

底質浄化による水質の浄化について（その 1）

徳田 峯夫*・佐藤 浩孝**

はじめに

“きれいな海”の回復は、われわれみんながひとしく願うところである。運輸省第四港湾建設局では、“きれいな海”の回復のために既に浮遊しているゴミや油の回収を行っているが、さらに根本的に海をきれいにするために周防灘及び別府湾の海底にたまっているヘドロを処理して、これらの汚染の進んだ海をきれいにしようと考え各種の調査を実施してきた。まだ中間報告の段階ではあるが、ここでは底質浄化による水質改善効果を中心に報告する。

1. 海洋浄化方策の検討

1.1 海域水質の現況

全国的にみると、海域の水質は COD の環境基準の達成状況ではやや改善されてきているといえることができる。しかし瀬戸内海についてみると経年的な変化ははっきりせず、大阪湾、広島湾、周防灘西南部、別府湾奥部がよごれており、このうち第四港湾建設局の管内である周防灘、別府湾では、環境基準を達成していない海域がかなりある。このため、この両海域をすみやかに浄化しなければならないことがわかる。

1.2 水質悪化の原因と水質浄化方法

水質の悪化とはどのようなものであるか考えてみると ① 富栄養化、② 有害物質、③ 大腸菌、④ 浮遊ゴミ、⑤ 浮遊油、⑥ 温排水、⑦ にごり の7つがある。このうち、① 富栄養化を除く②～⑦については原因者サイドの対策が有効であるとともにその対策がなされてきており、改善されていくであろう。問題は①の富栄養化による水質の悪化である。この富栄養化のうち、周防灘、別府湾といった広い海域の浄化に有効なものは、まとめていうと

- ① 産業排水規制、下水道整備、し尿処理施設整備等の流入負荷の削減

② 汚泥の浚渫（除去）、覆土等の底質浄化の2つである。

そこでまず、流入負荷の削減の効果についてみる。産業排水の COD 負荷量は、瀬戸内海全体でみると昭和 52 年には昭和 47 年の 1/3 になるなど流入負荷の削減の対策がなされているにもかかわらず、周防灘、別府湾についてみると明確な水質改善のきざしはみえず、むしろ悪化のきざしがあるところすらある程である。このことから、周防灘、別府湾においては流入負荷の削減という方策は必ずしも十分に有効ではなく、もう一つの対策である底質浄化を検討する必要があることがわかる。

1.3 底質浄化による水質改善効果

底質浄化による水質改善について検討する前に、この周防灘、別府湾の底質がどんなものであるか示す。これは表一にあらましを示すとおりであり、東京湾、大阪湾に匹敵する程度の汚れであることがわかる。また、粒度、色、においをみてモかなり汚染された底質であるこ

表一 底質の海域汚染状況

海 域	周 防 灘	別 府 湾	東 京 湾	大 阪 湾	(参考) 吉田陽一による海域の 栄養階級区分		
					貧栄養域	富栄養域	過栄養域
底 質					5 以上	5～30	30 以上
C O D (mg/g 乾泥)	8～40	9～40	17～29	8～25	5 以上	5～30	30 以上
強熱減量 (%)	7～17	2～18	10～13	7～11	—	—	—
硫 化 物 (mg/g 乾泥)	0.02～0.06	0.02～1.40	0.76～3.06	0.04～0.15	0.03 以下	0.03～0.30	0.30～3.00

とがわかる。この汚染された底質から水中へ栄養塩や有機物質等が溶出し、また底質により水中の酸素が消費され、これにより水質の富栄養化が進行すると考えられている。そこで底質からの溶出を低減させる、あるいは底質による酸素消費を低減させることによって水質の浄化をはかることができると考えられる。したがって底質を浄化することにより水質が浄化されるわけで、その効果の予測を行った。

1.4 底質浄化による水質改善効果の予測

ここでは、その第一歩として COD を指標とした富栄養化のボックスモデルを用いて水質改善効果の予測を行った。このモデルにおいては対象とした海域（周防灘）

* 正会員 運輸省第四港湾建設局海域整備課

** 運輸省航空局飛行場部建設課（前同第四港湾建設局海域整備課）

を6つのボックスに分割し、あるボックスについて着目したとき、半潮汐 (Δt) の間にそのボックスの COD 濃度が $S^{t-\Delta t}$ から S^t に変化するとき、この変化は下式のような要素によるものと考える。

$$S^t \times V = S^{t-\Delta t} \times V + I_n \times \Delta t + R_e \times \Delta t + P_r \times \Delta t + FI \times S^{t-\Delta t} - F_o \times S^{t-\Delta t}$$

