

有明海白川沖における過去 60 年間の環境変遷の特性

秋元和實¹・滝川 清²・西村啓介³
平城兼寿³・鳥井真之⁴・園田吉弘⁵

熊本港地先の白川沖における柱状堆積物試料の放射年代測定, 粒度・重鉱物・微化石・重金属・炭素窒素分析などをもとに, 近過去の環境変遷を明らかにし, 陸域ならびに海域で得られている各種環境測定の結果と比較検討して, 有明海の環境変化の原因の推定を試みた。解析の結果, 1966~1972 年に堆積物の供給が緑川から白川に変わり, 1960 年頃に海底への有機物付加が始まり, 1975 年頃に生活系窒素に伴い海水中の窒素が増加し, 1980 年頃に赤潮珪藻種が急増し, 1980 年代前半に二級河川の有機汚濁が極大に達し, 1978-1988 年には海底が嫌気的状况になった。堆積物に残された環境の記録を高精度解析することで, 海域環境の悪化が陸域における負荷の変遷と密接に関連していることを示す重大な根拠が得られた。

1. はじめに

有明・八代海における今日の環境悪化の原因分析と再生方策については, 海域全体の物理・化学的環境と生物生産過程を視野に入れた総合的取り組みが必要である。筆者らは, このような観点から, この海域の環境変動について気象・海象・地象の物理環境および生態環境にわたる総合的研究を推進し, 多くの研究成果をあげてきている。これまでに有明海の全域における底質調査(表層堆積物調査)を行い, 特に熊本沖における表層堆積物の分布特性と水塊構造との関連を調査報告してきている。

本研究では, 熊本港地先の白川沖における柱状堆積物試料の放射年代測定, 粒度・重鉱物・微化石・重金属・炭素窒素分析などをもとに, 近過去の環境変遷を明らかにし, 陸域ならびに海域で得られている各種環境測定の結果と比較検討して, 有明海の環境変化の原因の推定を試みた。

2. 調査内容

沿岸水と外海系水との境界において, 熊本市を流れる白川から碎屑粒子が供給され, 有機物が濃集する酸揮発性硫化物が多い地点(32°47'11.50"N, 130°32'50.89"E, 水深 8.9 m)において(図-1), 潜水によるアクリルパイプ(直径 10 cm, 長さ 60 cm)を用いて, 擾乱のない 3 本の柱状堆積物試料を採集した。

長さ約 40 cm の均質な泥は, 目視では生物擾乱が認められなかった。1 試料では, 表面から 1 cm 間隔に切り分け, ²¹⁰Pb 年代を測定し, および粒度, 重鉱物, 微化石(珪藻・底生有孔虫), 炭素窒素を分析した。他の

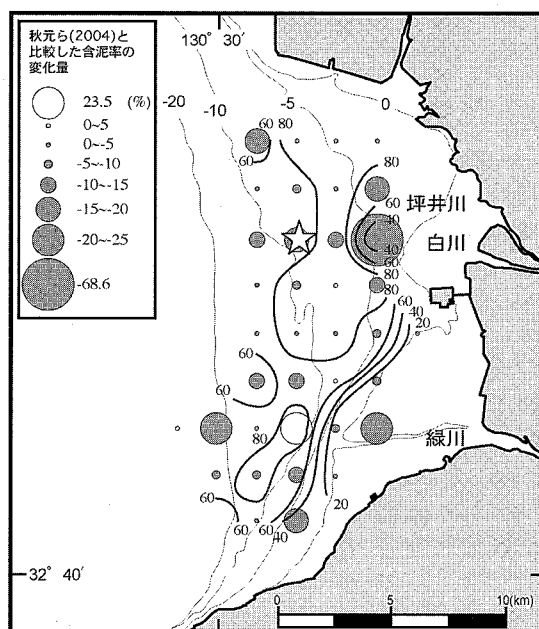


図-1 試料採集位置(☆)ならびに含泥率の分布と経年変化(滝川ら, 2005 に加筆)

