

東京都水産試験場
温水魚研究部蔵書
第 号
平成 92 年 7 月 27 日

8/4 日誌研.

ISSN 0563-8461
東水試出版物通刊 No.363
調査研究要報 No.202

ハマトビウオ資源動向調査 中間報告書

平成 3 年 3 月

東京都水産試験場

はじめに

伊豆諸島の漁業は、ムロアジ、サバ、トビウオ、カツオ、マグロの回遊魚を中心に、底魚、テングサ、トコブシ等を主に漁獲している。その中でもトビウオ類は重要な資源となっている。

伊豆諸島に來遊するトビウオ類は、15～16種類が知られており、その内漁獲量の多い種類は、ハマトビウオ、アヤトビウオ、ツクシトビウオ、トビウオ等である。ハマトビウオはこれらのトビウオ類の中では最も大型で、また、最も早く産卵に伊豆諸島に來遊する。ハマトビウオは流し刺網で漁獲するが、その漁期は南から始まり、1～2月に鳥島に漁場が形成され、3～5月にかけて八丈島、三宅島に漁場が移ってくる。そして、他のトビウオ類が漁獲される5月中旬になるとハマトビウオは終漁する。地元では、ハマトビウオが他のトビウオに先駆けて春に捕れる事から“春トビ”と呼び、5月中旬以降夏にかけて捕れるトビウオを“夏トビ”と呼んでいる。

八丈島では、かつてはハマトビウオとテングサで総漁獲量の約70%を占め、戦前から一貫して島の主要漁業の位置を占めてきた。特に戦後の漁獲量の伸びは大きく、昭和30年代に入ってナイロン網の導入等漁具漁法の改良、ディーゼルエンジンの導入による漁船の性能の向上に伴い漁獲効率が上がり200万尾～400万尾の高い漁獲量を示した。その後減少し、昭和40年代～50年代にかけては50万尾～200万尾を維持していたが、昭和59年を境に漁獲量が急激に減少し、かつて前例の無い大不漁に見舞われた。そして、現在も回復の兆しはみられていない。漁港整備も進み、漁船も大型化してようやく島嶼漁業の主役の座を漁船漁業に委ねようとしていた矢先の大不漁は、八丈島の漁業に大きな打撃を与えた。

ハマトビウオについては、重要な資源でありながら今まで漁況予測の調査に重点が置かれ、十分な基礎調査が行われておらず、また、トビウオの調査に取り組む県が少ないなどで資源生態が未解決な点が多かった。そこで、この不漁原因を究明するため基礎的な資源生態調査に迫られ、更に、漁海況予報の精度向上や資源管理の確立による、今後の漁家経営の安定に寄与する目的で、昭和61年度よりプロジェクトチームを発足させてその究明に取り組んだ。しかし、ハマトビウオの分布が広域に渡っている事や、資源が極端に減少し調査資料が入手できない等の多くの困難が

ともなった。

水産資源をめぐる争点は、いつの時代においても資源の変動の原因が乱獲か自然の要因かをめぐってであるが、今回の中間報告もその域をはず原因については絞り込めずに終わっている。しかし、4年間の調査を整理検討し、今後の調査の方向を考える意味は大きいと思われる。

東京都水産試験場

場 長 三 村 哲 夫

調査員および担当年度

東京都水産試験場	場長	三村哲夫	総括	
八丈分場	分場長	三木誠	総括	(H1-H2)
		米山純夫	調査・とりまとめ(1.2.4-6章)	(S63-H2)
		武藤光盛	調査・とりまとめ(2章4)(4)	(H2)
		床枝真吉	調査・とりまとめ(2章6)	(S62-H2)
		千野力	調査	(S62-H2)
		山口邦久	調査・とりまとめ(3章)	(S62-H2)
大島分場	分場長	石川吉造	総括	(H1-H2)
		長沼広	調査	(S63-H2)
		斉藤盛致	調査・とりまとめ(2章4)	(S62-H2)
		小澤好春	調査	(S62-H2)
		安藤和人	調査	(S62-H2)
		石井光昭	調査	(S62-H2)
		小松俊夫*	調査	(H1-H2)
		米沢純爾	助言	(S62)
奥多摩分場	分場長	西村和久	総括	(S62-S63)
		青木雄二	調査	(S62-H1)
		伊東二三夫	調査	(S62)
技術管理部	部長	高橋耿之介	総括	(S62-H2)
		斉藤鉄也	企画調整	(S62-H2)
		今井丈夫*	企画調整	(S62)
		中川政男*	企画調整	(S62)
温水魚研究部		竹之内卓夫	調査	(S62-S63)
		小泉正行	調査	(S62-S63)
		江川紳一郎	調査	(S62-H1)

*退職

調 査 船

八丈分場	たくなん	38.48t	船 長	長 田 一 市	他乗組員 7 名
大島分場	みやこ	136t	船 長	笹 本 光 敏	他乗組員 15 名
			船 長	高 橋 喜 一*	
	やしお	28.58t	船 長	立 島 昭	他乗組員 6 名
	かもめ	3.87t	船 長	山 田 雅 行	

協同研究機関

北里大学水産学部	教 授	井 田 齊	系群解析 (2 章) 調査・とりまとめ
	助 手	林 崎 健 一	系群解析 (2 章) 調査・とりまとめ

指導・助言

元中央水産研究所資源部長	本 城 康 至
お魚普及センター資料館館長	阿 部 宗 明
中央水産研究所資源部長	本 間 進

協力機関

三 根 漁 業 協 同 組 合
八 丈 島 漁 業 協 同 組 合
鹿 児 島 県 林 務 水 産 部
鹿 児 島 県 熊 毛 支 庁 農 林 水 産 課
屋 久 町 漁 業 協 同 組 合
西 之 表 市 漁 業 協 同 組 合
遠 洋 水 産 研 究 所
北 海 道 大 学 水 産 学 部
宮 城 県 水 産 試 験 場

*退 職

目 次

1. ハマトビウオ漁業と漁獲量の推移	
1) 漁獲量の推移	1
2) ハマトビウオ不漁の影響	4
3) ハマトビウオ漁業の概要	4
2. 資源生態	
1) 産卵生態	5
(1) 産卵期における沖合と沿岸の魚群分布	5
(2) 沿岸における産卵場所	7
(3) まとめ	9
2) 卵期の生態	10
(1) 人工受精	10
(2) 受精卵の海中動態調査	11
(3) 卵分布調査	12
(4) 卵の孵化時刻	14
(5) 水温が卵の孵化に与える影響	17
3) 稚魚期の生態	20
(1) 水槽内における稚魚の成長と生残	20
(2) 低水温が仔魚の生残と成長に与える影響	24
(3) 高水温が稚魚の生残と成長に与える影響	26
(4) 稚魚の水温選択	29
(5) 稚魚の行動	30
(6) 稚魚の分布	35
4) 分布・系群・回遊経路	42
(1) 未成魚・成魚の季節別分布および個体群性状	42
(2) 系群調査	72
(3) ALCによる耳石標識	76
(4) 標識放流	76
5) 鱗による年齢査定	78
6) 魚体測定データによる解析	85

3. ハマトビウオと害敵生物	
1) カツオノエボシによる仔魚の食害	89
2) その他の生物による仔魚の食害	93
4. ハマトビウオと海況の関係	
1) 漁況と水温の関係	93
2) 冷水塊が卵の生残に与える影響	103
3) 冷水塊が稚仔魚の生残に与える影響	107
5. ハマトビウオ資源に与える人為的影響	
1) 伊豆諸島における漁獲の影響	107
2) 他海域における漁獲の影響	111
3) 他漁業における混獲の影響	114
6. 不漁原因	116
7. 要 約	121
8. 引用文献	123

1. ハマトビウオ漁業と漁獲量の推移

1) 漁獲量の推移

伊豆諸島では2月～5月に鳥島から大島の沿岸でハマトビウオ（春トビ）を漁獲する。1920年以後の漁獲量を図1、表1に示した。

伊豆諸島全体の漁獲量は1956～1963年の8年間は300万尾以上と非常に高水準にあり、とりわけ1961年には805万尾と過去最高を記録した。その後徐々に減少し、1970年に112万尾にまで低下したが、1972年には増加し始め1981年に347万尾とピークに達している。ところが1984年以後漁獲は急減し、最近5年間（1986～1990年）は5～13万尾ときわめて低い水準に落ち込んだまま回復の兆しが見えない。一時的な落ち込みは過去にも何度か起こっているが、比較的速やかに回復しており、その意味で近年の大不漁は過去に例を見ないものといえよう。

鳥島のハマトビウオ漁業は昭和14年（1939年）に新島の1漁船によって行われたと記録され¹⁾、この頃から小規模な漁獲はあったと思われるが、漁獲量は明らかでない。統計上は1954年から漁獲が記録され、当初は出漁しない年もみられる。1959年からは毎年出漁し、漁獲量の変動は大きい。1972年までは8万尾以上の漁獲を揚げている。1974年に1万7千尾まで落ち込んだ後回復し、1981年には過去最高の90万尾を漁獲した。その後漁獲は急減し1988年以後は出漁していない。

青ヶ島～スミス海域の漁獲も統計上1954年から現れ、1956～1983年の間は14～111万尾の間で変動している。変動のパターンは最大の漁獲を揚げる八丈島周辺と必ずしも一致せず、例えば1963年には八丈島で過去最高の429万尾を漁獲したが青ヶ島～スミスでは43万尾と普通の水準で、1972年には八丈島で127万尾と普通の漁獲であったが青ヶ島～スミスでは過去最高の111万尾を漁獲している。1984年以後は他海域と同様漁獲は大幅に減少し1988年以後は出漁船がみられなかった。

八丈島周辺の漁獲量は、第2次世界大戦前の1922年に221万尾と1回目のピークが現れ、1931年には4万3千尾と大きく落ち込んでいる。その後漁獲は若干回復し18～65万尾の間で変動しているが、1942年には138万尾と2度目のピークが現れた。戦中の1945年には7万5千尾にまで減少するが、戦後次第に増加し、1954年には200万尾を越え、1963年には429万尾もの漁獲を揚げている。1970年には49万尾まで落ち込むがその後回復し、1972～1983年は82～168万尾の間で変動している。1984年以後は急激し、1986～1990年は12万尾以下と非常に低い水準にある。

三宅島のトビウオ漁業は明治6年（1873年）に始まったとされるが²⁾、1955年以前の漁獲量は十分把握されていない。1956年以後の漁獲量を見ると1961年に210万尾と極めて高い水準に達しているが、100万尾を越える漁獲はこの年以外にはなく、八丈島に比べ漁獲量はかなり少ない。小さなピークは1967年、1982年にもみられる。

表1 伊豆諸島におけるハマトビウオ漁獲量

西暦	和暦	鳥島	青ヶ島～スミス	八丈島	三宅島	大島～神津島	伊豆諸島全体
1920	9			1,557,197			
1921	10			700,428			
1922	11			2,212,671			
1923	12			1,613,351			
1924	13			541,529			
1925	14			731,714			
1926	15			931,944			
1927	2			549,142			
1928	3			343,445			
1929	4			128,929			
1930	5			79,438			
1931	6			43,282			
1932	7			340,000			
1933	8			293,574			
1934	9			647,084			
1935	10			470,538			
1936	11			208,958			
1937	12			187,101			
1938	13			438,213			
1939	14			476,000			
1940	15			518,577			
1941	16			564,917			
1942	17			1,381,485			
1943	18			968,445			
1944	19			257,445			
1945	20			75,132			
1946	21			364,500			
1947	22			459,517			
1948	23			811,504			
1949	24			336,140			
1950	25			1,662,047			
1951	26			868,736			
1952	27			743,506			
1953	28			1,778,888			
1954	29			2,499,834			
1955	30	70,000	7,800	378,868			
1956	31			3,545,458	251,419	312,464	4,541,089
1957	32	274,184	431,748	5,710,320	100,147	18,892	6,559,278
1958	33	0	456,589	813,333	431,338	1,332,447	2,633,699
1959	34	97,659	391,027	2,089,683	317,807	183,698	3,869,874
1960	35	88,000	146,251	2,492,264	521,746	647,981	3,856,242
1961	36	508,000	796,508	3,584,146	2,097,000	1,069,000	8,054,654
1962	37	427,000	685,215	1,959,957	847,000	79,000	3,988,179
1963	38	238,000	429,052	2,933,015	373,000	152,000	3,985,067
1964	39	328,105	684,176	1,684,903	101,652	1,762	3,800,598
1965	40	237,233	522,393	2,282,313	91,233	0	3,133,172
1966	41	396,624	410,299	628,204	169,381	51,348	1,655,856
1967	42	607,514	663,467	1,514,536	545,942	38,749	3,370,208
1968	43	127,376	916,109	513,556	19,816	304	1,577,161
1969	44	265,591	306,387	874,059	220,586	220,742	1,887,365
1970	45	159,997	355,969	494,980	89,559	14,845	1,115,350
1971	46	152,554	329,248	601,447	41,546	0	1,124,765
1972	47	299,138	1,107,022	2,266,322	156,718	3,095	3,832,295
1973	48	29,185	405,191	218,801	164,684	0	1,081,761
1974	49	16,824	569,683	678,241	68,879	500	2,033,827
1975	50	126,896	713,210	823,826	162,620	73,319	1,899,871
1976	51	225,976	527,706	827,762	182,416	223,661	1,987,521
1977	52	364,257	696,081	868,346	299,322	210,156	2,438,192
1978	53	294,074	438,031	396,426	310,055	783	2,233,369
1979	54	58,662	267,155	1,047,798	288,162	642,319	2,304,096
1980	55	333,658	385,880	1,082,394	319,623	144,500	2,266,055
1981	56	896,178	281,328	1,414,795	410,902	464,043	3,467,246
1982	57	200,557	433,120	1,443,600	549,198	505,420	3,131,895
1983	58	166,110	355,965	932,741	316,720	79,911	1,851,447
1984	59	144,886	69,889	112,768	0	0	327,043
1985	60	76,526	146,947	331,719	118,558	82,418	756,168
1986	61	628	14,761	33,562	6,475	0	55,426
1987	62	3,302	1,913	82,344	3,000	0	90,559
1988	63	0	0	50,334	8,000	0	58,334
1989	64	0	0	76,369	9,851	0	86,220
1990	2	0	0	112,407	11,000	0	123,407

鳥島・青ヶ島～スミス：八丈分場調べ

三宅島～大島：三宅支庁・大島支庁調べ

八丈島 1955年以前：東京水試¹⁰⁾

但し大島～神津島1980年は神津島漁協伝票による

1956年以後：八丈分場調べ

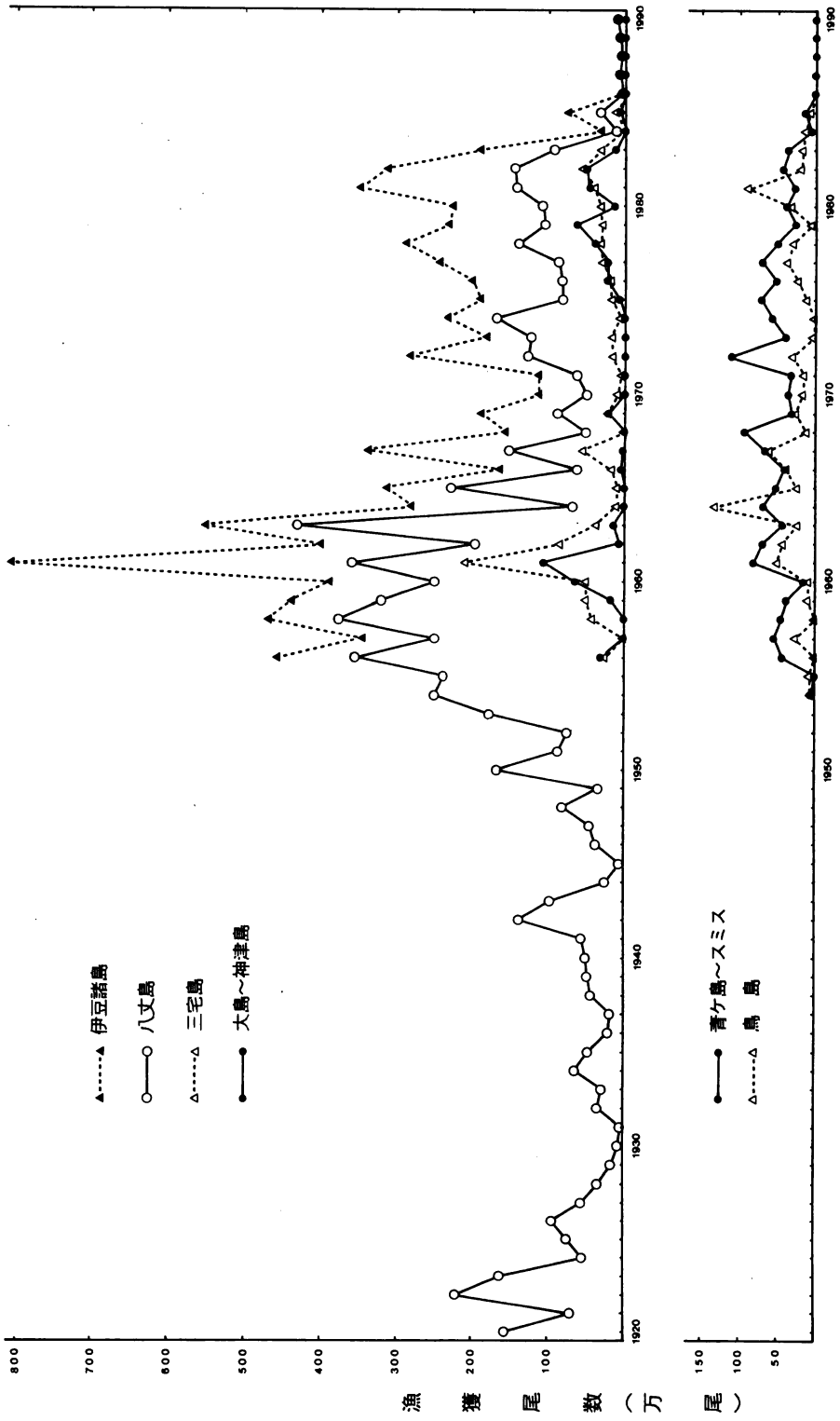


図1 伊豆諸島におけるハマトビウオ漁獲量

大島～神津島の漁獲統計も1955年以前は整備されていない。1956年以後の漁獲は変動が大きく、年によっては漁獲が全くない。三宅島と同様1961年に101万尾と過去最高の漁獲を上げたが、翌年には減少し1977年まで低迷している。1978～1982年には比較的漁獲が多だったが、1984年以後水揚げは全くない。

2) ハマトビウオ不漁の影響

ハマトビウオ（春トビ）流刺網漁業は伊豆諸島の中でもとりわけ八丈島で重要な位置を占めていた。八丈島の総漁獲金額に占めるトビ流刺網漁業の割合は、1960～1964年には51.5%、1965～1969年には36.1%を占めている³⁾。この期間のトビ流刺網漁業の水揚げは1～5月にみられることから⁴⁾、漁獲物は全てハマトビウオと考えてよい。

1970～1990年のハマトビウオ漁獲高と総漁獲高に占めるハマトビウオの割合を図2に示した。漁獲金額は1982年に4億6千万円と過去最高に達したあと急落し、近年8千万円以下で低迷している。ハマトビウオ漁獲高の割合は1970年から1983年まではほぼ20%以上を占めていたが、大不漁の始まった1984年からは急激に低下し1988年には1.9%にまで落ち込んだ。

八丈島では1977年頃から漁港の整備により船の大型化が可能となり、新船の建造・他県からの中古船の購入が相次いだ。ハマトビウオの漁獲を見込んで船を購入した漁業者は、1984年以後の大不漁により資金の返済計画が狂い、漁家経営に苦しんでいる。

3) ハマトビウオ漁業の概要

ハマトビウオ漁具は時代と伴に少しずつ変わり、また漁業者や漁場によっても異なるが、八丈島で現在一般的に使用されている流刺網漁具は、ナイロン糸2.5～3号、目合57mm、道網35～55反、釜網5反を1統としている。1反は長さ50間または33間を縮結し28間～23間に仕立てたもので、丈は道網100掛け、釜網130掛け、沈子には鉛入りロープを使用している。

操業は島の極沿岸で行われ、潮の流れに応じて投網位置を選ぶ。普通海岸の突出した鼻や岬の沖から投網することが多く、魚群の濃密な場所に流れるように投網する。経験的に、速い潮流から影になる場所や潮目の周辺にハマトビウオが集まることが知られている。投網が終わると漁船は網と共に潮に乗って流れ、網の見張りをする。流す時間は潮の速さによって違うが普通は30分～2時間程度である。揚網が終わると潮上りして、前回の漁模様を見ながら投網位置を選ぶ。漁模様が良ければ、再び同じ地点に投網することが多い。ハマトビウオ漁業の最盛期には同じ場所を多数の漁船が操業し、1船の投網が終わると次の船が投網を始め、網と網の間隔が30mほどしかない場合もあったという⁵⁾。

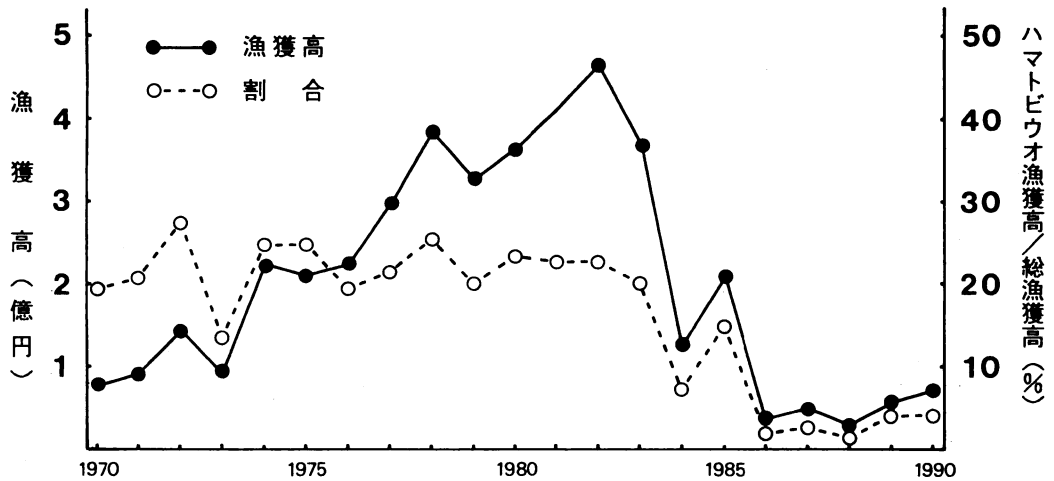


図2 八丈島におけるハマトビウオ漁獲高と総漁獲高に占める割合
金額は漁協総会資料による

2. 資源生態

1) 産卵生態

(1) 産卵期における沖合と沿岸の魚群分布

産卵場所を推定するため、産卵期における沖合と沿岸の魚群密度・性比を明らかにする。

a. 方法

1988年から1990年の3～4月に、調査船「みやこ」「たくなん」により、鳥島～八丈島の沿岸と沖合（距岸3.5～49海里）で試験操業を行い漁獲数と漁獲物の性別を調査した。操業位置・時刻等は4)分布調査を参照。

b. 結果

調査日・漁獲尾数・CPUE（1操業当たり尾数）を表2に、雌の出現率を表3に示した。

1989年調査 鳥島海域では沖合5～30海里で8回操業し漁獲数は0尾、沿岸では3回操業し1尾を漁獲した。八丈島海域の沖合では距岸15～30海里で5回操業し、合計13尾を漁獲し、測定した12尾のうち雌は91.7%を占めた。最も漁獲が多かったのは沖合30海里の地点で、1回の操業で7尾を漁獲した。八丈島沿岸では沖合調査と同時期（4月5日～12日）に10回の操業で670尾を漁獲し、性別調査を実施した63尾中の雌の出現率は39.7%であった（表3）。

1989年調査 鳥島海域では沖合5～31海里の4地点で各1回操業し2尾を漁獲した。沖側の距岸31海里・22海里地点では0尾、岸側の11海里・5海里地点では各1尾の漁獲

であった。沿岸では7回操業し108尾を採捕した。

八丈島沖合では島の東西9～49海里の12地点で各1回操業し、合計32尾を捕獲し、雌の出現率は37.5%であった。12地点の内漁獲数が多かったのは、島の東18海里(St. X-1)と28海里(St. 2)であったが、それぞれ16尾、12尾の漁獲に留まった。八丈島沿岸域では同時期に14回操業し、1,746尾を漁獲し、性別調査を実施した58尾中の雌の出現率は0%であった。

1990年調査 鳥島・スミス海域の調査では鳥島の北20海里で1回操業し0尾、沿岸で3回操業し1尾を漁獲した。八丈島海域の調査では沖合3.5～40海里で10回操業し30尾を漁獲し、雌の出現率は23.3%であった。漁獲は距岸13海里以内に限られ、これより沖合の漁場では漁獲に至らなかった。沿岸では同時期に2回の操業で114尾を漁獲し、雌の出現率は8.8%であった。

各年の沖合と沿岸のCPUEは沿岸で高い値を示し、雌の出現率は沿岸より沖合で高い傾向が認められた。

c. 考察

3カ年の調査でハマトビウオが沖合(距岸3.5～30海里)にも分布することを確認したが、その分布量は沿岸に比べ遙に少なく、八丈海域のCPUE(1操業当たり尾数)でみると、1/19～1/46に過ぎなかった。このことは、ハマトビウオが3・4月に伊豆諸島のごく沿岸に蛸集することを示している。沿岸より沖合に雌が多い現象は、未成熟の個体が沖合に待機し成熟の完了した個体が順次接岸し、待ち構えている雄と繁殖行動を行うとも解釈できるが、沿岸で未成熟雌が採捕されることがあり、さらに検討する必要があろう。

表2 沖合と沿岸におけるCPUE(1操業当たり尾数)

		1988年				1989年				1990年			
		調査	操業	漁獲	CPUE	調査	操業	漁獲	CPUE	調査	操業	漁獲	CPUE
		月日	回数	尾数		月日	回数	尾数		月日	回数	尾数	
鳥島	沖合	3/6-9	8	0	0	3/20-21	4	2	0.5	3/21	1	0	0
	沿岸	3/6-10	3	1	0.3	3/19-23	7	108	15.4	3/20-21	3	1	0.3
八丈島	沖合	4/6-10	5	13	2.6	4/9-13	12	32	2.7	4/16-19	10	30	3.0
	沿岸	4/5-12	10	670	67.0	4/11-14	14	1746	124.7	4/19	2	114	57.0

表3 八丈島の沖合と沿岸における雌の出現率

	1988年				1989年				1990年			
	調査日	個体数		♀出現率 %	調査日	個体数		♀出現率 %	調査日	個体数		♀出現率 %
		♂	♀			♂	♀			♂	♀	
沖合	4/10	1	11	91.7	4/10-14	20	12	37.5	4/16-20	23	7	23.3
沿岸	4/5-6	38	25	39.7	4/11	58	0	0	4/19	104	10	8.8

(2) 沿岸における産卵場所

ハマトビウオの卵は粘着糸を持って、基質に纏絡する性質を持っている。沿岸の産卵場所を明らかにするために、数種の基質上での孵化率を水槽内で調べるとともに、天然海域で産卵の有無を確認する。

a. 水槽試験

方法

付着基質としてプラスチック防虫網・人工海藻（キンラン）・砂礫表面を用い、この他砂礫中に軽く卵を埋めて孵化率をみた。1989年4月26日17:45～18:40に、八丈島大越鼻で採捕した親魚から人工受精し、同日10ℓないし15ℓのスチロール水槽に受精卵を収容し、あらかじめ設置した付着基質に纏絡させた。防虫網区は防虫網を方形の枠に張って水面と平行に吊るし、1区は18℃の止水、別の1区は温度調節しない流水（水温19.0～21.4℃、以下同じ）で飼育した。人工海藻区はキンランを入れ18℃の止水で、砂礫表面区はミズノシタ（図3）の水深22mから採取した砂礫を水槽底部に敷き流水で、砂礫埋没区は砂表に撒いた卵の上に砂を薄く散布し流水で飼育した。止水飼育では毎夕4ℓの砂濾過海水を交換し、流水飼育では毎分約200mlの生海水を注水し、いずれもエアレーションを施した。エアレーションは防虫網区ではごく弱いものとした。

結果及び考察

各付着基質に対する卵の纏絡をみると、キンランには比較的しっかり絡まったが、プラスチック防虫網は絡まり方が弱く通常のエアレーションでは大部分落下した。砂表の卵は砂を散布した時に起こる水流で簡単に舞い上がり、埋没させるのは容易でなかった。

各試験区の孵化率と、孵化仔魚の孵化後12時間の生残率を表4に示した。

プラスチック防虫網区と人工海藻区の孵化率は、いずれも80%以上と高かった。防虫網区と砂表区を比べると、砂表区の孵化率は防虫網区より約10%低いものの、76.9%と比較的高い値を示した。砂表に沈下・付着した卵は、砂に接する面の換水量が少なく、このことが若干の孵化率低下をもたらしたと思われる。天然海域では砂表でも換水量が多く、水槽内より高い孵化率が想定できる。砂中区についてみると、孵化率は39.1%と

表4 付着基質と孵化率の関係

	収容卵数	孵化数	孵化率 %	仔魚の 生残率%*
18℃ 防虫網	554	457	82.5	99.1
18℃人工海藻	423	391	92.4	94.6
流水 防虫網	427	367	85.9	93.2
流水 砂表面	450	346	76.9	85.3
流水 砂 中	450	176	39.1	90.9

*孵化12時間後

低く、孵化したものの多くは埋没を免れ砂表に残った卵からのもので、埋没した卵はほとんど斃死したと考えられる。このことはハマトビウオがサケのような卵を砂中に埋める習性を持たないことを示している。孵化仔魚の生存率は各区とも高かった。

b. 漁場試験

方法

1988年には4月14日に八丈島高根沖および今根沖（図3）に人工海藻を取り付けた延縄を設置し、4月16日に回収し卵の有無を調べた。使用した人工海藻は、コイ産卵用ポリエチレンフィルム、キンラン、古ロープをほぐしたものである。

1989年には4月13日に八丈島ミズノシタの水深20m付近に人工産卵床を設置し4月14日、19日、5月6日に産卵の有無を潜水調査した。使用産卵床は前年調査のものに加え麻縄、杉葉とし、重りをつけて各1基ずつ設置した。またミズノシタの水深20~30mの海底地形と着生生物を水中観察し、岩礁上・海藻中で産出卵の有無を調査した。

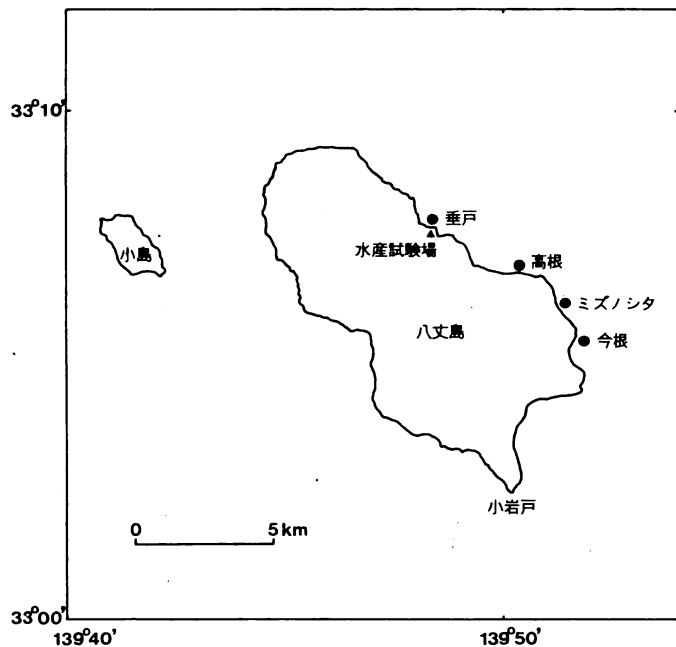


図3 産卵場調査地点

結果及び考察

1988年調査では、39個のハマトビウオ卵を採集し、この内受精卵は9個であった。採集卵数が少なかったこと、まとまった付着がなかったこと等から、人工海藻に直接産卵されたものとは考えにくく、他の場所で産卵されたものの一部が流されて付着したものである。1982年には八丈島沿岸で同様に調査を行い、312個のハマトビウオ卵を採集している⁶⁾。今回の調査で採集卵が少なかった理由は、1982年に比べハマトビウオ資源量・産卵量が大幅に減少したためと考える。

1989年調査では人工産卵床、岩礁、海藻等にトビウオ卵は確認できなかった。ミズノシタの水深20～30mの岩礁上は6～7割が造礁サンゴに覆われ、その間にサンゴモ類、タマイタダキなど丈の低い海藻と、所々にヒラクサが着生していた。ハマトビウオがこの水深帯で産卵し、卵が沈下するとすれば、産出された卵はサンゴによってかなり食害されることが予想される。

(3) まとめ（産卵生態）

伊豆諸島におけるハマトビウオ漁期はかつての豊漁期には1月下旬～5月上旬、近年の不漁期には3～5月上旬であり、この時期は成熟卵を持った雌と、放卵後の雌が漁獲されることから産卵期と推定されている⁶⁾。沖合と沿岸の魚群分布結果は、産卵期にハマトビウオが沖合より沿岸に濃密な群を作ることを示し、また沿岸の海底から中層に設置した人工海藻に少数ながら卵の付着が認められたことは、主産卵場が沿岸であることを示唆している。

ハマトビウオ卵は粘着糸を持って他物に付着する性質があり、水槽内の人工海藻に付着させた卵の孵化率は良好であることから、ハマトビウオは沿岸の海藻に産卵するとも考えられた。しかし海藻に産卵すると仮定すると下記のように説明できない事実が多い。

- 1) ハマトビウオ卵の産みつけられた海藻が着生藻・打ち上げ藻・流れ藻を含めほとんど発見されていない。過去における唯一の確認例は1983年5月神湊沖水深20mのタマイタダキ上の2個である⁶⁾。
- 2) スミス・ベヨネーズ・八丈島南西岸など海藻の少ない場所にも漁場形成される。
- 3) 八丈島には卵の纏絡に適した丈の長い海藻が非常に少ない。
- 4) 人工海藻設置試験では卵の付着を小数確認しているが、いずれも親魚が生みつけたものではなく、流れてきた卵が絡まったものと推定された。
- 5) 仮に卵が沿岸の基質に生みつけられたとすると、少なくとも一時的には多量の孵化仔魚が沿岸に存在するはずであるが、孵化仔魚の採集例はきわめて少なく（稚魚の分布参照）、また稚魚は走光性が強いにもかかわらず沿岸の灯火に蝟集した稚仔魚が確認されていない。

後述するハマトビウオ卵の海中動態調査では海底付近に散布した卵は海藻などに付着することがなく、強制的に付着させた卵も波に揺すられて次第に海藻から分離した。この結果はハマトビウオ卵の他物への付着力が弱いことを示しており、逆に言えばハマトビウオが卵を海藻に生み付ける習性は持たないことを示唆している。

ハマトビウオと同じダツ目に属し、纏絡糸を持つサンマの産卵生態については、1) 流れ藻依存型産卵、2) 海底の岩礁や藻林への産卵、3) 海中への生み放しの3種が想定されているが、未だ未解決の問題とされている⁷⁾。また、ホソトビでは砂地の海底から多量の卵が採集され、岩場では僅かしか採集されなかったことから、産卵場所は海底が砂場のところと推定された⁸⁾。ハマトビウオについてみると前述のとおり卵の付着力が弱く、流れ藻へ生み付けられた卵がこれまで発見されていないこと、海底の海藻(人工海藻を含む)に絡まった卵が非常に少ないことから、海中に産み放す産卵様式持つ可能性が高いと考えられる。

2) 卵期の生態

(1) 人工受精

良質の受精卵を得るための人工受精の方法を明らかにする。

a. 方法および結果

1987・1988年

調査船「たくなん」により流し刺網を用いてハマトビウオを漁獲し、船上で成熟した雌の腹部を圧迫し、バケツに卵を搾り出した。次いで成熟した雄の腹部を圧迫し精子を卵に加え、海水を卵が隠れる程度に注入し、手もしくは鳥毛でかき混ぜた。精子の放出量は少ないため雌1尾に対し雄2尾程度を用いた。この状態で試験場に運び、受精から数時間後、砂濾過海水または精密濾過海水で洗卵し、30ℓ水槽中の人工海藻に付着させ飼育した。1988年は4月5・6・14日に人工受精し、受精4日後に発生の進行している卵の割合は、それぞれ87.9、72.2、96.7%とかなりばらつきがあった。

1989年

4月26日、「たくなん」により漁獲した雌から良く熟した個体(卵が肛門から一部溢れる)を選び、直ちに開腹し卵巣を摘出後、底部に1~2cm海水を張った30ℓパンライト水槽に卵を絞り出した。雄も漁獲直後のものを開腹し、精巣を摘出し、卵の上に精子を絞り出した。放出された精子の量は、1腹の精巣から多いもので1~0.5cc程度、少ないものはそれ以下で、このような精巣では精巣の一部を手でつぶして卵に加えた。1腹の卵に対して、2ないし3尾の雄を用い、加精後軽く手でかき混ぜ約1分放置した後3回洗卵(約20ℓの海水を加え、卵が沈下した後うわ澄みを捨てる)した。

受精率は未測定であるが、孵化率は最高92.4%であった。

1990年

4月27日、「たくなん」により漁獲した雄雌各1尾による人工受精を3回実施した。受精方法は前年とほぼ同じであるが、加精後手でかき混ぜた後、直ちに洗卵を始め洗卵は4～5回繰り返した。その後入港するまで約30分毎に飼育水を入替えた。これとは別に、4月27日、18:30頃に漁獲したハマトビウオの雄雌各1尾を入港まで(約30分)水上で保存し、入港後は発砲スチロール箱に入れて試験場に運び、19:30(漁獲後1時間)に船上と同じ方法で人工受精した。精巢は硬さが増し精子は出にくかった。

船上で人工受精した3腹の卵の受精率は、受精3時間後にそれぞれ200粒検鏡し、いずれも100%であった。室温の止水で飼育したこれらの卵の孵化率は98.3%と良好であった。漁獲1時間後に陸上で人工受精した卵の10日後の生卵数は200粒中79粒、39.5%と悪かった。

b. 考察

各試験では同一条件で受精率、生卵率、孵化率等を測定していないため、正確な比較はできないが、得られた資料から推測すると、1989・1990年の方法(漁獲直後に、成熟した雌雄から卵巣・精巢を摘出し、容器に絞り出した卵に媒精した後十分洗卵を行う)によって良好な受精卵を安定して得ることができる。

(2) 受精卵の海中動態調査

ハマトビウオの産卵場所や産卵から孵化までの動態には不明な点が多い。卵が海中に産み放しにされ浮遊しながら孵化を迎えるという仮説を検証するため、受精卵を海中に散布し、潜水観察によりその動態を把握した。

a. 方法

1990年4月27日18:00に「たくなん」船上で人工受精した受精卵を、水産試験場の100ℓパンライト水槽中で1晩蓄養した。翌28日10:00に調査員がポリエチレン袋に入れて海中に持込み、海底付近と海面付近で散布し卵の動態を観察した。また海底の石灰藻に卵の入ったポリエチレン袋をかぶせ、卵を強制的に海藻に付着させ、その動態を観察した。調査地点は八丈島垂戸沖水深20mの、岩礁と砂地の境界付近である(図3)。一方、実験室内でメスシリンダーに海水(塩分34.9%)を満たし、受精卵15粒の沈下速度を測定した。別の15粒は次亜塩素酸ナトリウム3%液に20分間浸漬し、粘着糸を除いて沈下速度を測定した。

b. 結果

人工受精から放流まで

30ℓのパンライト水槽中で人工受精し、手で掻き回した後4～5回洗卵したが、この過程で卵どうしが互いに絡まり合うことはなかった。試験場の100ℓパンライト水槽に

収容した約2万粒の卵は1晩のエアレーションにより一部は互いに絡まったが、その割合は低かった(1/10以下)。

海底付近の動態

海底から約1m上方で散布した卵は、上昇するもの、その辺りに漂うもの、沈下するものと様々で、全般的には沈下するものが多かった。しかし、沈下速度は水槽の止水よりはるかに遅く、沈下した卵も海底直上では波の作用により再び舞い上がり、海底の基質(海藻、岩盤、砂など)に付着することはなかった。水槽収容中のエアレーションにより絡まった数十粒の卵塊は沈下し易く、海底の基質に絡まるものもみられたがしばらく波に揺すられると再び分離した。強制的に石灰藻に付着させた卵は、波の力で次第に分離していたが、藻の奥に付着した少数の卵は約30分後にも藻中に止まっていた。

海面付近の動態

表面下約50cmで散布した卵はなかなか沈下せず、追跡した1個の卵は放流5分後にも表面下約50cmにあった。

水槽中の沈下速度

止水中のハマトビウオ卵の沈下速度は粘着糸を除去しないもので平均1.17cm/秒、粘着糸を除去したもので平均1.83cm/秒であった。

c. 考察

ハマトビウオ卵は止水中では速やかに沈下するが、海中では必ずしも沈下せず、沈下する卵もその速度は遅い。また水深20mの海底付近では波の作用で舞い上がり、海底の基質に付着することはなかった。児島⁸⁾はホソトビの卵を砂場で多量に採集したことから、産卵場所が砂場であると推定したが、ハマトビウオ卵は仮に沿岸の砂場に産卵されたとしても、波浪により舞い上がり砂上に沈下することは少ないと思われる。海藻中の卵は流出しにくい、ハマトビウオの1腹約2万粒を保持できるような葉量の多い海藻は八丈島沿岸にはなく、また本調査は春期には稀な凧の日に実施しており、時化の日には強い波により卵が藻中に止まる可能性は非常に少ない。

以上の結果をみると、沿岸で産卵された卵の大部分は流れに乗って沖合に運ばれる可能性が高い。凧の日でも卵が沈下しにくいことを考えると、通常の波浪条件下では少なくとも表層ではかなりの卵が沈下しないと言えよう。止水中の卵の沈降速度をみると卵の浮遊にとっては粘着糸が有効に働いていることが分る。

(3) 卵分布調査

伊豆諸島及び種子島・屋久島海域の沿岸と沖合でプランクトンネットを曳網し、産卵後の卵の分布を明らかにする。

a. 方法

調査船「みやこ」により、マル稚ネット10分間表層曳き及び改良ノルパック垂直曳き(300 ~ 0 mまたは150 ~ 0 m)を実施した。調査日、調査海域等は表5のとおりである。

b. 結果

調査結果を表5に示す。調査したマル稚ネット延べ116地点と改良ノルパック延べ38地点の内、ハマトビウオ受精卵が採集された地点は1989年4月の八丈南東8.5海里(St. X-2、25粒)と、南東13.5海里(St. W3、2粒)で、いずれもマル稚ネット表層曳きによるであった。但し、St. W3の卵は直前に曳網したSt. X-2の入網卵の混入とも考えられる。マル稚ネットの調査地点中沿岸域(距岸2海里以内)に含まれるものは59地点、沖合域は57地点であった。

1988~90年の3・4月に実施した沖合定線調査(大島~鳥島延べ59点)のサンプルについても卵の有無を調べたが、卵は採集されなかった。

表5 卵分布調査結果

調査年月日	調査海域	調査地点数		採集卵数
		マル稚	改良NP	
1988 3/4-13	鳥島~ベヨネーズ	6	6	0
1988 4/2-11	鳥島・八丈島	4	4	0
1989 2/4-6	種子島・屋久島	21	3	0
1989 3/16-24	鳥島	44	4	0
1989 4/5-14	鳥島・八丈島	13	5	27
1990 2/3-8	種子島・屋久島	11	5	0
1990 3/16-25	鳥島・八丈島	5	5	0
1990 4/10-21	鳥島~八丈島	12	6	0

c. 考察

ハマトビウオ卵は八丈島東8.5海里的表層で採集され、卵が浮遊していることが明らかになった。採集地点は調査時ほとんど流れがなかったが、その東では2ノット前後の南東流がみられ、水温分布からもこの海域が暖水と低温水との境界域であることから、八丈島沿岸域で産卵された卵が流されて潮境域に集合したと推察される。採集卵数は合計27粒と、延べ116にのぼる調査地点数に比べ少ないが、これは産卵量が最も多いと思われる八丈島沿岸での産卵盛期の調査が少なく、またハマトビウオ資源が減少し、産卵

量自体も大幅に減少しているためと考えられる。八丈島沿岸では1982年にマル稚ネット表層曳きにより81粒のハマトビウオ卵を採集し、これらの卵は発生が進んでいないことから、刺網に羅網した雌が放卵した未受精卵と推定された⁶⁾。しかし今井⁹⁾によれば卵は受精後2.5時間で胚隆起、9～12時間で第1～3分割するとされ、卵が浮遊するとすれば沿岸で産卵された卵が第1分割の始まる前に採集される可能性は高い。

