

ISSN 0289-5226
Aug 1986

REPORT
OF
SHIMANE PREFECTURAL FISHERIES
EXPERIMENTAL STATION

No. 4

島根県水産試験場
研究報告

第 4 号

島根県水産試験場

浜田市瀬戸ヶ島町

昭和 61 年 8 月

SHIMANE, JAPAN

目 次

イタヤガイの天然採苗について	由木雄一・石田健次・勢村 均	1
島根県西部海域における着床式採苗器によるイタヤガイ		
天然採苗の試み (抄録)	吉尾二郎・梶 明広	10
天然採苗よりみたイタヤガイ稚貝の付着特性 (抄録)	森脇晋平・松山康明	11
垂下飼育したイタヤガイ当年貝の生殖巣の発達について (抄録)	森脇晋平	12
島根県沿岸における、マダイ幼稚魚の分布生態	藤川裕司	13
開放性の海域における放流マダイの逸散	藤川裕司	23
日本海西部海域におけるベニズワイガニの年齢と成長	安達二郎	31
モズクガニの成熟と幼生の飼育に関する研究		
後藤悦郎・川島隆寿・鈴木博也・山本孝二	38	
アカウニ (<i>Pseudocentrotus depressus</i> (A. Agossiz)) の		
天然採苗について	勢村 均・井沢 学	62
日本海南西海域におけるヤリイカの漁業生物学的研究 - I		
- トロール採集物からみた成長と成熟について -	北沢博夫	67
日本海南西海域におけるドスイカについて (抄録)	由木雄一・北沢博夫	83
スルメイカの生殖腺発達についての統計学的考察 (抄録)	安達二郎	85
スルメイカの産卵様式と産卵数の推定 (抄録)	安達二郎	86
日本海西部海域におけるスルメイカの資源構造および秋生まれ		
群の資源診断 (抄録)	安達二郎	87
日本海南西海域におけるホタルイカの産卵と成長 (抄録)	由木雄一	89
ケンサキイカの体型の検討及び成長式の推定 (抄録)	安達二郎・大野明道	91
浜田沿岸海域における海洋構造の季節変化にともなう		
“シロイカ” 漁業形成位置の地理的变化 (抄録)	森脇晋平・小川嘉彦	93
“シロイカ” 漁況と流況との関係についてのノート (抄録)	森脇晋平	94
浜田沿岸漁場における“シロイカ” 漁況と流況の日々変化		
との関係を示す観測例 (抄録)	小川嘉彦・森脇晋平	95
二層密度流の界面波の不安定性限界 - IV	服部守男	96
1984年対馬暖流域における異常漁況 (抄録)	安達二郎	104

隠岐島青岬における定地流動観測 (抄録).....	村山達朗.....	105
音波ログと漂流ブイを使った沿岸流況観測 (抄録).....	村山達朗.....	107
島根県下沿岸定地水温の解析 (抄録).....	村山達朗.....	110
日本海西部海域におけるマイワシの成長と成熟 (抄録).....	安達二郎.....	112
科学魚探によるイワシ類幼魚分布量の推定 (抄録).....	村山達朗.....	114
山口・島根県沖におけるシイラ・トビウオ類の来遊の特徴 (抄録).....	安達二郎.....	116
日本海南西海域におけるキュウリエソの年令と成長 (抄録).....	由木雄一.....	117
日本海南西海域におけるヒメジの底生生活期について (抄録).....	石田健次.....	119
浜田港の和船巾着網漁業について (抄録).....	安達二郎.....	121
若狭湾西部海域における小型底曳網漁業の投棄魚について (抄録).....	北沢博夫.....	122
漁獲物の“生き”の保持に関する研究-I (抄録)		
— マダイの死後硬直と貯蔵温度との関係 —		
	岩本宗昭・井岡 久・斉藤素子・山中英明.....	123
漁獲物の“生き”の保持に関する研究-II (抄録)		
— 天然ならびに養殖マダイにおける死後硬直の顕著な差異 —		
	岩本宗昭・山中英明.....	125

イタヤガイの天然採苗について

由木雄一・石田健次・勢村 均

イタヤガイ *Pecten (Notovola) albicans* は、日本沿岸では北海道南部から九州まで広く分布し、水深 10～130 m の砂底域に生息する雌雄同体の二枚貝である。

本種はホタテガイ、バカガイ等と同様、異常発生がみられ、年により局地的な大発生をすることがある。日本海側では、これまで福岡、島根、鳥取、石川等各県での大発生が報告されているが、資源変動が著しく、漁獲量は不安定となっている。

島根県では大島¹⁾が 1974, '75 年に、佐竹^{2,3)}が '77 年にこのイタヤガイの天然採苗試験に成功し、以来、採苗、養殖試験が重ねられ '80 年 30 万個初出荷から '84 年 280 万個出荷に至っている。このイタヤガイ養殖の最大の課題が種苗の安定的な大量確保である。鹿島分場では「近海漁業資源の家魚家システムの開発に関する総合研究 (マリンランディング計画)」(昭和 55 年～)の中で '83 年から種苗の大量確保技術として、効率的採苗器の開発について調査を実施している。イタヤガイの天然採苗に関しては不明な部分も多く、今後の研究に待たなければならない問題点も多いが、これまでの調査で得られた若干の知見をここに報告する。

材 料 と 方 法

図 1 に示す恵曇周辺海域の St. 1～3 (水深 28～91 m) で、各種の試験採苗器を用いてイタヤガイの天然採苗を行った。採苗器の設置は原則として 11～12 月、取揚げは 5～6 月である。試験採苗器で得られたイタヤガイの数および殻長から効率的な採苗器の構造、付着材、外網の目合等について検討した。またイタヤガイの経月的な付着状況を調査し、付着時期とその盛期について考察した。

St. A～C (距岸 1～10 Km) において、ノルパックネット (垂直曳)・MTD を用いてイタヤガイ浮遊幼生の採集を行った。この結果から浮遊幼生の出現時期とその盛期、分布等について考察

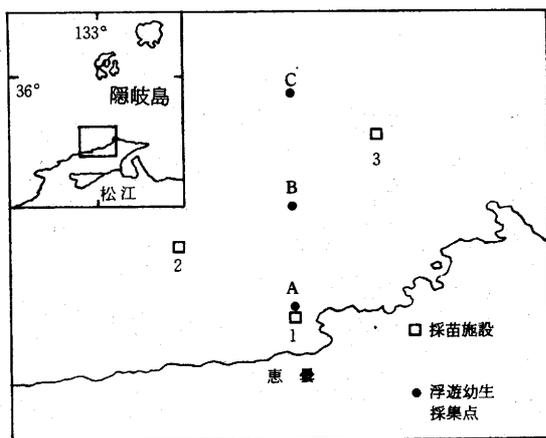


図 1 調査海域

し、採苗器の付着状況とあわせて比較検討した。また、県下各地先でそれぞれほぼ同時期に同様な採苗器を用いて採苗を行い、イタヤガイ付着状況の場所による違いについても検討した。

結 果 と 考 察

浮遊幼生 図2ノルパックネット垂直曳によるイタヤガイ浮遊幼生⁴⁾の月別採集量を示す。これによると1983～'84年では12～3月に、'85年では1～3月に採集されている。また、その盛期はいずれも2月となっている。このようにこの海域ではイタヤガイ浮遊幼生は12月頃から年により4～5月頃まで出現し、その盛期は2月を中心にその前後となっている。出現盛期の採集量は1982年が約2.5、'83年が0.15、'84年が0.28、'85年が0.04個/ m^2 と年変動が非常に大きくなっている。

図3に1984年2月、浮遊幼生の出現盛期におけるSt別(図1A～C)、層別(St.A:9, 18 m, St.B:16.5, 44 m, St.C:17, 45 m)採集量を示す。これによると各Stとも上層に比べ中層での採集量が多くなっているが、これは、この海域のイタヤガイ浮遊幼生は20～50 m層により高い分布を示すとした田中等^{6,7)}と一致した結果である。また、上層での採集量は各St間でそう大きな差はみられないが、中層でのその差は大きくなっている。すなわち、浮遊幼生が高密度となっている中層域での幼生の分布量は場所により非常に大きな差があるものと思われる。

採苗場所 島根県下各海域に同様な採苗器(玉ネギ袋+定置古網)をほぼ同時期に設置し、天然採苗を行い、それぞれを比較した。その結果を図4に示す。但し、1984、'85年の結果をあわせてあるので各海域の採苗数は恵曇におけるそれを100とした場合の指数で示してある。これによると、採苗数は島根半島部で多く、隠岐島および県西部で少なくなっている。幼生の集積域は島根半島中東部の隠岐海嶺上および鳥取県沿岸域の天神川河口沖合付近から青谷岬にかけての水深50～80 m域にみられ、密度の差こそあれ、毎年決まって現われる⁷⁾。このように、島根半島の沿岸から沖合域は浮遊幼生の集積域となっており、年変動はあるもののイタヤガイの天

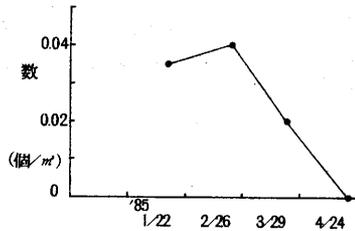
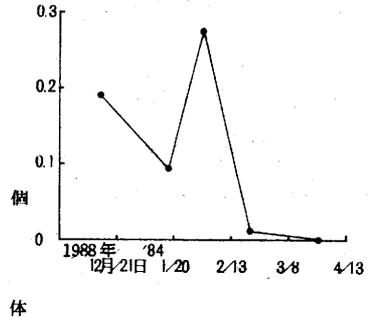


図2 浮遊幼生の月別採集量
(ノルパックネット)

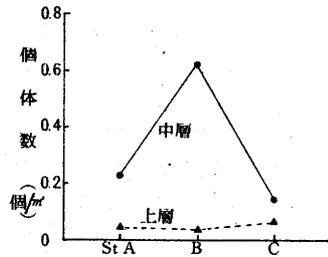


図3 浮遊幼生の定点別、層別採集量 (MTD)

然採苗を考えた場合、好条件を備えた海域と言える。

採苗器設置(11月下旬)から1カ月後(12月下旬)と6カ月後(5月下旬)のイタヤガイの付着状況を県西部(図4 St.A, 飯浦), 島根半島部(St.B, 鞆峠), 隠岐島(St.C, 今津)でそれぞれ比較した。その結果を図5に示す。これによると1カ月後の1採苗器あたりのイタヤガイの平均付着数は鞆峠31個, 飯浦18個, 今津10個の順で島根半島部で多くなっている。また, 付着稚貝の殻長をみると, 飯浦0.2~1.7(平均0.9), 鞆峠0.2~1.6(0.6), 今津0.2~0.9(0.4)mmと西側の定点ほど殻長がやや大きくなっている。一方, 6カ

月後の付着数は鞆峠481個, 飯浦181個, 今津138個と1カ月後と同じ順となっているが, 付着稚貝の殻長は飯浦5~31(平均12.5), 鞆峠4~33(12.0), 今津6~29(15.2)mmとなっており平均で今津がやや大きいもののその大きな差はみられない。すなわち, 採苗器設置当初から取り揚げ時期まで島根半島部での付着数は県西部, 隠岐島に比べ多くなっている。一方, 採苗器設置当初は西側の定点ほど殻長が大きくなっているが, 取り揚げ時期には各定点間でその差はほとんどみられなくなっている。これは, 西側ほど付着の時期が若干早くやってくるが, その後各定点間での環境の違い, または付着状況の差(密度効果)が生じるためと思われる。

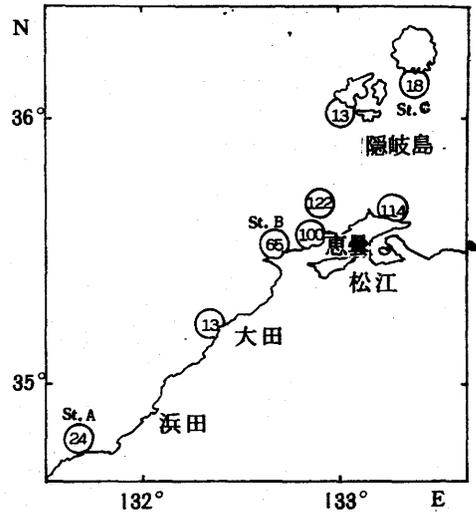


図4 海域別の採苗数(指数)

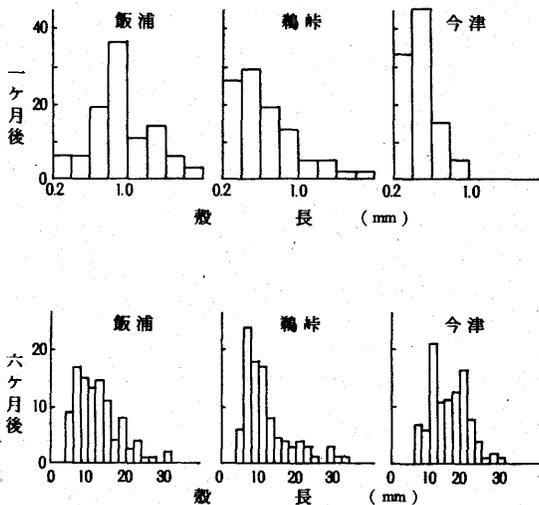


図5 各地先の1カ月後と6カ月後の稚貝付着状況

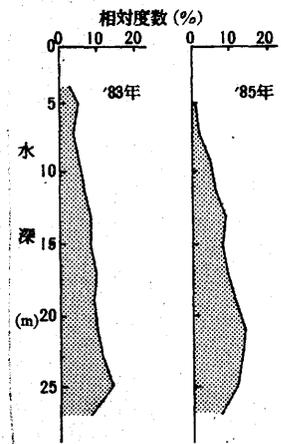


図6 水深別採苗数

図6にイタヤガイの水深別採苗数を示す(図1 St.1, 水深28 mの海域での結果)。これによると1983, '85年ともほぼ同様な結果となっている。すなわち、採苗数は上層で少なく中層から下層に行くほど多くなり、特に、20~25 m層付近で最も多くなっている。このように、付着稚貝数を鉛直的にみると、中下層に比べ上層では少なくなっているがこれは浮遊幼生の鉛直分布に差があるためと考えられる。また同時に、採苗器は上層のものほど波浪の影響を受けやすく、上層の採苗器は幼生にとって不安定な環境となっていることも大きな原因の1つと思われる。また、浮遊幼生の鉛直分布を左右する要因の1つとして潮流があげられる。したがって、水深別の付着稚貝数は採苗海域の海底地形、海岸線の形状、島の有無等によっても変化するようである。⁸⁹⁾

採苗時期 St.1(図1)において採苗器の設置から取り揚げ時まで、毎月採苗器を回収してイタヤガイの付着状況を観察した。その結果を図7に示す。これによると、付着まもない殻長2 mm以下の個体がみられるのは1~3月となっている。また、付着数が前月より大きく増加しているのは2, 3月である。すなわちこの年の稚貝の付着は1~5月に行われ、その盛期は2~3月であったと思われる。このような方法で求めた最近のイタヤガイの付着時期を模式的に示したものが図8である。これによると、各年の付着期間とその盛期は1980~'81年が1~6月、盛期2月、1983~'84年が12~4月、盛期2月前後、1984~'85年が1~5月、盛期2, 3月となっており年変動がみられる。しかし、イタヤガイの付着期間は例年12~5月で、その盛期はほぼ2月前後と考えてさしつかえないと思われる。

採苗稚貝と採苗数 図9に最近の採苗数(垂下式採苗器1袋当たりの平均採苗数)の年変化を示す。これによると、1983年が175個、'84年が685個、'85年が293個となっている。'83年は最も少ない採苗数となっているが、これは採苗施設が波浪のため破損し、正常な状態で採苗ができなかった年である。また、県下全体の採苗状況は1982年をピークに年々減少している。²⁰⁾このように、採苗数は年変動があり、特に近年は減少傾向にある。この原因としては、母貝集団の大きさ、成熟、産卵状況にともなう浮遊幼生の絶対量の変化や、流れ(特に対馬暖流)による浮遊幼生の分散、集積域の形成状況の変化等が考えられるが、これらは現在のところいづれも明らかにされておらず、天然におけるイタヤガイの生

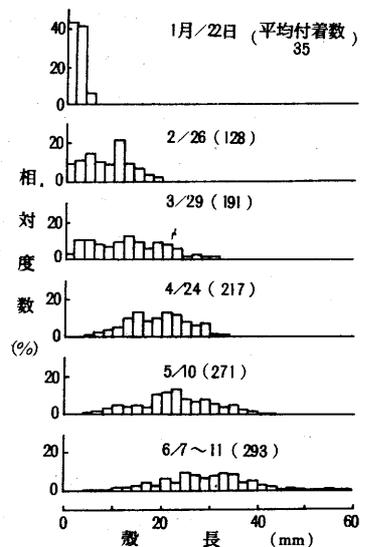


図7 月別平均付着数と殻長(1985年, 垂下式)

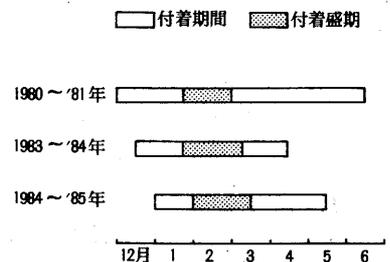


図8 イタヤガイの付着時期

態と同様、今後の調査の重点課題である。

図10に最近の取り揚げ時の稚貝の殻長を示す。これによると、1983年が1~24 mm (平均12.6 mm), '84年が2~28 (12.7), '85年が4~60 (29.5)となっており、採苗数と同様稚貝の大きさにも年変動がみられる。これはもちろん、採苗器の設置、取り揚げ時期、浮遊幼生の出現時期とその盛期にも起因するが、水温、塩分、餌の量等の環境条件や、その年の採苗状況による採苗器内での稚貝の多少(密度効果)も影響しているものと思われる。

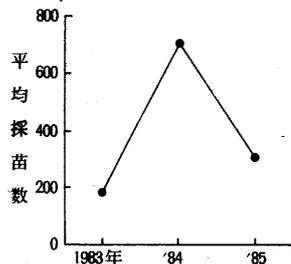


図9 平均採苗数(垂下式)の年変化

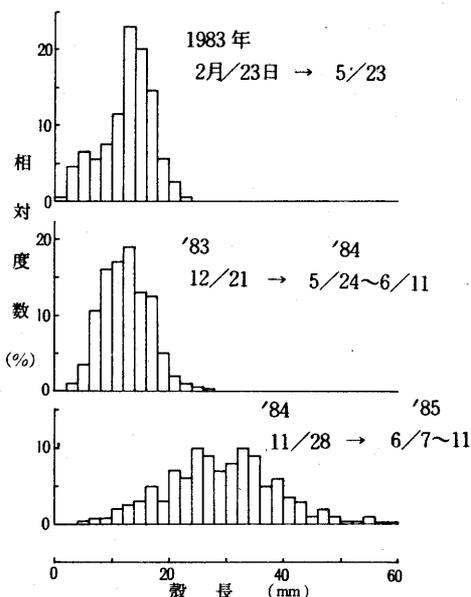


図10 取り上げ時の稚貝の殻長(垂下式)

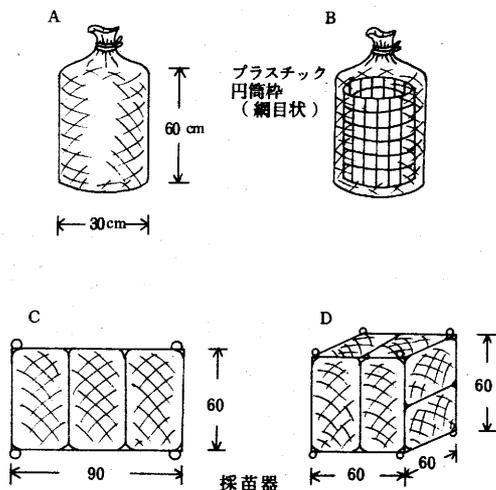


図11 垂下式採苗器の概略

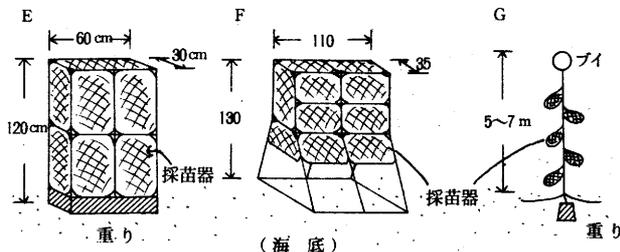


図12 底層式採苗器の概略

採苗器の構造 試験採苗器の概略を図11(垂下式)と図12(底層式)に示す。垂下式採苗施設は幹綱を上層に張り、そこから枝綱を垂下させ、その枝綱に採苗器(図11)をとり付け上~下層で採苗を行うものである。一方、底層式採苗器は幹綱を海底に這わせ、それに図12に示す採苗器をとり付け底層(海底付近)で採苗を行うものである。採苗器Aは外網が玉ネギ袋でその中に付着材を入れたもの、BはAのものに採苗器全体が広がるように中にプラスチック(網目状)の円筒枠を入れたものである。Cは60×90cm(縦×横)の鉄筋枠(φ9mm)にAの採苗器をとり付けたもの、Dは60×60×60cm(縦×横×高さ)の鉄筋枠にAの採苗器をとり付けたものである。また、E、Fの採苗器は鉄筋枠にAの採苗器をとり付けたもので、Gは枠を用いなくて幹綱からブイを用い枝綱を立て、それにAの採苗器をとり付けたものである。

これらの採苗器を用いて行った採苗結果をそれぞれ表1(垂下式)と表2(底層式)に示す。但し、表中の指数は採苗条件の異なる各年の結果を比較するため、外網に玉ネギ袋、付着材に定置の古網を使用し垂下式方法で得たその年の採苗数を100として表わしたものである。これによると、垂下式採苗器ではCの採苗数が最も多く次いでDとなっており、A、Bはほぼ同様の値である。鉄筋枠を用いているC、Dは採苗数は多いが波浪の影響を受けやすく、特にDは流失、破損が多かった。Cにも流失、破損がみられたがDほどではなく設置方法等の改良により採苗効率の向上がはかれるものと思われる。Bは外網が円筒枠とのすれにより破れる場合があり、このため、円筒枠の径を小さくし、その周囲にすれ防止の網を巻いて採苗した結果が1985年のものである。円筒枠の有無は採苗数にそれほど大きな差をもたらさないが、

円筒枠と外網のすれ防止を講じた場合、採苗効率はわずかではあるが確実に向上するようである。以上のように、垂下式ではいずれも採苗器の流れを受ける面を大きくしてやれば採苗効率は向上するという結果となった。これはイタヤガイの稚貝は潮通しの良い場所で多く付着する¹¹⁾(水交換が良いため浮遊幼生の通過量が多く、また、採苗器内での稚貝の生息条件も良い)ためであるが、流水抵抗が大きくなれば採苗器、施設の強度も大きくしてやる必要が生じる。

底層式採苗器は1984年にEを用いて試験し、その結果から1985年には安定度を考慮したF、枠を用いない方法のGの採苗器を試作し、それぞれの試験を行った。これによると、F、Gの採苗数はいずれも安定しており、Eより効率的である。特にGは垂下式のCに匹敵する採苗数である。底層式採苗器は波浪、漂砂等に弱いため、^{11,12)}波浪の影響が底層まで及ばない水深、または平穏な海域で効力をより一層発揮するものと思われる。特に、浮遊幼生の分布密度の高い沖合域では効率的な

表1 垂下式採苗器の試験結果

採苗器 の規格	平均採苗数(実数)		平均採苗数 (指数)
	'84年	'85年	
A	685	293	100
B	521	315	76 - 108
C	997	375	128 - 146
D	-	335	114

表2 底層式採苗器の試験結果

採苗器 の規格	平均採苗数(実数)		平均採苗数 (指数)
	'84年	'85年	
E	496	-	72
F	-	315	108
G	-	394	134

採苗器となる。

採苗器の付着材 表3にこれまで用いた8種の付着材の試験結果を示す(外網にはいずれも玉ネギ袋を用いた)。表中の指数は定置の古網を用いて採苗した場合のその年の採苗数を100として表わしたものである。これによると、付着材としては定置の古網、ブルーネット+ヘチマロン、ブルーネット等が良いという結果になっており、他の材質はこれらに比べほぼ半分以下の採苗効率である。最も採苗効率の良かったものはブルーネット+ヘチマロンであるが、ヘチマロンを用いた場合は付着稚貝に変形貝が多くなる(約半数に変形

表3 付着材の試験結果

がみられた)。すなわち、ヘチマロンは付着材としては実用的ではないと思われる。あるいは取り揚げ時期を早く(稚貝が小さいうちに取り揚げる)する必要がある。したがって、これまでの結果では、特に定置の古網、ブルーネットが付着材として効率的であると言える。ブルーネットを使用した場合にも変形貝は若干みられるが、ネットの目合を大きくする、また、ネットの大きさ、外網への入れ方等を工夫することで変形貝の減少がはかれる。

付着材	平均採苗数(実数)			平均採苗数(指数)
	'83年	'84年	'85年	
定置古網	197	685	293	100
ブルーネット	—	469	267	68-91
グリーンネット	—	308	—	45
古ロープ	—	294	—	43
波板	91	148	—	22-46
植毛板	110	—	—	56
ブルーネット+ヘチマロン	—	—	306	104
ブルーネット+シュロ	—	—	32	11

採苗器外網の目合 外網に2~4, 7, 16mmの3種の目合を用いて採苗を行った結果を表4に示す(付着材はいずれも定置の古網を用いた)。これをみると、目合が小さいほど採苗数が多くなっている。これは、外網が大きすぎるといったん付着した稚貝が付着材から離れ採苗器の外へ出ると考えられる。堀田は稚貝が付着生活から底生生活に移行するのは殻長約1cmとしている。¹³⁾ また田中は付着から底生の二次生活に移るときの大きさとしての稚貝の殻長は10~20mmとしている。¹⁴⁾

表4 外網目合の試験結果

外網(目合)	平均採苗数(個)	殻長(mm)	
		範囲	モード
玉ネギ袋(2~4mm)	685	4-28	13
グリーンネット(7mm)	291	4-28	15
ブルーネット(16mm)	81	8-28	16.5

採苗器内での稚貝の付着状況を観察すると、小さいものでは殻長7~8mm程度のものが付着材から離れている場合もあり、逆に20mm前後の大きいものでも付着している場合もある。すなわち、採苗器内ではかなり環境条件に左右されているようである。しかし、採苗器内でも大半は堀田が示した10mm前後を1つの指標として考えてさしつかえないと思われる。したがって、外網の目合は波浪等の悪条件を考えあわせて5~8mm程度が良いと考えられる。付着稚貝の殻長は目合が小さいほど殻長が大きいという結果になっている。

要 約

1. 浮遊幼生の出現状況には年変動があり、この海域では12月頃から年により4、5月頃まで出現し、その盛期は2月が中心となっている。また、浮遊幼生は鉛直的にみると中層に多く分布している。
2. 島根半島沿岸とその沖合域は浮遊幼生の分布量が多く、天然採苗に好条件を備えた海域となっている。
3. 付着稚貝数を鉛直的にみると、上層に比べ中、下層の方が多い。
4. この海域におけるイタヤガイの付着時期は例年12～5月で、その盛期は2月前後となっている。また、県東部海域に比べ西部の方が幼生の付着時期がやや早く来る傾向がみられる。
5. 採苗数には年変動があるが、最近では1982年をピークに減少傾向にある。
6. 浮遊幼生や採苗数と同様、付着稚貝の大きさにも年変動がみられる。
7. 垂下式採苗器では採苗器の流れを受ける面を大きくしてやれば採苗効率は向上する。但し、流水抵抗が大きくなれば施設、採苗器とも強度を増す必要性が生じる。
8. 底層式採苗器は波浪の影響が小さい海域でその効力を発揮する。特に、浮遊幼生の高密度分布域となっている沖合域では効率的な採苗器である。また、底層式採苗器は垂下型の設置できない海域でも使用が可能である。したがって、今後この方法で採苗海域の拡大が計れるものと思われる。
9. 採苗器の付着材としては定置の古網、ブルーネットが効率的である。
10. 採苗器の外網の目合は5～8mm程度が良いと思われる。

文 献

- 1) 大島展志：島根水試事業報告，昭和50年度，288 - 292 (1978)
- 2) 佐竹武元：島根水試事業報告，昭和52年度，344 - 348 (1979)
- 3) 佐竹武元：水産増殖，26 (1)，16 - 20 (1978)
- 4) 田中弥太郎：海洋と生物，7，119 - 121 (1980)
- 5) 田中弥太郎：養殖研報，5，19 - 25 (1984)
- 6) 田中邦三，永原正信，赤嶺達郎，中西 孝，興石裕一，柴田玲子，長沢トシ子，長沼典子：大型別枠研究マリンランディング計画レポート，3，15 - 33 (1983)
- 7) 田中邦三他：近海漁業資源増大への新しいアプローチ，63 - 93 (1984)
- 8) 勢村 均，由木雄一，竹内四郎：水産の研究，8，114 - 120 (1983)
- 9) 阿山多喜也，的場 実：オーシャンエイジ，3，53 - 59 (1980)
- 10) 由木雄一，石田健次：昭和60年度マリンランディング検討会発表要旨 (1986)

- 11) 由木雄一, 勢村 均, 竹内四郎, 松山康明: 大型別枠研究マリーナランディング計画レポート
4, 23 - 28 (1984)
- 12) 由木雄一, 石田健次, 勢村 均, 竹内四郎: 大型別枠研究マリーナランディング計画レポート
5, 23 - 28 (1985)
- 13) 堀田正勝: 広島水試研報, 9, 37 - 45 (1977)
- 14) 田中弥太郎: 水産土木, 14(1), 19 - 24 (1977)

島根県西部海域における着床式採苗器によるイタヤガイ天然採苗の試み* (抄録)

吉尾二郎・梶 明広

近年、県下のイタヤガイ養殖規模は300万個に達しているが、これらの種苗は生産地周辺の海域で天然採苗により採集されている。しかし、養殖規模の拡大に伴い種苗の必要量が増大する一方、採苗数の年変動が大きく、種苗の安定確保が困難な状況にある。

従来、採苗器は玉葱袋に古網等の付着材を入れたものが一般的であり、水深20～40 mの海域に垂下される。玉葱袋1袋当りの採苗数は平均200個程度である。

筆者らは、従来の採苗方法とはスタイルの異なる着床式採苗器による天然採苗を島根県西部の海域で試み、若干の成果を収めた。詳細は栽培漁業技術開発研究('86 日裁協)を参照されたい。

概 要

大野式採苗器A, B, C型を用い採苗を行い、総計21.8万個の稚貝を採集した。採苗器1基当りの死貝を含めた平均採苗数は、A型2,314個体、B型4,413個体、C型3,875個体であり、枠内にモジ網を水平多段に配置したB型の成績がすぐれ、同海域に設置された玉葱袋採苗器56袋分に相当した。

* 栽培漁業技術開発研究(日本栽培漁業協会 1986)に発表した。

天然採苗よりみたイタヤガイ稚貝の 付着特性^{*1} (抄録)

森脇晋平・松山康明^{*2}

イタヤガイ天然採苗試験において、採苗をより安定的にすすめることを目的として、採苗器の設置・回収をくりかえす調査を実施し、付着個体数及びその殻長組成から浮遊幼生の出現状況、付着過程、採苗器の設置適期について検討した。採苗器は塩化ビニール製波板(30 cm×60 cm)を玉ねぎ袋に収容し採苗施設とした。この採苗器を1980年10月25日から1カ月おきに1981年3月まで投入し、その際、過去に投入した浸漬期間の異なる採苗器を回収した。回収した採苗器に付着したイタヤガイは、ハケですべて洗い落とし、約5%のホルマリン液で固定した後、実体顕微鏡下で他の付着物と分離し、マイクロメータ及びキャリパーで殻長を測定した。その結果、付着稚貝は12月から6月と長期に渡っていることから浮遊幼生は長期間出現していると推定されるが、その盛期は1月下旬から2月下旬と推察された。これらは付着盛期に集中的に付着したものであり、採苗器はその直前、もしくはそれより1カ月程度前に設置することが効率良い採苗をする上で望ましいと考えられた。

*1 水産増殖 第30巻 第1号(1982)に発表した。

*2 現在 浜田水産事務所

垂下飼育したイタヤガイ当年貝の 生殖巣の発達について* (抄録)

森 脇 晋 平

垂下飼育された当年貝のイタヤガイについて、生殖巣の肉眼観察と組織観察およびそれらに対応させながら成熟過程を調べたので、その結果を報告する。用いた材料は島根県水産試験場鹿島浅海分場で試験用採苗器に付着した稚貝を同所で垂下飼育したものである。材料は毎月1回採取し、殻長、全重量、貝柱重量、生殖腺重量を計測した。生殖巣は肉眼観察後、ブアン液で固定し、組織学的観察に用いた。当年貝群は満1年で成熟し放卵放精するが、成熟の過程は個体間で大きな差がみられた。放卵放精は4月から6月上旬にかけて行われており、成貝に比べて遅れる傾向がみられた。生殖巣の肉眼観察と組織像観察とを比較した結果、生殖巣の色彩、消化管の状態により生殖巣の発達状態を推定することが可能であると考えられた。

* 水産増殖 第30巻 第1号(1982)に発表した。

島根県沿岸における，マダイ幼稚魚の分布生態

藤 川 裕 司

近年，全国的な規模で進められている，マダイ人工種苗放流事業や，増殖場造成事業を適確に行うためには，天然マダイの幼稚魚の分布生態を知る事は重要な事であり，各海域において，かなりの知見の蓄積がみられる。

島根県の沿岸は開放性の海岸線が多く，特に，東部に位置する大社町の南方向には，約10 Kmの連続した砂浜地帯がつづき，その浅海域はマダイ幼稚魚の重要な育成場だと考えられる。そこで，本研究では，浅海域として大社沖の砂浜域を，それより沖側は，江津市敬川沖の砂浜域を対象にした調査結果を用い，成長にともなう食性と分布水深の変化と，水平的な分布について若干の知見を得たので，ここに報告する。

調査にあたり，島根県水産試験場調査船明風と同一乗組員の諸氏には，かなりきびしい調査日程であったにもかかわらず，協力を頂き厚くお礼を申し上げる。

調 査 方 法

大 社 沖

対象海域は，大社町から南方向に約10 Kmにかけて続く，底質が細砂の砂浜域である。調査は1983年4～9月にかけて，図1に示す定点において，ジョレン曳き(ソリネット)，および桁曳きによる曳網を行った。なお，桁曳きの定点数は，調査回次により変動させた(表1)。ジョレン網は，網口が巾1.5 m，高さ0.4 mの底曳き漁具で，小型ボートにより水深1～6 mを対象に，速度1.3 knotで約200 mの曳網を行った。桁曳きは網口が，巾4 mあり，調査船やそしま(19 t)により，水深10～20 mを対象として速度1 knotで約400 mの曳網を行った。なお，ジョレン網，桁網ともコッドの部分には240 径のモシ網を装着し，魚類と同時に重要な餌料生物と考えられるアミ類の採集を行った。食性では1982年8月に，大社沖の水深40～60 mで採捕した標本より求めた結果をつけ加えた。

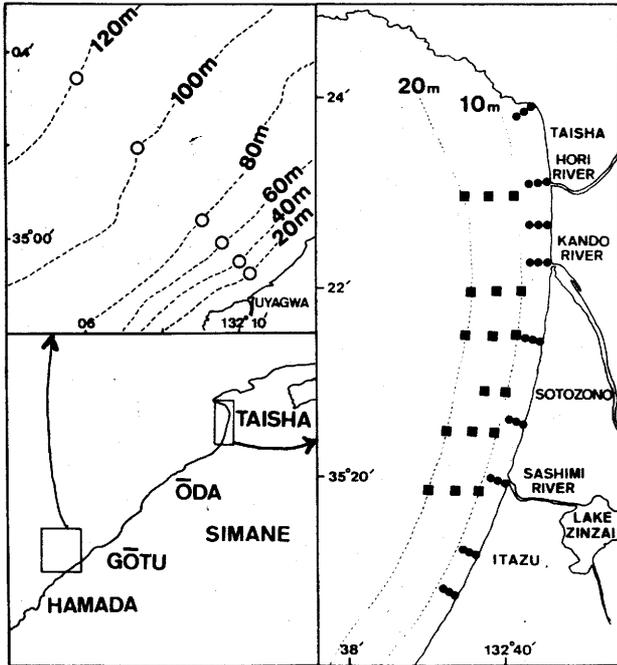
敬 川 沖

大社沖における調査は水深20 m以下で，それより深い部分については敬川沖の調査結果で検討した。

1982年4月から1983年3月にかけて，図1に示した江津市敬川沖の水深20，40，60，80，100，120 mを毎月1回，調査船明風(39 t)で，板曳網による調査を行った。ここでいう板曳網とは，木

表 1 調査の日程および
定点数

	桁曳き	ジョレン曳き
4月 21日	3	30
5月 1~10日		30
18~20日	18	
24~25日		27
6月 15~16日	19	
28~29日		27
7月 19~21日	14	
8月 4~5日		27
26日	10	
9月 20~21日		27



○、板曳き ■ 桁曳き ● ジョレン曳き

図 1 調査定点

製の開口板により、網口を開いて海底を曳網するトロール漁法の事である。開口時の網口の巾は約 6 m で、速度は 2 knot、曳網距離は 900 m であった。なお、コッドの部分には 25 節の網を装着した。採集した標本は、船上にてただちに 10% のホルマリンで固定し、研究室に持ち帰り分類、計測を行った。

調査結果および考察

成長にともなう食性および分布水深の変化

大社沖調査における、マダイの体長組成を図 2 に、水深別の採捕尾数を表 2 に示した。なお、表 2 は漁具をジョレン曳きと桁曳きを使用しており、それぞれ曳網面積が違うので、1,000 m² 当たりの採捕尾数で示した。また、体長別の食物組成を図 3 に示した。

マダイ稚魚は 5 月 18~20 日の桁曳きにより採捕が始まり、この時の体長組成のモードは 9~12 mm であった。森¹⁾ は全長 10~40 mm までを通して底生生活への移行期とし、特に、15 mm 前後で多くの個体は、かなり急速に底生生活期の分布域へ移動するとしており、前述した採捕稚魚は底生生活の分布域へ移動したばかりのものと考えられる。5 月 24~25 日のジョレン曳きでも、同様のモ

表2 ジョレン曳き, 桁曳きによる1,000 m²当たりの水深別採捕尾数

水深 (m)	4月	5月			6月		7月	8月		9月
	21日	1~10日	18~20日	24~25日	15~16日	28~29日	19~21日	4~5日	26日	20~21日
ジョレン 1	—	0	—	0	—	0	—	0	—	0
3	—	0	—	2.6	—	2.2	—	0	—	0
6	—	0	—	18.1	—	5.2	—	0	—	0
桁曳き 10~15	0	—	6.4	—	12.6	—	3.0	—	0.2	—
15~20	0	—	10.9	—	9.4	—	1.1	—	0	—

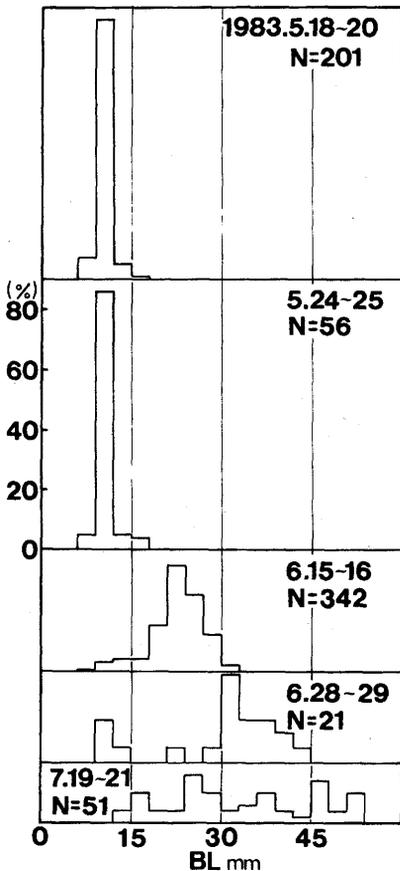


図2 マダイの体長組成
ジョレン曳き, 桁曳き漁獲物

一ドの体長の個体が採捕され, 桁曳きの結果を含めて水深別の採捕尾数をみると, 水深6 mがもっとも多かった。また, この時期は, アミ類, 橈脚類を主体に摂餌していた。

6月15~16日の桁曳きでは体長のモードが21~24 mmのものが採捕され, さらに, 6月28~29日のジョレン曳きでは, モードが30~33 mmに移るが, 新たに9~12 mmの個体が出現している。分布水深は10~20 mが主体であった。なお, この時期は採捕尾数をもっとも多く, 幼稚魚の集積がもっと進んだ時と考えられる。また, 体長20~30 mmのものはアミ類を主体に摂餌していた。

7月19~21日の桁曳きでは, 体長の範囲が12~54 mmのものが採捕され, 引き続き着底している事が認められた。しかし採捕尾数は6月に比較して低下し, 海域よりの逸散が始まっている。また, 体長40~50 mmの個体はアミ類のみを摂餌していた。

