

火山灰の堆積も指摘され、今後さらに検討を要しようが、モニタリングでシルト・粘土分の増えている地点、範囲を考えると、他地域からもたらされた浮泥とともに調整池から供給されたものが流動の低下で近傍に溜まった可能性を否定できないと考えられる。

東らの調査では締切後底生生物が大きく減少しており、環境省や西海区水産研究所の調査でも生息密度は低い。底生生物の分布はかなり偏りが大きく、地点が少し異なると生息密度に大きな違いが見られるので、結果の解釈には慎重である必要があるが、減少傾向は否めず、これもすでに指摘されている底質の変化および底層の貧酸素の影響が大きいと考えられる。

有明海全体の流動の変化の開門調査による検証は困難であろうと先に述べた。ただ、排水門の幅が堤防7kmに対して250mに過ぎず、原状回復は望めないが、諫早湾内の流動低下、これに伴うと考えられる底質の変化、底層の貧酸素化などについては開門調査で知見が得られるであろう。流動に関して得られる知見はシミュレーションの検証にも重要である。この場合も開門はできるだけ大きく長いことが望まれる。

### おわりに

以上、諫早湾干拓事業が有明海の環境に及ぼしているとされる影響について検討し、それが開門調査で検証できるかを考えてきた。その結果すでに述べたように諫早湾干拓事業は重要な環境要因である流動および負荷を変化させ、諫早湾のみならず有明海全体の環境に影響を与えていることが想定される。したがって、その検証を当面シミュレーションや現存の干潟での調査等で行うとしても、やはり開門調査が必要で、最終的には3月に想定していたような水位変動下での調査が望まれる。現実的な第一段階としては2ヶ月程度の開門調査をまず考えたい。短期の開門調査では得られる知見はきわめて限られたものとなるが、潮受け堤防内外の詳細な水質分布や浅海域を含めた干潟の浄化能力の現地での測定データは貴重なものとなろう。

次の段階として半年程度の開門調査を行い、さらにそれらの結果の検討を踏まえて数年の開門調査へと進むことが望まれる。自然環境にしても生物の働きにしても季節による変動があり、干潟の浄化機能なども夏季と冬季で大きく異なることが知られている。こうしたことを考えればある一時期だけの短期間の調査では不十分であろう。なお3月に想定していたような水位変動を実現できるよう、できるだけ速やかにそのための条件が整えられることを期待するが、完全にそれが整うまでの間も洪水・灌漑期以外はできれば水位管理の制約条件をゆるめ、できるだけ毎日の水位変動を大きくし、できる干潟面積を増やすことが望ましい。もちろんその間に得られるシミュレーション結果等も勘案することが必要で、調査を段階を追って進めることが重要である。

有明海の環境変化には過去のさまざまな開発行為が影響しているはずである。影響の一つは地形変化でそれが流動変化を引き起こす。他方にはいろいろの負

5

10

15

20

25

30

35

荷の変化があり、栄養塩であれば富栄養化ひいては赤潮の増加につながり、有害物質であれば汚染の進行、生物への影響を考えねばならない。土砂等は浮泥量、透明度の変化を引き起こし、それは栄養塩等水中の物質の挙動に関係する。

過去の有明海でこれらがいつ、どんな形で起こったのか、それが現在にどんな影響を与えていたかについては、有明海海域環境調査（国土総合開発事業調整費調査）と行政対応特別研究「有明海の海洋環境変化が生物生産に及ぼす影響」の両調査などで詳細が明らかにされると思われる。最終的な有明海の環境回復の方策についてはこれらの調査結果が出て、有明海の環境変化に関する診断が確定するのを待たなくてはならない。しかし、最終的な調査結果をただ待つのではなく、委員会としてもこれまでの主な開発行為や周辺の社会経済的な経年変化等について検討し、これらが有明海の環境変化に及ぼしたと想定される影響を考察する必要があろう。その手始めに開門調査と関連してまず諫早湾干拓事業の影響を検討したが、今後、筑後大堰による河川流量等の変化、三池炭鉱跡の海底陥没、熊本新港建設などによる地形変化等についても、周辺の人口および漁業・養殖業を含む各種産業のあり方の変化とともに、その有明海の環境変化への影響について検討していきたい。

5

10

15

## 付 1 失われた浄化機能およびそれが水質に与える影響

干潟の浄化能の推定は本来は現地で各種の測定を行い、また、生態系モデルなどを用いて推定する必要がある。しかし、ここではかなり大雑把にこれまでに測られた値を用いて推定を試みる。

最近かなり詳細な調査が行われた海域として東京湾の三番瀬があり、ここで得られている値（千葉県 1998）を用いてみる。三番瀬で得られている値は平均値を示せば COD 392.6 mg/m<sup>2</sup>/day、TN 100.4 mg/m<sup>2</sup>/day である。諫早湾干拓事業の環境影響評価レビュー報告書（九州農政局、2001）によれば平成 10 年の調整池への流入負荷は COD 5668.1 kg/day、TN 1526.8 kg/day と推定されている。この流入負荷量を浄化するのに必要な干潟の面積は COD 1453 ha、TN 1527 ha と計算される。これは失われたとされる 1550 ha とほぼ同じである。

もちろん、干潟の浄化能にはかなりの幅があり、三番瀬だけでも水域によって COD 62-775 mg/m<sup>2</sup>/day、TN 20-164 mg/m<sup>2</sup>/day といった違いがある。また、藤前干潟では平均 50TNmg/m<sup>2</sup>/day、新川河口干潟ではこの 2 倍となっている

（環境庁、2000）。瀬戸内海 5 ヶ所の干潟についての調査（環境省、2001）によれば、やはり TN について 10-356 mg/m<sup>2</sup>/day といった値が得られている。こうした違いはいろいろな要因によって生ずるが、一般に生物相が豊かなほど浄化能は高い。かつての諫早湾には豊かな生物相が見られたことを考えれば、三番瀬の平均値を使った推定は過大なものとは言えないのではなかろうか。

このようにかなりの浄化能が締切により失われたと想定される。仮に流入負荷が浄化を受けずに調整池に入り全体に拡散するとして調整池の水質と流入水の水質がどのような関係になるかを推定してみる。ここでは諫早湾干拓事業の環境影響評価レビュー報告書（九州農政局、2001）記載の平成 10 年度の流入負荷量および調整池の水質を用いる。1 日に加わる負荷は COD、TN、TP いずれも、調整池に存在する量の 3-4% に当たる。平成 10 年の水質濃度は特に顕著な増加あるいは減少傾向を示さず、平均的に COD 6 mg/L、TN 1.2 mg/L、TP 0.21 mg/L である。流入水の水質は COD 5.4 mg/L、TN 1.75 mg/L、TP 0.27 mg/L とされているので、調整池の水質はこれらより COD は 10% 以上大きく、TN・TP はそれぞれ 70 ないし 80% ほどで、調整池の方が低い。調整池のモニタリング結果を見ると COD は流入水より高めで時にかなり高くなり、TN、TP は逆に低めで時にはほぼ同じ程度となっている。このことは負荷が浄化を受けずに調整池に入ったと仮定したときの推定結果と一致し、時には内部生産などで負荷が付加されている可能性も示唆する。もちろん、ここでの試算はかなり粗いものなので今後詳しく検討する必要があろう。

## 付 2 干潟、特に有明海の干潟

有明海には広大な干潟が発達している。その面積は約 200km<sup>2</sup> で、わが国の干潟総面積の 40% ほどを占める。このような広大な干潟の発達には、有明海の大きな潮汐の干満差や面積約 8,100km<sup>2</sup> の集水域からの年間 44 万 t にも及ぶ多量

5

10

15

20

25

30

35

の土砂流入、さらには流入した土砂を湾外に流出させない強い閉鎖性が大きく寄与している。また、有明海の干潟の底質組成は、沿岸域によって大きく異なる。特に筑後川河口域から緑川河口域に至る東岸域には、砂質や砂泥質の干潟が、また六角川河口域から諫早湾に至る奥部北岸域及び西岸域には、泥質の干潟が広く分布する。このような組成の異なる干潟の分布には、主な流入河川が東岸域に集中していることや奥部に時空間的スケールの大きな残差流からなる循還流が存在することなどが大きく影響している。すなわち、阿蘇火山地帯を源とする筑後川、矢部川、菊池川、白川、緑川などによって海域に搬入された土砂のうち、まず粒径の大きな砂などは河口域やその近辺に堆積する。一方、粒径の細かい粘土、シルトなどは沈降、堆積と巻き上げによる再懸濁を繰り返しながら循還流などによって輸送され、最終的には流れの弱い奥部北岸域や西岸域に堆積する。

