

田辺湾環境把握調査*

小久保友義・竹内照文・山内信

目 的

田辺湾では、後背地からの汚染負荷、魚類養殖による自家汚染、木材の搬入による海底への外皮の堆積等々のため、富栄養化^{1~4)}が進行し、赤潮が頻発するとともに、夏季から秋季にかけて湾奥部を中心に貧酸素水塊が出現している⁵⁾。それ故、赤潮発生機構や貧酸素水塊の形成機構を明らかにして、これらの防除対策を確立することが急務となっている。湾内の水域環境の実態を把握することは、将来の水域環境の改善や保全技術の開発を図るうえからも重要であり、季節変化の把握を目的に環境調査を実施してきた。ここでは、1988年2月～1993年2月までの5年間に得られた水質、底質調査結果について報告する。

平成4年度の水質、底質分析結果を付表として掲載したが、各年度毎の水質、底質分析値の詳細は、既報の各年度事業報告書^{1~4)}を参照されたい。

方 法

1 水質

調査は四季別（5～6月、8～9月、10～11月、2～3月）とし図1に示す14定点で行った。採水層は海面下0.5m（以下、表面という）と海底上1m（以下、底層という）であるが、参考として湾口と湾奥での中層をみるため、代表点としてSt.6、9で5、10m層を加えた。採水はバンドーン採水器を用い、観測項目及び分析方法は以下のとおりである。

- 水 温 : STD (アレック電子K.K製AST-1000)
塩 分 : ”
D O : ウィンクラー・アジ化ナトリウム変法
クロロフィルa : 海洋観測指針による(ワットマンGF/Cでろ過)
NH₄-N : インドフェノール改良法
NO₂-N : テクニコンオートアナライザーによるジアゾ化法
NO₃-N : テクニコンオートアナライザーによるCdカラム還元法
D I P : ストリックランド・パーソン法
DTN・DTP : ろ過海水に紫外線を照射しNO₃-N・D I Pに分解
T-N・T-P : 生海水に紫外線を照射しNO₃-N・D I Pに分解

なお、各項目の季節変化は各定点における四季別の平均値を用いた。

2 底質

底質調査は夏（8～9月）、冬季（2～3月）とし図1に示す定点において行った。採泥はエク

* 養殖漁場環境保全技術開発試験費による。

マンバージ採泥器を用い、表面から約3cmの泥をスプーンで静かにすくいとり、分析当日まで-20℃で凍結保存した。分析項目及び分析方法は以下のとおりである。

COD : 新編水質汚濁調査指針⁶⁾

IL : "

全硫化物：検知管法（西尾工業製ヘドロテック）によった。

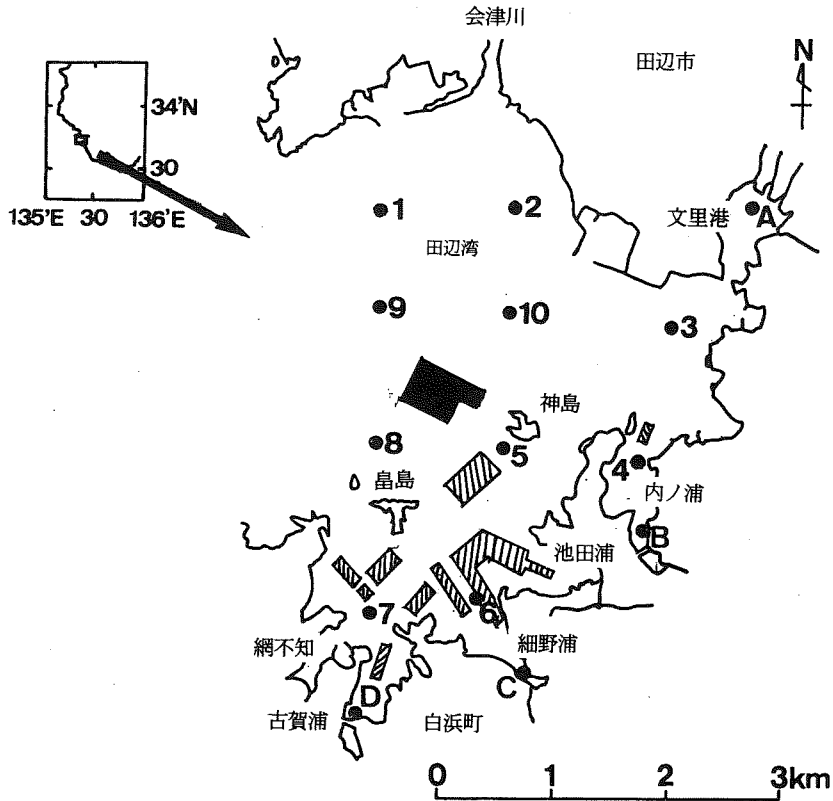
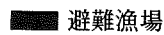


図1 調査定点

-  養殖漁場
-  避難漁場

結果及び考察

1 水質の季節変化

1) 水温

水温の四季別の水平分布を図2に示す。春季の表面は20.8~22.1℃、底層は19.2~20.7℃、夏季の表面は26.3~28.0℃、底層は26.2~27.4℃、秋季の表面は19.4~21.0℃、底層は20.2~21.4℃、冬季の表面は13.9~15.7℃、底層は14.3~15.6℃の範囲で変化した。春季から水温が上昇し、春、夏季では表面と底層で0.1~1.9℃の温度成層がみられた。しかし、鉛直混合期の秋季以降は水温勾配がみられず、しばしば表面より底層のほうが高くなった。

2) 塩分

塩分の四季別の水平分布を図3に示す。春季の表面は28.7~33.2、底層は33.6~34.2、夏季の表面は25.2~32.3、底層は32.1~33.5、秋季の表面は33.2~34.1、底層は33.7~34.2、冬季の表面は33.0~34.6、底層は34.1~34.6の範囲で変化した。降雨が多い春、夏季の表面は、会津川や小河川の影響により北部域を中心に低くなるが、秋、冬季には全域で高くなり、夏季に低く、冬季に高いという一般的な傾向がみられた。また、底層は四季を通じて湾中央部域を中心に高く、特に冬季はその傾向が顕著にみられ、湾口のSt.8からの外海水の進入が窺える。

