HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	新潟県北部沿岸域におけるマガレイ成魚群の生活年周期と分布
Author(s)	富永, 修; 梨田, 一也; 前田, 辰昭 他
Citation	日本水産学会誌, 57(11), 2023-2031 https://doi.org/10.2331/suisan.57.2023
Issue Date	1991
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/38667
Rights	© 1991 公益社団法人日本水産学会
Type	journal article
File Information	takahashi1-22.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

Nippon Suisan Gakkaishi 57(11), 2023-2031 (1991)

新潟県北部沿岸域におけるマガレイ成魚群の生活年周期と分布

富永 修，梨田一也，前田辰昭
高橋豊美，加藤和範

(1991年5月2日受付)

Annual Life Cycle and Distribution of Adult Righteye Flounder *Pleuronectes herzensteini* in the Coastal Waters of Northern Niigata Prefecture

Osamu Tominaga,*1 Kazuya Nashida,*2 Tatsuaki Maeda*3
Toyomi Takahashi,*3 and Kazunori Kato*4

Seasonal changes in gonadosomatic index, hepatosomatic index, condition factor, and stomach content index of samples collected by experimental trawls from November 1981 to February 1985 were examined to clarify the annual life cycle and distribution of adult *Pleuronectes herzensteini* in the coastal waters of northern Niigata Prefecture. In addition, 1,126 tagged fish were released in the autumn of 1984.

Adult fish were concentrated in the offshore area at a depth of more than 130 m from August to December. From January to February, they migrated toward the inshore area (50-90 m) from Niigata Prefecture to Toyama Prefecture as gonads developed and they spawned between February and May. Migration toward the offshore area occurred chiefly after June. Feeding intensity expressed as stomach content index increased after the spawning season and decreased after August-September when hepatosomatic index and condition factor attained a peak in the seasonal cycle.

From these results, the annual life pattern of adult *P. herzensteini* is roughly divided into the following four periods; spawning migration (January-February), spawning (February-May), active feeding and feediing migration (May-July), and inactive feeding (August-December).

マガレイ *Pleuronectes herzensteini* は日本近海では北海道から瀬戸内海に至る沿岸域に広く分布するが，[1] 漁獲量の多い海域は日本海側では能登半島以北，また太平洋側では福島県以北と分布域の北部に偏っている。

著者らは新潟県北部沿岸域において，低次栄養段階の生物から底生魚類群集の優占種である[2] マガレイ個体群へのエネルギー流動を定量的に解明することを目的として研究を行っている。その流動の過程は魚群の分布や生理状態，環境中における餌生物の数量動態などの影響を受け，季節的に変動すると考えられる。したがって，まず，マガレイ個体群の生活年周期を明らかにすることが基本的に重要である。当海域のマガレイについては熟度指数[3],*5と肥満度*5に関しての報告がある。しかし，生活年周期を推定する上で不可欠な摂餌強度の年周期などは明らかにされておらず，また分布・移動に関する知見[4],*5も不充分である。本報告では魚体の成熟や栄養状態に関する生物学的特性値，摂餌強度および分布域の季節変化とそれらの関連を検討し，新たな知見を得たので報告する。

なお，本研究は科学技術庁振興調整費による『海洋生物資源の生産能力と海洋環境に関する研究』の一環として行ったものである。

材料および方法

本研究に用いたマガレイ標本は1981年11月から1985年2月までの期間，Fig. 1 に示す水深 30 m から 130 m の各地点で主として板曳網漁船第3さち丸 (4.95 トン)，同東新丸 (4.97 トン)，新潟県水産試験場調査船苗場(38.0

*1 北海道立中央水産試験場 (Hokkaido Central Fisheries Experimental Station, Yoichi 046, Japan).
*2 日本海区水産研究所 (Japan Sea National Fisheries Research Institute, Niigata 951, Japan).
*3 北海道大学水産学部 (Faculty of Fisheries, Hokkaido University, Hakodate 041, Japan).
*4 新潟県水産試験場 (Niigata Prefectural Fisheries Experimental Station, Niigata 951, Japan).
*5 植野敏之：重要魚種の資源と生態，新潟県水産試験場，1977, pp. 74-84.

