CODEN:HDNHFL
ISSN 1344-8897

弘前大学農学生命科学部学術報告

第13号

BULLETIN
OF THE
FACULTY OF AGRICULTURE AND LIFE SCIENCE HIROSAKI UNIVERSITY

No.13

付 研 究 業 績 目 録

2009年10月—2010年9月

Lists of Published Research Works of the Faculty of Agriculture and Life Science Hirosaki University
2009 (October) – 2010 (September)

弘 前 大 学 農 学 生 命 科 学 部

2011年2月

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

February, 2011

弘 前 大 学 農 学 生 命 科 学 部 学 術 報 告

第13号　　2011年2月

目　　次

泉谷眞実：廃食油の発生構造とバイオディーゼル燃料事業化の課題
—青森県における事業所アンケート結果の分析—　1

五十嵐恵・初山慶道・松本和浩・塩崎雄之輔：DNA鑑定による赤肉系リンゴ新品種‘紅の夢’の親の推定　7

松岡教理・盛佐紀子：日本および朝鮮半島産サンショウウオの生化学的系統分類　15

松岡教理・北野　誉：サケ亜目魚類の生化学的系統分類　23

松岡教理：青森県日本海沿岸および陸奥湾の棘皮動物相　29

松岡教理：棘皮動物と脊椎動物の進化学的類縁性の証拠　33

渋谷長生・葛西由佳：ナマコ輸出拡大に伴うナマコ産地・加工業者の対応と課題～青森県陸奥湾を中心として～　39

平成21年度後期・平成22年度前期　あすなろ賞　61

研究業績目録（2009年10月—2010年9月）　79

廃食油の発生構造とバイオディーゼル燃料事業化の課題

―青森県における事業所アンケート結果の分析―

泉谷　眞実

弘前大学農学生命科学部

（2010年10月29日受付）

１．問題状況と課題

2008年から京都議定書の第1約束期間が始まり、さらにポスト京都議定書の数値目標の検討が高い温室効果ガスの削減レベルを視野に進められる中で、低炭素社会への要請はますます強まっている。そのため、カーボンニュートラルで再生可能な生物系の資源であるバイオマスの利用が重要となっている。そして、輸送用燃料の分野では、バイオマスから生産された「輸送用バイオ燃料」（バイオエタノール、バイオディーゼル、以下「バイオ燃料」と略）への期待が高まっている。

しかし、現在のバイオ燃料は、食用作物であるトウモロコシやサトウキビ、パーム油、大豆油、菜種油などから生産されるため、食料・飼料との競合による食糧不足・穀物価格の上昇や生産拡大のための森林破壊等の環境破壊が問題となっており、マイナスの側面が大きくなっている。

そこで本論で取り上げる廃食油バイオディーゼル燃料（以下、廃食油BDF）のように、廃棄バイオマスを原料とした「リサイクル・バイオ燃料」の活用が重要であると考えられる。これは廃棄物を原料としていることから、食料・飼料と競合せず、廃棄物をリサイクルすることで環境負荷を減らすことができるバイオ燃料である。さらに、地域資源を活用し、地域の所得を地域内で再投資することで地域自立化の可能性も有している。すなわち、廃棄物を燃料化することで、これまで他地域（他国）から調達していた資源を地域内で「生産」できるようになり（「輸入代替」（塩沢[6]））、経営にとってのコスト削減や地域にとっての所得流出を防ぐというメリットがある。

しかし、従来のバイオ燃料研究は、世界の食料不足問題や途上国の貧困問題・環境破壊問題という視点から行われているため、ヨーロッパ、アメリカ、東南アジアの食用作物を原料とするバイオ燃料の研究が中心であり（小泉[4]）、リサイクルバイオ燃料が研究対象として取り上げられることが少なかった。また、国内のBDF研究においても、そこでの資源「循環」の存在を研究対象として必要な条件としているため（平野[1]）、廃棄バイオマスを利用した「リサイクル・バイオ燃料事業」が研究の対象に入らないという問題があった。

本論では、上記のようなリサイクルバイオ燃料のもつ意義から、リサイクルバイオ燃料導入促進の課題について検討を行いたい。このことは、BDF研究においては、ヨーロッパ・アメリカ、東南アジア型の「油脂作物BDF」に対して、東アジア型としての「廃食油BDF」の類型を対置し、その成立可能性を考えることでもある。

これまで廃食油BDFの課題として指摘されたのは、原料となる廃食油を、いかに安定的に、低コストで、しかも輸送のためのエネルギーをかけずに調達するかという点である。また、廃食油は廃棄物であるが、現状でもせっけんや家畜用飼料としてリサイクル利用されており、これら既存の用途との利用調整の課題も存在する。特にバイオマスのリサイクル利用において各リサイクル主体は、複数の品目の廃棄物を、季節的・有機的に組み合わせて利用している場合が多いため、一つの品目を他の用途に振り向けることで、地域の利用システム全体が解体する危険性もあり、新規用途での導入は慎重に行われる必要がある。

本論では、廃食油BDF事業で問題となる原料調達段階での課題を考察するため、2009年に青森県で行った飲食店に対するアンケート調査結果から、廃食油発生の実態とバイオディーゼル燃料事業化の課題について原料調達の側面から検討したい。

２．廃食油の利用状況

まず、表１から廃食油の発生と利用状況について見ていきたい。

食品廃棄物の発生量に対して、近年では６％程度が廃食油となっている。再生利用率は上昇傾向にあり、2001年の63%から2007年には83%にまで上昇している。全体として自社によるリサイクル率は低く、委託によるリサイクルが中心である。また、「売却」の割合は低く、「無償自己負担」での処理の割合が高くなっている。

リサイクルの用途としては「油脂製品」が近年では半

表１　廃食用油の発生と利用状況

業種	年度	食品廃棄物等の年間発生量（万トン）	廃食用油割合（%）	廃食用油の再生利用率	食リ法で規定	委託による再生利用割合 売却	委託による再生利用割合 無償自己負担	再生利用の用途別仕向量割合 肥料	飼料	油脂（製品）	工業資材	熱源	その他	不明
食品産業計	01	1,092	4	63	38	17	80	2	14	46	3	･･･	6	29
	02	1,131	5	70	33	32	67	2	14	31	4	･･･	10	40
	03	1,135	6	61	22	33	66	4	7	26	2	･･･	11	50
	04	1,136	5	64	29	18	74	4	8	34	4	15	3	32
	06	1,135	6	73	46	88		5	12	46	5	･･･	13	19
	07	1,134	6	83	58	98		2	12	56	1	0	5	23

（資料）「食品循環資源の再生利用等実態調査報告」。

分程度を占めているが、一部は飼料として利用されている。熱源としてはほとんど利用されていないのが現状である。

３．青森県の飲食店における廃食油の発生と利用状況
―弘前市・八戸市・むつ市のアンケート調査結果―

ここでは、青森県における事業所からの廃食油の発生状況を把握するために、弘前市、八戸市、むつ市の飲食店に対するアンケート調査を実施した。アンケートは、NTTのタウンページから飲食業の項目を主たる対象として抽出し、重複分と食用油の使用を行っていないと考えられる事業所を除いた1,223事業所にアンケートを送付した。回収は290通、このうち廃業や食用油を使用しない事業所を除く有効回答数は278通であり、有効回答率は22.7%であった（概要は本稿末の付表を参照）。

まず、アンケートに回答した事業所からの廃食油の排出総量は、１ヶ月当たり1万6,535リットルであり、年間198キロリットルとなる（ただし、これには１店舗で8,000リットルと６万リットルと記載した事業所を除いてある）。

アンケートの回収率が約２割のため、これを単純に５倍して３市での廃食油の排出総量を推計すると、年間992キロリットルとなる。これは大手のBDF製造事業所であれば１社で年間に処理できる数量でもあり、多いとはいえないだろう。

では、具体的に事業所アンケート調査の結果を見ていきたい。

まず、図１から回答事業所の業態別の構成をみると、飲食店の割合が高く、居酒屋の割合が次に多くなっている。

図２から廃食油の月間排出量別の事業所の構成をみると、いずれの市においても月30～200リットル未満の割合が最も高く、つぎに5～30リットル未満、0～5リットル未満が続いている。いずれの市においても30リットル未満が６割近くを占めている。

図３から廃食油の処分方法を月間の排出量別に見ると、月間排出量と処分方法には明確な対応関係がみられる。排出量が多くなるに従って「民間業者に委託する」割合が高まり、「ごみとして出す」割合が低下している。特に月30リットル以上を排出する事業者では、すでに

図1　回答事業所の業態（構成比）

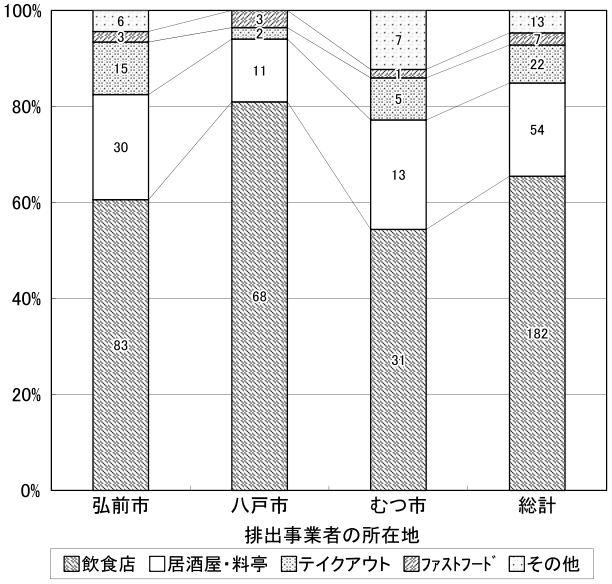


図2　廃食油の月間排出量別の事業所数割合

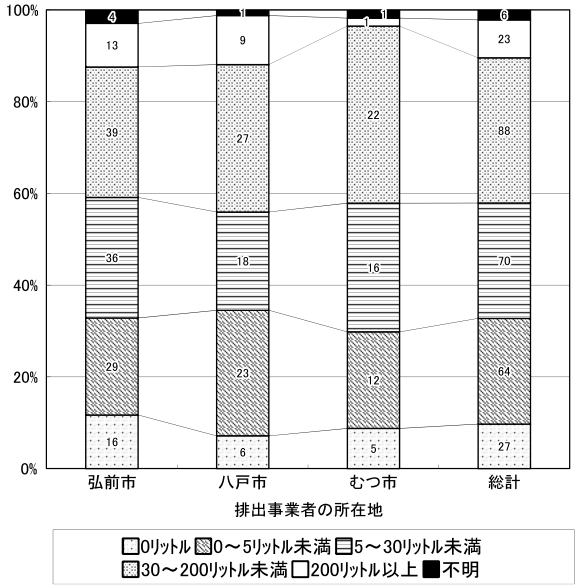


図3　廃食油の処分方法（月間排出量別、構成比）

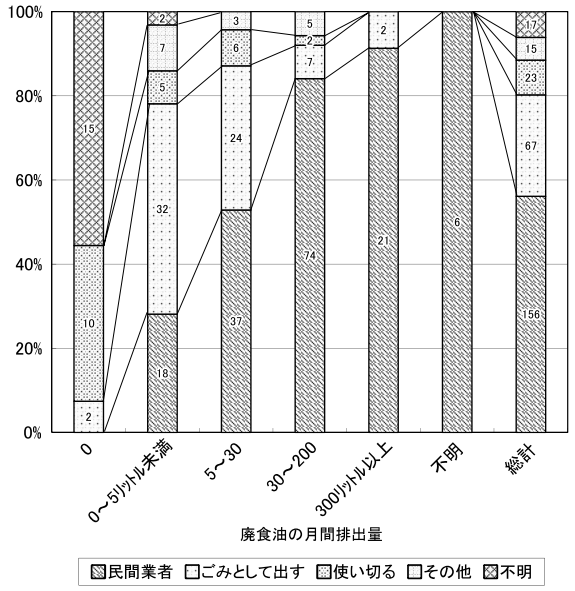


図4　廃食油のリサイクル用途（構成比）

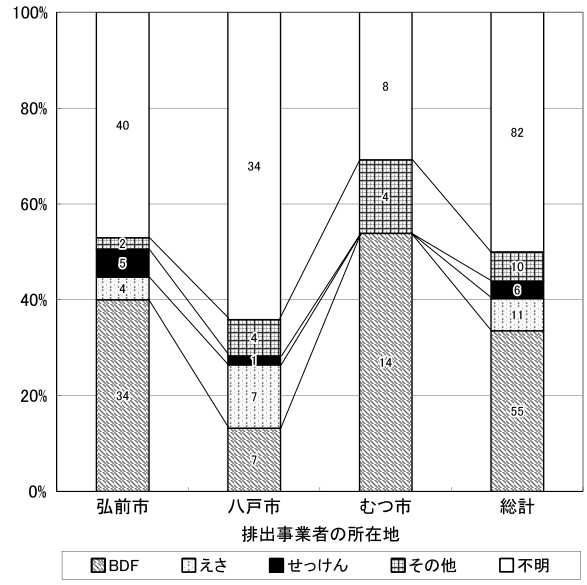


図5　廃食油の処理に際しての支払い状況（構成比）

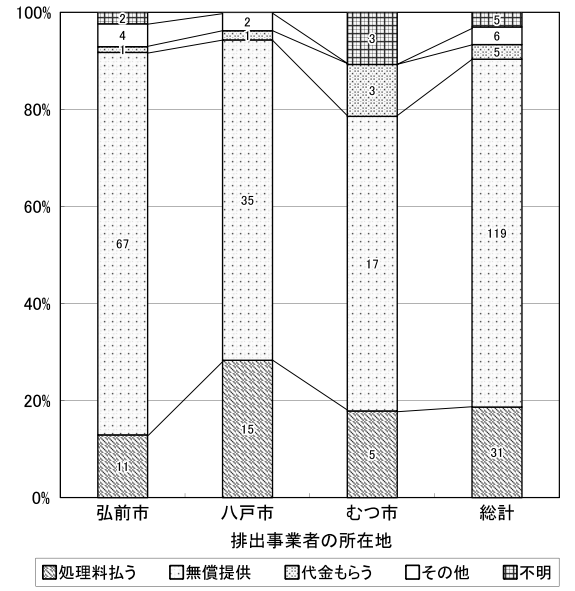
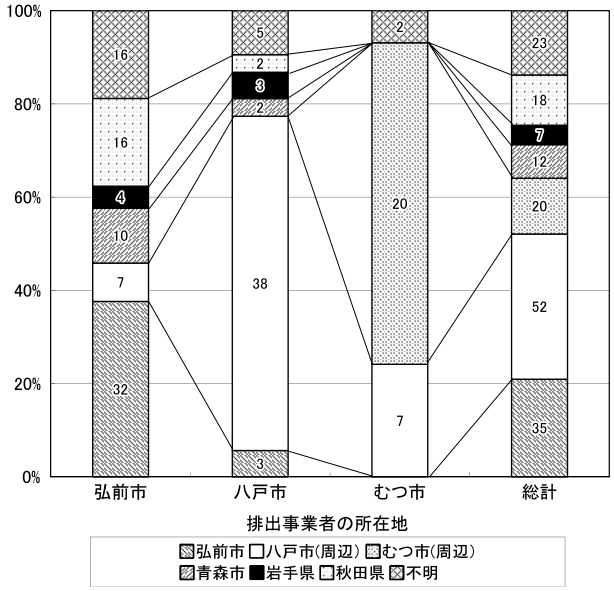


図6　廃食油の処理業者の所在地（構成比）



何らかの形で民間業者に処理を任せている割合がほとんどなのに対して、30リットル未満では「ごみとして」出している割合が高くなっている。青森県では既存の収集ルートと競合しない廃食油の回収は、排出規模が小さい事業所からの廃食油になる。

図4から、民間業者に処理を任せている事業所のリサイクルの用途を見ると、全体としては「不明」を除くとBDFにリサイクルされている割合が高くなっている。弘前市やむつ市では「BDF」に使用されている割合が高く、八戸市では「飼料」という回答が他市より多くなっている。

図5から処理に際しての支払いをみると、「無償提供」が最も割合が高く、次に「処理料を払う」が多くなっている。「処理料を払う」は八戸市で多くなっている。このことは、プラスの価格がつくほどに廃食油の需給が逼迫していないことを意味している。

図6から廃食油の処理を行っている事業者の所在地を排出事業所の所在する市別に見ていきたい。八戸市やむつ市では各市内の業者による回収割合が高いのに対して、弘前市では市内の収集業者が回収している飲食店が4割程度で、6割は市外の収集業者が回収を行っている。さらに弘前市では収集業者の所在地の範囲が広く、八戸市、青森市から秋田県、岩手県まで広がっている。秋田県では県の中央から南側に近い市町村からの収集が

行われている。

4．おわりに

最後に、BDF事業化の課題を原料確保との関係で整理しておきたい。

まずアンケート結果から廃食油リサイクルの状況についてみると、第1に廃食油の民間業者への処理「委託」は全体として進んでいること。第2に、比較的廃食油の回収が容易な大量排出事業者は何らかの形で民間業者に処理を「委託」している場合が多く、それが進んでいないのは廃食油の回収に手間と費用がかかる小規模排出事業者であることが明らかとなった。

このことは、これからBDF事業を始める事業者にとって、効率的な廃食油調達に課題が多いことを意味している。すなわち、原料となる廃食油をいかに効率的に収集するかが求められているが、現状では回収に手間のかからない大量排出事業者にはなんらかの形での廃食油の利用者が存在するため、これから新しくBDF事業を始める事業者にとっての廃食油の調達先は小規模排出事業者が中心になると考えられる。このように、現在のBDF事業への参入は、一定程度「リサイクル」システムができている廃食油リサイクル市場への新規参入という形になるため、原料収集リスクが高くなっているといえる。

そのため、BDF設備に対する大きな投資は事業リスクが高くなるため、最初から大きな投資を行うのではなく、小型の施設をリース形態で試験的にはじめ、廃食油の回収が安定した段階で事業規模を拡大する方向がよいと考えられる。

また、排出事業者から見ると、既存のリサイクルチャネルから新規のBDF事業者に処理先を変更したとき、仮にBDF事業が軌道に乗らず失敗した場合には、排出事業者は処理先を失うというリスクを負うことになる。そのため、既存のリサイクルチャネルを確保している排出事業者はそのチャネルを維持する方がリスクが少ないと考えられる。

次に、廃食油においても県境を越えた広域的な利用が進んでいることが明らかとなった。これは廃棄バイオマス利用全体に見られる傾向でもある。このことは、規範論的にはバイオマスが地域内での利用が望ましいという点と矛盾することになり、地域内（間）での「需給不整合」が発生していることも示唆している（泉谷編[2]）。これは、その時々の与件に個別の事業者が適応した結果としての個別最適が、資源利用における全体最適と乖離している状況にあるといえる。このような需給の不整合を「誰が」「どのような方法で」調整するかが第2の課題である。

このように、廃食油のようなバイオマス利用においては、単なる経済性の問題だけではなく、資源の流通構造も視野に入れた検討が必要であるといえる。

【参考文献】

[1] 平野信之『大消費中核地帯の共生農業システム』農林統計協会、2008年。
[2] 泉谷眞実編著『エコフィードの活用促進―食品循環資源飼料化のリサイクル・チャネル―』農山漁村文化協会、2010年。
[3] 川手督也他「ナタネおよびナタネ油の生産・消費動向とバイオマスの多段階的利用に基づく地域循環システム構築のための課題」『食品経済研究』34、2006年3月。
[4] 小泉達治『バイオ燃料と国際食糧需給』農林統計協会、2009年。
[5] 野中章久「農家自給型BDFの可能性」『農業と経済』2007年3月号。
[6] 塩沢由典『関西経済論』晃洋書房、2010年。
[7] 矢口芳生「共生農業システム成立の条件」『食農資源経済論集』60(1)、2009年9月。

付表　廃食油に関する事業所アンケート調査の概要（2009年11月～2010年2月実施）

	八戸市	弘前市	むつ市	合計
送　付　数	405	567	251	1,223
宛先不明	5	6	4	15
返 信 数	85	140	65	290
有効回答数	84	137	57	278
有効回答率	20.7%	24.2%	22.7％	22.7

（資料）NTTタウンページ（Web版）の2009年11月時点での掲載内容による。
注1）掲載事業所の合計から重複分と食用油を使用していないと考えられるものを名称・住所等から判断して除いた。

Summary

Characteristics of Waste Edible Oil Recycle in Aomori Prefecture

Masami IZUMIYA

Faculty of Agriculture and Life Science

(Received for publication October 29, 2010)

The purpose of this paper is to clarify the existing condition of waste edible oil recycles and the problems of bio-diesel fuel business from the results of the questionnaire survey to the restaurants in Aomori Prefecture.

In this paper, the following points were clarified. Firstly, there are a lot of problems in collecting process of waste edible oil for the emerging start-up company to the bio-diesel fuel business. Secondarily, there are supply-demand mismatch in waste edible oil market in the region.

Bull.Fac.Agric.&Life Sci. Hirosaki Univ. **No.13**: 1–5, 2010

DNA鑑定による赤肉系リンゴ新品種‘紅の夢’の親の推定

五十嵐　恵[*1]・初山　慶道[*1]・松本　和浩[*2,4]・塩崎雄之輔[*2,3]

[*1]（地独）青森県産業技術センター　弘前地域研究所　バイオテクノロジー部
[*2]弘前大学農学生命科学部附属生物共生教育研究センター　藤崎農場
[*3]弘前大学名誉教授
[*4]Corresponding author: Tel. 0172-75-3026 E-mail: k-matsu@cc.hiroskai-u.ac.jp

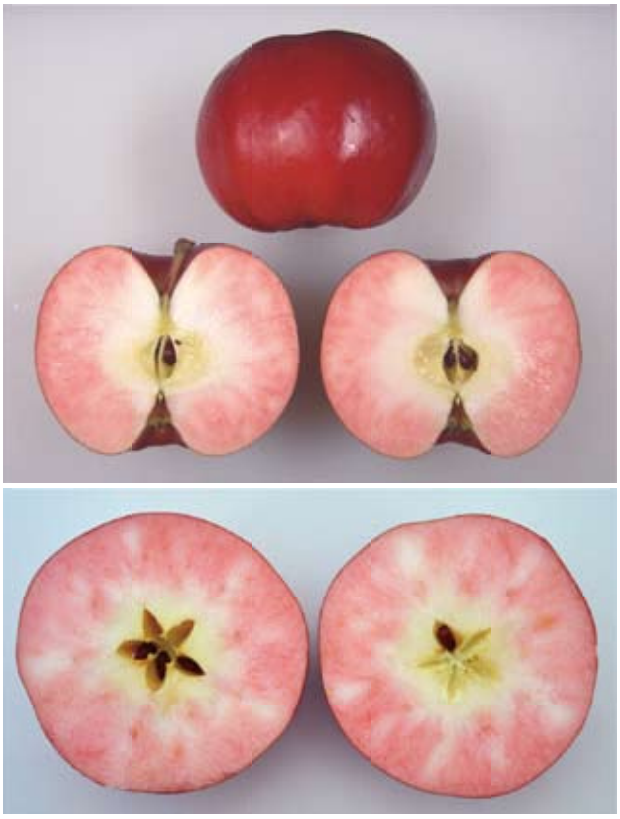
（2010年10月29日受付）

諸言

弘前大学農学生命科学部附属生物共生センター藤崎農場では1981年からリンゴ新品種の育成を行っている。1999年に果皮が黄色で着色管理が不要、さらに、糖度が高く食味が良好な‘こうこう’を品種登録した（塩崎、1999）。その後も継続して新品種の育種および特性評価を行ってきたが、その中で塩崎は‘紅玉’を育種親にした後代系統の中から果肉が淡紅色に着色するものを数系統選抜した。中でも果皮、果肉ともに赤色に着色し、豊産性で果肉の淡紅色を生かした加工品の製造原料としても適している系統（系統101）を2008年新品種として農林水産省に登録出願し、2010年３月に‘紅の夢’として登録された（登録番号19259）。

‘紅の夢’の外観は‘紅玉’に似て円～偏円形で、果皮が‘紅玉’よりさらに濃い暗紅色、果実重が‘紅玉’より大きい300g前後である。糖度は13%、酸度が0.7%程度と酸味が強く感じられ、‘紅玉’と似た食味を示す。収穫期を遅らせれば蜜も入り、貯蔵性は普通冷蔵で約３か月である。本品種の最大の特徴は果肉が淡紅色に着色することであり（第１図）、生食も可能であるが果肉色を生かした加工原料として‘紅玉’以上の期待がかけられている。 加工原料としては大きな問題とはならないが、栽培地の土壌、気象条件および樹勢によってはコルクスポットが多発する欠点があることから、この点について現在、改善策を研究中である。すでに、藤崎町商工会では、‘紅の夢’を用いたジュース、ジャム、菓子などの加工品の開発が進み、2007年から本品種を用いた町興し事業が展開されている。

本品種は品種登録時、‘紅玉’に‘スターキングデリシャス’を交雑して得られたとされていたが、白い果肉同士の交雑組み合わせからは赤い果肉の後代が生じた事例の報告がないことから、DNAマーカー解析により交雑親の推定を行った。その結果、‘スターキングデリシャス’は育種親ではないことが判明した。‘紅の夢’はそれ自身が新品種としての可能性を秘めているのみならず、果実品質や機能性をより向上させた赤肉系の新品種を育成するための母本として期待されている。そこで、今後の育種や研究、さらには栽培管理法を考える上での基礎的な知見を得る目的で、品種識別用最少マーカーを中心にDNAマーカー遺伝子型を調査し、交雑親として可能性のある品種（樹）の特定を試みた。



第１図　新品種‘紅の夢’

材料および方法

１）植物材料

2010年５月に、弘前大学農学生命科学部附属生物共生

第１表　SSRマーカーによる‘紅の夢’親候補の遺伝子型解析

品種名	CH01f07a (LG10)	CH02c06 (LG02)	CH02c11 (LG10)	CH02d11 (LG15)	CH02g09 (LG8)	CH03d12 (LG06)	CH04e03 (LG05)	CH04g07 (LG11)	CH05c06 (LG16)	CH05d04 (LG12)
紅の夢	*174-190*	*242-250*	*229*	*124*	*114-118*	*121*	*200-202*	*174-180*	*118-126*	*184-194*[z]
紅玉	*190*-192	234-*250*	*229*-235	*124*-136	*114*-138	*121*	190-*200*	*180*-182	104-*118*	178-*184*
スターキング D.	194-202	216-248	207-233	136-152	*114*-122	113-*121*	*202*-206	158-*180*	*118-126*	*184*-186
赤肉親候補 A	*174*-192	*242*-258	227-*229*	*124*	110-*118*	*121*	*200-202*	158-*174*	104-*126*	*194*[z]-198
赤肉親候補 B	*174*-192	238-258	227-*229*	120-122	110-168	*121*	*202*-225	158-214	*118-126*	192-198
ピンクパール	*174-190*	234-*242*	*229*-233	136	110-140	*121*	*200*-225	158-*180*	104-*118*	186-190
プリマ[y]	186-*190*	234-238	*229*-233	122-136	104-138	*121*-147	188-208	158-178	104-110	180-190

品種名	CH05e03 (LG02)	CH05g03 (LG17)	Hi02f12 (LG17)	Hi07h02 (LG17)	NZ02b01 (LG15)	CH03d11 (LG10)	CH02c09 (LG15)	NZ23g04 (LG06)	CH05d03 (LG14)	CH02d10a (LG16)
紅の夢	*165*[z]*-166*	*136-162*	*131-135*	*263-275*	*215-226*	*125-129*	*247-259*	*86*	*172-179*	*228*
紅玉	*166*-188	*162*-192	*135*	245-*275*	*215-226*	*129*	251-*259*	*86*	163-*179*	219-*228*
スターキング D.	194	*162*	151	245-259	216-238	*125-129*	*247*-257	108-112	*172-179*	220
赤肉親候補 A	*165*[z]	*136*	*131*-141	*263*-265	*215-226*	*125*-133	245-*247*	*86*	*172-179*	219-*228*
赤肉親候補 B	182	*136*-166	*131*-151	247-*263*	*226*	133	245-*247*	*86*-90	171-*172*	219-*228*
ピンクパール	188	*162*	*131*-151	*263*	236	*125-129*	235-245	112-118	167-*179*	219
プリマ[y]	182-188	*162*-166	151	247-273	*215-226*	*125*-183	235-245	90-118	157-185	219-220

‘紅の夢’の親として矛盾の生じない対立遺伝子をイタリックで示した。網掛けは矛盾の無い遺伝子型を示す。
[z] ‘紅の夢’に検出され、国内育成の既知品種には稀な対立遺伝子。
[y] サイズ比較の対象品種として表中に加えた。

教育研究センター藤崎農場に植栽されている16年生‘紅の夢’原木、60年生マルバカイドウ台‘ピンクパール’、30年生マルバカイドウ台赤肉親候補Ａ（藤崎農場では‘エターズゴールド’として保存されてきた）および16年生赤肉親候補Ｂ（系統33）原木より、新葉それぞれ0.1gを採取し、改変CTAB法（Wagnerら、1987；Bousquetら、1990）により全ゲノムDNAを抽出し、1mlのTEバッファーに溶解した後、さらに1/10希釈し、PCRの鋳型DNAとした。

２）リンゴSSRマーカー遺伝子型の調査

阿部ら（2007）が報告したリンゴ識別最少マーカーセットを中心として、20種類のSSRマーカー（Silfverbergら、2006；Liebhardら、2002；Guilfordら、1997）について既報に従いPCR増幅を行った。その後、阿部ら（2005）が改良したポストラベリング法（Kukitaら、2002）により増幅産物を標識し、Genetic Analyzer（ABI 3100, Applied Biosystems, USA）および解析ソフト（Genotyper 3.6, Applied Biosystems, USA）を用いて解析を行った。プライマーは、公表されている配列に標識用付加塩基を付加して用いた。解析は、前述の‘紅の夢’、‘ピンクパール’、赤肉親候補Ａ、赤肉親候補Ｂに加え、‘紅の夢’の親として登録されている‘紅玉’および‘スターキングデリシャス’、さらにはサイズ比較対照品種として‘プリマ’を加えて行った。

３）リンゴSTSマーカー遺伝子型の調査

①S-RNase遺伝子型

リンゴの自家不和合性遺伝子S-RNase型（S1、S2、S3、S4、S5、S7、S9、S20、S23、S24、S26およびS28）について、既報（Janssensら、1995；Sakuraiら、1997；Broothaertsら、1995；Broothaerts、2003；Verdoodtら、1998）の各対立遺伝子特異的プライマーを用いてPCRを行い、増幅・検出されるバンドにより各品種の遺伝子型を判別した。

②Md-ACS1対立遺伝子型

リンゴのACC（1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid）合成酵素遺伝子Md-ACS1の対立遺伝子型について、Sunakoら（1999）の報告にあるプライマーを用いて増幅し、電気泳動による増幅産物のサイズに基づいて各品種の遺伝子型を判別した。

③Rf遺伝子型

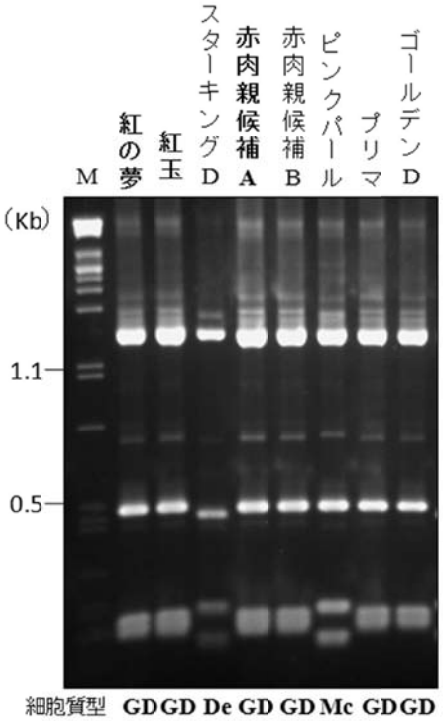
リンゴの果皮色制御遺伝子Rfに連鎖するマーカーについてChengら（1996）の報告にあるBC226プライマーを用いて遺伝子型を調査した。PCRによる増幅産物は、２％LEアガロース（FMC社）を用いた電気泳動により分離し、EtBr染色で確認される泳動パターンから各品種の遺伝子型を判別した。

４）細胞質型の判別

‘ゴールデンデリシャス’型（GD型）、‘デリシャス’型（De型）、‘旭’型（Mc型）の３種類を判別する葉緑体マーカーであるtrnT-trnF/DraI CAPSマーカー（五十嵐ら、2008）を用いて葉緑体型を解析し、細胞質型を判別した。

５）MdMYB10遺伝子のミニサテライト配列（R6）の調査

果肉が赤いリンゴで検出されるMdMYB10遺伝子のミニサテライト配列（R6）（Espleyら、2009）の有無について、赤い果肉を持つ‘紅の夢’、‘ピンクパール’、赤肉親候補Ａおよび赤肉親候補Ｂと‘紅の夢’の親品種であると考えられる‘紅玉’で解析を行った。



第２図　CAPSマーカーによる細胞質型の解析
細胞質型は葉緑体DNAをGD型・De型・Mc型の３種類に識別するCAPSマーカー（trnT-trnF領域をDralで消化）で判定した。
M: サイズマーカー（PstI処理したλDNA）

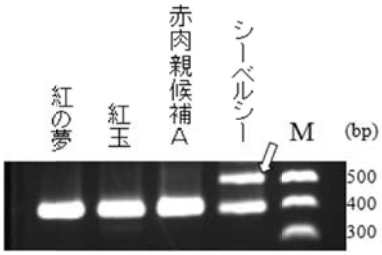
結果および考察

１）‘紅の夢’の親の推定

リンゴ279品種･系統を互いに識別できる最少SSRマーカーセット（阿部ら、2007）を用いて、弘前大学農学生命科学部附属生物共生センター藤崎農場で育成した‘紅の夢’の品種識別を試みたところ､本マーカーにより‘紅の夢’は、他の品種・系統と識別することが可能であった。

‘紅の夢’の品種登録時（塩崎、2010）に親品種として登録のある‘紅玉’および‘スターキングデリシャス’についてSSRマーカーを用いて親子鑑定を行った。まず､‘紅玉’については、調査した20種類の全てのSSRマーカーで‘紅の夢’の片親であることに矛盾は見られなかった（第１表）。一方､‘スターキングデリシャス’を片親とすることについては20種類のSSRマーカーのうちの10種類で矛盾が生じた（第１表）。本結果により種子親品種として登録のある‘紅玉’は‘紅の夢’の親品種と考えられるものの､花粉親として登録のある‘スターキングデリシャス’は‘紅の夢’の親ではない可能性が強く示唆された。

‘紅の夢’は、調査した20種類のSSRマーカーのうちCH05d04およびCH05e03において国内で育成された既知品種･系統には見られないか非常に稀な対立遺伝子（それぞれ194および165）が検出された（第１表）。そこで、両マーカーに‘紅の夢’と同じ対立遺伝子を持ち、果肉の赤い品種を調査したところ、赤肉親候補Ａ（藤崎農場では‘エターズゴールド’として保存されてきた品種）に同じ対立遺伝子が見出された。赤肉親候補Ａはこの２種類のマーカー以外のすべてのマーカーにおいても‘紅の夢’の親品種とすることにおいて矛盾は生じなかった。一方で‘紅の夢’と同様に赤い果肉を持ち、‘紅の夢’の親品種候補に挙げられた赤肉親候補Ｂおよび‘ピンクパール’は、20種類のSSRマーカーのうちそれぞれ７種類、８種類で‘紅の夢’の親品種とすることには矛盾が生じたことから‘紅の夢’の親品種ではないと考えられた。



第３図　MdMYB10遺伝子マーカー解析
図中の矢印はMdMYB10 R6ミニサテライト配列が存在することを示す
M: サイズマーカー（100bp ladder）

続いて‘紅の夢’の種子親、花粉親、それぞれの品種を推定するために葉緑体マーカーを用いて細胞質型の調査をおこなった。第２図に示したように‘紅の夢’の細胞質型はGD型であったことから、‘紅の夢’の種子親はGD型であることが判明した。親候補品種の細胞質型を調査したところ赤肉親候補Ａ､赤肉親候補Ｂおよび‘紅玉’がGD型、‘ピンクパール’がMc型、‘スターキングデリシャス’がDe型であることが明らかになった（第２図）。これまで述べてきたように‘紅の夢’の親品種は‘紅玉’および赤肉親候補Ａであると考えられるが、両者ともに細胞質型がGD型であることから、どちらが種子親、花粉親であるかまでは判別することができなかった。しかし、一般に育種過程において他の花粉が混入し、受精する可能性はあっても種子親が異なることは極めてまれであることから、‘紅の夢’は‘紅玉’×赤肉親候補Ａの組み合わせで作出された可能性が高い。

２）既知のリンゴSTSマーカーによる‘紅の夢’の形質関連遺伝子型の特定

‘紅の夢’を栽培･普及させていく上でも、‘紅の夢’を育種親にさらなる赤肉形質を持つ新品種を育成していく上でも、現在明らかになっているSTSマーカーを使って‘紅の夢’の形質関連遺伝子の型を明らかにしておく必要がある。また、本マーカーでもSSRマーカーで明らかになった親子関係に矛盾が生じないことを確認する必要がある。

まず、交雑和合性に関連する自家不和合性遺伝子

S-RNase型を調査したところ、‘紅の夢’はS3S7が検出された。これは、既存品種の‘つがる’および‘未希ライフ’と同様の遺伝子型であり、現在栽培されている主要品種のほとんどと交雑和合性を有することが明らかになった（第２表）。‘紅の夢’は生食用のみならず加工用品種としても優れていると考えられることから、受粉樹を兼ねて混植できる可能性がある。また、親品種と考えられる‘紅玉’および赤肉親候補ＡのS-RNase遺伝子型がそれぞれS7S9、S3Sxであることから、S3遺伝子が赤肉親候補Ａから、S7遺伝子が‘紅玉’から遺伝したと推定された（第２表）。本結果からも‘紅玉’および赤肉親候補Ａが‘紅の夢’の親品種であることに矛盾は生じなかった。

次に、果実におけるエチレン生成量と関連し、収穫前落果の難易との関連が指摘されているMd-ACS1遺伝子（Sunakoら、1999；Satoら、2004）の型について調査したところ、‘紅の夢’は２型のホモとして検出された（第２表）。Md-ACS1の遺伝子型のうち２型はエチレン生成量が少ない対立遺伝子であることから、‘紅の夢’はエチレン生成量が少ない形質を有すると推定された。本結果は実際に‘紅の夢’は収穫前落下がほとんど見られないという知見とも一致する（塩崎ら、2010）。また、本遺伝子型の結果からも‘紅玉’および赤肉親候補Ａが‘紅の夢’の親品種であることに矛盾は生じなかった。

引き続き果皮色を制御するRf遺伝子（Chengら、1996）の型について調査したところ、‘紅の夢’は赤色の果皮色を示すＡのホモ型であることが明らかになった（第２表）。Rf遺伝子はＡ型が優性を示すため、‘紅の夢’を母本として品種育成を行った場合、そのF_1個体の果皮色は全て赤色形質となるものと考えられた。本遺伝子型の結果からも‘紅玉’および赤肉親候補Ａが‘紅の夢’の親品種であることに矛盾は生じなかった。

３）果肉が赤い形質の由来について

これまでリンゴの果皮の赤色形質についてはMdMYBＡ遺伝子が関連し、紫外線や低温によって発現が誘導されることが明らかにされてきた。一方で、果肉が赤い形質については近年、ニュージーランド（Espleyら、2009）や名古屋大学（Sekidoら、2010）の研究チームが活発な研究を行い、その発現メカニズムを解明しつつある。果皮を剥いてから食す日本人の習慣において、リンゴの食品機能性を十分に発揮させるため、我々もリンゴの果肉の赤肉形質に着目し、育種・選抜を行ってきた。これまでの先行研究から、藤崎農場で育種した‘紅の夢’には、いくつかの興味深い点が明らかになった。ニュージーランドの研究チームは、赤い果肉および赤い葉の形質はリンクしており、両者の着色発現にMdMYB10 R6ミニサテライト配列が関与することを示した（Espleyら、2009）。そこで、‘紅の夢’とその両親と推定された‘紅玉’および赤肉親候補Ａについて

第２表　形質に関連するＳＴＳマーカーの遺伝子型

品種名	S-RNase 型 (LG17)[z]	ACS-1 (LG15)	Rf (LG9)
紅の夢	*3-7*	*2*	*A*
紅玉	*7*-9	1-*2*	*A*
スターキング D.	9-28	1-*2*	*A*-a1
赤肉親候補 A	*3*-X	*2*	*A*
赤肉親候補 B	2-*3*	*2*	*A*-a1
ピンクパール	*3*-Y	1-*2*	*A*-a1
プリマ[y]	2-Z	1-*2*	*A*

‘紅の夢’の親として矛盾の生じない対立遺伝子をイタリックで示した。網掛けは矛盾の無い遺伝子型を示す。
[z] S-RNase型中のX, Y, ZはS1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 20, 23, 24, 26, 28のいずれでもない。
[y] サイズ比較の対象品種として表中に加えた。

MdMYB10遺伝子のミニサテライト配列（R6）の有無を調査したところ、いずれの品種からもこの配列は検出されなかった（第３図・矢印）。また、この３品種の葉はいずれも赤色形質を示さないことから、‘紅の夢’の果肉の赤い形質は、ニュージーランドの研究チームが述べているようなMdMYB10とは別の要因で発現していると考えられた。

一方、Sekidoら（2010）は、葉が緑の形質で果肉の赤い形質を持つ‘ピンクパール’とその後代系統を用いた研究により、果肉が赤い形質が、ニュージーランドの研究チームが述べているような赤い葉の形質とリンクするのではなく、自家不和合性遺伝子のS3-RNase遺伝子と密接に連鎖していることを示した。‘紅の夢’とその親品種と推定される赤肉親候補Ａは、ともに緑色の葉を持ち、どちらもS3-RNase遺伝子が検出されたことから、‘紅の夢’の赤果肉形質も‘ピンクパール’と同じ、S3-RNase遺伝子の近傍に存在し密接に連鎖している遺伝子によって発現している可能性が示された。

赤肉親候補Ａは、藤崎農場の記録上これまで‘エターズゴールド’とされてきた。藤崎農場の前身である農林省園芸試験場東北支場が盛岡に移転する際に遺伝資源として譲り受けたとも考えられるが、その来歴は不明である。果皮が赤い形質であるにもかかわらず「ゴールド」という名前を持つことにこれまでも疑問が示されてきた。リンゴ品種大観（吉田、1986）によると、‘エターズゴールド’の果皮は光沢ある黄金色、果肉は淡黄色と記録されていることから、果皮、果肉ともに赤く着色する形質を示す赤肉親候補Ａはやはり本来の‘エターズゴールド’ではないことが推定された。そこで、弘前大学（赤肉親候補Ａ）、青森県板柳町ふるさとセンター、独立行政法人果樹研究所・リンゴ研究拠点の３機関において、それぞれ‘エターズゴールド’として植栽保存されてきた３系統のSSR遺伝子型を調査したところ、全てが同じ遺伝子型を示し、これらは同一であると考えられた。一方、アメリカ・カリフォルニア州にある育成元（Greenmantle Nursery）より入手した‘エターズゴー

第３表　SSRおよびSTSマーカーによる赤肉親候補Ａおよび‘エターズゴールド’の同一性の検定

品種名	S-RNase 型 (LG17)	ACS-1 (LG15)	Rf (LG9)	CH01f07a (LG10)	CH02c06 (LG02)	CH02c11 (LG10)	CH02d11 (LG15)	CH02g09 (LG8)	CH03d12 (LG06)	CH04e03 (LG05)
赤肉親候補 A	3-X[z]	2	A	174-192	242-258	227-229	124	110-140	121	200-202
エターズゴールド	3-4	1	a2	176-186	228	219-227	124-126	136-168	149-155	200-202

品種名	CH04g07 (LG11)	CH05c06 (LG16)	CH05d04 (LG12)	CH05e03 (LG02)	CH05g03 (LG17)	Hi02f12 (LG17)	Hi07h02 (LG17)	NZ02b01 (LG15)	CH03d11 (LG10)	CH02c09 (LG15)
赤肉親候補 A	158-174	104-126	194-198	165	136	131-141	263-265	215-226	125-133	245-247
エターズゴールド	168-180	118-126	184	171	164-184	139-149	243-259	215-236	123-133	235-247

網掛けは赤肉親候補Ａおよび‘エターズゴールド’での同一の遺伝子型を示す。
[z] S-RNase型中のＸはS1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 23, 24, 26, 28のいずれでもない。
サイズ表記は第１表と同様である。

ルド’とSSR遺伝子型を比較したところ、ほとんどのマーカーで日本の３機関で‘エターズゴールド’とされてきたものの遺伝子型と異なっていた（第３表）。つまり、現在日本国内で‘エターズゴールド’として保存されている樹の多くは本来の‘エターズゴールド’ではないことが示唆された。果肉が赤い品種である‘ピンクパール’と果肉が淡黄色であると考えられる‘エターズゴールド’はともにEtter氏によって育成された品種である。日本国内にある‘エターズゴールド’とされてきたもの（赤肉親候補Ａ）が‘ピンクパール’などと一緒にEtter氏の農園より日本国内にわたってきた可能性は否定できないものの、第１表の結果から、‘ピンクパール’が赤肉親候補Ａの親、または兄弟系統である可能性はないと考えられた。

４）まとめと今後の展開

本研究により‘紅の夢’の親品種が明らかになり、またその遺伝的形質も明らかになったことから、今後‘紅の夢’および親品種である赤肉親候補Ａを用いた優良な赤果肉品種の開発が進められると考えられる。また、果肉が赤い形質とS3-RNase遺伝子との連鎖が強く示唆されたことから、この知見を利用して果肉が赤い形質をもつ育種後代の効率的な選抜が行えるものと考えられる。今後は形質関連マーカーの情報をさらに充実させ、選抜を効率化するとともに、‘紅の夢’の欠点であるコルクスポットの低減法を確立し、さらには、果肉の着色要因を明らかにし、安定的な果肉の着色を得る方策を明らかにする必要があるものと考えられる。あわせて、赤い果肉の形質を活用した新たなリンゴの販売方法、加工品の開発なども行い、大学および地域の特産品としての開発も検討していく必要があるものと考えられた。

謝辞

‘エターズゴールド’の比較用植物材料は独立行政法人果樹研究所・リンゴ研究拠点、板柳町ふるさとセンター、上海交通大学・張　才喜准教授及びGreenmantle Nurseryに提供していただいた。ここに記して感謝申し上げる。また、本研究の一部は弘前大学農学生命科学部2009年度りんご研究奨励金の助成を受けて行った。ここに記して感謝申し上げる。

摘要

‘紅の夢’は弘前大学藤崎農場で育成されたリンゴ新品種である。このリンゴの果実の特徴は濃い暗紅色の果皮と印象的な淡紅色の果肉を持つことである。‘紅の夢’は、‘紅玉’と‘スターキングデリシャス’との交配により作出されたと記録されていたが、DNAマーカー解析によると、‘スターキングデリシャス’は交配親ではないことが明らかになった。さらに、SSRおよびSTSマーカーを用いた遺伝子型解析により、‘紅の夢’の親品種のうち一方は‘紅玉’、もう一方は藤崎農場に植栽されている樹（赤肉親候補Ａ）である可能性を示した。このリンゴ樹は‘エターズゴールド’とされていたが、SSR遺伝子型を調査したところ大半がオリジナルの遺伝子型とは異なることから、‘エターズゴールド’ではないことが明らかになった。

PCRベースのS-RNase解析により、‘紅の夢’のＳ遺伝子型は、S3S7と既存品種の‘つがる’や‘未希ライフ’と同一であることが明らかになった。この結果から、‘紅の夢’は日本で栽培されている多くの品種と交雑和合性があると考えられた。

引用文献

1. 阿部佳枝，初山慶道，上田高則，五十嵐　恵，神　みさお，今　智之，鈴木正彦．リンゴ品種・系統のSSR遺伝子型大量解析．園芸学雑誌74別１：182. 2005.
2. 阿部佳枝，藤井　浩，上田高則，五十嵐　恵，今　智之，深澤（赤田）朝子，工藤　剛，佐藤　耕，初山慶道．りんご品種判別における最少マーカーセット選択プログラム「MinimalMarker」の利用．園芸学研究６別１：321．2007.
3. BOUSQUET, J., SIMON, L. and LALONDE, M. DNA amplification from vegetative and sexual tissues of trees using polymerase chain reaction. Can. J. For. Res. 20: 254–257. 1990.

