

有明海再生を目指した諫早湾の保全生態学的研究

●上杉 誠

1. はじめに

諫早湾奥部では、1997年4月14日に潮受け堤防の閉め切りが行われた。それに伴い、泥干潟の乾陸化(図1)や調整池の淡水化などの急激な環境変化が生じ、海生優占種が大量に死滅した後で、陸生・淡水生種が侵入する様子が見られた。これらの環境変化に伴う生物相の変遷の様子は、ムツゴロウなどが乾涸びて死に行く光景として、報道番組などでも連日のように取り上げられ、当時小学生だった著者も鮮明に覚えている。本研究のきっかけは、著者が卒業論文のテーマ選択において、東北大学総合学術博物館の佐藤慎一博士の紹介で、長崎大学名誉教授の東 幹夫博士らの諫早湾保全生態学研究グループの活動を知り、自分もこの研究



図1 乾燥した諫早湾の泥干潟で見られたハイガイの死殻 (1997年8月・佐藤慎一撮影)

に取り組みたいと思い志望したことにはじまる。

有明海は、幅18km・奥行き96km・面積1700km²・平均水深20mで、東京湾とほぼ同規模だが、幅が狭く奥行きが長い(松川, 2005)。有明海の潮汐は国内でも最大の潮差を生み出すことで知られており(安田, 2006)、湾奥部の大潮時における干満差は5mを超え、この大きな干満差は有明海の固有振動周期が外海の潮汐周期に近く、有明海の水深変動が共振に近い状態にあるためと考えられている(日本海洋学会海洋環境問題委員会, 2001)。この大きな干満差により、海岸には砂質や泥質の広大な干潟が発達し、それらの環境に適応した特殊な底生生物が数多く生息している(佐藤・田北, 2000)。

その有明海において、諫早湾干拓事業が1989年から国により開始され、全長7,050mの潮受堤防により約35km²の浅海域が閉め切られた。その後は堤防内の調整池(2,600ha)と外海との水交換は北部排水門(幅200m)と南部排水門(幅50m)においてのみ行われ(佐々木, 2005)、満潮時には排水門を閉切ることによって水交換を遮断し、干潮時には排水門を一時的に開放することで調整池から外海に排水している。これにより、調整池の水位を常時標高-1mに保っている。

諫早湾保全生態学研究グループは、1997年3月の諫早湾潮受け堤防閉切り前に調査活動を開始し、過去12年間にわたり継続的に諫早湾周辺海域で採泥・採水調査を実施してきた。有明海では諫早湾潮受け堤防閉切り後には、様々な調査・研究がなされている(日本海洋学会編, 2005)が、潮受け堤防閉切り前から現在

■上杉 誠

1987年生まれ。地球や環境に興味を持ち、2006年に東北大学理学部地学系に入学。2009年10月に日本プランクトン・ベントス学会合同大会にて「諫早湾干拓における潮受け堤防完成後10年間に見られた底生生物群集の変化」を発表、2010年2月に卒業論文を提出。2010年4月以降は東京で会社員。



