漁場環境調査指導事業

－響灘周辺開発環境調査－

白石日出人・吉岡　直樹・山本　千裕

響灘海域は，北九州市のウォーターフロント整備構想による埋め立てや白島石油備蓄基地建設工事等による漁場環境の変化が懸念されている。

この事業は，響灘の水質調査を行うことにより，漁場汚染の防止を図るための基礎的な資料の収集を行い，今後の漁場保全に役立てることを目的とした。

方　法

水質調査を図１に示す５点で５，８，11，３月の計４回行った。調査水深は0.5m（表層）および７m（中層）とし，調査項目として気象，海象，透明度，水温，塩分，ＤＯ，栄養塩類（ＤＩＮ，ＤＩＰ）を観測，測定した。

結　果

水質調査結果の概要を表１に示した。また，各項目について過去５年間の平均値と平成14年度の海域平均値の季節変化を図２～７に示した。

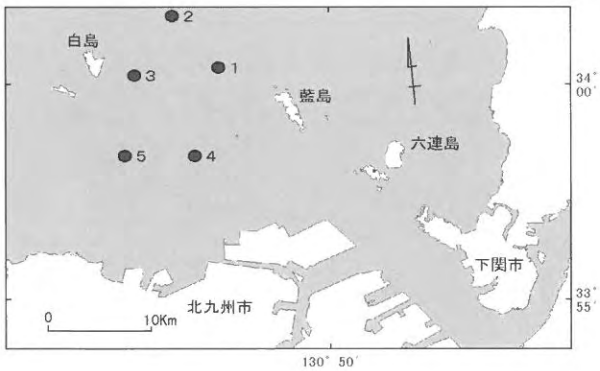


図１　調査定点図

表１　水質調査結果

調査項目	Stn. 1	Stn. 2	Stn. 3	Stn. 4	Stn. 5
水温（℃）	21.05	19.04	21.02	20.77	20.98
塩分	33.88	34.14	33.97	33.92	33.94
ＤＯ(mg/l)	6.47	6.69	6.46	6.61	6.38
ＤＩＮ(μmol/l)	3.09	1.89	1.84	3.03	2.72
ＤＩＰ(μmol/l)	0.06	0.10	0.21	0.05	0.13
透明度(m)	8.63	11.25	8.83	7.00	8.33

１．季節変化

（１）水温

春季にやや低めで推移したが，その後はほぼ平年並みであった。

（２）塩分

春季はやや低めで，夏季は著しい高めで推移し，その後は平年並みであった。

（３）ＤＯ

春季に著しい低めであったが，その後平年並みであった。

（４）ＤＩＮ

春季はやや低めで，夏季は平年並みで，秋季はやや高めで，冬季は著しい高めであった。

（５）ＤＩＰ

春季は平年並みで，夏季は著しい高めであったが，その後やや低めで推移した。

（６）透明度

春季は平年並みで，夏季および秋季は平年並みで，冬季は著しい高めで推移した。

２．水平分布

（１）水温

年平均値は19.04～21.02℃の範囲であった。時化等の関係でデータ数の違いによりStn.２がやや低くなった形になっているが，ほぼ一様であった。

（２）塩分

年平均値は33.88～34.14の範囲で，ほぼ一様であった。

（３）ＤＯ

年平均値は6.38～6.69mg/lの範囲で，ほぼ一様であった。

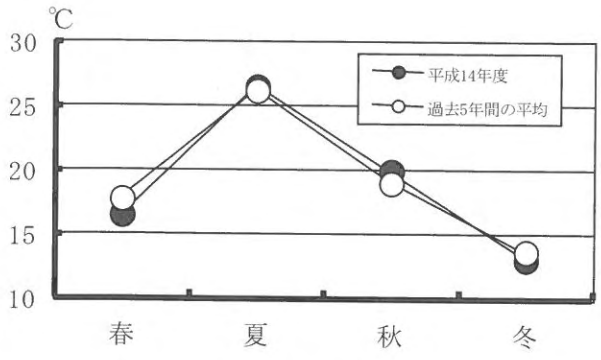


図2　水温の季節変化

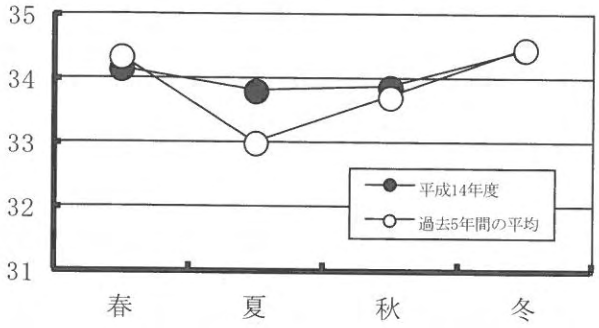


図3　塩分の季節変化

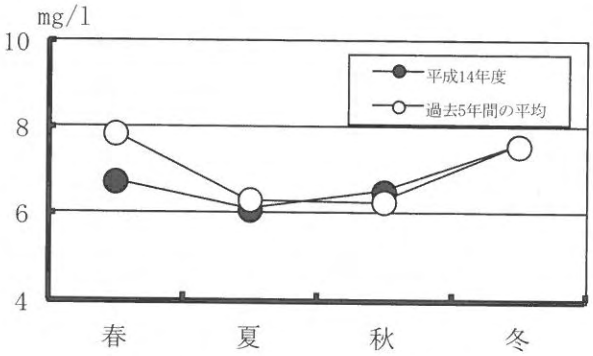


図4　ＤＯの季節変化

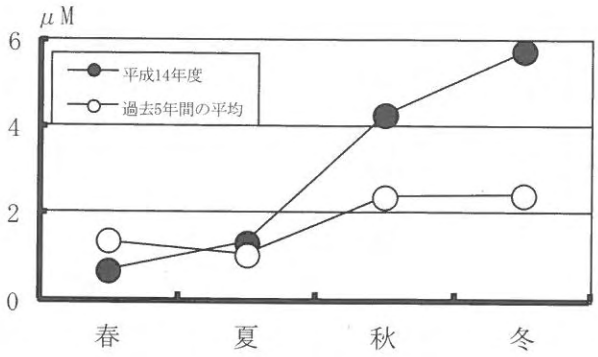


図5　ＤＩＮの季節変化

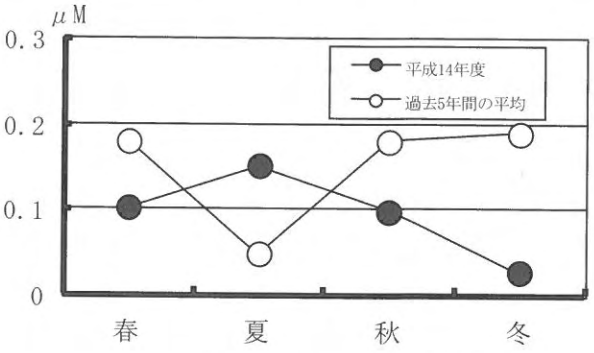


図6　ＤＩＰの季節変化

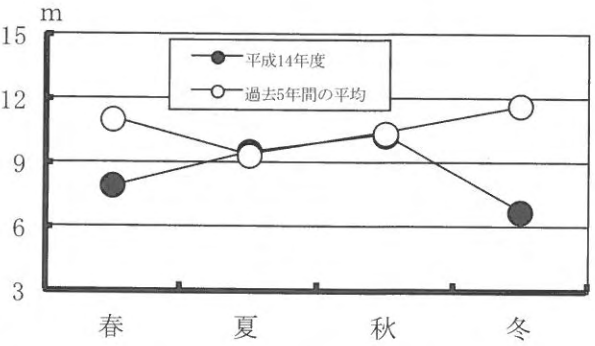


図7　透明度の季節変化

（4）ＤＩＮ

年平均値は1.84～3.09μmol/lの範囲であった。Stn. 2，3よりStn. 1，4，5の方が高かった。

（5）ＤＩＰ

年平均値は0.06～0.21μmol/lの範囲であった。Stn. 4が他の地点に比べて高かった。

（6）透明度

年平均値は7.0～11.3ｍの範囲であった。Stn. 2は他の地点に比べて高かった。

唐津湾の水質監視調査

白石日出人

平成５年に「水質汚濁に関わる環境基準」が一部改正され，赤潮発生の可能性の高い閉鎖性水域について窒素・リンの水域類型別指定（以下，類型指定という）が設定された。唐津湾はこの閉鎖性水域に属していたが，筑前海域の一部と見なされて類型指定はされていなかった。しかし，今後の人口増加などにより赤潮や貧酸素水塊の発生が懸念されるため，平成９年～平成13年７月までのデータをもとに，平成13年10月に類型指定が行われた。その結果，ｐＨ，ＤＯ（溶存酸素量），ＣＯＤ（化学的酸素要求量）の環境基準は海域Ａ類型に，全窒素，全燐は海域Ⅱ類型に指定された。環境基準は表１～２のとおりである。

そこで，唐津湾の福岡県海域に関する水質の維持達成状況を監視するため，福岡県環境部環境保全課の委託により調査を実施した。当研究所では試料の採取および水質分析の一部を担当したので，その結果を報告する。

表１　ｐＨ，ＤＯ，ＣＯＤの環境基準（海域）

類型	A	B	C
利用目的	水産１級 水浴 自然環境保全	水産２級 工業用水	環境保全
pH	7.8～8.3	7.8～8.3	7.0～8.3
DO(mg/l)	7.5以上	5.0以上	2.0以上
COD(mg/l)	2.0以下	3.0以下	8.0以下

自然環境保全：自然探勝等の環境保全
水産１級：マダイ、ブリ、ワカメ等の水産生物用および水産２級の生物用
水産２級：ボラ、ノリ等の水産生物用
環境保全：国民の日常生活において不快感を生じない限度

表２　全窒素，全燐の環境基準（海域）

類型	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
利用目的	自然環境保全	水産１種 水浴	水産２種 工業用水	水産３種 工業用水 生物生息環境保全
全窒素(mg/l)	0.2以下	0.3以下	0.6以下	1.0以下
全燐(mg/l)	0.02以下	0.03以下	0.05以下	0.09以下

自然環境保全：自然探勝等の環境保全
水産１種：底生魚介類を含め多様な水産生物がバランス良く、かつ、安定して漁獲される
水産２種：一部の底生魚介類を除き、魚類を中心にした水産生物が多獲される
水産３種：汚濁に強い特定の水産生物が主に漁獲される
生物生息環境保全：年間を通して底生生物が生息できる限度

方　法

図１に示した定点で平成14年４月～平成15年３月に毎月１回の調査を実施した。試料の採水は表層，５ｍ層，底層の３層で行った。調査項目として，ｐＨ，ＤＯ，ＣＯＤ，ＳＳ（浮遊懸濁物），ＴＮ（全窒素），ＴＰ（全燐）等の生活環境項目，カドミウム，シアン，鉛等の健康項目，塩分等のその他の項目が設定されている。当研究所では生活環境項目，その他の項目（塩分）の測定および一般気象，海象の観測を行った。

なお，生活環境項目の大腸菌群数とｎ－ヘキサン抽出物質，健康項目，特殊項目（重金属等）および要監視項目（有機塩素，農薬等）については福岡県保健環境研究所が担当した。

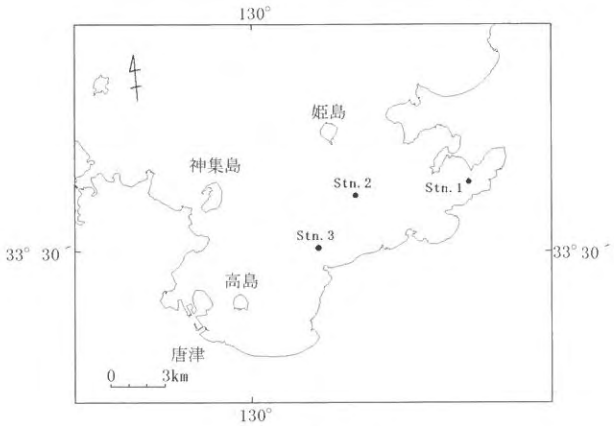


図１　調査地点

結　果

１．水質調査結果

Stn.１～３の水質分析結果を表３に，水質の経年変化を図２～９に示した。なお，図２～９は３地点の平均値を用いた。

（１）水温

8.6～28.4℃の範囲で推移した。最高値はStn.１の８月の表層で，最低値はStn.２の１月の表層～底層であった。

（2）塩分

30.24～34.42の範囲で推移した。最高値はStn.２の４月の底層で，最低値はStn.２の７月の表層であった。

（3）DO

3.12～9.49mg/lの範囲で推移した。最高値はStn.２の９月の５m層で，最低値はStn.１の９月の底層であった。

（4）COD

0.07～1.10mg/lの範囲で推移した。最高値はStn.１の表層で，最低値はStn.２の７月の底層であった。

（5）pH

8.08～8.27の範囲で推移した。最高値はStn.１の７月の表層で，最低値はStn.１の９月の底層であった。

（6）透明度

2.0～12.5mの範囲で推移した。最高値はStn.２の12月で，最低値はStn.２とStn.３の７月であった。

（7）TN

0.02～1.26mg/lの範囲で推移した。最高値はStn.１の１月の表層で，最低値はStn.１の５月の表層とStn.３の４，５月の表層であった。

（8）TP

0.00～0.23mg/lの範囲で推移した。最高値はStn.１の１月の表層で，最低値は各地点で１～２点程あった。

表３　水質分析結果

項目	Stn. 1	Stn. 2	Stn. 3
水温(℃)	8. 6～28. 4 (18. 1)	10. 8～27. 8 (18. 6)	10. 3～28. 3 (18. 4)
塩分	31. 47～34. 30 (33. 42)	30. 24～34. 42 (33. 89)	30. 51～34. 39 (33. 72)
DO(mg/l)	3. 12～9. 28 (7. 34)	5. 17～9. 49 (7. 25)	5. 11～9. 45 (7. 25)
COD(mg/l)	0. 30～1. 10 (0. 68)	0. 07～0. 98 (0. 47)	0. 19～1. 08 (0. 57)
pH	8. 08～8. 27 (8. 16)	8. 10～8. 20 (8. 16)	8. 09～8. 21 (8. 16)
透明度(m)	2. 5～7. 0 (4. 2)	2. 0～12. 5 (6. 5)	2. 0～10. 0 (5. 1)
TN(mg/l)	0. 02～1. 26 (0. 17)	0. 04～0. 26 (0. 12)	0. 02～0. 27 (0. 12)
TP(mg/l)	0. 00～0. 23 (0. 03)	0. 00～0. 03 (0. 01)	0. 00～0. 07 (0. 02)

＊カッコ内の数値は平均値

２．環境基準の達成度

DO，COD，pH，TNおよびTPの75%値はそれぞれ6.45mg/l，0.74mg/l，8.12，0.15mg/l，0.02mg/lであった。この中でDOだけが環境基準を満たしていなかった。

