

# 出水による安倍川河口部の土砂動態

## SEDIMENT TRANSPORT DUE TO FLOODS AROUND THE ABE RIVER MOUTH

目黒嗣樹<sup>1</sup>・沖 岳大<sup>2</sup>・山本浩一<sup>3</sup>・山本幸次<sup>4</sup>・末次忠司<sup>5</sup>  
Hideki MEGURO, Takehiro OKI, Koichi YAMAMOTO, Koji YAMAMOTO,  
and Tadashi SUETSUGI

<sup>1</sup>正会員 工修 国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部河川研究室研究官  
(〒305-0804 茨城県つくば市旭一番地)

<sup>2</sup>正会員 工修 国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部河川研究室交流研究員  
(〒305-0804 茨城県つくば市旭一番地)

<sup>3</sup>正会員 工博 佐賀大学 有明海総合研究プロジェクト講師  
(〒840-8502 佐賀県佐賀市本庄町1番地県)

<sup>4</sup>正会員 工博 国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部海岸研究室主任研究官  
(〒305-0804 茨城県つくば市旭一番地)

<sup>5</sup>正会員 工博 国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部河川研究室長  
(〒305-0804 茨城県つくば市旭一番地)

For sediment management of a consistent water system, the sediment transport maps in the river engineering field and drift sand distribution maps for the coastal protection plan in the shore engineering field zealously have been made in late years. Furthermore, we can't make the sediment management plan of a consistent water system that is connected from river to sea until we grasp the sediment transport of river mouth part which is joint of river and shore. In this study, we investigated the height of change in topography based on the surveyed topographical data of five times just after a flood around Abe River mouth in 2004. Furthermore, We considered the relations between the external force such as the river discharge or the wave height and the sediment transport of the Abe River mouth area.

**Key Words :** *sediment management, river mouth, Abe River, flood*

### 1. はじめに

河川審議会総合土砂管理小委員会から、「流砂系の総合的な土砂管理に向けて」の報告(1998)が出され、水系スケールの総合的な土砂管理に向けた取り組みが始められ8年ほどが経過した。総合的な土砂管理に向けて、河川分野では土砂動態マップ、海岸分野では海岸保全計画のための漂砂量分布図などが鋭意作成されているが、河川と海岸の接合部である河口部の土砂動態が加わって、はじめて河川から海岸までが一連となった水系一貫の土砂管理計画が可能となる。河口部の土砂動態は、河川より一旦堆積した土砂が波浪の影響などにより沿岸方向に運ばれ周辺海岸形成に寄与するとされている。

そこで本研究は、安倍川河口部を対象として河口部の土砂動態を把握するため、2004年の1年間で出水直後5回を含む、合計7回とこれまでにない高頻度の河口部地形測量データから、河口部の堆積土砂量を算定するとともに、流量・波浪の外力条件との関連について考察した。

### 2. 安倍川流域の概要

安倍川の流域図を図-1に概要を示す。安倍川は、源を静岡県静岡市と山梨県南巨摩郡早川町の県境に位置す



図-1 安倍川流域図

る大谷嶺（標高2,000m）に発し、山間部を流れ中河内川等の支川を合わせながら南流し、静岡平野を形成する扇状地に出て藁科川を合わせ、静岡市街地を貫流し、さらに河口付近で丸子川を合わせて駿河湾に注ぐ、幹川流路延長51km、流域面積567km<sup>2</sup>の一級河川である。

河口から22.7km区間が直轄区間であり、計画流量は、藁科川合流後の手越地点において6,000m<sup>3</sup>/sである。

安倍川の河道諸元は、河床勾配は0.0k～5.5kで1/240程度、5.5k～8.0kで1/190程度、8.0k～22.7kで1/140程度である。また、河床材料は、平成10年の河床材料調査の結果より、代表粒径 $d_R$ で0.0k～8.0kの区間で40mm程度、8.0k～13.5kの区間で45mm程度、13.5k～20.0kの区間で55mm程度で、縦断方向にあまり変化がない。また、川幅は300m～800m程度であり浅く広い河道となっている。

