

Division of Marine Life Science,
Department of Marine Ecosystems Dynamics, Marine Planktology Section

プランクトン(浮遊生物)は熱帯から極域、表層から1万メートルを超える超深海まで、あらゆる海洋環境に生息しています。そこでは数ミクロンに満たない微小な藻類から数メートルを超えるクラゲの仲間まで、多種多様な生き物が相互に関係を持ちつつも独自の生活を送っています。これらプランクトンは、各々の生活を通じて基礎生産や高次食物段階へのエネルギー転送、さらには深海への物質輸送の担い手として海洋の生物生産と物質循環過程のなかで重要な役割を果たしています。また近年、地球規模での環境変動、地球温暖化や汚染物質、漁業活動等による海洋生態系の攪乱がプランクトン群集の変動と大きく関わっていることが明らかになってきました。

本分野では、海洋におけるプランクトン・マイクロネクトン(小型遊泳生物)の種多様性(多様なプランクトンはどのように進化し、どのような関係をもって暮らしているか)と物質循環における役割の解明を目指しています。この目的のため、日本沿岸、北太平洋亜寒帯域、東南アジア海域、南極海域等をフィールドとし、種の生活史と個体群動態、群集の時空間的変動、個体・種レベルでの生理・生態、種間の系統関係等について研究を進めています。また、地球規模での環境変動や汚染物質の負荷に対するプランクトン群集の応答と機能については、学際的研究航海や沿岸域での観測・実験を通じて、国際的・学際的協力のもとに研究を進めています。

現在の主な研究テーマ

●海洋生態系の種多様性と食物網

分子生物学的手法を用いて、全球レベルの多様性を把握することを目標としています。

●分子生物学的手法を用いた主要動物プランクトンの分布、生活史の解明

今まで同定できなかった卵や幼生を分子手法で同定し、全生活史を解明します。

●ゼラチン質プランクトンの多様性と生態学的研究

近年世界各地で大増殖が報じられている、クラゲなどの種多様性や生態を、多角的な手法で解明します。

●亜熱帯太平洋における生物生産過程と食物網構造の解明

海の砂漠、亜熱帯海域で台風が通過すると、植物プランクトンが増加します。なぜ?

●複合生態系としての沿岸域物質循環の研究

干潟、藻場、岩礁域など、沿岸は異なった機能の生態系が連なっています。さて、これらのつながりは?

●津波による沿岸域生態系の損傷と2次遷移に関する研究

巨大津波により、東北沿岸の生態系は大きく損傷を受けたはずですが。それを記録し、これからの変化を予測することは我々の義務だと思います。

The world ocean is dominated by various drifting organisms referred to as plankton. While each plankton species is unique in its morphology, ecology, and evolutionary history, each also has various relationships with co-occurring species and their environments, and plays major roles in biological production and biogeochemical cycles in the ocean. In recent years, it has become increasingly apparent that global-scale environmental changes and disruptions to marine ecosystems by human activities are closely linked to changes in plankton communities. Our laboratory focuses on investigating marine plankton and micronekton to understand their biology, ecology, and roles in biogeochemical cycles in the ocean.

Ongoing Research Themes

●Species diversity and the food web structures in the oceanic ecosystems:

Molecular techniques reveal the basin-scale patterns of biodiversity.

●Life history of zooplankton:

Molecular techniques together with field observation reveal egg to adult life histories of important species of zooplankton.

●Biodiversity and ecological roles of gelatinous plankton:

Elucidating species diversity and ecologies of gelatinous plankton through field sampling, submersible observations, and laboratory experiments.

●Mechanisms of new production and trophodynamics in the subtropical Pacific:

Passing a typhoon causes an enhancement of primary production and alters the food-web structures in the ocean desert.

●Understanding of coastal ecosystems from a multi-

ecosystems perspectives: Mudflat, sea glass bed, sea weed forest are the major components of coastal ecosystem. We try to elucidate the interactions among them.

●Damages by the great tsunami and the secondary succession of coastal ecosystems in Tohoku area:

We have just started the investigation on the damages of coastal ecosystems by the great tsunami from the view point of planktonic organisms.



研究船白鳳丸でのプランクトン採集
Plankton sampling on the R/V Hakuho Maru



TSUDA, A.



NISHIKAWA, J.

教授
Professor
津田 敦
TSUDA, Atsushi
助教
Research Associate
西川 淳
NISHIKAWA, Jun

Division of Marine Life Science,
Department of Marine Ecosystems Dynamics, Marine Microbiology Section

海洋生態系はさまざまな種類の生物から構成されています。そのなかで、細菌は原核生物という生物群に属し、この地球上に最も古くから生息してきた一群です。海洋の大部分は高塩分、低栄養、低温、高圧で特徴づけられますが、海洋細菌はこれらの環境に適応した生理的特性を持つことによってあらゆる海域に分布するとともに、細菌同士あるいは高等動植物とさまざまな相互作用を行い、海洋生物圏の多様性創出の担い手となっています。

また、細菌は分解者として、さまざまな有機物を最終的に水と二酸化炭素に変換します。懸濁態の有機物は細菌以外の動物も餌として使うことができますが、溶解態の有機物を利用できるのは細菌だけです。海洋の溶解態有機物は地球上の炭素のリザーバーとしても極めて大きいので、細菌の機能を理解することは、地球全体の炭素循環の解明にとって重要です。

