

# 第9回 ACNと種苗生産・養殖業者との 懇話会 in 唐津 講演要旨



**会期**：平成24年8月23日(木)

**会場**：唐津シーサイドホテル TEL 0955-75-3300(代表)  
佐賀県唐津市東唐津4丁目182

**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**：唐津市

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9回ACNと種苗生産・養殖業者 との懇話会 in唐津 プログラム

日 時：平成24年8月23日（木）

会 場：唐津シーサイドホテル  
佐賀県唐津市東唐津4丁目182 (0955-75-3300)

1. 受付 (10:00~13:00)
2. 開会の挨拶 (13:00~)  
キョーヨー活魚(有) 副社長 中村 芳和 様  
NPO法人ACN (アクアカルチャーネットワーク) 理事長 田嶋 猛
3. 来賓挨拶  
(有)湊文社 代表取締役 池田 成己 様
4. 発表 「(株)山崎技研におけるマダイ種苗生産設備と取り組みの紹介」  
株式会社 山崎技研 中澤 祥子 様  
(13:15~13:35)
5. 講演1 「トラフグ稚魚の雌雄判別法と雄の作出法について」  
東京大学 大学院農学生命科学研究科付属水産実験所 助教 菊池 潔 様  
(13:35~14:35)  
— 休憩 — (20分)  
講演2 「韓国水産養殖の現状と展望について」  
韓国国立水産科学院 西海研究所 研究官 Han,Hyon-Sob 様  
(15:00~16:00)  
— 休憩 — (10分)
5. 質疑応答 (16:10~17:00)
6. 閉会の挨拶

## — 目 次 —

「第9回 ACN懇話会 in 唐津 開会挨拶」	1
特定非営利活動法人 ACN（アクアカルチャーネットワーク）理事長 田嶋 猛	
「第四の消費社会」（？）における水産物マーケティング	2
有限会社 湊文社 代表取締役 池田 成己 様	
【発 表】	
（株）山崎技研におけるマダイ種苗生産施設と取り組みの紹介	3
株式会社 山崎技研 中 澤 祥 子 様	
【特別講演 1】	
トラフグ稚魚の雌雄判別法と雄の作出法について	7
東京大学 大学院農学生命科学研究科付属水産実験所 助教 菊池 潔 様	
【特別講演 2】	
韓国水産養殖の現状と展望について	16
韓国国立水産科学院 西海研究所 研究官 Han, Hyon-Sob 様	
水産関連企業 広告掲載業者一覧	23
メ モ	

## 第9回 ACN懇話会 in 唐津 開会挨拶

平成24年8月23日

NPO法人アクアカルチャーネットワーク

理事長 田嶋 猛

この度、「第9回 ACN懇話会 in 唐津」を開催するに当たり、唐津市役所様はじめご後援していただきました各関係機関、講演していただく先生方や、遠方よりお越しいただいた水産増養殖関係の皆様方に厚くお礼申し上げます。

ACN懇話会は1996年第1回目を香川県高松市で開催し、その後2年ごとに九州、四国、中国地方の各県を巡り、第9回目を佐賀県の増養殖中心地である唐津市で開催することになりました。

この15年間に増養殖業界を取り巻く環境は急速に変化し、先進的な技術力を誇っていた日本も、ヒラメやトラフグだけでなくマダイにおいても韓国や中国の動向が無視できない経営環境になっています。そのような状況下に鑑み、今回はマダイ種苗生産者のリーダーの1社である山崎技研(株)の中澤先生に「自社のマダイ生産設備と取り組みについて」ご紹介いただき、その後の講演を「トラフグの雌雄判別法と雄の作出法」という、画期的な技術を開発された東大の菊池先生と停滞気味の日本に比べて成長を続ける「韓国水産養殖の現状と展望について」韓国国立水産科学院の韓先生にお願いいたしました。

中国との関係ではここ数年間トラフグ輸入量が減少したため国内相場も堅調に推移しています。一方、韓国とは去年のACNフォーラムで東大の横山先生に講演していただいた「ヒラメのクドア属粘液胞子虫」による食中毒問題があります。その後、ACNでは、輸入ヒラメの通関時の水際検査の要望書を厚生労働省に提出しました。これには、国内ヒラメ生産者はじめ飼料、薬品、卸売、魚市場関係者など68団体、1200名余の署名が添えられています。

現在、日本国内では水産庁・各県の指導の下、孵化場から養殖場まで一貫した検査体制が敷かれたことが奏功しております。また、横山先生も講演で述べられていたように、厚労省によりクドアヒラメの廃棄処分基準値としてクドア胞子数100万個/g以上が決定されました。

一方、韓国からの輸入ヒラメについては「国内において韓国産養殖ヒラメを原因とするKudoa septempunctata食中毒事例が多数確認された(平成24年6月29日厚労省通達文)」ことから、食品衛生法第26条3項に基づき輸入食品安全対策室長名で各検疫所長あてに検査命令の通達がありました。

韓国側においても、済州道産のヒラメ輸出については水協(日本の県漁連に相当)が発行したクドア検査証の添付が義務付けられたようです。

この問題は、日韓双方の国民の健康が関わっていることなので、日本政府は、情報を開示して、韓国政府にも同様のクドア対策を探ることを勧め、一方で危険物の輸入を断固阻止する検査体制の速やかな整備という2点を実行する必要があります。このことが日韓の消費者にとってもプラスになり、ひいては両国のヒラメ業界の発展に繋がると思います。

ACNとして種苗生産・養殖関係者の懇話会を今後とも継続することにより情報を共有し、増養殖業界の発展に少しでもお役に立てることを願っております。

## 「第四の消費社会」(?)における水産物マーケティング

平成24年8月23日

湊文社 月刊「アクアネット」発行編集人  
池田成己

東日本大震災後、初の収穫期を迎えた三陸の養殖ギンザケの浜値は、7月下旬現在、kgあたり200円台前半。一昨年のシーズン平均425円/kgの半値です。背景として、福島第一原発事故に伴う風評被害、「チリギン」をはじめとする輸入サケマスの著増などとともに、“1シーズン、マーケットから消えていたこと”も指摘されています。その間、スーパーの店頭や飲食店では他の商材が代役を務めたはずで、それらの売れ行き如何では“復帰”しても居場所が狭められる、もしくは無くなるのは、プロ野球のレギュラー争いと同じです。各種養殖魚が何度も経験してきた品薄高値後の暴落も、概ね同じ構図でしょう。そして、代役の選択肢が広がるほど、例えば、流通の国際化や商品の多様化が進むほど、一度失った椅子を取り戻すのは大変になることが予想されます。

養殖生産物の特長の1つである「安定供給」が改めて重視されるわけですが、今やそれだけで安泰とならないのはご承知の通り。小誌3月号でも取り上げましたが、ライフスタイルや嗜好の変化・多様化に伴う“消費の小ロット・多品目化”が見られ、且つ人口減や高齢化で“日本の胃袋”が縮小に転じたことも一因でしょう。ならば、国内需要の目減り分を海外市場開拓で補うのも1つの道。他方、とくに国内市場においては、具体的なメニューとして、真の実需者である一般消費者にアピールすること、より多くの彼らの意識に残る存在となることが、量産型魚種ほど重要な思えます。その際の1つのポイントは、刺身のように当該魚種のみを用いるのではバリエーションひいては消費機会の拡大につながりにくいこと。つまり、野菜など他食材との組み合わせ、あるいは他のおかずとの取り合わせの妙が問われてきます。従来それは、川下・川中が工夫すべきことと考えられがちでしたが、食肉やカット野菜メーカー等は予てより、調味料メーカーと連携するなどし、積極的なメニュー開発・提案を行っています。水産物においても、例えば、先月開催された「第14回ジャパン・インターナショナル・シーフードショー」のノルウェー水産物審議会のブースでは、ノルウェーサーモンを用いたオープンサンドイッチ、カップ寿司、巻きおにぎり、ノルウェーサバの塩麹漬けなどの新メニューが実物展示されていた一方で、素材としてのノルウェーサーモンが他国産と比べてどんな特長を有するかの説明はほとんどされていませんでした。また、それらメニューは、テレビ番組や料理雑誌、主婦ブロガーなどを通じて発信されており、そうした発信機会と連動させた、量販店等へのプロモーション実施提案、そのための販促グッズの提供などもなされています。

