

三重県金剛川, 櫛田川の河口部に堆積した砂州 の掘削に対する影響評価

AN ACCOUNTING METHOD FOR EXCAVATION OF ACUMULATED RIVER MOUTH BAR

有田 守¹・出口一郎²・森 鐘一³

Mamoru ARITA, Ichiro DEGUCHI and Shoichi MORI

¹正会員 工博 大阪大学助教 地球総合工学専攻 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)

²正会員 工博 大阪大学教授 地球総合工学専攻 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)

³正会員 モリエコロジー株式会社 (〒540 大阪市中央区粉川町4-8-901)

Accumulated river mouth bar trapped eutrophic seawater that generated bottom mud. However, at the planning stage of the excavation of river mouth bar, it is not easy to determine the appropriate plain arrangement of the excavation. In this study, the authors proposed a procedure for evaluating the effectiveness of the plain arrangement of excavation using biological purification and numerical simulations of tidal current. However we proposed an accounting method for excavation of river mouth bar. And we pointed out problem of this method.

Key Words : River mouth bar, accounting method

1. はじめに

干潟域は多種多様の生物が生息しており, 陸域から近いこともあり漁業の観点からも重要な水産資源の生産, 漁場であるといえる。

三重県の松坂市には, 金剛川と櫛田川の河口部に砂州とその周辺に形成された干潟域がある。砂州を含めた干潟域周辺は, アサリの生育, 漁場となっている。この干潟域は, 図-1 に示すとおり, 金剛川, 櫛田川の河口部に位置するために河川より供給された土砂と外洋からの波浪によって砂州が形成されている。砂州の形状を写真-1, 2 に示す。写真-1, 2 は図-2 に示す写真撮影方向から砂州を撮影したものである。

砂州は, 波浪, 潮汐, 河川流によって様々に形状を変化させているが, 現在の砂州の形状は夏季に富栄養な水塊を停滞させるような形状をしており, 砂州によって停留された水塊はその周辺の干潟域に腐泥を堆積させ, 生物が生息できない環境を作る要因になっていると考えられる。夏季に富栄養な水塊が原因で環境が悪化している干潟は, 何らかの方法で環境改善が必要であり, 環境を改善することによりアサリの漁場として再生することも期待できる。

本研究では, 三重県の新加美町, 櫛田川河口部の砂州及び干潟域を対象に現状の生物生息状況, 環境調査を行う。また, 潮汐による干潟域の流れ場を数値シミュレーションを行い再現し, 河口砂州の撤去によって干潟域周辺の流れ場がどのように変化するかを数値計算によって評価することを本研究の目的とする。