本分野では、多様な海洋細菌の生物的特性と生態系における機能を、分子生物学的手法、最新の光学的手法、斬新な方法論を導入することによって解析していくことを目指しています。

現在の主な研究テーマ

●海洋細菌の現存量、群集構造、メタゲノム解析

次世代シーケンサーを含めた最新の解析ツールを用いて、海洋構造や場に応じた群集構造の特徴やその変動機構の解明、特定機能グループや機能遺伝子の分布と定量に関する研究を行っています。

●高機能群集の統合的解析

海洋細菌群集は生息する海域や場に応じて特定の機能グループが高い活性を持ち、物質循環に大きな役割を果たしています。それらの群集を特異的に検出する手法を活用し、環境データと統合しながらその貢献を定量的に明らかにしています。また、窒素代謝、光利用などの特定機能を持った群集を対象にして培養法を併用しながら解析を行っています。

●海洋細菌と微小粒子との相互作用

海洋には細菌数を2桁程度上回る微小な粒子が存在し、それらがダイナミックに生成、分解されていると予想されています。海洋細菌がそれらのプロセスにどのように関わっているか、そうしたプロセスが海洋の物質循環にどのようなインパクトを与えているかについて解析しています。

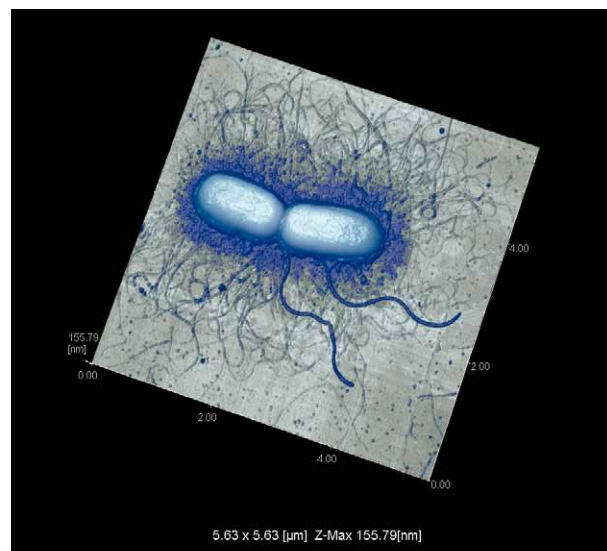
●海洋性光従属栄養細菌の生理、生態

近年の研究から、海洋にはプロテオロドブシン、バクテリオクロフィルなどの光利用様式を持った細菌が多量に存在することが分かってきました。最新の遺伝子解析、培養法、光学的手法、生理的アプローチなどを用いてそれらの機能特性と生態的役割について研究をしています。また特定株の全ゲノム解析を行っています。

Marine ecosystems consist of diverse groups of living organisms. Bacteria or prokaryotes appeared on Earth first. Most of the ocean is characterized by high salinities, low nutrients, low temperatures, and high pressures. Through Earth history, marine bacteria have evolved to adapt to such physicochemical factors, and have become distributed throughout the ocean. In addition, bacteria have developed various interactions with both other bacteria and higher organisms. These interactions have also contributed to species enrichment on Earth. Bacteria, known as degraders, convert organic matter into water and carbon dioxide. Although particulate organic matter can be consumed by animals, Dissolved Organic Matter (DOM) is utilized solely by bacteria. As DOM is one of the largest global reservoirs of organic materials, clarification of bacterial functions is of primary importance in understanding the mechanisms of the global carbon cycle. The Microbiology Group seeks to clarify the biological characteristics, functions, and ecological contributions of marine bacteria by introducing new approaches in combination with molecular techniques and newly developed optical devices.

Ongoing Research Themes

- Biomass, community structure and metagenomic analyses of marine prokaryotes
- Integrated research on prokaryotic group with high activity and functions
- Interaction between marine submicron particles and microorganisms
- Ecology and physiology of photoheterotrophic microorganisms



原子間力顕微鏡で観察した海洋細菌
An Atomic Force Microscopy (AFM) image of a marine bacterium



KOGURE, K.



HAMASAKI, K.



NISHIMURA, M.

教授 Professor	木暮 一啓 KOGURE, Kazuhiro
准教授 Associate Professor	濱崎 恒二 HAMASAKI, Koji
助教 Research Associate	西村 昌彦 NISHIMURA, Masahiko

Division of Marine Life Science,
Department of Marine Ecosystems Dynamics, Benthos Section

深海底にさまざまな距離において分布する熱水噴出域や湧水域などの還元的な環境で観察される化学合成生物群集は、還元環境に高度に適応した固有の動物群から構成されており、深海生物の進化を研究する上で、絶好の対象です。私達は様々な動物群の起源や進化、集団構造などを遺伝子の塩基配列に基づいて解析しています。またその分散機構を理解するために、熱水域固有種のプランクトン幼生の飼育や細菌との共生様式の研究もおこなっています。

日本海は、狭く浅い海峡によって周囲の海域から隔てられた半閉鎖的な縁海です。最終氷期の最盛期には、海水準の低下と大陸からの多量の淡水流入により無酸素状態になり、多くの海洋生物が死に絶えたとされていました。一方、おなじ縁海でも、オホーツク海には氷期にも、生物にとって比較的良好な環境が維持されていたと考えられています。私達はこうした環境変動が深海生物の遺伝的な集団構造にどのようなパターンを形成してきたかについて、底魚類を対象に解析しています。こうした研究は海洋生物集団の形成史を明らかにするのみでなく、将来の地球環境変動が海洋生態系に及ぼす影響の予測にも役立つと期待しています。

