

高知大学黒潮圏研究所 所報 No.5 1990年3月

くろしお

REPORT OF THE INSTITUTE OF THE KUROSHIO SPHERE  
KOCHI UNIVERSITY

No. **5**

MARCH  
1990

高知大学黒潮圏研究所

高知市曙町二丁目5-1

# 目 次

巻 頭 言 .....	学 長 中 内 光 昭 .....	1
研究ノート .....	ハマチと付き合って22年 竹 田 正 彦 .....	2
研究ノート .....	水と微生物をめぐる環境科学 畑 幸 彦 .....	6
研究レビュー .....		10
水辺空間の環境保全 .....		17
ニュース .....		24
会議抄録 .....		25
組織及び所員名簿 .....		26
研究員名簿 .....		29
編集委員会から .....		31



## 学問の壁を越えて

所 長 中 内 光 昭

1985年度に発足した黒潮圏研究所も本年度で5年目を迎えました。今までの実績を踏まえて新しい展開をする年頃であるのかもしれませんが。そのような中で、昨年9月20日、規則により、関田先生より所長の重職を引き継がせていただきました。どうかよろしく願い申し上げます。

ところで、本研究所には当面の目的と究極的な目的の二つの目的があるようです。建前の目的と本音の目的と言ってもいいのかもしれませんが。前者は規則第1条にうたっている通り、「土佐湾を中心とする陸域を含めた黒潮流域に関する自然科学、人文科学及び社会科学上の諸問題を研究・調査し、地域の学術・文化の発展と産業・経済の進展に寄与すること」であり、後者は、本所報第1号の巻頭で関田所長が述べておられる通り、「その未来に官制化された『高知大学海洋研究所』、さらには『高知大学海洋学部』の実現」であります。

後者の実現のための客観情勢は依然として厳しく、「日暮れて道遠し」の感さえあります。でも世の中は皮肉なもので、日が暮れて初めて星の存在に気付くこともあり、その星をたよりに目的地に達することもあるでしょう。

現代の学問は一方では多極化、細分化、マイクロ化の道を歩みながら、一方では総合化が叫ばれ、学際的研究の必要性が説かれています。私の係わっている生物学でも、分子生物学のめざましい発展と並んで、構造主義生物学（個々の事象より、事象間の関係を重視する生物学）も台頭して参りました。分子生物学はその一つの到達点として、ヒトゲノムの解析を取り上げ、これもいよいよ現実の問題となって参りました。つまり、21世紀の早い時期に、ヒトの設計図（DNA）の全塩基配列を明らかにしようという訳です（因みに、米国の1991年度予算には、ヒトゲノム計画だけで約220億円の予算が提案されております）。しかし、この計画で解明されるであろう設計図はA、G、T、Cの4文字がとめどもなく続くことに無味乾燥なものであることは確かで、解明することが無意味とは申しませんが、それだけ眺めていても何も見えてこないことだけは確かです。

分子と個体を統一的に理解するためには“構造”の解明が必要で、生物学が言語学とドッキングするという、一見奇妙なことが当り前になってきました。従来の学問分野にとらわれない発想やアプローチが今ほど要求されている時はないと思います。

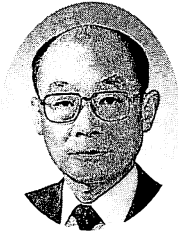
その意味で、当研究所の存在価値は従来考えられていた以上に高いものであるといえます。つまり、異なった学問領域の人達が、黒潮を仲立ちにして、それぞれの学問分野の現状なり、考え方を知り合う場として、この研究所は大変ふさわしいものであると考えます。共同研究などを始めから前提にしないで、気楽に話を聞く場を提供することも大切だと思います。そのような中から、現代の学問の混沌を照らす光が生まれてこないとも限りません。その時には、もはや建前と本音の区別はなくなっていることでしょう。

中内光昭 なかうち みつあき

理学博士 高知大学長

昭和28年3月 東京教育大学理学部生物学科卒業

発生生物学専攻



## ハマチと付き合って22年

竹田正彦

私の高知大学における38年間の研究生活を振り返ってみると、本学に赴任したのは、開学から間もない昭和27年4月であったが、当時の農学部には農学科しかなく、私は水産学系の水産生物学講座に所属して、主として浦戸湾における水質・プランクトンとカキの増殖に関する研究に従事した。しかし、その後の学科増設に伴う講座の整理統合により、昭和35年に農芸化学科に移籍したのち、昭和37年4月から同学科の水産製造学講座を担当することになり、ここでは、主として魚肉のエキス成分、特に冷蔵中のイノシン酸の分解について研究した。そして、昭和40年に新設された栽培漁業学科に水産利用学講座としてそのまま移り、3年後の昭和43年に、新たに開設された水族栄養学講座に移った。それ以来今日までの20年余り一貫して魚類の栄養と飼料に関する研究に従事してきた。

以上のように、主要な研究テーマが二転三転したので、恥ずかしながら、ライフワークと言えるような研究実績を残すことはできなかったが、ここでは、高知大学における研究生活の中で、最も長い歳月にわたって力を注いできた、ハマチの栄養と飼料に関する研究について、その経過を振り返ってみよう。

### 研究テーマの選定

水族栄養学講座が開設された昭和43年頃は、コイ、ニジマス、ウナギなどの淡水魚の栄養と資料に関する研究が、わが国をはじめ世界の魚類栄養学研究の大勢を占め、ハマチやマダイのような海産魚の栄養や飼料に関する研究は、ほとんど見当らなかった。

一方、高知県をはじめ西日本の沿岸域では、温暖な環境とモジャコの採捕条件に恵まれて、早くからハマチの養殖が盛んであったが、もっぱらなまえ（生餌）が投餌されていたので、漁場の汚染と栄養性疾患による被害が問題となりつつあった。

このような背景の下、昭和43年に優れた養魚実験設備を備えた農学部附属水産実験所が、浦の内湾の湾口部（宇佐町）に新設された。

そこで本研究室では、このような背景と立地条件を考えた結果、将来のわが国水産養殖業を展望して、特色のある研究を推進すべく、ハマチの栄養と飼料に関する研究を、主要な研究テーマの一つに選んだ次第である。

竹田正彦 たけだ まさひこ

農学博士 高知大学農学部教授

昭和25年3月 京都大学農学部水産学科卒業

魚類栄養学専攻

### 栄養代謝

水中に生息する変温動物である魚類では、陸上に住む恒温動物であるほ乳類と比較して、栄養代謝の特性がかなり異なることが予測された。また、肉食性のハマチでは、雑食性のコイに比べて、糖代謝の特性が異なることも予測された。そこで、開設直後の本研究室では、まずこのハマチにおける栄養代謝、特に糖代謝の特性について検討することとした。すなわち、京都大学農学部の水産化学研究室に留学して、池田静徳教授（現近畿大学）から研究指導を受けた示野貞夫助教授を中心に、ハマチの糖代謝に関する生化学的研究に着手した。まず、各種の糖代謝系酵素の性質と分布を調べたのち、肝臓中のこれら酵素活性と体成分含量に及ぼす、絶食、再給餌および糖質給与の影響を調べて、コイにおけるそれらと比較検討した。その結果、コイに比べてハマチでは、糖質の新生成は高いが利用能が低く、したがって、高糖質飼料の摂取に対して適応することは難しいが、10-20%の糖質配合資料の摂取に対しては、摂取した糖質を貯蔵または分解利用して、血糖値の恒常性を維持する方向に糖代謝を調節し、十分に適応できることが明らかになった。

引き続き、ハマチの栄養代謝の特性を明らかにするため、ペントース回路およびクエン酸回路の脂質代謝系酵素、ならびにアミノ酸分解酵素について、性質、分布、および飼料条件による活性の変化を詳細に検討した。その結果、肝臓におけるこれら酵素の活性や体成分は、摂取した飼料の組成や量により変動するが、魚体内の栄養代謝のバランスは、栄養素またはエネルギーの蓄積あるいは利用に都合のよい方向に調節されることが明らかになった。

以上述べたハマチにおける栄養代謝調節に関する研究成果は、肉食性海産魚における栄養代謝とその調節機構を初めて明らかにしたことから、内外の学会で高く評価され、示野助教授は昭和58年に日本水産学会から奨励賞を受賞した。

### タンパク質とエネルギー

ハマチにおける飼料タンパク質およびエネルギー（脂肪・糖質）の有効利用は、単に栄養学的に重要であるばかりでなく、実用的配合飼料の開発にとっても重要な課題である。そこで本研究室では、昭和47年からこの課題に取り組み、まずハマチにおけるタンパク質消化の特性について検討した結果、胃組織中のペプシン様酵素活性は他魚種に比べて著しく高いが、魚紛摂取時の血漿アミノ酸パターンは生魚摂取時のそれとかなり異なり、その差異が両飼料タンパク質の消化率の差異と対応することが明らかになった。

次いで、飼料タンパク質とエネルギーのバランスがハマチの成長およびタンパク質利用に及ぼす影響を明らかにするため、両者のバランスが異なる試験飼料を用いてハマチ幼魚を飼育した結果、ハマチの成長は飼料のタンパク質含量ばかりでなく、それとエネルギーとの比率、すなわちカロリー・タンパク質（C/P比）によっても顕著な影響を受けることが分かり、高タンパク質（70%）飼料に適量の魚油を添加してエネルギー含量を高め、飼料のC/P比を70前後に調整すると、ハマチによるタンパク質の利用効率が高まるので、飼料のタンパク質含量を55%前後に下げても成長は低下しないことが明らかになった。すなわち、この研究により、魚類の栄養においても脂質によるタンパク質の節約効果が認められ、また、飼料の適正C/P比がタンパク質の有効利用のために重要であることを初めて明らかにすることができた。その後の研究により、ハマチの配合飼料に脂質だけを添加するよりも、脂質と糖質を合わせて添加するほうが、タンパク質とエネルギーの蓄積率が向上し、タンパク質節約効果も増大することが明らかになった。

さらに、今後の海産魚用配合飼料の課題として、魚紛の代替タンパク源としての植物性タンパク源の利用性に関する研究が重要である。本研究室では、昨年度から水産庁の委託により、養魚用餌料多様化検討調査の一環として、ハマチの代替タンパク利用可能性試験を担当することになり、目下、魚粉に代わる大豆、油かすの適正配合率について検討中である。

### ビタミン

昭和40年代後半におけるハマチ養殖業は、生産高の急増とは裏腹に、大量の生餌投与に基因する漁場環境の汚染と栄養性疾患による被害が顕著になり、その対策として、給餌技術の抜本的改善の必要に迫られていた。しかし、その基礎となるハマチの栄養に関する知識、特にビタミン栄養に関する知識は極めて乏しく、わずかに、ビタミンB<sub>1</sub>およびEについて欠乏症と飼料との関係が知られていたにすぎなかった。そこで本研究室では、ハマチの健康と成長のために飼料に必要とするビタミンの種類とその要求量を明らかにすることを目的として、昭和48年から細川秀毅講師を中心に、ハマチのビタミン要求に関する研究に取り組むこととした。

まず、この種の研究を行う際の基本となる精製試験飼料（基本飼料）について検討した。その結果、精製カゼイン飼料に数種の必須アミノ酸を補足したり、プロリン、アラニン、5'-イノシン酸などの摂餌刺激物質を添加することにより、栄養価と嗜好性の優れた、ハマチ栄養研究用基本飼料を開発することができた。