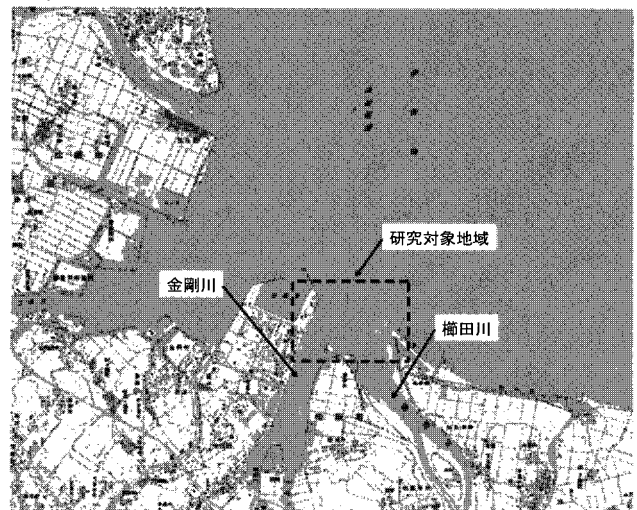


図-1 研究対象地域

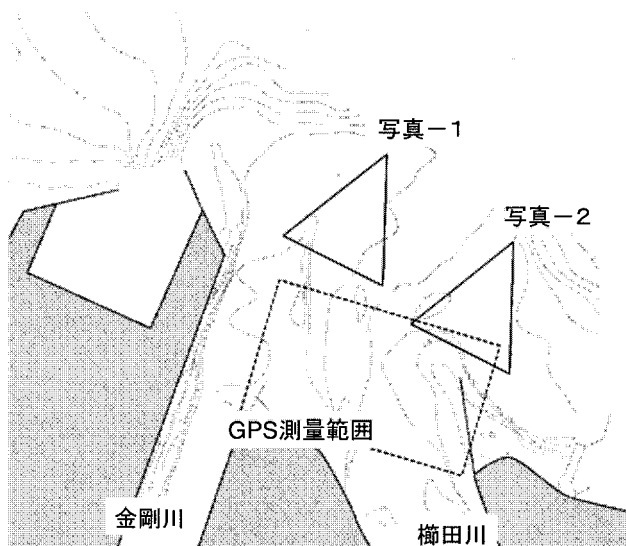


図-2 対象地域詳細図



写真-1 砂州1の航空写真



写真-2 砂州2の航空写真

2. 生物環境調査

生物および周辺環境の調査は、平成18年の10月におこなった。調査項目としては、酸化還元電位(ORP)の平面分布、底生生物(貝類)の分布調査を行った。酸化還元電位(ORP)の観測結果を図-3

に示す。対象地域内の酸化還元電位は、平均+100mVと生物環境にとって良好な値を示しているが、砂州の周辺の酸化還元電位は-100mVと生物環境にとって悪影響を及ぼす値を示している。

図-4に底生生物の個体数の平面分布を示す。底生生物は、甲殻類、二枚貝類、腹足類、多毛類について分布を調査しており対象地域に関しては二枚貝の占める割合が非常に多いことがわかる。また、図-3で示した酸化還元電位の結果と同じく底生生物の平面分布からも砂州周辺の底生生物が少ないことが図-3,4を比較することによりわかる。

これらより、砂州周辺は酸化還元電位が低くそれに伴って底生生物が少なくなっていることがわかる。また、現地調査より砂州周辺は腐泥が堆積しておりそれらによって、酸化還元電位が低くなり底生生物の生息に影響を与えていると考えられる。