3) 酸素飽和度

酸素飽和度の四季別の水平分布を図4に示す。春季の表面はSt.A、Cを除き飽和~過飽和の状態



図2 水温の四季別の水平分布

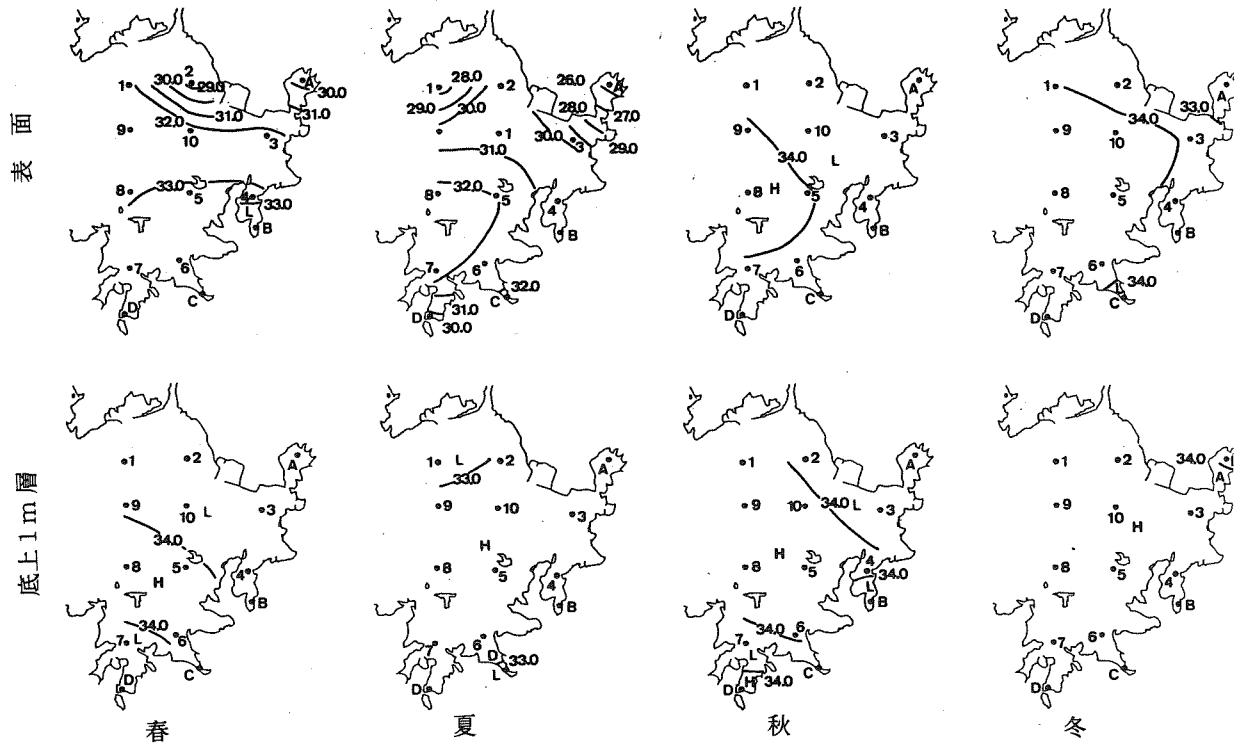


図3 塩分の四季別の水平分布

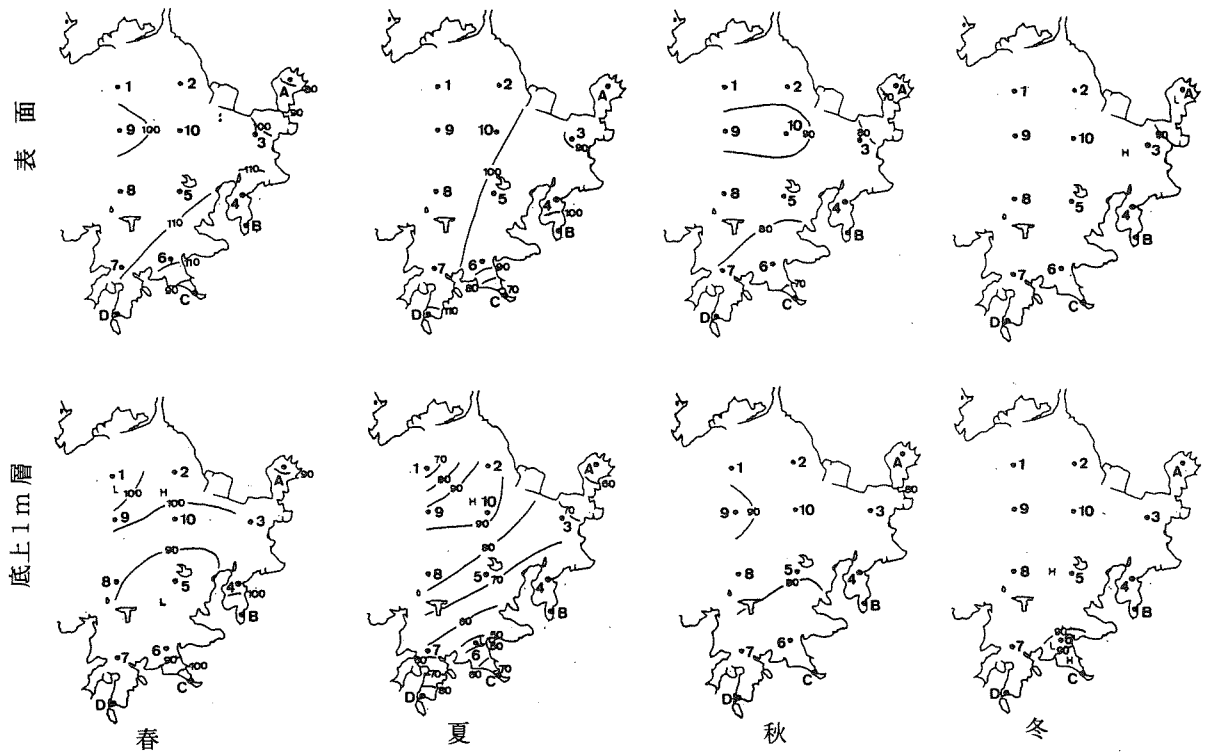


図4 酸素飽和度の四季別の水平分布

になっている。底層は一部の定点を除き100%以下になり、南部域ではSt.Cを除くと80%台になった。夏季の表面はSt.A、C、3で90%以下となった他は、100%以上の過飽和状態になっている。底層はSt.2、9、10で90%以上になり、St.8の87%を除くと80%以下となった。特にSt.6、7、Aでは、60%以下の貧酸素水塊となっている。秋季は表面、底層ともあまり差がなく、表面のSt.A、Cを除くと70~100%の範囲である。冬季も秋季と同様表面、底層ともあまり差がみられず、ほとんどは90%台で一様な分布を示した。

以上のことより、田辺湾の酸素飽和度の季節変化は、春、夏季には、植物プランクトンが増殖し、表面では過飽和状態になる。反面、底層では表面で増殖したプランクトンの死骸等の有機物、また、この時期の降雨により陸上から供給された有機物等が沈降し、分解される過程で水中の溶存酸素を大量消費することによって、低酸素状態になる。この傾向は、海域が成層化し、表面から底層への酸素供給を妨げる夏季に春季よりも顕著にみられる。秋季は、夏季の底層で低くなった酸素が成層の破壊による鉛直

混合から、表面~底層ともやや低い酸素量で均一の状態になる。冬季は、水域全体が均一な水塊になり、概ね90%台で推移している。このように、酸素飽和度は季節的な変化を繰り返しているものと考えられる。

4) 窒素

窒素の四季別変化を図5に示す。春、夏季における表面のT-NはSt.1、2、Aで高濃度になり、DINに占めるNO₃-Nの割合が高くなった。特に、St.1、2ではNO₃-Nが87~94%を占め、非常に高い割合になっ