ここに

V : ボックスの容積

$I_n \times \Delta t$: Δt の間の陸域からの COD 負荷

$R_e \times \Delta t$: Δt の間の底質からの溶出

$P_r \times \Delta t$: Δt の間のボックス内部での生産等

$FI \times S^{t-\Delta t}$: Δt の間隣接する海域から流入する COD 量

$F_o \times S^{t-\Delta t}$: Δt の間当該ボックスからの COD 流出量

図-1 に示すこのプロセスが初期条件のときから無限回つづいたときが現況である。このモデルにおいては P_r が未知数であり、 P_r を未知数として各ボックスについての式を連立させて求める。 P_r を求めたあと、① I_n を1/2とした流入負荷削減ケース ② 最も溶出負荷の大きい荻田・中津沖の第4ボックスの溶出 R_e を1/2にした溶出削減ケース ③ ①②の複合ケース について予測計算を行なったところ 図-3 のような結果が得られ、底質浄化による水質の浄化は効果があることがわかった。

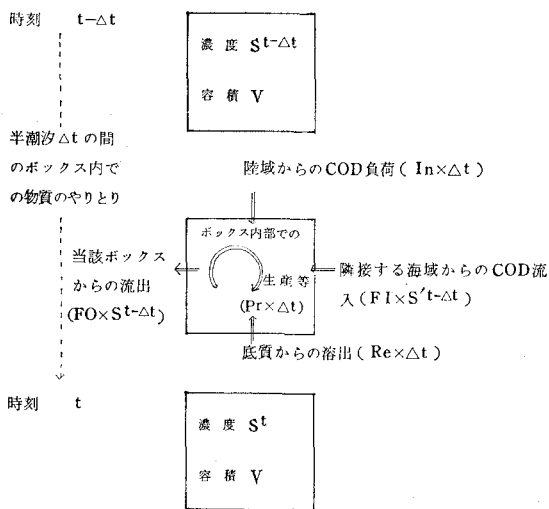


図-1 ボックス内の COD 濃度の変化

2. 底質浄化事業の実施

周防灘における水質予測計算の結果から底質浄化を行うことにより水質が改善されることがわかったので、周防灘及び別府湾の底質浄化事業の具体的な検討を行うこととした。

2.1 底質浄化を実施する範囲

底質浄化の事業は港内においてはすでに実施されてお

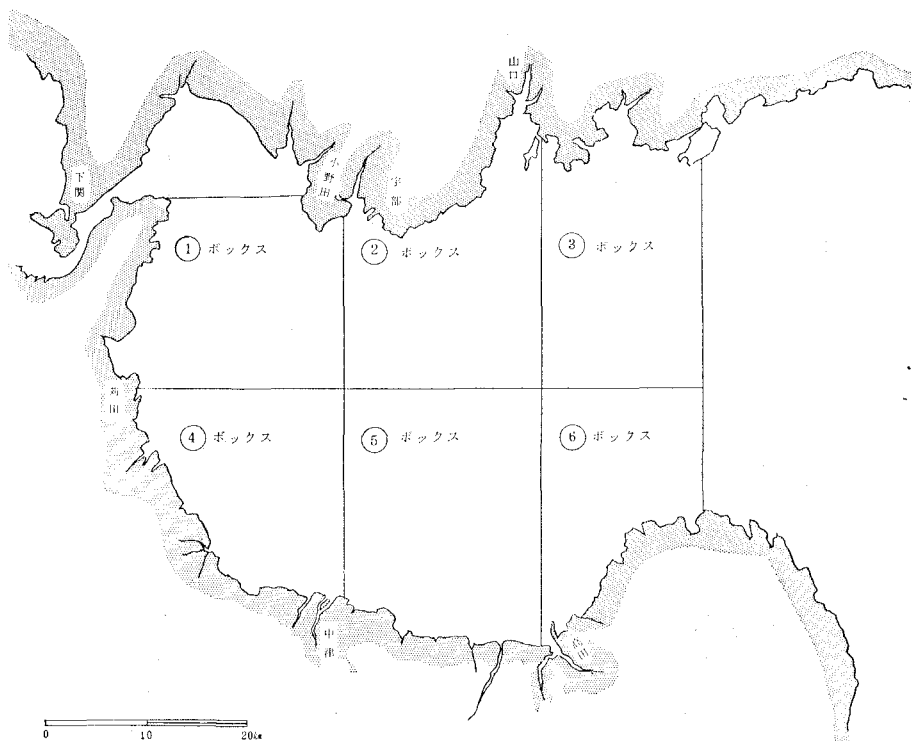


図-2 ボックスモデルの区分(周防灘)

