

江の島の海岸の水質環境

植田育男・萩原清司

Ikuko UEDA and Kiyoshi HAGIWARA: On the Surface Water Conditions
around the Seashore of Enoshima Island, Sagami Bay

はじめに

著者らは、過去3年間に渡って、相模湾奥部の江の島において海岸動物の調査を行ってきた(植田・萩原, 1988, 1989, 1990a, 1990b)。これらの調査によって江の島が周囲約4 kmの島にもかかわらず、場所によって出現する海岸動物の種類が異なる実態が明らかとなった。とりわけ江の島北西側に流出する境川の河川水が、周辺の動物の分布に与える影響の大きいことが予想された(植田・萩原, 1988, 1990a)。しかし、これらの報告では江の島の海岸において、河川水の流出を証拠づける水質に関する情報はまったく得られずに終わった。

今調査では、江の島の海岸及び境川河口に14箇所の調査地点を設定し、表層の水質測定を実施した。さらに河川水の流出の程度に差異が予想される境川河口から北西岸を経て南岸に至る4地点で経時的な水質変化について調査した。これらの調査結果を報告し、江の島の海岸における水質環境について考察する。

調査地点と方法

調査地点は、前年のフジツボ相の調査地点を踏襲して、江の島南岸4地点(St. a~d)、北西岸6地点(St. e~h, h', i)、北東岸3地点(St. j, l, m)および江の島北西に位置する境川河口(以下河口)の合計14地点を選定した。フジツボ相調査時の St. k は北東岸のヨットハーバー内の地点で、今回は調査されなかった(図1)。

地点間は徒歩で移動した。また、それぞれの調査地点では一連の測定を行うのに10~15分間を要した。このため同一調査日の全調査には3~4時間を必要とするので、各調査地点では潮位には相違があるものと思われた。そこで、潮位変化に伴う水質変化の状況を調査するため、全14地点のなかで4地点(St. d, e, h',

河口)について、14時間に渡る繰り返し測定を行った。この調査では、1地点につき9回測定を行い、計36回の観測結果を得た。調査日と調査項目を表1に、測定方法と使用機材を表2に示した。

結 果

江の島の水質環境

水質に関する測定結果を図2-1~4に示した。

水温については、季節的に温度差があるものの、4, 7, 9月の3回の測定ではSt. aから河口に近づくにつれて、徐々に値が高くなる傾向が認められた。11月にはそれとは逆に、河口に近づくにつれて徐々に値が低くなっていた(図2-1)。同一調査日における最高値と最低値の差は4月が 3.6°C と最も大きく、次いで11月, 7月, 9月の順であった(表3)。

水素イオン濃度(以下PH)は、4回の測定中いずれも河口で最低値を記録した。St. aから河口に至る間にみられるpHの変化は、水温と同様な一様の変化ではなく、不規則に値が上下する変化を示した(図2-2)。同一調査日の最高値と最低値の差は4月10日が最も大きく0.92で、次いで11月, 7月, 9月の順であった

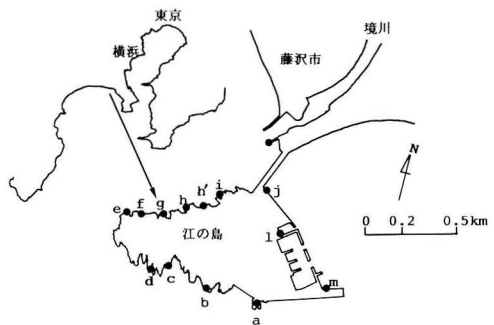


図1. 調査地点

表1. 調査日, 調査地点数, および調査項目*

	江 の 島 海 岸 調 査				14時間調査
調 査 日	4月10日	7月20日	9月22日	11月24日	6月22日
調査地点数	10	14	13	14	4
調 査 項 目					
天 気	○	○	○	○	○
波 高	○	○	○	○	○
気 温	○	○	○	○	○
湿 度	○	○		○	
水 温	○	○	○	○	○
pH	○	○	○	○	○
DO	○	○	○	○	○
塩分濃度	○	○	○	○	○
COD			○	○	

