

養殖漁場環境調査

小澤明子*1・杉山昭博*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（D0）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。県内の主要な養殖場において定期的な環境調査及び水質・流向流速の連続データの記録、また、汚染が進行している地域において、底質改善剤による浄化試験を行った。

2. 材料及び方法

県内の主要な養殖場である、糸満、塩屋、本部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）用い、水深1m毎のD0、水温、pH、塩分の測定を行った（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D0、水温、pH、塩分を連続的に記録した。

水質調査のD0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（表2）。

(2) 底質調査

底質調査の調査地点は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

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	7.5	2000年秋～2003年夏まで養殖生簀設置
糸満 st. 2	○	○	砂	9.8	2003年夏養殖生け簀設置
糸満 st. 3	○	○	砂	10.8	沖合対照区
塩屋 st. 1	○	○	泥	12.2	魚類生簀側
塩屋 st. 2	○	○	泥	13.0	湾内対照区1
塩屋 st. 3	○	×	砂礫	2.6	沖合対照区
塩屋 st. 4	○	○	泥	14.3	湾内対照区2(2000年12月以降調査対象地点)
本部 st. 1	○	○	砂	19.3	魚類養殖生簀側
本部 st. 2	○	×	砂礫	13.0	沖合対照区
本部 st. 3	○	○	泥	4.7	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 現在の所属：普及センター

*2 現在の所属：海洋深層水研究所

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。0.5mmのフルイにかかったものをれき, 0.25mm, 0.125mm, 0.063mmのフルイにかかったものを砂, 0.063mmのフルイを通過したものを泥とした。

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（表3）。

表2. 正常な海域におけるDO値

外洋	6.0mg/l 以上
内湾	4.3mg/l以上

表3. 底質調査の有機汚染度

	正常泥	汚染がかった泥	汚染泥
COD	0~20mg/g	20~30mg/g	30mg/g以上
TS	0~0.2mg/g	0.2~1.0mg/g	1.0mg/g以上

(3) 水理環境調査

メモリー流向流速計RCM7（アーンデラー社）を用い、水深5m地点に投下し、1時間ごとの流向、流速を連続的に記録した。

(4) 底質改善剤散布による環境浄化試験

これまでの調査で汚染の進行が確認された塩屋で、市販の底質改善剤クリアウォーター（宇部マテリアルズ）の散布を2002年8月と2003年2月に行っ

た。調査ポイントであるSt.1の生け簀とその隣の生け簀を含む約7m×13mの区域を試験区とし、各回40kg（約440g/m²）を散布した。また、コントロール区を設け8月の散布以降1~2ヶ月おきに追跡調査を行った。追跡調査の調査項目は、底質のTS, pHである。

3. 結果及び考察

水質及び底質の調査

糸満

（水質）

DOはst.1では5.52~7.20mg/l, st.2では5.81~8.59mg/l, st.3では6.03~8.58mg/lで、基準値を下回る月もあった（図4）。各調査地点とも水温が高い時に低く、低い時に高い傾向が見られた。水深ごとの差はなく安定していた。生け簀が設置されていたst.1では1月の調査時を除きst.2, 3と比較して値が低かった（1月は高かった）。1月の調査時には生け簀が空であったことから、養殖がDOの値に影響することが考えられる。

水温はst.1では18.1~28.0℃, st.2では18.4~28.0℃, st.3では19.8~27.6℃であった。各調査地点とも表層で高く、底層で低い傾向があった。その差はst.2, st.3の1月に最大で2.0℃だった。

塩分は、st.1で3月に表層が30‰を下回っていた。調査当日及び前日ともに降雨はなく、原因は不明である。しかし、それ以外は年間を通じて水深ごとにも差はなく安定していた。

（底質）

粒度組成は、各調査地点とも砂の占める割合が大きくなっていった（図7）。

COD及びTSをみると、st.2で2004年2月に高い値をとっているが、測定誤差も大きく、1回だけの調査で汚染がすすんだとは言えない（表4、図8）。しかし、この地点では2004年夏以降生け簀を設置しており、注意が必要である。平均値で

