

第14回 ACNフォーラム

(～日本の水産増養殖を考える会～)



会期：平成23年8月25日(木)

会場：アークホテル 博多ロイヤル
福岡市中央区天神3丁目13番20号

主催：特定非営利活動法人ACN(アクアカルチャーネットワーク)

後援：福岡市
広島県水産種苗生産者組合

(有)湊文社 (月刊アクアネット)

(株)みなと山口合同新聞社 (みなと新聞)

第14回ACNフォーラム

—日本の水産増養殖を考える会—

プログラム

1. 受付 (10:00～13:00)
2. ポスターセッション (11:00～13:00)
3. 開会の挨拶 (13:00～)
NPO法人アクアカルチャーネットワーク 理事長 田嶋 猛
4. 来賓挨拶
(有)湊文社 代表取締役 池田 成己 様
5. 講演1 **転機に立つマグロ養殖業**
—その歴史的展開と今後の展望—
長崎大学大学院 水産・環境科学総合研究科 助教 山本 尚俊 様
(13:15～14:15)
— 休憩 — (15分)
- 講演2 **クドア属粘液胞子虫について**
東京大学大学院 農学生命科学研究所 助教 横山 博 様
(14:30～15:30)
6. ポスターセッション — 休憩 — (20分)
7. **海洋サイバネティクスと長崎県の水産再生**
(水産業活性化のための人材養成プログラム)
 - 趣旨説明
長崎大学大学院 水産・環境科学総合研究科 教授 萩原 篤志 様
 - 研究成果報告
底曳き網で漁獲廃棄される魚介類を
飼料として用いたトラフグ養殖の試み
関 水産 関 英三 様
(15:50～17:00)
8. 質疑応答 (17:00～)
9. 閉会の挨拶

— 目 次 —

情報開示なくして、業界発展なし!!

N P O 法人 A C N (アクアカルチャーネットワーク) 理事長 田嶋 猛 1

「想定外」の時節に考える養殖魚の優位性

(有)湊文社 代表取締役 池田 成己 様 2

転機に立つマグロ養殖業ーその歴史的展開と今後の展望ー

長崎大学大学院 水産・環境科学総合研究科 助教 山本 尚俊 様 3

クドア属粘液胞子虫について

東京大学大学院 農学生命科学研究科 助教 横山 博 様 14

海洋サイバネティクスと長崎県の水産再生

研究成果報告会(水産業活性化のための人材養成プログラム) 24

●趣旨説明

長崎大学大学院 水産・環境科学総合研究科 教授 萩原 篤志 様 25

●研究成果報告

底曳き網で漁獲廃棄される

魚介類を飼料として用いたトラフグ養殖の試み

関 水産 関 英三 様 28

水産関連企業 広告掲載業者一覧

メ モ

情報開示なくして、業界発展なし!!

平成23年8月25日

NPO法人 ACN

理事長 田 嶋 猛

NPO法人ACNの会員一同、東日本大震災により被災された皆様への心よりのお見舞いとともに、被災地の一日も早い復興をお祈り申し上げます。

さて、この度14回目の「ACNフォーラム（一日本の水産増養殖を考える会）」を開催するにあたり、講演していただく先生方は勿論のこと、長崎大学水産学部のバックアップ、後援していただいた各位に深く感謝いたします。「なでしこジャパン世界一」を除けば明るいニュースの少ない今年の日本ですが、このフォーラムが残暑厳しい中、遠路参加していただいた皆様方の意見交換や情報収集の場として、更には水産業振興の一助となればと思っております。

さて、本フォーラムの演題「クドア属粘液胞子虫について」にもなっていますが、4月26日に厚労省の発表を掲載した全国紙によって養殖ヒラメ生産者に戦慄が走りました。それ以後、主産地の大分県ではヒラメ減産やトラフグへ養殖魚種を転換する生産者が増える事態となっています。

この「クドア食中毒問題」によって、日本のヒラメ生産者は出荷が激減したといい、活魚販売者によれば、大手量販店や四国地場スーパー等では販売を中止しているところがある一方、中国地方では今まで以上に販売しているスーパーもあるなど、現状では、流通関係者の間にはクドア問題の認識に大きな差があるようです。

一方、韓国からのヒラメ活魚輸入量は本年1～6月は1,333トンで昨年同期の1,495トンに比べて約10%の減少に留まっています。大阪府中央卸売市場月報によれば、本年1～6月の養殖ヒラメ取扱量は87トンで昨年同期の89トンとほぼ同量ですが、その内韓国産は49トンから58トンに増加しています。

このことは、震災により消費が減少したところに、クドア問題が国産ヒラメに追い打ちをかけた中で、クドア問題とは無関係に見える韓国産ヒラメが、円高で更に価格競争力を増した結果、日本市場で優位に立っていることを示していると思います。しかしながら、2009年には築地市場で販売された韓国産ヒラメからクドアが検出されたという事実もあります。

食中毒の原因がヒラメに寄生したクドアであると明確になった以上、日韓双方のヒラメ生産者や流通関係者は、早急にクドア検査を徹底し、逐一情報を開示し、問題解決に取り組まなければ、刺身商材からヒラメが外される危機を回避できないことを認識しなければなりません。

余談ですが、昨2010年に韓国から輸入されたヒラメ活魚は3,964トン（財務省貿易統計）で、日本の養殖ヒラメ生産量とほぼ同量となっています。同年の韓国の養殖ヒラメ生産量は40,922トン（韓国統計庁）となっていますので、対日輸出は生産量の約10%です。日本に輸出した残りを国内消費しているとすれば、韓国人一人の養殖ヒラメ年間消費量は750gとなります。これに対し日本の消費量は韓国からの輸入分と漁獲分7,218トン（2009年農水省統計）も含めても一人年間120gと韓国の6分の1以下となります。

韓国を訪れて驚くことのひとつにレストランなどで出てくる料理の種類と量の多さがあります。ウナギ蒲焼などは何切れでなく何尾食べるかという風になります。したがって前述のヒラメ消費量が日本人の6倍というのも妙に納得できる数値です。

以上

「想定外」の時節に考える養殖魚の優位性

平成23年8月25日

(有)湊文社 月刊『アクアネット』発行編集人
池田成己

3月11日に発生した東日本大震災により、東北地方から関東北部の太平洋岸を中心に甚大な被害がもたらされました。地震や津波は「天災」と言わされてきましたが、いまだ進行形の福島第一原発事故を中心に、「人災」としての側面を指摘する声も少なくありません。これに対し、当事者側からは「想定外」という釈明が繰り返され、今度はその姿勢が批判的となりました。いずれにせよ、実際に事が起きた以上、「想定外」は再び用いることのできない“免罪符”です。

養殖ヒラメの新種クドアによる食中毒も、ある意味、想定外の事象だったかもしれません。サケ科魚などの寄生虫としてよく知られるアニサキスでは、養殖生産することでそのリスクを回避できる、つまり“養殖魚だから安心”的な好例になっていたからです。ヒラメの新種クドアについては本日、東京大学大学院の横山博先生にご詳解いただけるわけですが、新たなるリスクが明らかになった以上、生産者側はそれをしっかりと回避できる対策を講じ、安全・安心な養殖魚の供給体制を強化するとともに、そのことを積極的にアピールしていく必要があると思います。

件の原発事故が、国産魚の新市場として期待が高まっていた「輸出」や、養殖餌料の調達にも負のインパクトを与えていたことなどから、西日本の漁業・養殖業界もこれまで以上に厳しい状況に置かれていると思われます。そんな中でこの挨拶文を書かせていただくにあたり、何か元気の素になる話題は…と愚考していたところ、たまたま手にした新書と、小誌の連載記事の中に、目にとまった記述がありました。キーワードは「変温動物」です。

前者は、ナマコの研究などで有名な生物学者の本川達雄・東京工業大学大学院教授の『生物学的文明論』(新潮社)。食糧問題の解決という観点から“肉の生産装置”として考えた場合、変温動物は恒温動物の10倍の収量が上がるるので、変温動物である魚介類を好む日本人の食生活は評価されるべき、といった指摘がなされていました。変温動物は食べ物から摂取したエネルギーの30%を肉にできるのに対し、恒温動物は体温維持のために膨大なエネルギーを費やすので、摂取したエネルギーの2.5%しか肉に回らないのだそうです。

後者は、鷲尾圭司・水産大学校理事長による連載「水産と人」の第9回分。日本では霜降り牛肉が高く評価されていますが、ヒトより体温の高いウシの脂は、変温動物である魚の脂と違い、人間の体内では“溶けない”。霜降り畜肉嗜好は早晚見直される、というものです。詳しくは、月刊アクアネット9月号の同記事をお読みいただければ幸いです。

転機に立つマグロ養殖業—その歴史的展開と今後の展望—

長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科 助教 山本 尚俊

講師紹介

氏名： 山本 尚俊（やまもと なおとし）

略歴

- 1973年 京都府生まれ
1995年 近畿大学農学部水産学科卒業
1997年 長崎大学大学院水産学研究科 海洋情報科学専攻修了（修士（水産学））
2001年 長崎大学大学院海洋生産科学研究科 海洋生産開発学専攻修了（博士（学術））
2002年 大阪市水産物卸協同組合 販促・広報課
2003年 近畿大学21stCOEプログラム“クロマグロ等の魚類養殖産業支援型研究拠点”博士研究員
2008年 長崎大学大学院生産科学研究科 助教
2011年 長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科 助教

受賞

- 2006年 地域漁業学会奨励賞（水産物流通に関する一連の供給に対して）
2007年 漁業経済学会奨励賞（水産物市場における鮮魚流通構造に関する実証的研究に対して）

所属学会

漁業経済学会、地域漁業学会、日本流通学会、日本フードシステム学会

専門分野

水産経済・経営学（とくに流通、フードビジネスなど）

委員等

- 漁業経済学会 理事（2008.6～現在）
社団法人全国海水養魚協会 養殖生産管理高度化事業検討委員会 委員（2011.5～現在）

主な著書（分担執筆）

- 山本尚俊「輸入ビジネスと国内取引（3章）」「量販店のマーチャンダイジング（4章）」小野征一郎編著「養殖マグロビジネスの経済分析—フードシステム論によるアプローチ」（成山堂書店、2008年）pp.52-72、73-88
山本尚俊「水産物市場流通の変化と卸売業者の対応（12章）」倉田亨編著「日本の水産業を考える—復興への道—」（成山堂書店、2006年）pp.20-245
山本尚俊「量販店のマグロ販売と商品化対応—養殖マグロを中心に—（2章）」日本フードシステム学会編「フードシステム研究シリーズNo.7 マグロのフードシステム」（農林統計協会、2006年）pp.37-56

転機に立つマグロ養殖業—その歴史的展開と今後の展望—

長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科 助教 山本 尚俊

1. はじめに

マグロ養殖は、1990年代半ば以降、西日本各地で着業が進み、また豪州での曳航生簀の開発を機に地中海沿岸、メキシコへ世界的な拡大を遂げた。豪州はミナミマグロ、その他はクロマグロを対象とし、海外は産卵・索餌回遊魚の短期養成、日本は曳き縄で漁獲したヨコワ幼魚の3年飼育に基づく。このため海外産を蓄養、国産を養殖と区分する場合もあるが、本報告ではJAS法の規定に基づき養殖で統一する。

