

南西海ブロック会議赤潮・環境生物研究会

# 議 事 要 録

平成 9 年 度

会 期 平成9年12月17日～18日

会 場 広 島 市 (東方2001)

水産庁南西海区水産研究所

## 開 会

- 1.平成9年度南西海ブロック赤潮・環境生物研究会は、平成9年12月17日（水）13時から18日（木）12時まで、広島市の東方2001において開催された。
- 2.南西海区水産研究所長會澤安志から開会挨拶があった。
- 3.議長に南西海区水産研究所の山口室長を選任し、議事次第に従って会議を進めた。

### 議題1.平成9年度における赤潮・貝毒の発生状況と環境条件について

各府県水産試験場の担当者から、平成9年度における赤潮および貝毒プランクトンの出現状況、ならびに漁業被害の実態や環境条件の特徴について報告がなされた。これらの報告を受けて、討議と意見交換を行った。

### 議題2.研究発表として7つの話題が提供された。

#### ア.浦尻湾で発生した *Gymnodinium* 属赤潮について

提供者 栗田寿男 （宮崎県水産試験場）  
座 長 小泉喜嗣 （愛媛県水産試験場）

#### イ.1997年9月鹿児島湾に出現した *Cochlodinium* 赤潮について

提供者 折田和三 （鹿児島県水産試験場）  
高山晴義 （広島県水産試験場）  
座 長 小泉喜嗣 （愛媛県水産試験場）

#### ウ. *Heterocapsa circularisquama* 赤潮の発生と漁場環境

提供者 小林智彦 （三重県水産技術センター）  
座 長 馬場俊典 （山口県内海水産試験場）

#### エ.広島湾における *Heterocapsa circularisquama* 赤潮の発生機構

提供者 松山幸彦 （南西海区水産研究所）  
座 長 馬場俊典 （山口県内海水産試験場）

#### オ.英虞湾の *Heterocapsa circularisquama* の赤潮がアコヤガイ母貝に及ぼす影響について

提供者 永井清仁 （ミキモト真珠研究所）  
座 長 内田卓志 （南西海区水産研究所）

#### カ.貝の輸送にともなう *Heterocapsa circularisquama* 細胞の他水域への移動

提供者 本城凡夫 （九州大学農学部）  
座 長 内田卓志 （南西海区水産研究所）

#### キ.「微生物食物連鎖」－全体像と利用－

提供者 前田昌調 （南西海区水産研究所）  
座 長 今井一郎 （京都大学農学研究科）

### 議題3.その他

- 1) 来年度の本研究会の持ち方、代表世話人の確認がなされた。

別 添 1.

赤潮・環境生物研究会の組織・運営方法

1.目的

本研究会は、勉強会、情報・技術交流、研究発表などを通じて、関係機関の研究の発展に資することを目的とする。

2.取り扱う分野

赤潮、貝毒、低次生物生産、汚染など漁場環境に関する幅広い分野を対象とする。

3.運営・組織

- (1) 関係府県を 3 つのブロック単位に分け、各ブロックに代表世話人をおく。代表世話人と水研担当で世話人会を構成する。
- (2) 世話人会は会の企画・運営に関することを行う。
- (3) 事務局は南西海区水産研究所赤潮環境部赤潮生物研究室におく。
- (4) 会議の開催は原則として年 1 回とする。ただし、関係機関の希望を受けて随時に開催できる。
- (5) 開催場所は当分の間「広島市」とする。
- (6) ブロック単位の構成と代表世話人

ブロック名	関係府県名	代表世話人 選任方法	平成10年度 代表世話人
東部ブロック	和歌山県、大阪府、兵庫県、 岡山県	持ち回り、東向き 岡山→兵庫→大阪→ 和歌山	大阪府水試 山本圭吾 (1年目) (2年間担当)
四国ブロック	香川県、徳島県、高知県、 愛媛県	右回りの毎年交替 徳島→高知→愛媛→ 香川	香川県赤潮研 松岡 聡
西部ブロック	広島県、山口県、福岡県、 大分県、宮崎県、鹿児島県	毎年交替、西向き 鹿児島→広島→山口 →福岡→大分→宮崎	福岡県水産海洋 技術センター 江藤拓也
事務局	南西水研赤潮環境部		赤潮生物研究室長