このような干潟には、多様で、豊かな生態系によって支えられた生物生産、生物生育、水質浄化、レクリエーションなどの多面的機能が具備されている。これらの機能のうち、水質浄化機能は、植物プランクトンを起点とする生食連鎖、デトリタスを起点とする腐食連鎖さらには底質中に生息する膨大な数のバクテリアによる好気的及び嫌気的分解などによって汚濁物質が系外に除去されることにより、成り立っている。したがって、東岸域の砂質及び砂泥質干潟では、アサリ、ハマグリといった二枚貝類などのろ過食者による植物プランクトンなどのろ過が、一方北岸域及び西岸域の泥質干潟では、ハゼ、カニ、ゴカイといった堆積物食者によるデトリタスなどの摂食が盛んである。また、泥質干潟では、砂質や砂泥質干潟に比して有機物含有量が高く、さらに硝化菌や脱窒菌などにとって生息環境が適しているため、これらの細菌による硝化、脱窒作用が活発である。すなわち、有明海では、東岸域の砂質や砂泥質干潟と北岸域及び西岸域の泥質干潟が共存することにより、水質浄化機能が総合的かつ機能的に作用してきた。しかし、1976年の二枚貝類などの貝類漁獲量約11万tは、1999年には約2万tに急落している。このことは、二枚貝類などの生息数の急減を意味するものであり、本来の有明海の水質浄化機能を大きく損なうものとして懸念される。

### 付3 近年の有明海における潮位差の減少の原因

有明海は固有周期が比較的近い関係で半日周期の潮位変動が増幅されるために、特に湾奥の潮位差が大きくなるという特徴を有するが、近年の観測結果を見ると、有明海における潮位差が減少している。湾奥に位置する大浦での観測結果では、1980年から2000年にかけて、大潮差にして21cm、約4%の減少である。ただし、潮位差の減少は有明海内部だけでなく外部の長崎や湾口の口之津においても起こっている。これは、近年の東シナ海の水温が高く、平均水位が上昇していることに対応した広域的な現象である。湾外の潮位差の減少は当然湾内の潮位差の減少をもたらすが、観測結果によれば湾内の潮位差の減少はそれを大きく上回るものである。すなわち、有明海における潮汐の増幅

率が低下したことを示している。年変動の影響等により厳密な定量的評価にはさらに検討が必要であるが、湾外の潮位差の減少と增幅率の減少の影響の割合は4：6程度と評価される。增幅率の減少の原因として、諫早湾の締切および近年の平均水位の上昇にともなう水深増加によって有明海の固有周期が短くなつたことが挙げられるが、数値シミュレーション等によって前者が支配的な原因であると理解される。したがつて、諫早湾の締切は、有明海湾奥の潮位差の減少に対して主要な寄与をしていると判断される。

5

#### 付4 赤潮、特に有明海の最近の赤潮について

有明海において夏季に赤潮を形成する有害生物はラフィド藻のシャットネラ属であり、シャットネラ・アンティカとマリーナの2種が混合して発生する。主要発生海域は北西部域であり、貧酸素水塊が頻繁に形成される特徴を有している。本属の赤潮研究は瀬戸内海で最も進んでおり、冬季にシスト（陸上植物のタネと同じ）で底泥に潜み、初夏に発芽して海水に現われる。赤潮は日照時間が長くて降水量の少ない年に発生する傾向にあり、強風が引き金と考えられている。活発に増殖するためには窒素やリンの他に特に鉄を必要とすることが室内実験で判っているので、強い攪拌が底泥からこれらの物質を供給するための役割を果たしていることは間違いない。もし、貧酸素水塊が底層に形成されいたら、水塊の中には底泥から溶出した上記物質が豊富に含まれているので、強い攪拌がなくても発生の機会は高くなるであろう。このように攪拌は発生に必要な条件ではあるが、攪拌後に珪藻類が繁茂すると栄養競争や増殖競争に負けて赤潮は形成されないことが多い。珪藻類の発生を決める要因は今のところ不明である。

10

15

20

## 開門総合調査の基本的考え方

- 1) 排水門を開けることにより被害が生じることがないよう、また、そのことを地域の方々が実感し得るように行うことを基本として調査方法を検討
- 2) 短期の開門調査に加えて現存干潟での調査やコンピュータ解析の3つの手法を総合的に組み合わせた開門総合調査を実施

- 調査方法の検討に当たっては、潮受堤防によって周辺地域で期待された防災機能が十分発揮されていること、その地域で多くの住民が現に生活し農業、漁業等を営んでいること、公共事業の見直しの中で諫早湾干拓事業についても早期完了を強く求められていることと等を踏まえ、次の基本的な視点に立って検討

観 点	考 え 方
① 被害を防止するための有効な対策を講ずることができる	1. 防災機能の確保 2. 排水門等施設の安全性の確保 3. 周辺農業・漁業への影響の考慮
② 原因の究明及び対策の検討のため、早期に成果を得る	1. 開門に伴う影響緩和のための短期間での対策工の実施 2. 調査成果の早期取りまとめ 3. 適切な経費で必要とされる成果が得られる調査手法
③ 様々な要因の調査と総合的な連携が保てる	1. 有明海の他の調査結果と有機的な連携のもとでの調査の実施 2. 調査結果の総合的な検討

- 概ね1年間で実施するこの開門総合調査により、諫早湾干拓事業による有明海の環境への影響をできるだけ量的に推定
- 開門総合調査の内容
  - ① 短期開門調査
  - ② 干潟浄化機能調査
  - ③ 流動解析等調査
- 中・長期の開門調査の実施については、短期の開門調査の結果及びその影響、各種調査の動向、ノリ作期との関係等を踏まえ総合的な検討を行った上で、新たに平成14年度中に設ける場での議論を経て、農林水産省において判断

平成14年4月15日

## 武部農林水産大臣と長崎県知事、有明海3県漁連会長の 会談について

本日、午後10時から本省大臣室において、武部農林水産大臣と長崎県の金子知事・加藤県議会議長・川端県漁連会長、有明海3県漁連会長〔山崎（佐賀）、荒牧（福岡）、井手（熊本－植村専務が代理出席）〕の会談が行われた。その場には、井本佐賀県知事、中島福岡県副知事、黒田熊本県副知事に加え、古賀、久間両衆議院議員が同席した。

会談の概要は、次のとおり。

### 1. 武部農林水産大臣から、

- ・まず金子長崎県知事及び加藤長崎県議会議長に対し「地元の厳しい声はよく承知しているが、有明海再生に向け短期の開門調査を容認いただきたい。」
- ・また、3県漁連会長に対し「農林水産省と長崎県の間で昨年12月に合意した事業の見直し案による平成18年度事業完了に向けた事業の円滑な推進に協力してほしい。」
- ・その上で双方に対し「この双方について、農林水産省が主体性をもって円滑に実施していく考えであるので、是非協力をお願いしたい。」と述べた。

2. これに対し、金子知事は

- 「・工事がストップしたことは、どのような理由にせよ誠に遺憾。
- ・18年度完成に向け、円滑な事業実施をお願いする。
- ・開門調査について大変な不安がある。厳しい情勢である。
- ・有明海を良くしていくことについては、同じ思い。」と述べた。

3. 一方、3県漁連会長を代表して佐賀県有明海漁連山崎会長は

- 「・我々の昨年来の要求である短期開門調査を、早急に実施して欲しい。
- ・諫早湾干拓事業については、事業の見直し案に則って、農林水産省が環境に配慮しつつ事業を推進することを理解する。
- ・有明海再生を願う思いは同じで、自分達としても努力していきたい。」

と述べた。

4. 以上のやりとりを踏まえ、最後に武部農林水産大臣から、

- 「・利害対立から生まれる激突という形ではなく、双方の言い分を知恵を出して話し合いで解決したい。

- ・短期の開門調査については、地元に不安や被害をもたらすことのないよう農林水産省がすべての責任を負つて実施する所存であるので、ご理解願いたい。
- ・有明海再生に向けて、農林水産大臣としても責任をもって進めたい。短期開門調査を実施するとともに、事業を円滑に推進し、平成18年度に完了させる考えである。私としても、最大限の努力をするので、重ねて皆様のご協力をお願いする。」