また安倍川の土砂に関連しては、水源地に日本三大崩れの一つである、大谷崩れを擁するため、多くの土砂を生産する。河道内においては、昭和43年以降における砂利採取をほぼ禁止していることから、河道は近年堆積傾向にあると伊藤・小川ら<sup>1)</sup>の報告がある。

### 3. 研究内容

安倍川河口部において調査範囲を土砂が周辺の形成に寄与する可能性がある水深9m以浅をカバーするように領域を設定し、2003年12月～2004年12月の約1年間のデータにより出水直後の5回を含む合計7回とこれまでにない高頻度の河口地形データを取得した。

データの取得範囲は、沿岸方向には河口部を中心に約1,200m、岸沖方向には汀線から900mの図-2に示す範囲とし測線間隔は60mである。さらに、河口部前面については、測線間隔は20mの補助測線を設定し、通常の深淺測量と比較して高密度なものである。

2004年には、安倍川流域において台風0406号(6月21日)、台風0416号(8月31日)、0422号(10月9日)、0423号(10月20日)など比較的多くの出水が発生した。そこで、過去10年(1994～2003)における流量頻度の平均値を、手越地点の日流量を基に算定し図-3に整理した。図-3より近年10年間に比べ、2004年は比較的大きな出水が多

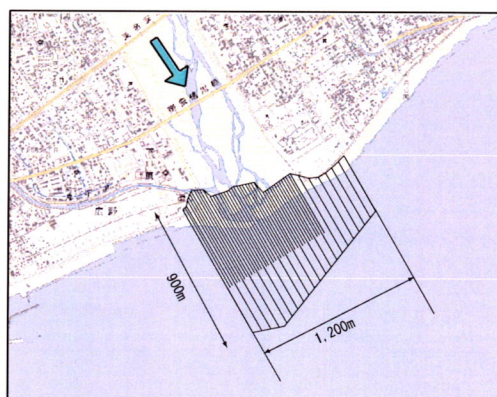


図-2 データ取得範囲

かったことが流量頻度によって把握できる。

図-4に、地形データ取得時期(■印)、河川水位及び波浪を示した。図-4より1年の中で主要な洪水直後に深淺測量が実施されていることが確認できる。ここで、河川水位は、河口から4.0kmの手越観測所水位で、ピーク流量については、H-Q式で流量換算し算定した。波浪は、静岡清水海岸に位置する久能観測所の有義波高である。手越地点の警戒水位は2.4mであるが、2004年の1年で4回ほど上回った。有義波高は、通常は0.5m～1.0m程度のオーダーであるが、低気圧が発達した洪水時には、最大6.0mを超える有義波高が発生した。

本研究は、安倍川河口部を対象として、河口部の土砂動態を把握するため、2004年の1年間の出水直後5回の詳細な河口地形データから河口部の土砂変動量を算定するとともに、流量・波浪などの外力条件との関連について考察したものである。

