

もつと豊かな海へ……



独立行政法人

# 水産大学校の最近の研究成果から ④

Recent Fruit of Research Activities, National Fisheries University

新たなフィールドへ

## ごあいさつ



独立行政法人 水産大学校  
National Fisheries University

理事長

鷺尾 圭司

President Keiji Washio

水産大学校は、農林水産省所管の4年制の高等教育機関として、水産基本法に掲げられている「水産物の安定供給の確保」と「水産業の健全な発展」という水産政策の基本理念の実現の一翼を担い、水産業及びその関連分野において指導的な役割を果たす人材の育成を行っています。

「水産業を担う人材を育成する」ためには、様々な分野が総合的・有機的に関連する「水産」の特徴を踏まえ、教育と研究を一体かつ双方向に結びつけて実施するのはもちろんのこと、常に「水産」の現場を意識し、行政・産業・地域との連携を密接に図ることが極めて重要です。

このため、本校では、行政・産業等への貢献につながるよう外部の機関との共同研究や連携を積極的に推進し、水産業及び消費者からのニーズに応えた多岐多様な研究活動を行っております。

これらの研究の成果は着実に現れてきており、本校の研究成果集は今回で第4集となりました。この研究成果集を通して、本校で実施している研究の一端にふれていただくのはもちろんのこと、少しでもご関心のある研究や技術的なご相談があれば、何なりとご質問やご意見等をお寄せいただき、ひいては共同研究等の具体的な協力・連携へと発展させていくことができれば何よりも存じます。



P.01

## 水産業と異業種の連携ビジネスに関する研究

Study on Business Cooperation between Fisheries and Other Industries

－水産ビジネスの新基軸を生み出せる人材育成に向けて－

水産流通経営学科 大谷 誠

Department of Fisheries Distribution and Management Makoto Ohtani

P.02

## 表層トロールの情報から日本海におけるマグロ類幼魚の分布を探る

Investigation of Juvenile Bluefin Tuna Distribution in the Sea of Japan Based on Information Obtained Using a Surface Water Trawl Net

－マグロ類の持続的な生産と利用をめざして－

海洋生産管理学科 毛利 雅彦

Department of Fisheries Science and Technology Masahiko Mohri

P.03

## 海上交通の輻輳する沿岸海域での漁船の操業および航行の安全に関する研究

Study on Fishing Boat Safety in Coastal Areas

－こませ網漁船と一般航行船舶の競合緩和に向けて－

海洋生産管理学科 酒出 昌寿

Department of Fisheries Science and Technology Masatoshi Sakaide

P.04

## 漁船機関から排出される大気汚染物質の低減

Reduction of Exhaust Emissions from The Marine Diesel Engines of Fishing Boats

－環境にやさしい漁船用エンジンの開発－

海洋機械工学科 前田 和幸・山西 大

Department of Ocean Mechanical Engineering Kazuyuki Maeda and Dai Yamanishi

P.05

## 振動によるフグ肉の非破壊「食感」評価技術の高精度化

Non Destructive Method for Evaluating the Texture of Puffer Meat on its Response

－水産物の次世代型品質評価技術の開発－

海洋機械工学科 太田 博光

Department of Ocean Mechanical Engineering Hiromitsu Ohta

P.06

## より好まれる風味の水産物をめざして

Improvement of Fishery Product Flavor

－水産物のにおい成分を科学する－

食品科学科 宮崎 泰幸

Department of Food Science and Technology Taiko Miyasaki

P.07

## 通電加熱を利用した魚肉加工品の高品質化について

Qualitative Improvements to Fishery Products using Ohmic Heating

－イノシン酸を安定に保持するための製造技術開発－

食品科学科 福島 英登・福田 裕

Department of Food Science and Technology Hideto Fukushima and Yutaka Fukuda

P.08

## 遺伝マーカーによるフグ類の種判別法

Genetic Method for Discriminating Between Puffer Species

－DNA でフグの種や雑種を判別する－

生物生産学科 酒井 治己・高橋 洋

Department of Applied Aquabiology Harumi Sakai and Hiroshi Takahashi

P.09

## 魚類における好中球の多様性に関する研究

Diversity of Fish Neutrophils

－好中球の系統進化－

生物生産学科 近藤 昌和

Department of Applied Aquabiology Masakazu Kondo

P.10

## 沿岸海洋環境変動に関わるデータ解析と環境変動過程の解明

Physical Processes within the Coastal Marine Environment through Analysis of Oceanographic Data

－周防灘観測から明らかになった底泥の巻上げと潮流や吹送流のメカニズム－

水産学研究科 安田 秀一

Graduate School of Fisheries Science Hideichi Yasuda

P.11

## 研究課題紹介

P.12

## 学会賞等受賞の紹介、特許情報

# 水産業と異業種の連携ビジネスに関する研究

Study on Business Cooperation between Fisheries and Other Industries

—水産ビジネスの新基軸を生み出せる人材育成に向けて—  
-Toward the development of human resources with the ability to create new fishery businesses-

水産流通経営学科 大谷 誠

Department of Fisheries Distribution and Management Makoto Ohtani



## 研究の目的 Purpose

漁業経営の改善や漁村地域の活性化に向けて、水産物の付加価値化や直売システムの構築などの様々な取組が行われています。しかし、これらを有効に機能させるためには、生産者や産地が保有していないノウハウ等の様々な資源が必要になります。一方、水産以外の業種では、水産資源を利用して新たなビジネス展開を模索する企業があります。本研究は、水産業と異業種が保有する資源を相互利用した新しいビジネスの可能性と経営戦略のあり方を追求しています。

A variety of attempts have been made to improve fishery business operations and revitalize the economies of fishing villages, including adding value to fishery products and developing direct sale systems. However, the producers and producing areas often lack the necessary resources and skills that are required to make these initiatives successful. On the other hand, numerous companies are currently seeking to develop new business ideas that involve fishery resources. This study investigates the possibility of establishing new business ventures by combining the resources of fisheries and other industries and analyzing possible business strategies.

## 研究の成果と水産業等への貢献の期待 Expected Contribution to Fisheries

これまでの結果、水産業と異業種による連携ビジネスは、マーケティング力や技術力、経営力、地域力を強化できる可能性があること。連携の相乗効果を発揮するためには、情報交換や協業体制の推進による相互理解と、利益分配やリスク共有の明確化による Win-Win の関係構築が大切なこと等が明らかとなりました。また本研究は、水産業界に漂う閉塞感を打破するために、新しいビジネスモデルを構築できる人材の育成に役立てています。

The study showed that cooperation between fisheries and other industries has the potential to enhance the marketing, technological, and business capacities of these villages and make them regional powers. In addition, the success of such cooperative initiatives was found to be dependent on 1) improving mutual understanding via the exchange of information and developing cooperation systems, and 2) developing "win-win" situations through sharing profits and risks. The study should also be useful for developing human resources capable of creating new business models that will change the perception of being trapped among members of the fishing industry.