* ○印の付した項目を調査した。14時間調査の天気, 波高, 気温は結果から割愛した。

表2. 測定方法と使用機材

調 査 項 目	測 定 方 法 及 び 機 材
天 気	目視
波 高	目視 “なし”～“高い” まで6段階で表現
気 温	チノー製デジタル温湿度計 HK-K型 一般型センサ HN-L18型
湿 度	同上
水 温	佐藤計量器製作所製デジタル温度計 DELTA SK-1250MC型 サーミスタセンサ MC-T102 (耐圧水温測定用センサ)
pH	東亜電波工業製 ポータブルpH計 HM-11P型 pH感応ガラス膜方式 電極 GST-2419C型
DO	東亜電波工業製 ポータブルDO計 DO-11P型 ガルバニ電池式隔膜電極法 電極 OE-2102型
塩 分 濃 度	ATAGO社製 海水濃度屈折計 サリニティ S/Mill型
COD	共立理化学研究所製 パックテスト化学的酸素要求量 アルカリ性過マンガン酸カリウム法 検定グルコース標準液

(表3)。

溶存酸素量(以下DO)は, St. a～c と St. j, l, m 付近で高い値を示し, 11月を除く3回の測定ではいずれも河口で最低値を記録した(図2-3)。河口に至るまでのDOの変化の様子はpHと同様に不規則で, 隣接した地点間でも値の上昇や下降が定まらず乱高下していた。同一調査日内の測定で, 最高値と最低値の差が最も大きかったのは4月の3.19mg/lだった(表

3)。

塩分濃度は一般に海水と淡水の混在状態を直接示す指標である。調査地点の塩分濃度は明らかに河口で値が低かった(図2-4)。St. aから河口までの変化に着目すると, St. a～dでは30%以上の高い値を示していたが, St. e～g付近では急激に低下していた。ところがSt. h～h'ではいったん上昇し, St. i～河口で低下するという不連続の変化が見られた。塩分濃度の測定値

1990年4月10日						1990年7月20日					
地点名	時刻	天候	波	気温(℃)	湿度(%)	地点名	時刻	天候	波	気温(℃)	湿度(%)
a	9:50	晴	やや高ウ	15.1	65.0	a	7:20	くもり	やや高	27.0	63.9
b	10:15	晴	やや高ウ	16.0	62.5	b	7:37	くもり	やや高	27.4	62.7
c	10:35	晴	やや高ウ	16.7	54.0	c	7:52	くもり	中	27.5	62.4
d	12:57	晴	やや高ウ	19.2	62.1	d	8:35	くもり	やや高	28.1	62.4
e	12:40	晴	中	18.8	61.2	e	8:51	くもり	低	26.9	64.2
f	12:30	晴	やや低	19.2	57.1	f	9:04	くもり	低	27.4	63.7
g	12:14	晴	やや低	18.8	49.7	g	9:16	くもり	低	27.7	61.8
h	11:12	晴	中	17.2	55.1	h	9:27	くもり	低	27.6	61.4
h'						h'	9:36	くもり	やや低	28.0	60.7
i	11:34	晴	中	17.6	59.8	i	9:48	くもり	中	28.0	61.0
河口	11:50	晴	中	20.5	59.7	河口	10:01	くもり	低	28.2	62.1
j						j	10:12	くもり	やや低	28.0	65.1
l						l	10:36	くもり	低	27.8	61.0
m						m	10:55	くもり	低	27.5	62.7
水温(℃) pH DO(mg/l) 塩分濃度(‰)						水温(℃) pH DO(mg/l) 塩分濃度(‰)					
平均	17.7	7.89	5.70	29.3		平均	25.9	8.02	3.14	27.1	
最高	20.2	8.19	7.84	35.0		最高	27.3	8.23	3.77	31.0	
最低	16.6	7.27	4.65	6.0		最低	24.6	7.49	2.31	9.0	
最高最低差	3.6	0.92	3.19	29.0		最高最低差	2.7	0.74	1.46	22.0	