2 試料では, 表面から 2 cm 間隔(表層のみ 4 cm)に, ¹³⁷Cs 年代測定および重金属分析を行った。なお, 放射年代測定はジオスペース・サイエンス社に, 重金属分析は熊本県薬剤師会に, 炭素窒素分析は熊本大学分析センターに依頼した。

3. 結果と考察

²¹⁰Pb 年代測定による堆積速度は 0.61 cm/年, ¹³⁷Cs 法によるそれは 0.73 cm/年以上と算出された。したがって, 粒度, 重鉱物, 微化石, 炭素窒素が変化した年代の推定には 0.61 cm/年を, 重金属のそれには 0.73 cm/年を用いた。

粒度組成を, レーザ回折/散乱式粒度分布測定装置(LA-920)で分析した(図-2)。底生生物の分布に関係

1 非会員 理博 熊本大学助教授 沿岸域センター
2 フェロー 工博 熊本大学教授 沿岸域センター
3 非会員 熊本大学大学院自然科学研究科
4 非会員 理博 地図システム研究所
5 非会員 アジアプランニング株式会社

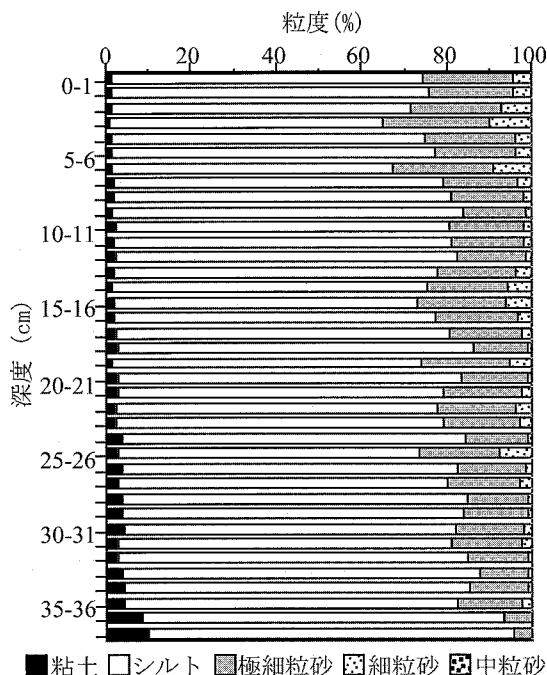


図-2 粒度組成の層位的分布

する主要な因子であるので、分析において塩酸および分散剤による処理を行っていない。砂の割合が基底（5%以下）から上方に徐々に増加（表層では25%）することから、この地点の底質は細粒化していない。

砕屑粒子の給源を考察するために、重鉱物（粒径63 μm 以上）の種類と比率を検討した（図-3）。表面から

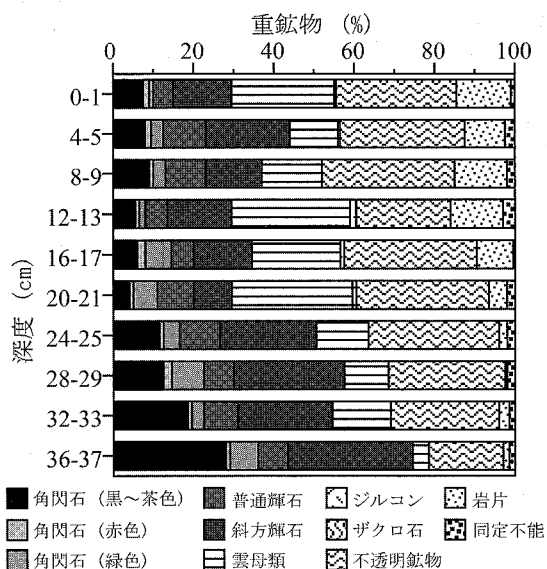
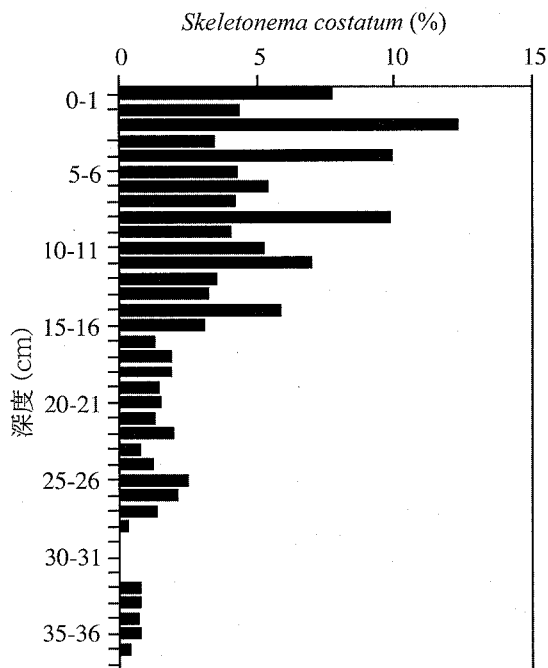


