

大規模砂浜を有する沿岸域の土砂管理

SEDIMENTATION CONTROL OF COASTAL ZONE WITH LARGE - SCALE SANDY BEACH

山本吉道¹・河合恭平²・高野哲男³

Yosimichi Yamamoto, Kyouhei Kawai, Tetsuo Takano

¹正会員 博(工) 東海大学教授 工学部土木工学科 (〒259-1292 神奈川県平塚市北金目1-1-7 番地)

² 東海大学大学院 工学研究科 (〒259-1292 神奈川県平塚市北金目1-1-7 番地)

³ 石川県土木部河川課 前課長 (〒920-8580 石川県金沢市鞍月1丁目1 番地)

In this research, the Ishikawa-ken area of Kaetsu coastal zone and Enshu-nada coastal zone are selected as the coastal zone where a large-scale sandy beach is left, and sedimentation control of those zones is examined in order to recover the continuity of overall movement of earth and sand, and the following plans are proposed:

- 1) An efficient countermeasure based on sand recycling by shipping and natural carrying system due to waves and currents in the Ishikawa-ken area of Kaetsu coastal zone.
- 2) An effective countermeasure based on natural carrying power due to Tenryu river flow and a sand bypass by trucking for short distance in Enshu-nada coastal zone.

Key Words : Sedimentation control, coastal zone, large-scale sandy beach

1. はじめに

侵食海岸だけの構造物を主体とした対策を考えていたのでは、十分な海岸保全対策にならないことが専門家間で常識となつてから久しいが、他管理機関との協力や柔軟な対策立案を促進する行政システムが十分に機能していない。そのため他管理機関との連携が不十分で、かつ、構造物を主体とした対策がまだ幅を利かしているようである。

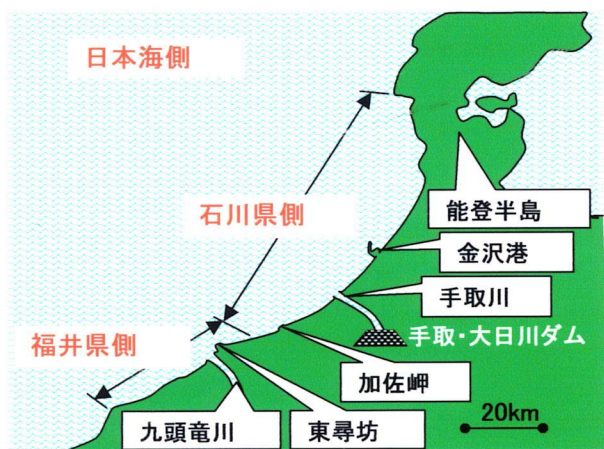


図-1 加越沿岸の説明図

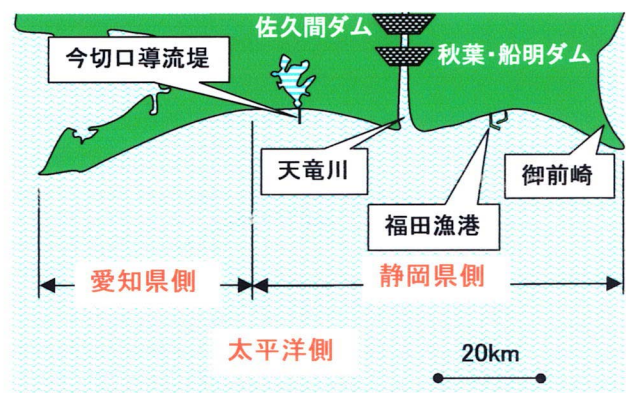


図-2 遠州灘沿岸の説明図

著者らは、大規模砂浜が残っている沿岸域として、加越沿岸石川県域(図-1)と遠州灘沿岸静岡県域(図-2)を選び、総合的な土砂移動の連続性の回復を主体とした土砂管理について検討し、国土保全に資したい。

2. 加越沿岸域での検討

(1) 土砂収支の検討法

表-1 手取川生産土砂量算定表

難波・川口	手取川全域	起伏量(m)	降雨量(100mm)	森林面積率(%)	領域面積(ha)	領域全体生産土砂量 (m ³ /year)
		340	2,453	93	64,000~80,000	711,000~889,000
	手取川中下流域	起伏量(m)	降雨量(100mm)	森林面積率(%)	領域面積(ha)	領域全体生産土砂量 (m ³ /year)
	山岳部	220	2,453	93	18,000	190,000
	平野部	40	2,453	16	12,000	117,000
村野	手取川中下流域	流域面積(km ²)	平均降雨量(mm)	流域平均高度(m)	起伏量(-)	領域全体生産土砂量 (m ³ /year)
	山岳部	180	2,949.42	204	0.02	261,000
	平野部	120	2,313.42	49	0.01	17,000