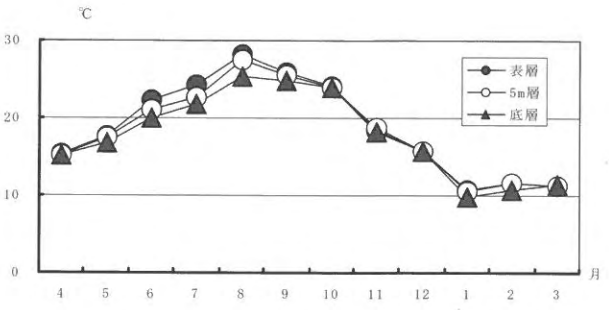


図２　水温の経年変化

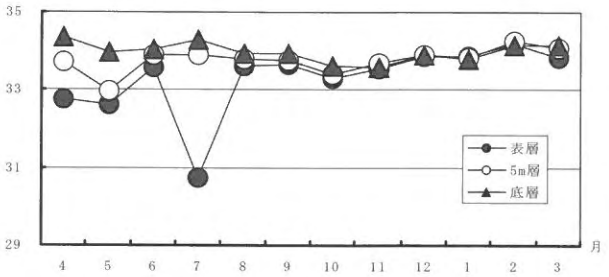


図３　塩分の経年変化

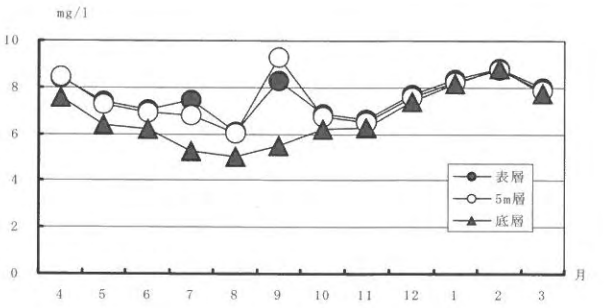


図４　DOの経年変化

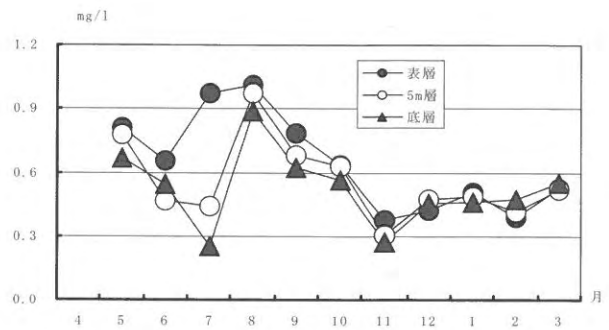


図５　CODの経年変化

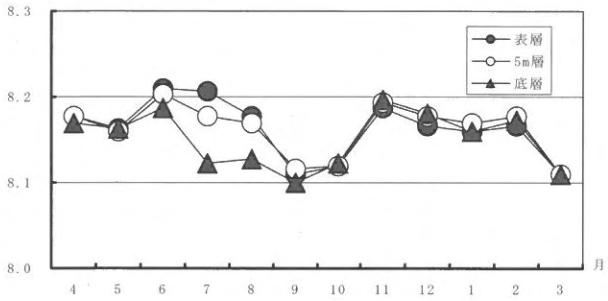


図6　ｐＨの経年変化

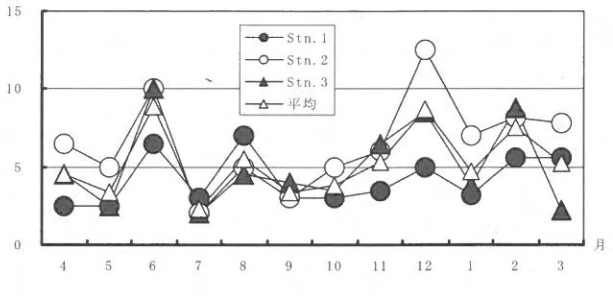


図7　透明度の経年変化

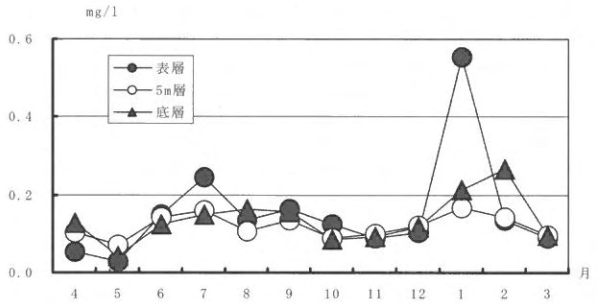


図8　ＴＮの経年変化

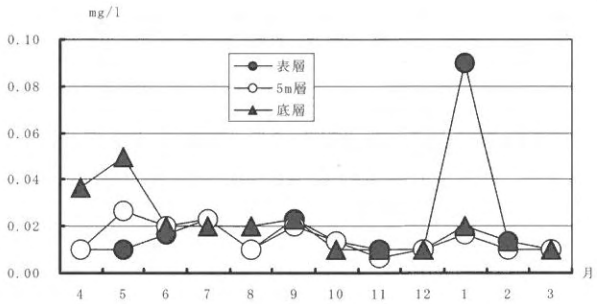


図9　ＴＰの経年変化

貝毒成分・有害プランクトン等モニタリング事業

（1）赤潮調査

山本　千裕・吉岡　直樹

この事業は，赤潮情報伝達要領に基づいて，赤潮等の発生状況に関する情報の収集および伝達を行うことにより，赤潮等による漁業被害の未然防止または軽減を図り，漁業経営の安定を資することを目的とする。

さらに，福岡湾をモデル海域とし，福岡湾における赤潮の発生および増殖の環境要因を調査し，赤潮発生予知に必要な前駆現象を把握しようとするものである。

方　法

赤潮情報の収集は当研究センターが観測するほか，漁業者や関係市町村などからの情報提供により情報収集した。

環境調査を図１に示す６定点で，４月から３月までの

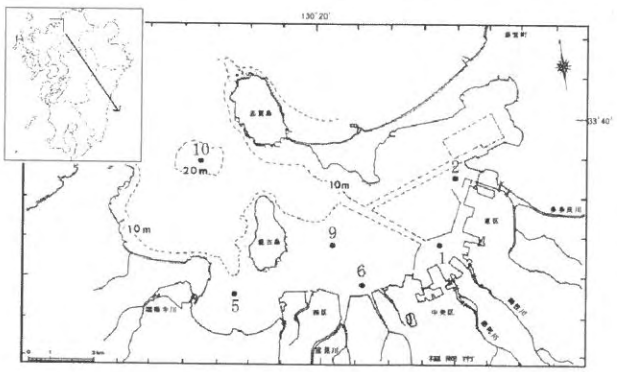


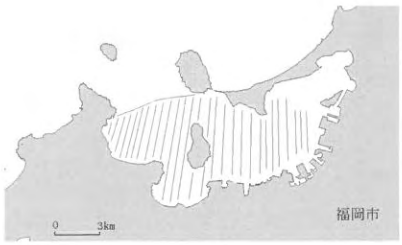
図１　福岡湾における調査点

表１　赤潮発生状況

番号	発生時期	発生海域	赤潮主構成種	最高細胞密度(cells/mℓ)	漁業被害
1	5/7～5/17	福岡湾全域	*Gymonodinium sanguineum*	3,500	なし
2	5/10	北九州　脇の浦漁港内	*Heterosigma akashiwo*	32,000	なし
3	7/4～7/11	福岡湾全域	*Heterocapsa circularisquama*	135	なし
4	7/11～8/1	福岡湾全域	*Prorocentrum dentatum,*	2,000	なし
			Gymnodinium mikimotoi	15	なし
5	7/11～8/2	唐津湾	*Gymnodinium mikimotoi*	2,000	有
6	8/12～8/21	福岡湾全域	*Heterocapsa circularisquama*	770	なし
7	9/19～9/24	福岡湾全域	*Ceratium furca*	350	なし
8	11/14～15/1/5	福岡湾全域	*Gymnodinium sanguineum*	7,000	なし

表２　赤潮による漁業被害

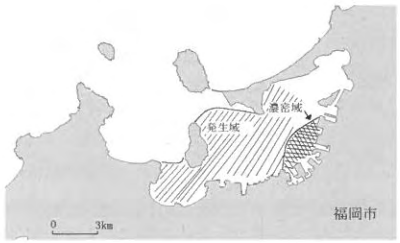
発生時期	発生海域	赤潮主構成種	漁業被害
7/11～8/2	唐津湾	*Gymnodinium mikimotoi*	アワビ等約50万円 漁港内で畜養中のアワビ等に被害が発生。



1．*Gymonodinium sanguineum*
（福岡湾全域　5/7～5/17）

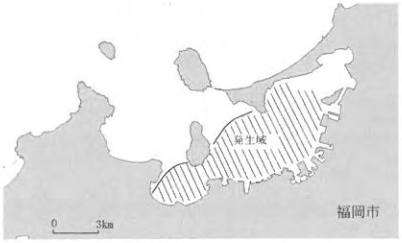
2．*Heterosigma akashiwo*
（北九州　脇浦漁港　5/10）

3．*Heterocapsa circularisquama*
（福岡湾　7/4～7/11）

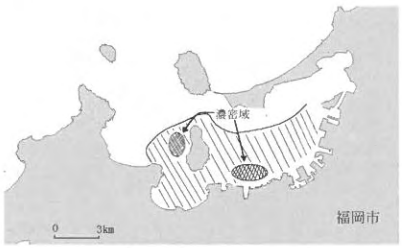


4．*Prorocentrum dentatum,*
Gymonodinium mikimotoi
（福岡湾全域　7/11～8/1）

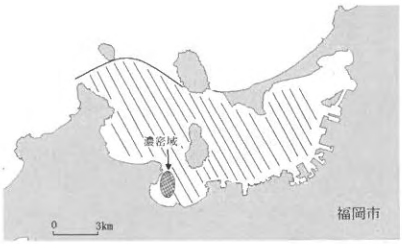
5．*Gymnodinium mikimotoi*
（唐津湾　7/11～8/2）



6．*Heterocapsa circularisquama*
（福岡湾全域　8/12～8/21）



7．*Ceratium furca*
（福岡湾全域　9/19～9/24）



8．*Gymnodinium sanguineum*
（福岡湾全域　11/14～H15.1/5）

図2　赤潮発生状況

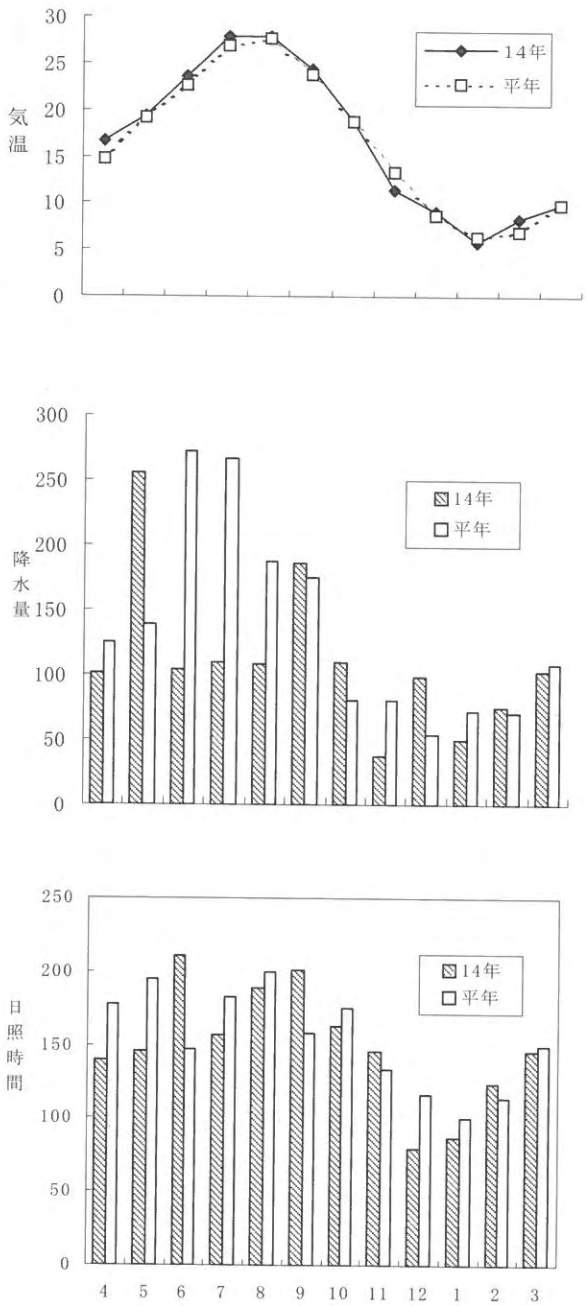


図３　福岡市における気温，降水量及び日照時間

期間に計12回行った。調査では表層（海面下0.2m），５mおよび底層（海底上１m）の３層について採水し，水温，塩分，ＤＩＮ，ＤＩＰ，ＣＯＤ，ＤＯ，植物プランクトン細胞密度およびクロロフィル-aについて測定分析した。気温，降水量及び日照時間については福岡管区気象台の資料[1)]を用いた。

赤潮発生時には定期的なモニタリング調査以外にも調査を実施し赤潮を形成した赤潮構成種と赤潮範囲，発生期間を把握し，漁業被害などをもたらす恐れのある赤潮の場合関係漁協等に情報を伝達し注意を促した。

１．福岡湾を含む筑前海における赤潮発生状況

筑前海における４月から３月までの年間の赤潮の発生件数は８件であった。赤潮発生延べ日数は約130日で，前年（62日）に比べ大幅に増加した。これは冬季に渦鞭毛藻の*Gymnodinium sanguineum*による53日間の長期発生があったからである。発生状況を図２に示した。藻類別にみると，渦鞭毛藻類７件，ラフィド藻類１件で，珪藻類による赤潮は観察されなかった。

福岡湾では，６件の赤潮が発生しており，すべて渦鞭毛藻類であった。例年，珪藻赤潮は数件発生しているが，昨年は１件，今年は０件と近年珪藻赤潮の発生件数の減少が目立っている。

７月に唐津湾地域で発生した*Gymnodinium mikimotoi*による赤潮により，漁港内で畜養していたアワビ，サザエが斃死し約50万円の被害があった。

２．気象環境（４～３月）

福岡市における４～３月の気温，降水量及び日照時間を図３に示した。気温は４月，６月，７月はやや高め11月と１月ははやや低め，その他の月は平年並みに推移した。降水量は５月は平年の倍近い降水量であったが６，７，８月は少雨傾向で年間を通すとやや少なめであった。日照時間は４，５月に少なく，６月は多め７～９月にかけてはやや少なめで推移した。

３．水質環境

福岡湾の赤潮は能古島を挟んで東側の海域にこれまで多くの初期発生が見られたが，近年西側の海域でも初期発生が頻発するようになっている。このため西側と東側の環境の相違を比較するため西側ではStn.５，東側ではStn.２を代表点に選び，表層の水温，塩分，底層の溶存酸素（ＤＯ），ＤＩＮ，ＤＩＰ，透明度及びＣＯＤの推移を比較し図４に示した。

水温は，水温は周年ほぼ同様の水温で推移した。水温の最高値は８月，最低値は１月に出現した。

塩分は，７月に両地点の差がほとんどなかったがその他の月では西側の地点が東側に地点を上回った。

底層の溶存酸素量（ＤＯ）は，７月を除けば両定点はほぼ同様の傾向で推移した。７月は東側の地点が西側より多かった。

無機態の溶存性窒素（DIN））は３月と９月に両地点ともほぼ同様の値を示した他は常に東側の地点が西側の地点を上回り東側海域の富栄養化が進んでいることが示された。

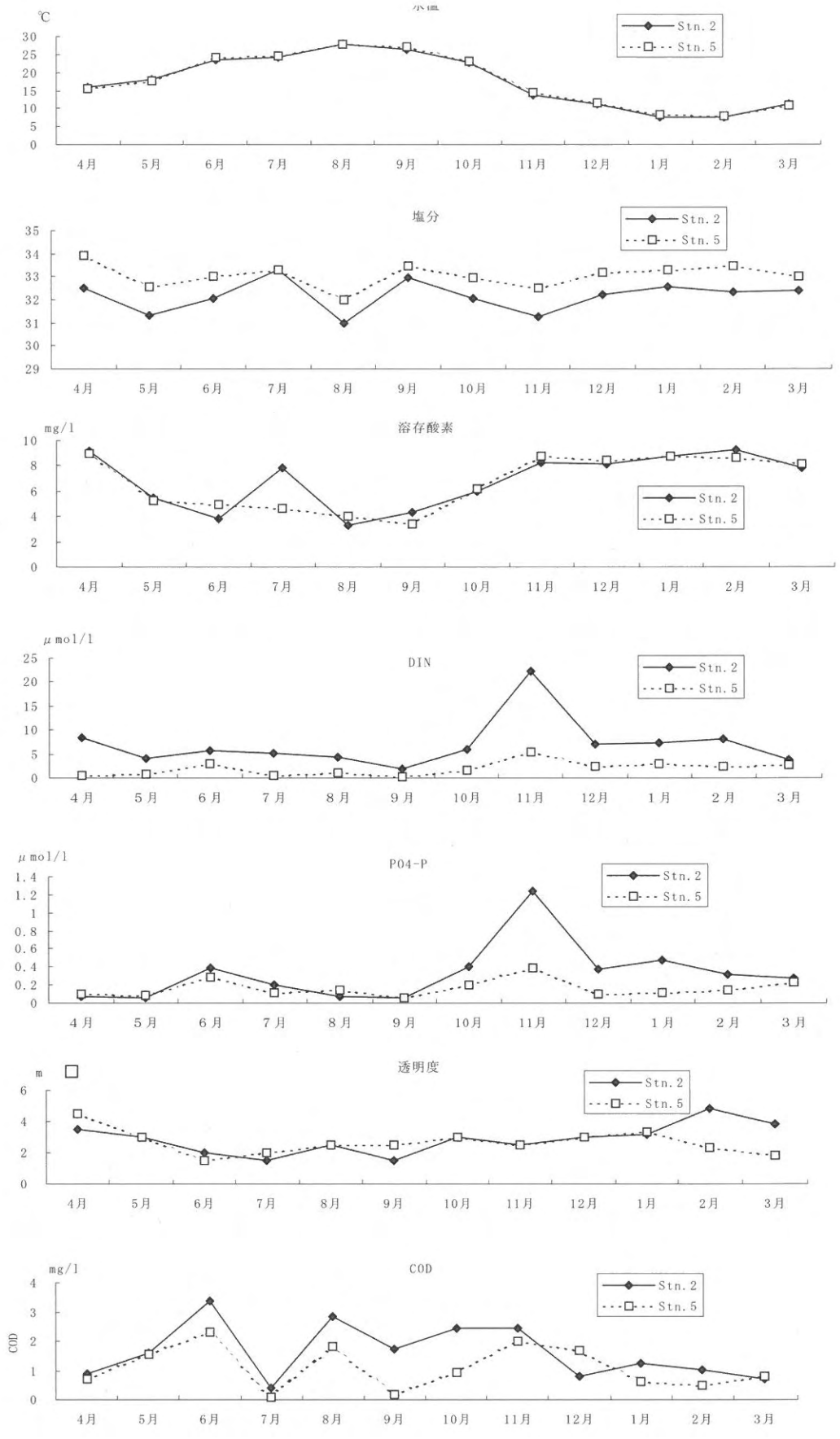


図4　福岡湾の代表点における水質環境

無機態のリンは４月から９月までは両地点ともほぼ同じレベルで推移したが10月以降２月まで東側海域が西側海域を上回った。窒素同様東側海域の方が西側より富栄養化が進んでいることが示された。

