

有明海における干潟海域環境の回復・維持へ向けた 対策工法の実証試験

滝川清¹・増田龍哉²・森本剣太郎³
松本安弘⁴・大久保貴仁⁵

有明海における干潟海域環境の回復・維持へ向けた対策工法の開発を目的として実証試験を行った。「干潟なぎさ線の回復」では底生生物の生息場所が回復され、透過層を施した方で生物種・個体数が維持されることが明らかとなった。また、覆砂の流出を防ぐための潜堤をちどり状に配置して、自然干潟との連続性を保持させる新たな工法を用いることで、生物の定着を促すことが示唆された。「人工巣穴による底質改善」では人工巣穴設置地点において、還元状態の緩和が確認され、底生生物の種類数・個体数の増加もみられることから底質改善効果が期待できるなど、干潟海域環境悪化の回復・維持方策として実施中の新たな対策工法の有効性が認められ、今後の効果が期待される結果が得られた。

1. はじめに

日本を代表する大型閉鎖性内湾である有明海は、約 5 m に達する潮位差の下、我国の干潟総面積の約 40% に及ぶ広大な干潟(約 200 km²)が発達した海域である。その広大な干潟には生物が多種多様に生息し、漁獲を含めた食物網のなかで、高い水質浄化機能や生物生産機能を有しており、バードウォッチングや潮干狩りといった親水の間としても注目されている。近年、この有明海では干潟海域環境の悪化が著しく、生物種の変化と激減、赤潮の多発、水質の悪化などの悪循環に陥っているものと懸念されている。筆者らは、この干潟海域環境の回復・維持方策の実施が早急かつ大きな課題と捉えており、その技術開発を目的として、有明海の熊本県沿岸域で「耕耘による干潟改善策」、「人工干潟の創生」、「植栽による干潟改善策」、「干潟なぎさ線の回復」、「人工巣穴による底質改善」などの現地実証試験を実施してきている(滝川ら, 2003, 2004, 2005)。本研究では、「干潟なぎさ線の回復」と、新たな取り組みである「人工巣穴による底質改善」の研究経過と成果について報告する。「干潟なぎさ線の回復」の研究対象地は熊本県北部沿岸に位置する玉名横島海岸の高潮防災堤防前面、熊本港の北東石積護岸前面の 2 地点、「人工巣穴による底質改善」は熊本港の北側に位置する百貫港周辺の潮汐の干満によって干出する干潟域と干出しない海域の 2 地点である(図-1)。

2. 干潟なぎさ線の回復

有明海の干潟は、江戸時代以前から戦後の食糧難の時

代にかけて、主に農地を広げる目的で埋め立てられてきた。水辺や海岸線にあたる潮上帯付近(以下なぎさ線)には、そういった農地を防護する目的で高い堤防が構築され、生物や塩生植物の生息場所など、本来なぎさ線にあるべき生態系が失われている。

そこで、人工化された海岸線の前面に、潮間帯から潮上帯までの緩やかで連続した地形を持たせることによって、生物や塩生植物などの生息場所を復元し、失われた生態系を回復・保持させ、防護・環境・利用の調和の取れた海岸を創成する技術を確立することを目的として調査・研究を行っている。

(1) 横島なぎさ線

従来の高潮防災堤防前面には円弧すべりを防ぐために、押え盛石が施してある。本研究対象地は、石の代わりに砂を用いる「押え盛砂工」として、防災機能と生物生息機能を有する新しい海岸保全事業の開発を目指したなぎさ線である。

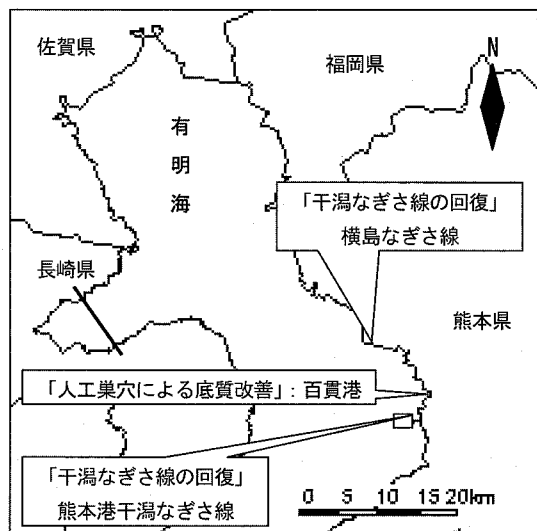


図-1 調査研究対象位置図

1 フェロー 工博 熊本大学教授
2 正会員 熊本大学 自然科学研究科 博士課程
3 正会員 博(工) 熊本大学 特定事業研究員
4 九州農政局 玉名横島海岸保全事業所
5 学生会員 熊本大学 自然科学研究科 修士課程