図-3 重鉱物組成の層位的変化

図-4 赤潮珪藻種 (*Skeletonema costatum*) の層位的変化

24-25 cm (1964-1966年) 以深では、緑川流域に広く分布する ASO-4 溶岩の鉱物組み合わせと類似する。深度20-21 cm (1970-1972年) 以浅のそれは、白川上流域に分布する安山岩あるいは玄武岩のそれに近似する。これらのことから、砕屑物の主要な給源が1966~1972年に緑川から白川へと変化した可能性が高い。粒度および重鉱物の結果は、砂の割合の変化が白川河口から西方において著しい（図-1）こととも良く一致する。

海水が富栄養化した年代を、珪藻化石を用いて推定した（図-4）。赤潮珪藻種 (*Skeletonema costatum* (Greville) Cleve) は、深度28 cm (1960年頃) に出現し、深度16 cm (1980年頃) に増加していた。このことから、1980年頃には富栄養化したと考えられる。この結果は、1963年まで本種が堆積物から産出せず（林, 1964）、1981年に海水1 l 中における細胞数が急増した後、高い値を維持している（図-5）ことと極めて良く一致している。また、熊本沖の珪藻赤潮の初出現（1988年）（有明海等環境情報・研究ネットワーク：<http://ay.fish-jfrca.jp/ariake/>）より約8年早いことも示唆している。加えて、深度18-19 cm (1975年頃) において、窒素量が急増している（図-5）。この変化は、白川および緑川で生活系窒素が、1974年と1979年の間で増加したと矛盾しない（環境省, 2006）。したがって、1975年頃の生活系窒素の増加により、5年後には珪藻赤潮の発生に十分な *S. costatum* が分布していたと判断さ

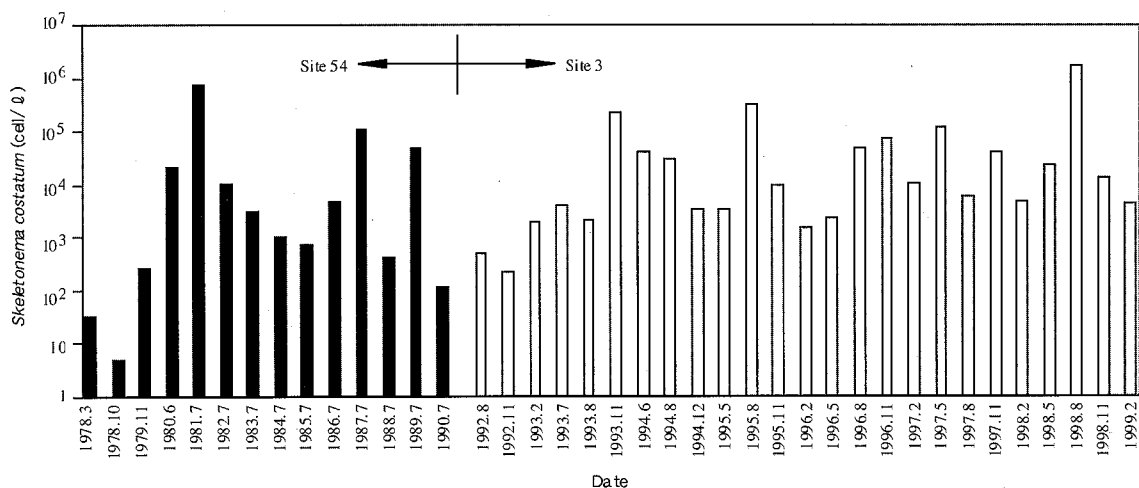


図-5 海水1ℓ中の *S. costatum* の細胞数 (熊本開発研究センター, 1978-1998より作成)