4. BROOTHAERTS, W. New findings in apple S-genotype analysis resolve previous confusion and request the re-numbering of some S-alleles. Theor. Appl. Genet 106: 703–714. 2003.
5. BROOTHAERTS, W., JANSSENS, G.A., PROOST, P. and BROEKAERT, F. cDNA cloning and molecular analysis of two self-incompatibility alleles from apple. Plant Mol. Biol. 27: 499–511. 1995.
6. CHENG, F.S., WEEDEN, N.F. and BROWN, S.K. Identification of co-dominant RAPD markers tightly linked to fruit skin color in apple. Theor. Appl. Genet. 93: 222–227. 1996.
7. ESPLEY, R.V., BRENDOLISE, C., CHAGNE, D., KUTTY-AMMA, S., GREEN, S., VOLZ, R., PUTTERILL, J., SCHOUTEN, H.J., GARDINER, S.E., HELLENS, R.P. and ALLAN, A.C. Multiple Repeats of a Promoter Segment Causes Transcription Factor Autoregulation in Red Apples. The Plant Cell 21: 168–183. 2009.
8. GUILFORD, P., PRAKASH, S., ZHU, J.M., RIKKERINK, E., GARDINER, S., BASSETT, H. and FORSTER, R. Microsatellites in *Malus*×*domestica* (apple) abundance, polymorphism and cultivar identification. Theor. Appl. Genet. 94: 249–254. 1997.
9. 五十嵐　恵, 初山慶道, 阿部佳枝, 深澤（赤田）朝子, 今　智之, 工藤　剛, 佐藤　耕. 葉緑体DNAの多型を利用したリンゴ細胞質型簡易判別マーカーの作出. 園芸学研究7 別1：269. 2008.
10. JANSSENS, G.A., GODERIS, I.J., BROEKAERT, W.F. and BROOTHAERTS, W. A molecular method for S-allele identification in apple based on allele-specific PCR. Theor. Appl. Genet. 91: 691–698. 1995.
11. KUKITA, Y, HIGASA, K., BABA, S., NAKAMURA, M., MANAGO, S., SUZUKI, A., TAHIRA, T. and HAYASHI, K. A single-strand conformation polymorphism method for the large-scale analysis of mutations/polymorphisms using capillary array electrophoresis. Electrophoresis 23: 2259–2266. 2002.
12. LIEBHARD, R., GIANFRANCESCHI, L., KOLLER, B., RYDER, C.D., TARCHINI, R., VAN DE WEG, E. and GESSLER, C. Development and characterisation of 140 new microsatellites in apple (*Malus*×*domestica* Borkh.). Mol. Breed. 10: 217–241. 2002.
13. SAKURAI, K., BROWN, S.K. and WEEDEN, N.F. Determining the self-incompatibility alleles of Japanese apple cultivars. HortScience 32: 1258–1259. 1997.
14. SATO, T., WAKASA, Y., KUDO, T., AKADA, T., NIIZEKI, M. and HARADA, T. Allelotype of a ripening-specific 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase gene defines the rate of fruit drop in apple. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 129: 32–36. 2004.
15. SEKIDO, K., HAYASHI, Y., YAMADA, K., SHIRATAKE, K., MATSUMOTO, S., MAEJIMA, T. and KOMATSU, H. Efficient Breeding System for Red-fleshed Apple Based on Linkage with S3-RNase Allele in 'Pink Pearl'. HortScience 45: 534–537. 2010.
16. SILFVERBERG-DILWORTH, E., MATASCI, C.L., VAN DE WEG, W.E., VAN KAAUWEN, M.P.W., WALSER, M., KODDE, L.P., SOGLIO, V., GIANFRANCESCHI, L., DUREL, C.E., COSTA, F., YAMAMOTO, T., KOLLER, B., GESSLER, C. and PATOCCHI, A. Microsatellite markers spanning the apple (*Malus*×*domestica* Borkh) genome. Tree Genetics & Genomes 2: 202–224. 2006.
17. 塩崎雄之輔. 品種登録（こうこう）. 平成11年４月15日　官報告示　第7179号. 1999.
18. 塩崎雄之輔, 向後智陽, 初山慶道, 五十嵐　恵, 松本和浩. 弘前大学育成リンゴ新品種‘紅の夢’の特性について. 園芸学研究９別２：384. 2010.
19. SUNAKO, T., SAKURABA, W., SENDA, M., AKADA, S., ISHIKAWA, R., NIIZEKI, M. and HARADA, T. An allele of the ripening-specific 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid synthase gene (ACS1) in apple fruit with a long storage life. Plant Physiol. 119: 1297–1303. 1999.
20. VERDOODT, L., VAN HAUTE, A., GODERIS, I.J., DE WITTE, K., KEULEMANS, J. and BROOTHAERTS, W. Use of the multi-allelic self-incompatibility gene in apple to assess homozygosity in shoots obtained through haploid induction. Theor. Appl. Genet. 96: 294–300. 1998.
21. WAGNER, D.B., FURNIER, G.R., SANGHAI-MAROOF, M.A., WILLIAMS, S.M., DANCIK, B.P. and ALLARD, R.W. Chloroplast DNA polymorphisms in lodgepole and jack pines and their hybrids. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 84: 2097–2100. 1987.
22. 吉田義雄. リンゴ品種大観. 長野県経済事業農業協同組合連合会. 1986.

Identification of parents of ‘Kurenainoyume’, a new cultivar of red-fleshed apple, by DNA markers.

Megumi IGARASHI[*1], Yoshimichi HATSUYAMA[*1], Kazuhiro MATSUMOTO[*2, 4] and Yunosuke SHIOZAKI[*2, 3]

[*1]*Hirosaki Industrial Research Institute, Aomori Prefectural Technological Research Center, 80 Fukuromachi, Hirosaki, 036-8363, Japan*

[*2]*Fujisaki Farm, Teaching and Research Center for Bio-coexistence, Faculty of Agriculture and Life Science, Hirosaki University, 7-1 Shimobukuro, Fujisaki, Minami-Tsugaru, Aomori, 038-3802, Japan*

[*3]*Professors emeritus of Hirosaki University*

[*4]Corresponding author: Tel. 0172-75-3026 E-mail: k-matsu@cc.hiroskai-u.ac.jp

(Received for publication October 29, 2010)

‘Kurenainoyume’ is a new apple cultivar bred at Fujisaki Farm of Hirosaki University. This apple has an attractive fruit with deeply red skin covering impressive pink-flesh. It was recorded that ‘Kurenainoyume’ was obtained from the crossing of ‘Jonathan’×‘Starking Delicious’, but we indicated that ‘Starking Delicious’ was not a parent of this new apple cultivar by DNA marker analysis. By analysis of genotypes using 20 SSR markers and some STS makers, we showed that one parent of ‘Kurenainoyume’ was ‘Jonathan’ and another parent was an apple tree cultivated at Fujisaki Farm of Hirosaki University. This apple have been called ‘Etter’s Gold’. But SSR genotypes of this apple were different from original ‘Etter’s Gold’.

By PCR-based S-RNase analysis, the S-RNase type of ‘Kurenainoyume’ was indicated as S3S7, which was the same as the genotype of ‘Tsugaru’ and ‘Miki-life’. This result have shown that ‘Kurenainoyume’ has compatibility to many of apple cultivars in Japan.

Bull.Fac.Agric.&Life Sci. Hirosaki Univ. **No.13**: 7–13, 2010

Biochemical Systematics of Salamanders from Japan and the Korean Peninsula

Norimasa MATSUOKA[*1] and Sakiko MORI[*2]

[*1] Division of Molecular Evolution, Department of Biology, Faculty of Agriculture & Life Science, Hirosaki University, Hirosaki 036-8561, Japan
[*2] Nagaokakyo-shi 2-10-37, Kyoto Prefecture, Japan

(Received for publication May 17, 2010)

Introduction

The salamander species in Japan is abandant and about 20 species have been ascertained. Under such species diversity, the taxonomic and phylogeneic studies of salamanders have been extentively carried out by many workers from morphological standpoint. However, during the last about 30 years, the phylogenetic and evolutionary studies have been revitalizaed by the molecular techniques. Protein electrophoresis, immnological methods, protein sequencing, and mitochondrial DNA analysis are among the molecular techniques used in evolutionary studies. Such molecular studies have made it possible for us to estimate the phylogenetic relationships among taxa and evolutionary process quantitatively and objectively with common parameters such as protein or DNA, and they have been providing much relevant, and in some cases, critical information about phylogenetic relationships in various animals (Ferguson, 1980; Hilles and Moritz, 1990). To clarify many unresolved problems about the phylogeny of salamanders, it would be desirable to introduce the molecular approaches which can provide the more analytic, quantitative and useful data in the taxonomy and phylogeny of salamanders.

At present, the salamander species in Japan and the Korean Peninsula consist of six species of the two different genera: they are *Hynobius lichenatus* (Fig. 1), *H.tokyoensis, H.nebulosus, H.leechii, H.kimrae* and *Onychodactylus japonicus*. Among these six species, *H.kimrae* and *O.japonicus* are Japanese endemic species. At present, the phylogenetic relationships of these salamanders remain unclear. The non-molecular studies such as morphology and karyology would not provide the useful and valuable information for their phylogenetic relationships. Until now, in Japan, the molecular phylogenetic studies are very scanty in the field of taxonomy of salamanders. Therefore, we have attempted to investigate the phylogenetic and evolutionary relationships among six salamander species from Japan and the Korean Peninsula by allozyme analysis. In this paper, we report on the molecular phylogenetic study of six salamander species by allozyme analysis.

Materials and Methods

Salamanders

The salamanders examined in this study were six species of the genus *Hybobius* and *Onychodactylus*: They are *H.lichenatus* (Fig. 1), *H.tokyoensis, H.nebulosus, H.leechii, H.kimurae* and *O.japonicus*. The collecting localities of six species and the number of individuals examined were as follows: *H.lichenatus*, Hirosaki, Aomori Pref., 59; *H. tokyoensis*, Yokosuka, Kanagawa Pref., 31; *H.nebulosus*, Nara Pref., 48; *H.leechii*, Korea, 10; *H.kimurae*, Okutama, Tokyo and Tukui, Kanagawa Pref., 11 and *O.japanicus*, Tsukui, Kanagawa Pref., 32. After collcection, liver and muscle were cut

[*1] Corresponding author：Tel. +81-172-39-3590；Fax. +81-172-39-3590.
E-mail：matsuoka@cc.hirosaki-u.ac.jp

off and stored at −70℃.

Allozyme analysis

Allozyme analysis was carried out by Matsuoka and Hatanaka (1991). The following 10 different enzymes and general protein were analysed: glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PD), lactate dehydrogenase (LDH), nothing dehydrogenase (NDH), malic enzyme (ME), hexokinase (HK), phosphoglucose isomerase (PGI), phosphoglucomutase (PGM), esterase (EST), leucine amino peptidase (LAP) and general protein.

Table 1. Genetic variation in populations of six salamanders

Parameter	*Hli*	*Ht*	*Hn*	*Hle*	*Hk*	*Oj*
No. of enzymes analysed	10	10	10	10	10	10
No. of genetic loci scored	35	35	35	35	35	35
Proportion of polymorphic loci(P)(%)	5.0	10.4	24.1	15.2	11.1	13.8
Expected average heterozygosity(*H*)(%)	15.0	28.0	25.9	17.4	11.1	32.0

Hli=Hynobius licenatus, Ht=Hybibsius tokyoensis, Hn=Hynobius nebulosus, Hle=Hynobius leechii, Hk=Hynobius kimurae, Oj=Onychodactylus japonicus

Result and Discussion

From allozyme analysis of 9 different enzymes and one general protein, 35 genetic loci were detected. Fifteen loci were polymorphic (*G6pd-2, Me-1, Pgi-1, Pgm-1, Pgm-2, Hk, Ndh-2, Est-1, Est-2, Est-3, Est-4, Ldh-2, Gp-1, Gp-9* and *Gp-11*). The remaining 20 loci were monomorphic. In general, the enzymes such as EST and LAP are highly polymorphic in various animals. These enzymes have broad substrate specificity, and thus the functional constraints were lower and many neutral mutations accumulate. On the other hand, the enzymes concerning glucose metabolism were monomorphic. These enzymes have narrow substrate specificity, and thus the functional constraints were higher and neutral mutations were difficult to produce. Table 1 summarizes the extent of genetic variation in six salamander species. The proportion of polymorphic loci (P) is in the range of P=5.0–24.1% with a mean of P=13.3%. The expected average heterozygosity per locus (H) is in the range of H=11.1–32.0% with a mean of H=21.6%. In the allozyme studies of genetic variation and genetic differentiation, the following question is often asked: how many loci and how many individuals per locus should be examined to estimate average heterozygosity (H) and genetic distance (D)? This problem has been studied by Nei and Roychoudhury (1974), Nei (1983) and Gorman and Renzi (1979). Their general conclusion was that in electrophoretic surveys a large number of locus should be examined even if the number of individuals per locus is small. Gorman and Renzi (1979) stated that even a few individuals are sufficient for estimating H and D values if the number of loci examined is large. In practice, the number of loci studied is often limited because of technical difficulties, and in most electrophoretic studies less than 20–30 loci have been examined. The number of loci analyzed in this study is suitable to the condition. Nei (1983) and Nei and Graur (1984) examined the relationship between average heterozygosity and population size for 77 different species. As a result, they found a significant correlation between them. In general, the marine animal species living in the shallow water have smaller population size than the deep-sea animals. One of the present author (NM) has previously reported in the various echinoderm species (echinoids and asteroids) that the species living in the shallow waters show the lower genetic variation than those in the deep-sea (Matsuoka et al., 1993). The degree of genetic variation in salamanders examined in this allozyme study is well consistent with the values of review of Thorpe (1982) in many various animal populations.

To quantify the degree of genetic differentiation among six salamander species, we calculated the genetic identity (I) and genetic distance (D) between each species by the method of Nei (1972) from the allele frequencies data at 35 genetic loci. Table 2 shows the matrix of I and D values between all pairs of six species. The highest I value (I=0.673) was found between *H.tokyoensis* and *H.nebulosus* of the same genus. This value was comparable to I values between other closely related species (Thorpe, 1982). The similar I value (I=0.592) was also found between *H.tokyoensis* and *H.lichenatus*. The other I values were comparable to those between confamilial different genera (Thorpe, 1982). The result shows that the member of the genus *Hynobius* were genetically differentiated to each other.

To clarify their phylogenetic relationships, the molecular phylogenetic tree of six salamander species was constructed from Nei's genetic distance matrix of Table 2 by using UPGMA clustering method of Sneath and Sokal (1973). The molecular phylogenetic tree (Fig. 2) indicated the followings: (1) The six salamander species are divided

Fig. 1: *Hynobius lichenatus* from Aomori Pref. in Japan.

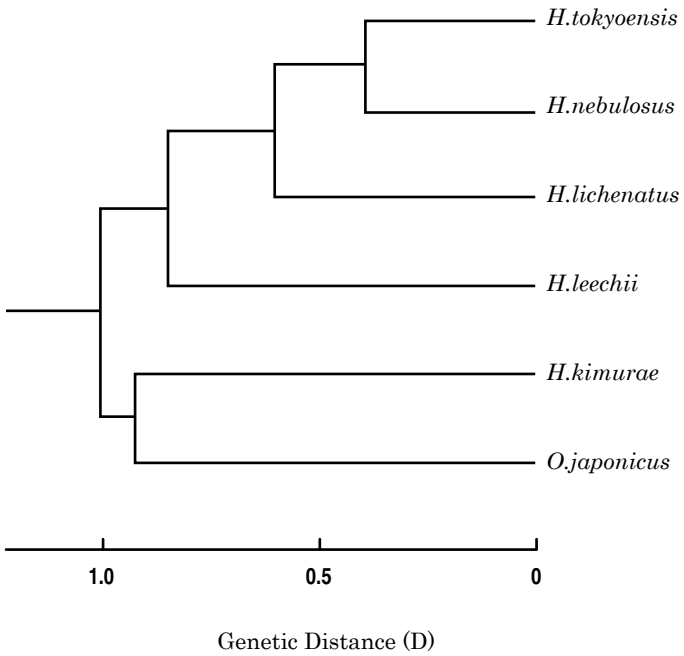


Fig. 2: Molecular phylogenetic tree of six salamander species. This tree was constructed from Nei's genetic distance matirix of Table 2 by using UPGMA clustering method of Sneath and Sokal (1973).

Table 2. Genetic identities (above diagonal) and genetic distances (below diagonal) between six salamander species

Species	1	2	3	4	5	6
1. *H.lichenatus*	–	0.592	0.497	0.380	0.399	0.341
2. *H.tokyoensis*	0.524	–	0.673	0.433	0.367	0.472
3. *H.nebulosus*	0.699	0.396	–	0.479	0.336	0.403
4. *H.leechii*	0.968	0.837	0.736	–	0.335	0.301
5. *H.kimurae*	0.919	1.002	1.091	1.094	–	0.397
6. *O.japonicus*	1.076	0.751	0.909	1.201	0.924	–

Genetic identity (I) and genetic distance (D) were calculated by the method of Nei(1972).

in two large clusters: The first cluster consists of *H.tokyoensis, H.nebulosus, H.lichenatus* and *H.leechii*. The second cluster consists of the Japanese endemic species, *H.kimurae* and *O.japonicus*. (2) In the first cluster, *T.tokyoensis* and *H.nebulosus* is most closely related to each other. *Hynobius lichenatus* is more closely relate to the cluster of *H.tokyoensis* and *H.nebulosus* than to *H.leechii*. *Hybobius leechii* is most ditant species in this cluster. (3) The second cluster consists of *H.kimurae* and *O.japonicus* and they are distantly related. The present biochemical systematic study showed that *H.kimurae* and *O.japonicus* is more genetic differentiated from other salamander species. In particular, *H.leechii* of the same genus might be the primitive and ancestral species of the genus *Hynobius*. Further, the molecular phylogenetic tree also showed that *H.kimurae* is more closely related to *Onychodactylus japonicus* than to members of genus *Hynobius*. The result suggests that *H.kimurae* is one of the member of the genus *Onychodactylus*. The molecular phylogenetic tree (Fig. 2) shows not only their phylogenetic relationships, but also the sequence to their evolutionary divergence. From the equation of Nei (1975), their divergence times were calculated. According to them, the two large clusters diverged at about 5 MY. *Hynobius leechii* is more genetic differentiated from other *Hynobius* species and diverged about 4 MY. *Hynobius lichenatus* diverged at about 3 MY, and *H.tokyoensis* and *H.nebulosus* diverged at about 2 MY.

Ebitani (1952) reported that *H.tokyoensis* is morphologically very similar to *H.nebulosus*. In addition to the study, *H.tokyoensis* can successfully hybridize with *H.nebulosus* (Kawamura, 1953). These non-molecular studies are well consistent with the present allozyme study. However, the slight difference at C-banding in chromosomes of *H.tokyoensis* and *H.nebulosus* was reported by Ikebe et al. (1982). However, it is often reported that the C-bandings in chromosomes would not reflect the phylogeny (Nishioka, personal communication). It is much interesting that *H.leechii* of the different geographical distribution is more genetic differentiated than other *Hynobius* species. The result is also well consistent with the present allozyme study. *Onychodactylus japonicus* is very different from the genus *Hynobius* in morphology, ecology, chromosomes and the present biochemical systematic study. Therefore, it is reasonable that *Onychodactylus* and *Hybobius* should be included taxonomically into two different genera. The present allozyme study suggests that *H.kimurae* is included in different genus (*Onychodactylus*) in the taxonomy of salamanders by high genetic differentiation from other *Hynobius* species.

Rececntly, mtDNA analysis has often been used in the molecular phylogeny. In general, it is considered that protein electrophoresis is not more sensitive than mtDND analysis. However, in comparison between allozyme and mtDNA analysis, Nei (1987) suggested that the resolving power of the latter is not necessarily higher than that of former. According to the estimation of Nei (1987), enzyme electrophoresis is expected to survey about 100 nucleotides per locus. If we examined 30 enzyme genetic loci by electrophoresis, it is equivalent to studying 3000 base pairs at mtDNA level. Therefore, the resolving power of allozyme analysis is not lower than mtDNA analysis. For example, Nei and Roychoudhury (1993) succeeded in the elucidation of genetic relationships of human populations by allozyme study, and the result was well consistent with mtDNA study by Cann et al. (1987). Furthermore, Murphy et al.

(1996) claimed that in phylogenetic studies many molecular characters should be used and that the enzyme loci are important molecular characters. The number of molecular characters adopted in protein electrophoresis is more enough than that of mtDNA study. Protein electrophoresis is one of useful techniques for estimating the phylogenetic relationships.

The present allozyme study is well consist with the other non-molecular studies. In futurte, the present allozyme study would provide useful and valuable information for the phylogeny and evolution of Japanese salamanders.

Abstract

The phylogenetic relationship was studies in the six salamander species (*Hynobius lichenatus, H.tokyoensis, H.nebulosus, H.leechii, H.kimurae* and *Onychodactylus japonicus*) by allozyme analysis of 9 different enzymes and one general protein. From the allele frequency data in 35 genetic loci detected in 10 proteins, it was calculated that average heterozygosities (H) are in the range of H=11.1–32.0% with a mean of H=21.6%. The H values were comparable to those of many other animals. The Nei's genetic distances (mean D=0.805) between five species of the genus *Hynobius* ranged from D=0.396 to D=1.094. On the other hand, the genetic distances between *Hybobius* species and *Onychodactylus* species were large and comparable to those observed between confamilial different genera. The molecular phylogenetic tree for six salamander species which was constructed from Nei's genetic distances indicated the followings: (1) The six salamander species of the genus *Hynobius* and the genus *Onychodactylus* are divided into two large clusters: one cluster consists of *H.tokyoensis, H.nebulosus, H.lichenatus* and *H.leechii*, and the other consists of *H.kimurae* and *O.japonicus*. In the first cluster, *H.tokyoensis* and *H.nebulosus* are the most closely related to each other. *Hynobius lichenatus* is more closely related to the cluster than *H.leechii*. In the first cluster, *H.leechi* is most distant species. Although the second cluster consists of two species, *H.kimurae* and *O.japonicus*, they are distantly related. The molecular phylogenetic tree also suggests that *H.kimurae* is included into the genus *Onychodactylus*. These molecular data were discussed through the comparison with other non-molecular studies.

References

Cann, R.L., Stoneking, M. and Wilson, A.C. (1087) Mitochondrial DNA and human evolution. Nature, 325: 31–36.

Ebitani,Y. (1952) On morplogical relation between *Hynobius nebulous* and *H.tokyoensis*. J.Sci.Hiroshima Univ., 13: 173–184.

Ferguson, A. (1980) Biochemical Systematics and Evolution. Blackie, Glasgow.

Gorman, G.C. and Renzi,J. (1979) Genetic distance and heterozygosity estimates in electrophoretic studies: Effects of sample size. Copeia 1979, 242–249.

Hilles, D.M. and Moritz, C. (1990) Molecular Systematics. Sinauer, MA.

Ikebe, C., Yamamoto, T. and kohno, S. (1982) The chromosomes of *Hybobius*: The karyological analysis of *Hynobius nebulosus* and *Hynobius tokyoensis* by C-banding method. Kromosomo, 29: 903.

Kawamura, T. (1953) Studies on hybridization in amphibians. V. Physiological isolation among four *Hynobius* species. J.Sci,Hiroshima Univ., 14: 73–116.

Matsuoka, N. and Hatanaka, T. (1991) Molecular evidence for the existence of four sibling species within the sea-urchin, *Echinometra mathaei* in Japanese waters and their evolutionary relationships. Zool.Sci., 8: 121–133.

Matsuoka, N., Inamori, M. and Sugawara, M. (1993) High genetic variability in the starfish *Distolasterias nippon* revealed by enzyme electrophoresis. Comp.Biochem.Physiol., 104B: 75–79

Murphy, R.W., Sites, J.W., Buth, D.G. and Haufler, C.H. (1996) Protein: Isozyme electrophoresis. In Molecular Systematics (edited by Hilles, D.M., Moritz, C. and Moble, B.K.), pp51–120. Sinauer Associates, Sunderland.

Nei, M. (1972) Genetic distance between populations. Am.Nat., 106: 283–292.

Nei, M. (1975) Molecular Population Genetics and Evolution. North-Holloand, Amsterdam.

Nei, N. (1978) Estimation of average hetrozygosity and genetic distance from a small number of individuals. Genetics, 89: 583–590.

Nei, M. (1983) Genetic polymorphism and the role of mutation in evolution, In *Evolution of Genes and Protein*. (edited by Nei, M. and Koehn, R.), pp.166–199. Sinauer Associ. Sunderland, MA.

Nei, M .(1987) Molecular Evolutionary Genetics. Columbia University Press, New York.

Nei, M. and Graur, D. (1984) Extent of protein polymorphism and the neutral mutation theory. Evol.Biol., 17: 73–118.

Nei, M. and Roychoudhury, A.K. (1974) Sampling variance of heterozygosity and genetic distance. Genetics, 76: 379–390.

Nei, M. and Roychoudhury, K. (1993) Evolutionary relationships of human populations on a global scale. Mol.Biol.Evol., 10: 927–943.

Sneath, P.H.A. and Sokal,P.R. (1973) Numerical Taxonomy. Freeman, San Francisco, CA.

Thorpe, J.P. (1982) The molecular clock hypothesis: Biochemical evolution, genetic differentiation, and systematic. Ann. Rev.Ecol.Syst., 13: 139–168.

日本および朝鮮半島産サンショウウオの生化学的系統分類

松岡　教理[*1]・盛　佐紀子[*2]

[*1] 弘前大学農学生命科学部分子進化学研究室
[*2] 京都府長岡京市

（2010年５月17日受付）

サンショウウオ６種の系統類縁関係をタンパク電気泳動法によるアロザイム分析により調査した。分析した６種は、*Hynobius tokyoensis*（トウキョウサンショウウオ）、*H.nebulosus*（カスミサンショウウオ）、*H.lichenatus*（トウホクサンショウウオ）、*H.leechii*（チョウセンサンショウウオ）、*H.kimurae*（ヒダサンショウウオ）、*Onychodactylus japonicus*（ハコネサンショウウオ）である。10酵素とgeneral proteinのアロザイム分析により、35遺伝子座が検出された。35遺伝子座における対立遺伝子頻度から、６種の集団内の遺伝的変異を推定した。その結果、平均ヘテロ接合体率（H）は、H=11.1–32.0%の範囲にあり、平均値はH=21.6%であった。これらの数値は他の多くの生物種での値と同等のものであった。*Hynobius*属５種間のNei（1972）の遺伝距離（D）は、D=0.396–1.094の範囲で、平均値はD=0.827であった。一方、*Hybobius*５種と*Onychodactylus*属間の遺伝距離は大きく、同科別属間での遺伝距離と同等な数値であった。Nei（1972）の遺伝距離からUPGMA法により作成したサンショウウオ６種の分子系統樹から、以下の事が判明した。*Hynobius*属と*Onychodactylus*属の６種は２つの大きなクラスターに分かれた。１つは、*H.tokyoensis*、*H.nebulosus*、*H.lichenatus*、*H.leechii*からなるクラスターであり、他は、*H.kimurae*と*O.japonicus*からなるクラスターであった。最初のクラスターで、*H.tokyoensis*と*H.nebulosus*が最も近縁関係にあり、次に、このクラスターに近縁な種は*H.lichenatus*で、*H.leechii*は最も遠い関係にあった。一方、２番目のクラスターでは、日本固有種の*H.kimurae*と*O.japonicus*が１つのクラスターを形成したが、遺伝的にはかなり分化していた。

弘大農生報　**No.13**：15 − 21, 2010

サケ亜目魚類の生化学的系統分類

松岡　教理[*1]・北野　　誉[*2]

[*1]弘前大学農学生命科学部生物学科分子進化学研究室
[*2]茨城大学工学部生体分子機能工学科

（2010年９月29日受付）

序論

日本列島に生息するサケ目・サケ亜目魚類は、キュウリウオ科・シラウオ科・サケ科、および未だ系統分類学的位置が不明なアユ（Ayu）の４分類群から構成されている。

アユは１属１種２亜種で、日本の本州中央部を中心に分布するアユ(*Plecoglossus altivelis altivelis*)(Fig. 1)と、琉球列島の沖縄本島と奄美大島に生息するリュウキュウアユ（*Plecoglossus altivelis ryukyuensis*）の２亜種が知られている。現在、このリュウウキュウアユは絶滅危惧種で、沖縄本島では一時完全に絶滅したが、その後、移殖され現在に至っている。アユは他のサケ亜目魚類と異なり、海と河川の両方を回遊する回側魚としての特徴を持つ。またアユは生まれてから１年で成熟・産卵し死亡する年魚である。一方、滋賀県・琵琶湖産のアユは、淡水域のみで過ごす陸封タイプである。この琵琶湖産のアユと他の両側回遊するアユとの遺伝的分化の程度は、アロザイム分析により調査された（Nishida and Takahashi, 1978; Taniguchi et al., 1983; Nishida, 1985; Seki et al., 1988)。その結果、これら２集団は別種あるいは別亜種程度の、かなり大きな遺伝的分化を遂げていることが判明した。

従来の分類体系では、アユは野菜のキュウリのような香りがすることからワカサギ・チカ・キュウリウオなどを含むキュウリウオ科に分類されてきた。しかし詳細な形態および生態学的研究からアユを系統分類学的に独立の分類群と考えアユを１種のみでアユ科・アユ属とする分類体系が提唱されている（Chapman, 1941; Klyukanav, 1975; Nelson, 1994)。

*[1] Corresponding author：Tel. +81-172-39-3590
Fax. +81-172-39-3590
E-mail：matsuoka@cc.hirosaki-u.ac.jp

Fig. 1: The Japanese endemic species Ayu (*Plecoglossus altivelis altivelis*).

シラウオ科は北方種でアジア大陸の極東域にのみ分布しており日本近海にはシラウオ属のシラウオ（*Salangichthys microdon*）が生息している。特に、青森県の小川原湖は最も漁獲量が多い。シラウオは幼形成熟型の魚類で、他のサケ亜目魚類と比較して体表に色素が少なく透明で、雄の尻鰭基底部の鱗以外の鱗は存在しない。また消化管は直線状であり、盲嚢状の胃は存在しない。全体的に骨格系の化骨化の度合いが低く、多くの稚魚的形質を有している。

キュウリウオ科は、野菜のキュウリのような香りがすることからキュウリウオ科と呼称されている分類群である。この科は北半球の淡水・汽水・海水域に広く分布し、生活史も淡水または海水域に留まる種から、河川と海水域を回遊する種まで多様性に富んでいる。これらの分類群は集団サイズが大きいため、従来から漁獲量が多く、日本では重要な水産資源である。特に近年、ワカサギは日本各地の湖沼で盛んに養殖されており、食用魚または釣りの対象魚として広く知られている。

サケ科は多くの種からなり、ベニザケ・ニジマス・ヤマメ・イワナ・イトウなどの中型および大型魚類からなる大きな分類群で食用魚として重要な水産資源である。なかでも特異な種はイトウ（*Hucho perryi*）で、日本最大の淡水魚で体長は1mから大きいものでは1.5mに達す

る。記録上最大のものでは、1937年に十勝川で、およそ2.1mのイトウが捕獲された。現在、イトウは絶滅危惧種で、生息するのは北海道の尻別川のみである。

上述したように、従来、サケ亜目の中でアユは系統分類学的にキュウリウオ科と近縁であるとされてきた。しかし、アユの系統進化学的位置付けについては研究者間で見解が異なっている。つまり、アユを１種のみで独立したアユ科（Plecoglossidae）とするか、あるいはキュウリウオ科の１種とするか、現在でも統一見解は得られていない。

著者らは以前、アロザイム分析によるキュウリウオ科の分子系統学的研究（松岡・北野、2003）、およびアロザイム分析とミトコンドリアDNA解析による、サケ科・サケ属（genus *Oncorhyncus*）の分子系統学的研究（Kitano et al., 1997）について報告した。

本研究では、未だ系統関係が不明で議論が多い、日本近海に分布するサケ亜目の４分類群であるキュウリウオ科・シラウオ科・サケ科・アユの系統類縁関係、特にアユの系統分類学的位置について、アロザイム分析により調査したので、それらの結果について報告する。

材料と方法

本研究で調査したサケ亜目魚類は、キュウリウオ科のワカサギ（*Hypomesus trarspacificus nipponensis*）、シシャモ（*Spirinchus lanceolatus*）、カラフトシシャモ（*Mollotus villosus*）、キュウリウオ（*Osmerus eperlanusmordax*）、シラウオ科のシラウオ（*Salangichtyus microdon*）、サケ科のヤマメ（*Onchorhynchus masou masou*）、アユ（*Plecoglossus altivelis altivelis*）の７種である。７種の採集地と分析個体数を以下に記す。ワカサギ（小川原湖12個体）、シシャモ（北海道・武川12個体）、カラフトシシャモ（弘前市販品10個体）、キュウリウオ（弘前市販品７個体）、アユ（滋賀県琵琶湖12個体）、シラウオ（小川原湖12個体）、ヤマメ（栃木県10個体）である。採集した個体は－45℃で冷凍保存しておいた。タンパク電気泳動法によるアロザイム分析は、松岡・北野（2003）と同様の方法で行った。分析した酵素は、α-glycerophosphate dehydrogenase (α-GPDH)、malic enzyme (ME)、isocitrate dehydrogenase (ICDH)、glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PD)、octanol dehydrogenase (ODH)、nothing dehydrogenase (NDH)、formaldehyde dehydrogenase (FDH)、peroxidase (PO)、superoxide dismutase (SOD)、aspartate aminotransferase (AAT)、phosphoglucomutase (PGM)、esterase (EST)、alkalin phosphatase (ALK)、leucine aminopeptidase (LAP)、fumarase (FUM) の合計15酵素であった。

結果と考察

（１）サケ亜目４科７種の集団における遺伝的変異

15酵素のアロザイム分析により、26遺伝子座が検出された。26遺伝子座における対立遺伝子頻度より、７種の集団における遺伝的変異の程度を算出した（Table 1）。多型的遺伝子座の割合（P）は、ワカサギでP=4.2%と最も低く、カラフトシシャモでP=25.0%と最も高い数値を示した。平均ヘテロ接合体率（H）は、シラウオでH=0.5%と最も低く、カラフトシシャモでH=10.4%と高い数値を示した。Hの遺伝子座間分散を算出した結果、観察値は0.001－0.039の値で、理論値は0.003－0.028の値を示し、７種でほぼ同等の値を示した。

アユ集団の遺伝的多型に関する研究は、数多く報告されている。Nishida and Takahashi（1978）は、日本各地のアユ９集団についてアロザイム分析を行った結果、両側回遊集団と陸封集団は、ともにHの値は著しく低く、平均H=0.6%という数値を報告した。一方、Taniguchi et al.（1983）は、両側回遊６集団、陸封２集団および養殖２集団についてアロザイム分析を行った結果、それぞれ、H=4.4%、3.6%、6.5%の数値を報告した。この研究結果から、アユの遺伝的変異の程度は他の魚類と比較して低い値ではないことが判明した。注目すべき点は陸封集団の方が淡水・海水両側回遊集団より、かなり低い数値を示したことであった。また、Nishida（1985）は、両側回遊集団および陸封集団について28遺伝子座を用いてアロザイム分析を行った結果、両側回遊集団ではH=3.7%、陸封集団ではH=4.0%と、Taniguchi et al.（1983）の結果と同様な値を報告している。さらに、Seki et al.（1988）は、日本の両側回遊５集団、陸封３集団および韓国４集団について、23遺伝子座を用いてアロザイム分析を行った結果、それぞれ、H=3.9－6.1%、4.5－6.1%、2.7－3.9%という値を報告した。これらの研究報告は、本研究で得られた、琵琶湖産のアユ集団のH=3.6%と同等のものであった。このように、アユ集団、特に陸封集

Table 1. Genetic variation in populations of seven species of the suborder Salmonoidea

Parameter	*Ht*	*Sl*	*Mv*	*Oe*	*Pa*	*Sm*	*Om*
P	4.2	14.3	25.0	14.3	9.5	6.7	20.0
H	0.9	5.0	10.4	7.6	3.6	0.5	8.4

P=proportion of polymorphic loci(%), H=average heterozygosity(%), *Ht=Hypomesus trarspecificus nipponensis, Sl=Spirinchus lanceolatus, Mv=Mallotus villosus, Oe=Osmerus eperlanus mordax, Pa=Plecoglossus altivelis altivelis, Sm=Salangichthys microdon, Om=Onchrynchus masou masou.*

Table 2. Genetic identities (above diagonal) and genetic distances (below diagonal) between seven species of the suborder Salmonoidea

Species	1	2	3	4	5	6	7
1. *Ht*	-	0.488	0.677	0.448	0.267	0.456	0.321
2. *Sl*	0.717	-	0.622	0.456	0.341	0.308	0.224
3. *Mv*	0.391	0.475	-	0.542	0.438	0.390	0.238
4. *Oe*	0.804	0.785	0.613	-	0.443	0.353	0.259
5. *Pa*	1.319	1.077	0.826	0.814	-	0.632	0.211
6. *Sm*	0.785	1.178	0.942	1.041	0.459	-	0.322
7. *Om*	1.136	1.496	1.437	1.351	1.556	1.133	-

Ht=Hypomesus trarspacificus nipponensis, Sl=Sprinchus lanceolatus, Mv=Mallotus villosus, Oe=Osmerus eperlanus mordax, Pa=Plecoglossus altivelis altivelis, Sm=Salangichthys microdon, Om=Onchorhynchus masou masou.

団の遺伝的変異が低く、遺伝的多様性が著しく減少している主な原因は、日本列島の湖や河川に生息するアユの集団サイズが、農業廃水（農薬）・工業廃水・生活廃水などによる極度の水質汚染により急激に減少しているためであると推察される。最近では、外来魚のブルーギルやブラックバスによる捕食も大きな原因となっている。

ワカサギとシラウオにおいて、Hは比較的低い値が得られた。この2種はいずれも青森県の太平洋側に位置する小川原湖で採集されたものである。小川原湖は汽水湖であるが、今から約5000年前に海から湖に変化した海跡湖であり、約3000年前に気候の急激な寒冷化により海との通路が遮断されたと考えられている（田高、1978）。そのため、この時期に小川原湖に生息する魚類が、ビン首効果（bottle neck effect）の影響により創始者効果（founder effect）が起こり、集団の遺伝的変異が低くなったと推察される。この点は、今後、小川原湖に生息する他の水棲動物を含めたより詳細な調査が必要である。

（2）7種の遺伝的分化

Table 2には、調査したサケ亜目7種に共通する11遺伝子座における対立遺伝子頻度から算出したNei（1972）の遺伝的類似度（I）と遺伝距離（D）が示してある。遺伝的類似度はワカザギ―カラフトシシャモでI=0.677と最も高く、アユ―ヤマメでI=0.211と最も低い値を示した。別科間の遺伝距離はアユ―カラフトシシャモのD=0.826から、アユ―ワカサギのD=1.319までの数値を示し、平均値はD=0.968であった。藤尾（1985）は、多種の魚類の遺伝距離を解析し、その中で、サケ亜目の同科別属間ではD=0.88、また別科間ではD=1.59程度であると報告した。本研究で得た、アユと別科間の遺伝距離の平均値はD=0.968であり、今回の結果は、藤尾（1985）の報告とよく一致していており、系統分類学的にアユを別科とする形態学的知見に基づく説を支持する。

（3）サケ亜目の分子系統樹

Fig. 2には、サケ亜目の7種に共通する11遺伝子座を用いて、それらの遺伝子座における対立遺伝子頻度から算出したNei（1972）の遺伝距離（D）からUPGMA法により作成したサケ亜目7種の分子系統樹が示してある。この分子系統樹によると、まずサケ科・サケ属のヤマメが初期に分岐し、その後、アユ科とシラウオ科からなるクラスターが分岐し、最後にキュウリウオ科の4種（ワカサギ・カラフトシシャモ・シシャモ・キュウリウオ）からなるクラスターが分岐している。このようにアロザイム分析により作成した分子系統樹では、アユはキュウリウオ科には含まれず、キュウリウオ科とは系統学的に異なり、独立した科（Family）を形成し、キュウリウオ科よりもシラウオ科に近縁であることが判明した。

我々は以前、キュウリウオ科の5種（ワカサギ・チカ・シシャモ・カラフトシシャモ・キュウリウオ）の系統類縁関係をアロザイム分析により調査した（松岡・北野、2003）。その結果、ワカサギとチカが最も近縁関係にあり、このクラスターに近縁な種はカラフトシシャモであり、次にこれらに近縁な種はシシャモで、キュウリウオは最も遠い系統関係にあった。今回の結果は、チカは分析しなかったが、松岡・北野（2003）の結果と一致する。またキュウリウオ科の5種は、遺伝的に近縁な1つのクラスターを形成することも判明した

（4）分子系統学的知見と形態学的知見との比較

Howes and Sanford（1987）は、骨格系や筋肉系の形態形質に基づく分類学的研究から,アユはワカサギ属やキュウリウオ属に近縁であるとし、アユをキュウリウオ科に分類した。またBegle（1991）は、81の骨格系の形質に基づく形態分類学的研究から、アユはキュウリウオ属に近縁であるとし、Howes and Sanford（1987）と同様に、アユをキュウリウオ科に分類することを提唱した。さらにWilson and Williams（1991）は34の骨格系の形態分類学的研究から、やはりアユはキュウリウオ属に近縁

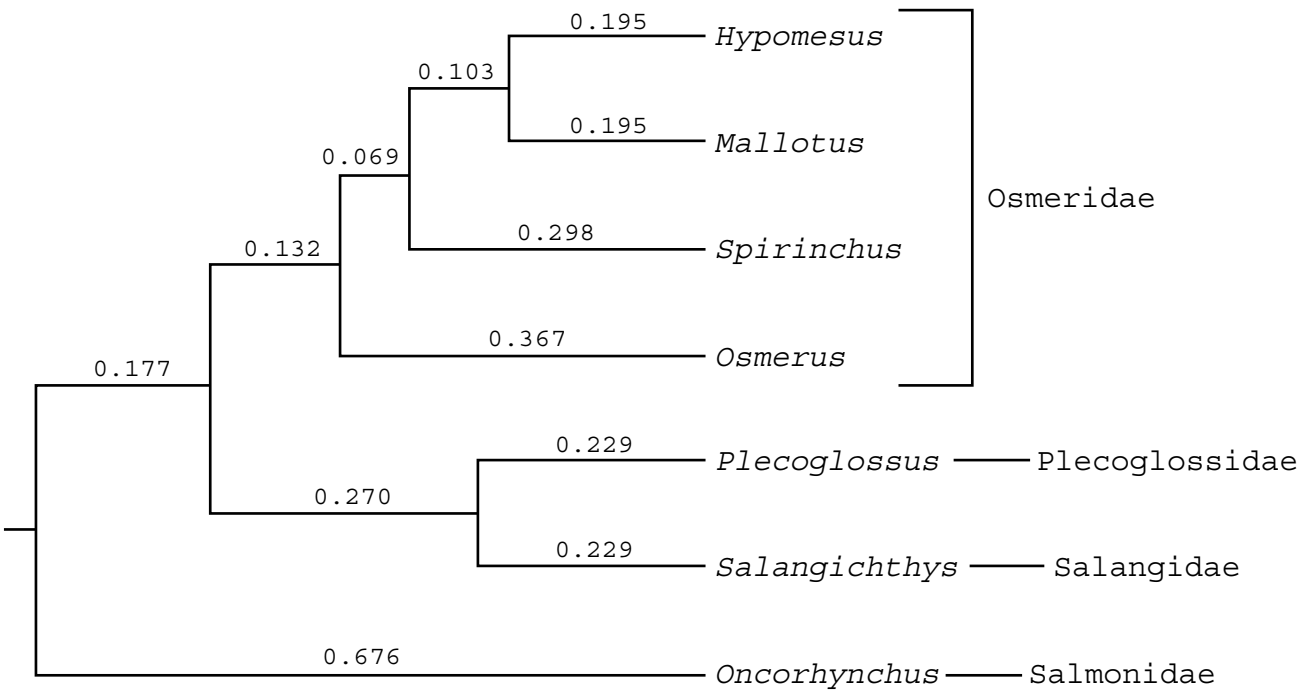


Fig. 2: Molecular phylogenetic tree of seven species of four families of the suborder Salmonoidea. It was constructed from Nei's genetic distances by UPGMA clustering method.