a) 概要

玉名横島堤防前面には消波ブロックが設置され、堤防から 35 m の区間に押え盛土工が敷設されている。この押え盛土工前面の標高 T.P-1.00 m に、幅 50 m × 奥行 15 m の石積み囲いを施し、1) 盛砂のみ、2) 下部を透過層にした盛砂工、の 2 区域を設け (図-2)、2002 年 9 月より地形、底質、底生生物の調査を定期的の実施して、底質環境の相違による生態系の回復・保持状況について調査を行った。なお、透過層は 13 mm~20 mm の碎石を T.P-0.50 m まで敷き均し、盛砂は中央粒径約 0.5 mm の砂を用いた。また、2003 年からは押え盛土工の前面に、連続した突堤を設置し、同様の調査・研究も実施している。

b) 地形と底質の経年変化

地形は、施行当初は平坦であった盛砂が、造成直後の台風 0215 号通過後に沖側砂止め石積み部で約 40 cm 侵食され、岸の消波ブロック側に移動堆積した。造成約 1 年後には地形変化は安定し、3 年が経過した現在でもほぼそのまま維持されており、透過層の有無で違いは見られなかった。底質の経年変化を泥分、有機物、酸化還元状態に着目してみると、含泥率は造成 2 年後まで 1.0 % 前後、3 年が経過しても 2.0 % 前後で泥分の堆積はほとんど見られず、透過層の有無で違いは見られなかった。強熱減量は造成直後から 2.0 % 前後で推移し、造成 3 年後もほとんど変化せず、透過層の有無で有機物の堆積に違いは見られなかった。硫化物は造成直後から 3 年後まで概ね計量下限値 0.005 mg/gdry 以下、ORP も 3 年後まで +380 mV 前後で推移して好気的な環境が維持されており、透過層の有無で違いは見られなかった。

c) 底生生物の経年変化

出現種数は、調査開始から 2003 年 6 月までは透過層の有無で大きな違いは無く 5 種前後であったが、それ以降は季節的な変動を伴いながら概ね 10~25 種と多くなり、透過層有で種数が多い傾向を示した (図-3)。主な出現種は、コケゴカイ、チロリなどのゴカイ類が主体と

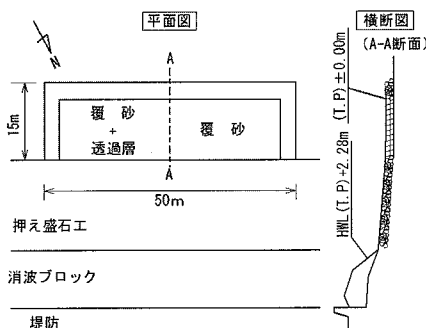


図-2 横島なぎさ線平面図及び横断面

なっており、次いでアサリ、ホトトギスガイなどの二枚貝類、サラサフジツボ、イソコブムシ属などのフジツボ類・その他の節足動物となっている。出現個体数は、出現種数の場合と同様に、2003 年 6 月までは透過層の有無によらず、概ね 200 個体/m²以下と少ないが、2003 年 9 月から 12 月までは概ね 3,000~4,000 個体/m²と非常に多く、それ以降は両区域とも減少しているが、透過層有のほうが 1,000 個体/m²以上保持されている (図-4)。

底生生物の種数、個体数ともに透過層を施した方で維持される結果が得られたのは、透過層を施すことで生物の生息場所の多様さが創生され、生物の種数、個体数の維持につながったと考えられる。

(2) 熊本港干潟なぎさ線

生物や塩生植物の分布は、地形条件を含めたさまざまな底質環境条件によって定められることは分かっているが、現在まで有明海の世界環境特性を考慮した実証試験は行われていない。本研究対象地は、生物や塩生植物な

