

平成 21 年 4 月 30 日現在

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2005～2008

課題番号：17360230

研究課題名（和文） 河口開口部制御のための地形平衡理論の展開

研究課題名（英文） Development of the morphological equilibrium conditions for the river mouth management

研究代表者

真野 明 (MANO AKIRA)

東北大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：50111258

研究成果の概要：

河口砂州の管理の指針として使えるよう、Mano ら(2001)が導出した、河口砂州の地形平衡条件を汎用化・高度化させたものである。河口砂州内の浸透の影響や、構造物に沿岸漂砂遮断の影響を実測および理論的に検討して定量化し、地形平衡条件を高度化した。さらに、洪水による砂州のフラッシュの過程、平水時における岸向き土砂輸送を測定し、地形平衡条件における岸沖漂砂の影響を評価した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	3,900,000	0	3,900,000
2006年度	3,700,000	0	3,700,000
2007年度	3,700,000	1,110,000	4,810,000
2008年度	3,600,000	1,080,000	4,680,000
年度			
総計	14,900,000	2,190,000	17,090,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・水工学水理学

キーワード：河口砂州、沿岸漂砂、地形平衡、河口維持

1. 研究開始当初の背景

河口開口部に堆積する沿岸漂砂と、河口を出入りする河川流や潮汐流による排砂が平衡するとき、開口部は定常状態に達する。Suprijo and Mano(2001)は世界で初めて、波浪、河川流量、潮汐流量の3つの外力下で決まる平衡開口幅を解析的に求めた。この解析では、各外力の作用を最低次の近似で表現することにより、2個の無次元パラメータを指

定するだけで、世界中の砂州に開口する河口や潟湖入口水路の平衡幅が表現できる包括性を有している。本研究は、これに研究目的で述べた各高次の効果を含めて発展させ、河口制御のための実用性をも具現させようとするもので、このような試みは他に無く最先端を切り拓くものであると言える。

2. 研究の目的

砂浜に開口する河口には、沿岸漂砂が堆積して砂州が発達し開口部が狭窄化するため、河口の適正な維持管理が重要課題の一つであるが、その理論的な体系は未開発である。本研究は、地形平衡理論に、エネルギー損失特性、河口断面形状特性、底面応答特性、河口バイパス特性、構造物による土砂制御特性などの特性を組み込んで展開し、もって河口地形制御のための理論的な体系を整備することを研究目的とする。

3. 研究の方法

本研究には、6つの分担課題、すなわち1) 底面応答特性、2) エネルギー損失特性、3) 断面形状特性、4) バイパス特性、5) 人工リーフによる制御特性、6) 突堤による制御特性の解明がある。研究分担者は、各課題の現地観測や数値実験などを通して機構解明を行い、それを表現する簡潔な力学的モデルを構築する。次に、各力学モデルを河口開口部の地形を決める平衡理論に組み込み、平衡理論を展開高度化する。観測から平衡理論への組み込みに至る研究過程は年次計画で順次進行させ、最終年度は平衡理論の完成に重点を置く。

平衡理論への組み込みは、各研究分担者が行うが、理論の近似度や表現など全体のバランスをとる必要があり研究代表者が調整を図る。

分担課題のうち主に自然現象の機構解明を行うものと、河口構造物の影響評価を行うものの2種類がある。各分担課題間の直接の情報交換を表している。例えば、底面応答特性は断面形状特性と密接に関係するので、観測データの情報交換やモデル化にあたっての意見交換を行う。情報交換は電子メールの他、全員で集まる研究打ち合わせ会を利用する。また定例の河口研究会に研究経過を報告し、全国の河口研究者と議論することにより、研究の進展をチェックする。

4. 研究成果

田中は、河口閉塞位置のモニタリングと砂州内浸透流の観測を行った。宮城県七北田川の河口を対象として、画像計測による短時間間隔の地形変化を測定しその特性を明らかにした。また、河口位置を予測する数値モデルを開発し、実測値との比較によりモデルの妥当性を検証した。この中で特に、地形平衡条件に関わる重要な係数である、流れによる河口土砂排除の効率係数、沿岸漂砂および岸沖漂砂の河口への持ち込み効率係数を、七北田川、阿武隈川、鮫川について調べ、その値域を明らかにした。また、河口砂州の中を流れる浸透流を測定し、ダルシー則により、予測可能であることを明らかにした。これは、特に河口が砂州の発達により閉塞気味となるときには、砂州内外の水位差がついて、浸透流が増加し、河口維持に使われる流量が減少することから、平衡条件に影響する重要な要因である。

