

弘前大学農学生命科学部学術報告

第8号

BULLETIN
OF THE
FACULTY OF AGRICULTURE AND
LIFE SCIENCE
HIROSAKI UNIVERSITY

No.8

付研究業績目録

2004年10月 2005年9月

Lists of Published Research Works of the Faculty of
Agriculture and Life Science
Hirosaki University
2004(October) –2005(September)

弘前大学農学生命科学部

2005年12月

FACULTY OF AGRICULTURE AND LIFE SCIENCE
HIROSAKI UNIVERSITY
HIROSAKI, 036-8561, JAPAN

December, 2005

弘前大学農学生命科学部学術報告

第8号

2005年12月

目 次

松村行栄・五十嵐聖貴・松岡教理：日本産アゲハチョウ科の分子系統学的研究	1
松岡教理：棘皮動物ヒトデ類のオニヒトデとルソンヒトデ集団における遺伝的変異	9
山田 誠・盧 忠恩・倉田裕介・松永ゆかり・新関 稔：ソマクローナル変異とX線照射による突然変異のイネランドマーカーによる解析と比較	17
佐々木文之・石川絵理・長利 卓・佐藤玲子・竹本成孝・本田真也・藤兼洋一・鈴木喬士・長田恭一：茶葉飲料のポリフェノールレベルとフリーラジカル捕捉機能，ならびにプロシアニジン類の抗酸化機能の検証	24
佐原雄二・佐藤功一：潮汐の異なる海岸におけるドロメ幼魚の採餌活動周期	29
加藤弘道・張 樹槐・福地 博：氷温冷蔵に関する研究	37
小笠原康雄・加藤陽治・藤崎浩幸：青森県の転作水田におけるアピオス栽培の可能性	46
藤崎浩幸：認定農業者親子間の就農誘導と就農意欲 - 岩手県盛岡市での意識調査 -	52
泉谷眞実：リンゴジュース加工副産物におけるリサイクル経路の特質	58
小林俊介・渋谷長生：大鱒温泉もやしに関する研究	64
宇野忠義：最重要病害リンゴ火傷病の日米検疫問題	88
研究業績目録（2004年10月 2005年9月）	107

日本産アゲハチョウ科の分子系統学的研究

松村 行栄^{*1}・五十嵐聖貴^{*2}・松岡 教理^{*3}

^{*1} エーザイ株式会社信頼性保証本部コーポレート QA 部

^{*2} 弘前大学大学院理学研究科

^{*3} 弘前大学農学生命科学部分子進化学研究室

(2005年9月7日受付)

序 論

現在、鱗翅目のアゲハチョウ科は世界に 600 種以上が分類記載されており (Collins and Morris, 1985), 大半の種が熱帯あるいは亜熱帯地域に分布している。本科の系統分類学的研究は鱗翅目のなかで最も詳細に行われてきたが、未だに多くの未解決な問題点が残されている (Ackery *et al.*, 1998)。本科はウラギンアゲハ亜科, ウスバアゲハ亜科, アゲハチョウ亜科の 3 亜科に分類されているが、これら亜科の系統関係についても不明な点が多く、さらなる研究が必要である (Hauser, 1993)。

アゲハチョウ科各種の系統類縁関係は、主に形態学的観点から、分岐分類学的に研究されてきた (Ford, 1944; Munroe, 1960; Brock, 1971; Ackery, 1975; Scott, 1984; Igarashi, 1984; Miller, 1987)。また、細胞遺伝学的研究 (前木, 1957; 斎藤, 1988) も報告されている。本科の分類に採用されてきた形質は成虫の形態、幼虫の形態と食草、蛹の形態、地理的分布など多岐にわたる。しかし、これらの形質はグループが異なるとそれぞれの重み付けが変わってくるため、亜科、族、属などの高次レベルの分類の基準には同じ尺度が用いられてこなかった。

一方、分子的手法を用いて DNA やアロザイムレベルからの分子系統学的研究が現在、活発におこなわれている。このような研究は、現存生物が持っている相同な DNA やタンパク質を比較することによって、過去にそれらの生物がたどってきた進化のプロセスを明らかにすることが可能である。また、分子時計により、生物が共通祖先から分岐した年代を推定することもでき、生物の系統類縁関係を共通の尺度で客観的かつ定量的に研究することができる。

近年になって多くの研究者がミトコンドリア DNA (mtDNA) の制限酵素断片長多型 (RFLP) や塩基配列決定による系統解析について報告している。アゲハチョウ科においても Hagen and Scriber (1991) の研究から始まり、mtDNA の遺伝子である COI, COII などを用いた分子系統学的研究が報告されている (Caterino and

Sperling, 1999; Caterino *et al.*, 2001) が、従来の形態的研究から推定された系統とは見解の相違があった。その後、アゲハチョウ亜科 (Aubert *et al.*, 1999), アオスジアゲハ族 (Makita *et al.*, 2003), キシタアゲハ族 (Morinaka *et al.*, 1999; Moronaka. *et al.*, 2000), ギフチョウ属 (Makita *et al.*, 2000), カラスアゲハ亜属 (八木, 2001) などの亜科、族、属レベルの分類学的検討もすすみ、日本のアゲハチョウ科については Yagi *et al.* (1999) が mtDNA の ND5 遺伝子領域による系統類縁関係について報告した。

mtDNA 分析の利点はその単純な遺伝様式と、分析に際しての取り扱いが容易なことによるものであるが、分析できる塩基サイト数はアロザイム分析と比較して必ずしも多くはない。また、mtDNA は核 DNA とは独立したものであり、異種間移入の例も数多く知られているため、進化関係を推測する際には注意が必要である。一方、それと比較してアロザイム分析は、核 DNA にコードされている多数の酵素遺伝子座を同時に分析することができるため、種間の系統解析には非常に有効な分子的手法で、鱗翅目においてもアロザイム分析が多くの分類群について報告されてきた (*eg.* Menken, 1982; Matsuoka *et al.*, 1983, 1984; Martin and Pashley, 1992; Sperling and Harrison, 1994)。しかし、アゲハチョウ科における報告例は極めて少なく、わずかに近縁種間の研究が報告されているだけである (Kominami *et al.*, 1991)。従って、アゲハチョウ科の総合的な系統分類学的位置付け、および族や属など、種レベル以上の高次分類群間の系統類縁関係についてはほとんど知見が得られていないのが現状である。

今回、著者らは、日本産アゲハチョウ科の属間、および族間の系統進化学的關係をアロザイム分析により調査したので、それらの結果について報告する。またアゲハチョウ科の自然集団内に保有されている遺伝的変異についても報告する。

表 1. アロザイム分析に用いたアゲハチョウ科 8 種の種名, 和名, 略称, 採集地, 採集年月日, 個体数

種名	和名	略称	採集地	採集年月日	個体数
<i>Sericinus montela</i>	ホソオチョウ	Sm	山梨県北巨摩双葉町	1994 年 7 月 6-14 日	3
<i>Luehdorfia japonica</i>	ギフチョウ	Lj	鳥取県岩美郡国府町	-----	10
			鳥取県鳥取市	-----	
<i>Parnassius glacialis</i>	ウスバシロチョウ	Pag	群馬県藤岡市	-----	4
<i>Atrophaneura alcinous</i>	ジャコウアゲハ	Ata	群馬県藤岡市	1993 年 9 月 29 日	7
				1993 年 10 月 30 日	
<i>Papilio xuthus</i>	アゲハ	Px	群馬県藤岡市	1993 年 7 月 30 日	6
				1993 年 8 月 2 日	
			群馬県勢多郡宮城村	1993 年 8 月 12 日	
<i>Menelaides helenus</i>	モンキアゲハ	Mh	群馬県多野郡吉井町	1994 年 7 月 23 日	4
<i>Achillides bianor</i>	カラスアゲハ	Acb	群馬県勢多郡宮城村	1994 年 8 月 12-14 日	3
<i>Graphium sarpedon</i>	アオスジアゲハ	Gs	群馬県勢多郡宮城村	1993 年 8 月 12 日	6

材料および方法

(1) 材料

本研究では日本に生息するアゲハチョウ科 9 属のうち, ベニモンアゲハ属以外の 8 属から各々代表種を選びアロザイム分析を行った。8 種の種名, 採集地点および分析個体数は表 1 にまとめて示してある。分析にはすべて成虫個体を使用した。採集個体は, 実験に使用するまで - 40℃ に冷凍保存しておいた。なお, 本文中の和名, 学名, および分類体系は Igarashi (1984) および五十嵐 (1979) に従った。

(2) アロザイム分析

アロザイム分析には冷凍保存した成虫個体を, 翅・脚・触角・口吻を除去して重量を計り, 解剖バサミで細かく切り刻んでから, Potter-Elvehjem タイプのガラスホモジナイザーを用いて抽出した。抽出緩衝液には, 個体重量の 5 - 10 倍量の 20 mM リン酸緩衝液 (0.1 M KCl, 1 mM EDTA, pH7.0) を用いた。これを 15,000 rpm で 10 分間遠心分離し, その上清を電気泳動試料とした。アロザイム分析には各個体について 0.03 - 0.10 ml の電気泳動試料を用い, 7.5 % ポリアクリルアミドゲルを支持体とする電気泳動をおこなった (Matsuoka and Hatanaka, 1991)。アロザイム分析した酵素は - GPDH, ADH, G6PD, GCDH, ICDH, LDH, MDH, ME, ODH, XDH, HK, PGM, SOD, AAT, ALK, EST および LAP の 17 酵素であった。これら 17 酵素のアロザイム分析により合計 35 酵素遺伝子座が検出された。

(3) 集団内の遺伝的変異の推定

35 酵素遺伝子座の対立遺伝子頻度から, 遺伝的変異の程度を示す 4 種のパラメータである 1 遺伝子座あたりの対立遺伝子数 (A), 多型的遺伝子座の割合 (P), 平均ヘテロ接合体率の観察値 ($Hobs$) と期待値 ($Hexp$) を算出した。多型的遺伝子座は最も頻度の高い対立遺伝子頻度が 0.95 以下である遺伝子座とした。

(4) アゲハチョウ科 8 属間の遺伝的距離と系統類縁関係の推定

属間の遺伝的分化の程度を知るため, 35 酵素遺伝子座の対立遺伝子頻度から Nei (1972) の式により遺伝的類似度 (I) と遺伝的距離 (D) を算出した。そして, 遺伝的距離 (D) から 3 つの分子系統樹を作成した。すなわち Sneath and Sokal (1973) の UPGMA 法 (非加重結合法), および Saitou and Nei (1987) と Studier and Keppler (1988) の NJ 法 (近隣結合法) によるアゲハチョウ科 8 属の分子系統樹と, UPGMA 法と NJ 法の両方の系統樹で共通する系統関係を示すコンセンサス分子系統樹の 3 つである。なお, NJ 法で得られる分子系統樹は無根系統樹であるため, OTU (Operational Taxonomic Unit: 操作上の分類単位) を結び枝長の内, 最も長いものの中央を樹根として有根系統樹を距離 Wagner 法 (Farris, 1972) により作成した。

結 果

17 酵素のアロザイム分析の結果, 合計 35 遺伝子座が検出された。35 酵素遺伝子座における対立遺伝子頻度から, 集団内の遺伝的変異の程度を示す 4 種のパラメータを算出した。その結果は表 2 にまとめて示してある。それによるとアゲハはこれら 4 種のパラメータにおいて最大値を示し, 最も高い遺伝的変異を示した ($A=1.78$, $P=62.5\%$, $Hobs=24.0\%$, $Hexp=23.2\%$)。一方, モンキアゲハはすべてのパラメータにおいて最小値を示し, 集団内の遺伝的変異がもっとも低かった ($A=1.29$, $P=20.8\%$, $Hobs=7.3\%$, $Hexp=8.4\%$)。他の 6 種は遺伝的変異の程度は若干異なっていたが, 種間の差異はあまり見られなかった。

次に, アゲハチョウ科 8 属 8 種間の遺伝的分化の程度を調査するため, 35 酵素遺伝子座における対立遺伝子頻度から Nei (1972) の I と D を算出した (表 3)。その結果, アゲハチョウ科 8 属 8 種間で最も近縁関係にあるのはカラスアゲハ (カラスアゲハ属) とモンキアゲハ

表 2. アゲハチョウ科 8 種における遺伝的変異

指 標	<i>Sm</i>	<i>Lj</i>	<i>Pag</i>	<i>Ata</i>	<i>Px</i>	<i>Mh</i>	<i>Acb</i>	<i>Gs</i>
分析した酵素遺伝子座の数	35	35	35	35	35	35	35	35
1 遺伝子座あたりの対立遺伝子数 (<i>A</i>)	1.29	1.52	1.29	1.46	1.78	1.29	1.46	1.48
多型的遺伝子座の割合 (<i>P</i>) (%)	28.6	42.9	28.6	42.3	62.5	20.8	39.3	35.5
平均ヘテロ接合体率 (観察値: <i>Hobs</i>) (%)	22.2	19.0	17.1	13.7	24.0	7.3	16.1	15.7
平均ヘテロ接合体率 (期待値: <i>Hexp</i>) (%)	12.7	16.7	11.0	17.8	23.2	8.4	17.5	16.4

(種名は略称で示した)

表 3. アゲハチョウ科 8 種間の遺伝的類似度 (*I*) (斜め上半分) と遺伝的距離 (*D*) (斜め下半分)

	<i>Sm</i>	<i>Lj</i>	<i>Pag</i>	<i>Ata</i>	<i>Px</i>	<i>Mh</i>	<i>Acb</i>	<i>Gs</i>
<i>Sm</i>	-	0.344	0.315	0.375	0.314	0.209	0.453	0.358
<i>Lj</i>	1.067	-	0.371	0.246	0.414	0.244	0.334	0.325
<i>Pag</i>	1.155	0.992	-	0.294	0.307	0.455	0.426	0.339
<i>Ata</i>	0.981	1.402	1.224	-	0.414	0.375	0.480	0.381
<i>Px</i>	1.158	0.882	1.181	0.882	-	0.415	0.496	0.476
<i>Mh</i>	1.565	1.411	0.787	0.981	0.879	-	0.543	0.347
<i>Acb</i>	0.792	1.097	0.853	0.734	0.701	0.661	-	0.410
<i>Gs</i>	1.027	1.124	1.082	0.965	0.742	1.058	0.892	-

(種名は略称で示した)

(モンキアゲハ属) ($I=0.543$, $D=0.661$) であり, 最も遠縁なのはホソオチョウ (ホソオチョウ属) とモンキアゲハ ($I=0.209$, $D=1.565$) であった。8 種の全組合せ (28 ペア) の I と D の平均値は $I=0.374$, $D=1.01$ であった。図 1 は, D から UPGMA 法によって作成した分子系統樹である。この分子系統樹から明らかなように, アゲハチョウ科 8 属 8 種の系統関係は, ホソオチョウ・ギフチョウ (ギフチョウ属) のグループ, ウスバシロチョウ (ウスバシロチョウ属)・カラスアゲハ・モンキアゲハのグループ, そして, アゲハ (キアゲハ属)・ジャコウアゲハ (ジャコウアゲハ属)・アオスジアゲハ (アオスジアゲハ属) のグループの 3 つの大きな系統群に分かれることが判明した。タイスアゲハ族の 2 種であるホソオチョウ・ギフチョウは 1 つのクラスターを形成した。このタイスアゲハ族とともにウスバアゲハ亜科を構成しているウスバシロチョウは, アゲハチョウ亜科に近縁であった。アゲハチョウ亜科は, カラスアゲハ・モンキアゲハの系統, アゲハ・ジャコウアゲハの系統, そしてアオスジアゲハの系統の 3 つのグループに分かれた。そしてアオスジアゲハはアゲハ・ジャコウアゲハのグループと近縁であった。また, ホソオチョウ, ギフチョウ, ウスバシロチョウ, アオスジアゲハは, それらの系統が分岐してからの枝長が比較的長かった。

図 2 は, 同じく D をもとにして NJ 法により作成したアゲハチョウ科 8 属 8 種の分子系統樹である。その結果, ホソオチョウ・ギフチョウのグループと, その他 6 種の 2 つの大きな系統群に分かれた。NJ 法を用いた分子系統樹でも UPGMA 法による分子系統樹と同様にタイスアゲハ族 2 種の近縁性, そしてウスバシロチョウと

アゲハチョウ亜科の近縁性が示唆された。アゲハチョウ亜科の分岐パターンは, まずアオスジアゲハの系統が分岐し, 次にアゲハの系統が分岐した後, ジャコウアゲハの系統とその他 2 種の系統が分岐する結果が得られた。

UPGMA 法と NJ 法により作成した 2 つの分子系統樹の違いは以下の 2 点である。すなわち, (1) ジャコウアゲハのクラスターの系統的位置が, UPGMA 法ではアゲハのクラスターと近縁なのに対し, NJ 法ではウスバシロチョウ・カラスアゲハ・モンキアゲハのグループと近縁である。(2) アオスジアゲハの系統の分岐の位置が, UPGMA 法では, キアゲハ・アゲハ・ジャコウアゲハの共通祖先と分岐しているのに対して, NJ 法ではウスバシロチョウ・アゲハチョウ族・ジャコウアゲハの合計 5 種の共通祖先と分岐する結果となった。

図 3 は, UPGMA 法と NJ 法の 2 つの分子系統樹で共通して得られた結果をまとめたコンセンサス系統樹である。この系統樹は樹形のみを考慮したものであり, 枝長は遺伝的分化の程度を示していない。UPGMA 法と NJ 法ではそれぞれ 6 の単系統群がみられたが, コンセンサス系統樹においてはそのうちの 4 つの単系統群が再現された。コンセンサス系統樹を現在の分類体系 (Igarashi, 1984) と比較すると以下ようになる。すなわち, 一致点は (1) タイスアゲハ族 2 属 2 種は単系統である。(2) 別族に分類されているアオスジアゲハは, アゲハチョウ亜科のなかでは系統的に異なる特異な種である。一方, 相違点は (1) ウスバアゲハ亜科は単系統群ではない。(2) アゲハチョウ族は単系統群ではないという点であった。

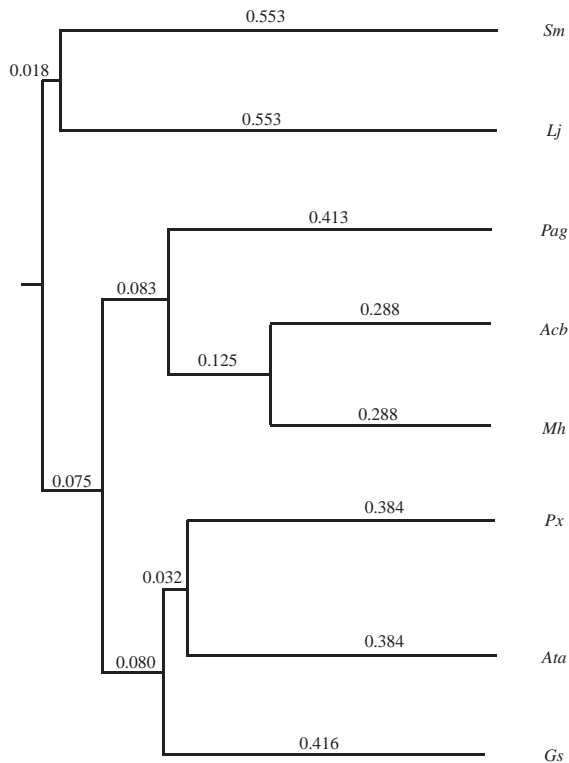


図 1. UPGMA 法により作成したアゲハチョウ科 8 種の分子系統樹。

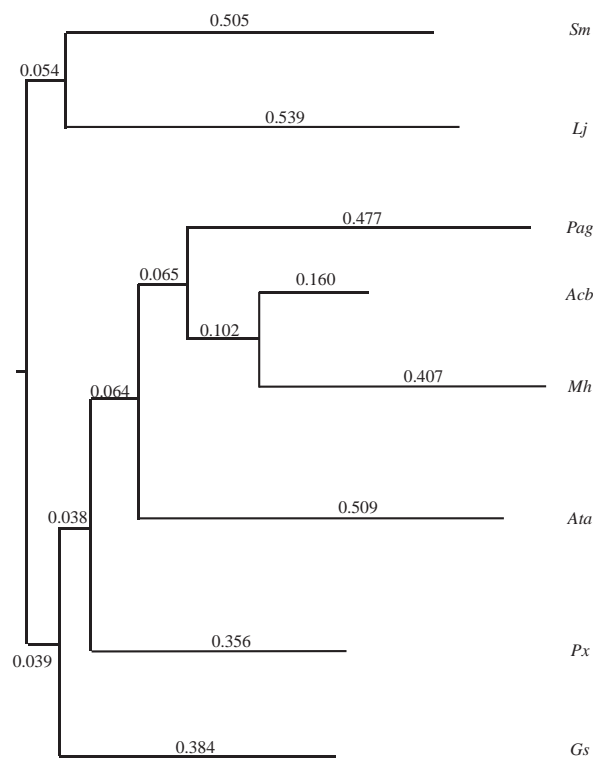


図 2. NJ 法により作成したアゲハチョウ科 8 種の分子系統樹。

考 察

集団内の遺伝的変異

表 2 に示した 4 種類のパラメータは、いずれも集団内に保有されている遺伝的変異の程度を表す尺度である。すなわち 1 遺伝子座あたりの対立遺伝子数 (A)、多型的遺伝子座の割合 (P)、平均ヘテロ接合体率の観察値 ($Hobs$) と期待値 ($Hexp$) である。鱗翅類 68 分類群でこれまでに報告されている $Hexp$ の平均値は 14 % で、今回の数値は、これらと同等の値であった。本研究で分析したアゲハチョウ科 8 属 8 種の中では、アゲハが最も高い遺伝的変異を示し、モンキアゲハがやや低い変異性を示した。

多様な生物における平均ヘテロ接合体率のデータが蓄積するにつれ、多くの研究者が遺伝的変異の程度に影響を与える要因について報告している。そのうち、相関関係が明らかになっている要因の一つに、生物集団の大きさ (population size) がある。Nei (1983) と Nei and Graur (1984) は、77 の生物種について $Hexp$ と集団サイズとの相関関係を詳細に分析し、それらの間に有意な正の相関関係があると報告した。これは、集団サイズが大きくなるほど、より多くの遺伝的変異 (大半が中立突然変異) を集団内に保有できるためである。本研究で得られた $Hexp$ にみられる差も種の集団サイズの差を反映している可能性が高い。つまり、アゲハ集団は大きく、モンキアゲハ集団は集団サイズが小さいことが示唆される。し

かし、現在棲息数が減少しているギフチョウ集団の遺伝的変異が平均的な数値 ($Hexp=16.7\%$) であったことは、集団サイズ以外の他の要因も考慮しなければならないだろう。

系統樹の作成

Nei (1972) の遺伝距離 (D) から、UPGMA 法と NJ 法を用いて分子系統樹を作成した。Nei *et al.* (1983) は、より正確な分子系統樹を作成するためには、距離尺度に Nei (1972) の D を用い、系統樹作成法は UPGMA 法を用いた方が良くと報告している。これは、 D がアロザイム分析によって検出できるアミノ酸置換数を測定するために考案されたものであること、そして UPGMA 法は種の分子系統樹を作成するために考案されたものであるとともに、遺伝距離を平均化するという操作によって遺伝距離の誤差が減少するという利点があるためである。また、根井 (1990) は、近年考案された NJ 法の利点が高いことを考慮し、UPGMA 法と NJ 法の両方で相同な樹形が得られれば、その分子系統樹はかなり信頼性が高いと報告している。UPGMA 法と NJ 法で異なった樹形が得られた場合には、それらの相違点のどちらがより確かなものかを決定することは一般に困難であるが、そのような場合には、2 つの樹形の共通点を総合して作成したコンセンサス系統樹が高い信頼性をもつ。本研究では、UPGMA 法と NJ 法の分子系統樹の樹形がいくつかの点で異なっていたため、アゲハチョウ科 8 属 8 種の系統類

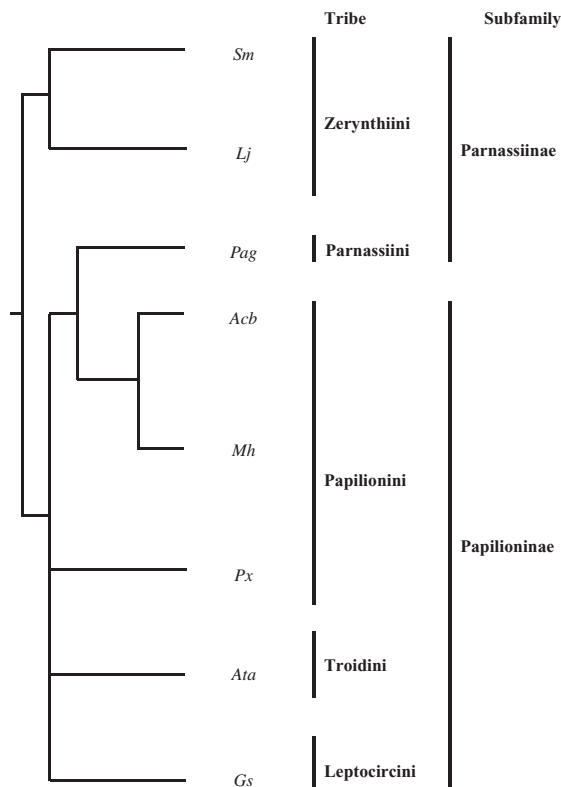


図3. アゲハチョウ科8種のコンセンサス系統樹。

縁関係については図3のコンセンサス系統樹に基づいて考察する。

アゲハチョウの細胞遺伝学的研究から、日本産アゲハチョウ科各種の染色体数 (n) はウスバシロチョウ属3種が $n=29$ 、キアゲハが $n=31$ 、アオスジアゲハが $n=20$ なのを除いて、その他の種は全て $n=30$ である (斎藤, 1988)。本研究の結果は、染色体レベルの知見とよく一致している。すなわち、ウスバシロチョウは、その系統が分岐してからの枝長が長く (UPGMA 法と NJ 法の平均で $D=0.445$)、このグループを別亜科とする分類システムを支持するものである。また、アオスジアゲハは外部形態も他のアゲハチョウ亜科の種とは大きく異なっており、アオスジアゲハもその系統が分岐してからの枝長が長く (UPGMA 法と NJ 法の平均で $D=0.400$)、本種をアゲハチョウ亜科内でアオスジアゲハ族として分類学上区別するのは妥当な分類体系であると考えられる。

族 (Tribe) 間の系統類縁関係

日本列島には、ウスバシロチョウ族は1属3種、キシタアゲハ族は2属2種、アオスジアゲハ族は1属2種が棲息しているが、本研究ではこれら3族からは代表種を1種ずつ分析した。従って、これら3種は3族を代表しているものとした。Ford (1944) は、成虫および幼虫期の形態学的比較に加えて、幼虫の食性、成虫の鱗色素の化学的性質などの比較研究から世界に産するアゲハチョウ

ウ科の総合的な分類体系を提唱した。彼は日本産アゲハチョウ科の亜科として、アゲハチョウ亜科、ギフチョウ亜科、ウスバシロチョウ亜科の3亜科を設けた。このギフチョウ亜科は現在のタイスアゲハ族に、ウスバシロチョウ亜科は現在のウスバシロチョウ族にそれぞれ相当するものであり、現在の Ackery *et al* (1998) の分類体系では、これら2亜科はウスバアゲハ亜科としてまとめられている。Ford (1944) はそれら3亜科を独立した系統群と考えており、亜科間の近縁関係については示唆していない。

その後、白水 (1955) は Ford (1944) の分類体系を変更してアゲハチョウ科の系統類縁関係について新たな分類体系を提唱した。ここでもアゲハチョウ亜科、ギフチョウ亜科、ウスバシロチョウ亜科の3亜科を設けたが、最も大きな変更点はギフチョウ亜科とウスバシロチョウ亜科をより近縁なグループであると解釈した点である。白水 (1955) が両亜科が近縁であると考えた根拠は、それらの雄性外部生殖器の形態学的類似性と、ウスバシロチョウ亜科のシリアアゲハ属 (*Archon*) がギフチョウ亜科の形質も兼備している点である。また、Munroe (1960) も白水 (1955) と同様な理由で両亜科を一つの亜科に再分類した。

本研究の結果では、タイスアゲハ族が系統的に独立したグループであること、そしてウスバシロチョウがかなり遺伝的に分化を遂げていることが示された。この結果は、両グループを独立した系統であると考えてた Ford (1944) の分類体系とよく一致する。

本研究では、アゲハチョウ族が3つの系統に分かれ、キシタアゲハ族はそのうちの1つの系統に近縁であった。つまり、アロザイム分析からはアゲハチョウ亜科を3族に分類することは妥当ではないと考えられる。またアオスジアゲハ族は比較的独立した系統群であることが示唆されたが、その分岐の位置は明確にされなかった。Munroe (1960) は、アゲハチョウ科の中でもアゲハチョウ亜科の分類が最も困難であると述べており、今後この亜科のさらなる系統分類学的研究が望まれる。

属間の系統類縁関係

日本産アゲハチョウ科は、タイスアゲハ族とキシタアゲハ族がそれぞれ2属を含む他は、1族につき1属の分類である。本研究ではキシタアゲハ族のベニモンアゲハ (*Pachliopta aristolochiae interposita*) を分析していないため、タイスアゲハ族のホソオチョウ属とギフチョウ属間の系統類縁関係を分析した。

タイスアゲハ族は日本産の2属の他に、タイスアゲハ属 (*Parnalius*)、シボリアゲハ属 (*Bhutanitis*) の2属がユーラシア大陸と北アフリカに分布している。Ford (1944) は、以上の4属を形態学的観点から、ギフチョウ属・タイスアゲハ属の系統と、ホソオチョウ属・シボリアゲハ属の2つの系統に分化していると考えた。ただ

し、その分化の程度は別族に分類する程ではないと述べている。それに対し、白水(1955)は蛹と雄性外部生殖器の形態学的類似性から Ford(1944)の2系統説に異論を唱えた。本研究の結果は、ホソオチョウ属とギフチョウ属は遺伝的分化の程度がかなり高く、分子系統樹においても両者は系統的に異なる属であることを明らかに示した。この2属の高い遺伝的分化は、Ford(1944)の2系統説を支持する。

要 約

日本産アゲハチョウ科8属8種の系統類縁関係をアロザイム分析により調査した。分析した種はウスバアゲハ亜科タイサアゲハ族のホソオチョウ、ギフチョウ、同亜科ウスバシロチョウ族のウスバシロチョウ、アゲハチョウ亜科キシタアゲハ族のジャコウアゲハ、同亜科アゲハチョウ族のアゲハ、モンキアゲハ、カラスアゲハ、同亜科アオスジアゲハ族のアオスジアゲハの8属8種である。17酵素のアロザイム分析から35遺伝子座が検出された。35遺伝子座における対立遺伝子頻度から、Nei(1972)の遺伝的距離(D)と遺伝的類似度(I)を算出し、8属8種間の遺伝的分化の程度を推定した。その結果、8種間で最も近縁関係にあるのはカラスアゲハとモンキアゲハであり、最も遠縁なのはホソオチョウとモンキアゲハであった。次に、8属8種間の系統類縁関係を調査するため、遺伝的距離(D)からUPGMA法とNJ法を用いて分子系統樹を作成した。その結果、(1)タイサアゲハ族の2種(ホソオチョウとギフチョウ)は単系統である。(2)アゲハチョウ科8属8種の中で外部形態が特殊化しているアオスジアゲハはやはり分子レベルからみても遺伝的分化の程度が高い。(3)アゲハチョウ族の3種(アゲハ、モンキアゲハ、カラスアゲハ)間の系統類縁関係は外部形態から推定されるものと、よく一致した。(4)一方、ウスバシロチョウの系統的位置付けは現在の分類体系とは異なり、ウスバシロチョウは、同じ亜科に分類されているタイサアゲハ族と系統的に近縁ではないことが示唆され、本属の分類学的再検討が望まれる。

引 用 文 献

- ACKERY, P. R. (1975) A guide to the genera and species of Parnassiinae (Lepidoptera: Papilionidae). *Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Ent.)* 31: 73-105.
- ACKERY, P. R., DE JONG, R. and VANE-WRIGHT, R. I. (1998) The butterflies: Hedyloidea, Hesperoidea and Papilionoidea. In Kristensen, N. P. (Ed.), *Lepidoptera, moths and butterflies*, vol. 1. *Handb. Zool., Berl.* 4(35): 263-300.
- AE, S. (1960) A study of hybrids between *Papilio xuthus* and the *P. polyxenes-machaon* group. *J. Lepid. Soc.* 14: 5-18.
- AUBERT, J., LEGAL, L., DESCIMON, H. and MICHAEL, F. (1999) Molecular phylogeny of swallowtail butterflies of the Tribe Papilionini (Papilionidae, Lepidoptera). *Molec. Phylogenet. Evol.* 12: 156-167.
- BROCK, J. P. (1971) A contribution towards an understanding of the morphology and phylogeny of the ditrysian Lepidoptera. *J. nat. Hist.* 5: 29-102.
- CATERINO, M. S. and SPERLING, F. A. H. (1999) Papilio phylogeny based on mitochondrial cytochrome oxidase I and II genes. *Molec. Phylogenet. Evol.* 11: 122-137.
- CATERINO, M. S., REED, R. D., KUO, M. Y. and SPERLING, F. A. H. (2001) A partitioned likelihood analysis of swallowtail butterfly phylogeny (Lepidoptera: Papilionidae). *Syst. Biol.* 50: 106-127.
- COLLINS, N. M. and MORRIS, M. G. (1985) Threatened Swallowtail Butterflies of the World. *The IUCN red Data Book*. vii, 401 pp., 8 pls. IUCN, Gland and Cambridge.
- FARRIS, J. S. (1972) Estimating phylogenetic trees from distance matrices. *Am. Nat.* 106: 645-668.
- FORD, E. B. (1944) Studies on the chemistry of pigments in Lepidoptera, with reference to their bearing on systematics. 4. The classification of the papilionidae. *Trans. R. ent. Soc. Lond.* 91: 201-223.
- GRAUR, D. (1985) Gene diversity in Hymenoptera. *Evolution* 39: 190-199.
- HAGEN, R. H. and SCRIBER, J. M. (1991) Systematics of the *Papilio glaucus* and *P. troilus* species groups (Lepidoptera: Papilionidae). Inferences from allozymes. *Ann. ent. Soc. Am.* 84: 80-395.
- HÄUSER, C. L. (1993) Critical comments on the phylogenetic relationship within the family Papilionidae (Lepidoptera). *Nota lepid.* 16: 34-43.
- 五十嵐通 (1979) 世界のアゲハチョウ. 講談社, 東京.
- IGARASHI, S. (1984) The classification of the Papilionidae mainly based on the morphology of their immature stages. *Tyo to Ga* 34(2): 41-96.
- KOMINAMI, H., KASAHARA, M., SUMIYOSHI, K. and YAMAGUCHI, O. (1991) Protein variability detected by SDS-polyacrylamide gel electrophoresis in subspecies of *Papilio bianor complex*. *Tyo to Ga* 42(1): 1-9.
- 前木孝道 (1957) 日本産アゲハチョウの染色体研究. 染色体 32: 1115-1122.
- MAKITA, H., SHINKAWA, T., OHTA, K., KONDO, A. and NAKAZAWA, T. (2000) Phylogeny of Luehdofia butterflies inferred from mitochondrial ND5 gene sequences. *Ent. Sci.* 3: 321-329.
- MAKITA, H., SHINKAWA, T., OHTA, K., LIANXI, X. and NAKAZAWA, T. (2003) Phylogeny of the Graphium butterflies inferred from nuclear 28S rDNA and mitochondrial ND5 gene sequence. *Trans. lepid. Soc. Japan* 54: 91-110.
- MARTIN, J. A. and PASHLEY, D. P. (1992) Molecular systematic analysis of butterfly family and some subfamily relationships (Lepidoptera: Papilionoidea). *Ann. ent. Soc. Am.* 85: 127-139.
- MATSUOKA, N., CHIBA, Y. and SAITOH, K. (1983) Allozyme similarity in two species of the genus *Brenthis* (Lepidoptera: Nymphalidae). *Comp. Biochem. Physiol.* 74 B: 385-387.
- MATSUOKA, N., CHIBA, Y. and SAITOH, K. (1984) Biochemical evidence for the genetic differentiation between two morphologically very similar species of

- Neope* (Lepidoptera: Satyridae) from Japan. *Proc. Japan Acad.* 60(B): 245-248.
- MATSUOKA, N. and HATANAKA, T. (1991) Molecular evidence for the existence of four sibling species within the sea-urchin, *Echinometra mathaei* in Japanese waters and their evolutionary relationships. *Zool. Sci.* 8: 121-133.
- MENKEN, S. H. J. (1982) Biochemical genetics and systematics of small ermine moths (Lepidoptera: Yponomeutidae). *Zool. Syst. Evolut.-forsch.* 20: 131-143.
- MILLER, J. S. (1987) Phylogenetic studies in the Papilioninae (Lepidoptera: Papilionidae). *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 186: 365-512.
- MORINAKA, S., MAEYANMA, T., MAEKAWA, K., ERNIWATI, N. S. P., GINARSA, I. K., NAKAZAWA, T. and HIDAOKA, T. (1999) Molecular phylogeny of birdwing butterflies based on the representative in most genera of tribe Troidini (Lepidoptera: Papilionidae). *Ent. Sci.* 2: 347-358.
- MORINAKA, S., MINAKA, N., SEKIGUCHI, M., ERNIWATI, P. S. N., GINARSA, I. K., MIYATA, T. and HIDAOKA, T. (2000) Molecular phylogeny of birdwing butterflies of the tribe Troidini (Lepidoptera: Papilionidae)-Using all species of the genus *Ornithoptera*. *Biogeography.* 2: 103-111.
- MUNROE, E. (1960) The classification of the Papilionidae (Lepidoptera). *Can. Ent. (Suppl.)* 17: 1-51.
- NEI, M. (1972) Genetic distance between populations. *Am. Nat.* 106: 283-292.
- NEI, M. (1983) Genetic polymorphism and the role of mutation in evolution. In Nei, M. and R. Koehn (Eds). *Evolution of Genes and Proteins*: 165-190. Sinauer, Sunderland, MA.
- NEI, M. (1987) *Molecular Evolutionary Genetics*. Columbia Univ. Press, New York.
- NEI, M., TAJIMA, F. and TATENNO, Y. (1983) Accuracy of estimated phylogenetic trees from molecular data. II. Gene frequency data. *J. Molec. Evol.* 19: 153-170.
- 斎藤和夫 (1988) 蝶類の染色体 - 1966 年前後から 1984 年までの形態学的研究から -. *Spec. Bull. lepid. Soc. Japan* (6) 499-525.
- SAITOH, K. and KUDOH, K. (1972) A chromosome study of *Luehdorfia* hybrids. *Kontyû* 40: 290-293.
- SAITOH, K., KUDOH, K. and SHIRAHATA, K. (1971) A study of the spermatocyte chromosomes of *Luehdorfia japonica* Leech (Lepidoptera: Papilionidae). *Sci. Rep. Hirosaki Univ.* 18: 50-52.
- SAITOU, N. and IMANISHI, T. (1989) Relative efficiencies of the Fitch-Margoliash, maximum-parsimony, maximum-likelihood, minimum-evolution, and neighbor-joining methods of phylogenetic tree construction in obtaining the correct tree. *Mol. Biol. Evol.* 6: 514-525.
- SAITOU, N. and NEI, M. (1987) The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees. *Mol. Biol. Evol.* 4: 406-425.
- SCOTT, J. A. (1984) The phylogeny of butterflies (Papilionoidea and Hesperioidea). *J. Res. Lepid.* 23: 241-281.
- 白水 隆 (1955) アゲハチョウ科における幼虫食性の進化 (2) 新昆虫 8(5) 38-44.
- 白水 隆 (1960) 原色台湾蝶類大図鑑. 保育社, 大阪.
- SNEATH, P. H. A. and SOKAL, R. R. (1973) *Numerical Taxonomy*. Freeman, San Francisco, CA.
- SPERLING, F. A. H. and HARRISON, R. C. (1994) Mitochondrial DNA variation within and between species of the *Papilio machaon* group of swallowtail butterflies. *Evolution* 48: 408-422.
- STUDIER, J. A. and KEPPLER, K. J. (1988) A note on the neighbor-joining algorithm of Saitou and Nei. *Mol. Biol. Evol.* 5: 729-731.
- TATENNO, Y., NEI, M. and TAJIMA, F. (1982) Accuracy of estimated phylogenetic trees from molecular data. I. Distantly related species. *J. Mol. Evol.* 18: 387-404.
- YAGI, T., SASAKI, G. and TAKEBE, H. (1999) Phylogeny of Japanese papilionid butterflies inferred from nucleotide sequences of the mitochondrial ND5 gene. *J. molec. Evol.* 48: 42-48.
- 八木孝司 (2001) カラスアゲハ亜属の分子系統・分類および自然史. *昆虫と自然* 36(13) 9-12.

別刷請求先:

〒 375-0024 群馬県藤岡市藤岡 827-5
松村行栄

Molecular Phylogeny of Japanese Papilionidae (Lepidoptera)

Takayoshi MATSUMURA^{*1}, Seiki IGARASHI^{*2} and Norimasa MATSUOKA^{*3}

^{*1} Corporate QA Department, Corporate Regulatory Compliance and Quality Assurance Headquarters, Eisai Co., Ltd., Tokyo 112-8088, Japan

^{*2} Graduate School of Science, Hirosaki University, Hirosaki 036-8561, Japan

^{*3} Division of Molecular Evolution, Faculty of Agriculture & Life Science, Hirosaki University, Hirosaki 036-8561, Japan

ABSTRACT

The phylogenetic relationships among eight genera of the family Papilionidae (Lepidoptera) from Japan were studied by allozyme analysis of 17 different enzymes. Eight species adopted were *Papilio xuthus*, *Achillides bianor*, *Menelaides helenus*, *Parnassius glacialis*, *Luehdorfia japomoca*, *Atrophaneura alcinous*, *Graphium sarpedon* and *Sericinus montela*. From the allozyme variation in 35 genetic loci scored, the Nei's genetic distances between eight species of the Papilionidae were calculated and the molecular phylogenetic tree for eight species of the Papilionidae were constructed by UPGMA and NJ-methods. The phylogenetic trees indicated the followings:

- (1) The two species (*Sericinus montela* and *Luehdorfia japonica*) of tribe Zerynthiini were monophyletic.
- (2) Among eight species of the Papilionidae, *Graphium sarpedon* of special morphological characters was genetically differentiated from other seven species at allozyme level.
- (3) The phylogenetic relationships among three species of the tribe *Papilionini* were well consistent with that inferred from the morphological study.
- (4) The phylogenetic positions of *Parnassius glacialis* was inconsistent with the taxonomic system adopted widely by many workers: *P. glacialis* was not closely related with the member of Zerynthiini-group of the same subfamily Parnassiinae.

Genetic variation in two starfish,
Acanthaster planci and *Echinaster luzonicus*,
from Okinawa

Norimasa MATSUOKA

*Division of Molecular Evolution, Faculty of Agriculture & Life Science,
Hirosaki University, Hirosaki 036-8561, Japan*

(Received for publication September 7, 2005)

Introduction

Since the technique of enzyme electrophoresis was introduced into population genetic studies, many workers have reported the levels of genetic variation observed in various groups of organisms. However, biochemical surveys of genetic variation in marine invertebrates have been limited when compared with those in other animals such as insects or mammals.

The present author has been studying the molecular phylogeny of echinoids and asteroids of echinoderms (*eg.* Matsuoka, 1987; Matsuoka and Hatanaka, 1991; Matsuoka and Suzuki, 1989; Matsuoka *et al.*, 1994) In addition to the serial biochemical systematics of echinoderms, I reported on the population genetic studies of echinoderms which survey the genetic variation within populations by using allozyme analysis. Such studies would provide basic information to clarify the maintenance mechanism of genetic variation within populations of echinoderms. Echinoderms are in some respects well suited for population genetic studies. Many species are abundant and form large dense populations which can be sampled extensively without disturbing their natural population densities. Furthermore, as many species have broad geographical distribution, we can study the difference in the extent of genetic variation among local populations of one species and the population genetic factors that produce the differences. Fortunately, the seas around Japan are diversified in biogeochemical conditions and the marine fauna, and have been well known to be a rich yield for marine invertebrates. In particular, the echinoderm fauna is very abundant and in echinoids the number of endemic species and genera from the Japanese waters are greatest in the world (Shigei, 1974) Therefore, we have good conditions for undertaking the studies to clarify the genetic structure of natural populations of echinoderms.

Though the asteroids and echinoids have been used extensively as experimental animals in the fields of developmental biology and biochemistry, the population genetic study is much backward when compared with other experimental animals such as insect(*Drosophila*) and mammals. Recently, the molecular phylogenetic study indicated that the echinoderms are closely related to vertebrates(Miyata, 1994) Namely, the echinoderms are on the key position in the animal evolution. As the population genetic study is closely related to the evolution, it would provide valuable information for elucidation of evolution to examine how much genetic variation has accumulated within echinoderm populations by using allozyme analysis. In the present population genetic studies, the author chose the two starfish species, *Acanthaster planci* of the family Acanthasteridae and *Echinaster luzonicus* of the family Echinasteridae as target species. These two starfish are found in shallow water of subtropical seas of Ryukyu Islands(Okinawa)in Japan. It is famous

that *A. planci* is the poisonous starfish and destroys the coral reef by eating the polyps of corals. On the other hand, *E. luzonicus* shows extensive intraspecific variation in body color.

In this paper, I report on the results of allozyme study designed to estimate the degree of genetic variation and genetic differentiation in the two starfish, *Acanthaster planci* and *Echinaster luzonicus* from Ryukyu Islands (Okinawa) in southern Japan, and compare the data with those of other echinoderms reported previously. Further, I would like to discuss about the maintenance mechanism of protein polymorphism in echinoderms.

Materials and Methods

The two starfish species, *Acanthaster planci* and *Echinoaster luzonicus* were collected from the coasts of Seragaki in Onnamura of Okinawa Pref. by scuba diving and snorkeling. Immediately after collection, the pyloric caeca were cut off from living specimens and frozen in dry ice. They were then transported to my laboratory of Hirosaki University, where they were stored at -40 until being analysed. The number of individuals used in allozyme analysis was three for *A. planci* and 12 for *E. luzonicus*. As *A. planci* is poisonous and dangerous starfish, it was much difficult to collect by scuba diving and snorkeling, and thus the number of specimens was small. Allozyme analysis was performed on 7.5 % polyacrylamide gel by the method described in Matsuoka and Hatanaka (1991). About 0.2g pyloric caeca was individually homogenized with 3 vols. of 20mM phosphate buffer containing 0.1M KCl and 1mM EDTA (pH 7.0) by using Potter-Elvehjem type homogenizer in an ice water bath. The tissue extract was centrifuged at 10,000 rpm at 5 min and the clear supernatant was used for enzyme electrophoresis. Electrode buffer was Glycine-tris buffer, pH 8.3. After electrophoresis, the following 11 different enzymes was analyzed: malate dehydrogenase (MDH), nothing dehydrogenase (NDH), xanthine dehydrogenase (XDH), glucose-6-phosphate isomerase (GPI), hexokinase (HK), superoxide dismutase (SOD), aspartate aminotransferase (AAT), alkaline phosphatase (ALK), peroxidase (PO), esterase (EST) and leucine amino peptidase (LAP). Allozyme analysis was conducted as described in Matsuoka and Hatanaka (1991).

Results and Discussion

Thirty five genetic loci were detected from the allozyme variation observed in 11 enzymes. Of 35 loci scored, the following nine loci were polymorphic (*Mdh-2*, *Hk*, *Po-3*, *Po-4*, *Est-1*, *Est-3*, *Est-6*, *Lap-1* and *Lap-6*). From the allele frequencies data in 35 genetic loci, the author calculated the extent of genetic variation within populations of the two starfish. The results are summarized in Table 1. As shown in this table, the number of alleles per locus (*A*) was 1.13 and 1.26, the proportion of polymorphic loci (*P*) 12.5 % and

Table 1. Genetic variation and genetic differentiation in two starfish species, *Acanthaster planci* and *Echinaster luzonicus* from Ryukyu Islands

Parameter	<i>Ap</i>	<i>El</i>
No. of enzymes analysed	11	11
No. of genetic loci scored	35	35
No. of alleles per locus (<i>A</i>)	1.13	1.26
Proportion of polymorphic loci (<i>P</i> %)	12.5	22.9
Expected average heterozygosity (<i>H</i> %)	6.1	9.3
Genetic identity (<i>I</i>)	0.417	
Genetic distance (<i>D</i>)	0.875	

Ap : *A. planci*, *El* : *E. luzonicus*

Table 2. Genetic variation in various starfish populations

Species	Average heterozygosity(H)	Source
(1)Shallow water echinoderms		
Class Asteroidea		
<i>Asterina pectinifera</i>	2.9	a
<i>Asterina batheri</i>	8.7	a
<i>Asterina coronata japonica</i>	3.3	a
<i>Asterina pseudoexigua pacifica</i>	3.8	a
<i>Asterina minor</i>	0	a
<i>Asterias forbesi</i>	4.1	b
<i>Asterias vulgarts</i>	2.3	b
<i>Asterias amurensis</i>	7.6	c
<i>Coscinasterias acutispina</i>	8.5	c
<i>Aphelasterias japonica</i>	6.4	c
<i>Plazaster borealis</i>	5.9	c
* <i>Acanthaster planci</i>	6.1	present study
* <i>Echinaster luzonicus</i>	9.3	present study
(2)Deep-sea echinoderms		
Class Asteroidea		
<i>Distolasterias nippon</i>	16.7	d
<i>Myxoderma sacculatum ectenes</i>	14.4	e
<i>Pteraster jordani</i>	10.1	e
<i>Diplopteraster multiples</i>	10.8	e
<i>Nearchaster aciculosus</i>	19.5	e
Class Ophiuroidea		
<i>Ophiomusium lymani</i>	17.0	f
Class Echinoidea		
<i>Prionocidaris baculosa</i>	14.0	g
<i>Asthenosoma ijimai</i>	22.4	h
<i>Asthenosoma ijimai R.</i>	27.7	h

a=Matsuoka(1981) b=Schopf and Murphy(1973) c=Matsuoka *et al.* (1994)
d=Matsuoka *et al.* (1993) e=Ayala *et al.* (1975) f=Ayala and Valentine(1974)
g=Matsuoka and Inamor(1999) h=Matsuoka *et al.* (2004)

22.9 % , and the expected average heterozygosity per locus(H) 6.1 % and 9.3 % for *A. planci* and *E. luzonicus*, respectively.

In parallel with the molecular phylogenetic studies of echinoderms, I have reported on the extent of genetic variation within populations of various echinoderm species. It is valuable to compare the extent of genetic variation in two starfish species studied here with those observed in other echinoderm populations. Table 2 summarizes the values of the average heterozygosity per locus(H) in various echinoderms reported previously and those of the two starfish, *A. planci* and *E. luzonicus* in this study. The echinoderm species shown in this table are divided into two large groups: one is those living in shallow water and the other those in deep-sea water. Table 2 indicates that the asteroids from shallow water have the lower genetic variability than the echinoderms from deep-sea. The average heterozygosity per locus ($H=6.1$ %, 9.3 %) in the two starfish examined in this study were comparable to H values of other echinoderm species living in shallow water as well as the two asteroids, but considerably lower than those of echinoderms from deep-sea. In addition to asteroids, we reported the genetic variation within various echinoids from Japanese waters (Matsuoka, 1987; Matsuoka and Suzuki, 1989; Matsuoka, 1989). According to it, all of 13 species belonging to four different families of the order Echinoida and four species of the order Diadematoida from shallow water showed the low genetic variability. For example, *Toxopneustes pileolus* of the family Toxopneustidae was $H=0.9$ %, *Strongylocentrotus nudus* of the Strongylocentrotidae $H=2.6$ %, *Echinometra mathaei* of the Echinometridae $H=1.5$ %, and *Diadema setosum* of the Diadematidae $H=3.5$ %. Similar results have also been observed in some marine invertebrates other than echinoderms (Valentine and Ayala, 1978).

To explain the difference of genetic variation in marine invertebrate populations from different

environments, several predictions were proposed until now. Ayala and Valentine (1974) suggested that marine invertebrates from trophically stable environment such as deep-sea water generally show higher genetic variation than those from trophically unstable environment such as shallow water in temperate latitudes. Namely, populations in trophically unstable environment would be selected, and the population size becomes smaller and the founder effect begins to act for the population. The founder effect decreases the extent of genetic variability in population. Their prediction is based on the natural selection theory, but it can also be explained by the neutral theory. Kimura (1983) stated in his neutral theory that most mutations at molecular level are selectively neutral and most of the remainings mildly deleterious. Therefore, the latter mildly deleterious genes would be selected in unstable environment such as shallow water in temperate latitudes. On the other hand, in more stable environment such as deep-sea water, some of such mildly deleterious genes can function and may be maintained in populations. As a result, the extent of genetic variation in marine invertebrates from unstable environment such as shallow water would become lower than that from stable environment such as deep-sea water. The prediction of Ayala and Valentine (1974) seems not to be contradictory to the neutral theory of Kimura (1983).

From the extensive allozyme studies in various organisms, several workers noted that small populations have lower heterozygosity than large populations. For example, Selander *et al.* (1971) reported that the Santa Rosa Island (off the Gulf Coast of the Florida panhandle) population of *Peromyscus polionotus* of which the population size is known to be of the order of 12,000, showed much lower heterozygosity ($H=1.8\%$) than the Florida population ($H=8.6\%$). The cave populations (200-500 individuals) of the characid fish *Astyanax mexicanus* in Mexico also showed a very low heterozygosity when compared with the nearby surface population (Avisé and Selander, 1972). One of the most extreme examples of low heterozygosity is that of the cheetah, the fastest running land animal of the carinivores. The population size of the species has been estimated to be from 1,500 to 25,000. O'Brien *et al.* (1985) examined 52 electrophoretic loci for 55 individuals, and they discovered that the cheetah has no genetic variability. It is interesting to see that this highly evolved animal species has little genetic variability. Nei (1983) and Nei and Graur (1984) examined the relationship between average heterozygosity and population size for 77 different species. As a result, they found a positive correlation between heterozygosity and population size. Putting these data together, I would like to propose that the difference in the extent of genetic variation between invertebrates from shallow water and those from deep-sea is closely related to their population size. Namely, it would be well expected that the population size of invertebrates from deep-sea is much larger than that from shallow water, and thus marine invertebrates of the large population size from deep-sea can maintain higher genetic variability than those of the small population size from shallow water.

As evident from Table 2, several workers reported until now that deep-sea echinoderms have higher genetic variation than shallow water species: The starfish, *Distolasterias nipon* from deep-sea of Mutsu Bay in Aomori Pref. of northern Japan showed considerably high genetic variation ($H=17\%$) (Matsuoka *et al.*, 1993). Additionally, the primitive echinoid, *Prionocidaris baculosa*, of the order Cidaroida from deep-sea had high genetic variation ($H=14.0\%$) (Matsuoka and Inamori, 1999). Ayala *et al.* (1975) reported that all of four starfish species from deep-sea water showed high genetic variation ($H=10-20\%$). Further, Ayala and Valentine (1974) found that the ophiuroid, *Ophiomusium lymani* from deep-sea also showed the high genetic variation ($H=17\%$). More recently, we reported the allozyme study demonstrating that the echinothurioid, *Asthenosoma ijimai*, from Japanese waters consists of two distinct species: one is *A. ijimai* from Sagami Bay in Honsyu and the other *A. ijimai* R. from Rykyu Islands (Okinawa) (Matsuoka *et al.*, 2004). The two echinothurioids, *A. ijimai* and *A. ijimai* R. are deep-sea species and both of them showed the high genetic variation (Table 2).

With respect to the difference of genetic variation in echinoderms from shallow water and deep-sea,

Table 3. Genetic identities (I) and genetic distances (D) between different genera of asteroids

Pairs	I	D
<i>A. amurensis</i> vs <i>Ap. japonica</i>	0.475	0.744
<i>A. amurensis</i> vs <i>C. acutispina</i>	0.434	0.835
<i>A. amurensis</i> vs <i>D. nipon</i>	0.484	0.726
<i>A. amurensis</i> vs <i>P. borealis</i>	0.598	0.514
<i>Ap. japonica</i> vs <i>C. acutispina</i>	0.433	0.837
<i>Ap. japonica</i> vs <i>D. nipon</i>	0.506	0.681
<i>Ap. japonica</i> vs <i>P. borealis</i>	0.397	0.924
<i>C. acutispina</i> vs <i>D. nipon</i>	0.401	0.914
<i>C. acutispina</i> vs <i>P. borealis</i>	0.370	0.994
<i>D. nipon</i> vs <i>P. borealis</i>	0.360	1.022
* <i>A. planci</i> vs <i>E. luzonicus</i>	0.417	0.875

The data except *A. planci* and *E. luzonicus* were quoted from Matsuoka *et al.* (1994). The genus names are that *A*: *Asterias*, *Ap*: *Aphelasterias*, *C*: *Coscinasterias*, *D*: *Distolasterias* and *P*: *Plazaster*.

Kimura (personal communication) who proposed the neutral theory (Kimura, 1983) suggested that the echinoderm species from deep-sea would have larger population size than those from shallow water, and thus the larger population size make it possible to hold the higher genetic variation within populations. In order to confirm the difference of genetic variation between shallow water and deep-sea echinoderms, further extensive population genetic studies in various marine invertebrates from different environments would be required.

Gojobori (1982) examined the relationship between the enzyme groups and heterozygosity by using data on 20 different enzymes from 14 *Drosophila* species, 14 *Anolis* species and 31 other species. As a result, he found that enzymes with various functional constraints tend to have low heterozygosity. The present study showed that esterase (EST) or peroxidase (PO) of non-specific enzymes are more variable than dehydrogenases of higher substrate-specificity. These findings support the neutral theory of Kimura: the more strictly functional constraints would decrease the neutral regions of the molecules and the probability of amino acid replacement being selective neutral becomes smaller for enzymes with strictly functional constraints.

To estimate the degree of genetic differentiation between the two starfish species studied here, I calculated the genetic identity (I) and genetic distance (D) from allele frequencies data by the method of Nei (1972). As a result, the genetic identity was $I=0.417$ and the genetic distance was $D=0.875$. Previously, we reported the phylogenetic relationships among five asteroid species of the family Asteroidea by allozyme analysis (Matsuoka *et al.*, 1994). Table 3 summarizes the I and D values obtained between the five asteroids and the present data. As evident from this table, the I and D values between *A. planci* and *E. luzonicus* were comparable to those obtained between asteroids of different genera. As described in Matsuoka and Sugiyama (2005), Thorpe (1982) examined the relationship between the taxonomic rank and genetic identity in various organisms and prepared the figure showing the positive correlation between them. According to the figure, the range of genetic identity (I) in each taxonomic rank is as follows: conspecific local populations are $I=0.9-1.0$, closely related species of the same genus $I=0.7-0.89$, distinct species of the same genus $I=0.5-0.7$, and different genera of the same family $I=0.2-0.49$. When compared the present data with his figure, the I value ($I=0.417$) between *A. planci* and *E. luzonicus* was comparable to those observed between different genera in many other animals. The traditional taxonomic system that the

present two asteroids should be classified into two different genera is consistent with the present allozyme study.

In comparison between allozyme analysis and mtDNA analysis, Nei (1987) suggested that the resolving power of mtDNA is not necessarily higher than that of allozymes. This is particular so when the restriction enzyme technique is used. According to the estimation of Nei (1987), electrophoresis is expected to survey about 100 nucleotides per locus. If we examined 30 loci by electrophoresis, it is equivalent to studying 3,000 base pairs at mtDNA level. Therefore, the resolving power of allozyme analysis is not lower than mtDNA analysis which has been using extensively until now. Murphy *et al.* (1996) claimed that in phylogenetic and population genetic studies many molecular characters should be used and that the enzyme loci at allozyme analysis are the important molecular characters. The number of molecular characters adopted in protein electrophoresis is more enough than that of mtDNA study. Although protein electrophoresis is one of the traditional methods, it is one of powerful techniques for estimating genetic variation within population and genetic differentiation between related taxa.

In conclusion, I would like to propose that the shallow water echinoderms tend to show lower genetic variability than those from deep-sea and that the degree of genetic variability within populations is closely related to the population size.

Abstract

Enzyme polymorphism was studied in the populations of two tropical starfish species, *Acanthaster planci* of the family Acanthasteridae and *Echinaster luzonicus* of the Echinasteridae from Ryukyu Islands (Okinawa) in Japan by allozyme analysis of 11 different enzymes. In 35 genetic loci scored, the proportion of polymorphic loci (P) was 12.5 % and 22.9 %, the average heterozygosity per locus (H) was 6.1 % and 9.3 %, for *A. planci* and *E. luzonicus*, respectively. These values were comparable to those observed in many other asteroids and echinoids living in shallow water as well as the two starfish studied here, and lower than those of echinoderms from deep-sea. The author suggested that the extent of genetic variation is closely related to the population size: Echinoderms from deep-sea have large population size, and thus they can maintain high genetic variability within population. Furthermore, the substrate specific enzymes (dehydrogenases) of strict functional constraints showed the lower genetic variability than the non-specific enzymes such as esterase (EST) or peroxidase (PO) of weak functional constraints. The result is consistent with the neutral theory of Kimura. The genetic identity (I) and genetic distance (D) between the two starfish species were $I=0.417$ and $D=0.875$. These values were comparable to those obtained between different genera in other asteroids and many animal groups. The maintenance mechanism of genetic variation in echinoderm populations was discussed in some detail from the viewpoints of population genetics and the neutral theory with putting the allozyme data of echinoderms obtained until now together.

