

弘前大学農学生命科学部学術報告

第7号

BULLETIN
OF THE
FACULTY OF AGRICULTURE AND
LIFE SCIENCE
HIROSAKI UNIVERSITY

No.7

付研究業績目録

2003年10月 2004年9月

Lists of Published Research Works of the Faculty of
Agriculture and Life Science
Hirosaki University
2003(October) –2004(September)

弘前大学農学生命科学部

2005年1月

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

January, 2005

弘前大学農学生命科学部学術報告

第7号

2005年1月

目次

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	1
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	9
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	14
嵯峨紘一・中村弘子：数品種のピーマン (<i>Capsicum annuum</i> L.) における果実の成熟に伴う内容成分の変化	21
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	26
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	30
新関 稔：ミヤコグサを求めてカナダまで	40
研究業績目録 (2003年10月 2004年9月)	49

日本産メバル体色変異 2 タイプの分子分類学

松岡 教理^{*1}・杉山 智昭^{*2}

^{*1} 弘前大学農学生命科学部分子進化学研究室

^{*2} 弘前大学大学院理学研究科

(2004年8月24日受付)

序 論

メバル (*Sebastes inermis*) は北海道南部から九州, 朝鮮半島の沿岸海域まで広範囲に分布しているカサゴ目・フサカサゴ科魚類の 1 種である。本種は水産資源として重要な種であり, 市場に広く流通し, 現在養殖化に向けての研究がなされている。メバルの主な形態学的特徴は, 体側に数本の不明瞭な暗色横帯が, また涙骨に鋭い 2 棘がある。魚類の中では珍しい卵胎生で 11 月頃に交尾を行い, 12 月から翌年の 1 月の間に受精する。その後, 4 ~ 5 mm の仔魚が 12 月から翌年の 2 月にかけて産出される。生息地は浅海の岩礁や, アマモ場, ガラム場で, 小型魚類, 端脚類, エビ類, カニ類, アミ類, 巻貝類を食べる食性を持つ。体長は 17 - 25 cm 位である。現在の分類体系では, このフサカサゴ科には 8 亜科が含まれており, 体色や鱗条数などの形態学的形質において種内の個体変異や地理的変異が極めて著しい分類群である。特にメバル亜科のメバル (*Sebastes inermis*) は, 従来から, 体色が黒色型 (Black - type), 赤茶色型 (Redbrown - type), 白色型 (White - type) の多型 (polymorphism) が知られており, これら 3 つのタイプは全て別種・独立種であるという説と, 同じ種の中の単なる色彩変異であるという説が対立してきた (eg. Matsubara, 1935; Chen, 1985; 中坊, 1997)。Fig. 1 には, 体色変異の黒色タイプ (Black - type) (上) と赤茶色タイプ (Redbrown - type) (下) の 2 タイプが示してある。従来, これらの体色変異 3 タイプは同一種であるという見解が主流であったが, 最近では, これら体色変異 3 タイプは, 3 つの独立種・同胞種であるという説が復活してきている。この体色変異の 3 タイプが, 単なる同一種内の色彩変異か, あるいは互いに遺伝的に分化した同胞種 (sibling species)・別種・独立種なのかという系統分類学の問題は, 魚類の系統分類学や水産学・漁業学において極めて重要な研究課題である。このような比較形態学では解明が困難な分類学の問題には分子系統学・分子分類学的研究が有効である (Nei, 1987)。開発されている多くの分子系統学的手法の中で, 形態学的に非常に酷似した近縁

種の遺伝的關係や, 分類学的に同種か, あるいは遺伝的に異なる別種・同胞種かを判別する分子的手法としては, アロザイム分析が極めて有効であることが Nei (1987) や Murphy *et al.* (1996) により報告されている。

以前, 著者は棘皮動物・ウニ類・ナガウニ科の沖縄産ナガウニ (*Echinometra mathaei*) に, 棘の色彩, 体色, 生態学的特徴・習性などにおいて互いに異なる 4 タイプが存在するが, これら 4 タイプは単なる種内変異ではなく, 遺伝的に異なる 4 つの同胞種 (sibling species)・独立種より構成されていることをアロザイム分析を用いて証明した (Matsuoka and Hatanaka, 1991)。また最近, 著者らは棘皮動物・ウニ類の中で原始的な分類群であるフクロウニ目のイイジマフクロウニには, 2 つの同胞種・別種, すなわちイイジマフクロウニ (*Asthenosoma ijimai*) とリュウキュウフクロウニ (*A. ijimai R*) が存在することをアロザイムレベルから分子系統学的に証明した (Matsuoka *et al.*, 2004)。さらに, 同じ棘皮動物のヒトデ類・イトマキヒトデ科のイトマキヒトデ (*Asterina pectinifera*) 集団に見られる 3 つの体色変異型 (Blue - type, Green - type, Red - type) の分子分類学的研究についても報告した (Matsuoka and Asano, 1999)。

本研究では, 日本産メバル (*Sebastes inermis*) の体色変異 2 タイプ (黒色タイプ: Black - type と赤茶色タイプ: Redbrown - type) (Fig. 1) が, アロザイムレベルでどの程度の遺伝的分化を遂げているのか, そしてこれら 2 タイプが系統分類学的にみて, 遺伝的に異なる別種・同胞種なのか, あるいは単なる同一種内の色彩変異・個体変異なのかを解明するため, アロザイム分析を行ったので, それらの結果について報告する。

材料および方法

アロザイム分析したメバル体色変異 2 タイプの採集地点と分析個体数を以下に示す。黒色タイプ (Black - type) は, 青森県陸奥湾・9 個体, 深浦・2 個体, 福井県敦賀・3 個体の合計 14 個体で, 赤茶色タイプ (Redbrown - type) は, 青森県陸奥湾・11 個体, 鮭ヶ沢・2 個体,

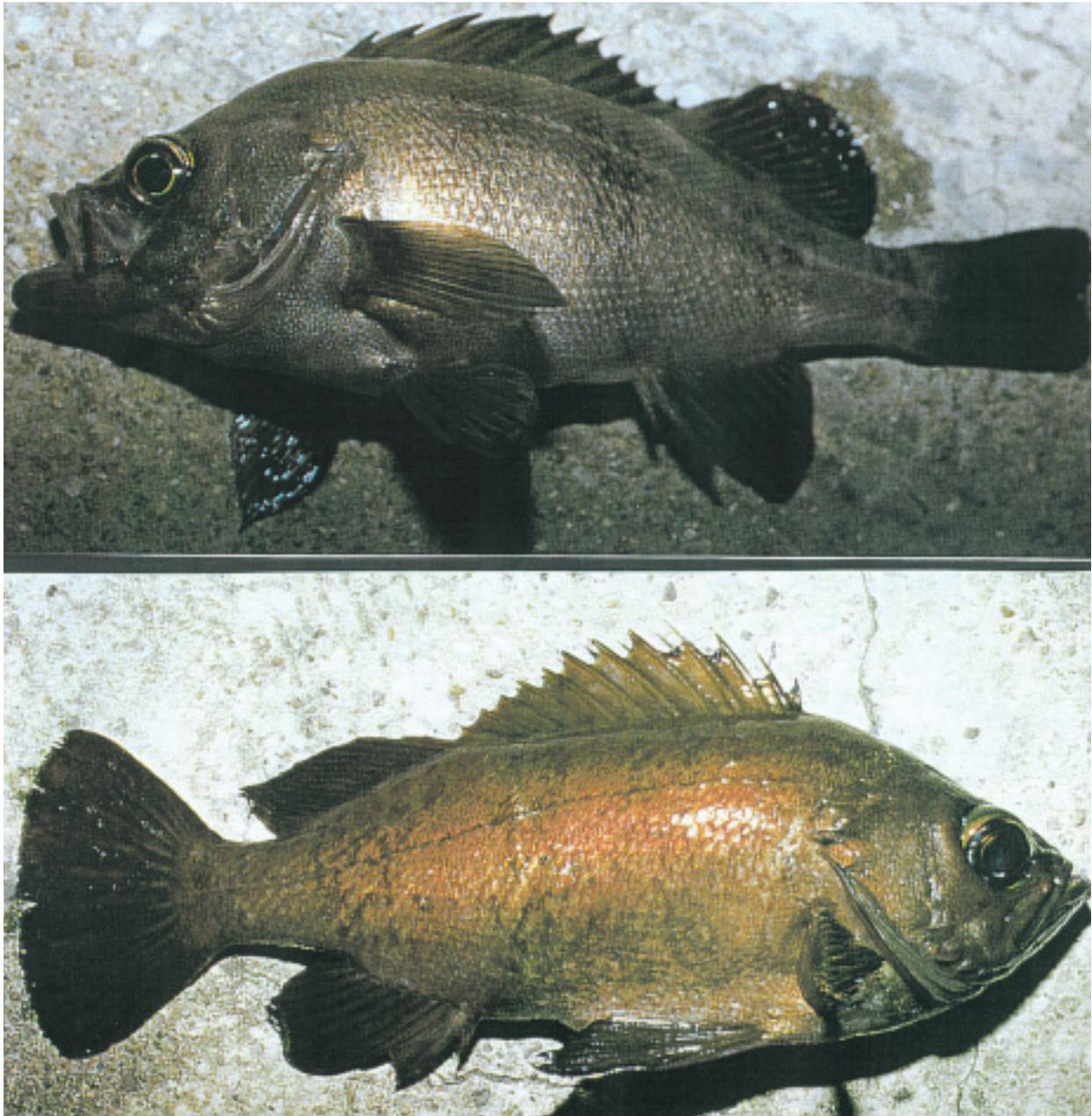


Fig. 1. Two types of body color in the fish *Sebastes inermis* from Japanese waters. The upper color photograph is the black-type and the lower the redbrown-type.

深浦・1個体の合計14個体であった。これらは、採集後ドライアイスで急速冷凍し、その後、実験室の-45の冷凍庫に凍結保存しておいた。アロザイム分析は、以前報告した Matsuoka and Hatanaka (1991), 松岡・北野 (2003) の方法に従った。

アロザイム分析した酵素は、alcohol dehydrogenase (ADH) lactate dehydrogenase (LDH) hydroxybutyrate dehydrogenase (HBDH) malate dehydrogenase (MDH) isocitrate dehydrogenase (ICDH) 6-phosphogluconate dehydrogenase (6PGD) glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PD) fructose dehydrogenase (FDH) xanthin dehydrogenase (XDH) superoxid dismutase (SOD) aspartate amino

transferase (AAT) phosphoglucomutase (PGM) esterase (EST) alkaline phosphatase (ALK) leucine amino transferase (LAP) fumarase (FUM) の16酵素であった。これら16酵素のアロザイム分析から25酵素遺伝子座が検出された。

魚類の分子集団遺伝学的研究の一環として、メバル体色変異2タイプ集団内の遺伝的変異(タンパク多型現象)を調査した。用いたパラメータは、1遺伝子座あたりの対立遺伝子数(Number of alleles per locus: A)、多型的遺伝子座の割合(Proportion of polymorphic loci: P)、平均ヘテロ接合体率の期待値(Expected value of average heterozygosity: H)の3指数であり、これらは対立遺伝子頻度のデータから算出した。

Table 1. Allele frequencies at 25 genetic loci in two body color types of *Sebastes inermis*.

Locus	Allele	B-type	R-type	Locus	Allele	B-type	R-type
<i>Adh-1</i>	a	1.00	1.00	<i>Fdh</i>	a	1.00	1.00
<i>Adh-2</i>	a	1.00	1.00	<i>Xdh</i>	a	1.00	1.00
<i>Adh-3</i>	a	1.00	1.00	<i>Sod-1</i>	a	1.00	1.00
<i>Ldh-1</i>	a	1.00	1.00	<i>Sod-2</i>	a	1.00	1.00
<i>Ldh-2</i>	a	1.00	1.00	<i>Sod-3</i>	a	1.00	1.00
<i>Ldh-3</i>	a	0.86	1.00	<i>Aat</i>	a	1.00	1.00
	b	0.14	-				
<i>Hbdh</i>	a	1.00	1.00	<i>Pgm</i>	a	1.00	1.00
<i>Mdh-1</i>	a	0.14	-	<i>Est</i>	a	1.00	1.00
	b	0.86	1.00				
<i>Mdh-2</i>	a	1.00	1.00	<i>Alk</i>	a	1.00	1.00
<i>Icdh</i>	a	1.00	1.00				
<i>6Pgd</i>	a	1.00	1.00	<i>Lap-1</i>	a	0.71	1.00
<i>G6pd-1</i>	a	0.77	0.79		b	0.29	-
	b	0.23	0.21	<i>Lap-2</i>	a	0.79	0.82
<i>G6pd-2</i>	a	1.00	1.00		b	0.21	0.18
				<i>Fum</i>	a	1.00	1.00

Alleles are correspondingly lettered from "a", with increasing the electrophoretic mobility. B-type is the black-type and R-type the redbrown-type in *Sebastes inermis*.

メバル体色変異2タイプ間の遺伝的分化の程度を推定するため、以下の4種類のパラメータを用いた。すなわち、(1)25酵素遺伝子座における対立遺伝子頻度に有意差があるのかどうかを調べるための t -検定、(2)変異(多型)が観察された遺伝子座における固定指数(Fixation index: F_{st})、(3)2タイプ間の相対的な遺伝的分化を推定するための遺伝子分化係数(Coefficient of gene differentiation: G_{st})、(4)相対的な遺伝的分化ではなく、2タイプ間の遺伝的分化の絶対値を推定するためによく用いられる Nei (1972, 1976) の遺伝的類似度(Genetic identity: I)、標準遺伝的距離(D_{std})、最小遺伝距離(D_m)を算出した。

結果および考察

まず最初に、海産魚類の分子集団遺伝学的研究の一環として、メバル体色変異2タイプ集団(Black-type = B, Redbrown-type = R)内の遺伝的変異(タンパク多型現象)の程度を対立遺伝子頻度から算出した。その結果、1遺伝子座あたりの対立遺伝子数(A)は、 $B = 1.20$, $R = 1.08$, 多型的遺伝子座の割合(P)は、 $B = 20\%$, $R = 8\%$, 平均ヘテロ接合体率(期待値)(E_{exp})は、 $B = 6.3\%$, $R = 2.5\%$ であった。これらの数値は他の多くの

魚類で報告されている数値と同等なものであった(松岡・北野, 2003)。

メバル体色変異2タイプ(黒色タイプ, 赤茶色タイプ)の遺伝的分化を調査するため、16酵素のアロザイム分析を行った。その結果、25酵素遺伝子座が検出された。Table 1には25酵素遺伝子座における対立遺伝子頻度が示してある。25酵素遺伝子座の内、2タイプ間で対立遺伝子頻度に差異がみられた多型的遺伝子座(polymorphic loci)は、*G6pd-1*, *Mdh-1*, *Lap-1*, *Lap-2* および *Ldh-3* の5遺伝子座であり、残りの20酵素遺伝子座は単型的遺伝子座(monomorphic loci)で、同一の対立遺伝子(allele)が固定されていた。まず最初に、これら5多型的遺伝子座における相対的遺伝的分化の程度を推定するため、各遺伝子座について固定指数(F_{st})を算出した。また2タイプ間で対立遺伝子頻度に有意差があるのかどうかを調べるため、統計学的な t -検定を行った。 F_{st} は集団の分集団間の遺伝的分化をヘテロ接合体率の期待値と観察値の差から推定するパラメータである。通常、 F_{st} が0.25以上では非常に高度な分化、0.15 ~ 0.25では高度な分化、0.05 ~ 0.15では中程度の分化、0.05以下ではほとんど分化していないことを示す。今回のアロザイム分析の結果、*G6pd-1* ($F_{st} = 0.0006$)と *Lap-2* ($F_{st} = 0.020$)の2遺伝子座では、ほとんど遺伝的分

Table 2. Genetic coefficients (G_{st}) in various fish species

Species	G_{st}	References
<i>Nibe mitsukurii</i>	4.30	Menezes <i>et al.</i> (1990)
<i>Nibe albiflora</i>	9.00	Menezes <i>et al.</i> (1991)
<i>Pennahia argentata</i>	2.10	Menezes <i>et al.</i> (1992)
<i>Clupea harengus</i>	1.40	Anderson <i>et al.</i> (1981)
	1.25	Grant (1984)
<i>Clupea pallasii</i>	15.90	Grant <i>et al.</i> (1984)
<i>Gadus morhus</i>	8.00	Grant <i>et al.</i> (1988)
<i>Gadus macrocephalus</i>	22.00	Grant <i>et al.</i> (1987)
<i>Merluccius capensis</i>	1.70	Grant <i>et al.</i> (1988)
<i>Merluccius paradoxus</i>	1.30	Grant <i>et al.</i> (1988)
<i>Stegastes fasciolatus</i>	0.90	Shaklee (1984)
<i>Hypsoblennius jenkinsi</i>	15.70	Present (1987)
<i>Salmo trutta</i>	36.70	Ryman (1983)
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	15.00	Ryman (1983)
<i>Oncorhynchus nerka</i>	5.80	Ryman (1983)
<i>Oncorhynchus keta</i> (America)	0.50	Okazaki (1982)
<i>Oncorhynchus keta</i> (Japan)	1.00	Okazaki (1982)
<i>Plecoglossus altivelis</i>	13.70	Seki <i>et al.</i> (1988)
<i>Hypentelium etowanum</i>	8.90	Buth (1980)
<i>Hippoglossus stenolepis</i>	0.40	Grant <i>et al.</i> (1984)
Mean (Range)	8.28 (0.40-36.70)	
B-type : R-type	0.041	Present study

化は見られず, $Mdh - 1$ ($F_{st} = 0.075$) と $Ldh - 3$ ($F_{st} = 0.075$) の 2 遺伝子座では, 中程度の遺伝的分化が見られた。残りの $Lap - 1$ の 1 遺伝子座でのみ, $F_{st} = 0.193$ の高い数値が得られた。また対立遺伝子頻度の t -検定を行った結果, 危険率 = 1% で, 対立遺伝子頻度に有意差が見られたのは, $Lap - 1$ の 1 遺伝子座のみであった。

次に, メバル体色変異 2 タイプ間の遺伝的分化の程度を F_{st} 以外の各種のパラメータを用いて推定した。 F_{st} は, ある特定の遺伝子座における遺伝的分化の程度を推定する 1 つの指標であるが, 生物集団間の遺伝的分化を推定するには, ゲノム全般にわたる解析が必要である。その指標の一つとして遺伝子分化係数 (G_{st}) がある。これは分析した遺伝子座全体における相対的な遺伝的分化の程度を示す指標であり, 平均ヘテロ接合体率を集団全体 (H_t) と部分集団 (H_s) の 2 成分に分割して算出することができる。つまり, G_{st} は全体の遺伝的変異の内, 部分集団間の違いにより生じた変異の割合を示す指標である。メバル体色変異 2 タイプ間で得られた G_{st} は 0.041 であった。この数値はメバル体色変異 2 タイプの遺伝的変異の大部分はメバル全集団内に存在し, 2 タイプ間 (部分集団間) の変異は全体の 4% 程度に過ぎないことを意味している。 $G_{st} = 0.041$ は, ヒトの 3 大人種間の $G_{st} = 0.088$ の 1/2 以下の数値であり, ほとんどの生物種では G_{st} が 0.1 より低い。Table 2 には, これまでに報告された様々な魚類集団の G_{st} がまとめて示してある。今回, メバル体色変異 2 タイプ間で得られた数値 ($G_{st} = 0.041$) を, これらの値と比較すると, オヒョウ (*Hippoglossus*

stenolepis) の 0.40 からブラウントラウト (*Salmo trutta*) の 36.7 までの範囲で, 平均値が $G_{st} = 8.28$ である。ブラウントラウトで G_{st} が高い数値を示したのは, 母川回帰による河川集団間の地理的な遺伝的分化がかなり進行しているためであると推察される。また, 系統分類学的に別種とされているニシン 2 種のデータでは, 大西洋ニシン (*Clupea harengus*) は, $G_{st} = 1.40, 1.25$ であるのに対し, 太平洋ニシン (*Clupea pallasii*) では $G_{st} = 15.9$ と極めて高い数値を示している。これは広範囲な分布域を持つ太平洋ニシン (*Clupea pallasii*) が多くの遺伝的に分化した系統群 (地域集団) から構成されていることに起因すると推察される。今回分析したメバル体色変異 2 タイプ間で得られた $G_{st} = 0.041$ は, 様々な魚類集団で報告されている G_{st} 値よりもかなり低い値であり, メバル体色変異 2 タイプ間では, ほとんど相対的な遺伝的分化が生じていないと推定される。しかし, G_{st} は部分集団間の相対的な遺伝的分化を知るには適切なパラメータであるが, 遺伝的分化の絶対量を推定することはできない。つまり, G_{st} は H_t に強く依存し, H_t が小さい時には, たとえ絶対的な遺伝的分化が小さくても, G_{st} 値は大きくなる可能性がある。従って, G_{st} 値だけで遺伝的分化の程度を推定するには不十分である。

そこで次に, メバル体色変異 2 タイプ間の遺伝的分化の程度をより詳細に知るため, Nei (1972, 1976) の遺伝的類似度 (I), 標準遺伝距離 (D_{std}), 最小遺伝距離 (D_m) を算出した。その結果, 2 タイプ間では, $I = 0.995$, $D_{std} = 0.005$, $D_m = 0.005$ という数値が得られた。 D_m は

Table 3. Genetic distances (*Dstd*) between conspecific local populations in various fish species

Species	<i>Dstd</i>	References
<i>Clupea pallasii</i>	0.0031	Kijima (1992)
<i>Saurida undosquamis</i>	0.0015	Kijima (1992)
<i>Pagrus major</i>	0.0020	Kijima (1992)
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>	0.0009	Kijima (1992)
<i>katsuwonus pelamis</i>	0.0003	Kijima (1992)
<i>Sebastes schlegeli</i>	0.0002	Kijima (1992)
<i>Sebastes marmoratus</i>	0.0077	Kijima (1992)
<i>Paralichthys olivaceus</i>	0.0006	Kijima (1992)
<i>Nibea mitsukurii</i>	0.0067	Menezes <i>et al.</i> (1990)
<i>Nibea albiflora</i>	0.0065	Menezes <i>et al.</i> (1990)
<i>Pennahia argentata</i>	0.0014	Menezes <i>et al.</i> (1990)
<i>Clupea harengus</i>	0.0020	Anderson <i>et al.</i> (1981)
<i>Gadus morhua</i>	0.0220	Grant <i>et al.</i> (1988)
<i>Gadus macrocephalus</i>	0.0250	Grant <i>et al.</i> (1987)
<i>Merluccius capensis</i>	0.0007	Grant <i>et al.</i> (1988)
<i>Merluccius paradoxus</i>	0.0006	Grant <i>et al.</i> (1988)
<i>Oncorhynchus keta</i>	0.0021	Okazaki (1982)
<i>Plecoglossus altivelis</i>	0.0197	Seki <i>et al.</i> (1988)
<i>Hypentelium etowanum</i>	0.0050	Buth (1980)
<i>Hypentelium nigricans</i>	0.0210	Buth (1980)
<i>Hypentelium roanokense</i>	0.0270	Buth (1980)
<i>Hippolossus stenolepis</i>	0.0002	Grant <i>et al.</i> (1984)
Mean (Range)	0.0071 (0.0002 0.0270)	
B-type : R-type	0.0050	Present study

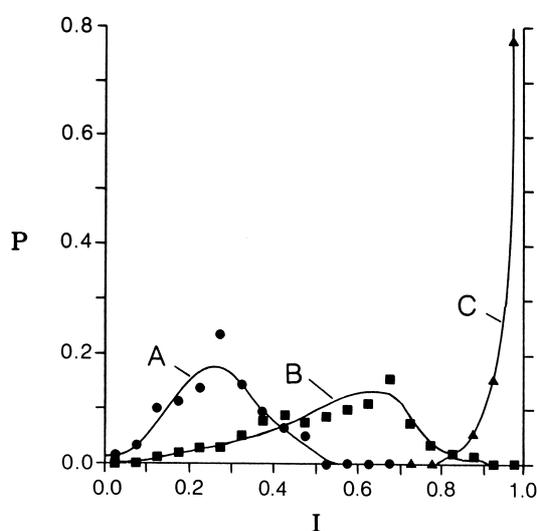


Fig. 2. Distributions of the Nei's genetic identity (*I* value) for confamilial genera (A), congeneric species (B), and conspecific populations (C) excluding data from birds. This figure was quoted from Thorpe (1982)

Dstd に対して、2 集団間の最小コドン差数を推定するものである。*Dstd* と *Dm* が等しい値を示したことは、これらがそれぞれコドン置換数の不偏推定をおこなっているためである。Table 3 には、他の多くの魚類の地域集団間で報告されている標準遺伝距離 (*Dstd*) をまとめて示したものである。この Table 3 から明らかのように、*Dstd* は 0.0002 ~ 0.0270 までの範囲で、平均値は 0.0071 である。これらの数値と比較して、メバル体色変異の 2

タイプ間で得られた *Dstd* = 0.005 は同一種内の地理的集団間で観察されている数値と同等な値であった。以前、Matsuoka and Hatanaka (1991) が報告したように、遺伝的に分化した同胞種 (sibling species)・別種では、遺伝的類似度 (*I*) が、*I* = 0.8 ~ 0.9 の数値を示す。Thorpe (1982) は、様々な動物種について、それらの形態学に立脚した分類学的位置と、アロザイム分析から得られた遺伝的類似度 (*I*) との相関関係を詳細に調査した。その

結果は Fig. 2 に示してある。これより明らかなように、分類学的ランクと遺伝的類似度 (I) との間には正の相関関係が成立することが判明した。また Thorpe (1982) は、外部形態が極めて類似しており別種か同一種かどうか疑わしい異所的集団で、遺伝的類似度 (I) が 0.85 以下の時はそれらは同一種と考えるべきではなく、また逆に分類学上別種とされていても I が 0.85 以上で、その他に別種とする他の知見が見当たらない場合には別種扱いすべきではないと報告している。これまでに述べた、対立遺伝子頻度データからの遺伝子組成の類似性、固定指数 (F_{st})、遺伝子分化係数 (G_{st})、遺伝的類似度 ($I=0.995$)、遺伝的距離 ($D=0.005$) などの各種パラメータから推察すると、メバル体色変異の 2 タイプは遺伝的に異なる別種・同胞種ではなく、同一種内の色彩変異であると推定される。

藤尾 (1986) は、日本産メイトガレイ属の 1 属 1 種であるメイトガレイ (*Pleuronchthys cornutus*) の体色や側線分岐パターンがわずかに異なる 2 タイプ間の系統分類学的・遺伝的関係をアロザイム分析により詳細に調査した。その結果、分析した 20 酵素遺伝子座のうち 8 遺伝子座において 2 タイプ間で全く異なる対立遺伝子が固定されていることが判明した。これらの分子分類学的研究から、メイトガレイの 2 タイプ間には遺伝子交流 (gene flow) がなく、同所的 (sympatric) でありながら、それぞれ独立した繁殖集団を形成しており、日本産メイトガレイは遺伝的に異なる 2 つの独立種・別種から構成されていることが明らかになった。この藤尾 (1986) の研究結果と比較して、本研究のメバル体色変異 2 タイプでは、遺伝子座で異なる対立遺伝子の固定は全く見られず、また遺伝的類似度 (I)・遺伝距離 (D)・遺伝子分化係数 (G_{st}) から推定しても 2 タイプ間には生殖的隔離はなく、互いに gene-pool を共有した同一種の種内変異であると推察される。

マダイ (*Pagrus major*) やマアジ (*Trachurus japonicus*) で観察されるように、遺伝的变化を全く伴わずに、人為的な養殖下に置かれると、やがて体色や体型などの外部形態に明らかな変化が出現することが報告されている (Kitajima, 1978; Matsumiya *et al.*, 1984; Yokogawa *et al.*, 1989)。特に、赤色のマダイは浅い生簀の中で飼育されると太陽光線により体色が黒ずんでくるのが一般に知られている。メバルの体色変異 2 タイプも生息深度や餌などの様々な環境要因により遺伝的分化をほとんど伴わずに出現した色彩変異であると推察される。メバル体色変異 2 タイプが構造遺伝子の分化を伴わない同一種内の色彩変異であるとする、そのような体色の色彩多型が存在することの生物学的意味は一体何なのか、また色彩変異をもたらす調節遺伝子の分化に関する問題などは今後に残された重要な研究課題であると思われる。

要 約

日本近海でごく普通に見られるフサカサゴ科魚類のメバル (*Sebastes inermis*) には著しい体色変異・色彩変異が観察される。これらの体色変異型が、互いに遺伝的に異なる別種・同胞種なのか、あるいは同一種内の色彩変異・多型現象なのかについては研究者間で見解の相違があり未だ不明である。そこで、著者らはメバル体色変異の 2 タイプ (黒色タイプ・赤茶色タイプ) の系統分類学的・遺伝的関係を明確にするため、アロザイム分析を用いた分子分類学的研究を行った。16 酵素のアロザイム分析から 25 酵素遺伝子座が検出された。メバル体色変異 2 タイプ間の遺伝的分化の程度を推定するため、5 つのパラメータを用いた。すなわち、対立遺伝子頻度の統計学的差異の有無を調べる t -検定、固定指数 (F_{st})、相対的な遺伝的分化の尺度である遺伝子分化係数 (G_{st})、遺伝的分化の絶対値を示す Nei (1972, 1976) の標準遺伝的距離 (D_{std}) と遺伝的類似度 (I) を算出した。その結果、対立遺伝子頻度は t -検定を行っても有意差は見られず、対立遺伝子組成に違いは無かった。また遺伝子分化係数は、 $G_{st}=0.041$ 、遺伝的類似度 (I) は、 $I=0.995$ 、標準遺伝距離は、 $D_{std}=0.005$ であった。これらのパラメータは、他の多くの魚類や動物群での数値と比較した時、遺伝的に分化した別種・同胞種で観察される数値よりもかなり低い値であり、同一種内の地理的集団間での数値と同等な値であった。これらの分子分類学的研究より、メバル体色変異 2 タイプ (黒色タイプと赤茶色タイプ) は遺伝的に異なる別種・同胞種ではなく、同一種内の色彩変異・多型現象であることが判明した。今後、この色彩変異の生物学的意味の解明が望まれる。

引 用 文 献

- ANDERSON, L., RYMAN, N., ROSENBERG, R. and STAHL, G. (1981) Genetic variability in Atlantic herring (*Clupea harengus*): Description of protein loci and population data. *Hereditas*, 95: 69-78.
- AYALA, F. J., TRACY, M. L., BARR, L. G., MCDONALD, J. F. and PERZ-SALAS, S. (1974) Genetic variation in natural populations of five *Drosophila* species and the hypothesis of the selective neutrality of protein polymorphism. *Genetics*, 77: 343-384.
- BUTH, D. G. (1980) Evolutionary genetics and systematic relationships in the catostomid genus *Hypentelium*. *Copeia*, 1980 (2): 280-290.
- CHEN, L. C. (1985) A study of the *Sebastes inermis* species complex, with delimitation of the subgenus *Mebarus*. *Journ. Taiwan Museum*, 38 (2): 23-37.
- 藤尾芳久 (1986) アロザイム分析手法による魚介類の遺伝的特性の解明に関する研究。昭和 60 年度農林水産業特別試験研究補助金による研究報告書, 1-30.
- GRANT, W. S. (1984) Biochemical population genetics of Atlantic herring, *Clupea harengus*. *Copeia*, 1984 (2): 357-364.

- GRANT, W. S., TEEL, D. J. and KOBAYASHI, T. (1984) Biochemical population genetics of pacific halibut (*Hippoglossus stenolepis*) and comparison with Atlantic habitat (*H. hippoglossus*). *Can. J. Fish. Aqu. Sci.*, 41 : 1083-1088.
- GRANT, W. S., ZHANG, C. I., KOBAYASHI, T. and STAHL, G. (1987) Lack of genetic stock discreption in Pacific cod (*Gadus macrocephalus*). *Can. J. Fish. Aqu. Sci.*, 44 : 490-498.
- GRANT, W. S., BECKER, I. I. and LESLIE, R.W. (1988) Evolutionary divergence between sympatric species of southern African hake, *Merluccius capensis*. *Heredity*, 61 : 13-20.
- JOHNSON, W. E. and SELENDER, R. K. (1971) Protein variation and systematics in kangaroo rats (*genus Dipodomys*). *Syst. Zool.*, 20 : 377-405.
- 木島明博 (1992) アイソザイム遺伝子からみた海産魚類の集団構造, 科学と生物, 29(9) : 610-612.
- KITAJIMA, C. (1978) Acquisition of fertilized eggs and massculture of juveniles of red sea bream, *Pagrus major*. *Special Rep. Nagasaki Pref. Int. Fish.*, 1-92.
- MATSUBARA, K. (1935) Studies on the Scorpaenoid fishes of Japan. II. Stastical observations on *Sebastes inermis* (C.et V). *Bull. Jap. Soc. Scient. Fish.*, 4(4) : 217-223.
- MATSUMIYA, Y., KANAMARU, H. OKA, M. and TATEISHI, M. (1984) Morphometric comparison between artificially-released red sea bream and O-age wild fish. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 50(7) : 1173-1178.
- MATSUOKA, N. and ASANO, H. (1999) Molecular taxonomic study on the variation of body color in the starfish *Asterina pectinifera*. *Bull. Fac. Agric. & Life Sci. Hirosaki Univ.*, No. 1 : 1-8
- MATSUOKA, N. and ASANO, H. (2003) Genetic variation in northern Japanese populations of the starfish *Asterina pectinifera*. *Zool. Sci.*, 20 : 985-988
- 松岡教理・北野 誉 (2003) アロザイム変異からみたキュウリウオ科の遺伝的分化. 弘前大学農学生命科学部学術報告, No. 6 : 40-48.
- MATSUOKA, N., KOHYAMA, K., ARAKAWA, E. and AMEMIYA, S. (2004) Molecular evidence of two sibling species within the echinothurioid echinoid *Asthenosoma ijimai* from Japanese waters. *Zool. Sci.*, 21 : 1057-1061
- 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(1) : 121-133.
- MENEZES, M. R., TANIGUCHI, N. and SEKI, S. (1990) Degree of intraspecific genetic divergence and variability in three sciaenid species. *Japan J. Ichthyol.*, 37(1) : 39-48.
- 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.
- 中坊徹次 (1997) 新さかな図鑑 (小西英人編), pp. 44-48, 釣りサンデー, 大阪.
- NEI, M. (1972) Genetic distance between populations. *Am. Nat.*, 106 : 283-292.
- NEI, M. (1978) Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics*, 89 : 583-590.
- NEI, M. (1990) *Molecular Evolutionary Genetics*. Columbia University Press, NY.
- OKAZAKI, T. (1982) Genetic study on population structure in chum salmon (*Oncorhynchus keta*). *Bull. Far. Seas Fish. Res. Lab.*, 19 : 25-116.
- Present, T.M.C. (1987) Genetic differentiation of disjunct Gulf of California and Pacific outer coast populations of *Hypsobglennius jenkinsi*. *Copeia*, 1987(4) : 1010-1024.
- RYMAN, N. (1983) Patterns of distribution of biochemical genetic variation in salmonid differences between species. *Aquaculture*, 33 : 1-21.
- SEKI, S., TANIGUCHI, N. and Jeon, S. (1988) Genetic divergence among natural populations of ayu from Japan and Korea. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 54(4) : 559-568.
- SHAKLEE, J. B. (1984) Genetic variation and population structure in the damselfish, *Stegastes fasciolatus*, throughout the Hawaiian Archipelago. *Copeia*, 1984(3) : 629-640.
- THORPE, J. P. (1982) The molecular clock hypothesis : Biochemical evolution, genetic differentiation, and systematics. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 13 : 139-169.
- WHITTAM, T. S., OCHMAN, H. and Selender, R. K. (1983) Geographic components of linkage disequilibrium in natural populations of *Escherichia coli*. *Mol. Biol. Evol.* 1 : 67-83.
- YOKOGAWA, K., TANIGUCHI, N. and MUKAI, T. (1989) Morphological and genetic differences between Japanese and Korean black rockfish *Sebastes inermis*. *Bull. Mar. Sci. Fish., Kochi Univ.*, 11 : 89-94.

Molecular Taxonomy of two different types of body color in the fish *Sebastes inermis* from Japanese waters

Norimasa MATSUOKA^{*1} and Tomoaki SUGIYAMA^{*2}

^{*1} Division of Molecular Evolution, Faculty of Agriculture & Life Science, Hirosaki University, Hirosaki 036-8561, Japan

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

Abstract

The fish *Sebastes inermis* is one of the common species in Japanese waters and the important fishery resource. Two different types of body color pattern (Black-type and Redbrown-type) in *Sebastes inermis* are found abundantly in Japanese waters. The problem whether these two types of body color are genetically distinct species (sibling species) or the intraspecific variation remains unclear, and thus we have attempted the molecular taxonomic study using allozyme analysis to resolve the problem. The allozyme data indicated that the two types of body color had the identical allelic composition in a total 25 genetic loci scored and shared gene pools to each other. Namely, the two types of body color in *S. inermis* were fixed for same alleles at 20 monomorphic loci of 25 genetic loci scored, though distinct and separate species are always fixed for different alleles at some monomorphic loci. Thus, the diagnostic loci were not found in the two types of body color in *S. inermis*. It clearly shows that there is gene flow between two types, and is a molecular evidence for that they are not reproductively isolated and genetically distinct species (sibling species). Further, the Nei's genetic identity ($I=0.995$) and genetic distance ($D=0.005$) between two types of body color were equivalent with those between conspecific local populations of various other fishes. Although the biological significance of the difference in body color is unclear, the morphological difference might be due to the depth of their habitats or the kind of food. From the present molecular data, we conclude that the two types of body color in *S. inermis* are intraspecific variation, in contrast with the four sibling species of the echinoid *Echinometra mathaei* and the two distinct species of the echinothurioid echinoid *Asthenosoma ijimai* from Japanese waters reported previously.