ハマトビウオと同じようにダツ目に属し、粘着糸を持つサンマ卵はプランクトンネットにより表層から中層で採集されている⁷⁾。これらの事実やハマトビウオ卵の基質に対する付着力が弱いことを考えれば、産出されたハマトビウオ卵のかなりの部分は流れに乗り、表層・中層を浮遊しながら孵化を迎えると考えられる。

(4) 卵の孵化時刻

ハマトビウオ卵の孵化時刻と光周期との関係を明らかにする。

a. 方法

1988年試験では4月5日に人工受精した卵約1万粒を30ℓパンライト水槽に収容し人工海藻（キンラン）に付着させて飼育した。水槽は自然光の差し込む室内に置き、孵化数は孵化が始まった4月19日の16時から1時間毎に計数した。稚魚は孵化後水面近くに浮上する性質があり、これを弱い光のもとで小容器に掬い取って計数した。

1990年試験では4月27日に人工受精したハマトビウオ卵を、網及び人工海藻に付着させ、それぞれ15ℓスチロール水槽3槽（A・B・C槽）と30ℓパンラント水槽（D槽）に収容し飼育した（図4）。収容卵数は15ℓ水槽では515～965粒、30ℓ水槽では約1万粒、各水槽は窓際に置き自然光周期とした。

5月9日に孵化が始まり、同日A・B・C槽の1時間毎の孵化数と照度を測定した。5月10日15:00にはD槽中の、卵が付着した人工海藻を一部切り取って、3槽の15ℓ水槽（E・F・G槽）に分収した。その後E槽は自然光周期とし、F槽は23:30まで蛍光

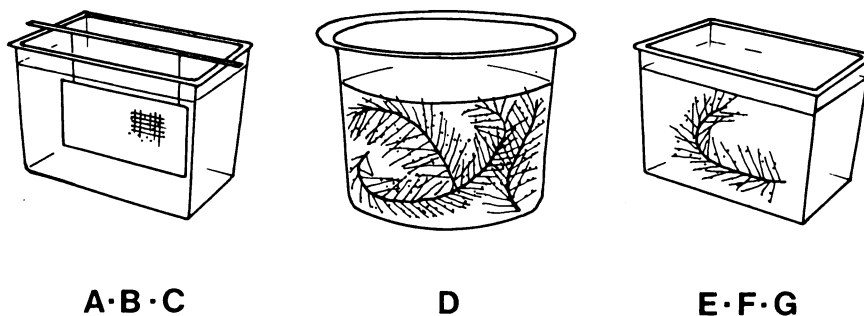


図4 飼育水槽

灯を点灯しその後消灯、G槽は常照として、毎時間の孵化数を計数した。稚魚の計数は、毎正時に卵が付着した網・人工海藻を、別に用意した15ℓ水槽に移し、元的水槽中の稚魚数を計数する方法を用いた。

b. 結果

1988年試験の結果を表6に示した。孵化尾数は日没に向かって徐々に増加し、日没直後の19:00～20:00には129尾、20:00～21:00には1154尾と最も孵化数が多かった。

表6 ハマトビウオの時間別孵化尾数(4月19-20日)

時 間	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-08	合 計
孵化尾数	5	10	24	129	1,154	247	174	91	1,831

1990年試験では、A・B・C槽が5月9日に合計2095粒99.1%と大多数の卵が孵化したのに対し、D槽では9日だけでなく10日にも相当数の卵が孵化した。A・B・C槽の孵化時間と照度を図5に示した。3槽とも5月9日の19:00～20:00の間にほとんどの卵が孵化した。照度は17:00～19:00にかけて急速に低下し19:00には20luxとやや明るさが残る程度である。

E・F・G槽の孵化時間をみると(図5)、E槽(自然光周期)では15:00～18:00までは孵化数は少なく、18:00～19:00には照度の低下に連れてやや増加した。19:00～20:00には照度がほぼ0となり、孵化数は1140と急激に増加し全孵化数の96.6%を占めた。20:00以後翌日の01:00まで孵化は続くがその数はきわめて少ない。

F槽(23:30まで点灯)についてみると、20:00までは孵化数が11尾/hr以下と少なく、21:00以後徐々に増加し22:00～23:00には253粒が孵化した。そして、消灯した23:00～24:00には残りの殆ど1521粒、79.4%が孵化している。

G槽(夜間常照)では24:00～01:00に孵化のピークがみられるが、孵化は15:00～06:00まで続き、経時的な孵化数の変化は山が低く裾の長いパターンを示した。

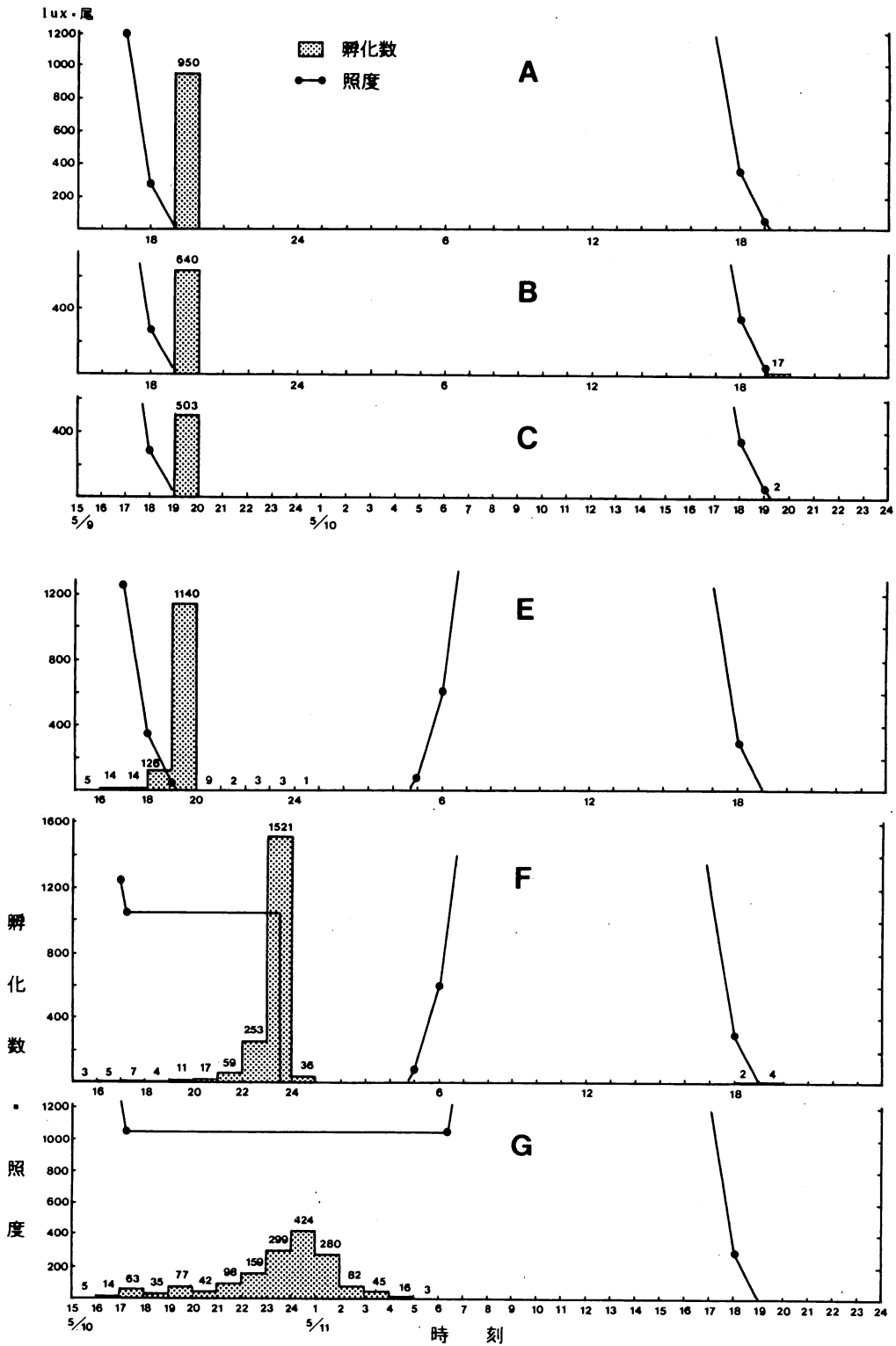


図5 ハマトビウオの孵化時間

c. 考察

孵化は明らかに光の周期に影響され、照度ほぼ0で一斉に孵化している。しかし、光周期以外の要素にも影響され21:00を過ぎても明状態が続くと次第に孵化数が増加し、24:00~01:00にピークを迎える。恐らく、孵化し得る生理状態になった卵は暗状態を感じて孵化するが、暗条件がなくともある生理状態を越えると孵化が始まると考えられる。

1990年試験の自然光周期下の孵化時刻は、今井⁹⁾の結果に近いが、1988年試験では自然光周期であったにもかかわらず、孵化は長時間続いた。この試験では30ℓ水槽に約1万の卵を人工海藻に付着させて収容しており、過密状態から飼育条件はかなり悪かった。飼育環境の不適(換水率・溶存酸素等)またはばらつきが発生速度に違いをもたらし、孵化時刻の違いとなって現れた可能性がある。1990年試験でも少数の卵を収容した、A・B・C槽では5月9日にはほぼ全卵が孵化したのに対し、多数の卵を収容したD槽では孵化が数日にまたがっており、光周期以外の環境条件も孵化日数・時間に影響を与えている。

自然条件下では卵を取り巻く物理的環境は水槽中に比べ好適に保たれていると考えられるため、孵化時刻はほとんど光周期にのみ影響される。ハマトビウオ卵が日暮れとともに孵化することの利点は、遊泳力が弱く捕食されやすい孵化直後の時期を、捕食生物の活動が鈍い夜間に経過させることにあるとも考えられる。

(5) 水温が卵の孵化に与える影響

ハマトビウオ不漁原因の一つとして1984・1986年の産卵期に八丈島周辺が冷水塊に覆われ、低水温により孵化率が低下した可能性が指摘されている。これを確かめるため水槽内で低水温が孵化に与える影響を明らかにする。

a. 方法

1989年試験では、試験水温を12℃、15℃、18℃、21℃とした。4月26日に八丈島大越鼻で「たくなん」により採捕した雌3尾から採卵し、船上で人工受精した。受精時刻は17:45~18:40、その後試験場に運び、20:30~21:30に各試験水槽に収容した。この間の水温は、受精時20.5℃、移動中の19:30には17.0℃、各試験水槽は当初20.5℃であった。試験水槽は10ℓスチロール水槽を用い、卵の付着基質としてプラスチック防虫ネットを吊るし、その上に約500粒の受精卵を散布した。試験槽は温度調節したウォーターストック中に収容し、弱いエアレーションを施した。飼育水は砂濾過海水とし、毎夕4ℓを交換した。毎朝夕孵化仔魚数と死卵数を計数除去し、孵化仔魚は36時間室温の止水で飼育し生残数を調査した。

1990年試験では、試験水温を15℃、16℃、17℃、18℃、とした。4月27日16:35に八

丈島神湊沖で漁獲直後の親魚を用いて人工受精し、20:00~20:30に各試験水槽に収容した。水温は受精時には21.2℃、試験水槽収容時には21.0℃であった。試験水槽(10ℓスチロール水槽)を、恒温水槽のウォーターバス中に設置し、たこ糸を張った方形枠を水槽中に吊るして、約700粒の卵を纏絡させた。エアレーションを施し、毎朝夕飼育水の約1/3をあらかじめ同水温に調節した砂濾過海水と交換した。光周期は蛍光灯により設定し06:00~18:00に明、18:00~06:00に暗とした。各試験とも毎朝夕孵化仔魚数と死卵数を計数除去した。

b. 結果

1989年試験の各試験区の孵化率と孵化後36時間の生残率を表7に、孵化日数を図6に示した。12℃区では全卵が孵化せず、死卵の検鏡によれば発生は桑実期で止まっていた。15℃区は孵化率35.5%と低く、孵化日数は受精後29~36日と長く、孵化は8日間に渡って続いた。死卵は桑実期で止まっているものから孵化直前のものまで様々で、孵化仔魚の36時間後の生残率は95.4%であった。18℃区は孵化率82.5%と良く、孵化日数は受精後16~21日と6日間に渡っていた。21℃区は孵化率91.1%と最も良く孵化日数は11~13日と短かった。各水温区における孵化翌日の稚魚の体長(全長)を比べると、15℃区5.99mm(29尾平均)、18℃区6.09mm(22尾平均)、21℃区6.14mm(20尾平均)と水温が高い程体長も大きかったが、Kruskall-Wallis 検定によればこれらの差は5%水準で有意でなかった。

1990年試験の各試験区の孵化率を表8に、孵化日数と孵化数を図6に示した。孵化率は全区とも非常に良く、18℃区についてみると前年の82.5%を上回り、97.3%に達している。試験区間の孵化率を比較すると、15℃区で96.1%、18℃区で97.3%と15℃区で若干低いものの、その差は少なく、15℃区でも高い値を示した。15℃区の孵化率は前年の35.5%に対し、96.1%と著しく上昇している。孵化日数は水温が低い程長く、孵化のピークは18℃で孵化後19日目、15℃で33日目、前年に比べ18℃では1日遅れ、15℃では2日遅れていた。

表7 水温と孵化率の関係(1989年試験)

試験区	供試卵数 (尾)	孵化数 (尾)	孵化率 (%)	36時間後仔魚 生残率(%)
12℃区	428	0	0	
15℃区	487	173	35.5	95.4
18℃区	554	457	82.5	98.5
21℃区	551	502	91.1	99.4

表8 水温と孵化率の関係 (1990年試験)

試験区	供試卵数 (尾)	孵化数 (尾)	孵化率 (%)
15℃区	760	730	96.1
16℃区	706	693	98.2
17℃区	671	658	98.1
18℃区	694	675	97.3

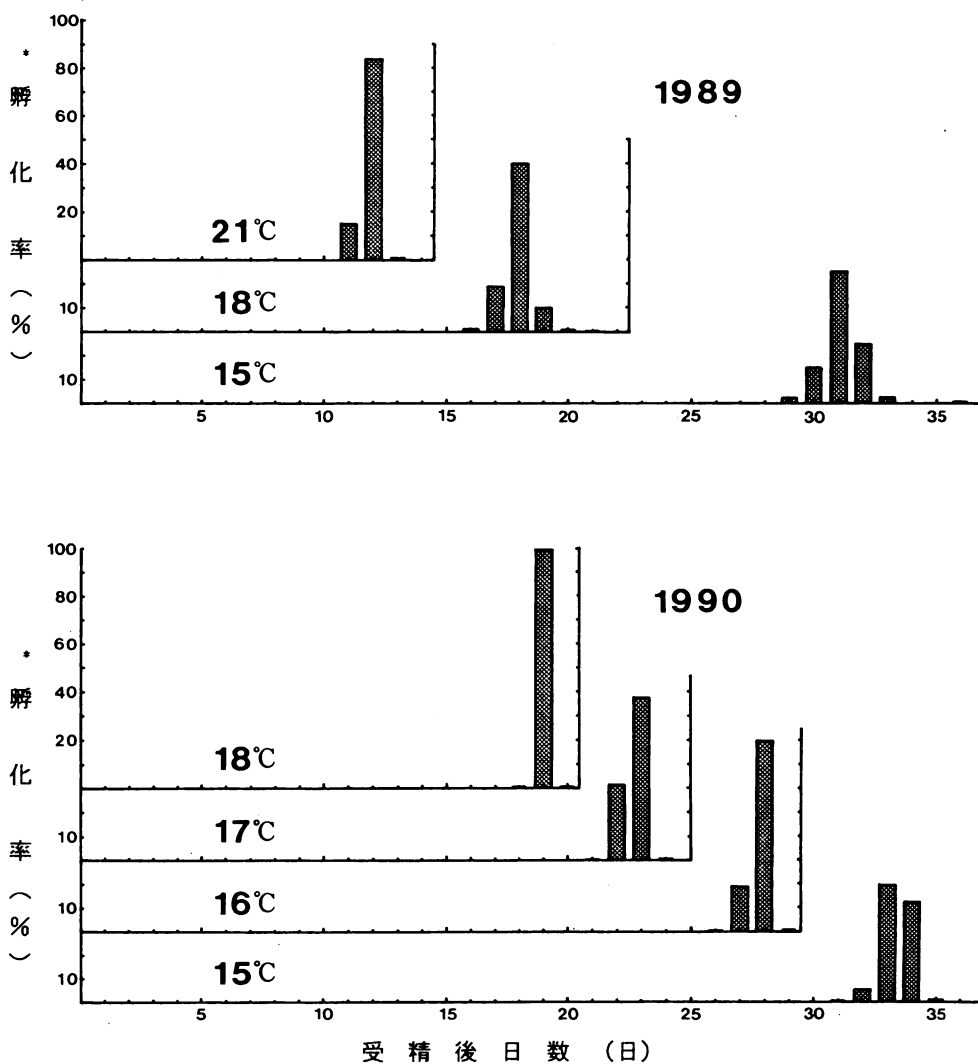


図6 ハマトビウオ卵の水温別孵化日数

* 孵化率 (100×孵化数/全孵化数)

c. 考察

1989年試験における孵化率をみると、12℃区では全卵斃死し、15℃区で35.5%、18℃区で82.5%、21℃区で91.1%と水温が高いほど孵化率も高かった。これに対し、1990年試験では15℃区でも96.1%と高い孵化率を得、15～18℃の範囲では、水温の上昇に伴う孵化率の顕著な増加は認められなかった。1989年と1990年の実験条件の相違点は次のとおりである。1) 90年には人工受精後、船上での洗卵を前年より充分に行い、入港まで頻繁に水換えした。2) 90年には水槽内のエアレーションを前年より強くした(89年の試験では防虫網に卵が充分絡みつかず、エアレーションを強くすると卵が網から転落した)。3) 90年にはほぼ設定水温を維持できたが、前年は15℃区の水温が一時的に13℃台にまで低下した。1990年試験の高い孵化率は以上のどれかまたは全てが影響したと考えられるが、何れも実験条件の改善と言えるもので、15℃の孵化率としては90年の値を採用すべきであろう。

1990年試験と同時に実施した孵化時刻試験(卵の孵化時刻参照)の孵化率は98.3%と、本試験の16・17℃区とほぼ等しかった。この試験の平均飼育水温は20.0℃(温度調節はせず水温18.2～21.8℃)で、飼育条件はほぼ本試験と同じであることから、水温15℃以上では孵化率は余り変化しないと言えよう。

3) 稚魚期の生態

(1) 水槽内における稚魚の成長と生残

水槽内で稚魚を飼育し、成長と生残を明らかにする。

a. 方法

1987年試験: 3月28日に人工受精し4月12日に孵化した稚魚を500ℓパンライト水槽に收容し、アルテミアのみを投与して飼育した。

1988年試験: 4月5日に人工受精し、4月19日に孵化した稚魚を飼育した。孵化後の飼育条件は表9に示すとおりである。孵化仔魚は500ℓパンライト水槽に收容し、飛翔による水槽壁への激突斃死を防ぐため、水槽上部から水面下約10cmまで水槽壁に沿ってビニールシートを張り、壁面に直接衝突することを防止した。弱いエアレーションを施し、当初昼間は流水、夜間は止水で飼育し、5月16日以後は夜間も流水とした。孵化翌日から乳化アルテミアと魚肉代用配合飼料を投与し、5月19日からは乳化アルテミアに変えてクロレラ養成アルテミアを、6月16日以後は配合飼料のみ投与した。配合飼料は1日6～7回、アルテミアは1日4回いずれも昼間のみ投与し、8月18日以後は配合飼料の投与に自動給餌機(フィッシャー)を用いて1日約10gの飼料を1回30分間かけて投与した。毎朝夕水槽底部の残餌、糞、水槽壁に付着したアルテミア卵等を除去した。7月9～11日にかけて稚魚を4t水槽に移した。

1989年試験：4月26日に人工受精し、5月9日に孵化した稚魚 3,460尾を飼育した。孵化後の飼育条件は表10に示すとおりで、孵化から6月3日までは 100 ℓ 水槽、6月3日以後は 500 ℓ 水槽、7月29日以後は 4 t 水槽で飼育した。孵化翌日から5月18日までにはアルテミアのみ、5月22日まではアルテミアと配合飼料（アルテミア代用）、5月22日以後は配合飼料のみ投与した。6月15日以後は自動給餌機（ヤマハ社製）を用い30分

表9 1988年試験の稚魚飼育条件

月・日	使用水槽	飼育水	餌
4/19-5/18	500 ℓ パンライト 1 槽	昼間生海水の流水 夜間生海水の止水	配合飼料＋ 乳化アルテミア
5/19-6/24	”	生海水の流水	配合飼料＋ コロラ養成アルテミア
6/24-7/11	”	”	配合飼料
7/11-8/18	4 t 円形水槽	”	”
8/18-11/14	”	”	” 自動給餌器使用

表10 1989年試験の稚魚飼育条件

月・日	当初収容尾数	使用水槽	飼育水	餌
5/ 9-15	3,460	100 ℓ パンライト 1 槽	砂濾過海水の止水	アルテミア
5/15-18	3,396	100 ℓ パンライト 2 槽	朝夕 5 ℓ 換水 ”	”
5/18-22	3,333	”	生海水の止水	アルテミア + 配合飼料 ¹⁾
5/22-23	2,714	”	”	配合飼料
5/23-30	2,609	”	生海水の流水 ²⁾	”
5/30-6/3	1,028	”	” 注水量増 ³⁾	”
6/ 3-15		500 ℓ パンライト 3 槽	濾過海水流水	”
6/15		”	”	自動給餌器使用開始
6/19-7/29	484	”	” 飼育水温 21, 24, 27°C	”
7/29-11/4	21	4 t 円形水槽	砂濾過海水流水	配合飼料 ⁴⁾

1) 協和醗酵 初期飼料 B (アルテミア代用)

2) 注水量 0.3 ℓ / 分

3) 注水量 1 ℓ / 分

4) 協和醗酵 初期飼料 C と日配ウナギ用飼料 (浮き餌) を砕き
0.71~2.0mm のふるいで大きさを揃えて給餌した。

間隔で1日24～29回（昼間）投餌した。水槽底部の清掃は、7月29日までは朝夕1回、7月30日以後は夕方1回サイホン吸引により実施した。孵化16日目には過密を避けるため、小容器で稚魚を掬い別の水槽に移動した。これらの個体は殆ど斃死し、その原因は小容器内で稚魚が暴れることにあると考えたため、以後の水槽移動に際しては、MS 222 またはベンゾキン（いずれも15ppm）で麻酔した。

b. 結果

1987年試験では孵化後30日目に全長20mm、60日目に50mm、87日目に100mm に達した。

1988・89年試験におけるハマトビウオ稚魚の成長を図7・表11に示した。1989年試験では孵化後81日目に全長94.7mmと良好な成長を示したが、88年試験では孵化後90日目の全長が58.3mmと成長は悪かった。なお1989年試験では6月19日～7月29日に水温別の飼育をしており、ここには24℃区の結果を示した（（3）参照）。飼育による最大体長は1988年試験では孵化後209日目の全長113.4mm、又長102.0mm、89年試験では孵化後144日目の全長134.5mm、又長123.5mmであったが、これらの個体は斃死前数ヶ月から頭部・体幹に湾曲がみられ、明らかに正常な成長ではなかった。

稚魚の水槽飼育では孵化後6日間はほとんど斃死しないが、この期間を過ぎると大量斃死が起こる。1989年試験では5月19日～6月10日の間に斃死率（前日の生残数に対する当日の斃死数）10%を越える大量斃死が8回起こっている。最も激しい大量斃死は、孵化後7日目（88年）と15日目（89年）に稚魚を移動した時に起こった。成長に伴う過密を解消するために、飼育魚の一部を小容器で掬って別の飼育槽に移すと、数時間後から吻端を水槽底に付けて逆立ち状態で激しく泳ぐ異常行動が始まり、1日以内に95%以上が斃死する。移動に伴う斃死は孵化後5日目と82～84日目には起こらず、また移動に際して軽く麻酔した場合にも起こらなかった。

1989年試験では、孵化後24日から、水槽壁に吻端を付けて外側へ向かって泳ごうとする行動が頻発し、この行動のため90日目の観察では全ての個体の吻端がつぶれ、飼育が長引くほど吻の奇形は顕著になった。この行動は1988年飼育でも発生し、また4t水槽に5～6匹程度の低い密度でも発生した。

表11 飼育によるハマトビウオ稚魚の成長（1989年試験）

	5/9	5/19	5/29	6/19	6/29	7/9	7/19	7/29	9/29
測定数	20	55	30	15	15	16	11	5	5
全長mm	6.1	11.6	21.6	46.5	61.6	70.9	85.1	94.7	114.2
又長mm	—	—	20.4	41.2	55.3	63.9	76.4	85.1	105.3

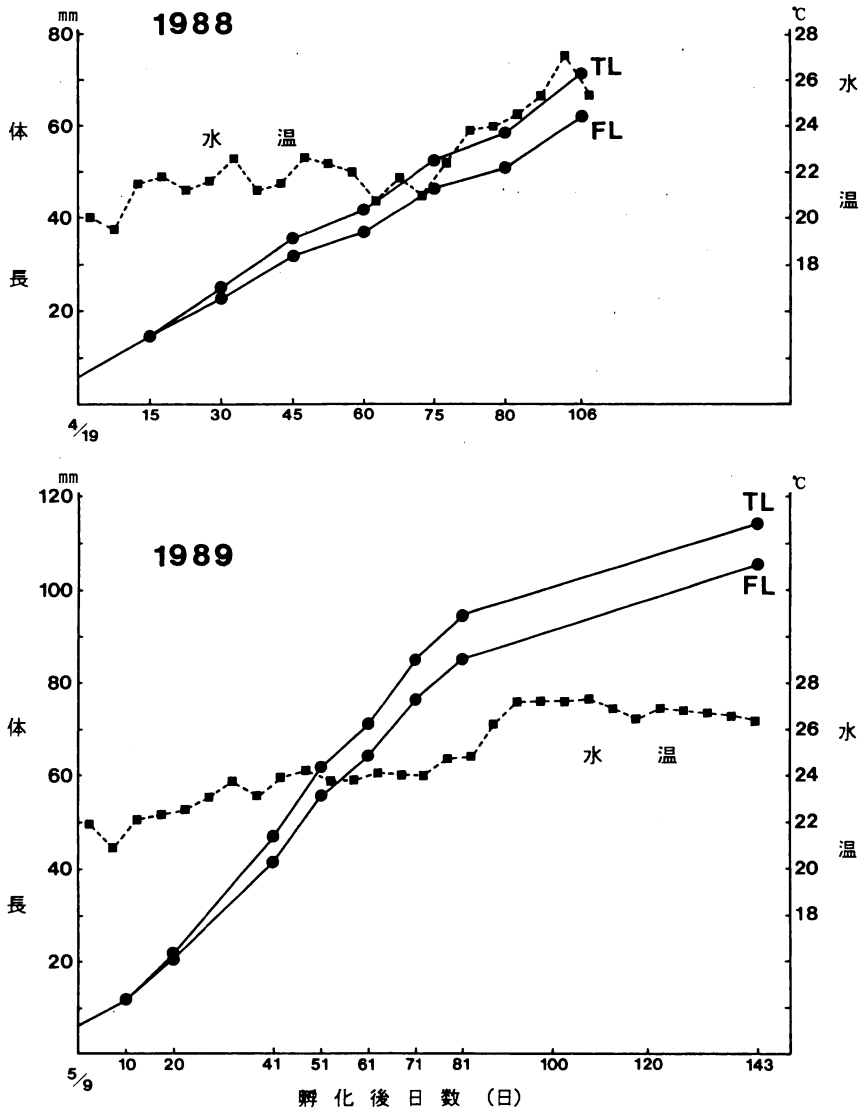


図7 飼育によるハマトビウオ稚魚の成長

TL : 全長 FL : 尾叉長

c. 考察

今井⁹⁾は宮崎県沿岸でハマトビウオの人工受精を行い、1956年1月26日に孵化した仔魚を32日間飼育し、全長20.1mmの稚魚を得た。本試験中最も成長の良かった1989年飼育では孵化後31日目に全長46.5mmに達し、今井の飼育による成長を大きく上回った。本試験でも年度によって成長が異なり1987年、89年に比べ、88年は劣っていた。飼料条件についてみると、1987年にはアルテミアのみ、89年には主として配合飼料（協和醸酵アル

テミア代用)、88年にはアルテミア(乳化・クロレラ養成)と配合飼料(魚肉代用)を投与している。配合飼料は1988年には魚肉代用、89年にはアルテミア代用を使用しているため、餌の質が成長に影響したとも考えられるが、成長不良の88年でも自動給餌器(フィッシャー)を用いた8月以後は肉眼的にも肥満度が増加し、同一飼料でも投餌の方法で成長の異なることが分かる。稚魚は水槽底に沈んだ飼料は摂餌せず、またすぐ飽食するため少量の餌を頻繁に投与しないと摂餌量が減少する。1988年には当初自動給餌器を使用しなかったため投餌回数・投餌量が少なく、このことが成長不良の主たる原因と考えられる。

1989年飼育では5月9日の孵化から7月末までの成長は良好であるが、8月以後の成長は悪くなっている。飼育水槽は7月30日までは500ℓ以下の小型水槽を用い、7月31日以後は4tの大型円形水槽を用いた。大型水槽では自動給餌器(ヤマハ社製)からの餌の散布範囲が水槽の一部にしか及ばないため、稚魚のなかには餌の落下に気付かず捕食できないものがかなりみられた。8月以後の成長率の低下は、餌との遭遇率が低下し、摂餌量が減少したことによるものと思われる。

飼育中に起こった大量斃死の原因の一つは過密である。過密による水質の悪化が原因と思われる異常が発生しており、例えば89年の5月23日には多くの個体が水槽の中層から底層に移り、大量斃死の直前にしばしばみられる遊泳速度の増加や体を痙攣させるような異常遊泳が発生した。このため換水量を増加させたところ正常に回復している。過密によるストレスもまた斃死の原因と考えられる。トビウオ稚魚は通常極表層を遊泳し、狭い水槽で多数の稚魚を飼育すると表層から数層に渡って遊泳することになり、本来の行動をとれない。他個体との接触も頻発し、これらのことがストレスとなった可能性がある。大量斃死の原因はこれ以外にも存在すると思われ、実態は不明な点が多い。

ハマトビウオ稚魚の飼育は孵化後約1週間は容易であるが、それを過ぎると難しくなり、魚体は過敏で、僅かの飼育環境変化で斃死したり、異常行動を起こしたりする。原因不明の斃死も多く、安定した稚魚飼育には課題が多い。

(2) 低水温が仔魚の生残と成長に与える影響

水温が孵化直後のハマトビウオ仔魚の生残・成長に与える影響を明らかにする。

a. 方法

試験水温として15℃、18℃、21℃の3区を設定し、孵化翌日から15日間飼育した。1989年4月26日に人工受精したハマトビウオ卵を、水温18℃の水槽に収容し、5月13・14日に孵化した仔魚を孵化翌日に各試験水槽へ約100尾ずつ収容した(15℃・18℃区は13日孵化仔魚、21℃区は14日孵化仔魚)。試験水槽は10ℓスチロール水槽(表面積510cm²)を用い、発泡スチロールのウォーターバス中に設置し、ウォーターバスを温度調節した。

飼育水は止水とし毎朝夕約3ℓを排水後、あらかじめ飼育水温に調整した砂濾過海水を補充した。各試験区とも弱いエアレーションを施し水槽底～外側面は黒色ビニールで覆った。餌料としては孵化後1日以内のアルテミアと配合飼料（協和醸酵製、初期飼料協和A）を用いた。アルテミアは試験開始から7日目までは5千～2万個体を朝夕1回、5～11日目は3～7千個体を1日1回、その後は成長が悪い15℃区のみ13・14日目に3千個体投与した。配合飼料は5日目から投与開始し、5日目は1日1回、その後は昼間5～13回飽食するまで与えた。

b. 結果

各試験区の生残数の変化を図8に示した。試験終了時の生残率は21℃区で最も高く56.6%、次いで15℃区20.6%、18℃区15.3%と全般的には低かった。生残数の経時変化をみると試験開始後しばらくは良好であるが、その後急減する時期があり、その時期は15℃区では3～6日目、18℃区では9～14日目、21℃区では減少速度は他区ほど大きくないが8～15日目である。試験終了時の体長は表12に示すとおりで、21℃区

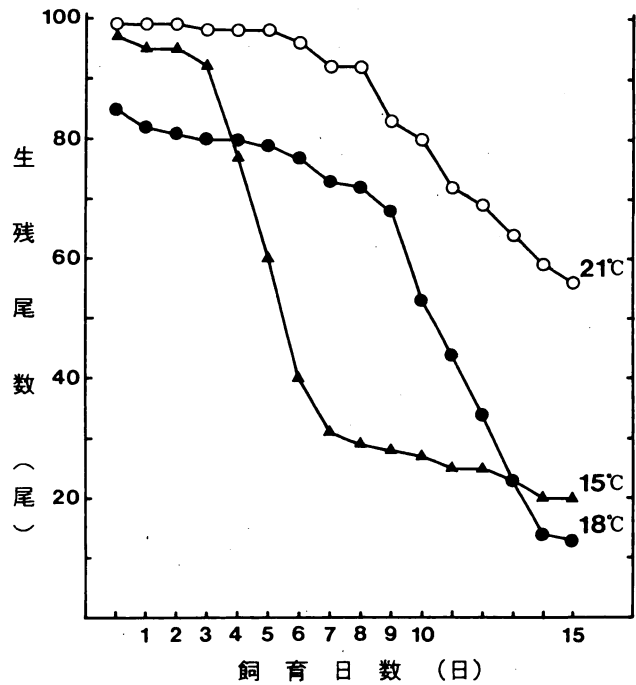


図8 低水温と仔魚の生残の関係

表12 水温試験終了時の体長（孵化後16日、試験開始後15日目）

	測定数	全長mm		又長mm 平均	成長量mm (全長)
		範囲	平均		
開始時	22	5.8 - 6.4	6.09	-	-
15℃区	20	8.5 - 11.1	9.74	-	3.65
18℃区	13	8.6 - 16.1	14.56	-	8.47
21℃区	56	14.4 - 20.2	17.33	16.65	11.24

- : 尾緒が二又しないため未測定

は平均17.33mm であるが、15°C区では9.74mmときわめて悪く、成長は水温の高い区ほど良かった。

c. 考察

本試験の生残率は全般的に低く、15日後の生残率は最高でも56.6%であった。生残率に影響を与える要因としては水温のほか餌料、密度、水質などが考えられ、本試験の各試験区間では餌料条件に大きな違いはないが、密度、水質は必ずしも一定していなかった。ハマトビウオ仔魚は通常表面を遊泳するが、密度が高くなると中層を遊泳する個体が現れてくる。各試験区とも試験開始後数日から中層を遊泳する個体が増加し、明らかに過密状態であった。特に水温の高い区では成長が速く、面積当たりの仔魚重量が増加し、生残に影響を与えたと考えられる。このため生残数の変化は水温の影響を正しく反映しているとは言えないが、15°C区では試験開始後1～2日目から体を横にした異常遊泳や底部に衰弱して横たわる個体が見られ、開始後3～7日の生残率の急激な低下は低水温によるものと思われた。

過密の影響が少ない孵化後1週間についてみると、21°C区と18°C区の生残率は92.9、85.9%と大きな違いはないが、15°C区は32.0%と大幅に生残率が低下した。大不漁が始まった1984・86年には八丈島周辺は冷水塊に覆われ、孵化が起こったと思われる4月中旬～5月上旬の神湊表面水温は15.8～16.8°Cと低く、本試験の結果からみると八丈島周辺で孵化した仔魚は低水温により生残率が低下した可能性がある。

(3) 高水温が稚魚の生残と成長に与える影響

高水温が稚魚の生残・成長に与える影響を明らかにし、稚魚の回遊経路推定の一助とする。

a. 方法

試験水温は21°C・24°C・27°Cとした。1985年4月26日に人工受精し、5月9日に孵化した稚魚を、孵化後41日経過した6月19日から7月29日まで40日間飼育した。5月9日に孵化した稚魚3,460尾を100ℓパンライト水槽に収容し、順次密度を減じながら試験開始まで予備飼育した。予備飼育期間の5月9～22日は止水砂濾過海水、5月23日～6月3日は流水生海水、6月4日以後は流水砂濾過海水とし、いずれも水温調節しなかった。餌料は孵化直後から5月17日はアルテミアの単一投与、5月18～22日はアルテミアと配合飼料（協和醸酵社製 初期飼料A・B）、5月23日以後は配合飼料のみ投与した。

飼育水槽には500ℓパンライト水槽3槽を用い、試験開始時の収容尾数は21°C区168尾、24°C区156尾、27°C区160尾である。飼育水は流水砂濾過海水とし、毎分約1.2ℓ（21°C、24°C区）～2ℓ（27°C区）注水した。毎朝夕底部の残餌と糞を吸引除去した。試験開始翌日から水槽外への稚魚の飛び出しがみられたため、6月25日以後飛び出し防止ネ

ットを随時設置・拡張し、最終的に24℃・27℃区では水槽上部を完全に覆った。

餌料としては配合飼料（協和醸酵社製 初期飼料B 400～700 μ ）のみを使用し、自動給餌器を用いて05:00～19:00の間30分おきに投与した。1回の投餌量は飽食するように随時調整し、1槽当たり0.16～0.40gとした。10日おきに約15尾を取り出し、固定後体長・体重の測定を行った。6月26日には水槽内が過密と考えられたため、各水槽20尾ずつ除去した。

b. 結果

各水槽の正確な温度調節はできず飼育水温はやや変動したが、平均水温は21℃区21.3℃、24℃区24.1℃、27℃区26.8℃と設定水温に近かった。生残数の推移を図9に示した。試験終了時の生残数は21℃区34尾、24℃区22尾、27℃区8尾、生残率は21℃区20.2%、24℃区14.1%、27℃区5.0%と低水温区で生残率が高かった。水槽内の斃死個体には頭頂部や眼球に内出血しているものが見られ、また水槽外への飛び出しが多く、防止ネットの僅かな隙間からの飛び出しが試験終了時まで続いた。稚魚の行動は27℃区で最も活発で、飛翔力も強く、水面上60～70cmの飛び上がりが見られ、観察された。水槽周囲の人の動きや、清掃時の水槽内へのパイプの挿入などにより、遊泳や飛翔が活発になり水槽壁

への激突も頻りに起こった。激突した魚は羽を広げ体を痙攣させて底に沈むが、しばらくすると普通に泳ぎはじめ

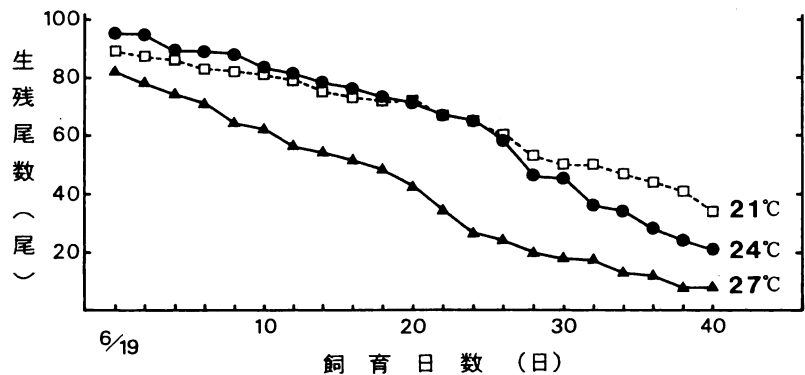


図9 水温とハマトビウオ稚魚の生残の関係

成長は表13・図10に示すように、27℃区で最も良く24℃、21℃と水温が低いほど悪かった。27℃区の試験終了時（孵化後81日）の平均叉長は106.5mm、試験期間中（40日）の成長量は63.9mmに達し、飼育魚の形態・行動に異常はなかった。試験開始後20日目には21℃区の平均体長が24℃区を若干上回っているが、それ以外では水温の高い区ほど成長が良かった。各区の成長差をみると、27℃区と24℃区の差が大きく、24℃区と21℃区の差は小さかった。

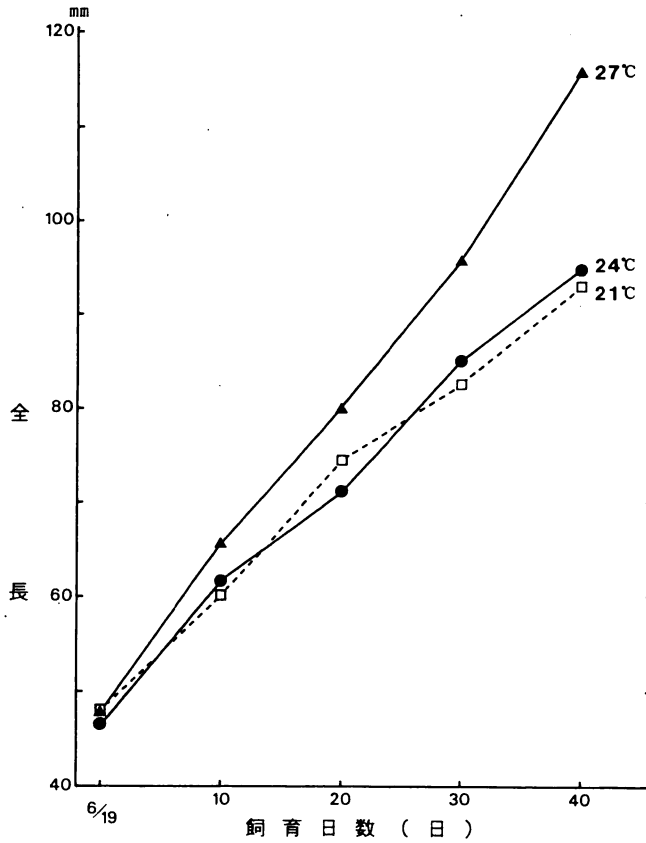


図10 水温とハマトビウオ稚魚の成長の関係

表13 水温別の成長

測定日	測定数	21°C区			24°C区			27°C区		
		全長 (mm)	又長 (mm)	体重 (g)	全長 (mm)	又長 (mm)	体重 (g)	全長 (mm)	又長 (mm)	体重 (g)
6/19	15	48.0	42.4	0.57	46.5	41.2	0.53	47.8	42.6	0.57
6/29	15	60.2	53.3	1.16	61.6	55.3	1.16	65.3	58.7	1.46
7/ 9	16	74.5	66.0	2.03	70.9	63.9	2.02	79.8	71.9	2.87
7/19	*	82.6	73.4	2.88	85.1	76.4	3.27	95.5	86.4	5.28
7/29	**	92.9	83.9	3.97	94.7	85.1	4.52	115.6	106.5	9.60
	*	21°C区	12尾、		24°C区	11尾、		27°C区	6尾、	
	**	21°C区	30尾、		24°C区	5尾、		27°C区	8尾、	

c. 考察

本試験による死亡原因を考えると、飼育水温に直接起因するものの他に、a) 水槽外への飛び出し、b) 水槽壁への激突、c) 過密によるストレス、d) 水質の悪化、などが揚げられる。このうちa) は頻繁に発生し、b) については水槽壁に激突後即死する個体は確認していないが、斃死個体には頭部に内出血しているものがみられるため、激突に起因する斃死が起こっていることは間違いない。稚魚の生残率は低温区から高温区に向かって減少しているが、高温区では稚魚の行動が活発で、飛び出しや激突死の頻度が高いこと、成長速度が速いため過密になりやすいこと、摂餌量・排泄量が多く水質が悪化し易いことなどを考えると、生残率の低下は高水温に直接起因するというより、狭い水槽内での飼育や換水量の不足が原因と思われる。

ハマトビウオは春季、水温17.2~21.2℃の水帯に最も多く¹⁰⁾、水温が高い夏季には姿を見せないことから、高水温はハマトビウオに傷害を与えるとも考えられたが、27℃区で最後まで生き残った稚魚は成長が良く行動も活発であることを考えると、天然海域では27℃程度の高水温でも充分生存できると思われる。

(4) 稚魚の水温選択

稚魚の水温選択行動の有無を明らかにし、稚魚の分布域・回遊経路推定の基礎資料とする。

a. 方法

1990年7月17~20日に実験を行い、孵化後69日経過した稚魚(平均全長63.0mm)を供試した。試験開始までは、500ℓパンライト水槽中で配合飼料(協和醸酵初期飼料B)を投与し、流水砂濾過海水で飼育した。試験水槽は30ℓパンライト水槽3槽の上部を水路で連結したものとし、各水槽を100ℓパンライト水槽のウォーターバスに沈め、ウォーターバスを温度調節した(図11)。設定水温は19℃、21℃、23℃、とし、17日09:15に稚魚を試験水槽に各15尾移し、予備飼育の水温(27.9℃)から徐々に設定水温に近づけ、125分後に水槽間のしきりを取り

