

漁港漁場整備事業における浚渫土砂海洋投入 に関する実態調査とSS拡散予測について

STUDY ON DREDGED MATERIAL DUMPING INTO THE OCEAN
FROM FISHERY PORTS AND SIMULATION ON DIFFUSION

浅川典敬¹・本間薫²・佐藤昭人³・我原弘昭⁴・田代孝行⁴
Noritaka ASAKAWA, Kaoru HONMA, Akito SATOU,
Hiroaki GAHARA, and Takayuki TASHIRO

- ¹正会員 水産庁漁港漁場整備部計画課 (〒100 東京都千代田区霞が関1-2-1)
² 水産庁漁港漁場整備部整備課 (〒100 東京都千代田区霞が関1-2-1)
³正会員 (財)漁港漁場漁村技術研究所 (〒101 東京都千代田区内神田1-14-10)
⁴(財)漁港漁場漁村技術研究所 (〒101 東京都千代田区内神田1-14-10)

To obtain figures and tables for environmental assessment on diffusion caused by dumping dredged materials from fishery ports into the ocean, study on past records on volume of dredging and dumping materials were carried out. The cases for numerical simulation on diffusion were selected by examining the study on past records. The simulation was conducted for conditions of three types of dredged materials, three water depths, three current speeds and one representative median diameter.

As the results of the simulation, figures of maximum concentration, maximum diffusion distance, affecting time on diffusion for 2 mg/L and 10 mg/L conditions were obtained.

After specifying sorts of fish around the dumping area and fishing time, a trial of prediction on diffusion and assessment for dumping dredged material were conducted by using those figures.

Key Words : diffusion, environmental assessment, dredged material

1. はじめに

海洋投棄による海洋汚染を防止することを目的として、1972年にロンドン条約が発効となり、我が国においても「海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律」(以下「海防法」)に基づき、一定の規制の下海洋投入を実施してきたところである。しかしながら、ロンドン条約の更なる規制強化が求められ、「96年議定書」が採択され、これを受け、平成16年に海防法の改正が行われ、浚渫土砂の海洋処分についても、投入による影響を評価することが必要となった(平成19年4月1日施行)。

影響評価項目としては、浚渫土砂の投入後の海底への堆積の影響や濁りの影響が考えられる。この内、堆積の影響の検討に必要な浚渫土砂の堆積厚さの予測に関しては、矢内ら¹⁾により簡易図表が提案されている。また、投入土砂を被る底生生物の埋没耐性に関しては、齋藤ら²⁾の実験報告により堆積厚さの閾値について検討されている。

本研究は、現在漁港漁場整備事業を実施している事業主体(都道府県)に対して、浚渫土砂の処分に

ついて実態調査を行うとともに、水産動植物への影響を評価することを目的として、浚渫土砂の投入による濁りについて、拡散範囲や継続時間等の予測シミュレーションを行い、その結果を海防法に基づく周辺漁場への影響の評価に利用するための簡便な図に整理したものである。

2. 調査の内容

(1) 浚渫土砂海洋投入処分に関する実態調査

全国の40都道府県を対象として、漁港漁場整備事業における浚渫土砂の処分に関して、①浚渫土砂量の経年変化および頻度分布、②海洋投入量の経年変化および頻度分布、③浚渫土砂の有効利用方法、④土砂の性状、⑤海洋投入海域までの距離および水深、⑥投入方法、⑦航海の運搬量、等に関して実態調査を行い、基礎データの収集・整理を行った。

(2) SS拡散予測シミュレーション a) 予測手順

浚渫土砂の海洋投入処分に際し、水産動植物への濁りに対する影響を評価する基礎資料とするために、施工条件、環境条件を整理し、濁り発生原単位を設定した上で濁り発生量（SS総量）を算定した後、魚介類に及ぼす影響基準以上となる濁り拡散範囲並びに出現時間を算定した。