Bull. Fac. Agric. & Life Sci. Hirosaki Univ. No. 7 : 1 - 8, 2005

イネ培養細胞における体細胞分裂期相同組換えの解析

島津樹一^{*3}・千田峰生^{*2}・石川隆二^{*1}・赤田辰治^{*2}・原田竹雄^{*1}・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} 弘前大学 遺伝子実験施設

^{*3} 中央農業総合研究センター 野菜茶業研究所

(2004年9月30日受付)

緒 言

相同染色体間の DNA 相同組換えは、減数分裂期の生殖細胞において高頻度に生じるが、通常体細胞分裂期におけるこの DNA の相同組換えは、ほとんど認められない。酵母では減数分裂期相同組換えが体細胞分裂期相同組換えに比べ 500 ~ 1000 倍の頻度で生じることが知られている(10)。また、EVANS and PADDOCK(3)は、植物の体細胞相同組換えの頻度は 5.74×10^{-5} から 7.70×10^{-6} であると報告しており、この報告からも体細胞相同組換えの発生頻度が通常の条件下で極めて低いことが示されている。しかし、ソマクローナル変異の1つとして植物の体細胞組織の培養過程においては体細胞相同組換えが高頻度に生じることが報告されている。これは、細胞および組織培養を経た再分化体のなかに遺伝子型劣性ホモ個体が認められることがあり、このような現象は培養中に生じた相同染色体間での交差、つまり相同組換えが原因であると考えられている。培養過程で生じる mitotic crossing over (MCO) は、タバコ(7)、トウモロコシ(2)、トマト(6)およびニンジン(4)などで報告されている。LOH *et al.*(6)は、トマトの再分化個体 61 個体の中で 19 個体が MCO によって変異が生じたものと報告している。また、彼等は、それらの再分化体で認められた MCO における相同組換えが、減数分裂期では組換えが生じないセントロメア付近において生じたことから、減数分裂期相同組換えと組織培養中の MCO による相同組換えの性質の違いを指摘した。一方、イネにおいては培養中の MCO が生じた例は現在のところ報告されていない。本実験では、イネの培養細胞において MCO による相同組換えの検出を目的に行なった。この実験を行うに当たり、MCO を検出するためのマーカーとして、*waxy* 座に由来する胚乳のウルチ、モチの形質を用いた。この *waxy* 座を選択した理由としては、組換えの結果が胚乳のウルチ、モチの形質で容易に判定出来るという利点があげられる。なお、実験材料には、培養系が確立されているモチ形質を持つ日本型イネ系統 A58 (種子親)

および、ウルチ形質を持つ日本型品種むつほまれ(花粉親)を用い、それらの胚乳の形質を調査した。これは、A58 の遺伝子型は *wxwx*、むつほまれでは *WxWx*、そして F_1 は *Wxwx* となるが、この F_1 種子由来の体細胞である培養細胞で MCO が生じなかった場合、その再分化体の遺伝子型は *Wxwx* になり、その減数分裂期を一度経た R_1 種子の胚乳の表現型は、理論上、ウルチ：モチ = 3 : 1 の割合で認められる。一方、 F_1 種子由来の体細胞の *waxy* 座近傍で MCO、つまり相同組換えが生じた場合、有糸分裂後、娘細胞の遺伝子型が *Wxwx* の他に *WxWx* または *wxwx* のホモ接合型が生じると考えられる。したがって、再分化体にウルチまたはモチの表現型の R_1 種子のみを持ったものが得られた場合に、それが MCO の結果生じた再分化体であると示唆される (Fig. 1)。以上のように述べた仮説より本実験を行った。

実験材料および方法

実験材料

本実験では、弘前大学 農学生命科学部 育種・遺伝学研究室で系統維持されている日本型イネ品種むつほまれ、および 1999 年の夏に交配した系統 A58x 品種むつほまれの F_1 種子をカルス誘導用として用いた。

実験方法

(1) A58 系統 x 品種むつほまれの F_1 種子からのカルス誘導および継代培養

健全な完熟種子の穎を除去した後、有効塩素濃度 1% の次亜塩素酸ナトリウム水溶液で 60 分間表面殺菌を行った。その後、カルス誘導培地 (MS 基本培地 (8), 2 mg/l 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) 0.8% agar, 100 mg/l *myo*-inositol, 30g/l sucrose pH 5.8) に置床し、26℃, 16 時間明期の条件下で胚盤からカルス誘導を行った。約 1 ヶ月後、誘導されたカルスを液体振とう培地 (R2 基本培地 (9), 2 mg/l 2,4-D, 100 mg/l *myo*-inositol, 30g/l sucrose, pH 5.8) に移し、26℃, 16 時間明期の条件下で振とう培養を行った。なお、継代は

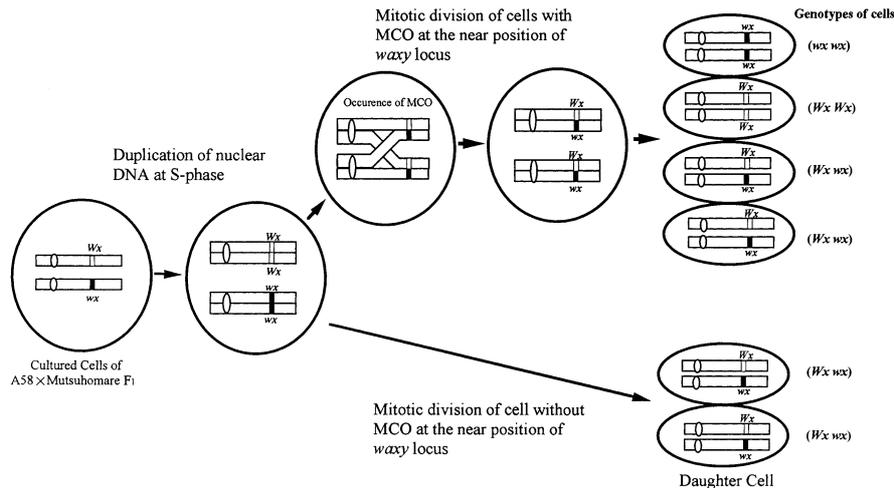


Fig. 1 Mitotic crossing over (MCO) at the near position of *waxy* locus during cell and tissue culture. White bars show homologous chromosomes which have *waxy* loci. White and black short vertical lines show alleles *Wx* and *wx*, respectively. White ellipses on chromosomes show kinetochores. Genotypes of daughter cells after mitotic division with and without MCO are indicated in parentheses on right hand of this figure.

1週間に1度行い,さらに2週間に1度裏ごし操作を行った。

(2) 再分化および順化

裏ごし処理後3日目のカルスをホルモンフリーのP10液体培地(N6基本培地1),30 g/l sucrose, 100 mg/l *myo*-inositol, 30 g/l sorbitol, 2 g/l casamino acid, 1 g/l D-aspartic acid, 1 g/l D-gultamine)を用いて洗浄し,P10固形培地(N6基本培地,30 g/l sucrose, 100 mg/l *myo*-inositol, 30 mg/l sorbitol, 2 g/l casamino acid, 1 g/l D-aspartic acid, 1 g/l D-glutamine, 0.4 mg/l 2,4-D, 0.1 mg/l kinetin, 0.5 mg/l abscisic acid (ABA) 1% agarose type I; Sigma)上で均一に広げ,26 16時間明期の条件下で1週間再分化前処理を行った。前処理を行ったカルスから個々の細胞群が大きく肥大し,表面がなめらかな球状を示すものを選び,再分化培地R(N6基本培地,30 g/l sucrose, 30g/l sorbitol, 2 g/l casamino acid, 0.2 mg/l indole-3-acetic acid (IAA) 0.5 mg/l 6-benzyladenine (BA) 1% agarose type I)に置床し,26 16時間明期の条件下で培養を行った。これらのカルスは,1週間に1度継代を行ない,その際褐変した部分は取り除いた。再分化してきた約1 cmのシュートを,発根培地(N6基本培地,0.25% gellan gum, 100 mg/l *myo*-inositol, 30 g/l sucrose)に移し,その後,容器の蓋を徐々に開けた。完全に蓋が取れたところで,根から培地を丁寧に取り除いた後に4000倍希釈のHyponex(N:P:K=10:3:3)水溶液を用いて約1週間26 16時間明期の条件下で育成し順化を行った。その後,イネ育苗用土に移し,温室の薄暗所下で約2週間育成した後,ワグナーポットに移し,9月まで温室内で育成した。

(3) 再分化体における種子の胚乳におけるウルチおよびモチ形質の調査

各再分化体からは100粒,また,コントロールの系統A58x品種むつほまれのF₁個体から全ての完熟種子を採取し,これらの胚乳が示すウルチおよび,モチ形質について調査を行った。採取した種子の胚乳の形質は,基本的に玄米の外見の色から判別を行った。ただし,外見による判別が困難なものについては,種子の胚乳をヨウ化カリウム溶液で染色した後,判別を行った。その後,各個体から得られた種子の胚乳のウルチ,モチ形質の分離比が3:1に適合するかを判定するために χ^2 検定を行った。

実験結果

A58xむつほまれのF₁種子胚盤由来のカルスを約5ヶ月間継代培養した後,194個体の再分化体を得た。これらの内,育成中の枯死,または種子不稔性を示した再分化体72個体を除き,最終的に122個体のR₁種子の胚乳についてウルチおよび,モチの形質調査を行なった(Table 1)。なお,コントロールとしてのA58xむつほまれF₁雑種を6個体についても同様に調査を行った。また,*waxy*座近傍における相同組換え以外の変異の発生の可能性を調べるため,むつほまれの種子胚盤由来のカルスを同様に培養し,それから最終的に167個体の再分化体を育成し,R₁種子の胚乳について同様に形質調査を行った。A58xむつほまれF₁種子由来再分化体のR₁種子胚乳のウルチ,モチ形質の分離比について χ^2 検定(P=0.05)を行ったところ,54個体に有意差が認められた。それらの中の1個体においてのみ,そのR₁種子105粒中

Table 1. Genotypes of somaclones derived from the A58 x Mutsuhomare F₁ seed in *waxy* locus

Strains, varieties and somaclones	Number of plants	The number of plants with R ₁ and R ₂ non-glutinous and glutinous seeds which ratios are conformed or deviated from Menderian segregation ratio (3 : 1) ³⁾		The number of plant with each estimated genotypes in <i>waxy</i> locus		
		Conformity	Deviation	WxWx	Wxwx	wxwx
A58 x Mutsuhomare	6	3	3	0	6	0
Somaclones (R ₀) of A58 x Mutsuhomare ¹⁾	122	68	54	1	121	0
Somaclones (R ₀) of Mutsuhomare ²⁾	167			167	0	0

¹⁾The somaclone C22-3 derived from A58 x Mutsuhomare F₁ seed bore 104 non-glutinous seeds and one glutinous seed.

²⁾The somaclone MK-20 derived from seed of Mutsuhomare bore 90 non-glutinous seeds and one glutinous seed.

³⁾Statistical comparisons of segregation results with expected ratios were carried out by using χ^2 -test (P = 0.05)

104粒がウルチ形質を示した。したがって、同再分化体は $WxWx$ の遺伝子型を持ち、これは MCO により分離した $WxWx$ の遺伝子型を持つ培養細胞から由来したものであることが示唆された。ただし、この再分化体から1粒のみモチ形質を示した種子が得られたが原因については不明であった。残りの有意差が認められた53個体の F₁ 種子については、その R₁ 種子の分離に極端な偏りはなく、それらの再分化体の遺伝子型が $Wxwx$ であることが判明した。コントロールの A58x むつほまれ F₁ 個体では、 χ^2 検定の結果、6個体においてその F₂ 種子の分離比に有意差が認められた。これらの分離の歪みは、減数分裂期における *waxy* 座内での組換えまたは、受精競争が原因であると考えられた。また、167個体中1個体を除くむつほまれ再分化体では、その R₁ 種子全てがウルチ形質であった。したがって、それらの再分化体の遺伝子型は $WxWx$ であり、培養による *waxy* 遺伝子の変異がなかったことが示唆された。また、残りの1個体についても R₁ 種子中1粒のみがモチ形質を示したが、この種子は培養以外の理由で生じた突然変異が原因で生じたと考えられた。以上の結果より、イネ培養細胞において *waxy* 座近傍に MCO が生じることが示唆された。

考 察

今回の実験により、MCO の体細胞相同組換えにより生じたと考えられる再分化体が1個体得られ、これによりイネの培養細胞においても MCO が生じることが示唆された。しかし、その出現率は122個体中1個体であり、今回のイネの MCO により生じた再分化体の出現率は、先に述べた LoH *et al.* (6) より報告されたトマトの MCO により生じた再分化体の出現率 (61個体中19個体) と比べると非常に低い。この原因として以下の2つの可能性が考えられる。第1は、*waxy* 座のみしかマーカーとして用いていないため MCO の検出率が低いという可能性である。これは、MCO の検出範囲が *waxy* 座近傍に限ら

れているため、そこから遺伝的に離れた位置に MCO が生じた場合、その検出は不可能であるということである。一方、LoH *et al.* (6) は連鎖している3つの座 (*yv*, *Aps - 1*, *c*) をマーカーとして用いているため、MCO の検出範囲が広いと考えられる。第2は、random genetic drift により特定の遺伝子型の個体が偏って再分化してきたことが可能性としてあげられる。これは、継代時にもとの培養細胞集団の中の一部を選ぶため、培養過程で MCO によって生じたホモ接合の遺伝子型の細胞が減少し、培養細胞内でヘテロ接合性遺伝子型の細胞に偏ってしまう可能性である。MCO の結果生じたと示唆された A58x むつほまれ F₁ 種子由来再分化体の R₁ 種子の中に1粒のみがモチ形質を示した。また、コントロールとして用いたむつほまれ再分化体においても同様な現象が認められた。これらの現象の原因には共通性があり、その種子の持つ *waxy* 遺伝子に培養後、特に減数分裂期またはその前後において生じた自然突然変異が原因として考えられる。しかし、今回の実験ではその証拠は確認できなかった。

この F₁ 種子および、コントロールの F₂ 種子のウルチおよび、モチの分離比に歪みが認められた。コントロールの F₂ 種子に認められた分離の歪みに関しては、Inukai *et al.* (5) が報告している比較的高頻度に生じる *waxy* 遺伝子内の減数分裂期相同組換えが原因として考えられる。一方、F₁ 種子由来再分化体に関しては、減数分裂期相同組換えの他、Lorz and Scowcroft (7) が報告しているように、培養による影響も考えられる。つまり、これらの再分化体に構造異常が生じ、減数分裂期における染色体の分離異常が生じた可能性があるということである。

今回の調査によりイネにおける MCO の発生頻度の推定やその特徴を十分に明らかにすることができなかった。このため、イネ培養細胞における MCO の検出に有効なマーカーには、培養細胞、または再分化の初期段階において容易に検出可能であるものや、ランドマーカー

などのように染色体上の位置がマッピングされている分子マーカーを複数用いる必要があると考えられる。

摘 要

イネ培養細胞での体細胞分裂期相同組換えの発生頻度をしらべるために、培養細胞の *waxy* 座近傍で生じる相同染色体組換えの頻度について調べた。モチ系統 A58 とウルチ系統のむつほまれ F₁ 種子由来のカルスを約 5 ヶ月間培養し、その各再分化体の R1 種子胚乳のウルチ、モチ形質の分離比について χ^2 検定を行った結果、期待される分離比（ウルチ：モチ = 3：1）に適合しない再分化体は全体の 44.2% であった。この中に、1 粒を除き他は全てウルチ形質の胚乳である種子を持つものが 1 個体認められ、この再分化体は、*Wxwx* の遺伝子型の培養細胞が *waxy* 座近傍での相同染色体の組換えの結果、*WxWx* と *wxwx* の遺伝子型を持つ娘細胞が分離し、その中の *WxWx* を持つ細胞が再分化したことが示唆された。しかし、その個体で 1 粒のみモチの形質をしめしたが原因は不明である。以上の結果から、イネ培養細胞で *waxy* 座において相同組換えが生じたことが示唆された。

引 用 文 献

1. CHU, C. C., C. C. WANG, and C. S. SUN : Establishment of an efficient medium for anther culture of rice through comparative experiments on the nitrogen sources. *Scientia Sinica* 8 : 659-668, 1975.
2. DAS, O. P., S. LEVI-MINZI, M. KOURY, M. BENNER,

- and J. MESSING : A somatic gene rearrangement contributing to genetic diversity in maize. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 87 : 7809-7813, 1990.
3. EVANS, D. A., and E. F. PADDOCK : Comparisons of somatic crossing over frequency in *Nicotiana tabacum* and three other crop species. *Can. J. Genet. Cytol.* 18 : 57-65, 1976.
4. GIORGETTI, L., M. R. VERGARA, M. EVANGELISTA, F. L. SCHIAVO, M. TERZI, and V. N. RONCHI : On the occurrence of somatic meiosis in embryogenic carrot cell cultures. *Mol. Gen. Genet.* 246 : 657-662, 1995.
5. INUKAI, T., A. SATO, Y. KISHIMA, and Y. SANO : Intragenic recombination at *wx* locus in rice. *Breed. Sci.* 48 (Suppl 1) : 15, 1998.
6. LOH, WH-T., S. A. KUT, and D. A. EVANS : A novel strategy for the development of nematode resistant tomatoes. In : ARNTZEN, C. J., and C. RYAN (eds) *Molecular Strategies for Crop Protection*. Alan R. Liss. pp 367-373, 1987.
7. LORZ, H., and W. R. SCOWCROFT : Variability among plants and their progeny regenerated from protoplasts of *Sulso* heterozygotes of *Nicotiana tabacum*. *Theor. Appl. Genet.* 66 : 67-75.
8. MURASHIGE, T., and F. SKOOG : A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco culture. *Physiol. Plant* 15 : 473-497.
9. OHIRA, K., K. OJIMA and A. FUJIWARA : Studies on the nutrition of rice culture I. A simple defined medium for rapid growth in suspension culture. *Plant Cell Physiol.* 14 : 1113-1121, 1973.
10. ROEDER, G. S. : Chromosome synapsis and genetic recombination : their roles in meiotic chromosome segregation. *Trends Genet.* 6 : 385-389, 1990.

Analysis of Occurrence of Mitotic Homologous Recombination in Cultured Cell of Rice

Juichi SIMAZU ^{*3}, Mineo SENDA ^{*2}, Ryuji ISHIKAWA ^{*1}, Shinji AKADA ^{*2},
Takeo HARADA ^{*1} and Minoru NIIZEKI ^{*1}

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

^{*2} *Gene Research Center, Hirosaki University*

^{*3} *Institute of Vegetable and Tea Science*

SUMMARY

In order to study an aspect of occurrence of mitotic homologous recombination (MCO) in rice cultured cells, the frequency of occurrence of mitotic recombination between homologous chromosomes was investigated in the near position of *waxy* loci. Calli were induced from F₁ seed (W_xw_x) of glutinous rice strain A5 (w_xw_x) as a seed parent and non-glutinous variety Mutsuhomare (W_xW_x) as pollen parent and cultured for about five months. After regeneration of rice plants from the cultured calli derived from heterozygous seed in a *waxy* locus, segregation ratios of non-glutinous R₁ seeds analyzed by χ^2 -test. This χ^2 analysis indicated that 44.2% of R₀ regenerants were significantly deviated from a 3 : 1 ratio of non-glutinous vs. glutinous seeds. In the regenerations it was found a dominant homologous plant (W_xW_x) which produced 104 non-glutinous seeds, except for one glutinous seed. This result suggests that this regenerant must be derived from a dominant homologous cultured cell (W_xW_x) which must be segregated by the MCO in the near position of *waxy* locus. The cause of occurrence of one glutinous seed in these regenerants was unknown. However, the result of this experiment may indicate an evidence of occurrence of MCO in the near position of *waxy* locus during culture of rice somatic cells.

Bull. Fac. Agric. & Life Sci. Hirosaki Univ. No. 7 : 9 - 13, 2005

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

赤間義明^{*3}・千田峰生^{*2}・石川隆二^{*1}・赤田辰治^{*2}・原田竹雄^{*1}・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} 弘前大学 遺伝子実験施設

^{*3} 名古屋市郵便局

(2004年9月30日受付)

緒 言

我々はソマクローナル変異の分子レベルでの解明を目的とし、その変異の一つと推定されている体細胞分裂期相同組換えに着目し、相同組換え遺伝子である酵母の *recA* 様遺伝子に焦点を当てて実験を進めている。島津(4)の報告によると、イネ日本型系統 A58 において、減数分裂期相同組換え遺伝子 *RiLIM15* がカルスの体細胞分裂期でも発現していることが確認されている。この *RiLIM15* 遺伝子は真核生物においては *LIM15 / DMC1* タイプに属し、このタイプ以外に *recA* 様遺伝子として *RAD51* タイプがあり、生物全般に存在し、DNA 傷害の修復、抗体産生などの機構にも関与していることが示唆されている(3)。ひとつの仮説としてソマクローナル変異発生は培養過程に生じる何らかのストレスが原因であると考へ、相同組換え遺伝子群は DNA 修復機能を有することから、これら *RiLIM15* 遺伝子のカルス内での発現はストレスによって生じた DNA の傷害が原因で誘導されると考えられる。そこで同遺伝子の発現がストレスによるものかどうか調べるために二重鎖切断を生じさせる X 線を用いて同遺伝子の発現が見られるかどうかを調べたが発現されなかった。TERASAWA *et al.*(7)の報告によると、コリにおいて、減数分裂期の相同組換えには、*LIM15 / DMC1* と *RAD51* タイプの両方の遺伝子が関与していることが示唆されている。この研究では *RAD51* タイプの遺伝子に焦点を当て、この遺伝子の X 線照射による発現様式や構造解析、コピー数など、*RAD51* に関する基礎的知見を得ることを目的として実験を行った。

実験材料および方法

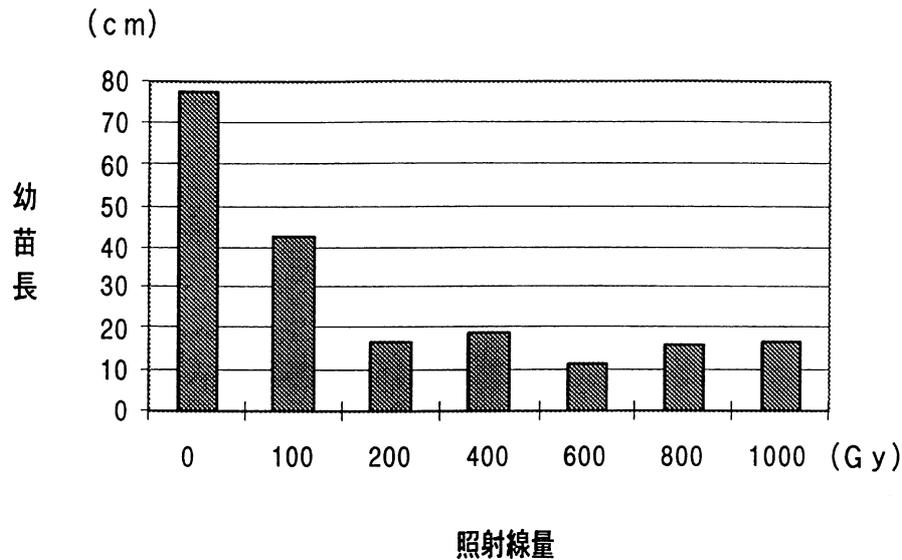
イネの *RAD51* 遺伝子の発現様式を調べるため、イネ (*Oryza sativa* L.) 系統 A58 のカルス、幼穂、成葉、播種3日後に X 線処理した幼苗を実験に供試した。X 線照射はイネ種子各 50 粒をシャーレに播き、30 時間の暗条件下で3日間発芽および生育を行い、その幼苗各 50 個体に軟

X 線を、100Gy 200Gy 400Gy 600Gy 800Gy 1000Gy の各線量で処理を行い、無照射をコントロールとした。その後直ぐに 25℃ 明条件下で静置し、2時間後、4時間後、6時間後にサンプリングを行った。

全 RNA の抽出は GLISIN *et al.*(9) および ULLRICH *et al.*(1977) の方法に従った。材料 1 g を液体窒素中で完全に磨砕し、グアニジン抽出緩衝液 (4.0 M guanidinium thiocyanate, 0.1 M Tris - HCl pH7.5, 1% 2-mercaptoethanol, 0.5% NaL. Lauryl - sarcosinate) へ懸濁後、室温で 14000 rpm (アングルロ - タ - , 75 mm) で 10 分間遠心分離した。上清液を回収し CsCl 平行密度勾配遠心により DNA を除き、RNA を分画した。さらに、得られた全 RNA 1 μg に対して 100 μl の反応液 (40 mM Tris - HCl pH7.9, 10 mM NaCl, 6 mM MgCl₂, 10 mM CaCl₂, 1 unit RQ1 RNase - Free DNase : Promega) 中で 37℃, 3 時間処理し、フェノール/クロロホルム/イソアミルアルコール (25 : 24 : 1) 抽出を 2 回行い、精製全 RNA を得た。

RT - PCR はトマト (*Lycopersicon esculentum*) 由来の *RAD51* cDNA (6) とアラビドプシス (*Arabidopsis thaliana*) 由来の *RAD51* cDNA (SMITH and SINGER, GenBank Accession number U43528) から推定されるアミノ酸配列をもとにデザインしたフォワードプライマーとリバースプライマーを用い全 RNA を鋳型に行った。その増幅産物をクローニングし、さらにシーケンスを行った。この得られたシーケンスデータをもとに、さらにフォワードプライマー *RiRAD51F1*、リバースプライマー *RiRAD51R1* を作製し、再度 RT - PCR を行った。

全 DNA の抽出は、ろ紙で余分な水分を取り除いた試料 5 g を液体窒素存在下でよく磨砕し、ウレア抽出 buffer 20 ml (7.0 M Urea, 350 mM NaCl, 50 mM Tris - HCl pH8.0, 20 mM EDTA pH8.0) を加えよく転倒混和し、37℃ で 15 分間振とうした。これに 20 ml のフェノール/クロロホルム/イソアミルアルコール (25:24:1) を加えよく混和した後、スイングローター (RS - 4 : KUBOTA) で室温、3000rpm、30 分間の条件で遠心分



第1図 X線照射により見られたイネ日本型系統 A58 の成長阻害。
棒グラフは照射線量と幼苗長の関係を示す。
幼苗長は X線照射後 10 日目に測定した。

離を行った。さらに 1.8 ml の 3 M 酢酸ナトリウムと 20 ml のイソプロパノールを加え転倒混和した。- 80 で 30 分間冷却した後、シングローター (RS - 4 : KUBOTA) で、4 , 3000rpm, 30 分間遠心し、DNA / RNA 混合物を回収した後、適量の TE 緩衝液 (10 mM Tris - HCl pH8.0, 1.0 mM EDTA pH8.0) に溶解した。得られた DNA / RNA 混合物は、CsCl - EtBr 平行密度勾配遠心により精製 DNA を分画した。

サザンブロット解析に用いるプローブ断片の単離のため、アラビドプシス、トマト *RAD51* シークエンスデータをもとに、フォワードプライマー、リバースプライマーを設定し、イネ系統 A58 の成葉から調製した全 DNA を鋳型に PCR を行った。得られた増幅産物は、TA クロニング法によってクローン化した。

プローブに用いた DNA 内に、認識サイトのない制限酵素を使い、各全 DNA を完全消化した。電気泳動は 0.8 % アガロースゲルを用いて 20 V, 20 時間行った。固定は STRATAGENE 社製の Duralon - UVTM membrane に 10 x SSC (1.5 M NaCl, 0.15 M クエン酸) をバッファーとして、約 24 時間ブロッティングを行い、UV リンカーで行った。ハイブリダイゼーションは、ハイブリダイゼーションバッファー (6 x SSC, 2 mM EDTA pH8.0, 10 mM Tris - HCl pH7.5, 5 x Denhardt's, 0.2 mg Salmon Sperm DNA, 10 mM Na₃PO₄, 1 % Na N - Lauroyl Sarcosinate) へ標識したプローブを加え、65 で 12 時間以上行った。その後、オートラジオグラフィによるシグナル検出を行った。

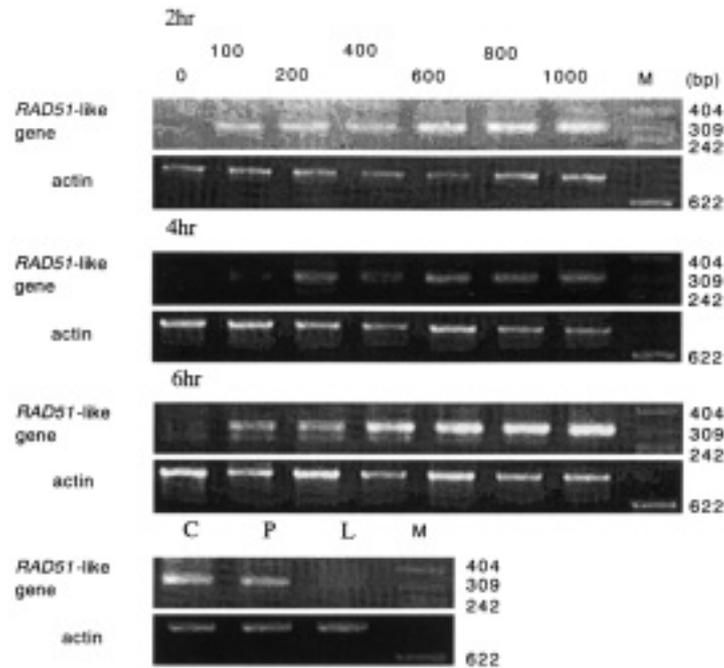
系統 A58 のカルスからも同様に、全 RNA の抽出、RT - PCR、PCR 産物のクローニングを行いシークエンスを行った。得られたクローンを SequiThermTM Long - ReadTM Cycle Sequencing Kit - LC (Epicentre

Technologies) を用いてサイクルシークエンス反応を行い、蛍光式 DNA シークエンサー model 4000 (LI - COR) で塩基配列を解読した。得られたデータは、アラビドプシス、トマト、トウモロコシの *RAD51* 遺伝子の配列と比較検討した。

結果および考察

本実験は、DNA 損傷に対する *RAD51* 遺伝子の発現様式を解析することを目的とした。そのため、供試する材料には、DNA 切断を誘導する必要がある。そこで、間接的な指標として、X 線照射による幼苗期の生長阻害の程度によって、X 線照射による *RAD51* 遺伝子の発現様式の解析を行うための適切な材料の条件設定を行った。異なる線量の X 線を発芽後 3 日目の幼苗に照射し、10 日後の草丈を測定したところ、幼苗の成長は 100Gy の線量で成長阻害を受ける事が分かった (第 1 図)。また、200Gy 以上の線量では 10 日後の草丈にそれほど差はなかったが、1000Gy では枯死する個体も見られた。この結果から、X 線照射による DNA 傷害の修復に *RAD51* 遺伝子が関与しているとすれば、100Gy の線量で *RAD51* 遺伝子の発現が確認されると考えられた。

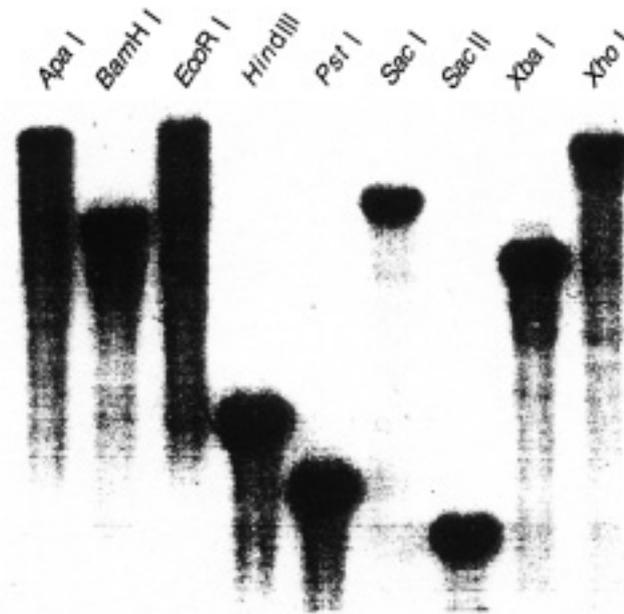
また、この実験の目的は *RAD51* 遺伝子の DNA 二重鎖切断の修復機能に関して調べ、培養細胞においての組換えに関して検討するのが目的である。トマトならびにアラビドプシスの *RAD51* 遺伝子の塩基配列より *RiRAD51* フォワードプライマーとリバースプライマーをデザインし、イネ日本型系統 A58 のカルス、成葉、幼穂、X 線処理した幼苗から抽出した RNA を用い RT - PCR を行った。その結果、カルス、幼穂および X 線処理した幼苗において増幅産物がえられ、一方、成葉では得られなかつ



第2図 アラビドプシス, トマト *RAD51* シークエンスデータをもとにデザインしたプライマーを用い, X線照射した幼苗の全RNAでRT-PCRを行った結果。各レーン上の数値(0 1000)はGyを示す。2hr, 4hr, 6hrはX線照射後の幼苗のサンプリング時間を示す。C: カルス, P: 幼穂, L: 成葉, M: マーカー。

た(第2図)。同様に系統 A58 のカルス, 成葉, 幼穂, X線処理した幼苗から抽出したRNAを用い, *RiLIM15* 遺伝子の発現をしらべたが, カルス, 幼穂において発現が認められたが, 成葉やX線処理した幼苗では発現が認められなかった。このことから, コリやマウスと同様にイネにおいても *RAD51* 遺伝子は, 減数分裂期に *RiLIM15* 遺伝子と共に発現し, さらにマウスやアラビドプシスと同様に培養細胞でも発現していることが明らかになった。一方, *RiLIM15* 遺伝子とは異なり, *RiRAD51* 遺伝子は, X線処理した幼苗においても発現が認められた。*RiLIM15* と *RiRAD51* 遺伝子は, 相同組換え遺伝子であるということと考え合わせると, 両遺伝子はイネにおいて減数分裂の細胞と培養細胞内での相同組換えにおいて協調的に働くが, それぞれ別の機能で異なる役割を持つ可能性が考えられる。また, SHINOHARA *et al.* (5) によると, *RAD51* タンパクは大腸菌で古くから相同組換えタンパクとして知られている *recA* タンパクと同様に単独で組換え反応を引き起こすが, *RAD51* タンパク単独では, *recA* タンパクに比べ組換え率が $1/10$ 以下になると報告している。さらに, *RAD52*, *RAD54*, *RAD57*, *RAD59*, *RPA* などが複合体を形成し, *recA* タンパクと同等の組換え率を獲得していると報告している。また, 小川ら(3)によると, 真核生物の組換え機

構を明らかにする目的で, 酵母の減数分裂期組換え欠損株を分離解析した結果, 組換えに関わるタンパクは, (1) 染色体対合に関与するもの, (2) 組換えの開始である二重鎖切断に関与するもの, (3) 二重鎖切断後の組換え体分子形成に関与するもの, の三種に大別することが出来ると報告している。今後, *RAD51*, *RAD52*, *RAD54*, *RAD59*, *RPA* など組換え体分子形成に関与する遺伝子や, それ以外の組換え反応に関わるイネの変異体を作出し, 組換えに関わるタンパクの各々の機能をはじめ, 相同組換えに関する細かな事柄などを明白にする必要がある。また, 農林水産省農業生物資源研究所の清水特別研究員によると(Personal communication), イネにおいてもトウモロコシと同様に *RAD51* 遺伝子が2コピー存在するとしている。したがって, それぞれのRNAの非翻訳領域などを使い, ノーザンプロット解析などで再度それぞれの遺伝子についての発現解析を行う必要がある。そこで, イネ系統 A58 を材料として用い, ゲノミックDNAを9つの制限酵素を用い消化し, サザンプロット解析をおこなったが, どの制限酵素においても1つのバンドしか確認されなかった(第3図)。この結果から, ハイブリダイゼーションの条件を甘くして再度サザンプロット解析を行ったが, はっきりしたコピー数に関する結論は出なかった。アラビドプシスやトマトの *RAD51*



第3図 イネ日本型系統 A58 の全 DNA を各制限酵素で消化し *RAD51* 遺伝子の部分配列をプローブとして用いたサザンブロット解析。ゲノミック DNA は左のレーンから *Apa*I, *Bam*HI, *Eco*RI, *Hind*III, *Pst*I, *Sac*I, *Sac*II, *Xba*I, *Xho*I の各制限酵素で消化したものを示す。