この基本飼料を用いて、昭和53年から個々のビタミンについて、ハマチ飼料における必要性を検討した。その結果、合計16種のビタミンが必要であって、中でもビタミンA、B<sub>6</sub>、パントテン酸の欠乏に対する感受性が高いことが明らかになった。そこでこれら16種のビタミンについて、欠乏症を明らかにするとともに、飼料中含量と増重率または肝臓中ビタミン蓄積量との関係から、最少必要量を求めた。このように、海産魚を対象にすべてのビタミンの欠乏症と要求量を明らかにしたのは、恐らく世界でこれが最初であろう。

本研究室では、以上のビタミン要求についての基礎データを用いて、昭和60年から細川講師を中心に、ハマチのビタミン栄養に関する応用的研究に取り組んだ。まず、ビタミン要求に及ぼす飼料組成の影響について検討した結果、ビタミンEの要求量が飼料の脂質含量の増加に正比例して増大することを見出した。次に、魚体のビタミン栄養状態の診断法について検討した結果、B<sub>1</sub>やB<sub>6</sub>については、血液中の各ビタミン含量の測定が、欠乏に対する早期診断に有用であることが分かった。さらに、栽培漁業学科水族病理学研究室（楠田理一教授ほか）の助言、協力の下に、ビタミンの免疫増強効果について一連の研究を行った結果、ビタミンE、A、Cをそれぞれ要求量の2-5倍量、10-50倍量、8-100倍量投与すると、ハマチにおける好中球の貧食能が高まり、生態の防御活性が向上することが示唆された。また人為感染試験でも、上記ビタミンEおよびC投与魚で、それぞれ類結節症および連鎖球菌症に対する抗病性が高まることが明らかになった。このような研究成果は、病気の多発に悩むハマチ養殖業にとって大きな福音となるであろう。

### 配合飼料

先に述べたように、わが国のハマチ養殖では、昭和50年頃から、生餌給与による環境汚染と病気の被害が急増し、その防止対策として給餌技術の改善が急務とされ、差し当たりオレゴンモイストペレットの給餌が推奨された。しかし、その頃はまだ実用的で栄養価の高い、モイストペレット用

の配合飼料が開発されていなかった。そこで水産庁は、昭和54年度から3年間、全漁連に委託してモイストペレットによる自家汚染防止技術開発試験を実施するいっぽう、高知県および鹿児島県の水産試験場に、ハマチ用配合飼料の開発研究を委託した（指定調査研究）。本研究室も全漁連の試験に飼料および魚体の科学分析の面で協力するとともに、高知水試の試験には指導および共同研究の形で全面的に協力した。

このハマチ用配合飼料に関する研究は、三重大学水産学部（窪田三郎教授ほか）および丸紅飼料株式会社（梶山英俊氏ほか）の協力の下に昭和59年度まで6年間実施された。その結果、マイワシを主原料とする沿岸魚紛、カツオ油、およびペプチド鉄の、それぞれタンパク源、脂質源および鉄剤としての有用性、ハマチ配合飼料用のビタミン混合物および無機塩混合物の維奨組成、アスタキサンチン含有のオキアミ色素脂の体色改善効果（東京大学および日本水産株式会社との共同研究）、など多数の成果が得られた。これらの結果は、市販のモイストペレット用配合飼料の改善に応用され、その急速な実用化と普及に貢献したことは言うまでもない。いずれにせよ、これらの成果が上記のように産官学の緊密な協力により得られたことは、特筆すべきことであろう。

以上述べてきた諸研究のほかにも、多数のハマチの栄養と飼料に関する研究を行ったが、ここでは紙面の都合により割愛する。

#### おわりに

以上述べてきたように、私の高知大学における40年近い研究生活の大半は、ハマチとの付き合いであった。長年にわたる努力のかいがあって、初めて付き合った昭和40年頃に比べると、最近のハマチは人口飼料で良く育つようになった。しかし、これからは、従来のように肥太りのハマチを大量に育てるよりも、消費者の健康指向や嗜好に添うように、食品として安全で、より品質の優れたハマチを計画的に育てることが肝要である。また、より安価で栄養価の高い配合飼料を開発するための魚紛代替タンパク源やハマチの無機質要求に関する研究、あるいはハマチの健康管理や防疫のための栄養学的研究も必要である。今後はこれらの課題を追求することによって、ハマチ飼養技術の改善と進歩を計り、よって、昭和の始めからわが国の海産魚養殖の柱として育ってきたハマチ養殖業が、末永く健全に発展し続けることを願ってやまない。

最後になったが、長年にわたり、本研究室におけるハマチの栄養と飼料に関する研究を担当し、推進して下さった示野貞夫助教授、細川秀毅講師、ならびに、それぞれの研究課題を分担し協力して下さった学部および大学院の学生諸君に心から感謝する。また、ハマチの飼育試験に格別のお力添えをいただいた高知大学海洋生物教育研究センターの職員の皆様に深く謝意を表する。



## 水と微生物をめぐる環境科学

畑 幸彦

およそ学問・研究は、知的欲求のおもむくままに、世俗をはなれて無心に取り組んでこそ、真の発展があるのであろう。しかし今、私が歩んできたこれ迄の道程をふりかえると、時の流れや世の動きにつれて、随分影響を受けたように思う。私が海の科学に関わるようになったことも、そのなかで環境問題に入りこむことになったのも、時代の動きにつれて必然であったとも思えるのである。

### 海とのつながり

日本海と瀬戸内海のどちらからも、ほぼ等距離にある兵庫県の分水嶺、篠山盆地の、なお山奥が私の故郷である。デカンショ節の発祥の地、山猿の出る田舎の代名詞としての丹波篠山からは、中学校の3年先輩に日本モンキーセンター所長（京大名誉教授）の河合雅雄氏が出ている。野猿の研究こそ似つかわしい山猿の私だが、戦時中の情勢のなりゆくままに江田島の海軍兵学校に入り、そこを卒業した。これが、学問とは無縁ながら海との関わりの最初であった。

そして戦後、国土も資源も乏しい日本の進むべき道は海洋と水産にこそあるとの思いで京大の水産学科に学んだが、私にとって、やはり海兵と海とのつながりを否定するわけにはいかない。その動機は如何にあれ、江田島ではじめて見た海への思いが、今もなお、私の心をひきずっているようにみえる。

### 有機物と微生物と

戦争が終わったあとのわが国は、人みな貧しく、海も空も透明で美しかった。しかし戦後10年近くを経た昭和20年代末ごろになると、経済活動の復興につれて工場廃水などにより各地で水質汚濁問題が起こるようになった。

本来、生物にほとんど無害なパルプ・製紙工場やでんぷん工場廃水が漁場荒廃の原因として指摘され、漁業者との間に紛争が続発した。有機廃水の流入海域での水質悪化は、有機物が直接有害となるよりは、その有機物をエネルギー源として活動する硫酸還元細菌による硫化水素生成が原因という見地から、木俣正夫先生（現京大名誉教授）がユネスコの委託研究を受けられ、微生物研究室の主要テーマのひとつとなった。大学院生の私はその推進役を承ったが、以来、水質汚濁問題、なかでも有機物をめぐる漁場老化や富栄養化、赤潮発生などが私の専門領域となった次第である。

わが国の経済活動と都市化の進展にともない、有機物をめぐるこの方面の公害問題が深刻さを加

畑 幸彦 はた よしひこ

農学博士 高知大学農学部教授

昭和26年3月 京都大学農学部水産学科卒業

海洋微生物学専攻



えるなかで、微生物生態学を中心にすえたアプローチによって、研究の立脚点を明確にすることができたと思う。ここでは、主な3つの研究について述べてみたい。

### 硫酸還元細菌に関する研究

通常の多くの生物が、呼吸において酸素をエレクトロンの最終受容体として水 ( $H_2O$ ) を生成するのに対して、硫酸還元細菌は硫酸塩をエレクトロン最終受容体として硫酸呼吸を営む嫌気性菌で、水の代わりに硫化水素 ( $H_2S$ ) を生ずる。特殊な生化学的性質をもつものだが、硫酸塩の豊富な海洋には、どこにでも普通みられる。硫酸還元細菌の研究は、昭和27年ごろから始めたが、私たちはまず、大規模なパルプ工場のある広島湾沿岸域や、上流にパルプ工場がひかえる伊佐津川(舞鶴湾)河口域などで、硫酸還元細菌と硫化物とが、互に関連しつつどのような環境条件に分布しているかの生態調査をくわしく実施した。そして、これらの水域から代表的な硫酸還元細菌を純粋分離し、その増殖生理や硫化物生成過程を詳細に明らかにした。さらに、実験室で天然状態に類似したモデルの実験系を組立て、環境条件を変化させながら、この細菌の増殖および硫化物生成能を解析した。この一連の研究によって、硫酸還元細菌の増殖および硫化物生成能を支配する因子は有機物と硫酸塩であり、海域では有機物が、淡水域では硫酸塩がそれぞれ制限因子となり、両者がそろった汽水域で硫化物生成が最高に進むことなど、硫化物生成のメカニズムと、有機物寄与の重大性が明らかになった。この研究は、その後行われるようになった水質汚濁に関わる微生物学的研究の最初のモデルケースのひとつとされている。

この細菌に関する一連の研究は、昭和35年ごろにほぼ終わったが、この間に成果の一部は私の学位論文となり、さらに三好英夫博士(現高知大学海洋生物教育研究センター教授)の学位論文へと発展した。しかし、その後わが国では、この分野で目立った成果が挙げられぬまま30年近くを経過した。だが、この間にデンマークなどにおいて、従来否定的に考えられていたこの細菌による酢酸分解過程の存在が明らかにされた。

一般に海底泥中には有機酸として酢酸が圧倒的に大きな部分を占めている。この理由の一つは、有機物の還元的分解過程において硫酸還元細菌が酢酸分解能をもたないので分解がそこでストップするためと、私たちも理解していたのだが、上のデンマークなどでの研究を参照して、より注意深く実験してみると、海底泥中にも酢酸分解能をもつ硫酸還元細菌が多数存在することが判り、大きく興味をそそられた。現在、大学院博士課程の近藤竜二君によってこの研究が再開され、酢酸分解を中心に海底泥中の有機酸代謝がくわしく追跡されている。

### 有機物分解・無機化に関する研究

昭和30年代の後半に入ると、有機物汚染による水域環境の悪化は一層進んだが、一方、この頃から国土の積極的な開発計画が策定されはじめ、これら計画の実施による環境変化の将来予測が問題視されるようになった。

昭和37年ごろ、京大の宮地伝三郎先生を団長とする琵琶湖生物資源調査団が組織された。この調査は、琵琶湖の開発計画に伴う水位低下が生物生産にどのような影響を与えるかを予測するのが目的であったが、私は門田 元先生(現京大名誉教授)、三好英夫博士とともに微生物班に所属した。総勢100名にも及ぶ水理・水質・一次生産・二次生産・魚類生産・微生物など各トロフィックレベルの専門家からなるわが国では画期的な大研究集団で、しばしば数日間の共同調査を実施した。これによって他分野での研究の考え方や手法を広く知ることができ、物質循環における微生物の位置

と役割について開眼させられた。

物質循環での微生物過程については、当時は研究手法や考え方が未熟で、光合成活性（一次生産）測定法がマニュアル化されていたのに比して、著しくおくれていた。私たちはこの研究において、現場水中での有機物分解活性を $^{14}\text{C}$ -グルコースをモデル基質として $^{14}\text{CO}_2$ 生産量を測定する方法を工夫し、これによって琵琶湖水中での無機化活性を試算した。この測定方法は、後年はじまったIBP-PFの調査マニュアルに採用された。