であるとし、アユをキュウリウオ科に分類した。

一方、Chapman（1944）は骨格系を中心とする内部形態の詳細な分析、特に頭蓋骨・肩帯・尾骨などの形質の違いから系統学的にアユはサケ科よりもキュウリウオ科に近縁ではあるが、櫛状歯・舌唇・幽門垂数などの形態形質の分析からアユを系統分類学的に独立の科にするべきだと提唱した。またKlyukanov（1975）もアユとキュウリウオ科が共有しない17の形態学的形質を列挙し、アユとキュウリウオ科は系統学的に異なり、アユを独立の科にすべきであると主張した。さらにNelson（1994）はサケ亜目に関する多くの分類学的研究を総括しアユは1種のみでアユ属・アユ科とする分類体系を提唱した。

本研究で得られた、アロザイム分析による分子系統樹では、アユはキュウリウオ科には含まれず、独立した科を形成することが判明した。この結果は、Chapman（1944）、Klyukanov（1975）、Nelson（1994）のアユを系統分類学的に独立の科として分類すべきであるという分類体系と一致する。また本研究により、サケ亜目の中でサケ科が祖先型タイプであり、一方、キュウリウオ科は比較的近年に分岐した新しい分類群であることも判明した。

（5）アロザイム分析と系統分類学

従来、タンパク電気泳動法によるアロザイム分析は、生物集団に保有されている遺伝的変異・遺伝的多型の集団遺伝学的研究や、集団間や別種間の系統関係、および同胞種の区別などの系統分類学的研究など広範囲に用いられてきた。

Ferguson（1980）によれば、アロザイム分析は、かなり高次の分類ランク（属間や科間）でも適用できることが判明している。さらにMurphy et al.（1996）は、系統分類学では、なるべく多くの遺伝的形質を用いるべきであり、その点、アロザイム分析は用いる酵素遺伝子座が多く、1遺伝子座が1遺伝的形質に相当するので、系統分類学には有効な手段であると主張している。

要約

サケ亜目魚類のキュウリウオ科（ワカサギ・シシャモ・カラフトシショモ・キュウリウオ）・シラウオ科（シラウオ）・サケ科（ヤマメ）、アユの4分類群7種の系統類縁関係、特に近縁とされているキュウリウオ科とアユの遺伝的関係を明確にするため、タンパク電気泳動法によるアロザイム分析を行った。その結果、（1）タンパク電気泳動法による15酵素のアロザイム分析により26遺伝子座が検出された。（2）サケ亜目4分類群7種の集団内の遺伝的変異を知るため、26遺伝子座における対立遺伝子頻度から、集団の遺伝的変異の程度を表わす主要なパラメータである平均ヘテロ接合体率（H）を算出した。その結果、シラウオでH=0.5%と最も低く、カラフトシシャモでH=10.4%と最も高い数値を示した。4分類群における遺伝的多型の程度は、これまでに報告された結果と一致した。（3）4分類群の系統関係を明確にするため、7種に共通する11遺伝子座における対立遺伝子頻

度より、7種間のNei（1972）の遺伝距離を算出し、UPGMA法により7種の分子系統樹を作成した。その結果、⑴4分類群7種は3つのクラスターに分かれた。⑵その中でサケ科のクラスターが最も初期に分岐し、次にアユとシラウオ科のクラスターが分岐し、最後にキュウリウオ科のクラスターが分岐した。⑶この分子系統樹から、アユはキュウリウオ科の1種ではなく、キュウリウオ科とは系統分類学的に独立したアユ科を形成するという系統分類学的に重要な知見が得られた。⑷またサケ亜目の中で、進化学的にサケ科が祖先タイプで、キュウリウオ科が新しいグループであると推定された。

参考文献

Begle, D.P. (1991) Relationships of the osmeroid fishes and use of reductive characters in phylogenetic analysis. Syst.Zool., 40: 33–53.

Chapman, W,M. (1941) The osteology and relationships of the osmerid fishes. J.Morphology, 69: 279–301.

藤尾芳久（1985） アイソ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59年度農林水産業特別試験研究補助金による研究報告書，水産庁：1–58.

Furgason, A. (1980) Biochemical Systematics and evolution. Blackie, Glasgow.

Howes, G.J. and Sanford, C.P.J. (1987) The phylogenetic position of the Plecoglossidae (Teleostei, Salmoniformes), with comments on the Osmeridae and Osmroidei. Proc. V Congr. Eur.Ichthyol.Stokh., 1985: 17–30.

Kitano, T., Matsuoka, N. and Saitoh, N. (1997) Phylogenetic relationships of the genus *Oncorhyncus* species inferred from nuclear and mitochondrial markers. Genes Genet.Syst., 72: 25–43.

Klyukanov, V.A. (1975) The systematic position of the Osmeridae in the order Salmoniformes. J.Ichthyol., 15: 1–17.

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.

Murphy, R.W., Sites, J.W., Buth, D.G. and Haufler, C.H. (1996) Proteins: Isozyme electrophoresis. In Molecular Systematics. (edited by Hills, D.W., Moritz, C. and Mable, B.K.), pp.51–120. Sinaur Associates, Sunderland.

Nei, M. (1972) Genetic distance between populations. Am.Nat, 106: 283–292.

Nelson, J.S. (1994) Fishes of world. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Nishida, M. (1985) Substantial genetic differentiation of Ayu *Plecoglossus altivelis* of the Japan and Ryukyu Islands. Bull.Japan. Soc.Sci.Fish., 51: 1269–1274.

Nishida, M. and Takahashi, Y. (1978) Enzyme variation in populations of Ayu, *Plecoglossus altivelis*. Bull. Japan. Soc.Sci.Fish., 44: 1059–1064.

Seki, S.,Taniguchi, N. and Jeon, S.R. (1988) Genetic divergence among natural populations of Ayu from Japan and Korean. Bull.Japan.Soc,Fish., 54: 559–568.

田高昭二（1978） 小川原湖の自然．東奥日報社．

Taniguchi, N., Seki, S. and Inada, Y. (1983) Genetic variability and differentiatioan of amphidromopus, landlocked, and hatchery populations of Ayu *Plecoglossus altivelis*. Bull.Japan.Soc.Sci.Fich., 49: 1656–1663.

Wilson, M.V.H. and Williams, R.R.G. (1991) New paleocene genus and species of smelt (Teleostei: Osmeridae) from freshwater deposits of the Paskapoo formation, Alberta, Canada, and comments on osmerid phylogeny. J.Verte.Paleo., 11: 434–451.

Biochemical systematics of the suborder Salmonoidea

Norimasa MATSUOKA[*1] and Takashi KITANO[*2]

[*1] Division of Molecular Evolution, Department of Biology, Faculty of Agriculture & Life Science, Hirosaki University, Hirosaki 036-8561, Japan
[*2] Department of Biomolecular Functional Engineering, College of Engeneering, Ibaragi University, Nakanarusawa 4-12-1, Hitachi 316-8511, Japan

(Received for publication September 29, 2010)

Abstract

The phylogenetic relationships among seven species of four families of the suborder Salmonoidea were investigated by allozyme analysis. The seven species examined here were the followings: *Hypomesus trarspacificus nipponensis, Sprinchus lanceolatus, Mallotus villosus, Osmerus eperlanus mordax* of the family Osmeridae; *Salangichthys microdon* of the family Salangidae; *Onchorhynchus masou masou* of the family Salmonidae and *Plecoglossus altivelis altivelis* (Ayu). From allozyme analysis of 15 different enzymes, total 26 enzyme genetic loci were detected. Based on allele frequencies data at 11 common genetic loci, the genetic distances (D) between seven species were calculated by the method of Nei (1972), and the molecular phylogenetic tree for seven species of four taxonomic groups was constructed from the UPGMA clustering method. The molecular phylogenetic tree indicated that seven species of the suborder Salmonoidea were divided into three large clusters: (1) The first cluster is the family Salmonidae; (2) The second cluster consists of the family Plecoglossidae (Ayu) and the family Salangidae. (3) The third cluster is the family Osmeridae. Among these three clusters, the family Salmonidae diverged at first time and it may be ancestor type, the cluster of Plecoglossidae (Ayu) and Salangidae diverged at next time, and lastly the family Osmeridae diverged at recent time. The molecular phylogenetic tree indicated that Ayu (*Plecoglossus altivelis altivelis*) is not included into the family Osmeridae, and that Ayu (*Plecoglossus altivelis altivelis*) composes the family Plecoglocidae. The present molecular results would provide useful information for elucidation of phylogeny and evolution of the suborder Salmonoidea.

Bull.Fac.Agric.&Life Sci. Hirosaki Univ. **No.13**: 23–28, 2010

青森県日本海沿岸および陸奥湾の棘皮動物相

松岡　教理

弘前大学農学生命科学部生物学科分子進化学研究室

（2010年10月７日受付）

著者は、2010年６月から７月にかけて、青森県日本海沿岸（車力魚港、七里長浜、鰺ヶ沢、北金ヶ沢、深浦）および陸奥湾西海岸（よもぎた村・玉松海岸、外ヶ浜）の合計７地点における棘皮動物相を調査した。これらの海域は、地球温暖化（猛暑）による海水温の上昇、護岸工事、漁船からのガソリンの流出、河川からの人工産物の流入、海洋汚染などにより、これらの海域は極めて汚染されており、海洋生物の宝庫である自然の磯はほとんど存在していなかった。そのような劣悪な環境下で、かろうじて生息している棘皮動物は、極端に減少している。以下に採集した種と産地を記す。

①イトマキヒトデ（Fig. 2）

Asterina pectinifera

（深浦町・北金ヶ沢漁港、深浦臨海実習所裏）

②モミジガイ

Astropecten　scoparis

（北金ヶ沢漁港でサザエ漁の網にかかったものを漁師が廃棄したもの）

③トゲモミジガイ

Astropecten　polyacanhus

（②と同様）

④バフンウニ

Heterocentorotus　pulcherrimus

（深浦臨海実習所裏の転石の下）

通常、磯に見られるキタムラサキウニ（*Strongylocentrotus nudus*）やアカウニ（*Pseudocentorotus　depressus*）、ヒトデ（*Asterias　amurensis*）は全く見られなかった。

以上の青森県における海洋沿岸調査で、特筆すべき点は、深浦町北金ヶ沢漁港および鰺ヶ沢町赤石漁港で、四角い形をした４腕のイトマキヒトデを見つけたことである（Fig. 3、Fig. 4）。これは、最近、鳥取県日本海沿岸でも発見された。Fig. 3は棘皮動物の基本的な体制である５放射相称の５腕の内２腕を、何らかの原因（地球温暖化による海水温の上昇および海洋汚染など）により、冷水域に適応しているイトマキヒトデ自身が自切を行った結果であると推察される。Fig. 4は、遺伝子の突然変異の結果生じた４腕のイトマキヒトデであると推察される。また弘前大学附属深浦臨海実習所裏の海岸にて採集した数匹のイトマキヒトデ（Fig. 2）を海水で飼育したところ、たった１日で口部から内臓である幽門盲のうを吐出し、死亡して悪臭を放った。これらの現象は、地球温暖化（2010年の猛暑）による極度の海水温の上昇と、以下の要因による海洋汚染によるものと推察される。すなわち、(1) 2010年における東南アジアのインドネシアでの大地震による津波、(2) 東南アジアのフィリピンのタール山の火山爆発、(3) 中国四川省の大地震、集中豪雨による山の深層崩壊の結果生じる土砂流の洪水、(4) 台湾における集中豪雨による深層崩壊の土砂流の洪水、などにより、これらの諸外国の多くの河川には、大量の土壌、石、砂、岩石、木材、人工産物、毒物などが河川に入り、インド―西太平洋へと流れ込む。また、中国、台湾の河

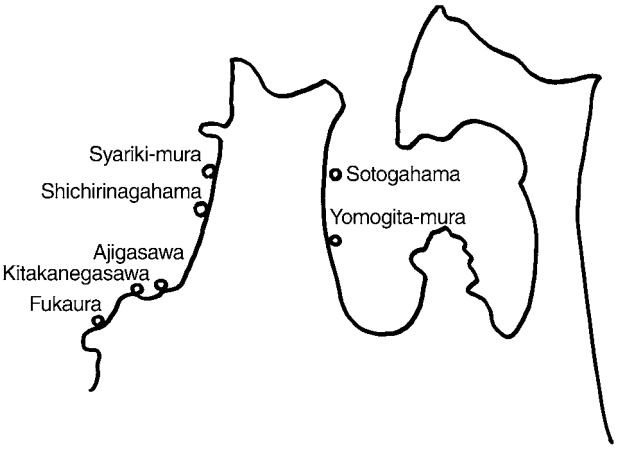


Fig. 1　Locality Map of the survey of echinoderm fauna in Aomori Prefecture.

Corresponding author：Tel. +81-172-39-3590
Fax. +81-172-39-3590
E-mail：matsuoka@cc.hirosaki-u.ac.jp

川からは黄海および南支那海へと流れ込む。その結果、インド―西太平洋に源を発し、琉球列島で分岐し、日本の九州の西側を過ぎて日本海に入り、本州および、青森県日本海沿岸、陸奥湾、そして北海道の西側を経て樺太の西岸に達する対馬暖流（対馬海流）に極度の海洋汚染が起こり、青森県日本海沿岸および陸奥湾に生息する海洋生物に大きなダメージを与えたと推察される。また、太平洋で、もっとも大きな海流である黒潮にも異変が生じており、和歌山県の白浜では、今まで見られなかった沖縄に多く生息するオニヒトデやシラヒゲウニがかなり多く見られる（Kubota, personal communication, 2010）。

以上のような要因で、日本海沿岸で見られたイトマキヒトデは、すでに、かなりのダメージを受け、死の直前であったと推察される。また調査した範囲では、青森県両海域の棘皮動物相は極度に貧弱化しており、また種の個体数すなわち集団サイズが激減していることが判明した。

参考文献

重井陸夫（1994）：海辺の生きもの．山渓フィールドブックス，No.8，pp291–312.

Fig. 2: *Asterina pectinifera* from Fukaura Marine Station at Fukaura in Aomori Prefecture.

Fig. 3: The four-sided (four arms) type *Asterina pectinifer*a from Kitakanegasawa Bay at Fukaura in Aomori Prefecture.

Fig. 4: The four-sided (for arms) type *Asterina pectinifer*a from Aka-ishi Bay at Ajigasawa in Aomori Prefecture.

Echinoderm Fauna in Japan Sea and Mutsu Bay of Aomori Prefecture

Norimasa MATSUIOKA

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

(Received for publication October 7, 2010)

Abstract

The author surveyed echinoderm fauna in Japan Sea and Mutsu Bay of Aomori Prefecture at June and July of 2010. In result, the following species were found: (1) *Asterina pectinifera*, (2) *Astropecten scoparis*, (3) *Astropecten polyacanhus*, and (4) *Hemicenrotus pulcherrimus*. The above 1, 2 and 3 are asteroids and 4 is echinoid. The common echinoid, *Strongylocentrotus nudus,* was not found, but the echinoid is commonly found in Tottori Pref., Shimane Pref. and Yamaguchi Pref. The author obtained the four-sided (four arms) type *Asterina pectinifera* at Kitakanegasawa Bay in Fukaura and at Aka-ishi Bay in Ajigasawa. I suggested that the species (Fig. 3) cut the two arms of five arms and the species (Fig. 4) is mutation. Further, *Asterina pectinifera* (Fig. 2) collected at Fukaura Marine Station died in only one day in sea-water. The results show that it is caused by the upwardness of marine temperature and the extensive marine pollution in Japan Sea and Mutsu Bay of Aomori Prefecture.

Bull.Fac.Agric.&Life Sci. Hirosaki Univ. **No.13**: 29–32, 2010

MINI-REVIEW

EVIDENCE OF EVOLUTIONARY CLOSE RELATIONSHIP BETWEEN ECHINODERMS AND VERTEBRATES

Norimasa MATSUOKA

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

(Received for publication October 19, 2010)

INTRODUCTION

The present author has been studying the biochemical systematics of echinoids and asteroids of echinoderms by using some biochemical methods such as allozyme analysis, immunological assay, enzyme kinetic study, and comparison of amino acid composition (Matsuoka, 1980, 1986, 1987, 1992; Matsuoka et al., 1983; Matsuoka and Suzuki, 1989; Matsuoka and Hatanaka, 1991, etc.). Echinoderms are representative of sea-shore animals. Echinoderms consist of five classes: sea-lily, sea-cucumber, starfish, sea-urchin and brittle-star (Fig. 1). The author reported the phylogeny of four classes of echinoderms by the enzyme kinetic study of glucose-6-phospahte dehydrogenase (G6PD) (Matsuoka, 1992). Of these five echinodermes, echinoids have been widely used in various biological fields: developmental biology, biochemistry, physiology and ecology. These five classes are distinct groups in morphological viewpoint. The pentamery is the common body system in echinoderms. From some viewpoint, it has been considered that echinoderms are evolutionary close related to vertebrates. In this nimi-review, I review about the molecular and non-molecular evidence of evolutionary close relationship between echinoderms and vertebrates.

DISCUSSION

The present author has been studying the molecular phylogeny of echinoids and asteroids of echinoderms (Matsuoka, 1980; Matsuoka and Suzuki, 1989; Matsuoka and Hatanaka,1991, etc.). In parallel with biochemical systematics, I have also been studying the population genetics of echinoderms by allozyme analysis. Echinoderms consist of five classes: echinoids, asteroids, holosuloids, ophiuroids and crinoids. In this review, I report the molecular and non-molecular evidence of the evolutionary close relationship between echinoderms and vertebrates. The evidence of evolutionary close relationship between echinoderms and vertebrates is the followings: (1) They have the skeleton system. The echinoids consist of coronal plate, the arms of asteroids consist of ambulacral plate, and our vertebarates consitst of skeleton systems. (2) From the view point of developmental biology, they are similar to each other. They belong to Deuterostomea. (3) The morphology of larva in echinoderms and vertebrates is similar to each other: The larva is symmetry and it has gill, and it also has three coelomes. (4) In the comparative biochemical studies of glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PD), we discovered that there exist two isozymes of G6PD in animal kingdom: one is glucose-6-phosphate dehydrogense (G6PD) and the other hexose-6-phosphate dehydrogense (H6PD) (Matsuoka et al, 1977: Matsuoka and Hori, 1980). We investigated the distribution of the two isozymes (G6PD and H6PD) in animal

Corresponding author：Tel. +81-172-39-3590
Fax. +81-172-39-3590
E-mail：matsuoka@cc.hirosaki-u.ac.jp

Table 1. Comparison between G6PD and H6PD

Parameter	G6PD	H6PD
substrates specificity	G6P	G6P,Gal6P,dG6P,Glucose
co-enzyme specificity	NAPD	NADP, NAD
molecular weight	100,000	200,000
reaction to protease	inactive	active
distribution in cell	cytosol	microsome
chromosome	X-chromosome	autosome
distribution in animals	all animals	echinoderms, vertebrates

These data are quoted from Matsuoka and Hori (1980).

kingdom. As a result, we found that echinoderms and vertebrates have the two G6PD isozymes (G6PD and H6PD) (Matsuoka and Hori, 1980). The other invertebrates except echinoderms have G6PD, but they have not H6PD. The two isozymes are different to each other in some parameters (Table 1). G6PD has narrow substrate specificity (the substrate is G6PD and the co-enzyme NAPD), but H6PD has broad substrate specificity: it can catalyze glucose-6-phosphate (G6P), galactose-6-phosphate (Gal6P), deoxyglucose-6-phosphate (dG6P) and glucose. Further, H6PD also use two co-enzymes (NADP and NAD). The two isozymes (G6PD and H6PD) have molecular weight of 100,000 and 200,000, respectively. The chromosomes holding genes coding the two G6PD isozymes are different to each other: the gene of G6PD is on X-chromosome, but that of H6PD on autosome. The two G6PD isozymes are homologous enzymes that derived from common ancestor. I indicated that the two G6PD isozymes (G6PD and H6PD) are very similar to each other in the amino acid compositions (Matsuoka et al., 1983) (Fig. 2). This similarity of amino acid composition shows that G6PD and H6PD are homologous enzymes that derived from common ancestor. (5) Previously, we studied the protease of the starfish, *Asterias amurensis*. In the study, we found that the starfish protease is trypsin-like enzyme that homologous to vertebrate trypsin (Hori et al., 1977). Figure 3 shows the active band pattern of starfish protease in polyacrylamide gel electrophoresis. The starfish protease exists as inactive form in zymogen granules of pyloric caeca, and it is activated by starfish protease as well as vertebrate trypsin. (6) The echinoids have thyroid hormone (Chino et al, 1994; Saito et al., 1998). The echinoids use the thyroid hormone in metamorphosis from larva to adult. The hormone is homologous to thyroid hormone of vertebrates thyroxine. (7) In more recently, Kishimura (unpublished data) found that the asteroids have the insulin-like hormone that reduce the blood glucose. (8) The molecular phylogenetic study on DNA level indicated that echinoderms are closely related to vertebrates (Winnepenninckx et al., 1995)(Fig. 4). The molecular marker used in the study is 18S ribosomal RNA. (9) Miyata (1994) demonstrated that echinoderms are closely related to vertebrates by using multi-protein sequence analysis (Fig. 5). (10) In more recent years, Davidson (2006) reported that the genome of echinoid (*Strongylocentrotus purpuratus*) is very similar to the genome of human at DNA level. From these many evidence, I would like to propose that echinoderms are very important animal group in evolutionary and phylogentic position in animal kingdom.

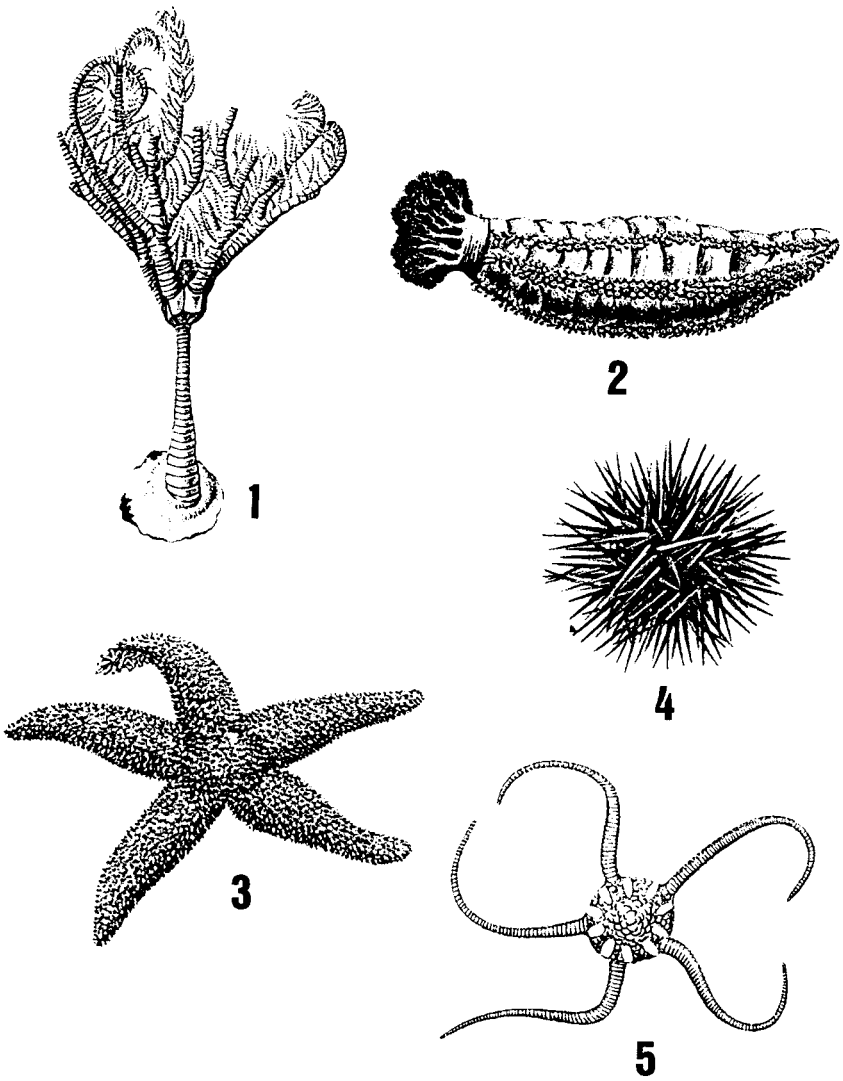


Fig. 1: Echinoderms consist of five classes: 1=sea-liliy, 2=sea-cucumber, 3=starfish, 4=sea-urchin, and 5=brittle-star.

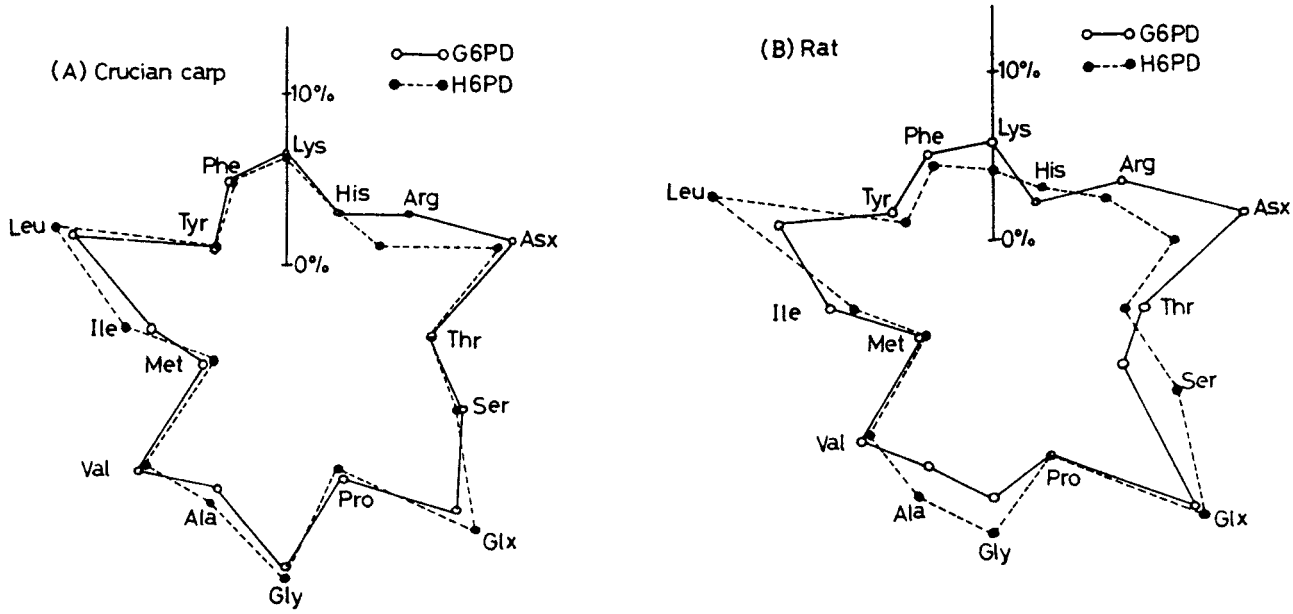


Fig. 2: The evidence of the similarity of amino acid sequences of G6PD and H6PD. Comparison of amino acid compositions between G6PD and H6PD in crucian carp (A) and rat (B) is very similar. The figure was quoted from Matsuoka et al (1983).

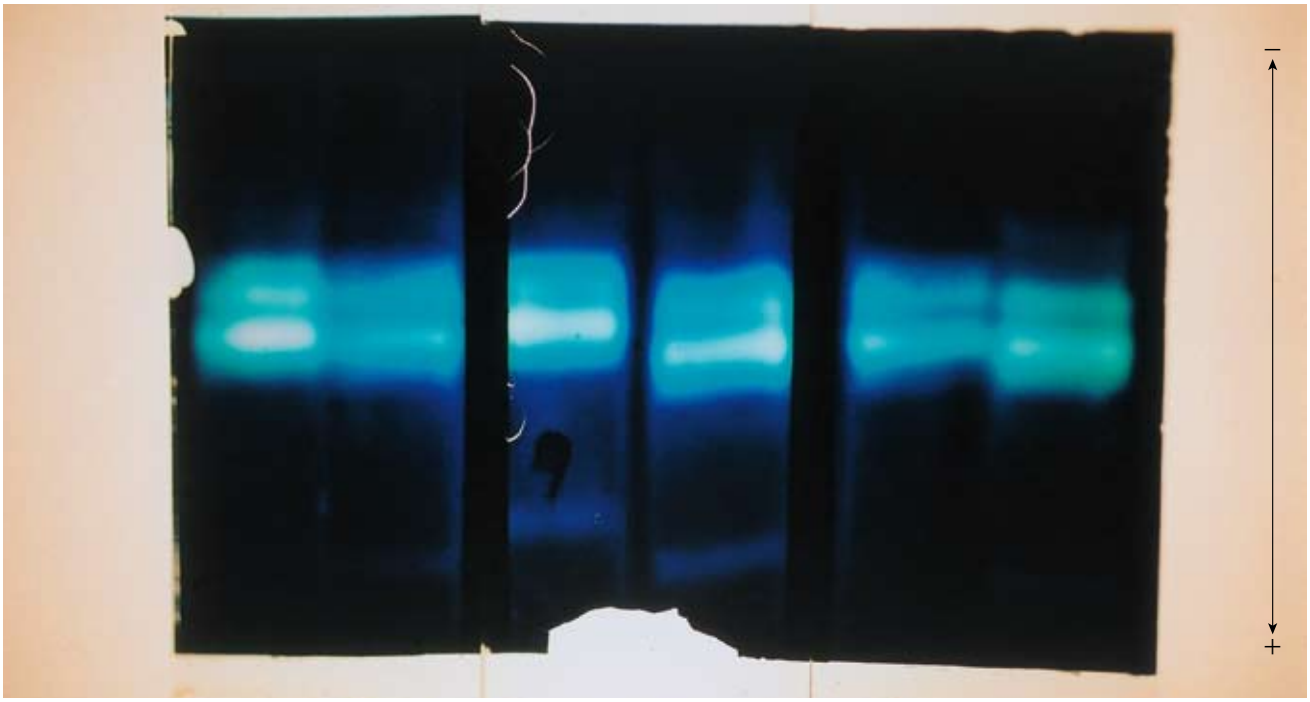


Fig. 3: The band pattern of protease of the starfish *Asterias amurensis* in polyacrylamide gel electrophoresis. The two active bands are white bands in blue-background. The stain of bands was performed in amide black.

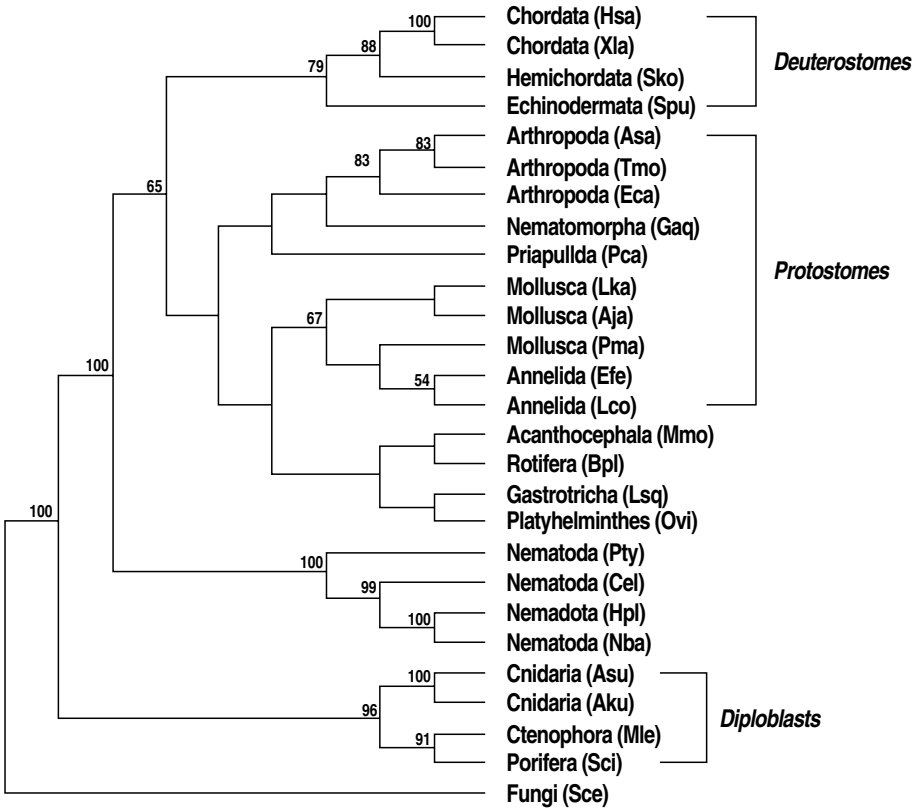


Fig. 4: Molecular Phylogenetic tree based on DNA sequence by Winnepenninckx et al. (1995). This tree shows the close relationship between echinoderms and vertebrates.

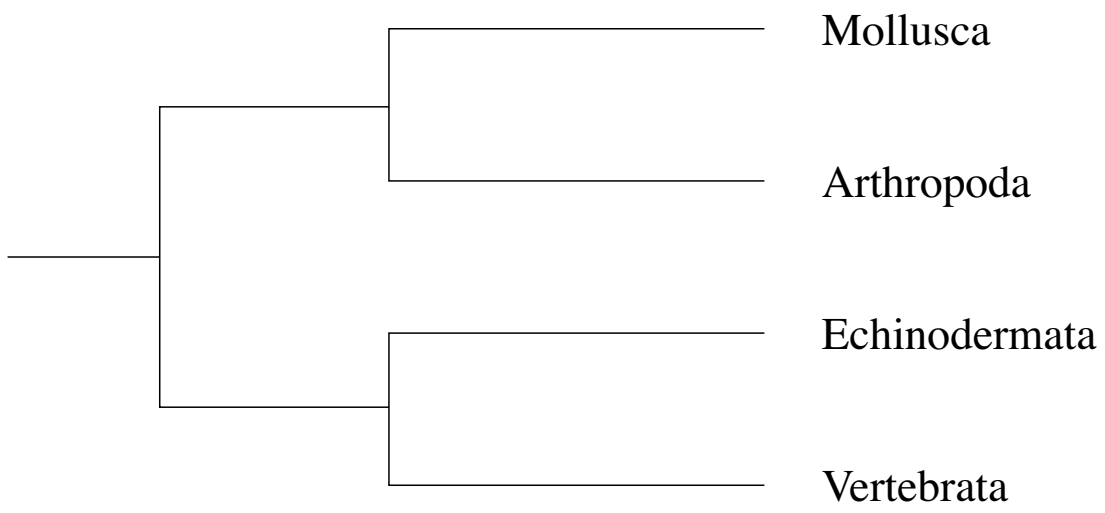


Fig. 5: Molecular phylogenetic tree based on multi-protein seqence analysis by Miyata (1994). This tree shows the close relationship between echinoderms and vertebrates.

REFERENCES

Chino, Y., Saito, M., Yamasu, K., Suyemitsu, T. and Ishihara, K. (1994) Formation of the adult rudiment of sea urchins is influenced by thyroid hormones. *Dev.Biol.,* 161, 1–11.

Davidson, E.H. (2006) The genome of the sea urchin in *Strongylocentrotus purpuratus.Science*. 314, 941–952.

Hori, S.H., Tanahashi, K. and Matsuoka, N. (1977) Morphological and cytochemical studies on the secretory granules of the pyloric ceaca of the starfish, *Asterias amurensis. Biol.Bull.*, 152, 64–74.

Matsuoka, N. (1980) Immunological relatedness of sea-urchin glucose-6-phosphate dehydrogense: Phylogenetic implication. *Comp.Biochem.Physiol.*, 66B, 605–607.

Matsuoka, N. (1986) Futher immunological study on the phylogenetic relationships among sea-urchins of the order Echinoida. *Comp.Biochem.Physiol.*, 84B: 465–468.

Matsuoka, N. (1987) Biochemical study on the taxonomic situation of the sea-urchin, *Pseudocentrotus depressus. Zool. Sci.*, 4: 339–347.

Matsuoka, N. (1992) Phylogenetic relationships of echinoderms deduced from kinetic similarity of glucose-6-phosphate dehydrogenase. *Comp.Biochem.Physiol.*, 103: 133–137.

Matsuoka, N. and Hatanaka, T. (1991) Molecular evidence for the existence of four sibling species within the sea-urchin, *Echinometra mathaei*, from Japanese waters. *Zool.Sci.*, 8: 121–133.

Matsuoka, N. and Hori, S.H. (1980) Immunological relatedness of hexose-6-phophate dehydrogenase and glucose-6-phospate dehydrogenase in echinoderms. *Comp.Biochem.Physiol.*, 65B: 191–198.

Matsuoka, N., Mochizuki, Y. and Hori, S.H. (1977) Homology of starfish and vertebrate hexose-6-phospahte dehyrogenases. *J.Fac.Sci.Hokkaido Univ. Ser.6, Zool.*, 21: 12–20.

Matsuoka, N., Ohnishi, K., Takahashi, T., Oka, K. and Hori, S.H. (1983) Evidence for the homology of hexose-6-phosphate dehydrogenase and glucose-6-phosphate dehydrogenase: Comparison of the amino acid composions. *Comp.Biochem.Physiol.*, 76B: 811–816.

Matsuoka, N. and Suzuki, H. (1989) Electrophoretic study on the phylogenetic relationships among six species of the sea-urchins of the family Echinometridae found in Japanese waters. *Zool.Sci.*, 6: 589–598.

Miyata (1994) Invitation to Molecular Evolution. Kodansha, Tokyo. (in Japanese)

Saito, M., Seki, M., Amemiya, S., Yamasu, K., Suyemitsu, T. and Ishihara, K. (1998) Induction of metamorphosis in the sand dollar *Peronella japonica* by thyroid hormones. *Develop.Growth Differ.*, 40: 307–312.

Winnepenninckx, B., Backeljau, T., Mackey, L.Y., Brooks, J.M., Wachter, R,D., Kumar, S. and Garey, J.R. (1995) 18S rRNA data indicate that Aschelminthes are polyphyletic in origin and consist of at least three distinct clades. *Mol. Biol.Evol.*, 12: 1132–1137.

ナマコ輸出拡大に伴うナマコ産地・加工業者の対応と課題
～青森県陸奥湾を中心として～

渋谷　長生・葛西　由佳

弘前大学農学生命科学部園芸農学科食農経済コース

（2010年10月29日受付）

本稿の検討課題

近年の水産業界でもっとも注目すべき事は、水産物の輸出が急速に拡大してきていることである。具体的にみると、平成18年の水産物輸出は平成14年比174％とその勢いは目覚しい。これまで日本は水産物消費・輸入大国であり、輸出絶対量は輸入量に比べわずかであった。しかし、国としては農林水産物等の輸出額を2013年（平成25年）までに１兆円規模にするという目標の実現に向けて積極的に輸出拡大に取り組み始めている。その背景には国内における水産物市場の縮小が進行する中で、海外水産物市場に目を転じれば市場の拡大が爆発的にすすんできたことがある。とりわけ、中国水産加工会社の原料需要がその筆頭であった。

産地では、これまで国内市場における販売を主眼としていたが、国内における魚価安のため、拡大する海外市場へ視野を広げ、あらたな供給の道を求めてきたと言える。そのため､魚種としてはマイナーなものなども含め、多様な水産物が海外の市場へ流出するようになったのである。それはまた、海外市場での日本の資源・環境・鮮度維持技術への高評価により、積極的に日本産の調達・買い付けを行っていることを示している。このような国内外の双方の思惑の一致から、輸出拡大が実現してきたわけである。

水産物の海外市場への拡大は、海外の価格水準の影響による国内市場価格の上昇や、新たな供給市場の創出による需要量の増加などのプラス面があげられる。しかし、他方でいくつかの問題も生まれるようになった。輸出拡大は国内における流通量の減少、原料価格高騰による水産加工業の経営環境の悪化・業務方向の転換、さらには地元消費のための原料調達の困難化などがあげられる。特に、環境変化への対応能力の弱い中小水産加工会社にとっては、輸出に特化した生産・供給へのシフトが原料の短期的な量・価格の急変動による経営、環境の悪化を招くことは容易に想像しうることである。そうした加工業への影響も含め、輸出拡大が漁業の更なる発展につながっていくのか、それとも国内漁業の衰退につながっていくのか簡単には判断できかねる事である。とは言え、短期的利益の追求のための輸出拡大ではなく、今後の国内漁業の発展へつながる輸出拡大の方向性が求められる。そうした視点に立った場合、現場は現在どのような課題を抱えているのであろうか。この点が本稿の問題関心である。

本稿の具体的対象としてナマコを取り上げた。日本産ナマコは輸出数量・金額ともに90年代後半からの10年間ほどに急拡大してきた。例えば2007年（平成19年）の乾燥ナマコの輸出金額は166億円にまで達している。さらに、ここ数年には塩蔵ナマコの輸出が急増している。これも加えるとナマコは輸出において重要な商業品に成長したことが確認できる。その意味でナマコは急拡大する水産輸出物の代表的存在である。

ナマコはこれまで国内市場においてはごく小規模の流通であった。日本では正月に食べることが一般的で、日常あまり接する機会がなく一般消費者にはあまり注目もされることはなかった。しかし、中国におけるナマコ人気を背景として日本産ナマコの需要が増加し、それに合わせて浜値は上昇し続けてきた。当然、産地ではナマコ漁獲量が増加し、乾燥や塩蔵などの加工品として中国への輸出が拡大してきた。

こうした輸出拡大は加工業者の新規参入を促し、価格上昇など産地には歓迎すべき動きが現れた。しかし他方で近年の価格上昇により産地ではナマコの乱獲などが生まれ、加工業者は乾燥ナマコから塩蔵ナマコへのシフトが顕著になり、これまで乾燥ナマコを製造していた一部加工業者の中にはナマコ加工からの撤退も見られる。価格上昇による漁家手取の拡大や加工業の盛況など沸き立つ産地の表面的な部分だけでなく、価格高騰が従来までの産地・加工業者にどのような変化・影響も与えているのかを考察してゆく。

その場合本稿の分析対象時期はナマコブームがピークを迎えようとしている2007年（平成19年）までである。したがって2007年（平成19年）あるいは2008年（平成20年）を期に日本国内産地特に北海道や青森県でのナマコ漁獲量・販売額が大きく低下してきていることには触れつつもそれらの要因等は分析対象としていない。

これまで、ナマコ加工品の流通に関するまとまった研究はない。あるのは赤嶺（参考文献１）、渋谷（参考文献２）、廣田（参考文献３）のナマコへ関する調査報告・論文、前田盛の卒業論文（参考文献４）、その他各種報告などである。本稿はそれらの知見を生かしながら、関係者への聞き取り調査によりナマコ加工品流通の現状と課題を整理・分析したものである。

１　日本におけるナマコ流通の動向

まず、中国におけるナマコ需要の増加・価格高騰を受け、輸出拡大を背景とした日本のナマコ漁業の動向や影響などについて明らかにしていく。

（1）日本産ナマコの評価・動向

①日本産ナマコの特徴

近年の中国におけるナマコの価格上昇を受け、これまで国内における小規模市場であったナマコの輸出が急速に増加している。乾燥と塩蔵を合わせた規模は、2007年（平成19年）には輸出金額が200億円を超えたと推測される。

日本においてナマコは正月に酢の物として食べられるのが一般的である。中国のように高級品という認識はなく、一般消費者にはあまり馴染みがあるとは言えない。しかし、そのナマコが中国では近年需要が高く、浜値は10年前の３倍にまで上昇し、黒いダイヤと呼ばれるほどになっていることは先に触れたとおりである。

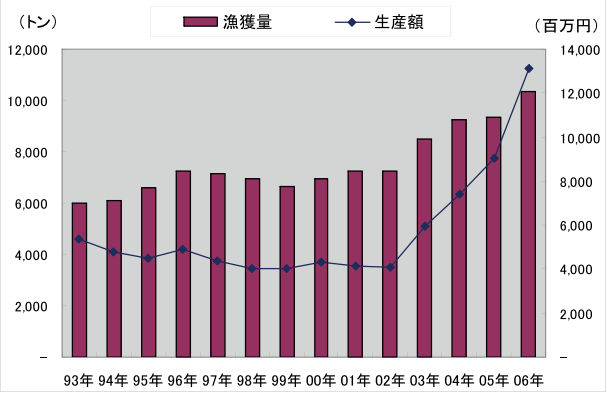
日本においてナマコは生鮮が主だが、中国では乾燥ナマコが一般的である。北海道のナマコ産地では、古くから乾燥ナマコに加工、輸出してきた。更に、現在ではナマコの輸出拡大を背景に従来の乾燥ナマコに加え、塩蔵ナマコの加工、輸出が盛んになってきている。

中国では、ナマコの見た目・産地が重要視されており、その点において、日本の各産地において獲れるナマコはそれぞれ特色がある。

写真１

写真の左端から、北海道産、青森県産、関西産の乾燥ナマコである。日本産乾燥ナマコは中国産乾燥ナマコに比べ、イボ立ちがはっきりしていること、肉厚なことなどから、需要が高い。日本産乾燥ナマコの中でも北海道産はイボの数・立ち方がともによく、イボの列が６列ある。青森産乾燥ナマコは、肉厚でありイボ立ちが良いが、北海道産に比べイボの列が少ない。そのため、若干北海道よりは評価が低くなっている。関西産乾燥ナマコは赤色をしており、イボ立ち・数ともに悪い。そのため、乾燥ナマコとしては評価が低い。

第１図　全国ナマコ漁獲量・金額の推移



注）農林水産省　水産物統計より作成

図１には全国のナマコ漁獲量・販売金額の推移を示した。この図から、2002年（平成14年）頃までは漁獲量・金額ともに安定的に推移していることが確認できる。しかし2003年（平成15年）以降、漁獲量・金額ともに急激に拡大している。1995年（平成7年）と2005年（平成17年）の漁獲量を比べると42％の増加となっている。また金額においては２倍となっている。このように中国における需要の増加は日本にも影響し、北海道・青森県だけでなく、九州など全国的にナマコの漁獲が増加し、いまやナマコは水産物輸出の一角を担うほどである。

日本からのナマコ輸出は他の輸出品とは一線を画している。例えばりんごなど日本産のものは中国において富裕層向けの高級品として輸出されている。それは中国産のりんごより高価格だが品質が良いので売れるという判断による。北海道産乾燥ナマコが中国では乾燥ナマコの最高位に位置している。実際には、北海道産乾燥ナマコが遼寧産あるいは大連産として販売されている。とはいえ生ナマコの産地価格は中国産ナマコが北海道産ナマコよりも高いのである。このように、ナマコのみは日本産が中国産よりも原料価格が安いことが他の輸出品と決定的に異なっている点である。このことがナマコの輸出拡大のポイントでもある。

