

カンパチ用配合餌料の開発と漁場改善効果の予測

(漁場改善効果の予測)

漁場環境科 新谷 淑生・荻田 淑彦・石川 徹

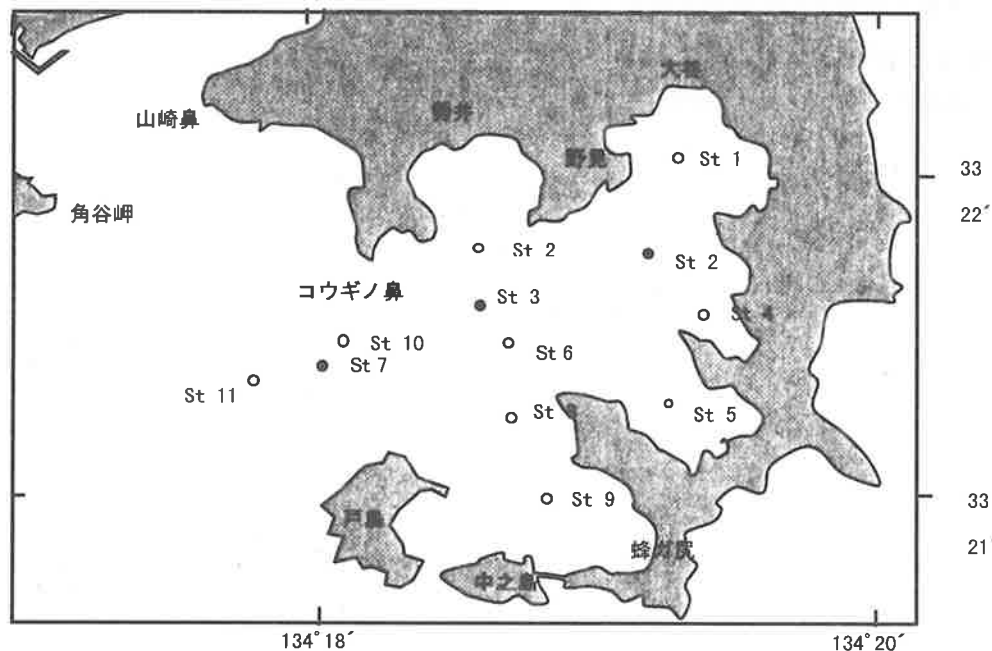
1. 目的

魚類養殖が盛んな野見湾において水質、底質、生産量等の調査を実施し、漁場環境悪化の原因となる窒素・リンの負荷実態の把握を行うと共に、配合餌料化による漁場改善効果の予測を行う。

2. 調査方法

平成13年度は野見湾の漁場環境の実態を把握するため以下の調査を行う。

- 1) 水質調査：湾内の水質調査を行い、水温・塩分・溶存態窒素及びリン量の変動を把握する。
- 2) 底質調査：季節ごとに底質調査を行い、湾全体のN、P負荷量を把握する。
- 3) 負荷実態調査：漁業養殖業生産統計年報等の資料から養殖業及び漁業以外の要因による湾内へのN、P負荷量を試算する。



栄養塩類調査定点				水深	採泥調査定点				水深
St2	N	33° 22.265'	E133° 19.171'	16.7m	St 1	N	33° 22.574'	E 133° 19.291'	12.7m
St 3	N	33° 22.103'	E 133° 18.572'	23.0m	St 2	N	33° 22.288'	E 133° 18.575'	18.7m
St 7	N	33° 21.918'	E 133° 18.014'	16.5m	St 3	N	33° 22.265'	E 133° 19.171'	16.7m
					St 4	N	33° 22.069'	E 133° 19.382'	15.0m
					St 5	N	33° 21.789'	E 133° 19.253'	16.7m
					St 6	N	33° 21.985'	E 133° 18.665'	22.7m
					St 8	N	33° 21.749'	E 133° 18.690'	22.0m
					St 9	N	33° 21.496'	E 133° 18.821'	17.0m
					St 10	N	33° 21.999'	E 133° 18.069'	25.6m
					St 11	N	33° 21.873'	E 133° 17.768'	25.0m

