

瀬戸内海における石油廃水の漁場に及ぼす  
影響に関する研究— I .

廃油の分布

杉本仁弥・鈴木正也・竹内 脩

日本水産学会誌

第三十卷 第七号 別刷

昭和三十九年七月二十五日発行

Reprinted from Bulletin of  
the Japanese Society of Scientific Fisheries

Vol. 30, No. 7, July 1964.

# 瀬戸内海における石油廃水の漁場に及ぼす 影響に関する研究—I.

## 廃油の分布

杉本仁弥・鈴木正也・竹内 脩

(1964年4月6日受理)

### STUDIES OF THE OIL POLLUTION ON THE FISHING GROUND IN SETO INLAND SEA—I. DISTRIBUTION OF OILY WASTES IN THE SEA

Hitomi SUGIMOTO, Masaya SUZUKI and Osamu TAKEUCHI\*

The damages in fishery due to oil pollution have been intensified by a rapid development of oil industry in the area surrounding the Seto Inland Sea. The present investigation was carried out to grasp more accurately the general aspects of oil pollution of the sea induced by wastes from oil factories or refineries.

The possible sources of oily wastes are demonstrated in Fig. 1 and properties of wastes discharged from representative factories are summarized in Table 1. The oil discharge from a factory is found to vary from 4 to 0.09 ton per day, when calculated from the volume of waste water and its highest oil concentration.

By the method established by the American Petroleum Institute, a distribution pattern of oil on the surface of the contaminated area of the sea was surveyed and the results are given in Fig. 3, which indicates the two characteristic patterns. The floating oil distributes in patches differing in thickness as well as breadth and within the range not exceeding 4,000 m from the outfall of oily wastes. The latter phenomenon was considered to be due to the rapid disappearance of oily substances from the surface, partly due to volatilization, adhesion to a quay, or dispersion into the sea. In this connection, the volatility of several kinds of oil (Table 2), adhesion of oil to the suspending mud (Table 3) and distribution of the suspending matters in the sea and rivers (Figs. 4 and 6) were examined and it was suggested that the suspended particles in the sea may powerfully accelerate the dispersion of oil into the sea from the surface.

石油類の流出および精油工場廃水は漁業上のみでなく、保健衛生上にも多くの問題を含み、欧米においては 1876 年頃から法律により規制されている。わが国においてもこの種の問題は古くからあり、農林省水産局の調査によると 1913 年から 1925 年までに 28 件の魚類への死、油臭魚の混獲による魚価の低下などの被害が発生している<sup>1)</sup>。戦後急速な産業の発展にともない工場廃水による被害は増加しつつあるが、農林水産技術会議の調査によると廃油関係の被害は 1956 年度 23 件、1958 年度 45 件（造船、木材防腐、車輛工場による被害を含む）が報告されていて<sup>2)</sup>、他の工場廃水にくらべると被害件数の増加はそれほど著しくないが、被害の規模の大きさの点で決して軽視できないものである。また最近の石油関係工業の発展はとくに著しいものがあり、これまでも油臭魚の発生、漁場の荒廃などの被害が散発<sup>3)4)5)6)</sup>していたが、これが次第に増加することも予想されたので、瀬戸内海における汚染状況を把握し今後の対策をたてるための資料

\* 内海区水産研究所 (Naikai Regional Fisheries Research Laboratory).

とするとともに、廃水域の環境の変動、油臭魚の分布、着臭機構などを検討して、石油廃水の影響を明らかにすることを目的として本研究を始めた。

まず瀬戸内海に面する精油工場および石油化学工場の数と所在位置の調査を行なった。このうち松山、水島、下津にある精油工場と、グリソなどの製造を行なう小規模な工場が集中した大阪地区とを選び、1962年10月より1963年8月にかけて各工場の廃水量、廃水中の廃油量、油臭魚の分布の範囲などの調査測定を行なった。なお岩国地区の工場については岩国空港の廃油による被害調査に関連して行なったもので(1961)<sup>7)</sup>、ここにあわせて検討した。この調査で石油廃水は他の工場廃水とは著しく異なる汚染の様相を示すことを明らかにすることができた。なお排出された廃油が蒸発または水中懸濁物質に付着して水面より消滅する程度を推測するため二、三の実験を行なった。ここにこれらの調査ならびに実験の結果を取纏めて報告する。

本研究を行なうに当つて、内海区水産研究所山中義一所長、生産力部長安田治三郎博士には種々御指導を戴き、東大教授橋本芳郎博士には本報告の御校閲を忝なうした。また生産力部第三室長古川厚博士、東海区水研水質部長新田忠雄博士にはいろいろと御教示いただいた。ここに厚く御礼申上げる。

#### 調査ならびに実験方法

**瀬戸内海の石油関係工場数と位置：** これまでの著者らの手持ち資料<sup>8)</sup>と1962年度全国工場通覧<sup>9)</sup>とにより1962年度末の工場数と所在位置の取纏めを行なった。工場の規模は従業員数で一般に表示してある。従業員数100人以上を大規模、100人以下を小規模工場として整理した。

**廃水量：** 工場側よりの聞取および上記資料<sup>8)</sup>によつた。

**廃水の採水および分析：** 水質汚濁調査指針<sup>10)</sup>に準拠して採水したが、排水口で採水できない工場では排水口直前海面でも表面水(水面から約5cmまでの海水)をひしやくで約10lになるまでバケツに採水し、内容が均一になるよう良く攪拌混合して、ただちに上述の指針の採水法により500ml(岩国)ないし1000ml(下津、大阪)をとり試料とした。採水回数は岩国、大阪の2地区を除いては適宜1~3回採水し、岩国の工場、大阪の河川水については廃水中の廃油量の時間的変化を知るため一定時間間隔で7~8回採水した。pH、懸濁物などの測定のための試料として別に200ml採水した。なお出光興産徳山製油所、日本製鐵徳山工場、三井石油化学岩国工場の廃水については聞取により調査した<sup>8)</sup>。廃油量の測定は水質汚濁調査指針に準拠したが、試料を3回エチルエーテルで振とう抽出し、エチルエーテル層を合せたものに過剰の芒硝を加え攪拌、1時間静置後分液し、エチルエーテルを蒸溜し、残渣を70°Cで1時間乾燥後デシケーター中で30分開放冷、秤量して廃油量とした。pHの測定は上述の指針によつた。