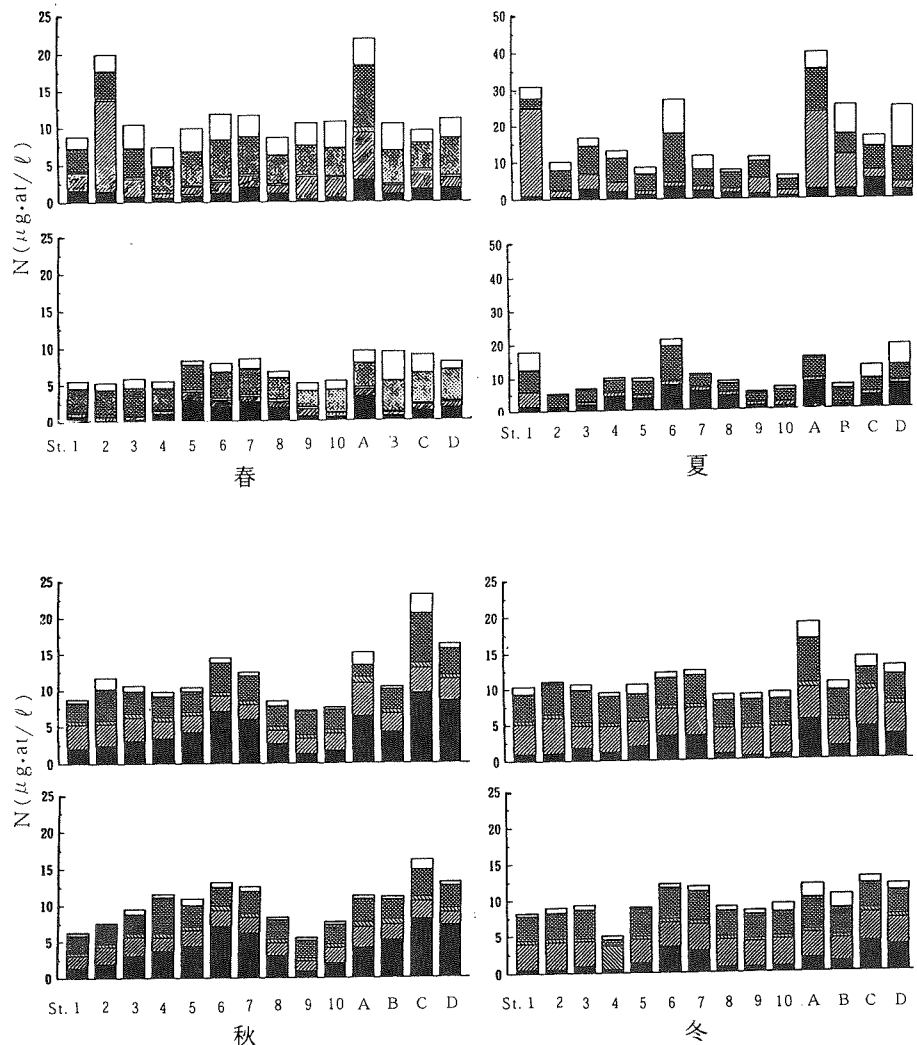


図5 窒素の四季別変化

■NH₄-N ▨NO₃-N ▩NO₂-N ▤DON □PON
上段は表面、下段はB-1m層

た。春季の底層は、養殖場付近や湾奥部でやや高くなったものの、各定点ともあまり顕著な差がなかった。夏季の底層はSt.1、6、A、C、Dで $10 \mu\text{g}\cdot\text{at}/1$ 以上と高い値となっているが、その他の定点では低くあまり差がなかった。秋、冬季は表面、底層の差があまりみられず、湾奥部の一部の定点で高くなっているが、各定点とも概ね差がなく、その傾向は冬季に顕著であった。また、秋季は表面、底層とも他の季節に比べ、DINに占める $\text{NH}_4\text{-N}$ が36~74%の割合となった。

なお、四季別のDINは、春季が $0.76\sim 14.06 \mu\text{g}\cdot\text{at}/1$ 、夏季が $1.48\sim 25.20 \mu\text{g}\cdot\text{at}/1$ 、秋季が $2.73\sim 13.67 \mu\text{g}\cdot\text{at}/1$ 、冬季が $4.34\sim 10.59 \mu\text{g}\cdot\text{at}/1$ の範囲で大きく変化した。

5) リン

リンの四季別変化を図6に示す。T-Pは湾奥部を除き表面、底層での差が少なく、夏季を除き各定点とも同様な値であった。また、夏季以降はT-Pに占めるDIPの割合が高くなる傾向を示した。

なお、四季別のDIPは、春季が $0.06\sim 0.57 \mu\text{g}\cdot\text{at}/1$ 、夏季が $0.26\sim 1.43 \mu\text{g}\cdot\text{at}/1$ 、秋季が $0.14\sim 1.06 \mu\text{g}\cdot\text{at}/1$ 、冬季が $0.26\sim 0.63 \mu\text{g}\cdot\text{at}/1$ の範囲で大きく変化した。

以上のことから、栄養塩（窒素、リン）は、春～夏季の成層期に、表層でプランクトンの増加が活発となり、無機栄養塩を取り込むためこれらの減少が進むと思われる。しかし、会津川の影響を受けるSt.1、2や小河川、下水道の影響を受ける湾奥部では、降雨による陸上からの負荷の影響を受けやすく、しばしば表層で栄養塩が高濃度になる。秋季は、海域の鉛直混合により表面、

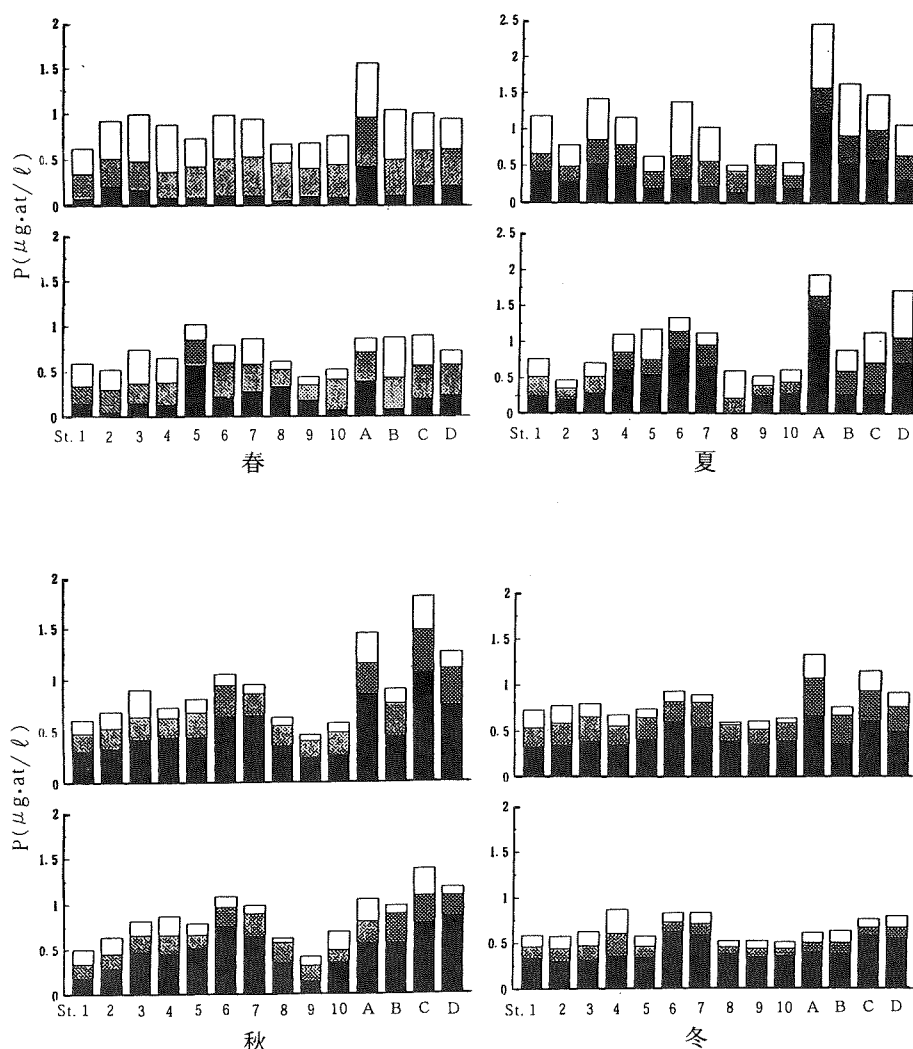


図6 リンの四季別変化

■ DIP ▨ DOP □ POP
上段は表面、下段はB-1m層

底層とも差が少なくなっている。また、DINに占めるNH₄-Nの割合が高くなり、特に湾奥部、養殖漁場付近でその傾向が顕著にみられる。冬季は、秋季同様、表面、底層の差と各定点間の差が少なかった。また、DINに占めるNO₃-Nの割合が非常に高く、夏季以降はT-Pに占めるDIPの割合も高くなっている。