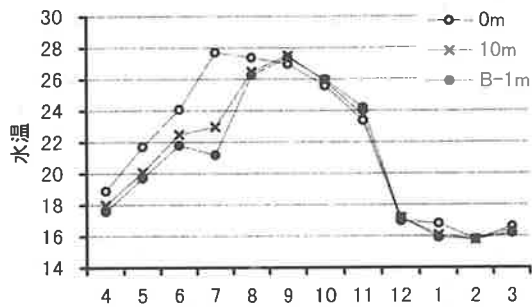
図－1 野見湾栄養塩類・底質調査位置（黒丸：栄養塩類、白丸：底質）

3. 結果

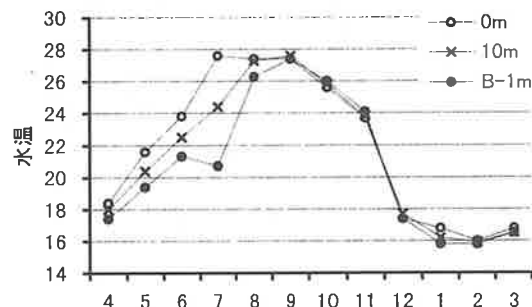
1) 水温、塩分、溶存酸素量の月変化

水温の月変化を図-2に示した。夏季の8～9月に26～28℃に上昇し、冬季の1～2月に16℃前後に低下した。

St 2



St 3



St 7

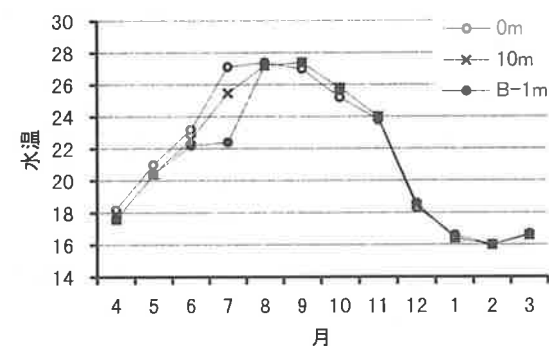
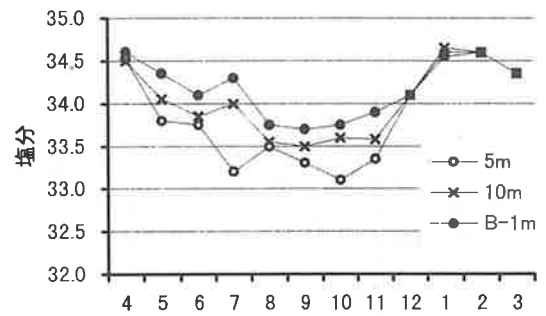


図-2 水温の月変化（平成13年4月～平成14年3月）

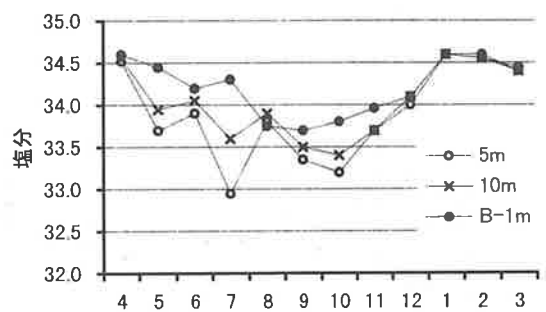
塩分の月変化を図-3に示した。夏季の8～9月に33.5前後に低下し、冬季の1～2月には34.5前後に上昇した。なお、湾口部のSt 7における7月の塩分が大幅に低下しているのは降雨による大量の淡水が須崎方面から流入したため