SS拡散予測手法の手順を図-1 に示す。

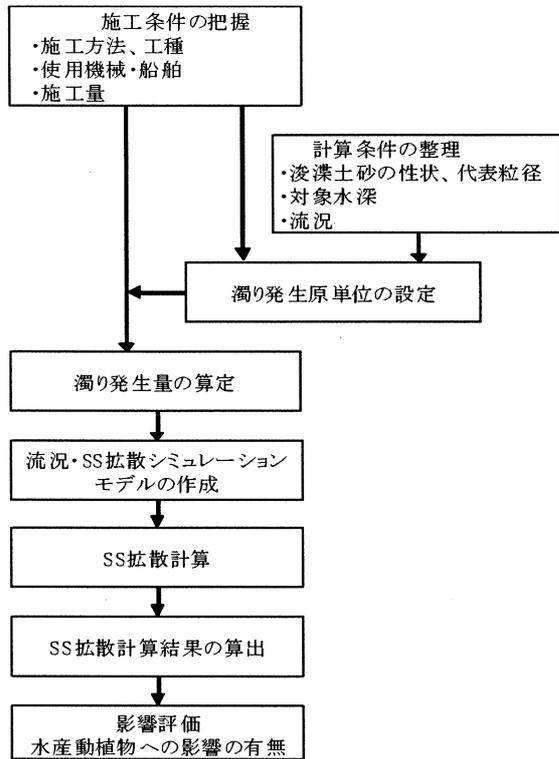


図-1 SS拡散予測手法の手順

b) 流況予測モデル

計算モデルは、2次元多層非定常レベルモデルを用いた。基礎式は、水理公式集を参考に、非圧縮粘性流体に関するNavier-Stokesの運動方程式と流体の連続式とした。また、SS沈降拡散予測モデルは、Fickの拡散方程式に土粒子の沈降を考慮した式を用いた。

c) 予測計算条件およびケース

予測計算の条件は、浚渫土砂の海洋投入処分に関する実態調査結果を反映させて代表的な条件として表-1 のとおり設定した。濁り拡散予測基準は、SS濃度が2mg/Lと10mg/Lとした。SS濃度2mg/Lの予測基準は、社団法人日本水産資源保護協会『水産用水基準（2000年版）』によると、人為的に添加される濁りの魚介類に及ぼす影響基準を2mg/L以下としていることから設定した。また、SS濃度10mg/Lの予測基準は、回遊魚並びに養殖魚の代表種であり、濁りに対して敏感であるブリを対象種として選定した上で、上記資料によると、濁りがブリの行動に及ぼす影響について、「10mg/L以上（海底土、実験日数15日、大きさ14.3～14.6 cm）で成長に影響あり」、「10mg/L以上（白陶土、大きさ109.1 g）で忌避に

影響あり」としていることから設定した。投入方法は、300 m³ 積底開バージが瞬時に一括投入する場合と設定した。土砂の代表粒径は、別途実施された8漁港の粒度分析結果を整理し、各土砂のシルト分で粒径が0.04 mm以上0.075 mm以下の範囲の中央値を算出し、さらに、その中央値の平均値0.06 mmと設定した。なお、粒径0.04 mm未満の粒子についてはフロック化しやすいため対象外とした。また、予測計算では、水平グリッド間隔：50 m 格子、水平渦動粘性係数：4.0 x 10³ cm²/s、層間摩擦係数：0.0013、海底摩擦係数：0.0026、水平拡散係数：50 m 格子・4.0 x 10³ cm²/s、鉛直拡散係数：1.00 cm²/s、計算時間間隔：（流況）2.0 秒・（SS拡散）10 秒、等と設定した。浚渫土砂のシルト分は、代表的に20%、40%、80%の3種類とし、これらに対応して発生原単位を設定した。水深は、20 m、50 m、100 mの3種類、流速は、0 cm/s、20 cm/s、50 cm/sの3種類と設定した。