昭和40年代に入ると、ユネスコの国際生物学事業計画（IBP）研究がはじまった。このIBPは、地球規模において食糧資源としての生物生産過程について、メカニズムとその大きさを解明しようとするものであった。昭和41年に高知大学に着任した私と三好博士（当時助教授）は、人的つながりのお陰で海域生産（PM）では花岡 資先生（現九大名誉教授）を代表とする瀬戸内海グループに、陸水域生産（PF）では伊藤猛夫先生（現愛媛大名誉教授）を代表とする児島湖グループに参加した。共に昭和42年から6年間にわたるプロジェクトで、微生物生産と分解・無機化の面から生物生産の動態解明に寄与した。

IBP研究が終了する昭和47年ごろには、水域汚染がピークに達し、赤潮発生件数や漁業被害がますます増加する傾向にあった。このような状況を背景として、瀬戸内海を中心に「汚染と指標生物の動態」「底泥をめぐる汚染物質の収支」「微生物による環境浄化」などの共同研究が数多く組織され、これらに参加した。いずれもIBP研究グループを中心として推進されたもので、IBPを含めると昭和42年から57年までの15年間にわたる大規模のプロジェクトであった。私たちはこのなかにおいて、終始、微生物の分布と消長、懸濁有機物の沈降－堆積－溶出－無機化の過程を追跡し、研究手法の進歩と新知見の充実に貢献できたと思う。

このように水域における物質循環過程の研究は、昭和40年～50年代にIBPとその延長線に乗って飛躍的な進歩をとげたが、私たちもまたこの間に個人としても研究室としても力を函養し、その方向を固めることができた。この間に、水域汚染や開発計画がますます盛んになり、国・地域の試験研究機関や行政から助言を求められることが増えた。このことは、現場における問題の認識を深める機会となり、研究推進への刺激ともなった。

### 赤潮に関する研究

IBP研究を進めるなかで、植物プランクトンの増殖生態に重要な影響を与えるB群ビタミン類、なかでもビタミン $\text{B}_{12}$ の分布と消長について、西島敏隆博士（現高知大学農学部教授）を中心に、燧灘、備後灘、土佐湾、児島湖などで調査が行われた。そして、これらビタミンの挙動が赤潮発生と密接に関係しているという見地から、昭和53年ごろから始まった文部省科研費の環境科学特別研究のチームに加わった。この研究は、香川大の岡市友利教授を代表者とするグループで、水理・物理の愛媛大の柳 哲雄博士やプランクトンの広大の故遠藤拓郎博士など、多様な専門分野の研究者と正に学際的研究が実施できたことは幸せであった。

赤潮の発生は、窒素・リンなど栄養塩や有機物濃度の増大が基本的条件であることはいうまでもないが、研究の進むにつれて、B群ビタミン類や有機鉄など微量物質の挙動が重視されるようになった。私たちは、播磨灘など沿岸域と流入河川水中におけるビタミン $\text{B}_{12}$ の分布・消長をくわしく究明するとともに、赤潮の原因プランクトンを無菌的にクローン培養して、その増殖生理特性をB群ビタミン要求を中心に解明し、この面から沿岸域での悪性赤潮発生のメカニズムを説明した。す

なわち、シャットネラなどは、まず河川水流入域などに形成されるビタミンB<sub>12</sub>高濃度域で濃密増殖がはじまり、ついでビタミンのやや高濃度域に増殖が拡大して赤潮の安定的維持がB群ビタミンによって支えられるというものである。この際のビタミンは、有機物汚染域で主として通常の細菌によって生産されることも明らかになった。

赤潮研究は、このような10年あまりの間に生物学中心から、化学、物理学、微生物学、工学の領域にまで拡がり、共同してシミュレーションモデルを作成するまでに発展した。赤潮研究が本格的にはじまって20年にもなるだろうが、発生のメカニズムや実態については随分明らかになったとはいえ、まだ長期的予知や防除方法の確立までに至っていない。平成元年から、水産庁では、ある種の細菌が赤潮発生を促進または抑制する可能性に注目し、赤潮の予知ないし防除技術の開発を目的として赤潮プランクトンと細菌の相互作用に関する研究を開始した。私たちは、昨年着任した深見公雄博士（現高知大学農学部助教授）の参加を得て、このプロジェクトに加わり、プランクトン相互間、およびこれにバクテリアが関与する場合の種遷移の機構について、浦ノ内湾をフィールドとして研究を続けている。

海の赤潮が発生件数や被害規模においてピークに達した昭和50年ごろから、各地の淡水ダム湖にも赤潮現象が起こるようになり、これを淡水赤潮と称するようになった。永瀬ダム湖や穴内川ダム湖をはじめ高知県内のいくつかのダム湖でも、夏季を中心に赤潮発生が見られ、調査の結果、ダム湖に共通して渦鞭毛藻のペリディニウムによることが判った。大学院生の研究テーマとして調査を進めるうちに、昭和52年に極めて大規模の赤潮が発生して大きな社会問題となった。このような状況のなかで、高知県の委託研究や文部省科研費を受け昭和52年～58年を中心として精力的な研究を展開し、現地での発生状況の解析、純粋培養による増殖生理実態、AGP試験などにより、その発生メカニズムを明らかにした。それは比較的栄養要求の低いペリディニウムが、富栄養化初期の条件下で他のプランクトンに打ち勝って着実な増殖をとげ、さらに水理学上、上流端に集積する結果と考察された。この成果は、全国的なダム湖に共通した研究として評価されているが、現在、大学院博士課程の西堀尚良君によって、増殖生理の動力学的解析がさらに精細に進められている。上の水理学的な集積機構の解明は、高知大学利水工学研究室の近森邦英教授との共同研究によるものである。

淡水赤潮は、このようなダム湖のほかには四万十川河口に注ぐ中筋川の下流域にも真冬に発生する。この原因プランクトンは、クリプト藻のプラギオセルミスであることが判ったが、この種の赤潮は国内外を通じてこの川以外には知られていない。私たちは、建設省および民間財団の援助を得て、現地調査と純粋培養実験、AGP試験を重ね、低温、低塩分に適応した比較的低い栄養要求のプランクトンが、潮汐と連動して集積・滞留する現象として、その発生メカニズムを明らかにした。集積機構は、高知大学水産土木学研究室の木村晴保教授との共同研究によって得た成果である。

大学を卒業して以来、約40年間、京大、水産大学校（下関）、高知大学において水の環境科学に関ったなかで、主なものを回顧したが、私たちの研究は、地域や時代の流れにも恵まれて展開できたと思う。これらの成果は、若い先生がたや大学院生を中心とする緊密なチームワークのおかげであり、他分野・他大学の多くの研究者との交流の賜物である。環境問題が、現在、地球規模で深刻化し複雑さを加えて憂慮されているとき、微生物関与の生物過程の解明がますます進み、基礎的にも応用的にもこの領域の学問が貢献できることを祈ってやまない。

# 研究レビュー

## 生物生産学研究部門

### 2. 魚類栄養学の分野

#### 魚類の糖代謝とその調節

養魚飼料では家畜飼料に比べて、タンパク質が多くて糖質が少ない。これは、魚類がタンパク質を多く要求し糖質を効率よく利用できないという栄養特性に基づいている。しかし魚類はかなり多くのタンパク質をエネルギー源に消費しているので、デンプンなどの安価な糖質をより多く飼料に配合できれば、魚類養殖に有利である。

コイはかなりの高糖質飼料に適応できるがハマチは適応できないというように、糖利用能は魚種により異なる。それでは、魚類と哺乳類との間では、あるいは雑食魚と肉食魚の間では、糖代謝はどのように違うだろうか。また飼料条件に対して魚類の糖代謝はどのように応答するだろうか。

本研究室では、主にコイとハマチを用いて魚類の糖代謝に関する栄養学的生化学的研究を進めているので、本文ではそれらの結果を紹介し、魚類糖代謝の特性や適応性について考察したい。

なお本文では、次の酵素略号を用いる。

FDPase : Fructose-1, 6-diphosphatase (EC 3.1.3.11)

GOT : Glutamic oxaloacetic transaminase (EC 2.6.1.1)

GPT : Glutamic pyruvic transaminase (EC 2.6.1.2)

G6Pase : Glucose-6-phosphatase (EC 3.1.3.9)

G6PDH : Glucose-6-phosphate dehydrogenase (EC 1.1.1.49)

ME : Malic enzyme (EC 1.1.1.40)

PFK : Phosphofructokinase (EC 2.7.1.11)

PGDH : Phosphogluconate dehydrogenase (EC 1.1.1.44),

PGI : Phosphoglucose isomerase (EC 5.3.1.9)

Plase : Phosphorylase (EC 2.4.1.1)

#### 1. 消化と吸収

飼料中の糖質が利用されるためには、消化されたのち、一般にグルコースとして吸収される。そこで $\alpha$ -デンプン(0~50%)と北洋魚粉(80~40%)の添加量が異なる飼料をコイとハマチに給与し、糖質とタンパク質の消化率を測定し、表1に示した(示野, 1974; 示野他, 1977)。コイの両消化率は飼料組成と無関係に90%前後と高かった。一方ハマチでは、糖質消化率は10%デンプン添加飼料でも57%と低く、デンプン添加量の増加に伴って低下し、40%添加飼料では39%と著しく低かった。タンパク質消化率は無添加飼料では84%と高いが、デンプン添加量の増加に伴って低下し、40%添加飼料では56%と著しく低かった。コイの場合と同様にハマチの両消化率はデキストリン添加量と無関係に高いという報告もあり(Furuichi, M., 1983), 今後の検討が必要ではあるが、糖質添加量の増加に伴って両消化率は低下するという報告が多く(古川, 1966), また後述のようにアミラーゼ活性がきわめて低くて適応形成も認められないので(池田, 1979), ハマチにおける糖質とタンパク質の消化吸収は飼料中の糖質により阻害されると考えられる。

表1. ハマチおよびコイにおける糖質およびタンパク質の消化率 (%)

飼料中の含量		糖質消化率		タンパク質消化率	
$\alpha$ -デンプン	北洋魚粉	ハマチ	コイ	ハマチ	コイ
0	83	—	—	84	88
10	76	57		82	
15	82		87		89
20	65	56		78	
30	65		91		88
40	42	39		56	
50	44		88		88

ハマチの両消化率が低い原因を探るため、消化酵素の活性を測定し、コイと比較した(示野他, 1977)。表2から明らかなように、ハマチのペプシン活性は高く、トリプシン活性もコイのそれとほぼ等しかった。しかしアミラーゼ活性は $12.5 \mu\text{ moles}$ と著しく低く、コイのその100分の1程度であった。草食魚や雑食魚に比べて肉食魚では、糖質消化に関与する多くの酵素活性が低く(池田, 1979)、デンプン摂取時の血糖上昇も遅いので(示野, 1974)、肉食魚の糖質消化率が低い原因の一つに低アミラーゼ活性があげられる。また高デンプン飼料摂取ハマチには一種の下痢症状が認められるので、飼料の消化管内滞留時間が短いことも、その一因であろう。

## 2. グルコースの利用

ハマチはデンプンなどの多糖類を効率よく利用できないことがわかったので、次に単糖類の利用性を知るために、グルコース負荷試験(GTT)を実施した(示野他, 1974, 1977, 1978)。本試験は糖尿病の診断法の一つであり、体重100gあたり167mgのグルコースを経口負荷すると、正常人の血糖値は約30分後に最高に達するが、摂取グルコースは末梢組織で速やかに貯蔵利用され、数時間で負荷前の血糖値に回復

し、糖尿も認められない。ところが糖尿病患者では、最高血糖値が $200\text{mg}/100\text{ml}$ 以上と高く、長時間の高血糖と糖尿が観察される。本疾患では、糖利用能の低下に伴って多くの脂質がエネルギー源に消費されるために、尿中にグルコースとケトン体が排泄される。