世界のマグロ養殖生産量は、2006年に過去最高の38,500トン、1990年代初期の50倍超に急増した。この過程では世界的な増産を受け止め得る消費需要の拡大が日本を基軸に進み、なかでも量販・回転寿司店など、既存トロ市場とは異なる大衆需要市場の創出・拡大がみられた。他方、それと連動して市場価格の低落が進むほか、近年はICCAT¹⁾（大西洋まぐろ類保存国際委員会）の管理規制も強まっている。また、こうした地域漁業管理機関（RFMO²⁾）の管理強化にも関わらず、2010年にはCITES³⁾（絶滅のおそれのある野生動植物の種の国際取引に関する条約、通称ワシントン条約）締約国会議で当該種の商業取引禁止（附属書I掲載）が議論された。当該案は結果的に否決されたが、もはや地中海の後退は決定的であり、国内の養殖業者等のなかにはこれを好機と捉えるものも少なくない。

本報告では、こうしたマグロ養殖の歴史的展開や需給・市場条件の変化を今一度振り返りつつ、主産地間の比較から養殖経営の現状について整理・紹介したい。

2. 世界の注目を集めるクロマグロの資源問題

世界のマグロ漁獲量と日本

2008年現在、世界のマグロ漁獲量は180万トンで、このうち脂マグロ（クロマグロとミナミマグロの総称）は6.1万トン・3.4%に過ぎない（表1）。クロマグロのうち大西洋資源はICCAT、ミナミマグロはCCSBT⁴⁾（みなみまぐろ保存委員会）がそれぞれ漁獲枠を設定・管理するが、いずれも2006年以降削減が進んでいる（ICCAT分の詳細は後述）。

なお、日本は今なお最大の漁業国であることに変わりはなく、漁獲量は世界の12%を占め、また高級種ほどその漁獲シェアが高い。さらに興味深いことは、日本の国内供給量が世界の総漁獲量の23%に相当し、クロマグロやミナミマグロにあつては9割前後のシェアを持つことである。

表1 世界のマグロ漁獲量と日本（2008）

	クロマグロ	ミナミマグロ	メバチ	キハダ	ビンナガ	マグロ類計
海域別漁獲量・万トン	大西洋	2.5	0.2	7.0	10.9	4.3 24.9
日本の位置	うち地中海	1.6	—	—	—	0.3 1.9
	インド洋	—	0.8	10.1	29.4	3.1 43.4
	東太平洋	0.5	—	12.0	21.7	3.2 37.4
	西太平洋	2.0	0.1	11.2	52.0	9.2 74.5
	合計	5.0	1.1	40.3	114.0	19.8 180.2
	構成比 %	2.8	0.6	22.4	63.3	11.0 100.0
漁獲量	2.1	0.3	6.3	7.6	5.3	21.5
対世界 %	41.0	29.2	15.6	6.7	26.5	11.9
国内供給量	4.3	1.0	15.9	14.0	5.8	41.0
対世界 %	86.0	94.5	39.5	12.3	29.3	22.8

資料：水産庁「かつお・まぐろ類に関する国際情勢について」
(平成22年)、「水産白書」等に基づき作成

つまり、脂マグロの消費は日本にほぼ一極集中しており、海外産地は日本の刺身市場を目指した生産を展開している。

マグロの資源悪化とCITES附属書掲載案

マグロ類は高度回遊性魚種であるため、実効的な管理には回遊域を網羅する包括的な体制整備と関連国との協力が不可欠となる。当該資源の管理は、表2に示す5つのRFMO—ICCAT、IOTC⁵⁾（インド洋まぐろ類委員会）、IATTC⁶⁾（全米熱帯まぐろ類委員会）、WCPFC⁷⁾（中西部太平洋まぐろ類委員会）、CCSBT—が担うが、資源状況が比較的良好なのは太平洋のビンナガ等に限られる。とくに東大西洋クロマグロにあっては、低位・減少の最も厳しい状況にある。

2010年のCITES第15回締約国会議で、モナコ公国による大西洋クロマグロの商業取引禁止案（EUは附属書発効猶予案を提示）が議論され、その基軸消費国である日本では供給量の激減や価格高騰が連日報道された。結果的に、当該資源はICCATの下で適切に管理すべきとする漁業国側の主張が通る形で、同案は否決されたが、RFMOや漁業・消費国に問われる責任が一層拡大したことは疑いない。ICCATの管理や成果次第では議論が再燃し、その矛先が太平洋クロマグロやミナミマグロ等の稀少種へ拡がる可能性も否めない。

付言すれば、大西洋クロマグロの附属書掲載提案は今回が初めてではない。CITES第8回締約国会議（1992年）で、スウェーデンによる西部大西洋資源の附属書Ⅰ、東部資源の附属書Ⅱ（輸出許可書導入）掲載案が議論されたほか、ケニアが第9回締約国会議（1994年）に大西洋クロマグロとミナミマグロの附属書Ⅱ掲載を提案するべく準備を進めた過去もある。スウェーデン提案にみられるように、1990年代初期のクロマグロ問題は現在と異なり、西部大西資源に焦点が当てられていたことも特徴である。以後20年程が経過した現在、また後述するように漁獲枠の段階的削減が加速する現状下で、再び商業取引禁止が提案された事実は、ICCATの管理に対する不信の再現を示すに他ならない。

表2 マグロのRFMOと資源状況

管理組織名	管轄海域	資源状況（資源水準/資源動向）				
		クロマグロ (東大西洋) 低位/減少 (西大西洋) 低位/横這	ミナミマグロ —	メバチ —	キハダ 低位/横這い	ビンナガ 中位/横這い (北大西洋) 低位/増加 (南大西洋) 中位/減少
大西洋まぐろ類保存国際委員会（ICCAT）	大西洋全域(接続する諸海含む)	—	—	低位/横這い	中位/横這い	—
インド洋まぐろ類委員会（IOTC）	インド洋	—	—	中位/横這い	中位/減少	中位/横這い
全米熱帯まぐろ類委員会（IATTC）	東部太平洋	—	—	低位/横這い	中位/横這い	—
中西部太平洋まぐろ類委員会（WCPFC）	中西部太平洋(概ね西経150度以西)	中位/横這い	—	中位/横這い	中位/横這い	(北太平洋) 高位/横這い (南太平洋) 高位/減少
みなみまぐろ保存委員会（CCSBT）	特定なし(ミナミマグロ回遊域)	—	低位/横這い	—	—	—

資料：水産庁「国際資源の現況」(平成21年度)、前掲「かつお・まぐろ類に関する国際情勢について」、外務省HP等
注：資源水準は最近20年の状況との比較で高・中・低位、資源動向は最近5年の動向から増加・横這い・減少の各3段階で評価される。RFMOの管轄海域図は日本水産HPより引用(原典はWWF)し、一部加筆した。

スウェーデン提案以降、ICCATの管理対策は条約非加盟国、便宜地籍船・IUU8)（違法・無法国・無監視）漁業問題に重点が置かれた。具体的には、1992年に統計証明制度の導入が採択されたほか、IUU漁船等のリスト化やそれら漁船船籍国からの輸入禁止等の措置が講じられた。一方、漁獲枠の見直しも2006年以降急進する（表3）。なかでも東部大西洋資源については、2006年のICCAT第15回年次会合で2007～2010年漁獲枠の段階的削減が打ち出され、第16回・17回年次会合でそのさらなる引き下げが決定された。これは、当該資源評価を担うICCAT科学委員会の勧告に基づく措置だが、これまで同勧告水準を大幅に超過した漁獲枠が設定・適用されてきたことも事実である。資源悪化の主因はIUU漁業等の無秩序な操業にあろうが、ICCATの管理対応の遅れや不十分さがそれを助長したこととも否めない。加えて、養殖業の急拡大とその不透明な原魚取引が旋網船の過剰漁獲の温床となり、当該問題を一層複雑化させてきたといえる。

表3 大西洋クロマグロの漁獲枠

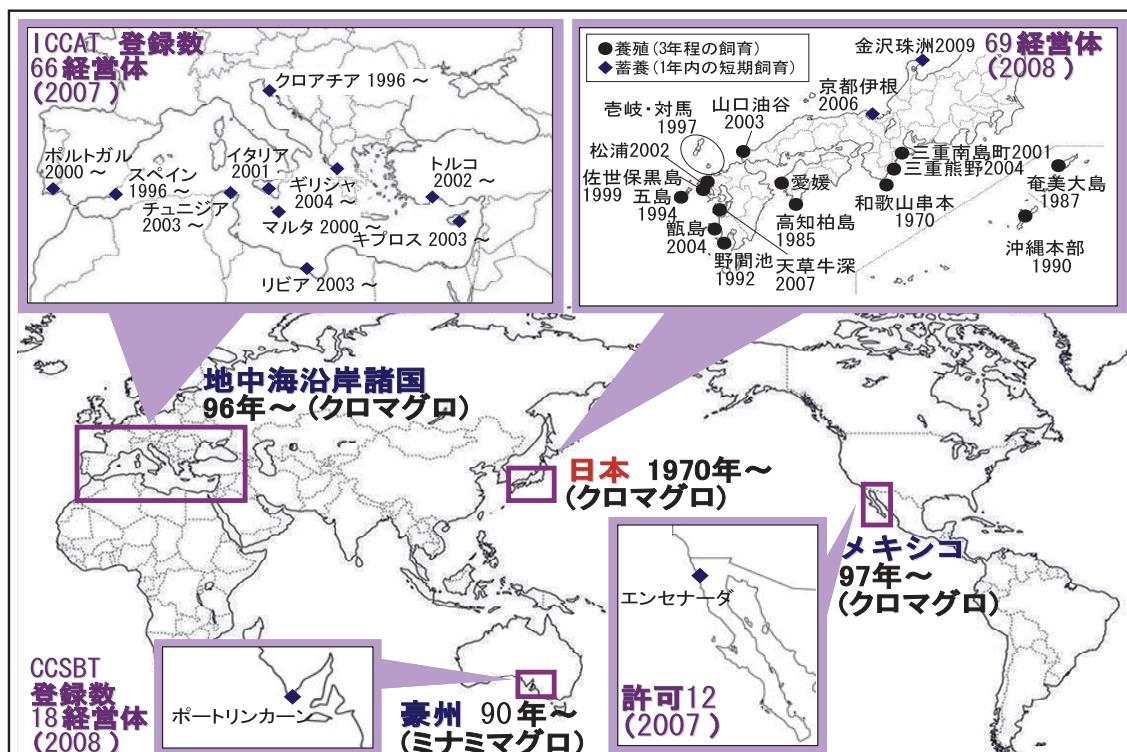
	漁獲枠(トン)		左記期間の削減幅
	2003年	2011年	
西部大西洋	2,700	1,750	約35%
東部大西洋	32,000	12,900	約60%

	各年次会合時の漁獲枠設定(トン)					前年比削減率
	06年次	07年次	08年次	09年次	10年次	
2006	32,000					—
2007	29,500	29,500				8%
2008	28,500	28,500	28,500			3%
2009	27,500	27,500	22,000	22,000		23%
2010	25,500	25,500	19,950	13,500	13,500	39%
2011			18,500	—	12,900	4%

資料：OPRT・ICCAT・水産庁HP等より作成

3. 養殖マグロの需給概況

マグロ増養殖技術の開発は、水産庁「マグロ類養殖技術開発試験」（1970～72年）に遡る。近畿大学は同事業終了後も研究を継続し、1974年にヨコワ幼魚の長期飼育、79年に自然産卵、2002