と集約し、一同の理解が得られた。

最終報告書  
－有明海の漁業と環境の再生を願って

平成15年 3月27日

農林水産省  
有明海ノリ不作等対策関係調査検討委員会

2003年3月27日

## 最終報告書－有明海の漁業と環境の再生を願って

### 農林水産省ノリ不作等対策関係調査検討委員会

#### はじめに

本委員会は2000年度のノリの大不作を契機として、有明海の漁業生産の不振の原因を究明し、今後の対策を提言すること目的として2001年3月に発足した。その後ほぼ2年の間に10回の委員会を開催、そのほか部会や検討会を合わせれば20回以上の会合を開いて検討を重ねてきた。その間、「委員長まとめ（2001年3月）」、「中間とりまとめ（2001年9月）」、「開門調査に関する見解（2001年12月）」を文書として公表し、その時々での委員会の課題についての考え方を示してきた。2002年8月には「有明海の現状について」の委員会の認識をまとめた。

2001年度は幸いノリは豊作であったが、2002年度は秋芽網は好調であったが、漁期初めからの栄養塩不足が災いし、最近5年間（大不作の2000年は除く）の平均を下回る作柄である。このように依然としてノリ生産は不安定であり、漁業の近年の主対象である二枚貝資源は衰退が続いている。

この間行政対応特別研究（以下、行政特研）や国土総合開発調整費調査（以下、国調費）、さらには有明4県の水産研究機関などの研究が進み、水質や底質の変化とその原因もかなり明らかになった。もちろん、まだ解明されていないことも多いが、本委員会として、これまで明らかになったこと、未解明のこと、今後の課題等を整理し、最終報告書をまとめることとした。委員会発足時に農林水産大臣から本委員会の論議の結果はできるだけ尊重するとされたが、ぜひ、ここに示した提言の趣旨が活かされることを期待する。

なお、行政特研の平成14年度成果と国調費のモデルによる有明海の変化の解明と底質改善の効果に関するシミュレーション結果などを参考資料として付す。

#### I 有明海の漁業生産

##### 1. 特徴

有明海の漁業生産は、河川水の影響が大きい湾奥から外海の影響を受ける湾口まで水質・底質など環境が異なり、本来それぞれの水域で漁法や対象生物が異なっていた。有明海の漁業環境を特徴付けるのは干潟だが、特に「潟」と呼ばれる泥質干潟にはムツゴロウ、ワラスボ、ミドリシャミセンガイ、アゲマキ等の有明海特産種が多い。また、砂質干潟にはアサリ、ハマグリが多く、クルマエビ等の生息場もある。福岡県・佐賀県などの湾奥では広大な干潟に生息する二枚貝類と内湾性の魚類が漁業の主対象であったが、1953年に大水害があって二枚貝漁場が被害を受け、これを契機にノリ養殖の比重が高まり、最近ではノリが生産額のほとんどを占めるまでになった。熊本県でも干潟が広がる綠川、白川や

5

10

15

20

25

30

菊池川の河口域などは二枚貝の生産が高く、特にアサリの生産が非常に大きかったが、次第にアサリの生産が落ち込み、対照的にノリの生産が増えて、湾奥同様ノリへの依存度が高くなっている。一方長崎県や熊本県の中でも水深が大きくなる湾口に近い外海の影響が大きい地域では、魚類や頭足類・甲殻類などその他の水産動物が多く、貝類の割合は少ない。長崎県はノリ養殖が湾奥の福岡・佐賀同様諫早湾で急速に伸びたが、干拓計画に伴う漁業権放棄の影響で80年代後半から減り始め、最近ではノリの生産量は少ない。現在ではこのように、有明海全体として二枚貝の漁獲量が多く、それにノリ養殖が加わり、ノリの比重がやや低い長崎県以外は二枚貝とノリが生産の二本柱と言える(平成13年度まとめ、図14、以下13年14のように略す)。ただ、1980年代からタイラギ、アサリ、アゲマキなどの二枚貝の生産が次第に落ち込み(13年15)、今日ではノリ養殖の比重がきわめて高くなっている。こうした現状を見れば、ノリの生産を安定させるとともに、二枚貝の生産を回復させる必要がある。

なお、魚類の漁獲量は貝類ほど大きな経年変化は見られないが、福岡・佐賀などの湾奥では1970年代に増加、80年代は横ばい、90年代は漸減傾向が認められる。頭足類・甲殻類などのその他の水産動物は魚類と同じような傾向だが、変動幅は魚類より大きい。長崎・熊本でも傾向は同じだが、変動は福岡・佐賀より緩やかである。(図1)

## 2. 二枚貝漁業

全体的には二枚貝の漁獲は1980年代に減少が始まっているが、種により地域によってその減少傾向は異なる。したがって、その減少の原因を探るには個別に検討する必要がある。

タイラギは諫早湾口付近とその対岸の大牟田から荒尾にかけての地先に主な漁場があり、さらにそこから奥に多くの漁場が点在していた。そして周期的変動はあるが、最高3万トン近い漁獲が記録されたが、1980年代以降多くても5,000トンで、最近は1,000トンに満たず、漁場も奥に限られ、熊本県では1980年代半ばから、長崎県では1990年代半ばから漁獲が見られない。

こういった漁場の変化には底質の変化が関係しているようである。タイラギは砂泥底に生息し、泥分の多い漁場にはあまり分布しない。佐賀県の調査によれば、中央粒径値(Md)が7以上のこういった底質の海域は佐賀県地先を中心として湾奥部西側に限られていたが、最近は湾中央部まで広がっている(13年16)。こうした底質の変化がタイラギの分布域を制限し、漁獲の減少をもたらした一つの要因であろう。このほか、稚貝の着底域が限られ、浮遊幼生の移動・集積、これに関与する流況の変化も示唆されている。

有明4県の調査を通じて、近年は稚貝の発生、着底は認められるものの沖合域の個体は初夏から秋までの間に多くは斃死してしまうことが明らかになった(13年17)。この場合、海底に立ったままの状態で斃死してしまう、いわゆる立ち枯れ斃死が起きている。この原因については、タイラギの活力が低下しており、成熟に伴う生理的なストレスや躍層形成期の貧酸素の環境ストレスに耐えられず、斃死にいたると考えられる。この活力低下の原因は明らかでない。また、ナルトビエイなどによる食害も確認されている。今後詳細な検

討が必要であるが、底質・水質のほか餌料等の環境が生息に適さないものになってきており、活力のある健全な個体が育たず、環境の悪化に耐性の低い個体が多くなっている可能性がある。なお、干潟域では着底した稚貝に大量斃死は見られず、成長して漁獲されている。

アサリは熊本県の生産が中心で1970年代後半のピーク時には6万トンを超えたが、その後減少を続け、最近では最盛期の1/10以下になっている。盛期には漁場は干潟全域に及び広い範囲に分布していたが、今では河口域干潟のごく一部に分布するに過ぎない。福岡県でも漁場面積の縮小が認められる。こういった長期的なアサリ資源の減少の原因は未だ特定されていない。熊本県緑川河口干潟の場合、アサリ稚貝の発生が見られないのではなく、着底は見られるが5mm以上には成長せず、生き残るものがない。覆砂をするとアサリ稚貝の定着と生残がよくなる効果が認められているが、6mm以上の稚貝では覆砂漁場、天然漁場いずれの底泥を使用しても同じように生残することが室内実験で確認されている。福岡県水域でも、覆砂をするとアサリの定着と成長がみられる。このことは現在の底質がアサリの生息、とくに稚貝の初期の生残と成長に適さないものになっていることを示していよう。このほかスナモグリ類の増加の影響も指摘されている。1970年代、80年代にスナモグリ類の個体群が爆発的に増加したが、スナモグリ類が増えたところでは底質の生物搅乱が引き起こされ、着底したアサリ稚貝がスナモグリ類の巣穴に落ちたり、巣穴から排出された泥の下敷きになって斃死した可能性が示唆されている。ただ、スナモグリ類の分布が見られるのは湾中央部までで、湾奥のアサリ類などの消長にスナモグリ類が関係している可能性は考えられない。

現在二枚貝で生産量の最も大きいのはサルボウである。これも1970年代に激減したが、80年代後半のアサリの減少と対照的に増加し、15,000トンの水準を保つようになった。ここ数年はやや減って10,000トン程度である。

有明海の特産とされるアゲマキも二枚貝の仲間で、諫早湾から佐賀・福岡・熊本の河口域干潟に広く見られたが、1990年前後に激減し、以後資源は壊滅状態であったが、2002年7月佐賀県の干潟域で高密度の生息が確認された。