沿岸環境浄化の場であり、高い生物多様性を持つ日本の干潟は、近年の埋め立てや海洋汚染で大きく衰退してしまいました。私達は干潟生態系の生物多様性を保全するための基礎データ収集を目的に、干潟の代表的な動物群である巻貝類を対象として、全国の干潟で分布調査と集団の遺伝学的特性の解析をおこなっています。また、温暖化の影響が集団構造に及ぼす影響や底生生物が環境浄化に果たす役割を研究しています。

砂浜海岸は沿岸域の中で大きな割合を占めますが、他の環境（干潟、岩礁、サンゴ礁）に比べると、その場の底生生物の生態学的理解は著しく遅れています。また、陸域からの堆積物供給が人為的要因で減少したことにより、砂浜海岸は侵食され、その存在自体が危機的な状況にあります。砂浜海岸の生態系を理解し、またそれを保全するための知見を得るために、国内外各地の砂浜海岸を対象として研究を行っています。

現在の主な研究テーマ

- 熱水域固有の蔓脚類の幼生生態
- 熱水域・湧水域を含む深海性巻貝の進化と生態
- 深海性底魚類の遺伝的・形態的分化
- 干潟に生息する巻貝類の集団構造
- 干潟における底生生物の環境浄化作用
- 両側回遊性貝類の自然史
- 砂浜海岸の生態学

In deep-sea reducing environments, such as hydrothermal vent fields and cold water seep areas, faunal communities with extraordinary large biomass are often observed. They depend on primary production by chemoautosynthetic bacteria. As most components of the chemoautosynthesis-based communities are endemic and highly adapted to such environments, they are suitable subjects for the study of evolution in the deep-sea. We are studying origins, evolution processes and population structures of various groups based on nucleotide sequences of mitochondrial and nuclear genes. In order to understand dispersal mechanisms of endemic species, we are rearing planktonic larvae and analyzing symbiosis with bacteria.

The Japan Sea is a semi-enclosed sea area isolated from neighboring seas by relatively shallow and narrow straits. Severely anoxic conditions have been proposed for the Japan Sea during the last glacial maximum. In contrast, no anoxic or suboxic conditions has been suggested to have existed in the Okhotsk Sea even during the last glacial maximum. In order to reveal the effect of such environmental changes on marine ecosystems, we are comparing population structure of deep-sea demersal fishes between these sea areas. Obtained results will provide information about the formation process of Japanese marine fauna as well as fundamental data for estimations of the effects of future environmental changes on marine ecosystems.

In Japan, tidelands have been severely damaged by reclamation and pollution during the resent explosive development of coastal areas. We are analyzing geographical distribution and population structures of tideland snails in order to obtain fundamental information for conservation of biodiversity of tideland ecosystems. We are also analyzing the effects of global warming on such geographical patterns.

Ongoing Research Themes

- Larval ecology of hydrothermal-vent endemic barnacles
- Evolution and ecology of deep-sea gastropods, including hydrothermal vent endemics
- Genetic and morphological deviation of deep-sea demersal fishes
- Effects of global warming on population structure of tideland snails
- Role of tideland benthos on purification of coastal environments
- Natural history of amphidromous snails
- Ecology of sandy beaches



研究船淡青丸でのトロール作業
Sampling of deep-sea benthic animals using a trawl on the R/V Tansai Maru



KOJIMA, S. KANO, Y. SEIKE, K.

兼務教授*	小島 茂明
Professor	KOJIMA, Shigeaki
准教授	狩野 泰則
Associate Professor	KANO, Yasunori
助教	清家 弘治
Research Associate	SEIKE, Koji

*大学院新領域創成科学研究科教授

Division of Marine Life Science,
Department of Marine Bioscience, Physiology Section

太古の海に誕生した生命は、地球の歴史とともに進化を遂げてきました。生理学分野では、生物と海との関わり合いのなかから、生物がどのようにして海洋という場に適応し生命を維持しているかについて、生理学的な立場から研究を進めています。海は安定な環境ですが、海水の浸透圧は非常に高く（我々の体液の約3倍）、海洋生物はさまざまな戦略をとりながら海という高い浸透圧環境に適応しています。その仕組みは図に示した3つのパターンに大別できます。私たちは、それぞれの仕組みを解明することにより、生物の進化という壮大な歴史において、海洋生物がどのようにそれぞれの適応戦略を獲得し、現在の繁栄をもたらしたのかに注目しています。

生物の生理を知ることは、まずその生物を観察することからはじまります。そこで、ウナギ・サケ・メダカ・イトヨ・サメ・エイなど、多種類の魚を飼育して研究を行っています。血管へのカニューレションなどさまざまな外科的手術によって、浸透圧調節器官の機能や各種ホルモンの働きを個体レベルで調べています。より詳細なメカニズムの解析では、水・イオン・尿素などの輸送体や、ホルモンとその受容体を分子生物学的に同定し、組織学的あるいは生理学的解析法を駆使して輸送分子の働きやホルモンによる調節を調べています。ゲノム情報に基づくバイオインフォマティクスを利用した新しいホルモンの探索や、トランスジェニックおよびノックダウン魚の作成のような遺伝子工学的な手法もとり入れ、遺伝子から個体にいたる広い視野と技術を用いて、海洋生物の適応戦略を解明しようと研究を進めています。

