

ノート

水中作業を利用した底質エストロゲン様物質の調査

岩崎誠二, 国分秀樹, 加藤進, 高橋正昭, 澤井浩寿¹⁾, 粟冠和郎¹⁾,
大宮邦雄¹⁾, 松田知成²⁾, 松井三郎²⁾

A Survey of Estrogenic Substances in Sediments Utilizing Underwater Operations

Seiji IWASAKI, Hideki KOKUBU, Susumu KATO, Masaaki TAKAHASHI,
Hirohisa SAWAI, Kazuo SAKKA, Kunio OHMIYA,
Tomonari MATSUDA and Saburo MATSUI

三重県志摩半島東海岸における岩礁海域の水質及び底質調査を, 潜水技術を用いて実施した. その結果, 本海域の海底は大部分が岩礁であり, 海藻がよく繁茂している状況であった. 水質は, 海域が平穏である時は, 上層水で COD1.0mg/L, T-N0.09mg/L, T-P0.022mg/L 等, 閉鎖性水域と比較すると全般に低い値であった. また本海域の底質は新生堆積物の浮泥であり, TOC 及び T-N は, 伊勢湾の底質より10倍以上高い値であった. エストロゲン様物質は水質 0.20~0.55ng/L, 底質 11.6~14.6ng/g であり, 底質のエストロゲン様物質は, 伊勢湾の湾奥と同程度の値となった. 本調査の底質は TOC が高く, 化学物質の吸着が容易であると考えられることから, エストロゲン様物質が高い値を示したと推察された.

キーワード: 岩礁海域, 潜水(水中)作業, エストロゲン様物質, Yeast Screen Assay, 浮泥

はじめに

三重県の海域は, 北中部では伊勢湾に面した遠浅の砂浜であり, 中~南部にかけては外洋に面した, 岩礁から形成されるリアス式海岸である. このような外洋に面した岩礁海域は優良な漁場であることが多いので, それらの海域の魚貝類, 海藻等海産物, あるいはそれらに捕食される底性生物及びプランクトン等を含めた生態系の保全は重要な問題である. 水質汚濁物質の中でも内分泌攪乱化学物質は特に生態系に与える影響が大きいと考えられる. 底質は, 微生物等小生物及び底性生物が高密度で生息する場であることから, 内分泌攪乱化学物質による汚染には特に注意

を払う必要がある. しかしながら, 岩礁海域では, 底質は, 量, 形状とも内湾とは異なっているので, 従前からの方法では採取が困難であり, 調査事例がほとんどない.

本調査では, 岩礁海域の環境試料採取及びその他環境調査を目的として, 潜水器具を使用した水中作業による環境調査法を利用した. 本手法により, 三重県でも有数の漁場である志摩半島東岸海域の環境調査を実施したところ, 従来の海域調査法では明らかにされなかった本海域の環境に関する知見を得ることができたので報告する.

1) 三重大学生物資源学部微生物工学教室
三重県津市上浜町1515

2) 京都大学工学研究科 環境工学専攻 環境デザイン工学講座
京都府京都市左京区吉田本町

調査方法

1. 調査地点

三重県阿児町志島地先海域の水深 12m 地点(図 1).
緯度及び経度は次のとおりである.

Lat. $34^{\circ} 18' 20''$, Long $136^{\circ} 54' 00''$

2. 調査日時

1 回目調査:平成 13 年 10 月 30 日

2 回目調査:平成 13 年 11 月 23 日

3. 調査方法

1) 水試料採取法

・上層水は船上から採水した. 下層水は両開放式のびんを使用して潜水作業により採水した.

2) 底質試料採取法

・下層水と同時に潜水作業で採取した.

4. 調査項目及び方法

調査項目及び方法は、つぎのとおりである.

1) 水試料

ア) 調査項目

pH, 塩分濃度, COD, SS, T-N, T-P, 水温, 透明度及びYeast Screen Assayによるエストロゲン様物質.

イ) 調査方法

pH, COD, SS, T-N, T-P: 環境庁告示法

塩分濃度, 水温, 透明度: 海洋観測指針(気象庁編)による方法¹⁾

Yeast Screen Assayによるエストロゲン様物質:

E. J. Routledge ら²⁾が開発したヒトエストロゲン受容体遺伝子組換え体酵母によるバイオアッセイ法,

当該酵母は、英国 Brunel大学の P. Sumpter 教授から分与を受けたものである。なお、水試料処理法は、H. Takigami et. al. の方法³⁾に従った。

2) 底質

ア) 調査項目

TOC, T-N, T-P及びES Yeast Screen Assayによるエストロゲン様物質.

イ) 調査方法

TOC, T-N, T-P: 底質調査方法(環境庁編)による⁴⁾.

Yeast Screen Assayによるエストロゲン様物質: 水試料に同じ.