みると各海域とも正常泥に分類された (図 11)。

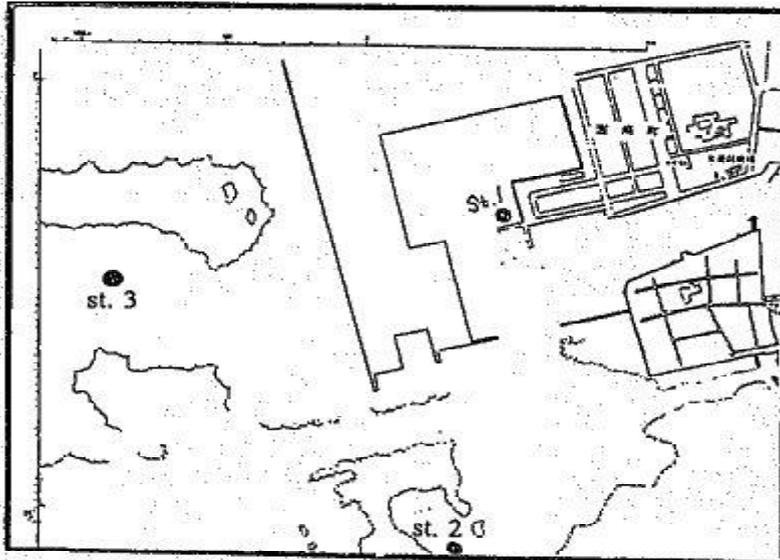


図1. 糸満調査地点

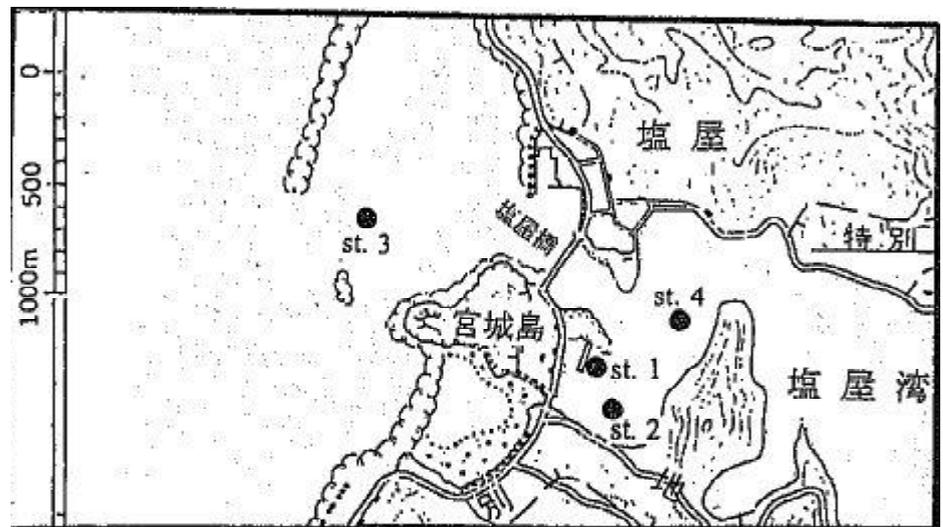


図2. 塩屋調査地点

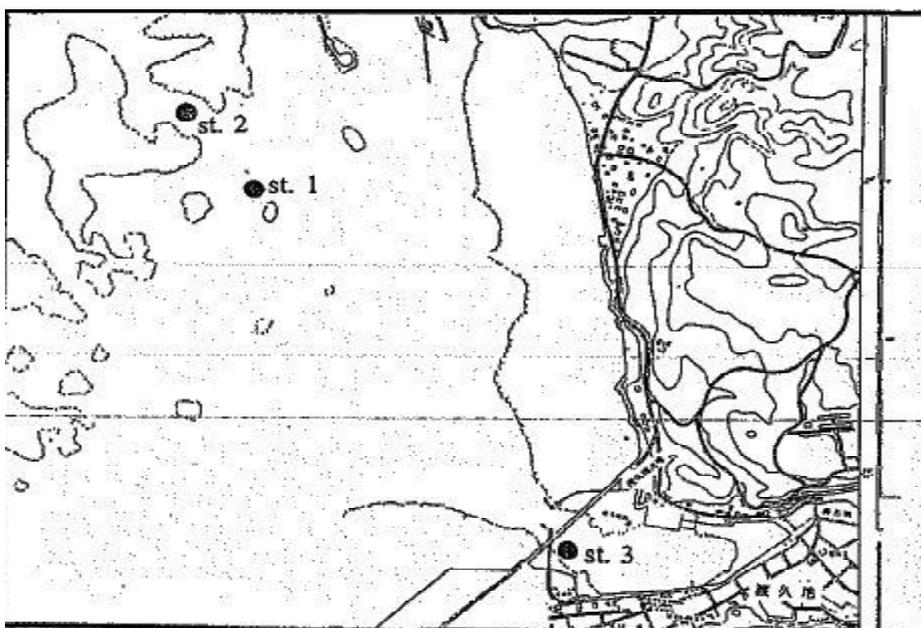


図3. 本部調査地点

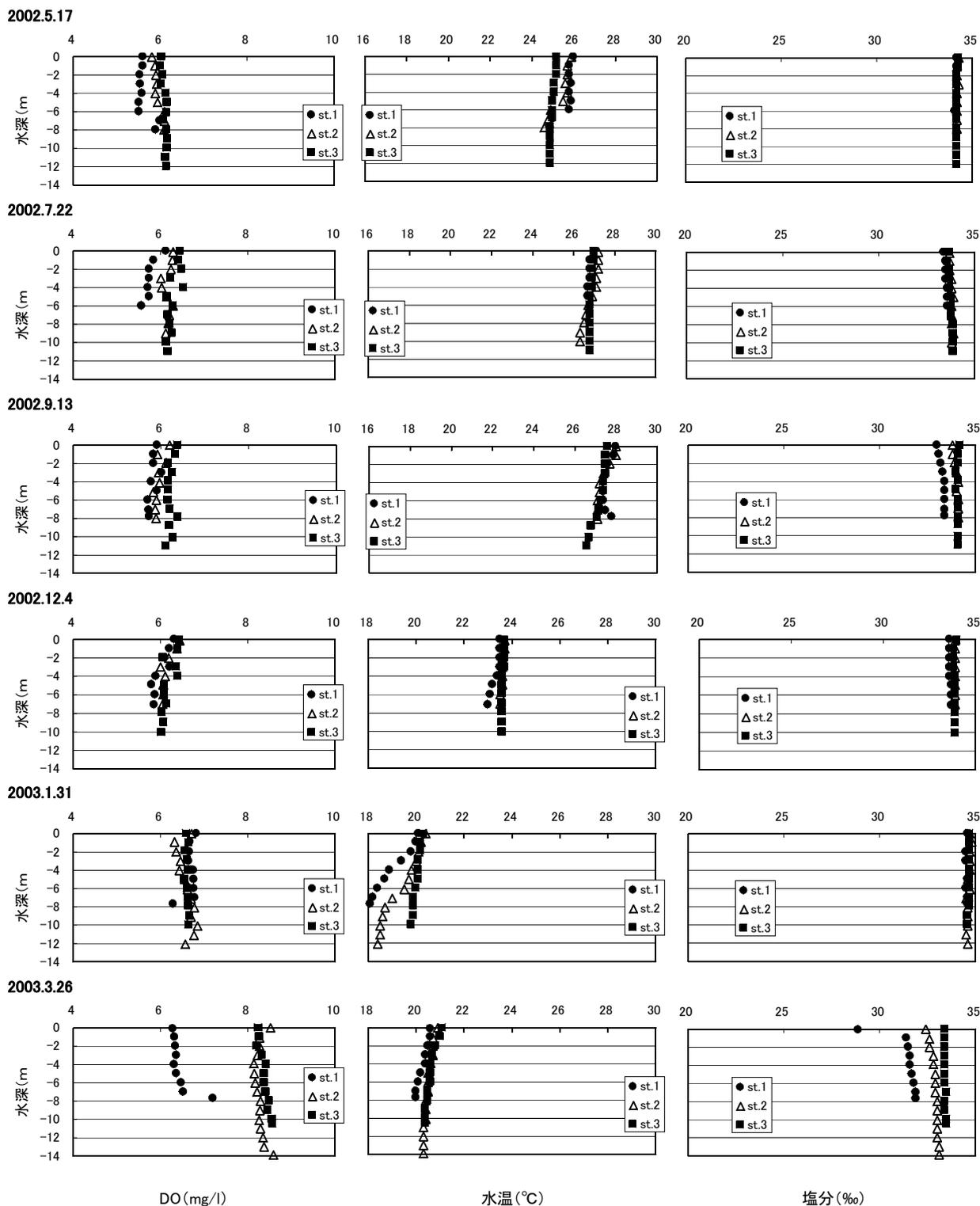


図4. 糸満水質調査結果(DO, 水温, 塩分)

塩屋

(水質)

DOはst. 1では2.39～9.17mg/l, st. 2では3.55～9.14mg/l, st. 3では5.93～9.35, st. 4では3.48～9.80mg/lで、基準値を大きく下回る月もあった(図5)。湾内の調査地点では水深ごとにばらつ

きがあり、年間を通じて表層で高く、底層で低くなっていた。その差は最大で4.47mg/lであった。

水温はst. 1では18.3～28.1℃, st. 2では17.6～28.6℃, st. 3では20.7～28.3℃, st. 4では17.6～28.9℃であった。各調査地点とも、深度増加とともに緩やかに増加又は減少していた。表層と