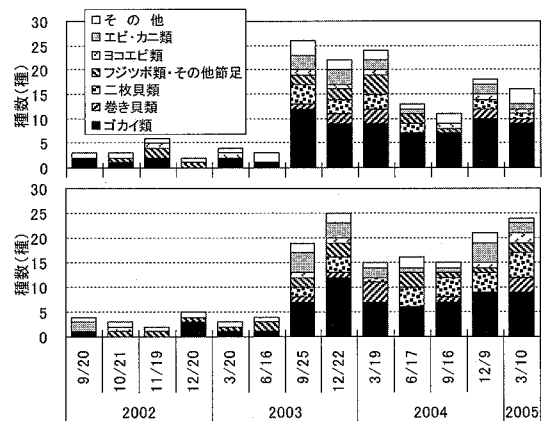


図-3 底生生物種数の変化 (上:透過層無,下:透過層有)

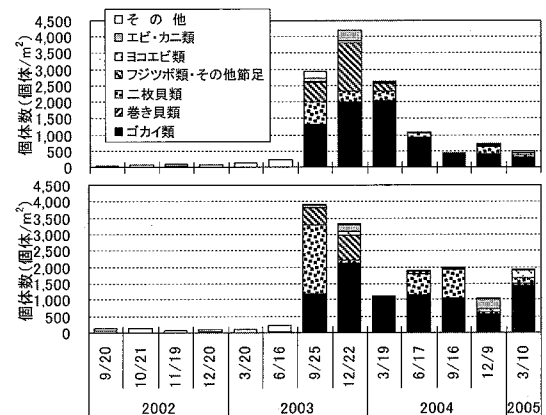


図-4 底生生物個体数の変化 (上:透過層無,下:透過層有)

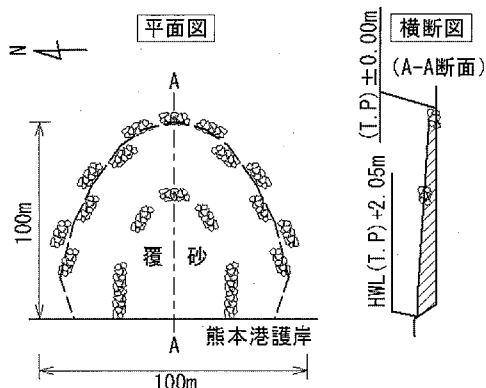


図-5 熊本港干潟なぎさ線平面図及び横断面

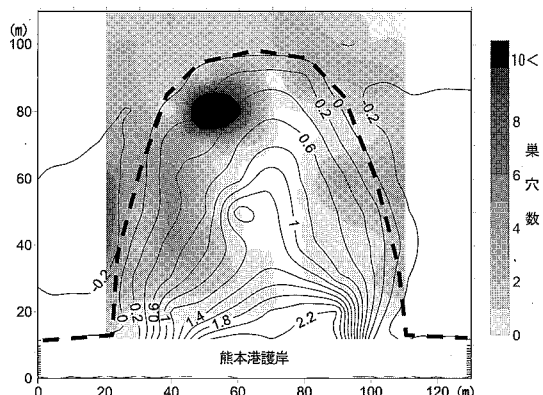


図-6 地盤高 (m) と底生生物巢穴の分布状況

どの生息場所を復元し、失われた生態系を回復・保持させることを主目的としたなぎさ線である。

a) 概要

広大な干潟上に、有明海の浚渫土を用いて建設された熊本港は、船舶が利用する岸壁を除いて、周囲を石積み護岸によって囲まれた人工島である。この熊本港の北東石積み護岸前面に、H.W.L.から現地盤のT.P. ± 0.00 mまで、自然干潟との連続した地形や生態系を創造するために、覆砂の流出を防ぐための潜堤を幅100 m $\times$ 奥行100 mの範囲にカテナリー曲線形に設定し、ちどり状に配置した(図-5)。また、潮上帯付近の覆砂の流出を防ぐために、護岸の前面に長さ約30 mの突堤を2本施し、中央部には生物の生息環境に多様性を持たせるための島堤が3箇所配置してある。なお、覆砂は中央粒径約0.9 mmの砂を用い、2005年10月の造成直後に、潮上帯付近に熊本県の沿岸域に自生している3種の塩生植物(ハママツナ、ホソバノハマアカザ、ハマサジ)の植栽を施した。

b) 研究経過

造成半年後、地形、底質に大きな変化は見られないものの、冬季にもかかわらず、ちどり状に配置した潜堤周辺では生物が確認され始め、2006年4月の定性調査では環形動物1種(ゴカイ, sp)、軟体動物5種(マテガイ、ムシロガイ等)、節足動物7種(コメツキガニ、チゴガニ等)の合計13種が確認された。これらの生物の一部は巢穴を形成していることから、その分布状況を把握するために、90 m $\times$ 100 mの面積を10 mメッシュで分割し、約100地点の巢穴数を20 cm $\times$ 20 cmのコドラートを設けてカウントした。部分的に10個以上の局所的に巢穴の多い地点がみられたものの、現地盤との境界であるT.P. ± 0.00 mからT.P. + 1.00 m付近で徐々に巢穴が形成され始めている(図-6)。現地盤とその境界ではヤマトオサガニのものと考えられる直径20 mm前後の巢穴が見られ、やや地盤の高い場所では1 mm程度

