

平成 30 年 6 月 14 日現在

機関番号：13801

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2017

課題番号：25440229

研究課題名(和文) 日本と韓国における大規模干拓の閉門・開門に伴う底生動物群集の変化の比較

研究課題名(英文) Comparison of faunal change of benthic animals caused by the closing and opening the water gate of large-scale reclamation dike in Japan and South Korea

研究代表者

佐藤 慎一 (SATO, Shin'ichi)

静岡大学・理学部・教授

研究者番号：70332525

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、日本と韓国の大規模干拓周辺海域において、開門・閉門の実施前後に見られる環境変動とそれに伴う底生動物群集の変化を調べて比較した。助成期間中に、有明海の諫早湾干拓と韓国セマングム干拓において、潮受け堤防内外の定点で採泥調査を定期的に毎年1回実施し、それらのデータを比較することで、大規模干拓事業が周辺海域に及ぼす影響の普遍性を明らかにして、今後の大規模干拓の開門によって引き起こされる環境と底生動物群集の変化を予測した。

研究成果の概要(英文)：Changes of the environment and benthos fauna caused by the closing and opening the water gate of large-scale reclamation dike were compared among the case studies in Japan (Isahaya Bay) and Korea (Saemangeum and Shihwa). During five years, we annually surveyed at the Ariake Sea and Saemangeum area, and clarified the changes of quality of water, sediments, and benthos fauna caused by the construction of a dike for the reclamation.

研究分野：現生古生態学

キーワード：底生動物 大規模干拓 諫早湾 有明海 韓国 セマングム干拓

1. 研究開始当初の背景

日本や韓国など東アジア各国では、近年、大規模干拓工事により広大な干潟・浅海域が各地で急速に失われつつある(図1)。有明海の諫早湾干拓では、1997年4月に7,050 mの潮受け堤防が閉め切れ、3,550 haの干潟・浅海域が外海から遮断された(図1D)。潮止め後、乾燥した泥干潟の上にハイガイやムツゴロウの遺骸が晒される光景が報道で盛んに取り上げられ、日本の止まらない公共事業の象徴として世界中に知られるようになった。さらに、有明海のノリ不作や漁獲高の激減など様々な「有明海異変」が生じたことで、2008年6月に佐賀地裁が5年間の常時開門の実施を命令し、2010年12月の福岡高裁の控訴審判決と政府の上告断念によって、3年以内(2013年12月まで)に開門調査を開始することが確定した。

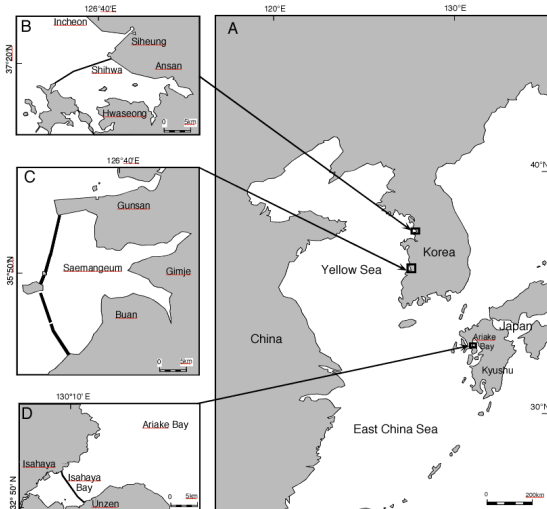


図1 A: 日本と韓国における大規模干拓の位置。 B: シファ湖, C: セマングム地域, D: 諫早湾 (B-Dの地図の縮尺はすべて同じ)。

一方、韓国西海岸に位置するシファ地域やセマングム地域では、諫早湾干拓の5-10倍以上の規模の複式干拓工事が実施されているが、ここでも諫早湾と同様に干拓計画そのものが破綻している。シファ湖干拓(図1B)では、1994年1月に全長12.7 kmの防潮堤が閉め切られたが、調整池内の水質汚濁を改善することができず、わずか3年後の1997年に干拓計画が完全に破棄され、現在では海水を導入することで水質と生物相の回復が進められている。さらに、セマングム干拓(図1C)では、世界最長の33 kmの防潮堤が2006年4月に完成したものの、水門の閉め切りはその後12年が経過した今も実施されておらず、今でも調整池に海水導入を続けている状態である。