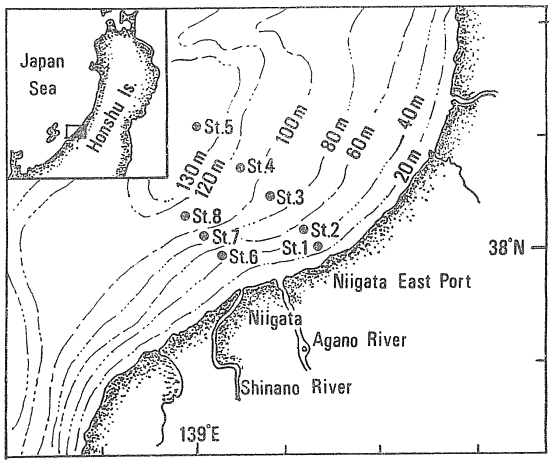

Fig. 1. Map of the coastal waters of northern Niigata Prefecture showing experimental fishing stations and depth contours (m).

トン）および日本海区水産研究所調査船みずほ丸（150.0トン）により採集された。この中には1982年5月から1985年2月までの期間に計5回，水深別調査において採集個体数の多かった地点で実施した1昼夜にわたる連続調査（1日に8～12回）の標本が含まれている。また，これらの板曳網試料のほかに，市場購入による標本も補足的に用いた。曳網は原則として等深線に沿って1時間行われた。採集された標本は15%海水ホルマリン溶液中に保存して実験室に持ち帰った後，標準体長（mm），体重（g），生殖腺重量（10^{-1} g）および肝臓重量（10^{-1} g）の測定，ならびに性別と成熟度の記録を行い，耳石により年齢を査定した。[5] ただし，成熟度の判定は産卵期の標本についてのみ行い，山本[6]と石田・北片[7]などの方法を参考にして，未成熟，産卵前および放卵・放精後に大きく3分した。胃標本は摘出後10%ホルマリン溶液で固定したのち，種別に内容物の個体数と湿重量（mg）を測定した。

成魚群の生活年周期を推定するため，経産魚もしくは初回成熟途上にあると考えられる年齢群（後述）の生殖腺重量指数（GSI＝生殖腺重量×10^2/体重），肝臓重量指数（HSI＝肝臓重量×10^2/体重），肥満度（CF＝(体重－生殖腺重量)×10^5/体長^3）および胃内容物重量指数（SCI＝胃内容物重量×10^2/体重）の季節変化を求めた。なお，肥満度の計算は魚体内の栄養状態の変化をみる上で，生殖腺の発達による増加分を取り除く必要があるため，体重から生殖腺重量を差し引いた式を用いた。これらの解析に用いた個体数はTable 1に示した。また，魚群の分布および移動状況は水深別CPUE（3ノット1時間曳網あたり採集個体数），体長組成および性比の季節変化と1984年9～11月に新潟港沖の水深130 mの地点で実施した標識放流試験の結果から検討した。

標識放流試験に用いた個体は漁獲後，ただちに船上の流水式500 l 水槽中に移し，状態の良好なものを選んで長さ20 mmのチューブ型アンカータッグ（黄色）を有眼側背部に装着して全長を測定し，エルバージュで薬浴させた後放流した。

結　　果

成熟年齢および成熟体長　生殖腺の肉眼観察から成熟魚と未成熟魚を識別できる3月の標本（1982年；451個体，1983年；302個体）について，年齢別・体長階級別に成熟割合を求めた（Fig. 2）。ただし，年齢は3月1日を誕生日として満年齢で示した。雄は両年ともに満2歳以上では80%以上の個体が成熟している。ただし，2

Table 1. Samples used for estimating annual life period *P. herzensteini* in the coastal waters of northern Niigata Prefecture