である。

St 2



St 3



St 7

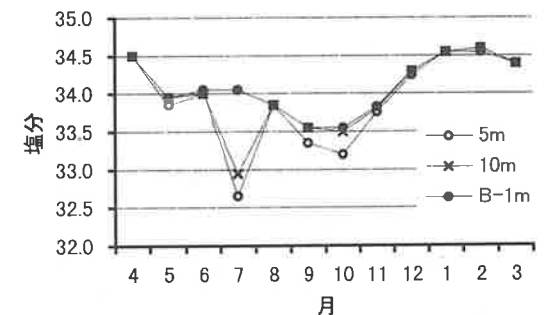


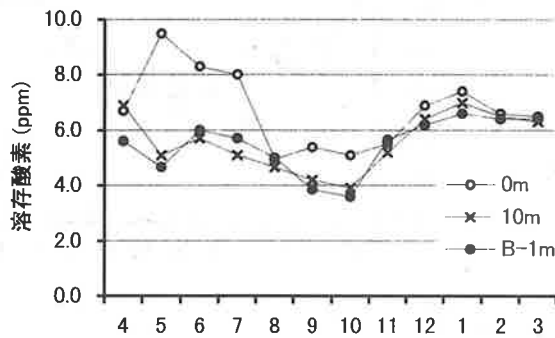
図-3 塩分の月変化（平成13年4月～平成14年3月）

溶存酸素の月変化を図-4に示した。4月に6 ppm以上であったが徐々に減少し、9～10月にはSt 2、3の中、底層では4 ppm以下に、湾口部でも5 ppmに低下した。冬季には6 ppm前後に回復した。5～6月の表層は8 ppm前後まで上昇し、特に湾奥部のSt 2で顕著であった。

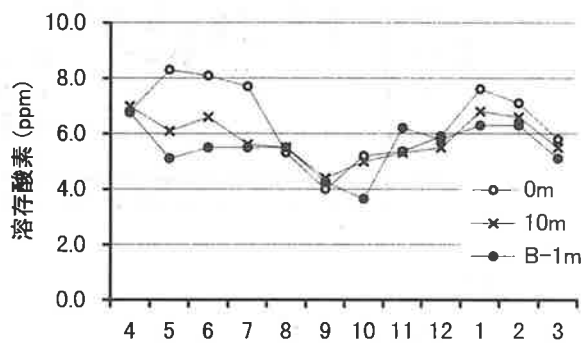
St 7では表層から底層までおおむね6 ppm前後で推移したが、St 2、3では春季から夏季の間は表層と底層の差が大きく、秋期から冬季の

間はその差は減少していた。

S t 2



S t 3



S t 7

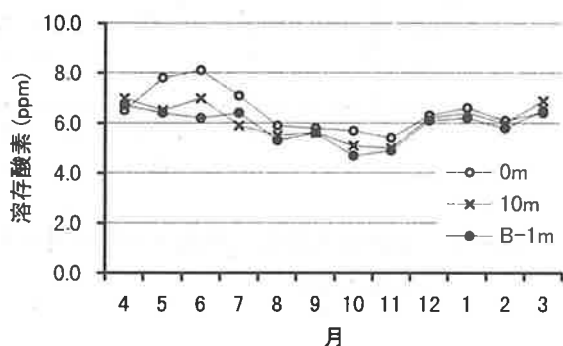
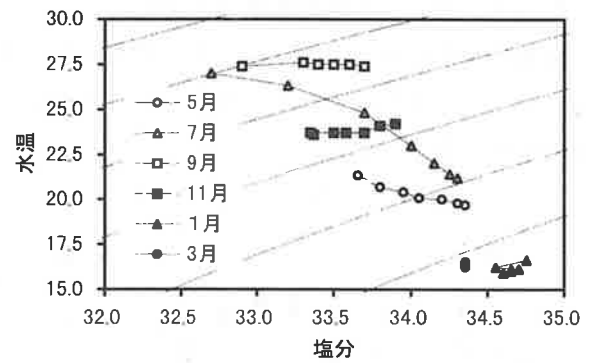


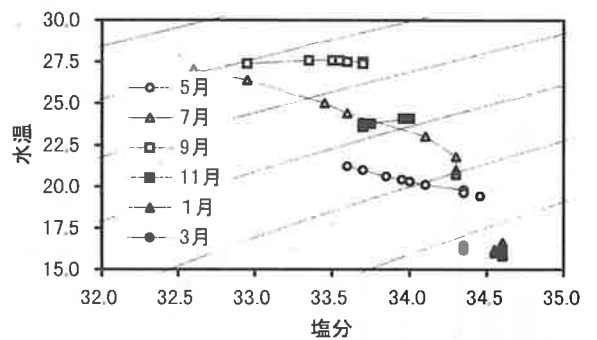
図-4 溶存酸素の月変化（平成13年4月～平成14年3月）

2ヶ月間隔の水深別のS-Tダイアグラムを図-5に示した。St 2、3では5～7月は密度勾配が顕著に認められたが、その他の月は弱く、特に3月は表層から底層までほぼ同一な密度であった。St 7は7月を除いて表層から底層までほぼ同一な密度であった。