研究代表者は、研究協力者の東 幹夫長崎大学名誉教授らと共に、1997年3月から2012年6月までの15年間に、諫早湾潮受け堤防

内側(潮止め後は調整池)および外側海域において、30回以上の採泥調査を行ってきた。また、韓国のセマングム干拓予定海域では、日韓共同干潟調査団の活動として、2000年5月から2012年8月まで12年間、防潮堤の内側・外側海域において、底生動物の定量調査を実施している(Sato et al., 2007)。さらにシファ湖干拓では、韓国仁荷大学の洪在上教授らにより、潮止め前の1993年3月から現在まで継続的に採泥調査が行われている(Hong et al., 1997など)。そこで本研究は、これら3箇所のデータを比較することで、大規模干拓堤防建設に伴う底生動物相変化の共通点と相違点を明らかにすると共に、2013年末までに常時開門を開始する事が義務づけられている諫早湾の今後の環境と底生動物の変化を予測・検証することを目指した。

2. 研究の目的

本研究では、日本と韓国の大規模干拓周辺海域において、閉門・開門の実施前後に防潮堤内外の定点で採泥・採水調査を定期的実施することにより、急激な環境変動に伴う底生動物群集の種構成の変化を比較する。これを基に、大規模干拓事業が周辺海域に及ぼす影響を予測・検証する。

3. 研究の方法

(1) 諫早湾干拓調整池内の採泥調査

諫早市内にて小型漁船を傭船し、調整池内16定点(図2C)において、エックマンバジ採泥器による採泥調査を助成期間中に毎年6月に1回ずつ実施した。同様の調査は、諫早湾潮受け堤防の閉切り1ヶ月前の1997年3月から、毎年1-3回の割合で実施しており、潮止め後20年間以上の定量データが蓄積している。

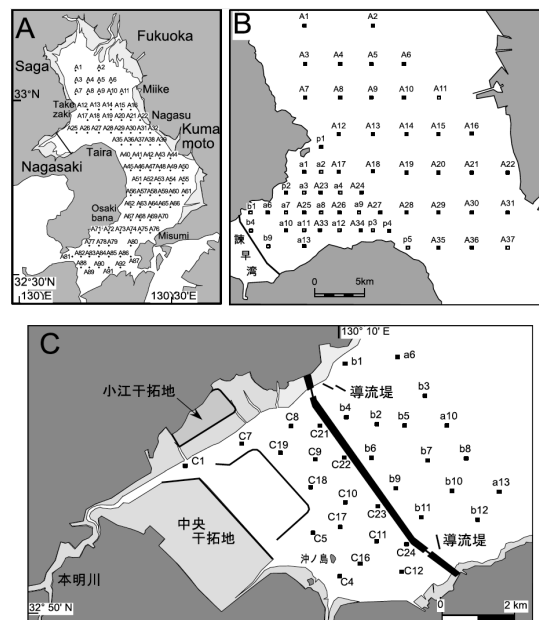


図2 A: 有明海全域100定点の採泥調査地点。 B: 有明海奥部50定点の採泥調査地点。 C: 調整池内16定点の採泥調査地点。

(2) 有明海奥部海域の採泥調査

島原市の有明町漁協の協力によって漁船を傭船し、有明海奥部から中央部にかけての50 定点(図 2B)で、スミスマッキンタイヤ採泥器による採泥調査を助成期間中に毎年1回6月に2日間かけて実施した。また、2015年には5年に1回の割合で実施している有明海全域100 定点(図 2A)の採泥調査を実施した。同様の調査は、1997年6月から実施しており、有明海奥部50 定点の採泥調査では過去25回、そのうち有明海全域の採泥調査は過去4回実施している。

(3) 採泥試料のソーティング作業

得られた採泥試料から、1 mm 目の篩に残ったすべての底生動物を拾い出し、室内において高次分類群に仕分けを行った。

(4) 水質・底質分析

各定点における表層水と底層水の水温・塩分・pH・DO・CODなどを計測すると共に、粒度分析を行い底質の含泥率や中央粒径値などを求めることで、有明海の無機環境の変化を明らかにした。

