

覆砂を行った大阪南港水域の底質について

来田秀雄*・河合 章*

Course of the Quality of Sand Covered on Polluted Bottom Mud
in Osaka South Port

Hideo KITADA* and Akira KAWAI*

Synopsis

In a heavily polluted water region bordering on the wharf of Osaka south port, sea bottom was covered with sand bed of ca. 50 cm thickness over the area of ca. 70,000 m². After the lapse of three years, the authors investigated the course of the quality of the sand.

The covered sand bed below ca. 10 cm from the surface was kept clean through the year, while the surface layers were polluted considerably by the sedimentation of organic materials during summer, as similar as the uncovered bottom mud in the vicinity of the water region. From autumn to winter, the bottom sand turned to be clean, which may be attributed to the washing out of pollutants from the bottom sand due to the violent movement of overlying water by waves which rise in this seasons.

I 緒 言

富栄養化、有機汚濁の進んだ内湾や湖沼などの水域では、海底に有機堆積物が多量に蓄積し、その分解に基づく栄養塩の水中への溶出、回帰や、硫化物の生成、溶出にともなう底層水の低酸素化によって、その水域がさらに悪化していくことがよく知られている。

これに対する底質浄化の方策として、しゅんせつによって汚染した底泥を除去する方法は一般によく知られており、古くから多くの水域において進められている。他方、汚染した底泥の上に砂を敷きつめて底泥と水をしゃ断し、栄養塩や硫化物の水中への溶出を止めることも考えられており、ある程度の効果は得られている¹⁾。しかしながら、覆砂を行って清浄となった海底砂が、はたしてどのくらいの期間その状態が保たれるかが大きな問題となる。そこで著者らは産業排水や都市排水の流入による底泥の汚染

が著しい大阪湾奥部に位置する大阪南港の岸壁に接した海域を覆砂する事業が大阪市によって行われたので、その後の底質変化を調査し、底質改善効果について検討した。

II 調査方法

調査水域及び調査時期 Fig. 1及び Fig. 2に示した定点 A ならびに定点 B において、昭和57年8月、10月及び12月に調査を実施した。

定点 A は、大阪南港岸壁に接した海域で、この地点を中心として昭和54年に約7万 m²にあたって、粒径1.2~0.6 mm の海砂を約50 cm の厚さで覆砂した。また覆砂していない水域として図中の定点 B を対照水域として選んだ。

底泥及び底泥試料の採取 定点 A では内径 5 cm のプラスチック製透明採泥管を用い、潜水土により浮泥を撓乱させないようにして採取した。また定点

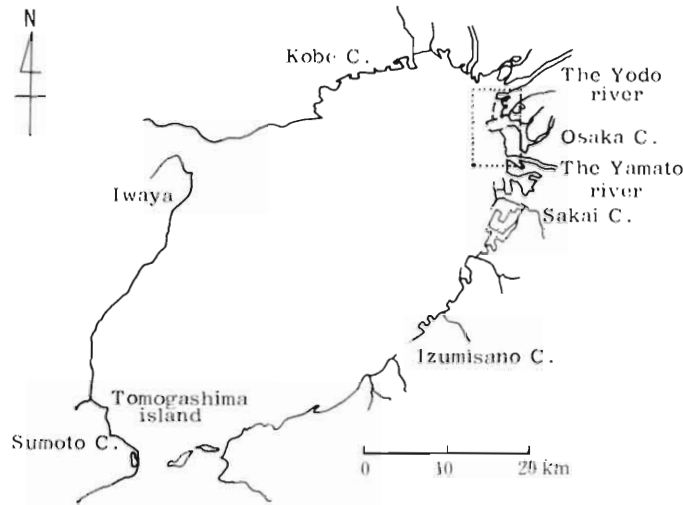


Fig. 1. Map of Osaka south Port and adjacent area.