## 出席者名簿

所属機関	役職名	氏名
広島大学生物生産学部	教授 助教授 大学院生 大学院生 大学院生 大学院生 学生	上 真 一 山 本 民 次 杉 山 貞 二 芳 川 忍 岡 田 拓 也 芳之内 一 美 安 達 久 美
九州大学農学部	教授 助教授	本 城 凡 夫 今 田 信 良
香川大学農学部	教授 助教授	門 谷 茂 多 田 邦 尚
京都大学大学院農学研究科	助教授	今 井 一 郎
中国工業技術研究所	環境研究室長 主任研究員 研究員 研究員 研究員	星 加 章 三 島 康 史 シェタポーン・メクサムバン チャルマス・チャリオンパーニッチ 李 秋 林
東北区水産研究所	研究室長	山 崎 誠
西海区水産研究所	室 長 研究員	渡 辺 康 憲 石 樋 由 香
和歌山県水産試験場	研究員	上 出 貴 士
大阪府立水産試験場	研究員	山 本 圭 吾
兵庫県立水産試験場	研究員	西 川 哲 也
兵庫県農林水産部水産課	技術吏員	宮 原 一 隆
岡山県水産試験場	専門研究員 研究員 技 師	藤 澤 邦 康 小 橋 啓 介 野 坂 元 道
広島県水産試験場	部 長 部 長 研究員 研究員	大 内 晟 高 山 晴 義 村 田 憲 一 西 井 祥 則
山口県内海水産試験場	専門研究員	馬 場 俊 典
徳島県水産試験場鳴門分場	科 長 研究員	高 木 俊 祐 酒 井 基 介
香川県赤潮研究所	主席研究員 主任技師 主任技師	吉 松 定 昭 植 田 豊 松 岡 聡
高知県水産試験場	主任研究員	森 山 貴 光
愛媛県水産試験場	主任研究員	小 泉 喜 嗣
愛媛県中予水産試験場東予分場	研究員	黒 野 美 夏
愛媛県中予水産試験場	主任研究員	菊 池 隆 展
福岡県水産海洋技術センター 豊前海研究所	主任技師	江 藤 拓 也 佐 藤 博 之

所 属 機 関	役 職 名	氏 名
大分県海洋水産研究センター 浅海研究所	主幹研究員	岩 男 昂
	主任研究員	樋 下 雄 一
大分県海洋水産研究センター	研究員	岩 野 英 樹
	研究員	宮 村 和 良
宮崎県水産試験場	科 長	栗 田 寿 男
	技 師	金 丸 昌 慎
鹿児島県水産試験場	主任研究員	稲 盛 重 弘
	主任研究員	折 田 和 三
北海道函館水産試験場	研究員	嶋 田 宏
神奈川県水産総合研究所	技 師	山 田 佳 昭
三重県水産技術センター	研究員	中 西 克 之
	研究員	小 林 智 彦
福井県水産試験場	主任研究員	中 嶋 輝 彦
島根県水産試験場	主任研究員	勢 村 均
	研究員	堀 玲 子
福岡県水産海洋技術センター 筑前海研究所	課 長	神 藪 真 人
	技 師	杉 野 浩 二 郎
福岡県水産海洋技術センター 有明海研究所	課 長	山 本 千 裕
	技 師	尾 田 成 幸
佐賀県玄海水産振興センター	技 師	岡 山 英 史
長崎県総合水産試験場	研究員	丸 田 肇
熊本県水産研究センター	技 師	宮 本 政 秀
	技 師	向 井 宏 比 古
株式会社ミキモト真珠研究所	所 長	永 井 清 仁
科学技術振興事業団	科学技術特別研究員	坂 本 節 子
	科学技術特別研究員	樽 谷 賢 治
広島市水産振興協会	技 師	安 永 大 介
水産庁漁場資源課	赤潮対策係長	楠 富 寿 夫
瀬戸内海漁業調整事務所	指導係長	垣 谷 正 幸
南西海区水産研究所	所 長	會 澤 安 志
	赤潮環境部長	前 田 昌 調
	研究室長	内 田 卓 志
	研究員	松 山 幸 彦
	研究室長	有 馬 郷 司
	主任研究官	神 山 孝 史
	研究員	辻 野 睦
	研究室長	小 谷 祐 一 生
	研究室長	山 口 峰 一 生
	主任研究官	長 崎 慶 三
研究員	板 倉 茂	