消費社会研究家として知られる三浦展氏の著書『第四の消費』によると、まだ少数だった中流階級が消費を楽しんだのが第一の消費社会(1911~1941年)、高度成長で庶民もマイカーやマイホームを買い求めるようになったのが第二の消費社会(1945~1974年)、消費が個人化に向かい、量から質への移行が進んだのが第三の消費社会(1975~2004年)、そして今は、つながりやシェアが求められる第四の消費社会であり、従来感覚での高級品やブランド品への指向、あるいは独占欲は弱まっているとされています。シェアハウスやカーシェアの人気が好例だそうです。モノ自体の希少性や高級感よりも、それを利用することで仲間や社会とのつながりをどれだけ実感できるか、楽しめるかに価値を感じる人が若年層を中心に増えているとのこと。これが正鶴を射たもので、食品にも当て嵌まると言えば、水産物の提案に際してもそうした要素を考慮する必要が出てきます。同書によると「新人類世代」に属する筆者には、正直、まだピンと来ない部分もあるのですが…。

## (株)山崎技研におけるマダイ種苗生産施設と取り組みの紹介

(株)山崎技研 水産事業部 中澤祥子

### 【略歴】

- 1985年 高知県生まれ  
幼い頃から海の生き物に興味を持つ
- 2004年 高知県立高知追手前高等学校卒業
- 同年 香川大学農学部生物生産学科入学
- 2006年 中国・四国地区大学間連携フィールド演習「里海フィールド演習」に参加  
海への関心が再び高まる  
水産関係の仕事に就きたいと考え始める
- 2009年 香川大学農学部生物生産学科卒業
- 同年 (株)山崎技研 水産事業部入社 研究室配属
- 2011年 平成23年度日本水産学会秋季大会にて発表  
発表テーマ「マダイの産卵量と親魚の産卵参加率の関係」
- 現在 "色が綺麗で形も良く、病氣にも強いマダイ"の作出を目指し、社員一丸となって奮闘中

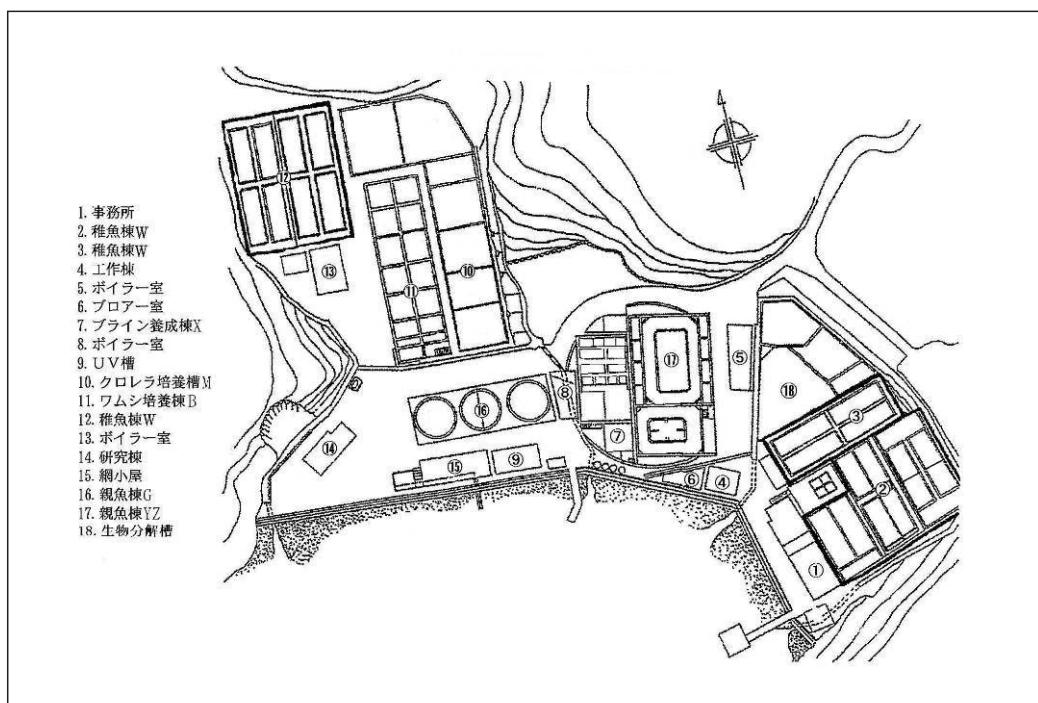
○高知県の浦ノ内養魚場と柏島事業所を拠点として、マダイとシマアジの種苗生産を主体とした事業を展開

○今年、高知県の大月町に新たに種苗生産施設を開設  
放流用のエガニやイサキの生産に取り組むとともに、カンパチの種苗生産も開始する

# (株)山崎技研におけるマダイ種苗生産施設と取り組みの紹介

(株)山崎技研 水産事業部 中澤 祥子

種苗生産現場では生産効率の向上・飼育環境の好適化を狙い、各社が様々な独自の工夫を凝らして設備環境を整えている。弊社も同様に、仔稚魚や親魚にとってより快適な環境を作り出すため、また、作業効率の向上のためにこれまで様々な試行錯誤を繰り返しながら設備や機材の開発・改良を図ってきた。弊社では、こうした生産技術の情報を共有することで種苗生産業界に少しでも貢献できればと考え、今回は浦ノ内養魚場の施設のうち取水・殺菌・排水システム、稚魚水槽、餌料プランクトン培養・孵化養成槽、及び親魚水槽について紹介する。



場内全体を示した図である。両端に稚魚飼育棟、その間に餌料プランクトンの培養・孵化養成棟、そしてマダイ・シマアジ・カンパチの親魚棟がある。取水は中央付近に集中しており、排水路は場内に4ヶ所ある。

## 1. 取水・殺菌・排水システム

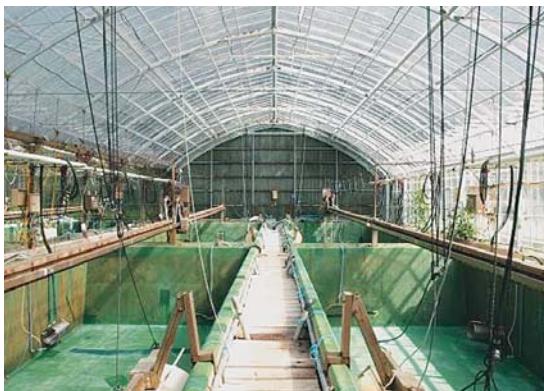


取水系統は合計8系統あり、沖の海底からポンプアップして揚水している。最大約8000 t / 日の揚水量に対してUV殺菌システム 9台を使用し、その後70 t 程度の調整槽へ流入している。

そして、稚魚水槽の底掃除やワムシの培養で生じた有機負荷の高い排水は、沈殿槽を通過させてから排水している。沈殿槽は後に淡水化させ生物分解槽として、溜まった有機沈殿物を分解する。通常の飼育水も含め

全ての排水は、ホース4本を使用して取水場所よりさらに50m以上沖で排出している。

## 2. 稚魚水槽



稚魚飼育棟は2ヶ所に分かれており、容量55～90 tのコンクリート水槽が計22面ある。各水槽に設置してある機材や備品はほぼ同じで、水温・DOセンサーやフロートスイッチといった一般的な設備の他に、沈殿物をポンプで吸い上げながら除去する手動式の底掃除機や、ベルトコンベア式の自動給餌器などがある。排水はあんどんを使ったサイフォン式で行っており、エアレーションの向きによって水槽内の飼育水を循環させている。