現在の主な研究テーマ

- 海という高い浸透圧環境への適応の仕組みを、遺伝子から個体にいたる多様な手法を用いて明らかにしています。
- 回遊魚などに見られる広い塩分耐性（広塩性）の仕組みを、狭塩性魚と比較することにより解明しています。
- 体液調節ホルモンとその受容体の分子と機能の進化について、さまざまな系統解析法を用いて明らかにしています。
- 体液調節に関わる様々なホルモンの分泌や作用を統合的に眺め、海水適応における内分泌調節を理解しようとしています。
- ゲノム情報とバイオインフォマティクスを利用して、魚類や哺乳類から新規体液調節遺伝子を見つけています。
- 遺伝子工学を利用して体液調節遺伝子の導入や破壊を行い、その機能を個体レベルで解明しています。
- バイオロギングサイエンスに生理学的要素を導入するため、浸透圧や水圧をトリガーとする採血装置を開発して海洋生物に装着し、新しい研究分野の開拓を試みています。

Life originated in the ancient seas, and has acquired diverse functions during the long history of evolution. The Laboratory of Physiology attempts to clarify, from a physiological perspective, how organisms have adapted to various marine environments. To cope with the life-threatening, high salinity of seawater, marine organisms adopt three different strategies, as depicted in the figure. Teleosts (e.g., eels, and salmon) maintain their plasma osmolality at about one third of seawater, while elasmobranchs (sharks and rays) elevate their plasma osmolality to seawater levels by accumulating urea. Our studies focus on how animals have acquired different osmoregulatory mechanisms during the long evolutionary history in the sea by comparing mechanisms in extant vertebrate and invertebrate species. To this end, we investigate mechanisms of each osmoregulatory system utilizing a wide variety of physiological techniques at gene to organismal levels.

Ongoing Research Themes

- Analysis of osmoregulatory mechanisms of euryhaline fish using various techniques.
- Analysis of molecular and functional evolution of osmoregulatory hormones and their receptors by phylogenetic and genetic techniques.
- Integrative approach to endocrine control of osmoregulation.
- Discovery of novel osmoregulatory genes/proteins in the genome of fish and mammals using bioinformatic techniques.
- Application of gene engineering techniques to evaluate the role of an osmoregulatory gene at the organismal level.
- Introduction of physiological discipline into the bio-logging science.

海という高浸透圧環境に適応するための3つの戦略
Strategies for adaptation to hyperosmotic marine environment

	Complete conformer <i>Ionic and osmotic conformer</i> Hagfish and invertebrates	完全順応型 円口類・無脊椎動物
	Partial regulator <i>Ionic regulator, but osmotic conformer</i> Sharks, rays and coelacanth	部分調節型 板鰐類・肉鰐類
	Complete regulator <i>Ionic and osmotic regulator</i> Teleosts, reptiles, birds and mammals	完全調節型 条鰭類・四足類



TAKEI, Y.



HYODO, S.



KUSAKABE, M.

教授 Professor 竹井 祥郎 TAKEI, Yoshio
准教授 Associate Professor 兵藤 晋 HYODO, Susumu
助教 Research Associate 日下部 誠 KUSAKABE, Makoto

Division of Marine Life Science, Department of Marine Bioscience, Molecular Marine Biology Section

生命の誕生以来、生物進化の舞台となってきた海洋では、現在でも多様な生物が、実に多彩な生命活動を営んでいます。分子海洋生物学分野では、分子生物学的な研究手法を活用して、そうした多様な生物の歴史を探るとともに、海洋における重要で興味深い生命現象のメカニズムとその進化を、遺伝子の言葉で理解することを目指しています。

生物の歴史の研究では、主として魚類を対象に、ミトコンドリアゲノムの全長分析を基礎にした大規模系統解析によって、信頼性の高い系統樹の確立を進めています。さらにそれに基づいて、種分化との関わりが予想される形質や、あるいはゲノムそのものの進化を、分子のレベルから解明することに挑戦しています。

生命現象の研究では、海産動物と腸内微生物や化学合成細菌との共生、極限環境や環境変動に対する生物の適応などの複雑な生物現象のメカニズムとその進化を、飼育実験や、フィールド調査を併用しながら解明しようとしています。

これらの研究を通じて、水圏の生態系・生物多様性の進化的成り立ちをより深く理解すること、すなわち、多様な生きものが織りなす地球の豊かな自然が、どのように形成されてきたのかを解き明かしたいと考えています。

現在の主な研究テーマ

- 水圏生物種における集団構造の分子集団遺伝学的・系統地理学的研究
- 種分化および近縁種の多様化過程の系統的解析およびその基礎にある遺伝子変異の探求
- DNA分析による魚類・頭索類などの包括的高次系統解析
- 魚類のミトコンドリアゲノムおよび核ゲノムの進化
- 魚類と腸内微生物の共生関係
- 深海環境(とくに熱水噴出域)への生物の適応機構とその進化
- 海産無脊椎動物(とくに附着性生物やナンキョクオキアミ)の環境適応機構とその進化
- メダカ近縁種を用いる環境適応機構と環境モニタリングの研究



深海性二枚貝(左下)とその飼育装置(左上)。
ナンヨウブダイの摂餌行動(右)

Deep-sea bivalves (lower left) and the rearing apparatus (upper left); the feeding behavior of a Steelhead Parrotfish (right)

After the origin of life, a variety of organisms have evolved in the sea. The Laboratory of Molecular Marine Biology conducts research to understand the molecular basis of the history of diversification of aquatic organisms and the various functions involved in species diversification and acquisition of habitats.