References

- AVISE, J.C. and SELENDER R.K. (1972) Evolutionary genetics of cave-dwelling fishes of the genus *Astyanax*. *Evolution*, 26: 1-19.
- AYALA, F.J. and VALENTINE, J.W. (1974) Genetic variability in the cosmopolitan deep-water ophiuran *Ophiomusium lymani*. *Mar. Biol.*, 27:51-57.
- AYALA, F.J., VALENTINE, J.W., HEDGECOCK, D. and BARR, L.G. (1975) Deep-sea asteroid: High genetic variability in a stable environment. *Evolution*, 29: 203-212.
- GOJOBORI, T. (1982) Means and variances of heterozygosity and protein function. In *Molecular Evolution, Protein Polymorphism and the Neutral Theory* (Edited by Kimura, M.) pp.137-148. Japan Scientific Societies Press, Berlin, Springer-Verlag.
- KIMURA, M. (1983) *The Neutral Theory of Molecular Evolution*. Cambridge University Press, Cambridge.
- MATSUOKA, N. (1981) Phylogenetic relationships among five species of starfish of the genus, *Asterina*: An electrophoretic

- study. *Comp. Biochem. Physiol.*, 70 B(4) 739-743.
- MATSUOKA, N. (1987) Biochemical study on the taxonomic situation of the sea-urchin, *Pseudocentrotus depressus*. *Zool. Sci.*, 4: 339-347.
- MATSUOKA, N. (1989) Biochemical systematics of four sea-urchin species of the family Diademidae from Japanese waters. *Biochem. Syst. Ecol.*, 17: 423-429.
- MATSUOKA, N., FUKUDA, K., YOSHIDA, K., SUGAWARA, M. and INAMORI, M. (1994) Biochemical systematics of five asteroids of the family Asteroiidae based on allozyme variation. *Zool. Sci.*, 11: 343-349.
- MATSUOKA, N. and HATANAKA, T. (1991) Molecular evidence for the existence of four sibling species within the sea-urchin, *Echinometra mathaei*, from Japanese waters. *Zool. Sci.*, 8: 121-133.
- MATSUOKA, N. and INAMORI, M. (1999) Phylogenetic relationships among four echinoids of the family Cidaridae (Cidaroida) based on allozymes. *Zool. Sci.*, 16: 529-534.
- MATSUOKA, N., INAMORI, M. and SUGAWARA, M. (1993) High genetic variability in the starfish, *Distolasterias nippon*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 104B(1) 75-79.
- MATSUOKA, N., KOHYAMA, K., ARAKAWA, E. and AMEMIYA, S. (2004) Molecular evidence for the existence of two sibling species within the echinothurioid echinoid *Asthenosoma ijimai* from Japanese waters. *Zool. Sci.*, 21:1057-1061.
- MATSUOKA, N. and SUGIYAMA, T. (2005) Molecular taxonomy of two different types of body color in the fish *Sebastes inermis* from Japanese waters. *Bull. Fac. Agric. & Life Sci, Hiroasaki Univ.*, No.7: 1-8 (in Japanese)
- MATSUOKA, N. and SUZUKI, H. (1989) Electrophoretic study on the phylogenetic relationships among six species of the sea urchins of the family Echinometridae found in Japanese waters. *Zool. Sci.*, 6: 589-598.
- MIYATA, T. (1994) *Invitation to Molecular Evolution*. Blue Backs, Kodansha, Tokyo (in Japanese)
- MURPHY, R.W., SITES, J.W., BUTH, P.G. and HAUFLE, C.H. (1996) Protein: Isozyme Electrophoresis. In *Molecular Systematics* (Edited by Hills, D.M., Moritz, C. and Mable, D.K.) pp.51-120, Sinaur Associates, MA, USA.
- NEI, M. (1972) Genetic distance between populations. *Am. Nat.*, 106: 283-292.
- NEI, M. (1983) Genetic polymorphism and the role of mutation in evolution, In *Evolution of Genes and Protein* (Edited by Nei, M. and Koehn, R.) pp.165-190. Sinauer Associates, Sunderland, Mass.
- NEI, M. (1987) *Molecular Evolutionary Genetics*. Columbia Univ Press, New York.
- NEI, M. and GRAUR, D. (1984) Extent of protein polymorphism and the neutral mutation theory. *Evol. Biol.*, 17: 73-118.
- O'BRIEN, S.J. and 9 other authors (1985) Genetic basis for species vulnerability in the cheetah. *Science*, 227: 1428-1434.
- SCHOPF, T.J.M. and MURPHY, S. (1973) Protein polymorphism of the hybridizing sea-star *Asterias forbesi* and *Asterias vulgaris* and implications for their evolution. *Biol. Bull.*, 145: 589-597.
- SELENDER, R.K., SMITH, M.H., YANG, S.Y., JOHNSON, W.E. and GENTRY, J.B. (1971) Biochemical polymorphism and systematics in the genus *Peromyscus*. I. Variation in the old-field mouse (*Peromyscus polionotus*) In *Studies in Genetics VI*, pp.49-90. University of Texas, University of Texas Publication 7103, Austin, Texas.
- SHIGEI, M. (1974) Echinoids. In *Systematic Zoology*, Vol.8b (Edited by Uchida, T.) pp.208-332, Nakayama, Tokyo (in Japanese).
- THORPE, J.P. (1982) The molecular clock hypothesis: Biochemical evolution, genetic differentiation, and systematics. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 13: 139-169.
- VALENTINE, J.W. and AYALA, F.J. (1978) Adaptive strategies in the sea. In *Marine Organisms: Genetics, Ecology, and Evolution* (Edited by Battaglia, B. and Beardmore, J.A.) pp.323-345, Plenum Press, New York.

棘皮動物ヒトデ類のオニヒトデとルソンヒトデ集団における遺伝的変異

松岡 教理

弘前大学農学生命科学部分子進化学研究室

海産無脊椎動物の集団内に存在する遺伝的変異の保有機構に関しては、報告例が少なく未だ不明な点が多い。著者は、インド・西太平洋の熱帯・亜熱帯海域のサンゴ礁に生息している棘皮動物ヒトデ類・オニヒトデ科のオニヒトデ (*Acanthaster planci*) と、ルソンヒトデ科のルソンヒトデ (*Echinaster luzonicus*) の沖縄集団の遺伝的変異を、アロザイム分析により調査した。その結果、11 酵素で検出された 35 酵素遺伝子座において、多型的遺伝子座の割合 (P) は、オニヒトデで 12.5 %、ルソンヒトデで 22.9 %であった。また平均ヘテロ接合体率 (H) は、オニヒトデで 6.1 %、ルソンヒトデで 9.3 %であった。これらの数値は、深海産の棘皮動物で報告されている値よりかなり低いものであり、浅海産の棘皮動物での数値と同等の値であった。これまでの一連の棘皮動物

(ウニ類・ヒトデ類)の集団遺伝学的研究から、深海産の棘皮動物は高い遺伝的変異を示すが、浅海産の棘皮動物は低い変異性を示す。これは集団サイズの大小と密接に関係していると推察された。また機能的制約の強弱と酵素多型の程度の関係性を調べた結果、機能的制約の強い基質特異性の高い酵素(脱水素酵素群など)は、非特異的酵素であるエステラーゼ (EST) やパーオキシダーゼ (PO) などより遺伝的変異が低い傾向にあった。この結果は中立説と一致する。また 2 種の遺伝的分化の程度を示す遺伝的距離 (D) は $D=0.875$ であり、他の棘皮動物での数値と比較した場合、別属間で観察される値と同等な D 値であった。

弘大農生報 No. 8 : 9 - 16, 2005

ソマクローナル変異と X 線照射による突然変異の イネランドマーカによる解析と比較

山田 誠^{*2}・盧 忠恩^{*1}・倉田 裕介^{*3}・松永ゆかり^{*4}・新関 稔^{*1}

^{*1} 弘前大学 農学生命科学部 遺伝情報科学講座

^{*2} 住友製薬株式会社

^{*3} ニチロ青森株式会社

^{*4} 名古屋大学 理学部

(2005年10月14日受付)

緒 言

従来の育種法に代って細胞工学的育種法が注目されている。この技術を用いた育種では多くの場合培養細胞が用いられる。しかし、この培養細胞やそれからの再分化個体には多くの突然変異が高頻度で生じることが報告されてきた(9,14)。このような植物細胞培養中に生じる変異はソマクローナル変異と呼ばれる(16)。これは細胞培養技術を必要とする育種において大きな障害となる。一方では、有益なソマクローナル変異を逆に育種に利用することも出来る。従来の突然変異育種では化学的変異原である EMS (ethylmethane sulfonate), NMU (nitrosomethyl urea) 等や物理的変異原である X 線, γ線等が多く用いられてきた。しかし、ソマクローナル変異と変異原を用いた突然変異の間にどのような違いが存在するのか未だ不明な点が多い。これらの違いを検討するためにはソマクローナル変異に関する調査だけでなく、突然変異原によるものとの比較検討が必要である。そこで、イネ (*Oryza sativa* L.) 種子に X 線を照射した栽培品種「つがるおとめ」及び「むつほまれ」のゲノム DNA についてイネのランドマーカを用いサザンブロット解析を行いソマクローナル変異と違いがあるかどうか検討した。

材料及び方法

実験材料

品種「つがるおとめ」及び「むつほまれ」の種子に半致死線量の X 線 (300Gy, LD₅₀) を照射し、生育させたそれぞれの品種 95 個体及び 88 個体 (以下 xTu 及び xMu と記す) を突然変異の解析に供試した。また、6 ヶ月培養したカルスから再分化したそれぞれ 128 個体の品種「つがるおとめ」及び「むつほまれ」(以下 Tu 及び Mu と記す) をソマクローナル変異の解析に供試した。

実験方法

DNA の抽出

イネの緑葉 2 ~ 3 g を乳鉢に入れ、液体窒素で凍結し、粉状になるまで摩砕した。これに Urea Extraction Buffer (0.7 M Urea, 0.35 M NaCl, 0.05 M Tris-HCl, 0.02 M EDTA, 1 % Sodium N-Lauroyl Sarcosinate) を加え、37 °C で 60 分間振とうした。これに phenol : chloroform : isoamyl alcohol (25 : 24 : 1) を等量加え、室温、3000rpm で 20 分間遠心した。得られた上層に 3 M 酢酸ナトリウム (pH5.2) を上層の 1 / 10 倍量、イソプロパノールを 1.1 倍量加え、-80 °C で 20 分間静置した後、4 °C、3000rpm で 20 分間遠心した。上清を捨て、沈殿物に TE バッファー (10mM Tris-HCl, 1 mM EDTA, pH8.0) を 500 µl 加え、その後、RNase (0.2 µg / µl) を 25 µl 加え、37 °C で 1 時間静置し、phenol : chloroform : isoamyl alcohol (25 : 24 : 1) を等量加え、室温、14000rpm で 10 分間遠心した。得られた上層に 3 M 酢酸ナトリウム (pH5.2) を上層の 1 / 10 倍量、イソプロパノールを 1.1 倍量加え、-80 °C で 20 分間静置した。その後、4 °C、14000rpm で 10 分間遠心し、上清を捨て 70 % エタノールで洗浄した。その後、5 分間減圧乾燥し、TE バッファーを 100 µl 加え完全に溶解した。

プローブに用いたランドマーカ

農林水産省のイネゲノム解読チームより分譲していただいたランドマーカセット 1, セット 2 及びニューセットのそれぞれ 70, 78 及び 192 クローンをサザンブロット解析に用いた。ランドマーカセット 1 は全てゲノミック DNA クローンで、セット 2 及びニューセットはそれぞれ 23 個及び 12 個のゲノミック DNA クローンを含むが、他は全てカルス及び根の cDNA クローンで構成されている。すなわち、セット全体で 105 個のゲノミック DNA クローンと 235 個の cDNA クローンを含む。ランドマーカはそれぞれ特有の塩基配列を有し、イネ

ゲノム上での位置が同定されている DNA 断片である。また、ランドマーカ各セットは、その DNA 断片をイネ全染色体上にほぼ均一に配置された連鎖地図を構成している。

サザンプロット解析

各サンプルの DNA に制限酵素及び制限酵素バッファーを加え、37℃ で終夜処理した。制限酵素処理産物は 1xTAE バッファー (40 mM Tris-acetate, 1 mM EDTA, pH8.0) 中の 0.8 % アガロースゲルで電気泳動した。電気泳動したアガロースゲルは、0.4N NaOH によりナイロンメンブレン (Hybond-N⁺ Amersham Pharmacia Biotech) にトランスファーした。ナイロンメンブレンを 2xSSC 中で 10 分振とうし、120℃、20 分で DNA を固定した。作製したナイロンメンブレンを、Hake's ハイブリダイゼーションバッファー (6xSSC, 2 mM EDTA, 10 mM Tris-HCl pH7.5, 5xDenhardts, 20 mM Na phosphate buffer, 1% N-Lauroyl Sarcosinate, 0.2 mg/ml salmon sperm DNA) に浸し、65℃、1 時間プレハイブリダイゼーションした。プローブを 25 ng / 27 µl に濃度調整し、Random Primer を 10 µl 加え、100℃ で変性した。Labelling buffer 10 µl, klenow enzyme

1 µl を加え、さらに RI (γ-³²P) を 25 µl 加えて 37℃、1 時間静置した。ラベルされたプローブ溶液を 1000rpm、2 分間遠心し 100℃ で変性した。プローブ溶液をハイブリダイゼーションバッファーに加え、18 時間ハイブリダイゼーションした。2xSSC 5 分、2xSSC, 0.1 % SDS 5 分、2xSSC, 0.1 % SDS 10 分、0.2xSSC, 0.1 % SDS 1 時間ナイロンメンブレンを洗浄した。イメージングプレートで一晩シグナル検出を行い、マックバス 1000 (Fuji Japan) を用いてシグナルを観察した。

X 線照射

品種「つがるおとめ」及び「むつほまれ」の種子に半致死線量の 300Gy (LD₅₀) の X 線照射した。その後、温室でワグナーポットに播種し育成した。

実験結果及び考察

種子に半致死線量 (300Gy, LD₅₀) の X 線照射による変異について xTu と xMu それぞれ 5 個体に多型が検出されたが、出現頻度に品種間差が認められ「むつほまれ」が「つがるおとめ」より明らかに多かった (表 1)。その原因は不明である。また、X 線照射された個体の DNA

表 1. イネ種子に X 線照射して得られた植物の核 DNA を *Hind*III で消化したサザンプロット解析によって出現した多型の頻度とそのプローブの染色体番号。X 線照射量は 300Gy

	A ²⁾	B ³⁾	C ⁴⁾		A ²⁾	B ³⁾	C ⁴⁾
ゲノミック DNA				cDNA クローンのプローブ ¹⁾			
クローンのプローブ ¹⁾				R117	1	1	0
G302	1	1	0	C1370	1	1	0
G165B	1	1	0	R1613	1	1	0
G359	1	1	0	C250	1	1	0
G275	2	1	0	R1925	3	0	1
G45	2	1	0	C944	3	1	0
G243	2	0	1	C107	4	1	0
G365	2	1	0	C335	4	1	0
G1314B	2	0	1	C734	4	1	0
G1327	2	1	0	C513	4	0	1
G329	6	1	0	R2171	6	0	1
G2028	6	1	0	C1057	7	1	0
G111	11	1	0	C213	7	1	0
G261	12	1	0	R79	9	1	0
G2140	12	1	0	R1751	9	1	0
合計		12	2	C506	9	1	0
				C809	10	1	0
				C901	12	1	0
				C732	12	1	0
				合計		16	3

1) Gxx, Gxxx 及び Gxxxx : ランダムゲノミック DNA クローン, Cxxx 及び Cxxxx : カルスの cDNA クローン, Rxx, Rxxx, 及び Rxxxx : 根の cDNA クローン。

2) 染色体番号。

3) 「むつほまれ」で多型を示した個体数。

4) 「つがるおとめ」で多型を示した個体数。

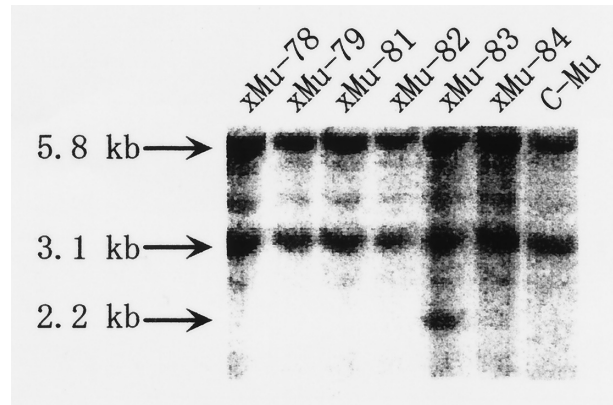


図 1. X 線照射した「むつほまれ」のサザンプロット解析における多型。ゲノミック DNA を *Hind*III で消化し、ランドマーカーのゲノミック DNA クローン G365 をサザンプロット解析のプロープとして用いた。C-Mu : コントロール。

表 2. *Hind*III で消化しイネのランドマーカーをプロープとしたサザンプロット解析によって出現した多型とそのプロープの染色体番号

	A ²⁾	B ³⁾	C ⁴⁾	D ⁵⁾	E ⁶⁾
ゲノミック DNA					
クローンのプロープ ¹⁾					
G54	1	12.9	14.4	0	2
G132	2	8.7, 5.2	18.2	2	9
G232	3	11.6	15.9	1	2
G24	11	3.8, 3.5, 2.7	7.4	1	2
cDNA					
クローンのプロープ ¹⁾					
R2662	8	6.5, 5.2, 1.2	12.1	2	4
C570	9	9.8	14.5	1	1
C950	11	5.7	9.8	1	0

1) Gxx 及び Gxxx : ランダムゲノミック DNA クローン, Cxxx : カルスの cDNA クローン, Rxxx : 根の cDNA クローン。

2) 染色体番号。

3) コントロールバンドのサイズ (kb)。

4) 多型バンドのサイズ (kb)。

5) 多型を示した「むつほまれ」の個体数。

6) 多型を示した「つがるおとめ」の個体数。

を *Hind*III で消化したサザンプロット解析の結果, ゲノミック DNA クローンで 14 プロープ (13.3%) 及び cDNA クローンで 19 プロープ (8.1%) で多型が検出された。その 1 例を図 1 に示す。cDNA クローンで明らかにゲノミック DNA クローンより多型出現頻度が低いのは, 遺伝子クローンである cDNA で変異が生じた場合, カルスからの胚発生時や幼植物時に枯死する率が高いためと考えられる。

また, xMu-83 個体では 18 プロープ, xMu-47 個体では 5 プロープで多型が見られた。同じような現象がカルスからの再分化個体においても観察された。これら特定の個体に変異が蓄積しても枯死しなかったのは多くの突然変異が異型接合体であったためと考えられる。また, 多くの変異が特定個体に集中した原因の一つとして,

DNA 修復などに関与する遺伝子の変異によることが考え得る。放射線照射によって DNA の構造変化や DNA 鎖の切断 (1 本鎖切断, 2 本鎖切断) 等の塩基損傷がおこること, そしてその塩基損傷の 95% 以上を修復出来る非常に効率のよい修復系が報告されている (12)。このことから特定の個体において DNA 修復に関与する遺伝子に変異することにより, 本来の効率的で正確な DNA 修復系に何らかの異常が生じ多数の変異が修復されなかったのではないかと推定される。我々は「つがるおとめ」及び「むつほまれ」両品種において, *Hind*III で消化し 4 個のゲノミック DNA クローン及び 3 個の cDNA クローンをプロープとしたサザンプロット解析でカルスからの再分化個体において多型を観察した (表 2)。しかも, 各プロープにおいて同じ多型が複数見ら

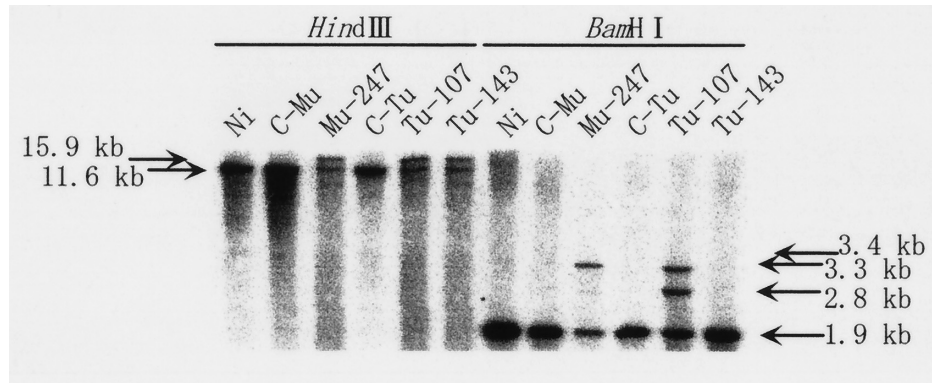


図 2. *Hind*III 及び *Bam*HI で消化し、ゲノミック DNA クローン G232 をプローブとしたサザンブロット解析。
Ni (品種「日本晴」) 及び C-Mu, C-Tu : コントロール。

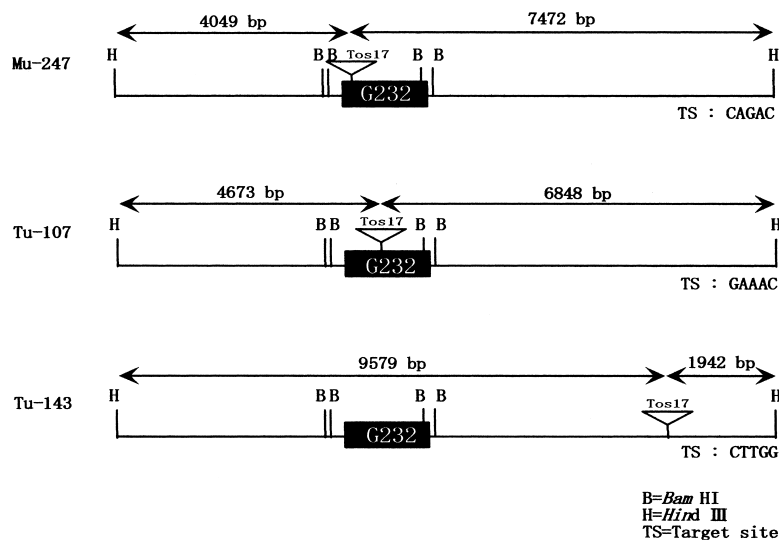


図 3. G232 で多型を示した個体において *Tos17* の挿入された G232 の中及びその周辺の構造解析。

れ、かつ両品種間でも同じ多型が見られた。さらに、多型を示したゲノミック DNA クローン G232 をプローブとして用いたサザンブロット解析によって多型が観察された 3 個体において、より詳細なサザンブロット解析を行った結果、上述のように *Hind*III による消化では 3 個体間で同じ多型を示すが、*Bam*HI による消化では 3 個体間で多型パターンが異なっていた(図 2)。また、*Hind*III で消化し、レトロトランスポソンの *Tos17* の gag 領域を含む断片をプローブとして用いて行ったサザンブロット解析で、バンドサイズが G232 をプローブとして用いたときに観察された余剰の多型バンドのサイズと一致した。これらの結果から、*Tos17* が G232 及びその付近に挿入されたことが示唆された。さらに *Tos17* には *Hind*III サイトは存在しないが *Bam*HI サイトが存在すること、及び *Tos17* が転移した 2 つの *Hind*III サイト内に *Bam*HI サイトが存在し、*Bam*HI 消化で異なる多型パターンを示すことと関係することが示唆された。以上のことから、G232 領域付近のシーケンスを行ったところ、多型の

見られた 3 つの個体全てにおいて座は一致しないが、G232 及びその付近に *Tos17* が挿入されていることが判明した(図 3)。すなわち G232 及びその付近が *Tos17* 転移のホットスポットであることを意味している。*Tos17* のターゲットサイトは 3 個体とも異なるが比較的近い座に挿入されることから、*Tos17* の転移に関わる何らかの因子がこの付近に存在することが示唆された。このようなホットスポットは G54 及び cDNA の R2662 クローンの中あるいはその領域付近にも見いだされた。*Tos17* は HIROCHIKA *et al.* (5) によって発見された内在性 LTR 型レトロトランスポゾンである。非遺伝子領域よりも遺伝子領域に転移しやすく、その標的領域は、例えば kinase / resistance 遺伝子のような、ある特定の GC 含量領域により選択的に転移することが報告されている(7)。一方、X 線照射においては一つのプローブで複数の同じ多型が見られることはなく、ホットスポットのような領域は存在しないと推定された。

また、X 線を照射したことにより、レトロトランスポ

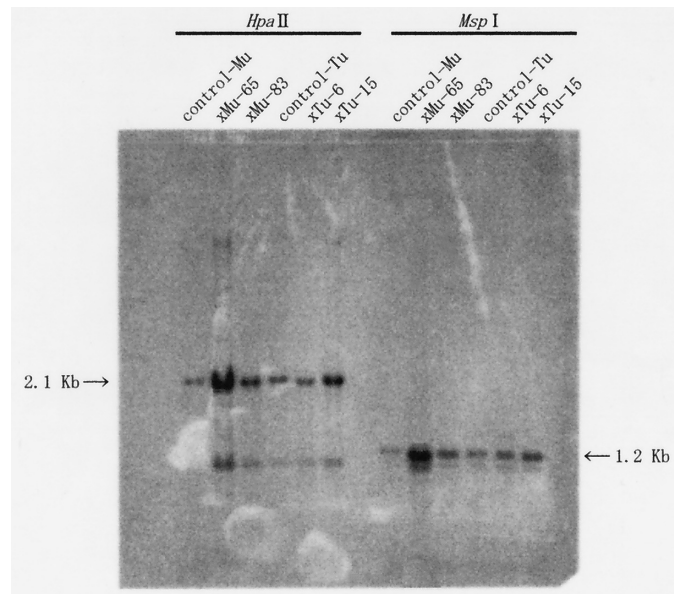


図 4. DNA メチレ - ションパターンの解析。
 レーン 1-6 : *Hpa*II (メチレイションに感受性) で処理。
 レーン 7-12 : *Msp*I (メチレイションに非感受性) で処理。
 プローブは C970 クローンを使用した。

ゾン *Tos17* が活性化されることは現在のところ観察されていない。イネに存在する他の転移因子 *Tos10* 及び *Tos19* が培養により活性化されることが報告されているが(5), これらも X 線によって活性化されないかは不明である。最近では, X 線を照射したイネにおいてトランスポゾンの活性化が見られたという報告がある(4)。

ソマクローナル変異の一つとして DNA メチレーションパターンの変化が報告されている(10, 11)。また, ソマクローナル変異におけるメチレーションパターンの変化は, メチル化の頻度は増加よりも減少するという報告もある(8)。そこで X 線照射ではどうかを検討した。xTu と xMu のそれぞれ任意のサンプルから DNA を抽出し, それらをメチル化感受性の制限酵素 *Hpa*II とメチル化非感受性の制限酵素 *Msp*I で消化し, 任意のプローブでサザンプロット解析を行った。xMu 及び xTu 各 2 個体を用いて R77 及び C970 をプローブとしてサザンプロット解析した結果, バンドパターンに変化は見られなかった(図 4)。しかし, X 線照射個体及びコントロール共に感受性の *Hpa*II の方が非感受性の *Msp*I よりもサイズの大きいバンドが検出されたことから, そのバンドの内側に *Msp*I で切断され得るメチル化部位が既に存在していたと推定される。また, 他に xMu と xTu 合わせて 7 個体についてメチレーションの検索を行ったが見つからなかった。つまり, X 線照射による DNA メチル化パターンの変化は上述のソマクローナル変異と比較して起きにくいと言える。

これらの結果から, ソマクローナル変異と X 線による変異の特徴はかなり異なることが明らかになった。従来の変異原と比較して, 植物育種におけるソマクローナル

変異利用の有用性について考えてみると, エンドウにおいてソマクローナル変異は EMS 処理による変異よりも多くの種類の変異体を生じ, 遺伝的可変性を高頻度で得ることが出来ること(3), 再生植物体ではリボゾーム DNA の反復配列等の増幅がみられ, 一部は染色体の中で安定性を持ち後代へ遺伝され, 反復配列の頻度変異は遺伝子型に依存していることなどが報告されているので(1), 変異拡大への利用が期待される。さらに, 組織培養によりレトロトランスポゾン *Tos17* が活性化されることを利用したトランスポゾンタギングがイネで成功したという報告があり(2), 様々な応用が期待される。

摘 要

この研究では, イネゲノム解読に用いられたランダムマーカーセット 1, セット 2 及びニューセットの DNA クローンを用いてイネ品種「つがるおとめ」及び「むつほまれ」の種子に X 線照射して得られた個体, 及び培養細胞からの再分化個体の突然変異をサザンプロット解析で調査した。セット 1, セット 2 及びニューセットは合わせて 105 のゲノミック DNA クローンと 235 の cDNA クローンで構成されている。X 線照射で変異を生じた個体は各品種とも 5 個体で同数であったが, 特定個体で多くのプローブで多型が認められ, DNA 修復系の異常が推定された。また, レトロトランスポゾン *Tos17* の転移やメチレーションパターンの変化は認められなかった。一方, 培養細胞からの再生個体では *Tos17* の転移が見られ, 転移位置にホットスポットが存在した。また, メチレーションパターンの変化や反復配列の増大なども報告

されており，ソマクローナル変異が，エピジェネティックなメチル化は別としても，イネ育種にとって応用の可能性のあることが示唆された。

謝 辞

ランドマーカのゲノミック DNA 及び cDNA クローンを提供していただいたイネゲノム研究プロジェクトの農業資源研究所及び農林水産先端技術研究所の皆様へ深く感謝致します。

引用文献

1. CAVALLINI, A., L. NATALI, E. POLLIZZI and T. GIORDANI : Variation of repetitive DNA sequences in progenies of regenerated plants of *Pisum Sativum*. *J. Heredity* 87 : 233-237, 1996.
2. GANESH, K. A., M. YAMAZAKI, M. KOBAYASHI, R. HIROCHIKA, A. MIYAO and H. HIROCHIKA : Screening of the rice viviparous mutants generated by endogenous retrotransposon *Tos17* insertion. Tagging of a zeaxanthin epoxidase gene and a novel OsTATC gene. *Plant Physiol.* 125 : 1248-1257, 2001.
3. GAVAZZI, G., C. TONELLI, G. TODESCO, E. ARREGHINI, F. RAFFALDI, F. VECCHIO, G. BARBUZZI, M. G. BIASINI and F. SALA : Somaclonal variation versus chemically induced mutagenesis in tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) *Theor. Appl. Genet.* 74 : 773-738, 1987.
4. 平野博之・和田正三・菊池一浩 : イネゲノムに見いだされた新しい MITE, miniSNOOPY の構造解析. 育種学研究 4(別冊 1) 43, 2002.
5. HIROCHIKA, H., K. SUGIMOTO, Y. OTSUKI, H. TSUGAWA and M. KANDA : Retrotransposon of rice involved in mutation induced by tissue culture. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 93 : 7783-7788, 1996.
6. LARKIN, P. J. and W. R. SCOWCROFT : Somaclonal variation - a novel source of variability from cell culture for plant improvement. *Theor. Appl. Genet.* 60 : 197-214, 1981.
7. MIYAO, A., TANAKA, K., MURATA, K. SAWAKI, H. TAKEDA, H. ABE, K., SHINOZUKA, Y., ONOSATO, K. and H. HIROCHIKA: Target site specificity of the *Tos17* retrotransposon shows a preference for insertion within genes and against insertion in retrotransposon-rich regions of the genome. *Plant Cell* 15 : 1771-1780, 2003.
8. OLHOFT, P. M. : DNA methylation pattern changes induced by maize tissue culture. M.S.thesis, University of Minnesota, St Paul, MN, 1996.
9. 大野清春 : イネの薬培養による半数体の作出とその育種的利用. 農業技術研究所報告 D 第 26 号 : 139-222, 1975.
10. SHAWN, M., K. HEIDE, F. KAPPLER and R. E. YONG : Epigenetic aspects of somaclonal variation in plants. *Plant Mol. Biol.* 43 : 179-188.
11. 渡邊弘隆 : イネのランドマーカによる変異の解析. 弘前大学大学院 修士論文, 2001.
12. 山口彦之・渡辺好郎 : 「突然変異育種」養賢堂 40-50 頁, 1983.
13. ZONG-XIU, S., Z. CHENG-ZHANG, Q. XIU-FANG and F. YA-PING : Somaclonal genetics of rice, *Oryza sativa*. *Theor. Appl. Genet.* 67 : 67-73, 1983.

Somaclonal Variation and Comparison to Mutation Induced by X-rays in Rice (*Oryza sativa* L.) by Using Rice Landmarker

Makoto YAMADA ^{*2}, Zhongen LU ^{*1}, Yusuke KURATA ^{*3}, Yukari MATSUNAGA ^{*4} and
Minoru NIIZEKI ^{*1}

^{*1} Faculty of Agriculture and Life Science, Hirosaki University

^{*2} Sumitomo Pharmaceutical Company

^{*3} Nichiro-Aomori Company

^{*4} Faculty of Science, Nagoya University

SUMMARY

By using rice DNA clones of landmarker set 1, set 2 and new set, RFLP analysis was carried out in plants of cv. Tsugaruotome and cv. Mutsuhomare which were derived from 300 Gy of X-ray-irradiated seeds. In the three landmarker sets were consisted of 106 genomic DNA clones and 235 cDNA clones. Each cultivar has five plants which showed polymorphism. It is considered that the occurrence of some mutation of gene concerned with DNA repairing because certain plants showed polymorphism by many landmarks as probes. Activity of retrotransposon such as *Tos17* and alteration of methylation pattern were not observed on any plants derived from X-ray-irradiated seeds. On the other hand, in plants regenerated from cultured calli, it was found the movement of *Tos17* to certain area of hot spot and alteration of methylation pattern. Furthermore, it has been reported that amplification of repeated DNA segment which was not observed in the mutation induced by X-rays. Thus, on plant breeding the somaclonal variation may be more useful than the mutation induced by X-rays.

茶葉飲料のポリフェノールレベルとフリーラジカル捕捉機能， ならびにプロシアニジン類の抗酸化機能の検証

佐々木文之・石川 絵理・長利 卓・佐藤 玲子・竹本 成孝
本田 真也・藤兼 洋一・鈴木 喬士・長田 恭一

食品栄養化学研究室

(2005年10月14日受付)

緒 論

活性酸素やフリーラジカルによる生体傷害反応が発癌や老化につながり、種々の疾病の発症要因になることが明らかにされており、その予防が広い視点から注目されている(1-3)。活性酸素やフリーラジカルは、薬物、金属、虚血・再灌流、ストレスなどが原因となって生成し、生体内の脂質やタンパク質、糖、DNAの主鎖の切断、あるいは、塩基の修飾を起して、生体膜の傷害や遺伝子の傷害に至る(4)。このような作用に対して、生体には活性酸素、フリーラジカルの生成をできるだけ抑える 予防的抗酸化物、できるだけ速やかに活性酸素、フリーラジカルを消去、捕捉、安定化する ラジカル捕捉型抗酸化物、活性酸素、フリーラジカルの作用によって生じた損傷を修復し、失ったものを再生する 修復・再生抗酸化物、必要に応じて防御機構を誘導し、特定の場に抗酸化酵素などを遊走させる、 適応機能が生体には備わっている(4)。しかし、現社会では、多様なストレスに应答して、生体内で多量の活性酸素ならびにフリーラジカル産生が誘発され、上記の防御機能では消去しきれず、種々の生活習慣病発症を誘導している可能性が指摘されている。

茶葉飲料などに含まれているカテキン類は、古くから抗酸化作用や抗発癌プロモーター作用が認められ、発癌予防の観点から注目されている。カテキン類は多価芳香族炭化水素の2個以上の水素がヒドロキシル基で置換されたポリフェノール群の一種であり、その構造はflavan-3-ol類が順次縮合した縮合型タンニンという基本構造を成し、緑茶には図1に示すようにエピカテキン(epicatechin)、エピガロカテキン(epigallocatechin)、エピカテキンガレート(epicatechin gallate)、エピガロカテキンガレート(epigallocatechin gallate)が含まれている。タンニンには、縮合型カテキン類の他に加水分解性タンニンであるガロタンニンやエラジタンニン、カフェタンニン、シソ科タンニン、エラジタンニンオリゴマーなどがある(5)。

抗酸化剤の機能は、ラジカル捕捉、水素供与、電子供与、過酸化分解、一重項酸素クエンチャー、酵素阻害、およびシネルギストなどがあるが、カテキン類などの機能は、自動酸化を阻止するラジカル捕捉のタイプが主要な機能と考えられる。すなわち、各タンニンがラジカルスカベンジャーとして働き、脂質過酸化の連鎖反応で生じたラジカルを消去すると考えられ、その抑制効果は - トコフェロールやアスコルビン酸の数倍も持続すると考えられている(6)。すなわち、茶葉飲料に含まれているポリフェノールが生体に有効な形態で利用されるならば、その積極的摂取で生体内の抗酸化システムは強化されるであろう。

本稿では、市販および自作の茶飲料に含まれるカテキンのポリフェノールレベル、各茶葉飲料のフリーラジカル捕捉機能、およびカテキンオリゴマーで、今後の新規健康飲料やサプリメント素材として期待されるりんご未熟果実由来プロシアニジン化合物の抗酸化機能を調べた。

材 料 と 方 法

1. 使用した市販茶葉飲料と茶葉

A 社製グァバ葉配合 - 沖縄島茶, B 社製高濃度カテキン飲料, C 社製ウーロン茶, D 社製紅茶葉より冷水で作成した紅茶を試料とした。

2. 試料のポリフェノール濃度測定

各サンプルを、適宜脱イオン水で希釈し、Decenditの方法(7)に従ってバニリン - 硫酸試薬を使用し、(+)-カテキン当量で各サンプル中に含まれるポリフェノール濃度を算出した。

3. 茶葉飲料の抗酸化機能

各サンプルの抗酸化機能について、Bloisの方法(8)に従って、DPPHラジカル捕捉作用からその強度を比較した。すなわち、各サンプルを適宜希釈し、1mM DPPH-

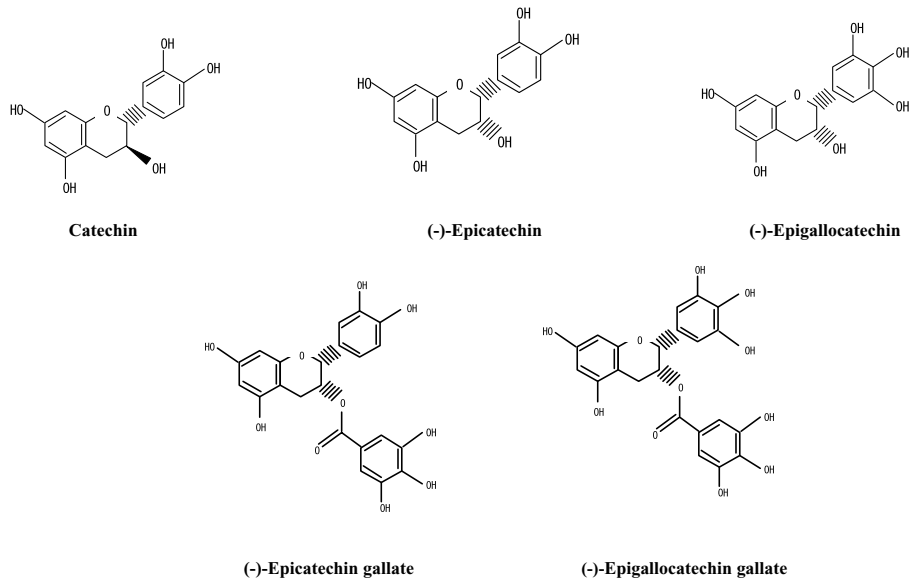


Fig. 1. Structures of representative catechins in green tea

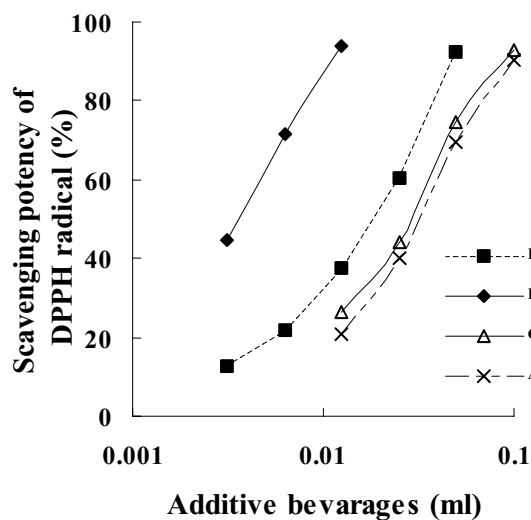


Fig. 2. The dose-dependent DPPH radical scavenging potency of each tea beverage.

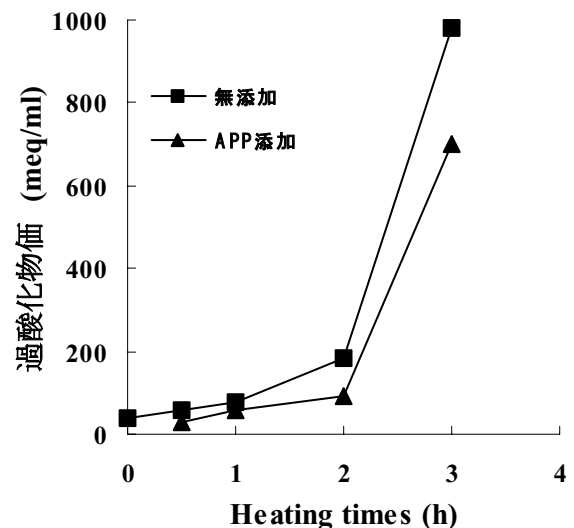


Fig. 3. The antioxidant activity of procyanidins rich powder from unripe apple on peroxidation of linseed oil by heating.

MeOH 溶液に加えよく混合して室温で 30min 静置した後、517nm で吸光度を測定した。その時の吸光度の差より、DPPH ラジカルの消去率を算出した。

4. プロシアニジン化合物の抗酸化機能

約 1g の精秤した亜麻仁油に、りんご未熟果実由来プロシアニジン化合物 (6.4mg/ml) の MeOH 溶液を 1ml 加え (対照は無添加), 100 の恒温乾燥器で、0.5, 1, 2 および 3 時間加熱した後に、公定法 (9) に従って過酸化価を測定した。

結 果

1. 茶飲料中のポリフェノール濃度の定量

標準で用いた (+)-カテキン当量で算出した結果、各茶葉飲料のポリフェノール量は、A 社製グアバ葉配合 - 沖縄島茶 (A 茶) は 260ug/ml, B 社製高濃度カテキン飲料 (B 茶) が 1482ug/ml, C 社製ウーロン茶 (C 茶) が 235ug/ml, D 社製紅茶葉より冷水で作成した紅茶 (D 茶) が 647ug/ml であった。

2. 茶飲料中の DPPH ラジカル捕捉機能

A 茶, B 茶, C 茶, D 茶の DPPH ラジカル消去の容

量依存による変動を図2に示す。B茶が最もDPPHラジカル捕捉機能に優れており、続いてD茶、さらに、C茶とA茶が同程度で、最も捕捉機能が弱かった。この順位は、先に定量したポリフェノール濃度の順位と同じであり、茶葉飲料に含まれているカテキン類濃度がDPPHラジカルの捕捉機能に大きく寄与することを示唆している。

DPPHラジカルを50%捕捉する時に添加した各茶葉飲料は、A茶は0.0375ml、B茶は0.00360ml、C茶が0.0323ml、D茶が0.0199mlであった。先に定量した各サンプルのポリフェノール濃度から、DPPHラジカルを50%捕捉する時に添加した各サンプルのポリフェノール量は、B茶が最も少なく5.33ugであり、次いで、C茶が7.57ug、A茶が9.76ugと続き、紅茶は12.90ugと最も多くのポリフェノールを必要とする結果となった。

3. プロシニジン化合物の抗酸化機能

- リノレン酸を50%以上含む亜麻仁油にりんご未熟果実由来プロシニジン化合物を添加して加熱した結果、過酸化物質価の変動は、図3に示すように、プロシニジン化合物を添加しなかった油脂よりも、添加したときの油脂の過酸化物質価は全体的に下回った。プロシニジン化合物添加による油脂の過酸化制御効果を算出した結果、ラジカル連鎖反応誘導期(1-2時間)では68.5%、ラジカル連鎖反応増幅期(2-3時間)では23.8%の制御効果を示した。しかし、反応時間が経過するにつれて、プロシニジン化合物による油脂の過酸化制御機能は低下していくことが観察された。

考 察

1. 茶葉飲料中のポリフェノール濃度

4種類の茶葉飲料に含まれるポリフェノール濃度を定量したところ、B茶には1本(340g)あたりで540mgのカテキンが存在していた。一方、A茶には1本(500ml)あたり、250mgのポリフェノールが存在していた。このようなポリフェノール含有量の差異は、各種茶葉飲料の製造行程に違いがあるからであろう。例えば、紅茶は茶生葉を陰干して、萎凋、揉捻、発酵、乾燥などを経て製品化する。このときに行われる発酵はカテキン類を減少させ、それに伴って数種の赤～赤褐色の色素が生成される。良質な紅茶ほどカテキン類は多く、抗酸化活性が強い品種とされているが、本実験で用いた紅茶葉は一般に入手できるものなので、カテキン濃度は緑茶に比べると幾分低くなると思われる。しかし、本実験では紅茶葉から時間を掛けて色素を抽出しなかった点、ならびに湯ではなく冷水を用いて色素を溶出した点を考慮すると、本来であれば、さらにポリフェノール濃度は高くなったものではないかと考えられる(10)。烏龍茶も半発酵茶で、茶葉を日光にあて、萎びさせながら酸化酵素を

ある程度まで作用(発酵)させた後、釜で炒って酵素を破壊してから揉んで製品としている(10)。A茶は、グアバの葉により生産されているが、グアバ(和名; 番石榴(ばんざくろ))は亜熱帯植物の一つで、日本では沖縄県の北部の山岳地帯に多く自生しており、その製造法は葉の部分乾燥処理した後、これを煎じてお茶として飲用される。グアバの抗酸化成分はケルセチンであるとされている(11)。ただし、B茶については厚生労働省が認定している特定保健用食品として高濃度茶カテキンを意図的に加えていることから、ポリフェノール濃度が高くなるのは当然の結果であろう。

2. 茶飲料中ポリフェノールのDPPHフリーラジカル捕捉機能

本実験で用いた茶葉飲料にはカテキン類が存在しており、それらは抗酸化機能を有しているため、フリーラジカルを捕捉する能力があると考えられる。そこで、各種茶葉飲料のDPPHラジカルの消去活性を算出したところ、ラジカルを50%消去する時に供した茶葉飲料量から、抗酸化機能はB茶>D茶>C茶>A茶となり、B茶が最も強い抗酸化力を有していることが予想された。また、茶葉飲料に含まれるポリフェノール濃度によるラジカル50%消去に要する1mlあたりのポリフェノール重量を算出したところ、B茶が5.33ug、C茶が7.57ug、A茶が9.76ug、D茶が12.90ugとなった。D茶はラジカル50%消去時の量が2番目に少ない抗酸化能を示したにもかかわらず、ポリフェノールの量は最も高くなった。このような現象が生じた原因にはD茶以外の市販茶葉飲料には保存性を保つために、少量のビタミンCが加えられているが、D茶は茶葉から直接抽出しているため、ビタミン類は全く入っていない。すなわち、ビタミンCのラジカル捕捉作用も示されるであろうから、ラジカル50%消去時のポリフェノール量は少なくなってしまう可能性がある。さらに、D茶は、発酵によりカテキン類の減少とともに、赤や赤褐色の色素、すなわち、テアフラビンやその縮合物であるテアルビジンという成分が産生する。これらの抗酸化能については、種々のカテキン類と比較した例がないものの、他の製品に含まれるポリフェノール類より劣るのであれば、D茶が他の茶飲料よりポリフェノール濃度が高いにもかかわらず、ラジカル消去に多量を費やすのは予測できる。しかしながら、テアフラビン等の抗酸化機能は比較的強いことが他の研究で報告されているので前者の原因が本研究で得られた結果に寄与しているものと思われる。

3. 不飽和脂肪酸におけるプロシニジンの抗酸化機能

りんご未熟果実由来プロシニジンを添加した亜麻仁油は過酸化物質価上昇を低下させ、ラジカル反応誘導期である反応1-2時間では約7割、ラジカル反応増幅期である反応2-3時間では約25%反応を抑制した。このよう

に、プロシアニジン化合物を約 65 % 有し、その大半が 2 - 3 量体であるりんご未熟果実由来プロシアニジン化合物は、過酸化されやすい多価不飽和脂肪酸を 50 % 以上含む油脂の過酸化反応を効果的に抑制することが明らかである。おそらく、構造中の多数の水酸基がラジカル種を還元して安定化させていることが予想される。しかし、反応初期と比較して反応時間が長くなると、過酸化抑制機能は弱くなってきた。これは、ラジカル反応増幅期に基質であるラジカル種が著しく増大するのに対して、それらを捕捉するプロシアニジン化合物が減少していくために生じているものと思われる。一方、8 量体以上のプロシアニジン化合物を含むホップ由来のプロシアニジン化合物を使用して、亜麻仁油を用いた同様の試験を行った結果、ラジカル反応誘導期では 62.4 %、ラジカル反応増幅期では 37.4 %、過酸化反応が抑制された。このように、りんご未熟果実由来プロシアニジン化合物の方が、少し脂質過酸化制御効果が強いことが伺える。この違いの原因は、おそらくプロシアニジン化合物重合度の違い、あるいは、その他に含まれる微量成分の影響も無視できないものと思われる。今後、モノマー成分であるカテキンと、これらのプロシアニジン化合物の抗酸化強度を同じ条件で比較検討したいと考えている。さらに、各ポリフェノール類のバイオアベイラビリティは、未だに不明な部分が多く、この部分も考慮していかなければならないと思われる。

摘 要

4 種類 (A 社製グァバ葉配合 - 沖縄島茶, B 社製高濃度カテキン飲料, C 社製ウーロン茶, D 社製紅茶葉より冷水で抽出した紅茶) の茶葉飲料中に含まれているポリフェノールレベルとフリーラジカル捕捉機能、ならびに、多価不飽和脂肪酸を多く含む亜麻仁油にりんご未熟果実由来プロシアニジン化合物 (APP) を加えて加熱した場合の脂質過酸化防止機能を検討した。その結果、各茶葉飲料のポリフェノールレベルは、A 社製グァバ葉配合 - 沖縄島茶 (A) が 260ug/ml, B 社製高濃度カテキン飲料 (B) が 1482ug/ml, C 社製ウーロン茶 (C) が 235ug/ml, D 社製紅茶葉より冷水で抽出した紅茶 (D) が 647ug/ml であった。DPPH ラジカル捕捉機能は、 $B > C > A > D$ の順に捕捉機能が強かった。すなわち、茶葉飲料のフリーラジカル捕捉機能は、その中に存在するポリフェ

ノール濃度と構成する成分に依存していることが伺えた。APP を亜麻仁油に添加した場合に、油脂の過酸化は抑制された。とくに、APP は加熱時間が 1 - 2 時間であるラジカル反応誘導期を強く抑制することが明らかとなった。

お わ り に

本稿は、17 年度応用生命工学科 3 年生の実習で行われた結果であり、比較的新規な知見を含み、かつ、とくに立派な報告書をはじめて見出したので、その報告書を改訂し、本人の了解を得てここに公表する。

引 用 文 献

1. 浅田浩二．活性酸素種の生理作用．活性酸素種の化学．第 3 章．日本化学会編．季刊化学総説 No.7, 学会出版センター．東京．p.133-146, 1990
2. HALLIWELL, B. and GUTTERIDGE, J.M.C. In chapter 8 in "Free Radicals in Biology and Medicine, second ed", Oxford University Press, Oxford. p.416-493, 1989.
3. McCORD J.M. Oxidative stress related disease-overview. In chapter 51 in "Critical reviews of oxidative stress and aging", eds by Cutler R.G and Rodoriguez H. World Scientific Press, Singapore. P.883-895, 2003.
4. 二木鋭雄．抗酸化物質：フリーラジカルと生体防御．二木鋭雄, 島崎弘幸, 美濃真編 学会出版センター．東京．p.3-15, 1994.
5. 西岡五夫．茶のポリフェノール．茶の化学 第 4 章．村松敬一郎編．朝倉書店．東京．p.115-123, 1991.
6. 藤田勇三郎, 駒越圭子, 丹羽ゆかり．タンニン及びフラボノイドによる自動酸化抑制機構 (第 3 報.) 薬学誌, 108, 538-537, 1988 .
7. DECENDIT, A., MERILLON, J. M. Condensed tannin and anthocyanin production in *Vitis vinifera* cell suspension cultures. *Plant Cell Reports* 15, 762-765, 1996.
8. BLOIS, M. S. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical, *Nature* 4617, 1199-1200, 1958.
- 9 日本油化学会．基準油脂分析試験法 (I) 2.5.2. p.1-2, 1996.
- 10 岩浅 潔．茶の加工科学．茶の化学 第 3 章．村松敬一郎編．朝倉書店．東京．p.52-63, 1991.
- 11 MIEAN K.H., Mohamed S. Flavonoid (myricetin, quercetin, kaempferol, luteolin, and apigenin) content of edible tropical plants. *J. Agric. Food Chem.* 49, 3106-3112, 2001.

Studies on levels of polyphenolic compounds in commercial tea beverages, their free radical scavenging activities, and antioxidant activity of procyanidins

Fumiyuki SASAKI, Eri ISHIKAWA, Suguru OSARI, Reiko SATO, Naritaka TAKEMOTO,
Shinya HONDA, Youichi FUJIKANE, Takashi SUZUKI, Kyoichi OSADA

Laboratory of Food and Nutrition Chemistry

SUMMARY

The levels of polyphenolic compounds and antioxidant activities of 4 species of tea beverages (A: Okinawa-Shimacha combined guava leaf; B: Catechin beverage having high level of catechin; C: Oolong tea; D: Black tea from commercial black tea leaf) were examined. Moreover, the antioxidant activity of procyanidins compounds rich powder from unripe apple (APP) on linseed oil was examined. The level of polyphenolic compounds of each beverage was in the decreasing order B (1482ug/ml) > D (647ug/ml) > A (260ug/ml) > C (235ug/ml). The DPPH radical scavenging potency of each beverage was in the decreasing order B > C > A > D. Therefore, the free radical scavenging potency depended on both the level and the component of polyphenolic compound. The peroxidation of linseed oil was inhibited by addition of APP. Especially, the additive APP interfered with the inducing period of radical chain reaction.

Bull. Fac. Agric. & Life Sci. Hirosaki Univ. No. 8 : 24 - 28, 2005

Feeding Activity Rhythms of Juvenile Gobiid Fish, *Chaenogobius gulosus*, at Tidally Different Localities.

Yuji SAWARA and Kouichi SATO *

*Department of Bioproduction, Faculty of Agriculture and Life Science,
Hiroshima University, Hiroshima 036-8561 Japan*

* *Civil Engineering and Eco-Technology Consultants Co. Ltd.*

(Received for publication October 14, 2005)

Abstract

Feeding chronology of juvenile gobiid fish, *Chaenogobius gulosus*, was concurrently studied at two tidally different localities, i.e. the shore of Asamushi facing Mutsu Bay, and the shore of Fukaura facing the Sea of Japan. The main food items were classified into three categories, namely, benthic animals, planktonic animals, and terrestrial insects. Benthic animals were much taken at night, but were also taken during the daytime when water level was low. Zooplankters were chiefly taken when water level was high during the daytime. Terrestrial insects were mainly eaten in the evening. Thus the feeding chronology of juvenile *C. gulosus* was composed of diel rhythm and tidal rhythm, corresponding to observed behaviour of the fish.

Keywords: Feeding activity rhythm, intertidal fish, goby, *Chaenogobius gulosus*

Intertidal fishes are exposed not only to diel but also to tidal change of environment. Tidal change of environment is drastic to these fishes, including abiotic factors such as water level, water turbulence, temperature and light intensity, as well as biotic ones like prey availability and predation risk.

Fishes, including gobiids, inhabiting this habitat are known to display an endogenous circatidal rhythm of ca. 12.4 hours when placed in a constant environment (Gibson 1973, Gibson and Hesthagen 1981, Northcott et al. 1990, Sawara and Azuma 1992). Typical tidal rhythm is a rhythm of about 12.4 hours, but it varies from coast to coast, depending on the local topography. So, it is an interesting problem to compare the activity rhythms between different populations, belonging to a same species, inhabiting tidally different localities. Sawara (1992) studied the activity rhythm in the juveniles of a goby, *Chaenogobius gulosus* (formerly *Chasmichthys gulosus*), in a constant environment, and compared the rhythms between two goby populations inhabiting rocky shores which have very different tidal regimes. The goby collected at Asamushi, which faced Mutsu Bay, had a clear circatidal rhythm, whereas those from Fukaura, which faced the Sea of Japan, did not exhibit such clear one.

However, it is not known what kind of activities in the field corresponds to the activities exhibited in laboratory. So, it is an interesting problem to study and compare the activity rhythm of the juvenile *C. gulosus* in the field, between the above two localities.

In the present study, we examined the changes of the index of gut fullness and of the diet composition of juvenile *C. gulosus* over 27 hours, concurrently collected at two tidally different localities, on spring tide and on neap tide. Moreover, we observed the behaviour of the *C. gulosus* at each time of collection, especially on two aspects, namely, whether they were shoaling or solitary, and whether they were floating

in water column or being on substrate. Then we discussed the correspondence between the high activity exhibited in constant environment and the activity pattern in the field.

Study Area

Samples were collected at two rocky shores facing Mutsu Bay and the Sea of Japan, in Aomori Prefecture (Fig. 1) These sites were the same localities where the materials were collected in a former study (Sawara 1992). Both sites are well protected from heavy wave actions. The shore of Asamushi ($40^{\circ}54'N$, $140^{\circ}52'E$), facing Mutsu Bay, has a comparatively regular, semidiurnal tidal regime, and larger amplitude. In contrast, the shore of Fukaura ($40^{\circ}39'N$, $139^{\circ}56'E$) facing the Sea of Japan, has an irregular tidal regime, alternating semidiurnal and diurnal tides, and smaller amplitude. These differences in tidal regime were previously described in detail by Sawara (1992).

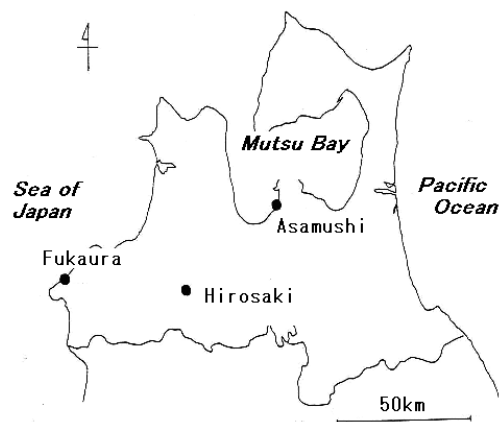


Fig. 1. Sketch map of the collection localities.

Materials and Methods

Chaenogobius gulosus (Guichenot) is a gobiid fish and a resident in all types of intertidal zone including sandy shore and sometimes brackish estuaries, though mostly found at rocky shores. Although adults are benthic and solitary, juveniles are often seen floating in water column, usually forming shoals. The materials used in this study were juveniles at the transient stage from floating to benthic life.

Collection of the fish was concurrently made in 1996 at rocky shores of Asamushi and Fukaura, over 27 hours on 30-31 July (spring tide) and on 7-8 August (neap tide), and once more for Asamushi fish on 14-15 August (spring tide), though over 24 hours this time. These collection sites were the same sites where the materials were collected in a previous study (Sawara 1992). The fish were collected at three hours interval, except for nighttime on 31 July at Asamushi when collection was difficult, by three to five persons at a time, using hand-nets. Collection was made within 40 minutes at most, usually less than 10 minutes. Collected fish were immediately killed by overdose of an anesthetic, MS222, to prevent regurgitation of gut contents, and transferred to 10 % formalin. Head lamps were used for nighttime collection. Water temperature, weather condition, and the behaviour of the juvenile *C. gulosus* (shoaling or solitary, floating or benthic) were recorded at each time of collection. An automatic water level recorder (Rigosha RMT) was used at Fukaura, whereas the data for water level at Asamushi were available from the records by Asamushi Water Level Recording Station.

Later the samples were weighed and measured for their body lengths to the nearest 0.5mm, and dissected under a binocular microscope. The gut was divided into two parts, namely, the anterior portion and the posterior portion, at the first bending, and the contents were separately weighed, and the food items

in the anterior were classified and the volume of each item was recorded by points method, allocating 100 points in total to each food item according to its volume by eye. The index of gut fullness was calculated as gut content weight / body weight \times 100.

Results

The tidal amplitudes on the days studied were as follows: ca. 70cm and 60cm on spring tides at Asamushi (30-31 July and 14-15 August, respectively) ca. 30cm on spring tide at Fukaura (30-31 July) and ca. 32cm on neap tide at Asamushi (7-8 August) and ca. 19cm on neap tide at Fukaura (7-8 August)

The ranges of the water temperature variation during the study periods were: 1.3 (Asamushi) and 1.0 (Fukaura) degrees centigrade on 30-31 July, 4.9 (Asamushi) and 2.2 (Fukaura) degrees on 7-8 August, and 3.3 degrees at Asamushi on 14-15 August, respectively. The highest temperature measured was 26.9 at 16:00 at Fukaura on 8 August, whereas the lowest was 20.2 at 1:00 and 4:00 at Asamushi, on 8 August.

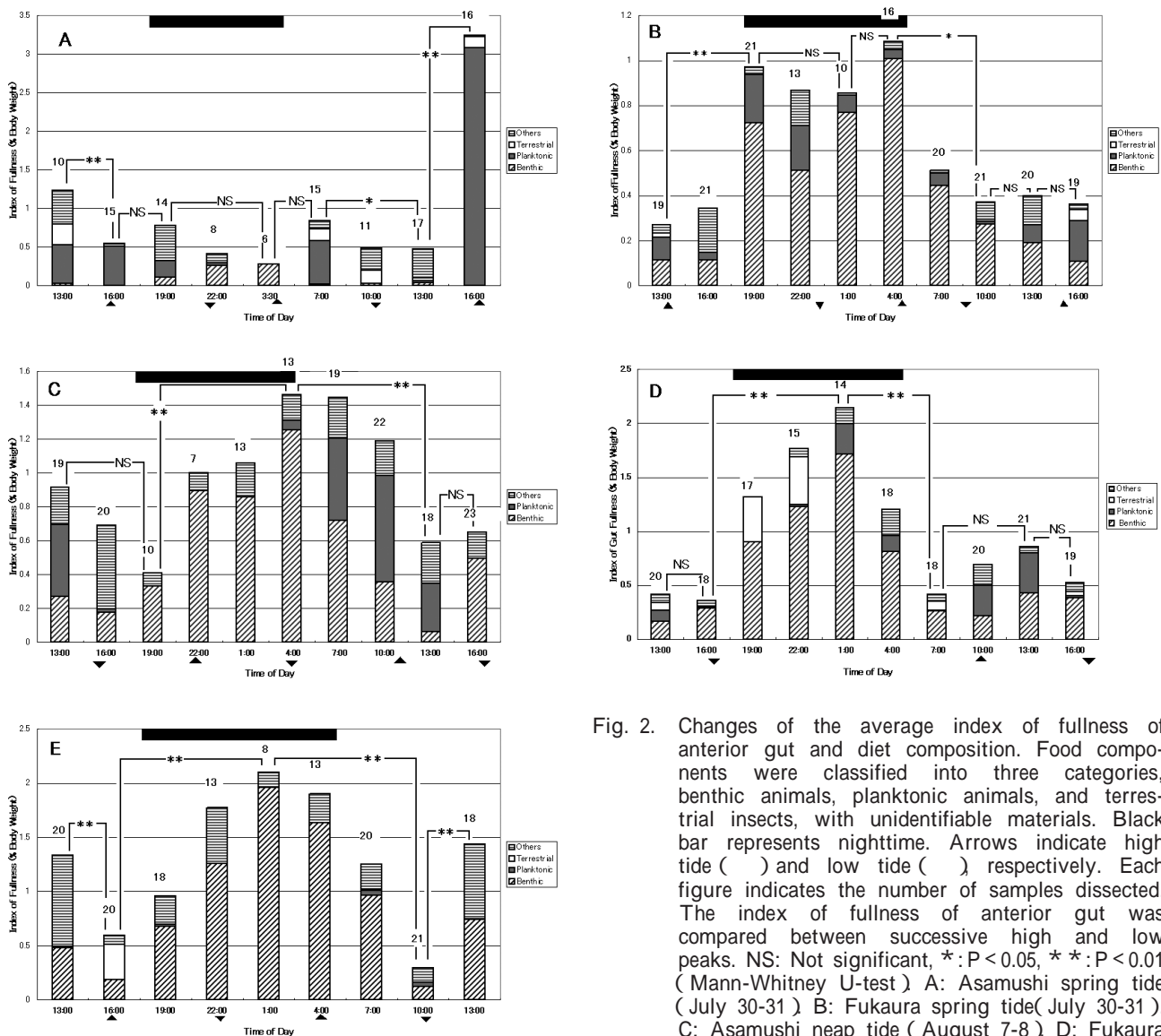


Fig. 2. Changes of the average index of fullness of anterior gut and diet composition. Food components were classified into three categories, benthic animals, planktonic animals, and terrestrial insects, with unidentifiable materials. Black bar represents nighttime. Arrows indicate high tide () and low tide () respectively. Each figure indicates the number of samples dissected. The index of fullness of anterior gut was compared between successive high and low peaks. NS: Not significant, *: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$ (Mann-Whitney U-test) A: Asamushi spring tide (July 30-31) B: Fukaura spring tide (July 30-31). C: Asamushi neap tide (August 7-8) D: Fukaura neap tide (August 7-8) E: Asamushi spring tide (August 14-15)

<Changes of index of gut fullness>

The number of the samples dissected was 787 in total (N=112 for Asamushi July 30-31, N=164 for Asamushi August 7-8, N=151 for Asamushi August 14-15, N=180 for Fukaura July 30-31, N=180 for Fukaura August 7-8). The average body length slightly increased during the study period, from $27.83 \pm 2.65\text{mm}$ (mean \pm SD) on 30-31 July to $28.59 \pm 3.80\text{mm}$ on 7-8 August for Fukaura fish, and from $23.67 \pm 2.75\text{mm}$ (mean \pm SD) on 30-31 July to $29.88 \pm 3.80\text{mm}$ on 14-15 August for Asamushi fish. The overall average body length was $28.21 \pm 3.29\text{mm}$ (mean \pm SD, N=360) for Fukaura fish and $27.09 \pm 4.40\text{mm}$ (mean \pm SD, N=427) for Asamushi fish, respectively.