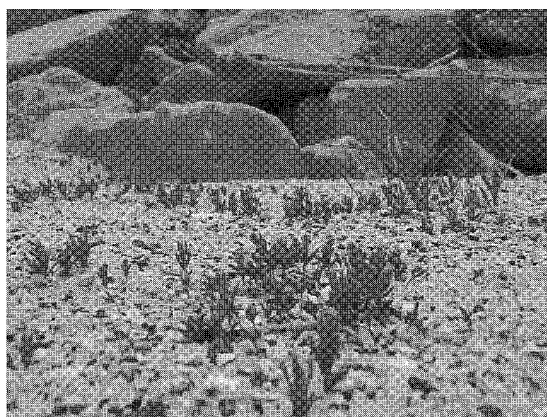


写真-1 ハママツナの新芽

の小さな巢穴が形成されており、北側で巢穴の形成が発達しているようである。これは、泥分の堆積や地下水位の影響などさまざまな要因が考えられるが、現在までの調査結果からは詳細は不明である。また、植栽した塩生植物は2006年4月に新芽が多数発芽してきており、これからの生育が期待される(写真-1)。

3. 人工巢穴による底質改善

近年、有明海や八代海などの閉鎖性水域では、流域の開発などによって、流入負荷の質や量に変化し、水質や底質が悪化することによる、悪循環に陥っていると懸念されている。そこで、水位差や潮流を利用して堆積物中に上層水を輸送する技術「人工巢穴」を現地に適用し、有機物分解の促進や底質を好酸化することによる、底質改善技術を確認することを目的とした現地実証試験を行っている。

(1) 人工巢穴の概要

本研究は現地実証試験であるため、形状及び大きさは現地への設置の容易さ、設置後の安定性を考慮し、直径

50 mm の塩ビ管を 50 cm×50 cm の正方形に組み、堆積物埋め込み部を 4 本連結させる形状とした。材質の違いによる底質改善効果を把握するために、堆積物埋め込み部の材質には既製品のドレーン管を 2 種類採用した。これらの形状、ドレーン管から、「ドレーンタイプ」、「MAX ドレーンタイプ」、MAX ドレーン管を U 字型に連結して横方向に海水を送り込む「U 字タイプ」の 3 タイプを製作した（写真-2）。また、海域に設置するものには、水圧だけでなく潮流によって、海水を堆積物中へ効率よく浸透させるために、入り口に L 字型のエルボーを取り付けた。

（2）現地実証試験概要

潮汐条件の違いによる底質改善効果を把握するために、潮汐の干満によって干出する干潟域と干出しない海域に人工巣穴を設置した。干潟域は生物が少なく、底質が悪化していると考えられる坪井川河口の北側に位置する、百貫港近傍の干潟、海域はその沖合に熊本県、地元漁協の協力を得て、2006 年 2 月に設置した。設置規模はドレーンタイプ及び MAX ドレーンタイプがそれぞれ 16 基、U 字タイプが 8 基で、それぞれ 0.5 m 間隔に配置されている。

底質改善効果を把握するための追跡調査は、底質と底生生物（マクロベントス）を対象として、設置前、設置 1 日後、設置 2 週間後に実施しており、今後は 3 ヶ月後、6 ヶ月後、9 ヶ月後に継続した調査を実施する予定である。調査分析項目を表-1 に示す。底質は各タイプの設置地点及び比較対象地点において表層（0~1 cm）と上層（7~13 cm）を分析試料として採泥し、底

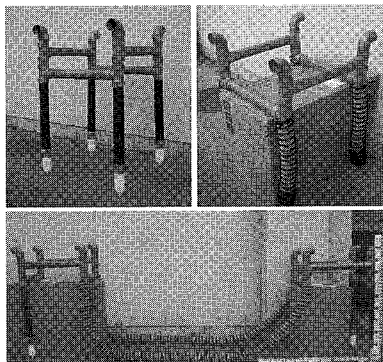


写真-2 人工巣穴(左上：ドレーンタイプ、右上：MAX ドレーンタイプ、下：U 字タイプ)