②日本産乾燥ナマコの評価

日本産乾燥ナマコはサイズ、規格、見た目いずれも素晴らしいと中国では評価されている。丁寧な乾燥・塩抜き、乾燥から戻した時の均一性、戻る割合の高さなどが評価されている。

香港の輸入業者への聞き取りによれば、日本ほどの品質を他の国の加工業者には求められないとのことである。こうした品質により、日本産乾燥ナマコは、中国市場全体に占める量は少ないが、キロ単価当たりの価格においては格段の優位さを保っている。

日本産と中国産の乾燥ナマコの違いは、戻したときの大きさにも現れる。日本産乾燥ナマコは乾燥させることで小さくなり、水で戻した時に戻りが大きい。しかし中国産乾燥ナマコは乾燥させた時にあまり小さくならず、戻りも少ない。乾燥させた際、小型の物の方がキロ当たりのナマコ数が多く入るため、日本産乾燥ナマコが中国人バイヤーに好まれているのである。

中国においては、あくまで自国の天然ナマコが最高級品であり、北海道産や青森県産が高価格で取引されてはいるが、中国の天然ナマコより価格は低い。そのため、日本産の乾燥ナマコは中国産のものより高品質ではあるが比較的低価格であること、天然であること、良品であることをセールスポイントとしてきた。

しかし、最近日本の品質にも変化が見られるようになってきた。品質の安定性が損なわれてきたのである。具体的には、しわやくずれ、戻る大きさに差があり、塩抜きがきちんとなされていないことが指摘されている。前掲の香港の業者は、北海道産は品質に安定性がなくなり、青森県産は水産加工業者による品質のバラつきが大きいと言う。また、品質の悪化に加え、日本産乾燥ナマコは、これまで中国のナマコより低価格であったものが日本産乾燥ナマコも浜値の高騰などにより価格が上昇し取引が難しくなってきているとの指摘もされている。

③乾燥ナマコから塩蔵ナマコへのシフト

中国におけるナマコ需要の増加を背景とした、日本のナマコ加工の重要な変化は、乾燥ナマコから塩蔵ナマコへのシフトである。日本産ナマコの輸出において、以前は乾燥ナマコがその大半であった。しかし2003年（平成15年）頃から塩蔵ナマコの加工が始まり、数年で急速に伸びてきた。これには、日本側の加工業者の事情、中国側のバイヤーの要求などが交差している。

塩蔵ナマコへのシフトの背景には、浜値の異常な高騰が上げられる。加工業者は乾燥ナマコ製造では採算が合わなくなってしまい、塩蔵ナマコの歩留まりを調節することにより、採算を合わせているのである。また、塩蔵ナマコは製造作業が簡単であることなどから新規参入者が相次ぎ、ナマコ加工は極端に塩蔵へとシフトした。

日本産塩蔵ナマコの方が中国産の塩蔵ナマコより安く、例えば日本産塩蔵ナマコは大連産塩蔵ナマコの半値以下で取引されている。そのため、日本産塩蔵ナマコを仕入れ、中国で乾燥ナマコへ再加工し、大連産乾燥ナマコとして販売することで利益が得られるので、中国人バイヤー等は日本の加工業者へ塩蔵ナマコ製造を盛んに働きかけてきたのである。

④産地における資源管理

ナマコの価格高騰により、日本国内産地では漁獲量の増大から乱獲が危惧されている。漁協での聞き取り調査でも、資源の枯渇を考え、保護区や禁漁期間の設定などを各産地で行うようになってきている。しかし、他方では小型ナマコや母体になりうる極端に大型のナマコも採取られるなどの乱獲が問題となっている。現在でも加工業者への小さいナマコの持ち込みも後を絶たない。そのため、産地では資源量の把握など管理体制の確立、種苗生産による漁獲量の安定化、漁業者の意識の向上などが求められている。

⑤最近の中国におけるナマコ流通の特徴

北京オリンピック開催における輸入規制、養殖ナマコの大量生産による中国市場の安値などが影響し、2008年（平成20年）後半から2009年（平成21年）にかけてナマコ価格の大幅下落が生じている。ナマコなら何でもよいとするような近年までのナマコブームから、現在では量ではなく、質の良いナマコが求められるようになってきている。

青森県産ナマコは中国産養殖ナマコと外形が似ていること、近年の中国における価格低下などにより、特に需要が減少している。さらに青森県産ナマコの大部分を占める塩蔵ナマコは歩留まりの操作や品質の悪化、取引トラブルなどが表面化してきている。一方、関西産においては、北海道・青森県産と比べ中途半端な価格や品質により、乱獲により原料が減少傾向にあることなどを考慮すると、今後さらに取引は厳しいと思われる。そうした中で最近は北海道産乾燥ナマコの一人勝ちの状況が生まれている。

ナマコバブルが中国においてひと段落した2009年、日本の産地・加工業者、とりわけ陸奥湾では今後の中国におけるナマコ市場の動向を見据え、質の良いナマコを安定的に供給できる仕組みの構築が課題となっている。

（2）輸出実績

日本産ナマコの近年の輸出動向について明らかにしてゆく。日本産ナマコの輸出には乾燥ナマコと塩蔵ナマコの２形態があげられる。しかしながら、塩蔵ナマコの場合は統計も整備されておらず､実態の把握が困難である。そこで、乾燥ナマコを主体として近年の輸出動向を見てゆく。

①乾燥ナマコの輸出動向

乾燥ナマコの輸出額は2007年（平成19年）に166億円となり、2004年（平成16年）の約３倍に達した。水産物の輸出額としては４位となり、サケやマスに並ぶ規模となっている。

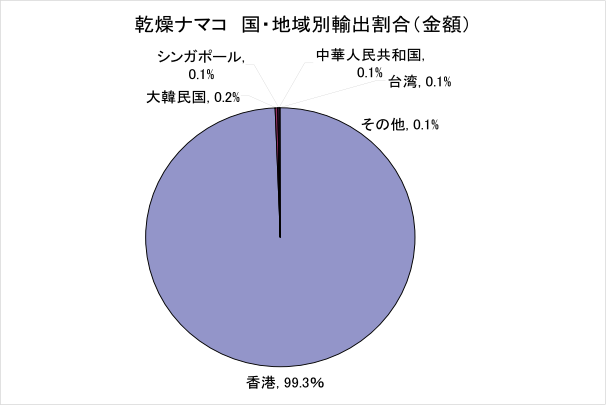
中国におけるナマコの需要増加が近年の日本産ナマコの輸出拡大を促してきた。さらに、中国への乾燥ナマコ輸出拡大とともに中国輸出への中心的経由地となっている香港への輸出が拡大している。

日本産の乾燥ナマコの大半は直接中国へ入るのではなく、香港を経由し中国へ供給されている。これは、関税の問題が関っているためである。香港では特定の輸入品目以外、基本的にほぼ非課税であるのに対し、中国へ直接輸出する場合は関税やその他税がかかり、認証・ラベルの許可を取るのにも長い時間を必要とする。ちなみに中国への乾燥ナマコの輸出には、関税10％さらに増値税13％が課せられる。また、国家品質監督検査検疫総局が2007年（平成19年）７月に「輸入日本水産製品の警戒通報」を公布し、各検査検疫局に、日本の水産製品の検査検疫を強める要求を出したことも影響している。

また、香港と中国広州では昔から乾燥ナマコの取引が行われており、流通ルートが確立していることから、現在も乾燥ナマコは香港を経由し中国本土へ運ばれている。

香港主体の流通以前は、台湾において乾燥ナマコの取引が活発であった。しかし、台湾では中国同様、関税にくわえその他税も課せられる。そのため、香港返還も追い風となって乾燥ナマコを輸出する際スムーズな流通を可能にする香港が主流となったのである。

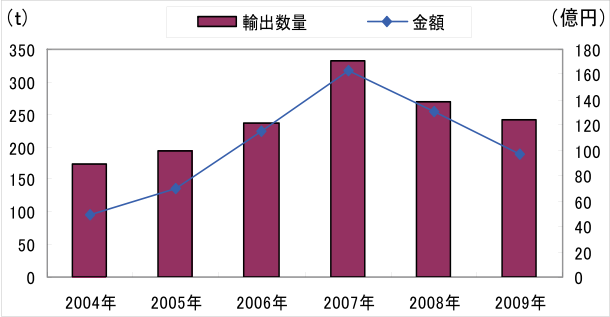
第２図　日本産乾燥ナマコの国別輸出数量の割合（2009年）



注）財務省　貿易統計より作成

図２は日本産乾燥ナマコの国別輸出数量の割合を示したものである。2004年（平成16年）時点では、乾燥ナマコの輸出が香港79％、台湾14％、中国６％だったものが、2009年（平成21年）にはほぼ全量が香港へ輸出されている。香港以外では２位の韓国でさえ0.2％と一桁以下の輸出割合となっている。このように乾燥ナマコの輸出では、香港における動向が焦点となる。

第３図　香港への乾燥ナマコの輸出実績



注）財務省　貿易統計より作成

図３は香港への日本産乾燥ナマコの輸出実績を示したものである。乾燥ナマコの香港への輸出は大幅に増加している。特に金額は急激に増加している。2004年（平成16年）から2007年（平成19年）には数量で90％の増加であるが、金額では3.3倍上昇している。これはキロ単価の上昇が左右している。キロ単価は2004年（平成16年）が28,052円、翌年の2005年（平成17年）には36,513円となっており、更に2006年（平成18年）は48,488円、そして2007年（平成19年）は49,066円とここ４年間で急増している。

第１表　香港における日本産乾燥ナマコの価格（日本港引渡し価格2008年３月時点）

北海道・東北	78000円/kg
関東産(上記以外)	54500円/kg
関西産(瀬戸内、山口など)	43500円/kg

出典：渋谷長生「中国と日本のナマコ流通について」（参考文献２）

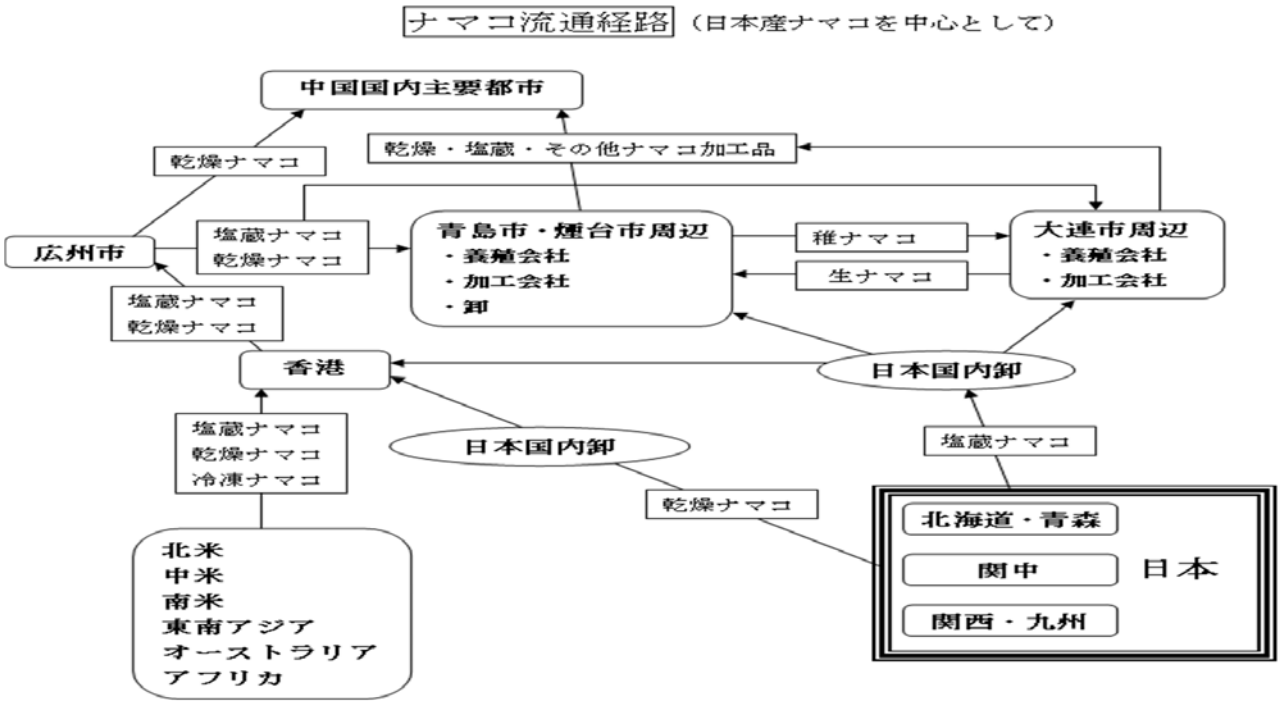
また、表１は香港での日本産乾燥ナマコの地域別価格を示した。表のように産地によって乾燥ナマコの価格は大きく異なる。特に北海道・東北産と関西産ではキロ単価に34,500円も差がある。しかし2007年（平成19年）より量・金額とも減少しており、ナマコ市場の変動性、脆弱性も浮き彫りになっている。

②日本産ナマコの中国への輸入経路

これまで香港における乾燥ナマコの価格面について述べてきたが、もう１つ重要な点として日本産ナマコの輸入経路について図４をもとに述べておきたい。中国への輸入において注意する点として、乾燥ナマコと塩蔵ナマコの輸入経路の違いである。これは、近年塩蔵ナマコの急増にする要因も関係している。

日本の乾燥ナマコは神戸市などの日本国内の業者を通じ香港へ輸出されるのが多い。香港からは広州市を通じ北京市・上海市・青島市など中国全土へ流通していく。

第４図　ナマコ流通経路



出典：渋谷長生「日本と中国のナマコ流通について」（参考文献２）

他方、塩蔵ナマコも香港に運ばれているが、その割合については正確には把握できない。現在の塩蔵ナマコの流通については不透明な部分が多いためである。塩蔵ナマコの場合は直接青島市、大連市、煙台市の加工業者へ送られているものもある。香港経由の場合は広州市で、また青島市、大連市、煙台市などで乾燥品へ再加工・製品化され中国全土へ流通している。

（3）全国、主要産地別ナマコの漁獲量・販売額の動向

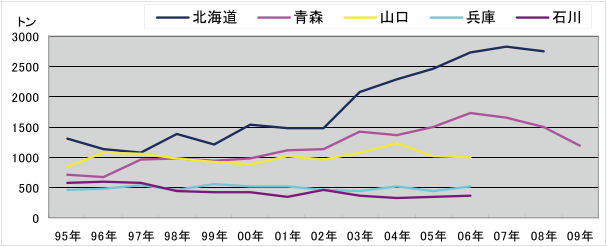
ここでは中国におけるナマコの価格高騰が日本各地のナマコ産地の漁獲量・販売額にどのような影響を与えているのかをみてゆく。

①全国の動向

図５は全国におけるナマコ主要産地の10年間の漁獲推移を示している。資料の関係で山口、兵庫、石川は2006年（平成18年）までとなっている。北海道産のナマコは中国においても評価が高く、漁獲数量は急激に増加し、10年間で1.9倍にまで増加している。青森県も他の産地に比べ増加傾向にあり、漁獲量は10年前の2.1倍である。2005年（平成17年）には北海道、青森県、山口県の上位３県で全国の漁獲量の半分を占めている。しかし北海道は2007年（平成19年）、青森県は2006年（平成18年）を境に減少に転じていることが注目される。資源量の減少が現実のものとなってきたと言える。

北海道は乾燥ナマコを古くから製造し、輸出してきた。青森は長年生食が主だったが、近年の浜値の上昇とともに加工へシフトしてきた。さらには、これまで加工用としては未使用であった沖縄のシカクナマコの乾燥加工が始まるなど、中国のナマコブームは日本各地の産地に影響を及ぼしている。

第５図　全国主要産地における漁獲量の推移



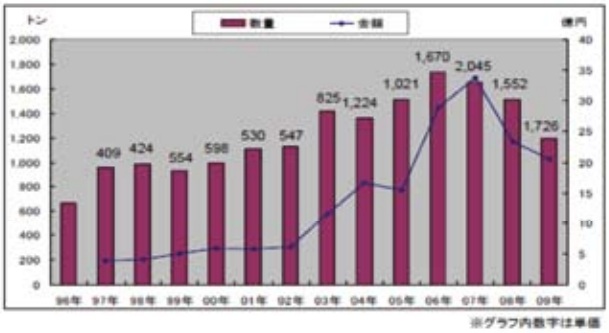
注）農林水産省　海面漁業魚種別漁獲量累年統計（都道府県別）より作成

②青森県の動向

ついで近年ナマコ価格高騰とともに漁獲量を順調に伸ばし、全国２位の漁獲量となっている青森県の動向をみてゆきたい。

図６では青森県におけるナマコの漁獲量、金額の推移を示している。日本産乾燥ナマコの中でも青森県産乾燥ナマコも北海道産に次ぐ高品質のものと評価されている。ナマコの浜値は、90年代末には1kg 1,000円弱だったものが、2007年（平成19年）の相場では2,500円から3,000円にまで高騰している。しかし、価格高騰による乱獲など、資源量の減少が見受けられる。産地では大きいナマ

第６図　青森県におけるナマコの漁獲量・金額の推移



注）青森県農林水産部　農林水産統計より作成

コが取れなくなっている所もある。そのため、青森県では５月１日から９月31日までを禁漁期間と設定するなどの資源管理に取り組んでいる。ここ10年間で漁獲数量は73％増加している。金額においては8.5倍と上昇している。特に2002年（平成14年）から2003年（平成15年）にかけて数量、金額ともに伸びてきている。ちょうどこの時期は、産地では従来までの乾燥ナマコに加え、塩蔵ナマコの加工が始められた時である。

しかし漁獲量は2006年（平成18年）をピークにその後急激に減少してきている。またそれに伴い販売額も低下しているが、金額の低下率が高く、単価の低下も生まれていることがわかる。

小括

ナマコはここ数年の間に、全国において漁獲量・金額ともに増加し、日本の水産物の中でもいまや注目の輸出品である。日本産乾燥ナマコは良品質・低価格を評価され、中国において需要が高まってきた。日本産乾燥ナマコの中でも特に北海道産の評価が高く、香港でも他国の乾燥ナマコと比べ、価格のうえで圧倒的優位にたっていた。青森県産ナマコも北海道に次ぐものとして評価されてきた。

しかし、輸出拡大に伴う漁獲量の増加によって産地では乱獲が表面化し資源管理が求められている。加工業者においても浜値高騰に対する採算面の問題から塩蔵ナマコにシフトするなどの動きが顕在化してきた。こうした変化が各産地にどのような影響を与えているのか、またその意味するところを以下検証してゆきたい。

２　青森県内のナマコ産地の動向

近年のナマコ輸出拡大を背景とした、青森県陸奥湾を中心としたナマコ産地における漁獲状況や資源管理の取り組みの現状、問題点についてみてゆく。

（1）陸奥湾内産地の動向

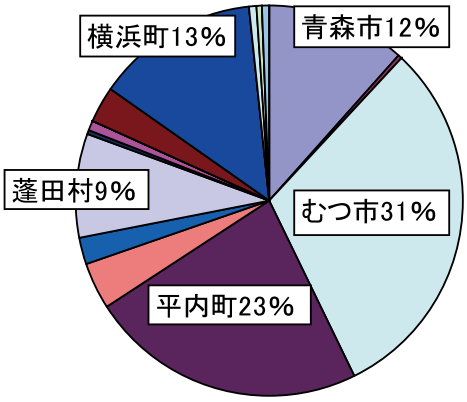
青森県陸奥湾は、ナマコの輸出拡大のなかで、加工品の輸出を急激に伸ばしてきた産地である。そのため、これまでの地元における小規模市場対応の出荷から輸出対応の出荷という変化が産地に及ぼした影響について、陸奥湾のナマコ産地ごとに検討してゆきたい（写真２）。

写真２

①陸奥湾全体の動向

青森県産ナマコの９割が陸奥湾において生産されている。陸奥湾では1998年（平成10年）に僅か4.2億円だったナマコの水揚げ金額が2007年（平成19年）には33.8億円まで上昇してきた。1996年（平成８年）を契機に漁獲量は順調に上昇し、従来までの国内向けの生鮮や乾燥ナマコに加え、2002年（平成14年）からは塩蔵ナマコの増加により単価も急上昇している。塩蔵ナマコはホタテの加工ラインに付加されるため、容易に増産体制を整えることができるため参入がしやすい状況にあった。また、採取方法も従来のケタ網に潜水・刺し網などを加えたことで漁獲量が急増してきた。漁獲量の拡大は、陸奥湾の生産者にはホタテの操業があるため、ナマコについては漁協に任せ、漁協の自営によるところも大きい。

第７図　市町別漁獲数量の割合（2007年）



注）青森県農林水産部　水産統計より作成

図７では市町別漁獲数量の割合を示している。1997年（平成９年）時点の県内の漁獲量の割合では、むつ市

46%、平内16%、蓬田村３%、横浜町30%、青森市は０%であった。それがここ10年間で青森市12%、平内町23%、蓬田村９%とこれらの市町村が漁獲割合を増加させてきた。また、表２には2006年（平成18年）での市町別キロ単価を示した。平内町の2,049円に比べ青森市は1,452円と産地によって金額に差がでており、陸奥湾の中でも特に平内町や蓬田村のナマコが高価格で取引されている。以前はナマコと言えば横浜町であったが、単価から見るとその地位は低下してきていると言えよう。

第２表　市町別キロ単価（2008年）

	単価円/kg
平内町	2049
蓬田村	2044
むつ市	1888
横浜町	1793
青森市	1452

注）青森市農林水産部資料より作成

生産者にとってナマコとホタテの両立が難しい。それゆえ、ナマコ漁業は漁協に任せ、さらに漁協は採取を潜水会社に委託している例が多い。現在、潜水の委託業者は青森市近郊に４社ほどあり、潜水による採取が増加してきている。潜水会社と漁協における配当金は、大体漁協４：潜水会社６の割合で配当され、漁協ではそれを組合員に、分配する仕組みがとられてきた。

また表３は漁協から加工業者への流通経路と取り扱い量を示したものである。加工業者は様々な漁協から原料を調達している。漁協では１、２ヶ所の業者へ販売している。そのうちＡ社は主に仲介のみをおこなっている。Ｂ社は乾燥・塩蔵ナマコを製造し、さらに他の業者経由で中国へ出荷している。Ｃ社は乾燥ナマコを製造し、神戸の業者を経由し香港へ出荷している。

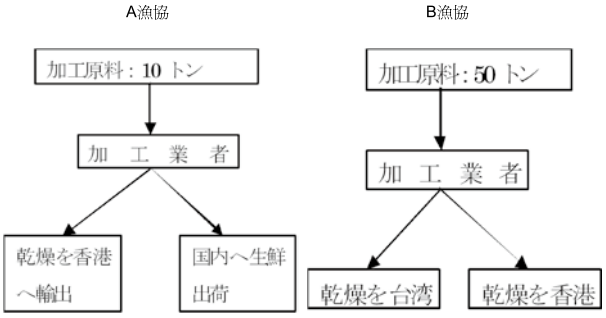
第３表　青森市を中心とした、漁協から加工業者への流通経路（2007年）

			A社	B社	C社
		生産数量（トン）	買　取　数　量（トン）		
後潟漁協		21.0			17.0
青森市漁協	奥内	30.0		30.0	
	油川	38.8		38.8	
	青森・造道	8.1	3.3	4.8	
	原別	15.5		15.5	
	野内	39.7	17.0		
	久栗坂	35.4	5.4		26.5
計		188.5	25.7	89.1	43.5

出典：青森市内漁協聞き取り

図８は加工業者の漁協からのナマコ買取後の流通経路を示している。加工業者は原料を購入後、乾燥へ加工し香港や台湾へ出荷する場合もあれば、国内の生鮮へ出荷する場合もあり、各業者によって様々である。

第８図　流通経路



出典：青森市内漁協聞き取り

②ナマコ資源管理

産地では急激な漁獲量の増加から、すでにナマコ資源の減少・小型化が見られるようになっている。そのため各産地では保護区の設定や天然採苗の施設の導入などに積極的に取り組んでいる。ナマコ資源枯渇の対策として、蓬田村は2008年（平成20年）３月で漁を打ち切り、大型の物が取らないようにしている。青森市でもナマコの小型化がみられるため、2007年（平成19年）は漁獲量を少なくするなど、各産地が独自に取り組んでいる。また、安定的供給の確保のため人口種苗の生産や放流なども行われている。

このように各地では積極的に資源管理などの取り組みを行ってはいるが、陸奥湾全体での資源管理に対する統一的な取り組みもまだ行われていない。

③ナマコ漁業、加工の問題点

陸奥湾では価格の高騰により、産地において様々な問題が生まれてきた。各産地では、近年のナマコの価格高騰を受け、資源管理を行い今後のナマコ資源を守る一方、価格高騰が続いているこの時期に利益を最優先し獲れるだけとってしまえというような意見も生まれ、漁協内でも意志統一がとれない状況も生まれている。

また、漁協が潜水会社に依頼し漁獲を任せることは、漁業者のナマコへの距離感を作ってしまい、ナマコへ関する情報や関心などが弱ってしまう傾向にあると言われている。そのため漁業者は取引・流通において重要な情報を得ることができないでいる。それらを反映して、産地のナマコ資源管理への意識の低さもあげられている。

さらに、中国産の養殖ナマコが青森産ナマコとよく似ていることから、青森県産ナマコの需要の減少が見受けられる。また、中国の養殖ナマコの生産状況によって青森県産ナマコは求められるサイズ、価格などが大きく左

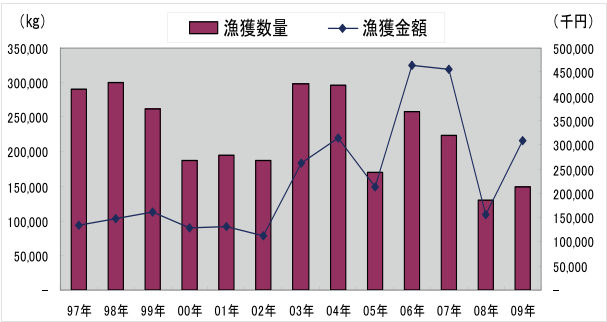
右される。しかもその傾向が一定でないため、産地側の戸惑いも大きい。

こうした状況の中、陸奥湾のナマコ主要産地は漁獲動向や資源管理についてどのような対応をとってきているのかを次に見てゆくことにする。

(2) 横浜町

図９は横浜町のナマコ漁獲量･金額動向を示している。横浜町の漁獲量は安定的に推移しているが、単価の上昇に伴い漁獲金額は10年前の3.5倍にまで上昇している。本町は、価格上昇にもかかわらず漁獲量が増えていない数少ない産地である。別言すれば、ナマコ資源の管理がきちんと行われている町であるとも言える。横浜町では採取の季節を限定し、主に生鮮を国内で販売している。陸奥湾内では価格が安い方だが、以前は価格が高く地域においてもナマコといえば「横浜ナマコ」であった。しかし、ナマコバブルとともに加工用のナマコの価格が上昇し、相対的に横浜町の価格が下がってきた。

第９図　横浜町漁獲量・金額動向



注）青森県農林水産部　農林水産統計より作成

横浜町で水揚げされたナマコは「横浜ナマコ」と称され、歯ごたえが柔く旨いとしてブランド化されている。しかし、漁獲量の減少を機に、ナマコを守り育てるため、1991年(平成３年)から禁漁区の設定､改良型桁網の導入、禁漁期間の設定など資源管理に取り組んでいる。青年部が行ったナマコ資源回復への各種調査、取り組みによって、1997年（平成９年）以降にはナマコ資源が飛躍的に回復した。こうした積極的な資源管理が身を結び近年では漁獲量が200tから300t前後で推移している。

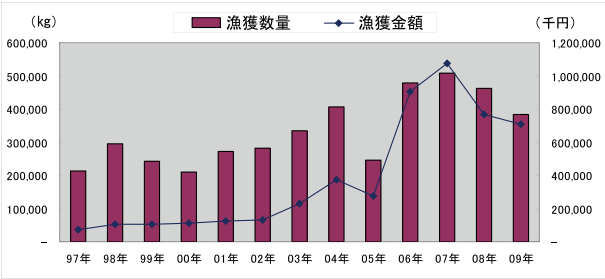
また､その資源を利用した､国内における｢横浜ナマコ｣の需要を増やすため、町や漁協、各種団体の連携により「横浜ナマコを喰らう会」を開催するなど、消費拡大・ＰＲに努めてきた。ナマコ料理の紹介やつかみ取り大会などを通し、地域でのナマコに接する機会を増やすことや、また付加価値の創造としてナマコアイスやナマコそばなど多彩な加工品づくりにも積極的に取り組んでいる。そうした、漁協青年部･女性部による｢横浜ナマコ｣需要創造への取り組みによって､漁協小売リ実績の増加、加えてゆうパック取り扱いの増加など収益の向上につながってきている。

今後も町・漁協ともに資源管理に積極的に取り組み安定的ナマコ生産の維持、漁家経営につなげていきたいと考えている（参考文献10、11)。

(3) 川内町

図10はむつ市（旧川内町）のナマコ漁獲量、金額を示したものである。1997年（平成９年）と比べ2005年（平成17年）は漁獲金額が3.7倍に増加している。1998年（平成10年）ごろから漁獲量も増え県内一となったもののその影響か特大のナマコが見られなくなり、稚ナマコの数も減少するなど獲りすぎの兆候も現れ始めた｡そのため、町、漁協は1999年（平成11年）にナマコ資源有効利用推進協議会を設け､資源管理や増殖に取り組み始めてきた。このように本町では資源管理を計画的に行ってきたため､漁獲量が安定的に推移しているところに特徴がある。

第10図　旧川内町漁獲量・金額動向



注）青森県農林水産部　農林水産統計より作成

表４には、組合からの受託販売ならびに漁協自営事業によるナマコ漁獲数量と金額を示した。組合員からの受託販売を行う数量は2001年（平成13年）より大幅に増加しておりその後変動はあるものの拡大基調となっている。それに対し漁協独自の漁獲数量は組合員の受託販売数量に合わせて調節して乱獲にならないよう工夫していることがわかる。

第４表　川内町漁協の水揚げ高の推移

	受託販売		自営事業：潜水	
	数量（トン）	金額（千円）	数量（トン）	金額（千円）
1995年	94	29,770		
1996年	61	18,935		
1997年	72	23,055	151	54,448
1998年	49	15,331		
1999年	40	16,248	236	109,606
2000年	47	25,700	188	107,091
2001年	165	70,509	111	59,439
2002年	119	61,126	192	89,329
2003年	182	138,354	153	114,803
2004年	237	242,020	184	167,712
2005年	163	198,297	106	117,399

出典：川内町漁協総会資料

①漁獲金額

ナマコの水揚げ高は組合員一人あたり300万円ほどである。漁は加工の状態を見ながら、ナマコ専用の桁を使用し採取量している。サイズなど資源管理についても厳しく規制を行い、組合員が均等に採取できるようにしている。2007年（平成19年）時点ではナマコは価格高騰を受け漁協の全水揚げの55％を占め、ホタテより多くなっている。

②資源管理の取り組み

本町では桁曳効率調査を行ったことがあった。その結果桁網はナマコを獲るには非常に効率の良い道具であるが、逆に獲り過ぎる危険性があることがわかり、資源管理の必要性を実感したという。そのため、漁協は、禁漁区の設定、体長制限、母ナマコ放流や小さいナマコの再放流などの資源管理対策を講じてきた。沖だし500m以内を禁漁と定め、全長制限を12cmとした。2001年（平成13年）からは増殖にも取り組んでいる。その結果、2003年（平成15年）の生産額はホタテと同率の4割にまで上昇し、水揚げ量は335tで県全体の４分の１を占め、県内トップとなった。

このように町、漁協一体となってナマコの水揚数量の増加自体は歓迎されることではあるが、反面ナマコの資源状況が悪化し、将来水揚げ数量が激減する危険性もはらんでいることから、適切な漁獲管理、生産調整により永続的かつ安定的な漁業生産を目指してきた。しかし、現時点で漁獲量を制限することは、将来的に資源が増大し増収が期待できるとしても、近年の漁協の経営状況を考えると大変厳しい選択と思われた。このため、漁業収入に起こりうるダメージを最小限に抑え、無理のない漁獲管理を進める方法として、販売ナマコの単価アップに取り組み始めたのであった。生鮮ナマコの販売方法改善による単価アップのため、購入業者の増加、選別販売、年間の水揚げ数量を200tに漁獲制限するなどの取り組みを行っている。また漁協自身乾燥ナマコの製造技術取得をすることによって加工に力を入れ、単価アップに取り組んできた（参考文献12）。

③加工

漁協でナマコ加工をはじめたのは1994年（平成６年）にプレハブ１棟からのスタートであった。当時はナマコの価格が現在の10分の１ほどであった。2004年（平成16年）に現在の施設になり、現施設では最大160tまで加工が可能なため、加工優先で買い付けをしている。加工施設では18名の従業員がおり、ナマコ禁漁期間は休みとしている。加工は乾燥ナマコの一種類のみだが、中国側から加工についてボイルの仕方、鮮度についての要望がある。乾燥ナマコは戻した状態で値段が決まるため、鮮度が重要である。そのため、漁であがったナマコはすぐ加工場へまわすように努めているという。

ナマコの取り扱い量は年間250tから300tほどである。水揚げしたナマコは加工分だけ漁協が買い上げる。年300t中140tほどを加工として漁協が買い上げている。この場合の価格は相場に合わせている。漁協の買い上げ以外の残りの生鮮ナマコは加工業者へ卸している。

④流通

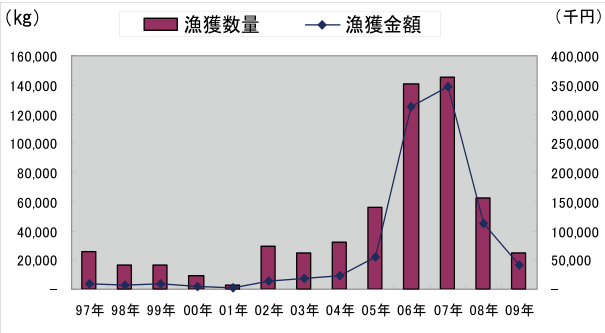
商品は品質を基準にまずＡ、Ｂに２分別する。そこからさらに、各々サイズ別に12種類に選別している。このような細かい選別は神戸の仲買からの要求であり、以前は６種ほどであったそうだ。

取引においては、青森県では１社とのみ取引しているため、加工したナマコはほとんど中国へ輸出している。中国においても同様に１社とのみの取引だが、特に中国における取引では代金決算、品質要求などにおいて信頼関係が大切である。出荷においては、香港に本社がある神戸の中卸の業者が間に入り、出来上がった数量の報告を行い、代金振込みの確認が出来しだい商品を発送するという手順をとっている。

（4）蓬田村

図11は蓬田村におけるナマコ漁獲量と金額を示した。蓬田村におけるナマコ生産は10年前とくらべ数量は5.5倍となっている。さらに金額は38倍にまで急上昇している。特に2005年（平成17年）から翌年にかけて数量・金額ともに急増し、陸奥湾内では一番価格が高くなっている。

第11図　蓬田村漁獲量・金額動向



注）青森県農林水産部　農林水産統計より作成

そのためもあり、蓬田村においても、漁獲数量の急激な変化により乱獲が危惧されている。漁協では、ナマコ資源保全のため、保護区の設定などの資源管理を2006年（平成18年）より始めている。しかし、漁師のなかには資源管理をしていこうという考えの人と、いずれ価格が下がるのだから今のうちに獲れるまでとってしまえという両極端の意見があり、その調整に漁協は苦慮しているのが実態である。

①漁獲数量

本村の近海は、海が深いため組合員による漁は難しく専門のダイバーが必要となっている。そのため、漁協は権利を持っているのみで、採取は潜水会社に任せている。潜水夫は30人で出来高制をとっている。潜水会社が潜水夫を雇っているため、漁協組合員は特に作業をせずとも収入が入ってくることになる。販売額の分配は、潜水会社に40％、漁協60％としている。その上で漁協はナマコで得た収益を組合員に平等に分配している。

②資源管理

前述したように本村では保護区の設定をしている。深さ7m50cmまでは保護区として漁を行っておらず、かなり沖の方の採取区域を４区画に分け、季節ごとに採取している。

資源管理の一貫として15cm以下の小さいものは取らないように指導しているという。しかし大きいものには制限がないため、蓬田村産のナマコは陸奥湾内でも比較的大きいナマコが多いと言われている。

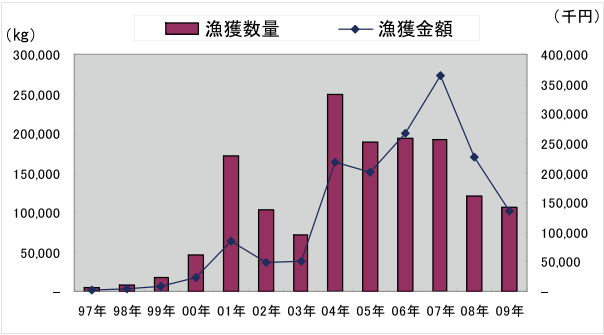
③流通

漁港では、ナマコの入札を１ヶ月ずつ行っている。2007年（平成19年）の金額は横ばいで推移しており、2006年（平成18年）と比べてと400円ほど下がった。加工業者は見せられたサンプルを元に、重量で入札する。漁協のホタテを扱っている会社が、ナマコの入札が可能であり、2007年（平成19年）では４社と取引している。それまでは相対取引で価格を設定していたこともあり陸奥湾内でも低価格で推移してきた。そこで漁協では単価の上昇を目的に入札で値決めと取引会社を決めることにした。入札は2007年（平成19年）に導入され、水揚げ量が44tと前年より少なかったにもかかわらず、金額は１億円も上昇した。また蓬田村のナマコのおよそ半分は、入札した県内の加工業者を経由して北海道の加工業者へ行っているのも特徴的なことである。

（5）青森市

図12には青森市のナマコ漁獲量・金額を示した。図からわかるように2007年（平成19年）は10年前に比べ数量は38倍、金額においては36倍にまで増加している。表５でみると、キロ単価も1997年（平成9年）の285円にくらべ、2007年（平成19年）は1,996円と７倍になっている。しかし2007年（平成19年）から減少に転じている。

第12図　青森市漁獲量・金額動向



注）青森県農林水産部　農林水産統計より作成

青森市では、現在漁獲量を安定させるため増殖に取り組んでいる。1994年（平成６年）から放流を行い、翌年の1995年（平成７年）からは大規模放流を開始した。それが実を結び、現在では200t前後の漁獲量を維持している。さらに、青森ナマコブランド化協議会を設立し、ナマコの特性を活かした付加価値の高い商品の開発・販売による地域活性化への取り組みを行うなど、資源管理とブランド化の両立に力を注いできている（参考文献13）。

第５表　青森管内の漁獲量、キロ単価、放流数の推移

年	数量（kg）	金額（千円）	単価（円）	放流数（千個）
1994年	5,194	2,204	424	24
1995年	5,704	1,846	324	220
1996年	4,978	1,445	290	160
1997年	8,271	2,355	285	202
1998年	8,739	3,312	379	200
1999年	17,306	9,512	550	250
2000年	44,521	22,967	516	200
2001年	167,555	82,611	493	210
2002年	112,567	52,888	470	200
2003年	75,282	54,586	725	180
2004年	265,105	240,521	907	185
2005年	188,634	212,002	1,124	150
2006年	193,325	280,734	1,452	175
2007年	191,778	382,566	1,995	105
2008年	119,939	237,244	1,978	77
2009年	112,837	155,254	1,376	66

青森市水産業課『青森市管内のナマコ生産実績』より

①協議会

1）取り組み

2007年（平成19年）度から企業間で協力し、ナマコの加工商品開発を幅広くやっていくためにナマコブランド化協議会を設けた。塩蔵ナマコの増加により、日本産ブランドの価値が低下している中で、もう一度日本産ブランドの確立を図るためにも、新しい付加価値の創造が必要と考えたためである。

また、日本の乾燥技術を活かし、技術的差を考えていくべきである。今までは、日本産の名称は出ることはなく、中国産として売られてきたが、陸奥湾産・青森県産ナマコとして売り出したいという考え方である。

販売促進事業では加工品の試験販売や生ナマコの流通促進、イベント等を通じ消費者にナマコをアピールし地域での消費拡大を図るとしている。日本国内の消費者にはナマコの効能などはあまり浸透しておらず、今後の販売戦略しだいでは加工品の需要が見込めるとみている。

2）加工品

以上のように加工品作りを目指す理由は、より多くの

消費者をターゲットとした、国内における需要の創出・拡大があげられる。実際、沖縄ではナマコ石鹸などが作られている。その為、陸奥湾産のナマコの特徴を活かした加工品作りに取り組もうというわけである。

そのため、中国でナマコの成分を謳っているように、日本においてもナマコの成分、機能を全面に押し出した食品、料理はもちろんのこと、それ以外の加工品作りなどを進めている。

ナマコ加工品作りでは、産地と加工業者の情報交流が大切であるとし、加工側から生産者側へどのようなナマコが欲しいのかなどの情報を交換することにより、高品質な加工品作りを目指している。また、今後加工品の出来しだいでは中国への進出も考えている。

(6) 陸奥湾ナマコへの中国での評価

中国における養殖ナマコの影響で陸奥湾ナマコの需要が減少する中、中国のナマコ加工会社の中には陸奥湾産ナマコを使い加工品を作りたいというところも生まれている。しかし、中国の業者がナマコを欲しい産地として1位北海道、2位青森、3位岩手であったが、最近青森と岩手が逆転しつつあるとの意見も見受けられる。

これまで、青森県産乾燥ナマコは乾燥技術が優れているとされてきた。だが、中国の養殖ナマコと青森県産のナマコの形態が似ているため、中国のナマコに価格面で押されてきている。他方、塩蔵ナマコはいかに良いものを出しても陸奥湾という名前は出ず、取引の継続の面では脆弱であるなどの問題点があげられている。

また、中国では天然ものが重視されているが、実際天然ものは少なく、天然と偽装されているものも多いと言われている。現在、中国では養殖ナマコ6：天然ナマコ4ほどの割合で流通しているようだ。その為、青森県産ナマコは今後天然であることをアピールしてゆきたいとしている。

さらに、現在はこれまでのようなさしあたり量があれば良いというのではなく、品質重視へ変化してきている。ナマコ製品の性質を輸入業者・問屋・加工・メーカーなどが細かくチェックするようになったため、クレームなど問題が増えていることも中国国内の品質重視に拍車をかけているようだ。

ナマコの価格高騰は陸奥湾のナマコ産地へ大きな変化をもたらした。価格の高騰とともに、産地では水揚げ高が上昇し、経済面での恩恵をもたらした。しかし、一方で資源の枯渇が表面化してきた。そのため、各産地は独自に資源調査や管理に取り組み始めた。しかし、陸奥湾では大部分が乾燥ナマコから塩蔵ナマコへとシフトしてきたことによる、ナマコの品質問題などが生まれた。中国国内においても安全面における不安等から、天然であることや品質が重視されている。そのため、天然であり、乾燥技術も確立している陸奥湾産ナマコの今後の販売戦略をどのように行っていくのか、安定的供給や品質の確保による国内外における需要の拡大が課題となっている。

また、漁業者にとって、ホタテの不振などによる経営難と合わせて、ナマコ資源と短期利潤のバランスをとりながらの操業には難しい面もある。そのためにも、陸奥湾一体となったナマコ資源管理の取り組みが必要な時期にきている。

3　加工業者の取り組み

ここではナマコの輸出拡大が加工業者へどのような影響、変化を与えているのかを検証してゆくことにしたい。

(1) 加工をめぐる状況

ナマコ需要増加が陸奥湾地域のみならず北海道、瀬戸内も含め加工業者にもたらした最も大きな変化は、乾燥ナマコから塩蔵ナマコへのシフトである。そこで、本節では主に塩蔵ナマコ生産へ加工がシフトした要因について考察していく。

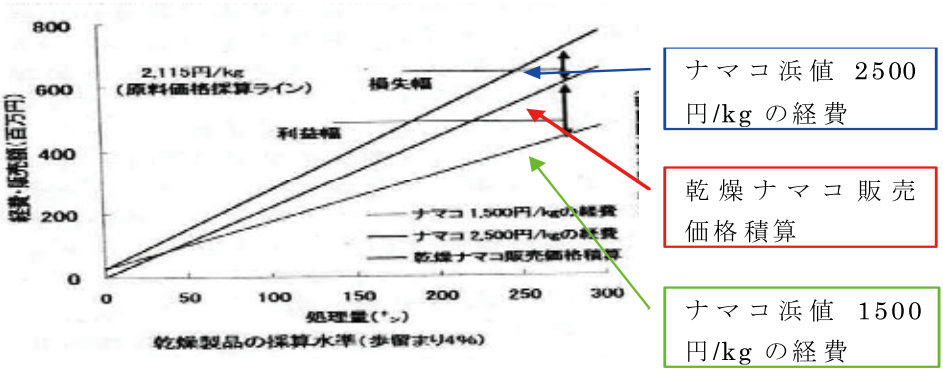
①乾燥から塩蔵へのシフトの要因

我が国では2003年（平成15年）頃からナマコの塩蔵加工がはじまり、浜値の上昇とともに乾燥ナマコ生産に取って代わった。塩蔵ナマコはもともと瀬戸内(山口県)などで取り引きされており、青森県でも5年ほど前から始められたが、ここ数年で急増し、現在では、陸奥湾産ナマコの約8割が塩蔵に加工されていると推定されている。また、北海道でも塩蔵ナマコの割合も急速に拡大し7割に達していると言われている。なぜ陸奥湾のナマコがここ数年で急激に塩蔵へシフトすることになったのか。結論的に言えば陸奥湾の加工業者が乾燥ナマコから塩蔵ナマコへシフトしてきた要因は、①中国側の要望②経済的メリット③技術的面の3点があげられる。