通常、内湾、内海の暖流域では、長期にわたる赤潮の連続的な発生を避けるためには、DIN濃度が7.10 μg·at/l以下、DIPが0.48 μg·at/l以下であるとされている⁷⁾。このことより推察すると、田辺湾は、四季を通して養殖漁場付近及び湾奥部を中心に2~25 μg·at/lのDIN、0.1~1.2 μg·at/lのDIPが存在しているため、春~夏季に赤潮が持続的に発生する条件を備えているといえる。

2 底質

夏、冬季の底質の変化を図7に示す。CODは夏、冬季ともSt.Aが最高値となり、特に夏季には、46.22 O₂mg/g乾泥であった。湾内の底質の特徴としては、北部域から南部域に向かって高くなる傾向を示し、各湾奥部では、かなり高い値となっている。全硫化物もCOD同様、北部域から南部域に向かって高くなる傾向があり、夏季のSt.Dは2.28 Smg/g乾泥で最高値になった。ILは夏季に湾中央部を中心に高い値になり、St.5が20.09%で最高値を示したが、冬季にはCODや全硫化物同様、北部域から南部域に向かって高くなる傾向を示した。

以上のことより、湾奥部、養殖漁場付近を中心に底質の悪化が認められ、こうした所では、負荷が水中での浄化を上回っていると考えられる。中でもSt.Aは外材の集積基地になっており、木皮な

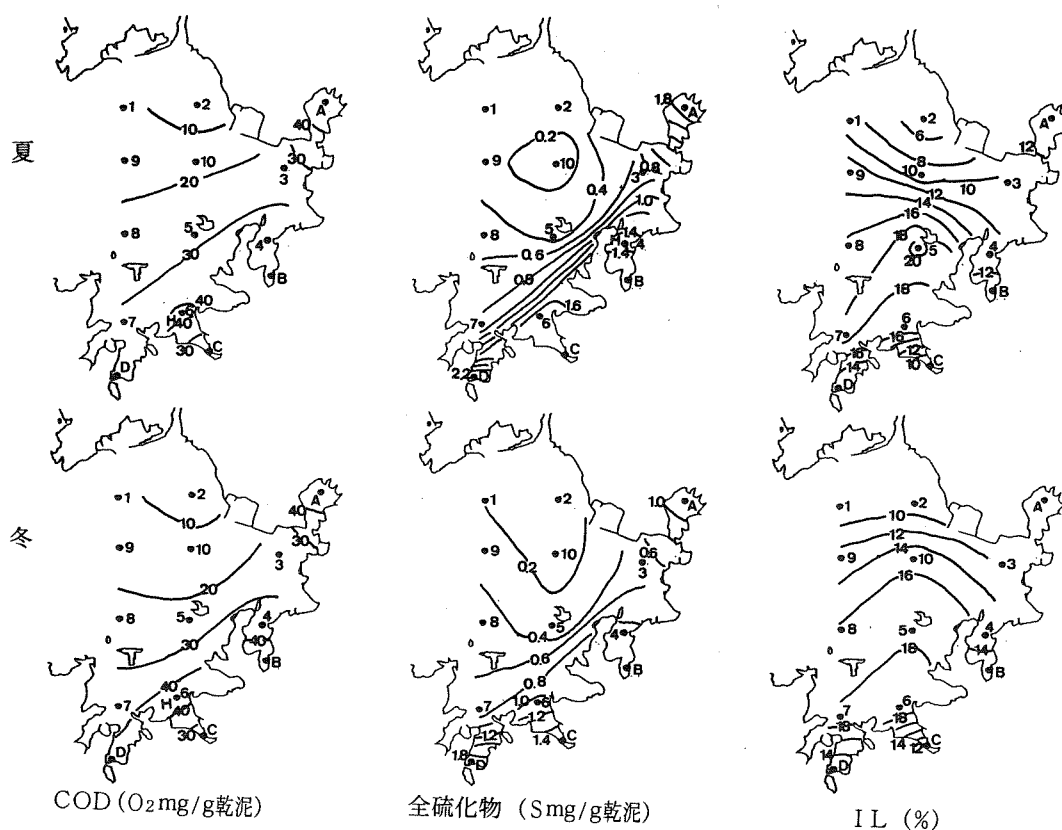


図7 底質の水平分布

どの沈降や小河川からの負荷による有機物の堆積が特に大きなウエートを占めているものと思われる。しかし、これらの蓄積により悪化した海域環境を改善し、保全するためには、現在の環境並びに悪化原因を明らかにすると共に、持続的な環境の監視が今後も必要である。

表5 底質分析結果

調査日：1992年9月7日

St	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	A	B	C	D
COD(O ₂ mg/g乾泥)	14.58	3.08	54.51	51.15	50.85	51.22	48.30	32.34	9.99	15.16	61.50	53.46	17.07	72.89
T-S (mg/g乾泥)	0.18	0.02	0.72	0.77	0.54	1.04	0.94	0.29	0.00	0.02	1.05	1.77	0.27	2.40
IL (%)	6.27	4.00	9.68	10.75	14.58	14.98	14.98	13.57	5.46	7.96	11.03	10.80	7.15	15.81

調査日：1993年2月18日

St	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	A	B	C	D
COD(O ₂ mg/g乾泥)	22.13		38.91	41.18	45.94	56.92	44.27	31.29	15.79	16.13	59.17	40.11	19.36	62.02
T-S (mg/g乾泥)	0.02		0.06	0.73	0.27	0.65	0.27	0.56	0.00	0.04	0.85	0.87	0.16	2.40
IL (%)	7.74		9.14	10.60	14.42	14.73	14.92	13.34	7.37	9.36	12.09	8.82	10.75	13.71

文 献

- 1) 芳養晴雄・小久保友義・竹内照文、1990：田辺湾環境把握調査。昭和63年度和歌山水試事報、55～70。
- 2) 芳養晴雄・小久保友義、1991：田辺湾環境把握調査。平成元年度和歌山水試事報、44～55。
- 3) 小久保友義・芳養晴雄・竹内照文、1992：田辺湾環境把握調査。平成2年度和歌山水試事報、52～65。
- 4) 小久保友義・芳養晴雄・竹内照文、1993：田辺湾環境把握調査。平成3年度和歌山水試事報、64～76。
- 5) 竹内照文、1990：田辺湾における赤潮発生状況と*Gymnodinium nagasakiense*の出現環境。昭和63年度和歌山水試事報、139～149。
- 6) 日本水産資源保護協会、1980：新編水質汚濁調査指針。恒星社厚生閣、東京、pp.242～245。
- 7) 日本水産資源保護協会、1983：水産用基準（改訂版）、29pp。