8月には, 4~5日ジョレン曳きでは全く採捕されず, 26日の桁曳きにより水深10~15 mでわずかに採捕されただけであり, 大部分は逸散したと考えられる。

内湾におけるマダイ幼稚魚の食性は, 大森²⁾に

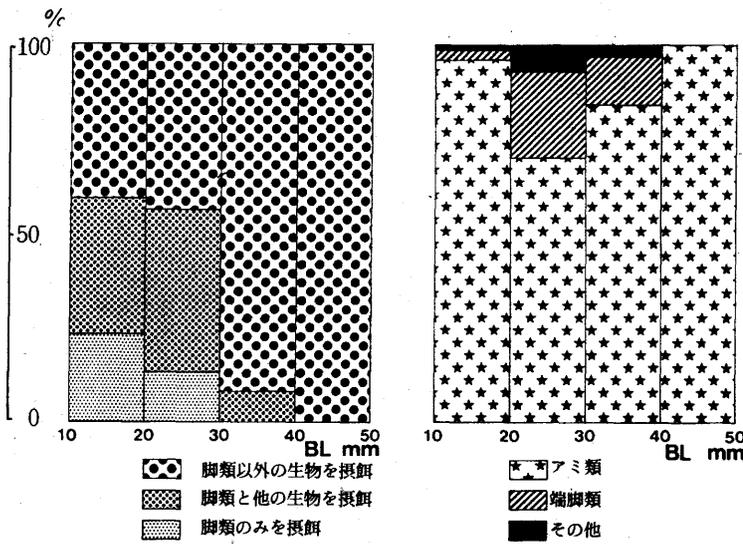


図3 マダイの体長別食物組成

左：橈脚類を摂餌しているマダイの
個体数の割合

右：橈脚類以外の食物個体数組成

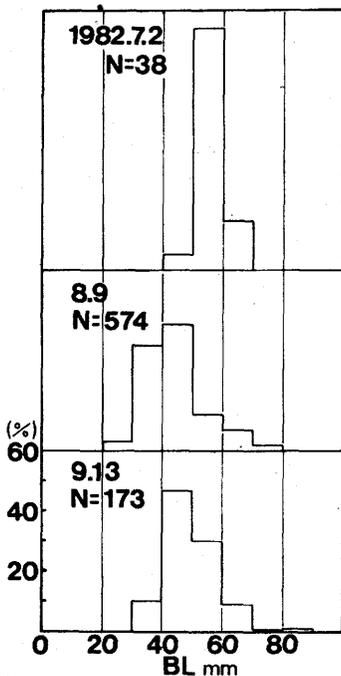


図4 マダイの体長組成
板曳網漁獲物

よると、全長20~30mmのものは橈脚類、尾虫類、全長30~70mmのものはワレカラに依存しているとしている。また、木曾⁹⁾は、6、7月にもっとも重要な餌生物はGammarideaだとしている。本研究の結果では、端脚類よりアミ類に依存しており、浅海砂浜域における、アミ類の餌料生物としての重要性が認められた。

次に、敬川沖調査における、体長組成(図4)と、水深別の採捕尾数(表3)について検討する。

マダイ幼稚魚は、7月より水深40mで採捕され始めるがこのときは浅海砂浜域よりの逸散が始まる時期でもあり、沖側へ移動している事がわかる。また、体長のモードは50~60mmにあった。

8月には、水深40mを主体に、次いで60mで採捕された。体長のモードは40~50mmにあり、7月に比較して小さくなっているが、これは、着底時期の違う群が存在しているためと思われる。またこの時期の食物組成を1982年8月の大社沖の水深40~60mの標本よりみると(図5)、多毛類、エビ類、端脚類に依存しており、浅海砂浜域時期に比較して食性の多様化が認められた。

9月には、水深60mを主体に分布し、7、8月に比較して沖側へ移動した。

10月以降は採捕尾数は著しく減少するが、これは、岩

表3 板曳き網による水深別採捕尾数

水深 (m)	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
20	-	-	-	-	85	0	0	-	0	-	0	-
40	-	0	0	38	311	1	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	177	169	0	0	0	1	0	1
80	0	0	0	0	1	3	0	0	0	1	0	1
100	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

礁域への移動域は越冬場所への移動が考えられる。日本海中部海域では、水温の低下とともに、一般に、水深50~100m域へ移動し⁴⁾ 瀬戸内海西部においては、やや深所の岩礁域へ移動し⁵⁾ 九州西海域では、越冬場は一般に水深40~60mの沖合域であるが、地形条件によっては、成育期の成育場近くに形成される事もある^{6,7)} と報告している。本研究においては11~3月に水深60~100mで採捕されており、深所への移動は認められている。しかし、その採捕尾数は少なく、桁曳網で曳網できるような海底地形の平坦なところには生息しないで、瀬戸内海西部において指摘があった様に、天然礁のまわりが越冬場になっている可能性が大きいと考えられる。

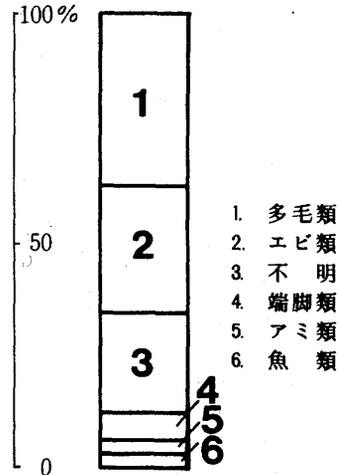


図5. マダイの食物組成
体長40~60mm

以上述べた事より、浅海砂浜域からその沖合における、マダイ幼稚魚の生活域の基本的な変化は次の様になる。(5月下旬)水深6~20mの砂浜域への着底が始まる。(6月)幼稚魚の集積が進む。(7月)砂浜域からの逸散が始まる。(8月)水深40~60mへ分布が移動する。(10月以降)水深60~100mの越冬場へ移動する。

水平的な分布

大社海域における、ジョレン曳き、桁曳きの曳網面積100m²当たりの採捕尾数の等量線を求めると図6となった。なお、ここで、ジョレン曳きと桁曳きの調査期間にずれがあり、その結果を等量線で示すには無理があるが、分布の傾向を知る事は出来ると考えた。

5月には、神戸川と堀川の間沖に高密度の分布がみられ、差海川河口域にも分布がみられた。

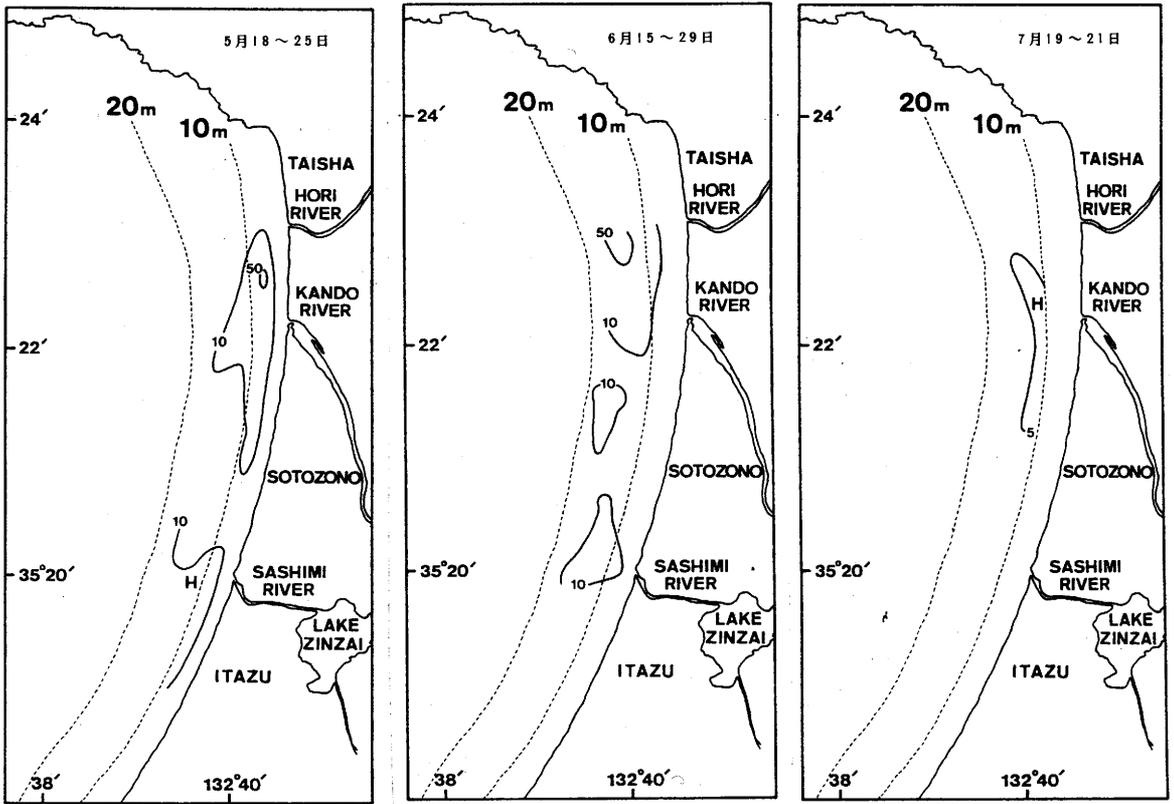


図 6. マダイ幼稚魚の曳網面積 1,000 m^2 当たりの採捕尾数の等量線

7月には桁曳きの資料のみしかなく、神戸川の沖で分布が認められた。総じて、マダイ幼稚魚は神戸川の河口域に分布する傾向が強く、次いで、差海川河口域にも分布が認められた。

次に、重量餌量生物であるアミ類の、曳網面積 1,000 m^2 当たりの採捕重量 (kg) の等量線を求めた (図7)。

5月には、神戸川の河口域から大社沖と、差海川の河口域を主体に、かなりの広範囲な高密度分布域が認められた。6月になると、神戸川河口域に高密度な分布がみられ、また差海川河口域から南方向の沿岸にも分布がみられた。アミ類は、神戸川河口域と差海川河口域に高密度な分布が認められ、前述したマダイ幼稚魚の分布と似た傾向を示した。畔田ほか⁹⁾は、志々飯湾において、マダイ当才魚の嗜好する端脚類の分布密度とマダイ当才魚の分布密度が対応するとしている。本研究では、アミ類とマダイ幼稚魚の分布の対応がみられ、マダイ幼稚魚の分布を規定する上で、餌料生物が大きな要因となっている事が示唆された。

マダイ幼稚魚の浅海砂浜域よりの逸散に対する検討

7月以降、マダイ幼稚魚は浅海砂浜域より沖合へ移動して行くが、この理由について、重要餌料

であるアミ類の現存量と、魚類による餌量の系時変化より検討を加えた。

6月の桁曳きにより採捕された全魚種について食性をみると、ほとんどがアミ類を摂餌しているが、その中でも特に分布数が多いのは、ヒラメ、マダイであり

(図8)、これら2種により、アミ類の捕食の大部分が行われていると考えられる。そこで調査対象海域に着底したマダイ、ヒラメが沖合へは逸散する事なくアミ類のみを摂餌して

成長すると仮定し、その1日当たりの摂餌量とアミ類の現存量の系時変化を次の方法より求めた。

1) マダイ幼稚魚の成長式⁹⁾ヒラメ幼稚魚の成長式¹⁰⁾と、それぞれの体長と体重の関係式(未発表)より、1日当たりの体重増加量を求め、それらを、これら2魚種のアミ類に対する餌料換効率¹¹⁾で除して、時期別の1日当たり摂餌料を求めた。

2) マダイに対する、ジョレン曳き、桁曳きの漁獲効率を0.3と仮定し、調査対象海域の面積が16.6 km²であるので、もっとも幼稚魚の集積した6月の現存量の試算を行うと、44万尾となった。ヒラメも、6月にもっとも集積が進み、このときの分布密度は0.57尾/m²と試算されており、¹⁰⁾ 現存量は946万尾となった。

3) マダイ、ヒラメの現存量と、1)で求めた各時期別の摂餌量を乗して、調査対象海域における1日当たりのアミ類の摂餌量を求めた(図9)。なお、ここで、マダイ、ヒラメの現存量の系時変化は、問題はあるが、自然死亡は考慮に入れないで、一定としている。

4) アミ類の現存量はジョレン曳き、桁曳きの漁獲効率を0.5と仮定し、調査対象海域の面積より試算を行った(図9)。なお、コッドには240径のモジ網が装着してあるが、小型のものは網目より

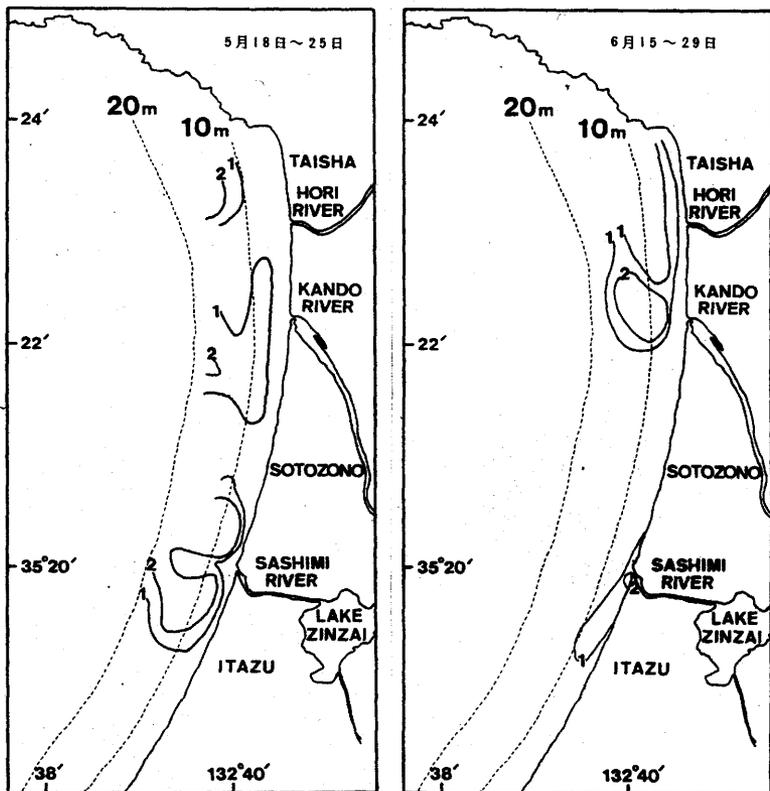


図7 アミ類の曳網面積1,000 m²当たりの採捕重量(kg)の等量線

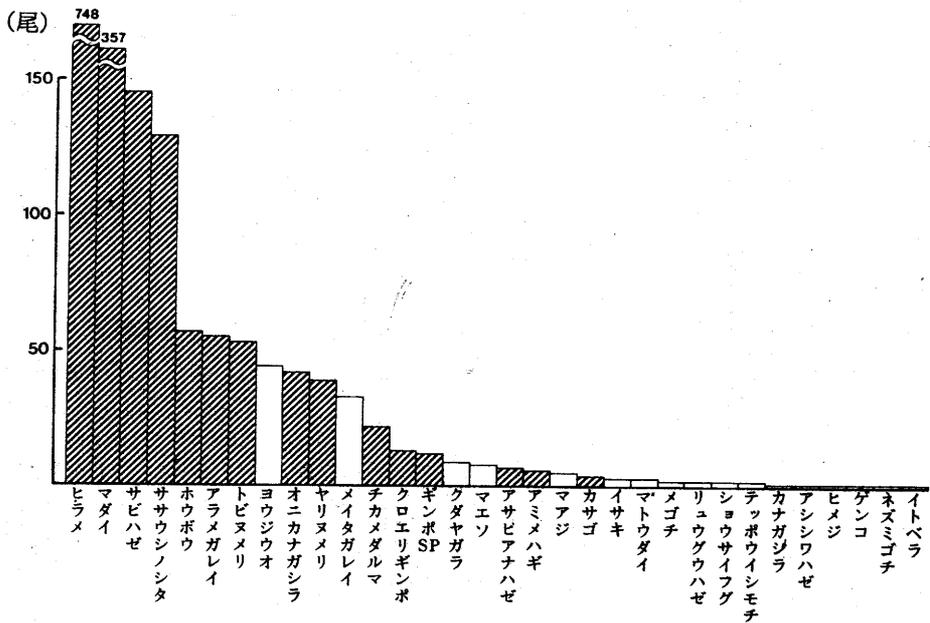


図8 桁曳網による採捕魚類の個体数順位
斜線：主にアミ類を摂餌している。

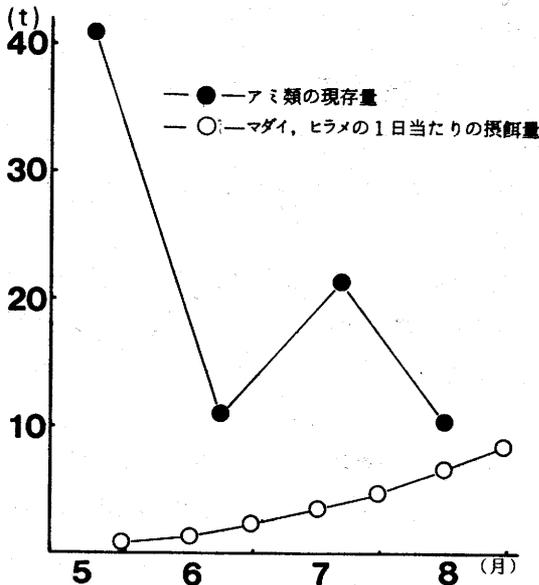


図9 アミ類の現存量と、マダイ、ヒラメの1日当たり摂餌量

ぬけ出すので、この試算は現実より過小評価を行っていると考えられる。

上述した試算は、かなりの仮定が入り問題の多いものであるが、アミ類の現存量とマダイ、ヒラメによる摂餌量の、大まかな関係は把握できるであろう。

図9をみると、5月下旬にはアミ類の現存量は大きい、その摂餌量は小さくその後アミ類の現存量は減少して行くが、それに反して、マダイ、ヒラメ幼稚魚は成長にともない摂餌量を増加し7月中旬には、アミ類の現存量の17%を摂餌し、8月中旬には、それが65%となる。8月には、アミ類の現存量の65%が1日で摂

餌される計算になるが、その様な条件下で、マダイ、ヒラメ幼稚魚は生息できないし、7月中旬には、摂餌割合は17%であるが、やはり餌不足になるであろう。現実には、7月にマダイ幼稚魚が浅海砂浜域より逸散し、また、このとき、ヒラメ幼稚魚も逸散する¹⁰⁾のであるが、この理由は、魚類の餌量要求量に比較して、相対的に餌料生物が不足し、そのため新たな生活域を求めて沖側へ移動して行くと考えるのが妥当であろう。また、畔田ほか⁹⁾は、志々伎湾において同様な試算を行い、マダイは餌不足により湾外へ逸散すると考えている。しかし、これらの研究は現象面だけをとりえており、今後は餌料生物の生物特性や、競合種との種間関係を含めた、数量的な解析により説明を行う必要がある。

要 約

1. 島根県沿岸のマダイ幼稚魚の、成長にともなう食性と分布水深の変化、および、水平的な分布を明らかにするため、1982年に江津市敬川沖の水深20～120 mを板曳網により、また、1983年には大社町沖の水深1～20 mの砂浜域をジョレン曳きと桁曳きにより調査を行った。
2. 5月下旬に体長のモードが9～12 mmのものが、水深6～20 mへ着底し始め、この時期の餌料生物はアミ類、橈脚類であった。6月にはマダイ幼稚魚の集積が進み、分布水深は10～20 mが主体で食性はアミ類が中心となる。7月になると沖側への逸散が始まる。8月には水深40～60 mへ移動しこの時期の食性は、多毛類、エビ類、端脚類が主体であった。10月以降は、水深60～100 mの越冬場へ移動する。
3. 大社沖における、マダイ幼稚魚の分布の等量線を求めると、神戸川の河口域に高密度の分布がみられ、また、差海川の河口域にも分布が認められた。さらに、重要な餌料生物であるアミ類の分布と比較を行ったところ、似た傾向を示した。この事より、マダイ幼稚魚の分布を規定する上で、餌料生物が大きな要因となっている事が示唆された。
4. 7月以降、マダイ幼稚魚は浅海砂浜域より沖合へ移動するが、この理由について、重要餌料生物であるアミ類の現存量と、魚類による摂餌量の系時変化より検討を加えた。

文 献

- 1) 森 慶一郎：西水研研報，54，59－78（1980）
- 2) 大森迪夫：西水研研報，54，93－109（1980）
- 3) 木曾克裕：西水研研報，54，291－301（1980）
- 4) 秋田県栽培漁業センターほか：回遊性魚類共同放流実験調査事業総括報告書（日本海中部海域マダイ班），7－9（1985）
- 5) 広島水試ほか：回遊性魚類共同放流実験調査事業（瀬戸内海西部海域総合報告書）．36－38

(1985)

- 6) 長崎水試：昭和 47 年度栽培漁業漁場資源生態調査報告書, 2 - 45 (1973)
- 7) 福岡水試ほか：昭和 47, 48 年度東シナ海, 有明海栽培漁業漁場資源生態調査とりまとめ報告書九州西海域篇, 2 - 37 (1974)
- 8) 畔田正格・池本麗子・東 幹夫：西水研研報, 54, 259 - 276 (1980)
- 9) 島根水試：島根県中部海域総合開発調査事業報告書, 24 - 33 (1985)
- 10) 青森県水産増殖センターほか：放流技術開発事業報告書 (ヒラメ班), 201 - 207 (1984)
- 11) 島根水試：島根県中部海域総合開発調査事業報告書, 263 - 266 (1985)

開放性の海域における放流マダイの逸散

藤川 裕 司

人工種苗のマダイの放流事業は全国的な規模で実施されており、その放流海域は閉鎖海域、半閉鎖海域、開放性海域と各県によって違う。放流効果の観点から考えると、閉鎖的な内湾が良いと考えられ、特に、湾が奥深く、湾中央部に水深 200 m の等深線を有する鹿児島湾においては、かなりの効果を上げている¹⁾。

島根県においては江津市敬川沖に 1982 年より放流が行われているが、この海域は図 2 に示した通り完全な開放性の海域である。この様な海域にマダイの放流を行った場合に、放流海域の近辺に長期にわたり滞留し続ければ、効果に対する検討も容易であるが、短期間で逸散してしまう様では困難な面が生じる。そこで敬川沖に放流したマダイの初期の逸散について検討を加え、若干の知見を得たのでここに報告する。

なお、調査にあたり、島根県水産試験場調査船明風の乗組員諸氏には、御協力をいただきお礼を申し上げます。

調 査 方 法

調査対象海域の敬川沖は、海底地形が平坦で、天然礁はほとんど存在せず、底質は砂泥である。用いた用具は図 1 に示した。つりがね式魚籠で餌袋（餌はマサバとオキアミのミンチを 300 g）を中に取りつけ、図 2 に示す調査定点、A, B, C, D 線に 100 m 間隔で 9 個ずつ合計 36 個を配置し、中心に人工マダイを放流した。籠は設置した翌日に取り上げ、その再捕結果により移動状況をみた。放流は 2 回にわけて行い、1 回目は 1982 年 9 月 14 日に平均全長 73 mm の無標識魚を 20 万尾放流し、放流後 1, 2, 3, 7, 17 日後について調査を行った。2 回目は 1982 年 9 月 20 日に、平均全長 95 mm のアンカータグ標識魚 1 万尾を放流し、放流後 1, 11 日後に調査を行った。なお、天然魚と放流魚は体色の違いにより区別した。

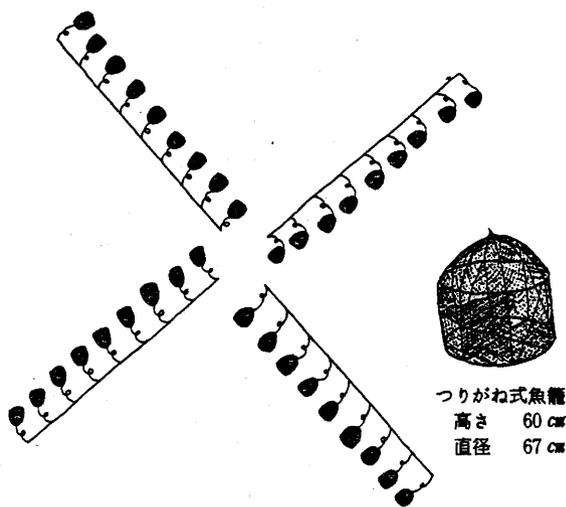


図 1 籠の配置

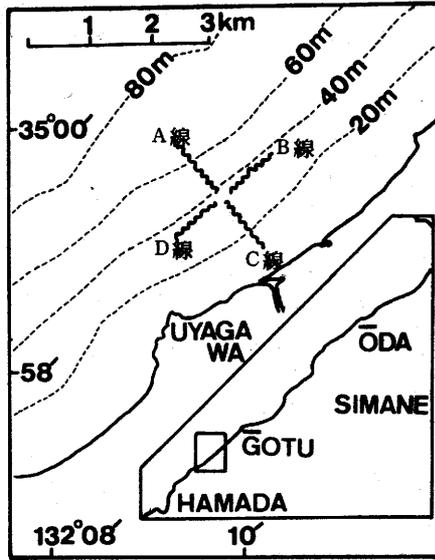
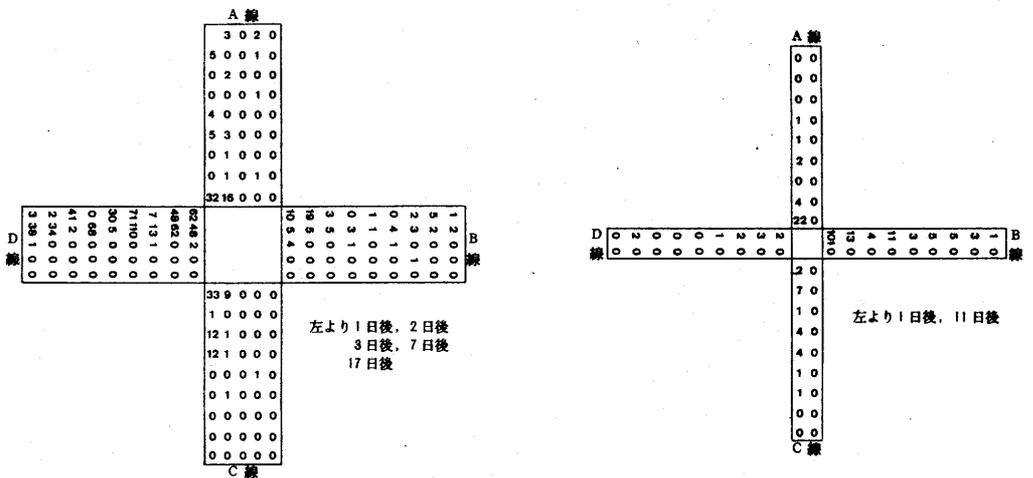


図2 調査定線



(20万尾放流)

(1万尾放流)

図3 放流マダイの再捕結果

調 査 結 果

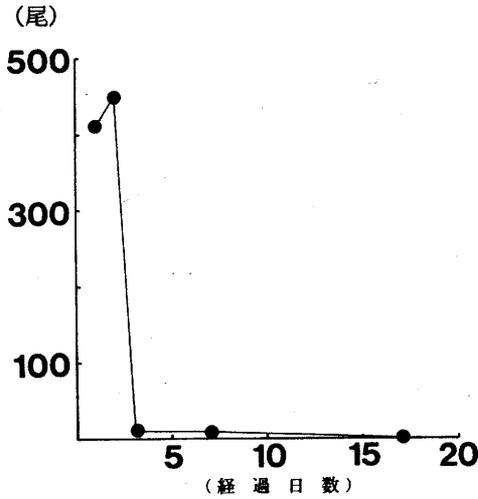


図 4 籠による再捕尾数の系時変化

放流マダイの再捕結果を図3に示した。20万尾の放流では、1日後で409尾が再捕され、D線でもっとも多く、主に、西側へ移動する傾向がみられた。2日後では448尾が再捕され、やはり、西側が多かった。3日後は再捕尾数が10尾と急激に低下しているが、これは、餌を配合餌料に変えたためと考えられるので、この数値は比較の対象とは考えにくい。7日後は6尾が再捕され、17日後には全く再捕されていない。この時の再捕尾数の経時変化を図4に示した。アンカータグ標識魚の1万放流

では、放流後1回後に206尾が再捕され、主に、東側のB線で多く、これは20万尾放流とは逆の方向となっている。また11日後には全く再捕されなかった。

20万尾放流の1、2日後、および、1万尾放流の1日後について再捕尾数の頻度分布(図5実線)をみると、中心より外側へ向かうにしたがって減少して行く傾向はあるが、ばらつきの大きいものもある。そこで減少の傾向を知る目的で、隣接する観測値の平均値を求め(図5、破線)、中心からの距離との関係について検討を加えた。昆虫による分散の実験では放飼地点からの距離と、再捕尾数の対数値が1次回帰する事が、経験的に知られている²⁾。そこで、縦軸に前述の平均値の対数を取り

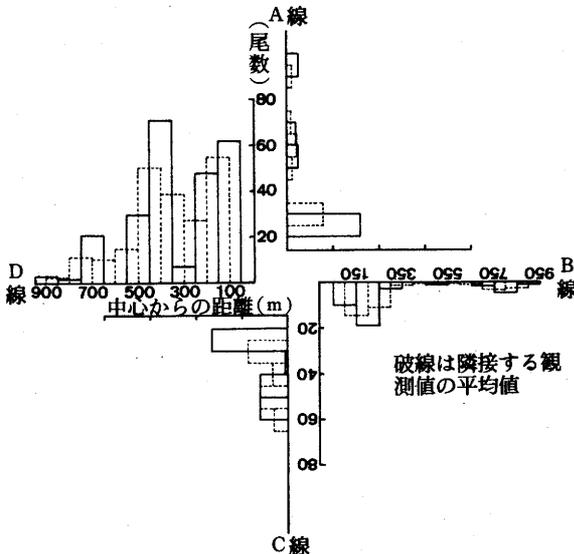


図 5-1 採捕尾数の頻度分布
20万尾放流1日後

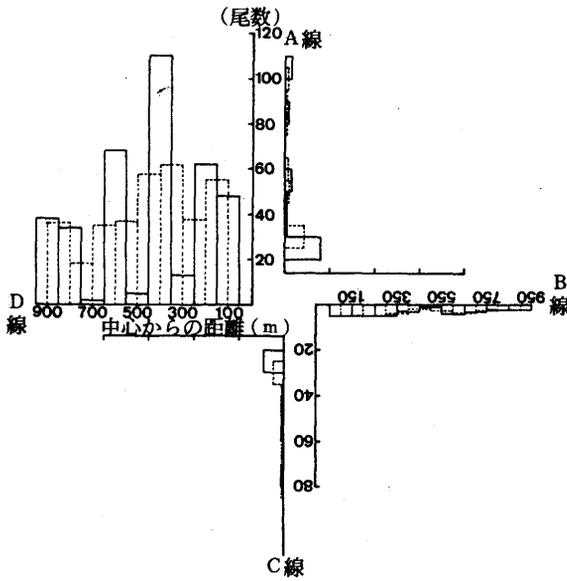


図 5-2 20万尾放流 2日後

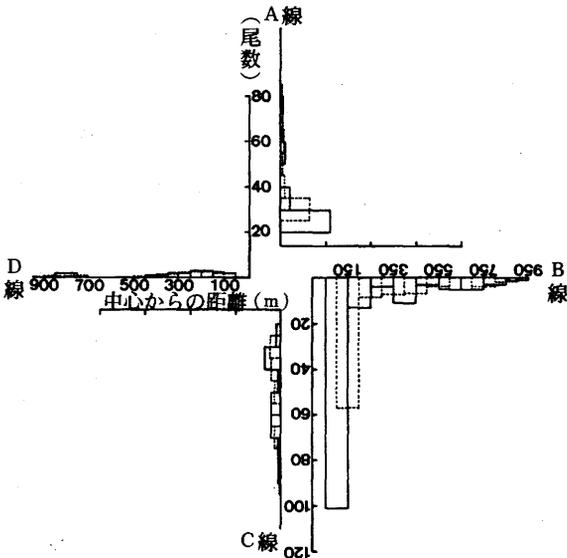


図 5-3 1万尾放流 1日後

横軸をとったのが図6である。ここで、 $N+1$ となっているのは、平均値が0の場合に、対数値がマイナス無限大になるのを防ぐためである。さらにそれぞれの回帰直線について傾きの母数の検定³⁾を行ったが(表1)、有意になったものは、20万尾放流の1日後のD線と、2日後のB線、1万尾放流1日後のB線、C線で、他は有意にならなかった。しかし、あえて逸散距離を求める目的で、各回帰直線を外挿して、横軸との交点を算出し、そこを逸散距離の推定値と考えた(表2)。なお、ここで、回帰直線からの推定値と、観測値よりの推定値(籠による再捕がとぎれ始めた距離)を比較すると、20万尾放流2日後のC線、1万尾放流のA線では近い値を示したが、1万尾放流のC線では、やや離れた値となっており、これらについては観測値からの推定値を逸散距離とした。表2より、放流魚は、沖方向や灘方向へはあまり移動せず、水深20~60mの等深線内を逸散する。

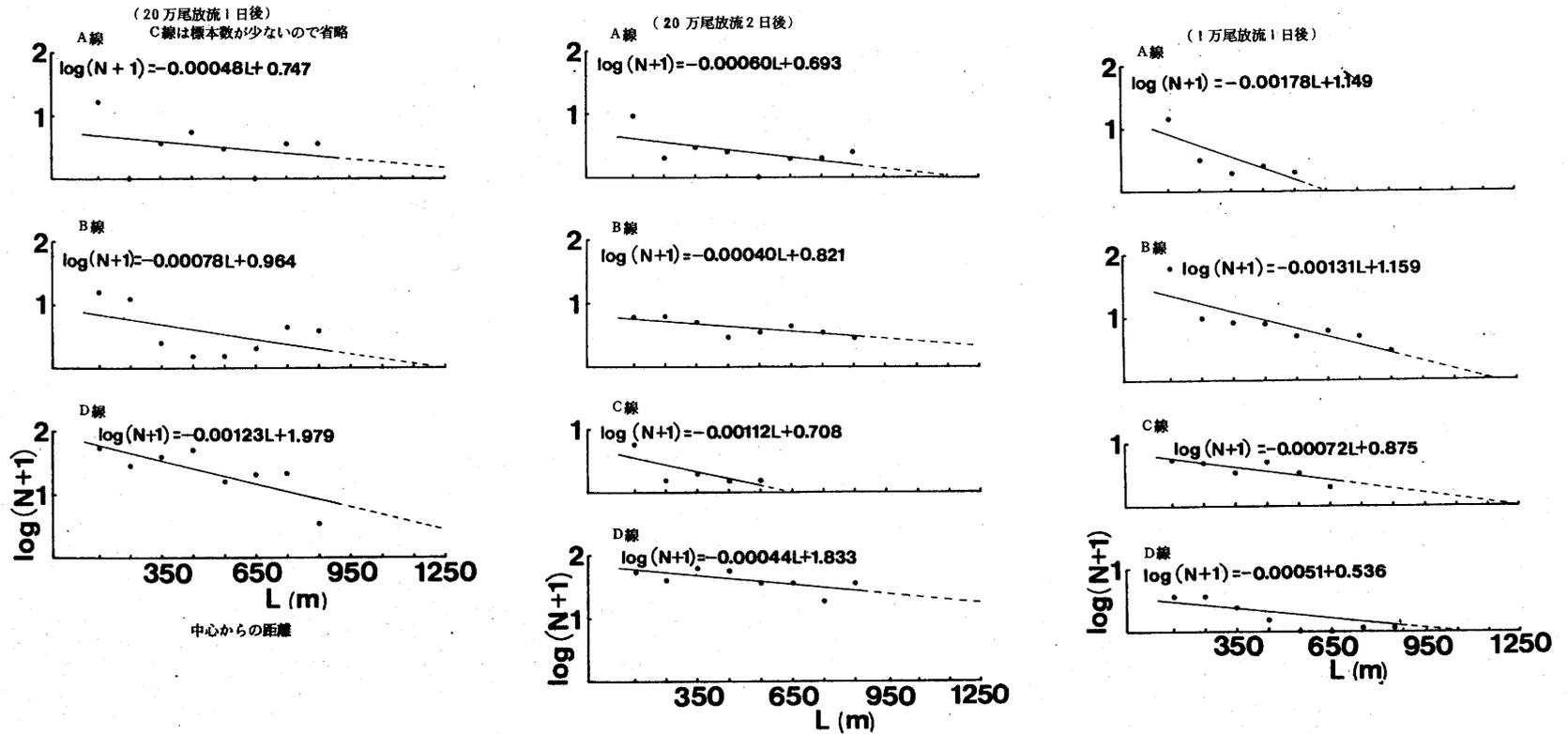


図6 中心からの距離と再捕尾数（隣接する観測値の平均値）の対数値との関係

表1 F検定結果

	20万尾放流		1万尾放流
	1日後	2日後	3日後
A線	0.574	2,326	4,934
B線	1.933	9,753*	14,624**
C線		3,419	8,062*
D線	9,252*	4,379	3,099

*有意水準5% **有意水準1%

表2 放流マダイの逸散距離の推定値(m)

()は観測値よりの推定値

	20万尾放流		1万尾放流
	1日後	2日後	1日後
A線	1,556	1,155	646(700)
B線	1,236	2,053	1,190
C線	(500)	632(700)	1,215(800)
D線	1,609	4,166	1,051

考 察

同様な籠による調査の事例としては、島根県加賀湾と同隠岐島の浦郷湾におけるものがある。前者は北西方向に大きく湾口の開いた半閉鎖的な湾で、天然礁が散在し、放流場所の水深は8mであった。後者は南方向に湾口の開いた閉鎖的な湾であり、やはり天然礁や魚礁が散在し、放流場所の水深は10mであった。加賀湾では籠による再捕尾数は、放流後5日までは増加するが、その後減少し、30日後には殆んど再捕されない⁴⁾。浦郷湾では、放流後60日を経過しても、なお、再捕が続いている⁵⁾。なお、本研究における、敬川沖の放流マダイの再捕尾数の経時変化をみると、放流後約10日で、ほとんど再捕される事はない(図4)。

ここで、籠によるマダイの再捕尾数と現存量が比較関係にあると仮定して、前述した3者を比較すると、放流後の滞留期間がもっとも長いのは、閉鎖的な海域である浦郷湾で、次いで、半閉鎖的な加賀湾、もっとも早く逸散するのは、開放性海域である敬川沖である。しかし敬川沖において短期間で籠により再捕されなくなるのが、その地理的地形

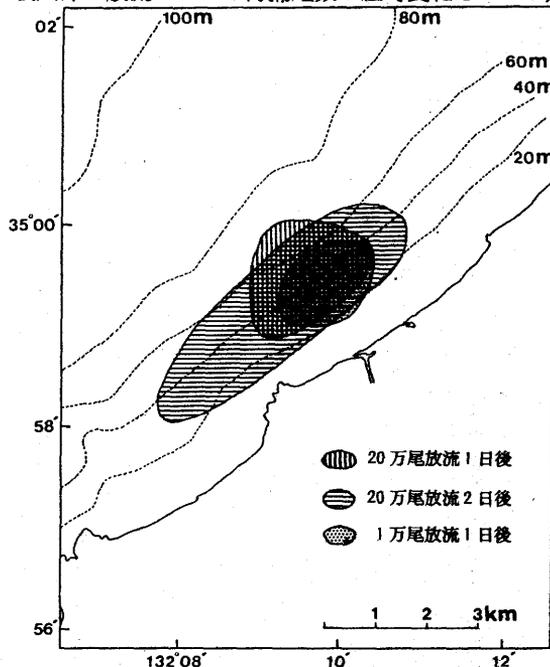


図7 放流マダイの逸散の模式図

や海底地形の単純さからくる、逸散の生じやすさだけが原因とは考えられない一面がある。それは放流水深が他の2海域に比較して、38 mと深い事である。すなわち、今まで網生簀で飼育されてきた人工マダイを、いきなり、この様な深い水深の海域へ放流したため、すぐには環境に適応する事が出来ず、そのために生じる死亡が大きい事が推測される。また、この事は同時に行っているアンカータグ標識魚の再捕が著しく悪い事⁴⁾よりも説明できる。今後は、放流場所を水深5～10 mの浅海域に選び、放流当初に自然の環境に馴化させて、次第に沖側へ移動していく方法をとる事が望ましい。

次に図7の模式図より逸散面積と、その時の放流魚と天然魚の分布密度を求めた(表3)。なお、ここで、放流魚の放流2日後までの死亡はないと仮定している。また、天然魚の分布密度は1982年9月に本海域における、板曳網による水深20, 40, 60 mの試験操業結果より、漁獲効率を0.3と仮定して計算した。逸散面積は、20万尾放流の1日後では、4.2 Km²であるが、2日後には2.2倍の9.3 Km²になり、急速に逸散している事がわかる。1万尾放流1日後の逸散面積は2.6 Km²であり、20万尾放流1日後と比較しても大きな差はなく、放流尾数の違いによる逸散面積の差は小さいと考えられる。放流マダイの分布密度は、20万尾放流1日後で0.047 尾/m²、2日後で0.022 尾/m²で、このとき、天然マダイの分布密度は0.01 尾/m²であった。放流後1, 2日後は、天然魚のそれぞれ4.7倍、2.2倍の分布密度であるが、その後も急速に逸散し、10日後には籠による再捕は殆んどなく、かなり広範囲な海域に逸散(一部は死亡)したものと思われ、その結果として、分布密度は著しく低下するものと考えられる。