ハマチとコイに体重100gあたり50mgのグルコースを経口負荷すると、いずれの魚種の血糖値も1~2時間後に最高に達し、その後徐々に低下し、5~7時間後にやっと負荷前の水準に回復した(示野他, 1977)。ヒトの場合との吸収速度や回復速度の違いばかりでなくグルコース負荷量の相違(167mgと50mg)を考慮すれば、魚類の糖利用能の低いことが明らかである。また両魚の最高血糖値と回復時間の違い、ならびにグルコース摂取ハマチに糖尿を認めた佐藤他(1967)の結果から、ハマチの糖利用能はコイに劣ることも明白である。

魚類の糖利用能は変化するか否かを知るために、続いて0~40%のデンプンを配合した飼料で約1ヶ月飼育したハマチについてグルコース負荷試験を実施した(示野, 1974)。成長の劣っていた40%デンプン添加区では、無添加区に比べて最高血糖値が著しく高く、かつ回復に9時間も要したことから、糖利用能の低下が示唆された。一方、成長の優れていた10%添加区では、

最高血糖値は低く回復時間も速かったことから、適量の糖質添加飼料での馴致による糖利用能の向上が示唆され、興味深い。しかし10%添加区の負荷曲線もコイのそれに比べると、最高値も高ければ回復時間も遅く、1ヶ月馴致によるハマチ糖利用能の向上はさほど大きいとはいえない。したがってハマチはデンプンのような多糖類ばかりでなく単糖類をも効率よく利用できないと結論される。

ハマチの糖利用能が低い原因を知るため、インシュリン感性試験 (IST) とインシュリン・グルコース二重負荷試験 (IGTT) を行なった (示野他, 1978, 1979)。グルコース単独負荷時 (GTT) の血糖値は、前述のように1.5時間後に最高になり、徐々に低下して7時間後に回復した。しかしインシュリン投与後にグルコースを負荷すると (IGTT), GTT のような高血糖は認められず、5~7時間後に有意な血糖低下が観察された。またインシュリン単独投与時にも (IST), 3~6時間に有意な血糖低下がみられ、9時間後に回復した。これらの結果は、ハマチはインシュリンに対する抵抗性をほとんどたないこと、また低糖利用能の一因はインシュリン不足にあることを示唆している。Furuichi et al. (1982, 1983) および米 (1985) はグルコース負荷魚のインシュリン量と酵素活性の経時変化を詳しく調べ、魚類の低糖利用能はインシュリンの絶対的不足による糖尿魚の体質に起因すると推論している。エピネフリンのようなインシュリン拮抗ホルモンなども関連しようが、これは今後に残された問題である。

### 3. 糖代謝酵素

魚種間における糖利用能の差異の原因を探るために、ハマチとコイの糖代謝酵素活性を測定し、表2に示した (示野他, 1977)。まず肝臓酵素については、糖新生経路の律速酵素であるG6PaseおよびFDPaseの活性は、ハマチではそれぞれ25.5および5.5  $\mu$  moles/分/体重100 g

表2. ハマチおよびコイの酵素活性

酵 素	ハ マ チ	コ イ
消化酵素*1		
アミラーゼ	12.5±2.1	1040±700
ペプシン	112±15	—
トリプシン	52.2±10.9	64.4±39.0
肝臓酵素*1		
PFK	1.38±0.44	8.10±5.55
PGI	226±51	504±46
G 6 Pase	25.5±6.3	12.5±4.2
FDPase	5.47±0.76	2.44±1.19
G 6 PDH	6.44±2.13	16.4±7.7
PGDH	4.04±0.44	4.29±2.00
筋肉酵素*2		
PFK	0.24±0.07	1.87±0.17
PGI	353±31	271±64
FDPase	1.09±0.12	0.93±0.12

\*1  $\mu$  moles/min/100 g body weight.

\*2  $\mu$  moles/min/ g /muscle.

とコイの2倍以上であった。これと対照的に、解糖経路の律速酵素の一つである PFK 活性はハマチでは1.38  $\mu$  moles とコイの4分の1以下の値であった。PGIならびにペントース燐酸経路のG6PDHおよびPGDHの活性にも同様の傾向があった。筋肉の3酵素 (PFK, PGI およびFDPase) にも、肝臓酵素に類似した差異が認められる。この結果から、コイに比べてハマチの肝臓と筋肉のいずれにおいても、糖新生能は高いが、吸収されたグルコースを分解利用する能力は小さいと思われ、糖利用能の差異はこれらの酵素活性にも起因しよう。

続いてフナ、ウナギ、アカカマスなど9魚種の糖代謝酵素活性を測定した結果、PFKとFDPaseの活性に興味ある種間差が認められたので、表3にその一部を示す (示野, 1974)。PFK活性はフナ、コイなどの雑食魚に高くハマチ、アカカマスなどの肉食魚に低い傾向にあり、10

表3. 魚類肝臓における PFK および FDPase の活性\*

魚種	PFK	FDPase	PFK/FDPase
フナ	10.2±1.4	1.57±0.61	6.50
コイ	8.10±5.55	2.44±1.19	3.32
ニジマス	2.20±0.53	2.53±0.31	0.86
ウナギ	2.28±0.33	4.69±0.78	0.50
ボラ	1.92±0.52	6.43±0.17	0.30
ハマチ	1.38±0.44	5.47±0.76	0.25
マアジ	1.14±0.64	5.54±1.22	0.21
チダイ	0.68±0.28	4.77±0.71	0.14
アカカマス	1.21±0.49	10.5±2.6	0.11
ラット	4.89±1.64	16.8±0.8	0.29

\*  $\mu$  moles/min/100 g body weight.

倍以上の差異があった。糖質消化酵素の活性は草食魚や雑食魚に高く、肉食魚に低いが、肝臓の解糖を律速する PFK の活性にもそれと同様の種間差があることは、合理的であり興味深い。

PFK と対照的に、FDPase の活性は雑食魚に低くて肉食魚に高い傾向があひ、やはり7倍ほどの種間差があった。したがって両酵素の活性比には著しい種間差があり、同比は糖利用能の高い雑食魚ほど高い傾向にあった。なお魚類に比べてラットでは、G6Pase, FDPase, PFK, PGI および PGDH の活性はいずれも高いが、FDPase 活性が顕著に高いので、PFK/FDPase 活性比はボラと同程度の値であった。これは、糖利用能を数種類の酵素活性から推定することの危険性を示している。

ヘキソキナーゼはグルコースの取り込みに関係し、解糖経路の律速酵素の一つである。ラットの本酵素には4種類のアイソザイムがあり、性質や分布が異なる。特に、肝臓に偏在し飼料やホルモンに著しく敏感なグルコキナーゼ (EC 2.7.1.2) は、グルコースの取り込みや血糖調節に重要な役割をもつ。永山他 (1972) は魚類肝臓のヘキソキナーゼをカラムクロマト法によ

り4種類のアイソザイムに分け、ラット酵素のそれと比較した結果、グルコキナーゼは魚類の肝臓に分布せず、また魚類肝臓のヘキソキナーゼ活性はラットのその約 $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{4}$ であったという。この結果は、魚類では糖質摂取時にヘキソキナーゼによる血糖調節ができないことを意味しており、興味深い。

#### 4. 糖代謝の臓器相関

哺乳動物と同様に魚類にも、解糖経路、ペントース燐酸回路、TCA 回路などが存在するが、これらが全臓器に分布するのではない。各経路の律速酵素の臓器分布から (MacLeod et al., 1963; Shimeno et al., 1967, 1973; Knox et al., 1980) 解糖経路はすべての臓器に分布するが、ペントース燐酸回路と糖新生経路は肝臓と腎臓に偏在すると推察される。つまり肝臓は上記の3経路を完備し糖代謝に重要な役割を果たしているのに対して、普通筋には解糖経路は分布するが他の2経路は不完全であろう。このように各臓器の代謝機能は異り、各臓器がそれぞれの機能を果たすことによって、個体の糖代謝が維持される。例えば普通筋で生じた乳酸は、ここでは糖新生されないで、血液を介して肝臓に運ばれ、そこで糖新生されたグルコースが再び普通筋に運ばれるという“Cori cycle”が形成され、糖代謝の臓器相関が存在する。

#### 5. 絶食時の代謝応答

魚類は産卵期や越冬時に絶食するが、絶食に耐えて数年間生存した例もある。魚類の絶食に対する適応性や代謝調節を追求することにより、その栄養代謝やエネルギー代謝の特性を知ることができると考え、絶食に対する糖代謝の応答を調べた (示野, 1974; Shimeno et al., 1990)。

生餌給与区を対照として平均体重78gのハマチを21日間網生簀で絶食させると、体重は約10gしか減少しなかったが、内臓、特に肝臓の重量

は激減した。魚体成分の絶体量はいずれも低下したが、肝臓のグリコーゲンが最も速やかに、次いで脂肪が速やかに低下した。しかし血中のグルコースとタンパク質の低下は遅くかつ小さく、また遊離脂肪酸とアンモニアは絶食後期にむしろ増大した。

肝臓酵素の活性は給餌区ではほぼ一定であったのに対して、絶食区ではいずれも低下したが、その低下率は酵素の種類により異なった。すなわちペントースリン酸回路のG6PDHとPGDHの活性低下が最も大きく、次いで解糖経路のPGIとPFKのそれが大きく、いずれの酵素についても絶食中期までに給餌区と絶食区間に有意差が認められた。一方、糖新生回路のG6Pase活性は3日目にやや低下しただけで、両区間に有意差はなかった。このような活性低下率の差異は各代謝経路の重要性を反映しており、絶食時に不要なペントースリン酸回路酵素の活性が大きく低下したのに対して、全身のエネルギー源となる血糖を供給する糖新生酵素（G6Pase）の活性は高く保持されたものと推察される。

コイについても同様の絶食試験を実施した結果、終了時の体成分や酵素活性はハマチの場合ほど低下しなかったが、絶食時の代謝応答は近似していた（示野他, 1974, 1990）。したがって絶食魚では、グリコーゲンは速やかに消耗し、脂肪とタンパク質も徐々に減少するので、絶食後期には末梢組織から脂肪酸やアミノ酸が動員され、それらをエネルギー源や必須成分の合成に利用しているであろう。また肝臓では、解糖と脂質合成を抑制するとともに、動員アミノ酸を材料として糖新生を高く維持しているといえよう。

このように魚類は、絶食時にエネルギー源に自己のタンパク質と脂肪を消費するが、給餌時にも両栄養素を利用している。したがって高糖質飼料を常食する哺乳類と違って、魚類では給餌時と絶食時の代謝パターンが似ている。これが、魚類の絶食に対する適応性が高い主因と考

えられ、比較生化学的に興味深い。実際、高糖質飼料や高タンパク質飼料に馴致したハマチに比べて、高脂質飼料馴致魚の絶食時における代謝パターンの変化は小さく、体重の減少も小さい結果を得ている。

