

底質の油汚染と粒度組成に関する考察

日向野良治*・田口 広**・陶 正史*

CONSIDERATION ON OIL POLLUTION TO
PARTICLE SIZE OF BOTTOM SEDIMENTS

Ryoji Higano, Hiroshi Taguchi and Masashi Sue

Received 23 October 1974

Abstract

The extent of oil pollution of bottom sediments depends greatly on their particle size. Generally oil concentration in muddy sediment tends to be higher than that in sandy sediment. As the result of experiments, it is found that most of oil in bottom sediment is absorbed in the fraction of silt and clay. Then we proposed the following value to correct the influence of particle size;

$$\text{The corrected value} = \frac{\text{Analyzed value}}{\text{Mud content}} \times 100$$

From the distribution of the corrected value of bottom sediments of Tokyo Bay, it is clear that excessive oil pollution over 1000 ppm extends to the open sea along the Trough.

1. はじめに

近年、石油使用量の増大ともなつて、海洋における油汚染は非常に深刻な問題となつており、1年間に海洋に放出される石油の量は数百万トンという膨大な量であると見積られている (Hunt and Blumer 1970, Blumer a. b). このような油汚染のモニタリングにあつては、現在、主として、ノルマルヘキサン抽出物質が、その汚染指標として用いられている。この方法は、ノルマルヘキサンで抽出された油分を重量法により定量するものである (JIS K-0102)。しかし、この方法では、油分の総量をとらえることはできるが、その油分の中には、鉱油以外の油脂、その他、動植物に由来する物質も含まれていて、石油による汚染を正確にとらえる方法とはいえない。そこで、汚染調査室では、ノルマルヘキサン抽出物質をさらにカラムクロマトグラフ法により分離して飽和炭化水素濃度として油分のモニタリングを行なっている。飽和炭化水素は、原油の主成分であり、原油の産地によって異なるが、通常、原油中に数十%含まれている。この飽和炭化水素の濃度を定量することにより、石油による汚染の程度を知ることができる。

本報告では、東京湾観音崎付近の底質の油汚染の調査結果について述べる。観音崎付近は、東京湾から湾外への汚染の拡散状態を検討するうえで非常に興味ある海域である。

* 海象課海洋汚染調査室 ** 国際航業株式会社 (前海象課海洋汚染調査室)

また、底質の汚染を把握するためには、底質の粒度組成が重要な因子であることが、これまで二、三指摘されている(真鍋1972, 平泉1973, 西村1974)。

そこで、上記の海域の底質の油汚染について、粒度組成の点から検討を加えて、油汚染の拡散状態について考察を行なった。

2. 試料及び分析方法

1) 試料

底質試料は、昭和48年1月から2月にかけて、円筒型採泥器により採取した(海上保安庁水路部 1973)。試料の採取点を Fig. 1 および Table 1 に示した。