表-1 調査日及び調査項目

底質	調査日	設置前、設置 1 日後、2 週間後
	項目	pH、DO、ORP、含水率、強熱減量、硫化物、COD _{sed} 、T-N、T-P、粒度、泥温
底生生物	調査日	設置前、設置 1 日後、2 週間後
	項目	マクロベントスの種数、個体数

質の物理性状、有機物量、栄養塩、酸化還元状態の変化を調査した。底生生物も底質と同様の地点で採泥を行い、採泥試料を 1.0 mm 目の篩でふるい、残った底生生物を採集・分析し、種類数・個体数を調査した。なお、海域の採泥は採泥機を用い、干潟域の底質試料は直接採泥し、底生生物は 25 cm×25 cm のコドラートを用いて泥深 20 cm までを採泥した。

（3）追跡調査の経過

a) 底質調査

干潟域及び海域の表層における含泥率は、干潟域で増加、海域で減少傾向がみられた（図-7）。干潟域の増加は人工巣穴を設置した場所で干潟表面が洗掘され、干潮時に泥分が堆積しやすい環境ができ、海域では潮流によって常に洗掘される条件下にあるため、泥分が減少したものと考えられる。干潟域及び海域の上層における強熱減量は、設置 2 週間後に比較地点を含めた全地点で減少がみられることから、人工巣穴の設置による効果は定か