1990年9月22日							1990年11月24日						
地点名	時刻	天候	波	気温(℃)	湿度(%)	COD(mg/l)	地点名	時刻	天候	波	気温(℃)	湿度(%)	COD(mg/l)
a	11:51	晴	やや高	26.5	—	1~2	a	13:20	晴	中	13.4	53.0	0
b	12:10	晴	やや高	26.2	—	0	b	13:45	晴	やや高	14.4	54.2	0
c	12:30	晴	やや高	25.5	—	1~2	c	13:58	晴	中	14.3	52.5	0
d	13:22	晴	やや高	25.5	—	0	d	14:38	晴	中	13.6	56.8	0
e	13:40	晴	低	26.0	—	0	e	14:52	晴	やや低	14.8	51.6	0
f	13:56	晴	中	25.4	—	0	f	15:01	晴	低	14.5	55.6	0~1
g	14:11	晴	低	24.6	—	0~1	g	15:17	晴	やや低	13.3	56.3	0~1
h	14:30	晴	やや低	26.4	—	0	h	15:31	晴	中	13.5	60.5	0
h'							h'	15:47	晴	中	12.5	59.6	0
i	14:45	晴	中	26.4	—	0	i	15:57	晴	中	12.9	57.8	0~1
河口	15:13	晴	中	25.7	—	7	河口	16:10	晴	やや低	13.7	57.6	0
j	15:31	晴	やや高	25.4	—	0~1	j	16:22	晴	やや低	12.9	57.6	0
l	15:42	晴	低	25.4	—	0~1	l	16:36	晴	低	13.0	56.0	0
m	15:57	晴	中	25.4	—	0~1	m	16:48	晴	低	13.6	54.8	0
水温(℃) pH DO(mg/l) 塩分濃度(‰)							水温(℃) pH DO(mg/l) 塩分濃度(‰)						
平均	24.5	8.05	4.58	27.9			平均	18.2	8.11	3.84	29.1		
最高	26.9	8.20	5.41	34.0			最高	19.2	8.38	4.64	36.0		
最低	24.9	7.56	3.84	6.0			最低	16.3	7.53	3.43	10.0		
最高最低差	2.0	0.64	1.57	28.0			最高最低差	2.9	0.75	1.21	26.0		