表3 放流マダイの逸散面積および単位面積当たりの尾数

	逸散面積 (Km ²)	単位面積当たり 尾数 (N/m ²)
20万尾放流 1日後	4.2	0.047
20万尾放流 2日後	9.3	0.022
1万尾放流 1日後	2.6	0.0039
天然マダイ		0.010

要 約

1. 島根県江津市沖の開放性海域に人工種苗のマダイを放流し、籠による再捕結果より、その初期の逸散についての検討を加えた。
2. 開放性海域での籠による放流マダイの再捕尾数の経時変化をみると、放流後約10日で、殆んど再捕されなくなった。これは、放流海域よりの逸散だけが原因ではなく、網生簀で飼育されていた人工マダイを、いきなり水深38 mの海域へ放流したために生じた死亡によるところが大きいと考えられた。
3. 籠による再捕尾数をみると、放流地点より外側へ行くに従って減少して行く傾向はあるが、ばらつきの大きいものもある。そこで隣接する観測値の平均値を求め、さらに、その対数値をとり、

中心からの距離との関係を一次式であらわした。この一次式と横軸（距離）との交点を算出し、それを逸散距離の推定値と考えた。

4. 放流マダイは水深 20～60 m の等深線内を逸散し、その面積は、20 万尾放流 1 日後では 4.2 km²、2 日後は 9.3 km²、1 万尾放流 1 日後では 2.6 km² と推定された。

文 献

- 1) 島根県栽培漁業センターほか：回遊性魚類共同放流実験調査事業九州西海・日本海西部海域総合報告書，46－55（1985）
- 2) 伊藤嘉昭：動物生態学，上巻，古今書院，東京，155－158（1975）
- 3) 奥野忠一ほか編：応用統計ハンドブック，養賢堂，東京，96－100（1984）
- 4) 島根県栽培漁業センターほか：昭和 59 年度九州西海・日本海西部回遊性魚類共同放流実験調査事業マダイ共同報告書，島 1－島 10（1985）
- 5) 島根県栽培漁業センターほか：昭和 60 年度九州西海・日本海西部回遊性魚類共同放流実験調査事業マダイ共同報告書，島 16－島 17（1986）

日本海西部海域における ベニズワイガニの年齢と成長*

安達 二朗

魚類における年齢と成長の調査は、漁獲対象資源の性状を知るうえにおいて不可欠であり、その主目的は漁獲物の年齢組成から魚群の死亡に関する知識や情報を得ることにある。

ベニズワイガニの成長に関する知見はきわめて少なく、唯一、渡辺・鈴木(1982)が北海道西岸海域におけるベニズワイガニの齢期と成長との関係を報告しているのみである。著者は、昭和60年度指定試験研究、“ベニズワイガニの生態と資源に関する研究”を担当し、その研究の一環として、日本海西部海域におけるベニズワイガニの年齢と成長を検討した。あわせて、得られた年齢別平均と標準偏差から年齢別甲幅組成を推定し、年齢—甲幅キーを作成した。

資 料

用いた資料は1985年1～6月の恵曇港におけるベニズワイガニ銘柄別漁獲箱数と5～6月の銘柄別甲幅組成および銘柄別入尾数である。銘柄別漁獲箱数は、大：34,555箱、中：41,027箱、小：43,164箱、豆：46,118箱で各銘柄の平均甲幅と標準偏差は、大： $\bar{x}=131.0$ 、 $s=6.53$ 、中： $\bar{x}=123.3$ 、 $s=4.21$ 、小： $\bar{x}=110.2$ 、 $s=4.50$ 、豆： $\bar{x}=102.4$ 、 $s=7.06$ である。各銘柄の入尾数は、大：38尾、中：52尾、小：70尾、豆：90尾である。

結 果 と 考 察

1) 銘柄—甲幅キーと漁獲物甲幅組成

各銘柄の甲幅組成が正規分布すると仮定すると、その平均と標準偏差から正規分布の各階級の確率を計算することができる。この確率に銘柄別入尾数を乗すると各階級のキーができる(表1)。たとえば階級値110mmのキーをみると、大が0.0266、中が0.0676、小が12,3970、豆が5.697となっているが、これに各銘柄の漁獲箱数を乗すると、大が919尾、中が2,773尾、小が535,104尾、豆が262,734尾となる。これを加算すると801,530尾となり、階級値110mmの尾数を示すことになる。同様な計算を階級76mm～156mmまで行い整理したのが表2の恵曇港における漁獲物甲幅組成

* 昭和60年度指定試験研究報告書の一章

表 1 惠曇港における銘柄一甲幅キ一

銘柄 甲幅の階級値 mm	大	中	小	豆
76				0.0090
78				0.0270
80				0.0630
82				0.1530
84				0.3420
86				0.6840
88				1.2690
90				2.1780
92				3.4380
94			0.0210	5.0130
96			0.0840	6.7410
98			0.3150	8.3790
100			0.9520	9.6030
102			2.3590	10.1520
104			4.8020	9.9090
106	0.0038		8.0290	8.9280
108	0.0076	0.0104	11.0110	7.4250
110	0.0266	0.0676	12.3970	5.6970
112	0.0684	0.2704	11.4590	4.0320
114	0.1558	0.8580	8.6870	2.6370
116	0.3306	2.1892	5.4040	1.5930
118	0.6384	4.4616	2.7650	0.8820
120	1.1248	7.2488	1.1550	0.4500
122	1.7974	9.3964	0.3990	0.2160
124	2.6144	9.7188	0.1120	0.0900
126	3.4618	8.0236	0.0280	0.0360
128	4.1800	5.2832	0.0070	0.0180
130	4.5904	2.7768		0.0090
132	4.5904	1.1648		
134	4.1800	0.3900		
136	3.4618	0.1040		
138	2.6144	0.0208		
140	1.7974	0.0052		
142	1.1248			
144	0.6384			
146	0.3306			
148	0.1558			
150	0.0684			
152	0.0266			
154	0.0076			
156	0.0038			
\bar{x}	131.0	123.3	110.2	102.4
s	6.53	4.21	4.50	7.06

表2 恵曇港における漁獲物甲幅組成 (1985年1～6月)

甲幅の階級値	銘柄	大	中	小	豆	合計
76					415	415
78					1,245	1,245
80					2,905	2,905
82					7,056	7,056
84					15,772	15,772
86					31,545	31,545
88					58,524	58,524
90					100,445	100,445
92					158,554	158,554
94				906	231,190	232,096
96				3,626	310,881	314,507
98				13,597	386,423	400,020
100				41,092	442,871	483,963
102				101,824	468,190	570,014
104				207,274	456,983	664,257
106		131		346,564	411,742	758,437
108		263	427	475,279	342,426	818,395
110		919	2,773	535,104	262,734	801,530
112		2,364	11,094	494,616	185,948	694,022
114		5,384	35,201	374,966	121,613	537,164
116		11,424	89,816	233,258	73,466	407,964
118		22,060	183,046	119,348	40,676	365,130
120		38,867	297,397	49,854	20,753	406,871
122		62,109	385,506	17,222	9,961	474,798
124		90,341	398,733	4,834	4,151	498,059
126		119,622	329,184	1,209	1,660	451,675
128		144,440	216,754	302	830	362,326
130		158,621	113,924		415	272,960
132		158,621	47,788			206,409
134		144,440	16,001			160,441
136		119,622	4,267			123,889
138		90,341	853			91,194
140		62,109	213			62,322
142		38,867				38,867
144		22,060				22,060
146		11,424				11,424
148		5,384				5,384
150		2,364				2,364
152		919				919
154		263				263
156		131				131
合計		1,313,090	2,132,977	3,020,875	4,149,374	10,616,316

である。表2をみると銘柄(大)と銘柄(豆)のバラツキが大きく、銘柄(中)(小)のバラツキが小さいことがわかる。これは4つの銘柄が人間の目によって分類されているため(大)については、小さめのカニも銘柄(大)に入れられるためであり、銘柄(豆)のバラツキの大きいのは基本的には最も小型のカニをこの銘柄に入れるが、それ以外にも魚体は大きくとも、水ガニなどの品質の悪いカニをこの銘柄(豆)に入れることに原因がある。得られた漁獲物甲幅組成を図示したものが図1のヒストグラムである。モードは109mmと123mmにみられ、みかけ上2つの群で構成されている。

2) 年齢別甲幅組成と年齢一甲幅キー

前項で推定された漁獲物甲幅組成に2つのモードがあり、みかけ上2つの群で構成されているこ

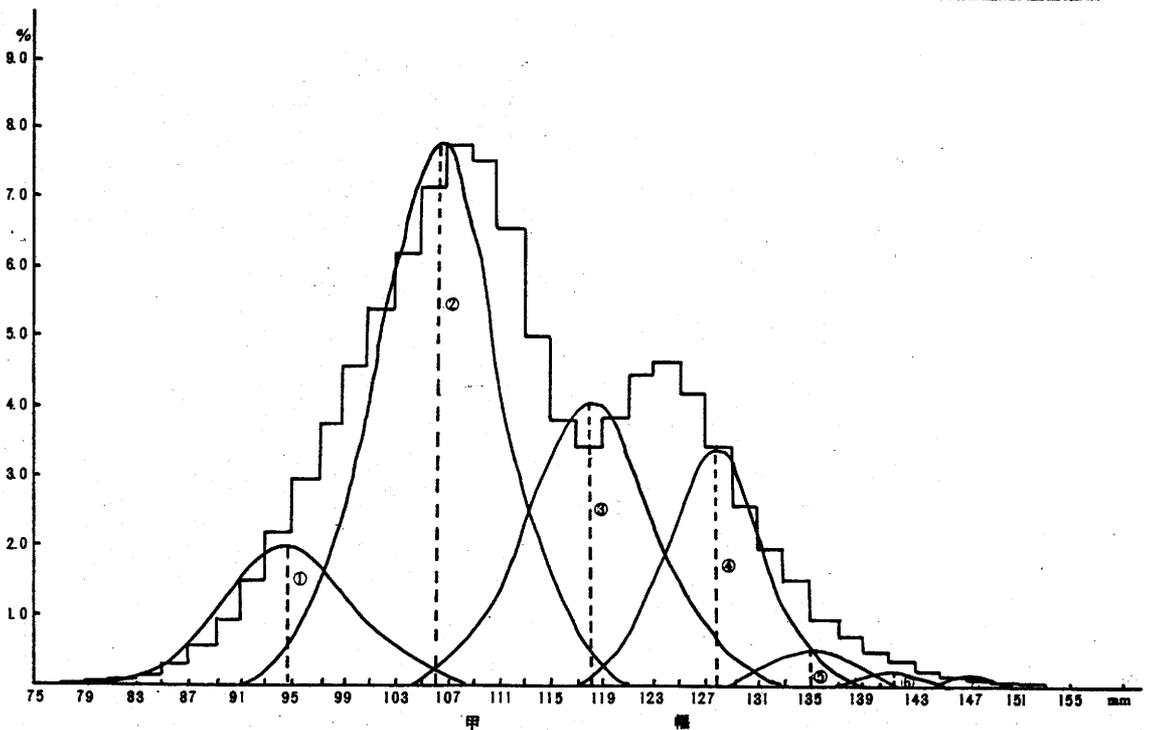


図1 恵曇港における漁獲物甲幅組成(1985年1~6月)

表3 ベニズワイガニの年齢別平均甲幅と標準偏差

群	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
\bar{x}	$\bar{x} = 94.3$	$\bar{x} = 106.0$	$\bar{x} = 118.0$	$\bar{x} = 127.9$	$\bar{x} = 135.0$	$\bar{x} = 142.0$	$\bar{x} = 147.1$
s	s = 5.3	s = 4.8	s = 4.8	s = 3.5	s = 3.0	s = 3.0	s = 3.0
面積	12.42%	45.12%	25.33%	14.92%	1.81%	0.37%	0.03%

表4 ベニズワイガニの年齢別甲幅組成

階級値mm \ 年齢	$x+1$	$x+2$	$x+3$	$x+4$	$x+5$	$x+6$	$x+7$
76	0.0004						
78	0.0013						
80	0.0040						
82	0.0102						
84	0.0228						
86	0.0442						
88	0.0743	0.0002					
90	0.1083	0.0006					
92	0.1370	0.0024					
94	0.1503	0.0073					
96	0.1430	0.0190					
98	0.1180	0.0415					
100	0.0844	0.0761	0.0002				
102	0.0524	0.1175	0.0006				
104	0.0282	0.1524	0.0024				
106	0.0132	0.1662	0.0073				
108	0.0053	0.1524	0.0190				
110	0.0019	0.1175	0.0415				
112	0.0006	0.0761	0.0761				
114	0.0002	0.0415	0.1175	0.0001			
116		0.0190	0.1524	0.0007			
118		0.0073	0.1662	0.0042			
120		0.0024	0.1524	0.0178			
122		0.0006	0.1175	0.0551			
124		0.0002	0.0761	0.1225	0.0004		
126			0.0415	0.1967	0.0029		
128			0.0190	0.2279	0.0175		
130			0.0073	0.1904	0.0663	0.0002	
132			0.0024	0.1148	0.1613	0.0010	
134			0.0006	0.0499	0.2516	0.0076	
136			0.0002	0.0157	0.2516	0.0360	0.0003
138				0.0035	0.1613	0.1093	0.0027
140				0.0006	0.0663	0.2129	0.0161
142				0.0001	0.0175	0.2660	0.0627
144					0.0029	0.2129	0.1559
146					0.0004	0.1093	0.2487
148						0.0360	0.2543
150						0.0076	0.1667
152						0.0010	0.0701
154						0.0002	0.0189
156							0.0033
158							0.0003
計	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

表 5 ベニズワイガニの年齢甲幅キー

年齢 階級値mm	$x+1$	$x+2$	$x+3$	$x+4$	$x+5$	$x+6$	$x+7$
76	1.0000						
78	1.0000						
80	1.0000						
82	1.0000						
84	1.0000						
86	1.0000						
88	0.9973	0.0027					
90	0.9945	0.0055					
92	0.9828	0.0172					
94	0.9537	0.0463					
96	0.8827	0.1173					
98	0.7398	0.2602					
100	0.5252	0.4735	0.0013				
102	0.3073	0.6815	0.0112				
104	0.1541	0.8327	0.0132				
106	0.0707	0.8902	0.0391				
108	0.0300	0.8625	0.1075				
110	0.0118	0.7303	0.2579				
112	0.0003	0.4980	0.4980				
114	0.0019	0.2605	0.7360	0.0016			
116		0.1104	0.8855	0.0041			
118		0.0411	0.9353	0.0236			
120		0.0139	0.8829	0.1032			
122		0.0035	0.6784	0.3181			
124		0.0011	0.3820	0.6149	0.0020		
126			0.1721	0.8158	0.0121		
128			0.0719	0.8619	0.0662		
130			0.0276	0.7207	0.2509	0.0008	
132			0.0086	0.4107	0.5771	0.0036	
134			0.0020	0.1611	0.8124	0.0245	
136			0.0010	0.0517	0.8282	0.1185	0.0016
138				0.0128	0.5827	0.3948	0.0097
140				0.0020	0.2241	0.7195	0.0544
142				0.0003	0.0505	0.7681	0.1811
144					0.0078	0.5728	0.4194
146					0.0012	0.3049	0.6939
148						0.1240	0.8760
150						0.0436	0.9564
152						0.0141	0.9859
154						0.0104	0.9896
156							1.0000

とがわかった。しかし、これらのモードには生物学的な意味はないと考えられるので、改めて甲幅組成を分析することにした。すなわち、HARDING (1949)の方法でヒストグラムを分解すると7つの正規分布に分類することができる(図1)。この場合、初めの作業として、正規確率紙で平均と標準偏差を読みとり、その値を初期値として、計算機で度数を計算し、その度数と実測値との差が最少になるように平均と標準偏差を決定した(表3)。

このようにして求めた7つの正規分布群を年齢群と仮定すると、各平均は各年齢の平均甲幅を示すことになるし、各正規分布の面積は年齢組成を示すことになる。すなわち②の年齢で完全加入し、指数関数的に減少していることがわかる。また各正規分布の平均が①～⑦までだいに大きくなっている現象は、それがそのまま成長を示していると考えられる。この成長の様子は渡辺・鈴内(1982)が報告した日本海北海道西岸域でのベニズワイガニの成長とほぼ一致していることから、一応、漁獲対象になってからの年齢と成長を示すと考えてもさしつかえないであろう。このような仮定のもとで、漁獲対象になってからの最初の年齢群を $(x+1)$ 才群と仮称すると、漁獲物は $(x+1)$ 才から $(x+7)$ 才までの年齢群で構成されていたことになる。

また、各年齢群の平均と標準偏差から、各年齢の正規分布の確率を計算したものが表4の年齢別甲幅組成である。表4によると、各年齢群の甲幅組成がオーバーラップしており、特に甲幅階級136 mmでは5年齢群がオーバーラップしている。その他86 mmより小さいものと156 mmより大きいものを除くと、2～4年齢群がオーバーラップしている。したがって、年齢組成を推定する場合、成長式から年齢別の甲幅範囲を決めて年齢組成に変換すると、高年齢群が過大に評価され、全死亡が過小に評価されるおそれがあると考えられる。そのような危惧から年齢-甲幅キーを作り(表5)、このキーを用いて漁獲物甲幅組成を年齢組成に変換する方が妥当である。この年齢-甲幅キーは、今後のベニズワイガニ資源調査において有効なものとなるであろう。

要 約

1985年1～6月の島根県恵曇港の銘柄別漁獲量と5～6月の銘柄別甲幅組成から、日本海西部海域におけるベニズワイガニの年齢と成長を推定した。その結果として恵曇港の漁獲物は7つの年齢群から構成されていることが明らかになった。また各年齢群の年齢別平均甲幅と標準偏差から年齢-甲幅キーを作成した。これは今後のベニズワイガニ調査にとって有力な武器になると考えられる。

文 献

HARDING, J, P : The use of probability paper for the graphical analysis of polymodal frequency distributions, *J. Marine Biol. Ass. U. K.*, 28, 41 - 153 (1949)

渡辺安広・鈴内孝行：北海道西岸域におけるベニズワイガニについて、第1報、年齢と成長、*北水試月報*, 39, 147 - 162 (1982)

モクズガニの成熟と幼生の飼育に関する研究*

後藤悦郎・川島隆寿・鈴木博也・山本孝二

研究の目的

モクズガニ *Eriochein japonica* DE HAAN は日本を始め、北は樺太、シベリア沿岸部、朝鮮、南は香港、台湾まで生息している甲幅 50～70 mm 程度の中型のカニである。

日本では沿岸から河川まで生息しているが、本県では「ツガニ」または「ケガニ」と呼ばれ、内陸部を中心に古くから食用とされている。河川においてはアユに次ぐ重要な漁業資源であるが、最近では乱獲や生息場所の減少により漁獲量が少なくなっている。この十年間の河川の漁業協同組合集荷分について見ると 1973 年が約 23 トンに対して 1982 年が約 10 トンと半分以下に減少している (図 1)。

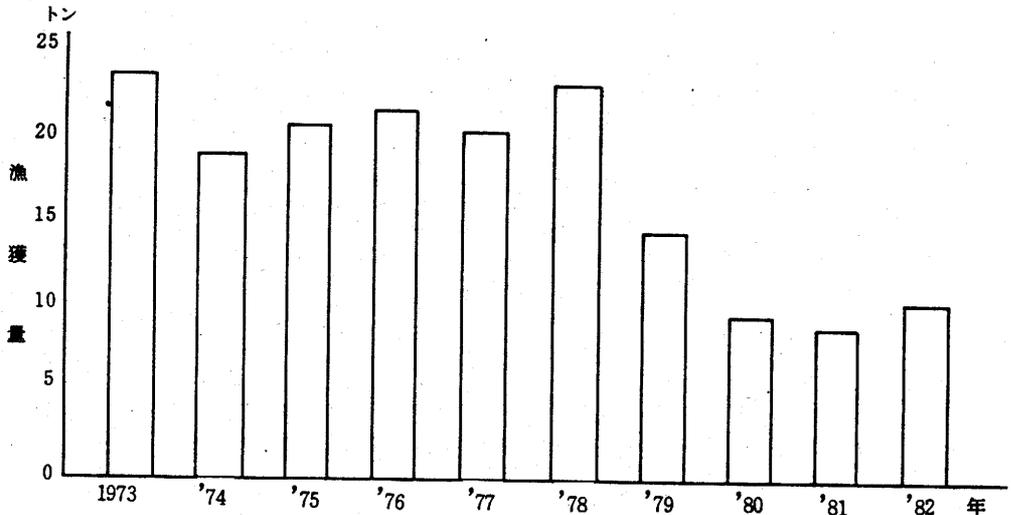


図 1 県内のモクズガニ漁獲量

このためモクズガニ種苗の量産を行い、稚ガニを河川に放流することにより資源を増大させることが切望されている。また、ダムなどの人工構築物の設置により天然モクズガニが生息出来なくなった上流部に稚ガニを放流することにより資源が復活することが期待される。

* 昭和 60 年度指定調査研究

一方モクズガニの生態、種苗生産等に関する研究は少なく、不明な部分も多いためその生態の究明、種苗生産方法の確立を目指し本研究を実施することとした。

なお、この研究は当初1987年までの3年計画で実施する予定であったが、国の都合により開始初年で打ち切られることになったことを付記する。

親ガニの飼育

モクズガニは河川内で生活、成長した後、成熟したものは秋に川を下る。その降河する親ガニを対象にカニ網罟やカニ笥により漁獲が行われる。図2は県東部の主要河川である神戸川の漁業協同組合のモクズガニ出荷量と河川の水位（建設省の観測地点）を示したものである。

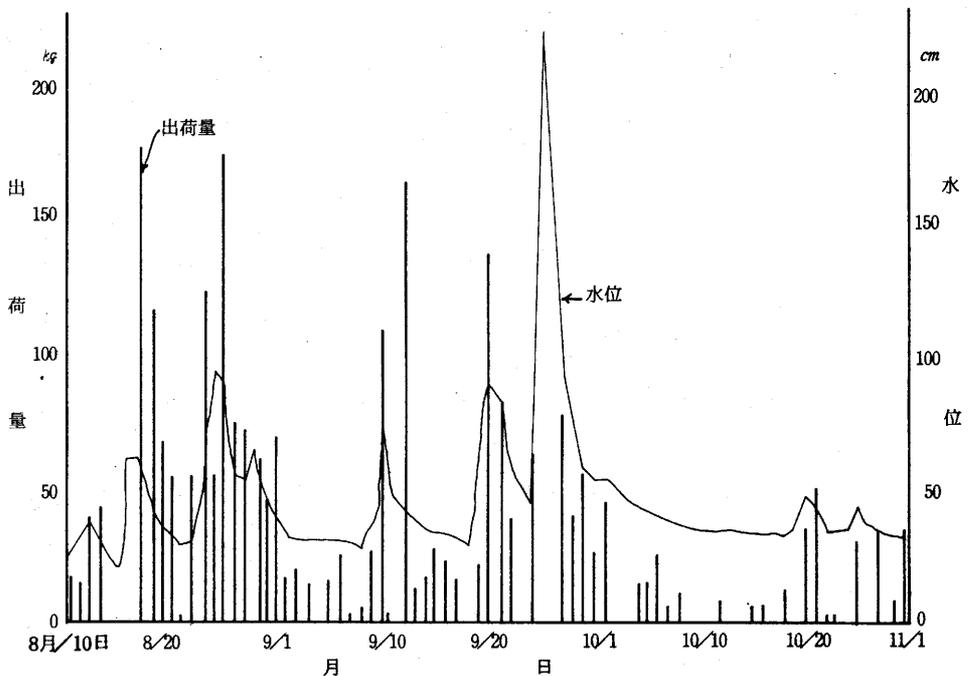


図2 モクズガニ出荷量と河川水位

これによると漁獲（降河）は8月から11月にかけてで8月中頃から9月中頃までが盛期であり、降雨により河川流量が増加した時に多くなる傾向が著しい。

降河した親ガニは河口付近の感潮域に入ると1週間前後体液の塩分濃度調節を行った後交尾行動に移る。交尾後約1日で雌は産卵を行い、その後約20～30日くらいでゾエア幼生をふ化させる。1度交尾を終了した雌は体内の貯精のうに精子をためておりこれを用いて2～3回の産卵、ふ化を行うと言われる。

当県では汽水湖で交尾、産卵を終了しふ化間近の卵を持った親ガニが得られるが、今年度はそれ

を用いてふ化数などの基礎資料を得ることとした。

1) 材料及び方法

親ガニは中海という汽水湖に設置されている定置網（通称ます網）に入網したものを使用した。中海は島根・鳥取両県にまたがる面積約 100 km²の日本で第 5 位の湖で、境水道を通して外海水の出入がある。流入する大きな河川は斐伊川のみで、両者の中間に宍道湖が存在する（図 3）。

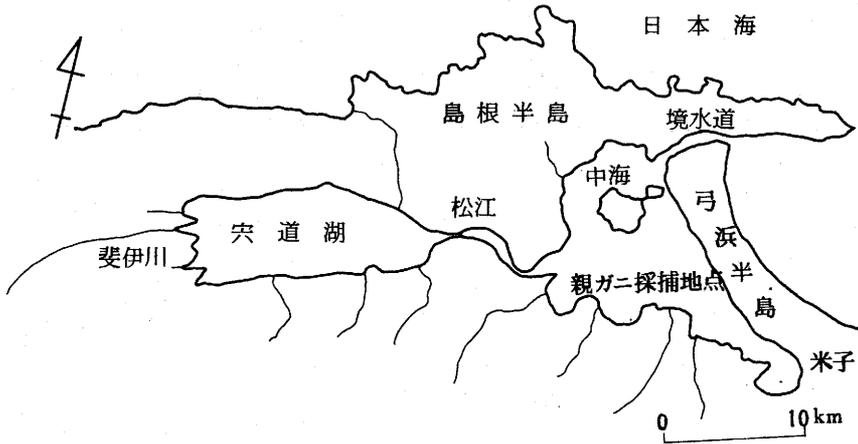


図 3 位置図

モズクガニは斐伊川にはほとんど生息していないので、それ以外の中海、宍道湖に流入する小河川に生息しているものが産卵期に中海に降りて来たものと思われる。

塩分は場所と深さにより異なるが中海湖心部（水深 6～7 m）の塩素イオン濃

度の全層平均値は約 12,000 ppm，親ガニ採捕地点付近（水深 3～4 m）では表層約 7,000 ppm，底層約 11,000 ppm である。

ます網に入網したモズクガニはふ化直前の外卵を抱いた雌のみ選別，水なしで車で約 1 時間かけて当分場まで運搬した。その後ガラス水槽（40 ℓ 7 ヶ，65 ℓ 3 ヶ）に 1 尾ずつ収容，海水を 25 ℓ 程度加えてエアレーションを行いつつふ化を待った。ゾエアがふ化した段階でその計数を行ってから後述する大型水槽へ収容し幼生の飼育を行った。

2) 結果及び考察

搬入した親ガニの大きさを表 1 に示した。

第 1 回目の親ガニ搬入は 10 月 22 日で 8 尾，第 2 回目は 11 月 21 日で 3 尾，合計 11 尾であった。甲幅は最小 48.5 mm，最大 79.2 mm，平均 59.0 mm，体重は最小 61.6 g，最大 260.5 g，平均 115.1 g であった。第 1 回目分については気温が高かったので幼生をふ化させるまで水槽は加温しなかったが，第 2 回目分については気温が低いため 100 W のヒーターを投入し加温した。搬入から幼生をふ化させるまでの水温（午前 10 時測定）は第 1 回目が 13.5℃から 18.4℃，第 2 回目が 16.0℃～18.0℃であった。

表 1 親ガニの大きさ

収容水槽	収容月日	水槽容量	甲 幅	体 重	収容水槽	収容月日	水槽容量	甲 幅	体 重
No. 1	10月22日	40 ℓ	58.0 mm	108.5 g	No. 7	10月22日	65 ℓ	61.7 mm	138.5 g
No. 2	"	40	55.5	91.7	No. 8	"	40	54.2	74.8
No. 3	"	40	56.1	101.7	No. 9	11月21日	40	54.9	
No. 4	"	40	52.6	83.7	No. 10	"	65	65.7	
No. 5	"	40	79.2	260.5	No. 11	"	65	63.1	
No. 6	"	40	48.5	61.6					

水槽番号順にふ化状況を述べると、No. 1は10月23日に2千尾のふ化があったがその9割は斃死していた。その後10月26日まで少量ずつのゾエアがふ化したがほとんど斃死していた。27日からこれに加えて少量ずつの死卵が混じっていたが10月30日に抱いていた卵を全部放した。No. 2は10月24日に死んだゾエアが少数見られたが10月26日活力の良いゾエアが1.6万尾得られた。その後30日までゾエアを少しずつふ化させていたが、10月31日に16.4万尾がふ化、翌日にも3.5万尾が得られた。No. 3は10月29日までゾエアが全く観察されなかったが10月30、31日に少数が認められ、11月1日に10万尾が得られた。No. 4は10月24日に少数がふ化、翌25日に9千尾、26日に9万尾がふ化した。その後10月30日に少数の斃死ゾエアが認められた。No. 5は10月23日にエアレーションのパイプを伝って水槽外に逃亡、約1 m下のコンクリート側溝に落下した。翌日に捕えて再び水槽に収容した。10月25日、26日に少数の斃死ゾエアが認められ10月29日に7千尾、30日に5万尾のゾエアをふ化させたが全て死亡していた。翌31日も1.5万尾の斃死ゾエアを観察、11月1日にも1.2万尾のゾエアがふ化したが60%は斃死していた。11月2日も同様な状況のゾエア53万尾がふ化したが、それに加えて残りの卵を全部放出、そのため水槽の水が茶色になった。No. 5の親ガニは甲幅、体重とも最大でふ化ゾエア数も多いことが予測されたが、結局逃亡の際の落下によるショックが原因で正常なふ化に至らなかったと思われる。No. 6は収容翌日の10月23日に少量のふ化ゾエア（大部分斃死）が見られ、24日に7万尾、25日に2.5万尾をふ化させた。その後10月28日に少量の斃死ゾエアが観察された。No. 7は10月26日に1.3万尾がふ化、27日に少量が認められ28日に25万尾のゾエアがふ化した。No. 8は10月30日、31日、11月1日に少数のゾエアの放出があり2日に10万尾がふ化した。11月21日に搬入したNo. 9、10、11については細かい観察をしていないが、No. 9は6日目に15万尾、No. 10は12日目に17.5万尾、No. 11は8日目に15万尾のゾエア幼生をふ化させた。

以上のふ化状況を総合すると搬入した親ガニ11尾のうち9尾から活力の良いと思われるゾエアが合計約135万尾得られた。個体別には最少がNo. 6の9.5万尾、最多がNo. 7の26.3万尾、9尾の平均は15万尾であった。搬入してからふ化を完了するまでの日数は最短がNo. 6の4日、最長がNo. 8とNo. 10の12日、9尾の平均は約8日であった。ふ化が1日で完了したものはNo. 3、8、9、10、11、2

日間要したものはNo.4, 6, 3日間要したものはNo.7, ふ化の山が2回にわたったものはNo.2であった。その他本格的なふ化を行う前に少数のゾエアが何日かにわたり認められる傾向があった。またふ化が完了した何日か後に斃死ゾエアが観察されたのが2例あった。

カザミなどはストレスやショックを受けた場合脱卵や異常ふ化を起こすことが知られている。今回活力の良いゾエアが得られなかったのはNo.1とNo.5であったがNo.5は落下したショックによると思われる。No.1も漁獲後から脱卵までの期間に何らかのストレス, ショックを受けていた可能性がある。

モクズガニの雌は1度交尾するとシーズン中に2~3回産卵ふ化を行うとも言われているが, 幼生をふ化させた親ガニの飼育を2月末まで行った所外卵を再び持ったものは認められなかった。

現在親ガニの供給地は中海の他に神西湖がある。神西湖は小さい川によって日本海と連結し海水の出入がある小面積(1.3 Km²)の汽水湖である。今後種苗の大量生産を行う場合安定的に多数の親ガニが得られることが条件となるが, この二つの供給地は埋立て, 淡水化や漁場の荒廃など将来展望に不安がある。このため新たな供給地を探すか大量に得られる降河ガニを交尾, 産卵させることが考えられる。森田¹⁾は交尾域で性行動を行う雌雄を交尾させることに実験的に成功しているので後者については有望と思われる。

小型容器による幼生の飼育

カニ類幼生の飼育については海産のガザミが各所で行われておりその飼育条件もほぼ明らかになっている。しかし, モクズガニは海水域から淡水域まで生息しており, 幼生の飼育条件はガザミと共通する部分も多いが塩分濃度など異なる部分もあると思われる。それについて詳細に検討したものは少なく, 石田²⁾の報告以外には見られない。そこで1ℓ三角フラスコを用いて種々の条件により飼育を行い, 良好な条件を明確にすることを試みた。

1) 材料及び方法

実験に供した幼生は前述の親ガニから得られたもので, スポイトで計数して各フラスコ中に収容した。フラスコはまとめて130ℓアクリル水槽中に収容し, 水槽とフラスコの間は淡水を満した。この水槽を大型水槽による幼生の飼育の項で述べる6トンコンクリート水槽中に浮べた。この6トンコンクリート水槽でもモクズガニ幼生の飼育を行っており, ヒーターによる加温がなされているので間接的にフラスコ内も暖まりしかも全フラスコともほぼ同一水温となった。各フラスコの通気はコンプレッサーから送られて来たものを4mmのエアチューブに分枝し, それを水中に垂下した。加温, 通気によりフラスコ中の水分が蒸発するので適時淡水を追加した。また, 幼生の生残数は週2回程度計数, 水温, pHは午前10時に水温は毎日, pHは週2回程度測定した。なお飼育水の容量は1ℓ強とした。

幼生の餌料としては以下のものを使用した。

海産クロレラ：0.5 トンタンクで培養したもので飼育水1 cc 当たり 50 万細胞程度になるよう添加

淡水クロレラ：ヤクルト本社中央研究所のもので飼育水1 cc 当たり 50 万細胞程度になるよう添加

パン酵母：鐘淵化学工業株式会社製のものを毎日 0.05 g 程度添加

キートセロス・グラシリス：以下キートセロスと略すが飼育水1 cc 当たり 2 万細胞程度になるよう添加

テトラセルミス：飼育水1 cc 当たり 2 万細胞程度になるよう添加

ケイソウ：1 トンタンクに繁殖した雑多なものを飼育水1 cc 当たり数千細胞になるよう添加

ブラインシュリンプ：以下ブラインと略すが、飼育水1 cc 当たり 1 ケ程度になるようにした。

オキアミ：生オキアミをミキサーで粉碎した後篩で 0.5～1 mm のものを選別して与えた。

シオミズツボワムシ：以下ワムシと略すが、飼育水1 cc 当たり 5 ケ程度になるようにした。

配合餌料：日本農産工業株式会社製まだい初期飼料 3 号を与えた。表 2

また、飼育海水は天然海水が主体であるが一部表 2 に示す組成の

人工海水の塩類組成

人工海水を使用した。

1 ℓ 三角フラスコによる幼生飼育の設定条件等は表 3 のとおりである。実験は 3 回実施しているが、第 1 回目はゾエア 1 期（以下 Z₁ と略す）で開始しており同一設定条件については一例しか行っていない。第 2 回目は Z₁ で開始しているが他に設定条件について 1 例では不十分と考え、第 1 回目の追加実験を主体に各条件について 2 例づつ行った。第 3 回目は Z₅ からメガロパ（以下 M と略す）までの条件を試験するため同一条件につき 2 例づつ行った。

塩類名	重量
塩化ナトリウム	26.79Kg/t
塩化マグネシウム	2.42
塩化カリウム	0.73
塩化カルシウム	1.14
硫酸マグネシウム	3.33
重炭酸ナトリウム	0.21

表 3. 実験の設定条件

試験区	実験期間	実験をする条件		備考
1	10月25日～11月6日	餌料種類	海産クロレラ	天然海水を使用し換水は無し 各 20 尾づつ収容
2	"		キートセロス	
3	"		ワムシ	
4	"		ワムシ+ブライン	
5	"		クロレラ+ワムシ+ブライン	
6	"		キートセロス+ワムシ+ブライン	
7	"	飼育密度	10 尾	天然海水を使用し換水は 3 日 に $\frac{1}{4}$ 程度、餌料はキートセロ ス+ワムシ+ブライン
8	"		20 尾	
9	"		50 尾	
10	"		100 尾	
11	"	海水種類	天然海水：人工海水 = 0 : $\frac{3}{3}$	換水は無しで各 20 尾づつ収 容、餌料はキートセロス+ ワムシ+ブライン
12	"	"	" : " = $\frac{1}{3}$: $\frac{3}{3}$	
13	"	"	" : " = $\frac{2}{3}$: $\frac{1}{3}$	
14	"	"	" : " = $\frac{3}{3}$: 0	
15	"	換水率	換水無し	天然海水を使用し各 20 尾づつ
16	"		3～4 日毎に飼育水の $\frac{1}{10}$ を換水	

表3 つづき

試験区	実験期間	実験する条件		備考		
17	10月25日～11月6日	換水率	3～4日毎に飼育水の $\frac{2}{10}$ を換水	収容。餌料はキートセロス＋ワムシ＋ブライン		
18	"		" $\frac{5}{10}$ "			
19	"		" $\frac{10}{10}$ "			
20	"	海水濃度	天然海水：淡水＝ $\frac{3}{4} : \frac{1}{4}$	天然海水を使用し換水は無し 各20尾づつ収容。餌料はキートセロス＋ワムシ＋ブライン		
21	"		" : " $\frac{2}{4} : \frac{2}{4}$			
22	"		" : " $\frac{1}{4} : \frac{3}{4}$			
23.24	11月6日～11月20日	餌料種類	海産クロレラ＋ワムシ	$\frac{3}{4}$ 天然海水を使用し換水は無し各20尾づつ収容。		
25.26	"		淡水クロレラ＋ワムシ			
27.28	"		キートセロス＋ワムシ			
29.30	"		テトラセルミス＋ワムシ			
31.32	"		パン酵母＋ワムシ			
33.34	"		海水種類		天然海水：人工海水＝ $0 : \frac{3}{8}$	淡水で塩分濃度を $\frac{3}{4}$ とし換水は無し各20尾づつ収容。餌料はキートセロス＋ワムシ
35.36	"				" : " $= \frac{1}{8} : \frac{2}{8}$	
37.38	"				" : " $= \frac{2}{8} : \frac{1}{8}$	
39.40	"		海水濃度		天然海水：淡水＝ $\frac{4}{4} : 0$	天然海水を使用し換水は無し各20尾づつ収容。餌料はキートセロス＋ワムシ
41.42	"				" : " $= \frac{2}{4} : \frac{2}{4}$	
43.44	"	" : " $= \frac{1}{4} : \frac{3}{4}$				
45	"	強通気と	他区の5倍～10倍程度とし20尾	$\frac{3}{4}$ 天然海水を使用し換水無し 餌料はキートセロス＋ワムシ		
46	"	飼育密度	" 100尾			
47.48	11月29日～12月12日	海水濃度	天然海水：淡水＝ $\frac{3}{4} : \frac{1}{4}$	天然海水を使用し換水は3～4日毎に飼育水の殆んどを捨てた。各20尾づつ収容。餌料はワムシ＋ブライン		
49.50	"		" : " $= \frac{2}{4} : \frac{2}{4}$			
51.52	"		" : " $= \frac{1}{4} : \frac{3}{4}$			
53.54	"		" : " $= \frac{4}{4} : 0$			
55.56	"	餌料種類	配合餌料	$\frac{3}{4}$ 天然海水を使用し換水は3～4日毎に飼育水の殆んどを捨てた。各20尾づつ収容。クロレラは海産である。		
57.58	"		ワムシ			
59.60	"		ブライン			
61.62	"		オキアミ			
63.64	"		クロレラ＋ブライン			
65.66	"		クロレラ＋ブライン＋配合餌料			
67.68	"		クロレラ＋ブライン＋オキアミ			
69.70	"		ケイソウ＋ブライン			