The index of anterior gut fullness was higher during the nighttime than daytime for 4 sampling periods except for Asamushi 30-31 July when planktonic copepods were much taken in the daytime (Fig. 2A-E). Gastric evacuation rate was not directly measured, but the quick disappearance of anterior gut contents in the morning on 31 July at Fukaura, 8 August at Fukaura and 15 August at Asamushi suggests the rate of evacuation for juvenile *C. gulosus* in the field. Considering the change of the index of fullness, juvenile *C. gulosus* seems to forage both in the daytime and at night, but more food was taken during nighttime in most cases.

<Food composition>

The main food items, known from the gut content analysis for all samples collected irrespective of the time of day (N=787), were small invertebrates, such as crustaceans (gammaridean amphipods, isopods, copepods, ostracods, caprellids etc.), polychaetes, foraminiferans, and terrestrial insects (hymenopteran adults, aphids etc.). Plant materials were negligible. Gammaridean amphipods were by far the most important food item, comprising 37.3 percent of gut content weight for overall samples combined (N=787). Foraminiferans (genus *Ammonia*) (8.9 percent) and planktonic copepods (calanoids and cyclopoids) (8.6 percent) were the second and third important items. The fish collected on 30-31 July at Asamushi had a strikingly different diet composition from the other samples. Gammaridean amphipods comprised only 2.8 percent in weight, while the percentage of planktonic copepods amounted to 58.3 percent. In contrast, gammaridean amphipods amounted to 34.8-47.4 percent for the other four samplings.

We classified these food items into three categories, namely, benthic animals (gammaridean amphipods, isopods, ostracods, harpacticoid copepods, benthic foraminiferans [genus *Ammonia*], polychaetes, caprellids), planktonic animals (calanoid and cyclopoid copepods, zoea larvae, fish larvae, mysids), and terrestrial insects such as hymenopteran adults and aphids.

The three food categories were consumed in different time of day and time of tide. Benthic animals were primarily taken at night, but they seemed to be also taken in the daytime particularly when the water level was low. On the other hand, zooplankters were chiefly taken in the daytime, especially when water level was high. This was particularly notable on 30-31 July (spring tide) and on 8 August (neap tide) at Asamushi when planktonic copepods were abundantly consumed. However, fish larvae and zoea larvae were eaten irrespective of the tidal state, being consumed even when water level was relatively low as 14 August (spring tide) at Asamushi and 30 July (spring tide) at Fukaura. Terrestrial insects did not seem to have clear period of consumption, but were much eaten in the evening on 14 August at Asamushi and on 7 August at Fukaura.

Juvenile *C. gulosus* were usually found to be in one of two conditions, i.e., either forming shoals in midwater or dispersed on substrate. However, some juveniles were found forming shoals on substrate, particularly in the early morning, and some, probably strayed individuals, were occasionally found solitarily in midwater in the daytime.

At night, the juveniles were always found dispersed on substrate irrespective of tidal state. In the daytime, on the other hand, they were not always forming shoals in midwater, and some individuals were

found solitarily on substrate, when water level was low, like those at night. Therefore, the behaviour of juvenile *C. gulosus* was related to two environmental rhythmicities, namely, diel rhythm and tidal rhythm. There was no difference in the behaviour neither between the two localities nor between tidal regimes (spring tide or neap tide).

Discussion

The main food of juvenile *C. gulosus* was small invertebrates, such as gammaridean amphipods, isopods, ostracods, copepods, polychaetes, caprellids, foraminiferans and terrestrial insects. Gammaridean amphipods were the most important food item. These food habits of juvenile *C. gulosus* roughly coincide with those of sub-adults reported by Sasaki and Hattori (1969) at Pacific coasts in Chiba Prefecture, Japan.

The feeding chronology known from the change of gut contents showed that both diel and tidal components contributed to the feeding pattern of juvenile *C. gulosus*. Although juvenile *C. gulosus* took foods throughout a day, it usually foraged more intensively at night than in the daytime. At night, they took benthic foods irrespective of the tidal state. In contrast, in the daytime, the juveniles took benthic foods more around low tide, while consumed planktonic foods more around high tide, thus corresponding to tidal rhythm. The consumption of planktonic copepods at high tide was notable at Asamushi than at Fukaura. It is unlikely that the change of water temperature had any significant effect in forming such feeding patterns, because *C. gulosus* took more food in the nighttime when the water temperature was generally low, suggesting that relatively low water temperature at night did not suppress feeding activity.

These changes in gut contents well corresponded with their behaviour observed in the field. At night, the juveniles were always found dispersed on the substrate irrespective of tidal state. It is uncertain whether this is simply resulted from their inability to keep shoaling and orientation in midwater at night or not. Whatever the reason, benthic small invertebrates are of easier access to the fish than. The diel activity pattern of the small invertebrates eaten are not known in detail, but the amphipods, isopods and ostracods studied so far have rather nocturnal than diurnal activities in most cases (Robertson and Howard 1978, Alldredge and King 1980, 1985, Sudo et al. 1987), although the situation is sometimes complicated (e.g. diurnalism in immatures vs. nocturnalism in adults of an isopod; De Ruyck et al. 1991). Therefore, night activities of the small invertebrates may also have contributed to the nighttime feeding by juvenile *C. gulosus* because of their higher detectability, although the nature of the sense used to take food at night is unknown. Exploitation of small benthic invertebrates when they migrate into water column during nighttime is also reported for other fishes (Robertson and Howard 1978, Robertson and Klumpp 1983, Sudo et al. 1987).

In the daytime, on the other hand, the juveniles more tended to form shoals in midwater around high tide, and planktonic small animals were more likely to be available for them. Planktonic foods usually comprised relatively small portion of the overall foods taken, and consumption of planktonic foods at high tide in the daytime did not regularly occur. However, planktonic copepods can make a large portion of the gut content in some case, like on 31 July at Asamushi. Planktonic copepods (cyclopoids and calanoids) are known to form dense aggregations and make good food patches for shore fishes when they are transferred onshore (Noda et al. 1992, 1998). The larger tidal amplitude at Asamushi may have contributed to transfer the aggregations of planktonic copepods onshore on high tide. Benthic animals, on the other hand, were of easier access when water level was low and most juveniles were on substrate, although some individuals remained in midwater. The terrestrial insects were seemingly more eaten in the evening, but the rhythmicity was not so clear, probably because non-diel factors such as weather and wind condition were more important.

The feeding rhythm of juvenile *C. gulosus* can be regarded principally as diel one partially

superimposed by tidal one. During the nighttime, the juveniles take benthic foods irrespective of tidal state. In the daytime, on the other hand, they take planktonic foods more while water level is high, and benthic foods more around low tide, thus corresponding to tidal rhythm. The coexistence of diel and tidal components in the feeding pattern is known in other intertidal fishes, although some fish is reported to have only tidal component with no diel modulation (Archambault and Feller 1991). The feeding pattern is varied from species to species and/or from habitat to habitat. *Fundulus heteroclitus*, a salt marsh dweller, basically is a diurnal forager, taking more food in the daytime, but is more active while high tide (Weisberg et al. 1981), although the change in food composition was not reported. The feeding chronology of a mudflat inhabitant, the mudskipper *Periophthalmus sobrinus*, is also influenced by both tidal and diel rhythms, being less active after dark and most active around the daytime low tide (on spring tide) or high tide (on neap tide) (Colombini et al. 1996). Juvenile silver perch, *Bairdiella chrysura* feed nocturnally within the intertidal zone during high tide (Kleypas and Dean 1983). In the case of juvenile *C. gulosus*, it is characteristic that the rhythmic change of food items taken is closely related to microhabitat shift between in midwater and on substrate.

In a previous study in laboratory (Sawara 1992), juvenile *C. gulosus* freshly caught at Asamushi exhibited a clear circatidal activity rhythm. The activity peak was around the time of predicted high tide. This high activity was not recorded in bottom beam set at the bottom of the experimental glass tank, but recorded in the upper beams. This means that the juveniles tend to be in midwater around the time of predicted high tide, just being the case in the field known from the present study. Fukaura fish, however, did not show such a clear tide-related activity in laboratory. Both fish showed rather solar day rhythm, having activity peaks also in upper beams around predicted time of dusk. Therefore, the activity pattern of juvenile *C. gulosus* in laboratory had both tidal and diel components. It is unlikely, however, that the high activity around dusk has any coincidence with the present field study. The activity pattern exhibited in laboratory seems to have only partly correspondence with the feeding patterns known from the present study. These activity patterns exhibited in constant environment may be more related to shoal-forming behaviour rather than to feeding behaviour of juvenile *C. gulosus*. However, it is pointed out that the high activity has not always a corresponding activity in the field (Gibson 1992), so we should be cautious to draw any conclusion about the nature of the activity of juvenile *C. gulosus* under constant condition until its ecology and behaviour have been intensively studied in the field.

What is the reason for the juvenile *C. gulosus* to form shoals in midwater in the daytime high tide? It is unlikely that the juveniles float in midwater primarily to take planktonic foods, because these foods appear to be unpredictable and quantitatively less important than benthic foods. Shoaling behaviour must be avoidance from predation, because shoaling by small-sized fish is interpreted to be a response to increased predation risk (Pitcher 1986). We observed some piscivorous fish, such as *Pseudoblennius cottoides* (Richardson) to attack juvenile *C. gulosus* at the study sites when water level was high, but these observations still remain episodic, and the change of predation risk is not clear yet. The nature of the predation pressure to juvenile *C. gulosus* is open to study in the future.

Acknowledgments

We appreciate the help of N. Endo, J. Shimosa, N. Takeuchi, Y. Kidokoro, R. Komatsu, M. Ohtsubo, S. Saito, and T. Oyamada in collecting fish. Thanks are due to Dr. N. Nemoto, Faculty of Science and Technology, Hirosaki University, for identification of foraminiferans, and Dr. M. Noda, National Fisheries University, for his valuable instruction of the ecology of copepods. Part of this study was carried out at Asamushi Marine Biological Station, Tohoku University.

References

- ALLDREDGE, A. L. and J. M. KING (1980) Effects of moonlight on the vertical migration patterns of demersal zooplankton. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 44, 133-156.
- ALLDREDGE, A. L. and J. M. KING (1985) The distance demersal zooplankton migrate above the benthos: implication for predation. *Mar. Biol.*, 84, 253-260.
- ARCHAMBAULT, J. A. and R. J. FELLER (1991) Diel variations in gut fullness of juvenile spot, *Leiostomus xanthurus* (Pisces) *Estuaries*, 14, 94-101.
- COLOMBINI, I., R. BERTI, A. NOCITA and L. CHELAZZI (1996) Foraging strategy of the mudskipper *Periophthalmus sobrinus* Eggert in a Kenyan mangrove. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 197, 219-235.
- DE RUYCK, A. M. C., A. MCLACHLAN and T. E. DONN, Jr. (1991) The activity of three intertidal sand beach isopods (Flabellifera: Cirolanidae) *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 146, 163-180.
- GIBSON, R. N. (1973) Tidal and circadian activity rhythms in juvenile plaice, *Pleuronectes platessa*. *Mar. Biol.*, 22, 379-386.
- GIBSON, R. N. (1992) Tidally-synchronised behaviour in marine fishes. In: M. A. Ali (ed.) *Rhythms in fishes*. NATO ASI Series. Plenum Publishing Cooperation, New York and London. pp. 63-81.
- GIBSON, R. N. and I. H. HESTHAGEN (1981) A comparison of the activity patterns of the sand goby *Pomatoschistus minutus* (Pallas) from areas of different tidal range. *J. Fish Biol.*, 18, 669-684.
- KLEYPAS, J. and J. M. DEAN (1983) Migration and feeding of the predatory fish, *Bairdiella chrysura* Lacepede, in an intertidal creek. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 72, 199-209.
- NODA, M., K. KAWABATA, K. GUSHIMA and S. KAKUDA (1992) Importance of zooplankton patches in foraging ecology of the planktivorous reef fish *Chromis chrysurus* (Pomacentridae) at Kuchinoerabu Island, Japan. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 87, 251-263.
- NODA, M., I. IKEDA, S. UENO, H. HASHIMOTO and K. GUSHIMA (1998) Enrichment of coastal zooplankton communities by drifting zooplankton patches from the Kuroshio front. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 170, 55-65.
- NORTHCOTT, S. J., R. N. GIBSON and E. MORGAN (1990) The persistence and modulation of endogenous circatidal rhythmicity in *Lipophrys pholis* (Teleostei) *J. mar. biol. Ass. U. K.*, 70, 815-827.
- PITCHER, T. J. (1986) Functions of shoaling behaviour in teleosts. In: T. J. Pitcher (ed.) *The behaviour of teleost fishes*. Croom Helm, London and Sydney. pp. 294-337.
- ROBERTSON, A. I. and R. K. HOWARD (1978) Diel trophic interactions between vertically-migrating zooplankton and their fish predators in an eelgrass community. *Mar. Biol.*, 48, 207-213.
- ROBERTSON, A. I. and D. W. KLUMPP (1983) Feeding habits of the southern Australian garfish, *Hyporhamphus melanochir*: a diurnal herbivore and nocturnal carnivore. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 10, 197-201.
- SASAKI, T. and J. HATTORI (1969) Comparative ecology of two closely related sympatric gobiid fishes living in tide pools. *Japan. J. Ichthyol.*, 15, 143-155. (in Japanese with English summary)
- SAWARA, Y. (1992) Differences in the activity rhythms of juvenile gobiid fish, *Chasmichthys gulosus*, from different tidal localities. *Japan. J. Ichthyol.*, 39, 201-209.
- SAWARA, Y. and N. AZUMA (1992) Tidal rhythm and predator-prey relationship in estuarine fishes. *Arch. Hydrobiol. Beih.*, 35, 145-159.
- SUDO, H., M. AZUMA and M. AZETA (1987) Diel changes in predator-prey relationships between red sea bream and gammaridean amphipods in Shijiki Bay. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 53, 1567-1575.
- WEISBERG, S. B., R. WHALEN and V. A. LOTRICH (1981) Tidal and diurnal influence on food consumption of a salt marsh killifish *Fundulus heteroclitus*. *Mar. Biol.*, 61, 243-246.

潮汐の異なる海岸におけるドロメ幼魚の採餌活動周期

佐原 雄二・佐藤 功一*

弘前大学農学生命科学部生物生産科学科環境生物学講座
*(株)建設環境研究所

潮汐の異なる2つの海岸(浅虫, 深浦)において, ドロメ *Chaenogobius gulosus* の採餌活動周期を, 3時間おき連続採集法によって調べた。大潮および小潮の日に, 両方の海岸で同時に採集を行い, 過麻酔して殺しホルマリン固定したあとで, 解剖して消化管内容物を調べたところ, 様々なエサ品目が見られ, それらを3つのカテゴリー(底生動物, 動物プランクトン, 陸生昆虫)に分けることができた。底生動物は潮汐を問わず夜間にはよく食われており, また日中でも水位が低くなる時間帯によく食われていた。一方動物プランクトンは日中の, 水位

が高い時間帯に主に食われており, 浅虫の海岸では大潮の満潮の際に特によく食われていることがあった。陸生昆虫はどちらかといえば夕方に食われていた。以上のように, ドロメ幼魚の採餌活動には, 日周期の要素と潮汐周期の要素とがみられた。これは現場における行動観察の結果, すなわち夜間には単独で底質上におり, 日中には水位の高いときは成群して浮泳し, 水位が低下すると群れを解いて底質上に下りることとよく対応していた。

弘大農生報 No. 8 : 29 - 36, 2005

氷温冷蔵に関する研究

加藤 弘道^{*1}・張 樹槐^{*1}・福地 博^{*2}

^{*1} 園芸学講座

^{*2} 農業生産学講座

(2005年10月14日受付)

緒 言

青果物の貯蔵法として近年注目されているのは氷温冷蔵¹⁰⁾であろう。この方法は、0 から氷結点までのマイナスの温度領域で青果物を凍結させずに過冷却状態のまま貯蔵する方法である。この温度領域は氷温領域と呼ばれており、氷結点が果実の種類や品種により異なるため、それに合わせて氷温領域も変動する。氷温領域ではプラスの温度領域で貯蔵する普通低温貯蔵に比べて呼吸量を大きく抑制できることが報告されている⁸⁾。しかし技術的課題として温度を一定に保つこと、および過冷却状態を保持して凍結させないために衝撃を与えないことが挙げられる。なお、氷温冷蔵より氷温貯蔵という呼び方のほうが一般的であるが、この言葉は商標登録されているので勝手には使えない。

氷温冷蔵の問題点は、一つは通常では凍結する氷点下の低温領域で青果物を凍結させずに維持するにはいかなる方法があるかを見出すことと、もう一つは氷温冷蔵は普通低温貯蔵に比べて多くの手間と費用を要するが、その青果物にとってそれに見合うほど氷温冷蔵が優れているかを知ることであると思われる。前者については、伊藤が詳しく述べている¹⁾のでそれに譲り、本研究は、後者を明らかにすることに重点を置きつつ、伊藤の方法を実践することをも試みた。

供試青果物は、日持ちのよくないイチゴとブドウとする。両者の実験の時期、方法は若干異なるがほぼ似通っているのでまとめて報告する。なお、実験には園芸学講座の卒業生渡邊英晃君と村瀬正樹君の協力を得たので、両名にはここに深く謝意を表する。

実 験 方 法

1 供試果実と試験区

イチゴは弘前青果市場で購入した品種「とよのか」で、1粒平均の質量、比重、横径、縦径は、それぞれ14.965g、0.852、33.4 mm、41.3 mmであった。

ブドウは、農業法人津軽ぶどう村で生産された「ス

チューベン」で、1房の平均質量は283.5 g、1粒平均の質量、比重、横径、縦径は、それぞれ4.97 g、1.076、19.81 mm、21.258 mmであった。

試験区は、両試料とも氷温冷蔵区と対照区としての低温貯蔵区の二つを設けた。低温貯蔵区(以下低温区という)の庫内設定温度は両試料とも1とした。氷温冷蔵区(以下氷温区という)は、予備実験の結果、凍結点がイチゴで-1.6以下、ブドウで-2.6以下であったので、供試材料の品温が凍結点以下にならないようにイチゴで-1.4、ブドウで-2.3を保つように庫内の温度と包装容器を工夫した。

2 貯蔵の方法

低温貯蔵は、本学部351号室に設置してあるプレハブユニット冷蔵庫(ヤマト科学KK製)を用いた。供試材料が直接庫内の空気に触れて蒸散が早まるのを避けるために、イチゴではプラスチック製のパックに20粒ずつ入れ、また、ブドウでは1.5 mmの通気孔を1袋当たり28個空けたポリプロピレンで1房ずつ包み、それらをふたのない箱に入れて貯蔵した。

氷温区では厚さ20~25 mmの発泡スチロール製の箱をインキュベータ(SANKYO製)内に四つ配置する。イチゴは前述のパックを一つ一つビニール袋で包装し、またブドウは有孔のポリプロピレンで包装し、それらを発泡スチロール箱に入れて貯蔵する。このようにすることでインキュベータ内の温度は設定温度から±3程度の変動が見られるにもかかわらず、発泡スチロール箱内は±0.5程度の変動に抑えられる。イチゴの場合、実際の発泡スチロール箱内の温度は-1.7~-1.2であるが、上段にあるA、Cの箱では下段にあるB、Dの箱に比べ0.2程度低い温度で安定していた。果実の内部温度は-1.2~-1.6にて安定した。また、ブドウの内部温度は-2.0~-2.6の範囲にあった。

3 測定項目および測定日

イチゴの貯蔵期間は24日間とし、3日ごとに計9回測定を行なう。0日目はイチゴ2パック(40個)につい

て測定し、氷温区と低温区で貯蔵法を分ける以前のデータとして記録する。3日目以降の測定において氷温区と低温区でそれぞれ1パック(20個)の計40個を測定する。よって、24日の貯蔵期間で360個のイチゴが測定に必要とされる。

ブドウは、貯蔵期間を35日間とし、7日ごとに6回測定した。供試房数は1回1試験区に5房で、全部で60房を必要とする。

測定項目を次に示すが、1)~5)はイチゴとブドウに共通で、6)以降はどちらか一方のもののみである。

1) 重量変化率: 重量変化は、毎回同じ試料について自動上皿天秤(Mettler PM400)を用いて質量を測定した。貯蔵開始日(0日目)の質量に対する測定日ごとの質量の百分率を重量変化率(%)として表示することにした。供試個数は、イチゴは1試験区5個の計10個、ブドウは1試験区5房の計10房で、あらかじめそれぞれに番号を付けておいた。

2) 比重: 比重は島津製作所製の電子天秤及び比重測定キットにより測定する。イチゴもブドウも果実全体を1個ずつ測定する。注意点として、この方法は電子天秤及び比重測定キットによる誤差が大きい小さい単位まで正確に測定する場合には不適であり、継続して変化を調べるには比重の変化が大きい場合に適する方法である。

3) 糖度: 糖度は屈折糖度計(アタゴKK製1N-1)によって測定する。果実糖度をBrix%で表す。まず、試料をおろし金付き容器ですりつぶし、すりつぶした果汁と果肉をガーゼにくるんでろ過する。ろ過された果汁を糖度計に数滴たらし測定する。同じ果汁について2回測定し、その平均を測定値とする。供試個数は、両材料とも1試験区あたり5個とした。

4) 含水率: 含水率は105, 24時間乾燥法によって測定する⁴⁾。ここで言う含水率は一般には水分と呼ばれる湿量基準の含水率である。ブドウについては、果粒部含水率のほかに、果梗部についても毎回含水率を求めた。

5) 酸含量: 酸含量は1/10N水酸化ナトリウム水溶液を用いた中和滴定法により測定する。酸含量のうち、イチゴについてはクエン酸を、ブドウについては、酒石酸を次式で求めた³⁾。

$$\text{酸含量 (mg/100ml)} = a \times F \times b \times 100$$

ここで、 a : 1/10N水酸化ナトリウム水溶液の滴定量(ml), F : 1/10N水酸化ナトリウム水溶液のファクター、 b の値は、クエン酸のとき0.0064、酒石酸のとき0.0075とする。

6) ビタミンC含量: ビタミンC含量はインドフェノール法により還元型(アスコルビン酸)を測定する。食品中のビタミンCには還元型(アスコルビン酸)と酸化型(デヒドロアスコルビン酸)の二つがあるが、アスコルビン酸は還元力が強く、食品が劣化していくと酸化してその含量が減少する、すなわち、鮮度の判定には還元型の

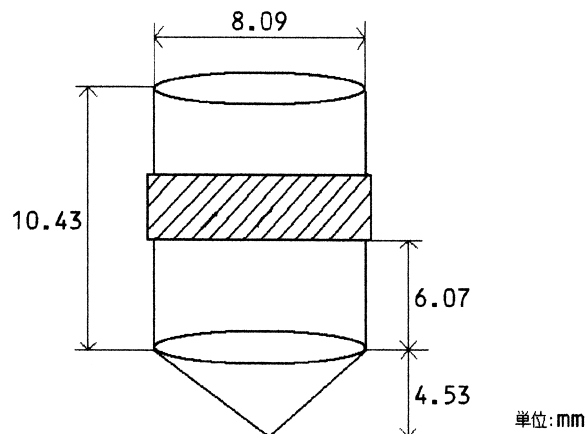


図1 円錐アタッチメント

方がよいといわれているゆえんである⁴⁾。

7) 硬度: イチゴについて硬度を測定した。デジタルフォースゲージに図1に示す円錐アタッチメントを装着し測定する。あらかじめ十字の中心には円錐アタッチメントの頂点が当たるように調節しておき、イチゴを半分に切断し、十字の中心がイチゴの中心になるように配置した後、円錐アタッチメントをゆっくり降下させイチゴに差し込み、負荷を測定する。上記の測定を1個のイチゴにつき2回(2分割したイチゴに1回ずつ)行い、その平均値を測定値とする。

8) 脱粒抵抗力: ブドウについて、脱粒抵抗力をプッシュ・プル・スケールを用いて測定する。スタンドに固定したプッシュ・プル・スケールに小鉤のアタッチメントを取りつけ、果粒を果梗から切り離し、果粒と果帯と果梗の一部がついている状態のブドウ果粒を果帯と果梗が真下にくるようにピンセット(ピンセットから果粒が抜けられないようにピンセットを輪ゴムで固定しておく)で固定し、そのピンセットを小鉤から吊り下げる。そして、真下から別のピンセットを使って果梗を真下に引っ張り、その引張り負荷を測定する。最大値をそのブドウ果粒の値とし、1房当たり5粒調べ、その平均をそのブドウの値とする。

9) 氷結点、過冷却時間: 氷結点、過冷却時間は、図2のように、時間と温度の関係を描いた冷却曲線から決定する。測定方法は図3のように、イチゴでは中心部に、ブドウでは果梗から切り離した果粒の中心部に熱電対を差し込み、超低温層の中に、3重に包装した発泡スチロール箱の一番内側に入れる。試料が冷却していき潜熱を放出して凍結するまでの時間と温度の関係を記録していく。発泡スチロールの箱を3重にするのは、凍結させるブドウの環境温度を-5~-6の間でできるだけ安定させるためである。そして、記録紙から氷結点、過

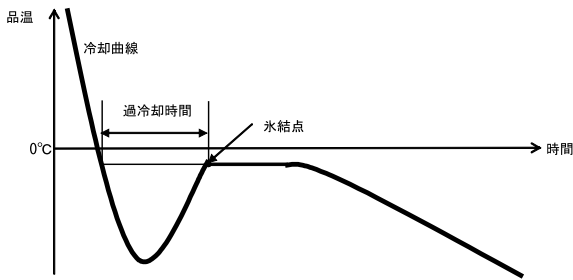


図2 青果物の冷却曲線と氷結点・過冷却時間

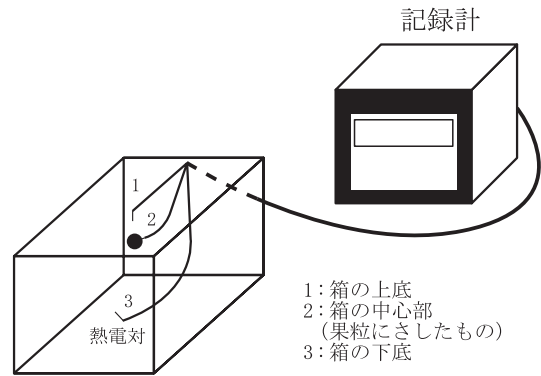


図3 氷温冷蔵用発泡スチロール内の温度測定方法

表1 貯蔵イチゴの損傷発生個数

	氷 温 区					低 温 区				
	損 傷	小カビ	大カビ	腐 敗	累 計	損 傷	小カビ	大カビ	腐 敗	累 計
3日目	0				0	0				0
6日目	1	1			1	3	3			3
9日目	0				1	3	3			6
12日目	4	4			5	4	4			10
15日目	5	5			10	18	8	5	5	28
18日目	10	9	1		20	15	12		3	43
21日目	4	4			24	37	4		33	80
24日目	7	4	2		31	20			20	100

冷却時間を読みとる。氷結点は過冷却後の潜熱を放出して、温度が高くなった平坦部の最も高い温度とする。過冷時間は氷結点よりブドウの温度が低下した過冷却状態となってから潜熱を放出して、温度が高くなるまでの時間とする。

実験結果と考察

実験の主目的は氷温区と低温区とを比較することであるので、次の実験結果の2～10については図示したグラフより判別するとともに、2元配置(試験区間と貯蔵日数間)による有意差の検定を行った。

1 外観の変化

1) イチゴ: イチゴの外観の経日変化は、貯蔵開始日(0日目)から3日目まではほとんど見られず、6日目から損傷イチゴが発見された。損傷の個数は表1に示すように、小カビ、大カビ、腐敗の3通りであった。小カビとは、ゴマ粒大のカビがイチゴ表面の一部に見られるもので、それ以上の大きさのものを大カビとした。つまり小カビはふき取れば健全なものと全く区別しがたい程度の軽損傷である。腐敗は、色が茶色っぽく変色して果肉が柔らかくなったものや表面が白い綿状のもので覆われたイチゴをいう。低温区では貯蔵開始から15日目頃か

ら損傷イチゴが急激に増え、氷温区の3倍以上になっている。21日目の両試験区のイチゴを写真1に示した。発生した腐敗やカビは本学部の原田幸雄教授に伺ったところ、ボトリチス(*botrytis cinerea*)、ムコール(*mucor mucedo*)、スクレロチニア(*sclerotinia sclerotiorum*)という菌であった。

2) ブドウ: 貯蔵したブドウ果粒の35日目の外観には大きな違いが見られる。低温区は貯蔵期間が経過するほど、しおれた果粒が目立つようになった。しかし、氷温区のほうは貯蔵期間が経過しても、しおれた果粒は見られず、貯蔵前と変わらず鮮度を維持できている。また、外観からはわからないが、果粒を手にとってみると、感触からも氷温区の果粒の方が全体的に明らかにはりがあり、低温区より鮮度が維持されている。

貯蔵したブドウ果梗を写真2、同3に示す。写真のように両者には大きな違いが見られる。低温区は貯蔵期間が経過するほど、硬く黒ずんでいき、細く軽くなっていく。氷温区のほうは、貯蔵する前とほとんど変わらない状態で、青々として太くずっしりしている。

2 重量の変化

1) イチゴ: 重量変化率を図4-1に示す。氷温区の重量減少率は最大でも1.3%であるのに対して低温区では2.9～3.9%であり、氷温区では低温区に比べて約1/3の



写真1 貯蔵21日目のイチゴ



写真2 低温区で35日貯蔵したブドウの果梗



写真3 氷温区で35日貯蔵したブドウの果梗

重量減少率に抑えられたことがわかる。

2) ブドウ:貯蔵中の重量の変化を図4-2に示す。氷温区と低温区では大きな違いが見られる。氷温区は目減りが小さく、35日経過時でも貯蔵前の1%以内である。これに対し、低温区では日数の経過とともに目減りが大きく、35日経過時には初めの6%以上に達している。すなわち、氷温区は目減りを低温区の1/6に抑制している。

3 比重の変化

1) イチゴ:比重は0.83～0.87の範囲で経日変化したが、一定の傾向は見られず、また、氷温区と低温区との有意差(5%水準)も認められなかった。

2) ブドウ:貯蔵中のブドウ果粒の比重は、貯蔵期間35日間を通して氷温区と低温区とも1.072～1.082の範囲で変動しているが、貯蔵期間を通した一定の傾向は見られない。ここで、ブドウの比重が1を超える大きな値であることが、氷結点が-2.8と普通の青果物の中でも低い値であることに関連するものと思われる。

4 含水率の変化

1) イチゴ:含水率の経日変化を図5-1に示した。含水率は氷温区と低温区ともに上昇の傾向を示しているが、分散分析の結果、氷温区と低温区には有意差は見られなかった。

2) ブドウ:貯蔵中のブドウ果粒の含水率の変化については、低温区のほうは貯蔵期間が経過するほど、果粒を潰したときに出てくる果汁の量が、少なくなるのが観察された。しかし、測定値は、貯蔵期間35日間を通して氷温区と低温区とも81.5～82.5%の値で変動しており、貯蔵期間を通した一定の傾向は見られず、また、試験区間の有意差も認められない。貯蔵中のブドウ果梗の含水率の変化を図5-2に示す。果梗の含水率は外観からもわかるように、低温区のほうは、貯蔵期間0日から35日にかけて60%から30%まで、だいたい半分程度に低下している。氷温区のほうには、果梗の含水率低下は見られない。このことから、氷温区ではブドウの鮮度が維持されていることがわかる。鮮度の低下が外観からも数値からもよくわかるのが、果梗の含水率である。

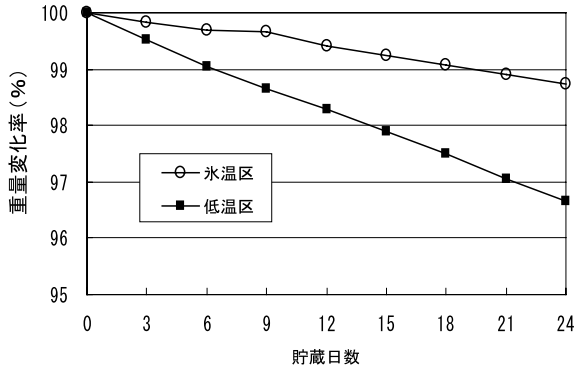


図4-1 重量の経日変化(イチゴ)

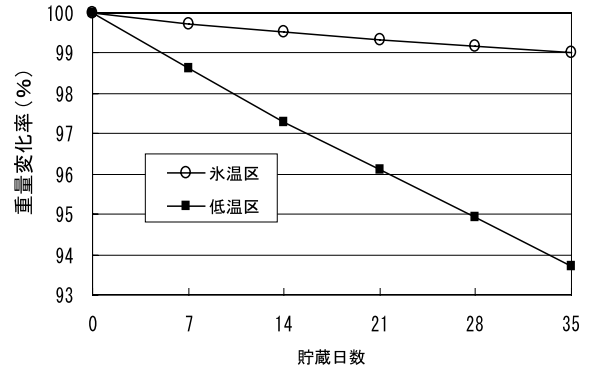


図4-2 重量の経日変化(ブドウ)

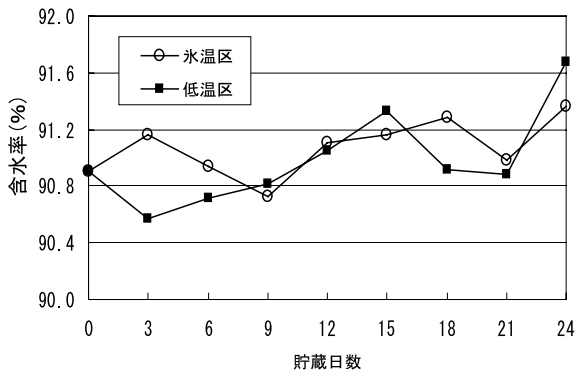


図5-1 含水率の経日変化(イチゴ)

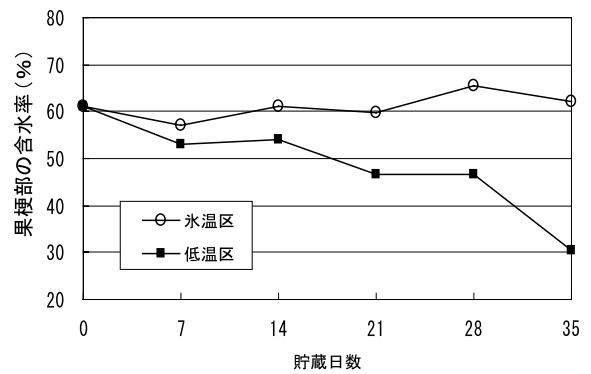


図5-2 果梗部含水率の経日変化(ブドウ)

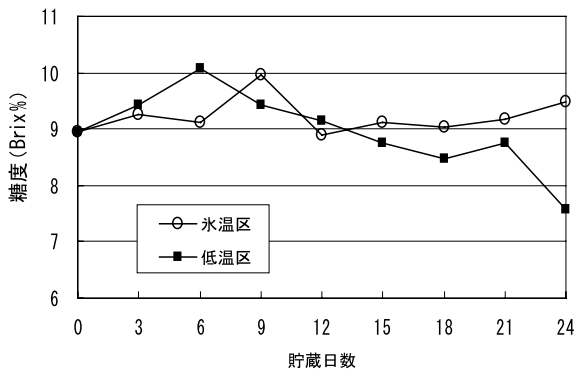


図6-1 糖度の経日変化(イチゴ)

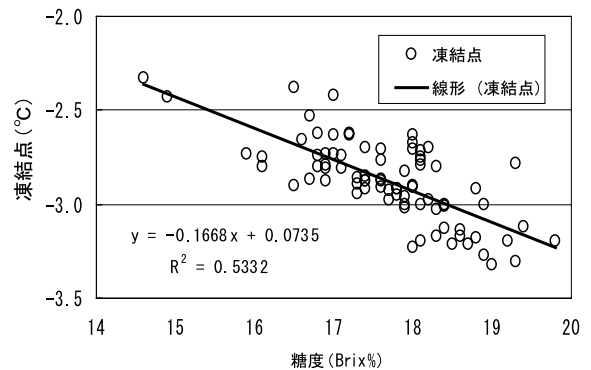


図6-2 糖度と凍結点の相関(ブドウ)

5 糖度の変化

1) イチゴ:糖度の経日変化を図6-1に示した。図より低温区の9日目以降は減少の傾向を示し、氷温区では一定またはやや増加の傾向を示している。しかし、分散分析の結果、氷温区と低温区には有意差が見られなかった。糖度と氷結点の相関を調べたところ、糖度が増加すると氷結点は降下する傾向が見られた。この傾向は、水溶液が呈する氷結点の降下が希薄な溶液においてはその濃度に比例するというラウールの法則により理解できる。

2) ブドウ: 貯蔵中の糖度は、低温区では貯蔵期間0日から28日にかけて、18.5Brix%前後で変動しているが、

35日には19.3Brix %程度まで増加している。このように増加しているのは、ブドウが貯蔵中に追熟していったことが原因であると考えられる。氷温区は、測定値にばらつきはあるが、貯蔵期間を通して、糖度の増加は認められない。糖度と氷結点の相関を図6-2に示す。ブドウについても氷結点は糖度と高い相関があり、相関係数 $R^2 = 0.5332$ である。氷結点は低温区と氷温区とも、貯蔵期間の経過とともに低下している。低温区は貯蔵開始の14日目以降は低下している。これは、氷結点は果粒の糖度と高い相関があり、追熟によって糖度が増したことによって、氷結点が下がったためと考えられる。氷温区も、貯蔵21日目に氷結点が大きく低下している。この

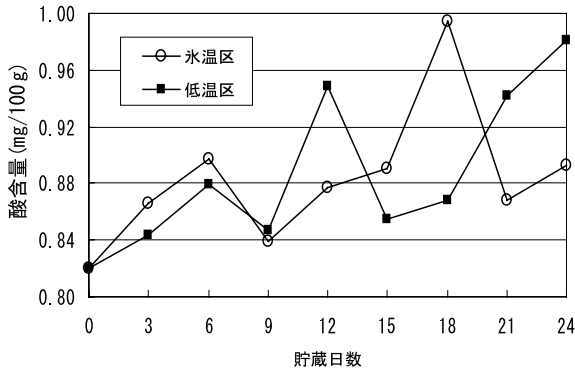


図7 酸度の経日変化 (イチゴ)

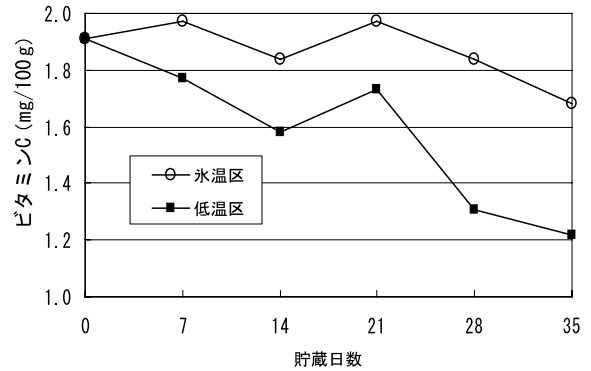


図8 ビタミンCの経日変化 (イチゴ)

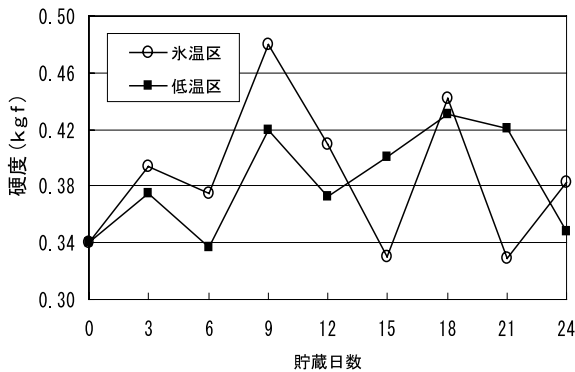


図9 硬度の経日変化 (イチゴ)

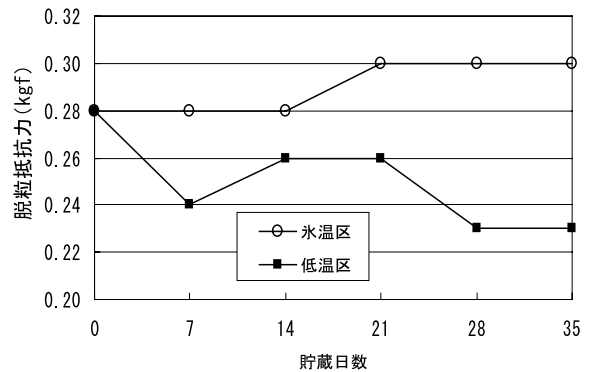


図10 脱粒抵抗力の経日変化 (イチゴ)

原因として考えられるのは、果粒の糖度の増加であるが、貯蔵期間 21 日に糖度の大きな増加は見られなかった。氷温区貯蔵期間 0 ~ 14 日のブドウ果粒の糖度と氷結点には $R^2 = 0.5936$ の高い相関が見られる。また、氷温区貯蔵期間 21 ~ 35 日のブドウ果粒の糖度と氷結点にも $R^2 = 0.5176$ の高い相関が見られる。よって、糖度以外の別の要因が、原因として考えられる。つまり、貯蔵期間 14 日から 21 日にかけて、糖度以外の他の成分が大きく変化していると考えられる。氷結点に影響を与える糖度以外の要因は果粒中の水分であり、水分が低いほど氷結点は低くなる。

6 酸度の変化

1) イチゴ：クエン酸含量の経日変化を図 7 に示した。氷温区と低温区ともに測定日ごとの変動が見られるが、全体として増加の傾向を示している。しかし、分散分析の結果、氷温区と低温区には有意差が見られなかった。比重と酸含量の相関については、比重が増加すると酸含量も増加する傾向が見られた。また、硬度と酸含量の相関は、硬度が増加すると酸含量も増加する傾向が見られた。

2) ブドウ：貯蔵中の酒石酸は、全貯蔵期間を通して個体差による測定値のばらつきはあるが、0.9 ~ 1.2 % の範囲にあり、試験区間の有意差は見られない。

7 ビタミン C 含量の変化

1) イチゴ：ビタミン C 含量の経日変化は 21 日目までは両試験区ともほとんど変化が見られず、分散分析の結果においても氷温区と低温区には有意差が見られなかった。しかし、低温区の 24 日目は全て腐敗したイチゴを測定したためか急激な減少の傾向を示している。

2) ブドウ：貯蔵中のビタミン C の変化を図 8 に示す。ビタミン C は低温区では、貯蔵期間の経過とともに低下している。貯蔵期間 0 日から 35 日にかけて、1.9 mg % から 1.2 mg % 程度まで低下している。氷温区は貯蔵開始日から 28 日にかけて、測定値に変動はあるが、1.8 mg % 以上を維持している。しかし、35 日には 1.7 mg % まで低下している。一般に、ビタミン C は低温でよく維持されると考えられ、実験結果からも氷温冷蔵でよく維持されている。

8 イチゴの硬度の変化

硬度の経日変化を図 9 に示した。供試したイチゴが測定日ごとに異なるため、個体差の影響でグラフには大きな起伏が見られ、一定の傾向は見出せない。分散分析の結果、氷温区と低温区には有意差が見られなかった。

9 ブドウの脱粒抵抗力

貯蔵中の脱粒抵抗力の変化を図 10 に示す。脱粒抵抗

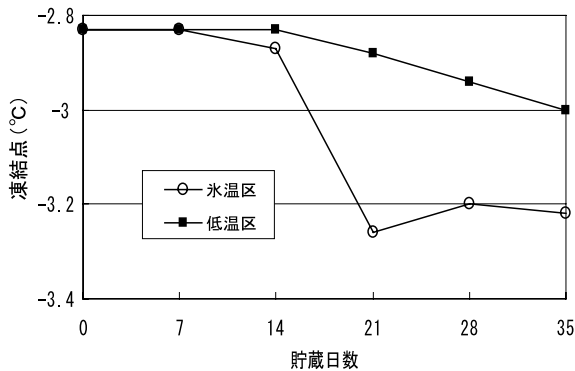


図11 凍結点の経日変化(ブドウ)

力については、低温区は貯蔵期間の経過とともに低下していく。貯蔵期間0日から35日にかけて、0.28 kg から0.23 kg にまで低下している。氷温区は、貯蔵期間0日から35日にかけて、測定値にばらつきはあるが、だいたい0.28 ~ 0.30 kg で維持されている。よって、氷温区ではブドウの鮮度が維持されているといえる。

10 貯蔵中の氷結点

貯蔵中のブドウの氷結点の変化を図11に示す。氷結点は両試験区とも貯蔵開始日から14日目にかけてはほぼ一定であるが、21日以降は低温区では徐々に低下していき、また氷温区では21日には氷結点が大きく低下するが、その後は再びほぼ一定の傾向を示す。このように、貯蔵中に氷結点が低下していることは、ブドウの内容成分、特に糖度との関係が強いことを示すが、貯蔵中に氷温冷蔵適性が高まっていることがわかる。

11 結論

今回供試したイチゴ、ブドウともに氷温冷蔵のほうが低温冷蔵よりはるかに有利であることが明らかになった。

1) イチゴについては、氷温冷蔵の方が低温冷蔵に比べて外観(目視と写真撮影による)、重量変化率、損傷個数の点ではるかに優れていた。低温区では貯蔵開始から9日目まではカビによる損傷果粒が多少見られるもののそれ以外は鮮度が保たれていたが、12日目には鮮度を失い、また損傷果粒も急激に増加していた。これに対して氷温区では18日目まではカビによる損傷果粒が多少見られるものの鮮度が保持されていた。しかし、比重、糖度、硬度、酸含量、含水率、ビタミンC含量については氷温区と低温区の有意差を見出すことはできなかった。外観観察によると低温障害は見られなかったが、氷結点は $-1.2 \sim -2.0$ の範囲で変動していることから、今後イチゴの氷温冷蔵を実用化するには環境温度がもっと安定するような冷蔵設備が必要と考えられる。そのため、振動などの衝撃を抑え凍結を防ぐ意味でも発

泡スチロールなどの温度緩衝材も重要となる。加えて、イチゴの氷結点には、ばらつきがあるため、同じ温度においても凍結するイチゴと凍結しないイチゴがある。氷結点を一定にそろえるために、氷結点と相関の高い糖度が一定のイチゴを利用することなども検討していく必要がある。

2) 氷温冷蔵のブドウは、35日間の貯蔵後も外観が良好で、成分の変化もほとんどみられず、鮮度は低下していない。低温貯蔵では35日を経過すると著しい鮮度の低下が見られ、商品としての価値は失っている。一般に青果物では重量減少率が5%を超えると商品価値がなくなるといわれているが、このことを基準に貯蔵可能期間を推測すると、低温貯蔵では4週間程度しか貯蔵できないが、氷温冷蔵では25週間程度の貯蔵が可能だと考えられる。しかし、成分測定の結果、特に氷温冷蔵のブドウのビタミンCが貯蔵期間35日から低下しているため、35日以降も貯蔵することで、どの程度ビタミンCを維持できるのか、検討する必要がある。

本実験の貯蔵期間は35日だけであったが、氷温冷蔵において貯蔵中のブドウに低温による機能障害と凍結は見られなかった。また、腐敗、変形粒、脱粒も見られなかった。そして、一般の果実の氷結点は $-1 \sim -2$ であるが、本実験のブドウは氷結点も -2.8 と低く、氷温冷蔵適性は非常に高いと考えられる。ただ、本実験では供試ブドウの数が少なく、貯蔵期間も短いので、低温障害などといった障害の発生を十分に観察できなかった可能性もある。よって、今後は貯蔵期間を長くし、ブドウの数を増やして、観察していくことが必要である。

庫内の温度管理で大切なのは、貯蔵中のブドウを凍結させないことである。そのためには、庫内の温度変化をなくすことが理想であり、温度管理の性能が高い冷蔵庫や発泡スチロールなどの温度緩衝材が必要である。また、ブドウについて考えると、貯蔵するブドウの氷結点にばらつきがなく、全て同じ温度であることが理想である。よって、貯蔵するブドウの氷結点を一定にするためには、貯蔵するブドウの糖度(熟度)を一定にする必要がある。また、氷結点は果粒の糖度と高い相関があり、貯蔵中のブドウが追熟によって糖度を増すことで、氷結点が低下していくと考えられる。よって、貯蔵中に貯蔵温度をさらに低下させることでブドウの呼吸を一層抑さえ、貯蔵期間を延ばすことが可能である。今後は、糖度と氷結点との相関を一層検討して、また、貯蔵するブドウの糖度、すなわち氷結点を一定にそろえたものを貯蔵するなどの方法を検討していくべきである。

摘 要

イチゴとブドウについて氷温冷蔵の適性を知り、氷温冷蔵の方法を検証する目的で、それぞれの材料を氷結点付近(イチゴでは $-1.2 \sim -1.6$, ブドウでは $-2 \sim$

- 3.6) の環境に貯蔵した氷温冷蔵区 (以下氷温区という) と, 1 の環境に貯蔵した普通低温貯蔵区 (以下低温区という) の二つの試験区を設け, イチゴでは 24 日間, ブドウでは 35 日間貯蔵し, その間の性状 (外観, 重量, 含水率, 比重, 硬度, 糖度, 酸含量, ビタミン C 含量) および氷結点を定期的に測定し, 次の結果を得た。

1. イチゴの外観については, 氷温区のほうが低温区に比べて, 鮮度の保たれたイチゴが多かった (写真 1)。また, 腐敗やカビの発生したイチゴは, 24 日間の貯蔵期間で氷温区では低温区の 1/3 以下の個数に抑えられた。
2. ブドウの外観については, 貯蔵期間が 35 日経過すると, 氷温区では果粒および果梗ともに鮮度が維持されているが, 低温区では果粒はしおれによる鮮度が低下しており, 果梗部もしおれにより細く黒ずんでしまい, 鮮度が低下していた (写真 2, 3)。
3. 重量変化率は, イチゴでは氷温区で最大でも 1.3 % であるのに対して, 低温区で 2.9 ~ 3.9 % であり, 氷温区では低温区の約 1/3 の重量減少率に抑えられた (図 5 - 2)。ブドウでは, 貯蔵期間が 35 日経過すると, 氷温区では重量の目減りはほとんどないが, 低温区では氷温区の 6 倍以上も目減りする。
4. イチゴでは含水率, 比重および硬度については, いずれも両試験区間に有意差は認められなかった。ブドウでは果粒部の含水率は, 氷温区と低温区とも貯蔵期間を通して, 低下は見られなかった。果梗部の含水率は, 貯蔵期間が 35 日経過すると, 氷温区では低下は見られないが, 低温区では貯蔵前の半分程度まで低下した (図 7 - 2)。
5. イチゴの糖度については, 分散分析の結果, 氷温区と低温区には有意差が見られなかった。しかし, 糖度と氷結点には相関が見られ, 糖度が増加すると氷結点は低下する傾向が見られた。また, ブドウの糖度については, 氷温区では貯蔵中の変化はないが, 低温区では貯蔵期間が 35 日経過すると, 追熟して糖度が高まった。
6. イチゴのクエン酸含量もブドウの酒石酸も, 分散分析の結果, 氷温区と低温区には有意差が見られなかった。比重と酸含量, 硬度と酸含量には相関が見られ, それぞれ比重が増加すると酸含量も増加, 硬度が増加すると酸含量も増加する傾向が見られた。
7. ビタミン C 含量については, イチゴでは低温区の 24

日目で急激な減少の傾向を示すが, 21 日目までの低温区と氷温区では, ほとんど変化が見られなかった。分散分析の結果においても氷温区と低温区には有意差が見られなかった。ブドウのビタミン C は, 氷温区では維持されているが, 低温区では貯蔵中に低下していく。

8. ブドウの脱粒抵抗力は, 氷温区では低下は見られないが, 低温区では貯蔵中に低下していった。
9. 貯蔵中の氷結点は, 氷温区の方が低温区より大きく低下するが, 氷温区と低温区とも貯蔵中に低下する。貯蔵中の過冷却時間は, 氷温区の方が貯蔵期間を通して, 変動が大きい。
10. 以上のようにイチゴの氷温区は, 外観の保持, 腐敗やカビの発生の抑制, 目減りの抑制の点から低温区より優れており, その他の測定項目では大差がないという結果から, イチゴには氷温冷蔵が適していると思われる。
11. ブドウについても氷温区と低温区との貯蔵性を比較すれば, ブドウ果粒の外観と重量変化, 果梗部の外観と含水率, 脱粒抵抗力, および果粒の糖度とビタミン C において, 氷温区のほうが優れており, その他の測定項目では大差ないことより, ブドウには氷温冷蔵が適していると思われる。

参 考 文 献

1. 伊藤篤史: リンゴの氷温貯蔵に関する研究, 弘前大学大学院農学研究科学学位論文, 2003. 3
2. 加藤舜郎: 食品冷凍の理論と応用, 光琳書院, 120-134, 151-160, 314-323, 1961
3. 川村亮: 新版食品学実験法, 朝倉書店, 51 52, 64 65, 1982
4. 永原太郎他: 食品分析法, 柴田書店, 232 237, 1964
5. 農文協編: 野菜園芸大百科 3 イチゴ, 農山漁村文化協会, 110 112, 127 132, 375 386, 1998
6. 桜井芳人ら: 食品保蔵, 朝倉書店, 68 70, 78 90, 117-122, 1966
7. 苫名孝: 果実の生理 生産と利用の基礎, 養賢堂, 210-213, 241 245, 1970
8. 山根昭美: 氷温貯蔵の科学, 農山漁村文化協会, 21 35, 38 62, 72 74, 92 97, 119 129, 1996
9. 山根昭美: 氷温貯蔵, 果樹園芸大百科 18 果樹共通技術, 農山漁村文化協会, 543-547, 2000
10. 山下律也ほか: 農産機械学, 文永堂, 158, 2000

Studies on the Chilling Storage

Hiromichi KATO ^{*1}, Shuhuai ZHANG ^{*1}, Hiroshi FUKUCHI ^{*2}

^{*1} *Laboratory of Horticulture*

^{*2} *Laboratory of Agricultural Production*

SUMMARY

Chilling Storage is the method to maintain the quality of vegetables or fruits for a long time. The purpose of this study is to obtain basic data of the chilling storage as to agricultural products. Experimental materials used in this paper are strawberry (cv. Toyonaka) and grape (cv. Stuben) which cannot be kept for a long time in the conventional storage condition. The designed temperature of chilling storage is -1.4 as to strawberry and -2.3 as to grape, and that of low temperature storage is 1 for both samples. Storage period was 24 days as to strawberry and 35 days as to grapes. There was no appearance change and a little weight change as to chilling samples. But as to low temperature samples, there were much appearance change like mold or rot and significantly weight loss. From these results, as to chilling material, the acceptable storage period of strawberry is 18 days and that of grape is 3 months, but as to low temperature materials, that of strawberry is only 9 days and that of grape is 1 month.