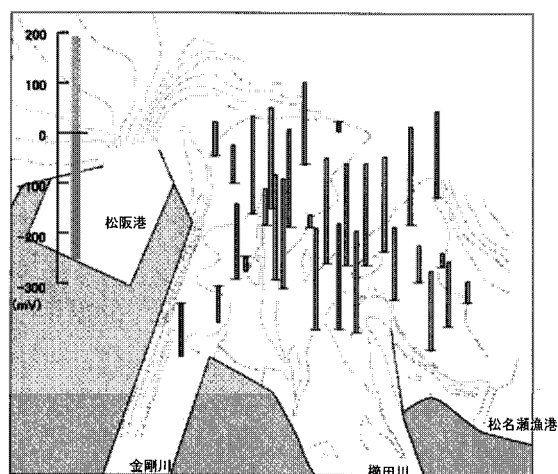


図-3 酸化還元電位(ORP)の平面分布

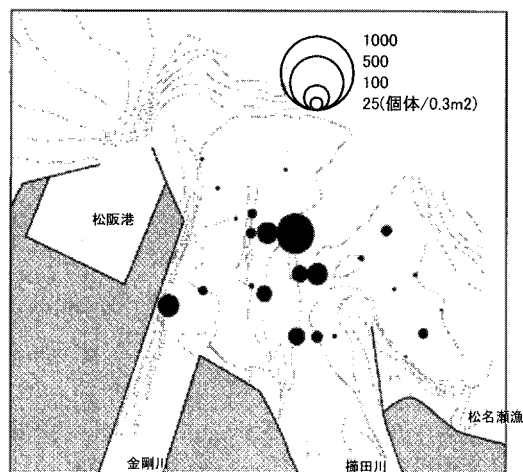


図-4 底生生物の個体数の平面分布

3. 地形調査

対象地域の河口砂州は、年々変化しており現況の再現計算を行う際に過去の地形調査結果では再現性

が悪いと考え測量を行った。砂州の測量には、キネマティック GPS 測量によって行った。GPS 受信機は古野電気株式会社の MG-3115 を用いて、受信機を背負い踏査によって砂州地形を計測した。調査に使用した GPS の精度は、水平方向に半径 4cm、鉛直方向に 8cm である。計測したデータは、Kringing 手法によって補間を行っている。測量結果を図-5 に示す。GPS で測量した以外の地形データは、過去の測量結果のデータを用いて数値計算用のメッシュデータを作成した。

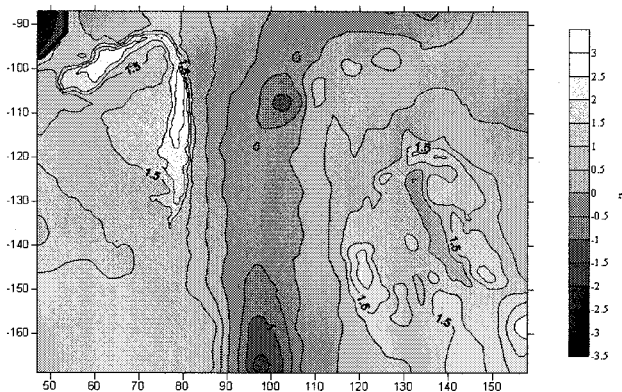


図-5 GPS 測量によって計測された砂州周辺地形

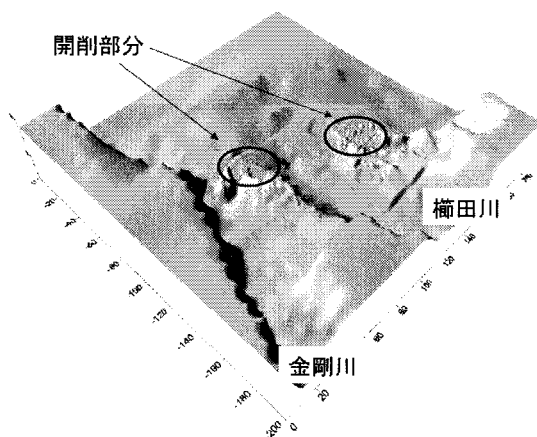


図-6 現況地形

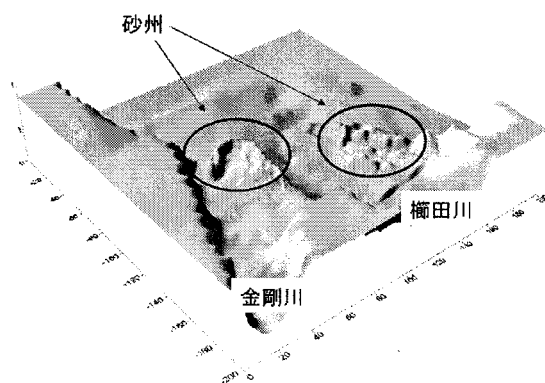


図-7 砂州を排除した地形

4. 潮流計算

潮汐による流れ場の計算には、汎用の数値計算モデル^{3), 4), 5)}を用いた。このモデルは基礎方程式を有限差分法によって離散化し数値解を算定している。海域を水平格子と鉛直層により計算セルに区分し、状態変数を速度成分セルの境界面上、温度や塩分等のスカラー量をセルの中心に配置するスタッガード法を用いている。差分解法には陽的な時間発展解法を適用し空間微分に対しては中央差分スキームを用いている。但し対流/移流項には安定的な風上差分を用いている。また、本研究では計算領域での水深が非常に浅く干潮時に計算領域で冠出する箇所があるためドライウェットを考慮している。ドライウェットの判定には、計算メッシュで水深が 5cm 以下になった場合に陸地と判定している。