2.) 結果および考察

各実験の生残率、水温、pHをまとめて図4に記した。

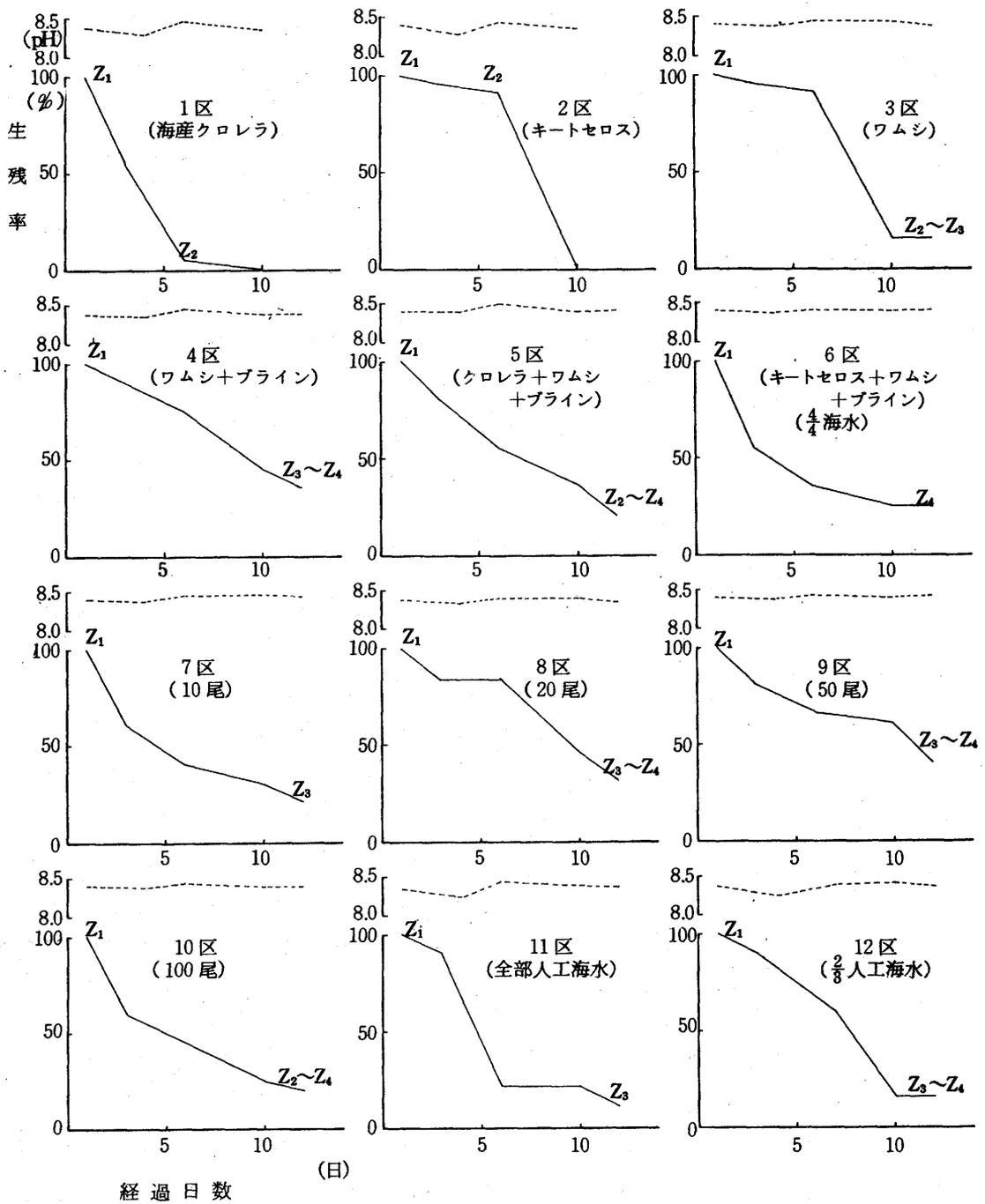
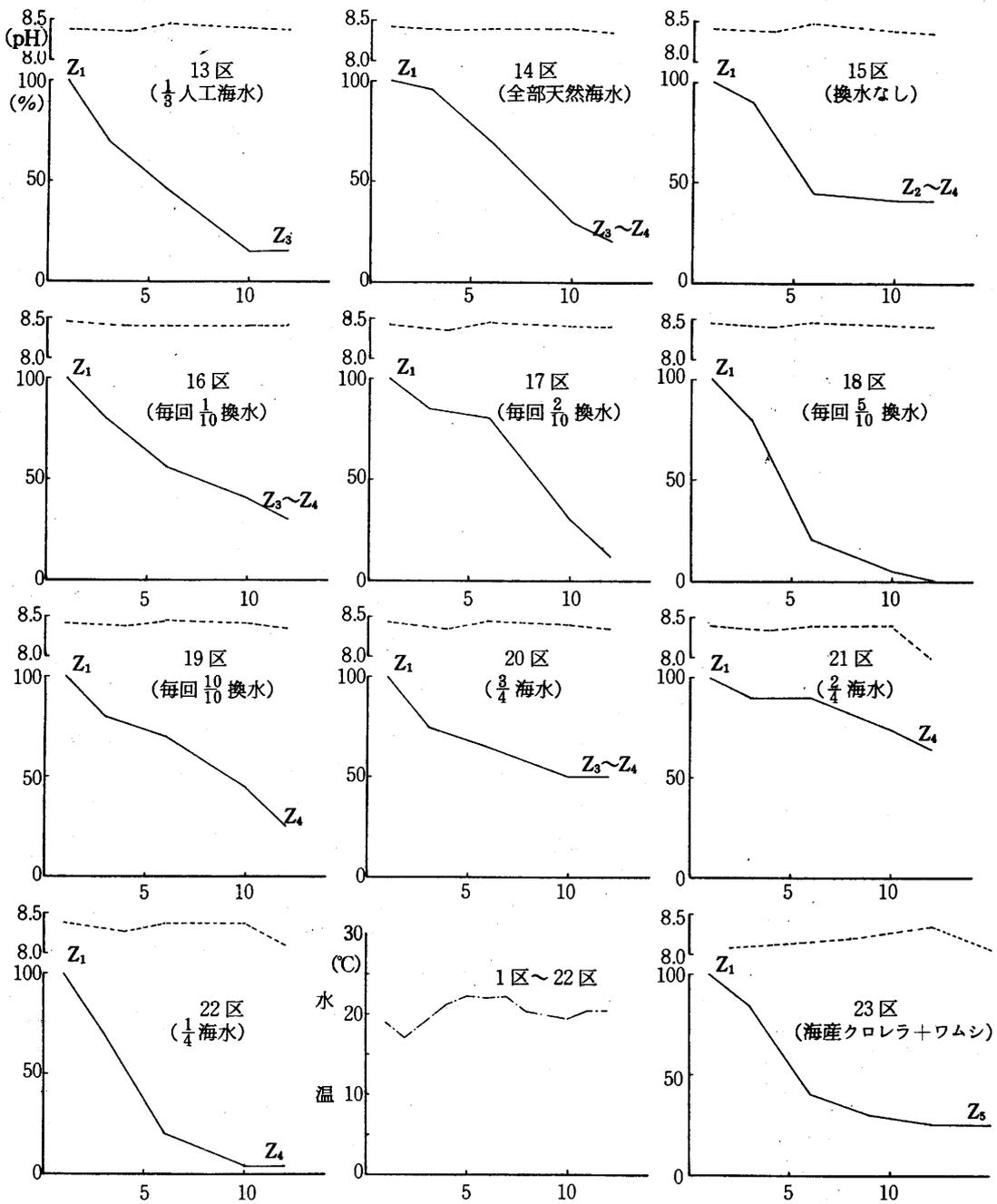


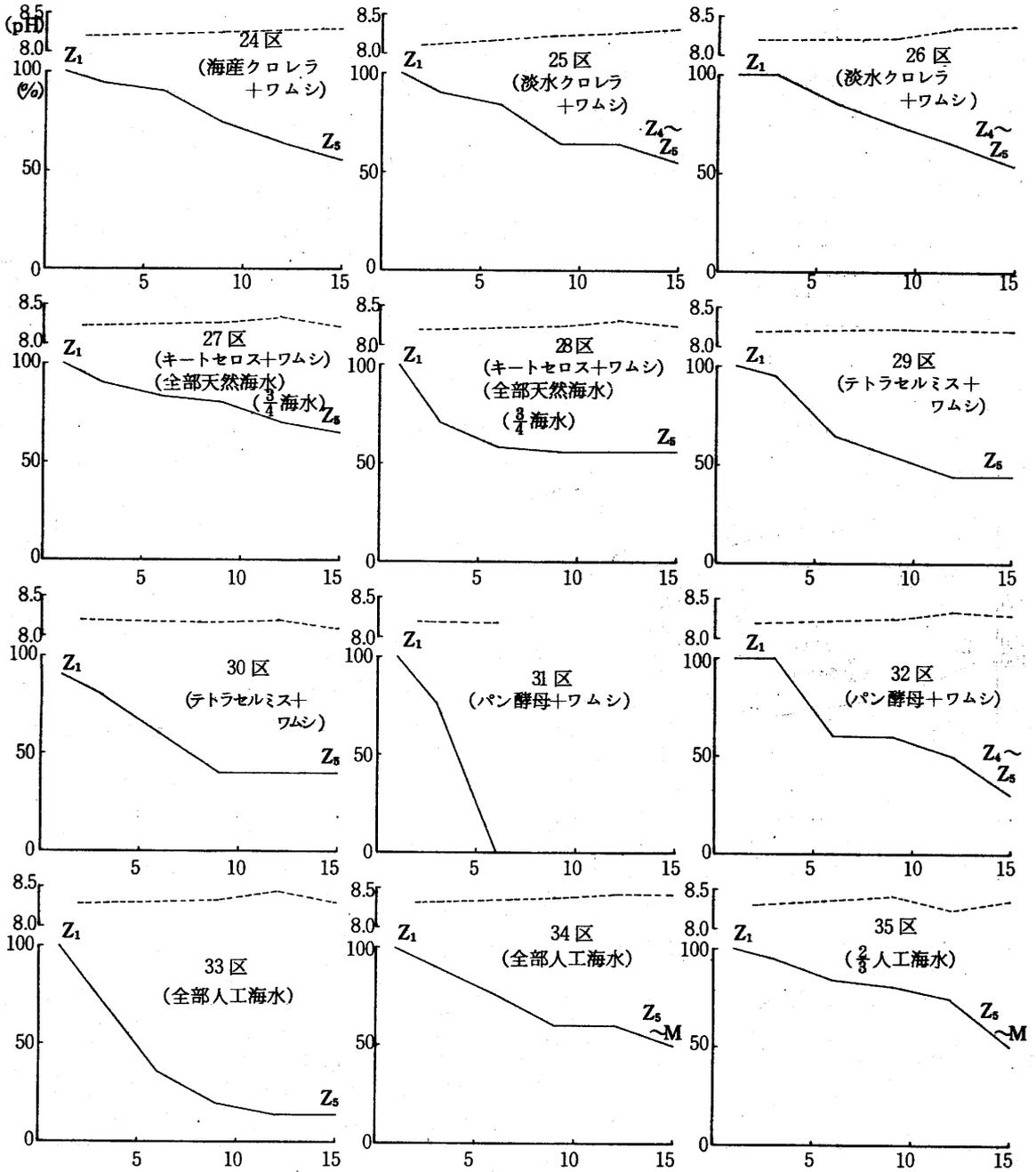
図4 実験結果

図4 つづき



(日)

図4 つづき



(日)

図4 つづき

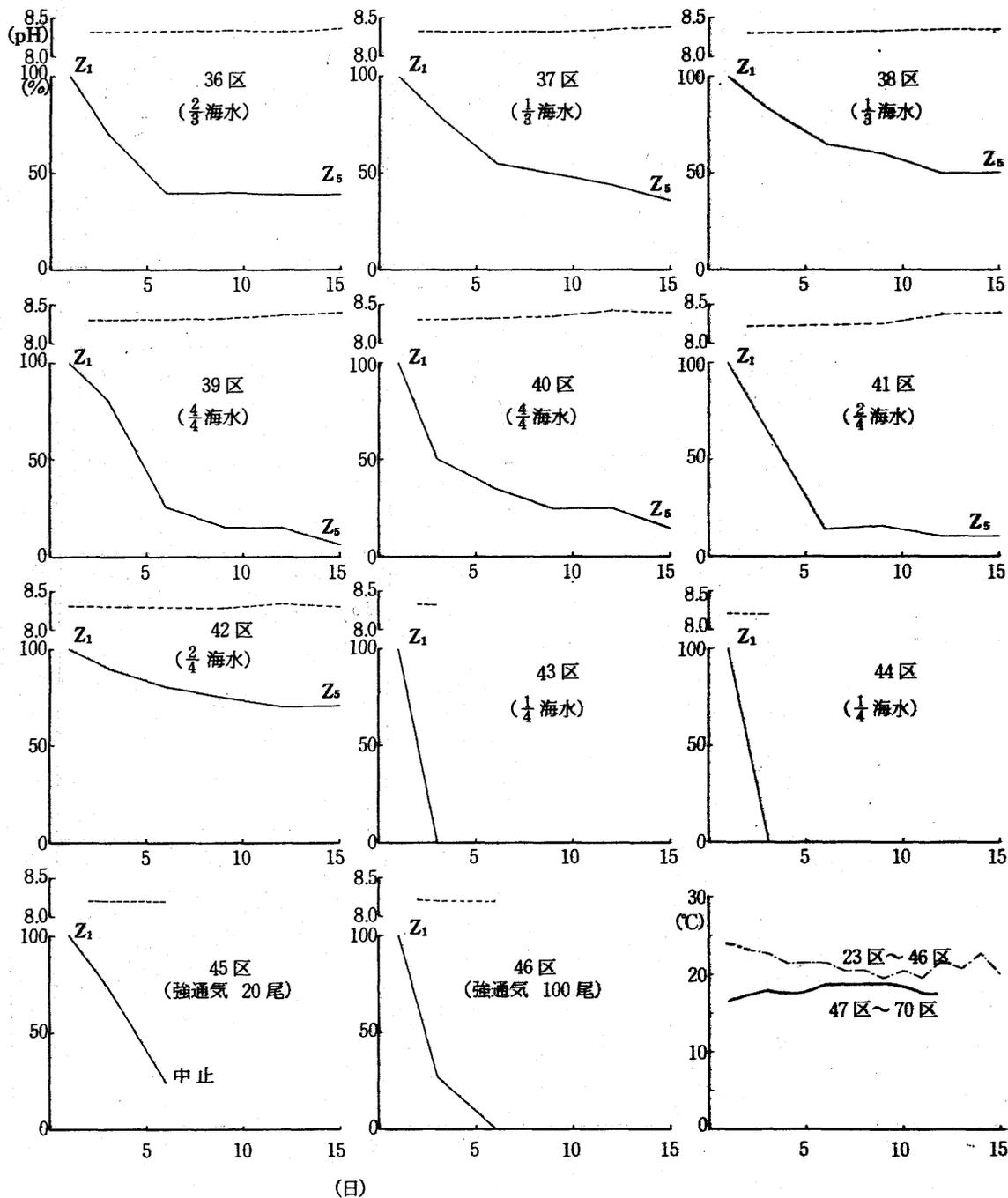
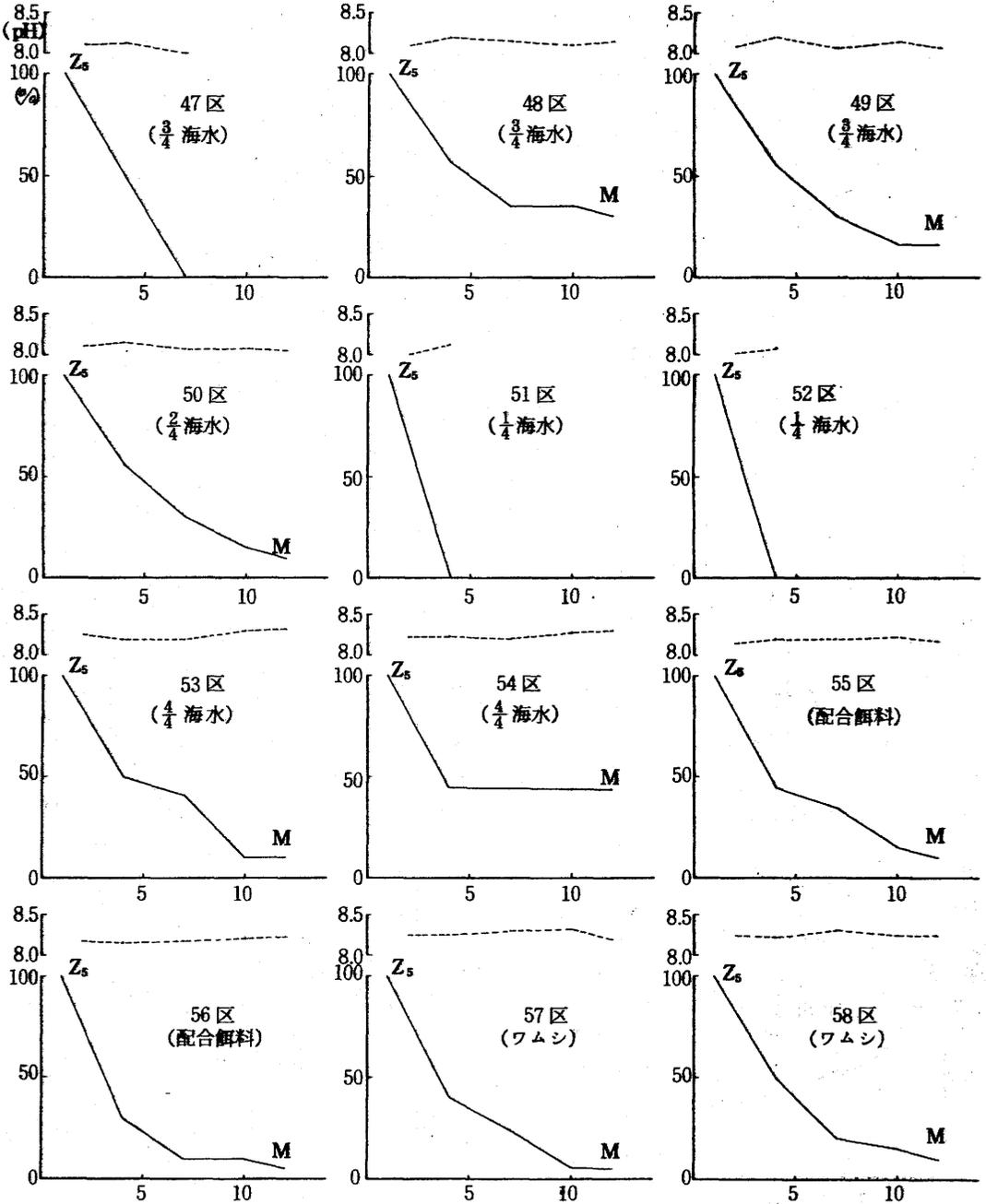
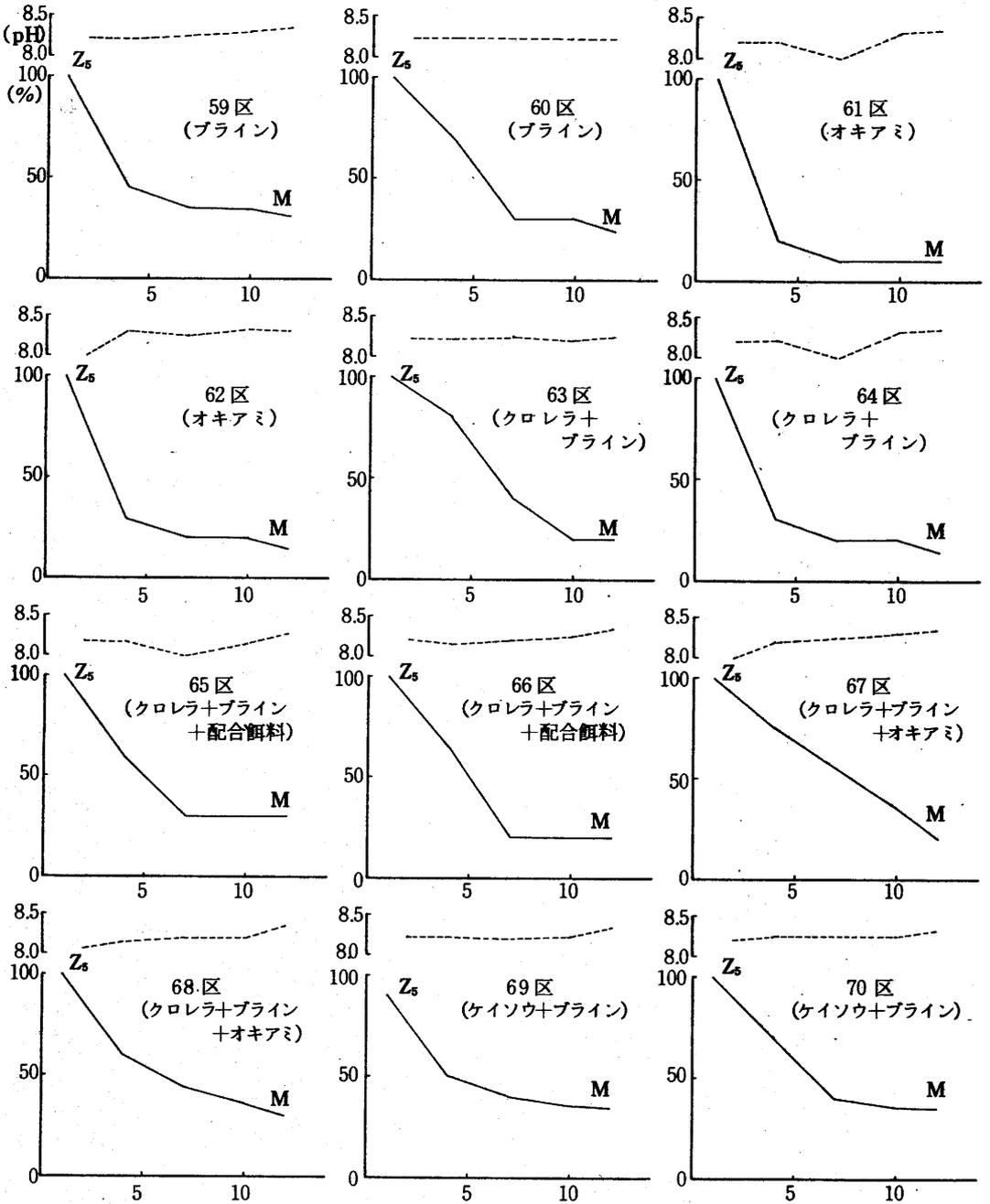


図4 つづき



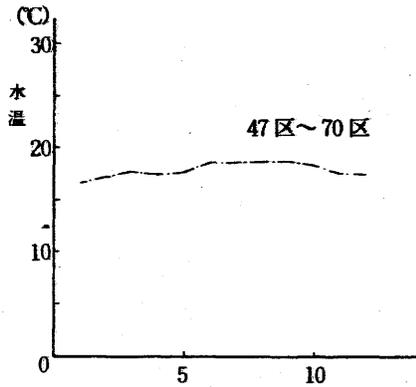
(日)

図4 つづき



(日)

図4 つづき



第1回目から第3回目までの実験結果を設定条件毎に述べると次のとおりである。

1. 海水濃度

使用した天然海水は比重が大体1.023程度であった。通気、加温による水分蒸発についてはフラスコに目印を付け減少分程淡水を加えたが、クロレラなどの生物餌料の投与により塩分が入り込んだので次第に高くなる傾向があった。

$\frac{1}{4}$ 海水では22区で生残率が5%であった他は最初の計数時に全て斃死していたのでこの濃度に対しては著しく弱いと言える。

$\frac{2}{4}$ 海水でのZ₁からZ₄~Z₆までは21区の65%、41区の10%、42区の70%と差があるがほぼ高い歩留りが得られることが期待される。41区と42区は同じ条件で行ったが大差が出た原因は不明である。Z₆からMまでは49区が15%、50区が10%の生残率で低かった。

$\frac{3}{4}$ 海水では第2回目は特別にその区を設定しなかったが、餌料種類を試験した27区、28区がこれに相当する。Z₁からZ₄~Z₆までは27区の65%、20区と28区の55%と安定した高い歩留りが得られた。一方Z₆からMまでは47区が0%、48区が30%であった。47区は7日目の計数では0尾となったが、その際エアレーションチューブが水上に浮き上がっており異臭がしていたので水質が悪化したため斃死したものと思われる。

$\frac{4}{4}$ 海水では第1回目は特別にその区を設定しなかったが、餌料種類を試験した6区が条件的にこれに相当する。Z₁からZ₄~Z₆までは6区の25%、39区の5%、40区の15%と平均的には $\frac{2}{4}$ 海水、 $\frac{3}{4}$ 海水より悪い歩留りであった。Z₆からMまでは53区が10%と低かったが、54区は45%と他の海水濃度区より高い生残率であった。第1回目と第2回目の海水濃度試験以外の設定条件の歩留りを総合的に比較した場合、第2回目のほうが良好な成績であった。この原因は使用した幼生の活力差もあるかも知れないが第1回目は海水濃度を $\frac{1}{4}$ で行ったのに対し第2回目は $\frac{3}{4}$ で行ったことが直接の原因であると思われる。 $\frac{2}{4}$ 海水はバラツキがあったのでZ₁からZ₆の時期は $\frac{3}{4}$ 海水を使用することが最適であると思われる。第3回目では $\frac{1}{4}$ 海水の1例が他区より優れており第1回目、第2回目と異なった結果であったが、同一条件の53区は他区と同程度であったことより $\frac{2}{4}$ から $\frac{4}{4}$ 海水の範囲が適当としか言えない。この条件については実施例が少ないのでさらに多くの

実験が必要である。またMからC（稚ガニ）までの実験を行わなかったので他の条件も含めて今後調べる必要がある。

石田はZの時期の海水濃度を試験し、低比重では弱い傾向があり1.021～1.022が最適と述べている。今回の試験では低比重に弱いことは共通していたが最適比重の点では異なり、その比重では生残率は低下した。産地別の詳しい調査をしていないのではっきり言えないが、今回使用した稚ガニは中海の奥部（塩素イオン濃度10,000 ppm程度）で採捕されたものでふ化したゾエアは海流等の影響で多少異動したとしても外海には出られないと思われる。そのためこの程度の塩分濃度に適應しているのではないかと推測される。

ロ. 餌料種類

第1回目では植物プランクトンを単独投与した1区、2区は全滅したのでこれだけでの飼育は不可能と思われる。ブラインとワムシを投与した4区が生残率35%と最高を示し、ワムシ単独投与の3区が15%と低かった。動物プランクトンのワムシとブラインは共通で植物プランクトンの種類が異なる5区（20%）と6区（25%）はほとんど差がなかったが植物プランクトンを与えない4区より劣った。

第2回目は動物プランクトンとしてワムシを共通に使用したものであるが、ワムシ以外の餌料の海産クロレラ、淡水クロレラ、キートセロス、テトラセルミスとも成績に大きな差は認められなかった。ただパン酵母は水の汚れが目立ち生残率は31区で0%、32区で30%と他区より悪かった。

第3回目では配合餌料、ワムシ、ブライン、オキアミいづれの単独投与でもMに変態したが、その中ではブライン単独の59区（30%）、60区（25%）が最も成績が良かった。ブラインを共通餌料とした場合でもブライン以外の単独投与より良い結果が得られたが、その中ではクロレラ+ブラインの63区（20%）、64区（15%）がやや劣り、ケイソウ+ブラインの69区（35%）と70区（35%）がやや優れていた。

従ってZ₁からMまでの餌料は植物プランクトンのみでは不適で、動物プランクトンとしてワムシかブラインを使用する必要がある。ワムシとブラインでは餌料価値としてはブラインのほうが優れているようである。植物プランクトンを添加してもしなくてもあまり差はない結果となった。

ハ. 飼育密度

生残率の良いほうから順に9区（50尾/ℓ）の40%、8区（20尾/ℓ）の30%、7区（10尾/ℓ）の20%、10区（100尾/ℓ）の19%で最も低密度の7区と最も高密度の10区は差がなく、その中間の7、8区がより良好という判然としない結果が得られた。幼生の発育状況も8区、9区が最も早く、Z₃～Z₄に対し7区はZ₃、10区が最もバラツキがありZ₂～Z₄であった。

飼育密度はどの位が適当かということは今回の結果のみからは判断出来ず、しかも1例づつしかなかったので今後実験を重ねれば明らかになるだろうと思われる。ただ、ガザミその他の魚種の種苗生産については適正収容密度はだいたい2～5万尾/tとされているのでモクズガニもその付近に落ち着くことは十分考えられる。

ニ. 海水種類

内水面では天然の海水が豊富に得られにくく、海岸からトラックによって運搬するが、人工的に作成した海水により天然海水と同じように種苗が出来れば労力的にかなり楽になると考えこの実験を行った。

第1回目では天然海水のみの14区が20%と最も良く、 $\frac{1}{3}$ 人工海水の13区、 $\frac{2}{3}$ 人工海水の12区が15%、人工海水のみの11区が10%の順であった。発育は12区と14区が $Z_3 \sim Z_4$ 、11区と13区が Z_2 であった。第2回目では特別に天然海水区を設定しなかったが餌料種類を試験した27区、28区が条件的にこれに相当するが、天然海水のみの27区(65%)、28区(55%)が最も良く、 $\frac{1}{3}$ 人工海水の37区、38区(35、50%)と $\frac{2}{3}$ 人工海水の35区、36区(50、40%)が同程度でこれに次ぎ、人工海水のみの33区、34区(15、50%)が一番低い結果であった。また、発育のほうは天然海水のみで Z_3 、 $\frac{1}{3}$ 人工海水が Z_2 、 $\frac{2}{3}$ 人工海水の35区が $Z_3 \sim M$ 、36区が Z_2 、人工海水のみの33区が Z_2 、34区が $Z_2 \sim M$ まで進んだ。今後の検討が必要であるが、人工海水もある程度使用可能と思われる。

ホ. 換水率

成績の良い順から換水なし15区(40%)、毎回 $\frac{1}{10}$ 換水の16区(30%)、毎回 $\frac{10}{10}$ 換水の19区(25%)、毎回 $\frac{5}{10}$ 換水の18区(0%)の順であった。換水率の小さい場合と大きい場合が成績が良くて中間的な所が悪かった原因は不明であるが、換水以外の条件が影響したと思われる。発生は $\frac{10}{10}$ 換水が少し早く全て Z_4 に、 $\frac{1}{10}$ 換水は $Z_3 \sim Z_4$ に、 $\frac{2}{10}$ 換水は Z_3 に、換水なしはバラツキがあり $Z_2 \sim Z_4$ だった。

海水種類の項で述べたが、内水面の場合海水に恵まれないので出来るだけ換水しないほうが助かるので $Z_3 \sim Z_4$ あたりまでは換水なしでも良さそうなのは好都合であるが、飼育密度の大小で換水の必要量も変わって来ると思われる。また、今回はこれ以後の実験を行っていないので今後行う必要がある。

ヘ. 強通気と飼育密度

正確な通気量を測定していないが他区の5～10倍程度と思われ、ブライン耐久卵をふ化させる程度の量である。

結果は収容密度20尾/ℓの45区、100尾/ℓの46区とも成績が悪く、46区は実験開始6日目で全滅、45区も6日目で25%であったが著しく悪く中止した。 $Z_1 \sim Z_2$ の時期では強い通気は不適と思われる。

大型水槽による幼生の飼育

イ. 春期幼生飼育(予備試験)

1) 材料および方法

60年の1～3月にかけて中海の定置網に入網した外卵を抱いた雌親ガニ10を0.5トンパンライト水槽に収容し、水温15～20℃に加温して飼育しふ化を待った。

ふ化したZの飼育水槽は屋内に設置した130ℓアクリル水槽2ケと1トンパンライト水槽3ケを使用した。飼育水は天然海水を、餌料はクロレラ、ワムシ、ブライン、配合餌料を使用した。換水はZ₅より水容量の $\frac{1}{20}$ 程度を毎日行った。水温は0.5kw水中ヒーターで加温し20℃前後になるようにした。

2) 結果および考察

Z幼生のふ化は4月以降では4月8日より4月18日にかけて合計5回行われ約10万尾が得られた。幼生は直ちにクロレラとワムシ、ブラインを添加してある各飼育槽に収容した。

各餌料の添加濃度はクロレラを1cc当たり50万細胞以下、ワムシを1cc当たり10ケ、ブラインを1cc当たり1～3ケを維持するように努めた。

飼育成績の概要は表4のとおりである。

結果は飼育初期に著しい減耗を起こしZ₃までにほとんど斃死した。特にZ₁からZ₂への変態時までの歩減りが大きい。しかし、4回次と5回次はZ₃の時点で1,000～2,000尾残存していたので飼育を継続し、合計で約1,000尾の稚ガニを生産した。生産した稚ガニは5月20日に当分場横の1級河川斐伊川の支流三刀屋川に放流した。

Z₁からZ₂に至るまでが最も歩減りが大きかったことの原因については水質、餌料面にも問題があったかも知れないが水槽収容前の幼生の活力が弱かったためではないかと推測する。

表4 春期幼生飼育試験結果概要

飼育回次	飼 育 結 果						備 考		
1	4/8ふ化	4/9	4/11	4/15			130ℓアクリル水槽 幼生ふ化水温 14.5℃		
	Z ₁	→ Z ₁	→ Z ₁	→ Z ₂					
	2.5万尾	1.3万尾	1.2万尾	0.0万尾					
2	4/8ふ化	4/9	4/11	4/15			130ℓアクリル水槽 幼生ふ化水温 14.5℃		
	Z ₁	→ Z ₁	→ Z ₁	→ Z ₂					
	2.5万尾	1.3万尾	0.5万尾	0.0万尾					
3	4/15ふ化	4/18	4/20	4/26	5/2	5/11	1tパンライト水槽 幼生ふ化水温 13.2℃		
	Z ₁	→ Z ₁	→ Z ₂	→ Z ₃	→ Z ₅ ~M	→ M			
	3万尾	0.3万尾		0.0万尾					
4	4/16ふ化	4/18	4/26	4/29	5/2	5/4	5/10	5/20	1tパンライト水槽 幼生ふ化水温 15.0℃
	Z ₁	→ Z ₁	→ Z ₃	→ Z ₄	→ Z ₅	→ Z ₅ ~M	→ M~C	→ C	
	1万尾		0.2万尾				0.1万尾		
5	4/18ふ化	4/25	4/29	5/2	5/10	5/13	4回次	1tパンライト水槽 幼生ふ化水温 16.3℃	
	Z ₁	→ Z ₃	→ Z ₄	→ Z ₅ ~M	→ M~C	→ C	に集槽		
	1.3万尾	0.1万尾				0.02万尾			

ロ。秋期幼生飼育

1) 材料および方法

前述の中海産の親ガニより合計 135 万尾のふ化幼生が得られたが、そのうち 125 万尾を使用し、これを屋内 6 トンコンクリート槽 ($3 \times 2 \times 1$ m) 延べ 4 面、同じく屋内 2 トンコンクリート槽 ($2 \times 1 \times 1$ m) 延べ 3 面、屋外のビニールハウス内に設置した 1 トンパンライト槽延べ 4 面に収容して飼育を行った。

飼育水は 0.5 kw または 1 kw の水中ヒーターにより大体 $20^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C}$ に加温した。通気はコンプレッサーに 4 mm エアーチューブを接続し、先端に直径 50 mm のエアーストーンを付けたものを 6 トン槽は 5 ケ、2 トン槽は 2 ケ、1 トン槽は 1 ケ使用し行った。塩分濃度は No. 1 から No. 7 までは $\frac{4}{4}$ 海水 No. 8 から No. 11 までは $\frac{3}{4}$ 海水程度とした。換水は Z_3 または Z_4 から徐々に行った。ミューラーガーゼで濾過しながら飼育水を排水した後、新しい海水やクロレラ、ケイソウなどの植物プランクトンを投与する形で行った。換水開始から稚ガニになるまでの換水量の合計は水槽により多少異なるが約 1 回転 (例えば 2 トン水槽ならば 2 トンの新海水) であった。また底掃除を期間中数回行った。

幼生の餌料としては下記のものを使用した。

海産クロレラ： Z_1 から M まで使用、飼育水 1 cc 当たり 20 ～ 200 万細胞程度を目安とした。

テトラセルミス：植物プランクトンとしては海産クロレラを主に使用したが、不足時に飼育水 1 cc 当たり数千細胞投与した。

ケイソウ：雑種であるが、同じく海産クロレラの不足時に少量投与した。しかし、1 トン水槽ではこれが繁殖し飼育水が茶色になることもあった。

ワムシ： Z_1 から M まで使用、飼育水 1 cc 当たり 5 ケ程度になるように与えた。

ブライン： $Z_1 \sim Z_3$ から M まで使用、飼育水 1 cc 当たり 1 ケ程度になるように与えた。

配合餌料： $Z_5 \sim M$ から稚ガニまで前述のまだい初期飼料 3 号を少量ずつ (例えば 6 トン水槽なら軽く一握り) 1 日 1 ～ 2 回投与した。

オキアミ：生オキアミの 0.5 ～ 1 mm の大きさのものを M の時期に少量ずつ (例えば 6 トン水槽なら軽く一握り) 1 日 4 回投与した。

2) 結果および考察

秋期幼生飼育の結果を表5と図5に示した。

表5 大型水槽による幼生の飼育結果

水槽番号	水槽容量	収容月日	収容尾数	取揚月日	取揚尾数	生残率	備 考
No. 1	6	10月26日	11万尾	11月21日	2700尾	2.5%	
2	6	10月24日	7	11月20日	200	0.3	
3	2	10月28日	5		0	0	11月8日(ふ化後12日目)全滅
4	2	10月28日	12	11月26日	20	0.0	
5	1	11月1日	20	12月11日	900	0.5	Z ₂ で屋内の2t槽へ移動
6	1	11月1日	10	12月18日	100	0.2	
7	1	11月2日	10	12月7日	200	0.2	
8	6	11月26日	15		0	0	12月12日(ふ化後16日目)で全滅
9	6	11月28日	15	12月29日	800	0.5	Mでビニールハウスの1t槽へ移動
10	2	12月2日	15		0	0	12月22日(ふ化後21日目)で全滅
11	1	12月2日	5	12月26日	1600	3.2	
合 計	34		125		6620	0.5	

稚ガニの総取り揚げ尾数は6,620尾で125万尾のふ化幼生からの生残率は約0.5%と低かった。水槽別に見るとNo.1が2,700尾と取り揚げが最も多く、次いでNo.11の1,600尾、No.5の900尾、No.9の800尾、No.2、No.7の200尾、No.6の100尾、No.4の20尾、No.3、No.8、No.10の0尾の順であった。水槽容量1トン当りの取り揚げ数はNo.11が1,600尾と抜群に多く、No.1、No.5の450尾、No.7の200尾、No.9の133尾、No.6の100尾、No.2の33尾、No.4の10尾、No.3、No.8、No.10の0尾の順であった。今回の成績が悪かった原因を考察して見ると次のことが考えられる。

イ. $\frac{4}{4}$ 海水で行った水槽が多かった。

1) 三角フラスコによる実験を行った結果では運搬して来た海水をそのまま使うより $\frac{1}{4}$ 程度の淡水を混合したほうが良い成績が得られることが分かった。しかし、No.1～No.6はこの実験と並行して飼育を行ったため、従来適当とされていた $\frac{4}{4}$ 海水を使用した。

ロ. ふ化幼生の収容密度が高い水槽があった。

全部で125万尾のふ化幼生を合計34トンの容積に収容したので平均では1トン当たり3.7万尾となった。しかし、ビニールハウス内の1トンパンライト水槽は各々親ガニ1尾分のふ化幼生を入れたので1トン当たり5～20万尾、平均で11万尾と多かった。これに対し、屋内の6トン水槽も親ガニ1尾分を各水槽に収容しているが水槽容量が大きいので1トン当たりでは1.1～2.5万尾と適当ではなかったかと思われる。また、屋内の2トン水槽は1トン当たり25～7.5万尾、平均で5.3万尾と両者の中間の密度であった。