これら二枚貝の資源の回復には生息環境特に底質の改善が急務と考えられる。覆砂をするとアサリ稚貝の生残が改善されるなどの効果が認められ、また、その効果が10年以上継続する例も知られている。しかし、その効果が継続しない場合もあり、今後さらに改善事業を行った水域でモニタリングを行い、覆砂や耕耘の効果や持続性を定量的に把握して、効果的な事業実施が図られるよう調査・研究を進める必要があろう。一方、後に述べるように貧酸素水塊の発生について、その時期、範囲、発生から解消までの経過等がかなり明らかになったが、これによる被害を防止する方策を検討する必要がある。また、二枚貝の減少原因と回復方策を考えるにあたっては、斃死が起こっている場所や時期だけではなく、生活史全体に注目した検討が重要であろう。

5

10

15

20

25

30

35

### 3. ノリ養殖

#### 3. 1 有明海のノリ養殖

有明海のノリ養殖は、すでに幕末から明治初期に試験的に試みられ、1910年代からは熊本県で、1920年代からは福岡県で産業的生産が広がった。しかし有明海全域でノリ養殖が盛んになったのは1953年、この年の大水害で採貝漁業に大きな被害を生じ、ノリ養殖への転換が盛んになってからである。この1950年代、ノリの人工採苗技術が開発され、種苗確保が確実になったこともあり、その後、豊凶を繰り返しながらも順調に発展してきた。この間、1960年代には冷凍網、60年代後半から1970年代に多収性品種の導入、1980年代には酸処理が実用化され、安定生産に大きく貢献した。特に酸処理を取り入れてからは病害が軽減され、海域全体としての生産量は比較的順調に推移している。1990年代の有明海全域での生産を見ると、40億枚前後とかなり安定している。しかし、例えば佐賀有明漁連の最近10年間の生産枚数を見ると、不作であった平成8年度は約11億枚、12年度は約10億枚、一方平成7、9、10年度は約17億枚、13年度も約18億枚と豊作で、年度間で大きな変動が見られる（13年18）。このようにそれぞれの県あるいは地域の、さらには異なる時期での生産量の変動は依然として大きく、全域で同時に豊作ないし凶作という年は少ない（13年表1）。

#### 3. 2 ノリと環境要因

日本全体のノリ養殖を見ると1990年代に入って90億枚台の生産が続き、一見安定した産業と思われ勝ちであるが、前項で述べたように局所的には非常に不安定な要素を持っている。このような年変動は全国各地で見られるもので、ノリ養殖というのはかなり厳しい条件下で行われているものと理解すべきであろう。したがってノリ養殖を成功させるには、時とともに変化する環境条件に応じた適切な養殖管理が重要である。

ノリにとって重要な環境条件としてまず水温が挙げられる。採苗の開始は23°Cを目処に設定されるが、同時に潮回りも重要であって、大潮から小潮に向かうところが適期とされ、潮汐表と水温の下がり方を見比べながら開始日が決められる。ノリ生産には多くの生産者が関わりを持つことから、かなり前の時点で採苗適期を予測することが必要である。

海藻の生長は流れと栄養塩濃度の積で示されるという研究結果がある。ノリ漁場においては流れを確保することが重要で、小潮時で流れの遅いときでも平均流速20cm/s程度を確保する必要があるとされている。2001年度あるいは2002年度に、1コマ（ノリ網を張り込むときの単位面積の呼称、通常2枚×5列=10枚を1セットとして設置する）当たりのノリ網を10枚から8枚に減らす、即ち、2割減柵を行い、漁場の流れを確保するように努めた地域がある。このように2割減柵すると、コマの中央部で約1.4倍の流れが確保されたという佐賀県有明水産振興センターの報告もあり、流れと減柵は密接な関係がある。

ノリ生産を大きく左右する要素として病害がある。有明海でもっとも顕著な被害を与え、そして毎年必ずと言っていいほど頻繁に出現するのはアカグサレ病である。この病原菌を発見すると生産者はできるだけ早くノリを摘み取ると同時にノリ網を高吊りし、多めの干出を与える。生産者が非常に神経を使う病害だが、特に2001年度は前年度のノリ不作の経

5

10

15

20

25

30

35

験から、生産者はこの病気に対してもきわめて慎重に対処し、育苗段階から常にノリ網を高めに吊り、健苗育成につとめた。このことが2001年度、アカグサレ病を防いだ主な要因であったと考えられる。

最近ではノリの作況に栄養塩に関して競合関係にある植物プランクトンの消長が深く関係する。出現する種によって増殖状態の持続性が異なると言われ、*Chaetoceros*あるいは*Skeletonema*などの比較的小型のものは短期に消えやすく、大型の、2000年度ノリ漁期の*Rhizosolenia*あるいは*Eucampia*などは長く増殖が続くということである。養殖現場では出現種の観察に力を注いでいる。今後さらに種ごとの出現や増殖・持続の条件等詳細な研究を行う必要があろう。5

栄養塩は植物であるノリの生長に欠かせないが、有明海では特に窒素が不足しがちで、溶存態無機窒素濃度 (DIN)  $7 \mu\text{g-at/l}$  が良質なノリが採れる濃度の下限値のめやすとされている。赤潮が起こると植物プランクトンが栄養塩を消費してしまうので栄養塩レベルが下がり (18年12) 、これによってノリの生育が妨げられる。2000年度は12月に赤潮が発生してそのまま続き大不作をもたらし、2001年度は11月末に赤潮が発生したが、12月初めには終息に向かい、ノリが順調に生長した。2002年度は漁期初めから栄養塩濃度が低かつた。その後の降雨で若干栄養塩が増加し、秋芽網の生産は各県とも順調だった。冷凍網の時期になって特に1月中旬から栄養塩の低濃度がノリの色落ちを生じさせ、地域によって異なるが、豊作だった前年はもとより、2000年度を除く最近5年間の平均をもかなり下回る作柄となっている。2002年度は1月中旬までは目だった赤潮は発生しておらず、栄養塩不足は梅雨期も含む夏以来の降雨が少なく、河川からの栄養塩供給が少なかったためであり、1月中旬からのノリの色落ちは乏しい栄養塩をノリが消費したことが原因と考えられている。このように漁期はじめから栄養塩が少なく、降雨の状況から供給も少ないと考えられる際、減柵などの手段も含めて、いかにして自然の許す範囲内で生産を上げるかが課題である。10  
15  
20

### 3. 3. 管理方策

ノリの生育にはいくつかの重要な環境要因が関係する。毎年の気象条件の中で、これらの状況を踏まえた適切な管理を行うことが生産の向上につながる。2001年度は特に前年の不作を考慮し、管理を徹底した。それは今後も参考となると思われる。

まず、減柵であるが、流れを確保しノリの生理活性を高めるという観点から重要である。さらに病原菌を防ぐ意味もある。佐賀県有明水産振興センターの報告によると約20cm/s以上の流速があると壺状菌の遊走子の侵入が減り、病気の蔓延が妨げられるとされている。また、減柵により網数が少なくなると、網の上げ下げ、張り方のチェック等健苗確保につながる丁寧な管理が可能となる。摘採期に入ってからも、網数が減ったことにより、早め早めの摘採が可能となり、病害の防除および製品品質の向上が得られ、減柵は有効であったといえる。ただ、色落ち対策としての減柵の効果については評価が定まっていない。30  
35

次に、網の高吊り、即ち、干出を多く与える網管理が挙げられる。これはノリ葉体を健

全に育成する効果があることは良く知られているが、伸びは悪くなるので生産性に影響する。また、製品が赤みをおびたいわゆる「赤芽」になり、味は良いが、見た目が悪く、値段が抑えられる傾向にある。そのため、従来あまり極端な干出を与えることは行われていなかった。2001年度は、広い範囲にわたって高吊りを励行し、気象条件も幸いし、適切な養殖管理が行われたものと考える。

5

いろいろな形で取り上げられた技術として、酸処理の問題がある。これについては2002年度に水産庁にノリ養殖技術評価検討委員会が設置され、ここで新たな実験も行うなどして、検討が行われた。この委員会で得られた結論は①植物プランクトン（珪藻類）の増殖促進効果については、その使用量などから考えて赤潮発生の原因となっているとは考えられない、②環境への負荷という点では、陸域からの負荷と比べ、また、ノリによる栄養塩の吸収などを考えれば大きなものとは考えられない、とされたが、今後も海域への負荷ができるだけ削減するという方向で取り組み、また、フィールドでの観察・観測、海域の実態により近い形での実験等の知見を集積していくことが重要との指摘もなされている。なお、基本的な問題として有明海全体、また、水域ごとの栄養塩の收支や季節的な動態を把握し、そういう全体像の中で個々の負荷や系外への除去が評価されるべきであろう。

