

# 養殖漁場環境調査

熊谷明子\*1・諸見里聰・吉里文夫・鉢嶺朗\*2

## 1. 目的

近年、養殖漁場においては、過密養殖や餌料投与等により環境への負荷が過大になり、全国的に漁場環境が悪化している。県内の養殖漁場においても、海水中の溶存酸素(DO)の低下や、底質から過度の硫化物が検出されるなど、水産用水基準(日本水産資源保護協会, 1995)を満たさない地域もあり、養殖場環境改善のための早急な対応が迫られている。

このような状況をふまえ、平成12年度から養殖漁場環境調査を開始した。今年度は、県内の主要な養殖場において定期的な環境調査を行うことに加え、水質・流向流速の連続データを記録することにより、漁場環境の現況を把握することを目的とした。

## 2. 材料及び方法

県内の主要な養殖場である塩屋、本部、糸満の養殖場周辺海域において調査を行った。

### (1) 水質調査

各養殖場3～4地点を選定し、投下式多項目水質測定器WALK-LABO 0071(セントラル科学)を用い、水深1m毎のDO、水温、pH、塩分の測定を年2回行った(図1～3、表1)。

また、多項目水質測定器DS4a(環境システム)を用い、水深5m地点に投下し、1時間ごとのDO、水温、pH、塩分を連続的に記録した。

水質調査のDO値の基準として水産用水基準(日本水産資源保護協会, 1995)を用いた。水産用水基準においては、正常な海域におけるDO値は6.0mg/l以上(外洋)、4.3mg/l以上(内湾)としている。

### (2) 底質調査

水質調査と同じ地点で、エクマンバージ採泥器(15×15cm)を用いて採泥を行った。採泥器が礫等をかんで採泥量が極端に少なかった場合は初めから

表1. 各調査地点の特徴と調査内容

調査地点	水質調査	底質調査	底質	調査時 平均水深(m)	備考
糸満 st. 1	○	○	泥	7.0	2000年10月以降養殖生簀(スキ、マダイ等)設置
糸満 st. 2	○	○	砂	5.5	沖合対照区
糸満 st. 3	○	○	砂	10.5	ウニ試験養殖生簀側
塩屋 st. 1	○	○	泥	12.0	魚類(スギ)生簀側
塩屋 st. 2	○	○	泥	12.5	湾内対照区1
塩屋 st. 3	○	×	砂礫	2.5	沖合対照区
塩屋 st. 4	○	○	泥	15.0	湾内対照区2 2000年12月以降調査対象地点
本部 st. 1	○	○	砂	19.5	魚類(マダイ等)養殖生簀側
本部 st. 2	○	×	砂礫	14.0	沖合対照区
本部 st. 3	○	○	泥	5.0	湾内魚類ストック生簀側

注) 調査を行った項目については○、行わなかった項目については×とした。

\*1: 臨時的任用職員

\*2: 非常勤職員

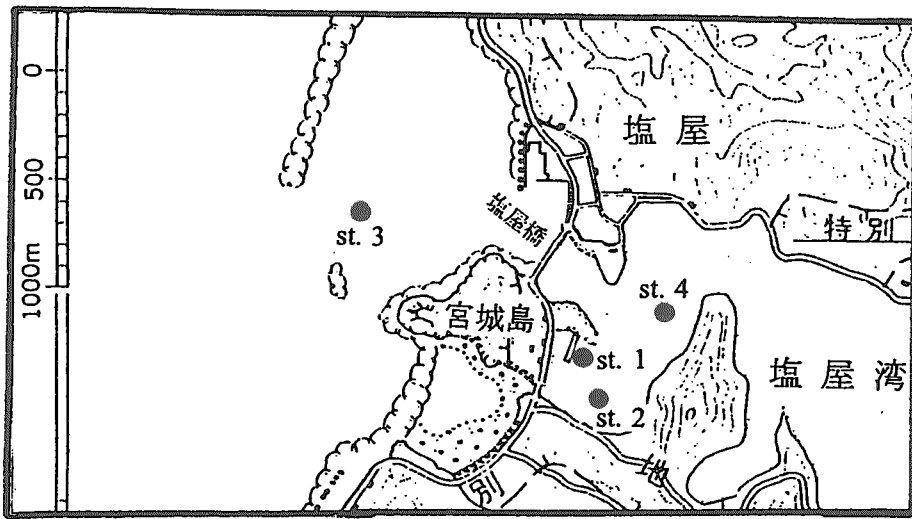


图 1. 塩屋調査地点



图 2. 本部調査地点

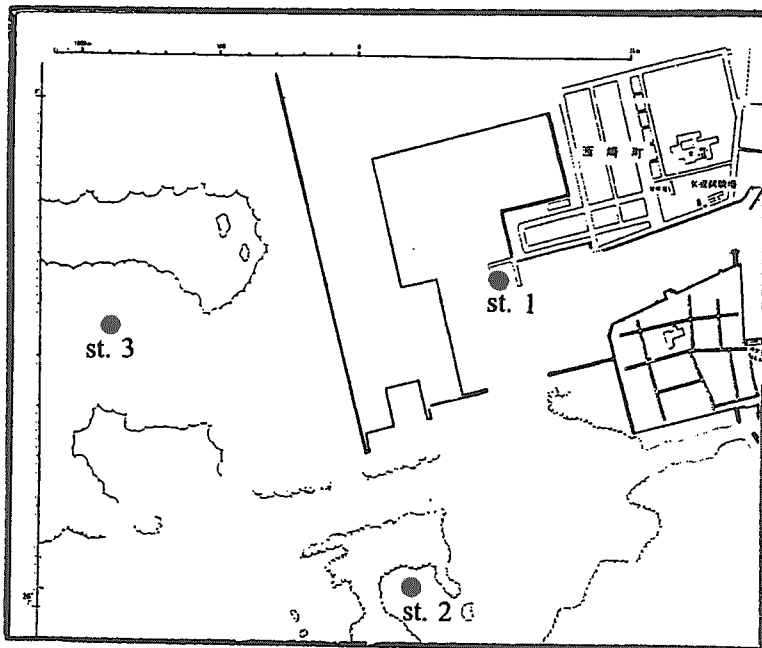


图 3. 糸満調査地点

やり直した。採取した泥はチャック付ポリ袋に入れ、氷冷したうえで試験場に持ち帰り、分析を行うまで-30℃で冷凍保存した。冷凍した試料は十分に解凍し室温に戻してから分析を行った。なお、底質が礫の調査地点においては採泥出来なかったため、底質調査は行わなかった。

1) 粒度組成

目合いが0.5mm, 0.25mm, 0.125mm, 0.063mmのフルイを用いて粒度組成を調べた。分析方法は漁場保全対策推進事業調査指針（水産庁研究部漁場保全課, 1997）に従った（表2）。

2) TS（全硫化物量）

漁場保全対策推進事業調査指針（水産庁研究部漁場保全課, 1997）に従い、検知管法を用いて分析した。

3) COD（化学的酸素要求量）

過マンガン酸カリウムを用いた滴定により求めた。分析方法は「底質調査方法とその解説」（社団法人日本環境測定分析協会, 1975）に従った。

底質調査の有機汚染度として水産用水基準（日本水産資源保護協会, 1995）を用いた。水産用水基準においては、底質のCOD値は0~20mg/gを正常泥, 20~30mg/gを汚染があった泥, 30mg/g以上を汚染