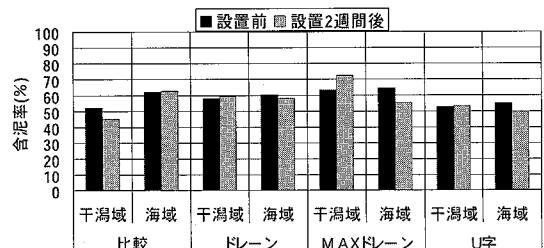


図-7 干潟域及び海域の表層における含泥率の変化

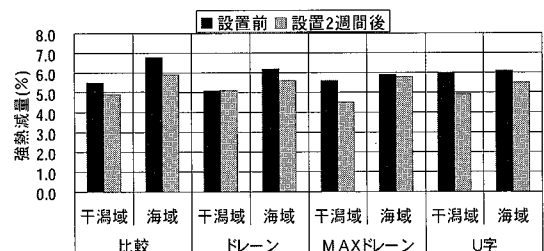


図-8 干潟域及び海域の上層における強熱減量の変化

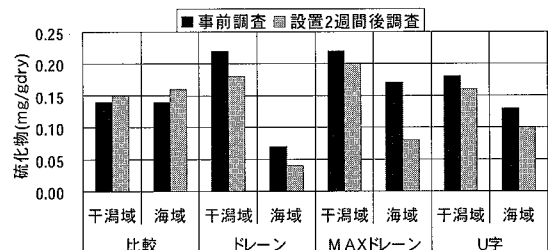


図-9 干潟域及び海域上層の硫化物の変化

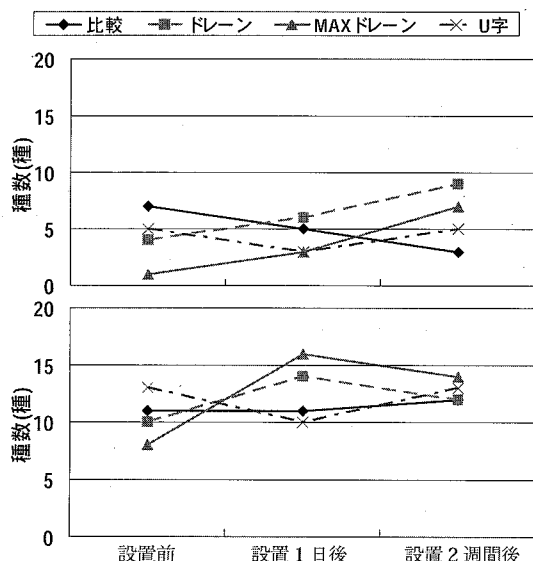


図-10 干潟域(上)及び海域(下)の底生生物種数の変化

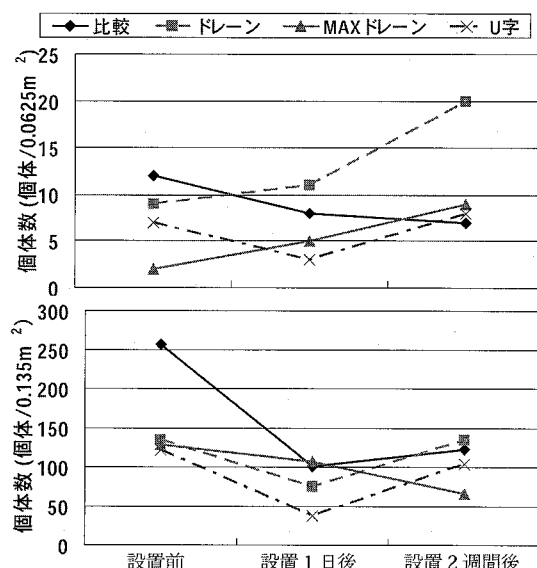


図-11 干潟域(上)及び海域(下)の底生生物個体数の変化

ではないが、今後の変化が期待できる (図-8)。干潟域及び海域の上層における硫化物は、設置2週間後に全ての設置地点で減少が見られる。これは、人工巣穴によって酸素を多く含んだ海水が底質内部に浸透し、還元的な環境が緩和されたものと考えられる (図-9)。

b) 底生生物調査

底生生物の種数及び個体数ともに比較地点が減少傾向にあるのに対し、人工巣穴の設置地点では増加する傾向がみられた (図-10, 11)。これは、硫化物の減少にみられる還元状態の緩和によって底生生物の生息環境が改善されたためと考えられる。また、設置した人工巣穴周辺に稚魚やカニが見受けられることから、人工巣穴が稚魚やカニの隠れ家となるような波及効果もうかがえる。

4. おわりに

有明海における干潟海域環境の回復・維持へ向けた対策工法の開発を目的として実証試験を行った。「干潟なぎさ線の回復」では底生生物の生息場所が回復され、透過層を施した方で生物種・個体数が維持されることが明らかとなった。また、覆砂の流出を防ぐための潜堤をちどりに配置することによって、自然干潟との連続性を保持させる新たな工法を用いることで、生物の定着を促すことが示唆された。「人工巣穴による底質改善」では人工巣穴設置箇所において、干潟域、海域ともに人工巣穴設置地点において、還元状態の緩和が確認され、底生生物の種類・個体の増加も見られることから底質環境が改善され、干潟海域環境の保全、改善効果が期待できる。

海岸線の人工化や底質の泥化による干潟環境悪化の回復・維持方策として実施中の新たな対策工法の有効性が認められ今後の効果が大きいと期待される結果が得られた。

なお、今回の調査・研究に際して、横島なぎさ線は農林水産省九州農政局玉名横島海岸保全事業所との共同研究のもとに実施されたものである。また、本研究の一部は、平成17年度文部科学省科学技術振興調整費重要課題解決型研究等の推進「有明海生物生息環境の俯瞰型再生と実証試験」の補助によるものであり記して謝意を表します。

参 考 文 献

- 田淵幹修・滝川清・外村隆臣(2001): 熊本県の海浜植物分布と海岸環境, 第9回地球環境シンポジウム, 土木学会地球環境委員会, pp. 33 - 40.
- 滝川清・古川憲治・鈴木敦巳・北園芳人・原田浩幸・田中健路・柿本竜治・山下隆男(2002): 有明・八代海沿岸域の自然環境評価と環境共生型社会基盤整備に関する研究, 平成10~13年度科学研究費補助金(基盤研究(A)(2))研究成果報告書, (課題番号10308026), 453p.
- 滝川清・田中健路・外村隆臣・増田龍哉・森岡三郎・酒井勝(2003): 有明海干潟環境改善へ向けた対策工とその効果, 海工論文集, 第50巻, pp. 1226-1230.
- 滝川清・増田龍哉・田中健路・弥富裕二(2004): 創生された人工干潟における環境変動のメカニズムに関する研究, 海工論文集, 第51巻, pp. 1201-1205.
- 滝川清・増田龍哉・森本剣太郎・田中健路・大久保貴仁・西原孝美・吉田秀樹(2005): 有明海干潟海域環境改善へ向けた泥質干潟耕耘の効果に関する研究, 海工論文集, 第52巻, pp. 1201-1205.