## 3. ワムシ培養槽



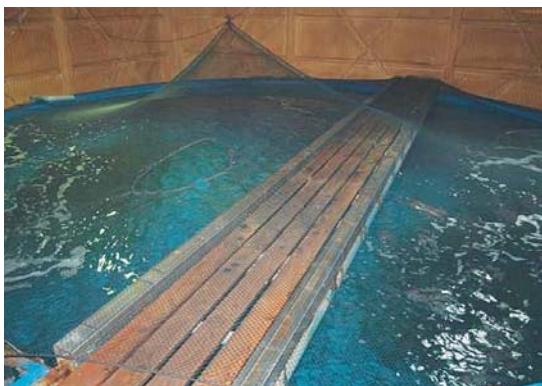
ワムシ培養棟には容量55 t の水槽が計12面ある。隣接するスレート式の建屋には温調機やワムシわくわくを設置し、ワムシ増殖の安定化を図っている。水槽は1次培養と2次培養で使い分けしており、水槽環境を調節するための設備が両者で異なる。稚魚水槽へのワムシ供給は2次強化槽からの抜き取りや洗浄、分配まで自動システムによって行っている。また、収穫後のワムシは洗浄水とともにUV管を通すことで殺菌している。その際、ワムシへのUV照射量を一定にするため、流量・流速をバルブによって調整している。

## 4. ブライン・シュリンプ孵化養成槽



ブライン・シュリンプ孵化養成棟には、7.5 t の孵化槽が4面、17 t の養成槽が4面、4 t 以下の小型水槽が4面の計12面と、パンライト水槽が5水槽ある。マダイの成長に合わせ、孵化した直後のブライン(=直ブライン)と、孵化後さらに栄養強化したブライン(=養成ブライン)の2種類を使い分けている。養成ブラインは栄養強化時にUV灯を間欠的に照射し殺菌している。稚魚水槽へのブライン・シュリンプ供給はワムシ同様のシステムで行っている。

## 5. 親魚水槽



親魚水槽は全部で4面あり、2面が100tのマダイ用円形水槽で、残り2面が200tと250tでそれぞれシマアジとカンパチ用の回遊水槽である。4面とも濾過槽付き循環水槽で側面には覗き窓が付いており、そこから残餌の量や魚の状態、追尾行動等を観察できる構造になっている。また、各水槽とも日照コントロール及び水温コントロールが可能で、これによりマダイの年間2ロット制を可能にしている。

## 課題と今後の方針

設備の自動化システムによって、以前に比べ大幅に手間と時間を削減することが可能になった。しかし、自動化の拡大とともに人と魚との距離が広がり、種苗生産において最も大切な部分である、“直接魚に触れることで、親魚・稚魚・孵化仔魚を体で感じ取る”ことが薄らいでしまうというデメリットが生じている。それらを改善するためにも今年開設した古満目事業所を活用しながら、種苗屋としての更なる意識・技術向上を目指していこうと考えている。

## 「トラフグ稚魚の雌雄判別と雄の作出について」

東京大学大学院農学生命科学研究科

大学院農学生命科学研究科附属水産実験所 助教 菊池 潔

### 講師紹介

氏名：菊池 潔（きくち きよし）

### 略歴

1966年 東京都生まれ  
1996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  
1996年 日本学術振興会特別研究員  
1997年 東京大学大学院農学生命科学研究科・助手  
1999年 日本学術振興会海外特別研究員・オレゴン大学客員研究員  
2001年 東京大学退職  
2001年 オレゴン大学神経科学研究所・リサーチアソシエイト  
2002年 東京大学大学院農学生命科学研究科・助手  
2007年 東京大学大学院農学生命科学研究科・助教  
現在に至る

### 受賞歴

なし

### 所属学会

1. 日本水産学会 2. 日本動物遺伝育種学会 3. 日本進化学会 4. 日本発生学会

### 専門分野

1. 水産学 2. 遺伝学 3. 生理学

### 主な著書・訳書

- A trans-species missense SNP in Amhr2 is associated with sex determination in the tiger pufferfish, *Takifugu rubripes* (fugu). (分担・責任著者), PLoS Genetics, 2012年
- The sex-determining locus in the tiger pufferfish, *Takifugu rubripes*. (分担・責任著者), Genetics, 2007年
- A genetic linkage map for the tiger pufferfish, *Takifugu rubripes*. (分担・責任著者), Genetics, 2005年

# 「トラフグ稚魚の雌雄判別と雄の作出について」

東京大学大学院農学生命科学研究科

水産実験所 助教 菊池 潔

## 1. トラフグの雄は価値が高い？

フグは、我が国の食文化の中でユニークな地位を確立している高級食用魚である。トラフグの養殖は、海面養殖業としては、ブリ、マダイ、ヒラメに次ぐ位置に長らくあり、2010年はトラフグの収穫量がヒラメを上回った<sup>1)</sup>。フグの精巣は、我が国では食材として珍重されており<sup>2)</sup>、食品としての価値が高い。したがって、オスのみを稚魚期に選別できれば、付加価値を高めた養殖生産が可能であろう。ところが、トラフグの稚魚は外見の雌雄差が見あたらず、外から見ただけでオスを選び出すことは不可能だ。

## 2. どういう技術が必要となるか

ではどうすれば良いのか？幸いなことに、トラフグの性は、その実体は不明ながら主に一つの遺伝子によって決定されていることが分かっていた<sup>3)</sup>。これを「遺伝的な性決定」というが、遺伝的な性決定をするサカナで「オスのみを育てたい」ということならば、以下の3つの技術のどれかを開発すれば良いだろう。

A 「メス決定遺伝子」の力を無効化する飼育条件を見つけ出し、すべての稚魚がオスになるように育てる。

B 「オス決定遺伝子」の遺伝を利用して、すべての稚魚がオスになるような掛け合わせをおこなう。  
～

C 「オス決定遺伝子」の有無を稚魚の段階で調べて、オスを選び出す。

以下で、それぞれの方策について述べていくが、その前に若干遠回りをして、トラフグの卵巣と精巣が発達していく様子を押さえておきたい。

## 3. トラフグの性決定と性分化

魚の中にはクロダイのようにオスからメスになったり、その逆を示す魚がいるが、トラフグの場合は、オス個体とメス個体が明瞭に区別できる雌雄異体魚である<sup>4)</sup>（図1）。この魚を育てて調べてみると、体長2cmぐらいまでは、生殖巣を顕微鏡で見ても精巣と卵巣の区別ができない（雌雄未分化状態）。体長2.5cmぐらいになると、約半数のさかなの生殖巣に卵巣腔が認められ、これが将来卵巣になるのだなどわかる。一般的に言って、この雌雄未分化状態のステージでは、人為的に雌雄を変更できる魚が多い。つまり、トラフグで性をコントロールしたければ、体長が2cmに達する前に、なんらかの操作を加えるべきだということがわかる。

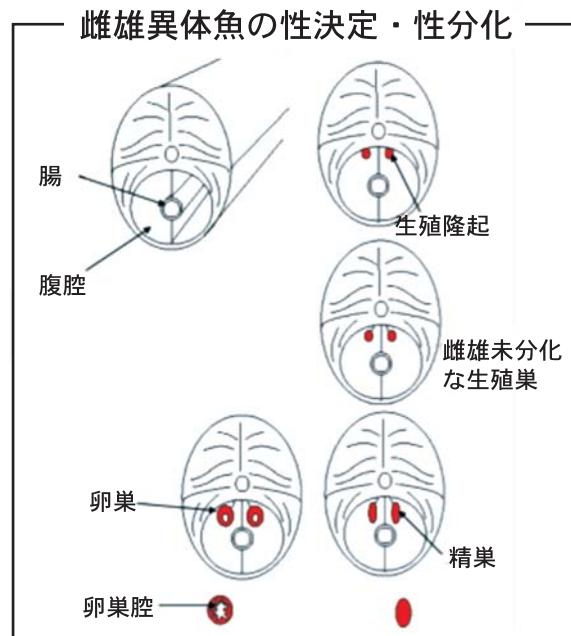


図1. 雌雄異体魚の性決定と性分化。

#### A 「メス決定遺伝子」の力を無効化する飼育条件を見つけ出し、すべての稚魚がオスになるように育てる。

この方法に関しては、近畿大学水産研究所の深層海水を用いた研究がある<sup>5)</sup>。水温12–17°Cの海水を、孵化後15–79日を含む期間で65–105日間飼育すると、80%以上のトラフグがオスとなる。文献(5)によると、成長が著しく遅れてしまうのが問題点で、その改善が進められているとある。この方法は、低水温の海水（または、組成が通常の海水と異なる深層海水？）が安価に利用できる施設には良い方法かもしれない。

