

瀬戸内海全域の季節別底質調査結果

山本 民次・妹背 秀和・橋本 俊也
松田 治・郷 秋雄・中口 和光

広島大学生物生産学部, 東広島市 739

1997年4月30日 受付

要旨 瀬戸内海全域にわたり, 1993年10月, 1994年1, 4, 6月に4回の海域環境と低次生物生産に関する総合的観測調査を行った。これらのうち, ここでは底質に関する調査結果をとりまとめた。各調査では瀬戸内海全域にわたり15~20測点において採泥し, 海底直上水中の溶存酸素量, 底泥の温度, 含水率, 強熱減量, pH, 酸化還元電位, 酸揮発性硫化物量を測定した。

キーワード : 含水率, 強熱減量, 酸化還元電位, 酸揮発性硫化物, 瀬戸内海, 泥温, 底質, pH, 溶存酸素

はじめに

瀬戸内海は, 本州, 四国, 九州によって囲まれ, 紀伊水道, 豊後水道, 関門海峡によって外洋に接する全体として閉鎖性の強い海域である。瀬戸内海内部の各海域(灘および湾)も700を越える島々, および瀬戸の存在によって閉鎖性が強い。このため, 陸から流入した汚濁物質や, 内部で生産されたプランクトンなどの粒状態有機物の多くが内部で沈積し, 海域特性に対応して一般に有機物に富んだ底質を形成するものと思われる。

瀬戸内海沿岸には工業地帯が密集しており, 人口密度は全国平均の約2倍と高いため(中西, 1996), 人間活動による海洋環境の悪化も著しい。瀬戸内海の海洋環境は, 1960年代より我が国の高度経済成長とともに陸域から多量の有機汚濁物質が流入したため急速に悪化したが, 1979年に施行された瀬戸内海環境特別措置法によるCOD排出の総量規制等により, 次第に改善されつつある(瀬戸内海環境保全協会, 1996)。

瀬戸内海の水質調査が環境庁, 水産庁などの主導のもと, 定期的に行われているのに対して, 瀬戸内海全域にわたる底質調査結果で公表されているものは, これまで, (1) 1971~72年に行われた水産庁「漁場改良復旧基礎調査」(山田, 1976), (2) 1974~82年に行われた通産省工業技術院中国工業試験所によるもの(塩沢ほか, 1979), (3) 1981~85年に行われた環境庁「瀬戸内海環境情報基本調査」によるもの(瀬戸内海環境保全協会, 1995), のわずか3回である。今回は上述したような社会的情勢の変化にともなって, 現在, 瀬戸内海の底質が如何なる状態にあるのかを調査したので, 調査結果を一覧として報告する。

観測調査と分析

観測は広島大学生物生産学部付属練習船「豊潮丸」により, 1993年10月12~22日, 1994年1月8~21日, 1994年4月12~22日, 1994年6月20~30日の4回行った。測点数は1993年10月と1994年1月は15点, 4月と6月は20点であった(Fig. 1)。

採泥はコーサンプラー(チューブ内径, 5.2 cm; 長さ, 67 cm)を用いて行った。コーサンプラー内の直上水をサイフォンで静かに2本採取し, 溶存酸素量(DO)をウインクラー法(STRICKLAND and PARSONS, 1972)で測定した。続いてチューブ内の泥コアを下部から押し上げて直上水を静かに捨て, そのまま底泥上部3 cmを押し上げて切り取り, プラスチック容器に移した。直ちに, この試泥の泥温を水銀棒状温度計で, pHをpHメーター(PHS-120, 電気化学計器株式会社)で, 酸化還元電位(Eh)をORPメーター(飽和塩化銀電極PS-112C, 東亜電波社)で, 酸揮発性硫化物(AVS-S)を検知管法(ヘドロテックS, ガステッ