資料：漁業センサス、ICCAT Farming Facilities for Bluefin Tuna CCSBT Record of Authorised Farms、聞き取り調査等より作成（原典：拙稿「深刻化するマグロの資源問題と養殖ビジネス」『帝国書院 地理・地図資料 2011年度1学期号』（2011）図1を改変）

図1 世界のマグロ養殖産地

年に完全養殖を成し遂げた。1980年代に入ると、民間企業の技術開発投資や養殖事業化も一部進むが、その本格化は1990年代後半以降のことである（図1）。

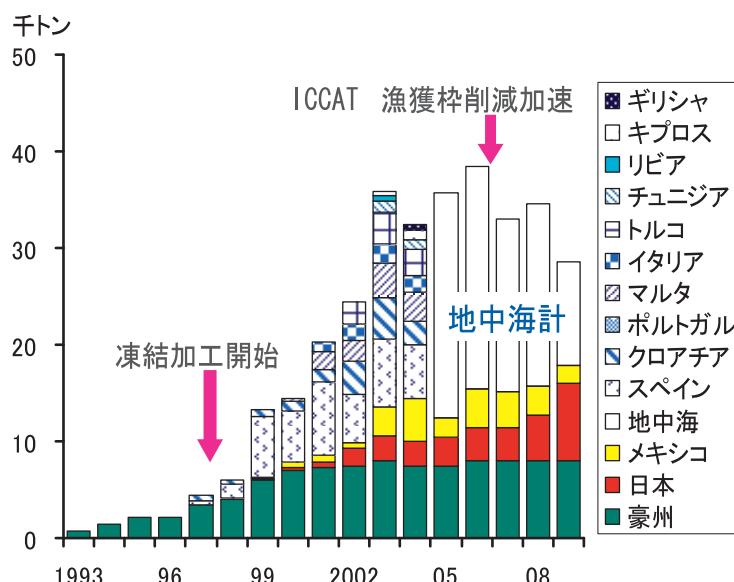
一方、1970年代には当該技術の海外移転が試みられた。マルハ系企業が、定置網に入った産卵後の親魚を3カ月ほど飼育し年末需要期に日本へ出荷する試みを近畿大学の協力の下1975年にカナダで始めた。同種の取り組みは1985年にスペインでも行われたが、定置網の原魚採捕は魚道変化の影響を受け不安定であることから、いずれも数年で休止に至っている。海外養殖の拡大は1990年代半ば以降で、豪州での曳航生簀開発を契機として養殖経営が軌道に乗るなかで、日本の商社や水産会社が投資・技術移転に乗り出した。

現在マグロ養殖は日本・豪州・地中海沿岸・メキシコで実施され、地中海はICCAT養殖場登録簿に基づけば9カ国に及ぶ（稼動の有無は不明）。豪州は南オーストラリア州ポートリンカン、メキシコはバハ・カリフォルニア州エンセナーダに養殖場が集中し、また日本は奄美や沖縄を中心に西日本全域に産地が形成されている。

世界のマグロ養殖生産量

1993年当時、豪州を中心に750トン程に限られた養殖生産量は、2006年に38,500トンに達した（図2）。1990年代後半に日本の大手水産会社が試みた養殖物の凍結加工とその成功が、後の増産に拍車を掛けた。当初、養殖物は冷凍化には馴染まないと考えられ、生鮮流通を基本とした。凍結加工の始動は、在庫という形で生産と消費需要とのギャップを埋め合わせるクッションとなる一方、その存在が生産・販売に投機性をもたらし、過剰在庫など需給バランスの不均衡を拡大させた。このことが、後述する国内の消費拡大や市場確立に少なからず関係したと思われるが、詳細は割愛する。

なお、豪州はCCSBTの漁獲枠に規定され、生産量は8,000～9,000トンで頭打ち、地中海はICCATの漁獲枠削減で減産必至、またメキシコは赤潮・青潮等による大量斃死や養殖業者の経営不振等で生産量は安定しない。近年の増産は日本のみで、2009年には8,000トンに達したとみられている。これは、ICCATの規制強化を背景に、地中海で養殖・輸入業務を展開してきた水産会社や商社等が国内への回帰・拠点移設を始めたことによる。



資料：輸入業者・築地卸資料及び聞き取り調査に基づき作成（原典：拙稿「国内外におけるマグロ養殖業の実態と主産地間のコスト比較」『漁業経済研究 54(1)』(2009) 図2を加筆・改変）

注：活け込み量に基づく推定値。越年出荷分を含むが、養成中の斃死や減耗の詳細が定かでないため、厳密な生産量は特定できない。2009年は見込み値。

図2 養殖マグロの生産動向

日本の需給・市場変化

養殖マグロは、メキシコ産の1割程が米国、国産の一部が中国・米国へ輸出されるが、その基軸需要は日本にある。国内脂マグロ供給量の6割以上を養殖物が占めると推察され、つまり脂マグロ供給を巡っては既に天然物と養殖物の集客が交替している。

また、養殖物は生鮮品であっても周年流通し、価格低下も目立つ。天然生鮮物の供給は各年の漁模様等に影響を受け年変動は避けられないが、養殖物は活け込み量等を勘案すれば事前に出荷予定量を予測でき、需要者は販売計画を組み易い。豪州養殖物が4～9月中旬、その他が10～3月に国内搬入され、産地・魚種交替を除けば、その流通は生鮮品でも端境期がほぼない。さらに、1996年当時、国産及び地中海産は築地市場で7,000円/kg台の高値を付けたが、2004年頃には半落している。月別価格をみても、養殖物は変動幅が総じて小さく、相場水準は3,000～4,000円に収束を強める。品質・規格の安定化とともに養殖物の価格水準が出来上がり、言い換えれば魚体ごとの品質格差が市場価格に反映され難い状況が増している。これは、生鮮養殖物でさえ、主な取引が卸売市場から市場外、セリから相対ヘシフトしていることにも端的に現れる。

周知の通り、天然脂マグロは水揚げの不規則・変動性や価格の高さなどから計画仕入が困難とされ、寿司・料理店でほぼ限定的に取り扱われてきた。養殖物も当初はこれら中高級外食を主な需要先としたが、バブル経済崩壊後の外食業界の不振や養殖増産が供給過剰感を煽り、市場価格が低落するなかで、1990年代半ば以降、量販店が、さらに2000年代に入り回転寿司チェーン（100円寿司）が養殖マグロの商品化に乗り出した。養殖物は既存の天然トロとは異なる需要を獲得しながら、市場規模の拡大を遂げてきた。

4. スペイン・メキシコ・日本におけるクロマグロ養殖

以下の記述は2006～07年時点の状況を示す。また可能な範囲で最近の情報を付け加えた。

生産概況

メキシコと日本は前掲図1で示したため繰り返さないが、スペインの養殖拠点はマドリッド南東約400kmに位置するムルシア州カルタヘナとサンペドロに集中する。養殖許可はスペイン14、メキシコは12で、うち順に8社と7社が動数し、これは日本の合弁企業を含む。前述した市場条件の変動も関係し、スペイン老舗業者やメキシコ最大の養殖業者の撤退・破綻も現実化している。一方、日本ではマルハやTAFCO、拓洋等を中心に40～50社が養殖を行うとみられたが、初の公式統計調査（漁業センサス2008）では69経営体にのぼる実態が報告された。近年では、2006年に日本水産が養殖業者を完全子会社化し、また2007年から伊根湾で旋網物の短期養殖を始めたほか、極洋、日本ハム、東洋冷蔵、双日等が相次いで国内養殖に参入するなど、大手企業の動きが活発化している。

日本の最大養殖可能量は不明だが、スペインはICCAT養殖場登録簿によれば11,852トン、メキシコは生簀稼動数等から10,000トン前後に及ぶと推察される。しかし、実際の生産量はそれを大幅に下回り、2～4割水準に過ぎない。これは原魚確保や活け込み量、養成中の弊死率等に影響されようが、加えて、とくにスペインに関しては養殖業者が地中海沿岸他国に事業拠点

を拡大させたことも関係する。養殖原魚の採捕漁場が地中海西部から中東部へ移るなか、曳航上のコストやリスクの抑制を狙って漁場近隣に拠点を移設するという養殖業者の経営行動が、許可数と稼動業者数、最大養殖キャパと実生産量との乖離をさらに拡大させているものと考える。

養殖管理・規制に触れておくと、地中海では2003年以降ICCATの養殖管理措置が強まっている。具体的には、正規登録船以外からの養殖場へのクロマグロの搬入禁止、養殖場の正規登録、活け込み時の水中ビデオカメラ記録とモニタリングの義務化等が導入された。他方、メキシコでは政府が漁場・生簀台数管理（1社あたり設置数を制限）を軸に収容基準も示すが、活け込み実績等の報告義務や監視はない。また、日本の許可は区画漁業権に基づくが、生簀サイズや収容量等の統一規定ではなく、設置台数の制限がない地域さえ存在する。ただし、日本では2011年から養殖場の登録制や各種報告義務が適用されている。

経営実態

原魚調達、曳航～養成、出荷の3段階から主な特徴を整理すれば下記の通りである。

〔原魚調達〕

原魚の漁獲は一般に海外が旋網、日本は曳き縄を中心とし、原魚採捕者と養殖業者が分離している場合が多い。たとえば地中海の旋網クロマグロ漁獲量は22,134トン（2007年）で、非養殖国であるフランスが43%のシェアを持つ。養殖業者が旋網を兼営する場合もあるが、国内外の旋網船との傭船契約に基づき原魚仕入れを行うことが多い。この点はメキシコも同様で、事前にサイズ別の買取価格や漁獲目標を伝え、出漁経費の一切を前渡しする。メキシコでは旋網船70隻程のうち原魚漁獲は18隻に限られるが、その価格優位性からクロマグロ操業への転換希望も多い。なお、日本でも旋網物の短期養殖が始まったが、生産量は2007年で70トンに過ぎず、曳き縄によるヨコワ幼魚の採捕と長期飼育が未だ標準的である。原魚サイズは、スペインが30～300kg超/尾、メキシコは15～30kg前後、日本は200g～1kgが中心である。地中海養殖国のうちスペイン等は200kg超の大型魚が多いという特徴があったが、近年は50kg未満を築地等のセリ場で目にする機会も増えている。

養殖原魚となる天然クロマグロの漁獲規制に注目する（大西洋に関しては地中海や旋網以外は触れない）。地中海では、前述のICCAT漁獲枠削減に加え、2006年以降、禁漁期や漁獲サイズ等の見直しが実施されている。従前7月15日～8月15日の1カ月に限られた旋網船の禁漁期は2007年からは6カ月、2009年からは10カ月、2010年からは11カ月間に拡大された。また漁獲可能サイズの下限が従前の10kgから30kgに引き上げられたほか、航空機等を用いた魚群探査が全面禁止された。これらは、とくに漁獲効率が高い旋網船の漁獲圧抑制を狙った措置に他ならず、その背景にあるのがマグロ養殖の急拡大である。ICCAT養殖場登録簿によれば地中海の最大養殖可能量は6万トンを超すが、旋網漁獲量は前述の通り2万トン超に過ぎず、原魚取引は売り手市場の条件が強い。1990年代後半に300円/kgであった原魚相場は、2007年には1,000円水準に高騰している。