	回答数 n	%	
大変興味がある	Very interested	106	31.1
興味がある	Interested	100	29.3
興味がない	Not interested	55	16.1
全く興味がない	Not at all interested	80	23.5
無回答	No answer	0	0
計	Total	341	100

図1) 水産業との連携ビジネスに興味がある企業の割合。  
6割以上の企業が興味を持っている。  
(全国漁業就業者確保育成センター調べ)

Percentage of companies having interest in business cooperation with fisheries.  
Over 60% of companies are interested.



図2) 漁業と異業種の話し合いの場を作るビジネスマッチフェアの風景。ここから様々な新しいビジネスが生み出されている。

A scene at a business match fair providing opportunities of connecting fisheries and other industries. Various new businesses have been born at the fair.

### 【参考文献】

- 1) 大谷 誠：漁業への新規参入に関する調査報告書。JF 全漁連 (2009)
- 2) 大谷 誠：漁業と異業種の連携に向けて。漁業と漁協, 48(5) (2010)
- 3) 濱田武士, 大谷 誠：漁業と異業種連携マニュアル。JF 全漁連 (2010)

# 表層トロールの情報から日本海における マグロ類幼魚の分布を探る

Investigation of Juvenile Bluefin Tuna Distribution in the Sea of Japan Based  
on Information Obtained Using a Surface Water Trawl Net

—マグロ類の持続的な生産と利用をめざして—  
- Aiming at the sustainable harvesting of tuna species -

海洋生産管理学科 毛利 雅彦

Department of Fisheries Science and Technology Masahiko Mohri



## 研究の目的 Purpose

クロマグロは養殖対象種として注目されていますが、日本海におけるクロマグロ幼魚の生態、分布は十分に把握されていません。このため、水産総合研究センターと連携し、表層トロールによりクロマグロを含めたマグロ類の幼魚を採集するとともに、種類の確認などを行っています。さらに、幼魚の採集時における水温などの情報からマグロ類の分布をより明確に把握することにより、クロマグロ資源の適正利用のための知見を得ることとしています。

Bluefin tuna individuals attract attention as an aquaculture target species, but the habits and distributions of juvenile bluefin tuna in the Sea of Japan are not understood fully. Therefore, I am working with the Fisheries Research Agency to collect and identify juvenile tuna species, including bluefin tuna, using a surface water trawl net. Furthermore, I am accumulating knowledge that will assist the sustainable harvesting of bluefin tuna resources by understanding the distribution of juvenile individuals from information on water temperature.

## 研究の成果と水産業等への貢献の期待 Expected Contribution to Fisheries

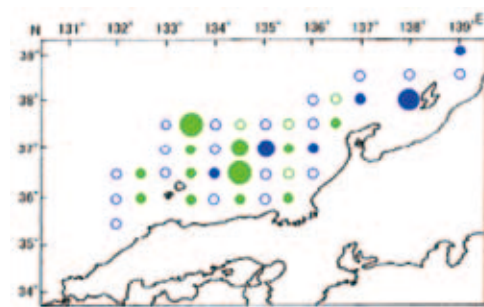
本研究により、マグロ類幼魚の最も有効とされる採集の方法や多く生息する水温層を解明しました。この結果、我が国の近海である日本海で、数年後には漁獲の対象となり得るマグロ類幼魚の現時点での生息状況について把握できるようになり、養殖に不可欠な幼魚を安定的に確保する道が開かれました。資源管理の強化が求められているマグロ類資源の持続的利用に向けた基礎資料として、本研究の成果がさらに貢献していくものと考えています。

Through this study, I have developed a method for collecting juvenile tuna species effectively, and have found that more of these individuals are distributed in areas with certain water temperatures. After several years, we have obtained an understanding in the Sea of Japan of juvenile tuna species, which are the target fishery, including the current situation of habitation, and have discovered ways that will help us to preserve stocks of juvenile individuals. The results of this study provide basic data for reinforcing stock management and ensuring sustainable catches of tuna resources.



図1) 水産大学校練習船耕洋丸が日本海で採集したマグロ幼魚(2008)

Juvenile tuna individuals collected in the Sea of Japan by the training ship Koyo-maru of the National Fisheries University (2008)



表層曳: ○=0 1≤●≤10 11≤●≤20 ●≥21  
二段曳: ○=0 1≤●≤10 11≤●≤20 ●≥21

図2) 日本海におけるクロマグロ幼魚の採集尾数  
(単位は尾/時、1999年の俊鷹丸トロールによる)

The number of juvenile bluefin tuna caught in the Sea of Japan  
(These individuals were caught using a Syunyo-maru trawl net in 1999)

### 【参考文献】

- 1) Mohri M et al.: Relationship between longtail tuna catches and water temperature on the Sea of Japan off the coast of Yamaguchi Prefecture, Proceeding of the 21st Century COE International Symposium on Stock Enhancement and Aquaculture Technology- Memories of the Faculty of Agriculture of Kinki University, 38, 68-75(2005).
- 2) 毛利雅彦ほか: クロマグロ幼魚の鉛直分布を効率よく推定するための曳網方法—日本海西部における表層トロールでの検討—. 数理水産科学, 3, 26-35(2005)



# 海上交通の輻輳する沿岸海域での漁船の操業および航行の安全に関する研究

Study on Fishing Boat Safety in Coastal Areas

## —こませ網漁船と一般航行船舶の競合緩和に向けて— - Reducing Conflicts between Fishing Boats and Ships -

海洋生産管理学科 酒出 昌寿

Department of Fisheries Science and Technology Masatoshi Sakaide



### 研究の目的 Purpose

岡山県と香川県に挟まれた瀬戸内海の備讃瀬戸海域は海上交通が輻輳していますが、好漁場でもあることから漁船漁業が盛んに行われています。そこでは独特の漁法を用いるこませ網漁業が営まれています。こませ網漁業の漁場は海上交通安全法で規定された航路と重なり、一般航行船舶との厳しい競合が生じています。本研究では、こませ網漁船の操業安全と備讃瀬戸海域の海上安全を推進するため、この競合の緩和に向けた取り組みを行っています。

The rich fishing grounds of the Bisan-seto area of the Inland Sea are highly congested. Consequently, the activities of the stownet fishing boats that operate in this fishery often conflict with the larger ships that sail in the area. We therefore investigated methods by which such conflicts could be reduced and the safety of the stownet fishermen and marine traffic could be improved.

### 研究の成果と水産業等への貢献の期待 Expected Contribution to Fisheries

こませ網漁船と一般航行船舶との競合を緩和するには相互理解を深めることが重要であり、それには航路内での一般航行船舶の航行の困難さとともに、こませ網漁船の操業の困難さを定量評価する指標が不可欠です。そこで、こませ網漁業者が操業中に許容できる一般航行船舶との離隔距離についてモデル化しました。こませ網漁業者の操業安全に対する意識を定量的に示すことができたことで、一般航行船舶がこませ網漁船の安全を損なわないように避航する上での指標となることが期待できます。

Quantitative methods for evaluating the relative difficulties associated with ships being able to maneuver and the ability of stownet fishing boats to operate need to be developed in order to reduce the potential for conflicts between these vessels in the area. The ability of stownet fishermen to determine the optimal distance required for passing ships was therefore modeled, and these models are expected to serve an objective index that can be used by ships to avoid conflicts with stownet fishing boats.