1) 中国側の要望

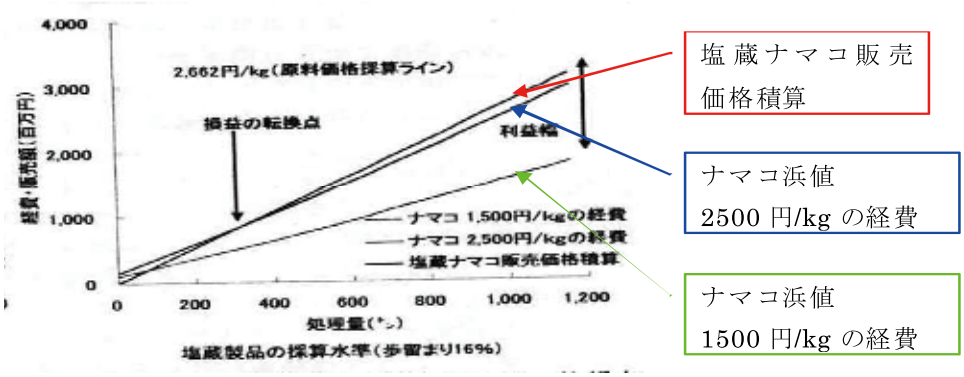
渋谷の報告（参考文献2）に示したように、大連のナマコ加工会社の塩蔵ナマコの販売価格は1kg当たり2,800元、日本円にして42,000円である。一方、陸奥湾の水産加工業者の出荷する塩蔵ナマコの価格は17,000円から18,000円であり、中国産の半値以下の水準である。この国内産塩蔵ナマコの低価格が塩蔵ナマコ増加の最大要因である。日本産の安いナマコを仕入れ、それを大連などの加工業者が購入し、再加工を行い、大連産の乾燥ナマコとして販売するという流れができている。乾燥ナマコの中国国内の取引価格が高いため、間に入る中国の加工業者やバイヤーの利益が高くなる。それが、中国の加工業者が日本産塩蔵ナマコを購入したい理由である。多くの場合、日本の水産加工会社が塩蔵を始めたきっかけも、中国側からの要望によるものであった。

第13図　乾燥ナマコの採算ライン



出典:廣田将仁「沿岸地域商材における輸出拡大の現状」(参考文献3)

第14図　塩蔵ナマコの採算ライン



出典:廣田将仁「沿岸地域商材における輸出拡大の現状」(参考文献3)

2) 経済的メリット

他方日本の加工業者のメリットをみると、塩蔵ナマコは数日で製品化できるため、資金繰りが容易であり、そのためもありナマコを大量に扱うことができることにある。同時に、代金決算も早く、浜値の上昇に対応した場合乾燥ナマコに比べ塩蔵ナマコの方が収益が高いメリットもある。

例えば乾燥ナマコが加工に1ヶ月から1ヶ月半かかるのにくらべ、塩蔵ナマコは1週間で製造できる。乾燥ナマコは歩留まり3％から4％ほどだが、塩蔵ナマコは需要によって歩留まりは様々であり、10%から数十%であると言われている。これは、塩蔵ナマコは加工の工程において歩留まりを操作することができるためである。それゆえ、近年の価格高騰により、乾燥ナマコは採算が合わなくなっているが、塩蔵ナマコは歩留まりをあげることで採算を合わせているようだ。

3) 技術的面

日本産のナマコ乾燥技術は中国国内ではすばらしいと評価されているが、それは新規参入による乾燥ナマコ加工が難しいということでもある。また乾燥加工方法の修得のみならず設備投資なども必要である。しかし、塩蔵ナマコの場合は、短期・単純工程であり、特別な技術や設備投資などを必要としない。そのため、加工業者はホタテの加工へ上乗せする形でナマコの塩蔵加工を行っている。つまり、加工業者にとっても塩蔵ナマコは参入しやすい分野なのである。

塩蔵ナマコ加工の担い手は主にホタテ業者や他の水産加工業者である。これは、ホタテや他の水産物の経営状況がよくないことに加え、価格高騰におけるナマコの需要の増加などを背景に、これまで乾燥ナマコをやっていなかった加工業者の参入が増加したためである。

したがって、塩蔵ナマコの輸出の伸びは、乾燥ナマコから塩蔵ナマコの加工へ移ったためではなく、増加の多くは新規参入者によるものである。従来の乾燥ナマコ加工業者は現在も乾燥ナマコ加工を継続している業者もいるが、採算が合わなくなり乾燥ナマコを止めてしまう業者も生まれている。

例えば、ここ10年間のナマコ価格高騰とともに乾燥には4社の加工業者が参入した。しかし、2007年(平成19年)までに乾燥加工においては2社が休止、塩蔵ナマコ加工へはホタテの加工業者10社が参入しているのである。

このように、陸奥湾では中国側の要望、日本の加工業者の経済的・技術的面から乾燥ナマコから塩蔵ナマコへ

のシフトが図られてきた。そこで、次に加工の採算面から乾燥ナマコと塩蔵ナマコの違いについて見てゆくことにする。

②ナマコの採算

図13、14は廣田が示した日本のナマコ加工業者の経費と販売金額における損益分岐点である。図13の乾燥ナマコの場合、浜値が1,500円の場合経費があまりかからず、販売価格が高いため、利益が大きく採算が取れる。しかし、浜値が高すぎると、経費がかかりすぎ、乾燥ナマコの取引価格を超えてしまうため、採算が取れない。

乾燥ナマコの場合は浜値が2,115円/kgを超えると採算が取れなくなってしまうことを示している。

図14の塩蔵ナマコの場合も、浜値が安いと利益が大きい。もちろん､浜値の高騰によって利益幅は減少するが、回転が短期のため大量に扱えること、歩留まりを操作できることなどから浜値が高くても、なんとか採算が取れる状況である。そのため、乾燥ナマコより500円ほど高い2,662円が塩蔵の採算ラインとなっている。このようにナマコの浜値の高騰により、加工業者の経費と取引価格の関係を反映して、加工業者の乾燥ナマコから塩蔵ナマコへのシフトが進んできたのであった。

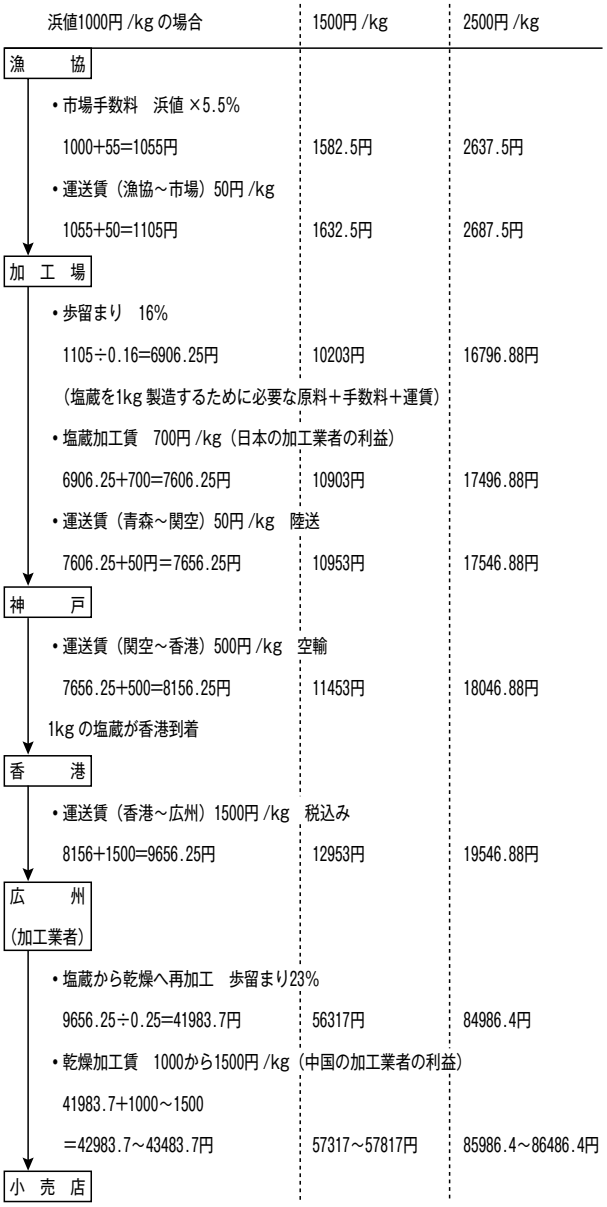
図15は塩蔵ナマコの流通・加工の各段階での経費を浜値の水準毎に試算したものである。ここでは、陸奥湾で水揚げされたナマコが日本の加工業者によって塩蔵ナマコへ加工され、更に広州の加工業者へよって乾燥へ再加工されるケースを例に試算している。

浜値を1kg当たり1,000円、1,500円、2,500円の３パターンに仮定し、比較することによって浜値の高騰が加工業者に与える影響について考察してゆく。1,000円とは、1990年代後半の浜値価格であり、2,500円はバブルとともに上昇し一時3,000円にまで高騰した高浜値のケースを想定したものである。

漁協で水揚げされたナマコは浜値の5.5%の市場手数料とキロ当たり50円の運送賃によって、加工業者へ出荷される。ここで塩蔵の歩留まりを16%と仮定した場合、加工業者は6,906円（塩蔵を1kg製造するために必要な原料＋手数料＋運賃）かかる。これに加工業者の利益となる700円の加工賃と運送賃が加えられ、神戸へ運ばれる。神戸へ到着した時点で7,656円となり、神戸から香港までは空輸の場合1kg当り500円かかると想定すると香港到着時で8,156円となる。さらに香港から広州までは手続きやその他税などを考慮し、1,500円と仮定した場合、9,656円となる。

ここで、広州の加工業者によって乾燥ナマコへ再加工された場合、乾燥の歩留まりを23%と仮定する。すると乾燥ナマコ1kgを製造するのに必要な塩蔵ナマコの経費は41,983円となる。更にこれに広州の加工業者の利益である加工賃を加えると42,983円となる。これが浜値が1,000円/kgの場合の乾燥ナマコ1kgの製造原価となる。

第15図　塩蔵ナマコの流通費・加工費の試算（青森県陸奥湾産ナマコの場合）



注）日本・中国ナマコ加工業者からの聞き取りにより筆者作成

ここからさらに小売など販売店までの運送賃や小売店の利益を足すと販売価格はさらに増加する。

以下、浜値1,500円、2,500円の場合も同様の計算結果を示した。浜値が1,500円の場合、57,317円が塩蔵から乾燥ナマコ1kg製造にあたっての製造原価である。浜値が1,000円の場合と2,500円場合を比べると製造原価で２倍もの差がでてくる。2,500円の浜値の場合は85,986円が製造原価となる。正規の乾燥ナマコ75,000円/kgと比べ、あまりにも高すぎるため販売が困難となる。よって、浜値が高すぎる場合、日本の加工業者は塩蔵ナマコをつくっても、高価格では取引できず、経費の回収が困難となり、結果として赤字を出すことになる。そのため、歩

留まりを更に上げることで対応しているのである。

これまでは、これらの乾燥ナマコは例えば大連産乾燥ナマコとして販売されてきた。そのため、実際の大連産乾燥ナマコより仕入原価を低く抑えることができ、差額で中国のバイヤー・加工業者が儲かる仕組みとなっている。この中間業者の利益が、近年中国側が塩蔵ナマコを求める理由である。さらに、日本の加工業者も塩蔵ナマコの加工賃で利益を得ることができる。また、今回示した図は塩蔵ナマコの正規ルートを仮定したものであり、塩蔵ナマコはかなりの部分が不正規流通と言われており、実際の物流コスト（運賃や関税）などが抑えられることにより、中国国内の卸・加工業者の利益は倍増するものと推測できる。

しかし、こうした構造は大きな転機を向かえている。それは中国での需要減、それに伴う価格低下である。中国での価格低下は加工業者の利益減と浜値の押し下げへとつながっている。この価格低下圧力が強くなれば、加工業者は苦境に陥ってゆくことになる。

③塩蔵ナマコの問題点

ナマコブームは1990年代後半に香港を中心とした乾燥ナマコによって始まったがここ数年は塩蔵ナマコが圧倒的割合となっている。陸奥湾において塩蔵ナマコは、中国側の要望、加工業者の経済的・技術的要因などにより急激に増加してきた。しかし、塩蔵ナマコには乾燥ナマコとは異なる、さまざまな問題点があげられる。

塩蔵ナマコは歩留まりが高いため、船便で直接、中国の渤海岸沿岸へ運ばれる例が多いと言われている。乾燥ナマコとは違い不正規流通も多いため、市場における情報などの把握が難しく、脆弱な取引体制があげられる。塩蔵ナマコの場合は中国における輸入規制が今後強化された場合、有害物質や品質の問題とも関わり、取引が困難になることも予想される。

また、ナマコの浜値の上昇は、乾燥ナマコよりも塩蔵ナマコの動きに引っ張られている。塩蔵ナマコは主原料原価を2,500円に押し上げ、2,000円を採算ラインとする乾燥ナマコから市場を奪う形となったのである。塩蔵製品は高騰した乾燥製品（75,000円/kg超）に対する低価格新商材（17,000円/kg超）である。しかも、中国からの要求が強いことや短期利潤を目的とした乱獲などが危惧される。

更に、加工面では塩蔵ナマコは十数％の歩留まりでは儲からないため、30％から40％までにもあげないと儲けが出しづらい実態もあり、品質悪化、それに伴う支払いなどのトラブルが多発している。トラブルは主に代金回収に関するものが多く、輸出後にクレームが入り、現金化できない例も報告されている。

前述した通り、塩蔵ナマコ加工は新たな加工業者が参入しやすい。しかし他方で、離散しやすい不安定市場でもある。塩蔵ナマコは今後長期的視点で見た場合、ナマコのプラスには結びつかない面も生まれている。特に塩蔵ナマコでは、乾燥ナマコとは異なり青森産であるというブランドに結びつかないことが今後問題となろう。

廣田の報告によれば最近のナマコの高値、塩蔵ナマコの増加によって、以前にナマコが400円から500円で売買されていた生鮮用途の需要とこれを形成してきた地元流通業者が取引に入りこめない状況となった。また、乾燥ナマコとは違い、漁協自身が塩蔵加工をしようとするところはない。塩蔵ナマコはホタテと平行して行う加工業者が多く、本業としては育たないという状況である。また、産地や加工業者における情報の共有もないため、経営として成り立つことが難しい状況も指摘されている（参考文献３）。

そうした中で現在の局面は、これまでとは様相を異にして中国での養殖ナマコの増加や不況による中国の浜値低下に伴い、中国国内での日本産ナマコへの需要が減少している。以前は中国の浜値が高かったため、中国産に比べ価格が低く品質の良い日本産ナマコが好まれていたが、中国における価格低下の影響で日本からの輸入を手控える傾向も生まれている。そのため、日本産ナマコが余っている状況にある。日本の加工業者は大量の在庫を抱えることや煩雑な手続きを嫌い、赤字でも在庫を減らすために売ってしまうなど､厳しい局面が生まれている。加工業者は陸奥湾産ナマコが、天然であるということ、また肉厚であるなどの高品質を武器になんとか市場を開拓したいと考えているが上手く進んでいないようだ。

ナマコバブルの生起からバブルがはじけようとしている現状へと大きく変動しているナマコの流通状況を踏まえながら、次節ではナマコ加工業者への聞き取りを元に (1) 乾燥加工を辞めた事例 (2) 塩蔵ナマコをはじめた事例 (3) 現在も乾燥を継続している事例の３つから、加工業者の現状を整理・分析することにしたい。

(2) 青森県の事例

①乾燥ナマコを止めた事例（2007年12月の聞き取り）

ここでは、以前は乾燥ナマコを製造していたが、浜値の急上昇により、乾燥ナマコの採算ラインを超えてしまったため、現在では乾燥ナマコ製造を休止している事例についてみてゆく。ここの社長は、乾燥ナマコの加工では2,300円を超えたら採算が取れないため、現在の浜値では経営が困難と言う。

1) 事業概要

当社の従業員は現在40名ほどである。1990年代前は、ナマコの相場が750円であった。その当時のナマコ加工業者は当社と、同じ市内のナマコ１社の２社のみであった。ナマコ加工を個人でやっていたのが、陸奥湾の初めであった。その人から、加工の仕方を聞き、当社でもナマコをやりはじめた。当時の会長が浜を回り、市場の750円より高価格である1,000円で当社がすべて買い取る

という約束をして集めたという。乾燥技術が確立するにつれ乾燥ナマコの製法を陸奥湾内の卸や漁協に教えて歩いた。乾燥技術を覚えた人々は自分達で販売を始めるようになった。特に、2000年（平成12年）に入ってから加工業者が陸奥湾全域に増えてきたと言う。

2) 販売状況

現在はナマコ取引はしていない。しかし、ナマコ市場が落ち着いたら乾燥ナマコをまた始めたいと考えている。

3) 取引に対する評価

当社では主に乾燥ナマコの製造・販売をおこなっていた。乾燥ナマコの加工においては、内臓を取るための切り口が引っ込んできてしまうが、当社では切ったところを外見からはわからなくし、かつナマコをふっくらさせる独自の技術を保持しているのが強みだったそうである。乾燥ナマコ製造にあたって、以前は黒色のもが好まれていたため、昔はヨモギを使用し、最近では酢酸と鉄によりナマコを黒くしていた。

出荷の際、ナマコは長さ･重さで分別している。まず、1級品と2級品へ分別し、その後さらにサイズをＬＬ、Ｌ、Ｍ、Ｓと分けている。注文の際、サイズ別では在庫が余ってしまうため、一括縦割りで注文を受けている。サイズの細かい分別は、卸からの要望である。中、小サイズのほうが高く売れ、3Ｓが一番高い。サイズが大きくなるにつれて値段が下がり、小と大では倍近く値段が違う。これは、中国で昔の主流だった官々接待がなくなり、一般の人が食べるようになったため、昔のように大きいナマコより小さいナマコが好まれるためと思っているそうだ。更に乾燥ナマコが一本ずつ売られるようになったことも影響していると言う。当社の乾燥ナマコは歩留まり4％ないほどで、2年程前2005年（平成17年）頃の取引価格は、3Ｓは1キロ10万、Ｍは7から8万、3Ｌは5.5万で販売していた。

北海道と青森におけるナマコのイボの数や配列などの形状の違いは、水温の違いではないかと考えている。加工の仕方、技術はほぼ一緒である。しかし、中国においては北海道というブランドが好まれている。

乾燥ナマコにおいては長期間にわたり保存が可能というメリットがある半面、製造に一ヶ月から一ヶ月半という長い時間を要し、簡単に製造可能な塩蔵ナマコとは違い乾燥技術の確立が必要である。さらに調理のため、戻す期間が1週間ほどかかる。一方、塩蔵ナマコの場合2、3日で製品化が可能であり、戻し方も簡単であることなどから、中国で重宝されている。

中国のバイヤーたちは、塩蔵ナマコに加工して欲しいと言ってくる。塩蔵ナマコは､主にナマコバブルに乗り、新規参入してきた人たちがやっている。中国、韓国の新しくナマコを扱う人たちが塩蔵ナマコに参入してきた。バイヤーは原料も加工賃も出すため、加工してくれと言ってくるが、結局のところ、代金を払わないため信用できないと考えている。しかし、ここ2、3年で塩蔵ナマコが急激に増加し、現在陸奥湾の8割は塩蔵ナマコに加工されている。

ロシアでも、10年ほど前からナマコに注目していた。しかし、主に船の上で加工するので、狭く十分な場所を確保できず曲がったナマコになってしまうようだ。

4) 問題点

加工業者としても資源に関する危機感をもっている。加工場に入ってくるナマコを見ると、小さいナマコも取られている。つまり大きいナマコを取り尽くしているのではないかと考えている。

漁の仕方について、網を底に敷いて乱獲するよりも、潜水での採取の方が望ましいと考えている。潜水士は小さいものよりも大きい物を採りたいためである。また、密漁の罰金が安すぎるので、もっと高くすべきである。さらに、禁漁期間の厳守など、乱獲の予防が必要である。今後さらに資源の問題が重要視されると、資源管理に対する危機感を表明している。

青森県と北海道では、漁協の体質が全く違う。北海道は漁連が協力的だが、青森県は漁連がなかなか協力してくれない。すべて自分たちで何とかしなければいけないため、何か問題が発生した際、加工業者は早期に撤退してしまう。

5) 今後の見通し

当社が乾燥ナマコから手を引く理由は、浜値が高すぎるためである。市場の相場は最高で3,150円であった。浜値の価格高騰により、資金繰りに困ってしまう。資金回収が大変であり、更に乾燥ナマコの相場が下がると赤字になってしまう危険も増大すると予想している。

塩蔵ナマコの場合、銀行から借りたとしても、金利もかからないためすぐに返済が可能である。しかし、塩蔵ナマコは本当のナマコの加工ではないと考えている。そのため、ナマコからは手を引き、最近はナマコより利益のあがるアワビの加工を行っている。加工技術はあるため、浜値が下がりほかの業者が撤退してから、ナマコをゆっくりやると言っている。

②塩蔵ナマコをはじめた事例（2007年10月聞き取り）

ここでは、ナマコ需要、浜値の高騰を背景に新たに塩蔵ナマコの加工を始めた業者の例を見てゆくことにする。

これまで紹介してきたように陸奥湾の加工業者が塩蔵ナマコを新たに始めた理由は1）資金繰りが容易である、2）代金決済が早い、3）加工に特別な技術が必要ない、4）大量に扱えるなどの利点による。さらに、乾燥ナマコより採算ラインが高く、また採算ラインを超え

ても塩を入れ歩留まりを上げ採算ベースに乗せているようだ。これらは当社にもほとんど当てはまる。

しかし、塩を入れることで品質の悪化が指摘されている。そのため、以前までのとにかく量を求めるのではなく、品質が重要とされてきている。加工業者も品質悪化をまねくことで、更なる陸奥湾産ナマコの需要の減少につながることは避けたいと考えている。また、青森県産のものである競争力の低下、大半が不正規流通であるため輸出方法の不安定性・代金トラブルなどの課題をあげている。

1) 事業概要

当社では他の水産物の流通が不振であるため、5年前から塩蔵ナマコを開始し、現在も製造・販売している。

2) 販売状況

2007年（平成19年）は11億円ほど塩蔵ナマコを販売している。2007年（平成19年）10月から5月まで1kg当たり17,000円から18,000円で中国に販売している。

3) 取引に対する評価

陸奥湾ではこれまで他の水産物を扱っていた人が塩蔵ナマコに手を出してきている。当社もそのうちの1社である。塩蔵ナマコは中国へ行き、そこで乾燥など様々工夫されている。主に塩蔵ナマコから乾燥ナマコへ再加工し大連産乾燥ナマコとして販売している。塩蔵ナマコを中国人バイヤーが欲しがるのは、塩蔵ナマコで仕入れ中国で乾燥に仕上げた方が、バイヤー側の利益が大きいためである。

しかし、再加工されるため、日本産ナマコと名前が出ることはない。塩蔵ナマコの輸出としては香港に入れるルートと、不正規流通として青森から大連、煙台、青島へ直接行き、そこで再加工されるルートがある。正規ルートでの中国への輸出には関税が30から40％かかると言われ、しかも船便での輸送には時間やコストがかかるため、避けたい気持ちが強いようだ。

塩蔵ナマコは歩留まりが14から18％ほどである。また、塩蔵はボイル時間を短くすることなどにより、歩留まりを調節することが可能である。しかも、浜値は2,300円から2,500円がぎりぎりのラインであり、2,500円以上では採算合わない。そのため、塩蔵ナマコの加工業者も赤字になりつつある。よって、浜値が高いとごまかしして出すこともある。結果、トラブルによる取引停止の例も多くなってくるのである。

4) 今後の見通し

現在の不安な点として、中国産の養殖ナマコと青森県産ナマコの外見が似ているということである。だが、中国の養殖ナマコは大きく育たないうえに実が薄い。これは、陸奥湾産ナマコの大型で身の厚いナマコの特徴との違いである。しかし、現在は中国国内では大型のナマコは好まれていないため、需要の減少が加速している。他方、カナダの乾燥ナマコがキロ3,500円と格安で入ってくるため、関西ナマコは競合して負ける状況も生まれている。

中国内陸部では乾燥ナマコは食べ方がわからないため、当社では中国の業者と共同し、真空パックにたれつきなど商品開発を予定している。内陸部では沿岸部と同じ乾燥ナマコへは需要が少なくないと言う。

③現在も乾燥を継続している事例（2008年11月の聞き取り）

ここでは、乾燥ナマコの加工においては赤字であるが、今後も乾燥の製造を継続したいと考えている会社の例を示したい。当社では乾燥ナマコの販売は厳しいが売り方を工夫して乾燥ナマコに取り組んでいると言う。例えば、陸奥湾産の原料で乾燥ナマコを製造するのでは採算が合わないため、秋田や新潟など価格の安い、様々な産地から原料を仕入れていると言っている。また、採算を合わせるため、乾燥ナマコのほかに塩蔵ナマコの加工も行っている。

2008年（平成20年）のナマコの仕入れ値はキロ1,800円であった。これは、漁協の方からその金額で買ってくれないとホタテを出さないと言われたため、その金額で仕入れている。ホタテと抱き合わせで入札している現状であり、これは漁協がナマコ価格の低下をできるだけ防ぎたいための策であると見ている。

1) 事業概要

当社では、ナマコを扱って24～25年経過している。しかし乾燥ナマコの加工は8年ほど前から始め、比較的経験が浅い。それ以前はナマコのボイルカットや味付けを東北6県･青森の量販店向けに販売していた。しかし、現在は浜値の高騰により、量販店向けでは経営が困難となった。例えば浜値は20年前には300円から500円だったものが、7年前には800円となり、それが近年の最高値では3,000円まで上昇した。

更に、ナマコの価格高騰により、加工業者は商品を保存するための保険などにもお金がかかり管理が大変であると訴えている。

2) 販売状況

現在は採算を合わせるため、乾燥・塩蔵の両方を併行し製造・販売している。

仕入れ量はここ3、4年で、北海道産も含めて400tから480tほどであり、金額にして8億円に上る。

3) 取引に対する評価

ⅰ) 乾燥

乾燥技術について、はじめは文献やインターネットを

見て、どのような乾燥がいいのか調べて加工していた。香港の卸からも様々な要望があり、それを取り入れて現在の加工に至っている。姿・色・選別・切り方など、姿は真っ直ぐしたものが好まれ、切り方は切る位置とサイズが求められる。しかし、最終的にはイボ立ちがよく真っ直ぐなどの見た目が重要である。また、曲がらずカビが出ない、きちんと乾燥されているものが好まれている。

乾燥ナマコの一級品を作るにあたっての問題点は、高く買った商品・高い商品に対する浜値の対応や意識の低さ、主に採取加工業者としての管理体制の甘さをあげていた。いくら加工技術が良くても、浜の原料が良くなければ本当に良いものは作れない。現在、加工技術においてはどこも同じくらいのレベルではないかと言う。特別な技術より真面目につくっていれば良い物はできる。当社の目指す一級品とは、茶色、イボ立ち、形がそろっているものである。また、イボ立ちがよくても黒いものは好まれない傾向になっていると述べていた。

ⅱ）塩蔵

塩蔵ナマコは加工技術などが必要なく、乾燥ナマコが製造に長期間がかかるのに対し、塩蔵ナマコは1週間で製造が可能である。塩蔵したものは－25度で冷凍し出荷している。塩蔵にはしめ具合いが3種類ある。仲買人は歩留まりを悪くしてもいいから、安い物を欲しがっていた。北海道産も現在7割は塩蔵になってきていると推測している。やはり北海道産のものはイボ立ちなどから中国人には好まれている。

ⅲ）需要

ナマコ需要の変化として、昔は黒色のナマコが好まれていたため、よもぎで染めるなどしていたが、現在はブラウンのナマコが好まれている。北海道産のナマコはブラウン色をしている。また、イボ立ちに関して、大きくてもイボの大きさは変わらない。その為、小さいサイズのナマコの方がイボが目立ち好まれる。佐渡ヶ島産は身が厚いがイボがないため、昨年は浜値が800から900円/kgだった。しかし青森産は1,500円/kgほどであった。イボが重視されている大連の養殖場では、北海道の親を持って行き、イボ立ちのよいナマコの育成を行っているが北海道のように6列のイボにはならないようである。

ⅳ）取引

取引先は現在香港の業者が3社である。その他、大連の業者とも取引している。中国の業者の意見としては、ここ数年とにかく価格が高すぎるということである。乾燥・塩蔵ともに販売が厳しくなってきている。

ここ2、3年加工業者は、浜に貢献して高値で買い取ってはいるが、採算面ではナマコに関しては赤字である。青森産のナマコは身が大きい。しかし、現在は小型のナマコの方が好まれている。蓬田村などのように大きいナマコは現在余るほどある。蓬田村のナマコは浜値キロ1,500円まで下がってきているが、当社に来る時点で1,950円となっている。しかし、現在乾燥・塩蔵ともに注文・売り先が全然ない状況である。他方、北海道産のものは中国の側から売って欲しいと注文があり、依然として採算が取れているようだ。

ⅴ）課題

加工業者としての要望としては、行政のほうで、小さすぎるナマコを保留、捕獲しないように指導して欲しい。小さすぎるナマコの採取は重要な問題である。正規の漁業者ではない人がカマで取ったりしてくる。また、ダイバーも小さいものを取ってしまう。加工の際、小さすぎるナマコはすごく手間かかる。しかし、小さいナマコに関しては加工業者は取引上の関係があるため、強く言えない現状がある。

課題として、刺し網での採取の際、ナマコについてしまう傷の問題もあげられる。青森県では各単協での規制が難しい。しかし、北海道は厳しい規制が行われている。今後の陸奥湾ナマコのブランド化を考えると傷のあるナマコはとても痛手となる。現在おおよそ全体の10％は刺し網による傷ナマコがあると見ている。

4）今後の見通し

中国のバイヤーとの価格交渉おいて、乾燥を始めた当初から昨年までは量が欲しいという注文が多く、売り手市場であった。しかし、最近ではじっくり価格交渉をはじめるようになった。中国側の要望として、量が欲しい時期は一段落し、品質のよい本物のものが求められていると言う。

販売において、乾燥ナマコの一級品を製造・販売していきたいと考えている。浜値の採算ラインは1,000円から1,500円、刺し網のものは800円ほどである。乾燥、塩蔵ともに1,200から1,300円が加工業者としては望ましいラインである。加工業者側も漁師側も浜値はあまり高くなく1,000円ほどでいいので、暴落しないでほしいとしている。

（3）北海道の事例　（2007年12月の聞き取り）

1）事業概要

全国の漁獲量1位であり中国においても高級品とされる北海道において、最大手の加工業者である。

2）販売状況

当社ではナマコを生で仕入れ、乾燥へ加工、出荷している。下請けを3社持っている。

3）取引に対する評価

ⅰ）中国

中国では近年ナマコの値段が3倍になってきている。

中国における富裕層の増加と健康志向によりナマコが高騰しているようだ。中国へは世界中からナマコが入ってくる。高いものから安いものまで、中国は世界のナマコの9割を消費している。

しかし、現在頭打ちで一部価格が下がってきている。理由として、バブル的なものがあげられる。近年のナマコ高騰により大量にナマコの在庫がありすぎること、中国で養殖が盛んになってきていることなどがあげられる。中国国内の消費は養殖が主体となっている。中国ではデパートで乾燥ナマコが販売されているが購入する人はほぼなく、デパート側がはくをつけるために売っているようだ。実際の取引は相対で行われている。

ⅱ）日本

日本の乾燥ナマコは中国では価値が高く、北海道、青森、瀬戸内の順で高評価されている。しかし、実際は中国において青森県産のものが北海道産として流通、日本産の良い物や北海道産が中国の最高級品として出ているものもある。中国人はブランド志向が強いため、北海道産というブランドが好まれている。青森県産より北海道産のほうが商社、商人にうけやすい。また、日本産の乾燥ナマコは限られた層の人にしか食べられていないのではと考えている。

関税をまぬがれるため、神戸で箱を詰め替えられることもある。中国は手数料が約40％かかるのに対して、香港経由では10％で中国へスムーズに入れるという漁連の報告もある。そのため、乾燥ナマコの大半は香港へ輸出される。香港の市場では買い手は大手3社、4社が9割を占めている。また香港では、乾燥ナマコのルートを守るため、塩蔵ナマコは好まれていない。

2006年（平成18年）の夏ごろから稚内などで塩蔵ナマコの加工が増えてきている。塩蔵ナマコの大半は香港を経由せず、中国国内へ直接入っている場合が多い。加工業者も現在塩蔵へ力をいれている。乾燥ナマコはサイズの偽装がしにくいが、塩蔵ナマコはボイルの仕方でサイズが変わってくる。塩蔵ナマコは加工しやすいため、中国では甘味料などを加えられ売られている。また、調理の際も、塩蔵ナマコは戻すのに時間がかからないことが魅力である。しかし、塩蔵ナマコは不正規流通が大半のため、簡単に塩蔵ナマコをやればいいという話ではない。

ⅲ）北海道における漁獲

各漁協がそれぞれ漁獲している。潜水漁獲がメインであり、9月まで禁漁期間としている。漁獲サイズは120mm以上。2006年（平成18年）の浜値は生でキロ2,500から2,800円ほどである。

噴火湾内、太平洋側ではナマコが減ってきている。また、湾内では小さいナマコが多いので、種苗の一部を稚内に放流している。北海道内でも種苗生産施設を作る傾向にある。

ⅳ）取引

2006年（平成18年）の12月頃から中国国内の養殖ものが出荷されてきたため、サイズの小さいものが売れなくなってきた。消費者、業者の好みのサイズはどんどん変わってきている。つい最近まではサイズの小さいものが好まれていたが、今は大きいものが好まれている。また、アカナマコは生鮮物は価値高いが、乾燥ナマコに対する評価は低い。ナマコの加工品は消費者の好みによって左右される。そのため、加工品も多様化している。

また、ロシアでは、中国、韓国の卸はいいものだけを買っていき、残ったものを引き取ってくれということで北海道に販売にくる。そのため、ロシアのものを北海道産として売りに出している例もある。

4）今後の見通し

今後、さらに塩蔵ナマコが多くなった場合、乾燥ナマコ分の原料不足が不安としてあげられる。

加工において、北海道では塩蔵または乾燥ナマコがほとんどであり、現在冷凍ナマコはあまりない。しかし、今後は冷凍ナマコが増えるのではないかと考えている。

技術的な面では、生ナマコの処理が重要である。また、価格の競争が激しくなってきているため、いかに産地から消費者にはやく出せるかが問われる。さらに、消費者の嗜好、値段は絶えず変化しているため、情報収集が大切である。

ロシア産の乾燥ナマコを中国人と韓国人が買いつけ、品質のいいものだけを中国にいれている。ロシア産の乾燥ナマコの中国への輸出が急増していると言われている。北海道産のものより高値で取引されている例もある。ロシア沿岸への日本のナマコ加工企業の進出によってのナマコ加工技術の上昇は日本産ナマコの地位を揺るがすものになりうる。

小括

2007年（平成19年）頃に至る陸奥湾における塩蔵ナマコの増加は、加工業者における乾燥ナマコからの撤退、新規の塩蔵加工の開始など、従来までの経営のあり方に多大な影響を及ぼしてきた。塩蔵ナマコ増加の背景には、中国人バイヤーが高い利益確保のために積極的に産地へ塩蔵加工を呼びかけたことに加え、日本の加工業者においても塩蔵加工が短期間かつ大量に扱うことが可能なことによる経済的メリット、比較的簡単な製造技術的要因などがあげられる。その為、陸奥湾でも急激な価格高騰に対し、採算面の問題も含め塩蔵ナマコの加工が増加してきた。他方旧来からのナマコ加工業者は、浜値の高騰により採算が合わないことから、乾燥ナマコの加工を休止せざるをえない状況となった。一方で、新規参入が容易であり、歩留まりの操作によって利益が確保できることなどから塩蔵加工を新たに始める業者が多数出てきた。また、陸奥湾産にこだわらない安価なナマコの使用、

塩蔵加工との両立によって乾燥ナマコの加工を継続している業者もある。しかし、北海道の加工業者は、北海道産の乾燥ナマコが依然として需要が高いことから、現在も乾燥ナマコを主体とした加工を継続しているところに特徴がある。

このように陸奥湾では塩蔵ナマコの加工が増加してきたが、塩蔵ナマコも収益面で浜値の動向に左右される。塩蔵ナマコは乾燥ナマコより採算ラインが高く、浜値の上昇にも歩留まりを上げることなどで対応してきた。しかし、あまりに高騰した浜値では塩蔵加工であっても採算が合わなく、浜値が低下しなければ加工業者は塩蔵加工の継続が難しくなっている。その中で、最近の陸奥湾産ナマコの需要減少や中国における価格低下などにより、加工業者の利益の減少や浜値の低下が2008年（平成20年）以降起きてきた。

塩蔵ナマコは、これまでの乾燥ナマコで優位とされてきた品質の良さや青森県産であることをアピールできない加工品である。さらに不正規流通の割合も高く脆弱な取引体制、利益確保のため歩留まりをあげるためによる品質の悪化など、様々なリスクを抱えた不安定市場となっている。

4　産地の課題と今後の方向

今後の陸奥湾ナマコの課題についての考えを示したい。輸出拡大におけるナマコの価格上昇に伴い、産地では良い面と悪い面の両方が挙げられる。中国での需要増から産地では以前では考えられないほどの高価格でナマコが取引されるようになった。しかし、漁獲量が増加したことにより資源の枯渇問題などが表面化してきた。そのため、産地が主体となり積極的な資源管理の取り組みが求められている。

日本の他のナマコ産地でも価格高騰とともに漁獲量が増加し､ナマコ資源減少が見受けられる産地が出てきた。そのため、保護区や禁漁期間の設定などの資源管理のほか、安定供給を目指し人工種苗の生産・放流などの取り組みが増加している。

陸奥湾においては、資源管理の取り組みは各産地が独自に行っている。そのため、地域によってはナマコの小型化や資源量の減少など、短期利潤目的による乱獲などが表面化してきた。今後の陸奥湾産ナマコの安定供給のために、より厳格な漁獲体制の見直しが必要な時期にきている。これには、これまでの各産地独自の資源管理ではなく、陸奥湾の産地全体の取り組みが必要である。

また、加工業者においても浜値の高騰により、これまでの乾燥ナマコの加工から利益確保のために塩蔵ナマコの加工が急増してきた。しかし、現在陸奥湾の大半を占める塩蔵ナマコは、陸奥湾産ナマコの良品質であることや青森産であるブランドをアピールすることができない。また、加工において高品質のものを製造するためには、採取の際ナマコに傷をつけないなどの生産者側の獲った後の管理体制の問題には、漁業者の協力が必要となっている。

これまでの中国におけるナマコ需要増加を背景とした価格高騰によって、陸奥湾の各産地・加工業者は短期的利潤を目的としてきた対応となっており、様々な問題が浮き彫りとなってきた。そのため、今後は各々独自の取り組みだけではなく、産地・加工業者、流通業者が一体となり、積極的・長期的な取り組みによる陸奥湾ナマコの方向性の検討が必要である。

また、ここまではナマコ価格高騰による産地、加工業者の取り組みについて述べてきたが、最近ではこの局面が大きく変わりつつあることも述べておきたい。現在陸奥湾では価格が低下し、中国における需要も減少している。しかし2010年（平成22年）に入ると一転して浜値が上昇している。こうした変動はナマコにつきものとは言え、安定した漁獲や加工を難しくしている。その中で陸奥湾ナマコを、今後資源を守りつつどういった特徴を出していくのかが問われている。

陸奥湾ナマコは天然でイボ立ちがよく肉厚であること、加工においても乾燥技術が確立していることが特徴としてあげられる。中国では天然かつ高品質であるナマコへの需要が高まっている。そのため、産地では品質確保をしつつ資源管理に取り組み、安定した供給体制の確立を目指している。加工業者においても、現在の陸奥湾の大半を占める塩蔵ナマコは取引が難しく、ナマコバブルが一段落したことにより、今後は加工面において塩蔵ナマコよりも乾燥ナマコのほうが将来性は高いと考える者も出てきている。さらに中国への直接販売ルートの確保など、新たな戦略による陸奥湾産ナマコのブランド化などの取り組みも始まっている。

また、日本の加工業者も積極的な加工品作りなど、海外の市場に頼りすぎない国内におけるナマコ需要の創出への取り組みも生まれている。これまで、ナマコは輸出拡大により注目されることとなったが、今後は輸出に依存しすぎることなく、国内外ともに新たな需要の創出に取り組むべき時期を向かえていると言える。

参考文献

1．赤嶺淳「乾燥ナマコの国際市場と流通の実態」（『平成18年度　育てる漁業研究会　今ナマコを考える講演要旨集』）

2．渋谷長生「中国と日本のナマコ流通について」『ナマコ調査報告書（増養殖調査、市場・流通調査、機能性研究）』（国立大学法人弘前大学編、青森市農林水産部水産業課発行、平成20年４月30日）

3．廣田将仁「沿岸地域商材における輸出拡大の現状」「漁業経済研究」53巻２号、漁業経済学会、2008.10

4．前田盛暢彦「中国大連市におけるナマコ製品の消費動向に関する研究」鹿児島大学水産学部卒業論文（2008年）

5．第55回漁業経済学会　水産物輸出拡大の光と影―グローバリゼーションがもたらす構造変化の批判的検証―（2008年6月1日）
6．劉雅丹「ナマコの主要消費市場の概要」（『中国海洋報』水産週刊・市場経営、2004年4月9日）
7．本川達雄･今岡亨･楚山勇『ナマコガイドブック』（阪急コミュニケーションズ、2003年）
8．赤嶺淳「資源管理は地域から―地域主義のすすめ」（日本熱帯生態学会ニュースレター、Letters、日本熱帯生態学会、2005年）
9．赤嶺淳「日本ブランドの優等生“乾燥ナマコ”の持続的利用のために」（『FRANEWS vol.11』輸出促進による水産物の活性化　独立行政法人水産総合研究センター）
10. 熊谷伝「乾ナマコの価格形成の仕組みと貿易問題」（『平成18年度　育てる漁業研究会　今ナマコを考える　講演要旨集』）
11. Jiaxin Chen「Present status and prospects of sea cucumber industry in China」(Fishery Weekly, China Ocean Daily; 4 July, 2003)
12. ナマコ増養殖の現状と課題に関する意見交換会　中国山東省におけるナマコ種苗生産業・養殖業の現地調査結果　平成19年３月15日
13. 横浜町漁業協同組合青年部・女性部「“横浜ナマコ”の消費拡大・ＰＲへの取り組み（資源管理から消費拡大まで）」
14. 東奥日報「はばたけ！ブランド　県内の取り組み　横浜ナマコ上下」（2009年１月７日・14日）
15. 川内町漁業協同組合「漁獲管理と漁業収入維持の両立を目指して～干しナマコの生産・販売と、生鮮ナマコの販売改革～」
16. 青森ナマコブランド化協議会「ナマコの食ブランド化への取り組み」（青森市農林水産部水産業課）
17. 第３回ナマコ種苗生産技術開発検討会（青森県水産総合研究センター増養殖研究所、2009年１月15日）

Responses and issues of producing centers and processing companies related to increased exports of sea cucumbers

Chousei SHIBUYA, Yuka KASAI

Laboratory of Food and Agricultural Economics

(Received for publication October 29, 2010)

SUMMARY

An increase in sea cucumber exports has resulted in higher prices of sea cucumber products, which in turn has brought both positive and negative effects to producing centers. The increased demand for sea cucumbers in China has raised their prices at producing centers to a level that was inconceivable in the past. The problem of exhaustion of resources, however, has surfaced because of the increased catch of sea cucumbers. Accordingly, active efforts for resource management led by the producing centers are demanded.

Some producing centers have begun to experience a decrease in their sea cucumber resources caused by the soaring prices and increased catches. Consequently, resource management activities such as establishing protected areas and closed seasons for fishing and artificial production and release of eggs, aiming for stable supply, have been increasing.

In Mutsu Bay, resource management activities are carried out independently by each of the producing centers. Consequently, problems such as excessive exploitation aimed at short-term gains have arisen in some regions, causing size reduction of sea cucumbers and decreased amounts of resources. Therefore, the time has come to require a stricter fishery system to ensure stable future supply of sea cucumbers grown in Mutsu Bay. This system necessitates efforts on the part of all producing centers in Mutsu Bay, rather than conventional resource management carried out separately by each producing center.

The sharp rise in the price of sea cucumbers at the ports of landing has been urging processing companies to alter their businesses from the conventional processing of dried sea cucumbers to the processing of salted sea cucumbers in order to safeguard their income. The salted sea cucumbers that currently comprise the majority of Mutsu Bay sea cucumbers, however, cannot be promoted for their high quality of being grown in Mutsu Bay and brand of being grown in Aomori Prefecture. In addition, numerous other problems exist such as the unauthorized channels used to distribute many salted sea cucumber products. Reassessment of the usefulness of salted sea cucumbers is therefore needed to develop the sea cucumber business into an industry in the future. To manufacture high-quality processed foods, the control system on the part of the producers after fishing, including the prevention of damage to the sea cucumbers at the time of collection, demands the cooperation of fishermen.

Activities including branding of Mutsu Bay sea cucumbers have also begun through new strategies such as securing direct selling routes to China. Although sea cucumbers have drawn attention because of export expansion in the past, the time has come to make efforts to create new demand both inside and outside Japan without excessive reliance on exports in the future.