**海面上の廃油の分布状態：** 廃油の分布状況の観察はAmerican Petroleum Instituteの方法<sup>11)</sup>に準拠した。原法では色調と廃油フィルムの厚さおよび油量との関係を求め色調を6段階に区分している。しかしその第1段階は光線の条件が最適のときわずかに認められるとしてあるが、現場ではこの段階は判定しがたいし、また個人差も著しくなるので、著者らはこれを第2段階に繰入れ次の5段階に区分して観察した。

1. 海面上に銀白色の廃油層
2. 海面上の銀白色の廃油層の中に7色の条痕
3. 海面上に7色の明るい色調の廃油層
4. 海面上に7色の暗い色調の廃油層
5. 海面上に暗かつ色の廃油層

航走している船上から上記の区分にしたがつて3名の調査員が観察し個別に図面に記入した。観察は約4mの高さから行ない、船の位置から半径50mの範囲は明確に観察ができ、光線の条件の良いときには約200m離れた位置の廃油の存在をも認めることができた。距離が違っても同じ量の廃油でも観察上の色調は相違するものと考えられ、また廃油の質的な相違によつても色調はことなることもあると考えられたがこの点は特に

区別しなかつた。また海面上の浮上油の広さは目測により、その色調は3名の観察結果を平均して求めた。岩国水域では廃油の分布範囲の限界を明らかにする目的で排水口より半径約 8000 m の範囲にわたって縦横に航走し、廃油の分布を求めて4回の調査を実施し、浮上油の色調の区別は行なわなかつた。松山水域についても同様の目的および方法で排水口より約 6000 m の範囲にわたり2回の調査を実施した。二水域の調査で後述するように余り広範囲に分布しないことを知つたので、他水域については採泥の際に廃油の分布限界を求めて1回観測した。1回の観測に要した時間は4時間ないし6時間であつた。

**懸濁物の分布:** 水島、下津水域においてはそれぞれ排水口より沖に向かつて3点を選び、大阪港では河川ごとに河口より約 1000~2000 m、河口および港内に同じく3点を選び、懸濁物の垂直分布を調べた。また同時に各河川の濁りについて古野製乾式 50 KC 魚群探知機による調査を行なつた。懸濁物量の測定には水中濁度計を用い古川らの方法<sup>12)</sup>に準拠した。水中濁度計は液相幅 15 cm のものを使用し海田湾の海底の泥を標準とし、濁度と懸濁物量の関係を示す検量線を定めた。すなわち泥を水道水と攪拌混合し 10 分間静置後上層の浮泥懸濁液を5段階に稀釈し、空気中の透過率を 100 とし、各々の濁度を求め、一方定量濾紙 No5C で濾別して常法により乾燥秤量した懸濁物の重量との関係を求めた。

**廃油の蒸発量:** 廃油、B重油、潤滑油(40番)、軽油およびガソリンについて内径 9.3 cm のシャーレに各々 30 ml ずつ入れ、室内に静置してその蒸発量を 24 時間毎に測定した。ここにいう廃油とは興亜石油麻里布精油所の廃油分離池に浮上したもので、B重油とは船舶燃料用の軽油 50%、重油 50% の混合物である。

**廃油およびB重油の水中懸濁物への付着量:** 大阪港で採泥しエチルエーテルで抽出乾燥した泥を海水に攪拌混合して 10 分間静置後その上層懸濁液(泥の含有量 225 ppm) 90 ml を廃油(30.5 ppm) および B重油(20.7 ppm) の懸濁海水 1000 ml に各々加え、振とう器で 30 分間振とう後、遠心分離機で浮泥と海

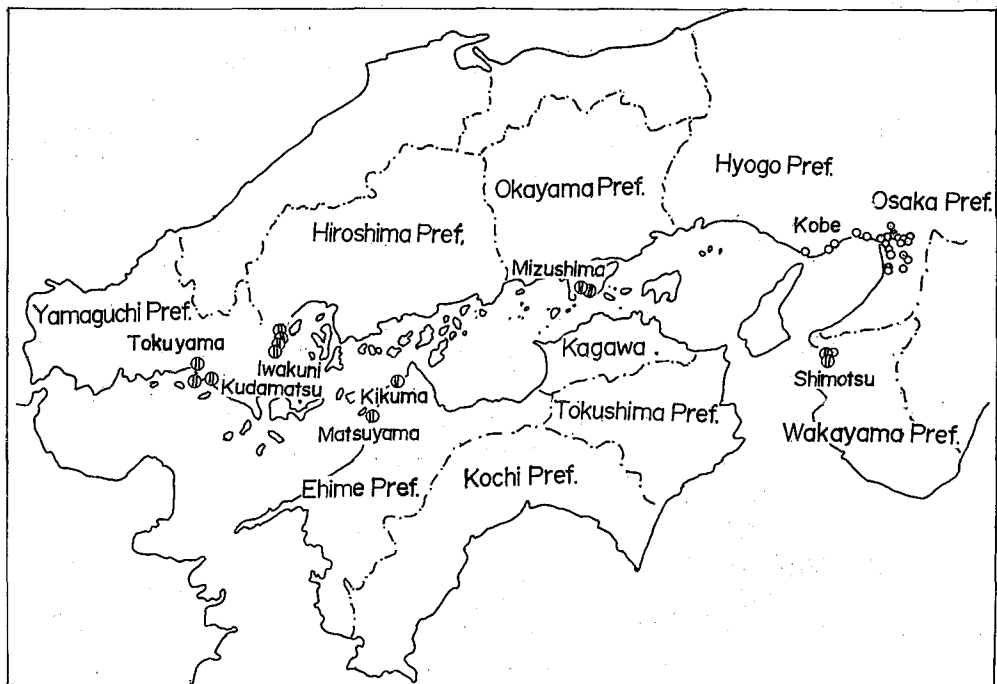


Fig. 1. The location of oil refineries and oil factories in the Seto Inland Sea. Large circles show factories having more than 100 employees and small ones factories less than 100 employees.