付表1 田辺湾環境把握調査水質分析結果

調査日：1992年05月15日

St. No.	Dep. m	水 温 °C	塩 分	δ t	D O ml/l	飽和度 %	Chl-a ug/l	ugat/l				ugat/l				T-P	POP	DTP	DOP	DIP	E250	時間 h : m
								T-N	PON	DTN	DIN	NH4-N	N02-N	N03-N	T-P							
1	0	19.3	30.731	21.69	5.66	105.5	4.94	12.62	1.59	11.04	7.16	0.72	0.24	6.20	0.69	0.32	0.37	0.25	0.12	112	10 : 4	
	10	19.1	34.043	24.27	5.58	105.6	3.16	4.72	0.76	3.97	0.78	0.24	0.14	0.40	0.39	0.08	0.31	0.22	0.09	53	10 : 7	
2	0	18.8	17.430	11.69	6.15	104.9	3.10	46.27	0.72	45.55	45.27	2.28	0.41	42.58	1.05	0.37	0.68	0.24	0.44	174	9 : 59	
	6	19.3	33.851	24.07	5.73	108.8	4.46	5.36	0.42	4.94	0.75	0.00	0.15	0.60	0.52	0.15	0.36	0.26	0.10	89	10 : 2	
3	0	20.3	31.466	21.99	4.70	89.6	7.36	17.03	2.28	14.76	11.80	1.64	0.67	9.49	1.20	0.50	0.70	0.24	0.46	225	9 : 45	
	9	19.3	34.047	24.22	5.23	99.3	6.99	5.29	1.04	4.25	0.91	0.28	0.15	0.48	0.56	0.14	0.42	0.31	0.11	86	9 : 48	
4	0	20.1	32.768	23.04	5.52	105.6	9.84	7.75	2.90	4.85	1.55	0.22	0.19	1.14	0.87	0.52	0.35	0.21	0.13	138	11 : 11	
	12	19.0	34.234	24.44	4.74	89.6	4.80	5.50	0.68	4.82	2.02	0.94	0.26	0.82	0.69	0.20	0.49	0.25	0.24	69	11 : 13	
5	0	19.9	31.850	22.39	5.49	104.0	5.02	16.04	5.69	10.35	5.49	0.26	0.26	4.98	0.97	0.55	0.42	0.26	0.16	106	10 : 57	
	20	19.0	34.187	24.40	4.74	89.6	2.70	7.22	0.24	6.98	3.71	2.00	0.28	1.42	0.64	0.14	0.50	0.17	0.33	59	11 : 0	
6	0	20.1	31.454	22.03	5.39	102.3	5.92	21.88	6.47	15.41	8.37	1.71	0.34	6.32	1.24	0.63	0.61	0.36	0.26	135	10 : 47	
	5	19.5	33.990	24.12	5.13	97.9	8.39	10.28	2.58	7.70	2.00	0.79	0.27	0.94	0.78	0.23	0.55	0.33	0.22	79	-	
10	19.1	34.194	24.38	5.13	97.1	97.1	4.28	6.72	0.59	6.13	2.92	1.46	0.27	1.19	0.80	0.25	0.56	0.25	0.31	61	-	
	15	19.0	34.253	24.45	4.86	91.9	3.22	7.22	0.07	7.15	3.59	1.86	0.28	1.45	0.81	0.18	0.63	0.24	0.39	63	10 : 53	
7	0	20.2	32.132	22.52	5.25	100.3	9.04	16.56	1.51	15.05	9.28	3.39	0.36	5.54	1.35	0.60	0.75	0.42	0.32	140	10 : 35	
	14	19.0	34.223	24.43	4.61	87.1	3.41	8.93	1.36	7.58	4.74	2.77	0.34	1.62	0.88	0.21	0.67	0.18	0.48	77	10 : 37	
8	0	20.1	31.416	22.01	5.88	111.7	5.82	13.99	5.02	8.97	5.18	0.92	0.28	3.97	0.80	0.38	0.42	0.32	0.09	123	10 : 20	
	21	19.0	34.146	24.37	5.37	101.5	2.26	5.29	0.22	5.07	3.86	3.00	0.24	0.62	0.39	0.08	0.31	0.11	0.21	61	10 : 23	
9	0	20.0	26.783	18.51	6.32	116.6	14.14	27.23	6.46	20.77	14.64	0.65	0.42	13.57	1.26	0.66	0.60	0.43	0.18	188	10 : 10	
	5	19.4	33.836	24.03	5.62	106.9	4.35	6.06	1.61	4.45	3.64	3.01	0.17	0.46	0.49	0.17	0.32	0.22	0.10	69	-	
10	19.1	34.152	24.35	5.52	104.6	104.6	2.58	4.58	1.17	3.41	2.14	1.53	0.16	0.45	0.38	0.07	0.31	0.20	0.12	54	-	
	15	19.0	34.173	24.39	5.48	103.6	2.59	3.85	1.13	2.72	0.92	0.30	0.16	0.46	0.34	0.03	0.32	0.13	0.19	49	10 : 15	
10	0	20.3	28.398	19.66	5.98	112.0	7.46	19.74	4.50	15.24	11.83	0.13	0.44	11.25	1.13	0.59	0.54	0.47	0.07	164	9 : 53	
	9	19.4	33.902	24.08	5.68	108.0	4.44	3.77	0.09	3.68	1.42	0.79	0.14	0.48	0.47	0.15	0.32	0.24	0.08	89	9 : 56	
A	0	20.8	23.470	15.79	3.68	67.6	10.62	60.50	4.05	56.45	39.99	8.38	1.81	29.80	2.55	1.00	1.55	0.39	1.16	426	9 : 40	
	7	19.3	34.076	24.24	4.13	78.5	4.18	9.94	0.77	9.18	5.02	3.28	0.35	1.38	0.76	0.09	0.68	0.28	0.40	84	9 : 43	
B	0	20.3	32.070	22.45	5.52	105.5	10.68	16.44	7.08	9.36	4.77	1.12	0.27	3.38	1.32	0.82	0.50	0.32	0.18	179	11 : 6	
	8	19.3	34.092	24.25	5.41	102.8	6.02	6.99	1.42	5.56	0.90	0.27	0.16	0.47	0.68	0.26	0.42	0.25	0.18	88	11 : 8	
C	0	20.4	33.111	23.22	5.16	99.6	5.70	9.73	0.11	9.62	5.33	1.68	0.35	3.30	0.98	0.29	0.69	0.28	0.41	134	10 : 42	
	8	19.4	34.170	24.29	4.72	89.9	4.38	9.73	2.07	7.67	4.36	2.51	0.32	1.53	1.11	0.37	0.74	0.22	0.52	74	10 : 45	
D	0	20.4	32.580	22.81	4.45	85.5	5.41	19.57	2.08	17.49	12.12	7.67	0.52	3.94	1.26	0.34	0.92	0.29	0.63	135	10 : 30	
	11	19.0	34.257	24.45	4.34	82.1	3.52	10.96	2.06	8.90	5.71	3.58	0.39	1.74	1.08	0.09	1.00	0.22	0.77	93	10 : 33	
最小値		18.8	17.430	11.69	3.68	67.6	2.26	3.77	0.07	2.72	0.75	0.00	0.14	0.40	0.34	0.03	0.31	0.11	0.07	49	-	
最大値		20.8	34.257	24.45	6.32	116.6	14.14	60.50	7.08	56.45	45.27	8.38	1.81	42.58	2.55	1.00	1.55	0.47	1.16	426	-	
平均		19.6	32.171	22.72	5.22	98.6	5.65	13.37	2.15	11.22	7.25	1.86	0.34	5.06	0.89	0.33	0.56	0.27	0.30	115	-	