## 6. 高糖質飼料摂取時の代謝応答

飼料の糖質に対する魚類糖代謝の応答を知るため、0～50%の $\alpha$ -デンプンを添加した飼料でコイとハマチを30日間飼育し、両魚の代謝パターンや適応性を比較検討した（示野他, 1974, 1981 b, 1981 c）。飼育終了時のコイでは、肝臓グリコーゲン量は多糖質添加区ほど高い傾向にあったが、タンパク質量や血糖値には有意な区間差は認められなかった。また肝臓のG6PaseとFDPaseの活性は無添加区に最も高く、多添加区ほど低下する傾向にあり、一部の区間に有意差があった。これと対照的に、糖質の分解利用に関与するPFK, PGI, G6PDHおよびPGDHの活性はいずれも多添加区ほど増大する傾向にあった。ハマチについても20%添加区までは、これと類似した傾向が認められた。したがって、いずれの魚種でも糖質無添加区に比べて添加区では、G6PaseとFDPaseの活性は低くてPFK, PGI, G6PDHおよびPGDHの活性は高く、またグリコーゲンと脂肪の含量も多いが、その他の成分はほぼ等しかった。以上の結果から、糖質摂取魚の糖代謝は、糖新生を抑制するとともに摂取糖質を貯蔵利用する方向に調節されたと考えられる。換言すれば、糖質摂取に伴って血糖値が高くなると、肝臓ではその血糖を、脂肪やグリコーゲンに合成貯蔵するとともに解糖とリポゲネシスにより分解利用する方向に糖代謝が調節されたといえよう。糖質摂取魚では、このような合目的性代謝調節が行なわれ、雑食魚のコイばかりでなくハマチも一定限度以下の糖質添加飼料に適応できることが明らかになった。また前述の10%デンプン添加区のハマチに観察された糖利用能の向上も、こ



の合目的性代謝調節から理解される。一方、40%デンプン添加区のハマチでは、PGI, G6PDH および PGDH の活性が著しく低く、またその成長、糖消化率、糖利用能などが著しく劣っていたことから、糖質の過剰摂取に伴う糖代謝の障害が示唆される。

次に糖質源の影響を知るため、 $\alpha$ -デンプン、デキストリン、グルコースおよびフルクトースの15%添加飼料でハマチを30日間飼育し、代謝パターンを比較した(示野他, 1978)。デキストリンとグルコースの添加区の代謝パターンは前述の $\alpha$ -デンプン添加区のそれとよく似ていたが、フルクトース添加区のそれは異っていた。すなわち解糖促進と糖新生抑制の点では同じであったが、ペントース燐酸回路酵素と肝臓脂質の抑制という点で違っており、その代謝パターンはむしろ40%デンプン区のそれと似ていた。その成長もやや劣っていたので、ハマチはフルクトースをデンプンほど有効に利用できないと判断されたが、糖利用能の低下はみられなかった。フルクトースを摂取したカワマスでも同様の代謝パターンが報告されているが(McCartney, 1970)、ラットでは、これとは逆にペントース回路酵素活性と体脂肪量が増加したという(Michaelis and Szepesi, 1973)。

#### 7. 高脂質飼料摂取時の代謝応答

脂質摂取時の代謝パターンを知るため、0~18.5%のスケトウダラの肝油を添加した飼料でハマチを30日間飼育し、体成分や酵素活性を測定した。飼育終了時には、グリコーゲンと血漿遊離アミノ酸は多脂質添加区ほど少なく、体脂肪は逆に多くなる傾向にあった。また肝臓のG6Pase, Plase, PFK, G6PDH, PGDH, ME, GPT および arginase の活性は無添加区に最も高く、多添加区ほど低下する傾向にあり、多くの酵素についていくつかの区間に有意差が認められた。したがって無添加区に比べて多脂質添加区では、脂肪は著しく多いがグリコーゲンは

少なく、肝臓の上記8酵素活性はいずれも低かった。結局、脂質摂取魚は解糖、糖新生、アミノ酸分解および脂肪酸合成を抑制するとともに、摂取脂質をエネルギー源に貯蔵利用していたと推察される。

#### 8. まとめ

以上述べたコイとハマチの糖代謝とその調節機構を酵素レベルからまとめると、次のとおりである。まず肉食魚のハマチでは、タンパク質の消化と分解、糖新生などに関与するペプシン、トリプシン、GPT, G6Pase, FDPase などの活性が高いのに対して、糖質の消化や分解に関与するアミラーゼ、ヘキソキナーゼ、PFK, PGI, G6PDH, PGDH などの活性は低い。つまり飼料中の糖質は消化吸収されにくばかりでなく、吸収されたグルコースも代謝されにくく、したがってその糖利用能は低いと結論される。これと対照的な酵素分布がみられる雑食魚のコイでは、飼料糖質は消化吸収されやすいし、吸収されたグルコースも効率よく代謝され、したがってその糖利用能は高いといえよう。

高脂質飼料摂取時にはエネルギー供給系が脂質に傾いて糖代謝は全般的に低下し、高糖質飼料摂取時には解糖やリポゲネシスを高めて血糖上昇を抑制する方向に応答し、絶食時と高タンパク質飼料摂取時には糖新生を高めて血糖低下を抑制する方向に応答した。したがって絶食を含めて種々の飼料条件に対して魚類の糖代謝は、血糖値の恒常性を維持する方向に調節されたと結論できよう。

#### 参 考 文 献

- 池田静徳, 1979. 魚類の糖代謝. 蛋白質・核酸・酵素, 24(3): 292-300.
- Furuichi. M. and Yone Y. 1982. Changes in activities of hepatic enzymes related to carbohydrate metabolism of fishes in glucose and insulin-glucose tolerance tests. *Nippon Suisan*

- Gakkaishi*, 48 : 463-466.
- Furuichi, M. 1983. Studies on the utilization of carbohydrate by fishes. Rep. Fish. Res. Lab., Kyushu Univ., No. 6 : 1-59.
- 古川 厚, 1966, ハマチ餌料. 特にその消化を中心にして. 水産増殖, 臨時号 6 : 51-67.
- Knox, D., Walton, M. J. and Cowey, C. B. 1980. Distribution of enzymes of glycolysis and gluconeogenesis in fish tissues. *Marine Biology*, 56 : 7-10.
- McCartney, T. H. 1970. The comparative utilization of glucose, fructose, and galactose by fingering brook trout. Fisheries Research Bulletin, No. 34 : 43-52.
- Michaelis, O. E. and Szepesi, B. 1973. Effect of various sugars on hepatic glucose-6-phosphate dehydrogenase, malic enzyme and total liver lipid of the rat. *J. Nutr.*, 103 : 697-705.
- 永山文男・大島寛史, 1974. 魚類の糖代謝酵素系に関する研究-I. 肝臓ヘキソキナーゼの特性. 日水誌, 40 : 285-290.
- 佐藤正明・川西正衛・北島 力・伏見 徹・大内 晟, 1967. 配合餌料によるハマチ養成試験. 広島水試報告, 28 : 1-29.
- Shimeno, S. and Ikeda, S. 1967. Studies on glucose-6-phosphatase of aquatic animals-II. The enzyme activities in fish tissues. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 33 : 112-116.
- Shimeno S. and Takeda M. 1973. Studies on hexose monophosphate shunt of fishes-II. Distribution of glucose-6-phosphate dehydrogenase. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 39 : 461-466.
- 示野貞夫, 1974. 魚類の炭水化物代謝に関する研究. 高知大学水産実験所研究報告, No. 2 : 1-107.
- 示野貞夫・細川秀毅・平田 博・竹田正彦, 1977. ハマチとコイの糖代謝の比較. 日水誌, 43 : 213-217.
- 示野貞夫・細川秀毅・梶山英俊・竹田正彦, 1978. ハマチの成長, 飼料効率, 体成分および肝臓酵素に及ぼす飼料炭水化物の影響. 高知大学水産実験所研究報告, No. 3 : 89-99.
- Shimeno, S., Hosokawa, H. and Takeda, M. 1979. The importance of carbohydrate in the diet of a carnivorous fish. Proceedings of World Symposium on Finfish Nutrition and Fishfeed Technology, 1 : 127-143.
- 示野貞夫・細川秀毅・竹田正彦・高山三圭・福井章夫・佐々木広治, 1981 a. 飼料脂質に対するハマチ肝臓酵素の適応. 日水誌, 47 : 63-69.
- 示野貞夫・竹田正彦・高山三圭・福井章夫・佐々木広治・梶山英俊, 1981 b. 飼料炭水化物に対するコイ肝臓酵素の適応. 日水誌, 47 : 71-77.
- 示野貞夫・竹田正彦・佐々木広治, 1981 c. 飼料組成の変化に対するコイ窒素排泄の応答. 日水誌, 47 : 191-195.
- Simeno, S., Keyyali D. and Takeda M. 1990. Metabolic adaptation to prolonged starvation in carp. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 56 (in press).
- 米 康夫, 1985. 炭水化物. 養魚飼料 (米 康夫編) : 31-42, 恒星社厚生閣, 東京, 150pp.

(筆者：示野貞夫, 高知大学農学部)

# 水辺空間の環境保全

## — シンポジウム講演要旨 —

平成元年11月25日、高知県建設会館において黒潮圏研究所ならびに近自然河川工法研究会主催、高知県・高知市・高知新聞社・RKC高知放送・NHK高知放送局等の後援により、「水辺空間の環境保全」に関するシンポジウムが開催された。

多数の参加者を得てシンポジウムは、まず、高知県下主要河川の河道の変遷に始まり、鏡川水系河川環境管理基本計画、ヨーロッパにおける近自然河川工法、離岸堤による生態系の変化について話題が提供され、最後に総合討論で締めくくられた。河川に関する話題は昨年度のシンポジウム「河川の環境変化と生物」を発展的に継承したもので、将来における“河川の人為的管理のあり方”が強く示唆された。また、離岸堤に関する話題は砂浜海岸の侵食防止工法と岩礁性生物相の出現に関するもので、数多くの新知見が提供された。以下はその講演要旨集である。

### 高知県下主要河川の河道の変遷

満塩大洗（高知大学理学部教授）

#### 1. はじめに

第四紀の約200万年以後の時代は、地球の歴史の最後の1ページで、人類誕生の世紀で、また、氷河期の寒冷気候の時期でもあった。永河期の原因は地球上がモメている動乱期であった。地球が激しい運動（昔の説では地向斜造山運動説、現在ではプレートテクトニクス説）の後に冷却し、永河期が来たのである。寒冷になれば、南極・北極の氷床が成長し、また、高山地域の氷河が成長する。それ故海水の絶対量が減少し、海水準面が下がる。これによって世界の大陸棚が形成され、高知新聞の黒潮コラム

で書いたように、土佐湾の大陸棚の形成過程にも関係する。

反対に間氷河期になると、一般的に温暖化し、両極の水氷が溶けて海水の絶対量が増加し、海水準が上昇する。その他に地震等の地盤変化により海進・海退が起こる。それ故、河川の流路の変化が起こるが、ここでは、第四紀以後の高知県の河川の変遷過程について述べる。これは海底と陸上の情報から得られるのである。

#### 2. 方法

海底地形は魚探やPDRなどから知られ、また、海底堆積物（底質）は採泥器（ドレッジャー）により海底表層を、柱状採泥器（コアラー）により柱状試料を採集する。一方、陸上の地質はフィールドを踏査し、地質調査を行ない、試料を採集する。

これら海底や陸上の試料を解明して、その地質時代や堆積環境を知るのである。その手法は巨視的には肉眼で、微視的には偏光・電子顕微鏡やX線回折・化学分析などによって組成・成分などを分析する。これらによって、地層・岩石のできた時代や堆積環境などの諸性質を知ることができる。

#### 3. 結果

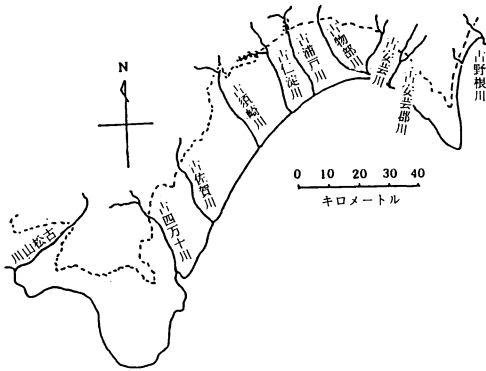
土佐湾は開口性の開いた湾であり、浦ノ内湾は強閉塞性の内湾である。前者は開口性で、内湾度は0.5の深海湾である。水深約140m付近に傾斜変換点があり、以浅が大大陸棚で砂質が存在し、以深は陸斜面で泥質がある。浦ノ内湾は湾口部では極めて浅くて砂堆を形成し、湾奥は流れが弱くて泥質になる。しかも、ここでは酸欠で腐ってヘドロとなっている。