S t 2



S t 3



S t 7

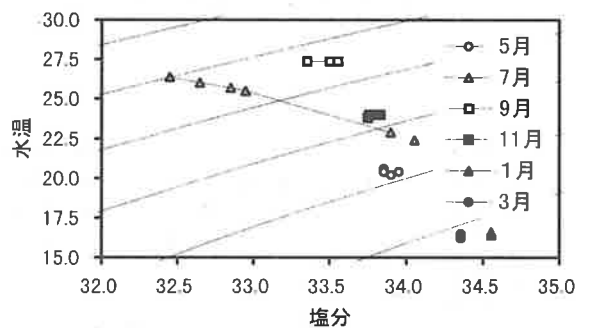


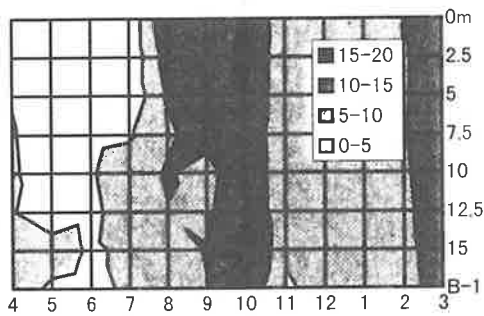
図-5 T-Sダイアグラム（平成13年5月～平成14年3月）

2) 栄養塩類及びクロロフィルの月変化

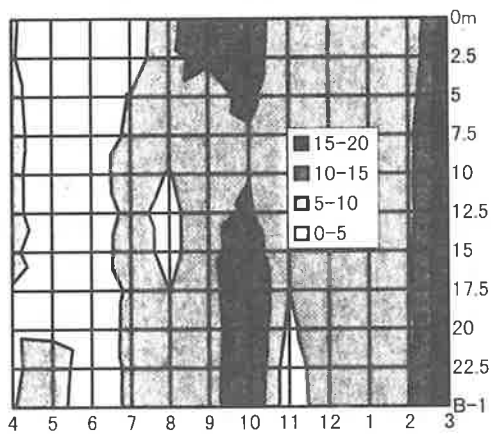
無機態窒素の月変化を図-6に示した。St 2では5～6月は $5 \mu\text{g a t m/l}$ 以下であったが、7月から増加し、10月には表層と底層で $15 \sim 20 \mu\text{g a t m/l}$ となった。11～2月は $5 \sim 10 \mu\text{g a t m/l}$ に低下したが、3月は $5 \sim 10 \mu\text{g a t m/l}$ に増加した。St 3では湾奥部と同じく春季から夏季は減少、秋期は増加、冬季

は減少する傾向を示したが、3月は $15 \sim 20 \mu\text{g a t m} / \text{l}$ に増加した。St 7もSt 2、3と同じ傾向を示したが、無機態窒素の量は少なく10月でも表層のみが $10 \sim 15 \mu\text{g a t m} / \text{l}$ であった。また、12月は $5 \mu\text{g a t m} / \text{l}$ 以下となった。