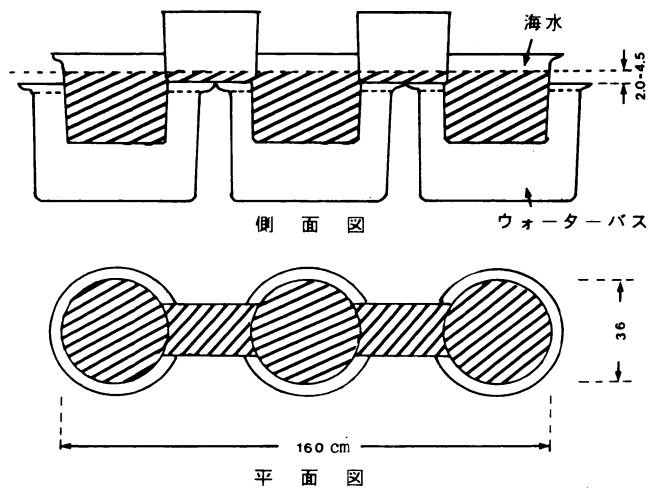


図11 稚魚水温選択試験水槽

除いた（実験A）。18日08：30に3槽の水温勾配を逆転させ19℃区を23℃に、23℃区を19℃に変化させ、19日の09：00まで水槽別の稚魚数、稚魚の行動を観察した（実験B）。18日に水温勾配を逆転させる前に、弱った個体6尾を取り除いた。

b. 結果

各実験水槽の時間別・水温別の稚魚存在数と水温を図12に示した。実験Aの試験開始後3時間45分には稚魚は各区を頻繁に往来するようになり、この時の水温は19℃区21.8℃、21℃区23.3℃、23.3℃区24.5℃であった。稚魚は次第に23℃区に集まり、5時間25分後には15尾中12尾が同区に集中した。観察期間中各区の稚魚数は変動したが、23℃区に多い傾向は続き、高水温に集まることを示していた。

実験Bでは08：30に水温を変化させ始め、4時間30分後に各槽の水温がほぼ等しくなり、それ以後徐々に前日の実験Aとは逆の水温勾配になった。これに伴って稚魚は低水温区から高水温区に移動し、6時間10分後には8尾中6尾が23℃区に集まった、8時間10分以後は23℃区の稚魚数はやや減少したが、同区に多い傾向は持続した。

c. 考察

19℃～23℃の温度勾配中では、ハマトビウオ稚魚は23℃区に集まる傾向がみられた。ハマトビウオ稚魚には走光性があり、実験水槽間の光条件の違いが集合水槽に影響を与える可能性があったが、温度勾配を逆転させても23℃区に移動することから、本実験の温度範囲では高温を選択すると言えよう。但し、予備飼育の水温条件をみると、試験開始前には27.9℃と実験温度をかなり上回っている。予備飼育の水温に馴化した稚魚が、実験開始後も元の水温を求めて、高水温に集合したとも考えられる。また稚魚を別水槽に移動すると、行動異常が起こる場合のあること、実験水槽が魚体の大きさに比べ狭く正常な行動を妨げた可能性のあること等の問題も今後検討していく必要がある。

(5) 稚魚の行動

a. 方法

孵化直後の稚魚の行動

1989年5月9日に孵化直前の卵を15ℓスチロール水槽に収容し、日没後孵化した稚魚の走光性の有無を観察した。20：00～21：00に豆電球による光束を水槽側面の水面付近（左、右）と水槽底付近から順次照射し、稚魚の反応をみた。

1990年には5月10日19：00～20：00に孵化した稚魚21尾を5ℓスチロール水槽に収容し、ごく弱い光のもとで稚魚の行動を観察した。

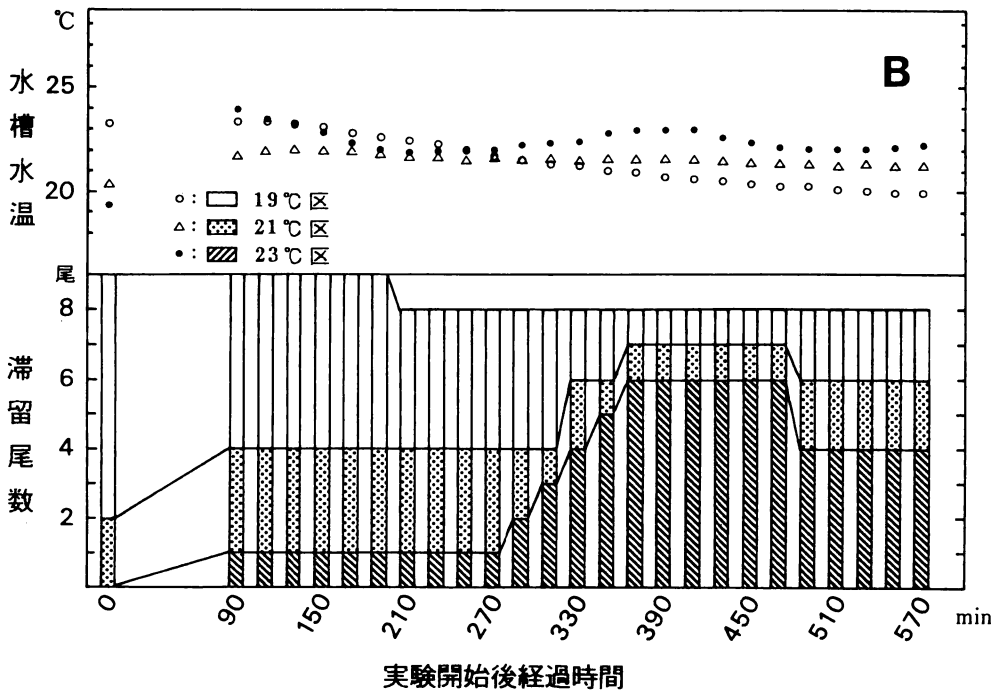
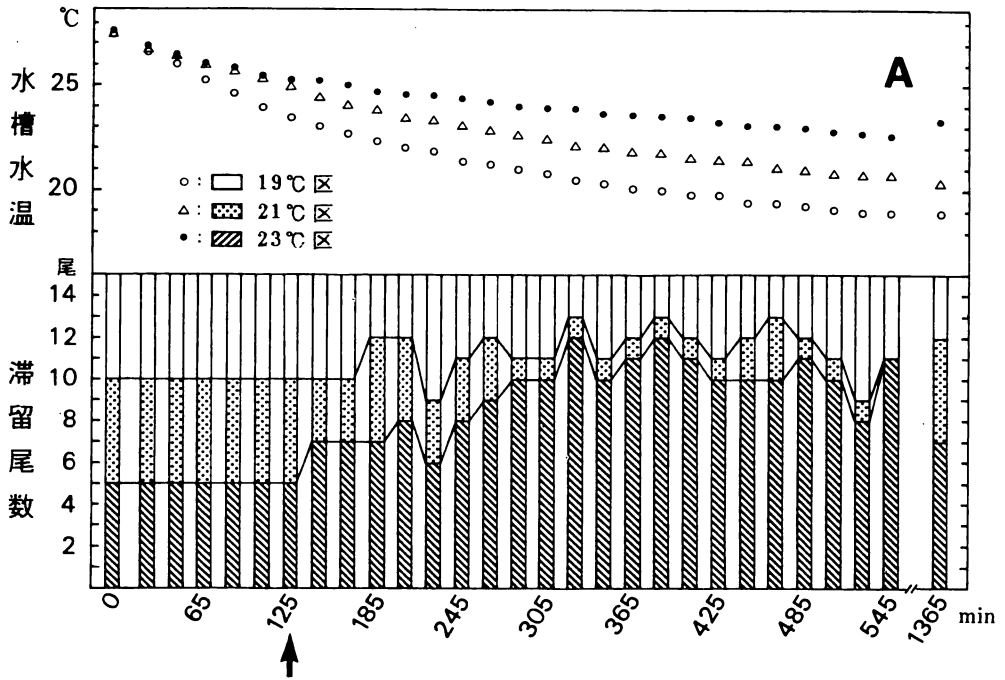


図12 水槽温度と稚魚滞留数

水槽中の稚魚の行動

1988年・89年に稚魚を水槽中で飼育し（88年200日間、89年179日間）、この間の行動を観察した。

放流後の稚魚の行動

1989年6月24日16:00に、飼育中の稚魚60尾（又長約50mm）を神湊堤防内側に放流した（図13のA）。試験場から神湊港までの約300mの移動に当たっては、稚魚を15ppmのMS222で軽く麻酔した。1990年5月30日13:30~16:00に神湊港と底土の4箇所（図13）からそれぞれ約500尾（平均又長16.5mm）を放流し、水面上と海中から稚魚の行動を観察した。

b. 結果

孵化直後の稚魚の行動

1989年実験：孵化直後の稚魚は表層では光の照射方向に集まる傾向がみられたが、底層の光に対しては顕著な蝟集は認められず、照射中も表層にいる個体が多かった。

1990年実験：孵化直後（20:15）の稚魚21尾のうち、約3割は水槽底に沈み、体を横にしている個体もみられた。中層にいる個体は45°~垂直の角度で水面に向かって遊泳するが、遊泳速度は遅く、ほとんど進まない個体もみられた。表層の個体は水面に頭を付けて斜めに泳ぐものが多く、遊泳速度は約0.2cm/秒と遅く、遊泳をやめると沈んでいく。

孵化後約3時間の22:15には、水槽底に3~4尾残るものの、多くは水面付近にいて、斜めに泳ぐ個体より、水平に泳ぐ個体、浮遊する個体が多い。水平に泳ぐ個体の遊泳速度は2~4cm/秒であった。孵化後約5時間の24:15には水槽底に5~6尾みられ、表層を緩慢に泳ぐ個体が最も多かった。

水槽中の稚魚の行動

以下のような行動が観察された。

- (a) 仔魚は明け方や夕刻に全個体が光の差し込む窓際集まるが、室内灯を点灯すると水槽面全体に広がる。孵化後98日経過した稚魚では13尾の内7~10尾が光の入射する方向にいる程度であった。
- (b) 朝まづめの稚魚の行動は非常に活発で、やや異常と思えるような速さで泳ぐ個体が多い。
- (c) 夕まづめは遊泳・摂餌ともに活発であるが、日暮れに伴って遊泳をやめ、胸鰭と腹鰭を広げて浮遊状態に入る。孵化後28日（1989年6月6日）の稚魚は17:00には500ℓ水槽で約8割が鰭を広げて浮遊し、2割はエアレーションのそばで鰭を広げて水流に向かって遊泳していた。

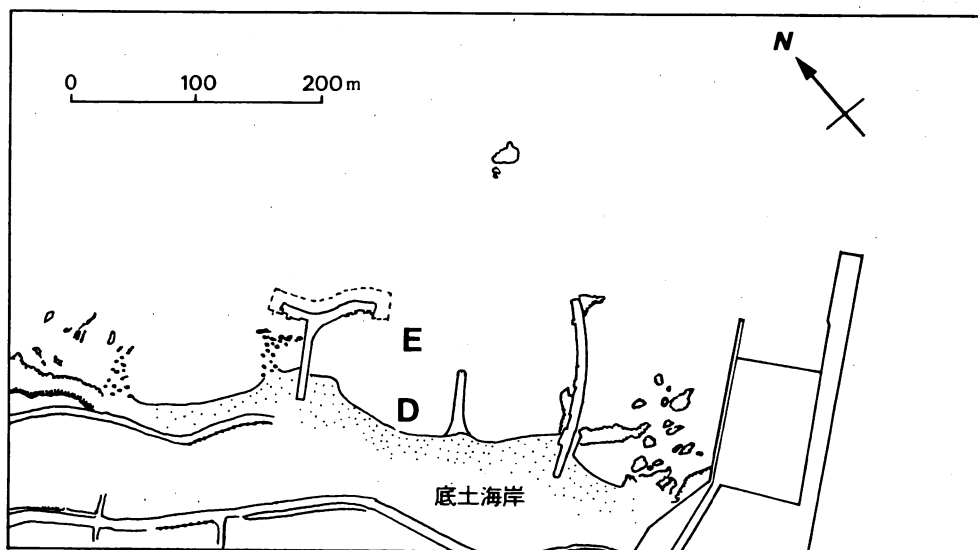
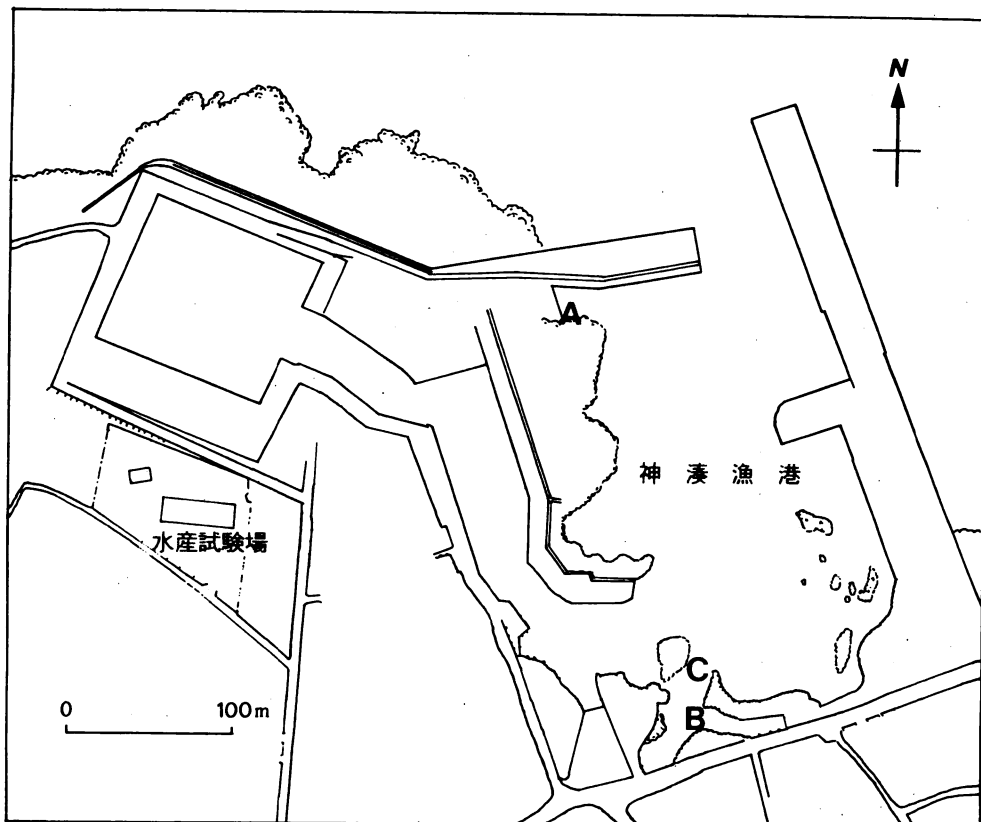


図13 稚魚放流地点

(d) 夜間は髭を前方に伸ばしている。

(e) 成長初期の段階では、水槽壁を叩く等の刺激を与えると、昼間でも鰭を広げ体を「し」字型に曲げて静止する。孵化後1時間の仔魚では鰭は未発達であるが、体を曲げる行動をとる個体は5%程度で、スポイトで吸引した時にも起こる。孵化後15日程度の仔魚ではこの行動が明瞭にみられる。この時期胸鰭と腹鰭は白く鰭を広げ静止すると、花びらが浮かんでいるように見える。孵化後2.5ヵ月程度の稚魚では刺激に対しては瞬発的な泳ぎや水面上への飛翔行動をとるものが多い。

(f) 水面上約1m以上離れた所の人や物の動きに強く反応し、逃避行動と思える異常に速い泳ぎが見られるが、水面直上の動き、例えば投餌の際の手の動き、には反応しない。

放流後の稚魚の行動

1989年神湊港A点からの放流では、放流後の稚魚の行動は不活発でほとんど浮遊している個体もあり、速やかに沖へ向かって泳ぎ出す個体はみられなかった。また海底から大型魚（フエダイの仲間、体長約30cm）、空中からウミネコが放流魚を狙って捕食行動をとり、魚からの攻撃に対しては数m飛翔してかわした。

1990年の神湊港B点からの放流では、放流後の移動に方向性がなかった。B点の約40m湾口よりのC点からの放流では、B点からの放流より沖に向かう個体が多かった。沖に向かう個体は胸鰭を体につけて泳ぎ、時々頭を左右に振ったり急速に潜行する索餌行動とも思える行動をとった。海面下方からオヤビッチャ・イワシ類に襲われ、一部の稚魚は捕食された。

1990年の底土D・E点からの放流では北側の堤防に向かう個体が多く、堤防にぶつかった個体は堤防に沿って左右に向きを変えた。追跡した個体は15分で60m程移動した。稚魚はほとんど表層を泳ぎ、メジナ・タカノハダイ・ニザダイに食害された。

c. 考察

孵化直後の稚魚は表層では光に集まり、走光性を持つと言えよう。しかし底層の光には集合せず、表層に止まる個体が多い。方向性のない弱い光のもとでは中層の個体は水面に向かおうとし、野外でも日没後に中層・底層で孵化した稚魚は、水面に向かって泳いで行くと思われる。仔稚魚は始めの内は顕著な走光性を持つが、次第に走光性は弱くなる。しかし成魚でも灯火に集まることが知られており、成長しても走光性を完全に失うことはないと思われる。

朝まづめ、夕まづめは非常に行動が活発で、昼間は投餌中を除き緩慢に泳ぎ、夜間は鰭・髭を広げて浮遊する。これらの行動には水槽中の高い飼育密度が影響を与えている可能性があるが、基本的には野外でも上記のような日周行動をとるとと思われる。

トビウオ類が夜間髭を前方に伸ばす性質は岡¹¹⁾によっても観察されており、髭を持つトビウオ類稚魚には共通の習性と思われる。その役割は明確でないが、今井¹²⁾は浮遊器官と感覚器官の2説をあげている。

発育初期の段階で強い刺激に対して鰭を広げ体を曲げて静止する行動は、害敵生物の攻撃を避ける効果があると思われるが、発育の進んだ個体が放流後魚類に攻撃された時には主として飛翔により逃避し、静止行動は確認できなかった。稚魚の放流試験によりウミネコが稚魚を捕食しようとするのが判明した。ハワイ諸島においてはアホウドリ類、カツオドリ類、アジサシ類等の海鳥にとってトビウオ類はきわめて重要な餌料であり¹³⁾、琉球列島仲ノ神島でもカツオドリ、クロアジサジ、セグロアジサシ、マミジロアジサシがハマトビウオ属の10種を捕食していることが確認され¹⁴⁾、表層を遊泳するハマトビウオにとって海鳥は主要な害敵生物であると言えよう。稚魚が水槽上方の遠方の人の動きに敏感に反応し、瞬発的な泳ぎをみせることは、野外では鳥類の攻撃から逃れる意味を持つと考えられる。

(6) 稚魚の分布

稚魚の分布を明らかにし、回遊経路推定の一助とする。

a. 方法

1988～90年に調査船「みやこ」・「たくなん」・「拓洋」により、マル稚ネット・マル特ネットの表層曳及び、稚魚用刺網試験操業を実施しハマトビウオ稚魚の採集を試みた。調査日・調査場所・使用ネットは表14、図14に示すとおりである。同時に、1987～90年に毎月実施した沿岸定線調査（大島～新黒瀬間18点）のマル稚ネット表層5分曳による採集物を検索した。これとは別に、大島分場で1964～86年に実施したネット調査でハマトビウオと査定された個体を再調査すると共に、北海道大学水産学部・北里大学水産学部・宮城県水産試験場に保存されているトビウオ稚魚を査定しハマトビウオ稚魚の有無を調べた。種の査定には軟X線による脊椎骨数、髭状器官の形状、背鰭前鱗数を用い、黒色素の配列と背鰭・臀鰭の鰭条数は参考とするに止めた。標本の残っていないものについては、測定記録を検討した。

b. 結果

採集結果は表14に示すとおりで、合計 245点延べ33時間35分の曳網調査にもかかわらずハマトビウオ稚魚は僅か1尾しか採集されなかった。1987～90年の大島～新黒瀬間19点の沿岸定線調査でもハマトビウオ稚魚は採集されなかった。大島分場の過去のネット標本を再調査した結果は表15に示すとおりでハマトビウオ稚魚4尾とハマトビウオと思われる稚魚2尾を確認した。これらの稚魚の採集月は4～7月であった。

北海道大学水産学部の標本を再査定した結果、ハマトビウオとして保存されていた6

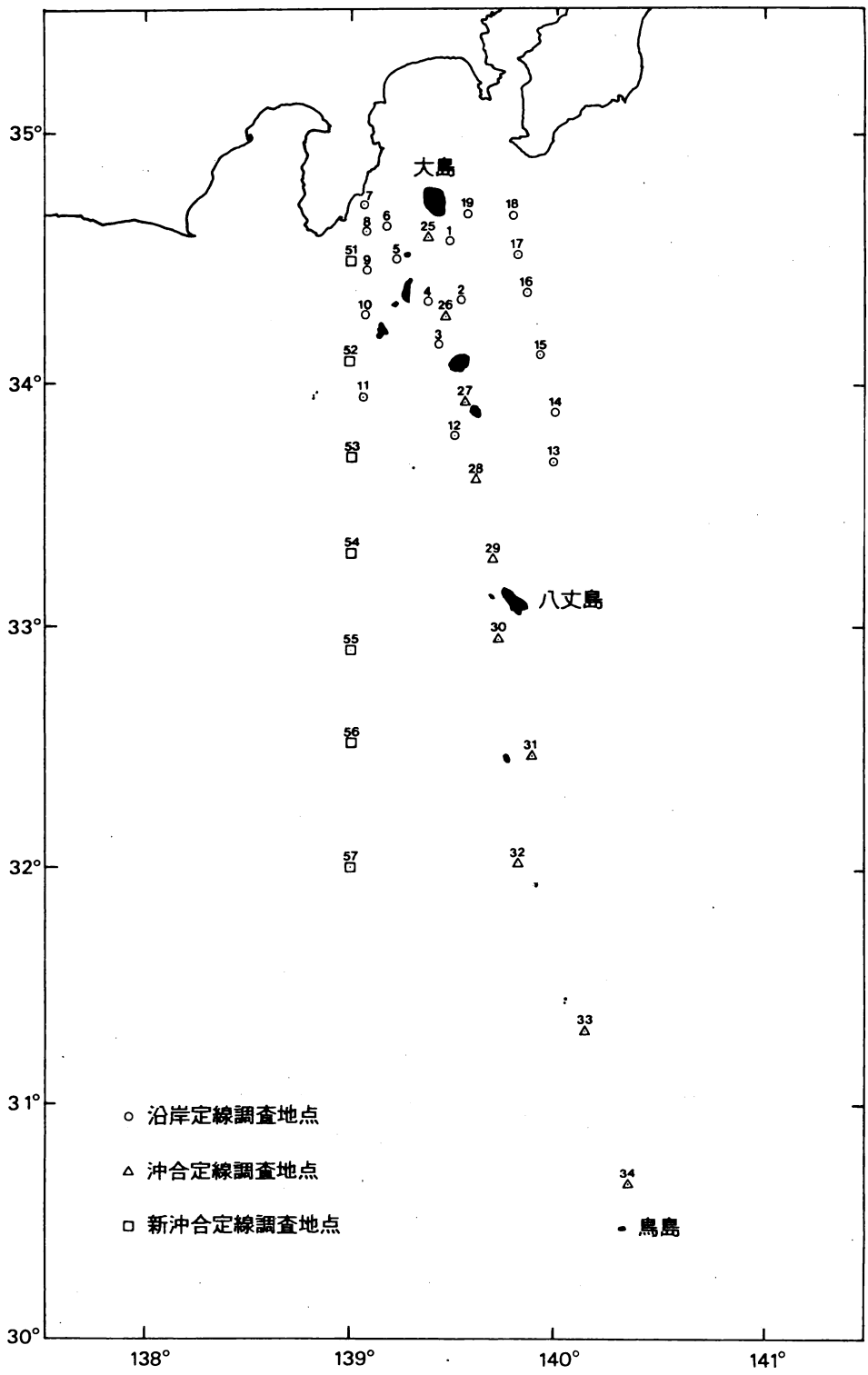


図14 稚魚ネット調査地点 (定線調査分)

表14 稚魚分布調査結果

調査年月日	調査海域	調査地点数	使用ネット	曳網 時間	採集 稚魚数	調査船
1988 3/4-6	沖合定線	10 (図14)	マル稚	5分	0	みやこ
3/6-11	鳥島～ベコネズ	6 (図20)	マル稚	10	0	みやこ
4/2-4	沖合定線	10	マル稚	5	0	みやこ
4/4-6	鳥島	2	マル稚	10	0	みやこ
4/6-11	八丈島	4 (図27)	マル稚	10	0	みやこ
5/7	八丈沿岸	12	マル稚	10	0	たくなん
8/1-6	三陸沖	7 (図41)	マル稚	10	0	みやこ
1989 2/4-6	種子島・屋久島	24 (図48)	マル稚	10	0	みやこ
3/16-19	沖合定線	10	マル稚	5	0	みやこ
3/19-23	鳥島	44 (図27)	マル稚	10	0	みやこ
3/23-24	新沖合定線	7 (図14)	マル稚	5	0	みやこ
4/5-6	沖合定線	10	マル稚	5	0	みやこ
4/6	鳥島	1	マル稚	10	0	みやこ
4/9-13	八丈島	12 (図31)	マル稚	10	0	みやこ
4/14	新沖合定線	4	マル稚	5	0	みやこ
5/10-16	八丈島沿岸	9	マル特B	10	0	拓洋
7/28-8/9	三陸沖	10 (図42)	マル稚	10	0	みやこ
1990 2/3-8	種子島・屋久島	11 (図49)	マル稚	10	0	みやこ
3/16-20	沖合定線	9	マル稚	5	0	みやこ
3/20-21	鳥島・スミス	3 (図35)	マル稚	10	0	みやこ
3/22-23	青ヶ島・ベコネズ	2 (図35)	マル稚	10	0	みやこ
3/23	新沖合定線	7	マル稚	5	0	みやこ
4/10-11	沖合定線	10 (図14)	マル稚	5	1	みやこ
4/11-12	鳥島・青ヶ島	2	マル稚	10	0	みやこ
4/16-19	八丈島周辺	10	マル稚	10	0	みやこ
5/29	八丈島周辺	4	マル特B	10	0	拓洋
6/15-18	八丈島周辺	5	稚魚刺網		0	たくなん

表15 大島分場ネット調査でハマトビウオとされた個体の再査定結果

採集年月日	採集地点	再査定結果	魚体測定結果
1969・3・14	St. 2	種不明 1	TL. 5.7mm
1972・4・11	St. 034	行方不明 1	
1973・6・20	St. 2	行方不明 2	
1974・2・28	St. 14	種不明 1	
1974・7・26	St. 17	非ハマトビウオ 1	TL. 66.7, Vert. 47-48
1975・6・9	St. 15	ハマトビウオ 1	TL. 83.0, FL. 73.2, DF. 12, AF. 11 PF. 15, 第2 軟条分岐, VF. 6, Vert. 51
1978・5・13	St. 15	ハマトビウオ 1	TL. 57.2, FL. 51.4, DF. 13, AF. 10, PF. 第2 軟条分岐, Vert. 51
1979・4・4	St. 030	ハマトビウオ 1	TL. 43.8, FL. 38.0, DF. 13, AF. 11 顎膜長3.3mm, Vert. 51
1980・5・17	St. 3	aff. ハマトビウオ 1	TL. 13.4, DF. 12, AF. 11 背鰭前方の色素17-18
1982・6・10	St. 6	aff. ハマトビウオ 1	TL. 19.4, DF. 13, AF. 9, Vert. 不明 顎膜長4mm, 色素ハマトビに似る
1984・7・23	大島千波沖	ハマトビウオ 1	

尾の内4尾がハマトビウオであった。このうち2尾は採集データが無く、採集場所・年月日の判明している標本は2個体のみであった。1尾は1984年10月に北太平洋にて流刺網で漁獲した叉長409mmの個体(成魚)で、もう1尾は1978年1月9日茨城沖でトロールに入網した186mmの個体であった。

宮城県水産試験場のトビウオ標本のうち1尾はハマトビウオ未成魚であった。

北里大学水産学部のトビウオ標本は越喜来地先に夏季来遊する小型トビウオでハマトビウオの稚魚とも考えられていたが、査定の結果ツクシトビウオであった。

c. 考察

過去のハマトビウオ稚魚の採集例をとりまとめ表16に示した。これによれば伊豆諸島周辺・薩南海域周辺以外での稚魚採集数は非常に少なく、稚魚の移動経路を推定するには到らなかった。採集時の水温も16℃から25℃と範囲が広く、特定の水温帯で採集される傾向は認められなかった。

本調査(1988~90年)のハマトビウオ稚魚採集数は、延べ33時間35分の曳網にもかかわらず

表16-1 ハマトビウオ稚魚採捕記録

採集年月日	全長 TLmm	叉長 FLmm	標準体長 SLmm	採集場所	水温℃	備 考
1953 以前	200		165	小名浜		阿部 ¹⁵⁾ Fig 3
1953・2・19	48.0	42.0	38.5	伊豆七島		" Fig 6 採集日は今井 ⁹⁾ による
1953 以前			58	"		阿部 ¹⁵⁾
"			74	"		"
"	ca 127	ca 112	105	"		" Fig 4
"	198	166	157	"		"
1953・5・19-20	80	70	66	大室出し		" Fig 5
" 5・20-21	79	68	64	"		"
" "			90	"		"
" "	115	100	94	大室出し		"
1953・5・7	108	94	87	大平潟0.5 マヅル沖	20.0	" 灯火に寄る4尾 中の1尾
1954・3・30-31	130		100	八丈島西沖		"
" 4・21-22	132		105	"		"
" 4・24-25	95		75	"		"
" "	70		56.5	"		"
1955 前後	9.2-33.0		7.5-25.5	東シナ海		今井 ⁹⁾ 27個体
1955・3・28	9	-25		奄美大島西方 28° 48' N 127° 47' E		" 多数、上記27個体 に含まれる。
1954-1959・5				房総南東 200海里		服部 ¹⁶⁾
"・11				鹿島灘沖		"
1962・6・8	90.4	77.7		岩手県沖		岩手水試標本
1968・2-3	4.0-9.6			薩南～ 台湾南方	19-26	南西水研 ¹⁷⁾ 10尾、全 長からみて非ハマトビを含む
1975・6・9	83.0	73.2		St. 15		沿岸定線調査

表16-2 ハマトビウオ稚魚採捕記録

採集年月日	全長 TLmm	叉長 FLmm	標準体長 SLmm	採集場所	水温°C	備考
1978・1・9		186		茨城沖トロール 36° 03.5' N 141° 20' E	17-18	北大標本
1978・5・13	57.2	51.4		St. 15		沿岸定線調査
1979・4・4	43.8	38.0		St. 030		沖合定線調査
1980・5・17	13.4			St. 3		沿岸定線aff. ハマトビウオ
1980・3・9			7.6	31° 17' N 131° 30' E		陳 ¹⁸⁾
1980・3・9			10.4	〃		〃
1980・3・9			15.4	〃		〃
1980・3・2			16.4	30° 00' N 130° 10' E		〃
1980・4・20			24.5	30° 48' N 130° 35' E		〃
不明			4.2-45.2	鹿児島南～奄美西		〃 5個体
1981・10・	267	235		宮城沖	18-20	東水試 ⁶⁾
12-13				38° 00' N 145° 30' E		クイックアセス
1982・6・10	19.4			St. 6		沿岸定線aff. ハマトビウオ
1984・7・23	149	128		大島千波沖	24-25	フィロゾマ採集調査
不明 5中旬		180		千葉勝浦沖		阿部 私信
不明				小田原		阿部 私信
1982・3・27		43.8		八丈石積～今根		東水試 ⁶⁾
〃 5・10	5.4-5.6			八丈神湊～大根		〃
5・10	6.4			八丈小岩戸～中之郷		〃
1982 6・2-3		15.6		八丈大根～神湊		〃
1990・3・23	26			34° 06' N 139° 00' E		新沖合定線 X-52

ならず僅か1尾であった。1982、83年の八丈島周辺における調査⁹⁾では、延べ14時間の曳網で5尾を採捕し、曳網時間当たり採捕数は本調査の12倍である。また阿部¹⁵⁾は1953・54年に伊豆諸島周辺で14尾を捕獲している。当時の調査船・漁船の能力が低いことを考えると、努力量当たりの採捕数が本調査を大幅に上回っていることは間違いない。稚魚採集数が過去の調査に比べ少なかった原因は、ハマトビウオ資源量が大幅に減少し、産卵量・孵化仔魚量とも減少したことにあると考えられる。本調査を実施した1988～90年の伊豆諸島全体の年間漁獲尾数は平均8.9万尾で1953・54年平均の1/25、1982・83年平均の1/27に過ぎない。

1974～87年に大島分場の沿岸・沖合定線調査で採集されたハマトビウオ稚魚は5尾であった(査定が不確実な2尾を含む)。過去に採集例のある2～7月についてみれば、14年間の延べ測点数は1,744点、延べ曳網時間は145時間20分にのぼる。同調査期間には漁獲量が300万尾を越える豊漁年を含んでおり、豊漁期であってもハマトビウオ稚魚の採集数が少ないことがわかる。服部¹⁶⁾は1954～59年の太平洋沿岸～沖合のネット標本を調査し2尾のハマトビウオ稚魚を報告し、陳¹⁸⁾は1961～87年の房総～東シナ海～フィリピン東部太平洋のネット標本から10尾の稚魚を報告しているが、いずれも測点数に比べ採集数はきわめて少ない。

ハマトビウオ稚魚の採集数が少ない要因としては、1) 稚魚の行動が速く稚魚ネットに入らない、2) 稚魚が表層に分布しない、3) 稚魚の主分布域を調査していない、等が考えられる。過去に伊豆諸島で採捕され採捕時間の判明している9尾の内、全長26.0mm以上の7尾は全て夜間に採捕された。飼育試験によれば、夜間、稚魚はほとんど泳がず表層に浮遊し、昼間は表層を遊泳している。成長の進んだ稚魚が行動の鈍い夜間のみ採捕されたことは、行動の活発な昼間にはネットから逃避することを示唆している。

稚魚の遊泳層についてみると、水槽中では常時表層に分布することから、天然海域でも海上静穏であれば表層に分布すると思われる。しかし海面に波のある状態での遊泳層については調査例がなく、マル稚ネットの網口より下方に分布する可能性は残されている。

初期稚魚は行動力が弱く、ネットに入り易いにもかかわらず採捕数が少なかった。これは伊豆諸島周辺における稚魚の分布量が少ないことを意味していよう。ハマトビウオ卵が伊豆諸島の海藻・岩礁等に産み付けられ孵化を迎えると仮定すれば、大量の孵化仔稚魚が伊豆諸島周辺に存在することになる。一方卵が浮遊し潮に流されながら孵化を迎えるとすると、約2週間の孵化期間に多くは伊豆諸島を離れることになり、これまでの調査結果と合致する。

4) 分布・系群・回遊経路

(1) 未成魚・成魚の季節別分布および個体群性状

a. 伊豆諸島 春季

a) 方法

漁況調査 伊豆諸島で通常使用されているハマトビウオ流刺網(57mm目)に未成魚用として作成した47mm目数反を加え25~30反に仕立てたものを用い、流す時間は1時間を目安とした。また、適宜タモ網も使用した。

漁場環境調査 一般気象・海洋観測及びマル稚ネット・改良型ノルパックネットによる水平・垂直曳卵稚仔採集(5~10分、0←150・0←300m曳)

b) 結果

(a) 1988年3月期(4~13日、鳥島・ペヨネーズ烈岩)

ア. 海況

ア) 概況

黒潮は室戸岬以西では前期と変わらない。潮岬では沿岸に接岸し、御前崎から石廊崎にかけては離岸している。遠州灘沖冷水塊を迂回した後は、八丈島西方から野島崎の南25海里付近を通り東北東へ流れた(図15)。

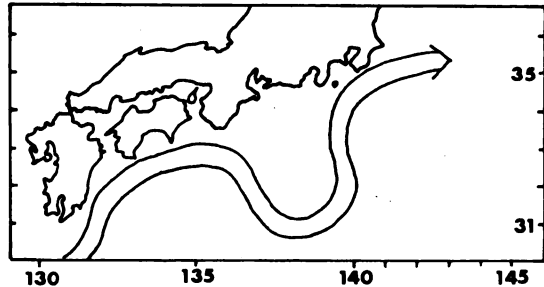


図15 海上保安庁海洋速報第6号

イ) 沖合定線調査(図16参照)

4~5日に鳥島までの往復を利用して実施した。

三宅島~御蔵島近海には、海面水温18~19℃台、200m深15~16℃台の暖水が波及していたが、御蔵島~八丈島間は遠州灘沖冷水塊の張り出しによる低水温域が分布していた。青ヶ島以南は、海面から200m深までほぼ19℃台を示すなど暖水の影響下にあった。

塩分も水温同様、御蔵島~八丈島間に周囲より低かんな値がみられた。

流れは御蔵島以北で東向き、八丈島近海で南西向きとなっていたが、2ノット以上の速い流れは観測されなかった。なお、八丈島以南はG E K故障のため欠測した。

遠州灘沖冷水塊を迂回した黒潮は、青ヶ島付近を横切った後、伊豆列島線東

側を北上していたが、三宅島以北の海域にも黒潮反流と思われる暖水流入がみられた。

11、13日に八丈島からの復路を利用して任意にXBT観測を実施し、航走水温データとドップラー潮流計による海面海流（20m深）および他情報を加えた海況図を作成した（図18）。

それによると、往路時御蔵島～八丈島間に分布していた低水温域は縮少し、八丈島北側で200m深17～19℃台、流れも2～3ノット以上と黒潮が八丈島付近まで接岸していた模様が伺えた。

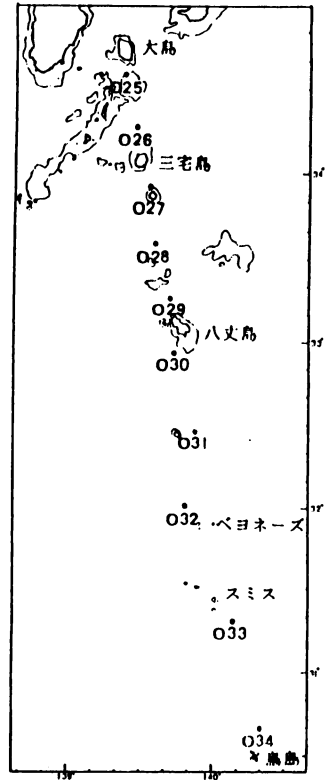


図16 沖合定線

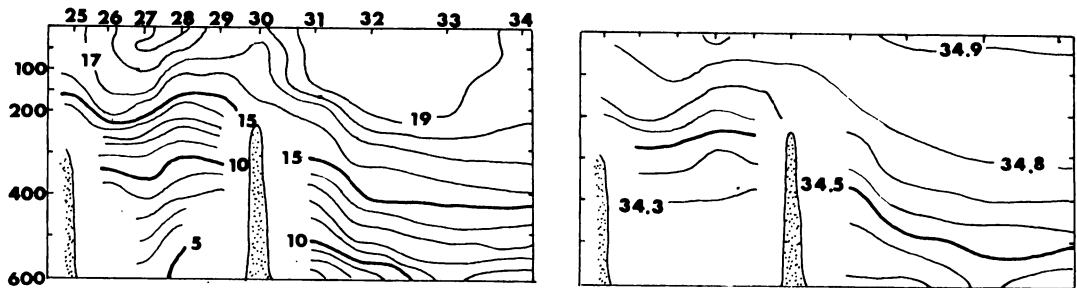


図17 沖合定線水温・塩分垂直分布（1988年3月）

ウ) 漁場調査

鳥島海域の水温は、各深ともほぼ平年並の値であった。8日の西30海里沖合では0～100m深に19℃台の暖水がみられた。ベヨネーズは鳥島の値をやや上回った。塩分も水温同様の傾向を示した（図19）。

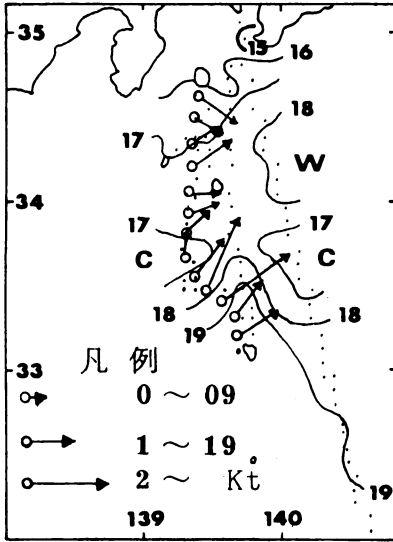


図18 復路海況図 (1988年3月)

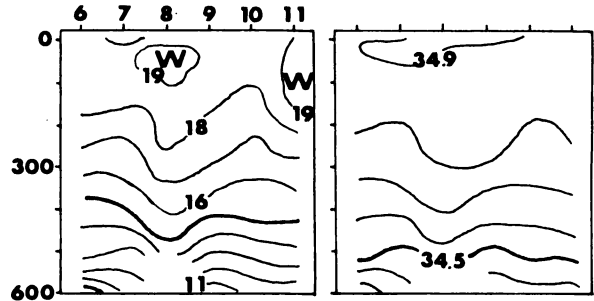


図19 漁場水温・塩分垂直分布 (1988年3月)

- 6. 7. 10日 鳥島近海
- 8日 鳥島西30海里
- 9日 鳥島東10海里
- 11日 ベヨネーズ近海

イ. 卵稚仔調査

卵・稚仔採集は沖合定線調査の水平・垂直曳(5分・150m曳)10点に加え、漁場分(10分・300m曳)6点計16点ずつ実施したが、卵・稚仔は採集されなかった。

ウ. 試験操業

鳥島海域での試験操業は、沿岸域3回、東西沖合5・10・20・30海里でそれぞれ1回、延べ11回実施した(図20)。漁獲は沿岸域での1尾に終り、初めて試みた沖合域では皆無であった。東沖合30海里漁場で燈火に接近する9個体の群以外、飛翔あるいは遊泳するトビウオを目視することはなかった。

ベヨネーズでは1回の操業で6尾を得た。網待中のソナー探索で、水深120m付近に反応があったが、魚種確認には至らなかった。

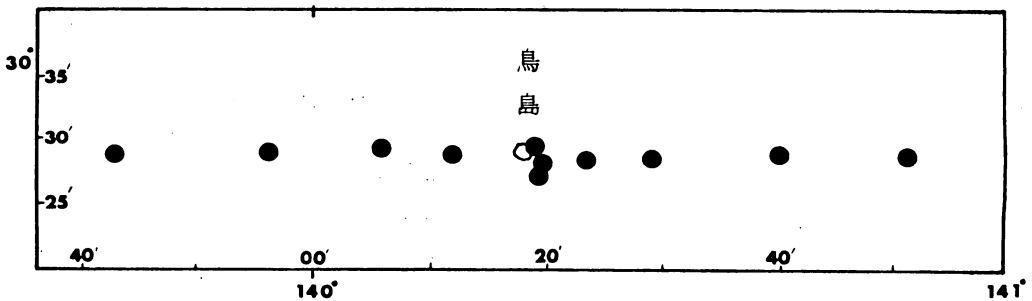


図20 鳥島海域操業位置および漁獲尾数 (1988年3月)

エ. 魚体調査

得られた7尾について、尾叉長・体重・K G 値の測定を実施したが、試料が少数のため検討できなかった。

表 17 魚体測定結果 (1988年 3 月)

雌 雄 個体数	尾叉長 (cm)			体重 (g)			K G 値		
	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均
♂ 5	33.3	35.6	34.5	389	491	446	2.44	4.94	3.71
♀ 2	35.0	37.2	36.1	455	636	546	3.57	12.86	8.22

(b) 1988年 4 月期 (2~11日、鳥島・八丈島)

ア. 海況

ア) 概況

黒潮は3月中旬以降大蛇行型となり伊豆諸島の西側を北上した。4月下旬には東側に移るなど、蛇行部東端が八丈島を中心にして東西変動を繰り返した。

各島水温はB型海況であったこと、C型に変動した時期にも黒潮北上部のS字状曲がり込みや黒潮逆流勢力の影響を受け、北部海域は高めの水温で経過した。

一方、八丈島では蛇行部の東西変動により、水温変動がやや激しかった。

イ) 沖合定線調査

2~4日に実施した。海面水温は、St.031を境に北側が18℃台、南側19℃台とほぼ一樣な水温分布であった。100m深は16~19℃台、200m深12~18℃台、500m深9~12℃台と各層とも平年並み~やや高めであったが、St.030~031の50~200m深には周囲より低水温の分布域が存在していた。