(5) 韓国の大規模干拓予定海域における事例との比較

研究代表者は、日韓共同干潟調査団の調査活動として、2000年から継続して韓国セマングム干拓予定海域において底生動物の定量調査を継続的に行なっている。本助成期間中も、毎年1回8月に地元の市民調査団体と共同で、セマングム干拓防潮堤の内側と外側海域において漁船を傭船し、採泥調査を行なうことで、諫早湾における潮受け堤防完成後の調査結果と比較した。さらに、研究協力者の韓国仁荷大学の洪在上教授らが20年間にわたり実施しているシファ湖干拓防潮堤内外の採泥調査に参加して、水門開放後の底生動物群集の変化について比較可能なデータを得ることで、日本と韓国における3カ所の大規模干拓堤防建設に伴う底生動物相の変化を比較した。

4. 研究成果

(1) 諫早湾干拓調整池内における底生動物相の変化

調整池では、助成開始年度の2013年から助成期間が延長された2017年までの5年間にわたり、毎年6月に採泥調査を実施して、水質・底質の調査と底生動物の採集を行うことが出来た。同様の調査は、潮受け堤防閉切り前の1997年3月から毎年欠かさず20年間にわたって続けており、2017年6月の調査で調整池では通算27回目となる。

調整池では、河口域の1定点(C1)以外の15 定点において、水深が2 m以下であることが確認された。このことは、1997年から比較して最大1 m以上も水深が浅くなっているこ

とを意味している(佐藤・東, 2011)。特に、潮受け堤防周辺の定点において、水深の減少は著しく、潮受け堤防の閉切り後に調整池内に多くの堆積物が蓄積されつつあることを意味している。

調整池内の底層水の塩分は、全定点で0.1-1.9の範囲内で推移しており、特に北部・南部排水門周辺では塩分が1以上となる年が多い。底層水の塩分は、河川水の増加によって大幅に減少する年も見られるが、塩分が0.1未満になったことはほとんどない。これは、排水門の開閉時や潮受け堤防の隙間などから調整池内に海水がわずかながら流入しているか、または現在でも堆積物中から塩分が滲み出して調整池内が淡水になり得ないことを意味している。

一方、底層水の溶存酸素濃度は多くの定点で2 mg/l以上で、堆積物の酸化還元電位も-200 mVを下回することはほとんどない。これは、調整池内の水深がほとんどの定点で2 m以下と浅く、水流や風の影響で底層水まで攪拌されるため、貧酸素状態にはなりにくいことを示している。むしろ、堤防外側周辺海域の方が、底層水の溶存酸素濃度が1 mg/l以下と低く、堆積物の酸化還元電位も-300 mV以下と非常に低い値を示しており、底生動物にとっては深刻な状態となっている。

それに対して、調整池内で採集される底生動物は、イトミミズ類とユスリカ類の幼虫だけが優占する貧弱な生物相が維持されている(佐藤・東, 2011)。その状況は助成期間中の調査でも同様であり、種レベルで見ても1-2種類のイトミミズ類とユスリカ類の幼虫が採集される他は、ヨコエビ類が年によって採集される程度であった(図3)。

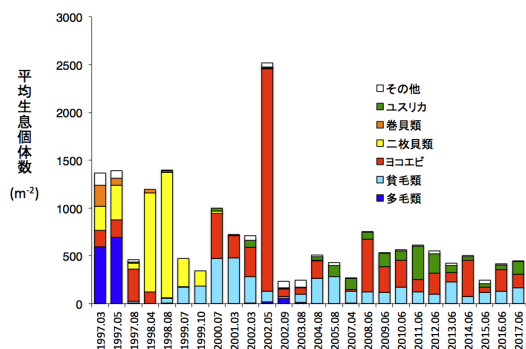


図3. 諫早湾干拓調整池内16 定点における底生動物の平均生息個体数の経年変化。

潮受け堤防閉切り前後の1997年3月と5月には、多毛類や二枚貝類・巻貝類などが20種以上も採集されていたが、1997年8月までに急激な塩分低下に伴い海生種が消滅した(佐藤ほか, 2001)。その後に1998年に汽水生の人為的移入種であるヒラタヌマコダキガイが1種だけで急激に増殖したが、それも1999年以降は減少した(図3)。その後は、貧毛類が多く見られていたが、2002年4-5月の短期開門調査の直後に、ヨコエビ類のタイリクドロクダムシの爆発的な増殖により、底