水に分け、双方をそれぞれエチルエーテルで3回抽出して上述のように油量を求めた。廃油およびB重油はそれぞれ海水に添加後ミキサーに掛け海水に懸濁させた。

### 結果と考察

瀬戸内海の石油関係工場数と位置： 調査の結果は Fig. 1 に示す通りである。徳島，香川，大分，福岡の4県には海域を汚染している石油関係工場はなかつた。岩国地区では興亜石油麻里布精油所を基幹として

Table 1. The volume and oil concentration of waste water.

Source	Date of sampling	Oily waste water			Non-oily waste water from heat transfer ton/day
		Volume ton/day	Concn. of oil ppm	pH	
Marifu Refinery, Koa Oil Company Limited	Aug. 23, '61	120,000 ~150,000	9.2 ~31.5		80,000~110,000
Matsuyama Refinery, Maruzen Sekiyu Company Limited	Oct. 3, '62		10.0		
Mizushima Refinery, Mitsubishi Sekiyu Company Limited	Aug. 18, '63	4,000	4.3	7.8	
Shimotsu Refinery, Maruzen Sekiyu Company Limited	Aug. 23, '63	133,400	10.6 ~199.1	7.4~8.9	
Wakayama Refinery, Toa Nenryo Company Limited	Aug. 24, '63	59,000	12.0 ~15.0	4.0~4.5	48,000
Tokuyama Refinery, Idemizu Kosan Company Limited	Mar. 30, '62	24,000	3.0~4.0	7.7	395,000
Tokuyama Factory, Nihon Seiro Company Limited	Mar. 30, '62	32,000	trace	7.0	
Iwakuni Factory, Mitsui Sekiyu-kagaku Company Limited	Apr. 20, '62	30,000 ~35,000	10		113,000
River water in Osaka*	Aug. 20, '63		2.5 ~103.0	4.3~7.2	
Iwakuni Airport	Aug. 23, '61		6.1 ~18.8		

\* Samples were collected from the Shirinashi River in front of the Osaka Fishing Control Office.

Table 2. Evaporation of oils at the room temperature (11~18°C).

Kind of oils	Hrs.	Loss of weight in %							
	24	48	72	96	120	144	168	192	
Oily waste*	5.0	8.6	10.1	11.3	12.0	12.5	12.9	13.4	
Gas oil	1.9	4.3	5.4	6.3	7.1	7.6	7.8	8.5	
Gasoline	99.9	99.9	99.9	100.0					
Fuel oil	0	0.4	0.7	0.9	1.2	1.3	1.5	1.7	
Lubricant	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	

\* Collected from a separating pond of Koa Sekiyu Marifu Refinery.

3つの石油化学工場が建設されていた(1961年の調査時にはこの内2工場未操業)。また同一水域に岩国空港から廃油を放出していた。徳山、水島両地区は現在は精油工場に限られているが、埋立工事の完了後には石油化学工場の設立が計画されている。大阪地区はグリス、潤滑油の製造を行なっている小規模な22工場が市内に散在しているが、隣接する境の埋立地には石油コンビナートの設立が計画されている。したがって石油廃水の水産業への影響は今後増大するものと考えられる。

**廃水の性状と廃油量:** 調査の結果は Table 1 に示す通りである。精油工場は比較的多量の冷却用水を使用しているようで廃水量も多い。廃水中の廃油量は測定値の上限と下限とで表示したが、各工場とも廃油の回収設備は比較的完備しているといわれているにもかかわらず、相当量の廃油を放出していることを示している。1日1工場当りの放出廃油量を測定値の上限値に廃水量を掛けて求めると4~0.09トンになる。

油類の蒸発量は夏季軽油65%、重油15%、冬季には減少して0.2~2%といわれている<sup>1)</sup>。著者らは、廃油の蒸発量について実験を行なってみたが、実験の結果は Table 2 に示す通りであり、比較的低温でも廃油は軽油より高い蒸発割合を示し、実験終了後のものは粘調なピッチ状となり海中に入れ攪拌すると懸濁し多く器壁に付着する特徴を示した。この結果が示すように廃油は蒸発しやすい成分を約10%前後含んでいるので70°Cで乾燥して測定した Table 1 の油の濃度はこの成分を含んでいないものと考えられ、したがって実際の廃油量は計算量よりも多いものといえる。

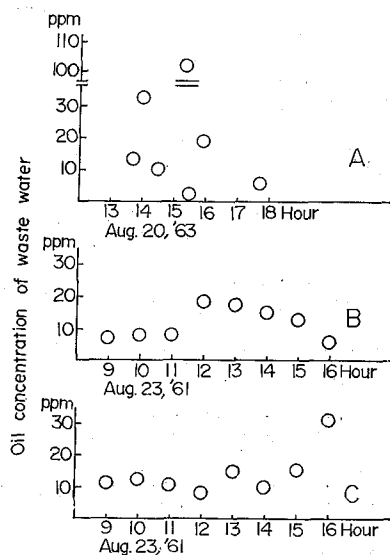
つぎに廃水中の廃油濃度の時間的变化は Fig. 2 に示す通りで相当激しいことを示している。大阪の河川水の採水点は尻無川大正橋ぎわにある大阪府漁業取締事務所の位置であつて、この廃油の発生源については明らかでないが、河川から海に流入する廃油量も常に変化していることを示している。飛行場の廃油は航空機、自動車の洗滌廃水から発生してくるものであるが、精油工場の廃水に劣らず廃油の濃度は高かつた。飛行場のみでなく大阪のように人口の密集した都市においては自動車などの機械類の洗滌から生じる廃油も河川水中の廃油の一部をなし、石油廃水の汚染を論ずる際に注意を要するものと考えられた。