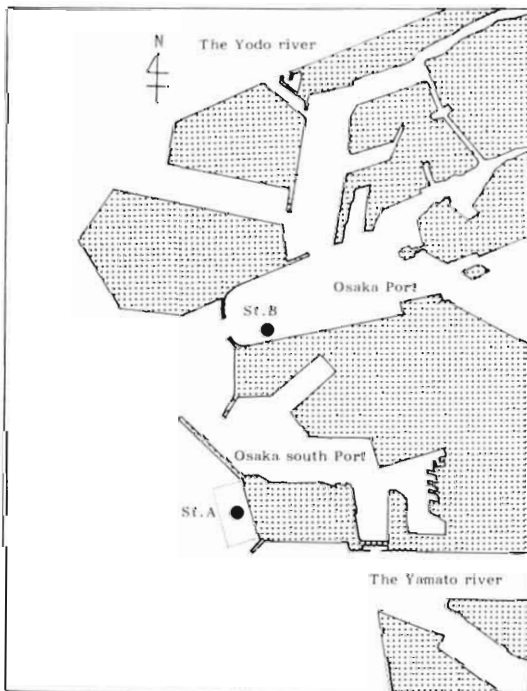


Fig. 2. Stations set up in Osaka Bay.

Bの底泥試料は、K.K式柱状採泥器³⁾を用いて採取した。採取したそれぞれの試料は船上において表層より1 cmごとに切断して冷蔵し、硫化物測定用試料は少量の酢酸亜鉛粉末を混和し、密封して実験室

に搬入し、測定ならびに分析に供した。

化学的酸素消費量 (COD) の測定 アルカリ性過マンガン酸カリウム法による。

強熱減量の測定 電気炉を用いて約600°Cに強熱したときの減量から求めた。

硫化物量の測定 メチレンブルー反応による方法³⁾を用いた。

酸化還元電位 (ORP) の測定 岩城ガラス社製 pH/イオンメーター (225型) による。

クロロフィルおよびフェオフィチンの測定 GFCフィルターを用いて減圧ろ過し、ある程度水分を除いた試料を湿重量として砂は5.0 g、泥の場合は1.0 gを採り、最終濃度が約90%になるようにアセトンを加え、超音波発振機を用い10 kHzで20分間色素を抽出した。次いで遠心分離によって得られた上澄液の吸光度をLORENZENの方法⁴⁾によって測定した。

全窒素の測定 セレン硫酸を用いた分解法により、アンモニア態窒素とし、インドフェノール法(真鍋の改良法)⁵⁾による。

アンモニア態窒素の測定 底泥1.0 g、底砂5.0 gに蒸留水を加えて100 mlとし、十分に振盪、攪拌した後、遠心分離によって得られた上澄液についてインドフェノール法(真鍋の改良法)⁵⁾によって測定した。

硝酸態窒素の測定 アンモニア態窒素の場合と同様にして得た上澄液を用い、STRICKLANDとPAR-

SONSの方法⁶⁾によって測定した。

泥含有率の測定 試料を風乾後、JIS150メッシュ篩を通過した区分(粒径105 μm 以下)の重量を全重量に対する百分率で示した。

硫酸塩還元細菌の計数 木俣らの方法⁷⁾によって試料中の最確値を求めた。

III 結果と考察

覆砂した水域の定点Aおよび対照水域とした定点Bにおける底砂あるいは底泥の化学的酸素消費量と強熱減量をFig. 3に示した。対照水域の底泥における有機物量は季節的変動ならびに鉛直的变化が小さく10 cm以深においてもきわめて高い値を示した。これに対して覆砂した定点Aでは、夏季底砂表層より砂深6 cm付近までは対照水域と同程度の高い値を示したが、冬季に向い減少する傾向が見られた。