Bull. Fac. Agric. & Life Sci. Hirosaki Univ. No. 8 : 37 - 45, 2005

青森県の転作水田におけるアピオス栽培の可能性

小笠原康雄^{*1}・加藤 陽治^{*2}・藤崎 浩幸^{*3}

^{*1} 青森県中南地方農林水産事務所

^{*2} 弘前大学地域社会研究科

^{*3} 弘前大学農学生命科学部地域環境計画学講座

(2005年10月14日受付)

1. 機能性作物への注目の高まりとアピオス

近年、機能性食品への注目が高まっている。一般に食品の機能は3つに分けられる。一次機能は食品中の栄養素が生体に対して果たす機能で、栄養とも言われる。二次機能は味、香り、食感など食品成分の特異構造が感覚に訴える機能を意味し、食品の受諾性を決定する。三次機能は食品による生体リズムの調整、神経の覚醒と沈静、免疫系の調節などに関わる機能で、体調調節機能と言われる。機能性食品とは、この3番目の体調調節機能に着目した食品のことである¹⁾。

この機能性食品の素材となるのが機能性作物である。例えば、九州大学ががんを抑える仕組みを解明した緑茶カテキン²⁾、九州沖縄農研センターなどの研究により血糖値上昇を抑える効果を確認したサツマイモ茎葉³⁾、石川県の試験研究機関が血圧上昇を抑える効果を確認したJA 能登の中島菜⁴⁾などがその一例である。そして市場調査会社の富士経済の調査では、1998年から2003年の5年間に植物由来成分・素材市場は3倍に増え、今後も成長が続く見通しとしている⁵⁾。

このように、機能性食品、機能性作物は将来的に非常に有望な市場であるので、米に匹敵する収益が見込まれる作物がなかなか見出せないでいる転作作物の一つとして、この機能性作物を検討することは、今後の米の生産調整を達成し有効に転作水田を利用するためには有効な方法の一つであると考えられる。

さて、機能性作物の一つにアピオス(*Apios Americana Medikus*)がある。アピオスは、北アメリカ原産のマメ科ツル性植物で図1のようである。7月から9月にかけて、深い紫色の蝶のような形をした花をつける。スマレに似た、濃厚な香りを放つのが特徴である。複葉で、根茎は1メートル以上も伸び、その根茎には5～10センチほどの間隔で節がついている。この節が次第に大きくなって、肥大して数珠のように連なった直径1～4センチ長さ3～6センチのサトイモによく似た塊茎となる。この塊茎の部分が食用になる。



(A) アピオス塊茎

(B) アピオス栽培状況

図1 アピオスの塊茎と栽培状況

アピオスが初めて日本にわたってきたのは青森県である。明治初期アメリカの宣教師が青森を中心にキリスト教の布教活動をし、インディアナ州などからりんごの苗木を大量に輸入した。アピオスはその時、根を包んでいる土の塊と一緒に入ってきたといわれている。いまでも、りんご園のなかでアピオスが雑草のように生えている光景を見ることがあるが、それはりんごが輸入されたときの名残である⁶⁾。

このアピオスは、以前から一部の農家では強精の効果があるということで、疲労時、妊娠時に食べられてきた。じゃがいもやさつまいもに比べてカルシウムが多く、栄養価が高いということで健康食品として注目されている。また、アトピー、高血圧症、腰痛、糖尿病、便秘症の改善や解消、滋養強壮等数多くの効能が報告されている⁶⁾。青森県工業総合研究センター岩井らにより、血圧上昇抑制作用および脂質代謝改善作用を有する可能性も示されている⁷⁾。そして、近年では、その機能性作物としての魅力に着目し、青森県内の七戸町(旧天間林村)及び五戸町(旧倉石村)、岩木町、鱈ヶ沢町などで一部の農家や団体が普通畑での栽培を行っている。

よって、本研究では青森県における転作水田でのアピ

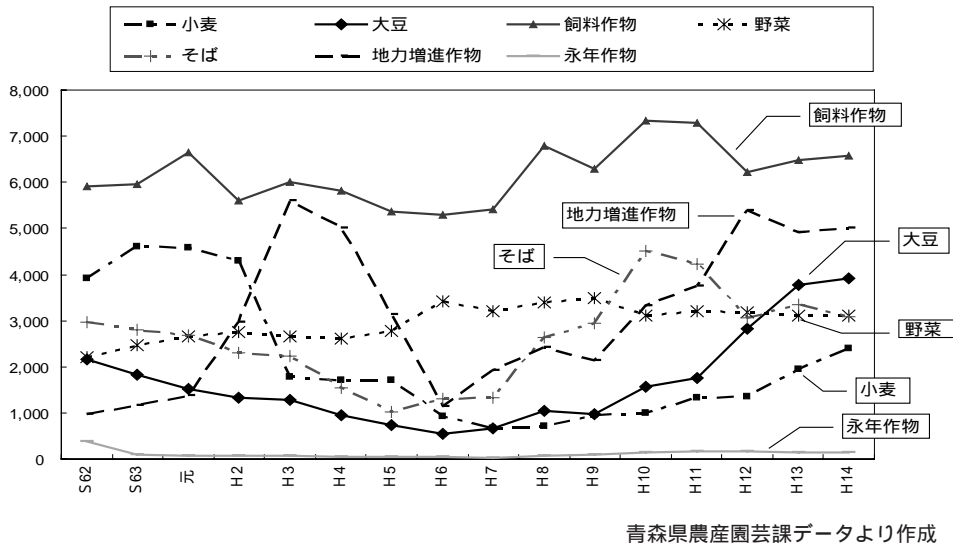


図2 青森県における転作作物別の作付面積

表1 青森県における主要転作作物の収益性と労働時間(10アール当たり)¹⁾

作物名	経営収支試算			所得 (円)	転作関係助成金						総所得 (円)	労働時間 (時間)
	収量 (kg)	粗収益 (円)	経常経費 (円)		国			追加 (円)	県単助成 (円)	計 (円)		
					とも補償 (円)	経営確立助成						
						基本額 (円)	高度利用等加算 (円)					
水稲 (ゆめあかり)	600	134,000	83,027	50,973							50,973	38.7
[土地利用型作物]												
牧草	459	9,120	10,500	- 1,380	23,000	40,000	5,000	10,000	4,500	82,500	81,120	22.1
大豆	300	69,705	59,470	10,235	23,000	40,000	5,000	10,000	4,500	82,500	92,735	5.5
そば	150	31,666	34,982	- 3,316	23,000	20,000		20,000	4,500	67,500	64,184	2.7
小麦	400	57,953	56,601	1,362	23,000	40,000	5,000	10,000	4,500	82,500	83,852	5.7
[露地野菜]												
ながいも	3,000	567,328	159,328	408,567	13,000				4,500	17,500	426,067	178.0
にんにく	1,569	634,706	312,694	322,012	13,000				4,500	17,500	339,512	317.0
ばれいしょ	2,800	123,198	99,686	23,512	13,000				4,500	17,500	41,012	51.5

オスの可能性について検討するものである。

2. 青森県の転作作物

図2は、青森県における昭和62年から平成14年度までの転作作物別作付面積を表したグラフである。転作作物で作付け面積が最も大きいのは飼料作物であり、平成14年度では全体で6,600haと転作面積全体の30%程度、ピークの平成10年では7,300haで転作面積全体の40%割を占めていた。そのほか、地力増進作物、大豆、そば、野菜、小麦、永年作物、などが栽培されているものの、転作作物に機能性作物を展開している事例はほとんど無い。

北出によると「米から米以外への転作が進んだのは転

作助成金の役割が大きかった⁸⁾し、転作作物の「収益性についてみると、水稲の収益性が急激に低下しているにも関わらず小麦(田作)、大豆(同)の10a当り所得は、水稲の約4分の1にすぎない。年産による不安定さもみられる。これは水稲と転作作物の収益性格差は依然として解消していないことを示しており、こうした格差を改善することが転作面積の拡大につながることはいうまでもない⁹⁾」食料自給率向上が課題となっているわが国にとっては、水田の利用度向上は重要である。このため稲作から他の農産物への転換が要請され、そのため奨励補助金が交付されてきた。しかし、近年では奨励措置が実質的に削減されているため、転作率が低下しているのである¹⁰⁾としている。

このことは青森県においても同様である。表1は青森

県における主要転作作物の収益性を示したものである。図2で最も作付面積が多かった飼料作物をはじめ、大豆、そばなど主な転作作物の作付けは、そのものの生産だけではほとんど所得を得ることができず、転作助成金の交付により支えられていることがわかる。

しかし、これからは転作助成金は削減されることが予想される。米と比較した収益性が今まで以上に強く求められるようになる。表1には転作奨励金なしに水稻を上回る所得を得られる作物としては「ながいも」「にんにく」が示されているものの、転作作物として広く普及しているわけではない。こうした作物に加えて、収益性の期待されるアピオスのような機能性作物も転作作物の選択肢として検討していくことが必要である。

3. 転作水田におけるアピオス栽培

転作水田とは、米の生産調整を実施するために、一時的あるいは永久的に米以外の作物を栽培する水田のことである。水田であるがゆえに、ここでは普通畑とは違う栽培条件がもたえられる。そこで、転作作物には、前述した米に匹敵する収益性の他に、どのような栽培条件が求められるかを考えてみる。

まず、転作水田は、生産調整した水田に転作作物を栽培するものであり、作業に主に取り組むのは稲作農家である。よって、水田の農作業が集中する農繁期と転作作物の農作業時期が重ならないような作物でなければならない。また、稲作と同様、土地生産性よりは労働生産性を重視する粗放的な栽培が可能であることが望まれる。次に集団転作により周囲を農道で囲まれる農区などの単位で転作が行われるのではなく、個別に転作対応が行われている場合、転作水田と畦畔を介して隣接する水田で水稻が作付けされていれば、かんがい期は湛水中の隣接水田から水が浸透し、暗渠排水が整備されたほ場であったとしても土壌が湿潤になることが想定される。また集団転作が実施されるとしても、その地域の地形や土壌条件により、土壌が湿潤状態である可能性もあり、転作作物が湿潤状態に強いことが望まれる。

さらに転作水田は水田を本来の水田以外の用途で使用するものであり、主食である米の不作に対応する等、復田が容易でなければならない。一方で、同一の転作作物を連続して同じ水田で作付けできた方が、年次ごとの転作計画への対応も容易であり、また栽培に対する技術や知識の蓄積や習熟も可能となり、より良い転作作物の生産が期待できるので、連作障害のない転作作物が求められる。

以上を整理すると次の5点となる。

- 米と同じくらいの収益性が見込めること
- 稲作の農繁期と作業時期が異なり、粗放的な栽培であること
- 土壌が湿潤でも栽培できること

復田が容易であること

連作障害が少ないこと

そこで、アピオスが転作作物として適しているかどうかを検討する手始めとして、平成14年度から平成16年度にかけて栽培実験を行った。実験場所は弘前市藤代地区の転作水田に、平成14年度は40㎡でアピオスを栽培し、平成15年度からはふたたび水田に復田した。平成15、16年度は、平成14年度の隣の水田を転作水田として、それぞれ5㎡アピオスを栽培した。転作水田の残りの部分には大豆、小豆を栽培した。実験を行った転作水田は暗渠排水も設置されておらず、周囲の水田では水稻が栽培されていた。

米と同じくらいの収益性が見込めること

平成16年度の栽培実験の結果、10アール当り換算で平均300kgの収穫ができた。文献では普通畑で300kg～600kg収穫した実績がある¹²⁾。アピオスの現在の販売価格は約1,500円/kg程度であるので¹³⁾、仮に10アール当たり250kg収穫し、1,000円/1kgで売れるとすると粗収益は250,000円/10アールとなる。アピオス栽培の経費については試算していないものの、粗収益に対するアピオス栽培の経費の比率が75%であるとするると所得は62,500円/10アールとなり表1の水稻の所得が50,973円/10アールを上回ることから、水稻を上回る所得をあげる可能性がありうるものと判断される。

稲作の農繁期と作業時期が異なり、粗放的な栽培であること

アピオスの栽培カレンダーは図3のとおりであり、表2が作業別の10アール当たり労働時間と平成16年の栽培実験における作業日を示している。栽培カレンダーでは植え付けは4月中旬で収穫は10月下旬から11月上旬となっていて、栽培実験でも4月中旬に植え付け11月上旬に収穫した。

植え付けの4月中旬は水稻の耕起時期と重なるが、最も忙しい代かき田植え時期の前に植付けを終えることができる。また、栽培カレンダーでは田植え時期である5月上旬にネット張りという作業があるが、栽培実験では田植え時期を過ぎた6月2日に支柱立て、ネット張りを実施した。5月中は生育もそれほど早くはなく田植え作業終了後に対応しても問題が生じないものと推測される。そして、収穫は11月と水稻の稲刈り、乾燥・調整作業はほぼ終了している時期である。

労働時間は10アールあたり260.8時間となっていて¹²⁾、表1の露地野菜であるながいもとにんにくの中間に位置し、水稻の38.7時間に比べると6.7倍であり、粗放的な作物ではないことがわかる。しかし、現在のアピオスの作業時間は植付け、掘取り作業、除草とも機械を使用せずに栽培した際の数値である。農家が既に所有する農作業機械を流用したり、アピオス用の作業機械が開

月	2			3			4			5			6			7			8			9			10			11		
旬	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
作 型 ・ 作 業	収穫(翌春)						~																		収穫					
				ほ場準備 施肥			植付け			ネット張り			中耕培土			中耕培土			追肥培土			ネット除去								

図3 アピオスの栽培カレンダー¹²⁾

表2 アピオスの10アール当たり労働時間¹²⁾と平成16年栽培実験における作業日

作 業	労働時間 (時間)	平成16年栽培実験 作業日
土作り	18.4	4.20.
植付作業	24.8	4.25.
除草剤散布	3.2	4.27.
除草剤散布	3.2	5.16.
支柱立て・ネット張	30.4	6.2.
中耕	3.2	6.23.
草取作業	6.4	7.7.
草取作業	28.0	7.11.
追肥・中耕	6.4	7.16.
草投げ作業	6.4	7.17.
草取作業	9.6	8.30.
薬剤散布	6.4	9.1.
除草剤散布	3.2	10.15.
支柱・ネット片付け	24.8	11.4.
掘取作業	86.4	11.10 ~ 12.
合 計	260.8	-

発せられたりすることにより機械化が可能であれば、労働時間が減少することが期待される。また、支柱立て作業も比較的時間を費やしているが、長いもが特産となっている本県では、そのノウハウを生かすことができる。

土壌が湿潤でも栽培できること

実験圃場の周囲の水田では水稻を栽培しており、隣接する水田にたまっている水が浸透することにより土壌は湿潤であった。特に5月上旬から6月上旬まではかなり湿っている状態で土の色が黒っぽく、立ち入るとぬかるむような状態で、アピオス栽培のために畝立てを行った部分がかろうじて乾いている状態であった。しかし、そのような条件にも関わらず何の支障もなくアピオスの栽培は可能であり、収量も落ち込むことなく普通に収穫できた。ある程度土壌が湿潤でも畝立て栽培すれば、特段の問題が生じないということが確認できた。

復田が容易であること

アピオスは多年草で、普通畑で栽培した場合、前年度収穫しそこねた塊茎が種となって、畑に雑草化したアピオスが繁殖する害が発生することがある。

栽培実験では平成14年度に、アピオスを40㎡植え付けた水田を復田して再び水稻を栽培して1年間観察した。その結果、収穫し損ねた塊茎が芽を出し成長することは全くなく、通常の水田として使用することができた。湛水した土壌中に残った塊茎の腐敗が進行するなどのものも推測される。また、水田の水持ちが悪くなるということも観察されなかったため、アピオス栽培後の復田には問題がない。

畑地でアピオス栽培を行う際には、栽培をやめた後に雑草化する危険性があることを考慮すると、普通畑での栽培より水田での栽培に適しているということもできる。

連作障害が少ないこと

アピオスはそもそも多年草であり、また、岩木町の普通畑でアピオス栽培を5年間継続しているりんご農家に行った聞き取り調査において、連作障害は無いということであった。

4. ま と め

水田は米を生産する基盤である。米は日本の主食であり食料自給率100%を維持できる唯一の作物である。また、洪水調節機能をはじめとする多面的機能をも有する。このため優良な水田は、潰廃させることなく、食料の確保、環境保全という観点から維持し、有効利用しながら後世に引き継いでいかなければならない。そのため現在の米の需給状況を勘案すると米の生産調整を実施することは必要であるが、そこには、助成金で成り立つ転作作物を栽培するのではなく、水田経営の一環として、攻めの農業を行うための有効な作物を栽培する場として捉える必要がある。ところが、青森県で現在まで作付けされてきている転作作物のほとんどは助成金がなければ栽培が成り立たない作物である。平成16年度から開始された米政策改革大綱による政策では、生産調整を実施した際のメリットの明確化が必要とされており、そのメリットには産地作り対策交付金が位置づけられているものの、これまでの転作作物と異なる収益性の高い転作作物が見出せているわけではない。

アピオスは、青森県内では一部の団体や個人がこれまで普通畑で栽培してきているが、転作水田に栽培している事例は見聞きしない。しかし今回の検討結果から、労働時間の面で問題があるものの、収益性などの面で、アピオスは転作作物として有望な可能性を有することが確認できた。

とはいえ、今回のアピオスの転作作物としての適性の検討は、転作水田に栽培してみたら普通に収穫できた、

という程度の内容であり、今後、転作水田における栽培適性について、より定量的な分析を行っていく必要がある。またこれと同時に、実験レベルの小規模な栽培ではなく、30アールや1ha区画の転作水田における試験栽培などを通じて、より実証的なデータを蓄積していく必要がある。最も問題になると思われる作業の機械化の検討も必要であり、さらには、機能性食品としてアピオスの市場規模がどの程度であり、どのくらい販路拡大が可能であるのか、ということの検討も重要である。

いずれにせよ、青森県内に存在する優良な水田を荒らすことなく後世に引き継いでいくためには、所得が確保できる転作作物の普及が必要であり、この一方策として、アピオスのような機能性作物も視野に入れ、関係機関が連携して、その転作作物として有用性を確認し普及していくことが大いに期待される。

参 考 文 献

- 1) 山本耕路：食品成分の機能と科学, 119. 株式会社アイビーシー, 東京, 2001.
- 2) 日本農業新聞 2004. 3. 16., 17 面
- 3) 日本農業新聞 2004. 5. 25., 15 面
- 4) 日本農業新聞 2005. 4. 8., 12 面
- 5) 日本農業新聞 2004. 5.1., 11 面
- 6) 島太郎監修：ママ アトピーなおったよ, 31-32. 光進, 東京, 1999.
- 7) 岩井邦久：アピオス (*Apios americana*) の高血圧および資質代謝に及ぼす影響. 日本栄養・食糧学会東北支部 (講演要旨) 37. : 22. 2003.
- 8) 北出俊昭：日本農政の50年, 144. 日本経済評論社, 東京, 2001.
- 9) 北出俊昭：転換期の米政策, 60. 筑波書房, 東京, 2005.
- 10) 北出俊昭：転換期の米政策, 43. 筑波書房, 東京, 2005.
- 11) 青森県, 水田農業確立対策の手引き, 2002. 3
- 12) 青森県アピオス振興協議会：驚異の作物!! アピオスの作り方, 1996. 3.
- 13) とうほく天間グリーン・ジ・アース(株)ホームページ (<http://gte.serio.jp/apios/apios.htm>)

Possibility of *Apios* Cultivation in Rotational Paddy Field in Aomori Prefecture

Yasuo OGASAWARA ^{*1}, Yoji KATO ^{*2} and Hiroyuki FUJISAKI ^{*3}

^{*1} *Chunan regional Agriculture, Forestry and Fisheries Office of Aomori Prefectural Gov.*

^{*2} *Regional Industrial Studies, Regional Studies, Graduate School of Hirosaki Univ.*

^{*3} *Lab. of Regional Environmental Planning, Fac. of Agri. and Life Sci., Hirosaki Univ.*

SUMMARY

For the effective use of the rotational paddy field, it is necessary to ask what new upland crops can be grown in paddy with more value. We chose apios (*Apios Americana Medikus*) which has many effects on human health. And we discussed the suitability of apios for planting in the rotational paddy field through a cultivation experiment.

As the results,

1. Apios can be expected to make the profit as much as rice.
2. The operation schedule of apios does not overlap with that of rice. But the working hours of apios is 6.7 times as much as that of rice.
3. Apios can grow and harvest as usual in rather wet soil condition.
4. It is easy to crop with rice after apios cropping.
5. There is no growth retardation by continuous crop.

Apios cultivation in rotational paddy field, therefore, has some possibilities. And further analysis and experiment, such as experimental cultivation in 30 are or 1 hectare plot, are necessary.

認定農業者親子間の就農誘導と就農意欲

- 岩手県盛岡市での意識調査 -

藤 崎 浩 幸

地域環境計画学講座

(2005年10月14日受付)

はじめに

農業の担い手、とりわけ新規就農者の確保は、現在の日本農業の大きな課題である。

新規就農者数は激減の一途をたどっていたが、1990年代以降、微増に転じている。これは、農家子弟以外からの新規参入者の増加によるものである。

しかし、近年、こうした新規参入者への支援策が様々整ってきたとはいえ、農地取得をはじめ、その就農への障壁は小さくなく、依然として、農家子弟からの新規就農者確保は重要である。

藤田¹⁾によると、現代の農家子弟が就農するには、農業の先行き見通しと同時に、農業が自分にとって価値ある職業であるという判断が必要であり、後者には、他人に拘束されず、創造性を発揮でき、自然と共生できる職業に価値を見出す本人の性格と同時に、両親の農業への姿勢を通じ農業がそのような職業であると認識してもらう家庭の影響が大きいということである。

また、岩手県がまとめた農業担い手育成ビジョン²⁾においても、親の就農誘導の少なさ、自ら職業である農業に誇りを持っている親の少なさが問題点として指摘されている。

そこで、本研究では、それなりの所得を確保できる農業経営を目指し、誇りを持って農業に取り組んでいると考えられる認定農業者を取り上げ、親の就農誘導と子の就農意欲について意識調査を行い、今後の就農者確保のための方策を探ることとした。

調査方法

1. 調査対象

調査対象は、岩手県の県庁所在地であり、他産業に従事しやすい環境下にある盛岡市を選定し、盛岡市の認定農業者全員の中から、小学校の社会科で日本の農業を学習する小学校5年生以上の子供を有する親子全員とした。

2. 調査項目

調査項目は、まず、農業のイメージとして「食料を作る」「動植物を育てる」「自然を守る」「お金がもうかる」「経営者になれる」「時間が自由」「家族一緒の仕事」「自然の中で暮らせる」「農作業が大変」「後継者不足」の10点について、「とても思う(+3)」「やや思う(+1)」「あまり思わない(-1)」「全く思わない(-3)」の4段階で調べた。

次に、就農環境に対する改善意向として「農業の将来が見通せる政策」「収入が確保できる経営の確立」「農作業環境の改善」「農業を見下す社会的風潮の解消」「家庭や地域でのわずらわしい風習の解消」の5点について、とても重要(+3)、やや重要(+1)、あまり重要でない(-1)、全く重要でない(-3)の4段階で調べた。

親子間の就農誘導については「後継ぎについて語る」「仕事に関する日常会話をする」「仕事のぐちをこぼす」「経営方針の相談」「作業を手伝わせる」「農業研修等を受講させる」「サラリーマン的な働き方にする」の7点について「よくある(+3)」「たまにある(+1)」「あまりない(-1)」「全くない(-3)」の4段階で調べた。

なお、以上の3つの調査項目については、回答を+3から-3までの得点とし、平均値を求め、結果の分析に使用した。

また、回答者属性としては、年齢、性別、生産品目(親のみ)、職業(子のみ)、農業後継者の状況(親のみ)と就農意向(子のみ)、就農理由(親と子の該当者)、就農しなかった理由(子の該当者)、親の姿による農業のイメージへの影響(子のみ)を調べた。

3. 実施方法

調査は2000年1月に実施し、調査用紙は返信用封筒を同封して郵送で配布・回収した。1999年の盛岡市の認定農業者120名のうち返送は46通(回収率38.3%)で、うち小学校5年生以上の子供を有する親子は、親42件、子57件であった。

回答者の概要

回答者の年齢、性別を表1に示した。

表1. 回答者の年齢・性別

区分	親		子		
	人数	比率：%	人数	比率：%	
年齢	10 - 19 歳	-	33	57.9	
	20 - 29 歳	-	20	35.1	
	30 - 39 歳	4	9.5	4	7.0
	40 - 49 歳	16	38.1	-	-
	50 - 59 歳	18	42.9	-	-
	60 歳以上	4	9.5	-	-
性別	男性	39	92.9	33	57.9
	女性	3	7.1	23	40.4
	無回答	-	-	1	1.8

親は、50歳代と40歳代が多く、ほとんどが男性である。一方、子は、女性も4割存在し、年齢は30歳代も存在するが、10歳代が6割、残りは20歳代である。

回答者の生産品目は、表2の通りで、都市部ということもあり、水稻に露地野菜や花卉、施設園芸や果樹を組み合わせた複合経営が多い。

表2. 回答者の生産品目

区分	人数	比率：%
水稻 / 果樹	8	19.0
水稻 / 露地野菜 / 施設園芸	7	16.7
水稻 / 露地野菜・花卉 / 施設園芸 / 果樹	4	9.5
水稻 / 露地野菜・花卉 / 果樹	3	7.1
その他	20	47.6

表3が子の職業である。さすがに認定農業者の子だけあって、就業者の3分の2は農業に従事しており、うち半数は農業のみの従事である。就業者よりは未就業者が多く、なかでも高校生が2割と最も多くなっている。

表3. 子の職業

	区分	人数	比率：%
	就業者	農業	7
農業と勤め		7	12.3
勤め		6	10.5
臨時雇・パート		2	3.5
未就業者	小学生	9	15.8
	中学生	7	12.3
	高校生	11	19.3
	大学生	6	10.5
	無回答	2	3.5

就農に関わる状況

表4は農業後継者の状況についての親の回答である。3割は既に後継者があるものの、一方で子供にまかせる

という回答が4割も存在する。認定農業者であっても世襲にはこだわっていないことがうかがえる。

表4. 農業後継者の状況

区分	人数	比率：%
後継ぎの子がいる	13	31.0
後を継いで欲しい子がいる	7	16.7
子の誰かに後を継いで欲しい	1	2.4
子供にまかせる	18	42.9
誰も継がない	1	2.4
無回答	2	4.8

逆に、表5が子自身の就農意向である。「決めてない」という回答が4割と最も多く、「継いでいる」または「継ぐつもり」という回答と、「継がない」という回答は、ほぼ同数である。

表5. 子の就農意向

区分	人数	比率：%
継いでいる	4	7.0
継ぐつもり	10	17.5
決めてない	23	40.4
継がない	15	26.3
無回答	5	8.8

表6は親と、子のうち表5で農業を「継いでいる」か「継ぐつもり」と回答した者との就農動機を示したものである。親の場合は半数が「家業を守るため」であるのに対し、子では「やり方次第でもうかる」「自分に向いている」「誇れる仕事だから」と農業という職業へ価値を見出している点が、大きく異なる。

表6. 就農動機

区分	親		子	
	人数	比率：%	人数	比率：%
家業を守る	22	52.4	1	7.1
周囲からの勧誘	4	9.5	1	7.1
やり方次第でもうかる	4	9.5	3	21.4
誇れる仕事だから	2	4.8	2	14.3
自分に向いている	4	9.5	3	21.4
他にいい仕事が無い	-	-	1	7.1
その他	6	14.3	3	21.4

表7は、子のうち表5で農業を継がないと回答したものの理由である。農業という職業への価値や自分の適性を見出せない者もいるが、3分の2は他の兄弟が継ぐから、ということであった。

表7. 就農しない子の理由

区分	人数	比率：%
他の兄弟が継ぐ	10	66.7
農業はもうからない	3	20.0
他の仕事をしたい	1	6.7
自分には向いていない	1	6.7

農業のイメージ

農業のイメージについての回答結果を、親と子に分けて平均値を求めたものを図1に示した。

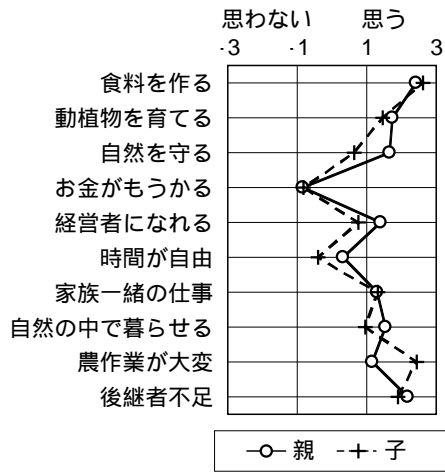


図1. 親と子の農業イメージ

全体に親も子も似た傾向で「食料を作る」「後継者不足」「動植物を育てる」というイメージが強く、「お金がもうかる」とはあまり思われていない。

ただ、「農作業が大変」では子に比べ親はあまり意識しておらず、逆に「自然を守る」「経営者になれる」などでは親の方がやや強く意識していて、全般に、親の方が農業に対し肯定的にとらえる傾向がある。

図2は、農業のイメージを子の就農意向別に示したものである。既に農業を「継いでいる」者は、図1の親と同様「継ぐつもり」「決めてない」「継がない」子よりも、農業に対し肯定的にとらえている。そして「農作業が大変」をあまり意識せず、「経営者になれる」を強く意識しているところは、親と似ているのに対し、「家族と一緒に仕事」「動植物を育てる」を強く意識しているところが、多少、親と異なるところである。

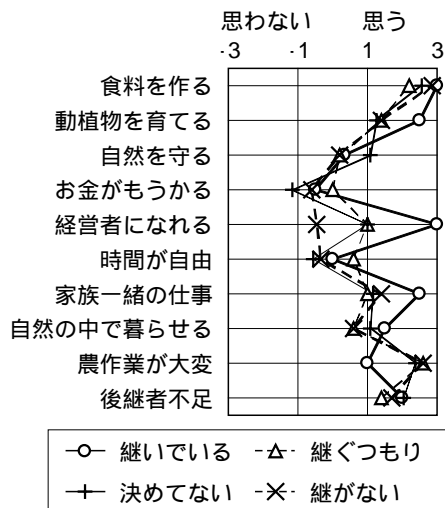


図2. 子の就農意向と農業のイメージ

また、親と「継いでいる」子が、他よりも多少農業に肯定的なイメージを持っているのに対し、「継ぐつもり」の子が「決めてない」子と似た傾向であるということは、農家子弟については、農業に良いイメージを持っている子が就農するのではなく、農業を継ぎ、日々職業として農業に従事する結果として、農業に対する肯定的なイメージが増すのではないかと推測される。

さて、子が、親の姿を見て農業のイメージがどうなったのかを示したのが表8である。半数強が「変わらない」という回答で、「良くなった」という回答は3割である。

区分	人数	比率：%
良くなった	5	8.8
やや良くなった	12	21.1
変わらない	32	56.1
やや悪くなった	-	-
悪くなった	2	3.5
無回答	6	10.5

この親の姿の影響と農業のイメージとの関係を示したのが図3である。イメージが「変わらない」者と比べると、イメージが「良くなった」者は、「動植物を育てる」「自然を守る」「自然の中で暮らせる」という点を強く意識するようで、「農作業が大変」や「時間が自由」などの点では、それほどイメージに差はない。

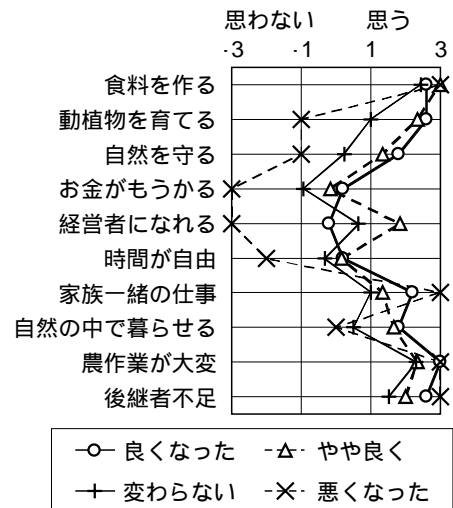


図3. 親の姿の子への影響と農業のイメージ

就農環境に対する改善意向

就農環境に対する改善意向では、親と子と、あるいは、子の就農意向による差はほとんどなかった。このうち、図4は、親と子に分けて計算した結果を示したものである。ほとんどの回答者が、就農環境としては、「収入が確保できる経営の確立」をとても重要だと考えており、次いで「農業の将来が見通せる政策」を重要視している。逆

に「家庭や地域でのわずらわしい風習の解消」については、重要という意向と重要でないという意向と同程度となっている。

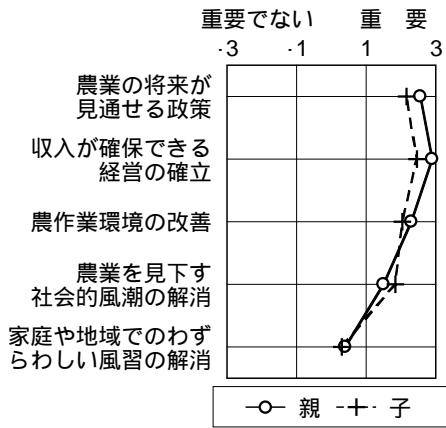


図4. 就農環境に対する改善意向

親子間の就農誘導

親子間の就農誘導について、親が行っているかどうかと、子が親からされているかどうかを示したのが、図5である。

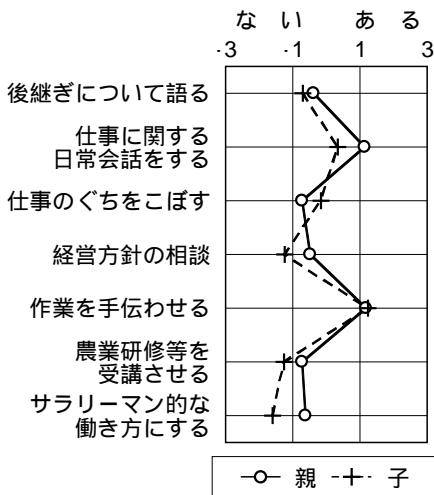


図5. 親の就農誘導と子への伝達

まず「仕事のぐちをこぼす」以外の点では、全般に、わずかではあるが、親のほうが子よりも就農誘導がある側に位置しており、親が思っているほどには、子は親からの誘導を意識していない傾向がある。

また、最も実施されている就農誘導は「作業を手伝わせる」と「仕事に関する日常会話をする」であり、ともに平均するとたまにある程度にとどまっています。これは、表4で示したように、4割の親が、農業後継者の状況について、「子供にまかせる」と回答したこととも符合する。

次に、子の就農意向と親からの就農誘導との関係を示

したのが、図6である。就農誘導に消極的なことを反映して、「継がない」子と「決めてない」子には、たまに「作業を手伝わせる」以外には、あまり就農誘導を行っていない。とはいえ、「継ぐつもり」の子に対しては、多少は「経営方針の相談」や「後継ぎについて語る」ようなことを行う親も増えてくる。一方、農業を「継いでいる」子に対しては、いろいろ働きかけがあるが、これは、就農誘導というよりは、就農後の仕事仲間としての働きかけであると考えられる。

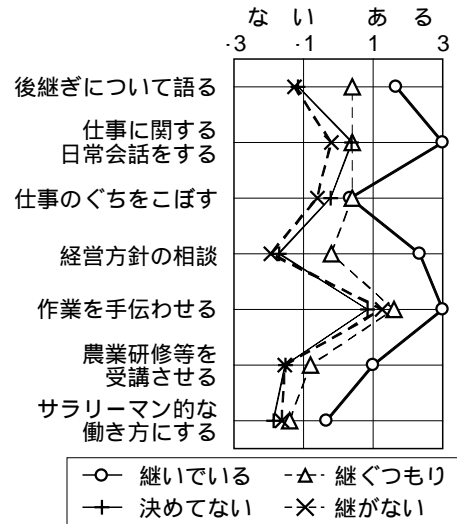


図6. 子の就農意向と親からの就農誘導

図7は、親の姿が子の農業のイメージにどう影響したかと、親からの就農誘導との関係を示したものである。その結果、親の姿を見て農業のイメージが「良くなった」子は、「変わらない」子と比べて、親は「後継ぎについて語」らず「仕事に関する日常会話をし」「仕事のぐちをこぼ」さない傾向があるようにも見えるが、明瞭ではなく、今回の調査項目として取り上げた7点の就農誘導については、親の姿による子の農業イメージへの影響との関係がはっきりしない。

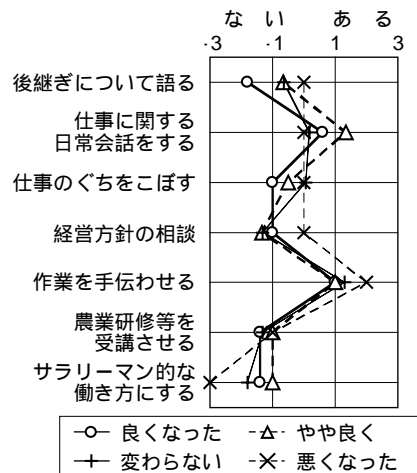


図7. 親の姿の農業のイメージへの影響と親からの就農誘導

ただ、親の姿を見て農業のイメージが変わる子がある程度存在するのであるから、例えば、生き生きと働く姿を見せる、といった親が無意識のうちにしている就農誘導のようなものが存在し、そのことが農業へのイメージの改善につながっている可能性はある。

お わ り に

今回の調査を通じて、認定農業者の親子であっても、子は世襲意識ではなく、自分の主体的な職業選択として親の仕事を継いでいること、また、親は就農誘導については消極的な傾向で、子の職業選択については、本人の意向にまかせる傾向があることがわかった。

次に、実際に農業に従事している親と農業を継いでいる子は、そうではない子に比べ農業に対し、多少肯定的なイメージを有していた。しかし、農業に肯定的なイメージを有しているから、就農したというよりは、就農した結果、農業に肯定的なイメージを持つようになったのではないかと推測された。

また、就農環境については、ほとんどの回答者がとても重要視しており、特に、収入が確保できる経営の確立、そして先の見通せる農政や快適な農作業環境が求められていた。

そして、多くの親が積極的には行っていない就農誘導については、どういう就農誘導が子の就農意欲にプラス

(あるいはマイナス)に働くのか、という点について、今回の調査では解明できなかった。しかし、親の姿を見て農業のイメージが良くなった子も少なからず存在するので、親が無意識で子の前で行っている言動の中に、子の就農意欲を沸き立てるものが存在する可能性はある。

以上のことから、農家子弟からの新規就農者確保のため考えられることとして、まず、農家子弟であっても、家業の世襲や家庭での就農誘導が希薄化していることから、農家子弟にも、新規参入者と同様の枠組みで、農業の魅力伝えていくことが望まれる。

その一方で、親の姿を見ることにより、密接に農業に触れることが可能な家庭環境にあるのであるから、どのような親の姿が就農意欲につながるのかを解明し、それを実践していくことも同時に必要であろう。

なお、本研究の遂行に際し、専攻生鶴ヶ崎馨さんの甚大なる協力を得た。また、盛岡市の認定農業者の概況については盛岡市農政課の、予備調査ならびに本調査に際しては、認定農業者とその家族の方々の協力を得た。付記して謝意を表す。

引 用 文 献

1. 藤田康樹：農家子弟就農支援のあり方を考える。農業と経済 Vol.63 No.11, 120-125. 1997.
2. 岩手県農政部：岩手県農業担い手育成中長期ビジョン - 21世紀を担う若い農業者の育成対策 - . 1998.

Actions from Parent of Farmer Authorized by Municipality and his Child's
Attitude to Becoming a Farmer
- By an attitude survey in Morioka city, Iwate prefecture -

Hiroyuki FUJISAKI

Laboratory of Regional Environmental Planning

SUMMARY

The purpose of this paper is to survey the relationship between actions from parent, who is a farmer authorized by municipality, and his child's attitude to becoming a farmer.

As the result, parent's motive of becoming farmer was mainly following the family business, but child's one is earning money or vocation of himself. Child who already became a farmer has better images of agriculture than the others. And 43 % of parents think that whether child will become a farmer is his choice, they negatively work on their children to become a farmer, and children are not very influenced by their parent actions.

Bull. Fac. Agric. & Life Sci. Hirosaki Univ. No. 8 : 52 - 57, 2005

Characteristics of the Recycling Channels for Apple Pomace

Masami IZUMIYA

Laboratory of Regional Resource Management

(Received for publication October 11, 2005)

1. Introduction

The apple industry is one of Aomori Prefecture's major industries and the apple juice processing sector is an important part of the industry. A large amount of food processing waste (apple pomace) is discharged from this sector in the manufacturing process. Making full use of this by-product is an important issue confronting the apple industry and Aomori Prefecture. Previously, it has been mainly used as livestock feed; however, recently, there have been changes in its use.

In such a situation, there is pressure to develop new technologies to make full use of the by-product. For instance, there are new techniques to produce polylactic acid (PLA), hydrogen and acetic acid from apple pomace.

However, there has been little research investigating how apple pomace is currently used and what factors inhibit its use. With the situation for unused resources rapidly changing it is especially important that the factors influencing utilization (recycling channels) be elucidated.

In this paper the following two points are clarified by case studies of apple juice processing companies in Aomori Prefecture. First, the characteristics of the channels currently used for recycling apple pomace in Aomori Prefecture. Second, the elucidation of factors limiting its uses.

2. The Amount of Apple Pomace Produced in Aomori Prefecture

The production, use and disposal of apple pomace from 1989 to 2003 in Aomori Prefecture are shown in Table 1.

The variation in the annual discharge of apple pomace is large with production varying more than twofold, ranging from a minimum of about 15,000 tons to a maximum of 37,000 tons. Moreover, the variation in annual use is also large, ranging between 10,000 tons and 20,000 tons. The supply of apple pomace depends on the amount of apple juice processing, which in turn is influenced by apple crop yields. Apple crop yields vary widely from year to year, so the annual production of apple pomace is also large.

In addition, not only is there an annual variation in production but there is also a seasonal variation. Because apple juice is produced from autumn to the following spring, the apple pomace supply is concentrated in this period also. The unstable annual and seasonal supply gives rise to problems in planning for the use of apple pomace.

Furthermore, changes in the utilization of apple pomace have occurred with time, with the amount and the proportion of the total production used as livestock feed decreasing since 1993. Use as a livestock feed accounted for about 50 % or more of the amount of discharge until 1993, for about 40 % during the period 1994 to 2000, and for about 30 % more recently. The proportion of apple pomace recycled decreased up to

Table 1 Amount of discharge and utilization of apple pomace in Aomori Prefecture (units: ton, %)

Year	Annual production				Utilization			
	Apple Crop	Processed Apples	Apple Pomace	Disposal	Total	Livestock Feed	Food Material	Others (compost, soil conditioner)
1989	502,800	115,024	22,832	2,637(11.5)	20,195	18,251(79.9)	486	1,458(6.4)
90	501,000	128,784	26,460	9,564(36.1)	16,896	15,169(57.3)	444	1,283(4.9)
91	261,500	183,347	36,795	15,548(42.3)	21,247	20,516(55.8)	531	200(0.5)
92	483,800	103,581	21,493	7,741(36.0)	13,752	13,199(61.4)	553	0(0)
93	482,100	88,672	17,345	4,800(27.7)	12,545	11,932(68.8)	560	53(0.3)
94	504,700	90,360	20,476	8,968(43.8)	11,508	7,737(37.8)	1,426	2,345(11.4)
95	481,300	85,604	17,799	8,228(46.2)	9,571	6,498(36.5)	1,519	1,554(8.7)
96	442,800	71,906	14,992	4,082(27.2)	10,910	6,046(40.4)	1,668	3,196(21.3)
97	488,700	102,342	23,626	7,324(31.0)	16,302	9,903(41.9)	1,552	4,877(20.6)
98	477,300	74,787	15,203	2,694(17.7)	12,509	6,485(42.7)	1,379	4,645(30.5)
99	474,800	82,678	16,775	4,339(25.9)	12,435	6,706(40.0)	1,056	4,673(27.9)
2000	407,200	77,313	16,363	2,803(17.1)	13,570	6,668(40.7)	2,060	4,842(29.6)
2001	491,500	108,672	22,646	1,734(7.7)	20,912	6,375(28.1)	3,207	11,330(50.0)
2002	488,100	92,024	17,631	1,393(7.9)	16,238	5,424(30.8)	637	10,177(57.7)
2003	424,900	61,297	11,657	738(6.3)	10,919	4,381(37.6)	1,378	5,160(44.3)

Source: *Essential Point of Measures to Apple Circulation*. Aomori Prefectural Government, Each annual.

- a) Survey of the main apple juice companies in Aomori prefecture. Aomori Prefectural Government presumes that about 90 percent of the total is covered.
- b) "Disposal" included that apple pomace processed by the industrial waste disposal contractors until 1999. It is presumed that a part of this was recycled as compost. After 2000, making into compost is excluded from "Disposal" and included in "Others".

1995 because of the decrease in use as livestock feed, with usage dropping to 50 % in 1995. However, usage has been on an upward trend again since 1996 as increasing amounts of apple pomace are used in compost or as a soil conditioner (" Others " in Table 1). Thus, the use of apple pomace has changed from being primarily a livestock feed to being primarily a compost or soil conditioner that is spread on the fields.

3. Case Studies of Recycling Channels for Apple Pomace

This chapter aims to characterize the recycling channels for apple pomace in Aomori Prefecture.

There are 11 main apple processing companies in Aomori Prefecture and 5 of these companies have been used as case studies. These companies are located in the Middle-South area, which is the main apple production area, and are on the Japan Sea side of Aomori Prefecture. Hirosaki City is the central city in this area. We researched these companies between 2002 and 2005.

(1) Case report 1: A cooperative society in Hirosaki City

The A cooperative society primarily produces apple juice. A Cs. is the largest buyer of raw processing apples in Aomori Prefecture, accounting for 21.8 % of the total in 1990 (Tsushima and Tamada 2]). A Cs. purchases about 16,000 tons of processing apples and produces 4,000-5,000 tons of apple pomace each year. The apple pomace is chiefly used as livestock feed. A Cs. has 2 channels for using apple pomace as livestock feed, one outside and one inside the prefecture.

First, utilization inside Aomori Prefecture; 3,000-4,000 tons of apple pomace is used as livestock feed in

the dairying area (Shimokita area) on the Pacific Ocean side of the prefecture. The amount used is decreasing in this area. A Cs. bears a cost of 4,000 yen a ton in this channel. A Cs. has the following view of this cost; the cost of making compost is estimated about 10,000 yen per ton, and the fee for commercial disposal (incineration) is estimated at 40,000 yen per ton. It is to A Cs. benefit that the cost for recycling as livestock feed is lower than these costs.

Second, utilization outside of Aomori Prefecture; 1,000 tons per year is used in a dairy farm in central Hokkaido (next prefecture) This channel was started about 2000 and the amount used in this channel is increasing. In this channel, A Cs. bears a cost of 2,700 yen a ton. This cost is lower than that incurred in the recycling channel within Aomori Prefecture.

(2) Case report 2: B Co., Ltd. Branch factory in Hirosaki City

B Co., Ltd. is a major whiskey and wine producing company in Japan. This case study is of a B Co., Ltd. branch factory that primarily produces cider in Hirosaki City. In 2001 3,023 tons of raw processing apples were purchased and about 400 tons of apple pomace were produced. All apple pomace has been made into compost since about 1998.

Two compost-producing companies process apple pomace, one in Hachinohe City on the Pacific Ocean side of Aomori Prefecture and the second in Hirosaki City. B Co. pays 6,000 yen per ton to the Hirosaki company and 8,000 yen per ton to the Hachinohe company. The higher cost at the Hachinohe company being due to higher transportation costs because of the greater distance to the company's premises in Hachinohe.

(3) Case report 3: C Co., Ltd. in Kuroishi City

C Co., Ltd. produces apple juice in Kuroishi City, which is next to Hirosaki City. Apple juice is produced from September to the following April. In 2003, 10,000 tons of raw processing apples were used and 2,000 tons of apple pomace, including 100 tons of damaged fruit, were produced.

The breakdown of total apple pomace use in 2003 was as follows; 1,000 tons were used as livestock feed, 200 tons were used as the raw material for food production, and 700 tons (including the damaged apples) were made into compost.

Apple pomace has been used as a raw material for food production for ten years. The apple pomace is made into a puree and sold to food processing companies in the Kanto area. The price is now falling because of competition from imported puree, so production is limited.

Apple pomace has been used as livestock feed by dairy farmers on the Pacific Ocean side of Aomori Prefecture since 1960. However, the number of dairy farmers carrying apple pomace away has decreased. Therefore, since 1980, it has also gone to Hokkaido through a trading company. In this channel, money is not exchanged.

Of the apple pomace used to make compost, 30 percent is processed by the Rokkasho Villages' compost processing company and 70 percent by the Hachinohe City's company; both companies are located on the Pacific Ocean side of the prefecture. The cost for making compost is 7,500 yen per ton (including a transportation cost of 4,000 yen) at both companies. The reason for the difference in the amount allocated to the two companies is that the Hachinohe company has more trucks than the Rokkasho company. So the Hachinohe company is able to carry away the apple pomace at once when requested by C Co.

Moreover, the reason that C Co. needs to compost the apple pomace, despite the higher cost, is as follows. Apple pomace is packed into flexible containers kept at the plant site until removed. Flexible containers cannot be piled up, because apple pomace is fluid. Therefore, a lot of storage space is necessary, but the plant site is of limited area. In addition, removal by the trading company is not regular because it carries away apple pomace only when transport companies have no other back-haul load to Hokkaido.

Therefore, the storage space for flexible containers is insufficient if removal is not conducted in time. C Co. can do nothing but request the compost processing companies, which can provide a more frequent service, to carry away the apple pomace.

(4) Case report 4: D Co., Ltd. in Hirosaki City

D Co., Ltd. produces apple juice and processed apple goods in Hirosaki City. Thirty percent of the raw apple material becomes apple pomace. This is pureed, heated and converted to apple puree. In addition, the core and the skin, discharged after processing, are made into compost by the compost processing company in Soma Village in the vicinity of Hirosaki City. The puree is sold to the major food processing companies in the Kanto area for use as the raw material base for curry sauce.

(5) Case report 5: E Co., Ltd. Branch factory in Hirosaki City

E Co., Ltd. is a major food processing company in Japan and this case study is of a branch factory in Hirosaki City. In this factory apple juice is the main product. Except for some varieties, the raw processing apples were collected from near this factory. The factory operates chiefly from September to December with 80 percent of production occurring during this period.

In 2004 14,000 tons of raw processing apples were processed, resulting in 2,000 tons of apple pomace. A small amount of apple pomace is processed to "apple fiber" used as the raw material for production of a functional food in Tochigi Prefecture. However, the major part of the apple pomace was made into compost by the K compost processing company in Hirosaki City. However, the cost of making compost is higher than using the apple pomace as livestock feed, therefore, use as livestock feed has been tried and the apple pomace has been sold to the beef cattle industry in the Nasu area of Tochigi Prefecture since 2001.

However, K Co. went bankrupt in September 2004, so since then the apple pomace formerly composted has been incinerated by R Company in Aomori City. The cost of making compost by K Co. was 4,000-5,000 yen per ton, whereas the cost for incineration by R Co. is 32,000-33,000 yen per ton, a six fold increase in cost. So E Co. is interested the full-scale use of the apple pomace as livestock feed. Fortunately, immediately before K Co. went bankrupt, the proportion of the apple pomace processed by the K Co. decreased to 70 percent and sales to the beef cattle industry in Tochigi had risen to 30 percent of total production. In the Tochigi recycling channel, the beef cattle industry bears the transportation cost. In addition, E Co. is paid for the apple pomace, so E Co. has a great advantage in this channel.

After K Co. went bankrupt, and because the cost for incineration is high, E Co. has since October 2004 been organizing a new disposal channel to the Doto area on the east side of Hokkaido. Apple pomace goes to a livestock feed processing company, with E Co. bearing half of the transportation and wrapping costs. As the cost of the Nasu recycling channel is less than that of the Hokkaido channel, E Co. wants to give the Nasu channel priority over the Hokkaido channel. However, the supply of apple pomace from E Co. greatly exceeds the demand from the Nasu channel, so the Hokkaido channel is also indispensable.

4. Conclusions

The major findings of this article are as follows:

First, there is a relationship between the recycling channel, the region and the income involved. These are summarized in Table 2. Recycling of apple pomace is roughly divided into 6 channels by usage and region. The usages are as a raw material for (functional) food, livestock feed, compost production and incineration. The regions are the Japan Sea side (I-J channel), the Pacific Ocean side (I-P channel) of Aomori Prefecture and outside the prefecture (O-P channel) The raw material for food is in the O-P channel, livestock feed is in both the I-P and O-P channels, compost is in the I-J and I-P channels and

Table 2. Recycling Channels of Apple Pomace in Aomori Prefecture

		Income	Inside of Aomori on Japan Sea Side (I-J channel)	Inside of Aomori on Pacific Ocean Side (I-P channel)	Outside of Aomori (Hokkaido, Tohigi, Kanto) (O-P channel)
	Transportation Cost		Low	Middle	High
Resource	Raw Material for Food	+	×	×	
	Livestock Feed	- or 0	×		
Industrial Waste	Compost	- -			×
	Incineration	- - -		×	×

incineration is in the I-J channel. Making compost and incineration are defined as “ Industrial Waste ” in the “ Waste Management Law ” of Japan and transfer between the prefectures is severely limited. Therefore, the O-P channel is not involved in these uses. Livestock numbers in the I-P region are high, so the I-P channel was the main channel for use as livestock feed initially, but recently the O-P channel has expanded.

Examining the cost of each usage; recycling the apple pomace as a raw material for food production is earning an income, recycling as livestock feed is at no, or little, cost, while making compost is a large cost and incineration is the largest cost of all.

Second, the recycling channels have tended to become spread out. The supplier bears the cost in recycling, except when the apple pomace is used as the raw material for food. The recycling cost is different for each use form. Use as livestock feed has the lowest cost, while incineration has the highest. The recycling channels have tended to become spread out because of the action of the supplier in attempting to recycle apple pomace at the lowest cost.

Third, the use of apple pomace as a livestock feed is limited by the lack of transportation and problems in storage. The demand is influenced by transportation and storage problems in the large distribution area and making compost is important in adjusting supply and demand.

Finally, the implications of this article are as follows:

First, lack of transportation and the storage problems limit the effective use of apple pomace. Therefore, it is necessary to strengthen of these functions.

Second, any new uses for apple pomace must have costs that are at least lower than those for making compost. In addition, in the situation where the demand for livestock feed increases, it is essential that the costs be lower than for using apple pomace as a livestock feed.

In improving the recycling channels for apple pomace, it is vital that not only are measures for technological development addressed, but also measures to improve the price and the physical distribution processes such as transportation and storage are considered.

References

- [1] Hisatsuna MORI and Masami IZUMIYA: Recycling Channels of Food Processing Waste for Livestock Feed. Pitch Book of congress in Japanese Society for Distributive Science. October 22, 2005
- [2] Humiko TSUSHIMA and Shinnosuke TAMA: The Research of Apple Fruit Juice Processing Business in Aomori Prefecture. Working Paper No. 2 (1992) Laboratory of Agricultural Economics, Hirosaki University.
- [3] Kouji TOYOKAWA and Seiji MURAYAMA: Answer Book about Utilization of Apple Pomace for Livestock Feed (For Cow) Laboratory of Livestock Science, Hirosaki University (1992)
- [4] Masami IZUMIYA: Economic Analysis of Biomass Industry. Laboratory of Rural Resources Distribution, Hirosaki University (2005)

リンゴジュース製造副産物におけるリサイクル経路の特質

泉 谷 眞 実

地域資源経営学講座

本論文では、青森県のリンゴジュース製造副産物を対象として、そのリサイクル経路の特質を検討することで、その有効活用の条件を明らかにすることを課題としている。そのために、青森県内の11の主要りんご加工場のうち、5つの加工場を事例に分析を行った。その結果、明らかになったのは、以下の3点である。

第1に、リンゴジュース製造副産物の利用は、処理・用途としては食品素材、飼料化、堆肥化、焼却の4つがあり、処理・利用先の地域としては、近隣の県日本海側、県太平洋側、県外の3つがあり、それぞれリサイクル経路を形成している。

第2に、そのリサイクル経路は、より低い費用負担での処理・リサイクルを求める供給側の行動と需要の地域

的偏在によって、広域化する傾向が強い。

第3に、家畜飼料での利用を阻害している要因の一つとして、リサイクル経路における輸送機能の不足、および需給双方における保管機能の不足という物流機能の不十分さがあげられる。

以下の点から、今後のリンゴジュース製造副産物の有効活用には、第1に、輸送機能と保管機能を強化する対策が必要である。第2に、新規用途に関しては、最低限、供給側にとっては堆肥化よりも低い費用での処理・利用が必要であり、現状のように食品加工副産物の飼料用途での需要が増加する下では、飼料利用よりも低い供給側の負担でのリサイクル利用が必要である。

大鰐温泉もやしに関する研究

小林 俊介・渋谷 長生

地域資源経営学講座

(2005年10月14日受付)

目 次

序章 問題意識.....	64	第4節 生産農家からみた事業	
第1章 大鰐温泉もやし生産の現状.....	65	(1) 生産者の事業への賛否	
第1節 大鰐温泉もやしとは		(2) 生産者からみた今後の事業	
(1) 大鰐もやしの歴史		第5節 小括	
(2) 大鰐もやしの特徴, 栄養成分		第3章 小野川豆もやしとの比較.....	78
第2節 大鰐もやしの生産と流通の現状		第1節 小野川温泉の概要	
(1) もやしの市場		第2節 小野川豆もやし	
(2) 大鰐もやしの生産		(1) 小野川豆もやしの歴史	
(3) 大鰐もやしの流通		(2) 小野川豆もやし業組合	
第3節 大鰐もやし生産者が抱える問題		第3節 小野川豆もやしの現状	
第4節 小括		(1) 生産方法	
第2章 大鰐町のもやし生産事業.....	71	(2) 流通方法	
第1節 大鰐温泉もやし生産事業		(3) 問題点	
(1) 事業の背景		第4節 米沢市役所の取り組み	
(2) 事業の構造		第5節 大鰐との比較	
(3) 事業の進行状況		(1) 大鰐と小野川との違い	
第2節 大鰐もやし生産によるメリット		(2) 大鰐と小野川の問題点の比較	
第3節 大鰐もやし生産事業の課題		第6節 小括	
(1) 生産面での課題		まとめ 大鰐温泉もやし生産の課題と改善策.....	86
(2) 流通面での課題			

序章 問題意識

青森県津軽地方の南端に位置する大鰐は、古くから津軽の奥屋敷、いで湯の里として栄えてきた。その大鰐を代表する特産物としてあげられるのが大鰐温泉もやし(以下大鰐もやしとする)である。大鰐もやしとは江戸時代から大鰐に豊富に湧き出る温泉とその熱を利用して育てられた豆もやしである。このもやしはスーパーでよく目にする緑豆もやし等とは異なり、茎の部分が25cm程度と長いのが特徴で、その味と食感の良さから、大鰐町内は勿論、テレビなどのメディアでも紹介され、全国にファンをもつ。

しかし現在、栽培や収穫作業の過酷さ、鮮度維持の難しさ、流通面などの様々な問題から、生産者は大鰐町内に6戸を残すのみで、かつて2倍以上の生産者がいた

ピーク時とは様相を異にし、かつ後継者もほとんどいない状況にある。

このような状況のなかで大鰐町役場では、伝統の継承や、地域エネルギーの利用などを目的とした大鰐もやしの生産事業を掲げた。これは町の作った施設で農家をはじめ、大鰐町民の雇用の場としてだけでなく、もやしを増産し、ブランド化すること、またそれによる地域の活性化を目指そうとするものである。しかしそこには数々の問題がある。

本論文では、大鰐もやし生産者数が減った要因は何か、その上でなぜ衰退しつつある大鰐もやしの生産を復興するのか、それによって得られるメリットは何なのか、さらに事業による増産は可能なのかを検討し、これからの大鰐もやしのあり方について明らかにする。

そのためにもやし生産者の現状を把握し、役場の取り

組みの内容と目的、それに対する生産者の対応などを分析する。また同じような温泉によるもやし作りを共同作業で行っている米沢市の小野川温泉の比較調査を行い、もやし生産の今後を考察していく。以上のことをふまえて大鰐もやしによる地域振興などの可能性についても探っていくことにする。

第1章 大鰐もやしの現状

大鰐もやしは個々の生産者でそれぞれ生産を行い、それぞれが独自の製法を代々受け継ぎ大切に守ってきた。そのため栽培法などは外部には明らかにされず、過去に詳しい研究もなされてこなかった。

本章では、まず大鰐もやしの歴史から現在の生産、流通状況までを概観しておく。またその中で生産者が抱える問題なども考察していく。

第1節 大鰐もやしとは

(1) 大鰐もやしの歴史

もやしの歴史

もやしの原産地や日本への伝搬の経路などは不明であるが、アジア（中国、インドネシア、ビルマなど）で古くから食べられ、日本でも平安時代前半に書かれた日本最古の薬草の本「本草和名」に「毛也之」として著されている。江戸時代には各地で栽培され、東北、九州などの軟化野菜の少ない地方では栽培が簡単なことから盛んに栽培が行われていた。特に東北などの雪国では冬季の野菜が少ない時期に豆もやしの栽培が行われ、その多くは温泉を利用したものだった。

現在では土や砂を使った栽培から水を多量に用いた水耕栽培になり、中華料理の広がりとともに、昭和49年頃から消費量が増加し、50年代近くにはスーパーの定番品となり、消費量は急激に伸びた。

原材料となる豆も、大豆や小豆が古くから使われていたが、安価な東南アジア産のブラックマッペが主流となり、その後、中国との貿易が活発に行われる昭和後期には中国産の緑豆が主として使われるようになった。現在はスーパーなどで目にするもやしのほとんどは、この中国産緑豆もやしである。

他方大豆もやしは、工場で大量に生産できる水耕栽培のもの比べ、栽培に手間暇がかかるため、温泉地などで栽培されるのがほとんどである。

大鰐もやしの歴史

大鰐温泉の歴史は800年以上といわれ、建久年間（1190～1198年）に東国を脚していた円智上人が大鰐温泉を発見したと伝えられている。また史実には慶安2年（1646年）に津軽三代藩主信義が大鰐に御飯屋を設け湯治したという記録が残っており、それ以降大鰐には、

庄屋の他に湯の管理人（湯聖）がおかれるようになった。大鰐は弘前から近く、参勤上下の道筋にあった上に、湯の量も豊富で、大日堂、薬師堂、日精寺などの参詣寺社もあり、湯治場としておおいに栄えた。源泉は73～67の弱食塩泉で神経痛やリュウマチ性疾患などに格段の効力をみせる一方、大鰐町では、湯治以外のことにも、温泉の熱を利用して、野菜の栽培や、みそや醤油の醸造にも役立てられてきた。その一つが大鰐の豆もやしである。

大鰐もやしは、いつ頃からどのように栽培されたのかは、はっきりとはわかっていないが、江戸時代初期には栽培されていたようである。津軽家三代藩主信義（在位1631～1655年）の時代には春の七草を献上する際にはもやしが入っていたと伝えられている。また、『津軽藩日記』によると、大鰐町大鰐地区に津軽家御台所の大鰐菜園所があり、マグワ・ササゲ・スイカ・トウガラシ・ウドなど温泉熱を利用して促成栽培した野菜を藩主に献上したと記録されている。大鰐もやしの起源は、河原にわいていた温泉に豆がこぼれ、偶然もやしができるなどの説があげられるが、このような温泉熱利用による促成栽培の下地があって、これがもやし栽培と結びついて発展したと思われる。

明和3年（1766年）12月3日の記録には、ネギやセリ、ハコベなどととともに、年始にもやしを納めるよう申し立てがあったとされている。大鰐菜園所は津軽四代藩主信政の頃に大鰐の湯野河原に造られ、藩の御台所と御飯屋の一部を賄っていた菜園所であり、まれに江戸屋敷の御台所へも発送されていた。冬の寒さが厳しい津軽地方の中では季節的に温泉を利用して一段と早く栽培される野菜は貴重な存在であった。またそれ以上に、一年の半分近くを雪で覆われる大鰐の町民にとって、この時代の冬場の野菜の確保は容易なことではなく、新鮮なもやしは何よりの栄養源であった。

この様にして大鰐での温泉を利用したもやし作りは確立された。また、大鰐町大鰐、蔵館地区の温泉街は、地下1メートルも掘れば温泉が湧出し、地温がかなり高かったこともあり、もやし生産は町内で活発に行われるようになった。

その後、昭和39年に町内各地にあった個人所有の源泉を数力所に統合したため、地温は低下し、もやし作りの場は限定されることとなったが、一部の生産者は、温泉熱の利用を優先的に認められ、生産が継続されてきた。現在は源泉から温泉を引き、もやし栽培場の土の中に温泉パイプを蛇行させながら埋めて、地熱を高め保温する方法をとっている。

生産者は最盛期の昭和34年には現在の倍以上である13戸存在し、各温泉宿舎などで栽培され、青森市などへの販売も行われていた。しかし昭和35年の平川の大水害により、湯の汲み上げポンプなどの施設に大きな被害を被ったことや、温泉の統合などで次第に生産者は減少

表 1 - 1 100 g あたりの栄養成分量

	熱量 (kcal)	蛋白質 (g)	脂質 (g)	カルシウム (mg)	ビタミン B1(mg)	ビタミン B2(mg)	ビタミン C(mg)	食物繊維 (g)
大豆もやし (大鰯もやし)	37	3.7	1.5	23	0.09	0.07	5	2.3
緑豆もやし	14	1.7	0.1	9	0.04	0.05	8	1.3
たまねぎ	37	1	0.1	21	0.03	0.01	8	1.6
だいこん	18	0.5	0.1	24	0.02	0.01	12	1.4
なす	22	1.1	0.1	18	0.05	0.05	4	2.2
きゃべつ	23	1.3	0.2	43	0.04	0.03	41	1.8
きゅうり	14	1	0.1	26	0.03	0.03	14	1.1

(科学技術庁 食品標準成分表)

し、現在は様々な問題や後継者不足とも重なり、6戸を残すのみとなっている。

(2) 大鰯もやしの特徴, 栄養成分

もやしは生野菜の不足する冬場の貴重なビタミン源として、壊血病の予防などに薬として用いられた。特にもやしはビタミン B1 と B2 を豊富に含んでいる(表 1 - 1)。

昭和初期には栄養価が高く優れた健康食品であるもやしを、保存食として加工する研究も行われ、弘前市にあった科学研究所ではもやしのピクルスが考案された。

大鰯もやしとスーパーなどで一般的に売られている緑豆のもやしとの違いは、まず長さが全く違うことである。緑豆のもやしは 5 cm 程度に対して、大鰯もやしの場合は 25 cm 程度である。これは原料に使っている豆が異なるためである。

また、大豆の一種である小八豆によって作られる大鰯もやしには、ポリフェノール(フラボノイド)が多く含まれ、これが女性ホルモンのエストロゲンに似ていることから、骨粗しょう症、更年期障害、乳ガン、前立腺ガン、動脈硬化などに効果があるとされている。また大鰯もやしの成分であるアスパラギン酸は二日酔いに、ルチンは血圧を押さえることにそれぞれ効果があるとされている。さらに、温泉を利用していることからミネラル分も豊富にもつ。それに加えて大鰯のもやしは、歯触りもよく、味の良さ、品質の高さ、更に土から栽培することで、土のほのかな香りがすることが特徴で大鰯の自慢の味わいとされている。

調理法

大鰯もやしの食べ方としてシャキシャキとした食感を活かした油炒め、漬け物、汁の具などが一般的である。いずれも長時間火にかけずにさっと調理することが、う

まく調理することである。

また、大鰯町内ではラーメン屋でトッピングの一つとしてさっとゆでた物が盛りつけられる。旅館やホテルでは、もやしのおひたしや、しゃぶしゃぶが冬限定の大鰯の味として出されているほか、あるホテルでは、洋食に「大鰯もやしのクールジェット包みバルサミコ風味」、和食に「大鰯もやしとホタテの味噌焼き」など手の込んだもやし料理も出されている。