研 究 発 表  
講 演 要 旨

# 浦城湾で発生した *Gymnodinium* 属の赤潮について

宮崎県水産試験場 栗田 寿男

## はじめに

本県における赤潮の発生は、統計が取られ始めた昭和56年以来最も多かった昭和58年の12件をピークに順次減少し、近年は年間ほぼ2件程度の発生にとどまっている。

また、赤潮による漁業被害も平成6年以降報告されていない。

しかし、昨年10月、浦城湾で発生した赤潮を調査したところ、昭和61年に北浦湾から阿蘇、須美江地先にかけて発生し養殖魚に被害を及ぼした、ギムノディニウムミキモトイと形態が非常に酷似したプランクトンであったことから、発生の情報を受けた日から終息するまでの期間（平成8年10月4日～10月22日）、漁業被害の警戒に当たると共に、随時調査しながら種の同定を試み知見を得たので発表する。

## 要 旨

- 1) 赤潮の分布は当初浦城湾中央部の中心付近であったが、1週間後には、ほぼ湾の全域に及んだ。最も濃く着色した海域は、湾の中央よりやや奥部で最高17,133細胞/mlが計数された。この赤潮による着色は、透明度1mで薄黄色を呈した。発生から消滅まで水温は、21.0～25.0℃で推移し、ピーク時の水温は24.2～25.0℃であった。
- 2) 赤潮の発生から約2週間後も湾奥部に、約100細胞/ml程度観察され、滞留したものの、ほとんどが湾外に流出し、一部が須美江湾、熊野江湾の湾口部にまで達したが、その後水温の低下とともに消滅した。
- 3) 今回発生した赤潮による湾内、湾外での養殖魚、養殖真珠に対する被害の報告はなかった。
- 4) 光学顕微鏡での観察では、ギムノディニウムミキモトイに非常によく似ているものの上錘部、横溝、縦溝の形態、及びプランクトンの遊泳形態からギムノディニウムミキモトイとは別種ではないかと推察された。
- 5) この種の同定方法として、上錘部、横溝、縦溝の形態をさらに高倍率による観察での判定が決め手になる。浦尻湾で発生した赤潮を高山(1981)の方法に基づき、オスミウム酸固定、ポリカチオン接着、エタノール脱水、臨界点乾燥、金属コーティング等の処理により試料を作製した後、走査電子顕微鏡(SEM)で観察した。
- 6) 上錘の縦溝のすぐ上からS字状の上錘溝が頂端を経て上錘背面にまで達する溝が観察されたことから、この種はギムノディニウムミキモトイではなく、ギムノディニウム属タイプ'84Kではないかと推察された。
- 7) 今回同定したギムノディニウム属タイプ'84Kは、鹿児島水試の報告によると1984年に鹿児島湾で発生し、養殖魚に被害を及ぼしている。今回同定した同じギムノディニウム属タイプ'84Kで漁業被害がなかったことについて同報告では、赤潮の毒性に関する試験で80,000～90,000細胞/mlでハマチが数分から10分でへい死したと報告がある。

今回出現した浦城湾での最高値は17,133細胞/mlであり、量的に薄かったことが漁業被害にいたらなかったものと推測される。

## 今後の課題

過去に漁業被害を伴った赤潮の内、ギムノディニウムミキモトイは北浦湾で17,000細胞/mlで漁業被害を出していること、今回発生したギムノディニウムタイプ'84Kも大量に発生すれば漁業被害が予想されることを合わせて考えると、今後の赤潮対策について、これまでのミキモトイ及び今回出現したタイプ'84Kの2種を想定した迅速な種の同定及びプランクトンの量の計数の把握が重要な課題となる。また、浦城湾についても、監視する必要がある。

# 1997年9月鹿児島湾で発生した *Cochlodinium* 赤潮について

鹿児島県水産試験場 折田 和三  
広島県水産試験場 高山 晴義

1997年9月鹿児島湾奥部2ヶ所で *Cochlodinium* sp. による赤潮が発生した。いずれも1~2日の短期間の発生で漁業被害はなかったが、これまで記載例のない種類である可能性が高いので紹介する。

## 1. 発生状況

福山沖：9月8日に発生し、発生時の水温は27.0℃。帯状に茶色っぽい紫色の着色域が見られ、表層のみに集中していた。最高細胞数は8000cells/mlで、生簀内の養殖魚の遊泳層では細胞は30~60cells/mlと少なく養殖魚に被害はなかった。

垂水沖：9月12日に発生し、ごく沿岸部に10m程幅で帯状に着色した。最高細胞数は表層で600cells/ml。生簀周辺の細胞は少なかったが、台風接近に伴いイケスの非難先での発生であったため、養殖魚への影響が懸念されたものの、台風の東風により14日には拡散消失した。