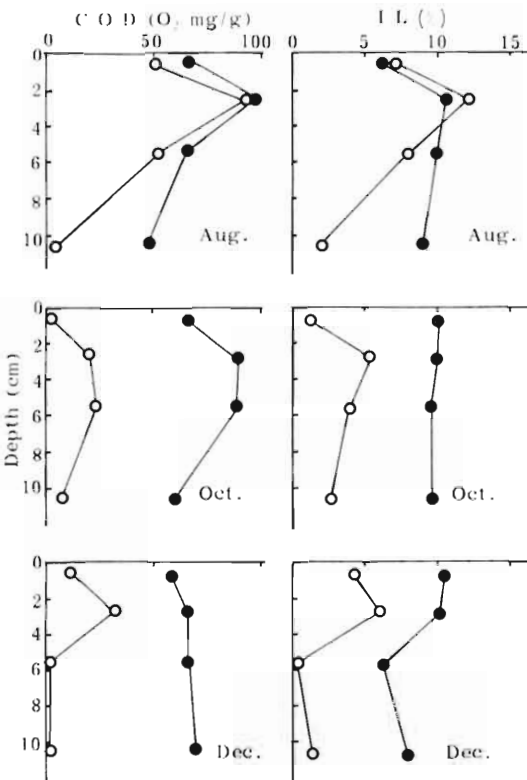


Fig. 3. Vertical distribution of COD (chemical oxygen demand) and IL (ignition loss) in the bottom sand or the bottom mud at the stations.

○ Station A, ● Station B

次のFig. 4~6には、両水域の底砂及び底泥中の硫化物とその生成に関与する硫酸還元細菌の生菌数、ならびにこの細菌群の増殖と活性に密接な関係があり、また硫化物の蓄積によって低下する酸化還元電位について、種々の季節における鉛直分布を示した。硫化物の生成ならびに硫酸還元細菌の増殖は、有機物の分解過程で中間生産物として生成される有機酸が、水素供与体として必要であるため、さきの強熱減量やCODで表わされる有機物の変動と同様の傾向が認められる。すなわち、覆砂の行われた定点Aにおいては、表層から約10 cm以深では、年間を通じてこれらの値が小さいが、6 cm以浅の砂層では、夏季に上昇し冬季に減少している。

このような有機物をはじめ、硫化物、硫酸還元細菌、酸化還元電位に見られた砂質の鉛直変化ならびに季節変動は、クロロフィルaとその分解生産物であるフェオフィチン (Fig. 7及び8)、全窒素及び無機態窒素 (Fig. 9~11)においても、ほとんど同様である。

ここで注目すべきことは、覆砂水域では対照水域と比較して、クロロフィルa及びフェオフィチン、とくに前者が夏季表層部で著しく増大して、冬季には減少すること、さらにCODすなわち有機物量に対する両者の比率がきわめて大きいことであろう。これは覆砂水域の底砂表層部に存在する有機物が、かなり新しく堆積したものと考えることができよう。

また、覆砂を行う目的の一つは、汚染した底泥から窒素やリンなどが溶出するのを少なくすることであるが、底泥から底層水へ物理的拡散作用によって溶出する窒素化合物の大部分はアンモニア態窒素である⁸⁾。Fig. 10に示したように、覆砂水域におけるアンモニア態窒素の濃度は、10 cm層以深ではきわめて低く、覆砂を行う前の底泥に存在していたアンモニア態窒素の砂層を拡散移動して行われる水中への溶出は、厚さ約50 cmの覆砂によって完全に阻止されており、このことは、高知県が行った厚さ約15 cmの覆砂でも栄養塩の溶出に対して、かなり大きい抑止効果があるという調査結果¹⁾とも一致している。

一方大阪湾の覆砂した水域では、図から明らかなように、対照水域と比較して秋季及び冬季における底砂表層部のアンモニア態窒素濃度はきわめて低いが、夏季にはこれが逆転して、対照水域よりも約2倍となっており、これに対応したアンモニア態窒素の底層水への溶出⁹⁾が考えられる。