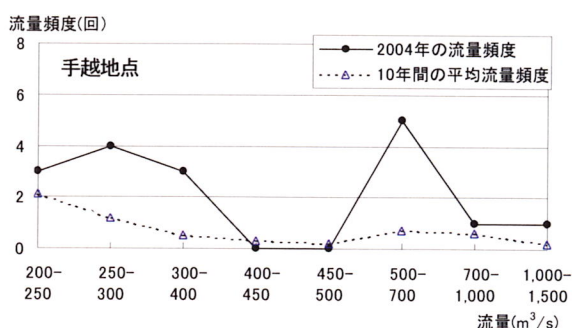


図-3 近年10年平均の流量頻度と2004年の流量頻度

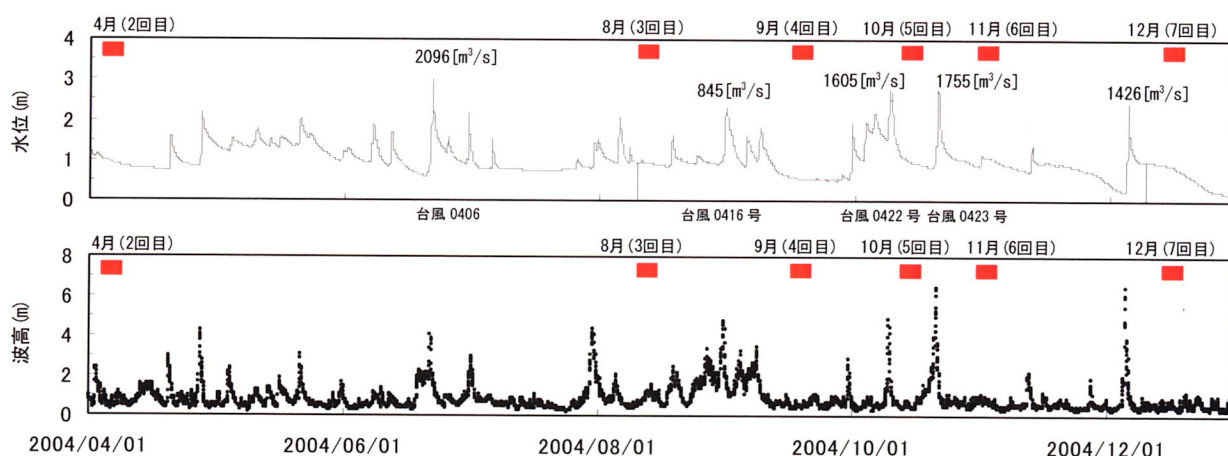


図-4 手越観測所水位と久能観測所有義波高



#### 4. 深浅測量データの分析

図-5に2004年の7回実施した深浅測量より得られた深浅図を並べて示す。地形データは、それぞれ測線データをもとに、10m×10mのメッシュを作成し、メッシュからコンター図を作成した。図中の上が北で、座標は世界測地系である。図の右肩には、測量の直前に発生した出水時期とピーク流量を示した。

