

貝毒成分・有害プランクトン等モニタリング事業

(2) 貝毒調査

江崎 恭志・江藤 拓也・片山 幸恵・大村 浩一

近年、アサリ、マガキなどの二枚貝が毒化する現象が近県で見られ、貝類の出荷を自主規制するなどの措置がとられている。そこで、唐津湾及び福岡湾の養殖マガキ及び天然アサリについて貝類の毒化を監視し、併せて毒化原因のプランクトンの発生状況、分布を把握し、食品としての安全性の確保を図る。

方 法

調査海域を図1に示した。唐津湾については福吉・深江・加布里・船越・岐志・野北、福岡湾については唐泊・浜崎今津の各地区の地先海域とした。調査期間は、マガキについては10月下旬～1月中旬、アサリについては3月中旬とした。

1. 貝毒検査

貝毒の毒力検査は「麻痺性貝毒検査法」（昭和55年7月1日付 厚生省環境衛生局環乳第30号通達）および「下痢性貝毒検査法」（昭和56年5月19日付 厚生省環境衛生

局環乳第37号通達）に定める方法により、可食部の麻痺性貝毒・下痢性貝毒について（財）食品環境検査協会への委託により実施した。

マガキについては、原則として、福吉地区で週1回、加布里・岐志地区で月1回、それぞれ実施した。

アサリについては、浜崎今津地区で1回実施した。

2. 原因プランクトン調査

プランクトン調査は、麻痺性貝毒原因種である *Gymnodinium catenatum* 及び *Alexandrium* 属、下痢性貝毒原因種である *Dynophysis* 属を対象とした。

貝毒検査検体採取時に、表層及び底層の海水を採取、このうち1lを4mlに濃縮し、1mlを顕微鏡で検鏡した。

マガキについては、原則として、浜崎今津を除くすべての地区で週1回実施した。アサリについては、浜崎今津地区で1回実施した。

また、原因種の発生と環境要因との関連性を検討する上での基礎データとして、マガキ養殖場の海水試料について水温・塩分の測定を現場にて行った。



★貝毒検査 ●：原因プランクトン調査

図1 調査海域

表1 貝毒検査結果

地区名	種名	採取月日	試料 個体数	マガキ殻高/アサリ殻長 (mm)		試料 総むき身 重量(g)	検査月日	検査結果 (MU/g)		出荷 規制の 有無
				最大	最小			麻痺性	下痢性	
福吉	マガキ	10月21日	57.0	10.9	4.8	503.0	10月22日	nd	nd	無
加布里	マガキ	"	50.0	9.7	7.5	521.0	"	nd	nd	無
岐志	マガキ	"	62.0	10.5	7.3	504.0	"	nd	nd	無
福吉	マガキ	10月28日	50.0	12.0	9.2	640.0	10月29日	nd	nd	無
福吉	マガキ	11月4日	36.0	13.4	11.0	550.0	11月4日	nd	—	無
福吉	マガキ	11月11日	36.0	12.9	8.7	544.0	11月11日	nd	—	無
福吉	マガキ	11月18日	50.0	11.5	7.3	590.0	11月18日	nd	—	無
加布里	マガキ	"	30.0	13.1	8.0	422.0	"	nd	—	無
岐志	マガキ	"	40.0	10.4	7.6	384.0	"	nd	—	無
福吉	マガキ	11月25日	40.0	11.4	7.7	350.0	11月25日	nd	—	無
福吉	マガキ	12月2日	32.0	11.5	8.7	349.0	12月2日	nd	—	無
福吉	マガキ	12月9日	30.0	11.7	8.4	355.9	12月9日	nd	—	無
福吉	マガキ	12月16日	32.0	13.1	8.2	402.6	12月17日	nd	—	無
加布里	マガキ	"	35.0	12.9	7.1	300.0	"	nd	—	無
岐志	マガキ	"	27.0	13.1	8.7	347.1	"	nd	—	無
福吉	マガキ	12月24日	30.0	12.5	9.4	346.2	12月25日	nd	—	無
福吉	マガキ	1月6日	50.0	10.4	8.4	399.0	1月6日	nd	—	無
福吉	マガキ	1月14日	30.0	13.7	9.5	431.0	1月14日	nd	—	無
浜崎今津	アサリ	3月11日	200.0	4.1	2.9	513.0	3月13日	nd	nd	無

結果及び考察

1. 貝毒検査

検査結果を表1に示した。

全ての調査で麻痺性・下痢性貝毒は検出されなかった。

2. 原因プランクトン調査

調査結果を表2に示した。

10月下旬～12月上旬に、*Gymnodinium catenatum*が低密度で発生した。その他の原因種は発生しなかった。

表2 原因プランクトン調査結果

地区名	採水層	<i>Gymnodinium catenatum</i> 細胞数(cells/L)												
		10月21日	10月28日	11月4日	11月11日	11月18日	11月25日	12月2日	12月9日	12月16日	12月24日	1月6日	1月13日	1月20日
福吉	表層	0	0	40	0	欠測	0	0	0	0	0	0	0	0
	底層	0	8	8	12	欠測	0	0	0	0	0	0	0	0
深江	表層	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	底層	16	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
加布里	表層	0	12	0	12	0	0	0	0	0	0	0	欠測	0
	底層	24	0	8	8	16	0	0	0	0	0	0	欠測	0
船越	表層	0	16	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	底層	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
岐志	表層	0	0	40	16	0	0	欠測	0	0	0	0	0	0
	底層	12	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
野北	表層	0	23	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	欠測
	底層	0	18	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	欠測
唐泊	表層	0	38	20	16	0	0	40	0	0	0	0	0	0
	底層	15	0	28	0	32	16	12	0	0	0	0	0	0

表3 マガキ養殖場の水温

地区名	採水層	水温(°C)												
		10月21日	10月28日	11月4日	11月11日	11月18日	11月25日	12月2日	12月9日	12月16日	12月24日	1月6日	1月13日	1月20日
福吉	表層	21.4	20.7	18.6	18.6	欠測	17.0	17.5	15.4	13.5	14.1	13.8	11.8	11.3
	底層	21.3	20.4	18.8	18.8	欠測	17.0	17.4	15.4	13.4	13.7	13.9	11.0	12.5
深江	表層	20.7	18.5	19.4	19.4	18.5	16.1	16.0	14.6	14.5	13.8	11.4	9.8	11.7
	底層	21.3	20.4	19.6	19.6	18.9	16.7	15.5	14.6	15.2	14.0	12.6	9.8	12.7
加布里	表層	21.9	19.3	19.1	19.1	17.1	15.3	14.6	9.2	13.6	13.5	11.0	欠測	10.9
	底層	22.2	19.5	19.0	19.0	17.4	16.0	15.1	10.0	14.1	13.5	11.5	欠測	11.1
船越	表層	22.8	20.7	18.5	18.5	17.7	15.0	14.7	13.1	12.7	12.4	11.5	11.5	10.9
	底層	22.8	20.7	18.5	18.5	17.7	16.0	15.3	13.7	13.1	12.7	12.1	11.5	11.7
岐志	表層	22.6	20.2	19.1	19.1	18.6	17.3	欠測	15.2	14.5	13.3	13.2	11.3	12.3
	底層	22.5	20.2	19.0	19.0	18.4	17.2	16.2	14.5	14.0	13.2	13.0	11.4	12.2
野北	表層	22.7	19.7	18.5	18.5	12.6	16.7	18.7	17.6	14.5	14.1	欠測	7.5	欠測
	底層	22.2	19.8	18.8	18.8	12.7	16.5	18.5	17.5	14.8	13.9	欠測	7.8	欠測
唐泊	表層	22.7	21.3	18.9	18.9	18.7	17.4	15.5	14.7	14.7	14.3	欠測	11.5	12.7
	底層	21.5	21.3	18.7	18.7	18.5	17.3	15.5	14.3	14.3	13.9	欠測	11.5	12.3

表4 マガキ養殖場の塩分

地区名	採水層	塩分												
		10月21日	10月28日	11月4日	11月11日	11月18日	11月25日	12月2日	12月9日	12月16日	12月24日	1月6日	1月13日	1月20日
福吉	表層	33.22	33.12	33.26	33.26	欠測	32.93	33.47	32.99	31.68	33.26	33.78	欠測	34.38
	底層	33.16	33.09	33.28	33.28	欠測	33.08	33.52	33.05	31.64	33.20	33.67	欠測	34.42
深江	表層	31.65	29.90	33.10	33.10	33.01	31.75	32.79	32.73	31.43	32.66	31.90	欠測	33.72
	底層	33.29	32.50	33.08	33.08	33.08	32.89	33.16	32.62	33.12	32.92	33.57	欠測	34.16
加布里	表層	33.20	32.45	32.90	32.90	32.38	32.68	32.61	32.98	32.61	27.13	33.40	欠測	34.04
	底層	33.09	32.33	33.02	33.02	32.35	32.70	32.59	32.93	32.02	26.95	33.34	欠測	33.84
船越	表層	33.06	33.05	32.87	32.87	32.98	32.93	32.77	32.50	31.31	32.19	33.23	34.27	33.64
	底層	33.25	33.17	32.87	32.87	32.87	32.84	33.29	32.66	32.31	32.81	33.43	34.07	33.90
岐志	表層	33.26	33.03	33.36	33.36	33.28	33.40	欠測	33.04	32.81	32.56	33.77	33.92	34.29
	底層	33.26	33.04	33.38	33.38	33.30	33.33	33.40	33.09	32.86	32.77	33.79	33.89	34.28
野北	表層	33.20	33.32	33.26	33.26	33.30	33.31	33.54	33.42	33.36	33.54	欠測	33.87	欠測
	底層	33.23	33.34	33.17	33.17	33.29	33.36	33.48	33.54	33.61	33.50	欠測	33.87	欠測
唐泊	表層	33.09	33.32	33.15	33.15	33.38	33.43	33.20	33.40	33.32	33.56	34.01	33.78	34.35
	底層	33.30	33.39	33.13	33.13	33.41	33.39	33.12	33.14	33.14	33.57	33.88	33.83	34.31

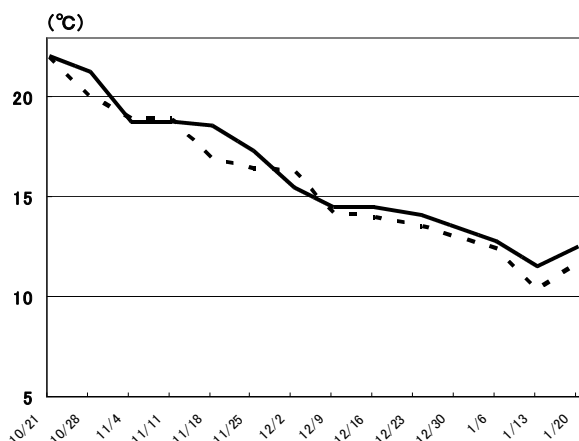


図1 マガキ養殖場の水温の推移
(破線：唐津湾 実線：福岡湾)

マガキ養殖場の水温の推移を表3・図1に、同塩分を表4に、それぞれ示した。

原因プランクトンの発生がなくなった12月中旬の水温は15°Cを下回っていた。

塩分については、26.95～34.42の範囲にあった。20台の低塩分は、河口域に位置する加布里漁場で観察されたが、これは河川水の影響があったものと考えられ、ほかには顕著な塩分の異状は見られなかった。

漁場環境保全対策事業

－水質・底質調査－

江崎 恭志・江藤 拓也・片山 幸恵

筑前海区の沿岸漁場環境保全のため、水質調査、底質及びベントス調査を行ったので、結果を報告する。

結果及び考察

方 法

1. 水質調査

筑前海沿岸域を調査対象とし、調査定点を図1に示した。

各定点において、北原式採水器を用いて、表層と底層を採水した。この海水を実験室に持ち帰った後、無機態窒素（以下DIN）と無機態リン（以下 $PO_4\text{-P}$ ）を分析した。同時にクロロテック（JFEアレック）を用いて、水温、塩分、溶存酸素を測定した。

調査日は、平成20年4月16日、5月14日、6月10日、7月16日、10月15日、平成21年1月21日の計6回行った。

2. 底質・ベントス調査

福岡湾全域を調査対象とし、調査定点を図2に示した。各定点において、スミスマッキンタイヤ型採泥器（採泥面積 0.05m^2 ）を用いて底泥を2回採取した。この底泥の0～2cm層の一部を冷蔵し、実験室に持ち帰り後、乾泥率、酸揮発性硫化物量（AVS）、強熱減量（IL）の分析に供した。また、残りの底泥は2mm目のふるいを用いて底生動物を選別し、種同定及び計数・計量を行った。

調査日は、各季節ごとに、平成20年5月20日、8月18日、11月25日、平成21年2月18日とした。

1. 水質調査

調査結果を表1に示した。各値は、表層、底層それぞれの9定点の平均値を示した。

水温は、表層では $13.7\sim 26.6^\circ\text{C}$ の範囲で推移し、7月に最も高い値を示した。底層では $13.2\sim 22.9^\circ\text{C}$ の範囲で推移し、10月に最も高い値を示した。

塩分は、表層では $33.04\sim 34.20$ 、底層では $33.46\sim 34.38$ の範囲で推移し、平均値で33を下回ることにはなかった。

溶存酸素は、表層では $6.65\sim 8.80\text{mg/L}$ 、底層では $6.93\sim 8.53\text{mg/L}$ の範囲で推移し、表、底層とも10月に最も低い値を示した。

DINは、表層では $1.2\sim 3.3\mu\text{mol/L}$ の範囲で推移し、1月に最も高い値を示した。底層では $1.1\sim 2.9\mu\text{mol/L}$ の範囲で推移し、4月に最も高い値を示した。

$PO_4\text{-P}$ は、表層では $0.01\sim 0.24\mu\text{mol/L}$ 、底層では $0.04\sim 0.21\mu\text{mol/L}$ の範囲で推移し、表、底層とも1月に最も高い値を示した。

2. 底質・ベントス調査

調査結果を表2に示した。22の調査定点を、湾口部・湾中央部・湾口部に区分した（図2の破線による）。

底質の各項目から、湾口部>湾中央部>湾口部の順で底質環境が良好であることが示された。

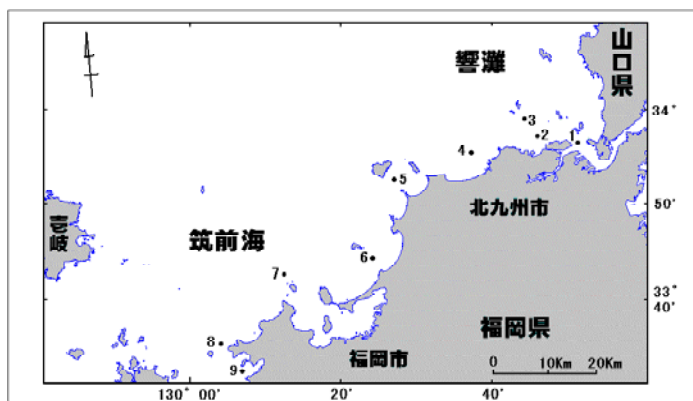


図1 水質調査定点

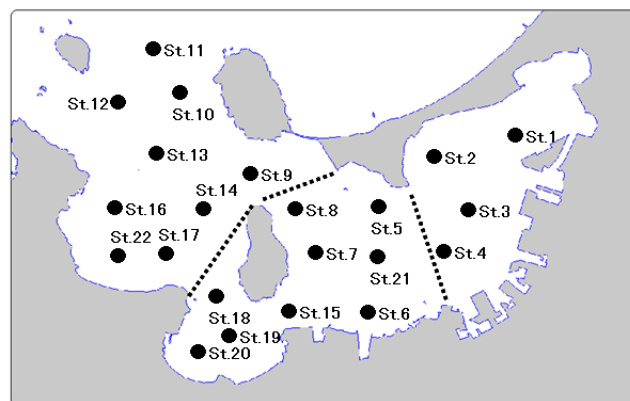


図2 底質調査定点

表 1 水質調査結果

	調査日	観測層	水温 ℃	塩分 PSU	溶存酸素 mg/L	DIN μmol/L	PO ₄ -P μmol/L
平成20年	4月16日	表層	14.8	33.96	8.80	3.3	0.05
		底層	14.4	34.38	8.53	2.9	0.10
	5月14日	表層	17.5	34.20	8.49	2.8	0.02
		底層	17.1	34.24	8.46	1.8	0.07
	6月10日	表層	21.2	33.83	8.12	2.1	0.01
		底層	19.8	34.14	7.92	1.9	0.04
平成21年	7月16日	表層	26.6	33.04	7.33	1.2	0.02
		底層	22.4	33.46	7.44	1.5	0.08
	10月15日	表層	23.0	33.44	6.65	1.4	0.04
		底層	22.9	33.53	6.93	1.1	0.05
1月21日	表層	13.7	34.19	7.35	3.3	0.24	
	底層	13.2	34.24	7.46	2.5	0.21	

(各値は9定点の平均値を示す)

表 2-1 底質・ベントス調査結果 (5月期)

測定項目	湾口	湾央	湾奥	
底質	乾泥率 (%)	66.8 (56.7 ~ 78.3)	48.6 (38.7 ~ 58.7)	43.0 (39.7 ~ 49.4)
	AVS (mg/g·dry)	0.026 (0.000 ~ 0.098)	0.171 (0.068 ~ 0.259)	0.126 (0.032 ~ 0.258)
	IL (%)	6.3 (3.0 ~ 10.4)	10.2 (7.8 ~ 13.2)	11.9 (10.2 ~ 13.5)
ベントス	個体数	141 (48 ~ 307)	346 (72 ~ 1365)	195 (65 ~ 324)
	湿重量 (g)	5.2 (0.9 ~ 14.7)	39.3 (1.8 ~ 171.1)	12.3 (2.0 ~ 22.2)
	種類数	32 (16 ~ 58)	33 (23 ~ 53)	31 (16 ~ 38)
	多様度	3.7 (2.5 ~ 4.5)	3.6 (2.0 ~ 4.5)	3.9 (3.6 ~ 4.4)