Fig. 12は覆砂水域及び対照水域における底砂あ

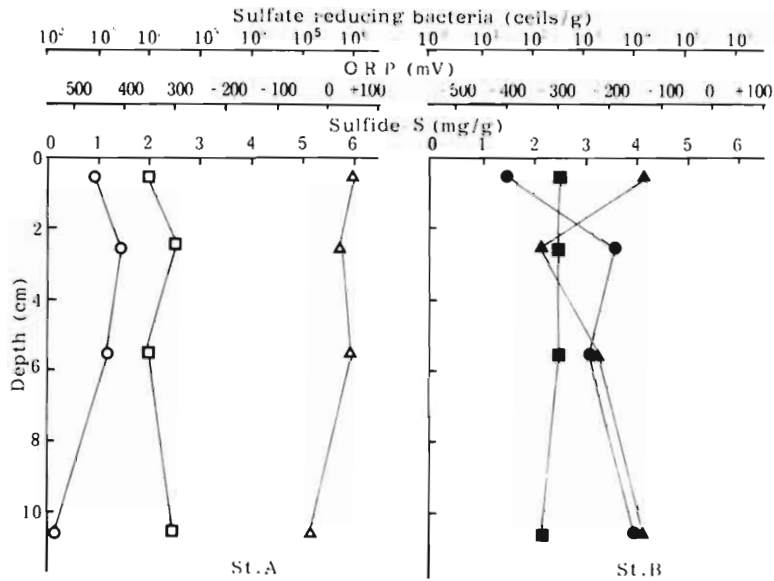


Fig. 4. Vertical distributions of sulfides, ORP (oxidation-reduction potential) and sulfate reducing bacteria in the bottom sand or the bottom mud at the stations (August).

○, ●: sulfides, □, ■: ORP, △, ▲: sulfate reducing bacteria

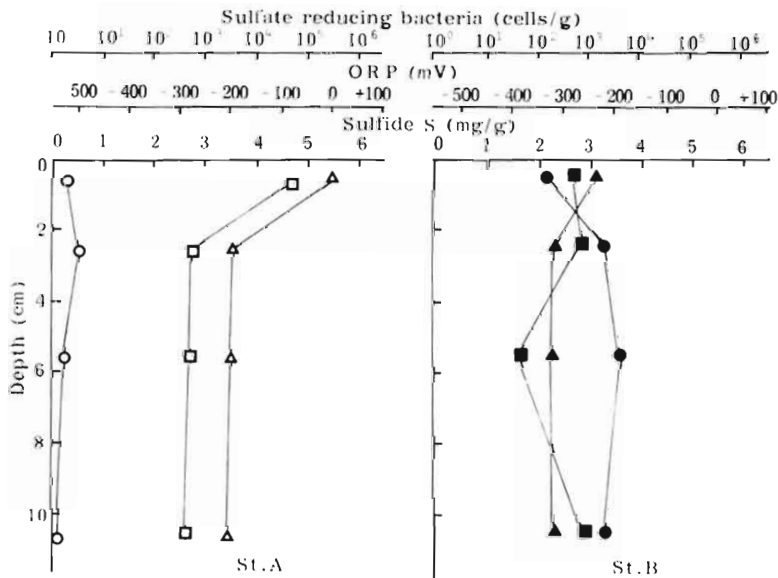


Fig. 5. Vertical distributions of sulfides, ORP (oxidation-reduction potential) and sulfate reducing bacteria in the bottom sand or the bottom mud at the stations (October).