一方で、低水温海水のコストを避けようという方策も考えられているようである<sup>6)</sup>。インターネット上にある特許申請開示の書類を見ただけなので、その真偽は著者には不明であるが（学者は通常の学術雑誌に掲載された結果や学会発表を信頼する傾向があります）、唐辛子などに由来するカプサイシを食べさせることでストレス反応を引き起こし、オス化を引き起こせるとある。なるべくストレスをかけないように注意して飼育するのが通常の養殖方法だと理解しているので、その逆を行う本方法の論文化が待ち遠しい。また、カプサイシン投与が成長や生残に及ぼす影響も興味深い。

#### B 「オス決定遺伝子」の遺伝を利用して、すべての稚魚がオスになるような掛け合わせをおこなう。

この方法は、水産分野において最も広く利用されている。この方法が好まれるのは、上記の方法ではオス化率が100%には達さず、オス化率も処理毎に異なる可能性があることが大きな要因だろう。小規模な養殖経営体にとって、もしかしたら今年は性転換率が悪いかも知れないという心理的な圧迫を受けながら収穫の日を待つのは辛いことだろう。この方法では、図2に示すように、人工性転換魚（XY型メス）を起点として超オス（YY型）をまず作出する。この超オスを父親とする交配では、すべての子供が「オス決定遺伝子」を受け継ぐので皆オスになるのである。ポイントは、XY型メスを作り出せるかどうかにある。ところが、ホルモン処理をしても、XY型メスを容易にはつくりだせ

ない魚種は意外と多く、トラフグでも、ホルモン処理による性転換魚の作出が試みられているにも関わらず、XY型メスは得られていない<sup>4)</sup>（後述の我々の研究を除く）。

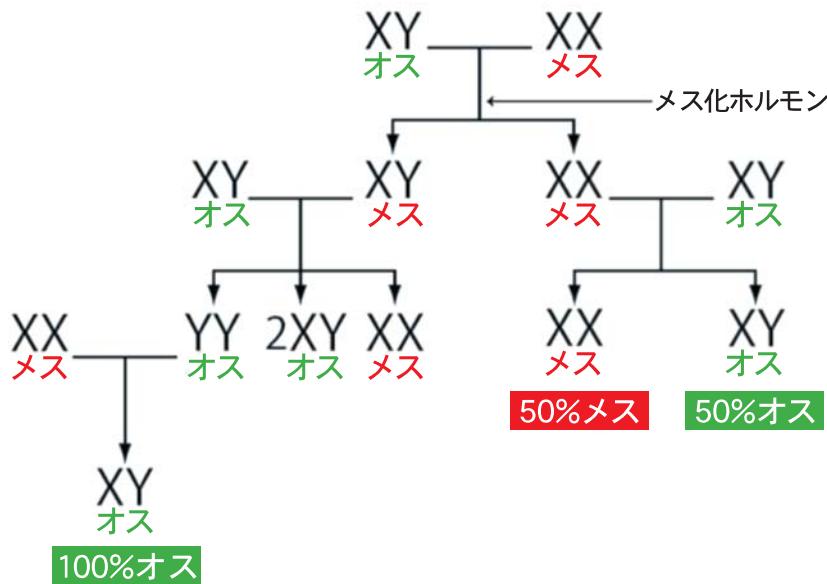


図2. XYメスを起点とした全オス作成のスキーム

### C 「オス決定遺伝子」の有無を稚魚の段階で調べて、オスを選び出す。

そもそも、トラフグにおいて性統御法の確立が求められているのは、その精巣の食品としての価値が高いからであった。しかし、養殖に携わる人々からは、精巣が成熟する時期のオスは身が痩せ、メスのほうが良い身質を持ち、可食部も大きいという話も聞く（あくまで伝聞の話）。雌雄を別々にして、それぞれの利点を活かすよう飼育できないかと相談を受けた。オスの場合、成長を犠牲にしても成熟を促すような条件で飼育し、メスの場合、身質の良さを保ちつつ大きくするような条件で飼育するということだそうだ。そのような飼育をおこなうためには、稚魚の早い段階で雌雄を区別する必要がある。そこで、筆者らのグループは、福井県立大学の宮台グループと共同で、性決定遺伝子の情報を利用した雌雄の早期選別法の開発をおこなった<sup>7,8)</sup>。

#### C-1 家系に依存する性判別

性決定遺伝子の実体がなにかわからなくても、その遺伝子がのっている染色体やだいたいの位置が判明することは多い。トラフグの性決定遺伝子がゲノムのどのへんにあるか、そのおおよその位置を、筆者らは同定して、2007年に論文として報告していた<sup>9)</sup>。この情報は意外と重要で、特定の親を用いて計画的に交配した場合、その子どもがオスになるかメスになるか、受精した段階で予想することができる。しかし、孵化仔魚づくりの現場では、臨機応変の対応がもとめられ、用意した親が必ずしも卵を産むとは限らないので、常に特定の親を用いた計画交配をおこなうことは難しいだろう。

## C-2 家系に依存しない性判別：基礎研究の成果

そこで求められるのは、家系に依存しない性判別法ということになる。単純に考えてみよう。もし、オス決定遺伝子の本体がわかれれば、その有無で稚仔魚の雌雄が予想できるはずだ。一方で、性決定遺伝子の同定は、著しく困難なことで知られ、研究のスタート時に脊椎動物で同定された性決定遺伝子は、脊椎動物のSryとメダカのDmyしかなかった。

無謀かなと思いつつトラフグの性決定遺伝子同定に向けて研究を進めたのには理由がある。トラフグは魚類の中で最初に全ゲノム配列が読まれた生物で、その情報がインターネット上で自由に利用可能だったのである。（ちなみに、このプロジェクトに日本の水産学者は全く貢献していなかった。）当然のことだが、ゲノム情報だけでは性決定遺伝子同定という目的にはほとんど役立たない。しかし、ゲノム情報は、「親魚を掛け合わせて稚魚をつくり、その稚魚を育てて、また交配する」といったことを日常的に行っている遺伝学者の思考と結びつくと、強力な解析力を発揮する。この解析力を利用すれば、性決定遺伝子だって同定できるのではないかと考えた。

2002年の冬からスタートしたこのプロジェクトでは、ほぼ毎年、トラフグの解析家系をつくって遺伝解析を続けた。性決定遺伝子本体の目星がついたのが2008年から2009年ぐらいである。論文化できたのは、2012年<sup>10)</sup>。驚いたことに、トラフグの性は、たった一個のDNA塩基で決まっていることがわかった（図3）。その一塩基DNAは、「抗ミュラー管ホルモンII型受容体（Amhr2）」という遺伝子内にあり、その一塩基のDNA配列の雌雄差はアミノ酸配列の雌雄差をつくりだすので、オスはメスが持たない「Y型の抗ミュラー管ホルモンII型受容体」を常に持つことになる。すなわち、この受容体タンパク質のY型とX型の機能差がトラフグの雌雄を決定していると考えられる。興味深いことに、ヒトの場合、このタンパク質に変異を持つ男性は女性の生殖器官の一部も持ってしまうことがある。つまり、ヒトでは疾患をもたらすようなDNA変異が、フグの仲間では性決定の役割をはたしているのである。