遺伝子においても、ジーンバンクにはそれぞれ1つしか配列が登録されていない。しかし、AMIE *et al* (1)によると、トウモロコシでは*RAD51* 遺伝子はゲノム内に2コピー存在することが cDNA ライブラリーによる実験から示唆されている。トウモロコシから得られたこの2つの *RAD51* 遺伝子は、それぞれ *RAD51a*, *RAD51b* と名づけられ、塩基配列で 90 % の相同性があり、ヒトの *RAD51* 遺伝子と比較するとそれぞれ 69 %, 70 % の相同性があると報告されている。さらに、彼等はトウモロコシにおける 2 つの *RAD51* の機能を調べるため、*RAD51a*, *RAD51b* のいずれかの遺伝子の機能喪失変異体と野生株の比較を行っている。その結果、*RAD51a* のみの機能喪失変異体と *RAD51b* のみの機能喪失変異体と野生株との間に表現型に差は見られなかったことから、この 2 つの遺伝子は機能的に同じ働きをしているのではないかと述べている。イネでも今後 cDNA ライブラリーを作り、クローンの塩基配列をきめるなどの方法でコピー数を確認する必要がある。

イネ系統 A58 における *RAD51* 遺伝子の構造解析のため、*recA* 様遺伝子内で保存性の高い homologous core 領域に的を絞って、RT-PCR によって得られた増幅産物のシーケンスを行った。アラビドプシス、トマトの cDNA 配列を基に得られたシーケンスデータと比較した結果アラビドプシスで 81 %, トマトで 82 % の相同性が認められた。また、得られたシーケンスデータをアミノ酸配列に置き換えアミノ酸配列での比較を行った結果、アラビドプシスで 95 %, トマトでは 97 % の相同性が認められた。また、*RAD51* 以外の *recA* 様遺伝子の可

能性もあるため、*RiLIM15* 遺伝子と *AtDMC1* 遺伝子に関してもアミノ酸配列に置き換え比較を行った。その結果 *RiLIM15* で 57 %, *AtDMC1* で同じく 57 % の相同性が認められた。これらのことから前にシーケンスを行った遺伝子はイネにおける *RAD51* 遺伝子である可能性が極めて高いと考えられる。次に、まだ決定していない *RiRAD51* 遺伝子の 5 側, 3 側の配列を RACE 法を用い、その cDNA 塩基配列の決定を試みた。5 側は今だ 60bp 程しか読めていないが、配列が決定している領域中の翻訳領域に関して相同性検索を行ってみると、アラビドプシスにおいて 78 %, トマトにおいて 79 %, トウモロコシ *ZmRAD51a* において 84 %, *ZmRAD51b* において 93 % の相同性を示した。さらに、得られたシーケンスデータをアミノ酸配列で比較してみると、アラビドプシスで 90 %, トマトで 95 %, トウモロコシ *ZmRAD51a* で 92 %, *ZmRAD51b* で 96 % の相同性が得られた (第4図)。さらに、*RiLIM15* 遺伝子、*AtDMC1* 遺伝子の cDNA 塩基配列をアミノ酸に置き換え相同性を比較した結果それぞれ 56 % の相同性が得られた。それに対して、非転写領域に関しては、種によって非常に相同性が低いことが分かった。このことから、イネにおいても *RAD51* 遺伝子が 2 コピーあるとすれば、非転写領域をプローブとして用い、それぞれの遺伝子に関して発現解析が出来るものと考えられる。さらに、今後ゲノミック DNA において、*RAD51* 遺伝子の塩基配列を明らかにし、イントロン、エクソンならびに、プロモーターなどの位置などを調べる必要がある。

この研究は、ソマクローナル変異発生機構の解明の一

	10	20	30	40	50
<i>AtRAD51</i>	MTTMEORRNO	NAVQQODDEE	TOHGPFPEQ	LOAAGIASVD	VKKLRDAGLC
<i>LeRAD51</i>	MEQQHRNOKS	MQDQNDDEED	VQHGPFPEQ	LOASGIAALD	VKKLKDAGLC
<i>ZmRAD51a</i>	MSSSSAHQKA	SPPIEEEAATE	--HGPFPEQ	LOASGIAALD	VKKLKDAGLC
<i>ZmRAD51b</i>	MSSSSAHQKA	SPPIEEEAATE	--HGPFPEQ	LOASGIAALD	VKKLKDAGLC
<i>RiRAD51a</i>	MSTSAASAA	AEQQQEEG-E	--HGPFPEQ	LOASGIAALD	VKKLKDAGLY
<i>RiRAD51b</i>	-----	-----	--HGPFPEQ	LOASGIAALD	VKKLKDAGLC
	60	70	80	90	100
<i>AtRAD51</i>	TVEGVAYTPR	KDLLQIKGIS	DAKVDKIVEA	ASKLVPLGFT	SASQLHAQRQ
<i>LeRAD51</i>	TVESVYVAPR	KELLQIKGIS	EAKVDKIEA	ASKLVPLGFT	SASQLHAQRL
<i>ZmRAD51a</i>	TVESVAYSPR	KDLLQIKGIS	EAKVDKIEA	ASKLVPLGFT	SASQLHAQRL
<i>ZmRAD51b</i>	TVESVAYSPR	KDLLQIKGIS	EAKVDKIEA	ASKLVPLGFT	SASQLHAQRL
<i>RiRAD51a</i>	TVESVAYTPR	KDLLQIKGIS	EAKVDKIVEA	ASKLVPLGFT	SASQLHAQRL
<i>RiRAD51b</i>	TVESVYVSPR	KDLLQIKGIS	EAKVDKIEG	ASKLVPLGFT	SASQLHAQRL
	110	120	130	140	150
<i>AtRAD51</i>	EIIQITSGSR	ELDKVLEGGI	ETGSITELVG	EFRSGKTQLC	HTLCVTCQLP
<i>LeRAD51</i>	EIIQITSGSK	ELDKILEGGI	ETGSITEIYG	EFRSGKTQLC	HTLCVTCQLP
<i>ZmRAD51a</i>	EIIQITTTGSR	ELDKILDGGI	ETGSITEMYG	EFRSGKTQLC	HTLCVTCQLP
<i>ZmRAD51b</i>	EIIQITTTGSR	ELDKILDGGI	ETGSITEMYG	EFRSGKTQLC	HTLCVTCQLP
<i>RiRAD51a</i>	EIIQVTTGSR	ELDKILDGGI	ETGSITEIYG	EFRSGKTQLC	HTLCVTCQLP
<i>RiRAD51b</i>	EIIQVTTGSR	ELDKILDGGI	ETGSITEIYG	EFRSGKTQLC	HTLCVTCQLP
	160	170	180	190	200
<i>AtRAD51</i>	MDQGGGEGKA	MYIDAEGTFR	PORLLQIADR	FGLNGADVLE	NVAYARAYNT
<i>LeRAD51</i>	LDQGGGEGKA	MYIDAEGTFR	PORLLQIADR	YGLNGADVLE	NVAYARAYNT
<i>ZmRAD51a</i>	LDQGGGEGKA	LYIDAEGTFR	PORLLQIADR	FGLNGADVLE	NVAYARAYNT
<i>ZmRAD51b</i>	LDQGGGEGKA	LYIDAEGTFR	PORLLQIADR	FGLNGADVLE	NVAYARAYNT
<i>RiRAD51a</i>	LDQGGGEGKA	LYIDAEGTFR	PORLLQIADR	FGLNGADVLE	NVAYARAYNT
<i>RiRAD51b</i>	LDQGGGEGKA	LYIDAEGTFR	PORLLQIADR	FGLNGADVLE	NVAYARAYNT
	210	220	230	240	250
<i>AtRAD51</i>	DHQSRLLLEA	ASMMVETRFA	LLIVDSATAL	YRTDFSGRGE	LSARQMHLAK
<i>LeRAD51</i>	DHQSRLLLEA	ASMMVETRFA	LMIVDSATAL	YRTDFSGRGE	LSARQMHLAK
<i>ZmRAD51a</i>	DHQSRLLLEA	ASMMVETRFA	LMVIVDSATAL	YRTDFSGRGE	LSARQMHLAK
<i>ZmRAD51b</i>	DHQSRLLLEA	ASMMVETRFA	LMVIVDSATAL	YRTDFSGRGE	LSARQMHLAK
<i>RiRAD51a</i>	DHQSRLLLEA	ASMMVETRFA	LMIVDSATAL	YRTDFSGRGE	LSARQMHLAK
<i>RiRAD51b</i>	DHQSRLLLEA	ASMMVETRFA	TMIVDSATAL	YRTDFSGRGE	LSARQMHLAK
	260	270	280	290	300
<i>AtRAD51</i>	FLRSLOKLAD	EFGVAVVITN	QVVAQVDGSA	LFAGPQFKPI	GGNIMAHAST
<i>LeRAD51</i>	FLRSLOKLAD	EFGVAVVITN	QVVAQVDGSA	VFAGPQIKPI	GGNIMAHAST
<i>ZmRAD51a</i>	FLRSLOKLAD	EFGVAVVITN	QVVAQVDGAA	MFAGPQIKPI	GGNIMAHAST
<i>ZmRAD51b</i>	FLRSLOKLAD	EFGVAVVITN	QVVAQVDGAA	MFAGPQIKPI	GGNIMAHAST
<i>RiRAD51a</i>	FLRSLOKLAD	EFGVAVVITN	QVVAQVDGSA	MFAGPQIKPI	GGNIMAHAST
<i>RiRAD51b</i>	FLRSLOKLAD	EFGVAVVITN	QVVAQVDGAA	MFAGPQIKPI	GGNIMAHAST
	310	320	330	340	
<i>AtRAD51</i>	TRLALRKGRA	EERICKVISS	PCLAEAEARF	QISIEGVTDC	KD
<i>LeRAD51</i>	TRLALRKGRA	EERICKVIVSS	PCLAEAEARF	QISIEGVTDV	KD
<i>ZmRAD51a</i>	TRLALRKGRG	EERICKVISS	PCLAEAEARF	QISIEGVTDV	KD
<i>ZmRAD51b</i>	TRLALRKGRG	EERICKVISS	PCLAEAEARF	QISIEGVTDV	KD
<i>RiRAD51a</i>	TRLALRKGRG	EERICKVISS	PCLAEAEARF	QIASIEGVDV	KD
<i>RiRAD51b</i>	TRLALRKGRA	EERICKVIVSS	PCLAEAEARF	QISIEGVTDV	KD

第4図 イネ *RAD51* 遺伝子 cDNA 配列から予想されるアミノ酸配列と、アラビドプシス、トマト、トウモロコシ *RAD51* タンパクのアミノ酸配列の比較。At: アラビドプシス, Le: トマト, Zm: トウモロコシ, Ri: イネ。

環として行って来た。本育種・遺伝学研究室では、ランドマーカーを使ったソマクローナル変異の起きやすい座についての研究など様々な角度からソマクローナル変異を解明しようとしてきた。体細胞分裂期相同組換えの解析もその一つである。寺沢ら(8)の報告を総合すると、カルスや減数分裂期幼穂など相同組換えが起こっている細胞で、*LIM15* や *RAD51* 遺伝子はお互いに協調的に働くが、同じ *recA* 様遺伝子という枠の中でも機能が違うと考えられるとしている。さらに、小川ら(3)によると、*RAD51* 遺伝子は、大腸菌における *recA* と同様に単独でも組換えを起こすが、*recA* に比べ、単独では組換え効率

が低く、*RAD52*, *RAD54*, *RAD57*, *RAD59*, *RPA* などが複合体を形成し、*recA* と同等の組換え効率を獲得していることを示唆している。今後、酵母やマウス以外でも、変異体やノックアウトの個体を作成し、それぞれ組換えに関与する遺伝子の機能を調べる必要があると思われる。

摘 要

1. イネ日本型系統 A58 の胚盤由来のカルス、減数分裂期の幼穂、成葉より全 RNA を抽出し、アラビドプシス、

トマト *RAD51* cDNA の塩基配列を基に, homologous core 領域にダイジェネレートプライマーを作製し, RT-PCR をおこなった。その結果, カルスと幼穂で増幅産物が得られたが, 成葉では増幅産物は得られなかった。その後, カルス, 幼穂で得られた増幅産物を, TA クローニング法でライゲーションさせ, シークエンスを行い, プライマ - 作製の際用いたアラビドプシスとトマト *RAD51* cDNA の配列と比較した結果, アラビドプシスにおいて 81 %, トマトにおいて 82 % の相同性が確認された。また, 得られたシークエンスデータをアミノ酸配列に置き換え, 比較した結果, アラビドプシスで 95 %, トマトで 97 % と高い相同性が確認され, 今回得られた増幅産物はイネにおける *RAD51* と推定された。

2. *recA* 様遺伝子の中には, 組換えの際に生じるニックを修復する機能がある場合もあるという報告をもとに, *RAD51* 遺伝子には修復機能があるか調べるため, 二重鎖切断を生じさせる X 線を照射し発現を調べた。その結果, 照射線量の増加に伴い, *RAD51* 遺伝子の発現が強くなることが分かった。このことから, イネにおいて *RAD51* は DNA 修復機能を持つのではないかと推定された。今後, イネにおいて変異体作出などの方法で *RAD51* の機能を明らかにする必要がある。

3. イネ日本型系統 A58 におけるゲノム内での *RAD51* 遺伝子のコピー数を調べるため, プローブ内に制限酵素サイトを持たない 9 つの制限酵素を用いゲノミックサザンプロット解析を行った。その結果, いずれの制限酵素処理においてもシングルバンドしか得られなかったためイネ A58 ゲノム内において *RAD51* 遺伝子はシングルコピーで存在すると考えられたが, 他の研究者がイネ栽培種日本晴において, ダイジェネレートプライマーを作製し, RT-PCR を行った結果 *RAD51* 遺伝子はゲノム内に 2 コピー存在するとの結果を得ている。最近の報告で, トウモロコシではゲノム内に 2 コピー存在することが, cDNA ライブラリーにより確認されている。イネに関しても, 今後 cDNA ライブラリーを作製するなどの方法

で, コピー数を厳密に確認する必要がある。

4. *RAD51* 遺伝子の構造解析に関しては, トウモロコシにおける *ZmRAD51b* に相同性の高い *RiRAD51* の cDNA において, ポリ A までの 3 末端まで配列が決定している。今後, 5 末端の配列を決定する必要がある。

引用文献

1. AMIE, E. F., M. JOHN, S. IVANA, R. RODNEY, B. BEN and C. ZACHEUS : Three-dimensional microscopy of the Rad51 recombination protein during meiotic prophase. *The Plant Cell* 11 : 809-824, 1999.
2. GLISIN, V., R. CRKVENJAKOV and C. BYUS : Ribonucleic acid isolated by cesium chloride centrifugation. *Biochemistry* 13 : 2633, 1974.
3. 小川英行・小川智子 : 減数分裂期組換え - 関与する遺伝子の機能とその普遍性 . 蛋白質 核酸 酵素 39 : 568-578, 1994.
4. 島津樹一 : 植物のソマクローナル変異発生機構の解明に関する研究 . 平成 8 年度 弘前大学大学院農学研究科生物資源科学専攻修士学位論文 . 1997.
5. SHINOHARA, A. and T. OGAWA : Stimulation by Rad52 of yeast Rad51-mediated recombination. *Nature* 391 : 404-407, 1998.
6. STASSEN N. Y., JM. JR. LOGSDON, G. J. VORA, H. H. OFFENBERG, J. D. PALMER and M. E. ZOLAN : Isolation and characterization of rad51 orthologs from *Coprinus cinereus* and *Lycopersicon esculentum*, and phylogenetic analysis of eukaryotic recA homologs. *Curr. Genet.* 31 : 144-157, 1997.
7. TERASAWA, M., A. SHINOHARA, Y. HOTTA, H. OGAWA and T. OGAWA : Localization of RecA-like recombination protein on chromosome of the lily at various meiotic stages. *Genes & Dev.* 9 : 925-934, 1995.
8. 寺沢匡博・池谷智淳・小川智子 : 減数分裂期における組換え . 蛋白質 核酸 酵素 41 : 1535-1542, 1996.
9. ULLRICH, A., J. SHINE, J. CHIRGWIN, R. PEKET, E. TISCHER, W. J. RUTTER and H. M. GOODMAN : Rat insulin genes : Construction of plasmid containing the coding sequences. *Science* 196 : 1313, 1977.

Investigation of Structure and Function of a Gene Concerning to Homologous Recombination in Meiosis and Callus of Rice (*Oryza sativa* L.)

Yoshiaki AKAMA ^{*3}, Mineo SENDA ^{*2}, Ryuji ISHIKAWA ^{*1}, Shinji AKADA ^{*2},
Takeo HARADA ^{*1} and Minoru NIIZEKI ^{*1}

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

^{*2} Gene Research Center, Hirosaki University

^{*3} Post Office of Nagoya City

SUMMARY

Genetic variations which have often arisen through cell cultures in many species of plants have become known as somaclonal variation. However, the mechanism of somaclonal variation is as yet unclear from many perspectives. In order to clarify the mechanism, we focused on mitotic homologous recombination.

The *recA*-like genes which are essential to homologous recombination of DNA strands are classified into *LIM15/DMC1*-type and *RAD51*-type genes in eukaryotes. The *LIM15/DMC1*-type gene is specifically expressed for homologous recombination during meiosis. The *RAD51*-type is expressed for meiotic homologous recombination and the repair of double-strand breaks of DNA. In rice, the *LIM15/DMC1*-type gene, *RiLIM15*, was isolated and was expressed not only in meiotic young panicles, but also in mitotic cultured cells. However, the *RAD51* gene has not been isolated yet from rice. In this study, we tried to isolate the *RAD51*-type gene from rice, and also investigated the function of the gene. The results are as follows.

1. *RecA*-like genes consist of three domains, and domain II is highly homologous among *recA*-like genes. Therefore, we focused on domain II and performed RT-PCR. By using primers designed by the sequences of the *RAD51* gene of tomato and *Arabidopsis*, RT-PCR was performed using tissue cultured cell of strain A58. The sequence of the RT-PCR product was determined and compared with those of tomato and *Arabidopsis*. Homology to the *RAD51* sequences of tomato and *Arabidopsis* were 81% and 82%, respectively. Homologies of the amino acid sequences predicted with the DNA sequences to those of tomato and *Arabidopsis* were 95% and 97%, respectively.

2. Reverse transcription-polymerase chain reaction (RT-PCR) was performed using total RNA extracted from the cultured cells, young meiotic panicles, mature leaves and X-ray treated seedlings. Expression of the *RAD51*-like gene was found to occur in cultured cells, young meiotic panicles and X-ray treated seedlings, but not mature leaves. This result shows that the *RAD51*-like gene possibly participates in DNA repairing. Thus, it is likely that the *RiLIM15* and *RAD51* genes may have different functions of the homologous recombination of DNA strands. The expression of *RAD51*-like gene on rice during meiosis and after X-ray irradiation are similar to those *RAD51*-type genes expressed in other species. The expression of *RAD51*-like gene in cultured cells may be related to the mitotic homologous recombination.

3. Copy number of *RAD51* gene was investigated of a rice strain A58. Southern blot analysis was carried out using nine kind of restriction enzymes and a genomic clone of partial *RAD51* gene as a probe. This blot showed that the rice strain A58 has only a single copy. A cultivar Nipponbare, however, has been reported to have two copies of *RAD51* genes. This difference between a strain A58 and a cultivar Nipponbare has not been clarified in this investigation.

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

嵯峨 紘一・中村 弘子

園芸学講座

(2004年10月4日受付)

緒 言

ピーマン (*Capsicum annuum* L.) は、トウガラシのなかで辛味成分を有しない甘味系品種のうち、大果系品種の総称である。我が国においては、生食用として主に緑色の若果が利用され、ビタミンC含量が極めて高いことから最も重要な緑黄色野菜の一つとされている。一方、最近ではカラーピーマン等と称されて、カロテノイド色素の発現した成熟果の利用も増加している。ピーマン果実は成熟過程において、果皮色が緑色から鮮やかな赤や橙・黄等へと変化し、それに伴い糖含量の他にカロテノイド、ビタミンC及びE含量が増加する(4, 8, 9, 10)ことから、ビタミン類の供給源の面からの利用が重要視されている。さらに、ピーマンの成熟果に含まれる抗酸化物質として、ビタミンC、ビタミンE、カロテノイド、そしてフラボノイド(1, 2, 6)等があげられており、ピーマン成熟果は機能性食品としての重要性についても著しく注目されている。従って本研究では成熟ピーマン果実の品質向上と利用法開発のための基礎的資料を得るために、成熟果用ピーマン品種の果実の成熟に伴う果皮における色素、ビタミンC、糖、そして有機酸含量における変化、及びその品種間差異を調査し、検討を加えた。

実験材料及び方法

供試品種はフルーツパプリカと称して近年普及している‘セニョリータ’(成熟果の果皮色が赤)と、従来から栽培されている‘ワンダーベル’(赤)及び‘ゴールデンベル’(黄)の3品種である。2002年3月16日に、ガラス室内においてセルトレイに催芽播種し、4月14日に径7cmビニルポットに移植し育苗後、7号鉢に定植した。5日おきに液肥(水溶性園芸肥料“O-K-F”500倍液)を施与した。‘セニョリータ’は6月30日~7月2日、‘ゴールデンベル’は7月1日~7月3日、‘ワンダーベル’は7月2日~7月4日の各期間に開花した花に標識を付けた。標識前及び後に開花したものは全て摘除し

た。各品種とも、開花後10日ごとに1品種あたり10果実を採取し、調査・分析に用いた。‘セニョリータ’はカロテノイド色素の発現した開花後36日にも採取した。採取果実は1果実の生体重を測定後、果皮・胎座・種子に分離し、分離した果皮・胎座の一部および種子100粒を、恒量になるまで70℃通風乾燥機内で乾燥し、乾物率を算出した。残余の試料は-20℃のフリーザーで凍結保存し、色素、糖および有機酸の分析試料とした。

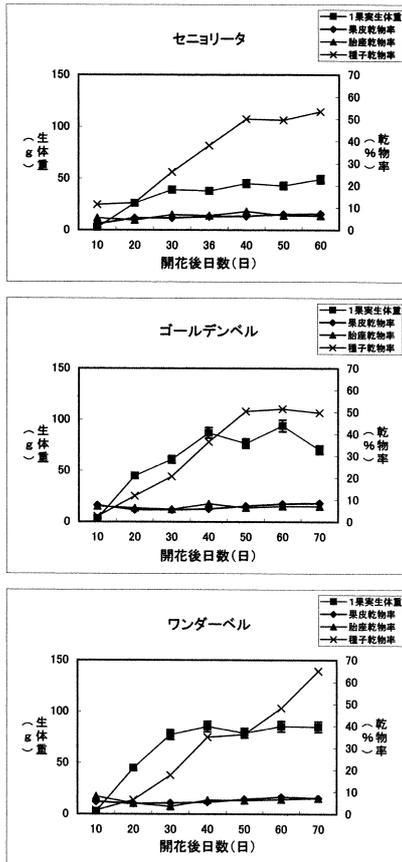
ビタミンCの定量:新鮮試料を5%メタリン酸液で磨砕抽出後、ヒドラジン法により総ビタミンCと酸化型ビタミンCを測定し、それらの差を還元型ビタミンCとした。

クロロフィルとカロテノイドの定量:クロロフィルは80%アセトン抽出液の645及び663nmにおける吸光度から算出した。カロテノイドはアセトン抽出液からエーテルへ転溶・鹼化後、不鹼化物についてエーテル溶液の吸光度からカロテンとして算出した。

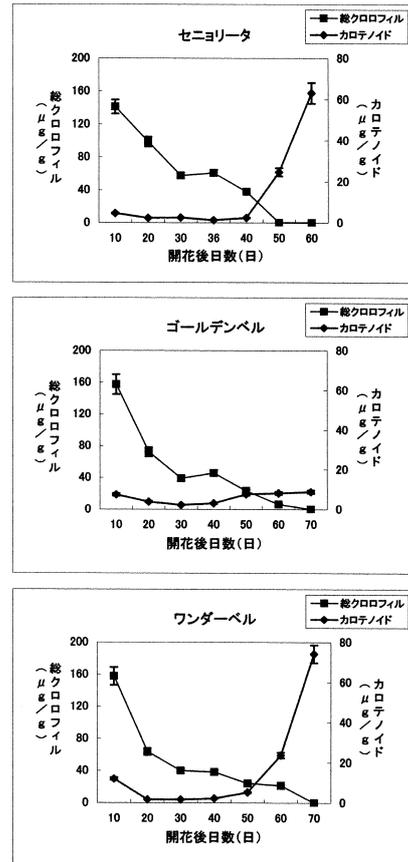
糖及び有機酸の定量:果皮の凍結試料について、80%エタノールで1時間煮沸抽出し定容とした。抽出液の一定量を蒸発乾固後シリル化しGLCにより測定した。有機酸は一定量の抽出液をDowex 1ギ酸型カラムを通し吸着させ、ギ酸溶出液を蒸発乾固後シリル化し、GLCで測定した。

結果及び考察

供試各品種の果実生体重と果実各部の乾物率の変化を第1図に示した。果実における生体重は各品種とも開花後40日に最大に達した。種子に関しては‘セニョリータ’と‘ワンダーベル’では開花後40日、‘ゴールデンベル’では開花後50日で発芽が認められた。果皮におけるカロテノイド色素発現は‘セニョリータ’が開花後36日と最も早く、ついで‘ワンダーベル’、と‘ゴールデンベル’は40日であり、これらのことから、着果から果実の成熟期に達するまでの期間は‘セニョリータ’が最も短く、次いで‘ワンダーベル’、‘ゴールデンベル’の



第 1 図 果実の成熟に伴う一果実生体重と果実各部の乾物率の変化



第 2 図 果実の成熟に伴う果皮における総クロロフィル、カロテノイド含量の変化
図中の縦線は SE (n=1)

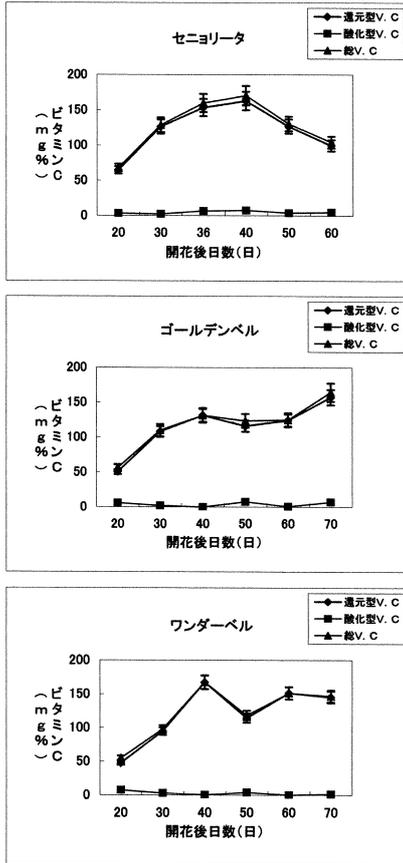
順と考えられた。

果皮におけるクロロフィル含量とカロテノイド含量の変化をそれぞれ第 2 図、第 3 図に示した。トウガラシ・ピーマン果皮の色素成分において、果実の発育に伴いクロロフィル含量は減少し、カロテノイド含量が増加することはすでに知られている(2, 8, 9)。本研究においても、供試 3 品種ともに、クロロフィル含量は果実の発育に伴い低下した。カロテノイド含量は‘セニョリータ’と‘ワンダーベル’において開花後 40 日以降急増したが、‘ゴールデンベル’では他 2 品種と比較して著しく低く、開花後 40 日以降の増加も他品種に比べ明らかに小さかった。黄色ピーマンにおいては、トウガラシ・ピーマンの主要赤色素であるカプサンチンは含まれないとされており(3)、『ゴールデンベル』の果皮色は黄色を呈していることからカプサンチンを含まないものと考えられる。‘ゴールデンベル’におけるカロテノイド色素の発現は、同色素含量の急激な増加に依ることよりも、むしろクロロフィル含量の減少・消失に起因する面が強いものと考えられる。

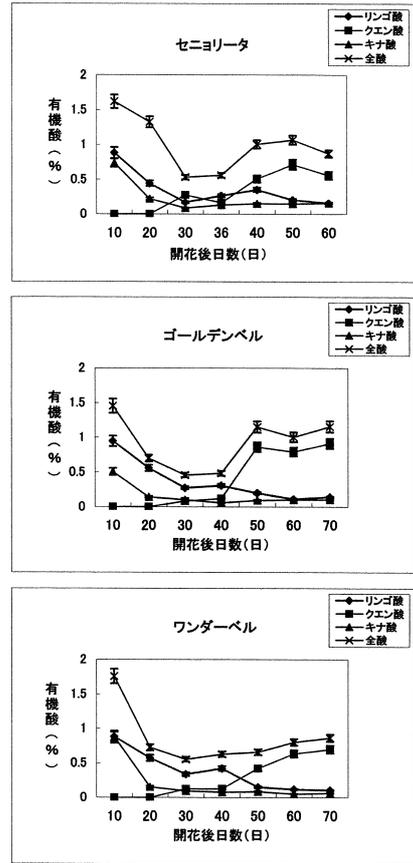
果皮におけるビタミン C 含量の変化を第 3 図に示した。トウガラシ・ピーマン果実にはビタミン C が豊富に含まれ、果実の発育に伴い増加することはすでに多く報告されている(1, 5, 8, 9, 10)。本研究においても、供試

3 品種ともに果実の発育に伴い増加し、カロテノイド色素発現期までは明らかな増加がみとめられた。赤色系品種の‘セニョリータ’と‘ワンダーベル’においては、カロテノイド発現後、ビタミン C 含量の緩やかな減少が認められたのに対し、黄色系品種の‘ゴールデンベル’ではさらに増加が続いた。このことは、果皮におけるカロテノイドの種類及び含量とビタミン C 含量との関連性の存在を示唆している。今堀ら(5)は‘ゴールデンベル’において、アスコルビン酸即ちビタミン C 含量は 100%黄色の成熟期にも増加し、代謝に関与する L-ガラクトノ-ラクトン脱水素酵素とモノデヒドロアスコルビン酸還元酵素活性が著しく増加することを示した。従って、赤色系品種におけるビタミン C 含量の消長とこれら酵素活性との関連についての検討が必要と考えられる。

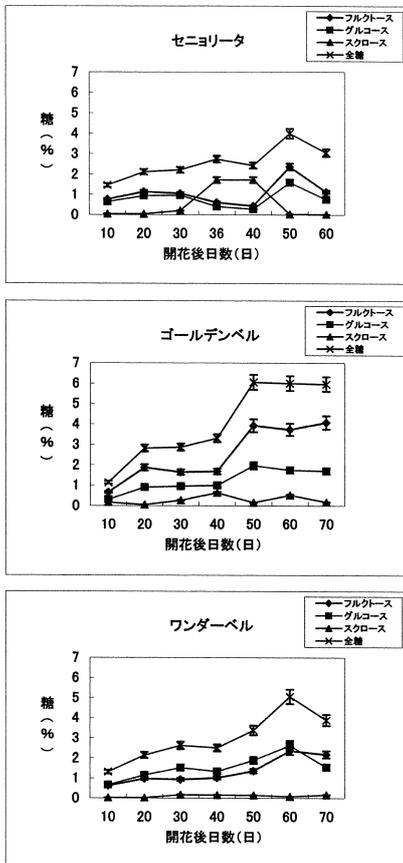
果皮における糖含量の変化を第 4 図に示した。供試 3 品種ともにグルコースとフルクトースはカロテノイド色素発現期以降に急増しており、これらは既報の結果(2, 9)と一致していた。一方、‘セニョリータ’においては、カロテノイド発現期でのスクロース含量は、他 2 品種と比較して明らかに高い値を示し、主要糖となったが、フルクトースとグルコース含量の増加に伴い減少を示し、痕跡程度となった。このことは、‘セニョリータ’果実のス



第3図 果実の成熟に伴う果皮におけるビタミンC含量の変化 図中の縦線はSE (n=3)



第5図 果皮の成熟に伴う果皮における有機酸含量の変化 図中の縦線はSE (n=3)



第4図 果皮の成熟に伴う果皮における糖含量の変化 図中の縦線はSE (n=3)

クロース代謝は他品種と異なり、利用面において考慮すべきことと考えられる。

果皮における有機酸含量の変化を第5図に示した。ピーマン果実における主要有機酸は、幼若果においてはキナ酸とリンゴ酸(9)、そして成熟期ではクエン酸(4)であることが報告されている。本研究においても同様の結果が得られた。‘セニョリータ’では開花後36日、‘ゴールデンベル’と‘ワンダーベル’は開花後40日でのカロテノイド色素の発現開始に伴いクエン酸含量の増加が認められ、その含量は‘セニョリータ’と‘ゴールデンベル’は開花後50日、‘ワンダーベル’では70日で最高に達した。成熟果のクエン酸含量では‘ゴールデンベル’が最も高く、次いで‘セニョリータ’、‘ワンダーベル’の順であった。これら成熟果における糖及び有機酸含量の品種間差異は風味の差異に影響するものと考えられる。

以上のことより、ピーマン成熟果は、カロテノイド色素発現による着色開始から10日~20日の果実において、ビタミンC、カロテノイド及び有機酸含量が高ことから、栄養ならびに生理機能性において優れていると考えられる。

摘 要

ピーマン品種‘セニョリータ’、‘ゴールドンベル’、‘ワンダーベル’の果実の成熟に伴うクロロフィル、カロテノイド、ビタミンC、糖および有機酸含量の変化について検討した結果、以下のことが明らかとなった。

1) 果皮におけるクロロフィル含量は、果実の成熟とともに減少し、その減少は‘セニョリータ’において最も早かった。カロテノイド含量は、‘セニョリータ’で開花後40日、‘ワンダーベル’と‘ゴールドンベル’では開花後50日以降に増加したが、‘ゴールドンベル’での含量は著しく低かった。

2) ビタミンC含量は果実の発育に伴い増加し、カロテノイド発現後、‘セニョリータ’と‘ワンダーベル’では減少した。一方、‘ゴールドンベル’では、カロテノイド色素発現後も増加した。

3) 糖含量は果実の発育に伴い、グルコースとフルクトースは増加した。‘セニョリータ’において、着色開始期にスクロースが増加し主要糖となったが、それ以降は減少した。‘ゴールドンベル’と‘ワンダーベル’では、スクロース含量は低かった。

4) 有機酸は果実の発育初期において各品種ともにキナ酸とリンゴ酸が主要有機酸であり、果実の発育に伴い減少した。カロテノイド色素発現に伴いクエン酸が急激に増加し、成熟果の主要有機酸となった。

5) 以上の結果からカロテノイド色素が発現したピーマン成熟果実はいずれの品種においてもビタミンC、カロテノイド、糖及びクエン酸含量が高く、栄養及び生理機能性において食品としての価値が高いものと考えられる。

VILLALON : Changes in phytochemical and antioxidant activity of selected pepper cultivars (*Capsicum* species) as influenced by maturity. *J. Agric. Food Chem.* 48 : 1713-1720, 2000.

2. HUBBARD N. L. and D. M. PHARR : Developmental changes in carbohydrate concentration and activities of sucrose metabolizing enzymes in fruits of two *Capsicum annuum* L. genotypes. *Plant Science* 86 : 33-39. 1992.
3. HUSSEIN G. D., M. VINKLER, F. MARKUS, E. A. HEBSHI and P. A. BIACS : Antioxidant vitamin content of spice red pepper (paprika) as affected by technological and varietal factors. *Food Chem.* 55 : 365-372. 1996.
4. 今田成雄・石川正美・濱野恵・長岡正昭 : ピーマン果実の生育に伴う糖・有機酸組成の変化. *園学雑* 60 別1 : 278-279, 1991.
5. 今堀義洋・周燕飛・上田悦範・茶珍和雄 : ピーマン果実の成熟中のアスコルビン酸代謝. *園学雑* 67 : 798-804. 1998.
6. IMAHORI Y. Y. KANATSUNE, Y. UEDA and K. CHACIN : Changes in hydrogen peroxide content and antioxidative enzyme activities during the maturation of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) fruit. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 69 : 690-695. 2000.
7. LEE Y, L. R. HOWARD and B. VILLALON : Flavonoids and antioxidant activity of fresh pepper (*Capsicum annuum*) cultivars. *J. Food Science.* 60 : 473-476. 1995.
8. RAHMAN F. M. M. and K. A. BUCKLE : Pigment changes in *capsicum* cultivars during maturation and ripening. *J. Food Technol.* 15 : 241-249. 1980.
9. 嵯峨紘一 : 青果用ピーマン果実の発育に伴う内容成分の変化について 弘前大学農学部学術報告 56 : 33-40. 1993.
10. YAHLIA E. M., M. CONTRERAS-PADILLA and G. GONZALES-AGUILAR : Ascorbic acid content in relation to ascorbic acid oxidase activity and polyamine content in tomato and bell pepper fruits during development, maturation and senescence. *Lebensm.-Wiss. u. -Technol.* 34 : 452-457. 2001.

