

開 門 調 査 の 経 緯

平成 15 年 4 月

農 林 水 産 省
農 村 振 興 局

平成 13 年 3 月 3 日 第 1 回ノリ不作等第三者委員会

3 月 27 日 第 3 回ノリ不作等第三者委員会
第 1 ~ 3 回の委員長まとめ

別紙 1

9 月 20 日 第 6 回ノリ不作等第三者委員会
有明海ノリ不作の対策等に関する中間取りまとめ

別紙 2

12 月 19 日 第 7 回ノリ不作等第三者委員会

「諫早湾干拓地排水門の開門調査に関する見解」

別紙 3

平成 14 年 3 月 7 日 長崎県、地元市町等へ開門総合調査について説明

別紙 4

4 月 15 日 武部農林水産大臣と長崎県知事、有明海 3 県漁連会長等との会談
① 短期開門調査の実施
② 諫早湾干拓事業について平成 18 年度に完了との農省方針について理解を得る

別紙 5

4 月 24 日 調整池への海水導入の開始

5 月 20 日 海水導入の終了

12 月 10 日 短期開門調査の現地観測終了
(短期開門調査を含む開門総合調査を継続中)

平成 15 年 3 月 27 日 第 10 回ノリ不作等第三者委員会

最終報告書の検討

「最終報告書 - 有明海の漁業と環境の再生を願って」
(4 月 23 日公表)

別紙 6

3 月 28 日 中・長期開門調査検討会議の設置

平成13年3月27日

有明海ノリ不作等対策関係調査検討委員会（第1～3回）の委員長まとめ

有明海ノリ不作等対策関係調査検討委員会委員長 清水 誠

以下は本委員会の第3回までの論議の結果を今後の審議の基礎するために委員長がまとめたものである。

はじめに

本委員会は設置要領にあるとおり、ノリ不作および有明海の環境悪化の原因を究明し、その対策、将来に向けての提言を行うことを任務とする。そのために必要な情報を集め、調査計画を提案し、また、調査結果を解析する。委員会ではその任務を達成するため、総合的な検討を行うが、委員からは科学的な（根拠に基づいた）論議を期待する。ただ、調査には時間を要すると考えられるので、原因が科学的に100%解明されるまで待つではなく、必要なときには、委員全員の知恵を結集してなんらかの提言を行う。その時は予防原則、ないし、リスクの低い方向で考える。本まとめに付された提言も限られた時間内に集められた情報に基づき、現時点で必要と思われる事項をまとめたものである。

5

現状認識（1） 本年度のノリ不作について

10

本年度は従来ノリ漁期末に近づいてから発生していた珪藻赤潮が12月初めから発生して、永続するという異常な事態の中で、ノリに必要な栄養塩が珪藻に奪われてしまったことから、嘗て見ないような色落ち、ひいては大不作が生じたと考えられる。これは11月の異常な降水、12月に入ってからの例年より非常に長い日照時間、このところ続いている高水温・高塩分、などのいわば異常気象・海象が引き金になって生じた。もちろん、珪藻の大発生には有明海の富栄養化が素因としてあることは事実であり、珪藻増殖の抑制に寄与すると考えられる二枚貝等の減少も関係している可能性がある。

15

現状認識（2） 有明海全体

20

すでに触れたように有明海は富栄養化が進んでおり、有毒赤潮の発生が見られるようになるなど夏の赤潮も従来とは異なってきている。漁業生産の落ち込み、各種生物の衰退・消滅も顕著で、明らかに有明海の環境は悪化していると見られる。まだ知見が十分ではないが、潮汐等海洋の流動にも変化が見られるようである。

当面の課題

有明海の環境悪化がどのようにして起きたかは今後解明しなければならない課題だが、

卷二
二

当面、その課題検討のための情報の収集が喫緊の作業となろう。有明海の物理・化学・生物環境の変化を時系列的に追跡するために、時空間的にできるだけ広い範囲について、得られる情報はすべて収集し、総合的な解析を行う必要がある。さらに、既存の情報だけでは不足する情報については現地調査が必要である。これらの解析により、有明海がどのように変わってきていて、現状はどのようなものであり、どちらの方向に向かっているかをまず明らかにしたい。

この情報収集を含む調査は少なくとも2年程度はかかると思われるが、できるだけ半年、1年など時々に集まった情報でその時点での提言をまとめ、その後の調査に活かしたい。

現地調査に関しては、ノリ不作が生じた環境について検討するのであるから、その環境ができるだけ変化しない条件でまず行うことに留意すべきであろう。このことを考えれば諫早干拓地の排水門の常時開門には技術的に克服すべき問題もあり、まず閉めたままで、十分な調査を行って現状把握を行うことが必要である。これに関連して、干拓現場においても、堤防外の環境に悪影響を与える可能性のある工事は凍結することが望ましい。

将来、比較のため、また、干拓地の機能を知るために排水門を開門する必要が生じると思われるが、排水門を開けることによって被害を生ずるようなことがあってはならないので、開放前に環境影響評価を行うとともに、影響対策を十分に施すことが求められる。

なお、来期のノリ作が漁業者にとって重要な問題であろう。これについては技術的な対応と、行政的にもし不作が続いた場合の対策の両面から検討されなければならない。現在技術的に提言できることは、漁場環境モニタリングも含めて漁場管理体制の強化、覆砂などの漁場環境改善事業の実施、試験研究機関との連携を密にして適正な養殖技術による対応、などがあろう。

最後に本委員会に各方面から多くのいろいろな提言や要望が寄せられていることについて一言したい。提言については深く感謝するところであり、十分参考にさせていただいた。ただ、要望については本委員会で回答できないことも多く寄せられた。本委員会は特定の事業の是非を論ずる場ではない。事業にはそれぞれ目的があり、その目的および達成方策について議論することは本委員会の所掌範囲を超える。本委員会は先にも述べたように、有明海の環境変化の視点から調査を行い、地形変化、流動変化、水質への負荷の変化などの影響を検討するのが任務である。仮に、ある事業が有明海の環境に有意な悪影響を与えるような地形変化や流動の変化、あるいは負荷の変化などを引き起こしていることが明らかになり、有明海の環境回復にはその是正が必要と判断された場合、可能な限り対策等の提言を行うが、事業自体の継続・中止等は行政が判断すべきものと考える。

付記

なお、この委員長まとめに対して、山崎委員から、先ず開門した上で調査を行うべきとの意見が出された。

5

10

15

20

25

30

有明海のノリ不作の対策等に関する

中間取りまとめ

平成13年9月20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

はじめに

本委員会は本年 3 月、先例を見ないような有明海のノリの不作を契機として、その対策ならびに有明海の環境回復の方策を考えるために設置された。3 月中に開かれた 3 回の委員会での検討をふまえ、3 月の終わりに、ノリ不作および有明海の環境の異変等に関するその時点での認識をまとめ、4 月から始められる調査について要望し、また、次漁期のノリ作についての対応方針を提言した。