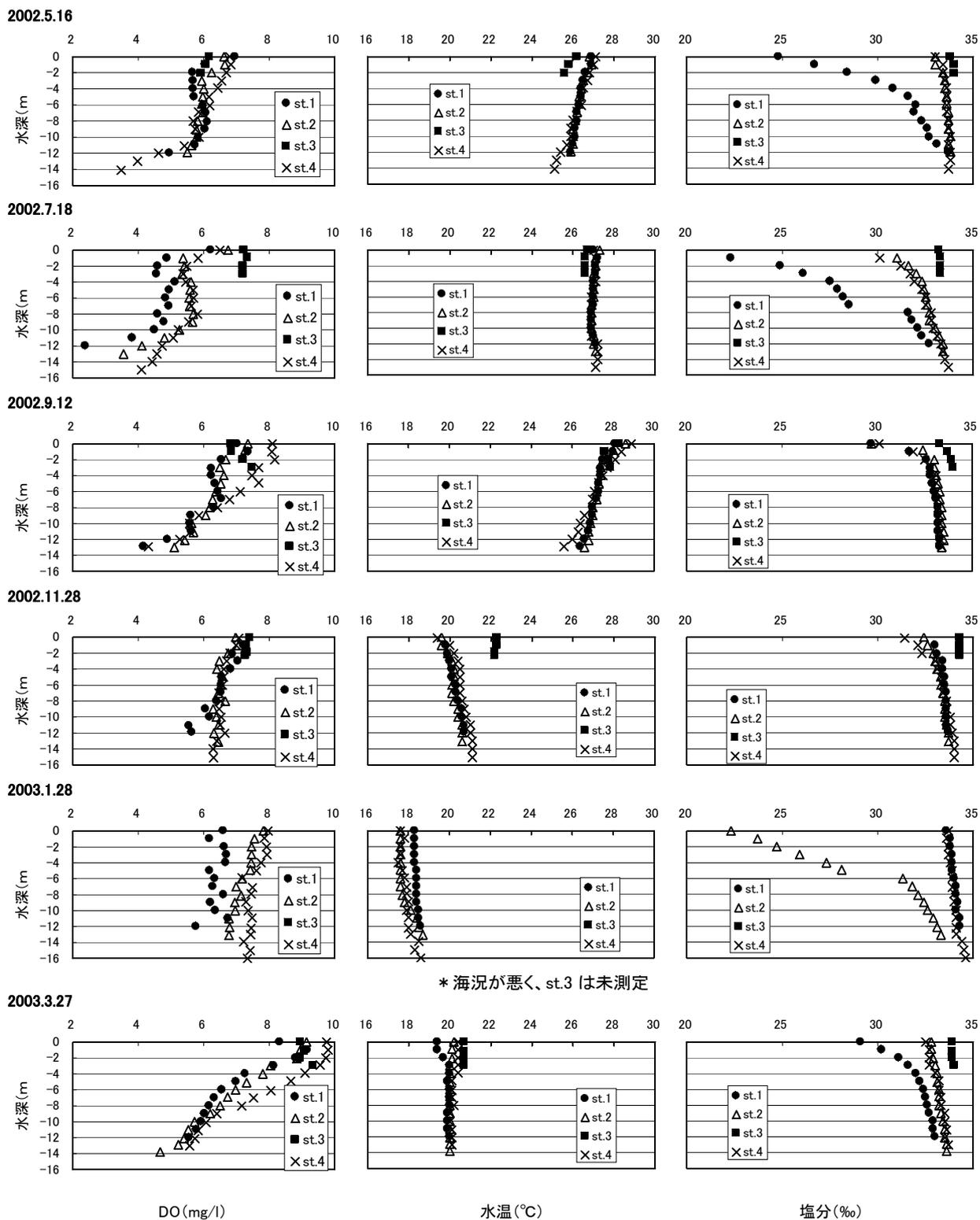


図5. 塩屋水質調査結果(DO, 水温, 塩分)

底層の水温差は9月に最大で st. 1 で 1.7℃, st. 2 で 2.0℃, st. 3 で 3.3℃であった。湾内と湾外の表層水温を比較すると, 11月に 2.7℃の差があった。

塩分は湾内の調査地点では表層で低く, 30%

を下回ることが多かった。中層付近まで 30%を下回る月もあった。5月と1月は調査前日の降雨, 7月と9月は調査前数日中に接近した台風による降雨の影響が考えられる。塩屋湾は大保大川の河口にあり, 陸水の影響を受けやすい。

(底質)

粒度組成は、各地点とも泥が大半を占めている(図7)。COD及びTSは、糸満、本部と比較するとかなり高く、汚染泥に分類される(図9, 11, 表4)。塩屋の調査地点のなかでも、特にst. 1では汚染が進行しており、魚類養殖の影響が考えられる。しかし、対照区として設けてあるst. 4でも汚染泥に分類されることから、養殖のみが原因とはいえない。

底質改善剤の散布効果は、今のところ見られない(図12)。生け簀増設のために、2002年の冬季に試験区の養殖生け簀があいていたにもかかわらず値に大きな変化がなかったことは、ベントスによる浄化作用も期待し難い。しかし、底質改善試験は試験開始当初より長期スパンで考えており、今後も継続していきたい。また、分析結果の誤差が大きいため、分析技術の向上、サンプル数を増やす等、見直しが必要である。

本部

(水質)

DOはst. 1では5.61～8.13mg/l, st. 2では5.96～8.83mg/l, st. 3では5.07～8.77mg/lで、基準を満たさない月もあった(図6)。各調査地点とも水深ごとにばらつきがあるが、表層と底層の差はほとんどない。

水温はst. 1では20.0～27.7℃, st. 2では20.1～27.8℃, st. 3では18.2～29.4℃であった。各調査地点とも表層で高く、底層で低い傾向があり、その差は最大2.5℃だった。st. 3では最高水温と最低水温の差が底層では7.4℃だったのに対し、表層では11.2℃であったことから、気温の影響を受けやすい地点であることがわかる。

塩分はst. 3で表層の値が低くなっている。3月の調査時を除き、調査前1週間以内に降雨があったことより、降雨の影響を受けやすく、またその影響は数日にわたって残ることが考えられる。

(底質)