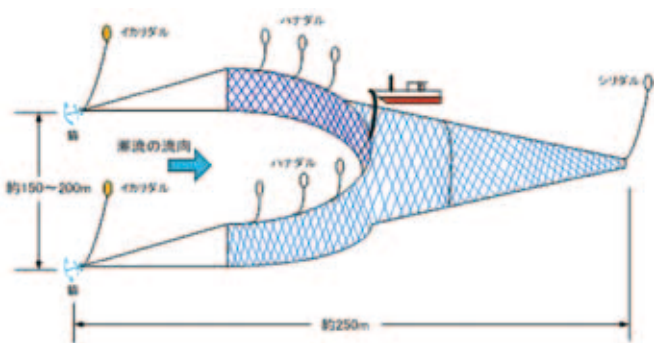


図 1) こませ網漁業の概要：  
漁場に網を錨で固定し、潮流を利用して漁獲する。操業中、こませ網漁船は網口上部と船首を接続し、停留する。

The outline of stownet fishing :  
The stownet is fixed by anchors, and then fishing operation is executed by tidal current.  
The stownet fishing boat stays above own stownet during fishing operation.

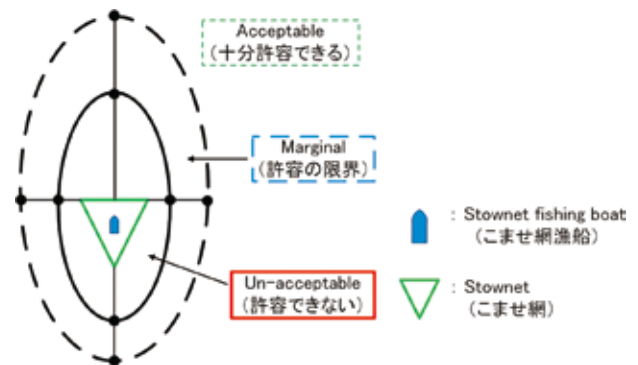


図 2) こませ網漁船が許容する一般航行船舶との離隔距離モデルの概念図：当モデルは、こませ網漁船に接近する一般航行船舶の船型や速力に対応して「十分許容できる (Acceptable)」、「許容の限界 (Marginal)」、「許容できない (Un-acceptable)」といった 3 段階の離隔距離の指標として活用できる。

The outline of model on acceptable passing distance between stownet fishing boat and ships: This model is expected to an objective index of 3 passing distance grades "Acceptable", "Marginal", "Un-acceptable" which vary according to ship's size and speed.

#### 【参考文献】

- 1) 酒出昌寿ほか：備讃瀬戸海域における海難実態の基礎的分析．日本航海学会論文集，116, 83-90(2007)
- 2) 酒出昌寿ほか：備讃瀬戸海域における込瀬網漁船の操業環境評価および一般航行船舶の航行環境評価の基礎的研究．日本航海学会論文集，119, 51-58(2008)
- 3) 酒出昌寿ほか：こませ網漁船と一般航行船舶の離隔距離に関するこませ網漁業者意識のモデル化．日本航海学会論文集，122, 139-148 (2010)

# 漁船機関から排出される大気汚染物質の低減

Reduction of Exhaust Emissions from The Marine Diesel Engines of Fishing Boats

## —環境にやさしい漁船用エンジンの開発—

- Development of environmentally-sensitive marine diesel engines for fishing boats -

海洋機械工学科 前田 和幸

Department of Ocean Mechanical Engineering Kazuyuki Maeda



山西 大

Dai Yamanishi



### 研究の目的 Purpose

漁船用ディーゼルエンジンから排出される大気汚染物質の低減を目的として、漁船用小形高速ディーゼル機関の給気系統に低酸素・高加湿システムを接続するとともに、排気系統にPM低減システムを設置しました。これらの装置を用いて給気中の酸素濃度や水蒸気量等の給気条件と NO<sub>x</sub> 及びPMとの関係を明らかにします。また、これらのシステムを組み合わせることにより、漁船機関から排出される NO<sub>x</sub> とPMの同時低減を目指しています。

In order to reduce the exhaust emissions from the marine diesel engines of fishing boats, we developed a low-oxygen / high-humidity intake system for high-speed marine diesel engines. We also developed a system for reducing particulate matter (PM) in the engine exhaust. Using these two systems, we examine the relationship between the characteristics of the intake air (oxygen concentration and humidity) and the exhaust emissions (NO<sub>x</sub> and PM). Implementing these systems will reduce NO<sub>x</sub> and PM from fishing boats.

### 研究の成果と水産業等への貢献の期待 Expected Contribution to Fisheries

水産大学校において開発した船舶用ディーゼル機関から排出される PM の高精度計測システムは、JIS の文献に掲載されており、現在開発中の PM 低減システムは、国際誌においても紹介されています。また、NO<sub>x</sub> の低減システムについては、企業との共同研究の成果が、2010 年8月、多くの水産業界紙（全国紙）で紹介され、次世代の漁船用環境保全システムとして注目を浴びています。

A highly accurate system for measuring PM emissions from marine diesel engines has already been developed by The National Fisheries University (JIS B 8008-1:2009), and the system has appeared in several international magazines. In addition, numerous domestic reports nationwide fisheries papers have been reported reductions in NO<sub>x</sub> emissions using the system. Indeed, the system has attracted considerable attention as an environmentally sensitive system for the next generation of fishing boats.



図1) 実験用エンジンと NO<sub>x</sub> 低減システム  
Test engine and NO<sub>x</sub> reduction system

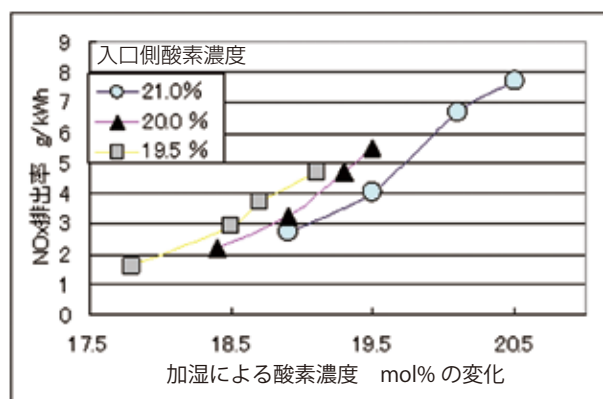


図2) 給気加湿による酸素濃度の低下とこれに伴う NO<sub>x</sub> の低減効果  
Effect of NO<sub>x</sub> reduction

#### 【参考文献】

- 1) JIS 往復動内燃機関—排気排出物測定—, JIS B 8001-1:2009.
- 2) Maeda K, et al.: PM Emission from Ships ? How to measure and reduce PM during voyage. Paper No.87, CIMAC Congress 2010, Bergen
- 3) 前田和幸 他3名: 低酸素・高加湿給気による NO<sub>x</sub> の80%低減. 第80回(平成22年)マリンエンジニアリング学術講演会講演論文集, 123-124 (2010)

# 振動によるフグ肉の非破壊「食感」評価技術の高精度化

Non Destructive Method for Evaluating the Texture of Puffer Meat on its Response

## —水産物の次世代型品質評価技術の開発—

- Development of New Quality Evaluation Technology for Fishery Products -

海洋機械工学科 太田 博光

Department of Ocean Mechanical Engineering Hiromitsu Ohta



### 研究の目的 Purpose

商品である水産物を傷めることのない非破壊手法に基づいて、水産物の品質を簡便かつ迅速に推定する手法を開発しています。特に、フグ肉の旨みはその食感（歯ごたえ）に依存しているところが大きく、食感を機械工学的な剛性に結びつけた推定手法を提案しています。具体的な手法として、フグ肉にある周波数帯の振動を加え、その際の応答から歯ごたえ感を求めています。

In Japan, the culinary value of puffer meat is determined by the texture and freshness of the meat. Consequently, obtaining an accurate assessment of the taste of puffer meat using non-destructive methods is highly desirable. The texture of puffer meat can be defined by its stiffness associated with mechanical dynamics. This paper proposes a new assessment method based on the stiffness of raw puffer meat. The proposed method has been exercised by the evaluation based on frequency response function obtained from its puffer meat.