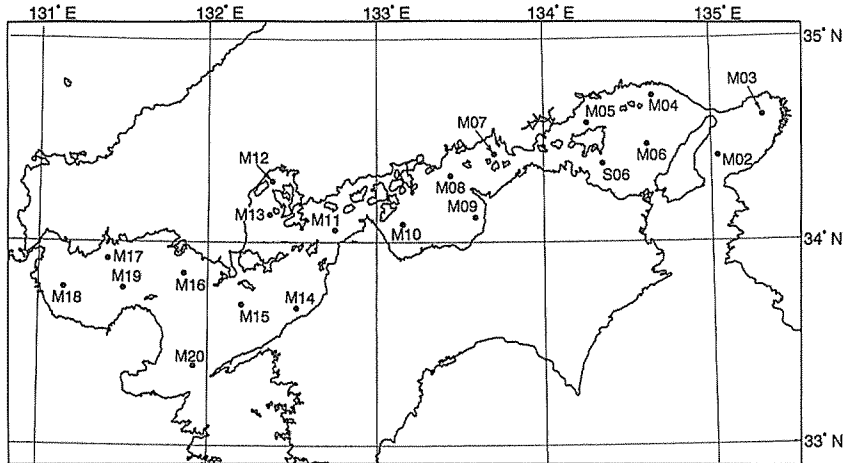


Fig. 1. Map showing the locations of sampling stations in the Seto Inland Sea.

ク)で測定した。ただし、コアサンプラーを用いた採泥が不可能な砂質の場所ではスミス・マッキンタイヤー採泥器(採泥面積 0.1 m²)を用いた。以上の船上での処理を行った後、残った試泥は冷蔵保存して持ち帰り、後日、110°C で12時間乾燥後、その重さの差として含水率(%)を測定し、乾泥を 600°C で3時間強熱後、その減量(%)として強熱減量(IL)を算出した(小山, 1982)。

結 果

各航海における測点位置、観測日時、水深、直上水中の DO、泥温、pH、Eh、AVS-S、含水率、IL をそれぞれ Table 1-1~1-4 に示す。

お わ り に

観測・分析に携わった広島大学生物生産学部水圏環境学研究室の学生諸氏に心から感謝する。また、英文は広島大学生物生産学部教授 N. RAJENDRAN 博士に見ていただいた。お礼申し上げる。なお、本資料は「瀬戸内海における有用水産資源の持続的生産と環境保全に関する学際的研究」(日本生命財団特別助成, 1992年10月~1995年9月, 研究代表者 岡市友利)により行われた研究成果の一部であり、すでに山本(1996)として一部公表されている。また、同時に調査された水質測定結果は橋本ほか(1996)として公表されているので、参照されたい。

引 用 文 献

- 橋本俊也・山本民次・多田邦尚・松田 治・永末寿宏・多田充利・郷 秋雄・中口和光, 1996, 瀬戸内海全域の季節別水質調査結果. 広島大学生物生産学部紀要, 35: 243-273.
- 小山忠四郎, 1982, 水質・底質化学分析法. pp. 197-198. 成文堂, 東京.
- 中西 弘, 1996, 世界の中の瀬戸内海を語る. 瀬戸内海の特徴は, そのキーワード. 瀬戸内海の生物資源と環境—その将来のために—. 岡市友利, 小森星児, 中西 弘(編), p. 215-217. 恒星社厚生閣, 東京.
- 瀬戸内海環境保全協会, 1996, 瀬戸内海の環境保全—資料集—. 環境庁水質保全局(監修), 161 pp.
- 塩沢孝之・川名吉一郎・星加 章・谷本照己・滝村 修, 1979, 瀬戸内海の底質. 中工試報, 4: 1-24.
- STRICKLAND, J. D. H. and T. R. PARSONS, 1972, A practical handbook of sea water analysis, 2nd ed. Fish. Res. Bd, Canada, 167: 311pp.
- 山田 久, 1976, 瀬戸内海の海域生態と漁場. 村上彰男(編), pp. 90-100. フジ・テクノシステム, 東京.
- 山本民次, 1996, 低次生産の場としての瀬戸内海の環境. 岡市友利, 小森星児, 中西 弘(編), pp. 47-51. 恒星社厚生閣, 東京.

Table 1-1. Results of field observation on sediment quality. Dissolved oxygen concentration (DO) in the overlying water just above the sediment, and mud temperature (Temp), water content, ignition loss (IL), pH, oxidation-reduction potential (Eh), and acid volatile sulfide (AVS-S) at each station during the cruise of Oct., 1993.