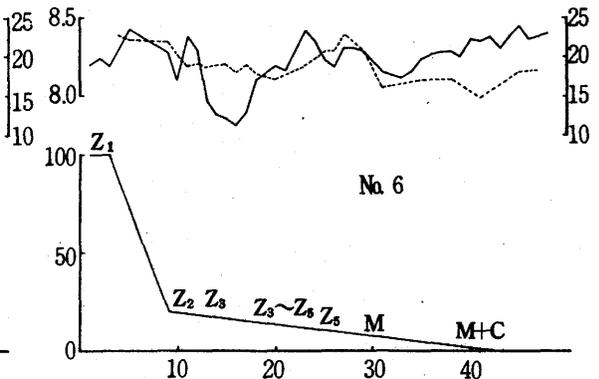
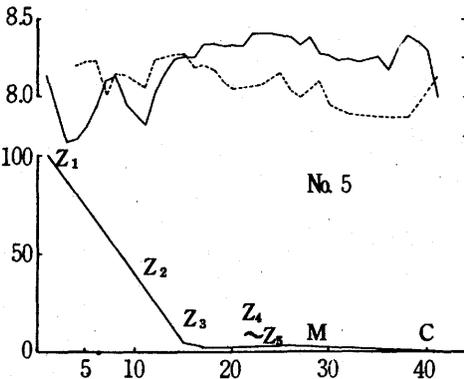
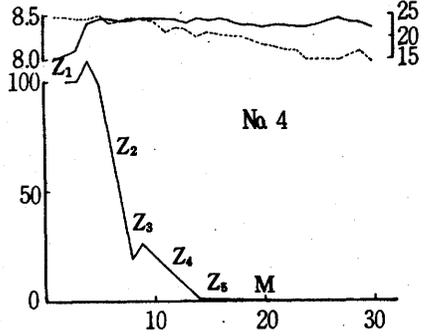
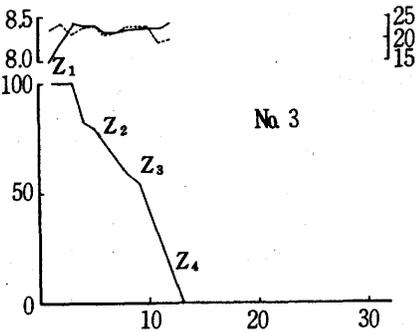
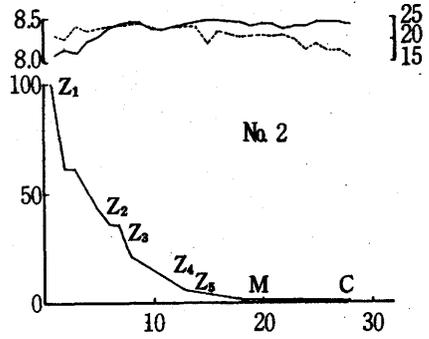
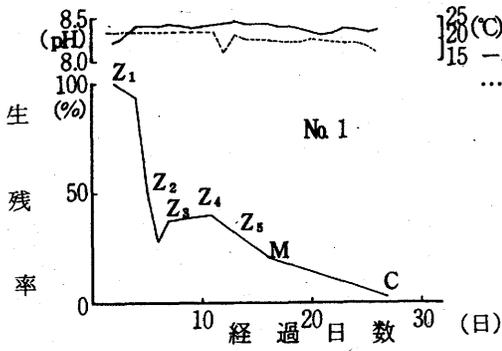
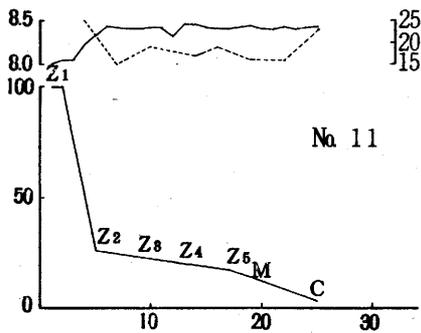
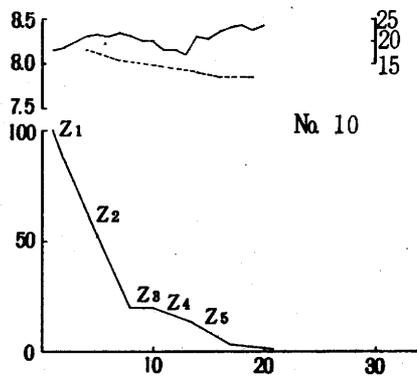
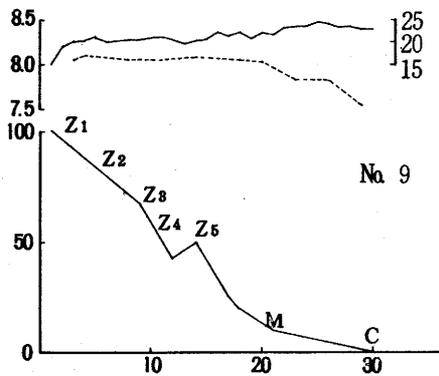
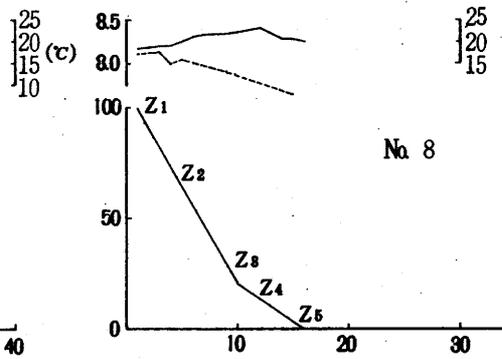
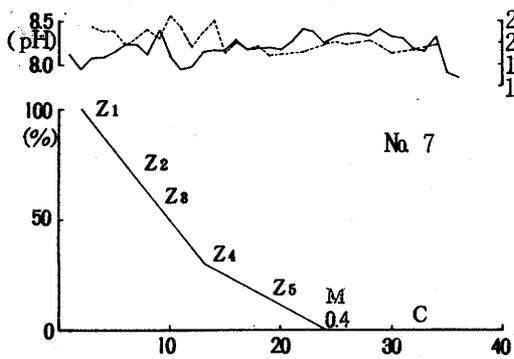


図5 大型水槽による幼生の飼育結果

図5 つづき



ハ. ふ化幼生の活力の弱いものがあつた。

親ガニの飼育の項で述べたが、40ℓまたは65ℓの小さい水槽に親ガニを1尾ずつ収容したので無投餌ではあつたが飼育水が汚れた。その上、通気、投餌はしてあるが水槽が黒くなる程多数の幼生が一斉にふ化するのでふ化時間と取り揚げ時間の間隔が長くなるほど活力が衰えることは十分考えられる。No. 1, No. 2, No. 6, No. 11などはZ₁の時期で既にかなり死んでおり、ふ化幼生の活力が悪かつたと思われる。今後は大きい水槽をふ化槽として使用するべきである。

ニ. 餌料が不足の時があつた。

ワムシ、ブラインの不足と思われる日が時々あつた。特にワムシは培養の不調から十分量幼生飼育槽に添加出来ず翌朝のワムシ計数時には0ヶ/ccの時が多かつた。

ホ. 水質維持が困難であつた。

1ℓ三角フラスコによる実験では植物プランクトンは添加してもしなくても成績は大差がない結果であつた。しかし、植物プランクトンの添加は良好な水質の維持に役立つと思われる。飼育水として $\frac{3}{4}$ 海水を使用すると $\frac{1}{4}$ 海水のpHが8.2~8.4であるのに対して淡水はpHが7.0付近であるのでpHは8.0~8.1程度と低くなる。幼生の飼育を行うと日数が経過するにつれ水が汚れてpHが低下して来る。pHが8.0より下がると次第に幼生の元気が悪くなり大量斃死が起こりやすくなる。これを防ぐためには十分な換水を行うか植物プランクトンの添加によりpHを上げてやることが考えられる。十分な換水が出来にくい現状であるので後者を活用する必要がある。

No. 8~No. 11は11月末からの遅い時期に飼育を開始したものであるが、屋内のNo. 8~No. 10は飼育日数が経過するにつれてpHが著しく低下した。これは植物プランクトン培養槽の水温(気温と同じ)と幼生飼育槽の水温(20℃程度)の差が大きかつたこと、冬の日本海側の気候の特徴により日照量が不足したことにより添加した植物プランクトンが枯死、その役を果さなかつたためと悪化による幼生の大量斃死が水質がさらに悪化したためと思われる。これに対し、No. 1~No. 4も同じ屋内であるが飼育時期が早かつたため培養槽との水温差や日照量不足もそれほどではなかつたのでpHは大体8.0以上を維持した。またビニールハウス内のNo. 5, 6, 7, 11は日照量が十分で植物プランクトンが飼育槽内で自然繁殖した。No. 7ではZ₃の時期に繁殖過多で水色は茶色になり幼生にかえて悪影響を与えたと思われる。No. 11はふ化幼生の活力が弱かつたための大量斃死はあつたが、その植物プランクトンの繁殖も適度で水質の維持がうまく出来たと思われ、これが1トン当たり1,600尾の稚ガニの取り揚げにつながつたのではないかと考える。

飼育数が多い割に換水量が少なく、屋内水槽を中心にZの後半から有機物による著しい発泡が認められ、これも減耗の原因になつたと思われる。

稚ガニの飼育

大型水槽により生産した稚ガニ6,620尾をビニールハウス内の1トンパンライト水槽2ケに収容して継続飼育した。水容量は0.1～0.2トンとし、0.5kwの水中ヒーターにより20℃弱に加温した。通気は大型水槽による飼育の項で述べた方法と同じで50mmエアーストーン各1ケにより行った。餌料は日本農産工業株式会社製のまだい初期飼料4号を使用した。共食い防止の目的で人工産卵藻のキンランを各10～20ケ投入した。飼育を続けると次第に水が汚れ、水槽底にも糞、残餌がたまるので適当に飼育水を入れ換えた。

成長は飼育開始時に甲幅約2mm、体重約0.02gのものが1月20日には平均甲幅4.7mm(最小3.0mm, 最大5.8mm)、平均体重0.05g(最小0.02g, 最大0.10g)、3月15日には平均甲幅6.6mm(最小4.9mm, 最大9.3mm)、平均体重0.14g(最小0.05g, 最大0.31g)となり次第にバラツキが大きくなって来ている。

1月17日まで $\frac{4}{4}$ 海水(比重1.023)で飼育していたが $\frac{2}{4}$ 海水(比重1.010)にした所、翌日から動きが悪くなり大量斃死が起こった。その時の水温は一方が21.5℃、もう一方が19.5℃であったが21.5℃の方が特に悪く、飼育数の7～8割が斃死、19.5℃の水槽を合わせると約半数が減耗したと思われる。1月30日に20尾を比重1.017の海水から淡水に移動したが翌日には全て死亡した。また、12月19日に平均甲幅2.7mm(最小2.3mm, 最大3.5mm)のもの各30尾づつを $\frac{4}{4}$ 海水で加温、 $\frac{4}{4}$ 海水で無加温、淡水で加温、淡水で無加温の4水槽(容量40ℓ)に収容し、配合餌料を投与しつつ12月27日まで飼育した。水温は加温した水槽は20℃前後、無加温水槽は日により変動が大きく1.7～9.5℃であった。結果は海水加温が23尾、海水無加温が23尾、淡水加温が19尾、淡水無加温が14尾の生残であった。2月10日に10尾を比重1.017の $\frac{3}{4}$ 海水から比重1.009の $\frac{2}{4}$ 海水に入れたが、別に異常は無かった。以上のことから従来モクズガニ種苗は海水から淡水に直接移してもその影響は無いと言われているが、その時の種苗の大きさ、活力などで影響が出る場合もあり、ある程度の馴致を行ってから放流したほうが無難と思われる。

生残尾数は1月中旬の大量斃死や共食いなどで減耗し、2月13日の計数時で1,300尾であった。

要

約

- 1) 外卵を抱いた中海産の親ガニ11尾を用いてふ化状況を調べた。9尾より135万尾のふ化幼生が得られ、2尾はショックやストレスにより正常にふ化しなかった。親ガニの搬入からふ化の完了までの日数は最短が4日、最長が12日、平均8日であった。
- 2) 1ℓ三角フラスコを用いて飼育条件の検討を行った。海水の濃度はZ₁からZ₆までは $\frac{3}{4}$ 海水を、Z₆～Mまでは $\frac{2}{4}$ ～ $\frac{4}{4}$ 海水が適当であった。餌料種類は植物プランクトンのみでは不可でワムシやブラインが必要だが、餌料価値はブラインが優れているようであり、植物プランクトンの添加

は歩留りにあまり関係なかった。適正飼育密度は判然とした結果が得られなかったが、他の魚種と同じトン当たり2～5万尾ではなかろうか。人工海水のみでZ₅までは飼育出来たので天然海水との混合を含めて使用出来ると思われる。内水面は海水が得にくいので換水割合を少なくしたいがZ₃～Z₄あたりまでは換水なしでも良さそうである。通気が強いとZ₁～Z₂では影響があり適当に弱める必要がある。

- 3) 春期の予備試験では約10万尾のふ化幼生から約1,000尾の稚ガニを生産し、隣接する河川に放流した。
- 4) 秋期は延べ34トンの飼育水槽を使用し、125万尾のふ化幼生から6,620尾の稚ガニを生産したが、生残率は0.5%と低かった。その原因については $\frac{4}{5}$ 海水で行った水槽が多かった。ふ化幼生の収容密度が高い水槽があった、ふ化幼生の活力の弱いものがあった、餌料が不足の時があった、水質維持が困難であったなどが考えられた。
- 5) 大型水槽で生産した稚ガニを2ケの1トン水槽に収容し加温しながら継続的に飼育した。途中淡水馴致の失敗、共食いなどにより減耗し2月13日の計数時に1,300尾であった。大きさは甲幅2mmのものが1月20日に平均4.7mm、3月15日に平均6.6mmとなっているが次第にバラツキが大きくなって来ている。

文 献

- 1) 森田豊彦：モクズガニ *Eriocheir japonica* DE HAAN の交尾習性について、甲殻類の研究第6号別刷、(1974)
- 2) 石田雅俊：モクズガニの生態と増殖に関する研究、福岡県豊前水産試験場研究業務報告別刷(1974)
- 3) 吉田 司：モクズガニ幼生の飼育、淡水魚第5号、(1979)
- 4) 八塚 剛：モクズガニの幼生の人工飼育について(第1報)、日水試、10(1)、(1948)
- 5) 森田豊彦：モクズガニ *Eriocheir japonica* DE HAAN の発生学的観察、動物学雑誌、83、(1974)
- 6) 脇野 孝：モクズガニ種苗生産、広島市水産振興協会業務報告書、43-46、(1983)

アカウニ (*Pseudocentrotus depressus* (A, Agossiz)) の

天然採苗について

勢村 均・井沢 学*

アカウニは、東京湾から九州に至る浅海の転石、岩礁地帯に分布する日本固有種である¹⁾。島根県では主として生ウニ、一部はアルコール漬として販売されている。

近年、本種の人工種苗生産が佐賀県および山口県で事業化され、100万個単位で生産されているが、天然採苗の試みは未だなされていない。

天然採苗法は人工採苗法に比べて、得られる種苗数が年々の幼生発生量および海況に左右されるという欠点をもつ。しかし、採苗施設が安価で漁業者あるいは漁協単独で実施可能なこと、および採苗期間中の管理が容易であるという利点がある。

また、各地先のアカウニ資源量はそれほど多くないので、数万個単位で採苗、放流できれば地先資源減少の防止になり得ると考えられる。そこで、筆者らは天然採苗法によるアカウニ稚ウニ生産の可能性を検討した。

材 料 お よ び 方 法

1980年2月21日－6月10日(A連)、3月12日－7月2日(B連)3月19日－7月31日(C連)3月28日－7月9日(D連)および、1981年3月11日－7月23日(E連)の間、鹿島町恵曇地先(水深30m)に採苗施設を設置した(図1)塩化ビニール製波板(厚さ0.3mm, 30cm×60cm)を2枚たがえて重ね、玉ネギ袋(43×83cm)に入れて採苗器とし、採苗器を深度0－30mにかけて(但しE連は5～15mにかけて)ロープに約1m間隔でとりつけて採苗施設とした。また、1980年2月26日－7月31日の間、以下の3種の採苗器、すなわち、①玉ネギ袋に塩ビ波板(厚さ0.3mm 30×60cm)を2枚たがえて入れた採苗器、②玉ネギ袋がふくれる程度に古網(定置身網)を入れた採苗器、③パールネット(目合5mm)にホタテ貝殻15枚を入れた採苗器を深度0～30mにかけて1m間隔で交互にとりつけた施設を設置した。

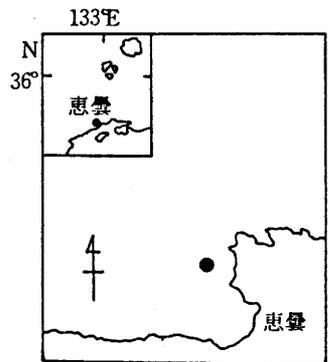


図1 採苗器設置点

* 現在 (有)丸大漁業

1) 設置時期と採苗個体数

各々の連で採苗できたアカウニ個体数は、A連：0 - 30 個体/採苗器，平均8.8個体/採苗器，B連：0 - 66 個体/採苗器，平均17.1 個体/採苗器，C連：0 - 9 個体/採苗器，平均1.7個体/採苗器，D連：0 - 20 個体/採苗器，平均1.8個体/採苗器であった。設置時期が3月12日以前のA・B連で採苗数が多く，以降の連では極端に少なかった。また，1981年の，B連と同時期に設置したE連では，3 - 23 個体/採苗器，平均8.8個体/採苗器であった。

2) 取りあげ時期と採苗個体数

採苗器取りあげ時期が最も早かったA連では，殻径2mm以下の同定不能稚ウニが約50%を占め，アカウニの平均殻径は5.2mmであった。次いで7月2日に取りあげたB連では，殻径2mm以下の稚ウニは約20%，アカウニ平均殻径7.8mmであり，7月9日に取りあげたD連では殻径2mm以下稚ウニは約8%，アカウニ平均殻径7.2mm，7月31日に取りあげたC連では殻径2mm以下稚ウニは約8%，アカウニ平均殻径7.9mmと，取りあげた時期が遅れるほど同定不能の稚ウニの出現割合は少なくなり，アカウニの平均殻径は大きくなる傾向があった(図2)。

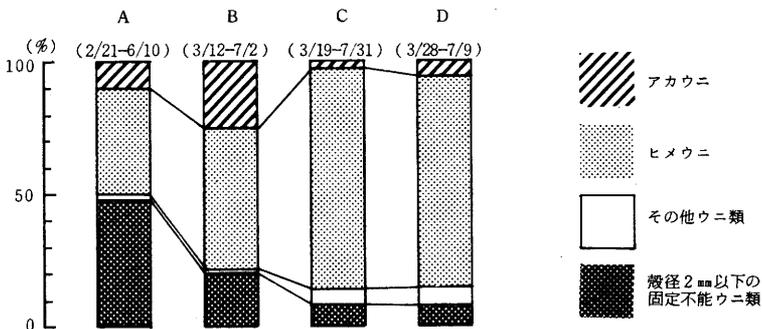


図2. 採苗器に付着したウニ類の個体数の割合

3) 採苗器設置深度と採苗個体数

深度5m毎に採苗個体数の1採苗器あたりの平均値を求め，それを深度別採苗個体数とした。その結果A連では深度5～15mにかけて，B連，C連，D連，およびE連では5～10mにかけて採苗個体数が最も多かった。また，深度別平均殻径は，A連，B連では上層ほど大きかったが，C連，D連およびE連では中～下層で高い傾向があった。なお，深度0～5m間の採苗器は波浪のため破損が著しく，A連，C連，D連ではほとんど脱落していた(図3)。

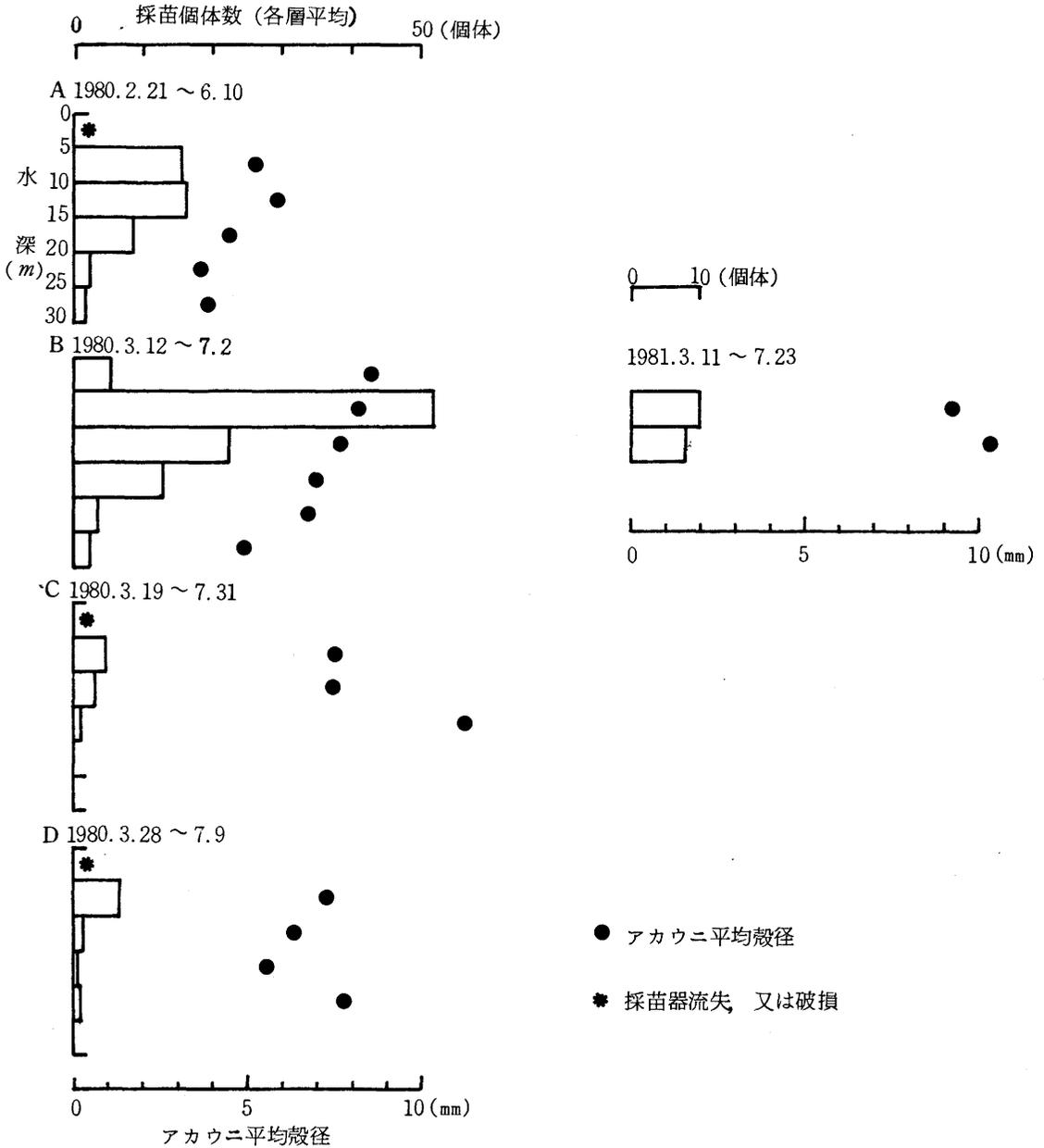


図3 アカウニ稚ウニ水深別採苗個体数および水深別平均殻径

4) 異なる付着基質によるアカウニ採苗個体数

前述の3種の採苗器別のアカウニ採苗個体数を比べると、塩ビ波板が最も多く、また、平均殻径も大きかった。反対に、古網では全く採苗できなかった。(表1)。

表1 採苗器の差違によるアカウニ採苗結果
(単位: 個体/採苗器)

付 着 基 質	アカウニ平均 採苗個体数
1. 塩 び 波 板	2.9 (8.8)
2. 古 網	0
3. ホ タ テ 貝 殻	0.3 (8.0)

() 内は平均殻径

5) その他のウニ類

採苗器に付着したウニ類では、ヒメウニ (*Temnotrema sculptum* (A. Agassiz)) が最も多く、バフンウニ (*Hemicentrotus pulcherrimus* (A. Agassiz)) およびハリサンショウウニ (*Tennopleurus (Toreumatira) reevesi* (Gray)) がごくわずか出現した。なお、アカウニはヒメウニに次いで多く出現した(図2)。

考 察

以上の結果より、アカウニ稚ウニは2月~3月中旬、深度5~10 mにかけて多く付着し、付着基質として塩ビ波板が比較的良好なことが分かった。しかし、採苗個体数は最高66個体/採苗器、平均1.7~17.1個体/採苗器と少なかった。

角田²⁾は山口県のアカウニ生殖巣指数の季節変化を観察し、産卵盛期を11~12月頃と推定した。また、山辺³⁾はアカウニ幼生の飼育を行ない、ふ化から付着までの期間を約40日とした。

これらより島根県沿岸域のアカウニ稚ウニの付着盛期を推定すると、12月~1月中旬となり、採苗施設設置時期より早い。しかし、1980年のB連と、同時期に設置した1981年のE連の採苗個体数を比較すると、E連はB連の約 $\frac{1}{5}$ である。以上より、本種の産卵期、および海況は年により変動すると考えられる。

また、A連よりB連で採苗個体数が多かったが、この一因として、エゾバフンウニの天然採苗時に指摘されたように、付着板の珪藻群集の形成状態に差異があったことが考えられる⁴⁾。

今後、沿岸域のアカウニ産卵期、浮游幼生の形態、稚ウニの付着生態を調査し、さらに採苗器の耐波性の改善を行えば、天然採苗個体数の増加の可能性があると考えられる。

引 用 文 献

- 1) 椎野季雄：水産無脊椎動物学，培風館，東京，1969, PP345
- 2) 山口外海水試：昭和 52 年度事業報告，48 - 53, (1978)
- 3) 山辺 晃：水産増殖，10(4)，213 - 219, (1962)
- 4) 川村一広：Ocean Age, MAY, 65 - 69, (1978)

日本海南西海域におけるヤリイカの漁業生物学的研究 - I

— トロール採集物からみた成長と成熟について —

北 沢 博 夫

緒 言

ヤリイカ *Loligo bleekeri* Keferstein は北海道から九州の日本近海に広く分布する¹⁾。日本海南西海域においても沿岸から沖合にかけて広く分布し、底びき網、定置網、一本釣等各種漁業の秋から春における重要な漁獲対象種のひとつである。特に本海域で操業している2そうびき沖合底びき網漁業では、1976年以降総漁獲量の20%前後(1975~1981年の平均漁獲量で約8,000 t)を占める重要種であり、10月から2月にかけてはヤリイカを主対象として操業されていることが多い。しかし、その重要性に比べて本種の生態が十分に解明されているとは言えない。現在までに、北海道から九州にかけての海域で、数々の調査、研究が行われ、知見が収積されてきているが^{2)~19)}、日本海北部の調査が多く、日本海南西部での報告は少ない^{2)~8)}。また、調査方法、調査対象も市場における数少ない漁獲物調査と人工礁関係の産卵生態調査であり、周年にわたる調査は少ない。

さらに、調査報告については、例えば、本種の寿命を1年とする説^{1) 2)}と1年以上とする説^{9) 10)}がみられるように、異なる見解や海域間の差がみられる。そこで、日本海南西海域におけるヤリイカの生態解明を目的として、1983年9月から1986年4月にかけて島根県沖を中心にトロール調査を実施した。

本報では、その採集物を主とした生物測定資料から、本海域におけるヤリイカの成長と成熟および産卵に関する知見を求め、若干の

考察を加えて報告する。本論に先立ち、この興味深い課題を教示された前島根県水産試験場長 児島俊平博士、山崎繁場長に深く謝意を表す。また、本稿をまとめる段階で論議に加わって頂いた安達二朗海洋資源科長、村山達朗研究員にも御礼申し上げる。さらに海上作業、測定資料の整理に従事された試験船の乗組員諸氏、臨時職員諸嬢に厚く謝意を表す。

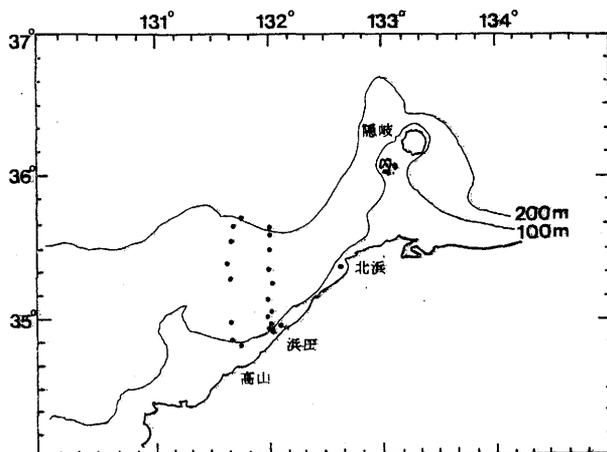


図1 調査海域と標本採集地点

材 料 と 方 法

用いた材料は島根県西部海域を中心とした日本海南西海域(図1)においてトロール網(曳網水深80~200m)で採集されたヤリイカである。表1に調査概要を示した。得られた材料は冷凍保存の上、適宜解凍して外套背長(ML, 以下体長という)、体重(BW)生殖腺重量(GW)を測定し生物統計資料とした。測定尾数は雄1,229尾, 雌1,557尾, 性別不明個体641尾(体長, 体重測定)であり, その他に体長組成を推定するために雄1,238尾, 雌1,862尾, 性別不明個体1,958尾の体長を測定した。各調査月の体長組成の推定は, 各月の調査点における測定体長組成を採集尾数に引き延ばし, 各調査点を集計して行った。

肥満度および熟度指数については次の式で求めた。

$$\text{肥満度} : f = BW/ML^2 \times 10^3$$

$$\text{熟度指数} : GI = GW/BW^2 \times 10^2$$

(ただし, ここでのGWは雄が精巣と貯精のう, 精莢のう, 雌が卵巣と輸卵管の重量である。)

また, 若干の成熟個体について卵巣卵数, 輸卵管内卵数, 精莢数を計数し, 交接痕のある雌については, 輸卵管開口部に植えつけられた精莢の数を計数した。

表1 ヤリイカ採集尾数と測定尾数

採 集 月 日	採 集 尾 数	測 定 尾 数	体長測定尾数	採 集 方 法
1983 9.19~21	1,647	262	362	トロール
11.15	100	34	66	"
12.21~22	620	159	471	"
1984 2.20~21	127	76	51	"
3.13~14	33	33	-	"
5.15~18	21	21	-	"
5.23	?		66	板曳
6.29	?		50	中層トロール
7.12	194	194	-	トロール
8.23	558	58	-	"
9.11~12	431	164	267	"
10.24~25	379	269	110	"
12.21	1,928	159	542	"
1985 2.26~27	481	210	48	"
3.13~15	339	291	-	"
4.23~25	39	39	586	"
8.20~24	1,104	196	621	"
9.25	795	174	880	"
10.21~23	1,404	231	190	"
11.27	671	64	360	"
12.26	514	154	83	"
1986 1.20	379	118	45	"
2.12	273	228	18	"
3.11~12	211	193	-	"
4.14~17	59	59		"
TOTAL		3,387	5,058	

結 果 と 考 察

1. 体成長について

1) 体長組成について

1983年から1986年採集されたヤリイカの月別推定体長組成を図2に示した。これを見ると、1985年5月に体長10mm～30mmと200mm前後にモードがみられ、明らかな2峯型の分布となる以外は、各月ともほぼ連続した体長分布を示した。また、体長組成は時間経過に伴って大きい方に移行しており、ヤリイカの成長している様子が認められるが、その連続性は4月ないし5月でみられなくなる。以上のことから、本海域でのヤリイカの寿命(卵期を含めた生命周期)は村上・真道⁹⁾や赤羽¹⁰⁾がそれぞれの報告で示唆したような1年をこえる寿命(前者が2年、後者が15年のものもいと示唆)ではなく、松井¹¹⁾ ARAYA¹²⁾が指適したようにほぼ1年と考えられる。

さて、1984年5、6月に示した体長12～48mmのものは5月が水深40mでの板曳(底びき)、6月が水深52m、曳網水深30mで採集されたもので、80m以深のトロール調査では5、6月に小型個体は採集されなかった。本海域では7月から80m以深での分布がみられ、その体長は40～90mmである。体長の分布型をみると7月ないし8月まで体長範囲は比較的狭く、単純な分布型を示しているが雄に特徴的にみられるように9月以降体長範囲が広がり、体長組成も複雑な分布型を示すようになる。この傾向は12月から2月に最も強くなり、雌雄の小型のものとは大型のものとの最大体長差は雄で250mm(1985年2月)、雌で200mm(1986年2月)であった。3月以降は12月から2月に比べ、体長範囲は狭く、組成もやや単純になる。さらに詳しく体長組成の変化をみると、1983年度では標本数が少なく特徴的ではないが、1984・1985年度では前者が2月から3月、後者が1月から2月にかけて大きな変化を示す。すなわち、2月あるいは1月にみられる雄の250mm以上、雌の200mm以上の体長モードが翌月にみられなくなり、全体に小型化しているという特徴がみられる。これについて、本調査では沿岸部の調査をしておらず、ヤリイカの生息域全体を調べていないためはっきりとは言えないが、沖合と沿岸の漁況の違い⁸⁾、沿岸漁獲物の体長組成⁶⁾から判断して、大型個体が沿岸部に移動すると考えるのが最も妥当である。他の海域においては、北海道南海域で4～6月¹²⁾、常磐海域で1～3月¹¹⁾に本結果と同様の体長組成の変化が示されて、それぞれ発生期の異なる群の加入によるものとされている。

雌雄の体長差について、10月以降の性の判別可能な組成をみると、体長100mm以上で雄の組成は雌のそれに比べ大きい方にずれており、雄は雌に比べて成長のよいことがわかる。雌雄に成長差が現われる時期や体長は幼イカの性判別が困難いため明確ではないが、体長組成の分布型から判断して7～8月、体長70～90mm頃と推定される。この雌雄の成長差の出現時期や体長については、松井が示した常磐沖と大きな違いはみられない。

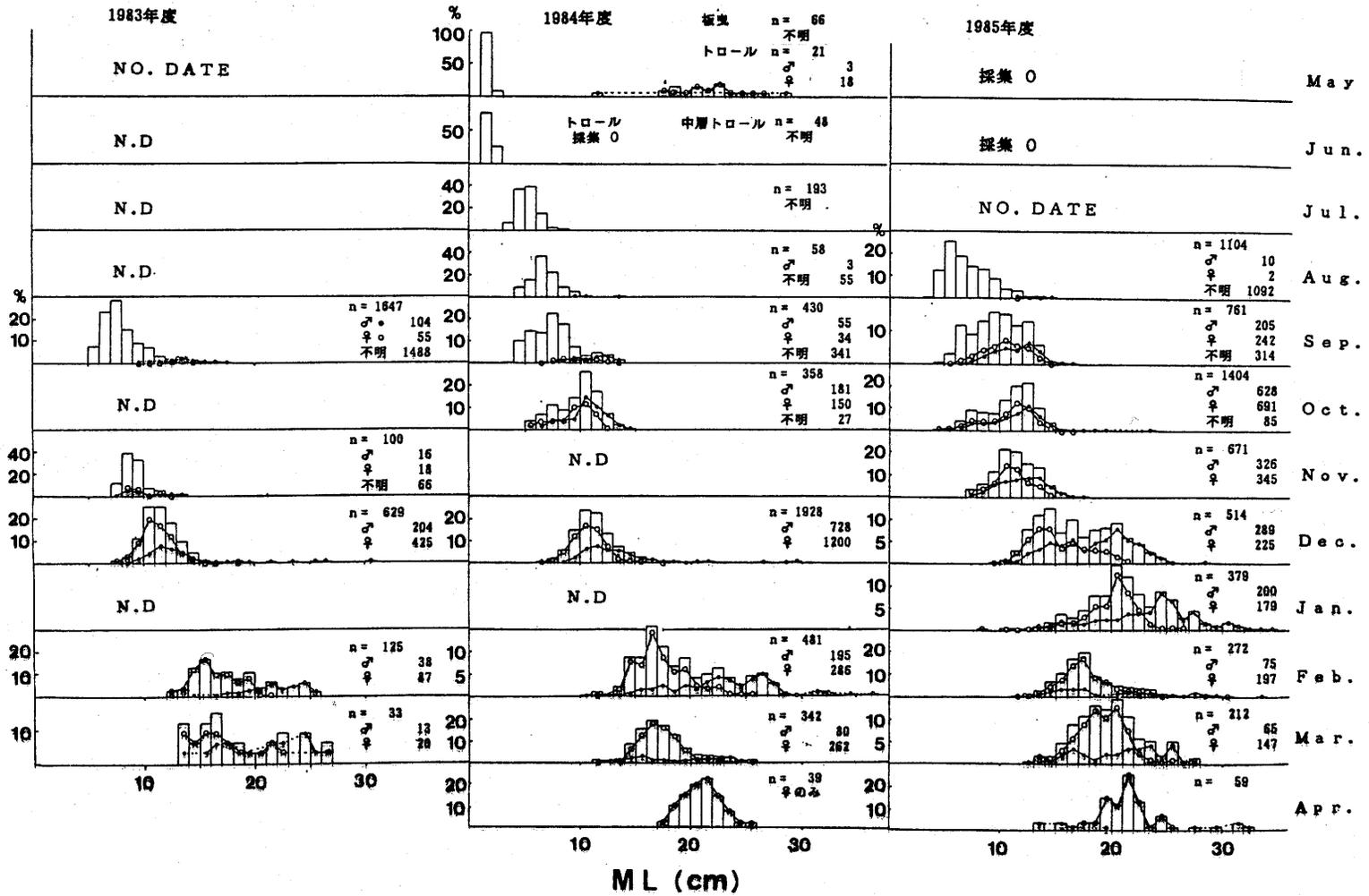


図2 ヤリイカ体長組成の経月変化

2) 体成長の推定

各調査ごとの平均体長とその標準偏差を図3に示した。ただし、1983年の11月、1984年の10月、1985年の9月以前の黒丸は雌雄を区別せず求めた平均体長である。

平均体長の時間的変化をみると、1983年度、1984年度では似かよった傾向を示し、12月から2月にかけて雌雄とも急激に大きくなっている。その後、雌では引き続き大きくなるが、雄ではあまり変化しないか小さくなっている。1985年度では雌雄とも11月から1月にかけて大きくなり、1月から2月には逆に小さくなる。そして、その後また少しずつ大きくなるという変化を示す。

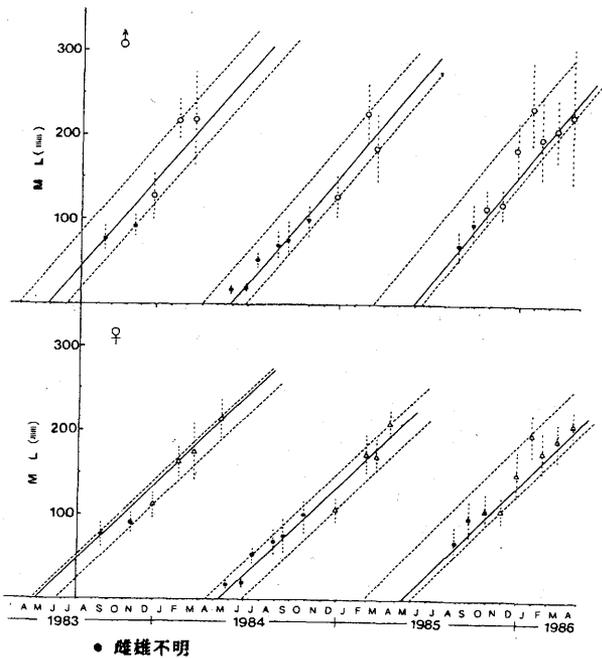


図3 平均体長の時間変化

この平均体長の時間変化はある程度ヤリイカの成長を示しているものと考えられる。ARAYAは平均体長の経日変化からヤリイカの成長を直線式で求めている。図3に示した実線と破線は平均体長と時間(単位時度は旬)との関係で、実線は3ヶ年分の資料を直線回帰させて求め、破線は年ごとに各月の平均体長がすべて破線内にはいるように実線を平行移動させたものである。ここで、直線の傾斜はヤリイカの成長を、また、時間線に示された破線の幅は発生盛期を表わしていると考えられる。直線式で求めたヤリイカの成長式は、 t を月令、体長を mm で示すと以下のとおりである。

$$\text{雄} : ML = 21.85 t \quad (r^2 = 0.898) \quad \text{雌} : ML = 17.90 t \quad (r^2 = 0.939)$$

ARAYAの示した成長は、10月から2月にかけて、1日当りの成長量が体長にして雄1.3mm、雌1.1mmであるが、本調査で10月から2月の平均体長を用いてそれを求めると、雄1.1、雌0.7mmとなり、雌雄とも本海域がやや小さい値となる。また、ARAYAは求めた成長式を体長範囲に当てはめ発生期を推定し、産卵期とフ化日数から推定された発生期とはほぼ一致していることから成長式の妥当性を示した。ここでも同様の方法で求めた成長式から発生期を推定したが、主発生期は5月上旬となるものの、発生期間は10月から翌年の10月という結果になった。しかし、後述するように成熟状態等から推定される本海域での発生期間は2月から6月であり、上述の結果とは一致しない。これらのことについては、ARAYAが10月から2月という平均体長の大きくなる期間の資料を用いて、成長式および発生期を推定したのに対し、本結果では4月まで平均体長の大きくなる傾向がみられ、全資料を用いて推定したための違いと思われる。ただ、10月から2月の1日当り成長量の違いは

北海道南西海域と本海域で成長差のある可能性も示唆する。

一般に、成長式については直線式の他に1分子反応式およびロジスティック式が考えられる。両者ともその適用に当っては、 l_t と l_{t+1} (あるいは $1/l_t$ と $1/l_{t+1}$) の関係が直線状に並ぶことが前提である。しかし、ここでは平均体長の経月変化は不規則な場合がある。そこで、性別の判明している資料から、平均体長が前月より大きくなる組み合わせを選んで l_t , l_{t+1} の1次回帰式を求め、1分子反応式のパラメータ、 l_∞ とKを推定した。4月を発生月とした1分子反応式の成長式を示す。

$$\text{雄} : l_t = 360(1 - e^{-0.16087(t - 3.8132)})$$

(回帰式 $n = 5$ $r^2 = 0.690$)

$$\text{雌} : l_t = 247(1 - e^{-0.40947(t - 6.5905)})$$

(回帰式 $n = 6$ $r^2 = 0.709$)

また、上式で求めた l_∞ から4月を発生月として、性別不明個体も含めてロジスティック式を計算すると以下のとおりとなった。

$$\text{雄} : l_t = \frac{360}{1 + e^{2.9070 - 0.3140t}}$$

($n = 23$ $r^2 = 0.902$)

$$\text{雌} : l_t = \frac{247}{1 + e^{2.6058 - 0.3494t}}$$

($n = 25$ $r^2 = 0.926$)

表2に実測体長と4月を発生としたそれぞれの成長式による計算体長を、図4に発生期と体長範囲から推定される成長範囲および成長曲線を示す。表4では実測体長が、1985年度の例にみられるように、時間経過に伴って急激に大きくなったり、逆に小さくなるため、計算体長とかけ離れた値となる月もみられる。しかし、発生月の異なる群が交代しながら成長しているとすれば(1985年