### 研究の成果と水産業等への貢献の期待 Expected Contribution to Fisheries

フグ肉の周波数応答から評価パラメータを算出することで、食感を推定しています。簡易かつ迅速に推定可能であり、フグの一般的に流過程における身欠き状態での推定が可能です。同じトラフグでも個体により食感が大きく異なるため、本手法により食感を数値化することで正確な品質評価が可能です。水産物の新たな品質評価パラメータとして使用することで、安定的な品質の定量化、ブランド化の促進を図ることができます。

Quality evaluations of raw puffer meat have generally been carried out by cognoscenti in marketplaces. The reliability of quality evaluation is dependent on the skill levels of the assessors. Consequentially, a quality evaluation method that is independent of an individual's skill level is desired in the fisheries industry, particularly quantitative and non-destructive methods. The proposed method employs a frequency response function for vibrations administered to puffer meat; the method is a non-destructive, quantitative, efficient and straightforward procedure. In addition, the texture (stiffness) is estimated in condition of eliminating poisonous innards, called migaki in Japanese. In raw puffers, the migaki state is the most useful one in after market in Japan. The effectiveness of the method has been demonstrated by conducting destructive compression tests using puffer meat samples of finite size. These tests showed that the relationship between the modeled and actual values is in good agreement.

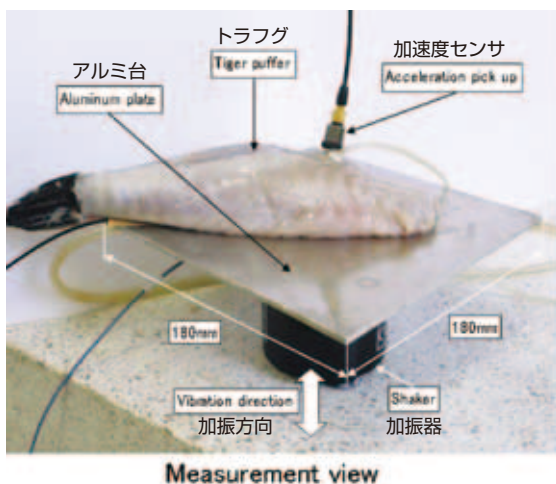


図 1) 測定装置外観  
Measurement view of experimental setup

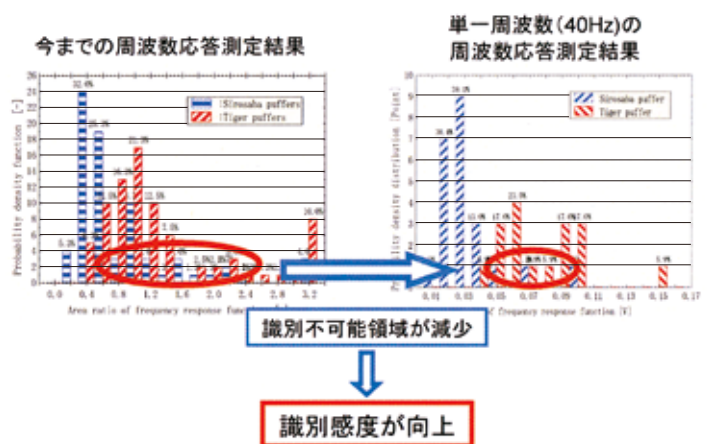


図 2) シロサバフグとトラフグを用いた識別感度の向上例  
Improvement of discrimination sensitivity on the proposed method

#### 【参考文献】

- 1) 太田博光、中村 誠、江副 寛、森元映治：フグ肉の動特性に基づいた非破壊食感評価法（弾性領域の歯応え感評価）日本設備管理学会誌、19(2),70-75(2007)
- 2) 太田博光：フグ内の歯応え感を揺すって数値化。山口県公開シンポジウム 本場・下関で「ふく」を語る ～意外に知らないフグの秘密～。山口県公開シンポジウム資料集、35-38 (2008)
- 3) Ohta H, Sasada K, Nakamura M: Non destructive evaluation method about the texture of puffers meat on its response. Proceedings of the 23rd International Congress Condition Monitoring and Diagnostic Engineering Management (COMADEM 2010),377-382(2010)



# より好まれる風味の水産物をめざして

Improvement of Fishery Product Flavor

— 水産物のおい成分を科学する —

- Research on the flavor compounds of fishery products -

食品科学科 宮崎 泰幸

Department of Food Science and Technology Taiko Miyasaki



## 研究の目的 Purpose

おいしさは外観・味・香り・歯ごたえで決まります。特に香りは、食べる前の食欲をそそる効果を有し、食品を口に入れたときの味と香りのハーモニー、つまりフレーバー（風味）として重要なファクターです。そこで生臭いと嫌われがちな水産食品を、そのフレーバーを改善して、よりおいしくすることを目指しています。

Appetite depends on the appearance, taste, flavor and texture of foods, and foods with a "good" flavor, namely "good" taste and smell, are considered to be essential. We therefore aimed to develop fishery products having no fishy smell.

## 研究の成果と水産業等への貢献の期待 Expected Contribution to Fisheries

佐賀県の最高級海苔の香気成分には、海苔でしばしば検出される 2-ペンテナールや 2-ヘキセナールなどのいわゆる“青臭い”成分が検出されず、その分マイルドで上品な香気であることを見出し、ブランド確立に貢献しました。

また水産加工食品で突発的に現われる異臭成分として、アマダイ鮮魚からフーゼル油成分を検出、金属臭のするキスは石油成分が原因であること、筋子の異臭がアルコール発酵成分であることなどを見出し、業界へ情報提供しました。

We found that the flavor of dried-laver, or Nori, which was selected organoleptically as premium grade, mild and delicate, because of the absence of "greenish" flavor compounds, such as 2-pentenal and 2-hexenal. These findings conferred a brand of high quality on the dried-laver. Resolving issues related to off-flavor of fisheries products is also our mission. We also found that fresh fish products are frequently contaminated with fuel or petrol, and hard roe by alcohol from fermentation, and provided this information to the people involved in fisheries.

さまざまな分析機器群 Various analytical instruments for flavor.



においの識別: 電子嗅覚装置  
An electronic nose.



においの同定: GC/MS  
A GC/MS for determination of flavor compounds.