The evolutionary history of diverse aquatic organisms is elucidated mainly by population genetics and phylogenetics with modern molecular techniques. Especially, we have been determining reliable phylogenetic frameworks, indispensable for evolutionary comparisons, in fish and lancelets through whole mitochondrial genome sequencing. On the basis of such frameworks, we seek to understand the evolution of biologically interesting characteristics, such as those responsible for speciation, from both genetic and genomic perspectives.

Research on biological functions is focused on symbiotic associations between marine macroorganisms (such as fish and invertebrates) and microorganisms (such as gut microbes and chemoautotrophic bacteria) and adaptation mechanisms to extreme environments such as hydrothermal vents and changes in environmental conditions. Rearing experiments in laboratory and field research are employed in addition to detailed molecular analyses.

Through the studies of phylogenetic and functional evolution described above, we hope to gain a better understanding of how life on earth with its diverse and rich ecosystems has evolved.

Ongoing Research Themes

- Molecular population genetics and phylogeography of aquatic organisms
- Phylogenetic analysis of speciation and evolutionary processes in closely related species
- Comprehensive phylogenetic analysis of fish, through DNA sequencing
- Evolution of mitochondrial and nuclear genomes in fish
- Symbiotic associations between fishes and gut microbes
- Mechanisms of adaptation to the deep-sea, including hydrothermal vents, and its evolution
- Mechanisms of environmental adaptation of marine invertebrates including barnacles, mussels, and Antarctic krill
- Studies on mechanisms of environmental adaptation of Asian medaka fishes and its application to environmental monitoring



INOUE, K.



MABUCHI, K.

准教授
Associate Professor

井上 広滋
INOUE, Koji

助教
Research Associate

馬淵 浩司
MABUCHI, Kohji

Division of Marine Life Science,
Department of Marine Bioscience, Behavior, Ecology and Observation Systems Section

本分野では、藻類、魚類、ウミガメ類など、広く海洋生物の分布、生態、行動、さらにはその進化過程を、フィールド調査、分子遺伝学的手法、実験、リモートセンシング技術など、さまざまな先端的手法を駆使して解明に努めています。

1. 海洋生物の分布・環境計測: 海洋生物の保全を行う場合、まず必要になるのが生物の分布の情報です。ナローマルチビームソナーなどの音響資源計測、衛星リモートセンシング技術とGIS（地理情報システム）を組み合わせた分布・環境計測法の開発、統合的な沿岸環境の保全手法の研究に取り組んでいます。海洋生物の生息場である海中の藻場・干潟や魚類の分布と生物量の3次元計測、可視化の開発を行なっています。

2. 藻場・流れ藻生態系: 沿岸環境の健全な維持と持続的な海洋生物資源の利用のためには、藻場など環境を形成する生態系の理解が必要です。特に研究が遅れている藻場生態系と流れ藻生態系に着目し、生物と海洋環境の相互作用の観点から総合的な研究を行っています。東日本大震災による津波で壊滅的な被害を受けたアマモ場の回復過程や、流れ藻がどこから、どこに輸送されるのか、その間の生態学的な役割は何かということ課題としています。

3. 海洋生物の分布と移動: 野生生物と共生する社会をつくるために、アカメ、アカエイなどの魚とウミガメ類といった絶滅が危惧される種の分布、行動、生態を、データロガー、音響ピンガー、DNA解析により、また、保全に必要な藻場をつくる種の系統をDNA解析により研究しています。

現在の主な研究テーマ

- リモートセンシングによる藻場・底質分布3次元計測手法の開発
- マルチビームソナーを用いた魚群分布3次元計測法の開発
- 東シナ海における流れ藻の分布、移動に関する研究
- 流れ藻生態系に関する生態学的研究
- バイオロギングを用いたアカエイの行動および生息場利用に関する研究
- 大型海産植物（アマモ類、ホンダワラ類）の生態と集団構造に関する研究
- DNAと行動の解析を用いたアカメの保全生物学的研究
- リモートセンシングとGISを用いたイエメンにおける漁場利用の研究
- ウミガメの回遊生態と集団構造に関する研究

We investigate the distribution, ecology, behavior, and evolution of marine organisms such as marine macrophytes (seagrass and seaweeds), fish, and sea turtles through field surveys, behavioral experiments, study of molecular genetics, and remote sensing data.

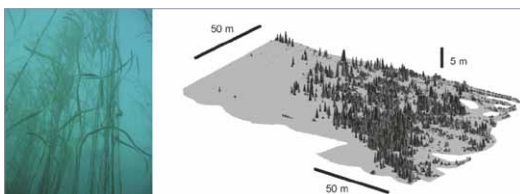
1. Habitat mapping and measurement of marine organisms: For the conservation of coastal ecosystems, we study a habitat mapping system that couples GIS and remote sensing techniques such as satellite and narrow multibeam sonar with a system for integrated coastal area management. We develop three-dimensional measurement systems and visualization methods of habitats.