泥, TS値は0~0.2mg/gを正常泥, 0.2~1.0mg/gを汚染があった泥, 1.0mg/g以上を汚染泥としている。

(3) 水理環境調査

メモリー流向流速計RCM7（アーンデラー社）と、2D-ACM（ファルマウス科学）を用い、本部（st.1）と塩屋（st.1）の水深5m地点に投下し、1時間ごとの流向、流速、水温を連続的に記録した。なお、本部での調査には前者を、塩屋での調査には後者を使用した。

3. 結果及び考察

水質及び底質の定期調査

糸満 st. 1

(1) 調査日：7月11日

水質は深度の増加とともにDOが低下していた。全深度で基準値を下回っていた。（図4, 表4）。

底質は正常泥に分類された。（図7, 表3）。

(2) 調査日：11月26日

水質は各水深とも値に大きな変動は無く、安定した値であった。

底質は正常泥に分類された。

この地点は2000年10月に生け簀が設置された。昨

表2. 粒度組成

糸満		2001/7/11			2001/11/26		
		st. 1	st. 2	st. 3	st. 1	st. 2	st. 3
粒度組成 (%)	0.5mm 以上	0.24	13.63	3.01	1.50	12.59	3.93
	0.25-0.5mm 未満	0.68	23.99	11.15	1.00	22.43	22.24
	0.125-0.25mm 未満	7.12	31.18	30.58	12.17	30.94	53.04
	0.063-0.125mm 未満	25.49	16.42	22.61	28.72	20.95	14.75
	0.063mm 未満	66.47	14.79	32.65	56.61	13.08	6.04

塩屋		2001/6/28			2001/11/28		
		st. 1	st. 2	st. 4	st. 1	st. 2	st. 4
粒度組成 (%)	0.5mm 以上	1.76	0.84	0.41	3.14	0.87	0.50
	0.25-0.5mm 未満	3.99	1.43	1.11	3.07	0.92	0.34
	0.125-0.25mm 未満	5.81	4.24	1.35	4.40	2.15	0.90
	0.063-0.125mm 未満	4.06	9.31	3.40	5.44	10.12	2.58
	0.063mm 未満	84.38	84.19	93.73	83.95	85.95	9.69

本部		2001/7/10		2001/12/1	
		st. 1	st. 3	st. 1	st. 3
粒度組成 (%)	0.5mm 以上	4.54	2.30	4.99	0.15
	0.25-0.5mm 未満	8.77	2.01	7.20	0.50
	0.125-0.25mm 未満	32.34	5.98	27.74	1.50
	0.063-0.125mm 未満	42.07	9.66	42.95	5.50
	0.063mm 未満	12.29	80.04	17.11	92.35

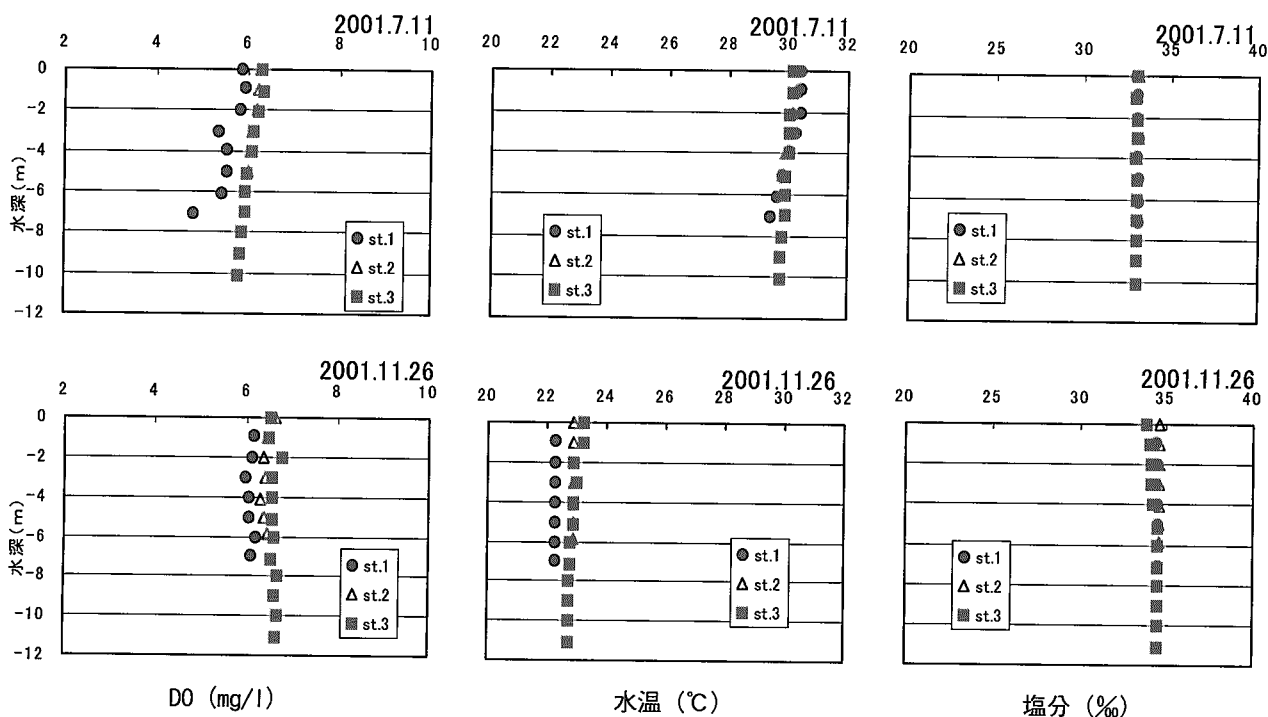


図 4. 糸満水質調査結果 (DO, 水温, 塩分)

表 3. 底質分析結果

糸満		2001/7/11		2001/11/26	
調査地点	調査日	COD	TS	COD	TS
st. 1		8.41	0.08	7.84	0.19
st. 2		5.59	0.01	3.42	0.02
st. 3		2.99	0.02	3.68	0.02

塩屋		2001/6/28		2001/11/28	
調査地点	調査日	COD	TS	COD	TS
st. 1		26.57	3.29	34.46	4.52
st. 2		18.74	1.67	17.00	1.07
st. 4		17.40	0.39	16.68	0.45

本部		2000/7/10		2001/12/3	
調査地点	調査日	COD	TS	COD	TS
st. 1		3.50	0.02	4.07	0.02
st. 3		21.07	1.15	18.63	0.44

年度 (2000年12月, 2001年3月) の調査では底質が汚染があった泥に分類され環境の悪化が懸念されたが, 今年度2回 (2001年7月, 11月) の調査では正常泥に分類された。