他方、メキシコでは政府がクロマグロの漁獲上限や15kg以下の漁獲禁止を勧告するが、報告

義務や政府の監視は伴わない。漁期は魚群の出現・回遊期に依拠し、制度や規制の影響を受けない。原魚漁獲船の隻数は前述のように限られるが、キハダからクロマグロへの操業転換希望も多いため、原魚の争奪戦や高騰はみられず、400円/kg水準にある。

日本については、曳き縄は自由漁業で、許可や漁獲枠等もなく、旋網についても直接的管理措置は設けられてこなかった。ただし、2011年からは九州西・日本海を対象に、大中型旋網には成魚(30kg以上：日本海の産卵期6～8月2,000トン)と未成魚(30kg未満：九州西・日本海4,500トン)別に漁獲枠が、沿岸のクロマグロ漁業には届出制等が導入された(太平洋は2012年度以降実施予定)。これはWCPFCの資源管理措置も関係する。今後、規制強化の対象が曳き縄に拡大すれば、原魚の争奪戦が一層激化することは避けられない。かつて1,200円/尾であった養殖原魚相場は2007年に1,800円、また近年は2,500～4,000円の高値が聞かれるなど、既に価格高騰が顕在化している。

[曳航から養成]

海外では、漁獲漁場が遠ければ養殖場への曳航日数は30～40日前後、斃死率は3～5%に及ぶ。原魚の実質原価を抑えるには曳航・飼育中の減耗抑制が不可避の課題で、この点は国内養殖も例外ではない。活け込み後、出荷までの斃死率は、飼育期間の短さや対象が成魚であることも関係し、台風被害等がなければ概ね5%内外といわれるが、メキシコでは赤潮・青潮による斃死被害も多い。一方、日本型養殖は斃死率が総じて高い。曳き縄で漁獲された原魚は、餌付け飼育後、活魚船で養殖場に運ばれるが、その際3割程が、また沖出し後は20～30%が斃死する。つまり、出荷までの減耗は5割に及ぶことになる。

また餌料面では、近年、配合飼料の開発が進むが、未だ生餌への依存は強い。増肉係数は、スペインで12～30kg(小～大型)、日本とメキシコは14kg前後だが、飼育期間の長短がコストに大きく影響する。餌単価の抑制や当該経費の節減は重要だが、餌の種類や質・組み合わせが成長や肉質に影響し、コスト重視の対応にも限界がある。スペインと日本は国産・輸入餌を組み合わせ、その仕入単価は順に60～70円/kg、80円前後、メキシコは前浜イワシを軸とし20円水準と安い(イワシ旋網船と傭船契約を結ぶ養殖業者もある)。

[出　　荷]

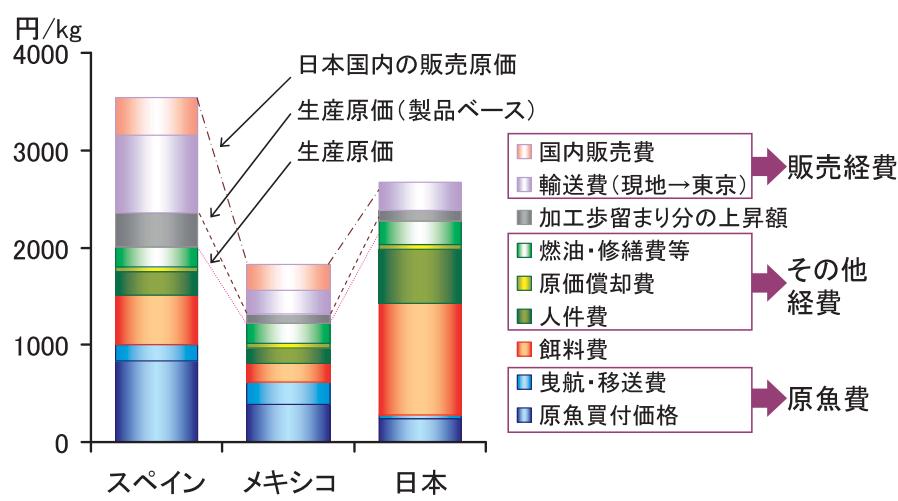
出荷形態・荷姿は、メキシコと日本が生鮮・GG9)(鰓腹なし)、スペインは生鮮・冷凍を併用し、前者はドレス、後者は魚体サイズで異なる。生鮮品は全て空輸、冷凍は凍結加工船や超低温コンテナ船で輸送される。冷凍用の現地取引は生簀横渡しを基本とし、スペインでは12～1ヶ月に取り上げられる。冷凍向け販売は、生鮮向けに比べて飼育期間も短く、早期換金の必要性が増せば冷凍の出荷率が高まる傾向がある。

取り上げから日本搬入までのリードタイムとコスト(生鮮の場合)に注目すれば、スペインが4日・約1,200円/kg(輸送費800円)、メキシコは2～3日・約500円(約240円)、日本(奄美の例)は2日・約300円である。

コスト構造

国別の養殖コストを試算（原魚仕入は買付、出荷は生鮮を前提条件）すれば、前述した養殖条件の違いも関係し、海外と日本ではコスト構造に明確な相違が確認できる（図3）。スペイン・メキシコは原魚費率が高く、生産原価の5割に及ぶが、日本は1割超に過ぎない。日本の原魚価格1,800円/尾を、原魚300g/尾・養成サイズ50kg・斃死率50%でkg換算すれば275円に過ぎず（ただし移送条件・生残率等で変動する）、スペイン・メキシコのそれを大きく下回る。仮に日本の原魚相場が4,000円/尾であっても530円/kgである。原魚価格の高騰が経費増に直結することは間違いないが、その影響度は海外に比べて小さい。日本は餌料費が最大経費を構成する。

これら各種経費を積算した生産原価は日本が最も高く、それにスペインが続くが、メキシコは両者の6割水準に過ぎない。また、出荷時の加工歩留りを勘案した製品ベース生産原価に、輸送費等を加えれば日本国内での販売原価となるが、それはスペインで最も高い。なお、この推定販売原価を、2008年の築地市場の生鮮養殖物価格と照らし合わせれば、利幅はスペインが123円/kg、メキシコ▲8円、日本1,073円となる。年末需要期で価格上昇が期待できる12月でさえ、海外産の低収益が目立つ。なお、冷凍出荷を併用するスペイン等では、こうした採算割れの危険が生鮮から冷凍出荷への移行、つまり飼育期間の短縮による経費節減や早期換金対応を促す。



資料：海外養殖業者・日本の合弁出資企業・築地卸等での聞き取りに基づく（原典：前掲「国内外におけるマグロ養殖業の実態と主産地間のコスト比較」表4を改変）

注：2007年の原魚相場で試算。日本のその他経費は中原尚知氏の調査結果を参照。加工歩留まりは、スペインは80%（ドレス）、その他は93%（GG）で算出。

図3 コスト・原価水準

5. おわりに

以上、マグロ養殖業は、急激な成長期を通り過ぎ、もはや成熟・再編期に差し掛かった。国内養殖業者等は、地中海の減産を好機と捉え、今なお増産気運が高まっている。その前提には、国内供給量の減少と価格高騰予測があろう。前者に異論はないが、後者は不確実な部分も多い。養殖物の消費が日本に集中し、量販店等が基軸需要を成す点に留意が必要である。市場価格の高騰は消費者の購買意欲は勿論、量販店の販売動機を減退させ、仕入の絞り込みや見直しを促そう。特定需要への偏重が強い現行条件下では、量販店等の買い控えは荷動きの鈍化、在庫の滞留を招き、市場価格は長期的な上昇軌道に乗り難い。つまり、供給量が減じても、大幅な価格上昇は期待薄で、養殖業者はコスト競争から逃れられない。

加えて、漁獲規制強化の動きは太平洋も例外ではなく、人工種苗の量産化への期待が今後一層高まることは間違いない。ただし、当該種苗は現状、高価なうえ斃死率も高いといわれるところから、原魚費の膨張が採算性を搖るがすことも否めない。養殖経営を巡っては、餌料費などその他コスト削減回路の創出や、魚価対策を前提とした新たな需要創造、マーケティング力が問われるであろうし、その対応の可否が今後の経営や統廃合を規定しよう。

[用語説明・補足]

- 1) International Commission for the Conservation of Atlantic Tunasの略称。1969年に設立、47カ国及び1機関が加盟（アメリカ、日本、南アフリカ、ガーナ、カナダ、フランス（サンピエール・ミクロン）、ブラジル、モロッコ、韓国、コートジボワール、アンゴラ、ロシア、ガボン、カーボヴェルデ、ウルグアイ、サントメ・プリンシペ、ベネズエラ、赤道ギニア、ギニア、英（バミューダ）、リビア、中国、クロアチア、EU、チュニジア、パナマ、トリニダード・トバゴ、ナミビア、バルバドス、ホンデュラス、アルジェリア、メキシコ、バヌアツ、アイスランド、トルコ、ノルウェー、ニカラグア、グアテマラ、セネガル、フィリピン、ベリーズ、シリア、セントビンセント及びグレナディーン諸島、ナイジェリア、エジプト、アルバニア、シェラレオネ、モーリタニア）。
- 2) Regional Fisheries Management Organizationの略称。
- 3) Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Floraの略称。1973年採択。締約国数は2008年3月現在172カ国。野生動植物の種の絶滅のおそれの程度に応じて3種の附属書にリストアップされる。附属書Ⅰは、絶滅のおそれのある種で、その取引による影響を受けている、あるいは受けける可能性のあるものを対象とし、商業取引を原則禁止するもの（学術的目的等はこれに該当しないが、輸出入国の輸出入許可が必要）。附属書Ⅱは、必ずしも絶滅のおそれのある種ではないが、その取引を厳重に規制しなければ絶滅のおそれのある種、またはその取引を効果的に取り締まるために規制しなければならない種を対象とし、その商業取引には輸出国の許可が必要となる。附属書Ⅲは、締約国のはずれかが捕獲・採取を防止・制限するための規制を自国の管轄内で行う必要があると認め、かつ取引の取締りのために他の締約国の協力が必要であるとする種で、その取引には輸出国政府が発行する許可書または原産地証明書等が必要となる。
- 4) Commission for the Conservation of Southern Bluefin Tunaの略称。1994年設立、日本・豪州・ニュージーランド・韓国・インドの5カ国が加盟。
- 5) Indian Ocean Tuna Commissionの略称。1996年設立、27カ国及び1機関が加盟（豪州、中国、コモロ、エリトリア、EU、フランス、ギニア、インド、iran、日本、ケニア、韓国、マダガスカル、マレーシア、モーリシャス、オマーン、パキスタン、フィリピン、セイシェル、スリランカ、スーダン、タイ、イギリス、バヌアツ、タンザニア、ベリーズ、インドネシア、シェラレオネ）。
- 6) Inter-American Tropical Tuna Commissionの略称。1950年に設立され、加盟国は16カ国（米国、コスタリカ、パナマ、フランス、ニカラグア、日本、ベネズエラ、バヌアツ、エクア

ドル、エルサルバドル、メキシコ、グアテマラ、ペルー、スペイン、韓国、コロンビア)。

- 7) Western and Central Pacific Fisheries Commissionの略称。2004年設立で、25の国・地域・機関が加盟(豪州、カナダ、中国、クック諸島、EU、ミクロネシア、フィジー、フランス、日本、キリバス、韓国、マーシャル、ナウル、ニュージーランド、ニウエ、パプアニューギニア、フィリピン、サモア、ソロモン、トンガ、ツバル、バヌアツ、パラオ、米国、台湾)。
- 8) Illegal, Unreported and Unregulatedの略称。
- 9) Gilled and Guttedの略称。