今回の赤潮による被害は見られず、遊泳層付近の細胞数が少なかったことから魚毒性は確認できなかったが、表層性が高いと推察されることから養殖魚に与える影響は少ないと考える。

なお、湾奥部2ヶ所に移入した経路については不明。

## 2. 形態的特徴

細胞長50~65 (45~50)  $\mu\text{m}$ 、幅40 (30~36)  $\mu\text{m}$  (カッコ内はSEM写真により測定)。

分裂の途中に2連鎖になることもあるが、基本的には単独で出現する。細胞は砲弾型で、幅が最も広い位置が細胞の中央にあり、横断面はほぼ円形。細胞上半は円錐型で上端が細いが尖らない。後半は台形を呈し、底端が切り株状となる。横溝は深く、1.5周する。両端の段差は細胞長の1/2~2/3で、交差は1/2。縦溝は深く、上錘にも侵入する。細胞周囲を0.5周し底端に達する。下部交点以後の縦溝は特に深く、底端では空洞状となる。上錘溝は旋回型で、ほぼ円形をなす。核は長楕円形で、細胞のやや右側に位置する。細胞内には粒状の色素体が多数散在する。容易に細胞周囲に被嚢を分泌し、いわゆる hyaline cyst 状となる。これらの特徴は、*Cochlodinium convolutum* Kofoid et Swezy に近似する。



# *Heterocapsa circularisquama* 赤潮の発生と漁場環境

三重県水産技術センター 小林 智彦

三重県における*Heterocapsa circularisquama*の発生は1992年の英虞湾が最初で、その後、規模の大小はあるものの毎年発生が確認されている。英虞湾では1993年から真珠養殖業者を中心にしたプランクトンのモニタリング体制が生まれ、本種の発生を初期の段階で把握するように努めてきた。ここではこのモニタリング結果を中心に報告する。

## 1. 赤潮発生前後の水温

20～25℃で10<sup>3</sup>cells/ml程度となる場合が多いが、1994年と今年は15℃程度でも赤潮形成がみられた。

## 2. 赤潮発生前後の塩分

① 28～34の場合が多い。赤潮発生前～初期には湾全体の底層で高塩分水塊が出現する。

→ 底層への湾外水の流入が赤潮の引き金になっている可能性がある。

② 1995及び97年には浅い層であまりみられない時期があったが、赤潮が全層でみられた1994年と比較すると表層の塩分はかなり低かった。表層には珪藻(*Chaetoceros* spp. 他)が多くみられた。

## 3. 他のプランクトンとの関係

1994年及び95年の発生時には細胞密度の推移が*Chaetoceros* spp. と負の関係がみられたが、1996、97年にはこの関係は明確ではなかった。

## 4. 赤潮形成における鉛直移動と吹送流

1996年9月20日に英虞湾口部の鴻ノ浦(水深10m程度)において水深0、2、5m及び底層を検鏡していた漁業者は8:30 a.m. に各層検鏡し、5mで最高460 cells/mlの密度を確認したが、11:00 a.m. には表層で8,000 cells/mlと急速な細胞密度の増加を目撃した。本種の中底層域からの上昇速度は時速0.4～0.8m程度とみられるが、この時は台風が接近しており、風は前夜から表層水が浦の外に向かう方向で吹いていた。日高(1995)による浅海での吹送流流速分布の式がこの時にも成り立っていたと仮定すると、水深0～5mでは時速200～300mとかなり大きな値となり、この時の赤潮形成に大きく関与したことが推察された。

# 広島湾における *Heterocapsa circularisquama* 赤潮の発生機構

南西海区水産研究所 松山 幸彦

## 1. 緒言

日本で最もカキ養殖が盛んな広島湾では、1995年および1997年に *Heterocapsa circularisquama* の赤潮が発生し、甚大な漁業被害をもたらしている。*H. circularisquama* は本湾に定着した可能性が高く、今後は中長期的な予察体制が切に望まれている。今回は両年の赤潮発生期の環境特性等について考察した。

## 2. 方法

1995～1997年に、広島湾西部大野瀬戸の1定点において、*H. circularisquama* 出現期間中、基本的に毎日一回、表層の植物プランクトン細胞密度、水温、塩分の測定を行った。また、増殖最盛期には栄養塩の測定も適宜実施した。その他大野瀬戸全域で行った臨時調査の結果等も参考に解析した。