「性決定遺伝子」というと、なにやら、「オスだけが持つ遺伝子」や「メスだけが持つ遺伝子」を思い浮かべてしまうが、トラフグの場合、「性決定DNA」という方が表現としては正しい。これまでの、「性決定遺伝子」の常識はヒトなどの限られた例からつくられてきたものなので、トラフグの性決定DNAを知ってしまった今、我々は、「性決定遺伝子」の概念を修正しなければならないだろう。

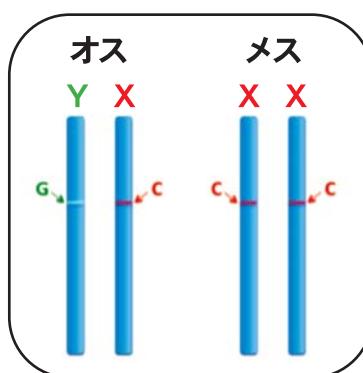


図3. トラフグの性染色体（Y染色体とX染色体）と性決定DNAの模式図。

Y染色体上ではGの塩基が、X染色体上では常にCとなる。

## C-2 家系に依存しない性判別：性判別の技術

この発見は、性を判別したいという目的には至極都合の良い物であった。ゲノムDNAの配列内に見られる個体差（遺伝的多型）にはマイクロサテライトや挿入欠失などいくつもの種類があるが、その中で、今回の「性決定DNA」のような一塩基の違い（一塩基多型、Single Nucleotide Polymorphismを略してSNPと呼ばれる）が、安価で迅速で多個体の検出に最も向いているのである。そこで、「性決定DNA」に対象を絞り、その雌雄差（ひとつのDNAの差）を福井県立大の宮台教授のグループと共同で開発した。それに加えて、宮台教授のグループでは、爪楊枝でフグの体表をこすりとるだけでゲノムDNAを得る方法も確立している（図4）<sup>7,8)</sup>。この方法を用いたところ、2010年の7月には、10日ほどで1万3千尾のトラフグ種苗の性判別をおこなうことができた。

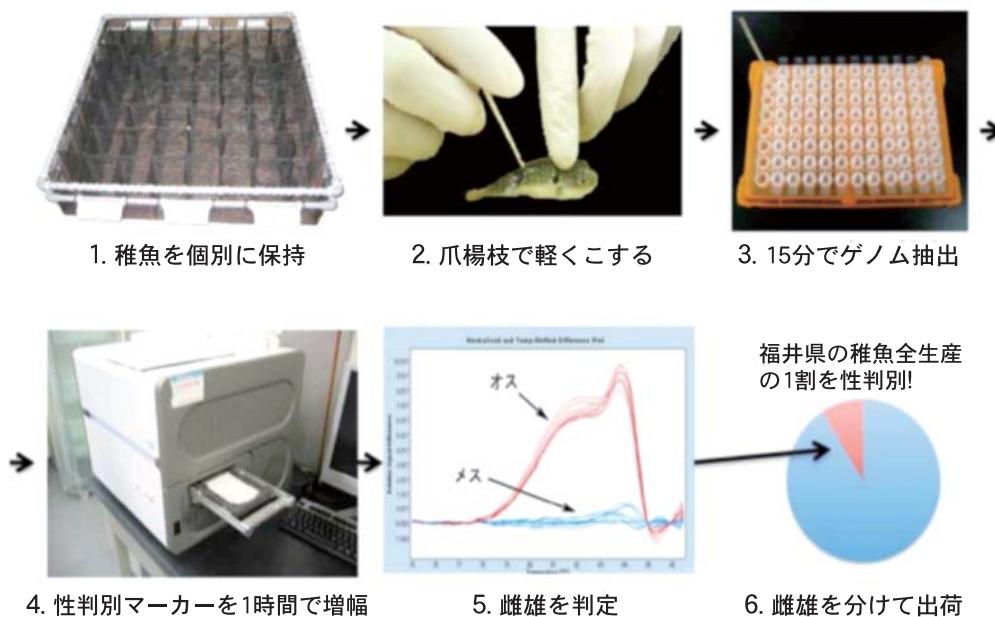


図4. 性決定DNAを利用した雌雄判別法の流れ。

(1) 64個体を収容する個割り生簀を一つのユニットとした。(2) 爪楊枝の先で体表にふれて、粘液を少量得る。(3) DNA抽出液に粘液を溶かし込み、DNAを得る。(4) これをPCR反応液に添加し、DNA增幅装置にセットする。(5) 雌雄判別解析を自動で行なう。(6) 判別後の個体を個割り生簀から雌雄別に大水槽に移す。その後、養殖業者が活魚運搬車で各養殖施設へ運搬する。（農林技術会議の提出した報告書中の図を変更して引用した。）

## C-2 家系に依存しない性判別：何に役立つか？

今回開発した雌雄判別法は、親の由来を問わないので、その利用範囲はひろい。もともとは、養殖用稚魚の性判別を目的としたものであるが、交配用親魚の管理に便利ということで、一部の機関で重宝されている。交配用親魚は大型でその維持に大がかりな設備が必要となるので、催熟操作前に雌雄を判定しておきたいという要望は強い。また、養殖を終えたトラフグの出荷時には、商品品質管理の一貫として、各個体の雌雄を把握しておきたいという要望もあるそうなので、その方面で利用できるかもしれない。また、野生魚の性判別も可能となることから、資源量解析のような仕事

にも向いていると考えられる。本法がトラフグの生態解明や資源量管理に役立つことも期待している。

#### B 「オス決定遺伝子」の遺伝を利用して、すべての稚魚がオスになるような掛け合わせをおこなう ：性判別マーカーを併用する

性判別の試みとは別に、やはり、全オス生産ができないかと考えた。トラフグでこの方法が成功していない理由は、XY型メスが得られていないことがあるが、ホルモン処理をしても、性転換が容易にはおこらない魚種は意外と多い。我々は2003年の時点で、「トラフグの場合、雌性ホルモン処理によりXY型メスは生じているが、その出現率はごく低い。」という仮説を立てた。もしこの仮説が正しいのならば、通常の後代検定でXY型メスを同定することは至難の業であり、これまで成功例がなかったことも頷ける。この問題を乗り越えるために、性判別マーカーを利用して、XY型メスを選び出そうと考えた（図5）。つまり、「DNAマーカーアシスト選抜法」と「古典的な性転換法」を組み合わせようと考えたのだ。

まず、雌性ホルモン処理をしたトラフグを育て、幼魚の時期にXY型魚のみを選抜した。これらの飼育を継続し、排精を指標に明らかにオスであろうという個体は取り除いていった。飼育スペースの問題で、排精の有無に関わらず大量の個体が死んでしまった。実験をスタートしてから4年後、ついに一尾の魚が卵を産んだ。この卵を受精させて、得られた胚を遺伝子型判定に付した。その結果、期待通りYY型がXY型とXX型に混じって出現していることが明らかとなった。このYY型魚の子供は、本当にオスだけなのだろうか。現在、複数の機関がこのYY魚の子供を飼育している。その結果ができるのを楽しみにしているところである。

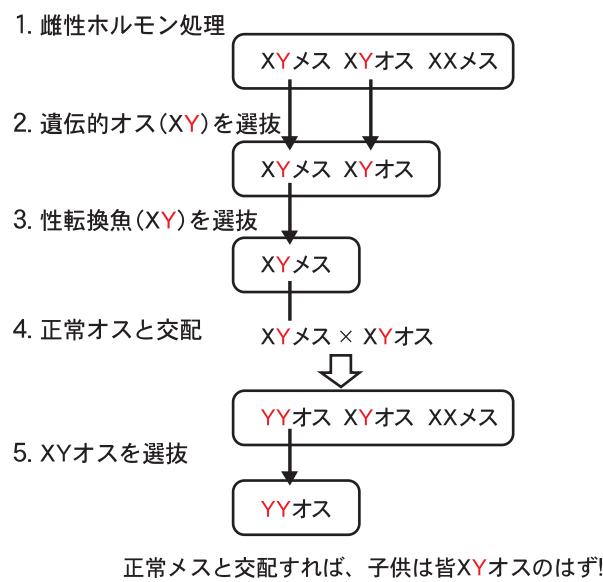


図5. 性判別マーカーを利用した超オスの作出

古典的なホルモン処理法によるYY魚作出法に、マーカーによる性判別を組み合わせた。トラフグに限らず、ホルモンによる性転換率が低い魚すべてに有効な方法と考えられる（図は文献8より引用）。

