

石油汚染が海洋生物に及ぼす影響の基礎的研究 V

誌名	日本水産學會誌
ISSN	00215392
著者	徳田, 廣
巻/号	45巻11号
掲載ページ	p. 1385-1387
発行年月	1979年10月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



石油汚染が海洋生物に及ぼす影響の基礎的研究—V

石油ゲル化剤の海産生物に対する毒性

徳 田 廣

(1979年6月7日受理)

Fundamental Studies on the Influence of Oil Pollution upon Marine Organisms—V The Toxicity of the Gelling Compounds for Petroleum to Marine Organisms

Hiroschi TOKUDA

The toxicity of two products (abbrev. A and B) of the gelling compounds to solidify petroleum was assayed for a marine diatom, *Skeletonema costatum*, and a rice fish, *Oryzias latipes*, which had been previously acclimated to sea water, and the following results were obtained: the lethal amounts of A and B to the diatom are more than 1,000 mg/l and 560 mg/l respectively, when A and B are separately added to the culture medium; the 24-h LA_{50} (which means the lethal amount of the gelling compound to 50% of the test organisms in 24 hours) of A and B to the fish are 7,400 mg/l and 4,700 mg/l respectively, when A and B are separately added to the test sea water; the filtrate of the culture medium or the sea water containing A or B is far less toxic to these test organisms.

水域における流出油処理には、多種多様の物理的ならびに化学的方法が開発され、また実用化されているが¹⁾、化学的方法では乳化分散剤が世界でもつともよく用いられており、わが国でも、油処理剤といえ、この乳化分散剤を指すほど、化学処理剤の代表的存在となつてい。しかし、本実験で用いたゲル化剤も流出油に対する化学処理剤の一種で、水面に散布すれば、波のようなわずかな振動が加わることにより、ゲル化する性質を有する薬剤である。このゲル化の際に形成される分子レベルの骨格構造内に油分を包み込むわけである。ゲル化剤は、約10年前に開発され²⁾、それ以後改良が加えられてきており、まだ一般的に使用されていないが、入手できた機会を利し、海産珪藻スケルトネマ、*Skeletonema costatum*、と海水順化ヒメダカ、*Oryzias latipes*、に対する毒性を調べた。すなわち、前者に対しては致死添加量を、後者に対しては半数致死添加量を求めた。

材料と実験方法

本実験で用いたゲル化剤は、2種類とも国内製品である。便宜上これらは、以下にゲル化剤A、同Bと記す。供試生物として用いたスケルトネマは、既報文³⁻⁵⁾で用いたのと同株である。また、ヒメダカは、2週間かけて海水に順化させ、さらに2週間海水中で飼育した後、体長25 mm前後の魚体を選び、実験に用いた。

スケルトネマに対する毒性実験では、SWII⁶⁾を基本培養液とし、これに100-10,000 mg/lのゲル化剤を加え、容器を氷で冷却しながら超音波処理(発振周波数20 kHz, 出力168 W, 曝射時間2分)した液と、これをさらにグラスファイバーフィルター(東洋紙製GB 100, 平均孔径8 μm)で濾過し、ゲル化した分画を除去した液、をそれぞれ験液として用いた。各験液50 mlに指数関数的増殖期のスケルトネマ懸濁液を0.1 mlずつ接種し、温度20°C, 照度4,000 lx(昼光色蛍光灯)の連続照射下、12日間静置培養を行ない、増殖状態を肉眼ならびに光学顕微鏡にて確かめ、致死添加量を決定した。

海水順化ヒメダカに対する毒性試験は、工場排水試験方法(JIS K 0102)⁷⁾に準じて行なつたが、験液調製および試験条件はつぎのように実施した。すなわち、予備実験の結果に基づき、海水にゲル化剤を1,000-56,000 mg/l添加し、前述と同様に超音波処理した液、ならびにグラスファイバーフィルターにて濾過した液、をそれぞれ験液とした。試験容器には2 l容ビーカーを用い、これに験液1 lを満たし、各容器にヒメダカを10尾ずつ入れ、温度20°Cにて無通気で実験を行なつた。実験時間中、鰓蓋の運動が停止し、ガラス棒で触れても何ら反応しない魚体をへい死したものと判定、逐次容器より取り除き、所定時間後のへい死魚体数を求め、作図法に

* 東京大学農学部水産学科 (Dept. of Fish., Univ. of Tokyo, Tokyo 113, Japan).