その後、新しい情報を求め、また、国・地元一体となってのノリ作対策案などについて検討を続けてきた。3 月のまとめでも述べたところだが、情報が必ずしも完全でなくとも、節目節目で、できる範囲で提言等を行う必要があると考える。本年のノリ漁期が近づいたこともあり、ノリ作についての現時点での提言を中心とし、これまでの調査の経過を含めて中間的な報告を行うこととした。本報告はノリ作についての提言と二枚貝特にタイラギの不漁に関する分析結果、さらに 4 月から始められた有明海海域環境調査（国土総合開発事業調整費調査）と有明海の海洋環境の変化が生物生産に及ぼす影響の解明（行政対応特別研究）の両調査について本委員会が受け参考とした経過報告からなっている。以下、若干、今回の中間報告の内容に触れておきたい。

昨年度のノリ不作については 4 月以降詳しい解析がなされたが、基本的な認識は 3 月のまとめと同様で、かなり異常であった気象・海象が主な原因と言えよう。したがって、あのような異常な事態が 2 年続けて起こることは考えにくい。また、確実な予測は難しいが、環境監視ならびにその情報の漁業者も含めた関係者による即時的な共有の体制が整備・強化され、環境変動への隨時適切な対応が可能となったと考えられる。

二枚貝類については、不漁は昨年度に急に起きた現象ではなく、種類により地域により差はあるが、1970 年代半ば以降漁獲の減少が続いている。アサリは 1977 年のピークの後減少傾向が続いているし、タイラギは卓越年級群の発生により漁獲が大きく変動するが、70 年代のピークに比べ、80 年代、90 年代とそのピークが小さくなっている。底質の泥化、貧酸素水塊の発生など底層環境の変化が二枚貝資源の減少に関与していると考えられるが、まだ、その原因を特定するにはいたっていない。今後さらに底層環境の変化の実態の把握、それらと二枚貝の生理・生態との関係の調査研究が必要である。

行政特研、国調費調査いずれも始まったばかりだが、有明海の環境変化についての長期的な情報の収集が行われており、一部、解析も始められた。行政特研で

は赤潮の成因となる珪藻のシストの分布が明らかにされ、瀬戸内海の 10 倍の密度を有すること、*Rhizosolenia imbricata* のシストは検出されないことなど注目すべき結果が得られている。国調費調査では有明海の流動・水質および底泥輸送のシミュレーションのためのモデルの構築が進められており、今後、有明海海域環境のこれまでの変化の検証、環境改善方策の評価等が可能となろう。

5

なお、3 月のまとめで諫早干拓地の排水門を開けての将来の調査の必要性に触れたが、現在、開門の方法、条件等について検討中である。

平成 13 年 9 月 20 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委員長

清水 誠

「有明海のノリ不作の対策等に関する 中間取りまとめ」の概要

平成13年9月20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

1. ノリ不作への対策

(1) 有明海は閉鎖性が強い浅海内湾域であり、河川や用水路を通じた陸域からの栄養物質の負荷が大きい海域である。従来は、大きな潮位差による潮流により海水の攪拌が促進されてきた。しかし COD（化学的酸素要求量）が長期的な増加傾向を示すほか、潮流に関しては観測結果を解析中であるが、有明海の内外を問わず大潮時の潮位差の縮小や冬季の水温の上昇傾向が観察されるなど、環境に変化がみられている。5

(2) 平成12年度のノリ不作の主な原因は、大型珪藻の赤潮の広域的かつ連続的な発生にともなう養殖漁場での栄養塩濃度の低下による著しい色落ちであり、この赤潮は秋季の大量降雨に引き続く晴天の持続に高水温が加わったかなり異常な気象・海象によって発生したと考えられる。10

(3) 現時点では、このような異常気象・海象及び珪藻赤潮の発生の確実な予測は難しいが、漁場環境の監視ならびにその情報の漁業者も含めた関係者による即時的な共有の体制を整備・強化し、環境変動へ隨時適切に対応する必要がある。15

(4) これを受け、関係4県は国と連携して、

- 1) ノリ網の減柵等の漁場利用の適正化、
- 2) 覆砂・耕耘等による漁場環境保全措置の実施、
- 3) 海況や赤潮発生情報等の漁場環境モニタリングと情報伝達の強化、
- 4) 適切な採苗時期の選択や酸処理剤の適正使用等の養殖技術の向上

を柱とする対策に取り組み、可能なものから既に実施中である（付表及び付図）。20

2. 二枚貝類漁業への対策

(1) 二枚貝類の不漁は昨年度に急に起きた現象ではなく、種類により地域により差はあるが、アサリやタイラギをはじめとして 1970 年代半ば以降漁獲の減少が続いている。特にタイラギでは、年間を通して調査が実施された昨年、本年と連続して夏季を中心に当歳貝のへい死現象が発生している。25

(2) 底質の泥化、貧酸素水塊の発生など底層環境の変化が二枚貝資源の減少

に関与していると考えられるが、生残の状況は海域によっても異なるほか、貝自身の生理的な状況の違い等も指摘されており、まだ、その原因を特定するにはいたっていない。

(3) 当面の対策としては、覆砂等の漁場環境改善策が効果があることが確認されており、実施されている。今後さらに底層環境の変化の実態の把握、それらと二枚貝の生理・生態との関係の調査研究が必要である。5

3. 関連する調査・研究等の経過

(1) 行政対応特別研究「有明海の海洋環境の変化が生物生産に及ぼす影響の解明」では、赤潮の原因となる珪藻類のシストの分布が明らかにされ、分佈密度は瀬戸内海の 10 倍に達すること、一方、昨年のノリ不作の原因となつた *Rhizosolenia imbricata* はシストを作らないことなど注目すべき結果が得られている。10

(2) 有明海海域環境調査（国調費調査）では有明海の流動・水質および底泥輸送のシミュレーションのためのモデルの構築が進められており、今後、有明海海域環境の現況及びこれまでの推移の把握、変動要因の分析、今後の環境改善方策の検討等が可能となろう。15

(3) さらに、関係省庁等が実施している事業において、有明海の海洋環境の改善に資するため、1) 底質改善のための技術開発、2) ダムの弹力的運用による河川流量の確保、3) 浮遊ゴミや油の回収、4) 水質、底質、底生物調査の強化等の取り組みが予定されている。20