水温躍層はSt.025の150~200m深とSt.026の300~350m深に形成され、温度傾斜もこの海域で大きかった。また、200m深15℃水温もこの海域にみられた。塩分も平年並~やや高めであり、分布も水温と同じ傾向であった(図21)。

流れはSt.032以北で北~東向流が卓越し、St.025と031ではそれぞれ東・北方向に2ノット前後の速い値が観測された。St.032以南はゆるやかな南下流であった。

これらの結果と他情報を考え合わせると、離岸傾向にあった黒潮は3月中旬より接岸傾向を持ち始めて八丈島に接近し、今回の調査時にはさらにその傾向を強めて、列島線西側から大島~三宅島を東流していた模様であった。

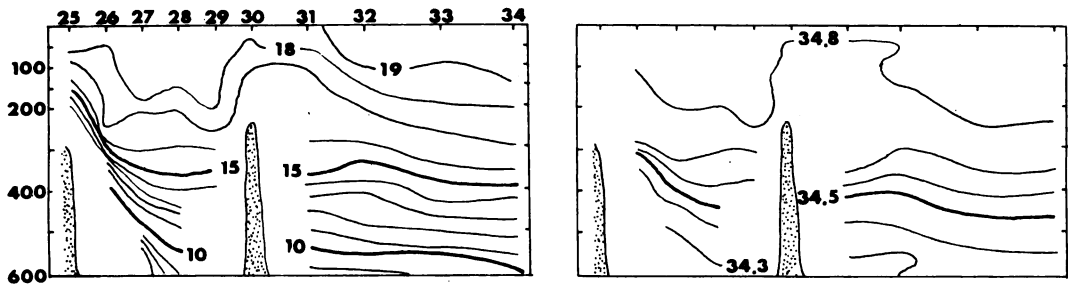


図21 沖合定線水温・塩分垂直分布 (1988年4月)

ウ) 漁場調査

鳥島沿岸域の水温は水深200m以浅で平年並~やや高め、以深では平年並~低めであった。19°C台水温は4日には海面のみにみられたが、翌5日には75m深まで達した。また、300m深でも17°C台に昇温した。塩分は海面で35%以上と高かんであった。日変化は水温ほど大きくなかった(図22)。

八丈島海域は当時、黒潮が同島西側から三宅島付近を東流し、黒潮系暖水におおわれていた。海面水温は19~20°C台、塩分は34.7~34.8%であった。西20海里と30海里(140°E基点)の測点を比較すると、200m以浅では水温は30海里、塩分は20海里の方が高かった。200m以深は水温・塩分とも20海里が高かった。西側ほど遠州灘沖の冷水塊が接近し、その影響を受けていた。

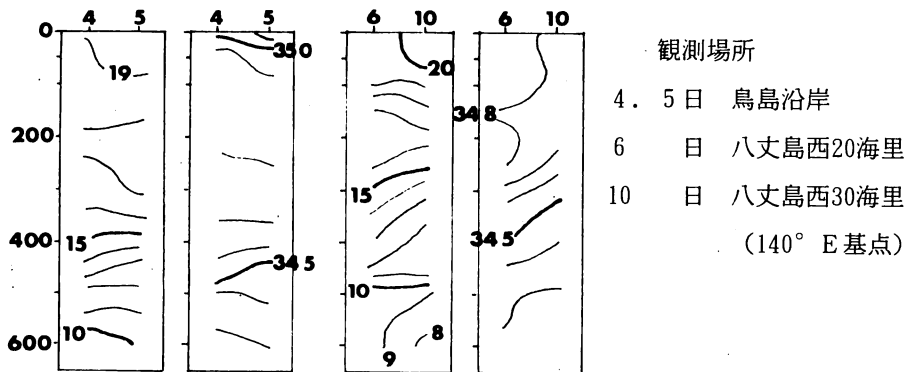


図22 漁場水温・塩分垂直分布 (1988年4月)

イ. 卵稚子調査

沖合定線10点（水平5分曳・垂直150m曳）に加え、操業日毎に4点（水平10分曳・垂直300m曳）計14点ずつ実施したが、ハマトビウオ卵・稚子の採集はできなかった。

ウ. 試験操業

鳥島では5日に島の東～南側沿岸で2回操業したが、得られた魚体は僅か1尾であった。

八丈島では33° N、140° Eを基点に黒潮寄りの西側20～50海里沖合12点について調査を行う予定であったが、悪天候のため20・30・40海里、5点の調査にとどまった（図23）。

漁獲がみられたのは、30海里沖合の漁場番号5・6と40海里的漁場番号8の3点で計13尾を得た。最も良好な成績であったのは、一番西側の漁場番号8の7尾であり、沿岸域のみでなく沖合40海里付近にもハマトビウオ分布のあることが確認できた。沿岸域と沖合域との分布密度の違いについては、来遊群そのものが低水準であることから明確な判断を下げなかった。

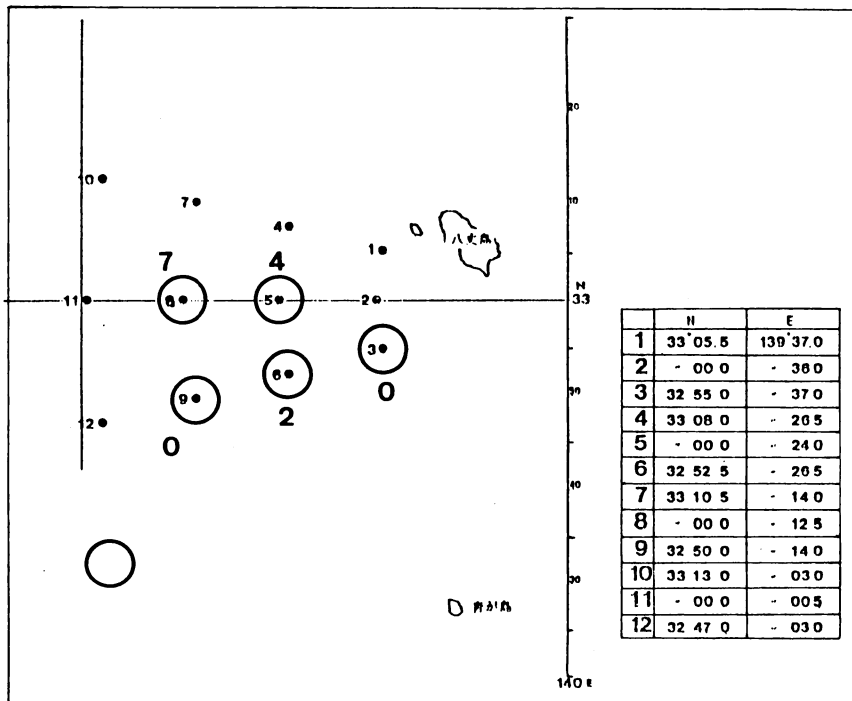


図23 八丈島海域操業位置および漁獲尾数（1988年4月）

エ. 魚体調査

八丈島海域で得られた13尾のうち、12尾について魚体測定した(表18)。測定尾数が少量であったが、雌魚出現率(雌魚尾数×10²/測定尾数)は91.7%と高率だった。これから早急な判断はできないものの、雌魚は沖合域に広く分布し、卵が完熟して産卵行動を起こした個体が島の沿岸に集合することが考えられる。今後、沿岸・沖合域間における卵成熟状態の比較・検討が必要と思われる。

表18 魚体測定結果(1988年4月)

雌雄	個体数	尾叉長 (cm)			体重 (g)			KG 値		
		最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均
♂	1	37.3			576			5.09		
♀	11	35.8	42.0	38.9	473	694	598	1.67	19.72	7.51

(c) 1989年3月期(16~24日、鳥島)

ア. 海況

ア) 概況

黒潮は潮岬以西の海域で接岸していた。遠州灘沖には冷水塊が存在し、これを迂回した後の黒潮は伊豆諸島で離接岸変動が激しかった。

大島~八丈島の各島定地水温は月間平均値ではほぼ平年並であったが、最も海況変動の影響を受けた八丈島では1.5~2℃ほどの昇降が繰り返された。

イ) 沖合定線・新沖合定線調査

往路(16~19日)に沖合定線、復路(23~24日)に新沖合定線調査(図24)を実施した。沖合定線時の水温垂直分布をみると(図25)、八丈島の南側で温度勾配が急になっており、黒潮指標水温200m深15℃等温線もこの海域にみられた。また、この付近では東南東に1.5~3.8ノットの速い流れも観測された。黒潮は八丈島~青ヶ島を東流した後、列島線東側を北上していた模様であった。

139°E線の新沖合定線では、33°N付近に海面20℃、200m深17℃以上の暖水が波及し、その北側には3ノット以上の速い北東流もみられた。黒潮は極く短期間のうちに、八丈島近海を北東方向に流去するパターンとなった。

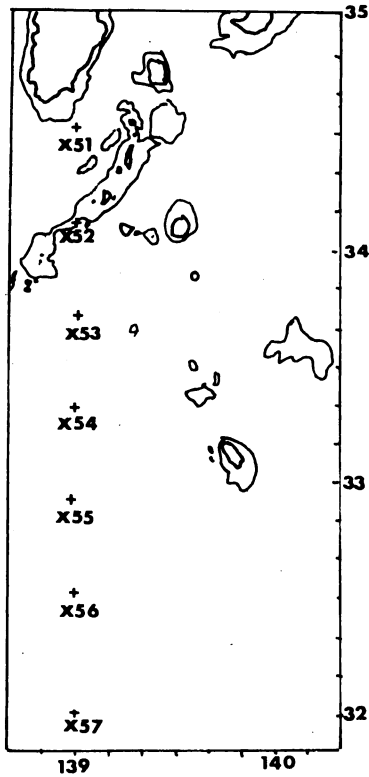


図24 新沖合定線図

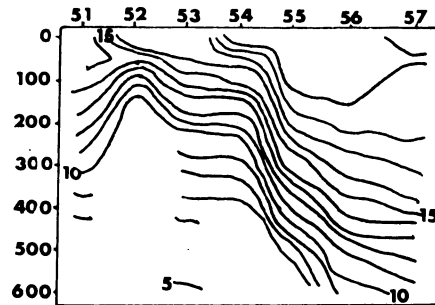
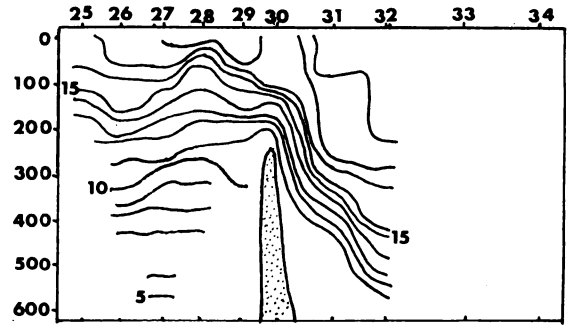


図25 定線水温垂直分布 (1989年3月)

上：沖合定線 下：新沖合定線

ウ) 漁場調査

21日の300m深および23日の500m深でやや低目であった他は、ほぼ平年並みの値であった。19°C台水温は海面から200m深まで達し大きな変化もみられなかった(図26)。20日に実施した鳥島の西沖合30海里では、沿岸域に比べ400m以深で高水温となっていた。

イ. 卵稚仔調査

水平曳は沖合定線10点(5分)に加え、鳥島沿岸域40点、沖合域4点(10分)計54点実施した。垂直曳(150m)は沖合定線10点+鳥島沿岸域の4点計14点実施したが、ともにハマトビウオ卵・稚仔の採集はできなかった。

ウ. 試験操業

沿岸域で7回、鳥島西沖合域5・10・20・30海里でそれぞれ1回、延べ11回実

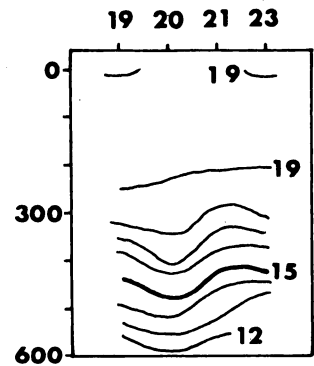


図26 鳥島漁場水温垂直分布(1989年3月)

施した(図27)。沿岸域では108尾を漁獲した。1操業当たりの最高漁獲尾数は50尾と低調な漁模様だった。沖合域で西5海里と10海里で1尾ずつ計2尾の漁獲にとどまった。ハマトビウオ以外ではスジイカが1個体採集されただけだった。

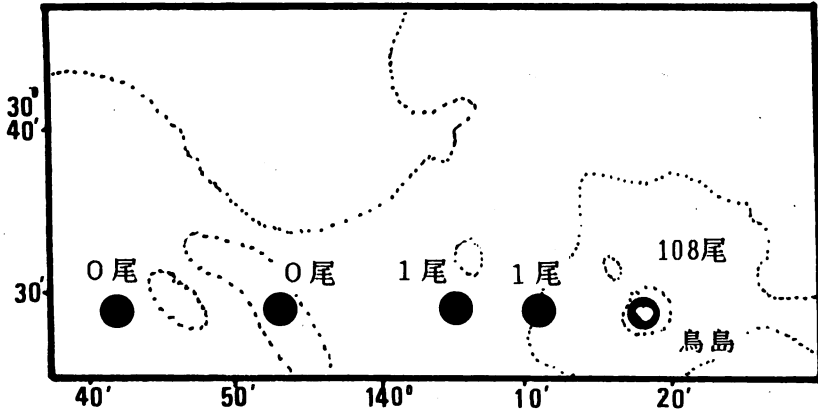


図27 鳥島海域操業位置および漁獲尾数 (1989年3月)

エ. 魚体調査

得られた魚体のうち、無作為に50尾を抽出し魚体測定を実施した。測定結果を図28に示した。

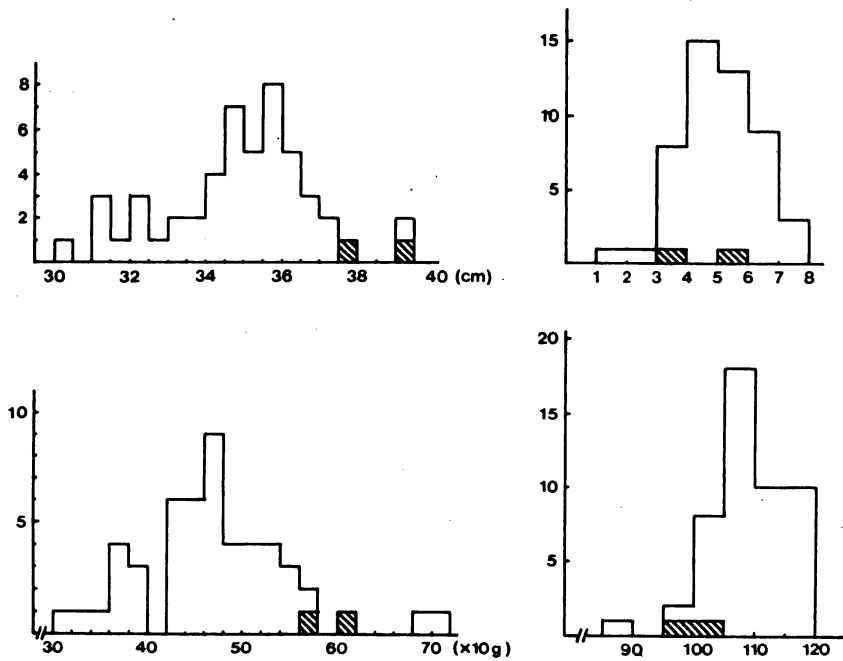


図28 魚体組成 (1989年3月)

(d) 1989年4月期(5~14日、鳥島・八丈島)

ア. 海況

ア) 概況

黒潮はひき続き潮岬以西で接岸して八丈島付近から北東に流去した。伊豆諸島では上旬に青ヶ島の南側、中旬には八丈島付近、下旬には八丈島北側を通るなど小変動がみられた。各島定地水温は三宅島以北で全般に低め、八丈島では平年並~やや高めの値で経過した。

イ) 沖合定線調査

5~6日に実施した。各層水温はSt.031以北で平年並~低め、以南では平年並~やや高めであった。海面水温はSt.025の15.0℃を最低に、南側ほど昇温してSt.029では18.9℃となったが、八丈島南側のSt.030には16.5℃の低温域が形成されていた。St.032以南は19℃台の単調な水温分布を示した。200m深15℃および500m深8~10℃の黒潮指標水温はSt.031~032間にあって、温度勾配も急だった。塩分は水温とほぼ同じ傾向を示した。流れは南下流が卓越し、St.031の1.96ktが最も速かった。八丈島付近に遠州灘沖冷水塊の東端が張り出しこれを迂回した黒潮は青ヶ島以南を流去していたものと思われる。

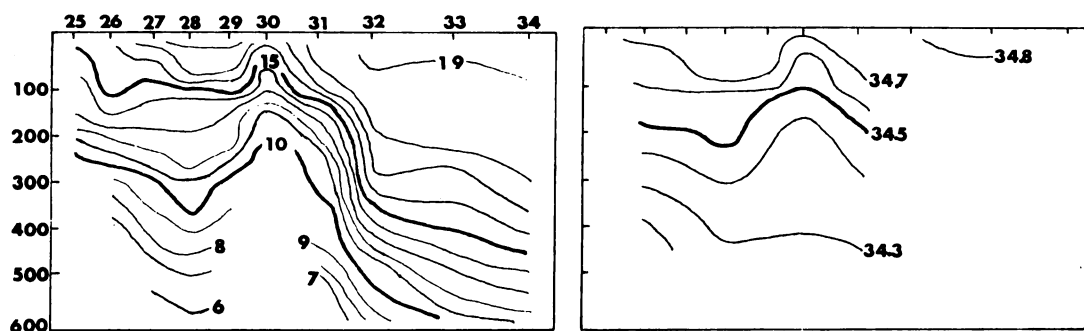


図29 沖合定線水温・塩分垂直分布 (1989年4月)

ウ) 漁場調査

6~7日に鳥島~八丈島間、9~11・13日に八丈島東西海域で適宜観測を実施した。海面水温は16~20℃台で八丈島東西海面が最も高水温だった。200m15℃等温線も同島北側に描けた。一方、八丈島~青ヶ島間には周囲より海面で4℃、200m深でも5~6℃前後も低い小冷水域が分布していた(図30)。

5~6日の沖合定線調査時、青ヶ島以南を流去していた黒潮はごく短期間のう

ちに八丈島に達するなど、黒潮流路の変動時期に当たっていたものと思われる。

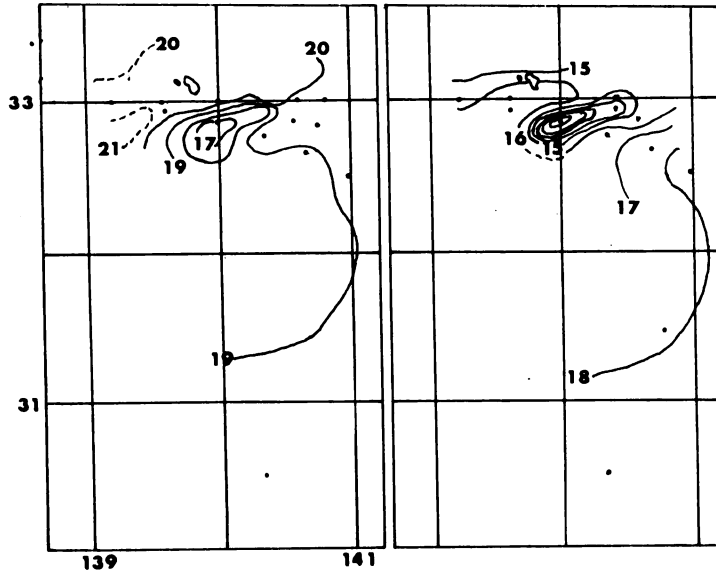


図30 八丈島・鳥島漁場水温水平分布 (1989年4月)

イ. 卵稚仔調査

水平曳きは沖合定線（5分曳）10点と操業地点毎（10分曳）に13点計23点、垂直曳きは沖合定線（150m曳）10点と操業日毎に5点計15点実施した。

沖合定線および鳥島ではハマトビウオ卵・稚仔の出現はなかった。八丈島では試験操業前に実施したマル稚ネット10分曳で、漁場X-2（25粒）と西3（2粒）の2漁場においてハマトビウオ受精卵が採集された。ハマトビウオ卵は沈性卵であるため、表層で採集されることは極めて稀であり過去にもほとんど例がない。X-2の漁場は操業時ほとんど流れがなかったが、その東側のX-1では2ノット前後のSE流がみられていることや、水温分布からもこの海域が暖水と低水温水との境界域であると判断され、八丈島沿岸域で産卵されたものがSE流に乗って潮境域であるこの海域に集合したことが考えられた。

一方、西3の漁場は当時13m以上の西風が吹いていたことから、島沿岸より移送されたとは考え難く沖合域での産卵も否定できなかった。

ウ. 試験操業

鳥島沿岸域で3回、八丈島東西沖合域では12回調査を実施した。得られたハマトビウオは鳥島17尾、八丈島32尾計49尾であった。八丈島沖合域では、往路に行

った沖合定線調査結果から黒潮系水の影響下にある東側沖合域での重点調査を予定したが、黒潮流路の急激な変化により、八丈島西側域も黒潮系水におおわれたため西側沖合域も調査に加えた。

八丈島での漁獲は東西沖合でみられた(図31)。漁獲成績の良い漁場は八丈島東側のX-1・2でそれぞれ16・12尾を得た。前年同月調査で最も漁獲の多かった西側8では2尾が得られた。八丈分場「たくなん」は13日晚～14日朝にかけて、島の東側沿岸域で調査を行い約1,600尾を漁獲した。大島分場「みやこ」は同日、西側沖合域2・5・8の3漁場で調査を行ったが、目立った漁獲はなかった。

魚群分布密度は沿岸域ほど濃密なことが経験上知られており、それを裏付ける結果であった。一方、産卵のため島沿岸に集合すると考えられている魚群が、どの方向から来遊するのか諸説がある。今回調査では東側沖合域にややまとまった漁獲がみられたが、これは小冷水によって潮境域が形成され魚群集合に適した海況であったことが主要因と思われ、一概に魚群来遊が東側からとは考えにくい。

前年と本年の結果を考え合わせると、ハマトビウオ分布はかなり広範囲にわたるものと推察されるが、来遊方向そのものについては明らかにできなかった。

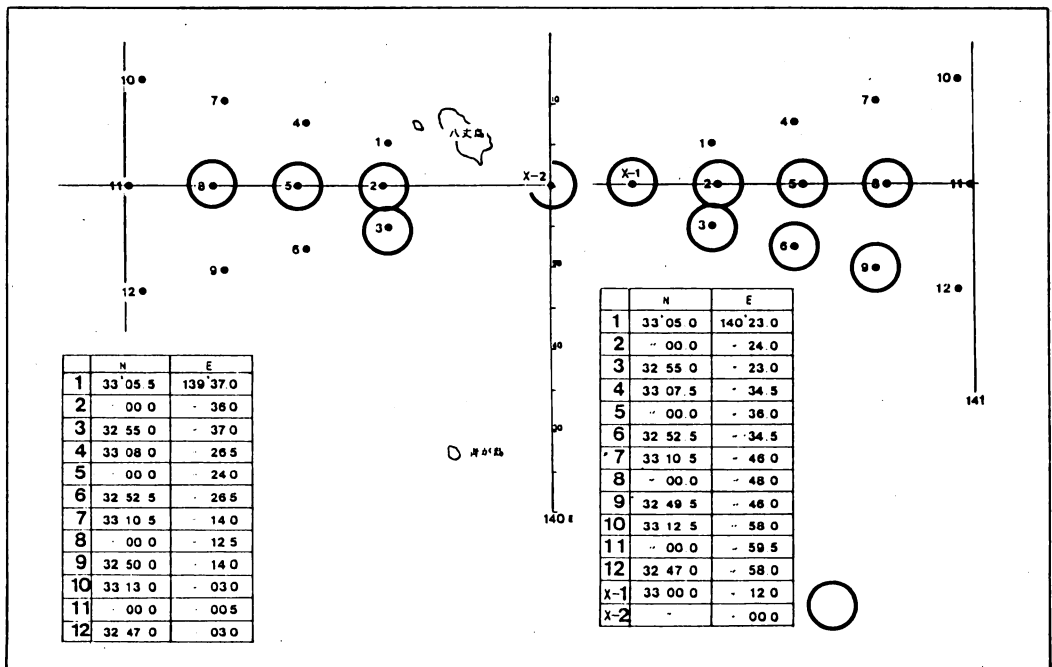


図31 八丈島海域操業位置および漁獲尾数 (1989年4月)

エ. 魚体調査

鳥島で得られたハマトビウオは全て雄魚であった。尾叉長組成は35cm級にモードがみられた。体重は300~500g間でバラつきが多かった。K G値は2~4級が大部分を占めた(表19)。

八丈島海域での雌魚出現率は37.5%と高率ながら、前年(91.7%)を大きく下回った。漁獲魚全体の魚体組成をみると、各値は例年通りで雌魚は広がり大きい。これを雌雄別・漁場別組成に分けると、雄魚は漁場間における差がみられないが、雌魚は西3・X-1の漁場に比べ遠方の東2の方が小型で、K G値も低い傾向がうかがえる(図32)。

表19 鳥島魚体測定結果

雌 雄	個体数	尾 叉 長 (cm)			体 重 (g)			K G 値		
		最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均
♂	17	30.2	36.7	34.4	306	527	436	1.48	6.96	3.80
♀	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—

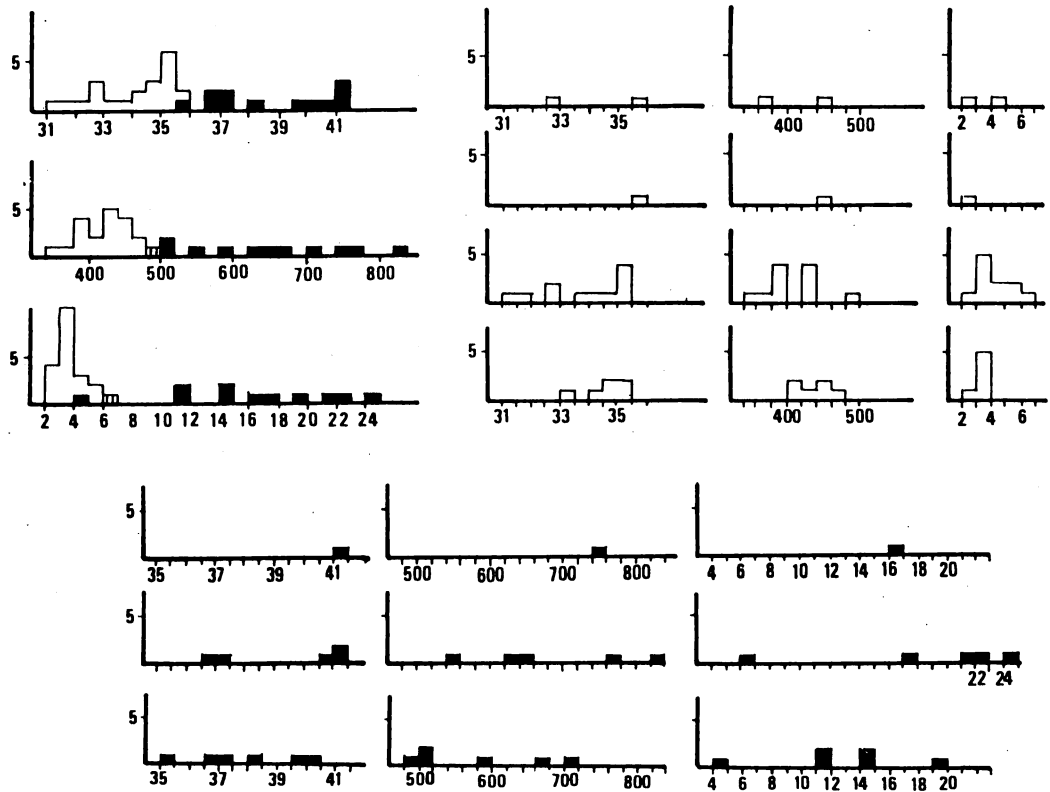


図32 八丈島魚体組成 (1989年4月)

(e) 1990年3月期 (16~25日、鳥島~青ヶ島)

ア. 海況

ア) 概況

黒潮流型は1989年11月後半からA型で経過した。この間、黒潮蛇行北上部は伊豆列島線上で東西変動を繰り返したが、2月中旬以降列島線西側を北上し房総沿岸に沿って流れるパターンとなった。伊豆諸島各島定地水温は2月以降高めの値となった。

イ) 沖合定線・新沖合定線

往路 (16~20日) に沖合定線、復路 (23日) に新沖合定線調査を実施した。沖合定線時の海面水温は15~19℃台、100m深15~19℃台、200m深13~19℃台であった。St. 027~030 で平年並~高め、St. 034では低め、その他の観測点では平年並~やや低めの値を示した。200m深15℃水温はSt. 026~027間にみられ温度勾配も急だった (図33)。新沖合定線の200m深15℃水温はX51~52間にあった (図34)。これらの結果から、調査期間中の黒潮は三宅島~御蔵島付近を東流していたものと思われた。

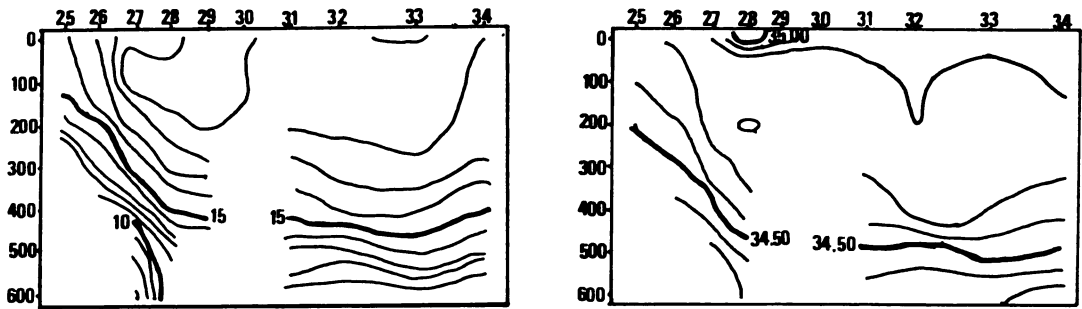


図33 沖合定線水温・塩分垂直分布 (1990年3月)

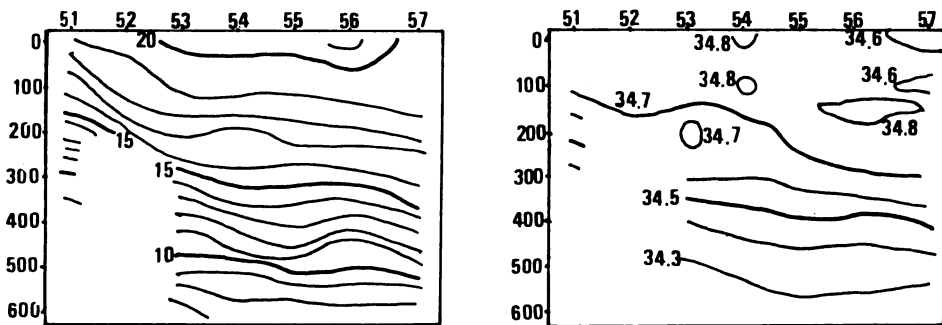


図34 新沖合定線水温・塩分垂直分布 (1990年3月)

ウ) 漁場調査

鳥島の水温は海面18.1℃100～200m深17℃台を示し、平年値をやや下回った。各漁場水温和それに最も近接した沖合定線観測点を比較すると、青ヶ島海域で1℃前後昇温していたが、そのほかの海域では大きな変化はなかった。

イ. 卵稚仔調査

沖合定線 9 点、新沖合定線 7 点（水平 5 分 度・垂直 150m 度）、漁場 5 点（10 分・150m 度）計 21 点ずつ実施した。沖合定線・漁場ではハマトビウオ卵・稚仔は採集されなかった。新沖合 X-52 で稚魚（TL 26mm）1 尾が採集された。

ウ. 試験操業

鳥島～青ヶ島間の 5 ケ所において計 7 回調査を実施した（図 35）。

青ヶ島では 2 回の操業で 64 尾を漁獲した。鳥島・ペヨネーズでも僅かながら漁獲がみられたが、鳥島とスミス中間域・スミスでは皆無に終わった。

青ヶ島では近年の低資源水準の中では漁影が濃く、灯火に集まる個体も多数目視された。

標識放流も僅か 3 尾ながら実施することができた（タグ No.186～188）。

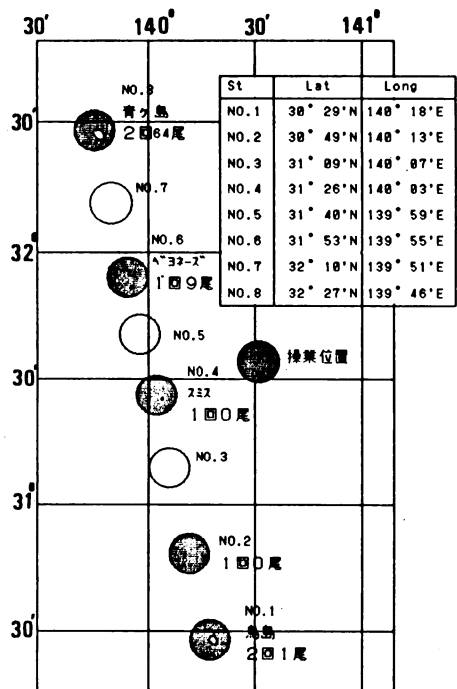


図35 操業位置および漁獲尾数（1990年3月）

エ. 魚体調査

鳥島・ペヨネーズでの雌魚出現率は 2.7%と雄魚が著しく卓越していた。青ヶ島の尾叉長組成は34cm級にモードが見られた。体重はバラつきが大きかった。K G値は3級にモードが形成された。ペヨネーズは試料少なく検討するにいたらないが、バラつきが多い傾向がうかがえる（図36）。

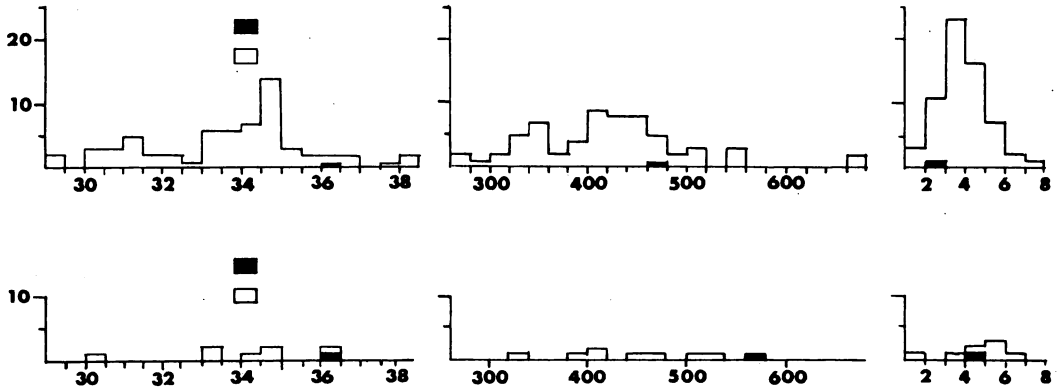


図36 魚体組成図 (上：青ヶ島、下：ペヨネーズ 1990年3月)

(f) 1990年4月期 (10~21日、鳥島・青ヶ島・八丈島)

ア. 海況

ア) 概況

黒潮は引き続きA型流路で経過し、伊豆諸島海域では列島線西側を北上した後、三宅島付近から北東方向に流去した。黒潮の影響を強く受けた伊豆諸島では高めの水温が持続した。

イ) 沖合定線調査

海面水温は18~20℃台を示し、八丈島を中心とするSt. 028 ~030が周囲より低水温であった。各深水温を平年値と比較すると、St. 034の75m以深でやや低めだったほかは、平年並~高めの値であった。垂直分布をみると、温度勾配が最も急であるのがSt. 025 ~26間で、200m深水温は16℃以上の暖水におおわれていた (図37)。塩分は各点、各水深とも全般に平年並~やや高めであった。

流速は大島南側St. 025で2.4ktの南東流がみられたほかは、1kt前後の比較的遅い流れであった。黒潮は著しく接岸し、大島~三宅島間を東流しているものと思われた。

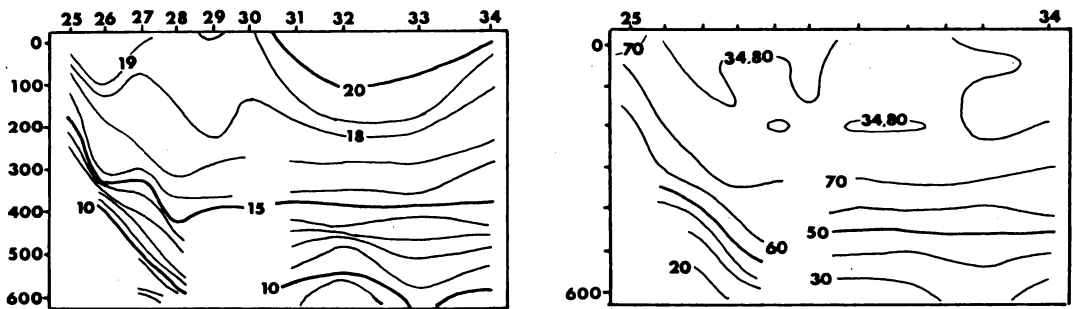


図37 沖合定線水温・塩分垂直分布 (1990年4月)

ウ) 漁場調査

鳥島の水温は海面19.1℃、200m深17.31℃で、各水深とも平年に比べてやや高めの値であった。

八丈島海域は黒潮外側域となっていたため、定地水温はやや高めで経過しており、調査海域の海面水温も19~20℃台の暖水がほぼ一様に分布する変化に乏しい水温分布となっていた(図38)。200m深では16~19℃台を示し西側ほど低温となる傾向がみられたが、調査海域全体が黒潮系暖水におおわれていた。

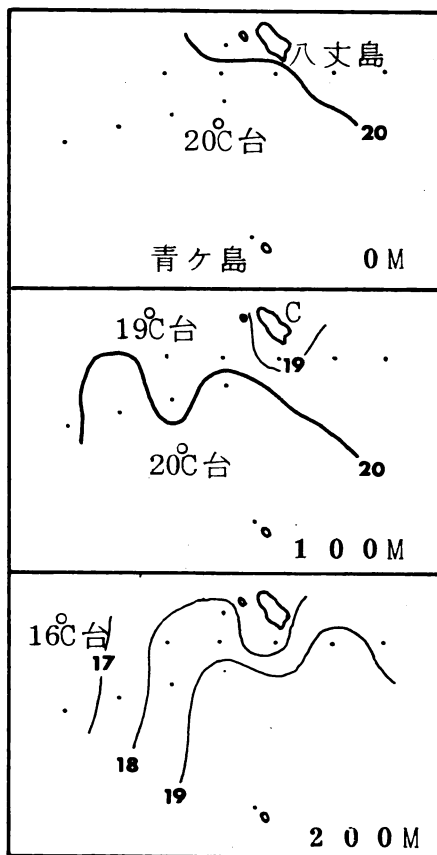


図38 八丈島漁場水温水平分布 (1990年4月)

イ. 卵稚仔調査

沖合定線10点(水平5分曳、垂直150m曳)に加え、漁場において水平10分曳12点、垂直150m曳6点の採集を実施した。沖合定線・漁場とも卵・稚仔の採集はできなかった。

ウ. 試験操業

試験操業は鳥島・青ヶ島沿岸域各3回、八丈島沖合域10回計16回実施した(図39)。鳥島では魚影全くみえず皆無、青ヶ島では56尾の比較的まとまった漁獲があった。八丈島沖合域では西側を中心に調査を行い、30尾を獲得した。漁獲した漁場は、比較的沿岸域である西側1・2・3とX-3・2の5漁場で、これより沖合では漁獲がみられなかった。

今回調査では3月期に続いて青ヶ島沿岸域でややまとまった漁獲があり、操業

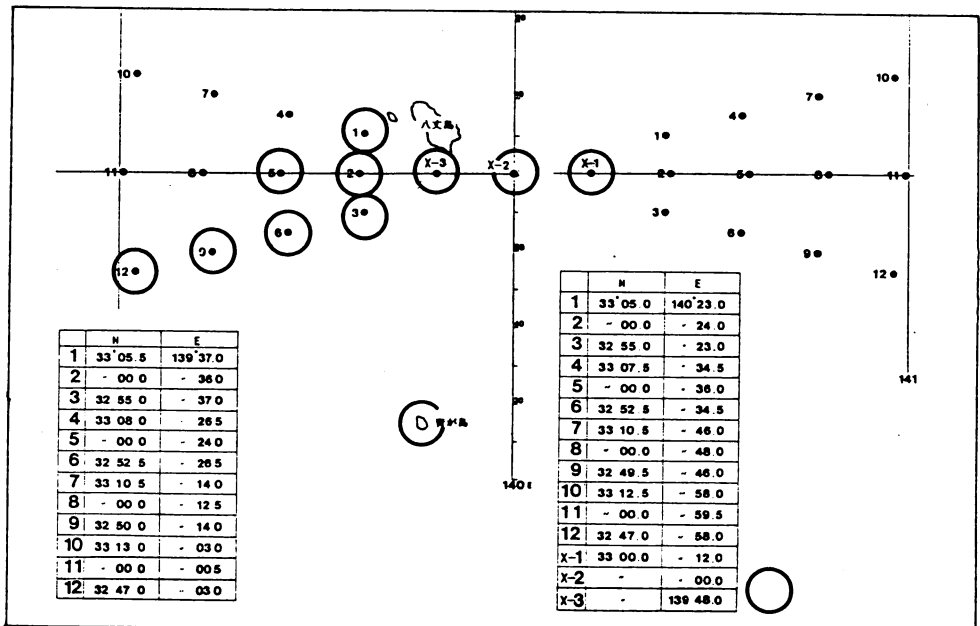


図39 八丈海域操業位置および漁獲尾数 (1990年4月)

中に目視されるハマトビウオも近年の中では多かった。標識放流も12日に5尾実施した(タグNo.TK-2、189~190、196~198(198は♂他は不明))。

八丈島沖合域では目立った漁獲はないものの、沿岸域では目視する機会が多く試験操業を実施した場合好漁が期待できる印象を強く受けた。

エ. 魚体調査

試験操業によって得られた86尾について測定した(図40)。雌魚出現率は八丈島海域23.3%、青ヶ島海域8.9%だった。八丈島での値は1988年(91.7%)、1989年(37.5%)より低率だった。

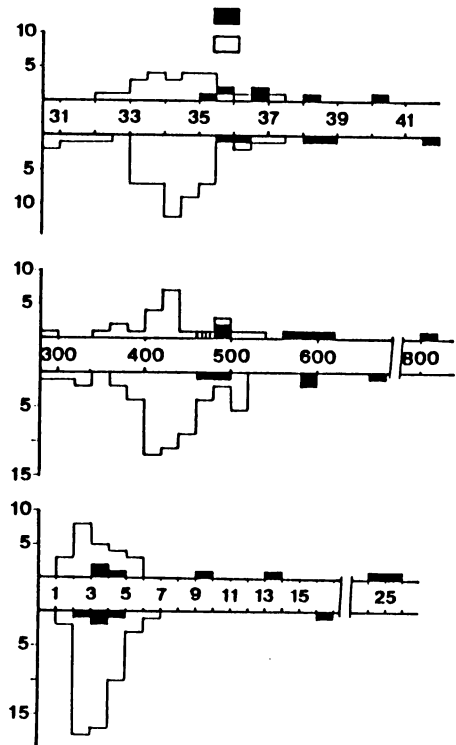


図40 漁場別魚体組成

上: 八丈島 下: 青ヶ島

雄魚の尾叉長組成は青ケ島では例年通り34cm級にモードが形成されているが、八丈島では分散が大きい。

平均尾叉長は八丈島34.3cm、青ケ島34.1cmと大差ない。雌魚はともに分散が大きい、平均では青ケ島の方が1.2cm大型であった。(八丈島36.9cm・青ケ島38.1cm)。

体重も雄魚では両海域間に大きな相違はなかった(八丈島428g、青ケ島424g)。雌魚は尾叉長と逆に八丈島が重かった(八丈島584g、青ケ島559g)。

KG値は雄魚の平均が八丈島3.77、青ケ島3.37とやや八丈島の値が大きかった。雌魚は産卵前と思われるKG値5以上の個体が八丈島では43%であったが、青ケ島では20%と低率だった。この差が尾叉長で大きい青ケ島の雌魚が、体重で八丈島の雌魚の値を下回る原因となった。