さらに大鰯もやしを利用した特産品としては「湯けむりピザ」で具としてもやしが使われている。

第 2 節 大鰯もやしの生産と流通の現状

(1) もやしの流通

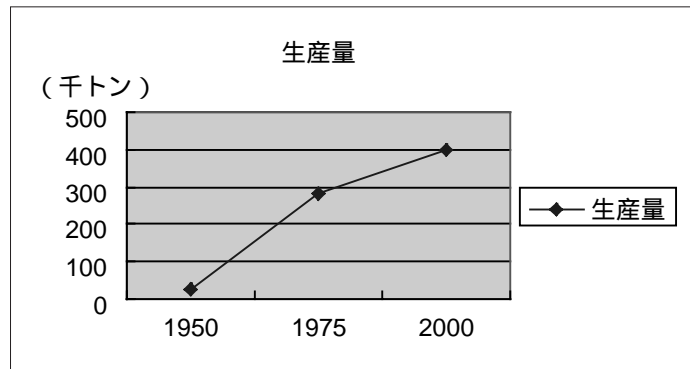
大鰯もやしの生産と流通を論じるにあたって、一般のもやしの生産と流通の現状についてまず述べておきたい。

現在、市場で流通しているもやしの多くが工場で大量生産されている。原料となる豆は中国産の緑豆が主流で、栽培方法は主に貯水槽を用いた水耕栽培である。製造工程は原料豆の洗浄・仕込みから温水浸漬、栽培・灌水を経て、搬出、水洗、包装が行われ出荷に至る。工場では散水機、温度制御機などの栽培装置から、もやし洗浄機、計量包装機などが使用されほとんど人手をかけずに栽培が行われる。

工場の立地要件はもやしがいちみやすく日持ちしないこと、良好かつ豊富な水が得られるかどうかであり、気候等は特に問われないため、工場は全国各地に点在し、消費地立地が主流となっている。

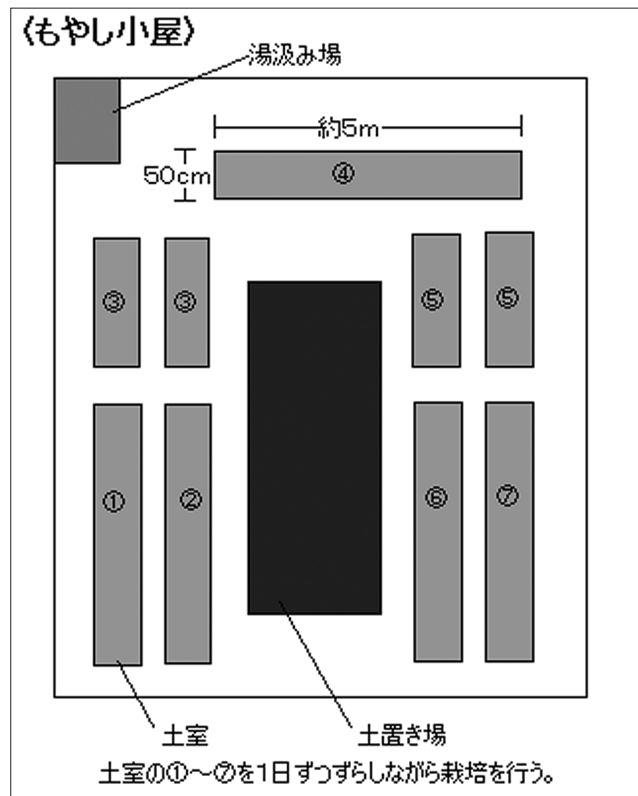
生産量は、戦後に工場生産の形態が確立してから急激に伸び始め、1975 年頃にはほとんどのスーパーで定着した(図 1 - 1)。

図 1-1 もやし生産量の推移



(農林水産省農業研究センター・農業計画部資料より)

図 1-2 もやし小屋の略図



近年、台風や冷害などで野菜の市場価格が不安定さを増す中で、もやしは工場生産のため価格は安定し、20年以上前からほとんど変わらず、財務省の調べでは市場価格で 100 g あたり 20 円前後を推移している。さらに低カロリーでビタミンなどが豊富で調理も簡単なことから、現在も消費量は伸びつつけている。

(2) 大鰐もやしの生産

小八豆の生産

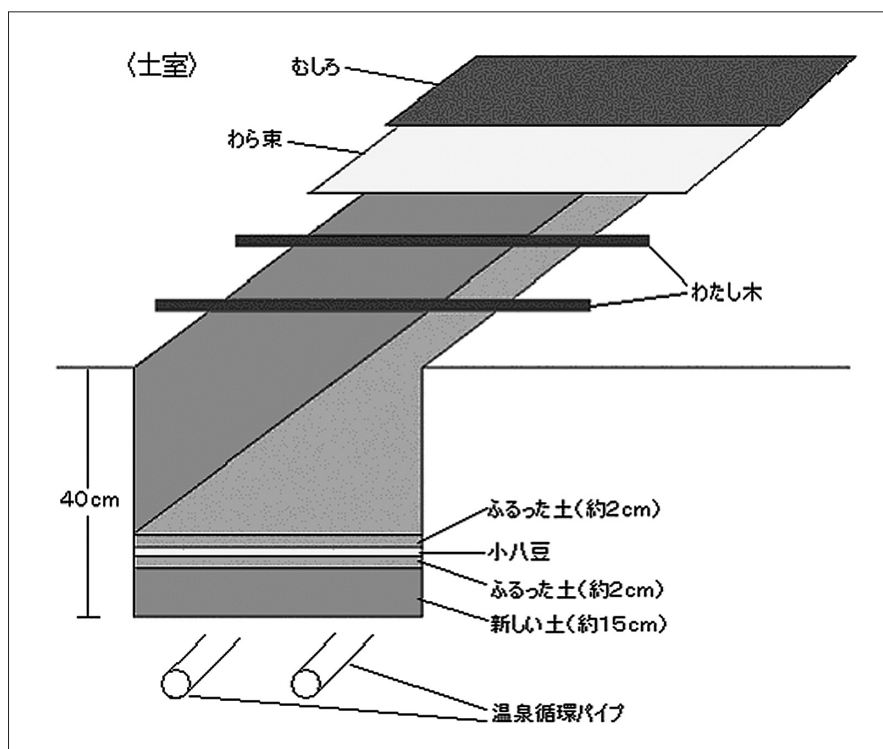
大鰐ではもやしの生産に小八豆と呼ばれる豆を使用している。この豆はもやしにしたときの伸びがよく、減反

による転作などで、個々の生産者で作ったものや、一部は秋田の農家に生産を委託したりしている。生産を委託している場合でも、生産したものはすべて引き取り、他に豆が流出しないようにしていると言う。

もやし小屋 (図 1-2)

大鰐ではもやしの生産は個々の生産者が独自のもやし栽培の小屋を設けて行われている。この小屋は各生産者によってそれぞれ様式は異なるが、ある生産者の場合は家の脇に丸太組みの小屋を立て、生産する期間に屋根や壁面を板やわら、ビニールで覆い、さらに断熱材等も用

図 1-3 土室の略図



いて保温している。また生産が行われない夏の期間などは、これらの覆いはずすことで土を天日にさらし、土を休ませ消毒を行っている。これ以外にも住居の一部を栽培場として利用している生産者やコンクリート作りの半地下式の部屋で生産している生産者もある。

さらにこの生産場には生産者によって多少異なるものの、もやしを栽培する土室、温泉の出る湯汲み場、土置き場、収穫をしたもやしを束ねたりする作業場などが設けられている。

土室(図1-3)とは、保温効果を増すために、地中に長方形の穴を掘ったものである。土室は個々の生産者で多少異なるもののおおよそ深さが40cm程度の長方形に土をくりぬいて作ったものである。また、土室の下の地中には、源泉からひいた温泉の湯を通したパイプが埋められ、その熱で、土室内の温度が35～40℃に温められる。

大鰯もやしの生産は豆を撒いてから収穫まで7日間かかるため、毎日繰り返しで出荷ができるように、7日分の7個の土室が作られ1日ずつずらしながらの栽培が行われている。

栽培方法

現在スーパーなどで多く見かけるもやしは緑豆もやしといわれるもので、主に工場のような大型の施設で水耕栽培による大量生産が行われている。これに対して大鰯もやしは、土による栽培が行われている。

大鰯もやしの大まかな栽培方法は次の通りである。

豆浸漬 播種 伏せ込み 収穫・出荷

i) 豆浸漬

豆(小八豆)をぬるま湯につけ、一昼夜かけて十分に水を吸収させる。これは発芽を促進させるためである。またこのときのぬるま湯の温度が低すぎれば発芽せず、高すぎれば豆を腐らせることになるため、生産農家は長年の勘を頼りに慎重に温度設定を行う。

ii) 播種

土室の中の前日まで使用した土などをきれいに掃除した後、使用されていない新しい土を土室の中に15cmほど敷く。これは農薬などを使用せず病害などを防止するために、一作ごとに新鮮な土と交換しなければならないからである。その上から2cm程度の厚さになるように土をふるいにかけながらまんべんなく敷く。その上に豆を隙間なくびっしりと蒔き、木べらでならして平らにする。さらにその上から2cm程度の砂を先ほどと同じようにふるいかける。こうしてできたものをもやし床と呼び、そこに温泉湯をまんべんなくかける。その後、土室全体をワラ束、むしろ、土などでおい保温し光を防ぐ。このとき土室の温度は地中の温泉パイプにより40℃前後に保たれる。

iii) 伏せ込み

翌日から出芽を始め、豆を蒔いてから4日目にワラなどの覆いを少しあけて、保温のために温泉の湯をまんべんなくかける。このとき成長が早いときには冷ました温泉、遅いときには温泉湯と生育状況にあわせて調節す

表 1 - 2 生産者の出荷状況

大鰐町内				
	スーパー	商店	飲食店	その他
A 農家				
B 農家	1	1		
C 農家	1			
D 農家	1	1		
E 農家		2	3	

大鰐町外				
	スーパー	商店	飲食店	その他
A 農家	1	1		1 (道の駅)
B 農家				
C 農家				
D 農家				1 (卸売業者)
E 農家		1	1	

もやし生産者 6 農家中 5 農家

る。

iv) 収穫・出荷

豆を蒔いてから 7 日で収穫となる。もやしは 20 ~ 25cm 程度に成長する。収穫の際はもやしに傷をつけないように丁寧にスコップで掘り上げる。収穫したもやしはワラで仮束ねされ、桶で冷ました温泉の湯をつかって、土などをきれいに洗い落とす。

これらの作業が作業は早朝の 2 ~ 3 時から始められ、昼近くまで 10 時間ほど行われる。7 つある土室で一日ずつづらして生産を行うため、豆の吸水、もやし床作り、散水と調整、収穫がそれぞれ毎日行われる。

(2) 大鰐もやしの流通

一戸の生産者が一日におおよそ 120 束 (約 40 kg) を出荷し、6 戸の合計で 720 束 (約 240 kg) が 11 月から 4 月頃まで毎日出荷される。

出荷先は各生産者によって異なるが、町内の商店、スーパー、居酒屋、食堂などに出荷している、また町外では弘前市のスーパー、また道の駅に出荷している(表 1 - 2)。町内と町外での出荷量の割合は、おおよそ町内が 7 割、町外が 3 割程になり、多くは町内で消費されている。また町外のほとんどが弘前市への出荷である。

出荷量は生産状況により変化する事や、春先には他の山菜などが出始め需要が低下することから、生産者と取引先で日々調整が行われる。

決済方法は取引先と直接現金取引で行われ、出荷時にはおおよそ一束 (350 g 程度) が 100 円、店頭では町内の場合 180 円前後、町外 (弘前市) では運送費がかかることから 200 円前後で販売されている。大鰐もやしの値

段は昔からほとんど変わっていないが、近年は生産者の減少や、テレビなどの紹介、健康食ブームなどによる需要の拡大から 10 年前からは 50 円前後値上がりしていると言われている。

出荷される大鰐もやしのほとんどはその日のうちに売れてしまい、出荷先からは、もっと多く出荷してほしいといった要望が出されるなど消費者の需要の高さがうかがえる。更に青森県内のスーパーや農協などからももやしを出荷してほしいといった問い合わせがある。しかしいずれも毎日一定量出荷が条件となっているため、それへの対応が難しく実現には至っていない。

また、遠方からの問い合わせが生産者や町役場に月に数件みられるが、その場合取り扱い商店を紹介し、その商店が対応する事になっている。出荷する際には新聞紙でくるみ、宅配を利用している。送料はクール便などを使うと、関東では 500 円程度かかる。

第 3 節 大鰐もやし生産者が抱える問題

現在、大鰐もやしの生産者は最盛期の昭和初期に比べ半分以下に減ってしまっている。前述したように、根強い需要のあるもやしの生産がなぜ減少をたどっているのか。

その理由を探るために、もやし生産者への聞き取り調査とアンケートを行った。質問項目は「もやし生産にかかわる問題点」と「生産を行っている理由」についてである。6 戸のもやし生産者のうち 5 戸が回答してくれた。その結果は以下の通りである。

「もやし生産にかかわる問題点」には次のものがあげら

れていた。

- ・生産は真冬の早朝の作業（5戸中5戸）
もやし痛みやすいため、また消費者になるべく新鮮なものを届けようとする生産者の気持ちから、昼までに出荷するため朝の3時頃からの作業となる。しかし早朝であり、なおかつマイナス10以下の気温の中の作業は大変厳しい。
- ・ずっと腰をかがめたままの大変な重労働（5戸中5戸）
原料である豆の運搬、土の掘り返し、収穫作業は腰を曲げたままの力、体力を要する手作業であり、特に高齢者などには大変な作業である。また、1日ずつずらしながらの生産のため毎日作業があり、1日だけ休むことなどはできず、正月なども休まず生産を続けることになる。
- ・生産が難しい（5戸中2戸）
気温や地温などが毎日微妙に変化し、また原料の豆により日の生産量が異なり安定しないため、栽培には長年の勘による温度の調整などが必要となる。
- ・原料（小八豆）の調達難しい（5戸中2戸）
原料となる豆は小八豆と呼ばれる特殊なものであり、またもやしの出来具合はこの豆の出来不出来に大きく関わるため、生産から収穫まで気の抜けない作業となる。
- ・利益が少ない（5戸中2戸）
単価が安く、大量に作る事ができないため、労力がかかる割に収入を得ることはできない。
- ・保存、運搬、販路などの流通面の問題（5戸中3戸）
もやしの出荷は地域が限定される。これは痛みやすく長期保存ができない、輸送コストが高いといった事があげられる。

これ以外にも通年を通した栽培が行えない、もやし小屋作りが大変などといった意見がみられた。

また、この他に新鮮な野菜が冬でも手に入りやすくなりもやしの価値が低下したこと、観光客の減少によりお土産としてもやしを買っていく客がなくなった事などが考えられたが、需要は町内だけでも十分にあるため、これらを問題点としてあげる生産者は少なく、労働環境の過酷さが最も大きな要因として考えていることがわかった。

これに対して「生産を行っている理由」として、

- ・冬の収入を得るため（5戸中5戸）

仕事の少ない冬季に家族労働力を有効に活用できる。

- ・消費者から需要があるため（5戸中4戸）
需要に答え、また消費者に喜ばれる野菜作りを目指している。
- ・少ない経費で収入を得ることができる（5戸中3戸）
個々の生産者が各自温泉の権利を所有しているため、保温に一切経費がかからない。また成長が早く1週間で収穫でき、施設の稼働率がよい。
- ・伝統を守っていかなければならないという思いから（5戸中3戸）
もやし生産には古くからの歴史があり、温泉街大鰐の伝統でもあることから、生産者はもやし作りを誇りにしている。

といったものがあげられ、少数意見として、生産しやすい、収入が多く得られる、家族に勧められたなどの意見があげられた。

しかし課題は多く、また歳をとって他にやる仕事がなく仕方がなくやっているといった生産者もあった。

以上のように大鰐もやしを生産していくうえで、今後、労働条件や価格の改善等がなければ生産するメリットは少ないと考えられる。また、たとえ大量に生産しても流通技術の進歩がなければ、県外などの発送は難しい状況にある。

さらに調理法の違いの問題もある。以前東京の物産展に出品したが、用意した300束はほとんど売れなかったという。その理由として温泉と土で作られたもやし独特の香りがあり、その香りに一般の消費者は慣れていないため、県外出荷の場合、適切な調理法がわからなければおいしく食べる事が難しい。

また、生産には温度、湿度の調節など熟練を要する技術も必要であることから、現状のままでは普及拡大の可能性は低いと思われる。

このようなことから後継者の希望はなく、生産者も高齢で大鰐もやし生産が途絶える危機にある。調査の結果5戸の生産者のうち4戸は後継者がおらず、また自分たちもあと2～3年程度しかやらないという生産者がほとんどであった（表1-3）。

また、5年後の状況として「生産の拡大」、「現状の維持」、「生産の縮小」、「生産をやめる」という選択肢のもと回答してもらったところ、1戸の生産者のみが「生産の拡大」を選んだが、他の生産者は「現状の維持」が2戸、「生産の縮小」が1戸、「生産をやめる」が1戸であり、生産拡大はあまり考えていない状況にある。

また新規の生産者が生まれにくい要因としては、温泉の利用権、更に施設の面から、新しくもやし作りをやりた

表 1-3 生産者の職業

	年齢・性別	職業
A 農家	56 歳・男性	会社員
	53 歳・女性	農業
B 農家	68 歳・男性	農業
	65 歳・女性	農業
C 農家	76 歳・男性	農業
	73 歳・女性	
D 農家	71 歳・男性	大工
	64 歳・女性	
E 農家	51 歳・男性	農業
	51 歳・女性	農業

もやし生産者 6 農家中 5 農家

くてもできないといったものがあげられる。役場への聞き取り調査でも、温泉利用の権利の取得は源泉の量からも難しいとのことだった。またもし利用権を与えても、自分の生産場へどうやって温泉を導くか、また地下へ通す温泉の循環パイプなどにはかなりの資金が必要であることなどにより、新たにもやし作りを始めることは難しく、結果的に後を継げるのは、現在の生産者の親族などに限定されてしまっている。

ちなみに「生産の拡大」を選んだ生産者は現在地元のラーメン屋と契約を結び、通年を通したもやしの栽培を行っている。また今後も生産方法などを少しずつ変え、量産できるように改良していく考えを持っている。それとともに東京や大阪などへの販売も計画中の生産者である。この生産者の取り組みにあたっては、生産方法や販路の開拓などにかかなりの努力があったと言う。生産者の年齢が比較的若く、またもやしに対して強い興味があったためと思われる。これに対して他の生産者は今までの製法を変えるつもりはないとしており、ある程度今の生産に満足している。また、高齢となり今更新しいことを始めようという気力もないということであった。

第 4 節 小括

大鰐もやしは他のもやしとはその形態や、味、栄養も大きく異なり、大鰐を代表する特産物で、長い歴史があるが、次第に生産者が減ってきている。

大鰐もやしの歴史や生産法などについて文献などに全くといっていいほど書かれておらず、また実際の調査でもあまり多くを語りたくない生産者の気持ちが伝わった。これには、代々門外不出として守ってきた栽培法を町外にもらしたくないといった思いがあるようだ。近年では伝統野菜や自然エネルギーが注目されるようになり、テレビなどで大鰐もやしも紹介され、全国的にもその知名度は高まり、様々な取材が訪れるようになったが、できる限り取材を断っているようである。これは他

産地、また企業などで似たようなものが作られ販売されることを心配しての事であると言う。

しかしその一方で、自分たちの後継者はほとんどおらず、生産の拡大なども考えられていない状況にある。確かに伝統を大切に守り継いでいくことは大切であるが、このままでは逆に完全に途絶えてしまうことも考えられる。これから大鰐もやしの後継者をふやし、また伝統を残すためにも、ある程度生産方法や歴史などを記録として残していくことも必要だろう。

もやし生産のうえでの問題が労働の面をはじめ、多様に存在していた。しかし他方で生産者が現在の収入にある程度満足していることも事実である。そのため生産の拡大もほとんど考えられておらず、高齢のためもあり生産は縮小傾向にある。

今後、生産の維持・拡大、また労働環境の改善を行っていくためには、大鰐もやしへの強い思いを持ったやる気のある若い生産者などの育成が望まれる。そのためにも、もやし作りができる環境の提供、また栽培法の伝承などを早急に行っていかなければならない。その点を念頭に置きながら、新たな取り組みとしての大鰐町のもやしに関わる事業について検討することにしたい。

第 1 章に関する参考文献

- 『大鰐町史（上，中，下）』 大鰐町役場
- 『広報大鰐（503, 509, 510号）』 大鰐町役場
- 『大鰐のくらし』 大鰐町教育委員会
- 『大鰐におけるもやし生産について』 弘大地理
- 『新食品成分表』 科学技術庁
- 大鰐町役場ホームページ
<http://www.town.owani.aomori.jp/>
- 東奥日報ホームページ
<http://www.toonippo.co.jp/>
- 農林水産研究 www サーバー
<http://www.affrc.go.jp/index-j.html>

第 2 章 大鰐町役場もやし生産事業

大鰐町の特産物である大鰐もやしの生産を守り、さらに増産につなげる試みが大鰐町役場で計画され、実行に移されてきた。

本章では、役場は生産者が減少している大鰐もやし生産をどのように改善していこうとしているのか、事業計画について考察していく。また事業を進行する上で、生産者はどのように事業を受け取めているのか、この点も検討する。

第 1 節 大鰐もやし生産事業

(1) 事業の背景

これまで、町役場による大鰐もやし生産拡大の計画は立てられたが実行に移されなかった。その一番の理由

として、個々の生産者が独自の方法で栽培を行っているため、栽培法を外に出したがらず、栽培法の詳細が得られなかった事があげられる。

例えば、昭和 59 年に大鱈もやしの大規模生産団地の建設を計画した。温泉パイプを大鱈町中部地域に引き、大規模に生産していく計画だった。しかし、この計画を生産者側は受け入れなかった。それは大鱈伝統のもやしが土を利用して栽培されているのに対し、計画が水耕栽培を利用するものであり、あくまで伝統の大鱈もやしを守り続けたいとする生産者との対立があったためと言われている。さらに保存法を改善するために真空パックの利用も検討されたが、設備コストの面から、実現しなかった。

このような役場と生産者の意見の違いや、資金面での課題により、計画は実行されず、役場からの生産者に対する補助や協力がなされてこなかった。

しかし今回、新たな事業計画が実行に移された背景には、生産者の高齢化が進み、後継者もないことから、もう数年のうちに、栽培をやめるだろうという生産者が多く、伝統のもやし栽培が途絶えてしまうことが現実味を帯びてきたことがあげられる。またテレビなどで大鱈もやしが放映されたことで注目をあび、問い合わせが殺到したことから、役場としても本腰を入れて生産計画を実行しようとしてきた面も見逃せない。

さらに、青森県の「冬の農業」推進事業を活用した資金面、設備面での県の協力、補助がこの計画の大きな契機となった。

青森県では冬の寒さや雪をはじめ、風力や太陽光、温泉、バイオマス等の地域新エネルギーを積極的に活用して、野菜や花き、果実の生産販売や農産加工、観光・体験農業等を進め、冬の就労促進や農家の収入拡大を図り、冬の青森に新たな可能性を切り開いていくことを目標として「冬の農業」推進プロジェクトが行われてきた。この中で施設整備対策事業として、冬期間における施設栽培の振興を図るため、耐雪型ハウスや暖房機、除雪機などへの支援が行われている。大鱈で行われるもやし生産事業には地域新エネルギー利用施設の整備促進という名目での温泉熱を利用した施設・ハウスの整備への支援で補助金が出されることとなった。

このような背景があり、温泉熱の利用、伝統あるもやしの伝承、農業者などに対する冬季の労働の提供などを目的とした事業への取り組みが開始された。

(2) 事業の内容

この大鱈もやし生産事業は平成 15 年度から構想が練られ、16 年度から本格的に施設の整備などが始まった。事業を進めるうえで、大鱈もやし生産組合の組合長に全面的な協力を依頼し、組合長が中心となり、施設や地下の温泉パイプの設計、また生産方法などが検討された。この事業の概要は以下の通りである。

施設

施設は大鱈山荘の向かいにある、蘭の栽培に利用されていたガラスハウスを改築し利用する。当初、伝統の丸太で組み立てたもやし小屋を造り、温泉などに訪れる観光客が見学できるようなものを目指し、観光施設としての役割も期待されたが、予算の面から実現しなかった。

施設の広さは 210 m²と、現在個々の生産者が栽培しているもやし小屋の数倍あり、増産や通年の栽培を見越した設計になっている。

施設の工事費用として、ガラスハウス改修工事費に 7,035,000 円、ガラスハウス内土木工事費に 5,835,900 円が県費から 5,297,000 円、市町村費から 7,573,900 円という割合で算出されている。

原料、道具

原料となる小八豆は生産者が大鱈もやし生産のために独自に守ってきたもので、他の地域などでは栽培されておらず、そのため新たに調達することができない。そのため組合長が契約栽培により生産したものを利用する事となった。小八豆の生産を増やし、通年で栽培できるような量を生産する予定である。

もやしの生産には特殊な土が使われるが、施設では組合長の指導のもと搬入が行われる。また一度生産に使った土はしばらく休ませるため、事業では施設を半分ずつ分けて、常に半分の土を休ませる方針であり、場合によっては土の入れ替えも行っていく考えである。

温泉は近くに湧き出ているものを誘導し施設の地下へパイプを使って張り巡らせ温度を高める。

生産

栽培方法は、組合長が指導し、伝統の大鱈もやしの製法をできる限り守りながら行われていく。しかし製法を守りつつも、これから後継者があらわれ、また製法を受け継ぎやすいよう労働環境の見直しを行うとしている。さらに夏場を含めた通年の栽培を念頭に入れた生産方法にする予定である。

i) 労働環境の見直し

もやし生産は早朝からの重労働であるが、伝統の栽培方法をなるべく守りつつ、労働環境の見直しを行い、働きやすい環境作りを行っていく。

見直しの一つとして考えられているものが、労働時間の改善である。生産時間を早朝ではなく午前 8 時頃からの栽培が行えるように労働時間の調整を行う計画である。

ii) 温度調節

もやし生産者は長年引き継がれてきた勘で作業を行っているため、適正温度のデータなどは取られていない。計画ではきちんとしたデータを取り、それをもとに栽培をしていき、新たな生産者に、できるだけもやしが簡単に作れる環境を作っていく。

iii) 夏場の生産（通年栽培）

この事業の大きな課題の一つに夏場の生産があげられる。後継者のいない理由の一つとしても、通年を通した栽培ができない事があげられる。事業では生産方法の工夫や温度の管理、保存技術の改善を行い、またお盆に豆もやしの生産や、1年を通してソバもやしを契約栽培している生産者から協力、指導などを得て生産の実現をめざしていく。

iv) 農薬

現在、生産者でもやし栽培は肥料や農薬関連はもちろん、水道水などもまったく使われておらず、土と温泉の水だけで栽培されているが、計画でもそういった方針をとっていく。

流通

i) 生産量

冬期間（11月～4月）の間で5年後には現在の倍の収量を見込んでいる。加えて通年栽培で年間収量の大幅な拡大を見込んでいる。

ii) 取引先

まだどれだけの収量が得られるかわからないため、未定な部分が多い。しかし、周辺地域はもとより、県外などにも、近年の伝統野菜や機能野菜、自然エネルギーの活用事例などで新聞やテレビで大きく紹介されており知名度は高く、数量が確保できれば、取り扱いたい農協やスーパーがみられる。また県内の市町村に置かれた直売所などからは特産品などとして扱いたいという問い合わせがきている。さらに町内でも大鰐山荘や、新しく駅前に建設される地域交流センターの直売コーナーなどで販売する予定である。生産が軌道に乗れば、県外などへの出荷も考えている。

iii) 包装

大鰐もやしは昔からわらで束ねて販売されており、生産者の方でもなるべく伝統を守りたいという思いがあるため、これまでの方法を残す考えである。しかし町外などへ出荷する場合は、この方法では不十分で、真空パックなどの方法を検討している。

iv) 運送

大量に輸送するには冷蔵車などを使う考えである。

v) 価格

大鰐もやしの単価自体が安いいため、なかなか輸送コストにお金をかけられない状況がある。現在町内では、一束（350g程度）が180円前後で売られているが、その単価では遠方への出荷はコストを考えると採算が取れないため、コスト分を嵩上げしている。役場は、こだわりを持って生産すれば値段が少し高くても需要はあると考えているようだ。

vi) 販売戦略

以前から、様々なメディアに取り上げられ、知名度は全国的にも高まりつつある。今後も、増産に伴って、大

鰐町はもちろん青森県を紹介するパンフレットなどに特産物として掲載し、更なるPRを図るとしている。またその際には、青森県の代表的な特産物として知られる長いもやしやニンニクなどのPR方法を積極的に取り入れ、県のバックアップを受けながら進めていく予定である。

外食産業にも積極的に取引を求めている考えである。現在大鰐町内では、ラーメン屋、旅館、ホテルなどが大鰐もやしを目玉にした料理を提供しているが、これからは大鰐町の自慢の味として、さらに多くの店での取り扱いを期待している。また、もやしは中華料理や韓国料理などに多用されるため、そういった店との契約販売も考えている。

大鰐もやしは土と温泉で作るために、独特の香りがあり、調理法によってはその香りが、逆に不快なものとなる。そのため一般のもやし購入者には、おいしく食べられるもやし料理のレシピなどを考案し提供していく計画である。

vii) 類似品への対応

現在、大量生産のもやしが多く出回り、他地域でも大鰐もやしと類似したものが作られ、なかには大鰐産と偽ったものも販売されているという。しかも、地熱利用の観点から様々なところで新たなもやし作りなども考えられている。こうしたなか大鰐もやしを守っていくための対策をとるとしている。とはいえ、生産者自身は大鰐もやしにはシャキシャキ感や味にかなりの違いがあるため、地域ブランドとして他にはまねのできないおいしさがあると自信を持っているようだ。

規格外品、加工品

i) 規格外品の処理

具体的なものはまだ考えられていない。しかし生産をするうえで規格外品などが出ることが考えられるので、それらは、町内の食堂などに安く提供し、調理法の工夫などにより活用してもらおう考えである。

ii) 加工品の研究

加工品の開発もまだ考えられていない。しかし流通に便利な加工品や、販売する上で売れ残ったものの加工など考えていかなければならないという思いはあるようだ。例として、あらかじめ根などを取った食べやすい形で真空パックしそのまま料理に使えるもの、またもやしのピクルスなどを考えている。

経営・雇用

i) 経営

経営面は軌道に乗るまでは町のほうで管理を行っていくが、安定してからは、施設を貸し出すという形で、経営を生産者に任せていく考えであり、大鰐もやしの生産だけで一定の収入を得られるような生産、流通体型を作っていくことが目標とされる。

ii) 生産者の募集

若者や農業者、また定年退職した会社員などでもやしに興味のある町民を広報など通して募り、後継者として育てていく考えである。今のところ町外の人への生産への参加は考えられていない。

地域の振興

観光業と結びつけ、もやし栽培の見学コースなども考えられている。また地域の味として大鰐の魅力として外食産業、ホテル・旅館などを通してPRしていく。

町役場としてはもやし生産者のメリットを第一に考え、もやし生産だけで生計を立てられるような環境作りをすることに最も大きい重点を置き、そのために全面的にバックアップする考えをもっているそうである。そうすることで町の雇用の拡大、またもやしの生産拡大から、地域ブランドの確立、また観光業のPRなどによる地域の活性化につながればという考えであった。

参考 あおもり「冬の農業」施設整備対策事業実施計画書（概略）

事業種目 地域新エネルギーの利用促進、施設の整備
型名 源泉熱利用

事業方針

現状：大鰐もやしは大鰐の貴重な資源であるが、現在残る生産者は6戸と減少

課題：鮮度の維持、生産・収穫作業で生産者の負担、品薄、後継者不足

目標：大鰐もやしの伝承、温泉熱の利用、無農薬無肥料での栽培、通年栽培

事業対象品目

	作付面積（もやし）
15年	0.9 a
16年	0.9 a
目標（5年後）	2 a

事業計画

品目 もやし

施設面積 210m²

工種又は施設区分 ガラスハウス改修工事、ガラスハウス内土木工事

単価 ガラスハウス改修工事 7,035,000 円

ガラスハウス内土木工事 5,835,900 円

県費 5,297,000 円

市町村費 7,573,900 円

生産出荷計画

	延べ面積	生産数量	10aあたり	出荷数量
現状（15年）	20a	36t	18,000kg	34t
目標（21年）	40a	72t	18,000kg	70t

生産方法

1日目 原料の水浸し、もやし床作り

2～6日目 散水、調整

7日目 収穫

出荷計画

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	...	10月	11月	12月
現状	7.2	7.2	7.2	2.6					2.6	7.2
目標	14	14	14	7					7	14

（3）事業の進行状況

平成16年度に入り計画が実行にうつされている。夏には蘭の栽培に利用されていたガラスハウスの改修工事が開始され、11月のはじめに施設が完成した。

組合長が毎日栽培施設に足を運び、今までの大鰐もやし生産の技術を活かして試験的な栽培を始めている。

16年度はまだ施設的环境や夏場の生産がどうなるかなどの把握ができていないため、主に試験的な栽培を行う予定であり、販売は考えていない。

生産がある程度軌道に乗り次第、大鰐町内から生産希望者を公募で募り、組合長の指導の下、生産技術を受け継いでいく計画である。また就労時間の改善法や省力化の検討を行い、施設の利用計画をまとめていく予定である。

第2節 大鰐もやし生産によるメリット

それでは大鰐もやしを維持し生産を拡大するメリットは何か、大鰐町の現状と照らしあわせながら考察していく。

農業の振興、雇用・収入の確保

大鰐町は山間地という起伏のある地形条件と冷涼な気象条件のもと、りんごを基幹作物に米や野菜などの複合経営を主体とした経営が続けられている。

平成12年の農家人口は4,456人であり、ピーク時の昭和55年の7,430人に比べ約3,000人近い大幅な減少となっている。特に、壮年層や若年層での減少が著しく、農業就業者の高齢化と女子化の傾向が一段と強まっている。

また、農家戸数も昭和55年の1,577戸から平成12年には1,010戸へと減少し、特に専業農家の減少が際だっており、兼業農家の占める割合が圧倒的であり、総じて

表 2 - 1 市町村別推計観光入れ込み数の推移

市町村名	5年	8年	11年	14年
弘前市	4,858	4,926	4,518	4,583
黒石市	1,275	1,193	1,044	1,066
岩木町	1,224	1,157	1,302	1,487
大鰐町	779	732	542	426
浪岡町	86	214	320	531
田舎館村	105	96	331	386
碓ヶ関村	281	233	291	450
西目屋村	136	319	605	534
津軽地域広域圏計	10,169	10,466	10,646	11,270
青森県計	37,428	41,211	41,994	44,254

(青森県観光統計概要より)

表 2 - 2 津軽地方主要スキー場利用状況

所在地	名称	8年	11年	14年
弘前市	高長根レクリエーションの森	6,588	3,914	5,249
岩木町	岩木山百沢スキー場	69,000	52,300	45,322
相馬村	ロマントピアスキー場	14,711	21,183	13,140
大鰐町	大鰐温泉スキー場	294,638	169,608	120,595

(青森県観光統計概要より)

経営規模においても小規模経営農家が大多数を占める状況にある。

こうした中で、温泉熱の利用により経費のあまりかからず、施設の稼働率の良いもやし作りには、農業者の収入拡大、主作物である米、リンゴの危険分散、若者の雇用などに大きな期待がかけられている。

また、専業農家の減少の理由の一つとして、寒さの厳しい青森では、冬期間の労働がなく、収入が得られないといったものがあげられ、特に積雪が多くまた主作物が米とリンゴの大鰐では、冬期間は完全な農閑期となる。そこで冬期間の収入を得るためにももやし作りは効果をもたらすと考えられる。また原料となる小八豆の生産も、減反水田を有効に利用する事ができる。

さらに、大鰐もやし生産をするうえで消費者からの需要があるということは、これからの生産を考えるうえで有利な点である。消費者の農産物に対する安全志向や健康志向は近年一段と高まっており、農薬を使用せず、ビタミンが豊富で、ローカロリーな大鰐もやしは、まさに消費者の望む作物であると考えられる。

観光業の活性化

大鰐町には、800年の歴史を誇る温泉街を有し、スキーのメッカとしての伝統や歴史ともあわせて、「いで湯とスキーのまち」として、これまで多くの観光客の入り込みがあり、また、豊かな自然を生かし野球場やラグビー場、野営場などを有する広域スポーツレクリエーション拠点としての大鰐あじゅら公園も整備されてい

る。しかし、近年観光客の減少が顕著に現れている(表 2 - 1)。

この理由として考えられるのが、集客の中心となっていたスキー場の老朽化、他地域との競合の厳しさである(表 2 - 2)。また、大鰐町観光の一角を成す温泉街においても、総じて旧弊化が進み、経営者の高齢化や後継者不足、施設の老朽化などから情緒ある温泉街としての面影が薄れてきており、宿泊客が減少している。

それでは逆に観光客数をあげている市町村ではどのような取り組みが行われているのか。

入れ込み数をあげている市町村に特徴としてみられるのが、農業を目玉とした取り組みや観光施設の整備であり、それらが観光業などに大きな効果をもたらしている。

入れ込み数を飛躍的にのばしている浪岡町や田舎館村では地場野菜の販売する道の駅が新しく建設されたことが入れ込み数増加の一因としてあげられる。道の駅ではそれぞれ地域の特産物が目玉となっている。大鰐町でも平成 17 年の 12 月末に大規模な地域交流センター「鰐 come」がオープンし、その一角に産直コーナーが設けられるため、大鰐もやしもそのコーナーの目玉として期待が持てる。

また、岩木町では入れ込み数の増加はさほどではないが、県外からの入れ込み数が増加傾向にある。この理由の一つとしてあげられるのが「岩木町まるごと観光農園構想」によるグリーン・ツーリズムの推進である。これは岩木町の美しい自然や、嶽きみに代表される農産物な

表 2-3 弘前市と碓ヶ関村の温泉利用状況

弘前市	
作物	春菊，オータムポエム，サニーレタス，小松菜など
加温方法	30cm ごとに温水パイプ（かん水用ビニールホース）を地表配管
栽培体型	9～3月葉菜類，2～6月野菜，花き苗
水温・泉質	51，弱ナトリウム塩泉
源泉からの距離	500 m（1～2 低下）

碓ヶ関村	
作物	なたね菜，春菊，パンジー，葉わさびなど
加温方法	温水パイプを地表に這わせ地表加温
栽培体型	10～3月葉菜類，花き，山菜
水温・泉質	41.5，単純温泉弱アルカリ性
源泉からの距離	50 m

（「冬の農業」推進計画書より）

どの豊富な資源を活用し、都市と町民との交流を積極的に行うといったものである。これに対して大鰐もやしは江戸時代から製法がほとんど変わっていない伝統野菜であり、またすぐに生産でき、25 cmにもなる特徴あるもやしの栽培を見学、体験することは、農業を都会の子供に紹介するにはもってこいの題材であるといえる。

地域エネルギー利用

青森県では「冬の農業」の推進事業の一環として、温泉熱など自然エネルギーを利用した冬の農産物の生産拡大といった取り組みが行われている。自然エネルギーには地熱や太陽光など様々なものがあるが、特に青森県は源泉数が全国でも7位と温泉に恵まれているため、温泉熱を利用した取り組みが、弘前市や碓ヶ関など至る所で行われている（表2-3）。

大鰐町では以前から温泉熱を融雪や味噌、醤油の醸造、そしてもやし作りに活かしてきた。温泉熱などの自然エネルギーを利用することは地球環境に優しいのはいうまでもなく、経費の削減に大きな効果をもたらす。そのため今後もこれらを背景として、地域資源である温泉（温泉熱）をはじめ、地域に賦存する風力、太陽光などの新たなエネルギーの活用について検討を始めている。大鰐もやしは自然エネルギー利用の先行的な事例として今後も地球に優しい農業の一角を担うことが期待されている。

第3節 大鰐もやし生産事業の課題

大鰐もやしの生産にはこれまで述べてきたように多くのメリットがあり、また期待もされている。しかし、生産や流通をするうえでいくつかの課題がある。

（1）生産面での課題

生産面での課題は今まで利用してきたもやし小屋と施設が異なることである。内部の環境は、なるべく今までのもやし生産が行われていたものと同じように設計されたが、施設の外部構造や土の質、標高による温度差、温泉の熱など様々な違いが生じる事が考えられる。

土の問題

特に土は特殊なものを使っているためその調達が難しい。また、大鰐もやしは農薬等を使用せず、日にも当たらず育つため、土の状態などにより様々な病気にかかりやすい。個々の生産者のもやし小屋の多くでは、栽培が行われる冬の期間をのぞいて屋根などを取り払い、天日に干し、雨ざらしにすることで土の消毒、休息を行うが、施設はしっかりとした建物であり、屋根などをはずして土を消毒、休息させることはできない。その上通年を通じた栽培となると、土が弱り、連作障害などの作物の病気が心配されている。

温泉の問題

大鰐温泉もやしはその名の通り温泉の熱を利用して生産を行うものであり、地中に温泉の通るパイプを埋めることで土室内の保温を行う。その際に、パイプを通る温泉の温度と、それによる土室内の温度が生産の大きなかぎとなる。温度が低すぎる場合に生育が遅くなるのは勿論のこと、温度が高すぎる場合も原料の豆を腐らせてしまうことになり、生育には適切な温度が必要となる。

施設では近くの温泉を利用するが、この温泉の温度は生産者のもやし小屋の温度と微妙に異なる。そのため地中のパイプの位置などで調整を行っているが、少しの温度の違いで生育が異なるだけに、今後生産するうえで温泉の温度の違いは大きな課題となる。

夏場の生産

大鰐もやしの生産は今までは主に冬期間に行われてきた。これは冬期間に新鮮な野菜が出回らないことや、農家の農閑期を有効に利用するためである。またこれに加え、冬という寒い気候と温泉熱がおいしいもやしを作るのであり、気温が温くなれば、原料の豆がすぐに腐ったり、成長が早くなったりしすぎて、もやしが強くなるといった障害が生じるため、実際の栽培には寒い冬は最適な季節なのである。さらに出荷や販売する際にも、冬場なら冷蔵する必要はないが、暑い時期では、痛みやすいもやしは適切な管理を行わなければ、腐ってしまう。

このようなことから夏場の生産はかなり困難な事が予想される。実際、通年の栽培やお盆などに大鰐もやしを作る生産者の話では、味が落ちたり、出荷前に腐らせてしまったこともあったそうである。

施設では夏場を含んだ通年栽培を計画しているが、生産面や保存技術の研究、改良がなければ、栽培の実現は難しいと思われる。

生産技術の指導、伝達

大鰐もやし生産には原料の豆作りから、温度の調節などさまざまな技術が必要となる。しかしこれらの生産方法は一般には公表されておらず、個々生産者で秘密とされている部分が多い。そのため生産には現在の生産者の指導がなくてはならないものとなる。

(2) 流通面での課題

流通面の課題としてあげられるのは生産量が増えた場合の出荷先の問題である。またそれに伴い、包装や運送の問題もあげられる。

販売面

大鰐もやしの増産が実現されたとしても、その販売先がなければ、まったく無駄なものとなってしまふ。販売先として農協や大型スーパーなどが考えられてはいるが、これらは量が一定以上安定して収穫できなければ、実現しないというハードルがある。

保存、運搬

現在の大鰐もやし作りは早朝から行われ、昼前には出荷でき、また店頭でもすぐに売れてしまうため、特別な保存方法などは考えられてこなかった。しかし事業での生産は労働時間の改善が考えられ、早朝からの作業の見直しが行われる。このためこれまでの午前中出荷はできず、一日保存し、次の日の朝に出荷することになる。当然出荷までに保存する冷蔵施設が必要となる。しかしこれには費用がかかるという問題が生まれる。

また熱の変化に弱いもやしは冬場は凍結、夏場は腐敗の恐れがあるため温度管理を徹底しなければならない。

さらに遠方へのお荷の場合、もやし自体が傷つきやす

いため、揺れや圧迫に耐えられるような保護もかねた包装が必要となり、これへの対策を練らざるをえない。

増産による商品価値の低下

増産によって生産が増えることによる商品価値の低下が考えられる。今まではその日収穫したものはその日の内に販売し、新鮮さをキャッチフレーズにしてきたが、これからは収穫日内での販売は難しくなる。

さらに増産が進んだ場合、希少価値の低下と言うことも考えられる。今まではほとんど大鰐町内で販売され、それを求めに大鰐に来る観光客などが少なからずあった。しかし大鰐もやしはどこでも手にはいるようになれば、これらの客の減少が起こるかもしれない。また一般の緑豆もやしよりも数倍値段が高くとも売れているのは、手間をかけ、おいしいのはもちろんであるが、希少性の部分も大きく、逆に増産することで、もやし単価の低下なども予想される。

第4節 生産者からみた事業

(1) 生産者の事業への賛否

現在は組合長だけが事業に参加している。今後新たな生産者が現れる場合には組合長が指導を行っていくことになるが、他の生産者は事業には参加していない。そのため、組合長以外の各生産者は個人で生産、販売をしていくこととなる。組合長以外の生産者が事業に参加しないのは、今は試験栽培の段階であり、それほど的人数が必要でないことが理由である。役場の方でも助言などの協力は呼びかけているものの、直接事業に参加してほしいという依頼は組合長以外にはしていない。

組合長が選ばれた理由は、生産組合の組合長ということからである。今後施設の栽培が本格的になれば、生産者を募集していこうと考えている役場としては、他の生産者も積極的に参加してほしいとの考えだった。しかし、事業に少なからず不安を抱いている生産者の事業への参加は難しく、例え事業が成功しても個々の生産を続けて行きたいという思いが各生産者の中にはあるようだ。

こうした状況の中で、町の大鰐もやし生産事業を進めるにあたって生産者は事業をどのようにみているのかを聞いてみた。

役場の事業に賛成か反対かを「賛成」、「どちらかといえば賛成」、「どちらともいえない」、「どちらかといえば反対」、「反対」という選択肢のもと尋ねたところ「賛成」が1戸、「どちらともいえない」が2戸、「どちらかといえば反対」が1戸であった。

「賛成」と答えた生産者は伝統を残してもらいたいといったことや地場産業としてブランド商品として成長してほしいといった考えによる。「どちらかといえば反対」と答えた生産者は、作る人が多くなれば、もやしの価値

が低下し収入が低くなる心配があげられた。「どちらともいえない」と答えた生産者はこのどちらの意見も持つようであり、「賛成」、「どちらかといえば反対」と答えた生産者も含め、伝統は守りもやし作りを途絶えさせたくはないが、それがあまりに生産者が増えるのでは、自分たちの生産、販売に不安を感じるということである。

また、この事業に協力するかどうかでは、「積極的に協力する」、「できる限り協力する」、「あまり協力したくない」という選択肢で尋ねたところ「できる限り協力したい」が4戸、「あまり協力したくない」が1戸であった。

「できる限り協力する」と答えた生産者はやはり伝統を途絶えさせたくないという思いからであった。協力はしていくが「積極的に協力する」にしなかった理由としては、各自の生産があるため、事業のためにできることが見つからないといったものだった。「あまり協力したくない」と答えた生産者は協力するぶんのメリットがあまり考えられないとのことだった。

この結果をみてもわかるように、事業に対して今ひとつ現生産者の納得が得られていない状況が明らかとなった。もちろん役場では事業を始めるにあたり、各生産者を回り理解を得ている。しかし実際には事業に対しての不満、不安をそれぞれが持っているようである。

この原因として、事業を計画した町役場が大鱈もやしの栽培方法を詳しく知らないこと、またいざ生産量が増えたとしてもその後の対応が考えられていないことがあげられる。

実際、事業計画やその費用は町役場から出されたが、施設をどのようにするか、生産をどのように行うか、土や豆はどうするのかといった点はすべて組合長に任せている。事業を成功させるためにはもっと役場自身が大鱈もやしを知り、何が問題で、どこを改善していかなければならないのかをしっかりと把握していかなければならない状況を生産者は感じとっていると思われる。役場は、16年度は試験的な栽培を行いそれによって生産方法の改善や出荷先の開拓を進めていくとしているが、その前にもやしが作れないのでは話にならず、莫大な資金を費やして作った施設も水の泡となる。

さらに、生産者の理解を得られない理由として以下に見るように、これが現在の生産者にとって直接プラスにならないのではないかと生産者が考えていることも事実である。しかも地域ブランドを確立し、更なるPRによって知名度が高まることなどは考えられるが、これに対しての生産者側の販売面などのリスクは大きい。

(2) 生産者から見た今後の事業

生産者は事業をどのように見ているかを聞いたところ、土と夏場の生産に現状のまま事業を続けても課題が多すぎてうまくはいかないだろうというものだった。

また、生産者の間では、今まで自分たちが受け継いできた大鱈もやしの栽培方法が町外などに洩れてしまうことを非常に心配している。

さらに生産のつらさを知っている生産者は、新しく生産を始めるとすぐに挫折してしまうのではないかといった思いもあるようである。

第5節 小括

調査を通じて、一番の問題点としてあげられるのが現生産者と役場の連携が今ひとつとれていないことである。

現生産者は事業に対してそれぞれが少なからず不安や不満な点をもっている。この計画には組合長を除く生産者が直接計画に加わっていない。そのため自分たちの生産、販売に何らかの不具合が生じるのではないかといった不安、また事業のメリットが直接生産者の収入に反映しないのではといった不満が主であるが、それに対する役場の対応も不十分に見える。もちろん役場の方でも対応策を考えてはいるが、あまり生産者に届いていない。この事業が現在の生産者にとってどのような利益があり、その一方で不安要素をどのように解決するかなどを、もっと検討し、対応策を提示しながら、生産者への理解を求めなければならないと言える。

またこれらの問題のひとつとして、役場の大鱈もやしに対する知識不足の点もあげられる。役場の知識不足はこれまで生産者が栽培法を秘密としていたことが原因であり、仕方のない面もあるが、十分な知識なしに事業を始めることに今まで熟練を重ねてきた生産者は不安を感じざるをえない。

また大鱈もやし生産のメリットを考えるうえで、生産を単に出荷による収入だけを考慮して行っていくのか、それとも地域振興などの間接的なメリットを考慮して行っていくのか、そうした判断も求められる。その場合、地域振興と生産者のメリットという点の検討も必要となる。

第2章に関する参考文献

- 『大鱈第四次総合振興計画』 大鱈町役場
- 『「冬の農業」推進計画』 青森「冬の農業」推進チーム
- 『観光まちづくりの挑戦』 国土交通省総合政策観光部
- 『観光文化の振興と地域社会』 井口 貢 ミネルヴァ書房
- 津軽広域連合ホームページ
<http://www.net.pref.aomori.jp/tugarukoiki/>
- 大鱈町役場ホームページ
<http://www.town.owani.aomori.jp/>
- 岩木町役場ホームページ
<http://www.iwaki.net.pref.aomori.jp/>

第3章 小野川豆もやしとの比較

大鱈もやしと同じように温泉を利用したもやし作りが山形県米沢市小野川温泉でも行われている。

小野川豆もやしは生産方法は大鱈もやしと似ている

が、違いはいくつかある。一番大きい違いは、生産者が生産の一部分を共同で行っており、しっかりとした組合が作られている点である。

本章では同じく温泉もやし生産を行っている小野川もやしについて、大鰐もやしとの生産や流通、抱えている問題点の比較、また組合を有効利用し共同作業を行っている小野川のメリットとデメリットを検討する。その上で今後の大鰐のもやし生産のあり方について考察していく。

第1節 小野川温泉の概要

小野川温泉は米沢市街から約4キロの山間にあり、地名は平安初期の女性歌人小野小町に由来し、小野小町開湯の伝説を持つ。そして戦国期には伊達政宗に、その後は上杉鷹山に愛され、米沢藩の奥座敷として栄えてきた。

温泉は開湯1200年あまりの歴史を持ち、泉質は含硫黄塩化物泉で、泉温83度、毎分最高1500リットル(一本の源泉から)の湧出量を誇るラジュウム泉として知られている。また最近の調査では、源泉から放出されるマイナスイオンの量が日本でもトップクラスで、泉質そのものも非常に還元性が高いことが確認されている。

温泉街は最上川の源流大樽川沿いにあり、溪流釣りや川遊びの基地として、また温泉街周辺はゲンジボタル・ヘイケボタル・ヒメボタルなどの自然生息地として知られ、環境省「ふるさといきもの里」にも指定されている。

温泉街には周辺部を含め168戸、600人弱の住民が暮らしているが、そのほとんどが農業と観光業に携わっている。

観光業は平成4年の25万人をピークに減少傾向が続き、平成13年度には11万人まで落ち込んだ。そんな中、JR東日本とJTBからの観光地開発のオファーを受けることとなった。これはJTBの企画力・販売力、JR東日本の輸送力という両者の強みを生かした観光地開発に、そこに住む人、まち全体の生活や文化を生かした観光地作り、ハード偏重ではなく地域のホスピタリティーを基礎としたオンリーワンの観光地作りを目指したもので、その対象地として小野川温泉が選ばれたのである。小野川温泉観光地実行委員会が中心となり、ものつくりの開発ではなく、意識の改革からの取り組みが始まり、勉強会や議論を重ね、様々なプランやサービスの改善が図られた。その中で重視されたのが住民にとって誇れるふるさとを作りである。JR東日本とJTBのアドバイスにより、地域の自己満足で終わらない、観光客の視点で考えることで、地域資源の発掘と地域の景観作りを行っていった。また、こうした地元の取り組みに対し、JTB、JR東日本からは、首都圏500カ所の駅にポスターを、さらに中吊り広告などで数千万円に及ぶ広告費の支援が

あった。

結果、平成13年度の小野川温泉全体の観光客数は11万人(対前年比0.4%減)で横ばいとなったが、そのうち9月以降は4.5%増で、長い間の減少傾向に下げ止まりが見られた。さらに小野川温泉は日経新聞プラス1温泉大賞の「街づくり部門賞」を、有馬温泉、道後温泉、城崎温泉、指宿温泉、下呂温泉、修善寺温泉、層雲峡温泉と並んで受賞し、今後も観光客の集客の伸びが見込まれている。

この中で小野川の特産物である温泉熱で作った豆もやしも大きな役割を果たしてきた。小野川では主に米や大豆などが作られているが、冬の積雪2メートル弱の農閑期に、温泉熱を利用してもやし・アサツキの栽培が行われている。小野川の豆もやしは、小野川住民だけでなく、米沢市民にとっても季節を告げる味覚であり、今ではなくてはならない名物の一つである。この豆もやしは旅館や食品店の料理、また小野川のおみやげとして、観光客の入れ込みに大きな役割を担っている。

第2節 小野川豆もやし

(1) 小野川豆もよしの歴史

小野川豆もやし(以下豆もよしとする)の歴史は明治34年6月、温泉街を含む64戸、その他土蔵、納屋17棟を消失し、この大火によりもやしに関する資料も焼失したとみられ、詳細は不明である。

しかし、その歴史は江戸時代の中頃の、今から250~300年前とされ、たまたま温泉の排湯が消雪の働きをしていることにヒントを得て温泉熱利用に思い立ったようである。

生産が始まった当時は各人の湯尻を利用して栽培されていたようであるが、それが小野川ホテル付近で共同運営されるようになり、明治34年の火事以降にもやし場改良費500円(当時)を基金として現在の地にコンクリート式のものとして作り替えられた。またその経費に充てるため、明治35年4月1日から村より使用料が課せられた(表3-1)。

大正12年には、株主71人をもって「三沢村大字小野川豆もやし業組合」を組織し、規約を制定して、豆もよしの改良発達、生産販売の拡張、その他、蔬菜萌芽しが営まれるようになった。

昭和に入ってから、稲の早植の推奨があり、小野川での種子初もやしは芽だしが非常に良いということもあり、豆もやし生産の終わった栽培場に、一市三郡から種籾が持ち込まれるようになり、春を告げる風物詩となった。

豆もやし生産は冬の農閑期などに副業として行われ、雪国での冬の生鮮食料品はおのずと種類が限定されることや、料理も煮物が中心になることから、周辺住民はもちろん、小野川の観光客や旅館、また米沢市内からの需

表 3 - 1 豆もやしに関する村条例（明治 34 年）

第 1 条	本村小野川有もやし場を使用するものより使用料を徴収する。
第 2 条	もやし場使用料は使用地一坪に付き一カ年金 20 銭以内とし本村会之を議定する。
第 3 条	もやし場使用料に関する旧慣は将来村会の議決により改めるもの他すべて之を存続する
第 4 条	本条例は明治 35 年 4 月 1 日より施行する。

表 3 - 2 小野川豆もやし業組合理約（抜粋）

第 1 条	本組合は専ら豆もやし業の改良発達をはかり、生産販売の途を堅実に拡張し、以って副業産物の真価を博するを以って目的とする。依って其の他蔬菜の萌やし業を営むことを得るべし。
第 3 条	本組合の組織は、大字小野川地域内に居住し、もやし業敷地所有権利者にして、其の証券を所有するもの 71 名を以って組織する。
第 6 条	本組合は従来に慣い、上組・中組・下組の 3 組に分け、小組合とし、その人数は下記の如し。 上組 24 名、中組 23 名、下組 24 名。
第 7 条	本組合に下記の役員を置く。 組合長 1 名、評議員 6 名。
第 19 条	本組合は用番を設け便宜に備う。其の要目概ね下記の如し。 1. 上、中、下の小組合は一カ年宛交互に用番を勤務すること。 2. 当用番の小組合より委員 4 名宛を交互に回勤せしめ、用番諸般の事務を処理するものとする。 3. 用番委員は指名を明記し、其の組の評議委員を経由して直ちに組合長に届け出をなすこと。 4. 当番委員は役員指揮を受け伝達し、その他必要の任に当たること。 5. 当用番委員は翌年度の当番を引き継ぐまで責任あること。
第 20 条	組合長は下記に掲げる事項を役員会に附し協議すべし。 1. 事業開始季節及び事業の増減。 2. 経費分賦及び収入方法。 3. 事業報告及び収支決算。 4. 其の他必要なる件。
第 23 条	本組合の経費は創立より組合員の負担とする。
第 24 条	本組合員の資格は第 3 条の定員にして大正 12 年 5 月 1 日附大字小野川より所有権を所得したる名義に依り有資格者とする。
第 27 条	本組合員にして権利を売買又は譲与せんとする時は現組合員中か若しくは大字小野川住民に限る。他町村民に其権利を移転することを得ず。

要が伸びた。販売高は昭和 5 年度には 3,350 円（当時）で、昭和初期の最も多い年には 8,000 円（当時）もの巨額にのぼった。

しかし、冬の早朝の作業であることや、全てが手作業であること、原料の豆栽培が大変なことなどもあり、最盛期は昭和 40 年頃までであった。その後一旦は転作大豆により生産は増えたものの、近年は減少を続け、40 年ほど前に 60 戸が生産していたが、現在は 12 戸となっている。

しかし最近では、日本温泉遺産を守る会で温泉遺産として認定され、またテレビや新聞などでも紹介されたこともあり、豆もやしはすぐに売り切れてしまう状態である。

（2）小野川豆もやし業組合

大正 12 年に株主 71 名をもって組織し、規約を制定し、豆もやしの改良発展、生産販売の拡張、その他蔬菜もやしを営むようになった。規約並びに施行細則は表のよう

なものである（表 3 - 2）。

この規約によってもやし業組合の組織並びにその機能が規定されている。

また規約に基づき、さらに豆もやしの営業について具体的に定めたものが施行細則である（表 3 - 3）。

これらの条文は大正 12 年 6 月 1 日以降、金銭の額などの細かいものを除いて一度も改正されておらず、現在もほぼこの規約と細則に従って伝統を忠実に守りながら組合は運営されている。

組合の主な取り組みとしては、生産が始まる前に行われる総会、臨時に行われる臨時総会、また実際の生産ではもやし小屋作り、出荷分担などである。また 3 年に一度組合長やその他の役員が選出される。

総会では今年度の生産についての情報交換が行われ、また栽培場所や順番、出荷日の分担などが決められ、生産者はこれに従って生産を行う。臨時総会は組合長が必要と決めるときに開かれ、実際に後継者問題などの検討が行われている。

表 3-3 小野川豆もやし業組合施行細則（抜粋）

第 4 条	豆もやし業は年々 11 月 25 日を以って米沢市に売り出すよう事業を開始し翌年 4 月 10 日を以って終了の期とする。但し時に伸縮することあるべし。
第 5 条	事業もやし売れ行きの良い否に依り増減し其の都度用番の指示する処に従う可し、故なくして拒むことを得ず。
第 9 条	もやし室一室の容量は内径巾壹尺五寸、長さ六尺と定め其の坪数尺坪にして九坪を超過することを得ず。深さは壹尺二、三寸を以て限度とする。
第 10 条	前条に定めたる室二個を以て壹名分とし、二個以上使用することを得ず。
第 11 条	事業を始めるに当たり豆の撒き付け採取売り出しの期間を用番より伝達したる時は指定通り実行すべし。
第 12 条	事業開始の順位は用番の小组合を一の組とし、之を一、二と更に分けて順序になす。
第 14 条	もやしの価格は年々役員に於いて米沢市青物商組合と協議の上、一把に付き金何銭、卸小売金何銭と定めるを以って例とする。

もやし小屋は毎年もやし生産を行うために造られ、また生産が終われば解体される。この設置と解体を組合員が共同で行うもので、その材料なども分担して持ち込まれる。

現在、組合に加盟しているのは 50 戸ほどで、そのうち 16 年度総会に集まったのが 19 戸、またそのうち生産を行うのが 12 戸であり、ほかの生産者のもやしを作る権利は持っているものの、生産は行っていない。

組合では年間に 7,000 円ずつ組合費を徴収している。このお金は砂の購入、その他もやし生産、もやし小屋の管理のために使われる。

数年前までは生産を行ってなくても、豆もやし生産の株をもっている権利者からも共同のもやし場の維持管理費として 1,300 円を毎年徴収していたが、なかには払わない者や、不平を言う者があり、現在は実際に生産を行っている者のみからの徴収となっている。

また今までに他のもやし生産場をたずね、研究も行われていた。数年前には大鰐のもやし作りの視察にも行ったそうである。

第 3 節 小野川温泉もやしの現状

(1) 生産方法

豆の栽培

豆もやしに使われている豆は、もやし豆と呼ばれる在来種の大豆である。大豆より小粒で、おおよそ一粒 5 mm である。この豆は生産者が地元で栽培し、異品種との混合を防いできた。

豆もやしの出来具合はこの豆の栽培にかかっているとされ、生産者は特に気を遣いながら栽培を行う。豆はしっかり完熟させてから収穫を行い、また収穫の際も豆に傷がつくと発芽しなくなるため機械などは使用せず全て手作業による収穫となる。収穫したものは乾燥機は使わずに天日により干す。このとき雨や霜がかかるときはビニールのシートなどで覆わなければいけない。

もやし小屋づくり

豆もやし生産は室堀小屋かけ作業から始まる。この作業は毎年 11 月 15 日に共同作業で行われる。室堀小屋かけ作業は、まず木で骨組みをつくり、その周辺をカヤで全体を囲む。骨組みの制作は、太い丸太などを使うため、生産者同士が力を合わせなければならない。この作業におよそ半日を要する。また必要な資材は各生産者から平等に用いられる。