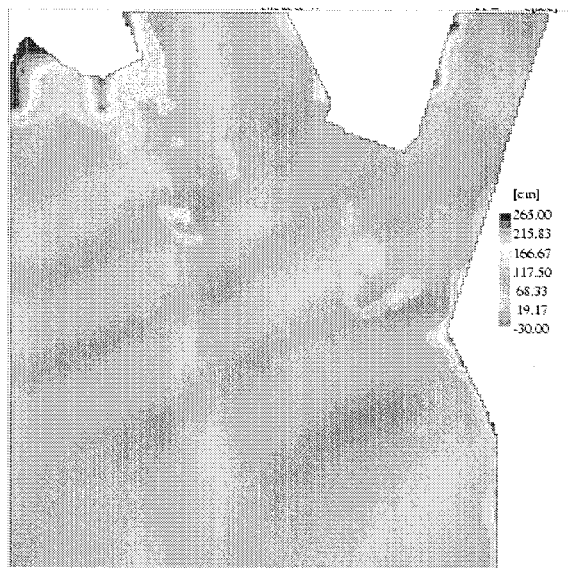
計算に用いた地形メッシュデータは計算領域を 201×201 要素に分割し各要素は $10\text{m} \times 10\text{m}$ し、水深方向には 1 要素で各地点の水深を与えた。計算条件は、潮汐を外力として与え、計算のタイムステップは 1sec とした。

観測された大潮時の潮汐変動が周期 14 時間の cos 波形と一致していたために本研究では数値シミュレーションにおいて潮汐外力を 14 時間の cos 波形で与えた。

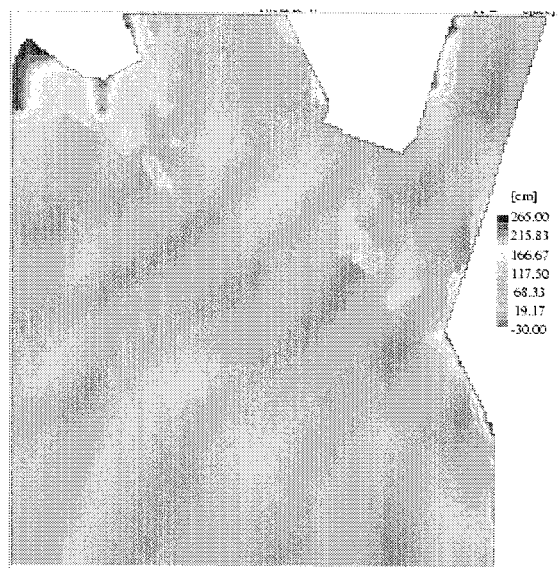
計算は、満潮から干潮までを計算し引き潮時にどの程度開削部分に潮流が流れるかを数値計算によって確認した。図-8, 9 に現況と砂州を開削した場合の流況シミュレーション結果を示す、(a)は満潮時、(b)は満潮から 10 分後、(c)は満潮より 20 分後の結果である。

砂州の開削範囲等は、土砂排出によるコスト排出した土砂の処理の問題を考慮して金剛川の河口砂州を $23,000\text{m}^3$ 、櫛田川の河口部で $28,000\text{m}^3$ とした。また掘削される砂州の面積は、金剛川河口砂州で約 $33,000\text{m}^2$ 、櫛田川河口砂州で約 $24,000\text{m}^2$ である。