においの確認: におい嗅ぎGC  
A sniffing GC.



金属臭のするキスやカレイ、ドブ臭い甘鯛などがあります。それぞれの原因物質を明らかにしました。  
We revealed the origin of some off-flavored fishery products.

Flavor is essential for favorable foods. The premium dried-laver have mild and delicate flavor!

### 【参考文献】

- 1) 宮崎泰幸ほか：「佐賀海苔 有明海一番」の香気特性。平成 21 年度日本水産学会秋季大会、盛岡（2009）。
- 2) 宮崎泰幸：異臭水産物の異臭成分。平成 22 年度日本水産学会春季大会、藤沢（2010）

# 通電加熱を利用した魚肉加工品の高品質化について

Qualitative Improvements to Fishery Products using Ohmic Heating

—イノシン酸を安定に保持するための製造技術開発—

- Development of processing technology for maintaining stable levels of inosinic acid -

食品科学科 福島 英登

Department of Food Science and Technology Hideto Fukushima



福田 裕

Yutaka Fukuda



## 研究の目的 Purpose

通電加熱法とは食品に電気を通し食品自体を自己発熱させる加熱方法で、一般的な煮沸加熱に比べて、急速且つ均一な加熱が可能です<sup>1)</sup>。こうした利点から、水産練り製品、飲料や果汁の分野で加熱加工や殺菌装置として近年急速に普及してきています<sup>2)</sup>。この通電加熱方法を用いて魚肉が本来有しているイノシン酸 (IMP) を長期間保持する魚肉加工品の製造技術の開発を行っています<sup>3)</sup>。

Ohmic heating is a heating method used to heat food by passing electricity through food. Compared to boiling, ohmic heating equipment can heat food rapidly and uniformly, which means that it is well suited to the heating and sterilization of products such as fish paste, beverages, and fruit juices. We are therefore attempting to develop processing technology for fish products that maintain innate levels of inosinic acid (IMP) for extended periods.

## 研究の成果と水産業等への貢献の期待 Expected Contribution to Fisheries

従来の方で製造される一夜干し等の魚肉加工品の多くは未加熱製品であり、製造後も IMP を分解する酵素が生きています (図1)。そのため貯蔵中に IMP がイノシンへと分解し、うま味の乏しい製品となってしまいます。マサバやマグロを使った実験では、70℃以上の加熱で分解酵素が失活し、IMP を安定に保持できることが分かりました。またそれ以下の温度でも未加熱に比べ IMP の分解が抑制されました (図2)。このように通電加熱は、様々な水産物の加工あるいは貯蔵の長期化への利用が考えられます。

Many existing fish products, such as fish dried overnight, are produced without the addition of heat. However, this means that enzymes capable of degrading IMP retain their activity and start degrading the acid, imparting bad flavor to the meat during storage (Fig.1). Using experiments on common mackerel and tuna, it was shown that these enzymes can be denatured by heating at 70℃ and that IMP in the fish meat can be maintained without being degraded for an extended period time. Indeed, even though the heating temperature was less than 70℃, the degradation of IMP was suppressed (Fig.2). Ohmic heating can therefore be used to process a variety of sea foods and extend their storage.

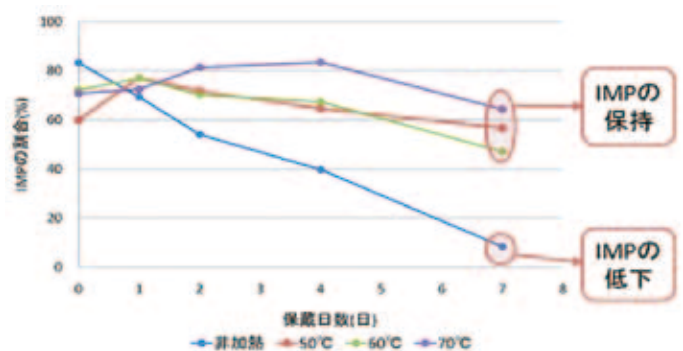
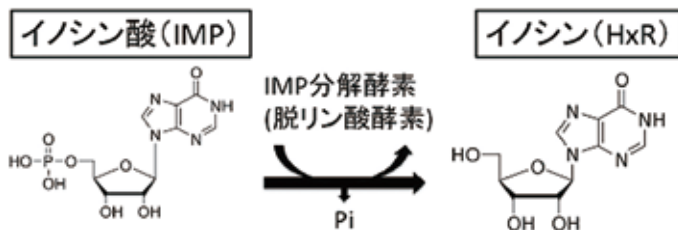


図1) IMP の分解反応  
Breakdown reaction of inosinic acid.

図2) マサバ肉の通電加熱後の IMP 含有の変化  
Temporal changes in inosinic acid in the mackerel muscle after ohmic heating.

### 【参考文献】

- 1) 星野貴：食品におけるジュール加熱技術の原理と実際。冷凍，81 (2006)
- 2) Hideto Fukushima, Emiko Okazaki, Yutaka Fukuda, Shugo Watabe: Rheological properties of selected fish paste at selected temperature pertaining to shaping of surimi-based products. Journal of Food Engineering 81, 492-499 (2007)
- 3) 平成 21 年度新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「通電加熱技術の導入による水産食品の加熱及び殺菌技術の高度化」平成 21 年度研究報告書

# 遺伝マーカーによるフグ類の種判別法

Genetic Method for Discriminating Between Puffer Species

—DNA でフグの種や雑種を判別する—

- Identifying puffer species and hybrids by DNA markers -

生物生産学科 酒井 治己

Department of Applied Aquabiology Harumi Sakai



高橋 洋

Hiroshi Takahashi



## 研究の目的 Purpose

トラフグ属やサバフグ属などのフグ類は、種によってさまざまな組織にフグ毒を蓄えています。それにもかかわらず、古くから食用とされる高級有用魚類です。それぞれの種が外見上よく似ているため、誤食による中毒事件も後を絶ちません。そこで、遺伝マーカーを使った種判別手法を開発しています。

Puffers belonging to the genera Takifugu and Lagocephalus are both poisonous, and capable of accumulating tetrodotoxin in a variety of body tissues depending on the species. Although the consumption of puffer fish has a long history in Japan, similarities in the external appearance of various species frequently results in mistaken identity and the consumption of the wrong species or tissues. There is therefore a need to develop a method for discriminating between puffers in order to prevent puffer food poisoning.

## 研究の成果と水産業等への貢献の期待 Expected Contribution to Fisheries

ミトコンドリア DNA 解析に加え、核 DNA の増幅断片長多型 (AFLP) を解析することにより、フグ類の種や雑種を明瞭に判別できました。その成果の一端として、モトサバフグとされていたものが食用のシロサバフグと同種であることも判明しました。今後は、増幅断片長多型を使った簡便かつ確実な種・雑種判別マーカーの開発を目指しています。

In addition to the mitochondrial DNA analysis, we analyzed amplified fragment length polymorphisms of nuclear DNA (AFLP) to clearly identify puffer species and hybrids. The results revealed that Motosabafugu, a Lagocephalus puffer that has long been considered unsuitable for consumption, is in fact the same species as the edible Shirosabafugu. We are currently developing additional AFLP markers for easily and reliably discriminating between puffers.