GSI, HSI, CF			SCI		
Date	Male	Female	Date	Male	Female
Dec. 11 1981	9	70	May 18 1982	14	45
Jan. 11 1982	7	25	Sep. 19 1983	30	53
Feb. 24 1982	7	13	Jul. 12 1984	23	15
Mar. 20 1982	179	164	Nov. 29 1984	17	13
Apr. 21 1982	50	47	Feb. 28 1985	71	23
May 12 1982	137	121			
Jun. 20 1982	38	80			
Sep. 6 1982	65	113			
Oct. 12 1982	37	85			
Nov. 4 1982	43	42			
Jul. 12 1984	82	118			
Aug. 7 1984	10	26			

GSI (gonadosomatic index=gonad weight×10^2/body weight), HSI (hepatosomatic index=liver weight×10^2/body weight), CF (condition factor=(body weight—gonad weight)×10^2/body length^3), SCI (stomach content index=stomach contents weight×10^2/body weight)

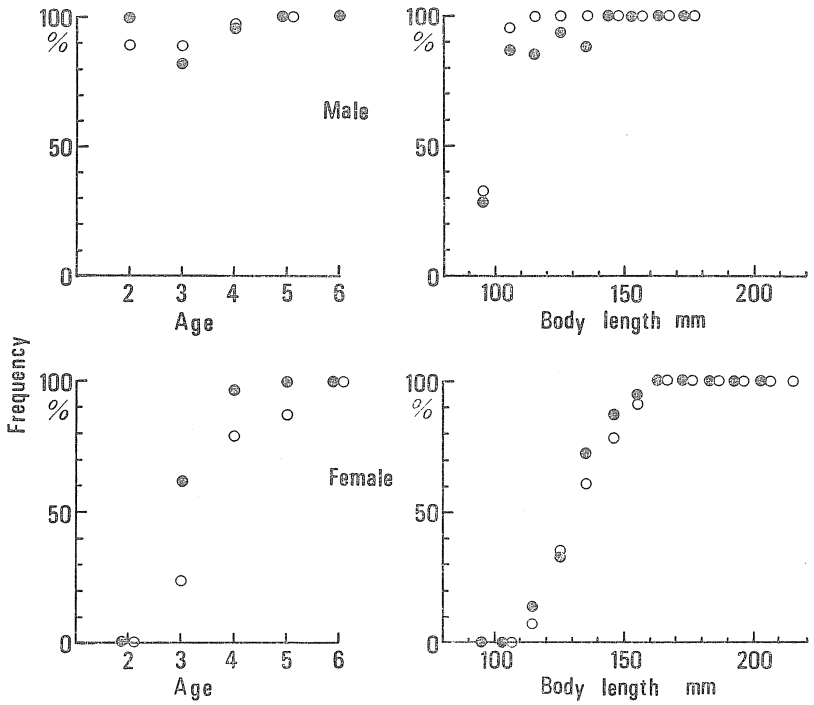

Fig. 2. Changes in the percent occurrence of mature *P. herzensteini*. by sex, age and body length in the coastal waters of northern Niigata Prefecture in 1982 (closed circles) and 1983 (open circles).