漂砂移動の外力となる波浪・流況特性を石川県河川課資料から、過去の漂砂移動・土砂収支(ダム堆砂, 侵食量, 浚渫量等)特性を藤¹⁾, 石田²⁾, 佐藤³⁾, 田中^{4), 5)}, 宇多^{6), 7)}, 由比⁸⁾などから把握した。また, 侵食状況確認のために1999年冬と2005年夏に現地踏査したが, 小松・片山津海岸の侵食傾向確認のため, 石川県河川課が所有する戦後の空中写真に, 1994~2002年の約10年分を追加入手して, また, 宇ノ気・内灘海岸以北の1984~2002年の約20年分も追加入手して, 海浜侵食面積の経年変化量を求め, これに旧建設省河川局海岸課⁹⁾による漂砂の移動高(11m)をかけることによって, 各海岸の侵食土砂量の年平均値を推定した(図-3)。また, 主要河川である手取川の生産土砂量を難波・川口の式¹⁰⁾, 村野¹¹⁾および田中の図¹¹⁾から試算した。

(2) 土砂収支検討の結果

a) 海岸侵食は, 海岸への供給土砂量と流失土砂量との不均衡によって生じる。供給源の中で主要なものに河川からの流出土砂があり, 加越沿岸石川県側では唯一の大河として手取川が挙げられ, 生産土砂量を試算すると, 表-1より約70万~90万m³/年であった。砂利採取が禁止される1991年以前の年平均採取量は県への届出量で約25万m³, 実際には倍程度採取していた痕跡がある。また, 金沢河川国道事務所のホームページ公開記録によると1968年完成の大日川ダムの堆砂量は少なく, 1980年完成の手取ダムの年平均堆砂量は約40万m³(田中の算定図によると約45万m³)である。したがって, 手取ダム完成以降の手取川から海岸への砂供給量は

ほぼゼロであったと推定できる。そして, 1947年以降1991年までの本沿岸域での侵食量は, 図-4に示すように約53万m³/年であり, 砂利採取量とダム堆砂量の和に比較的近く, 手取川からの供給土砂量がほぼゼロになったことが侵食の主原因だと考えて矛盾しない。