図1) 上がモトサバフグとされていたもの、下がシロサバフグ。このたび、遺伝的に同一種であることが確認された。  
The Motosabafugu (above) and the Shirosabafugu (below). Both of them have genetically been identified as the same species by our analysis.

### 【参考文献】

- 1) 三好博之、高橋洋、酒井治己、土井啓行、望岡典隆、小早川みどり、佐藤繁、佐藤崇、松浦啓一：AFLP法およびmtDNA塩基配列解析によるサバフグ属7種の属内系統関係、2010年度日本魚類学会年会、津（2010）
- 2) 善家裕太郎、三好博之、高橋洋、酒井治己：AFLP法に基づくトラフグ属魚類種判別マーカーの開発、日本水産増殖学会第8回大会、下関（2009）
- 3) 善家裕太郎、高橋洋、酒井治己、土井啓行、松浦啓一、西田 睦：AFLP分析によって明らかになったトラフグ属魚類の自然種間交雑。2008年度日本魚類学会年会、松山（2008）



# 魚類における好中球の多様性に関する研究

## Diversity of Fish Neutrophils

### —好中球の系統進化— - Phylogeny and Evolution of Neutrophils -

生物生産学科 近藤 昌和

Department of Applied Aquabiology Masakazu Kondo



## 研究の目的 Purpose

好中球は脊椎動物の白血球の一種であり、自然免疫系に属すると考えられています。魚類の好中球の主要な役割は、哺乳類の場合と同様に、体内に侵入した細菌などを食べたりして体を守ることです。しかし、同じ魚種でも「好中球」と称される白血球の形態は報告によって様々であり、混乱が生じています。本研究では、魚類の好中球の形態、特に顆粒の染色性を調べ、好中球の多様性や系統進化を明らかにしています。

Neutrophils are a type of leukocyte in vertebrates and are considered to be a part of the innate immune system. The primary function of fish neutrophils is similar to that of mammalian neutrophils; phagocytosis and killing invading microorganisms such as bacteria. However, the morphological characteristics have been reported to vary between studies, even within the same species. In this study, the diversity, phylogeny and evolution of neutrophils were examined using morphological characters, focusing on the staining properties of cytoplasmic granules.

## 研究の成果と水産業等への貢献の期待 Expected Contribution to Fisheries

原始な脊椎動物のヌタウナギでは、好中球に好塩基性顆粒のみが観察されました。また、四肢動物が含まれる肉鰭綱（にくきょう）のアフリカハイギョでは好中球顆粒は1種類であり、種々の染色性を示しました。一方、多くの魚類が属する真骨類は、好中球顆粒の種類数の違いから3群に大別され、このうちI群には祖先種が最も早期に出現したアロワナなどが含まれることから、この群の好中球は、真骨魚類好中球の原型であると推察されました。各群の好中球に特徴的な機能を解明することで、免疫賦活剤やワクチンの有効性を調べる指標が得られると考えられます。

In the hagfish, a primitive vertebrate, only one type of granule (basophilic granule) was observed in neutrophils. Similarly, the African lungfish (Sarcopterygii) also had neutrophils that contained only one type of granule (panchromatophilic granule). Conversely, teleosts, which are the most species-rich group, could be classified into three groups (I, II, III) based on the granule composition of the neutrophil. The neutrophils of group I were considered to be the prototype teleost neutrophil, because this group includes primitive teleosts, such as the Asian arowana. If any group-specific functions are discovered, then these functions could be used for examining the efficacy of immunostimulants or vaccines for fish.

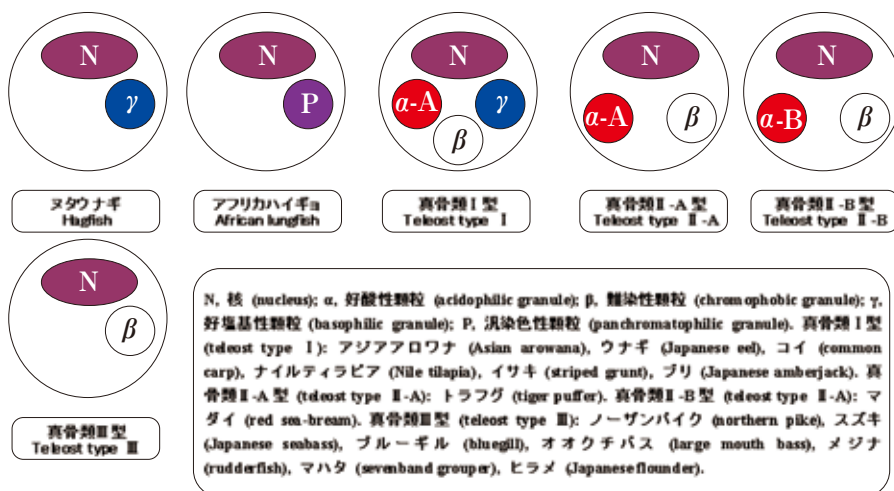


図1) 各種魚類の好中球顆粒  
Figure 1. Granule types of fish neutrophil.

### 【参考文献】

- 1) 近藤昌和、坂口隆亮、金丸俊介、柏村直宏、高橋幸則：ブリの好中球の形態学および細胞化学的特徴。水大研報, 58, 101-111 (2009)
- 2) 近藤昌和、高橋幸則：アフリカハイギョ *Protopterus annectens* 好中球の形態学および細胞化学的特徴。水大研報, 58, 207-216 (2010)
- 3) 近藤昌和、近藤啓太、高橋幸則：マハタ白血球の形態学および細胞化学的特徴。水産増殖, 58, 363-371 (2010)

# 沿岸海洋環境変動に関わるデータ解析と 環境変動過程の解明

Physical Processes within the Coastal Marine Environment through Analysis of Oceanographic Data

一周防灘観測から明らかになった底泥の巻上げと潮流や吹送流のメカニズム  
- Mechanism of tidal re-suspension and Ekman drift current based on field data collected in Suonada -

水産学研究科 安田 秀一

Graduate School of Fisheries Science Hideichi Yasuda



## 研究の目的 Purpose

閉鎖的な沿岸海域では、底泥の堆積に伴う貧酸素水塊の形成や赤潮の発生などにより、沿岸漁業や養殖にも被害が発生しています。これらの生物・化学的なプロセスはかなり明らかにされてきましたが、物理的な要因については未だに解明されていません。本研究では沿岸漁場環境の変動予測シミュレーションモデルの構築に向け、沿岸漁場形成に関わる物理的素過程の解明を進めています。

Numerous coastal fisheries have suffered extensive damage due to the algal blooms and hypoxia caused associated with by eutrophication in semi-enclosed coastal basins. Although the biochemical aspects of these events have been extensively investigated, relatively little is known about the physical processes associated with these events. This study therefore aimed to elucidate the fundamental physical processes affecting the formation of nearshore fishing grounds and to construct a simulation model for the coastal fisheries environment.