4. 排水門開門調査関係の検討経過

(1) 本年 3 月 27 日委員会（第 1 ~ 3 回）の委員長まとめを踏まえた検討経過を、25

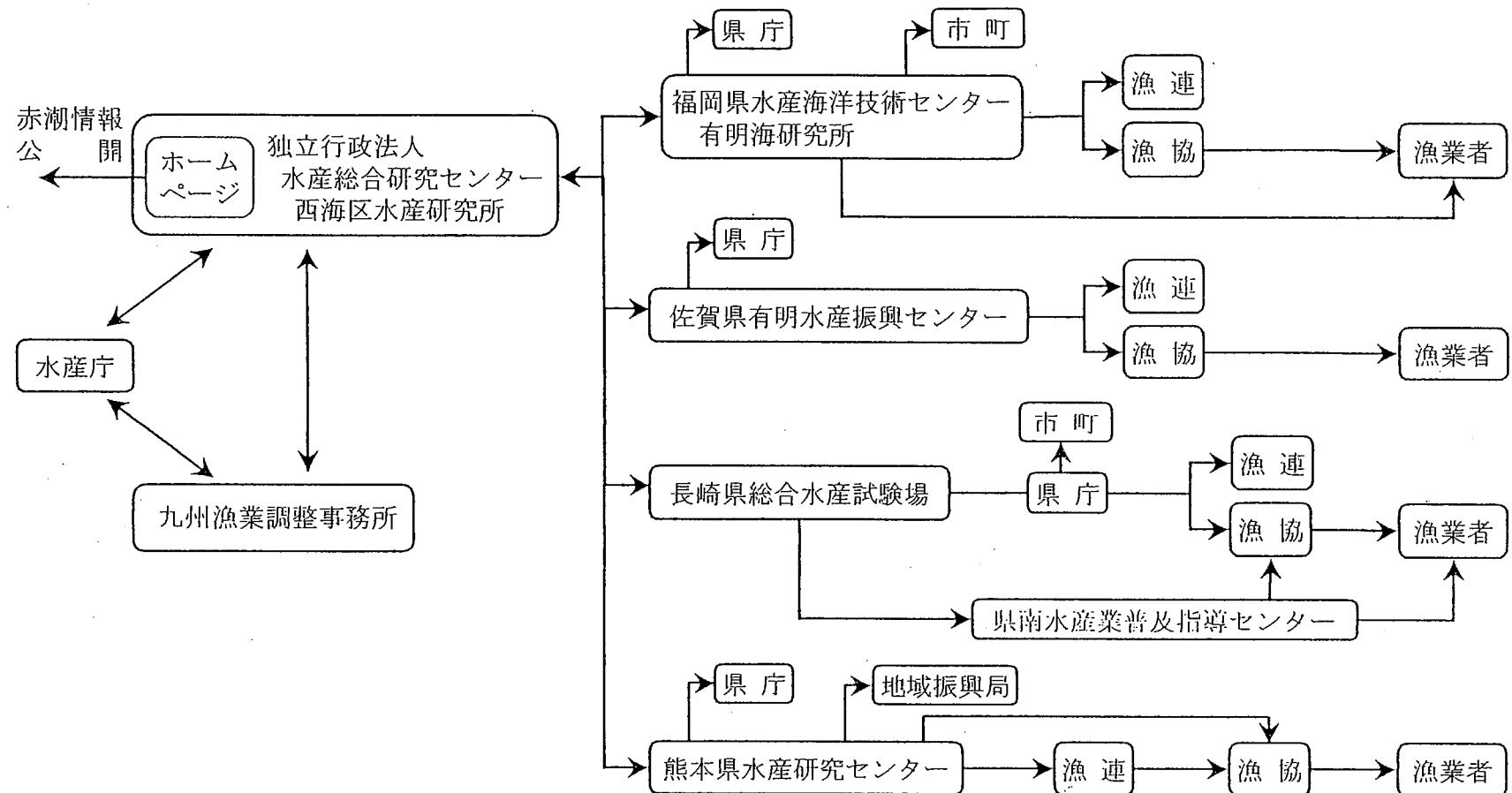
- 1) 開門調査の必要性と調査項目、
- 2) 開門調査に当たっての前提条件、
- 3) 開門方法に関する検討状況
として取りまとめたものである。

(2) 現状のもとでの開門をして、農林水産省農村振興局において数値シミュレーションによる流速分布の計算が行われた。更に局部的に生じる可能性のある速い流れを確認するため水理模型実験を実施中である。30