生動物の平均生息個体数は一時的に増加した。しかし、その後は現在に至るまで、調整池内では多毛類や貝類等の大型底生動物が全く生息しない状態が続いている(図3)。

(2) 有明海奥部海域における底生動物相の変化

潮受け堤防外側海域では、有明海奥部の50定点において、毎年1回の採泥調査を行った。同様の調査は、1997年6月から毎年1-2回のペースで20年間継続しているため、それらのデータと比較することで、潮受け堤防閉切り後の底生動物相の変化を検討した。

それによると、助成期間中の2013年から2017年の有明海奥部50定点における底生動物の平均生息密度は、2015年をのぞいて1674-1947個体 m^{-2} と、過去20年間で最も低く、潮止め直後の1997年6月に得られた底生動物の平均生息密度(7858個体 m^{-2})と比べて20%程度に過ぎないことが分かる(図4)。

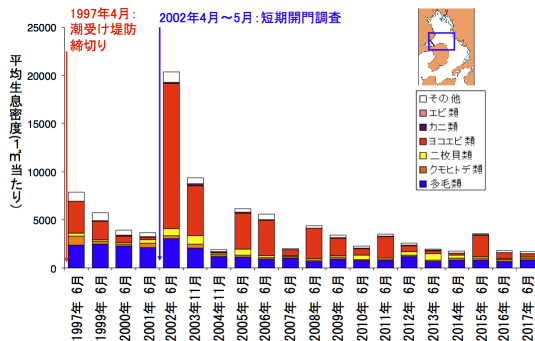


図4. 有明海奥部50定点における底生動物の平均生息密度の経年変化。

過去20年間の有明海奥部50定点における底生動物の平均生息密度の経年変化を見ると、1997年から2001年にかけて減少した後、2002年4-5月に実施された短期開門調査の直後である2002年6月に急激に増加したことが分かる(図4)。

この時に増加した種は、ヨコエビ類のドロクダムシ類と、二枚貝類のピロードマクラガイであり、短期開門により一時的に潮流が増加し、島原沖から長洲沖の底質が粗くなったことで、それまで島原沖から熊本沖に生息していたドロクダムシ類等が有明海奥部にまで北上したと考えられる(佐藤・東, 2016)。

しかし、その後は2017年に至るまで、明確な底生動物の回復傾向は見られておらず、ヨコエビ類の3-4年程度の周期的な変動を除けば、底生動物の平均生息密度は全体的には衰退していることが分かる。この間、海底の耕耘や覆砂などの様々な「有明海再生事業」が実施されてきたが、本研究の成果ではそれらの事業は有明海奥部の底生動物の回復にはほとんど効果が無かったことが示されている。

底生動物は魚介類の主要な食物であり、これらの基幹生物が回復しない限りは、有明海

の水産資源の回復はあり得ない。数年間レベルの水産物のデータを基に短周期的な増加をことさらに強調するのではなく、数十年間レベルで広範囲をカバーした信頼度の高いデータで対策を判断する必要がある。

本研究の成果からは、潮受け堤防閉切り後の20年間で、有明海奥部50定点における底生動物の平均生息密度が著しく増加したのは、2002年4-5月に実施された短期開門調査の直後にしか見られていないことは明らかである。これは、有明海の根本的な再生のためには開門が最も効果的であり、それ以外の手段は残されていないことを意味している。

(3) 韓国の大規模干拓堤防建設に伴う底生動物変化との比較

韓国セマングム干拓では、助成期間中に2015年を除く4回の採泥調査を毎年8月に実施した。防潮堤内側12定点のうち、堤防に近い定点は水深が5m以上と深く、溶存酸素濃度が1mg/l以下で、大型底生動物がまったく生息しないデッドゾーンが確認された。

また、水深3m以下の定点では、塩分20以上でホトトギスガイが、塩分10以下ではヒラタヌマコダキガイが多く見られた。それに対して、アサリは水深1mよりも浅く塩分が10以上の定点で多く見られた。この他に、2014年まではシズクガイやユウシオガイなども少数ながら採集されていたが、2016年と2017年の調査では、わずかにホトトギスガイとヒラタヌマコダキガイのみ採集されるようになった。