表2 ヤリイカ体長の実測値と計算値

実 測 値			計 算 値				
月	年 1983-4	1984-5	1985-6	(1)	(2)	(3)	
雄	5	(16.4)		22		25	
	6	(19.6)		24		33	
	7	(52.3)		66		44	
	8	(69)	(70.3)	87		58	
	9	(77.5)	(75.8)	(98.7)	109		75
	10		(98.1)	115.5	131	107	95
	11	(91.8)		120.3	153	104	119
	12	128.4	128.3	184.8	175	175	145
	1			233.4	197	204	173
	2	216.8	225.5	197.8	219	227	201
	3	218.8	185.1	208.7	240	247	228
	4			224.7	262	264	253
5							
雌	5	(16.4)		18		23	
	6	(19.6)		36		32	
	7	(52.3)		54		43	
	8	(69)	(76.3)	72		57	
	9	(77.5)	(75.8)	(97.8)	90		74
	10		(98.1)	108.6	107		93
	11	(91.8)		109	125		114
	12	112.1	107.3	152.2	143	108	135
	1			197.8	161	155	156
	2	164.1	173	177.6	179	186	175
	3	175.5	171.5	191.7	197	206	191
	4		210.6	210.8	215	220	205
5	214.7			233	229	216	

計算体長は4月発生とした値 (1) 直線式 (2) 1分子反応式 (3) ロジスティック式

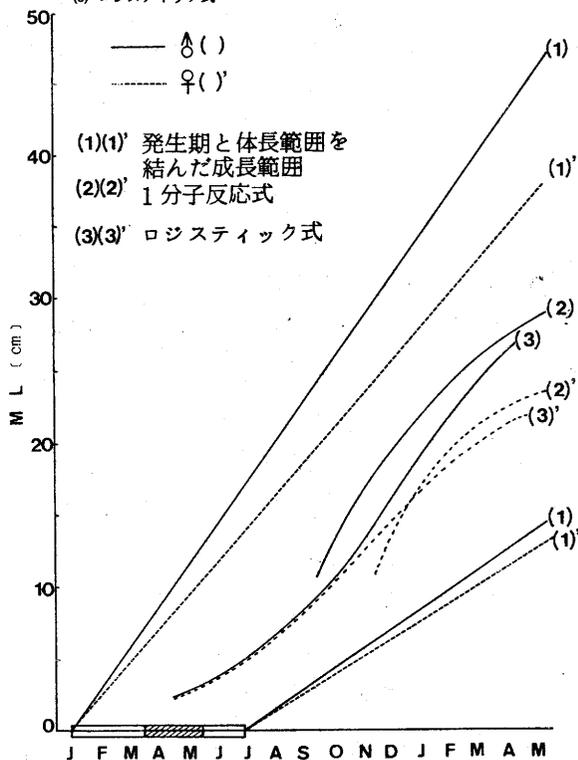


図4 推定体長範囲と成長曲線

度例では1986年1月までが2～4月発生群、2月以降が4～6月発生群と思われる) 上述した成長式は本海域におけるヤリイカの成長をほぼ平均的な形で表わしていると考えられる。そのことは図4からも明らかである。この3つの成長式の比較から、ヤリイカの成長様式を推察すると、最も寄与率の高いロジスティック型が想定される。しかし、直線式でも指摘したように、どの成長式にしても発生期の違い(時間原点の移動)だけでは図4に示した成長範囲を満たすことはできない。

このことについては、ヤリイカが年魚であり、索餌期における成長差が極めて大きい¹³⁾と考えられるが、個体間の成長差だけでなく、発生期の違いによる餌料環境等の変化のために発生期ごとの成長も異なる。すなわち、発生期の早いものは成長がよく、遅いものは成長が遅いという可能性もある。

2 成熟および産卵について

1) 産卵期および発生期の推定

本調査におけるヤリイカの成熟個体(雄は精莢のうに精莢を、雌は輸卵管内に卵を持つ個体)の出現は12月末からであった。図5に成熟率の経月変化を示した。図をみると、12月から2月にかけて成熟率は急激に高くなり、3月以降は各年、雌雄とも100%近い成熟率であることがわかる。

この結果は、田中⁷⁾が本調査海域より西部の日本海で操業する沖底の漁獲物調査から示した成熟率の季節変化と一致しており、日本海南海域のヤリイカ成熟状況を代表すると考えて大きな間違いはないであろう。

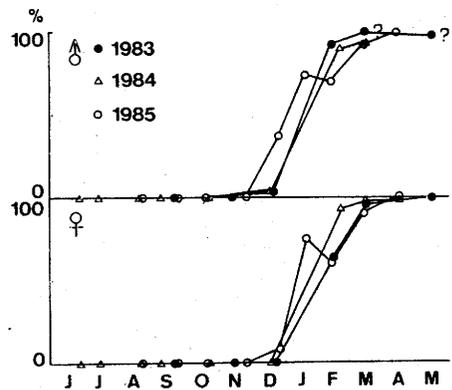


図5 成熟率の経月変化

交接について、1983年度は観察せず、1984年度は輸卵管開口部、1985年度は囲口膜上と輸卵管開口部の2ヶ所について観察した。その結果では、交接は成熟個体を対象として行われるようであり未熟雌に交接痕はほとんどみられなかった(1986年4月に2個体みられた)。交接痕は1985年度の場合1月からみられ、既交接雌の成熟雌に対する比率は1月78.9%、2月80.4%、3月92.7%、4月97.9%と時間の経過につれて増加した。交接と産卵については浜部²⁾、横山¹⁴⁾が飼育槽での観察から同時的、同所的に行うとしているが、自然の状態でもそのように交接産卵するとすれば、本海域におけるヤリイカの産卵期は1月から親魚の漁獲される5月までと推定される。この推定産卵期始めについては、松山⁵⁾が浜田沖で行ったヤリイカ産卵礁の調査において、1月に卵のうの付着がみられたことと一致する。また、その盛期については、成熟率、採集された雌尾数等から判断して2～4月が中心となろう。さらにフ化日数に関する知見^{3) 14) 15)}から推定すると、発生期は2月から6月(標本数が少ないため、図4には少し幅を持たせて示した)で主発生期は3～4月と考えられる。

2) 産卵量および産卵形態

ヤリイカの産卵量については諫早らが平均1,200~2,000粒, 松山らが1,600~5,000粒, 富岡ら¹⁶⁾が約2,000粒と報告している。しかし, それらは1回の産卵行動による産卵量と考えられ, 雌が産卵期間中に1度の産卵で死亡するのか, 分割産卵するのかには触れられておらず, 1尾当りの総産卵量についてはわかっていない。ここではヤリイカの再生産関係を知る上で重要な問題と考えられる総産卵数を推定するために, 1回当りの産卵数と産卵回数について検討する。

まず, 1回の産卵数であるが, 1984, 1985年の2, 3月に得られた成熟雌40尾の輸卵管内卵と卵巣内卵(卵径0.5mm以上)を抽出計数したところ, 輸卵管開口部に交接痕のあるものと無いもので卵数に違いがみられた。その違いは, 前者の輸卵管内卵数は31~1,415粒で平均652粒, 後者のそれは545~1,387粒(平均978粒)であり, 卵巣卵では前者が645~6,612粒(同2,506粒), 後者が925~4,295粒(同2,312粒)と前者の変動幅が顕著なことである。このことについては, 産卵期の推定で述べたように交接と産卵が同時的, 同所的に行われているとすれば, 交接雌が産卵活動中のために生じた違いと考えられる。すなわち, 輸卵管内の卵数の少ないものは産卵終了前であり, 多いものは産卵始めで, 間のは産卵途中であると考えられる。とすれば, ヤリイカは1回の産卵で輸卵管内の最大量を産卵し, その産卵量は500~1,500粒(平均1,000粒)と推定される。これは諫早らの示した産卵量に比べるとやや少ないが, 横山はよう卵数が産卵初期に少なく後期に多いと報告しており, あながち間違っているとは思われない。

次に産卵回数であるが, 図6に各月の熟度指数の頻度分布とその経月変化を示した。まず成熟雌についてみると, 各月の分布型はあまり単純な形を示さず, 特に産卵後期になるとばらつきの大きくなる傾向にある。モードはあまりはっきりしないが, 1984年度の2月では10前後と15前後に, 1985年度の4月には10, 15, 20前後にみられるように, 熟度指数にして5前後の間隔で区分されそうである。

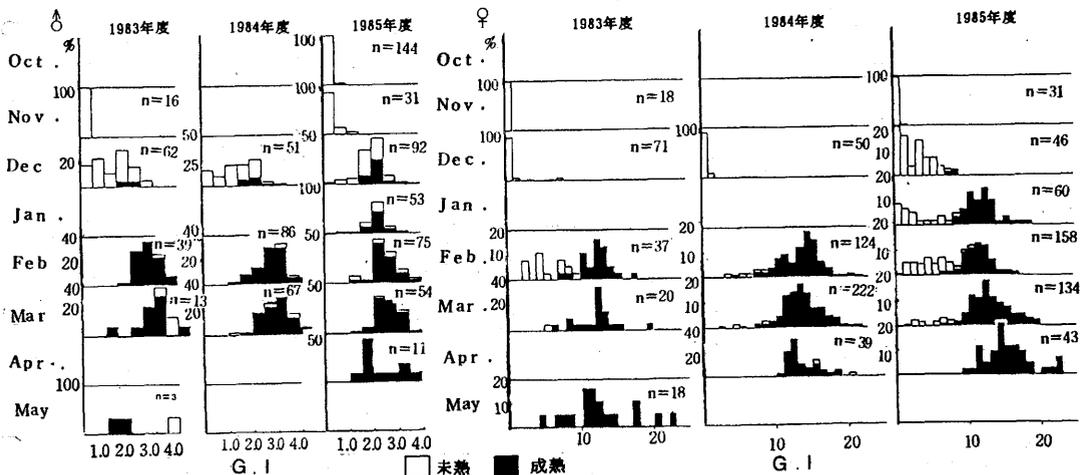


図6 ヤリイカ熟度指数の頻度分布とその経月変化

この熟度指数の5という値は体重の5%ということであり、成熟した雌の輸卵管重量にほぼ対応する(1985年度の成熟雌における輸卵管重量の体重比は月平均で、1月6.2%、2月5.2%、3月5.2%である)。したがって、このモード間の差は輸卵管重量による差すなわち、産卵回数による差ということが考えられる。その考えに従えばモードの数から産卵回数は2~4回と推定され、先に示した1回の産卵量から1尾当りの総産卵量は2,000~4,000粒と推定される。

次に雄についてであるが、成熟雄の熟度指数の分布型は12.1月までが正規型で、2月以降の分布は熟度指数の小さい方に広がっているように思われる。雄の生殖腺重量は雌は比べると小さく、この図から多回交接しているかどうかは判断できないが、浜部⁹⁾は飼育槽で多回交接を示唆する観察報告をしており、自然状態においても十分にその可能性が考えられる。雄の持っている精莢数と雌に植えつけられた精莢数の計数からその可能性をみると、1986年3.4月の雄で200~400本(測定数5尾)の精莢を持っていたが、同時期に採集された雌の輸卵管に植えつけられた精莢数は5~25本(測定数2尾)であり、開口膜上への植えつけ数もそう多くないと思われることから十分に可能であると判断される。

さて、以上述べてきたことについては、熟度指数の示す意味という根本的な問題とともに、熟度指数の分布状態が、標本中に成熟、産卵過程の様々な段階を含むため、標本による偏りであるという問題も考えられる。また、産卵量の推定で産卵活動中とした2.3月の調査ではヤリイカ卵のうが採集されなかった(4・5月期には標本と同時に卵のうがトロール網で採集される)等疑問点もあり、今後、産卵場の確認や卵径分布の測定等から上記の推論を検討する必要がある。

3) 成熟、産卵期における群性状の変化

他海域ではヤリイカの体長組成、体長-体重関係、性比等の群性状が成熟、産卵期をさかいに变化することが指摘されている。^{10) 11) 12) 13)}しかし、その多くは未熟期と成熟期で区分し、その詳しい時間的変化には触れていない。本調査における体長組成については先に述べたが、やはり2~3月という推定産卵期の初期から盛期にかけて、大型個体が消えるという現象がみられた。そして、そのことについては大型群が沿岸へ移動するためだろうと推定した。ここでは、他の群性状とその時間的変化について検討する。

④ 体長と体重の関係

体長10mm階級ごとの平均体重から $BW = aML^b$ の回帰式を求めた(ただし、性別の不明な体長80mm以下の階級については雌雄に差がないものとして扱った)。回帰式は次のとおりである。

$$\text{雄} : BW = 6.727 \times 10^{-4} ML^{2.264}$$

$$\text{雌} : BW = 8.038 \times 10^{-4} ML^{2.224}$$

この式からは体長100mm前後まではあまり差がないが、それ以降は雄が雌にくらべてやや体重の重いことがわかる。さてその時間的変化についてであるが、図6に未熟期(7~12月)と成熟、産卵期(1~5月)の体長-体重関係、および石井が北海道南西海域で求めたそれを示した。

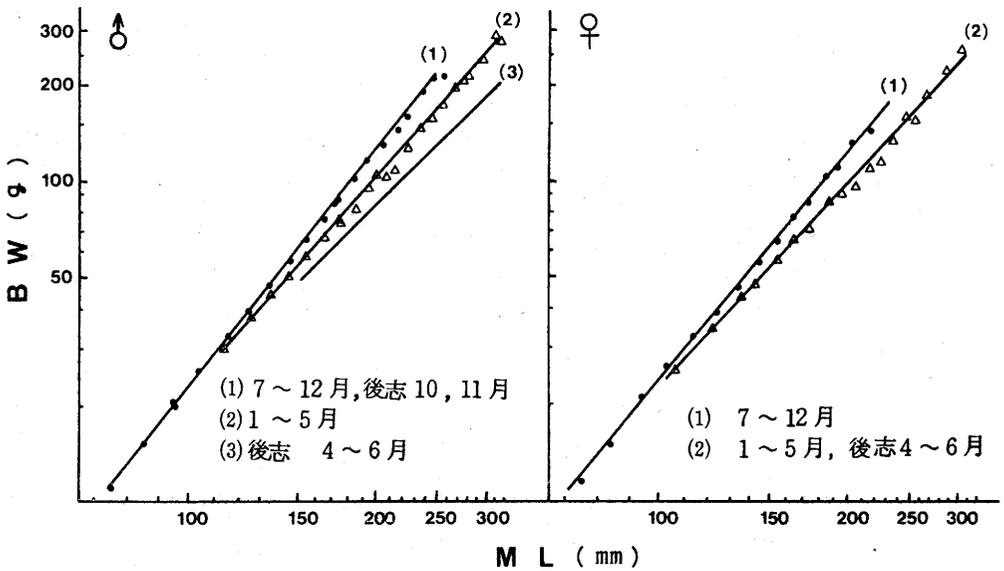


図7 ヤリイカの体長と体重の関係

石井は雄の未熟期と成熟、雌の成熟、産卵期について関係式を求めているが、図をみると、未熟期の雄と成熟、産卵期の雌については本海域とよく一致している。成熟、産卵期の雄については本海域のものの方が北海道南海域のものよりも重い傾向にある。

表3に月ごとの体長-体重関係式および体長200mmでの計算体重を示した。11月までは200mm以上の個体は出現しないため表に書いていないが、12月以降、時間の経過とともに体長に対する体重が小さくなる傾向が雌雄ともみられる。本海域では先に述べたように12月から成熟が始まり、1月から産卵が始まると考えられるが、体長-体重関係の変化は成熟、産卵期の進行とともに、変化していくことがこの表からみられる。このことについては石井らが述べたように産卵活動に伴うエネルギーの消耗に起因する変化と考えられる。

表3 各月の体長-体重関係式 ($BW = aML^b \times 10^{-4}$) と体長200mmの計最体長

調査年月	a		b		体長200mmでの計算体重(g)		
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
1983.	9	5.643	8.069	2.302	2.229		
	11	11.69	7.661	2.146	2.237		
	12	8.231	4.391	2.246	2.376	121	127
1984.	2	4.714	38.934	2.320	1.908	103	96
	3	9.432	3.622	2.175	2.349	95	92
	5	131.0	12.114	1.642	2.111	79	87
7		1.249		2.662			
8		4.383		2.381			
9	1.068	2.528	2.677	2.484			
10	5.876	6.558	2.289	2.259			
12	6.689	5.448	2.276	2.315	115	116	
1985.	2	15.907	14.628	2.086	2.096	99	97
	3	13.78	16.448	2.105	2.061	96	90
	4		4.863		2.271		82
8		5.851		2.312			
9	4.052	4.559	2.378	2.355			
10	2.784	3.723	2.457	2.395			
11	1.678	5.541	2.574	2.331			
12	5.447	6.329	2.326	2.296	123	121	
1986.	1	6.640	10.85	2.273	2.317	113	112
	2	5.150	11.038	2.318	2.166	111	106
	3	9.974	24.44	2.166	1.933	96	97
	4	16.91	15.42	2.074	2.074	101	91

⑥ 体長と生殖腺重量の関係

ここでは時間的な変化をみるために、月ごとの標本がよくそろっている1985年10月から1986年4月の測定資料をもとに、生殖腺重量0.1g以上の個体について体長と生殖腺重量の関係を図8に示した。この関係は各年ほぼ同様の傾向を示す。図をみると、雌雄ともある程度直線的関係を示すが雌は雄に比べると体長に対する生殖腺重量の増加傾向が急激でありある程度の大きさ(体長150mm)にならないと生殖腺が発達しない傾向にある。また、成熟個体と未熟個体の関係をみると、雄では未熟個体と成熟個体が混在しているのに対し、雌では明瞭に区別される。

図8に示した直線は各月の標本ごとの体長と生殖腺重量の関係を示したもので、直線上の数字は月を示す。直線式を表4に示したが、月ごとの関係では4月の雌

を除いて比較的よく直線にのる。関係式の経月変化をみると、雌雄とも時間の経過に従って、体長200mm前後をさかいに大型のものは体長に比較して生殖腺重量が小さくなり、逆に小型のものは生殖腺重量が大きくなるという傾向がみられる。また相関係数の値も小さくなり、ばらつきが時間経過とともに大きくなっていることを示す。

体長に対する生殖腺重量のばらつきについては他海域でもみられ、石井らは成熟、産卵群の測定から放精、放卵の初期から末期に至るいろいろな段階の個体が含まれているためと考えた。上述した結果でも、産卵後期になるにつればらつきが大きくなることから、石井らの考えは妥当であると思われる

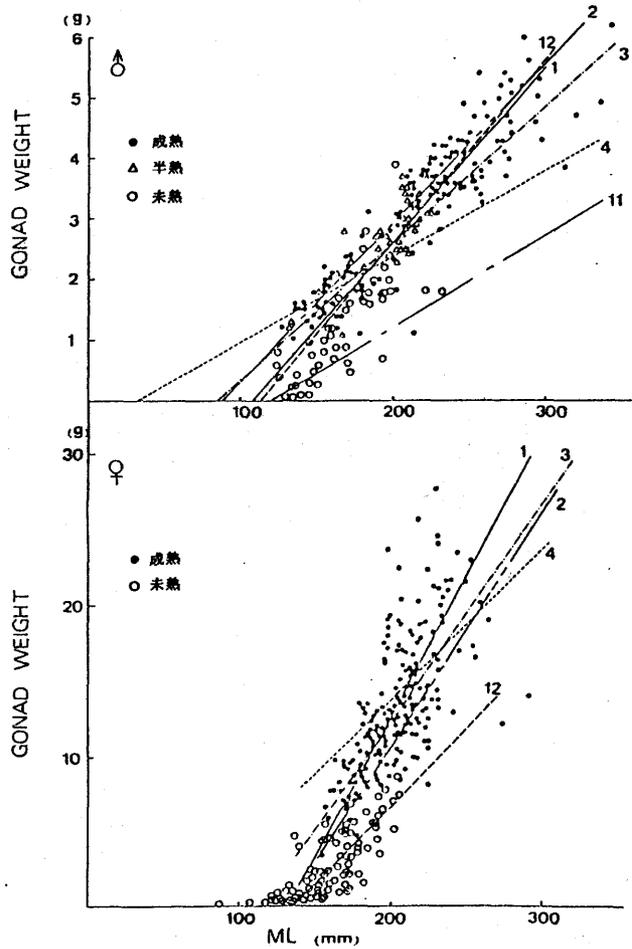


図8 体長と生殖腺重量の関係
(直線上の数字は月を示す)

表4 1985年11月から1986年4月における体長と生殖腺重量の関係式 (GW=aML-b)

調査年月	a	b	r	n
♂ 1985.11	1.524 × 10 ⁻⁴	1.82	0.845	11
1 12	3.029	3.45	0.929	91
1986 1	2.872	3.10	0.962	53
2	2.626	2.31	0.932	73
3	2.291	1.96	0.861	55
4	1.457	0.53	0.903	11
♀ 1985 12	0.107	14.43	0.869	47
1986 1	0.190	24.89	0.889	51
2	0.157	20.27	0.886	98
3	0.145	16.55	0.829	89
4	0.110	7.38	0.455	42

る。ただ、相対成長式の時間的変化にみられる規則性は、成熟段階の異なる個体の混在だけでは説明できず、本種の成長と成熟の関係に深い意味を持つものと考えられる。大型個体で生殖腺重量が相対的に減量することについては、前述した多回交接、分割産卵の個体が増えていくためとすれば説明できるが、問題は小型個体の生殖腺重量の増加である。このことについて、生殖腺の未発達な0.1g以下の個体の出現状況をみていくと、雄では12月以降、雌では1月以降まったくみられず、12月ないし1月をさかいに大型個体はもちろん、小型個体についても生殖腺が発達過程にはいっていると判断される。この時期、大型個体と小型個体の体長差は200mmにも達し、小型のものは大型のものと同じ発生期でありながら成長の遅れたものとは考えにくく、発生期の遅れたものと考えられる。以上のことは、本種の生殖腺の発達が雌雄に程度の差はあれ、体成長や年齢だけでなく、他の何らかの要因にも影響されていることを示唆している。その要因についてであるが、鷲尾¹⁷⁾らおよび松井¹⁸⁾は産卵群の漁獲状況から、本種の産卵群が水温に敏感であることを示しており、産卵の前段階である成熟過程にも水温が何らかの影響を及ぼすことが十分に予想される。

◎ 性比

図9に性比(♀/♂+♂)の経月変化を示した。ただし、性の判別個体の少ない標本は省いた。これをみると、11月から1月ないし2月までは性比が40~70%程度で変動しているが、3月以降になると雌の比率が70%以上になり、時間の経過につれて雌の比

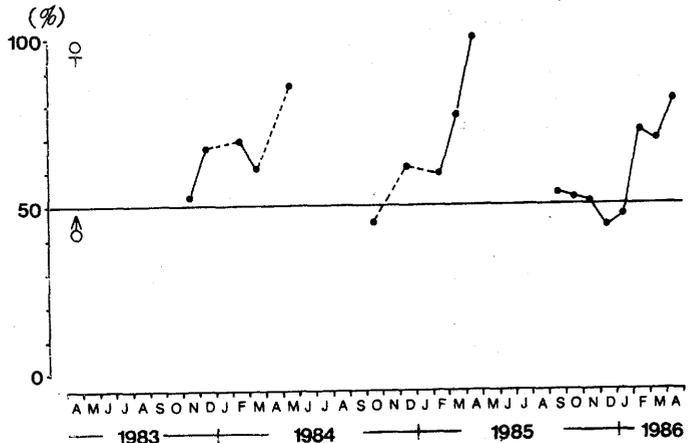


図9 性比の季節変化

率が高くなる傾向がみられる。性比の変化については松井、ARAYA、石井、赤羽、山形県¹⁹⁾らがそれぞれの海域で報告しているが、それぞれ比率と季節の違いはあれ、漁後期に雌の比率が大きくなるという特徴を示す。性比がどの程度ヤリカの群性状を示しているのか疑問はあるが、この特徴について、松井、石井らは雄が先に産卵場を離れて死ぬという本種の特徴によるものと推論している。本調査では80m以深という限られた海域しか調査しておらず、その推論の是非については判断できないが、可能性としては十分考えられる。

◎ 肥満度と熟度指数

図10に群平均肥満度の経月変化を示した。なお、1983年の9.11月、1984年の7~9月と11月および1985年の8月については性の判別が困難であったため同一の数値を参考として示した。肥満度は一般に系群指標のひとつ²⁰⁾と考えられるが、ここでは太り具合、すなわち個体群の成育状態を示す指標と考えた。図10では1985年度が前2年に比べて雌雄とも大きな値を示し、年による肥

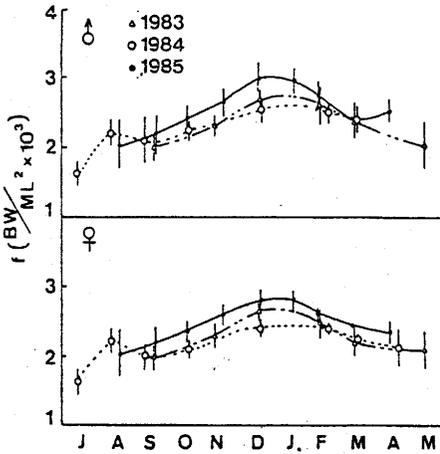


図 10 群平均肥満度の季節変化

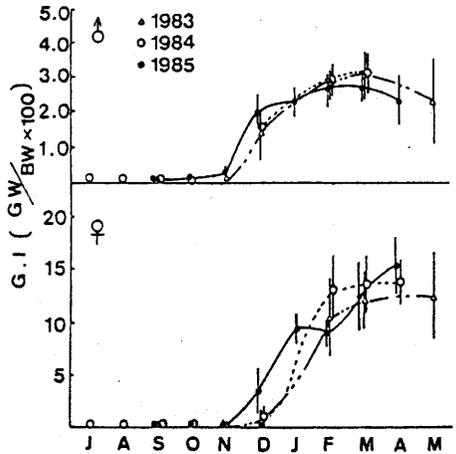


図 11 平均熟度指数の季節変化

満度の違い、成育状態の違いがあることを示唆する。経月変化では、各月とも12月から1月に肥満度が最大となり、以後小さくなるという傾向を示している。これはヤリイカが12月から1月までは太り、それ以降やせるということであり、体長-体重関係でも示されたことであるが、12月から1月をさかいに群として成育状態が変化することを示唆する。

熟度指数については図6にその頻度分布の時間変化を示した。分布の時間変化で特徴的なことを2.3述べると、①雄で2.5以上、雌で10以上の熟度を示すものはほとんどが成熟している。②雄では1月以降熟度1以下という熟度の低い未熟個体は出現しないが、雌では3月頃まで熟度の低い未熟個体が出現する、などが挙げられる。②で示したことは熟度の高まり、すなわち生殖腺の発達が雄では全体的に急激にみられるのに対し、雌でも急激にはみられるものの雌全体としては、段階的に進むというように、生殖腺の発達状況に雌雄間の違いがあることを示唆する。図11に平均熟度指数の時間的な変化を示した。図をみると、肥満度と同じように、1985年度が前2年と比べてやや異った傾向を示すが、時間的には雌雄とも11月ないし12月から熟度指数が高くなり、雄では2月、雌では3月程度に最大となっている。

以上に述べてきた肥満度と熟度指数の関係をみると、肥満度がピークに達する12月頃は熟度指数の増加期に当たり、蓄積したエネルギーで熟度を高める、すなわち生殖腺が発達することを示唆する。このことは、体成長の側から言えばエネルギーを奪われることであり、生殖腺の発達が体成長を抑制することが考えられる。

⑥ 最小成熟形の出現状況

最小成熟形の出現状況について表5に示す。表をみると、1983年度の雄や1985年度の雌に特徴的にみられるように、時間を経るほど最小成熟形は小型化している傾向がみられる。1983年度の雌や1983・1985年度の雌などではあまり変化していないようにみられるが、最小成熟個体より

小さい個体が採集されておらず、相対的に成熟個体が小型化していると言える。一般に最小成熟形が異なる場合は系群の違いが考えられる。しかし、本調査で示した結果は時間経過に伴う変化であり、変化の様子も急激ではない。また、体長組成（図2）からみても大型群、小型群とするほどのものとは考えられない。したがって、この最小成熟形の時間的変化は発生期の違いによる成長差、およびこれまでに示してきたヤリイカの成熟過程（11月から12月にかけて急激に生殖腺が発達する）により生じたものと考えられる。

3. ヤリイカの生態解明のための一考察

これまでにヤリイカの成長と成熟、産卵期における群性状の変化について述べてきた。ここではそれらについて整理し、成長と成熟との関係から本種の特性について考察する。まず、成長と成熟について本結果から推論されることを以下に述べる。

1. 寿命はほぼ1年で産卵（分割産卵）、交接（多回交接）後は死ぬ。
2. 成長は発生期によって異なり、発生期の早いものは成長がよく、遅いものは成長が悪い。
3. 生殖腺の発達は体成長や年齢だけでなく、他の要因にも影響されている。
4. 雄の生殖腺の発達はある時期をはきんで体長に関係なく始まるが、雌についてはある程度体長に関係し、雌雄による性成熟過程が異なる。
5. 生殖線の発達は体成長を抑制する。

さて、ヤリイカについては既往の知見の中で、漁期の進むほど小型個体が出現するとか、漁獲物（成熟、産卵期）の体長組成で雌は比較的単純だが雄は極めて複雑な組成であることが示されている。そのことについて、産卵期および発生期が長く、索餌期の成長差が大きいとされるが、小型群の出現や、雌雄の体長組成の差についてはそれだけでは説明できない。しかし、上記の推論に従えばかなりの部分が説明できる。すなわち、発生期の遅れたものは成長が悪く、また、生殖腺の発達が成長を抑制し、生殖腺の発達が年齢や体長だけでなく時間的な要素を含めた何らかの要因によって始まるとすれば、漁後期のもは早いものに比べて小型になるであろうし、生殖腺の発達に示される雌雄の差と、生殖腺の発達による体成長の抑制が雌雄間の体長組成の差を生じる原因と考えられる。また、以上のことを総合していくと、時間的な関係から本種がその発生期によって寿命が異なる。すなわち、発生期の早いものは成熟までに時間がかかり寿命は長い、発生期の遅いものは成熟までの期間が短かく寿命も短いということが考えられる。

これらの考察については、推論で示した事項に限られた時間と空間で得られた資料をもとにしたものであり、かつ状況証拠的なものであるため、実証的な観点では多くの疑問があるものと思われる。

表5 最小成熟個体の経月変化

調査年月	体長範囲		最小成熟形	
	♂	♀	♂	♀
1983 12	84-308	74-185	214	129
1984 2	145-259	123-214	145	138
3	139-236	130-257	139	130
5	110-281	175-262	110	175
12	83-292	68-171	152	-
1985 2	118-368	118-254	118	140
3	113-255	114-255	115	134
4	-	172-256	-	172
12	103-257	92-219	140	189
1986 1	131-353	87-262	141	164
2	125-335	117-301	125	151
3	128-275	131-253	128	137
4	136-328	170-256	136	170

しかし、ヤリイカの生態および資源状態を明らかにしていくために今後の調査を進める上でひとつの作業仮説になりうるものと考えられる。

文 献

- 1) 奥谷喬司：日本近海産+腕形頭足類（イカ類）分類・同定の手引・東海水研報 74, 83-111 (1973)
- 2) 浜部基次他：ヤリイカ *Loligo bleekeri* KEFERSTEIN の交接行動 日水研年報 No. 3, 131-136 (1957)
- 3) 浜部基次：ヤリイカ *Loligo bleekeri* KEFERSTEIN の初期発生について 日水研年報 (6), 149-155 (1960)
- 4) 大野明道他：ヤリイカ産卵魚礁効果調査 島根水試事業報告, 昭和 53 年度, 59-82 (1980)
- 5) 松山康明他：構造物に産着していたヤリイカの卵について 島根水試研究報告, 第 3 号 26-30 (1981)
- 6) 島根県水産試験場：出雲東部大規模増殖場開発事業調査報告書 島根水試資料 No. 7 26-39 (1981)
- 7) 田中伸和：対馬周辺海域のヤリイカ産卵生態調査 島根水試事業報告, 昭和 53 年度 55-58 (1980)
- 8) 北沢博夫他：沖合漁場開発調査（ヤリイカ資源調査）島根水試事業報告, 昭和 58 年度 36-49 (1984)
- 9) 村上子郎他：天草周辺における重要生物の資源学研究-VII アオリイカ・ヤリイカ・ケンサキイカの体長組成及び年級について, 日水試, 15(4), 161-165 (1949)
- 10) 赤羽光秋他：ヤリイカの生態と大規模増殖場開発事業の展開方法 栽培技研 10(1), 43-50 (1981)
- 11) 松井 勇：常磐海域におけるヤリイカの産卵期および成長 日水学会東北支部会報 (24), 7-12 (1973)
- 12) Araya & Ishii : Information on the fishery and ecology of the squid *Doryteuthis bleekeri* in the waters of HOKKAIDO Bull HOKKAIDO Reg Fish Res Lab, No.40 1-13 (1974)
- 13) 石井 正他：北海道後志海域におけるヤリイカの漁業と生態に関する 2.3 の知見, 北水研報, 41, 31-48 (1978)
- 14) 横山善勝：北海道後志海域におけるヤリイカの生態と水槽内での産卵・孵化, 北水試月報, 41, 1-23 (1984)

- 15) 諫早隆夫他：イカ卵の一種について (No.10), 第6 ヤリイカ卵の受精と産卵, 北水試旬報 (257) 5 から引用 (1934)
- 16) 富岡紀久：ヤリイカの生態と増殖対策, 「さいばい」No.31 (社) 月裁協 20-26 (1984)
- 17) 鷲尾圭司他：京都府沿岸に來遊するヤリイカの漁獲量変化の特徴について, 京都海セ研報 6, 7-11 (1982)
- 18) 松井 勇：福島県沿岸産ヤリイカ資源の漁業生物学-I 分布および移動, 福島水試研報 2, 9-18 (1974)
- 19) 山形県：大規模増殖場造成事業調査報告書 (ヤリイカ), 8-49 (1986)
- 20) 吉原友吉他：水産資源学 (改訂版), 共立出版, 東京, 24-36 (1969)

日本海南西海域におけるドスイカについて* (抄録)

由木雄一・北沢博夫

テカギイカ科、ドスイカは冷水性広域分布種で三陸沖および日本海から北西太平洋一帯にかけての水深 300 m 以深に多量に分布している。日本海沖合礁を中心とした調査でもその出現量・頻度ともに高く、生物生産量が比較的貧困と言われている日本海中層水塊内生物群集中の数少ない卓越種の 1 つとして数えられている。また、名角らは潜在資源としての可能性を指摘し、日本海南西海域における本種の分布、繁殖生態を明らかにしている。更に、内藤らはスルメイカ資源の極端な減少からドスイカ等の利用が高まってきているとして、北太平洋、ベーリング海、オホーツク海における本種の分布・食性等を明らかにしている。著者らが行った調査でもドスイカは多数漁獲され、その資料から本種に関する産卵生態、成長、食性等について若干の知見を得たので報告する。

材 料 と 方 法

用いた材料は島根県の沖合域において中層トロール(曳網水深 35 ~ 180 m) と底曳(曳網水深 287 ~ 665 m) で漁獲されたドスイカである(表 1)。

得られた資料は外套背長、体重、生殖腺重量、胃内容物、卵巣卵数、輸卵管内卵数、精莢数の測定および計数を行った。卵巣卵数は全体の 1/2 を計数し、輸卵管内卵数と精莢数は全数を計数した。卵径の測定は万能投影器で拡大して 0.5 mm 以上のものについてのみ行った。また、交接痕のある雌については外套腔内面に植えつけられていた精虫囊の数を計数した。生殖腺の熟度指数 GSI は、生殖腺重量(雌が卵巣と輸卵管、雄が精巣と精莢囊の重量) GW (g)、体重 W (g) から次式を用いて求めた。

$$GSI = GW \times 10^2 / (W - GW)$$

表 1 供 試 材 料

採集年月日	個体数	漁 具
1980. 6. 10	1	中層トロール
7. 29	6	"
1981. 3. 3	1	"
6. 25-26	51	底 曳
7. 7-15	213	"
1982. 2. 17-19	321	"
4. 15	235	"
9. 17-19	417	"
1983. 3. 10	239	"
合 計	1,484	

* 日本水産学会誌 Vol 52, No. 4 (1986) に発表した。

結 果 の 概 要

結果は日水誌（第52巻4号）にすでに報告してあるので詳細は省略するが概要は次のとおりであった。

1. 生物学的最小形は雌が外套背長180 mm, 雄が130 mm前後と推定された。
2. 産卵期は12～5月頃でその盛期は2～3月と推定された。
3. 孕卵数（0.5 mm以上の卵）は6,000～10,000粒前後で、雌1尾1回の産卵数は400粒程度で分割放卵するものと思われる。
4. 本種は外套背長50～60 mm前後までは表層生活を送り、それ以上の個体では近底層生活をするものと思われる。
5. 雌は約2年で性成熟に達し、雄は雌より早く約1.5年で性成熟に達する。また、寿命は雌が2年余り、雄は雌と同程度かもしくはそれよりやや短いものと思われる。
6. この海域のドスイカの成長式は月数を t 、外套背長を ML (mm) とすると次式で表せる。
雌 $MLt = 206.9 (1 - e^{-0.186(t-6.070)})$
雄 $MLt = 179.5 (1 - e^{-0.120(t-5.570)})$
7. ドスイカの主餌料は成長の過程で、甲かく類、キュウリエソ、ホタルイカおよびホタルイカモドキ、魚類と変化し、特にキュウリエソとホタルイカの依存度が高い。

スルメイカの生殖腺発達についての 統計学的考察* (抄録)

安達 二郎

スルメイカの体成長と生殖腺の発達の特徴として、雌雄による成長差が認められ全般に雌が大型であること、雄性先熟であること(浜部, 1965; 新谷, 1967; 名角, 1967; 通山 ほか, 1972)があげられる。しかしながら、これらはすべて観察結果によるものである。また成熟に関しては、雄の成熟に達する時期が雌に比較してどの程度早いのか具体性に乏しく、またその原因についてもまったく触れられていない。ここでは未熟および成熟個体の体重と生殖腺重量との関係から雌雄の体成長に伴う生殖腺の発達の相違について検討したので報告する。

要 約

スルメイカの体重と生殖腺重量の関係から雌雄の生殖腺の発達について検討した。得られた結果は次のように要約される。

- 1) 体重 (B.W) と生殖腺重量 (O.W T.W) の関係は直線回帰し、その関係式は使用した標本において

雌は 未熟期について

$$O.W = 0.021 (B.W - 50.5)$$

成熟期について

$$O.W = 0.033 (B.W - 200.0) + 5.785$$

雄は 未熟期について

$$T.W = 0.038 (B.W - 54.3)$$

成熟期について

$$T.W = 0.021 (B.W - 150.0) + 6.684 \text{ と表わされた。}$$

- 2) これらの回帰式から生殖腺の発達開始平均体重は、雌が 50.5 g, 雄は 54.3 g と推定された。生物学的最小形は雌が 200 g, 雄は 150 g で、その時の平均生殖腺重量は卵巣が 5.785 g, 精巣は 6.684 g と推定された。
- 3) 雌雄の未熟期と成熟期の回帰直線は、体重がそれぞれ 200.0 g, および 150.0 g で交わる可能性のあることが推定された。
- 4) 雄の成熟時期は雌よりも、ほぼ 1ヶ月早いことが推定された。

* 水産海洋研究会報 第40号 (1982) に発表した。

スルメイカの産卵様式と産卵数の推定* (抄録)

安達 二郎

魚類の資源研究において、再生産機構を研究追求することは、基本的な内容の一つである。スルメイカについては浜部 (1962) が産卵実験により、産卵行動と初期発生および孵化、孵化直後の幼生の観察などの産卵生態および、発生学的研究をしている。しかし産卵様式とか産卵数といった数量面での研究はほとんどなく、唯一、新谷 (1967) が 30 ~ 50 万粒という産卵数を報告しているにすぎない。

魚類の産卵様式は個体数調節機構の重要部分を占める産卵数を規制すると考えられる。すなわち産卵数は卵母細胞の大きさの度数分布におけるモードの数および、1 生殖期間中の産卵回数によって決定されるであろう (例えば、Nakai, 1963)。このような考え方にもとずき、日本海南海域で漁獲されたスルメイカの熟度と卵径分布の関係から、産卵様式と産卵数を推定した。

要 約

日本海西南海域で漁獲されたスルメイカの熟度と卵径分布の関係から、産卵様式と産卵数を推定した。得られた結果は次のように要約される。

- 1) 熟度と卵巣卵の平均卵径との関係は、未熟個体では熟度が進むにつれて平均卵径が大きくなっていく。また成熟個体では、熟度に関係なく平均卵径は一定である。
- 2) 成熟個体における熟度と輸卵管卵の平均卵径との関係は無関係で、平均卵径は一定である。
- 3) 成熟個体における卵巣卵と輸卵管卵の卵径分布は、正規分布であると考えられる。それぞれの平均卵径は 0.821 mm と 1.199 mm である。
- 4) 卵巣卵は未熟卵主体、輸卵管卵は成熟卵であることから、産卵様式としては 2 峯分割産卵が考えられる。また、2 回産卵が推測される。
- 5) 1 回の産卵数の範囲は、30,000 ~ 310,000 粒と推定され、平均的に 100,000 粒が産卵されると推定される。