付表2 田辺湾環境把握調査水質分析結果

調査日：1992年08月20日

St. No.	Dep. m	水温 °C	塩分	δt	D O ml/l	飽和度 %	chl-a ug/l	DIN ugat/l				NH4-N				NO3-N				DIP	E250	時間 h:m
								T-N	PON	DTN	DIN	NH4-N	NH4-N	NH4-N	NH4-N	N02-N	N03-N	T-P	POP			
1	0	25.9	27.489	17.41	4.58	94.2	1.96	23.42	6.67	16.75	22.15	2.30	0.35	19.50	1.05	0.29	0.77	0.21	0.56			9:40
	8	26.0	28.944	18.47	4.64	96.4	1.70	21.45	3.94	17.51	16.42	2.02	0.36	14.05	1.11	0.40	0.71	0.37	0.34			9:44
2	0	26.5	31.986	20.61	4.54	96.9	2.06	11.31	1.31	9.99	4.99	1.68	0.32	3.00	0.77	0.15	0.62	0.24	0.38			9:35
	7	26.4	33.361	21.67	4.51	96.9	1.26	6.99	0.38	6.61	2.28	1.59	0.22	0.47	0.51	0.05	0.46	0.29	0.17			9:38
3	0	26.6	27.945	17.54	3.57	74.5	2.21	23.33	2.16	21.17	20.47	6.34	0.67	13.47	1.98	0.64	1.34	0.28	1.06			9:21
	8	26.3	33.381	21.72	4.09	87.7	1.67	6.74	0.12	6.62	3.41	2.38	0.32	0.70	0.65	0.08	0.57	0.26	0.32			9:25
4	0	26.6	30.611	19.54	4.22	89.5	1.33	13.75	1.22	12.53	9.41	3.46	0.32	5.64	1.12	0.20	0.92	0.24	0.68			10:59
	13	26.4	33.546	21.81	4.26	91.5	1.73	6.33	0.02	6.31	3.12	2.33	0.25	0.54	0.59	0.06	0.52	0.28	0.25			11:5
5	0	26.2	32.761	21.29	4.50	96.0	0.86	9.70	0.84	8.87	4.31	2.48	0.22	1.61	0.55	0.07	0.47	0.24	0.24			10:35
	16	26.2	33.741	22.02	3.97	85.2	1.00	7.94	0.10	7.83	3.16	2.37	0.26	0.53	1.58	1.05	0.54	0.09	0.44			10:38
6	0	26.2	32.434	21.04	3.88	82.5	1.72	14.05	0.02	14.03	8.13	6.03	0.33	1.77	0.86	0.25	0.62	0.07	0.54			10:26
	5	26.2	33.127	21.56	4.03	86.2	1.39	10.67	0.39	10.27	5.59	4.34	0.31	0.94	0.71	0.11	0.60	0.17	0.43			-
	10	26.2	33.427	21.79	3.59	76.8	2.36	11.50	0.39	11.10	7.24	6.25	0.29	0.70	0.75	0.09	0.67	0.22	0.45			-
	15	26.1	33.766	22.07	3.42	73.3	1.52	11.16	0.79	10.37	7.07	6.09	0.38	0.60	1.04	0.25	0.78	0.23	0.56			10:30
7	0	26.1	32.370	21.02	4.21	89.4	2.00	10.46	0.11	10.35	6.51	4.59	0.32	1.60	0.81	0.14	0.67	0.20	0.47			10:13
	16	26.2	33.457	21.81	3.70	79.2	1.96	8.77	0.49	8.28	5.43	4.66	0.32	0.45	0.90	0.30	0.61	0.19	0.42			10:18
8	0	26.2	32.322	20.95	4.83	102.7	1.10	7.46	0.19	7.27	2.98	0.41	0.22	2.35	0.42	0.04	0.37	0.18	0.20			9:56
	22	26.2	33.495	21.84	4.20	90.0	1.20	7.28	0.12	7.16	3.76	3.03	0.29	0.44	0.61	0.08	0.53	0.16	0.38			9:58
9	0	26.2	30.780	19.79	4.46	94.0	2.96	16.66	1.69	14.97	9.40	2.32	0.42	6.66	0.97	0.25	0.71	0.22	0.49			9:46
	5	26.2	32.776	21.30	4.64	99.0	1.17	7.54	0.37	7.18	2.92	0.91	0.22	1.79	0.47	0.06	0.41	0.23	0.18			-
	10	26.3	33.364	21.71	4.63	99.1	1.06	3.69	0.17	3.52	1.33	0.45	0.19	0.69	0.53	0.13	0.40	0.22	0.18			-
	15	26.3	33.345	21.69	4.49	96.1	1.04	4.45	0.45	4.00	1.86	0.98	0.29	0.60	0.40	0.12	0.27	0.01	0.26			9:55
10	0	26.4	31.682	20.41	4.44	94.4	3.32	10.97	1.18	9.79	6.13	1.49	0.38	4.26	0.83	0.27	0.56	0.13	0.43			9:29
	9	26.3	33.483	21.80	4.51	96.8	2.19	5.40	0.13	5.27	2.20	1.12	0.27	0.81	0.49	0.10	0.39	0.12	0.27			9:32
A	0	26.4	32.528	21.05	3.30	70.5	2.69	53.38	4.70	48.69	32.45	7.99	1.27	23.18	2.78	0.66	2.12	0.31	1.81			9:12
	7	26.4	33.345	21.66	3.17	68.1	1.67	11.03	0.27	10.76	6.77	5.25	0.38	1.14	1.09	0.22	0.88	0.02	0.85			9:20
B	0	26.5	31.734	20.42	4.20	89.4	1.75	13.30	1.33	11.96	6.87	3.36	0.35	3.16	0.83	0.15	0.68	0.27	0.41			10:48
	8	26.4	33.473	21.76	4.22	90.6	2.16	8.23	0.39	7.83	3.78	2.80	0.29	0.69	0.83	0.06	0.57	0.22	0.35			10:52
C	0	26.2	32.503	21.09	3.81	81.1	2.42	14.59	0.46	14.13	9.42	7.19	0.35	1.87	0.83	0.06	0.77	0.02	0.75			10:22
	5	26.2	33.169	21.59	3.63	77.6	2.26	12.43	2.19	10.25	8.87	7.22	0.39	1.26	0.79	0.07	0.72	0.28	0.44			10:27
D	0	26.3	32.158	20.80	4.06	86.3	1.78	13.66	1.21	12.44	6.37	3.58	0.45	2.34	0.84	0.17	0.67	0.09	0.58			10:8
	14	26.3	33.764	22.01	3.52	75.5	1.36	11.39	0.74	10.65	7.76	6.79	0.32	0.66	1.01	0.05	0.96	0.09	0.87			10:12
最小値		25.9	27.489	17.41	3.17	68.1	0.86	3.69	0.02	3.52	1.33	0.41	0.19	0.44	0.40	0.04	0.27	0.01	0.17			I7-
最大値		26.6	33.766	22.07	4.83	102.7	3.32	53.38	6.67	48.69	32.45	7.99	1.27	23.18	2.78	1.05	2.12	0.37	1.81			I7-
平均		26.3	32.383	20.98	4.12	87.7	1.78	12.47	1.08	11.39	7.58	3.56	0.35	3.67	0.89	0.21	0.68	0.19	0.49			I7-