引 用 文 献

1. HOWARD L. R., S, T. TALCOTT, C. H. BRENES and B.

Changes in the contents of some constituents in a maturing sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) fruits of some cultivars

Koichi SAGA · Hiroko NAKAMURA

Laboratory of Horticulture

SUMMARY

The matured sweet pepper fruit that is colored by carotenoid pigment has been used recently in this country. However, there is little information as for varietal differences of the constituents in the fruits. This investigation was conducted to analyze the changes in the contents of chlorophyll, carotenoid, vitamin C, sugar, and organic acid in the maturing sweet pepper fruits on three cultivars. The results obtained can be summarized as follows:

1. Chlorophyll content in pericarp decreased with the fruit growth in every used cultivar and remarkably fast in ' Senorita '. Carotenoid pigment appeared in the pericarp 40 days after flowering in ' Senorita ' and 50 days after flowering in ' Wonder Bell ' and ' Golden Bell '.
2. Vitamin C contents increased with the fruit growth until carotenoid pigment appeared in the pericarp in ' Senorita ' and in ' Wonder Bell ', while subsequently increasing in ' Golden Bell '.
3. Contents of glucose and fructose increased as the fruit matured in every used cultivar. Sucrose content in ' Senorita ' was higher than other sugars at the appearance of carotenoid pigment, and subsequently decreased. The latter content was extremely low in ' Golden Bell ' and ' Wonder Bell '.
4. Contents of quinic acid and malic acid decreased with the fruit maturation. On the other hand, citric acid increased rapidly with the appearance of carotenoid pigment in every used cultivar.
5. These results show that matured sweet pepper fruits, in which carotenoid pigment appeared, are valuable food in the aspect of nutritional and physiological functions.

Bull. Fac. Agric. & Life Sci. Hirosaki Univ. No. 7 : 21 - 25, 2005

個体識別法によるメダカの生態調査 予備的研究

佐原 雄二・鶴野浩一郎・東 信行

環境生物学講座

(2004年10月8日受付)

序

メダカ *Oryzias latipes* は中国、朝鮮半島、本州以南の日本に分布し、発生学や遺伝学の好材料となっている。しかし、その野外生態は意外なほど研究されていない。1999年2月、本種は環境庁(現環境省)のレッドリストに掲載され、社会的な話題となった。

日本でのメダカの主要な生息地は水田・水路、そして溜池など、水田耕作に関連した場所である。近年における本種の減少は、主に水田や水路の変貌に関係している。すなわち、従来型の土水路がコンクリート水路にされたことや、排水路が深く掘り込まれて水田との移動が不可能になったこと、用水路を持たずパイプラインで給水されるタイプの水田が普及したことなど、まとめて言えば水田における水管理のあり方が変化したことが、本種の減少の大きな要因と考えられる。

したがって、本種の保全のためには、従来タイプの水田・水路の生息地においてその生態を明らかにすることが是非とも必要である。水田やそれに付随する小さな水路の特徴は、水位を含めて環境の変動が大きいことである。このような環境における生残戦略の解明は興味深い問題だといえる。

著者らは水田・水路におけるメダカの生態研究の一環として、個体ごとに異なるマークをつけたメダカを追跡調査し、移動や成長の個体差を調べてきた。本稿では、2001年に行われた予備調査の結果について報告する。本調査を行うにあたって協力いただいた、弘前大学農学生命科学部生物生産科学科の動物生態学・野生生物管理学の研究室所属学生諸氏に深謝する。

調査地

調査地は青森市の東部にある戸崎地区で、北側は住宅地、南側は山地に囲まれた水田地帯である。様子を図1に示す。この地区の水田は3分の1ほどが休耕田となっている。この水田地帯の中を南から北へ多数の水路が通っており、調査範囲はその一部である。水路の概要を図2に示す。流れ幅2m程度の本水路が北流し、最後は



図1. 調査地の一部。本水路の下流側を望む。

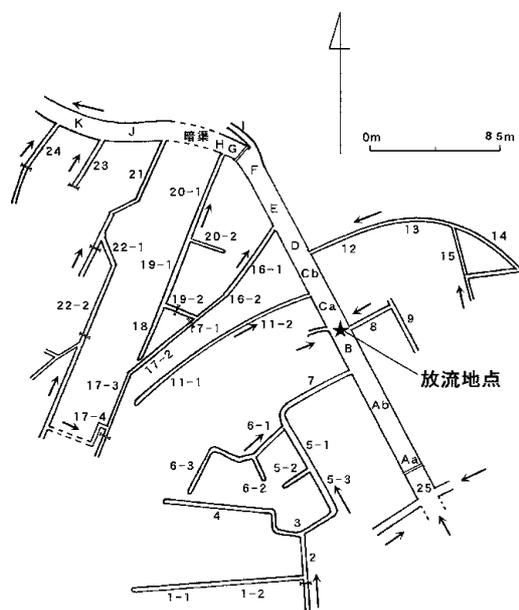


図2. 水路の模式図。本水路・支水路ともいくつか区切り、本水路にはアルファベットを、支水路には数字の番号をつけた。矢印は水流の方向を示す。本水路のB区間とCa区間の境界に標識個体の放流を行った。

武兵衛川となって陸奥湾に流入するが、その間に幅45cmほどの支水路が次々に合流する。調査区域内では、調査年にはまだ工事中であった青森環状道路の下を、暗

表1 個体識別したメダカの再捕獲記録

日付	個体番号	雌(F)雄(M)	放流時体長(mm)	再捕獲時体長(mm)	体長増加(mm)	捕獲場所	備考
5月18日	36	F	29.5	計測せず		20-2	放流日
5月18日	69	M	26	計測せず		20-2	放流日
5月31日	11	M	28.5	計測せず		7	
5月31日	26	M	24.5	計測せず		7	
5月31日	57	M	26	計測せず		20-1	下りトラップ
5月31日	61	M	23.5	計測せず		7	
6月11日	37	F	27.5	29	1.5	20-1	上りトラップ
6月11日	90	M	29	29	0	7	上りトラップ
6月22日	3	F	26	29.5	3.5	7	上りトラップ
6月22日	18	M	25.5	計測せず		7	上りトラップ
6月22日	35	F	29	31.5	2.5	7	上りトラップ
7月4日	2	M	25.5	27	1.5	22-2	
7月4日	66	F	27.5	30.5	3	12	
7月6日	17	M	26	計測せず		6-1	
7月6日	27	M	27.5	31	3.5	17-1	
7月6日	35	F		31.5		7	6月22日に捕獲
7月6日	42	F	26	30.5	4.5	4	
7月6日	54	F	25	29.5	4.5	4	
7月6日	67	M	23.5	27	3.5	4	

渠となって通っている。本調査が行われた2001年の時点では、調査範囲の水路は暗渠部分を除いて全て土の水路であった。本水路・支水路とも、夏季には植物がよく繁茂している。調査範囲の支水路は排水路として機能しているが、一部には田越し灌漑もある。調査範囲の水路は完全な閉鎖系ではないが、支水路の上流部はせき止められてメダカの遡上が不可能であったり、行き止まりになっていることが多く、本水路の下流を別として全体としてはかなり閉鎖系に近い。本調査地の魚類相は単純で、本水路をずっと下った武兵衛川にはウグイ (*Leuciscus hakonensis*) やギンブナ (*Carassius gibelio langsdorfi*)、アユ (*Plecoglossus altivelis*) が出現するが、調査地域とその周辺でメダカの他に数の多いのはドジョウ (*Misgurnus anguillicaudatus*) だけであり、ときにナマズ (*Silurus asotus*) を目撃する程度である。

本地域に生息するメダカの大まかな生活史については、佐原・細見(2003)に述べられている(4)。水田に水が導入されるのは5月中旬で、7月には中干しが行われるが、本調査の期間は中干しの前で、どの水路にも水があり、メダカの生息に不適な状態ではなかった。一方、本地域でのメダカの産卵は5月から8月にまでわたっており、本調査の行われたのはメダカの繁殖期間中に相当する。

材料と方法

個体識別のための標識用には、2001年5月3日に現地にて採集し、室内でしばらく飼育した個体を用いた。体サイズから考えて、これらの個体は全て前年生まれと思われる。個体ごとの標識は、蛍光エラストマーをメダカに皮下注射することで行った。エラストマーによるカラーマークは長期間にわたって魚体に残り、標識として有効

である(3)。まず、どの個体にも右側の体側1箇所に赤色の標識を施し、その後に赤・黄・緑の3色のいずれかの色を体側の最大2箇所に追加注射して、個体ごとに異なる標識を与えた。放流前に、標識の脱落や脊椎の異常がある個体を除き、5月18日に図2中に示した場所に放流した。放流に先立ち、体長の計測を0.5mm刻みで行った。放流した個体識別マーク個体は全部で92尾である。本調査年はマーク標識個体の追跡を主な研究内容とはせず、予備的な調査だったので、マーク個体の再捕獲を系統的に行ってはいない。この年における主要な調査は、3時間おき連続採集によって採餌活動の日周期を明らかにすることと、水路に金網製のトラップをしかけて移動活動の日周期を調べることであった。このような調査のうちにマーク個体がたまたま捕獲されたさいに、個体番号の確認と捕獲場所の記録、体長の測定を行うにとどめた。なお、捕獲されたマーク個体は記録をとった後、捕獲地点に放流した。

結 果

再捕獲の記録について、月日、個体番号と雌雄、放流時の体長と再捕獲時の体長、再捕獲された場所(水路の番号で示す)の一覧を表1に示す。

本研究で、放流後に再捕されたマーク個体は18個体で、回数はこのべ19回であった。個体番号35のメスのみが、6月22日と7月6日の2回捕獲された。

放流したときの体長は23.5mmから29.5mmまでと広い範囲にわたっていたが、1個体を除いてどの再捕獲個体も、雌雄を問わず順調に成長しており、7月6日に捕獲された個体では30mmを超えているものも多かった。一方、放流時に体長29.0mmであった個体番号90のオスは、放流後24日を経過した6月11日でも体長の増大

が見られず、同日に捕獲されたメス(37番個体)が1.5 mm 増大していたことと大きく違っていた。

移動に関しては、今回の調査では複数回再捕獲されたケースが1つしかないの、個体ごとの動きはさほど明らかになったわけではない。移動活動性の高さには時期の問題のほか、雌雄差やサイズ差も考えられるが、今回の調査だけではその問題に迫ることはできなかった。

しかし、放流した同日に早くも2個体が、支水路20-2にまで移動していたことは特筆すべきだろう。20-2は水路の行き止まりであるが、水は浅く流れもなく、植物がよく繁茂してメダカの好適な繁殖地になっている場所である。放流地点から20-2に至るまでには、140 mほどをいったん流下して、次には60 mほどを遡上する必要がある。この時期のメダカの高い移動活動性を示すものだろう。

また、再捕獲された個体は、トラップ調査の折りにトラップ内にかかったものが6個体あった。うち5個体は遡上時にトラップに入ったものであるが、1個体は逆に降下時にトラップに入ったものである。このことは、繁殖期のメダカが水路の中を遡上するばかりでなく、降下も行っていることを示している。

考 察

ほとんどの個体は調査期間中に体長は順調に増大していたが、個体番号90のオスだけはほぼ1ヶ月経過しても体長は29.0 mmで、放流時と同じであった。以上のことは成長に関して個体差があることを示唆している。

メダカに匹敵するような小さな体サイズの魚に標識をほどこして、移動を追跡した研究は他にいくつかある。コスタリカの源流に住む *Poecilia gilli* に個体ごとのタグをつけてその後の消長を調べた例では、行方が分からなくなるのはメスよりもオスや幼魚のほうが顕著であった(1)。トリニダード島の河川にすむグッピー (*Poecilia reticulata*) についての研究結果では、オスのほうがメスよりも移動性が高かったが、これは予測どおりと解釈されている(2)。また、アメリカ東岸の塩水沼沢にすむ mummichog (*Fundulus heteroclitus*) では、成魚や大きな当歳魚の行動圏が15ヘクタールという広さに上ることが個体ごとのマーク法で明らかにされている(5)。

本調査では再捕獲の例数が多くないし、マーク個体の再捕獲も系統的に行ったものではない。したがって、移動活動性の雌雄差や体サイズ差について明らかになるほどではない。しかし、放流した同日中に早くも20-2にまで移動していた個体が2尾(個体番号36番のメスと69番のオス)あったことは、繁殖期のメダカの高い移動活動性を示すものとして特筆に値する。また、トラップに入った個体には、遡上のさいに入ったものと、流下の

さいに入ったものがあり、この時期のメダカの移動が、たんに流れを遡るばかりでなく、逆に流れを下る活動も行っていることを示している。

グッピーの場合、メスの産仔は1ヶ月おきに生じるのに対し、オスの授精能力はすぐに回復する。したがって繁殖可能な個体の性比はオス側に大きく偏っている。このことから CROFT et al.(2)は、受精可能なメスを次々に探すためオスのほうが移動活動が高いだろうと考えた。メダカの場合、グッピーとは異なって、状態さえよければメスは毎日でも産卵する。さらに、水田や狭い水路のような、変動の大きな環境下では、せっかく生んだ卵や孵化したばかりで移動能力の低い稚魚が干上がって死ぬ可能性は高い。そのため、頻繁に移動して産卵場所を変えることはメスにとっても大きなメリットがあると思われる。これらのことから、オス・メス間に移動活動性の違いがある必然性は、グッピーに比べて低いと予測される。

水田地帯という変動の多い環境を、メダカの各個体がどのように利用し、自分の子孫を残そうとしているかの実態に迫るためには、さらに多くの例を集める研究が必要であろう。

摘 要

水田地帯を流れる水路に生息するメダカに、個体ごとに異なるカラーマークをほどこして、繁殖期間中に相当する5月から7月に個体ごとの成長と移動を調べた。多くの個体は順調に体長が増加したが、増加しない個体もあった。個体ごとの移動に関しての詳細は不明にとどまったが、放流した日のうちに長距離を下って再び遡った個体もあり、この時期のメダカの移動活動の活発さを示唆する結果が得られた。

引 用 文 献

1. CHAPMAN, L. J. and D. L. KRAMER (1991) The consequences of flooding for the dispersal and fate of poeciliid fish in an intermittent tropical stream. *Oecologia*, 87, 299-306.
2. CROFT, D. P., B. ALBANESE, B. J. ARROWSMITH, M. BOTHAM, M. WEBSTER and J. KRAUSE (2003) Sex-biased movement in the guppy (*Poecilia reticulata*). *Oecologia*, 137, 62-68.
3. FREDERICK, J. L. (1997) Evaluation of fluorescent elastomer injection as a method for marking small fish. *Bull. Mar. Sci.*, 61, 399-408.
4. 佐原雄二・細見正明 (2003) 現代日本生物誌 10 メダカとヨシ. 186 + 7pp. 岩波書店.
5. TEO, S. L. H. and K. W. ABLE (2003) Habitat use and movement of the mummichog (*Fundulus heteroclitus*) in a restored salt marsh. *Estuaries*, 26, 720-730.

Preliminary study on the field ecology of the medakafish, *Oryzias latipes*, by individual marking.

Yuji Sawara, Kouichirou Uno and Nobuyuki Azuma

Laboratory of Environmental Biology

Summary

Individual differences in growth and migration movement of medakafish, *Oryzias latipes*, were studied by individual color marking, in paddy field area in Aomori city. The medakafish exhibited high migration activity. An individual gained no growth, contrasting with other individuals which showed much increment in body size.

Bull. Fac. Agric. & Life Sci. Hirosaki Univ. No. 7 : 26 - 29, 2005

中国における農民負担問題に関する研究

王 建軍*・宇野忠義・高橋秀直

地域資源経営学講座

(2004年10月22日受付)

1. 課題と方法

周知のように、中国経済は改革開放によって持続的な高度成長を遂げてきた。しかし、国民経済の近代化は進行しているが、膨大な農村人口及び農業就業者が依然として存在し、1999年にも総人口の69.1%の農村人口及び総就業者の50.1%の農業就業者が存在する。農業生産の小規模・零細化や労働生産性の停滞が深刻化し、農民所得の増加が鈍化し、農村の近代化が立ち遅れ、都市との経済格差が一段と開き、農村・農民の相対的貧困が深刻化している。このような「三農問題」は中国経済・社会発展の大きな制約要因となっている。

「三農問題」の深刻化は、農民負担問題の顕在化を表している。1980年代後半からの農業生産の低迷や農民所得の伸び悩みが解決されないにもかかわらず、農家から徴収される各種負担金は次第に増加し、とりわけ各レベルの政府・団体による各種の名目を借りた費用徴収、半ば強制的な割当て、勝手な罰金など(中国語では「三乱」という)が横行し、農民の強烈な不満を引き起こしたため、一層深刻な問題となった。

過重な農民負担は、農家の農業生産意欲を低下させ、拡大再生産を制約している、農家の可処分所得が減少し、生活水準が向上しない、農家の購買力を低下させ、農村市場の発展を抑え、内需拡大を阻害している、などの問題をもたらしている。加えて農民負担の強制徴収や負担金使用をめぐる行政腐敗などによって、農民と農村幹部、農民と国家の間の緊張関係もしくは対立関係は無視できないほどに深刻化し、農村社会の重大な不安定要因になっている。さらに、2001年のWTOの加盟が中国農業・農村に与える衝撃と影響を考えれば、農村社会の不安定化、政府と農民大衆との関係の悪化は、予断を許さない状況にあると言えよう。農民負担問題が中国の「三農問題」の大きな焦点となっており、この問題が解決されなければ、中国農村経済の発展、社会の進歩、政治の安定を実現することはできないと言っても過言ではない。

農民負担問題は、現在の中国農村が抱える矛盾を最も

象徴的に表しており、農村社会が直面する重大な課題であり、人口の7割を占める中国農民の命運に関わる課題でもある。

中国農民負担問題に関する研究は、多くの成果を出してきた。しかし、その問題の複雑さと重要性に比較して、既存研究はまだ不十分である。研究の多数は、農民負担の現状について量的分析が中心で、如何に負担を軽減するかを論じている。中国農民負担の特徴及び農民負担が問題化する原因を、中国農村の歴史、経済・社会・政治システムにわたって包括的に究明することは欠けている。しかも、その多くは資料の扱い方に系統性、整合性を欠き、全面的、系統的な実証研究を行っていないので、農民負担の実態とその本質を十分に解明することには至っていない。

そこで、本研究は現地調査を重視する実証分析によって、農民負担の実態とその問題の成因を多面的かつ総合的に考察する。すなわち、1980年代後半から深刻化している農民負担問題に焦点をしばって、農民負担制度の変遷と農民負担の基本的枠組を整理分析し、農民負担の実態を明らかにすること、またそれらの分析結果を踏まえながら、農民負担の中国農村の歴史、経済・社会・政治システムに関わる背景と原因を検討する。

研究資料の利用は、中国政府公表の統計年鑑・白書などの資料、中国農業・農村研究機関及び他の研究者の研究成果などによるが、実態分析は、1999年、2001年に中国東北の吉林省で実施した現地調査によるものを中心としている。

2. 論文の構成

上記の研究課題に対して、本研究は以下のように展開する。

農民負担の実態を解明する前に、農民負担制度の考察が必要である。人民公社時期と比べて改革開放期における農民負担制度は、農業経営形態の変化によって大きく変わった。この農業経営形態の変化は「家庭請負制」の農村改革によったものである。そこで、まず第1章で

* 元岩手大学大学院連合農学研究所(現 華南大学)

は、改革開放期における中国農業・農村経済の変容過程を考察し、「家庭請負制」の農村改革による農民負担制度の変化を分析する。

第2章では、改革開放期の農民負担の実態を解明する。しかしながら、改革開放期の農民負担制度は人民公社時代のそれが引き継がれているので、まず第1節では人民公社時代の農民負担状況を整理する。第2節では改革開放期の農民負担状況をマクロ的に分析し、その特徴や問題点を析出する。そして、第3節では農業地域の現地調査に基づいて農民負担状況、負担決定・管理システム、負担金の分担・徴収方法及び郷鎮・村の財政収支などの諸側面から農民負担の構造分析を行い、農民負担の全体像を究明する。

第3章と第4章では、農村行政財政体制の側面から農民負担問題の背景と原因に関する総合的な考察を行う。まず、第3章では農民負担問題の財政構造的要因を明らかにする。その第1節では国家財政と農業との関係を分析し、農業・農村への財政投資不足、基本施設の後進、農業保護の低下及び農村財政の制度的特徴を考察する。第2節では分税制改革の枠組と分税制下の県・郷鎮財政の困窮化を検討する。第3節では中国中部の農業地域の実態調査に基づき、郷鎮・村財政収支の実証分析を行う。これによって、農村財政の制度的規定性や郷鎮・村財政状況と農民負担問題との関連性を解明する。

続いて第4章では、農民負担問題の行政管理体制上の原因を解明する。その第1節では中国の行政制度の一般的特徴、とりわけ地方行政の問題点を検討する。第2節では、郷鎮行政管理の特徴と問題点を検討し、郷鎮権力機構拡大の実態を解明する。第3節では村民自治の制度や実態の両面を考察し、農民を取り巻く社会・政治的環境の検討を行う。以上、郷鎮機構・人員の肥大化と行政・事業経費の膨大化だけではなく、拡大している行政機構とバラバラな農民との間の極めてアンバランスな権力関係構造と農民負担問題との関連性を明らかにする。

第5章では、農民負担問題に対する政府の施策に関する考察である。まず、第1節では改革開放期における農民負担の軽減政策の流れを考察する。そして、第2節では近年注目される農村税制改革の背景と展開を整理し、実態調査に基づいてその改革の仕組み、効果及び問題点を明らかにする。

最後に、終章では本論文の考察を総括し、農民負担問題の今後の展望を試みる。

論文の目次は以下の通りである。

序章 課題と方法	1
第1節 改革開放期中国の農民負担問題	1
第2節 先行研究と本研究の位置付け	3
第3節 農民・農民負担の概念	7
第4節 本研究の構成	10
第1章 農村改革と農民負担制度の変遷	13

はじめに	13
第1節 農業・農村経済の変容	14
第2節 農村改革前後の農民負担制度	22
第2章 農民負担の実態	28
はじめに	28
第1節 人民公社時代の農民負担	29
第2節 改革開放期農民負担の推移と特徴	31
第3節 調査地農民負担の構造分析	
- 吉林省 K 鎮・A 村の事例を中心に -	36
むすび	51
第3章 農村財政と農民負担	54
はじめに	54
第1節 国家財政と農業	55
第2節 分税制下の地方財政	61
第3節 調査地郷鎮・村の財政構造	
- 吉林省 B 鎮の事例を中心に -	65
むすび	73
第4章 農村行政管理体制と農民負担	75
はじめに	75
第1節 中央集権下の地方行政	76
第2節 農村行政管理と郷鎮機構	82
第3節 村民自治の実態	87
むすび	95
第5章 農民負担の軽減策と	
農村税制改革の展開	98
はじめに	98
第1節 農民負担の軽減政策	99
第2節 農村税制改革の段階と内容	105
第3節 調査地農村税費改革の実態	
- 吉林省 Y 県の事例を中心に -	111
むすび	115
終章 総括	117
第1節 本研究の要約	117
第2節 農民負担問題の中長期的課題	123

3. 各章の要約

(1) 第1章では、中国農業・農村経済の変容過程の考察を通じて、改革開放期における農民負担制度の形成を分析した。

農民負担制度は、農業経営の組織形態の変化に関連している。人民公社時代には農業集団化の営農体制は、生産隊 - 生産大隊 - 公社の3段階の組織を通じて、土地やその他生産手段の公有制と計画生産・共同労働・分級採算・統一分配という形となっていた。農業集団化の下で、経営・採算単位である生産隊または生産大隊は直接に国家の税金、食糧の売渡しなどの負担を負い、集団組織の再生産、地域の公益事業、農民の生活などを統括している。農民は社員あるいは集団労働者としての存在であり、集団の共同労働や統一分配に参加し、直接には租

表 2 - 1 年度別農民負担額（農業税と上納金）及び負担率

年度	農民負担（億元）			1人当り負担額（元）			負担率（%）
	合計	農業税	上納金	合計	農業税	上納金	
1983	116.6	33.0	83.6	14.3	4.0	10.3	6.8
1984	126.6	34.8	91.8	15.4	4.2	11.2	6.3
1985	142.5	42.1	100.4	17.2	5.1	12.1	5.6
1986	156.4	44.5	111.9	18.6	5.3	13.3	5.5
1987	183.8	51.8	132.0	21.8	6.1	15.7	5.7
1988	241.8	73.7	168.1	28.4	8.7	19.7	6.7
1989	303.0	84.9	218.1	35.2	9.9	25.3	7.3
1990	421.2	87.9	333.3	48.3	10.1	38.2	9.2
1991	454.5	90.7	363.8	51.6	10.3	41.3	9.2
1992	492.3	119.2	373.1	55.6	13.5	42.1	9.2
1993	505.6	125.7	379.9	56.9	14.1	42.8	8.2
1994	692.8	231.5	461.3	77.9	26.0	51.9	9.3
1995	825.6	278.1	547.5	92.7	31.2	61.5	8.3
1996	1010.3	330.6	679.7	113.4	37.1	76.3	7.8
1997	1045.6	342.6	703.0	115.9	38.0	77.9	6.4
1998	1076.1	346.4	729.7	120.8	38.9	81.9	6.0

注：1）農業税は放牧税，農林特産税，耕地使用税などを含めている。2）集団への上納金は郷統一徴収金と村の留保金をあわせて指すものである。3）負担率は，農家人口1人当り負担金の前年の農家人口1人当り「純収入」に占める比率である。

出所：『中国統計年鑑』（中国統計出版社）の各年版と『中国農業統計資料』（中国農業出版社）の各年版。

表 2 - 2 中国における農民の労働出役と「社会負担」状況

		1994	1995	1996	1997
労働出役	総日数（億日）	71.1	68.1	105.7	81.7
	農村労働力1人当り日数（日）	16.4	15.5	23.7	18.2
	換算した総労働出役の負担額（億元）	355.0	409.0	846.0	817.0
	農家人口1人当り労働出役の負担額（元）	38.8	44.7	92.0	89.3
	負担率（%）	4.6	4.0	6.3	4.9
「社会負担」	総額（億元）	70.5	114.9	131.2	134.9
	農家人口1人当り負担額（元）	7.7	12.6	14.3	14.7
	負担率（%）	0.9	1.1	1.0	0.8

注：1）農村労働力とは，農村人口のうち，男が16～60歳，女16～55歳でかつ労働できる人を示す。2）換算した労働出役の負担額 = （労働出役日数 × 当該地域平均労働賃金）。3）労働出役の負担率 = 農家人口1人当り労働出役の負担額 / 前年の農家人口1人当り純収入 × 100。

出所：『当前我国農業重大問題研究』課題組（1999）133頁による。

税を負担していない。

農業集団化経営は，所得分配上の悪平等や生産経営の非効率などの問題を抱え，1970年代末に「家庭請負制」に取って代わられた。集団所有の農地を農家単位で配分し，農家の独立的生産・経営・採算を行う「家庭請負制」の農村改革によって，農地は集団所有のままであるが，農家単位で土地を占有し，家族で農業を営むという家族営農体制が確立された。農家は請負農地を中心とする生産手段の支配と利用や生産・経営の意思決定などの面における自主権を獲得し，農業の基本的経営単位となった。したがって，中国における農業経営の組織形態が集団経営から，集団経営と家族経営の「双層経営」へと変わり，家族経営を中心とするものになった。

このような農業経営形態の変化によって，農業・農村経済の分配・再分配制度が大きく変わった。農家は農地

利用の請負権と引き換えに農業税の納付，政府への食糧売渡し，郷鎮・村への上納金及び労働出役，各種の「社会負担」などを負うようになった。人民公社時期と比べると，旧生産隊・生産大隊に課された政府への納税義務と食糧供出任務が農家に移されたこと，旧生産隊・生産大隊が負担してきた地域の公共公益事業費が農家の分担になったこと，労働点数と世帯人口数を基準に算定されてきた農家報酬（現金と現物）が請負農家の総収入から諸費用や農業税，上納金などの各種負担を差し引いたものになったこと，などの三点の変化が挙げられた。

この関係変化をもたらす基本要因は，地域の公共公益事業のやり方が人民公社時期を引き継ぐことになったが，農家が従来の集団成員から現在の家族経営の主体へと変化したことにある。したがって，農家は「国の分」

表 2-3 調査地の農家人口 1 人当り農業税、上納金とその負担率 (元, %)

年 度	1984	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	
吉林省	農業税	12.7	14.7	21.0	20.0	23.1	39.6	61.9	63.9
	上納金	15.0	19.1	19.4	32.1	39.6	46.8	70.9	78.6
	合 計	27.7	33.8	40.4	52.1	62.7	86.4	132.8	142.5
	負担率	6.6	8.4	7.2	8.9	8.6	9.6	8.2	7.3
K 鎮	農業税	10.6	13.8	18.5	21.6	24.6	38.5	57.7	59.1
	上納金	19.2	25.9	33.2	47.4	51.1	71.1	96.2	119.1
	合 計	29.8	39.7	51.7	69.0	75.7	109.6	153.9	178.2
	負担率	6.5	8.0	8.8	11.5	9.5	9.5	8.1	6.2
A 村	農業税	9.9	12.5	17.7	19.5	21.9	35.9	48.7	52.1
	上納金	20.5	26.9	34.4	45.1	46.4	55.5	94.1	96.2
	合 計	30.4	39.4	52.1	64.6	68.3	91.4	142.8	148.3
	負担率	6.3	7.8	8.5	10.3	8.7	8.9	6.4	5.4

出所：『吉林省農村経済収支情況統計資料』（吉林省農業庁）の各年版，K 鎮農村经济管理ステーションの会計資料。

表 2-4 K 鎮，A 村における農民の労働出役（1998 年） (人日数，元)

	1. 労働出役		農村義務労働		蓄積作業労働		2. 「以資代労」		
	延べ日数	労働力 1 人当り	延べ日数	労働力 1 人当り	延べ日数	労働力 1 人当り	金 額	労働力 1 人当り	換算延 べ日数
K 鎮	219,855	23.9	81,628	8.9	138,227	15.0	348,500	37.84	22,500
A 村	24,150	23.0	8,050	7.7	16,100	15.3	26,600	24.88	1,710

出所：K 鎮農村经济管理ステーションの会計資料。

表 2-5 中国の東・中・西部三大地域経済状況及び地域別農民負担（1996 年）

	相対規模 (%)		第 1 次産業 (%)		1 人当り(元)		農家人口 1 人当り(元)				負担率 (%)
	面積	人口	産出	就業	GDP	財政 支出	純収入	負担額	農業税	上納金	
東部	14.3	41.2	14.1	44.3	7,951	614	2,548.9	100.4	34.1	66.3	3.9
中部	30.9	35.9	21.3	53.9	4,426	368	1,763.4	141.2	48.4	92.8	8.0
西部	54.7	22.9	22.7	64.5	3,456	402	1,288.6	72.6	30.3	42.3	5.6

出所：『中国統計年鑑 1997』（中国統計出版社），王躍新他（1997）9 頁による。

と「集団の分」をともに負担している。これは、農村改革後農民負担制度の基本的な特徴である。しかも、政府と集団への帰属分は、税負担と税外負担、現金負担と労働負担などが共にある。また、農家は政府への税金を負担すると同時に、都市住民には課されていない郷鎮・村への上納金と労働出役も負担している。

(2) 第 2 章は、第 1 章の農民負担制度の変化に関する考察に続き、農民負担の実態に関する実証分析である。

人民公社時期では、農民負担制度は、農業集団化の収益分配制度と一体化していた。それゆえ、農民負担実態は農業集団化の収益分配状況から窺える。表示は省略するが、生産隊の収益分配から見れば、国家への税金と集団への留保などは比較的安定していたが、労働蓄積、価格シェーレによる潜在的負担は増加しつつ、非常に重かった。例えば、価格シェーレによる負担は国家税金と集団留保の負担合計の 2 ~ 3 倍に相当した。しかし、以上の負担が農民から直接徴収されなかったため、農民が

その重さをそれほど感じていなかった。

改革開放期では、農民負担は農業税などの国家が定めた正規の税負担及び主要農産物の売渡し、郷鎮・村への上納金と労働出役及び行政機構の各レベル・各系統から課される「社会負担」などを含む。本章では、全国の農民負担状況をマクロ的に分析した上で、中国東北部・吉林省の農業地域での実態調査に基づいて農民負担状況、負担金の分担・徴収方法、負担決定・管理システム及び郷鎮・村の財政収支などの諸側面から農民負担の構造分析を行い、農民負担の全体像を明らかにした。それは、以下のようにまとめられる。

第 1 に、改革開放期における農民負担の項目が多く、かつ不透明で過重であることが基本的特徴である。1990 年代以来中国における農民負担率（農民 1 人当り負担額が前年の農民 1 人当り純収入に占める比率）は、農業税、上納金、労働出役及び「社会負担」を合わせると、大体 14 ~ 17 % に達している（表 2-1, 2-2, 2-3, 2-4）。しかも、「三乱」のように負担実態が不明であることに

表 2-6 A 村 12 戸農家の生産経営状況 (1998 年)

(ha, 人, 元)

農家 番号	請負農 地面積	人口(負 担人口)	農家「純収入」				1人当り
			合計	耕種 農業	耕種農業以外 主収入源		
1	1.27	5	4,850	4,850	0		970
2	0.84	4	4,010	2,710	1,300	出稼ぎ	1,003
3	0.84	3	6,190	2,220	3,970	養豚, 出稼ぎ	2,063
4	0.72	3	6,640	2,100	4,540	卵の塩漬け	2,213
5	0.48	3 (2.5)	7,240	6,640	600	養鷺鳥	2,413
6	1.68	7	17,450	11,490	5,960	養豚, 野菜直売, 売店	2,493
7	0.96	4	10,300	7,200	3,100	出稼ぎ, 養鶏	2,575
8	0.72	3	8,570	2,090	6,480	卵の塩漬け	2,857
9	0.84	3	9,760	2,840	6,920	もやし, 養豚	3,253
10	0.84	4	13,150	4,940	8,210	養鶏, 鷺鳥	3,288
11	0.96	4	15,060	3,200	11,860	養豚, 運輸	3,765
12	0.48	2	11,300	2,200	9,100	幹部報酬	5,650

註: 負担人口とは、人頭割りで郷統一徴収金などを負担する人口を指す。A 村の場合は、農地を請け負っていない者は1人を0.5負担人口としている。

出所: 総数 120 戸、農家「純収入」12 階層より各 1 戸、12 戸を抽出して調査した結果である。

表 2-7 A 村 12 戸農家の農民負担とその負担率 (1999 年)

(元, 人日数, %)

農家 番号	1 農業税	2 上納金	3 「社会負担」	負担額計 (1+2+3)	4 労働出役	負担率	
						A	B
1	279.4	545.3	222.5	1,047.2	46	21.6	30.6
2	184.8	379.9	208.0	772.7	23	19.3	24.7
3	184.8	352.2	183.5	720.5	22	11.6	15.0
4	158.4	313.8	232.6	704.5	20	10.6	13.5
5	135.6	223.1	178.8	537.5	10	7.4	8.7
6	369.6	732.1	311.5	1,413.2	58	8.1	11.3
7	211.2	418.3	208.0	837.5	40	8.1	11.8
8	158.4	313.8	201.2	673.4	19	7.9	10.0
9	184.8	352.2	198.8	735.8	22	7.5	9.7
10	184.8	379.9	218.5	783.2	24	6.0	7.7
11	211.2	418.3	288.7	918.2	26	6.1	7.7
12	105.6	209.2	89.0	403.8	0	3.6	3.6

註: 負担率 A は、農業税、上納金及び「社会負担」を合計した負担額の前年の家庭純収入に占める比率である。負担率 B は、負担率 A に、労働出役を平均労働賃金 (9.5 元/日) によって現金換算した負担額も加えて計算した総負担率である。

出所: 同上、同一農家である。各農家の負担明細書 (予算) による。ただし、「社会負担」及び労働出役は調査農家での聞き取りによって計算した。

大きな問題がある。これは、「温飽段階」(衣食が満ち足りる程度 of 生活レベル) の中国農民にとって、非常に重い。とりわけ、経済発展の遅れた中・西部の食糧主産地の負担が重く、同地域では低所得農家ほど負担率が高くなっている (表 2-5)

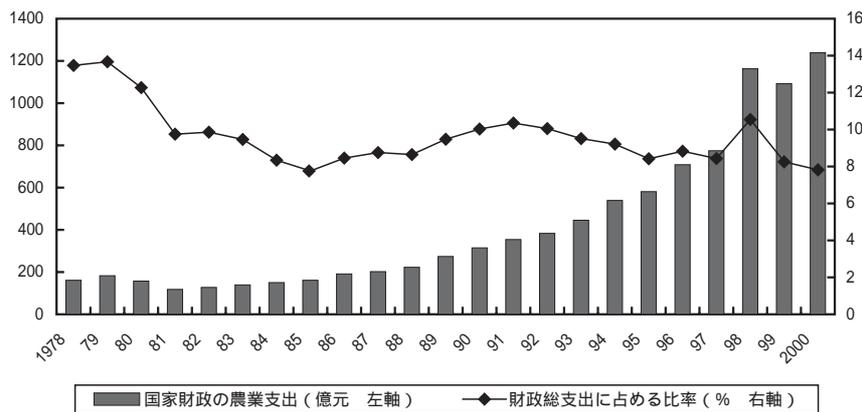
第 2 に、農民負担制度システムの欠陥が農民負担問題を深刻化させている。請負農地割り、人口・労働力割りという一律的課税方法が農家所得と関係なく不公平な負担をもたらしている。低所得ほど負担率が大きく、高所得ほど負担率が低くなるという農民負担の所得逆進性が端的に示されている (表 2-6, 2-7)。上意下達の負担決定方式は、村民への強制、または費用及び労務の徴収が地域公共公益事業の実際の需要状況と無関係に決められやすい、などの問題をもたらした。また、支出の不十分