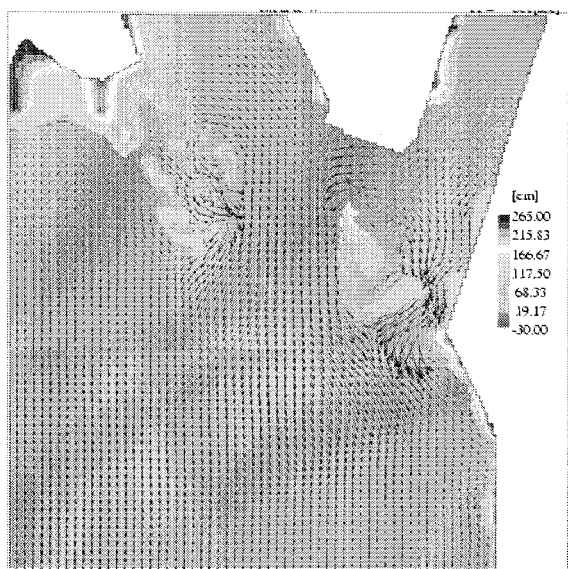
図-8(a), 9(a)より満潮時には砂州の開削部分がほぼ海水につかる。満潮後 10 分の図-9(b)では、金剛川、櫛田川両方の砂州上で潮汐流が発生し潮汐流によって周辺の底質の移動が期待できることが考えられる。しかし、満潮から 20 分後の図-9(c)では、開削部分が干出してしまう。このことから、開削によって潮汐流が開削部分に与える影響は日に 2 回の満潮時前後の 30 分程度であることがわかる。このような短い時間の潮汐流がどのように生態系に影響を与えるかは、評価手法が確立されておらず今後の課題であると考えられる。しかし、開削部分の潮汐による冠水時間は周辺の部分と大して変わらず今までの現状と比べれば生態系に良好な環境に変化すると考えられる。