## 研究の成果と水産業等への貢献の期待 Expected Contribution to Fisheries

周防灘の豊前海における貧酸素水塊による漁業被害の防止を念頭に、地元の漁業者の協力の下、貧酸素水塊や赤潮に関わる海洋観測を行ってきました。これらの観測から、発達段階の吹送流（風によって発生する海流）や海陸風に起因する吹送流の動きや、潮流と関わって沿岸漁場環境に多大な影響を及ぼす底泥の動きなどが明らかになりました。さらに、潮流による底泥の巻き上げ現象は、上げ潮時に強くなって、干潟の形成や港湾の埋没を促進していること、潮流と地形（北九州空港の形状）の関係によって、底泥の堆積環境と沙濤環境<sup>\*</sup>を形成することなども明らかになってきました。

<sup>\*</sup> 潮流によって底泥が掃き去られ砂地や礫の海底を形成

Field experiments examining instances of hypoxia and red tide were conducted in cooperation with fishermen in the Buzen Sea of Suonada taking prevention of fisheries hazard into account. In addition, the characteristics of the wind drift current on red tides and the variations observed in suspended matter near the basin floor in nearshore fisheries were examined in these studies. The study clarified the resuspension in tidal flats, sedimentation in fishing ports, and distribution of sediment around the island of Kitakyushu Airport.

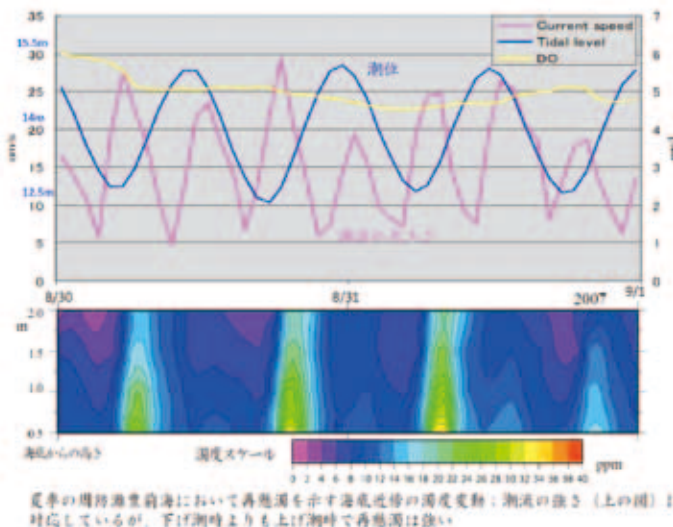


図1) 夏季の周防灘豊前海において再懸濁を示す海底近傍の濁度変動；

Temporal variations of the vertical profile of turbidity due to tidal re-suspension in Buzen Sea

### 【参考文献】

- 1) 安田秀一、山口哲昭、河野史郎、高島創太郎：周防灘における潮流による再懸濁過程とSS fluxの解析：海の研究，19(6)，263-282 (2010)。
- 2) Yasuda H: Transient wind drift current in a tidal inlet : theoretical analysis of Ekman drift current and field experiments in Suonada, the Seto Inland Sea : J. Oceanogr., 65, 455-476 (2009)
- 3) 山口哲昭、安田秀一、鬼塚 剛、伊澤瑞夫、高島創太郎、湯浅豊年：周防灘豊前海における潮流による再懸濁に関する観測：水大校研究報告，58, 179-189 (2009)



# 研究課題紹介

水産大学校では、「水産業を担う人材を育成する」ため、水産に関する総合的・専門的な教育と研究を行っており、各学科において以下のように研究課題を設定し、日々研究を重ねています。

## 教育対応研究課題(平成18年度-22年度)

学科名	研究課題(中課題)	研究課題の概要
水産流通経営学科	水産学を学ぶための基礎教育に関する研究	学生が水産分野において活躍するための基礎となる教養(人文・社会科学、外国語、体育科目)を研究し、水産学関連の学際的研究・教育にも取り組んでいます。
	水産経営管理に関する研究	水産業における経営管理、経営分析、及び政策、法律、制度など、水産業とその社会的背景に関する経済・経営学的な調査研究を行っています。
	水産流通情報システムに関する研究	水産物が生産されてから消費されるまでの流通過程、市場、それに関わる経済的・社会的な仕組みや情報を解明し、今後の水産業や地域のあり方について考えるための教育・研究を行っています。主な研究内容としては、水産物流通の構造変化、水産物卸売市場の再編成、水産物貿易とグローバル市場化、地産地消、水産物消費、地域流通、女性起業などがあります。
海洋生産管理学科	水産資源の持続的生産と利用に関する研究	資源管理を考慮した選択的漁獲技術の開発、水中音響技術を利用した水産資源評価法、さらに人工魚礁に関わる基礎研究など、「責任ある漁業」を実践し、水産資源の持続的生産と利用を目指すための基礎的研究及び技術開発研究を行っています。
	漁船の安全運航管理に関する研究	衛星を利用した小型船舶の動揺測定と解析、漁場が形成されやすい狭水道の海難解析、漁船の性能を把握するための船体形状測定の手法、漁船の労働環境の安全性・効率性の改善を図るための労働環境解析、新規漁業就業者のために技術や技能の継承を検討する教育支援プログラムの開発など、漁船の安全運航管理に資する研究を行っています。
	水産資源変動および海況変動に関する基礎研究	漁獲可能量(TAC)による管理手法が導入され10年が経過したが、低水準に経過している資源は多く存在します。水産資源の有効利用のために、海洋環境変動と資源変動、環境変動と漁場環境、資源の管理方法を研究します。また「海洋生態系に基づく資源管理」という視点から、海洋生態系と資源の基礎的な研究も行います。
海洋機械工学科	船用機械システムに関する研究	漁船エンジンから排出される粒子状物質(PM)の生成機構解明と低減に関する研究、漁船用ディーゼル機関の損傷予知と事故防止に関する研究、代替冷媒を用いたヒートポンプ・冷凍システムと構成機器の開発、漁船及び水産機械への熱エネルギーの有効利用を目的とした技術開発などを行っています。
	海洋機械システムに関する研究	水素エンジンを搭載した次世代漁船の開発とその周辺技術に関する試験研究、設備診断技術に基づく水産・海洋機械のヘルスマニタリングに関する研究、魚市場競り人による鮮魚の外観評価の解析とモデル化に関する研究、海中及び船舶等洋上作業用ロボットのモデル化と制御手法に関する研究などを行っています。
	海洋環境の保全とエネルギーの有効利用に関する研究	海洋環境の保全を目的として流体工学的手法を活用した水質浄化装置の開発、高分子材料で出来た漁具の強度評価に関する研究、エネルギーの有効利用を目的として水産分野における極低温流体の冷熱利用に関する研究、海洋ロボットの開発に関する制御シミュレーションの研究などを行っています。
食品科学科	水産食品の安全に関する研究	遺伝子技術を用いて、食中毒原因細菌の海水環境中の挙動や薬剤耐性遺伝子の微生物間の水平伝播機構を調べています。また分析化学の手法を用いて魚介類の体内への水銀やセレンの集積過程を調べています。また合成化学の手法を用いて生体活性物質の標準物質の合成を試みています。
	水産物の機能性解明とその応用に関する研究	LC-MSやにおい分析装置など先端機器による分析に加え動物実験も駆使して、機能性に関する種々の研究(脂質の酸化・分解物の新測定法と応用、水産物のおい分析、エビアレルギーの重篤化とその予防、ヒ素など微量元素の体内動態と機能・安全性、魚油成分の血清脂質低下作用や抗血栓作用、など)を実施しています。
	水産資源の加工利用に関する研究	美味しい魚介類を流通させるためには、魚肉細胞を活かしたまま保存したり、また品質を落とさずに硬直だけを速めたりする生化学的コントロール技術が必要です。そのため、魚介類の生化学研究、品質の数値化研究及びアルコールブライン凍結法・電気刺激法等の技術開発を行っています。その他伝統食品の機能性研究も行っています。
生物生産学科	資源生物の生理、生態および生育特性に関する研究	沿岸動物で水産上重要な貝類や棘皮動物種の生理・生態学的特性の解明を行っています。また、通し回遊性の生物を対象として、行動や生態研究を実施しています。それらから得た情報により、資源循環型の増殖礁や安価な魚道開発を試みています。
	資源生物の育成環境に関する研究	水産資源生物の育成場である海岸の環境保全、藻場保全のための植食性動物の過剰食圧の診断及び緩和手法の実用化、藻場の安定維持構造の把握と保全・創生に関与する環境変動特性の解明及び主要プランクトンの大量出現のメカニズム解明について研究を行っています。
	水産増養殖技術の高度化に関する研究	水産増養殖技術の高度化を図るため、魚介類の免疫機能を細胞学的ならびに分子生物学的に解明し、その機能を活性化することによって、感染症に対する防除技術を開発したり、DNAマーカーを用いた集団遺伝学的解析によって水産有用種の遺伝資源の管理を目指すとともに、養殖魚類の生産性の向上を目的とした摂餌刺激物質の探索研究を推進します。
水産学研究科	水産技術管理に関する研究	海洋の漁場環境、海洋生物資源量の適性評価、漁船・漁具・漁法などと水産機械の合理化、高性能化、安全化を図ることを目的として、漁業並びに水産に関連する機械、機器の開発に必要な基礎学理と応用技術について研究し、また、漁船運航の効率化を漁業生産システムと連動させた分野についても研究します。
	水産資源管理利用に関する研究	水界における生物生産に関する基礎的学理を基盤として、魚介類資源の動態解析、有用魚介類の増養殖に関わる学理とその応用技術について研究し、また、水産物の加工と保蔵に関して化学的、微生物学的及び工学的な学理と応用技術を研究します。