●研修テーマ

有明海再生を目指した諫早湾の保全生態学的研究

●助成金額

2009年度 20万円

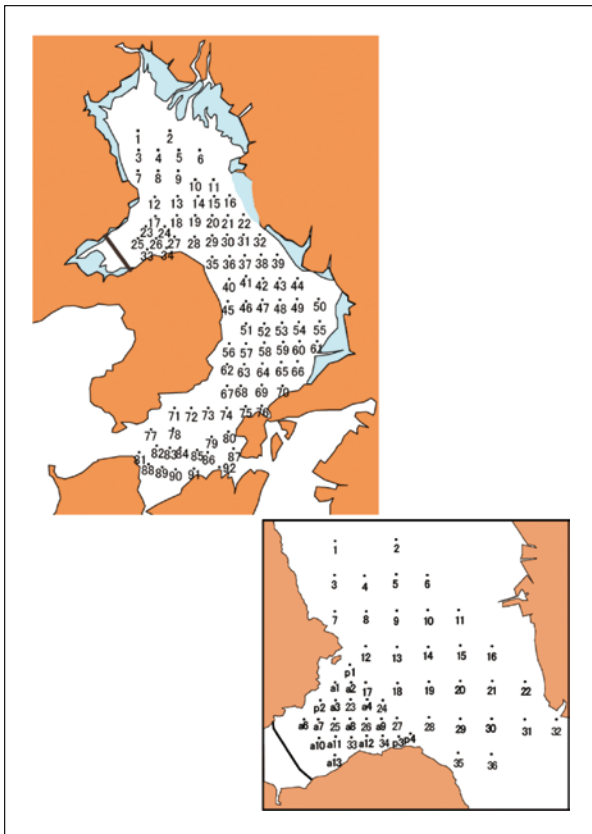


図2 2007年6月に採泥・採水調査を行った有明海全域108定点の位置(上)と、2009年6月に採泥・採水調査を行った有明海中央部50定点の位置(下)



図3 有明海における採泥調査風景
(2009年6月・時津良治氏撮影)

にわたって、継続して採泥調査を行っている研究グループは他にない。著者は、本研究グループの一員として2009年6月の採泥・採水調査に参加すると共に、底生生物の高次分類群ソーティング作業の研修を受けることで、諫早湾潮受け堤防完成後10年間に見られた有明海全域の底生生物群集の変化を明らかにすることを目指した。

2. 研究方法

1) 採泥・採水調査の実施

研修期間中の2009年6月14日～15日に、長崎県内で漁船を借りて有明海奥部～諫早湾口周辺海域50定点において採泥・採水調査を行った(図2下)。各定点の位置はGPSで決定し、スミスマッキンタイヤ型採泥器(採泥面積 0.05m^2)を用いて各定点で1回行った(図3)。

採泥器内の堆積物試料から表層1cmをスプーンで

すくい、それを酸化還元電位計測用と粒度分析用試料として取り除き、その他は船上で海水を流しながら1mm目の篩^{ふるい}にかけ、残さをすべてビニール袋に入れて5%ホルマリンで固定して持ち帰った。また、各定点で水質計(YSI Model 85)を用いて表層水と底層水の水温・塩分・溶存酸素濃度(DO)を測定した。

2) 底生生物の仕分けと同定

研究室では、2007年6月に有明海全域108定点(図2上)で採集された底生生物のソーティングを行った。月1回のペースで東 幹生長崎大学名誉教授に岩手県雫石町より5日間程度、東北大にお越しいただいて、ソーティング作業の方法を教えていただくことで、高次分類群レベルでの同定をマスターした。まず、試料を全て大きめの器に移し、水道水を加えて、手でかき混ぜながら生物などを浮遊させ、素早く1mm目の篩の上に流し込んだ。それを20～30回程繰り返し、目視で生物が確認できなくなるまで行った。その後、篩