セマングムでは、2006年に防潮堤が完成したものの、現在も断続的に海水を導入しているため、堤防完成後10年が過ぎても海生貝類が見られる点が決早湾と異なるが、潮止め後に見られた底生動物の種構成を見ると、そこには多くの共通点が見られることが明らかになった(図5)。

シファ湖干拓	1. Sihwa, Korea	潮止め前に多かった種	潮止め後に増加した種
工事期間：1987-1994年 干拓面積：17,300ha 堤防全長：12.7km		<i>Heterostatis filiformis</i> <i>Polydora ligni</i> <i>Thurvx spp.</i>	スマコダキガイ属 タイリクドロクダムシ <i>Nephtys oligobranchia</i> <i>Polydora ligni</i>
セマングム干拓 工事期間：1991-2011年 干拓面積：40,100ha (諫早湾の10倍以上) 堤防：33km (世界最長)		チョウセンキサゴ ヨウセントクサ ガサガサシヨウ ヒナギス ユウシオガイ シヤミセンキ シナハマグリ ミドリシヤミセンガイ	ホソウミナ ヒラタヌマコダキガイ ソオリガイ類 ホトトギスガイ アサリ アリアケワゴカイ ドロクダムシ属の複数種
諫早湾干拓 工事期間：1989-1997年 干拓面積：3,550ha 堤防全長：7.05km		カワアイ カワグサツボ カママイ サルボウ ハイガイ ホトトギスガイ コケガラスガイ シズクガイ アサリ	ヒラタヌマコダキガイ ピロードマクラガイ タイリクドロクダムシ ドロクダムシ属の複数種 <i>Glycera nicobarica</i> <i>G. onomichiensis</i>

図5. 日本と韓国の大規模干拓堤防閉切り後の底生動物変化の比較。

すなわち、諫早湾干拓と韓国セマングム干拓、そして研究協力者である韓国仁荷大学の洪在上教授らの研究成果を比較すると、堤防閉切り前に多く見られた底生動物種は、それぞれの海域で異なるのだが、堤防閉切り後に急激に増加した種は、上記の3箇所の海域

で共通してヒラタヌマコダキガイとドロクダムシ類であることが分かる。

これは、通常状態では各海域の環境に適した底生動物が生息しているが、いったん潮受け堤防が完成して、塩分の急激な低下や貧酸素水塊の発生等により、それまで生息していた海生種が消滅すると、その後に低塩分・貧酸素に耐性のある数種の日和見種が共通して爆発的に増殖するという普遍性があることを意味している。

また、韓国セマングム干拓では、ヒラタヌマコダキガイの他にも、ホトトギスガイやアサリも防潮堤完成後に増加した。これはセマングム干拓のみ堤防完成後も海水を導入しているという他とは異なる条件のために、この2種も生息可能となったと考えられる。おそらく、大規模干拓堤防を開門した直後に、ヒラタヌマコダキガイとドロクダムシ類が急激に増加した次に、塩分が20以上に増加して溶存酸素濃度が2 mg/l以上となる環境が整った時点で、次に増加するのがホトトギスガイとアサリであろうと考えられる。

(4) 諫早湾開門後の環境と底生動物変化予測

上述したように、有明海奥部50定点では、2002年の短期開門調査の後、海底耕耘や覆砂など現在と同じ内容の再生事業が続けられてきたが、この15年間の事業で底生動物の平均生息密度が顕著に増加したことは一度も無かった(図3)。一方、韓国セマングム干拓では、防潮堤完成後も断続的に海水導入しているため、堤防内側海域でもアサリやホトトギスガイなどの海生種が現在も生息している(図4)。これらの事実から、有明海の再生のためには、開門による海水導入が不可欠であり、さらには今後には諫早湾に海水を導入した際の環境と底生動物の変化も本研究から予測することができる(佐藤・東, 2016)。

まず、常時開門を実施した直後には、海水による希釈効果でCODなどは劇的に改善されることになる。その後、諫早湾干拓調整池にヒラタヌマコダキガイやドロクダムシ類などの「日和見種」と呼ばれる小型種が急激に増加することが予測される。