Stn.	M02	M03	M04	M05	S06	M06	M07
Latitude	34° 25.0' N	34° 37.0' N	34° 42.9' N	34° 35.0' N	34° 23.1' N	34° 28.5' N	34° 24.5' N
Longitude	135° 02.6' E	135° 18.5' E	134° 38.8' E	134° 15.7' E	134° 21.0' E	134° 36.9' E	134° 42.5' E
Date & Time	Oct. 15 12:20	Oct. 15 16:00	Oct. 16 10:40	Oct. 16 13:15	Oct. 14 15:57	Oct. 14 14:40	Oct. 17 9:45
Depth (m)	42	18	22	25	40	32	15
DO (ml l ⁻¹)	4.30	4.36	5.49	ND	4.92	4.97	ND
Temp (°C)	22.0	23.0	21.8	ND	22.7	22.1	ND
Water cont. (%)	47.8	73.4	69.3	ND	68.4	71.1	ND
IL (%)	5.4	9.4	8.3	ND	10.3	8.6	ND
pH	7.13	6.87	6.75	ND	6.91	6.95	ND
Eh (mV)	-79	-60	-158	ND	-149	-129	ND
AVS-S (mg g ⁻¹ dw)	0.096	1.291	0.587	ND	0.527	0.277	ND

Stn.	M08	M09	M10	M11	M12	M13	M14
Latitude	34° 19.3' N	34° 07.5' N	34° 05.3' N	34° 03.6' N	34° 17.8' N	34° 08.2' N	33° 40.4' N
Longitude	133° 26.4' E	133° 35.2' E	133° 09.5' E	132° 45.1' E	132° 22.9' E	132° 22.2' E	132° 31.7' E
Date & Time	Oct. 17 11:40	Oct. 13 15:40	Oct. 13 12:50	Oct. 13 9:15	Oct. 12 12:09	Oct. 12 13:55	Oct. 21 14:10
Depth (m)	25	23	34	48	22	27	39
DO (ml l ⁻¹)	5.04	5.06	5.12	ND	4.79	5.39	ND
Temp (°C)	20.6	22.0	24.0	ND	23.0	22.4	ND
Water cont. (%)	67.4	69.8	50.9	ND	74.5	69.0	ND
IL (%)	6.4	8.0	5.6	ND	10.4	8.5	ND
pH	6.33	6.99	7.02	ND	7.18	7.00	ND
Eh (mV)	3	-189	-91	ND	-160	-89	ND
AVS-S (mg g ⁻¹ dw)	0.224	0.344	0.080	ND	0.392	0.194	ND

Stn.	M15	M16	M17	M18	M19	M20
Latitude	33° 41.4' N	33° 50.9' N	33° 54.9' N	33° 46.5' N	33° 46.5' N	33° 23.6' N
Longitude	132° 12.1' E	131° 51.5' E	131° 24.4' E	131° 09.1' E	131° 30.1' E	131° 55.0' E
Date & Time	Oct. 19 12:30	Oct. 19 15:30	Oct. 19 18:15	Oct. 20 6:55	Oct. 20 9:25	Oct. 21 10:20
Depth (m)	56	46	20	14	28	80
DO (ml l ⁻¹)	4.30	4.67	4.53	4.94	5.01	ND
Temp (°C)	22.1	20.3	19.5	18.8	20.2	ND
Water cont. (%)	42.4	56.8	63.2	73.2	66.7	ND
IL (%)	3.3	6.4	7.0	9.4	8.8	ND
pH	6.68	6.53	7.07	6.43	6.72	ND
Eh (mV)	229	3	-76	-105	-97	ND
AVS-S (mg g ⁻¹ dw)	0.023	0.041	0.541	0.399	0.266	ND

Table 1-2. Results of field observation on sediment quality. Dissolved oxygen concentration (DO) in the overlying water just above the sediment, and mud temperature (Temp), water content, ignition loss (IL), pH, oxidation-reduction potential (Eh), and acid volatile sulfide (AVS-S) at each station during the cruise of Jan., 1994.