小屋は上組、中組、下組の 3 つが建てられ、日により交互に出荷できるように、上組から順に日をずらしながら栽培が行われる。

生産は 3 月の末頃まで行われ、その後共同作業でもやし小屋の解体がおこなわれる。

室づくり

豆もやしは室と呼ばれる長方形の木箱の中で成長する。この室は長さ 175 cm、幅 55 cm、高さ 55.5 cm 程度で、この中に砂、そして原料となる豆を入れて栽培を行う。この木箱をコンクリートで作られた温泉の排湯が流れる堀の上にはめ込み使用する（図 3-1）

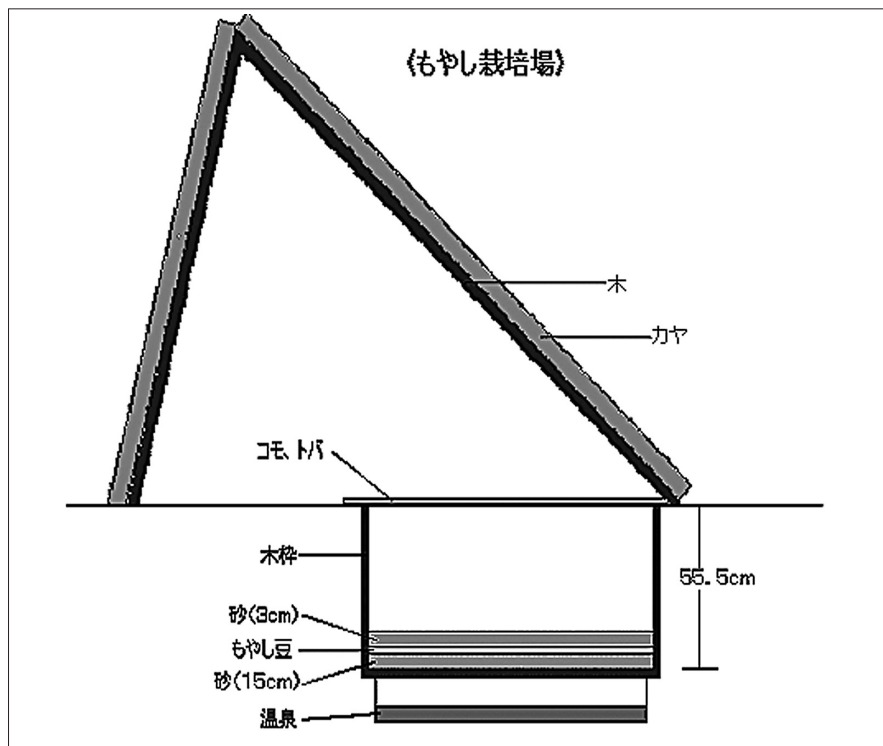
この室は下に流れる温泉の熱と蒸気で 36 ~ 37 ℃ に温められる。

豆もやし生産

11 月 15 日の小屋づくりや室づくりなどの準備が終わり、同月の 18 日に上組の第 1 回目の生産者から生産を始める。生産は早朝の 4 時頃から始められ、1 ~ 3 時間程度の作業が行われる。

生産方法は、まず室に 15 cm 程の厚さになるように平らに砂を敷き、一晩中水に浸しておいたもやし豆を均一に撒く。一つの室約 3 升(5.4 リットル)の豆が撒かれる。この上から更に砂をかけ、室の上から木を渡し、その上にコモと呼ばれるカヤで粗く編んだむしろや、トバと呼ばれるわらで厚く編んだむしろをかけ、保温状態、暗室を作る。2、3 日で発芽し、播種してから 7 日目の朝に 25cm 程に成長したもやしの収穫が行われる。

図 3 - 1 豆もやし栽培場の略図



この間ただ温泉の熱で温めておけばいいわけではなく、温度調節が非常に重要となる。朝晩に室の中の温度を確認し、温度が低いときには、温泉の入った温かい水をかけることや、コモやトバを多めにかけ、逆に高いときには、コモやトバをかき分け熱を逃がすようにする。この温度調節は以前生産者の勘で行われていたが、数年前から温度計を利用する生産者が現れ、今ではほとんどの生産者がこれを利用している。

生産者

生産者の多くは農家の副業として行っているが、中には生産を行ってから会社に出勤するという生産者もいる。年齢はほとんどの方が65歳以上の高齢者であった。

(2) 流通方法

生産した豆もやしは、生産者が個々におみやげ屋などと契約し取引を行っている。

価格はその年ごとに組合で定められ、共通の価格で取引が行われる。販売価格はおおよそ350～400円程度で、小野川の温泉街で販売される場合にはこれに若干の運送費が足される。

現在豆もやしを販売しているのは小野川温泉街の4つの商店と民芸館、米沢市内のスーパーと八百屋の7店のみである。豆もやしを取り扱っている旅館や飲食店などはこれらの店と取引することとなる。

店ではそれぞれ契約していた生産者から仕入れられている。取引方法は各生産者によって異なり、現金取引や銀

行を通した支払いなどで行われる。仕入れ量は日や時期によって異なるが、年末や観光客がたくさん訪れる週末には100束前後、平日や生産が終わりに近づいたときは50束前後である。そのうち半分近くは旅館などが利用し、残り半分は観光客がお土産に買うか、もしくは地元客が買って行く。

また商店ではそれぞれ地方発送を行っており、一度小野川を訪れ、もやしに惹かれた観光客などが注文する。まれに役場のホームページやテレビなどをみて注文する消費者もいるそうである。その際の発送方法は新聞紙にくるみ、運送業者のクール便などを利用し送られる。しかしもやしを1,2束買うだけでは輸送費の方が高くなってしまいます。例えば東京などに送る場合には輸送費だけで500円前後かかる。

現在は仕入れた豆もやしはその日のうちにほとんど売れてしまう状況である。しかし売れる時期と売れない時期とがあるため、販売店としては、もし増産を行ったとしても売れる時期には仕入れを増やしたいが、売れない時期は現状のままでいいという話であった。

しかし米沢市街地のスーパーなどで販売を希望しているところもあり、農協などでも取り扱いたい希望がある。だが、いずれも一定量の確保が条件であり、現状ではなかなか安定した増産は見込めそうにない状況にある。

また加工品として、商店が独自に豆もやしを入れた冷汁などを作り販売していた。

(3) 問題点

問題点としては後継者不足があげられる。この原因として収入の低さや早朝の作業の過酷さなどがあげられるが、その他に組合の規定で豆もやし生産を行いたくてもできない事があげられる。

組合は、共同で資材の調達、もやし小屋づくりを行うなどのメリットはあるものの、その規定により、後継者は小野川温泉街の住民だけとなっており、また実際に小野川の住民でも生産者のもやしを作れる権利を所得しなければならず、簡単に生産をすることはできない。

高齢者や農閑期の農業者、小野川周辺の住民で豆もやし作りをやってみたいと希望する者はいるらしく、また栽培場も半分は使っていない状態なので、組合の会議でも、もっとこれから豆もやし生産を希望する人が入りやすいように、組合の規定を変えることが検討されている。

もう一つの問題としては、もやし小屋づくりがある。この小屋は毎年生産が始まる時に建てられ、生産が終わるときに解体される。これは夏場などに乾燥によって火事などが起こる事を警戒してのことだが、組み立て作業は重い丸太を使用するためかなりの重労働である。そのため毎年組み立てや解体しなくてすむようなしっかりした小屋を建てるのが考えられている。またその小屋を活かして夏場も何か生産をすることが考えられているようだ。

第4節 米沢市役所の取り組み

現在米沢市役所の農林課では園芸産地づくり対策といった事業により、豆もやしの原料となるもやし豆の栽培に対して助成金が支払われている。

具体的内容

新たな園芸産地の育成とし、米沢地域水田農業ビジョンに位置づけられている園芸作物、また地域伝統野菜(豆もやし、雪菜)の作付面積に応じて、定額助成を行う。

効果

園芸作物の作付け拡大を行うことにより、農業経営における所得向上を目指すとともに、集落営農業等における労働力の平準化に資するとしている。

助成要件

生産調整実施者であり、かつ、集荷円滑化対策にかかるとしての拠出を行っており、また、米沢地区とも補償制度に加入しているもの。

助成水準

助成金額：5万5千円 / 10a

この他に職員が実際に豆もやし生産の調査を行い、生産方法などを詳しく調べ、また米沢市役所のホームページなどにそれらを掲載している。

また、地域の特産物として、観光客向けのパンフレットに米沢牛、館山リンゴなどとともに掲載している。

市役所では伝統の豆もやしは途絶えさせたくないといった思いは強い。しかし、豆もやしは他の農作物と比べ、利益を考えた場合、発展させていくことは大変難しいとのことだった。

後継者不足の問題も豆もやしだけでなく、農業全体の課題でもあるため、豆もやしの生産者だけに対策を取ることには考えていないようだ。しかし生産組合などから、生産者を募集したいなどの要請があれば、広報やホームページに掲載するなどできる限りのことは協力したいとの考えであった。

つまり、市役所では協力できることはたくさんあるが、生産者の「こうしていきたいんだ」という意見がなければ、生産者側でも組合の規則などを守っているため、なかなか実行には結びつけられないジレンマがあるようだ。

今後の対応としては、豆もやしだけを取り上げるのは大変難しいため、冬期間の野菜として、米沢を代表する雪菜、あさつきとともに伝統野菜として一緒にアピールしていきたいという。さらには観光資源、地域のバイオマス利用例として、補助、協力をしていきたいとのことだった。

第5節 大鰐との比較

(1) 大鰐と小野川との違い

大鰐と小野川ではどちらも温泉熱を利用したもやし作りを行っており、生産、流通の面で多くの類似点が見られる。とはいえ生産者の連携や生産方法、出荷形態、またもやしを買う客層にも違いがみられた。そこで大鰐もやしと小野川豆もやしについて、比較、検討する。

組合

大鰐と小野川の違いで最も大きな違いは生産者組合の違いである。小野川には前述の通り、豆もやし生産の中心には組合が存在し、その規定などに従って生産を行ってきた。一方、大鰐にももやし生産者の組合は存在するが、この組合での活動は全くと言っていいほど行われていない。実際生産者6戸中1戸の生産者はこの組合に所属していない。その理由について生産者は、組合に加盟する利点がないと答えていた。現在、組合の活動は情報交換などが行われる程度である。

小野川の生産者組合では生産が始まる前に、生産者が集まって会議が開かれ、その年の豆もやし生産の方向性が決められる。その後、毎年決まった時期に栽培場が共同でつくられ、生産が始まる。

また小野川の場合は大鱧のように毎日豆の播種から出荷までを行うわけではなく、生産者は週に2～3回程度の出荷となるため、生産者全体で毎日平均して出荷されるようそれぞれの生産者で出荷日があらかじめ決められている。

組合の利点としては共同で栽培場の管理が行えることや、初めて豆もやし作りを行う人でも、他者の協力、指導を受けられること、会議などによって新たなもやし生産の技術の改良が行えること、共同でのもやし販売へのPRなどができることがあげられる。

逆に欠点として、組合の規定があり自由に出荷、販売ができない、共同でいろいろな作業が行われているため、生産者が減ると残った者だけでの生産が難しくなるなどといったものがあげられる。

以上のように組合を組織して生産を行っていくことには利点と欠点がそれぞれあり、一概にどちらが良いとはいえないが、大鱧ではこれからもやしの施設栽培を考えた場合、何らかの組織を持ち、規則を作らなければまとまりがなくなってしまうことが予想される。そういった点からも組合の利点、欠点を見極め、新たな組織化が望まれる。

生産量、収入面

大鱧と小野川ではもやしの生産量に違いがみられ、それにより生産者の収入にも大きな差がみられた。

生産量は大鱧の場合、個々の生産者がそれぞれ毎日およそ40kgで、1週間あたりで280kg程度であるのに対し、小野川は出荷が交互に行われるため、1回のお荷がおおよそ28kgでこれが週に1～2回程度行われるため、1週間あたりで70kg程度である。このように大鱧と小野川の1週間の生産量を比較した場合、4倍程大鱧の方が多い。また、大鱧と小野川を生産者全体の日あたり生産量を比較すると、大鱧の場合は6戸の生産者がそれぞれ生産を行うため、40×6の240kgで、小野川は12戸の生産者が交互に出荷するため一日当たり4戸の生産者が出荷し28×4の112kgとなる。

収入の面では詳しいことを聞くことはできなかったが、1週間あたりの概算で大鱧では夫婦2人で取り組んで粗収入が一日1万2千円程度、そこから原料費などを含めた経費を引くと1万円程度と考えられ、一週間ではおよそ6万円程度の収入があると考えられる。一方小野川では、もやし単価が大鱧より高いといったこともあり、一回のお荷でおおよそ1万4千円程度の粗収入、そこから経費を引くと1万2千円程度で、これが週に2～3回程度のお荷となるので、一週間でおおよそ3万程度の収入と考えられる。これはあくまでも出荷量や販売価格からの概算であり、また原料である豆の生産時間を含めれば一週間あたりの収入とはいえないかも知れない。とはいえ、これから判断すると、収入には2倍程度の大きな差がみられる。

大鱧では農業ができない冬期間だけとはいえ、もやし生産は家計を支える主要な収入となる。一方で小野川は、ほとんどが定年期を過ぎた高齢者ではあるが、生産は完全な副業として捉え、毎日の作業後に会社勤めを行っている生産者もみられた。

生産法

大鱧と小野川のどちらも、基本的に温泉熱を利用し、土や砂を使って栽培することには変わりはないが、細かいところでいくつかの違いが見られる。

その一つがもやしを育てる室の違いである。大鱧では地中に温泉パイプを埋め込み、その上の土をそのままほり込む事で生産を行っているが、小野川の場合は、排湯が流れる溝のうえに木箱をはめ、そこに砂を入れて栽培する。

この生産方法の違いとして、大鱧では、1回生産するごとに室の中の使った土などを取り除き、きれいに掃除ししなければならないが、小野川の場合は木箱ごと取り出せるのでいくぶん作業は簡単である。また小野川の場合、温泉をパイプに通している大鱧と違い、温泉の蒸気が木箱を通して砂に浸透する。さらに室内の温度調節も大鱧は生産者の勘に全てを任せているが、小野川では温度計を利用して、誰でも最適な温度が見分けられるようにしている。

また小野川では週に2～3回程度のお荷であり、出荷日を除けば毎日1～2時間の労働であるが、大鱧の場合は毎日豆の播種から出荷まで行うため、毎日作業に半日を要する。

大鱧も小野川もそれぞれの生産法があるが、一見すると、小野川の方が作業は簡単そうであり、小野川を生産者の方自身も大変な作業ではないと話してくれた。一方で大鱧は毎日が大変な重労働で、生産者の勘が全てとなる熟練の作業となっている。

生産量や収入面などを考えると単純に比較する事にはできないが、基本的にもやし生産を生活の主な収入と考えている大鱧と、完全な副業として、さほどの利益は考えていない小野川とでは生産体系にも大きな違いがあった。

大鱧では労働の過酷さや、難しさが生産の問題点としてあげられていることから、今のような栽培方法で生産を続けていくことや、新たな生産者が栽培を始めるのは、労働環境、生産技術の面で難しい。

もやしの購入者

大鱧と小野川ではもやしの購入者にも違いがみられる。これはそれぞれのもやしを販売している商店などから調査したもので、はっきりとした統計ではないが、大鱧では町民がもやしを購入しているのに対して、小野川ではほとんどが温泉街に来る観光客が、もやしを購入しているそうである。

この理由として、どちらも温泉街として、観光業が大きな収入となっているが、大鰐では観光客の減少がみられる一方、小野川では様々な取り組みから、観光客を増やしつつある事があげられる。これには小野川では、市のパンフレットや小野川の観光案内、さらには旅行会社のツアーの一つの目玉として、豆もやし積極的にPRされていることも観光客の増加に大きな効果をもたらしていると考えられる。

これから大鰐の産業の大きな柱である観光業をのばすためにも、町の特産物である大鰐もやしをもっとアピールする必要性を示している。

行政の取り組み

もやしを生産するうえで、行政がどのようにもやしを位置付け、どのような協力体制をとっているかは、今後の生産に大きな影響をもたらす。

大鰐では大鰐町役場、小野川では米沢市役所がそれぞれ農林課を通してもやし生産と関わってきた。現在行われている政策は、大鰐ではもよしの生産事業、小野川では原料となる豆の栽培補助である。大鰐は新たな生産者確保による生産の維持、拡大を目指しているのに対し、小野川は、現在の生産者のための補助がメインとなる。

大鰐の場合、確かに後継者がおらず、大鰐もやしを途絶えさせないためにもこの事業は必要であるが、現在の生産者を補助していくことも必要ではないだろうか。

また逆に小野川の場合も後継者を受け入れる取り組みなどを役所と連携して行っていくことが必要とされる。

(2) 大鰐と小野川の問題点の比較

大鰐と小野川の生産者がもつ最も大きな課題が両者共通して、生産者の高齢化や減少に加えて、新たな生産者が現れないといった後継者問題である。

現在、もやし生産者に限らず後継者不足の問題は農業全体が抱える難題である。

この問題でまず共通して言えることが、新たに生産をしたくてもできないといった事である。これはこのもやし作りが温泉を利用することから起こるものである。温泉はどこにでもわき出ているわけではなく、生産を行うには温泉の出る場所が必要となる。

大鰐では栽培を行っている生産者の各家に温泉が供給されているが、新たに生産を始めようと考えても、他に栽培できる所はなく、結果的に温泉の利用権などの問題から、生産を継ぐのはおのずとその家族に限定されてしまう。小野川の場合では、共同の栽培場を利用しているが、その半分近くは生産の減少により、現在使われていない状態であり、新たに生産する事はできる。しかし、生産組合の規定により、その場所を利用して栽培をすることは簡単にはできない。このようにどちらも新たに生産を始めるのが困難な状況にある。

これに対して大鰐では事業により生産の場を提供する

こと、小野川では規定を変更して、もっと新たに生産を希望する人が入りやすい方法が考えられている。

しかし大鰐の場合、後継者ができない理由の他の要因として、労働の過酷さがあげられる。小野川の場合、生産自体は朝早いということはあるものの、特に問題としてあげられていない。実際小野川では生産を希望する声退職した会社員などからみられるものの、大鰐では現在のところこのような希望は全くない状態である。大鰐はこれから労働環境の改善が後継者の確保に大きく関わる事となる。

第6節 小括

小野川での調査を通じて、基本的な歴史や生産方法、流通方法には大鰐と大差はないものの、いくつかの点で違いがみられ、それにより抱える問題点に大きな違いがみられた。

まず小野川の特徴としてあげられるのが組合の取り組みである。小野川の豆もやし作りの中心には小野川豆もやし業組合の存在があり、その方針に従って生産、流通が行われており、組合として活動を行うメリットも多くみられた。小野川での組合の方針が必ずしも大鰐に合うわけではないが、共同のPRや出荷は大きな効果があると思われる。

生産方法は温泉等の利用法や、生産体系が異なっていた。また小野川の日々の労働は早朝の作業ということを除けば、さほど大変ではなさそうであったが、これは生産方法が異なっていること他に、もやし生産の収入に対する捉え方が異なっているのが理由であるように思われた。主収入としてもやし生産をしている大鰐と副業として小遣い程度の収入を求める小野川とでは生産量が大きく異なり、その分作業や労働時間は異なる。大鰐町が計画している事業では大鰐もやし作りを通年でい、その収入だけで生計を立てられるようにするのが狙いであるが、高齢者や農閑期の農家を対象として施設を貸し出し、もやし生産を主収入として考えず各自が小規模で生産するような体系を作ること、考えても良いのではないだろうか。

また小野川では小野川観光組合を中心に温泉街の活性化をめざし大きなプロジェクトが行われ、豆もやしもその一角をなすものとしてアピールされていた。これにより豆もやしと観光業双方に少なからず効果をもたらしていると考えられる。一方大鰐では町民が主に消費することもあり、町をあげたもよしのアピールなどはあまり行われていない。今後大鰐もやしを増産し、また観光客の集客にもやしを活かして行っていくためにも、生産者だけではなく、地域の特産物として町民が受入れ、町をあげたアピールが必要となる。

小野川も大鰐と共通して後継者不足の問題が大きな課題としてあげられていた。その一方で、行政としてのもの

やしの位置付けは共通していた。生産者と役場が地域の伝統的な特産物として残していかなければならないといった思いである。

第3章に関する参考文献

- ・『雪国の衣と食』樋口キヨ 置賜民族学会
- ・『米沢風土記(第三集)』米沢市役所
- ・『広報よねざわ』平成10年3月号 米沢市役所
- ・『山形県の地域エネルギー開発利用, 県内の開発利用の実例』山形県企画調整部
- ・米沢市役所ホームページ
<http://www.city.yonezawa.yamagata.jp/>
- ・小野川源泉協同組合ホームページ
<http://www.chuokai-yamagata.or.jp/onogawa/>
- ・小野川うめや旅館ホームページ
<http://onsentamago.com/index2.html>

まとめ 大鱈温泉もやし生産の課題と改善策

安全な野菜, 健康野菜が注目され, また消費者のおいしさへの追求が高まる中で, 農薬を使わない, 豊富な栄養成分を持ち, しかも独特の風味・食感を持つ大鱈もやしは十分に消費者を惹きつける要素を持っている。

しかし, 大鱈もやし生産の現状は6戸の生産者を残すのみで縮小傾向にあった。それには労働環境の苛酷さや流通面の問題だけでなく, 生産者の高齢化による生産の縮小, 新たに生産を始めたくても温泉などの利用権の問題も絡み, 結果的に生産をできるのは代々大鱈もやし生産を続けてきた家に限定される事などが背景としてあった。

こうした問題を解決するために大鱈町が取り組む事業は, 大鱈もやし生産者の募集や労働環境の改善などの面で大きな効果がもたらされるのではと期待される。

事業は大鱈もやし生産の維持, 拡大, さらに観光業との連携や自然エネルギーの利用と様々な可能性をもつ。しかし他方で, 様々な課題もあげられる。その一つは, 現生産者への関係である。現生産者の多くが事業に直接かかわらず, 個々の生産を継続していくことになっている。現生産者の多くは, 事業で生産された大鱈もやしが出荷された場合の販路侵害や価格下落, 事業に伴っての他産地や企業などの栽培法の盗用を心配している。販路の面でも不安な点がみられる。生産拡大が行われた場合, 安定した収穫を実現していかなければ, 農協や大手量販店などへの出荷は難しい, さらにそのような増産が過剰に進んだ場合, 価値の低下などが心配される。また, 遠方への運搬方法や規格外品や残余したものの加工法などの開発も課題となっている。

このような課題があげられるが, 現在進められている事業がよくも悪くも, 大鱈もやし生産に大きな影響を与えることは間違いない。まず生産による農業の振興, 雇用・収入の確保などのメリットを実現し, 他方で現生産

者と理解しあっていくことが必要である。そのなかで, 労働の過酷さが問題点としてあげられていることから, 小野川のように交代性の形をとり, 毎日の栽培時間を短縮し負担を軽減し, 退職した高齢者の労働の場とするなど全く別な方法を取り入れていくことも考えていく必要がある。

また今後の後継者育成, 伝統を維持するためにも, 栽培技術のある程度後世代に文書として残していかなければならないだろう。

さらに小野川での調査を通じて明らかとなった組合の役割を十分に活かしていくことも重要となる。大鱈は現在組合の活動はほとんど行われていないが, これから生産者が増えるにあたって組合の活動方針を考えていかなければならない。組合の取り組みが活発になれば, 共同出荷などから生産量の不安定さをお互いにカバーし, 一定の出荷量を保つことで, 流通販路の拡大, 共同でもやしのPR, 後継者の募集・指導を行うことが可能となる。

これからの時代は農業の多面的な機能がより重視されるようになり, 大鱈もやし生産も観光業の活性化や自然エネルギーの利用などにより高い評価を受けることが考えられる。もやしに限ったことではなく, 農業全体として, 多面的な機能の見直し, またその重要さを知ること, その価値を見だし評価していくことが大切である。そのため行政も収入の保証や, 新規の就農者への対応の改善などを行い, 現生産者とともに後継者を育成していかなければならない。

また, 地域住民が大鱈もやしなどの特産物を理解し, 食べてみたい, 地域の誇れるものになりたい, 栽培したいという気持ちが高まることも重要である。そしてこれらの活動にこだわりを持つことが, 自分の住んでいる地域に対する愛着を生み, 地域の活性化へとつながり地域の輪となり広がっていくことだろう。さらにはこのような地域資源と食文化, 伝統を次代の子どもたちに伝えることも重要である。今やもやしは工場での手を借りず大量生産されるようになった。それらのもやしと今後市場で対等に競争して行くことは大変に難しい。そういった意味でも重視しなければならないのが, やはり伝統というものである。この伝統を特産化や観光に結び付けていくことが重要となる。

活かし方としては, 郷土食やお土産として町民から大鱈もやしを使った商品のアイデアを集め, 町内の大鱈もやしに対する意識を高めるとともに, 販売量を増やしていく, また大鱈もやしが一週間で収穫をむかえる特徴を活かして, 長期滞在の湯治客などに栽培を体験してもらい, 自分の栽培したものを土産として持って帰ることができるといったプランなどが検討されている。その意味で今後は, 農業内部だけではなく, 観光業や地域の活性化などからのアプローチ, そして大鱈町の行政, 町民が一体となった全体的な取り組みが必要である。

A Report on Owani Onsen Moyashi

shunsuke KOBAYASHI, chousei SHIBUYA

Laboratory of Regional Resource Management

At a time when safe and healthy vegetables have attracted much attention and consumers pursue tasty food. Owani Moyashi has many advantages that can attract consumers. Our bean sprouts are a highly nutritious vegetable with unique flavor and texture, grown without agrichemicals.

Unfortunately, only 6 farmers are engaged in the production of Owani Moyashi at present, and yield has been decreasing. This is not only because of the hard labor involved, which is compounded by issues in distribution, but also because of the aging of farmers, and problems with the right to use the hot spring even before the planting starts. As a result, the production of Owani Moyashi has been limited to one generation to another. To solve these problems a project to promote Owani Moyashi has been started by the town of Owani. The goal is to add to the number of bean sprout growers and improve the process of production.

There is no doubt that the recent project could have various effects on Owani Moyashi production, in both positive or negative ways, so it will be necessary to show the immediate benefits of moyashi production, such as the promotion of agriculture, the provision of work opportunities and income, in order to maintain a good relationship with present farmers. Reducing labor load by having people working in shift and by utilizing those who have retired should also solve the problem of excessive labor. It is necessary, too, to hand down cultivation techniques to the next generations in order to cultivate successors and maintain the traditional know-how.

In the future society will attach more importance to multilateral functions in agriculture and Owani Moyashi will earn a high praise for the promotion of tourism and the utilization of natural resources. Thus we must reconsider the multiple functions of agriculture and know the importance of our task find labor value in our work and give rightful evaluation to it.

Local people, too, should be encouraged to know and eat special local foods including Owani Moyashi, so that can be proud of local products and develop the urge to cultivate them themselves. Their interests in our activity will foster love for our home district, leading to the revitalization of the region and strengthening the unity of the local community. We are expected to hand on local foods, food culture and tradition to the next generation. And consequently, it is important to link such tradition with the promotion of special food products and tourism.

最重要病害リンゴ火傷病の日米検疫問題

宇野忠義

地域資源経営学講座

(2005年11月15日受付)

はじめに

火傷病はリンゴ・ナシ・ピワ・カリンなどのバラ科のナシ亜科の果樹類或いはナナカマド・サンザシ・ピラカンサ等のバラ科の花木類を侵す最重要病害である。細菌 (*Erwinia amylovora*) の感染で起こることが特徴であり、風雨、昆虫、鳥などによって急速に、広範囲に伝播し、しかも有効な防除法の確立が困難であるところにもう一つの特徴がある。

もともとは、アメリカ東部の風土病であり、18世紀後半に発見されたが、その後、第1表に示すように、アメリカの西部開拓・移民の拡大とともに、リンゴやナシ栽培も拡張し、20世紀の初葉には北米全体、さらにニュージーランド、第2次大戦後は、ヨーロッパのほぼ全域からエジプト、西アジアへと感染地域が広がっており、近年においてもその勢いはとどまらないところである。⁽¹⁾

病原細菌は、花器や傷ついた部分、開口部から侵入、花、枝、幹へと広がり、枯死を起こす。この病気は、花

第1表 世界における火傷病の感染地域の分布推移

18世紀後半	アメリカ ニューヨーク州・ハドソン川流域の高地(リンゴ・西洋ナシ・西洋かりん)
1820 - 30年代	アメリカ東部
1840年代	アメリカ オハイオ州・インディアナ州・イリノイ州 カナダ オンタリオ州
1888 - 1905	アメリカ カリフォルニア州・オレゴン州・ワシントン州(アラスカ・ハワイを除く全州で発生)
1911	カナダ ブリティッシュコロンビア州
1919	ニュージーランド
1921	メキシコ
1924	カナダ全土
1938	バミューダ
1941	グアテマラ
1957	イングランド
1964	エジプト(アフリカで初めての発生)
1966	ポーランド オランダ
1968	デンマーク
1971	ドイツ
1972	フランス ベルギー
1982	ルクセンブルグ
1984	キプロス
1985	イスラエル(発病3週間後に200 km離れた地域でも発病), トルコ(アジア初)
1986	スウェーデン ノルウェイ ギリシャ アイルランド レバノン カロリン諸島
1987	チェコスロバキア
1988	レバノン
1989	スイス
1990	ブルガリア イタリア ユーゴスラビア(ボスニア・クロアチア・マケドニア) アルメニア ヨルダン
1991	ルーマニア
1993	オーストリア
1994	イラン
1995	スペイン アルバニア
1996	ハンガリー
2001	フランス全土に蔓延

注：水野明文・佐藤成良他「日本における火傷病発生の疑義(横浜植物防疫所『植物防疫所調査研究報告』第39号, 2003年)による。

ただし、原資料は、Tom Van Der Zwet & Harry L. Keil "FIRE BLIGHT", 1979, USDA, J L Vanneste "Fire Blight" CAB International 2000, 等による。

がしおれ、枝、葉、幹、果実が火であぶられたような症状を示すので、英名 Fire Blight、「火傷病」と呼ばれている。病原菌は着生植物の組織内で生存、拡張し、潰瘍斑や宿主によって越冬する。蜂などの昆虫、雨風や鳥の媒介という多様な方法で伝播する。気象条件も伝播、感染に影響し、高温、多湿の場合、病勢は著しく進み、感受性の強い樹種の場合には1年で園地が壊死し、甚大な被害をもたらす。(2)

この病気の特徴は、有効な防除が極めて困難なことである。細菌感染のため防除に抗生物質ストレプトマイシンが使用されているが、耐性菌が発生し、新薬開発との悪循環が生じている。米国の国際応用植物病理学会誌 "plant disease" (『植物病害』87 巻 7 号, 2003. 7) によれば、米国では、耐性菌が発生し、特にそれが米国の西部やミシガンなど広範囲に発生し、火傷病による損害と防除費用のため毎年1億ドル以上の被害が出ている。(3)

そこで、米国では、バラ科に限定した発生と樹種により感受性の相違がみられることに注目し、抵抗性遺伝子を発見し、21世紀の戦略としては、遺伝子組み替え等による抵抗樹の育成、普及を戦略的課題として研究を進めている。(4)

このように、リンゴやナシにとっては文字通り最悪の病害である。従って、本病は輸入検疫上最も警戒を要する侵入病害として「輸入禁止品対象病害」に指定され、厳密な検疫と監視下に置かれていたため、幸い過去数十年間日本のリンゴ栽培地域では本病の発生は全く確認されてこなかった。(5)

なお、付言すれば、このような重大病害であるので、発生国からはいっさいリンゴ輸入を禁止するといういっそう厳重な措置を執っている国もある。オーストラリアや韓国などである。米国の果物防除に関する専門書等も、厳重な水際阻止・検疫のみが侵入防止に有効であると述べている。(6)

しかし、2002年アメリカは、日本のリンゴ火傷病の検疫条件が「過剰な措置である」或いは「科学的でない」などの理由で、SPS協定(衛生植物検疫措置の適用に関する協定)に違反しているとしてWTO(世界貿易機関)に提訴した。2度にわたるWTO紛争解決機関及び上級委員会の裁定が行われた。その結果、日本側は2度敗訴した。1度目は、2004年7月に検疫措置の緩和をし、2度目の2005年8月には、さらに大幅に緩和した。その緩和により、検疫が意味をなさないほどの後退となった。

この結果、今後火傷病が日本に侵入する危険性は今までになく高まり、リンゴ、ナシ栽培地域における栽培上の脅威及び食の安全性維持への悪影響、危険性は計り知れない状況になった。

本論文では、リンゴ火傷病の日米検疫問題の経過の概要を整理するとともに、リンゴの輸出入を巡る動向を探り、検疫の緩和が重大な問題を孕んでいる点について私見を述べてみたい。

リンゴ火傷病の日米検疫問題の経過

1 リンゴ火傷病の検疫措置に関する経緯と背景 (2004年1月まで)

1971年6月、リンゴはグレープフルーツなどとともに自由化された。しかしながら、我が国では未発生のコドリंगा、火傷病などは植物防疫法に規定された輸入禁止品に該当し、発生国からは許可されず、当初は、未発生国の韓国からのみ少量が輸入された。その後、米国、ニュージーランドから輸入解禁の申し入れが続いたが、日本は禁止してきた。

1993年6月、植物防疫法の改正により、火傷病の発生国ニュージーランドからの輸入が6品種について解禁された。続いて、93年8月、米国の火傷病など3病害虫の防除データの提出を受け、同法施行規則の一部改正により、1994年8月、米国産リンゴ2品種(レッドデリシャス、ゴールドデリシャス)の輸入が解禁された。

リンゴ生果実の輸入を解禁する際に、火傷病については、次のような検疫措置を講じることを条件とした。

火傷病完全無病園地の指定、
輸出園地の周囲に500m幅の緩衝地帯を設置
年3回(開花期、幼果期、収穫期)の園地検査の実施
果実の表面殺菌

その後の我が国のリンゴ輸入の動向を第2表に示した。

世界第2位の生産・輸出国である米国からは、満を持していたように一挙に、1995年に94年産リンゴが8,935トン、14.6億円の輸入がなされた。ところが、米国からの輸入量が多かったのはその1年のみであり、以後は、400~100トン台に激減し、2002年以降は輸入が途絶えている。

95年産以降の米国リンゴ輸入の減少理由として、青森県りんご課は、食味が劣る割に価格が安くない、日本で人気がない品種である、日本で使用禁止の農薬防燻剤TBZが94年産から検出され、評価を下げたことなどを挙げている。

これに対し、米国の生産者側では、防除費と検疫費用コストの増大が輸出の障害をなしていると認識していた。それ故、検疫条件の緩和を執拗に追求し、交渉場面で圧力をかけてくることになった。さらには、後述のように、WTOへの提訴を行うのである。(7)

なお、我が国のリンゴ輸入量合計も第2表に見られるごとく、1996年以降数百トンの低水準で推移し、最近年ではさらに100トン以下に減少している。すなわち、1995年を除き、日本のりんご生果実市場においては、生産者の品種転換と高品質生産並びに販売努力や消費者の志向等により、海外産生果実の輸入を防いできたといえる。

ついでながら、輸入に関して述べれば、むしろ、リン

第2表 年次別・国別りんご輸入実績

(単位: t, 円/kg)

年	オーストラリア		韓 国		ニュージーランド		アメリカ		そ の 他		合 計	
	数量	価格	数量	価格	数量	価格	数量	価格	数量	価格	数量	価格
昭46			13								13	
47			180								180	
48			65	87							65	87
49											406	33
50			45						1,150		1,195	30
51			62						20		82	100
52											-	-
53											-	-
54									514	53	514	53
55											-	-
56											-	-
57											-	-
58											-	-
59											-	-
60											-	-
61			18	129							18	129
62											-	-
63											-	-
平元											-	-
2											-	-
3			14	437							14	437
4			69	359							69	359
5			37	156							37	156
6			7	100	235	333					242	326
7			170	163	190	187	8,935	164			9,295	164
8			51	166	254	264	404	155	1	514	710	196
9			22	191	9	280	106	161	13	225	150	179
10			108	177	112	97					221	136
11	110	240	39	169			159	243			308	233
12	247	179	251	104			96	231			594	156
13	650	194	1,411	87			278	167			2,339	126
14	120	234	0.6	350							120	237
15	108	243									108	243
16	16	207									16	207

- (注) 1. 資料: 日本貿易月表
 2. 価格はCIF価格
 3. 昭和50年, 51年及び54年の「その他」は北朝鮮
 4. 平成8年の「その他」はネパール
 5. 平成9年の「その他」はネパール1トン, フランス12トン
 6. 青森県『平成16年産りんご流通対策要綱』P122より引用。

ゴ果汁輸入の激増によるりんご産業への影響が大きい。1990年4月にりんご果汁の輸入自由化が決定され、それ以降輸入量が増加を続けた。1995年には7万5千kl(生果換算で約66万トン, 国産果実の6割を超える量)に達し、以後も6~7.8万kl(輸入果汁全体では23万kl)で推移している。2002年産では、国内生産量91万トンに対し、生果・果汁合計の換算輸入量が53万トンに達し、自給率は63%に低下しており、近年では60%前後で推移している。

果汁の輸入先は、米国産果汁がトップであったが、1998年から中国産果汁が最多となり、りんご果汁輸入量の40%前後を中国産が占めるようになった。

日米検疫問題の背景には、このようなりんご生産1位の中国(2000万トン, 世界の3分の1強)と2位の米国(400~500万トン)との熾烈な市場競争がある。1998年に、米国が中国産果汁の米国への輸出を提訴後、中国は日本への果汁輸出にドライブをかけたトップに立った。

中国は防疫上の問題を抱えており、生果実輸出には制約があるが、果汁輸出は可能であり、日本、米国その他に低価格で輸出を伸ばしている。その影響で、日米では、加工用りんご価格が激落し、りんご農家に大きな打撃となっている。輸入自由化以前と以後の5年間ずつの青森県における果汁用りんご平均価格の推移を見ると、1kg当たり、1985~1989年では50.6円であったが、

1990～1994年には30円に激落し、採算割れ水準となった。その後も低下し、最近の1999～2003年平均では、20.3円までに落ち込み、採算割れ以下にへばりついている。2002年産に至っては、9円という投げ売り同然の大赤字となってしまった。それゆえ、果汁用リンゴを含めたリンゴ価格支持政策がリンゴ生産の維持存続のために不可欠のものとなっている。生果実に限定された現行価格安定制度の改善・拡充が緊急に求められている。

ところで、米国が奪われた日本のリンゴ果汁市場をねらい、あるいは検疫条件の緩和により、日本に生果実輸出を再開させようと攻勢を強めている背景には、このような国際的な市場争奪戦の展開を見ることができる。

かくして、日米のリンゴ火傷病の検疫問題は、じつは日米貿易摩擦および中米貿易摩擦の一環をなしており、貿易問題の連鎖の中で把握する必要がある。⁽⁸⁾

ところで、その後の火傷病の検疫問題に関する経過を農林水産省のプレスリリースなどにより整理すると次の通りである。

(1) 1999年(平成11年)8月、日米植物検疫定期協議において、米国が、1994年8月に決定された上記の火傷病に対する検疫措置4条件の変更について、以下の3条件への緩和提案をした。

輸出園地の周囲に10メートル幅の緩衝地帯を設置、年1回(収穫期)の園地検査の実施、果実の表面殺菌

(2) 同10月、日米植物専門家会合において、検疫措置の変更の検討は技術問題であり科学的根拠が必要であるとし、2000年に日米共同試験を実施した。2001年、米国は試験データを提出。⁽⁹⁾

(3) 2001年(平成13年)10月、日米専門家会合を開催し、火傷病の検疫措置に関する協議を行った。

米側は、火傷病はりんご生果実内には存在せず、伝搬のおそれはないとして我が国が米国産りんごの輸入解禁のために要求している輸出園地条件等は不要と主張。

これに対し、我が国は生果実に火傷病が寄生する可能性があるため輸出園地条件等は引き続き必要と主張し、双方の主張は平行線であった。⁽¹⁰⁾

(4) 2002年3月1日、米国は在ジュネーブ日本政府代表部に対し、米国産りんご生果実の火傷病に係る植物検疫措置は、WTO協定、SPS協定(衛生植物検疫措置の適用に関する協定)等と整合的でないとして、WTO紛争解決手続に基づく二国間協議を要請した。

(5) 2002年4月18日、ジュネーブにてWTO紛争解決手続に基づく二国間協議を行ったが、合意に至らなかった。

(6) 2002年(平成14年)6月3日、WTO紛争解決機関特別会合で、米側からの要請を受け、本件に係るパネル設置が決定された。

(7) 2002年10月、第1回パネル会合。平成15年1月、

第2回パネル会合が開催。

(8) 2003年7月15日、パネル報告がWTO事務局から加盟国に配布され公表。

(9) 2003年8月28日、パネル報告について我が国から上級委員会に申立て。

(10) 2003年10月13日、上級委員会会合が開催。

これまでの日米双方の主張

米国側

「成熟した火傷病の病徴のない」りんご果実の内部に火傷病菌は存在せず、表面にも稀にしか存在しない。たとえ火傷病菌が存在しても商業的な貯蔵や輸送を通じて生き残ることは考えられない。また「成熟した病徴のない」りんご果実が火傷病を伝搬するという直接的な証拠はない。

過去35年間にわたり多量のりんご果実が米国から火傷病未発生国・地域(台湾、香港、インドネシア、サウジアラビア等)に輸出されたが、それによって火傷病が伝搬されたり、発生していない。

米国産りんご生果実の火傷病に関する日本の病害虫危険度解析(PRA)は、国際植物防疫条約のPRAガイドライン(国際基準)に基づいておらず、日本が主張する火傷病の伝搬経路は仮説のシナリオであり、火傷病の侵入の可能性を科学的証拠に基づいて評価していない。

したがって、日本の火傷病に関する植物検疫措置は、十分な科学的根拠を有しておらず、SPS協定に整合していない。

日本側

「成熟した火傷病の病徴のない」りんご果実の内部又は表面に火傷病菌が存在したとの報告(Tom Van Der Zwetら1990)がある。また、火傷病菌の生態、生存能力等からみてもりんご果実の内部又は表面で生存可能である。さらに、りんごが成熟するまでの間に火傷病菌が死滅するという証拠はない。「成熟した病徴のない」りんご果実が火傷病を伝搬しない根拠とは言えない。⁽¹¹⁾

米国産りんご果実の主要輸出先は、熱帯や乾燥地帯の国々が多く火傷病菌の侵入に適しておらず、日本とは状況が異なる。過去に火傷病は米国から大洋を渡って伝搬しており、その直接的な原因は不明であるが、りんご果実による伝搬の可能性は否定できない。

米国産りんご生果実の火傷病に関する日本のPRAは、国際基準に基づき、科学的文献や他国の類似の措置等を考慮の上、火傷病の侵入の可能性を適切に評価している。

したがって、日本の火傷病に関する植物検疫措置は、十分な科学的根拠を有しており、SPS協定に整合している。

(11) 2003(平成15年)11月26日、上級委員会報告がWTO事務局から加盟国に配布され公表。

本報告では、我が国の措置が「衛生植物検疫措置の適用に関する協定(SPS協定)に整合していない」とするパネルの判断を支持すると結論づけられており、我が国にとって厳しい内容(概要別紙)となっている。

今後、本報告の内容を十分に検討した上で、SPS協定

に整合していないとされた問題点について適切な対応をとるよう具体的な検討を進めることとした。

(12) 2003年(平成15年)12月10日,上級委員会報告が採択され確定。

(13) 2004年(平成16年)1月9日,我が国から勧告実施の意思を表明。

2 米国産りんご火傷病に係る検疫措置の改正案(2004年6月)

2004年6月,WTO紛争解決機関の勧告を踏まえ,SPS協定に整合し,かつ,りんご生果実を介した火傷病菌の我が国への侵入を確実に防止できる措置として,以下のとおり改正したいと農水省が発表した。

1. 改正案の内容

(1) 輸出園地の指定

10mの境界帯に囲まれた園地を日本向けりんごの輸出園地として指定する。

(2) 園地検査

輸出園地及び境界帯は,火傷病の病徴が最も確認しやすく,火傷病菌の活動が活発な果実の生育初期(幼果期)に1回,火傷病の発生がないことを確認する。

(3) 果実の殺菌消毒

現行どおり,こん包前の選果過程で100ppmの次亜塩素酸ナトリウム溶液に1分間浸漬する。

2. 措置の根拠

(1) 10mの境界帯

りんご果実から火傷病菌が検出されるのは,火傷病激発樹,その隣接樹,火傷病激発園地,あるいはその10m以内に隣接した樹から採取したりんご果実に限られているため。

(2) 幼果期における園地検査

最も火傷病が発生しやすいのは開花期から幼果期のはじめにかけてであり,病徴の確認が最も容易な時期は幼果期である。このため,果実の生育初期に園地を肉眼で観察し,樹に火傷病の病徴がないことを確認する。

仮にそれ以降,園地に火傷病の発生に好適な条件が発生した場合でも,果実の生育初期に火傷病の病徴が肉眼で観察されないような園地であれば,火傷病の発生となる汚染源がないのでその後火傷病激発園地となることはない。

(3) 果実の殺菌消毒

万一,園地検査後に火傷病が発生した場合や収穫後の他の果実との接触等による果実の表面汚染に対処するため。

2004年6月,上記の改正措置に対するパブリックコメ

ントを農水省が公募した。そこで寄せられた意見の概要とそれに対する農水省の回答が公表されている。それは以下の通りである。

3 2004年改正措置に対するパブリック・コメントの意見及びそれに対する政府の見解

2004年(平成16年)6月30日

1. 意見の募集

募集期間,意見数:6月16日から6月25日の間,11人(団体を含む)

2. 意見の概要及び意見に対する見解(意見:A 見解:B)

A:境界帯10mに囲まれた輸出園地の幼果期1回の園地検査では,りんご果実への火傷病菌の感染を防止するには不十分である。

B-1:境界帯10mの根拠

りんご果実から火傷病菌が検出されたとする学術報告は,火傷病激発園地とその10m以内の樹,激発樹及びその隣接樹から採取されたものに限られることから,火傷病激発園地,または火傷病罹病樹から10m離れた樹のりんご果実は火傷病菌に感染・汚染していることはないと考えています。

B-2:幼果期1回の園地検査の根拠

(1)火傷病菌の感染しやすい時期は,開花期であり,最も発見し易い時期は幼果期であることから,幼果期に園地検査を行うこととしています。なお,火傷病の病徴が発見された場合は輸出園地の指定を取り消すこととしています。

(2)りんご果実から火傷病菌が検出されたとする学術報告は,火傷病激発園地とその10m以内の樹,激発樹及びその隣接樹から採取されたものに限られ,「成熟した病徴のないりんご果実」においては,表面汚染とがくあ部汚染に限られます。幼果期の園地検査後に万一,園地が火傷病の発生に好適な環境になったとしても,汚染源となる火傷病激発樹がないことから,園地に火傷病激発樹が存在することはなく,園地自体が火傷病激発園地となることもありません。

したがって,そのような園地から収穫された「成熟した病徴のないりんご果実」は,火傷病菌に感染・汚染していることはありません。

B-3:改正措置案の植物検疫上の安全性の根拠

パネル専門家及び植物細菌学の専門家の見解によれば,これまでの学術報告においては,火傷病激発園地でない園地から収穫された「成熟した病徴のないりんご果実」は火傷病菌に汚染・感染しないとされています。

A:今後,日米間の協議で,これ以上の措置の簡素化は行うべきでない。

B:我が国は,今回,WTOパネル及び上級委員会報告の内容を詳細に検討し,WTO勧告を踏まえ,衛生

植物検疫措置の適用に関する協定（SPS 協定）に整合し、りんご果実を介した日本への火傷病の侵入を確実に防止できると考えられる検疫措置として今回の措置案を米国に提案したところであり、技術的に妥当なものと考えています。

A：改正案は限りなく米側に譲歩しており、その理由が理解できない。

B：WTO パネル及び上級委員会において、1994 年に採用した日本のりんご火傷病の検疫措置は過剰であり、SPS 協定に整合していないとする厳しい結果が採択され、措置を改正するように WTO の勧告を受けたところです。この勧告を実施するためには、日本は SPS 協定に整合し、りんご果実を介した日本への火傷病の侵入を確実に防止できると考えられる検疫措置に改正する義務があります。

したがって、改正案は米側に譲歩したものではありません、WTO の勧告を実施するために必要な措置として提案したものです。

A：火傷病侵入阻止のための具体的な植物検疫体制を明らかにするべきである。

B：火傷病は、りんごのほか、なし、かりん、さんざし、コトネアスター等の植物に感染することが知られており、日本は火傷病の発生地域の宿主植物を植物防疫法により輸入禁止としています。

しかし、万が一火傷病が侵入した場合、これを根絶するためには、火傷病が拡散する前の早い時期に発見し、発生が狭い範囲に限られているうちに撲滅することが重要です。

このため、国庫補助事業により、主要海空港において植物防疫所が巡回調査等を実施するほか、りんご、なし等火傷病菌の宿主植物が多い地帯（16 道府県）において、生産地の巡回調査を実施する等、重層的な国内監視体制を敷いています。

なお、米国産りんご果実については、植物防疫法に基づく検疫措置を実施したものであれば、火傷病菌を伝搬することはないと考えています。

A：万が一火傷病が侵入した場合、すべての面において国の責任で対処するべきである。

B：新たな検疫措置は、パネル及び我が国の専門家の意見を基に確立したものであり、検疫措置が完全に行われれば、火傷病が我が国に侵入することはないと考えています。

しかしながら、万が一火傷病が侵入した場合には、迅速かつ確実に対応し、撲滅する必要があることから、このような場合に備え、植物防疫法において緊急防除の制度を設けています。

なお、これまで行われた緊急防除については、薬剤費や人件費等の防除に係る費用を国が負担しているところです。

A：火傷病の研究、防除体制の確立を怠ってきたのは

国の責任である。

B：火傷病については、日本では発生しておらず、また、検疫上重要であることから、野外で火傷病菌を用いた疫学的な試験等は、火傷病菌の拡散防止上の観点から、国内で実施することはできませんが、2000 年には日米共同試験を実施し、火傷病の低発生時の園地での火傷病菌の拡散状況等の把握に努めたところです。今後も世界中の火傷病研究者が集まって開催される「火傷病ワークショップ」等に日本の専門家を派遣し、新たな知見や情報の収集に努め、さらに海外の専門家との交流を図り、情報を収集・分析していきたいと考えているところです。

また、これまでも、万一火傷病が我が国に侵入した場合に備えて、生産地の巡回調査を実施する等、早期発見、早期防除のための国内監視体制を整備しているところです。

A：火傷病の情報提供を要望する。

B：我が国は火傷病未発生のため、公表されている情報は限られておりますが、今後はできる限り詳細な情報を提供するようにいたします。

なお、火傷病菌の生活史、発生生態、防除方法等の情報については、米国等の火傷病発生国で Web サイト（例えば、www.nsu.edu/fireblt6.htm）上に詳細が公表されております。

こうして、日本は、WTO の紛争解決機関（DSB）の勧告、上級委員会の採択報告書を受け、04 年 7 月、緩衝地帯を 10 メートル、検査を年 1 回など上記のように検疫制度を大幅に緩和した。

4 米国の再提訴と再パネル報告

ところが、米国がなおも不十分として、2004 年 7 月 30 日、WTO 紛争解決機関特別会合に再提訴した。そこで、米国側からの要請を受け、火傷病の検疫措置に関する再パネル設置が決定された。米国は同時に、最終報告に従わない場合には、1 億 4,360 万ドル = 155 億円相当の対抗措置を取ることを申請した。

2004 年 10 月 28 日、再パネル会合が開催された。さらに、2005 年 1 月 12・13 日、専門家との協議を含む再パネル会合が開催された。

再パネルにおける日米の主張は次の通りである。

1. 日本の主張

(1) 日本の措置の新たな証拠として採用した 4 つの研究は、成熟した病徴のないりんご果実が潜在感染するリスクがあること及びりんご果実により日本に火傷病が侵入するリスクがあることを証明している。

(2) 日本の園地検査は、火傷病激発園地を検出するレベルの検査であり、措置のその他の要素についても、裏付けとなる科学的証拠が存在する。

(3) 米国の既存の品質検査のみで日本への火傷病の侵入を防止できるという証拠はなく、火傷病の侵入を防ぐためには園地での検査が必要である。

(4) 日本の2004年病害虫危険度解析(PRA)は、新たな4つの研究を含めた科学的証拠及びパネル認定に基づくリスク評価を行っており、成熟したリンゴ果実により火傷病が日本に侵入するリスクがあることを証明している。

2. 米国の主張

(1) これら4つの研究は、成熟した病徴のないリンゴ果実が潜在感染するリスクがあること及びリンゴ果実により日本に火傷病が侵入することに失敗しており〔ママ〕、これまでの証拠及びパネル認定を覆すものではない。

(2) 日本が火傷病激発園地を検出するためと称している園地検査の方法は、実質的に火傷病の無病性を求める基準と同じであり、措置のその他の要素についても、裏付けとなる科学的証拠は存在しない。

(3) これまでリンゴ果実により無発生地域に火傷病が伝搬したという証拠がないこと、及び米国が成熟した病徴のないリンゴ果実以外のリンゴ果実を輸出したという証拠がないことから、米国の既存の品質検査により、輸出されるリンゴ果実は成熟果実に限定されるため、品質検査のみでも日本に火傷病が侵入することはない。

(4) 日本の2004年病害虫危険度解析(PRA)は、新たな4つの研究のみに基づいており、成熟したリンゴ果実により火傷病が日本に侵入することを証明していない。

このような議論が交わされたようであるが、前記のように専門家会合も経て、2005年3月、紛争処理小委員会の中間報告がまとめられ、6月23日に最終報告が提出された。その内容は次節で説明するとおりである。

その結果、再び日本の敗訴が確定し、日本は最終報告に従うか、対抗措置(1億4,360万ドル=155億円の報復関税)を受け入れるかどちらかの判断を迫られた。

「WTOの紛争解決了解による手続きの流れ」によれば、報告採択後、日本は、実施のための妥当な期間を決定するか(その場合一応の指針は15ヶ月以内)、または、妥当な期間の満了までに措置に合意しない場合には、対抗措置の承認申請がなされ、仲裁を経た後、対抗措置の承認が決定されることになっている。

このように、15ヶ月の検討期間があり、さらに対策を検討する時間的余裕はあったはずである。あるいはまた、後者の対抗措置について協議を重ね、仲裁を待つ方法もあったはずである。

ところが、最終報告が発表された後、1週間も経ないで、2005年6月28日から3日間、ハワイにおいて日米最終協議が行われ、日本は、再パネル報告に従うことを決断した。

5 リンゴ火傷病の植物検疫措置に関するWTO再パネル報告の採択

次の文書は、リンゴ火傷病の植物検疫措置に関するWTO再パネル報告の採択に関する農水省の発表である。

リンゴ火傷病の植物検疫措置に関するWTO再パネル報告の採択について

2005年7月21日

(1) 7月20日、ジュネーブのWTO本部でWTO紛争解決機関(DSB)定例会合が開催され、6月23日に公表されたWTO再パネル報告(概要別記)が採択された。

(2) これにより、我が国はりんご火傷病の植物検疫措置を「衛生植物検疫措置の適用に関する協定(SPS協定)」に整合させるようDSBから勧告を受けたことになる。

(3) 現在、りんご火傷病の植物検疫措置をSPS協定に整合させるべく、措置改正案の概要(下記)について、広く国民等から意見・情報を募集しているところであり、今後、提出された意見・情報を考慮した上で改正措置を決定し、8月中を目途に実施することとしている。

〔再パネル報告の概要〕

1. 主な認定事項

(1) 措置を維持するための十分な科学的証拠の有無
米国の現行の輸出基準により「成熟した病徴のないりんご果実」のみが輸出されることを前提とすれば、園地検査、10mの境界帯、表面殺菌等の日本の措置は十分な科学的証拠に基づいておらず、SPS協定第2条2に違反している。⁽¹²⁾

(2) 適正なリスク評価の有無

日本がそのリスク評価の根拠とした成熟りんご果実が潜在感染するリスク、及び火傷病菌が感染りんご果実から宿主植物へ伝搬されるリスクに係る新たな研究は、極端な人工条件下で行われたものであり、自然条件下でのリスクの存在を証明しておらず、日本のリスク評価はSPS協定第5条1に整合していない。⁽¹³⁾

(3) 措置の貿易制限性

「成熟した病徴のないりんご果実」であれば日本に火傷病を伝搬するリスクは極めて低く、米国の現行の品質管理により、そのような果実のみが輸出されることから、日本の措置は、火傷病の侵入を防ぐという目的を達成する必要以上に貿易制限的であり、SPS協定第5条6に違反している。

2. 再パネルの認定・結論

日本の措置は、SPS協定第2条2、第5条1及び第5条6に不整合であり、紛争解決機関が日本に対して措置の整合化を求めるよう勧告する。

6 アメリカ合衆国産りんご生果実に係る火傷病検疫措置の改訂

農水省はこの勧告を受け入れ、2005年7月、次のような火傷病検疫措置の改訂を提案した。

アメリカ合衆国産りんご生果実に係る火傷病検疫措置の改訂について

2005年7月1日

1. 趣旨

(1) 現行のアメリカ合衆国産りんご生果実に係る火傷病検疫措置については、WTO再パネルにおいて、WTO協定との整合性が審議されていたところであるが、今般、WTO紛争解決機関から、本措置は「衛生植物検疫措置の適用に関する協定（SPS協定）」に整合していないとされた。

(2) このため、火傷病に関する最近の研究報告、知見等をもとに、現行の措置について、SPS協定に整合し、りんご生果実を介した火傷病菌の我が国への侵入を防止できる措置に改正することとする。

2. 火傷病検疫措置の改正内容

	現行	改正案
無病園地	・10mの境界帯 ・幼果期の園地検査	-
果実の表面殺菌	次亜塩素酸浸漬	-
輸出検査	火傷病菌の付着のないことの確認	・火傷病菌の付着のないことの確認 ・果実の成熟検査（注）
検疫証明書の追記	火傷病菌に感染していないこと	火傷病菌に感染していないこと

(注) 輸出検査で萎れたりんご果実が発見された場合、その果実の成熟をヨード・デンブ法により確認し、未成熟であった場合には当該果実が収穫された栽培ブロックと同一の栽培ブロックにおいて栽培されたりんご果実を日本向けに輸出しない。

3. なお、現在、ワシントン州及びオレゴン州産のりんご生果実のみが条件付きで輸入解禁されているが、従前より我が国に対しりんご生産地域として輸出解禁要請のあったカリフォルニア州産りんご生果実についても、検疫上問題がないことを確認したことから、当該州を輸入解禁対象地域として追加することとする。

改訂検疫措置に対する若干の考察

最後に、今回の検疫措置の改訂について不十分ではあるが、若干の考察を加えたい。

訴訟の経緯の詳細は入手していないが、私は、「日本の敗訴」は全く不当であると考えている。注(1)~(6)、(9)、(11)にも記したような、これまでの火傷病に関す

る内外の研究や実験結果を無視、軽視しており、科学的に正当な判断がなされたとは考えられない。WTO体制の下で輸出国側の圧力に屈したものとわざるを得ない。

仏の学者スーザン・ジョージも指摘するように、WTO体制の問題点ことにTBT（技術的貿易障壁に関する協定）とSPS協定（衛生植物検疫措置に関する協定）が、「各国の規格および適合性評価手続きが、国際貿易に対して不必要な障害をもたらすことのないように」規定されている。その点は、SPS協定の第2条と第5条の解説文の一部を注(12)、(13)で示しておいたが、「貿易に対する悪影響を最小限にする」というこの協定の目的」といった表現で、明記されている。⁽¹⁴⁾

そのため、輸出国側に極めて有利にかつ優位に決められており、あるいは、輸出国側に有利に解釈されることになる。本来は、食料や公衆衛生、環境などが危険にさらされることが予測される場合には、政府は、絶対的な科学的証拠がなくても、人間や生物、環境の安全の保護のために予防措置を執りうるという「予防原則」が、全く排除されていることが根本問題といえる。

また、「科学的証拠」の立証においても「生産物の無害性に疑いがある場合、無害性を証明する責任は売り手＝輸出者にあり、有害性を証明する責任は買い手＝輸入者にはない」ということを明確にすべきである。現在は、この点が逆転しており、輸入者側の立証責任が問われることになっている。これらの問題点を交渉の場および国際舞台において改善・改正し、「予防原則」を確立していく必要がある。⁽¹⁵⁾

日本では、未発生と言うこともあるが、火傷病の研究が極めて遅れている。国の研究機関と防疫所・行政が一体となった相当規模の火傷病に関する研究・検疫対策プロジェクトが緊急に必要である。訴訟で敗訴に追い込まれたことの主要な要因として、日本における火傷病に関する情報不足、研究不足があげられよう。それも政府当局の責任でもあろうが、今後、侵入を許さないための、万全の体制ことに検疫体制の格段の強化が必要である。⁽¹⁶⁾

いったん侵入すれば、日本の気象風土、宿主となる植物の多さと密度、山野の生態系や農業、林野の栽培管理の衰退状況等を考慮すれば、果樹園、公園、庭木、街路樹などで壊滅的な被害が全国土で予想される。かかることのなきよう、万全の体制を構築することが緊急に求められている。

果樹についてもナシ、ビワなど被害はリンゴに止まらないが、リンゴについては、日本の主力品種が火傷病に非常にかかりやすいという特徴があり、また、多く普及している台木のM9、M26等も感受性が強いので、感染しやすく、防除が非常に困難となることが予想される。これまでも、欧米におけるリンゴの重要病害であった黒

星病が、戦後初めて札幌市米軍基地近くのリンゴ園に発生した。それ以来、黒星病は、現在も日本の重要病害であり、毎年多くの防除費や対策を迫られている。火傷病の場合は、さらに甚大で広範囲な多様な種類の被害と防除対策を迫られよう。その負担と犠牲は想像が及ばないほどである。

従来日本における病害研究は、対象病害が日本に侵入・発生してから開始されるのが常であった。しかし、BSE（牛海綿状脳症）や鳥インフルエンザの例に見られるように、WTO体制下で、国際的な農産物、動植物、物資の取引が激増しており、侵入病害の危険を予測して、事前に危機管理体制を構築することが極めて重要である。

最後に、今回の検疫措置の改訂に対して私が提出したパブリックコメント並びにそれらコメントに対する農水省の回答を参考資料として付記しておこう。

リンゴ火傷病の検疫問題についてのパブリックコメント

2005年7月29日

1. 7月12日の弘前市における説明会で示された「資料5」「再パネルにおける日米の主張」のうち、「1. 日本の主張」は、欧米や日本の研究や実情をも踏まえた主張であり、もっともな主張として理解できるが、「2. 米国の主張」は、(1)~(4)いずれも、理解しがたい。そこには、「科学的証拠」も論理的整合性も見られない。なぜ、このような主張が「正当」なるものとして裁定されたのか。