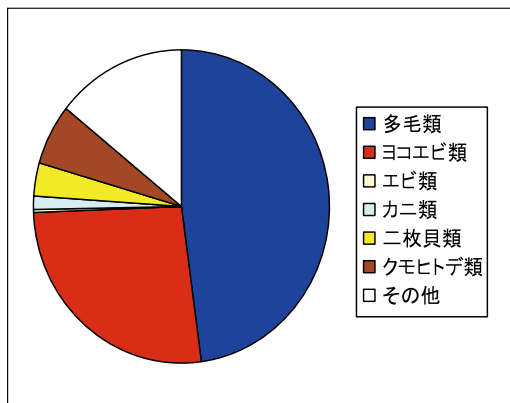


図4 2007年6月の有明海全域調査(88定点)において確認された個体数(全12,386個)の内訳

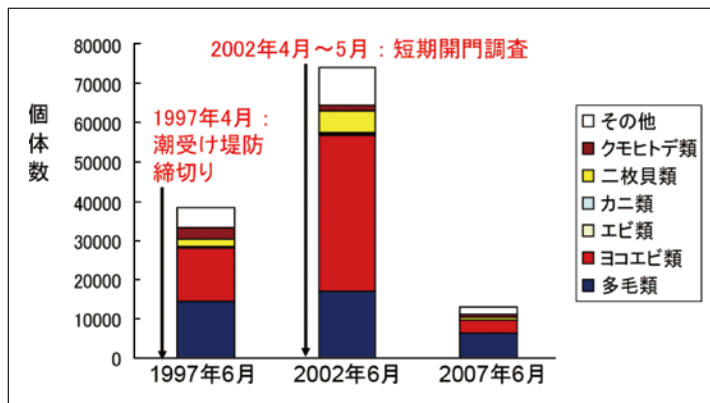


図5 有明海全域88定点における底生生物の個体数の経年変化

に残った試料をシャーレに少しずつ移し、双眼実体顕微鏡で観察して底生生物をすべて拾い出し、綱・目などの高次分類群で区分し、個体数を計数した。多毛類に関しては有頭のもののみ、クモヒトデに関しては基盤(disk)のみ1個体として計数した。その他の動物群においても、完全体でない生物断片は頭がある個体のみ計数した。二枚貝類に関しては、殻の外見が完全であるものは全て拾い出し、その後に顕微鏡下で殻の一部を破壊して軟体部の存在を確認した上で、種の同定と個体数をカウントした。拾い出した底生生物は破片も含めて、高次分類群ごとに70%のアルコールにて保存した。

3. 結果

1) 有明海全域における底生生物総数の経年変化

2007年6月に、有明海全域で調査を行った108定点の内、過去にも調査を行っている88点(図2上の定点番号A1~25, 25~32, 35~92)において、採泥調査で得られた底生生物の総数は12,386個体であり、動物群の中で最も多かったのが、多毛類の6,101個体で、次にヨコエビ類の3,431個体、クモヒトデ類の787個体と続き、これに二枚貝類、カニ類、エビ類を加えると、全体の80%以上を占めていた(図4)。諫早湾干拓堤防閉切り後3回(1997年6月・2002年6月・2007年6月)の結果を比較すると、潮止め直後の1997年6月には有明海全域88定点における底生生物の総個体数は38,221個体であったが、短期開門調査実施直後の2002年6月には74,273個体と2倍程度に増加していた(図5)。それに対して、本研究で対象とした2007年6月には、2002年6月に比べて底生生物の総数が16.7%にまで激減している。底生生物の構成を見ると、2002年6

月に特に増加した動物群はヨコエビ類と二枚貝類であり、多毛類には大きな変化がみられなかった。しかし、2007年6月にはヨコエビ類と二枚貝類が激減したのに加えて、2002年6月までは変化のなかった多毛類までも急激に減少したのが特徴的である。

動物群ごとに有明海全域における経年変化を比較すると、多毛類では、1997年6月には有明海中央部から湾口部にかけて幅広く分布していた(図6)。2002年6月になると有明海中央部と湾口部において個体数が増加し、生息密度が6,000/m²以上の定点が多く見られた。しかし、2007年6月になると、特に有明海中南部~湾口部にかけて個体数が急減し、ほとんどの定点で生息密度が2,000/m²以下となった(図6)。

一方、ヨコエビ類は、1997年6月には多毛類と同様に有明海中央部から湾口部にかけて幅広く生息していた(図7)。2002年6月には特に有明海の中央部において個体数が急増し、生息密度が20,000/m²を超える定点が有明海中央部に広く分布した。しかし、2007年6月にはほぼ全ての定点において大きく個体数を減らし、生息密度が2,000/m²を超えた地点は5定点のみだった(図7)。二枚貝類でも同様に、1997年6月は有明海中央部・有明海中南部・湾口部に広く分布していた(図8)。2002年6月には、主に有明海湾口部において個体数が増加し、生息密度が2,000/m²を越す定点が広がった。しかし、2007年6月には個体数が大幅に減少し、生息密度が200/m²を越す定点は有明海中央部~湾口部にかけてわずかに点在するのみだった(図8)。

さらに、毎年の変化を見るために、有明海中央部20定点(図2下の定点番号A12~15, 18~21, 23~30, 33~36)の結果を比較すると、潮受け堤防閉切り直後の1997年6月以降に、底生生物の生息密度に急激な減少傾向が見られている(図9)。すなわち、1997年6月から2000年6月にかけてヨコエビ類、二枚貝類、