佐々木は、岩木川河口地形の歴史的な変遷をしらべその変化特性を明らかにした。1918年から1930年の古い河口地形の図面を調べた。またこのときに天気図から、海象を推定し、波向きや波エネルギーフラックスを算定し、河口地形位置の変化を予測し、地形図に示された河口閉塞の要因を明らかにした。

伊福は、河口地形と流速の鉛直分布を同時に精度良く測定する、計測システムを開発した。ADP（超音波ドップラー流速計）、RTP-GPSを用いて、これを可能としたものであり、肱川河口に適用し、詳細な地形変化特性を明らかにした。洪水により、河口周辺の地形がフラッシュされて、河口テラス周辺まで土砂が輸送され、冬季の季節風による波浪によって、今度は逆に、河口テラス付近の土砂が岸に運ばれ、砂州の発達を促す一連の過程が詳細に

捉えられ、土砂が循環していることが示された。また、河口テラス地形が潜堤の役割をし、河口砂州の発達に大きく影響していることが明にされた。

南は、土砂輸送の制御を目的とする人工リーフ周辺の土砂輸送を予測する数値モデルを開発した。ブシネスク方程式を使って、砕波帯を含む波浪場を計算し、掃流砂と浮遊砂の形態の土砂輸送計算を組み込んだ数値モデルを開発した。現地観測の結果や室内実験の結果を用いて、数値モデルの妥当性を検証し、構造物周辺の土砂輸送特性を明らかにした。特に砕波点付近に設置する、人工リーフでは、土砂輸送形態は浮遊砂が卓越することを指摘している。

真野は、土砂輸送制御のもう一つの代表的な構造物である突堤やヘッドランド周辺の土砂輸送場を予測する数値モデルを開発し、これを仙台湾南部海岸に適用して、モデルの妥当性を検証し、土砂輸送特性を明らかにした。この海岸では、砕波点の沖合いまで延びる、200mのヘッドランドと暫定施工の100mのヘッドランドが併設されているが、前者では沿岸漂砂の大部分が遮断されているのに対して、後者ではバイパスする分が多いことが計算により明らかにされた。

また、河口砂州内の浸透流を考慮した砂州地形の平衡条件を理論的に導き、河口閉塞気味の条件で浸透流が閉塞を助長することを確認した。

さらに、全体を統括し研究成果の情報交換と統合、公表を目的として、国際河口研究会を4回実施した。2005年（ジャカルタ）、2006年（ハノイ）、2007年（ホーチミン）、2008年（バンコク）であり、開催地の多くの研究者の参加と議論を得て、本研究の適用性を拡張してきた。

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30件）

1. 有働恵子、柳嶋慎一、栗山善昭、真野明、地中レーダ探査データを用いた茨城県波崎海岸における砂浜堆積過程の解析、海洋開発論文集、第25巻、2009年、印刷中、査読有
2. K. Udo, H. Tanabe and A. Mano, Sand coarsening process in a backshore between headlands, *Coastal Engineering* 2008 (Proc. 31st ICCE), 2009年、印刷中、査読有
3. H. Tanaka、X. T. Nguyen and H. Nagabayashi, Wave setup at different river entrance morphologies, *Coastal Engineering* 2008 (Proc. 31st ICCE), 2009年、印刷中、査読有
4. X. T. Nguyen, C. Donnelly, H. Tanaka and M. Larson, A new empirical formula for coastal overwash volume, *Coastal Engineering* 2008 (Proc. 31st ICCE), 2009年、印刷中、査読有
5. M. Sasaki, H. Tanaka and M. Umeda, Characteristics of Backflow in Iwaki River Mouth, *Proceedings of AOGS 2008*, 2009年、印刷中、査読有
6. Ontwirjo, B., and A. Mano, A turbulent and suspended sediment transport model for plunging breaker, *Coastal Engineering Journal*, 50-3巻、2008年、349-367、査読有
7. Y. Miura, M. Minami, K. Udo and A. Mano, Sediment Transport around Headlands in the Southern Sendai Coast, *Proceedings of 4th International Conference on Scour and Erosion*, 2008年、531-534、査読有
8. 有働恵子、田辺博規、真野明、茨城県青塚海岸における荒天時の底質粗粒化機構に関する研究、*海岸工学論文集*、第55巻、2008年、706-710、査読有
9. 三浦佑輔、南将人、有働恵子、真野明、仙台湾南部海岸におけるヘッドランド周辺の土砂輸送解析、*海岸工学論文集*、第55巻、2008年、571-575、査読有
10. X. T. Nguyen, 田中仁、梅田信、佐々木幹夫、日本海に面した河口感潮域における冬季のwave set-up高さ、*海岸工学論文集*、第55巻、2008年、366-370、査読有
11. X. T. Nguyen, 田中仁、M. L. Chantal Donnelly, 現地資料に基づく越波による土砂堆積量の定式化とその検証、*海岸工学論文集*、第55巻、2008年、476-480、査読有
12. 本郷久美子、田中仁、舛谷成幸、高木利光、佐々木崇雄、南三陸横須賀海岸の侵食