## 3. 結果および考察

1995年と1997年の両年の赤潮発生期の気象・海況はきわめて対照的であった。1995年は異常高温・渇水の年であり、逆に1997年は春期から秋期にかけ一貫して降水量が多い年であった。海況の方も、1995年は高塩分、1997年は低塩分で推移していた。このことから、*H. circularisquama* の出現そのものに降水量の変動とそれともなう塩分変動は深く関わっていないと判断された。

広島湾における、*H. circularisquama* の初期出現は8月下旬以降で、増殖は秋期の攪拌期にみられる。また、1996年は前年に赤潮が発生したにも拘わらず、初期出現は10月下旬以降で、ほとんど増殖することがなかった。本種はシストは形成せず、遊泳細胞の状態越冬している可能性が高いことから、冬季の水温低下が翌年のシードポピュレーションを左右していることが示唆された。すなわち、暖冬による冬季水温上昇は本種の蔓延を助長するおそれがある。

赤潮の発生海域は大野瀬戸、江田島湾、奥の内湾であった。前2海域は広島湾でも最も海水交換が低い海域である。赤潮発生期の微視的な水平分布からも、海水が停滞しやすい海域にのみ着色域がみられた。本種の発生海域は、こうした海水が停滞しやすいところに集中的に発生しやすいといえる。

1995年の大野瀬戸では、*H. circularisquama* の密度が $10^3$  cells/ml を越えて濃密な赤潮状態に至ったが、1997年は $10^2$  cells/ml を越えることはなかった。1995年は高塩分、低DIP、低珪藻群密度が特徴で、逆に1997年は低塩分、高DIP（低DIN）、高珪藻群密度が特徴であった。こうした海況の違いが、*H. circularisquama* の大規模発生に関与している可能性が考えられるので、今後詳細に検討する必要がある。

# 英虞湾の *Heterocapsa circularisquama* の 赤潮がアコヤガイ母貝に及ぼす影響について

(株)ミキモト真珠研究所 永井清仁

1992年、英虞湾で *Heterocapsa circularisquama* の赤潮が発生して以来、同湾で毎年赤潮を形成し真珠養殖に被害を与えている。赤潮発生海域から養殖母貝を回避させることが最善策であるが、夏期の高温時における輸送の際のダメージによる斃死や輸送に伴う本種の分布拡大等が懸念される。そこで、赤潮の細胞密度とアコヤガイ母貝に対する影響を把握したうえで、他の被害軽減策を講じる必要がある。

英虞湾における1995年から1997年までの現場の *H. circularisquama* 細胞密度の推移とアコヤガイ母貝の現場斃死の調査から、1)赤潮形成から後期に至る過程で細胞分布の中心層は深くなる傾向が認められた。2)赤潮のピーク時に分布の中心層に垂下された母貝に高い斃死率が観察された。特に、約 $10^3$  cells $\cdot$ ml $^{-1}$ の密度が続く時、或いはそれ以上の細胞密度で急激な母貝の斃死が認められた。一方、3)培養株及び現場赤潮細胞を使った斃死実験の結果からおよそ $2 \times 10^3$  cells $\cdot$ ml $^{-1}$ を超えると暴露24時間後に斃死率の増加が認められ、また稚貝に比較して母貝の方が弱い傾向が認められた。さらに、4)アコヤガイ心臓搏動への影響を調べた結果、 $2 \times 10^3$  cells $\cdot$ ml $^{-1}$ を超えると短時間で心臓搏動の低下が認められ、 $5 \times 10^3$  cells $\cdot$ ml $^{-1}$ では心臓搏動に強いストレスを与え、 $10^4$  cells $\cdot$ ml $^{-1}$ 以上で暴露すると急激に心臓搏動に異常が認められた。しかし、短時間であれば細胞を除去して新鮮な海水に移すと、直ぐに心拍数は増加し一時的な心臓搏動の亢進の後、安定した心臓搏動を示し正常に回復した。以上の結果から、 $10^3$  cells $\cdot$ ml $^{-1}$ の *Heterocapsa circularisquama* の細胞密度にアコヤガイを連続的に暴露させないようにすることが被害軽減のために重要であると結論された。