より、半数致死添加量を求めた。

結 果

ゲル化剤添加液ならびにその濾液中におけるスケレトネマの増殖状態を示すと、Table 1 のごとくである。表中の A_f ならびに B_f は、ゲル化剤 A および B を所定量添加した後に濾過して調製したそれぞれの濾液であることを示している。したがって mg/l に先立つ数字は、濾液中に溶存しているゲル化剤の濃度ではなく、濾液調製時に添加したゲル化剤の添加量を表わしている。また、+は対照同様の増殖が認められた培養体、±は増殖が疑わしいか著しく増殖が抑制された培養体、-は増殖が認められなかつた培養体を示している。Table 1 より、スケレトネマに対するゲル化剤 A の致死添加量は、1,000 mg/l 以上、その濾液では 5,600 mg/l 以上、ゲル

化剤 B では 560 mg/l 以上、その濾液では 1,800 mg/l 以上であり、ゲル化剤 A のほうが B よりもやや低毒性であることが明らかである。

ゲル化剤 A ならびに B を添加した海水、およびそれらの濾液中における 24 時間、48 時間後におけるヒメダカの生残個体数、へい死個体数を示すと、Table 2 のごとくである。分母は生残個体数、分子はへい死個体数をそれぞれ表わしている。この Table 2 の数値をもとに、ヒメダカに対する半数致死添加量を求めると、Table 3 のごとくであり、ヒメダカに対しても、A 剤のほうが B 剤よりも低毒性であつた。

考 察

さまざまな流出油処理用資材の規格を規定した海洋汚染防止法施行規則第 33 条の 2 (昭和 49 年 7 月 13 日

Table 1. The growth of *Skeletonema costatum* on the culture media containing the gelling compound A or B at various amounts

Gelling compound	Amount added (mg/l)								
	100	180	320	560	1,000	1,800	3,200	5,600	10,000
A	+	+	+	+	±	-	-	-	-
A_f	+	+	+	+	+	+	+	±	-
B	+	+	+	±	-	-	-	-	-
B_f	+	+	+	+	+	±	-	-	-

Note: + grown as luxuriantly as the control culture, ± grown slightly or suppressed, - killed.

A_f and B_f indicate the corresponding filtrate of the culture medium containing the gelling compound A or B at a given amount through a glass fibre filter.

Table 2. The survival of *Oryzias latipes* exposed for 24 and 48 hours to the sea water containing the gelling compound A or B at various amounts

Gelling compound	Exposed time (h)	Amount added (mg/l)				
		blank	1,800	3,200	5,600	10,000
A	24	0 / 10	0 / 10	1 / 9	3 / 7	6 / 4
A	48	0 / 10	0 / 10	1 / 9	3 / 7	6 / 4

Gelling compound	Exposed time (h)	Amount added (mg/l)				
		blank	10,000	18,000	32,000	56,000
A_f	24	0 / 10	0 / 10	0 / 10	1 / 9	9 / 1
A_f	48	0 / 10	0 / 10	0 / 10	1 / 9	10 / 0

Gelling compound	Exposed time (h)	Amount added (mg/l)				
		blank	1,800	3,200	4,200	5,600
B	24	0 / 10	0 / 10	1 / 9	2 / 8	9 / 1
B	48	0 / 10	0 / 10	1 / 9	6 / 4	10 / 0

Gelling compound	Exposed time (h)	Amount added (mg/l)				
		blank	3,200	5,600	7,500	10,000
B_f	24	0 / 10	0 / 10	1 / 9	6 / 4	10 / 0
B_f	48	0 / 10	0 / 10	1 / 9	7 / 3	10 / 0

Note: the denominator and the numerator of each fraction indicate the survived and the killed numbers of test organisms. As for others, see the footnote to Table 1.