糸満 st. 2

(1) 調査日: 7月11日

水質は各水深とも値に大きな変動は無く, 安定した値であった。

底質は正常泥に分類された。

(2) 調査日: 11月26日

水質は各水深とも値に大きな変動は無く, 安定した値であった。

底質は正常泥に分類された。

糸満 st. 3

(1) 調査日: 7月11日

水質は深度の増加とともにDOが低下し, 5m以深では基準値を下回っていた。水温は低層でも表層と変わらず約30°Cであった。

底質は正常泥に分類された。

(2) 調査日: 11月26日

水質は各水深とも値に大きな変動は無く, 安定した値であった。

底質は正常泥に分類された。

塩屋 st. 1

(1) 調査日: 6月28日

水質は深度の増加とともに低下したDOが7m付近でやや回復し, それ以深で再び深度の増加とともに低下していた。この結果は昨年度 (2000年6月, 2001年3月) の調査時と同様の結果を示している。

この現象の要因として, ここには魚類養殖生け簀が

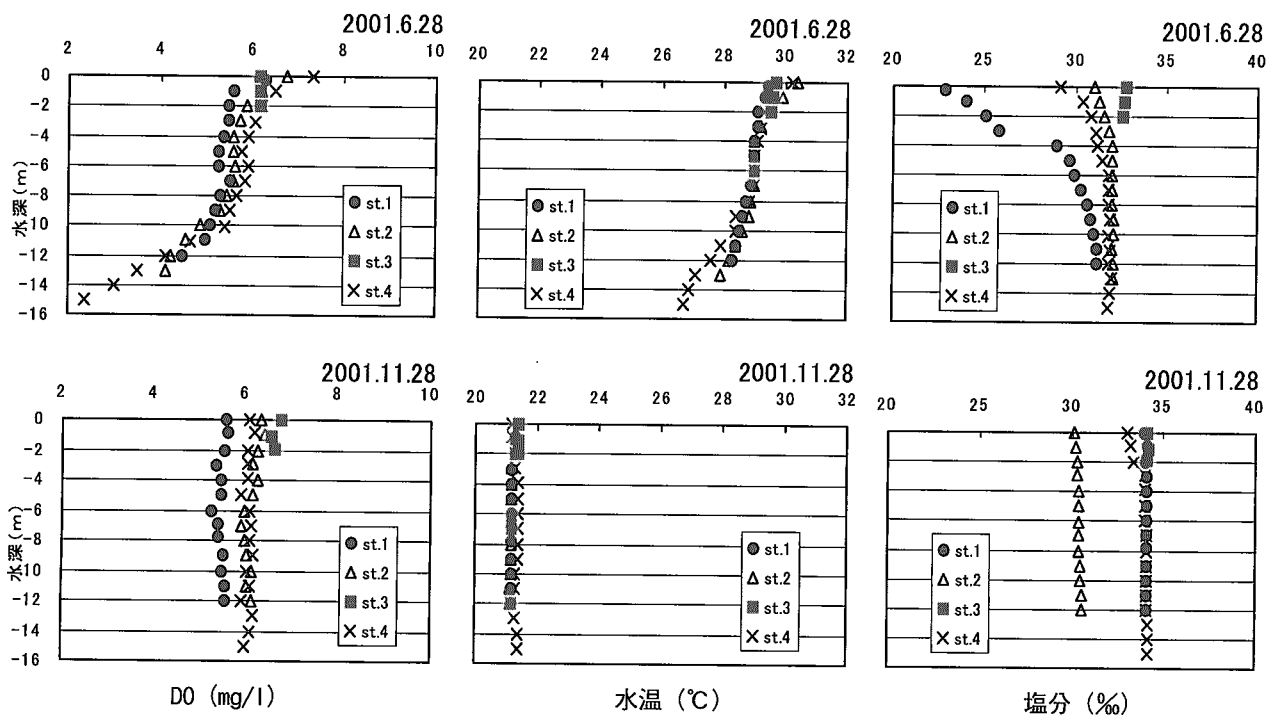


図5. 塩屋水質調査結果 (DO, 水温, 塩分)

設置されているため、水深6m付近までのDOの低下は養殖魚の呼吸等によるもの、低層付近でのDOの低下は底質の汚染によるものと考えられる。しかし昨年度と比較すると高い値を示し、基準値を満たしていた。また塩分は表層部で低く、他の3地点と比較しても差があった。降雨や陸水の影響を受けている可能性があるが、2000年12月の調査時にはst.2で同様の結果がでており、今後原因について調べる必要がある (図5, 表5)。