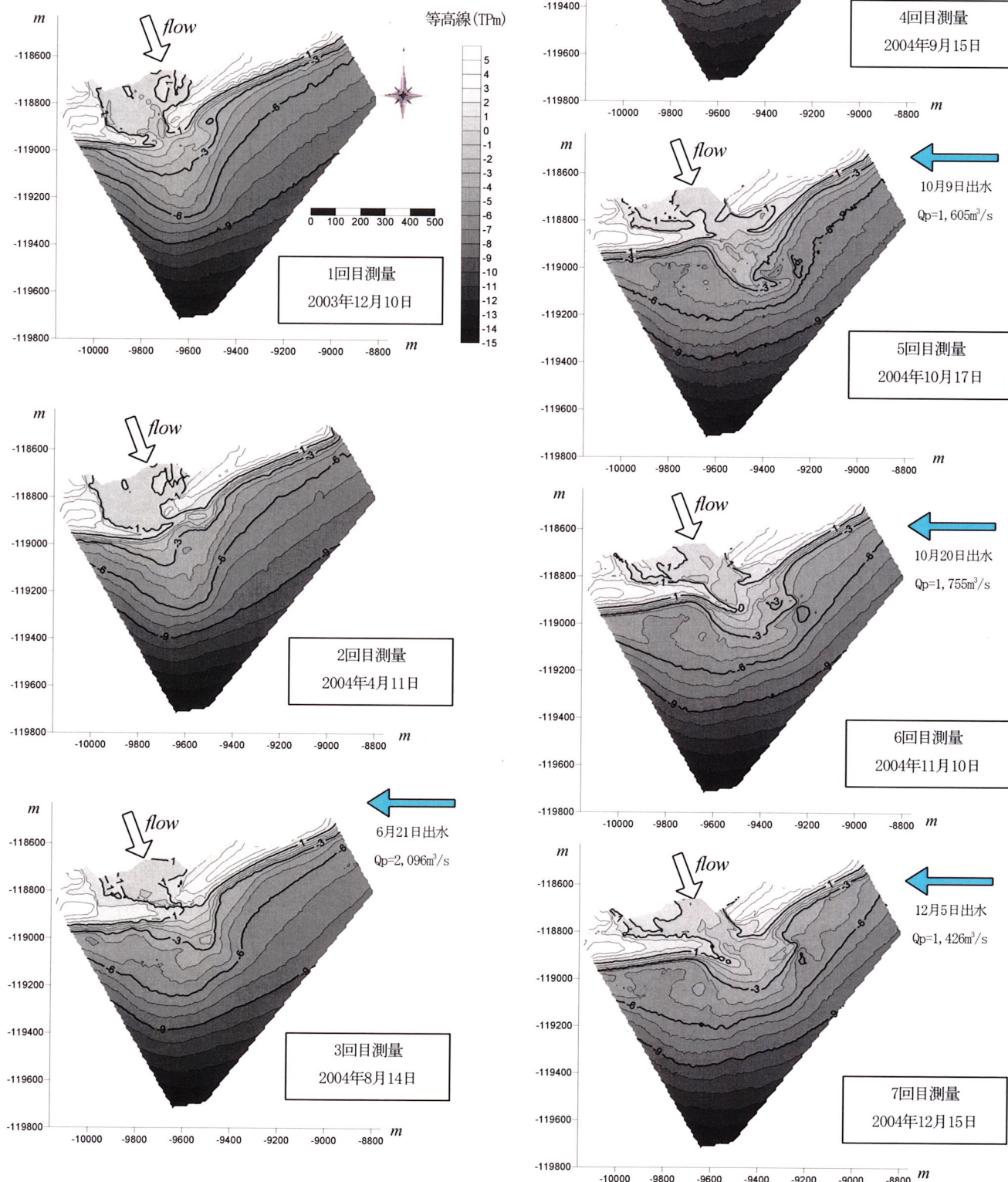


図-5 深浅測量成果



図-5に示す深浅測量成果より、安倍川河口域は河口前面に河口テラスが発達していることがわかる。また、河口砂州が発達し短期間に形状を変え、開口位置、開口幅の変化が顕著である。次に各時期の河口地形について考察する。

1回目測量時（2003年12月10日）における河口部の地形は、開口位置を右岸寄りにもち、開口幅は60m程度である。河口エリアは、開口位置の岸沖方向の延長が河口テラスの頂点となる地形である。

2回目測量時（2004年4月11日）における河口部の地形は、開口位置が左岸方向（東方向）に100m程度移動している。冬季において砂州が成長した影響と考えられる。開口幅は20m程度まで狭まった。

3回目測量時（2004年8月14日）における河口部の地形は、開口位置の変化はほぼ無い。6月21日出水で河口砂州のフラッシュが発生し河口幅が350m程度開口したが、測量時には河口砂州は回復し、開口幅は10m程度となっている。河口エリアは、河川からの流出土砂の影響により、沿岸方向に堆積が広がり頂点がつぶれた様なテラス地形を形成している。

4回目測量時（2004年9月15日）における河口部の地形は、開口位置は100m程度左岸方向（東方向）に移動した。開口幅は若干広がり30m程度である。河口エリアは、850m<sup>3</sup>/s程度の小規模出水であったため変化は少ない。

5回目測量時（2004年10月17日）における河口部の地形は、開口位置は、左岸寄りの位置である。開口幅は、1,600m<sup>3</sup>/s程度の10月9日出水の影響により、100m程まで広がった。河口エリアは、出水の影響を強く受け、-3mのエリアが沖方向に延び、河川流により土砂が強く押し運ばれた特徴的な地形を形成したと考えられる。

6回目測量時（2004年11月10日）における河口部の地形は、開口位置、開口幅ともに変化はない。河口エリアは、1,750m<sup>3</sup>/s程度のピーク流量であった10月20日出水の影響を受けているにも関わらず、10月9日出水のような岸沖方向に土砂が押し運ばれた形跡はあまり見られず、10月9日に形成された地形を沿岸方向に滑らかした程度の変化と考えられる。

7回目測量時（2004年12月15日）における河口部の地形は、開口位置に変化は無く、開口幅は80m程度に少し狭まった。河口エリアは、1,400m<sup>3</sup>/s程度の出水があったが、目立った変化は無い。