**pH:** 丸善石油下津工場の廃水はやや高い値を示し、このときの廃水は白濁し廃油量も199ppmと多かつた。また東亜燃料和歌山工場の廃水はやや酸性を示し他工場の廃水と異なるが、これらの原因については明らかでない。

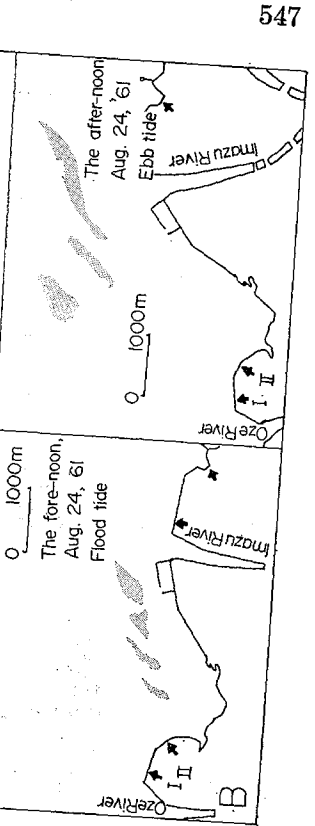
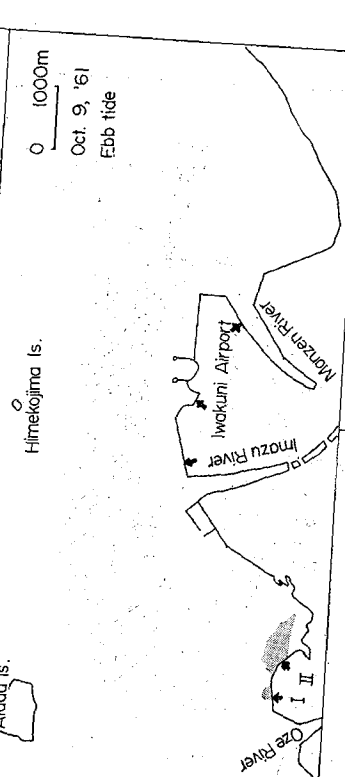
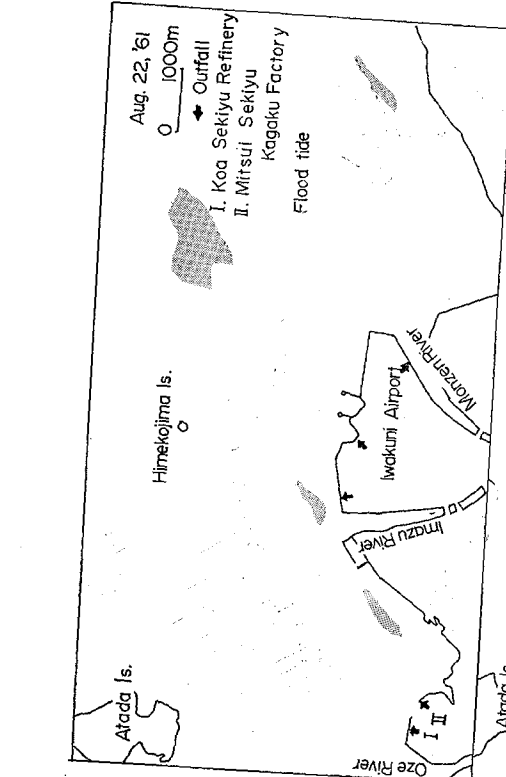
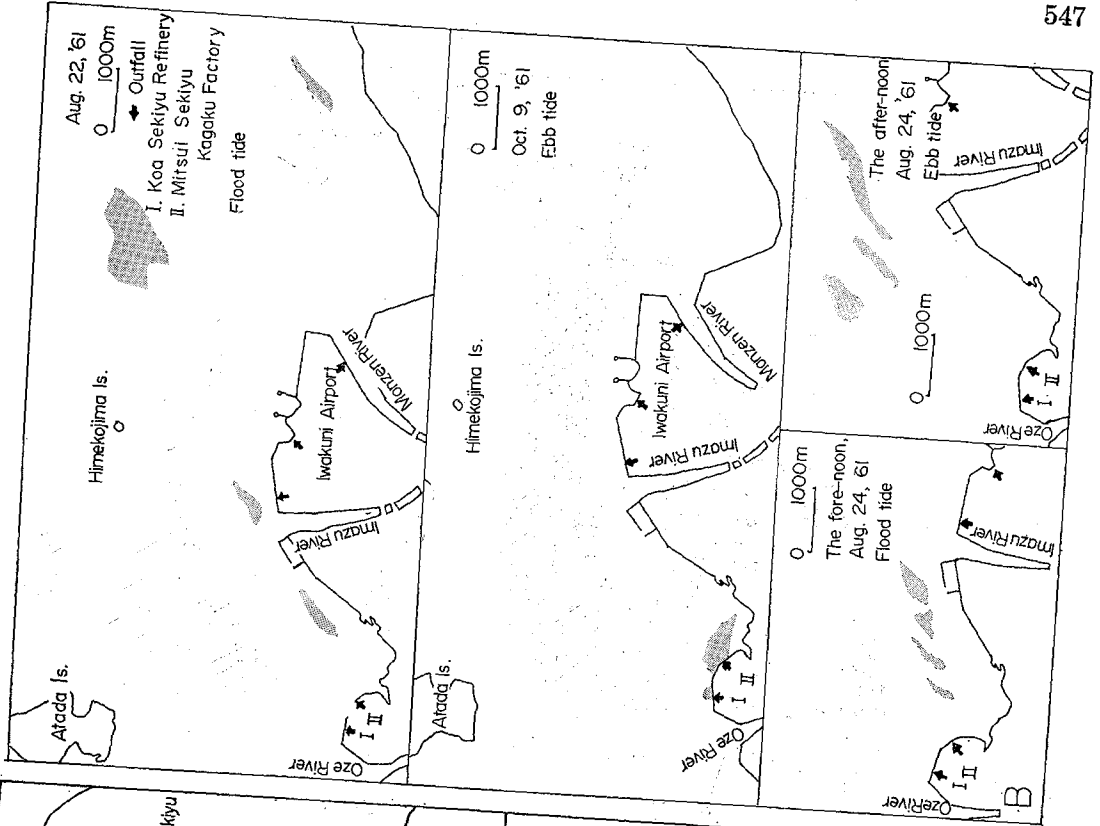
**海面上の廃油の分布:** 岩国、松山、水島、下津、大阪港水域について調査した結果は Fig. 3 に示す通りである。廃油の分布は他種工場の廃水のように連続した分布を示さず、大小の Patch となつて存在することが大きな特長をなしている。