[付 記]

本稿は、2003年以降実施してきた一連のマグロ養殖経営・流通に関する調査・研究成果をもとに再校したものである。そのベースとなる主な論文のリストを以下に記す(なお、その他報告書・業界雑誌等掲載分については省略する)。

- ・山本 尚俊(2005). 養殖マグロ流通・取引の現段階の特質、漁業経済研究(漁業経済学会)、Vol.49、No.3、pp.77-94
- ・山本 尚俊(2006). 量販店のマグロ販売と商品化対応—養殖マグロを中心に—、日本フードシステム学会編 フードシステム研究シリーズ、No.7、農林統計協会、pp.37-56
- ・山本 尚俊(2006). マグロ需給・市場の変容と流通業者の業務展開—養殖マグロの輸入・国内販売ビジネスを中心に—、地域漁業研究(地域漁業学会)、Vol.46、No.3、pp.171-185
- ・山本 尚俊(2007). 養殖マグロの輸入・販売ビジネスを巡る競争と対応—大手主導の競争条件の強まりと中小業者の業務再編に注目して—、地域漁業研究(地域漁業学会)、Vol.47、No.2、pp.1-18
- ・山本 尚俊(2009). 国内外におけるマグロ養殖業の実態と主産地間のコスト比較、漁業経済研究(漁業経済学会)、Vol.54、No.1、pp.1-18
- ・山本 尚俊(2011). 深刻化するマグロの資源問題と養殖ビジネス、地理・地図資料(帝国書院)、2011年1学期号、pp.3-6

クドア属粘液胞子虫について

東京大学大学院農学生命科学研究科
水圈生物科学専攻 助教 横山 博

講師紹介

氏名：横山 博（よこやま ひろし）

略歴

1964年 東京都生まれ
1982年 東京都立青山高等学校卒業
1986年 東京大学農学部水産学科卒業
1986年 株式会社ニチレイ入社
1990年 東京大学大学院 農学系研究科水産学専門課程 農学修士
1992年 日本学術振興会 特別研究員
1993年 東京大学大学院 農学系研究科水産学専門課程 農学博士
1993年 カナダ太平洋生物学研究所 客員研究員
1994年 東京大学 農学部水産学科 助手
2007年 東京大学大学院 農学生命科学研究科 水圈生物科学専攻 助教
現在に至る

受賞歴

2003年 平成15年度日本魚病学会研究奨励賞「魚類の粘液胞子虫病に関する研究」
2003年 平成15年度日本水産学会論文賞「タイリクスズキの心臓ヘネガヤ症原因粘液胞子虫新種*Henneguya lateolabracis*」（英文）Fisheries Science, 69 (6), 1116-1120.

所属学会

1. 日本水産学会 2. 日本魚病学会 3. 日本寄生虫学会 4. ヨーロッパ魚病学会

専門分野

1. 水産学 2. 魚病学 3. 寄生虫学 4. 増養殖学

主な著書・訳書

- 改訂・魚病学概論（分担），小川和夫・室賀清邦編，恒星社厚生閣，2008年
- 魚介類の感染症・寄生虫病（分担），若林久嗣・室賀清邦編，恒星社厚生閣，2004年
- ブリ類の魚病カラーアトラス（訳），Sakana Veterinary Services Ltd., 2005年

クドア属粘液胞子虫について

東京大学大学院農学生命科学研究科
助教 横山 博

1. 「謎の食中毒」

近年、全国的に、生鮮魚介類の生食による病因物質不明有症事例が増加している。¹⁾これは食後数時間で一過性の嘔吐や下痢を呈するが軽症で終わる事例で、既知の食中毒菌等の病因物質が検出されないか、検出されても症状が合致しないため、原因不明として処理されてきたものである。平成21年6月22日の読売新聞1面において「謎の食中毒」といわれ、マスコミで広く使われ始めた。その後、業界では「ヒラメトキシン」というヒラメ自体が産生する毒素があるのではないかという推測もあったが、そのような毒素は検出されなかった。平成21年6月から平成23年3月までに厚生労働省が実施した全国調査によると、同様の事例が198件あったと報告された。提供メニューには、多い順にヒラメ135件(68%)、マグロ73件(37%)、エビ60件(30%)などが含まれていたが、平成22年10月に銀行の懸賞付き定期預金でプレゼントされたヒラメで同様の症状が集団発生した事例に到り、食材がヒラメと特定された。平成22年10月10日の朝日新聞に掲載された「当たったヒラメにあたった」という記事である。その後、国立医薬品食品衛生研究所、国立感染症研究所等により原因究明の研究が行われ、平成23年4月25日に開催された薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会食中毒・乳肉水産食品合同部会において、ヒラメの筋肉に寄生する粘液胞子虫の1種、*Kudoa septempunctata*(クドア・セプテン punctata)が病因物質である可能性が高いと報告された。その後、予防対策等について、同部会により、平成23年6月8日付けで「生食用生鮮食品による病因物質不明有症事例についての提言」としてとりまとめられた。¹⁾

2. ヒラメのクドアによる「食中毒」の特徴

今回、問題となっているヒラメのクドアによる「食中毒」(正確には「有症事例」)の症状と発生の特徴を以下にまとめる。

- (1) 食後数時間(4~8時間程度)で一過性の下痢や嘔吐が発生する。
- (2) 軽症で回復が早く、予後は良好である(重症化した例はない)。
- (3) 季節的には9~10月に多く、冬期には減少する。
- (4) ホテルや旅館の宴席で集団発生するケースが多い。

上記(1)、(2)の点から、このクドアが人体に感染する、または長期に留まる可能性は低いと考えられており、あまり過度に心配する必要はないとする根拠として挙げることができる。

(3)の季節性については、まだ原因がよくわかっていない。ヒラメの流通量との関連はなさそうであるが、養殖ヒラメは現在周年生産されていることを考慮すると、ある時期に生産されるロットに感染する確率が高いという可能性も考えられる。あるいは、飼育水温が寄生虫の発育や魚の免疫状態に影響を与え、毒性の強弱を左右する結果になっているかもしれない。(4)

については、新鮮なヒラメの活魚をさばいて、すぐに提供された刺身を食べた場合、居合わせた全員が発症することが多いということであるが、要するに、ヒラメの鮮度が高いほどリスクも高いようである。

その他、厚生労働省の報告書等によると、冷凍では $-15^{\circ}\text{C} \sim -20^{\circ}\text{C}$ ・4時間以上、加熱では 75°C ・5分以上で毒性が失われることが示されている。^{1,2)}

3. 粘液胞子虫とは

まず、今回のヒラメのクドアについて説明する前に、粘液胞子虫一般について解説したい。粘液胞子虫類は、ミクソゾア門の粘液胞子虫綱に属する生物群であり、以前は原虫類に分類されていたが、最近の分子系統学的研究から刺胞動物（クラゲやイソギンチャクの仲間）に近い後生動物であるとする説が有力になっている。³⁾世界中で2000種類以上報告されており、そのほとんどが魚類に寄生し人間には寄生しないことから、公衆衛生上は無害な寄生虫として位置づけられてきた。しかし、水産的には、サケ科魚類の旋回病 (*Myxobolus cerebralis*) やセラトミクサ症 (*Ceratomyxa shasta*)、国内では養殖ブリの粘液胞子虫性側湾症 (*Myxobolus acanthogobii*) や養殖トラフグの粘液胞子虫性やせ病 (*Enteromyxum leei*) の原因になる種類も知られている。それらは魚を大量死させたり、罹患魚の外観が損なわれるため商品価値を失わせたりするため、産業上、被害を及ぼす寄生虫として認識されてもいた。

形態学的に、粘液胞子虫は大きさ約 $10\text{ }\mu\text{m}$ 前後の胞子を多数形成し、極囊、胞子原形質および胞子殻などから成る多細胞体である（図1）。とくに極囊を持つことを特徴とし、その数や並び方などで属レベルの分類がなされる。極囊内部には極糸がらせん状に収まっており、胞子原形質を宿主に侵入させる際、弾出して宿主の上皮に突き刺さり、胞子殻を固定する「錨」の役割を果たすと考えられている。

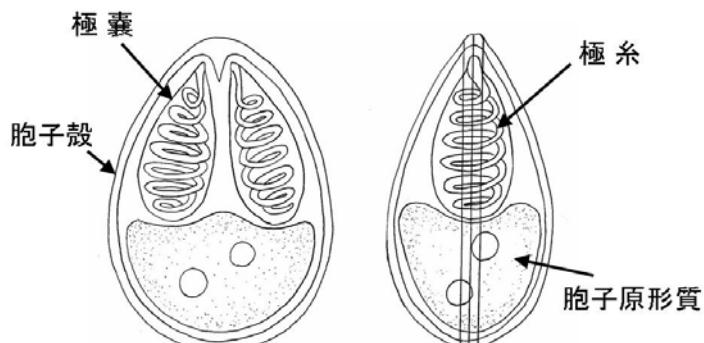


図1. 粘液胞子虫胞子の模式図

粘液胞子虫の生物学でもっとも特徴的なことは、その生活環である。³⁾魚類の体内で產生された粘液胞子虫の胞子は、魚体外に放出された後、環形動物（淡水種ではイトミミズなどの貧毛類、海産種ではゴカイなどの多毛類）に経口的に取り込まれて、放線胞子虫という形態的につまつた異なる発育ステージに変態する（図2）。放線胞子虫の胞子（放線胞子）は大きいもので全長200 μm以上に達し、典型的には3本の長い突起を備えている。この突起は水中に浮遊するための形態適応と考えられる。環形動物から放出されて数日から1週間のうちに魚の体表または鰓に接触すると、経皮的に魚体内へ感染し、原形質細胞が分裂・増殖し粘液胞子虫ステージが始まる。粘液胞子虫世代と放線胞子虫世代が交互に繰り返されることから、魚類と環形動物はともに「交互宿主」と呼ばれる。