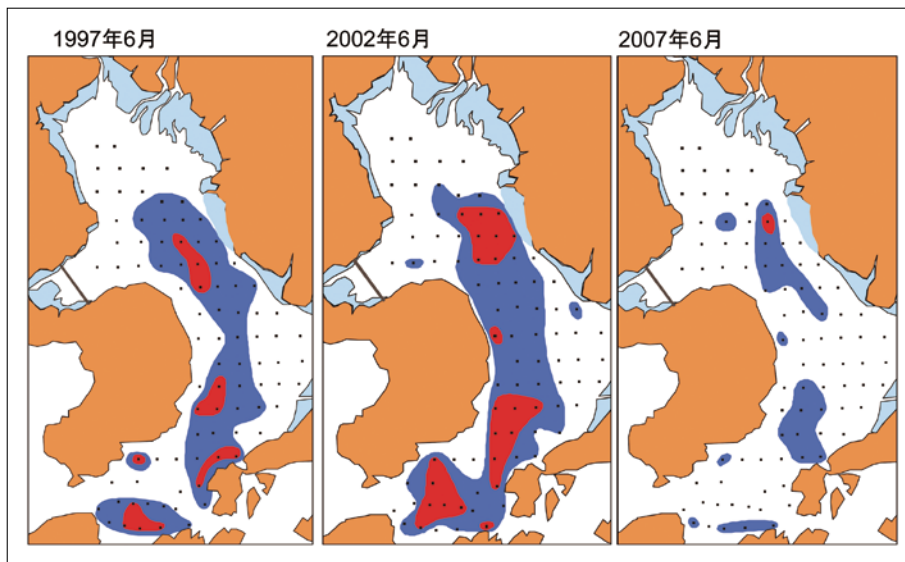


図6 1997年6月-2007年6月の有明海全域88定点における多毛類の経年変化
赤色が生息密度6000個/m²、青色が2000個/m²以上の定点を示す。

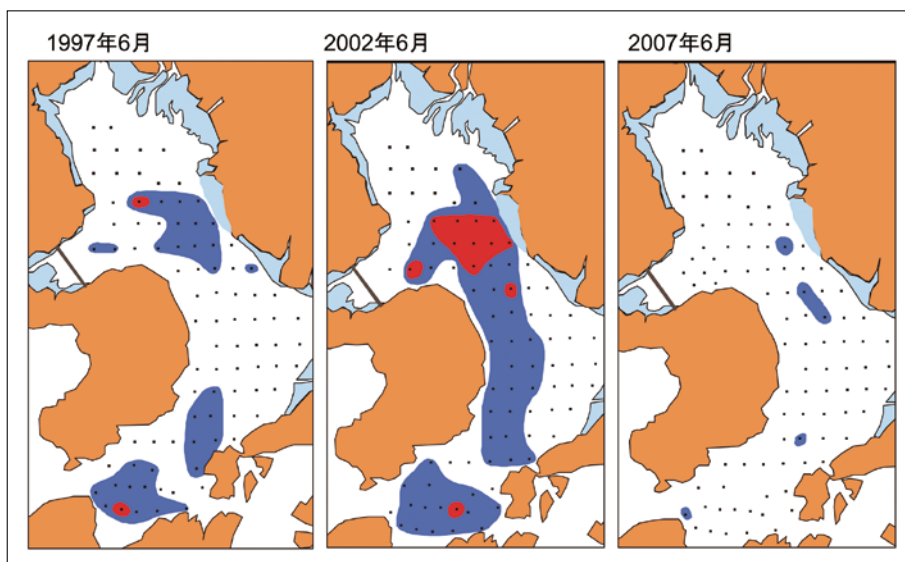


図7 1997年6月-2007年6月の有明海全域88定点におけるヨコエビ類の経年変化
赤色が生息密度20000個/m²、青色が2000個/m²以上の定点を示す。

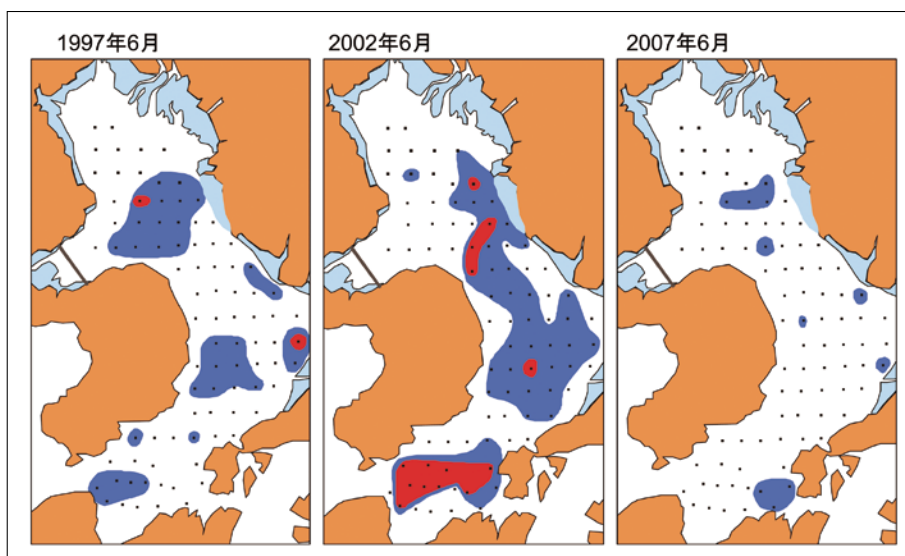


図8 1997年6月-2007年6月の有明海全域88定点における二枚貝類の経年変化
赤色が生息密度2000個/m²、青色が200個/m²以上の定点を示す。

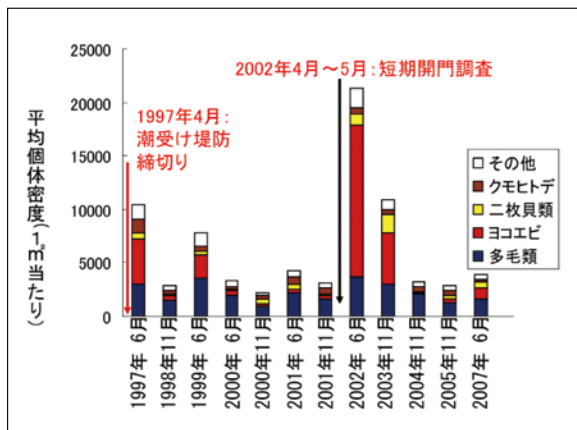


図9 有明海中央部20定点における底生生物の平均生息密度の経年変化

クモヒトデ類の減少が特に目立ち、この傾向は2001年11月まで続いた。そして短期開門調査実施直後の2002年6月にヨコエビ類、二枚貝類などの一時的な増加により底生生物の生息密度は急激に上昇した。しかし、その状態は長くは続かず、2003年11月以降は再び減少傾向にあり、2007年6月にいたるまで底生生物の明確な回復傾向は見られなかった。