## 5. 堆積変動量の分析

河口部における堆積変動量は、(1)河口エリア全体の堆積変動量、(2)ブロック別の堆積変動量について整理した。

### (1) 河口エリア全体の堆積変動量

河口エリア全体の堆積変動量は、2003年を基準とした変動量（表-1左表）と2期間の差分変動量（表-1右表）を算定した。最終的に2004年の1年間で31万m<sup>3</sup>の堆積量となる結果となった。この結果は、土砂管理計画の

検討において、河床変動計算により河口部の堆積土砂量を計算する際の検証材料の1つとして適用できると考えられる。

既往の研究により宇多ら<sup>2)</sup>は、堆積土砂量の変化より、安倍川から静岡海岸へ海浜形成に役立つ砂礫分に関する土砂供給量は10万m<sup>3</sup>/年と示している。このことから、2004年における安倍川は、河口部や沿岸部等の水理条件によるが、静岡海岸の保全に寄与する土砂供給能力を持つものと考えられる。

表-1左表より、全体的な堆積土砂量のオーダーは2004年10月17日で33万m<sup>3</sup>であることから、ほぼこの時期に1年間にわたる堆積量のオーダーに到達したことがわかる。2004年の1年間の堆積変動量と主要洪水のピーク流量の関係を図-6に示す。

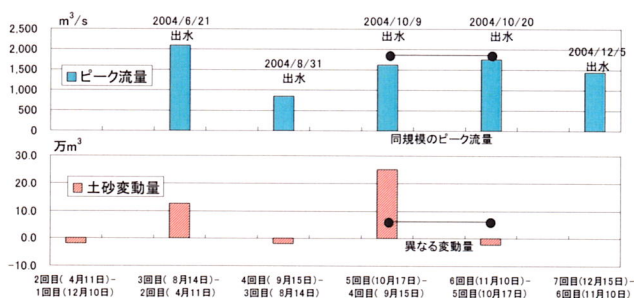


図-6 河口部全体の堆積変動量

図-6より、2004年10月9日出水と2004年10月20日出水で1,600～1,750 m<sup>3</sup>/s程度の同規模出水であったにも関わらず、河口部の堆積土砂量が異なる。これは、2つの出水において、以下の要因による違いがあったためと考えられる。

- ①波浪：10月9日出水では有義波高が5.0m程度であったのに対して、10月20日出水では6.5m程度の有義波高であった。このため、波浪の影響により河口部に沈降する土砂量に差異が生じた。
- ②河口砂州地形：河口砂州地形が発達している場合には、出水で河口砂州が押し出され堆積土砂量が大きくなる。既に出水の影響により、開口幅が広がっている場合には通水面積が大きく河口砂州は押し出されない。
- ③出水継続時間：9月15日～10月17日の間で指定水位1.5mを上回った時間は191時間あったのに対し、10月17日～11月10日の間では29時間であった。外力作用時間により堆積土砂量に差が生じるものと考えられる。
- ④洪水履歴：河道が既に出水の影響を受けている場合には、それに見合った粒径・勾配などを河道が形成することから、同規模の出水が生じて、同様の堆積土砂量にはならない可能性がある。