予測計算のケース数は、表-2 に示すように15ケースとした。

表-1 予測計算条件

区分	内訳	備考	
濁り拡散予測基準	SS濃度が2mg/L並びに、10mg/L以上の拡散範囲を予測	社団法人日本水産資源保護協会資料より設定	
施工方法1パターン	浚渫土砂300 m ³ を同時に全量投入	瞬時に一括投入とした例) 底開バージ船方式	
代表粒径1パターン	代表粒径：0.06mm	沈降速度は0.269 cm/s 8漁港の浚渫土砂の分析結果から設定	
濁り発生原単位3パターン	10.37×10 ⁻³ t/m ³	シルト分20%	実態調査結果並びに、国土交通省港湾局資料を参考
	36.77×10 ⁻³ t/m ³	シルト分40%	
	47.75×10 ⁻³ t/m ³	シルト分80%	
水深3パターン	20m	沿岸域を想定し20m、50mを設定し、沖合域を想定し100mを設定 各10層に分割	
	50m		
	100m		
流速3パターン	流速0cm/s	沿岸域を想定し選定 黒潮等の海流の影響を強く受ける沖合域を想定	
	流速20cm/s		
	流速50cm/s		
計算時間1パターン	SS濃度2mg/L以上が消滅するまで	-	

表-2 予測計算ケース

ケース	施工方法	濁り発生原単位	水深	流速
1	300m ³ を一括投入	10.37×10 ⁻³ t/m ³ (シルト分20%)	20m	0cm/s
2			50m	
3			20m	20cm/s
4			50m	
5			100m	50cm/s
6		36.77×10 ⁻³ t/m ³ (シルト分40%)	20m	0cm/s
7			50m	
8			20m	20cm/s
9			50m	
10			100m	50cm/s
11		47.75×10 ⁻³ t/m ³ (シルト分80%)	20m	0cm/s
12			50m	
13			20m	20cm/s
14			50m	
15			100m	50cm/s

(3) 拡散に関する影響評価の一例

拡散に関する影響評価の試みとして、浚渫土砂投入海域の漁期を考慮した対象種の設定、漁法や作業時間を考慮した影響範囲の設定などから、浚渫土砂投入の漁場への影響を検討した。

3. 調査結果

(1) 浚渫土砂海洋投入処分に関する実態調査結果

a) 浚渫土砂量の経年変化および頻度分布

過去5年間の漁港漁場事業の浚渫土砂量は、年間約300~500万m³であり(図-2)、漁港別には、1,000m³以下が最も多く、3,000m³以下が約70%を占める(図-3)。