Stn.	M02	M03	M04	M05	S06	M06	M07
Latitude	34°24.9'N	34°36.8'N	34°43.0'N	34°35.1'N	34°22.9'N	34°28.3'N	34°25.5'N
Longitude	135°02.4'E	135°18.6'E	134°39.0'E	134°15.2'E	134°21.0'E	134°37.0'E	133°41.9'E
Date & Time	Jan. 11 12:05	Jan. 11 15:00	Jan. 12 10:35	Jan. 12 13:25	Jan. 10 13:20	Jan. 10 14:55	Jan. 12 17:30
Depth (m)	45	19	23	24	42	34	15
DO (ml l ⁻¹)	4.56	4.41	5.39	6.24	5.74	5.52	ND
Temp (°C)	13.0	12.5	11.0	11.2	12.0	12.1	ND
Water cont. (%)	50.2	72.3	74.0	47.1	65.1	72.4	ND
IL (%)	5.6	9.6	9.5	3.6	7.3	9.0	ND
pH	6.49	7.20	6.92	7.46	6.99	7.07	ND
Eh (mV)	150	151	-18	242	-49	141	ND
AVS-S (mg g ⁻¹ dw)	0.392	0.578	0.951	0.085	0.319	0.032	ND

Stn.	M08	M09	M10	M11	M12	M13	M14
Latitude	34°19.0'N	34°07.4'N	34°05.2'N	34°03.1'N	34°17.8'N	34°08.2'N	33°40.5'N
Longitude	133°26.5'E	133°35.2'E	133°09.4'E	132°45.4'E	132°22.8'E	132°22.0'E	132°31.3'E
Date & Time	Jan. 13 7:15	Jan. 9 15:30	Jan. 9 12:30	Jan. 9 9:10	Jan. 8 12:00	Jan. 8 13:30	Jan. 20 14:50
Depth (m)	24	25	36	50	24	28	38
DO (ml l ⁻¹)	5.26	6.07	5.51	ND	5.43	5.43	ND
Temp (°C)	12.0	12.5	13.8	ND	12.5	13.5	ND
Water cont. (%)	70.6	70.0	50.3	ND	74.7	69.6	ND
IL (%)	8.2	7.8	5.4	ND	10.4	8.1	ND
pH	5.59	7.07	6.56	ND	6.43	6.54	ND
Eh (mV)	201	91	119	ND	-99	0	ND
AVS-S (mg g ⁻¹ dw)	0.112	0.195	0.020	ND	0.186	0.155	ND

Stn.	M15	M16	M17	M18	M19	M20
Latitude	ND	33°51.0'N	33°55.0'N	33°46.5'N	33°46.5'N	33°23.4'N
Longitude	ND	131°51.4'E	131°24.4'E	131°09.0'E	131°30.0'E	131°54.7'E
Date & Time	ND	Jan. 18 8:40	Jan. 19 9:00	Jan. 18 13:45	Jan. 18 11:05	Jan. 19 13:45
Depth (m)	ND	47	21	17	30	77
DO (ml l ⁻¹)	ND	5.80	6.26	6.36	5.24	ND
Temp (°C)	ND	13.0	9.9	10.0	10.0	ND
Water cont. (%)	ND	56.9	52.4	70.2	72.6	ND
IL (%)	ND	6.0	5.5	9.6	10.0	ND
pH	ND	6.20	7.20	ND	7.09	ND
Eh (mV)	ND	130	-47	-97	-67	ND
AVS-S (mg g ⁻¹ dw)	ND	0.065	0.116	1.073	0.665	ND

Table 1-3. Results of field observation on sediment quality. Dissolved oxygen concentration (DO) in the overlying water just above the sediment, and mud temperature (Temp), water content, ignition loss (IL), pH, oxidation-reduction potential (Eh), and acid volatile sulfide (AVS-S) at each station during the cruise of Apr., 1994.