### (2) ブロック別の堆積変動量

等深線の0, -3, -6, -9mを目安に、河口部を図-7(1)に示す13のブロックに分割し、ブロック別の堆積変動量を算出し、表-1右表に算出結果を示す。

表-1右表より、ブロック⑥～⑬に堆積傾向のエリアが分布し、河口前面より東寄りに堆積傾向であると確認



表-1 左表：2003年12月を基準とした各時期までの堆積変動量（万 $\text{m}^3$ ）

右表：2時期間に発生した出水ピーク流量（ $\text{m}^3/\text{s}$ ）とブロック別堆積変動量

|                   | 基準からの<br>変動 | 河川ピーク<br>流量 | 河口エリア<br>全体 | ①    | ②    | ③     | ④    | ⑤    | ⑥    | ⑦    | ⑧    | ⑨    | ⑩    | ⑪    | ⑫    | ⑬   |     |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| 2003年12月<br>(1回目) | 基準          | 2回目-1回目     | —           | -2.1 | -0.1 | -1.9  | -2.9 | -1.5 | 0.1  | 2.8  | 0.3  | 0.3  | 0.2  | 0.2  | 0.3  | 0.1 | 0.2 |
| 2004年4月<br>(2回目)  | -2.1        | 3回目-2回目     | 2,096       | 12.4 | 4.6  | -4.7  | -3.8 | -2.4 | 1.2  | 4.0  | 2.3  | 3.7  | 5.0  | 0.2  | 0.4  | 0.2 | 1.7 |
| 2004年8月<br>(3回目)  | 10.3        | 4回目-3回目     | 845         | -1.9 | -2.2 | -5.0  | -2.1 | -1.5 | 0.2  | 2.4  | 2.8  | 0.7  | -0.6 | 0.2  | 1.1  | 1.4 | 0.6 |
| 2004年9月<br>(4回目)  | 8.4         | 5回目-4回目     | 1,605       | 24.9 | -1.3 | 0.5   | 0.5  | 0.2  | 0.4  | 2.0  | 4.6  | 7.2  | 8.5  | 0.5  | -0.1 | 0.7 | 1.3 |
| 2004年10月<br>(5回目) | 33.3        | 6回目-5回目     | 1,755       | -2.3 | -1.5 | -0.9  | -0.3 | -1.9 | -1.3 | -1.4 | 0.3  | 3.0  | 0.1  | -0.3 | -0.7 | 1.6 | 0.9 |
| 2004年11月<br>(6回目) | 30.9        | 7回目-6回目     | 1,426       | 0.2  | 0.4  | -0.7  | -0.5 | -0.8 | -0.4 | -0.3 | 0.4  | 1.6  | -0.2 | -0.2 | 0.2  | 0.4 | 0.2 |
| 2004年12月<br>(7回目) | 31.0        | 合計          | —           | 31.1 | -0.1 | -12.8 | -9.0 | -7.9 | 0.3  | 9.5  | 10.6 | 16.5 | 13.0 | 0.6  | 1.2  | 4.3 | 4.9 |