底質は汚染泥に分類された (図7, 表3)。

(2) 調査日: 11月28日

水質は各水深とも値に大きな変動は無く、安定した値であった。

底質は汚染泥に分類された。

塩屋 st. 2

(1) 調査日: 6月28日

水質は深度の増加とともにDOが低下していた。低層では低い値を示し、基準値を下回っていた。

底質は汚染泥に分類された。

(2) 調査日: 11月28日

水質は塩分が低く、他の3地点と比較しても差があった。この現象は2000年12月の調査時と同様の現象であり、2001年6月の調査時にはst.1で同様の現象

が見られたこともふまえて、今後原因を調べる必要がある。

底質は汚染泥に分類された。

塩屋 st. 3

水質は1年を通して各水深とも値に大きな変動は無く、安定した値であった。

塩屋 st. 4

(1) 調査日: 6月28日

水質は深度の増加とともにDOが低下し、12m以深では基準値を下回っていた。水温も深度の増加とともに低下し、表層と低層では3.5℃の差があった。

底質は汚染がかった泥に分類された。

(2) 調査日: 11月28日

水質は各水深とも値に大きな変動は無く、安定した値であった。

底質は汚染がかった泥に分類された。

本部 st. 1

(1) 調査日: 7月10日

水質はDOが低く基準値を下回っていた (図6, 表6)。底質は正常泥に分類された (図7, 表3)。

(2) 調査日: 12月1日

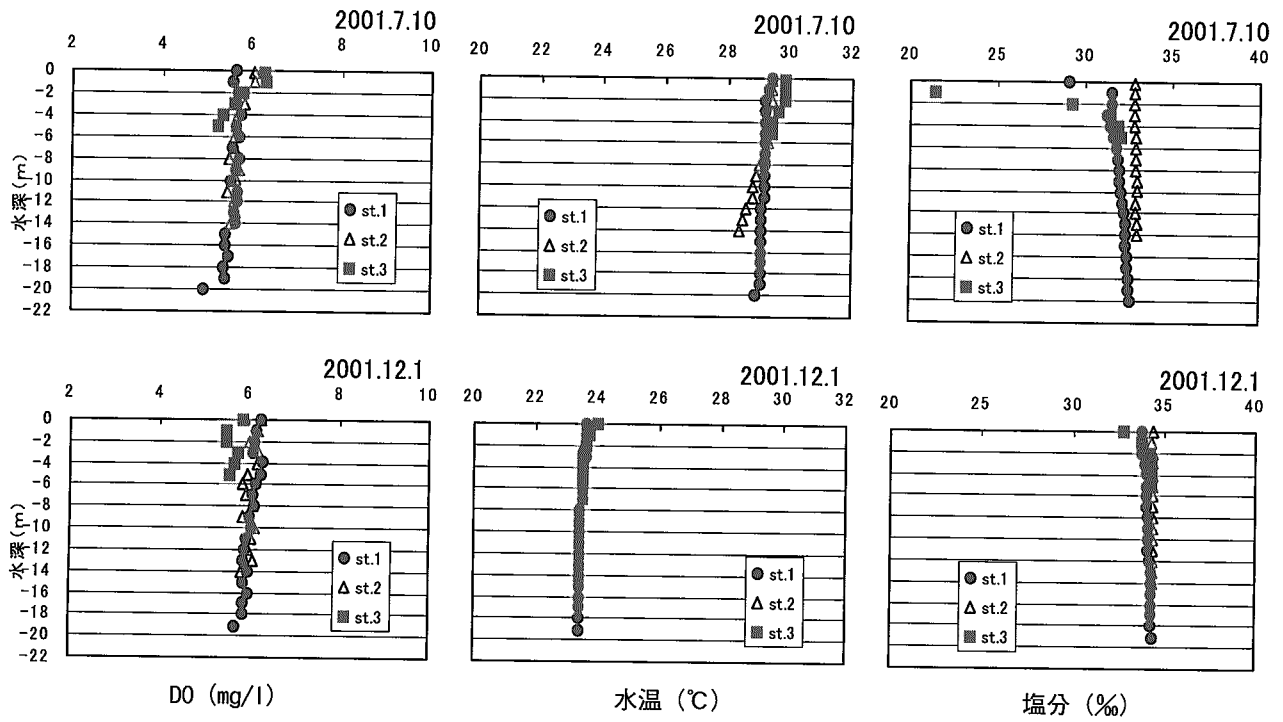


図 6. 本部水質調査結果 (DO, 水温, 塩分)

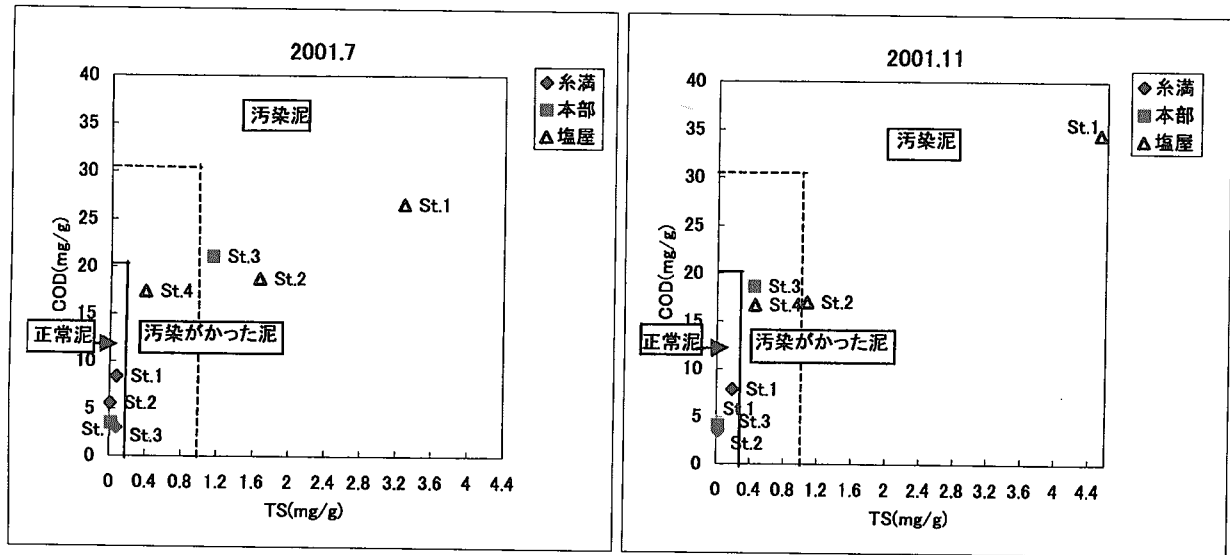


図 7. 底質調査結果

水質はDOが低く、10m以深では基準値を下回っていた。

底質は正常泥に分類された。

本部 st. 2

(1) 調査日：7月10日

水質はDOが低く、2m以深では基準値を下回っていた。

(2) 調査日：12月1日

水質は各水深とも値に大きな変動は無く、安定した値であった。

本部 st. 3

(1) 調査日：7月10日

水質は深度の増加とともにDOが低下し、2m以深では基準値を下回っていた。また、表層では塩分が低かった。この地点は水深が浅く海岸も近いことから、降雨や陸水の影響が顕著に現れているものと考えられる。

底質は汚染泥に分類された。

(2) 調査日：12月1日

水質はDOが低く、基準値を下回っていた。

底質は汚染がかった泥に分類された。

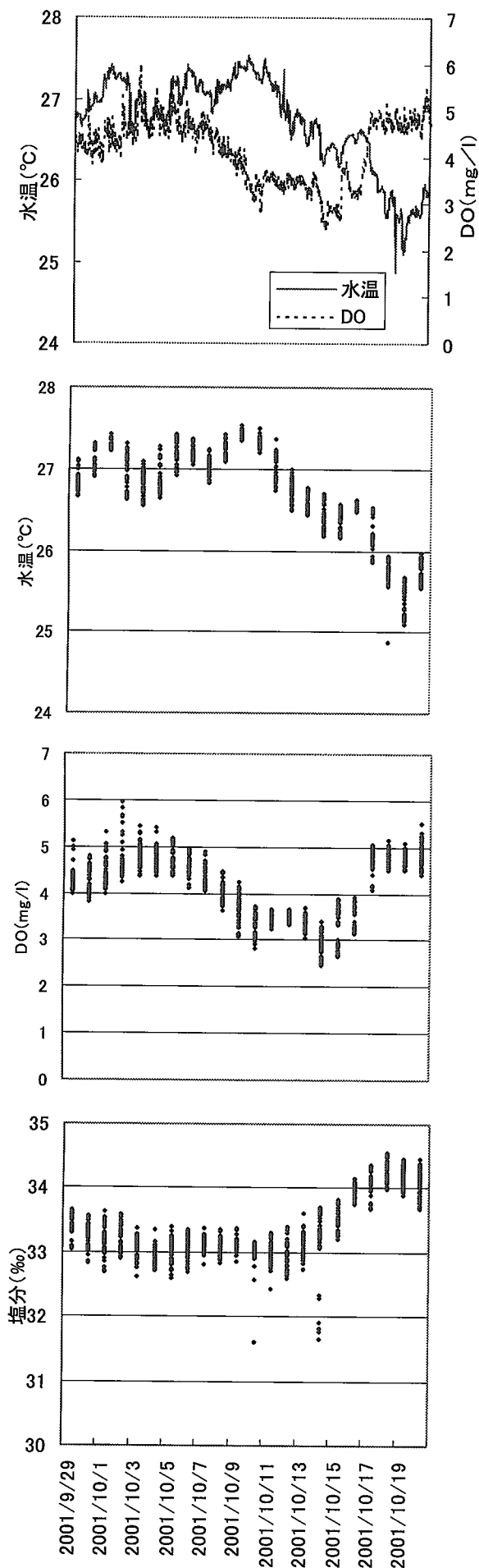


図8. 水質連続調査結果(1)