透明度は５月から翌年の１月までは９月を除き両地点の間に大きな差はなかった。２月３月と前年の４月は東側の方が透明度は大きかった。

化学的酸素要求量（COD）は12月に西側海域が高かったことを除けば全般的に東側海域が高かった。

要　約

１．筑前海の年間赤潮発生件数は８件で，赤潮発生延べ日数は130日間であった。赤潮構成種は渦鞭毛藻類７件，ラフィド藻類１件で今年度は珪藻類による赤潮は観測されなかった。

２．11月から翌年１月にかけて福岡湾で53日間の長期に及ぶ渦鞭毛藻*Gymnodinium sanguineum*による赤潮が発生した。

３．唐津湾地区でG.mikimotoiにより畜養中のアワビやサザエが斃死し約50万円の被害が発生した。

４．気象状況では気温はほぼ平年並みに推移，降水量は５月多く，６月７月は少なくその他の月はほぼ平年並みで推移した。

５．水質を能古島の西側と東側で比較した結果東側海域の水質悪化が進んでいることが判明した。

文　献

１）福岡管区気象台（2002）福岡県気象月報

２）福岡管区気象台（2003）福岡県気象月報

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

山本　千裕・吉岡　直樹

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みられ，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，福岡湾で採捕されるアサリ及び唐津湾のマガキ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

1．調査水域および調査点

筑前海の調査対象海域を福岡湾及び唐津湾（加布里湾）に設定した。貝毒検査用貝類の採取位置と毒化原因のプランクトンの採取位置を図１に示した。

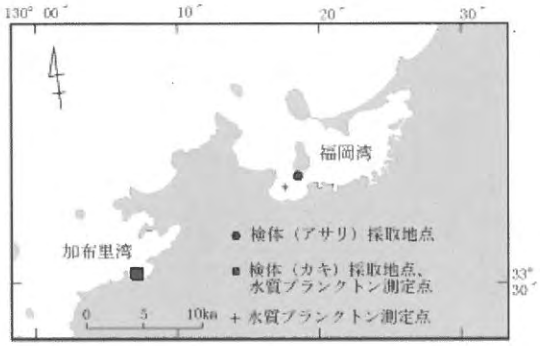


図１　貝毒モニタリング調査点

2．調査回数

調査はアサリ，マガキを対象としてそれぞれ８回延べ16回おこなった。

3．調査項目及び調査方法

（1）貝毒調査

1）対象種

アサリ　　*Tapes philippinarum*（A.Adams et Reeve）

マガキ　　*Crassostrea gigas*（Thunberg）

2）試料の処理

試料は，殻長と殻高の最大値と最小値を測定した後，剥き身とし，約500gを貝毒検査用の検体とした。この検体を検査するまで凍結保存した。

3）貝毒検査方法

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，麻痺性貝毒ＰＳＰ，下痢性貝毒ＤＳＰについて（財）食品環境検査協会（福岡事務所）への委託により実施した。

（2）環境調査

福岡湾アサリ漁場の沖合海域で水温，塩分と栄養塩類を，唐津湾では福岡県関係漁協のカキ養殖場における水温，塩分を調査した。

（3）プランクトン調査

貝毒調査と同時に表層と５m層を２ℓ採水し，20mℓに濃縮・固定し，毒化原因プランクトンの出現状況を検鏡した。

結果及び考察

1．貝毒調査

貝毒調査結果を表１に示した。

全調査回次でアサリ可食部から麻痺性および下痢性貝毒は検出されなかった。また10月から翌年１月に実施した唐津湾の糸島地先のカキの可食部からも麻痺性及び下痢性貝毒は検出されなかった。

2．水質調査及びプランクトン調査

（1）福岡湾

調査期間中の水温は最低が２月の8.0℃最高が８月の28℃，塩分は最高値が４月の33.95最低値が８月の31.98であった。栄養塩類は無機態窒素（DIN）で最高値が11月の6.2μmol/l，最低値が７月の0.5μmol/l，無機態リンでは最高値が11月の0.4μmol/l，最低値は９月の0.0μmol/lであった。今年度の調査では水質調査結果では特に異常な値は観察されなかった。７月にDINが最低値

表1　貝毒検査結果

生産水域	種類	採集月日	試料体数	殻長(mm) 最大	殻長(mm) 最小	試料総むき身重量g	検査月日	麻痺性貝毒(MU/g)可食部全体	下痢性貝毒(MU/g)可食部全体	出荷規制の有無
福岡湾(能古島)	アサリ	4月17日	240	41	33	557	5月23日	検出せず	検出せず	無
		5月14日	200	38	35	547	5月23日	検出せず	検出せず	無
		6月12日	180	40	34	520	6月17日	検出せず	検出せず	無
		7月11日	150	47	33	568	7月15日	検出せず	検出せず	無
		9月13日	215	40	32	530	9月17日	検出せず	検出せず	無
		12月3日	260	39	29	517	12月13日	検出せず	検出せず	無
		2月7日	210	40	32	528	2月13日	検出せず	検出せず	無
		3月17日	200	40	29	500	3月20日	検出せず	検出せず	無
唐津湾(福吉)	マガキ	10月8日	64	144	76	561	10月10日	検出せず	検出せず	無
		10月21日	65	122	89	695	10月23日	検出せず	検出せず	無
		11月5日	50	134	89	528	11月7日	検出せず	検出せず	無
		11月18日	50	150	94	507	11月21日	検出せず	検出せず	無
		12月2日	46	122	82	506	12月4日	検出せず	検出せず	無
		12月16日	60	133	92	502	12月19日	検出せず	検出せず	無
		1月6日	60	121	84	528	1月8日	検出せず	検出せず	無
		1月20日	55	111	74	502	1月22日	検出せず	検出せず	無

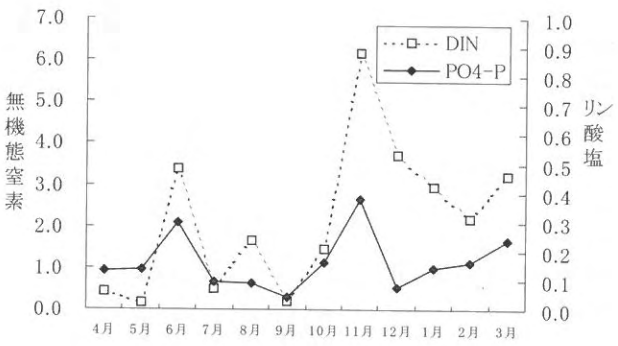


図2　福岡湾の栄養塩推移

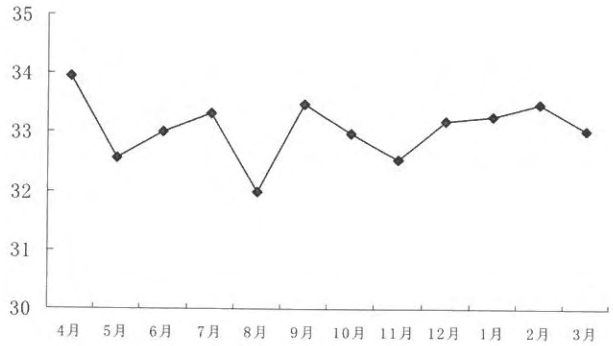


図3　福岡湾の塩分推移

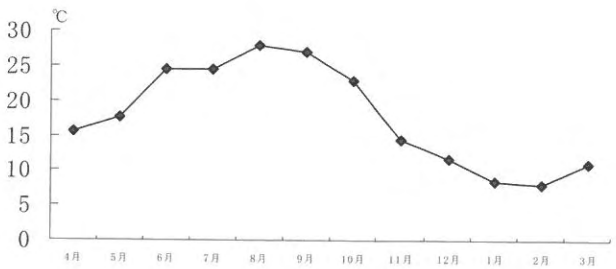


図4　福岡湾の水温推移

を示したのは観測時に*Prorocentrum dentatum*による赤潮が発生していたためこれによりDINが消費されたためと考えられる。（図２，図３，図４）

（２）唐津湾

唐津湾糸島地先において，平成12年12月に発生した*Gymnodinium catenatum*は，養殖カキの毒化を引き起こした。福岡県で初めてのカキ貝毒（麻痺性貝毒）による出荷自主規制が行われたのでカキ養殖期間に本種の原因プランクトンを中心に調査を実施した。

原因プランクトンの計数結果は５箇所の養殖地点における計数値の最大値をプロットして推移を示した。（図４）その結果，14年度は本県の定めた細胞数の警戒水準である50cells/Lを越える出現は観測されず，貝毒もすべて不検出で漁期を終了した。

水温，塩分の推移図５，図６に示した。塩分については12月に表層で一時的な低下が見られたものの34前後で推移し，異常な値は観測されなかった。

水温は11月上旬には14℃台，に低下し12月には10℃台１月には10℃以下に低下した。14年度は水温の低下が比較的順調であったことが本種の増殖が少なかった理由の一つとして考えられる。

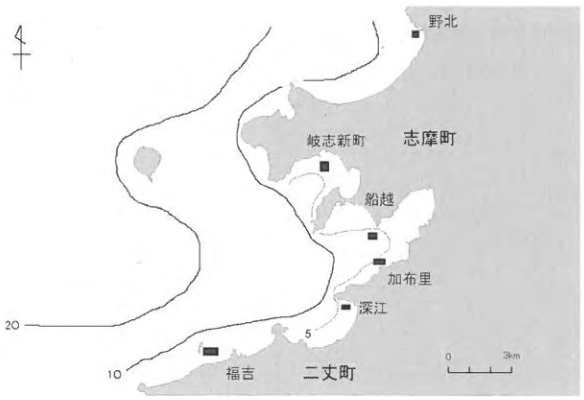


図５　唐津湾貝毒プランクトン調査地点

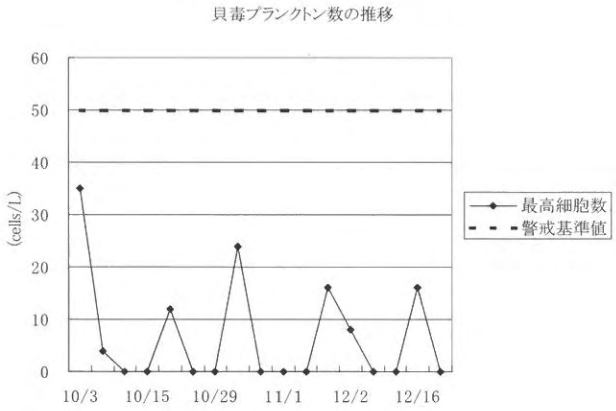


図６　G.catenatum出現状況

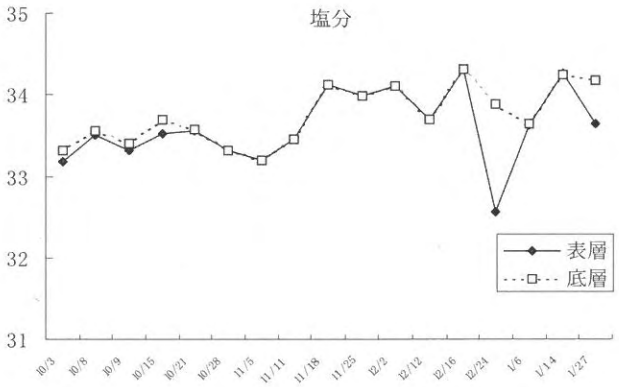


図７　唐津湾の塩分推移

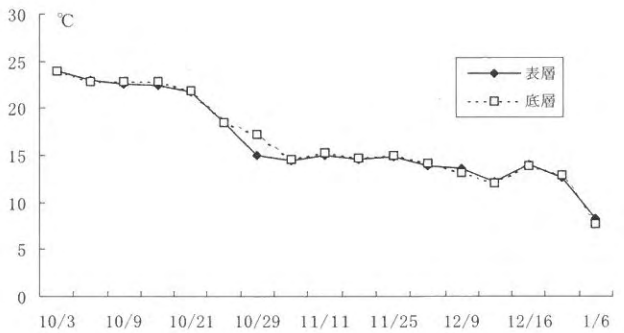


図８　唐津湾の水温推移

漁場環境保全対策事業

白石日出人・吉岡　直樹・山本　千裕

筑前海の沿岸漁場環境保全のため，水質調査，藻場調査および底生生物調査を行ったので，その結果をここに報告する。

方　法

1．水質調査

（1）調査実施期間及び調査回数

平成14年４月から平成15年３月まで原則として３ヶ月に２回，合計年８回の調査計画を組み，本年度は４，８，11，12月を除く計８回の調査を実施した。

（2）調査地点

調査は図１に示した９定点で行った。

（3）調査・分析実施体制

表１～２に示すような役割分担・方法で，調査・分析を行った。

（4）分析項目及び分析方法

分析項目及び分析方法は以下のとおりである。

1）水温　投げ込みセンサーによる電気測定法
　　（アレック電子：クロロテック）

2）塩分　投げ込みセンサーによる電気伝導度測定法
　　（アレック電子：クロロテック）

3）ＤＯ　ＤＯメーターによる測定

4）ｐＨ　ｐＨメーター（HORIBA:F-24）による測定

5）透明度　セッキ盤による測定

6）水深　音響探知法による測定

表１　平成14年度調査実施内容

項目	内　容
調査海域	筑前海
調査機関	福岡県水産海洋技術センター
調査点数	９点
調査期間	平成14年４月～平成15年３月
調査船名	福岡県調査取締船　「つくし」　(41トン)