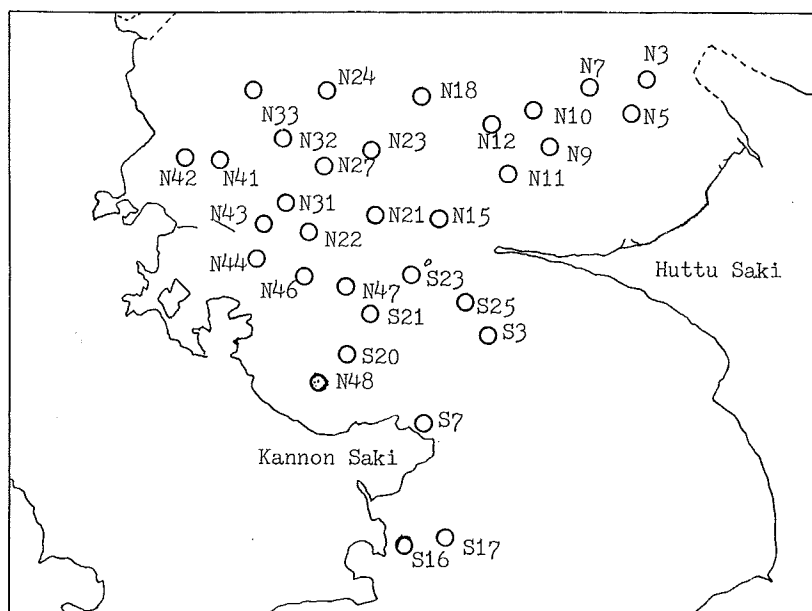


Fig. 1 Location of Sampling Stations

2) 分析方法

底質中の飽和炭化水素の分析は Fig. 2 に示したフローチャートにしたがって行なった。

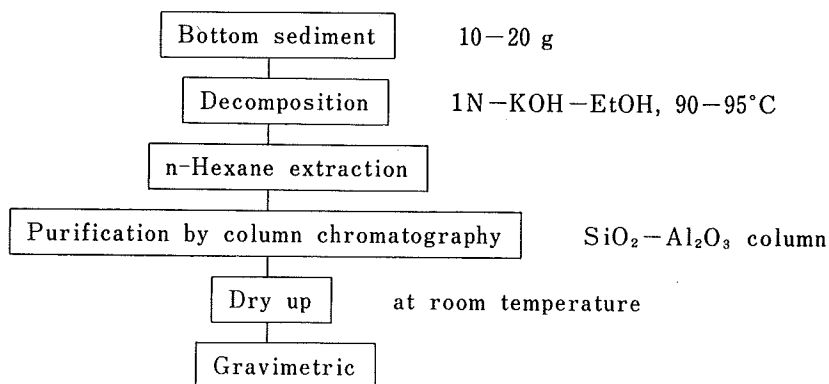


Fig. 2 Analytical Method of Saturated Hydrocarbons

3. 結果及び考察

Table 1 および Fig. 3 に飽和炭化水素の分析結果を示した。図から明らかなように、神奈川県側の海域は千葉県側の海域とくらべて著しく汚染されていることがわかる。また、東京湾外の飽和炭化水素の値が、およそ 50ppm であることと比較すれば、湾内の汚染の程度がいっそう明瞭となる。

ところで、海洋に流出した油による底質汚染の大部分は、油が海水中の微小懸濁物質、たとえば、岩屑、粘土鉱物などに吸着し、それが沈降してひきおこされるといわれている (Parker 1971)。この場合、懸濁物質が微小であるほど、単位重量当りの表面積も大きく、したがって、単位重量当りの油の吸着量も大きいことから、底質が砂と泥の場合では、当然泥のほうが高い油分値を示すことが考えられる。Fig. 3 には、飽和炭化水素濃度とあわせて底質分布を示したが、泥質のところは砂質のところよりも飽和炭化水素濃度が高い傾向がみられる。

Table 1 Description and Analytical Data of Bottom Sediments

Station No.	Location		Depth (m)	Saturated hydrocarbons (ppm)	Corrected value (ppm)	Mud content (%)
	Lat. N	Long. E				
N 3	35°21'56"	139°49'37"	13.1	198	485	40.8
N 5	35 21 07	139 49 19	11.5	134	318	42.1
N 7	35 21 47	139 48 32	12.1	41	148	27.7
N 9	35 20 39	139 47 37	15.1	212	422	44.9
N 10	35 21 21	139 47 12	12.6	160	667	24.0
N 11	35 20 03	139 46 44	14.4	184	616	29.9
N 12	35 20 59	139 46 13	17.9	228	417	54.7
N 15	35 19 13	139 45 07	18.1	65	197	33.0
N 18	35 21 38	139 44 53	20.5	140	444	31.5
N 21	35 19 07	139 43 42	49	38	437	8.7
N 22	35 19 00	139 42 25	49	388	935	41.5
N 23	35 20 29	139 43 38	33	144	322	35.5
N 24	35 21 44	139 42 53	41	260	356	73.0
N 27	35 20 17	139 42 43	44	465	595	78.1
N 31	35 19 36	139 41 42	46	314	915	34.3
N 32	35 20 48	139 41 38	50	678	700	96.8
N 33	35 21 46	139 41 00	31	1033	1096	94.3
N 41	35 20 22	139 40 07	21.1	803	891	90.1
N 42	35 20 18	139 39 42	18.0	980	1250	78.4
N 43	35 19 02	139 41 17	31	632	1032	62.2
N 44	35 18 36	139 41 04	25.8	429	926	46.3
N 46	35 18 10	139 42 07	47	138	1380	10.0
N 47	35 17 59	139 43 06	46	106	443	23.9
N 48	35 16 16	139 42 36	28.1	354	596	59.3
S 3	35 17 06	139 46 06	26.8	73	437	16.7
S 7	35 15 32	139 44 46	32	151	1360	11.1
S 16	35 13 08	139 44 23	34	400	826	48.4
S 17	35 13 25	139 45 19	44	179	1630	11.2
S 20	35 16 55	139 43 10	59	305	802	38.0
S 21	35 17 38	139 43 36	46	302	2420	12.5
S 23	35 18 10	139 44 27	56	74	822	9.0
S 25	35 17 53	139 45 46	18.7	183	633	28.9