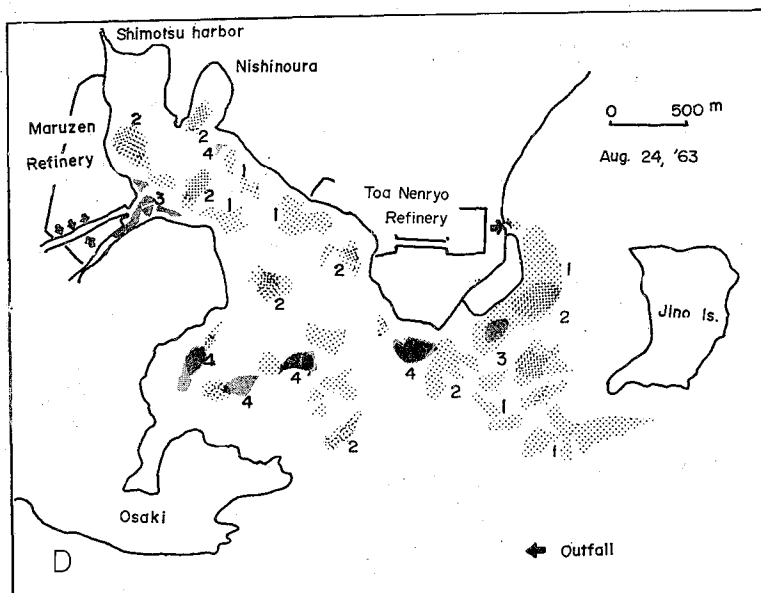
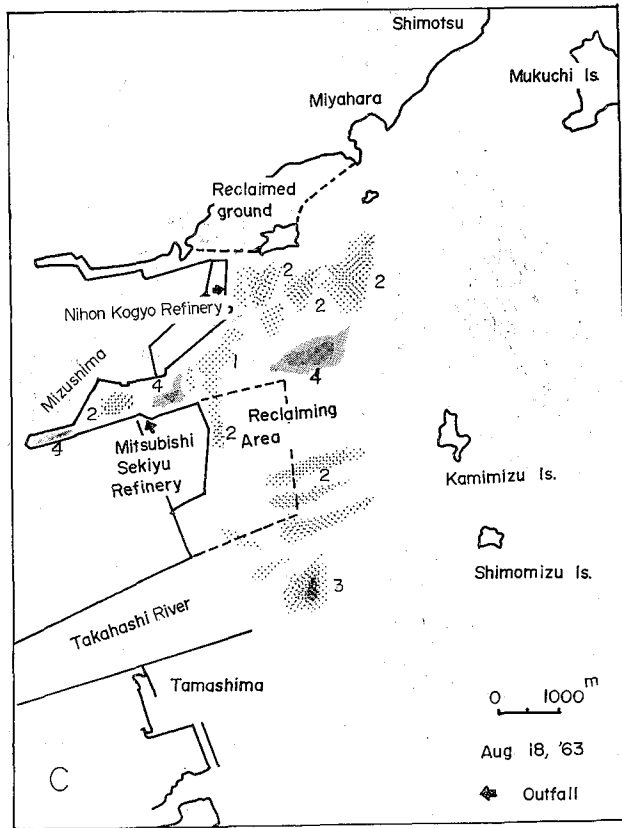
一般に工場廃水の海面での分布は潮流、風向、風力、波浪などの影響を受け常に変動し<sup>13)14)15)</sup>、瀬戸内海では干満の差が激しいためとくにこの影響が大きいとされている。すなわち廃水の分布は満潮時に最も狭く干潮時に最も広いことが認められている<sup>15)</sup>。岩国、松山両水域において落潮時と漲潮時に分けて分布範囲を調査したが、他種廃水のような顕著な潮時による差を認めることはできなかった。

廃油の分布の限界については最初の調査で排水口から4000m(岩国)、1500m(松山)を超える水域では廃油を認めることができず、分布は案外に狭い範囲に限られることを知つた。ついで水島、下津、大阪の各



**Fig. 2.** Variation of oil concentration in waste water in a day.  
A. River water in Shirinashi River collected at the Osaka Fishing Control Office.  
B. Iwakuni Airport.  
C. Koa Sekiyu Refinery.