10

15

酸処理は重要な技術であり、生産の質的および量的安定に貢献している。特に浮き流し養殖において、欠かせない技術であろう。ただ、有明海及び八代海を再生するための特別措置に関する法律第19条にも規定されているように、できるだけ環境に負荷を与えないで生産をあげることが養殖にも求められており、ノリ養殖においてもこの点に留意すべきである。具体的には2001年度以降使用液の繰り返し利用、残液の徹底回収が従前より一層厳しく指導されている。それと共に干出を多めに与えるなどきめ細かな養殖管理により、できるだけ酸処理剤に頼らない技術体系に変える努力も各県で行われている。

20

## II 有明海の環境

以上、有明海の漁業生産の経年変化と現状について見た。干潟という豊かな生物生産の場と河川からの栄養塩に支えられてきた漁業生産は、水質の悪化、赤潮や貧酸素水塊の発生、また、底質の変化などによって影響を受けて変化してきたと考えられる。次に、有明海の環境変化の実態を見ることとする。

25

### 1. 潮汐・流動

有明海は東シナ海につながっており、外海の影響を強く受けている。東シナ海は近年水温が平年より高い状況で、同時にその影響で比重が低く水位が上昇しており、長崎市で10cm近く水位が上がっている（13年1）。こういう外海の影響により、有明海の中でも高水温で水位が高い状況にある。さらに外海で潮差が減少傾向だが、これは有明海全体の潮差の減少につながっている（13年1'）。ただ、有明海の内部では外海での減少以上に潮差が減少している。湾口の口之津と湾奥の大浦を見ると、96年まではどちらもM2分潮の振幅が同じ

30

5 ように小さくなっていたのに、諫早湾干拓地の潮受け堤防が締め切られた97年では、湾口と湾奥の振幅比がわずかではあるが減少している(13年2)。1979年と2001年の地形で比較した国調費のシミュレーション結果でもM2分潮の振幅が2001年にはわずかに減少し、その程度は大浦、三角、口之津の順であった。また、大潮の潮差についても湾口と湾奥の比の長期的な減少傾向が見られる。潮位と同時に潮時の早まり、満潮干潮の時間にも変化が見られる。水位の上昇、潮差の減少は干潮時の干出面積の減少につながり、有明海の干潟浄化機能の減少の可能性を意味する。

10 このような潮差の減少については①外海の潮汐振幅の減少、②東シナ海全体の平均水位の上昇に伴う湾内の平均水位の上昇、③諫早湾干拓地潮受け堤防締め切りなどによる海面の減少、がその原因として指摘されている。これらの寄与率について、潮汐の数値シミュレーション結果によるM2分潮の振幅比較によると、②は微小とされるが、①と③についてはいろいろの研究者による計算にはかなりの幅があり、さらに検討の余地があろう。いずれにしても数値シミュレーションにより推定された潮差の減少は数%である。今後、潮位の観測結果等も踏まえて減少の実態を明らかにするとともに、この減少が水質や生態系にどの程度の影響をもたらしたかについて今後詳細な検討が必要である。

15 流動に関しては、表層付近の流速の観測で以前より減った、変化は見られない、あるいは若干速くなった、などさまざまな報告がある。国調費によるシミュレーションでも1979年と2001年との流速の変化は明瞭でない。流速はかなり地形などの局所的な影響を受けるし、恒流成分などは河川流量や風、さらには内部潮汐なども影響するので、断定的な結論を下すのは現段階では難しい。ただ、局所的には変化が明瞭に認められるところもある。諫早湾奥では堤防で止められたので流速が減少したのは当然だが、諫早湾口南側で潮受堤防完成後に上げ潮時の流速が若干落ち、また、諫早湾に入り込む流れが減少して北に向かう流れが主要なものになり、諫早湾口外側の北側では以前より流速が速くなったところもある(13年3)。そして、下げ潮時にはこれを逆向きにした結果が見られる。このような諫早干拓地前面での局地的ではあるがかなり大きな流動の変化とこれに伴う水質、底質、生物の変化は有明海全体に影響を及ぼしたことが想定されるが、それがどの程度のものかは未解明の部分が多く、今後一層の調査・研究が必要である。

## 2. 水質と底質

30 浅海定線調査による佐賀県海域の化学的酸素要求量(COD)の長期的变化を巨視的に見ると、増加傾向が認められるので、水質は30年前に比べ悪化していると見られる。ただ、1970年代は漸増、1980年代に著増、1990年代は横ばいなし微減という年代ごとに傾向が異なることに留意が必要である(13年4)。また、変化の傾向は水域によって異なることも考えられる。なお、全窒素濃度(T-N)、全リン濃度(T-P)の経年変化については1980年以後しか連続的なデータがないが、どちらもほぼ横ばいの傾向である。また、各県のDINやリン酸態リン濃度( $P_{O_4}-P$ )についても1960年代から最近まで経年的な変化より季節変動が大きく年代による特別な増減傾向は明瞭でない。最近の水質分布を見ると(13年5)、アンモ

ニア態窒素を始め栄養塩全般に湾奥で高い傾向だが、これは筑後川を中心とする河川からの流入負荷の影響が大きいことを示している。1970年代のDINとPO<sub>4</sub>-Pも湾奥で高く湾口で低く、季節的にはDINは夏から秋に、PO<sub>4</sub>-Pは秋に高いという変動を示す。

透明度も長期的に上昇しているが、上昇傾向は一様でなく、1970年代、80年代、90年代と段階的に変化している（13年9）。なお、湾奥部では西寄りで（最大1.1m）、湾口に近い方では東寄りで（最大2.8m）上昇が大きく、傾向は時期・水域によって違がある。透明度上昇の原因は明らかでないが、透明度は水中の懸濁物質の濃度に大きく影響される。有明海は浮泥と呼ばれる懸濁物質の濃度がきわめて高い海として知られている。浮泥の主成分はモンモリロナイト系などの粘土粒子で、水中の物質の吸着・凝集力が大きい。栄養塩を吸着し、また凝集して海底に堆積すると肥沃な底質を作り、底生生物の餌にもなる。透明度の変化は懸濁物質の消長と関係し、海域の流動の変化に伴う底質の巻き上げの変化、プランクトンの長期的変動等を検討する必要がある。なお、観測が平常時に限られているが、筑後川をはじめ流入諸河川で水中の懸濁物質量（SS）は長期的に減少の傾向を示している（13年10）。

有明海では貧酸素水塊の形成は起こりにくいとされていたが、かなり広範囲の存在が確認されたことは重要である。一般に夏季に水温が高く底質の有機物の分解が盛んになり酸素が消費されるとき、成層が発達していると表層からの酸素の供給が妨げられ、底層に貧酸素水塊が形成される。有明海は大潮の潮差が5mを超え、上下層の混合がよいので貧酸素水塊は形成されにくいとされていたのである。ただ、佐賀県の浅海定線調査の結果を見ると1980年代から水域によっては夏季にかなり溶存酸素濃度（DO）が低く、2mg/lを下回る値も見られる（13年8）。しかし最近は諫早湾口および有明海湾奥北西部を中心としてかなり広範囲に形成され、潮汐により大きく移動すると考えられている。中心となる水域は底質の有機物含量が多く、その分解が成層時に貧酸素水塊の形成につながる。貧酸素水塊の持続には風の影響が大きく、強い風が少なかった2001年には広範囲に貧酸素水塊が継続して見られ、台風をはじめ強い風がたびたび吹いた2002年には永続するような貧酸素水塊は見られなかつた。なお、2002年は夏季の降水が少なく、2001年と密度成層のでき易さに違いがあったことも影響しているよう。

貧酸素水塊の形成・継続・消滅の機構については行政特研や各県の調査などでかなり明確になった。調査結果の一例を示すが、上に水温が高く塩分の低い軽い水が乗り、下に重い水が溜まって、成層化の状況が認められる（13年6）。これは2001年8月5日、夏の観測だが、夏に底層の有機物が分解される時酸素を消費し、溶存酸素量（DO）の低い貧酸素水ができる。その経緯が観測でつかまえられた。小潮の時に貧酸素水塊が形成され、大潮になると少し回復し、小潮になるとまた下がる。潮汐変動と貧酸素水塊の形成がつながっている例である（13年7）。しかし、水深がこれよりも大きな観測点（B6）での磯部らの観測ではやはりDOが上下するがこれには潮汐の影響は明確でなく、水深が深いところでは貧酸素水塊の形成・消滅に対する潮汐の影響が相対的に少ない。水温の鉛直分布を見ると、表層に暖かい水、底層に冷たい水があるが、中間は潮位によって表面と同じ温かい水になつたり、