な監督管理によって、負担金の効果的な使用が確保されていない。

第 3 に、「自力更生」とされている農村地域では郷鎮・村の財源が農家に依存せざるを得ない。農家から徴収された負担金は、郷鎮・村財政に重要な役割を果たしている。農村経済の開発資金から、農村の教育をはじめ様々な公共事業や行政運営などに至るまで、すべてを農家が支えている。そして、農村教育費の増大、郷鎮行政・事業機構の肥大化によって郷鎮・村財政の硬直化は益々厳しくなっている。

(3) 第 3 章と第 4 章は、農民負担問題の背景と原因の解明に関する総合的な考察である。この考察を通じて、郷鎮・村財政と行政管理体制・村民自治の実態が解明され、

図3-1 国家財政の農業支出とその財政総支出に占める比率の推移



注：1) 国家財政の農業支出は、農村の生産活動支援支出及び農業事業費、農業基本建設支出、農業科学技術費用、農村救済費などを含む。2) 1998年から国債の農業基本建設支出をも含む。
出所：『中国統計年鑑』各年版。

表3-1 農業基本建設投資額と完工固定資産の推移及び投資額比率 (億元, %)

時 期	項 目		農業基本建設投資の基本建設投資総額に占める比率	水利投資の農業基本建設投資に占める比率	農業基本建設投資による完工した固定資産	農業基本建設投資の完工率
	農業基本建設投資額	うち水利投資				
	A	B		B/A	C	C/A
第1次5ヶ年計画(53-57年)	41.8	24.3	7.1	58.1	34.5	82.5
第2次5ヶ年計画(58-62年)	135.7	96.6	11.3	71.2	84.6	62.3
経済調整期(63-65年)	74.5	28.9	17.6	38.8	60.6	81.3
第3次5ヶ年計画(66-70年)	104.3	70.1	10.7	67.3	53.8	51.6
第4次5ヶ年計画(71-75年)	173.1	117.1	9.8	67.7	92.6	53.5
第5次5ヶ年計画(76-80年)	246.1	157.2	10.5	63.9	152.8	62.1
第6次5ヶ年計画(81-85年)	172.8	93.0	5.1	53.8	140.5	81.3
第7次5ヶ年計画(86-90年)	241.2	143.7	3.3	59.6	174.7	72.4
第8次5ヶ年計画(91-95年)	697.8	440.7	3.0	63.1	417.8	59.9
第9次5ヶ年計画(96-2000年)	3,144.2	1,993.7	5.6	63.4	1,724.9	54.9
1996年	317.9	206.6	3.7	65.0	153.2	48.2
1997年	412.7	258.8	4.2	62.7	211.7	51.3
1998年	637.1	411.7	5.4	64.6	288.7	45.3
1999年	835.5	536.5	6.7	64.2	498.4	59.7
2000年	941.0	580.1	7.0	61.6	572.9	60.9

出所：『中国統計年鑑』各年版。

改革開放期における中国農民負担問題の農村財政と農村行政管理体制上の原因や農民を取り巻く社会・政治的環境が明らかにされた。

まず第3章は、農民負担問題の財政構造的要因の究明を試みた。

国家財政と農業との関係の分析によって、国家財政の農業支出や農業基本建設投資の不足及び投資効果の低下という実態を明らかにした(図3-1,表3-1)。農村地域には国家財政からの投資が十分ではないので、「自籌資金」(自己調達資金)を特徴とする郷鎮財政制度が必要としている。したがって、地域事業を行うため農家から

費用を徴収することが制度上では許可されている。これは農民負担を過重にする基本的な要因である。

1994年から実施された分税制改革は、改革前の中央財政収入の低下を是正し、中央政府の財政基盤の強化に評価できる。しかし、それに応じる財政の移転支出制度が整備されていない。省及び省以下の地方政府間の分税制改革は、財源を順次に上級政府に集中するやり方によって、県・郷鎮の地方財政問題を深刻化させている。しかし、分税制改革は、前述の郷鎮財政の「自籌資金」を特徴とする基本的な制度を変えるに至っていない。

こうした財政改革の仕組みや改革後の郷鎮・村財政の

表 3-2 B 鎮における財政収支（予算内）と構成比の推移

（百元，％）

年 度	1990		1994		1998		2000	
前年度繰越金（A）	2,013		898		- 6,221		- 9,608	
歳 入（B）	10,072	100	17,874	100	31,016	100	35,648	100
1. 鎮の収入	6,424	63.8（100）	2,605	14.6（100）	13,020	42.0（100）	13,625	38.2（100）
工商税額	3,608	（56.2）	2,046	（78.5）	2,735	（21.0）	1,965	（14.4）
うち：付加価値税	652	（10.1）	550	（21.1）	612	（4.7）	549	（4.0）
営業税	2,228	（34.7）	1,346	（51.7）	135	（1.0）	527	（3.9）
農業税額	2,493	（38.8）	-		8,125	（62.4）	6,627	（48.6）
うち：農業税	2,460	（38.3）	-		6,560	（50.4）	6,389	（46.9）
企業所得税	33	（0.5）	247	（9.5）	1,169	（9.0）	4,345	（31.9）
その他収入	290	（4.5）	312	（12.0）	991	（7.6）	688	（5.1）
2. 租税還付			10,304	57.6	17,010	54.8	17,003	47.7
3. 補助金	3,648	36.2	4,965	27.8	986	3.2	5,020	14.1
歳 出（C）	11,486		18,871		30,975		38,061	
1. 鎮の支出	11,236		16,861	100	28,950	100	35,524	100
農業生産支援	3,280	29.2						
農林水利事業費	579	5.2	852	5.1	1,763	6.1	1,882	5.3
文教衛生事業費	5,422	48.3	12,690	75.3	18,578	64.2	21,638	60.9
その他部門事業費	837	7.4	214	1.3	134	0.4	145	0.4
行政管理費	759	6.8	1,203	7.1	4,589	15.9	5,837	16.4
公安検察裁判経費	119	1.1	160	0.9	767	2.6	782	2.2
退職人員経費					3,119	10.8	5,240	14.8
その他支出	240	2.1	1,742	10.3				
2. 県への上納	250		2,010		2,025		2,537	
収支（A+B-C）	599		- 99		- 6,180		- 12,021	

註：1）工商税額は付加価値税，営業税の外，個人所得税，資源税，土地使用税，不動産税，印紙税，都市維持建設税，自動車・船舶使用税，土地付加価値税などを含む。2）農業税額は農業税の外，農業特産税，耕地占用税，契約税などを含む。ただし，1994～96年には農業税額の全体は県の収入と区分され，鎮の収入にはならなかった。94年には表示していない。

出所：B 鎮財政所『郷鎮財政収支決算報表』（内部資料）の各年版による。

表 3-3 B 鎮財政予算外（予算外資金「自籌資金」教育基金）の収支状況（2000 年）（百元，％）

収入	15,766	100	2. 「自籌資金」	3,531	24.2（100）
1. 予算外資金	10,183	64.6	教育費	1,865	（52.8）
うち：教育費の割り当て	7,803	49.5	計画出産経費	466	（13.2）
2. 「自籌資金」	3,531	22.4	軍人の家族手当	373	（10.6）
郷統一徴収金	3,531	22.4	民兵訓練費	131	（3.7）
3. 教育基金	2,052	13.0	道路の建設費	188	（5.3）
支出	14,618	100	福祉・救済費	508	（14.4）
1. 予算外資金	9,035	61.8（100）	3. 教育基金	2,052	14.0（100）
行政経費	3,423	（37.9）	教育費	2,052	（100）
教育費	5,612	（62.1）			

出所：B 鎮財政所『郷鎮財政収支決算報表』（内部資料）の各年版による。

収支状況は，農業地域地である B 鎮の事例に基づいて明らかにした。その実態分析から，以下のようにまとめられる。

第 1 に，分税制改革により，中央・省政府間で全国に共通の財政制度が整備されたが，農民負担を過重にする既存の農村財政の制度的欠陥が改善されていない。農村改革後に制定された郷鎮財政の「自籌資金」制度は，分税制改革によって現実に変わっていない。農村地域の経済発展や公共事業は，従来の「自力更生」の原則に従って，依然として主に農家自身に負担させている。

第 2 に，分税制改革は，上級政府優先の税収区分のやり方に従っており，末端の郷鎮政府の財源を保障してい

ない。このような改革によって，郷鎮の工商税収が減少して，農業依存型の税収構造が強化されている。そして，職務権限の区分及び財政移転は合理化されず，農村義務教育負担や中央政府の方針による公務員増俸など，地方税収を大幅に超過する職務を鎮政府に負わせたため，郷鎮財政は益々厳しくなっている（表 3-2）。

第 3 に，税源不足が深刻化している郷鎮財政は，行政経費の補足及び地域公共サービスの提供のために，やむなく「自籌資金」による予算外収入への依存を強めている（表 3-3）。

第 4 に，以上のような郷鎮財政構造の下で，農民負担増の可能性がさらに高まっている。調査地での農民負担

表 3-4 B 鎮における農民負担状況

(百元, %, 日数)

年 度	1992	1994	1996	1998	2000
農民負担額合計	14,183	19,438	25,106	33,655	33,651
1. 税金	3,936	7,189	10,659	12,426	9,746
2. 上納金	6,875	6,372	7,912	10,221	9,330
村留保金	4,186	3,619	5,064	6,772	5,799
郷統一徴収金	2,689	2,753	2,848	3,449	3,531
3. 「社会負担」	3,372	5,877	6,535	11,008	14,575
行政徴収費	40	728	266	895	987
割り当て	1,100	2,697	4,016	3,760	7,301
罰金	2,232	2,351	2,023	6,146	6,067
その他		100	230	207	220
農家人口 1 人当り負担額 (元)	62.9	90.7	117.2	156.3	164.5
負担率 A	8.2	9.9	6.6	7.1	6.7
労働出役	-	47,825	73,002	101,775	108,242
農村労働力 1 人当り日数	-	5.0	9.2	12.1	12.7
現金換算した労働出役の負担額	-	3,348	6,205	9,669	12,448
負担率 B		11.6	8.2	9.1	9.2

註：1) 税金は、主に農業税であるが、工商税類、農林特産税、耕地占用税、契約税なども含まれる。2) 負担率 A は農業税、上納金及び「社会負担」を合計した負担額の前年の家庭純収入に占める比率であり、負担率 B は労働出役を該当地域、該当年の平均労働賃金によって現金換算した負担額も加えて計算した総負担率である。3) 数字の空欄はデータが不明である。

出所：B 鎮農村经济管理ステーションの資料により筆者作成。

は増え続けており、とりわけ、郷鎮財政の予算外収入を賄っている「社会負担」の増加は目立っている(表 3-4)。

(4) 第 4 章は、農民負担問題の農村行政管理体制上の要因に関する論考である。

中国は国務院という中央政府と省(直轄市・自治区) - 地級市(自治州・盟) - 県(県級市・自治県・旗・自治旗) - 郷(民族郷)鎮の四級地方政府から構成される中央集権国家である。地方政府は当該地方の権力機関の決議、決定を執行し、それに対して責任を負い、活動の報告をしなければならないと同時に、上級の国家行政機関の決定、命令を執行し、それに対して責任を負い、活動の報告をしなければならない。そして、憲法に定められる共産党の一党支配体制によって、唯一の政権党の共産党は行政への関与ないし干渉が広範に存在し、いわゆる「党政不分」の問題が深刻である。

市場経済への移行期には、中央政府と地方政府との関係、あるいは地方政府の上級政府と下級政府との関係は、経済の活性化のためさらなる地方分権の要求を背景として、相互依存、相互抵抗が同時に存在するようになった。時には、「政令不通」(上級政府の政令の執行ができない)や「政出多門」(各行政機関による政策が矛盾する)などの行政上の混乱がある。また、中央集権そして縦割り行政システムの下で、上意下達の行政管理方式がなされ、行政機構の肥大化、行政費用の膨大化が深刻化している。

こうした状況は、下級政府ほどその問題が深刻化す

る。郷鎮では、上級の「部門」の派出機構と郷鎮政府の内部組織が共に存在するような二重組立の機構による郷鎮行政の分割、党、行政、経済組織は実質上の一体化、指導・管理の強化と行政サービスの低下とのズレ、そして行政人員の素質の低さ、などは農村行政管理上の特徴と問題点である。とりわけ、調査地 B 鎮の事例によると、郷鎮機構・人員の肥大化と行政・事業経費の膨大化、加えて行政上の官僚主義と腐敗は、郷鎮の行政権力の拡大を端的に示している。

一方、農民の組織化程度が低く、民主的意識が薄く、行政権力に対する交渉・抵抗力が非常に弱い。農民の独立性を高める農村政治の民主化を図る村民自治は、制度上では農民が村内の経済・政治・社会事務への選挙権、自主決定権と管理・監督権を一応確立した。しかし、村民自治の実態から見ると、村民委員会の選挙が進んでいるが、村民会議或いは村民代表会議の運営、または村事務公開制度と村民による民主的監督制度の執行が効果的になされていない。しかも、村民が受動的な受け止め方をしており、「自治」よりも党組織と上級政府の指導を重視している現状では、村民自治の理想と現実との間になお大きな距離があると言わざるを得ない。

こうして、一党支配体制の下で拡大している行政機構とバラバラな農民との間の極めてアンバランスな権力関係構造は中国農村社会の現実である。これは、前章に論述した国家財政制度やその下での地方財政構造的の問題に並び、農民負担問題のもう 1 つの成因である。このような農村行政管理体制の問題は、根本的に言えば「共産党の指導」、「国家行政の中央集権」の重大な原則に関わる問題として、村民自治をはるかに超えている。だから、

表 5 - 1 農村税制改革前後の農民負担

		改 革 前	改 革 後
税 金	農業税	税率は平年収量の 15.5 % 以内と定めているが、実質税率は 3 ~ 5 %	税率は 7 % 以内
	農業特産税	税率は一般的に特産収入の 5 ~ 12 % , 最高は 20 % (煙草) 農業税との二重課税 生産と流通の二段階徴収	税率は農業税よりやや高い。二重課税、二段階徴収の修正 2003 年から撤廃
	屠殺税	家畜を屠殺する個人や企業に徴収する工商 税収であるが、農家に平均的に割り当てるこ とは存在している。	撤廃
郷鎮・ 村への 上納金	「郷統一徴収金」	郷鎮の農村教育、計画出産、軍属補助、民兵 訓練、道路の建設補修などの公的事業に充当	撤廃 郷鎮の事業は財政予算内
	「村留保金」	村の公共公益事業、村・組幹部報酬、行政管 理費に充当	農業税付加 - 改革後農業税の 20 % 村・組幹部報酬、行政管理費、村救 済金などを賄う
労働出役		労働力人口 1 人当たり年間 15 ~ 30 日	3 年間で段階的に撤廃
「社会負担」		「農村教育基金」などの社会事業の負担金・ 募金の割り当て、各種手数料・手続き料など の行政徴収費用及び罰金 徴収根拠・使途が不明である「三乱」が多い	撤廃
「一事一議」村事業費		なし	村の事業は村民の民主協議。1 人当 たり年間 15 元以内

註：改革前では「郷統一徴収金」と「村留保金」の合計は村単位で前年の農民純収入の 5 % を超えないとしていた。

表 5 - 2 Y 県税制改革後郷鎮公的事業と補助金の予算 (2002 年)

(万円)

項目	合計	教育 経費	計画 出産	救済金	老人 扶養	軍属 補助	医療 補助	道路 建設	その他	郷鎮 補助	村補助
税源											
合 計	7,193.7	2,419.6	515.9	1,132.6	403.1	643.1	105.9	1,170.4	674	0	129.1
郷鎮増加収入	3,943.7	1,394.9	384.7	1,132.6	403.1	643.1				- 14.7	
補 助 金	3,250	1,024.7	131.2				105.9	1,170.4	674	14.7	129.1

註：1) 郷鎮増加収入 = (改革後の農業税 - 改革前の農業税) × (100 - 23) % (20 % は減免係数, 3 % は徴収コスト係数)。2) 郷鎮補助は所定の補助方法により、事業費がまだ足りない一部郷鎮にさらに支給した補助金を指す。3) 村補助は査定した村標準支出により農業税付加収入の不足額を指す。

出所：Y 県農村税制改革報告。

その問題の解決は中国の政治体制の根本的な変革を待たなければならないであろう。

(5) 第 5 章では、改革開放以来中央政府の農民負担軽減政策とその実施効果を検討し、近年注目される農村税制改革の展開を考察し、実態調査に基づいて改革の仕組み、効果及び問題点を明らかにした。

1984 年から 99 年まで中央政府は、農民負担の項目・金額の制限、徴収方法の改善、農民負担関連文書の整理・整頓、管理監督の強化など一連の軽減政策を打ち出した。しかし、政策の実施効果はそれほど現れていなかった。その原因と背景としては、農民負担の軽減政策自体に欠陥が存在すること、農村行財政問題が総合的に検討されず、一方的に農民の負担を軽減しようとした施策は実行の可能性が低いこと、行政上の混乱及び農業・農民が差別されている社会制度、などを指摘した。

農民負担を軽減しようとする農村税制改革は、地方政府の自発的試行を経て、2000 年から中央政府指導下の試行に入った。本章の農村税制改革の展開過程及び調査地

の改革実態の分析により、今までの農村税制改革は確かに一定の成果をあげた(表 5 - 1, 5 - 2)。農民にのみ課されていた「郷統一徴収金」、労働出役及び「農村教育基金」の撤廃、農村税制改革補助金による中央・地方間の財政関係の調整、農村行政機構の簡素化及び人員の削減などは、評価すべきである。しかし、改革で現れている問題も無視できない。改革後、郷鎮・村の財政減収が地域の公的事業や行政運営に悪影響を与えている。農地負担の増加が新たに負担の不公平をもたらし、農業の競争力を弱めている。「一事一議」制度(事業ごとに村民の民主的協議を通じて決定すること)は農村の民主政治の実現を遅らせており、形骸化している。これらの問題は現行の改革の限界を示している。

終章では、本論文の考察を総括し、今後の農民負担問題の中長期的課題として、都市・農村統一税制の整備、国家財政体制の修正、農村行政改革の深化及び農村民主政治の推進などを提言した。

〔後 注〕

この論稿は、2004年1月27日、弘前大学農学生命科学部において開催された岩手大学大学院連合農学研究科の王 建軍の学位論文公開審査会資料を基礎にして、指導教官宇野忠義及び高橋秀直が、図表を削減し、ごく一部の語句を補正して、表現はそのままの形で作成したものである。当初、学位論文の第5章を基礎にして論文をまとめる予定であったが、帰国が早まったため、このような形式で発表することになったこととお断りしておきたい。

なお、学位論文の基礎となった既発表論文は以下の通りである。

主論文：「中国・吉林省における農民負担問題の構造 - 農業地域での実態調査を踏まえて - 」、『農業経済研究』, 第75巻第3号, 118 ~ 128頁, 2003年12月)

参考論文：「分税制下の中国農村財政と農民負担」(『2003年度日本農業経済学会論文集』, 369 ~ 374頁, 2003年11月)

A Study on the Problem of Farmers ' Burden in China

Jianjun WANG, T. UNO and H. TAKAHASHI

Laboratory of Regional Resource Management

To burden the farmers with heavy taxes and task appears the typical problem among various rural contradictions in China. The farmers have had to bear heavy and many kinds of burden because of the long-term operation for the economic development strategies which have given industry and city priority over agriculture. Furthermore, the economic development strategies have caused the regional difference of the farmers ' burden. The farmers ' burden shows heavier especially in those under-developed regions and in the districts of mainly producing food and cotton.

The system of the farmers ' burden has some defects. Regarding the undemocratic policy-making system, the farmers ' own opinions are not taken into consideration. Such a policy-making manner results in disregarding the actual local need. The burden is not assigned according to the farmers ' incomes, but according to the numbers of families and laboring population. The percentage of the burden to the incomes gets much higher in the lower income classes than the higher income classes. The supervision and the administration to the use of the taxes and fees are not sufficient. And the result of the spending finance is not always good.

The dual social structure composed of the urban and the rural have brought on the differences of the tax and fiscal systems between the countryside and cities. The expenses on the rural economic development and on the local public enterprises, such as education, etc. have to be paid mainly by farmers ' burden composed of many kinds.

The basic resolution of the farmers ' burden is to try to minimize the difference between cities and the countryside and between regions and districts. Democratic policy-making system, fair burden-sharing system need to be further studied. The rural administrative and fiscal reform and farmers ' self-government are necessary for farmers.

ミヤコグサを求めてカナダまで

新 関 稔

遺伝情報科学講座

(2004年9月30日受付)

1. はじめに

2004年3月初め, 大学教官として定年まで残すところ2年となって, カナダのマギル大学留学以来35年もの間, 研究材料の一つとして付き合ってきたミヤコグサ(正しくはセイヨウミヤコグサ, 英名: Birdsfoot trefoil, 莢が鳥の足に似ているのでこう呼ばれる, 学名: *Lotus corniculatus* L. 2n=24)について多くのことを知らないのに気がついて, カナダへの調査旅行を思い立った。

今から15年ほど前, 日本育種学会でミヤコグサのソマクローナル変異(体細胞培養変異)について研究報告した時に, 「何でそんなマイナーな植物を材料にして研究しているのか?」という質問を受けたことがある。どのような返答をしたか忘れてしまったが, 研究している本人には面白い材料なのである。その当時は育種学会員でミヤコグサを知っている人はあまりいなかった。

Lotus 属には種, 亜種及び系統を数えると200に近いほどで, 地中海沿岸を起源とし, 変異に富み, 今では世界中に分布している。その中のセイヨウミヤコグサは北米及びカナダに分布し, 放牧用, 乾草, サイレージ等に使用されるマメ科牧草として栽培されている。栄養価は牧草の王様と称されるアルファルファ(*Medicago sativa* L.)に匹敵し, 酸性, アルカリ性土壌双方に適応し, また痩せ地でもよく育つ。さらにタンニンを含み家畜の鼓腸症を防ぐ(3)。牧草としての使用以外にも深く根を張る特性からハイウェイのスロープ等に植えられ, 土壌エロージョンを防止し, 一面に咲く黄色の花はドライバーの目の保養となる(1)。また, 最近は花卉植物としても使用され初めている。

ただし欠点もある。初期生育が遅く雑草に負けてスタンドを造るのが難しいこと, 裂莢しやすく採種が困難であること, そして家畜に害にはならない程度の僅かの青酸(HCN)を含むことである(2)。

私は国立大学法人弘前大学の評価室委員を任じられているので, 担当の社会貢献の評価項目素案を急いで作り, 後は教育学部の比良木高幸教授にお願いし, 学部及び大学院の講義の成績を学務に提出し, さらに *Lotus* Newsletter の編集者である南米のウルグアイのモニカ

レブフォ氏から再三請求されていた短報を遺伝子実験室の赤田辰治氏に *Lotus japonicus* L. (2n=12, 真のミヤコグサで自殖性)における根粒菌との共生関係について分子遺伝学的研究の報告書を書いて送ってくれるよう依頼し, 心よく引き受けていただいたので安心して旅立てる準備が出来た。恩師であるカナダのマギル大学の Dr. William F. Grant 先生が日本の岐阜県の土手で採種した *L. japonicus* の種子をデンマークで10数世代自殖した系統名 GIFU B-129-S9 の純系がマメ科のモデル実験材料として世界中に配付されている。赤田氏もこの系統を使っている。また, 千葉県のかずさ DNA 研究所の田端哲之氏は世界のリーダーとしてアラビドプシスの全ゲノム解読に成功した後, このマメ科の *L. japonicus* のゲノム解読に取り組んでいる。今では, *L. japonicus* の有用性が世界的に認知されている。

2. 生命力の強いミヤコグサ

バンクーバーで長女が大学院学生として勉強している。しかし, 空港での出迎えは無かった。娘が薄情なのではない。レポート書きが忙しかつたらしい。あちらこちらで道を尋ねながら, なんとか娘と会うことが出来た。カナダへは5度目だが, カナダ人特にバンクーバーの人はとにかく親切である。公衆電話のある場所を尋ねると自分も分からないのに一生懸命一緒になって探してくれるといった具合である。娘の住んでいるバーナビーの道々私はミヤコグサを何度か目にした。その日の夕食後, 早速カメラを持ってアパート周辺を探索した。こちらは夏時間を採用しているので夜9時でも明るい。荒地には雑草化したミヤコグサが黄色の花を付けていた。手入れの悪い家の庭の芝生(ケンタッキーブルーグラス)が枯れ上がっているところを見ると, ここしばらく雨が無かったようである。しかし, ミヤコグサは遅く生き延びて花を付けていた。深根性のおかげである。手入れの良い家の芝生は青々としていて, おそらく毎週末に刈り取り, スプリンクラーで水をやっているのであろう。じっくり観察してみると芝生の所々にミヤコグサが生えているのに気がついた。これは牧草としての再生力の強

さを示している。牧草は最低年2回は刈り取るので再生力の弱い牧草はたちまち雑草に負けて消えてしまう。他人の家の庭を覗き込んでいる私を見つけた家主らしき人物がいぶかしげな顔で出て来たが、事情を話すと心良く庭に入れてくれ写真を撮らせてくれた。私の育成したセイヨウミヤコグサをここへ持ち込んだら、初期生育が良いのもっと旺盛に雑草化するであろうとふと想像した。芝生を育成するにはやっぱりものになるのだが。翌日バンクーバーの北西にあるスタンレー公園を探索したが収穫らしいものは無かった。さらに翌日バーナビマウンテンに登ってみると、そこからのバンクーバー市内の眺望は一見に値するものであった。また、足下に地面に這いつくばるように群がるミヤコグサを発見した時は興奮した。周囲を見ると這松が生えているのでかなり高い山である。ここのミヤコグサは高山植物のようなエコタイプに変異して適応したのであろう。その生命力の強さに驚かされた。おそらくセイヨウミヤコグサとは種を異にするものであろう。

3. サスカチュワン州のミヤコグサ

7月25日私は妻と共にウエストジェット航空でサスカトーンに向かった。ウエストジェットは航空運賃は安い、機内サービスは一切無いと聞いていたが、コーヒーやジュースのサービスはあった。航空会社も競争時代なのでそうせざるを得ないのであろう。飛行時間1時間50分でサスカトーンに現地時間午後2時過ぎに到着した。空港のHertzでフォードのTAURUS SEを借りて予約してあった郊外のB&B (Bed and Breakfast)に向かった。主人が出迎えてくれて2階の部屋に到着することが出来た。翌日の朝食時に主人と話しているとサスカチュワン大学の農学部出身であることが分かった。そこで旅行の目的を話すと「パーズフット・トレフォイルならうちの庭にも沢山生えて雑草としていつも抜いているよ」と云って笑った。B&Bは日本の民宿にあたるが、家族的で慣れてくると居心地が良く、それに安いホテルよりもましである。朝食後午前9時にNipawinのNew Field Seed Companyを訪問するために出発した。ハイウェイはどこまでも一直線道路で車の数が少ないせいか、制限時速100 km/hをほとんどの車が140 km/hで走っていた。この速度ではちらりちらりとしか窓外を見ることが出来なかったが春播きのカノーラ (*Brassica rapa & napus*)、春播き小麦、アルファルファそして後で分かったのだが薄紫色の花をつけた亜麻畑がはるかかなたの地平線まで続いていた。ハイウェイの両側スロープには黄色 (*Melilotus officinalis*) と白色 (*M. alba*) の花をつけた比較的草丈の高いスイートクローバーが雑草化してどこまでも生えていた。スイートクローバーを専門に研究していた北海道大学名誉教授の喜多富美治先生がこの光景を見たらさぞ喜ぶだろうなとふ

と思った。プリンスアルバータで昼食をかねて1時間休憩して、再びハイウェイに戻り午後1時過ぎにNipawinに到着した。Nipawinは人口数千人とされる小さな町であるが、夏はゴルフや魚釣り、冬はカントリースキー等のリゾート地である。目的の種子会社は町外れにあり、苦労せずに見つかり、案内役のDr. G. Lyon氏が到着を待っていてくれた。この会社を訪問したのは種子採種方法を学ぶためである。種子採種はマメ科牧草のセイヨウミヤコグサ、アカクローバー、アルサイククローバー、シロクローバーそして禾本科牧草のチモシーは胡麻粒大の小粒種子なので同じ機械を使って行うとのことであった。莢がはじける完熟種子直前に大形のモアで刈り取り乾草させて種子をふるい分ける。次に栄養体の残さを水平震とうで取り除き、更に混入した雑草種子を種々の目の大きさの篩で取り除くということであった。簡潔明瞭である。このような種子の精選は冬場に行い、夏場はもっぱら機械の整備を行っているとのことであった。工場内は種子精選用の大形機械が並び、日本の種子会社では見られない光景であった。会社自体が2万エーカーの圃場を持っているが、ほとんどは研究用で、販売種子は農家への種子専用の依託栽培でまかなっているとのことであった。牧草は他殖性のものが多いので適度に距離のはなれた農家への依託栽培は品種隔離の役割を果す。実際の圃場を見学したが上述の作目の他に牧草としてはプロムグラス、ライグラス、フェスク類、セインフォイン、ベッチ、ケンタッキーブルーグラス等が栽培されていた。一農家の圃場面積は平均2千エーカーとのことであった。Dr. Lyon氏はフィートグラス(アグロパイロン属)の畑に車ごと乗り入れて畑の中央に案内してくれた。いかにもwild life in Canadaらしい荒々しいやり方である。今年はこの地域は雨が多くて生育が悪いとのことであったが「牛には水分の多いデリシヤスな食物に見えるようすがね」と云うとDr. Lyon氏は黙って笑っていた。その笑った顔に農業にかける男の愛着と熱意を感じた。

翌日はNipawinの郊外を気の向くままドライブしてみたが、東西南北どちらに向かって走っても畑また畑で、所どころに農家が点在するという光景ばかりであった。採種農家の畑には受粉のための蜜蜂やleaf cutter bee(葉切蜂)の半坪ほどの巣箱が点在していた。サスカトーンへの帰路も同じハイウェイを140 km/hで走り、途中休憩を入れて4時間かかった。

次は弘前大学の姉妹校であるサスカチュワン大学を訪ねる予定であったので、その近くにB&Bを予約しておいた。その女主人は飲み物(アルコール類は無かったが)やつまみを冷蔵庫一杯に詰め込んで待っていてくれた。朝食時には車で気ままに旅をしているというカナダ人の老夫婦、それにこの家の主人が出て来て楽しいひと時を過ごした。私が訪問したAgriculture and Agri-Food Centerはサスカチュワン大学構内のほぼ中央にあ

るが、政府所属の研究機関である。Dr. B. Coulman 氏は中年の働き盛りと思われる研究者で、Dr. William F. Grant 先生と共同研究をしたことがあると云って彼のことを Bill と William の愛称で呼ぶ間柄であった。彼の主な仕事は家畜の鼓腸症を起こしにくいアルファルファの改良で、鼓腸症はアルファルファに含まれる水溶性蛋白質、サポニン、タンニンの欠落、細胞の早期消化が原因であることをつきとめ、消化を遅らすため細胞壁を厚くする試みを行っていた。しかし、期待していたミヤコグサのタンニン遺伝子の導入は未だ行っていないようであった。Dr. Coulman 氏と会話中にひっきりなしに電話がかかって来て大変忙しそうだったので、翌朝試験圃場を案内していただくことを約束して1時間半ほどで彼の研究室を後にした。帰路、市内の空き地を覗いて見るとスイートクローバー、アルファルファ、そしてミヤコグサが3大雑草としてはびこっているのに気が付いた。翌日、Dr. Coulman 氏は試験圃場をワゴン車で案内してくれた。大学に隣接する広大な圃場は弘前大学のそれと比較して羨ましい限りであった。主な禾本科及びマメ科牧草の適性試験が行われており、冬には零下40℃までにもなるこの地ではチモシーが最も適しており、収量の多いオーチャードグラスの栽培は無理とのことであった。マメ科牧草としてはアルファルファが適しているとのことであった。広大な圃場には寒冷紗のような布を張った一坪ほどの箱が無数に並んでおり、アルファルファ及びミヤコグサの種、品種、系統の維持隔離のためのものがあった。ミヤコグサの隔離箱には恩師の Dr. W. F. Grant 提供と名札の付いたものが多く目につき、恩師のカナダでの活躍ぶりを改めて知った。

その日の午後、空港まで B&B の女主人に車で送っていただき私はバンクーバーへ向けて機中の人となった。雲の切れ間から見える地上は黄色の花をつけたカノーラ畑、緑色の小麦畑、それに所どころに見られる薄紫色の亜麻畑がちょうどキルトの布地を見るかのように果てもなく広がっていた。

4. プリテイッシュコロンビア大学の Dr. A. Riseman 先生と Dr. Q. Cronk 先生

8月5日、昨夜の雨も上がり、曇り空だったが、暑くもなく寒くもない快適な気候で、午前中バーナビーの西にある遊歩道を散策した。道路沿いに多くのブラックベリーが完熟しているのを見つけ、口にしてみると酸味があるが美味しいものではなかった。帰り道、3人の子供を連れたカナダ人家族がそのブラックベリーを摘んでいるところに出会った。食べ方を尋ねると「ジャムにしたりパンケーキに使うと最高の味よ」と奥さんが云って、摘み方を教えてくれた。私も持っていたビニール袋に摘みはじめ、30分ほどで500gほど摘むことが出来た。枝に刺があるのでかなり手を引っ掻いてしまった。マー

ケットでは1ポンド5ドルほどで決して安くはない。ちなみにブルーベリーは1ポンド2ドルほどであった。砂糖を少々入れてジャムにすると確かに美味しいものであった。

その日の午後、バス - スカイトレイン(軽鉄道) - バスを乗り継いで、プリテイッシュコロンビア大学農学部の Dr. Riseman 氏に会うために出かけた。Dr. Riseman 氏は花卉植物の育種を行っている助教授と聞いていたが、41才の若い研究者であった。花に疎い私には Exacum を扱っていると云われても、どんな花が見当もつかなかった。実物を見せられるとそれはきれいな青色のアサガオ大の花をつける植物であった。Exacum には合弁花と離弁花があり、どちらが好きかと聞くので、私が離弁花、私の妻が合弁花と答えたところ彼は即座に「You are right!」と云った。ほとんどの男性が離弁花を好み女性が合弁花を好むとのことである。これは心理学的難問と思った。Exacum には5種有り、その相互交雑を行っており、後代を数世代自殖すると種子が発芽しなくなるが、薬培養で得た純系は生育旺盛であるとのことであった。その原因は何であろうと考え込んでいたので、雑種崩壊ではないかと云うと、その可能性も有ると云った。面白かったのは害虫抵抗性のために忌避剤としてハッカ油の遺伝子を組み込む試みを行っていることであった。この研究はうまくいくに違いないと直感した。欧米の研究者は皆独自のアイデアで研究を行っていることを改めて知った。彼は3時半から会議があるとのこと、残念ながらミヤコグサの観賞用植物としての可能性について聞くことも無く別れてしまった。Dr. Q. Cronk 先生にはずいぶん前からアポイントメントを取っていたのだが、先生はアメリカでの学会、そして学科長及び植物園長を兼ねており超多忙でお会いすることが出来なかった。ミヤコグサの開花生理の研究をしており、最近アルファルファの形質転換にも力を入れていたので、有意義なお話が聞けると期待していたので大変残念であった。管理職に就くと自分の時間を持つことが制限されるのは日本と同じようだ。

5. カナディアンロッキー

8月7日、夏休みに入った娘も連れてウエストジェット航空でエドモントンに向かった。声をかけておいた某企業に勤務する長男とエドモントン空港で合流し、Hertz でポインティアックの GRAND AM を借りカナディアンロッキーへ向かった。私以外の3人はこれ幸いと大いに楽しもうという魂胆である。ジャスパーまでの約3時間ハイウェイの両側のスロープに、あたかも植え込んだかのように黄色と白色の花をつけたスイートクローバーが続いていた。小鹿がハイウェイを横切った。小鹿を見たのはこれで2度めである。熊も居るかも知れない。車から不用意に離れないようにとガイドブックに

書いてあったがまんざら嘘でもないらしい。

翌日、B&Bでパン、マーフィンとコーヒーの簡単な朝食をとりマリーン湖に向かった。最大幅 22 km、広さ 2066 ヘクタール、最大深度は約 97 m のカナディアンロッキー最大の氷河湖である。かなり寒いのでセーターの上に冬用のキルティングを着込んでポートクルージングを楽しんだ。両側の氷河を抱いた山々は自然の造形と思えないほど石灰岩に整然とした筋が横に走り、その絶壁は中国の長江のクルージングで見た山々より雄大で荒々しいものであった。山裾にはカナダスギやトドマツを中心とした針葉樹が山々を守るように生い茂っていた。湖面では釣人達がボートを浮かべ鱒釣りを楽しんでいた。マリーン湖の入口で昼食後、ミエテ温泉に向かった。車窓から道路沿を見ると、アカクローバー、アルサイククローバー、ミヤコグサ、スイートクローバー、セインフォインが花盛りで群がっていた。かなりの高地で、しかも寒さの厳しいカナディアンロッキーでミヤコグサを見るとあまり期待していなかったもので、所どころに比較的草丈の高いミヤコグサの群落を発見した時は嬉しさが込み上げてきた。そして、その生命力に感嘆した。ミエテ温泉で体を温めて、ジャスパーへの帰路、鹿のエルクの親子連れが観光客に食べ物をおねだっている光景に出会った。観光客が多く人慣れしてしまったのであろう。