表 2-2 底質・ベントス調査結果（8月期）

測定項目		湾口	湾央	湾奥
底質	乾泥率 (%)	72.2 (56.4 ~ 82.6)	54.5 (45.4 ~ 62.4)	44.3 (39.8 ~ 52.2)
	AVS (mg/g·dry)	0.032 (0.000 ~ 0.168)	0.178 (0.085 ~ 0.382)	0.259 (0.187 ~ 0.304)
	IL (%)	5.6 (1.9 ~ 9.5)	9.4 (8.1 ~ 12.5)	12.8 (11.8 ~ 13.5)
ベントス	個体数	108 (58 ~ 180)	185 (76 ~ 462)	105 (61 ~ 215)
	湿重量 (g)	2.1 (0.6 ~ 5.7)	12.0 (1.3 ~ 78.6)	5.1 (0.8 ~ 17.0)
	種類数	31 (9 ~ 44)	27 (16 ~ 38)	20 (15 ~ 25)
	多様度	4.0 (2.3 ~ 4.7)	3.5 (2.4 ~ 4.2)	3.4 (2.8 ~ 3.8)

表 2-3 底質・ベントス調査結果（11月期）

測定項目		湾口	湾央	湾奥
底質	乾泥率 (%)	66.4 (50.2 ~ 80.5)	52.9 (43.1 ~ 65.8)	44.7 (38.4 ~ 51.4)
	AVS (mg/g·dry)	0.035 (0.000 ~ 0.155)	0.196 (0.024 ~ 0.474)	0.255 (0.109 ~ 0.614)
	IL (%)	5.6 (2.7 ~ 9.1)	12.1 (7.9 ~ 29.8)	10.9 (10.0 ~ 11.9)
ベントス	個体数	47 (20 ~ 97)	122 (25 ~ 308)	113 (49 ~ 163)
	湿重量 (g)	3.1 (0.2 ~ 9.7)	5.2 (1.1 ~ 13.7)	1.5 (0.4 ~ 2.5)
	種類数	18 (10 ~ 28)	23 (12 ~ 30)	19 (11 ~ 25)
	多様度	3.4 (2.5 ~ 4.4)	3.3 (1.3 ~ 4.2)	2.9 (1.6 ~ 3.7)

表 2-4 底質・ベントス調査結果（2月期）

測定項目		湾口	湾央	湾奥
底質	乾泥率 (%)	68.6 (58.0 ~ 78.0)	51.4 (42.8 ~ 66.3)	43.5 (41.3 ~ 48.1)
	AVS (mg/g·dry)	0.049 (0.000 ~ 0.188)	0.160 (0.017 ~ 0.305)	0.122 (0.074 ~ 0.207)
	IL (%)	5.7 (2.8 ~ 10.2)	10.4 (7.8 ~ 13.8)	11.0 (9.4 ~ 12.1)
ベントス	個体数	48 (12 ~ 84)	125 (22 ~ 303)	114 (55 ~ 174)
	湿重量 (g)	4.9 (0.3 ~ 10.2)	5.3 (1.1 ~ 10.1)	4.1 (1.4 ~ 8.5)
	種類数	20 (10 ~ 31)	27 (13 ~ 37)	28 (21 ~ 35)
	多様度	3.7 (2.9 ~ 4.2)	3.6 (2.5 ~ 4.6)	3.8 (3.3 ~ 4.3)

博多湾栄養塩変動現況調査

(1) 博多湾の栄養塩と湾内への栄養塩負荷量の長期変動

片山 幸恵・江藤 拓也・大村 浩一

博多湾の栄養塩変動の全体像を明らかにするために、博多湾の栄養塩と湾内への栄養塩負荷量の長期変動を整理する。

方 法

1. 博多湾の栄養塩の長期変動

博多湾の栄養塩の解析には、福岡市環境局が報告している「福岡市水質測定結果報告（1981～2006年）」の栄養塩類濃度（全窒素：以下T-N，全リン：以下T-P，無機態窒素：以下DIN，無機態リン：以下PO₄-P）のデータを用いた。

解析に際しては、まず神菌¹⁾の方法により博多湾を湾口部と湾奥部に海域区分するため、8観測点のうち3定点を湾口部、5定点を湾奥部とした(図1)。次に毎月の表層及び底層(B-1m)のデータを海域毎に平均した値を用いて、湾口部と湾奥部の表層及び底層の長期変動を整理した。

また、1981～2006年のデータを1980年代、1990年代、2000年代に3区分し、年代別季節別（1～3月：冬，4～6月：春，7～9月：夏，10～12月：秋）の長期変動の解析を行ない、定量限界以下の測定値については「0」として取り扱った。

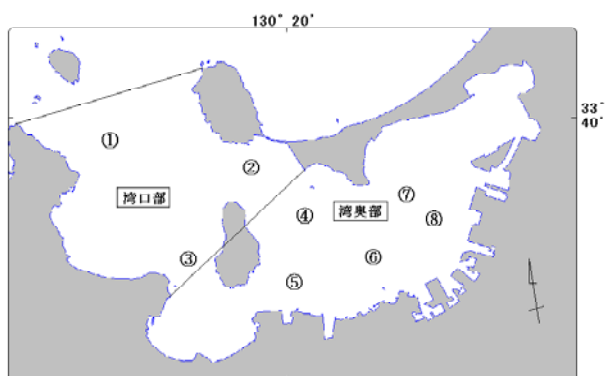


図1 調査定点図

2. 博多湾への栄養塩負荷量の長期変動

湾内への負荷量として降雨、河川、下水処理の3つが挙げられる。降雨による負荷量は、多田²⁾が求めた降水中のT-N濃度を58 μM，T-P濃度を0.25 μMを用いて気象庁³⁾による福岡市の降水量に海域面積を乗じて推定した。

河川からの負荷量は、篠原ら⁴⁾佐藤ら⁵⁾が求めた解析と同様に、流量データが得られている筑後川流量と降水量、流域面積の関係を参考として、図2に示した福岡湾に流入する河川流量を算出し、福岡市環境局⁶⁾より報告されている「福岡市水質測定結果」のT-N，T-P濃度を乗じた。

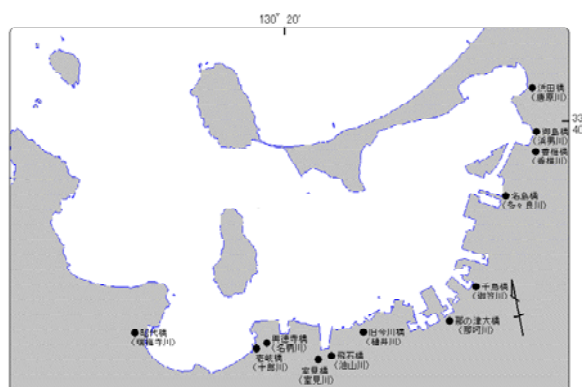


図2 河川位置図

●は栄養塩測定点，()は河川名を示す

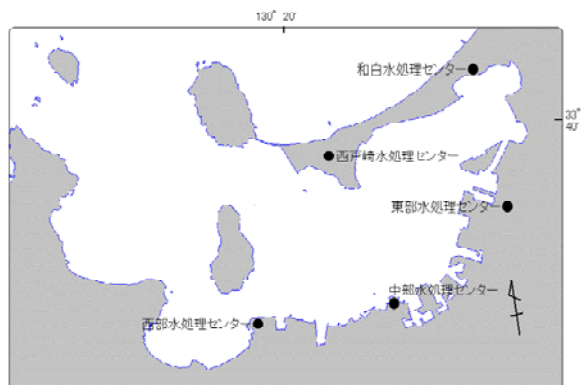


図3 下水処理場位置図

下水道処理場からの負荷量は、福岡市下水道局⁶⁾が報告している「水処理センター管理年報」を用いて、図3に示す各処理場の放流量とT-N、T-P濃度から算出した。

水質は福岡市環境局⁵⁾より報告されている「福岡市水質測定結果」を用い、図1に示す区域分けを行い、表層と底層の平均した値を用いた

結 果

1. 博多湾の栄養塩の長期変動

T-N、DIN、T-P、 $PO_4\text{-P}$ 濃度の月平均値、13月移動平均値の推移を図4～7に示す。なお、各図とも最小二乗法により求めた長期トレンドを示す直線を描いた。長期トレンドの直線に関しては、統計的に有意な場合には実線で、有意でない場合には点線で示した。

13月移動平均でみたT-Nについては、巨視的には湾奥部が湾口部よりも高く、表層が底層よりも高い傾向を示している。最小二乗法による回帰直線でみた長期傾向として湾奥部では表層・底層とも有意な上昇傾向を示しており、湾口部では表層で上昇傾向にある。DINについては、T-Nと同様の傾向を示し、湾奥部と表層で高い値を示している。長期傾向として湾口部底層を除いて有意な上昇傾向にあり、とくに湾奥部表層でその傾向が大きい。T-P、 $PO_4\text{-P}$ については、湾奥部が湾口部よりも高い傾向を示しているが、表層と底層の違いは明瞭ではない。長期傾向として湾口部、湾奥部とも表層・底層で有意な下降傾向を示している。

このように栄養塩の長期的変動については、窒素は増加傾向にあり、リンは減少傾向にあるが、特にリンは福岡湾全域で減少している。植物プランクトンが良好な増殖をするためには、栄養塩類が下限濃度以上で存在し、それらの組成比がある一定値に近いことが望ましいと考えられる。そこで、これまでに報告されている下限濃度(N: $1\ \mu\text{M}$, P: $0.1\ \mu\text{M}$)⁸⁾及び組成比(N:P=16:1)⁹⁾を基準として湾内の栄養塩と比較した。年代別・季節別の栄養塩の組成比を図8に示す。図にはDIN、 $PO_4\text{-P}$ 濃度の下限値を点線で、N/P比16の値を実線で示した。

湾口部表層については、冬季に $PO_4\text{-P}$ が $0.1\ \mu\text{M}$ の下限値を下回る年があり、この傾向は春季にさらに拡大する。夏季には $PO_4\text{-P}$ だけではなくDINも $1\ \mu\text{M}$ の下限値を下回る年が増える。秋季には $PO_4\text{-P}$ 、DINとも下限値を下回することはほぼなくなり、年間を通してレッドフィールド比に相当する直線付近に最も収束してくる。湾口部底層については、冬季には湾口部表層と同じ傾向を示すが、

春季になると湾口部表層の夏季と同じように $PO_4\text{-P}$ 、DINともに下限値を下回る年がある。成層が強くなる夏季には底質から $PO_4\text{-P}$ が溶出することが知られており^{10) 11)}、博多湾においても夏季に $PO_4\text{-P}$ 濃度の不足はほぼ解消され、直線付近に収束してくる。この傾向は秋季まで持続する。

湾奥部については、表層は湾口部表層と同様の季節的な変動を示し、湾奥部底層は湾口部底層と同じ変動を示す。しかし、湾奥部が下限値を下回るのは $PO_4\text{-P}$ だけで、DINが下限値を下回ることはないという点で湾奥部と湾口部は異なる。このようにDINは夏季の湾口部表層と春季の湾口部底層でプランクトン増殖の制限要因となる場合があるが、基本的には充足されていると考えられる。一方、 $PO_4\text{-P}$ は表層では冬季から夏季、底層では冬季から春季に制限要因となる場合が多く、柳¹²⁾の報告と一致する。また、 $PO_4\text{-P}$ が制限要因となるのは湾口部、湾奥部とも1980年代よりもむしろ1990～2000年代に入ってからが多い。

2. 博多湾への栄養塩負荷量の長期変動

降雨、河川及び下水道処理場からの負荷量の合計値(以下全負荷量と記載)の長期変動を図9に示した。T-Nは3,362～6,542t/年の範囲で推移し、下水道処理場からの負荷量と同様に上昇傾向を示した。T-Pは153～488t/年の範囲で推移し、河川や下水道処理からの負荷量と同様に下降傾向を示した。TN/TP比は、10～40の範囲で推移し、25年間で約4倍に増加した。

博多湾への負荷量と水質環境との関係をみるために、湾内の海水中のT-N、T-P及びTN/TP比の長期変動を図10に示した。T-Nは、湾口部では $11\sim 18\ \mu\text{M}$ の範囲で推移し、横ばい傾向、湾奥部では $24\sim 38\ \mu\text{M}$ の範囲で推移し、上昇傾向を示し、1990年代以降顕著であった。T-Pは、湾口部では $0.5\sim 1.0\ \mu\text{M}$ 、湾奥部では $0.7\sim 1.7\ \mu\text{M}$ の範囲で推移し、1990年代前半の高い値を除くと下降傾向を示した。TN/TP比は、湾口部では16～32、湾奥部では17～42の範囲で推移し、両海域ともに上昇傾向を示し、25年間で湾口部では約1.5倍、湾奥部では約2倍に増加した。

負荷量が湾内の水質環境に与える影響の程度を明らかにするために、湾口部と湾奥部に分けて、負荷量と水質環境について、T-N、T-P及びTN/TP比との関係を図11に示した。関係式については、統計上有意な場合は実線で、有意でない場合は波線で表示した。T-Nでは、湾口部では関係はみられないが、湾奥部とT-Pの湾口部と湾奥部