産卵盛期には雌魚出現率およびKG値が増大することが考えられる。このことから、今回調査時青ケ島海域はすでに産卵盛期を過ぎ、主群は八丈島海域に移動したと思われるが、測定尾数が少量のため結論するには至らなかった。

c) まとめ

1988～1990年の3ケ年にわたり、春季伊豆諸島海域で各種調査を行い下記の結果を得た。

ア. 漁場として利用されない鳥島・八丈島の東西沖合域30～40海里付近にも魚群が分布していることが確認できた。分布密度は沿岸域の方が高い。

イ. 1990年3月に実施した鳥島・スミス中間域では漁獲がみられなかった。ハマトビウオ分布は、かなり広範囲にわたるものと推察されるが、産卵群の来遊方向そのものについては依然明らかにできない。

ウ. 1988年3月のベヨネーズ烈岩の調査で、水深120m付近にソナー反応がみられたが魚種確認にはいたらなかった。

エ. 八丈島東西沖合域で得られた魚体を漁場別に比較すると、雄魚では大きな差異はないが、雌魚では沖合域ほど小型でKG値も小さい傾向がうかがえた。

オ. 雌魚は沖合域に分布し、卵が熟して産卵行動を起こした個体が沿岸域に移動することが考えられた。

カ. 1989年4月八丈島南10～15マイル付近でハマトビウオ受精卵が採集された。

潮流と水温分布から、八丈島沿岸域で産卵されたものが沖合の潮境域に集合したものであるが、沖合域での産卵も否定できなかった。1990年3月には新沖合定線X-52で稚魚1尾が採集された。このほかには卵・稚仔の出現はみられなかった。

b. 三陸～北海道 夏季

a) 方法

漁況調査 1988年、89年の夏季に三陸沖海域で調査を実施した。調査方法・内容は春季伊豆諸島と同様である。

聞き取り調査 1988年3月、1989年7月に北海道、東北地方で聞き取り・現地調査を実施した。

b) 結果

(a) 漁況調査

ア. 1988年7月～8月期 (7.29～8.7日)

ア) 海況

漁業情報サービスセンターの海況情報によると、調査期間中の三陸沖合海域には直径数10マイルの暖水塊が発達し、広く黒潮系水におおわれる海況となっていた。海洋観測はこの暖水塊の中央から周辺部を約20海里間隔に12点、600mまでの水温・塩分を測定した。また、操業の目標となる海面水温20℃前後の潮境を何度も横断したが、黒潮系暖水と親潮系冷水は見た目にもはっきりとした濁度の違いが認められ、水温も16～21℃台と激しく変化した。暖水塊内の流れは明確な右旋流を形成していた。

なお、暖水塊北端部では100m深で水温1℃というような北方海域特有の値も観測された。

イ) 卵稚仔調査

海洋観測地点においてマル稚ネット水平曳(10分)7点の採集を行った。ハマトビウオ卵・稚仔の採集はできなかった。暖水系の測点ではサルパ・ウミタル・オキアミ類が豊富で、一方、冷水系では流れ藻、ゴミ、微小コペポータなどが採集された。

ウ) 試験操業

暖水塊内には暖水系の魚類が留まり、その周辺潮境域で巻網船等による操業が行われているとの情報があり、この暖水塊周辺部を調査した。操業場所は20℃前後の潮境域で、暖水塊の東端・

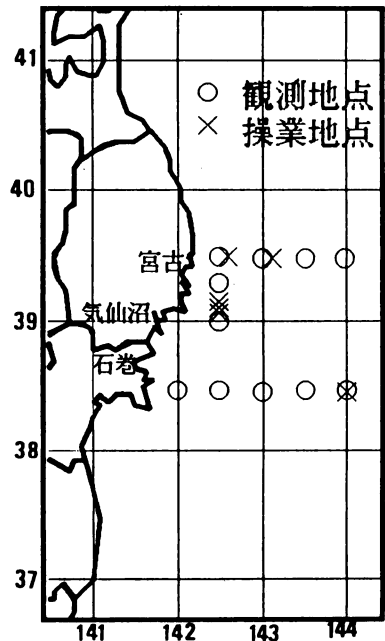


図41 三陸沖調査海域 (1988年)

北端および西側沿岸部を選定した(図41)。

操業は延3夜、6回実施した。漁獲物はイワシ類、ゴマサバ、アカイカ、ムロアジ、ブリ幼魚、カンパチ幼魚が極く少量漁獲されただけで、トビウオ類は漁獲されなかった。トビウオ類の飛翔は三陸に向かう途中1回と、暖水塊横断中2回の計3回視認されたのみである。いずれもナツトビウオ類とみられる小型のトビウオであった。

イ. 1989年7～8月期(7.28～8.9日)

ア) 海況

漁業情報サービスセンターによると、調査期間中の三陸沖の海況は調査前半には親潮第2分枝が明瞭で、暖水と冷水が複雑にiri込んでいる。後半になると第2分枝勢力が弱まると同時に海面水温の上昇がみられ、暖水が北海道付近まで単調に分布していた。

調査海域の海面水温は22.7～24.1℃であった。各観測点とも浅層での水温躍層が顕著で、0mおよび75m深温度差は9～20℃前後もあった。

イ) 卵稚仔調査

各漁場においてマル稚ネット水平曳(10分)10点の採集を行った。漁場9でマトウトビウオ(全長38.3mm)1尾が採集された。ほかのトビウオ類は採集されなかった。

ウ) 試験操業

図42に示した10地点で試験操業を実施し、トビウオ類38尾を漁獲した。

38尾のうち27尾はニノジトビウオ、オキトビウオ、オオメオキトビウオの3種であった。残りの11尾については種の査定ができなかった。この原因は測定の誤差と考えられるが、その形態などから前記の3種と思われる。

ハマトビウオは漁獲されなかった。

トビウオ以外の漁獲物はブリ幼魚、ムラサキイカ、カッオ、ブリモドキ、シイラが僅かにみられただけであった。

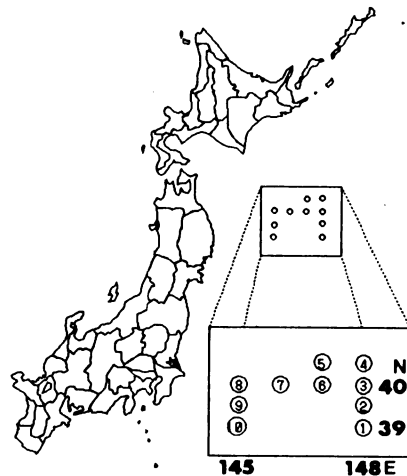


図42 三陸沖調査海域(1989年)

(b) 聞き取り調査

ア. 北海道南部地方

1988年3月7～10日に北海道大学、函館水試で聞き取り調査を実施した。

北大に保存されているハマトビウオ標本は4個体あり、漁獲資料の残っていた2個体について表20に示した。

臼尻、塩原～岸内間の定置網はそれぞれ3、15ヶ統が設置され、トビウオ類が出現するのは6月末～9月末頃であるとのこと。

トビウオ尾叉長は20～30cmと5～10cmの小型魚であり、入網量も多い時で10～20尾と極めて少ない。ハマトビウオのような大型魚はほとんどみられず、定置網では過去臼尻で1尾確認されているだけであった。

函館水試では函館地区（襟裳岬以西太平洋）における卵稚仔調査を実施し、少なくとも1977～1986年にはハマトビウオ卵稚仔の出現はなく、わずかに1986年8月25日にホソトビ1尾が確認されたにすぎない。

表20 ハマトビウオ漁獲資料

漁獲場所	漁獲年月日	漁法	尾叉長
北西太平洋	1984.10 -	流刺網	40.9cm
茨城沖 N36° 04' E141° 20'	1978.1.9	トロール	18.6

イ. 東北地方

1989年7月10～14日に図43に示した7地区の定置網について現地調査した。

7ヶ所の定置網のうち調査時点でトビウオ類が漁獲されていたのは勿来・金華山・関根浜で、それらはホソトビウオとツクシトビウオであった（関根浜については推定）。

各定置とも例年7～9月に最もトビウオ類の漁獲が多く、南部の定置では多い時には100kg/日の入網もみられるが、調査時の漁獲量はいずれも少なく、1日10kg程度であった。

水温をみると、金華山以南は16℃以上であるが、二ツ水以北は13～15℃と例年より低水温であるためトビウオの来遊が遅れているとのことであった。

魚体は全長30cm止まりで、35cm以上のハマトビウオ成魚が過去にも確認されていない。5～10cmの稚魚は8～9月に入網するが、ハマトビウオの飼育によればふ化後2ヶ月で8cm近くになるため、定置網に入るこれらの稚魚が伊豆諸島で春季ふ化したハマトビウオ稚魚であるとは考えにくい。

7～8月に漁獲される全長15～20cmのトビウオがハマトビウオの未成魚である可能性は残されているが、調査時点で入網したトビウオが全てナツトビ類であったこと、体色が淡青色をしているものが多いことから、これらのトビウオがハマトビウオである可能性は低い。

c) まとめ

1988年～1989年の2ケ年、三陸沖・東北・北海道南部地方で調査を行った。三陸沖での漁況調査でハマトビウオの採捕はなく、東北地方・北海道南部の定置網にもハマトビウオの入網は確認できなかった。また北海道南部地方での卵・稚子の採集例もなかった。

以上をまとめると、ハマトビウオが三陸～北海道南部海域の沿岸・沖合を群を作って常時回遊している可能性は少なく、暖水塊中にとり込まれていた個体が水塊の移動によって稀に漁獲されるものと考えられる。

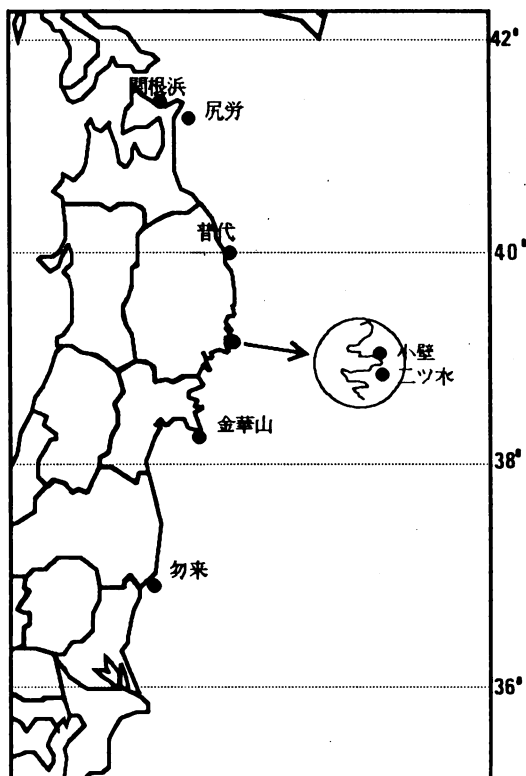


図43 東北定置網調査地点

c. 房総・伊豆諸島 秋季

a) 方法

漁況調査 1988年・89年の秋季に房総・伊豆諸島海域で調査を実施した。従来からの流し刺網・タモ網を使用した。卵稚子調査は実施しなかった。

聞き取り調査 1988年・89年秋季に房総地方で聞き取り調査を実施した。

魚体確認調査 都水試以外が漁獲した個体について査定・確認調査を実施した。

b) 結果

(a) 漁況調査

ア. 1988年10月～11月期(10.24～11.1)

ア) 海況

調査期間中の黒潮は遠州灘～伊豆諸島に分布する冷水塊を迂回し、八丈島の南側から房総沖に流去していた。海面水温は21～23℃台、200m深は10～13℃台であった。流れは西～南西流が卓越し、房総方面からの差し込みがうかがえた。

イ) 試験操業

図44に示した15地点で調査を実施した。漁獲されたトビウオ類は39尾であった。ハマトビウオは利島近海の漁場8で1尾が漁獲されたにとどまった(尾叉長30.7cm、体重288g、

雌、生殖腺重量0.72g)。

他の38尾はトビウオ・オオメナツトビ・ツクシトビウオのナツトビウオ類だった。トビウオ以外の漁獲物はサンマが主体を占め、ブリモドキ・サバ・マイワシ・ダツ等が若干得られた。

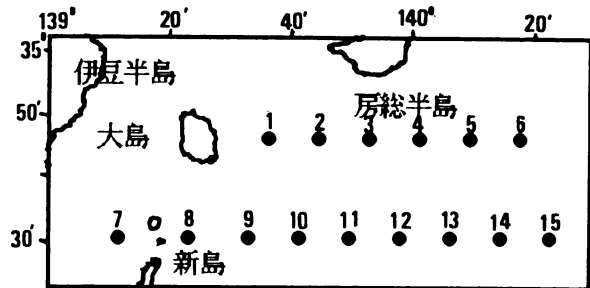


図44 房総・伊豆海域調査地点 (1988年)

イ. 1989年10～11月(10.19～31、11.7～21)

ア) 海況

伊豆諸島海域の黒潮は10月に入ってから接岸傾向となり、三宅島～御蔵島間から房総沖へ流去する型となった。各島周辺の水温は9月まで伊豆半島東岸から三宅島まで冷水域が分布していたことにより、きわめて低水温で経過していた。

本調査時には冷水域は東方に移動し、平年並～高めの水温に回復した。調査時の海面水温は大島～新島周辺21～22℃台、三宅島・銭洲・八丈島周辺23～24℃台と高水温であった。

イ) 試験操業

調査海域・結果を図45・表21に示した。ハマトビウオの漁獲がみられたのは大島・利島・新島・銭洲海域で、それぞれ3尾・3尾・3尾・9尾計18尾を得た。三宅島・八丈島海域では漁獲されなかった。ナツトビウオ類に占める混獲率は北側海域で高かった。ナツトビウオ類はトビウオが大多数を占め、次いでツマリトビウオ・ツクシトビウオの順に出現した。

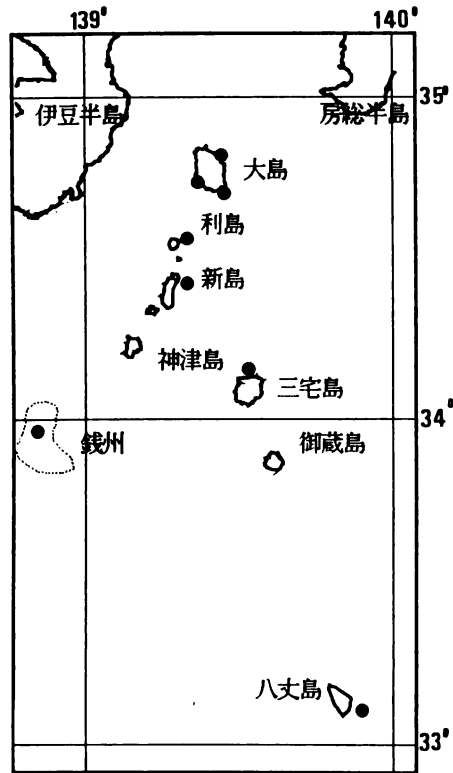


図45 秋季伊豆諸島調査地点 (1989年)

表21 試験操業結果

操業月日	場 所	漁 法	漁獲努力	漁 獲 物	
				ハマトビウオ	そ の 他
10.19	三宅島	流刺網	1回	0尾	ナツトビウオ類 13尾
" 20	利 島	"	"	9	" 64
" 30	八丈島	タモ抄い	20時~24時	0	" 187
" 30~31	銭 洲	"	21時~05時	3	" 150
" 30	大 島	"	17時~20時	2	" 2
11. 7	新 島	流刺網	1回	3	" 17
" 8	大 島	"	2回	1	スルメイカ1、サンマ少数
" 21	"	タモ抄い	17時~21時	0	サンマ多数

ウ)、魚体調査

得られたハマトビウオのうち、17尾について測定した(図46)。

雌魚出現率は35%であった。漁場別にみると、10月20日の利島が8尾中6尾、75%と高率であったが、ほかの漁場では雄魚のみで雌魚は得られなかった。

雄魚の平均尾叉長、体重は34.2cm・422g、雌魚37.7

cm・580gと春季伊豆諸島で漁獲される個体と大きな差はみられなかった

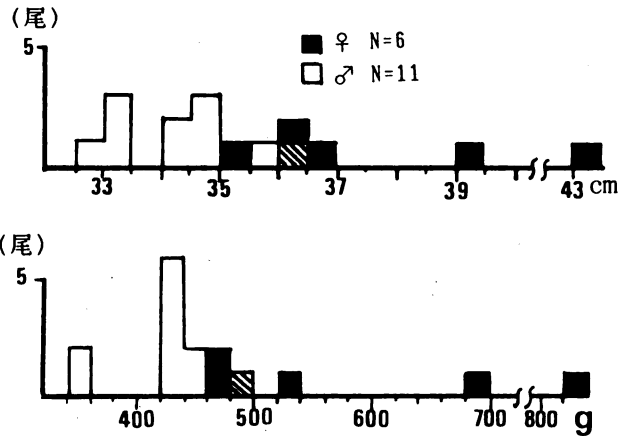


図46 秋季魚体組成 (1989年)

(b) 聞き取り調査

1988年11月11日に千倉町中央漁協、1989年9月12~13日には図47に示した5地区において調査した。

各地に水揚げされていたトビウオ類を査定したが、ハマトビウオを確認できなかった。

房総地方の漁業者は以前、八丈島漁船の乗り子としてハマトビウオ漁に従事していた経験を持つ者が多く、ナツトビとハマトビウオの区別は容易と思われる。これら漁業者によれば、房総海域のハマトビウオは9月半ば~11月に漁獲され、春季には極く少ないとのことであった。房総でトビウオ漁を行うのは太東崎以南の漁業者で銚子以北での分布は不明である。また、野島崎以西では分布しないかごく稀な模様であった。

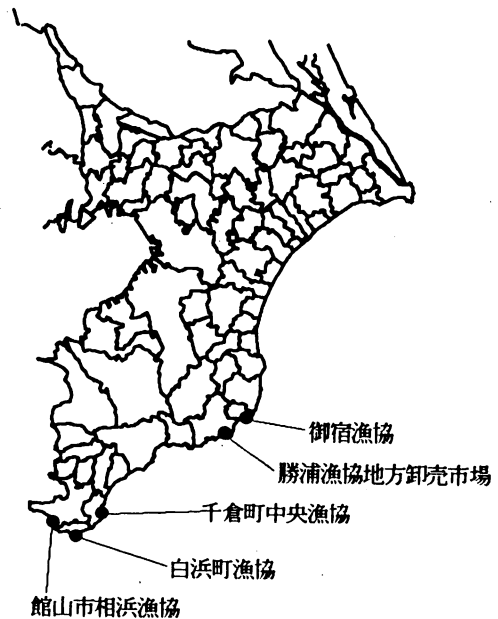


図47 房総聞き取り調査地点

(c) 魚体確認調査

1987～1990年秋季に房総・伊豆諸島海域で都水試以外が漁獲したハマトビウオについて魚体測定し、結果を表22に示した。

表22 秋季房総・伊豆諸島魚体測定結果

漁獲年月日	漁獲場所	測定尾数	尾叉長 (cm)		体 重 (g)		生殖腺重量 (g)	
			範 囲	平均	範 囲	平均	範 囲	平均
'87. 10. 28	大室出し	♂N = 1 ♀N = 0		36.4		488		1.86
'88. 9. 26	房 総 白浜地先	♂N = 1 ♀N = 6	36.6～40.1	38.6	502～761	666	2.60～8.40	5.30
'88. 10. 20	大 島 波浮口	♂N = 2 ♀N = 0	33.6～34.6	34.1	361～379	370	0.78～2.90	1.84
'88. 10. 23	"	♂N = 0 ♀N = 2	34.6～36.0	35.3	445～473	459	2.25～3.26	2.76
'88. 11. 8	三宅島 新鼻沖	♂N = 1 ♀N = 0		34.2		442		
'89. 9. 26	八丈島北岸	不 明N = 10	33.6～41.3	35.8	505～763 ※2尾測定			
'89. 9. 26 27	房 総 勝浦周辺	♂N = 20 ♀N = 14	32.3～37.9 34.4～41.6	35.4 37.9	365～605 430～840	485 602	05.0～5.00 1.70～6.20	1.50 3.90
'89. 9. 29	勝浦沖通称 ゾウノ鼻	♂N = 2 ♀N = 2	33.6～34.4 39.1～40.1	34.0 39.6	393～413 655～739	403 697	0.60～0.80 5.40～6.80	0.70 6.10
'90. 9. 23	房総沿岸	♂N = 8 ♀N = 22	32.0～36.5 34.7～41.5	34.8 38.1	346～538 463～785	477 625	0.40～2.50 1.70～7.40	1.11 4.69

c) まとめ

秋季の房総・伊豆諸島海域におけるハマトビウオ分布を確認できた。房総では9月半ばより南下群来遊がみられ始め、やや遅れて伊豆諸島に出現する。伊豆諸島での秋季南下群の主群は北部海域を通過し、さらに沿岸沿いに南下するものと考えられるが、今調査結果や大島では以前から「カクトビ」の名称で秋季に大型トビウオが漁獲されていることからこの説の正当性が理解される。

漁獲があった漁場水温は漁況調査時が21～24℃台、1989年9月通称「ゾウノ鼻」が

25℃台（千葉水試ふさみ丸）、1989年9月八丈島27～28℃台と当初考えていた以上にハマトビウオの生息水温帯が広いことが判明した。また、伊豆諸島では春季同様、島の沿岸域の方が分布密度が高い傾向がうかがえるが、その集積度は著しく低い。

これらのことから、産卵期以外のハマトビウオは大きな群を形成せず各個体がバラバラに索餌回遊を行い、秋季餌料生物の豊富な沿岸の潮境域に沿って南下するが、一部には房総から伊豆諸島南部海域へ向かう群もあることが予想された。

d. 九州～南西諸島 冬季

a) 方法

漁況調査：1989・90年の冬季南西諸島で調査を実施した。
調査方法・内容は春季伊豆諸島と同様である。

聞き取り調査：1988年3月に九州南東部、対馬地方、また、漁況調査時寄港の機会を利用して適宜聞き取り調査を実施した。

b) 結果

(a) 漁況調査

ア. 1989年1～2月期（1.31～2.4）

ア) 海況

調査海域の海面水温は20～21℃台であった。200m深水温は屋久島 19.98℃、種子島 16.99℃と3℃の差があった。流れはほぼ北東向きで、流速は1ノット前後であった。

イ) 卵稚仔調査

水平曳10分24点、垂直曳150m以浅3点の採集を実施したが、ハマトビウオの出現はみられなかった。

ウ) 試験操業

操業は2月4～6日の3日間、9回行いハマトビウオ13尾を漁獲した。

漁獲がみられた漁場は種子島北東沿岸の漁場1・2と南側7・8・9の5漁場（図48）で、それぞれ漁獲尾数は1・2・3・1尾と低調だった。ハマトビウオ以外の漁獲物はマイワシが多数を占め、ほかにスルメイカ・サバ・ハダカ

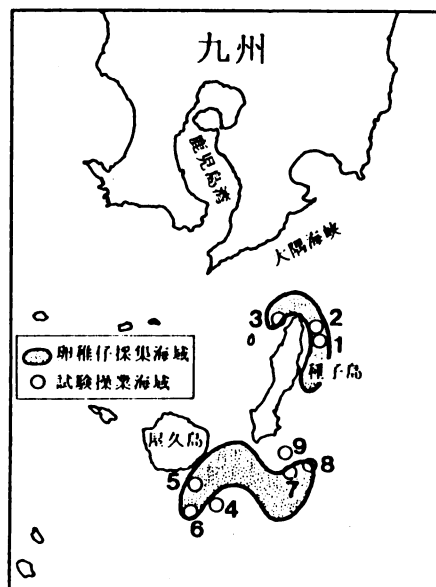


図48 種子島・屋久島海域
調査地点（1989年）

イワシ・シイラ・ハガツオ・ヒラソウダが若干漁獲された。

日中～夜間にハマトビウオ目視観察を行った。日中は全く視認できず、夜間についても2・8・9の漁場で1・3・6尾を確認したにとどまった。

標識放流は2と9の漁場で2尾実施（タグNo.384～385）。

屋久島地元漁船による同時期の漁模様は、一夜一隻平均170～180尾で本調査とその差がやや大きかった。地元漁船の操業場所が距岸3海里以内、本調査が以遠であったことから、当時の魚群分布密度が沿岸域と沖合域で大きな差があったことが考えられた。

エ) 魚体調査

雌魚出現率は38.5%を示し、春季伊豆諸島の値より高率な点が注目される。

雌魚の卵巣の成熟状態について実体顕微鏡を用いて観察したところ、東京水試²¹⁾の成熟段階の分類範囲中に該当しないため、IV期6段階に区分できなかった。卵径も大きなもので1.80mm未満であることから成熟度は高いとはいえなかった。

なお、採集個体数が少量のため、伊豆諸島産との魚体比較は行わなかった。

表23 魚体測定結果（種子島・屋久島海域1989年）

雌雄	個体数	尾 又 長 (cm)			体 重 (g)			K G 値		
		最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均
♂	8	30.9	37.3	34.3	313	557	432	1.60	4.26	2.88
♀	5	36.5	37.8	37.1	444	575	535	1.97	15.19	9.33

イ. 1990年1～2月（1.27～2.13）

ア) 海況

屋久島・種子島周辺の海面水温は18～19℃台を示し、前年結果を2℃程下回ったが、ほぼ2月の鳥島平年値と同様であった。冬季の特徴である上下層混合はこの海域でも顕著にみられ、海面から海底（80m程）までほぼ様な水温分布を示した。

イ) 卵稚仔調査

水平曳10分11点、垂直曳150m以浅5点の採集を実施したが、ハマトビウオの出現はみられなかった。

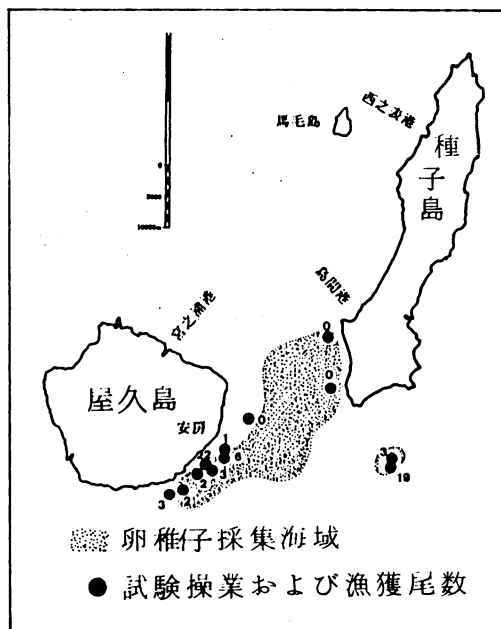
夜間、灯火に集まる尾又長10cm前後のバショウトビウオが多数目視された。

ウ) 試験操業

操業は2月3～7日の5日間、12回実施し、62尾を漁獲した。

屋久島では好漁場と思われる南東側沿岸域で3日間、8回の操業で40尾が得られた。種子島では南側2回の操業で22尾を得たが、南西側沿岸域では皆無に終わった。

調査時屋久島漁船は6～7隻が操業を行い、毎日1,500尾程度が水揚げされていた(屋久町漁協組合長談)。本調査海域は地元漁船とほぼ同一であったが、目立った漁獲はみられなかった。地元漁船は日中から夕まづめにかけて、長さ3,000m程の流刺網操業を行っており、夜間の操業は少なかった。同一漁場における漁獲量差は、操業時刻と漁具の規模が主要因と考えられたが定かではない。事実、夕まづめ前に1回試みた操業



でも漁獲は2尾に終わった。標識放流は2尾実施した(タグNo.110・112)。

図49 種子島・屋久島海域調査地点 (1990年)

エ) 魚体調査

試験操業とタモ抄いで得られた62尾と購入魚30尾計92尾について測定した。

試験操業で得られた魚体はアイソザイム用検体として、各部位毎に直ちに凍結する必要と船舶の動揺のため尾叉長測定を主体とし、体重測定は行わなかった。購入魚は体重測定も実施した。生殖腺は船上にて全て凍結・保存した後、分場へ持ち帰り測定した。

雌魚出現率は7.6%と1989年結果を大きく下回った。雄魚の尾叉長組成は35.5cm級にモードがみられた。33cm未満の小型魚から39cm以上の大型魚まで分散が大きく、平均尾叉長は35.5cmと伊豆諸島産より一回り大型であった。雌魚も分散が大きいが、40cmを越える大型魚が多かった。

体重測定は34尾にとどまったが、平均値をみると雄魚は433gと尾叉長の割に軽量、やせ型であった。

KG値は雌魚で5以下の未熟魚がほとんどだった。雄魚も平均値3.0とやや低めの値と思われる。

これらの値が同海域を代表するかどうか、今後更に多数の資料により検討する必要がある。

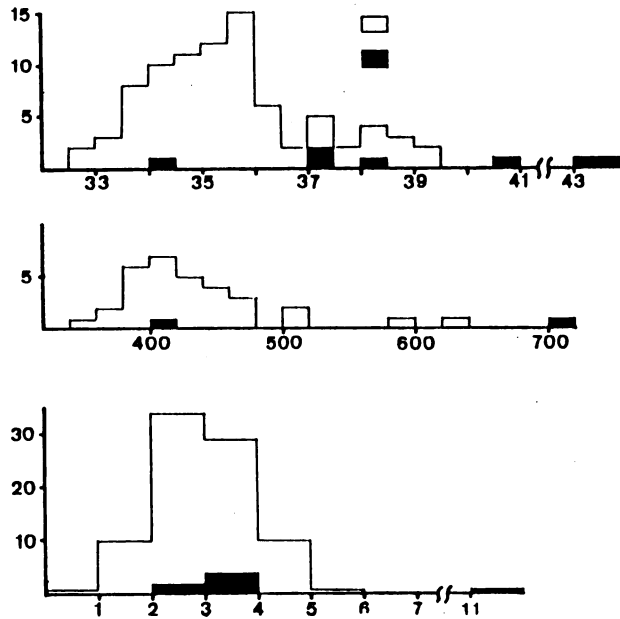


図50 魚体組成（種子島・屋久島海域）（1990年）

(2) 系群調査

a. 目的

八丈島周辺海域と、種子島・屋久島周辺海域は以前よりトビウオ漁の主要漁業であった。しかし、近年、八丈島周辺海域が大不漁であるのに対し、種子島・屋久島水域はそれ程ではなく、好不漁の差がある。このような資源量の変動パターンの差があること、更に、回遊経路も不明であることから、これら2漁業の集団の異同を検討する必要があると考えられる。本調査では、外部形態とアイソザイム分析を用いて、これら2集団の形態学および遺伝的差異の有無を検討し、八丈島周辺海域のハマトビウオの系群特性を明らかにすることを目的とした。

b. 材料と方法

解析に用いたハマトビウオは、屋久島、種子島周辺海域で1990年2月4日～7日に漁

獲した91個体と、八丈島周辺海域で1990年4月19日及び29日に漁獲した120個体であった。漁獲した魚体は、なるべく早くアイソザイム用組織標本を切り出した後、凍結保存した。組織標本は -30°C で冷凍保存した。組織は、眼、心臓、筋肉、肝臓を使用した。今回はおもに筋肉と肝臓を用いた。電気泳動にはデンプンゲル泳動法を用い、LDH、IDH、MDH、PGM、PGIの5酵素について泳動後染色を行い、アイソザイムのバンドパターンを得た（MEは良好な泳動像を得ることができなかった）。泳動用バッファは、おもにクエン酸アミノプロピルモルフォリンPH 7.1を用い、染色組成は常法に従った。

形態測定は、魚体を解凍後、表24に示した非体節的形質20形質、体節的形質11形質の計31形質について行った。非体節的形質については、共分散分析法を用いて解析した。

c. 結果

a) 形態的差異

非体節的形質

体長は2集団間で差があり、屋久島・種子島周辺海域の魚が、八丈島周辺海域のものより全長で3 cm大きかった。このため、体高、頭長、眼間径長、背鰭高、吻端～胸鰭、吻端～腹鰭の各形質で差があり、体長と同様に屋久島・種子島海域で大きかった。眼径、上頭長、胸鰭長、腹鰭長、吻端～背鰭、吻端～臀鰭に関しては、2集団間ではほぼ等しいが、体長とは逆に、八丈島周辺海域のものが大きかった。そのため、これらの形質を、共分散分析を用い、同一体長に補正して比較すると、統計的に有意な差が認められた。

体節的形質

背鰭軟条数、臀鰭軟条数、脊椎骨数（尾椎）に2集団間で差が認められたものの、いずれも差は1本より小さかった。

b) アイソザイム分析

LDH 筋肉では、原点付近で強い活性を示す遺伝子座と、陽極側に移動するやや活性の弱いもうひとつの遺伝子座の存在が認められた。心筋のバンドパターンから、これら以外にも遺伝子が存在する可能性もあるが、本研究では、原点に近いものをLDH-1、陽極側のものをLDH-2とした。肝臓では活性の強さが筋肉とは逆であった。LDH-2のバンドから4量体であると確認された。

LDH-1では多型は認められなかった。また、LDH-2では多型を示し、2つの対立遺伝子による支配を受けているものと推定された。しかし、一方の対立遺伝子の出現は極めてまれであった。

MDH バンドパターンが複雑で、遺伝子座の位置と対立遺伝子数を決定するには

至らなかった。しかし、複数の遺伝子座が関与しているように見受けられた。また、バンドパターンから変異はあるものの、その出現頻度は低いものと推察された。

LDH 肝臓で多型を示し、2量体であると確認された。4つの対立遺伝子による支配を受けているものと推定された。最も出現頻度の高い対立遺伝子の頻度は0.95以下であった。

PGM 単量体であり、3つの対立遺伝子があるものと推察された。しかし、変異の出現はきわめてまれであった。

PGI 肝臓の泳動パターンから、陰極側に移動するPGI-1と、陽極側に移動するPGI-2の2つの遺伝子座が存在するものと推定された。また、2つの中間にハイブリッドバンドが出現した。PGI-1、PGI-2ともに3つの対立遺伝子による支配を受けているものと推定された。

以上の結果を表25にまとめて示し、 $P < 0.95$ で多型と認められた遺伝子座の遺伝子頻度を表26に示した。本研究で扱った6遺伝子座(LDH-1, LDH-2, LDH, PGM, PGI-1, PGI-2)のうち、4つは単型であるか、変異があってもその出現頻度は極めて低く多型であるとは認められなかった。

さらに、 $P < 0.95$ で多型であると認められたLDH, PGI-1についても対立遺伝子の出現頻度に差があるとはいえなかった。

d. 考察

本研究では系群の標徴として外部形態とアイソザイムの2つを用いて2海域のハマトビウオの集団の比較を行った。

アイソザイム分析からは、2集団間で遺伝的な差があるとはいえなかった。今回解析に用いた標本数は限られており、また、いろいろな制約から扱った遺伝子座の数も限られたものであった。今後は、標本数を増やし、さらに、多型を示す遺伝子座を広く検索し、判別の精度を高めることが必要であろう。

外部形態では、いくつかの形質において2集団間に差があった。しかし、これらの形質も環境による影響を受けている可能性がある。ハマトビウオの回遊経路および時期について2つの経路が存在することを示唆する報告もあり⁹⁾、2集団間の差は、このような環境要因の影響を反映したのものであるとも考えられる。

今後、回遊経路といった生態的な調査と、アイソザイム等を用いた遺伝学的な検討を総合的に行う必要があるだろう。

表24 形態測定項目

測定部位	略称	測定部位	略称
全長	TL	吻端～胸鳍	S n t - P 1
尾叉長	FL	吻端～腹鳍	S n t - P 2
標準体長	SL	吻端～背鳍	S n t - D
体高	BD	吻端～臀鳍	S n t - A
頭長	HL	背鳍条数	D
吻長	S n t L	臀鳍条数	A
眼径	ED	胸鳍条数	P 1
上顎長	LUJ	腹鳍条数	P 2
眼隔域長	I n t W	側線鱗数	L L S
尾柄高	CPD	背鳍前方鱗数	P D S
胸鳍長	P I L	横列鱗数	L t r
腹鳍長	P 2 L	側線上方鱗数	S A L
背鳍高	DH	側線下方鱗数	S B L
背鳍基底長	DB	鰓耙数	G r
臀鳍高	AH	鰓条骨数	B r s t
臀鳍基底長	AB	脊椎骨数	V

表25 アイソザイム分析

遺 伝 子 座	組織	短型/多型
LDH-1	筋肉	M
LDH-2	筋肉	P*
IDH	肝臓	P
MDH	筋肉	P*?
PGM	筋肉	P*
PGI-1	肝臓	P
PGI-2	肝臓	P*

* は $P < 0.95$ を示す。

P : 多型, M : 単型

表26 多型の遺伝子座の遺伝子頻度

遺伝子座	IDH					PGI-1		
	100	120	130	140	155	100	slow	fast
八丈島	.800	.011	.021	.138	.000	.708	.292	.000
屋久島・種子島	.840	.007	.090	.056	.007	.666	.323	.010

(3) ALCによる耳石標識

a. 目的

ALC（アリザリンコンプレクソン）による標識放流を行うため、適切な標識方法を検討する。

b. 方法

孵化後83日目の稚魚4個体（平均全長93mm）を供試し、1989年7月31日09:30に飼育水100ℓ中にALCを添加し50ppmとした。浸漬時間は24時間、浸漬中は止水エアレーションとし、水温は24.3～24.7℃であった。8月1日09:00から砂濾過海水を毎分10ℓ注入しALCを洗い流し、そのまま8月7日まで飼育、固定した供試魚から耳石を摘出し、蛍光顕微鏡（B、UV励起）により蛍光の有無を確認した。

c. 結果および考察

供試4個体のうち、2個体はALC浸漬中に、1個体は浸漬終了1日後に斃死し、1個体のみ8月7日まで生存した。

ALC浸漬終了1日後に斃死した個体、浸漬後6日間生存した個体とも耳石にALCの沈着は認められなかった。

ハマトビウオは孵化後1週間程度は容易に飼育できるが、それを過ぎると魚体が過敏になり僅かの刺激でも斃死する。本試験では供試が孵化後83日も経過し、全長は平均93mmと大きく、試験開始前には水槽を変えている。水槽移動や、ALC添加の刺激が稚魚に影響を与えたと考えられ、事実供試した4個体の内3個体は試験開始2日以内に斃死した。生存した1個体も正常な耳石の形成については疑問である。

今後、環境変化に強い孵化後1週間以内の仔魚を用いて標識方法の検討をする必要があるだろう。

(4) 標識放流

a. 目的および方法

ハマトビウオの回遊経路を知るために、伊豆諸島海域の各漁場及び南西諸島海域での調査時に可能な限り、アンカータグによる標識放流を試みた。従来から行われている方

法により、供試魚は調査船の灯火に集魚したものをタモ網ですくい、パノック式アンカータグを背鰭基底付近に装着後直ちに放流した。ハマトビウオは灯火に謂集し、比較的容易にタモ網で採捕出来るため、供試魚は得やすいが、船上で激しく暴れ、鱗が剥離しやすいため、迅速で注意深い取扱が必要である。更に、本調査を開始した1987年以降では、漁獲量の激減に見られるように、ハマトビウオの来遊量が極端に減少しており、供試魚を収集しにくい状況であった。

b. 結果

本調査期間中および近年の調査で行われたハマトビウオの標識放流結果を表27に示した。

標識放流はハマトビウオ漁業調査の一環として比較的古くから行われていたが、既に報告されている標識魚の採捕例は非常に少ない。1974年4月27日に調査指導船「拓南」が青ヶ島海域で269尾の標識放流を行い、その内の1尾が翌年の1975年3月19日に漁船「金比羅丸」により同じく青ヶ島海域で採捕されている¹⁹⁾。1983年4月5日から翌朝にかけて、ベヨネーズ近海で放流した108尾のうち1尾が12日後に八丈島近海で、更に、もう1尾が31日後に三宅島近海で採捕され、伊豆諸島沿いに北上する経路のあることが確認されている²⁰⁾。

1985年3月21日に鳥島海域で放流された8尾のうち1尾は、翌年の漁期、1986年4月に青ヶ島或いはスミス海域で採捕された。この標識魚は八丈島に水揚げされた漁獲物を加工した加工業者が加工後に標識を発見し報告したもので、追跡調査を行ったが漁場を確定することは出来なかった。

しかし、1975年の例と同様に放流後1年を経過し再び伊豆諸島海域のトビウオ漁場で採捕された例となり、一度トビウオ漁場に来遊したハマトビウオが翌年にも伊豆諸島海域の島回りの漁場に来遊していることが明らかになった。

調査船「みやこ」での南西海域調査開始後、南西海域と伊豆諸島海域との魚群のつながりを調査するために、各航海毎に南西海域での標識放流に努めている。南西海域での魚群の謂集状況は伊豆諸島に比べ少なく、2航海で4尾を放流したが、現在までのところ採捕の報告は得られていない。

表27 ハマトビウオ標識放流結果

放流年月日	放流海域	放流尾数	実施機関	標識放流魚採捕の記録
1981.3.19	鳥島近海	5尾	大島分場	
3.23	鳥島近海	10	大島分場	
3.24	鳥島近海	34	大島分場	
4.8	鳥島近海	53	大島分場	
4.10	鳥島近海	2	大島分場	
4.22	スミス近海	24	八丈分場	
4.23	スミス近海	12	八丈分場	
1983.4.5~6	ベヨネーズ近海	108	八丈分場	1983.4.18 八丈島近海 1尾 1983.5.7 三宅島近海 1尾
4.13	鳥島近海	5	大島分場	
4.16	鳥島近海	19	大島分場	
1984.4.9	スミス近海	7	八丈分場	
5.18	三宅島近海	4	大島分場	
1985.3.17	鳥島近海	3	大島分場	
3.19	鳥島近海	4	大島分場	
3.20	鳥島近海	4	大島分場	
3.21	鳥島近海	8	大島分場	1986.4. 青ヶ島又はスミス 海域 1尾
1987.5.22	利島近海	1	大島分場	
1989.2.4	種子島近海	1	大島分場	
2.6	屋久島近海	1	大島分場	
1990.2.4	屋久島近海	1	大島分場	
2.7	種子島近海	1	大島分場	
3.22	青ヶ島近海	3	大島分場	
4.12	青ヶ島近海	5	大島分場	
		315尾		3尾

5) 鱗による年齢査定

(1) 方法

ハマトビウオの鱗は非常に剝離し易く再生鱗が多い。刺網により漁獲するため漁獲作業中にスレが発生し鱗の脱落も多い。特定の鱗に限定して採鱗すると、解析可能な鱗の取得

数が著しく減少するため、採鱗部位の範囲を広く取った。

鱗は背鰭前部（図51のa）と背鰭下部（図51のb）から採取し、各6枚の鱗の輪紋を万能投影機を用いて読み取った。鱗によって輪紋数が異なる場合には6枚を総合してその個体の輪紋数を判定した。尾叉長換算で25cm以下の部分に輪紋は少なく、例外的に形成された疑輪と考えられるため、25cm以下の輪紋は除外して輪紋数を計数した。また外縁に形成された輪紋（形成直後と思われる）は、縁辺成長率の算出時を除いて計数しなかった。輪紋の明瞭度には色々な段階があり、輪紋とそうでないものの基準は必ずしも明確でなかった。極狭い間隔で2本の輪紋が現れた場合は（全体で5例程度）より明瞭な一方を測定した。鱗径・輪紋径については典型的な2枚を選び焦点からの距離を計測し、2枚の平均値をその個体の鱗径・輪紋径とした（図51）。

鱗標本の作成に当たっては、鱗を3%NaOH中に15~20分浸漬した後水洗し、少量の薄めた糊でスライドガラスに貼付した。気泡が入って鱗が貼付できない場合は、2枚のスライドガラスの間に挟んで両端をセロテープで止めた。1989年3~11月に漁獲した707個体から採鱗し、このうち再生鱗や障害のある鱗などを除き表28の670個体について解析した。