* 昭和 59 年度イカ類資源研究会議研究報告 (北海道区水産研究所, 1985) に発表した。

日本海西部海域におけるスルメイカの資源構造 および秋生まれ群の資源診断* (抄録)

安達 二郎

日本海に分布するスルメイカは、発生持期の相違から、冬生まれ、秋生まれ、および夏生まれの3系群が想定されている。秋生まれ群は、本州の沿岸域を離れて沖合に分布回遊する。冬生まれ群は本州から北海道およびサハリンの沿岸域を中心に分布回遊する。夏生まれ群は、主として佐渡島以南の本州沿岸域に分布し、地方群的性格が強い(日本海イカ類研究チーム 1984)。

しかし、これらのことは、日本海全体については一般的にいえることかもしれないが、スルメイカの北上の出発点にあたる日本海西部海域では、それほど単純ではなく、おそらく、春季には、日本海西部沿岸あるいはそれ以西で越冬した前年生まれた夏生まれ群、秋生まれ群、そして本年生まれた冬生まれ群はそれぞれがオーバーラップして分布していると推察される。また北上期には各系群は沿岸沖合の区別なしに回遊し、季節を問わずどれかの系群が時空的にオーバーラップすることも考えられる。このような考え方により、3系群が季節的にどのように分布し、どのような構造になっているのかを検討した。あわせて、その検討結果に基づいて、秋生まれ群の資源診断で試みたので報告する。

要 約

浜田港における銘柄別漁獲量と銘柄別外套長組成から、日本海西部海域におけるスルメイカの系群構造を推定した。あわせて、秋生まれ群の資源診断を試みた。得られた結果は次のように要約される。

- 1) 1984年の5～12月では、どの季節においても、いずれかの系群が時空的にオーバーラップしていた。これは、年によって量的な混合割合は変化しても普遍的であると考えられる。
- 2) 秋生まれ、冬生まれ、夏生まれの3系群がオーバーラップしていたのは、1984年10月であった。

* 昭和59年度イカ類資源研究会議研究報告(北海道区水産研究所 1985)に発表した

3) 分離した各系群の成長式は次のように推定された。

$$\text{夏生まれ} \cdots \cdots l_t = 223.2 (1 - e^{-0.4127(t-1.7058)})$$

$$\hat{S}(l_\infty) = 0.93$$

$$\hat{S}(K) = 0.17979$$

$$\hat{S}(t_0) = 1.07510$$

$$\text{秋生まれ} \cdots \cdots l_t = 243.1 (1 - e^{-0.4838(t-3.5408)})$$

$$\hat{S}(l_\infty) = 1.93$$

$$\hat{S}(K) = 0.27961$$

$$\hat{S}(t_0) = 1.69829$$

$$\text{冬生まれ} \cdots \cdots l_t = 230.1 (1 - e^{-0.4943(t-3.4582)})$$

$$\hat{S}(l_\infty) = 5.07$$

$$\hat{S}(K) = 0.64$$

$$\hat{S}(t_0) = 3.42$$

ただし、 l : mm t : 月令

- 4) 秋生まれ群の資源水準は低く、現在の漁獲の力のもとでは完全な乱獲状態にあると判断される。
- 5) 秋生まれ群を正常な状態にするためには、現在の魚獲努力を半分以下にするべきである。あるいは現在の漁獲量を60%位に下げるべきであろう。

日本海南西海域におけるホタルイカの 産卵と成長* (抄録)

由 木 雄 一

ホタルイカモドキ科、ホタルイカの分布は広く日本海、太平洋、オホーツク海におよぶ。日本海における本種の分布構造はキュウリエソと類似し、DSLの主要構成体の1種となっており生物生産上重要な位置を占めている。また、産卵期に富山湾の浅所に大群をなして来遊し漁獲されることで知られるように産業的価値も高い。このため、本種についての研究は比較的多いが、その生活史の多くの部分が未解明である。特に日本海におけるホタルイカの生態は不明な点が多い。著者らの行った調査(中層トロール網漁具開発研究)においてホタルイカはウマヅラハギ・キュウリエソ・ヤリイカ・ハタハタ・ホタルイカモドキに次いで漁獲が多かった。したがって、この資料から本種の資源生物学的特性を明らかにするための調査を行い、若干の知見を得たので報告する。

材 料 と 方 法

用いた材料は図1に示す日本海南西海域において中層トロール(曳網水深: 35~180 m, 魚どり部の目合13 mm)で漁獲されたホタルイカ(表1)と、ノルパックネット(4, 5月はマル特プランクトンネット)による0~150 mの鉛直曳で採集されたホタルイカの卵および稚仔である。

採集した卵、稚仔は5%ホルマリン溶液で固定し種の同定と計数を行った。漁獲されたホタルイカは現場で10%ホルマリン溶液で固定し、実験室で外套背長、体重、生殖腺の測定を行った。外套背長35 mm以下の雌の生殖腺はほとんどのものが0.04 g以下と非常に小さかったので、ここでは雌の場合が外套背長35 mm以上、また、同様の理由で雄の場合が30 mm以上の個体についてそれぞれの生殖腺の測定を行った。雌の場合、輸卵管内卵数は全数、卵巣卵数はシャーレの中で卵塊をよく分離し全体の $\frac{1}{6}$

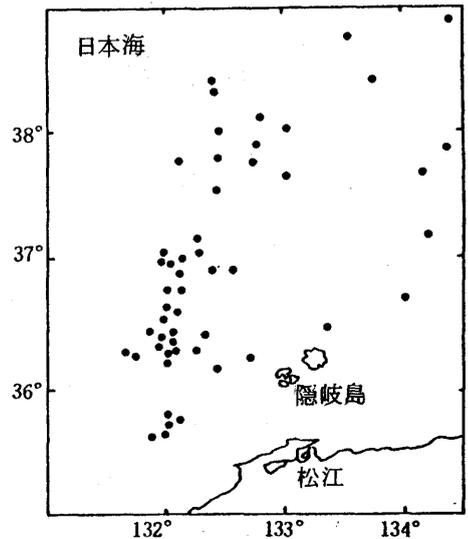


図1 調査海域

* 水産海洋研究会報 第49号 (1985)に発表した

～%を計数し、卵径の測定は万能投影器を拡大して0.2 mm 以上のものについてのみ行った。雄の場合は精莢囊内の精莢の全数を計数した。生殖腺の熟度指数G S Iは、生殖腺重量GWg, 体重Wgから次式を用いて求めた。

$$G S I = G W \times 10^2 / (W - G W)$$

結 果 の 概 要

結果は水産海洋研究会報(49号)に報告してあるので詳細は省略するが概要は次のとおりであった。

1. ホタルイカの生物学的最小形は雌が40 mm, 雄が35 mm前後である。
2. この海域におけるホタルイカはほぼ周年産卵するが、その盛期は4～6月である。また、本種の主群の交接期は冬期の1～3月と推定された。
3. 孕卵数(0.2 mm以上の卵)は5,000～10,000粒とかなり変異がある。また、雌1尾1回の産卵数は400～600粒で分割放卵するものと思われる。
4. 雄は8～9ヶ月で成熟し、雌は11～12ヶ月で性成熟に達し産卵するものと思われる。また、寿命は雄が11～12ヶ月、雌が12～13ヶ月程度と推定された。
5. この海域におけるホタルイカの成長式は月数をt, 外套背長をML mmとすると次式で表わせる。

雌 : $ML t = 66.5 (1 - e^{-0.128(t - 0.475)})$

雄 : $ML t = 59.2 (1 - e^{-0.160(t - 0.579)})$

表1 供 試 材 料

採 集 年 月 日	個 体 数
1977. 9. 17 - 18	173
11. 18	53
1980. 7. 28 - 29	61
1981. 1. 8 - 9	275
3. 2 - 3	135
4. 21 - 22	84
1982. 6. 9	120
10. 13	105
合 計	1,006

ケンサキイカの体型の検討及び成長式の推定* (抄録)

安達二郎・大野明道

魚類等の成長式を推定する目的は、成長過程の解明にあると考えられるが、実際には実測値の特徴を明示し、成長過程を記述することに役立つことにある。ケンサキイカの成長式を推定するにあたっては、ケンサキイカの中に、ケンサキイカ型とブドウイカ型の2型が存在し、ブドウイカは便宜的に地方亜種として取りあつかわれているため(奥谷 1979)、その2型が同じものであるか否かをまず検討する必要がある。

ケンサキイカとブドウイカとでは、分布生態上の相違が報告されている(田代, 1977; 小川ほか, 1982)。これらの形態的な相違は体型、すなわち同じ外套長でも、ケンサキイカは胴囲が小さく、ブドウイカは大きいことである。漁業の現場において、初夏のケンサキイカ、秋のブドウイカと区別されているが現実にはどの季節においても、上述の2型は混在している。ここではケンサキイカ型とブドウイカ型が、亜種あるいは系群に分けられるか否かを形態学的測定結果から検討し、その上でケンサキイカの雌雄の成長式を推定した。

要 約

浜田沿岸で釣獲されたケンサキイカ、ブドウイカの体型について検討し、あわせて成長式を推定した。

- 1) 成長段階別の $\frac{1}{4}$ 胴囲長の分布型は26例のうち19例が正規分布、7例が対数正規分布であった。このことはケンサキイカとブドウイカの体型が同じであることを示している。
- 2) 外套長と $\frac{1}{4}$ 胴囲長との相対成長は劣成長である。すなわち、外套長が大きくなるにしたがって $\frac{1}{4}$ 胴囲長と外套長との比が小さくなっていくことを示している。
- 3) 雌雄の成長式は次のように推定された。

Bertalanffy の成長式

$$\begin{aligned} \text{雌;} \quad l_t &= 350 \left(1 - e^{-0.22029(t-1.65060)} \right) \\ \text{雄;} \quad l_t &= 500 \left(1 - e^{-0.10402(t-1.09222)} \right) \end{aligned}$$

* 日本海ブロック試験研究集録 第2号(日本海区水産研究所 1984)に発表した。

Robertson の成長式

$$\text{雌} ; l_t = 350 / 1 + e^{2.25111 - 0.33942t}$$

$$\text{雄} ; l_t = 500 / 1 + e$$

ただし, t ; 月令 l_t ; mm

浜田沿岸海域における海洋構造の季節変化にともなう “シロイカ”漁場形成位置の地理的变化^{*1} (抄録)

森脇晋平・小川嘉彦^{*2}

日本海南西部の浜田沿岸漁場で初夏と秋の“シロイカ”盛漁期に実施した漁業観測結果に基づき“シロイカ”漁場形成位置と海洋構造との関係を調べた。6月の観測には島根県水産試験場調査船明風(39.43総トン)、10月の観測には同・島根丸(139.06総トン)をそれぞれ使用し、ナンゼン観測による基準深度での水温・塩分ならびに透明度の測定を実施した。初夏には漁場は水深25m~50mの狭い水域に陸岸にそって帯状に形成されるが、秋の漁場は水深75m以深の沖合域に分散して形成される。初夏と秋の“シロイカ”漁場の海洋構造の最も大きな差異は、秋には水深75m以浅の表層に相対的に“高温・低温”な海水が出現し、初夏に漁場全体を覆っていた相対的に、“低温・高温”な水塊は75m以深にしか分布していないことである。これらのことから、秋の“シロイカ”漁場の沖合化は大きくは“シロイカ”の“低温・高温”な水塊への適応を反映した現象であると判断した。また、浜田沿岸という地域的・海況特性との関連では、この海域に出現する“底部冷水”の動向によっても漁場形成位置の変化することが明らかになった。

*1 水産海洋研究会報 第47・48号(1985)に発表した。

*2 山口県外海水産試験場

“シロイカ”漁況と流況との関係 についてのノート*（抄録）

森 脇 晋 平

山口県の日本海沿岸水域では、南東流の発達したときに“シロイカ”が補給され、漁獲量が上昇するという関係が見い出されている。しかしながら、このような漁況と流況との関係が、どこでもいつでも成り立つかどうかは調査の余地がある。そうした観点から、ここでは島根県大社沿岸水域から得られた既存のデータに基づいて、“シロイカ”漁況と流況との関係を調べた。漁獲量変動の資料としては、測流点付近の海域で操業する漁船が多数所属している大社町漁業協同組合の仕切伝票から測流期間の毎日の漁獲量と出漁隻数を集計した。流れの計測データは島根県日御碕沖の水深165 mの地点で、測流された水深は底層の150 mである。調査期間は1981年7月20日から8月10日であった。大社沖では特定の流れが発達したときにはなく、むしろ流れが停滞したときに漁獲は上昇する傾向を示した。漁況と流況との関係は海域によってかなり異なったものであると言える。こうした点については今後さらに事例研究を重ねる必要があると思われる。

* 水産海洋研究会報 第47・48号（1985）に発表した。

浜田沿岸漁場における“シロイカ”漁況と流況の 日々変化との関係を示す観測例^{*1}（抄録）

小川嘉彦^{*2}・森脇晋平

この報告では、漁場の流れの日々変動と“シロイカ”漁況変動の関係を検討した。資料は 1983 年 6 月と 10 月に日本海南西部の島根県浜田沿岸水域で行った 24 時間おきの海洋観測結果である。測流方法としては調査船で海流板を追跡するラグランジュ法を用い、調査期間中、山口県外海水産試験場の調査船黒潮丸（149.28 総トン）によって追跡することによって流況を調べた。“シロイカ”漁況の日々変動に関する情報としては浜田市漁業協同組合国府支所のイカー本釣漁船団について、日別出漁隻数、日別漁獲量を調査し、解析に用いた。風については、黒潮丸での海上風の観測結果とともに、浜田測候所における風の観測データも併わせて検討した。浜田沿岸海域では陸岸に平行な流れの変化は陸に平行な風の応力にともなっておこる。すなわち、陸岸に平行な流れは、陸岸に平行な風の応力が増大するとき強くなり、逆に陸岸に平行な風の応力が減少すると陸岸に平行な流れは弱くなる。6 月～7 月にかけて、北東流が発達した 2 日後に“シロイカ”の漁況が良くなる傾向が存在することが示された。こうしたことから、初夏の浜田沖の海域での“シロイカ”は北東流が発達したときに沖寄りに補給され、次に北東流が弱まったときに沿岸漁場に参加すると考えることができる。

*1 水産海洋研究会報 第 49 号（1985）に発表した。

*2 山口県外海水産試験場

二層密度流の界面波の不安定性限界—Ⅳ*

服部 守 男

「うるみ現象」の出現は特に内部境界面を形成する領域の温排水の挙動に深いかかわりをもっている。温排水の拡散は放流方式及びその地先海域の地形並びに気象・海象に関係がある。従って、二層密度流の界面波の不安定性に物理的機構を置く「うるみ現象」の発生の背景として、ここではこの地先に海域の流況について、放水口に近い測点に重点を置きながら全般的概要を述べる。

調査方法及び時期

小野式流速計による水深3 m層の15昼夜流況定点観測を1979年12月(秋季), '80年1月(冬期), '80年4月(春季), '80年7月(夏季), '80年10月(秋季)に亘って、島根原子力発電所の所在する島根県八束郡鹿島町地先海域漁場環境調査の一環として、東西8 km, 南北4 kmの範囲について測点数18点実施したものである(Fig 1)。

結 果 と 考 察

全般的にはN-Comp, E-Comp, の流速曲線からは1日程度の周期変動が見られることもあるが、潮汐周期の流速変動は認められない。また、沖合の各地点はよく似た流速変動を示すが、沿岸付近の地点は沖合とは異なる変動をすることがある。

潮流調和定数と潮流楕円では一般に日周潮流の方が大きい。'74年12月, '80年1月, '80年7月はO₁分潮が大きい, '55年4月は一般的にK₁分潮が大きい。'80年10月はO₁及びK₁分潮が大きい。測点8(放水口に近い定点)の結果をTable 1に示す。

流向頻度分布では, '79年12月, '80年1月にはほぼ全点で沿岸に平行な東寄りの流れが卓越している。沖合地点では'80年4月・10月は東寄り, 7月は東・西同程度で季節により定まった流れのパターンがあるわけでない。'80年1月は他季節と違い平均流速では, 15%前後でかなり速い。沿岸では'55年4月・7月・10月は北～西寄りの流れの頻度が多い。調査時季により流況が異なるようだ。測点8もこの特性の中に入っている。但し, 測点13(取水口に近い定点)では西寄りの流れの頻度が多い。これは地形的影響と考えられる。測点8の各季節の流速別流向頻度分布をFig 2に示す。

* 日本海洋学会秋季大会講演要旨集(1983)

流速別流向頻度分布からみて、強い流れは一般的に出現頻度の多い方向に見られる。測点 8 の最多出現流向の最大流速と頻度は Table 2 のとおりであった。

沖合部の最多出現流向の平均流速は、'79年 12月 は $10 \sim 15 \text{ cm/s}$ と弱り、'80年 1月 は $25 \sim 30$ と強く、その他の季節ではその中間程度であった。

恒流の継続時間と平均流速について、これは流速別流向頻度分布から調査海域を沖合、沿岸の 2 海域に分け主流方向を X、それと直角方向を Y とし実測流速成分を、X-Comp, Y-Comp に変換したものを 25 時間移動平均を施し、2 時間毎の恒流ベクトル図から求めたものを Fig 3 に示す。

全測点各時季におけるこの恒流の継続時間と平均流速の関係は Fig 4 に示されるように、西寄流より東寄流の方が大きく、 $10 \sim 20 \text{ cm/s}$ が支配的である。'80年 1月 はほぼ全点で、東寄流は 20 cm/s 以上、 30 cm/s もあったが、西寄流は 10 cm/s 以下が多い。沖合では主流 (X) 方向の恒流の変動は東寄り流が卓越している。'80年 4月 は東寄流で 30 cm/s 以上がみられた。'80年 7月 は東寄流及び西寄流が 20 cm/s 以上があった。'80年 10月 は東寄流は 20 cm/s 以上、西寄流は 20 cm/s 以下がみられた。沿岸では主流 (X) 方向の恒流変動は西寄流が卓越している。'80年 4月 東寄流は 10 cm/s 以下、西寄流 15 cm/s 以下、'80年 7月・10月 は 10 cm/s 以下であった。

自己相関係数については主流方向に 1 日周期の変動がみられることもあるが、相関係数は 0.2 程度であり卓越周期と考えられない。全体的にみれば長周期変動の卓越した流況の場と云える。

パワースペクトルでは顕著なピークは出現せず、低周波 (長周期) 域から高周波 (短周期) 域に従ってエネルギー密度が減少している (Fig 5) 12 時間以上周期の流速変動除去コロログラムで 8~12 時、24 時間以上のもので 13~24 時の間で僅かに周期がみられるが顕著でない。何れにしても長周期の流速変動が卓越している。ここは主として日本海を北上する対馬暖流の消長と、気象状況の変動から調査海域の流動変動に影響を与えているものと考えられる。

拡散係数について、12 時間以上周期成分の流速変動を除去した流速変動 (標準偏差) は数 cm^2/s で 24 時間のものより $2 \sim 3 \text{ cm}^2/\text{s}$ 程小さい。従って拡散係数としては、X・Y 方向とも 12 時間以上周期成分除去した場合を、Fig 6 に示すとおり $10^3 \sim 10^4 \text{ cm}^2/\text{s}$ で 24 以上のは $10^4 \sim 10^5 \text{ cm}^2/\text{s}$ であった。主流 (X) 方向及びそれと直角 (Y) 方向の拡散係数はほぼ同じ値を示している。従ってこの海域は等方性の乱急流場と考えられる。

Table 1 Factor off tidal ellipse

Season	Component currente				Constant	
	Name	Axis	Direction	Amplitude	Direction	Velocit
Dec. 1979	O 1	Major.	270.2°	4.4	30.7°	5.2
		Minor.	0.2	0.3		
Jan. 1980	O 1	Major.	324.3	2.4	81.0	6.9
		Minor.	54.3	0.8		
Apr. 1980	K 1	Major.	73.4	3.4	321.7	4.4
		Minor.	163.4	0.7		
Jul. 1980	O 1	Major.	291.1	4.6	298.2	1.1
		Minor.	21.1	0.3		
Oct. 1980	O 1	Major.	286.1	3.0	332.9	3.1
		Minor.	16.1	0.4		

Table 2 Maximum velocity of many occurrence frequency of current direction at Stn 8, 3m below the surface.

Season	Direction	Velocity	Frequency
Dec. 1979	NE	25 - 30	9 times (0.4 %)
Jan. 1980	E	30 - 35	1 (0.1)
	ESE	30 - 35	2 (0.1)
Apr. 1980	NNE	20 - 25	4 (0.2)
	SSE	20 - 25	3 (0.1)
Jul. 1980	W	50 - 55	1 (0.05)
Oct. 1980	NNE	25 - 30	2 (0.1)
	WSW	25 - 30	2 (0.05)
	W	25 - 30	1 (0.05)

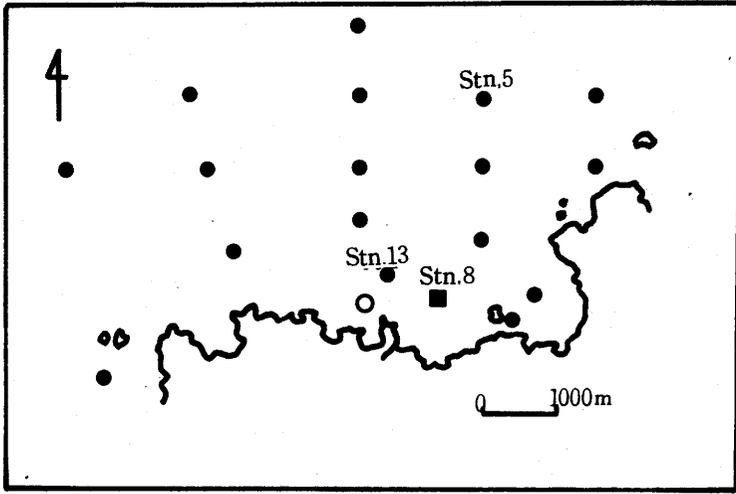


Fig 1 The location of the sampling stations

○ Discharge point

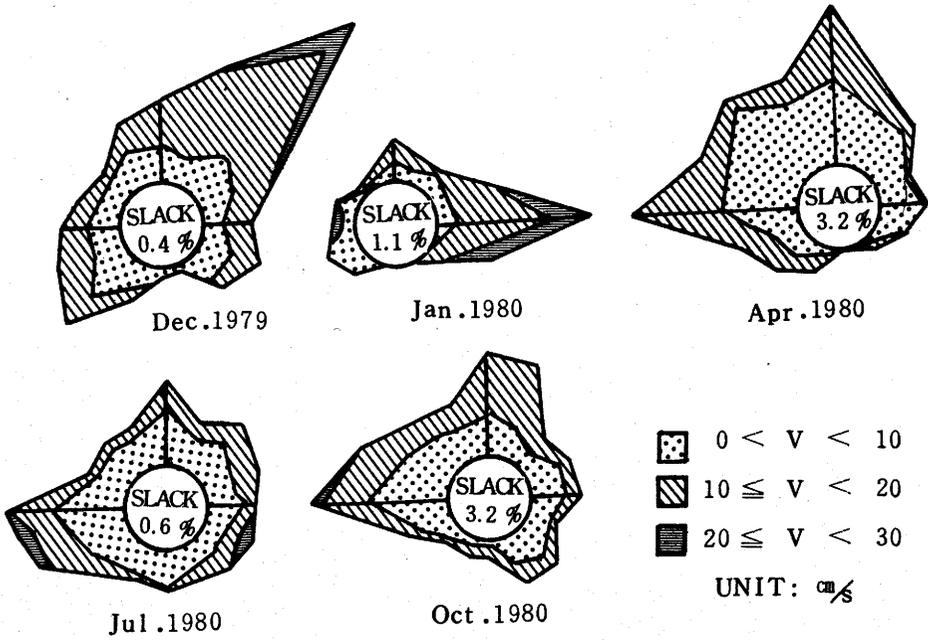


Fig 2 The frequency distribution of current direction.

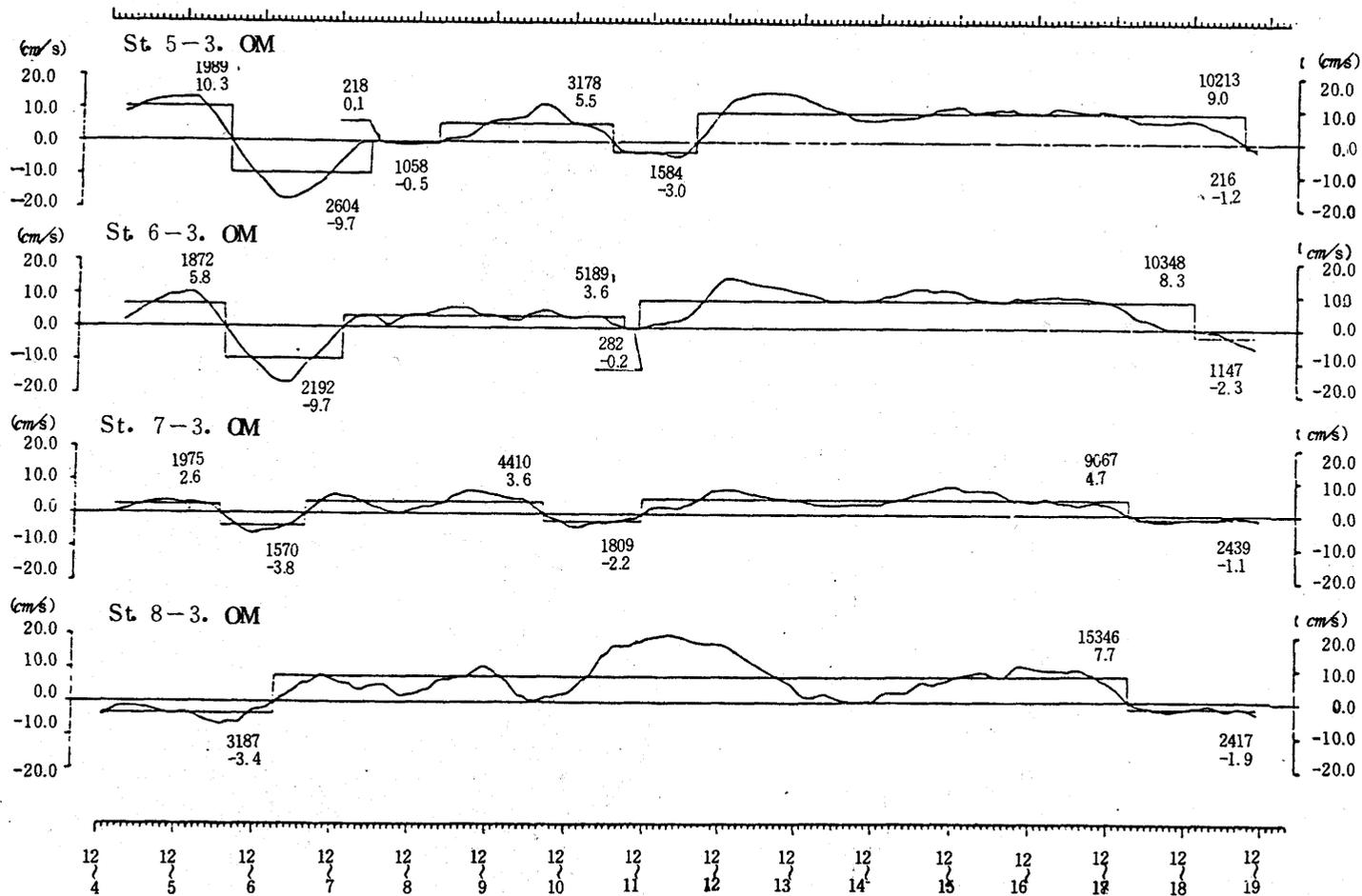


Fig 3 Time series of 25-hour running mean current at 3m.

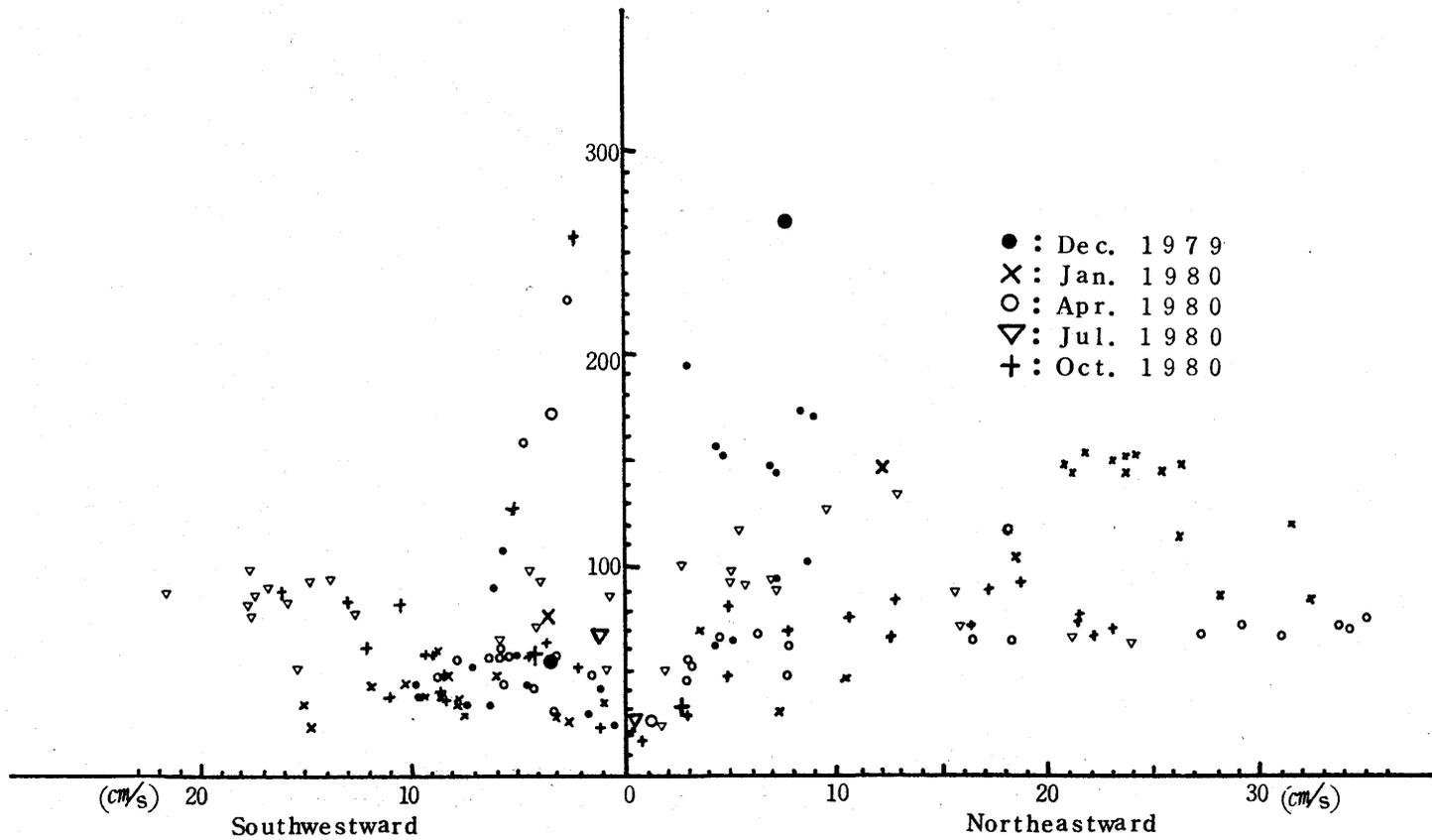


Fig 4 Relationship of continuous times to average velocities of 25-hour running mean current at 3m.

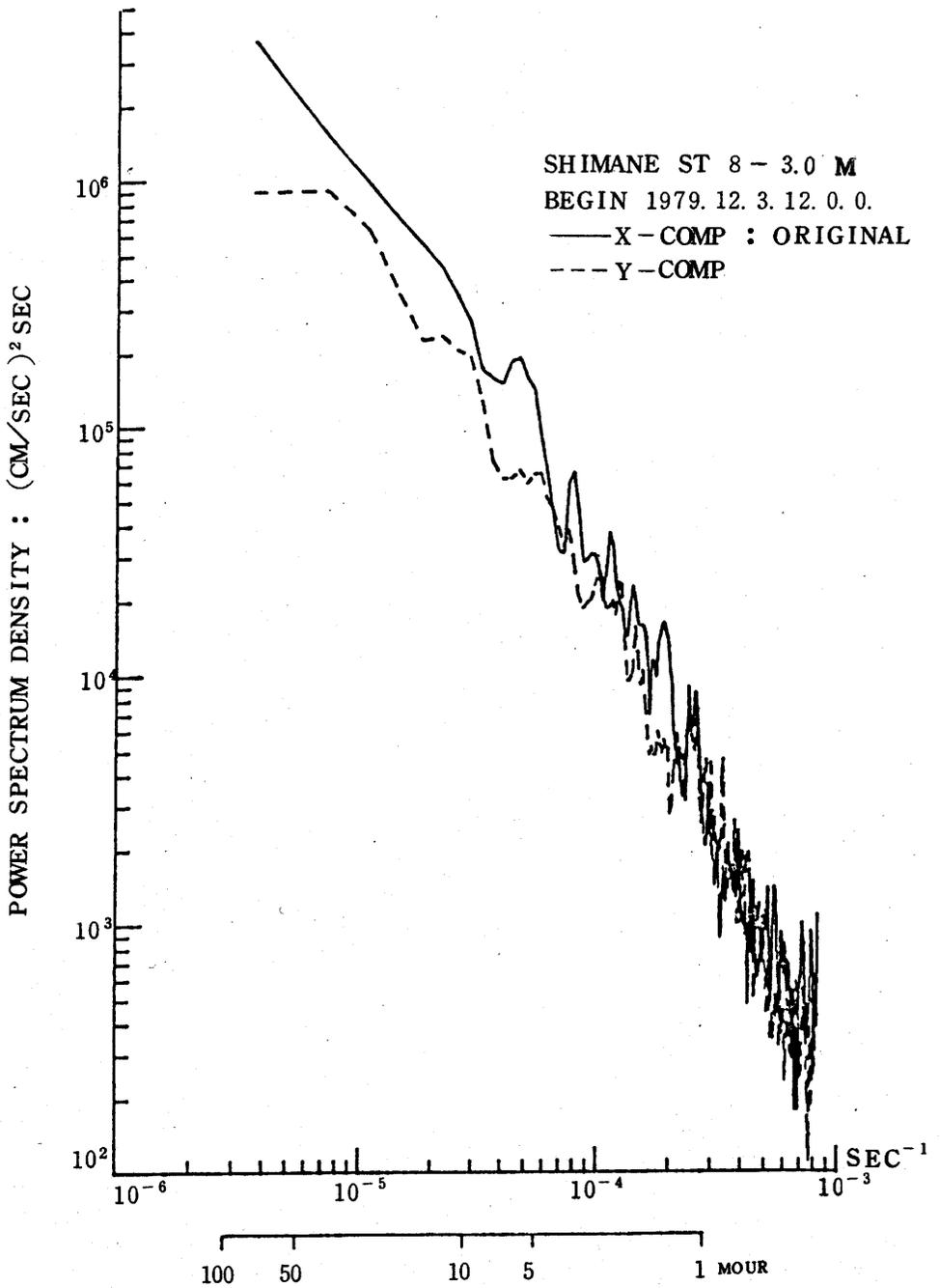


Fig 5 Power spectral densities of current velocities at Stn. 8, 3m (below the surface)

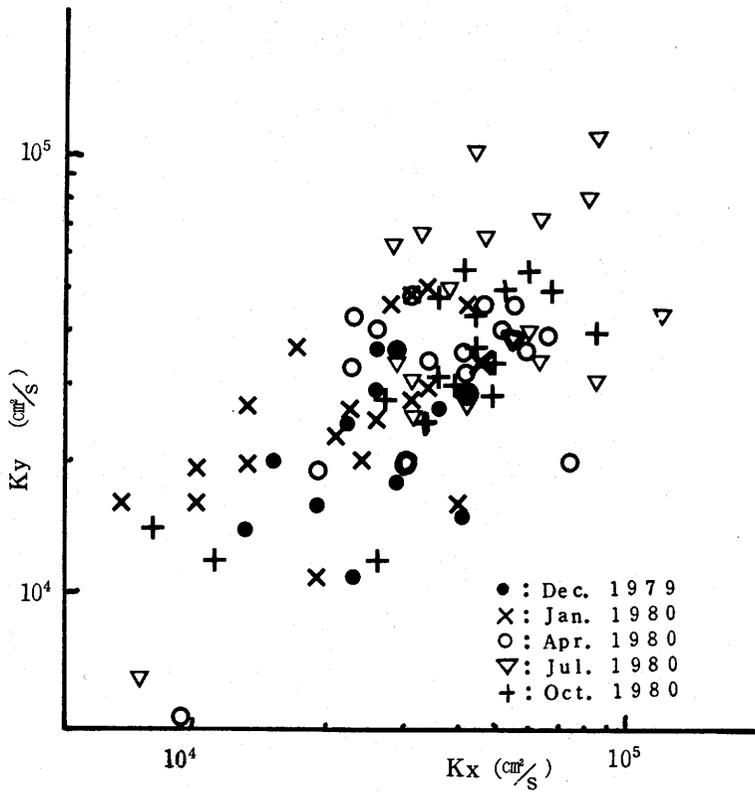


Fig 6 Diffusion coefficients

1984年対馬暖流域における異常漁況* (抄録)

安達 二郎

日本海では1984年2～3月頃から沿岸より沖合にかけての広い海域で20年以上に1回の確立で起る異常低水温となった(長沼, 1984; 岡, 1984)。この異常低水温に関係したと思われる魚貝類の斃死および漁況の特異現象については、笠原(1984)が詳しく報告している。ここでは、その報告の概要を紹介するとともに、日本海での重要漁業であるまき網および沖合いか釣漁業の対象種であるマイワシ、スルメイカの年級構成、系群構造に現われた変化について報告する。

要 約

- 1) 1984年3月以降、本州中・北部沿岸域を中心に、サザエ、アワビ、ムラサキウニなどの貝類、イシダイ、アカムツ、ウマヅラハギなどの定着性魚類、マアジ、ブリ、ヒラマサなどの回遊性の魚類の斃死、仮死がみられた。
- 2) 不漁の魚種は本州沿岸域におけるヤリイカであった。好漁の魚種はマイワシで史上最高の漁獲がみられた。
- 3) 1984年3～5月にかけて小羽マイワシが出現した。この小羽イワシは、従来ならば日本海北部沿岸域で越冬していた群が、低水温のため西部沿岸域で越冬したものと考えられた。
- 4) 1984年5～6月の浜田港でのマイワシの年令組成は1才魚(1983年級)の占める割合が、極めて大きいことが特徴であった。
- 5) 1984年4～6月に漁獲されたスルメイカの魚体は例年よりも小さいことに特徴があった。この魚体の小型化は低水温の影響としての体成長の遅れよりも、むしろ夏生まれ群の占める割合が秋生まれ群よりも大きかったと考えられた。

* 水産海洋研究会報 第50号 No.2 (1986) に発表した。

隠岐島青凧における定地流動観測* (抄録)

村山達朗

まえがき

島根県水産試験場では、漁海況予報事業の充実の為、観測間隔の粗い定線観測に加え、沿岸の海況変動のモニタリングとして、1982年から水温、塩分の定地連続観測を行っている。今回は、これらの観測結果のうち、隠岐島の1984年9月分について、移動平均と自己相関を使った簡単な解析を行ったので報告する。なお、詳細については、「日本海ブロック試験研究集録、第6号」に報告してあるので、ここでは概要について述べる。

資料と方法

観測点は、隠岐諸島、西之島沿岸の水深60m、通称青凧大敷といわれる定置網が敷設されている近くである。アンデラー流速計RCM-4では10分間隔の流向、流速、水温を観測し、DTRでは1時間間隔で水温の観測を行った。

得られた流速データは、南北成分と東西成分に分離し、さらに25時間の異動平均をとって長期傾向とし、測得流からの残差を周期25時間以下の短周期変動として解析を行った。水温についても25時間の移動平均をとって長期傾向とし、実測値からの残差を短周期変動として解析を行った。

結果と考察

(1) 流況

測点流の変化をみると岸に平行な北西の流れと南東の流れが卓越しており、日周期的な変動がみられ、また日周期程目立たないが、半日程度の周期も含まれている。流速は最大で60cm/sec以上の値を示した。

25時間の移動平均をとったものを恒流と考えると、恒流も北西の流れと南東の流れが数日おきに交代している。ただし、南北成分の変化は、北成分と南成分の交代というよりは、北成分の強弱の変化と考えた方がよいようである。

* 日本海ブロック試験研究集録 第6号 (1986) に発表した。

潮汐流を示していると考えられる残差は、南北・東西両成分とも明瞭な日周変動を示している。また、半日程度の周期も含まれている。

このような流れの変化の原因を考えると、日周変動については潮汐が原因と考えられる。西郷の潮位変動を流速の残差と比較すると上げ潮時に南東流が、下げ潮時には北西流が発達しており、潮汐の変化によって、岸に沿った逆方向の流れが生じているのがわかる。また、その強さも潮汐の振幅の大きさによるようである。