Stn.	M02	M03	M04	M05	S06	M06	M07
Latitude	34° 25.0' N	34° 37.0' N	34° 43.0' N	34° 35.0' N	34° 22.8' N	34° 28.1' N	34° 25.6' N
Longitude	135° 02.5' E	135° 18.4' E	134° 39.0' E	134° 15.6' E	134° 21.1' E	134° 37.7' E	133° 41.4' E
Date & Time	Apr. 15 12:20	Apr. 15 15:10	Apr. 16 10:55	Apr. 16 13:20	Apr. 14 13:31	Apr. 14 15:15	Apr. 17 9:55
Depth (m)	44	19	22	25	42	33	11
DO (ml l ⁻¹)	5.73	6.98	7.17	ND	6.46	6.06	ND
Temp (°C)	14.0	13.5	13.0	12.0	12.9	13.5	13.5
Water cont. (%)	52.5	70.0	71.2	45.9	66.7	68.8	23.7
IL (%)	6.3	10.2	10.0	4.4	8.4	9.2	2.0
pH	7.60	7.47	6.79	7.04	7.19	7.33	6.83
Eh (mV)	59	40	-50	311	190	68	355
AVS-S (mg g ⁻¹ dw)	0.089	0.453	0.158	0.000	0.071	0.590	0.000

Stn.	M08	M09	M10	M11	M12	M13	M14
Latitude	34° 19.4' N	34° 07.3' N	34° 05.3' N	34° 03.6' N	34° 17.8' N	34° 08.1' N	33° 40.3' N
Longitude	133° 26.9' E	133° 35.2' E	133° 09.4' E	132° 45.2' E	132° 22.8' E	132° 22.1' E	132° 31.5' E
Date & Time	Apr. 17 11:40	Apr. 13 15:00	Apr. 13 12:00	Apr. 13 9:10	Apr. 12 11:55	Apr. 22 10:35	Apr. 21 15:55
Depth (m)	27	25	37	46	26	29	40
DO (ml l ⁻¹)	5.94	6.08	6.16	ND	5.94	5.72	ND
Temp (°C)	14.2	14.5	11.5	11.4	13.0	13.5	12.5
Water cont. (%)	61.8	58.8	51.0	35.2	73.9	68.3	41.9
IL (%)	5.5	4.8	6.5	4.4	11.3	8.5	3.2
pH	7.00	6.75	7.42	7.94	ND	ND	ND
Eh (mV)	-76	-49	192	203	0	0	451
AVS-S (mg g ⁻¹ dw)	0.235	0.202	0.013	0.006	0.383	0.205	0.000

Stn.	M15	M16	M17	M18	M19	M20
Latitude	33° 41.6' N	33° 50.9' N	33° 55.1' N	33° 46.4' N	33° 46.5' N	33° 23.5' N
Longitude	132° 11.9' E	131° 51.5' E	131° 24.3' E	131° 08.9' E	131° 30.0' E	131° 55.1' E
Date & Time	Apr. 19 12:25	Apr. 19 15:15	Apr. 19 18:00	Apr. 20 7:00	Apr. 20 9:30	Apr. 21 11:40
Depth (m)	54	48	21	16	29	26
DO (ml l ⁻¹)	ND	5.91	5.99	6.44	5.96	ND
Temp (°C)	12.0	12.5	14.0	14.8	13.0	14.0
Water cont. (%)	47.1	55.5	55.4	69.2	67.6	26.6
IL (%)	4.0	6.1	7.0	9.8	9.5	2.6
pH	6.83	6.81	7.22	ND	7.38	ND
Eh (mV)	396	199	-13	-92	-10	419
AVS-S (mg g ⁻¹ dw)	0.002	0.015	0.126	0.442	0.380	0.000

Table 1-4. Results of field observation on sediment quality. Dissolved oxygen concentration (DO) in the overlying water just above the sediment, and mud temperature (Temp), water content, ignition loss (IL), pH, oxidation-reduction potential (Eh), and acid volatile sulfide (AVS-S) at each station during the cruise of June, 1994.