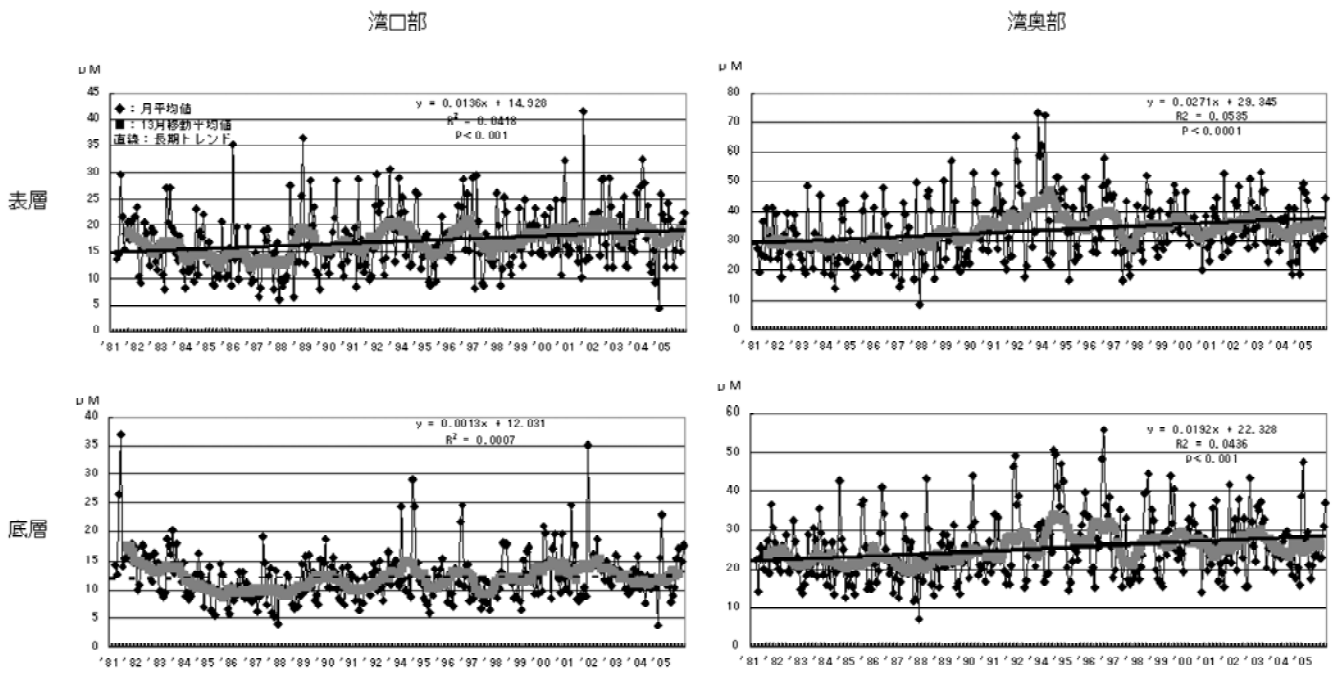


図4 T-N

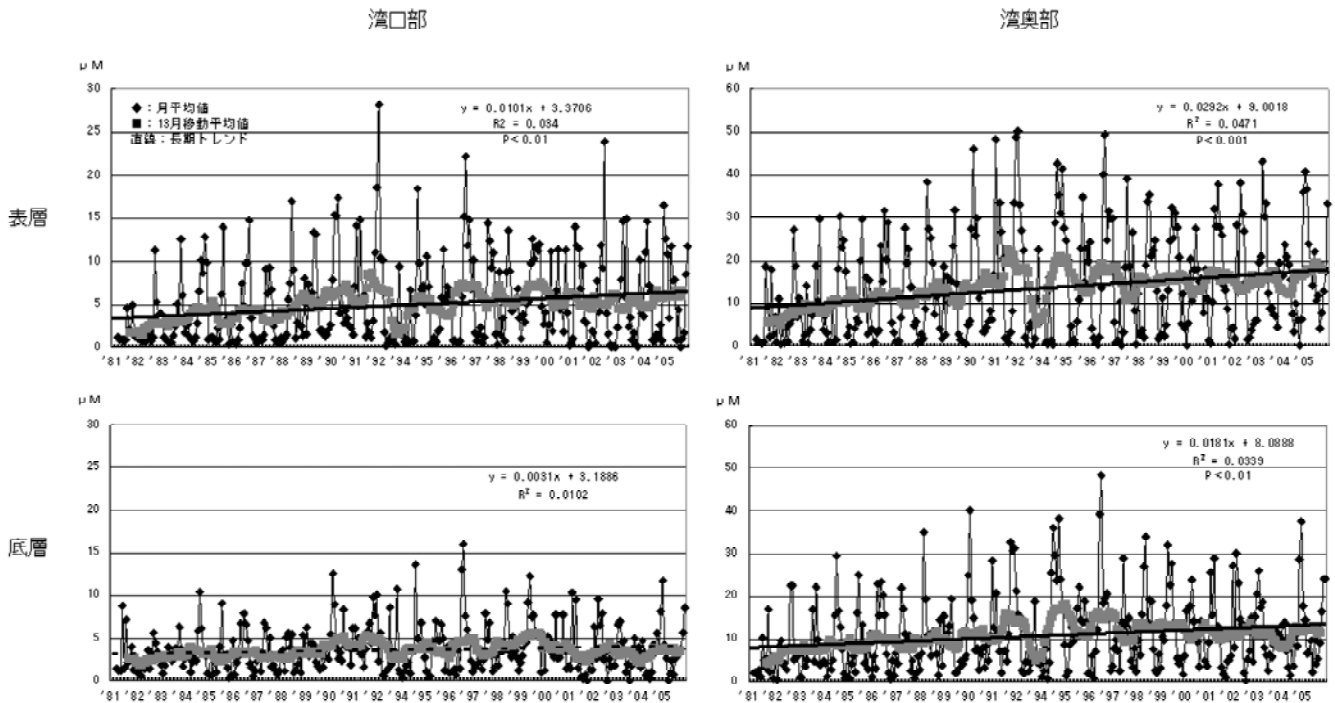


図5 T-P

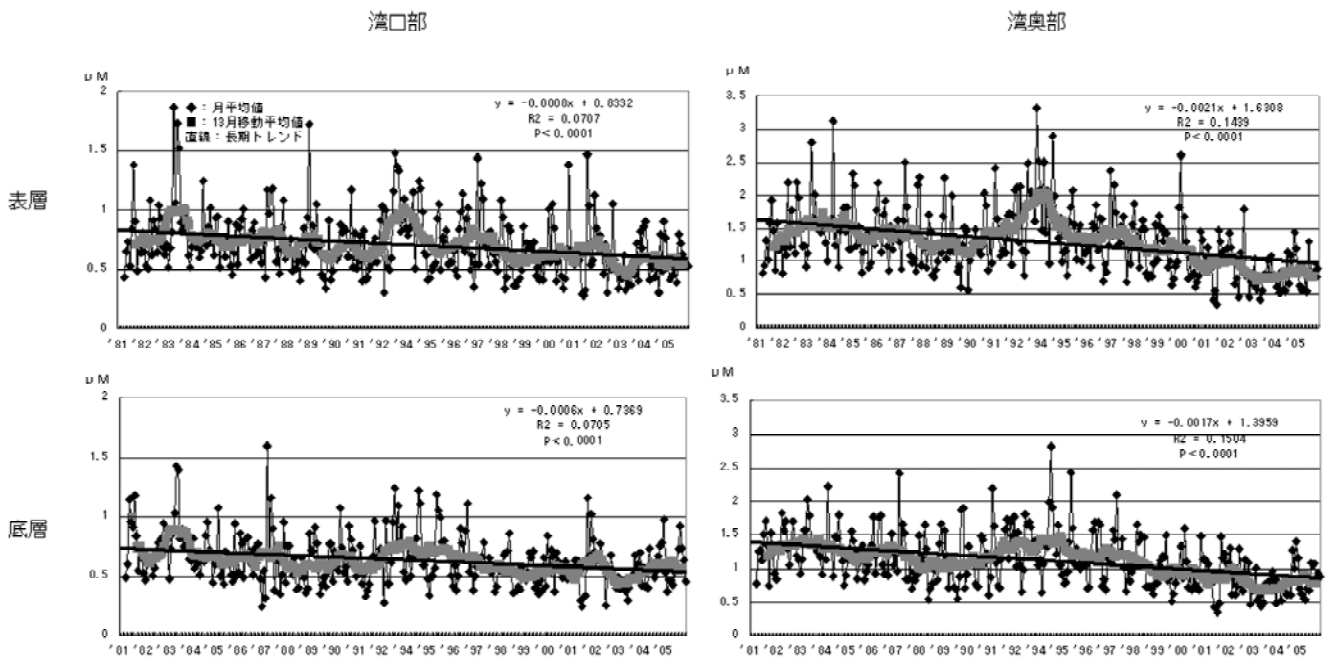


図6 T-P

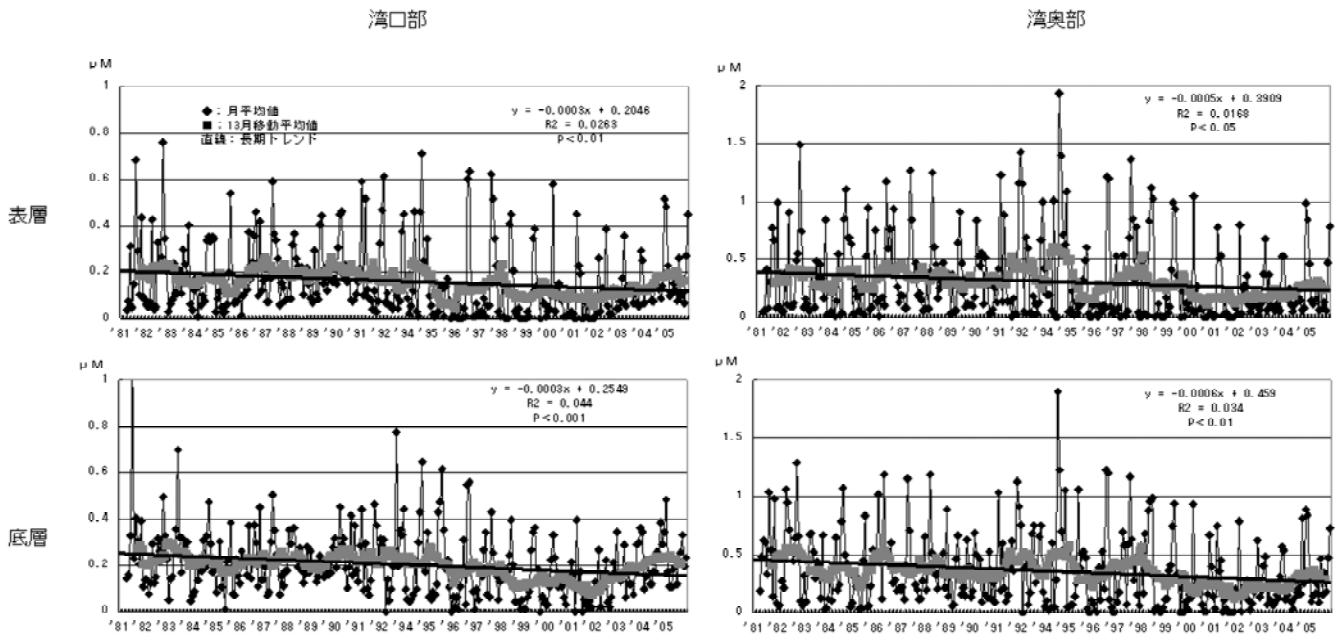


図7 P O₄-P

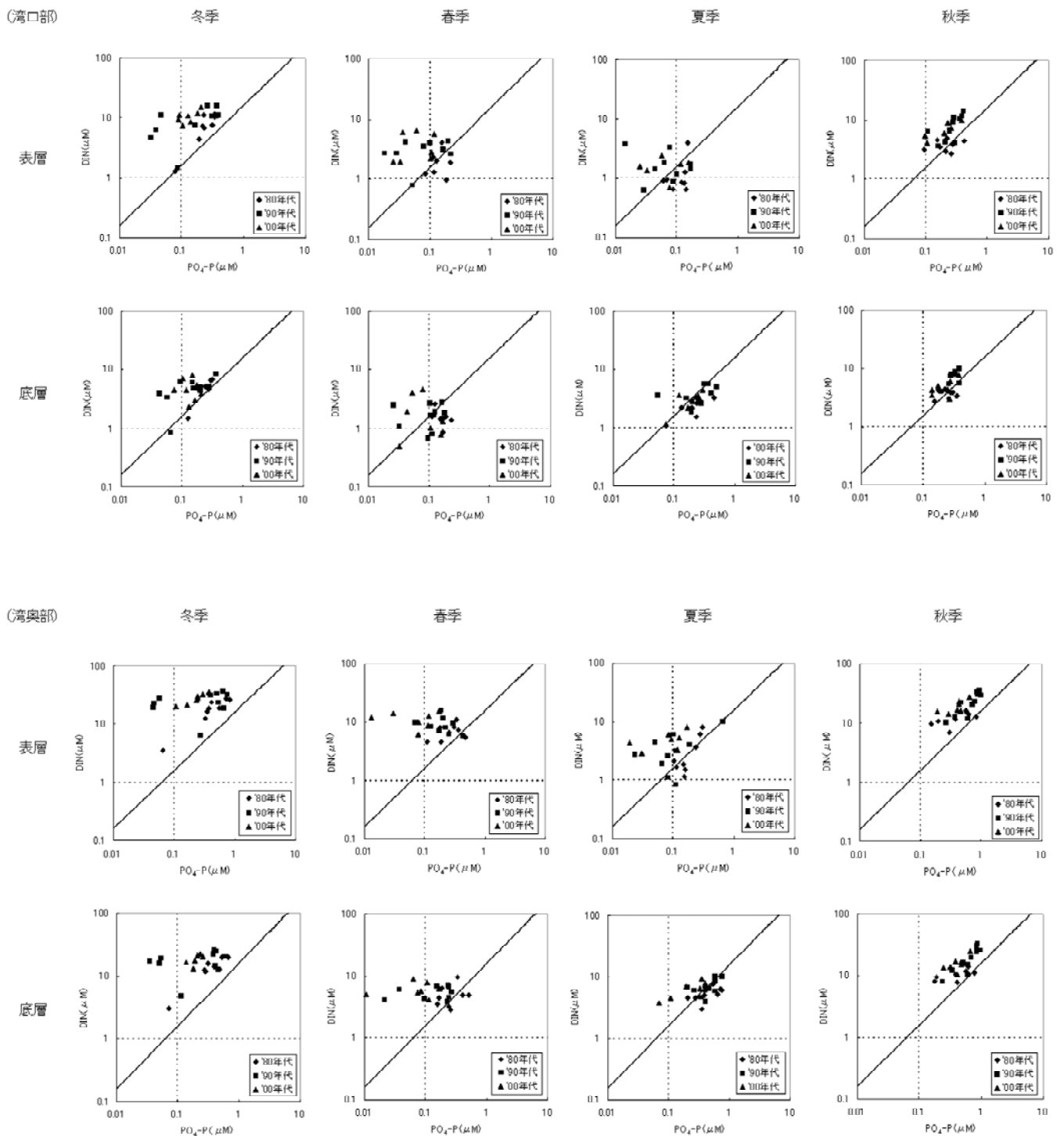


図 8 年代別季節別栄養塩の関係

で正の相関 ($P < 0.05$) がみられた。TN/TP比では、湾口部と湾奥部ともに非常に強い正の相関 ($P < 0.001$) がみられた。また、湾口部と湾奥部をそれぞれの項目で比較すると、全て湾奥部の方が関係が強かった。

考 察

1. 博多湾の栄養塩の長期変動

今回、博多湾の25年間の水質データを解析した結果、窒素は長期的に増加傾向にあり、リンは減少傾向にあることが確認された。特にリンについてはT-P、 $PO_4\text{-P}$ とも湾全域で減少傾向にあることも明らかとなった。

このような栄養塩の長期的変化を他海域と比較してみると、博多湾と同じように閉鎖的な内湾である大阪湾では、表層DINと $PO_4\text{-P}$ 濃度の1985～1998年の平均値がDINでは $11.8 \mu\text{M}$ 、 $PO_4\text{-P}$ では $0.49 \mu\text{M}$ であった。同時期の福岡湾湾奥部では、DINが $14.14 \mu\text{M}$ であり大阪湾の1.2倍大きく、 $PO_4\text{-P}$ は $0.37 \mu\text{M}$ であり、大阪湾の7割であった¹³⁾。

博多湾の湾奥部については、大阪湾よりN/P比が高い海域であると言えるが、博多湾での窒素の増加、リンの減少は湾全体の傾向になりつつあり、この傾向が今後も継続するのであればN/P比はさらに高くなっていくことが予想される。

一方、近年博多湾の湾外と湾口の海水交換率が大きくなっていることが報告されている¹³⁾。このことは湾口部の栄養塩濃度をさらに減少させるとともに湾口と湾奥間の栄養塩類の濃度差がより大きくなり、 $PO_4\text{-P}$ の供給の減少と併せて今後さらにバランスの悪い海域へと変化することも予想される。

このように窒素の増加、リンの減少、それに伴うN/P比の増加など長期的な漁場環境の変化が漁場生産力に与える影響を検討すると、直接的な影響としてノリ養殖やワカメ養殖など栄養塩を直接吸収する植物が想定される。特に $PO_4\text{-P}$ が植物プランクトンに必要な下限濃度を下回り制限要因となるのは一年のうちで冬季の割合が最も高いため、これら養殖への影響は懸念されるべきかもしれない。一方、間接的には植物プランクトンの減少に伴い植物プランクトンに始まる食物連鎖で水産動物に影響する可能性もある。漁場環境の変化による漁業生産との関係は今後の課題であるが、そのためには海域の栄養塩の収支を検討することが必要であると考えられる。

2. 博多湾への栄養塩負荷量の長期変動

博多湾への全負荷量は、T-Nで3,362～6,542 t/年、T-P

で153～488 t/年の範囲であった。全負荷量のT-N、T-Pの変動及び割合について年代別に整理し、図12に示した。T-Nは上昇傾向を示し、特に1980年代から1990年代にかけて増加し、割合をみると降雨が約5%、河川が約45%、下水処理場が約50%を占めた。T-Pは下降傾向を示し、特に1990年代から1900年代にかけて減少し、割合をみると河川が約60%、下水処理場が約40%を占め、年代別に割合の変化はみられない。

湾内への負荷量は25年間でTN/TP比が約4倍増加した。この原因について、全負荷量のうち河川と下水処理場からの負荷量が、T-Nで95%以上、T-Pでほぼ100%を占める。このためこの2つの負荷形態について考察を行った。増加要因の1つである下水処理場からの負荷量は、T-Nが増加傾向、T-Pが減少傾向を示し、TN/TP比が約7倍増加した。特に1980年代に福岡市の人口増加¹⁴⁾とともに下水処理量が増加し、T-Nの放流量も増加している。一方で、各処理センターでは1990年代前半からリンの高度処理が整備され、脱リンを行っており、T-P減少の要因となっている。

他方、河川からの負荷量は、T-Nは横ばい傾向であるのに対し、T-Pが低下し、TN/TP比が約2倍増加している。瀬戸内海では、海域への負荷は家庭食生活、食品工業、畜産業、農地からの影響が大きく、特に農地への施肥においてNは化学肥料として多く利用されているが、Pは不足気味であり、負荷量のP減少の原因の1つと指摘されている¹⁵⁾。博多湾でも同様の要因でリンの減少が生じている可能性があるが、様々な視点から検討を行う必要がある。

今回、博多湾への負荷量でTN/TP比が25年間で約4倍に、水質のTN/TP比が約1.5～2倍に増加していた。同じ閉鎖性内湾で人口密度が高い大阪市に隣接する大阪湾では、1970年代以降の10年間に全域全層年平均値でN/P比が約5倍増加し、その後、増減をくり返していると報告されている¹⁶⁾。今回の博多湾での増加割合は、これより小さいものの長期間、増加傾向が継続している点で異なる。このようなN/P比の増加は、生態系へ影響することが懸念されている。東京湾では、予備的な解析で1965年前後～1980年代後半にN/P比が増大し、その時期に生物相が貧困化したことが、1970年代にN/P比が低下すると生物相が回復に向かったことを報告している¹⁶⁾。また、上らによると未解明な点が多いが、富栄養化やN/P比の増加が植物プランクトン相を珪藻類優占から非珪藻類優占へ変化させ、その結果、一次生産の割合が減少し、漁業生産が低下する可能性があることを指摘している¹⁶⁾。博多

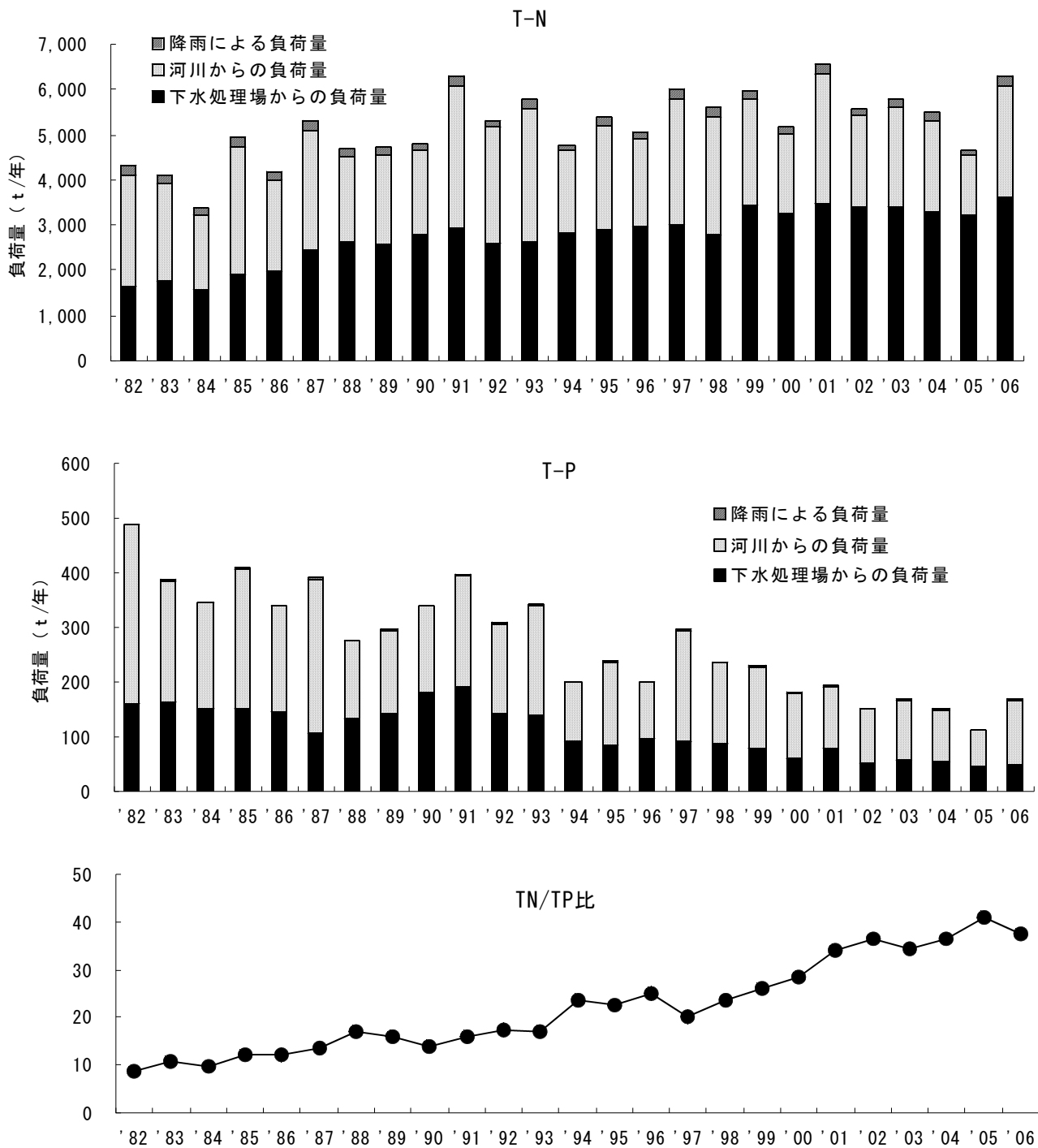


図9 全負荷量の長期変動

湾においても水質のTN/TP比が上昇傾向を示していることから、今後は、湾内の基礎生産となる植物プランクトンや生物相の変遷について、N/P比の変動と比較しながら解析を行う必要がある。