表２　平成14年度調査・分析担当者

氏　名	業務内容
白石　日出人	現場観測，　データ解析等
吉岡　直樹	水質分析
山本　千裕	水質分析

2．生物モニタリング調査

（1）藻場調査

1）調査方法

対象藻場の面積，生育密度及び関連項目を，現地調査により実測した。

2）調査定点

藻場調査は図２に示すＡ～Ｅの５定点で行った。

3）藻場調査月日

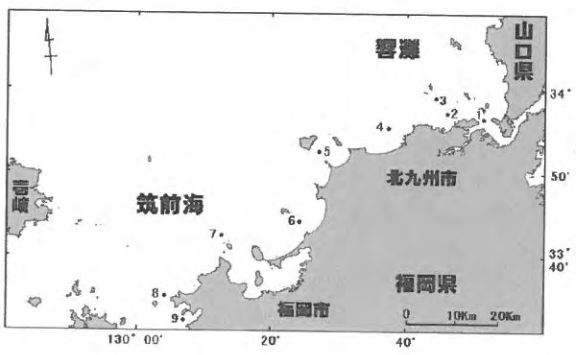


図１　水質調査定点

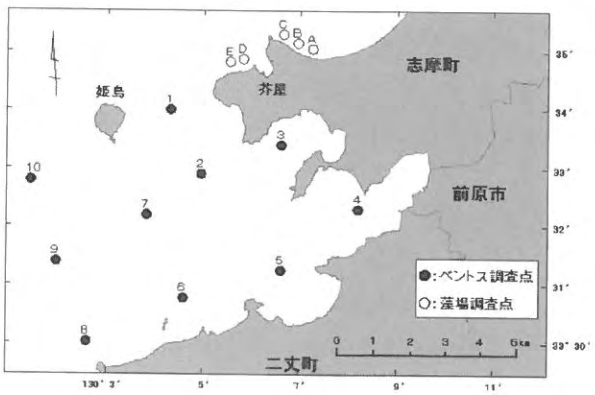


図２　藻場・ベントス調査点

第１回　　平成14年５月14日
※第２回（秋季調査）は荒天のため欠測

４）調査分析項目
藻場面積，生息水深および生息密度は漁場保全対策推進事業調査指針に従った。

（２）底生動物調査

１）調査方法
調査定点において小型スミス・マッキンタイヤー型採泥器（採泥面積0.05㎡）を用いて採泥した。採集した底泥の０～２cm層の一部を冷蔵し，実験室に持ちかえった後，粒度組成，ＣＯＤ，ＴＳ（全硫化物）等の分析に供した。また，残りの底泥は船上で１mm目のふるいを用いて全ての生物（動物）を選別し，マクロベントスとしてその個体数，湿重量測定と種の同定を日本海洋生物研究所に委託した。

２）調査定点
底生動物調査は，図２に示す10定点で行った。

３）調査年月日
第１回　　平成13年６月１日
第２回　　平成13年９月14日

４）調査分析項目
粒度組成，ＣＯＤ（化学的酸素要求量），ＴＳ（全硫化物）およびＩＬ（強熱減量）は漁場保全対策推進事業調査指針に定める底質分析法に従った。また，底生生物は漁場保全対策推進事業調査指針に従った。

結果及び考察

１．水質調査

（１）調査実施状況

平成14年度の調査実施日および各調査点における調査実施状況を表３に示した。

（２）調査結果

１）筑前海における平成14年度の水質環境
代表定点として大島周辺海域のStn.５及び加布里湾のStn.９における水質の変動を図３に示した。なお，水温，塩分，ｐＨは表層の，ＤＯは底層のデータを用いた。

①水温

表３　水質調査実施状況

調査年月日	調査実施点数（９地点）	実施率（%）
平成14年５月７日	９／９	100
〃　６月３，４日	９／９	100
〃　７月１，２日	９／９	100
〃　９月３日	９／９	100
〃　10月２，３日	９／９	100
平成15年１月８，９日	９／９	100
〃　２月13，14日	９／９	100
〃　３月12日	４／９	44

最高値は９月にStn.９で27.5℃であった。最低値はStn.９で１月に8.9℃，であった。年平均値はStn.５で19.7℃，Stn.９で18.5℃であった。

②塩分
最高値は２月にStn.５で34.44であった。一方，最低値は７月にStn.９で30.74であった。年平均値はStn.５で34.01，Stn.９で32.82であった。

③ＤＯ
最高値は２月にStn.９で9.64mg/lであった。最低値はStn.９で７月に4.29mg/lであった。年平均値はStn.５で6.81mg/l，Stn.９で6.64mg/lであった。

④透明度
潮通しの良いStn.５では平均9.0mで，内湾性が強く，陸水の影響を受けやすいStn.９は平均4.2mであった。

⑤ｐＨ
年平均値はStn.５で8.17，Stn.９で8.20であった。

２）平成14年度の筑前海における漁場特性
マアジ，マサバ，ウルメイワシ，ケンサキイカは比較的好漁であった。一方，カタクチイワシ，ブリ，ヒラマサは不漁で，マイワシは漁獲が無いほど著しい不漁であった。また，カキ養殖が行われている唐津湾では，平成12，13年度に２年連続で*Gymnodini-um catenatum*による麻痺性貝毒が発生したが，本年度は麻痺性貝毒の発生はなかった。*G.catenatum*の細胞を10月に数細胞／１確認したが，それ以上にはならなかった。11月に気温が平年値を著しく下回ったため，直接的または間接的に*G.catenatum*の発生を抑えたのではないかと思われる。

２．生物モニタリング調査

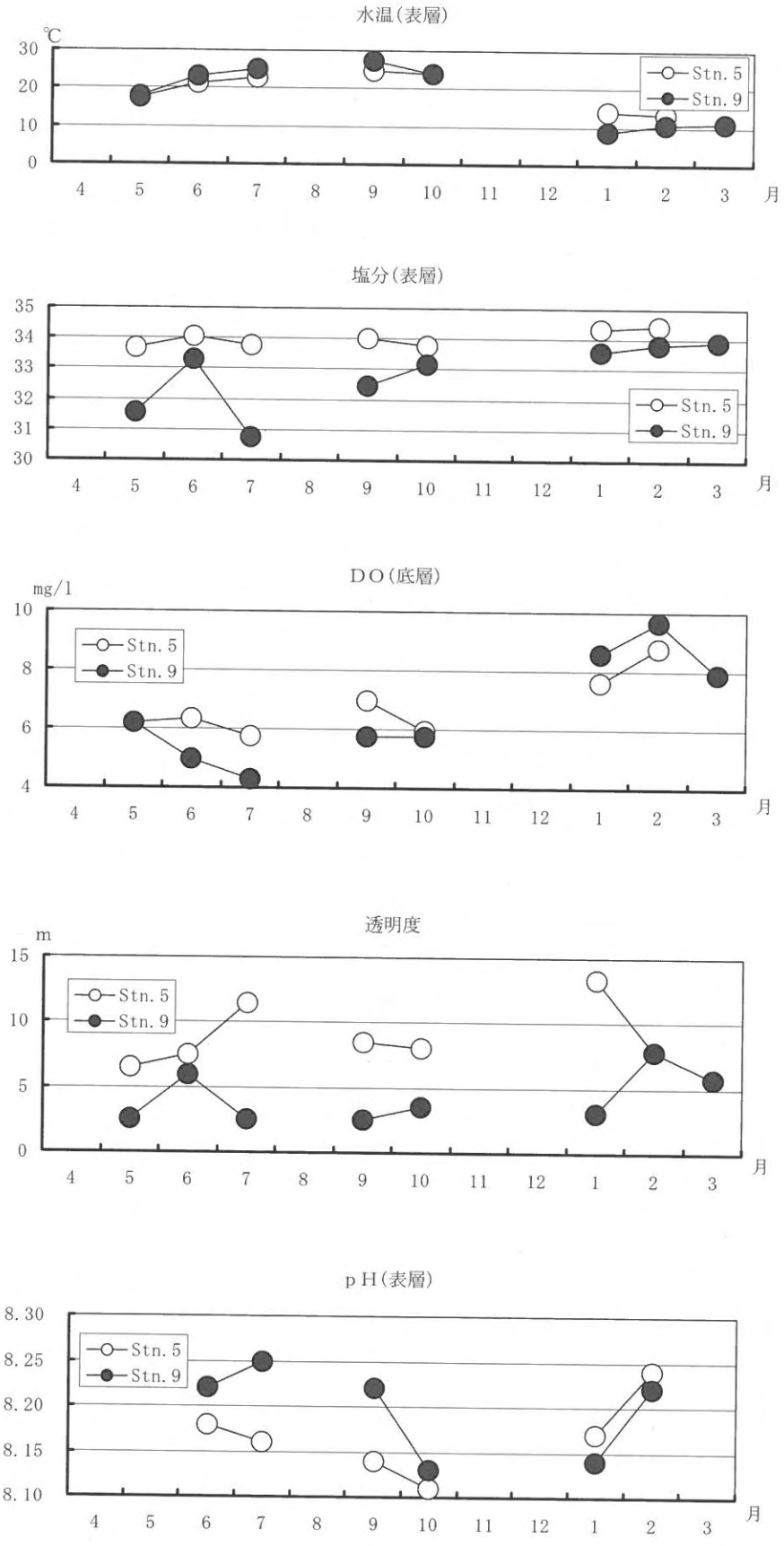


図3　筑前海の代表定点における水質変動

（1）藻場調査

それぞれの調査地点における生育密度評価は濃密生～点生と，昨年度の評価よりやや海藻が少なくなっていた。種類としては，主にアラメ，クロメ，ヤナギモクなどが当海域では見られ，アラメ，クロメは全調査点で確認された。その他見られた海藻類は，ジョロモク，イソモク，アカモク，トゲモク，ヤナギモク，ヒジキ，ワカメ，マメタワラ，ホンダワラ，エンドウモク，ノコギリモク，ヨレモク，フクロノリ，ヘラヤハズ，サキブトミル，アミジグサ，ユカリ，ウミウチワ等であった。

（2）底生動物調査

1）底質

底質は，砂泥質あるいは泥質であり，2回の調査とも臭いは観察されなかった。底質の色は茶色から深緑色であった。6月期の底質の中央粒径値，ＣＯＤ，全硫化物，強熱減量の結果を表4に，9月期の結果を表5に示した。

2）底生動物

6月および9月における体重1ｇ未満のマクロベントスの分布を図4～5に，汚染指標種の出現状況を図6～7に示した。すべての調査点においてマクロベントスの生息が確認され，出現したマクロベントスは6月，9月ともに甲殻類，貝類，多毛類などであった。汚染指標種は6月にStn.5でシズクガイが3個体，チヨノハナガイが1個体，Stn.10でヨツバネスピオＣ1型が3個体出現した。また，9月にシズクガイがStn.3で2個体，Stn.4で1個体，チヨノハナガイがStn.5とStn.7で1個体ずつ出現した。なお，出現種類数と多様度を表6に，主要出現種を表7に示した。

表4　6月期底質分析結果

調査点	中央粒径値（Φ）	ＣＯＤ（mg/l）	全硫化物（mg/l）	強熱減量（%）
Stn. 1	0.07	0.47	0.00	0.21
Stn. 2	0.51	0.69	0.00	0.25
Stn. 3	3.10	10.74	0.02	1.40
Stn. 4	4.42	21.35	0.02	2.04
Stn. 5	2.58	5.19	0.00	0.82
Stn. 6	0.45	1.11	0.00	0.31
Stn. 7	3.16	8.22	0.01	1.16
Stn. 8	0.07	1.40	0.00	0.41
Stn. 9	2.46	7.86	0.00	1.05
Stn.10	3.19	9.59	0.00	1.22
平均	2.00	6.66	0.01	0.89

表5　9月期底質分析結果

調査点	中央粒径値（Φ）	ＣＯＤ（mg/l）	全硫化物（mg/l）	強熱減量（%）
Stn. 1	0.02	0.96	0.00	0.24
Stn. 2	1.02	3.36	0.00	0.52
Stn. 3	3.21	11.53	0.02	1.32
Stn. 4	4.43	25.26	0.09	1.86
Stn. 5	2.55	6.85	0.00	0.88
Stn. 6	0.36	2.70	0.00	0.36
Stn. 7	3.27	9.05	0.01	1.17
Stn. 8	0.11	3.66	0.00	1.08
Stn. 9	−0.52	3.66	0.00	0.54
Stn.10	3.22	10.03	0.00	1.11
平均	1.77	7.71	0.01	0.91

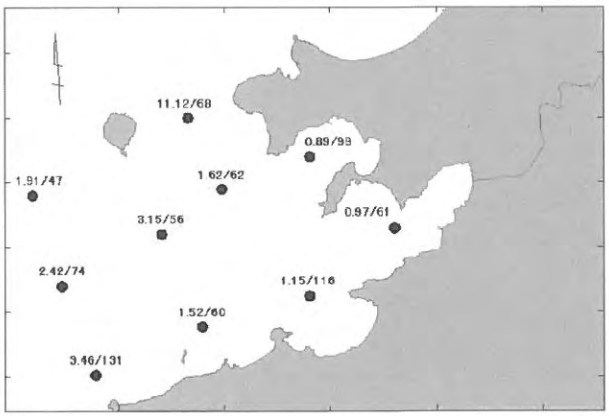


図4　マクロベントスの分布（6月，湿重量/個体数）

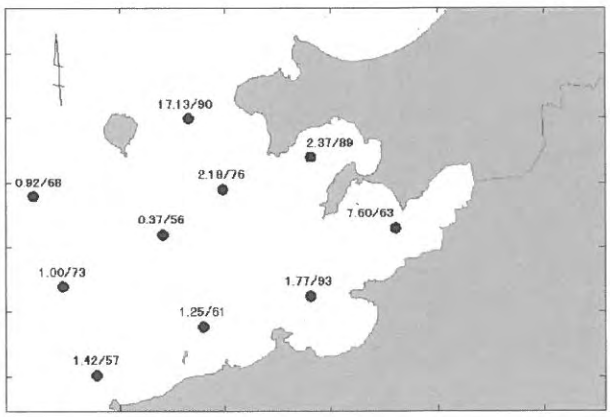


図5　マクロベントスの分布（9月，湿重量/個体数）

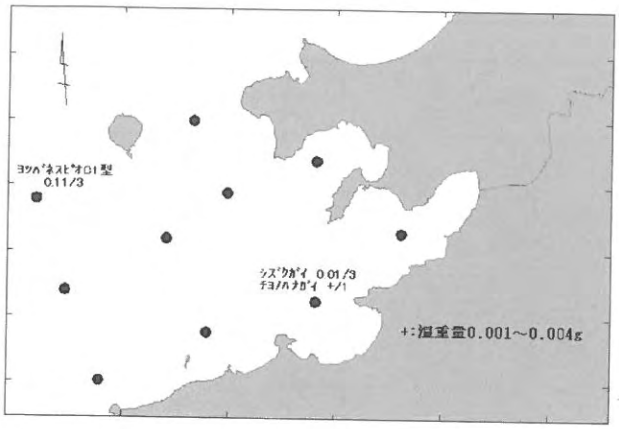


図6　汚染指標種の出現状況（6月，湿重量/個体数）

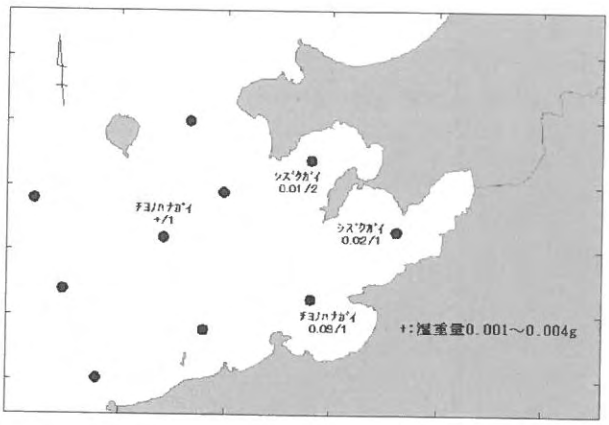


図7　汚染指標種の出現状況（9月，湿重量/個体数）

表6　出現種類数と多様度

調査年月日	調査定点	種類数						多様度
		多毛類	甲殻類	棘皮類	軟体類	その他	合計	
2002年	Stn. 1	12	4	2	3	3	24	3.65
6月17日	Stn. 2	16	2	3	5	1	27	4.23
	Stn. 3	25	1	1	2	1	30	4.20
	Stn. 4	12	1	1	2	4	20	3.46
	Stn. 5	27	7		5	1	40	4.67
	Stn. 6	14	3	1	3	3	24	3.86
	Stn. 7	19	9	2	2		32	4.57
	Stn. 8	17	5	2	3	2	29	3.73
	Stn. 9	23	1		2	2	28	4.30
	Stn. 10	18	2	1	1	3	25	4.17
2002年	Stn. 1	12	5	3	2	2	24	2.96
9月13日	Stn. 2	26	2	3	2	2	35	4.62
	Stn. 3	25	2	2	3	2	34	4.32
	Stn. 4	9	1		4	5	19	3.29
	Stn. 5	24	5	1	6	2	38	4.80
	Stn. 6	15	6	3	4	1	29	4.33
	Stn. 7	17	7		3	2	29	4.34
	Stn. 8	16	5	1	3	1	26	4.23
	Stn. 9	16	5		1	2	24	3.98
	Stn. 10	19	5	1	2	3	30	4.37