底層と同じ冷たい水になつたり大きく変動している。したがつて、成層化といつても同じ状態がずっと続いているのではなく、このように動いていることがわかつてきた。そして貧酸素水塊の消長や底層の低温水の移動には、特に風の影響が大きいことが示唆された。

また、同じ連続観測でクロロフィル-a、すなわち植物プランクトンの状況を見ると、好天時、日射量が多いとクロロフィル-a濃度が上がる、つまり赤潮が発生する。赤潮発生後、プランクトンが死ぬとこれが底層に沈んで分解され、酸素が使われ、貧酸素水が生ずるという機構が有明海でも明らかになってきた。5

このように連続的な観測によって赤潮の発生から貧酸素水塊の形成まで理解されたが、こういった観測がさらに多数の測点で行われることを期待したい。このような観測を積み重ね、有明海の状態がよくわかれば、改善についてもより適切な方策を考えられよう。10

底質については湾奥佐賀県側で細粒部が拡大している傾向が見られた。諫早湾の潮受け堤防前面付近では、締切後に底質が細粒化したところもあることがすでに明らかにされている。表層堆積物の分析から、泥分の大きいところでは有機炭素量が多いことが明らかになつたが、こうした場所では表層堆積物の酸化還元電位が低く、先に述べた最近貧酸素水塊が頻発する水域とも一致している。さらに炭素の同位体分析から、これら表層堆積物の起源が湾奥では陸の寄与が大きく、湾口に向かうにつれて海洋生物由来（植物プランクトン分解物）の寄与が大きくなることなどが明らかにされた。15

底質の細粒化が進行している原因としては流入と底泥の動きの2つの変化が考えられる。前者についてはすでに流入河川の懸濁物濃度の減少の可能性を述べたが、粒度組成の変化については明らかでない。なんらかの原因で粗粒の流入が特に減少したとすれば底質の細粒化の一因となろう。また、後者については近年台風の来襲が減少し、年最大有義波高の低下傾向が認められる。海の静穏化は細粒の堆積を促進すると考えられる。ただ、いずれも確証がなく、今後詳細な調査検討が必要であろう。20

### 3. 赤潮

近年、赤潮の観測体制が強化されていることに留意が必要だが、有明海で記録された赤潮の発生件数あるいは延べ日数が増加している（13年11）。赤潮の発生にはプランクトンの集積が必要で、浮泥による植物プランクトンの凝集・沈澱効果もあり、潮差が大きく上下層がよく混合する有明海では起こりにくいとされていた。1970年代にはすでに富栄養度はかなり高かったが、珪藻が原因のノリの色落ちは知られているが赤潮の発生は報告されていない。1980年代特に後半から主に福岡・佐賀の水域などで発生が見られるようになり、1997年以降は長崎・熊本の水域で赤潮の発生確認件数が増加した。季節的に見ると、夏と冬、特に11・12月の発生件数が増加傾向にある（13年19）。また、有明海では珪藻赤潮が多くたし、現在でもそうである。しかし、近年渦鞭毛藻やラフィド藻などの赤潮も増加傾向にある。赤潮の発生と終息の機構の解明は重要であり、先述のごとく最近の連続観測でかなり明らかになってきた。25  
30  
35

有明海の珪藻赤潮は降雨型と言われ、降雨によって栄養塩の供給が増えた後に好天が続いて日射が増すと赤潮が発生する傾向にある。この終息には集積したプランクトンを散らす風と塩分の低下の効果が大きい。なお、赤潮のノリへの影響については先に述べたが、ノリの大不作をもたらした2000年と豊作であった2001年の両年とも降雨の後に日射が続いて12月に赤潮が発生した。ただ、赤潮の終息が2000年度と2001年度で異なった。2000年度は11月の初めに大量の降雨があって栄養塩が供給され、中旬は日射が非常に低かったが、下旬に高い日射が続き、これで赤潮が発生したのだが、発生後も12月から1月までその時期にしては高日射が続き、赤潮を終息させるような荒天もなく、赤潮が3月まで続いた。

(なお、その後の実験で *Rhizosolenia imbricata* 赤潮は、高塩分時に発生し、高塩分条件が崩れると衰退することが明らかにされている。) 2001年度は10月あたりに相当栄養塩の供給があり、11月に高い日射が続いて赤潮が発生したが、12月に入って大雨が降って赤潮はいったん終息した。その後、高い日射が安定して続くことがなく、赤潮が起きず、ノリがよく採れた。1月、2月になって赤潮が発生したが、これは日が長くなって日射量が増えるので、栄養塩さえあれば赤潮が起きるのは当然とも言える。しかし、1991年から11年間の10月から3月までの降雨と日射量を見ると(13年13)、ノリ作に関係する11月、12月は96年以前には日射量が相対的に低いに対し、近年はこの時期の日射量が高く赤潮が起きやすい状況にあり、ノリ作には十分注意を払うべき時期であると言えよう。なお、経年的変化の傾向はエルニーニョ現象のような地球規模の現象との相関を有する可能性が示されている。

このように珪藻赤潮と気象には密接な関係があるが、赤潮発生のきっかけは気象だけでは説明できない。2000年の赤潮原因生物である *Rhizosolenia imbricata* の栄養細胞は夏季に有明海の外海に生息し、シストを形成しないことが報告されている。本種が暖海性種であるとすればなぜ冬季に有明海奥部で増殖するのか、なぜ栄養塩濃度がきわめて低いノリ養殖場で終息しなかったか、ということも今後十分に解明する必要があろう。

一方、ラフィド藻 *Chattonella* 属の赤潮が夏季に有明海各地で発生している。2000年8月に発生した本属の赤潮は有明海のアサリ漁業等に大きな被害を与えた。過去の研究から *Chattonella* 属は底泥の含有する物質により増殖が促進されることが明らかにされている。嫌気条件下で可溶化したこれらの栄養物質が本属の赤潮の発生に関係していると推測されるが、その機構の詳細に関してはさらに研究が必要である。そのほか、八代海で漁業被害を与えていた *Cochlodinium polykrikoides* の赤潮が有明海南部で発生し、諫早湾や熊本沖でも生息が確認されるようになった。

#### 4. 干潟

以上、有明海では潮位、潮差、潮時の経年的な変化が見られ、また、長期的なCODの増加や透明度の上昇が起きている。近年は赤潮も増え、広範囲に継続する貧酸素水塊の形成も見られるようになった。これらを生じた原因は複合的なもので単一の要因で説明できるものではないであろうが、浄化能の変化という点で干潟の変化は重要であろう。埋立・干

5

10

15

20

25

30

35

拓等によって海岸線が前進すると、干潟が減少することになる。また、防潮堤の建設も干潟面積を減らす。さらに近年の潮位の上昇、潮差の減少に伴って、湾奥部を中心としてさらに干潟が減少している可能性がある。

環境省の調査では、1945年に26,600haほどあった干潟が1978年には22,200haほどと4,400ha減少しているが、この半分ほどは50年代後半、4割ほどは70年代に喪失している。  
5  
また、喪失した面積の7割は福岡県と佐賀県である。1990年前後の調査ではさらに1,400ha弱が失われたが、この86%は福岡県である。1997年には諫早湾の潮受け堤防の締切りにより1,550haの干潟が失われた。

このような干潟の喪失は特に湾奥での環境悪化の進展と無関係ではないであろう。後につく詳しく論ずるが、有明海の環境の回復を考えるとき、こうした現状をふまえて検討する必要がある。  
10

### III 今後の検討課題と提言

#### 1. 漁業生産

有明海の漁業生産の構造は戦後を概括すれば魚類から貝類、貝類からノリ養殖と変化し、  
15  
近年は二枚貝の不振もあり、ノリへの依存度が高い状態が続いている。この傾向は湾奥でまず始まり、湾中央部へと及んだ。水域によって多少事情は変わるが、先にも述べたように、全体として二枚貝の生産の回復とノリ生産の安定が課題である。

この課題を考える基礎として、詳細な漁獲の経年変化を知る必要がある。できるだけ細かい地域ごとの種別漁獲量を努力量とともに整備し、長期的に何が起きたのかを把握する必要がある。これまでも地域ごとに、また、年代ごとに解析はされていたはずであるが、あらためて戦後50年ほどの変化を総体として理解することが重要である。  
20

