

石油の水中拡散に関する水槽実験 (その 1)

日向野良治*

AN EXPERIMENT ON THE DISPERSION AND DISTRIBUTION OF PETROLEUM IN A WATER TANK (PART 1)

Ryoji Higano

Received 15 October 1976

Abstract

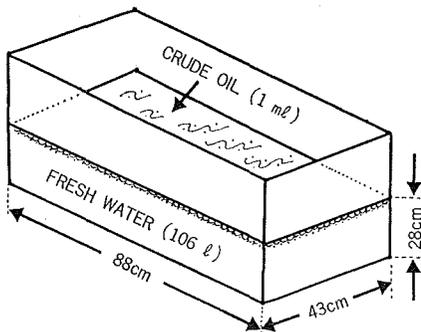
This report gives the results of a fundamental experiment on the dispersion and distribution of crude oil in a water tank which is 88cm long, 43cm wide and 50cm high and contains 106 liters of water.

As the initial state of the experiment, 1 ml of crude oil was added to the water surface in the tank, and then dispersion state of the oil was observed with time.

About half a year later, distribution of the oil (in percentage) in the water tank was found as follows :

81.8% of the total oil in the tank was distributed as the surface oil film, 4.8% as the dispersion oil particles in the water, 11.3% as the oil adhered to the glass wall at the boundary of water and air, and 2.6% as the oil sediments at the bottom of the tank.

According to the measurement of infrared ray absorption spectrum of those samples, the spectrum of the surface oil and that of oil particles in the water are similar to that of the crude oil, but, as regards the oil adhered to the glass wall and the oil sediments at the bottom of the tank, the absorbance of about 1700cm^{-1} in wave number indicated greater values than that of the crude oil.



水量106l
 水面の面積3784cm²
 水面の周囲の長さ262cm
 初期の平均油膜厚2.6 μ

quantity of water106l
 area of water surface3784cm²
 length around water surface262cm
 initial thickness of surface oil film2.6 μ

Fig. 1 Glass-walled tank used in the experiment.

* 海象課海洋汚染調査室

1. はじめに

実際に海洋へ放出された石油の行動については、実験や流出事故等についての報告がある（科学技術庁1968；日本海難防止協会1968・1970；英国海洋生物学協会プリマス研究所1968）。

しかし、水面の薄膜状石油の状態の変化について、長期間にわたって観測した報告は少ない（日本海難防止協会1972）。

この報告は、海洋に流出した石油の形態の推移を知るため、その手始めとして、第1図のような水槽に水を入れ、これに原油の1 ml を滴下しておき、時間の経過と共に原油の分布状態の変化する様子を観察した結果について述べたものである。

2. 実験および観察

昭和50年8月6日、上記水槽にメスピペットで採取したオーマン原油1 ml を滴下した。第1表は、その観測記録である。

Table 1 Observation of the state of thin oil film spreaded on the water in a tank

経過時間	水槽内の石油の状態
直後	油膜の厚さが不均一なので細い硝子棒の先でかきませ、均一に分布させた。微視的には、油膜の厚さは極めて不均一のものであり、水中へ分散することなく油膜の厚さを均一にすることは困難である。
3時間後	揮発性成分が蒸発して、残留分の油膜中には、極めて微細な黒色の粒子がみられる。
3日後	水面上には透明な油膜があり、その油膜中に黒かっ色の微細な粒子状物質（アスファルト、レジン芳香族成分の1部等）が分散している（100～500個/cm ² ）。また、硝子壁面（側面）に付着油の這い上りがみられる（付着幅約5 mm）。
10日後	油膜中の黒かっ色粒子が互に結合して、より大きな粒子（1 mm以下で液状）となっている。
25日後	黒かっ色粒子群は数個ずつ結合して、アメーバーが偽足をのばした形をしている。
1か月後	黒かっ色粒子群（数mm）は凹凸に富み、透明な油膜より垂れ下がっている。
3か月後	粒子群の一部は水面下（0～5 mm下）に沈み、一部は水槽の底に沈殿している。
6か月後	水面下（0～1 cm）に沈む粒子群の数が増し、器壁に付着した油の幅も約1 cmに広がっている。水槽の底に沈殿した油粒子の量も増加している。
7か月後	水面上の油膜、水中に分散した油粒子、水槽の内壁（側面）および水槽の底にある油をそれぞれ別個に回収した。

3. 回収後の処理

1) 油膜は、30メッシュのステンレス金網で、下層の油粒子をとりこまないようにすくい上げ、エチルエーテル中に溶解した。溶媒のエーテルを揮発させ、残りを化学天秤で測定した。