- 機構に関する研究、海岸工学論文集、第 55 卷、2008 年、691-695、査読有
13. 中田正人、伊福誠、木村一郎、原楨利、肱川河口における ADCP を用いた流況および地形変動観測、海岸工学論文集、第 55 卷、2008 年、641-645、査読有
 14. 三浦佑輔、有働恵子、真野明、仙台湾南部海岸における海浜変形特性、海岸工学論文集、第 54 卷、2007 年、716-720、査読有
 15. 根本徹、田中仁、山路弘人、河口砂州内浸透流に関する研究、海岸工学論文集、第 54 卷、2007 年、361-365、査読有
 16. X. T. Nguyen、田中仁、長林久夫、2006 年秋冬季低気圧来襲時に観測された河口感潮域 wave set-up 高さ、海岸工学論文集、第 54 卷、321-325、2007 年、査読有
 17. 中田正人、伊福誠、原楨利幸、高野誠紀、備讃瀬戸航路における ADCP を用いた広域移動潮流観測とサンドウェーブの挙動、海岸工学論文集、第 54 卷、2007 年、676-680、査読有
 18. 伊福誠、塩見政博、肱川感潮域における懸濁物質の動態-観測結果と凝集体の分裂を考慮した解析、海岸工学論文集、第 54 卷、2007 年、351-355、査読有
 19. Y. Shirotori, K. Watanabe, K. Udo and A. Mano, Fine sediment deposition in a curved channel with an intake weir, 4th AOGS Conference, 2007 年、485-488、査読有
 20. T. T. Khang and H. Tanaka, of river mouth terrace to the continuous longshore sediment transport on Sendai Coast, Journal of Coastal Research, Special Issue 50, 874-878、2007 年、査読有
 21. X. T. Nguyen, H. Tanaka and H. Nagabayashi, Wave set-up at river and inlet entrances due to an extreme event, Proceedings of International Conference on Violent Flow 2007, 2007 年 (CD-ROM)、査読有
 22. 中田正人、伊福誠、塩見政博、ADP のボトムトラック機能を用いた砂州周辺の流れと地形計、水工学論文集、第 51 卷、2007 年、1069-1074、査読有
 23. 田中仁、李炫錫、wave set-up による河口感潮域の水位上昇に関する研究、土木学会論文集、Vol. 62, No. 2、2006 年、210-223、査読有
 24. 中山大輔、田中仁、山路弘人、画像記録装置を用いた中小河川河口地形変動の観測、海岸工学論文集、第 53 卷、2006 年、581-585、査読有
 25. 佐藤正視、佐々木幹夫、岩木川水戸口旧河道閉塞時の波浪追算と漂砂過程、海岸工学論文集、第 53 卷、2006 年、631-635、査読有
 26. 伊福誠、塩見政博、肱川感潮域における懸濁粒子の観測、海岸工学論文集、第 53 卷、2006 年、966-970、査読有
 27. 森啓之、南将人、離岸堤周辺の波高変化と汀線変化に関する研究、第 22 卷、2006 年、693-700、査読有
 28. 渡辺和也、T. T. Nguyen、田中仁、洪水時の河口砂州崩壊とその回復過程、海岸工学論文集、第 52 卷、2005 年、586-590、査読有
 29. 渡辺和也、朝山順一、田中仁、山路弘人、水位データにより推定される名取川河口水深の季節変動について、海岸工学論文集、第 52 卷、2005 年、336-340、査読有
 30. 高麗幹太、田中仁、渡辺一也、P. Srivihok、高頻度空中写真を用いた名取川河口砂州変遷の解析、海岸工学論文集、第 52 卷、2005 年、591-595、査読有
- [学会発表] (計 24 件)
1. 真野明、Sediment Transport around Headlands in the Southern Sendai Coast、4th International Conference on Scour and Erosion、2008 年 11 月 5 日、中央大学駿河台記念会館
 2. 真野明、Simulation of salinity intrusion into Nanakita River, Japan, taking into account of effects of morphological changes and wave set-up、16th APD-IAHR、2008 年 10 月 23 日、Hohaii University (中国)
 3. 真野明、Examination of Unified Sediment Transport and Cross-shore Morphology Model、16th APD-IAHR、2008 年 10 月 21 日、Hohaii University (中国)
 4. 真野明、Infiltration flow through a sand spit at the mouth of Nanakita River、16th APD-IAHR、2008 年 10 月 21 日、Hohaii University (中国)
 5. 真野明、Wave setup at different river entrance morphologies、31st International Conference on Coastal Engineering、2008 年 9 月 5 日、Hamburg Congress Centre (ドイツ)
 6. 真野明、A new empirical formula for coastal overwash volume、31st International Conference on Coastal Engineering、2008 年 9 月 5 日、Hamburg Congress Centre (ドイツ)
 7. 真野明、Sand coarsening process in a backshore between headlands、31st International Conference on Coastal Engineering、2008 年 9 月 3 日、Hamburg Congress Centre (ドイツ)
 8. 真野明、Characteristics of Backflow in Iwaki River Mouth、AOGS 2008、2008 年 6 月 18 日、Busan Exhibition & Convention Center