二枚貝について80年代から漁獲の減少が目立つが、種ごとに、また水域によって傾向は異なるので、減少要因と回復方策についてはそれぞれ別個の検討が必要である。なお、この場合も減少以後のことだけを見るのではなく、それ以前からのできるだけ長い期間の地域ごとの推移を把握することが望ましい。  
25

二枚貝減少の共通の要因として底質の変化があるようである。ただ、その詳細については必ずしも明らかではなく、特に、汚染の推移については不明な点が多い。できれば、底質の変化を多くの水域でコア試料を採って、物理、化学的な分析により明らかにすることが望まれる。

タイラギは底質の細粒化、泥分の増加が長期的な漁場の減少ひいては漁獲の減少につながったと考えられる。こういった長期的な傾向とは別に、近年、稚貝の発生、着底が見られても初夏から秋までの間に斃死してしまう現象が見られる。この原因として最近増えているナルトビエイなどによる食害のほか、貝自体の活力が低下し、生理的なストレスや貧酸素のストレスに耐えられずに斃死すると考えられている。タイラギの生息している漁場で具体的に斃死の起こる過程を明らかにし、その対策を考える必要があり、すでにその努力は始められているが、さらに多くの漁場での水質・底質とともに餌料環境も含めた調査  
30  
35

が期待される。

アサリについて対し、やはり1970年代後半に漁獲のピークを迎えた後減少が続いている。こうした長期的な減少の原因はまだ特定されていない。アサリの場合も稚貝の生残に問題があるようで、アサリの初期生活史段階での生理・生化学的変化を知るとともに、稚貝の生残に底質の何が影響しているのかを明らかにする必要がある。5

二枚貝資源の回復には底質環境の改善が必須と考えられる。すでに事業として覆砂、耕耘など底質改善の方策が実施されているが、その効果の定量的解析は必ずしも十分ではないと考えられるので、長期的なモニタリングを含め、事業のさらに効率的な実施に役立つ知見を現場で集めるべきであろう。10

ノリについては安定生産が期待されるが、自然の状況に左右される部分が大きいので、与えられた条件下で、いかに適切に養殖管理を行うかが問題となる。また、基本的な問題として生産目標をどう考えるかが重要な課題であろう。近年ノリは過剰生産気味で単価が下がっている。枚数は抑えて品質のよい製品を作ることに努めることを考えたい。また、水温が長期的に上昇傾向にあることなどを考えれば、管理だけでは対応できなくなることも考えられ、品種改良も必要であろう。15

環境条件の中では栄養塩が最も重要で、有明海の場合、特にDINの動向に注意する必要がある。長期的にDINが増加あるいは減少といった特定の傾向は見られず、年々の変動がかなり大きい。供給源は河川と考えられるが、降雨の状況等を勘案し、年間、特に夏以降の水中の存在量を観測しながら、生産計画を立てる必要がある。濃度だけでなく、流速も関係するので、減柵などの対策も早期に考える必要があろう。栄養塩を奪う赤潮の発生はノリの豊凶に関係する。その発生予測技術の開発と同時に発生した場合の対策の検討も必要であろう。種により持続性が異なるので、何が発生するかも気になるところで、難しいとされているが、種ごとの発生ならびに大増殖の条件を明らかにしたい。20

## 2. 環境

潮位・潮差の長期的または最近の変化について明らかにされ、原因の指摘もあるが、複数の原因の寄与率については議論が分かれている。的確な対策を考えるためにも、詳細な検討を行い、できるだけ早く結論が得られることを望みたい。25

流動については有明海全体については長期的に変化したか否か、明らかでない。漁業者などの現場での実感として流れが遅くなったとも言われている。今後、さらにシミュレーション等を利用して変化の有無を流速の鉛直プロファイルも含めて検討する必要があろう。その際、できるだけ詳しく経年的に地形の変化を追って、年代ごとの変化を明らかにすることが望ましい。30

水質については湾奥西部でCODが長期的に増加し、透明度も割合は異なるが全域で長期的に上昇したことが認められている。NとPについては季節変動が大きく経年的な変化は明瞭ではない。CODあるいはN、Pの流入負荷の経年変化についてはまったく知見がなく、これを明らかにすることが急務と考えられる。透明度の上昇の原因もいろいろ示唆されることは想定されるが、ここでは主に底質の影響を考慮する。35

いるが明らかでなく、原因と考えられる事項について一つ一つ詳しく吟味すべきであろう。

生物に影響の大きい貧酸素水塊の発生・持続・消滅の機構についてはかなり明らかになった。この解明には水質等の連続観測が有効であり、多くの測点で継続されることを期待したい。

底質が長期的に変化し、細粒部が拡大している傾向が認められる。底質の供給源としては陸からの無機的なものが主体の粒子と、海洋で生産されるプランクトン等の遺骸の沈降がある。細粒部の拡大についても原因が示唆されているが、この場合も吟味が必要で、河川から運び込まれる粒子についても現時点では総量の変化の可能性が示唆されているが、組成の変化については知見がない。流域の環境変化と併せて検討する必要があろう。

湾奥の福岡・佐賀では80年代半ばから赤潮が目立つようになり、近年は長崎・熊本でも赤潮の発生が増えていると見られる。有明海の珪藻赤潮の特徴はかなり明らかになってきた。降雨型と言えるもので、降雨の後日照があると発生し、風、時には雨で終息する。一般的にはこのように言えるが、具体的な発生の引き金が何かは明らかでない。近年、ラフイド藻や渦鞭毛藻赤潮の発生も目立つ。これらの発生・増殖の条件については不明な点が多い。赤潮についてはいろいろな面からの調査・研究が必要である。

干潟は生物生産の面からも浄化能の面からもその変化は重要である。その面積の変化とともに泥干潟と砂干潟の浄化能の異同についても詳細に調査することが必要である。

### 3. 組織間の連携およびデータベースなど

2000年度のノリ不作を契機として多くの調査・研究が組織され、その成果によって有明海の漁業・環境への理解が大きく進んだ。上に述べたようにまだまだ課題は残されており、さらに調査・研究が進むことを期待したい。その際重要なのは、調査・研究機関あるいは研究者間に構築された連携・ネットワークの維持・発展であろう。率直に言って、この問題が起きるまで、国と県、あるいは県と県、また、研究者間の連携は限られたものであった。この2年間で作られた連携・ネットワークは国・県あるいは研究機関と大学等の垣根を超えて、大きなものになっている。さらには有明4県以外にも広がりを持ち始めている。この貴重なネットワークを大事にしていってほしい。また、すでに始まっているが情報の共有、データベース化は組織間の連携とともに重要なことで一層の進展を期待する。

おわりにー有明海の漁業と環境の再生を願って

有明海は豊かな海で大きな漁業生産をあげてきた。その生産が最高であったのは1970年代の終わりから1980年代の初めで、総生産量(海面漁獲量と養殖ノリ生産量の合計)は20万トンを超えていた。また、この頃は漁獲と養殖の釣り合いが取れており、貝類の漁獲量とノリの生産量がほぼ同じで、9万トン前後、これに魚類とその他の水産動物の漁獲量がそれぞれ1万トン以上あった。最近は総生産量は18万トンぐらいでそれほど減っていないが、この80%以上がノリの生産で、海面漁獲量は大きく落ち込んでしまった。(図1)

5

10

15

20

25

30

漁業と環境の再生を考えるとき、まずは目標として最高の生産をあげていた 1980 年前後が浮かんでくる。水質を見ても、佐賀県の COD の上昇も 70 年代はゆるやかで、顕著な増加が見られるのは 80 年代に入ってからである。富栄養度も 70 年代から高かったが、有明海の特徴である大きな干溝による混合と浮泥の効果によって赤潮の発生が妨げられていた。透明度の上昇や流入河川の懸濁物質濃度の減少も 80 年代から目立ってくる。福岡県の調査によるプランクトンの沈殿量も 1980 年前後までは 10ml/100L を超すことが珍しくなかつたが、その後はほとんど 10ml を超すことがない。

有機汚濁について流入負荷の経年変化の情報がないので、明確に示すことが難しいが、80 年代に入っているいろいろな意味で環境への負荷が増し、それが積み重なって 80 年代半ばからの貝類を初めとする漁業資源の衰退が目立つようになったのであろう。では、80 年ごろの状態にもどすことができるのだろうか。