Bull.Fac.Agric.&Life Sci. Hirosaki Univ. **No.13**: 39–59, 2010

平成21年度後期・平成22年度前期　あすなろ賞

弘前大学農学生命科学部あすなろ賞要項…… 62

平成21年度後期受賞者　学会発表要旨

佐　藤　将　太…… 63
鈴　木　琢　磨…… 64
長　澤　　力…… 65
本　間　美　保…… 66
山　崎　祥　他…… 67

平成22年度前期受賞者　学会発表要旨

郝　　茵…… 68
西　村　さつき…… 69
本　多　剛　志…… 70
加　藤　　新…… 72
西　尾　　彩…… 73

弘前大学農学生命科学部あすなろ賞要項

（設立目的）

1　弘前大学農学生命科学部あすなろ賞（以下「あすなろ賞」という）は，優れた生命科学における研究成果を学術集会で発表する弘前大学農学生命科学部および農学生命科学研究科の学生を顕彰することにより，学生の研究水準の向上を図ることを目的とする。

（対象研究成果と応募資格）

2　対象となる研究成果と応募資格は次のとおりとする。

ア 独創的な優れた生命科学における研究成果であること。

イ 研究は，弘前大学又はその関連する施設で行なわれたものであること。

ウ 応募者は，全国的または国際的レベルの学術集会で第一著者として発表する者（発表した者，または発表を予定する者）であること。

（応募方法等）

3　学術賞の応募者は，次に挙げる書類を各6部（正1部，副5部），弘前大学農学生命科学部長に提出する。

（1）申請書

（2）履歴書

（3）指導教員の推薦書
（400字以内）

（4）学術集会発表要旨のコピー

（5）応募締切は，4月から9月までに開催される学会に関しては8月末日，10月から翌年の3月までに開催される学会に関しては1月末日とする。

（受賞）

4　受賞については次のとおりとする。

（1）受賞者の選考は，あすなろ賞選考委員会が行い，弘前大学農学生命科学研究科委員会で承認する。

（2）選考は年2回行い，受賞者数はそれぞれ5名以内とする。

（3）受賞者には本賞及び副賞を贈呈する。

（4）受賞者の発表要旨は「弘前大学農学生命科学部学術報告」に掲載するものとする。

（5）申請した学会で発表しなかった場合，または申請した学会発表で本賞以外から旅費等が支給された場合には，あすなろ賞の決定を取り消すものとする。

附 則　　この要項は平成20年9月17日から施行する。

この要項は平成21年2月18日から施行する。

この要項は平成21年6月17日から施行する。

附 記

本賞は，弘前大学農学生命科学部における生命科学研究水準の向上を願う，京都大学教授佐藤 矩行氏の御厚意により設立されたものである。

弘前大学農学生命科学部

研 究 業 績 目 録

2009年10月－2010年 9 月

Lists of Published Research Works of the Faculty of Agriculture and Life Science
Hirosaki University
2009 (October) － 2010 (September)

弘前大学農学生命科学部

2011 年 2 月

Faculty of Agriculture and Life Science
Hirosaki University
Hirosaki 036 － 8561, Japan
February, 2011

は　し　が　き

本号の「研究業績目録」には，2009年10月から2010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，各自の申請に基づいています。各学科の教員組織（2010年９月30日現在）は以下の通りです。

生物学科

（基礎生物学コース）

石田幸子，葛西身延，黒尾正樹，鮫島正純，大河　浩，福澤雅志，松岡教理
吉田　渉

（生態環境コース）

佐原雄二，杉山修一，東　信行，石田　清，城田安幸，烏丸　猛

分子生命科学科

（生命科学コース）

石黒誠一，菊池英明，橋本　勝，姫野俵太，牛田千里，高田　晃，畠山幸紀

（応用生命コース）

大町鉄雄，片方陽太郎，宮入一夫，園木和典，殿内暁夫，吉田　孝

生物資源学科

（食料開発コース）

石川隆二，戸羽隆宏，原田竹雄，柏木明子，千田峰生，前多隼人

（生産環境コース）

青山正和，佐野輝男，比留間潔，田中和明，松山信彦，藤田　隆

園芸農学科

（園芸農学コース）

荒川　修，鈴木裕之，張　樹槐，川崎通夫，本多和茂，前田智雄，松﨑正敏
福地　博，田中紀充

（食農経済コース）

神田健策，渋谷長生，石塚哉史，泉谷眞実，武田共治，吉仲　怜

地域環境工学科

泉　完，工藤　明，佐々木長市，高橋照夫，檜垣大介，萩原　守，藤崎浩幸
角野三好，加藤　幸

生物共生教育研究センター

伊藤大雄，姜　東鎮，松本和浩，房　家琛

目　　次

生物学科…… 79
　基礎生物学コース…… 79
　生態環境コース…… 81

分子生命科学科…… 84
　生命科学コース…… 84
　応用生命コース…… 87

生物資源学科…… 90
　食料開発コース…… 90
　生産環境コース…… 93

園芸農学科…… 97
　園芸農学コース…… 97
　食農経済コース…… 100

地域環境工学科…… 103

生物共生教育研究センター…… 106

業　績　目　録

【生物学科】

【基礎生物学コース】

石田　幸子

a-01. Suzuki, T., W. Yoshida, S. Ishida : Studies on the chromosomal polymorphisms of Japanese freshwater planarian, *Seidlia auriculata*. Information, **13** (3A): 767-773, 2010.

a-02. Nagasawa, R., S. Ogura, M. Takahashi, S. Ishida : Karyotype analysis of 7 species in polyclads. Information, **13** (3A): 759-766, 2010.

c-01. 石田幸子：白神山地の淡水棲プラナリア．白神学入門 p31-35，弘前大学白神自然観察園発行．2010.

d-01. Suzuki, T., W. Yoshida, S. Ishida : Studies on the chromosomal polymorphisms of Japanese freshwater planarian, *Seidlia auriculata*. The Fifth International Conference on Information. 2009 (京都).

d-02. Nagasawa, R., S. Ogura, M. Takahahsi, S. Ishida : Karyotype analysis of 7 species in polyclads. The Fifth International Conference on Information. 2009 (京都).

d-03. 福島　誠*・小山内健悟・石田幸子：淡水棲プラナリア他個体由来精子に存在するテストステロンとアンドロステンジオン．日本動物学会第81回大会 2010 (東京). (*日本医科大・老研・生体機能制御)

葛西　身延

d-01. 小出佳祐・市川裕也・葛西身延：植え替え処理におけるダイズの Source 能及び Sink 能への影響．第74回日本植物学会，2010.

d-02. 市川裕也・小出佳祐・葛西身延：Source-limit 状態における光合成制御．第74回日本植物学会，2010.

f-01. 葛西身延：「地球温暖化と植物」(八戸南高等学校講義)，2010. 6. 26.

黒尾　正樹

a-01. Kuro-o, M., H. Yonekawa, S. Saito, M. Eda, H. Higuchi, H. Koike, H. Hasegawa: Unexpectedly high genetic diversity of mtDNA control region through severe bottleneck in vulnerable albatross *Phoebastria albatrus*. Conserv. Genet., **11**: 127-137, 2010.

a-02. Eda, M., M. Kuro-o, H. Higuchi, H. Hasegawa, H. Koike: Mosaic gene conversion after a tandem duplication of mtDNA sequence in Diomedeidae (albatrosses). Genes Genet. Syst., **85**: 129-139, 2010.

d-01. 鈴木琢磨・宮城明日香・小原良孝・黒尾正樹・岩佐真宏・押田龍夫・土屋公幸：Ag-NOR 染色と FISH によるヤチネズミ類3種の rRNA 遺伝子座の特定．染色体学会2009年度 (第60回) 年会 (松江)，2009.

d-02. 黒尾正樹：シトクローム *b* 遺伝子に基づくアカハライモリ佐渡島集団における遺伝的構造の解析―トキの餌としての重要性とその保護はどうあるべきか―．平成21年度トキ野生復帰学術研究発表会 (佐渡)，2010.

e-01. 黒尾正樹：シトクローム *b* 遺伝子に基づくアカハライモリ佐渡島集団における遺伝的構造の解析―トキの餌としての重要性とその保護はどうあるべきか―．トキ野生復帰学術研究等奨励補助金 研究成果中間報告書，2010.

f-01. Suzuki, T., A. Miyagi, Y. Obara, M. Kuro-o, M. Iwasa, T. Oshida, K. Tsuchiya: Ribosomal RNA gene loci of three species of Japanese red-backed voles identified by Ag-NOR staining and fluorescent *in situ* hybridization. Chromosome Sci., **12**: 71, 2009.

鮫島　正純

d-01. 鮫島正純・福澤雅志：細胞性粘菌 *Dictyostelium discoideum* 休眠胞子における二つのアクチン高次構造．第12回細胞性粘菌研究会 (山口)，2009.

d-02. 鮫島正純・渡辺文朗・近藤洋志・福澤雅志：細胞性粘菌の休眠胞子に出現するアクチンを含む二つの高次構造．日本植物形態学会第22会大会 (春日井市)，2010.

d-03. 鮫島正純・渡辺文朗・近藤洋志・福澤雅志：*Dictyostelium discoideum* 休眠胞子に特異的な脂肪滴 /G-アクチン複合体．日本植物学会第74会大会 (春日井)，2010.

大河　浩

a-01. Masumoto C, Miyazawa S, Ohkawa H, Fukuda T, Taniguchi Y, Murayama S, Kusano M, Saito K, Fukayama H, Miyao M.(2010)Phosphoenolpyruvate carboxylase intrinsically located in the chloroplast of rice plays a crucial role in ammonium assimilation. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 107: 5226-5231.

d-01. H. Fukayama, Y. Katoh, S. Araya, Y. Taniguchi, C. Masumoto, T. Hatanaka, S. Misoo, M. Miyao and H. Ohkawa.(2010)Molecular and Functional Characterization of Genes Encoding Plastid-Localized Enolase in Rice. The 229th Meeting of the Crop Science Society of Japan (Utsunomiya)

f-01. 大河浩：みどりの地球～光合成の科学～，弘前大学ドリーム講座 田名部高等学校(2010)

f-02. 大河浩：植物の力で地球温暖化を抑えよう～低炭素社会を目指して～，つがる市公開講座(2009)

福澤　雅志

a-01. Yamada Y, Minamisawa H, Fukuzawa M, Kawata T, Oohata AA: Prespore cell inducing factor, psi factor, controls both prestalk and prespore gene expression in *Dictyostelium* development. Dev Growth Differ **52**: 377-383, 2010.

a-02. Oohata AA, Fukuzawa M, Hotta R, Nakagawa M, Niwa M, Takaya Y: Differentiation inducing factors in *Dictyostelium* discoideum: a novel low molecular factor functions at an early stage(s)of differentiation. Dev Growth Differ **51**: 743-752, 2009.

d-01. 土田純也・田中浩平・鮫島正純・福澤雅志：サイトカイニン分解酵素ホモログ DdCKXが粘菌の発生に与える影響について．第12回細胞性粘菌研究会(山口)，2009.

d-02. 桑名悟史・妹尾裕司・鮫島正純・福澤雅志：サプレッサースクリーニングによる PstA細胞分化に関わる遺伝子の探索 . 第12回細胞性粘菌研究会(山口)，2009.

d-03. 妹尾裕司・福澤雅志：細胞性粘菌発生過程における ecmA遺伝子の発現メカニズムの解析．第12回細胞性粘菌研究会(山口)，2009.

d-04. 鮫島正純・福澤雅志：細胞性粘菌 *Dictyostelium discoideum* 休眠胞子における二つのアクチン高次構造．第12回細胞性粘菌研究会(山口)，2009.

d-05. Hiroshi Senoo, Masashi Fukuzawa. Analysis of *Dictyostelium* prestalk-specific gene expression. 第43回発生生物学会年会(京都)，2010.

d-06. Hiroshi Senoo, Satoshi Kuwana, Hong Yu Wang, Jeff Williams, Masashi Fukuzawa. Evidence for two distinct subtypes of pstA-cells and characterization of a transcription factor that mediates pstA cell differentiation. Dictyostelium international conference, Cardiff, United Kingdom, 2010.

d-07. Hiroshi Senoo, Hong Yu Wang, Jeff Williams and Masashi Fukuzawa. An RcdK transcription factor regulates DIF signaling, pstA differentiation and pstB differentiation. Dictyostelium international conference, Cardiff, United Kingdom, 2010.

f-01. 細胞性粘菌のオーガナイザー形成と細胞分化にかかわる遺伝子の同定．基礎生物学研究所共同利用研究報告書 **13**: 125-126, 2010.

松岡　教理

a-01. Matsuoka, N. and Asano, H.(2009): Geographic differentiation between populations of the starfish *Asterina pectinifera*. Bull. Fac. Agric. & Life Sci. Hirosaki Univ., No.12 : 1-6.

c-01. 松岡教理(2010)：進化学について(5)「人類の起源」への探究．蒲生野，42 : 109-113.

吉田　渉

a-01. Suzuki, Y., W. Yoshida, S. Ishida: Studies on chromosomal polymorphisms of Japanese freshwater planarian, *Seidlia auriculata*. Information., **13**: 767-773. 2010.

d-01. 吉田　渉：ナマコ類における交配雑種の発生について．日本動物学会第81回大会(東京大学)，2010.

d-02. 吉田　渉：ハスノハカシパンの発生について．平成22年度日本動物学会東北支部大会(福島県立医科大学)，2010.

e-01. 吉田　渉：ナマコの糖尿病症状改善効果について．ナマコ調査研究報告書　p45-59．発行　青森市農林水産部水産業課．平成22年9月.

f-01. 吉田　渉：ナマコの機能性を活かした商品開発について―ナマコの機能性とその実態―．陸奥湾海産資源販路拡大事業(青森)2009.

【生態環境コース】

佐原　雄二

b-01.　佐原雄二　第18章採餌生態．p.204-213．塚本勝巳（編）「魚類生態学の基礎」恒星社厚生閣．2010.

b-02.　佐原雄二　汽水・淡水魚類．p.222-233. 青森県「青森県の希少な野生生物―青森県レッドデータブック（2010年改訂版）」青森県．2010.

d-01.　佐原雄二　アオサギの文化史．生き物文化誌学会第8回学術大会（軽井沢）．2010.

杉山　修一

a-01.　Sugiyama S. Gotoh M: How meristem plasticity in response to soil nutrients and light affects plant growth in four *Festuca* grass species. New Phytologist **185**: 747-758. 2010.

a-02.　Hossain M. Z., Okubo A. and Sugiyama S.: Litter effects on decomposition processes and soil microbe communities in 15 grassland species. Ecological Research **25**: 255-261. 2010.

b-01.　杉山修一：青森県における半自然草地の歴史と現状「草地の生態と保全―家畜生産と生物多様性の調和に向けて―」日本草地学会編　学会出版センター　p.102-109. 2010.

c-01.　杉山修一：自然栽培の科学に向けて「木村秋則と自然栽培の世界」 日本経済新聞出版社　p.56-63. 2010.

d-01.　Wagdi S S., Sugiyama S., Fujimori M.: Tolerance to climate warming in C3 grasses. I. Physiological mechanisms responsible for summer damage in *Lolium perenne* cultivars under fields. 日本草地学会2010年度大会　2010.

d-02.　Wagdi S S., Sugiyama S., Fujimori M.: Tolerance to climate warming in C3 grasses. II. Physiological tolerance under field summer conditions in *Lolium perenne* is associated with tolerance to oxidative stress. 日本草地学会2010年度大会　2010.

東　信行

b-01.　東　信行：日本の河川（分担執筆），小倉・島谷・谷田編，朝倉書店　173pp．2010.

b-02.　東　信行：生態系サービスの流域社会へ，経済効果を生み出す環境まちづくり，ぎょうせい，86-91．2010.

d-01.　岡部晶子・宮下太輔・東　信行：メダカ南北集団における遊泳速度及び筋肉酵素活性の比較，2009年度日本魚類学会年会，2009.

d-02.　三浦太智・山田裕之・大竹二雄・東　信行：ミミズハゼのあいまいな回遊―河川構造によるパターンの違い，2009年度日本魚類学会年会，2009.

d-03.　東　信行：漁業管理と環境管理，平成21年度日本水産学会秋季大会シンポジウム，2009.

d-04.　東　信行：河川の構造と機能，平成21年度河川生態学術研究会シンポジウム，2009.

d-05.　東　信行・原　拓也・山崎　瞳・出村国光・和田　実・笠井亮秀・長崎勝康：十三湖におけるヤマトシジミの減耗要因について，平成22年度日本水産学会春期大会，2010.

d-06.　笠井亮秀・東　信行：汽水湖におけるヤマトシジミの成長，平成22年度日本水産学会春期大会，2010.

d-07.　渡邊　俊・東　信行：オオクチバスがため池魚類群集の与える影響，2010年度日本魚類学会年会，2010.

d-08.　古跡直樹・渡邉　泉・東　信行：窒素炭素安定同位体及び微量元素を用いた農業用水路に生息する魚類の移動履歴の検討，2010年度日本魚類学会年会，2010.

d-09.　村元寛子・伊藤　忍・東　信行：水温上昇に伴うカジカ大卵型の成長特性の変化と死亡，2010年度日本魚類学会年会，2010.

d-10.　羽根田雄斗・鎌田帆南・作山宗樹・東　信行：同所的に生息する草原棲小型鳥類における巣内育雛期の給餌餌資源利用の違い，2010年度日本鳥学会大会，2010.

f-01.　東　信行：平成21年度秋季大会水産環境保全委員会シンポジウム報告「流域管理と持続可能な漁業」，日本水産学会誌 Vol.76 No3, 427-431, 2010.

石田　清

a-01.　Mizuki I., K. Ishida, N. Tani, and Y. Tsumura. Fine-scale spatial structure of genets and sexes in the dioecious plant *Dioscorea japonica*, which disperses by both bulbils and seeds. Evolutionary Ecology 24: 1399-1415, 2010.

d-01.　石田　清・平山貴美子：植物の繁殖に及ぼす二親性近親交配の影響：推定方法と適用事例．第57回日本生態学会大会（東京大学），2010.

d-02. 井上みずき・石田清：雌雄異株ヤチヤナギのオス化した小集団のクローン構造．第57回日本生態学会大会（東京大学），2010.

d-03. 鳥丸　猛・赤田辰治・石田　清・松田修一・成田真智子・牧田　肇・檜垣大助：白神山地高倉森における森林群集の構造．第57回日本生態学会大会（東京大学），2010.

d-04. 高橋啓太・石田祐宣・石田　清・鳥丸　猛・伊藤大雄・L. LOPEZ C.・庄司　優・蓮沼洋志・戎　信宏・高瀬恵次・中北英一・田中賢治・山口弘誠・野堀嘉裕：白神山地におけるブナの年輪変動と気象要素の関係．東北森林学会第15回大会（岩手大学），2010.

e-01. 石田　清：林床草本ミヤコアオイの個体群構造と遺伝的構造の解明．森林総合研究所交付金プロジェクト研究成果集27：46-54，2010.

f-01. 石田　清：遺伝学の視点からシデコブシの保全管理を考える．生物多様性市民ネットワーク生命流域作業部会サイエンスカフェ公開講座（名古屋），2010.

f-02. 石田祐宣・伊藤大雄・石田　清・鳥丸　猛・L. LOPEZ C.・庄司　優・高橋啓太・蓮沼洋志・戎　信宏・高瀬恵次・中北英一・田中賢治・山口弘誠：白神山地ブナ林の気象観測．第9回青森県気象災害連絡会（弘前大学），2010.

城田　安幸

d-01. 城田安幸・菅野清孝・斎藤　礁：無農薬りんご園の害虫管理（6）4年間農薬が散布されていないリンゴ園と，隣接する慣行防除区における鱗翅目害虫の発生状況．第54回日本応用動物昆虫学会大会，2010年3月.

d-02. 城田安幸：Anti-tumor effects of *Malus domestica*（10）Apple juice with immature fruits improves QOL of old female mice.「りんご（*Malus domestica*）の抗腫瘍効果（10）未熟果実入りのリンゴジュースは高齢雌マウスのQOLを改善する」．日本癌学会　第69回総会，2010年9月.

f-01. 城田安幸：「大学発　美味しいバイオ　未熟果実入りリンゴジュース医果同源とアップルブリュー」『生物工学』第87巻 第11号　P552-553　2009年11月.

f-02. 城田安幸：ヒトのナチュラルキラー活性を高め，血糖値を下げる，未熟果実入りリンゴジュース「医果同源」と，医果同源で作った発泡酒「アップルブリュー」アグリビジネス創出フェア2009出展，農林水産省主催，千葉県幕張メッセ特設会場会場，2009年11月.

f-03. 城田安幸：ヒトのNK活性を高め血糖値を下げる未熟果実入りリンゴジュース，『研究・技術プレゼンテーション』アグリビジネス創出フェア2009プレゼン発表，農林水産省主催，千葉県　幕張メッセ特設会場，2009年11月.

f-04. 城田安幸：「リンゴvsミカン　どっちが偉い!?」 日本テレビ「おもいっきりDon」，「昼〇得ファイル」のコーナーでスタジオ生出演　約35分．2009年11月27日放送.

f-05. 城田安幸：「なぜ，白神山地からサルたちは里におりてきたのか？」白神学入門，弘前大学白神自然観察園 編，P26-30 弘前大学出版会，2010年3月.

f-06. 城田安幸：「未熟果実入りリンゴジュース医果同源とアップルバレー・プロジェクト」『りんご技術』 第86号 財団法人青森県りんご協会機関誌　2010年4月.

f-07. 城田安幸：「忍たま青森生きもの図鑑―ホタル」JR浪岡駅地域交流センター「アピネス」常設裸眼3D映像ソフト　構成，素材提供，監修　2010年4月.

f-08. 城田安幸：「忍たま青森生きもの図鑑―ニホンザリガニ」JR浪岡駅地域交流センター「アピネス」常設裸眼3D映像ソフト　構成，素材提供，監修　2010年4月.

f-09. 城田安幸：「リンゴ大明神」 JR浪岡駅地域交流センター「アピネス」常設裸眼3D映像ソフト及びおみくじゲームソフト　構成，素材提供，監修　2010年4月.

f-10. 城田安幸：「等身大　ニホンザリガニ，ゲンジボタル写真展示」JR浪岡駅地域交流センター「アピネス」常設展示ソフト　構成，素材提供，監修　2010年4月.

f-11. 城田安幸：「第2回大学は美味しい!!フェア」出展，「大学は美味しい!!フェア実行委員会／小学館DIME」主催，東京「新宿高島屋」会場，2010年6月.

f-12. 城田安幸：「青い森の国から―医果同源」 ATV青森テレビ　ビデオ出演　約5分．2010年6月3日放送.

f-13. 城田安幸：「青い森の国から―医果同源」 BSフジ　ビデオ出演　約5分．2010年6月5日放送.

f-14. 城田安幸：「1日1個のリンゴで医者がいらなくなるわけ」 紀伊國屋書店「学市学座」＋小学館『大学は美味しい!!』連動企画：小学館『美味サライ』第3回「『大学は美味しい!!』フェア」特別公開講座　2010年6月11日.

f-15. 城田安幸：「未熟果実でリンゴジュース」『農家が教える　わが家の農産加工』P96-97　農文協　編　2010年9月30日発行.

鳥丸　猛

a-01. Y. Nakamori, T. Torimaru, D. Hoshino, S. Yamamoto, and N. Nishimura: Variation in tree mortality, recruitment, and mean turnover rates between topographic positions in a temperate coniferous forest. *Jpn. J. For. Environment*, **51**: 117-125, 2010.

a-02. X.-R. Wang, T. Torimaru, D. Lindgren and A. Fries: Marker-based parentage analysis faciliates low input 'breeding without breeding' strategies for forest trees. *Tree Genet. Genomes*., **6**: 227-235, 2010.

a-03. T. Torimaru, X.-R. Wang, A. Fries, B. Andersson, and D. Lindgren: Evaluation of pollen contamination in an advanced Scots pine seed orchard. *Silvae Genet*.: **58**, 262-269, 2009.

d-01. 鳥丸　猛・西村尚之・松井　淳・原登志彦・山本進一：鳥取県大山ブナ林の森林群集における林冠撹乱に対する感受性の多様性と空間構造との関連性の検討 . 日本生態学会東北地区会第54回大会（東北大学），2009.

d-02. 鳥丸　猛・赤田辰治・石田　清・松田修一・成田真智子・牧田　肇・檜垣大助：白神山地高倉森における森林群集の構造．日本生態学会第57回大会（東京大学），2010.

f-01. 鳥丸　猛：森林群集の共存メカニズムの解明にむけて．森林科学セミナー第77回（秋田県立大学），2010.

【分子生命科学科】

【生命科学コース】

石黒　誠一

a-01. Taku Ozaki, Tetsuro Yamashita, Sei-ichi Ishiguro: Mitochondrial m-calpain plays role in release of truncated apoptosis-inducing factor from mitochondria. Biochimica et Biophysica Acta 1793: 1848–1859, 2009.

a-02. Kota Sato, Mitsuru Nakazawa, Kimio Takeuchi, Sayuri Mizukoshi, Sei-ichi Ishiguro: S-opsin protein is incompletely modified during N-glycan processing in Rpe65 -/- mice. Experimental Eye Research 91: 54-62, 2010.

a-03. Sayuri Mizukoshi, Mitsuru Nakazawa, Kota Sato, Taku Ozaki, Tomomi Metoki, Sei-ichi Ishiguro: Activation of Mitochondrial Calpain and Release of Apoptosis-Inducing Factor from Mitochondria in RCS Rat Retinal Degeneration. Experimental Eye Research 91: 353-361, 2010.

d-01. 尾崎　拓，山下哲郎，石黒誠一：新規ミトコンドリアカルパインの同定および機能解析．第82回日本生化学会大会（神戸），2009.

d-02. 佐藤孝太，中澤　満，石黒誠一：Rpe65ノックアウトマウスにおける網膜視細胞の微細構造の変化．平成22年度日本動物学会東北支部大会（福島），2010.

d-03. 佐藤孝太，中澤　満，石黒誠一：RPE65ノックアウトマウスにおけるM型 -錐体オプシンの分解．第81回日本動物学会大会（東京），2010.

d-04. 西尾　彩，赤坂翔太，齊藤充生，石黒　誠：視細胞外節と結合する網膜色素上皮細胞由来タンパク質の同定．第81回日本動物学会大会（東京），2010.

菊池　英明

a-01. Shuya Kasai, Hideaki Kikuchi; Inhibitory mechanism of the tyrosine kinase inhibitors herbimycin A, genistein and tyrphostin B48 with regard to the function of the aryl hydrocarbon receptor in Caco-2 cells. Biosci. Biotechnol. Biochem. **74** (1): 36-43, 2010.

a-02. Ishida M., Itukaichi T., Ahmed S., Kobayashi D., H. Kikuchi: Alteration of PKCθ-Vav complex and Phosphorylation of Vav in TCDD-induced Apoptosis in Lymphoblastic T cell line, L-MAT. Toxicology **275**: 72-78, 2010.

d-01. Kasai S., H. Kikuchi: Inhibitory mechanisms of tyrosine kinase inhibitors, herbimycin A, and tyrphostin compounds on the function of aryl hydrocarbon receptor in Caco-2 cells. 30th International Sympojium on Halogenated Persistent Organic Pollutants. (San Antonio) 2010. 9. 12-17.

d-02. 石垣貴則・葛西秋宅・菊池英明，細胞間接着破壊によるAhR活性化への細胞間接着因子の関与．Involvement of intercellular adhesion molecules in AhR activation by disruption of cell-cell contact. 第82回日本生化学会大会（神戸），2009.

d-03. 工藤恭子・蛯名真行・中平卓矢・菊池英明，生物種間におけるAhRのリガンド要求性の違いに関与する領域の評価について．Charecterization of the region of the aryl hydrocarbon receptor required for ligand dependency of transactivation among species. 第82回日本生化学会大会（神戸），2009.

橋本　勝

a-01. Yamamoto, K., Noguchi, S., Takada, N., Miyairi, K., Hashimoto, M.: Synthesis of a trigalacturonic acid analogue mimicking the expected transition state in the glycosidases. *Crabohydr. Res.* **345**, 572-585, (2010).

a-02. Honma, M., Kudo, S., Takada, N., Miura, T., Hashimoto, M.: Novel Neofusapyrones Isolated from *Verticillium dahliae* as Potent Antifungal Substances. *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, **20**, 709-712 (2010).

d-01. 本間美保，工藤慎士，高田　晃，田中和明，三浦冨里，橋本　勝：*Vericillium dohliae*から単離された新規抗生物質の構造決定 . 日本農芸化学会大会（東京）.

d-02. Wilanfranco C., Tayone, Saori Shindo, Kazuaki, Tanaka, Masaru Hashimoto, Noboru Takada: Structure determination of Polykiteides from *Ophiobolus* sp. 日本農芸化学会大会（東京）.

d-03. 野口翔悟，山本和範，竹本晋太郎，城所俊一，橋本　勝：エンドグルカナーゼ反応遷移状態アナログの合成．日本農芸化学会大会（東京）.

d-04. 橋本　勝：リンゴ果実におけるマイコパラサイト現象の生物有機化学的研究．第5回化学生態学研究会（函館）.

d-05. 田邊直也，石森　歩，野口翔悟，八木橋優希，橋本　勝：抗シロアリ剤への応用を目指したセルラーゼ阻害剤の開発．日本農芸化学会東北支部145回大会（仙台）.

d-06. Wilanfranco C. Tayonea, Miho Honma, Masaru Hashimoto: Novel isochroman and isobenzofuran from *Leptoshaeria* sp. 日本農芸化学会東北支部145回大会（仙台）.

d-07. 高田　晃，阿部美穂子，松野純子，橋本　勝，幸田泰則：ダイズの一回結実性老化を制御するシナージストの同定．第51回天然有機化合物討論会（名古屋）.

d-08. 橋本　勝，金丸沙樹，工藤慎士，対馬太郎，本間美保，村上貴宣，根平達夫，二瓶賢一：*Pleospora* sp. の生産するナフトキノン誘導体の立体化学．第52回天然有機化合物討論会（静岡）.

d-09. 工藤慎士，大濱千志帆，村上貴宣，高田　晃，橋本　勝：*Lambertella*属によるマイコパラサイトにおける lambertellol の役割．日本農芸化学会東北支部144回大会（盛岡）.

d-10. 山崎絵麻，脇田江里子，幸田泰則，橋本　勝，高田　晃：タマネギの鱗茎阻害物質に関する研究．日本農芸化学会東北支部144回大会（盛岡）.

d-11. 本間美保，工藤慎士，高田　晃，田中和明，三浦冨里，橋本　勝：*Vericillium dohliae*から単離された新規抗生物質の構造決定．日本農芸化学会東北支部144回大会（盛岡）.

d-12. W. C. Tayone, S. Shindo, K. Tanaka, M. Hashimoto, N. Takada: Absolute Stereochemistry of Achaetolide. 日本農芸化学会東北支部144回大会（盛岡）.

d-13. 野口翔悟，山本和範，竹本晋太郎，城所俊一，橋本　勝：エンド型セルラーゼ反応機構解明を目指した基質アナログの合成研究．日本農芸化学会東北支部144回大会（盛岡）.

d-14. M. Hashimoto, A. Ishimori, S. Noguchi, N. Tanabe, K. Takanashi, S. Kidokoro: Design and Synthesis of Cellulase Inhibitor toward Anti-Termite. The 25th International Carbohydrate Symposium（ICS 2010, 千葉）.

姫野　俵太

a-01. 姫野俵太，栗田大輔，武藤　昱：「2つの tRNA/mRNAハイブリッド―トランス・トランスレーション―」，蛋白質核酸酵素，**54**（16），2201-2206，共立出版，2009.

a-02. Kurita, D., Muto, A., Himeno, H.: Role of the C-terminal tail of SmpB in the early stage of *trans*-translation. *RNA* **16**: 980-990, 2010.

a-03 Hokii, Y., Sasano, Y., Sato, M., Sakamoto, H., Sakata, K., Shingai, R., Taneda, A., Oka, S., Himeno, H., Muto, A., Fujiwara, T., Ushida, C.: A small nucleolar RNA functions in rRNA processing in *C. elegans*. *Nucleic Acids Res*. **38**: 5909-5918, 2010.

b-01 姫野俵太，栗田大輔，武藤　昱：「2つの tRNA/mRNAハイブリッド―トランス・トランスレーション―」，mRNAプログラム　多様性と非対称性の獲得戦略（稲田利文，大野睦人編），2201-2206，共立出版，2010.

d-01 Hase, Y., Yokoyama, S., Muto, A., Himeno, H.: Removal of robosome small subunit-dependent GTPase confers salt resistance on *Escherichia coli* cells. 4th International Congress on Stress Responses in Biology and Medicine. Sapporo, 2009.

d-02 Kurita, D., Une, M., Muto, A., Himeno, H.: Role of the C-terminal tail of SmpB during *trans*-translation. 23rd tRNA Workshop. Aveiro, Portugal, 2010.

d-03 Kurita, D., Une, M., Muto, A., Himeno, H.: Molecular mimicry of tRNA/mRNA during *trans*-translation. ASBMB 2010 Annual Meeting, Anaheim, USA, 2010.

d-04 Takemoto, C., Connell, S.R., Hase, Y., Naoe, C., Wang, H., Kaminishi, T., Kikuchi, T., Hirata, Y., Kurita, D., Muto, A., Muto, Y., Yokoyama, S., Himeno, H.: Structural studies for RsgA/YjeQ, a ribosome maturation factor. Ribosomes 2010 Meeting, Orvieto, Italy, 2010.

d-05 Kurita, D., Une, M., Muto, A., Himeno, H.: Molecular mimicry by tmRNA/SmpB during *trans*-translation. Ribosomes 2010 Meeting, Orvieto, Italy, 2010.

d-06 Ushida, C., Hokii, Y., Sasano, Y., Sato, M., Sakamoto, H., Himeno, H., Muto, A., Fujiwara, T.: The mutation of the *C. elegans* genomic locus encoding a snoRNA has a defect in the pre-rRNA processing. RNA2010, Fifteenth Annual Meeting of the RNA Society, Seattle, 2010.

d-07 Kurita, D., Une, M., Muto, A. & Himeno, H.: *Trans*-translation by tmRNA/SmpB. The 3rd International Symposium on Protein Community. Nara, 2010.

d-08. 保木井悠介・笹野有未・佐藤真悠・坂本　博・坂田和実・新貝鉚蔵・種田晃人・岡　茂範・姫野俵太・武藤　昱・

藤原俊伸・牛田千里：線虫新規ncRNAとrRNA前駆体のプロセッシング，第32回日本分子生物学会年回（横浜），2009.

d-09 栗田大輔，宇根理高，武藤　昱，姫野俵太：トランス・トランスレーション初期過程におけるC末端tailの働き，第12回RNAミーティング（東京）2010.

d-10 竹本千重，Sean Connell，長谷要一，直枝智恵子，王　宏飛，上西達也，菊池岳志，平田侑也，栗田大輔，武藤　昱，武藤　裕，横山茂之，Paola Fucini，姫野俵太：リボソーム成熟因子RsgA/YjeQの構造機能解析，第12回RNAミーティング（東京）2010.

d-11 姫野俵太：tRNAとmRNAの両方の機能を持つtmRNA，9回新しいRNA/RNPを見つける会（弘前），2010.

d-12 栗田大輔，武藤　昱，姫野俵太：無細胞トランス・トランスレーション系におけるSmpBのC末端tailの働き，第5回無細胞生命科学研究会（岡山），2010.

f-01 姫野俵太：2つのtRNA/mRNAハイブリッドによるトランス・トランスレーション，慶応義塾大学大学院講義「概念構築」，2010.

f-02 姫野俵太：第32回分子生物学会年会　ディスカッサー，2009.

牛田　千里

a-01. Hokii, Y., Sasano, Y., Sato, M., Sakamoto, H., Sakata, K., Shingai, R., Taneda, A., Oka, S., Himeno, H., Muto, A., Fujiwara, T., Ushida, C.: A small nucleolar RNA functions in rRNA processing in *Caenorhabditis elegans*. Nucleic Acids Res., 38: 5909-5918, 2010.

b-01. 牛田千里：「RNA interference」，分子精神医学，第10巻2号，53-54頁，2010.

d-01. 保木井悠介・笹野有未・佐藤真悠・坂本　博・坂田和実・新貝鉚蔵・種田晃人・岡　茂範・姫野俵太・武藤　昱・藤原俊伸・牛田千里：線虫新規ncRNAとrRNA前駆体のプロセッシング，第32回日本分子生物学会年回（横浜），2009.

d-02. Kato, A., Sato, K., Ushida, C.: Temporal and spatial expression patterns of the Sm Y-10 snRNA in *Caenorhabditis elegans*. RNA 2010 (Seattle, U. S. A.), 2010.

d-03. Hokii, Y., Sasano, Y., Sato, M., Sakamoto, H., Sakata, K., Shingai, R., Taneda, A., Oka, S., Himeno, H., Muto, A., Fujiwara, T., Ushida, C.: *C. elegans* novel ncRNA and the pre-rRNA processing. RNA 2010 (Seattle, U. S. A.), 2010.

d-04. 荒川祥悟・島脇瑛子・佐藤洋旭・菅原由起・遠藤優子・藤原誠樹・牛田千里：線虫オーファンC/D RNAおよびオーファンH/ACA RNAの発現解析，第12回日本RNA学会（東京），2009.

d-05. Hokii, Y., Sasano, Y., Sato, M., Sakamoto, H., Sakata, K., Shingai, R., Taneda, A., Oka, S., Himeno, H., Muto, A., Fujiwara, T., Ushida, C.: A small nucleolar RNA functions in rRNA processing in *C. elegans*. 4th East Asia *C. elegans* meeting (Tokyo), 2010.

d-06. 加藤　新・天川純一・佐藤洋旭・牛田千里：線虫SL1 RNAの発現は成虫において生殖系列に集中する，第9回新しいRNA/RNPを見つける会（弘前），2010.

d-07. 佐藤真悠・保木井悠介・牛田千里：線虫rRNA前駆体のプロセッシング，第9回新しいRNA/RNPを見つける会（弘前），2010.

e-01. 牛田千里：機能性RNAプロジェクト研究成果報告書，2010.

f-01. 牛田千里：第32回日本分子生物学会年回　ディスカッサー，2009.

高田　晃

畠山　幸紀

d-01. Koki Hatakeyama: Development of the Automated Video Analysis System: Simultaneous analysis of one or more tumor cells. 68th Annual Meeting of the Japanese Cancer Association. (Pacifico Yokohama), 2009.

d-02. Koki Hatakeyama: Development of automated videoanalysis system for cell motility: Multiple analysis of murine tumor cells. 第39回日本免疫学会総会・学術総会.（グランキューブ大阪），2009.

d-03. 畠山幸紀，雨森道紘*：BDF1マウス由来腫瘍細胞の運動能解析．日本動物学会第81回大会（東京大学駒場キャンパス），2010.（*放送大学弘前学習センター）

e-01. 畠山幸紀，小倉弘実：教育用動画配信における著作権保護システム導入に関する研究．HIROIN 27. 33-40（2010）

【応用生命コース】

大町　鉄雄

a-01. Nagayama K. and Ohmachi T. : Mitochondrial processing peptidase activity is controlled by the processing of α-MPP during development in *Dictyostelium discoideum*. Microbiology, 156 (4), 978-989, 2010.

d-01. 伊勢崎奈々，板垣祥子，粕谷勇太，長山耕己，大町鉄雄：細胞性粘菌におけるアセトアセチル-CoAチオラーゼの細胞内局在性について．第82回日本生化学会大会（神戸）2009年10月.

d-02. 落合　廣，長山耕己，竹田光介，福澤雅志，滝谷重治，大町鉄雄：細胞性粘菌の柄形成欠損株に対するpkaC, cudAタンパク質強制発現効果の検討．第82回日本生化学会大会（神戸）2009年10月.

e-01. 大町鉄雄：細胞性粘菌におけるミトコンドリア生合成について．第158回岩手生物工学研究センター公開セミナー，2009年11月27日.

片方　陽太郎

a-01. Matsui Y., Takahashi T., Kamei M., Ito, T. and Katagata Y.: Effect of passion fruit on skin health. Acta Hort, 841, 557-561, 2009.

a-02. Katagata Y. and Sasaki F.: Antiproliferative activity of extracts prepared from three species of Reishi on cultured human normal and tumor cell lines. Molecular Medicine Reports, 3, 179-184, 2010.

d-01. 山崎祥他，山下麻美子，片方陽太郎：ヒトの腫瘍細胞におけるケラチンとHSP分子の相互作用に関する研究，第82回日本生化学会大会，2009. 10. 22 神戸 .

d-02. 後藤昌史，片方陽太郎：プロテオグリカンの皮膚アンチエイジング分野及び化粧品への応用，平成21年度成果最終発表会（文部科学省都市エリア産学官連携促進事業（弘前エリア），2010. 3. 10　弘前.

d-03. 伊藤美夏瀬，寺田浩太，三上真理，片方陽太郎：リンゴ種子に含有する生理活性物質の探索，平成22年度日本農芸化学会大会，2010. 3. 28 東京 .

d-04. 中村恭平，高橋　徹，山形洋平，阿部敬悦，宮木　博，後藤智夫，片方陽太郎：羽毛のケラチン及びペプチドの細胞生化学的性質，平成22年度日本農芸化学会大会，2010. 3. 28 東京.

d-05. 阿部美菜子，齊藤修一，片方陽太郎，細川雅史，宮下和夫，前多隼人：パプリカ色素による脂肪細胞での脂質代謝・糖代謝改善作用，平成22年度日本農芸化学会大会，2010. 3. 28 東京.

d-06. 山崎真央，前多隼人，中田辰男，内沢秀光，片方陽太郎：クロモジの精油による抗がん・抗炎症作用 .日本農芸化学会東北支部・北海道支部合同大会（東北支部第145回），2010. 9. 28　仙台 .

e-01. 片方陽太郎：分子生命科学科，研究紹介．弘前大学大学院医学研究科付属動物実験施設報告書（第7号）pp.64, 平成22年3月発行 .

f-01. 片方陽太郎：リンゴ由来成分の薬理用途．特願2010-46199.

f-02. 片方陽太郎：羽毛のケラチン及びペプチドの腫瘍細胞増殖抑制 .特願2010-199236.

f-03. 片方陽太郎：放送大学講義「紫外線から皮膚がんの回避を」8コマの連続講義（2010. 5. 15-16）弘前 .

宮入　一夫

a-01. Ogawa, S., T. Shimizu, T. Kimura, K. Utho, T. Okuno, and K. Miyairi：The　Pro-form of *Stereum purpureum* Endopolygalacturonase I is inactivated by a prosequence in the C-terminal region: *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **74**：558-562, 2010.

a-02. Tonouchi, A., R. Umehara, T. Sanuki, T. Fukuzawa, A. Ogasawara, and K. Miyairi : Cloning of the gene encoding an endo-acting low-molecular weight pectate lyase from *Streptomyces thermocarboxydus: Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **74**: 433-436, 2010.

a-03. Miyairi,, K., S. Ogawa, T. Shimizu, T. Kimura, and T. Okuno: Auto-inactivation of *Stereum purpureum* proendopolygalacturonase I by C-terminal 44 amino acid residues: *J. Appl. Glycosci.*, **57**: 151-156, 2010.

a-04. Yamamoto, K., S. Noguchi, N. Takada, K. Miyairi, and M. Hashimoto: Synthesis of trigalacturonic acid analogue mimicking the expected transition state in the glycosidases: *Carbohydrate Research*, **345**: 572-585, 2010.

a-05. Harada, T., K. Miyairi, and N. Muraia: Trimeric glycoproteins of bean seed storage protein phaseolin were purified from baculovirus-infected insect Sf 9 cells for use of structural study: *Plant Science*, **179**: 123-132, 2010.

d-01. Iwama, N., T., Saito, K. Ishida, Y. Muranaka, K. Abe, A. Tonouchi, and K. Miyairi：Comparison of Biochemical Properties of Wild Type Glucoamylases and Those of High Glucoamylase Mutant Strains of *Aspergillus oryzae*.

日本NRS（The material research society of Japan）2009年 12月6日（横浜）.

d-02. 木村　翼，小川　俊，清水哲哉，奥野智旦，宮入一夫：銀葉病菌由来Pro-EndoPGIのプロ配列付加によるEndoPGIVの不活性化の試み.日本農芸化学会全国大会，東京大学（2010年3月26日）.

d-03. 宮入一夫，秋月貴光，殿内暁夫，吉田　孝，奥野智旦，橋本貴美子：毒キノコオオシロカラカサタケの毒成分，メタロエンドペプチダーゼの *Aspergillus oryzae* での発現と解析．日本菌学会第54回大会，玉川大学（2010年5月30日）.

d-04. 宮入一夫，福沢琢磨，大野真理，小笠原愛，原田小夜香，古川えり，殿内暁夫：*Streptomyces thermocarboxydus* 由来Exo型ペクチン酸リアーゼのクローニングと発現による解析．日本応用糖質科学会平成22年度大会，静岡（2010年9月15日）.

d-05. 木村　翼，小川　俊，神　巧一，奥野智旦，宮入一夫：銀葉病菌由来Pro-EndoPG Ⅰのプロ配列付加によるEndoPG Ⅲ, Ⅳの不活性化　日本応用糖質科学会平成22年度大会，静岡（2010年9月16日）.

d-06. 石川幸代，橋本　勝，宮入一夫：白絹菌 *Sclerotium rolfsii* 由来ペクチンエステラーゼのMS/MS分析による作用様式の解析．日本農芸化学会東北・北海道合同支部大会，東北大学（2010年9月28日）.

d-07. 神　巧一，木村　翼，奥野智旦，宮入一夫：銀葉病菌由来不活性型EndoPG Ⅰの培養ろ液中での活性化因子．日本農芸化学会東北・北海道合同支部大会，東北大学（2010年9月28日）.

d-08. 高橋正克，宮入一夫，殿内暁夫：水田土壌から分離した通性嫌気性糸状菌RB-1株の酢酸生成に関する研究．日本農芸化学会東北・北海道合同支部大会，東北大学（2010年9月28日）.

e-01. 宮入一夫：すかいらーくフードサイエンス研究所21年度研究助成報告書．2010.

f-01. 青森県高等学校教育研究会理科部会分科会講演「銀葉症状発現物質から見たリンゴ銀葉病菌の生存戦略」2010. 8. 18（五所川原高校）.

f-02. 宮入一夫：五所川原高等学校，ドリーム講座　2010. 9. 30.

園木　和典

a-01. Nasrin Z, Yoshikawa M, Nakamura Y, Begum S, Uesugi M, Osakabe Y, Sonoki T, Sato K, Funada R, Iimura Y, Katayama Y, Kajita S.:Overexpression of a fungal laccase gene induces non-dehiscent anthers and morphological changes in flowers of transgenic tobacco.: Journal of Wood Science. 56: 460-469, 2010.

d-01. 園木和典，松本和浩，須藤宏樹，佐々木嘉幸：Characterization of Biochar-blended compost：第19回日本MRS学術シンポジウム，2009.

d-02. 松本和浩，神藤恵史，須藤宏樹，佐々木嘉幸，園木和典：木炭および木酢液を混入して作成したカーボンオフセット型堆肥がハツカダイコンの生育に及ぼす影響：第8回日本木質炭化学会，2010.

d-03. 園木和典，須藤弘毅，松本和浩，神藤恵史，房　家琛，佐々木嘉幸：地域で発生する未利用バイオマスを原料とした炭入りコンポストの特性解析：エコマテリアル・フォーラム2010年国内シンポジウム，2010.

d-04. 石岡陽菜，八角幸太朗，園木和典：組換え微生物を用いたリグニンからの有価物質生産技術の検討：第145回日本農芸化学会東北支部大会，2010.

d-05. 園木和典，松本和浩，房　家琛，佐々木嘉幸：地域未利用資源を活用した炭入り堆肥の製造と特性評価：科学技術フェスタ in 京都～平成22年度産学官連携推進会議，2010.

e-01. 園木和典：科学研究費補助金研究成果報告書，2010.

e-02. 園木和典：平成21年度弘前大学若手研究者支援事業実績報告書，2010.

f-01. 園木和典：資源利用と微生物機能：FMアップルウェーブ「りんご王国こうぎょくカレッジ」, 2009.

f-02. 園木和典，青森県立名久井農業高等学校生物工学専攻班：農業残渣から新エネルギーを作り出せないか？：科学者発見プロジェクト，2009.

f-03. 園木和典：リンゴ搾り粕と県産未利用資源を活用した堆肥製造事業：第10回青森バイオマス材料（ABM）研究会，2009.

f-04. 園木和典：バイオマスは環境に優しい？～再生可能な資源を活用する社会形成への取り組み～：日本農芸化学会東北支部市民フォーラム「環境に優しいものづくり～資源循環型社会の実現に向けて」，2009.

f-05. 園木和典：植物炭化物を活用した地球温暖化問題への取り組み：弘前産学官連携フォーラムカーボンオフセット農業研究会キックオフセミナー，2010.

f-06. 園木和典：生物資源活用の現状と課題：農村リーダー育成事業アグリカレッジ，2010.