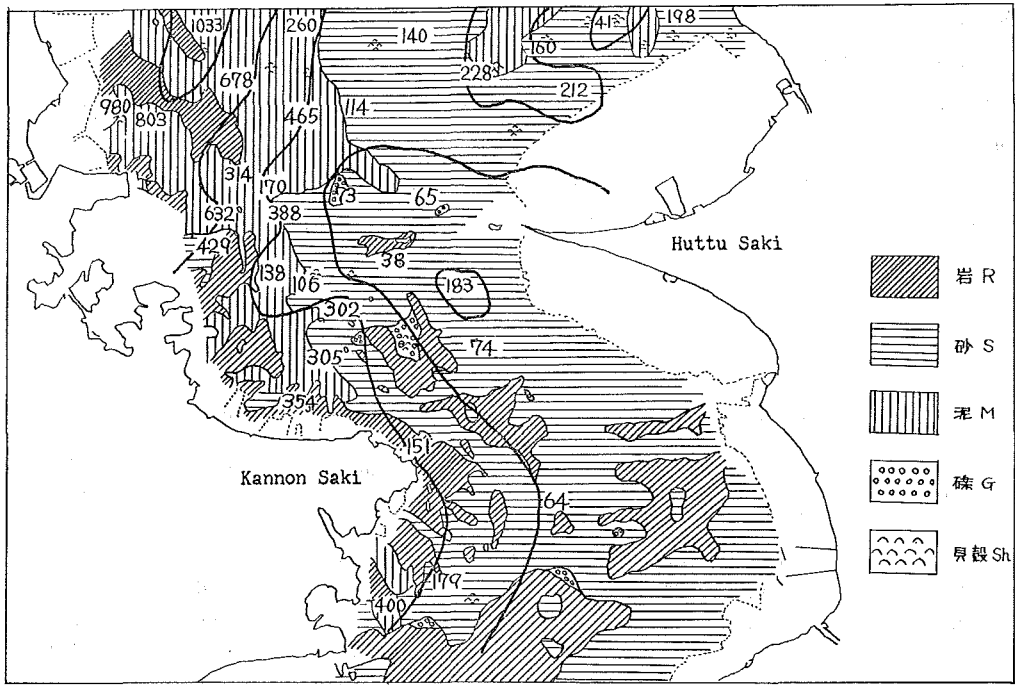


Fig. 3 Distribution of Saturated Hydrocarbons and Quality of Bottom

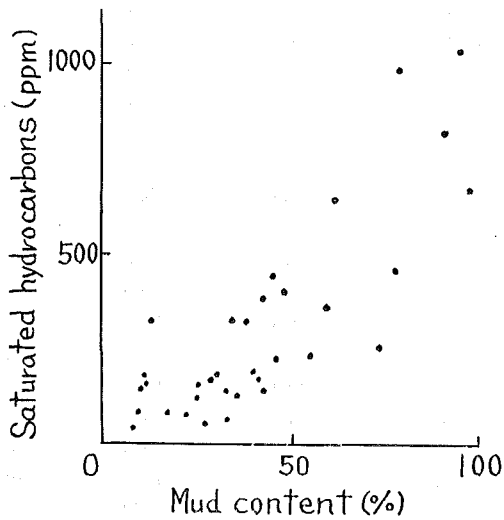


Fig. 4 Relation between Saturated Hydrocarbons and Mud Content.