b) 海洋投入量の経年変化および頻度分布

過去5年間の漁港漁場事業の浚渫土砂量の海洋投入量は、年間約100~200万m³であり(図-4)、漁港別には、3,000m³以下が約60%を占める(図-5)。

c) 浚渫土砂の有効利用方法

過去5年間の漁港漁場事業の浚渫土砂量からその海洋投入量を除いた残りの土砂に関する有効利用

方法は、養浜、漁場造成がそれぞれ約30%を占め、侵食対策が約20%を占める(図-6)。

d) 浚渫土砂の粒度組成

浚渫土砂の粒度組成は、砂が80%~100%を含む場合が約80%を占める(図-7)。シルトを含まない場合が約50%を占める(図-8)。

e) 粒度組成別の浚渫土砂量

粒度組成別の浚渫土砂量は、砂が約60%、礫が約20%、シルトが約20%を占める(図-9)。

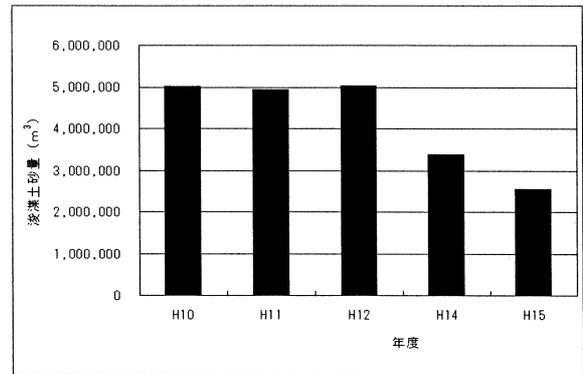


図-2 浚渫土砂量の経年変化

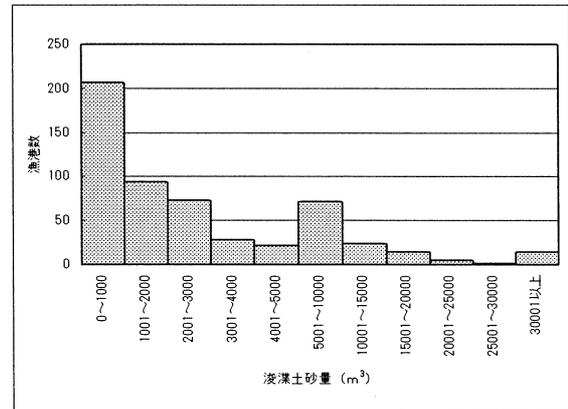


図-3 漁港別浚渫土砂量

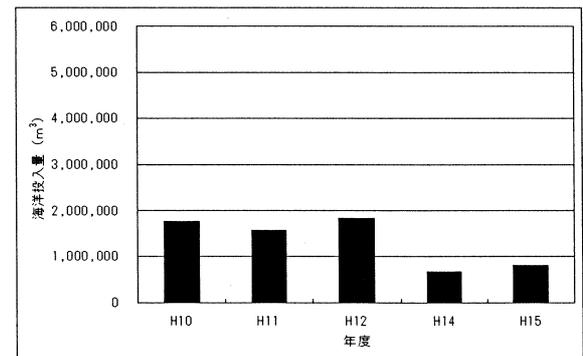


図-4 海洋投入量の経年変化

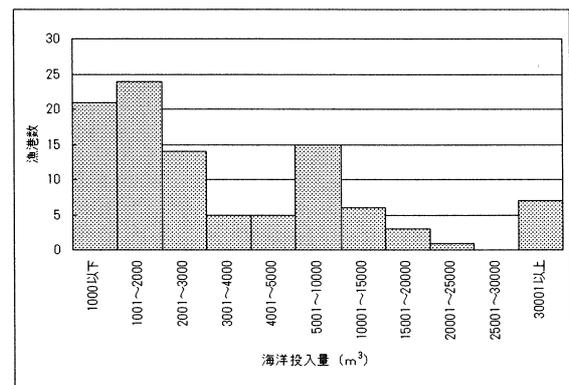


図-5 漁港別投入土砂量

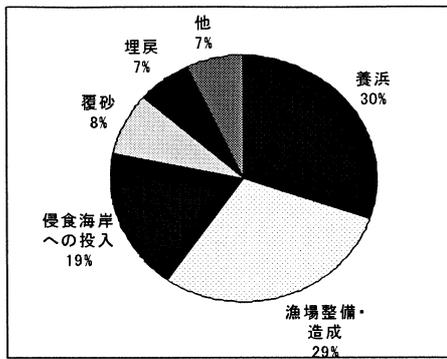


図-6 浚渫土砂の有効利用方法

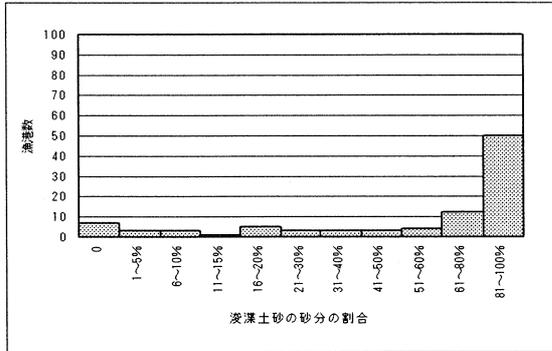


図-7 浚渫土砂の粒度組成 (砂分)