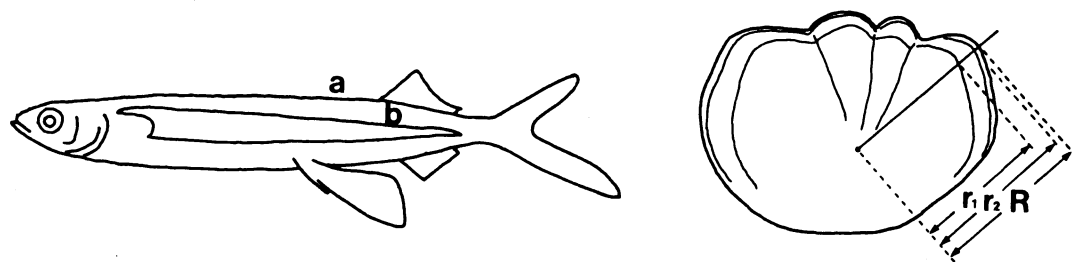


図51 採鱗位置、鱗径測定位置

R : 鱗径 r : 輪紋径

a・b : 採鱗位置

表28 輪紋調査個体

採集年月日	採集場所	調査船	採鱗個体数			検鱗個体数		
			♂	♀	合計	♂	♀	合計
1989 3 19-23	鳥 島	みやこ	48	2	50	29	1	30
3 20	八丈島	たくなん	71	16	87	67	16	83
3 28	"	"	17	1	18	17	1	18
3 30	"	"	106	4	110	103	4	107
4 4	"	"	27	0	27	27	0	27
4 6	鳥 島	みやこ	17	0	17	17	0	17
4 6	八丈島	たくなん	22	10	32	22	10	32
4 10-13	"	みやこ	21	11	32	21	11	32
4 11	"	たくなん	58	0	58	56	0	56
4 19-20	青ヶ島	"	164	0	164	161	0	161
4 24	三宅島	やしお	6	9	15	4	9	13
4 26	八丈島	たくなん	28	10	38	27	9	36
9 26	千葉勝浦		12	3	15	12	3	15
9 27	"		8	14	22	8	14	22
9 29	"	ふさみ*	2	2	5**	2	2	4
10 20	利 島	みやこ	2	6	8	2	6	8
10 30	銭 洲	"	3	0	3	3	0	3
10 30	波浮口	かもめ	2	0	2	2	0	2
11 7	新 島	みやこ	3	0	3	3	0	3
11 8	大 島	"	1	0	1	1	0	1
合 計			618	88	707**	584	86	670

*千葉水試

**性不明を1個体含む

(2) 結果および考察

採鱗位置を正確に限定できなかったため、鱗の大きさにばらつきがあり鱗径と尾叉長の関係を求めることはできなかった。鱗の輪紋は最少で0本、最多で5本現れ、これらの輪紋径を単純に体長換算して（尾叉長×（輪紋径／鱗径））全輪紋の組成をみた。背鳍前方鱗（以後前方鱗と略す）と背鳍下方鱗（以後下方鱗と略す）を比べると下方鱗の輪紋数がやや多い傾向がみられた（図52）。下方鱗は前方鱗に比べ輪紋を識別しやすく、鱗の脱落が少ないことから、以下の解析には下方鱗を用いた。輪紋数別の個体数をみると、1本が最も多く51.7%、次いで0本が31.2%と、1本と0本で全体の82.9%占めていた。

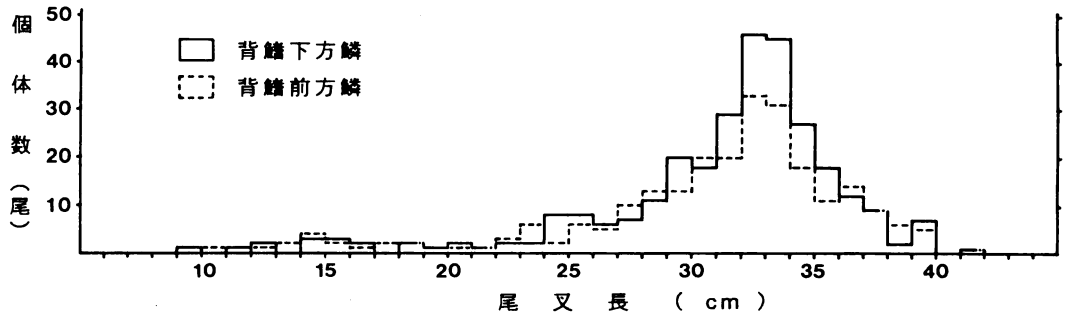


図52 背鰭前方鱗と下方鱗の輪径組成 (尾又長換算)

輪紋数別の尾又長組成

輪紋数別の又長組成を図53に示した。3月・4月に鳥島～三宅島間で採捕した標本についてみると、輪紋数0本の個体の又長は小さく、輪紋が増加するに連れて又長組成のモードは大きくなっており、9～11月に房総～伊豆諸島北部で採捕された標本にも同様の傾向がみられた。

輪紋数0本群のモードは32～33cm、0本群中の最大尾又長は39cmでその差は6cmに達し、少なくとも一部の大型個体は主群より高齢と思われる。表29に輪紋数別に平均輪紋径 (尾又長換算) を示した。標本数が比較的多い輪紋数1～3本群についてみると、輪紋と各平均輪径の間には一定の関係がなく、Leeの現象、反Leeの現象とも認められなかった。

表29 輪紋数と輪紋径 (尾又長換算平均値) の関係、3-4 月伊豆諸島 cm

輪紋数	標本数	第1輪	第2輪	第3輪	第4輪	第5輪	又長
0	170						32.97
1	282	32.23					35.05
2	71	30.17	34.60				36.50
3	17	30.80	35.35	37.07			38.44
4	4	28.67	35.75	37.81	39.46		40.48
5	1	25.16	32.67	36.07	36.49	37.28	38.00

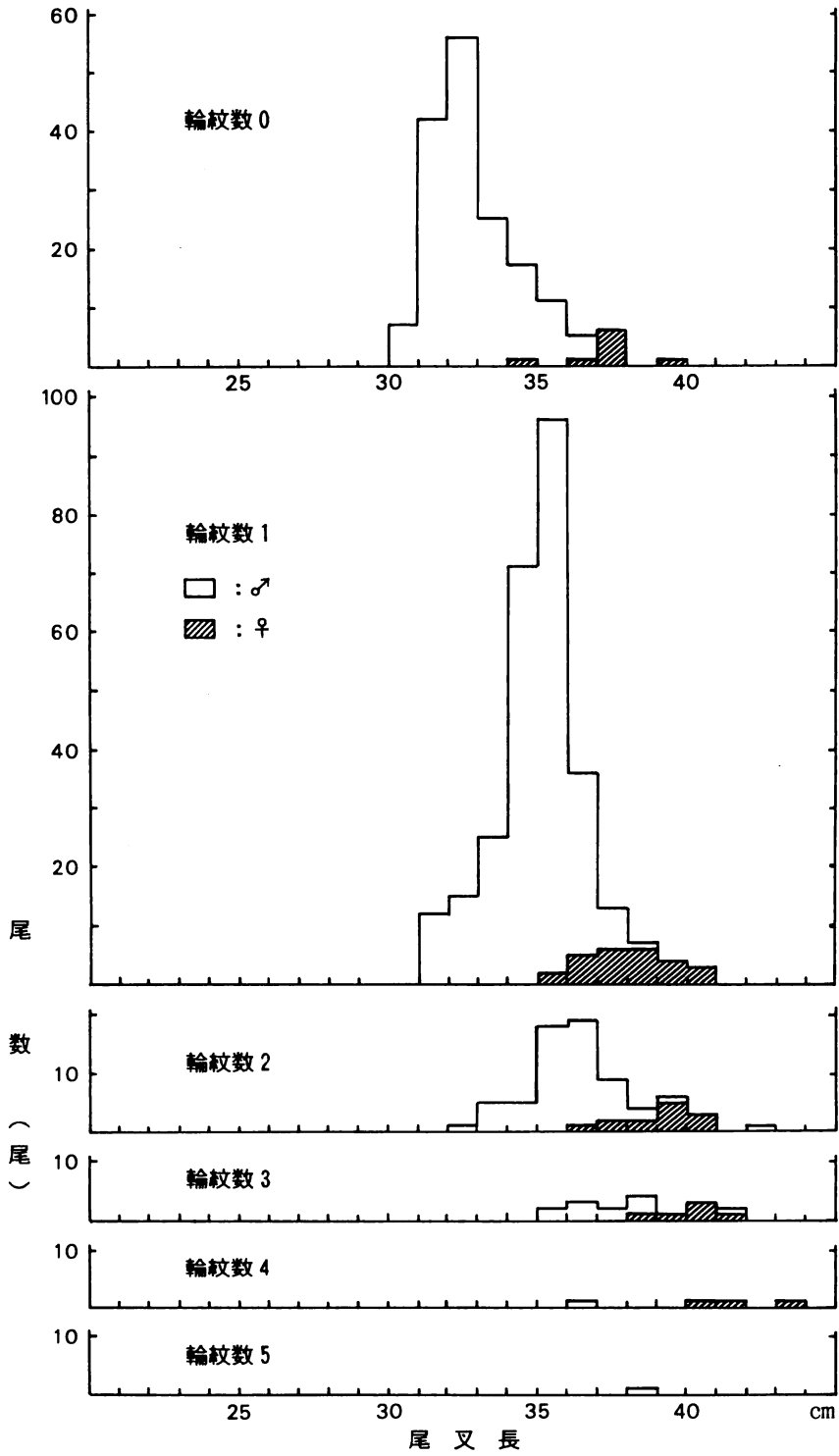


図53 輪紋数別の尾叉長組成 (1989年3 - 4月鳥島~三宅島)

雌雄の輪紋数

雌は雄よりも大型であることは既に多くの調査で明らかにされている。3～4月の標本について輪紋数別に雌の出現率をみると(表30)、輪紋数が多くなるに従って雌の割合が増加していることがわかる。またそれぞれの輪紋数群の中では、大型の個体はほとんど雌によって占められていた(図53)。

9-11月の標本では雌の割合が高く、また0本群では1本群より性比が高いという逆転現象が起きるなど、3-4月とは異なる性状を示しているが、標本数が少ないのでさらに資料を蓄積する必要がある。

輪紋が周期的に形成されると仮定すれば、輪紋数が多くなるに従って雌が多くなる現象は、年齢を重ねるに連れ雄から雌に性転換することを意味し、同一輪紋数の中で雌が大型である現象は、雌は雄より成長が速いことを意味しよう。しかし、輪紋形成の周期性が確認されていないこと、雌が雄に比べ生残率が高い可能性、雌の伊豆諸島への回帰周期が雄に比べて長い可能性等も完全には否定できないことから、さらに検討する必要がある。

表30 輪紋数群別の雌の割合

輪紋数(本)		0	1	2	3	4	5
3-4月	総個体数	170	282	71	17	4	1
	♀個体数	9	27	14	6	3	0
	♀割合%	5.3	9.6	19.7	35.3	75.0	0
9-11月	総個体数	8	29	14	4	1	0
	♀個体数	4	8	7	4	1	
	♀割合%	50.0	27.6	50.0	100	100	

輪紋形成期

塚原²⁰⁾は、バショウトビウオの鱗の輪紋が生殖期に形成されるとした。ハマトビウオも3・4月にはごく少数の個体に形成直後と思われる輪紋がみられた。また表29の輪紋0本群の平均尾叉長と1本群の平均第1輪径、同様に1本群の尾叉長と2本群の第2輪、2本群の尾叉長と3本群の第3輪の値は比較的近く、3・4月の漁期前後に輪紋形成されるとも考えられる。

図54に3月、4月、9-11月の輪紋を1本持つ個体の縁辺成長率($10 \times (\text{鱗径} - \text{輪径}) / \text{輪径}$)の頻度分布を示した。この際外縁部に形成された輪紋も輪数として計数した。各月の縁辺成長率には明瞭な違いがなく、輪紋形成期は特定できなかった。

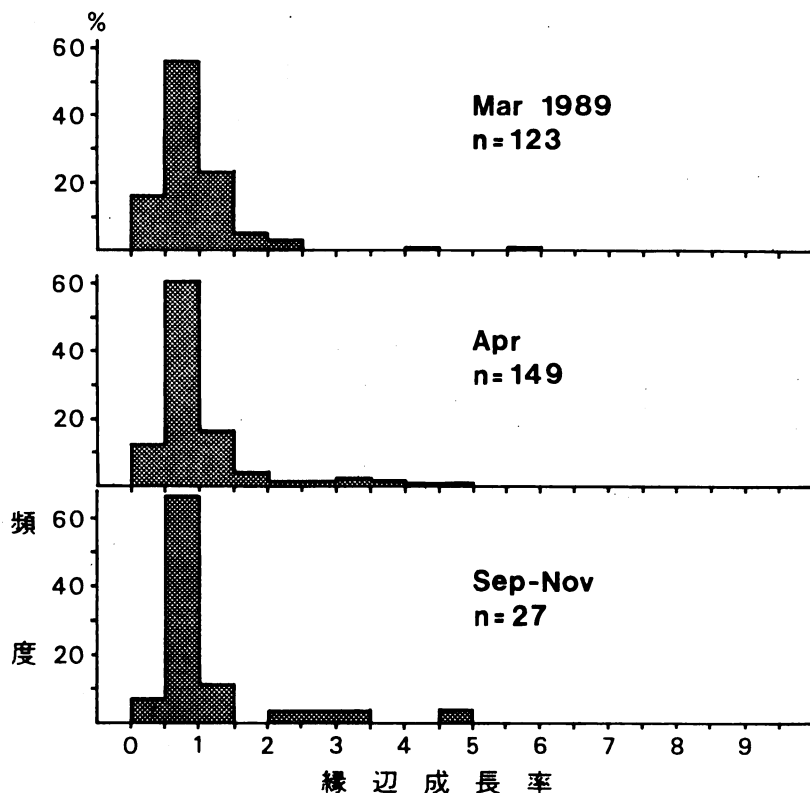


図54 輪紋数1本群の縁辺成長率 ($10 \times (\text{鱗径} - \text{最外輪径}) / \text{最外輪径}$)

年齢

輪紋が年周期的に形成されると考え、輪紋数群別に平均尾叉長を求め(表31) Walfordの定差図を描いた(図55)。各点の適合度は非常に良いが、傾きは1.0を越え、 $Y = X$ の直線とプラス側で交わらない。つまり加齢と共に成長が良くなるという現実には起こり得ない現象を意味し、表31の平均尾叉長が正しく各年齢の値を表していないことを示している。

表31 輪紋数別の平均尾叉長 (1989年 3-4月)

輪紋数	0	1	2	3	4
平均叉長cm	33.0	35.0	36.5	38.4	40.5
s	1.664	1.615	1.871	1.944	2.863
s	標準偏差				

ハマトビウオの鱗に現れた輪紋を年齢形質とするには、1) 輪紋形成期が特定できないこと、2) 同一輪紋数を持つ群の中に年級の異なる個体を含んでいるとみられること、3) 定差図の回帰直線の傾きが1を越えること、などの問題がある。年齢・成長の推定には、今後他の年齢形質の解析や周年標本採取の資料を積み重ねるなどしてさらに検討する必要があるが、鱗に最高5本の輪紋が現れること、過去に青ヶ島で標識放流した個体が翌年同島で再捕されたことがあること¹⁹⁾ から、数歳以上の寿命を持つ可能性が高い。

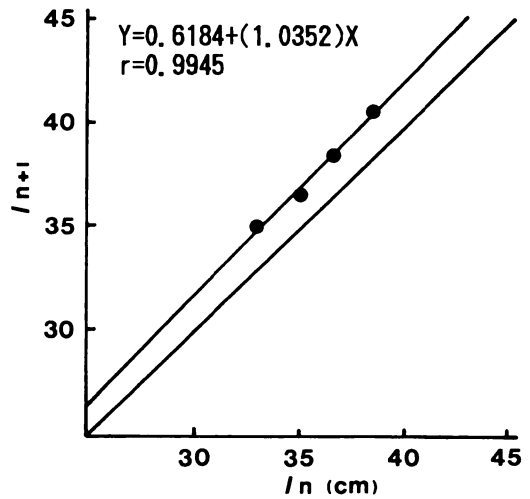


図55 定差図

6) 魚体測定データによる解析

(1) 方法

1953～1990年に伊豆諸島、房総、薩南諸島海域で漁獲されたハマトビウオのうち東京都水産試験場が測定した計32,938尾の（漁獲日、漁場、船名、体長、尾叉長、体重、雌雄、生殖腺重量、熟度、内蔵除去重量）の結果をパソコンに入力、データベースを作成し各種手法を用いて解析した。

今報告では1958～1990年の伊豆諸島域全体のハマトビウオの尾叉長測定のデータを用いて解析した。

なお1970年以前は体長のみのデータしか無いものがあるので、1968～1971年の体長、尾叉長両方とも測定してある個体計雄 1,314尾、雌 431尾を用いて体長から尾叉長への換算式を求めた（雄 $y = 4.403 + 0.921x$ 、雌 $y = 3.627 + 0.951x$ ）。

(2) 結果及び考察

a. 魚体組成

各年毎の尾叉長の雌雄別頻度分布は図56のとおりである。

33年間に伊豆諸島海域で漁獲されたハマトビウオの尾叉長組成は図57のとおりで雄で34cm級、雌で36cm級のモードがみられた。

雌の総平均値は37.5cm、雄は34.4cmであった。雌は雄より総平均で3.1cm大きい。

平均尾叉長の変化は図58のとおりで雌の平均尾叉長の最大は38.9cm（1986年）、最小は36.0cm（1972年）であり、雄の平均尾叉長の最大は35.4cm（1958年）、最小は33.0cm

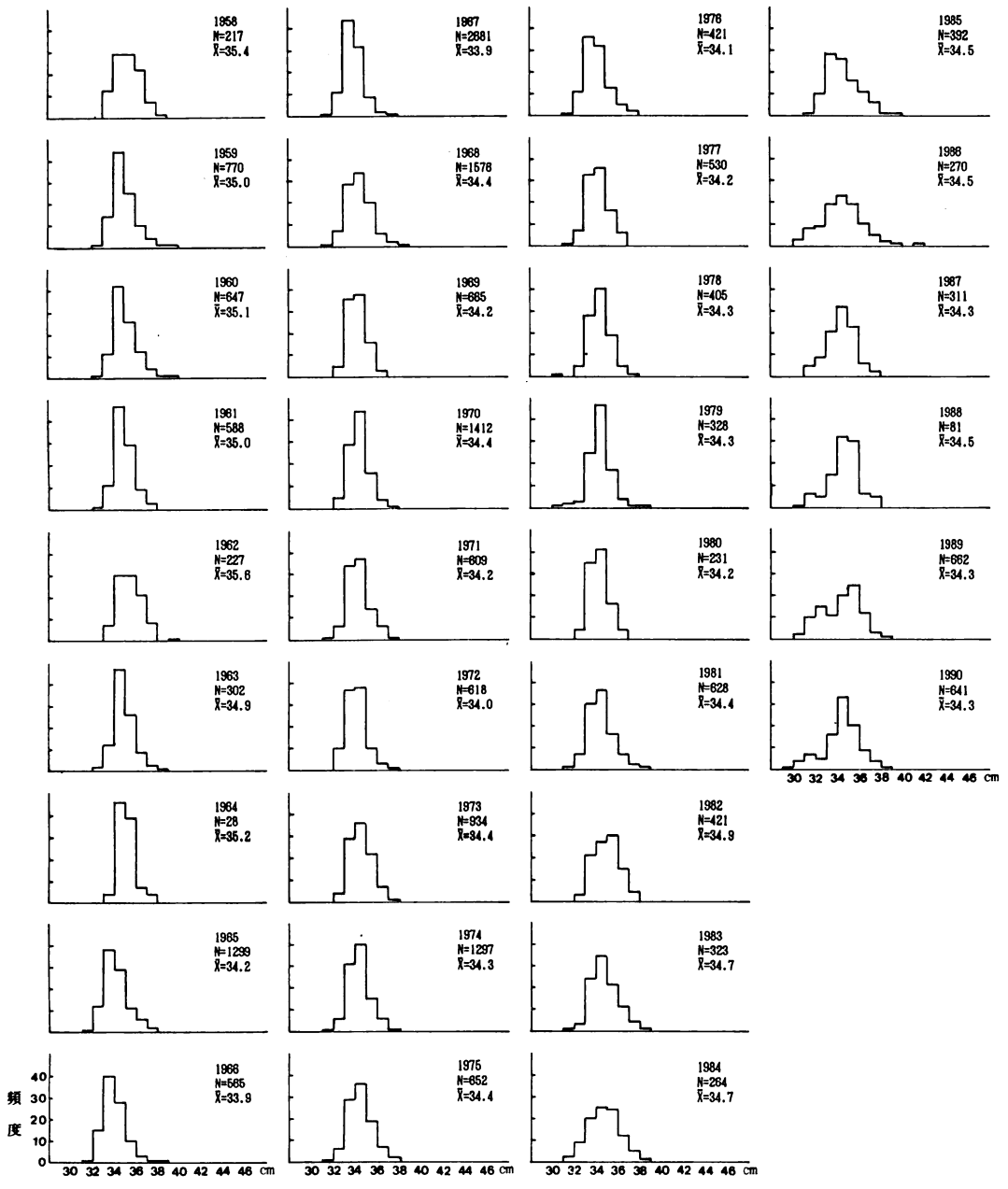


図56-1 伊豆諸島全域尾叉長組成 (♂)

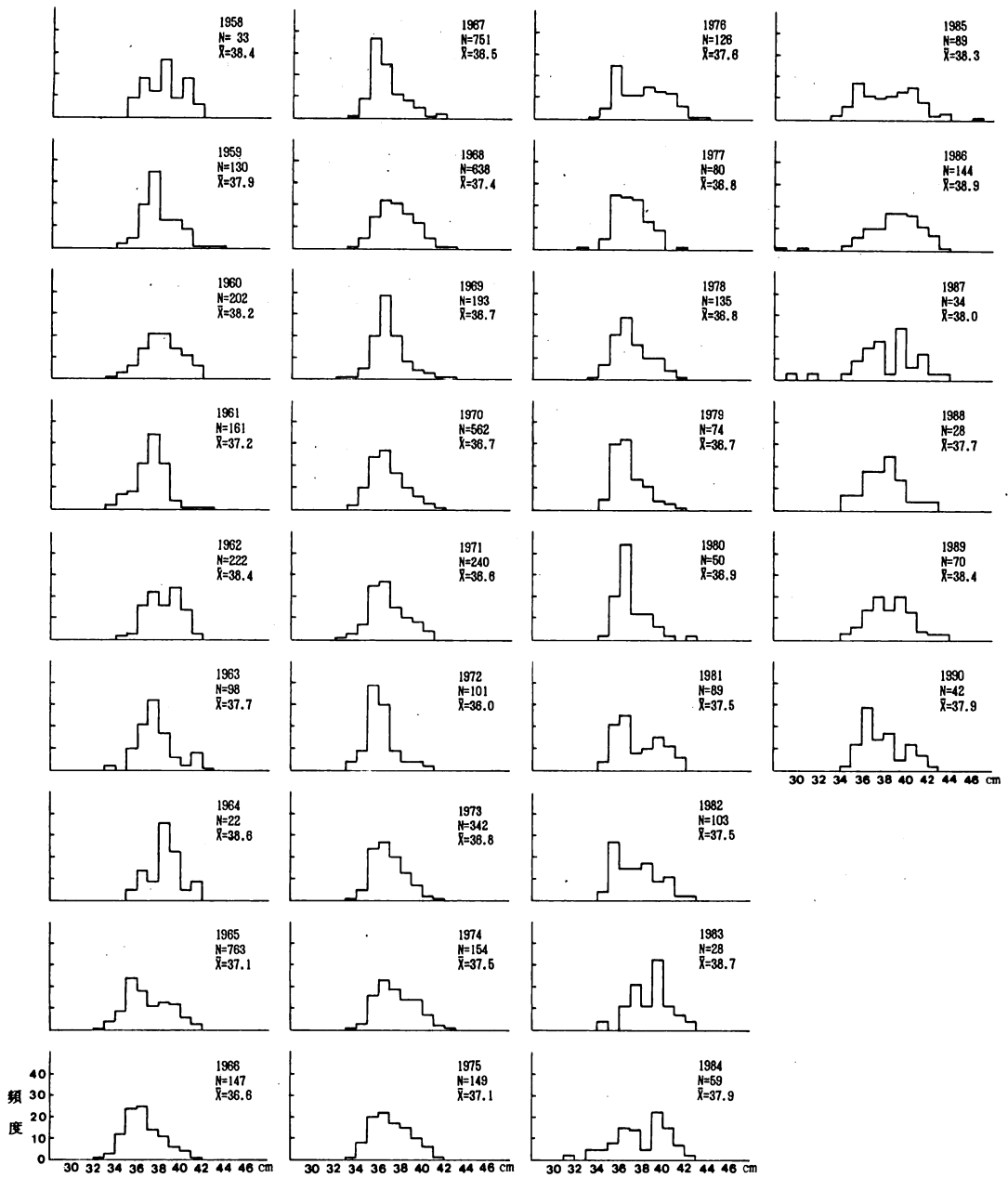


図56-2 伊豆諸島全域尾叉長組成(♀)

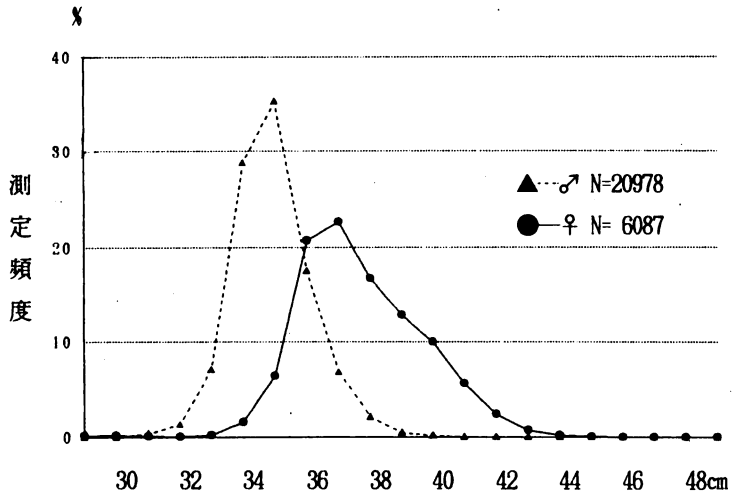


図57 伊豆諸島全域尾叉長組成 (1958~1990)

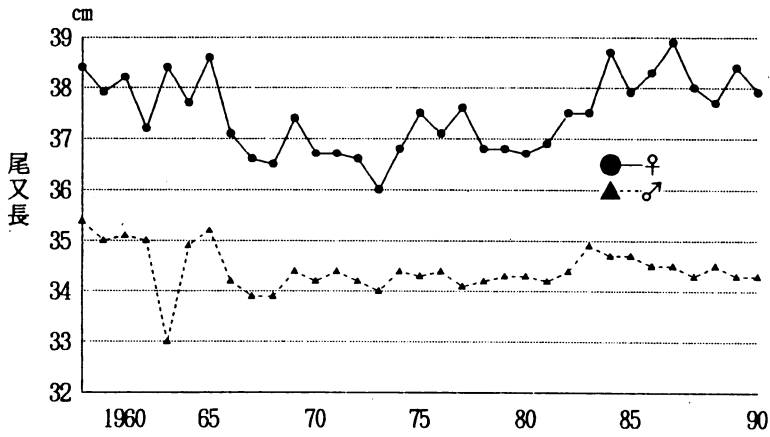


図58 伊豆諸島全域平均尾叉長変化

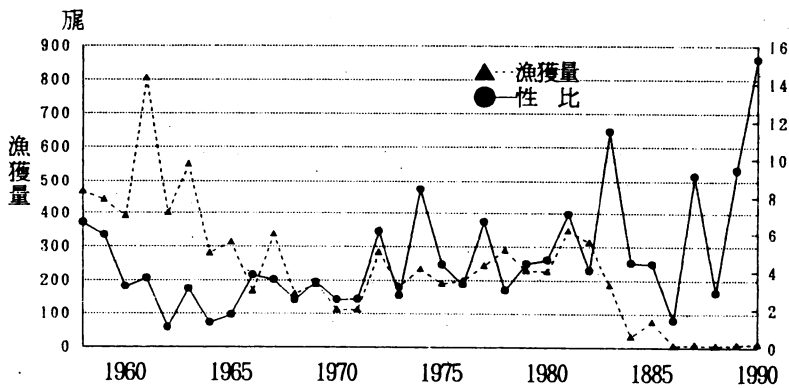


図59 伊豆諸島全域年別漁獲量・性比

(1962年)である。

b. 性比 (♂/♀)

漁獲量と性比の関係を図59に示した。

性比は1965年頃から漸昇を始め1982年を境に急激に上昇をしている。それに対し漁獲量は1970年頃の100万尾から性比の上昇に伴い徐々に上昇し一時300万尾の台を記録した。しかし1984年には50万尾を割り込み最近5年では10万尾台を確保することも出来ない状況となっている。

また安定した漁模様の続いた1960年代中旬～1970年代の150～300万尾台の漁獲をあげた年の性比は漁獲量の消長に良く似た変化を示す。

3. ハマトビウオ仔魚と害敵生物

1) カツオノエボシによる仔魚の食害

(1) 目的

カツオノエボシについては、その伊豆諸島海域での多量出現時期(1982年以降)とハマトビウオの不漁の始まりが一致していることから、不漁の一因とされてきた。ハマトビウオ仔魚を捕食するか否かの確認と、生残率の生息密度との関係、仔魚の成長段階での違いについて実験した。

(2) 方法

人工受精し孵化したハマトビウオの仔魚50尾を入れた、30ℓパンライト水槽にエアレーションによる弱い水流を起こし、当日採取したカツオノエボシを入れたのち観察した。そして生残数等を時間経過とともに計測した。実験は入れる仔魚の体長とカツオノエボシの個体数を変え2回行った。

実験1は、1990年5月10日16:45に孵化後1日目の前期仔魚をA、B2つの水槽(水温22.2℃)に入れた。水槽Aには、3個体のカツオノエボシ(気泡体の長径70.4、53.0、27.4mm)を入れ、Bはその対照実験とした。

実験2は、1990年5月29日16:30に孵化後20日目の後期仔魚(平均体長16.5mm)をC、D、E3つの水槽(水温21.8℃)に入れ、それぞれに2、3、4個体のカツオノエボシを入れた。気泡体の長径は、C槽:42.1、45.9mm、D槽:67.6、43.8、45.5mm、E槽:59.5、41.2、入れた。45.3、36.1mmである。

(3) 結果

実験1

実験開始後、仔魚はA、Bの水槽とも水流に関係なく遊泳していた。カツオノエボシ3個体は、開始後すぐに水流によって流され水槽中央に集まった。

触手は伸縮運動を行い、捕食行為はあくまでも受動的で、偶然触手に触れた仔魚が捕捉された。また体から粘液物質を分泌し、仔魚はこれにも絡まった。

捕食等によるへい死数は、1時間後13尾、翌朝の15時間後は48尾であった（表32）。

実験2

仔魚がカツオノエボシの触手に触れた場合、大きく分けて次の2つの状態があった。

1つは、そのまま触手に絡まって捕捉されてしまう場合。触手は伸縮運動により仔魚を気泡体下部（栄養体等）まで運ぶと、再び自由になり次の捕食へ備えた。しかし、触手の先端で仔魚が絡まると必ずしもすぐには運ばれなかった。

また、運ぶ途中、触手が伸縮を繰り返すうちに脱落したり、触手が縮みきった状態のまま伸縮運動自体を停止することもあった。

2つめは、触手に絡まっても仔魚の遊泳力が強く振り切って逃げる場合があった。しかし、振り切って逃げるがその後異常行動（真っすぐ底まで潜っていき頭を水槽の底面に擦り付け逆立ち泳ぎをする）を起こす場合もあった。

各水槽の仔魚の時間経過による状態を表33に示した。

D槽では、1時間後のカツオノエボシによる捕捉尾数が20尾と最も多かった。水槽中のカツオノエボシの数が4個体と3槽中最も多いE槽よりもその数は多かった。

E槽では直接捕捉された数は少なかったが、触手に触れ異常行動を起こした数は27尾と3つの水槽中最も多かった。また、15時間後の死骸数が1時間後の1尾と合わせて28尾で、E槽では触手に触れ異常行動を起こしていたもののすべてが15時間後には死んだ。

それぞれ、捕捉され栄養体まで運ばれた仔魚は、15時間後にはその姿を確認出来なかった。

表32 時間経過と仔魚生存尾数の関係

	1時間後		15時間後	
	A	B	A	B
水 槽				
生存尾数	37	50	2	48
死亡尾数	13	0	48	2

表33 時間経過と仔魚状態の関係

捕食尾数の中で、捕捉とは触手に絡まったり、また、消化体まで運ばれて消化されているもので、50尾から生存尾数と異常行動を起こしたものと、死骸を除いた尾数である

水	槽	1時間後			15時間後		
		C	D	E	C	D	E
生存尾数	表層遊泳	31	22	22	26	24	14
	中・底層遊泳	9	5	0	4	1	2
	小計	40	27	22	30	25	16
捕食尾数	異常行動	0	0	27	0	0	5
	死骸	0	3	1	2	5	28
	捕捉	10	20	0	8	0	1
	小計	10	23	28	10	5	34

表34 成長段階による時間経過と生残数の関係

経過時間	生残数	
	前仔魚期	後期仔魚期
1時間	37	27
15時間	2	25

図60は、実験2によるカツオノエボシの水槽内の個体数とハマトビウオ仔魚の生残率の関係である。1時間後の仔魚の生残率は、水槽中のカツオノエボシ個体数が多いほど低下している。これは、15時間後についても同じ傾向といえる。全体として右下がりを示していることから、生残率の低下とカツオノエボシの密度の間には相関関係がある。

1時間後に比べた15時間後の生残率は、水槽C 75%、D 93%、E 73%で最初の1時間で捕食された後は、各水槽において時間経過の割にあまり捕食されなかった。また、実験中の観察でも、カツオノエボシを水槽に入れた直後のほうが、仔魚は触手に捕まりやすい。

次に、成長段階による生残数の違いを比較するため、表34に実験1のA槽、実験2のD槽の結果を示した。図61は時間経過と生残率の関係である。前期仔魚の場合、実験開始1時間後は生残率74%で、実験2の後期仔魚の生残率54%と比較して、捕食が少なかった。しかし、15時間後の生残率はA槽で極めて低く、1時間後と比較しても、僅か5%であった。前期仔魚は後期仔魚と比較して夜間においても急速な勢いでカツオノエボシによる捕食が進んだことになる。

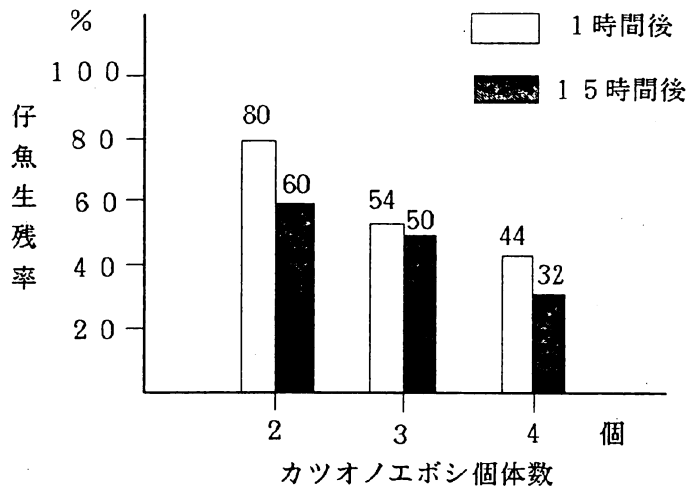


図60 カツオノエボシの個体数とハマトビウオ仔魚の生残率

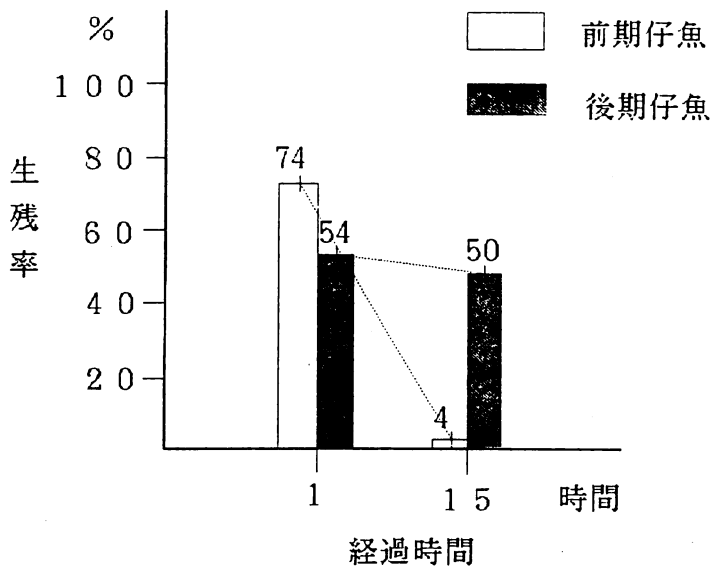


図61 前期仔魚と後期仔魚の時間経過と生残率

(4) 考察

成長段階における比較では、昼間は後期仔魚、夜間は前期仔魚の生残率が低い。飼育中の後期仔魚は飼育観察からも夜間ほとんど活動しないことから、実験において15時間後の生残率の高さは、夜間行動が不活発になったためにカツオノエボシの捕食効率が低下したためと推察される。

このことは、成長段階における行動様式の違いであり、前期仔魚の場合後期仔魚よりは

夜間遊泳行動が活発であったため、触手に触れる確率が結果的に増え時間経過にしたがい生残率が極めて低くなったと考えられる。

水槽内では、カツオノエボシの個体数と生残率低下には相関があり、沿岸、沖合ともカツオノエボシの生息密度が高いほど捕食率も上がると考えられる。

カツオノエボシも稚仔も遊泳力が乏しいと考えられ、潮や風の影響で潮目に集められ効率よく捕食されると考えられるが、水槽中でも水流によりカツオノエボシは集まるが仔魚は水流には関係なく遊泳していた。また、放流後の観察でも放流場所に留まる稚魚は少なく、絶えず移動すると考えられるため、自然界では水槽のような長時間、高密度の関係が成立するとは考えにくい。

カツオノエボシによる捕食数の推定は、過去八丈島近海の分布密度の資料がなく、また稚仔の採取も例が少なく、両者の生息数や分布密度が明らかでないことから、実際、自然界においてどのくらいの規模で捕食が行われているかは不明である。

2) その他の生物による仔魚の食害

(1) エボシガイによる仔魚の食害

1989年4月14日に「たくなん」により流れ藻に付着していた卵塊を採取した。この際エボシガイも流れ藻に大量に付着していた。同月16日に、このエボシガイの付着した流れ藻の一部を切りとり角型水槽に入れエアレーションをし、その中にハマトビウオの仔魚(全長7~8mm)13尾を入れ観察した。

水槽のエボシガイは盛んに蔓脚を動かし仔魚を捕食した。仔魚の生残個体数は1時間後に8尾、18時間後に0尾であった。

(2) その他生物による仔魚の食害

1990年5月30日に実験2に用いた仔魚の残り2000尾を岸から数10mの沖合い4ヶ所で放流した。その後潜水により行動を観察した。この時、仔魚に対して捕食行動が観察された魚種は次のとおりであった。

オヤビッチャ、トウゴロウイワシ、メジナ、ニザダイ、タカノハダイ

沿岸に住む魚種が、捕食者であった。1989年の放流実験では磯魚類の他にウミネコによる空中からの捕食行動が確認された。

4. ハマトビウオと海況の関係

1) 漁況と水温の関係

(1) 方法

八丈島各漁協および水産試験場で集計した水揚げ日報と、八丈島神湊の定地観測水温データをを用いて統計解析した。ハマトビウオ漁業の変遷をみると、1955年頃を境に漁具の改

良・漁船性能の向上が図られ、漁獲量も飛躍的に増加している。このため、ここでは1954年以後のデータについて解析した。

(2) 結果

1954～1990年の37年間について、八丈島周辺における3月下旬～5月上旬（主漁期）のハマトビウオ漁獲尾数と平均水温、C P U Eと平均水温の各相関を求め図62、表35に示した。漁獲尾数と水温の間に相関関係は認められなかったが、C P U Eと水温には弱い相関が認められた。漁獲尾数は1954～1963年には非常に多く図62の上部に分布し、逆に1986～1990年には少なく図の下部に分布している。これらの期間の間には資源量の大幅な変化があったと考えられるため、各期間別に相関をみた。1954～1963年には漁獲量・C P U Eとも水温との間に相関はみられない。1964～1985年は漁獲尾数・C P U E（1夜1反当り尾数）ともに1%水準で相関がみられた。1986～1990年では漁獲量のみ水温との間に弱い相関が認められた（表35）。

旬別の相関関係を表36、図63・64に示した。1954～1963年は3月上旬から5月上旬までいずれも相関が認められなかった。1964～1985年は3月下旬から4月中旬までは相関が認められたが、4月下旬・5月上旬には相関がなかった（表36・図64）。また、水温17℃以上の年について相関をみると、3月下旬と4月中旬に弱い相関が認められるだけであった（表37）。1986～1990年にはほとんど相関がみられなかった。

水温変化と漁獲量変化の関係をみるため、図65に年別の旬平均水温と漁獲率（ $100 \times$ 旬漁獲尾数 / 3月下旬～5月上旬の漁獲尾数）を、表38に両者の変化の関係を示した。3月下旬～4月下旬の間で旬平均水温が0.2℃以上上昇した回数は、1954～1963年（豊漁期）

表35 八丈島周辺のハマトビウオ漁獲量・C P U Eと水温の相関

漁獲量；3月下旬～5月上旬の合計、C P U E；同期間の合計漁獲量 / 延隻数
 または延使用反数、水温；3月下旬～5月上旬の平均、r；相関係数
 有意水準；r = 0の帰無仮説を捨てられる水準、-；5% <

	n	漁獲量と水温		CPUE（1夜1隻当り尾数）と水温		CPUE（1夜1反当り尾数）と水温	
		r	有意水準	r	有意水準	r	有意水準
1954～1963年	10	-0.3335	-	-0.5074	-	-0.3785	-
1964～1985年	22	0.6034	1 %	0.5368	5 %	0.5379	1 %
1986～1990年	5	0.9351	5 %	0.7134	-	0.7147	-
1954～1990年	37	0.3049	-	0.3717	5 %	0.3794	5 %

には延べ23回、この内漁獲率が増加した回数は12回52.2%、同様に1964～1990年には51回中40回78.4%である。逆に0.2℃以上降温した回数は1954～1963年には延べ2回、内漁獲率が減少した回数は1回、同様に1964～1990年は13回中5回38.5%であった。このように1954～1963年には昇温と漁獲増の間には相関がなく、1964年以後は昇温時には漁獲が増加する傾向がみられるが、降温時には漁獲が減少しないことの方が多く、必ずしも水温変化と漁獲量の変化は比例していない。旬平均水温の変化幅が0.5℃以上の場合についても漁獲率との間に同様の関係がみられた。

3月下旬～5月上旬の中で漁獲量が最も多い旬の頻度分布をみると(表39)、1954～1963年には4月上・中旬を中心に分散が大きく、1964～1985年には4月下旬に集中し、1983～1990年には5月上旬の割合が高い。このように漁獲のピークは近年遅れる傾向がみられた。

表36 八丈島周辺のハマトビウオ漁獲量・CPUEと水温の旬別相関

漁獲量；旬合計、CPUE；旬合計漁獲量／延隻数または延使用反数

水温；旬平均、r；相関係数、有意水準；r=0の帰無仮説を捨てられる水準

—；有意水準5%<

年	旬	n	漁獲量と水温		CPUE(1夜1隻 当り尾数)と水温		CPUE(1夜1反 当り尾数)と水温	
			r	有意水準	r	有意水準	r	有意水準
1954 }	3月下旬	10	0.5533	—	0.5231	—	0.5423	—
	4月上旬		0.1850	—	0.1077	—	0.2211	—
	4月中旬		0.5223	—	0.4642	—	0.5124	—
	4月下旬		-0.3948	—	-0.4514	—	-0.3694	—
	5月上旬		-0.3000	—	-0.3507	—	-0.2929	—
1964 }	3月下旬	22	0.5451	1 %	0.7403	0.1 %	0.7296	0.1 %
	4月上旬		0.5829	1 %	0.5348	5 %	0.5271	5 %
	4月中旬		0.6973	0.1 %	0.5857	1 %	0.6013	1 %
	4月下旬		0.4047	—	0.3685	—	0.3751	—
	5月上旬		0.1356	—	0.3268	—	0.3205	—
1986 }	3月下旬	5	-0.0510	—	0.5924	—	0.5920	—
	4月上旬		0.2799	—	0.3400	—	0.3388	—
	4月中旬		0.5103	—	0.6404	—	0.6382	—
	4月下旬		-0.9056	5 %	0.6451	—	0.6451	—
	5月上旬		0.4176	—	0.3269	—	0.3300	—

表37 八丈島周辺のハマトビウオ漁獲量・CPUEと水温（17℃以上）の旬別相関
 漁獲量；旬合計、CPUE；旬合計漁獲量／延隻数または延使用反数
 水温；旬平均、r；相関係数、有意水準；r = 0 の帰無仮説を捨てられる水準
 -；有意水準5% <

年	旬	n	漁獲量と水温		CPUE（1夜1隻当り尾数）と水温		CPUE（1夜1反当り尾数）と水温	
			r	有意水準	r	有意水準	r	有意水準
1964	3月下旬	15	0.1491	-	0.5616	5%	0.5480	5%
	4月上旬	17	0.2561	-	0.1148	-	0.0881	-
1985	4月中旬	18	0.5668	5%	0.4560	-	0.4821	5%
	4月下旬	20	0.3523	-	0.3679	-	0.3778	-
	5月上旬	20	0.2022	-	0.3618	-	0.3630	-