翌日、9時にロブソンマウンティンに向けて出発した。ジャスパーの郊外に出て 20 分位ハイウェイを走った所で、車の前方を黒い動物が横切った。熊だと直感したので車を止めて観察したところ、道路から 15 m 離れた草むらで小熊ではないが親離れしたばかりのような大きさの黒熊がこちらの車を無視するように野草を選り分けて食べていた。これでは不用意に車を離れることが危険であることを改めて知った。

ロブソンマウンティンの川沿にある遊歩道を往復 3 時間ほどかけて歩いたが、熊がでるのではないかと心配であった。川は融雪の水が石灰岩の砂を含んで乳白色になり、轟音を上げて流れ、その水音はむしろ汗ばんだ体には気持ちよく響いた。この辺りにはアカクローバー、アルサイククローバー、フィートグラス、チモシー、エノコログサやレッドトップ等が群れて生えていた。目的のミヤコグサは見当たらなかった。その後車で移動しエディスカベル氷河及びエンゼル氷河を見学した。1950 年頃までは氷河だったが、地球の温暖化で石の原になったところに一面に松の幼木が生えていた。その光景は私の気持ちを複雑なものにした。その後、アサバスカの滝に立ち寄った。水が岩に激しくぶつかり毎年数ミリ削り取られるとこのことで水の重さを感じさせ、ナイアガラの滝とは趣を異にしていた。帰路エルクの立派な角をした雄に出会い車を降りて 7 ~ 8 m 近くまで近寄って観察したが、平然と草を食べていた。後で不用意にこの鹿を驚かせると荒れ狂って攻撃してくると聞き、胸をなでおろし

た。ジャスパーの B&B に戻った時にはもう 8 時近くになっていた。

8 月 10 日、パンフへ移動の途中にコロンビア大氷原(氷河)に雪上車で登り厚さ 320 m の氷原を遊歩してみた。シャーベット状の氷で歩を進めるとサクサクと音がした。融氷水が太陽の光にキラキラ輝きながら筋になって流れていた。その後、ルイーズ湖に立寄ったが氷河をいただく山々の影を映したエメラルド色の湖は雄大さと気品を兼ね備えた美しさであった。湖の周辺を散策してみるとコットングラスやフォクステイルパーレーが路肩に群がっていた。さらに、インディアンペイントブラシやファイヤーウイードの赤色の花が今が盛りとばかり咲き誇っていた。ベッチの紅紫色の花やアルファルファ(*Medicago falcata*)の黄色の花も今が盛りであった。*M. falcata* は厳寒の地に適応した種である。車窓からは小さな角をつけたマウンテンゴートが渾木の葉を食べている姿が見られ、野鳥では頭が灰色、胸が黒で尾の白い上品な clark's nutcracker を度々目にした。ミヤコグサは残念ながら目にすることが無かった。

翌朝、早起きしてミネワカ湖で予約してあった大型モーターボートに乗り込み鱒釣りを楽しんだ。カナディアンロッキーの朝は寒く冬用のキルティングを着込んだ。他に釣舟は 2 隻で湖は静まりかえっていた。4 時間ほどでの釣りの成果は 60 ~ 70 cm ほどの鱒 3 匹、40 cm ほどのホワイトフィッシュ 3 匹であった。ホワイトフィッシュは美味しくないとのことで釣っては直ぐに湖に返してやった。太陽も高く上り暖かくなり、ふと一息ついて湖岸に目をやるとビッグホーンシープの家族がのんびり水を飲んでた。マツの木に鳥の巣らしいものがあるのに気づいて近づいて見るとイーグル(鷲)の親子が居るのが見えた。その周辺の木のとっぺんには頭の白い成鳥が 2 羽こちらの様子をうかがっていた。死んだ一匹の鱒を湖面に投げてやると一羽のイーグルが素早く降りて来てそれを掴んで森の奥に消えた。その素早さはさすがであった。鱒 2 匹をぶら下げて B&B に帰り、早速バターで焼いて食べてみるとなかなかの味で昼食のにぎわいとなった。午後はヨーホー国立公園に出かけて点在する湖やタカカウ滝、ナチュラルストーンブリッジを見て廻った。いづれも水量の多さに圧倒された。リスのコロンビアングラントが観光客の前に現れて独特の立ち姿で愛嬌をふりまいていた。

翌日、パンフの東部カナナスクス地方へミヤコグサを求めて出かけた。この地域には観光客はほとんどいなかった。砂利道にハンドルを取られあわや路肩から転落かと冷汗をかく一幕もあったが、ゆっくり車を走らせミヤコグサを探したが、スイートクローバーとアルファルファばかりであった。広大な放牧地はチモシーとアルファルファの混播であった。ジャスパーであれほど見られたミヤコグサはヨーホー国立公園を挟んで隣接するパンフでは全く見られない。広範な適応能力を持つが微妙

な環境の差による適応能力の欠落を合わせ持つミヤコグサのその繊細さを初めて知った。

カナナスクス地域は観光客が殆どいないせいか、野生動物の宝庫のようであった。途中、独特の角を持った大型のムースを見かけたり、20頭あまりのマウンテンゴートが一群になって車道で砂利をなめていた。おそらく何らかのミネラルの補給をしているのであろう。その脇を車がゆっくり通り抜けても逃げる様子ではなかった。

8月13日、予定の日程を終えたので午後カルガリーに出てウエストジェットでバンクーバーに戻った。機上から見るロッキーの氷河を抱いた山々も雄大であった。

6. おわりに

私は妻と7月22日夕方成田からバンクーバーに向かった。ただし私費なので一ヶ月間の貧乏旅行を覚悟していた。農林水産省や学術国際振興基金へ調査旅費の申請をしたが、どちらも断られてしまったのである。しかし、ミヤコグサとイネの非対称細胞融合によりセイヨウミヤコグサを牧草として、土壌エロージョン防止用として、さらに花卉植物として多目的用途品種開発にほぼ成功しており、それが世界的にみて価値があるかどうか検証してみたいという気持ちが強かった。終えてみると、世

界の一部地域であるがミヤコグサの実体を知ることが出来、自分の育成しつつある品種と比較出来る有意義な調査旅行であった。また、義務感の無い旅行は私の遊び心をも満足させてくれるものでもあった。

謝 辞

この調査研究にあたり、種々のご指導をいただいたマツギル大学のWilliam F. Grant名誉教授に対し深い感謝の意を表す。また、各研究者への訪問時に会話の要点をメモしてくれた妻、道子に感謝する。

参 考 文 献

1. GRANT W. F., and G. C. MARTEN : Birdsfoot trefoil. In : HEALTH M. E., BARNES R. F., METCALFUS D. S. (eds) Forages. Iowa State University Press, Ames, pp. 98-108, 1985.
2. O DONOUGHUE L. S., and W. F. GRANT : New sources of indehiscence for birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*, Fabaceae) produced by interspecific hybridization. *Genome* 30 : 459-468, 1988.
3. RACHIE K. O., and A. R. SCHMID : Winter-hardiness of birdsfoot trefoil strains and varieties. *Agron. J.* 47 : 155-157, 1955.

Birdsfoot Trefoil at West Area in Canada

Minoru NIIZEKI

Laboratory of Gene and Genetic Systems

SUMMARY

In the results from searching of birdsfoot trefoil at west area in Canada it was concluded that this plant is useful as a forage crop, a plant for protection of soil erosion and an ornamental plant. In addition, it was assumed that this plant may have either wilderness or sensitivity in the different environments. Therefore, it may have an ability of adaptation in Japan by improvement of some of the plant characters.

Bull. Fac. Agric. & Life Sci. Hirosaki Univ. No. 7 : 40 - 44, 2005

弘前大学農学生命科学部
研究業績目録

2003年10月 - 2004年9月

Lists of Published Research Works of the Faculty of Agriculture and Life Science
Hirosaki University
2003 (October)- 2004 (September)

弘前大学農学生命科学部

2005年1月

Faculty of Agriculture and Life Science
Hirosaki University
Hirosaki, 036 - 8561 Japan
January, 2005

は し が き

本号の「研究業績目録」には、2003年10月から2004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（2004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 渉

（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，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）

奥野智旦，武藤 昱，宮入一夫，姫野俵太，橋本 勝，牛田千里

（細胞工学講座）

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，張 樹槐

（農業生産学講座）

豊川好司，杉山修一，工藤啓一，鈴木裕之，福地 博，松山信彦

（環境生物学講座）

原田幸雄，佐原雄二，比留間 潔，城田安幸，佐野輝男，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	49
生命理学講座	49
遺伝情報科学講座	50
植物エネルギー工学講座	52
応用生命工学科	54
生体機能工学講座	54
生体情報工学講座	55
細胞工学講座	57
生物生産科学科	59
園芸学講座	59
農業生産学講座	59
環境生物学講座	61
地域環境科学科	65
地域環境工学講座	65
地域環境計画学講座	66
地域資源経営学講座	67
生物共生教育研究センター	69

業 績 目 録

生 物 機 能 科 学 科

生 命 理 学 講 座

- a-01. YAMADA, Y.^{*}, SAMWASHIMA : M. Hypertonic signal promotes stability of *Dictyostelium* spores via PKA-independent pathway. *FEMS Microbiol. Lett.* 229 (2) 159-164, 2003. (^{*}The Tokyo Metropolitan Institute of Medical Science)
- a-02. ESCALANTE, R.^{*}, Y. YAMADA^{**}, D. COTTER^{***}, L. SASTRE^{*}, M. SAMESHIMA : The MADS-box transcription factor SrfA is required for actin cytoskeleton organization and spore coat stability during *Dictyostelium* sporulation. *Mechanisms of Development* 121 : 51-56, 2004. (^{*}Instituto de Investigaciones Biomedicas CSIC/UAM, Spain, ^{**}The Tokyo Metropolitan Institute of Medical Science, ^{***}University of Windsor, Canada)
- a-03. YAMADA, Y.^{*}, M. SAMESHIMA : Cell shape regulation and co-translocation of actin and adenosyl homocysteinase in response to intermediate hypertonicity. *FEMS Microbiol. Lett.* 238 (2) 417-422, 2004. (^{*}The Tokyo Metropolitan Institute of Medical Science)
- a-04. KURO-O, M., R. KATAKURA : Four fledglings of partial albinistic-plumage in two families of the Carrion Crow, *Corvus corone orientalis*. *Jpn. J. Ornithol.*, 52 : 112-115, 2003.
- a-05. MATSUOKA, N., H. ASANO : Genetic variation in northern Japanese populations of the starfish *Asterina pectinifera*. *Zoological Science*, 20 (8) 985-988, 2003.
- a-06. 松岡 教理・北野 誉 : アロザイム変異からみたキュウリウオ科の遺伝的分化 . 弘前大学農学生命科学部学術報告 , 6 : 40-48, 2003.
- a-07. MATSUOKA, N., K. KOYAMA, E. ARAKAWA, S. AMEMIYA : Molecular evidence of the existence of two sibling species within the echinothurioid echinoid *Asthenosoma ijimai* from Japanese waters. *Zoological Science*, 21(10) : 1057-1061, 2004.
- a-08. 松岡教理・五十嵐聖貴・松村行栄 : アロザイム分析からみた日本産アゲハチョウ科の系統類縁関係 . 日本鱗翅類学会誌 (蝶と蛾), 印刷中 , 2004.
- a-09. SOLER-LOPEZ, M.^{*}, C. PETOSA^{*}, M. FUKUZAWA, R. RAVELLI^{*}, J. WILLIAMS^{**}, C. MULLER^{*} : Structure of an activated *Dictyostelium* STAT in its DNA-unbound form. *Molecular Cell*, 13 : 791-804, 2004. (^{*}European Molecular Biology Laboratory, Grenoble Outstation, France, ^{**}School of Life Sciences, University of Dundee, UK)
- a-10. FUKUZAWA, M, N. ZHUKOVSKAYA^{*}, M. TSUJIOKA^{*}, K. JERMYN^{*}, T. KAWATA^{*}, T. ABE^{*}, M. ZVELEBIL^{**}, J. WILLIAMS^{*} : Dd-STATb, a *Dictyostelium* STAT protein with a highly aberrant SH2 domain, functions as a regulator of gene expression during growth and early development. *Development*, 131 : 447-458, 2004. (^{*}School of Life Sciences, University of Dundee, UK, ^{**}University College London, Ludwig Institute for Cancer Research, UK)
- c-01. 鮫島正純 : アクチンの新たな機能 . 顕微鏡 , 39 (2) 116-120, 2004.
- d-01. 山田葉子^{*}・鮫島正純 : 中浸透圧刺激で引き起こされるアクチンおよび S-adenosyl homocystein hydrolase の局在変化と細胞の形態 . 第 6 回細胞性粘菌研究会 , 2004. (^{*}東京都臨床研)
- d-02. YAMADA, Y.^{*}, M. SAMESHIMA : Colocalization of actin and S-adenosyl-L-homocysteine hydrolase in response to the osmotic stress in *Dictyostelium discoideum* cells. 第 57 回日本細胞生物学会大会 2004. (^{*}東京都臨床研)
- d-03. 山田葉子^{*}・鮫島正純 : 浸透圧ストレス応答におけるアデノシルホモシステイナーゼとアクチンの共有 . 日本植物学会第 68 回大会 , 2004. (^{*}東京都臨床研)
- d-04. 黒尾正樹・池部千賀子^{*}・河野晴一^{**} : 公開シンポジウム「染色体と系統・分類」: 染色体と高頻度反復 DNA を指標としたサンショウウオ科の系統分類 . 染色体学会 2003 年度 (第 54 回) 年会 , 2003. (^{*}東邦大・薬, ^{**}東邦大・理)
- d-05. 吉村 文・中田章史・黒尾正樹・小原良孝・安藤喜一 : 日本産イナゴ属 (*Oxya*) における高頻度反復 DNA 配列の解析 (). 染色体学会 2003 年度 (第 54 回) 年会 , 2003.
- d-06. 中田章史・吉村 文・菊池浩司・黒尾正樹・小原良孝 : ヒミズの高頻度反復 DNA の性状解析 (). 染色体学会

2003年度(第54回)年会, 2003.

- d-07. 長谷川葉子・池部千賀子*・河野晴一**・呉 貫夫***・曾 曉茂***・黒尾正樹: サンショウウオ科5種における高頻度反復DNAの解析と系統類縁関係の推定. 日本爬虫両棲類学会第42回大会, 2003. (*東邦大・薬, **東邦大・理, ***中国科学院・成都生物研)
- f-01. NAKATA, A., K. KIKUCHI, M. KURO-O, Y. OBARA: Characterization of highly repetitive DNA in the greater Japanese shrew-mole, *Urotrichus talpoides* (II). *Chromosome Sci.*, 6: 112, 2002.
- f-02. YOSHIMURA, A., A. NAKATA, M. KURO-O, Y. ANDO, Y. OBARA: Analysis of the highly repetitive DNA in two species belonging to the genus *Oxya* (Orthoptera, Insecta). *Zool. Sci.*, 20: 1530, 2003.
- f-03. HASEGAWA, Y., C. IKEBE*, S. KOHNO**, G. WU***, X. ZENG***, M. KURO-O: Molecular cytogenetic analysis of the highly repetitive DNA in five hynobiid salamanders, with comments on their phylogenetic relationships. *Bull. Herpetol. Soc. Jpn.*, 2004: 46-47, 2004. (*School of Pharmaceutical Science, Toho University, **Faculty of Science, Toho University, ***Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences)
- f-04. EDA, M.*, H. KOIKE**, M. KURO-O, S. MIHARA, H. HASEGAWA***, H. HIGUCHI*: Reconstructing Short-tailed Albatross population structure from zooarchaeological remains. Abst. Okazaki Biology Conference, p. 90, 2004. (*School of Agricultural and Life Sciences, University of Tokyo, **Graduate School of Social and Culture Studies, Kyushu University, ***Faculty of Science, Toho University)
- f-05. KURO-O, M., C. IKEBE*, S. KOHNO**: Systematics of hynobiid salamanders inferred from chromosomes and highly repetitive DNA. *Chromosome Sci.*, (in press) (*School of Pharmaceutical Science, Toho University, **Faculty of Science, Toho University)

遺伝情報科学講座

- a-01. 新関 稔・盧 忠恩: ソマクローナル変異を利用したイネ品種アキヒカリの新系統の育成. 育種学研究 6: 81-86, 2004.
- a-02. 赤田辰治*・佐藤美奈子*・若松直子*・千田峰生*・石川隆二・原田竹雄・新関 稔・牧田 肇: 白神山地におけるブナの個体識別マーカーの開発. 白神研究 1: 42-47, 2004 (*弘前大学遺伝子実験施設).
- a-03. Niizeki, M. and Lu, Z: Somaclonal variation as a tool for plant breeding and genetics. *Bull. Fac. Agri. Life Sci. Hirosaki Univ.* 6: 1-17, 2004.
- a-04. 吉村 文・小原良孝・安藤喜一*: ヒナバタ属2種とヒロバネヒナバタ属. 1種の比較核型分析. 昆虫ニューシリーズ, 6(4) 167-175, 2003. (*弘前大学名誉教授)
- a-05. 石田幸子・吉田 渉・西谷信一郎・手代木 渉*: 白神山地の淡水棲プラナリア I. 二水系(赤石川・笹内川)の生息調査並びにカズメウズムシの核型. 白神研究 創刊号: 36-41, 2004. (*弘前大学名誉教授)
- a-06. Kasai, A., M. Watarai, S. Yumoto, S. Akada, R. Ishikawa, T. Harada, Niizeki M., and Senda M.: Influence of PTGS on *chalcone synthase* gene family in yellow soybean seed coat. *Breeding Science*, 54: 355-360, 2004.
- a-07. Kato C., K. Mihashi*, S. Ishida: Motility recovery during the process of regeneration in freshwater planarians. *Behv. Brain Res.*, 150: 9-14, 2004 (*Nagoya University)
- a-08. Oraguzie N.C.*, H. Iwanami**, J. Soejima**, T. Harada, A. Hall*: Inheritance of *Md-ACS1* gene and its relationship to fruit softening in apple (*Malus X domestica* Borkh.) *Theor. Appl. Genet.* 108: 1526-1533, 2004. (*HortResearch New Zealand, **NIFTS Japan)
- a-09. Sato, T.*, Y. Wakasa**, T. Kudo*, T. Akada*, M. Niizeki, T. Harada: Allelotype of a ripening-specific *I-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase* gene defines the rate of fruit drop in apple. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 129: 32-36, 2004. (*Aomori Apple St., **NIAS Japan)
- a-10. 大越昌子*・胡 景杰*・石川隆二・藤村達人*: マイクロサテライトマーカーを用いた日本の在来イネの分類. 育種学研究 6: 125-133, 2004. (*筑波大学)
- b-01. 小原良孝・関 哲郎*: IV 動物 2. 哺乳類. 白神山地の自然, 青森県, pp 49-65, 2004. (*黒石市)
- d-01. 中島麻里奈****・耳田直純*****・島津樹一***・新関 稔・宮尾安藝雄*・廣近洋彦*・浦和博子*****・堀内 嵩****・Barbara Horn*****・土岐精一*・市川裕章*: イネ減数分裂特異的組換え酵素遺伝子 *OsDMC1* の機能解析. 植物生理学会年会(東京都立大学)2003. (*生物研, **生研機構, ***野菜茶業研, ****基礎生物研, *****製品評価技術基盤機構, *****スイス FMI)
- d-02. 葛西厚史*・藤森 桂**・赤田辰治***・石川隆二・原田竹雄・新関 稔・千田峰生***: 黄ダイズおよびその種皮

着色変異体の種皮に存在する各 *CHS* 遺伝子メンバーの転写産物量に関する比較解析．日本育種学会第 105 大会（東京大学）2004.（*岩手連大，**現在は，宮城県，***弘前大学遺伝子実験施設）

- d-03. 盧 忠恩・千田峰生*・石川隆二・赤田辰治*・原田竹雄・新関 稔：ソマクローナル変異を利用したイネの新系統の育成．日本育種学会第 105 大会（東京大学）2004.（*弘前大学遺伝子実験施設）
- d-04. 大久保裕美*・北嶋洋志**・千田峰生***・石川隆二・原田竹雄・新関 稔・赤田辰治***：ウイルスベクター pCLYVV を用いた UV-B 応答性転写因子 GmMYB29B1 の機能解析．日本育種学会第 105 大会（東京大学）2004.（*弘前市，**北海道，***弘大遺伝子実験施設）
- d-05. 佐藤美奈子*・千田峰生*・石川隆二・原田竹雄・新関 稔・赤田辰治*：イネ連鎖不平衡マッピングの応用 I. 第 3 染色体における栽培化関連領域．日本育種学会第 105 大会（東京大学）2004.（*弘大遺伝子実験施設）
- d-06. 山田 誠・盧 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 大会（三重大学）2004.（*弘前大学遺伝子実験施設）
- d-07. 中田章史・吉村 文・菊池浩司・黒尾正樹・小原良孝：ヒミズの高頻度反復 DNA の性状解析（III）．染色体学会 2003 年度（第 54 回）大会（東京）．2003.
- d-08. 吉村 文・中田章史・黒尾正樹・小原良孝・安藤喜一*：日本産イナゴ（*Oxya*）における高頻度反復 DNA 配列の解析（II）．染色体学会 2003 年度（第 54 回）大会（東京）．2003.（*弘前大学名誉教授）
- d-09. 吉村 文・中田章史・黒尾正樹・小原良孝・安藤喜一*：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-10. 福島 誠・吉田 渉・石田幸子：プラナリアにおけるアンドロゲンレセプター様タンパク質の検出．日本動物学会第 75 回大会（甲南大学）2004.
- d-11. 石田幸子・吉田 渉・西谷信一郎・手代木 渉*：白神山地の淡水棲プラナリア，カズメウズムシの新核型．日本動物学会第 75 回大会（甲南大学）2004.（*弘前大学名誉教授）
- d-12. 館林文絵・山崎美歩・吉田 渉・石田幸子：海産プラナリア ナツドマリヒラムシ虫体における mtsrRNA の局在解析．日本動物学会第 75 回大会（甲南大学）2004.
- d-13. 山谷隼人・吉田 渉・石田幸子：海産プラナリア，ナツドマリヒラムシ胚からのホメオティック遺伝子の単離及び発現解析．日本動物学会第 75 回大会（甲南大学）2004.
- d-14. Egger, B.*，W. Salvenmoser*，S. Ishida and R. Rieger*：Egg shell, development and regeneration in *Macrostomum lignano*. (Macrostomida, Plathelminthes) 12 th Meiofauna Conference (Ravenna in Italy) 2004.（*University of Innsbruck, Austria）
- d-15. 高橋彩子・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 遺伝子の構造と発現解析．日本育種学会第 106 大会（三重大学）2004.（*弘前大学遺伝子実験施設）
- d-16. 原田竹雄：リンゴ‘ふじ’の高日持ち特性の分子機構．果樹ゲノム研究会（農水省果樹研究所カンキツ研究部沖津）
- d-17. 高橋彩子・若佐雄也*・石川隆二・赤田辰治**・千田峰生**・新関 稔・原田竹雄：リンゴ果実完熟関連 *ERF* 遺伝子の発現解析．日本育種学会第 105 大会（東京大学）2004.（*生物研，**弘前大学遺伝子実験施設）
- d-18. 若佐雄也*・今 智之**・石川隆二・赤田辰治***・千田峰生***・新関 稔・原田竹雄：高日持ち性リンゴ品種における完熟関連遺伝子の解析．日本育種学会第 105 大会（東京大学）2004.（*生物研，**青森県りんご試験場，***弘前大学遺伝子実験施設）
- d-19. 石川隆二・川崎顕子，牛木 純*・石井俊雄**・中村郁郎***，佐藤洋一郎****・佐藤雅志*****：連鎖不平衡マッピングの応用 II. 第 12 染色体における雑草化関連因子の探索．日本育種学会第 105 大会（東京大学）2004.（*中央農研センター，**岡山県農総センター，***千葉大院自然科学，****総合地球研，*****東北大院生命科学）
- d-20. 土岐尚子・石川隆二・青木 崇*・佐藤洋一郎**・佐藤雅志***・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 I. 第 3 染色体における栽培化関連領域．日本育種学会第 105 大会（東京大学）2004.（*栃木県小山市，**総合地球環境学研究所，***東北大院生命科学，****弘大遺伝子実験施設）
- d-21. 牛木 純*・石川隆二・石井俊雄**：岡山県に発生した日本型およびインド型雑草イネの遺伝的多様性．日本育種学会第 105 大会（東京大学）2004.（*中央農研センター，**岡山県農総センター，***千葉大院自然科学，****総合地球研，*****東北大院生命科学）
- d-22. 石川隆二・土岐尚子・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 III. 第 3 染色体における品種群分化領域の特定．日本育種学会第 106 大会（三重大学）2004.（*弘大遺伝子実験施設）
- f-01. 小原良孝：五所川原第 1 高等学校校模範講義（五所川原）．2004.

- f-02. 小原良孝：ハタネズミの染色体からみた県境産廃不法投棄場の遺伝的影響評価．日本科学者会議公害環境問題専門委員会招待講演（弘前）．2004.
- f-03. 石田幸子：白神山地の淡水棲プラナリア，カズメウズムシの核型．白神研究会，第一回 シンポジウム（弘前大学）2004.
- f-04. 石田幸子・吉田 渉・西谷信一郎・手代木 渉*：白神山地の淡水棲プラナリア - 生息調査並びにカズメウズムシの核型 - ．国立大学法人弘前大学設置記念事業「見てみて，聞いてみて，触ってみて，弘前大学」2004.（*弘前大学名誉教授）
- f-05. 原田竹雄：リンゴ‘ふじ’の高日持ち特性の分子機構について．山形県立園芸試験場 バイオ育種部セミナー 2004.
- f-06. 原田竹雄・工藤久幸：リンゴ‘ふじ’の日持ち特性の分子機構．国立大学法人弘前大学設置記念事業「見てみて，聞いてみて，触ってみて，弘前大学」2004.
- f-07. 石川隆二：新たな「縄文ムギ」出土．東奥日報 2003 年 10 月 26 日日刊．
- f-08. 石川隆二：イネの源郷を求めて．インドミャンマー調査行 1 東奥日報 2003 年 12 月 16 日夕刊．
- f-09. 石川隆二：イネの源郷を求めて．インドミャンマー調査行 2 東奥日報 2003 年 12 月 17 日夕刊．
- f-10. 石川隆二：イネの源郷を求めて．インドミャンマー調査行 3 東奥日報 2003 年 12 月 18 日夕刊．
- f-11. 石川隆二：イネの源郷を求めて．インドミャンマー調査行 4 東奥日報 2003 年 12 月 19 日夕刊．
- f-12. 石川隆二：イネの源郷を求めて．インドミャンマー調査行 5 東奥日報 2003 年 12 月 22 日夕刊．
- f-13. 石川隆二：三内丸山 5 語り始めた古代種子 東奥日報 2004 年 1 月 31 日夕刊．
- f-14. 石川隆二：三内丸山遺跡にみる縄文時代の植物利用．八戸サテライト講演会 2004 年 7 月 24 日
- f-15. 石川隆二：ヒトとイネと ～国際イネ年を迎えて～ 上 東奥日報 2004 年 9 月 2 日日刊．
- f-16. 石川隆二：ヒトとイネと ～国際イネ年を迎えて～ 下 東奥日報 2004 年 9 月 3 日日刊．
- f-17. 石川隆二：白神山地におけるスノキの有効利用について．白神研究 1：56-57, 2004.
- f-18. 今井克則・土岐尚子・宇都木 健・川崎頭子・川埜 結・石川隆二：ヒトの暮らしと関わる植物の話 - 野生イネから縄文時代の有用植物まで - 国立大学法人弘前大学設置記念事業「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 2004 年

植物エネルギー工学講座

- a-01. 澤田信一・井口 崇・葛西和彦・葛西身延：岩木川流域における水利用と河川への物質負荷．弘前大学農学生命科学部学術報告．6：18-39, 2003.
- a-02. 青山正和・周 宝庫*・斉藤雅人**・山口紀彦**：畑地への石灰系下水汚泥コンポストの施用が土壌の化学性と有機物の性状に及ぼす影響．土肥誌．74：749-757, 2003（*黒龍江省土壤肥料研究所，**青森県農林業研究センター）
- a-03. 筒木 潔*¹・隅田裕明*²・青山正和・進藤晴夫*³・宮島 徹*⁴・川東正幸*²・藤嶽暢英*⁵：陸域生態環境での土壌有機成分の役割とその機能．土肥誌．75：511-517, 2004.（*¹帯広畜産大学畜産学部，*²日本大学生物資源科学部，*³山口大学農学部，*⁴佐賀大学理工学部，*⁵神戸大学農学部）
- a-04. Kasai, M. : Suppressive effect of H₂O₂ on increase in activities of acid invertases in rye roots. *Plant Growth Reg.*, 40 : 261-265, 2003.
- a-05. Kasai, M., Iwamatsu, Y., Hayashi, H. and Sawada, S. : The fructose transport mechanism in microsomal membrane vesicles from rye roots. *Biol. Plant.*, 47 : 285-288, 2003/4.
- b-01. 青山正和：農耕地での土壌有機物の動態と機能．農業技術体系・土壌施肥編，第 1 巻，追録 15 号，48 の 13 の 2 11，農文協，2004.
- b-02. 青山正和：腐植．農業技術体系・土壌施肥編，第 4 巻，追録 15 号，基本 101 104 の 3，農文協，2004.
- d-01. 青山正和・片山沙織：リンゴ搾り粕の堆肥化における窒素含有副資材添加の効果．第 14 回廃棄物学会研究発表会講演論文集，376-378, 2003.
- d-02. 青山正和・渡辺 彰*・長尾誠也**・E. A. Ghabbour***・G. Davies***：モノリスディスクカラムを用いた腐植物質の逆相 HPLC. 日本腐植物質学会第 19 回講演会講演要旨集，33-34 頁，2003.（*名古屋大学大学院生命農学研究科，**北海道大学大学院地球環境科学研究科，***Chemistry Department, Northeastern University）
- d-03. 成 鈺厚・荒川 修・葛西身延・澤田信一：リンゴ樹における光合成ソース・シンク制御機構に関する基礎研究．園芸学会東北支部平成 15 年度大会，2003.
- d-04. 坂本 清*・青山正和：リンゴ剪定枝の堆肥化における副資材の投入量及び堆積方法の検討．日本土壌肥料学会東北支部大会平成 16 年度山形大会プログラムおよび講演要旨，11 頁，2004.（*青森県農林業研究センターりんご

試験場)

- d-05. 青山正和・今井順子：植物遺体の分解過程における水溶性腐植物質と水溶性タンパク質の消長．日本土壌肥料学会講演要旨集，50：36, 2004.
- d-06. 井堀信行・岩船美都・橋本尚樹・葛西身延・澤田信一：Sink-limit 状態に置かれたサツマイモ葉からの Rubisco 活性阻害物質の精製 - 2．第 45 回日本植物生理学会，2004.

応用生命工学科

生体機能工学講座

食品科学・栄養化学研究室

- a-01. 五十嵐康雄・谷藤 薫：牛乳 s2-カゼインの調製とプラスミノゲンアクチベーター活性．*ミルクサイエンス*，53：9-14, 2004.
- a-02. 長田恭一・川上祐生・清澤朋子：大豆イソフラボン - アグリコン摂取による脂質代謝調節および抗酸化機能の追究：性別による調節作用の違い．*大豆蛋白質研究*，6：108-115, 2003.
- a-03. Kawakami, Y., Tsurugasaki, W., Yoshida, Y., Igarashi, Y., Nakamura, S., Osada, K. : Regulative actions of dietary soy isoflavone on biological antioxidative system and lipid metabolism in rats. *J. Agric. Food Chem.* 52 : 1764-1768, 2004.
- a-04. 太田 豊¹・長田恭一・船山 誠・佐見 学¹・神田智正¹・加藤久典²：ジーンチップによる肥満誘導食摂取ラットに与えるポリフェノール素材投与効果の解析．*脂質生化学研究*，46：160-163, 2004(¹アサヒビール未来技術研究所 ²東京大学大学院)
- a-05. Osada, K., Nakamura, S., Okabe, T¹., Yamamoto, T². : Biological activities of polyphenol compounds from unripe apple. *Transaction of MRS-J.* 29 : 2451-2454, 2004. (¹青森県工業技術センター ²弘果)
- c-01. 長田恭一：基礎栄養：コレステロール酸化物の栄養生理機能：(5)コレステロール酸化物の脂質代謝攪乱作用．*臨床栄養*，103：651, 2003.
- c-02. 長田恭一：基礎栄養：コレステロール酸化物の栄養生理機能：(6)コレステロール酸化物の免疫修飾作用．*臨床栄養*，103：763, 2003.
- d-01. 船山 誠・淵 さやか・長田恭一：CCl₄ 投与による酸化ストレスに対するヤーコンおよびアピオス抽出物の摂取効果．第 138 回日本農芸化学会東北支部会 講演要旨集．P. 33, 2003.
- d-02. 清澤朋子・川上祐生・長田恭一：性別と年齢の異なるラットの生体恒常性調節に与える大豆イソフラボン摂取効果．2003 年度日本栄養食糧学会東北支部 - 北海道合同支部会講演要旨集．P. 36, 2003.
- d-03. 崔 西榮¹・長澤孝志¹・伊藤芳明¹・長田恭一・崔 明洛¹・西澤直行¹：韓国産のアワタンパク質の脂質と糖代謝に及ぼす影響．2003 年度日本栄養食糧学会東北支部 - 北海道合同支部会講演要旨集．P. 21, 2003. (¹岩手大学農学部)
- d-04. 長田恭一・船山 誠・淵 さやか・佐見 学¹・神田智正¹：肥満誘導食摂取条件下におけるポリフェノール素材投与によるラットの脂肪蓄積抑制効果．2004 年度日本農芸化学会講演要旨集．P. 201, 2004.(¹アサヒビール未来技術研究所)
- d-05. 清澤朋子・船山 誠・淵 さやか・長田恭一：四塩化炭素投与による肝障害誘導に対するヤーコンメタノール抽出物の摂取効果．2004 年度日本農芸化学会講演要旨集．P. 213, 2004
- d-06. 船山 誠・長田恭一・淵 さやか・佐見 学¹・神田智正¹：高脂肪飼料摂取時におけるポリフェノール素材摂取による生体内抗酸化機能強化作用．2004 年度日本農芸化学会講演要旨集．P. 229, 2004.(¹アサヒビール未来技術研究所)
- d-07. 古場一哲¹・長田恭一・松岡麻男²：LDL の酸化に及ぼす枇杷抽出液の影響．2004 年度日本農芸化学会講演要旨集．P. 86, 2004. (¹長崎シーボルト大学 ²活水女子大学)
- d-08. 崔 西榮¹・長澤孝志¹・伊藤芳明¹・長田恭一・崔 明洛¹・西澤直行¹：韓国産アワタンパク質が 2 型糖尿病モデルマウスの脂質代謝に及ぼす有効生理作用．2004 年度日本農芸化学会講演要旨集．P. 47, 2004. (¹岩手大学農学部)
- d-09. 船山 誠・長田恭一・淵 さやか・佐見 学¹・神田智正¹：高脂肪食を摂取したラットに対する種々のポリフェノール素材投与による肥満抑制および脂質代謝調節作用．第 58 回日本栄養食糧学会講演要旨集．P. 192, 2004. (¹アサヒビール未来技術研究所)
- d-10. 清澤朋子・鈴木 喬・長田恭一：肝障害誘導ラットに対する大豆イソフラボン摂取効果．第 58 回日本栄養食糧学会講演要旨集．P. 195, 2004.
- d-11. 川上祐生¹・仲川清隆¹・長田恭一・荒川 勉¹・宮澤陽夫¹：カカオ豆に含まれるセラミドモノヘキソシドの HPLC-ELSD による精密分析．第 58 回日本栄養食糧学会講演要旨集．P. 207, 2004. (¹東北大学大学院)
- e-1. 長田恭一：大豆イソフラボン類の有効生理機能の追究：ゲニステインおよびゲニスチンによる脂質代謝調節作用の比較．飯島記念食品科学振興財団第 17 回学術講演会講演要旨集．p. 4-10, 2003 .