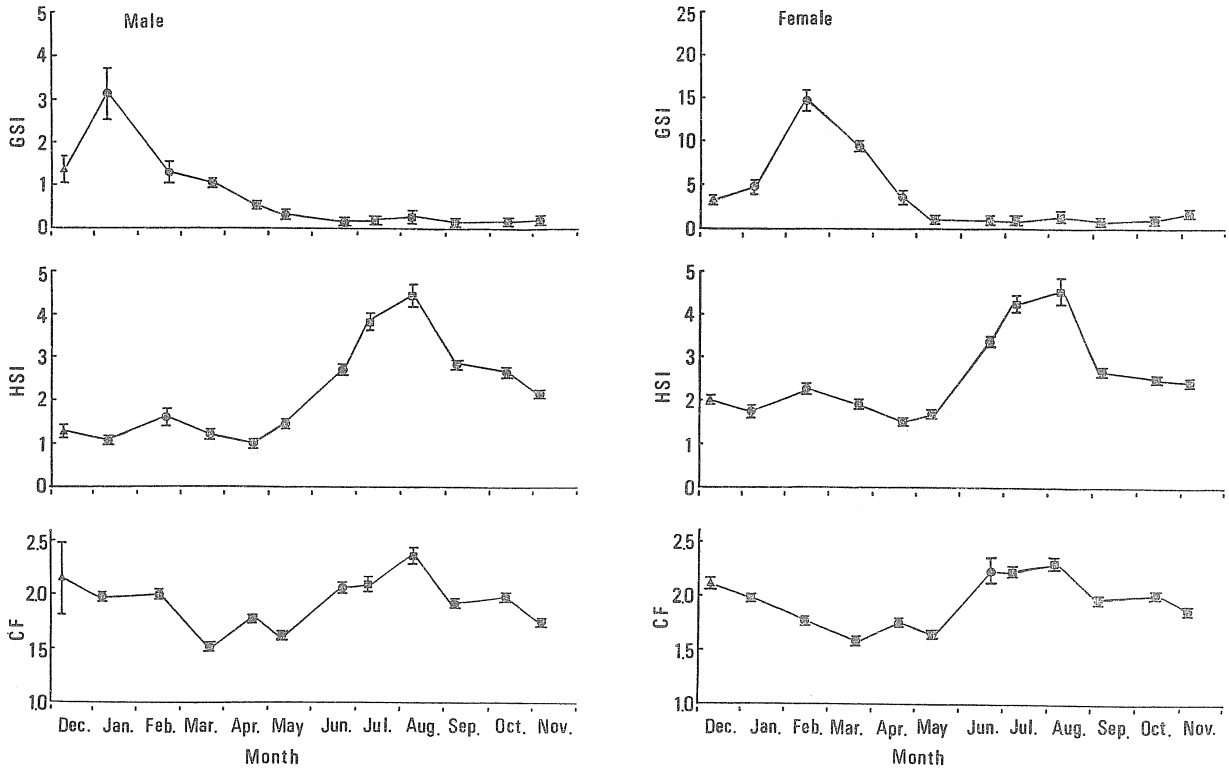

Fig. 3. Monthly changes in gonadosomatic index (GSI), hepatosomatic index (HSI), and condition factor (CF) of *P. herzensteini*, by sex, in the coastal waters of northern Niigata Prefecture (Based on data of 1981–1985). Means and 95% confidence intervals are presented. ▲: 1981, ●: 1982, ■: 1984.