備考)ハッチングは堆積したブロック

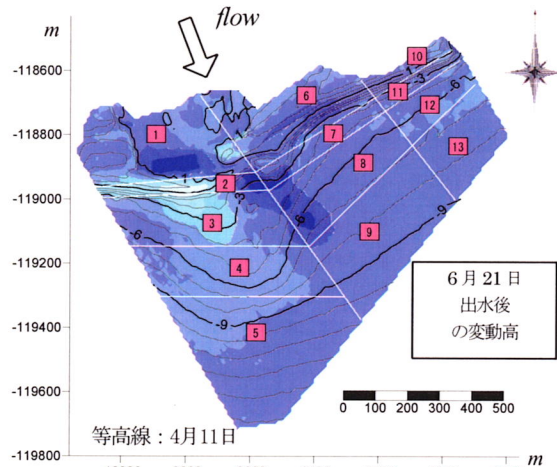


図-7(1) 3回目-2回目の変動高

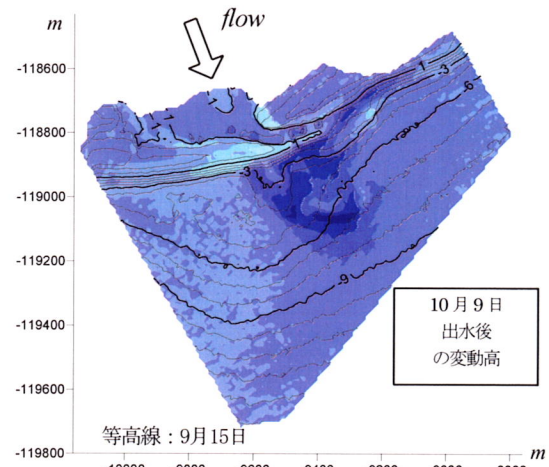


図-7(3) 5回目-4回目の変動高

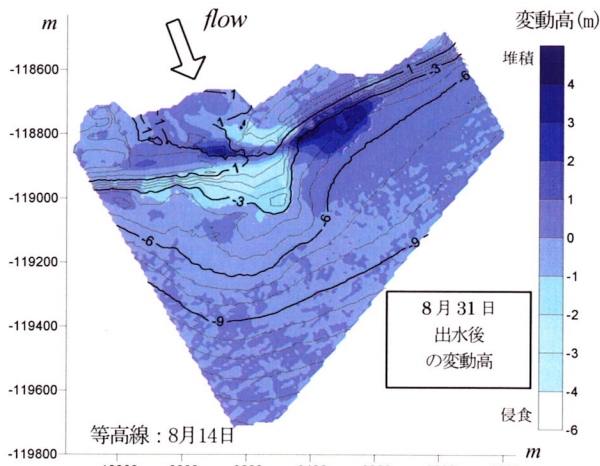


図-7(2) 4回目-3回目の変動高

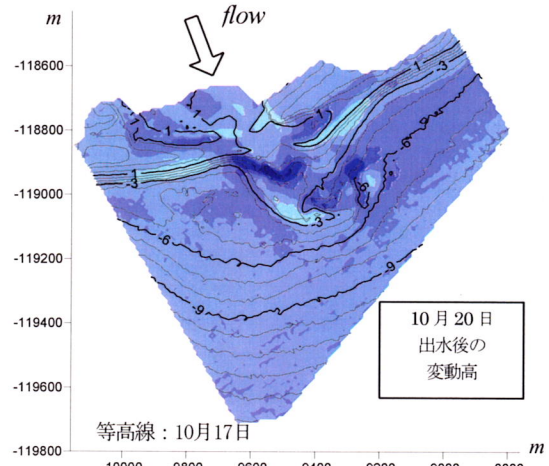


図-7(4) 6回目-5回目の変動高

図-7 各測量時期毎の堆積土砂の変動高

できる。特にブロック⑥～⑨の河口前面で堆積土砂量が堆積エリアの中で支配的であり、1年間で⑥+⑦+⑧+⑨ $\div$ 50万 $\text{m}^3$ 程度の堆積である。一方、ブロック②～④で侵食傾向が見られ、②+③+④ $\div$ 30万 $\text{m}^3$ の侵食であった。ブロック⑤、⑬の水深が大きいエリアに関しては、変動量が小さく2万 $\text{m}^3$ を超えることは無かったことが表より把握できる。

次に堆積位置や変動量が特徴的であった各測量期間毎の堆積土砂の変動高を図-7(1)～(4)に示す。色の濃淡は

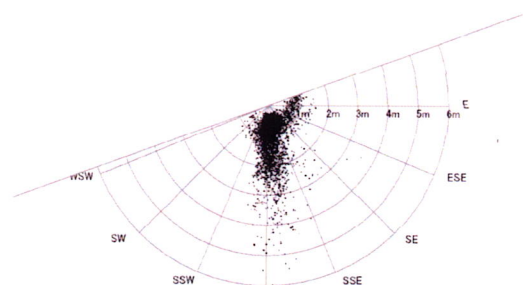


図-8 波高波向分布図(2004年海象年表<sup>3)</sup>，久能観測所)



変動高，等高線は各2期間の差分の基準とした出水前の深淺ラインである。

図-7(1)～(4)の共通点は，河口前面の西側に侵食エリアと侵食エリアの東側に堆積エリアが存在することである。これらは，図-8に示すようにS方向からの波向きに起因し，汀線に対して波が斜め入射することにより，東方向に堆積エリアを形成するものと考えられる。

図-7(1)，(2)，(3)に見られるのは，右岸砂州の先端において侵食し，その侵食エリアの東側に，堆積エリアを形成することから，河口砂州の一部が押し出され堆積エリアを形成しているものと考えられる。今後は，河口に堆積した土砂を河口砂州分，河道流出分，沿岸漂砂分等に分類し整理することを課題としたい。