表3. 江の島の海岸の調査結果および水質測定結果の統計値

* 波の項の「ウ」はうねりのあることを示す。

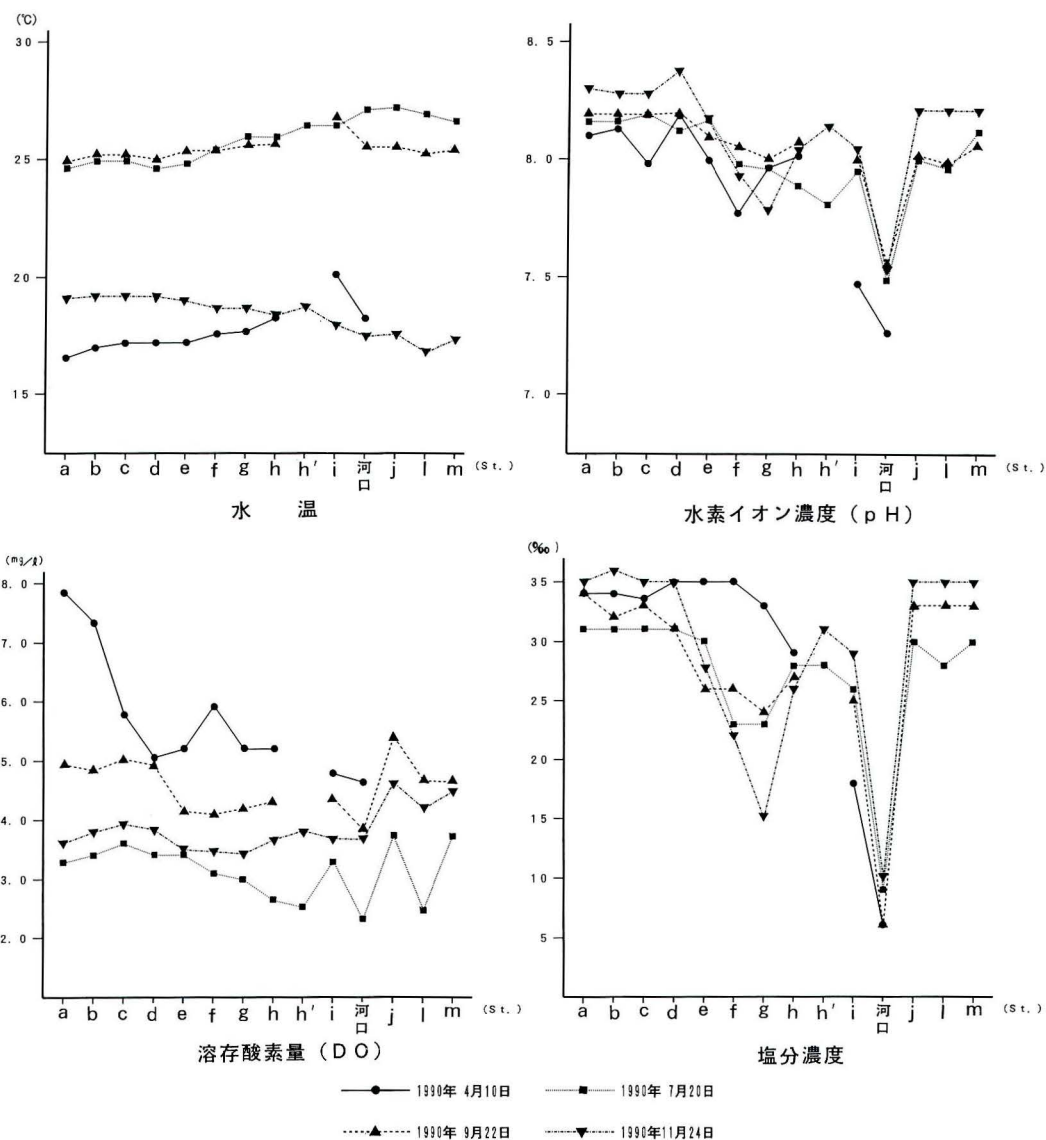


図 2. 江の島の海岸の水質測定結果

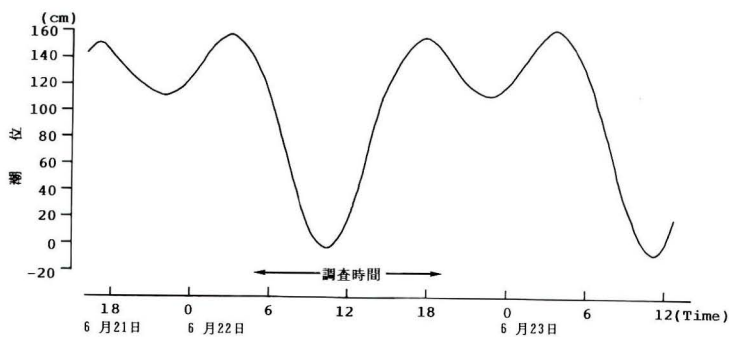


図 3. 14時間調査前後の潮位の変化

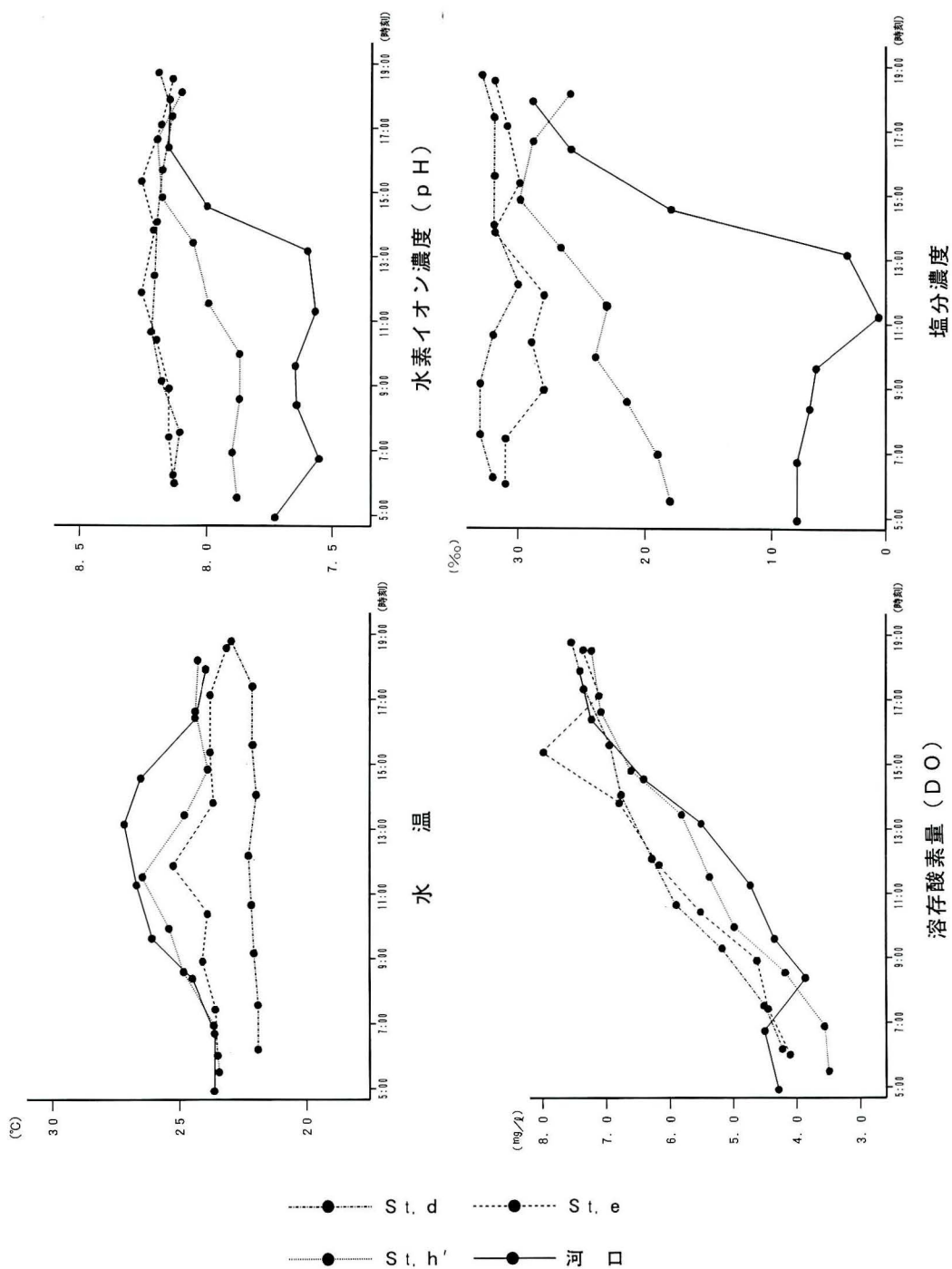


図 4. 14時間調査水質測定結果

表 4. 14時間調査水質測定結果の統計値

	水 温 (°C)				p H				D O (mg/l)				塩分濃度 (%)			
S t.	河 口	h'	e	d	河 口	h'	e	d	河 口	h'	e	d	河 口	h'	e	d
平 均	25.2	24.8	23.9	22.2	7.80	8.10	8.19	8.17	5.33	5.38	6.03	6.09	11.8	24.2	30.2	32.1
最 高	27.2	26.5	25.3	21.9	8.16	8.20	8.26	8.22	7.44	7.25	8.02	7.56	29.0	30.0	32.0	33.0
最 低	23.6	23.4	23.2	21.9	7.56	7.87	8.13	8.11	3.84	3.49	4.10	4.22	0.5	18.0	28.0	30.0
最高最低差	3.6	3.1	2.1	1.1	0.60	0.33	0.13	0.11	3.60	3.76	3.92	3.34	28.3	12.0	4.0	3.0

平均値有意検定結果 (2 試料 t 検定)