付表 各県における具体的取り組み

対応事項	福岡県	佐賀県	長崎県	熊本県																																
漁場管理体制の整備・強化	<ul style="list-style-type: none"> ○一部の地域及び時期を限定したノリ網2割減柵を検討 ○モニタリング調査等の充実 ○調査結果等他県も含めた情報の迅速な伝達 ○水温等自動観測データの24h配信 	<ul style="list-style-type: none"> ○漁期中、全域での施設柵の原則2割減柵 ○漁業者自らが漁場環境保全 ○漁場調査、ノリ生育調査等の充実強化 ○調査結果等他県も含めた情報の迅速な伝達 	<ul style="list-style-type: none"> ○広域的漁場管理体制の整備・強化 ○県内漁場の環境調査等の強化 ○調査結果等他県も含めた情報の迅速な伝達 ○支柱漁場の利用促進を指導 	<ul style="list-style-type: none"> ○養殖生産安定対策推進協議会の方針を遵守 ○漁場行使の適正化を指導 ○海況・漁場環境・ノリの病害・赤潮調査等の強化 ○調査結果等他県も含めた情報の迅速な伝達 																																
漁場環境の改善等	<ul style="list-style-type: none"> ○覆砂の実施 ○アサリ放流、サルボウ天然採苗・カキ養殖試験 ○魚礁設置等による漁場改善実証試験 	<ul style="list-style-type: none"> ○耕耘・清掃の実施 ○覆砂の実施 ○アサリ放流 	<ul style="list-style-type: none"> ○耕耘の実施 ○アサリ放流 ○二枚貝増殖手法の高度化技術開発 	<ul style="list-style-type: none"> ○覆砂の実施 ○アサリ放流 ○耕耘の実施 																																
養殖技術による対応策の実施	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">①多様性のある種苗の確保</td> <td>○種苗が偏らないよう指導 ○貧栄養に強い品種の作出試験</td> </tr> <tr> <td>②採苗時期の適正化</td> <td>○各種協議会等で採苗時期決定 ○ノリ養殖情報で指導</td> </tr> <tr> <td>③酸処理剤の適正使用</td> <td>○水産庁次長通達に基づき指導 ○使用時期の限定指導 ○リサイクル使用の徹底 ○残液の回収、適正処理の徹底、海洋投棄の禁止等指導強化</td> </tr> <tr> <td>④施肥の限定化</td> <td>今後とも実施しない</td> </tr> </table>	①多様性のある種苗の確保	○種苗が偏らないよう指導 ○貧栄養に強い品種の作出試験	②採苗時期の適正化	○各種協議会等で採苗時期決定 ○ノリ養殖情報で指導	③酸処理剤の適正使用	○水産庁次長通達に基づき指導 ○使用時期の限定指導 ○リサイクル使用の徹底 ○残液の回収、適正処理の徹底、海洋投棄の禁止等指導強化	④施肥の限定化	今後とも実施しない	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">①多様性のある種苗の確保</td> <td>○高水温・低塩分耐性品種の開発</td> </tr> <tr> <td>②採苗時期の適正化</td> <td>○採苗日は沿岸4県及び漁連と協議、組合長会で決定 ○関係県と漁連が連携し指導</td> </tr> <tr> <td>③酸処理剤の適正使用</td> <td>○水産庁次長通達に基づき指導 ○今後とも、最小限の使用、認定品を選定し配布・使用、リサイクル使用の徹底 ○残液の陸上回収、適正処理の徹底等指導強化</td> </tr> <tr> <td>④施肥の限定化</td> <td>○ノリが色落ちとなり生産に支障を来す地区で限定的に実施</td> </tr> </table>	①多様性のある種苗の確保	○高水温・低塩分耐性品種の開発	②採苗時期の適正化	○採苗日は沿岸4県及び漁連と協議、組合長会で決定 ○関係県と漁連が連携し指導	③酸処理剤の適正使用	○水産庁次長通達に基づき指導 ○今後とも、最小限の使用、認定品を選定し配布・使用、リサイクル使用の徹底 ○残液の陸上回収、適正処理の徹底等指導強化	④施肥の限定化	○ノリが色落ちとなり生産に支障を来す地区で限定的に実施	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">①多様性のある種苗の確保</td> <td>○良質種苗に関する情報提供。</td> </tr> <tr> <td>②採苗時期の適正化</td> <td>○海況把握に努め、養殖業者に情報提供</td> </tr> <tr> <td>③酸処理剤の適正使用</td> <td>○水産庁次長通達に基づき、個別指導を徹底 ○適正使用を確実なものとする公的制約も視野に検討</td> </tr> <tr> <td>④施肥の限定化</td> <td>○近年、使用実績がない</td> </tr> </table>	①多様性のある種苗の確保	○良質種苗に関する情報提供。	②採苗時期の適正化	○海況把握に努め、養殖業者に情報提供	③酸処理剤の適正使用	○水産庁次長通達に基づき、個別指導を徹底 ○適正使用を確実なものとする公的制約も視野に検討	④施肥の限定化	○近年、使用実績がない	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">①多様性のある種苗の確保</td> <td>○高水温・低栄養塩耐性種の選抜育種の研究開発</td> </tr> <tr> <td>②採苗時期の適正化</td> <td>○十分な水温低下(24℃未満)を待って採苗するよう指導</td> </tr> <tr> <td>③酸処理剤の適正使用</td> <td>○水産庁次長通達に基づき指導 ○認定品の使用、残液適正処理、漁場における監視・巡回指導 ○残液の回収、海洋投棄禁止、再利用、高塩分処理の普及</td> </tr> <tr> <td>④施肥の限定化</td> <td>行われていない</td> </tr> </table>	①多様性のある種苗の確保	○高水温・低栄養塩耐性種の選抜育種の研究開発	②採苗時期の適正化	○十分な水温低下(24℃未満)を待って採苗するよう指導	③酸処理剤の適正使用	○水産庁次長通達に基づき指導 ○認定品の使用、残液適正処理、漁場における監視・巡回指導 ○残液の回収、海洋投棄禁止、再利用、高塩分処理の普及	④施肥の限定化	行われていない
①多様性のある種苗の確保	○種苗が偏らないよう指導 ○貧栄養に強い品種の作出試験																																			
②採苗時期の適正化	○各種協議会等で採苗時期決定 ○ノリ養殖情報で指導																																			
③酸処理剤の適正使用	○水産庁次長通達に基づき指導 ○使用時期の限定指導 ○リサイクル使用の徹底 ○残液の回収、適正処理の徹底、海洋投棄の禁止等指導強化																																			
④施肥の限定化	今後とも実施しない																																			
①多様性のある種苗の確保	○高水温・低塩分耐性品種の開発																																			
②採苗時期の適正化	○採苗日は沿岸4県及び漁連と協議、組合長会で決定 ○関係県と漁連が連携し指導																																			
③酸処理剤の適正使用	○水産庁次長通達に基づき指導 ○今後とも、最小限の使用、認定品を選定し配布・使用、リサイクル使用の徹底 ○残液の陸上回収、適正処理の徹底等指導強化																																			
④施肥の限定化	○ノリが色落ちとなり生産に支障を来す地区で限定的に実施																																			
①多様性のある種苗の確保	○良質種苗に関する情報提供。																																			
②採苗時期の適正化	○海況把握に努め、養殖業者に情報提供																																			
③酸処理剤の適正使用	○水産庁次長通達に基づき、個別指導を徹底 ○適正使用を確実なものとする公的制約も視野に検討																																			
④施肥の限定化	○近年、使用実績がない																																			
①多様性のある種苗の確保	○高水温・低栄養塩耐性種の選抜育種の研究開発																																			
②採苗時期の適正化	○十分な水温低下(24℃未満)を待って採苗するよう指導																																			
③酸処理剤の適正使用	○水産庁次長通達に基づき指導 ○認定品の使用、残液適正処理、漁場における監視・巡回指導 ○残液の回収、海洋投棄禁止、再利用、高塩分処理の普及																																			
④施肥の限定化	行われていない																																			

付図 新たな有明海広域海況情報の伝達体制



*新たな情報伝達の仕組み

1. 西海区水産研究所のコンピューターに4県共有ファイルを設定し、データ入出力用のフォーマットを作成する。
2. 各県の水産研究機関は環境モニタリング等により得られた水温、塩分、栄養塩類等の定点データ及び赤潮発生情報を随时共有ファイルに入力する。
3. 西海区水産研究所において、各県から入力されたデータを有明海海域図に図示する。
4. 各県は有明海の広域的な環境データ等が図示された海域図を適宜漁連等に配信し、漁連等は漁業者まで伝達する。

有明海のノリ不作の対策等に関する中間取りまとめ

目 次

I	ノリ不作への対策	1
1.	有明海の海洋環境の変化とノリ養殖の経過	1
(1)	有明海における海洋環境の特徴と近年の変化	1
(2)	有明海ノリ養殖の経過	11
2.	ノリ不作の原因	20
(1)	珪藻赤潮の発生過程と予測の可能性	20
(2)	漁場環境の特性と予測の可能性	39
3.	次期ノリ養殖対策	43
(1)	漁場利用の適正化	43
(2)	漁場環境の保全措置の実施	43
(3)	漁場環境モニタリングの強化	43
(4)	今後の調査・研究の方向	44
4.	各県における具体的取り組み	47
(1)	福岡県	47
(2)	佐賀県	49
(3)	長崎県	50
(4)	熊本県	51
II	二枚貝類漁業への対策	58
1.	有明海における二枚貝類漁業の経過と不漁原因	58
(1)	漁獲量の経年変化	58
(2)	環境変化と漁獲量の減少	58
(3)	昨年から今年にかけてのタイラギのへい死状況	59
2.	これまでの対策とその効果	60
(1)	漁場環境の改善	60
(2)	稚貝・成貝の放流	61
3.	今後の調査・研究の方向	61
(1)	漁場環境と資源の現状把握	61
(2)	二枚貝類の生理・生態の解明	61
(3)	増養殖技術の開発	62
(4)	食害対策	62
4.	引用文献	62

III 諫早干拓調整池排水門を開門して行うべき調査に関する検討経過	69
1. 開門調査の必要性と調査項目	69
2. 開門調査にあたっての前提条件	69
3. 開門方法に関する検討状況	70
IV 付属資料	71
1. 農林水産省有明海ノリ不作等対策関係調査検討委員会名簿	71
2. 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	72
3. 農林水産省有明海ノリ不作等対策関係調査検討委員会 委員会及び検討会開催経過	73
4. 農林水産省有明海ノリ不作等対策関係調査検討委員会委員長まとめ (3月27日)における有明海におけるノリ養殖業の対応方向	76
参考資料 I 調査・研究成果の中間報告	77
1. 有明海海域環境調査（国土総合開発事業調整費調査）	77
(1) 調査の概要	77
(2) これまでの経過及び成果	78
(3) 今後の展望	83
2. 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 影響の解明」	84
(1) 調査・研究計画の概要	84
(2) 研究の経過／成果	88
参考資料 II 関連する調査・研究および対策	107
1. 有明海における底質改善と底棲生物回復のための技術開発	107
2. 河川・下水道における取り組み	109
3. 国土交通省港湾局による取り組み	111
4. 水質、底質、底生生物等の調査及び富栄養化対策の推進	112