一方、土佐湾周辺の陸上の第四紀層は、狭い沖積平野と段丘・丘陵にあり、山地では第三紀

## 講演要旨

以前の地質系統からなる。沖積平野は沖積層（約1万年，最高高度約10m）から，段丘は低位（河成；約4-1万年，最高高度約40m）・中位（海成；約13万年，最高高度約40m）・高位（河成；約70万年，最高高度約100m）の上・中部洪積層から，丘陵はブレ段丘の下部洪積層（河成／海成；約200-70万年，最高高度約150m）から，それぞれなっている。

洪積世後期，約2万年前，水深約140m低下



中位段丘形成の頃の古地理図（約13万年前）  
（古土佐湾海進時）



高位段丘形成の頃の古地理図（約70万年前）

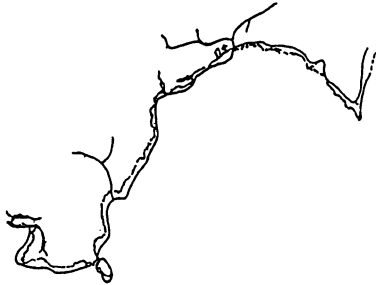


図1 土佐湾の古地理（破線は現在の海岸線，  
実線は当時の海岸線と旧河川）

## 4. 考察

これらの諸事実から約2万年前の氷期に約140m海水準が低下していた。その前の間氷期の約13万年前は約30mも上で，陸上では中位段丘ができて，古土佐湾海進と呼んだ。約70万年前の高位段丘の時期には，約80mも上にあり，仁淀川は朝倉を通り東流し，四万十川も東流していた。

今後の海水準の変化については，温室効化による温暖化が有力で，もしそうなれば世界の主要な海岸都市は水没の恐れがある。

### 主要文献

満塩大洗，1988：ヘドロの有効利用。海洋・資源，(18)，19-25。

Mitasio, T. 1985: Marine Geology of Tosa Bay, Shikoku. Res. Rep. Kochi Univ., 34, 61-72。

満塩大洗・古川博恭，1988：四国地方の第四系。地質論集，(20)，135-145。

小椋正澄・満塩大洗・吉田泰治，1989：四国の軟弱地盤。土質工学会四国支部30周年記念出版，62-83。

## 鏡川水系河川環境管理基本計画

井添健介（高知県土木部河川課長）

### 1. 計画の位置付け

近年，我国の社会経済の発展による国民生活の水準向上や余暇時間の増大に伴い，生活環境のアメニティが見直されている。河川環境についても高密度化した都市部に残された最後の自然環境として，また地方部では地域活性化の軸となる地域資源として，河川に対する関心が高まっている。このような状況を背景に，昭和56年3月河川審議会より「河川環境のあり方について」が答申され，その後，河川環境にたいする各種の施策が急速に実施されており，特に河川環境整備のマスタープランである「河川環境管理基本計画」の計画策定が全国的に進行中である。

高知県に於いても一級河川の渡川（四万十

川), 仁淀川, 物部川, 吉野川で河川環境管理基本計画が策定作業中であり, 二級河川の鏡川ではこの9月に, 河川環境管理基本計画の策定作業を終了し, 来春3月の河川審議会へ報告される予定である。

2. 鏡川水系河川環境管理基本計画の概要

基本テーマ	清流の「うるおい」, 水のある風景をふるさとに
-------	-------------------------

(基本理念)

- ①清流の「うるおい」を活かした水辺空間の創造
- ②自然との「共生」を表す緑豊かな水辺空間の創造
- ③活力ある「ふるさとづくり」に寄与する水辺空間の創造

このため, 鏡川水系を5つのブロックに区分し, 環境管理方針を定めた。

- 都市ブロック (高知の街を彩る緑豊かな親水空間)

河川景観の修景を図り, 高水敷等を中心に公園機能, 散策機能を強化し, 緑豊かな親水空間を形成する。

- 中流ブロック (ダム湖と石の河原を活かしたレクリエーション空間)

ダム湖周辺的环境整備を進め, ダム下流区間でも石の河原や瀬・淵の保全に努めるなどして水辺の野外レクリエーション空間を形成する。

- 源流ブロック (雄大な山々と清流に洗われた渓谷の情操空間)

源流風景を持つ良好な河川景観を保全し, 緑豊かな山間渓流地ならではの情操空間を提供する。

- 神田川ブロック (憩いと散策の水辺空間)

住宅地の身近な水辺空間として, 近隣住民に親しまれる憩いと散策の場を提供する。

- 的淵川ブロック (緑濃い山並みと清流のふるさとの水辺空間)

流域の豊かな自然環境を保全し, 神社, 仏

拠点地区の整備方針

場 所	テ ー マ	整 備 方 針
鏡 川 潮江橋～ 月の瀬橋周辺	新しい高知を拓く「よさこいの広場」	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 堤防を垂直緑化, 石張等により修景するとともに, 低水護岸についても石張により修景し, 河川空間の景観機能の向上を図るよう整備する。</li> <li>• 河川公園として利用されている区間は, 河川景観の向上に努めながら, さらにスポーツ, レクリエーション, イベント, 散策等の格好の場となるよう整備・充実を図る。</li> <li>• 低水護岸の階段工を活用・整備し, 親水性を高めるとともに, 秩序ある水面利用を推進する。</li> </ul>
鏡 川 鏡ダム湖周辺	花映す湖畔に集う「にぎわいの広場」	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ダムサイト下流・左右岸, 上流・右岸の3地区の環境整備(駐車場, 植樹, 公園施設, 広場等)を行ない, 展望広場等の水辺空間をつくる。</li> <li>• ダム湖周辺についても環境の保全を図りながら, 湖岸の親水性を高めるよう整備し, 水面のレクリエーション利用を図る。</li> <li>• 桜をはじめ四季の花を植樹し, ダム湖周辺の水辺景観を向上させる。</li> </ul>
鏡川, 高川川 宮久保～ 平石周辺	ふるさとの文化を伝える「石と清流の里」	<ul style="list-style-type: none"> <li>• つり橋付近の親水性を高めるため, 自然石による階段護岸を整備し, 石の河原を活かした河川プールを設置する。</li> <li>• 高川川に石張修景による砂防ダム及び巨石を利用した流路工による遊歩道を整備し, 既設のキャンプ場(源流憩いの広場)等とともに源流の自然美を活かしたハイキングの拠点をつくる。</li> </ul>

## 講演要旨

闇のシンボル性を高める水辺空間を創造し、地域の連帯感の向上と水辺の文化の継承を図る。

さらに詳細な管理が必要となる河川区間につ

### 水と緑と文化のネットワークの整備方針

場 所	テ ー マ	整 備 方 針
鏡川（左岸）から月の瀬橋、神田川を経て針木に至る区間	憩いを結ぶ「水と緑の小径」	<ul style="list-style-type: none"> <li>鏡川（左岸）の旧堤に沿った緑化ブロック（既設）、高木の植樹、遊歩道を活用・整備するとともに、本堤裏の植樹帯（既設）を活用した散策路を整備する。</li> <li>神田川の特殊堤・天端に花テラスを設けて壁面の威圧感を緩和し、堤裏道路の散策機能を向上させる。</li> <li>土佐道路から上流の区間は低水路小段を水辺の遊歩道とし、壁面の緑化、花空間（レンガ壁、レンガ階段、花ポット等）、アヤメ植栽により散策機能の向上が図れるよう整備する。</li> </ul>

### スポット空間の整備方針

場 所	テ ー マ	整 備 方 針
的淵川・梅ノ木川 河内神社、八坂神社、熊野神社	文化を伝え心をつなぐ「憩いと思策の水辺」	<ul style="list-style-type: none"> <li>河内神社、熊野神社では自然石による階段及び河床部の小段を整備する。</li> <li>八坂神社では階段、小段、飛石を整備し、河道内の親水機能を向上させる。</li> </ul>

### ヨーロッパにおける近自然河川工法

福留脩文（西日本科学技術研究所所長）

#### スイスの近自然河川工法

スイス連邦内では、過去数世紀にわたって大洪水が歴史的に繰り返され、前世紀と今世紀の初頭には、アルプスに源を発するほとんどの河川が大規模に改修された結果、それまでの自然な河川は幾何学的に直線化され、断面は単純化、平滑化されていった。その結果、洪水は制御され、流域の人口は増え、産業も発展したが、同時に今度は水質汚濁を引き起こした。しかし、この水質汚濁の問題は、その後の連邦内全域にわたる下水道事業により基本的にはクリアしてきた。

そこで今日、市民が心の安らぎの場として再び河川・湖沼の水辺空間を求めると同時に、そうした大金をかけて浄化した水を、再び単調な灰色の構造物の中に戻すことは、水循環のシ

ステムの上から好ましくないという考えが起こった。スイスの近自然河川工法は、そうした背景から生まれてきた。その1………

まず、護岸において洪水の危険性やそれに伴う建造物の安全性などを軽視することなしに、河川の自然を保護し育成する工法があげられる。

近年改修を受けてきた河川では、今さら元の自然な状態に造り変えることはできない。その上、無機的に規格化された護岸では、人間の情操に対し単調な印象を与え、人びとの心に安らぎや潤いを与えることは少ない。

また、水際は本来一つの生態学的な空間モデルであり、多くの動植物の生息空間となるべき場所である。そして、水際に多様な水中生物の生息空間を形成することは、多くの魚類や無脊

また、水際は本来一つの生態学的な空間モデルであり、多くの動植物の生息空間となるべき場所である。そして、水際に多様な水中生物の生息空間を形成することは、多くの魚類や無脊

また、水際は本来一つの生態学的な空間モデルであり、多くの動植物の生息空間となるべき場所である。そして、水際に多様な水中生物の生息空間を形成することは、多くの魚類や無脊

また、水際は本来一つの生態学的な空間モデルであり、多くの動植物の生息空間となるべき場所である。そして、水際に多様な水中生物の生息空間を形成することは、多くの魚類や無脊

椎動物、昆虫の幼虫または植物、藻類などの食物連鎖の関係を維持し、さらにそれによって河川の自浄作用も行なわしめることになる。

そのため、護岸の水際の構造は、自然に近い材料を使うのが好ましく、植物もしくは植物と石材の混合によるものが多く採用される。コンクリートとの組み合わせが用いられることも当然である。

#### その 2 ……………

つぎに、見落としてはならないものに河床面のことがある。河床が砂、砂利、岩あるいはコンクリートであるかによって、河床の総面積が大きく異なり、河床面が広いほど小さな生物の増殖していける可能性が大きくなる。

こうした方法により、これまで直線化され、単純化されてきた流路や断面に変化をつけて、さまざまな近自然河川改修がすすめられている。

#### その 3 ……………

急流河川においては、河床浸食を防ぐため、床止め工を施し、その固定点間に緩い傾斜の河床を形成していく。その際、魚の遡上を妨げないように、また洪水時に魚が避難することができそうな窪地を併設する。

この床止め工は棚工、沈床工、杭打ち工などのほかに、石材やコンクリートによる工法も用いられるが、形状のデザインは流路の中に魚道を形成するような配慮が施される。

また、「魚窪地」は、通常約30～70cmの落差をもち、水深80cm、長さ3～5mの構造で、床止め工の下流側に設けられる。それによってできる深く広い空間は、たくさんの水中生物の隠れ場所になっている。