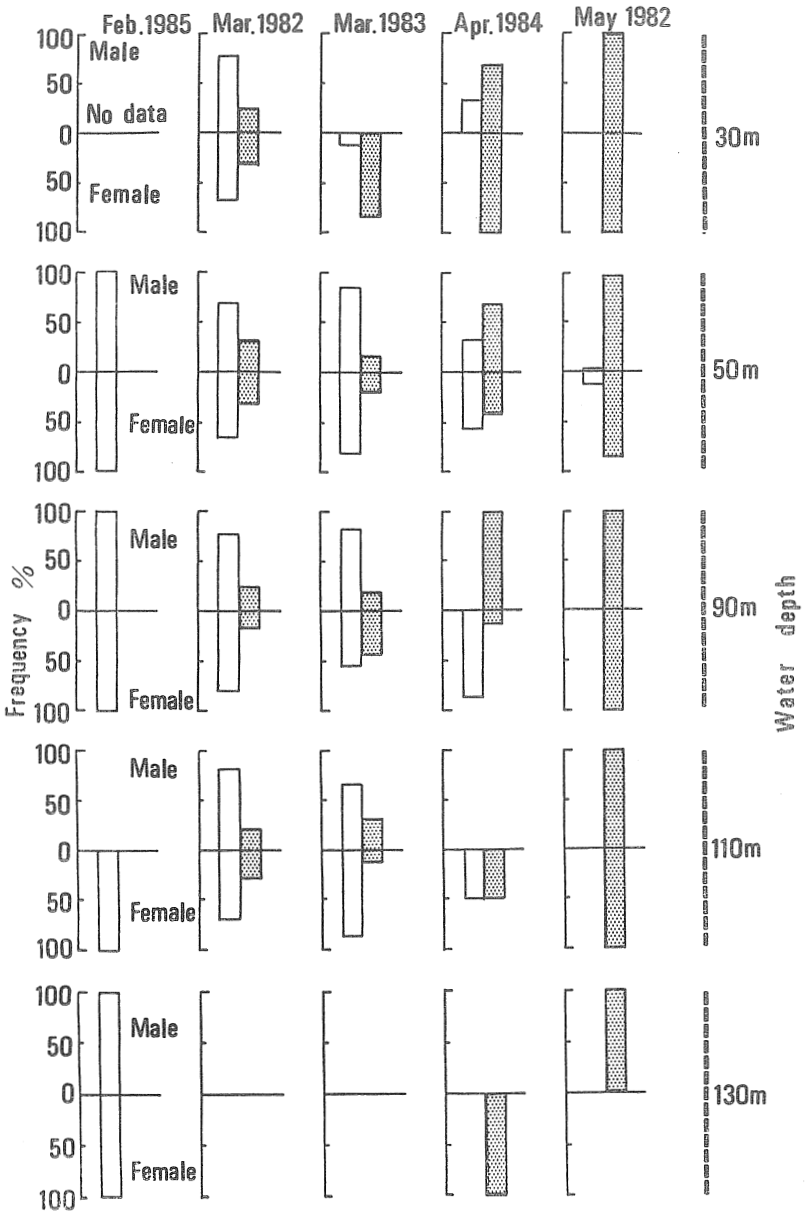

Fig. 4. Percent occurrence of spent *P. herzensteini*, by sex, at depths of 30, 50, 90, 110, and 130 m from February to May. Shaded area: spent fish, open area: mature fish except spent fish.

歳魚については両年の採集数がわずか 8～9 個体であり，実際の成熟割合を表しているか否かについて疑問がある。一方，雌は，両年で年齢別成熟割合に差はみられるものの，ともに 3 歳魚から成熟個体が出現し，4 歳魚ではほぼ 80% 以上の個体が成熟している。したがって，当海域のマガレイは雄では満 3 歳，雌では満 4 歳でほとんどが産卵に参加すると考えられる。これを体長階級別にみると，雄では 141 mm 以上で，また，雌では 161 mm 以上で全個体が成熟している。

なお，成熟魚のうち最も小型の個体は雄では 93 mm (1982 年)，雌では 114 mm (1982 年，1983 年) であった。

GSI, HSI, CF および SCI の季節変化　先に示したように，雌雄ともに満 3 年を経過した個体のほとんどはその翌年には産卵に参加する。その結果を基にして，生殖腺の肉眼観察により成魚と未成魚の区別が困難な 6～12 月の標本に関しては，満 3 年を経過した個体を用いて成魚の生活年周期を検討した。

Fig. 3 に示すように雄の GSI は 12 月から急増して 1 月に最大となった後，5 月まで次第に低下し，6～10月の間は低い値となっている。一方，雌の GSI も雄とほぼ同様に 12 月頃から増加し始めるが，最大値は雄より 1 ヶ月遅い 2 月にみられ，その後 5 月まで低下して，5～10 月頃までは低い値で推移している。次に，放卵・放精を終えた個体の出現時期をみると (Fig. 4)，2 月には水深 50～130 m (30 m は欠測) で成魚が採集されているが，

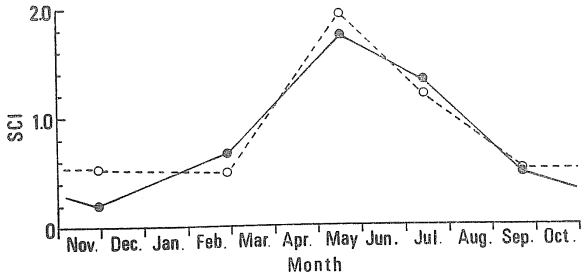

Fig. 5. Monthly changes in stomach content index (SCI) of *P. herzensteini*, by sex, in the coastal waters of northern Niigata Prefecture (1981–1985). ○: Female, ●: Male.