S t.	河 口	h'	e	d		S t.	河 口	h'	e	d
河 口		1.076	2.519	6.047***	水 温	河 口		0.071	1.047	1.223
h'	2.236*		1.833	6.988***		h'	3.388**		0.963	1.129
e	4.642***	3.798**		7.426***		e	5.398***	4.043***		0.098
d	4.520***	3.608**	0.648			d	5.998***	5.525***	3.117	
					p H					塩分濃度

有意検定結果の星印は、*: 5%, **: 1%, ***: 0.1%確率水準で有意差のあることを示す。

の変化をみると、St.eから河口までの江の島北西岸とその周辺では、海水と河川水が複雑に混り合っている様子が伺え、この海岸での海水と境川の河川水の混在状況は、単純に河口からの距離に対応しているものではないことがわかった。

有機汚濁の指標となる化学的酸素要求量（以下 COD）については、簡便なバックテスト（表 2）による測定法のため、精度上 0.1mg/l 単位レベルの正確な測定を行うことは今調査ではできなかった。しかし、測定の結果 9 月に河口で明らかに高い COD 値が観測された（表 3）。

14時間調査

調査日前後の潮位変化を図 3 に示した。

調査日にあたる 6 月 22 日は大潮で、調査は 4 時 55 分から開始し、18 時 55 分に終了した。この間の潮の動きは、下げ潮から最干潮を経て上げ潮の後、最満潮から再び下げ潮が始まるまでの、ほぼ干満 1 周期の間にあたる。この間の潮位差は 158cm だった。