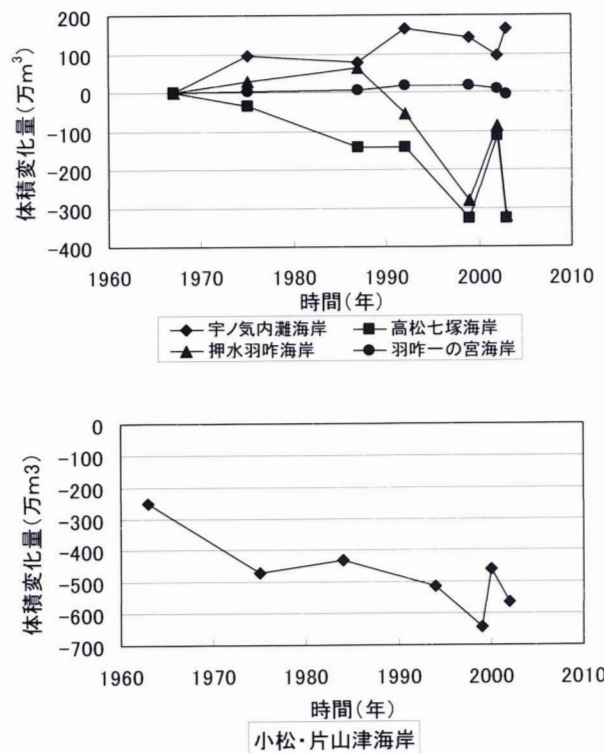


図-3 石川県加越沿岸の土砂変化量図

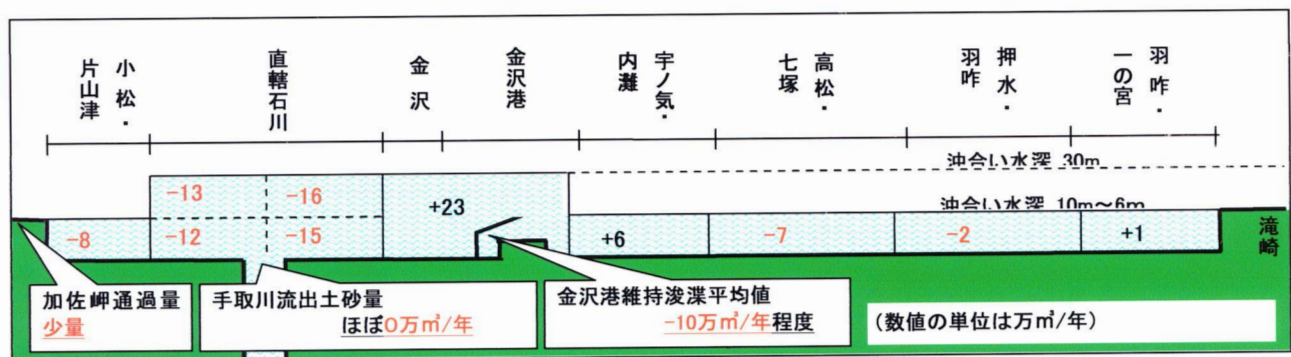
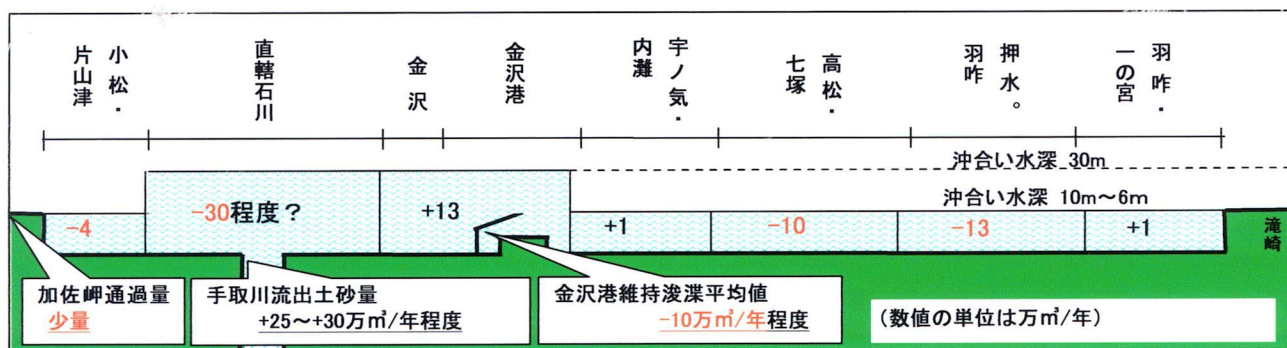


図-4 加越沿岸石川県側土砂収支(1947年~1991年)