○, ●: sulfides, □, ■: ORP, △, ▲: sulfate reducing bacteria

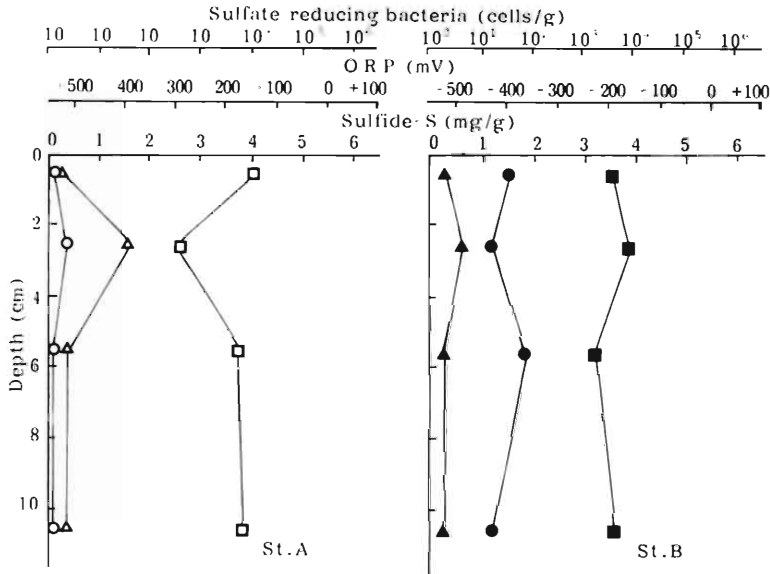


Fig. 6. Vertical distributions of sulfides, ORP (oxidation-reduction potential) and sulfate reducing bacteria in the bottom sand or the bottom mud at the stations (December).
○, ●: sulfides, □, ■: ORP, △, ▲: sulfate reducing bacteria

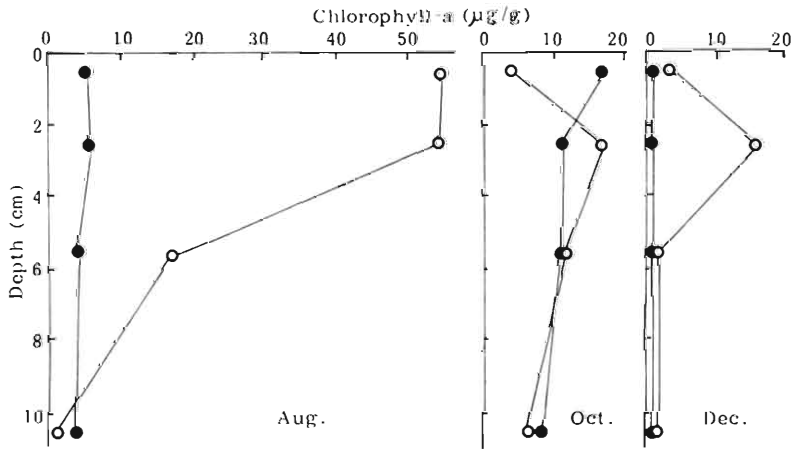


Fig. 7. Vertical distribution of chlorophyll-a in the bottom sand or the bottom mud at the stations.
○ Station A, ● Station B

るいは底泥の粒度組成の鉛直的変化をしらべた結果である。対照水域では年間を通じてほとんど変化しないものと考えて、秋季のみ調査したが、覆砂水域における粒度組成には、大きい季節変動のあることがわかる。図では粒径150メッシュ以下の有機懸濁物ならびに無機態粒子を泥として表わしたが、夏季表