これらの小さな底生動物は、植物プランクトンや海水中の有機物などを食べ、さらには漁船漁業の対象となるような魚介類の重要な食物資源としての役割を果たす。また、これらの底生動物が堆積物中を活動することで、底質の酸化が促進され、より大型の底生動物類の生息を可能となる。その結果、有明海の底生動物群集は次第に多様性を回復できると考えられる(佐藤・東, 2016)。

その後は、諫早湾周辺だけでなく、有明海奥部から湾口部にかけて広域的な環境変化や底生動物などの観測を行いながら、その変化にあわせた順応的管理の下で段階的な開門を継続させることで、さらに多くの生物の回復が見込まれる。そして、さらなる有明海再生のためには、干拓農地の防災・農業用水

対策を十分に行なった上で、潮受け堤防の撤去計画を科学的に立案し実行に移すべきである。

<引用文献>

- (1) Hong, J.S., Jung, R.H., Seo, I.S., Yoon, K.T., Choi B.M., Yoo, J.W., How are the spatio-temporal distribution patterns of benthic macrofaunal communities affected by the construction of Shihwa dike in the west coast of Korea? Journal of the Korean fisheries society, Vol. 30, 1997, pp. 882-895.
- (2) 佐藤慎一・東 幹夫. 有明海の<変化>を追う-なぜ開門が必要か. 科学, 81 巻, 2011, 458-467.
- (3) 佐藤慎一・東 幹夫. イラストで分かりやすく解説! 諫早湾を常時開門すると、魚介類はどうなる? 有明海の環境と漁業, 1 巻, 2016, 27-30.
- (4) 佐藤慎一・東 幹夫・近藤 寛・西ノ首 英之. 有明海諫早湾干拓地の貝類相-調整池における貝類相の時間的变化-. 第四紀研究, 40 巻, 2001, 85-95.
- (5) Sato, S., Yamashita, H., Kim K.W., Matsuo, M., Human impacts on coastal communities: a case study of benthic faunal changes after dike construction in Saemangeum, South Korea. The Quaternary Research, Vol. 46, 2007, pp. 265-274.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計8件)

- (1) Sato, S., Azuma, M., Shut-off of Isahaya Bay is causing decrease of benthic animals in the entire Ariake Sea. Environment and Fisheries in the Ariake Sea, 査読無, No. 4, 2017, pp. 29-33.
- (2) 佐藤慎一・千葉友樹, 現生生物を対象とした古生物学的研究 その1-干潟貝類の人新世古生態学の研究例. 日本古生物学会学会誌「化石」, 査読有, Vol. 102, 2017, pp. 5-13.
- (3) 佐藤慎一・東 幹夫, 潮止めから20年: 諫早湾干拓調整池と堤防外側海域の生物はどう変化したか? 有明海の環境と漁業, 査読無, No. 3, 2017, pp. 10-15.
- (4) 佐藤慎一, 潮止め前の諫早湾奥部泥干潟の貝類相を「発掘」する. 有明海の環境と漁業, 査読無, No. 2, 2017, pp. 23-27.
- (5) Sato, S., Kaneko, Y., Torii, H., Hong, J.-S., Temporal changes in the geographic distribution of two clam species *Meretrix lusoria* and *M. petechialis* along the coast of Japan and South Korea. Ocean Science Journal, 査読有, Vol. 51, No. 3, 2016, pp. 455-463.
- (6) 佐藤慎一・東 幹夫, イラストで分かりやすく解説! 諫早湾を常時開門すると、魚

介類はどうか？ 有明海の環境と漁業、
査読無, No. 1, 2016, pp. 27–30 .

- (7) 山元綾弥香・佐藤慎一・東 幹夫, 諫早湾潮受け堤防外側周辺海域における短期開門調査以降の底生動物相の経年変化：特に北部排水門外側定点で採集されたヒナノズキン(二枚貝綱：マルスダレガイ目：ウロコガイ上科)について . Molluscan Diversity, 査読有, Vol. 4, 2015, pp. 29–37.
- (8) 東 幹夫・佐藤慎一, 有明海の底生動物の長期定点調査から見えてきたこと . 日本の科学者, 査読無, No. 50, 2015, pp. 65–69 .