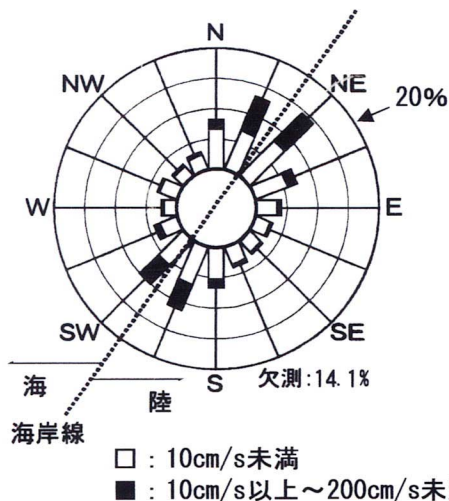


図-6 流況の方向別出現頻度（徳光観測所H7～H16年）

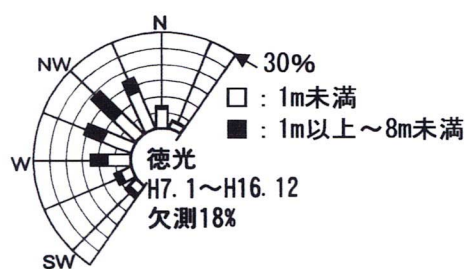


図-7(a) 波向別波高出現頻度（通年）
（徳光観測所H7～H16）

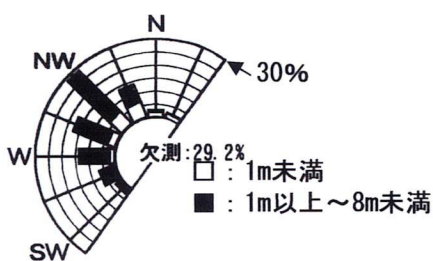


図-7(b) 波向別波高出現頻度（冬季）
（徳光観測所H7～H16）

3. 遠州灘沿岸での検討

(1) 土砂収支の検討法

表-2 天竜川生産土砂量算定図

難波・川口	天竜川中下流域	起伏量(m)	降雨量(100mm)	森林面積率(%)	領域面積(ha)	領域全体生産土砂量(m ³ /year)
	山岳部	180	2,104	85	26,000	243,000
	平野部	20	2,104	8	3,000	26,000
村野	天竜川中下流域	流域面積(km ²)	平均降雨量(mm)	流域平均高度(m)	起伏量(-)	領域全体生産土砂量(m ³ /year)
	山岳部	260	2,184.5	208	0.023	294,000
	平野部	30	2,184.5	40	0.0042	2,000

自然外力を静岡県河川海岸企画室¹³⁾または愛知県河川課¹⁴⁾から、過去の漂砂移動・土砂収支特性を静岡県¹³⁾、河田ら¹⁵⁾、青木ら¹⁷⁾、伊藤ら¹⁸⁾、服部ら¹⁹⁾、栗山ら²⁰⁾、長嶋ら²¹⁾から把握した。また、侵食状況確認のために1995年夏と2003年冬に現地踏査を試みた。さらに、2007年9月に現地踏査を試み、現在の侵食傾向を確認すると共に、福田漁港周辺～新井海岸の1984年～2005年の土砂変化量の年平均値を、空中写真から読み取った汀線変化データに漂砂移動高(9m)をかけることによって算出した。また、主要河川である天竜川の生産土砂量を前述の式から試算した。

(2) 土砂収支検討の結果

a) 唯一の大河である天竜川の中流にある佐久間ダムと秋葉ダム（最下流は船明ダムであるが、ここでは堆砂がほとんど生じない）では、貯水量確保のため、近年の記録によると約63万m³/年もの土砂を湖外搬出しており、佐久間ダムより上流域の生産土砂量を田中の式から求めた約65万m³/年と比較すれば、ダムから下流域への流出土砂量はほぼ0であると考えられる。そして、貯水量確保のためだけであれば、この湖外搬出量は合目的であると言える。秋葉ダムより下流域での流出土砂量を試算すると、表-2より約27～30万m³/年となるが、本下流域の1981年以降の骨材採取量約25万m³/年とほぼ一致している。これが、20年以上もの間の本砂利採取を可能にした理由であろう。とにかく、天竜川河口からの流出土砂量はゼロと見なして良いようである。ダム建設以前に大量に流出した土砂は河口テラスを形成していたが、下流域での砂利採取が明らかである1970年以降は、この河口テラスが沿岸漂砂の主な供給源になっていたと推定できる。沿岸漂砂の顕著な移動限界水深(=10m)以浅の河口テラスの体積を河口部の侵食量で割れば、1970年以降の約60年で河口テラスが消失してしまう可能性のあることが判った。

b) 図-9の数値は、新居海岸から福田海岸の土砂変化量については、図-8に示す1984年～2005年間の空中写真から読み取った汀線変化データに、旧建設省河川局海岸課⁹⁾による漂砂移動高(9m)を掛けて求めた値であり、愛知県の海岸、福田漁港および浅羽・大須賀海岸の土砂変化量は、静岡県河川海岸企画室資料による値である。なお、静岡県は、中田島