有明海の生産を支える重要な要素として干潟と浮泥がある。有明海は現在でも全国一の干潟面積を誇るが、1945 年ごろの面積は約 26,600ha であった。これが 1978 年の調査では 4,400ha 減って約 22,200ha となつたが、この半分は 50 年代後半、4 割は 70 年代に失われた。その後、諫早湾干拓地の潮受け堤防の締切によって失われた 1,550ha を含めて 3,000ha 弱が失われ、現在では約 19,000ha と 45 年ごろの 3/4 以下になってしまっている。その上、近年の水位上昇はさらに干潟面積を減らしていると考えられる。干潟は浄化の面でも生物生産の面でもきわめて重要な水域で、この水域の大きな減少は水産資源の衰退に大きく関わっていると考えられる。とすれば、このような環境の基礎的な条件に変化がある中で、漁業生産を 80 年ごろの状態に戻すことが容易だとは考えられない。

国調費では流入負荷の削減と底質改善の効果についてモデルを用いてシミュレーションを行った。まず負荷については現状の 5、10、40% 削減の 3 ケースを検討したが、40% 削減しないと、COD、T-N、T-P の水中濃度も赤潮発生もその抑制効果は顕著でない。底質改善については 5m 以浅の海域を対象として底生生物量を増加させ、同時に栄養塩類の溶出を 50% 抑制する対策を 4,000ha、12,000ha、37,000ha（5m 以浅の海域全体に相当）について行う 3 ケースを検討した。いずれのケースでも COD、T-N、T-P すべて現況より低くなる傾向で、また、赤潮発生抑制効果も認められた。このように負荷削減、底質改善とも効果があると考えられるが、効果が認められたかなり大きな負荷削減やここで仮定されている底質改善を実現させる方策については今後の課題である。

浮泥は一般的に他の海域では濁りとして生物の生息にマイナス要素と考えられることが多い。しかし有明海では生物生産を支える重要な要素である。河川から供給された栄養塩は浮泥に取り込まれた形で存在し、浮泥が凝集して沈殿すると栄養塩は干潟域に保存される。また、デトリタスを多く含みいろいろな生物の餌ともなる。透明度の上昇はこの浮泥の減少を意味しており、この面でも有明海は本来の豊かさを失いつつある。

こうしたことを考えれば、目標は 1980 年ごろの漁業生産や生物相の状況におくとしても、当面、まず緊急に必要なことは干潟などの自然条件を現状より悪くしないことであり、できるだけ本来の自然の形を取り戻す方向の措置を考えることである。

5

10

15

20

25

30

35

もちろん、近年見られる赤潮の増加や貧酸素水塊の形成などに対する対策も考える必要があり、その原因も必ずしも完全には解明されていないので、その究明を進めることも重要である。この一環として潮受け堤防締め切りの影響についても委員会での議論を踏まえて、開門調査などにより、詳しい検討が行われることを期待したい。

すでに、この海域の再生の重要性から、有明海と八代海を対象とした特別措置法が制定され、今後の調査やその評価を考える委員会も発足している。これからはこの法律に基づく委員会で、引き続き、未解明の問題が検討されることと思われるが、農林水産省ノリ不作等対策関係調査検討のための本委員会の2年間の活動、これを支えていただいた行政特研および国調費さらには有明4県の研究などの成果が充分活かされることを望むものである。

5

10

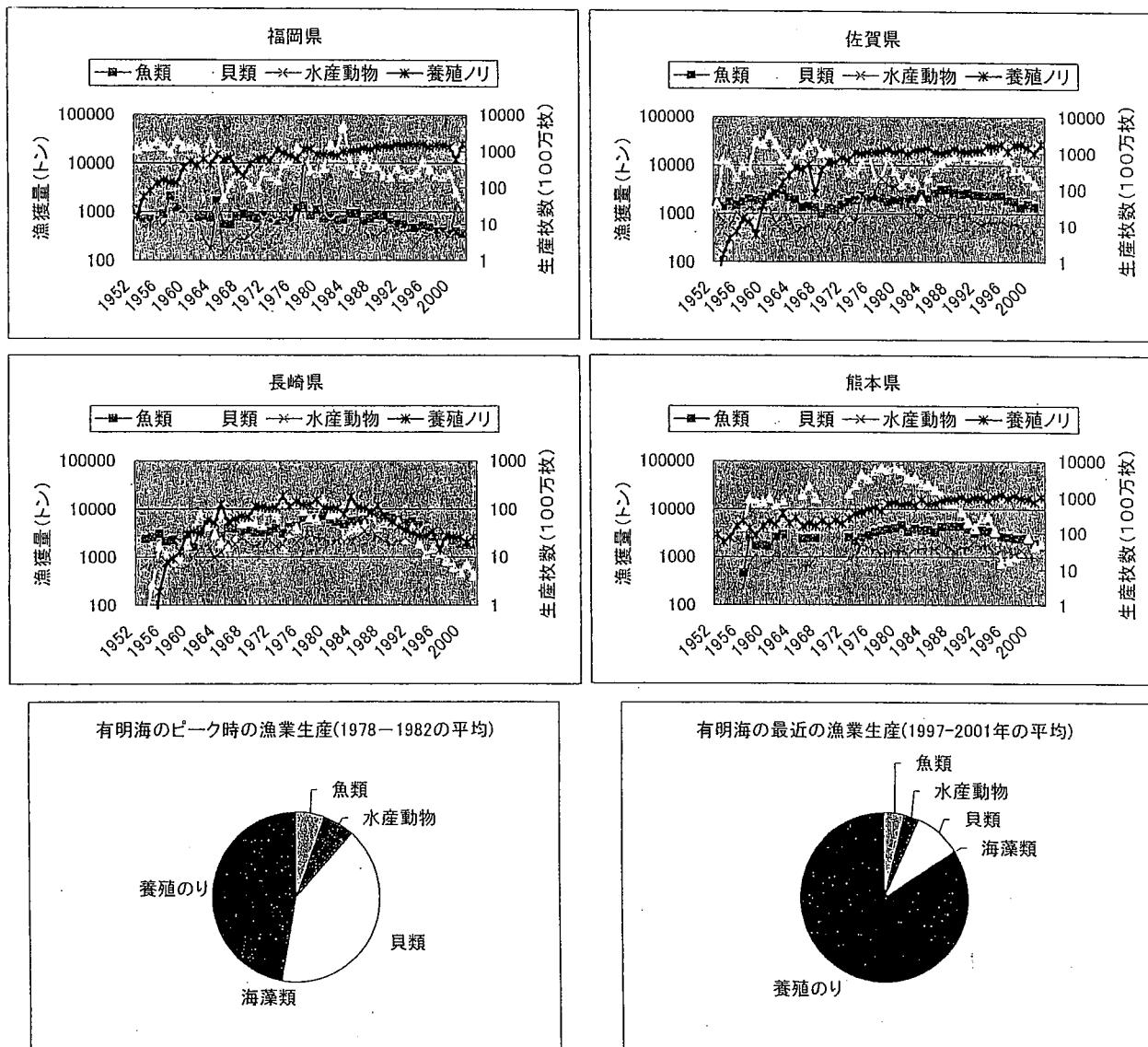


図1. 有明海における県別漁業生産量の経年変化並びにピーク時(1978～1982)および最近(1997～2001)における生産割合の比較。県別漁業生産量のうち養殖ノリ生産枚数のみ養殖年度による集計。他は暦年。

## 農林水産省有明海ノリ不作等対策関係調査検討委員会設置要領

### 第一 趣旨

有明海沿岸四県（福岡県、佐賀県、長崎県及び熊本県）におけるノリ養殖の不作等に関する調査及び研究の計画の樹立、適切な実施等を図るため、有識者、漁業者等から成る「農林水産省有明海ノリ不作等対策関係調査検討委員会」（以下「委員会」という。）を設置する。

### 第二 委員の任命

委員は、農林水産省有明海ノリ不作対策本部長が任命する。

### 第三 委員会

- 一 委員会は、有明海におけるノリ不作等の状況の把握、原因究明に係る調査、研究の計画の樹立及びその適切な実施並びに調査及び研究成果の評価、その他必要な事項につき検討するとともに、ノリ不作等対策に係る提言を行うものとする。
- 二 委員会に委員長を置き、委員の互選によって選任する。
- 三 委員長は、委員会を統括する。
- 四 委員長に事故ある時は、あらかじめその指名するものがその職務を代理する。
- 五 委員長は、必要に応じ委員以外の者を会議に出席させることができる。

### 第四 公開

審議は、委員会の承認の上公開とし、その方法は別に定める。

### 第五 庶務

委員会の庶務は、水産庁増殖推進部研究指導課において処理する。

### 第六 設置期間

委員会の設置期間は、有明海におけるノリ不作等に係る対策を検討するために必要と認められる期間とする。

### 附 則

この要領は、平成13年2月23日から施行する。