油分値と底質分布の関係をさらに明らかにするために、底質中の粒径 62.5μ 以下のシルト・粘土部分の含有率（以下、含泥率と表わす）飽和炭化水素濃度との関係を示したものが Fig. 4 である。明らかに両者間には相関がみられる。

このように、底質の油汚染を検討するためには、底質の粒度組成を知る必要があることがわかる。

ここで、底質の油汚染に対する各粒度フラクションの寄与を知り、粒度組成の影響を定量化するために、次の実験を行なった。すなわち、底質試料を中粒砂 ($250\sim 500\mu$)、細粒砂 ($62.5\sim 250\mu$) およびシルト・粘土 (62.5μ 以下) の各粒度フラクションに篩分けし、これをエチルアルコール、エチルエーテルおよびノルマル

ヘキサンで充分洗浄し、油分を除去した後、海水に分散させ、原油を加えて振とうし、Fig. 2 に示したフローチャートにしたがって各粒度フラクションごとの飽和炭化水素の吸着量を求めた。その結果を Table 2 に示した。表から明らかのように、油の吸着量は、シルト・粘土フラクションで著しく大きく、2500ppm (吸着飽和量と考えられる) という値を示した。このことから、底質の油汚染では、シルト・粘土フラクションの寄与が非常に大きく、底質中の油は、ほとんど、シルト・粘土フラクションに吸着した油であると考えてもよい。実際の試料では、粘度組成が様々であるため、粒度組成によって油分値が著しく影響され、粒度組成を考慮していない分析値そのままでは、真の汚染状態をとらえることは難しい。

Table 2 Adsorption Quantity of Saturated Hydrocarbons for Sieved Bottom Sediment Sample

Sieved bottom sediment Sample 5 g ; Sea water 100 ml
 Crude oil 82.4 mg (Saturated hydrocarbons content 31.5 mg)
 Shaking time 3 hrs.

Sieved Sample	Adsorption quantity of saturated hydrocarbons (mg)	Concentration of Saturated hydrocarbons (ppm)
Mean sand (250—500 μ)	0.4	80
Fine sand (62.5—250 μ)	0.6	120
Silt. Clay (<62.5 μ)	12.6	2500