〔学会発表〕(計 16 件)

- (1) Sato, S., Hong, J.-S., Comparison of faunal changes of macrobenthic animals collected from the subtidal zone after completion of a dike construction in Saemangeum, South Korea and Isahaya Bay, Japan. The 3rd Asian Marine Biology Symposium, 2017.
- (2) 佐藤慎一・山中崇希, 諫早湾潮止め後 20 年間の有明海における底生動物変化 その 1：有明海奥部 50 定点における底生動物の経年変化 . 2017 年日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会 . 2017 年
- (3) 東 幹夫・佐藤慎一, 諫早湾潮止め後 20 年間の有明海における底生動物変化 その 2：有明海全域 82 定点における底生動物の変化 . 2017 年日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会 . 2017 年
- (4) 佐藤慎一・山中崇希・佐藤正典・松尾匡敏・東 幹夫, 有明海全域における多毛類・二枚貝類・ヨコエビ類の種ごとの分布変化の解析 . 2016 年日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会 . 2016 年
- (5) 依田優介・佐藤慎一・東 幹夫, 諫早湾潮止め以降 20 年間の有明海における二枚貝類の分布パターンの変化 . 2016 年日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会 . 2016 年
- (6) 東 幹夫・佐藤慎一, 諫早湾潮止め後の有明海全域の底質とマクロベントス分布パターンの変化 . 2016 年日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会 . 2016 年
- (7) 東 幹夫・佐藤慎一, 諫早湾潮止め後の有明海におけるマクロベントス生息密度の経年変化 . 2015 年日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会 . 2015 年
- (8) 佐藤慎一, 韓国沿岸における干潟底生動物相の現状とその時間的变化 . 日本古生物学会 2015 年大会 . 2015 年
- (9) 兼子義高・鳥居洋・佐藤慎一・洪在上, 日本と韓国における化石ハマグリ類の貝殻形態解析 . 日本古生物学会 2015 年大会 . 2015 年
- (10) Sato, S., Comparison of faunal changes of benthic animals after the construction of dikes for reclamation in Japan and South Korea. The 2nd Asian Marine Biology Symposium, 2014.
- (11) Kaneko, Y., Torii, H., Sato, S., Hong, J.S.,

The morphological comparison among extant and fossil shells of *Meretrix lusoria* and *M. petechialis* from Japan and Korea. The 2nd Asian Marine Biology Symposium, 2014.

- (12) 佐藤慎一・東 幹夫, 有明海の底生動物の長期定点調査から見えてきたこと . 2014 年日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会 . 2014 年
- (13) 佐藤慎一, 日本と韓国における大規模干拓堤防建設に伴う底生動物群集の変化の比較 . 日本古生物学会 2014 年大会 . 2014 年
- (14) 山中崇希・佐藤慎一・東 幹夫, 諫早湾常時開門直前の有明海奥部における水質・底質・底生動物群集変化の解析 . 2013 年日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会 . 2013 年
- (15) 東 幹夫・佐藤慎一・松尾匡敏・大高明史・近藤繁生・市川敏弘, 諫早湾干拓調整池における過去 16 年間の無機環境の変化とそれに伴う底生動物群集の経年変化の比較 . 2013 年日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会 . 2013 年
- (16) 山元綾弥香・佐藤慎一・東 幹夫, 諫早湾潮受け堤防外側周辺海域における短期開門調査以降の貝類相の変化 . 2013 年日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会 . 2013 年

〔図書〕(計 2 件)

- (1) 佐藤慎一, 失われた楽園-日本・韓国の大規模干拓と生物相の変化 . 山下博由・李善愛(編)『干潟の自然と文化』, 195–213 頁, 東海大学出版会 . 2014 年
- (2) 東 幹夫・佐藤慎一, 諫早湾閉め切り以降の有明海底生動物の消長 . 諫早湾開門研究者会議(編), 『諫早湾の水門開放から有明海の再生へ』, 81–92 頁, 有明海漁民・市民ネットワーク . 2016 年

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐藤 慎一 (SATO, Shin'ichi)
静岡大学・理学部・教授
研究者番号：70332525

(4) 研究協力者

東 幹夫 (AZUMA, Mikio)
洪 在上 (HONG, Jae-Sang)