2. Studies on marine macrophyte beds and drifting seaweeds: For the maintenance of a healthy marine environment and sustainable exploitation of biological resources, it is necessary to understand certain ecosystems such as macrophyte beds that create a local environment. We focus on macrophyte beds and drifting seaweeds and conduct comprehensive studies from the viewpoint of an interaction between environments. The seagrass beds off the Sanriku coast suffered catastrophic damage in the tsunami of March 2011, and we are currently assisting the recovery of this environment.

3. Distribution, transport, and migration of marine organisms: For the society to exist in harmony with nature, for the well-being of humans as well as biodiversity, we study the distribution, behavior, and ecology of endangered and threatened species, including fishes such as the Japanese centropomid fish, and whip stingray, by using data loggers, acoustic pingers attached and DNA analysis.

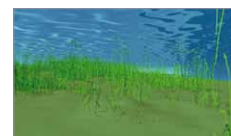
Ongoing Research Themes

- Development of a three-dimensional measurement system to map bottom substrates and macrophyte beds using optical and acoustic remote-sensing methods
- Development of a three-dimensional system to map fish schools using a narrow multibeam sonar
- Distribution and transport of drifting seaweeds in the East China Sea
- Ecology of drifting seaweed ecosystem
- Studies on the habitat use and behavior of the whip stingray by using a bio-logging system
- Ecology and population structure of marine macrophytes
- Conservation study on *Lates japonica* by performing DNA and behavior analyses
- Studies on fishery grounds in Yemen using remote-sensing and GIS techniques
- Migration and population structure of sea turtles



三陸船越湾に分布する世界最大の海草タチアマモの水中写真(左)とナローマルチビームソナーでマッピングしたタチアマモ藻場の3次元の繁茂状態(右)

A photograph showing the world tallest seagrass, *Zostera caulescens* Miki, in Funakoshi Bay, Sanriku Coast (left), and a three-dimensional image mapped using a narrow multibeam sonar (right)



ナローマルチビームソナーでマッピングしたタチアマモ藻場の3次元データからモデリングにより得られた海中景観

The underwater landscape modeled using the three-dimensional data of *Zostera caulescens* obtained from the narrow multibeam sonar



KOMATSU, T.



ISHIDA, K.

准教授 Associate Professor 小松 輝久 KOMATSU, Teruhisa
 助教 Research Associate 石田 健一 ISHIDA, Ken-ichi

Division of Marine Life Science,
Department of Living Marine Resources, Fisheries Environmental Oceanography Section

海洋は、魚・貝類や海藻など多くの恵みを育み、人類の生活を支えています。最近の研究では、これらの海洋生物資源は、海洋環境の変動と強く結びついていることが明らかになりつつあります。例えば、日本で漁獲されるマイワシは最盛期の500万トンから近年の1万トンの水準まで漁獲量が大きく変動していますが、その変動は、マイワシの卵や仔稚魚の輸送経路である黒潮・黒潮続流域の海洋環境の変動と強く関係していることが当分野の研究から明らかになりました。海洋環境は、水温、塩分、酸素、栄養塩類や各種有機物と、それらの分布・輸送に関わる海流・乱流混合過程で規定されますが、海洋環境と海洋生物との関係は様々な要因が複雑に絡み合っており、いまだ多くの謎に包まれています。

さらに、マイワシのように主要な水産資源は、海洋や気候に見られる数年から数10年規模の変動に伴って大きく変動することが知られており、海洋や気候の長期変動がなぜ生じるかを明らかにすることが、海洋生物資源の変動を予測する上で極めて重要な課題となっています。海洋や気候の数10年規模の長期変動の原因について、当分野では、「潮汐18.6年周期振動と海洋鉛直混合を通じた海洋・気候の長期変動仮説」を世界に先駆けて提案し、北太平洋亜寒帯海域の水塊や栄養塩、プランクトンの変動に潮汐18.6年振動との強い関係性を見出したほか、海洋の混合過程が気候や海洋生態系の変動に与える影響について、新しい研究成果を次々と発信しています。

当分野では、国内外の船舶を利用して現場観測を行い、また高解像度数値シミュレーションや人工衛星データ解析など様々な手法を用いて、海洋生物資源の変動メカニズムの解明に向けた研究を進めています。観測研究では、黒潮や親潮の流れる日本近海、オホーツク海、ベーリング海等において、深海まで観測可能な乱流観測装置、乱流計を搭載した海洋グライダー、生物センサを搭載した多機能型フロート、多層ネットなど、最先端の機器を使用して新しい知見を得ています。また、数値モデル研究では、データ同化を利用した高解像度生態系モデルの開発、大気海洋結合モデルを用いた気候や生態系の変動予測実験を実施して、海洋生物資源の変動要因の解明と予測技術の開発に向けた研究を展開しています。

現在の主な研究テーマ

- マイワシ等海洋生物資源の変動機構・魚種交替現象の解明
- 北太平洋表中層循環と気候・生態系への影響解明
- 地球温暖化が海洋生物資源の変動に与える影響の解明
- 黒潮・親潮の変動機構と低次生態系・魚類資源変動との関係解明
- 鉛直混合が生物地球化学過程に与える影響の解明
- エチゼンクラゲ等の有害生物や有害物質の輸送予測モデルの開発
- 新世代海洋観測機器・数値モデルの開発

Physical environment plays the most fundamental role of physiology and ecology of marine fishes. Temperature and salinity have critical impacts on physiology. Current fields determine transport and diffusion of eggs and larvae, and even growth of planktons and fish migration has close relationship with the physical environment. Life history strategies of the fishes often select different areas among coastal and offshore, subtropical and subarctic, and specific oceanic phenomena such as eddies, waves, and fronts, to obtain their appropriate physical environments for survival. It is strongly required to understand these complex physical-biological interactions as well as physical oceanographic processes in order to make clear the dynamics of fluctuation of fisheries resources. Our group studies the dynamics of physical oceanographic processes and physical-biology interactions by field observations, laboratory experiments, and numerical simulations.