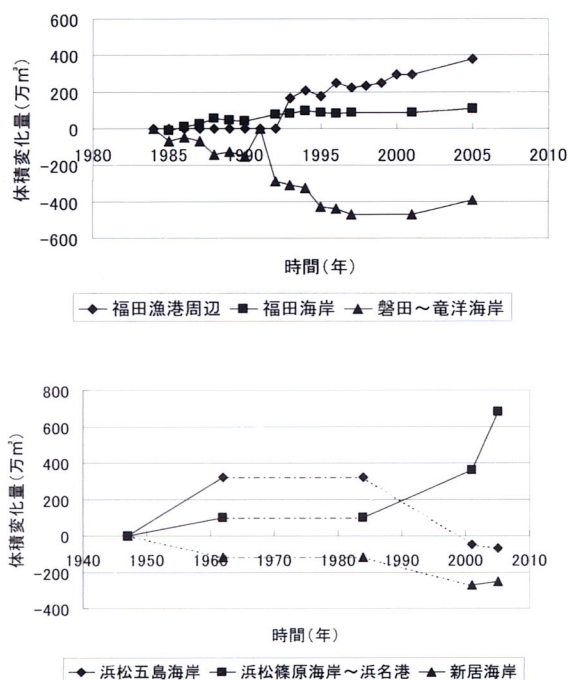


図-8 静岡県遠州灘沿岸の土砂変化量図

砂丘前面で2003年と2004年に各々5,700m³, 9万m³, 五島海岸で2005年に5万m³の養浜を実施している。

本図から、現在は河口テラスとその周辺海岸が主な土砂供給源になっており、この海岸域の砂分が消失してしまうと、今切口導流堤と福田漁港の各下手側海岸へのサンド・バイパスによる侵食防止が出来なくなる。本図より今切口導流堤と福田漁港の各上流側での堆積部漂砂量は合わせて約50万m³/年と推定できるので、天竜川から最低50万m³/年の土砂輸送が必要と考えられる。なお、竜洋海岸と浜松海岸の侵食量は約44万m³/年であるが、汀線部は離岸堤群完成によって安定化しており、沖合いの侵食は移動限界水深に達すれば止まるはずであるから、数十年後に侵食量はゼロへ近づくと思なせる。

(3) 対策法の提案

侵食が今後進む今切口導流堤西側海岸と福田漁港東側海岸について、

a) 離岸堤群（設置水深 5～6m程度）を設置する場合のコストは約 2,800 億円（=600 万円/m×約

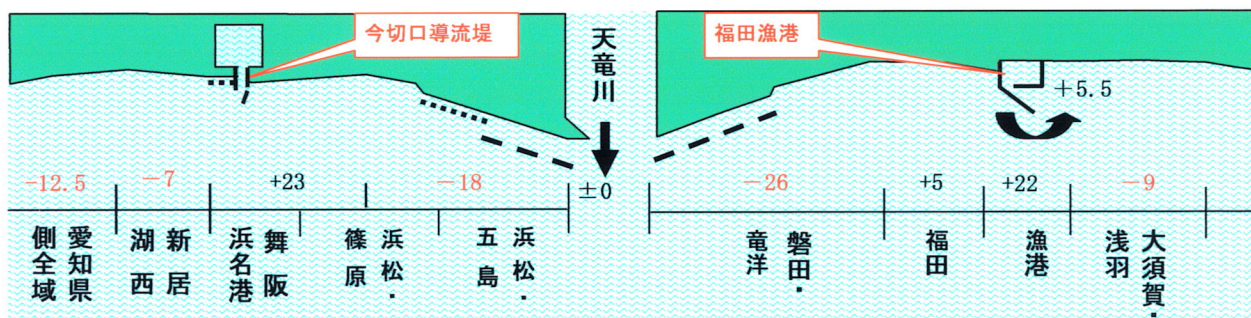


図-9 遠州灘沿岸の土砂収支

70kmの2/3) となり、論外である。

b) 堆砂で困っている佐久間ダムと秋葉ダムから侵食海岸まで土砂をトラック輸送した場合の 30 年間コストは約 1,125 億円（=約 50 万m³/年×30 年×7,500 円）である。

c) この土砂輸送をパイプラインによる場合の建設と 30 年間運営の総コストは約 720 億円（=パイプライン建設費約 60,000m×20 万円+ポンプステーション 30 基×約 20 億円）と、まだコストが高すぎる。

d) 長期的に実施可能な有力な方法は、天竜川下流部の骨材採取を原則禁止し、土砂供給不足量を上記ダムからの排砂、骨材供給不足量を上記ダムからの採取で賄うことである。排砂ゲートを建設するのに、最悪を想定して小規模ダム建設相当の費用を考え約 250 億円、そしてダム下流域で、約 50 万m³の土砂が溜まってはいけな箇所、全て溜まってしまおうという、最悪想定をして、堆砂箇所から 20km 以内の下流に全排砂をトラック輸送した場合の 30 年間コストは約 335 億円（=約 50 万m³/年×30 年×2,250 円）、両者の合計は約 585 億円である。ただし、天竜川下流部河道内での土砂の過剰堆積箇所の把握、各管理者や砂利採取業者間の調整などが必要になる。