殿内　暁夫

a-01. Tonouchi, A., Hara, Y., Umehara, R., Sanuki, T., Fukusawa, T., and Miyairi, K. : Cloning of the gene encoding an endo-acting pectate lyase from *Streptomyces thermocarboxydus*. *Biosci Biotechnol Biochem* 74, 433-436, (2010).

d-01. 高崎琴絵，藤村直久，殿内暁夫：水田土壌に生息する嫌気性原生生物に関する研究．日本微生物生態学会第25回大会．広島大学（東広島市）(2009. 11. 21-23).

d-02. 北村浩二，赤田辰治，殿内暁夫：水田土壌における栄養共生プロピオン酸酸化細菌の MPN-PCR-DGGE解析 . 日本微生物生態学会第25回大会．広島大学（東広島市）(2009. 11. 21-23).

d-03. 宮入一夫，秋月貴光，殿内暁夫，吉田　孝，奥野智旦，橋本貴美子：毒キノコオオシロカ ラカサタケの毒性分，メタロエンドペプチダーゼの *Aspergillus oryzae* での発現と解析　日本菌学会第54回大会．玉川大学（2010. 5. 30).

d-04. 宮入一夫，福沢琢磨，大野真理，小笠原愛，原田小夜香，古川えり，殿内暁夫：*Streptomyces thermocarboxydus* 由来 Exo型ペクチン酸リアーゼのクローニングと発現による解析．日本応用糖質科学会平成22年度大会．静岡 (2010. 9. 15).

d-05. 高橋正克，宮入一夫，殿内暁夫：水田土壌から分離した通性嫌気性糸状菌 RB-1株の酢酸生成に関する研究．日本農芸化学会東北支部・北海道支部合同支部大会（東北支部145回大会）．東北大学農学部（仙台市）(2010. 9. 27-28).

f-01. 殿内暁夫: 微生物によるバイオマスの利活用．平成21年度産業技術連携推進会議 東北地域部会 秋季資源・環境・エネルギー分科会．ウエルサンピア八戸 (2009. 10. 29).

f-02. 殿内暁夫: 白神山地の有用微生物 . 白神研究センター　第4回シンポジウム白神山地の特産品を知ろう．基調講演，秋田県藤里町 (2009. 12. 5).

f-03. 殿内暁夫：目に見えない生き物の世界，平成22年度弘前大学ドリーム講座 三本木高等学校 (2009. 8. 20).

f-04. 殿内暁夫：必修講座「地域の自然　白神の微生物」, 平成22年度あすなろマスターカレッジ　第5期自然科学コース（弘前校），弘前大学 (2010. 8. 23).

吉田　孝

a-01. Sakai K., K. Ohtaki, H. Koizumi, K. Totani, N. Kitamoto, S. Sato, T. Ohmachi, T. Yoshida: Fungal cellulases of glycosyl Hydrolase Family 7 catalyze lactose condensation. *Journal of Applied Glycoscience*, 57: 239-43 (2010).

d-01. 小泉英誉，戸谷一英，北本則行，柿崎育子，吉田　孝：糸状菌セルラーゼによる Lac糖転移・縮合反応．日本応用糖質科学会第58回大会（弘前）, 2009.

d-02. 佐藤将太，太田邦彦，原田幸雄，田中和明，大町鉄雄，吉田　孝: 半身萎凋病菌 *Verticillium dahliae* が生産するキシログルカン分解酵素の部分精製と性質．日本農芸化学会東北支部若手の会（盛岡）, 2009.

d-03. 佐藤将太，太田邦彦，田中和明，吉田　孝：半身萎凋病菌 *Verticillium dahliae* が生産するキシログルカン分解酵素の精製と性質 . 日本農芸化学会2010年度大会（東京），2010.

d-04. 宮入一夫，秋月貴光，殿内暁夫，吉田　孝，奥野智旦，橋本貴美子：毒キノコオオシロカラカサタケの毒性分，メタロエンドペプチダーゼの *Aspergillus oryzae* での発現と解析．日本菌学会第54回大会（東京，玉川大学），2010.

d-05. 吉田　孝，多田羅洋太，Yuri D. Lobsanov，Lynne Howell: GH47・α-マンノシダーゼの触媒構造について．第18回糖質関連酵素化学シンポジウム（静岡），2010.

d-06. 佐藤将太，太田邦彦，児島　薫，田中和明，吉田　孝: 半身萎凋病菌 *Verticillium dahliae* 由来 xyloglucanase B (XglB) の精製と性質．日本農芸化学会東北支部・北海道支部合同大会（仙台），2010.

【生物資源学科】

【食料開発コース】

石川　隆二

a-01. Akasaka, M., J. Ushiki, H. Iwata, R. Ishikawa and T. Ishii: Genetic relationships and diversity of weedy rice (*Oryza sativa* L.) and cultivated rice varieties in Okayama Prefecture, Japan. Breeding Science 59: 401-409, 2009.

a-02. Ashikawa, I., J. Wu, T. Matsumoto, and R. Ishikawa: Haplotype diversity and molecular evolution at the rice *Pikm* locus for blast Resistance. Journal of General Plant Pathology 76, 137-42, 2010.

a-03. Imai, K., M. MURAI, Y . Hao, Y. CHIBA, A. CHIBA and R. ISHIKAWA: Mapping of rice *Ur1* (*Undulated rachis-1*) gene with effect on increasing spikelet number per panicle and sink size, and development of selection markers for the breeding by the use of Ur1. Hereditas 146: 1-9, 2009.

a-04. Henry, RJ. ,N. Rice, D. L. E. Waters, S. Kasem, R. Ishikawa, Y. Hao, S. Dillon, D. Crayn, R. Wing and D. Vaughan: Australian Oryza: Utility and Conservation. Rice. DOI: 10. 1007/s12284-009-9034-y

a-05. Tanaka, K., R. Ishikawa: Rice archaeological remain and possibility of DNA archaeology. Arch. Anth. Sci. 2: 69-78, 2010.

d-01. Ishikawa, R.: Utilization of Core collection as Japanese National bio-resources and complement with “de novo” collection. IRRI, International Rice Genetics Symposium. (Manila, Philipines), 2009.

d-02. Ishikawa, R.: Evaluation and Utilization of Core collection and “de novo” collection. International Symposium on Wild Rice 2009. (Bangkok, Thailand), 2009.

d-03. 石川隆二・本多剛志・ハオ　イン・田中克典・一谷勝之・中村郁郎・佐藤雅志・佐藤洋一：*Oryza*属におけるオセアニア型とアジア型 *rufipogon*の系統分化　第117回日本育種学会. (京都大学) 2010.

d-04. 齋藤　生・石川隆二：穎花形成変異体の選抜と遺伝解析. 第5回 東北育種研究集会 (東北大学).

d-05. 小林　雄・田中克典・一谷勝之・中村郁郎・佐藤洋一郎・佐藤雅志・石川隆二：オーストラリア野生イネの集団構造解析. 第5回 東北育種研究集会 (東北大学).

d-06. 王　艶平・石川隆二・中村郁郎・佐藤洋一郎・佐藤雅志：ラオスにおける野生イネ自生地保全区の集団構造解析. 第5回 東北育種研究集会 (東北大学).

d-07. 石川隆二・王　艶平・Chay Bounphanousay・中村郁郎・佐藤洋一郎・佐藤雅志：ラオスにおける野生イネ自生地保全区の集団構造解析. 第118回日本育種学会 (秋田県立大学), 2010.

d-08. ハオ　イン・小林　雄・一谷勝之・田中克典・中村郁郎・佐藤雅志・佐藤洋一郎・石川隆二：アジアならびにオセアニア地区における *O. rufipogon* の遺伝的分化. 第118回日本育種学会 (秋田県立大学), 2010.

d-09. 本多剛志・田淵宏朗・猪谷富雄・石川隆二：アジア栽培イネの分子系統学的解析による遺伝的多様性の変遷. 第118回日本育種学会 (秋田県立大学), 2010.

e-01. 石川隆二：イネの原産地と日本への伝播. 食品と容器51: 470-477, 2010.

柏木　明子

a-01. Kishimoto, T., Iijima, L., Tatsumi, M., Ono, N., Oyake, A., Hashimoto, T., Matsuo, M., Okubo, M., Suzuki, S., Mori, K., Kashiwagi, A., Furusawa, C., Ying, BW., Yomo T.: Transition from positive to neutral in mutation fixation along with continuing rising fitness in thermal adaptive evolution., PLoS Genetics, in press, 2010.

d-01. 柏木明子・四方哲也：実験室内共進化系でのバクテリオファージ Q β のゲノム進化. 日本遺伝学会第82回大会 (北海道大学), 2010.

d-02. 柏木明子・四方哲也：大腸菌とバクテリオファージ Q β を用いた実験室内共培養系における寄生者の宿主特異性の変化 . 日本進化学会第12回東京大会 (東京工業大学), 2010.

d-03. 末吉眞人, 松本佑介, 森光太郎, 柏木明子, 細田一史, 四方哲也：テトラヒメナと大腸菌の人工共生系における個体群動態. 日本生態学会第57回大会 (東京大学), 2010.

d-04. 浅尾晃央, 細田一史, 森光太郎, 柏木明子, 山内義教, 城口泰典, 鈴木真吾, 四方哲也：2種類の大腸菌株による人口栄養共生系の実験進化 . 日本生態学会第57回大会 (東京大学), 2010.

d-05. Hosoda, K., Shiroguchi, Y., Yamauchi, Y., Suzuki, S., Mori, K., Kashiwagi, A., Todoriki, M., Oki, S., Matsuyama, S., Ko-Mitamura, E., Urabe, I., Yamada, A., Kihara, K., Ono, N., Furusawa, C., Yomo, T.: Phenotypic plasticity for

the establishment of symbiosis, The 7th Okazaki Biology Conference (The Evolution of Symbiotic Systems), Yamaha Resort Tsumagoi, Shizuoka, Japan. 2010.

d-06. Kashiwagi, A., Sakurai, T., Tsuru, S., Ying, BW., Mori, K., Yomo, T.: Construction of *Escherichia coli* Gene Expression Level Perturbation Collection, Asia Pacific Biochemical Engineering Conference 2009, Kobe, JAPAN, 2009.

d-07. Hosoda, K., Mori, K., Kashiwagi, A., Suzuki, S., Yomo, T.：2種の栄養要求性大腸菌からなる人工相利共生系において観察される協力的な適応的表現型可塑性．第47回日本生物物理学会年会（徳島文理大学），2009.

d-08. Tsuru, S., Ying, BW., Mori, K., Ushioda, J., Kashiwagi, A., Yomo, T.：栄養枯渇に対する適応応答における遺伝子発現の確率性．第47回日本生物物理学会年会（徳島文理大学），2009.

d-09. 細田一史・鈴木真吾・柏木明子・森光太郎・山内義教・城口泰典・四方哲也：2種の大腸菌変異株による人工栄養共生系で観察される適応的表現型変化．第25回個体群生態学会（同志社大学），2009.

d-10. Tsuru, S., Ying, BW., Mori, K., Ushioda, J., Kashiwagi, A., Yomo, T.: Analysis of adaptive gene expression to nutrient depletion out of native regulatory mechanisms. International Symposium on Complex System Biology, The University of Tokyo, Japan, Sep. 29-Oct. 1, 2009.

d-11. Hosoda, K., Shiroguchi, Y., Yamauchi, Y., Mori, K., Suzuki, S., Kashiwagi, A., Yomo, T.: Adaptive phenotypic change in a synthetic ecosystem composed of two strains of *Escherichia coli*. International Symposium on Complex System Biology, The University of Tokyo, Japan, Sep. 29-Oct. 1, 2009.

d-12. 津留三良，Ying, BW.，森光太郎，潮田純弥，柏木明子，四方哲也：アミノ酸枯渇に対する適応的な遺伝子発現．「細胞を創る」研究会2.0（東京大学），2009.

e-01. Kashiwagi, A., Sakurai, T., Tsuru, S., Ying, BW., Mori, K., Yomo, T.: Construction of *Escherichia coli* Gene Expression Level Perturbation Collection, Journal of Bioscience and Bioengineering, **108** (**S1**), p.S118-S119, 2009.

e-02. 柏木明子：平成21度弘前大学若手研究者支援事業実績報告書，2010.

e-03. 柏木明子：科学研究費補助金（若手研究B）報告書，2010.

e-04. 柏木明子：戦略的創造研究推進事業金子複雑系生命プロジェクト（科学技術振興機構），平成21年度　研究成果報告書，2010.

f-01. 柏木明子：女性研究者のキャリアを考える，Still Alive，日本生物工学会誌，**88**（**4**），p.184-185，2010.

f-02. 柏木明子，園木和典：Branch Spirit，北日本支部：弘前大学の生物工学会会員です，日本生物工学会誌，第88巻6号，p.317，2010.

f-03. 柏木明子：Lead-off 本との出会いを楽しむ，〈第4回〉，きっかけ，弘前大学附属図書館報，No.30，p.7，2009.

千田　峰生

a-01. Kurauchi, T., T. Matsumoto, A. Taneda, T. Sano, M. Senda: Endogenous short interfering RNAs of chalcone synthase genes associated with inhibition of seed coat pigmentation in soybean. Breed. Sci., **59**: 419-426, 2009.

d-01. 松本拓郎・千田峰生：ダイズの種皮着色抑制に関与する *CHS* 遺伝子由来の内因性 siRNAs に関する研究Ⅰ．ノーザンブロット分析を用いた解析．日本育種学会第117回講演会（京都大学），2010.

d-02. 倉内　佑・種田晃人・佐野輝男・千田峰生：ダイズの種皮着色抑制に関与する *CHS* 遺伝子由来の内因性 siRNAs に関する研究Ⅱ．次世代シーケンサーを用いた解析．日本育種学会第117回講演会（京都大学），2010.

d-03. 乗田理恵・西村さつき・千田峰生・川崎通夫：ダイズ種皮における色素蓄積様式に関する組織・細胞学的検討．平成22年度日本作物学会東北支部会（東北大学），2010.

d-04. 倉内　佑・葛西厚史・千田峰生：ダイズの種皮着色抑制に関与する *CHS* 遺伝子由来の内因性 siRNAs に関する研究Ⅲ．5'末端および3'末端構造の解析．第5回東北育種研究集会（東北大学），2010.

d-05. 西村さつき・黒田智久・石郷岡直人・乗田理恵・千田峰生：異なる栽培集団から見出されたエンレイ種皮着色突然変異体における *GmIRCHS* 遺伝子の構造変異パターンの比較．日本育種学会第118回講演会（秋田県立大学），2010.

f-01. 千田峰生：遺伝子組換え作物についての話．苫小牧東高等学校ジョイントセミナー（出前講義），2009.

戸羽　隆宏

d-01. 藤村江里子・梅澤沙織・戸羽隆宏：*Arcobacter butzleri* の細胞侵入性および炎症性サイトカインの産生に与える乳酸菌の影響．日本畜産学会第112回大会（東京都，明治大学），2010.

d-02. 陳　星・戸羽隆宏：*Arcobacter cryaerophilus*の細胞侵入性およびその機構．平成22年度日本酪農科学シンポジウム（東京都，共立女子大学），2010.

原田　竹雄

a-01. Harada T., K. Miyairi, N. Murai: Trimeric glucoproteins of bean seed storage protein phaseolin were purified from baculovirus-infected insect Sf9 cells for use of structural study. Plant Science **179**: 123-132, 2010.

a-02. Harada T.: Grafting and RNA transport via phloem tissue in horticultural plants. Scientia Horticulturae **125**: 545-550, 2010.

a-03. Kanehira A., K. Yamada, T. Iwaya, R. Tsuwamoto, A. Kasai, M. Nakazono, T. Harada: Apple phloem cells contain some mRNAs transported over long distances. Tree Genetics and Genomes **5**: 635-642, 2010.

a-04. Xu H., W. Zhang, M. Li, T. Harada, Z. Han, T. Li: *GIBBERELLIC ACID INSENSITIVE* mRNA transport in both directions between stock and scion in *Malus*. Tree Genetics and Genomes 6: 1013-1019, 2010.

a-05. Kasai A., A. Kanehira, T. Harada：miR172 can move long distances in *Nicotiana benthamiana*. Open Plant Sci J. **4**: 1-6, 2010.

a-06. Tsuwamoto R., T. Harada: Identification of a cis-regulatory element that acts in companion-cell-specific expression of AtMT2B promoter through the use of *Brassica* vasculature and gene-gun-mediated transient assay. Plant and Cell Physiol. **51**: 80-90, 2010.

d-01. 津和本亮・原田竹雄：シロイヌナズナ *TRT*支配下遺伝子のトランスクリプトーム解析．日本育種学会（秋田県立大学）2010.

d-02. 白　松齢・葛西厚史・原田竹雄：Artificial epiallele induced by phloem-transported siRNA. 日本育種学会（秋田県立大学）2010.

d-03. Harada T. Molecular mechanism of the difference of storage ability among apple cultivars. International Workshop on Molecular Biology of Fruit Tree. Organized by the Institute of Fruit Tree CAAS.（Beijing）2010.

d-04. Bai S. K., A. Kasai, T. Harada：Transcriptional gene silencing triggered by siRNA transported long-distantly through phloem. Plant Biology 2010（Canada, Toronto）2010.

d-05. 白　松齢・葛西厚史・原田竹雄：Transcriptional gene silencing by siRNA transported long-distantly through sieve tube. 日本育種学会（京都大学）2010.

d-06. 津和本亮・原田竹雄：シロイヌナズナ花成促進遺伝子 TRT1, 3の発現はPHYBにより制御される．日本育種学会（京都大学）2010.

d-07. 兼平杏美・山田かおり・葛西厚史・原田竹雄：篩管長距離輸送 siRNAシグナルによる遺伝子サイレンシング発動様式．日本育種学会（京都大学）2010.

d-08. 葛西厚史・兼平杏美・原田竹雄：篩管長距離輸送 siRNAシグナルによる内生遺伝子のサイレンシング．日本育種学会（京都大学）2010.

前多　隼人

a-01. Maeda, H., Azuma, K.: 機能性食品素材としての雑海藻の高度利用．New food industry, 52: 33-40, 2010.

d-01. 阿部美菜子・斎藤修一・片方陽太郎・細川雅史・宮下和夫・前多隼人：パプリカ色素による脂肪細胞での脂質代謝・糖代謝改善作用．日本農芸化学会2010年度大会（東京），2010.

d-02. 阿部美菜子・斎藤修一・片方陽太郎・細川雅史・宮下和夫・前多隼人：パプリカカロテノイドによる脂肪細胞でのアディポサイトカイン分泌調節作用．日本油化学会第49回年会（函館市），2010.

d-03. 前多隼人：中鎖脂肪酸トリアシルグリセロールによるカロテノイドの機能性向上効果の検討～機能性食品素材としての利用法の確立～．日本油化学会第49回年会（函館市），2010.

d-04. 山崎真央・前多隼人・中田辰男・内沢秀光・片方陽太郎：クロモジの精油による抗がん・抗炎症作用．日本農芸化学会　東北支部・北海道支部合同支部大会（東北支部第145回大会）（仙台市），2010.

f-01. 前多隼人：大間産ツルアラメに含まれる栄養機能成分の季節変化．大間産ツルアラメ研究成果報告会（大間町），2010.

f-02. 前多隼人：水産資源が支える健康．文部科学省平成21年度科学技術振興調整費　地域再生人材創出の拠点形成プログラムの「新水産・海洋都市はこだてを支える人材養成」（函館市），2010.

【生産環境コース】

青山　正和

a-01. 坂本　清*・青山正和：リンゴ剪定枝堆肥の施用がリンゴ苗木の生育および土壌理化学性に及ぼす影響．園芸学研究，**9**：153-158，2010.（*青森県農林総合研究センター）

a-02. Aoyama, M., Karim, S. and Okuyama, Y.: Two-dimensional gel electrophoresis of humic acids. In Advanced in Natural Organic Matter and Humic Substances Research 2008-2010, Vol. 1, Ed. J.A. González-Pérez, F.J. González-Vila and G. Almendros, p. 27-30, Digital CSIC, Madrid, Spain, 2010.

b-01. 青山正和：土壌団粒－形成・崩壊のドラマと有機物利用－，pp. 173，農山漁村文化協会，2010.

d-01. 青山正和：腐植酸の二次元電気泳動．日本腐植物質学会第25 回講演会（兵庫県立大学），2009.

d-02. 青山正和：土壌有機態窒素の存在状態―腐植物質と非腐植物質の窒素形態，平成21年度共通基盤試験研究推進会議土壌肥料部会，第１分科会「土壌の有機態窒素の分子実態」，中央農業総合研究センター，つくば．

d-03. Aoyama, M., Karim, S. and Okuyama, Y.: Two-dimensional gel electrophoresis of humic acids. XV Meeting of the International Humic Substances Society, Tenerife - Canary Islands, 2010.

d-04. 松山信彦・青山正和・佐々木長市・三枝正彦*：開拓地土壌概要から見た青森県に分布する黒ボク土の特徴．日本土壌肥料学会2010年度北海道大会（北海道大学），2010.（*豊橋技術科学大学）

f-01. 青山正和：リンゴ園土壌の特徴と堆肥の効果．弘前大学農学生命科学部附属生物共生教育研究センター公開講座「リンゴを科学する」テキスト，p.35-42，2009.

佐野　輝男

a-01. Kawaguchi-Ito, Y., Li, S-F., Tagawa, M., Araki, H., Goshono, M., Yamamoto, S., Tanaka, M., Narita, M., Tanaka, K., Liu, S-X., Shikata, E., Sano, T.*: Cultivated grapevines represent a symptomless reservoir for the transmission of hop stunt viroid to hop crops: 15 years of evolutionary analysis. PLoS ONE 4（12）: e8386. doi: 10. 1371/ journal.pone. 0008386, 2009.（*corresponding author）

a-02. Kurauchi, T., Matsumoto, T., Taneda, A., Sano, T. and Senda, M.: Endogenous short interfering RNAs of chalcone synthase genes associated with inhibition of seed coat pigmentation in soybean. Breeding Science. 59（4）: 419-426. 2009.

a-03. Tanaka, K., Hirayama, K., Yonezawa, H., Hatakeyama, S., Harada, Y., Sano, T., Shirouzu, T. and Hosoya, T. Molecular taxonomy of bambusicolous fungi: Tetraplosphaeriaceae, a new pleosporalean family with Tetraploa-like anamorphs. Studies in Mycology 64: 175–209. 2009. doi: 10. 3114/sim. 2009. 64. 10.

a-04. Nekoduka, S., Tanaka, K., Harada, Y., Sano, T.*: Phylogenetic affinity of Mycochaetophora gentianae, the causal fungus of brown leaf spot on gentian（Gentiana triflora）, to Pseudocercosporella-like hyphomycetes in Helotiales. Mycoscience, 51: 123-133. 2010.

a-05. Sano, T.*, Barba, M., Li, S-F. and Hadidi, A.: Viroids and RNA silencing; Mechanism, role in viroid pathogenicity and development of viroid-resistant plants. GM Crops 1: 2, 1-7; March/April 2010 © 2010 Landes Bioscience（*corresponding author）.

d-01. 赫　英紅・田中和明・佐野輝男：マクロアレイ法による異なる病害虫管理条件下で栽培されたリンゴ樹の葉圏微生物相の多様性の比較解析（2009年）．平成22年度日本植物病理学会　京都国際会議場（京都市）2010年4月19日．

d-02. 対馬太郎・李　世訪・佐野輝男．コリウスのウイロイドについて― Coleus blumei viroid 5の検出．京都国際会議場（京都市）2010年4月19日．

d-03. 原田幸雄・田中和明・佐野輝男：ヨシの麦角に寄生するヒメバッカクヤドリタケ：分生子の形成とその伝染環における役割．平成22年度日本植物病理学会東北部会（コラッセふくしま，福島市）2010年10月4日．

d-04. 佐野輝男・川口（伊藤）陽子・松田考広・張　志想・李　世訪：ホップ矮化ウイロイド―ブドウ分離株とそのホップ適応変異体の病原性及び遺伝的安定性．平成22年度日本植物病理学会東北部会（コラッセふくしま，福島市）2010年10月5日．

d-05. 佐野輝男：ホップ矮化ウイロイドと果樹病害．落葉果樹研究会　講演（青山会館，東京都）2010年2月2日．

d-06. 佐野輝男：木村園にみるリンゴの病気と害虫発生抑制メカニズムの科学．木村興農社　講演（黒石市）2010年3月18日．

d-07. 佐野輝男：ホップの病気について―特にうどんこ病の発生について．平成22年度ホップ生産者技術研修会　講師（大館市）2010年7月22日．

d-08. Teruo Sano: Latest Progress in Viroid Research. Lecturer, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, China, Sept. 18-19, 2010.

d-09. Teruo Sano: Current Status of Viroid Diseases. Lecturer, Wuyi University, Wuyishan, China, Sept. 21, 2010.

d-10. Teruo Sano: Viroid – Pathogenicity, evolution (host-adaptation), and RNA silencing. Lecturer, School of Life Sciences (Yi Li's Lab.), Peking University, Sept. 23, 2010.

田中　和明

a-01. Kawaguchi-Ito, Y., S.F. Li, M. Tagawa, H. Araki, M. Goshono, S. Yamamoto, M. Tanaka, M. Narita, K. Tanaka, S.X. Liu, E. Shikata, T. Sano: Cultivated grapevines represent a symptomless reservoir for the transmission of Hop Stunt Viroid to hop crops: 15 years of evolutionary analysis. PLoS ONE **4** (12): e8386. doi: 10. 1371/journal. pone. 0008386, 2009.

a-02. Schoch, C.L., P.W. Crous, J.Z. Groenewald, E.W.A. Boehm, T.I. Burgess, J. de Gruyter, G.S. de Hoog, L.J. Dixon, M. Grube, C. Gueidan, Y. Harada, S. Hatakeyama, K. Hirayama, T. Hosoya, S.M. Huhndorf, K.D. Hyde, E.B.G. Jones, J. Kohlmeyer, Å. Kruys, Y.M. Li, R. Lücking, H.T. Lumbsch, L. Marvanová, J.S. Mbatchou, A.H. McVay, A.N. Miller, G.K. Mugambi, L. Muggia, M.P. Nelsen, P. Nelson, C.A. Owensby, A.J.L. Phillips, S. Phongpaichit, S.B. Pointing, V. Pujade-Renaud, H.A. Raja, E. Rivas Plata, B. Robbertse, C. Ruibal, J. Sakayaroj, T. Sano, L. Selbmann, C.A. Shearer, T. Shirouzu, B. Slippers, S. Suetrong, K. Tanaka, B. Volkmann-Kohlmeyer, M.J. Wingfield, A.R. Wood, J.H.C. Woudenberg, H. Yonezawa, Y. Zhang, J.W. Spatafora: A class-wide phylogenetic assessment of Dothideomycetes. Studies in Mycology **64**: 1–15, 2009.

a-03. Zhang, Y., C.L. Schoch, J. Fournier, P.W. Crous PW, J. de Gruyter, J.H.C. Woudenberg, K. Hirayama, K. Tanaka, S.B. Pointing, J.W. Spatafora, K.D. Hyde: Multi-locus phylogeny of Pleosporales: a taxonomic, ecological and evolutionary re-evaluation. Studies in Mycology **64**: 85–102, 2009.

a-04. Shearer, C.A., H.A. Raja, A.N. Miller, P. Nelson, K. Tanaka, K. Hirayama, L. Marvanová, K.D. Hyde, Y. Zhang: The molecular phylogeny of freshwater Dothideomycetes. Studies in Mycology **64**: 145–153, 2009.

a-05. Suetrong, S., C.L. Schoch, J.W. Spatafora, J. Kohlmeyer, B. Volkmann-Kohlmeyer, J. Sakayaroj, S. Phongpaichit, K. Tanaka, K. Hirayama, E.B.G. Jones: Molecular systematics of the marine Dothideomycetes. Studies in Mycology **64**: 155–173, 2009.

a-06. Tanaka, K., K. Hirayama, H. Yonezawa, S. Hatakeyama, Y. Harada, T. Sano, T. Shirouzu, T. Hosoya: Molecular taxonomy of bambusicolous fungi: Tetraplosphaeriaceae, a new pleosporalean family with *Tetraploa*-like anamorphs. Studies in Mycology **64**: 175–209, 2009.

a-07. Honma, M., S. Kudo, N. Takada, K. Tanaka, T. Miura, M. Hashimoto: Novel neofusapyrones isolated from *Verticillium dahliae* as potent antifungal substances. Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters **20**: 709–712, 2010.

a-08. Nekoduka, S., K. Tanaka, Y. Harada, T. Sano: Phylogenetic affinity of *Mycochaetophora gentianae*, the causal fungus of brown leaf spot on gentian (*Gentiana triflora*), to *Pseudocercosporella*-like hyphomycetes in Helotiales. Mycoscience **51**: 123–133, 2010.

a-09. Hirayama, K., K. Tanaka, H.A. Raja, A.N. Miller, C.A. Shearer: A molecular phylogenetic assessment of *Massarina ingoldiana sensu lato*. Mycologia **102**: 729–746, 2010.

a-10. Tanaka, K., K. Hirayama, S.H. Iqbal: *Diadema ahmadii* (Pleosporales), a new ascomycetous species from Pakistan. Mycotaxon **113**: 337–342, 2010.

d-01. 赫　英紅・田中和明・佐野輝男：マクロアレイ法による異なる病害虫管理条件下で栽培されたリンゴ樹の葉圏微生物相の多様性の比較解析（2009年）．平成22年度日本植物病理学会（京都・国立京都国際会館），2010年4月18～20日．

d-02. 田中和明：新種記載における命名規約上の基本ルール．第11回植物病原菌類談話会（平成22年度日本植物病理学会）（京都・京都テルサ），2010年4月20日．

d-03. 田中和明・遠藤茉惟・平山和幸・岡根　泉・細矢　剛：*Discosia* および *Seimatosporium* 属菌の系統と分類（3）．日本菌学会第54回大会（東京・玉川大学），2010年5月30日．

d-04. 平山和幸・田中和明：プレオスポラ目における *Lophiostoma* 属と *Lophiotrema* 属の再定義および新科 *Lophiotremataceae* の設立．日本菌学会第54回大会（東京・玉川大学），2010年5月30日．

d-05. 本田和幸・平山和幸・田中和明・原田幸雄・Mel'nik V.A.: ハクサンシャクナゲ上にみられる希少種 *Nagrajomyces*

dictyosporus（分生子果不完全菌）の再発見．日本菌学会第54回大会（東京・玉川大学），2010年5月30日．

d-06. Tanaka, K., V.A. Mel'nik, M. Kamiyama, K. Hirayama, T. Shirouzu: Molecular phylogeny of two coelomycetous genera with stellate conidia, *Prosthemium* and *Asterosporium*. International Mycological Congress（Edinburgh International Conference Centre, U.K.）, 4 Aug. 2010.

d-07. Hirayama, K., K. Tanaka: Molecular analyses of two pleosporalean genera *Lophiostoma* and *Lophiotrema* and their morphological redefinition. International Mycological Congress,（Edinburgh International Conference Centre, U.K.）, 4 Aug. 2010.

f-01. 田中和明：菌からみたリンゴ病害―モニリア病と赤星病を例に―．弘前大学農学生命科学部附属生物共生教育研究センター公開講座，リンゴを科学する（青森・板柳町）．2009年12月7日．

f-02. 田中和明：植物病原菌類の生物学．平成22年度弘前大学ドリーム講座（青森・八戸東高校）．2010年9月9日．

f-03. 田中和明：書評「日本産菌類集覧」．日本菌学会ニュースレター 2010（3）: 4–5, 2010.

比留間　潔

a-01. Hiruma, K., and Riddiford, L.M.（2010）. Developmental expression of mRNAs for epidermal and fat body proteins and hormonally regulated transcription factors in the tobacco hornworm, *Manduca sexta*. *J. Insect Physiol.* **56**, 1390-1395.

a-02. Kaneko, Y., Shinoda, T., and Hiruma, K.（2011）. Remodeling of the corpora cardiaca and the corpora allata during adult metamorphosis in *Bombyx mori*: identification of invisible corpora cardiaca by the expression of adipokinetic hormone. *Appl. Ent. Zool.*, in press.

d-01. Hiruma, K.（2009）. Regulation of JH biosynthesis by ecdysteroids. The 57th Annual Meeting of the Entomological Society of America. December 13-16, 2009. Indianapolis, USA.（招待講演）

d-02. Hiruma, K.（2010）. Introduction for the Karlson speaker of 2010. The 18th International Workshop on Ecdysone Workshop. July 19-23, 2010. Ceske Budejovice, Czech Republic.（招待講演）

d-03. Hiruma, K., Kaneko, Y., and Kinjoh, T.（2010）. Regulation of juvenile hormone synthesis by corpora allata. The 18th International Workshop on Ecdysone Workshop. July 19-23, 2010. Ceske Budejovice, Czech Republic.

d-04. Kinjoh, T., Kaneko, Y., Kiuchi, M., and Hiruma, K.（2010）. Regulation of juvenile hormone biosynthesis by 20-hydroxyecdysone in *Bombyx mori*. The 18th International Workshop on Ecdysone Workshop. July 19-23, 2010. Ceske Budejovice, Czech Republic.

d-05. 金児　雄・古田賢次郎・桑野榮一・比留間潔（2010）早熟変態を引き起こす KF-13の JH合成阻害の作用機構．第54回日本応用動物昆虫学会．2010年3月26－28日．千葉大学.

d-06. 金児　雄・山中直岐・片岡宏誌・比留間潔（2010）カイコにおける allatotropinによる JH合成抑制作用とその機構．第54回日本応用動物昆虫学会．2010年3月26－28日．千葉大学.

d-07. 金城輝則・比留間潔（2010）カイコのアラタ体と皮膚におけるエクダイソンカスケードの制御．第54回日本応用動物昆虫学会．2010年3月26－28日．千葉大学.

d-08. 横山拓彦・比留間潔・冨田秀一郎（2010）カイコの転写因子 BHR4の，エクダイソン合成に対する影響．第54回日本応用動物昆虫学会．2010年3月26－28日．千葉大学.

d-09. 粥川琢巳・清水泰博・外川　徹・上田浩人・比留間潔・三田和英・小滝豊美・篠田徹郎（2010）チャバネアオカメムシの JHネットワーク遺伝子の同定と機能解析．第54回日本応用動物昆虫学会．2010年3月26－28日．千葉大学.

e-01. 篠田徹郎・比留間潔（2010）幼若ホルモンネットワーク遺伝子の解明と制御．農業・食品産業技術総合研究機構，生物系特定産業技術研究支援センター，基礎研究推進事業研究成果．2010年3月19－18日．千代田区立内幸町ホール.

藤田　隆

a-01. 伊藤大雄・藤田　隆：代替防除資材利用によるリンゴ有機栽培の試み―転換後5年間の病害発生状況．北日本病害虫研報 60：134-138, 2009.

f-01. 藤田　隆：リンゴ及びワリンゴの黒星病菌について―分子系統解析―
リンゴ産業の振興方向を探る．リンゴを考える会講演2010.

松山　信彦

a-01. 松山信彦・佐藤　佑・舘岡和寛：マコモ（*Zizania latifolia* Turcz.）に対するケイ酸の影響．日本作物学会東北支部会報，52: 47-48，2009.

a-02. 佐々木長市・松山信彦・久保田正亜・野田香織・加藤　幸：客土をもつカドミウム汚染水田の浸透型が稲体のカドミウム濃度および生育収量に及ぼす影響．農業農村工学会論文集，268: 23-30, 2010.

a-03. 佐々木長市・松山信彦・佐瀬　隆・殿内暁夫・Shyamal Kumar Paul・松岡嗣彦・加藤　幸・野田香織：白神山地の土壌に関する研究（7）．白神研究，7: 39-48，2010.

b-01. 佐々木長市・松山信彦：白神山地の土壌，白神学入門，p.41-45，弘前大学白神自然観察園，2010.

d-01. Shyamal Kumar Paul, C. Sasaki, N. Matsuyama, T. Yoshimura, and K. Noda.: Influence of percolation pattern on growth and yields of rice plants and uptake of cadmium with soil dressing models. 19th. World Congress of Soil Science.

d-02. 佐々木長市・太田誠仁・村上　章・松山信彦・加藤　幸：汎用水田におけるダイズ栽培に及ぼす地下水位変動の影響，平成21年度農業農村工学会大会.

d-03. 佐藤　佑・舘岡和寛・松山信彦：ケイ酸の施与がマコモ（Zizania latifolia Turcz.）のデンプン含量に与える影響，2010年日本作物学会東北支部講演会.

d-04. 有野祐樹・松山信彦：マグネシウム施与が水稲生理及び生育・収量に与える影響，2010年日本作物学会東北支部講演会.

d-05. 松山信彦・青山正和・佐々木長市・三枝正彦：開拓地土壌概要から見た青森県に分布する黒ボク土の特徴，2010年日本土壌肥料学会講演会.

f-01. 松山信彦：板柳町特産マコモダケの生産と商品化について，提案型地域活性化推進事業研究会，農商工連携セミナー.

【園芸農学科】

【園芸農学コース】

荒川　修

a-01. Manasikan Thammawong and Osamu Arakawa: Starch degradation characteristics in relation to physiological and biochemical properties during growth and maturation of apple fruit. J. Applied Hort., 11 (1): 23-30, 2009.

a-02. Manasikan Thammawong and Osamu Arakawa:Starch to sugar conversion in "Tsugaru" apples under ethylene and 1-Methylcyclopropene treatments. J. Agr. Sci. Tech. Vol. 12: 617-626, 2010.

d-01. 田中紀充・和田雅人・守谷（田中）友紀・阿部和幸・小森貞男・壽松木章・荒川　修：リンゴの単為結果品種における種子形成が果実品質に及ぼす影響．園学研．9別1：272．平成22年度園芸学会春季大会（日本大学），2010.

d-02. 荒川　修・堀内正伴：リンゴ幼木の成長と光合成同化産物の分配：園芸学会東北支部平成22年度研究発表要旨．21-22, 2010.

鈴木　裕之

a-01. Suzuki H., Y. Sasaki, M. Shimizu, M. Matsuzaki, T. Hashizume and H. Kuwayama: Ghrelin and leptin did not improve meiotic maturation of porcine oocytes cultured *in vitro*. Reproduction in Domestic Animals, 45 (5), 927-930, 2010.

a-02. Kabashima K., M. Matsuzaki and H. Suzuki: Intermediate filament keratin dynamics during oocyte maturation requires maturation/M-phase promoting factor and mitogen-activated protein kinase kinase activities in the hamster. Reproduction in Domestic Animals, 45 (5), e184-e188, 2010.

d-01. Fang, J., M. Matsuzaki, H. Suzuki, K. Horiguchi, T. Takahashi, Y. Cai: Effect of lactic acid bacteria and urea treatment on fermentation quality and digestibility of rice straw．日中飼料研究会第1回大会（日本畜産草地研究所と中国華南農業大学共催），2009.

d-02. 古山敬一・椛嶋克哉・松崎正敏・鈴木裕之：Rhoキナーゼは卵核胞崩壊と第一極体の放出に関与する．日本哺乳動物卵子学会第51回大会（朱鷺メッセ），2010.

d-03. 椛嶋克哉・山内浩一・松崎正敏・鈴木裕之：ハムスター初期胚におけるケラチンの時空間的分布変化．日本繁殖生物学会第103回大会（北里大学），2010.

d-04. 近藤真大・房　家琛・王　鳳鵬・小笠原陵・鈴木裕之・松崎正敏：サフォーク種めん羊におけるリンゴ粕混合サイレージ摂取後の血糖値変化．日本畜産学会第112回大会（明治大学）．2010.

d-05. 柴　伸弥*・松崎正敏・房　家琛・王　鳳鵬・小笠原陵・近藤真大・鈴木裕之・今成麻衣*・樋口幹人*・渡邉　彰*：リンゴ粕アルコール発酵飼料の給与が羊の腰最長筋のコラーゲン性状および遊離アミノ酸組成に及ぼす影響．日本畜産学会第112回大会（明治大学）．2010.（*東北農業研究センター）

d-06. 近藤真大・王　鳳鵬・小笠原陵・房　家琛・鈴木裕之，松崎正敏：リンゴ粕混合サイレージ給与で肥育した雄および去勢雄めん羊の増体，血中代謝成分濃度，解体および枝肉成績．東北畜産学会第60回大会（盛岡市）．2010.

d-07. 木村　中・王　鳳鵬・房　家琛・鈴木裕之・松崎正敏：リンゴ粕混合サイレージの繊維成分の消化特性．東北畜産学会第60回大会（盛岡市）．2010.

張　樹槐

a-01. マハルジャン　ガウリ，高橋照夫，張　樹槐：Web診断のための画像特徴を利用したイネ病気の判別・分類に関する研究―色及び形状特徴を用いたパターン判別分析法の精度―，農業機械学会誌　72 (4)，339～348，2010.

d-01. Xuan LUO, Shuhuai ZHANG, Ming SUN*, Teruo TAKAHASHI: a New Method for Bruise Detection of Apples by Hyperspectral Imaging, Proceedings of the 3rd Asian Conference on Precision Agriculture (CD-ROM), 59, 2009（*中国農業大学）.

d-02. Gauri MAHARJAN, Teruo TAKAHASHI, Shuhuai ZHANG：Classification of Image Patterns Using SVM for Web-based Diagnosis of Rice Diseases, Proceedings of the 3rd Asian Conference on Precision Agriculture (CD-ROM), 59, 2009.

d-03. 張　樹槐，福地　博，高橋照夫：日陰処理によるサクラ開花遅延に関する実証研究，第69回農業機械学会年次大会講演要旨，132～133，2010.

d-04. 羅　璇，張　樹槐，高橋照夫：Wavelength Selection of Vis/NIR Spectroscopy for Bruise Detection of Apples, 372～373，2010.

d-05. 羅　璇，張　樹槐，高橋照夫：Comparison of Visible and NIR Spectroscopy for Bruise Detection of Apples, 平成22年度農業機械学会東北支部大会研究発表会要旨集，33～34，2010.

川崎　通夫

a-01. Ferdose J, M Kawasaki, M Taniguchi, H Miyake: Differential sensitivity of rice cultivars to salinity and its relation to ion accumulation and root tip structure. Plant Production Science, 12: 453-461, 2009.

a-02. Yamada M, M Kawasaki, T Sugiyama, H Miyake, M Taniguchi: Differential positioning of C_4 mesophyll and bundle sheath chloroplasts: aggregative movement of C_4 mesophyll chloroplast in response to environmental stresses. Plant & Cell Physiology, 50: 1736-1749, 2009.

a-03. Murase J, M Kawasaki, J F De Jonckheere: Isolation of a new heterolobosean amoeba from a rice field soil: *Vrihiamoeba italica* gen. nov., sp. nov. European Journal of Protistology, 46: 164-170, 2010.

b-01. 川崎通夫：貯蔵器官・貯蔵組織，デンプン・糖類の貯蔵，ヤムイモ，タロイモ．日本作物学会編 作物学用語事典，126-129, 270-273, 2010.

d-01. 谷口光隆・佐竹亜沙美・富田佑輔・谷口洋二郎・川崎通夫・三宅　博：C_4植物における葉緑体2-オキソグルタル酸／リンゴ酸輸送体の共通機能．日本作物学会第229回講演会（宇都宮大学），2010.

d-02. 佐竹亜沙美・富田佑輔・川崎通夫・三宅　博・谷口光隆：C_4植物における葉緑体局在2-オキソグルタル酸／リンゴ酸輸送体の細胞特異的発現とその生理機能．第51回日本植物生理学会年会（熊本大学），2010.

d-03. 山本亜矢・木下浩武・川崎通夫・三宅　博・谷口光隆：シロイヌナズナ葉緑体におけるリンゴ酸バルブの機能強化．第51回日本植物生理学会年会（熊本大学），2010.

d-04. 川崎通夫・須藤宏樹：ナガイモ塊茎における重力感受機序に関する微細構造的特徴の検討．日本作物学会第230回講演会（北海道大学），2010.

d-05. 乗田理恵・西村さつき・千田峰生・川崎通夫：ダイズ種皮における色素蓄積様式に関する組織・細胞学的研究．日本作物学会東北支部会第53回講演会（東北大学），2010.

f-01. 川崎通夫：弘前大学ドリーム講座（青森県立八戸東高等学校），2010.

f-02. 川崎通夫：横浜町における海浜植物と砂浜海岸保全に関する勉強会．講演および現場説明（よこはまホタル村），2010.