負荷量と水質のT-N、T-P量の変動を比較するとそれぞれ正の相関はみられるものの測定値にバラツキもみられた。このことは、湾内の栄養塩の変動に、負荷量の変動以外に、底質や湾外域への栄養塩の移動など、他の要因が関与していることが考えられる。また、負荷量と水質との関係は、湾口部に比べ、湾奥部で関係が強い。このことは、負荷量の中で多くの割合を占める河川と下水処理場が湾奥部に位置することが原因であろう。

負荷量と湾奥部のTN/TP比が最も強い関係がみられたことから、これらを年代別に整理し、図13に示した。両者の関係は、年代ごとにグループ化でき、年代が上がるのに従いTN/TP比も上昇してしており、湾内の水質の栄養塩のバランスの変化に、湾内への負荷量のバランスの変化が強く関与していることが示唆された。今回、博多湾への負荷量の長期変動を整理し、負荷量と水質のTN/TP比との間に関連がみられた。今後は、整理した基礎資料を用いて、博多湾の栄養塩収支等を明らかにし、基礎生産から漁業生産まで、様々な角度から適正な栄養塩バランスの検討を行う必要がある。

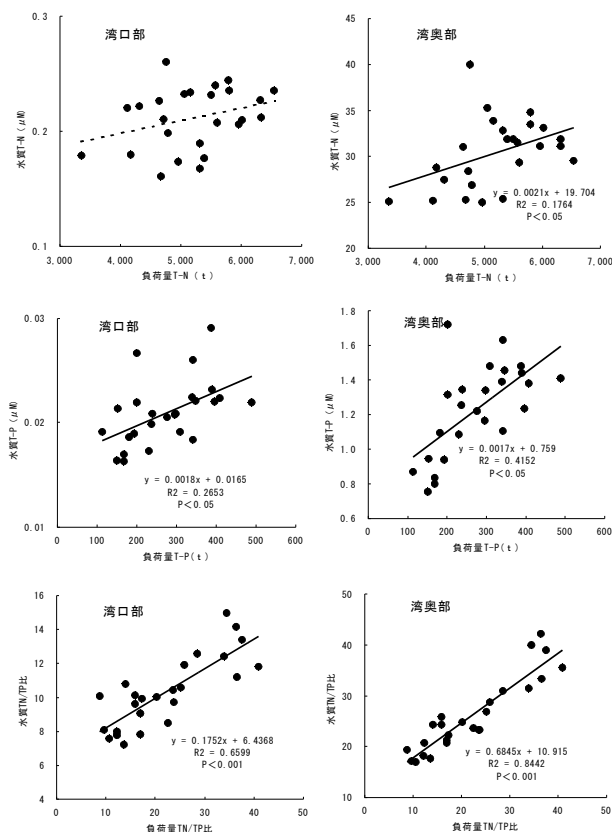


図11 負荷量と水質の関係

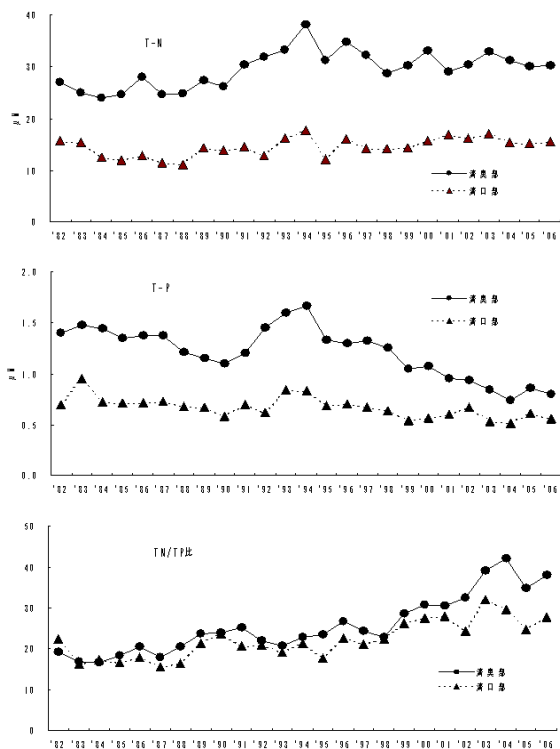


図10 水質環境の長期変動

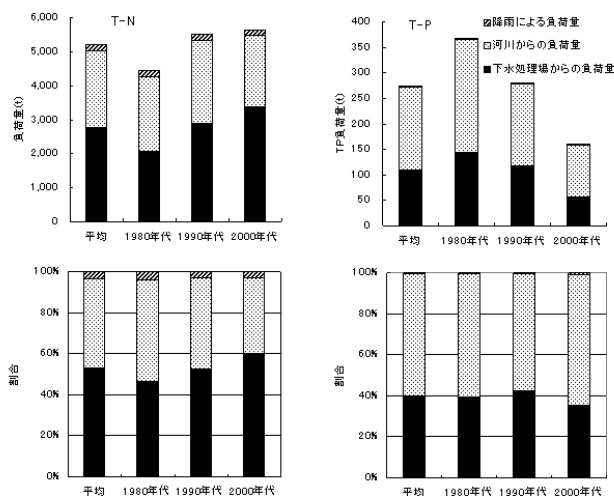


図12 年代別の負荷量及び割合の変化

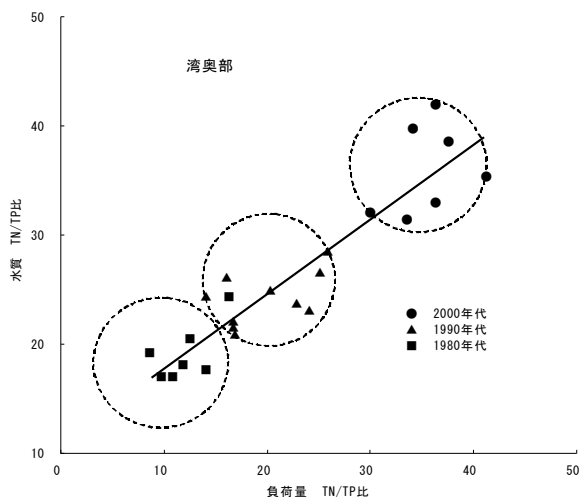


図13 年代別の負荷量と水質のT-N, T-P比との関係

文献

- 1) 神菌真人：福岡湾の窒素・リン収支，沿岸海洋研究 Vol. 38, 131-138(2001).
- 2) 多田邦尚：降水中の窒素・リン濃度と内湾への栄養塩負荷量，海と空，4, (1998)
- 3) 気象庁：福岡県気象月報．(1982-2004)
- 4) 篠原満寿美：福岡湾における夏季貧酸素水塊の発生状況．福岡県水産海洋技術センター研究報告，81-87. (2002)
- 5) 佐藤博之・山本千裕・寺井千尋：福岡湾における *Heterocapsa circularisquama* 赤潮発生年の環境について．福岡県水産海洋技術センター研究報告，71-75. (2005)
- 6) 福岡市環境局：福岡市水質測定結果報告．(1982-2004)
- 7) 福岡市下水道局：福岡市下水処理管理年報．(1982-2004)
- 8) 福岡市市民局：福岡市統計年報．(1982-2004)
- 9) D. Justić: Changes in nutrient structure of river-dominated coastal waters: stoichiometric nutrient balance and its consequences, *Estuarine, Coastal and Shelf Science* Vol. 40, 339-356(1995).
- 10) 山口峰生・西島敏隆：植物プランクトンの増殖に及ぼすN:P比の影響，水産学シリーズ「水域の窒素：リン比と水産生物」，恒星社厚生閣11-28 (1993) .
- 11) 佐々木克之：三河湾の夏季の海水交換と窒素の循環，沿岸海洋研究ノート Vol. 16, 51-64 (1980) .
- 12) 城久：大阪湾における富栄養化の構造と富栄養化が漁業生産に及ぼす影響について，大阪水産試験場研究報告Vol. 7, 1-174(1986).
- 13) 柳哲雄：博多湾奥における水質の季節・経年変動，海の研究 Vol. 17, 255-264(2008).
- 14) 近藤明希子：福岡湾における水温長期変動とその要因，海の研究 Vol. 14, 399-409(2005).
- 15) 岡市友利・小森星児・中西弘：瀬戸内海の生物資源と環境：恒星社厚生閣，(1996)
- 16) 水域の窒素・リン比と水産生物：恒星社厚生閣，(1993)

博多湾栄養塩変動現況調査

(2) ノリ養殖漁場

測上 哲・江藤 拓也

博多湾内のノリ養殖漁場における栄養塩の変動を養殖期間を通じて明らかにする。また、ノリ養殖漁場の栄養塩類の変動を推察するための基礎資料として流況を明らかにする。

方 法

1. 栄養塩変動調査

平成20年度の養殖期間(平成20年10月～21年3月)に、図1に示す湾中央のノリ養殖漁場に設定した4調査点(室見漁場2点、妙見漁場2点)で、原則毎週1回の間隔で表層水を採水し、オートアナライザー(ブランルーベ社製)によりDIN(溶存性無機態窒素)、 $PO_4\text{-P}$ (溶存性無機態リン)を測定した。また、室見漁場の水深1.5mにクロロフィル濁度計(アレック電子社製)を設置し、水温、クロロフィル、濁度を1時間毎に測定した。

2. ノリ養殖漁場の流況と栄養塩の変動

平成20年10月16日(大潮期)と平成20年10月22日(小潮期)に図2に示す姪浜周辺海域(N1～N9)の測線上を、超音波ドップラー流速分布計(以下ADCPという)により流況分布観測を実施した。ADCPの測定層は、海面下1.5mから海底近傍(水深の約90%)までの0.5m毎とし、大潮期と小潮期のそれぞれ上げ潮時、下げ潮時に実施した。

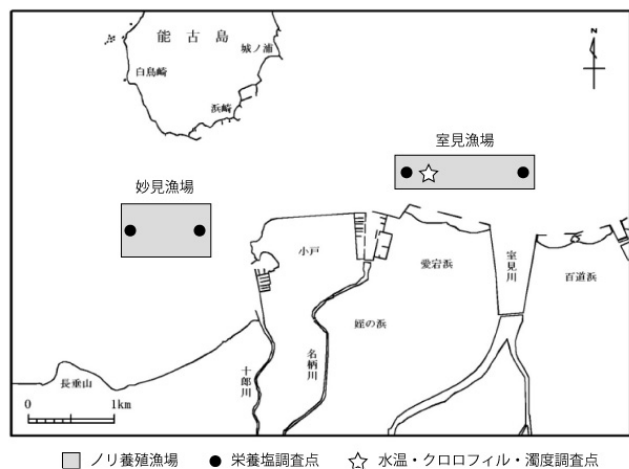


図1 ノリ養殖漁場の調査地点

同時に水温、塩分をクロロテック(アレック電子社製)で測定するとともに、表層と5mで採水しオートアナライザーによりDIN、 $PO_4\text{-P}$ を測定した。

結 果

1. 栄養塩変動調査

(1) 栄養塩

DINと $PO_4\text{-P}$ の推移を図3に示した。なお、各値は4調査点の平均値を示す。DINは $3.7\sim 46.6\mu\text{M}$ の範囲で推移し、10月は低い値であったが、11月から上昇し、12月に最高値を示した。1月には減少に転じ、 $10\sim 20\mu\text{M}$ の範囲で推移した。博多湾におけるノリのDIN必要量を本県有明海や他県での例¹⁾等を参考にして経験的に $7\mu\text{M}$ 程度としているが、この基準値を10月中旬を除くと超えていた。

$PO_4\text{-P}$ は $0\sim 0.75\mu\text{M}$ の範囲で推移し、10月は低い値であったが、11月には増加して最高値を示した。12月は減少傾向を示したが、降雨の効果もあって、同じく経験的な必要量の目安 $0.4\mu\text{M}$ を上回った。しかし、1月から急激に減少して必要量の目安を下回り、2月には定量限界値($0.02\mu\text{M}$)以下もみられた。

(2) 降水量

姪浜ノリ養殖漁場には、室見川をはじめいくつかの河

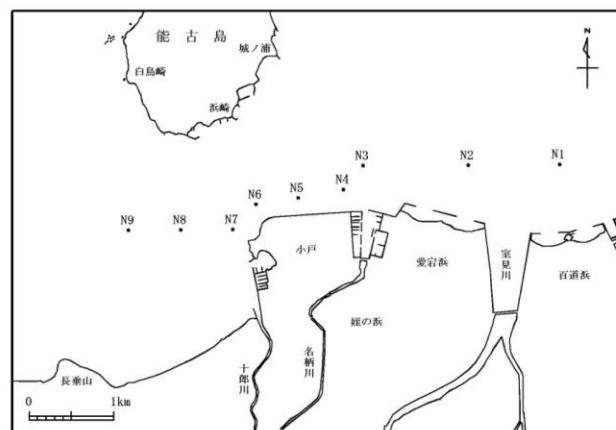


図2 流況及び栄養塩調査地点

(流況はN1～N9の測線上を、栄養塩は各点の表層と5m層を測定する)

川が流入している。そこで、河川を通して漁場へ栄養塩の供給源と考えられる降水量（福岡観測点）の推移を図4に示す。降水量は10月と1月は少雨であったが、12月と2月は比較的まとまった降雨が記録された。

(3) 水温、クロロフィル、濁度

ノリの生育に影響を及ぼすと考えられる水温、クロロフィル、濁度の推移を図5に示す。なお、各値は1日（24時間）の平均値を示す。

水温は、7.5～22.5℃の範囲で推移し、ノリ養殖開始時には約23℃と高水温であったが、その後低下し、11月上旬に生育適温の目安となる18℃以下となった。養殖盛期となる12～1月には約10℃前後で変動し、2月以降徐々に上昇した。

植物プランクトン量の指標となるクロロフィルは、0.8～111.6μg/Lの範囲で推移し、比較的DINとPO₄-Pと同様の変動を示し、10月下旬は低い値であったが、11月下旬より上昇し、12～1月上旬にかけて高い値で変動していた。1月中旬以降は減少し、50μg/L以下で推移した。濁度は1.1～140.8ppmの範囲で推移し、クロロフィルの変

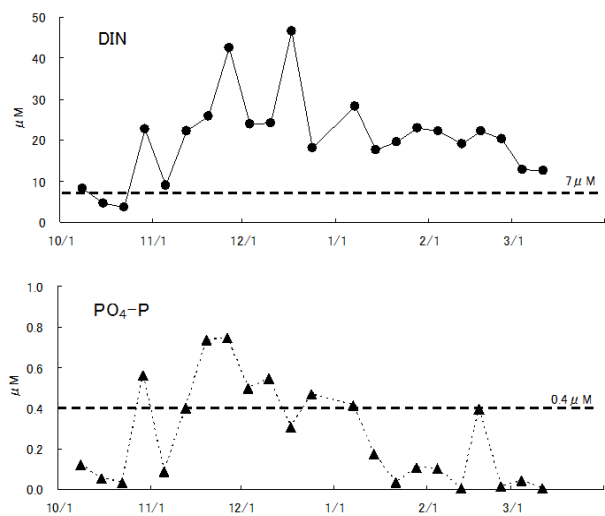


図3 ノリ養殖漁場の栄養塩変動

(栄養塩は4地点の平均値を、破線はノリにおける栄養塩下限値の目安を示す。)

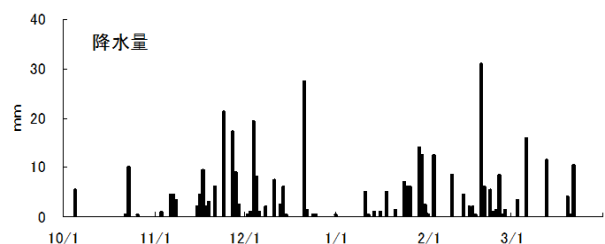


図4 降水量

(福岡観測地点：気象庁)

動と類似していた。

2. ノリ養殖漁場の流況と栄養塩の変動

(1) 流向・流速水平分布

ADCPで取得した流向・流速測定結果から、航跡に沿って50m毎に平均した流速ベクトルの水平分布を養殖水深付近の海面下1.5mを抜粋し、図6～7にそれぞれ示した。

大潮期の上げ潮時では、愛宕浜より東側では南東流から南流、愛宕浜から小戸周辺では北東～東流を示し、小戸の西側では北流傾向を示した。流速は、愛宕浜と小戸の間付近(姪浜漁港：以下この表記を用いる)の前面で15cm/s程度のやや速い流れを示したが、その他の海域では弱い流れであった。流速は、全体的に10cm/s以下の弱い流れであった。下げ潮時の海面下1.5m層では、海域全体で西流傾向を示し、流速も40cm/s程度と非常に速い流れを示した。

小潮期の上げ潮時では、全体的に微弱な流れであり、明瞭な流れの傾向はみられなかった。下げ潮時の海面下1.5m層では、姪浜漁港より東側では北西流、小戸周辺では西流を示し、小戸の西側では明瞭な傾向はみられな