この間に見られた底生生物の急激な増加と減少は、その大部分がヨコエビ類と二枚貝類の増減に依存しており、底生生物中で最も高い割合を占める多毛類に関しては、1997年6月から2007年6月までの間ほぼ安定して多くの生息密度を維持していることが特筆すべき点である(図9)。

2) 有明海中央部における二枚貝各種の分布パターンに見られる経年変化

有明海中央部20定点(A12~15, 18~21, 23~30, 33~36)における二枚貝類の平均生息密度の経年変化を見ると、潮止め直後の1997年6月には、ヤマホトトギスガイ *Musculista japonica*、ピロードマクラガイ *Modiolus (Modiolusia) comptus*、シズクガイ *Theora fragilis*が多く、平均生息密度は455/m²であった(図10)。その後、1998年11月にはヤマホトトギスガイとシズクガイは減少したが、ピロードマクラガイが微増し、生息密度は144/m²となった。そして2000年6月までにかけてピロードマクラガイも減少し、平均生息密度は61/m²まで低下した。2000年11月はヤマホトトギスガイが増加、2001年6月にはヤマホトトギスガイが半減してシズクガイが増加したが、この2種は2001年11月には大きく減少している。2002年6月には一転して平均生息密度が1,028/m²まで増加し、さらに2003年11月にも増加して最大値1,625/m²を示した。この急激な増加の大部分はピロードマクラガイ