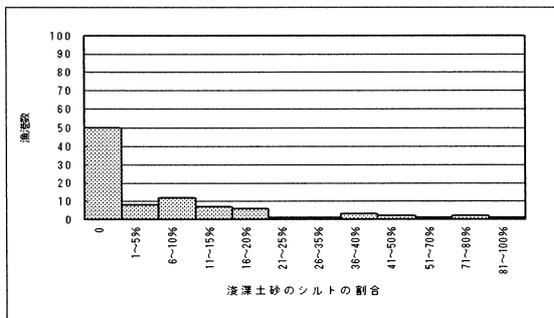


図-8 浚渫土砂の粒度組成 (シルト分)

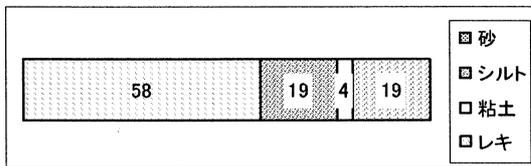


図-9 粒度組成別の浚渫土砂量

f) 海洋投入海域の漁港からの距離および水深

海洋投入海域の漁港からの距離は、4 Km 以内が約 40 % を占める (図-10)。海洋投入海域の水深は、100 m 以浅が、約 70 % を占める (図-11)。

g) 投入方法

投入方法は、底開バージが、約 75 % を占める (図-12)。

h) 底開バージ投入量

底開バージの1航海の運搬量は、201~300 m³ が最も多い (図-13)。

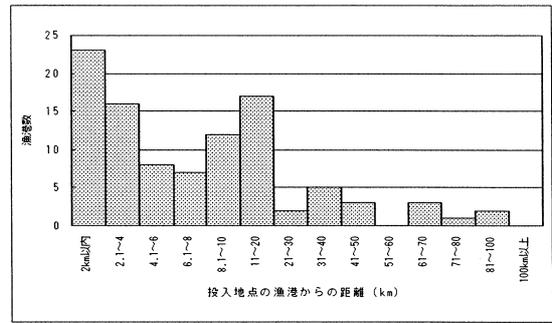


図-10 海洋投入海域の漁港からの距離

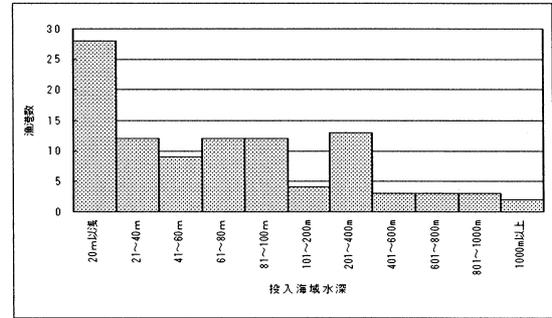


図-11 海洋投入海域の水深

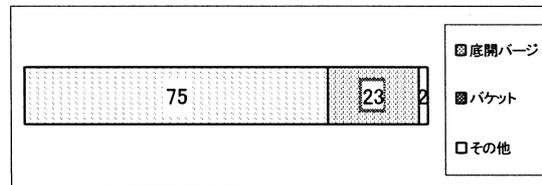


図-12 投入方法

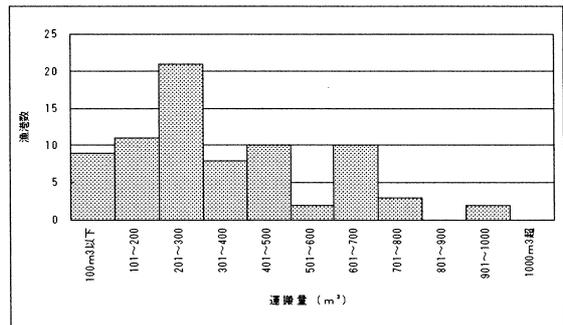


図-13 底開バージ投入量 (1航海当たり)

(2) SS拡散予測シミュレーション結果

SS拡散予測シミュレーション結果の一部を図-14~19に示す。

図-14は、水深50mの場合の流速0および20cm/sのSS濃度2mg/L以上の最大包絡範囲を示し、シルト分の割合が多いほど、また、流速が大きいほど濁りの影響範囲が広がることわかる。また、図-15~19は、SS濃度2mg/Lと10mg/Lの最大拡散距離、継続時間、および最大濃度を示す。例えば、シルト分80%の土砂を流速20cm/secで水深20mの海域に投入した場合に、SS濃度2mg/Lの拡散距離は最大で2.2km、継続時間は最長で