III 諫早干拓潮受堤防排水門を開門して行うべき調査に関する検討経過

1. 開門調査の必要性と調査項目

有明海の環境及びノリ不作等についての現状把握と原因究明、対策検討のための調査研究が進められているが、その一環として現状との比較のため、また、干拓地の機能を知るため排水門を開けて調査する必要がある。具体的には、調整池内の干潟・浅海域の水質浄化能力の評価、調整池内の水質や浮泥の周辺環境及び赤潮発生等への影響解明が重要である。

5

このため、排水門を開けてどの程度の早さでどの程度まで干潟・浅海域の機能が回復するのか、周辺の水質等の環境がどの様に変化するのかを調査する必要がある。特に生物学的な影響を評価するためには、少なくとも数年間にわたり連続的に開門して調査する必要があることにも留意する必要がある。

10

(1) 短期調査

短期的調査により、調整池から堤防外へ排出される負荷量、調整池内及び周辺の水位変動、流動、底泥の洗堀・巻き上げ、海底地形、水質、また諫早湾口における潮汐残差流など主に物理化学的環境の変化が把握できる。

(2) 中期調査

中期的調査により、海底地形、底質、底生生物等の生息量、水質など、生態学的および生物化学的環境を含む変化が把握できる。

15

また、河口及び排水門での物質の流入・流出量を測定することにより、調整池側水域における物質収支・水質浄化機能の変化が把握できる。

2. 開門調査に当たっての前提条件

第三者委員会での委員長まとめ、排水門を開ける際に考慮すべきこと9項目及び排水門の開閉方法10項目を踏まえて、現実的に可能な処置を技術的な観点から検討した結果、開門調査を行うとした場合の前提条件を以下のとおりとする。

20

- ① 排水門を開けた調査結果を現状と比較するため、排水門の開門前の状況を把握するための調査を行う。
- ② 底泥の巻き上げによる海水中のSS、有機物(COD)、栄養塩類(N、P)の増加や、調整池内の水域が密度成層を形成することによる底層の貧酸素化のおそれがあるので、排水門の開門による環境影響評価を実施する。
- ③ 開門操作の方法によっては、排水門付近に早い流速が生じることとなり、底泥層の巻

25

き上げや洗掘防止のための対策が必要となる。しかし、対策には相当の期間を要するため、開門により護床工の外側に生じる流速を 1.6m／秒以下に制限する。

- ④ 排水門が振動して、疲労破壊するがないよう、ゲートの振動を監視するため、ゲートに振動計を設置する。調査期間が中期となる場合にはゲート構造を変更する。 5
- ⑤ 排水門付近の速い流れに対する漁船などの安全性を確保するため、必要な対策を講ずる。
- ⑥ 塩水浸入が予測される排水樋門は点検を行い、樋門の改修等の措置を講ずる。また、排水不良が予測される樋門については常時排水のためのポンプを設置する。
- ⑦ 出水時の浸水に対する安全性を現状の水準に維持するため、調整池の水位の上限値を標高マイナス 1.0m とする。また、調整池水位の下限値は、潮受堤防及び排水門の構造上の安全性から許容される最大限の値とする。 10
- ⑧ 洗掘された底泥の堆積で河口閉塞や樋門の機能が喪失しないよう、底泥の洗掘が生じない流速で排水門の開門操作の方法を行う。
- ⑨ 洪水期・かんがい期の海水導入については、調整池への塩水浸入により、背後の農地で排水不良・塩水浸入や飛塩による塩害が発生しないよう代替水源の確保等の措置を講じる。 15

なお、排水門を開けての調査については、閉門調査が終了後、適切な時期に速やかに実施されることが望まれる。

3. 開門方法に関する検討状況

現状のもとでの開門をするとして、平面 2 次元の数値シミュレーションによる流速分布の計算が行われた。その結果、潜り流入となるように排水門を一部開門することにより、限度内の流速の範囲である程度の水位変動が確保できるという結果が得られた。更に局部的に生じる可能性のある速い流れを確認するため水理模型の製作を行い、すみやかに成果がえられるよう実験中である。 20

なお、調整池の塩分濃度は、外側の潮位により変化する海水流入量と降雨により変化する河川等からの淡水流入量により変動が著しく、生物に対し強いストレスを与えることとなると想定される。 25

更に、開門しての調査を短期調査及び中期調査の 2 ケースについて検討した。それぞれ、開門しての調査は塩分濃度が極端に変化する条件の下で、調整池内及びその周辺海域の物理化学的調査、及び生態学的・生物化学的調査が行われることになる。 30

(1) 短期調査

短期調査の場合は、淡水状態から海水状態に変化する環境下の 2 カ月間（開門しての調査）と海水状態から淡水状態に変化する環境下の 2 カ月間（閉門しての調査）を仮定する。

(2) 中期調査

中期調査の場合、降雨期には塩分濃度が著しく変化する環境の下において、生態系が周年変化を繰り返すまでの期間として少なくとも数年を仮定する。 35

農林水産省有明海ノリ不作等対策関係調査検討委員会
「諫早湾干拓地排水門の開閉調査に関する見解」

平成13年12月

水産庁増殖推進部

目 次

諫早湾干拓地排水門の開門調査に関する見解をまとめるに当たって	1
諫早湾干拓地潮受け堤防排水門の開門調査について（要約）	3
諫早湾干拓地潮受け堤防排水門の開門調査について	5
水質浄化機能の喪失と負荷の増大	5
流動の変化（潮位、流速、流向）	6
赤潮の増加	7
貧酸素水塊の発生	7
タイラギ、アサリ等の減少、成育不良および稚貝の斃死	8
諫早湾の底質の変化（細粒子化、浮泥堆積など）と底生生物の減少	8
おわりに	9
付 1 失われた浄化機能およびそれが水質に与える影響	11
付 2 干潟、特に有明海の干潟	11
付 3 近年の有明海における潮位差の減少の原因	12
付 4 赤潮、特に有明海の最近の赤潮について	13
別添資料 1 諫早湾干拓事業と開門調査に関する委員会見解への意見	14
別添資料 2 開門調査に関連する事項に関する委員長アンケート及び回答	27

諫早湾干拓地排水門の開門調査に関する見解（以下、見解）を まとめるに当たって

昨2000年12月初め、有明海の全域にはほぼ同時に始まったリゾソレニア赤潮はこの時期には例を見ない長期にわたって続き、海水中の栄養塩を奪ってノリの色落ちを広範囲に引き起こし、嘗て経験したことのないノリの不作をもたらした。

有明海ではすでに1970年代後半からアサリ、タイラギ等重要な漁獲対象二枚貝資源の衰退が続き環境の悪化が懸念されていた。ノリの大不作はこの懸念を一挙に高め、特に諫早湾干拓事業との関連を指摘する漁業者の環境回復の強い要望を背景として、農林水産省は本「有明海ノリ不作等対策関係調査検討委員会」（以下、委員会）を発足させた。