層部の底砂中約50%を占めていた泥は、秋季から冬季にかけて、さきに述べた有機物量等の消長と平行して著しく減少することを示している。

以上の調査結果を総合すると次のとおりである。覆砂水域では、春から夏にかけて湾内で生産された植物プランクトンに由来する有機懸濁物が多量に堆

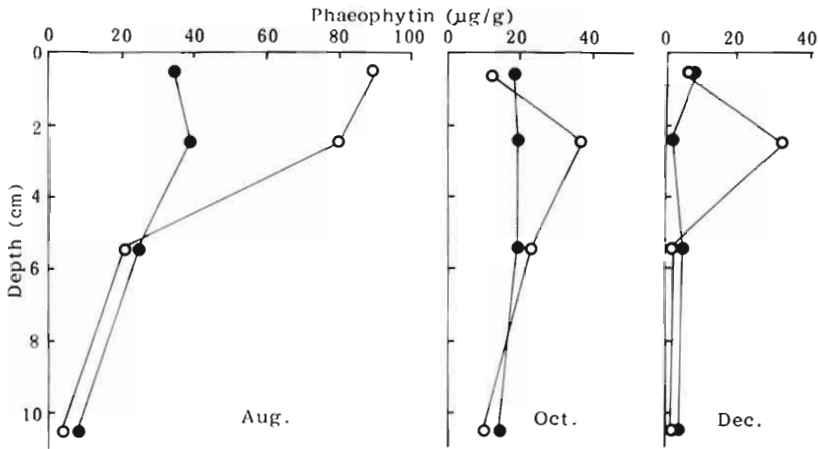


Fig. 8. Vertical distribution of phaeophytin in the bottom sand or the bottom mud at the stations.

○ Station A. ● Station B

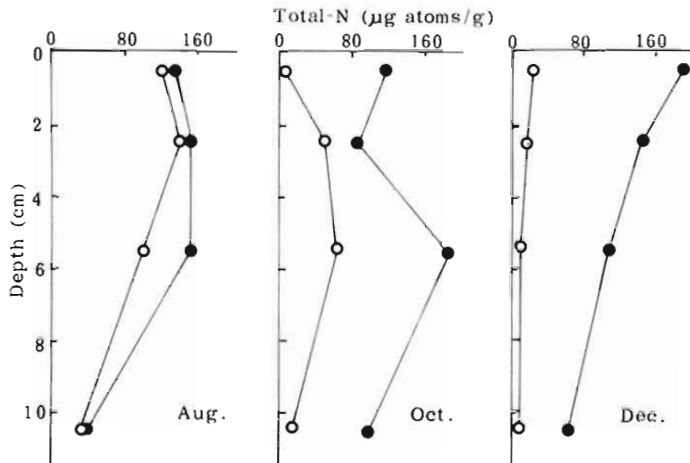


Fig. 9. Vertical distribution of total nitrogen in the bottom sand or the bottom mud at the stations.

○ Station A. ● Station B

積し、約 6 cm 層までの底砂は、夏季対照水域の底泥と同程度にまで悪化する。しかしながら、秋季から冬季にかけて砂中の有機物等の含有量は減少し、きわめて清浄な砂質に変化する。これは秋季以降、水温躍層の消失に伴う海水の鉛直混合に加えて、この水域の波浪が卓越して底層水の流動が大きくなり、比重の小さい懸濁態有機物を含む微細な粒子が、水溶性の砂中の種々の物質とともに底砂から洗い出

されていくものと考えられる。

したがって、海域における覆砂の効果は、その水域の地理的条件や水理構造によって大きく左右されることが明らかである。また一般に水域全体にわたってきわめて広い範囲に覆砂を行い、有機懸濁物の生産を減少させて、その沈降堆積を減少させない限り、根本的な底質改善は望めないが、本調査水域などでは、少なくとも秋季から翌年春季にかけて底砂表

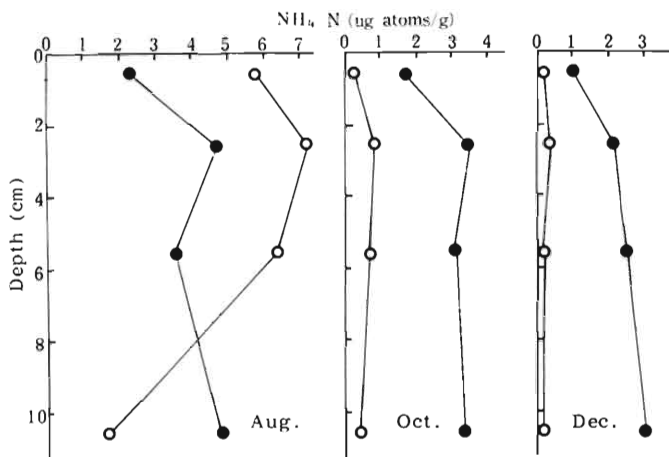


Fig. 10. Vertical distribution of ammonium nitrogen in the bottom sand or the bottom mud at the stations.