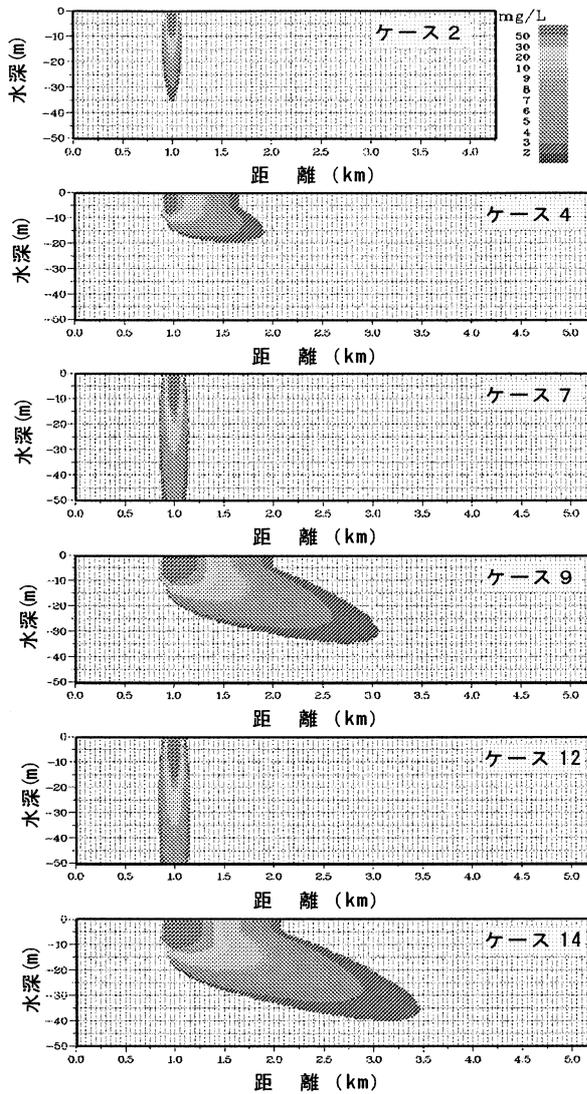


図-14 断面のSS濃度最大包絡図

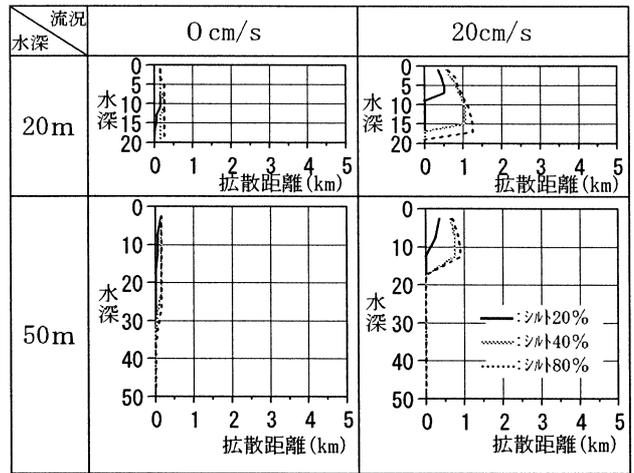


図-16 SS濃度 10mg/L の最大拡散距離

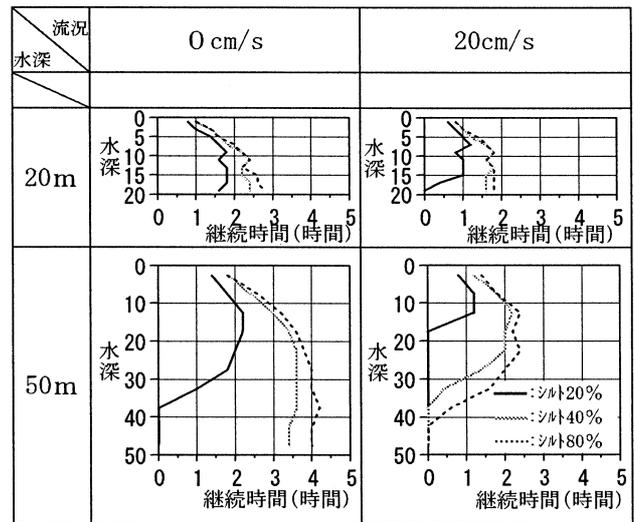


図-17 SS濃度 2mg/L の継続時間

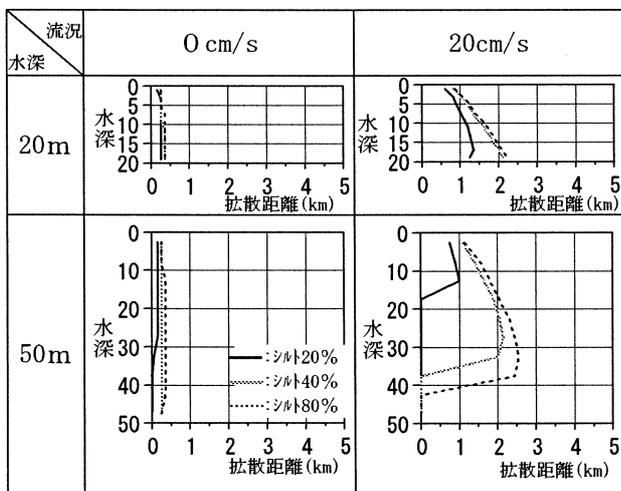


図-15 SS濃度 2mg/L の最大拡散距離