2) 水中に分散した油粒子については、油膜をすくった後の水槽内の水を、上部から約5 cmの厚さ毎に採取し

て汚別した（汚紙 No. A）。汚紙上の油粒子は、顕微鏡で観察した後、最初エーテルで洗い、エーテル不溶分はベンゼンで洗った。ベンゼン溶液を先に乾固し、それにエーテル溶液を加え、エーテルを揮発させ残部を秤量した。

3) 底に沈殿した油粒子の場合は、上部の水をサイホンでほとんど除いた後に、水槽を傾斜させて、ピーカーで水と一緒にとり出し、最後は 50ml ホールピペットでとり出した。これらの懸濁液は、汚紙で汚過し、汚紙の沈殿物に 6 規定塩酸を加えた後、油分をエーテルで次にベンゼンで抽出した。なおこれらの溶液から希硫酸で鉄を洗い出した後、溶媒を揮発させ残りを秤量した。

4) 水槽の側面に約 1cm の幅で付着した油は、最初乾いた汚紙でふき、次にベンゼンでぬらした汚紙で完全にふき取った後、これらの汚紙からエーテルおよびベンゼンで抽出した。

5) 汚紙上に集めた油粒子（水中に分散していたもの）を顕微鏡で観察すると、粒子の大きさは、0.1mm～数mmまでみられ、上層には大きな粒子が多く分布し、下層ほど小さな粒子になっていた。

大きな粒子は、かご状かかまきりの卵のから、あるいは、焼いたタラコか栗オコシの破片のように見え、小さな粒子では少量のジャムかママレード、あるいはノリの佃煮状に見えた。

4. 結果および考察

水槽に水を入れ、この水面上に原油の薄い膜を浮かべ、水槽にふたをして約半年経過した場合に、水槽内の各部に分布していた油量の 100 分率は第 2 表のとおりである。

Table 2 Distribution of oil in the water in a tank

水槽内の油の存在する位置	油の存在量 (mg)	分布の 100 分率
水面上に残留した油	300.3	81.3
水中に分散した油粒子	17.7	4.8
器壁（側面）に付着した油	41.7	11.3
器底に沈殿した油粒子	9.5	2.6
合 計	369.2	100.0

上表中、器壁が存在しない場合には、この部分に付着した油は表面に残るものと仮定すれば、静止した淡水の表面に原油が薄膜状に流出した場合、半年後には、表面になお 9 割の油が残り、1 割の油が水中に分散したり、沈降するものと考えられる。

なお、水槽内の水は、水道水を用いたが、水道水の鉄含量は約 1 ppm（原子吸光光度計でチェック）なので、水槽内の全水量 106l 中の鉄は約 10mg であり、この水酸化鉄が油粒子の沈殿の媒体や石油の風化の解媒として関与していたことが考えられる。

赤外線吸収スペクトルからみると、表面に残った油および水中に分散した油粒子は、常温で揮発成分を除いた場合の原油の吸収スペクトルと同様であったが、水槽の側面についた油や底に沈んだ油の吸収スペクトルは、 1700cm^{-1} 付近に吸収がみられ、炭化水素中の炭素に酸素の結合が生じていることがうかがわれる。これは、器壁部に付着した油は這い上がり現象により酸素との接触があり、また、沈降した油粒子は、水酸化鉄と接触して

その触媒効果が効いているものと思われる。

6. おわりに

海洋の石油汚染レベルの分布とその経時変化を知るには、定期的に実際の観測を行うと同時に、海上に放出された石油が、海面の薄膜状から海底へ移行する機構を解明する必要がある。

今回は、その手始めとしての真水を使用した水槽実験を行ったが、次回は海水を使用して更に観察と検討を進めていきたいと考えている。

参 考 文 献

- 科学技術庁 (1968), 船舶廃油による海水汚濁に関する特別研究報告書
- 日本海難防止協会 (1968), 海水汚濁防止の調査研究報告書 (水質関係)
- 英国海洋生物学協会プリマス研究所報告 (1968), 日高孝次・宇田道隆訳 トレー・キャニオン号海難による海洋汚染と生物環境 第8章 難波につづく油の放出と油の運動のパターン
- 日本海難防止協会 (1970), 海水汚濁防止の調査研究 中間報告書
- 日本海難防止協会 (1972), 海洋汚染防止の調査研究 中間報告書
- 海上保安庁 昭和47年度 (1973), 研究成果報告書