本調査地点は伊勢湾総量規制の対象区域内である

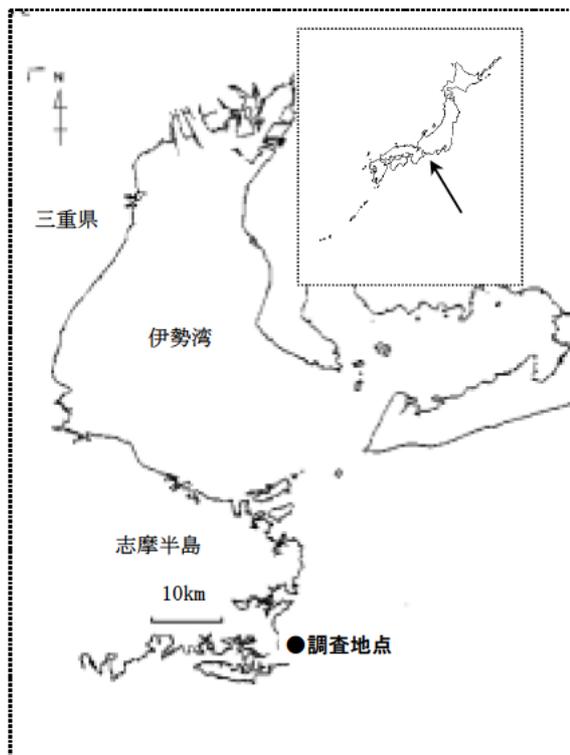


図 1 調査地点

Lat. $34^{\circ} 18' 20''$

Long $136^{\circ} 54' 00''$

が、東側がほぼ太平洋に面した海域である。調査地点は水深約 12m で、海底は大部分が岩礁で形成されていた。岩礁部分には、カジメ、アラム等の大型の海藻がよく繁茂していた。また、付着生物及び魚介類も豊富であった。水質は、目視では伊勢湾、英真湾等の閉鎖性水域と比較すると清澄であった。しかしながらよく観察すると、岩礁のすき間などにわずかに泥状の物質が存在するのが確認された。これらは潮の流れなどの影響で容易に巻き上がるので、透明度等の水質が悪化する原因となる。

2. 水質の概況

表 1 に、水質の調査結果を示す。1 回目調査時には風浪係数、うねり係数とも 3 であり、波、うねりとも激しかったので海底から浮泥が激しく巻きあがり、その結果透明度が低い値となった。また SS は、上層で 1.2mg/L、下層では 4mg/L であった。比較的汚濁が進行していると考えられる伊勢湾の四日市港海域であっても 4mg/L を上回することは希である⁵⁾ ことを考えると、1 回目調査の結果は、本海域と

結果及び考察

1. 海底の状況

しては高い値であったと考えられる。下層水は SS の値に追従して、COD、T-N 及び T-P も高い値となった。これに対し、2 回目は波、うねりともに穏やかであったため、SS をはじめ各水質汚濁項目とも全般に低い値であった。

3. 底質の概況

海洋観測指針（気象庁編）¹⁾によると、底質とは「海底を形成する物質」である。本海域の底質は、岩礁や海藻などの表面に有機物フロックが薄く沈殿している形態であり、汚濁が進行した内湾に見られる粘土状の底質とは形状が異なっていた。この形状の底質は、一般に浮泥と言われている。表 2 から、本浮泥は、典型的な内湾である伊勢湾と比較すると TOC 及び T-N の含有量が 10 倍以上であったのに対し、T-P は 4~5 倍くらいであった⁶⁾。これらの含量及び C, N, P 原子の比率から、本海域の底質はプランクトンをはじめとした生物あるいはその死骸から形成されるものと思われる。

4. 水質のエストロゲン様物質

代表的なヒトエストロゲンである 17 β -エストラジオールを用いたニジマスの暴露試験結果で、1ng/L を下回るとオスのピテロジェニン濃度に変化が見られないことが、Edwin J. Routledge ら⁷⁾により報告されている。本海域のエストロゲン様物質は、1,2 回目とも 1ng/L を大きく下回っていて、その値は上層及び下層で大きな差は見られなかった。水相固相別に見ると、全体的に水相のエストロゲン様物質が固相と比較して高い割合であった。これらエストロゲン様物質の由来は不明であるが、下水道、浄化槽等の排水には 17 β -エストラジオールをはじめ高濃度のエストロゲン様物質が存在することが報告されている^{8,9)}。また伊勢湾では 2ng/L 程度のエストロゲン様物質が検出されている⁵⁾ことから、伊勢湾の海水由来の 17 β -エストラジオール等である可能性が高いものと推察される。

本調査における底質のエストロゲン様物質は、1 回目 14.6ng/g、2 回目 11.6ng/g であり、伊勢湾の平均レベルを上回った¹⁰⁾。伊勢湾の調査ではコアサンプルの上部 3 cm を測定しているのに対し、本調査の底質は新生の浮泥であり、エストロゲン様物質が十分に生分解を受けていない段階であることが予想される。また、底質に対するエストロゲンの吸着性は、底質の TOC 濃度に比例することが谷口¹¹⁾により明らかにされているが、本浮泥は TOC が高いので、エストロゲン様物質が高濃度に吸着したものであると思われる。また、エストロゲン様物質 / TOC の値はほぼ一定となった。