放卵・放精終了後の個体はみられない。しかし，3 月には 1982 年，1983 年ともに水深 130 m で成魚は漁獲されなかったが，水深 30～110 m で放卵・放精終了後の個体が出現し始め，4 月にはその割合がかなり増加している。そして，5 月にはほとんどの個体が放卵・放精を終えている。

HSI と CF は雌雄ともに概ね類似した季節変化を示している (Fig. 3)。すなわち，これらの値は放卵，放精を終える 5 月頃から増加し始め，8 月に最大となった後に減少傾向を示し，HSI と CF はそれぞれ産卵期の 4 月および 3 月に最小になる。一方，本種の SCI は 1 日の時刻変化が大きいと考えられるため,[8] 1 昼夜にわたる連続調査で得られた標本群のなかで，最も高い値を示す時刻のものを用いて，その季節変化を求めた。それによると，SCI は雌雄ともに 9 月頃から 2 月頃までは非常に低いが，放卵・放精が終了する 5 月頃には非常に高くなり，その後徐々に低下している (Fig. 5)。

分布水深の季節変化　体長組成 (Fig. 6)，CPUE および性比 (Table 2) を月別，水深別に検討した。ただし，2～5月の資料については成魚の判別が可能なことからその CPUE も示した (Table 2)。

それによると，マガレイの分布は 8～12 月にはほぼ水深 110 m 以深に限られており，とくに 11～12 月の分布水深は深い。しかし，2 月には水深 50 m にも魚群が分布するようになる。このような浅海域への分布の広がりは 3～4 月にはさらに顕著になり，水深 50～90 m で高い CPUE を示している。この傾向は 5 月まで持続しているが，6 月以降，魚群はしだいに沿岸域から姿を消し，分布の中心は深い水深帯に移る。1982 年 2 月，1982 年 3 月および 1983 年 3 月の水深別体長組成をみると，水深 130 m では浅い水深帯に比べて大きな個体が少なくなる。この傾向は 1986 年 4 月ではみられないが，1982