< 現 況 > (昭和47年度調査)

①	②	③
1.9	1.4	1.3
④	⑤	⑥
2.4	2.1	1.6

< 溶出削減ケース >

①	②	③
1.9 (±0)	1.3 (△0.1)	1.3 (±0)
④	⑤	⑥
1.8 (△0.6)	1.9 (△0.2)	1.6 (±0)

< 負荷削減ケース >

①	②	③
1.7 (△0.2)	1.3 (△0.1)	1.2 (△0.1)
④	⑤	⑥
2.3 (△0.1)	2.0 (△0.1)	1.6 (±0)

< 複合ケース >

①	②	③
1.7 (△0.2)	1.2 (△0.2)	1.2 (△0.1)
④	⑤	⑥
1.7 (△0.7)	1.9 (△0.2)	1.6 (±0)

(注1) 各ボックス内の水質COD予測濃度を示す。

(注2) () 内は現況との差

(注3) 単位 ppm

図-3 ボックスシミュレーション計算結果 (周防灘)

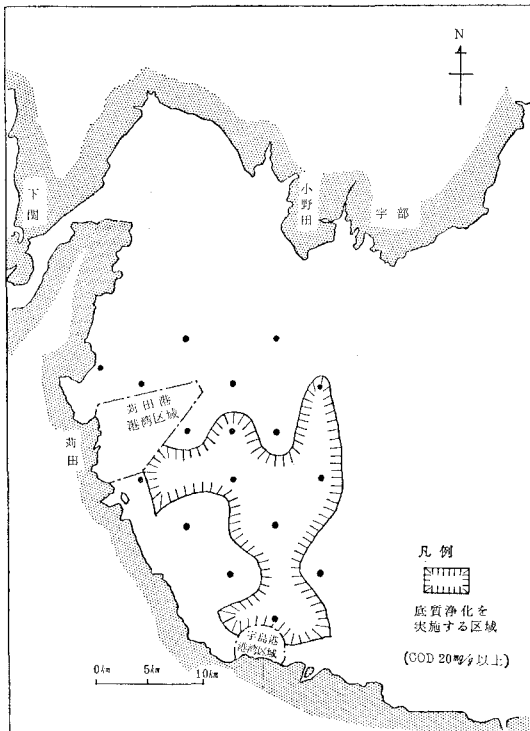


図-4 底質浄化を実施する区域 (周防灘)

り、その浄化基準は各港の実情に応じて定められているが、ここではとりあえず底質の COD が 20 mg/g 以上のところを浄化対象と考えた。その範囲は周防灘でいえば、図-4 に示すとおりであり、汚泥量などを表-2 に示す。

表-2 底質浄化基準を COD 20 mg/g 以上とした場合の浄化区域面積と対象土量

	海 域	周 防 灘	別 府 湾
浄 化 区 域 面 積		170 km ²	17 km ²
COD 20 mg/g 以上の汚泥量		10×10 ⁶ m ³	4×10 ⁶ m ³
汚 泥 厚 さ		5~7 cm	20~30 cm

2.2 底質浄化工法

この事業において考えられる底質浄化工法は、

- ① 浚渫した後海洋投棄する。
- ② 浚渫した後土砂処分場へ投棄する。
- ③ 現位置で処理処分(覆土)する。

の3つである。このうち浚渫船としては特殊ポンプ浚渫船およびエアリフト船が対象となる。周防灘及び別府湾において土砂処分場対象地の水深、底質浄化対象地の面積および水深を勘案すると、周防灘においては、① 浚渫した後海洋投棄する ② 浚渫した後土砂処分場へ投

棄する という 2 つの工法が、別府湾においては、① 浚渫した後海洋投棄する ② 現位置で処理処分(覆土)する という 2 つの工法が考えられる。工期としては各々約 10 年程度かかると考えられる。

3. 今後の調査課題

この報告は中間報告であり、この事業の具体化のためには、まだいくつかの調査課題が残っている。そのひと

つは事業の目的と効果をさらにはっきりさせるための水質汚濁機構把握のための調査である。これは、この海域の特性を現地調査等によりさらに詳しく把握し精密なシミュレーションを用いて精度の高い予測を行なうものである。

また、事業実施のためには施工場所、数量、工法のおおよそを決定する必要がある、そのために密度高く底質の性状把握を行なわなければならないと考えられる。