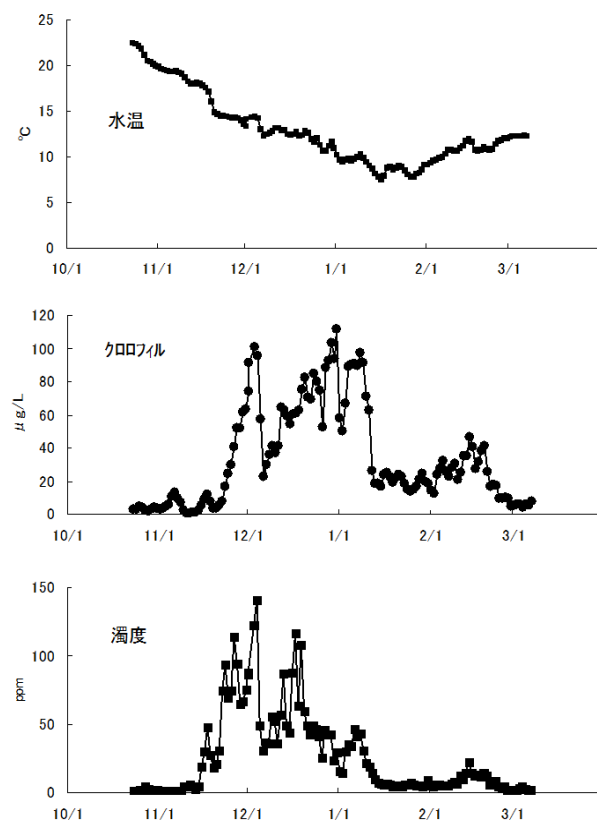


図5 連続観測機器による室見地先の水質観測結果 (水深 1.5m で1時間おきに測定した。各値は1日の平均値を示す)

った。流速は、愛宕浜から小戸前面で15cm/s程度とやや速い流れを示したが、その他の海域では弱い流れであった。流速は、全体的に10cm/s以下の弱い流れであった。

(2) 流向・流速鉛直断面分布

航跡に沿って50m毎に平均した流速ベクトルから水平方向は50m毎、鉛直方向は海面下1.5mから0.5m毎の流速ベクトルを抜粋し、作成した鉛直断面分布について、図8～9に示した。なお、小潮期の上げ潮時に室見地先で見られる空白となっている部分は、魚群等により観測データに異常がみられたため欠測とした。また、観測測線が曲線で構成されているが、断面分布図は直線で表現するために変曲点がわかるように表記した。大潮期の上げ潮時では、測線全域で微弱な流れを示していたが、流向は東流であった。しかし、1.7～1.9km付近の全層と5.0～5.5km付近の海面下5m以深では南流を示していた。下げ潮時の測線全体で西流を示し1.7～2.4km付近の海面下3mまでで速い流れを示した。

小潮期の上げ潮時では、全体的に微弱な流れであり、明瞭な流れの傾向はみられなかった。なお、1.0km付近のデータは魚群のため欠測となっている。下げ潮時では、測線全体で西流を示したが、0～0.9kmと4.4～5.5km付近では、全層で微弱な流れを示した。

(3) 水温・塩分

大潮期と小潮期の姪浜周辺海域(N1～N9)地点での表層と5m層の水温・塩分の断面を図10～11に示す。なお、流況と比較するため、右上に流向・流速水平分布を示した。

大潮期の上げ潮時での水温は、表層で22.3～22.9℃、5m層で22.7～23.0℃の範囲であった。塩分は、表層で31.9～33.0、5m層で32.9～33.4の範囲であり、小戸地先(N5)の表層で低い値を示した。下げ潮時での水温は、表層で23.0～23.3℃、5m層で22.9～23.1℃の範囲で、塩分は、表層で32.5～32.9、5m層で32.8～33.3の範囲であり、妙見地先(N7)の表層で低い値を示した。このことから、大潮期の上げ潮から下げ潮にかけて、低塩分水塊が東か

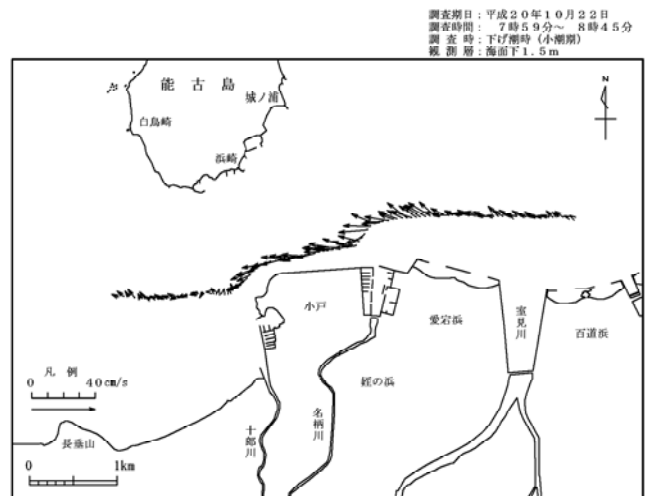
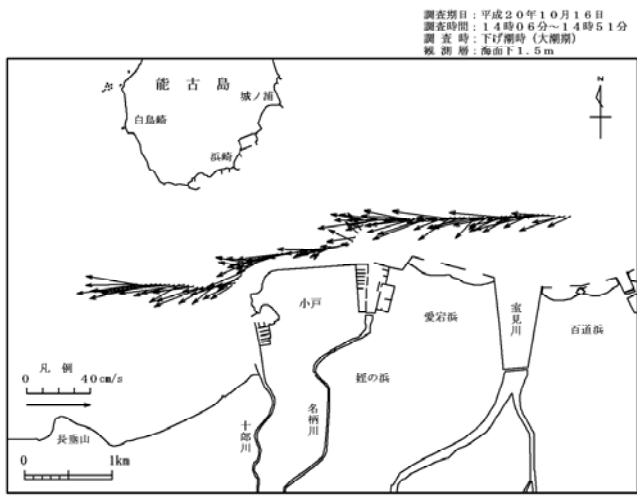
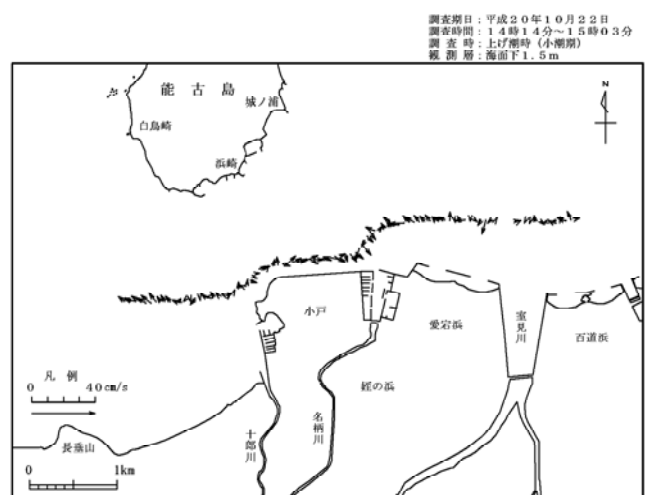
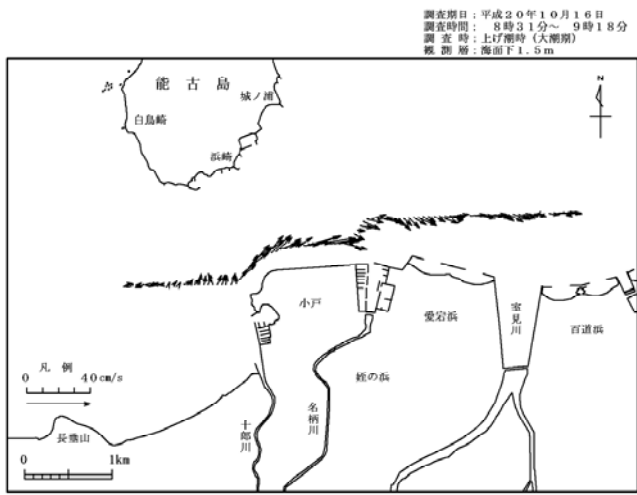


図6 大潮期の流向・流速水平分布図
(上段：上げ潮時，下段：下げ潮時)

図7 小潮期の流向・流速水平分布図
(上段：上げ潮時，下段：下げ潮時)

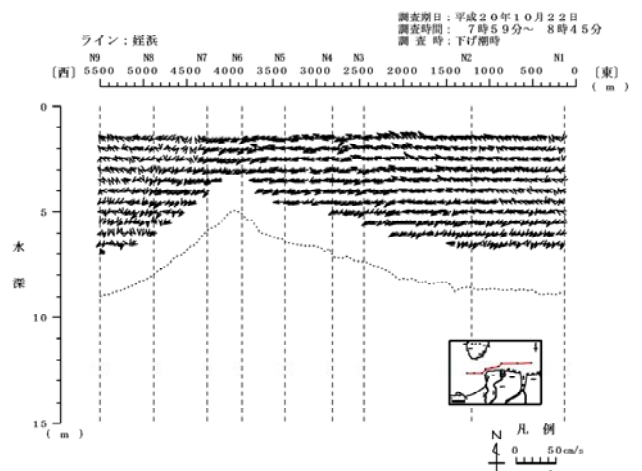
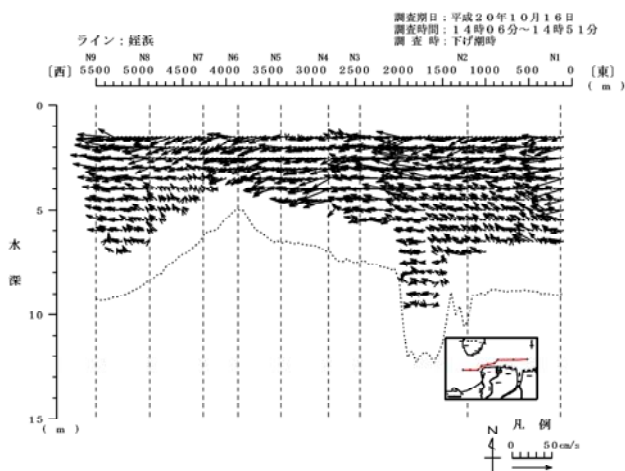
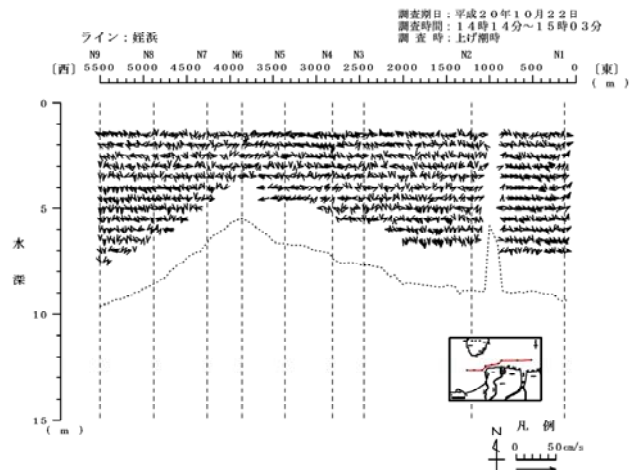
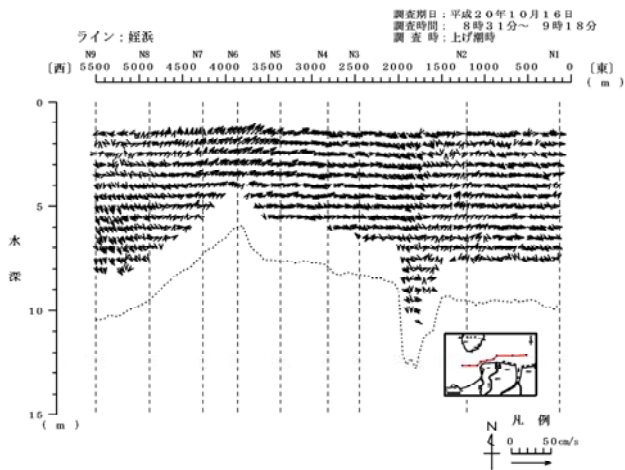


図8 大潮期の流速ベクトル鉛直断面分布
(上段：上げ潮時，下段：下げ潮時)

図9 小潮期の流速ベクトル鉛直断面分布
(上段：上げ潮時，下段：下げ潮時)

ら西へ移動していた。

小潮期の上げ潮時での水温は、表層で22.8~23.0℃、5m層で22.7~22.9℃の範囲であった。塩分は、表層で32.1~32.9、5m層で33.2~33.5の範囲であり、小戸地先(N5)の表層で低い値を示した。下げ潮時での水温は、表層で22.7~23.0℃、5m層で22.6~22.9℃の範囲で、塩分は、表層で32.3~33.2、5m層で33.1~33.5の範囲であり、上げ潮時と同様、小戸地先(N5)の表層で低い値を示した。このことから、小潮期では、低塩分水塊の移動はみられなかった。

(4) 栄養塩

大潮期と小潮期の姪浜周辺海域(N1~N9)地点での表層と5m層のDINと PO_4-P の断面を図12~13に示した。

大潮期の上げ潮時でのDINは、表層で3.4~102.6 μ M、5m層で5.4~7.4 μ Mの範囲で、 PO_4-P は、表層で0.02~0.49 μ M、5m層で0.11~0.36 μ Mの範囲であり、両者とも小戸地先(N5)の表層で最も高い値を示した。下げ潮時でのDINは、表層で0.8~14.7 μ M、5m層で1.1~9.0 μ Mの範囲で、

PO_4-P は、表層で0.02~0.19 μ M、5m層で0.03~0.48 μ Mの範囲であり、妙見地先(N7)のDINは表層で、 PO_4-P は5m層で最も高い値を示した。このことから、大潮期の上げ潮から下げ潮にかけて、低塩分水塊と同様に、高濃度のDIN、 PO_4-P 水塊が東から西へ移動していた。

小潮期の上げ潮時でのDINは、表層で2.2~11.7 μ M、5m層で4.0~14.8 μ Mの範囲であり、小戸地先(N5)の5m層で最も高い値を示した。 PO_4-P は、表層で0.04~0.18 μ M、5m層で0.05~0.50 μ Mの範囲であり、妙見地先(N7)の5m層で最も高い値を示した。下げ潮時でのDINは、表層で0.9~112.8 μ M、5m層で2.2~11.9 μ Mの範囲で、 PO_4-P は、表層で0.02~0.25 μ M、5m層で0.02~0.17 μ Mの範囲であり、両者とも小戸地先(N5)で最も高い値を示した。このことから、小潮時には、大潮期のような明瞭な水塊の移動はみられない。

考 察

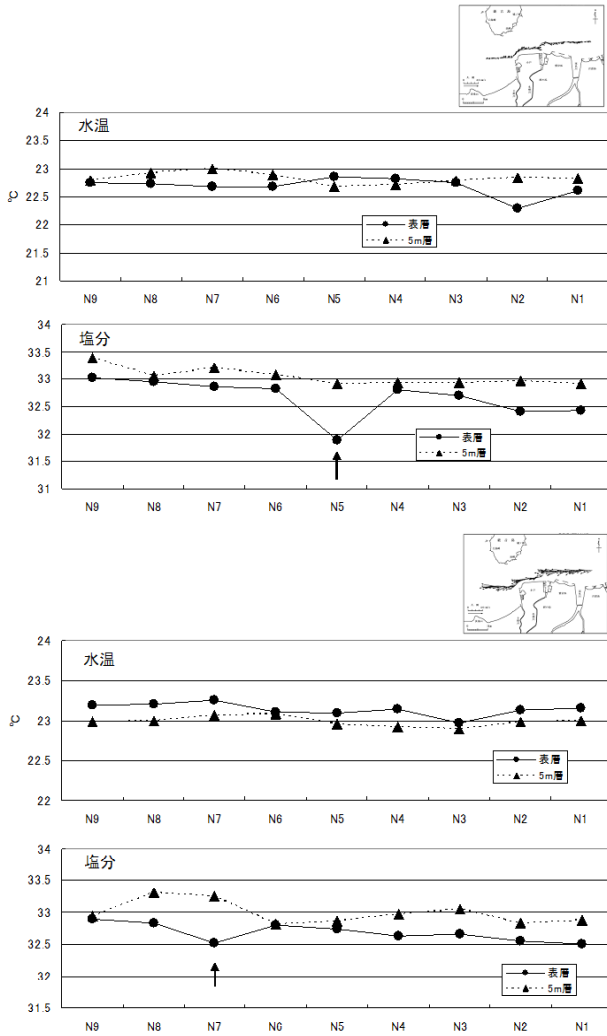


図10 大潮期の水温・塩分の変動
(上段：上げ潮時，下段：下げ潮時)

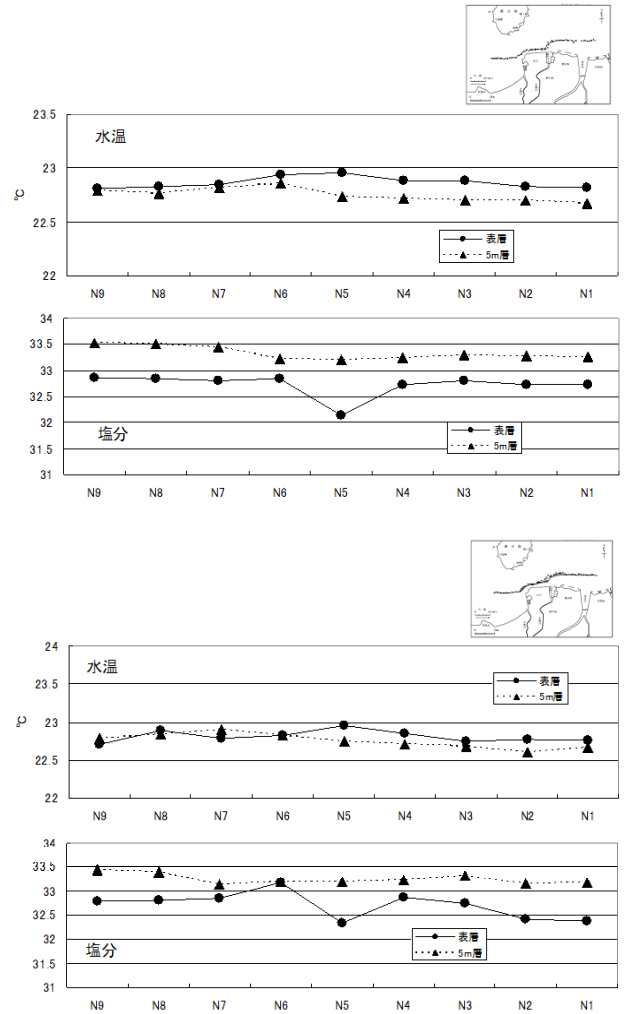


図11 小潮期の水温・塩分の変動
(上段：上げ潮時，下段：下げ潮時)

漁期前半の11月から12月には、降水量と栄養塩の変動はよく対応しており、降雨により河川を通して栄養塩の供給があったものと推定される。しかし、漁期後半の1月以降は、2月にはまとまった降雨がみられたにもかかわらず、栄養塩は低水準のままであり、特に $PO_4\text{-P}$ はたびたび定量限界値以下の値を示した。このような変動パターンは、昨年度も2月以降にみられており²⁾、特に $PO_4\text{-P}$ に関しては、近年の冬季における湾全体の $PO_4\text{-P}$ 不足と連動した現象であると考えられる。