粒度組成は、st. 1では砂が、st. 3では泥が大半

をしめている(図7)。COD, TSともにst. 3では徐々に減少してきて、浄化がすすんでいる(図10, 表4)。2003年7月の結果だけをみれば、正常泥に分類される(図11)

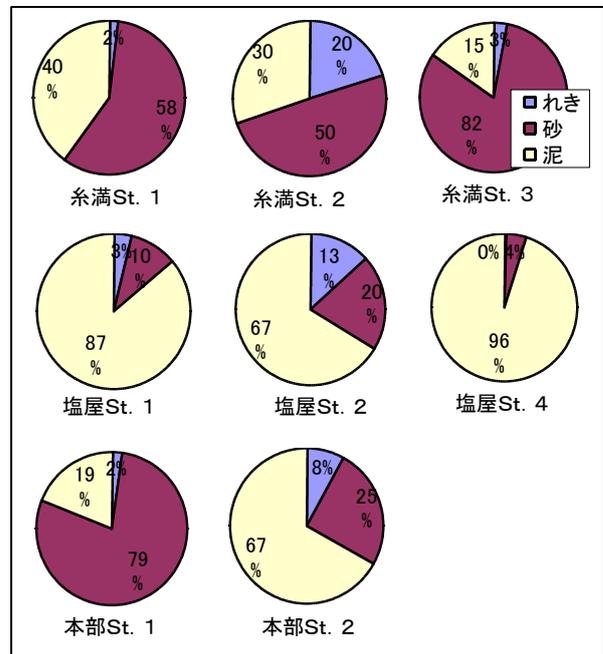


図7. 粒度分析結果(平均値)

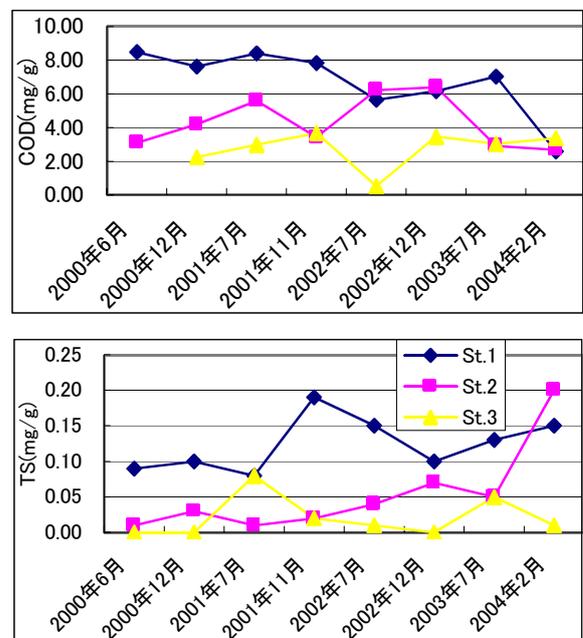


図8. 糸満の底質分析結果

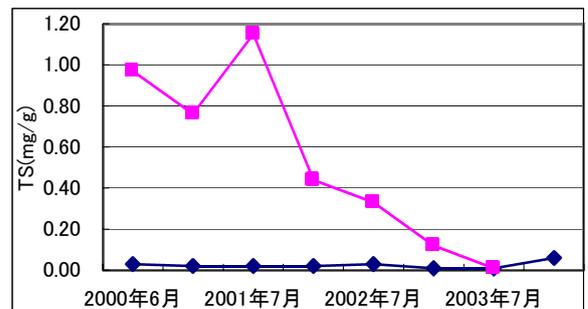
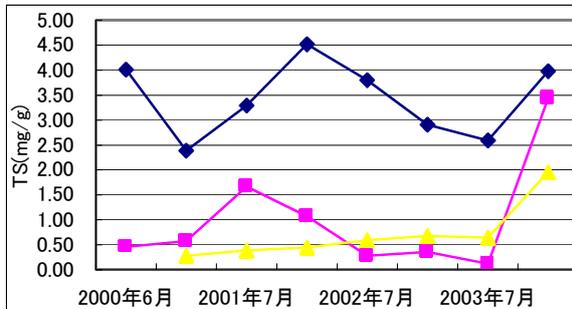
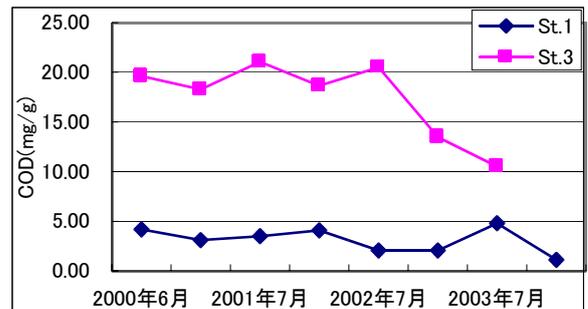
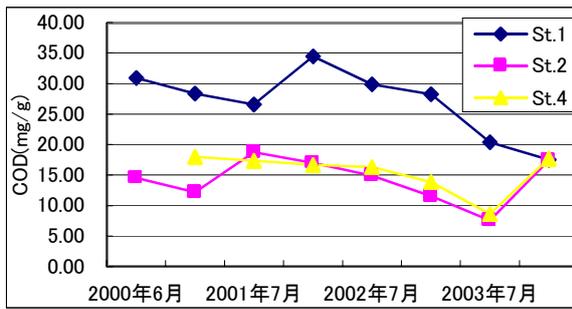