## 貝の輸送にともなう *Heterocapsa circularisquama* 細胞の他水域への移動

九州大学農学部 本城凡夫・今田信良

1988年以来、西部日本においてカキ、アコヤガイ、アサリといった二枚貝類の大量斃死を起こしてきた有害渦鞭毛藻類、*Heterocapsa circularisquama* がここ2～3年の間に多くの内湾へと飛火的に急速に広がった。1994年夏、本種の赤潮が発生した英虞湾から五ヶ所湾へ大量のアコヤガイが避難されて以来、五ヶ所湾に本種が生息するようになった。避難だけではなく、貝類の稚貝や母貝は各地の養殖場に販売されたり、成長に適した水域へ移送されている。そこで、アコヤガイの輸送と輸送された水域での本種の生き残りの可能性に関する実験を試みた。付着生物が付いているアコヤガイ（2年貝）、人為的に閉殻させた貝及び養殖網の裁断片を細胞密度、約9,000cells/mlのヘテロカプサ懸濁液に10分間暴露した。曝露したこれらの貝をビーカーに置いて24時間まで室内で干出させた。それから各々の貝試料を新鮮な培地に浸漬して細胞数を計数する他、新鮮培地が入った小型培養器へ非遊泳細胞を個々に分離して、25°C、65  $\mu\text{E}/\text{m}^2\cdot\text{s}$  の条件下で培養した。また、五ヶ所湾のアコヤガイから採取された非遊泳細胞を福岡湾の原海水を入れた小型容器に接種して、培養した。結果として、1)懸濁液から取り出した時に貝から滴り落ちる液は多数の遊泳細胞を含み、2)非遊泳細胞と時には遊泳細胞が少なくとも24時間まで殻の内側と外側で生き残り、3)全ての非遊泳細胞は数日以内に新鮮培地中で遊泳細胞に復活し、4)養殖網では全ての細胞は数時間以内に死に、5)福岡湾の海水に接種した非遊泳細胞は遊泳細胞へと回復する、ことが明らかになった。さらに、本種は水温と塩分の急速な変化に対して高い耐性を有していた。これらの結果は多くのヘテロカプサが生息している水域からこれまで生息が確認されていなかった水域へ貝類の積送荷と一緒に運ばれ、新たな水域で生き残り、赤潮を形成して被害を与えることを警告している。

## 「微生物食物連鎖」－全体像と利用－

南西海区水産研究所 前田昌調

食物連鎖は、生食連鎖と腐食連鎖とに大別できる。腐食連鎖は、生食連鎖回路より遅れて展開するので軽視されがちであるが、ことに陸上生態系ではエネルギー流の90%以上もが、腐食連鎖を流通して物質還元のプロセスを経ることから重視されるようになった。腐食連鎖はデトリタス食物連鎖等ともいわれ、生物遺骸をエネルギーフローの出発点としているが、デトリタスには多くの微生物によって構成されていることが判明したため、微生物食物連鎖の用語を用いることが多くなった。本研究会では、海洋における微生物食物連鎖の実体と、さらに増養殖におけるその利用について述べる。

橈脚類のような海洋に広く生息分布する動物プランクトンが微生物を摂食した場合、卵・幼生生産が増進する。あるいはエビ、カニ、貝等の幼生に他餌料とともに微生物を与えると生残、成長率が飛躍的に向上すること等の事例が多く判明したため、海洋食物連鎖における微生物の位置の再検討が必要となっている。

植物プランクトンが光合成により生産した有機物は、海洋のエネルギーフローの出発点の一つである。しかし光合成生物が直接に餌料になるとした概念は、現場食物連鎖過程の実体とは必ずしも合致しない。例えば森林では樹葉を餌にする動物はほとんどいず、落葉から微生物、原生動物、昆虫、中型動物といった経路の食物連鎖が主体となる。事実、動物にはセルラーゼ関連酵素がなく直接植物を消化できないとされており、牛、羊等では胃内に微生物・原生動物が多数生息し植物を分解、動物はその後の栄養を摂取することが知られている。海洋でも海藻を摂食するアワビ、サザエの消化管内には多数の微生物、原生動物が生息している。また魚類幼生に植物プランクトンを餌として与えると消化管に取り込むが、結局は消化できず幼生は斃死する。他に餌料に乏しいといわれている外洋水域でも動物プランクトンと植物プランクトン分布に平行関係がみられないと報告されている。