Table 3. The lethal amounts of the gelling compounds A and B to 50% of *Oryzias latipes* tested in 24 hours (24-h LA₅₀) and 48 hours (48-h LA₅₀)

Gelling compound	24-h LA ₅₀ (mg/l)	48-h LA ₅₀ (mg/l)
A	7,400	7,400
A _r	42,000	41,000
B	4,700	3,900
B _r	7,100	6,800

Note: as for A_r and B_r, see the footnote to Table 1.

運輸省令第29号)によれば、流出油乳化分散剤(狭義の油処理剤)の対生物毒性は、スケルトネマに対する致死濃度が100 ppm以上、海水順化ヒメダカに対する24時間半数致死濃度が3,000 ppm以上であることとされており、今回実験で用いたゲル化剤は2種類とも、添加量を基準として考えるとき、対生物毒性に関しては、この規格条件を満しているわけである。

流出油乳化分散剤は、散布時のノズルの水圧、船舶のスクルー、船舶が曳航する攪拌板などの攪拌作用により、海面で流出油と混合し、微細なコロイド粒子を形成して海水中に懸濁・分散した後、波浪・潮流・海流などの水の動きにより、時間経過とともに希釈拡散されると同時に、石油分解能を有する海洋微生物による油分の分解をまつて、水域より石油を消失せしめる性質の処理剤である。

一方、ゲル化剤の散布処理により形成されたゲル化した石油塊は、水中に懸濁したり沈降することなく、水面に浮遊してとどまるので、漁網などを用い、回収してやらなければならない。ゲル化剤は、以上のごとく乳化分散剤とは性状が異なっているため、本実験で行なつたごとく、ゲル化剤を乳化分散剤と同一の方法で毒性試験を行なつてよいかどうかは、疑問が残る。しかし、ここで用いたゲル化剤程度の毒性であるならば、たとえゲル化した油塊が水面にある時間滞留しても、油分の毒性は別として、ゲル化剤自身から海水中に溶出する可溶成分の

毒性は、ゲル化剤添加液の汙液について今回得られた結果から明らかなごとく、ゲル化剤全体の毒性よりきわめて低く、また可溶成分は海水によつて漸次希釈されるため、その毒性はほとんど問題にならないであろう。

種々開発されている流出油処理法のうち、流出油を海上で機械的に除去・回収する方法が、環境への影響がもつとも少なく、現在日本でもこの方法が海況の許す限り実施されているが、流木その他の漂流物により回収作業を妨害されることがしばしばである。このような場合には、残存する流出油を乳化分散剤にて海水中に分散させる方法も併用されているが、ゲル化剤の使用が認められれば、いつたん流出油をゲル化させた後、漂流物とともに回収する作業も可能になるわけである。ゲル化剤を使用する場合は、ゲル化した油塊を完全に回収することが不可欠である。この作業が不完全であると、油塊が流出事故現場付近の漁網や海岸に漂着し、2次汚染源となつてしまうからである。

このゲル化剤は、また、石油タンカーが座礁し、油倉に生じた亀裂から石油が漏出した場合、直接油倉内で石油をゲル化させ、漏出を阻止する手段に用いることもできよう。

拙稿を終えるにあたり、試料の入手その他にご便宜を賜つた(社)日本海難防止協会、ならびに流出油処理の現状をご教示戴いた海上保安庁試験研究センターの方々へ厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 徳田 廣: 化学と生物, 13, 93-95 (1975).
- 2) G. P. CANEVARI: in "Oil on the Sea" (ed. by D. P. HOULT), Plenum Press, New York, 1969, pp. 29-51.
- 3) 徳田 廣・新崎盛敏: 日水誌, 43, 97-102 (1977).
- 4) 徳田 廣: 日水誌, 43, 103-106 (1977).
- 5) 徳田 廣: 日水誌, 45, 1289-1291 (1979).
- 6) H. IWASAKI: *Biol. Bull.*, 121, 173-187 (1961).
- 7) 工場排水試験方法 JIS K 0102, 日本規格協会, 東京, 1971, pp. 154-157.