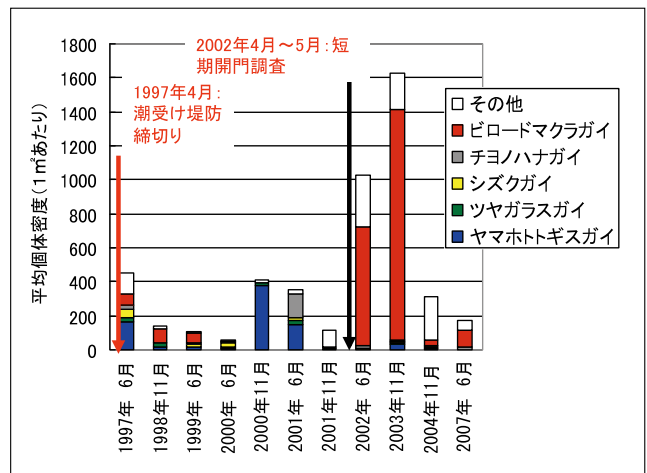


図10 有明海中央部20定点における二枚貝類の生息密度の経年変化

1種のみで占められている(図10)。しかし2004年11月にはピロードマクラガイも激減して、二枚貝類の平均生息密度は314/m²まで低下した。2007年6月にはピロードマクラガイが増加したが、二枚貝類の平均生息密度は171/m²と減少した。

一方、ヨコエビ類でも同様に、2002年6月から2003年11月にかけて、特にドロクダムシ類 *Corophium* spp. が急激に増加した(松尾ほか, 2007)。ヨコエビ類とピロードマクラガイは共に堆積物粒度が中粒から細粒砂に多く分布するが、2001年11月から2002年6月にかけて有明海中央部の広範囲で底質の細粒化が見られ、それに伴い増加したものと考えられる。

4. 考察

有明海中央部20定点における底生生物平均生息密度の経年変化(図9)について、それぞれの現象に影響を与えた環境変化を示すと以下ようになる(図11)。まず、諫早湾潮受け堤防閉切り直後の1997年6月は、底生生物の平均生息密度が高く、二枚貝類でも多くの種が見られていた。この時期には、有明海中央部では豊富な底生生物相が維持されていたと想像できる。しかし、その後1998年11月から2001年11月にかけて底生生物の平均生息密度は急激に減少する。この底生生物の急激な減少は、1997年6月と2001年6月に発生した貧酸素水塊によるものと考えられ、二枚貝類ではヤマホトトギスガイやツヤガラスガイなどがこの時期に激減した(金澤ほか, 2005)。

その後、2001年11月から2002年6月にかけて、一転して底生生物の平均生息密度が急激に増加する(図11)。これは、二枚貝類のピロードマクラガイやヨコエビ類のドロクダムシ属に象徴されるような特殊な種