逆に、なぜ、日本の主張の正当性が認められなかったのか。その決定的なポイントはどこに存するのか、説明を求めたい。

2. 米国が、1999年8月に提案した検疫の緩和措置3条件は、米国から見て科学的証拠に基づいたものであり、2002年6月に米国がパネル設置を要請し、審議の結果、勧告が出され、日本はその勧告に従って、2004年6月にその3条件による検疫措置に改正・緩和した。

2004年の6月30日付けの、検疫措置改正に関するパブリックコメントに対する農水省の説明では、この「改正措置」が、WTOの勧告や米国の主張する科学的根拠に基づいた措置として受け入れざるを得ないもの、あるいは受け入れうるものとして縷々説明してきた。

ところが、このたびの検疫措置の「改正」は、これまでの科学的根拠に基づいた3条件の検疫措置を全く否定したものである。無病園地の指定もはずされており、火傷病激発園地からも輸出が可能となっている。これらのことに対する納得できる説明は何もなされていない。説明を求めたい。

3. このたびの検疫措置の「改正」では、輸出時の「火傷病菌の付着のないことの確認」、検疫証明書の「火傷病菌に感染していないこと」の記述の点検、および果実の成熟検査のみでの検疫措置となるが、これでは、火傷病菌の侵入を阻止できる保証がない。「火傷病菌の付着のな

いことの確認」も具体的にどのようになされ、確認できるのか、全く明らかではない。火傷病菌の侵入の危険度が非常に高まったと考えられるが、その危険度をどのように予測しているのか、また、それに対する危機管理と安全対策をどのように講じるのか、説明を求めたい。

4. 日本における宿主となる植物種の多さ、植生の多様性と宿主分布の広汎性、温度や湿度などの気象条件と細菌の繁殖条件、昆虫や風雨、鳥等の伝搬媒介ルートが多様性などを考慮すると、「アクションプラン」は極めて不十分と考えられる。

侵入警戒調査は、宿主の多様性を考慮すると樹園地のみにはとどまらず、植物園、庭木、街路樹にも必要であろう。従って、調査地点が少なすぎるように思われる。⁽¹⁸⁾

初動防除もあらゆる可能性をも考慮したものとすべく、万全の体制が必要であろう。

緊急防除も多くの可能性を考慮した備えが必要であろう。

緊急防除の終了は3年間のモニタリング調査のみで決定できるのか。年数、地域範囲の再検討が必要ではないか。

5. これまでの3条件による検疫措置は続けるべきだと考える。WTOでは敗訴したが、米国が対抗措置として報復関税を課すことを申請している。この報復関税額はあまりにも高額であり、法外なものといわざるを得ないが、この関税額には応じることなく協議しながら交渉し、より妥当な関税額を支払うという、もう一つの選択肢がある。たとえ高い関税を払ってでも、侵入防止体制は残した方がいい。

今回の措置は、検疫をなくするに等しく、これでは検疫の意味がなくなってしまう。

火傷病は、外国の例で分かるように完全に防除はできないし、根絶はほとんどできていない。1997年にオーストラリアのロイヤル植物園でサンザシに発生したが、早期に見えられ、根絶できたとしても、これはロイヤル植物園という特別に管理された区域での発生であり、幸運であっただけともいえる。

日本は「4」でも述べたように、火傷病菌の繁殖、伝播には好条件が多く、適している。越冬も容易であろう。それ故に、侵入すれば取り返しがつかないことになる。リンゴだけではない、バラ科のナシやビワ、その他の庭木にも被害が出る。外国の例から見ても、その被害は甚大なものが予測される。従って、3条件による検疫措置を残し、報復関税の支払いの協議にはいるべきであろう。その選択肢について、見解、説明を求めたい。

(弘前大学農学生命科学部 宇野忠義)

パブリック・コメントにおける意見及びそれに対する見解

1. 意見の募集

募集期間，意見数：7月1日から7月30日の間，5件

2. 意見の概要及び意見に対する見解

意見の概要	意見に対する見解
<p>りんご果実の成熟検査の方法について，説明が不十分である。</p>	<p>りんご火傷病の成熟検査は，2.2，55日間以上の低温処理及び臭化メチルくん蒸によるコドリングに対する検疫措置後，実施されます。</p> <p>具体的には，日本への輸出の最終検査で萎れたりりんご果実が見つかった場合，その果実の成熟をヨード・デンブ法で検査します。この検査において，未成熟果の混入が確認された場合には，その果実を含む荷口の果実のうち，その果実が収穫された栽培ブロックと同一のブロックにおいて栽培されたものは日本に輸出できないこととなります。</p> <p>栽培ブロックは，品種，樹齢などの違いにより，道路，灌水路，防風林などで区切られて設定されております。米国産のりんご果実の場合，カートンボックス（箱）に収穫された栽培ブロックを追跡調査できるように識別コードが打たれておりますので，輸出検査で未成熟果の混入が見つかった場合には，そのカートンボックス（箱）の果実が収穫された栽培ブロックを追跡調査できます。また，未成熟果の混入が確認された場合において，万一，栽培ブロックが追跡調査できないような状況が生じたときには，その荷口全体が日本に輸出できないこととなります。</p> <p>なお，これらの検査は米側が実施し，日本の検査官がその検査に立ち会うことになっております。</p>
<p>万一火傷病が侵入した場合の対応と補償について明らかにすべきである。</p>	<p>現在，火傷病の早期発見や万一侵入した場合の国及び都道府県が取るべき行動について定めたアクションプランを策定しているところである。</p> <p>アクションプランは，侵入警戒調査，緊急防除などから構成されていますが，特に侵入警戒調査は，火傷病の早期発見と感染樹の早期除去のために必要なものです。1997年のオーストラリアでの火傷病の発生では，早期発見により火傷病の撲滅に成功しました。このことから，撲滅事業では早期発見が最も重要です。</p> <p>侵入警戒調査は，大きく分けて港湾地域と生産地域で実施しており，港湾地域では街路樹等を，生産地域では果樹等を調査の対象としております。また，調査対象数としても，現在の定点調査に代わる統計学的な根拠に基づいた抽出検査の導入を検討しております。</p> <p>万一，りんご産地で火傷病が発見され，緊急防除を実施することになったとしても，検疫措置における内外無差別の原則に従って「成熟した病徴のないりんご果実」については，重点防除地，域からの移動制限の対象にはなりません。また，火傷病は日本に発生していないため，火傷病を対象とした農薬取締法上の農薬登録はありませんが，類似病害について農薬登録があり，この農薬は諸外国で火傷病にも有効であることが確認されております。これらの農薬は，植物防疫法上の緊急防除に使用することができます。</p> <p>さらに，緊急防除に係る費用の負担については，機動的かつ実質的な補償を行う観点から，国による予算措置をもって対応してきたところであり，万一火傷病に係る緊急防除が実施される場合にも，同様な対応を予定しています。</p> <p>なお，植物防疫法では，第二十条第一項において，「国は，（同法）第十八条の処分（緊急防除：宿主植物の栽培の制限・禁止，移動の制限・禁止，消毒・除去・廃棄等）により損失を受けた者に対し，その処分により通常生ずべき損失を補償しなければならない」旨，規定されています。</p> <p>緊急防除期間は3年間で，その間のモニタリング調査で火傷病の発生が確認されなければ終了しますが，状況に応じてモニタリング調査は継続されます。もし，その調査で火傷病の再発が発見された場合には，再度緊急防除を実施することとなります。</p>

注：農林水産省ホームページ，http://www.maff.go.jp/pub_comment.html より引用。

<p>日本の現行のりんご火傷病に関する検疫措置がパネルで認められなかった理由が理解できない。検疫措置が少しでも維持できるように米国との二国間協議でねばり強く交渉するべきである。</p> <p>また、今回の「見直し」の根拠となった「新たな知見」とは何か明らかにすべきである。</p>	<p>再パネルにおいて、米側は、「成熟した病徴のないりんご果実は火傷病菌に感染しない」、「りんご果実を介した火傷病菌の伝搬経路は完結しない」と主張しました。日本は、室内で実施した試験によりこれに反論しましたが、パネル専門家会合での4人の専門家の見解は「日本の実施した試験は極端な人工条件下で実施されたものであり、自然環境下では起こり得ない」というものでした。これを受け、パネルの裁定は、現行の日本の検疫措置はSPS協定に整合していないとし、日本の10mの境界帯に囲まれた輸出園地の指定、年1回幼果期の園地検査及び次亜塩素酸ナトリウムによる果実の表面殺菌からなる措置は、個々の措置について否定されましたので、これらの措置を採用することはできませんが、「果実が成熟していることの確認」に関する措置の採用は認められたことから、今回、輸出検査における成熟検査を導入しました。植物検疫証明書における「火傷病菌に感染していないこと」の追記は、この成熟検査と肉眼での火傷病の病徴のないことの確認を根拠としたものです。</p> <p>なお、措置の根拠となる「新たな知見」とは、このパネル専門家の見解です。</p>
<p>日本での火傷病に関する研究は不十分であり、りんご果実での火傷病に関する研究を実施すべきである。</p>	<p>火傷病は日本未発生の重要な病害であることから、これまで、国等の閉鎖系研究施設において、火傷病菌の基礎的な研究を実施してきました。現在は、独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構果樹研究所が中心となって、火傷病研究連絡協議会を発足し、火傷病の診断方法、火傷病菌の検出同定方法等について技術開発していくこととしております。</p> <p>また、日米専門家による共同試験として、平成12年には米国において、火傷病罹病樹からどの程度離れたりんごの果実内部から火傷病菌が検出されるかについての研究を行ったところです。</p> <p>さらに、3年に一度、世界の火傷病研究者によるワークショップが開催されており、平成16年7月にイタリアで開催された際には、我が国からも専門家を派遣し、意見交換、情報収集等を行ったところです。</p> <p>今後とも、海外の研究機関や研究者と連携して、新たな知見、情報の収集等に努め、必要に応じて火傷病発生国との共同研究等についても検討していくこととしています。</p>
<p>平成13年の日米植物検疫定期協議において、日米間で決裂した米側提案のりんご火傷病検疫措置は、現行の措置とほぼ同等と聞いている。何故、米国は現行措置を受け入れなかったのか。</p>	<p>平成13年の日米植物検疫定期協議において、米側が提案した緩和措置案は、10mの緩衝地帯に囲まれた輸出園地の指定、収穫時期の園地検査、ただし、1%の火傷病の発生は許容するが、罹病樹とその周囲の樹から収穫したりんご果実は日本に輸出しない、果実の表面殺菌からなる措置でした。しかし、当該措置の有効性について、日本が納得しうる十分なデータを米側が提供しなかったために合意できませんでした。その後、パネル専門家の見解及びパネル報告の内容を踏まえて、平成16年6月30日に改正したりんご火傷病の検疫措置は、平成13年当時、米側が提案していた措置とほぼ同等と考えます。しかし、昨年の段階で米側と合意できませんでした。米側が日本側の提案した措置について合意しなかった理由は分かりません。</p>
<p>日本は報復関税を受け、りんご火傷病の検疫措置を維持するべきである。</p>	<p>WTOにおける紛争解決手続上、紛争当事国の措置がWTO協定に違反していると判断された場合、紛争当事国が措置をWTO協定に整合させる義務があります。</p> <p>今回の場合、WTO紛争解決機関から日本の現行措置をSPS協定に整合させるように勧告されており、日本としてはその勧告を速やかに実施するのが最も重要な対応であると考えています。</p>
<p>パブリック・コメントに寄せられた意見は措置の改正に反映されるべきである。</p>	<p>WTOにおける紛争解決手続上、パネル報告が採択されれば、WTO協定に違反しているとされた措置を採用している国は、その措置を改正しなければならないとされています。このことから、日本は6月23日に再パネル報告が公表されてから、速やかに米国と協議を行い、パブリック・コメントの手続をとって、国民の皆様からの意見を募集してきたところです。</p> <p>なお、WTOの勧告の範囲内において、より効率的にリスクを軽減するような具体的な提案はなかったため、措置自体は提案どおり実施することとします。なお、水際における植物検疫の強化等を通じて、我が国への火傷病の侵入防止の徹底を図るとともに、侵入警戒調査、試験研究の実施等により、万一火傷病が発生した場合には迅速かつ的確に対応していく考えです。</p>

注：

- (1) J.L. Vanneste "Fire Blight", CABI Publishing, 2000, p37-48. 水野明文・佐藤成良他「日本における火傷病発生 の疑義」(横浜植物防疫所『植物防疫所調査研究報告』第39号, 2003年, p109-116を参照。後者によれば, 世界第1位のリンゴ輸出量を長年継続してきているフランスも, 500メートルの緩衝帯をもうけているが, 2001年には全土が火傷病で汚染されたという。大打撃となろう。
- (2) Tom Van Der Zwet & Harry L. Keil "FIRE BLIGHT", USDA, 1979, p21-26, J. L. Vanneste "Fire Blight" CABI Publishing, 2000, p1-30, 米国の国際応用植物病理学会誌 "plant disease" 87巻7号, 2003. 7, 水野明文他「同上」等による。
- (3) 米国の国際応用植物病理学会誌 "plant disease" 87巻7号, 2003. 7, p757
- (4) 同上, p756-759
- (5) 水野明文・佐藤成良他「日本における火傷病発生 の疑義」(横浜植物防疫所『植物防疫所調査研究報告』第39号, 2003年, p109-116を参照。なお, "FIRE BLIGHT", USDA, 1979, には, 未確認情報として, 日本のナシ, リンゴの火傷病発生を論じた文献を指摘しているが(p17-18) また, "Fire Blight" CABI-, p38-43においても日本における発生またはその疑義を記しているが, 上記の水野他論文が, その誤り, 不正確さ, 厳密性のないことを詳細に検証している。日本の火傷病について知るには, 必読文献である。
- (6) 前掲 J.L. Vanneste "Fire Blight", CABI Publishing, 2000, 及び, A.L. Jones "Compendium of Apple and Pear Diseases", APS PRESS
- (7) 青森県りんご120周年記念事業会編『激動・この20年』りんご協会, 1995年, p198-232。『東奥日報』1997年1月14日夕刊。なお, 最近の農業経営について記したものに, 宇野忠義「全村ぐるみの稲作生産組織化とリンゴ経営 - 青森県相馬村 - 」(田代洋一編『日本農業の主体形成』筑波書房, 2004年) p150-164がある。
- (8) 牛海綿状脳症(BSE)の発生で, 米国産牛肉が2003年12月以降輸入禁止されているが, 米国の政府や団体などを通じた輸出再開に向けた日本への圧力は極めて強いものがある。また, 米国上院の超党派議員グループが, 日本が2005年12月15日までに米国産牛肉の輸入を再開しない場合, 日本に3,600億円相当の対日報復関税をかける法案を10月末に提出して, さらに脅しをかけてきている点も, リンゴ火傷病の検疫問題でこり押しした経過と類似している。

日米両政府の言動を見ると, 「まず輸入再開ありき」といった政治判断が先行し, 科学的な知見に基づいた判断があるそかになっているという危惧を抱かされる。この点もリンゴ火傷病の検疫問題の交渉と類似しているといえる。

ただし, 今のところ相違している点は, 国民の関心の強さと安全を志向する世論のあり方であり, かつまた, 我が国の食品安全委員会の下にあるプリオン専門調査会が, 専門家による科学的知見を提供し, 米国のBSE汚染の状態が日本を上回る可能性のあること, 米国の月齢判別方法やBSE対策の不十分さ, 飼料規制の不備による交差汚染の可能性, BSEの感染原因となる異常プリオンが多く蓄積する特定部位の除去, 焼却処分の不完全さ等が指摘され, 米国でもこれらを認める情報も伝えられている。

日本が輸入再開の条件としていた「国内と同等の措置」(世界でもっとも厳密とされた全頭検査などの3

点セット)のうち, 全頭対象とした国内対策の見直しによってねじ曲げられてきてはいるが, 専門家によって科学的検査や知見の提供が広くなされ, その判断も無視し得ない一定の比重を占めていることは, リンゴ火傷病の検疫問題の交渉と大きく相違しているところである。

同専門調査会は, これらも検討した上で, 「リスクの差は非常に小さい」と判断した。しかし, BSE感染リスクを同じ基準で評価することは「科学的に難しい」ことも認めている。しかし, 今後どうなるか, 米国の圧力を受けた政治的決着が優先されそうである。予断は許されない。

- (9) 2000年の日米共同試験の結果は, 横浜植物防疫所『植物防疫所調査研究報告』第38号補刷, 2002年, p1-8に, 水野明文他「火傷病菌(*Erwinia amylovora* (BURRILL 1882) WINSLOW *et al.*, 1920)のリンゴ成熟果実内汚染に関する野外調査」として紹介され, リンゴ成熟果実の汚染並びに火傷病菌の飛散に関する試験について検証し, 考察を加えている。

それによれば, 試験地ワシントン州ウエナッチの2000年の降水量が, 4.78インチにすぎない異常乾燥年であり, 平均でも8.85インチしか降雨のない乾燥地帯であり, 日本との比較に耐え得ないこと, また, この年の4~6月の降雨量は0.61インチという特異な異常乾燥年であり, 発病, 病徴の進展しにくい気象であったことが報告されている。さらに, 「ワシントン州における火傷病の多発年ではないシーズンの微発生園で罹病樹から10メートル以上離れた木の外観上健全なリンゴ果実の内部には火傷病菌が存在しないことを示す一つの事例を試験的に示したにすぎない。本試験の結果をもって, 火傷病無発生果樹を担保するためにその周囲に設定される緩衝地帯の幅の大小を評価することには問題がある。火傷病の発生・まん延は, 第一次感染源の存在は言うまでもなく, 当該シーズンの気象や土壌などの環境条件に影響される。そのため, 火傷病の伝染源からどれくらいの距離を置くとリンゴの果実が火傷病菌に汚染されることがないかを実証するためには, 火傷病の多発する地域の複数の園地で反復して試験を実施する必要がある。」と述べている。

交渉過程で, これらの論文などによる考察と過去の専門的知見, 意見表明が全く無視されたことは誠に遺憾であると言わざるを得ない。

- (10) これ以後, 米国の交渉団にUSTR(米通商代表部)が参加することになり, 強力な布陣で米国の攻勢が格段に強まり, WTOへの提訴, さらに再提訴と報復措置など, 米国の強い圧力により日本側は押しまわれ, 有効な反論・対抗軸を示すことなく後退し, 敗退していったのではないかと見られる。
- (11) 横浜植物防疫所の英文研究報告書(Res. Bull. Pl. Prot. Japan No.41, 2005, p65-70)には, 塚本貴敬他「火傷病感染リンゴ成熟果実から宿主植物へのハエを介した伝搬」という論文が掲載されている。それによれば, 「火傷病感染リンゴ果実から宿主植物へのハエを介した伝搬の可能性について調査を行った。果実腐敗を生じた成熟リンゴ果実に接触したルリキンバエ23頭中13頭から火傷病菌が検出された。ルリキンバエの虫体からは平均で 2.6×10^2 cfuの火傷病菌が分離された。多量の火傷病菌に汚染されたルリキンバエは付傷した洋ナシ幼果及び新梢に火傷病菌を伝搬し, 火傷病症状を起こした。」と実験結果を報告している。この実験結果が, 「人工的なものである」として全く

採用されなかったことは、科学的判断を踏まえてなされるべき裁定が、公平を欠いた、恣意的な歪みをもったものとしてなされたと言うべきであろう。

また、同様に、英文の植物病理学会誌『植物病理学』第71号、2005年、p296-301には、塚本貴敬他「火傷病菌が果柄に付着した成熟果実における感染の頻度および低温貯蔵果実における火傷病菌の生存について」と題する論文が発表されている。

その概要は、以下の通りである。

「成熟したリンゴ果実の火傷病菌による感染の頻度および低温貯蔵されたリンゴの果実内における火傷病菌の生存について実験を行った。

460個の成熟果実の果柄には、 10^5 cfu から 10^4 cfu の生物発光性火傷病菌が接種された。

接種の9日後には、 10^5 cfu 接種された果実の43%が、また 10^4 cfu 接種された果実の27%が感染していた。感染した果実のすべてが健全に見えた。

5ヶ月で6ヶ月貯蔵した後には、感染した142個の果実のほとんどすべてで火傷病菌が生存していた。内部に火傷病菌を保有している果実の19.5%は潜在的な感染であり、残りの80.5%は明らかな病徴が見られた。

火傷病菌は生果実に一様に分布していなかった。また、内部の褐色の損傷には火傷病菌が密度高く存在していることが観察された。

これらの実験結果で判明したことは、成熟したリンゴ果実が火傷病に感染しているかもしれないこと、ことに潜在的に感染しているかもしれないことを示している。また、広範囲にわたる火傷病菌の伝染の源として作用する可能性がある。」〔英文を宇野が翻訳。〕

- (12) 第2条の「基本的な権利及び義務」に関する解説は次のようである。「衛生植物検疫措置は、生命または健康を保護するために必要な限度においてのみ適用されるものであり、これらは、十分な科学的証拠なしには維持されてはならないものである。十分な科学的証拠がない場合には、加盟国は、既存の情報に基づき、衛生植物検疫措置を暫定的に執ることができる。衛生植物検疫措置は、それぞれの加盟国が衛生植物検疫措置に関して同様の条件にある場合には、加盟国間の産品において異なった取り扱いをしないものとし、貿易に対する偽装された制限として適用しないものとされている。」外務省経済局編『解説 WTO 協定』(日本国際問題研究所、2003年) p142による。

- (13) 第5条の「危険性の評価及び衛生検疫上の適切な保護の水準の決定」に関しては、次のような解説が付されている。「SPS協定では、衛生植物検疫措置は、生命または健康に対する危険性の分析及び評価であってそれぞれ適切なものに基づくべきであることを求めている。これは、加盟国が衛生植物検疫措置を制定する際には、輸入国は、有害動植物または病気がその国に侵入し、まん延し並びに被害及び甚大な被害を発生することの可能性について評価することを暗示的に

示している。損害は、物理的及び経済的条件(病害虫または病気による販売損失等)または処理のコストの両面によって測られる。」加盟国は、衛生検疫上の適切な保護の水準を決定する場合には、貿易に対する悪影響を最小限にするというこの協定の目的を考慮すべきである。」外務省経済局編『解説 WTO 協定』(日本国際問題研究所、2003年) p151による。

- (14) スーザン・ジョージ『WTO徹底批判』(作品社、2002年) p32-49を参照。

- (15) 貿易と予防原則に関しては、間宮 勇「貿易と社会的規制」(『ジュリスト No.1254』2003年10月号、p37-44、高島忠義「WTOと多数国間環境条約の貿易制限措置」(『同上』p28-36、岩田伸人『WTOと予防原則』(2004年)等を参照。なお、WTOと農業、農産物貿易を論じたものに、田代洋一『食料主権 - 21世紀の農政課題』(日本経済評論社、1998年)村田 武『WTOと世界農業』(筑波書房、2003年)田代洋一『WTOと日本農業』(筑波書房、2004年)等がある。

- (17) 食品の検疫問題を論じた著作としては、小倉正行『輸入大国日本・変貌する食品検疫』(合同出版、1998年)、同『これでわかる輸入食品の話 イラスト版』(合同出版、2000年)同『食料輸入大国日本の落とし穴』(新日本出版社、2003年)石黒昌孝『それでも食べますか - 輸入食品を分析してみると - 』(かもがわ出版、2002年)日本農業市場学会編『食品の安全性と品質表示』(筑波書房、2003年)等を参照。

火傷病に関しては、今後は水際で阻止することが重要である。病菌が付いた物も入ってくるものと想定し、検疫を格段に強化すべきだ。米国には殺菌洗浄をやらせ、その証明がないとだめだと求めるべきだ。

- (18) 侵入警戒調査には、病徴のチェック体制、専門家、技術、薬品など相応の陣容と予算、設備が必要になる。診断マニュアルを作成し、予備知識の普及、広報、監視体制等が求められる。しかるべき予算と準備期間をかけて計画を実効あるものにしなればいけない。発病の場合、三年間モニタリング調査をするといっているが、米国の文献では、火傷病は数年を経て発生を繰り返している。病菌は昆虫、鳥、風雨が運ぶし、越冬もする。三年間は短すぎる。火傷病は急速で広範囲に伝搬する可能性が高い。アクションプランはその認識が欠如しているし、過去の外国の例を踏まえていない、と言えよう。

〔後注〕

弘前大学農学生命科学部のリンゴ火傷病の研究に対しては地元の生産者団体から強い期待と支援が寄せられている。

また、私達の共同研究である「リンゴ火傷病侵入拡散防止管理システムの構築」が、平成17年度弘前大学緊急重点研究に選定された。

この成果は、この共同研究の一部を成しており、支援に対して、記して謝意を述べたい。

The Strained Negotiations between Japan and USA with the Most Destructive Disease of Apples and Pears, Called "Fire Blight"

Tadayoshi UNO

Laboratory of Regional Resource Management

SUMMARY

Fire blight has been known as the most destructive disease of apples and pears for over 200 years. The disease is caused by the bacterium *Erwinia amylovora*, which is capable of infecting blossoms, fruits, vegetative shoots, woody tissues, and rootstock crowns.

The disease was restricted to North America. It spread to the West with the settlers and by the early 1900s it established itself as a serious threat in all areas where apples and particularly pears were grown. Outside North America, fire blight was first reported in New Zealand in 1919. The next report was in England in 1957. The disease has spread through much of Europe and the Mediterranean areas, causing serious losses to pome fruits and rosaceous ornamentals.

In countries where the pathogen has not yet been found, strict quarantines have been established against the import of plant materials that may harbor it.

Controlling fire blight is difficult, expensive, and not totally effective. Still now fire blight is spreading over the world except for Japan and East Asia.

Streptomycin is used for the pest control. But, streptomycin-resistant strains of *E. amylovora* have developed in the USA, reducing the effectiveness of streptomycin. The annual losses due to fire blight, together with the costs of controlling it in the USA are estimated at over \$100 million.

This paper focuses on the strained negotiations between Japan and the USA concerning the quarantine methods against the apple disease "Fire blight" within the WTO framework.

Japan had interdicted importing apples from the USA until 1993 because of fire blight. In 1994 Japan removed the ban on importing two kinds of apples from the USA submitting to the strong pressure imposed by that country.

Since then Japan and the USA negotiated about the quarantine methods against the apple disease within the WTO framework. After many negotiations Japan has been defeated in the WTO decisions last summer.

However, I have a serious doubt whether Japanese Government has decided on wise quarantine methods against the apple disease "Fire blight".

弘前大学農学生命科学部
研究業績目録

2004年10月 - 2005年9月

Lists of Published Research Works of the Faculty of Agriculture and Life Science
Hirosaki University
2004 (October) - 2005 (September)

弘前大学農学生命科学部

2005年12月

Faculty of Agriculture and Life Science
Hirosaki University
Hirosaki, 036 - 8561 Japan
December, 2005

は し が き

本号の「研究業績目録」には、2004年10月から2005年9月までの業績を掲載しました。

業績の区分は、a-研究論文、b-学術図書、c-その他の著書・訳書、d-学会発表、e-調査・実験報告書、f-その他とし、各自の申請にもとづいています。

各講座の教員組織（2005年10月1日現在）は以下の通りですが、研究業績目録は各学科・講座あるいは研究室でとりまとめて掲載してあります。

生物機能科学科

（生命理学講座）

鮫島正純，黒尾正樹，松岡教理，福澤雅志

（遺伝情報科学講座）

新関 稔，小原良孝，石田幸子，原田竹雄，石川隆二，吉田 涉

（植物エネルギー工学講座）

青山正和，齊藤 寛，葛西身延

応用生命工学科

（生体機能工学講座）

武田 潔，（故）五十嵐康雄，戸羽隆宏，長田恭一，殿内暁夫

（生体情報工学講座）

武藤 昱，宮入一夫，橋本 勝，姫野俵太，牛田千里

（細胞工学講座）

片方陽太郎，大町鉄男，菊池英明，石黒誠一，吉田 孝，畠山幸紀

生物生産科学科

（園芸学講座）

嵯峨紘一，荒川 修，加藤弘道，浅田武典，本多和茂，張 樹槐

（農業生産学講座）

豊川好司，鈴木裕之，杉山修一，工藤啓一，福地 博，松山信彦

（環境生物学講座）

佐原雄二，比留間 潔，佐野輝男，城田安幸，東 信行，藤田 隆

地域環境科学科

（地域環境工学講座）

万木正弘，工藤 明，佐々木長一，萩原 守，泉 完，角野三好，加藤 幸

（地域環境計画学講座）

谷口 建，高橋照夫，桧垣大助，藤崎浩幸

（地域資源経営学講座）

高橋秀直，宇野忠義，神田健策，武田恭治，澁谷長生，泉谷眞実

生物共生教育研究センター

工藤啓一（併任），牧田 肇，塩崎雄之助，村山成治，伊藤大雄

目 次

生物機能科学科	107
生命理学講座	107
遺伝情報科学講座	108
植物エネルギー工学講座	110
応用生命工学科	112
生体機能工学講座	112
生体情報工学講座	113
細胞工学講座	115
生物生産科学科	118
園芸学講座	118
農業生産学講座	118
環境生物学講座	120
地域環境科学科	123
地域環境工学講座	123
地域環境計画学講座	124
地域資源経営学講座	125
生物共生教育研究センター	127

業 績 目 録

生 物 機 能 科 学 科

生 命 理 学 講 座

- a-01. YAMAGUCHI, M.^{*}, M. OKUSU^{*}, M. SAMESHIMA, S. KAWAMOTO^{*}: Safe specimen preparation for electron microscopy of pathogenic fungi by freeze-substitution after glutaraldehyde fixation. *Jpn. J. Med. Mycol.* 46(3) : 187-192, 2005. (^{*}千葉大学真菌医学研究センター)
- a-02. IKEBE, C.^{*}, M. KURO-O, H. OHTANI^{**}, Y. KAWASE^{***}, T. MATSUI^{***}, S. KOHNO^{***}: Cytogenetic studies of Hynobiidae (Urodela) XIX. Morphological variation of sex chromosomes pairing behavior of sex lampbrush chromosomes in *Hynobius quelpaertensis* (Mori) from Cheju Island, South Korea. *Chromosome Res.*, 13 : 157-167, 2005. (^{*}Faculty of Pharmaceutical Science, Toho University, ^{**}Faculty of Science, Hiroshima University, ^{***}Faculty of Science, Toho University)
- a-03. NAKATA, A., A. YOSHIMURA, M. KURO-O, Y. OBARA: Karyotypic evolution and organization of the highly repetitive DNA sequences in the Japanese shrew-moles, *Dymecodon pilirostris* and *Urotrichus talpoides*. *Cytogenet. Genome Res.*, 111 : 152-158, 2005.
- a-04. YOSHIMURA, A., A. NAKATA, M. KURO-O, Y. OBARA, Y. ANDO: Molecular cytogenetic characterization and chromosomal distribution of the satellite DNA in the genome of *Oxya hyla intricata*(Orthoptera: Catantopidae). *Cytogenet. Genome Res.*, (in press)
- a-05. 松岡教理：進化学について(1). 蒲生野, 36 : 142-145 (2004)
- a-06. 松岡教理・杉山智昭. 日本産メバル体色変異 2 タイプの分子分類学. 弘前大学農学生命科学部学術報告, No.7 : 1-8 (2005)
- d-01. 鮫島正純：凍結技法におけるトラブルシューティング. 第 62 回日本顕微鏡学会大会シンポジウム. 2005. 6. 1-3. つくば.
- d-02. SQUIRES, E. K., M.^{*}, L. SOVRAN^{*}, M. SAMESHIMA, D. A. COTTER^{*}: cAMP-controlled spore dormancy in *Dictyostelium discoideum* is regulated by ambient relative humidity. America Society for Microbiology General Meeting. 2005. 6. 5-9. Atlanta, USA. (^{*}University of Windsor, Canada)
- d-03. SQUIRES, E. K. M.^{*}, L. SOVRAN^{*}, M. SAMESHIMA, D. A. COTTER^{*}: Matrix components have multiple regulatory roles in *Dictyostelium discoideum* spore dormancy. International Dictyostelium Conference. 2005. 8. 13-18. Autrance, France. (^{*}University of Windsor, Canada)
- d-04. 黒尾正樹・高橋裕美・稲田英理子・長谷川葉子・呉 貫夫^{*}・曾 暁茂^{*}・池部千賀子^{**}・河野晴一^{***}: サンショウウオ科 6 種における高頻度反復 DNA の解析と系統縁関係の推定. 日本爬虫両棲類学会第 43 回大会, 2004. (^{*}中国科学院・成都生物研, ^{**}東邦大・薬, ^{***}東邦大・理)
- d-05. 池部千賀子^{*}・崔 愛花^{*}・黒尾正樹・久保田宗一郎^{**}・河野晴一^{**}: *Hynobius* 属 4 種の染色体の核小体形成部位と FISH 法によるクロサンショウウオのメジャー rRNA 遺伝子座の検索. 日本爬虫両棲類学会第 43 回大会, 2004. (^{*}東邦大・薬, ^{**}東邦大・理)
- d-06. 片山 亮・黒木俊郎^{*}・林谷秀樹^{**}・中臺 文^{**}・森 哲^{***}・森部絢嗣^{****}・黒尾正樹：ミトコンドリア DNA を指標としたシマヘビの系統地理. 日本爬虫両棲類学会第 43 回大会, 2004. (^{*}神奈川県衛生研, ^{**}農工大・共科技研, ^{***}京大・理, ^{****}名大・生命農学)
- d-07. 江田真毅^{*}・小池裕子^{**}・三原正三^{**}・長谷川 博^{***}・黒尾正樹・樋口広芳^{****}: 完新世後期におけるアホウドリの安定同位体比の経時変化. 第 52 回日本生態学会, 2005. (^{*}日本学術振興会 特別研究員, ^{**}九大・比文, ^{***}東邦大・理, ^{****}東大・農)
- d-08. EDA, M.^{*}, H. KOIKE^{**}, M. KURO-O, S. MIHARA^{**}, H. HASEGAWA^{***}, H. HIGUCHI^{****}: Admixture of two populations or a large population?: combining ancient DNA with stable isotope analyses to reconstruct original population structure for the Short-tailed Albatross. Archaeozoology and Genetics ICAZ Working Group. (Cambridge, U. K.) 2005. (^{*}JSPS Research Fellow, ^{**}Graduate School of Social and Culture Studies, Kyushu University, ^{***}Faculty of Science, Toho University, ^{****}School of Agricultural and Life Science, University of Tokyo)

- d-09. 長井和哉・川上和人*・長谷川 博**・小原良孝・黒尾正樹：希少海鳥類の性染色体特異的 DNA 配列による性判定．日本鳥学会 2005 年度大会，2005.（*森林総研・多摩森林科学，**東邦大・理）
- f-01. KURO-O, M., C. IKEBE*, S. KOHNO** : Systematics of hynobiid salamanders inferred from chromosomes and highly repetitive DNA. *Chromosome Sci.*, 7 : 102-103, 2003.（*School of Pharmaceutical Science, Toho University, **Faculty of Science, Toho University）
- f-02. YOSHIMURA, A., A. NAKATA, M. KURO-O, Y. OBARA, Y. ANDO: Analysis of the highly repetitive DNA in the genus *Oxya* (Orthoptera, Insecta) II. *Chromosome Sci.*, 7 : 126, 2003.
- f-03. NAKATA, A., A. YOSHIMURA, K. KIKUCHI, M. KURO-O, Y. OBARA: Characterization of highly repetitive DNA in the greater Japanese shrew-mole, *Urotrichus talpoides*(III). *Chromosome Sci.*, 7 : 126, 2003.
- f-04. KURO-O, M., H. TAKAHASHI, E. INADA, Y. HASEGAWA, G. WU*, X. ZENG*, C. IKEBE**, S. KOHNO*** : Molecular cytogenetic analysis of the highly repetitive DNA in six hynobiid salamanders, with comments on their phylogenetic relationships. *Bull. Herpetol. Soc. Jpn*, 2005 : 57, 2005.（*Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, **Faculty of Pharmaceutical Science, Toho University, ***Faculty of Science, Toho University）
- f-05. IKEBE, C.*, C. AIHUA*, M. KURO-O, S. KUBOTA**, S. KOHNO** : Ag-NOR sites in chromosomes of four *Hynobius* species and FISH analysis of major rRNA gene loci in *H. nigrescens*. *Bull. Herpetol. Soc. Jpn*, 2005 : 58, 2005.（*Faculty of Pharmaceutical Science, Toho University, **Faculty of Science, Toho University）
- f-06. KATAYAMA, A., T. KUROKI*, H. HAYASHIDANI**, A. NAKADAI**, A. MORI***, J. MORIBE****, M. KURO-O: Phylogeography of *Elaphe quadrivirgata* on the basis of mitochondrial DNA. *Bull. Herpetol. Soc. Jpn*, 2005 : 82-83, 2005.（*Kanagawa Prefectural Institute of Public Health, **Institute of Symbiotic Science and Technology, Tokyo University of Agriculture and Technology, ***Faculty of Science, Kyoto University, ****Graduate School of Bioagricultural Science, Nagoya University）
- f-07. EDA, M.*, H. KOIKE**, S. MIHARA**, H. HASEGAWA***, M. KURO-O, H. HIGUCHI**** : Temporal changes in stable isotopic compositions in Short-tailed Albatrosses from two mtDNA lineages. Abst. of the Annual Meeting of the Ecological Society of Japan, p. 348, 2005（*JSPS Research Fellow, **Graduate School of Social and Culture Studies, Kyushu University, ***Faculty of Science, Toho University, ****School of Agricultural and Life Science, University of Tokyo）
- f-08. EDA, M.*, H. KOIKE**, M. KURO-O, S. MIHARA**, H. HASEGAWA***, H. HIGUCHI**** : Admixture of two populations or a large population? : combining ancient DNA with stable isotope analyses to reconstruct original population structure for the Short-tailed Albatross. Archaeozoology and Genetics ICAZ Working Group Second Scientific Meeting Abstracts, p. 18, 2005.（*JSPS Research Fellow, **Graduate School of Social and Culture Studies, Kyushu University, ***Faculty of Science, Toho University, ****School of Agricultural and Life Science, University of Tokyo）

遺伝情報科学講座

- a-01. MIYAKE, K*, T. ITO**, M. SENDA***, R. ISHIKAWA, T. HARADA, M. NIIZEKI, S. AKADA**** : R2R3-MYB transcription factors from *Lotus corniculatus* var. *japonicus* differentially regulated in roots and shoots in response to nitrogen starvation. *Lotus Newslett.* 34 : 54-59, 2004.（*Yamagata Chuo High School, **Graduate School of Life Sciences, Tohoku University, ***Gene Research Center, Hirosaki University）
- a-02. YAMADA, M*, Z. LU**, J. SHIMAZU***, R. ISHIKAWA, M. SENDA****, S. AKADA****, T. HARADA, M. NIIZEKI : Analysis of somaclonal variation by using landmarks of genomic DNA clones in Rice. *Rice Genet. Newslett.* 21 : 6-8, 2004.（*Sumitomo Pharmaceutical Company, **Mizuho Trade Company, ***Nanto Seed Company, ****Gene Research Center, Hirosaki University）
- a-03. SAITO, M., M. SENDA*, R. ISHIKAWA, S. AKADA*, T. HARADA, M. NIIZEKI : Characteristics of progeny plants originating from asymmetric somatic cell hybridization of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) and rice (*Oryza sativa* L.) *Breed. Sci.* 55 : 379-382, 2005.（*Gene Research Center, Hirosaki University）
- a-04. 島津樹一*・千田峰生**・石川隆二・赤田辰治**・原田竹雄・新関 稔：イネ培養細胞における体細胞分裂期相同組換えの解析．弘大農生報 7 : 9-13, 2005.（*ナント種苗株式会社，**弘前大学遺伝子実験施設）
- a-05. 赤間義明*・千田峰生**・石川隆二・赤田辰治**・原田竹雄・新関 稔：イネの培養細胞における相同組換えに関

わる遺伝子の同定と機能の解明．弘大農生報 7 : 14-20, 2005. (*名古屋郵便局, **弘前大学遺伝子実験施設)

- a-06. SATO, H.* , A. OSANAI* , H. KAMIYA* , Y. OBARA, W. JIANG** , Q. ZHEN** , J. CHAI** , Y. UNE*** , M. ITO**** : Characterization of SSU and LSU rRNA genes of three *Trypanosoma (Herpetosoma) grosi* isolates maintained in Mongolian jirds. Parasitology, 130 : 157-167, 2005. (*弘前大・医, **Xinjiang Ctr. Disease Prev. & Cont., China, ***麻布大・獣医, ****実験動物中央研)
- a-07. NAKATA, A., A. YOSHIMURA, M. KURO-O, Y. OBARA: Karyotypic evolution and organization of the highly repetitive DNA sequences in the Japanese shrew-moles, *Dymecodon pilirostrils* and *Urotrichus talpoides*. Cytogenet. Genome Res., 111 : 152-158, 2005.
- a-08. YOSHIMURA, A., Y. OBARA, Y. ANDO* , H. KAYANO** : Comparative karyotype analysis of grasshoppers in the genus *Oxya (Orthoptera, Catantopidae)* differential staining techniques. Cytologia, 70 : 109-117, 2005. (*弘前大学名誉教授, **久住高原生物研究所)
- a-09. EGGER, B.* , S. ISHIDA: Chromosome fission or duplication in *Macrostomum lignano* (Macrostomorpha, Plathelminthes) remarks on chromosome numbers in ' archoophoran turbellarians '. JZS, 43(2) : 127-132, 2005. (*University of Innsbruck)
- a-10. 西谷信一郎・吉田 渉・石田幸子：白神山地の淡水棲プラナリア II . クマゲラの森とその隣接地域に生息するカズメウズムシの染色体変異 . 白神研究 2 : 16-21, 2005.
- a-11. 吉田 渉・西谷信一郎・石田幸子：白神山地の淡水棲プラナリア III. 18S r RNA 遺伝子の部分配列から推測された 3 種 (プラナリア科：キタカズメウズムシ属・カズメウズムシ属) の分子系統類縁関係 . 白神研究 2 : 22-27, 2005.
- a-12. HARADA, T., W. KURAHASHI, M. YANAI* , Y. WAKASA** , T. SATOH*** : Involvement of cell proliferation and cell enlargement in increasing the fruit size of *Malus* species. Scientia Horticulturae 105 : 447-456, 2005. (*Inst. Envir. Sci., **NIAS Japan, ***Aomori Apple Exp. St.)
- a-13. WAKASA, Y.* , H. KUDO, R. ISHIKAWA, S. AKADA** , M. SENDA** , M. NIIZEKI, T. HARADA: Low expression of an endopolygalacturonase gene in apple fruit with long-term storage potential. Postharvest Biology and Technology (in press) (*NIAS, **Gene Research Center, Hirosaki Univ.)
- b-01. 佐藤洋一郎・石川隆二：三内丸山遺跡 植物の世界，裳華房，東京，2004. (*総合地球環境学研究所)
- c-01. 新関 稔：ミヤコグサを求めてカナダまで．弘大農生報 7 : 40-44, 2005.
- c-02. 石田幸子・吉田 渉：海産プラナリア多岐腸類の初期胚・再生虫体におけるミトコンドリア rRNA の局在解析 . 顕微鏡 40(1) 41-45, 2005.
- d-01. 山田 誠*・廬 忠恩**・千田峰生***・石川隆二・赤田辰治***・原田竹雄・新関 稔：イネにおけるゲノミック DNA ランドマーカを用いたソマクローナル変異の解析 . 日本育種学会第 106 回秋季大会(三重大学), 2004. (*住友製薬株式会社, **みずほ貿易株式会社, ***弘前大学遺伝子実験施設)
- d-02. 中島麻里奈*・耳田直純***・島津樹一**・新関 稔・小野寺治子*・宮尾安藝雄*・廣近洋彦*・浦和博子****・堀内 蒿****・黒森 崇****・篠崎一雄****・Barbara Hohn*****・土岐精一*・市川裕章* : 2 種の *DMCIA* 相同遺伝子 *OsDMCIA/B* の機能解析 . 日本分子生物学会 (神戸国際会議場) 2004. (*生物研, **農研機構, ***基生研, ****製品評価技術基盤機構, *****理研 GSC, *****スイス FMI)
- d-03. 藤原久幸・千田峰生*・石川隆二・赤田辰治*・新関 稔・原田竹雄：リンゴ果実完熟型 ACS3 サブファミリー遺伝子の構造および発現解析 . 育種学研究 7 (別 1, 2) (筑波大学) 2005. (*弘前大学遺伝子実験施設)
- d-04. 今井克則*・千田峰生**・赤田辰治***・原田竹雄・新関 稔・石川隆二：易変異系統である赤毛から誘発した *Ur1 (Undulated rachis 1)* 遺伝子の分子地図へのマッピング . 育種学研究 7 (別 1, 2) (筑波大学) 2005. (*岩手連合大学院, **弘大遺伝子実験施設)
- d-05. 川崎顕子・信田清夏・牛木 純*・石井俊雄**・石川隆二：連鎖不平衡マッピングの応用 V . 第 12 染色体における雑草化関連因子の探索 . 育種学研究 7 (別 1, 2) (筑波大学) 2005. (*中央農研センター, **岡山農農総センター)
- d-06. 石川隆二・今井克則*・川崎顕子・本間照久・信田清夏・千田峰生**・赤田辰治**・原田竹雄・新関 稔：イネ連鎖不平衡マッピングの応用 IV . アイソザイム遺伝子座周辺における品種群特異的領域群の特定 . 育種学研究 7 (別 1, 2) (筑波大学) 2005. (*岩手連合大学院, **弘大遺伝子実験施設)
- d-07. 牛木 純*・赤坂舞子*・手塚光明**・酒井長雄***・斎藤 稔***・石川隆二：長野県に発生する雑草性赤米の生理形態的特徴と分布の変遷 . 育種学研究 7 (別 1, 2) (筑波大学) 2005. (*中央農業総合研究センター, **長野農事試験場, ***長野県庁, ****長野県南信農業試験場)
- d-08. 京谷恭弘・小原良孝・中田章史：青森 - 岩手県境産廃不法投棄現場のネズミ類を指標とした遺伝的影響評価 . 2004

年度日本哺乳類学会大会（東京農業大学）2004.

- d-09. 森 厚子・小原良孝・Peter Vogel*：半水棲食虫類ミズトガリネズミとカワネズミの核学的関係と系統的位置づけ．2004 年度染色体学会年会（岡山大学）2004.（*Univ. Lausanne, Inst. Ecol., Switzerland）
- d-10. 吉村 文・中田章史・黒尾正樹・安藤喜一*・小原良孝：サテライト DNA 配列を指標としたイナゴ属の核型進化について．第 48 回日本応用動物昆虫学会大会（京都）2004.（*弘前大学名誉教授）
- d-11. 長井和哉・川上和人*・長谷川博**・小原良孝・黒尾正樹：希少海鳥類の性染色体特異的 DNA 配列による性判定．日本鳥学会 2005 年度大会（信州大学）2005.（*森林総研・多摩森林科学園，**東邦大学・理学部）
- d-12. OBARA, Y., M. OHTA, A. SASAKI, K. TSUCHIYA*：Distribution patterns of Ag-NORs in the genus *Apodemus* and their evolutionary implications. Symposium 48; "Mammalian chromosome systematics and evolution", IXth International Mammalogical Congress (Sapporo) 2005.（*東京農業大学）
- d-13. KYOYA, T., D. YAMAMOTO, Y. OBARA: Chromosomal monitoring of murids in and around the illegal dumpsite of the Aomori-Iwate Prefectural boundary. Poster Session; IXth International Mammalogical Congress (Sapporo) 2005.
- d-14. 森川正喜・石橋 崇・吉田 渉・石田幸子：ナツドマリヒラムシ胚における *PiFoxF* の発現と筋細胞の分化に関する研究．日本動物学会東北支部大会（弘前大学）2005.
- d-15. 吉田 渉・大中臣哲也・石田幸子：マナマコ管足骨片サイズと体長の相関について．日本動物学会東北支部大会（弘前大学）2005.
- f-01. 小原良孝：染色体の基礎と応用；放送大学面接授業（青森放送大），2004.
- f-02. YOSHIMURA, A., A. NAKATA, M. KURO-O, Y. OBARA, Y. ANDO: Analysis of the highly repetitive DNA in the genus *Oxya* (Orthoptera, Insecta) II. *Chrom. Sci.*, 7 : 126, 2003.
- f-03. NAKATA, A., A. YOSHIMURA, K. KIKUCHI, M. KURO-O, Y. OBARA: Characterization of highly repetitive DNA in the greater Japanese shrew-mole, *Urotrichus talpoides*(III) *Chrom. Sci.*, 7 : 126, 2003.
- f-04. 石田幸子：見てみよう！1 個の卵からの体づくり．サイエンスフェア 2005 in HIROSAKI, 2005.
- f-05. 吉田 渉：弘前大学八戸サテライト講演会「プラナリアから見た生命の不思議」（八戸）. 2004.
- f-06. 吉田 渉・山内 智*・斉藤洋祐・石田幸子：白神山地のホタルについて．平成 16 年度白神研究会研究報告会（弘前市文化センター）白神研究 2 : 85, 2005.（*青森県立郷土館）
- f-07. 工藤久幸・原田竹雄：園芸作物の台木による穂木の形質転換．「見てみて，聞いてみて，触ってみて，弘前大学」へのポスター発表 2005.
- f-08. 原田竹雄：リンゴのバイオテクノロジー 農学生命科学部公開講座 平賀町 2004.
- f-09. 原田竹雄：リンゴ‘ふじ’の日持ち性の秘密 農学生命科学部公開講座 農学辻説法 青森県農業にまつわる研究 ~最近のトピック~ 2004.
- f-10. 原田竹雄：平成 16 年度 学術国際振興基金助成事業研究成果公開報告会 ジーンサイレンシング能関連 RNA 分子を産生するリンゴ台木の作出 2004.
- f-11. 原田竹雄：平成 12 年度～14 年度科学研究費補助金基盤研究 C (2) 研究成果報告書

植物エネルギー工学講座

- a-01. 坂本 清*・青山正和：リンゴ剪定枝の堆肥化においてチップ粒度が腐熟に及ぼす影響．日本土壌肥科学雑誌 75 : 583-591, 2004.（*青森県農林総合研究センターりんご試験場）
- a-02. AOYAMA, M., M. MATSUZAKI, S. KATAYAMA and M. FUKUSHI: High performance size exclusion chromatography as a tool for evaluating compost maturity. Proceedings of the International Symposium on Organic Recycling (ISOR), p. 293-300, 2004.
- a-03. 青山正和：小型ルミノメーターを用いた ATP 測定による黒ボク土の微生物バイオマスの推定．土と微生物（日本土壌微生物学会誌）59 : 41-44, 2005.
- d-01. AOYAMA, M., M. MATSUZAKI, S. KATAYAMA and M. FUKUSHI: High performance size exclusion chromatography as a tool for evaluating compost maturity. International Symposium on Organic Recycling (ISOR), 2004.
- d-02. 青山正和・吉田 達*：陸奥湾におけるホタテ養殖籠付着泥の起源推定への腐植分析の適用．日本腐植物質学会第 20 回講演会，2004.（*青森県水産総合研究センター）
- d-03. 福田悠希・清野博弥・中田英樹・葛西身延：シンク・リミット状態におけるダイズ植物個体の光合成速度の制御．第 46 回日本植物生理学会，2005.

- d-04. 福田悠希・葛西身延：莢除去処理したダイズ植物個体における光合成速度の制御．第 69 回日本植物学会，2005.
- f-01. 葛西身延：大自然の植物から学ぶ．放送大学（放送大学青森学習センター，平成 17 年度第 2 学期）.
- f-02. FUKUDA, Y., H. SEINO, H. NAKATA and M. KASAI: Regulation of photosynthesis in soybean plants under sink-limited conditions. *Plant Cell Physiol. Suppl.* Vol.46, 2005.
- f-03. FUKUDA, Y. and M. KASAI: The effect of pod removal on photosynthesis in soybean plants. *J. Plant Res. Suppl.* in press.

応用生命工学科

生体機能工学講座

食品化学研究室

- d-1. 五十嵐康雄：カゼイン成分の分離と泡沫形成能について．第 55 回東北畜産学会大会講演要旨集．p. 33, 2005.

食品安全学研究室

- d-1. 高杉美波・青木裕史¹⁾・戸羽隆宏：乳酸菌 *Lactobacillus crispatus* による皮膚有害菌の制御．日本農芸化学会 2005 年度大会講演要旨集．p. 262, 2005. (¹昭和電工(株)研究開発センター)
- d-2. 清水 英・長田恭一・寺原正樹¹⁾・矢島昌子¹⁾・戸羽隆宏：乳酸桿菌およびビフィズス菌によるミセル中コレステロール減少活性．腸内細菌学雑誌 19 : 84, 2005. (¹明治乳業(株)食機能科学研究所)
- d-3. 片川弥栄子・Helena Sanae Kajikawa・寺原正樹¹⁾・矢島昌子¹⁾・佐藤 征²⁾・大友良光²⁾・五十君静信³⁾・戸羽隆宏：ビフィズス菌が病原菌の Caco-2 細胞への付着に与える影響．2005 年度(平成 17 年)日本畜産学会第 105 回大会講演要旨．p. 108, 2005(¹明治乳業(株)食機能科学研究所, ²本学医学部保健学科, ³国立医薬品食品衛生研究所)

食品栄養化学研究室

- a-01. CHOI, Y.-Y*, OSADA, K., ITO, Y*, NAGASAWA, T., CHOI, M. -R*, NISIZAWA, N*: Effects of dietary protein of Korean foxtail millet on plasma adiponectin, HDL-cholesterol and insulin levels in genetically type 2 diabetic mice. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry* Vol.69 : 31-37, 2005. (*岩手大学)
- a-02. KAWAKAMI, Y., TSURUGASAKI, W., NAKAMURA, S., OSADA K.: Comparison of regulative functions between dietary soy isoflavones aglycone and glucoside on lipid metabolism in rats fed cholesterol. *Journal of Nutritional Biochemistry* Vol.16 : 205-212, 2005.
- d-01. 長田恭一．シンポジウム：食品中および生体で産生されるステロール酸化物の生理作用．平成 16 年度 日本栄養食糧学会東北支部会(仙台)．2004
- d-02. 太田 豊*, 長田恭一, 船山 誠², 神田智正*, 佐見 学*, 加藤久典**. ポリフェノール投与が高脂肪食ラットの遺伝子発現へ及ぼす影響．第 27 回日本分子生化学会(神戸).(*アサヒビール(株)未来技術研, **東京大・農生・応生化)
- d-03. 佐見 学*, 長田恭一, 船山 誠, 太田 豊*, 神田智正*, 斎藤憲司**, 加藤久典**. シンポジウム:高カロリー食ラットに及ぼすポリフェノール素材の効果．2005 年度日本農芸化学会(札幌).(*アサヒビール(株)未来技術研, **東京大・農生・応生化)
- d-04. 鈴木喬士, 山口 彩, 長田恭一, 神田智正*, 佐見 学*, 太田 豊*, 池田満雄*. りんご由来ポリフェノール摂取によるコレステロール上昇抑制作用の機序．2005 年度日本農芸化学会(札幌).(*アサヒビール(株)未来技術研)
- d-05. 船山 誠, 清野博威, 長田恭一．2 型糖尿病発症ラットに対するリンゴ未熟果実由来ポリフェノール高分子画分の抗肥満作用．2005 年度日本農芸化学会(札幌)．
- d-06. 山口 彩, 鈴木喬士, 長田恭一, 山谷 修*. サメ肝油由来高純度スクワレン摂取による脂質代謝調節作用．2005 年度日本農芸化学会(札幌).(*綺羅化粧品)
- d-07. 藤兼洋一, 佐々木輔, 清澤朋子, 長田恭一, 葛西厚史*, 千田峰生*, 菅野道廣**. 食事由来酸化コレステロールの脂質代謝攪乱作用機序の解明．2005 年度日本農芸化学会(札幌).(*遺伝子実験施設, **九州大学)
- d-08. 清澤朋子, 長田恭一, 葛西厚史*, 千田峰生*. 性別と年齢の異なるラット脂質代謝に与える大豆イソフラボン摂取効果の機序解明．2005 年度日本農芸化学会(札幌).(*遺伝子実験施設)
- d-09. 太田 豊*, 長田恭一, 神田智正*, 佐見 学*, 加藤久典**. 高コレステロール食ラットの遺伝子発現に及ぼすリンゴポリフェノール投与の影響．(第 59 回日本栄養食糧学会(東京). *アサヒビール(株)未来技術研, **東京大・農生・応生化)
- d-10. 長田恭一, 船山 誠, 清野博威, 清澤朋子．2 型糖尿病発症 OLETF ラットに対するりんご未熟果実由来プロシアニジン類投与による抗肥満および抗酸化強化作用．第 59 回日本栄養食糧学会(東京)．
- d-11. 鈴木喬士, 山口 彩, 清澤朋子, 長田恭一, 葛西厚史*, 千田峰生*, 神田智正**, 佐見 学**, 太田 豊**, 池田満雄**. りんご未熟果実由来プロシアニジン類高含有成分の摂取による脂質代謝調節機能の機序解明．第 59 回日本栄養食糧学会(東京).(*遺伝子実験施設, **アサヒビール(株)未来技術研)
- d-12. 山口 彩, 鈴木喬士, 藤兼洋一, 長田恭一, 山谷 修*. サメ肝油由来高純度スクワレン摂取による脂質代謝調節

作用・平成17年度夏期コレステロール研究会(弘前)。(*綺羅化粧品)

応用微生物学研究室

- a-01. 佐々木長市・殿内暁夫・野田香織・松山信彦・小関 恭・諸泉利嗣・檜垣大助：白神山地における土壌(2)．白神研究 2：28-34(2005)
- d-01. 岩間直子¹・斉藤知明¹・殿内暁夫・武田 潔：麹菌 *Aspergillus oryzae* における糖化酵素高発現および褐変性に関する研究．2005年度日本農芸化学会講演要旨集 P. 80. (¹青森県工業総合研究センター 弘前地域技術研究所) (2005)
- d-02. 殿内暁夫：水田土壌においてプロピオン酸分解に関わる微生物．第20回日本微生物生態学会講演要旨集．p. 25. (2004)
- d-03. 佐々木長市・川島一就・松山信彦・野田香織・殿内暁夫：カドミウム汚染水田模型の浸透型が物質動態および水稲に及ぼす影響．農業土木学会講演要旨集．pp 822-823. (2005)
- f-01. 殿内暁夫：目に見えない生物を水田にみる：弘前大学八戸サテライト講演会「自然と共に生きるためのサイエンス」(2004)

生体情報工学講座

遺伝子工学研究室

- a-01. HIMENO, H., HANAWA-SUETSUGU, K., KIMURA, T., TAKAGI, K., SUGIYAMA, W., SHIRATA, S., MIKAMI, T., ODAGIRI, F., OSANAI, Y., WATANABE, D., GOTO, S., KALACHNYUK, L., USHIDA, C. & MUTO, A. A novel GTPase activated by the small subunit of ribosome. *Nucleic Acids Res.* 32 (2004) 5303-5309.
- a-02. OUSSENKO, I.A., ABE, T., UJIE, H., MUTO, A. & BECHHOFFER, D.H. Participation of 3'-to-5' exoribonucleases in the turnover of *Bacillus subtilis* mRNA. *J. Bacteriol.* 187 (2005) 2758-2767.
- a-03. TAKADA, K., TAKEMOTO, C., KAWAZOE, M., KONNO, T., MATSUTA, N., KURITA, D., SHIROUZU, M., YOKOYAMA, S., MUTO, A. & HIMENO, H. Functional analysis of factors involved in *trans*-translation. *Nucleic Acids Symp. Ser.* 49 (2005) 101-102.
- d-01. 阿部鉄平, 氏家博美, 姫野俵太, 武藤 昱, Oussenko, I., Bechhofer, D.: 枯草菌における *trans*-translation は polynucleotide phosphorylase の非存在下で増大する, 第27回日本分子生物学会年会, 2004.
- d-02. 氏家博美, 松谷誠子, 松原美佳, 戸松 恒, 藤原 愛, 姫野俵太, 武藤 昱: 枯草菌における tmRNA による *trans*-translation のカタボライト抑制への関与, 第27回日本分子生物学会, 2004.
- d-03. 木村天胤, 塙(末次)京子, 高木邦明, 杉山和佳奈, 白田 忍, 三上智幸, 小田桐富士子, 小山内斉支子, 渡邊大輔, 後藤史門, リリア カラチュニク, 牛田千里, 武藤 昱, 姫野俵太: リボソーム小サブユニットで活性化される新規 RNA 結合型 GTPase, 第27回日本分子生物学会, 2004.
- d-04. 牛田千里, 原田文俊, 菅原由起, 今野貴之, 姫野俵太, 武藤 昱: *C.elegans* H/ACA snoRNA の標的候補と rRNA シュードウリジンの検出, 第27回日本分子生物学会, 2004.
- d-05. 木村天胤, 塙(末次)京子, 後藤史門, 高木邦明, 杉山和佳奈, 長谷要一, 牛田千里, 武藤 昱, 姫野俵太: リボソーム小サブユニットで活性化される GTPase, 2005年度日本農芸化学会大会, 2005.
- d-06. 牛田千里: 線虫 non-coding RNA の解析, 千葉工業大学フォーラム公開シンポジウム「新規機能 RNA 分子の検索とその応用に関する検討」, 2005.
- d-07. 保木井悠介, 下山正義, 武藤 昱, 牛田千里: 線虫新規低分子 RNA CeR-2 の局在, RNA 若手の会, 2005.
- d-08. 阿部鉄平, 榊 和貴, 藤原 愛, 大塚久志, 氏家博美, 牛田千里, 姫野俵太, 佐藤 勉, 武藤 昱: 枯草菌孢子形成過程における tmRNA によるトランス翻訳の関与, 第7回 RNA ミーティング, 2005.
- d-09. 浅野クリスナ, 今野貴之, 栗田大輔, 三浦比佳理, 武藤 昱, 姫野俵太: 翻訳がストールしたリボソーム中の A 部位における tmRNA, tRNA, RF, RRF との間の競合, 第7回 RNA ミーティング, 2005.
- d-10. 保木井悠介, 下山正義, 武藤 昱, 牛田千里: *Caenorhabditis elegans* 新規低分子 RNA CeR-2 の局在, 第7回 RNA ミーティング, 2005.
- d-11. 猪股恵美礼, 藤井倫子, 白倉裕美, 行木信一, 姫野俵太, 武藤 昱, 河合剛太: 大腸菌 tmRNA のシュードノット PK1 の立体構造解析, 第7回 RNA ミーティング, 2005.
- d-12. 今野貴之, 高橋千治, 栗田大輔, 浅野クリスナ, 三浦比佳理, 武藤 昱, 姫野俵太: アミノグリコシド系抗生物質によるトランストランスレーション開始点のシフト, 第7回 RNA ミーティング, 2005.