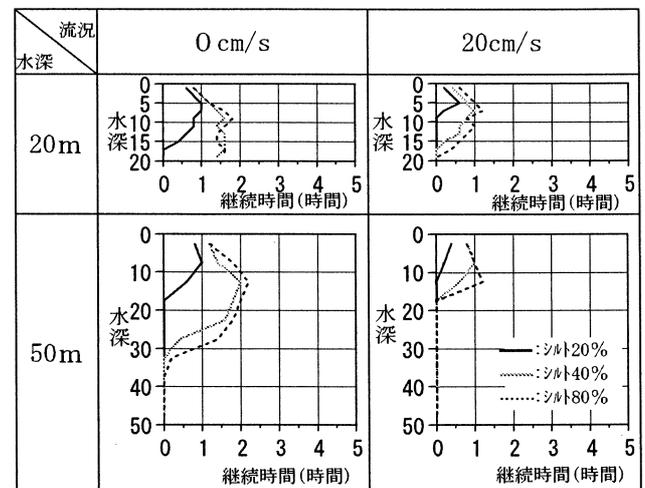


図-18 SS濃度 10mg/L の継続時間

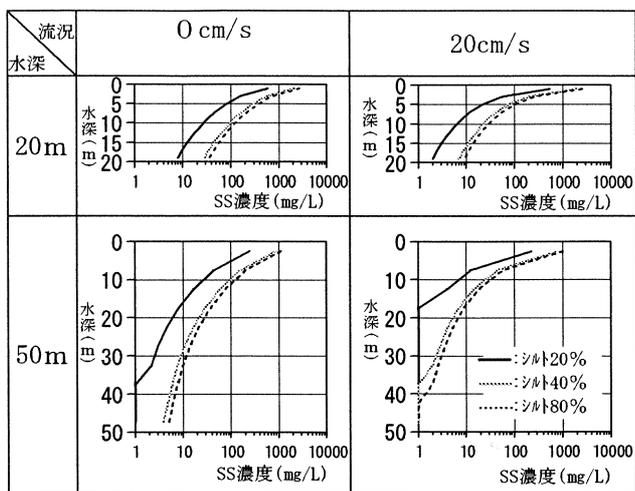


図-19 最大濃度

1.8 時間と予測された。一方、水深 50 m の場合は、同様に、2.5 km、2.4 時間と予測された。このようにこれらの図から、投入土砂のシルト分の割合が大きいくほど濁りの拡散距離は大きく、流れがある場合はない場合より濁りの継続時間は大きく減少すると予測された。