委員会では3月に3回の会合を持ち、また委員会に設置した排水門グループと調査計画グループでの検討も行った。3回目の会合でその間の論議をまとめ、その時点でのノリ不作の原因ならびに有明海の現状についての認識、4月以降の調査のあり方等を示した。

ノリ不作については11月には珍しい大量の降雨、それに続く異例の長い日照時間等、異常な気象条件が重なったことを直接の原因としたが、その素因としては有明海の富栄養化があること、また、赤潮抑制に働くはずの二枚貝の減少等の関連の可能性を指摘した。福岡、佐賀、熊本3県の漁業協同組合連合会からは諫早湾干拓地の排水門の即時開放の強い要望が出されたが、委員会としてはまずノリ不作が生じた環境をできるだけ変えずに1年間調査し、それ以後に、比較のため、また、干拓地の機能を知るために開門の必要が生じるであろうと考え、閉門調査を優先させることとした。

4月以降、ノリ不作対策等の検討と平行して、開門調査について具体的な排水門の開け方、調査のあり方について先に触れた2つのグループそれぞれで、また、合同で検討会を持ち、議論を重ねてきた。3月時点ですでに述べたことだが、調査のためとはいえ、排水門を開けることによって、被害を生ずるようなことがあってはならないので、この点にも留意しながら検討が行われた。

検討は、3回目にとりまとめた開門調査に関わる見解に基づいて排水門の開門の際に考えるべき条件が農村振興局から示され、これについての排水門グループでの吟味、これらの条件下での調査のあり方についての調査計画グループでの議論を繰り返す形で行われた。この結果、10月の両グループでの検討において、当初に考えていたような開門は直ぐには実現の可能性が低く、開門の意義を再考すべきであろうとの結論に達した。そして、諫早湾干拓事業が有明海の環境に影響を及ぼしていると指摘されている事項に関して、その適否とそれらに関して開門調査で得られる知見についての各委員の見解を委員長からのアンケートという形で問い合わせ、その回答を踏まえて委員会としての開門調査に関する

5

10

15

20

25

30

35

見解をまとめることとした。見解の原案を 11 月 21 日の合同検討会に示し、その席で改めて項目ごとに討議を重ね、その時の討議ならびにその後の修正に関する委員からの指摘を受けて、ここに示すような見解を作成するにいたった。見解は有明海の環境悪化の原因についての情報を得る一環としての開門調査の進め方についての考え方を示したもので、開門調査のできるだけ早い実現を期待する。

なお、今期のノリ作は順調に始まったと見られたが、11 月末から熊本沖の漁場で珪藻赤潮による色落ちの被害が発生、他県の漁場にも被害を生じた。幸い昨年のような全域での大被害にはいたらなかった。今後のノリ生産が順調に推移することを期待するが、赤潮は毎年発生し、色落ちも規模はともかく毎年生じている。有明海の環境はそう容易には回復しないことを銘記し、用心を怠ることはできない。委員会としても今後有明海の環境回復の方策を探ることに全力を傾けたい。

平成 13 年 12 月 19 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
委員長 清水 誠

諫早湾干拓地潮受け堤防排水門の開門調査について

農林水産省有明海ノリ不作等対策関係調査検討委員会

要 約

本年3月のまとめで、1年間まず閉門調査を行い、その後に開門調査を考えていたが、当時期待していた水位変動下での調査は現在潮受け堤防が果たしているとされる防災機能の維持などから、にわかには実現が困難と見られる。そこで、諫早湾干拓事業が原因と指摘されている有明海の環境変化の諸事象について、開門調査でその指摘の適否が検証可能か、との観点からその意義を捉え直すこととした。

環境変化として指摘されているのは、①水質浄化機能の喪失と負荷の増大、②流動の変化（潮位、流速、流向）、③赤潮の増加、④貧酸素水塊の発生、⑤タイラギ、アサリ等の減少、生育不良および稚貝の餽死、⑥諫早湾の底質の変化（細粒子化、浮泥の堆積）と底生生物の減少の6項目で、これらについてその適否を判断し、開門でそれらに対する潮受け堤防締切の影響が合理的に推測されるかどうかを検討した。検討の結果は以下の通り。

①については干拓地が締切前に果たしていた水質浄化機能が失われ、海域への負荷が増大し、開門調査で影響検証の可能性がある。開門はできるだけ長く大きいことが望ましい。②については、最近観測されている大潮期の潮位差の減少は潮受け堤防締切が主な要因であると推測されたが、これを開門調査で検証することは困難で、まず種々の条件でのシミュレーションが必要であろう。③については締切以後長崎、熊本両県での赤潮発生件数が統計的に有意に増加しているが、開門調査での原因解明は困難であろう。④については、締切で流動が低下し、成層が起きやすくなり、負荷の増大が底質の酸素要求量の増大につながり、水温上昇期に底層の貧酸素状態を現出させた可能性があり、⑥とも関連しよう。すなわち、潮受け堤防締切によって諫早湾の流動が低下し、他海域および調整池から供給される浮泥が溜まった可能性は否定できない。また、観察されている底生生物の生息密度の減少傾向には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。⑤に関して、長崎県のタイラギ資源の減少には生息域の底質の変化や、底層の貧酸素化が、また、アサリの夏季の餽死には有害赤潮と貧酸素の影響が指摘されている。このように諫早湾の流動の低下は種々の問題に関係しており、開門調査で諫早湾の流動や底質の変化が観測されれば締切の影響に関する知見が得られ、環境悪化の緩和にも役立つ、と考えられる。

以上見たように、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と想定され、また、開門調査はその影響の検証に役立つと考えられる。現実的な第一段階として 2 ヶ月程度、次の段階として半年程度、さらにそれらの結果の検討をふまえての数年の、開門調査が望まれる。調査に当たって、開門はできるだけ長く、大きいことが望ましい。最終的には 3 月に想定したような水位変動の実現が期待されるが、その条件が整うまでの間も洪水・灌漑期以外は水位管理の条件をゆるめ、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。

今後は諫早湾干拓事業以外の過去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も、これらが有明海の環境に及ぼしたと想定される影響について検討を進めたい。

諫早湾干拓地潮受け堤防排水門の開門調査について

3月におけるまとめで、まずノリ不作の生じた環境をできるだけ変えずに十分に調査し、その後開門して調査し、比較を行うことを予定していた。この時点では、開門調査により得られると期待した成果は潮受け堤防締切により失われた干潟を含む干拓地の水質浄化機能の評価およびその回復の速さ、ならびに潮受け堤防外ならびに有明海全体の環境への影響を推測することであった。その前提としては排水門を常時開放して達成可能な最大限の水位変動（締切前の水位変動の50-60%程度であると予想されていた）を実現することを考えていた。

しかし、その後の検討により、常時全面開放を行い最大限の水位変動を実現するすれば、防災機能の維持、排水門の安全性に多大な困難が生じ、これらを克服するためには多くの経費と年月を要すると見られる。