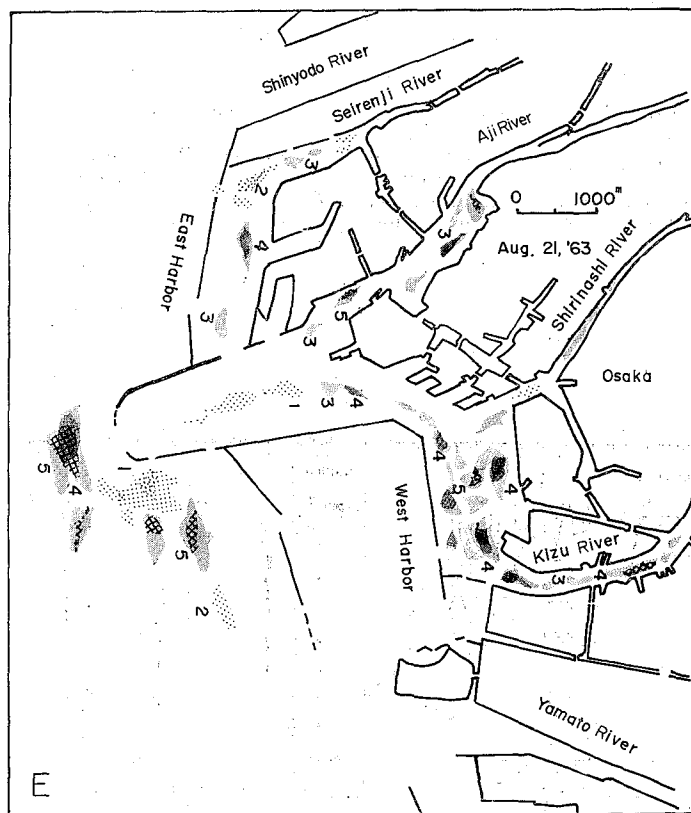


Fig. 3. The distribution of oily waste on the surface of sea.

- A. Maruzen Sekiyu Matsuyama Refinery in Ehime Pref.
- B. Koa Sekiyu Marifu Refinery, Mitsui Sekiyu Kagaku Iwakuni Factory and Iwakuni Airport in Yamaguchi Pref.
- C. Maruzen Sekiyu Mizushima Refinery and Nihon Kogyo Mizushima Refinery in Okayama Pref.
- D. Maruzen Sekiyu Shimotsu Refinery and Toa Nenryo Wakayama Refinery in Wakayama Pref.
- E. Osaka Harbor surrounded by many small oil factories.

Numbers show the degree of oily waste on surface as follows.

- 1. Visible silvery film on surface. 2. Visible colored trace in silvery film.
- 3. Visible clean colored film on surface. 4. Visible dark colored film on surface.
- 5. Visible dark brown colored film on surface.

水域については1回の調査を行なったが、いずれの水域も排水口または河口から2000mないし4000mの範囲内のみ廃油の分布は認められた。廃油の分布調査には4時間ないし6時間を要したため、調査中にも分布の様相は刻々と変化しているものと推察される。したがって Fig. 3 は一応の分布の様相を示したにすぎないが、廃油は決して連続的に海面上に分布するものでないこと、および濃淡さまざまな縞模様をなして分布することは確かである。また調査は排水口あるいは河口寄りから沖合へと実施したので、風力1ないし2(岩国水域の10月9日の調査は4)程度の気象状態では Fig. 3 に示した分布範囲を越すことはないものと考えられる。さらに廃油の分布については次のような点が目立つた。大阪では堂島川を除いてはいずれの河川も上流まで廃油の分布が認められ、河川の上流部には比較的少なく、船舶の航行の激しくなる下流部

および港内の方が廃油が多かった。すなわち廃油の色調が濃く、その分布は濃密であつた。また港内においては船舶が多数停泊し航行の激しい西港の方が、航行の少ない東港よりも廃油が多く、またこのような現象は他精油工場地先水域でも認められ、タンカーの多数停泊している水域周辺では廃油の色調は濃かつた。大

Table 3. Adhesion of oily substances to the suspended mud.

	Oil in water		Suspended mud in water		Oil adhered to mud mg	Oil content of suspended mud after shaking for 30 min. %
	Concn. ppm	Amount mg	Concn. ppm	Amount mg		
Oily waste*	27.9	30.5	18.5	20.2	3.1 2.8	15.3 13.8
Fuel oil	18.1	20.7	18.5	20.2	2.6 2.2	12.8 10.8

\* See Table 2.