表38 旬平均水温変化と漁獲率（旬漁獲数／3月下旬～5月上旬の漁獲数）変化の関係

期間	昇温0.2℃以上			降温0.2℃以上			昇温0.5℃以上			降温0.5℃以上		
	延回数	漁獲率増回数	率%	延回数	漁獲率減回数	率%	延回数	漁獲率増回数	率%	延回数	漁獲率減回数	率%
1954-1963	23	12	52.2	2	1	50.0	19	11	57.9	1	1	100
1964-1985	43	34	79.1	9	3	33.3	35	28	80.0	7	3	42.9
1986-1990	8	6	75.0	4	2	50.0	5	5	100	2	0	0
1964-1990	51	40	78.4	13	5	38.5	40	33	82.5	9	3	33.3
1954-1990	74	52	70.3	15	6	40.0	59	44	74.6	10	4	40.0

表39 漁獲最高旬の頻度分布

年	3月		4月		5月
	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬
1954-1963	1	3	3	2	1
1964-1985	0	3	3	13	3
1986-1990	0	1	1	1	2

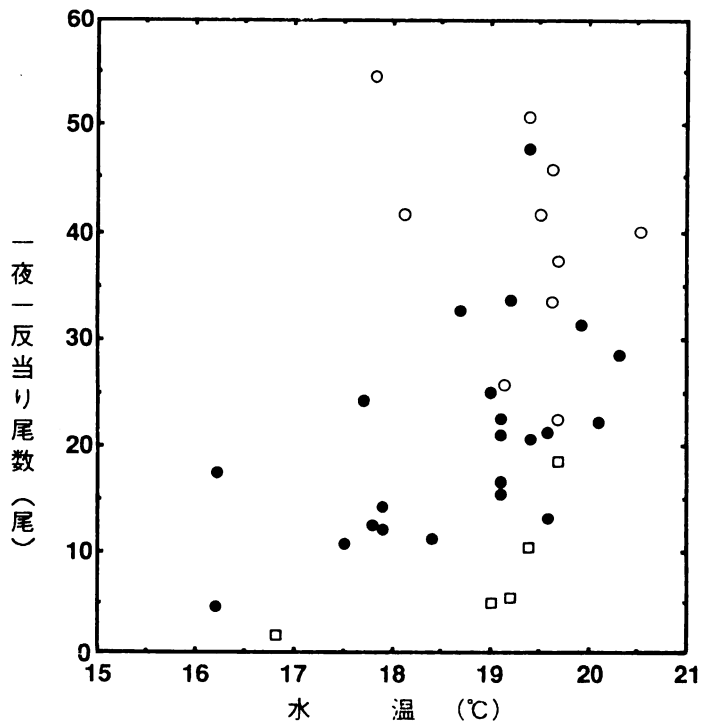
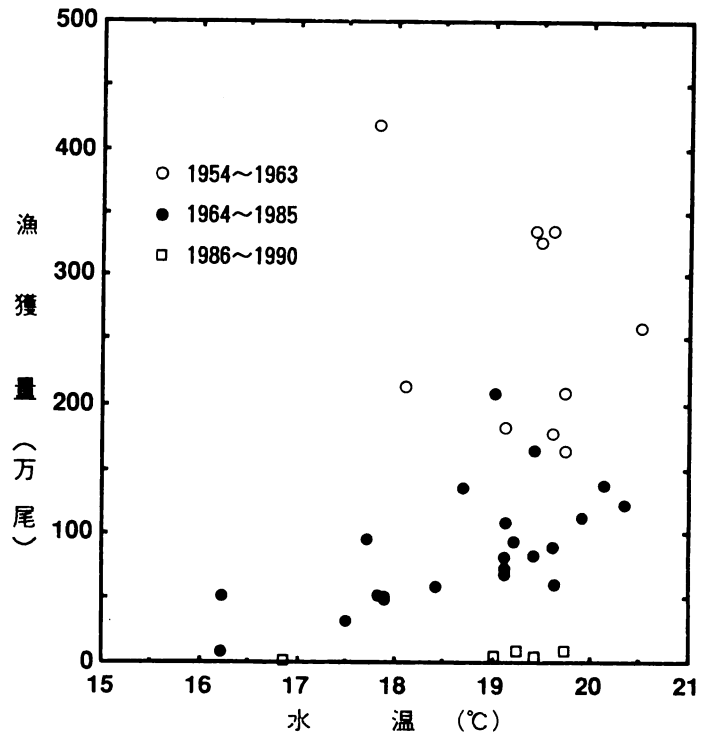


図62 漁獲量・CPUEと水温の関係

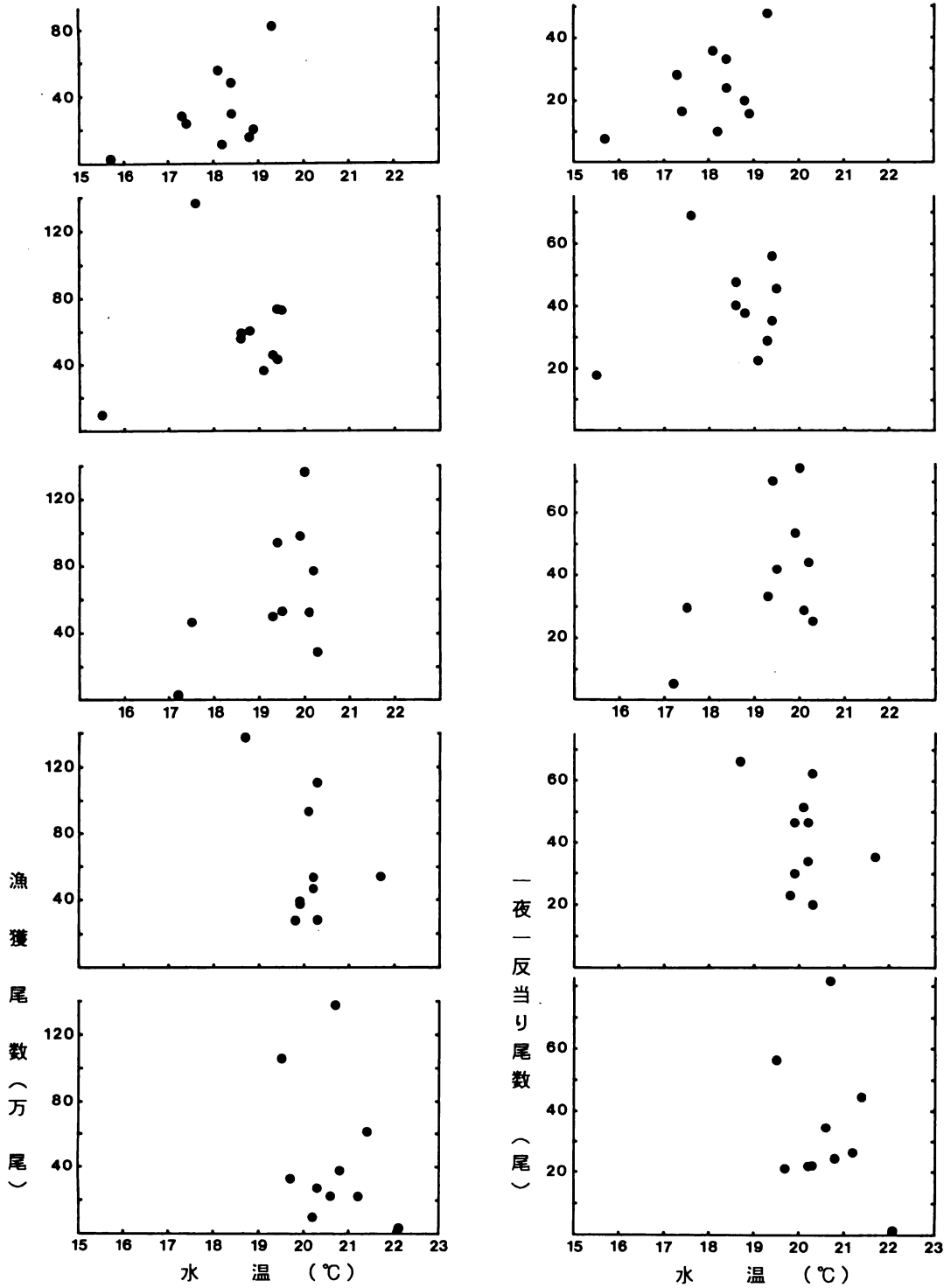


図63 ハマトビウオ漁獲量・C P U E と水温の旬別相関 (1954~1963年)

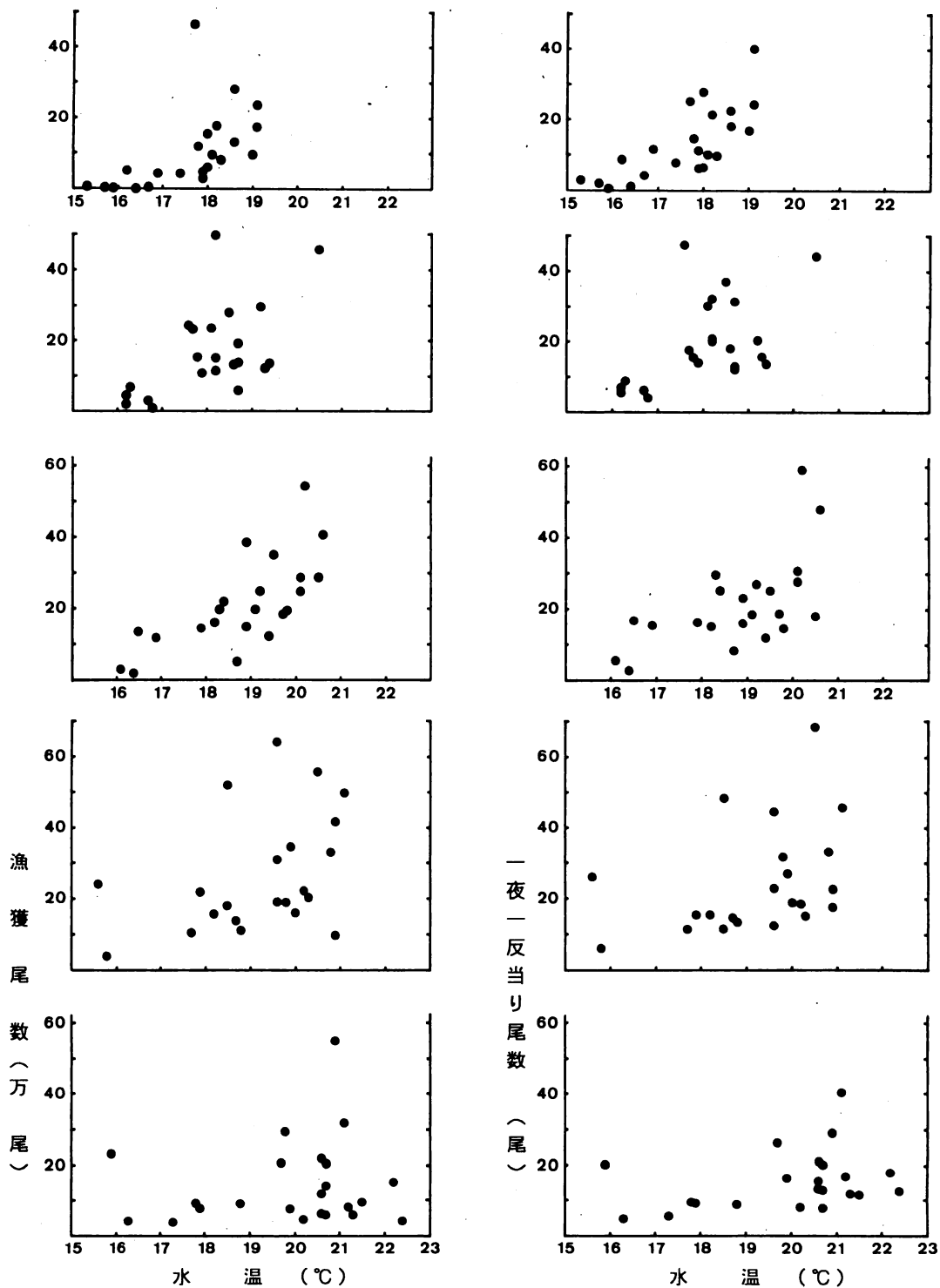


図64 ハマトビウオ漁獲量・C P U Eと水温の旬別相関 (1964~1985年)

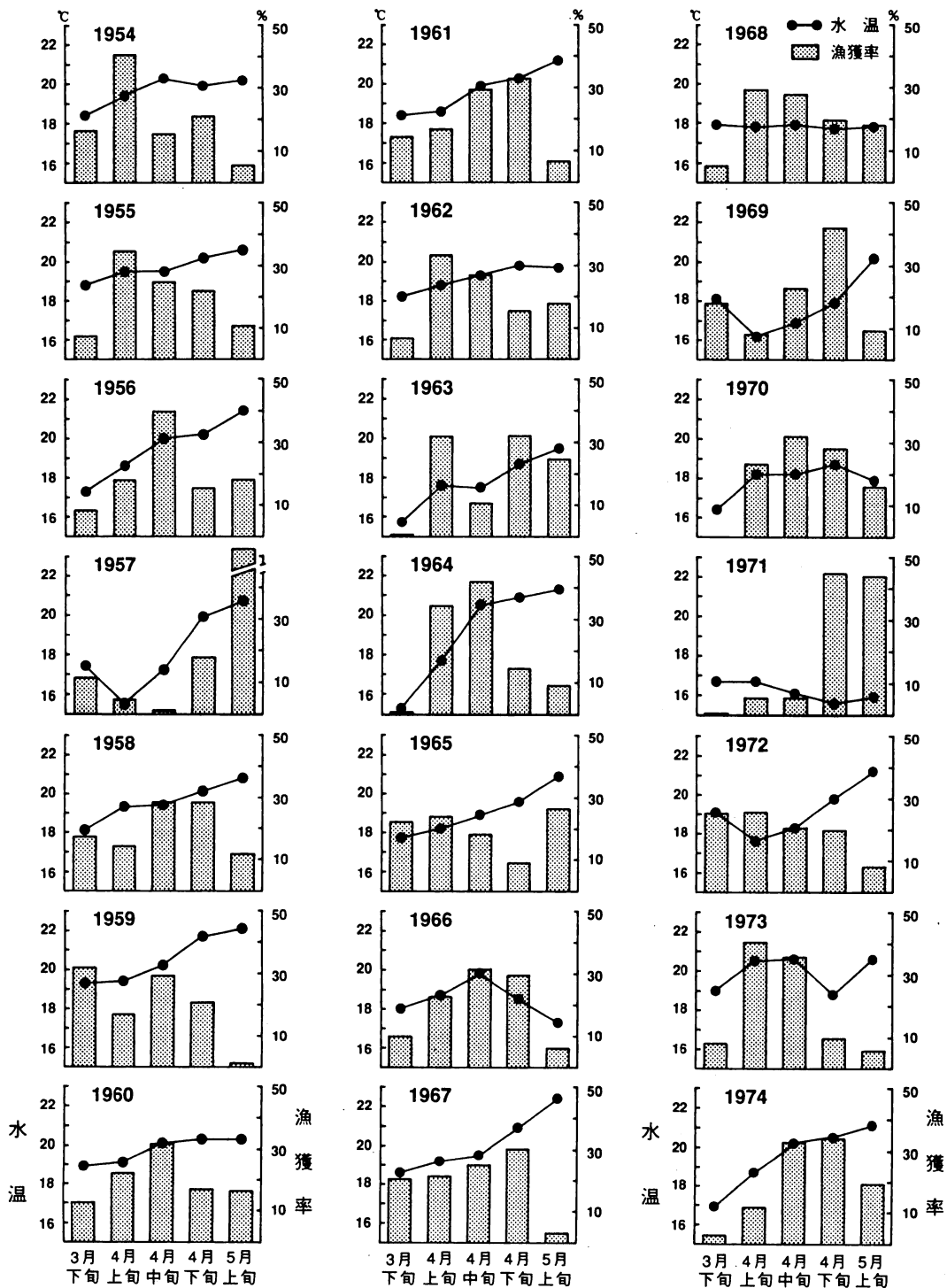


図65-1 旬平均水温と漁獲率の変化

漁獲率： $100 \times \text{旬漁獲量} / (\text{3月下旬} \sim \text{5月上旬漁獲量})$

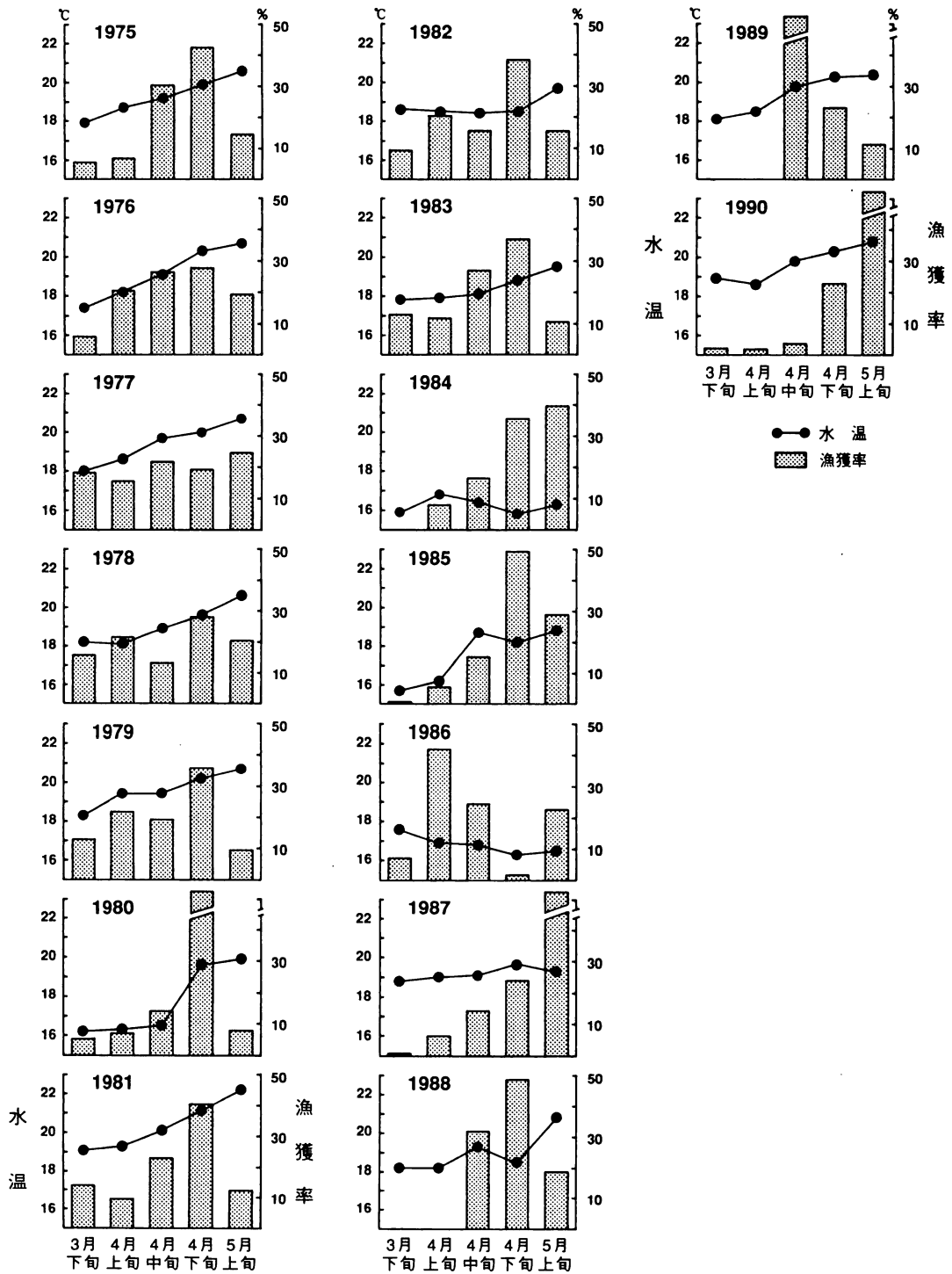


図65-2 平均水温と漁獲率の変化

漁獲率： $100 \times \text{旬漁獲量} / (\text{3月下旬} \sim \text{5月上旬漁獲量})$

(3) 考察

ある年のハマトビウオ漁獲量に影響を与える主たる自然因子には、資源量と水温があげられる。1954年以後の八丈島周辺の年別漁獲量を見ると、1963年以前は196～429万尾と非常に多いが、1964年以後減少し1983年まで49～228万尾の間で変動し、1986～1990年にはさらに減少し3～11万尾に落ち込んでいる（図1）。これら3期間の漁具能率・漁獲努力量は、漁獲量が減少した近年にむしろ増加しており、また3期間の中で水温が同程度の年と比較しても漁獲量に大きな違いがみられる（図62）。このため、これら3期間の間には資源量に大きな変化があったと考えられ、水温の影響をみるためには期間別に解析する必要がある。

旬別漁獲量・CPU Eと水温の間に明瞭な相関があったのは、1964～1985年の3月下旬～4月中旬のみであった。同期間の平均水温は15℃台～20℃台まで分布し17℃以下の低水温もかなり出現しているのに対し、相関が不明瞭な1954～1963年や1964～1983年の4月下旬・5月上旬には17℃以下の低水温の出現回数が少ない。相関の明瞭な1964～1983年の3月下旬～4月中旬の内17℃以上について相関をみると（表37）、3月下旬と4月中旬に弱い相関が認められるだけで分散はかなり大きかった。東京水試¹⁰⁾は旬別平均水温と反当り漁獲尾数の関係から17.18～21.24℃が最多漁獲水温でこの範囲を適水温と考えたが、漁期間中に21.2℃を上回る水温が現れることは稀であり、また盛漁期を過ぎた5月に高水温になることが多いため、上限を21.2℃ときめることは危険である。仮に17℃以上を適水温と考えると、17℃以上では漁獲量は水温以外の要素に影響されることになり、水温との関係では分散が大きくなると考えられる。1954～1963年の3～4月及び1964～1985年の4月下旬の水温はほとんど17℃以上に分布し、この期間に漁獲量・CPU Eと水温との間に相関がみられないことはこの考え方を裏付けている。5月上旬に各期間とも相関がないのは、同時期には魚群来遊のピークを過ぎる年が多く、適水温にも係わらず漁獲量が減少するためと思われる。また、1986～1990年に明瞭な相関が現れないのは、資源量が極端に減少したため、適水温でも漁獲量の増加幅が小さいためと考えられる。

旬別平均水温の変化と漁獲尾数の変化の関係をみると、水温上昇時には漁獲量も増加するケースが多いが、水温下降時には漁獲量の減少しないケースが多く、必ずしも水温変動と漁獲量変動の傾向は一致しない。水温上昇時（0.5℃以上）の漁獲量変化を期間別にみると、1954～1963年には延べ出現回数のうち57.9%で漁獲量が増加するに過ぎないが、1964～1990年には82.5%で増加し、期間によって両者の関係が異なる。3月下旬～4月上旬に17℃以下の低水温が継続するケースが4例みられ（1971、1980、1984、1985年）、これらの年はその後の水温上昇の有無に係わらず漁獲が増加し、4月下旬・5月上旬にピークが現れている（図65）。このことは低水温のため接岸できずにいた魚群も、ある時期になれば水

温が上昇しなくても沿岸に集まる習性を持つことを意味し、この習性は繁殖行動と結びついているように思える。

東京水試²¹⁾は20℃の水帯(表面)および黒潮の漁場への接近が漁況に好影響を与えている。本調査による解析では漁獲量・C P U Eは低水温によって減少し、明らかに水温に影響される。しかし、17℃以上では水温との相関が不明瞭になり、また17℃以下でも4月下旬以降には漁獲量が増加するなど、漁獲量の変化には水温以外の要素も大きく影響していることが分る。

1954～1963年は、1)一漁期内の旬平均水温の増加が漁獲増と相関しない、2)漁獲のピークが4月中旬を中心に分布し、1964年以後には4月下旬・5月上旬を中心に分布するのと異なる、3)漁獲量が過去最大の期間である、など1964年以後との違いが多く、両期間の間で群れの構成が異なる可能性がある。

2) 冷水塊が卵の生残に与える影響

資源生態の頃で述べたように、実験室内での卵の孵化率は15～21℃で91%以上と良好で、12℃では孵化しなかった。主産卵場と推定される八丈島の定地水温(神湊)は、平年値で3月中旬17.5℃、下旬17.7℃、4月上旬18.2℃、中旬18.8℃、下旬19.3℃、5月上旬19.9℃と当然ながら、孵化にとっての適水温になっている。産卵水深は特定されていないが産卵行動が船上から目撃されたことがほとんど無いことから、少なくとも水深2～3m以深と考えられる。沿岸底層部の水温を確かめるため、ミズノシタ(図66)の水深22mの海底にRMT水温計を設置し、水温を測定した。

測定結果を図67・68に示した。30分間隔の水温は変動し、大潮時の1日の温度差は最大2℃程度であったが(図67)、大島や相模湾などで観測される激しい温度変化^{22・23)}はみられなかった。09:00の水温を神湊定地水温と比べると(図68)、4月14日～5月3日までは両水深の水温差は少なく、平均水温はミズノシタ20.05℃、神湊20.07℃であった。5月4日以降は神湊表面水温がミズノシタ水深22mを上回り、温度差は短期的には増減するが全般的には夏に向かって増大する傾向が伺えた。

大不漁の始まった1984年と2年後の86年には、産卵期に八丈島周辺が冷水塊に覆われ、孵化に与える影響が懸念された。同年の神湊定地水温は表40に示すとおりで、旬平均水温では15℃を下回ることにはなかった。日別では3月上旬・中旬に13℃台・14℃台の水温が8日間みられるが、3月下旬以後では1984年4月下旬に14℃台が2日観測された以外は15℃以上で経過している。八丈島周辺の主産卵期は3月下旬以後と考えられるため、沿岸の浅海で産卵された卵が産卵場所の低水温により死滅した可能性は低いと思われる。

ハマトビウオ卵は海中に産み放され、海中を浮遊しながら流れに乗って沖合に運ばれると考えられた(産卵生態の項参照)。ハマトビウオ卵は止水水中では沈下するため、表層に留ま

る卵の他に、深海に沈み死滅するものや、中層を浮遊するもの、表層・中層を行き来するものなど種々の動きが想定され、中層の水温が卵の孵化率に与える影響も考慮する必要がある。八丈分場の海洋観測定点St. 35、36、46 (図66)の水温を表41に示した。冷水塊に覆われた1984・86年3・4・5月の水深50mの12データ中、13℃台が2回、14℃台2回、15℃台以上8回、とおおむね15℃以上であった。水深100mでは11℃台が1回、13℃台2回、14℃台7回、15℃台以上2回とかなり低い水温が観測されている。これに対し、平年値の水深100mでは14℃台が2回、15℃台以上7回とほぼ15℃以上であった。沖合における卵の動態は十分解明されていないが、卵の多くが中層を浮遊する期間を持つとすれば、その内水深100m付近まで沈下した卵は冷水塊に覆われた1984・86年には孵化率が低下したと思われる。

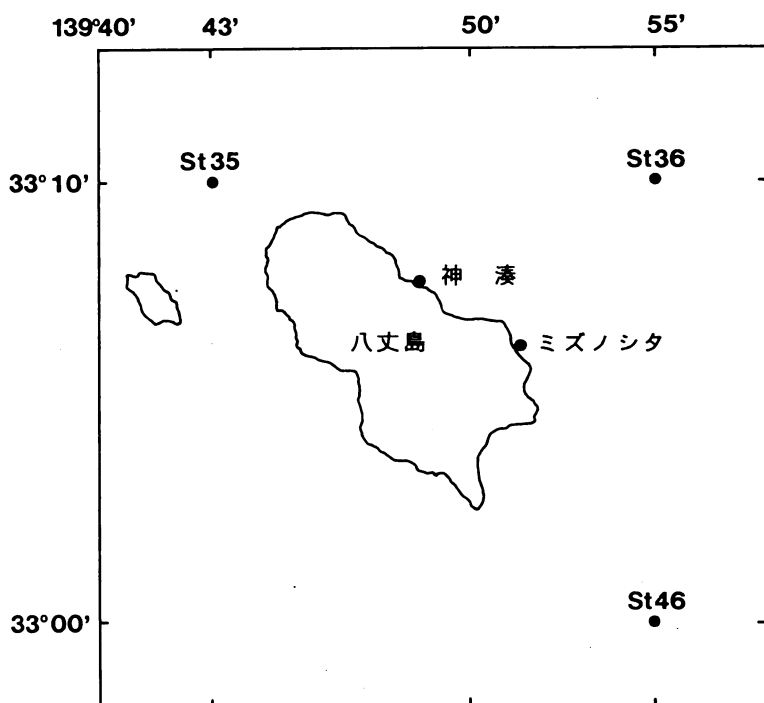


図66 八丈分場海洋観測定点

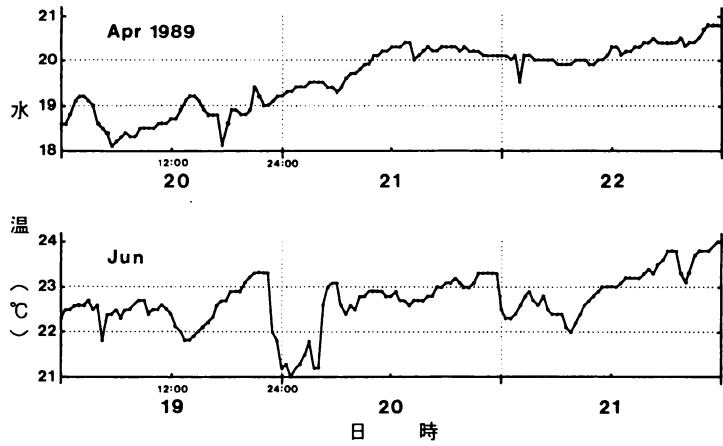


図67 ミズノシタ水深22m水温変動
大潮時 30分間隔測定

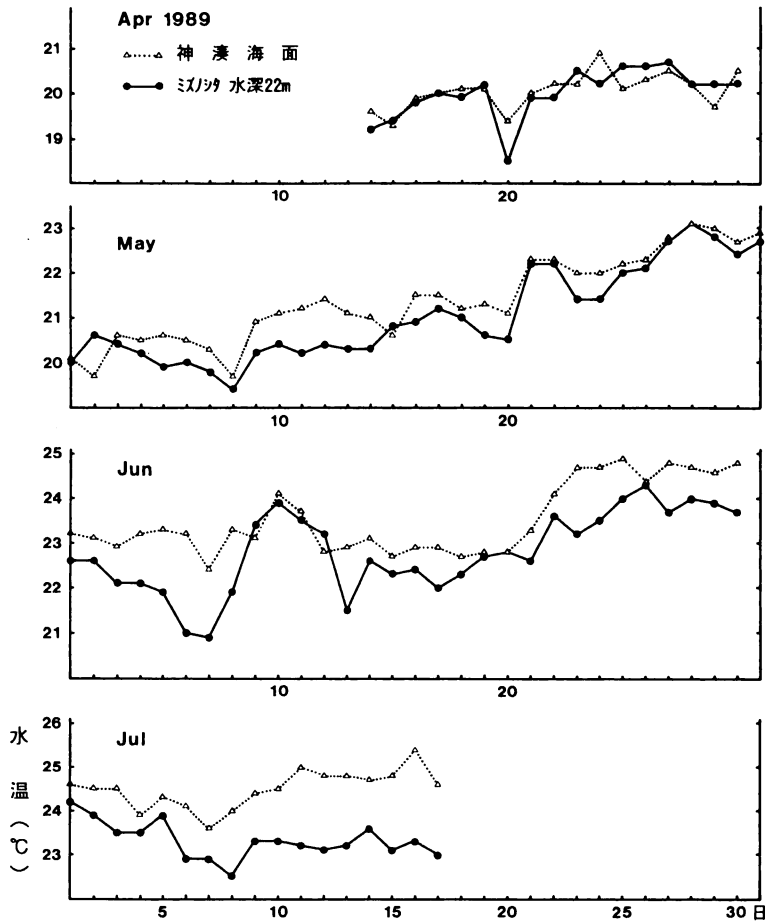


図68 ミズノシタと神湊定地水温 (09:00)

表40 神 湊 定 地 水 温 (°C)

		1984年			1986年			平年値
		最高	最低	平均	最高	最低	平均	
3月	上旬	16.0	14.8	15.4	18.1	13.6	15.6	17.4
	中旬	16.4	14.5	15.3	18.5	17.5	18.1	17.5
	下旬	16.8	15.2	15.9	18.3	17.1	17.6	17.7
4月	上旬	17.3	16.2	16.8	17.7	16.3	16.9	18.2
	中旬	17.8	15.4	16.4	17.6	16.0	16.8	18.8
	下旬	16.7	14.8	15.8	17.2	15.5	16.3	19.3
5月	上旬	17.3	15.5	16.3	17.2	15.8	16.5	19.9
	中旬	20.1	17.4	19.3	18.3	16.8	17.5	20.7

表41 八丈島周辺海洋観測定点水温 (°C)

観測地点	水深	3月			4月			5月		
		1984	1986	平年	1984	1986	平年	1984	1986	平年
St. 35	0m	欠測	18.1	18.3(7)	15.8	15.6	17.6(8)	欠測	欠測	20.4(6)
	20		17.9	17.8(6)	15.7	15.2	17.3(7)			19.8(6)
	50		17.0	17.5(6)	15.0	15.0	16.9(7)			19.0(6)
	100		16.2	17.3(6)	14.9	14.6	16.5(7)			17.5(6)
	200		15.8	15.7(6)	13.5	10.5	15.5(6)			14.8(6)
St. 36	0m	15.7	15.9	17.5(7)	16.3	17.7	18.2(8)	15.1	欠測	20.2(6)
	20	15.9	15.0	17.1(7)	16.4	16.9	17.9(8)	15.1		19.8(6)
	50	15.9	14.3	16.9(7)	15.2	16.1	17.2(8)	14.7		18.9(6)
	100	14.8	13.8	16.5(7)	14.6	15.7	16.3(8)	14.5		17.2(6)
	200	13.2	12.6	14.8(7)	13.5	12.7	13.8(8)	11.5		14.3(6)
St. 46	0m	欠測	16.2	17.0(4)	16.6	17.9	17.9(6)	15.8	欠測	21.0(7)
	20		16.1	16.7(4)	15.1	16.9	17.1(6)	15.2		19.8(7)
	50		15.9	16.2(4)	13.9	16.0	15.8(6)	13.6		19.1(7)
	100		14.1	14.4(4)	13.1	14.3	14.6(6)	11.8		16.7(7)
	200		11.8	13.6(4)	10.2	11.0	11.8(6)	9.0		13.5(7)

() 内データ数

3) 冷水塊が仔稚魚の生残に与える影響

水槽実験によれば、15℃ 1 週間の飼育による生残率は32.0%、18℃中では85.9%と両水温間で生残率は大きく変化している。1984・86年の4月中旬～5月上旬の神湊定地水温（旬平均）は、15.8～16.8℃と生残率の低下が起こる水温であった。卵の孵化日数のピークは水温15℃で受精後33日目、17℃で22日目にあり、4月上旬以前に産卵された卵が孵化までの間八丈島周辺に留まったとすれば、低水温の影響を受けていると思われる。しかし、八丈島周辺の冷水塊中で産卵された卵及び遊泳力のない孵化仔魚の動態には不明な点が多く、どれほど冷水塊に留まり、どれほどが黒潮に取り込まれるのかほとんど分かっておらず、このことが低水温の影響を計り難くしている。

5. ハマトビウオ資源に与える人為的影響

1) 伊豆諸島における漁獲の影響

(1) C P U E の推移

伊豆諸島では長年に渡ってハマトビウオを漁獲しており、しかも漁獲対象は繁殖のため島周辺に集まってきた群であることから、本漁業がハマトビウオ資源に与える影響は大きいという指摘も受けてきた²⁴⁾。図69に1920年以後の八丈島周辺におけるハマトビウオ漁獲量とC P U E（1夜1隻当たり漁獲量）を示した。C P U Eは1940年まではほぼ500尾以下と低い水準にあるが、41年以後増加し83年まで変動を繰り返しながらほぼ500尾以上で推移している。5年間の移動平均でみると、第2次世界大戦中の1943・44年前後と72～76年に高いC P U Eがみられ、61～63年及び80・81年にもやや高い値を示した。

戦後～1960年代前半の漁労機器・漁具の進歩は目ざましく、5 t以上の漁船数は1950年14隻、54年19隻、60年29隻、65年34隻と増加し⁴⁾、エンジンも焼玉からディーゼルへと転換が進み、動力船のディーゼル化率は1963年には80%、65年には100%に達した³⁾。1951年には水産試験場が初めてナイロン系網の導入試験を実施し、56年には漁船への普及率は100%に達している²⁾。ナイロン系の網は従来の綿に比べ魚のかかりが良く、腐らず丈夫なため保守が楽で、また水切りが良く漁労作業を効率的に行うことができる。木製浮子からプラスチック浮子への転換は1956年頃から始まり、これにより毎日の乾燥作業が不要になると共に、乾燥が不十分な場合に起こる浮力不足も解消された。1963年には水産試験場の拓南丸がネットホーラーを導入し良好な結果を得たことから、64年には全船が同機を装備した²⁵⁾。

このような漁労機器・漁具の進歩により、使用反数の増加、1夜当たり操業回数の増加、漁場の拡大が起こり、1950年代後半以後の漁具能率、漁獲努力量は飛躍的に増大している。このため1夜1隻当たり漁獲量でみたC P U Eは1950年代後半以後に比べ前半以前は過少

に見積られる。1940年以前の低いC P U Eは漁労機器・漁具の未発達によるところが多く、資源水準を反映したものではなからう。

漁労機器が現在に近いものになった1960年以後についてC P U Eをみると、60年代にはほぼ1年毎に増減を繰り返しながら漸減し、66年に392尾と最低になっている。70年代に入り増加に転じ、74年及び82年にそれぞれ1879、1413尾と非常に高い値を示した後減少し、84年から現在に至る大不漁へと続いている。このようにC P U Eは大不漁の直前まで比較的高い水準にあり、C P U Eの推移からみれば乱獲の兆候は現れていない。

1984年以後の大不漁期のC P U Eを過去のC P U Eと比較すると、漁獲量の落ち込み程には低下していない。これは或る水準以下にC P U Eが低下すると、着業船が減少し少数の漁船が最も良好な漁場で操業できること、漁獲量が1夜当たり数十尾程度では水揚げしないため統計上出漁隻数にカウントされないこと等によると考えられる。本漁業はハマトビウオが繁殖のため島沿岸に蝟集する習性を利用しており、漁場は島の沿岸2～3海里以内の極狭い範囲に限られ、同じ場所を多くの漁船が1晩に繰り返し操業する。1960年前後の最盛期には網と網の間隔が100m以下と非常に狭い間隔で流す場合もあり、それぞれの網に漁獲がみられた。このような場合、1回の操業で網を流した範囲の魚群密度は瞬間的には減少するが、すみやかに周辺から添加され魚群密度が回復していると考えられ、島周辺の総資源量は減少しても沿岸の漁場ではC P U Eは減少しない。島の周辺に回遊してきた個体は、繁殖の相手を求めて沿岸へと向かい、沿岸の分布密度が高くなる。沿岸表層で漁獲による密度の低下が起こると、やや沖合にいて繁殖の相手を捜している個体の沿岸への移動や、低層から表層への移動が起こると考えられる。漁船は1晩当たりの漁獲尾数が減少し採算に合わなくなると操業をやめると考えると、この時期は島周辺の資源が大幅に減少し沖合からの魚群の移動が少なくなった時期と一致する。従ってハマトビウオ資源量はC P U Eよりも漁獲量に相関すると思われる。

(2) 漁獲量の推移

八丈島周辺の漁獲量は1952年までは比較的低い水準にあるが、54年には増加し63年まで196～429万尾と非常に高い水準を維持している。その後漁獲は落ち込み1968年～71年は49万～88万尾と少なく、72年～83年には100万尾を狭んで変動し、84年以後は34万尾以下とかつてない不漁にみまわれている(図69)。1954年から63年の漁獲量の飛躍的な増加は漁獲強度・漁獲努力量の増大によるところが大きく、資源量の増加をどの位伴っているか定かでない。これに対し1964年～71年の漁獲量の減少、72年～83年の増加、84年以後の大不漁は資源量を反映したものと思われる。これらの資源変動に漁獲が与えた影響は生態的知見が乏しく明確でないが、1964年～71年の漁獲の減少は54年～63年にかけて10年間続いた大豊漁直後に起こっており、漁獲により資源が減少した可能性が考えられる。

(3) 尾叉長頻度分布

図70に1965～90年の4月に八丈島周辺で漁獲されたハマトビウオ雄の尾叉長組成を示した。この期間を1965～71年の不漁期、72～82年の豊漁期、84～90年の大不漁期に分けて比較すると、まずモードは65～71年には33～35cm、72～82年には33～36cm、84～90年は34～36cmにあり65～71年の不漁期に小さい傾向がみられる。頻度分布はほとんど単峰型であるが、1972年、73年、85年には37～38cmに小さな山が現れている。平均値及び標準偏差を各期間毎に平均すると、1965～71年には34.2cm、1.100、72～82年には34.5cm、1.163、85～90年（84年は測定数が少ないため除外）には34.5cm、1.525と、平均値は65～71年に小さく、標準偏差は近年増加傾向にあり、豊漁不漁との相関は認められなかった。ハマトビウオの年齢・成長が解明されていない現状では、平均値・標準偏差の変化が意味するところは明確でないが、すくなくとも乱獲の兆候とされる魚体の小型化はみられていない。

(4) まとめ

C P U E ・尾叉長組成には今回の大不漁前に乱獲の兆候は現れていない。1964～71年にかけての不漁の前10年間は、八丈島周辺だけで196万～429万尾と過去最高の漁獲水準にあり、この期間の強い漁獲圧力によって資源が減少し、同じように1972～83年の豊漁が今回の大不漁の原因になったとも考えられる。ハマトビウオ漁獲群の年齢組成は十分解明され

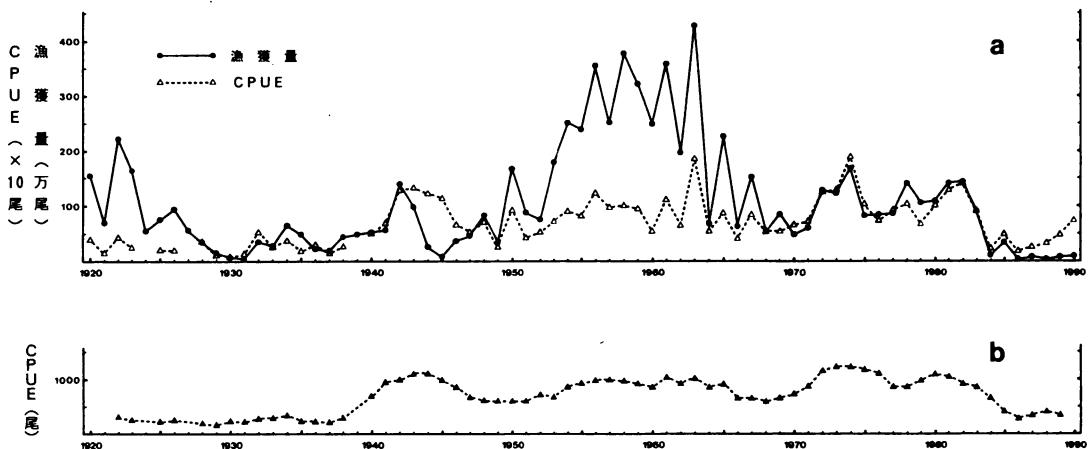


図69 ハマトビウオ漁獲量とCPUE（1夜1隻当たり尾数）の推移

a : 年変動 b : CPUE 5年間移動平均

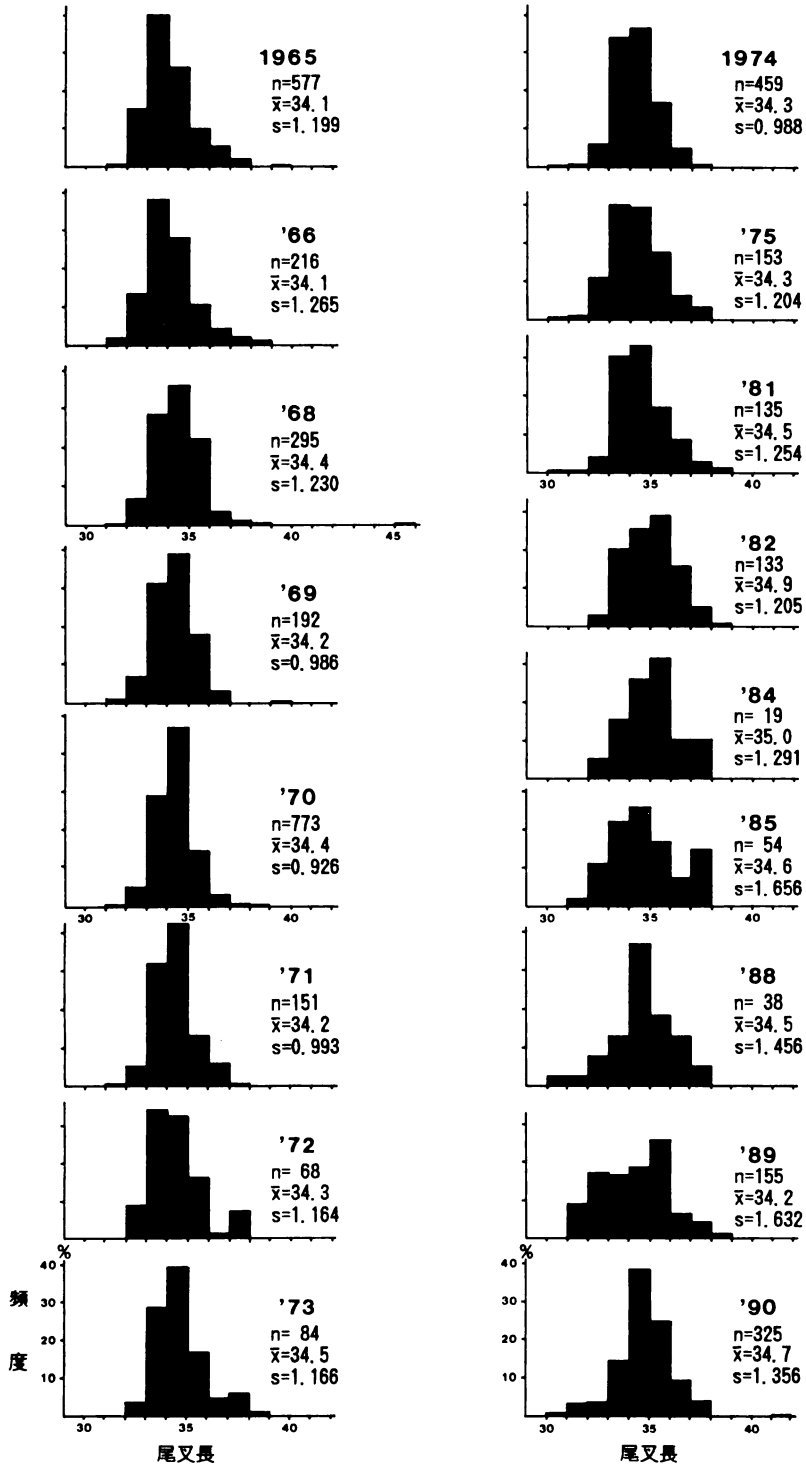


図70 ハマトビウオ雄の尾叉長組成 (八丈島周辺 4月)