5. 底質のエストロゲン様物質

本調査における底質のエストロゲン様物質は、1 回目 14.6ng/g、2 回目 11.6ng/g であり、伊勢湾の平均レベルを上回った¹⁰⁾。伊勢湾の調査ではコアサンプルの上部 3 cm を測定しているのに対し、本調査の底質は新生の浮泥であり、エストロゲン様物質が十分に生分解を受けていない段階であることが予想される。また、底質に対するエストロゲンの吸着性は、底質の TOC 濃度に比例することが谷口¹¹⁾により明らかにされているが、本浮泥は TOC が高いので、エストロゲン様物質が高濃度に吸着したものであると思われる。また、エストロゲン様物質 / TOC の値はほぼ一定となった。

表 1 水質調査結果

	2001.10.30		2001.11.23	
	天候	晴れ	天候	晴れ
調査年月日	2001.10.30		2001.11.23	
*風浪;うねり	3;3		2;1	
階級				
	上層水	下層水	上層水	下層水
pH	8.11	8.17	8.34	8.34
塩分 %	2.72	2.72	3.08	3.1
COD mg/L	2.6	3.0	1.0	0.8
SS mg/L	1.2	4.0	0.2	0.4
T-N mg/L	0.26	0.2	0.09	0.15
T-P mg/L	0.043	0.032	0.022	0.023
エストロゲン様物質				
全 ng/L	0.20	0.25	0.53	0.55
水相 ng/L	0.15	0.12	0.42	0.31
固相 ng/L	0.05	0.13	0.11	0.24
透明度 m	2.5		10	
水温	20.0	20.0	17.5	18.0

風浪階級 2:0.1-0.5m, 3:0.5-1.25m

うねり階級 1:<2m, 3:2-4m (波高)

表 2 底質調査結果

	10.30		11.23		参考値 伊勢湾 底質	植物性 プランクトン
	10.30	11.23	10.30	11.23		
TOC mg/g	190	156			15	
T-N mg/g	31.5	29.6			1.8	
T-P mg/g	2.84	2.56			0.6	
C/N	6.0	5.3			8.3	4.3-9
C/P	67	61			25	11-40
N/P	11	12			35.5-17	
エストロゲン様物質						
ng/g	14.6	11.6				
エストロゲン様物質 / TOC						
	7.7	7.4				

まとめ

三重県志摩半島東海岸地先海域の環境調査を行ったところ、次のとおりであった。

1. 潜水調査で本海域の海底を調査したところ、主として岩礁から形成されていて、海藻が豊富であった。
2. 海域の平静時には水質は比較的良好であり、酵母を利用したバイオアッセイ法によるエストロゲン様物質は最大で 0.55ng/L であった。
3. 本海域の底質は、岩礁などのすき間にわずかにたい積しているいわゆる浮泥であり、TOC, エストロゲン様物質は高い値であった。また、エストロゲン様物質 / TOC の値はほぼ一定となった。

文 献

- 1) 海洋観測指針 (気象庁編), 113, 日本気象協会 (1978)
- 2) Edwin J. Routledge and John P. Sumpter, Estrogenic activity of surfactants and some of their degradation products assessed using a recombinant yeast screen. *Environ. Toxic. Chem.*, 15, No3, 241-248 (1996)
- 3) H. Takigami, N. Taniguchi, T. Matsuda, T. Yamada, Y. Shimizu and S. Matsui, The fate and behavior of human estrogens in a night soil treatment process, *Wat. Sci. and Technol.*, 42, Nos7-8pp, 45-51, 2000
- 4) 改訂版底質調査方法とその解説 環境庁水質保全局水質管理課編, 社団法人日本環境測定分析協会, (1988)
- 5) 岩崎誠二, 加藤進, 国分秀樹, 高橋正昭, 松田知成, 松井三郎: 三重県内の海域のエストロゲン様物質について, 第 1 回環境技術研究協会年次大会研究発表会要旨集, 33-38 (2001) .
- 6) 平成 8 年度広域水質調査データ集, 環境庁水質保全局
- 7) E. J. Routledge, D. Sheahan, C. Desbrow, G. C. Brighty, M. Waldock and J. P. Sumpter, Identification of estrogenic chemicals in STW effluent. 2. in vivo responses in trout and roach, *Environ. Sci. and Technol.*, 32 (11), 1559-1565, 1998
- 8) 滝上英孝, 松井三郎, 松田知成: 水道処理施設における女性ホルモン様物質の挙動, *環境技術*, 28, 9-12 (1999) .
- 9) 恩田建介, 宮晶子, 葛甬生, 田中俊博, 遺伝子組換え酵母を用いた各種排水中の女性ホルモン様活性の測定, *水環境学会誌*, 24, 11, 750-756 (2002)
- 10) 松井三郎, 清水芳久, 谷口暢子, 足立淳, 岩崎誠二, 松田知成: 17 - エストラジオールの環境中挙動, 内分泌攪乱物質の環境リスク研究成果報告会要

旨集, 68-69, (2002).

- 11) 谷口暢子, 京都大学大学院工学研究科環境地球工学専攻修士論文 (1998)