海洋のおおよその有機物分画においては、溶存態有機物100、デトリタス10、植物プランクトン1の割合となっている。この中でデトリタスの栄養価は付着微生物によって増大する。一方、植物プランクトン光合成有機物全体量の50数%が細胞外分泌物となり、全体の40%が微生物細胞に転換するとして報告があり、事実微生物バイオマスは植物プランクトンと同レベル量で存在することが報告されている。このように第1次生産により供給される有機物量は大きいですが、瀬戸内海のような内海・内湾域では、さらに河川から多量の有機物が供給されている。実際に汽水域の生産性は沿岸生産量の約10倍に達する。このように内海では、これら有機物を利用して増殖する微生物バイオマスはより増大する。

従来の食物連鎖の概念では光合成によって生産される植物プランクトンは、速やかに動物プランクトンに摂食されるとしている。そして海洋物質サイクルにおいて微生物は動・植物遺骸の分解者として有機物を無機化し、植物プランクトンに栄養塩を供給する役割を担うとされている。この従来の食物連鎖の概念にもとづいて行われている、例えば養殖過程では一つの矛盾点が顕在化した。すなわち植物プランクトンを餌料として与えた場合には魚介類幼生の生産が不安定となっている。このため多くの植物プ

ランクトン種の餌料適合性が検定されたが、問題の解決には至らなかった。一方ガザミ幼生飼育（種苗生産）において飼育水に少量の有機物を添加したところ、幼生の生残率が飛躍的に増大することが判明し、当時の現場飼育者のおおきな励ましとなった。こうして養殖現場では有機物供給の必要性が認識されはじめた。

上記知見等をもとにした食物連鎖の概念を示す。海洋における有機物の主たる供給源は植物プランクトンの細胞外生産物、動物プランクトンの排出物、生物遺骸および陸圏起源物質となり、これらが有機物プールを形成、そして微生物、原生動物、微小藻類を包含した餌料微生物群集が構成される。この群集のサイズは有機物プールの大きさに依存して変化し、瀬戸内海のような陸起源有機物供給量の大きい水域では、本群集サイズはより大きくなる。一方陸起源有機物の質・量的変化に起因し、この餌料生物群集の組成・構造が変化すると、高次生産者への経路が縮小あるいは遮断され魚介類生産性の低下、もしくはその斃死といった事態にいたる。

このような微生物を包含した食物連鎖概念の増養殖現場における利用について検討した。海水に有機物を添加すると不特定多数の微生物が増殖し、少なからず魚介類成長を阻害する細菌が優占するので、まず特定の細菌を添加する方法を採用した。海洋より多くの微生物を分離し魚介類成長促進効果を検定した結果、いくつかの細菌株の有効性が判明した。そして細菌を大量培養し養殖水に添加したところ魚介類の成長率が増大した。

一方、微生物生菌を配合餌料に添加し養殖水域に投与したところ魚介類の成長促進とともに、海底泥蓄積量減少効果も得られ、硫化物量は無添加水域と比較して約1/20となった。高知県においても枯草菌をバイオリクターとして散布し、海底環境向上効果を得ている。海底土の物質代謝過程において有酸素過程から低・無酸素過程に変化したときには、有機物分解などが滞り環境劣化にいたる。このような場では新たな生物代謝サイクルの構築が環境向上の有効手段の一つとなる。すなわち微生物作用を増大させることにより底生生物の活性も増大し、生物的攪拌等の増幅効果が期待できると考える。

## 南西海ブロック赤潮関係者名簿

和歌山県水産試験場			
〒649-3503 和歌山県西牟婁郡串本町串本1551		TEL.07356-2-0940: FAX.07356-2-3515	
	開発部	主任研究員	上 出 貴 士
大阪府立水産試験場			
〒599-0311 大阪府泉南郡岬町多奈川谷川2926-1		TEL.0724-95-5252: FAX.0724-95-5600	
	第1研究室	研究員	山 本 圭 吾
兵庫県立水産試験場			
〒674-0093 明石市二見町南二見22-2		TEL.078-941-8601: FAX.078-941-8604	
	資源部	主任研究員 研究員	堀 豊 西 川 哲 也
岡山県水産試験場			
〒701-4303 岡山県邑久郡牛窓町鹿忍35		TEL.086934-3074: FAX.086934-4733	
	業務部	専門研究員 研究員 技師	藤 澤 邦 康 小 橋 啓 介 野 坂 元 道
広島県水産試験場			
〒737-1207 広島県安芸郡音戸町波多見6-21-1		TEL.0823-51-2171: FAX.0823-52-2683	
	資源環境部	部長 研究員	高 山 晴 義 西 井 祥 則
山口県内海水産試験場			
〒754-0893 山口市秋穂二島長浜		TEL.0839-84-2116: FAX.0839-84-2209	
	環境生物科	科長 専門研究員 研究員	桃 山 和 夫 馬 場 俊 典 平 岡 三 登 里
徳島県水産試験場鳴門分場			
〒771-0361 鳴門市瀬戸町堂ノ浦字地廻り		TEL.0886-88-0555: FAX.0886-88-1622	
	調査科	主席専門技術員 科長 研究員	北 角 至 高 木 俊 祐 酒 井 基 介