## フグ以外の魚の性判別マーカーと全オスまたは全メス作出

今回、これまで全オス作出が困難であると考えられてきたトラフグでYY魚をつくりだすことに成功した。この方法の有効性はトラフグに限られたものではない。今後、ある魚の性を統御したいという場合、ここで紹介したような、「ホルモンによる性転換とマーカーアシスト選抜を組み合わせる方法」が常法となっていくにちがいない。魚類の遺伝的な性を判別するマーカーを得ることが容易となったからだ。まず、①全染色体を大まかに覆うような多型マーカーセットを取得し、次に、②性に連鎖するマーカーを探しだせば良い。これまで、①のステップにかなりの資金と労力を必要としたが、DNA解析技術の進展によりその問題はほとんど解決され、すべてのDNA解析作業を委託事業として引き受けてくれる企業もしてきた。ある魚種で性判別マーカーが欲しいという要望がある場合、遺伝学者（日本の場合、水産育種研究会の方々など）の助言にもとづいて材料を準備し、作業自体は企業に委託するというかたちが主流となっていくかもしれない。

## 最後に：どのようにして産業とかかわるのか？

この研究は、産業（事業）サイドの方々とは交流がない状態でスタートした。しかし、途中で、福井県栽培センターなど実際に種苗を生産している機関に声をかけていただき、養殖事業者の方々にも興味をもってもらえる状態となってきた。福井県若狭地方の場合、トラフグ養殖業者の多くが旅館業を営なみ、フグ料理を冬の観光の目玉として据えている。したがって、「オスの選別生産」による白子（精巣）の安価・安定供給とその特産物化は、養殖業（1次産業）にとどまらず、加工（2次産業）、旅館業など地域観光全般（3次産業）の活性化に結びつく可能性があるのではないかといった話がすすんでいるようだ。ただし、このような企画の成功には、ブランド化・宣伝という技術開発とは全く異なるレベルの活動が必須であり、これらはもはや水産遺伝学者の関与できる範囲をこえている。福井県では、地域行政サイドが生産・産業サイドと連携して活動していくという動きがあるようだ。今後の展開を期待したい。また、「全オス生産技術」に関してだが、素人考えでは「全オス種苗の流通」や、畜産業界でおこなわれているような「精子の流通」を通じて事業と関わる可能性があるようと思える。

本稿では、ゲノム情報を利用した水産研究の一例を示した。この分野では、「東京海洋大学の先駆的かつ継続的な研究」が、海外の学術シンポジウムでも常に引き合いに出され、数少ない成功例として賞賛されている。本研究成果が、そのような基礎面でも応用面でも意義のあるものとなるためには、事業サイドの方々が、今後この研究成果をどうとらえるかということに依存しているように思われる。忌憚のないご意見をいただければ幸いである。

補足. 魚類の性統御一般論を表に示した。

---

表 代表的な性統御の方法

---

①性の早期判別

形態または遺伝マーカーによる判定。実用例は少ない。

②ホルモンによる性転換

ホルモン投与魚は食用にならない。⑤と組み合わせた実用例が多い

③環境要因による性転換

飼育温度など。実用例は少ない。

④染色体操作

⑤と組み合わせた実用例がある。

⑤交配

②③④で性転換魚が得られた場合、安定した単性集団をつくることができる。

---

文 献

- 1) 1ACNレポート36号 (<http://www.acn-npo.org/news/pdf/no36.pdf>)
- 2) 北大路魯山人. 河豚は毒魚か. 星岡1935  
(<http://www.aozora.jp/misc/cards/001403/card50001.html>)
- 3) Kakimoto Y, Aida S, Arai K and Suzuki R. Induction of gynogenetic diploids in ocellated puffer *Takifugu rubripes* by cold and heat treatment. J. Fac. Appl. Biol. Sci. 1994, 33:103-112.
- 4) 山口明彦. 全雄化は可能か？トラフグの性決定・性分化研究. 養殖 2008, 45:22-26.
- 5) 高単価の白子市場を見据えた養殖トラフグの雄性化技術. 養殖 2011, 48: 29-31
- 6) 特開2011-30562
- 7) 宮台俊明. DNAマーカーを利用したトラフグの雌雄判別. 養殖 2009, 46: 48-50
- 8) 菊池潔, 甲斐涉, 細谷将, 田角聰志, 末武弘章, 宮台 俊明, 鈴木譲. トラフグのゲノム地図の作製とその応用—性決定遺伝子、性統御、比較ゲノム解析を中心に—. 水産育種 2012, 41:141-151
- 9) Kai W, Kikuchi K, Fujita M, Suetake H, Fujiwara A, Yoshiura Y, Ototake M, Venkatesh B, Miyaki K and Suzuki Y. A genetic linkage map for the tiger pufferfish, *Takifugu rubripes*. Genetics 2005, 171:227-238.
- 10) Kamiya, T., Kai, K., Tasumi, S., Oka, A., Matsunaga, T., Mizuno, N., Fujita, M., Suetake, S., Suzuki, S., Hosoya, S., Tohari, S., Brenner, S., Miyadai, T., Venkatesh, B., Suzuki, Y., Kikuchi, K., A trans-species missense SNP in Amhr2 is associated with sex determination in the tiger pufferfish, *Takifugu rubripes* (fugu). PLoS Genet 2012, 8: e1002798

## 韓国水産養殖の現状と展望について

韓国国立水産科学院 西海研究所 研究官 Han, Hyon-Sob

### 略歴

氏名：韓 炫燮 Han Hyon-sob

生年月日：1958年10月18日

国立水産科学院 西海水産研究所 研究官

### 学歴

1986. 2	國立濟州大學校 增殖學科 卒業
1986. 4 ~ 1988. 3	東京大學 海洋研究所 研究員
1988. 4 ~ 1990. 3	高知大學 農學研究科 栽培漁業學科 修了 (農學修士)
1990. 4 ~ 1993. 3	愛媛大學 農學研究科 生物資原生產學專攻 修了 (農學博士)

### 職歴

1993. 3 ~ 1994. 2	群山大學校 海洋開發學科 講師
1994. 9 ~ 1995. 3	高知大學 客員研究員
1996. 3 ~ 1998. 2	江陵大學校 水產學科 講師
1997. 9 ~ 2000. 9	國立水產科學院 東海水產研究所
2000. 9 ~ 2004. 2	國立水產科學院 西海水產研究所
2004. 2 ~ 2009. 2	國立水產科學院 生命工學研究所
2007. 6 ~ 2008. 2	海洋水產部 海洋生態課
2009. 2 ~ 2009. 7	國立水產科學院 研究企劃課
2009. 7 ~ 2010. 2	農林水產食品部 科學技術政策課
2010. 2 ~ 2010. 12	國立水產科學院 干潟研究所
2011. 1 ~ 現在	國立水產科學院 西海水產研究所

### 公的職務

2010. 3 ~ 現在	高等學校 水產養殖 教科書 執筆委員
2010. 4 ~ 現在	舒川郡 海洋牧場 開發委員
2011. 5 ~ 現在	忠清南道 人工魚礁 審議委員
2012. 5 ~ 現在	保寧市 水產調停委員
2012. 5 ~ 現在	瑞山市 海洋牧場 開發委員