本多　和茂

a-01. Maeda, T., K. Honda, T. Sonoda, S. Motoki, K. Inoue, T. Suzuki, K. Osawa, M. the mother-fern culture system during the summer-autumn harvest. J. Japan Soc. Hort. Sci., 79 (2): 161-167, 2010.

d-01. 冨川　優・前田智雄・本多和茂・嵯峨紘一・石川隆二・秋田祐介*・吉原亮平*・野澤　樹*・鳴海一成*：'弘前在来'トウガラシ種子への重イオンビーム照射が実生の発芽及び生育に及ぼす影響．園芸学会平成22年度春季大会（日本大学），2010.（*原子力機構）

d-02. 前田智雄・小村晶紀・本多和茂・山口貴之*：アスパラガス伏せ込み促成栽培における若茎中のルチン含量に及ぼす補光処理の影響．園芸学会平成22年度秋季大会（大分大学），2010.（*岩手農研セ）

前田　智雄

a-01. Maeda, T., K. Honda, T. Sonoda, S. Motoki, K. Inoue, T. Suzuki, K. Oosawa, M. Suzuki. Light Condition Influences on Rutin and Polyphenol Contents in Asparagus Spears in the Mother-Fern Culture System during the Summer–Autumn Harvest. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 79 (2): 161-167. 2010.

d-01. Maeda, T., K. Honda, T. Sonoda, S. Motoki, K. Inoue, T. Suzuki, K. Oosawa, N. Suzuki: Light Condition Influences on Rutin and Polyphenol Contents in Asparagus Spears in the Mother-Fern Culture System. 12th International Asparagus Symposium. 2009 (Lima Peru).

d-02. 木戸重範・鈴木　卓・鈴木正彦・前田智雄：エゾワサビ植物体に含まれるグルコシノレートの同定．園学研．9別1：124．園芸学会平成22年度春季大会．2010.

d-03 元木　悟・濱鍋康範・川畑朋崇・松島憲一・酒井浩晃・北澤裕明・前田智雄・重盛　勲：収穫時期，品種および保存方法の違いがアスパラガスの品質に及ぼす影響．園学研・9別1：174．園芸学会平成22年度春季大会．2010.

d-04　冨川　優・前田智雄・本多和茂・嵯峨紘一・石川隆二・秋田祐介・吉原亮平・野澤　樹・鳴海一成：‘弘前在来’トウガラシ種子への重イオンビーム照射が実生の発芽及び生育に及ぼす影響．園学研．9別1：331．園芸学会平成22年度春季大会．2010.

d-05　Maeda, T., K. Honda, T. Jishi, T. Suzuki, M. Suzuki: Effects of blanching method on hardness and quality components of white asparagus (*Asparagus officinails* L.) speares harvest in rootstock-planting ‘Fusekomi’ forcing culture’. 28th. International Hortivultural Congress. 2010 (Lisbon, Portugal).

d-06　前田智雄・小村晶紀・本多和茂・山口貴之：アスパラガス伏せ込み促成栽培における若茎中のルチン含量に及ぼす補光処理の影響．園学研．9別2：463．園芸学会平成22年度秋季大会．2010.

松﨑　正敏

a-01.　Kamiya, M.*, Matsuzaki, M., Orito, H.*, Kamiya, Y.*, Nakamura, Y.*, Tsuneishi, E.*: Effects of feeding level of milk replacer on body growth, plasma metabolite and insulin concentrations, and visceral organ growth of suckling calves. Animal Science Journal, 80: 662-668, 2009.（*National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region）

a-02.　Kabashima K., M. Matsuzaki and H. Suzuki: Intermediate filament keratin dynamics during oocyte maturation requires maturation/M-phase promoting factor and mitogen-activated protein kinase activities in the hamster. Reproduction in Domestic Animals, 45: e184-e188, 2010.

a-03.　Suzuki, H., Sasaki, Y., Shimizu, M., Matsuzaki, M., Hashizume, T., Kuwayama, H.: Ghrelin and leptin did not improve meiotic maturation of porcine oocytes cultured in vitro. Reproduction in Domestic Animals, 45: 927-930, 2010.

b-01.　松﨑正敏・房　家琛：地域食品循環資源を活用した地域特産 TMR（混合飼料）の調製利用－リンゴ粕を活用したらくのう青森 TMRセンターでの事例と弘前大学金木農場における地域特産牛肉生産の試み－．泉谷眞実編著，JA総研研究叢書2．エコフィードの活用促進－食品循環資源飼料化のリサイクル・チャネル，農産漁村文化協会，2010年2月25日．

d-01.　Fang, J., Matsuzaki, M., Suzuki, H., Horiguchi, K.*, Takahashi, T.*, Cai, Y.*: Effect of lactic acid bacteria and urea treament on fermentation quality and digestibility of rice straw. 日中飼料研究会第1回大会（中国広東省広州市）．2009年10月7-11日．（*山形大学）

d-02.　松﨑正敏：食品残渣を利用した地域特産飼料の開発．弘前・十和田ジョイントフォーラム「耕畜連携を柱とした循環型農業の実施による青森県農業の活性化」（弘前大学）．2009年11月7日．

d-03.　近藤真大・房　家琛・王　鳳鵬・小笠原陵・鈴木裕之・松﨑正敏：サフォーク種めん羊におけるリンゴ粕混合サイレージ摂取後の血糖値変化．日本畜産学会第112回大会（明治大学）．2010年3月28-30日．

d-04.　柴　伸弥*・松﨑正敏・房　家琛・王　鳳鵬・小笠原陵・近藤真大・鈴木裕之・今成麻衣*・樋口幹人*・渡邉　彰*：リンゴ粕アルコール発酵飼料の給与が羊の腰最長筋のコラーゲン性状および遊離アミノ酸組成に及ぼす影響．日本畜産学会第112回大会（明治大学）．2010年3月28-30日．（*東北農業研究センター）

d-05.　古山敬一・椛嶋克哉・松﨑正敏・鈴木裕之：Rhoキナーゼは卵核胞崩壊と第一極体の放出に関与する．第51回日本哺乳動物卵子学会（新潟市）．2010年5月29-30日．

d-06.　松﨑正敏：和牛肥育の歴史と現状．東北アジア地区肉牛産業発展戦略に関わる国際シンポジウム（延辺大学農学院）．2010年8月13-15日．

d-07.　近藤真大・王　鳳鵬・小笠原陵・房　家琛・鈴木裕之，松﨑正敏：リンゴ粕混合サイレージ給与で肥育した雄および去勢雄めん羊の増体，血中代謝成分濃度，解体および枝肉成績．東北畜産学会第60回大会（盛岡市）．2010年8月29-30日．

d-08.　木村　中・王　鳳鵬・房　家琛・鈴木裕之・松﨑正敏：リンゴ粕混合サイレージの繊維成分の消化特性．東北畜産学会第60回大会（盛岡市）．2010年8月29-30日．

d-09.　椛嶋克哉・山内浩一・松﨑正敏・鈴木裕之：ハムスター初期胚におけるケラチンの時空間的分布変化．日本繁殖生物学会第103回大会（十和田市）．2010年9月2-4日．

e-01.　松﨑正敏：地域飼料資源を活用した特産地鶏「青森シャモロック」の低コスト生産．平成21年度青森県受託研究成果報告書．2010年3月．

e-01.　松﨑正敏：哺育期の高栄養による内分泌性 IGF-I作用の促進が筋線維のエネルギー利用特性に及ぼす不可逆的効果の解析．森永奉仕会平成20年度研究奨励金報告書．2010年9月．

福地　博

d-01. 張　樹槐，福地　博，高橋照夫：日陰処理によるサクラ開花遅延に関する実証研究，第69回農業機械学会年次大会講演要旨，132～133，2010.

田中　紀充

a-01. Yoshiteru Adachi, Sadao Komori, Yoshimasa Hoshikawa, Norimitsu Tanaka, Kazuyuki Abe, Hideo Bessho, Manabu Watanabe, Akira Suzuki: Characteristics of fruiting and pollen tube growth of apple autotetraploid cultivars showing self-compatibility. J. Japan. Soc. Hort. Sci., **78**: 402-409, 2009.

a-02. 小森貞男，渡邉麻紗乃，渡邉　学，田中紀充，壽松木章，和田雅人，副島淳一，松本省吾，安達義輝，李　積軍：リンゴの形質転換における *Agrobacterium* 除菌用抗生物質の検討．園芸学研究．8：419-426，2009.

d-01. 和田雅人，耳田直純，田中紀充，守谷友紀，工藤和典，本多親子，小森貞男：開花促進リンゴでのFT融合GFPの接ぎ木伝播性の検出．第51回日本植物生理学会年会（熊本大学），2010.

d-02. 田中紀充・和田雅人・守谷（田中）友紀・阿部和幸・小森貞男・壽松木章・荒川　修：リンゴの単為結果品種における種子形成が果実品質に及ぼす影響．園学研．9別1：272．平成22年度園芸学会春季大会（日本大学），2010.

d-03. 和田雅人，田中紀充，耳田直純，本多親子，守谷友紀，工藤和典，小森貞男：酵母Twoハイブリッド法で単離したリンゴMADS遺伝子の解析．園学研．9別1：65．平成22年度園芸学会春季大会（日本大学），2010.

d-04. 耳田直純，嬉野紋乃，田中紀充，滋田徳美，守谷友紀，岩波　宏，本多親子，壽松木章，小森貞男，和田雅人：リンゴの茎頂分裂組織における花成関連遺伝子の局所的発現解析．園学研．9別2：385．平成22年度園芸学会秋季大会（大分大学），2010.

【食農経済コース】

神田　健策

a-01. 神田健策・大橋　治：地域農業振興と系統農協金融：齊藤　正・自治体問題研究所編：地域経済を支える地域・中小企業金融．151-180頁，自治体研究社，2009. 11.

b-01. 神田健策・井上博夫編著：グローバル下の北東北地域～地域経済・財政・住民福祉の現状～．1-244頁，弘前大学出版会，2010. 3.

d-01. 神田健策：リンゴ生産大国中国の栽培・流通事情．公開講座 リンゴを科学する．板柳町　あぷる．2009. 12.

d-02. 神田健策：日本総合農協と中国合作社の課題．華南農業大学経済管理学院学術講演会，2010. 3.

d-03. 宋　暁凱・神田健策：中国における農民専業合作社の現状と課題～山東省の農民専業合作社の実態に基づく～．日本農業経済学会個別報告，京都大学，2010. 3.

d-04. 神田健策・大橋　治：日本型農協における総合経営と共販型総合農協の意義．東アジア協同組合の発展に関する国際フォーラム，北京市，2010. 9.

f-01. 神田健策：りんご生産大国中国の栽培・流通事情．りんごニュース．第2803号，青森県りんご協会，2010. 1. 1.

f-02. 神田健策：時事随想 官民の農業支援策 2年続きのリンゴ安値 .陸奥新報，2009. 10. 25付.

f-03. 神田健策：大学の地域連携事業　希有なこうぎょくカレッジ .陸奥新報，2009. 11. 29付.

f-04. 神田健策：時事随想：台湾のリンゴ事情　評価が高い本県農産物．陸奥新報，2010. 1. 3付.

f-05. 神田健策：時事随想：葉つきこかぶ25周年 ユニークな食農教育．陸奥新報，2010. 2. 7付.

f-06. 神田健策：あー城下町弘前 島善鄰とりんご顕彰碑．陸奥新報．2010. 3. 14付.

f-07. 神田健策：座長解題　グローバル下の東北果樹農業の課題．東北農業経済研究：28-1，2-3，東北農業経済学会，2010. 3.

f-08. 神田健策：中国と台湾のリンゴ栽培・流通事情．中央果実基金通信．第93号，3-7．中央果実生産出荷安定基金協会，2010. 6.

渋谷　長生

b-01. 渋谷長生：最近の中国ナマコ事情と陸奥湾産ナマコの対応方向，弘前大学農学生命科学部学術報告第12号．弘前大学：7～118，2009年12月.

e-01. 渋谷長生：ナマコ産業の現況と課題，平成21年度ナマコの食ブランド化推進事業　『ナマコ調査研究報告書』．弘前大学・青森市：2010年9月.

f-01. 渋谷長生：大学は農商工連携の一翼を担えるか，あおもり農業60巻9号．青森県農業改良普及会：82～83,

2009. 9.

f-02.　渋谷長生：宮崎県綾町「命と健康」の町に千客万来，あおもり農業60巻10号．青森県農業改良普及会：84～85，2009. 10.

f-03.　渋谷長生：米粉加工の取組進む－鶴田町道の駅「鶴の里あるじゃ」の場合，あおもり農業60巻11号.青森県農業改良普及会：92～93，2009. 11.

f-04.　渋谷長生：道の駅つるた「鶴の里　あるじゃ」の宣伝戦略，あおもり農業60巻12号．青森県農業改良普及会：68～69，2009. 12.

f-05.　渋谷長生：道の駅つるた「鶴の里　あるじゃ」の農産加工戦略を見る，あおもり農業61巻1号．青森県農業改良普及会：68～69，2010. 1.

f-06.　渋谷長生：戸別所得補償の意義を考える，あおもり農業61巻2号．青森県農業改良普及会：56～57，2010. 2.

f-07.　渋谷長生：特産品開発・地域活性化に必要なものは何か～青森県特産品センター　中村理事長へのインタビュー～，あおもり農業61巻3号．青森県農業改良普及会：78～79，2010. 3.

f-08.　渋谷長生：民主党農政とJAの対応，あおもり農業61巻4号．青森県農業改良普及会：78～79，2010.4.

f-09.　渋谷長生：菜の花を核とした地域活性化の現状，あおもり農業61巻5号．青森県農業改良普及会：～，2010. 5.

f-10.　渋谷長生：タイ国の農民主体赤シャツ部隊争乱の背景，あおもり農業61巻6号．青森県農業改良普及会：76～77，2010.6.

f-11.　渋谷長生：初めての試み　青森産なまこ中国瀋陽市にて試験販売，あおもり農業61巻7号．青森県農業改良普及会：104～105，2010. 7.

f-12.　渋谷長生：農業高校の先生になりたい－農業高校出身の学生，あおもり農業61巻8号．青森県農業改良普及会：90～91，2010. 8.

f-13.　渋谷長生：ひろだいカレーが開発された，あおもり農業61巻9号．青森県農業改良普及会：88～89，2010. 9.

石塚　哉史

a-1.　磯野貴志*・数納　朗**・石崎和之***・小泉隆文****・石塚哉史：讃岐うどんチェーン店における地域展開に関する一考察．『日本うどん学会誌』日本うどん学会(6)：36-50, 2009年12月.(*神奈川県立平塚農業高等学校，**日本農業法人協会，***流通システム研究センター，****東京福祉大学)

c-1.　石塚哉史：伝統食材・コンニャク．『食材の寺子屋―VOL.3―』良い食材を伝える会：37-41，2009年10月.

d-1.　石塚哉史：日系食品企業における中国進出と企業行動の今日的展開．2010年度日本農業市場学会大会(於：北海道大学)：2010年7月4日.

d-2.　石塚哉史：LDC無税無枠措置以降のわが国における特用農作物輸入動向の現状と課題―ミャンマー産こんにゃくいも輸入の事例を中心に―．2010年度東北農業経済学会山形大会(於：山形大学)：2010年8月28日.

d-3.　磯野貴志*・数納　朗**・石崎和之***・小泉隆文****・石塚哉史:讃岐うどんチェーン店における店舗立地に関する一考察.日本うどん学会第8回全国大会(於：高知市文化プラザ)：2010年9月19日.(*神奈川県立平塚農業高等学校，**アグリ・ビズ・コミニケーション，***流通システム研究センター，****東京福祉大学)

e-1.　神代英昭*・石塚哉史：輸入影響調査(ミャンマー現地調査結果)．『平成21年度特定農作物産地構造改革対策事業(こんにゃくいも)輸入農作物の国内農業に対する影響に係る調査報告書』日本こんにゃく協会：2010年3月.(*宇都宮大学農学部)

e-2.　石塚哉史:生いもこんにゃくの流通・加工状況調査結果.『平成21年度特定畑作物等需要確保対策事業(こんにゃくいも)販路確保事業報告書』(財)日本こんにゃく協会：54-58, 2010年3月.

f-1.　石塚哉史：こんにゃく貿易と日中ASEAN関係．東京大学社会科学研究所現代中国研究拠点「第3回中国農業研究会」(於：東京大学)：2010年1月8日.

f-2.　石塚哉史：中国産冷凍餃子事件以降における日中間の食品貿易．『食と農を守る青森の会会報』第33号．食と農を守る青森の会：1-2, 2010年6月.

f-3.　石塚哉史：中国産農産物輸入とつがる農業―地域特産物の持続的発展について考える―．つがる弘前農業者政治連盟「東目屋支部学習会」(於：吉川公民館)：2010年7月2日.

f-4.　石塚哉史：書評 柳京熙・姜暻求著『韓国園芸産業の発展過程』『フードシステム研究』日本フードシステム学会(43)：50-51, 2010年6月.

f-5.　石塚哉史：つがる農業の持続的発展―青森農業の強み・国産食料品ポイントの導入について―．つがる弘前農業者政治連盟「役員・支部長勉強会」(於：つがる弘前農業協同組合本店)：2010年8月30日.

泉谷　眞実

b-1.　泉谷眞実編著：エコフィードの活用促進．農山漁村文化協会，2010年.

d-1.　泉谷眞実：農業資材市場と静脈産業．日本農業市場学会2010年度大会シンポジウム，2010年7月3日，於：北海道大学.

d-2.　泉谷眞実：廃食用油バイオディーゼル燃料事業の諸類型と廃油発生構造．平成22年度日本農業経営学会研究大会分科会，2010年9月17日，於：秋田県立大学.

武田　共治

f-01.　武田共治：岩手県大船渡市平山集落調査結果現地報告会・報告，2010. 3.

f-02.　武田共治：平山集落調査結果報告書・夢，大船渡市農業担い手育成総合支援協議会，18-36頁，2010. 3.

f-03.　武田共治：社会学事典，日本社会学会事典刊行委員会編，丸善，704-705頁，2010. 6.

吉仲　怜

a-1.　吉仲　怜：地域農産加工事業の展開にみる事業多角化の意義―北海道富良野市におけるナチュラルチーズ製造事業を事例として―．2009年度日本農業経済学会個別報告論文集：189-195, 2009.

a-2.　バトゥール ソイルカム※・志賀永一※・吉仲　怜：災害回復期におけるモンゴル国遊牧経営の変化―畜種構成の変化とその要因に着目して―．フロンティア農業経済研究，第15巻第1号，北海道農業経済学会：74-83, 2010.（※北海道大学大学院）

a-3.　吉仲　怜：大規模畑作経営における休閑緑肥作付行動の評価に関する考察．北海道農業，No.37，北海道農業研究会：61-70，2010.

d-1.　吉仲　怜: 農商工連携・6次産業化の事例評価と論点整理．第46回東北農業経済学会シンポジウム報告（鶴岡市），2010. 8.

d-2.　長門雄治※・吉仲　怜：地方自治体主導による鳥獣害対策の現状と農家の対策評価．第46回東北農業経済学会個別報告（鶴岡市），2010. 8.（※岩手大学大学院連合農学研究科）

d-3.　長門雄治※・吉仲　怜：鳥獣被害対策における電気柵管理の実態と方向性―青森県西目屋村を事例に―．日本農業経営学会平成22年度研究大会個別報告（秋田市），2010. 9.（※岩手大学大学院連合農学研究科）

e-1.　吉仲　怜：青森県津軽地域の農家経営と生産調整，農地流動化，土地改良負担の実態．『土地改良区と費用負担の軽減のあり方に係る調査研究』，早稲田大学現代政治経済研究所：11-27，2010.（※岩手大学大学院連合農学研究科）

【地域環境工学科】

泉　完

b-01. 泉　完：水路工―落差工および急流工，改訂七版農業農村工学ハンドブック本編，農業農村工学会，475-477，2010. 8.

b-02. 泉　完：水理―オリフィスと水門・堰，改訂七版農業農村工学ハンドブック基礎編，農業農村工学会，209-212，2010.8.

d-01. 泉　完：河川におけるスタミナトンネルを用いたシロウオの遊泳速度について，第52回農業農村工学会東北支部研究発表会講演要旨，24-27，2009.10月.

d-02. 泉　完・加藤　幸：河川におけるスタミナトンネルを用いたヤマメ稚魚の尾ひれの動きと遊泳速度，平成21年度農業農村工学会応用水理研究部会講演集，34-43，2009. 12月.

d-03. 泉　完・山村真弘・加藤　幸：河川におけるスタミナトンネルを用いたヤマメ稚魚の尾ひれの挙動と遊泳速度，平成22年度農業農村工学会大会講演会要旨集，852-853，2010.

d-04. 泉　完・山村真弘・加藤　幸：フィールドにおけるスタミナトンネルによるイワナ稚魚の尾部の運動と遊泳速度，平成22年度農業農村工学会大会講演会要旨集，68-69，2010.

工藤　明

c-01. 工藤　明：白神山地は「緑のダム」になり得るか．白神学入門：61-66，弘前大学白神自然観察園発行，2010. 3.

d-01. 工藤　明・高橋康平・織田明季也：白神山地における流出と水質特性，農業農村工学会東北支部第52回研究発表会要旨：2-5，2009.10.

d-02. 庄司　諭*・倉島栄一**：・工藤　明：流出モデルのパラメータによる洪水流出特性の比較について，農業農村工学会平成22年度大会講演要旨2-17（神戸大学），2010. 9.（*岩手大学大学院連合農学研究科，**岩手大学農学部）

e-01. 工藤　明：平成21年度農業用水水源林水質調査報告書，青森県農林水産部，全32頁，2010. 3.

e-02. 工藤　明：平成21年度水利調整課題調査報告書，農水省東北農政局，全39頁，2010. 3.

f-01. 工藤　明：青森県の健全な水循環，山・川・海をつなぐ「きれいな水づくり」フォーラム話題提供：18-19，コーデネータ，2010. 1.

佐々木　長市

a-01. 佐々木長市・松山信彦・久保田正亜*・野田香織**・加藤　幸：客土をもつカドミウム汚染水田の浸透型が稲体のカドミウム濃度および生育収量に及ぼす影響，農業農村工学会，第268号，23-30. 2010. 8（*茨城大学，**弘前大学理工学部）

a-02. 佐々木長市・松山信彦・佐瀬　隆*・殿内暁夫・Shymal Kumarr Paul・松岡嗣彦**・加藤　幸・野田香織***：白神山地の土壌に関する研究（7），白神研究第7号，39-48，2010. 6（*北方ファイトリス研究所，**白神山地自然ガイド，***弘前大学理工学部）

c-01. 佐々木長市・松山信彦：白神学入門，白神自然観察園編，白神自然観察園発行，41-45，2010. 3.

c-02. 佐々木長市：白神山地で活躍する人々―観光編―，弘前大学白神自然観察園編，弘前大学出版会：1-2，2010. 3.

c-03. 佐々木長市：白神自然観察園の植物―（1）林床植物編―，弘前大学白神自然観察園編，弘前大学白神観察園，1，2010. 3.

c-04. 佐々木長市：白神自然観察園の動物―（1）概要編―，弘前大学白神自然観察園編，弘前大学白神観察園，1，2010. 3.

d-01. Shyamal Kumar Paul, Sasaki Choichi, Matuyama Nobuhiko, Yosimura Takesi, Noda Kaori*: Influence of percolation pattern on growth and yields of rice plants and uptake of cadmium with soil dressing models. 19thWorld Congress of Soil Science（Australia）. Poster -0791, 2010. 8.（*Faculty of Science and Technology, Hirosaki University）

高橋　照夫

a-01. ガウリ マハルジャン・高橋照夫・張　樹槐：Web診断のための画像特徴を利用したイネ病気の判別・分類に関する研究―色及び形状特徴を用いたパターン判別分析法の精度―．農業機械学会誌72（4）：339-348, 2010. 7.（ISSN 0285-2543）

d-01. Gauri MAHARJAN, Teruo TAKAHASHI, Shu-Huai ZHANG: Classification of Image Patterns Using SVM for Web-based Diagnosis of Rice Diseases.Proceedings of the Third International Conference on Computer & Computing Technologies in Agriculture, Beijing, China, 2009. 10.

d-02. Xuan LUO, Shuhuai ZHANG, Ming SUN, Teruo TAKAHASHI:A New Method for Bruise Detection of Apples by Hyperspectral Imaging. Proceedings of the 3rd Asian Conference on Precision Agriculture, Beijing, China, 2009. 10.

d-03. 羅　璇・張　樹槐・高橋照夫：Comparison of Visible and NIR Spectroscopy for Bruise Detection of Apples. 農業機械学会東北支部研究発表会講演要旨集：33-34, 2010. 8.

d-04. 張　樹槐・福地　博・高橋照夫：日陰処理によるサクラ開花遅延に関する実証研究．第69回農業機械学会年次大会講演要旨：132-133, 2010. 9.（ISSN: 1347-6467）

d-05. 羅　璇・張　樹槐・高橋照夫：Wavelength selection of vis/NIR spectroscopy for bruise detection of apples. 第69回農業機械学会年次大会講演要旨：372-373, 2010. 9.（ISSN: 1347-6467）

f-01. 高橋照夫：東北支部の研究活動の現状と課題．農業機械学会誌，72（3）: 1-2, 2010. 5.（ISSN 0285-2543）

檜垣　大助

a-01. Yagi, H., Sato, G. Higaki, D., Yamamoto, M. and T. Yamasaki：Distribution and characteristics of landslides induced by the Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake in 2008 in Tohoku District, Northeast Japan. Landslides, 6：335-344, 2009, 12.

a-02. 森屋　洋・阿部真郎・荻田　茂・檜垣大助：2008年岩手・宮城内陸地震に伴って発生した荒砥沢ダム上流の大規模地すべり構造，日本地すべり学会誌，47（2）：1-7, 2010, 3.

b-01. Tshering, P., Komori, J., Higaki, D., Sato, G., Koike, T., Umemura, J., Watershed risk assessment of GLOF in Bhutan - a case study in Mangde Chhu river-basin-. 第5回土砂災害に関するシンポジウム論文集, 189-194, 山口. 2010, 8.

d-01. Higaki. D, Umemura, J., and Sato, G.： Risk reduction of glacial lake outburst floods in Nepal and Bhutan Himalayas. Asia-Pacific Symposium on New Technologies for Prediction and Mitigation of Sediment Disasters, Tokyo, 2009, 11.

d-02. 檜垣大助・渡辺一史：平成20年岩手・宮城内陸地震による地すべり性斜面変動の発生素因．平成22年度砂防学会研究発表会（長野）, 2010, 5.

d-03. 渡辺一史・檜垣大助：平成20年岩手・宮城内陸地震による地すべり性斜面変動の地形・地質特性と危険度指標，第49回日本地すべり学会研究発表会（那覇）, 2010, 7.

d-04. 檜垣大助・嶋崎宏樹：東北地方中山間地における住民による地すべり地域防災の必要性，第49回日本地すべり学会研究発表会（那覇）, 2010, 7.

d-05. 千葉文絵・檜垣大助・野宮一宏・吉松一橋：八甲田蔦川区域における自然環境への影響軽減を目指した地すべり対策，第49回日本地すべり学会研究発表会（那覇）, 2010, 7.

d-06. 岡本有生・檜垣大助：地すべり活動指標としての樹木の傾き，第49回日本地すべり学会研究発表会（那覇）, 2010. 7.

d-07. 檜垣大助・藤原民章・高貝暢宏・後藤宏二：神流川流域における斜面変動地形の特徴について，第49回日本地すべり学会研究発表会（那覇）, 2010, 7.

d-08. 佐藤　剛・檜垣大助・梅村　順・Phuntsho, N., Tshering, P. 小森次郎・小池　徹：ブータン王国マンデチュー中流域の地すべり地形分布，第49回日本地すべり学会研究発表会（那覇）, 2010, 7.

d-09. 檜垣大助：地形・地質情報を活用した地すべり災害調査，（社）日本地すべり学会シンポジウム「地すべり災害発生時の迅速な対応」講演（東京），2010, 5.

萩原　守

藤崎　浩幸

d-01. 齋藤朱未・藤崎浩幸・谷口　建：農村女性が経営する農家レストランの開業状況による類型分けとその運営形態，農業農村工学会東北支部第52回研究発表会講演要旨集，132-133，2009. 10.

d-02. 藤崎浩幸・本田敦子：青森県弘前市における茅葺きの特徴，農村計画学会春期大会学術発表会要旨集，11-12, 2010. 4.

d-03. 千葉慎也・藤崎浩幸：大学生の援農意向―弘前大学での援農活動の定着・拡大に向けて―，農村計画学会春期大会学術発表会要旨集，43-44，2010. 4.

d-04. 齋藤朱未・藤崎浩幸・谷口　建・澁谷長生：東北地方における農家レストランの開業状況と運営形態の関連性―農村女性起業の視点から―，農村計画学会春期大会学術発表会要旨集，65-66，2010. 4.

d-05. 齋藤朱未・藤崎浩幸：農村女性起業による農家レストラン開業動機と家族理解～東北地方における聞き取り調査より～，農業農村工学会大会講演会発表要旨集，CD-ROM，2010. 8.

d-06. 藤崎浩幸・齋藤朱未：農村女性起業による農家レストランの立地・建物確保方法と開業資金～東北地方における聞き取り調査より～，農業農村工学会大会講演会発表要旨集，CD-ROM，2010. 8.

角野　三好

d-01. 角野三好・加藤　幸・宝多南日*・木村亮介**：屏風山地域における地下水流動に関する研究―筒木坂地区を例として―，平成21年度農業農村工学会東北支部大会講演要旨集，48-49，2009. 10.（*関東農政局，**山梨県庁）

加藤　幸

a-01. 加藤　幸・谷口　建：簡易営業型農家レストランのネットワーク化における課題に関する考察，農村生活研究 Vol.53. 1，53-62，2009. 12.

a-02. 佐々木長市・松山信彦・久保田正亜*・野田香織**・加藤　幸：客土をもつカドミウム汚染水田の浸透型が稲体のカドミウム濃度および生育収量に及ぼす影響：農業農村工学会論文集 Vol.78. 4，23-29，2010. 8.（*元茨城大学農学部，**弘前大学理工学部）

a-03. 佐々木長市・松山信彦・佐瀬　隆*・殿内暁夫・Shymal Kumarr Paul・松岡嗣彦**・加藤　幸・野田香織***：白神山地の土壌に関する研究（7），白神研究第7号，39-48，2010. 6（*北方ファイトリス研究所，**白神山地自然ガイド，***弘前大学理工学部）

c-01. 加藤　幸・溝口　勝*：私の薦める本「水の知―自然と人と社会をめぐる14の視点―」書評，農業農村工学会学会誌 Vol.78. 6，49，2010. 6.（*東京大学大学院農学生命科学研究科）

d-01. 加藤　幸・溝口　勝*・佐藤江里子*・岸　知彦：農産物イメージが消費者に及ぼす影響と農地情報モニタリングに関する研究，平成21年度農業農村工学会東北支部大会講演要旨集，124-127，2009. 10.（*東京大学大学院農学生命科学研究科）

d-02. 角野三好・加藤　幸・宝多南日*・木村亮介**：屏風山地域における地下水流動に関する研究―筒木坂地区を例として―，平成21年度農業農村工学会東北支部大会講演要旨集，48-49，2009. 10.（*関東農政局，**山梨県庁）

d-03. 加藤　幸・佐藤江里子*・岸　知彦・溝口　勝*：生産者参加によるリンゴ園地モニタリングシステム構築の試み，平成22年度農村計画学会春季大会要旨集，29-30，2010. 4.（*東京大学大学院農学生命科学研究科）

d-04. 加藤　幸・岸　知彦・佐藤江里子*・伊藤　哲**・三石正一***・溝口　勝*：農閑期の園地モニタリングによるリンゴ生育条件の検討，農業情報学会大会2010年度大会要旨，47-48，2010. 5.（*東京大学大学院農学生命科学研究科，**クロスアビリティ（株），***（株）アイネクス）

d-05. 岸　知彦・加藤　幸・佐藤江里子*・溝口　勝*：簡易園地モニタリングによるリンゴ栽培知識の指標化，平成22年度農業農村工学会大会講演要旨 CD.（*東京大学大学院農学生命科学研究科）

d-06. 佐藤江里子*・加藤　幸・岸　知彦・溝口　勝*：農家参加による伝統的な気象予測手法（寒試し）の検証，平成22年度農業農村工学会大会講演要旨 CD.（*東京大学大学院農学生命科学研究科）

d-07. 泉　完・山村真弘・加藤　幸：河川におけるスタミナトンネルを用いたヤマメ稚魚の尾ひれの挙動と遊泳速度，平成22年度農業農村工学会大会講演要旨 CD.

d-08. 泉　完・山村真弘・加藤　幸：フィールドにおけるスタミナトンネルによるイワナ稚魚の尾部の運動と遊泳速度，平成22年度農業農村工学会大会講演要旨 CD.

【生物共生教育研究センター】

伊藤　大雄

a-01. 伊藤大雄・藤田　隆：代替防除資材利用によるリンゴ有機栽培の試み．1．転換後5年間の病害発生状況．北日本病虫研報，60：134-138，2009.

a-02. 伊藤大雄：代替防除資材利用によるリンゴ有機栽培の試み．2．転換後5年間の虫害発生状況．北日本病虫研報，60：266-269，2009.

a-03. 池田隆政*・伊藤大雄・吉田　亮**：ニホンナシ短果枝葉の光合成能力の季節変化．園芸学研究，9：87-92，2010．（*鳥取県農林総合研究所園芸試験場　**鳥取県農林総合研究所企画総務部）

d-01. 石田祐宣*・伊藤大雄・松島　大**：植生上粗度層内で観測された顕熱フラックスの考察．日本気象学会2009年度秋季大会講演予稿集，483，2009．（*弘前大学大学院理工学研究科　**千葉工業大学工学部）

d-02. 泉　荘・澤田　勲・横沢賢一郎・上原子毅・伊藤大雄：リンゴ有機栽培における果実への被袋が果実病害虫の発生に及ぼす影響．園芸学会東北支部平成22年度大会研究発表要旨，15-16，2010.

d-03. 上原子毅・横沢賢一郎・泉　荘・伊藤大雄：リンゴ有機栽培における転換後年数の違いが病害虫の発生に及ぼす影響．園芸学会東北支部平成22年度大会研究発表要旨，17-18，2010.

d-04. 伊藤大雄・蒔苗勝也・相馬洋一：リンゴ平棚仕立て栽培における側枝上の新梢摘心処理が花芽形成に及ぼす影響．園芸学会東北支部平成22年度大会研究発表要旨，19-20，2010.

e-01. 杉浦裕義*・伊藤大雄：果樹園生態系における炭素収支の解明．農林水産省プロジェクト「地球温暖化研究」平成21年度成果報告書，課題番号12020，2010．（*農研機構果樹研）

e-02. 伊藤大雄：リンゴ園における蒸発散量・土壌水分量の統合的推定手法の開発．科研費研究成果報告書（課題番号19580291），2010.

f-01. 伊藤大雄：リンゴ園の光合成活動と炭素の動き．公開講座「リンゴを科学する」（生物共生教育研究センター主催）講演要旨，8-15，2009.

f-02. 伊藤大雄：地球温暖化と青森県のリンゴ産業．リンゴ協会基幹青年研修（青森県リンゴ協会主催，2009年12月10日）

f-03. 伊藤大雄：リンゴ園における霜害の発生メカニズムと温暖化影響．青森県気象災害談話会（2009年12月25日）

f-04. 伊藤大雄：50年後の農業はどうなる?!　つがる市稲車こころ塾（つがる市稲垣公民館主催，2010年9月2日）

姜　東鎮

a-01. Kang, D.J., Y.J. Seo, P. Vijarnsorn, R. Ishii: Identification and crop performance of acid sulfate soil-tolerant rice varieties. J. Crop Sci. Biotech., 13: 75-81, 2010.

a-02. Higo, M., K. Isobe, D.J. Kang, K. Ujiie, R.A. Drijber, R. Ishii: Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi or crop rotation with mycorrhizal plants improves the growth of maize in limed acid sulfate soil. Plant Prod. Sci., 13: 74-79, 2010.

a-03. Kang, D.J., T.M. Nakanishi, T. Kume, R. Ishii: Determination of the rate of ^{18}F-labeled water movement to the leaf and its association with water relations in acid soil-tolerant rice varieties. J. Crop Sci. Biotech., 12: 257-261, 2009.

松本　和浩

a-01. 鷹見敏彦・松本和浩・中田　昇・田村文男．シンテッポウユリ（*Lilium* × *formolongi* hort.）の種子発芽に及ぼす翼除去の影響．園芸学研究．8: 433-437. 2009.

a-02. Matsumoto, K., Y-S. Hwang, C-H. Lee and D. J. Huber. Changes in firmness and pectic polysaccharide solubility in three cultivars of strawberry fruit following short-term exposure to high pCO_2. J. Food Quality. 33: 312-328. 2010.

a-03. 松本和浩・加藤正浩・竹村圭弘・田辺賢二・田村文男．秋季の窒素施肥量がニホンナシの耐寒性と脂質含量に及ぼす影響．園芸学研究．9: 339-344. 2010.

d-01. 松本和浩・辻　渉・田村文男．カルシウムによるNaClストレス条件下のナシ台木種の根の伸長阻害の軽減．根研究会第31回研究集会（秋田県立大学）．2009.

d-02. 園木和典・松本和浩・須藤宏樹・佐々木嘉幸．地域未利用資源を利用した新規炭入り堆肥の特性解析．第19回

日本MRS学術シンポジウム（横浜）．2009.

d-03. 鳥居保邦・百瀬健太・田淵俊人・松本和浩．リンゴ‘未希ライフ’果実の収穫前脱離のメカニズムに関する解剖学的・組織化学的研究．日本園芸学会春季大会（日本大学）．2010.

d-04. 松本和浩・岩本賢治・藤田知道・向後智陽・百瀬健太・吉村典朗・塩崎雄之輔．果台枝剪定はリンゴ‘ふじ’の果実肥大に影響を及ぼさない．日本園芸学会春季大会（日本大学）．2010.

d-05. 松本和浩・百瀬健太・岩本賢治・向後智陽・吉村典朗・平松　渚・田淵俊人．ノハナショウブの変異性に関する研究（第15報）青森県深浦町行合崎に自生するノハナショウブの外部形態と花色の変異に関する研究．日本園芸学会春季大会（日本大学）．2010.

d-06. 松本和浩・百瀬健太・岩本賢治・向後智陽・吉村典朗・平松　渚・田淵俊人．ノハナショウブの変異性に関する研究（第16報）秋田県藤里町素波里湖に自生するノハナショウブの外部形態と花色の変異に関する研究．日本園芸学会春季大会（日本大学）．2010.

d-07. 田淵俊人・矢口雅希・萬代由紀・定延葉子・平松　渚・中村泰基・松本和浩．ノハナショウブの変異性に関する研究（第17報）ノハナショウブおよびハナショウブの外花被片の形態の定量的評価．日本園芸学会春季大会（日本大学）．2010.

d-08. 田淵俊人・前田晴隆・平松　渚・中村泰基・松本和浩．ノハナショウブの変異性に関する研究（第18報）ピンク色および白色花色を有するノハナショウブの特性の比較．日本園芸学会春季大会（日本大学）．2010.

d-09. 平松　渚・吉田　祐・中村泰基・松本和浩・田淵俊人．ノハナショウブの変異性に関する研究（第19報）ノハナショウブの自生地における土壌の化学性について－栽培種との比較．日本園芸学会春季大会（日本大学）．2010.

d-10. 松本和浩・神藤恵史・須藤宏樹・佐々木嘉幸・園木和典．木炭および木酢液を混入して作成したカーボンオフセット型堆肥がハツカダイコンの生育に及ぼす影響．第8回木質炭化学会大会（明星大学）．2010.

d-11. 園木和典・須藤弘毅・松本和浩・房　家琛・神藤恵史・佐々木嘉幸．地域で発生する未利用バイオマスを原料とした炭入りコンポストの特性解析．エコマテリアル・フォーラム国内シンポジウム（東京工業大学）．2010.

d-12. Takemura, Y., S. Fukuda, K. Matsumoto and F. Tamura. Expression analysis of the candidate genes related to endodormancy induction and breaking in Japanese pear. The 28th International Horticultural Congress (Lisbon). 2010.

d-13. 松本和浩・平松　渚・百瀬健太・岩本賢治・向後智陽・吉村典朗・田淵俊人．ノハナショウブの変異性に関する研究（第21報）外花被片に白い覆輪を有するノハナショウブ変異個体の細胞学的研究．日本園芸学会秋季大会（大分大学）．2010.

d-14. 塩崎雄之輔・向後智陽・初山慶道・五十嵐　恵・松本和浩．弘前大学育成リンゴ新品種‘紅の夢’の特性について．日本園芸学会秋季大会（大分大学）．2010.

d-15. 初山慶道・五十嵐　恵・塩崎雄之輔・松本和浩．DNA鑑定による赤肉系リンゴ新品種‘紅の夢’の親品種の同定．日本園芸学会秋季大会（大分大学）．2010.

d-16. 鳥居保邦・百瀬健太・松本和浩・田淵俊人．リンゴ果実の収穫前脱離のメカニズムに関する解剖学的・組織化学的研究　～‘つがる’と‘あかね’の比較から～．日本園芸学会秋季大会（大分大学）．2010.

d-17. 平岡雅広・松本和浩・松本辰也・藤川和博・稲富和弘・加久るみ子・田村文男．ニホンナシにおける自発休眠期の品種および地域間差異．日本園芸学会秋季大会（大分大学）．2010.

e-01. 松本和浩・辻　渉・田村文男．リンゴおよびナシ台木種の耐乾性および耐塩性に関する生理学的研究．平成21年度鳥取大学乾燥地研究センター共同利用研究成果報告書．2010.

e-02. 松本和浩．絶滅が危惧される地域遺伝資源「ノハナショウブ」の発芽抑制機構の解明と大量繁殖法の検討．平成21年度　弘前大学若手萌芽研究実績報告書．2010.

e-03. 松本和浩．希釈海水を用いたニホンナシ，リンゴ栽培方法の確立　～耐塩性台木の選抜とそのメカニズムの解明～．平成21年度　ソルト・サイエンス研究財団助成研究報告書．2010.

f-01. 松本和浩．青森の地域遺伝資源「ノハナショウブ」を見なおそう！ ふじフェスタ・町民文化祭（藤崎町）．2009.

f-02. 松本和浩．弘前大学発！果肉まで赤いリンゴ新品種たち．地域再生・産学官連携ビジネスセミナー　～北の大学が美味しい!!～（北見市）．2009.

f-03. 松本和浩・平松　渚・田淵俊人．白神山地に自生するノハナショウブの貴重性と保護．白神研究会平成21年度研究報告会（弘前市）．2010.

f-04. 園木和典・松本和浩・房　家琛・佐々木嘉幸．地域未利用資源を活用した炭入り堆肥の製造と特性評価．科学技術フェスタ in 京都 平成22年度産学官連携推進会議（国立京都国際会館）．2010.

f-05. 松本和浩．リンゴの赤ちゃんこんにちは！リンゴの摘果．生物共生教育研究センター主催親子体験学習講師．2010.

f-06. 松本和浩．洋なしゼネラルレクラークの溶液受粉について．弘前大学「科学者発見プロジェクト」共同研究講師．名久井農業高校．2010.

房　家琛

a-01. JC Fang, M Matsuzaki, H Suzuki, CC Xu, YM Cai, K Horiguchi, T Takahashi: Fermentation quality, digestibility and unhulled rice excretion of forage paddy rice silage prepared by different harvester types. Grassland Science（Accepted），2010.

c-01. 松﨑正敏，房　家琛：地域食品循環資源を活用した地域特産 TMR（混合飼料）の調製利用―リンゴ粕を活用したらくのう青森 TMR センターでの事例と弘前大学金木農場における地域特産牛肉生産の試み―，泉谷眞実編著，JA 総研研究叢書2．エコフィードの活用促進―食品循環資源飼料化のリサイクル・チャネル，農山漁村文化協会，2010.

d-01. Fang JC, Matsuzaki M, Suzuki H, Kenichi H, Takahashi T, Cai YM：Effect of lactic acid bacteria and urea treament on fermentation quality and digestibility of rice straw．日中飼料研究会第1回大会，2009.

d-02. 園木和典，須藤弘毅，松本和浩，神藤恵史，房　家琛，佐々木嘉幸：地域で発生する未利用バイオマスを原料としたを炭入コンポストの特性解析．エコマテリアル・フォーラム2010年国内シンポジウム，2010.

d-03. 園木和典，松本和浩，房　家琛，佐々木嘉幸：地域未利用資源を利用した炭入り堆肥の製造と特性評価．科学技術フェスタ in 京都，平成22年度産学官連携推進会議，2010.

d-04. 近藤真大，房　家琛，王　鳳鵬，小笠原陵，鈴木裕之，松﨑正敏：サフォーク種めん羊におけるリンゴ粕混合サイレージ摂取後の血糖値変化．日本畜産学会第112回大会，2010.

d-05. 柴　伸弥，松﨑正敏，房　家琛，王　鳳鵬，小笠原陵，近藤真大，鈴木裕之：リンゴ粕アルコール発酵飼料の給与が羊の腰最長筋のコラーゲン性状および遊離アミノ酸組成に及ぼす影響．日本畜産学会第112回大会，2010.

d-06. 近藤真大，王　鳳鵬，小笠原陵，房　家琛，鈴木裕之，松﨑正敏：リンゴ粕混合サイレージ給与で肥育した雄および去勢雄めん羊の増体，血中代謝成分濃度，解体および枝肉成績．東北畜産学会第60回大会，2010.

d-07. 木村　中，王　鳳鵬，房　家琛，鈴木裕之，松﨑正敏：リンゴ粕混合サイレージの繊維成分の消化特性．東北畜産学会第60回大会，2010.

農学生命科学部学術報告編集委員会

委員長：吉田　孝（分子生命科学科）
葛西　身延（生物学科）
千田　峰生（生物資源学科）
荒川　修（園芸農学科）
泉　完（地域環境工学科）

2011年 2 月21日　印刷
2011年 2 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4−5

Published by
Faculty of Agriculture and Life Science, Hirosaki University
3 Bunkyo-cho, Hirosaki-shi, Aomori-ken 036-8561, Japan
28 February 2011

Printed by
Yamato Printing Co., Ltd.
4-4-5 Kanda, Hirosaki-shi, Aomori-ken 036-8061, Japan
21 February 2011

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

Number 13 **February, 2011**

CONTENTS

Masami IZUMIYA : Characteristics of Waste Edible Oil Recycle in Aomori Prefecture 1 (5)*

Kazuhiro MATSUMOTO : Identification of parents of 'Kurenainoyume', a new cultivar of red-fleshed apple, by DNA markers. 7 (13)*

Norimasa MATSUOKA : Biochemical Systematics of Salamanders from Japan and the Korean Peninsula 15

Norimasa MATSUOKA : Biochemical systematics of the suborder Salmonoidea 23 (28)*

Norimasa MATSUOKA : Echinoderm Fauna in Japan Sea and Mutsu Bay of Aomori Prefecture 29 (32)*

Norimasa MATSUOKA : EVIDENCE OF EVOLUTIONARY CLOSE RELATIONSHIP BETWEEN ECHINODERMS AND VERTEBRATES 33

Chousei SHIBUYA : Responses and issues of producing centers and processing companies related to increased exports of sea cucumbers 39 (59)*

*English Summary

Asunaro Prize 2010 61

Lists of Published Research Works of the Faculty of Agriculture and Life Science, Hirosaki University, 2009 (October) — 2010 (September) 79