一方現状をあまり変えず、被害を生じさせないための最小限の簡易な対策で早期に開門を実現させることを考えると、調整池の水位を-1.0mから-1.2mの範囲で変動させることが可能となるに過ぎず、調整池内に回復が期待される干潟面積は100ha程度に止まる。さらに灌漑期・洪水期(6-10月)を避ける必要から常時開放は実現できず、開門調査の期間は11-5月に限られ、したがって、最長開門継続期間は7ヶ月となるが、このうち5月および11月の降雨には注意を要する。このように、開門調査によって失われた干潟を含む干拓地の機能とその回復の速さを知るという当初の期待はにわかには実現不可能であると考えられる。

開門調査は有明海の環境変化の原因を探求し、その回復の方策を探る総合的な調査の一環であって、排水門を開けること自体が目的ではない。早期に当初に期待した調査が実現困難と考えられる現時点で改めて開門調査の意義を捉えなおす必要がある。その意義は諫早湾干拓事業が引き起こしたと指摘されている有明海の環境変化の諸事象について、その指摘の適否を検証することであろう。なお、ここで検証と述べたが、このことは過去の事象ないし原状の再現を期待しているわけではない。それは潮受け堤防を撤去し、干拓地を元の状態に戻さなければ実現しないことは明らかである。ここでの検証は、過去に起こったことの再現ではなく、諫早湾でいろいろの環境要因が変化するとそれに伴つてどんな現象が起きるか、それは過去に起きたのではないかと指摘されていることと矛盾しないか否かを知ることである。要するに、推測についての学術的に厳密な証拠というよりは、合理的根拠を得ることである。指摘されている環境悪化が開門調査で回復の方向に向かうことが確認されるのであればさらに望ましいといえよう。以下、これまで指摘されている事象について検討した結果を述べる。

水質浄化機能の喪失と負荷の増大

潮受け堤防の完成とともに諫早湾の干潟 1,550ha（環境庁 1994）が失われ、二枚貝類などのベントスをはじめ海産の動植物相が壊滅した。このことは干潟

5

10

15

20

25

30

35

の浄化機能が失われたことを意味する。現在諫早湾干拓地の調整池は淡水化が進み、生物相は淡水ないし汽水のものとなっている。現在も調整池に浄化機能がないわけではないと思われるが、やや大雑把な推定でも失われた浄化機能はかなり大きいものと考えられる。(付1参照)

浄化機能が失われれば当然河川からの流入負荷が海域に達する割合は増え、したがって海域への負荷は増大したことになる。また、それほど長くはないが調整池に滞留する間に生ずる内部生産が負荷をさらに増大させている可能性もある。

なお、ここでは干潟の浄化機能のみを取り上げたが、干潟には豊かな生物の営みがあり、近傍の水域のみならず広い範囲の生態系維持に大きな機能を発揮している。こうした多面的な機能も損なわれたことを認識しておく必要がある。(付2参照)

それでは開門調査でこれらの影響について何か知見が得られるであろうか？開門しても短期調査では、できる干潟の面積が限られ、また直ぐに海産の生物相が回復するわけではないので、得られる情報はきわめて限られたものとなるであろう。しかし、海水環境になり水位変動が始まった時点から、底泥中の間隙水や生物相が、また浄化能も、どのように変化するかを現場で観測することは大きな意味があると考えられる。また同時に堤防内外の水質分布の変化を詳細に調査することはシミュレーションの検証など、いろいろ役立つ情報が得られよう。当然ながら調査は長いほど、水位変動は大きいほど望ましい。さらに究極的には3月に想定したような水位変動の実現が望まれる。

流動の変化(潮位、流速、流向)

最近観測されている潮位の上昇、大潮期の潮位差の減少などは有明海の外の海域を含めた広域に見られる現象である。しかし、潮位に関して口之津と大浦の大潮期の潮位差の変化を数値シミュレーションも用いて分析すると、締切に伴って相対的に大浦の減少が大きくなっている、湾奥の潮位差の低下に対する締切の影響が認められる。近年の平均水位の上昇とともに水深の増大や、外海の潮位差の低下も有明海全体の潮位差の低下に影響するが、これまでの研究によれば湾奥への影響の主要な原因の1つは潮受け堤防による諫早湾締切とされている。(付3参照) なお、潮位差の減少は有明海全域での干潟面積の減少につながることにも留意する必要がある。

潮位差の減少は流速にも影響すると考えられるが、今年2月の西海区水産研究所の調査では1978年の海上保安庁水路部による調査の時より平均して12%流速が低下しているとした。しかし、海上保安庁水路部の今年5月の調査では変化したとは言えないとされた。

有明海で流速は近傍でも地点によってかなり違うと言われる。したがって異なる時点での観測の比較は容易ではなく、締切による流速の変化は必ずしも明確ではないが、潮位差の減少という有明海全体の問題に締切が大きく影響している。

ることは否めない。

それでは開門調査によって流動への影響の検証が可能であろうか？當時全面開放すれば流動がもどるという試算結果もある（経塚ほか、2000）ので、可能性はないとは言えない。しかし、水位管理下の流速を制限しての開門では知見は得られないであろう。まず、種々の条件でのシミュレーションを行う必要がある。5

なお、諫早湾内については流動の低下が著しく、このことがいろいろな環境影響を引き起こしている可能性が高いが、これらについては現象によっては制限条件つきの開門でも知見が得られる可能性がある。このことに関してはそれぞれの項で触れたい。10

赤潮の増加

1997年の締切以後、長崎、熊本両県では発生件数が増えており、その増加は西海区水産研究所の解析によれば統計的に有意である。福岡、佐賀両県では締切前後の発生件数に有意差はなく変化は認められない。長崎、熊本両県の発生件数の増加が締切後のどんな環境要因の変化によるものかは今後の検討を要しよう。15

佐賀県での例を見ると水質の変化と発生件数の変化がかなりよく対応しているように見られる。締切によって浄化能が失われ海域への負荷が増大した可能性があると先に述べたが、これが長崎、熊本両県地先水域の水質にどのような影響を与えたかは現時点では不明である。浅海定線データなどを用いて長期にわたる期間の解析が必要である。20

赤潮の発生には水質とともに流動、日射量なども大きく影響する。また、底層水が貧酸素化すると底質からの栄養塩や増殖促進物質の溶出が増え、赤潮発生を容易にすると言われる。（付4参照）

開門調査で赤潮発生件数の増減を直接観測することは困難であろう。しかし、開門は諫早湾の流動の変化を引き起こし、成層を形成しにくくする可能性もあり、この意味で開門調査の意義はあろう。できるだけ大きく、長い開放が望ましい。25

貧酸素水塊の発生

有明海は大潮時の潮位差が湾奥で6m近くになり、潮汐による海水の上下混合がさかんで貧酸素水塊は生じにくいと考えられてきた。しかし、その発生が指摘されるようになり、本年もその発生が確認され、その範囲も諫早湾から佐賀県へとかなり広いことが明らかになった。本年は6月頃から底層の貧酸素状態が観測され、8月中旬に台風の影響で解消したようである。30

貧酸素水塊の発生については、締切で流動が低下し成層が起きやすくなり、負荷の増大が底質の酸素要求量の増大につながり、これらがあいまって水温の上35

昇時期に底層に貧酸素状態を現出させた可能性が考えられる。排水門から局所的にかつ間歇的に放出される淡水が密度差をつくり、成層形成を助けており、また、工事に用いられた海砂の採取跡も貧酸素の発生を助長している、などの可能性の指摘もある。