#### その 4 ……………

また、河床浸食がはげしく進んで発達している大きな落差を、防災上と景観保全の上から固定するため、その場所にコンクリートによる堰堤を建設している。その形状や天端表面の部分は、元の自然の岩盤そっくりの仕上げをしてい

る。

さらにこの堰堤に付帯してつけられた階段魚道は本体の構造コンクリートで固められたものであるがその形状は自然のままの岩盤にできている魚道をそっくり移したように、表面は合成樹脂モルタルで加工して仕上げている。

#### その 5 ……………

ついでに紹介しておく、この近自然河川工法の考え方は、河川だけでなく、湖沼や池などの改修または新設にも共通してみられ、いわばウォーターフロントすべてに応用されている。

たとえば、かつては大型の船舶が着き、湖岸には工場などの建築物が立ち並んでいたチューリッヒ湖では、水辺を市民のための公共的な空間として再開発すると同時に、水際の造りは他の多くの生物のための生息空間として改修されている。その結果は、人間の求める快適空間としても、極めて優れた環境を創り出している。

#### コンセプトは全生命のための環境デザイン

以上に紹介した近自然河川工法の考え方や、具体的な技術の展開は、スイスにおいては河川にとどまらず、陸域での道路建設や土地造成、また農村計画や都市計画の分野にまで広がっている。

つまり、人間が安らぎを求め、潤いのある環境として求める水辺の空間は、さらに水生生物や他の多くの陸上生物にとっても極めて重要な空間である。

これらの生物が住めなくなった環境のなかでは、人間も健康な生活を営んでいくことはできない。健康な自然があり、さらにこれらを近自然的な土地でつないだ生態学的なネットワークが、地方、都市を越えて広がっていくこと、つまり都市計画や農村計画の環境デザインは、すべて全生命体の生存システムを基礎としなければならないというのが、スイスの地方づくりの重要なコンセプトである。

## 離岸堤による生態系の変化

山口 修 (建設省高知工事事務所長)

### 1. はじめに

高知海岸は土佐湾のほぼ中央に位置する延長約30kmの砂浜海岸で、台風の常襲地帯にあるため異常波浪による高潮と侵食の被害が頻発し、防災対策が急がれていた。このため特に侵食の著しい物部川河口から高知港境までの8.15kmについて、昭和48年度から離岸堤の設置を中心とした侵食対策が進められ、現在までに36基の離岸堤が完成している。離岸堤の設置にともない砂浜海岸である高知海岸で「クロダイ、イシダイ等の岩礁を好む魚が釣れた」「イセエビが獲れた」などが聞かれるようになったため、建設省高知工事事務所において、昭和61～63年度に高知海岸南国工区の南国市浜改田地先の離岸堤と離岸堤の設置されていない十市地先において、離岸堤の設置による生態系への影響調査を実施したので、その結果を簡単に報告するものである。

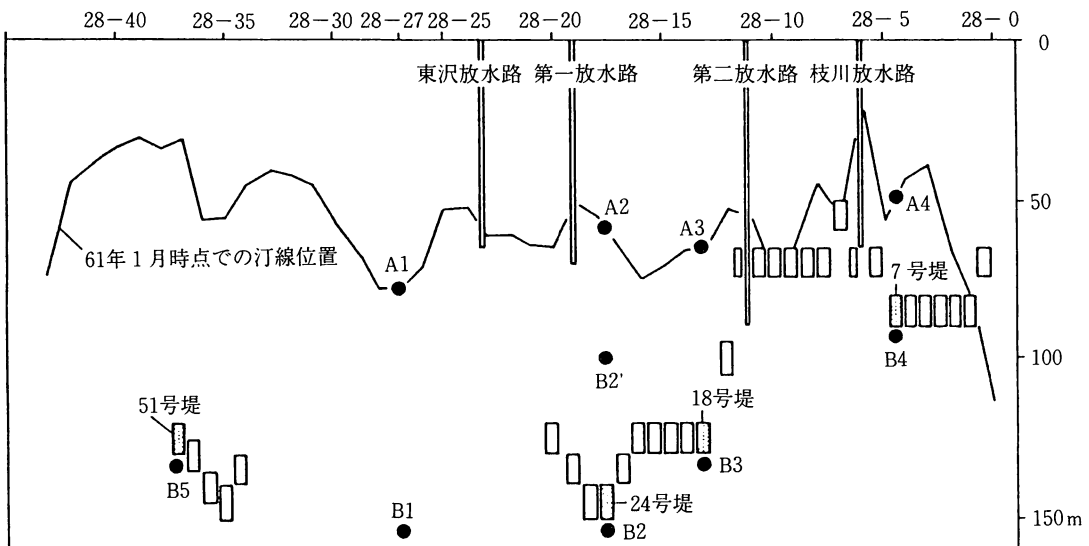
### 2. 調査結果

調査結果をみると、砂浜海岸が離岸堤の設置により、生物相の豊かな岩礁性海岸に変化した

ことが明らかになった。以下に、各生物ごとに調査結果の概略について述べる。

魚類では、離岸堤と離岸堤の設置されていない砂浜を比較すると、離岸堤の方がはるかにい集魚の種類数が多く、離岸堤での魚類相は南日本のごく沿岸岩礁のものとはほとんど同じとあってよい。しかし、離岸堤が設置されている水深が浅いため、沿岸魚のうちごく浅い所に生息する魚類、例えばイシダイ、ニザダイ、ペラ類等が離岸堤の魚類相の中心となっている。い集魚の組成には経年的な変化がみられ、カサゴ等の底魚類がい集するのは設置後約1.5年が必要と思われる。魚卵、仔稚魚についても、離岸堤の無い地点よりも離岸堤陸側の汀線で多く出現した。このことから、離岸堤陸側に形成される静穏域がこれら仔稚魚にとって良好な環境になっていることが示唆される。

付着動物では、離岸堤の無い砂浜がゴカイ、ヤドカリ等が中心の砂浜海岸のものであるのに対し、離岸堤ではフジツボ類、カイメン、カキ類、ムラサキウニ等が中心の岩礁性のものであった。こうした変化は、離岸堤のブロックや捨石が砂浜海岸に投入されると、これらが付着



調査対象域における離岸堤及び放水路の位置



生物の幼生の着底床となり、本来岩礁性の付着動物がそこで成育するようになることを示すものである。また、イセエビやクロアワビなどの磯根資源生物が主に離岸堤下部の捨石部の間隙に多数みられ、離岸堤がこれらの高級水産物の人工魚礁になりうることを示している。

海藻についても、離岸堤の方が離岸堤の無い砂浜よりもはるかに種類数が多い。離岸堤に繁茂していた海藻は、そのほとんどが紅藻類であり、普通、海中林を造るといわれる褐藻類は少

なかったが、これは離岸堤の設置水深が約7 m未満であることに起因する。

### 3. おわりに

今回の調査結果だけでは断言できないが、離岸堤の建設が本来の目的である防災面のみならず、水産業の振興あるいは釣り等の海洋性レジャーの振興に寄与する可能性を持っていることがうかがえ、今後更に、調査・研究をしていくことが必要である。

☆ 学内公開講座開催

放送大学教授奈須紀幸氏による学内公開講座「海洋研究と私」が黒潮圏研究所と理学部の共同主催で行われた。

日時 1989年10月13日(金)

会場 一般教育棟

15:50~16:20 総合討論

16:20~16:30

閉会のあいさつ 畑 幸彦 (高知大学黒潮圏研究所副所長)

☆ 黒潮圏研究所主催の公開シンポジウム開催

「水辺空間の環境保全」のテーマのもとで近自然工法研究会と共同主催で行われた。

日時 1989年11月25日(土) 13:00~16:30

会場 高知県建設会館

後援 高知県・高知市・高知新聞社・高知放送・NHK 高知放送局



公開シンポジウム「水辺空間の環境保全」  
熱心な聴衆により会場は満席

プログラム

13:30~13:40

開会のあいさつ 上森千秋 (近自然河川工法研究会会長)

座長 今井嘉彦 (高知大学教授)

13:40~14:10

高知県下主要河川の河道の変遷

満塩大洗 (高知大学教授)

14:10~14:40

鏡川水系河川環境管理基本計画

井添健介 (高知県土木部河川課長)

14:40~14:50 休憩

座長 岡村 収 (高知大学教授)

14:50~15:20

ヨーロッパにおける近自然河川工法

福留脩文 (西日本科学技術研究所所長)

15:20~15:50

離岸堤による生態系の変化

山口 修 (建設省高知工事事務所長)

☆ 高知新聞に「黒潮のナゾを追う」を連載

1989年1月9日より「月曜ジャーナル」(カラー版)の紙面に、図・写真2枚を含む1,500字ほどの内容で、上記のテーマで土佐湾、高知での科学、文化・歴史にわたる記事が60回にわたって連載された。1990年3月をもって終了の予定であるが、できれば一冊の本にして出版の計画もある。

☆平成元年度教育研究学内特別経費

黒潮圏研究所の所員グループ(代表大野正夫)に対して、300万円が交付されたので、下記の課題で調査研究を行うことになった。

課題「土佐湾沖深層海水の生物生産への利用に関する基礎的研究」

研究成果は、「くろしお」特別号5号に公表する予定である。

# 会 議 抄 録

(昭和64年1月～平成元年12月)

1989年5月1日

## 第19回運営委員会及び1989年度黒潮圏研究所所員会議

報告 昨年度の活動状況

- 議題 1. 今年度の役員改選, 所長関田英里 (学長), 副所長畑 幸彦 (農学部教授) 他, 全役員留任
2. 今年度の活動方針
- (1) 所報「くろしお」4, 5号及び特別号「くろしお」4号の発行
  - (2) 公開シンポジウムの開催  
10～11月の期間に沿岸域の防災と自然保護のような内容で検討する。
  - (3) 高知新聞社連載の「黒潮のナゾをさぐる」に所員は積極的に協力。
  - (4) 学内教育研究特別経費に所員は, 特色ある課題を考えて申請する。
  - (5) 黒潮圏研究所の将来への展望

1989年9月5日

## 第20回運営委員会

- 議題 1. 学内教育研究特別経費の申請について。2題を黒潮圏研究所グループとして申請することを決定。
2. 公開シンポジウムの開催について  
「水辺空間の環境保全」に決定

## 第12回編集委員会

- 議題 1. 「くろしお」5号の内容の決定。  
原稿メ切を2月10日とする。

# 組織及び所員名簿

(平成2年2月10日現在)

所長	中内光昭	高知大学学長	副所長	畑幸彦	高知大学農学部教授
顧問	上森千秋	高知大学名誉教授	顧問	梅澤俊一	高知大学名誉教授
〃	落合明	高知大学名誉教授	〃	八塚剛	高知大学名誉教授

区分	氏名	職員及び講座名	現在の研究分野	当研究所における研究題目
----	----	---------	---------	--------------

## 〔基礎理学研究部〕

部長・ 所員	岡村 収	高知大学理学部教授 海洋生物学	魚類学	魚類の分類・生態学的研究
〃	古都隆弘	〃 理学部教授 機能生物学	生化学	海産無脊椎動物のタンパク質化学及び酵素化学
〃	町田吉彦	〃 理学部教授 海洋生物学	魚類分類・生態学	底生魚類、特にアシロ目魚類の分類・生態学的研究
〃	佐々木邦夫	〃 理学部助手	魚類学	魚類の系統分類学的研究
〃	水田 俊	〃 理学部教授 発生学・細胞生物学	植物生理学	海藻の形態形成に関する研究
〃	種田耕二	〃 理学部助教授 機能生物学	動物生理学・行動生理学	原生動物の細胞生理・行動生理、魚類の呼吸生理
〃	川村和夫	〃 理学部助教授 発生学・細胞生物学	発生学	ホヤ類の細胞相互作用、細胞増殖形態形成、制御機構
〃	石川慎吾	〃 理学部助教授 分類生態学	植生学及び帰化植物の動態	河口域及び海辺の植物生態学的研究
〃	鈴木知彦	〃 理学部助教授 機能生物学	比較生化学	黒潮圏に産する動物の呼吸色素に関する比較生化学的研究
〃	奥田一雄	〃 理学部助教授 発生学・細胞生物学	植物生理学	海藻の形態形成に関する生理学的及び細胞学的研究
〃	越智雅光	〃 理学部教授 有機化学	天然物化学	海洋生物の生理活性成分に関する研究
〃	小槻日吉三	〃 理学部助教授 有機化学	天然物化学	海産天然物の生理活性と合成とその評価
〃	梅澤俊一	〃 名誉教授	動物生理学	魚類の呼吸の生理生態学的研究
〃	野町幸男	〃 名誉教授	統計学	黒潮圏の人文・社会・自然現象に関する統計的研究