（採泥面積0.05㎡当たり）

表7　主要出現種

調査年月日	調査定点	個体数順位 1	2	3	4	5
2002年 6月17日	Stn. 1	ｸﾞﾐ (16)	ﾅｶﾞﾋｹﾞｲｿﾒ (12)	ﾅﾒｸｼﾞｳｵ (11)	ﾆｶｲﾁﾛﾘ科 (5)	ﾛｳｿｸｴﾋﾞ科 (3)
	Stn. 2	ｸｼｶｷﾞｺﾞｶｲ (8)	ﾎｺｻｷｺﾞｶｲ科 (8)	ｼﾘｽ科 (7)	ﾏﾀﾞﾗﾁｺﾞﾄﾘｶﾞｲ (4)	ｲｲｼﾞﾏﾑｶｼｺﾞｶｲ (3)
	Stn. 3	ｲﾄｺﾞｶｲ科 (20)	ｴｰﾚﾙｼｽﾋﾟｵ (12)	ﾋﾒｴﾗｺﾞｶｲ (9)	ﾅｶﾞｵﾀｹﾌｼｺﾞｶｲ (8)	Lacydoniidae科 (4)
	Stn. 4	ﾓﾛﾃｺﾞｶｲ (19)	ｴｰﾚﾙｼｽﾋﾟｵ (8)	ｲﾄｺﾞｶｲ科 (5)	ひも型動物門 (5)	ﾁﾛﾘ (4)
	Stn. 5	ﾅｶﾞｵﾀｹﾌｼｺﾞｶｲ (23)	ｳﾘｻﾞﾈﾀｹﾌｼｺﾞｶｲ (9)	ﾓﾛﾃｺﾞｶｲ (6)	ﾏｸｽﾋﾟｵ (5)	ﾄﾞﾛﾖｺｴﾋﾞ (5)
	Stn. 6	ﾌﾞﾝﾌﾞｸﾔﾄﾞﾘｶﾞｲ科 (11)	ﾋﾒｴﾗｺﾞｶｲ科 (9)	ｽﾅｸﾓﾋﾄﾃﾞ科 (7)	ﾋﾒｴﾗｺﾞｶｲ科 (5)	ひも型動物門 (5)
	Stn. 7	ｷﾞﾎﾞｼｲｿﾒ科 (8)	ｸﾞﾐ (6)	ﾏﾙｿｺﾖｺｴﾋﾞ (4)	ﾋﾒｴﾗｺﾞｶｲ科 (3)	ｲﾄｺﾞｶｲ科 (3)
	Stn. 8	ﾋﾒｴﾗｺﾞｶｲ科 (47)	ｸﾁﾊﾞｼｿｺｴﾋﾞ科 (9)	ｽﾅｸﾓﾋﾄﾃﾞ科 (9)	ｸｼｶｷﾞｺﾞｶｲ (8)	ﾌﾞﾝﾌﾞｸﾔﾄﾞﾘｶﾞｲ科 (7)
	Stn. 9	ｲﾄｺﾞｶｲ科 (15)	ｷﾞﾎﾞｼｲｿﾒ科 (6)	ﾋﾒｴﾗｺﾞｶｲ科 (5)	ｳﾘｻﾞﾈﾀｹﾌｼｺﾞｶｲ (4)	Lacydoniidae科 (3)
	Stn. 10	ｷﾞﾎﾞｼｲｿﾒ科 (8)	Lacydoniidae科 (6)	ﾌﾂｳｷﾞﾎﾞｼｲｿﾒ (4)	ｽﾋﾟｵ科 (3)	ﾂﾉﾒｴﾋﾞ (3)
2002年 9月13日	Stn. 1	ｸﾞﾐ (48)	ﾅﾒｸｼﾞｳｵ (6)	ﾆｶｲﾁﾛﾘ科 (5)	ﾅｶﾞｻｷｷﾊﾞｶﾞﾆ (3)	ひも型動物門 (3)
	Stn. 2	ﾌｻｺﾞｶｲ科 (11)	ﾂｸｼﾌｻｺﾞｶｲ (8)	ﾆｶｲﾁﾛﾘ科 (5)	ｱﾌﾟｾｳﾃﾞｽ科 (5)	ﾎｺｻｷｺﾞｶｲ科 (4)
	Stn. 3	ﾋﾒｴﾗｺﾞｶｲ科 (17)	ｲﾄｺﾞｶｲ科 (11)	ｴｰﾚﾙｼｽﾋﾟｵ (10)	Lacydoniidae科 (5)	ｲﾄｺﾞｶｲ科 (5)
	Stn. 4	ｲﾖｽﾀﾞﾚｶﾞｲ (21)	ﾓﾛﾃｺﾞｶｲ (9)	ｽﾋﾟｵ科 (6)	ひも型動物門 (6)	ｷﾞﾎﾞｼﾑｼ目 (5)
	Stn. 5	ｳﾘｻﾞﾈﾀｹﾌｼｺﾞｶｲ (13)	ﾓﾉﾉﾊﾅｶﾞｲ (9)	ﾊﾔﾃｼﾛｶﾞﾈｺﾞｶｲ (6)	ﾅｶﾞｵﾀｹﾌｼｺﾞｶｲ (5)	ﾆｶｲﾁﾛﾘ科 (5)
	Stn. 6	ﾌﾞﾝﾌﾞｸﾔﾄﾞﾘｶﾞｲ科 (11)	ﾋﾒｴﾗｺﾞｶｲ科 (8)	ｽﾅｸﾓﾋﾄﾃﾞ科 (5)	ﾋﾒｴﾗｺﾞｶｲ科 (5)	ひも型動物門 (4)
	Stn. 7	ｷﾞﾎﾞｼｲｿﾒ科 (10)	Lacydoniidae科 (6)	ﾐｽﾞﾋｷｺﾞｶｲ科 (5)	ｴｰﾚﾙｼｽﾋﾟｵ (4)	ｲﾄｺﾞｶｲ科 (4)
	Stn. 8	ﾌﾞﾝﾌﾞｸﾔﾄﾞﾘｶﾞｲ科 (10)	ｽﾅｸﾓﾋﾄﾃﾞ科 (7)	ﾋﾒｴﾗｺﾞｶｲ科 (4)	ﾄｳﾖｳｺｼｵﾘｴﾋﾞ (4)	ｸｼｶｷﾞｺﾞｶｲ (3)
	Stn. 9	ｲﾄｺﾞｶｲ科 (12)	ｲﾄｺﾞｶｲ科 (11)	Lacydoniidae科 (9)	ｷﾞﾎﾞｼｲｿﾒ科 (6)	ｲﾄｺﾞｶｲ科 (4)
	Stn. 10	ｷﾞﾎﾞｼｲｿﾒ科 (10)	ｲﾄｺﾞｶｲ科 (7)	ﾂﾉﾒｴﾋﾞ (6)	Lacydoniidae科 (5)	ﾎｺｻｷｺﾞｶｲ科 (4)

水質監視測定調査事業

白石日出人

昭和42年に公害対策基本法が制定され，環境行政の指針として環境基準が定められた。筑前海域は昭和52年５月，環境庁から上記第９条に基づく「水質汚濁に関わる環境基準」の水域類型別指定を受けた。福岡県は筑前海域に関する水質の維持達成状況を把握するため，昭和52年度から水質監視測定調査を実施している。

当研究所では福岡県環境部環境保全課の委託により，試料の採水および水質分析の一部を担当しているので，その結果を報告する。

方　法

図１に示した響灘（遠賀川河口沖）と玄界灘（福岡湾口沖）の２海区に分け，５，７，10，１月の各月の干潮前と干潮後に１回づつ，計８回調査を実施した。試料の採水は０m，２m，５mの各層について行った。

調査項目はｐＨ，ＤＯ（溶存酸素），ＣＯＤ（化学的酸素消費量），ＳＳ（浮遊懸濁物）等の生活環境項目，カドミウム，シアン，有機水銀，ＰＣＢ等の健康項目，その他の項目として塩分，ＴＮ（総窒素），ＴＰ（総リン）等が設定されている。当研究所では生活環境項目，その他の項目（塩分，ＴＮ，ＴＰ）の測定および一般気象，海象の観測を行った。

なお，生活環境項目の大腸菌群数とｎ－ヘキサン抽出物質，健康項目，特殊項目（重金属）については福岡県保健環境研究所が担当した。

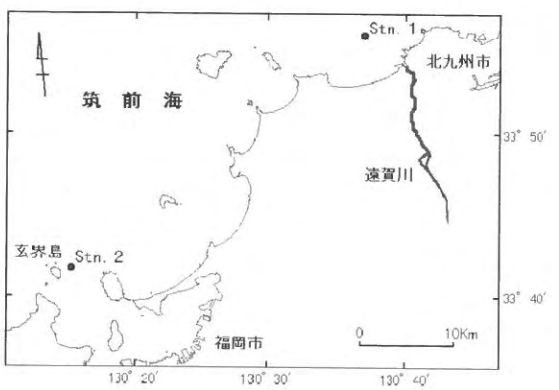


図１　水質調査点

結　果

１．水質調査結果

水質調査結果の年間平均値を表１に示した。なお，水温，塩分，ｐＨ，ＣＯＤ，ＳＳ，ＴＮ，ＴＰについては０m層，ＤＯについては５m層の資料を用いて解析した。

表１　平成14年度水質監視調査結果

調査項目	響灘(Stn.１)	玄界灘(Stn.２)
水温(℃)	19.6	20.1
塩分	33.34	33.62
透明度(m)	8.0	8.2
ｐＨ	8.16	8.15
ＤＯ(mg/l)	7.09	7.06
ＣＯＤ(mg/l)	0.92	0.65
ＳＳ(mg/l)	1.92	1.10
ＴＮ(mg/l)	0.26	0.13
ＴＰ(mg/l)	0.03	0.03

（１）水　温

響灘の平均値は19.6℃，玄界灘の平均値は20.1℃であった。

（２）塩　分

響灘の平均値は33.34，玄界灘は33.62であった。

（３）透明度

響灘の平均値は8.0m，玄界灘は8.2mであった。

（４）ｐＨ

響灘の平均値は8.16，玄界灘は8.15であった。最高値は響灘，玄界灘とも8.27で，最低値は響灘で8.07，玄界灘で8.05であった。

（５）ＤＯ

響灘の平均値は7.09mg/l，玄界灘は7.06mg/lであった。最低値は響灘が6.05mg/l，玄界灘が5.93mg/lであった。

（6）ＣＯＤ

響灘の平均値は0.92mg/l，玄界灘は0.65mg/lであった。最高値は響灘で2.64mg/l，玄界灘1.12mg/lであった。

（7）ＳＳ

響灘の平均値は1.92mg/l，玄界灘は1.10mg/lであった。

（8）ＴＮ

響灘の平均値は0.26mg/l，玄界灘は0.13mg/lであった。

（9）ＴＰ

響灘の平均値は0.03mg/l，玄界灘は0.03mg/lであった。

2．環境基準の達成度

筑前海域は，公害対策基本法の第９条により水産１級を含むＡ類型の達成維持が指定されている。その内容を表２に示した。本年度は，響灘，玄界灘とも７，10月にＤＯの平均値が環境基準を下回り，Ａ類型の維持は達成できていなかった。また，響灘では７月にＣＯＤが2.64mg/lと環境基準を超える値になったが，これは調査当日の降雨の影響によるものと考えられる。八幡気象観測所（アメダス）によれば，当日33mmの降雨を記録した。平均値ではＣＯＤ，ｐＨともＡ類型の環境基準値を満たしていた。

表２　水質環境基準（海域）

水質類型 利用目的	A 水産１級 水浴 自然環境保全*2	B 水産２級 工業用水	C 環境保全*1
pH	7.8～8.3	7.8～8.3	7.0～8.3
DO(mg/l)	7.5以上	5.0以上	2.0以上
COD(mg/l)	2.0以下	3.0以下	8.0以下

＊１：国民の生活において不快感を生じない程度

＊２：自然探勝等の環境保全

おさかな加工パワーアップ事業

篠原満寿美・瀧口　克己

漁家経営は水産資源の減少や魚価の低迷により，また，県内水産加工業では原料の確保，消費者および製品単価の低迷などのため依然厳しい状況が続いている。このような状況の中，低・未利用魚，低価格魚の有効利用に関する要望が挙げられている。このような魚種としてボラ，コノシロ，小型のアジ・サバ・セイゴ，脂の多いカタクチイワシなどが挙げられるが，この中で周年入手可能で，漁獲量が比較的安定し，単価が安く，県内全域に共通する魚種としてはボラが第一の候補である。県内ではボラは鮮魚として取り扱われているだけで，ボラを加工原料として利用しておらず，ボラの有効利用が可能になれば県内の水産加工に新たな活路を見いだすことができる。

本県のボラ漁獲量は，全国で上位に位置する魚種の１つであるが，「泥臭い」というイメージが強く，消費量は伸び悩んでいる。このため，多獲時期は単価も約50円/kg以下と下がり，値が付かないことさえある。このような場合，漁業者は採算が取れなくなるため，廃棄処分しているのが現状である。ボラを加工原料として利用する場合，ボラ特有の臭気が妨げになることが多い。そのため，ボラの臭気改善を目的として，ボラ部位別臭気の特徴，鮮度と臭気の関係を把握するとともに，晒しによる臭気抑制効果試験等の検討を行った。

１．ボラ等低価格魚の有効利用

方　法

（１）ボラ部位別臭気の特徴

平成15年１月に福岡県地先で漁獲されたボラ（平均体長43.6ｇ，平均体重784ｇ）の，普通肉，血合肉，皮部，肋骨部，内臓部及び対照区としてマダイの普通肉の合計６試験区を設定した。用いた試料は３ｇで，試験管にいれて官能試験を行った。試験は，当日及び一夜間冷蔵庫で保存した試料の生の臭気と加熱後の臭気について，１．臭気を感知しない，２．ごくわずかに感知される，３．わずかに感知される，４．はっきりと感知される，５．かなり強く感知されるの５段階で判定した。

（２）鮮度と臭気の関係

部位別臭気試験と同様の原料を用い，３枚におろしてフィレを作成し，５℃冷蔵含気包装保存中のｐＨ，一般生菌数，Ｋ値および臭気の変化を把握した。

（３）ボラ肉試作加工品の臭気について

部位別臭気試験と同様のボラを使用して，一夜干し，燻製，蒲鉾，揚天，コロッケを試作し，当所の職員６名により，ボラの臭気についての官能試験を行い，５段階で評価し数値を平均して臭気の評価とした。

（４）ボラ肉の晒し・マスキングによる臭気の抑制効果について

試作加工品の中でもっとも臭気強度が低かったコロッケを試作品とし，清水（30分１回，５分３回），緑茶（５ｇ/L，10ｇ/L）で晒したボラ肉，シソ（５ｇ/ボラ肉100g），梅干（１ｇ/ボラ肉100g）を添加したボラ肉及び落とし身のままのボラ肉を使用してコロッケを試作した。これらを当所の職員12名により，ボラの臭気についての官能試験を行い，５段階で評価し数値を平均して臭気の評価とした。

結　果

（１）ボラ部位別臭気の特徴

部位別臭気の官能検査結果を表１に示した。官能検査の結果を分散分析法を用いて解析を行った結果，各４試験区全てにおいて部位ごとの臭気差は危険率５％で有意であったので部位ごとの臭気に差はあるといえる。全体でみると，ボラ普通肉は対照区のマダイ普通肉とほぼ同程度の臭気強度であり，マダイ普通肉＜ボラ普通肉＜皮部＜肋骨部＜血合い肉＜内臓の順番で臭気強度が高くなった。漁獲当日の生肉については，ボラ普通肉はマダイ普通肉と同じ臭気強度であり，もっとも臭気強度が高かったのは血合い肉と内臓であった。加熱後はボラ普通肉の臭気強度が上がり，それ以外は，加熱前と同様かむしろ下がる傾向であった。１夜間５℃冷蔵含気包装保存の生肉については，ボラ普通肉の臭気強度は漁獲当日と比べ