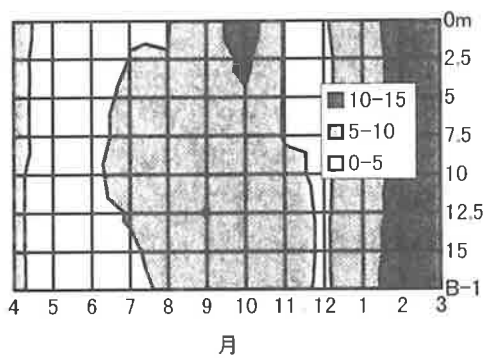
St 2



St 3



St 7

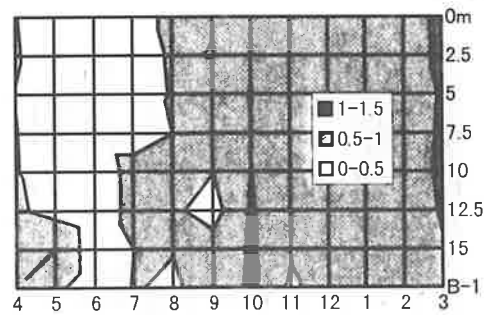


図ー6 無機態窒素の月変化（平成13年4月～平成14年3月）

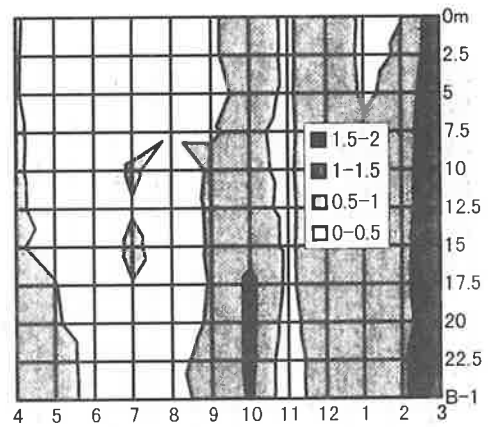
磷酸態リンの月変化を図ー7に示した。無機態

窒素の月変化と同様の変化を示したが、濃度は1/10以下のレベルであった。

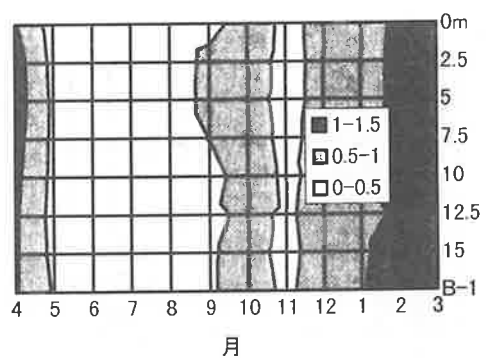
St 2



St 3



St 7

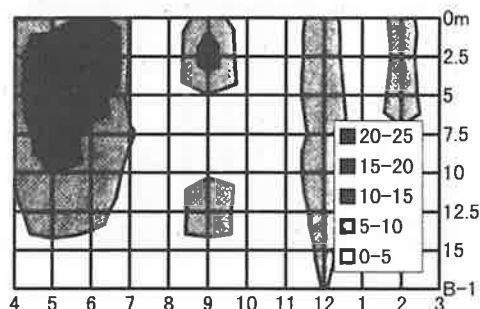


図ー7 磷酸態リンの月変化（平成13年4月～平成14年3月）

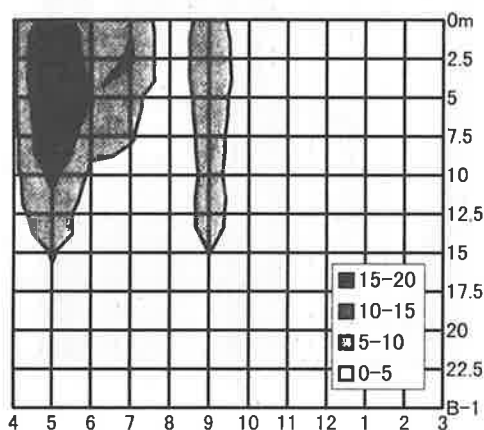
クロロフィルaの月変化を図ー8に示した。St 2では4～6月、9月、12月および2月に $5 \mu\text{g} / \text{l}$ 以上の濃度となった。5～6月は $15 \sim 25 \mu\text{g} / \text{l}$ の高濃度となったが、底層では 5μ

g/l以下であった。12月は底層まで5~10 $\mu\text{g/l}$ の濃度であった。St2、7では4~7月と9月に5 $\mu\text{g/l}$ 以上の濃度であった。

St2



St3



St7

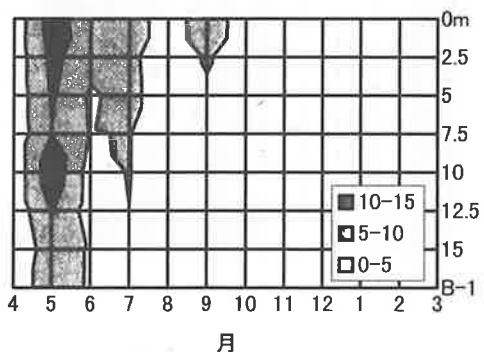


図-8 クロロフィルaの月変化(平成13年4月~平成14年3月)