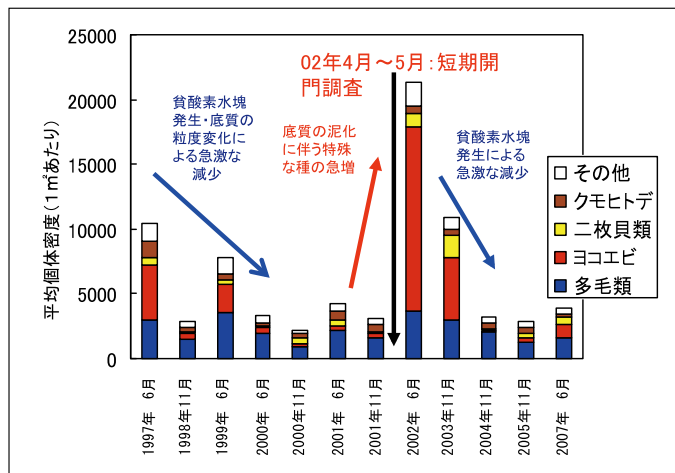


図11 有明海中央部20定点における底生生物の平均生息密度の経年変化とその要因と考えられる環境変化

が、この時期に生じた急激な底質の細粒化により一時的に増加したことで説明される（東，2005；金澤ほか，2005）。この底質の急激な変化は、2002年4月～5月に実施された短期開門調査の実施時期と時を同じくして起こっているが、短期開門調査と底質の細粒化および底生生物の一時的な増減との関連は不明であった。今後、中・長期開門調査が実施されれば、この問題も検証できるものと期待される。

そして、2003年11月以降は再び底生生物の平均生息密度が減少している（図11）。この減少も、大部分がヨコエビ類のドロクダムシ属と二枚貝類のピロードマクラガイの急激な減少によるものであり、その要因は有明海中央部で発生した貧酸素水塊と底質の変化で説明されている（金澤ほか，2005）。このように、有明海中央部における底生生物相の変化は、主に諫早湾潮止め後に頻発している貧酸素水塊の発生と潮流速度の減少に伴う底質の細粒化により説明することができる（図11）。この傾向は、本研修期間に採泥・採水調査を行った2009年6月でも続いており、未だに底生生物相の明確な回復傾向は見られていない。

5. 今後の展望

この研修終了後、2010年4月28日に農林水産省と与党の検討委員会が、長崎県の諫早湾を閉め切る堤防の水門を長期間開放し、有明海の漁業被害との因果関係を調査すべきだ、との報告をまとめた。それに従い農水大臣も開門に踏み切ると表明した。これにより、長期開門調査の実現の可能性が見えてきた。もし開門調査が実施された暁には、本研究により蓄積された過去12年分の開門以前の基礎的データを十分に活用して、開門調査の影響を科学的に実証するための採泥調査を

今後もこの研究グループを中心として行ないたい。

しかし一方、お隣の韓国では、諫早湾開門調査の実施が決まった同じ日に、世界最大規模のセマングム干拓事業の完工式が催された。ここでは、諫早湾干拓の10倍以上の規模の干潟・浅海域が、まさにいま消滅しつつある状態である。今後は、諫早湾での調査の経験を生かしつつ、これら海外での同様の干拓事業においても、地元の市民団体と共に継続的な調査を、この研究グループの発展的課題として取り組んでゆきたい。

【文献】

- 東 幹夫，2005，底質の変化. 日本海洋学会編，有明海の生態系再生をめざして，94-104. 恒星社厚生閣，東京.
- 金澤 拓・佐藤慎一・東 幹夫・近藤 寛・西ノ首英之・松尾匡敏，2005，諫早湾潮止め後の有明海における二枚貝群集の変化. 日本ベントス学会誌，60，30-42.
- 松川康夫，2005，有明海の物質循環と生物生産の特徴—物理—. 日本海洋学会編，有明海の生態系再生をめざして，3-11. 恒星社厚生閣，東京.
- 松尾匡敏・首藤宏幸・東幹夫・近藤寛・玉置昭夫，2007，諫早湾奥部閉め切り後の有明海潮下帯ヨコエビ群集構造の変化. 日本ベントス学会誌，62，17-33.
- 日本海洋学会編，2005，有明海の生態系再生をめざして. 恒星社厚生閣，東京，211 p.
- 日本海洋学会海洋環境問題委員会，2001，有明海環境悪化機構究明と環境回復のための提言. 海の研究，10，241-246.
- 佐々木克之，2005，開発行為. 日本海洋学会編，有明海の生態系再生をめざして，39-48. 恒星社厚生閣，東京.
- 佐藤正典・田北 徹，2000，有明海の生物相と環境. 佐藤正典編，有明海の生きものたち，10-35. 海游社，東京.
- 安田秀一，2006，内湾における副振動の発生と有明海の潮汐増幅について：複合潮の振舞いと固有振動との共振. 海の研究，15，319-334.