ノリと植物プランクトンは、ともにDINと $PO_4\text{-P}$ を利用して生長・増殖しており、両者は競合関係にあるといえる。今回、植物プランクトンの指標となるクロロフィルとDIN、 $PO_4\text{-P}$ の変動は類似しており、漁期後半の栄養塩、特に $PO_4\text{-P}$ の減少は植物プランクトンによる消費は少ないものと思われる。

今回、ノリ養殖漁場では、クロロフィルと濁度の変動

は類似していた。このことから、当該海域の濁りは、植物プランクトンが多くを占め、それ以外の要因による影響は少なかったものと考えられる。

平成20年度漁期の生産枚数は、約500万枚であり、豊作であった昨年に比べ25%程度の減少となった。これは $PO_4\text{-P}$ が、2月まで比較的高いレベルを維持した昨年に比べ、約1ヶ月早く低下したことが大きく影響したのではないかと推察される。

ノリ養殖漁場は、栄養塩の供給源となる室見川などの河川や西部水処理センターの近くに位置し、博多湾内の中でも比較的栄養塩が豊富な海域である。今回の調査でみられた低塩分、高栄養塩水塊はこれらに由来するものと考えられる。

大潮期の流況をみると、上げ潮時には西から東へ25cm/s程度の流れであったが、下げ潮時には逆に東から西へ、40cm/s程度の非常に速い流れを示した。それに伴い、低

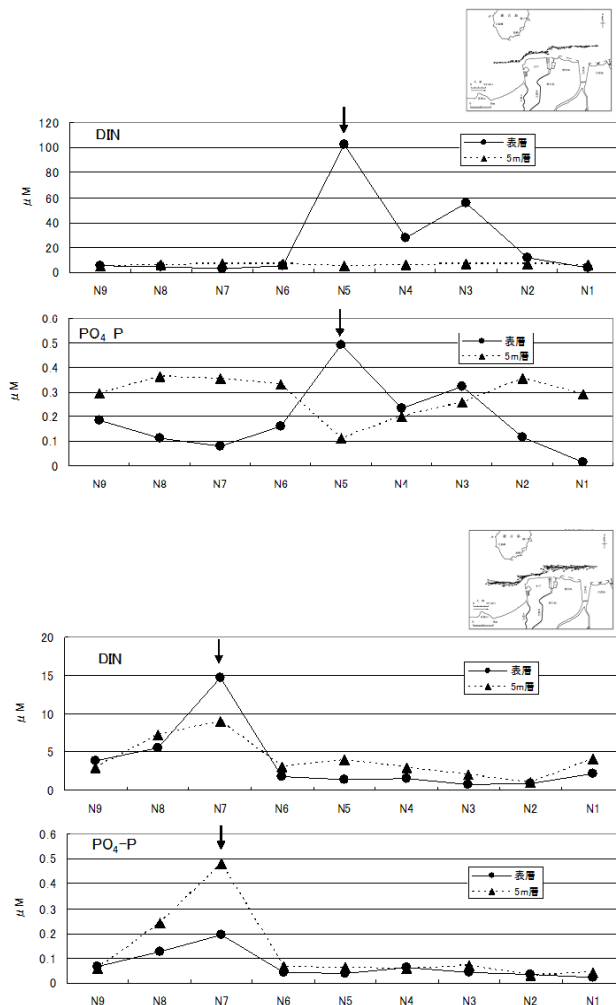


図12 大潮期の無機態窒素 (DIN)・無機態リン (PO₄-P) の変動
(上段：上げ潮時，下段：下げ潮時)

塩分かつ高濃度のDIN, PO₄-P水塊が小戸(N5)から妙見(N7)へ、すなわち流れと同様に東から西へ移動していた。このことから、ノリ養殖漁場では大潮期には栄養塩の変動に流況が関与していることが示唆された。一方、小潮期には最大15cm/s程度と流れが弱く、栄養塩の変動との関係が明瞭にみられなかったものと思われる。

大潮期の上げ潮時に、妙見(N7)の5m層でPO₄-Pの高い値がみられた。鉛直断面分布をみると小戸(N6)の水深が約5mと浅くなっており、東から西へ水塊が移動する過程で、底層からPO₄-Pの上昇が起こった可能性があるが、今後、詳細な解析が必要であろう。

今回は、漁期前に測線上の流況と栄養塩の調査を行い、

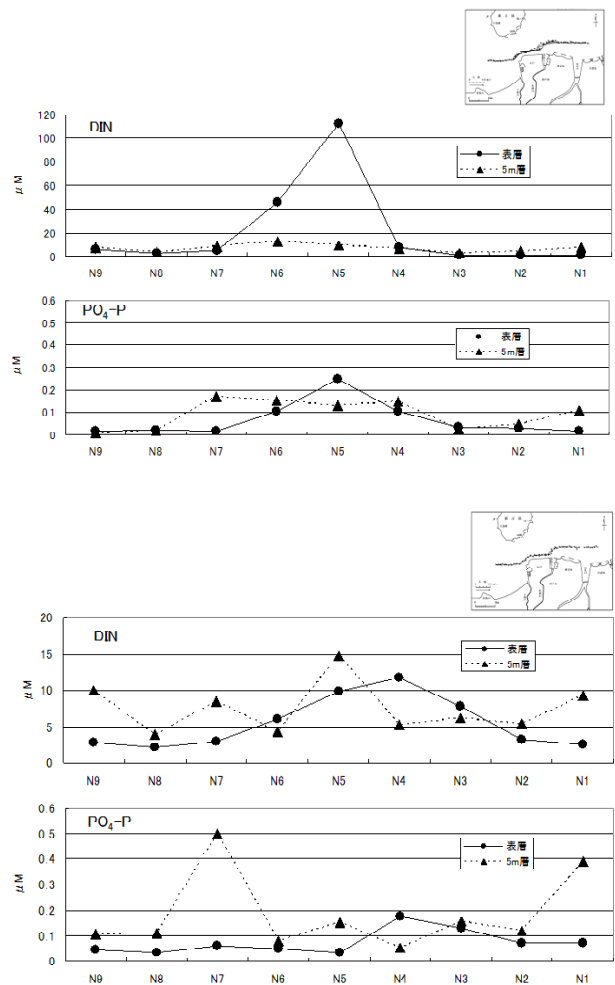


図13 小潮期の無機態窒素 (DIN)・無機態リン (PO₄-P) の変動
(上段：上げ潮時，下段：下げ潮時)

栄養塩の変動に流況が関与していることが示唆された。今後は漁期中に調査を行い、さらに24時間観測を行うなど流況解析の精度を高め、漁期後半のPO₄-P不足の要因を明らかにする必要がある。

文 献

- 1) 大阪府立水産試験場：藻類養殖指導. 平成16年度大阪府立水産試験場事業報告, 107-112(2006).
- 2) 内田秀和ら：博多湾栄養塩現況調査. 平成19年度福岡県水産海洋技術センター事業報告, 137-170(2009).

博多湾栄養塩変動現況調査

(3) ワカメ養殖漁場

中本 崇・江崎 恭志

博多湾内のワカメ養殖場における栄養塩の変動を養殖期間を通じて明らかにする。また、博多湾内のワカメ養殖場の栄養塩類の変動を推察するための基礎資料として、ワカメ養殖場の流況を明らかにする。

方 法

1. 栄養塩調査

平成20年度の養殖期間（平成20年11月～21年3月）に、図1に示す湾口のワカメ養殖場3カ所（弘2ヶ所、

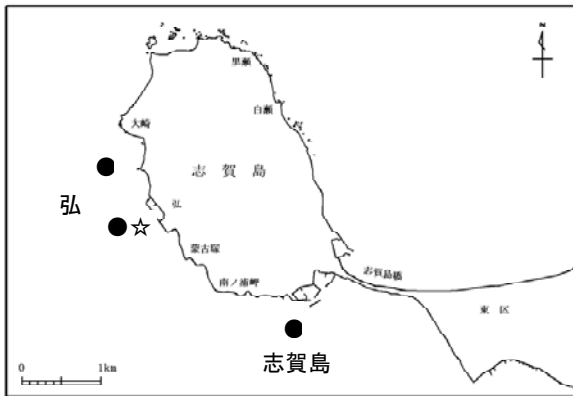


図1 ワカメ養殖場の調査位置

(●:栄養塩調査点, ☆:クロロフィル・濁度調査点)

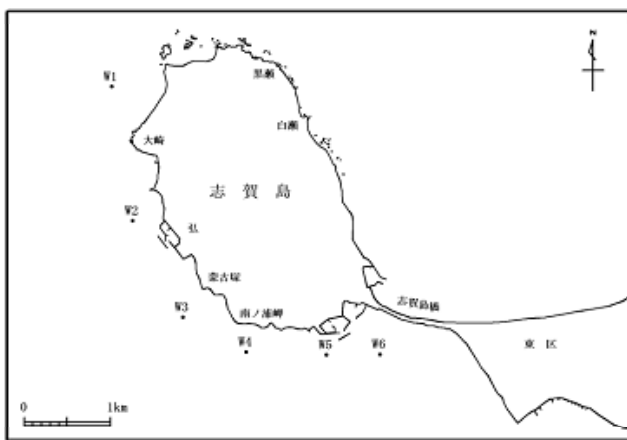


図2 ワカメ養殖場の流況及び栄養塩調査位置図

(流況はW1～W6の測線上を、栄養塩は各点の表層と5m層を測定する)

志賀島1ヶ所)で、ほぼ1週間に1回の間隔で表層水を採水し、ブランルーベ社製オートアナライザーによりDIN, P04-Pを測定した。弘地先の水深1.5mにクロロフィル濁度計(アレック電子社製)を設置し、クロロフィル、濁度を1時間毎に測定した。

2. 流況と栄養塩の変動

調査は平成20年10月16日(大潮期)と平成20年10月22日(小潮期)に図2に示す弘、志賀島周辺海域(W1～W6)の測線上を、超音波ドップラー流速分布計(以下ADCPという)により流況分布観測を実施した。ADCPの測定層は、海面下1.5mから海底近傍(水深の約90%)までの0.5m毎とし、大潮期と小潮期のそれぞれ上げ潮時、下げ潮時に実施した。同時に水温、塩分をクロロテック(アレック電子社製)で測定するとともに、表層と5mで採水しブランルーベ社製オートアナライザーによりDIN, P04-Pを測定した。

結 果

1. 栄養塩調査

(1) 栄養塩

DINとP04-Pの推移を図3に示す。なお、各値は弘は2地点の平均値、志賀島は1地点の値を示す。

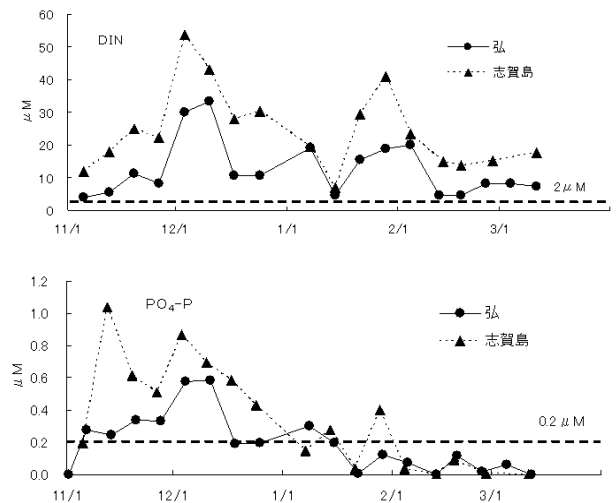


図3 ワカメ漁場における栄養塩の変動
(弘は2地点の平均値、志賀島は測定値を示す)

DINは弘では3.8~33.3 μM 、志賀島では7.0~53.6 μM の範囲で推移し、両地区とも比較的同様の変動を示した。11月上旬は低い値であったが、その後上昇し、12月上旬

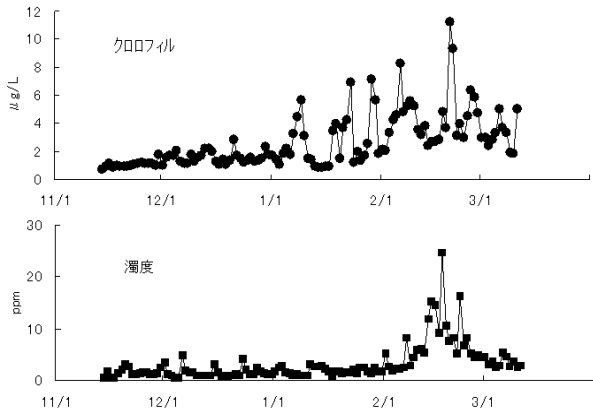


図4 連続観測機器によるワカメ養殖漁場の水質観測結果（水深1.5mで1時間おきに測定した。各値は1日の平均値を示す）

に最高値を示した。中旬には減少に転じ、1月中旬に最低値を示した。その後再び上昇し、2月上旬に上昇したものの2月以降低い値で変動した。地区別にみると志賀島が弘よりもやや高めで推移した。他県の例等を参考にしてワカメの経験的なDIN必要量を2 μM 程度としているが、両地区ともにこの基準値を超えていた。

P04-Pは弘では0~0.58 μM 、志賀島では0~1.04 μM の範囲で推移し、両地区とも類似した変動を示し、11月上旬は低い値を示したが、11月中旬から12月中旬に最高値を示した。1月以降、両地区ともに減少し、必要濃度の0.2 μM を下回り、志賀島では2月中旬から3月中旬に定量限界値（0.02 μM ）以下の値もみられた。地区別には志賀島が弘よりもやや高めで推移したが、DINほどの差はなかった。