# 韓国水産養殖の現状と展望について

韓国国立水産科学院 西海研究所 研究官 Han, Hyon-Sob

## 1. 韓國の水産養殖の発達過程

韓国の養殖漁業は、地理的にリアス式漁場が発達し豊富な干潟があるため、質的に優秀な養殖水産物を生産し、国内供給だけではなく対外輸出もあり、国民経済に大きく寄与している。

1970年代には海苔とカキ養殖を中心に種苗生産技術が開発され、生産性が高い養殖業として位置付けられ、1980年代の中半からヒラメ養殖を中心に海上生簀や陸上水槽式養殖方法が開発され、魚類養殖は急進的に発展した。1990年代にはタイ、スズキ、クロソイ等の養殖が普遍化され始め、1997年7月に水産物輸入が全面開放されて、中国、日本等からタイ、スズキ等の活魚輸入が大幅に増加して本格的に国際競争の時代を迎えるようになった。

2000年代に入り、クロソイを中心に一部の品目の生産量が増加して輸入まで急増した結果、需要の均衡が壊れ、国際消費の不振と価額の暴落により、一部の養殖漁業人が破産に追い込まれるようになった。

## 2. 水産養殖の役割と重要性

最近、韓日と韓中間の漁業協定で国内漁船の操業漁場が縮小され、沿・近海漁業は漁船監督等の構造調整を行っており、漁獲量の増大は期待し難い。従って、魚類や貝類等のわが国民が好む水産物を安定的に供給するためには水産養殖を発展させるしかない。

2010年度の養殖漁業による生産量は1,355千トンで、全体漁業生産量の43.6%を占める産業として動物性タンパク質供給源の重要な役割を果している。特にノリ、ワカメ、コンブ及びアカガイ、ムールガイ、ホタテ、ホヤ、ヒラメ、クロソイ等は大部分国内産で供給している。

2010年には国民1人当たりの水産物消費量は52.7kgに達した。水産養殖の産物として、2010年1年間にヒラメ71百万ドル、カキ66百万ドル、ノリ105百万ドルを日本、アメリカ、中国、EU等へ輸出している。

## 3. 韓国の水産養殖の現況と問題点

### ア. 水産養殖の生産構造の現況

2010年末の海面養殖漁場の免許面積は約151千haで、陸上水槽式等の申告漁業も4千haが開発された。この中で魚類養殖の面積は9,008ha、貝類養殖の面積は49,988ha、海藻類養殖の面積は82,019ha、その他は10,503haである。ここで養殖している品種は85種に及んでいる。

#### 1) 養殖漁業権 現況

2010年末の養殖漁業の免許件数は総計9,815件で、この内訳は、海藻類2,709件、魚類1,061件、貝類5,669件、その他は907件である。品種別では、カキ2,518件(25.7%)、アカガイ803件(8.2%)、アサリ619件(6.3%)、ノリ938件(9.6%)、ワカメ446件(4.5%)、魚類 574件(5.9%)、ホヤ466件(4.8%)

である。品種別の經營形態は、魚類及び水産動物養殖は主に個人と協業經營体が經營していく、海藻類養殖は漁村の經營となっている。

## 2) 韓國の漁業生産量

2010年度の漁業生産量は3,110千トンで、2009年の3,182千トンより72千トン(2.3%)減少した。遠洋漁業は資源減少等で操業不振のため漁獲量が減少し、沿・近海漁業も、水温上昇によって暖流性魚種であるイワシ、サンマ、キグチ、イカ等の漁獲量が増加する一方、タチウオ、サワラ、ニシン、カザミ等の漁獲量は減少した。浅海養殖漁業の生産量は1,355千トンで2009年より41千トン(3.1%)増加し、全体漁業生産量の43.6%を占めている。生産量は魚類80千トン、貝類436千トン、甲殻類2千トン、海藻類901千トン、その他は14千トンである。魚類の養殖生産量の場合は、ヒラメの年間生産量が40千トンで一番多く、クロソイ20千トン、マダイを含むタイ類が9千トンである。貝類は養殖生産量が356千トンで、カキ生産量が267千トンと一番多く、ムールガイ類 54千トン、アサリ23千トン、アカガイを含むハイガイ類 2.6千トンの順である。海藻類の生産量は、計901千トンで、この中でワカメの養殖生産量が393千トンと一番多く、ノリ235千トン、コンブ241千トン、ヒジキ21千トンの順であり、近年、コンブが健康食品やアワビの飼料として注目を浴びるようになり、最近の5年内にその生産量が10倍以上に伸びた。

表1. 韓國の漁業生産量

(単位: 千トン、百万WON)

		2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
総 生 産 量	生産量	332,116	3,274,823	3,361,255	3,182,342	3,110,634
	金額	5,285,860	5,751,946	6,345,058	6,924,249	7,425,686
沿・近海漁業	生産量	1,108,815	1,152,299	1,284,890	1,226,966	1,132,536
	金額	2,751,251	2,939,109	3,222,256	3,640,437	3,911,681
浅 海 養 殖	生産量	1,258,274	1,385,804	1,381,003	1,313,355	1,355,000
	金額	1,443,169	1,599,542	1,520,122	1,846,311	1,815,646
遠 洋 漁 業	生産量	639,184	709,960	666,182	611,950	592,116
	金額	891,031	990,205	1,327,395	1,163,751	1,364,524
内水面漁業	生産量	24,843	26,760	29,180	30,071	30,982
	金額	200,409	223,089	275,285	273,750	333,834

### イ. 韓国の水産養殖の問題点

#### 1) 地球温暖化による暴炎・寒波の頻発

地球温暖化の進行により、韓国でも暴炎と寒波による養殖生物の被害が毎年増加している。夏は30℃を越す暴炎が続き、養殖中のクロソイが大量に斃死し、冬は寒波によって養殖中のボラとアワビが大量に斃死した。

## 2) 颱風・赤潮・疾病の悪循環

最近、有害性の赤潮や颱風によって被害が益々大型化しており、政府財政はもちろん養殖経営に大きな負担を与えていている。特に、2003年に発生した赤潮は被害規模が223億ウォンで、1995年の765億ウォンより多くはないが、発生期間と地域が徐々に拡大している。また、2003年に発生した颱風（蟬）の影響で養殖施設と生物の被害額が4,539億ウォンに達し、2010年 ゴムパスによっては 3,500億ウォンの被害が発生した。

養殖生物に対する疾病発生率も毎年増加し、1990年代には5%だったのが、現在は25～30%の水準に至っている。疾病の種類も過去では主に細菌性疾病であったが、最近はウイルス性疾病が主に発生している。過去には主に夏に発生したが、近年は年中発生する様相を示している。これに対する原因糾明と治療方の開発が必要であるが、各種ウイルス性疾病に対する治療ワクチン開発が体系的かつ充分ではない実情である。

## 3) 沿岸環境汚染及び干潟生態系の破壊

海洋ごみと各種汚染物質は水産生物の産卵棲息地を悪くして低層生態系を破壊している。また窒素、リンなどを含む有機物堆積による深刻な汚染は水産物の安全性に脅威を与えてている。

特に、我が国南・西海岸には 2,489km<sup>2</sup>の干潟が分布している。海苔、ハマグリ、アサリなどの主要魚介類の産卵・生殖場として、また、水質と底質の浄化機能を持つ場所として、その役割が大きくなっている。

1987年以後から今日まで西海岸開発という大義名分で、始華湖、セマングム、永宗島など公式的に810.5km<sup>2</sup>の干潟を埋め立てた。このような干潟の埋立は自然の浄化能力を低下させて各種の水産生物の生殖場を破壊した。

## 4) 養殖漁場の乱開発

韓国の養殖漁場の開発適地として、176千haの中で127千haが開発され、この大部分が西海と南海岸に集中している。

養殖漁場は、基本的に環境には「負」の影響を及ぼすことで、開発に慎重になるべきであるが、今まで環境を考慮しないまま適地という理由で無分別に免許を濫発した結果、一部の品目の供給過剰による値崩れと、各種汚染は勿論、台風や赤潮発生の時には大きな被害を出している。