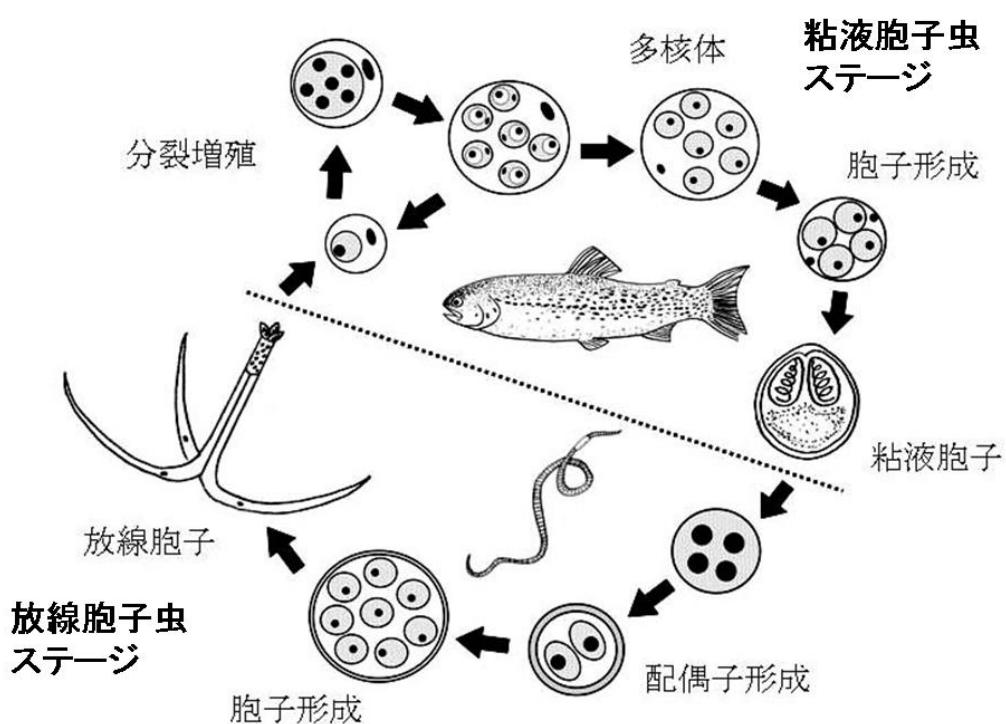


図2. 魚類と環形動物を介した粘液胞子虫類の生活環

4. クドア属粘液胞子虫

クドア属は粘液胞子虫綱の多殻目に属し⁴⁾、極嚢は4個以上を有する。今までに80種類以上が記載されており（国内では16種）、そのほとんどすべてが海産魚に寄生する（表1）。寄生部位は体側筋肉が多いが、心臓、脳、卵巣内に寄生するものもある。魚を死に至らしめる種類は少なく、脳寄生種以外は魚に対する病害性は低いと考えられている。しかし、筋肉寄生クドアは可食部である体側筋に寄生すると、醜悪な外観を呈して商品価値を低下させるという意味で水産的に問題とされる。

表1. 日本国内で報告されているクドア属粘液胞子虫

種名	極囊数	寄生部位	症状	魚種
<i>K. amamiensis</i>	4	筋肉	シスト	ブリ、カンパチ、スズメダイ他
<i>K. cruciformum*</i>	4	筋肉	融解	スズキ
<i>K. intestinalis</i>	4	腸管	シスト	ボラ
<i>K. iwatai</i>	4	筋肉	シスト	マダイ、イシガキダイ、クロダイ、スズキ
<i>K. lateolabracis</i>	4	筋肉	融解	タイリクスズキ、ヒラメ
<i>K. megacapsula</i>	4	筋肉	シストまたは融解	ブリ、アカカマス
<i>K. musculoliquefaciens</i>	4	筋肉	融解	メカジキ
<i>K. neothunni</i>	6	筋肉	融解	キハダマグロ、クロマグロ
<i>K. pericardialis</i>	4	心臓	シスト	ブリ
<i>K. prunusi</i>	5	脳	シスト	クロマグロ
<i>K. septempunctata</i>	6/7	筋肉	無症状	ヒラメ
<i>K. shiomitsui</i>	4	心臓	シスト	トラフグ、クロマグロ
<i>K. thunni</i>	4	筋肉	シスト	キハダマグロ
<i>K. thyrsites</i>	4	筋肉	融解	ヒラメ
<i>K. trachuri</i>	4	筋肉	シスト	マアジ
<i>K. yasunagai</i>	7	脳	シスト	スズキ、トラフグ、ヒラメ、クロマグロ

**K. thyrsites* とシノニムである可能性が高いが、今後の遺伝子解析を待つ必要がある。

筋肉クドア症は肉眼的に2つに大別される。1つは、径1～2mmの米粒状シストを多数形成するタイプであり、ブリの奄美クドア症 (*Kudoa amamiensis*) が代表的である(図3A, B)。クドアは魚の結合組織に取り囲まれながらも増殖・発育を続け、肉眼で認識できるサイズのシストとして成長する。もうひとつはジェリーミートといわれ、魚の死後、筋肉がどろどろに融解してしまう現象である。この症例は世界的に*Kudoa thyrsites* が有名であり、北米では養殖タイセイヨウサケ、日本では養殖ヒラメなどで問題となる(図3C, D)。クドアは体側の筋線維内に細胞内寄生しており、魚が生きている間は顕在化しないが、魚が死ぬと寄生虫由来のプロテアーゼにより周囲の筋組織が溶けてしまう。かまぼこ製造過程などでこの現象が問題となる場合は、プロテイン・インヒビターを含む卵白を添加することにより改善されるが、魚肉として食するためには、冷凍またはなるべく冷蔵保存してプロテアーゼの活性を抑えるしかない。

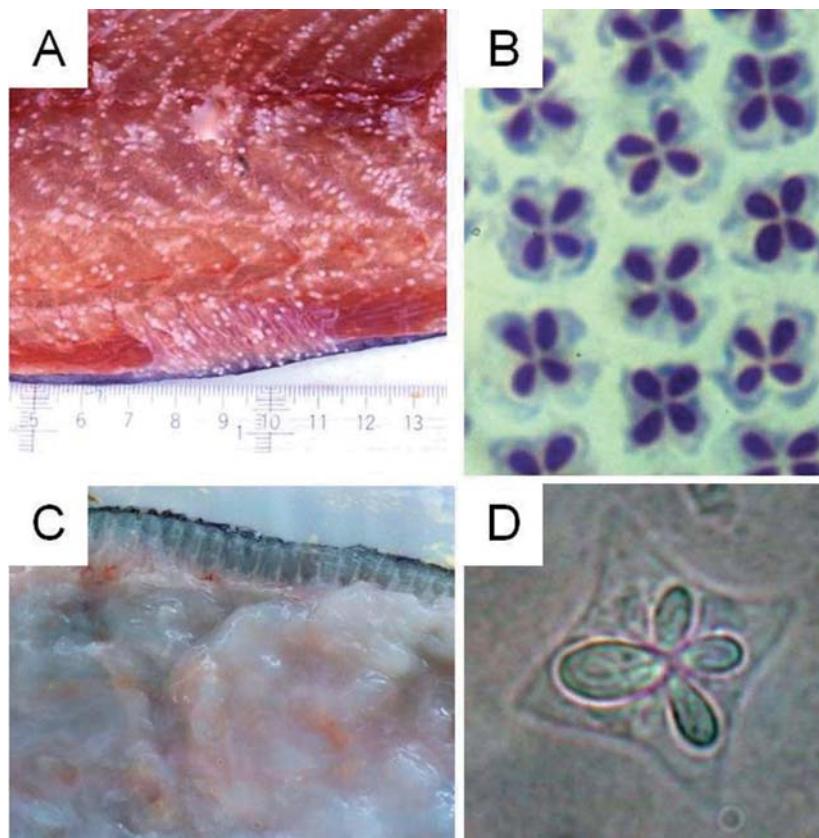


図3. 奄美クドア症を呈したブリ (A) と *Kudoa amamiensis*の胞子 (B)。
ジェリーミートを呈したヒラメ (C) と *Kudoa thyrsites*の胞子 (D)。

クドア属粘液胞子虫類の中で、生活環が明らかにされた種類は世界的にも皆無である。クドアの胞子を魚に接種する感染実験が不成功に終わっていることや風土病的に発生する性質を持つものが多いという事実は、生活環に交互宿主が関与している可能性が高いことを示す。海外で報告された*K. thyrsites*についての論文によると、魚への感染ステージ（放線胞子？）の発生は季節性があること⁵⁾、目合い数 μm のフィルターも通過する可能性があること⁶⁾、筋肉内に寄生した後に炎症反応が起きて徐々に治癒していくこと⁷⁾などが示唆されている。

クドア属粘液胞子虫が人間に悪影響を及ぼした事例として、胞子がアレルゲンとして作用することで消化器系疾患を呈した「クドア・アレルギー」がスペインで報告されている。⁸⁾しかし、日本のヒラメで起きている症例はアレルギーではないとされる。

5. クドア・セプテンパンクタータ

ヒラメの「食中毒」の原因となる*Kudoa septempunctata*は、2010年に新種記載されたばかりの新しい種類である。⁹⁾種名の「セプテンパンクタータ」は「七つの点」という意味を持ち、極嚢が7個であることに由来している（ちなみに、ナナホシテントウの学名にも *septempunctata* が付けられている）。しかし、極嚢の数には変異があり、その後の観察により6個の方が多いというデータもあることから、診断基準には変更が必要であろう。胞子の幅は平均11.8(11.1~13.1) μm 、長さは平均8.5 (7.9~8.9) μm である（図4）。ヒラメ体側の筋線維内に偽シストとして寄生し、

奄美クドアのようなシストを形成することもなければジェリーミートにもならないので、肉眼的には認識できない。このため、調理人が刺身を作る際に除去することも困難であるし、消費者も気づかないで食してしまうと容易に推測される。ただ、重度に寄生を受けたヒラメの筋肉をスライスして圧平し実体顕微鏡で観察すると（キャンドリングという）、偽シストがスジとして認められるが、これはあくまで推定診断であり、確定診断するためには光学顕微鏡による胞子の確認が必須である。

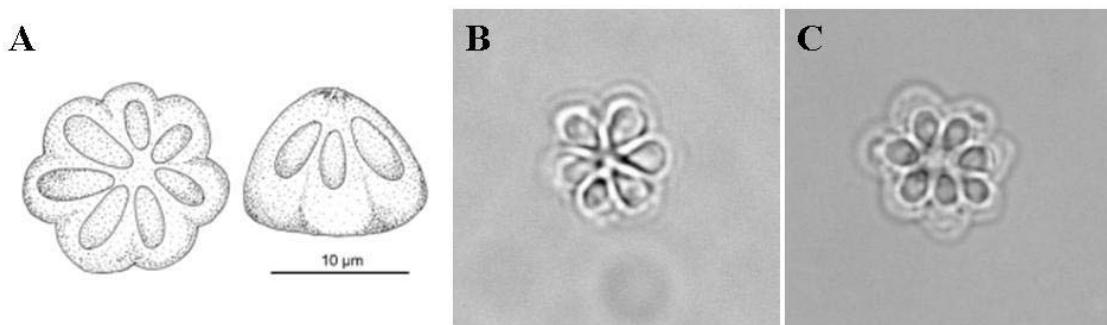


図4. *Kudoa septempunctata*の胞子。A : Matsukane et al.(2010)による模式図；
B : 極囊6個の胞子；C : 極囊7個の胞子

*K. septempunctata*の生物学的特徴について現在までにわかっていることは多くないが、以下のように整理される。

- (1) 疫学：国産養殖ヒラメにも韓国産養殖ヒラメにも確認されている。Matsukane et al. (2010)によれば、2009年2～3月に東京の築地市場で購入された韓国産ヒラメ30尾のうち1尾から検出されたのに対し、国産養殖ヒラメでは30尾中0尾であったと記録されている。⁹⁾しかし、これだけのデータを持ってどちらが多いということは結論できない。なお、天然ヒラメについては確実なデータがないものの、もともと種苗放流されたヒラメや養殖ヒラメと近い環境で生息している天然ヒラメであれば感染している可能性はある。厚生労働省の「提言」¹⁰⁾では、ヒラメの流通量と事例発生件数の関係から、「頻繁に発生するものとは考えられない」としているが、発生地域に偏りがあるクドア感染症については、全体を平均した比率として評価すべきものではない（発生しやすい地域では高率であるが、それ以外ほとんどすべての地域では0%であるかもしれない）。
- (2) 宿主範囲：今までのところ、*K. septempunctata*がヒラメ以外から見つかったという報告はない。しかし、他の種類のクドアが*K. septempunctata*と同じように人間に毒性を持たないという証拠はないので、今後、他の魚種に寄生する他のクドアについても調査を広げていく必要がある。
- (3) 感染動態：一般に粘液胞子虫の魚への感染は季節性がある（春から夏に感染しやすいという種類が多い）が、*K. septempunctata*の感染時期はわかっていない。また、魚へ侵入してから胞子形成に至るまでどれくらいの期間を要するかもわかっていない。ただ、奄美クドアでは感染して3ヵ月後にシストとして肉眼的に認められたという報告¹⁰⁾があり、ひとつ