ると変化がなく，血合い肉，皮部，肋骨部，内臓は１夜間冷蔵することで臭気強度が強くなる傾向を示した。

加熱後は，マダイ普通肉，ボラ普通肉の臭気強度が加熱前と比べて高くなり，血合い肉，皮部，肋骨部，内蔵は下がる傾向であった。

（２）鮮度と臭気の関係

ボラ，マダイをフィレの状態で５℃冷蔵で含気包装保存し，臭気，ｐＨ，一般生菌数，Ｋ値について表２，図１，図２及び図３に示した。ボラフィレの臭気は漁獲当日から１日まで魚臭はわずかに感知される程度であったが，２日目以降酸味の臭いと血臭さが混入し５日には酸味臭と腐敗臭がはっきり感じられた。７日目にはかなり強い腐敗臭を感じたため鮮度低下したと考えられる。

ボラのｐＨは漁獲当日は7.0と高い値であったが，２日目に6.4と大きく低下し，４日後以降は6.1以下であった。マダイのｐＨは7.2から6.9間での緩やかな低下となっている。

ボラの一般生菌数は漁獲当日に2.0×10^{2}cfu/gであり，その後緩やかに増加し，７日後に2.0×10^{3}cfu/gになった。マダイの一般生菌数は漁獲当日に6.4×10^{3}cfu/gあり，その後はあまり菌数は増加しなかった。

ボラのＫ値は漁獲当日は2.1と低かったが，１日目には25.4，４日目には54.4と増加し，鮮度低下が速いことがわかった。マダイのＫ値は漁獲当日に5.1，２日以降は21程度で鮮度が保たれていた。

表１　ボラ部位ごとの臭気強度と臭気について

漁獲当日　生	臭気強度	臭気
ボラ普通肉	3.4	ほとんど臭いは感じない
血合肉	4.4	血臭いく、少し酸っぱい臭いがある
皮部	3.4	あまり臭いを感じないがやや脂の臭いがある
肋骨部	3.6	やや脂の臭いと酸っぱい臭いがある
内臓	4.4	生臭い、内臓臭がある
マダイ普通肉	3.4	ほとんど臭いは感じない

漁獲当日　加熱	臭気強度	臭気
ボラ普通肉	3.6	甘い加熱臭があるが、それほど魚臭は感じない
血合肉	4.4	血臭さが強く、酸っぱい臭いがある
皮部	3.0	あまり臭いを感じないがやや脂の臭いがある
肋骨部	3.2	脂の臭いと酸の臭いがある
内臓	4.4	生臭い、内臓臭。塩辛の臭いのような濃厚な臭い
マダイ普通肉	3.4	甘い加熱臭があるが、ほとんど臭いは感じない

１夜間冷蔵後　生	臭気強度	臭気
ボラ　普通肉	3.4	それほど魚臭は感じない
血合肉	4.6	前日より、強い酸の臭いがあり、血臭い
皮部	4.0	あまり臭いを感じないがやや脂の臭いがある
肋骨部	4.4	脂の臭いと塩（干物）の臭いがある
内臓	5.0	前日より、生臭い、内臓臭がある
マダイ普通肉	3.4	タイ特有の臭いはあるが、くさい感じではない

１夜間冷蔵後　加熱	臭気強度	臭気
ボラ　普通肉	3.8	ボラ特有の甘い臭いを感じる
血合肉	4.4	血臭さが強く、酸っぱい臭いがある
皮部	3.6	あまり臭いを感じないがやや脂の臭いがある
肋骨部	3.6	脂の臭いと酸っぱい臭いを強く感じる
内臓	4.6	生臭い、内臓臭。塩辛の臭いのような濃厚な臭い
マダイ普通肉	3.8	タイ特有の臭いが強くなったが、くさい感じではない

表２　ボラフィレの鮮度と臭気について

貯蔵期間	ｐＨ	生菌数	Ｋ値	臭気
０日目	7.0 (7.2)	2.0×10^{2} (6.4×10^{3})	2.1 (5.1)	それほど臭気は感じない
１日目	6.9 (7.2)	2.5×10^{2} (7.3×10^{3})	25.4 (15.2)	それほど臭気は感じない
２日目	6.4 (7.1)	2.9×10^{2} (7.3×10^{3})	31.2 (21.5)	少し酸の臭いと血臭さを感じる
３日目	6.3 (7.2)	5.0×10^{2} (7.0×10^{3})	41.3 (21.2)	少し酸の臭いと血臭さを感じる
４日目	6.1 (7.1)	7.1×10^{2} (2.7×10^{3})	54.4 (21.4)	酸の臭いと血臭さを感じる
５日目	6.1 (6.9)	7.1×10^{2} (7.1×10^{3})	－ (21.7)	酸の臭いと腐敗臭を感じる
７日目	6.2 (6.9)	2.0×10^{3} (1.1×10^{4})	65.8 (24.6)	強い腐敗臭を感じる

*カッコ内はマダイの結果

表３　試作加工品の臭気強度と臭気について

	ボラ臭気強度	ボラ加工試作品の臭気について	対照区臭気強度
一夜干し	3.3	ボラ特有の甘い臭いがある	3.0
薫製	4.3	食後に血臭さ、生臭さが強く残る	3.4
蒲鉾	3.0	食後に生臭さが残る	1.6
揚天	2.3	少し生臭さが残る	1.2
コロッケ	2.0	生臭さはあまりないが、ボラ特有の甘い臭いがある	1.2

表４　晒し・マスキングによる臭気の抑制効果

	臭気強度	臭気について	歩留まり（%）
清水30分晒し	2.2	少しボラ特有の甘い臭いがある	88.3
清水5分3回晒し	1.9	臭気は無い（かなりさっぱり）	66.4
緑茶5g/L晒し	1.7	臭気は無く、甘い臭いがある	85.6
緑茶10g/L晒し	1.8	臭気は無いが、異なった渋い臭いがある	85.0
青ジソ5ｇ添加	2.4	シソの香りがあり、臭気は感じない	100
梅干し1ｇ添加	2.4	ボラと異なった甘みがある	100
落とし身	2.5	ボラ特有の甘い臭いがある	100
スケトウダラ	1.4	臭気は無く、甘い臭いがある	100

（3）ボラ肉試作加工品の臭気について

ボラ肉を使用して，一夜干し，燻製，蒲鉾，揚天，コロッケを作成し，試作加工品の臭気の官能検査を行い，結果を表3に示した。もっとも臭気が少なく感じられたのは，コロッケで，次いで，揚天，蒲鉾の順番であった。

一夜干し，燻製は臭気強度が3～4程度であり，はっきりと臭気が感じられた。特に，一夜干し，燻製は独特のえぐみ，血臭さを感じるという意見があった。また，対照区とした試作品（一夜干し・燻製：マダイ，蒲鉾・揚天・コロッケ：スケトウダラ）の臭気強度と比較すると各試作加工品の臭気強度はは，ボラ試作加工品の方が高かった。

（4）ボラの晒し・マスキングによる臭気の抑制効果の検討

ボラ試作加工品の臭気検討より，コロッケの臭気強度がもっとも低かったので，コロッケを臭気試験の試作加工品とした。ボラの晒し・マスキングによる臭気の抑制効果について官能試験を行い，結果を表4に示した。臭気強度は対照区のスケトウダラが最も低く，次に緑茶5g/L晒し，緑茶10g/L晒し，清水5分間3回の順であった。このことから，緑茶晒し，清水5分間3回晒しに臭気抑制効果があることがわかった。また，歩留まりをみると，清水晒しと緑茶晒しの歩留まりははば同程度であったが，清水5分間3回は約60%と低かった。

考　察

ボラの臭気検査を行った結果，鮮魚ではボラ普通肉とマダイ普通肉と同程度の臭気であり，漁獲当日であれば，十分刺身で食べられることが確認された。しかし，ボラは鮮度の低下が早く，2日目以降は刺身で食べることは難しいため，鮮魚として流通する事が少なく，漁獲地域のみで消費され，需要が少なくボラ魚価が低くなっていると考えられる。

ボラは加熱すると普通肉の臭気が強くなるため，ボラに適した加工品は，油で揚げる揚天・コロッケであり，緑茶晒しをすることで魚臭抑制効果が認められた。今後は，本事業の成果をもとに，漁業者や漁協等の現場と協力し，ボラ加工品を広く普及していく必要がある。

2．水産加工施設の利用促進（オープンラボ）

水産加工実験棟月別利用者数の推移，および平成10～14年度の利用者数の推移を表5～6に示した。

表5　水産加工実験月別利用者数の推移

	漁業者		加工業者		一般、その他		合計	
年度	人数	件数	人数	件数	人数	件数	人数	件数
H10	65	5	98	19	0	0	163	24
H11	10	1	114	53	69	3	193	57
H12	44	18	124	75	50	1	218	94
H13	36	14	21	12	63	3	120	29
H14	63	11	28	12	71	3	162	26
合計	218	49	385	171	253	10	856	230

表6　水産加工実験棟年間利用者数の推移（H10～14）

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
漁業者	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0	54
加工業者	8	0	0	0	10	0	0	3	1	2	4	0
一般、その他	0	0	0	0	54	17	0	4	0	0	0	0
合計	8	0	0	0	64	19	0	7	4	2	4	54
件数	3	0	0	0	5	3	0	3	3	1	2	6

文　献

1）小谷幸敏ら：平成5～9年度水産加工新原料開発事業報告書

2）小泉千秋：魚介類の臭い（平野敏行編），水産物の臭い，恒星社厚生閣，1989，p31-34

北九州・遠賀地区水産基盤整備事業調査

佐野　二郎・宮内　正幸・内田　秀和

本調査は北九州・遠賀地先の浅海域で平成15年度以降ヒラメを対象とした増殖場造成事業を実施するにあたり，事業予定箇所の評価をはじめ，事業実施後に見込まれる効果算定をおこなうことを目的として実施した。

方　法

1．漁獲実態調査

農林水産統計資料により，北九州遠賀地区のヒラメ漁獲実態の把握をおこなった。

2．幼稚魚分布調査

図１に幼稚魚採取用たソリ付き桁網の構造を示した。

長さ0.725m，幅２mのアルミ製のソリに，長さ６m，高さ0.3mの袋状の網を取り付けたもので，コッド部はファスナーの開閉により漁獲物を取り上げやすい形状となっている。この調査漁具は西海区水研Ⅱ型と呼ばれており，これまで日本海区側を中心にヒラメ幼稚魚分布調査に広く用いられてきたものである。この漁具によるヒラメ幼稚魚の漁獲率は28.5%や26.5%と報告されており，本調査ではこの２つの値の中心値をとり27.5%とした。

調査期間は，ヒラメ幼稚魚が極沿岸部の砂浜域に着底し始める４月からやや沖合域に移動をおこなう８月まで毎月１回実施した。

調査場所を図２に示した。当初，脇の浦から脇田にかけての海域で複数箇所実施する予定であった。

しかし脇の浦地先の海域は小型定置網の設置及び過去

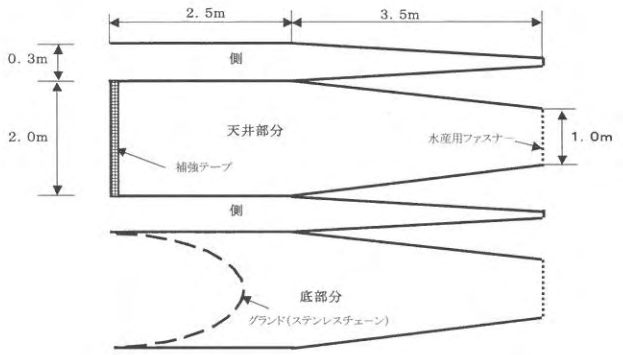
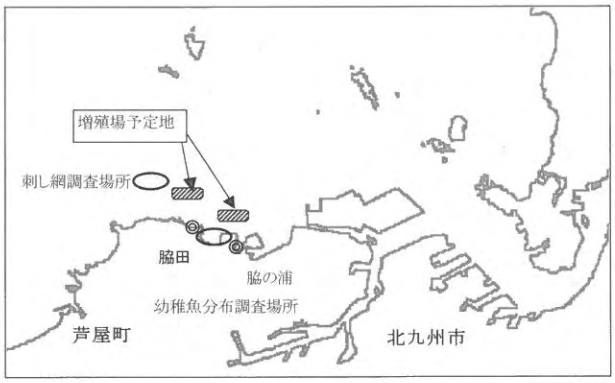


図１　幼稚魚採取に用いたソリ付き桁網構造図



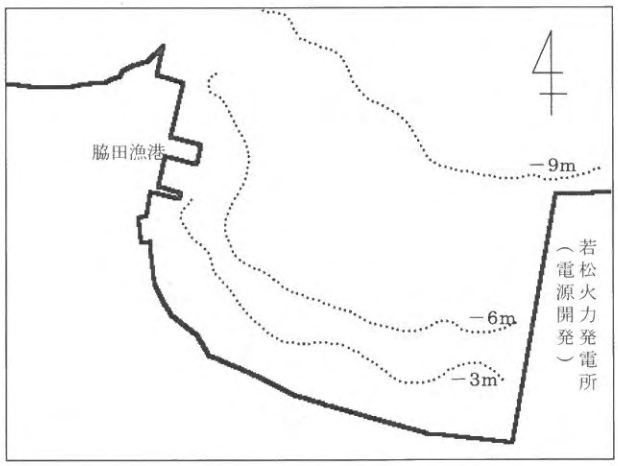


図２　調査実施場所

小型定置網設置に用いられたおもり等が撤去されず点在していたこと，また脇田漁港より西側の海岸は不規則に小規模の天然礁が分布していたことからソリ付き桁網の曳網が困難と判断し，期間中を通じた調査は脇田漁港と電源開発地区の中間に位置する砂浜域のみで実施した。

幼稚魚の採取は水深帯別に－３m，－６m，－９mの各ラインで200mの曳網と，－３mから－10mまでの垂直方向の曳網をそれぞれ２回ずつおこない，調査回次毎の分布量は２回の平均で求めた。

次に，求めた生息量に各海域の水深帯別面積を乗じることにより，北九州・遠賀地区の沿岸域に生息するヒラメ幼稚魚の生息分布量を推定した。

3．餌料環境調査

ヒラメ幼稚魚採取の際入網したアミ類を現地で99%ア

ルコールで固定後持ち帰り，種類別の個体数，総重量を測定し，月別の分布量を求めた。

また，幼稚魚分布調査で採取されたヒラメの胃内容物をアミ類，魚類，その他に分類し，その個体数と重量を測定した。

4．刺し網調査

増殖場造成によるヒラメ以外の魚種の効果を把握するため，平成14年10月11，12日に，増殖場造成予定地近辺の並型魚礁設置場所と対照区として魚礁設置場所より約２ｋｍ離れた砂地区で固定式刺し網（雑魚網）による漁獲試験をおこなった。

刺し網は10月11日の夕方から夜にかけて設置し，翌朝８～10時の間に回収し，漁獲物は魚種別に全長，体重を測定した。

5．増殖場造成効果調査

幼稚魚分布調査から求めた８月時点での０歳魚の生息分布量と，各個の知見から北九州遠賀地区の年齢別漁獲量，漁業モデル漁獲係数及び自然死亡係数を引用し増殖場造成後のヒラメ増殖効果を推定した。

推定にあたっては，増殖場造成予定地を主漁場とする脇の浦，脇田両漁協に所属する漁業者の増殖場利用に関する意向を参考におこなった。

推定にあたり用いた式は下記のとおりである。

$N_{t+1}=N_t\times\exp-(F_t+M_t)$

$C_t=(F_t/(F_t+M_t))\times N_t\times(1-\exp(-Z_t))$

N_{t+1} ……t＋１期の資源量（尾数）

N_t ……t期の資源量（尾数）

C_t ……t期における漁獲尾数

F_t ……t期における漁獲係数

M_t ……t期における自然死亡係数

Z_t ……t期における全死亡係数

結果及び考察

1．漁獲実態調査

北九州・遠賀地区におけるヒラメを漁獲する漁業種類は図４に示すとおりである。北九州・遠賀地区全体では，刺し網が最も多く，次いで小型底びき網，釣りの順となっている。

洞海湾口を中心とし，それより以東の東部地区では小型底びき網が約半分の15トンを漁獲しており，次いで刺し網で10トン，曳き縄で６トンの漁獲が見られる。東部地区では小型底びき網での漁獲が多いことから，若齢魚中心の漁獲であると考えられる。洞海湾口以西の西部地区では，刺し網の12トンが最も多く，次いで釣りで11.5トン，小型底びき網で2.8トン漁獲されている。西部地区では刺し網，釣りでの漁獲が多いことから，２歳魚以降のやや大型魚が漁獲されていると考えられた。