# 学会賞等受賞の紹介

水産大学校で行われた研究は、それぞれの分野の学会において賞を受賞しています。

年度	学会賞等	学会等名	受賞の対象	受賞者
22	第2回山口県産業技術振興奨励賞 (山口県知事特別賞)	山口県	受賞理由：「水産練り製品用の高い活性酸素吸収能を有する野菜パウダーの開発」	原田和樹
21	学術賞	日本冷凍空調学会	論文題目：「食品冷凍中に磁場が及ぼす効果の実験的検証」	福田 裕 他 11名
	論文賞	日本水産学会	論文題目：Cloning og kurumaprawn Marsupenaeus japonicus crustin-likepeptide cDNA and analysis of its expression.	高橋幸則
	論文賞	日仏海洋学会	論文題目：Estimation of the sediment flux from the cultured Japanese oyster in Ofunato Estuary and its annual variation-Calculatnby incorporating the monthly mean environmental data for ten years -.	伊藤瑞夫
20	日本鑄造工学会 優秀論文賞	日本鑄造工学会	業績題目：「超音波振動を用いた鋼基材へのアルミニウム合金の熔融被覆」	田村 賢
	水産学奨励賞	日本水産学会	魚類ミオシンの加熱ゲル形成能に関するタンパク質工学的研究	福島英登

## 特許情報

水産大学校では、研究活動による研究成果を積極的に知的財産とするべく、「知的財産ポリシー」を定めています。知的財産を、水産基本法の理念である「水産物の安定供給」、「水産業の健全な発展」のため、広く社会に普及・還元させることを目的としています。

発明の名称	概要	共有者
汚泥除去装置 (特許第3702302号)	池底等に堆積した汚泥層を確実に掘削でき、掘削により浮上した汚泥を池中に拡散させることなく効率的に吸引除去すると共に、ろ過池等の底部の広い面積に亘って堆積した汚泥層を連続的に効率良く処理することのできる汚泥除去装置を提供する。	下関市
オートロールシステム (特許第3840467号)	トロール操業時に発見魚群と自船のトロール漁具との相対位置を自船を中心として一つのモニタ上に表示しながら曳航を行うとともに漁船及び漁具を目的位置まで種々の情報を用いて確実に自動航行させることによって、適正かつ効率的な操業を行うことのできるオートロールシステムを提供する。	・ニチモウ(株) ・株式会社サキプレシ ・ジョンマシナリ ・川崎重工業(株) ・株式会社ジョーソニック
選別機能付き曳き網 (特許第3925651号)	曳網時における底曳網の網口付近での魚の遊泳層やその能力の違いを利用して、投棄対象の魚を入網した漁獲物から分離して網外へ逃がす技術。	ニチモウ(株)
新規なヘキサペプチドと アンジオテンシン変換 酵素阻害剤 (特許第3972104号)	アンジオテンシン変換酵素阻害作用を有する新規なヘキサペプチド及びそのヘキサペプチドを有効成分として含有し、毒性がきわめて低く、安全性がきわめて高い、新規なアンジオテンシン変換酵素阻害剤を提供することを課題とする。	—
水産物加工残滓から 安全な発酵生成物を 製造する方法 (特許第4238315号)	水産物加工残滓を有用な資源として活用するために、水産物加工残滓を原料として製麹する際の麹の細菌相を解明し、水産物加工残滓から微生物学的に安全な発酵生成物を製造する方法であり、その鮮度が低下しないうちに、高温をかけずに、高価な装置を使うことなく、発生現場で処理する方法を提供する。	—
水中集魚灯 (特許第4288294号)	指向性を備える光源を利用して円筒状の筐体の周囲に複数の光の濃度と光の淡部を形成して魚類を蝟集・滞留性を向上した水中集魚灯	水口電装(株)

他 11 件出願中 (H23.3.31現在)

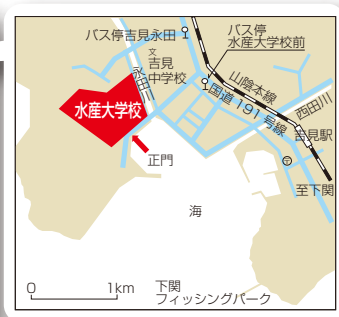
## 共同研究棟の紹介

平成 11 年度建築  
RC2階建・4階建 1,110 m<sup>2</sup>  
学外の研究機関との共同研究・受託  
研究、国内の水産関係者・地域住  
民を対象とした技術研修・公開  
講座、さらには、学会・シンポ  
ジウム・国際会議等に利用  
しています。





● 位置図



独立行政法人  
**水産大学校**

National Fisheries University

企画情報部 企画課 ☎083-264-2033

e-mail : zenpan@fish-u.ac.jp

ホームページ <http://www.fish-u.ac.jp/>

〒759-6595 山口県下関市永田本町二丁目7番1号