付表3 田辺湾環境把握調査水質分析結果

調査日：1992年11月16日

St. No.	Dep. m	水温 °C	塩分	δt	DO ml/l	飽和度 %	chl-a ug/l	T-N	PON	DTN	DIN	MM4-N	NO2-N	NO3-N	T-P	POP	DTP	DOP	DIP	E250	時間 h:m
1	0	21.6	34.463	23.92	4.61	91.5	0.92	5.92	0.12	5.51	3.15	1.28	0.41	1.45	0.16	0.20	0.26	0.04	0.21		9:36
	9	21.8	34.536	23.92	4.64	92.6	0.79	5.30	0.31	4.99	2.12	0.46	0.41	1.25	0.44	0.25	0.19	0.19	0.00		9:38
2	0	21.4	34.171	23.76	4.53	89.6	0.88	7.48	0.44	7.05	3.49	0.69	0.48	2.32	0.42	0.14	0.37	0.04	0.28		9:29
	7	21.8	34.489	23.89	4.51	90.0	1.00	5.40	0.18	5.23	2.03	0.27	0.42	1.35	0.44	0.22	0.22	0.02	0.20		9:32
3	0	21.0	34.200	23.89	4.14	81.3	3.28	9.46	1.36	8.10	5.11	2.19	0.67	2.25	0.89	0.37	0.52	0.36	0.16		9:14
	9	21.2	34.249	23.87	4.11	81.1	1.65	8.11	0.42	7.69	5.59	2.89	0.56	2.14	0.82	0.14	0.68	0.43	0.25		9:18
4	0	21.1	34.316	23.95	4.22	83.1	1.97	8.52	0.07	8.45	6.33	3.97	0.54	1.83	0.79	0.20	0.59	0.00	0.59		10:54
	13	21.2	34.317	23.92	4.15	81.9	1.45	8.52	0.08	8.44	6.57	4.17	0.56	1.84	0.79	0.23	0.56	0.16	0.40		10:58
5	0	21.2	34.403	23.99	3.96	78.1	2.07	12.46	0.72	11.75	8.64	5.92	0.54	2.18	0.98	0.21	0.78	0.32	0.46		10:37
	15	21.3	34.401	23.96	3.86	76.2	0.83	12.79	0.82	11.96	8.54	5.66	0.60	2.29	0.90	0.14	0.76	0.21	0.55		10:40
6	0	21.2	34.350	23.95	3.53	69.5	2.05	15.91	0.50	15.41	11.90	9.20	0.54	2.16	1.34	0.36	0.98	0.30	0.68		10:18
	5	21.2	34.369	23.96	3.46	68.3	2.15	16.20	0.81	15.39	12.06	9.36	0.55	2.14	1.34	0.27	1.08	0.24	0.83		-
	10	21.2	34.350	23.95	3.37	66.4	1.93	14.87	0.49	14.38	12.27	9.48	0.55	2.24	1.25	0.09	1.16	0.21	0.95		-
	16	21.1	34.333	23.96	3.25	64.0	1.91	14.16	1.67	12.48	12.44	9.50	0.60	2.34	1.33	0.30	1.03	0.03	1.00		10:25
7	0	21.2	34.365	23.96	3.26	64.3	1.72	14.84	0.19	14.66	12.39	9.67	0.56	2.16	1.30	0.07	1.24	0.00	1.24		10:10
	15	21.2	34.349	23.95	3.45	68.0	1.31	15.30	0.23	15.07	12.90	9.88	0.56	2.46	1.44	0.28	1.16	0.21	0.96		10:15
8	0	21.7	34.575	23.98	4.49	89.4	0.95	7.59	1.15	6.43	3.79	2.03	0.45	1.30	0.69	0.19	0.50	0.19	0.31		9:53
	23	21.7	34.526	23.94	4.54	90.4	0.74	7.19	0.02	7.17	4.21	1.93	0.56	1.72	0.59	0.03	0.56	0.41	0.15		9:57
9	0	21.6	34.498	23.95	4.76	94.6	0.80	6.55	0.93	5.62	2.18	0.32	0.49	1.37	0.52	0.11	0.40	0.04	0.37		9:42
	5	21.7	34.499	23.92	4.70	93.6	0.85	5.52	0.40	5.12	2.24	0.37	0.48	1.39	0.46	0.04	0.42	0.38	0.03		-
	10	21.8	34.527	23.92	4.83	96.4	0.85	4.91	0.12	4.79	2.29	0.32	0.49	1.48	0.42	0.02	0.40	0.33	0.07		-
	14	22.0	34.589	23.91	4.60	92.1	0.65	4.37	0.53	3.84	1.84	0.29	0.42	1.13	0.42	0.03	0.38	0.32	0.07		9:48
10	0	21.5	34.365	23.88	4.63	91.8	1.41	5.91	0.37	5.54	2.50	0.21	0.45	1.83	0.47	0.06	0.41	0.35	0.06		9:23
	9	21.5	34.435	23.93	4.64	92.0	2.77	6.03	0.69	5.34	2.76	0.48	0.52	1.77	1.14	0.57	0.57	0.14	0.43		9:26
A	0	20.6	33.252	23.27	3.10	60.0	2.79	16.82	2.15	14.67	11.27	6.51	0.82	3.94	1.84	0.48	1.36	0.50	0.86		9:9
	8	21.3	34.140	23.76	3.92	77.3	2.14	11.43	0.83	10.60	6.93	3.90	0.63	2.40	1.46	0.73	0.73	0.41	0.32		9:12
B	0	21.3	34.339	23.91	4.23	83.6	1.66	9.56	0.10	9.46	7.58	4.88	0.63	2.07	1.14	0.27	0.87	0.48	0.39		10:48
	8	21.3	34.355	23.92	4.02	79.4	1.97	10.20	0.62	9.57	7.41	4.81	0.61	1.99	0.95	0.02	0.93	0.52	0.41		10:52
C	0	21.1	34.288	23.93	3.39	66.7	2.16	15.92	0.53	15.39	13.23	9.91	0.63	2.69	1.70	0.43	1.27	0.31	0.96		10:27
	8	21.1	34.276	23.92	3.32	65.2	2.25	16.04	0.55	15.49	13.25	9.93	0.63	2.69	1.68	0.46	1.22	0.33	0.90		10:31
D	0	21.3	34.297	23.88	3.35	66.2	1.83	15.28	0.42	14.87	12.53	9.83	0.55	2.14	1.41	0.19	1.22	0.39	0.82		10:4
	12	21.3	34.309	23.89	3.24	63.9	1.64	15.07	0.52	14.55	12.19	9.49	0.56	2.14	1.41	0.17	1.24	0.35	0.90		10:8
最小値		20.6	33.252	23.27	3.10	60.0	0.65	4.37	0.02	3.84	1.84	0.21	0.41	1.13	0.42	0.02	0.19	-0.09	0.00	I7-	
最大値		22.0	34.589	23.99	4.83	96.4	3.28	16.82	2.15	15.49	13.25	9.93	0.82	3.94	1.84	0.73	1.36	0.52	1.24	I7-	
平均		21.4	34.342	23.90	4.03	79.6	1.60	10.43	0.58	9.84	7.24	4.68	0.55	2.01	0.98	0.23	0.75	0.25	0.50	I7-	