## 4. 新しい水産養殖のビジョンと戦略

### ア. 量的生産から適正生産への構造改編

#### 1) 適正生産のための漁場開発制限と施設基準強化

1990年代末までに政府は捕獲漁業から育てる漁業に政策転換を行い、水産養殖を積極的に育成した結果、一部地域では養殖場が飽和状態に至って環境問題も深刻な状態になった。それに対しては、供給が多い生産は新規免許を禁止し、マグロ、サバなどの付加価値が高い魚種を開発していくかなければならない。

また、現在の申告制度である陸上魚類養殖場を許可制度に切り替えて、無分別な乱立を抑制

し、無免許・超過施設など不法養殖場の取り締まりを強化しなければならない。さらに、環境収容力を考慮して品種別の養殖漁場は再配置されるべきである。

毎年赤潮や台風などで被害が繰り返される魚類生簀養殖に対しては、外海漁場への移動などで沿岸区域の環境条件を改善する努力を傾けなければならない。

また、養殖漁業の免許有効期間が満了しているとか、極めて生産性が落ちる品種(赤貝など)に対しては、一定期間の漁場休息や漁場再開発の制限をしなければならない。

## 2) 漁業権を所有権から利用権に改編

現行の水産業法では、養殖漁業免許の期間を10年間与え、既存の免許権者に優先順位制度を置き、1回の延長を通じて20年までの漁業権を保障している。

これは新たに養殖業を始めたい新規能力者の参加を妨げることになり、これにより水産養殖は零細性を脱皮することができない。漁業免許の優先順位改善を通じて、技術や資本と能力のある個人や法人も漁村系、水産協同組合と同等な参加権を付与するようにしなければならない。

長期的には、漁業権を所有権と認めている現行の規定を利用権に改編することで、既存の漁業権者が漁業をできなくなり、あきらめる場合には、残存の施設物の評価額に対する権利のみを主張できる方案も検討されなければならない。

# イ. 養殖技術の革新

## 1) 生態系の調和型環境親和的養殖システム開発

### ① IMTA (Development of integrated multi-trophic aquaculture system)

21世紀の水産業は、飼料とエネルギーの使用を最小化し、環境汚染を最小化しなければならない。また、環境に親しく安全な水産物が生産できると、持続可能な養殖産業になる。生態系の食物連鎖を活用した多様な栄養立体養殖法であるIMTAは、生態系内に与える生物・化学的なプロセスが違う養殖生物を2種以上の養殖し、飼料を供給する養殖(魚類養殖、甲殻類養殖)と一緒に溶存無機栄養物(海藻)や有機物粒子(貝類)を排出する養殖生物を飼うことである。すなわち、浮かんでいる餌の残りの固形物は貝類と濾過摂食するホヤやエボヤなどの動物が除去し、沈降する餌の残りは底棲生物が除去するようにして、魚類の代謝後に排出される無機物は海藻が吸収に利用し、環境を改善すると共に同じ海域での生産力を高めることができる。韓国では現在東海岸と西海岸で魚類とアワビ生簀の海底で海藻とナマコと一緒に養殖している。生産性も高いことが分かっている。

### ② BFT (Biofloc Technology)

持続可能な水産養殖には、産業の生存だけではなく環境の保存と保護が不可欠である。飼料使用量を減らして環境を保護し、安全な水産物を生産するためには、伝統的な方式から脱して革新的養殖技術を開発しなければならない。BFTはこのような観点から開発された技術である。BFT システムは高密度で生産することができ、制限的な換水または無換水養殖であり、経済的にも、環境親和的にも生産性の向上をもたらす。

韓国では、現在この方式で養殖して、既存方式の30~50倍の生産性向上の効果があることを示す例がある。

## 2) 韓国型の沖合水中網生簀の施設開発

高品質の養殖水産物を持続的に生産するためには、沿岸の養殖施設物を水質が良い外海漁場に移転されなければならないであろう。外海は高い波と強い海流があるため、このような海洋条件を満たした施設の開発が必要である。

外海の網生簀養殖場は、生産可能な魚種の選定が先行されなければならない。さらに、十分な水深が確保されて物理的にも適していなければならない。その一例として、済州島は各種の海藻が豊かで、地質学的に冬の水温が13°C以上、夏の最高水温が27°C以下に維持され、温水性魚類の外海網生簀養殖にとても良い適地として評価されている。ここに適した養殖魚種はマグロ類やサバ（鯖）などの回遊性高級魚である。また、いくら技術が優れて科学的な養殖システムであっても、経済性がなければ試験的な研究に過ぎない。したがって現在の実情に相応しく、生産性の有無や競争力を徹底的に検証しなければならないであろう。

生簀の安全性のためには、内波性生簀の開発と施設物維持とに係わる養殖工学的研究が成り立たなければならない。さらに、陸上及び海上養殖場の養殖経営において、多くのパーセントを占めている人件費の低減と、効率的管理のために自動給餌装置、環境制御装置などの高い効率の養殖システムの開発が必要である。

外海養殖では、比較的大きい規模の施設を利用して行うため、人力集約的な生飼料の使用は困難である。したがって飼料供給の自動施設と養殖の対象種に相応しい配合飼料の開発が必要である。

## 3) 親環境干潟養殖の育成拡大

干潟の経済的価値は1ha当たり39億ウォンであり、その中で水産物の生産価値が12億ウォン、保存価値が10億ウォンに評価されている。これらを全国干潟面積に換算すれば約10兆ウォンの生産潜在力を持っている。

特に、干潟は「無給餌・無抗生剤」で生物を生産できることから、健康と食品安全性を追い求める水産物の生産にとって、一番良い養殖適地である。

最近、韓国では、遊休干潟と生産性が低い西海岸干潟を中心に、個体カキとナマコ養殖場を開発し、生産性を高めようと努力している。また、ハマグリ、アサリ、塩、ハムチョ産業を育成し、漁業民の所得増大を計っている。

## 4) 経済性ある 10大戦略品種重点育成

国内外の水産物需要に応じると共に、無限競争時代及び気候変化などに対応できる養殖産業の世界化が切実に必要な状況である。そこで、需要が多くて輸出可能な水産物、収入代替効果が大きい魚種を中心に戦略品種を選定し、産学研の協力研究を通じて、2020年までに水産物輸出 100億ドルを目指として推進している。

10種の戦略品種としては、ヒラメ、アワビ、マグロ、ナマコ、干潟マガキ、海老、鰻、観賞魚、マハタを選定して研究・開発を進めている。

## 5. 結論

3面が海である我が国は38万km<sup>2</sup>の海を管理し、水産業は農業と共に重要な食糧産業とみなされている。現在、韓国の水産養殖は、内的には沿岸の富栄養化と養殖運営による堆積物などの自家汚染、外的には市場開放などによって、持続可能な環境親和産業として発展していくことができるのか、憂慮されているのが実情である。

養殖業が現在の難しい与件を乗り越えて希望ある産業として発展するためには、何よりも適正生産を通じた経営安定と技術開発が先行されなければならない。これらのためには環境を考慮した養殖漁場の開発と適正化のための制度改善が必要である。水産生物資源は、環境収容力 (Carrying capacity) の範囲で適切に管理すれば、持続的に利用できる永久的な再生産資源であり、さらに、諸般研究を通じた適正環境造成と維持で、環境収容力を高めれば、生産性も増大させることもできるものである。

競争力を高めるための改良品種の普及と新しい養殖技術を開発する一方、消費者の動向と需要に対する国際的な情報を収集・分析し、急変する世界的状況に対処して行く能力を取り揃え、私たちの周辺国家はもちろん全世界の水産国と競争して勝たなければならない。

最後に、水産養殖は、単純に現在の経済的な観点よりは、これから大きな争点になる食糧資源化に備えるなど、未来志向的に、戦略的な次元で持続的に開発・育成されなければならないであろう。