図9. 塩屋の底質分析結果

図10. 本部の底質分析結果

表4. 底質分析結果

糸満	02/7/22		02/12/4		03/7/3		04/2/12	
	COD	TS	COD	TS	COD	TS	COD	TS
st. 1	5.66	0.15	6.16	0.10	7.04	0.13	2.59	0.15
st. 2	6.23	0.04	6.39	0.07	2.92	0.05	2.69	0.20
st. 3	0.51	0.01	3.46	0.00	3.05	0.05	3.38	0.01

塩屋	02/7/18		02/11/28		03/7/2		04/2/5	
	COD	TS	COD	TS	COD	TS	COD	TS
st. 1	29.88	3.80	28.23	2.91	20.39	2.59	17.53	3.98
st. 2	14.91	0.28	11.54	0.36	7.65	0.12	17.41	3.44
st. 4	16.32	0.60	13.85	0.68	8.60	0.65	17.73	1.96

本部	02/7/23		02/11/21		03/7/2		04/3/10	
	COD	TS	COD	TS	COD	TS	COD	TS
st. 1	2.05	0.03	2.61	0.01	4.79	0.01	1.12	0.06
st. 3	20.50	0.33	13.51	0.12	10.52	0.01		

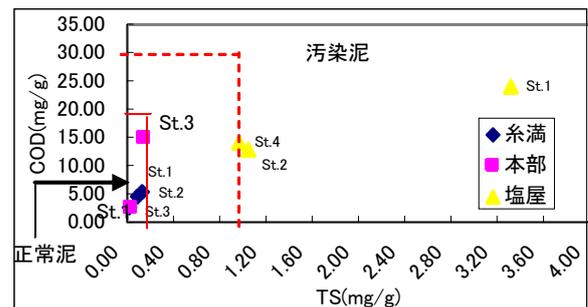


図11. 底質分析結果(平均値)

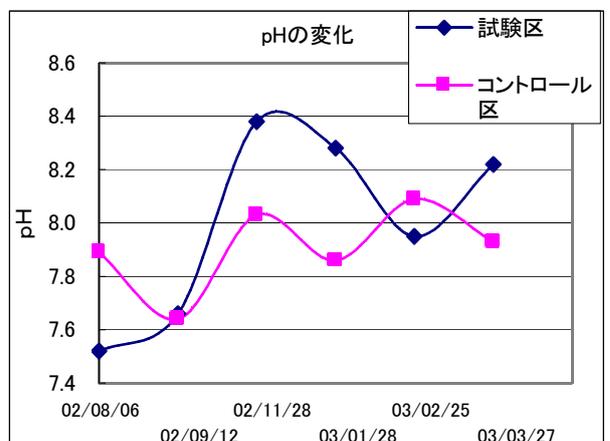
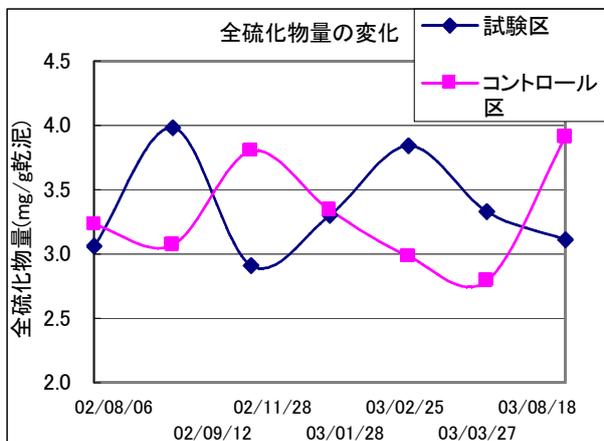


図12. 底質改善剤散布試験の追跡調査結果

水理環境調査

塩屋の st. 1 で 2003 年 7 月 21 日～9 月 10 日と、2003 年 12 月 1 日～2004 年 1 月 21 日に行った (図 13, 14)。1 回目の調査中、台風 16 号の影響と思われる流向・流速の顕著な変化はなかった。この地点は、潮汐により表層の流向は定期的に変化するが、水深 5m 地点では潮汐の影響はないと考えられる。1 回目の調査では 10cm/s より大きい流速が観測されたが、観測時間や前後の時間の流速から考えて、給餌時の船の航行によるものと思われる。

糸満の st. 2 で 2003 年 7 月 26 日～2004 年 2 月 4 日に行った (図 15)。8 月 7 日に沖縄本島に最接近した台風 10 号の影響で、8 月 5 日昼過ぎから 8 月 13 日朝まで流速が大きくなり、流向にも変化があった (図 16)。この期間の平均流速は 44.76cm/s で、流向は北～北北西が約 100%であったのに対

し、この期間を除く 8 月の平均流速は 3.34cm/s で、流向に特徴はなかった。また、流速は季節により値に差があり、夏季より冬季に大きくなっていった。

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.