ていないが、鱗の輪紋数は0本と1本の個体が多いことから、漁獲主群の年齢は低い可能性が高く、乱獲を数年間続ければ漁獲量の減少となって現れるはずである。また、1960年代後半以後は使用反数の増加がみられるだけで、漁獲強度・漁獲努力量の大幅な増加は起こっていない。漁獲量は1970年前後に一旦減少したあと増加し10年以上も豊漁が継続した。伊豆諸島におけるハマトビウオ漁業は繁殖のために沿岸に蛸集した魚群を効率良く捕獲し、しかも漁獲物は放卵前、放精前の個体を多く含むことから資源に強い圧力をかけていることは疑いないが、それだけで今回の大不漁を説明することは出来ないと考えられる。

2) 他海域における漁獲の影響

ハマトビウオは伊豆諸島の他、外房、和歌山、高知、宮崎、種子島・屋久島沿岸で漁獲される(分布回遊経路の項参照)。秋季房総沿岸に現れたハマトビウオは太平洋岸を南下し冬季宮崎～屋久島沿岸に達し、同海域では冬春季繁殖が確認されている⁹⁾。伊豆諸島では過去に釣針とテグスをつけた個体が複数漁獲されており²⁰⁾、この漁具は九州・種子島沿岸で使用される延縄漁具に似ていることから、同海域で延縄にかかり、テグスを切った魚が伊豆諸島に回遊したと考えられる。このため本州南下群と伊豆諸島群は少なくともその一部は交流していると思われる。房総から屋久島にかけての地域ではハマトビウオを他のトビウオ類と明確には区別しておらず、漁獲統計上もトビウオ類として一括されることが多いため、各地区のハマトビウオ漁獲量を正確に把握することは難しいが、魚体の大きさや価格を目安にし、聞き取り調査結果を加味して漁獲量を推定した。

外房海域

勝浦中央漁協のトビウオ水揚量は表42のとおりで、聞き取り調査によればハマトビウオの混獲率は5～10%である。1989年9月に勝浦で漁獲されたハマトビウオ51尾の平均重量(540g)を用いて尾数換算すると、最大3千尾の水揚げと推定される。外房では近年御宿か

表42 トビウオ水揚量(千倉中央漁協)

年	トビウオ 水揚量 (kg)	ハマトビウオ推定水揚量			
		混獲率5%		混獲率10%	
		(kg)	(尾)	(kg)	(尾)
1983	9,850.9	493	913	985	1,824
1984	16,734.2	837	1,550	1,673	3,098
1985	4,263.4	213	394	426	789
1986	20,114.0	1,006	1,863	2,011	3,724
1987	5,621.0	281	520	562	1,041

千倉中央漁協資料

ら千倉までハマトビウオの漁獲がみられ、外房全体では1千～1万尾前後の水揚げと推定される。伊豆諸島で大不漁の始まった1984年以前の房総の漁獲量は不明であるが、その時期に大漁があったという情報は得られていない。

和歌山県

1952年に東京都水産試験場八丈現業場が実施したアンケート調査によれば、和歌山県のトビウオ漁は99%まで串本で行われ、「古とびうお」と呼ばれる130～150匁のトビウオが3・4月に漁獲されるという。このトビウオは大きさから考えるとハマトビウオで、秋にも他のトビウオに混じって漁獲される。ハマトビウオの漁獲量は集計されていないが、3・4月には「古とびうお」のみ漁獲されるとしていることから同月のトビウオ漁獲量をみると、1950～52年の平均漁獲量は7,039貫、平均体重140匁で換算し50,279尾と推定された。

近年もトビウオ漁業は串本で行われ、ハマトビウオは10月中旬から11月中旬に主として漁獲されるが、2月下旬から3月中旬に漁獲されることもあり、魚体は秋に漁獲されるものの方が大きく1尾で1kgを越すものもみられる。春のハマトビウオは黒潮接岸時にみられ、時々大群で漁獲されることがある²⁷⁾。1988年に実施した聞き取り調査では、秋のハマトビウオ混獲率は最大1割程度で、聞き取り前数年間の混獲率は非常に低いとのことであった。1986年10月・87年10月の串本における漁獲量は平均30,447kg（串本漁協資料）で、5%をハマトビウオと考えると1,522kg、2,818尾（1尾540g換算）と推定される。秋季の漁獲量は最大5千尾程度であろう。また近年春季にハマトビウオが大量に漁獲されたという情報は得ていない。

高知県

10月頃～2月頃まで延縄で漁獲するが漁獲量は不明である（1954年照会に対する回答）。

宮崎県

油津～都井岬にかけて9～12月に延縄で漁獲され、盛期は10～12月である。1954年の聞き取り調査では、10～11月の漁獲物はハマトビウオとトビウオが半々で、12月になるとハマトビウオの割合が増加するという。1950年の10～12月のトビウオ類漁獲量は16,777貫（宮崎水試、1952年照会に対する回答）、このうちの半量8,389貫、58,257尾がハマトビウオと推定される。

1984年の聞き取り調査でも漁期・漁法は大体同じであったが、漁獲量は不明である。宮崎沿岸は南下群の通過点であるが、一部の個体は産卵することから滞留地点にもなっており、漁獲量は串本より多く、種子島より少ないと考えられる。

種子島

西之表市漁協に水揚げされたトビウオ類の内、銘柄「大」の多くがハマトビウオと考えられ、1982～87年には3～11万尾の間で変動している（表43）。

表43 種子島・屋久島のトビウオ漁獲量

(尾数)

年	西之表市漁協（種子島）*			屋久町漁協（屋久島）**			
	大	中	小	大	12-4月***	中	小
1982	105,522	691,846	591,295				
1983	64,521	722,618	712,325	102,259	98,050	258,018	337,175
1984	33,191	685,296	645,013	96,011	85,809	1,941,505	2,067,100
1985	62,180	410,363	866,202	147,485	140,918	1,517,182	2,231,090
1986	49,248	351,642	1,053,328	66,582	65,179	1,076,587	765,641
1987	51,930	304,267	1,062,427	33,473	33,473	245,141	1,494,380

*西之表市漁協業務報告

**鹿児島県鹿児島水産業改良普及所資料

***銘柄大の内1～4月、12月漁獲分

屋久島

屋久町漁協のみ漁獲し、銘柄「大」の12月～4月の漁獲尾数は、1983～87年には3～14万尾の間で変動している。銘柄「大」はハマトビウオが分布しない7月にも少数ながら漁獲されているため、上記の漁獲数にはハマトビウオ以外の種類も一部含まれている。

まとめ

ハマトビウオが回遊する太平洋岸各地先のハマトビウオ漁獲量を正確に把握することはできないが、現在までに得られた情報を総合し、伊豆諸島以外では近年6～29万尾程度が漁獲されると推定した（表44）。伊豆諸島で大不漁となった1984年以前の情報は少ないが、西之表市漁協の1982・83年、屋久島漁協の1983年で見ると、伊豆諸島の資源を壊滅させるような大規模な漁獲はみられない。

表44 日本列島太平洋岸におけるハマトビウオ推定漁獲量

(千尾)

地域	最低	最高	備考
房総	1	10	
和歌山（串本）	1	5	
高知	1	5	和歌山と同程度と推定
宮崎	3	30	種子島の漁獲の1/3
種子島	30	100	1982-1987年の最大・最小値
屋久島	30	140	〃
合計	66	290	

3) 他漁業における混獲の影響

1987年に実施したアンケート調査では、2)で述べた地域以外にハマトビウオが漁獲されているところはなかった。ハマトビウオはトビウオ類中最も大型で単価も高いため、仮に日本沿岸の他漁業で混獲されたとすれば、市場に出回るはずである。このような報告がないことから日本の沿岸では他の漁業により多量に混獲されることはないと考えられる。

ハマトビウオの回遊経路は解明されていないが、稚魚は活発に遊泳せず、夜間はほとんど浮遊していることから、黒潮に乗って本州東方に運ばれ、索餌・成長することは十分考えられる。近年北部・中部太平洋では大規模なアカイカ流刺網業が営まれ、漁場の拡大期はハマトビウオ漁獲量の減少する直前に当たっている。このため本漁業によりハマトビウオが混獲され資源が減少した可能性について検討する。

アカイカ刺網漁業の概要

アカイカは従来北海道東から三陸沖で釣りによって漁獲されていたが、サケ・マス流網漁船が持網でアカイカの漁獲試験をしたところ効率良くアカイカを漁獲できることが分かり、1978年より流刺網による漁獲が始まった。漁場は当初北海道東部沖合であったが、釣り漁業との調整から81年より東経170°～西経145°、北緯20～46°に規制された^{28)・29)}(図71)。この規制範囲内でも操業位置は次第に東へ拡大し³⁰⁾、漁獲量も1978・79年の4万トッ台から84年には18万トッ(原魚換算)まで増大している。漁期は6月～12月、漁船トン数は50～500t、網の目合は10～13.5cmに規制された。

本漁業は日本の他、韓国、台湾漁船も操業しており着業船は、日本船500隻、韓国船150隻前後²⁹⁾、台湾ではマグロ対象船を含み1980年の39隻から1989年の250隻へ増加している。³¹⁾日本の規制は韓国・台湾船に及ばないが、台湾でも独自の規制を実施している。本漁業は非常に大規模に行われ、1隻の船が1日に50kmもの網を流し、1986年前後の3ヶ国年間漁獲量は25～30万トッと推定されている²⁹⁾。台湾船は8～11cm目合の網を使用しており³¹⁾、韓国船も日本船より細かい目合の網を使用しているといわれる。

混獲の有無

海洋水産資源開発センターが実施したイカ釣新漁場企業化調査報告書³²⁾によれば、1980～83年に目合95、115、118mmの流刺網を使用し、北太平洋(E 170°～W 135°、N 13°～47°)で試験操業している。操業結果表の中にトビウオの項はなく、「その他の魚類」の重量と尾数から推定して、トビウオが混獲された可能性は少なかった。

遠洋水産研究所八津明彦技官によれば、1990年のイカ流網漁船オブザーバー報告書に報告された3,000操業中、トビウオの混獲は僅か6尾であった。

まとめ

イカ釣新漁場企業化調査及びオブザーバー報告書の結果をみると、現在のアカイカ漁場で

目合規制を守って操業していれば、トビウオが混獲される可能性は低いと言えよう。

ハマトビウオ資源量は現在非常に低い水準に落ち込んでおり、1980年前後の資源の豊富な時期の状況は把握しにくい。1980～83年に実施された、イカ釣新漁場企業化調査の調査地点は北緯40°以北、または東経170°以東が中心で、北緯30°～40°、東経170°以西海域での夏季の調査がきわめて少ない。ハマトビウオが分布するとすれば、水温が比較的高く、日本に近い、この海域である可能性が高い。現在ではアカイカ漁場は北緯38°～46°の高緯度に集中し南部での漁獲努力は少ないが（谷津私信）、本漁業が開始された初期の段階には南部の漁場でも操業した可能性があり、ハマトビウオの混獲を完全に否定することはできないと考えられる。

アカイカ流刺網船が使用している網目100mmでは、ハマトビウオの胴回り（叉長34.5cmで16～17cm）から、大部分羅網しないとも思われるが、1979年の三陸道東沖調査³³⁾では、体長から判断してハマトビウオと思われる8尾のうち、6尾は網目43mm、2尾は網目121mmで羅網しており、網目100mmでも羅網可能である。台湾船・韓国船は日本船より細かい目合を用いており、さらに羅網の確率は高いと思われる。

太平洋における流刺網漁業は海鳥や海産哺乳類等を混獲するとされ国際批判を浴びているため、漁船から直接正確な情報を得ることができず、このことが1980年台前半のハマトビウオ混獲状況の把握を難しくしている。

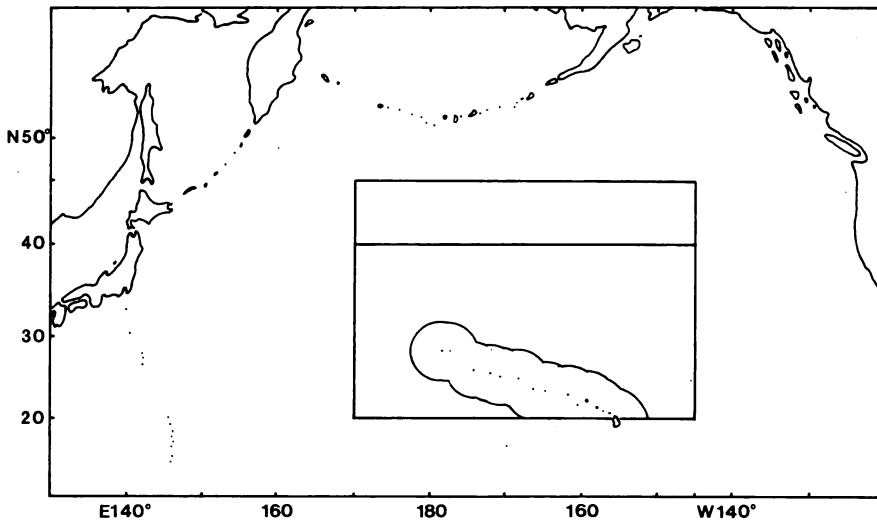


図71 アカイカ流刺網操業区域

(N 46° は9月、N 40° は6・12月の北限)

6. 不漁原因

伊豆諸島における1984年以後のハマトビウオ大不漁をもたらした原因は、同時期に起こった生物環境・物理環境・人為条件の変化から次の様な可能性が考えられた。

- 1) 海況：1984、1986年の八丈島周辺の低水温
- 2) 害敵生物：カツオノエボシによる食害
- 3) 乱獲：伊豆諸島周辺における乱獲
- 4) 混獲：北部太平洋で行われている大規模なアカイカ流刺網漁業による混獲

これらの点について現在までの知見でその妥当性について検討する。

1) 海況による不漁

1984・1986年漁期には強い冷水塊が八丈島を覆い、これにより親魚が接岸できず、漁獲量の減少、産卵量の減少、孵化率の低下、仔魚の生残率の低下等が起こり、資源が減少したとする考え方である。この仮説には次のような問題点がある。

- (1) 海況と漁況の関係の検討から（4章参照）水温17℃以下では漁獲量が減少する傾向のあることが判明したが、減少の度合いは年によって異なり、1983年以前の低温期には漁獲の落ち込みは少ない。

図72に1954～1990年の3月下旬～5月上旬の八丈島神湊旬別平均水温の範囲を示した。これによると1971年は大不漁が始まった1984年と同程度に水温が低く5月上旬でも15.9℃に過ぎない。この年の漁獲量はその前後に比べ落ち込んではいるが、1984年以後のような大不漁ではない。図73に示した冷水年の日別水温・漁獲量変動をみると1971年には水温が低下した4月下旬・5月上旬にむしろ漁獲量が増加し、1984・1986年とは異なった動きを示した。

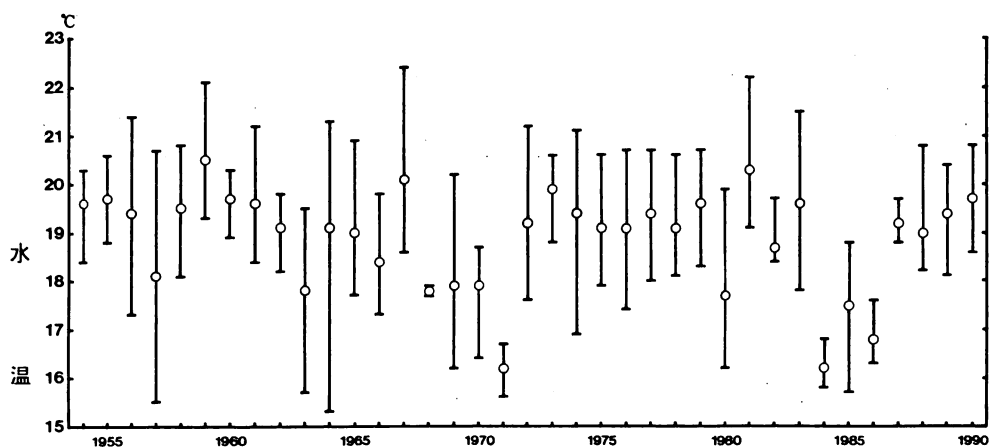


図72 八丈島神湊旬別平均水温範囲（3月下旬～5月上旬）

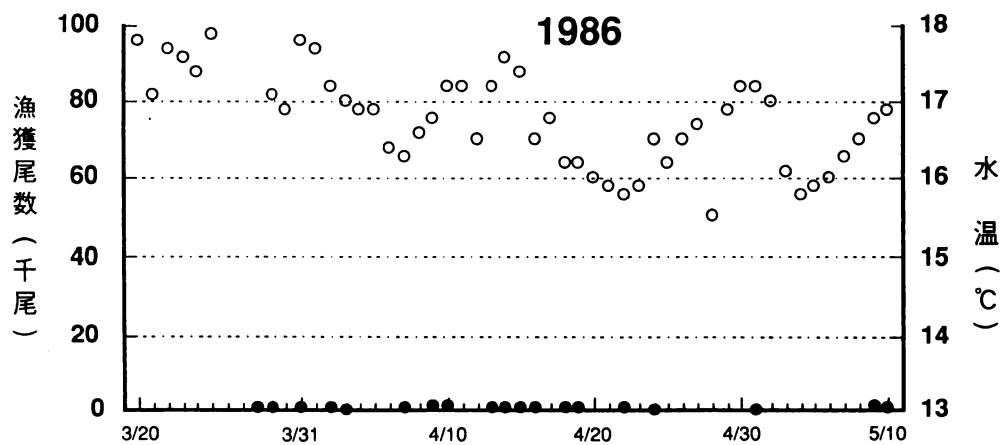
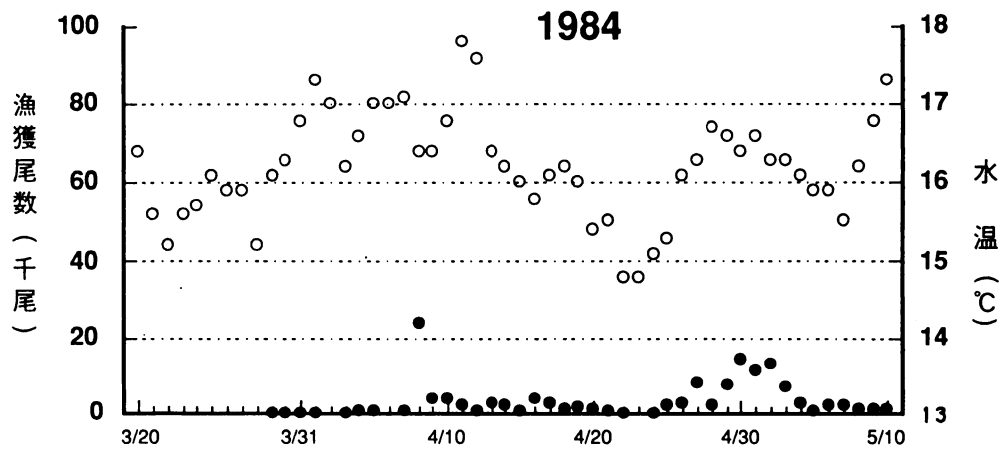
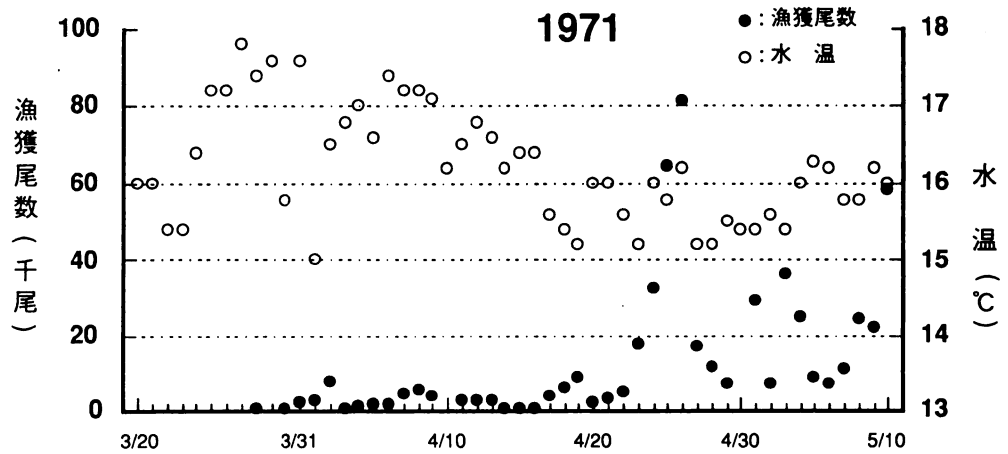


図73 冷水年の水温変動とハマトビウオ漁獲尾数

(2) 1984・1986年の冷水塊は青ケ島～八丈海域から北に限定されるのに、不漁はそれより南の鳥島～ベヨネーズ海域に及んでいる。表45に1984・1986年の鳥島～青ケ島の水温を漁海況速報（漁業情報サービスセンター発行）から読み取って示した。これによると1984年の青ケ島の水温は低目であるが、その他の海域は17～20℃と普通の値である。1984年の鳥島の漁獲量減はそれ程大きくないが、1984年の青ケ島～スミス、1986年の青ケ島～鳥島の漁獲は大きく落ち込んでいる（表1）。

(3) 鱗紋解析結果および過去の標識放流の結果から、ハマトビウオは多回回遊する可能性が強い。1984年の冷水塊で親魚の接岸が妨げられたとすれば、漁獲されずに温存された資源は翌1985年に来遊し漁獲は大幅に回復するはずであるが、実際の回復幅は小さかった。

表45 青ケ島～鳥島の水温（℃）

年	月 日	青ケ島	ベヨネーズ	スミス	鳥島
1984	2/ 1-10	19	18-19	17-18	19-20
	2/10-20	15-16	19-20	18-19	18-19
	2/21-29	17-18	19	18-19	18-19
	3/ 1-10	15	15-16	18-19	17-18
	3/11-20	17	18-19	18-19	18-19
	3/26-31	15-16	19	18-19	18-19
	4/ 1- 5	16-17	19	18-19	18-19
	4/ 6-10	16-17	16-17	19-20	18-19
1986	2/ 1-10	18-19	18	18-19	18-19
	2/11-20	18-19	17-18	17-18	17-18
	2/21-28	18-19	18-19	18-19	18-19
	3/ 1-10	17-18	17-18	17-18	17-18
	3/11-20	19	18-19	17-18	18-19
	3/21-31	18-19	18-19	18-19	18-19

(4) 低水温により稚魚の生残率の低下が起こった可能性は否定できないが（4章）、仮に孵化率・生残率が低下したとしても、これによる来遊量の減少は翌年以後に現れるはずで、1984年の不漁は説明できない。

2) カツオノエボシによる食害

1982年春季、伊豆諸島を中心に房総近海～熊野灘でカツオノエボシが大量に出現した。八丈島では3～5月、とりわけ4月下旬に多く出現し、出現量は少なくとも例年の3～4倍、

多いところでは1個体/1㎡に昇った³⁴⁾。1984年には4月下旬から7月上旬にかけて、潮岬から犬吠埼に出現し³⁵⁾、1986年にも本州東方で発生量が多く、4月の東京水試の沖合定線調査ではマル稚ネット表層5分曳きで最大1700個体が採集された³⁶⁾。1988年には大発生は治まり普通の出現量に戻っている³⁷⁾。カツオノエボシの大発生が始まった1982年はハマトビウオ大不漁の始まる2年前で、カツオノエボシによってハマトビウオの稚魚が大量に捕食され、漁獲開始年齢が2歳とすれば1984年以後の不漁現象を説明できる。一方、水槽中ではカツオノエボシがハマトビウオ稚魚を捕食することが確認された(3章)。天然海域では水槽実験のように高密度で両者が遭遇することは起こりにくい、ハマトビウオ稚魚は夜間殆ど遊泳せず浮遊するため、カツオノエボシと併に潮目に集積し食害された可能性がある。

この仮説には下記のような問題点が残されている。

- (1) カツオノエボシはハマトビウオ仔魚を選択的に捕食するとは考えられず、春期に出現するサバ・イワシなどの仔稚魚も同時に食害し、出現量が減少するはずであるが、これらの魚種に顕著な稚魚の減少は起こっていない³⁸⁾。
 - (2) 宮崎沿岸・種子島・屋久島周辺で漁獲されるハマトビウオ群も、その卵と仔稚魚は黒潮に乗って伊豆諸島に運ばれ、カツオノエボシによる食害を受けるはずであるが、同海域のハマトビウオ資源の減少は起こっていない。
 - (3) ハマトビウオは数歳の寿命を持つ可能性が高く、稚魚が大量に食害されたとすれば年齢組成が高齢に偏り体長の大型化が起こるはずであるが、不漁の始まった1984年前後の体長組成には大きな変化がみられない(図74)。
- 3) 乱獲による資源の減少

伊豆諸島における長年に渡る漁獲、操業海域の拡大、着業船の増加、漁具漁法の改良などにより乱獲状態に陥り、資源が崩壊したとする考え方である。1981年(不漁の始まる3年前)には伊豆諸島全体で328万尾と1963年以來の漁獲量を記録し、翌1982年にも304万尾もの漁獲を揚げ、これにより資源が大きく減少した可能性がある。

この仮説の問題点としては次のようなものが揚げられよう。

- (1) C P U E・尾叉長組成には大不漁前に乱獲の兆候は現れていない(5章)。
- (2) 1983年以前30年に渡って伊豆諸島全体で100万尾以上の漁獲が維持されてきた。ハマトビウオの漁獲対象主群が数歳とすれば、乱獲を数年続ければ漁獲量減少の兆候が現れるはずである。
- (3) 豊富な資源を食い潰した結果の不漁であるならば、C P U Eは横這いの期間を経過した後、減少に転ずる。1920年以後のC P U Eをみると、全期間を通してかなり激しく増減しており、横這い期間はみられない。
- (4) 1984年の漁獲量の減少が余りにも急激である。

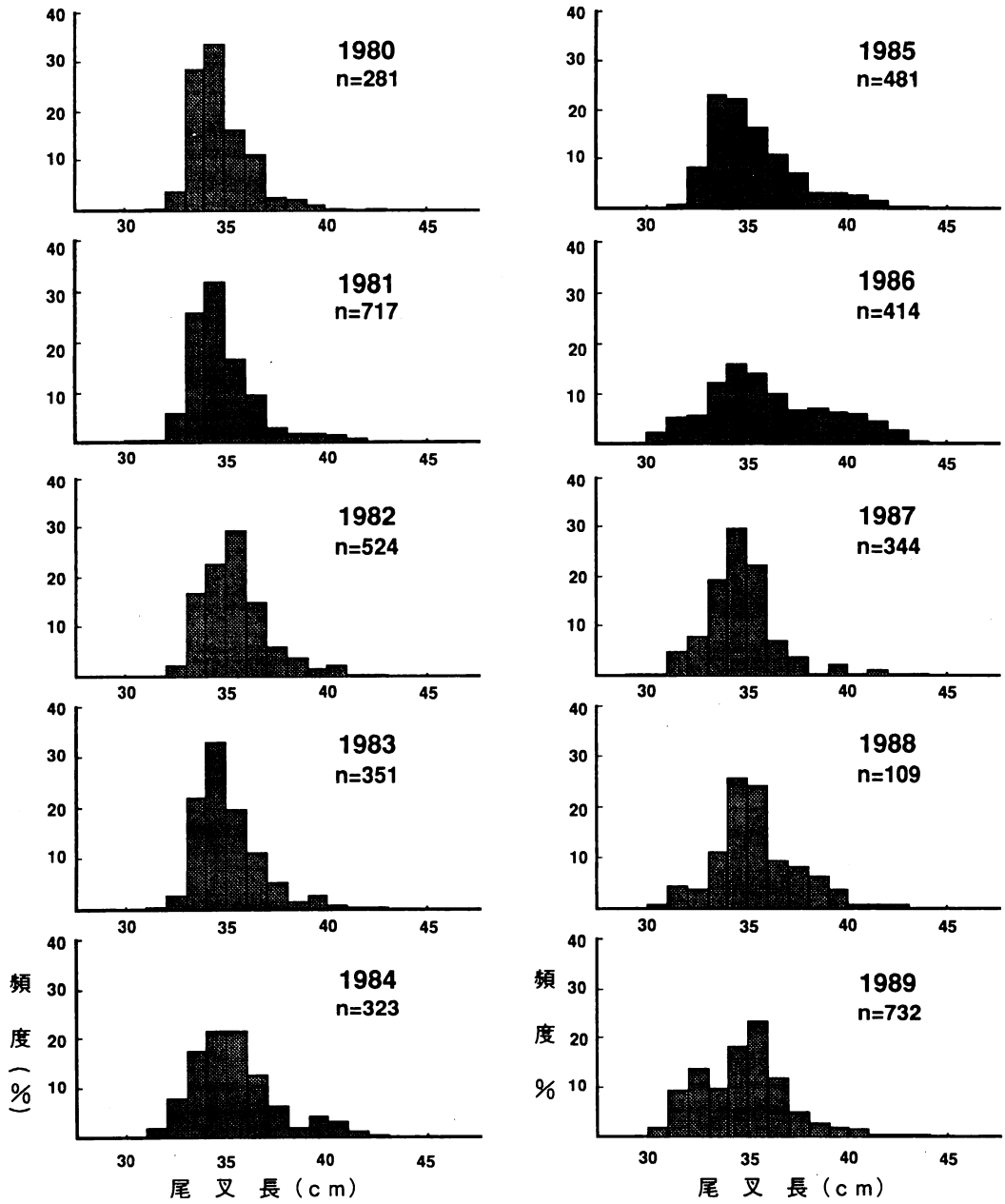


図74 ハマトビウオ尾叉長組成 (伊豆諸島・雌雄)

4) アカイカ流刺網による混獲

ハマトビウオの回遊経路は十分解明されてはいないが、本州東方で索餌・成長することは充分考えられる。近年この海域で営まれるようになった大規模なアカイカ流刺網漁業により、ハマトビウオが混獲され資源が減少したと考えるものである。

5章で述べたように、本漁業が現在の漁場規制・漁具規制を守って操業されていれば、ハマトビウオ混獲の可能性は少ない。本漁業の漁場拡大期には現在より広い漁場で操業し、また上記の規制が及ばない他国船が細かい目目の網を用いて操業し、これにより混獲された可能性はあるが、1980年台前半の漁業実態は不明な点が多い。

5) その他の原因

一般的には、餌料の減少、競合生物の増加、害敵生物の増加、水理環境の悪化など考えられるが、現在の知見では上記4点以外に該当するものはみられない。

まとめ

不漁原因として考えられた4つの可能性（海況、害敵生物、乱獲、混獲）は、それぞれが資源を減少させる方向に働いたことは間違いないが、いずれも現段階ではそれぞれに説明できない事実があり、原因として特定することはできなかった。今後更に調査を深め、上記要因の複合的影響についても検討する必要がある。

7. 要 約

- 1) 1987～1990年に北海道・三陸・房総・伊豆諸島・種子島・屋久島の沿岸から沖合で各種調査を行うと共に飼育試験・既存資料の解析を実施し、ハマトビウオについて下記の結果を得た。
- 2) 伊豆諸島南部ではかつてハマトビウオが年間 300万尾以上漁獲されたが1984年以後漁獲が急減し1986～1990年には5～13万尾と極めて低い水準に落ち込んだ。
- 3) 人工受精は、漁獲直後に成熟した雌雄から生殖腺を摘出し、容器に卵を搾り出した後媒精し充分洗卵する方法により、良好な孵化率を得ることができた。
- 4) 水槽中の砂上・人工海藻・防虫網に付着させた卵の孵化率は76%以上と良好であったが砂で覆った卵の孵化率は39%と悪かった。
- 5) 漁場に設置した人工産卵床では少数の卵の付着を確認したが、親魚が産みつけたものではなく流れて来た卵が絡まったものと考えられた。
- 6) 受精卵は止水中では沈下するが、海中では容易に沈下せず、また海藻・岩盤等には付着しなかった。
- 7) 浮遊卵は八丈島東 8.5海里で25粒採集され、天然海域での浮遊卵の存在が確認された。これらの結果から卵は流れに乗って浮遊しながら孵化を迎えると推定した。

- 8) 卵の孵化時刻は光周期に影響され、日没とともに一齐に孵化するが、常照下では長時間孵化が継続する。
- 9) 孵化率は水温15～21℃では90%以上と良好であるが、12℃では孵化しなかった。
- 10) 水槽中でアルテミア・配合飼料を投与し仔稚魚を飼育した。飼育による最大体長は孵化後144日目の全長134.5mmであった。
- 11) 低水温は仔魚の生残率の低下をもたらし、水温15℃の孵化1週間後の生残率は18℃・21℃に比べ低かった。
- 12) 水温21℃・24℃・27℃中40日間の稚魚飼育では、高温区で成長が良く生残率は低かったが、生残率の低下は高温の直接的影響とは考えられなかった。
- 13) 孵化後69～70日目の稚魚は、水温19℃・21℃・23℃の内最も高温の23℃区に集まる傾向がみられた。
- 14) 水槽飼育中と海中放流後に観察された仔稚魚の行動を記載した。
- 15) 245地点延べ33時間35分の稚魚ネット曳網調査を実施したが、1尾の稚魚を採集するに留まった。
- 16) 鳥島～八丈島では漁期間中島の沿岸から沖合に魚群が分布し、分布量は沿岸に多かった。
- 17) 沖合に分布する魚群は沿岸に比べ雌の割合が高く、また雌は小型でK G値が小さい傾向がみられた。
- 18) 三陸沖漁場調査でハマトビウオは漁獲されず、当漁場での魚群分布密度はきわめて低いと考えられた。
- 19) 北海道南部・東北地方太平洋岸の定置網には入網がなく、ハマトビウオが常時北海道～三陸沿岸を回遊する可能性は低いと推定した。
- 20) 房総では9月半ばより南下群が現れ、やや遅れて伊豆諸島に出現する。
- 21) 秋季伊豆諸島では北部海域で漁獲数が多かったが、魚群密度は春季の伊豆諸島南部に比べはるかに低かった。
- 22) 秋季の漁場水温は21～28℃と広い範囲に渡っていた。
- 23) 種子島・屋久島海域で試験操業を行い、1989・90年に75尾を漁獲した。雄魚は春季伊豆諸島産より大型で分散が大きかった。
- 24) アイソザイム分析からは春季伊豆諸島群と種子島・屋久島群の間に遺伝的差異は認められなかった。
- 25) 鱗には最大5本の輪紋が現れるが、輪紋形成期は特定できず、年輪と断定することはできなかった。
- 26) カツオノエボシが水槽中でハマトビウオ仔魚を捕食することを確認した。
- 27) 伊豆諸島では春季漁場水温17℃以下では漁獲量が減少する傾向がみられ、この傾向は4月

- 中旬以前に顕著であった。17℃以上では水温と漁獲量の相関は不明瞭になり、17℃以上が適水温と考えられた。
- 28) 1984・86年に八丈島沿岸の浅海に分布した卵には、冷水塊による孵化率の低下は起こらなかったと推察した。
 - 29) 1984・86年に八丈島沿岸に分布した仔稚魚は、冷水塊により生残率の低下した可能性がある。
 - 30) C P U Eは大不漁直前まで比較的高い水準にあり、また魚体の小型化もみられず、乱獲の兆候は現れていなかった。
 - 31) 房総から種子島・屋久島にかけての太平洋岸では、年間6～29万尾が漁獲されるが、伊豆諸島群の資源を壊滅させるほど大量の漁獲はなかったと推定した。
 - 32) 北太平洋アカイカ流刺網漁業によるハマトビウオの混獲は確認できなかった。
 - 33) 不漁原因として考えられる4つの可能性（海況・害敵生物・乱獲・混獲）について考察した。

8. 引用文献

- 1) 松本茂雄：飛魚漁業の概要。伊豆七島水産経営八丈島現業所，プリント，昭和初期。
- 2) 東京水試：八丈管内漁業関連史料。東京水試調査研究要報，203，1-180，平成3年。
- 3) 関東農政局：八丈島におけるとびうお流し刺し網漁業。関東農政局八丈統計調査出張所，昭和46年。
- 4) 東京都経済局：昭和25年—平成元年度 東京都の水産。東京都，昭和25年—平成元年。
- 5) 東京水試：伊豆諸島における「はまとびうお」漁業。東水試出版物通刊No.105，昭和33年。
- 6) 東京水試：昭和56～58年度 指定調査研究総合助成事業 漁業技術部門 ハマトビウオ漁具漁法改良試験報告書。東京都水試調査研究要報，185，25-59，昭和59年。
- 7) 福島信一・小西芳信・庄島洋一・林小八：本邦近海のサンマ卵に関する最近の報告。昭和55年度漁業資源研究会議，第13回浮魚部会議事録，漁業資源研究会議，74-102，昭和56年。
- 8) 小島俊平：ホソトビの回遊と産卵生態に関する研究—IV。産卵場における卵の分布状況。日水誌，37(4)，284-288(1971)。
- 9) 今井貞彦：日本近海産トビウオ類生活史の研究—I。鹿児島大水産学部紀要，7，1-85(1977)。
- 10) 東京水試：伊豆諸島におけるハマトビウオの生態について。第1報海況の変動と漁況の関係。東京水試調査研究要報，6，1-43，昭和32年。
- 11) 岡 有作：とびうおの幼魚。海のはくぶつかん，東海大海洋科学博物館，17，(4)，(1977)。
- 12) 今井貞彦：トビウオのひげ。自然，23(7)，12-15(1968)。

- 13) Harrison C.S., Hida T.S. and Seki M.P. : Hawaiian seabird feeding ecology. wildl. Monogr. 85, 1-71(1983).
- 14) 岸本浩和. 河野裕美: 仲ノ神島(琉球列島)で繁殖中の海鳥類の食餌動物. 東海大学海洋研報, 10, 43-64(1968).
- 15) Abe T. : Note on the flying-fishies of Hachijo Island, with nomenclatorial remarks on the flying-fishies of the Mainland of Japan and Hokkaido. II. *Cypselurus Pinnati-barbatus japonicus* (with additional notes on *Prognichthys ago*). Jap. Jour. Ichth. 3 (3-6), 193-202, 209-222 (1954).
- 16) 服部茂昌: 黒潮ならびに隣接海域における稚魚の研究. 東海水研報, 40, 1-158(1964).
- 17) 南西水研: 俊鷹丸による四国南方~台湾東方海域海洋生物調査の概要. 南西水研, 1-71, 昭和44年.
- 18) 陳 春暉: 西北太平洋産飛魚科魚類之初期生活史之研究. 臺灣省立博物館專題論著第7輯, 1-202 (1987).
- 19) 東京水試: 昭和49年度事業報告. 東水試出版物通刊No.261, 133, 昭和50年.
- 20) 塚原博・塩川司: 天草におけるトビウオ類の研究, 第2報. パショウトビウオの生態・生活史. 九大農学部学芸雑誌, 16(2), 275-286 (1957).
- 21) 東京水試: 昭和56年度 指定調査研究総合助成事業 漁業部門 ハマトビウオ漁具漁法改良試験報告書. 東京水試調査研究要報, 155, 1-25, 昭和57年
- 22) 松井優治・平元泰輔・岩田静夫: 1986年夏季に相模湾奥部で観測された鉛直水温構造の時間変化, 日水誌, 54(9), 1589-1593 (1988).
- 23) 米山純夫・斎藤実・堤清樹・河西一彦・江川紳一郎: 伊豆大島におけるメガイアワビの季節成長, 水産増殖, 37(2), 147-154 (1989).
- 24) 池原宏二: 魚の産卵基盤としての流れ藻(サンマ, サヨリ, トビウオ類). 海洋科学, 197, 699-705 (1986).
- 25) 東京水試: 昭和39年度事業報告, 東京水試, p 62, 昭和40年.
- 26) 東京水試大島分場: 南下するハマトビウオ. 大島分場ニュース, 195, 昭和35年.
- 27) 小川満也: 和歌山県におけるトビウオ流刺網漁法について. 水産技術と経営, 34(12), 41-45 (1988).
- 28) 新谷久男: アカイカ漁業とアカイカ的生活史. 水産技術と経営, 33(9), 42-55 (1987).
- 29) 早瀬茂雄: アカイカ漁場と資源. 食の科学, 140, 65-71 (1989).
- 30) 奥谷喬司: イカはしゃべるし空も飛ぶ. 講談社ブルーバックス, 東京, 194-195 (1989).
- 31) Shyue-Geng Lian and Shih-Tsung Hwang : Study on the mesh size selectivity of gill nets in North Pacific ocean. Bull. Taiwan Fish. Res. Inst., 49, 235-255 (1990).

- 32) 海洋水産資源開発センター：昭和55-58年度 イカ釣新漁場企業化調査報告書。海洋水産資源開発センター，昭和59年-60年。
- 33) 北水研：昭和54年度 北海道海域大陸棚斜面未利用資源精密調査報告書。北水研，1-109 昭和56年。
- 34) 黒田一紀：カツオノエボシ異常発生か。水産研究会報，41，99-100 (1982)。
- 35) 水産海洋研究会：情報 海洋生物。水産海洋研究会報，47・48，223 (1985)。
- 36) 中田尚宏：情報 海洋生物。水産海洋研究会報，51(2)，189-191 (1987)。
- 37) 東海区長期漁海況予報会議：特異現象。長期漁海況予報 東海区，76，1-30 (1988)。
- 38) 小泉正行：昭和62年冬春季の伊豆諸島海域における主要魚卵・稚仔の分布。東海ブロック卵・稚仔プランクトン調査研究担当者協議会研究報告，7，37-49，昭和63年。

Publication of The Metropolitan

Fisheries Experiment Station No. 363

Memoir of The Tokyo Metropolitan

Fisheries Experiment Station No. 202

平成3年3月発行

印刷物規格表第2類

刊行物番号(2)1

ハマトビウオ資源動向調査
中間報告書

編集 東京都水産試験場技術管理部
電話 (03)3600-2873

発行 東京都水産試験場
〒125 東京都葛飾区水元公園1番1号
電話 (03)3600-2871

印刷 原口印刷株式会社
〒101 東京都千代田区猿樂町1-5-19
電話 (03)3291-8819