の参考にはなろう。

- (4) 人間への毒性メカニズム：クドアが人体に取り込まれたときの影響については、まったく研究例がなく未知の分野である。ジェリーミートの原因となるクドアは筋肉融解を引き起こすプロテアーゼを放出するが、スンクス（ネズミに似た実験小動物）や乳のみマウスを使った実験ではパーコールで精製した*K. septempunctata* の胞子を経口投与することで症状が再現されているので、プロテアーゼが毒性に関与しているとは考えにくい。また冷凍で毒性が失われることもプロテアーゼ説を否定するように思われる。一方、胞子の凍結処理を施すと極糸がすべて弾出してしまうことから、極糸弾出が毒性に関わっていることが示唆されている。²⁾ 極糸を弾出した際に何らかの毒物が放出されて化学的刺激を与えるのかもしれないし、弾出した極糸が消化管上皮を貫通して物理的刺激を与えるのかもしれない。今後の大きな研究課題として残されている。
- (5) 診断法：筋肉のウェットマウント標本またはスタンプ標本をメチレンブルー染色かディフ・クイック染色を施して、顕微鏡観察により胞子の形態を確認する。魚体内のどこを調べれば最も効率がよいかは検討中である。簡易診断法として、鰓蓋裏の筋肉を少量綿棒で取って調べる方法がある。^{2,11)} また、PCR法も開発されている。ただ、ヒラメの筋肉には*K. septempunctata* 以外に、ジェリーミートの原因になる*K. thrysites* と *K. lateolabracis* が混合感染している場合があるので、それらと重ならないプライマーを設計する必要がある。現在、*K. septempunctata* の28S rDNAを標的として他の種と識別するPCR法が推奨されている。²⁾

6. 今後の対応策

厚生労働省の「提言」¹⁾によれば、現時点で失活できる条件は、−15～−20°C・4時間以上の冷凍、または75°C・5分間以上の加熱だけであるので、それを踏まえてリスクの低減を図るべきであること、冷蔵については限定的効果しかみられていないので、今後の課題であることが記されている。しかし、以上のような処理条件は刺身商材としてのヒラメにとって致命的であろう。水産側の取るべき対策としては、養殖段階において感染していないヒラメを作り、感染魚を市場に出さないことである。一般にクドア感染症に対する駆虫剤やワクチンはない。将来的には化学療法や免疫療法が開発される可能性もあるかもしれないが、当面は、種苗導入から出荷前までに検査を実施して、感染した魚群を排除していく努力が必要である。具体的には、以下のような検査法が推奨される。²⁾

- (1) 種苗導入時：*K. septempunctata* を特異的に検出するPCR法を用いて検査し、寄生していないロットのみ導入する。（この段階ではまだ胞子を形成していない可能性が高いので、顕微鏡検査は意味がない）
- (2) 養殖期間中：定期的にPCRまたは顕微鏡検査により寄生の有無をチェックする（頻繁に検査する必要はないかもしれないが、小まめに調べれば早めに対応ができる）。
- (3) 出荷前：簡易診断法（顕微鏡観察）により、なるべく多数のヒラメを調べてモニタリングする。この際、PCRを用いるかどうかは議論があるであろう。消費者の信頼を得るために

はPCRが必要という意見もあるが、PCRは検出感度が高すぎるので、食中毒を起こさない低レベルの感染でも陽性に判定してしまう危険性がある。疫学調査の結果から発症に必要な胞子数が示唆されていること、動物実験においても用量依存性が示されていることから、流通・販売する際の判定基準を定めることが課題である。¹⁾ 今後は、定量的なリスク・アセスメントをしていく必要がある。

また、今後の研究として、養殖期間中における感染防除策についても検討していかなければならない（これは種苗生産施設にも言えることである）。*K. septempunctata*の感染時期や感染場所を特定すること、感染ステージ（放線胞子）を駆除するための海水処理法（ろ過、紫外線、オゾン処理等）を検討すること、魚のサイズと感受性の関係を調べること、などが課題として残されている。

7. 終わりに

クドアが食中毒の原因になるとは、まさに「想定外」の出来事である。これは日本の養殖産業が試されているといつても過言ではない。そのほとんどが陸上施設を用いて、比較的よく管理された環境で養殖しているヒラメに発生したことは皮肉である。国内のヒラメ養殖は韓国産に押されているという状況もあるが、これを契機に形勢逆転のチャンスと受け止めなければならない。「風評被害」を懸念する声は多いが、そのもっとも効果的な処方箋は「情報公開」である。上述のようにクドアの寄生を自主検査し、すべての結果をホームページなどを活用して積極的に公開することで、逆にアピールしていくという姿勢が求められる。

近年、消費者は食の安全・安心に敏感である。しかし、その度合いには幅があり、過剰に神経質になっているような状態から、科学的な根拠を示すことで納得される方、根拠を示しても信頼関係が成立していないので信用されない場合、など様々である。消費者の多様なマインドを真摯に受け止め、リスク・コミュニケーションを取っていく態度が必要である。生産者から、流通、消費、行政、科学者まで、食を取り巻くすべての関係者が率直に意見交換することで初めて、安全・安心が保障されるはずである。

8. 参考文献

- 1) 薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会・食中毒部会・乳肉水産食品部会 (2011) 生食用生鮮食品による病因物質不明有症事例についての提言、pp. 9.
- 2) 小西良子 (2011) 生鮮食品を共通食とする原因不明食中毒に対する食品衛生上の予防対策。厚生労働科学研究費補助金（厚生労働科学特別研究事業）平成22年度総括・分担研究報告書、pp. 99.
- 3) 横山 博 (2008) 粘液胞子虫病。「改訂・魚病学概論」小川和夫・室賀清邦編、恒星社厚生閣、102-107.
- 4) 江草周三 (1986) 多殻類粘液胞子虫とくにクドア類について。魚病研究 21: 262-274.

- 5) Moran JDW, Kent ML (1999) *Kudoa thyrsites* (Myxozoa: Myxosporea) infections in pen-reared Atlantic salmon in the northeast Pacific Ocean with a survey of potential nonsalmonid reservoir hosts. *J Aquat Anim Health* 11: 101-109.
- 6) Moran JDW, Whitaker DJ, Kent ML (1999) Natural and laboratory transmission of the marine myxozoan parasite *Kudoa thyrsites* to Atlantic salmon. *J Aquat Anim Health* 11: 110-115.
- 7) Moran JDW, Margolis L, Webster JM, Kent ML (1999) Development of *Kudoa thyrsites* (Myxozoa: Myxosporea) in netpen-reared Atlantic salmon determined by light microscopy and a polymerase chain reaction test. *Dis Aquat Org* 37: 185-193.
- 8) Martinez de Velasco G, Rodero M, Cuellar C, Chivato T, Mateos JM, Laguna R (2008) Skin prick test of *Kudoa* sp. Antigens in patients with gastrointestinal and/or allergic symptoms related to fish ingestion. *Parasitol Res* 103: 713-715.
- 9) Matsukane Y, Sato H, Tanaka S, Kamata Y, Sugita-Konishi Y (2010) *Kudoa septempunctata* n. sp. (Myxosporea: Multivalvulida) from an aquacultured olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) imported from Korea. *Parasitol Res* 107: 865-872.
- 10) Yokoyama H, Inoue D, Sugiyama A, Wakabayashi H (2000) Polymerase chain reaction and indirect fluorescent antibody technique for the detection of *Kudoa amamiensis* (Multivalvulida: Myxozoa) in yellowtail *Seriola quinqueradiata*. *Fish Pathol* 35: 157-162.
- 11) St-Hilaire S, Ribble C, Whitaker DJ, Kent ML (1997) Evaluation of a nondestructive diagnostic test for *Kudoa thyrsites* in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture* 156: 139-144.

水産業活性化のための人材養成プログラム 海洋サイバネティクスと長崎県の水産再生

長崎大学大学院 水産・環境科学総合研究科 萩原篤志

講師紹介

氏名：萩原 篤志（はぎわら あつし）

略歴

1957年 石川県出身
1986年 東京大学 大学院 農学系研究科 水産学専門課程修了 農学博士
1986年 ハワイ海洋研究所 魚類部門研究員
1988年 長崎大学 大学院 海洋生産科学研究科 助手
1997年 長崎大学 水産学部 教授
2007年 NPO法人アクアカルチャーネットワーク顧問（現在に至る）
2010年 日本学術振興会学術システム研究センター専門研究員（現在に至る）
2011年 長崎大学 大学院 水産・環境科学総合研究科 教授（現在に至る）

受賞歴

2007年 平成18年度日本水産学会水産学進歩賞「ワムシ類等餌料用動物プランクトンの生理機能と仔魚への餌料効果に関する研究」
2009年 平成21年度日本水産学会論文賞「シオミズツボワムシ Brachionus plicatilis の親世代の餌料環境が次世代以降の生活史特性に与える影響」

所属学会

日本水産学会、日本水産増殖学会、日本プランクトン学会、米国陸水海洋学会、
アジア水産学会、世界養殖学会

専門分野

1. 水産学 2. 餌料生物学 3. 水産増養殖学

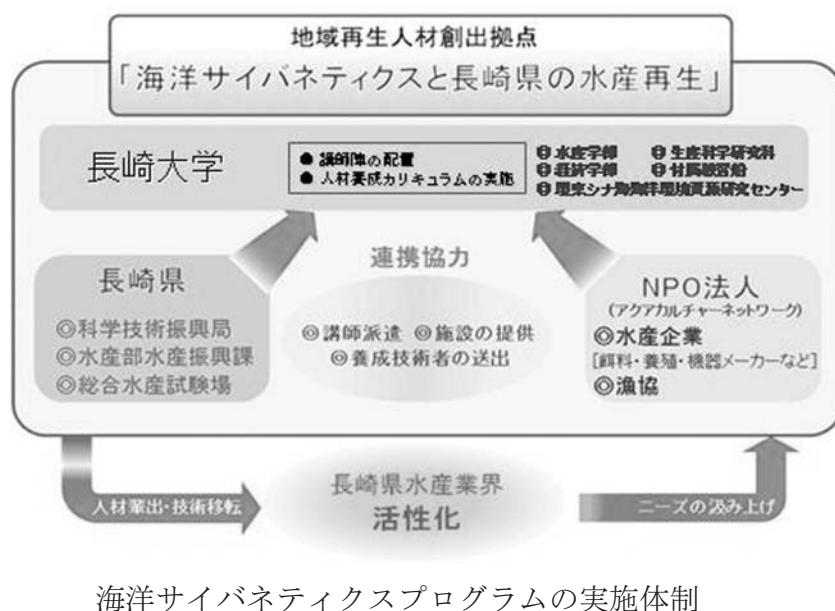
主な著書・編書

- ・萩原篤志他（編）：水産技術者の業務と技術者倫理 恒星社厚生閣 107p. 2011.
- ・N.デネカンプ・菅向志郎・萩原篤志・R.ラインハルト・E.ルブゼンズ：劣悪環境下での休眠と耐久。スプリンガー社 pp. 109-132. 2010（洋書）
- ・萩原篤志 養殖の餌と水一陰の主役たち。仔魚の餌料生物としての動物プランクトン。恒星社厚生閣 pp.59-99. 2008
- ・萩原篤志：環境ホルモン～水産生物に対する影響実態と作用機構～動物プランクトンに対する影響と作用機構。恒星社厚生閣 pp.113-123. 2006
- ・萩原篤志・T.W.スネル・E.ルブゼンズ・C.S.田丸（編）：水産養殖の餌料生物 クルーウー・アカデミック社 326p. 1997（洋書）