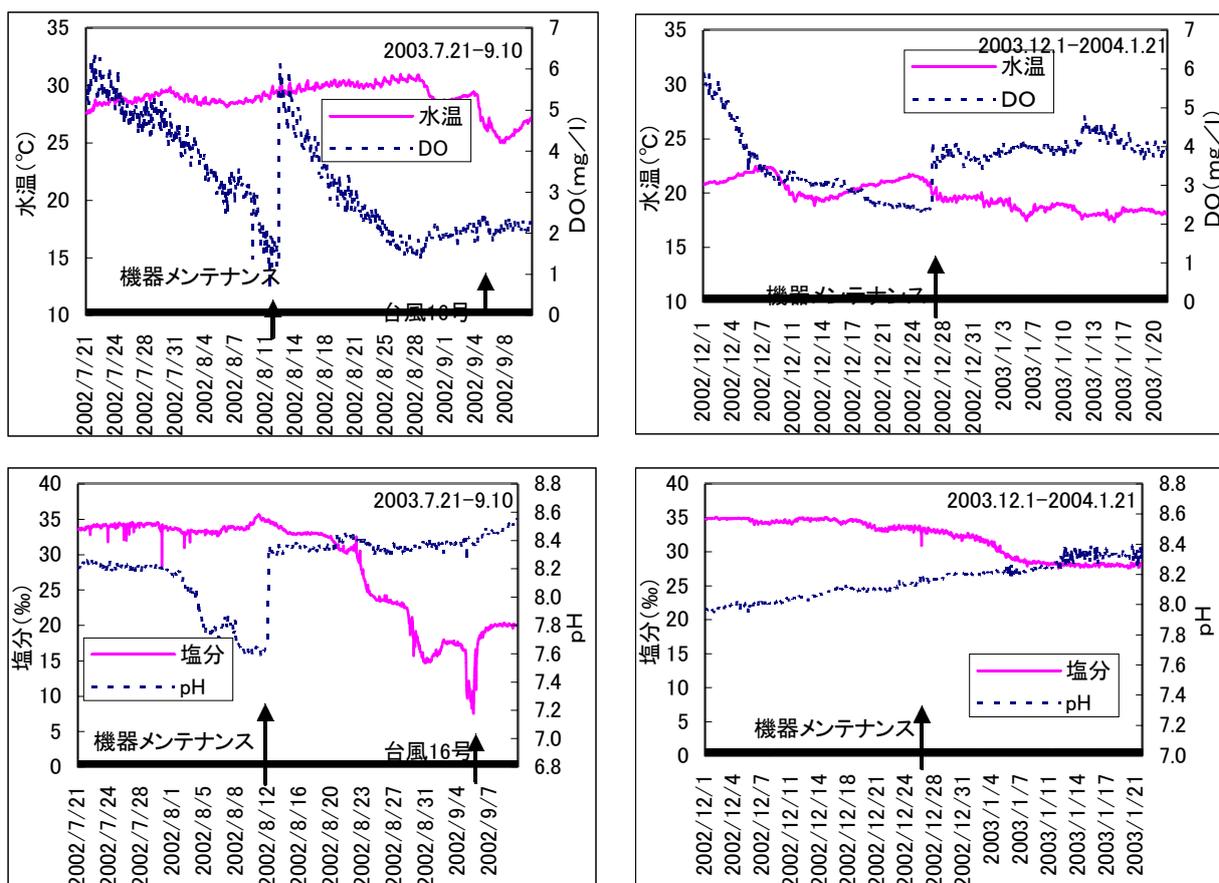


図13. 水質連続調査結果(塩屋)