れる。

底層の嫌気的環境の形成時期を、底生有孔虫化石を用いて推定した (図-7)。深度 25-26 cm (1960 年代前半) 以浅では, *Elphidium somaense* Takayanagi および *Trochammina cf. hadai* Uchio が優勢になる。両種は、潮目において、有機物が付加する環境に生息する (田中ら, 2005)。 *S. costatum* の増加も考慮すると、1960 年

代前半には、現在と同じ環境になったと推定される。深度 10-16 cm (1978-1988 年) には、有機水銀の分布と相関が高いとされた *Bulimina denutata* Cushman (大木ら, 2001) が多産している。重金属 (鉄, マンガン, ニッケル, コバルト, 鉛, 亜鉛, 銅) も、深度 22-24 cm (1972-1975年) から増加し、深度 14-16 cm (1983-1986 年) で極大になる (図-8)。

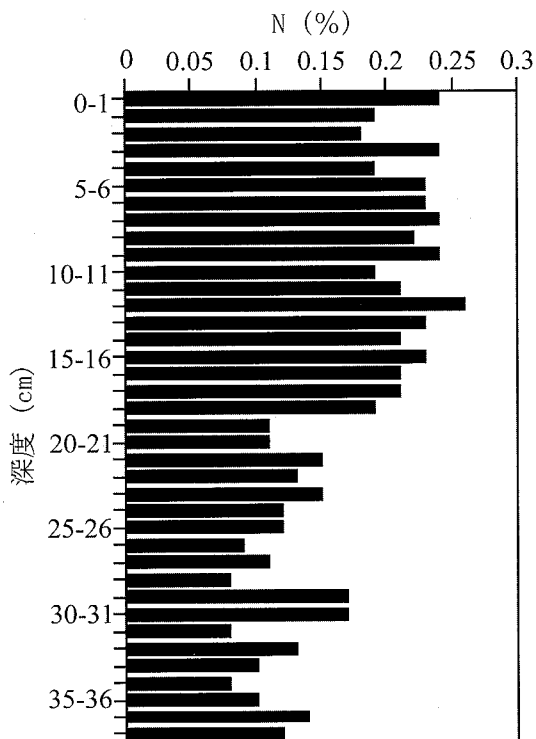


図-6 窒素量の層位的変化

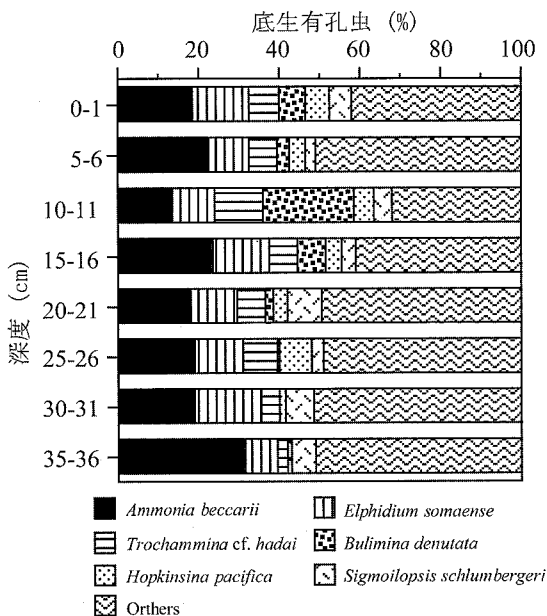


図-7 底生有孔虫の層位的変化