徳島県水産試験場			
〒779-2304 徳島県海部郡日和佐町日和佐浦1-3		TEL.08847-7-1251: FAX.08847-7-2744	
	増殖科	科長	天 真正 勝
香川県赤潮研究所			
〒761-0111 高松市屋島東町75-5		TEL.087-843-6511: FAX.087-841-8133	
		主席研究員	吉 松 定 昭
		主任技師	植 田 豊
		主任技師	松 岡 聡
高知県水産試験場			
〒785-0107 須崎市浦ノ内灰方1153-23		TEL.0888-56-1175: FAX.0888-56-1177	
	漁場環境科	科長	米 田 実
		主任研究員	森 山 貴 光
		主任研究員	浦 吉 徳
		主任研究員	田 島 健 司
愛媛県水産試験場			
〒798-0104 宇和島市下波5516		TEL.0895-29-0236: FAX.0895-29-0230	
	開発室	開発室長	市 川 衛
		主任研究員	小 泉 喜 嗣
		主任研究員	薬師寺 房 憲
愛媛県中予水産試験場			
〒799-3125 伊予市森字末宗甲121-3		TEL.089-983-5378: FAX.089-983-5570	
	企画開発室	主任研究員	菊 池 隆 展
		研究員	菊 池 有 美
愛媛県中予水産試験場東予分場			
〒799-1303 東予市河原津甲1188		TEL.0898-66-4457: FAX.0898-66-3668	
		研究員	黒 野 美 夏
福岡県水産海洋技術センター 豊前海研究所			
〒828-0022 豊前市大字宇島 76-30		TEL.0979-83-2720: FAX.0979-82-5599	
	海洋環境課	所長兼課長	石 田 雅 俊
		専門研究員	浜 田 豊 市
		主任技師	江 藤 拓 也
		技師	佐 藤 博 之



大分県海洋水産研究センター浅海研究所			
〒879-0617 豊後高田市大字高田3008-1		TEL.0978-22-2405: FAX.0978-24-3061	
		主幹研究員	岩 男 昂
		主任研究員	樋 下 雄 一
大分県海洋水産研究センター			
〒879-2602 大分県南海部郡上浦町大字津井浦		TEL.0972-32-2155: FAX.0972-32-2156	
	養殖環境部	研究員	岩 野 英 樹
		研究員	宮 村 和 良
宮崎県水産試験場			
〒889-2162 宮崎市青島 6-16-3		TEL.0985-65-1511: FAX.0985-65-2121, -1163	
	増養殖部	部長	関 屋 朝 裕
	養殖環境科	特別研究員兼科長	栗 田 寿 男
		技師	金 丸 昌 慎
鹿児島県水産試験場			
〒892-0836 鹿児島市錦江町 11-40		TEL.099-226-6415: FAX.099-239-5162	
	生物部	主任研究員	稲 盛 重 弘
		主任研究員	折 田 和 三
瀬戸内海漁業調整事務所			
〒650-0024 神戸市中央区海岸通 神戸地方合同庁舎内		TEL.078-392-2281:FAX.078-392-0464	
	指導課	課長	佐 藤 愁 一
		指導係長	垣 谷 正 幸
		調査係長	山 本 道 代

南西海区水産研究所			
〒739-0452 広島県佐伯郡大野町丸石2-17-5		TEL.0829-55-0666 :FAX.0829-54-1216	
	赤潮環境部	部長	前 田 昌 調
		海況動態研究室長	内 田 卓 志
		研究員	松 山 幸 彦
		漁場保全研究室長	有 馬 郷 司
		主任研究官	神 山 孝 史
		研究員	辻 野 睦
		有毒プランクトン研究室長	小 谷 祐 一
		科学技術特別研究員	坂 本 節 子
		赤潮生物研究室長	山 口 峰 生
		主任研究官	長 崎 慶 三
		研究員	板 倉 茂
		科学技術特別研究員	樽 谷 賢 治