(2) クロロフィル、濁度

ワカメの生育に影響を及ぼすと考えられるクロロフィル、濁度の推移を図4に示す。なお、各値は1日（24

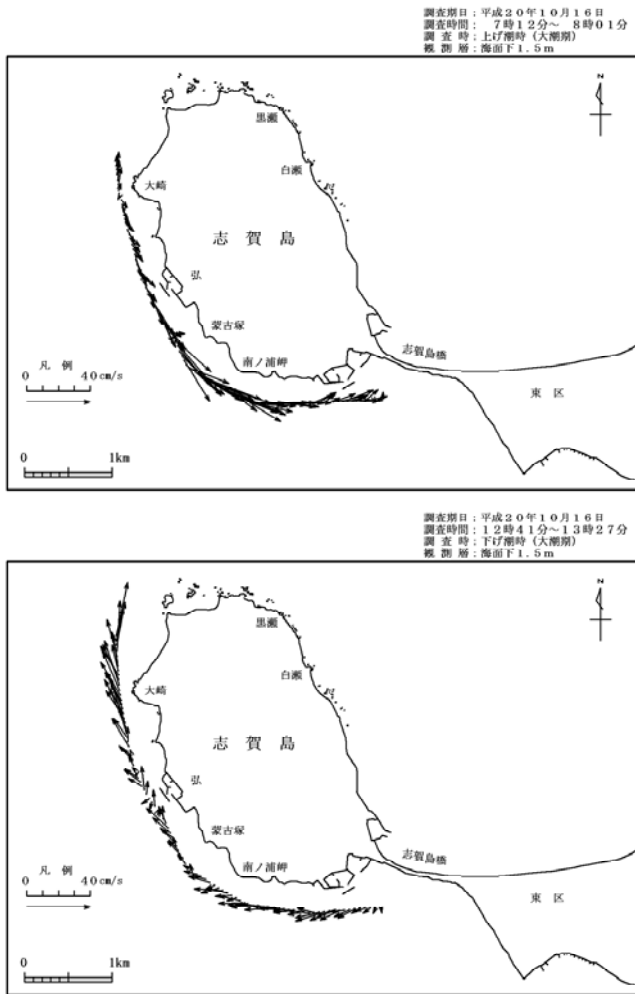


図5 大潮期の流向・流速水平分布図（上段：上げ潮時、下段：下げ潮時）

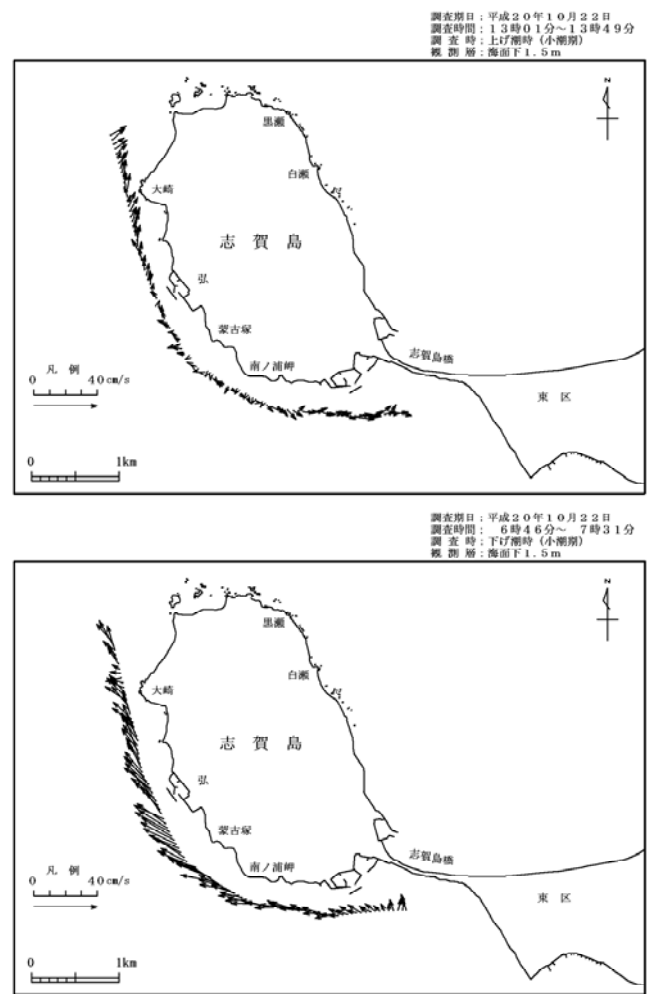


図6 小潮期の流向・流速水平分布図（上段：上げ潮時、下段：下げ潮時）

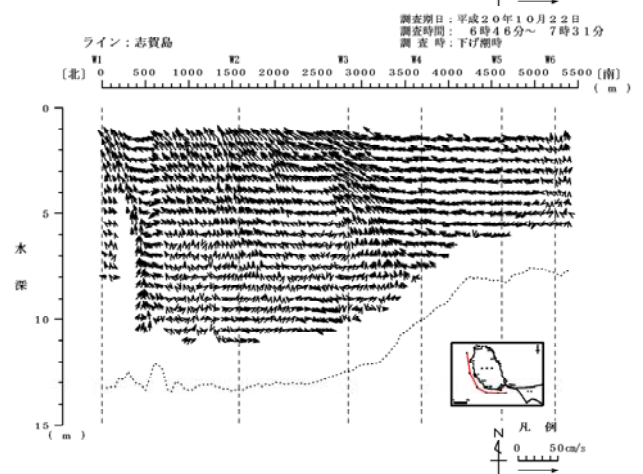
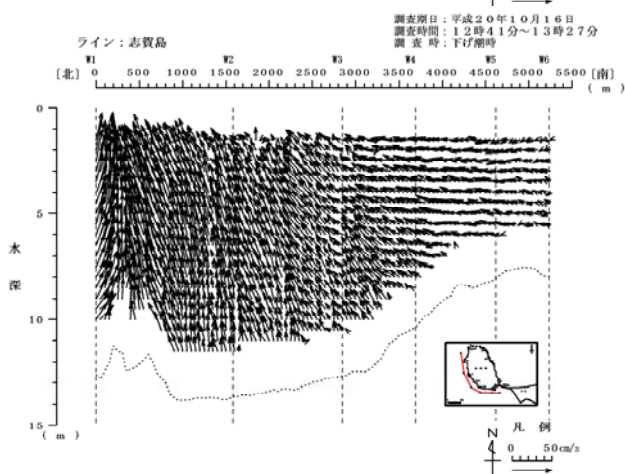
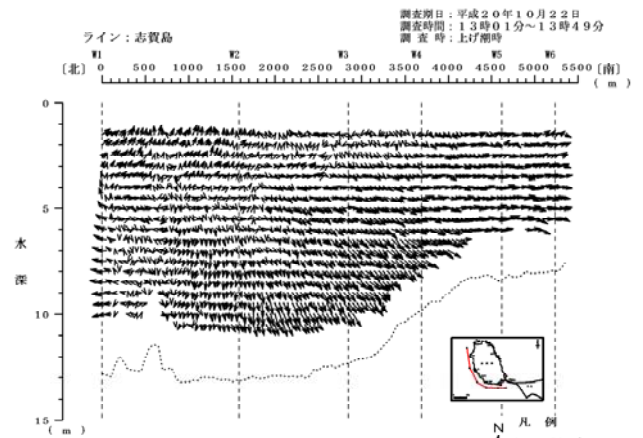
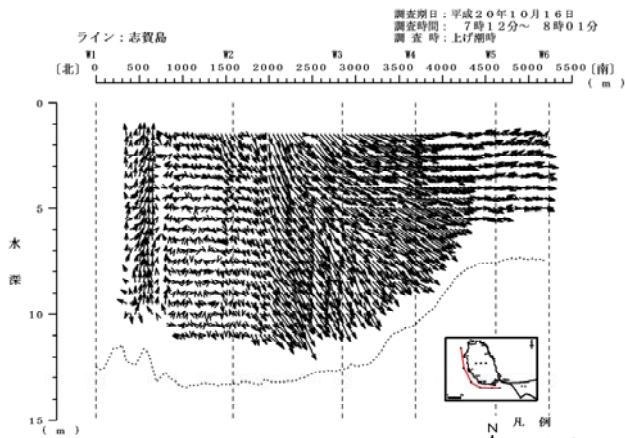


図7 大潮期の流速ベクトル鉛直分布
(上段：上げ潮時，下段：下げ潮時)

図8 小潮期の流速ベクトル鉛直分布
(上段：上げ潮時，下段：下げ潮時)

時間)の平均値を示す。

植物プランクトンの指標となるクロロフィルは、0.7～11.2 $\mu\text{g/L}$ の範囲で推移し、DINやPO4-Pと相反する変動を示した。11月中旬から1月まで低い値であったが、1月から上昇し、3月中旬まで高い値で変動していた。濁度は0.5～24.6ppmの範囲で推移し、クロロフィルの変動と類似していた。

2. 流況と栄養塩の変動

(1) 流向・流速水平分布

ADCPで取得した流向・流速測定結果から、航跡に沿って50m毎に平均した流速ベクトルの水平分布を養殖水深付近の海面下1.5mを抜粋し、図5～6に示した。

大潮期の上げ潮期では、場の流れが全層的に志賀島に沿って形成されていた。大崎付近から北側は、湾外へ出て行く流れ(北流)を示し、弘から南側は湾内に流れ込む流れ(南流→南東流→東流)を示した。流速は、南ノ浦岬周辺で40cm/s程度と速く、流れの分岐点である大崎付

近では、微弱な流れであった。下げ潮期では、場の流れが、全層的に志賀島に沿って形成されていた。海域全体で湾外へ出て行く流れ(北流→北西流→西流)を示した。流速は、大崎から北側で30cm/s程度の速い流れを示した。一方、測線終了地点付近(志賀島橋)では弱い流れであった。

小潮期の上げ潮では、場の流れが全層的に志賀島に沿って形成されていた。弘付近から北側は湾外へ出て行く流れ(概ね北流)を示したが、大崎から北側の海域では、やや東に向かう流れとなった。一方、南ノ浦岬から東側は、湾内に流れ込む流れを示した。流速は、大崎付近で15cm/s程度のやや速い流れを示したが、海域全体的には微弱な流れであった。下げ潮では、海域全体で湾外へ出て行く流れを示したが、開始点から蒙古塚付近までは北西向き、志賀島漁港周辺までは西向き、測線終了までは北向きの流れを示した。流速は、弘から蒙古塚周辺海域で25cm/s程度と速かったが、その他の区域は弱い流れであった。

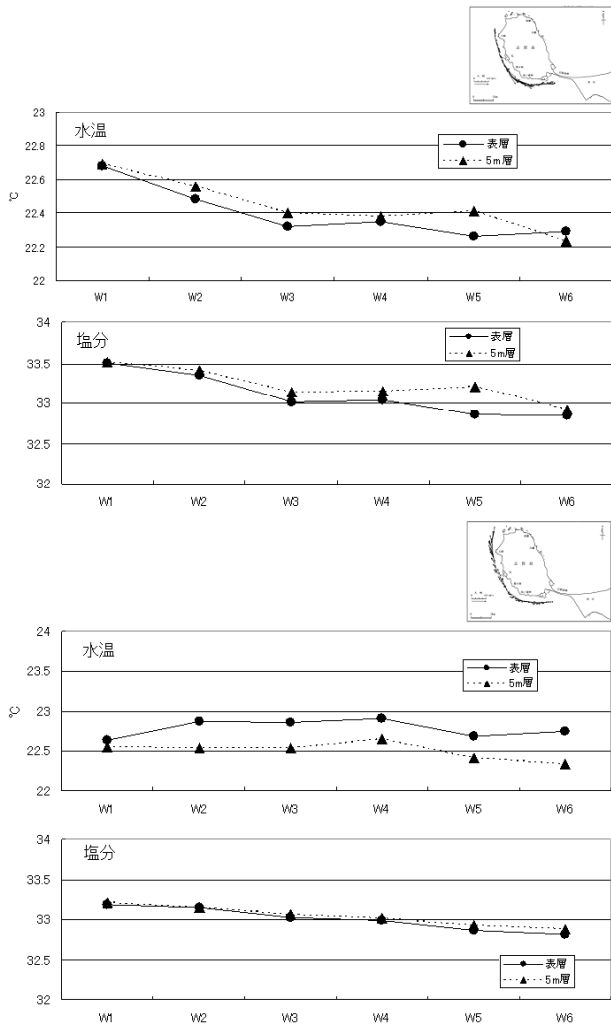


図9 大潮期の水温・塩分の変動
(上段：上げ潮時，下段：下げ潮時)

(2) 流向・流速鉛直断面分布

航跡に沿って50m毎に平均した流速ベクトルから水平方向は50m毎，鉛直方向は海面下1.5mから0.5m毎の流速ベクトルを抜粋し，作成した鉛直断面分布について図7～8に示した。なお，大潮期の上げ潮時と小潮期の下げ潮時でみられる空白となっている部分は，魚群等により観測データに異常がみられたため欠測とした。観測測線が曲線で構成されているが，断面分布図は直線で表現するため，変曲点がわかるように表記した。

大潮期の上げ潮時では，0～0.3km付近のデータは魚群のため欠測となっている。0.3～2km付近は全層で微弱な流れで流向は不定であったが，2.1～3.7km付近は全層で同じような向きを示し，南流～南東流に変化し，それ以降は，東流を示していた。下げ潮時では，～2.2km付近までは全層で北流傾向を示し，特に0.3～0.5kmの海面下3m程度までで速い流れを示した。2.3～2.8km付近で

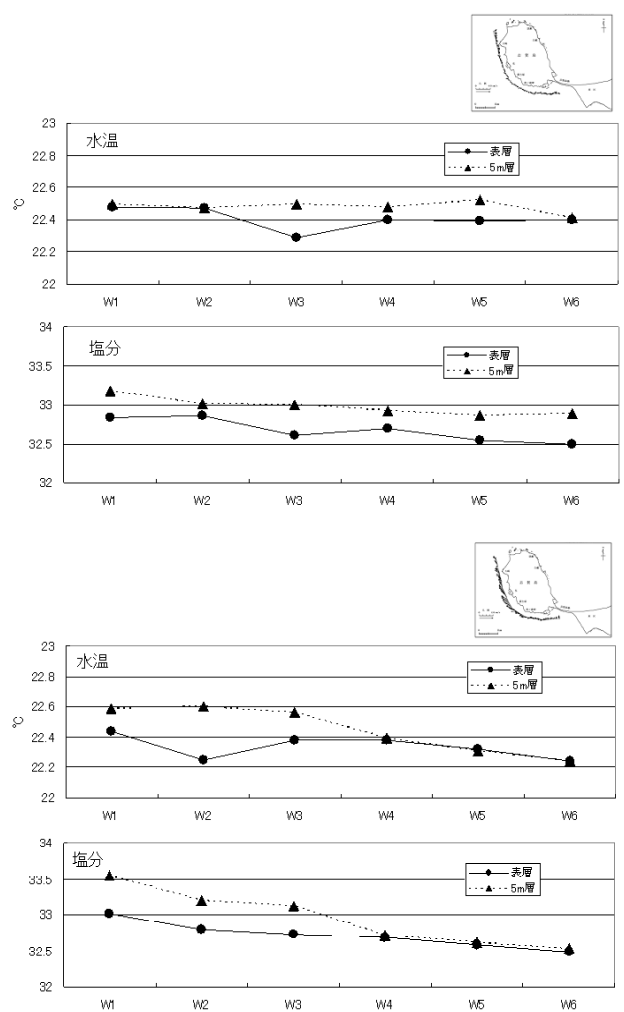


図10 小潮期の水温・塩分の変動
(上段：上げ潮時，下段：下げ潮時)

は全層で北西流，3.2～5.3kmまでは全層で西流を示した。

小潮期の上げ潮期では，測線全域の海面下6mまでは，微弱な流れであり，流向は不定であった。1.3～3.7km付近の海面下7m以深では，表層付近とは異なり南～南東流を示した。下げ潮時では，0.3km付近の下層のデータは魚群のため欠測となっている。0～0.2km付近と0.6～2.1km付近の海面下3mまででは北流傾向を示したが，海面下4m以深では微弱な流れを示し，流向は不定であった。3.3～5.4km付近は西流であったが，微弱な流れを示した。

(3) 水温・塩分

大潮期と小潮期の志賀島周辺海域(W1～W6)地点での表層と5m層の水温・塩分の断面を図9～10に示す。なお，流況と比較するため，右上に流向・流速水平分布を示した。

大潮期の上げ潮時での水温は，表層で22.3～22.7℃，5m層で22.2～22.7℃の範囲で，塩分は，表層で32.8～33.5，5m層で32.9～33.5の範囲であり，水温，塩分とも弘(

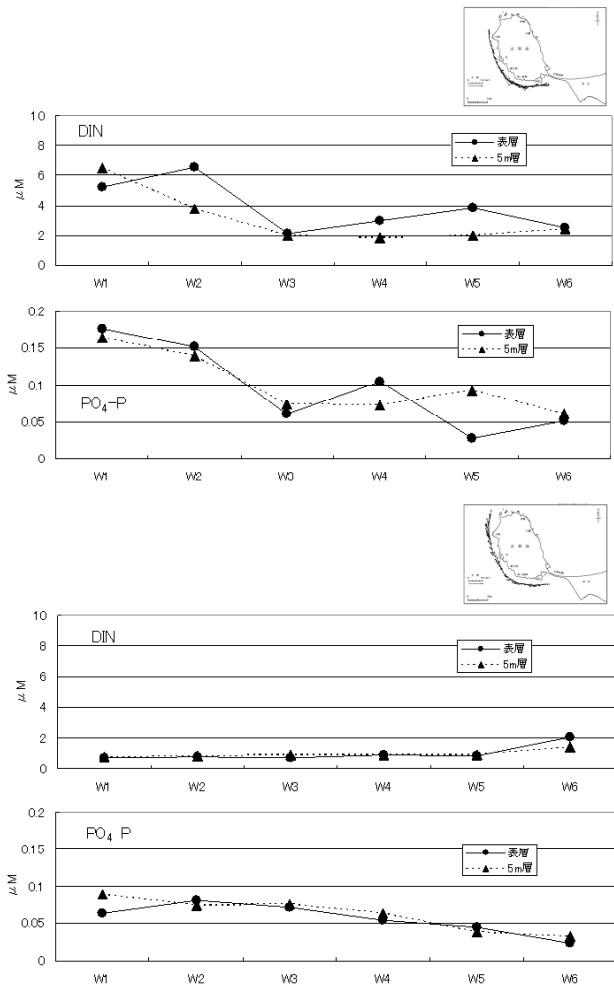


図11 大潮期の無機態窒素(DIN)・無機態リン(PO_4-P)の変動(上段:上げ潮時, 下段:下げ潮時)

2)以北の表, 5m層で高い値を示した。下げ潮時での水温は, 表層で22.6~22.9°C, 5m層で22.3~22.6°Cの範囲で, 塩分は, 表層で32.8~33.2, 5m層で32.9~33.2の範囲であり, 地点間の差はほとんどみられなかった。

小潮期の上げ潮時での水温は, 表層で22.3~22.5°C, 5m層で22.4~22.5°Cの範囲で, 塩分は, 表層で32.5~32.9, 5m層で33.9~33.2の範囲であり, 地点間の差はほとんどみられなかった。下げ潮時での水温は, 表層で22.2~22.4°C, 5m層で22.2~22.6°Cの範囲で, 塩分は, 表層で32.5~33.0, 5m層で32.5~33.6の範囲であり, 水温, 塩分とも蒙古塚(W3)以北の5m層で高い値を示した。

(4) 栄養塩

大潮期と小潮期の志賀島周辺海域(W1~W6)地点での表層と5m層の無機態窒素(DIN)と無機態リン(PO_4-P)の断面を図11~12に示す。

大潮期の上げ潮時でのDINは, 表層で2.1~6.6 μM , 5m層で1.8~6.5 μM の範囲で, PO_4-P は, 表層で0.03~0.1

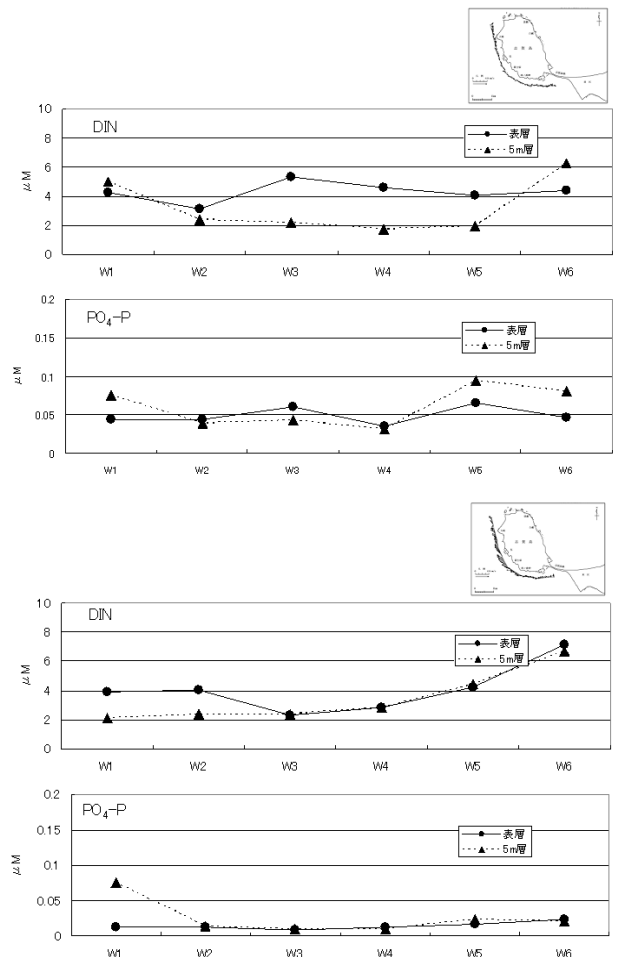


図12 小潮期の無機態窒素(DIN)・無機態リン(PO_4-P)の変動(上段:上げ潮時, 下段:下げ潮時)

8 μM , 5m層で0.06~0.16 μM の範囲であり, DIN, PO_4-P でのDINは, 表層で0.7~2.1 μM , 5m層で0.8~1.4 μM の範囲で, PO_4-P は, 表層で0.02~0.08 μM , 5m層で0.03~0.09 μM の範囲であり, 志賀島橋(W6)の表, 5mでDINは高い値を, PO_4-P は低い値を示した。上げ潮時と比べると, DINは全ての地点で低い値を示し, PO_4-P は蒙古塚(W3)の表, 5m層, 志賀島漁港(W5)の表層を除き低い値を示した。