Stn.	M02	M03	M04	M05	S06	M06	M7
Latitude	34°25.0'N	34°37.0'N	34°43.0'N	34°35.0'N	34°23.0'N	34°28.4'N	34°25.4'N
Longitude	135°02.5'E	135°18.5'E	134°39.0'E	134°15.5'E	134°21.0'E	134°37.0'E	133°42.0'E
Date & Time	June 23 12:20	June 23 15:15	June 24 10:55	June 24 13:30	June 22 13:05	June 22 14:38	June 24 17:30
Depth (m)	42	18	22	23	39	32	12
DO (ml l ⁻¹)	4.62	2.63	4.11	ND	4.64	4.84	ND
Temp (°C)	19.5	20.5	19.5	19.0	18.0	18.5	21.3
Water cont. (%)	49.3	70.3	68.5	39.9	65.5	69.0	20.1
IL (%)	5.4	10.0	9.5	2.9	7.9	8.4	1.5
pH	7.14	7.26	7.02	7.20	6.99	6.77	7.44
Eh (mV)	284	103	84	184	215	105	272
AVS-S (mg g ⁻¹ dw)	0.028	0.572	0.556	0.007	0.217	0.323	0.000

Stn.	M08	M09	M10	M11	M12	M13	M14
Latitude	34°19.5'N	34°07.5'N	34°05.3'N	34°03.6'N	34°17.8'N	34°08.1'N	33°40.5'N
Longitude	133°26.3'E	133°35.2'E	133°09.4'E	132°45.2'E	132°22.8'E	132°22.0'E	132°31.5'E
Date & Time	June 25 6:55	June 21 15:45	June 21 12:55	June 21 9:15	June 20 11:35	June 20 13:00	June 29 15:25
Depth (m)	23	22	33	47	24	25	33
DO (ml l ⁻¹)	4.89	4.40	5.04	ND	4.71	5.45	ND
Temp (°C)	19.0	19.0	19.5	17.9	18.0	19.0	18.0
Water cont. (%)	68.9	43.2	49.1	35.6	71.0	70.3	30.0
IL (%)	8.6	3.3	5.8	3.7	10.8	8.4	2.7
pH	6.89	7.03	7.22	6.94	6.95	7.42	5.67
Eh (mV)	144	269	214	245	245	84	460
AVS-S (mg g ⁻¹ dw)	0.116	0.019	0.010	0.000	0.297	0.037	0.000

Stn.	M15	M16	M17	M18	M19	M20
Latitude	33°41.5'N	33°51.0'N	33°55.0'N	33°46.5'N	33°46.5'N	33°23.5'N
Longitude	132°12.0'E	131°51.5'E	131°24.5'E	131°04.5'E	131°30.5'E	131°55.0'E
Date & Time	June 27 12:20	June 27 15:15	June 27 18:05	June 28 6:55	June 28 9:20	June 29 10:55
Depth (m)	56	46	19	14	29	79
DO (ml l ⁻¹)	ND	5.04	5.49	4.02	4.40	ND
Temp (°C)	18.0	17.5	17.5	19.5	18.0	18.5
Water cont. (%)	42.8	64.7	63.6	70.9	68.1	25.0
IL (%)	3.6	7.1	6.6	9.7	9.6	1.6
pH	6.85	6.76	6.82	ND	7.30	7.97
Eh (mV)	415	171	85	-6	35	405
AVS-S (mg g ⁻¹ dw)	0.000	0.195	0.239	0.378	0.564	0.000

Results of Seasonal Observations on Sediment Quality in the Seto Inland Sea.

Tamiji YAMAMOTO, Hidekazu IMOSE, Toshiya HASHIMOTO,
Osamu MATSUDA, Akio GO and Kazumitsu NAKAGUCHI

*Faculty of Applied Biological Science, Hiroshima University,
Higashi-Hiroshima 739, Japan*

Sediment qualities were analysed at 15–20 stations in the Seto Inland Sea during four cruises in October, 1993, January, April and June, 1994. Surface sediment was collected at each station, and temperature, pH, oxidation–reduction potential, water content, acid volatile sulfide and ignition loss of the collected sediment were determined along with dissolved oxygen concentration in the overlying water of the sediment. Seasonal and regional variations of sediment quality were reported.

Key words: acid volatile sulfide, dissolved oxygen, mud temperature, oxidation–reduction potential, pH, sediment quality, Seto Inland Sea, water content