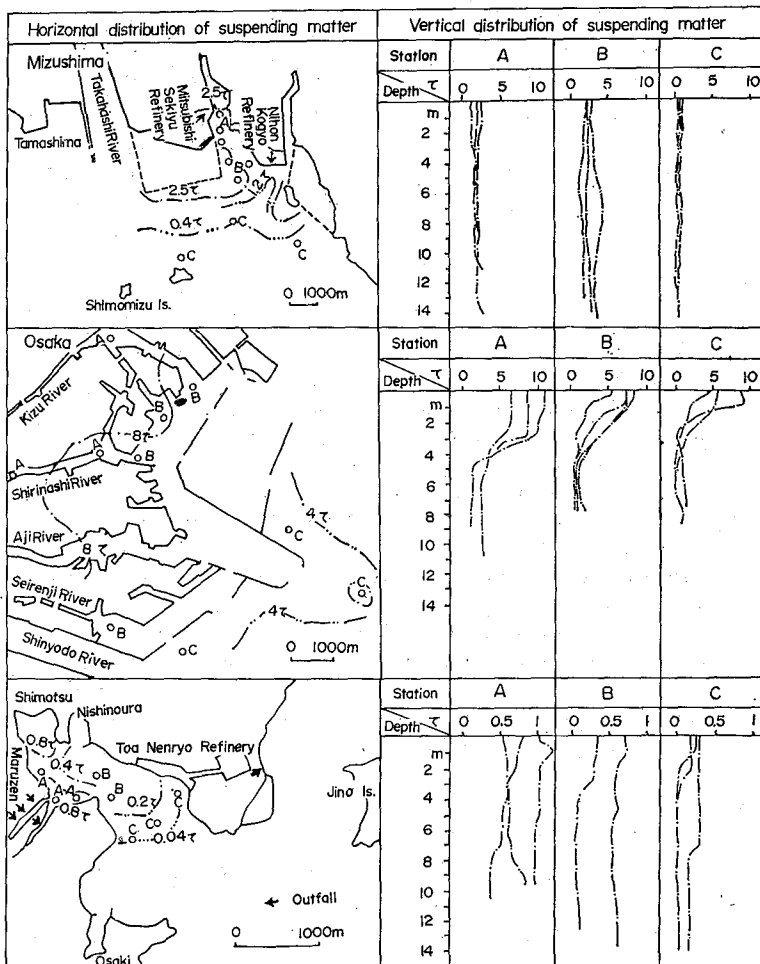


Fig. 4. The distribution of suspending matter expressed by turbidity ( $\tau$ ) in the sea adjacent to oil refineries.  
← Outfall of waste.

型船舶は含油量 2~3 % の廃棄物を通常 1000~2000 トン保有しているといわれ<sup>10)</sup>、また艦船の出航後は速かに廃油は減少する事実も報告<sup>11)</sup> されていて、タンクの清掃、燃料の補給の際の漏油なども汚染源になるといわれている。上述のように船舶の停泊位置、航行の激しい水域に多い廃油は船舶に由来するものとも考えられたが確認はできなかつた。いずれにしても一般工場による石油廃水問題を論ずる際は、船舶による汚染は注意を要するものと考えられる。

丸善石油下津工場の水域では明確な白濁した水塊が排水口から 500 m の範囲にわたって連続して半円状に分布し、他と様相を異にしていた (8 月 23 日午後 4 時)。この白濁時の廃油濃度は 199 ppm, pH 8.9 と高い値を示した。しかし翌日の廃油分布調査時にはこの白濁廃水は認められず、他水域と廃油の分布様相は変わらず、白濁廃水は異質のものと考えられたが、その原因は明らかでない。この白濁廃水は月 2 回の割合で放出されるとのことであつた。またこの白濁廃水は 1953 年頃には下津湾外まで帯状をなして流出していたことが報告<sup>3)</sup> されているが本調査時にはきわめて限られた範囲にとどまっていた。

上述のように各水域によつて、廃油の分布は多少異なつているが、しかしその分布範囲は限られていた。海域での油の拡がりは 15 トンの燃料油を投棄した場合、6 日で 8 平方マイル、8 日で 20 平方マイルに拡がるといわれている<sup>12)</sup> が、本調査ではこのような広範囲な拡りは認められなかつた。この原因は排水口から排出される廃油量が単位時間当りにすると少ないこと、および海面での消滅が比較的早いためと考えられる。

廃油に限られた範囲内で消滅する主要因としてはこれまで蒸発<sup>1)</sup>、岸壁などへの付着、海中の浮泥粒子への吸着<sup>18)</sup> などが推測されている。廃油は親水性が少ないため他種廃水のような稀釈浄化の作用を受けるとは考えられない。そこで著者らは廃油の蒸発、浮泥粒子への吸着について検討してみた。廃油の蒸発量については上述の通りであるが、蒸発後の残油を海水中で攪拌すると小球状をなし水中に懸濁しやすくなること、および器壁に付着することが観察された。このような性質の変化は海面では岸壁などに対する付着、波浪などの攪拌による海中への懸濁を促進し海面よりの廃油の消失の重要な要因になるものと推測された。特に気温の高い夏季にはこのような変化は一層早く進行するものと考えられる。

油類の浮泥への付着量についての実験結果は Table 3 に示した。30 分間の振とう攪拌により、浮泥量の 10~15 % の廃油および B 重油は吸着された。懸濁物による廃油の吸着量は懸濁物の種類、接触時間、海水中の廃油量の相違などによつて当然異なるであろうし、今後検討する予定であるが、上述の実験結果および現場においては常に新しい懸濁物が補給されること、この両点から廃油のかなりの部分が懸濁物に吸着捕集されるものと推察される。

**懸濁物の分布:** 海面よりの廃油の消滅に水中懸濁物が重要な役割を果すことが伺えたので、水島、下津、

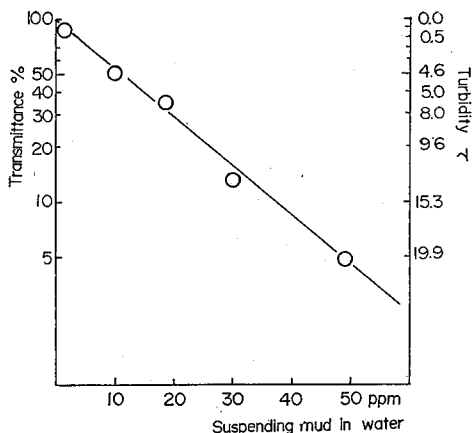


Fig. 5. The relation between turbidity and suspending mud in water.