また、恒流と潮位変動の長期傾向との対応をみると、流れの残差の日周期、半日周期と同じように、長期傾向においても、潮位の上昇する時期には南北の、下降する時期には北西の恒流が発達している。これは地形的に潮汐流のトラップがおきて潮汐残差流となって現われたのか、もっと大きな、例えば対馬暖流の消長といった日本海レベルでの水の動きの影響を示しているのかもしれないが、現在はまだ推論の域を出ていない。

(2) 水 温

水温も25時間移動平均を長期傾向、残差を短期変動として考える。変動の概要は、10 m層では短期的変動が少なく、その変動幅は $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以内である。30 m層では、短期変動は10 m層より大きく、その変動幅は $\pm 2^{\circ}\text{C}$ を越える場合がみられる。また、日周変動を示してはいるが、はっきりとした周期は認められない。50 m層は短期、長期変動ともに10、30 m各層に比べて大きく短期変動の変動幅は $\pm 3\sim 4^{\circ}\text{C}$ である。また30 m層よりもはっきりとした日周期がみられる。

これらの水温変動のうち、10 m、30 m層の水温値が9月末に近づき、かつ、30 m層の水温が安定してきていることは、躍層が鉛直混合により消えるが、躍層水深が下がって等温層が広がったことが原因と思われる。

また、短期変動の周期性については、50 m層では明瞭な25時間周期が認められたが、30 m層には、周期性は認められなかった。50 m層水温の短周期変動を潮位の変動と比較してみると、上げ潮時に水温が低下し、下げ潮時には逆に上昇していることがわかる。流れとの関係でみると、南東流時に下降し、北西流時に上昇していることになる。

長期傾向については、日周変動とは全く逆の関係が見られる。つまり、潮位の長期傾向が上昇期で、南東の恒流が発達する時には、水温の長期傾向は昇温を示し、逆に潮位が下がり北西の恒流が発達する期間は、降温傾向を示している。

ま と め

- (1) 観測期間中、流動の長期、短期変動ともに、潮位の上昇時に南東流が、下降期に北西流が卓越した。
- (2) 50 m層水温には明瞭な25時間周期が認められ、上げ潮時に降温し、下げ潮時に昇温した。

音波ログと漂流ブイを使った 沿岸流況観測* (抄録)

村山達朗

最近、音波ログが普及し、観測船を使って手軽に流れを測ることが可能になったが、得られたデータの精度に関する実験はあまり多くない。特に流況の複雑な沿岸域においては測定精度は重要な問題となってくる。そこで、今回音波ログにより得られた流速ベクトルのばらつきが漂流ブイから得られる流れの分布とどのようなスケールでどう対応するか、また船速、転舵、設定水深が測得値にどのような影響を与えるかを目的とした実験を行った。詳しくは、第40回日本海洋調査技術連絡会報告書に報告してあるのでここでは概略で述べる。

実 験 方 法

用いた漂流ブイはレンズレフ型のレーダーブイで、音波ログは試験船島根丸に装備されている古野電気のC I-30 カラー潮流観測装置を使用した。実験は、島根半島日御碕周辺海域で、1985年8月29日・30日の2日間行った。8月29日は0.2 mile間隔で流れを横切るように6本のブイを投入し、船速5ノットでブイの列の横を往復した。平均化1分、印字間隔1分間、設定水深5, 10, 50 mでC I-30のデータを取り、列の両端ではデータによりブイの位置を測定した。8月30日はブイ2本を投入後、ブイの近停を船速4, 7, 10ノットでそれぞれ数回ずつ航走した。C I-30の設定条件は29日と同じで、ブイの位置はロランCで求めた。

実 験 結 果

8月29日のブイの動きは全体として反時計回りで陸側が早く、沖側が遅い傾向を示しており、C I-30のデータもほぼ同様の結果を示していた。30日は流跡も直線的でC I-30の測得値も大きなバラツキがなく、概ね東から西へ一定した流れがあったと思われる。

* 第40回日本海洋調査技術連絡会報告書(1985)に発表した。

解析方法と結果

主に解析には8月30日のデータを利用し

- ①ブイから求めた流速とC I - 30の測得値との対応
- ②船の動きがC I - 30の測得値にどう現われるか
- ③設定水深による影響はないか

の3つを目的とした。

①についてはブイとC I - 30のデータの差の推定と検定を行った。ブイのデータは流跡から14個の流向と流速を求めそれぞれについて南北成分と東西成分に分解した。C I - 30のデータはブイの流跡に対応した3~4個のデータの平均をとり、それをブイと同じく南北成分と東西成分に分解した。その結果、船速4、7ノットでは5組の、10ノットでは4組のデータを得た。検定には対応のある場合のt検定を用いたが、求められたtの値は0~1.37で有意水準5%ではブイとC I - 30のデータ間には差が認められなかった。但し、信頼区間の幅は船速4~7ノットに比して10ノットでは著しく大きく、データのばらつきが大きかったことがうかがえる。

②については、直行時と転舵時においてC I - 30の測得値のばらつきに差があるかないかを調べた。解析にあたっては、2分間程度では流れに変化がないという仮定をおき、直行時、転舵時とも連続した3つの測得値を取り出し、流速は変動係数を、流向は標準偏差をデータのばらつきの指標とした。こうして、直行時、転舵時とも13組のデータを得た。直行・転舵時のばらつきの差の推定と検定にはまずF検定により分散の検定を行い、しかる後にt検定を行った。流速のばらつきには有意な差が認められなかったが、流向のばらつきは、5m、10m層の2層で有意な差が認められた。

③の解析にあっても②と同様に2分間程度では流れに変化がないと仮定をおいている。解析資料としては②で用いた直行時におけるデータを用い、5m層と10m層、5m層と50m層、10m層と50m層の3組について流向・流速のばらつきの差の推定と検定をした。ばらつきの指標および検定法は②と同じである。5m層と10m層の間には流向・流速ともにばらつきに差が認められなかったが、5m層と50m層、10m層と50m層の間には、流向のばらつきに有意な差が認められた。

ま と め

トッパー潮流計は流速ベクトルの空間分布を測定する装置であり、今回はその比較対象として漂流ブイを用いた。ブイから得られた流速の空間分布と潮流計の測得値の空間分布がどの位の大きさで対応してくるかまでは明らかに出来なかったが、流向・流速の適合性では、16方位、0.1ノット

ット単位程度なら十分一致するようである。また、船の動きは、測得値の大きさには有意な影響を与えないものの、流向には無視できない影響を与えていた。設定水深も、今回は3層の比較しかできなかつたため、一概に深い層もしくは設定可能水深の下限部分の精度が悪くなるとは言いきれないが、設定水深の下限が浅くなる沿岸部では海底の影響を受けることも十分考えられる。

以上のように沿岸部での細かな流動の観測を行う場合には、調査コース・観測水深の設定には十分な考慮を払う必要があると思われる。

島根県下沿岸定地水温の解析* (抄録)

村山達朗

観測船を使用した海洋観測は空間的には広範囲な部分を覆うものの、測定間のタイム・ラグや、観測間隔の問題がある。たとえば、漁海況予報事業における定線観測でも環境変動を年単位か季節単位でとらえることしかできない。これに対し、日帰り操業を主としている沿岸漁業の場合、1日から数日のスケールでの海況予測が求められる。しかし、このような時間スケールの海況情報はきわめて少ないのが実状である。唯一、各地測候所、水産試験場で行っている定地水温観測資料があるにすぎない。また、定地水温の測定層はほとんど表面水温であり、気象の影響や海面での熱収支など多くの問題点が、渡辺(1969)・小長(1973)らにより指摘されている。そのため、島根県水産試験場では、解析上多くの問題点をかかえている表面水温に代えて、水深30~50mの県下沿岸域にメモリー水温・塩分計を設置し、水深10m層における水温・塩分の連続観測を行っている。今回の報告ではそれらの資料のうち、1982年6月から7月にかけての浜田・大社・野井の主に水温資料を用い、自己相関と移動平均による時系列解析を行った。詳しくは「日本海ブロック試験研究集録、第4号」に報告してあるので、ここではその概要について述べる。

資料と方法

観測は、浜田・大社・野井で行った。観測器にはユニオンエンジニアリング製、メモリー水温・塩分計CT 2,000を用い、測定間隔は60分とした。得られた観測資料は島崎(1982)の時系列解析の手法を参考として、移動平均とコレログラム分析を用いて原系列を各周期成分に分解した。この計算過程で問題となるのが原系列から長期傾向を移動平均によって求める際の項数Kの値である。今回は全データ数の $\frac{1}{10}$ 程度の長さを目安とした。しかし、その値には特別な意味はない。以下、コレログラム分析により周期成分を求め、それを項数Kとして移動平均した。最終的には各周期成分を消去したものを長期傾向とした。

また、コレログラム分析において最長の長期傾向を除いた時系列を定常時系列であるとして、自己相関数C(τ)および、自己相関係数R(τ)を求めた。また得られた相関係数はt検定により、有意水準を5%として検定を行った。考察で用いた気温、表面水温の資料は、浜田測候所の気象観測月報および松江地方気象台の島根県農業月報によった。

* 日本海ブロック試験研究集録 第4号(1985)に発表した。

また、観測点近くには定置網が敷設されており、それらの定置網の浜帳から魚種別、日別漁獲量を調べた。

結 果

3 測点とも 24 時間周期が認められたためこれを原系列から除き、それを水温の長期傾向とした。

3 測点の長期傾向をみてみると、浜田では 6 月 20 日頃まで上昇を続けた水温は、その後 10 日間ほど徐々に低下、7 月に入って再び上昇する。7 月後半には上昇傾向は鈍り、やや下降気味となった後、8 月に入って再び上昇している。また、低下時、および停滞期には、はっきりとした周期性はないものの、数日単位での変動を示している。大社では、6 月の中・下旬は停滞から下降気味で 7 月に入ると急激に上昇するが、7 月 10 日をピークとして、その後 10 間ほどは停滞し、観測終了後間際の 20 日頃から再び上昇をはじめている。大社においても、浜田同様、水温の停滞時には数日単位の変動がみられる。野井では 6 月 12 日頃まで上昇を続けた水温は、その後、約 20 日にわたって停滞し、7 月 5 日頃から再び上昇している。また、浜田・大社と同様に停滞時に短期間の水温変動がみられるが、野井の場合ではコログラム分析の結果、97 時間（約 4 日間）という明瞭な周期性が認められた。

考 察

3 測点での長期傾向をみると、10 日間位の上昇期と、20 日間程度の停滞期を交互に繰り返しており、停滞期には、測点毎に別々の短期変動を示している。水温の上昇期は、3 測点ともほぼ同時期におきており、このことはこれら 3 測点すべてを含む大きな海域での環境変化を示しているものと思われる。特に 7 月の水温上昇期以降、漁獲量が一斉に減少し、いわゆる“夏枯れ期”に入ったことからみても、かなり大きな空間規模で環境の変動が起きたことが考えられる。また停滞期における短期的な水温変動は、それぞれの測点附近の海域で起きたかなり狭い範囲での環境の変動を示しているものと思われる。野井に 4 日間の明瞭な周期が認められたことは、島根半島、隠岐諸島間の陸棚海域で、このような周期性をもった環境変動が起きているということを示し、非常に興味深い問題である。

結 論

- 1) 調査期間における 10 m 深の水温は、10 日間程度の上昇期と、20 日程度の停滞期をくり返して昇温している。
- 2) 島根県沿岸の 10 m 層水温には 24 時間の日周期がみられる。
- 3) 島根半島沿岸では 96 時間周期の水温変動が認められた。

日本海西部海域におけるマイワシの 成長と成熟* (抄録)

安達 二郎

マイワシの成長に関する知見として重要なものの1つに、戦前(1935~1940年)の大漁時代と戦後(1947~1960年)の資源の減少期の成長度には相違がみられ、同一年令魚(Ⅲ才魚)では戦後の成長度が極めて大きいことがある(Nakai 1962, 伊藤 1961)。戦前のマイワシについて Nakai・Hayashi(1962), 東海・常盤海域のマイワシについて近藤ほか(1976)の報告がある。

また、マイワシの成長は年級によって異なる(北水研 1955)といわれている。魚類の成長は種の適応性の一つであり、それは年々の資源量の大きさと生活諸条件によって変化するもので、各年級ごとのマイワシの成長を知ることは資源量の大きさや環境条件を知る上で役に立つと考えられる。ここでは、日本海西部海域におけるマイワシの1974年級から1980年級までの7年級群の成長式を推定し、各年級群の成長について検討を行った。あわせて1976年級と1979年級の成熟状態を比較したので報告する。

要 約

1974年5月から1983年6月までのマイワシ体長測定記録から、各年級群ごとの成長式を推定した。また、1976年級の成熟状態を比較した。得られた結果は次のとおりである。

1) 1974年級から1980年級までの各年級群ごとの体長の成長式は次のように推定された。

$$1974\text{年級}; l_t = 237.5 \left(1 - e^{-0.7740(t + 0.18557)} \right)$$

$$1975\text{年級}; l_t = 226.9 \left(1 - e^{-0.9188(t + 0.1397)} \right)$$

$$1976\text{年級}; l_t = 222.7 \left(1 - e^{-0.8980(t + 0.2653)} \right)$$

$$1977\text{年級}; l_t = 212.0 \left(1 - e^{-1.2620(t - 0.0280)} \right)$$

$$1978\text{年級}; l_t = 213.5 \left(1 - e^{-1.1636(t + 0.0476)} \right)$$

$$1979\text{年級}; l_t = 210.9 \left(1 - e^{-1.3220(t - 0.0851)} \right)$$

$$1980\text{年級}; l_t = 228.0 \left(1 - e^{-0.8192(t + 0.1148)} \right)$$

2) 計算体長から、1980年級群の体長の成長は、満2才までは他の年級に比較して悪く、他の各年級の体長の成長はほぼ同じであると推定された。

3) Bertalanffyの成長式のパラメータKと l_∞ の関係は負の相関がある。

* 日本海ブロック試験研究集録 第4号(日本海区水産研究所 1985)に発表した。

- 4) 1976年級と1979年級の満2才における卵巣の発達状態は変わらないと推定された。各年級群の満2才の体長から推して1979年以前の成熟状態はほぼ同じであると考えられる。
- 5) 1976年級と1979年級の雌が成熟に達したときの体重は、90～130gの間であったと推定される。

科学魚探によるイワシ類幼魚分布量の推定* (抄録)

村山達朗

資源量の推定には、漁獲物から統計学的手法を用いて求めるやり方や、卵稚仔の分布からの推定、魚探を用いて生物現存量を直接求める方法などがあるが、いずれも、色々な問題点を含んでいる。その中で魚探を用いて生物量を求める方法は、いちいち漁具を用いて採集する必要がなく対象海域を調査船で走れば即座に資料が得られる反面、記録紙から反応を読み取る難しさや、深度補正に時間を取られ、その利点を十分生かしきれていなかった。しかし、最近では、魚探自体が深度補正を行ってくれるTVG回路が装備され、反応もデジタル化されて表示される。いわゆる科学魚探が普及しはじめ、調査から解析までの時間が大幅に短縮されてきた。日本でも、駿河湾のサクラエビ(静岡水試1982)やアリーシャン海盆域のスケトウダラ(水産庁1984)など多くの資源量推定に用いられている。島根水試にも、1983年に古野電気の科学魚探、FQ-50が試験船島根丸に装備され、島根県中部海域、通称「大社湾」での生物現存量の推定に用いられている。今回の報告では、1983年、1984年の計6回の調査のうち、1984年の6月と7月に行った2回の調査を中心に解析を行った。

なお、詳しくは「日本海ブロック試験研究集録 第6号」に報告してあるので、ここでは概要を述べる。

材 料 と 方 法

島根県中部海域の生物現存量を推定する為、科学魚探(古野電気、FQ-50)を用いて調査を行った。調査は、1983年と1984年に計6回行ったが、今回はこのうち、1984年6月27日と7月2日に行った2回について報告する。FQ-50のシステムにカラー魚探をとりつけたが、その目的は、湿式の魚探用紙でははっきりわからなかった魚群数及びその形状をより正確に確認し、その部分のSV値をチェックすることにより、生物量推定の精度を上げるためである。得られたSV値は調査海域を緯度、経度1分ずつの区画に分け、一区画の各層毎のその平均値を計算した。実際の生物現存量を求めるにあたっては、各層の平均SV値をさらに平均し、一区画毎の平均SV値を求めた。SV値から生物量を求めるには、対象生物のTarget Strength(T・S)が必要となるが本調査ではそれが不明なため久保田他(1984)が求めたマアジのTS及び、Nakkeneta'ル

* 日本海ブロック試験研究集録 第6号(1986)に発表した。

(1977)の sprat の TS を参考にして計算を行った。

結 果

生物現存量を求めるには、北洋のスケトウダラや南極のオキアミなどといった単一魚群ならば、対象魚種の TS と SV 値から現存量を求めることは可能である。しかし、暖水域のしかも沿岸部となると、一部の例外を除いて多種多様な魚種が棲息しており簡単に TS を代入して生物量を算出することは出来ない。また、TS 自体が求められていない魚種も数多い。そこで今回は、現実の生物現存量を求める前段階として、反応の全てがマアジだったという仮定で SV 値を生物現存量に換算した。換算に必要な TS は西水研の久保田ら (1984) が求めた平均体長 9.9 cm, 平均体重 12.0 g のマアジの TS, -45.6 dB (200 KHZ), -46.9 dB (50 KHZ) を参考とし、島根丸に装備されている FQ-50 が 88KHZ であることから、-46.9 dB とした。その結果は 6月27日 が約 1,212 ton, 7月2日 が 948 ton であった。

しかし、以上の結果は現実の生物現存量とはほど遠い値であり、あくまで一つの目安にしかすぎない。そこで、もう少しまともな値を出す試みとして、6月27日及び7月2日の調査海域の東部から南部にかけて現れた反応について更に検討を加えた。この海域でのカラー魚探記録に現われている海底付近から、時には中層まで広がる反応は、この海域特有のものであった。そこでこの反応の魚種を確認する為、中層トロール及び水中テレビによる目視観察を行った。中層トロールの主な漁獲物はカタクチイワシ・ウルメイワシ・マイワシなどの幼魚であった。また水中テレビによる観察でも時折ウマズラハギが見える程度で、他の大型魚はほとんど確認出来ず、イワシ類幼魚と思われるキラキラした光が見えるだけであった。以上のことから、この魚群反応は、主にイワシ類幼魚から成り立つと判断し、その現存量の推定を行った。イワシ類幼魚の反応は一定水深に限られおり、調査範囲が水深 30 m 以深であり、それ以浅でも反応があるかどうかは不明だが、6月27日は 50 m 以浅に、また7月2日には、水深 40 m から 60 m 付近に集中していた。そこでイワシ類幼魚の反応の SV 値のみをチェックし、イワシ類幼魚反応のない測定値は -99.9 dB としてイワシ類幼魚反応の現われた区画の平均 SV 値を計算した。また、Nakken and Olsen (1977) がニシン類の小魚、スプラットで求めた体長と TS の関係式を用いて、イワシ類幼魚の TS を求めた。イワシ類幼魚の群れは、カタクチイワシ・ウルメイワシ・マイワシの 3 魚種に限定し、それぞれの魚種が単一で魚群を構成すると仮定して、3通りのイワシ類幼魚現存量の計算を行った。

その結果現存量は、6月27日は 29～41 トン、7月2日は 121～166 トンとなった。6月27日と7月2日では現存量に4倍の開きが見られるが、これは6月27日には調査範囲がイワシ類幼魚分布域の全てをカバーしておらず、30 m 以浅に分布範囲が広がっていたためだと考えられる。

山口・島根県沖におけるシイラ・トビウオ類の 来遊の特徴* (抄録)

安 達 二 朗

山口・島根各統計情報事務所の農林水産統計によれば、1958年から1980年の23か年の山口・島根両県あわせてのシイラとトビウオ類の年平均漁獲量は、それぞれ2,800トンと2,000トンである。シイラおよびトビウオ類は夏季の短期間に漁獲されるものなので、夏季の魚類総漁獲量に占める割合は、きわめて高く両県の沿岸漁業に対する比重は大きいものがある。

1982年の夏季、山口・島根両県下のトビウオ・シイラ漁はきわめて不振に経過した。著者らは、この原因をさぐるための一つの手段として過去の漁獲記録を解析してみた。ここで得られた結果の一部である山陰沖におけるシイラとトビウオ類の来遊の特徴および水温とシイラ・トビウオの漁獲量との関係について報告する。

要 約

- 1) 対馬暖流域におけるシイラ漁獲量は年平均69,000トンで変動傾向はほぼ横ばい状態にある。トビウオ類漁獲量は年平均約8,800トンで、1962～1973年の多獲時代、1961年以前、1974年以後の少獲時代に分けることができる。
- 2) 山口・島根県ではシイラ漁獲量は、1968年を境として減少傾向にある。トビウオ類漁獲量は1971年頃までは増加傾向、それ以後は減少傾向にある。
- 3) シイラ漁獲量の各県間における相関性は、山陰(福岡・山口・島根・鳥取・兵庫)の各県が九州および若狭湾以北の県と無相関である。これはシイラの回遊特性によると考えられる。
- 4) トビウオ類漁獲量の各県間における相関性は、鹿児島県～青森県まで互いに隣接する県間での相関がある場合が多い。これはトビウオ類の回遊特性によると考えられる。
- 5) 山陰沖漁場での高温年、低温年によるシイラおよびトビウオ類の漁獲量に差は認められない。
- 6) 山口・島根県において、低温年にはトビウオ類漁獲量とシイラ漁獲量との間に正の相関関係が認められる。この関係は漁況予測に有効であろう。

* 日本海ブロック試験研究集録 第3号(日本海区水産研究所 1984)に発表した。

日本海南西海域におけるキュウリエソの 年令と成長* (抄録)

由 木 雄 一

中深層性テオノエソ科魚類キュウリエソは世界的に最も卓越する魚類マイクロネクトンの一種である。日本海においてもその生物量は莫大なものと推定されており、骨格的食物連鎖を構成する鍵種として生物生産上重要な要素である。したがって、本種の生態についての研究は多く、中深層性魚類マイクロネクトンの中では比較的生活史の明らかな魚種と言える。著者等の行った調査¹⁾においても、その出現頻度・量ともに非常に多かった。しかし、日本海におけるキュウリエソの資源生態については、いまだ十分に明らかにされているとは言えない。したがって、本種の資源生物学の特性を明らかにするため産卵と成熟について²⁾論じ、今回、耳石を用いて年令と成長について³⁾検討を行い若干の知見を得たので報告する。

材 料 と 方 法

用いた材料は日本海南西海域、主として島根県の距岸40～100マイルの沖合域で中層トロール(曳網水深：35～180 m，魚どり部の目合：13 mm)で漁獲されたキュウリエソである(表1)。漁獲されたキュウリエソは、一部は耳石の採取用として現場でただちに冷凍し、その他の体長、体重の測定用としては10%のホルマリン溶液で固定した。耳石の採取は実体顕微鏡下で行った。採取後水洗いにより付着物を完全に除去し、さらに、風乾した耳石はホールスライドガラス上にカナダバルサムで包埋した。

包埋処理した耳石を顕微鏡(反射光)で観察すると、核を中心に透明帯がほぼ同心円的に認められる。ここでは透明帯を年令の標示(輪紋)と規定し、最も明瞭で測定が容易であった不透明帯の外縁までを測定した。耳石半径および標示径の計測は核と後縁を結んだ線を測定軸として50倍に拡大して行った。

表1. 供 試 材 料 (A:体長 B:耳石)

採 集 年 月 日	A	B
1981 1. 8-9	332 尾	46 尾
3. 2-3	274	31
4. 21-22	298	30
7. 30	242	26
9. 16-18	125	28
1982 6. 9-10	271	45
10. 12-13	225	32
12. 8	56	20
合 計	1,823	258

* 日本水産学会誌 Vol 50, No. 11 (1984) に発表した。

左右の耳石に差がなかったので、ここでは耳石の測定は右側のものだけを使用した。

結 果 の 概 要

結果は日水誌³⁾にすでに報告してあるので詳細は省略するが概要は次のとおりであった。

1. 耳石半径 R_{mm} と標準体長 L_{mm} の関係は次式で表わせる。

$$R = 0.1204 + 0.0128 L$$

この回帰直線にもとづいて標示径の標準化を行った。

2. 耳石の縁辺成長率の月変化から輪紋（透明帯）の形成は年1回で、12～4月の冬期に比較的長期間で行われるものと推定された。
3. 耳石半径と標準体長の関係、輪紋形成期、産卵期等から推定すると、キュウリエソは1輪の標示径の大きさにより春生まれ群と秋生まれ群に分けることができる。すなわち、1輪の標示径が0.584 mm以上のものが春生まれ群で、以下のものが秋生まれ群である。
4. 春生まれ群・秋生まれ群とも約1年で性成熟に達し、寿命はほぼ20ヶ月程度であると推定された。
5. 月数 t と標準体長 L_{mm} の関係は次式で示される。

$$\text{春生まれ} \quad L t = 56.1 (1 - e^{-0.119(t-0.315)})$$

$$\text{秋生まれ} \quad L t = 56.3 (1 - e^{-0.08(t+3.005)})$$

また、両群とも雄より雌の方が大型である。

文 献

- 1) 山崎 繁・安達二郎・田中伸和・由木雄一・石田健次：島根水試資料, No. 1, 1-73 (1980)
- 2) 由木雄一：日水誌, 48(6), 749-753 (1982)
- 3) 由木雄一：日水誌, 50(11), 1849-1854 (1984)

日本海南西海域におけるヒメジの 底生生活期について* (抄録)

石田 健次

ヒメジの成魚は日本各地の沿岸に生息し底生生活を送るが、その稚魚は表層生活をおこない、全長 40 mm を越える頃から次第に底生生活に変わると推測されている。しかし、本種の底生生活期についての研究は断片的な報告があるにすぎず不明な点が多い。また、島根県沿岸において成魚は小型底曳網漁業により漁獲されるが水深約 100 m 以浅は禁漁海域のため、浅海域の生態については不明である。したがって、底曳網の採集資料から、底生生活へ移行する過程および底生生活期の生態について考察し、若干の知見を得たので報告する。(表1)。

材 料 と 方 法

用いた材料は、1978年6月から1981年3月の間、島根県江津市沿岸の7定点(水深20, 40, 60, 80, 100, 120, 140 m)で計124回の板曳網(底曳)により得られたヒメジである(表1)。

表1. ヒメジの採集結果

ST (m)	曳 網 回 数												合計
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
20		1 (1)		1 (1)	1 (1)	2 (2)	2 (1)	2	1	1			11 (6)
40		1 (1)	1 (1)	2 (1)	2 (1)	3	2	3	2	2		1 (1)	19 (5)
60	1	1	1	2	2	3 (1)	2	3	2	2		1	20 (2)
80	1	1	1	2	2	3	2	3	2	2		1	20 (0)
100	1	1 (1)	1 (1)	2	2 (1)	3	2	3	2	2		1	20 (3)
120		1	1 (1)	2 (2)	2 (2)	3 (2)	2 (2)	3 (2)	1 (1)	2 (1)		1	18 (13)
140			1 (1)	2 (2)	2 (2)	3 (3)	2 (2)	3 (3)	1 (1)	2 (2)			16 (6)
合 計	3	6	6	13	13	20	14	20	11	15		5	124
1 曳網当り 平均漁獲尾数	159	68	101	69	73	41	148	249	434	264		74	160

() 漁獲なし

* 日本水産学会誌 Vol 52, No. 2. (1986) に発表した。

使用した板曳網は網口幅約6 m, 網口高さ約3 m, 魚捕部の目合の大きさは特に小型魚の採集を目的として4.2 mmと小さくした。曳網速度は2ノット, 曳網距離は等深線に沿って1,000mとした。

得られた標本は船上で10%ホルマリン溶液に固定した後, 実験室に持ち帰り全長・体重・生殖腺の測定をおこなった。

結 果 の 概 要

結果は日水誌, 52, 215 - 221 (1986) にすでに報告してあるので詳細は省略するが概要は次のとおりであった。

1. 稚魚が表層生活から底生生活へ移行する時期は7~10月で全長は35~60 mmと推定された。着底期の採集最小個体は全長39 mmであった。
2. 着底稚魚は水深20~80 mでみられたが, 水深によりその魚体の大きさに若干の差があり, 浅い所より深い所の方が大きいという傾向がみられた。
3. 底生生活移行後の分布域は水深20~120 mで, 水深が深くなるにつれて採集量は少なくなる傾向がみられ140 mでは全く採集されなかった。
4. 本種の出現状況(生息水深)は魚体の大きさで異なり, 季節変動がみられる。すなわち, 7~10月を夏型, 12~6月を冬型と大別することができた。
5. 産卵期は5~9月と比較的長く, その盛期は6~7月と思われる。生物学的最小形は雌雄ともに全長90 mm前後と推定された。
6. 月数と全長および全長と体重の関係は次式で示される。

$$Lt = 245.7 (1 - e^{-0.034(t + 5.420)})$$

$$\text{雄: } W = 3.97 \times 10^{-6} \times L^{3.21} \quad (r = 0.989)$$

$$\text{雌: } W = 3.46 \times 10^{-6} \times L^{3.24} \quad (r = 0.997)$$

(t : 月数, L_{mm} : 全長, W_g : 体重)

浜田港の和船巾着網漁業について*（抄録）

安達 二郎

浜田港には全国的にも珍しい和船巾着網という漁業がある。もともと1953年頃、愛媛県、長崎県から導入されたもので、他県ではすでに消え去ったものが、浜田港では、いぜんとしてまき網漁業の主体となって残っている。しかし、1985年1月、浜田港の7統の和船巾着網漁船のうち、2統が機船巾着網に転向した。

その原因として考えられることは、荒天に強いため、出漁日数の増加が期待されること、機動性のあることから漁場範囲が広がるであろうとの期待などの漁獲努力の向上にある。したがって、今後残りの5統の和船巾着網も除々に機船巾着網に転向していくものと考えられる。

このような状態にあるので、将来のために和船巾着網がどのようなものであったかを記録保存しておくことは適切なことであると思われる。また、浮漁類の資源研究を続けていくうえにおいても現実の漁業を熟知することも必要なことと考えられる。

要 約

浜田港の和船巾着網漁業の漁法、漁場などについて紹介した。

- 1) 好漁場の特徴としては、大きな天然礁、瀬のあることである。
- 2) マサバの漁場はマイワシ漁場よりも沖合よりに形成される傾向がある。
- 3) 一網あたり漁獲量の分布型は負の二項分布をする。魚種別の一網あたり漁獲量の平均および分散は、各漁種の資源水準の高低の判断のもとになると考えられる。
- 4) 漁場水深と漁獲量の関係は、マイワシの場合無関係で、マサバでは漁場水深の深いところが漁獲量が多いようである。

* 日本海ブロック試験研究集録 第6号（日本海区水産研究所 1985）に発表した。

若狭湾西部海域における小型底曳網漁業の

投棄魚について* (抄録)

北 沢 博 夫

底曳網漁業では市場に出荷される漁獲物の他に、海上投棄される投棄漁獲物がある。この投棄漁獲物の実態を把握するために、操業観察と標本採集を行い、次の結果を得た。投棄漁獲物は1曳網当たり30～120 Kgで、操業場所と対応しながら量、組成が大きく変動する。オカ場(200 m以浅)に比べてタラ場(200 m以深)での漁獲が多いが、種の多様性ではタラ場はオカ場に比べて単純である。主要な漁獲対象種で小型のものが投棄されており、投棄漁獲物中に占めるその重量比率はおよそ15～50%である。出荷漁獲物と投棄漁獲物を個体数で比較すると主要な対象種でも、全漁獲物の半数以上が海上投棄され、ヒレグロ・ズワイガニでは特に投棄尾数の多さが顕著であった。すなわち、ヒレグロでは全漁獲尾数のおよそ70～90%以上、ズワイガニでは70%前後が海上投棄されている。

以上の結果より、小型底曳網漁業の漁業生産増について若干考察すると、アカガレイ・ヤナギムシガレイ・ヒレグロについての全漁獲物の推定体長組成から判断して小型魚を漁獲しないような網目の大きさにしても漁獲量の減少にはならないと考えられる。このことは、小型魚の海上投棄を減らすことによって小型魚を保護し、選別処理を軽減することになり、漁獲量の増大が期待できるものと考えられる。

この結果及び考察は限られた時間と空間の中で得られたものであり、その妥当性について論議を深め、さらに小型底曳網漁業の資源評価や資源管理のために、投棄漁獲物についての調査、研究が必要なものと考えられる。

* 日本水産学会誌 Vol 48, No. 8 (1983) に発表した。

漁獲物の“生き”の保持に関する研究— I (抄録)^{*1}

マダイの死後硬直と貯蔵温度との関係

岩本宗昭・井岡 久・斉藤素子・山中英明^{*2}

タイ・ヒラメ・ハマチなどの高級魚はその生きのよさによって評価され、通常活魚が最上位にランクされる。活魚の流通には水槽に生かした状態で取引される場合と、即殺して“生きの状態”(死後硬直前の状態)にあるものを対象とする場合があり、後者は活魚(イケウオ)又は活けしめ魚と通称され、京阪神などの消費地市場ではこの活けしめ魚による取引が主体となっている。したがって、産地からこれら市場へ出荷する場合は、生きの保持が可能であれば必ずしも水槽に生かした状態で輸送する必要はない。

魚体の死後硬直を遅らせる要因としては生理条件・致死条件・貯蔵条件などがあげられる。生理条件では空腹、疲労の状態がよくないとされ、致死条件については苦悶死魚の方が即殺魚に比べて硬直が早く起ることが知られている。しかし、貯蔵温度の影響については実験例が少なく、魚種によって様々な結果が報告されており、一般的には低温に貯蔵した方が硬直が遅く始まると考えられている。また、流通の現場でも経験的に各様の処理法が行われているが、長崎県など先進の産地では即殺した魚を0℃より高い温度域に維持して出荷し効果を上げている。

そこで、マダイ・ヒラメを用いて死後硬直を遅延させる条件の一つである貯蔵温度の影響について検討してみた。

〔方法〕マダイは養殖マダイ2尾を即殺しラウンドのまま0℃と10℃に貯蔵し、ヒラメは天然ヒラメ1尾を即殺して3枚に卸したのち頭部と尾部に2分して4片の筋肉片とし、-3℃、0℃、5℃、10℃の4区分に分けて貯蔵した。一定時間毎に各試験区の試料肉を採取して、死後硬直の化学的要因とされているATP^{*3}の残存量と乳酸蓄積量を測定するとともに、マダイについては硬直の進行状態を観察した。なお、ATP関連化合物は高速液体クロマトグラフ(島津LC-3A型)によって定量し、乳酸はBarker-Summerson法で定量した。また、死後硬直の強さを尾藤らの方に準拠して測定し硬直指数として表わした。

*1 日本水産学会誌 Vol 51, No.3 (1985) に発表した。

*2 東京水産大学

*3 アデノシン3 磷酸

〔結果〕 マダイ肉のATPの減少は0℃区の方が速やかであり、7時間後にATPは半減し、13時間で消失した。硬直は3時間後にすでに進行し、13時間後に完全硬直に入った。一方10℃区はATPの減少が緩慢で、硬直は7時間以降から始まり20時間後に完全硬直となった。乳酸は0℃区の方が速やかに増加し、それと平行して硬直が進行し乳酸量が最高値に達した時点で完全硬直に入った。10℃区でも乳酸の生成と硬直の進行は並行していたが生成の割合は0℃より緩慢であった。乳酸の生成と硬直の進行が並行しているのは、乳酸の生成即ち解糖によって生成したATPが硬直エネルギーとして補給されたものと考えられる。鮮度指標であるK値は10℃区の方が0℃区より各測定時点で約2倍高い値を示したが、48時間後でも10%以下であり極めて新鮮な状態を示す値を維持した。また、呈味成分であるイノシン酸は0℃区の方が10℃区より速やかに増加した。

ヒラメの場合も-3℃、0℃の低温貯蔵区の方が5℃、10℃区に比べてATPの減少が速やかで、マダイと同様な傾向を示した。

上記結果は鮮度化学の観点から興味ある内容であると同時に流通現場の経験的知見を裏付けるものである。貯蔵温度を調整することによりある程度硬直の遅延が可能であれば、それだけ出荷に要する時間も延長され、より遠融地からの出荷も期待出来る。

漁獲物の“生き”の保持に関する研究－Ⅱ（抄録）^{*1}

天然ならびに養殖マダイにおける死後硬直の顕著な差異

岩本宗昭・山中英明^{*2}

前報でマダイの死後硬直と貯蔵温度との関係について検討を行い、10℃貯蔵の方が0℃貯蔵よりもATPの減少が緩慢であり、死後硬直を遅延させることが出来ることを報告した。今回は天然マダイと養殖マダイを用いて死後硬直の進行の差異を比較した。

〔方法〕天然マダイ（体長30～40cm，体重0.8～1.0Kg）および養殖マダイ（体長32～34cm，体重0.9～1.2Kg）を延髄刺殺によって即殺し、脱血後ラウンドのまま0℃と10℃に貯蔵した。一定時間毎に採肉し、前報と同様にATP関連化合物、乳酸を測定するとともに死後硬直の進行状態を観察した。

〔結果〕0℃貯蔵の養殖マダイが最も速やかに硬直し始め、やや遅れて0℃貯蔵の天然マダイ、更に続いて10℃貯蔵の養殖マダイが硬直した。これに対して10℃貯蔵の天然マダイでは硬直の進行が極めて緩慢であり、48時間後ようやく完全硬直に入った。即ち、10℃区の天然マダイは同じ10℃区の養殖マダイに比較して約1日（24時間）遅れて完全硬直に達した。

各試験区ともATPの減少とともに硬直が進行し、完全硬直状態となる時間とATPが消失する時間はほぼ一致していた。また、乳酸の生成と硬直の進行も概ね並行しており、乳酸量が最高値に達した時点と完全硬直に入った時点も一致する傾向がみられた。また、即殺直後の乳酸量は筋肉100g当り天然マダイが200～220mg、養殖マダイでは300～320mgで、養殖マダイの方が高い値を示した。

鮮度指標であるK値は各試験区とも56時間において10%以下と低い水準にあったが、K値の上昇は天然マダイより養殖マダイの方がやや速やかであった。

今回の実験結果は0℃より10℃に貯蔵した方が死後硬直が遅延するという前報の実験結果を再確認するものであるが、天然魚と養殖魚における死後硬直の顕著な差異についてはその原因が明らかでない。養殖魚は天然魚に比較してテクスチャーの劣化が早いことが業界で指摘されており、その原因究明の一環として筋原繊維のZ線弱化や鮮度低下と餌料の関係等について検討した報告もあるが、まだ十分な説明がなされているとはいえない。

*1 日本水産学会誌 Vol 52, No. 2 (1986) に発表した。

*2 東京水産大学

島根県水産試験場刊行物発刊要綱

(昭和56年3月 制定)
(昭和57年7月一部改正)

1. 事業報告書 (島根県水産試験場事業報告 BULLETIN OF SHIMANE PREFECTURAL FISHERIES EXPERIMENTAL STATION)

- (1) 原則として事業年度終了後一年以内に刊行する。
- (2) 事業年度に実施した全事業(県単, 国補, 委託)の遂行結果を収録する。
- (3) 報告書の構成は下記のとおりとする。
 - I 組織・機構の部……………人員配置, 担当事業, 予算など
 - II 事業実施概要の部……………全事業の経過概要
 - III 調査試験報告の部……………報告書としてまとめたもの
 - IV 調査資料の部……………基礎資料の収録
 - V 既刊研究業績の部……………事業年度における業績の目録
- (4) 原稿は毎年度 1月末日までにとりまとめる。
- (5) 原稿の校閲および編集は編集委員によって行う。
- (6) 編集委員は科長, 分場長とする(59年7月改正)

2. 研究報告書 (島根県水産試験場事業報告 REPORT OF SHIMANE PREFECTURAL FISHERIES EXPERIMENTAL STATION)

- (1) 刊行は不定期とする。
- (2) 事業遂行の過程において得た成果・知見について, 学問的視点から解析した報告を対象とする。
- (3) 投稿は随意とし, 原稿は担当科長・分場長の校閲を受ける。
- (4) 学術誌等で発表した報告は抄録とする。
- (5) 原稿の審査および編集は, 事業報告編集委員が兼ねて行う。

3. 事業別報告書

- (1) 刊行に当っては, 事前に事業報告編集委員に報告し, 刊行物として登録する。
- (2) 報告書の表紙右上部に登録番号をつける。
- (3) 余部を図書室に保管する。
- (4) 事業報告書への再録は原則として抄録とするが, 基礎資料については全資料の再録を認める。

編 集 委 員

大 島 展 志 ・ 服 部 守 男 ・ 鈴 本 博 也

高 橋 伊 武 ・ 岩 本 宗 昭 ・ 安 達 二 朗

昭和61年 8 月 20 日印刷 昭和61年 8 月 31 日発行

発 行 者 島 根 県 水 産 試 験 場
〒 697 島 根 県 浜 田 市 瀬 戸 ケ 島 町 25-1
電 話 浜 田 (08552) 2-1720 (代)

印 刷 所 弘 文 タ イ プ 印 刷 所
住 所 浜 田 市 片 庭 町 254 (合 庁 横)