## 6. 結論

本研究の結論を以下に整理する。

(1)2004年の1年間で安倍川河口部に堆積した土砂量は31万 $\text{m}^3$ であった。これは，河口部等の水理条件によるが，静岡海岸の保全に寄与する土砂供給能力を持つものである。

(2)2004年の安倍川河口部において，堆積傾向，侵食傾向のエリアについてブロック別に示し，河口前面の東方向に堆積エリアが生じることが把握できた。

(3)河口部の堆積土砂量は，河川ピーク流量のみに規定されていない。要因を以下のように考察する。

①波浪：出水時やその後における河口部周辺の波浪の影響により，河口部に沈降する土砂量に差異が生じる。

②河口砂州地形：出水が起こった際，河口砂州地形が発達している場合には，河口砂州が押し出され堆積土砂量が大きく，既に出水の影響等により，開口幅が広がっている場合には通水面積が大きく河口砂州は押し出さない場合があり堆積土砂量が異なる。

③出水継続時間：出水時の継続時間により堆積土砂量が異なる。

④洪水履歴：河道が既に出水の影響を受けている場合には，それに見合った粒径・勾配などを河道が形成することから，同規模の出水が生じてても，同様の堆積土砂量にはならない可能性がある。

(4)土砂管理の観点から，2004年の出水により河口部に堆積した土砂量を算定したことより，河川における河床変動計算の検証材料を示した。

謝辞：本研究を遂行するにあたり，資料及びデータ提供を頂いた国土交通省中部地方整備局静岡河川事務所，安倍川骨材事業協同組合の関係各位の皆様には謝意を表す。

さらに，深淺測量を効率的に実施して頂いた三洋テクノマリン(株)の関係各位に感謝の意を表す。

## 参考文献

- 1) 伊藤覚，小川義忠，関谷芳弘，三浦真貴雄，劉富山：安倍川河床変動の実態，水工学論文集，pp. 719-724, 1999.
- 2) 宇多高明，小菅晋：非対称河口砂州の形成に関する実態論的研究－安倍川河口を例として－，海洋開発論文集，pp. 639-644, 1997.
- 3) 第26回海象年表(平成16年)，国土交通省河川局砂防部保全課海岸室，国土技術政策総合研究所河川研究部海岸研究室，2004.
- 4) 宇多高明，鈴木忠彦，大石守伸，山本吉道，板橋直樹：静岡海岸の沿岸漂砂量およびその分布形の評価，海岸工学論文集，pp. 536-540, 1994.
- 5) 加藤史訓，山本幸次，鳥居謙一：安倍川河口部における短期的な地形変化と粒径集団の土砂動態特性，土木学会第56回年次学術講演会講演概要集Ⅱ-30，pp. 60-61, 2001.
- 6) 伊藤覚，永田雅一，若松大資，小川義忠，劉富山：安倍川の一次元河床変動解析による安定河道設計法，土木学会第52回年次学術講演会講演概要集Ⅱ-239，pp. 478-479, 1997.
- 7) 山本幸次：河口域の土砂動態，第41回水工学に関する夏期研修会，Bコース，2005.
- 8) 宇多高明，竹村具美，水野正樹，小川義忠：流砂系の観点から見た安倍川の治水安全度の確保と静岡・清水海岸保全の検討，河川技術に関する論文集，pp. 339-344, 2000.
- 9) 和田雅昭，宮川健三，山岡誠，天下井清，木村暢夫，岩森利弘：水上オートバイを用いた測深システムの開発：水産工学，pp. 1-12, 2004.
- 10) 宇多高明：日本の海岸侵食，山海堂，1997.
- 11) (財)国土技術研究センター編：河道計画検討の手引き，山海堂，2002.
- 12) 磯部雅彦：海岸環境と流砂系土砂管理，河川，NO. 628，pp. 24-31, 1998.
- 13) 末次忠司，日下部隆昭，坊野聡子：土砂管理施設のためのキーノート～土砂動態の時空間的不連続性を考慮した流域管理に向けて～，国土技術政策総合研究所資料，NO. 231, 2005.