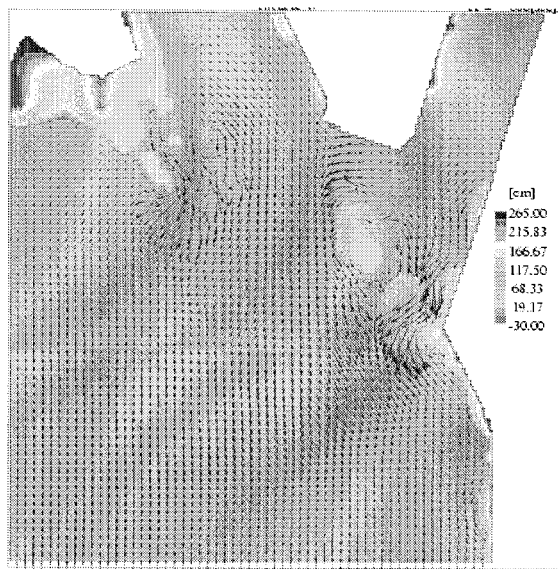
(a) 現況 満潮時



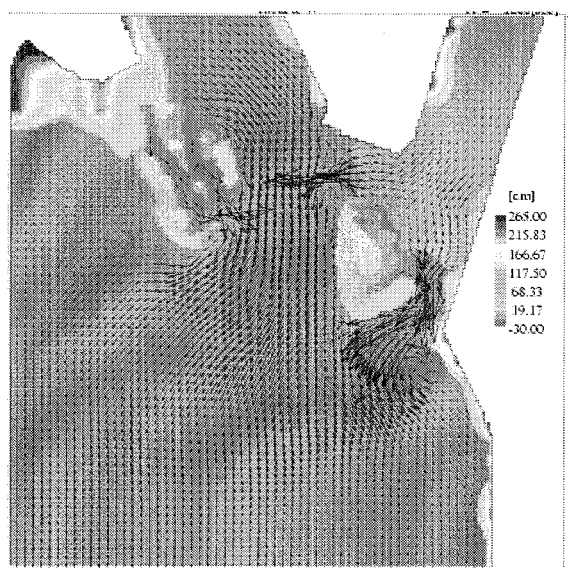
(a) 砂州開削 満潮時



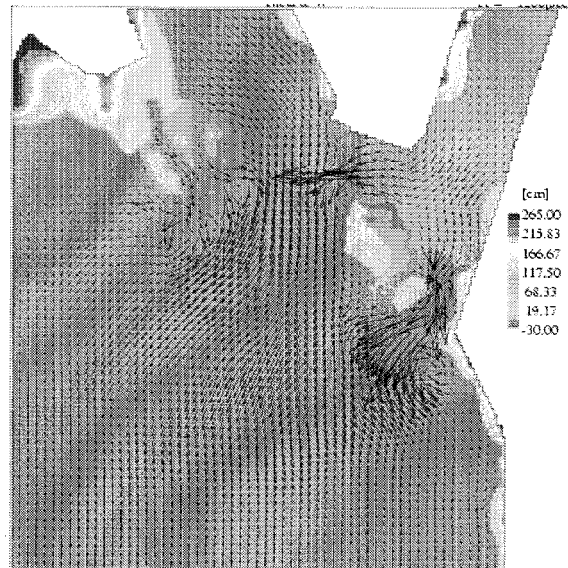
(b) 現況 満潮時から 10 分後



(b) 砂州開削 満潮時から 10 分後



(c) 現況 満潮時から 20 分後



(c) 砂州開削 満潮時から 20 分後

図-8 現況流況計算結果

図-9 砂州開削流況計算結果

5. 開削による砂州周辺の影響評価

4. でも述べたとおり砂州を開削することにより周辺の良好な環境と同程度の冠水時間、および開削部分で流速がある程度発生することによる腐泥の排出効果、干潟の機能の改善が期待できると考えられる。

対象地域での平成 18 年度の底生生物の調査では、ホトトギスガイ $1104\text{g}/\text{m}^2$ 、アサリ $258\text{g}/\text{m}^2$ であった。アサリ、シジミ、シオフキガイのろ水量は乾燥重量から算定することができる。木幡 2002 によるとアサリ、シジミ、シオフキガイのろ水量は 1g の乾燥重量で 1 時間あたり 3 l の水を浄化できる貝の捕食時間を 1 日あたり 12 時間とすると $36\text{ l}/\text{g}/\text{d}$ となり、ホトトギスガイ、アサリの乾燥重量が $54.2\text{g}/\text{m}^2$ なので 1m^2 あたり 1 日で 1951 l の水を浄化できることになる。金剛川と櫛田川河口の砂州の開削平面面積は、 $57,000\text{m}^2$ であるので $111,207,000\text{ l}$ の海水を濾過する効果が期待できる。

6. おわりに

本研究では、砂州の除去によって新たに造成された干潟域の海水濾過機能を算定した結果、対象区域において、計画面積で 1 日あたり $111,207,000\text{ l}$ の

浄化機能があることがわかった。

しかしながら、開削した砂州の機能の回復時間、また、洪水や波浪等によって砂州が再度形成される過程等が考慮されていないため、砂州開削による期待値にすぎない可能性がある。

また、砂州の変形予測が非常に難しいために開削してからその地形がどの程度維持されるかどうかとその工事にかかるコスト、効果の 3 つが開削事業として成立するかどうか重要な点であると考えられる。現状ではこの 3 つを精度良く評価する手法がなく、今後の課題であると考えられる。

参考文献

- 1) Nakata, K., Horiguchi, F., Taguchi, K. and Setoguchi, Y.: Three dimensional tidal current simulation in Oppa Bay, Bull. Natl. Res. Inst. Pollut. Resour, 12(3), pp17-36. 1983.
- 2) Nakata, K., Taguchi, K., and Setoguchi, Y.: Three dimensional eco-hydrodynamic model for eutrophication process in the coastal bay," Proc. Int. Conference of Modeling and Simulation, pp55-59. 1985.
- 3) Taguchi, K. and Terasawa, T.: A numerical model of the turbulent mixing process in the estuary, Proc. Of the 3rd Int. Symp. on Refined Flow Modeling and Turbulence Measurements, Int. Assoc. Hydrodynamic Research, Tokyo, pp337-343. 1988.
- 4) 木幡邦男：環境儀，国立環境研究所，No3, p6, 2002