3) 底質のステーション別・調査日別変化

AVS(酸揮発性イオウ)の変化を表-1に示した。平均値は0.36 $\text{mg S/g} \cdot \text{dry}$ で、他のステーションと比べSt10が有意に高く、

St11が有意に低くなっていた。また、調査日別の変化は2月が8月と11月に対し有意に有意に低くなっていたが、5月とは有意差はなかった。このことは、夏季から秋季に高くなり、冬季に低下したことを示している。

表-1 AVS ($\text{mg S/g} \cdot \text{dry}$)のステーション別調査日別変化

月日	5.29	8.29	11.14	2.13
St1	0.25	0.42	0.40	0.27
St2	0.29	0.34	0.34	0.14
St3	0.32	0.42	0.37	0.31
St4	0.18	0.23	0.35	0.20
St5	0.24	0.24	0.32	0.18
St6	0.30	0.36	0.28	0.24
St8	0.30	0.54	0.35	0.23
St9	0.27	0.25	0.21	0.18
St10	0.61	0.53	0.41	0.30
St11	0.03	0.06	0.06	0.05

COD(化学的酸素要求量)の変化を表-2に示した。平均値は14.69 $\text{mg O}_2/\text{g} \cdot \text{dry}$ で、他のステーションと比べSt8が有意に高く、St11が有意に低くなっていた。また、調査日別の変化は8月が11月と2月に対し有意に高くなっていたが、5月とは有意差はなかった。このことは、夏季に高くなり秋季から冬季に低下したことを示している。

表-2 COD ($\text{mg O}_2/\text{g} \cdot \text{dry}$)のステーション別調査日別変化

月日	5.29	8.29	11.14	2.12
St1	13.97	17.66	10.28	12.26
St2	15.63	18.07	10.92	16.60
St3	16.16	15.59	12.96	14.06
St4	14.12	16.50	15.39	13.66
St5	12.20	14.57	16.33	11.45
St6	14.73	16.26	16.08	15.71
St8	18.58	21.33	16.40	16.76
St9	12.67	16.46	14.40	12.07
St10	20.38	18.19	11.70	10.42
St11	6.10	8.03	6.53	7.44

IL（強熱減量）の変化を表－3に示した。平均値は4.82%で、他のステーションと比べSt8が有意に高く、St11が有意に低くなっていた。また、調査日別の変化は2月が5月と8月に対して有意に高くなっていたが、11月とは有意差はなかった。このことは、春季から夏季に高くなり秋季から冬季に低下したことを示している（2元分散分析、 $p < 0.05$ ）。

表－3 IL（%）のステーション別調査日別変化

月日	5.29	8.29	11.14	2.13
St1	4.43	5.09	4.25	4.16
St2	4.68	5.32	4.66	4.70
St3	4.94	5.11	4.77	4.45
St4	5.07	4.90	5.62	4.38
St5	5.02	4.94	4.86	4.34
St6	4.71	5.05	4.64	4.70
St8	6.39	6.31	5.60	5.23
St9	4.73	4.67	4.43	3.77
St10	6.04	4.84	4.10	3.03
St11	2.87	3.04	3.07	2.59

MC（含泥率）の変化を表－4に示した。平均値は70%で他のステーションと比べSt8が有意に高く、St2、6及び11で有意に低くなっていた（2元分散分析、 $p < 0.05$ ）。

表－4 MC（%）のステーション別調査日別変化

月日	5.29	8.29	11.14	2.13
St1	65.71	63.36	53.32	75.64
St2	49.19	53.17	51.98	62.64
St3	67.38	63.95	69.93	78.73
St4	66.82	66.17	72.06	71.71
St5	71.13	68.21	75.34	83.56
St6	54.98	55.87	57.34	60.81
St8	85.48	85.21	83.67	97.73
St9	54.54	66.46	60.69	56.77
St10	64.45	55.11	50.09	73.19
St11	38.57	46.97	40.30	67.00

4）陸域及び魚類養殖による野見湾への窒素・リン負荷量の試算

陸域からの負荷量については、野見湾周辺の人口、田畑等の面積を栄養塩発生原単位（電力中央研究所報告・昭和57年6月）を用いて算出し表5に示した。年間の窒素負荷量は約22.5トン、リン負荷量は1.5トンと試算された。