開門調査で流動の変化、底質の変化が観測されれば、締切の影響に関する知見が得られる可能性がある。この場合も大きく、長い開放が望ましい。

なお、佐賀県地先で 1980 年代から時に低酸素が観測されているが、これには有明干拓が影響している可能性が示唆されており、今後、詳細な検討を必要としよう。

タイラギ、アサリ等の減少、成育不良および稚貝の鱗死

二枚貝は 1970 年代後半から漁獲が減少し始め、近年は極めて少なくなってしまった。ただ、地域、種類によって減少傾向は異なるので、その原因を探るには地域・種類別のきめ細かい検討を要する。いずれにしても 70 年代後半からの減少に 80 年代末からの諫早湾干拓事業が影響を及ぼす可能性はないので、二枚貝の減少と干拓事業の関係を検討するとすれば、工事開始ないし締切以後のこととなる。

長崎県のタイラギは工事開始後、嘗ての漁場は壊滅状態で、資源回復の試みも成功していないようである。この資源の変化には生息域の底質の変化、さらには底層の貧酸素化が影響している可能性が大きい。特に、発生した稚貝の夏季の鱗死は貧酸素が関係していると考えるべきとの指摘が多い。

底質の泥質化、細粒子化は工事の影響、締切による流動の低下などが考えられるが、何がどの程度影響したのかは今後さらに検討を要しよう。

アサリについては、諫早湾湾口での夏季の鱗死には有害プランクトン赤潮の影響と、貧酸素の影響が指摘されている。また、底質の変化も影響している可能性があるが、アサリより軟泥質の底質を好むサルボウの増加がこのことを示唆していると見られる。ただ、覆砂の効果が長続きしないこともあり、有害化学物質やその他の要因についても検討を要する。

影響要因を減らす観点からは有害プランクトン赤潮の発生を防ぎ、貧酸素水塊が生じないようにすることが基本的に重要で、先にも述べたように開門はこの方向の措置であり、望ましい効果をもたらす可能性がある。

諫早湾の底質の変化(細粒子化、浮泥堆積など)と底生生物の減少

潮受け堤防前面海域に浮泥が溜まり、底質が細粒子化していると言われる。これは干拓事業の事前の環境影響評価で、流速の低下に伴って起こると予測されていたことでもある。モニタリング結果によれば、いくつかの測点では明らかに砂分が減りシルト・粘土分が増えたと見られる。そのほかにもそれほど明らかではないが同じような傾向を示す測点も複数ある。雲仙普賢岳の噴火による

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/m²/day、TN 100.4 mg/m²/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/m²/day、TN 20-164 mg/m²/day といった違いがある。また、藤前干潟では平均 50TNmg/m²/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/m²/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 200km² 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 8,100km² 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PO₄-Pも湾奥で高く湾口で低く、季節的にはDINは夏から秋に、PO₄-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ろう。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。

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。後にさらに詳しく論ずるが、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、
20
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。

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。
30

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
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る。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る。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、その一つとして底質の影響が挙げられる。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

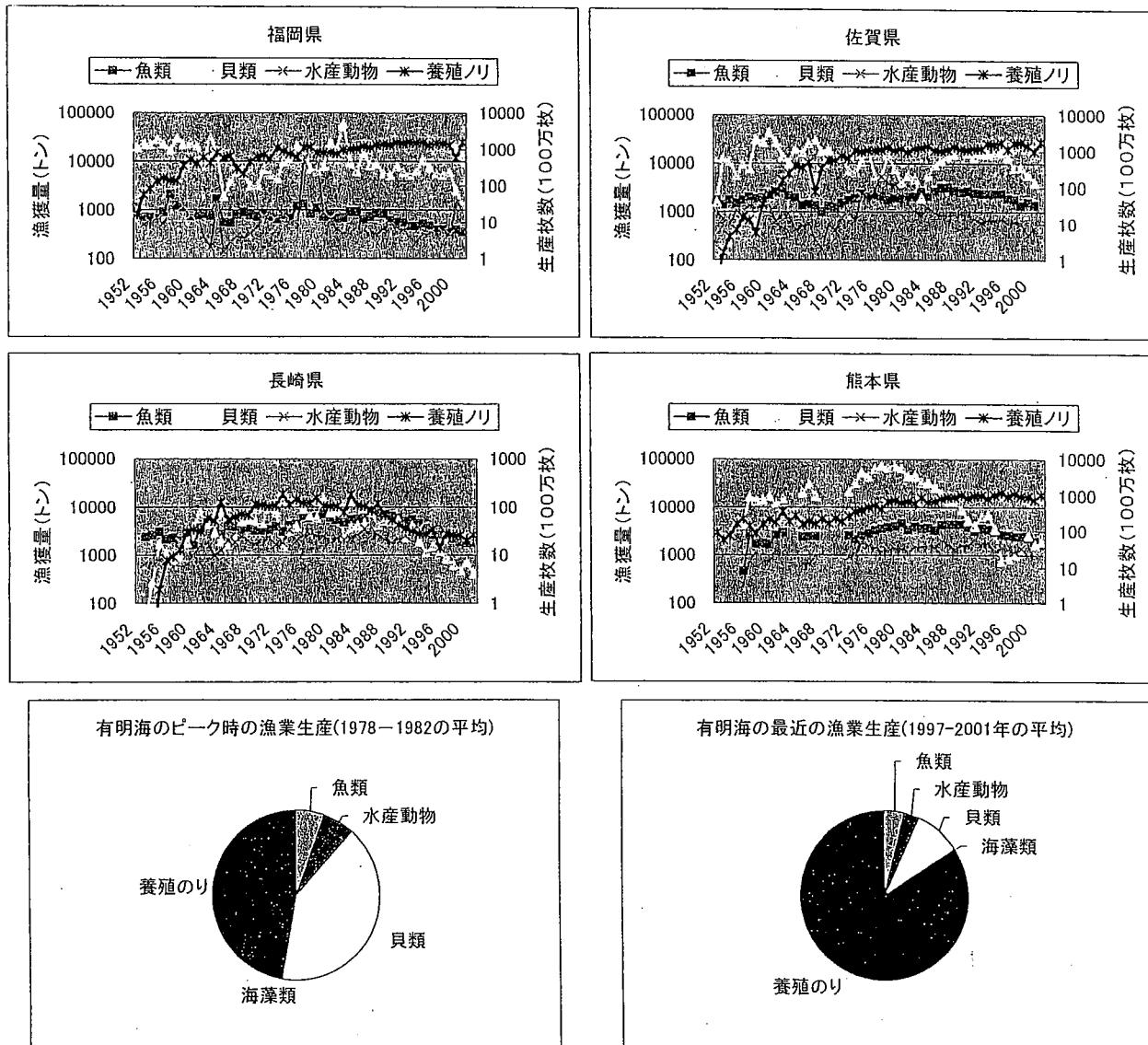


図1. 有明海における県別漁業生産量の経年変化並びにピーク時(1978～1982)および最近(1997～2001)における生産割合の比較。県別漁業生産量のうち養殖ノリ生産枚数のみ養殖年度による集計。他は暦年。

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。