○ Station A, ● Station B

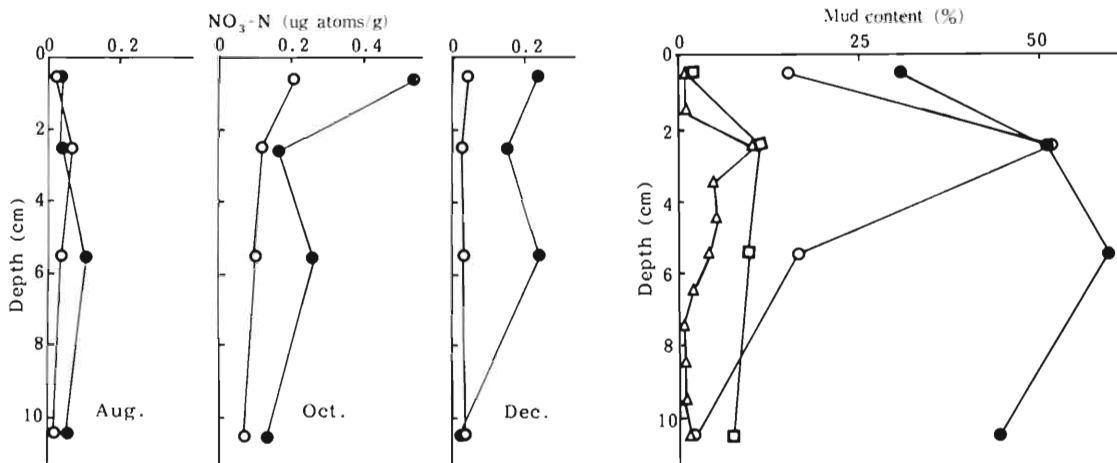


Fig. 11. Vertical distribution of nitrate nitrogen in the bottom sand or the bottom mud at the stations.

○ Station A, ● Station B

Fig. 12. Vertical distribution of fine mud content in the bottom sand or the bottom mud at the stations.

○ Station A, August, □ Station A, October, △ Station A, December ● Station B, October

層部は清浄に保たれ、この期間は有用底生生物等の生育に対して、好適な環境が維持されることになるであろう。

IV 要 約

大阪湾南港岸壁に接した約7万 m^2 の水域に厚さ約50cmの覆砂が行われたので、その後の砂質の季節的変動について調査を実施した。その結果、海底か

ら約10cm以深の砂質は、3年間経過後も清浄に保たれていること、夏季表層部の底砂は他の近隣水域と同様に著しく悪化するが、秋季から冬季にかけてきわめて清浄な砂質に変化すること等が明らかになった。これは、秋季以後本水域では波浪が卓越し、夏季に堆積していた有機物などが、底層水の流動によって底砂から洗い出されるためと考えられる。

謝 辞

本調査は、大阪市港湾局の支援によって行れた。当局ならびに船舶乗員の諸氏に対し、深甚の謝意を表します。

引用文献

- 1) 小泉 正・山口光明・山中弘雄・村上幸二：高知県水産試験場事業報告，77，180，(1981)
- 2) 木俣正夫・河合 章・石田祐三郎：日水誌，26，1227-1230 (1960)
- 3) 新良宏一郎：“水分析”(分析化学講座 6 C)，25，共立出版 (1957)
- 4) C.J. ROSENZEN : *Limnol. Oceanogr.*, 12, 343 (1967)
- 5) 真鍋武彦：日水誌，35，897-906 (1969)
- 6) J.D.H. STRICKLAND and T.R. PARSONS: "A Practical Hand-book of Seawater Analysis" *Fish. Res. Bd. Canada*, 167 (1972)
- 7) 木俣正夫・河合 章・石田祐三郎：日水誌，26，1231-1233 (1960)
- 8) 神山孝吉・奥田節夫・河合 章：用水と廃水，21，285-291 (1979)
- 9) 河合 章：国立公害研研究報告 (B-16-'81)，18-21 (1981)