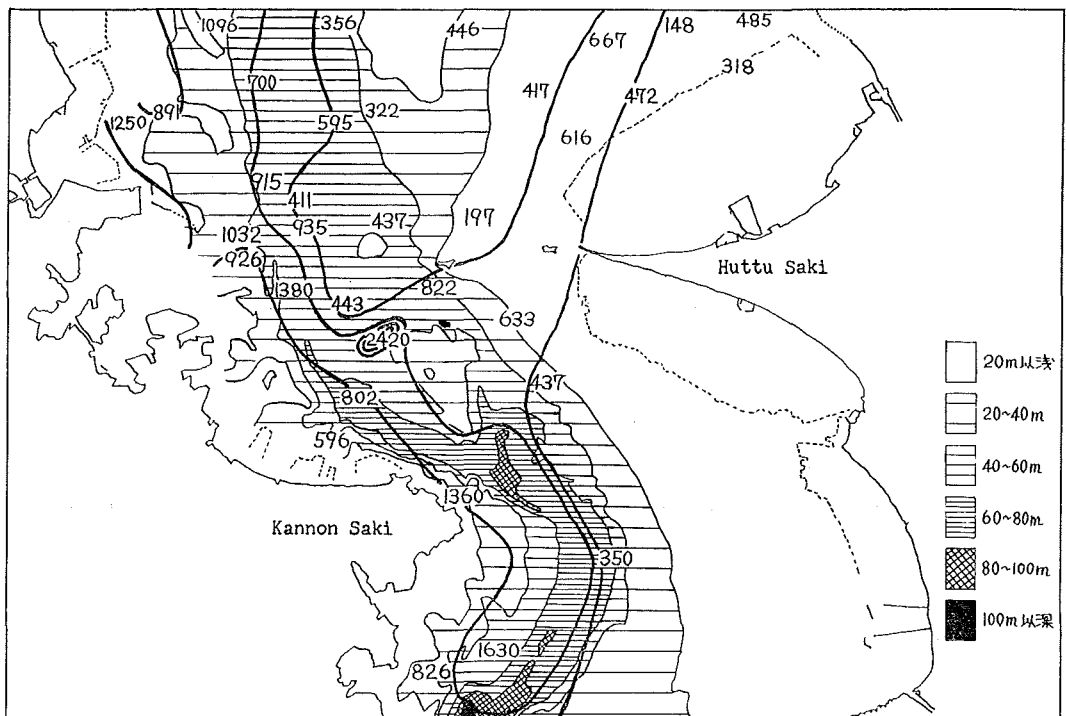


Fig. 5 Distribution of Corrected Values of Saturated Hydrocarbons and Bathymetric Chart

そこで、このような粒度組成の影響を補正するために、試料が 62.5μ 以下のシルト・粘土フラクション 100% であると考えたときの値で汚染状態を示すことを考えた。この値は次の式により求められる。

$$\text{粒度補正值} = \frac{\text{飽和炭化水素分析値}}{\text{含泥率}} \times 100$$

このようにして求められた値は、油分の絶対値ではないが、実際の汚染状態を知るうえでは、非常に有効な値であると考えられる。

Fig. 5 には、このようにして求めた飽和炭化水素の粒度補正值の分布を示した。神奈川県側が高濃度で千葉県側が低濃度という傾向は Fig. 3 の場合と同様である。しかし、1000 ppm 以上のきわめて高濃度の値は、剣埼沖付近にまで達し、湾内の汚染が湾外に拡散しつつあることが明らかである。浦賀水道付近は、砂質であるため、Fig. 3 では見かけ上低濃度になっているが、粒度補正を行なうとかなり高濃度に汚染されていることがわかる。

このように、粒度補正值で底質の汚染状態を表わすと、試料の粒度に関係なく汚染の実態を示すことができる。

また、この分布図から、油の分布と海底地形との間にかかなりの相関性があることがわかる。すなわち、1000 ppm 以上の高濃度の汚染は、横浜、横須賀沖付近から、海底谷に沿って南下して分布している。このことは、底層流あるいは小規模な乱泥流などによる底質の再移動の影響を示唆するものである。この点については、底層流の詳細なデータおよび底質の鉱物組成のデータの集積を待って、今後、さらに検討を行なう予定である。

4. おわりに

これまで述べてきたように、底質の油汚染を評価するためには、底質の粒度組成について検討する必要がある。特に、シルト・粘土フラクションのような粒度の細かい部分が大きな影響を示すことが明らかとなった。本報告では、粒度補正の一例として含泥率による補正方法について検討を加えたが、このほかにも、底質の表面積を尺度として補正する方法も有用であろう。

このような粒度による影響は油汚染だけではなく、カドミウムのような重金属汚染についてもあてはまり、この場合には、粘土部分、特に、イオン交換容量の大きいモンモリロナイト含有量が問題になってくるであろう。重金属汚染に及ぼす粒度組成、粘土含有量、モンモリロナイト含有量などの影響については今後詳細な検討を行なう予定である。

最後に、底質試料および海底地形図、地質図などの資料の提供をうけた測量課地質調査係の諸氏に感謝の意を表す。

参 考 文 献

- Blumer, M. 1970a, Conference on Pollution of the Sea by Oil Spills, NATO, Brussels.
 Blumer, M. 1970b, FAO Technical Conference on Marine Pollution and its Effects on Living Resources and Fishing, Roma.
 海上保安庁水路部 1973, 東京湾観音崎付近海底地形地質調査報告
 平泉 泰 1973, 化学工学協会年講演要旨集
 Hunt, J. M. and M. Blumer 1970, 15th General Assembly of the International Association of Physics and Science of the Ocean, Tokyo,
 真鍋武彦 1972, 海洋学会秋季大会講演要旨集
 西村 肇 1974, 海洋学会春季大会講演要旨集
 Parker, C. A. 1971, Water Pollution by Oil, 237.