Ongoing Research Themes

- Observation and theory of North Pacific surface-intermediate water-mass formation and circulation, and their impact on climate and marine ecosystem
- 18.6-year period nodal tidal cycle hypothesis linking oceanic mixing, circulation and long-term ecosystem variability
- Impact of Global warming on living marine resources in the North Pacific
- Mechanism of Kuroshio-Oyashio large-meso scale variability and its impact on lower-trophic level ecosystem and species replacement of small pelagic fishes as sardine, saury and jack mackerel.
- Transport and migration process of giant jellyfish which cause damages to fisheries around Japan in these years
- Oceanographic observations using mooring and deep microstructure profiler down to 2000m etc, marine-system studies using numerical modeling of physical oceanography, ecosystem and data assimilation.



ロシア船における乱流計回収作業風景
Recovery of turbulent microstructure profiler on deck of Russian vessel



YASUDA, I.



KOMATSU, K.

教授
Professor 安田 一郎
YASUDA, Ichiro
兼務准教授※
Associate Professor 小松 幸生
KOMATSU, Kosei

※大学院新領域創成科学研究科准教授

Division of Marine Life Science,
Department of Living Marine Resources, Fish Population Dynamics Section

水産資源は古くから人類の食料源として重要な役割を担ってきました。世界の動物性タンパク質供給の15%以上、我が国では約40%を魚介類が占めています。世界の漁業生産量は2006年以降9000万トン前後を維持しています。水産資源は自然の生態系の一部であり、自立的に増殖する性質があります。したがって、自然の生産力を維持しておけば資源を持続的に利用できる反面、資源が乱獲状態に陥ると直ちに回復するとは限りません。FAOによれば、世界の53%の資源は生産力の限界まで漁獲されており、32%の資源はすでに乱獲状態にあるとされています。世界の漁業生産は限界に近い状態にあり、生物資源の持続性には十分な注意を払う必要があります。

本分野では、限りある海洋生物資源を合理的かつ持続的に利用するための資源管理・資源評価の研究を主に行っています。海の生態系に対する我々の知識は断片的であり、魚の個体数の推定値や将来予測は大きな誤差を含みがちです。情報が正確であることを前提にした管理は資源を絶滅させる恐れすらあります。我々は、不確実性に頑健な管理方法の研究に取り組んでいます。スナメリやミナミハンドウイルカなど希少生物の保全に関する生態学的研究、管理や保全に必要な個体群パラメータ推定に関する統計学的手法の研究も行っています。これら研究のための主な手法は、個体数や生態系の変動を仮想的に再現するコンピュータシミュレーション、調査データの数理統計解析、現場調査、室内実験など多岐にわたります。

現在の主な研究テーマ

●海洋生物資源の順応的管理に関する理論的研究

順応的管理とは、生態系の変動に人間の側が事後的に対応する方策です。不確実性に頑健な順応的管理は、野生生物管理の現場で注目されています。

●資源評価のための統計学的手法の開発

漁業統計や試験操業データなどの断片的でかつ誤差の含まれたデータから、個体数や生態学的パラメータを推定するための統計学的手法を開発しています。

●沿岸性鯨類の保全生態学的研究

人間活動の影響を直接に受ける沿岸海域に生息しているスナメリやミナミハンドウイルカの個体群動態と保全に関する研究に取り組んでいます。

海の幸を持続的に利用するためには、生物の生産性を損なわないことが重要。我々は、統計解析・数理モデルの解析・数値シミュレーションなどの数理的手法を用いて、生物資源の管理方式を開発している。In order to develop management procedure for marine living sources, we have been developing numerical methods such as statistical analysis, construction of numerical model, and computer simulation

Fisheries play an important role in the global food supply. Fisheries production provides more than 15% of total animal protein supplies in the world, and about 40% in Japan. World fisheries production seems to have reached maximum sustainable limits. About 53% of the marine stocks or species groups are fully exploited, and another 32% of stocks or species groups are overexploited or depleted (FAO SOFIA2010). Catches and biomass will decline unless concerted management efforts are taken to prevent overfishing.

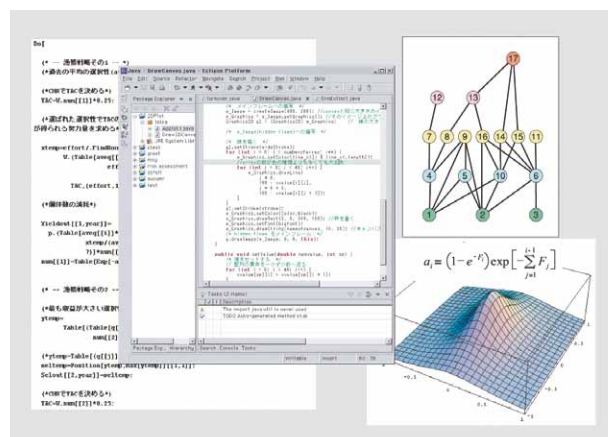
The general research themes of the Division of Fish Population Dynamics are fisheries management and stock assessment for sustainable and efficient use of living marine resources. Other active research topics include conservation ecology of coastal cetaceans and biostatistics for estimating population parameters. Research is conducted by computer simulation of numerical models, statistical analyses of data, field research, and laboratory experiments.