大阪の三水域について懸濁物の分布状況の調査を行なつた。その結果は Fig. 4 に示した。水中懸濁物には各種の起源のものがあつて、有機無機の各種物質を含んでいて、粒子の大きさにより濁度計の透過率と懸濁物量との関係は異なるといわれている<sup>12)</sup>。本調査に使用した水中濁度計の透過率と懸濁物の相対量との関係は Fig. 5 に示したが、Beer の法則が成立している。したがつて本器で測定した結果は信頼しうるものといえる。Fig. 4 に示した各水域の懸濁物は質的検討を行なつていないため、その絶対量を示す訳にはいかないが、大阪および水島水域は相当多くの懸濁物を含んでいるものといえる。大阪水域では特に多量の懸濁物が分布し、表層部に多い。この懸濁物は Fig. 6 に示す魚群探知機像に認められるように河口域で

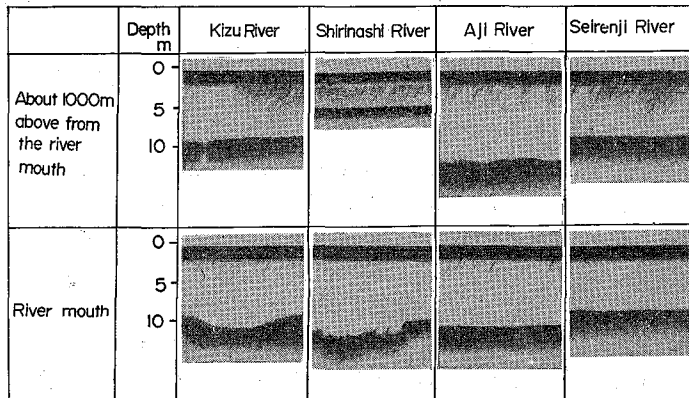


Fig. 6. The vertical distribution of suspending matters reflected by an echo-sounding machine.

は特に比較的速かに沈降しつつあることが伺える。水島水域では埋立が行なわれているためか、排水口から 1000 m ないし 2000 m の範囲にやや多い懸濁物の分布が認められ、むしろ排水口付近よりも多かつた。一方下津水域では紀伊水道に面して海水は清浄のようで、わずかに丸善石油下津工場の排水口周辺にやや高い懸濁物の分布が認められるにすぎなかつた。しかしこれらの懸濁物の含油量については検討を行なわなかつたので明らかでない。

廃油の処理法に微生物による方法も実施されつつあるといわれ、海面上に分布した廃油も一部海中の微生物による浄化作用を受けるものと考えられるが、これらの点については検討を行なわなかつたので明らかでない。しかし上述したように一部は蒸発し、一部は波浪などの攪拌作用により岸壁などに付着し、一部は懸濁状態となり、さらに一部は水中の懸濁物に吸着され次第に海底に沈降する。これら諸作用は、精油工場などから排出された廃油が、排水口から 1500 m~4000 m の範囲に限定される大きな要因をなしていると考えられる。

#### 摘 要

- 1) 瀬戸内海の精油工場および石油化学工場水域の海面における廃油の分布について調査し、その分布範囲を明らかにした。
- 2) 精油工場から排出される廃油量は 1 日 1 工場当り 0.09~4 トンと推定された。
- 3) 廃油は低温でも蒸発しやすい成分を約 10 % 前後含んでいること、蒸発後の残油は付着性が強くなることを認めた。
- 4) 廃油の一部は水中の懸濁物に吸着されることが認められ、浮泥 20 ppm の水中では浮泥量の約 10 % 前後の廃油が吸着されることを認めた。
- 5) 廃油は排水口または河口から 1500 m ないし 4000 m の範囲内の海面に分布していた。また分布域内では廃油は点在しているのが特長的であつた。
- 6) 廃油は排出されたのち一部は蒸発し、一部は岸壁などに付着し、一部は懸濁状態となり、さらに一部は水中の懸濁物に吸着され、沈降してゆく。これら諸作用は廃油の分布が限定される大きな要因をなしているものと考えた。

#### 文 献

- 1) 農林省水産局：水質保護に関する調査，(1932)。

- 2) 農林水産技術会議事務局：昭和 34 年度研究協議会報告，(1960).
- 3) 和歌山県水試：内海区水研委託調査結果。瀬戸内海水産連絡調査要報 B 集，(1954).
- 4) 伊勢湾汚水調査対策推進協議会：伊勢湾汚水調査報告第一報，(1961).
- 5) 愛媛県水試東予分場：太陽石油 K. K.，廃液調査報告，(1961).
- 6) 大阪府農林部水産課：大阪市周辺における水質汚濁による漁業被害について，(1961).
- 7) 新田忠雄・荒川 清・杉本仁弥・村上彰男・鈴木正也・竹内 脩：岩国飛行場周辺水域における米軍汚水による漁業被害調査，(1961)，未発表.
- 8) 杉本仁弥・竹内 脩・鈴木正也：瀬戸内海における海域汚染工場の位置および廃水の性状調査，(1962)，1964 年印刷予定.
- 9) 日刊工業新聞社：1962 年度全国工場通覧，(1962).
- 10) 松江吉行編：水質汚濁調査指針，(1961).
- 11) AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE: *Manual of Refinery Waste, Section 1, Waste Water Containing Oil.* (1949), 水質規準 (1958).
- 12) 吉川 厚・野上和彦・久岡 実・小笠原義光・岡本 亮・小林歌男：海中懸濁物質並びに主としてその点から見た貝類養殖場の特性に関する研究，内海区水研報告，14 (1961).
- 13) 新田忠雄：水質保護論，(1960).
- 14) 渡辺信雄：平坦海洋の排水拡散の一例，水質基準設定の問題点に関する研究，(1961).
- 15) 杉本仁弥・鈴木正也・竹内 脩：瀬戸内海におけるパルプ，製紙廃水の漁業に及ぼす影響に関する調査結果，内海区水産研究所刊行物 C. No. 1, (1964).
- 16) GARLAND, C. S.: Oil Pollution of Sea and Harbors—and Remedy. *Chem. and Ind.* **46**, 1161 (1967).
- 17) ANON: Fouling the Sea. *Nature* **172** 1013 (1953).
- 18) GALTISOFF, P. S.: Oil Pollution in Coastal Water. *North American Wildlife Conf. Proc.* (1936), 水質規準 (1958).