9. 真野明、Wave set-up at river and inlet entrances due to an extreme event、International Conference on Violent Flow 2007、2007年11月20日、九州大学
10. 真野明、**Research on wave height around a detached breakwater and the amount of shoreline change**、Proceedings of 4th International Conference on Asian and Pacific Coasts、2007年9月24日、Sofitel Zhongshan Golf Resort Nanning (中国)
11. 真野明、Beach deformation around headland breakwaters in the Southern Sendai Coast、Proceedings of 4th International Conference on Asian and Pacific Coasts、2007年9月23日、Sofitel Zhongshan Golf Resort Nanning (中国)
12. 真野明、**Application of Rouse concentration profile to wind-blown sand**、Proceedings of 4th International Conference on Asian and Pacific Coasts、2007年9月23日、Sofitel Zhongshan Golf Resort Nanning (中国)
13. 真野明、**Analysis of topographic change in the vicinity of coastal structure using empirical orthogonal function**、Proceedings of 4th International Conference on Asian and Pacific Coasts、2007年9月23日、Sofitel Zhongshan Golf Resort Nanning (中国)
14. 真野明、Sand bar development after flushing at the Natori River mouth、Proceedings of 4th International Conference on Asian and Pacific Coasts、2007年9月22日、Sofitel Zhongshan Golf Resort Nanning (中国)
15. 真野明、Fine sediment deposition in a curved channel with a weir、4th AOGS Conference、2007年8月1日、The Queen Sirikit National Hotel Convention Center (タイ)
16. 真野明、Morphological Equilibrium Condition with Infiltration Effect on River Mouths、15th APD-IAHR & ISMH、2006年8月7日、Indian Institute of Technology Madras (インド)
17. 真野明、Breaking Wave and Suspended Sediment Transport Model、15th APD-IAHR & ISMH、2006年8月7日、Indian Institute of Technology Madras (インド)
18. 真野明、**Study on geomorphology changes of river mouth using old observation records for Iwaki river mouth**、15th APD-IAHR & ISMH、2006年8月7日、Indian Institute of Technology Madras (インド)
19. 真野明、Effect of Detached Breakwater

- Alignment on Shoreline Change、15th APD-IAHR & ISMH、2006年8月7日、Indian Institute of Technology Madras (インド)
20. 真野明、Laboratory study of sand bar development at a river entrance、Proceedings of XXXI IAHR Congress、2005年9月12日、Convention and Exhibition Center (韓国)
21. 真野明、Equilibrium condition at the narrowest section of the major rivers with sand spits、APAC 2005、2005年9月5日、Segwipo KAL hotel (韓国)
22. 真野明、Wave induced near bottom circulation and seabed morphodynamics around submerged breakwater、APAC 2005、2005年9月5日、Segwipo KAL hotel (韓国)
23. 真野明、Topographical Change of Iwaki river Mouth、Proceedings of Indonesia-Japan Estuary workshop 2005、2005年8月22日、Bangdong Institute of Technology (インドネシア)
24. 真野明、A classification of sand bar at river entrance、Proceedings of 7th International Summer Symposium、2005年7月30日、土木学会 (東京四谷)

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

真野 明 (MANO AKIRA)

東北大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：50111258

(2) 研究分担者

田中 仁 (TANAKA HITOSHI)

東北大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：30171755

佐々木 幹夫 (SASAKI MIKIO)

八戸大学・工学部・教授

研究者番号：30118195

伊福 誠 (IFUKU MAKOTO)

愛媛大学・工学部・教授

研究者番号：20108400

南 将人 (MINAMI MASATO)

八戸工業高等専門学校・建設環境工学科・教授

研究者番号：60280319

(3) 連携研究者