応用微生物学研究室

- a-01. ZOU, B., TAKEDA K., TONOUTI, A., AKADA, S., FUJITA, T. : Characteristics of anaerobic, syntrophic, butyrate-degrading bacterium in paddy field soil. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 67 : 2059-2067 (2003)
- a-02. TAKEDA, K., TONOUTI, A., FUJITA, T., MIZUKAMI, S., ZOU, B., MIURA, Y., TAKAHASHI, H., ABIKO, T.: Microscopic observation of microorganisms involved in methane production and oxidation in paddy field soil. *Bull. Fac. Agric. & Life Sci. Hirosaki Univ. No. 6* : 49-58 (2003)
- a-03. MIYAIRI, K., OGASAWARA, A., TONOUCHE, A., HOSAKA, K., KUDOU, M., and OKUNO, T.: Low-molecular-weight pectate lyase I from *Streptomyces thermocarboxydus*. *J. Appl. Glycosci.* 51 : 1-7 (2004)
- a-04. 佐々木長市・殿内暁夫・野田香織・松山信彦・檜垣大助・諸泉利嗣：白神山地の土壤に関する研究（1）. 白神研究．創刊号：29-35（2004）
- a-05. TONOUCHE, A. Anaerobic 2-propanol degradation in anoxic paddy soil and the possible role of methanogens in its degradation. *Curr. Microbiol. in press.*
- d-01. 安彦朋美・殿内暁夫・武田 潔：水田土壌から分離した球状の酢酸利用メタン生成菌の酢酸利用性．日本農芸化学科東北支部年次会講演要旨集，p. 17, 2003
- d-02. 殿内暁夫：水田土壌においてプロピオン酸分解に関与する微生物．第 19 回日本微生物生態学会講演要旨集，p 71, 2003
- d-03. 殿内暁夫：水田を作る微生物．見てみて，聞いてみて，触ってみて，弘前大学，2004.
- d-04. 工藤啓一・村山成治・佐々木長一・泉 完・福地 博・殿内暁夫・松山信彦・泉谷眞実：環境保全型農業及び省エネルギー稲作の推進．聞いてみて，触ってみて，弘前大学，2004．

生体情報工学講座

遺伝子工学研究室

- a-01. Ushida, C., Miyata, M., Siugzdaite, J. & Muto, A. Mapping of the MCS4 RNA genes in the genomes of *Mycoplasma capricolum* subsp. *capricolum* strains California kid and GM262G. *Japanese J. Mycoplasma.* 30 (2003) 36-37.
- a-02. Konno, T., Takahashi, T., Kurita, D., Muto, A. & Himeno, H. A minimum structure of aminoglycosides that causes an initiation shift of trans-translation. *Nucleic Acids Res.* 32 (2004) 4119-4126.
- a-03. Wachi, M., Ogawa, T., Yokoyama, K., Hokii, Y., Shimoyama, M., Muto, A. & Ushida, C. Isolation of eight novel *Caenorhabditis elegans* small RNAs. *Gene* 335 (2004) 47-56.
- b-01. 姫野俵太・武藤 昱：「翻訳と共役した蛋白質品質管理システム：トランストランスレーション」，細胞における蛋白質の一生（蛋白質核酸酵素増刊，49(7)）(小椋光，遠藤斗志也，森正敬，吉田賢右編)，1062-1066，共立出版（2004）.
- b-02. 牛田千里：「線虫の非翻訳 RNA」，細胞工学，23 巻 1186-1192 頁，秀潤社（2004）
- d-01. 姫野俵太：トランス・トランスレーション：2 分子の RNA から 1 分子のタンパク質．日本農芸化学会東北支部大会若手シンポジウム，2003.
- d-02. 牛田千里・宮田真人・ユラテ・シュグザイテ・武藤 昱：*M. capricolum* subsp. *capricolum* California kid 株と GM262G 株における MCS4 RNA 遺伝子のマッピング．第 30 回日本マイコプラズマ学会学術集会，2003.
- d-03. Ushida, C., Wachi, M., Ogawa, T., Yokoyama, K., Hokii, Y., Shimoyama, M. & Muto, A. Isolation of eight novel *Caenorhabditis elegans* small RNAs which are encoded in the introns of protein-coding genes. *RNA2003 Kyoto " The New Frontier of RNA Science "* (2003).
- d-04. Okano, S., Nameki, N., Someya, T., Fujii, M., Terada, T., Shirouzu, M., Himeno, H., Muto, A., Inoue, Y., Shibata, T., Kuramitsu, S., Yokoyama, S. & Kawai, G. Interaction of tRNA-like domain of tmRNA and SmpB. *RNA2003 Kyoto " The New Frontier of RNA Science "* (2003).
- d-05. Konno, T., Takahashi, T., Muto, A. & Himeno, H. Various effects of paromomycin on tmRNA-directed trans-translation. *RNA2003 Kyoto " The New Frontier of RNA Science "* (2003).
- d-06. 氏家博美・松谷誠子・戸松 恒・藤原 愛・姫野俵太・武藤 昱：枯草菌の tmRNA による *trans-translation* 産物の解析．第 26 回日本分子生物学会，2003.
- d-07. 牛田千里・保木井悠介・窪 昭佳・和地 恵・小川智勝・下山正義・武藤 昱：Functional RNomics システムの開発と線虫新規低分子 RNA の同定．第 26 回日本分子生物学会，2003.

- d-08. Muto, A. & Himeno, H.: A novel GTPase activated by the small subunit of ribosome. International Conference in Honor of Kimitsuna Watanabe (2004).
- d-09. Himeno, H., Hanawa-Suetsugu, K., Konno, T., Kurita, D. & Muto, A.: Enhancement of alanylation of tmRNA by SmpB. 2004 International Conference on Aminoacyl-tRNA Synthetase (2004).
- d-10. 保木井悠介・窪 昭佳・下山正義・武藤 昱・牛田千里：電気泳動による線虫の低分子 RNA の発現パターンの比較と新規 RNA 種の同定．RNA 研究若手の会 2004「高次生命現象における RNA 制御」, 2004.
- d-11. 小笠原隆広・菅原由起・野木悠広・牛田千里：線虫 RNomics. 新しい ncRNA/RNP を見つける会, 2004.
- d-12. Ushida, C., Wachi, M., Ogawa, T., Yokoyama, K., Hokii, Y., Shimoyama, M. & Muto, A. Eight novel *Caenorhabditis elegans* small RNAs of which genes exist in the intron sequences. East Asia Worm meeting 2004, 2004.
- d-13. Hokii, Y., Kubo, A., Shimoyama, M., Arai, R., Ushida, C. & Muto, A. Isolation of novel small RNAs from *Caenorhabditis elegans*. East Asia Worm meeting 2004, 2004.
- d-14. 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：枯草菌胞子形成過程における tmRNA によるトランス翻訳の関与．第 6 回 RNA ミーティング, 2004.
- d-15. 姫野俵太・塙 (末次) 京子・木村天胤・後藤史門・高木邦明・杉山和佳奈・白田 忍・三上智幸・小田切富士子・小山内斎支子・渡邊大輔・リリア・カラチュニク・牛田千里・武藤 昱：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 6 回 RNA ミーティング, 2004.
- d-16. 牛田千里・宮田真人・ユラテ・シュグザイテ・武藤 昱：*M. capricolum* subsp. *capricolum* California kid 株と GM262G 株における MCS4 RNA 遺伝子のマッピング．第 6 回 RNA ミーティング, 2004.

生化・有機化学研究室

- a-01. Murakami, T., Takahashi, Y., Fukushi, E., Kawabata, J., Hashimoto, M., Okuno, T., and Harada, Y.: Biosynthesis of Lambertellols Based on the High Specific Incorporation of the ¹³C-Labeled Acetates and Their Biological Properties. *J. Am. Chem. Soc.*, 126 : 9214-9220, 2004.
- a-02. Murakami, T., Morikawa, Y., Hashimoto, M., Okuno, T., and Harada, Y.: Lambertellols A and B, Novel 3, 4-Dihydronaphthalen-1(2H)-ones with Spiro-butenolide Produced by *Lambertella* sp. 1346. *Org. Lett.*, 6 : 157-160, 2004.
- a-03. Fujita, J., Matsuda, H., Yamamoto, K., Morii, Y., Hashimoto, M., Okuno, T., and Hashimoto, K.: Synthesis of thiosaccharides employing the Pummerer rearrangement of tetrahydrothiopyran oxides. *Tetrahedron*, 60 : 6829-6851, 2004.
- a-04. Miyairi, K., Ogasawara A., Tonouchi, A., Hosaka, K., Kudou, M., and Okuno, T.: Low-molecular-weight pectate lyase from *Streptomyces thermocarboxydus* *J. Appl. Glycosci.*, 51 : 1-7, 2004.
- a-05. Shimizu, T., Nakatsu, T., Miyairi, K., Okuno, T., and Kato, H.: Reaction mechanism based on X-ray crystallography at atomic resolution of endopolygalacturonase i from *Stereum purpureum*. *J. Appl. Glycosci.*, 51 : 161-167, 2004.
- a-06. Ito, S., Mitsuishi, Y., Okuno, T., and Kato Y.: Changes in the structure of xyloglucan of apple fruit during development. *J. Japan. Soc., Hort. Sci.*, 73 : 51-56, 2004
- d-01. 藤田純次・小笠原格・松田寛子・橋本 勝・奥野智旦・橋本貴美子*：Tetrahydrothiopyraneoxide の Pummerer 転位における立体化学．日本農芸化学会東北支部大会，2003。（*慶応大学理工）
- d-02. 村上貴宣・森川喜文・橋本 勝・奥野智旦・原田幸雄：*Lambertella* sp. 1346 の代謝物に関する研究．日本農芸化学会東北支部大会，2003.
- d-03. 森川喜文・村上貴宣・船橋克幸・橋本 勝・奥野智旦：放線菌 A307 の代謝する抗生物質に関する構塩酸加水分解生成物の構造．日本農芸化学会東北支部大会，2003.
- d-04. 木皿正人・山谷 聡・宮入一夫・奥野智旦：リンゴ自家不和合性に関与する S-RNase の性質．日本農芸化学会東北支部大会，2003.
- d-05. 小笠原 格・村上貴宣・橋本 勝・奥野智旦：Lambertellol の合成研究．日本農芸化学会 2004 年度大会，2004.
- d-06. 村上貴宣・森川義文・橋本 勝・奥野智旦・高橋由紀子・原田幸雄：Lambertellol A, B の単離，平面構造と生理活性．日本農芸化学会 2004 年度大会，2004.
- d-07. 森川喜文・村上貴宣・福士江里*・川端 潤*・橋本 勝・奥野智旦：放線菌 A307 の代謝する抗生物質に関する研究 塩酸加水分解生成物の構造と構成アミノ酸の絶対配置．日本農芸化学会 2004 年度大会，2004。（*北海道大

農学部)

- d-08. 橋本 勝・村上貴宣・奥野智旦：Lambertellol の相対および絶対配置の決定．日本農芸化学会 2004 年度大会，2004.
- d-09. 小笠原格・村上貴宣・橋本 勝・奥野智旦：Lambertellol の合成研究．日本農芸化学会 2004 年度大会，2004.
- d-10. 森井康晴・藤田純次・山本和範・宮入一夫・奥野智旦：硫黄置換オリゴグルコピラノース誘導体の合成研究．日本農芸化学会 2004 年度大会，2004.
- d-11. 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ンナーゼの中性子線結晶構造解析（第一報）。（*京都大院薬**横浜市大院総合理***原研・理研播磨）日本結晶学会，2003.
- d-12. 堀部雅史*・小林夕香*・松浦正憲**・山田美奈**・犀川陽子**・宮入一夫・奥野智旦・橋本貴美子**・中田雅也**・河岸洋和*：ドクヤマドリ由来レクチンの精製と諸性質．日本農芸化学会 2004 年度大会，2004.（*静岡大農**慶応大理工）
- d-13. 大坊民夫*・奥野智旦・星 由紀子・宮入一夫・伊藤聖子**・加藤陽治**・市田淳治***：クラブアップル多糖類の抗炎症・抗ガン活性．（*弘大地域社会**弘大家政***青工総セ・弘前技研）日本農芸化学会 2004 年度大会，2004.
- d-14. 小笠原 愛・殿内暁夫・宮入一夫・奥野智旦：*Streptomyces thermocarboxydus* 由来不飽和トリガラクトン酸を生産するエキソ型ペクチン酸リアーゼの精製と性質．日本農芸化学会 2004 年度大会，2004.
- d-15. 松田元規・花田隆志・天田絵里子・橋本貴美子・中田雅也・宮入一夫・奥野智旦：¹⁴C-labeled alternariolide による結合部位の検索．日本農芸化学会 2004 年度大会，2004.
- d-16. 木皿正人・山谷 聡・宮入一夫・奥野智旦：リンゴ自家不和合性における S-RNase との共同作用物質について．日本農芸化学会 2004 年度大会，2004.
- d-17. Horibe, M.* , Kobayash, Y.* , Matsura, M.** , Yamada, M.** , Saikawa Y.** , Miyairi, K., Okuno T., Hashimoto, K.** , Nakata, M.** , and Kawagishii, H*.: Purification and characterization of a toxiclectin from the mushroom *Boletus venenatus*. 21st International Lectin Meeting (湘南), 2004.（*静岡大農**慶応大理工）
- d-18. 村上貴宣・橋本 勝・奥野智旦・高橋由紀子・原田幸雄・福土江里* , 川端 潤* : Lambertelloi A, B の単離，構造，生合成とマイコパラサイトにおける化学的性質．新規素材探索研究会第三回セミナー（横浜），2004.（*北海道大農学部）
- d-19. 橋本 勝・松田寛子・藤田純次・奥野智旦：位置選択的 Pummerer 反応を応用した 5 - チオグルコースの合成．15 周年記念仙台シンポジウム（仙台），2004.
- d-20. Hashimoto, M.: Synthesis of thiosaccharides employing the pummerer rearrangement of tetrahydrothiopyran oxides. The 14th International symposium on the fine chemistry and functional polymer (China) 2004. 招待講演
- e-01. 橋本 勝・石田幸子：プラナリアの脳再生関連物質の探索研究．文部科学省科学研究補助金，特定領域研究「未解明現象を司る鍵化学物質」研究成果報告書，196-199 頁，2004.
- f-01. 宮入一夫：ニンニク，ナガイモは機能性成分の宝庫．弘前大学八戸サテライト講演会．2004.
- f-02. 橋本 勝・宮入一夫・斉藤 稔*：原子レベルでのエンド型酵素機構解明のための，生化学的・有機合成化学的・計算科学的アプローチ．見て聞いて聞いてみてさわってみて弘前大学（弘前大学重点研究），2004.（*弘前大理工学部）
- f-03. 橋本 勝・村上貴宣・奥野智旦・原田幸雄：リンゴ果実病原菌におけるマイコパラサイト制御物質について．見て聞いて聞いてみてさわってみて弘前大学，2004.
- f-04. 宮入一夫・奥野智旦・清水哲哉*・加藤博章*：微生物由来ペクチン質分解酵素の構造，機能，利用．見て聞いて聞いてみてさわってみて弘前大学，2004.（*京都大院薬学部）

細胞工学講座

微生物化学研究室

- d-01. 山口雅子・赤尾 健・秋田 修・吉田 孝：糸状菌 alpha-1, 2-mannosidase の細胞内局在について．日本農芸化学会東北支部第 138 回大会 要旨 p. 21, 2003.
- d-02. 加藤陽治・吉田 孝・佐々木一・斉藤安弘・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．日本農芸化学会大会 要旨集 p. 243, 2004.

- d-03. 多田羅洋太・一枚田史子・李ビュン・ロー・吉田 孝・一島英治: *Aspergillus saitoi* 1, 2-alpha-mannosidase の基質特異性変換. 日本農芸化学会大会 要旨集 p. 258, 2004 年.
- d-04. 多田羅洋太・一枚田史子・李ビュン・ロー・吉田 孝・一島英治: *Aspergillus saitoi* 1, 2-alpha-mannosidase のシステイン残基の役割. 日本農芸化学会大会, 要旨集 p. 259, 2004.
- d-05. 矢原明典・赤尾 健・吉田 孝・坂本和俊・山田 修・秋田 修: 麹菌 (*A. oryzae*) の ER 型 alpha-マンノシダーゼ遺伝子 (manE) の解析. 日本農芸化学会大会 要旨集 p. 259, 2004.
- d-06. 長山耕己・増淵ふみ・伊勢崎奈々・大町鉄雄: 細胞性粘菌におけるミトコンドリアプロセシングペプチダーゼ (MPP) の構造と機能. 第 6 回細胞性粘菌研究会発表会 (東京), 2004.
- d-07. 長山耕己・増淵ふみ・糸野詩織・大町鉄雄: 細胞性粘菌ミトコンドリアプロセシングペプチダーゼ cDNA クローニングと構造解析. 農芸化学会東北支部第 5 回若手シンポジウム (姫神), 2004.
- d-08. 長山耕己・増淵ふみ・糸野詩織・大町鉄雄: 細胞性粘菌にけるミトコンドリアプロセシングペプチダーゼのクローニングと構造解析. 農芸化学会東北支部第 139 回大会 (盛岡), 2004.
- d-09. 田島勇・浅田芳宏・大町鉄雄: *Pseudomonas* sp. ON-4a 株由来 ATC hydrolase の形質転換体からの精製と性質. 農芸化学会東北支部第 139 回大会 (盛岡), 2004.
- f-01. 吉田 孝: ホタテ貝中腸腺のセルラーゼに関する研究. 第 2 回プロテオグリカン研究会発表会 (弘前駅前市民ホール), 2004.
- f-02. 吉田 孝: コウジカビの酵素と遺伝子を探る. 国立大学法人弘前大学設置記念事業「見てみて, 聞いてみて, 触ってみて弘前大学」(弘前文化センター) 2004.

細胞工学研究室

- a-1. Kikuchi, H., Fukushige*, S., Shibazaki, M., Ahmed, S. and Takeuchi, T.: Assignment of omeprazole-sensitivity gene locus whose product mediates CYP1A1. Cytochromes P450, Biochemistry, Biophysics and Drug Metabolism. Ed. Anzenbacher, P. and Hudecek, J. pp 213-216 (2003) (*Tohoku University, School of Medicine)
- a-2. Shibazaki, M., Takeuchi, T., Ahmed, S. and Kikuchi, H.: Suppression by p38 MAP kinase inhibitors (pyridinyl imidazole compounds) of Ah receptor target-gene activation by TCDD, and the possible mechanism. J. Biol. Chem. 279 : 3869-3876, 2004.
- a-3. Shibazaki, M., Takeuchi, T., Ahmed, S. and Kikuchi, H.: Blockade by SB203580 of Cyp1a1-induction by TCDD, and possible mechanism - possible involvement of p38 MAP kinase pathway in shuttling of Ah receptor overexpression in COS-7 cells - Annals New York Academy of Science (in press)
- d-1. Kikuchi, H., Fukushige, S., Shibazaki, M., Ahmed S. and Takeuchi, T. Assignment of omeprazole-sensitivity gene locus, whose product mediates CYP1A1 induction, on human chromosome 10. 13th International Conference on Cytochromes P450, Biochemistry, Biophysics and Drug Metabolism, 2003.
- d-2. Shibazaki, M., Takeuchi, T., Ahmed, S. and Kikuchi, H.: Blockade by SB203580 of Cyp1a1-induction by TCDD, and the possible mechanism. Chromatin 2004, Chromatin structure and gene expression mechanisms as therapeutic targets, 2004.
- d-3. 菊池英明・高橋比紗子・武内隆志・Ahmed Sohel・柴崎晶彦: ヒト Ah レセプターの機能に関するアミノ酸の検討. 第 26 回日本分子生物学会, 2003.
- d-4. 渡辺瑞乃・石黒誠一: クロロキンの網膜ミュラー細胞に及ぼす影響. 日本動物学会東北支部会, 福島県立医科大学, 2004.
- d-5. 雨森道紘*・畠山幸紀: 動画データを用いた細胞の特徴量抽出. 第 63 回日本癌学会総会 (福岡), 2004. (*弘前大学理工学部)
- e-1. 畠山幸紀・黒尾正樹*・小倉広実**:(研究開発報告) ギガビットネットワークを利用した教育用ビデオ作品のオンデマンド配信. HIROIN 21, 37-44. 2004. (*生物機能科学科 **弘前大学総合情報処理センター)

生物生産科学科

園芸学講座

- a-01. ARAKAWA, O., A. AKAGI, T. ASADA and Y. SHIOZAKI: Involvement of ethylene in the pedicel in preharvest abscission of 'Tsugaru' apple. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 73(4) 301-306, 2004.
- a-02. 浅田武典: 短果枝の発生部位別構成割合がリンゴ樹の栄養および生殖生長に及ぼす影響. 園学雑 73(2) 143-149, 2004.
- a-03. 加藤弘道・福地博: プドウの CA 貯蔵に関する研究 - スチューベンと巨峰の貯蔵性に及ぼす炭酸ガスの影響 - . 弘大農生報 6 : 59-66, 2003.
- a-04. 加藤弘道・福地 博: 簡易型酸素ブルダウンスステムの試作. 弘大農生報 6 : 67-74, 2003.
- a-05. 張 樹槐・福地 博・加藤弘道: 果実硬度の非破壊的計測方法. Information α(5) 617-624, 2003.
- a-06. 須藤洋史・張 樹槐・福地 博・荒川 修: 果実形状選別への三次元計測技術の応用. 農業機械学会東北支部報 50 : 41-44, 2003.
- d-01. 成鈺厚・荒川 修・葛西身延・澤田信一: 環状剥皮処理によるシンク・リミット状態がリンゴ若木の光合成速度を低下させる機構. 園学要旨. 平 16 東北支部 : 3-2, 2004.
- d-02. マナスィカン タマウオン・荒川 修・塩崎雄之輔: エチレンと 1-MCP 処理がリンゴ果実のデンプン分解におよぼす影響. 園学雑. 73(別 2) 233, 2004.
- d-03. 徐剣波・荒川 修・浅田武典: 根が 1 年生リンゴ幼木の新梢生長に及ぼす影響. 園学雑. 73(別 2) 315, 2004.
- d-04. 川口貴史・荒川 修: リンゴ果実における糖類の転流と代謝. 園学雑. 73(別 2) 117, 2004.
- d-05. バクシ デビッド・荒川 修: リンゴ ' 紅玉 ' における熟度と温度が UV-B 照射によるフラボノイド類の蓄積と酸化能に及ぼす影響. 園学雑. 73(別 2) 316, 2004.
- d-06. 浅田武典・堀田拓人: リンゴ樹の種類別スパー構成に及ぼす樹齡と剪定の影響. 園学要旨. 平 16 東北支部 : 11-12, 2004.
- d-07. 嵯峨紘一・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. 園学要旨. 平 16 東北支部 : 43-44, 2004.
- d-08. 張 樹槐・福地 博・加藤弘道・嵯峨紘一: トマト果実硬度の非破壊的計測に関する研究. 第 63 回農業機械学会年次大会講演要旨, 183-184, 2004.
- d-09. 張 樹槐・須藤洋史・上野有穂・福地 博: 三次元画像によるリンゴ果実の形状評価方法, 平成 16 年度農業機械学会東北支部研究発表会講演要旨, 31-32, 2004.
- d-10. 張 樹槐・孫 明*・福地 博: 西紅柿硬度の非破壊性検測方法, 第二屆 21 世紀中日博士青年科技交流大会 (CD-ROM), 1-2, 2004. (*中国農業大学)
- e-01. 張 樹槐: ダイコンの自動間引き機械の開発に関する研究 (課題番号 13660254), 平成 13 - 15 年度文部科学省科学研究費補助金基盤研究 α(2) 研究成果報告書, 1-40, 2004.
- e-02. 張 樹槐: 光センサー選果機による選果実証試験委員会, 光センサー選果機による選果実証試験報告書, 農業機械学会, 1-39, 2004. (委員長: 宮崎大学 永田雅輝, 委員: 東京大学 大下誠一, 新潟大学 中野和弘, 九州大学 内野敏剛, 弘前大学 張 樹槐, 宮崎大学 槐島芳徳)
- f-01. 浅田武典: 青森県津軽地域におけるりんご剪定枝等農業バイオマスのエネルギー利用可能性調査成果報告書, 青森県. 2004.
- f-02. 嵯峨紘一: トウガラシの機能性について. 平成 15 年度機能高度化マッチング支援事業実績報告書, 4-9, 21-24, 2004.
- f-03. 嵯峨紘一: ピーマン. 主婦の友社編: 血液をきれいにして病気を治す本. 106-107, 主婦の友社. 東京. 2004.
- f-04. 松下重則*・山本 茂*・張 樹槐・西田 悟*・中田和志*: ブルドーザの負荷制御装置, 出願人(株)小松製作所, 特許番号 3537182, 登録日 2004 年 03 月 26 日 (* (株)小松製作所)

農業生産学講座

作物学教室

- a-01. 工藤啓一・山本幸男・松山信彦: 水稻の不耕起移植栽培の生育と収量について. 第 3 報 施肥量を変えた場合の土中窒素濃度と茎数の推移. 日本作物学会東北支部報, 46 : 41-42, 2003.

- a-02. 工藤啓一・山本幸男・松山信彦：水稲の不耕起移植栽培の生育と収量について．第4報 施肥量を変えた場合の収量構成要素の変化．日本作物学会東北支部報，46：43-44, 2003.
- a-03. MATSUYAMA, N., SAIGUSA, M.* and KUDO, K.: Acidification of Andosols by heavy application of fertilizer., 6th International symposium on Plant-Soil Interaction at low pH, p. 332-333, Miyagi. 2004. (*Tohoku University)
- a-04. SAIGUSA, M.* and MATSUYAMA, N.: Distribution and agronomic aspects of non-allophanic Andosols., 6th International symposium on Plant-Soil Interaction at low pH, p. 334-335, Miyagi. 2004. (*Tohoku University)
- a-05. 松山信彦：施肥による耕地土壌の強酸性化の実態と分類上の問題点，ペドロジスト，47：117-121, 2003.
- a-06. 佐々木長市・殿内暁夫・野田香織・松山信彦・檜垣大助・諸泉利嗣*：白神山地の土壌に関する研究(1)．白神研究，1：29-35, 2004. (*岡山大学)
- d-01. 松山信彦・DAHLGREN R. A.*：シエラネバダ山脈西側の火山泥流堆積地帯の土壌の非晶質成分．日本土壌肥料学会，2004 (*University of California, Davis)
- d-02. ポンパタナシリ スクタイ・佐々木長市・松山信彦・殿内暁夫・野田香織：常時湛水条件下のカドミウム汚染水田モデルでの浸透型と土層環境および水稲の生育収量の関係．農業土木学会，2004.
- d-03. 佐々木長市・殿内暁夫・松山信彦・野田香織・檜垣大輔：白神山地の土壌に関する研究(1)．農業土木学会，2004.
- f-01. 工藤啓一・山本幸男・松山信彦：不耕起移植水稲の生育と窒素施肥量との関係，環境保全型農業及び省エネルギーを目指した新農法の確立と普及に関する研究シンポジウム，北津軽郡中里町，2003
- f-02. 工藤啓一・松山信彦・成田 恵：水稲不耕起移植栽培の生育と収量(中里町)，環境保全型農業及び省エネルギーを目指した新農法の確立と普及に関する研究シンポジウム，北津軽郡中里町，2003
- f-03. 工藤啓一・松山信彦・越後博之：水稲不耕起移植栽培の生育と収量(金木農場)，環境保全型農業及び省エネルギーを目指した新農法の確立と普及に関する研究シンポジウム，北津軽郡中里町，2003
- f-04. 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., 2nd International Workshop of Integrated Field Science, Miyagi. 2004(*Tohoku University, **Aomori Agricultural Experiment Station)
- f-05. 松山信彦：黒ボク土のまめ知識，剪定 98：57-61, りんご剪定技術研究会，2003.
- f-06. 松山信彦：ブナの森の土の不思議，白神研究会・秋の観察会“白神山地を知ろう”，2003.

植物遺伝生態学研究室

- a-01. SUGIYAMA S., NIKARA C.: Differential contribution of avoidance and tolerance to dehydration resistance in populations of perennial ryegrass, *Lolium perenne* L. Australian Journal of Agricultural Science 55 : 33-37, 2004.
- b-01. 杉山修一：ストレス検定の基本的考え方，草地科学実験・調査法 130-131 頁，日本草地学会，2004.
- b-02. 杉山修一：高温ストレス，草地科学実験・調査法 139-141 頁，日本草地学会，2004.
- 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，I. オーチャードグラス自然集団の分布限界を決める気象要因．日本草地学会第 59 回講演会，2004.
- d-02. 杉山修一：イネ科草本における葉のサイズと SLA の種間変異の細胞レベルでの解析．日本生態学会 第 51 回講演会，2004.

畜産学研究室

- a-01. LIU, J-L.* , H. KUSAKABE** , C-C CHANG* , H. SUZUKI, M. JULIAN* , D. W. SCHMID* , R. PFEFFER* , C. L. BORMANN* , X. TIAN* , R. YANAGIMACHI** and X. YANG* : Freeze-dried sperm fertilization led to term development in rabbits. Biology of Reproduction, 70 : 1776-1781. 2004. (*University of Connecticut, CT, USA ; **University of Hawaii Medical School, HI, USA)
- a-02. 柿原篤志¹⁾・徐 春城*・工藤 隆**・伊藤 良**・鈴木裕之・豊川好司：トウフ粕飼料給与が去勢雄ヒツジの肥育および脂肪組織の脂肪酸組成に及ぼす影響．日本畜産学会報，75：17-23. 2004. (*畜産草地研究所；**株式会社かくみつ食品 北里大学獣医畜産学部).
- d-01. 坂本宏紗²⁾・蔡 義民*・田中 治**・徐 春城*・村井 勝*・小川増弘*・吉田宣夫***・山井英喜***・春日政夫***・豊川好司：各種乳酸菌添加がイナワラサイレーヅ発酵に及ぼす影響．第 103 回日本畜産学会大会講演要旨 36 頁. (*畜産草地研究所；**東北農業研究センター；***埼玉県農林総合研究センター). 1) 柿原篤志 現在は株式会社協同飼料勤務 2) 坂本宏紗 現在は酪農場勤務(栃木県)

生物機械学研究室

- a-01. 加藤弘道・福地 博：ブドウの CA 貯蔵に関する研究 - スチューベンと巨峰の貯蔵性に及ぼす酸素と炭酸ガスの影響 - . 弘前大学農学生命科学部学術報告, 6 : 59-67, 2003.
- a-02. 加藤弘道・福地 博：簡易型酸素プルダウン装置の試作 . 弘前大学農学生命科学部学術報告, 6 : 68-74, 2003.
- a-03. 須藤洋史・張 樹槐・福地 博・荒川 修：果実形状選別への三次元計測技術の応用 . 農業機械学会東北支部報 50 : 41-44, 2003
- a-04. 張 樹槐・福地 博・加藤弘道：果実硬度の非破壊的計測法 . Information 6(5), 617-624, 2003.
- d-01. 張 樹槐・須藤洋史・上野有穂・福地 博：三次元画像による果実の形状評価方法 . 農業機械学会東北支部講演要旨, 31-32, 2004.
- d-02. 張 樹槐・福地 博・加藤弘道・嵯峨紘一：トマト果実硬度の非破壊的計測に関する研究 . 第 63 回農業機械学会年次大会講演要旨 183-184, 2004.
- d-03. 張 樹槐・孫 明^{*}・福地 博：西紅柿硬度の非破壊性検測方法 , 第二屆 21 世紀中日博士青年科技交流大会 (CD-ROM) 1-2, 2004. (*中国農業大学)

環境生物学講座

植物病理学研究室

- a-01. SHIROUZU, T. and HARADA, Y.: Notes on species of *Helminthosporium* and its allied genera in Japan. Mycoscience 45 : 17-23, 2004.
- a-02. TANAKA, K. and HARADA, Y.: Pleosporales in Japar(4) The genus *Massariosphaeria*. Mycoscience 45 : 96-105, 2004.
- a-03. HATAKEYAMA, S. and HARADA, Y : A new species of *Discostroma* and its *Seimatosporium* with two morphological types of conidia, isolated from the stems of *Paeonia suffruticosa*. Mycoscience 45 : 106-111, 2004.
- a-04. HANDA, T., FUJITA, T. and HARADA, Y.: *Synnemapestaloides rhododendri*, a new genus and new species of synnematous hyphomycete, causing synnema pestaloides twig blight disease of *Rhododendron brachycarpum* in Japan. Mycoscience 45 : 137-142, 2004.
- a-05. 荒井茂充¹⁾・原田幸雄 : *Mycosphaerella pomi* (Passerini) Lindau によるマルメロ黒点病 (新称) . 日植病報 70 : 128-131, 2004.
- a-06. LI, S., SANO, T., FUJITA, T. and HARADA, Y.: *Puccinia calystegiae-soldanellae*, a new rust species on *Calystegia soldanella* from Japan. Mycoscience 45 : 200-205, 2004.
- a-07. OWENS, R. A.²⁾, SANO, T., FELDSTEIN, P. A.²⁾, HU, Y.²⁾ and STEGER, G.³⁾ : Identification of a novel structural interaction in Columnea latent viroid. Virology 313 : 604-614, 2003.
- a-08. SANO, T. and MATSUURA, Y.: Accumulation of short interfering RNAs characteristic of RNA silencing precedes recovery of tomato plants from severe symptom of potato spindle tuber viroid infection. J. Gen. Plant Pathol. 70 : 50-53, 2004.
- a-09. SANO, T., YOSHIDA, H., GOSHONO, M., MONMA, T.⁴⁾, KAWASAKI, H.⁴⁾ and ISHIZAKI, K.⁴⁾ : Characterization of a new viroid strain from hops : evidence for viroid speciation by isolation in different host species. J. Gen. Pl. Pathol. 70 : 181-187, 2004.
- a-10. SENDA, M.⁵⁾, MASUTA, C.⁶⁾, OHNISHI, K.⁶⁾, GOTO, K.⁶⁾, KASAI, A.⁵⁾, SANO, T., HONG, J. S.⁶⁾ and MACFARLANE, S.⁷⁾ : Patterning of virus-infected soybean seed coat is associated with suppression of endogenous silencing of chalcone synthase genes. Plant Cell 16 : 807-818, 2004.
- d-01. 高橋由紀子・原田幸雄：ヤマツツジモニリア病菌の完全世代 . 日植病報 70 : 49, 2004.
- d-02. 李 壮・原田幸雄：エゾアジサイ新梢さび病菌の核学的観察 . 日植病報 70 : 49, 2004.
- d-03. 原田幸雄・佐野輝男：ホップ及びカラハナソウにおけるうどんこ病の発生について . 日植病報 70 : 49-50, 2004.
- d-04. 荒井茂充¹⁾・原田幸雄 : *Mycosphaerella pomi* によるカリン黒点病 . 日植病報 70 : 54, 2004.
- d-05. 川口陽子・米田悦子・庄司俊彦⁸⁾・原田幸雄 : 宿根アスター茎腐小粒菌核病菌 *Stromatinia* sp. の培養性状と接種試験 . 日植病報 70 : 223, 2004.
- d-06. 半田智一・原田幸雄：林床植物ヤグルマソウ地上部における微小菌類層の遷移と目録 . 日本菌学会第 48 回大会 (長崎) 講演要旨集 : 71, 2004.

- d-07. 田中和明・畠山 聡・原田幸雄：Tetraploa 型アナモフルを持つササ・タケ上の *Massarina* 様菌 5 種について．日本菌学会第 48 回大会（長崎）講演要旨集：56, 2004.
- d-08. 畠山 聡・原田幸雄：ササ・タケより採集された *Tetraploa* 属 3 種について．日本菌学会第 48 回大会（長崎）講演要旨集：63, 2004.
- d-09. 大木保善・佐野輝男・原田幸雄：日本産 *Cryptosporiopsis* 属（テレオモルフ *Pezicula*）の分子系統解析．日本菌学会第 48 回大会（長崎）講演要旨集：78, 2004.
- d-10. 高木史恵・佐野輝男・山下一夫⁹⁾：青森県産ニンニクから分離されたリークイエローストライブウイルス（LYSV）強毒・弱毒株のゲノム解析．日植病報 70：52, 2004.
- d-11. 荒木浩行・吉田 泰・辻 雅晴・佐野輝男・李 世訪¹⁰⁾：日本及び中国の栽培ブドウから検出されるホップ矮化ウイルス，ブドウイエロースペックルウイルス 1，オーストラリアブドウウイルス．日植病報 70：52-53, 2004.
- d-12. 山端直樹・佐野輝男・松浦陽子・森谷良平：PSTVd 感染で発現量が変化するトマト 13 遺伝子の同定．日植病報 70：53, 2004.
- d-13. 山端直樹・綿貫宏美・佐野輝男：Potato spindle tuber viroid (PSTVd) 特異的 siRNAs の蓄積と PSTVd 感染トマトに見られる病徴回復の経時的分析．第 26 回日本分子生物学会年会．神戸ポートピア．12 月，2003.
- d-14. 高木史恵・佐野輝男・山下一夫⁹⁾：リークイエローストライブウイルス - 青森ニンニク強毒・弱毒分離株と - 中国ニンニク分離株の全塩基配列の比較．日植病報 70：266, 2004.
- d-15. 峰松義輝¹¹⁾・佐野輝男・山下一夫⁹⁾・山本英樹¹²⁾・大島一里¹¹⁾：東北産カブモザイクウイルスの遺伝集団について．日植病報 70：268, 2004.
- d-16. 八重樫元¹²⁾・李 春江¹²⁾・田山 堅¹²⁾・磯貝雅道¹²⁾・吉川信幸¹²⁾・佐野輝男：リンゴ奇形果病樹から分離されたリンゴクロロティックリーフスポットウイルス（ACLSV）分離株の性状．日植病報 70：301, 2004.
- d-17. 伊藤隆男¹³⁾・伊藤 伝¹³⁾・佐野輝男：異なる病原性を示すカンキツエクソコーティスウイルス感染性クローンの塩基配列．日植病報 70：303, 2004.
- d-18. 山本英樹¹⁴⁾・佐野輝男：キククロロティックモットルウイルス（CChMVd）の発生．日植病報 70：301, 2004.
- d-19. SANO, T. and MATSUURA, Y., YAMAHATA, N. and WATANUKI, H：Correlation between PSTVd-specific short interfering RNAs characteristic of RNA silencing and recovery of tomato plants from severe infection. XVth International Plant Protection Congress. May 11-16, 2004, Beijing, China.
- f-01. 原田幸雄：植物のモニリア病 - 子のう菌ビョウタケ目キノコの別の姿．きのこの自然史（北大総合博物館）：13-22, 2004.
- f-02. 佐野輝男：ウイルス - 自律複製するノンコーディング RNA. 化学と生物 42：508-513, 2004.
- f-03. 佐野輝男：ウイルスの病原性と宿主適応．第 7 回植物ウイルス研究会レポート「ウイルス・ウイルスの遺伝的多様性と宿主適応」7：1-11, 日本植物病理学会植物ウイルス研究会編（ISSN 0919-2956），2004.