### 水質連続調査

調査ポイント：塩屋 st. 1

(1) 調査日時：9月29日00:00～10月20日23:30  
(22日間, 30分間隔で測定)

測定期間中の水温は24.88℃～27.53℃で, 期間後半に徐々に下がっていた。1日の水温変化は最大で0.67℃(10月17日), 最小で0.16℃(10月16日), 平均で0.43℃であった。1日のうちで8:00～12:00に最低水温を記録した日が15日間(68.18%)と多かった。

DOは2.45～5.95mg/lで49.81%が基準値を下回っていた。1日のDO変化は最大で1.69mg/l(10月2日), 最小で0.33mg/l(10月12日), 平均で0.92mg/lであった。1日のうちで日中(7:00～18:30)に最低値を記録した日が15日間(68.18%)と多く, 夕方～朝方にかけて最大値を記録していた。10月15日に機器のメンテナンスを行った後に急にDO値が高くなっているためメンテナンス数日前のデータはスターラーの回転不足による影響がでている可能性がある。水温・DOともに, 潮汐との関係は見られなかった。塩分は31.61～34.55%であった。低い値は一時的なものであるため, 降雨の影響と考えられる(図8)。

(2) 調査日時：12月4日00:00～1月30日23:30  
(58日間, 1時間間隔で測定)

測定期間中の水温は17.52℃～22.38℃で, 12月下旬に下がり, 1月中旬に20.0℃を超えたが1月下旬にかけて再び下がっていた。1日の水温変化は最大で1.07℃(1月11日), 最小で0.16℃(12月12日), 平均で0.48℃であった。期間中水温の変化が大きく, 水温が上下する時間帯はつかめなかった。しかし1日の水温変化の平均が小潮時に0.38℃, 中潮時に0.44℃, 大潮時に0.66℃となっている事から潮汐との関係が示唆された。

DOは4.33～6.56mg/lで, 期間を通じて基準値を上回っていた。1日のDO変化は最大で0.87mg/l(12月7日), 最小で0.25mg/l(12月22日), 平均で0.55mg/lであった。1日のうちで夜間(18:00～6:00)に最高値を記録した日が40日間(68.97%)と多かった。DOと潮汐との関係は見られなかった。

塩分は30.87～35.27%であった。低い値は一時的

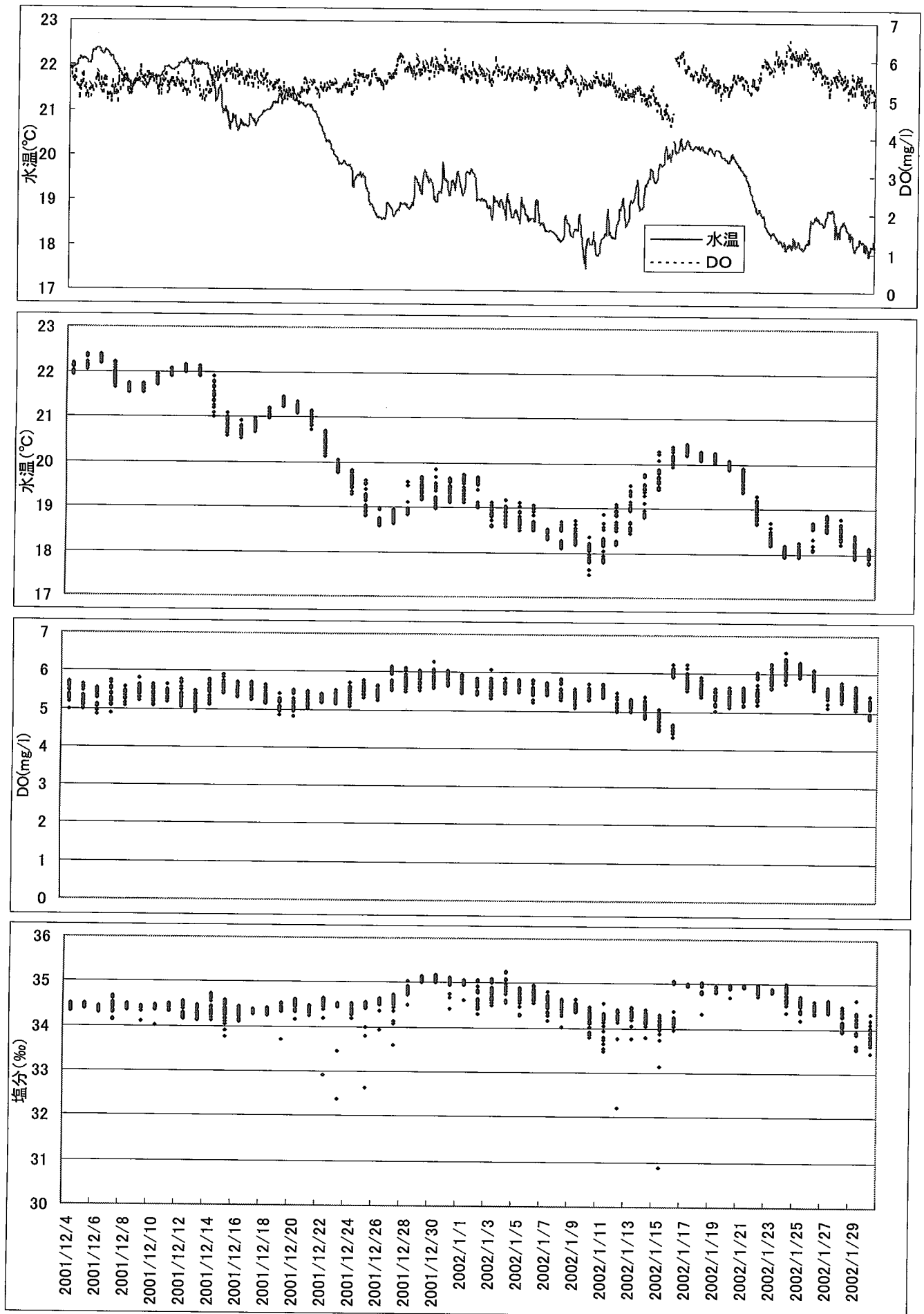


図9. 水質連続調査結果(2)



なものであるため、降雨の影響と考えられる。(図9)

#### 水理環境調査

(1) 調査日時：7月11日00:00～8月7日14:00

調査ポイント：本部 st. 1

流向の出現頻度は南南東が23.90%，北東が17.10%で上位を占めるが、これらを含む北北東～北東～東北東，南東～南南東～南を結ぶ方向の流れが卓越していた。経時的な変化をみると反転は交互に見られ、満潮時に北東，干潮時に南南東という規則的な変化が認められた。これらは地形による影響を大きく受けていると考えられる。

流速の出現頻度は2～3 cm/sが29.12%，3～4 cm/sが20.80%，3～4 cm/sが19.90%，4～5 cm/sが10.24%であり，5 cm/s 未満の流れが全体の80.06%を占めていた。7月25日の15:00に観測された値は観測期間中の値と大きな差があるため，この時間に近くを通過した船舶の影響と考えられる。流速と潮汐との関係は認められなかった(表7)。