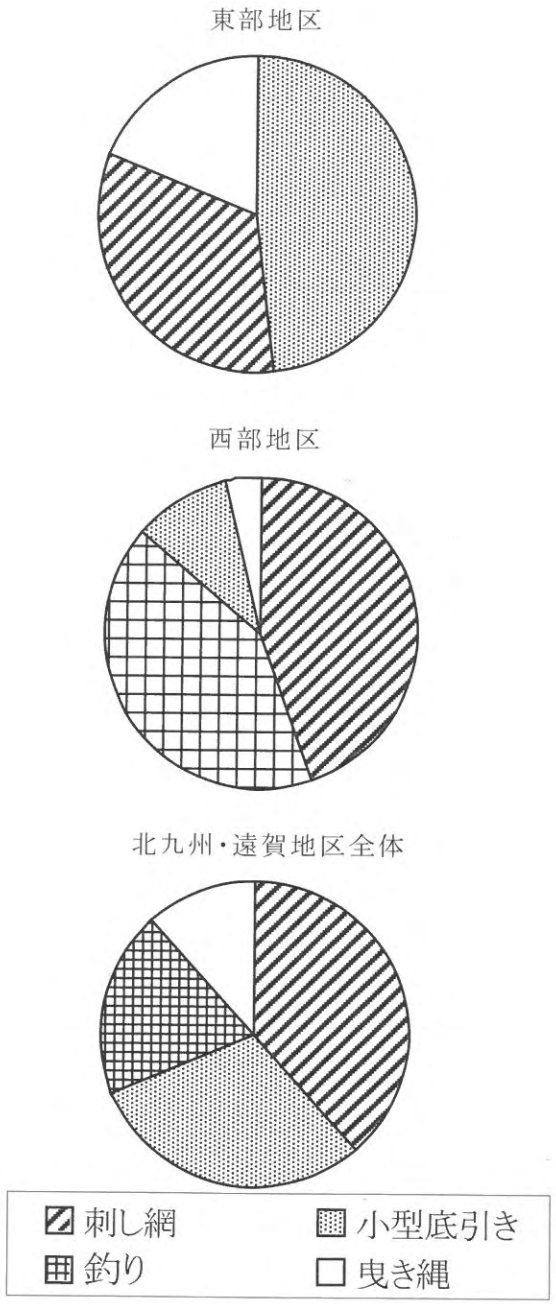


図３　北九州遠賀地区における漁業種類別ヒラメ漁獲量

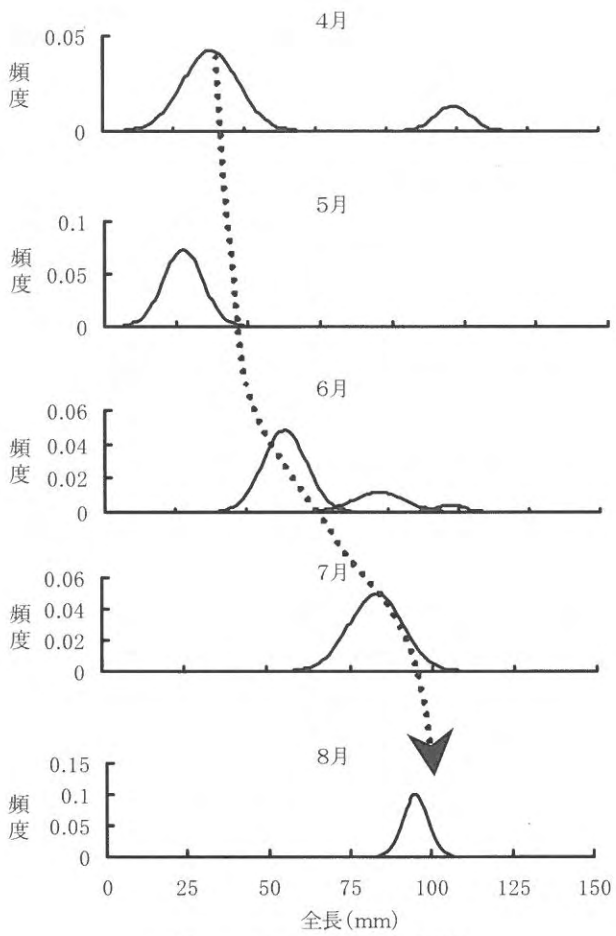


図4　ヒラメ全長組成の推移

表1　幼稚魚採取尾数と生息密度

調査年月日	水深帯	採取尾数	幼稚魚分布密度
H14.4.23	−3m	6尾／400㎡	0.06尾／㎡
	−6m	3尾／400㎡	0.03尾／㎡
	−9m	桁網破損により未	尾／㎡
	0〜10m	実施	尾／㎡
H14.5.14	−3m	0尾／400㎡	0尾／㎡
	−6m	0尾／400㎡	0尾／㎡
	−9m	0尾／400㎡	0尾／㎡
	0〜10m	1尾／400㎡	0.01尾／㎡
H14.6.12	−3m	15尾／400㎡	0.15尾／㎡
	−6m	4尾／400㎡	0.04尾／㎡
	−9m	4尾／400㎡	0.04尾／㎡
	0〜10m	12尾／400㎡	0.12尾／㎡
H14.7.3	−3m	4尾／400㎡	0.04尾／㎡
	−6m	1尾／400㎡	0.01尾／㎡
	−9m	0尾／400㎡	0尾／㎡
	0〜10m	3尾／400㎡	0.03尾／㎡
H14.8.2	−3m	1尾／400㎡	0.01尾／㎡
	−6m	0尾／400㎡	0尾／㎡
	−9m	0尾／400㎡	0尾／㎡
	0〜10m	0尾／400㎡	0尾／㎡

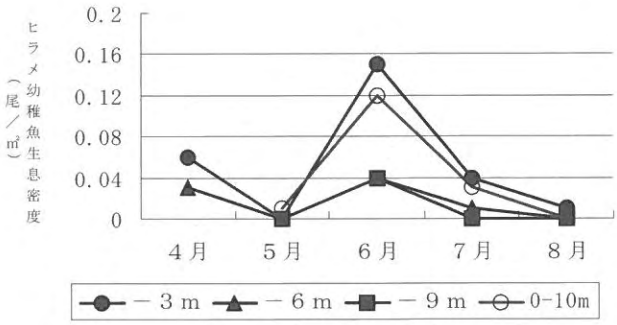


図5　生息密度の推移

表2　水深別海域面積

水深帯	距離	幅	推定面積
3±1.5m	9,280 m	150 m	1,392,000 ㎡
6±1.5m	9,280 m	325 m	3,016,000 ㎡
3±1.5m	9,280 m	588 m	5,456,640 ㎡

2．幼稚魚分布調査

図4に調査月ごとの全長組成を示した。4〜5月の着底初期の全長は30.6±7.8mmであり，その後急激に成長し6月には50±6.1mm，77±7.2mm，98±4.0mmの3群が見られるようになった。7，8月とも100mmを超える個体はまれである。表1にヒラメ幼稚魚の採取尾数，推定生息密度を，また図6に月別の生息密度の推移を示した。4月以降徐々に生息密度が高くなり6月に最も高くなる。6月以降小型群の加入が見られず，また生息密度も次第に減少し8月には調査範囲である水深10m以浅ではほとんど見られなくなったことから，ヒラメの極沿岸域への着底は6月で終了し，以降全長100mmを超えた成長の早い群から徐々に極浅海域からより深所な沖合に移動していくものと考えられた。

最後の着底が終わり，まだ沖合域への移動も少ないと考えられる6月の生息分布密度を用いて，北九州・遠賀地先におけるヒラメ幼稚魚の生息量を推定した。推定にあたっては6月の各水深帯別の生息密度と表2に示した岩屋から脇の浦にいたる北九州若松区地先沿岸の水深帯別面積を乗じることにより求めた。推定された生息量は約80万尾であった。

3．餌料環境調査

図6に全長別ヒラメ幼稚魚胃内容物組成を，表3に採取された餌料生物の種類別組成を示した。ヒラメが極沿岸域で生息する全長100mm以下の範囲では，胃内容物組成の大部分をアミ類が占め，100mmを超えるあたりからエビジャコなどやや大型の甲殻類や魚類の割合が高まってくる。アミ類の組成としては日本沿岸に多産し，多くの魚類幼稚魚期の重要な初期餌料となっているコマセアミ（*Siriella watasei*）がその大部分を占め，北九州・遠賀地先に生息するヒラメ幼稚魚にとっても重要な餌料となっていた。

図8に時期別アミ類の分布量を示した。ヒラメ幼稚魚

表３　ソリ付き桁網で採取されたヒラメ餌料生物組成

調査日	アミ類の種類				
	コマセアミ(*Siriella watasei*)	ホンイサザアミ(*Neomysis japonica*)	クーマ目	エビジャコ	その他
H14.4.23	84.6%	12.6%	0.3%	0.0%	2.5%
H14.5.14	98.0%	0.8%	0.0%	0.8%	0.4%
H14.6.12	96.4%	0.2%	0.0%	3.4%	0.0%
H14.7.3	94.2%	4.6%	0.0%	0.5%	0.8%
H14.8.2	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0

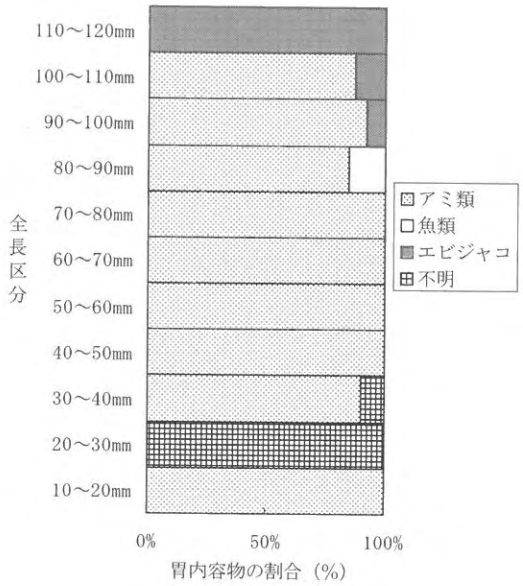


図６　全長別胃内容物組成

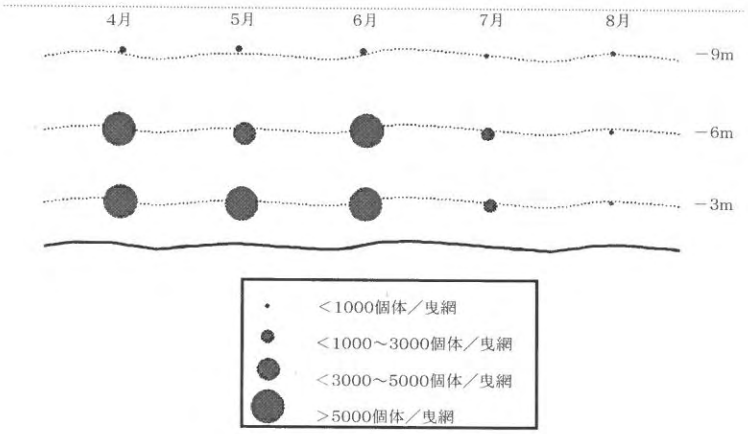


図７　時期別アミ類の分布

の着底が始まる４月からその生息密度が最も多くなる６月にかけて水深６ｍ以浅の水深帯でアミ類の分布量が非常に高くなり，その後次第に減少し８月にはほとんど採取されなくなった。７月以降はアミ類に替わり大型の甲殻類であるエビジャコや，オキエソのシラス期仔魚が多く採取された。

これらのことから，北九州・遠賀地先におけるヒラメ幼稚魚の餌料環境は非常に良好であると考えられた。

４．刺し網調査

表４に増殖場造成予定地と同一水深帯に設置された並型魚礁群と対照区として砂地区において，建網により漁獲された魚種別重量を示した。

砂地区では建網設置範囲の中に小規模の天然礁が入っていたため魚礁区では漁獲されなかったカサゴ，メバルなどが漁獲されたものの，天然礁区では砂地区に比べ魚礁性が強いマダイ，カワハギ，ウマヅラハギなどの魚種で漁獲に大きな差が見られ，全体で9,543ｇ多い漁獲が見られた。

次に図８に試験を実施した箇所における魚群探知機の映像を示した。魚礁区ではアジと思われる小型魚の魚群が確認されたのに対し，砂地区では魚群が全く確認されず，海底に構造物を設置することにより，ヒラメ若齢魚の餌料となる小魚の蝟集が期待され，ヒラメ若齢魚の生息環境が高まるものと期待された。

５．増殖場造成効果調査

ヒラメの魚礁性は約1.5と報告されている。また沿岸部で操業をおこなう地元小型底びき網漁業者からの聞き取りによると，天然礁が点在する海域や魚礁が設置された海域では網がかりによる漁網の損失の恐れがあるため操業していないとのことであった。また増殖場造成箇所っを漁場とする脇の浦漁協，脇田漁協とも増殖場造成後はその海域でのヒラメを対象とした漁業を営まない意向が強かった。

以上のことから，表５に示したように増殖場造成海域にその他海域よりも1.5倍の密度でヒラメ若齢魚が生息する，天然礁分布海域及び増殖場造成海域では小型底びき網の漁獲圧が働かないの３条件を共通した条件として設定し，自然死亡係数の軽減が０，10%，30%の３つに

表4　漁場別の建網漁獲物

市場取扱銘柄	魚種名	漁獲重量（g）		A－B
		魚礁区(A)	砂地区(B)	
エイ	アカエイ	0	117	-117
	ウチワザメ	604	0	604
カイメ	コモンサカタザメ	2,782	0	2,782
エソ	マエソ	0	238	-238
マダイ	マダイ	1,394	1,023	371
その他タイ類	チダイ	0	54	-54
メジナ	メジナ	0	117	-117
コショウダイ	コショウダイ	1,381	0	1,381
バリ	アイゴ	502	0	502
カワハギ	カワハギ	3,614	1,910	1,704
ウマヅラハギ	ウマヅラハギ	4,372	124	4,248
カサゴ	カサゴ	234	1,518	-1,284
メバル	メバル	0	399	-399
カレイ	メイタガレイ	0	31	-31
シタ類	クロウシノシタ	207	0	207
	セトウシノシタ	51	0	51
コチ	マゴチ	1,500	0	1,500
メゴチ	ネズミゴチ	49	243	-194
サバフグ	シロサバフグ	0	508	-508
その他フグ	コモンフグ	0	159	-159
	ヒガンフグ	0	159	-159
その他魚類	カイワリ	0	109	-109
	カゴカキダイ	122	0	122
	オニゴチ	0	331	-331
	ササノハベラ	0	119	-119
市場取り扱いがない魚種	タマガンゾウビラメ	29	45	-16
	ハコフグ	0	112	-112
	ハチ	73	0	73
	マツカサウオ	0	55	-55
	計	16,914	7,371	9,543

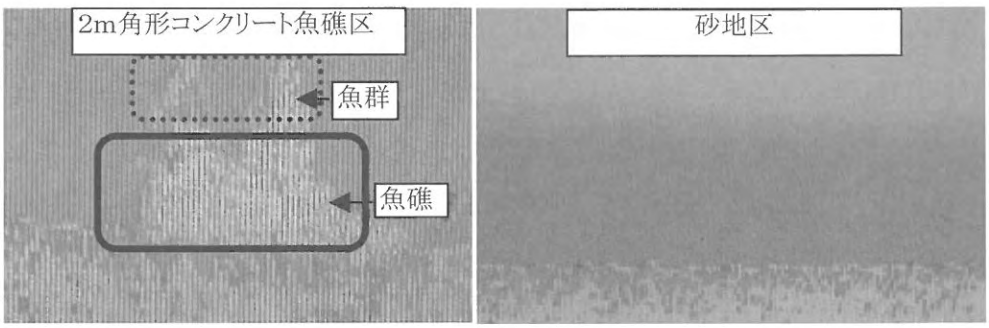


図8　建網試験実施個所における魚群探知機映像

表5　増殖場造成効果推定パターン別条件

	条件1	条件2	条件3	条件4
Ｃａｓｅ１	増殖場造成海域には、他の海域に比べ1.5倍の密度でヒラメ若齢魚が生息する。（※1）	天然礁分布海域では、小型底びき網によるヒラメ若齢魚への漁獲が働かない。（※2）	増殖場造成海域では、ヒラメ若齢魚に対してすべての漁獲が働かない。（※3）	—
Ｃａｓｅ２	同上	同上	同上	増殖場造成海域では、ヒラメ若齢魚の自然死亡係数が10%軽減される。（※4）
Ｃａｓｅ３	同上	同上	同上	増殖場造成海域では、ヒラメ若齢魚の自然死亡係数が30%軽減される。（※4）