付表4 田辺湾環境把握調査水質分析結果

調査日：1993年02月18日

St. No.	St. Dep. m	水温 °C	塩分	δt	D O ml/l	飽和度 %	Chl-a ug/l	T-N	PON	DTN	DIN ugat/l	NH4-N	N02-N	N03-N	T-P	POP	DTP ugat/l	DOP	DIP	E250	時間 h
1	0	16.6	34.717	25.39	5.4	97.5	0.7	4.6	0.53	4.1	2.45	0.5	0.4	1.5	0.5	0.14	0.4	0.14	0.2		
	11	16.6	34.705	25.38	5.4	97.6	0.9	4.7	0.05	4.7	2.26	0.4	0.5	1.5	0.5	0.17	0.3	0.15	0.2		
2	0	15.9	33.183	24.37	5.4	96.0	1.0	8.9	0.16	8.8	5.36	0.8	0.5	4.0	0.7	0.29	0.5	0.25	0.2		
	7	16.2	34.500	25.32	5.4	97.2	1.3	6.3	0.43	5.9	2.71	0.4	0.5	1.8	0.8	0.39	0.4	0.21	0.2		
3	0	15.0	33.741	25.00	5.6	97.0	0.6	6.8	0.24	6.6	3.91	1.2	0.5	2.2	0.7	0.16	0.5	0.26	0.3		
	10	16.4	34.312	25.13	5.5	98.6	1.4	5.2	0.14	5.1	2.46	0.5	0.4	1.5	0.7	0.25	0.4	0.27	0.1		
4	0	15.5	33.729	24.88	5.8	101.8	0.4	7.0	0.01	7.0	4.58	1.9	0.4	2.2	0.6	0.09	0.5	0.19	0.3		
	13	16.4	34.373	25.17	5.4	97.2	0.7	5.8	0.47	5.3	2.93	0.9	0.4	1.6	0.6	0.15	0.4	0.19	0.2		
5	0	16.5	34.522	25.27	5.4	97.3	0.6	7.4	1.85	5.6	2.96	0.9	0.5	1.6	0.6	0.18	0.4	0.20	0.2		
	17	16.4	34.509	25.28	5.3	96.1	0.6	5.8	0.42	5.4	2.92	0.8	0.5	1.7	0.5	0.13	0.4	0.13	0.2		
6	0	16.1	34.507	25.35	5.3	94.2	1.2	6.4	0.04	6.3	3.57	1.6	0.4	1.6	0.6	0.05	0.5	0.26	0.3		
	5	16.2	34.493	25.31	5.3	96.0	0.7	6.3	0.26	6.0	3.50	1.5	0.4	1.5	0.6	0.01	0.6	0.27	0.3		
	10	16.2	34.483	25.31	5.2	93.0	0.8	5.7	0.15	5.6	3.50	1.6	0.5	1.5	0.6	0.09	0.5	0.20	0.3		
	16	16.2	34.474	25.30	5.3	95.1	0.8	5.5	0.08	5.4	3.35	1.4	0.4	1.5	0.6	0.09	0.5	0.24	0.3		
7	0	16.4	34.453	25.24	5.4	96.7	0.9	6.0	0.05	5.9	3.22	1.3	0.4	1.6	0.6	0.09	0.5	0.18	0.3		
	15	16.5	34.645	25.36	5.4	96.8	0.5	5.4	0.11	5.2	2.36	0.4	0.5	1.5	0.6	0.01	0.6	0.13	0.4		
8	0	16.7	34.666	25.33	5.4	98.2	0.6	6.7	1.16	5.5	2.56	0.6	0.4	1.5	0.5	0.02	0.4	0.07	0.4		
	27	16.7	34.626	25.30	5.4	97.5	0.8	6.6	0.72	5.9	2.74	0.7	0.5	1.5	0.5	0.06	0.4	0.17	0.3		
9	0	16.7	34.711	25.36	5.4	98.8	0.7	6.2	0.36	5.8	2.31	0.4	0.5	1.5	0.4	0.07	0.4	0.12	0.2		
	5	16.8			5.5		0.7	6.3	0.11	6.2	2.17	0.3	0.4	1.4	0.6	0.22	0.4	0.18	0.2		
	10	16.8	34.713	25.34	5.4	98.0	0.6	6.1	1.64	4.4	2.07	0.3	0.4	1.4	0.5	0.19	0.3	0.08	0.3		
	16	16.8	34.715	25.34	5.4	99.0	0.8	5.2	0.61	4.6	2.04	0.2	0.4	1.4	0.4	0.07	0.4	0.16	0.2		
10	0	16.3	34.486	25.28	5.5	98.3	0.7	5.5	0.44	5.1	2.35	0.3	0.5	1.6	0.5	0.10	0.4	0.16	0.3		
	9	16.3	34.484	25.28	5.4	97.0	0.8	6.0	1.11	4.9	2.60	0.3	0.5	1.9	0.5	0.10	0.4	0.17	0.3		
A	0	14.2	32.684	24.36	5.5	93.2	4.0	14.5	3.66	10.8	6.25	2.4	0.5	3.3	1.1	0.37	0.7	0.31	0.4		
	8	14.9	33.901	25.19	5.5	96.1	5.9	12.0	5.39	6.6	2.22	0.7	0.4	1.1	0.6	0.06	0.5	0.33	0.2		
B	0	14.6	32.475	24.11	5.4	93.4	0.7	10.5	2.60	7.9	7.00	2.9	0.5	3.6	0.8	0.16	0.6	0.22	0.4		
	9	16.4	34.291	25.11	5.2	94.3	0.6	13.3	6.86	6.4	3.51	1.4	0.4	1.7	0.5	0.05	0.5	0.22	0.3		
C	0	14.3	32.125	23.91	5.6	94.8	0.7	12.3	4.00	8.3	9.34	4.1	0.6	4.6	1.1	0.33	0.8	0.31	0.5		
	6	15.8	33.969	25.00	5.3	94.0	1.5	8.3	0.79	7.5	5.16	2.6	0.5	2.1	0.7	0.03	0.6	0.32	0.3		
D	0	15.7	33.904	24.97	5.4	95.2	1.0	7.7	1.10	6.6	5.50	2.6	0.6	2.3	0.7	0.12	0.6	0.28	0.3		
	14	16.0	34.132	25.08	5.4	96.6	0.9	6.7	0.21	6.5	4.10	1.7	0.6	1.8	0.6	0.04	0.6	0.28	0.3		
最小値		14.2	32.125	0.00	5.18	0.0	0.41	4.63	0.01	4.09	2.04	0.18	0.40	1.09	0.43	0.01	0.34	0.07	0.14	I7-	
最大値		16.8	34.717	25.39	5.78	101.8	5.85	14.46	6.86	10.80	9.34	4.13	0.59	4.65	1.13	0.39	0.80	0.33	0.49	I7-	
平均		16.1	34.171	24.31	5.41	93.5	1.06	7.24	1.12	6.12	3.56	1.18	0.46	1.92	0.62	0.13	0.49	0.21	0.28	I7-	