(2) 調査日時：1月19日00:00～2月17日23:00

調査ポイント：塩屋 st. 1

流向の出現頻度は南南東が39.86%でありこれを含む南東～南南東～南方向の流れが卓越し，80.00%を占めていた。反転は見られず，流向は一方的であるといえる。しかし，期間始めの3日間は逆方向の北西～北～北北東の流れが卓越し約70.83%を占めていて，興味深い結果となっている。今後更なるデータの蓄積に努める必要がある。

流速の出現頻度は5～6 cm/sが29.44%，6～7 cm/sが20.42%，4～5 cm/sが18.89%であり，4～7 cm/s の流速が全体の68.75%を占めていた。流速と潮汐との関係は認められなかった(表8)。

#### 4. 今後の課題

好適な環境の維持及び更なる環境の悪化を監視する為には，今後も継続的な環境データの蓄積が必要となってくる。しかし，定期調査のみでは調査時の潮汐や調査日を含む前数日間の天候，海況等の影響による一時的な状況を把握してしまう可能性がある。現況をより正確に把握する為には，設置型連続環境

測定器と流向流速計の併用によるデータ，及び測定期間中の天候，海況，潮汐，生け簀の状況等，様々なデータの蓄積が必要不可欠となってくる。また，現在汚染がすすんでいる海域に関しては，環境浄化の方法を検討する必要がある。

#### 5. 文献

- 1) 環境庁水質保全局水質管理課編. 過マンガン酸カリウムによる酸素消費量「底質調査方法とその解説」社団法人 日本環境測定分析協会，東京，1975；87-90.
- 2) 「漁場保全対策推進事業調査指針」水産庁研究部漁場保全課，東京，1997；1-113.
- 3) 「水産用水基準」日本水産資源保護協会，東京，1995；1-68.
- 4) 渡邊環，諸見里聰，吉里文夫(2001) 養殖漁場環境調査(海産魚介類増養殖試験). 平成12年度沖縄県水産試験場事業報告書，143-154.

表4. 糸満水質調査表

2001. 7. 11

	水深 (m)	DO (mg/l)	水温 (°C)	pH	塩分 (‰)
st. 1	0.0	5.86	30.4	8.68	32.9
	-0.9	5.94	30.4	8.70	33.0
	-2.0	5.82	30.4	8.68	33.0
	-3.0	5.35	30.2	8.67	33.1
	-3.9	5.52	30.0	8.66	33.0
	-5.0	5.54	29.8	8.59	33.1
	-6.1	5.42	29.6	8.57	33.1
-7.1	4.81	29.4	8.53	33.1	
st. 2	0.0	6.25	30.2	8.59	33.1
	-1.0	6.23	30.2	8.60	33.0
	-2.0	6.18	30.1	8.60	33.0
	-3.0	6.08	30.0	8.54	33.1
	-4.0	6.02	29.9	8.54	33.0
-5.0	5.99	29.8	8.54	33.0	
st. 3	0.0	6.30	30.1	8.21	33.0
	-1.1	6.31	30.1	8.23	32.9
	-2.1	6.22	30.0	8.27	33.0
	-3.0	6.10	30.0	8.30	33.0
	-4.0	6.09	30.0	8.31	32.9
	-5.1	5.97	29.9	8.32	33.0
	-6.0	5.94	29.9	8.33	33.0
	-7.0	5.91	29.9	8.33	33.0
	-8.0	5.84	29.8	8.34	33.0
	-9.0	5.81	29.7	8.35	33.0
	-10.1	5.79	29.7	8.35	33.0

2001. 11. 26

	水深 (m)	DO (mg/l)	水温 (°C)	pH	塩分 (‰)
st. 1	0.1	6.37	22.3	8.14	34.5
	-0.9	6.16	22.3	8.16	34.4
	-2.0	6.13	22.3	8.08	34.5
	-3.0	5.97	22.3	8.07	34.4
	-4.0	6.04	22.3	8.07	34.5
	-5.0	6.04	22.3	8.09	34.5
	-6.0	6.19	22.3	8.11	34.5
-7.0	6.10	22.3	8.15	34.5	
st. 2	0.0	6.62	22.9	8.50	34.6
	-1.0	6.46	22.9	8.54	34.6
	-2.0	6.39	22.9	8.55	34.6
	-3.0	6.41	22.9	8.55	34.6
	-4.1	6.30	22.9	8.57	34.6
	-5.0	6.38	22.9	8.54	34.6
st. 3	-5.9	6.45	22.9	8.55	34.6
	-1.0	6.49	23.2	8.41	34.0
	-2.0	6.78	22.9	8.40	34.1
	-3.0	6.57	23.0	8.42	34.1
	-4.0	6.56	22.9	8.42	34.2
	-5.1	6.55	22.9	8.42	34.5
	-6.0	6.59	22.8	8.43	34.5
	-7.1	6.54	22.8	8.43	34.5
	-8.0	6.68	22.7	8.45	34.5
	-9.0	6.61	22.7	8.45	34.5
	-10.0	6.66	22.7	8.45	34.5
-11.1	6.63	22.7	8.46	34.5	

表5. 塩屋水質調査表

2001. 6. 28

	水深 (m)	DO (mg/l)	水温 (°C)	pH	塩分 (‰)
st. 1	-0.2	6.28	29.4	8.06	22.8
	-1.0	5.58	29.3	8.06	24.0
	-2.0	5.47	29.1	8.08	25.1
	-3.0	5.48	29.1	8.10	25.7
	-4.0	5.38	29.0	8.11	28.9
	-5.0	5.28	29.0	8.13	29.7
	-6.0	5.25	29.0	8.14	29.9
	-7.0	5.53	28.9	8.16	30.3
	-8.0	5.30	28.7	8.17	30.7
	-9.0	5.19	28.6	8.18	30.8
	-10.0	5.08	28.5	8.19	31.0
	-11.0	4.97	28.4	8.20	31.2
-12.0	4.47	28.3	8.19	31.3	
st. 2	0.0	6.74	30.4	8.48	31.0
	-1.0	6.21	29.9	8.40	31.4
	-2.0	5.89	29.5	8.40	31.6
	-3.0	5.74	29.2	8.39	31.9
	-4.0	5.59	29.0	8.38	32.0
	-5.0	5.59	29.0	8.38	32.0
	-6.0	5.61	29.0	8.39	32.0
	-7.0	5.58	29.0	8.39	32.0
	-8.0	5.44	28.9	8.39	32.0
	-9.0	5.29	28.8	8.38	32.1
	-10.0	4.86	28.6	8.36	32.1
	-11.0	4.54	28.4	8.35	32.0
	-12.0	4.24	28.2	8.34	32.1
-13.0	4.13	27.9	8.33	32.1	
st. 3	0.0	6.16	29.7	8.76	32.8
	-1.0	6.15	29.6	8.75	32.7
	-2.0	6.15	29.5	8.58	32.6
	-3.0	6.21	29.4	8.57	32.6
st. 4	0.0	7.31	30.2	8.69	29.2
	-1.0	6.47	29.4	8.66	30.4
	-2.0	6.19	29.3	8.52	30.8
	-3.1	6.04	29.2	8.50	31.1
	-4.0	5.91	29.1	8.48	31.3
	-5.0	5.75	29.0	8.47	31.5
	-6.0	5.90	29.0	8.49	31.9
	-7.0	5.83	29.0	8.48	31.9
	-8.0	5.65	28.8	8.48	31.9
	-9.0	5.50	28.4	8.47	31.9
	-10.1	5.42	28.4	8.47	31.9
	-11.1	4.67	27.9	8.44	31.9
	-12.0	4.11	27.6	8.40	31.9
	-13.0	3.52	27.1	8.37	32.0
	-14.0	3.01	26.9	8.33	31.9
-15.0	2.36	26.7	8.29	31.9	