※1・・・・ヒラメの魚礁性が約1.5であることから。（柿元. 1967）
※2・・・・漁業者聞き取りによる。
※3・・・・増殖場造成にあたっての地元漁業者の意向（増殖場造成海域ではヒラメ対象の操業をおこなわな
※4・・・・増殖場造成海域付近の並型魚礁設置海域では、ヒラメ若齢魚の餌料となる小魚の蝟集が他の海域に比べ多く見られ、生息環境向上が期待されることから。

表6　設定条件別ヒラメ２歳魚増加尾数

Ｃａｓｅ１
増殖場造成前

海域	漁場面積	0歳魚			1歳魚			2歳魚
区分	(㎡)	資源量(尾数)	自然死亡係数M	漁獲係数F	資源量(尾数)	自然死亡係数M	漁獲係数F	資源量(尾数)
砂地区	8,776,621	702,130	0.3279	0.256	391,591	0.3564	0.577	153,979
天然礁区	1,223,379	97,870	0.3279	0.072887	65,553	0.3564	0.5487	26,516
増殖場区	—	—	—	—	—	—	—	—
計	10,000,000	800,000			457,144			180,495

増殖場造成後

海域	漁場面積	0歳魚			1歳魚			2歳魚
区分	(㎡)	資源量(尾数)	自然死亡係数M	漁獲係数F	資源量(尾数)	自然死亡係数M	漁獲係数F	資源量(尾数)
砂地区	8,482,221	668,734	0.3279	0.256	372,966	0.3564	0.577	146,656
天然礁区	1,223,379	96,450	0.3279	0.072887	64,602	0.3564	0.5487	26,132
増殖場区	294,400	34,816	0.3279	0	25,083	0.3564	0	17,563
計	10,000,000	800,000			462,651			190,351

Ｃａｓｅ２
増殖場造成前

海域	漁場面積	0歳魚			1歳魚			2歳魚
区分	(㎡)	資源量(尾数)	自然死亡係数M	漁獲係数F	資源量(尾数)	自然死亡係数M	漁獲係数F	資源量(尾数)
砂地区	8,776,621	702,130	0.3279	0.256	391,591	0.3564	0.577	153,979
天然礁区	1,223,379	97,870	0.3279	0.072887	65,553	0.3564	0.5487	26,516
増殖場区	—	—	—	—	—	—	—	—
計	10,000,000	800,000			457,144			180,495

増殖場造成後

海域	漁場面積	0歳魚			1歳魚			2歳魚
区分	(㎡)	資源量(尾数)	自然死亡係数M	漁獲係数F	資源量(尾数)	自然死亡係数M	漁獲係数F	資源量(尾数)
砂地区	8,482,221	668,734	0.3279	0.256	372,966	0.3564	0.577	146,656
天然礁区	1,223,379	96,450	0.3279	0.072887	64,602	0.3564	0.5487	26,132
増殖場区	294,400	34,816	0.29511	0	25,919	0.32076	0	18,807
計	10,000,000	800,000			463,487			191,595

Ｃａｓｅ３
増殖場造成前

海域	漁場面積	0歳魚			1歳魚			2歳魚
区分	(㎡)	資源量(尾数)	自然死亡係数M	漁獲係数F	資源量(尾数)	自然死亡係数M	漁獲係数F	資源量(尾数)
砂地区	8,776,621	702,130	0.3279	0.256	391,591	0.3564	0.577	153,979
天然礁区	1,223,379	97,870	0.3279	0.072887	65,553	0.3564	0.5487	26,516
増殖場区	—	—	—	—	—	—	—	—
計	10,000,000	800,000			457,144			180,495

増殖場造成後

海域	漁場面積	0歳魚			1歳魚			2歳魚
区分	(㎡)	資源量(尾数)	自然死亡係数M	漁獲係数F	資源量(尾数)	自然死亡係数M	漁獲係数F	資源量(尾数)
砂地区	8,482,221	668,734	0.3279	0.256	372,966	0.3564	0.577	146,656
天然礁区	1,223,379	96,450	0.3279	0.072887	64,602	0.3564	0.5487	26,132
増殖場区	294,400	34,816	0.22953	0	27,675	0.24948	0	21,565
計	10,000,000	800,000			465,243			194,353

表7　設定条件別増産期待量

Ｃａｓｅ１

	2歳魚	3歳魚	4歳魚	5歳魚	6歳魚	7歳魚	8歳魚	9歳魚	計
資源増加尾数	9,856	4,099	2,000	1,059	558	300	159	76	
漁獲係数（F）	0.521	0.361	0.279	0.285	0.264	0.277	0.385	0.253	
自然死亡係数（M）	0.3564	0.3564	0.3564	0.3564	0.3564	0.3564	0.3564	0.3564	
漁獲尾数	3,419	1,056	413	223	110	62	43	14	5,340
♂平均体重（kg）	0.639	1.052	1.467	1.842	2.157	2.416	2.627	2.78	
♀平均体重(kg)	0.843	1.628	2.533	3.498	4.432	5.324	6.111	6.789	
増産期待量（kg）	2,533	1,415	826	595	362	240	188	67	6,226
平均単価（円/ｋｇ）	3,410	3,410	3,410	3,410	3,410	3,410	3,410	3,410	
増産期待金額（千円）	8,638	4,825	2,817	2,029	1,234	818	641	228	21,230

Ｃａｓｅ２

	2歳魚	3歳魚	4歳魚	5歳魚	6歳魚	7歳魚	8歳魚	9歳魚	計
資源増加尾数	11,100	4,616	2,253	1,193	628	338	179	85	
漁獲係数（F）	0.521	0.361	0.279	0.285	0.264	0.277	0.385	0.253	
自然死亡係数（M）	0.3564	0.3564	0.3564	0.3564	0.3564	0.3564	0.3564	0.3564	
漁獲尾数	3,850	1,189	465	251	124	69	49	16	6,013
♂平均体重（kg）	0.639	1.052	1.467	1.842	2.157	2.416	2.627	2.78	
♀平均体重(kg)	0.843	1.628	2.533	3.498	4.432	5.324	6.111	6.789	
増産期待量（kg）	2,853	1,593	930	670	409	267	214	77	7,013
平均単価（円/ｋｇ）	3,410	3,410	3,410	3,410	3,410	3,410	3,410	3,410	
増産期待金額（千円）	9,729	5,432	3,171	2,285	1,395	910	730	263	23,915

Ｃａｓｅ３

	2歳魚	3歳魚	4歳魚	5歳魚	6歳魚	7歳魚	8歳魚	9歳魚	計
資源増加尾数	13,858	5,763	2,812	1,490	785	422	224	107	
漁獲係数（F）	0.521	0.361	0.279	0.285	0.264	0.277	0.385	0.253	
自然死亡係数（M）	0.3564	0.3564	0.3564	0.3564	0.3564	0.3564	0.3564	0.3564	
漁獲尾数	4,807	1,485	581	313	154	87	61	20	7,508
♂平均体重（kg）	0.639	1.052	1.467	1.842	2.157	2.416	2.627	2.78	
♀平均体重(kg)	0.843	1.628	2.533	3.498	4.432	5.324	6.111	6.789	
増産期待量（kg）	3,562	1,990	1,162	836	507	337	267	96	8,757
平均単価（円/ｋｇ）	3,410	3,410	3,410	3,410	3,410	3,410	3,410	3,410	
増産期待金額（千円）	12,146	6,786	3,962	2,851	1,729	1,149	910	327	29,860

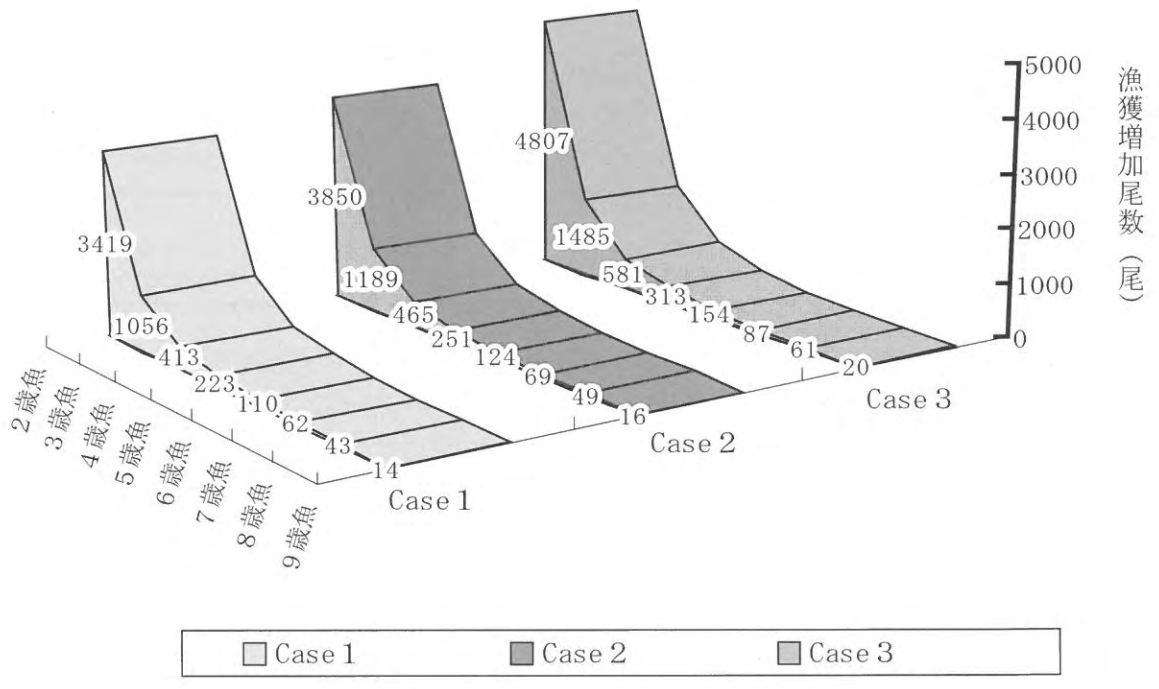


図9　設定条件別漁獲増加尾数

設定した場合について推定をおこなった。推定の際必要なパラメータである漁獲係数，自然死亡係数，現状再現の年齢別漁獲量は，平成３年度資源管理型漁業推進総合対策事業報告書（九州西ブロック福岡県）により報告された数値を用い，ケース別に漁獲対象となる２歳魚の増加尾数を求め表６に示した。北九州・遠賀地先において，増殖場造成により若齢期の漁獲圧や自然死亡の割合が軽減され，増殖場造成以前よりも増加するヒラメ若齢魚は２歳魚当初で9,856～13,858尾と推定された。２歳魚増加尾数から，その後９歳までの漁獲増加尾数はＣａｓｅ１が5,340尾，Ｃａｓｅ２が6,013尾，Ｃａｓｅ３が7,508尾となった。この増産尾数に各年齢時の平均体重を乗じて求めた増産重量はＣａｓｅ１で6,226kg，Ｃａｓｅ２で7,013kg，Ｃａｓｅ３で8,757kgであった（表７，図９）。求められたそれぞれの増産期待量をもとに投資効果を次式で求めた。

$$R = ((A \times B - C) \times D / E) / F$$

R……投資効果　　D……所得率

A……増産期待量　　E……還元率

B……平均単価　　F……事業費

C……放流費用等の経費

それぞれのパラメータのうち，漁業者からの聞き取りやこれまでの知見から，平均単価を3,410円／kg（福岡魚市場での活魚平均単価），放流費用等の経費を０円，所得率を１，事業費を500,000千円とした。

また，還元率は施設耐用年数を30年とし，次式で求めた。

$$E = 0.04 \times (1+0.04)^{30} / ((1+0.04)^{30} - 1)$$

表８　設定条件別増産期待量

	増産期待量 (kg) (A)	平均単価 (円/kg) (B)	放流費用等の経費 (円) (C)	所得率 (D)	還元率 (E)	事業費 (千円) (F)	妥当投資額 (千円)	投資効果 (R)
Ｃａｓｅ１	6,226	3,410	0	1	0.0578	500,000	367,312	0.7346
Ｃａｓｅ２	7,013	3,410	0	1	0.0578	500,000	413,743	0.8275
Ｃａｓｅ３	8,757	3,410	0	1	0.0578	500,000	516,633	1.0333

表９　建網によるヒラメ以外の魚種についての増産期待量

市場取扱銘柄	魚種名	漁獲重量（ｇ） 魚礁区(A)	砂地区(B)	漁獲増加量（ｇ）	平均単価	増産期待金額
エイ	アカエイ	0	117	-117	246	-29
	ウチワザメ	604	0	604	246	149
カイメ	コモンサカタザメ	2,782	0	2,782	469	1,305
エソ	マエソ	0	238	-238	288	-69
マダイ	マダイ	1,394	1,023	371	1,150	427
その他タイ類	チダイ	0	54	-54	549	-30
メジナ	メジナ	0	117	-117	634	-74
コショウダイ	コショウダイ	1,381	0	1,381	210	290
バリ	アイゴ	502	0	502	254	128
カワハギ	カワハギ	3,614	1,910	1,704	482	821
ウマヅラハギ	ウマヅラハギ	4,372	124	4,248	497	2,111
カサゴ	カサゴ	234	1,518	-1,284	525	-674
メバル	メバル	0	399	-399	1,626	-649
カレイ	メイタガレイ	0	31	-31	500	-16
シタ類	クロウシノシタ	207	0	207	623	129
	セトウシノシタ	51	0	51	623	32
コチ	マゴチ	1,500	0	1,500	481	722
メゴチ	ネズミゴチ	49	243	-194	525	-102
サバフグ	シロサバフグ	0	508	-508	335	-170
その他フグ	コモンフグ	0	159	-159	335	-53
	ヒガンフグ	0	159	-159	335	-53
その他魚類	カイワリ	0	109	-109	525	-57
	カゴカキダイ	122	0	122	525	64
	計	16,812	6,709	10,103	11,983	4,201

求めた投資効果を表８に示した。

自然死亡係数の軽減がないと仮定したＣａｓｅ１と10％の軽減が見られると仮定したＣａｓｅ２ではヒラメの増産効果のみでは投資効果が１に満たず，30％軽減されたと仮定したＣａｓｅ３のみ１以上となった。

増殖場として構造物を設置することにより漁獲圧がほとんど働かなくなることによる漁獲係数の低下は期待されるものの，餌料環境の改善による飛躍的な自然死亡係数の低下はあまり期待されないと考えられる。

よって，増殖場造成の効果算定としては，対象生物であるヒラメの増産効果に加え，ヒラメに対する漁獲圧が非常に少ない磯建網や雑魚カゴなどによるヒラメ以外の魚種による増産効果を考慮して算定することも必要と考えられる。

よって，刺し網調査の結果得られたヒラメ以外の魚種の増産期待量に，平成13年度の北九州魚市場の平均単価を乗じることにより，ヒラメを漁獲対象としない磯建網の増産期待金額を求めた（表９）。

水揚げ金額は１網あたり4,200円／日の水揚げが期待でき，この数値に増殖場造成海域における有効網張り数，時化等による休漁を考慮して求めた１年間の平均操業日数を乗じ全体の増産期待金額を推定したところ，年間約750万円の増産が期待された。

ヒラメ以外の魚種の増産を考慮した年間便益額はＣａｓｅ１においても28,793千円となり，投資効果は0.996とほぼ１になる。

北九州・遠賀地区では他地区と同様高齢者の比率が年々高まってきており，このような状況において，高齢者でも負担が少なく安全に操業できる近場の漁場造成が求められている。そのため，今後の増殖場利用の方向としては小型底びき網，刺し網（筋網）を禁止しヒラメ若齢魚の保護育成を図っていくとともに，比較的高齢者が営む雑魚かごや磯建網などの漁場として活用していくことが望ましいと考えられた。