水産業活性化のための人材養成プログラム 海洋サイバネティクスと長崎県の水産再生

長崎大学水産・環境科学総合研究科 萩原 篤志・松下 吉樹

長崎大学は、平成19年度より水産業活性化のための人材養成プログラム「海洋サイバネティクスと長崎県の水産再生」を実施しています。これは、長崎県の水産業・水産加工業に携わる社会人を対象とした教育プログラムで、水産分野ではじめて文部科学省の科学技術振興調整費の補助事業「地域再生人材創出拠点の形成」として採択されました。長崎大学はこのプログラムを長崎県ならびにNPO法人アクアカルチャーネットワークと共同で運営し、水産業に貢献する人材を輩出する「地域の知の拠点」の形成を目指しています。また、長崎県が作成した本プログラムの活用を盛り込んだ地域再生計画は内閣総理大臣の認定を受けています。

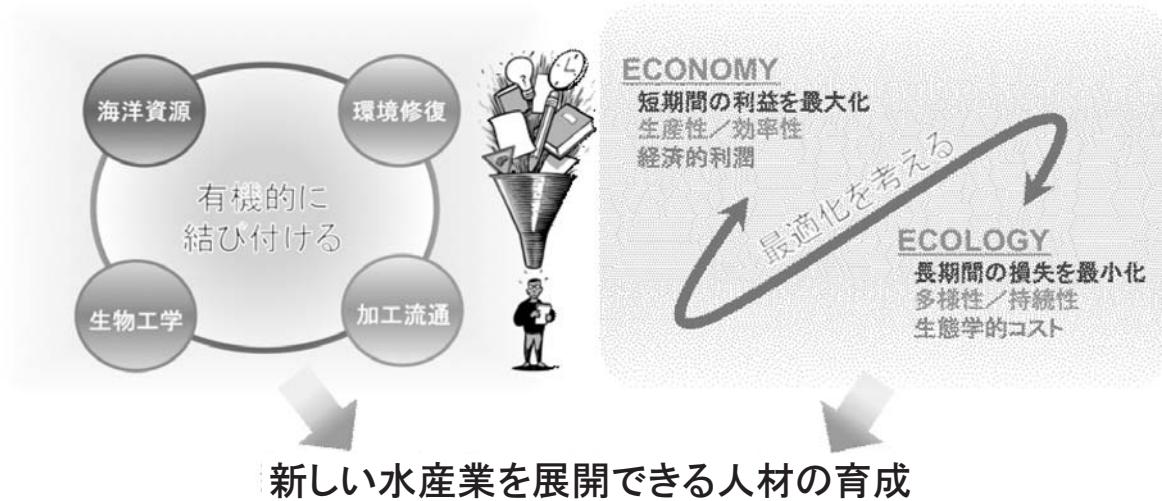


海洋サイバネティクスとは

サイバネティクス (cybernetics) とは、機械の自動制御や動物の神経系機能の研究において、生理学、機械工学、システム工学などを統一的に扱うよう作られた学問分野を意味します。これにヒントを得て、水産業の諸問題について、水産科学、環境科学、生物学、工学ならびに経済学など、関連分野の様々な専門知識・技術を融合させ、集学的で多元的な問題解決方法を探るための学問領域を「海洋サイバネティクス」と呼んでいます。プログラムの受講者は、海洋環境の保全、水産資源の育成・生産、水産物の加工・流通に関する高度で専門的な教育を受けることができるようになっています。修了要件を満たした受講生には、プログラムの修了証と文部科学省認定の履修証明書が授与されます。

これまでの4年間で33名の修了生を輩出いたしました。また現在は28名の受講生が在籍しています。修了生・受講生の中には私たちとともに学んだ知識や経験を活かして、様々な成果を

あげた方々も出てきています。これらのことより、本プログラムはこれからもいっそう、長崎県の水産を活性化するための人材を輩出することが期待されています。



海洋サイバネティクスの考え方

海洋サイバネティクスプログラムの成果

これまでに受講生・修了生が本プログラムで得た知識や技術、ネットワークを活用して自身が抱える課題解決に着手した取り組みの代表例には下記のようなものがあります。

- ・課題解決を実現：養殖業者
- ・講師陣と共同研究を開始：市職員、養殖業者（2名）
- ・課題解決のための補助金を獲得：加工業者（2名）、県職員
- ・成果品、取り組みが品評会などで受賞、認定：加工業者（3名）、養殖業者、県職員
- ・成果を学会発表：県職員

また、成果の中から産まれた水産商品については、本年度より東武百貨店との連携を図り、長崎大学水産学部とのコラボ企画商品としてネット販売を実施することを企画しています。この販売は従来のネット通販とは異なり、海洋サイバネティクスの考え方を実践した優れた水産商品にどのように価値を与えることができるのか、が検討されています。

海洋サイバネティクスプログラムのこれから

一方、本プログラムに対して文科省が予算措置を行うのは平成23年度までです。しかし、本プログラムのアドバイザー（県の水産業界、経済界から5名）のプログラムへの期待は高く、その継続を強く望む意見をいただいています。

長崎大学水産学部は、連携して事業を運営する長崎県ならびにNPO法人アクアカルチャーネットワーク、長崎県経済界のキーパーソンと情報交換を行い、プログラム継続について議論しています。現在のところ、県下7団体の首長（知事、商工会議所会頭など）で組織される「長崎サミット」において提言されている「水産業の活性化及び人材養成」を追い風とした本プログラ

ムの継続を検討しています。

また受講生の中には、本プログラムが築いてきたネットワークを利用して、年会費を納めた会員に水産業に関する情報を提供したり、研究集会を開催する法人（仮称：長崎海洋イノベーション）の設立を構想している方もいます。長崎海洋イノベーションは会員からの相談にも対応して、相談内容を解決できる研究者や技術者を紹介する機能や、サイバネで開発された商品を販売することも事業内容として想定しています。これらの活動によって利益が得られた場合には、海洋サイバネティクスプログラムの今後の運営資金に充当するアイデアなども検討されています。

このように海洋サイバネティクスプログラムは、地域貢献において長崎大学の存在を大きく位置付け、水産業界と密接に関連した教育や研究ニーズ（シーズ）の吸い上げや、共同研究の実施を行ってきました。そしてこれからもよりいっそうの発展が期待できます。「水産振興をめざす海洋サイバネティクス分野の構築」は、長崎大学の地域密着型の重点研究課題として認められていおり、これからも長崎大学が中心となって継続する予定です。

底曳き網で漁獲廃棄される魚介類を 飼料として用いたトラフグ養殖の試み

関水産 関 英三

関 英三（せき えいぞう）

- ・長崎県小浜温泉に面した橘湾で海面養殖を営む関水産のジュニア
- ・幼い頃よりトラフグ養殖の英才教育を受け、橘湾の養殖業者の中で若手のホープとして活躍
- ・安心安全で美味しいトラフグとマダイの養殖を目指すだけでなく、数世代先まできれいいで豊かな海を守れる養殖業を営むため、廃棄魚介類を有効利用した環境に優しい飼料を開発中
- ・サイバネティクスプログラムの2期生として（平成20年10月～平成22年9月）増養殖コースを受講
- ・本プログラムで取り組んだ演習課題は「底曳き網で漁獲廃棄される魚介類を飼料として用いたトラフグ養殖の試み」
- ・2期生（14名）の演習課題発表会にて優秀賞を受賞

関水産

- ・関水産が養殖している主な魚種はトラフグとマダイ
- ・年間の生産尾数はトラフグ約1万5千尾、マダイ1万尾
- ・主な出荷先は、（株）福岡魚市場、下関唐戸魚市場（株）

底曳き網で漁獲廃棄される魚介類を 飼料として用いたトラフグ養殖の試み

関水産 関 英 三

【目的】

橘湾の底曳き網業者が漁獲する魚介類の内、市場価値の無い小型の魚類および甲殻類等は漁港内で仕分けした後に廃棄している。これらの「廃棄魚介類」を飼料として養殖に用いることで、資源の有効利用と飼料コストの低減が可能である。そこで、本研究では養殖トラフグに廃棄魚介類を使用したモイストペレット（MP）を給餌したトラフグの成長、生残、肉質、および飼料コストを従来のイカナゴを使用したMPと比較した。また、廃棄魚介類およびこれらを給餌した養殖トラフグのテトロドトキシン（TTX）の有無を分析した。

【方 法】

養殖トラフグ3000尾（2年魚）を橘湾東部漁協小浜地先にある漁場でイケス（10m×10m×8m）2基を用いて飼育した。橘湾沖で2から3月に底曳き網で獲れた魚介類を用いたMPを給餌する廃棄魚介類区と従来のイカナゴを使用したMP給餌を対照区とした。冷凍保存した廃棄魚介類1ブロックを用いて、廃棄魚介類に含まれる魚類および甲殻類の分類とその重量比を算出した。廃棄魚介類区は、冷凍イカナゴ、廃棄魚介類、マッシュを60：15：30（kg）、対照区は冷凍イカナゴ、マッシュを75：30（kg）の割合でMPを調製した。これらのMPを総魚体重の約3%になるように2008年4から8月まで給餌した（4～6月は隔日、7月上旬は2日おき、7月下旬から8月は毎日）。各試験区から1ヶ月毎にトラフグを3～5尾取り出し、体長、体重の測定を行った。生残率、増肉係数、肥満度、飼料コストは飼育5ヶ月で算出した。廃棄魚介類およびこれらを給餌したトラフグ肝臓のTTXの有無をLC/MSで分析した。各試験区の肉質は目視で検査した。

【結果および考察】

凍結した廃棄魚介類1ブロックには、水分が約40%、魚介類が約37%、甲殻類が約25%、ヒトデやイカが僅かに含まれていた。廃棄魚介類およびこれらを給餌したトラフグにはTTXは含まれていなかつた(<0.1MU/g)。両試験区とも成長、生残率、増肉係数、肥満度、飼料コストに大きな差は無かつた。この結果より、廃棄魚介類を用いたMPでトラフグが養殖可能であることが分かつた。廃棄魚介類区のトラフグの身は対照区と比較して、黒筋が目立たず、また、背中の皮膚が剥離（ハゲ）している個体がほとんどいなかつた。成長や生残に対して両試験区で差は無かつたが、廃棄魚介類には身質の向上やハゲの抑制効果があつた。この効果は、従来のMPに含まれてない甲殻類によると推定した。今後の課題として、廃棄魚介類の量の確保と質の均一化、イカナゴを全く使用しないMPでの飼育、出荷までの飼育期間を通して廃棄魚介類を給餌した場合の影響について検討していく必要がある。