4. 拡散に関する影響予測の一例

下記の条件で拡散に関する影響予測を試みた。

(1) 検討条件

検討条件を表-3 に示す。

(2) 対象魚種の判断基準

投入海域の漁業対象種の判断基準を表-4 に示す。

(3) 対象種への影響予測と評価

前項の簡易図を利用して以下のように影響予測される。最大拡散距離は、図-16 から、約 0.4 km 以内、水深約 12 m 程度までと予測される。継続時間は、図-18 から、約 30 分以内、水深約 12 m 程度までと予測される。最大SS濃度は、図-19 から、最大約 200 mg/L 程度、水深約 18 m 程度までと予測される。従って、対象種がブリの場合、次のように影響評価できる。

a) 浚渫土砂投入場所から 0.4 km 以内、水面下 10 m 以浅で忌避行動を起こすが、それ以上離れていれば影響はないものと思われる。

b) 成魚の移動は、10~100 km/日、最大遊泳速度(秒速)は、体長の2 倍程度であるため³⁾、高濃度のSSに対しては忌避行動を起こし、濁りの影響を長時間受けることはないと考えられることから、成長の障害はない。

c) 生育段階並びに季節によって生息場を移動する回遊魚であるから、浚渫土砂の投入時期はこれらを考慮する必要がある。

表-3 検討条件

浚渫土砂の性状	中央粒径は 0.06 mm シルト分は 20 %
投入場所の条件	東向きに流速 20 cm/s 水深は 50 m
周辺の主な魚種	マダイ、ブリ
投入工法	300m ³ 積底開バージ船 1 日 1 回一括投入

表-4 対象魚種の判断基準

対象魚種	基準値	濁りに関する判断基準 (水産用水基準)
マダイ	SS	150-200 mg/L (白陶土他) で 行動に影響
		100 mg/L以上 (白陶土、赤土) で 行動に影響
ブリ	10 mg/L 以下	10 mg/L以上 (海底土) で 15日後の成長に影響

4. おわりに

本研究では、全国の漁港漁場事業における浚渫土砂やその海洋投入処分に関する実態調査結果から代表的な投入場所の水深や流況等の条件、投入土砂の代表的な土質性状、粒径や投入方法等の条件で拡散に関するシミュレーションを行い、浚渫土砂の海洋投入海域での対象魚種に対する濁りの影響予測に供する簡易図を示した。

本シミュレーション結果は、浚渫土砂の投入を実施する事業主体が、投入する海域の環境条件、施工条件を照合することで、簡易図等の結果から魚場に与える影響を予測・評価することを目的としたものであるが、投入手法・粒径分布・各種係数等が必ずしも実現象を再現したものではない。このことから、今後実海域での土砂投入時の濁りの実測値から数値解析の検証を行い、適用限界を精査する必要がある。

また、今回は、2mg/L と 10 mg/L の2種類の基準濃度を用いたが、各事業で、対象とする水産生物を抽出し、その濁りの耐性、漁業形態(漁法、漁期)を把握した上で、濁りの拡散範囲や濁りの継続時間等が明らかにされ、より適正な事業推進が期待される。

参考文献

- 1) 矢内栄二他：土運船による土砂投入堆積形状に関する簡易予測図表の提案，海岸工学論文集，第52巻(2005)土木学会，pp. 861-865.
- 2) 齋藤肇他：一般水底土砂の海洋投入処分を想定した底生動物の埋没耐性実験，海岸工学論文集，第52巻(2005)土木学会，pp. 1186-1190.
- 3) (社)全国沿岸漁業振興開発協会：沿岸漁場整備開発事業施設設計指針(平成4年度版)