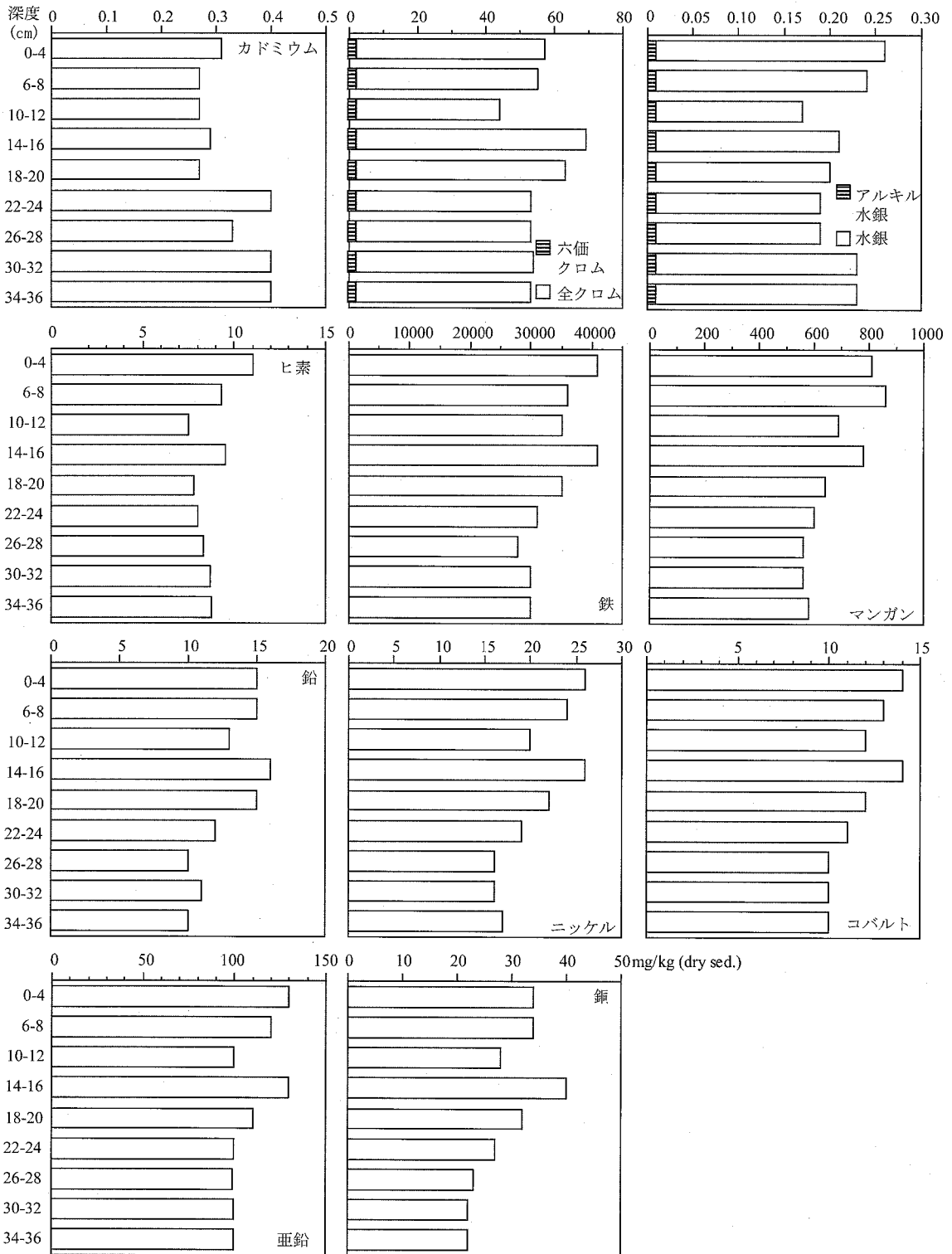


図-8 重金属の層的变化。横軸は堆積物乾燥重量 1kg 中の濃度を、縦軸は表面からの深さを表す。

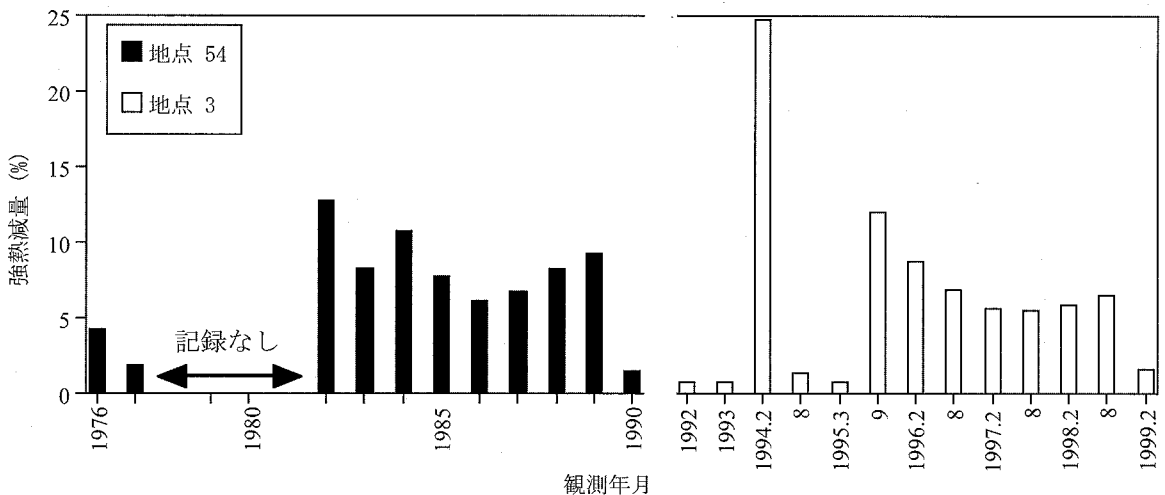


図-9 表層堆積物の強熱減量の変化（熊本開発研究センター，1978-1998 より作成）

しかしながら、水銀の変化と本種のそれは一致しない。一方、堆積物中の水銀濃度と炭素量は高い相関関係にある（中田ら，2006）。近傍で採集された表層堆積物の強熱減量においても、1977年から1982年の間で急増している（図-9）。これらのことは、1978年～1988年には海底に現在より多量の有機物が付加していたとする推定と矛盾しない。この有機物付加の極大は、白川河口北に流出する二級河川（坪井川）におけるBODの極大とも一致する。したがって、有機物付加は、1960年頃に始まり、1980年代前半が極大と推定される。

4. おわりに

白川河口沖の有明海において、1966～1972年に堆積物の供給が緑川から白川に変わり、1960年頃に海底への有機物の付加が始まり、1975年頃に生活系窒素に伴い海水中の窒素が増加し、1980年頃に赤潮珪藻種が急増し、1980年代前半に二級河川の有機汚濁が極大に達し、1978-1988年には海底が嫌氣的状況になった。復元された変遷史から、堆積物に残された海域環境の記録を