小潮期の上げ潮時でのDINは, 表層で3.2~5.3 μM , 5m層で1.7~6.2 μM の範囲であり, 志賀島橋(W6)の5m層で高い値を示した。 PO_4-P は, 表層で0.04~0.07 μM , 5m層で0.03~0.09 μM の範囲であり, 志賀島漁港(W5)以東表, 5m層で高い値を示した。下げ潮時でのDINは, 表層で2.3~7.1 μM , 5m層で2.1~6.7 μM の範囲で, 志賀島橋(W6)で表, 5mとも高い値を示した。 PO_4-P は, 表層で0~0.02 μM , 5m層で0~0.07 μM の範囲であり, 全ての地点で必要量以下の値を示し, さらに定量限界値以下の値もいくつかの地点みられた。上げ潮時と比べると, DINは志

賀島橋(W6)を除き、低い値を示し、P04-Pは全ての地点で低い値を示した。

考 察

1. 栄養塩調査

両地区とも、漁期中のDIN, 漁期前半である11から12月のP04-Pと降水量の変動(図13)は比較的良好に対応しており、降雨により河川を通して栄養塩の供給があったものと推定される。しかし、漁期後半の1月以降は、2月にまとまった降雨がみられたにもかかわらず、P04-Pは低水準のままであり、たびたび定量限界値以下の値を示した。このような変動パターンは、昨年度も2月以降にみられており、特にP04-Pに関しては、近年の冬季における湾全体のP04-P不足と連動した現象であると考えられる。

ワカメと植物プランクトンは、ともにDINとP04-Pを利用して生長・増殖しており、両者は競合関係にあるといえる。今回、植物プランクトンの指標となるクロロフィルとP04-Pの変動は相反しており、漁期後半のP04-Pの減少は植物プランクトンによる消費が関与している可能性がある。ただし、植物プランクトンの増殖によるワカメの影響については、今後検討していく必要がある。

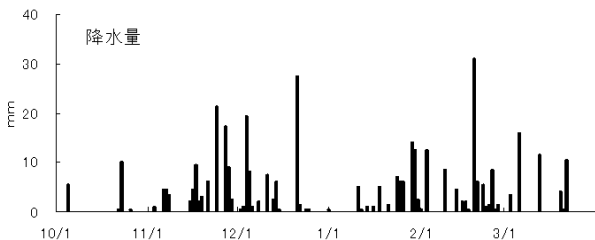


図13 降水量
(福岡観測地点：気象庁)

今回、ワカメ漁場では、クロロフィルと濁度の変動は類似していた。このことから、当該海域の濁りは、植物プランクトンが多くを占め、それ以外の要因による影響は少なかったものと考えられる。

本年度漁期の養殖ワカメ生産量は、約45tで昨年に比べ、27%程度の減少となった。昨年度より約1ヶ月早い1月以降にP04-Pが低下したため、早めの収穫を行ったことや2月以降にワカメの流出が起ったことにより、収穫に影響を与えたと推察される。

2. 流況と栄養塩の変動

ワカメ漁場では、顕著な低塩分・高栄養塩の水塊はみられなかった。ワカメ漁場へは、近隣に負荷の供給源である河川や水処理センターが位置しないことが影響しているものと思われる。

流況は、大潮期、小潮期とも下げ潮時に志賀島に沿って湾外へ出て行く25~30cm程度の速い流れがみられ、その時、DIN, P04-Pはほとんどの地点で減少傾向を示した。このことから、流れが栄養塩の変動に関与していることが予想される。今後は、ワカメ漁場が湾口部に位置していることから、外海や湾内の流れの連動を考慮した解析が必要であろう。

小潮期での下げ潮時のP04-Pの減少は著しく、必要量を下回り、定量限界値以下の値もみられた。このような状況下で、ワカメの流出が起っている可能性が高いものと思われる。

今回は、漁期前に側線上の流況と栄養塩の調査を行い、栄養塩の変動に流況が関与していることが示唆された。今後は漁期中に調査を行い、さらに24時間観測を行うなど流況解析の精度を高め、漁期後半のP04-P不足の要因を明らかにする必要がある。

低未利用資源の有効利用法の開発

篠原 満寿美・筑紫 康博

近年、有明海では、サルボウの漁獲量が高いが、市場単価は低い状況である。今回は、サルボウの付加価値向上を目的として、有効利用方法を試みた。

方 法

サルボウは平成20年9月に有明海で採取されたものを用いた。水道水で十分に洗浄後、100℃で5分間蒸した。むき身にしたサルボウの砂・泥を落とすためによく洗浄して使用した。

結果及び考察

1. 燻製

サルボウを調味液に30分浸漬後、流水で5分間塩抜きを行い、23℃2時間冷風乾燥を行った。その後、燻製機を用い、40℃1時間で燻煙処理を行った。

2. 酢漬け

サルボウを2時間塩漬けし、ゆっくり攪拌しながら流水で30分間塩抜きを行った。酢漬けの調味液に4時間漬けた。

3. 甘露煮

甘露煮用の調味液に15分間漬け込み、少量の調味液とともに、10分程度強火で煮詰める。(煎り炊き法)

4. みりん干し

みりん干し用の調味液に1時間漬け込み、23℃で2時間冷風乾燥を行った。

5. 一夜干し

振り塩を行ったあと、軽く流水で洗い、23℃で2時間冷風乾燥を行った。

サルボウは、特有の臭いがあるが、蒸した後、よく洗浄することで低減された。また、サルボウには貝特有の旨味は少なく感じられたが、その反面、味にくせが無い

という特徴があり、加工品の試作後、試食した結果、しっかりした味の酢漬け、甘露煮、みりん干しが好評であった。

現在、サルボウは殻付きとともにむき身でも市場出荷されている。サルボウはむき身する場合、時間・労力がかかる割に、むき身による単価向上の効果はあまり高くない。むき身工程の延長として、今回の試作品のような比較的簡易な加工を行い、サルボウの付加価値向上に取り組むことは可能であると考えられる。今後、要望のある地域へ技術移転を行いたい。



酢漬け



甘露煮



みりん干し

加工実験施設（オープンラボ）の利用状況

篠原 満寿美・筑紫 康博

漁業者、加工業者及び関係団体に対して加工品の試作試験等を行うために加工実験施設の開放を実施した。

方 法

利用者からの申請に対して施設利用を許可した。作業中は職員の立ち会いを原則とした。

結果及び考察

1. 利用者数および利用件数

表1, 2に示すとおり年間730人（40件）の利用者があった。そのうち257人（33件）が漁業者であり、加工業者は3人（1件）と少なかった。

表1 水産加工実験棟月別利用者数

		(単位：人)											
利用者	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
漁業者	43	40		55	9	21	2	29	3		16	39	257
加工業者										3			3
その他			13		54	3		400					470
計	43	40	13	55	63	24	2	429	3	3	16	39	730

表2 水産加工実験棟月別利用件数

		(単位：件)											
利用者	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
漁業者	7	5		4	1	2	1	4	1		2	6	33
加工業者										1			1
その他			3		1	1		1					6
計	7	5	3	4	2	3	1	5	1	1	2	6	40

2. 月別利用者数

表1に示すとおり、利用者は、11月、8月、7月の順に多かった。また、漁業者はほぼ周年利用しているが、小・中学生等の職場体験は夏期にあり、11月にはサイエンスマンズの施設開放で多数の利用者が訪れた。

3. 利用目的

表3に水産加工実験棟の主な利用目的を、表4に利用状況を示した。利用目的として多かったのは乾燥とその他であった。

アカモクの加工は、漁協の加工施設の整備が進んだため昨年（16件）より減少したが、モズクについては、収穫量が増えたことから、昨年（4件）より増加した。

表3 水産加工実験棟の主な利用目的

		(単位：件)											
目的	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
くんせい	2								2				2
乾燥									2			2	3
練り製品						1					1		2
加熱加工	4	2					1	1		1			10
その他	1	3	3	4	1	2		1					15
計	7	5	3	4	2	3	1	5	1	1	2	6	40

表4 平成20年度水産加工実験棟利用状況

No	月 日	利 用 者	利用者数	利 用 目 的	No	月 日	利 用 者	利用者数	利 用 目 的
1	4/8	豊築漁協	8	アカモク加工	21	8/26	小学生、保護者	54	かまぼこ加工
2	4/9	豊前海北部漁協	2	カキ燻製	22	9/2	糸島漁協	12	モズク加工
3	4/10	豊前海北部漁協	2	カキ燻製	23	9/3	豊前海区女性部	9	加工機器研修
4	4/17	豊前海区漁業者	10	アカモク加工	24	9/12	インターンシップ	3	アサリ加工
5	4/18	有明海区漁業者	2	アサリ加工	25	10/9	有明海区漁業者	2	アサリ加工
6	4/19	豊築漁協	9	アカモク加工	26	11/10	糸島漁協	6	カキ燻製
7	4/22	糸島漁協	10	モズク加工	27	11/11	糸島漁協	6	カキ燻製
8	5/9	糸島漁協	10	モズク加工	28	11/13	豊前海区漁業者	9	カキ加工
9	5/10	豊築漁協	6	アカモク加工	29	11/14	豊前海区漁業者	8	カキ加工
10	5/15	有明海区漁業者	3	サルボウ加工	30	11/23	一般	400	加工品試食
11	5/27	豊前海区漁業者	9	アオサ加工	31	12/8	糸島漁協漁業者	3	ヒジキ加工
12	5/28	糸島漁協	12	モズク加工	32	1/10	加工業者	3	すり身加工
13	6/3	福岡市	5	アオサ加工	33	2/19	豊前海区漁業者	8	エイ加工
14	6/4	福岡市	4	アオサ加工	34	2/20	豊前海区漁業者	8	エイ加工
15	6/5	福岡市	4	アオサ加工	35	3/5	豊前海北部漁協	4	カキ干物
16	7/9	糸島漁協	10	モズク加工	36	3/6	豊前海北部漁協	3	カキ干物
17	7/15	糸島漁協	10	モズク加工	37	3/10	豊前海区保全協	9	カキ燻製
18	7/24	糸島漁協	10	モズク加工	38	3/11	豊前海区保全協	9	カキ燻製
19	7/28	豊前海栽培推進協	25	加工機器研修	39	3/18	福岡市漁協	10	アカモク加工
20	8/6	糸島漁協	9	モズク加工	40	3/19	福岡市漁協	4	テナガダコ加工
						合 計		730	

有明海アサリ漁業適正化推進事業

－ 県産アサリの特徴把握 －

篠原 満寿美・杉野 浩二郎・恵崎 撰・筑紫 康博

福岡県有明海ではこれまで低迷していたアサリ資源が覆砂事業等により回復しつつある。しかし、アサリ漁業の特性として潮にあわせた大量漁獲、大量出荷があり、また個人出荷体制であるため販路が限られ価格が伸び悩んでいる現状がある。そこで県と漁業者が一体となった販売体制の構築を目指し平成19年度より本事業を開始した。その一環として、本報告では本県有明海産アサリの特徴について検討したので報告する。

方 法

今回は市場に出荷され、流通するアサリの形状を調べるために、福岡有明産及び能古産アサリは漁業者から買い取り、三重県産は水産卸会社を通して購入し測定した。調査期間は平成20年4月から平成21年3月の毎月とし、測定項目は殻長、殻高、殻幅、殻付重量、むき身重量、サンプル数は100個とした。測定結果より見入りの指標となる肥満度を算出した。肥満度は{むき身重量(g) / (殻長(mm) × 殻高(mm) × 殻幅(mm))} × 100,000の式を用いた。

一般成分測定は105℃ 5時間乾燥法(水分含量)、ケルダール法(粗タンパク質含量)、エーテル抽出法(脂肪含量)、灰化法(灰分含量)を行った。遊離アミノ酸はアミノ酸自動分析計で行った。

結果及び考察

1. 福岡有明産アサリの形状

福岡有明産アサリの殻長、殻高、殻幅、肥満度の各月の平均値の範囲と全体の平均値を表1に、殻長の月別変化を図1示した。比較するために、能古産及び三重県産アサリも同様に測定した。

殻長は能古産がもっとも大きく、平均値は36.1mm、次いで福岡有明の34.6mm、三重県産の33.0mmであった。

殻長の月別の変化をみると、福岡有明産アサリの殻長は4月～12月は34.9～36.6mmと安定し、1～3月は31.3～32.6mmと小さい。能古産アサリの殻長は年間を通して35.0～37.8mmで推移し安定した大きさだった。三重県産アサリの殻長は30.0～35.2mmの幅で月ごとの変化が大きかった。

肥満度は能古産がもっとも大きく平均値は16.6、次いで福岡有明産の13.0、三重県産の12.1であった。

肥満度の月別変化をみると、福岡有明産は4月が15.0と高く、6、7月は約12と低くなり、8月～10月に高めに推移し、11月に10ともっとも低くなった。その後、肥満度は増加し1～3月に高い傾向を示した。能古産は4月から7月まで16.9～19.0と高く、8月には13.7と低くなった後、9～10月に約15の小さいピークがあった。1月に11.3と低くなり、その後高くなる傾向を示した。三重県は4月が25.0ともっとも高く、その後減少傾向で10月に8.3と低くなった。その後、7.3～9.2と低い傾向で推移した。

表1 福岡有明産アサリの殻長、殻高、殻幅、肥満度の各月平均の範囲と平均値

	殻長(mm)		殻高(mm)		殻幅(mm)		肥満度	
	範囲	平均	範囲	平均	範囲	平均	範囲	平均
福岡有明	31.3～36.6	34.6	21.7～25.8	24.1	14.2～16.8	16.0	10.0～15.1	13.0
能古	35.0～37.8	36.1	23.7～26.8	24.9	16.4～18.3	17.1	11.3～19.0	15.6
三重	30.0～35.2	33.0	21.7～25.2	23.6	14.3～16.7	16.1	7.3～25.0	12.7

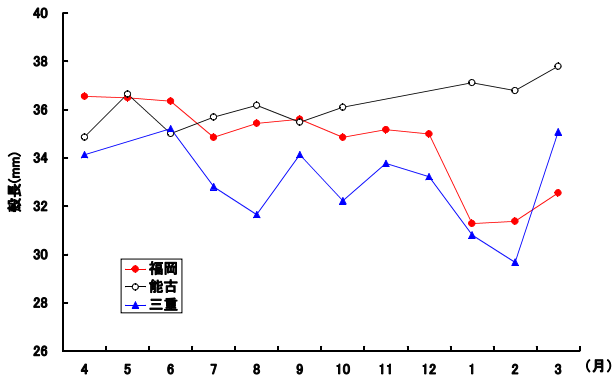


図1 殻長の月別変化

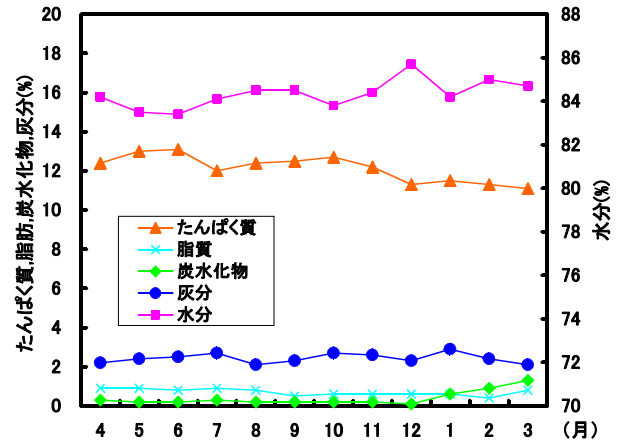


図3 一般成分の月別変化

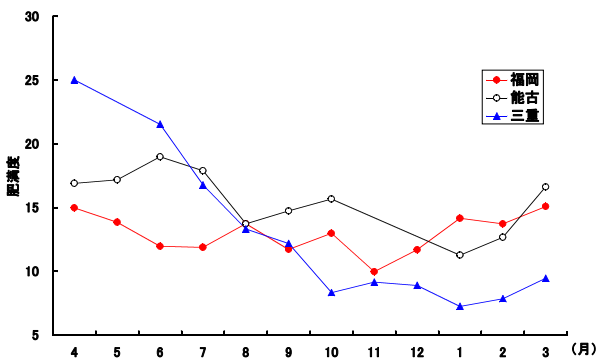


図2 肥満度の月別変化

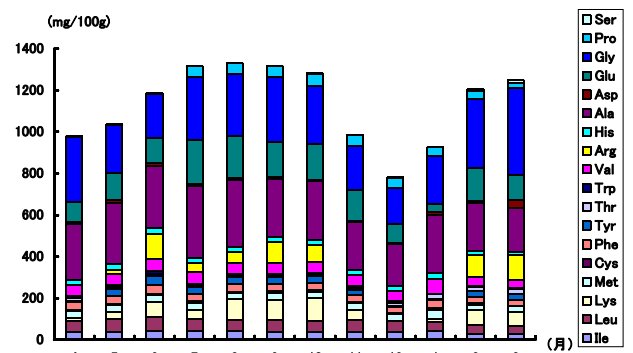


図4 遊離アミノ酸の月別変化

2. 一般成分

福岡有明産アサリの水分、たんぱく質、脂質、炭水化物及び灰分の月別変化を図3に示した。アサリの平均水分は84.3%、平均たんぱく質が12.1%、平均脂質が0.7%、平均炭水化物が0.4%、平均灰分が2.4%であった。水分は6月に83.4%と最も低く、7～9月は84%と増加し、12月に85.7%と最も高い値を示した。たんぱく質は5月に13.1%と最も高く、7月に減少後、8～11月には12.5%と高く推移し、その後徐々に減少し、3月に11.1%と最も低い値を示した。炭水化物は4～11月は約0.2%で推移し、12月に0.1%と最も低い値を示した。その後増加に転じ、3月に1.3%の最も高い値を示した。脂質は4～8月は約0.8%で推移した後、減少し、9～1月は約0.9%で推移し、2月に0.4%と最も低い値を示した。

3. 遊離アミノ酸量

福岡有明産アサリの呈味成分である遊離アミノ酸の月別変化を図4に示した。アサリの遊離アミノ酸には、甘味を呈するGly（グリシン）、Ala（アラニン）、うま味を呈するGlu（グルタミン酸）、苦味を呈するVal（バリン）を多く含んでいることがわかった。総遊離アミノ酸量の高い時期は、7～10月で、低い時期は11～1月であった。

以上のことから、市場流通している福岡有明産アサリの形態は、大きさが4～12月まで35mm程度で安定しており、1～3月は32mm程度の小型に、肥満度が春期と秋期に高い傾向を示すことがわかった。一般成分において、最も高い割合の水分が春期に低め、冬期に高め傾向を示し、総遊離アミノ酸量は夏期高め、冬期低め傾向を示すことがわかった。