1) 岩手大学大学院連合農学研究科

2) USDA-ARS, USA.

3) Institut für Physikalische Biologie, Heinriche-Heine-Universität, Germany.

4) キリンビール(株)江刺ホップ管理センター

5) 弘前大学遺伝子実験施設

6) 北海道大学大学院農学研究科

7) Scottish Crop Research Institute, UK.

8) 埼玉県農林総合研究センター

9) 青森県畑作園試

10) 中国農業科学院・中国

11) 佐賀大学農学部

12) 岩手大学農学部

13) 果樹研カンキツ

14) 秋田県農試

昆虫学・進化生態学研究室

- a-01. NOGUCHI, H., TSUZUKI, S., TANAKA, K., MATSUMOTO, H., HIRUMA, K. and HAYAKAWA, Y.: Isolation and characterization of a dopa decarboxylase cDNA and the induction of its expression by an insect cytokine, growth-blocking peptide in *Pseudaletia separata*. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 33：209-217, 2003.

- a-02. STILWELL, G. E., NELSON, C. A., WELLER, J., CUI, H., HIRUMA, K., TRUMAN, J. W., and RIDDIFORD, L. M.: E74 exhibits stage-specific hormonal regulation in the epidermis of the tobacco hornworm, *Manduca sexta*. *Dev. Biol.* 258 : 76-90, 2003.
- a-03. DU, J., HIRUMA, K., and RIDDIFORD, L.M. : A novel gene in the takeout gene family is regulated by hormones and nutrients in *Manduca* larval epidermis. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 33 : 803-814, 2003.
- a-04. RIDDIFORD, L. M., HIRUMA, K., ZHOU, X., and NELSON, C. A.: Insights into the molecular basis of the hormonal control of molting and metamorphosis from *Manduca sexta* and *Drosophila melanogaster*. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 33 : 1327-1338, 2003.
- b-01. HIRUMA, K.: Juvenile hormone action in insect development. In *Encyclopedia of Hormones* (eds. H. L. Henry, and A. W. Norman) Vol. 2. pp. 528-535. Academic Press. San Diego. 2003.
- C-01. 城田安幸：翻訳書 『琥珀 永遠のタイムカプセル』(原著者 Andrew Ross 原著名 Amber The Natural Time Capsule, The Natural History Museum, London, 1988). 全訳 全 84 ページ.(平成 16 年 8 月)文一総合出版, 2004.
- d-01. 城田安幸・本多祐也・阿部錬平・田中健介・楠 昌丈・高橋敬典・阿部能久・小野昭治¹⁾・楊 大栄²⁾: 冬虫夏草 (*Cordyceps sinensis*) の抗腫瘍効果(7) 中国産 *Cordyceps sinensis* と同等の抗腫瘍, 免疫賦活効果を有する日本産サナギタケ (*Cordyceps militaris*). 第 48 回日本応用動物昆虫学会大会, 2004.
- d-02. 城田安幸・阿部錬平・斎藤 博³⁾: りんご (*Malus domestica*) の抗腫瘍効果(3) ヒトの NK 活性に対するりんご未熟果実ジュースの効果. 日本癌学会 第 63 回総会, 2004.
- d-03. 阿部錬平・城田安幸・斎藤 博³⁾: りんご (*Malus domestica*) の抗腫瘍効果(4) りんごジュースがマウスの免疫系に与える効果. 日本癌学会 第 63 回総会, 2004.
- f-01. 城田安幸:「かわいいでぶ!(1) エゾモモンガ」NTT 西日本 ブロードバンド放送(構成および監修), 2004.
- f-02. 城田安幸:「かわいいでぶ!(2) ダイトウオオコウモリ」NTT 西日本 ブロードバンド放送(構成および監修), 2004.
- f-03. 城田安幸:「かわいいでぶ!(3) ホッキョクグマ」NTT 西日本 ブロードバンド放送(構成および監修), 2004.
- f-04. 城田安幸:「かわいいでぶ!(4) カモノハシ」NTT 西日本 ブロードバンド放送(構成および監修), 2004.
- f-05. 城田安幸:「かわいいでぶ!(5) テングザル」NTT 西日本 ブロードバンド放送(構成および監修), 2004.
- f-06. 城田安幸:「かわいいでぶ!(6) オオミギツネ」NTT 西日本 ブロードバンド放送(構成および監修), 2004.
- f-07. 城田安幸:「かわいいでぶ!(7) アカカンガルー」NTT 西日本 ブロードバンド放送(構成および監修), 2004.
- f-08. 城田安幸:「かわいいでぶ!(8) マンボウ」NTT 西日本 ブロードバンド放送(構成および監修), 2004.
- f-09. 城田安幸:「かわいいでぶ!(9) フクロウ」NTT 西日本 ブロードバンド放送(構成および監修), 2004.
- f-10. 城田安幸:「かわいいでぶ!(10) アゴヒゲアザラシ」NTT 西日本 ブロードバンド放送(構成および監修), 2004.

1) 栄養女子大・微生物

2) 中国科学院・昆明

3) 国立ガンセンター・がん予防・検診研究センター

動物生態学・野生生物管理学研究室

- a-01. TAKAHASHI, K, T. HIROSE, N. AZUMA, and K. KAWAGUCHI : Diel and intraspecific variation of vulnerability in the beach mysid. *Archaeomysis kokuboi* to fish predators. *Crustaceana.* 77 : 717-728, 2004.
- a-02. 五十嵐勇氣・東 信行: カジカ大卵型を対象にした簡便 IFIM による河川生息場評価の試行. 環境システム研究 32 : 403-409, 2004.
- a-03. 泉 完・菅原賢治・工藤 明・東 信行: パーチカルスロット型魚道における水理調査について - 中野川田山堰頭首工の魚道を事例にして - . 農業土木学会論文集 228 巻, 49-56, 2003.
- a-04. 泉 完・菅原賢治・工藤 明・東 信行: パーチカルスロット型魚道におけるアメマスの現地放流実験. 農業土木学会誌 72 巻, 593-598, 2004.
- b-01. 佐原雄二: 沿岸魚類の食性と行動. 竹内 均(監修)「地球環境調査計測事典 第 3 巻沿岸域編」. フジ・テクノシステム. p. 657-661, 2003.
- c-01. 佐原雄二: 水田・溜池で魚や鳥の生態を調べる. 岩波書店編集部(編)「岩波ジュニア新書フィールドワークは楽しい」, p. 40-58, 2004.
- d-01. 吉田聡子・斎藤 裕・泉 完・東 信行: 岩木川下流頭首工における魚類の移動阻害について. 応用生態工学会

- 第7回研究発表会, 2003.
- d-02. 五十嵐勇氣・東 信行: 水田に設置した魚道を遡上・降下する生物の日周期. 応用生態工学会 第7回研究発表会, 2003.
- d-03. 佐藤孝司・佐原雄二・東 信行: 青森県小河川における魚類の生息状況 - 1980年代と2002年の比較 - . 2003年度日本魚類学会, 2003.
- d-04. 和田 実・GREG BARBARA・東 信行・水野直樹・鈴木 譲・木暮一啓: 発光細菌 *Vibrio harveyi* はヒイラギの alternative symbiont か? . 日本微生物生態学会 第19回大会, 2003.
- d-05. GREG BARBARA・和田 実・東 信行・水野直樹・鈴木 譲・木暮一啓: The role of Bacterial motility in forming pony fish symbiosis. 日本微生物生態学会 第19回大会, 2003.
- d-06. 石森健市・岡田泰定・東 信行: 岩木川幹線水路網における魚類の分布状況. 農業土木学会東北支部 第47回研究発表会, 2003.
- d-07. 松尾みどり・佐原雄二: モツゴ (*Pseudorasbora parva*) のオオクチバス (*Micropterus salmoides*) からの捕食回避行動. 日本動物行動学会 第22回大会, 2003.
- d-08. 加藤義之・佐原雄二: 好条件の餌場で採餌をするために - ゴイサギ *Nycticorax nycticorax* の個体間干渉行動. 日本動物行動学会 第22回大会, 2003.
- d-09. 平田智子・佐原雄二: 生息環境の異なるメダカ (*Oryzias latipes*) の捕食者モデルに対する反応の違い. 日本動物行動学会 第22回大会, 2003.
- d-10. 竹内健悟・東 信行: 岩木川下流部におけるオオセッカの繁殖場所選択と環境史. 野生生物保護学会 第9回大会, 2003.
- d-11. 古林千春・七里朋子・東 信行・和田 実・水野直樹・鈴木 譲: ヒイラギは繁殖期に光る? . 日本水産学会中部支部大会・浜名湖をめぐる研究者の会 合同発表会, 2003.
- d-12. 佐藤 純・泉 完・工藤 明・東 信行: 全面越流型階段式魚道における魚類等の遡上特性 - 芦野堰右岸魚道を事例にして - . 平成15年度農業土木学会応用水理研究部会講演集, 21-26, 2003.
- d-13. AZUMA, N, C. FURUBAYASHI, T. SHICHIRI, M. WADA, N. MIZUNO and Y. SUZUKI: Bioluminescence and mating behaviour in pony fish. *Leiognathus nuchalis*. Luminescence 19: 132, 2004.
- d-14. WADA, M, G. M. BARBARA, N. MIZUNO, N. AZUMA, K. KOGURE and Y. SUZUKI: Expulsion of symbiotic luminous bacteria from pony fish, *Leiognathus nuchalis*. Luminescence 19: 186, 2004.
- d-15. 佐藤孝司・佐原雄二・東 信行: 青森県における河川魚類の20年間の変遷とその要因について. 第51回日本生態学会大会, 2004.
- d-16. 東 信行・五十嵐勇氣: 温暖化が及ぼすカジカ大卵型個体群の増大と崩壊のプロセス. 第51回日本生態学会大会, 2004.
- d-17. 佐原雄二・高辻陽介・磯貝光代: ヨシゴイの生活を支える「酸欠の池」. 日本鳥学会 2004年度大会, 2004.
- d-18. 竹内健悟・沼田彩友美・東 信行: 岩木川下流におけるオオセッカの繁殖状況～繁殖場所選択とヨシ産業との関わりについて～. 日本鳥学会 2004年度大会, 2004.
- e-01. 佐原雄二: カワウの食性. 水産庁「内水面生態系管理手法開発事業報告書(カワウ等食害防止対策)」p. 36-39, 2003.
- e-02. 東 信行: 岩木川左岸地区生態系調査報告書. 東北農政局津軽農業水利事務所, 135 pp., 2004.
- f-01. 佐原雄二・松尾みどり: 青森県産モツゴのサイズ選択的耐寒性. 青森自然誌研究, 9: 45-47, 2004.
- f-02. 佐原雄二: バスの移入とカイツブリの減少. 山階鳥研 NEWS, 2003年12月号, 2003.
- f-03. 星野利幸・東 信行: 岩木川魚がすみやすい川づくり測量設計. 平成15年度建設技術提案 3D 受賞報告会受賞報告集, 1-4, 2003.
- f-04. 東 信行: 森と海は川がつなく. 白神ビジターセンターだより No. 6: 1-2, 2003.

地域環境科学科

地域環境工学講座

- a-01. 泉 完・菅原賢治*・工藤 明・東 信行: パーチカルスロット型魚道における水理調査について, - 中野川田山堰頭首工の魚道を事例にして - . 農業土木学会論文集 Vol. 71-6. No. 228 : 49-56, 2003. (*新潟県佐渡地域振興局農林水産振興部)
- a-02. 泉 完・菅原賢治*・工藤 明・東 信行: パーチカルスロット型魚道におけるアメマスの現地放流実験. 農業土木学会誌 Vol. 72-7 : 45-50, 2004. (*新潟県佐渡地域振興局農林水産振興部)
- a-03. 大野俊夫*・渡部貴裕*・万木正弘: 水工用アスファルト混合物の低温ひび割れに関する実験的研究. 土木学会論文集, No. 753/ -62, 23-38, 2004. 2. (*鹿島建設)
- a-04. 小関 恭*・佐々木長市・Pongpattanasiri Sukthai・諸泉利嗣** : 砂礫水田心土層における酸素および二酸化炭素濃度の変動. 農業土木学会論文集, No. 229 : 15-22, 2004. (*宮城農業短期大学,**岡山大学)
- a-05. 中山正与*・江成敬次郎*・佐々木長市: 土壌に浸透する高濃度有機性汚水の嫌気的な分解挙動に及ぼす温度の影響に関する実験的研究. 土木学会論文集, No. 755 : 1-12, 2004. (*東北工業大学)
- a-06. 諸泉利嗣*・佐藤裕一**・佐藤幸一**・佐々木長市: 土壌熱伝導率の測定と推定式の適用. 岡山大学環境理工学部研究報告, 2004. Vol. 9(1) 117-120. (*岡山大学,**北里大学)
- a-07. 徳永光一*・佐々木長市・佐藤幸一**・佐瀬 隆***・加藤芳郎****・工楽善道*****・井上智博***** : 弥生時代水田土に残る稲の根跡に関する研究. 日本文化財科学会誌, No. 47 : 35-55, 2004. (*岩手大学,**北里大学,**岩手県立宮古高校,***静岡大学,****大阪府立狭山池博物館,***** (財)大阪府文化財センター)
- a-08. 佐々木長市・殿内暁夫・野田香織・松山信彦・檜垣大助・諸泉利嗣* : 白神山地の土壌に関する研究(1). 白神研究創刊号, 29-35. 2004. (*岡山大学)
- b-01. 佐々木長市(分担): 草地科学実験・調査法. 日本草地学会編, 368-370. 2004.
- c-01. 工藤 明: 農村地帯の水環境と地域資源を利活用した水質浄化に関する研究. 全 72 頁, 笹軽印刷, 弘前. 2004. 3.
- d-01. 管 化冰・山城 葵・工藤 明・泉 完: 循環灌漑地区の水管理と代かき・田植期の流出負荷 - 水田地帯の水管理と水質水文収支(7). 第 47 回農業土木学会東北支部講演要旨, 19-22, 2003.
- d-02. 山城 葵・工藤 明・泉 完: 地域資源を接触ろ材として用いた水質改善実験. 平成 16 年度農業土木学会講演要旨集, 6-52, 2004.
- d-03. 佐藤 純*・泉 完・工藤 明・東 信行: 全面越流型階段式魚道における魚類等の遡上特性 - 芦野堰右岸魚道を事例にして - . 平成 15 年度農業土木学会応用水理研究部会講演集, 21-26, 2003. (*新潟県十日町農地事務所)
- d-04. 吉田聡子・斎藤 裕・泉 完・東 信行: 岩木川下流頭首工における魚類の移動障害について. 応用生態工学会第 7 回研究発表会, 2003.
- d-05. 金子信哉*・万木正弘: コンクリートの品質変動に関する実験的研究. 平成 16 年度農業土木学会大会講演要旨集 P113, 2-33, 2004. 9. (*国土交通省北海道開発局)
- d-06. 角野三好ほか; 電気アナログ法による三次元浸透流解析(1). 平成 16 年度農業土木学会大会講演要旨集 P 126, 4-4, 2004. 9.
- d-07. 加藤 幸・谷口 建: 農家レストランへのニーズと“食文化”を活かした地域活性化に関する研究. 平成 16 年度農業土木学会大会講演要旨集 P 179, 9-40, 2004. 9.
- d-08. 加藤 幸・谷口 建・田村義夫*: 都市住民の持つ農山漁村滞在に対する意識調査 - 青森県のクリーン・ツーリズムの情報発信に関する研究 - . 平成 15 年度農業土木学会東北支部大会講演要旨集 PP 119-122, 2003. 10. (*つがる里山体験塾代表)
- d-09. Sasaki Choichi, Pongpattanasiri Sukthai, Kohama Akiko*, Enari Keijiro*, Matuyama Nobuhiko and Moroizumi Tositugu** : A case study on the characteristics of vertical variation in groundwater quality under upland fields in sand dune areas, International conference on water-saving agriculture and sustainable use of water and land resources (In China), 2003. (*Tohoku Institute of Technology and Life Science **Okayama University)
- d-10. 佐藤幸一*・佐瀬 隆**・佐々木長市・徳永光一*** : 後期更新世八戸種差火山灰累積層における気候変動と植物珪酸体の関係. 日本土壌肥料学会講演要旨集, 第 50 集, 2004 (*北里大学, 岩手県立宮古高校**, 岩手大学***)
- d-11. Pongpattanasiri Sukthai, Sasaki Choichi, Matuyama Nobuhiko, Tonouchi Akio and Noda Kaori : Influence of a percolation pattern on removal of soluble elements in downward water and cadmium transfer using a stratified paddy field model. The Annual conference of the Japanese society of irrigation, drainage and reclamation

- engineering, 2004.
- d-12. 佐々木長市・殿内暁夫・松山信彦・檜垣大助・野田香織：白神山地の土壌に関する研究．平成 16 年度農業土木学会講演要旨集，2004.
- e-01. 谷口 建・加藤 幸・田村義夫*：「北のまほろば」のグリーン・ツーリズム情報発信・サテライト起業家育成の構築．平成 15 年度あおもり県民政策研究．2004. 3. (*つがる里山体験塾代表)
- e-02. 佐々木長市：屏風山地区の排水不良畑の暗渠機能低下原因とその対策．平成 15 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，農業土木学会，33-41，2004.
- e-03. 佐々木長市・徳永光一・佐藤幸一：ナガラ原貝塚土層の根成孔隙についての報告書．熊本大学，全 6 頁，2004.
- f-01. 工藤 明：津軽平野の水環境と水質改善．第 5 回津軽広域水道企業団職員研修会資料，1-10，2004. 1.
- f-02. 工藤 明：岩木川の水資源 - 母なる川，岩木川の源流白神山地．白神山地インストラクター養成講座資料，1-6，2004. 2.
- f-03. 工藤 明：農業と環境 - 水の話．第 24 期青森県りんご産業基幹青年研修会資料，1-14，2004. 8.
- f-04. 工藤 明：地域資源を利活用した水質改善について．用排水施設整備事業促進東北協議会第 18 回職員研修会，1-21，2004. 9.
- f-05. 工藤 明：木造新田における環境の現状と将来．第 3 回木造新田環境フォーラム，1-4，2004. 9.

地域環境計画学講座

- a-01. 相馬孝太郎・高橋照夫：携帯端末用の Web 病害虫防除支援システムに関する研究 - 診断と病名の検索に関する検討 - . 農業機械学会東北支部報 50 : 55-58, 2003
- a-02. 田辺高士・高橋照夫：携帯端末利用による Web 農業会議システムに関する研究 - システム構成と会議形態について - . 農業機械学会東北支部報 50 : 59-62, 2003
- a-03. 八木浩司・檜垣大助・牧田 肇・神林友弘・大友幸子・井口 隆：2002 年 4 月に発生した白神山地・向白神岳北西面の岩盤斜面崩壊とその前兆としてのサギング地形．日本地すべり学会誌，40-6, 57-61, 2004
- b-01. Ghimire, S.K., Higaki, D. and Bhattarai, T.P. : Mapping, monitoring and development mechanism of ephemeral gullies in the Siwalik Hills of Nepal. Proc. Int. conf. on " Gully erosion in mountain areas ", 15-17 Oct, Digne-les-Bains, France, 66-67, 2003.
- b-02. Ghimire, S.K. and Higaki, D. : Changes in landuse and stream planform : Implications for the sustainable management of ephemeral streams, Siwalik Hills, Nepal, Proc. of 2nd Intl conf. of Asia-Pacific Association for Hydrology and Water Resources (APHW) Singapore, 5-8 : 261-270, 2004.
- d-01. 伴 尚志・谷口 建：秋田県阿仁町におけるグリーン・ツーリズム活動について．平成 15 年度農業土木学会東北支部講演要旨集，115-118, 2003.
- d-02. 加藤 幸・谷口 建・遠藤真喜子・田村義夫：都市住民の持つ農山漁村滞在に対する意識調査 - 青森県グリーン・ツーリズムの情報発信に関する研究 - . 平成 15 年度農業土木学会東北支部講演要旨集，119-122, 2003.
- d-03. 加藤 幸・谷口 建：農家レストランのニーズと“食文化”を活かした地域活性化に関する研究．平成 16 年度農業土木学会講演要旨集，992-993, 2004.
- d-04. 藤崎浩幸・藤井克己：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 - . 農村計画学会学術研究発表会，2004. 4.
- d-05. 佐藤真由美・熊谷智義・向井田善朗・藤崎浩幸：まちづくり将来構想策定におけるワークショップ運営手法の課題 - 岩手県湯田町沢内村任意合併協議会におけるまちづくり委員会の事例 - . 農村計画学会学術研究発表会 - ，2004. 4.
- d-06. 藤崎浩幸：水田担い手育成と圃場整備．農業土木学会大会講演会，2004. 9.
- d-07. Ghimire, S.K, Higaki, D. and Bhattarai, T.P. : Changes in landuse and stream planform: consequences for the sustainable management of natural resources in Siwalik Hills, Proc. Int. conf. on -Save the Great Himalaya, Katmandu, Nepal. 81, 2004.
- d-08. Higaki, D., Karki, K.K. and C. S. Gautam : Soil erosion control measures on degrading sloping lands- a case study in Midlands of Nepal. Proc. Int. conf. on -Save the Great Himalaya, Katmandu, Nepal. 39, 2004.
- d-09. 小原嬢子・檜垣大助：地すべり地の微地形と内部構造についての研究 - 秋田県谷地地すべり - . 第 43 回日本地すべり学会研究発表会講演集，197-200, 2004.
- d-10. 森屋 洋・羽沢大樹・阿部真郎・檜垣大助・芳賀正廣：秋田県谷地地すべり地末端部の地形変遷過程，第 43 回日

本地すべり学会研究発表会講演集, 193-196, 2004.

- d-11. 桧垣大助・S.K. Ghimire: ネパールにおける土砂災害の地形発達史からの考察, 平成 16 年度砂防学会研究発表会概要集 182-183, 2004.
- d-12. Ghimire, S.K. and Higaki, D.: ネパールシワリク山地における河道変化と流域土地被覆の変遷, 平成 16 年度砂防学会研究発表会概要集 184-185, 2004.
- d-13. 井良沢道也・川邊 洋・松村和樹・牛山素行・平松晋也・桧垣大助: 2003 年宮城県沖ならびに宮城県北部で発生した地震による土砂災害. 平成 16 年度砂防学会研究発表会概要集, 2-3, 2004.
- e-01. 谷口 建・加藤 幸・田村義夫: 「北のまほろば」のグリーン・ツーリズム情報発信サテライト起業家育成の構築. あおもり県民政策ネットワーク, 1-98, 2004.
- e-02. 谷口 建: エコロードについて. 平成 15 年度東北農政局管内農業農村整備事業推進検討業務報告書, 農業土木学会, 173-185, 2004.
- e-03. 桧垣大助・小原嬢子: 秋田県谷地すべりの微地形と内部構造. (社 第 43 回本地すべり学会現地見学会資料集, B-52 - B-57, 2004.

地域資源経営学講座

- a-01. 泉谷眞実・杉村泰彦¹⁾・森久 綱²⁾: リンゴジュース加工残さの発生とリサイクル経路. 2003 年度日本農業経済学会論文集: 196-200, 2003. 1)アルファ技研, 2)三重大学
- a-02. 泉谷眞実: 農協による野菜収穫作業の請負と野菜産地発展における意義と課題. 協同組合奨励研究報告, 第 30 輯: 11-29, 2004.
- a-03. 李 中華・神田健策: 農業産業化政策下の中国新型農協の形成と取り組み - 北寧市大柵蔬菜協会の事業展開を事例として -. 協同組合研究. 第 23 巻 第 2 号 (通巻 64 号), 17-29, 日本協同組合学会, 2003. 12.
- a-04. 武田 功・神田健策・早坂 基: 「南部一揆軍書」と風聞・文芸の民衆世界. 弘前大学農学生命科学部学術報告. 第 6 号, 82-98, 2003. 12
- a-05. 徐 哲根・渋谷長生: 集団所有制企業の私有化に伴う企業経営管理の変化 - 中国・遼寧省凌源市 M 鎮の事例に基づいて. 東北農業経済学会「東北農業経済研究」第 22 巻 第 1 号: 45-55, 2004. 5.
- a-06. 高橋秀直: 『労働の二重性』論の経済学的意味. 『弘前大学経済研究』第 26 号, 1-17, 2003. 11.
- b-01. 泉谷眞実: 東北・平場稲作経営の継承問題. 現代日本農業の継承問題. 日本経済評論社 (東京): 162-175, 2003.
- b-02. 泉谷眞実: 新規参入者による法人経営の継承. 現代日本農業の継承問題, 日本経済評論社 (東京): 320-330, 2003.
- b-03. 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, 150-164, 2004. 4.
- d-01. 泉谷眞実: 有機性廃棄物における需給調整の特異点. 東北農業経済学会 秋田大会個別報告, 2004 年 9 月 3 日, 於: 秋田市.
- d-02. 泉谷眞実: 地域バイオマスの発生と利用. 東北草地研究会シンポジウム, 2004. 9. 27 28, 於: 十和田湖町.
- d-03. 泉谷眞実: 食品廃棄物におけるリサイクル機器・施設市場の動向と特質. 日本農業市場学会個別報告, 2004 年 7 月 3 日, 於: 九州大学.
- d-04. 泉谷眞実・杉村泰彦¹⁾: 地方自治体による食品一般廃棄物リサイクルの成立形態 2004 年度日本農業経済学会個別報告, 2004. 3. 31, 於: 日本大学. 1)アルファ技研
- d-05. 泉谷眞実: 食料・農業における有機性廃棄物政策の現状と課題. 未利用有機性資源リサイクル研究会, 2003. 9. 24, 於: 北海道・札幌市.
- e-01. 宇野忠義: 全村ぐるみの稲作生産組織化とリンゴを核とした産業構造立体化の取り組み - 青森県津軽地域相馬村農協の事例分析 -. 九州大学大学院農学研究院, 研究代表者 村田武 平成 13 15 年度科学研究費補助金研究成果報告書, WTO 体制下の先進諸国における農協の革新と再編に関する総合比較研究, 175 184, 2004. 3.
- e-02. 渋谷長生: 平成 15 年度山村振興調査報告書 - 青森県南津軽郡平賀町 -. 農林水産省農村振興局, 1-39, 2004. 3.
- e-03. 渋谷長生: 津軽地区における一般廃棄物広域共同処理について. 弘前大学地域共同センター年報 第 6 号. 99, 2003. 12.
- e-04. 宇野忠義・武田共治編: 『企業と行政の環境配慮への取り組み - 青森県津軽地区を事例として -. 弘前大学農学生命科学部 地域資源経営学コース地域実態調査報告書. 2003. 3. pp 1 71.
- e-05. 高橋秀直編: 地域経済ゼミ調査報告 『点在する生鮮食料品店 - その歴史・営業・生活・存在』1-57, 2004. 3.
- f-01. 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. ニューカントリー, 2004 年 10 月号: 48-50, 2004.

- f-02. 泉谷眞実：スペシャリストの育成，定着住民を増やす視点で．デイリーマン，54-3：82-83，2004.
- f-03. 泉谷眞実：食料・農業における有機性廃棄物政策の現状と課題．第2回未利用有機性資源リサイクル研究会資料：13-23，2003.
- f-04. 神田健策：「農」と「食」の再生と地域農業振興．協う．Vol. 80, 7-11, 暮らしと協同の研究所，2003. 12.
- f-05. 神田健策：今日におけるJAの販売戦略と直売事業（再録）．経営実務（増刊号），第59巻10号，全国協同出版，19-21，2004. 9.
- f-06. 宇野忠義：リンゴ火傷病の侵入を許してはならない．農民運動全国連合会機関紙，農民，2004. 1. 19.
- f-07. 宇野忠義：リンゴ火傷病 侵入許さぬ検疫措置堅持を．朝日新聞，私の視点，2004, 1. 31.
- f-08. 武田共治：津軽海峡冬景色．東北都市事典．249-250, 東北都市学会．2004. 3.
- f-09. 渋谷長生：青森県の農業人はもっと自由な発想を．財団法人青森地域社会研究所「れじおん青森」，1 2003. 11.
- f-10. 渋谷長生：生産者と二人三脚で地域振興を．JA つがる弘前「いぶき」6-7. 2004. 1.

生物共生教育研究センター

- a-01. Kikuchi, T.,* Y. Shiozaki, T. Adachi¹⁾, F. S. Yasunaka²⁾, Y. Otake³⁾, and T. Nishide⁴⁾: Growth responses from one-year-old apple branches to heading as a factor governing terminal shoot length in cultivars with different branching habits. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 72(6) 473-481. 2003. (*: 弘前大学名誉教授)
- a-02. Arakawa, O.,* A. Akagi⁵⁾, T. Asada,* and Y. Shiozaki: Involvement of ethylene in the pedicel in preharvest abscission of 'Tsugaru' apple. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 73(4) 301-306. 2004. (*: 園芸学講座)
- a-03. 伊藤大雄・杉浦俊彦⁶⁾・黒田治之⁷⁾: ニホンナシ園における実蒸発散量の測定とその気象的推定法の検討(続報). 東北の農業気象(48) 1-4, 2004.
- a-04. 村山成治・斎藤 司・須藤宏樹: 低投入型稲作に関する研究 低投入型稲作に関する研究, 第5報 リンゴジュース搾り粕による水稻の雑草抑制, 日本作物学会東北支部会報 46: 29-32, 2003.
- a-05. 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として, 農業土木学会論文集 234: 印刷中, 2004.
- a-06. 牧田 肇: 2002年4月に発生した白神山地・向白神岳北西面の岩盤斜面崩壊とその前兆としてのサギング地形. 日本地すべり学会誌, 40-6, 2004, pp. 57-61. (共著 筆頭著者・八木浩司*)
- c-01. 塩崎雄之輔・木村 隆: 藤崎農場の歩み - 農場草創期から国立大学最後まで -. 全 139 頁. 2004.
- c-02. 伊藤大雄: 果樹園における温室効果ガスの収支. 果実日本 59(6) 26-29, 2004.
- c-03. 牧田 肇: 世界遺産を見せることについて 白神山地の事例をもとに. 北海道の自然, 北海道自然保護協会, No. 42, 2004, pp. 29-32. (単著)
- c-04. 牧田 肇: プナ林に見る自然と人 佐藤宏之編「小国マタギ共生の民俗知」, pp. 109-116, 農文協. (単著)
- c-05. 牧田 肇: 白神 マタギの山. 梅竿忠夫+山本紀夫編: 山の世界, 岩波, pp. 257-266 (共著 筆頭著者・工藤光治**)
- c-06. 牧田 肇: 白神に生きる「授かる」心構え(工藤光治・聞き書き). ピオストーリー, vol. 2, pp. 92-93.
- d-01. 塩崎雄之輔・尾崎一二三・村木裕俊: リンゴ密植(矮化)栽培維持に必要な条件. 園芸学会東北支部 16 年度大会発表要旨, 13-14, 2004.
- d-02. 守谷友紀⁸⁾・岡田和馬⁸⁾・加藤秀一⁹⁾・峯村万貴⁹⁾・山近龍浩⁹⁾・伊藤大雄・塩崎雄之輔・岩波 宏¹⁰⁾・中西テツ¹¹⁾・高崎剛志¹¹⁾: セイヨウナシにおける PCR-RFLP システムの開発 I. S1~S7-遺伝子をもつ品種の遺伝子型推定. 園学雑 73 別 2, 563, 2004.
- e-01. 塩崎雄之輔: 王林の収量調査 - 35 会員剪定樹 18 年目の結果 -. 剪定 99, 47-52, 2004.
- e-02. 塩崎雄之輔: 矮化(密植)園の収量調査報告. - 剪定を開始して 8 年目の結果 -. 剪定 100, 42-48, 2004.
- f-01. 塩崎雄之輔: これからのリンゴの栽培方式を考える. 藤崎農場公開講座「リンゴを科学する」平成 15 年度テキスト. 44-51, 2004.
- f-02. 塩崎雄之輔: リンゴの密植(矮化)栽培維持に必要な条件について. 剪定 101, 17-22, 2004.
- f-03. 塩崎雄之輔: 世界に比類のない日本のリンゴ開心形樹を解剖 - 樹の生長とともに変わる“葉の稼ぎ” -. 見てみて, 聞いてみて, 触ってみて, 弘前大学 ポスター発表要旨集, 103, 2004.
- f-04. 伊藤大雄: 地球温暖化と青森のリンゴ生産.(講演) 青森県リンゴ協会主催, 2004.
- f-05. 村山成治: 親子体験学習(第4号), 大学等地域解放特別事業報告書, 全 27 頁, 2003.
- f-06. 村山成治: 水稻不耕起栽培における栽植本数について, 水稻不耕起移植栽培報告会. 2003.

1) 安達敏幸 高島町役場(山形)

2) 安中フィルナンド節夫 元コチア産業組合(ブラジル国サントカタリーナ州サンジョアキン)2002年6月交通事故にて逝去

3) 大竹康友 雪印乳業(札幌)

4) 西出 勉 アベックス(京都)

5) 赤城 文 オレゴン州立大学大学院生

6) 杉浦俊彦 農業・生物系特定産業技術研究機構果樹研究所

7) 黒田治之 鹿児島大学農学部

8) 守谷友紀 神戸大学大学院生(自然科学研究科)

8) 岡田和馬 神戸大学大学院生(自然科学研究科)

9) 加藤秀一 長野県果樹試験場

9) 峯村万貴 長野県果樹試験場

9) 山近龍浩 長野県果樹試験場

10) 岩波 宏 農業・生物系特定産業技術研究機構果樹研究所

11) 中西テツ 神戸大学大学院自然科学研究科

11) 高崎剛志 神戸大学農学部

* 山形大学教育学部

** 白神マタギ舎

農学生命科学部学術報告編集委員会

委員長： 島山 幸紀（応用生命工学科）

新関 稔（生物機能科学科）

松山 信彦（生物生産科学科）

渋谷 長生（地域環境科学科）

（故）澤田 信一（生物機能科学科）

2005年1月18日 印刷

2005年1月28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
28 January 2005

Printed by

Yamato Printing Co.
4-4-5 Kanda, Hirosaki-shi, Aomori-ken 036-8061, Japan
18 January 2005

**BULLETIN OF
THE FACULTY OF AGRICULTURE AND LIFE SCIENCE, HIROSAKI UNIVERSITY**

Number 7

January, 2005

CONTENTS

MATSUOKA, N. and T. SUGIYAMA : Molecular Taxonomy of Two Different Types of Body Color in the Fish <i>Sebasts inermis</i> from Japanese waters	1 (8)*
SIMAZU, J., M SENDA, R. ISHIKAWA, S. AKADA, T. HARADA and M. NIIZEKI : Analysis of Occurrence of Mitotic Homologous Recombination in Cultured Cell of Rice	9 (13)
AKAMA, J., M SENDA, R. ISHIKAWA, S. AKADA, T. HARADA and M. NIIZEKI : Investigation of Structure and Function of a Gene Concerning to Homologous Recombination in Meiosis and Callus of Rice (<i>Oryza sativa</i> L.)	14 (20)
SAGA, K., H. NAKAMURA : Changes in the Contents of Some Constituents in a Maturing Sweet Pepper (<i>Capsicum annuum</i> L.) Fruits of Some Cultivars	21 (25)
SAWARA, Y., K. UNO, N. AZUMA : Preliminary Study on the Field Ecology of the Medakafish, <i>Oryzias latipes</i> , by Individual Marking	26 (29)
WANG, J., T. UNO, H. TAKAHASHI : A Study on the Problem of Farmer's Burden in China	30 (39)
NIIZEKI, M.: Birdsfoot Trefoil at West Area in Canada	40 (44)
	*English Summary
Lists of Published Research Works of the Faculty of Agriculture and Life Science, Hirosaki University, 2003(October) 2004(September)	49