高精度解析することで、海域環境の悪化が陸域における負荷の変遷と密接に関連していることを示す重大な根拠が得られた。

参 考 文 献

- 林 行敏(1964)：有明海底の珪藻群集。地質学雑誌，第70巻，pp. 66-71.
- 環境省(2006)：第16回有明海・八代海総合調査評価委員会資料，pp. 1-8.
- 熊本開発研究センター(1978-1998)：熊本港周辺海域干潟生物調査。
- 中田晴彦・島田秀昭・安武 章・秋元和實・滝川清(2006)：八代海における化学汚染の現状解析～八代海北部の底質中重金属について～。月刊海洋，第38巻，pp. 131-136.
- 大木公彦・内田かおり・入江美春(2001)：水俣湾沖の水銀汚染と底生有孔虫群集の垂直変化。月刊海洋，第33巻，pp. 414-419.
- 滝川 清・秋元和實・平城兼寿・田中正和・西村啓介・島崎英行・渡辺 枢(2005)：有明海熊本沖の水塊構造と表層堆積物分布特性。海岸工学論文集，第52巻，pp. 956-960.
- 田中正和・秋元和實・滝川 清(2005)：有機物付加の指標としての底生有孔虫 *Trochammina cf. hadai* Uchio). 月刊海洋，第37巻，pp. 821-826.