Ongoing Research Themes

●Adaptive management of marine living resources : Our knowledge of ecosystems is extremely limited. We need to learn about ecosystems through monitoring and management of natural resources.

●Development of statistical techniques for stock assessment : Field data are commonly scarce and uncertain. Proper statistical techniques for data analysis are invaluable for estimating biological parameters from limited data.

●Conservation ecology of coastal cetaceans : Finless porpoise and Indo-Pacific bottlenose dolphin, which inhabit coastal waters, are affected by human impact. Our investigations encompass population dynamics and conservation of these two species.



SHIRAKIHARA, K.



HIRAMATSU, K.

兼務教授[※]
Professor

白木原 國雄
SHIRAKIHARA, Kunio

准教授
Associate Professor

平松 一彦
HIRAMATSU, Kazuhiko

※大学院新領域創成科学研究科教授

Division of Marine Life Science,
Department of Living Marine Resources, Biology of Fisheries Resources Section

繁殖生態と初期生態： 海産魚類は $10^3\sim 10^7$ 粒の卵を産み、陸上動物と比べると極めて多産です。成魚の大きさは無関係に、産み出される卵の大きさは平均1.0 mmで、卵から孵化する仔魚も数mmしかありません。仔魚の形態と生態は成魚とは大きく異なり、多くは数週間の浮遊生活期を過ごします。例えばニシン・イワシ類は「シラス」と呼ばれる仔魚期を持ち、1~2か月間の浮遊生活の後に、イワシ類らしい形態や体色を持つ稚魚へと変態して群泳するようになります。卵として産出されてから稚魚になるまでの数か月間に、生まれた夥しい数のシラスのほとんどが死滅してしまい、わずかの割合で生き残った稚魚が新規加入群として次の世代を形成します。親魚が産む卵の量と質、仔稚魚が生き残る割合(生残率)は大きく年変動します。その結果、新規加入群の資源量が大きく変動し、人間が利用できる資源量も増減するのです。

資源量変動のしくみ： 海の生物資源はどのようなしくみで増減するのか、これは海洋生物資源学が解明すべき重要な課題です。親が産み出す卵の量や質に関する繁殖生態と、産み出された卵・幼生の生き残りに関する初期生態が、資源量変動のしくみを解明する基礎となります。資源生態分野は、魚類の繁殖生態と初期生態を研究することによって、新規加入群の資源量が増減するしくみの解明を目指しています。これまでに研究対象とした魚種は、マイワシ、カタクチイワシ、ウルメイワシ、キビナゴ、コノシロ、ワカサギ、シラウオ、ハダカイワシ類、アオメエソ、サンマ、チョウチンアンコウ、マアジ、シマアジ、サワラ、カツオ、などです。

レジームシフトと生態変化： 海洋生物資源の変動のしくみとして、海洋生態系のレジームシフトという現象が広く認識されるようになりました。これは全球的な気候の変動に伴って大洋規模で海洋生態系の基本構造がある状態から別の状態へと移り、それに伴って生物資源も大きく変動するという認識です。1980年代末に起こったレジームシフトに伴って、日本のマイワシ資源が激減したことは記憶に新しいところです。資源量変動のしくみ解明の課題は、「レジームシフトのような海洋環境の変動にตอบสนองして資源量が増減するのは、繁殖生態や初期生態のどのような変化に基づけられるのか」という点に絞られてきました。

変動する資源と安定な資源： レジームシフトに伴って大変動する資源がある一方で、シフトとは関係なく安定な資源もあります。20世紀後半に日本周辺でマイワシ資源が数百倍の幅で増減したのに対して、マイワシと産卵場を分け合うウルメイワシは数倍の変動幅で安定していました。大変動する資源と安定な資源の比較生態学は、資源量変動のしくみを解明する手がかりとなりそうです。

Marine fishes generally produce large number of eggs ($10^3\sim 10^7$). The average egg diameter for various fish species is as small as 1.0 mm, irrespective of the adult body sizes of these species. Hatched larvae are also about 3.0 mm in length and have different morphology and ecology from their parents. They experience mass mortality in the planktonic larval and early juvenile stages. Recruitment of juveniles to adult population is determined by the quantity and quality of eggs produced and by the growth and mortality rates in early life stages. Members of the Biology of Fisheries Resources Section investigate maturation and spawning of adult fishes, and growth and mortality in larval and juvenile stages. The aims of our research are to understand the reproductive and early life ecology of fish resources that underlies the mechanisms of recruitment fluctuations and eventual population dynamics. Our results will constitute the basis of sustainable use of living marine resources.



マイワシの群泳
School of Japanese sardine *Sardinops melanostictus*



宮古湾におけるニシンの仔稚魚採集
Sampling larvae and juveniles of Pacific herring in Miyako Bay



WATANABE, Y.



SARUWATARI, T.

教授
Professor

渡邊 良朗
WATANABE, Yoshiro

助教
Research Associate

猿渡 敏郎
SARUWATARI, Toshiro