## 〔資源科学研究部〕

部長・ 所員	満塩大洗	高知大学理学部教授 海洋地質学	海洋地質学・堆積学	土佐湾周辺海域の海底地質構造発達史及び四国地方の海水準変動史
〃	Peter Allison	〃 理学部助教授 海洋地質学	化石学	海産動物の化石化過程に関する研究
〃	山崎伸道	〃 理学部付属水熱化学実験所教授	水熱化学	海底資源の有効利用に関する研究
〃	田代正之	〃 理学部教授	古生物学	黒潮圏の貝化石の研究
〃	岡村 眞	〃 理学部助教授 海洋地質学	海洋微古生物学 白亜紀の微古生物学	土佐湾周辺海域の微古生物学的研究
〃	前田晴良	〃 理学部助手 海洋地質学	古生物学	土佐湾周辺海域の古生物学的研究
〃	西沢均	〃 理学部助教授 物性化学	個体無機合成化学	土佐湾の海底無機資源の研究
〃	中川昌治	〃 理学部助手	鉱物学	黒潮圏における鉱物・鉱床に関する研究

## 〔生物生産学研究部〕

部長・ 所員	竹田正彦	高知大学農学部教授 水族栄養学	魚類栄養学	温水性海水魚の栄養と飼料に関する研究
〃	永森通雄	高知大学農学部教授 造林学	造林学	四国太平洋周辺地域の森林植生に関する研究

所員	楠田理一	高知大学農学部教授	水族病理学	海産魚の細菌性ならびにウイルス性疾病に関する研究
〃	谷口順彦	農学部教授	水族病理学	黒潮系魚類の集団遺伝学的特性の把握
〃	示野貞夫	農学部教授	水族生態学	魚類遺伝育種学・魚類学
〃	小島渥	農学部教授	水族栄養学	魚類栄養学・比較生化学
〃	川合研兒	農学部教授	水族栄養学	暖水性海産魚の栄養要求及び物質代謝に関する研究
〃	伊藤慶明	農学部助教授	水族病理学	水産利用学
〃	山岡耕作	農学部助教授	水族病理学	高知県特産水産加工品の製造化学的研究
〃	細川秀毅	農学部助教授	水族病理学	魚類免疫学・微生物学
〃	大野正夫	海洋生物教育研究センター教授	水族病理学	魚類の感染症と免疫に関する研究
〃	榎田晋	海洋生物教育研究センター助教授	水族病理学	高知県特産水産加工品の製造化学的研究
〃	岩崎望	海洋生物教育研究センター講師	水族生態学	魚類生態学・生活史
〃	落合明	名誉教授	水族生態学	暖水性魚類の生態と生活史に関する研究
〃	八塚剛	名誉教授	水族生態学	海産魚のビタミン要求に関する研究

#### 〔防災科学研究部〕

部長・所員	玉井佐一	高知大学農学部教授	海岸工学	海岸地形の変動特性とその予測に関する研究
〃	鈴木堯士	理学部教授	防災水工学	岩石学・地球科学
〃	近森邦英	農学部教授	岩石学・鉱物学	西南日本外帯における山地及び沿岸災害の発生機構と予知に関する研究
〃	紙井泰典	農学部助教授	利水工学	農業水文学
〃	松田誠裕	農学部助教授	利水工学	水温躍層内の水温変動と混合及び濃度躍層の変動と混合に関する研究
〃	上森千秋	名誉教授	防災水工学	農業水文学
			水分子学	豪雨の集中度に関する研究
			海岸工学・利水工学	波による海岸侵食とその対策

#### 〔環境科学研究部〕

部長・所員	今井嘉彦	高知大学理学部教授	環境化学・分析化学	河口海域における物質の動態に関する研究
〃	北条正司	理学部助教授	環境化学	環境化学・分析化学
〃	安田尚登	理学部助手	環境化学	河口海域における物質の動態に関する研究
〃	畑幸彦	農学部教授	海洋地質学	環境論
〃	深見公雄	農学部助教授	海洋地質学	微古生物学・古海洋学
〃	吉川義一	農学部教授	海洋地質学	活動縁辺域における海洋古環境
〃	木村晴保	農学部教授	水族環境学	環境物質の循環過程及び赤潮発生に関する生物学的研究
〃	西島敏隆	農学部助教授	水族環境学	海洋微生物学
〃	宗景志浩	農学部助教授	水族環境学	植物プランクトンと細菌類の相互関係に関する生理・生態学的研究
〃	伴道一	農学部助手	土壌肥沃度論	施設栽培土壌における養分動態
〃	三好英夫	海洋生物教育研究センター教授	水産土木学	水産土木学
			水産土木学	内湾の海水流動と物質収支
			海洋生態学	海洋における生物学的従属栄養過程に関する研究
			水産土木学	内湾の海洋物理環境の研究
			水産土木学	成層水域の流動と物質輸送に関する研究
			海洋微生物学	嫌気性深海微生物の分離と培養法の確立

所 員	澤 本 博 道	高知大学教育学部教授 電気分析化学	電気分析化学	河川水中の重金属の電気分析化学的研究
-----	---------	----------------------	--------	--------------------

[人文・社会科学部]

部長・ 所 員	山 根 三 芳	高知大学教育学部教授 漢 文 学	南学, 宋代礼思想研 究	南学の系譜研究
◇	吉 富 啓一郎	◇ 教育学部教授 社会教育学	地域教育論	高知県をフィールドに農業青年問題研究
◇	篠 原 義 彦	◇ 教育学部教授 国 文 学	国文学	土佐の古典研究

# 高知大学黒潮圏研究所研究員名簿

(平成2年2月10日現在)

区分	氏名	所 属	現在の研究分野	当研究所における研究題目
<b>〔基礎理学研究部〕</b>				
税 所	俊 郎	鹿児島大学教授	水産学部 水産動物学	南日本におけるイセエビ類およびその幼生の分布、生態に関する研究
寺 崎	誠	東京大学助教授	海洋研究所 プランクトン学	動物プランクトンの生態学的研究
中 村	泉	京都大学助教授	魚類学	マグロ、カジキ類を中心とする大型表層遊泳性魚類の分類と生態に関する研究
和 田	恵 次	京都大学助手	動物生態学	スナガニ類の生態学的研究
淡 路	敏 之	高知女子大学助教授	海洋物理学	黒潮変動に伴う陸棚沿岸水の力学過程
関 根	義 彦	三重大学助教授	海洋物理学	日本南岸の黒潮流路の変動の研究
稲 森	潤	東京学芸大学名誉教授	岩石学	サンゴ礁に関する研究
<b>〔資源科学研究部〕</b>				
水 野	篤 行	山口大学教授	理学部 海洋地質学	土佐湾及びその周辺海域の海底地質・鉱物資源の研究
安 田	孝 志	岐阜大学助教授	工学部 海岸工学	非線形不規則波浪に関する研究
根 元	謙 次	東海大学講師	海洋学部 海洋資源学	大陸棚部における海底地質構造解析、堆積物の移動・流動現象の研究
篠 原	成 郎	岐阜大学助手	工学部 海岸水理学	ソリトンによる不規則海岸波浪に関する基礎的研究
<b>〔生物生産学研究部〕</b>				
木 島	明 博	東北大学助教授	農学部 魚類遺伝育種学	黒潮圏魚介類の集団構造に関する生態遺伝学的研究
河 原	栄 二 郎	北里大学助手	水産学部 水族防疫学	魚類病原細菌の生産する溶血毒素に関する研究
木 村	清 志	三重大学助手	魚類学	沿岸性魚類の資源生物学および初期生活史に関する研究
坂 口	守 彦	京都大学助教授	魚類生化学	魚介類における含硫アミノ酸の代謝に関する研究
東 健	作	㈱西日本科学技術研究所 研究員	魚類学	アユの初期生活史
木 下	泉	㈱西日本科学技術研究所 主任研究員	稚魚学	黒潮水系の稚魚類の形態・生態
高 橋	勇 夫	㈱西日本科学技術研究所 研究員	稚魚学	アユの生態研究
浜 田	理 香	㈱西日本科学技術研究所 研究員	卵学 プランクトン学	土佐湾沿岸の動物プランクトン相
藤 田	真 二	㈱西日本科学技術研究所 研究員	稚魚学	黒潮水系河口域の稚魚の生態
<b>〔防災科学研究部〕</b>				
重 村	利 幸	防衛大学教授	土木工学 海岸工学	浮体の挙動及び海岸構造物の波力に関する研究
林 建	二 郎	防衛大学講師	土木工学 海岸工学	構造物に作用する流体力および構造物周辺の局所洗掘に関する研究
三 井	宏	徳島大学教授	工学部 海岸工学	高波災害の防止対策、沿岸・海洋空間の多目的利用に関する研究
筒 井	茂 明	琉球大学助教授	工学部 海岸水理学	海岸波浪の浅海変形と碎波に及ぼす風の影響に関する研究
一 色	健 司	高知女子大学講師	分析化学および 地球化学	天然水中の微量元素の濃縮分離と溶存状態に関する研究

〔環境科学研究部〕

伊 藤 猛 夫	愛媛大学名誉教授	生態学	水域生態系の環境改変による変化
岡 市 友 利	香川大学教授	海洋生化学	浅海域における低次生産生物をめぐる物質循環
立 川 涼	愛媛大学教授	環境化学	農薬及び重金属の海洋生態系における挙動
柳 哲 雄	愛媛大学助教授	海洋学	沿岸海洋過程に関する研究



## 編集委員会から

黒潮圏研究所の発足以来5年目を迎え、この間、所員・研究員合わせて90名を越える大世帯となりました。また、教育研究学内特別経費および科研費の成果刊行物として特別号を4号まで出版し、5号も既に刊行が予定されております。

1989年度の主な社会活動としては、講演要旨集に示しました通り、当研究所ならびに近自然河川工法研究会主催、高知県・高知市・各新聞・放送社後援により、シンポジウム「水辺空間の環境保全」を開催し、多数の参加者を得ました。

一方、1989年度末をもって、当研究所設立以来運営その他に御盡力を頂いた畑 幸彦副所長と竹田正彦生物生産学研究部長が定年退官されることになりました。両先生には今後共御協力を頂くこととなりますが、学内外の皆様の一層の御支援をお願い申し上げます。

### 編集委員

岡村 収 (委員長)	竹田 正彦
今井 嘉彦	玉井 佐一
満塩 大洗	山根 三芳
大野 正夫	

---

高知大学黒潮圏研究所 所報

く ろ し お No. 5

---

印刷 平成2年3月15日

発行 平成2年3月31日

高知大学黒潮圏研究所

〒780 高知市曙町二丁目5-1

(高知大学事務局内)

TEL 0888-44-0111

---