魚類養殖からの負荷量については、13年度の養殖生産計画による推定生産量（表－6）からそれぞれの魚種の単位あたり負荷量を乗じて算出し表－7に示した。年間の窒素負荷量は約979.4トン、リン負荷量は180.5トンと試算された。

4. 考察

水温は5月から7月に躍層が発達するが、8月以降は均一となった。塩分は5月から11月にかけて躍層が発達するが、12月以降は均一となった。密度成層は5月から8月にかけて発達するが、9月以降は均一で表・下層は不安定となった。

なお、湾口部は11月を除くと密度はほぼ均一で上下混合が起きやすい環境にあり、湾内外からの水塊移動が湾奥部や湾中央部と比べて発生しやすいことが考えられる。

溶存酸素量は湾奥部と湾中央部の表層では5月から7月に植物プランクトンの大量発生のため過飽和となったが、中・底層ではこの時期に大きな変化はみられず10月まで徐々に減少しており、海水交換が少ないことが考えられる。湾口部では5～7月の大幅な上昇はみられず、また、9月から10月においても中・底層で大きな低下がみられないのは湾奥部や中央部と比べ海水交換が多いことが考えられる。

栄養塩類は5月から7月に顕著な低下がみられ、植物プランクトンの大量発生による栄養塩類の消費が考えられる。8月から10月の増加は、成層による海水交換の減少と投餌量の増加によるものと考えられる。

底質は夏季から秋季に嫌氣的な状態になり、特に水深の深いSt10が顕著で低酸素状態あることが考えられる。有機物は春季から夏季に高く、

特にSt 8が顕著であったが、この原因は不明である。

野見湾への窒素・リンの年間負荷量はそれぞれ1001.9トンと182トンと試算され、魚類

養殖による負荷は窒素が98%、リンが99%を占めた。漁場汚染の軽減のために汚染負荷の少ない餌料への転換が必要と考えられる。

表-5 陸域からの野見湾への窒素・リン負荷量の試算

項目	単位	窒素負荷		リン負荷	
		負荷単位 (kg/ha/yea)	年間負荷量 (kg)	負荷単位 (kg/ha/yea)	年間負荷量 (kg)
山林等	ha				
田	17.7	25.2	446	2.28	40
畑	45.1	13.3	600	0.1	5
宅地	10.3				
山林	123.5	88	10,868	3.5	432
保安林	77.3	88	6,802	3.5	271
小計			18,716		748
生活排水	人	(g/人/day)	(kg)	(g/人/day)	(kg)
尿尿 下水道	123	3.92	176	1.03	46
尿尿処理	1,458	3.25	1,730	0.28	149
雑用水 下水道	123	3.92	176	0.28	13
未処理	1,458	3.25	1,730	1.03	548
小計			3,811		756
合計			22,527		1,504

表-6 13年度養殖計画及び推定生産量（漁協報告資料による）

魚種	尾数（千尾）	推定増重量（kg/尾）	推定生産量（トン）
ハマチ2年魚	108	3	324
カンパチ1年魚	333	1	333
カンパチ2年魚	795	2.3	1,829
カンパチ3年魚	7	1.5	11
マダイ1年魚	1,410	0.33	465
マダイ2年魚	1,640	0.76	1,246
シマアジ2年魚	107	1	107
その他	51	0.62	32
計	4,451		4,347

表－７ 推定生産量からの窒素・リン負荷量の試算

魚種	生産量 (トン)	窒素負荷		リン負荷	
		負荷量 (kg/トン)	年間負荷量 (kg)	負荷量 (kg/トン)	年間負荷量 (kg)
ハマチ*	324	278.0	90,072	45.6	14,762
カンパチ*	2,173	278.0	604,094	45.6	99,004
マダイ**	1,711	149.3	255,452	35.3	60,368
シマアジ***	107	214.0	22,898	45.6	4,875
その他***	32	214.0	6,848	45.6	1,458
計	4,347		979,364		180,467

*ハマチ生餌（マイワシ）から試算 **マダイHP平均値から試算 ***マダイ生餌から試算