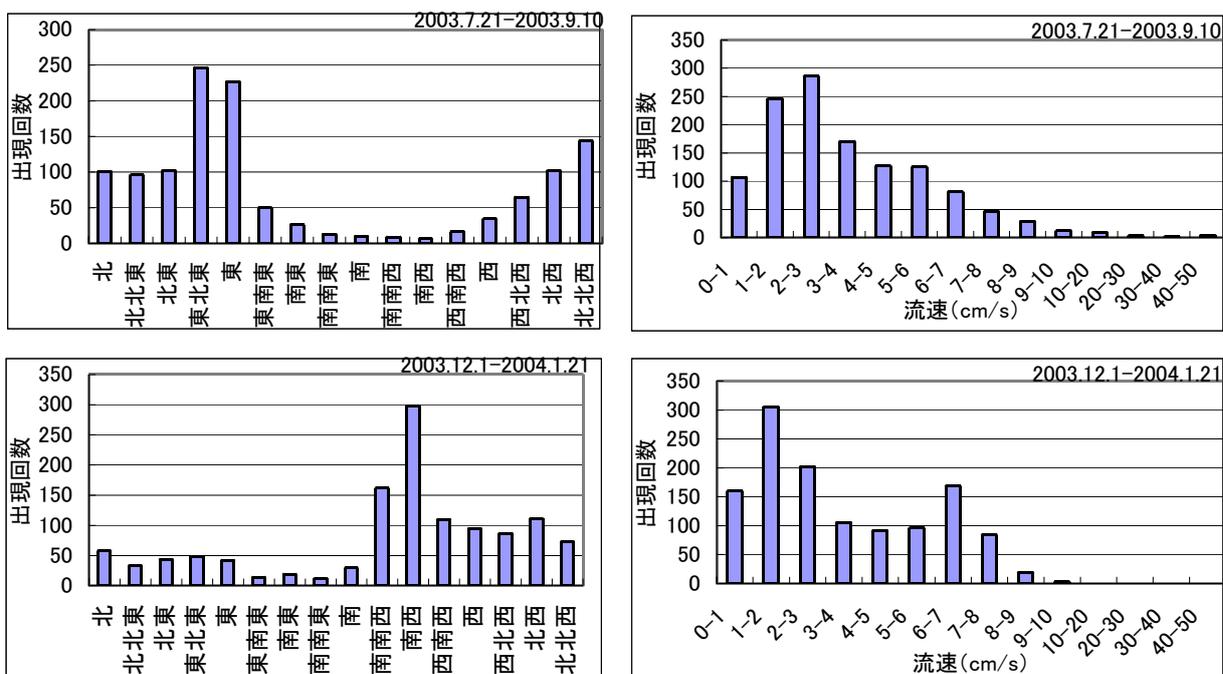


図14. 流向・流速出現回数(塩屋)

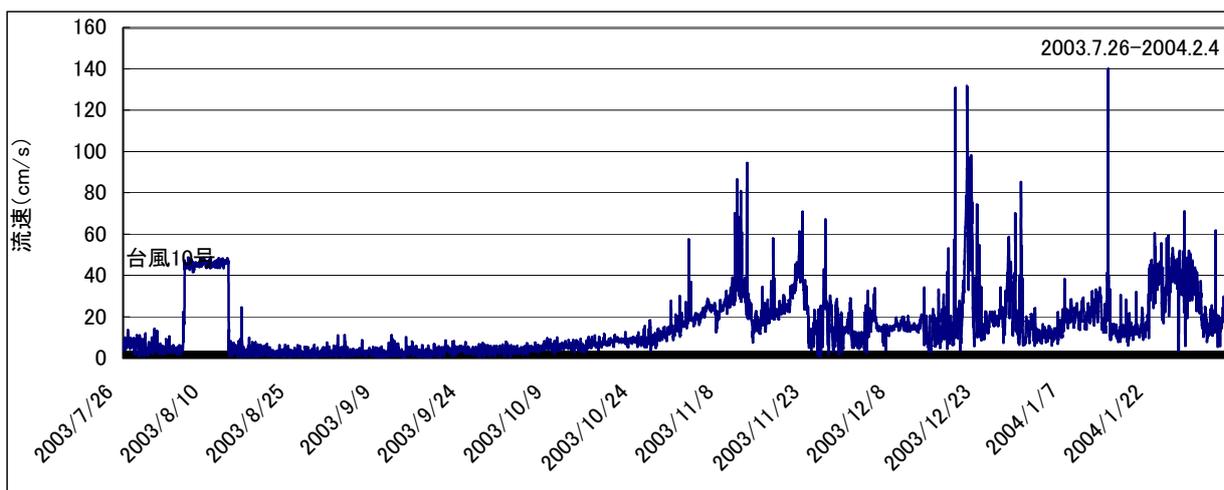


図15. 流速調査結果(糸満)

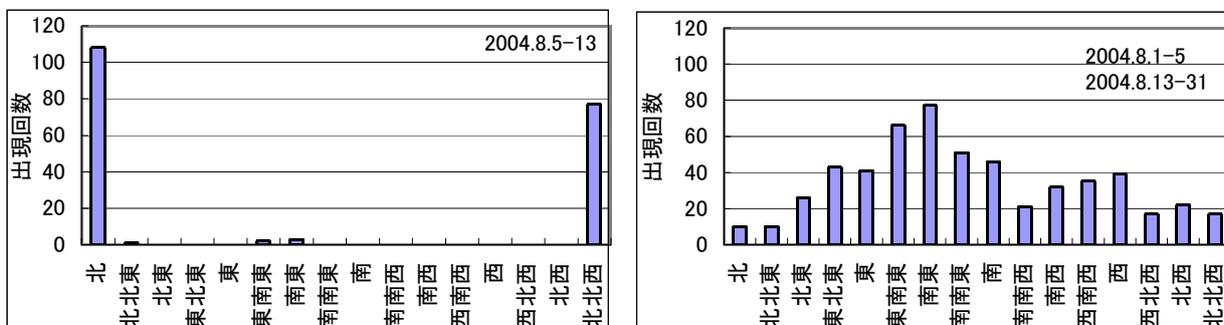


図16. 台風接近時と通常時の流向