4. 主要なまとめ

加越沿岸石川県域では、船などによるサンド・リサイクルをベースに、自然外力である流況・波浪を有効に使う方法を提案できた。遠州灘沿岸では、土砂の河川流による自然流下と、トラックによる短距離サンド・バイパスを、組み合わせた総合土砂管理法を提案できた。

謝辞：本研究のために、遠州灘沿岸の各種資料を提供して下さいました静岡県土木部河川海岸企画室の方々に感謝の意を表します。また、東海大学の 2007 年度卒業研究生の妹背努君、福波圭介君、川嶋亘君にデータ解析、作図で多大な助力を頂いた。彼らに対して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 藤則雄：能登・加賀海岸の海浜堆積物の供給と漂移，金沢大学日本海域研究所報告第2号，pp. 1-27，1970.
- 2) 石田啓，高瀬信忠，長原久克，浦良一：渚ドライブウェーを有する千里浜海岸の現況と侵食対策，第31回海講，pp. 355-359，1984.
- 3) 佐藤慎司：強風と高波により発達する沿岸域の大規模流れに関する研究，海岸工学論文集第43巻，pp. 356-360，1996.
- 4) 田中茂信，佐藤慎司，川岸眞一，石川俊之，山本吉道：石川海岸の沖合いにおける漂砂機構，海岸工学論文集第43巻，pp. 551-555，1996.
- 5) 田中茂信，佐藤慎司，川岸眞一，石川俊之，山本吉道，浅野剛：石川海岸における漂砂機構，海岸工学論文集第44巻，pp. 661-665，1997.
- 6) 宇多高明，古池鋼，芹沢真澄，三波俊郎，清野聡子，渡辺宗介：石川県片野・塩屋海岸の海浜・砂丘地の変遷とその変形機構，海洋開発論文集第17巻，pp. 565-570，2001.
- 7) 宇多高明，弘田英人，三波俊郎：郷土史に基づく南部石川海岸の侵食原因調査，海洋開発論文集第17巻，pp. 571-575，2001.
- 8) 由比政年，石田啓，山田文彦：手取川河口周辺における海底地形の長期変動に対する河川土砂管理の影響，海岸工学論文集第52巻，pp. 616-620，2005.
- 9) 建設省河川局海岸課：海岸保全計画の手引き，p. 106，(社)全国河川局海岸課発行，1994.
- 10) 水理委員会：水理公式集 昭和60年版，pp. 242-244，(社)土木学会発行
- 11) 水理委員会：水理公式集 昭和46年改訂版，pp. 134-135，(社)土木学会出版
- 12) 財務省：減価償却資産の耐用年数等に関する省令，2007(最終修正年).
- 13) 静岡県海岸保全基本計画検討委員会：遠州灘沿岸海岸保全基本計画，115p，2003.
- 14) 愛知県河川課：WEB 上公開資料遠州灘沿岸海岸保全基本計画参考資料.
- 15) 河田恵昭，井上雅夫，植本実，丸谷正，石川真紀子：海浜過程に及ぼすダム堆砂の影響—天竜川水系を対象として—，海岸工学論文集第44巻，pp. 606-610，1997.
- 16) 河田恵昭，植本実：天竜川・遠州海岸系の海浜過程について，海岸工学論文集第45巻，pp. 616-620，1998.
- 17) 青木伸一，真田誠至，歌津宏康：天竜川以西の遠州海岸の汀線変化と沿岸漂砂量分布の推算，海岸工学論文集第46巻，pp. 661-665，1999.
- 18) 伊藤政博，伊藤仁士：浸食・堆積域の伝播に対する構造物の阻止効果—遠州海岸を対象にして—，海岸工学論文集第46巻，pp. 681-685，1999.
- 19) 服部千佳志，板生孝司，寺田利博，片野明良，黒木敬司：遠州・駿河海岸の広域土砂収支，海岸工学論文集第48巻，pp. 611-615，2001.
- 20) 栗山義昭，内山雄介，中村聡志，永江友和：導流堤を有する浜名湖今切口周辺海岸の地形変化，土木学会論文集No.726/II-62，pp. 109-120，2003.
- 21) 長島郁夫，岩崎伸昭，宇多高明，有村盾一：遠州灘海岸の天竜川河口の侵食実態，海岸工学論文集第52巻，pp. 596-600，2005.