- d-13. 菅原由起, 原田文俊, 保木井悠介, 今野貴之, 姫野依太, 武藤 昱, 牛田千里: *C.elegans* H/ACA 型 RNA CeR-9 の局在, 第 7 回 RNA ミーティング, 2005.
- d-14. 小笠原隆広, 保木井悠介, 武藤 昱, 牛田千里: 2 次元電気泳動法を用いた線虫新規低分子 RNA 候補の単離, 第 7 回 RNA ミーティング, 2005.
- d-15. 杉山和佳奈, 武藤 昱, 姫野依太: ピューロマイシンによるリボソーム小サブユニット依存型 GTPase 欠損株の 70S 形成能の回復, 第 7 回 RNA ミーティング, 2005.
- d-16. 牛田千里: 二次元電気泳動法を用いた低分子 RNA 発現比較システムの構築と新規線虫低分子 RNA の同定, 新しい RNA/RNP を見つける会 in 鶴岡, 2005.
- d-17. 保木井悠介: 新規線虫低分子 RNA CeR-2 RNA の機能解明にむけて, 新しい RNA/RNP を見つける会 in 鶴岡, 2005.
- d-18. TAKADA, K., TAKEMOTO, C., KAWAZOE, M., KONNO, T., MATSUTA, N., KURITA, D., SHIROUZU, M., YOKOYAMA, S., MUTO, A. & HIMENO, H. Functional analysis of factors involved in *trans*-translation. 4th International Symposium on Nucleic Acids Chemistry. (2005)
- d-19. HOKII, Y., SHIMOYAMA, M., KUBO, A., WACHI, M., OGAWA, T., ARAI, R., MUTO, A. USHIDA, C.: Novel *C. elegans* small ncRNAs. Diverse roles of RNA in gene regulation, Keystone symposia, 2005.
- d-20. HOKII, Y., SHIMOYAMA, M., KUBO, A., OGASAWARA, T., NOGI, Y., SUGAWARA, Y., ARAI, R., MUTO, A., USHIDA, C. Novel small noncoding RNA candidates isolated from *Caenorhabditis elegans* by a two-dimensional polyacrylamide gel electrophoresis. ISME meeting, 2005.
- f-01. HIMENO, H., HANAWA-SUETSUGU, K., KIMURA, T., TAKAGI, K., SUGIYAMA, W., SHIRATA, S., MIKAMI, T., ODAGIRI, F., OSANAI, Y., WATANABE, D., GOTO, S., KALACHNYUK, L., USHIDA, C. & MUTO, A. A novel GTPase activated by the small subunit of ribosome. Fellowship Research Report(The Matsumae International Foundation) 2004.

生化・有機化学研究室

- a-01. YAMAMOTO, K., WATANABE, N., MATSUDA, H., OOHARA, K., ARAYA, T., HASHIMOTO, M., MIYAIRI, K., OKAZAKI, I., SAITO, M., SHIMIZU, T., KATO, H., OKUNO, T.: Design, synthesis, and enzymatic property of a sulfur-substituted analogue of trigalacturonic acid. *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, 15, 22, 4932-4935 (2005)
- a-02. MURAKAMI, T., HASHIMOTO, M., OKUNO, T.: Isolation, structure elucidation, preparation, and biological properties of neolambertellin. *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, 15, 4185-4188 (2005)
- a-03. MORII, Y., MATSUDA, Y., OHARA, K., HASHIMOTO, M., MIYAIRI, K., OKUNO, T.: Synthetic studies on oligosaccharides composed of 5-thioglucofuranose units. *Bioorg. Med. Chem.*, 13, 5113-5144 (2005)
- a-04. MURAKAMI T., SASAKI A., FUKUSHI E., KAWABATA J., HASHIMOTO M., OKUNO T. Lambertellol C, a labile and novel biosynthetic congener of lambertellols A and B. *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, 15, 2587-2590 (2005)
- a-05. MURAKAMI T., SASAKI A., FUKUSHI E., KAWABATA J., HASHIMOTO M., OKUNO T.: Optimization of isotope-labeling conditions for lambertellin based on isotope patterns observed by mass spectrometry. *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, 15, 2591-2594 (2005)
- a-06. NIHEI K., YING B.-P., MURAKAMI T., MATSUDA H., HASHIMOTO M. & KUBO I. Pachyelasides A-D, Novel Molluscicidal Triterpene Saponins from *Pachyelasma Tessmannii*. *J. Agric. Food Chem.*, 53, 608-613 (2005)
- a-07. NIHEI K, HASHIMOTO K, MIYAIRI K, and OKUNO T: Enantioselective Synthesis of Four Isomers of 3-Hydroxy-4-Methyltetradecanoic Acid, the Constituent of Antifungal Cyclodepsipeptides W493 A and B, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 69, 231-234, 2005
- d-01. 山本和範, 渡辺直樹, 橋本 勝, 宮入一夫, 奥野智旦: 含硫黄オリゴガラクトuron酸の合成研究. 日本農芸化学会創立 80 周年記念東北支部第 139 回大会 (盛岡) 2004
- d-02. 村上貴宣, 橋本 勝, 奥野智旦, 原田幸雄: *Monilinia fructigena* の培養液成分における *Lambertella corni-maridis* の lambertellol 生産の加速. 日本農芸化学会創立 80 周年東北支部第 139 回大会 (盛岡) 2004
- d-03. 村上貴宣, 橋本 勝, 奥野智旦, 原田幸雄: 安定同位体高取り込み率を利用した lambertellol C の単離とその構造. 日本農芸化学会創立 80 周年記念東北支部第 139 回大会 (盛岡) 2004
- d-04. 小笠原愛, 殿内暁生, 宮入一夫, 奥野智旦: 放線菌 *Streptomyces thermocarboxydus* 由来の作用様式を異にする 3 種類のペクチン酸リアーゼの性質. 日本農芸化学会創立 80 周年記念東北支部第 139 回大会 (盛岡) 2004
- d-05. 清水哲哉・中津 亨・佐藤 衛・栗原和男・宮入一夫・奥野智旦・新村信雄・加藤博章: リンゴ銀葉病菌由来エンドポリガラクトuronナーゼの中性子線結晶構造解析 (第二報) 日本結晶学会 2004 年度年会 (大阪) 2004. (京大

院薬, 理研播磨, 横浜市大院総合理, 原研中性子セ, 茨城大院理工)

- d-06. 村上貴宣・福士江里・川端 潤・原田幸雄・橋本 勝・奥野智旦: マイコパラサイト *Lambertella* sp. 代謝物の構造, 生合成, 生物活性. 第 46 回天然有機化合物討論会 (広島) 2004.
- d-07. 橋本 勝・村上貴宣・佐々木茜・奥野智旦: lambertellol 類の絶対立体化学. 日本農芸化学会 2005 年度大会 (札幌)
- d-08. 村上貴宣・橋本 勝・佐々木茜・奥野智旦: lambertellol C および lambertellic acid の構造決定. 日本農芸化学会 2005 年度大会 (札幌)
- d-09. 山本和範・渡辺直樹・森井康晴・松田寛子・奥野智旦・宮入一夫・橋本 勝: 含硫黄オリゴガラクトロン酸の合成研究. 日本農芸化学会 2005 年度大会 (札幌)
- d-10. 村上貴宣・橋本 勝・奥野智旦・福士江里・川端 潤: Lambertellol sp. 1346 におけるラベル酸取り込みの最適化とその応用. 新規素材探索研究会 第 4 回セミナー (静岡)
- d-11. 山本和範・橋本 勝・宮入一夫・奥野智旦・斉藤 稔・岡崎 功: *endo*-PG 1 反応機構解明をめざした硫黄置換トリガラクトロン酸の合成. 新規素材探索研究会 第 4 回セミナー (静岡) 2005
- d-12. 堀部雅史¹, 小林友香¹, 茶山和敏¹, 道羅英夫², 松浦正憲³, 山田美奈³, 犀川陽子³, 宮入一夫, 奥野智旦, 橋本貴美子⁴, 中田雅也³, 川岸洋和¹: ドクヤマドリ由来の毒性イソレクチンの精製と諸性質. 日本農芸化学会 2005 年度大会. (札幌) (¹静岡大農, ²静岡大・遺伝子, ³慶応大・理工, ⁴京都薬科大)
- d-13. 新谷智行, 山田雄樹, 宮入一夫, 奥野智旦: *Stereum purpureum* 由来エンドポリガラクトロナーゼ I 遺伝子の発現とその組み換え酵素の性質. 日本農芸化学会 2005 年度大会. (札幌).
- d-14. 館山明日香, 池田紘子, 宮入一夫, 奥野智旦: 毒キノコオシロカラカサタケの毒成分としてのメタロエンドペプチダーゼの精製と性質. 日本農芸化学会 2005 年度大会. (札幌)
- d-15. 山谷 聡, 木皿正人, 浅野純平, 宮入一夫, 奥野智旦: リンゴ花粉から花柱 S-RNase との相互作用物質の探索. 日本農芸化学会 2005 年度大会. (札幌)
- d-16. 石井絵里子, 眞壁みどり, 三浦亜紀子, 加藤直幹¹, 数馬恒平¹, 宮入一夫, 奥野智旦: ペニバナおよびデルフィニウム花弁由来粗タンパク標品のグルコース転移反応. 日本農芸化学会 2005 年度大会. (札幌) (¹青森グリーンバイオ)
- d-17. 堀部雅史¹, 小林友香¹, 茶山和敏¹, 道羅英夫², 松浦正憲³, 山田美奈³, 犀川陽子³, 宮入一夫, 奥野智旦, 橋本貴美子⁴, 中田雅也³, 川岸洋和¹: ドクヤマドリ由来の毒性イソレクチンの精製と諸性質 (A). 第 10 回 FCCA 若手フォーラム 2005. (¹静岡大・農, ²静岡大・遺伝子, ³慶応大・理工, ⁴京都薬科大)
- d-18. 橋本 勝: リンゴ果実におけるマイコパラサイトの化学的研究. 有機化学コロキウム「生物学との境界領域を指向する有機化学」(仙台) 2005. 招待講演
- d-19. 新谷智行, 清水哲哉¹, 中津 亨¹, 加藤博章¹, 吉田 孝, 奥野智旦, 宮入一夫: *Stereum purpureum* 由来エンドポリガラクトロナーゼ I の熱安定性に対する Asn92 に結合した GlcNAc の重要性. (¹京都大・薬学研究科) 日本応用糖質科学会平成 17 年度大会. 2005
- d-20. 宮入一夫, 水島伸治, 福島友佳, 合田志乃, 奥野智旦, 志賀顯太郎¹, 渡辺 浩¹: リンゴ搾汁残渣からのペクチンオリゴ糖の簡易製造法とその性質. (¹ユニテックフーズ(株)日本応用糖質科学会平成 17 年度大会. 2005.
- e-01. 宮入一夫: 超高分解能 X 線結晶構造解析に基づくエンドポリガラクトロナーゼの反応機構の解明. 平成 15 年度 ~ 16 年度科学研究費補助金 [基盤研究 (C)] 研究成果報告書. 1-53, 2005.
- f-01. 橋本 勝: エンドポリガラクトロナーゼ反応機構解明を目指した硫黄置換オリゴガラクトロン酸の設計と合成. 産学官連携フェア in 八戸 2005
- f-02. 宮入一夫, 合田紫乃: 高温高圧処理による長芋加工残渣の利活用. 産学官連携フェア in 八戸 2005.

細胞工学講座

微生物化学研究室

- a-01. TAKEDA, H., KATAGATA, Y., HOZUMI, Y. and KONDO, S.: Effect of angiotensin II receptor signaling during skin wound healing. *Am. J. Pathol.*, 165, 1653-1662 (2004)
- a-02. KATAGATA, Y., TAKAHASHI M., HORIUCHI, Y., TAKEDA H., KONDO, S. and HASHIMOTO, T.: Immunoelectron microscopy of keratin filament in cultured malignant melanomas and squamous cell carcinomas. *Yamagata Med. J.*, 23, 117-124 (2005)
- a-03. 片方陽太郎, 近藤慈夫: 血管肉腫細胞株からケラチン抽出過程で認められた Hsp47 について. 第 19 回角化症研

研究会記録集, pp. 8-11 (2004)

- a-04. TACHIBANA, N., SAITOH, A., SHIBATA, H., SAITOH, M., FUJITA, S., OHMACHI, T., KATO*, Y., TAKAGAKI, K.** , YOSHIDA, T.: Carboxymethyl cellulase from mid-gut gland of marine mollusc, *Patinopecten yessoensis*. *Journal of Applied Glycoscience* 52, 107-113, 2005. (*Hiroasaki University, Faculty of Education, **Hiroasaki University, Faculty of Medicine)
- a-05. NOZAKI, H.*, MIYAMOTO, A.*, HAYASHI, K.*, MATUI, M.*, YOSHIDA, T., NAKAMURA, T.*, ARAI, I.*, URASHIMA, T.*: *N*-Acetylglucosaminidase I activity in bovine ovarian follicular fluids from dominant and atretic fluids. *J. Appl. Glycosci.*, 51, 315-320, 2004. (*Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine)
- a-06. NOZAKI, H.*, WIJAYAGUNAWARDANE, M. P. G.*, KODITUWAKKU, S. P.*, YOSHIDA, T., NAKAMURA, T.*, ARAI, I.*, URASHIMA, T.*, MIYAMOTO, A.*: *N*-Acetylglucosaminyltransferase I activity of the bovine oviduct epithelial cells: Stimulation by luteinizing hormone, vascular epithelial growth factor and tumor necrosis factor alpha. *J. Reprod. Dev.*, 51, 229-234, 2005. (*Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine)
- a-07. 加藤陽治*・吉田 孝・佐々木一・齋藤安弘*・齋藤正実*・山本邦男*: 大麦若葉の食物繊維に含まれる多糖類. 弘前大学教育学部紀要, 91: 59-66, 2004. (*弘前大学教育学部)
- d-01. 片方陽太郎, 渡辺名歩, 加藤陽治*: 血管肉腫細胞株での Hsp 47 の再現性と他の Hsp 分子について, 第 20 回角化症研究会, 2005. 7. 30 東京 (*弘前大学教育学部)
- d-02. 藤田寛也・加藤陽治*・山田 修**・秋田 修**・吉田 孝: 麹菌マンノース転移酵素に関する研究. 日本農芸化学会大会, 2005 年 3 月. (*弘前大学教育学部, **酒類総合研究所)
- d-03. 多田羅洋太*・李ビュン・ロー*・吉田 孝・一島英治*: *Aspergillus saitoi* 1,2- α -mannosidase の遊離システインとジスルフィド結合による熱安定性への寄与. 日本農芸化学会大会, 2005 年 3 月. (*創価大学工学部)
- d-04. 吉田 孝・橋 信孝・齋藤あゆみ・柴田裕美・齋藤昌見・藤田早苗・大町鉄雄・加藤陽治*・高垣啓一**: ホタテ貝中腸腺カルボキシメチルセルラーゼの精製と基質特異性. 日本応用糖質科学会大会, 2005 年 9 月. (*弘前大学教育学部, **弘前大学医学部)
- d-05. 飯塚貴久*・福川太郎*・西岡謙吾*・中井博之*・奥山正幸*・森 春英*・吉田 孝・千葉誠哉*・木村淳夫*: ホタテ貝中腸腺由来イオン依存性 α -glucosidase. 日本応用糖質科学会大会, 2005 年 9 月. (*北海道大学)
- d-06. 長山耕己・糸野詩織・伊勢崎奈々・吉田 孝・大町鉄雄: 細胞性粘菌における α -及び β -MPP 遺伝子の発現, 2005 年日本農芸化学会大会 (札幌)
- f-01. 片方陽太郎: 動・植物細胞の異常分化に伴う新規有用物質の探索と利用, 産学官連携フェア in 八戸・「見てみて聞いてみて触ってみて弘前大学」(八戸), 2005. 9.
- f-02. 吉田 孝: プロテオグリカンを原料とする食品用機能性オリゴ糖の開発. 文部科学省都市エリア産学官連携促進事業プロテオグリカン応用研究プロジェクト・平成 16 年度可能性試験報告会, 2005 年 3 月.
- f-03. 吉田 孝: 糖鎖をつくる酵素・削る酵素. 産学官連携フェア in 八戸・「見てみて聞いてみて触ってみて弘前大学」(八戸), 2005. 9.

細胞工学研究室

- a-01. Masahiko SHIBAZAKI, Takashi TAKEUCHI, Sohel AHMED and Hideaki KIKUCHI: Blockade by SB203580 of Cyp1a1-induction by TCDD, and possible mechanism - possible involvement of p38 MAP kinase pathway in shuttling of Ah receptor overexpressed in COS-7 cells - *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1030: 275-281 (2004)
- a-02. Sohel AHMED, Masahiko SHIBAZAKI, Takashi TAKEUCHI, and Hideaki KIKUCHI: PKC kinase activity is involved in 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-*p*-dioxin-induced signal transduction pathway leading to apoptosis in L-MAT, a human lymphoblastic T cell line. *FEBS Journal*, 274(4): 903-915 (2005)
- a-03. Noriko UENO*, Ryu TAKEYA*, Kei MIYANO*, Hideaki KIKUCHI and Hideki SUMIMOTO*: The NADPH Oxidase Nox3 Constitutively Produces Superoxide in a p22^{phox}-dependent Manner: Its regulation by oxidase organizers and activators. *J. Biol. Chem.* 280 23328-23339 (2005) (Kyushu University, School of Medicine)
- a-04. SUGANO E, TOMITA H, ISHIGURO S, ABE T, TAMAI M.: Establishment of Effective Methods for Transducing Genes into Iris Pigment Epithelial Cells by Using Adeno-associated Virus Type 2. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 46(9): 3341-3348. (2005)
- d-01. Eriko SASAMORI, Shinichi FUKUSHIGE*, Masahiko SHIBAZAKI, Hideaki KIKUCHI: Involvement of CREM in CYP1A1 induction through ligand-independent activation pathway of aryl hydrocarbon receptor in HepG2 cells. 6th Dusseldorf Symposium Immunotoxicology "Biochemistry and Function of the Arylhydrocarbon

- Receptor and other PAS-bHLH Proteins ”, 2005. (Tohoku University, School of Medicine)
- d-02. Hideaki KIKUCHI, Eriko SASAMORI: Possible involvement of CREM in expression of cytochrome P-450 1A1. 第77回日本生化学会大会(横浜), 2004.
- d-03. 泉 謙道・石黒誠一: 網膜色素上皮細胞による桿体細胞外節の貪食に関与するリガンドの探索, 日本動物学会東北支部大会(弘前大学), 2005. 7.
- d-04. 永野直樹*・雨森道紘**・畠山幸紀: 動画解析システムを用いたマクロファージの運動能の特徴量抽出. 第34回日本免疫学会総会・学術集会(札幌), 2004. 12. (*弘前大学大学院 理工学研究科, **弘前大学理工学部 電子情報システム工学科)
- d-05. 大谷和彦・畠山幸紀: BDF1 マウスより樹立した可移植性白血病細胞株の特性. 日本動物学会東北支部大会(弘前大学), 2005. 7.
- e-01. 雨森道紘*・對馬英紀**・畠山幸紀: 動画データを用いた免疫系細胞活性化の評価・解析プログラムの開発. HIROIN 22, 79-84. 2005. (*弘前大学理工学部 電子情報システム工学科, **弘前大学大学院 理工学研究科)
- f-01. 畠山幸紀*: 高等学校生物2 DVD-ROM [電子資料・映像・アニメーション教材, ISBN 4-410-55351-8], 数研出版(東京), 2005. 3. (*制作協力, 映像資料作成)

生物生産科学科

園芸学講座

- a-01. 成 鈺厚・荒川 修・澤田信一：リンゴ幼樹における連続明期処理によるシンク・リミット状態での光合成速度低下の機構．園芸学研究 3(4) 393-398. 2004.
- a-02. 王 金印・荒川 修・浅田武典：リンゴ果台枝の花芽形成に及ぼす糖類と GA の影響．園芸学研究 4(3) 335-338. 2005.
- a-03. 嵯峨絏一・中村弘子：数品種のピーマン (*Capsicum annuum* L.) における果実の成熟に伴う内容成分の変化．弘前大学農学生命科学部学術報告 7: 21-25. 2005.
- a-04. 岡田 穰*・小林昭裕*・浅川昭一郎**・内海志泉**・本多和茂：北海道美瑛町を事例とした土地利用と農村景観評価との関わりについて．ランドスケープ研究 68(5) 757-762. 2005. (*専修大学北海道短期大学；**北海道大学大学院農学研究科).
- a-05. 張 樹槐・高橋照夫・福地 博・嵯峨絏一：栽培様式の違いがダイコンの間引き作業及び生育に及ぼす影響．農作業研究 39(4) 191-196. 2004.
- a-06. 張 樹槐・須藤洋史・福地 博：リンゴ果実の品質評価への三次元画像計測技術の応用．Information 7(6) 721-728. 2004.
- d-01. 嵯峨絏一・宇野 亨：着果の時期と節位を異にしたトウガラシ果実の辛味成分含量について．園学雑 74 別 1: 112. 2005.
- d-02. 嵯峨絏一・宇野 亨：開花時期がトウガラシ (*Capsicum annuum* L.) の辛味成分含量に及ぼす影響．園学雑 74 別 1: 480. 2005.
- d-03. 福地 博・張 樹槐・加藤弘道・佐藤かおり：柔軟性の有るパイプを利用したリンゴ収穫用キャッチングフレームに関する研究．農作業研究第 40 巻別号 1: 67-68. 2005.
- d-04. 松尾健太郎*・張 樹槐・西脇健太郎*・屋代幹夫*・安場健一郎*：野菜作における病害検出に関する研究 - スペクトル分光器を用いた病害検出システムの構築 - . 農業環境工学関連 7 学会 2005 年合同大会講演要旨集: 145. 2005. (*東北農研センター)
- d-05. 上野有穂・張 樹槐・福地 博：リンゴ果実の品質評価への三次元画像計測技術の応用．農業環境工学関連 7 学会 2005 年合同大会講演要旨集: 191. 2005.
- d-06. 張 樹槐・坂本隼人：携帯電話による農業施設の監視・制御システムの構築 - システムの構成及び作動確認実験 - . 平成 17 年度農業機械学会東北支部研究発表会講演要旨: 31-32. 2005.
- e-01. 浅田武典：スモモ新品種 '松あかり' (仮称) の品種特性調査と品種登録願書の作成．農林水産省品種登録願書 (スモモ) 2005.
- e-02. 加藤弘道：フィルム包装がリンゴの保存性に及ぼす影響．30 頁，奨励研究費 (長慶) の報告書．
- f-01. 松下重則*・山本 茂*・張 樹槐・西田 悟*・中田和志*：車両のエンジンオーバーラン防止装置，出願人(株)小松製作所，特許番号 35070751，登録日 2004 年 07 月 02 日 (*小松製作所)

農業生産学講座

作物学教室

- a-01. MATSUYAMA, N., SAIGUSA, M.* and KUDO, K.: Distribution of strongly acidic non-Andosols in Japan based on the data in soil survey reports on reclaimed land. ペドロジスト, 49, 33-37, 2005. (* Tohoku University)
- a-02. MATSUYAMA, N., SAIGUSA, M.*, SAKAIYA, E.** , TAMAKAWA, K.** , OYAMADA, Z.** and KUDO, K.: Acidification and soil productivity of allophanic Andosols affected by heavy application of fertilizer., Soil Sci. Plant Ntri., 51, 117-123, 2005. (*Tohoku University, **Aomori Prefectural Agriculture and Forestry Reserch Center)
- a-03. 泉 完・佐々木長市・工藤啓一・松山信彦・村山成治：水稻の長期不耕起移植水田の用水量と均平度，青森県北津軽地域の低平地水田を事例にして，農土誌，234, 715-721, 2004.
- a-04. 佐々木長市・殿内暁夫・野田香織・松山信彦・小関 恭・諸泉利嗣・檜垣大助：白神山地の土壤に関する研究 (2) 白神研究, 2, 28-34, 2005.
- d-01. 松山信彦・三枝正彦*・工藤啓一：開拓地土壤概要に基づく交換酸度 y_1 による非火山性土壤の類型区分，日本土壤肥料学会，2005. (*東北大学大学院)

- d-02. 村山成治・松山信彦・齋藤 司・小田桐正英・工藤啓一：低投入型稲作に関する研究，第 6 報 不耕起栽培における合鴨除草の導入，日本作物学会東北支部講演会，2005.

植物遺伝生態学研究室

- a-01. SUGIYAMA S. Polyploidy and cellular mechanisms changing leaf size: Comparison of diploid and autotetraploid populations in two species of *Lolium*. *Annals of Botany* 96 : 931-938, 2005.
- a-02. SUGIYAMA S. Developmental basis of interspecific differences in leaf size and specific leaf area among C_3 grass species. *Functional Ecology* 19 : 916-924, 2005.
- a-03. SUGIYAMA S. Relative contribution of meristem activity and specific leaf area to shoot RGR in C_3 grass species. *Functional Ecology* 19 : 925-931, 2005.
- a-04. 杉山修一・豊川好司 (2005) 地域の未利用バイオマスの飼料化と循環型農業 *日本草地学会誌* 51 : 213, 2005.
- d-01. 杉山修一 気候温暖化に対する牧草の適応ポテンシャル II. オーチャードグラスにおける高温条件下での光合成低下のメカニズム *日本草地学会第 60 回講演発表会* 2005.
- d-02. 気候温暖化に対する牧草の適応ポテンシャル III. 光合成の温度反応はオーチャードグラスとトールフェスクの分布南限の差を説明できるか *日本草地学会第 60 回講演発表会*，2005.
- d-03. MOHAMMAD-ZABED H., OKUBO A., MAEDA, S., SUGIYAMA, S. Plant species diversity and soil microbial diversity in semi-natural grasslands. *Journal* *日本草地学会第 60 回講演発表会* 2005.
- d-04. SUGIYAMA S. The cellular basis of interspecific differences in leaf size among C_3 grass. XVII International Botanical Congress, 2005.

畜産学研究分野

- a-01. 徐 春城¹⁾・豊川好司：青森県に産出されるリンゴジュース粕およびトウフ粕の飼料特性とその利用．*日本草地学会誌*，51 : 220-225. 2005.
- d-01. 鈴木裕之・齋藤陽介²⁾・豊川好司：卵丘細胞の付着程度がブタ卵の減数分裂の進行と細胞骨格の再配置に及ぼす影響．第 20 回東日本受精卵移植技術研究会大会講演要旨 58-59 頁．2005.
- d-02. 鈴木裕之：加齢卵の細胞骨格異常．第 46 回日本哺乳動物卵子学会大会．*日本哺乳動物卵子学会誌* 22(2) S12. 2005.
- d-03. 椋嶋克哉・鈴木裕之・豊川好司：加齢ハムスター卵における細胞骨格の分布変化．第 46 回日本哺乳動物卵子学会大会．*日本哺乳動物卵子学会誌* 22(2) S42. 2005.
- d-04. 鈴木裕之・齋藤陽介²⁾・豊川好司：卵丘細胞の付着程度がブタ卵の表層顆粒およびミトコンドリアの再配置に及ぼす影響．第 55 回東北畜産学会大会．*東北畜産学会報* 55(2) 28. 2005.
- d-05. 曹 陽・伊徳 行^{*}・鈴木裕之・豊川好司：笹搾汁残渣のサイレージ化と嗜好性改善効果．第 55 回東北畜産学会大会．*東北畜産学会報* 55(2) 38. 2005. (*, 日本ハルマ株式会社)
- d-06. 鈴木裕之・早川晃司³⁾・豊川好司：成熟培養されたハムスター卵の減数分裂の進行と細胞骨格の変化．第 105 回日本畜産学会大会講演要旨．71 頁．2005.

1) 徐 春城 現在は独立行政法人畜産草地研究所

2) 齋藤陽介 現在は宮城県職員

3) 早川晃司 現在は北海道大学大学院

生産管理システム学

- a-01. 張 樹槐・高橋照夫・福地 博・嵯峨紘一：栽培様式の違いがダイコンの間引き作業及び生育に及ぼす影響，*農作業研究* 39(4) 191-196, 2004
- a-02. 張 樹槐・須藤洋史・福地 博：リンゴ果実の品質評価への三次元画像計測技術の応用，*Information* 7(6) 721-728, 2004
- d-01. 福地 博・張 樹槐・加藤弘道・佐藤かおり：柔軟性の有るパイプを利用したリンゴ収穫用キャッチングフレームに関する研究，*農作業研究*第 40 巻別号 1, 67-68, 2005
- d-02. 上野有穂・張 樹槐・福地 博：リンゴ果実の品質評価への三次元画像計測技術の応用，*農業環境工学関連 7 学会* 2005 年合同大会講演要旨集，191, 2005

環境生物学講座

植物病理学研究室

- a-01. HARADA Y., NAKAO S.*¹, SASAKI M., SASAKI Y., ICHIHASHI Y., SANNO T.: *Monilia mumecola*, a new brown rot fungus on *Prunus mume* in Japan. J Gen Plant Pathol 70 : 297-307. 2004.
- a-02. TANAKA, K., HATAKEYAMA, S., HARADA, Y.: A new species, *Massarina magniarundinacea*. Mycotaxon 90 : 349-353. 2004.
- a-03. TANAKA, K., HARADA, Y.: Bambusicolous fungi in Japan (1) : four *Phaeosphaeria* species. Mycoscience 45 : 377-382. 2004.
- a-04. TANAKA, K., HARADA, Y., BARR M.E.*² : Bambusicolous fungi in Japan (3) : a new combination, *Kalmusia scabrispora*. Mycoscience 46 : 110-113. 2005.
- a-05. TANAKA, K., HARADA, Y.: Bambusicolous fungi in Japan (4) : a new combination, *Astrosphaeriella aggregata*. Mycoscience 46 : 114-118. 2005.
- a-06. TANAKA, K., HARADA, Y., BARR M.E.: *Trematosphaeria*: taxonomic concepts, new species from Japan and key to species. Fungal Diversity 19 : 145-156. 2005.
- a-07. TANAKA, K., OOKI, Y., HATAKEYAMA, S., HARADA, Y., BARR M.E.: Pleosporales in Japan (5) : *Pleomassaria*, *Asteromassaria*, and *Splanchnonema*. Mycoscience 46 : 248-260. 2005.
- a-08. Shirouzu, T., Harada Y.: Bambusicolous fungi in Japan (2) : *Phialosporostilbe gregariclava*, a new anamorphic fungus from *Sasa*. Mycoscience 45 : 390-394. 2004.
- a-09. HANDA, T., HARADA, Y.: *Flagelloschpha japonica*: a new species of minute basidiomycete. Mycoscience 46 : 265-267. 2005.
- a-10. HANDA, T., HARADA, Y.: Succession of microfungi flora on *Rodgersia podophylla* plants at the forest side of Cryptomeria plantation. Mycoscience 46 : 129-136. 2005.
- a-11. HATAKEYAMA, S., TANAKA, K., HARADA, Y.: Bambusicolous fungi in Japan (5) : three species of *Tetraploa*. Mycoscience 46 : 196-200. 2005.
- a-12. TAKAHASHI, Y., ICHIHASHI Y., SANNO T., HARADA Y.: *Monilinia jezoensis* sp. nov. in the Sclerotiniaceae, causing leaf blight and mummy fruit disease of *Rhododendron kaempferi* in Hokkaido, northern Japan. Mycoscience 46: 106-109. 2005.
- a-13. TAKAKI, F., SANNO, T., YAMASHITA, K.*³, FUJITA, T., UEDA, K., KATO, T.: Complete nucleotide sequences of attenuated and severe isolates of Leek yellow stripe virus from garlic in northern Japan: Identification of three distinct virus types in garlic and leek world-wide. Arch. Virol. 150 : 1135-1149, 2005.
- a-14. OGAWA, T.*⁴, TOGURI, T.*⁴, KUDOH, H.*⁴, OKAMURA, M.*⁴, MOMMA, T.*⁴, YOSHIOKA, M.*⁴, KATO, K.*⁵, HAGIWARA, Y.*⁵, SANNO, T.: Double-stranded RNA-specific ribonuclease confers tolerance against Chrysanthemum stunt viroid and Tomato spotted wilt virus in transgenic chrysanthemum plants. Breeding Science 55 : 49-55. 2005.
- a-15. YAMAMOTO, Y.*⁶, SANNO, T.: Occurrence of Chrysanthemum chlorotic mottle viroid in Japan. J. Gen. Plant Pathol. 71 : 156-157. 2005.
- d-01. 八重樫元*⁷・李 春江*⁷・田山 堅*⁷・磯貝雅道*⁷・佐野輝男・吉川信幸*⁷: リンゴクロロティックリーフスポットウイルス分離株間で保存された外被タンパク質アミノ酸配列の部位特異的突然変異解析．日本植物病理学会東北部会 2004年10月．福島市
- d-02. 高木史恵・佐野輝男・山下一夫*³: ニンニクとリーキから分離された3つの異なるタイプのリークイエローストライプウイルス (LYSV) について．日本植物病理学会東北部会 2004年10月．福島市
- d-03. 生井恒雄*⁸・菅野智成*⁸・佐野輝男: 山形県に分布するセイヨウナシ輪紋の病菌について 日本植物病理学会東北部会 2004年10月．福島市
- d-04. 川口陽子・雪田金助*⁹・原田幸雄: ブルーベリーの環紋葉枯病 (新称) とその病原菌について 日本植物病理学会東北部会 2004年10月．福島市
- d-05. 畠山 聡・原田幸雄: *Pseudocercospora smithii* によるクリンソウ葉枯病 (新称) 日本植物病理学会東北部会 2004年10月．福島市
- d-06. 仲谷房治*¹⁰・原田幸雄: リンドウさび病 (新称) の発生とその病原菌について 日本植物病理学会東北部会 2004年10月．福島市

- d-07. 高木史恵・佐野輝男・山下一夫^{*3}: ニンニクから分離されたタマネギ萎縮ウイルス (Onion yellow dwarf virus ; OYDV) 強毒・弱毒株の全塩基配列の比較 日本植物病理学会 2005 年 3 月・静岡市
- d-08. 佐野輝男・田川雅也・御所野正文・山本晋玄・山端直樹: ホップ矮化ウイロイド - ブドウ分離株の宿主適応変異の解析 日本植物病理学会 2005 年 3 月・静岡市
- d-09. 藤田 隆・小笠原勝弘・藤田佳奈子・吉田恵理・佐野輝男: ヤマトイモから分離されたヤマノイモモザイクウイルス (JYMV) 分離株の外被タンパク質遺伝子の塩基配列解析. 日本植物病理学会東北部会第 41 回大会 2005 年 9 月・弘前市
- d-10. 山下一夫^{*3}・杉山 悟^{*10}・佐野輝男: ロベリア, プリムラおよびリモニウムに発生したインパチエンスネクロティックスポットウイルス (INSV). 日本植物病理学会東北部会第 41 回大会 2005 年 9 月・弘前市
- d-11. 辻 雅晴・佐野輝男: トマト品種 “ Micro-Tom ” と “ Rutgers ” のウイロイド感染に対する感受性の違い. 日本植物病理学会東北部会第 41 回大会 2005 年 9 月・弘前市
- d-12. 八重樫元^{*7}・磯貝雅道^{*7}・佐野輝男・吉川信幸^{*7}: リンゴクロロティックリーフスポットウイルス感染性 cDNA クローンのアグロイノキュレーションによる *Nicotiana occidentalis* への効率的感染. 日本植物病理学会東北部会第 41 回大会 2005 年 9 月・弘前市
- d-13. 鈴木陽裕, 畠山 聡, 田中和明, 原田幸雄.: シウリザクラ紅点病菌について. 日本植物病理学会東北部会第 41 回大会 2005 年 9 月・弘前市
- d-14. TANAKA, K., HATAKEYAMA, S., HARADA, Y.: *Massarina*-like species on bamboos and their hyphomycetous anamorphs having chiroid conidia. Joint meeting of the Mycological Society of Japan and Mycological Society of America. Hilo, Hawaii, USA, 2005

-
- * 1. 大分県カンキツ試験場
 * 2. カナダ・シドニー市
 * 3. 青森県農総研県南果樹
 * 4. キリンビール株
 * 5. 静岡県農試
 * 6. 秋田県農試
 * 7. 岩手大学農学部
 * 8. 山形大学農学部
 * 9. 青森県農総研リンゴ試験場
 * 10. 青森県農総研フラワー

昆虫学・進化生態学研究室

- a-01. HIRUMA, K., and RIDDIFORD, L.M. (2004) Differential control of MHR3 promoter activity by isoforms of the ecdysone receptor and inhibitory effects of E75A and MHR3. *Dev. Biol.* 272, 510-521.
- a-02. HIRUMA, K., and RIDDIFORD, L.M. (2005) Regulation of the ecdysone-induced cascade of transcription factors that lead to the induction of dopa decarboxylase. In The 1st International Symposium of Entomological Science COE “ Development and Metamorphosis ”. p. 8. March 2-3, 2005, Kyoto, JAPAN.
- a-03. KESHAN, B., HIRUMA, K., and RIDDIFORD, L.M. (2005) Developmental expression and hormonal regulation of the transcription factors, E75C and E75D, in *Manduca sexta*. 15th International Congress of Comparative Endocrinology, May 22-28, 2005. Boston, MA, USA.
- d-01. 城田安幸, 阿部錬平¹⁾: りんご (*Malus domestica*) の抗腫瘍効果 (5) リンゴジュース中のどの成分が免疫賦活効果を有するか? 日本癌学会 第 64 回総会, 2005. (¹東北大学大学院 農学研究科)
- d-02. 城田安幸・井戸川基規・加藤 彰・松井佳之・金子悠太: 無農薬りんご園の害虫管理 (1) 「放置」園におけるモモヒメシンクイの発生. 第 49 回日本応用動物昆虫学会大会, 2005.
- f-01. 城田安幸: 特許, 発明の名称, 「免疫賦活剤」, 特許番号, 第 3662248 号, 2005.
- f-02. 城田安幸: 「午後は おもいきりテレビ; 最新の研究で判明した, リンゴの健康効果を最大限に生かす食べ方」. 日本テレビ放送 (スタジオ出演および監修), 2004.
- f-03. 城田安幸: 免疫力を高める, 無農薬未熟果実入りリンゴジュース. アグリビジネス創出フェア 2004, 2004.
- f-04. 城田安幸: りんごはすごい! 因果同源. 平成 17 年度全国国立大学法人助産師教育専任教員会議 特別講演, 2005.

動物生態学・野生生物管理学研究室

- a-01. 佐原雄二・鵜野浩一郎・東 信行：個体識別法によるメダカの生態調査 - 予備的研究．弘前大学農学生命科学部 学術報告．7, 26-29. 2005
- a-02. AZUMA, N, C. FURUBAYASHI, T. SHICHIRI, M. WADA, N. MIZUNO and Y. SUZUKI: Bioluminescence and mating behaviour in pony fish, *Leiognathus nuchalis*, *Bioluminescence & Chemiluminescence* 13, 3-6, 2005
- a-03. WADA, M. G.M. BARBARA, N. MIZUNO, N. AZUMA, K. KOGURE and Y. SUZUKI : Expulsion of symbiotic luminous bacteria from pony fish, *Leiognathus nuchalis*, *Bioluminescence. & Chemiluminescence* 13, 99-102, 2005
- c-01. 佐原雄二：「メダカと水田」宍道湖自然館展示解説，p28-35. 2004
- c-02. 佐原雄二：「カダヤシとメダカ」宍道湖自然館展示解説．p62-65. 2004
- d-01. 相澤郁・佐原雄二：環境教育の場としてのピオトープとその利用法．日本理科教育学会東北支部第 43 回大会 2004
- d-02. 佐原雄二・鵜野浩一郎・東 信行：個体識別法によるメダカの生態調査 - 移動と成長の個体変異．日本生態学会 第 52 回大会．2005
- d-03. 足立友克・佐原雄二：カイツブリのエササイズおよびエサ種選択実験．日本鳥学会 2005 年度大会．2005
- d-04. 越智真之・佐原雄二：繁殖期におけるカンムリカイツブリの採餌生態．日本鳥学会 2005 年度大会．2005
- d-05. 古林千春・七里朋子・櫻村 昇・和田 実・東 信行：海の魚のコミュニケーション～ヒメヒイラギとオキヒイラギの比較から～，日本動物行動学会第 23 回大会，2004
- f-01. 佐原雄二：暗門川に生息する魚 今と昔．白神研究，創刊号，p60-61. 2004
- f-02. 東 信行：温暖化と河川魚類個体群の未来について，白神研究，創刊号，46-47. 2004
- f-03. 佐原雄二：生態図鑑カイツブリ．*Bird Research News*, 2(6) 4-5. 2005
- f-04. 相澤 郁・佐原雄二：ピオトープ「共生の郷メダカ郷和国」における人の利用状況～環境教育の導入生物としてのメダカの有用性を探る～．*青森自然誌研究*，10, 61-64. 2005
- f-05. 東 信行・亀井陽太郎・斉藤 裕・泉 完：岩木川における未記載魚種の採捕記録，*青森自然誌研究* 10, 71-72, 2005
- f-06. 佐原雄二：生物多様性を守ることの意義．日本魚類学会主催公開市民講座 2005
- f-07. 東 信行：木造新田フォーラム記録集，西地方農林水産事務所，2005

地域環境科学科

地域環境工学講座

- a-01. 泉 完・佐々木長市・工藤啓一・松山信彦・村山成治：水稻の長期不耕起移植水田の用水量と均平度 - 青森県北津軽地域の低平地水田を事例にして - , 農業土木学会論文集, No.234 : 133-139, 2004.
- a-02. 北辻政文*・遠藤孝夫**・多田正明***・万木正弘：混合セメントおよび再生骨材のプレキャスト製品への利用に関する研究, コンクリート工学年次論文集 Vol.27, No.2, 2005 (*宮城県農業短期大学, **東北学院大学, ***前田製管)
- a-03. 加藤 幸・谷口 建・田村義夫* : 都市住民のグリーン・ツーリズムに対する意識調査, 農業土木学会誌 Vol.72/No.11, 937-940, 2004. 11 (*つがる里山体験塾)
- a-04. 佐々木長市・殿内暁夫・野田香織・松山信彦・小関 恭*・諸泉利嗣**・檜垣大助：白神山地の土壌に関する研究 (2), 白神研究第 2 号, 25-34, 2004. (*宮城農業短期大学, *岡山大学)
- a-05. PONGPATTANASIRI Sukthai・佐々木長市・松山信彦・野田香織・殿内暁夫：カドミウム汚染水田の浸透型が物質動態および水稻に及ぼす影響, 土壌の物理性, 101 号, 17-26, 2005.
- a-06. 佐々木長市：屏風山砂丘地域における排水施設の現状と課題, 日本砂丘学会誌 52(2) 69-72, 2005.
- d-01. 管 化冰*・工藤 明・泉 完：農村地帯における降雨時の流出負荷について, 第 48 回農業土木学会東北支部講演要旨, pp.194-197, 2004.11. (*岩手大学大学院連合農学研究科)
- d-02. 管 化冰*・工藤 明・泉 完：循環灌漑地区における灌漑期の水質負荷について, 平成 17 年度農業土木学会大会講演要旨, pp.166-167, 2005. 8. (*岩手大学大学院連合農学研究科)
- d-03. 泉 完・工藤 明・東 信行・伊東竜太・矢田谷健一：全面越流型魚道の隔壁における魚類の遊泳挙動に関する調査研究, 平成 16 年度農業土木学会応用水理研究部会講演集, pp.5-10, 2004. 12.
- d-04. 泉 完・工藤 明・東 信行・矢田谷健一・伊東竜太：自然河川水を用いた淡水魚の突進速度に関する遊泳実験, 平成 17 年度農業土木学会大会講演要旨, pp.32-33, 2005. 8.
- d-05. 泉 完・工藤 明・東 信行・伊東竜太・矢田谷健一：岩木川取水堰魚道における魚類等の遡上特性と魚道内の流況, 平成 17 年度農業土木学会大会講演要旨, pp.670-671, 2005. 8.
- d-06. 岩瀬至宗・万木正弘：農業水利構造物の健全度調査, 農業土木学会大会講演会, 2005. 8.
- d-07. 田中 佑・万木正弘・加藤誉之*：ニューラルネットワークによるコンクリートダムの景観評価システム, 農業土木学会東北支部大会講演会, 2004. 11. (*国際航業)
- d-08. 角野三好・谷口 建：H14・H15 年度東北支部アンケート結果と研鑽賞候補の検索について, 農業土木学会東北支部講演要旨, 2004. 11.
- d-09. 谷口 建・角野三好・千葉克己*等：宮城県北部地震による農業用施設等の災害と復旧工事の概要, 農業土木学会東北支部講演要旨, 2004. 11. (*宮城農業短期大学)
- d-10. 角野三好等：ヘルショーモデルによる傾斜遮水ゾーン型フィルダムの浸潤線について, 農業土木学会大会, 2005. 8.
- d-11. 加藤 幸・片山寿伸*：適正農業規範から見た食の安全と農業土木分野の関連性, 農業土木学会大会, 2005. 8. (*片山りんご有限公司)
- d-12. 加藤 幸・片山寿伸*：リンゴの生産履歴管理への取り組みと農産物トレーサビリティの実情, 農業土木学会東北支部大会講演会要旨, pp.158-161, 2004. 11. (*片山りんご有限公司)
- d-13. B.K. MITRA, SASAKI Choichi, ENARI Keizirou* and KOHAMA Akio* : Vertical variation of ground water quality of sand dune area of Aomori in Japan, 日本砂丘学会第 52 回全国大会講演要旨集, 14-15, 2005.
- d-14. 佐々木長市：屏風山砂丘地域における排水施設の現状と課題, 日本砂丘学会第 52 回全国大会シンポジウム要旨, 30-33, 2005.
- d-15. 佐々木長市・川島一就・松山信彦・野田香織・殿内暁夫：カドミウム汚染水田モデルの浸透型が物質動態および水稻に及ぼす影響 (III), 平成 17 年度農業土木学会講演要旨, 822-823, 2005.
- d-16. 佐々木長市・滝尻智佳・岳 楽平*・小関 恭**：風成土の理化学特性と根成孔隙の耐久性に関する研究, 平成 17 年度農業土木学会講演要旨, 846-847, 2005. (*中国西北大学, **宮城農業短期大学)
- f-01. 万木正弘：レディーミクストコンクリートの品質保証研究委員会報告書, p56 ~ 60, 日本コンクリート工学協会, 2005. 6.
- f-02. 佐々木長市：屏風山地区の排水不良畑の暗渠機能低下の原因とその対策, 平成 16 年度東北農政局管内農業農村整備事業推進方策検討業務報告書, 農業学会, 27-33, 2005.

地域環境計画学講座

- a-01. 張 樹槐・高橋照夫・福地 博・嵯峨紘一：栽培様式の違いがダイコンの間引き作業及び生育に及ぼす影響．農作業研究 39(4) No.121) 191-196, Dec. 2004
- a-02. GHIMIRE, S.K. and HIGAKI, D.: Study of recent changes in landuse and stream course with reference to geomorphologic characteristics in the Siwalik Hills of Nepal. 砂防学会誌 57(5) 25-31, 2005.
- a-03. HIGAKI, D., KARKI, K. K. and C. S. GAUTAM: Soil erosion control measures on degraded sloping lands: A case study in Midlands of Nepal. Aquatic Ecosystem Health and Management 8(3) 243-250, 2005.
- a-04. 加藤 幸・谷口 建・田村義夫：都市住民のグリーン・ツーリズムに対する意識調査，農業土木学会誌，Vol.72, No.11, 937-940, 2004.
- b-01. GHIMIRE, S. K., HIGAKI, D. and BHATTARAI, T. P.: Processes, measurements and potential hazards of stream bank erosion, a case study in the Siwalik Hills of Nepal. Proc. of Int. Conf. on Monitoring, Prediction and Mitigation of Water-related Disasters (MPMD) Kyoto: 569-574, 2005.
- b-02. HIGAKI, D. and GHIMIRE, S.K.: Interphysiographic regional approach for water-induced disaster management in Nepal. Proc. of Int. Conf. on Monitoring, Prediction and Mitigation of Water-related Disasters (MPMD) Kyoto: 673-677, 2005.
- b-03. 桧垣大助：開析度，削剥作用，地すべり地形，集合運搬，侵食小起伏面，0次谷，非対称山稜，隆起準平原，(社)砂防学会編：改訂「砂防用語集」27, 108, 123, 132, 144, 167, 264, 307, 2004.
- b-04. 桧垣大助：氷河湖決壊洪水に対するハザードマップ作成の課題 - ヒマラヤを例として - ，(社)日本測量協会ハザードマップ編集小委員会編「ハザードマップ」，204-207, 2005.
- b-05. HIGAKI, D.: Region-wise distribution of water-induced hazards in relation to geo-historical development in Nepal. Proc. of Int. Symposium on Landslide Hazards in Orogenic Zone from the Himalaya to Island Arcs in Asia, Kathmandu, 29-36, 2005.
- b-06. OHARA, J., MORIYA, H. and HIGAKI, D.: Microtopography and internal structure of Yachi Landslide, northeast Japan. Proc. of Int. Symposium on Landslide Hazards in Orogenic Zone from the Himalaya to Island Arcs in Asia, Kathmandu, 53-62, 2005.
- d-01. HIGAKI, D., Geo-historical Causes of Water-induced Disasters in Siwalik Hills, Nepal. Abstracts of Int. Conf. on Environmental Hazards and Geomorphology in Monsoon Asia: Progress in Process Study and GIS Mapping, Hat Yai, 2004.
- d-02. 藤崎浩幸・渡邊 了・藤井克己：安全性の高い野菜に対する消費者意識 - みやぎ生協「産直野菜」に対する来店者意識調査 - . 農村計画学会学術研究発表会，2005. 4.
- d-03. 谷口 建・角野三好・千葉克己・猪股直行・大場良一：宮城県北部地震による農業施設等の災害と復旧工事の概要，平成 16 年度農業土木学会東北支部研究発表会，142-145, 2004.
- d-04. 角野三好，谷口建：H14・15 年度東北支部アンケート結果と研鑽賞候補の検索について，平成 16 年度農業土木学会東北支部研究発表会，166-167, 2004
- d-05. 藤崎浩幸・藤本真人・谷口建：中山間地域における耕作放棄に対する農家意識 - リンゴ生産地域（青森県大鰐町）における調査から - . 農業土木学会大会講演会，2005. 8.
- d-06. 小原嬢子・桧垣大助：地すべり地の内部構造としてのボーリングコアのキレツとすべり面形態の関係 - 秋田県谷地地すべり，第 44 回日本地すべり学会研究発表会講演集，71-74. 2005.
- d-07. 桧垣大助・十日市まゆみ・桜田朋子・荒井竜太郎：白神山地の植生における地すべりの地生態学的意義，第 44 回日本地すべり学会研究発表会講演集，237-240, 2005.
- d-08. 高橋照夫：ステレオ視法によるリンゴ園果実群の三次元位置計測．農業環境工学関連 7 学会 2005 年合同大会講演要旨集，p469, 2005. 9.
- e-01. 谷口 建：エコロ - ドについて，平成 16 年度東北農政局管内農業農村整備事業推進方策検討業務報告書，農業土木学会，137-143, 2005

地域資源経営学講座

- a-01. 王 建軍・宇野忠義・高橋秀直：中国における農民負担問題に関する研究，弘前大学農学生命科学部学術報告第7号：30-39, 2005. 1. (華南農業大学)
- a-02. 神田健策：北東北地域の産業構造と農業・農村問題．自治と分権 18, 66-75, 大月書店, 2005年1月
- a-03. 神田健策：戦後日本資本主義と農業 その現段階．経済, 120, 162-175, 新日本出版社, 2005年9月
- a-04. 泉谷眞実：有機性廃棄物リサイクルにおける需給調整の「特異点」．東北農業経済研究 23(2) 101-104, 2005.
- a-05. 泉谷眞実・村山成治・森 久綱・杉村泰彦：地域未利用バイオマスの発生とリサイクル経路．日本草学会誌 51(2) 214-219, 2005. (三重大学, 酪農学園大学)
- a-06. 泉谷眞実・杉村泰彦：地方自治体による「食品一般廃棄物」リサイクルの成立条件．2004年度日本農業経済学会論文集：323-330, 2004. (酪農学園大学)
- a-07. 渋谷長生：農産物の消費者ニーズに合わせた販売戦略，みやぎ政策の風, 2005年3号, 21-26, 宮城県, 2005.
- b-01. 神田健策：小泉「農業構造改革」と地域農業再編．中嶋 信・神田健策編；地域農業もうひとつの未来 - 農政転換を足元から -, 69-98, 自治体研究社, 2004年10月
- c-01. 宇野忠義：庄内農村社会の人と土地の歴史研究への没入，宇佐美繁著作集 農村社会の史的構造・解題, 筑波書房, 329-352, 2005. 3
- c-02. 宇野忠義：重大病害リンゴ火傷病に万全の対策を望む．現代農業「時代を読む」, 2005年7月号, 356-357
- e-01. 泉谷眞実：バイオマスの経済分析．弘前大学農学生命科学部地域資源流通学研究室, 2005.
- f-01. 宇野忠義：書評．ト蔵建治著『冷害はなぜ繰り返し起きるのか?』, 農文協, 東奥日報, 2005. 5. 13
- f-02. 宇野忠義：りんご火傷病のWTO紛争処理．日本農業新聞, 2005. 6. 11
- f-03. 宇野忠義：リンゴの火傷病 - 侵入許せばバラ科に重大被害 - . 全国農業新聞, 2005. 6. 17
- f-04. 宇野忠義：リンゴ火傷病の日米検疫問題(上)・(下)．農民運動全国連合会機関紙, 農民 2005. 7. 4, 7. 11
- f-05. 宇野忠義：リンゴ火傷病の新検疫案 - 水際阻止がより重要 - . 陸奥新報, 2005. 7. 25.
- f-06. 宇野忠義：火傷病検疫措置を巡る経過．火傷病シンポジウム「恐るべき火傷病の実態と検疫措置を巡る日米紛争」, 食と農を守る青森の会, 2005. 8. 30, 12-24
- f-07. 神田健策：書評 佐藤豊彦著；民次郎一揆余聞．北方新社, 東奥日報, 2004. 12. 25 付
- f-08. 神田健策：各県からの報告で「地産地消を考えるシンポ」開催．農業と農協, 第58号, 8-10, 農業・農協問題研究所, 2004年4月
- f-09. 神田健策：「食料・農業・農村基本計画」は自給率の向上につながるか？ 住民と自治, 第506号, 8-9頁, 自治体研究社, 2004年6月
- f-10. 泉谷眞実：未利用有機性廃棄物の基本的な法律・制度．未利用有機性資源のリサイクル(ニューカンントリー 2005年夏季臨時増刊号) 28-30, 2005.
- f-11. 泉谷眞実：JA全農庄内のファームリサイクルセンター．未利用有機性資源のリサイクル(ニューカンントリー 2005年夏季臨時増刊号) 106-108, 2005.
- f-12. 泉谷眞実：有機性廃棄物政策は第2フェーズへの転換が不可欠．ニューカンントリー 607: 48-50, 2004.
- f-13. 泉谷眞実：青森県農業の地域性と課題．弘前大学総合文化祭・農学生命科学部企画 知の創造(青森県・弘前市), 2004.
- f-14. 泉谷眞実：私たちの食べ物とゴミ問題．弘前大学八戸サテライト講演会(青森県・八戸市), 2004.
- f-15. 渋谷長生：これからの農業担い手像, あおもり農業, 56巻1号, 58-59, 青森県農業改良普及会, 2005.
- f-16. 渋谷長生：株式会社, 特に建設業の農業参入は本格化するのか, あおもり農業, 56巻2号, 48-49, 青森県農業改良普及会, 2005.
- f-17. 渋谷長生：攻めの農林水産業のための販売センスを伸ばそう, あおもり農業, 56巻3号, 50-51, 青森県農業改良普及会, 2005.
- f-18. 渋谷長生：2005年度農林水産予算について考える, あおもり農業, 56巻4号, 90-91, 青森県農業改良普及会, 2005.
- f-19. 渋谷長生：「売れる商品作り」について, あおもり農業, 56巻5号, 62-63, 青森県農業改良普及会, 2005.
- f-20. 渋谷長生：農山漁村民泊の推進のために知恵を出してほしい, あおもり農業, 56巻6号, 60-61, 青森県農業改良普及会, 2005.
- f-21. 渋谷長生：時代が求めているものを提供できるかが販売戦略・商品開発の勝負所, あおもり農業, 56巻7号, 54-55, 青森県農業改良普及会, 2005.

- f-22. 渋谷長生：農山漁村民泊の推進のネックになっているもの，あおもり農業，56 巻 8 号，62-63，青森県農業改良普及会，2005.
- f-23. 渋谷長生：ラブレターの書き方並びに企画書づくりからの集落営農推進方策を探る，あおもり農業，56 巻 9 号，48-49，青森県農業改良普及会，2005.
- f-24. 渋谷長生：農業者が農業構造改善したくなる制度が求められている，あおもり農業，56 巻 10 号，62-63，青森県農業改良普及会，2005.
- f-25. 渋谷長生：どこへゆく生活協同組合，あおもり農業，56 巻 11 号，52-53，青森県農業改良普及会，2005.

生物共生教育研究センター

- a-01. Yuki MORIYA¹⁾, Yoshihiro TAKAI¹⁾, Kazuma OKADA¹⁾, Daiyu ITO, Yunosuke SHIOZAKI, Tetsu NAKANISHI¹⁾ and Takeshi TAKASAKI²⁾: A partially self-compatibility of 'Grand Champion' and cross-incompatibility in the European pear (*Pyrus communis* L.) J.Japan. Soc. Hort. Sci., 74(6), 424-430, 2005. (¹⁾神戸大院自然科学研究科, ²⁾神戸大農)
- c-01. 菊池卓郎・塩崎雄之輔: 新版 せん定を科学する - 樹形と枝づくりの原理と実際 - . 農文協, 174 頁. 2005
- c-02. 塩崎雄之輔: りんご・普通栽培. 大判 図解果樹のせん定 - 成らせながら樹形をつくる - . 農文協, 28-43, 2005
- d-01. Takuro KIKUCHI and Yunosuke SHIOZAKI: Apple canopies as a population of branches: a new concept for measuring tree vigor. 8th international symposium on integrating canopy, rootstock and environmental physiology in orchard systems, 2004, Budapest. 2004.
- d-02. 伊藤大雄・藤田 隆・小笠原清訓: 耕種的防除を取り入れた農薬不使用リンゴ園における転換直後の病害虫発生ならびに果実品質. 園学雑 74 別 2, 349, 2005.
- d-03. 守谷友紀¹⁾・高井良裕¹⁾・山本健太郎¹⁾・岡田和馬¹⁾・伊藤大雄・塩崎雄之輔・岩波 宏²⁾・継枝良一郎³⁾・中西テツ¹⁾・高崎剛志⁴⁾: セイヨウナシ品種 'グランド・チャンピオン' の部分的自家和合性. 園学雑 74 別 1, 425, 2005. (¹⁾神戸大院自然科学研究科, ²⁾農研機構果樹研(盛岡), ³⁾落葉果樹農業研修所, ⁴⁾神戸大農)
- f-01. 塩崎雄之輔: リンゴの栽培と気象. 藤崎農場公開講座「リンゴを科学する」平成 16 年度テキスト. 46-53, 2004.
- f-02. 塩崎雄之輔: 豪雪によるリンゴ園の被害と課題. 平成 17 年青森県豪雪災害シンポジウム, 日本雪氷学会東北支部・日本雪工学会東北支部, 2005.
- f-03. 塩崎雄之輔: マルバカイドウを用いた半密植樹・密植樹の密度維持方法について. 園芸学会平成 17 年度秋季大会小集会「東北地方におけるリンゴ主幹形樹の経済寿命について」資料, 10 頁, 2005.
- f-04. 伊藤大雄: 地球温暖化と青森県のリンゴ生産(講演), リンゴを考える会 160 会定例会, 2005.

農学生命科学部学術報告編集委員会

姫野 俵太 (応用生命工学科)

原田 竹雄 (生物機能科学科)

松山 信彦 (生物生産科学科)

委員長： 渋谷 長生 (地域環境科学科)

2005年12月20日 印刷

2005年12月26日 発行

編集兼発行者 弘前大学農学生命科学部
〒036-8561 弘前市文京町3

印刷所 やまと印刷株式会社
〒036-8061 弘前市神田4丁目4ノ5

Published by

Faculty of Agriculture and Life Science, Hirosaki University
3 Bunkyo-cho, Hirosaki-shi, Aomori-ken 036-8561, Japan
26 December 2005

Printed by

Yamato Printing Co.
4-4-5 Kanda, Hirosaki-shi, Aomori-ken 036-8061, Japan
20 December 2005

**BULLETIN OF
THE FACULTY OF AGRICULTURE AND LIFE SCIENCE, HIROSAKI UNIVERSITY**

Number 8

December, 2005

CONTENTS

Takayoshi MATSUMURA, Seiki IGARASHI and Norimasa MATSUOKA : Molecular Phylogeny of Japanese Papilionidae (Lepidoptera)	1 (8)*
Norimasa MATSUOKA : Genetic variation in two starfish, <i>Acanthaster planci</i> and <i>Echinaster luzonicus</i> , from Okinawa	9
Makoto YAMADA, Zhongen LU, Yusuke KURATA, Yukari MATSUNAGA and Minoru NIIZEKI : Preliminary study on the field ecology of the medakafish, <i>Oryzias latipes</i> , by individual marking.	17 (23)
Fumiyuki SASAKI, Eri ISHIKAWA, Suguru OSARI, Reiko SATO, Naritaka TAKEMOTO, Shinya HONDA, Youichi FUJIKANE, Takashi SUZUKI, Kyoichi OSADA : Studies on levels of polyphenolic compounds in commercial tea beverages, their free radical scavenging activities, and antioxidant activity of procyanidins	24 (28)
Yuji SAWARA and Kouichi SATO : Feeding Activity Rhythms of Juvenile Gobiid Fish, <i>Chaenogobius gulosus</i> , at Tidally Different Localities.	29
Hiromichi KATO, Shuhuai ZHANG, Hiroshi FUKUCHI : Studies on the Chilling Storage	37 (45)
Yasuo OGASAWARA, Yoji KATO and Hiroyuki. FUJISAKI : Possibility of <i>Apios</i> Cultivation in Rotational Paddy Field in Aomori Prefecture	46 (51)
Hiroyuki FUJISAKI : Actions from Parent of Farmer Authorized by Municipality and his Child's Attitude to Becoming a Farmer - By an attitude survey in Morioka city, Iwate prefecture -	52 (57)
Masami IZUMIYA : Characteristics of the Recycling Channels for Apple Pomace	58
shunsuke KOBAYASHI, chousei SHIBUYA : A Report on Owani Onsen Moyashi	64 (87)
Tadayoshi UNO : The Strained Negotiations between Japan and USA with the Most Destructive Disease of Apple and Pear, Called "Fire Blight"	88 (101)

* English Summary

Lists of Published Research Works of the Faculty of Agriculture and Life Science, Hirosaki University, 2004(October) 2005(September)	107
--	-----