2001. 11. 28

	水深 (m)	DO (mg/l)	水温 (°C)	pH	塩分 (‰)
st. 1	0.0	5.58	21.4	8.61	33.9
	-0.9	5.60	21.3	8.61	34.1
	-2.0	5.53	21.3	8.58	34.0
	-3.0	5.37	21.2	8.58	34.1
	-4.0	5.47	21.2	8.58	34.1
	-5.0	5.45	21.2	8.59	34.1
	-6.0	5.24	21.2	8.57	34.1
	-6.9	5.40	21.2	8.57	34.1
	-7.8	5.40	21.2	8.58	34.1
	-9.0	5.51	21.2	8.58	34.1
	-10.0	5.47	21.2	8.58	34.1
	-11.0	5.53	21.2	8.58	34.1
-12.0	5.52	21.2	8.58	34.1	
st. 2	0.0	6.32	21.4	7.73	30.1
	-1.0	6.40	21.3	7.79	30.2
	-2.0	6.26	21.3	8.13	30.3
	-2.9	6.16	21.2	8.13	30.3
	-4.0	6.25	21.2	8.14	30.4
	-5.0	6.13	21.2	8.15	30.4
	-6.1	5.98	21.2	8.18	30.4
	-7.0	5.89	21.2	8.21	30.4
	-8.0	5.98	21.2	8.23	30.4
	-9.0	6.01	21.2	8.27	30.5
	-10.0	6.12	21.2	8.28	30.5
	-11.0	5.99	21.1	8.29	30.6
-12.0	6.12	21.1	8.30	30.6	
st. 3	0.0	6.74	21.4	8.68	34.1
	-1.1	6.52	21.4	8.68	34.2
	-1.9	6.62	21.4	8.59	34.1
st. 4	0.0	6.08	21.2	8.47	33.0
	-0.9	6.18	21.2	8.43	33.2
	-2.0	6.04	21.3	8.39	33.4
	-2.9	6.02	21.3	8.41	34.0
	-3.9	6.05	21.4	8.43	34.0
	-5.0	5.90	21.4	8.43	34.0
	-6.0	6.07	21.4	8.45	34.0
	-7.0	6.12	21.4	8.45	34.1
	-8.0	6.07	21.4	8.46	34.1
	-9.0	6.16	21.4	8.47	34.1
	-10.0	6.00	21.3	8.47	34.1
	-11.0	6.08	21.3	8.48	34.1
	-12.0	5.91	21.2	8.48	34.1
	-13.0	6.13	21.3	8.50	34.2
	-14.0	6.07	21.4	8.51	34.2
-15.0	5.97	21.4	8.51	34.2	

表6. 本部水質調査表

2001. 7. 10

2001. 12. 3

	水深 (m)	DO (mg/l)	水温 (°C)	pH	塩分 (%)
st. 1	0.0	5.62	29.4	8.12	29.1
	-1.0	5.57	29.3	8.13	31.5
	-2.0	5.68	29.2	8.15	31.5
	-3.0	5.62	29.2	8.18	31.2
	-4.0	5.74	29.2	8.19	31.4
	-5.0	5.65	29.2	8.22	31.6
	-6.0	5.69	29.2	8.23	31.8
	-7.0	5.55	29.2	8.24	31.9
	-8.0	5.72	29.2	8.25	32.0
	-9.0	5.62	29.2	8.26	32.0
	-10.0	5.53	29.2	8.27	32.1
	-11.0	5.66	29.2	8.28	32.2
	-12.0	5.68	29.1	8.29	32.3
	-13.0	5.59	29.1	8.29	32.4
	-14.0	5.63	29.1	8.29	32.4
	-15.0	5.42	29.1	8.30	32.4
	-16.0	5.43	29.1	8.31	32.4
	-17.0	5.47	29.1	8.32	32.4
	-18.0	5.39	29.1	8.32	32.5
	-19.0	5.40	29.1	8.32	32.5
-20.0	4.95	28.9	8.30	32.6	
st. 2	-0.1	6.03	29.4	8.40	32.9
	-1.0	6.04	29.4	8.41	32.9
	-2.0	5.69	29.4	8.49	32.9
	-3.0	5.81	29.4	8.48	32.9
	-4.0	5.66	29.4	8.48	32.9
	-5.0	5.64	29.3	8.48	32.9
	-6.0	5.60	29.3	8.48	32.9
	-7.1	5.61	29.2	8.47	32.9
	-8.0	5.50	29.0	8.47	32.9
	-9.0	5.70	28.9	8.47	33.0
	-9.9	5.63	28.8	8.48	33.0
	-11.0	5.45	28.8	8.48	32.9
	-12.0	5.60	28.6	8.48	32.9
	-13.0	5.64	28.5	8.48	33.0
-14.0	5.53	28.4	8.48	33.0	
st. 3	-0.1	6.26	29.8	8.43	18.5
	-1.0	6.31	29.8	8.52	21.4
	-2.0	5.79	29.8	8.54	29.3
	-3.0	5.61	29.6	8.53	31.4
	-4.0	5.34	29.4	8.53	31.9
	-5.0	5.24	29.4	8.52	32.1