各調査項目の測定結果を図 4-1~4 に示した。このうち水温、pH、塩分濃度の 3 項目では、潮位の変化に従って測定値も変化する様子が伺えた。

水温は、干潮時に高く、満潮時に低くなる傾向が認められた（図 4-1）。pH と塩分濃度は干潮時に低く、満潮時に高くなる傾向が見られた（図 4-2、4-4）。これらの 3 項目は、いずれも最高値と最低値との差、すなわち変化の幅が河口で最も大きく、次いで St. h', e

の順となり、南岸の St. d では最も小さかった（表 4）。

DO は先の 3 項目と変化の様子が異なり、潮位変化に即した DO 値の変化は河口でわずかに見られるにすぎなかった（図 4-3）。

各調査地点ごとに測定値の平均値を求め、2 地点間のすべての組み合わせで平均値の有意検定を行った。検定には 2 試料検定法（キャンベル、1976）を用いた。

その結果、水温、pH、塩分濃度の 3 項目では、いくつかの 2 地点間に有意差が認められた（表 4）。とりわけ塩分濃度においては、4 地点すべての組み合わせで有意差が認められた。

考 察

今調査では境川の内水域までは調査を行っていない。横浜市公害対策局（1989）による 1987 年夏期から 1988 年冬期にかけての調査では、境川本流の 3 地点（目黒橋、高鎌橋、新屋敷橋地点）で BOD 値は 10mg/l を超えている。この報告では境川が都市生活系汚濁負荷の影響を受けて、有機汚濁の進んだ状態にあることを指摘している。境川は江の島北西側の海域に流出しており、相模湾一帯で実施された水質調査でも江の島西の調査地点に限って、海域で定められた環境基準値の 2mg/l をはるかに上回る 7.7mg/l が記録されている（神奈川県環境部水質保全課、1990）。この報告でも境川河川水の海域への影響が示唆されている。今調査でも塩分濃度の測定値からは、境川河川水が江の島

北西岸付近に流出する実状が明らかとなった。測定方法の精度上の問題で調査地点間のわずかな違いまでは観測できなかったものの COD 値については河口付近で高い値を得た。これらの結果から、境川の有機汚濁河川水が江の島北西岸に流出し、付近の水質環境に影響を及ぼしていると考えられよう。

今回の水質調査結果を総括してみると、江の島の海岸では河川水の流出量、潮位や潮流、あるいは波当りの違い等の条件によって複雑に河川水と海水の混在の度合が変化し、調査地点ごとに多様な測定結果を得た。これは江の島の海岸一帯における水質環境の複雑さを示唆するものであろう。また、そのなかでもとりわけ北西岸周辺での水質測定値の変化の激しさが目立つ結果だったことを指摘しておきたい。

謝 辞

この報告を終えるに当たって、校閲の労をとり、有益な御助言を賜った横須賀市自然博物館の林 公義学芸員並びに、平塚市博物館の浜口哲一学芸員に深謝の意を表したい。また、測定機材に便宜を図っていただいた鹿島建設技術研究所葉山水産研究室の関係各位にも感

謝する次第である。

引 用 文 献

- キャンベル, R. C., 1976. 生物系のための統計学入門. 石居 進訳. 346pp. 培風館, 東京.
- 神奈川県環境部水質保全課, 1990. 昭和63年度神奈川県水質調査年表. 551pp.
- 植田育男・萩原清司, 1988. 江の島の潮間帯動物相. 神奈川自然誌資料, (9): 23-29.
- 植田育男・萩原清司, 1989. 相模湾江の島で観察されたミドリイガイについて. 神奈川自然誌資料, (10): 79-82.
- 植田育男・萩原清司, 1990a. 江の島潮間帯のフジツボ相. 神奈川自然誌資料, (11): 125-129.
- 植田育男・萩原清司, 1990b. 江の島のミドリイガイその後. 南紀生物, 32(2): 101-104.
- 横浜市公害対策局, 1989. 市内河川の水質環境調査結果. 公害資料 No. 140. 横浜の川と海の生物 (5), 37-58.
- (植田育男: 江の島水族館, 萩原清司: 鹿島建設技術研究所葉山水産研究室)