	水深 (m)	DO (mg/l)	水温 (°C)	pH	塩分 (%)
st. 1	0.0	6.27	23.6	8.56	33.8
	-1.0	6.15	23.6	8.18	33.8
	-2.0	6.10	23.6	8.16	33.8
	-3.0	6.07	23.6	8.15	33.9
	-3.9	6.31	23.5	8.14	34.0
	-5.0	6.25	23.5	8.14	34.0
	-6.0	6.14	23.5	8.19	34.0
	-7.0	6.08	23.5	8.24	34.0
	-8.0	6.12	23.4	8.29	34.1
	-9.0	6.00	23.4	8.33	34.1
	-10.0	6.02	23.4	8.35	34.1
	-11.0	5.94	23.4	8.37	34.1
	-12.0	5.89	23.4	8.39	34.2
	-13.0	5.87	23.4	8.41	34.3
	-14.0	5.96	23.4	8.42	34.3
	-15.0	5.87	23.4	8.43	34.3
	-16.1	5.96	23.4	8.44	34.3
	-17.0	5.87	23.4	8.45	34.3
	-17.9	5.86	23.4	8.45	34.3
	-19.1	5.67	23.4	8.45	34.4
st. 2	0.0	6.26	23.6	8.36	34.4
	-1.0	6.17	23.6	8.59	34.3
	-2.0	6.00	23.5	8.58	34.4
	-2.9	6.17	23.5	8.52	34.4
	-4.1	6.17	23.5	8.53	34.4
	-5.0	5.96	23.5	8.57	34.4
	-5.9	5.86	23.5	8.58	34.4
	-7.0	5.91	23.5	8.58	34.4
	-8.0	6.07	23.4	8.58	34.4
	-9.0	5.86	23.4	8.59	34.4
	-10.0	6.10	23.4	8.60	34.4
	-11.0	6.04	23.4	8.60	34.4
	-12.0	5.95	23.4	8.60	34.4
	-13.0	6.07	23.4	8.60	34.4
-14.0	5.83	23.4	8.61	34.4	
st. 3	0.0	5.85	24.0	8.56	32.8
	-1.0	5.50	23.7	8.69	33.8
	-2.0	5.48	23.6	8.68	34.2
	-3.0	5.73	23.5	8.66	34.3
	-4.0	5.68	23.5	8.66	34.3
	-5.0	5.56	23.5	8.68	34.3

表 7. 流向流速出現頻度表 (本部)

流速	流向(この方向への流れ)															合計	
	北	北北東	北東	東北東	東	東南東	南東	南南東	南	南南西	南西	西南西	西	西北西	北西		北北西
0-1																	0
1-2	5	15	11	4	20	13	22	20	14	3	3	4	2				0.00
	0.75	2.26	1.66	0.60	3.02	1.96	3.32	3.02	2.11	0.45	0.60	0.45	0.30			2	138
2-3	9	19	27	22	13	19	32	31	10	4	2	1				4	193
	1.36	2.87	4.07	3.32	1.96	2.87	4.83	4.68	1.51	0.60	0.30	0.15				0.60	29.12
3-4	11	25	22	17	1	2	11	27	10	1						5	132
	1.66	3.77	3.32	2.56	0.15	0.30	1.66	4.07	1.51	0.15						0.75	19.90
4-5	6	13	10	4	1	1	4	24	2	1					1	1	68
	0.90	1.96	1.51	0.60	0.15	0.15	0.60	3.62	0.30	0.15					0.15	0.15	10.24
5-6	4	4	7	1			1	11	2								26
	0.60	0.60	1.06	0.15			0.15	1.66	0.30								3.92
6-7	5	5	14	1			2	14	3								39
	0.75	2.11	2.11	0.15			0.30	2.11	0.45								5.87
7-8	4	4	5	1				4	2								16
	0.60	0.60	0.75	0.15			0.60	0.60	0.30								2.40
8-9	2	2	9					5	1								17
	0.30	0.30	1.36					0.75									2.41
9-10			5				2	4									11
			0.75				0.30	0.60									1.65
10-11			2					7									9
			0.30					1.06									1.36
11-12			1					1									2
			0.15					0.15									0.30
12-13								2									2
								0.30									0.30
13-14								5									5
								0.75									0.75
14-15								2									2
								0.30									0.30
24-25								1									1
								0.15									0.15
合計	31	87	113	50	35	35	74	158	44	9	6	4	2	0	1	12	661
平均流速 (cm/s)	4.69	13.16	17.10	7.56	5.30	5.30	11.20	23.90	6.66	1.36	0.91	0.61	0.30	0.00	0.15	1.82	100.00
最大流速 (cm/s)	3.0	3.6	4.7	3.1	2.1	2.3	2.8	5.1	3.4	2.5	1.9	2.1	1.7		4.6	2.9	
流向 (°)	4.9	8.4	11.6	7.8	4.0	4.0	9.5	24.4	8.1	4.0	2.6	2.3	2.0		4.6	4.6	
月日	7/14	7/23	7/22	7/23	7/22	7/14	7/26	7/25	7/20	7/27	7/30	7/26	7/25		321.3	328.6	
時刻	22:00	18:00	20:00	20:00	14:00	20:00	17:00	15:00	14:00	15:00	7:00	14:00	13:00		22:00	7:23	
* 上段: 個数 下段: 比率 (%)																	

表 8. 流向流速出現頻度表 (塩屋)

流速	流向(二の方向への流れ)															
	北	北北東	北東	東北東	東	東南東	南東	南南東	南	南南西	南西	西南西	西	西北西	北西	北北西
0-1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	3	2	3	1	3	4	5
	0.28	0.14	0.14	0.14	0.28	0.14	0.14	0.14	0.14	0.42	0.28	0.42	0.14	0.42	0.56	0.69
1-2	10	4	1	1	1	1	2	3	3	2	1	2	2	1	5	7
	1.39	0.56	0.14	0.14	0.14	0.14	0.28	0.42	0.42	0.28	0.14	0.28	0.28	0.14	0.69	0.97
2-3	6	5	2	2	2	3	6	4	4	3	3	3	3	1	6	6
	0.83	0.69	0.28	0.28	0.28	0.42	0.83	0.56	0.56	0.42	0.42	0.42	0.42	0.14	0.83	3
3-4						13	22	16	4	4						
						1.81	3.06	2.22	0.56	0.56						
4-5					2	5	74	26	7	7	1					
					0.28	0.69	10.28	3.61	0.97	0.97	0.14					
5-6						5	98	72	12	12						
						0.69	13.61	10.00	1.67	1.67						
6-7	1					2	64	69	3	3						
	0.14					0.28	1.11	9.58	0.42	0.42						
7-8						2	18	15	1	1						
						0.28	2.50	2.08	0.14	0.14						
8-9																
9-10							1	1	1	1						
							0.14	0.14	0.14	0.14						
10-11							1	3								
							0.14	0.42								
11-12																
12-13																
16-17						1	1									
						0.14	0.14									
17-18								1								
								0.14								
24-25																
26-27								1								
								0.14								
34-35						1										
						0.14										
合計	19	10	3	2	7	16	76	287	213	41	5	3	3	4	10	21
	2.64	1.39	0.42	0.28	0.97	2.22	10.56	39.86	29.58	5.69	0.69	0.42	0.42	0.56	1.39	2.92
平均流速 (cm/s)	2.0	1.7	2.0	0.8	2.3	4.3	5.3	5.4	5.6	6.3	6.3	0.7	1.0	0.8	1.5	1.8
最大流速 (cm/s)	6.7	2.3	2.7	1.5	4.1	6.1	34.7	16.2	26.4	12.3	24.2	0.8	1.4	1.3	2.5	3.9
流向(°)	7.4	11.4	44.1	68.1	94.5	107.8	136.5	158.4	173.1	211.7	222.9	245.9	271.0	294.3	312.9	337.0
月日	2/14	1/19	1/19	2/10	2/9	2/11	2/10	2/10	2/14	1/24	1/24	1/19	1/20	1/20	1/20	2/10
時刻	17:00	22:00	23:00	9:00	8:00	17:00	13:00	1:00	2:00	4:00	2:00	21:00	14:00	10:00	21:00	4:00

\* 上段: 個数 下段: 比率 (%)