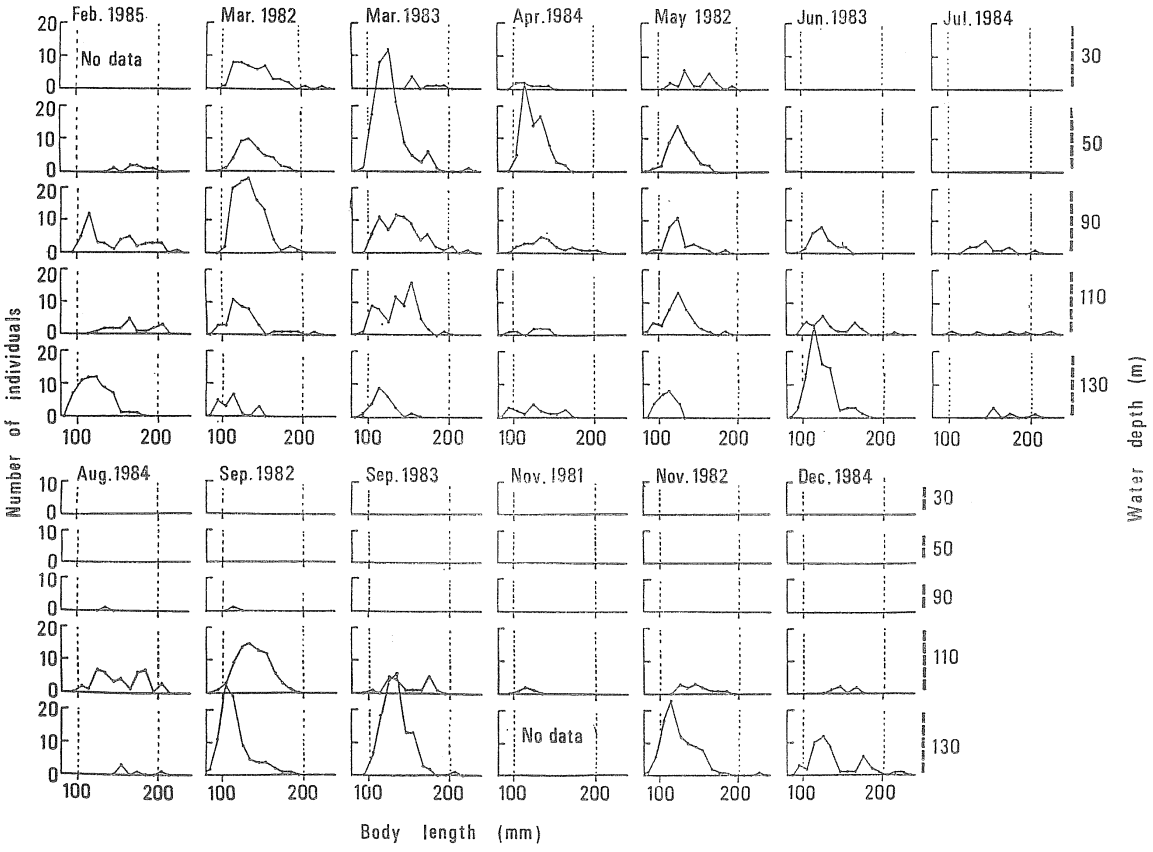

Fig. 6. Monthly changes in length frequency distributions of *P. herzensteini* at depths of 30, 50, 90, 110, and 130 m.

Table 2. Monthly changes in CPUE (number of individuals caught per hour at 3 knots tow), percentage of adults and percentage of males of *P. herzensteini* at depths of 30, 50, 90, 110 and 130 m

Date	Water Depth (m)	CPUE	% of Adults	% of Male	Date	Water Depth (m)	CPUE	% of Male	Date	Water Depth (m)	CPUE	% of Male
Feb. 1985	30	No data			Jun. 1983	30	0		Sep. 1983	30	0	
	50	7	100	14.3		50	0			50	0	
	90	47	100	46.8		90	24	91.7		90	0	
	110	19	100	0		110	25	32.0		110	19	26.3
	130	62	46.8	29.0		130	84	36.9		130	107	43.9
Mar. 1982	30	45	86.7	33.3	Jul. 1984	30	0		Nov. 1981	30	0	
	50	42.5	95.3	51.8		50	0			50	0	
	90	110.5	94.1	62.8		90	13	61.5		90	0	
	110	40.5	50.6	16.1		110	5	0		110	6	0
	130	19	0	26.3		130	5	0		130	No data	
Mar. 1983	30	7	100	0	Aug. 1984	30	0		Nov. 1982	30	0	
	50	68	98.5	85.1		50	0			50	0	
	90	36	87.5	44.4		90	1	100		90	0	
	110	33.5	82.1	32.7		110	41	37.5		110	14	32.1
	130	24	0	20.8		130	9	11.1		130	91	61.5
Apr. 1984	30	7	100	85.7	Sep. 1982	30	0		Dec. 1984	30	0	No data
	50	76	100	81.6		50	0			50	0	No data
	90	25	64.0	19.1		90	0.5	0		90	0	No data
	110	9	22.2	0		110	76.5	36.0		110	5	No data
	130	16	31.3	12.5		130	90	48.9		130	52	No data
May 1982	30	22	81.8	36.4								
	50	44.5	92.1	80.2								
	90	23.5	72.3	58.7								
	110	41	46.3	27.7								
	130	24	12.5	56.5								

年5月には水深130mで採集されたマガレイは，他の水深帯に比べて小さいものが多かった。また，2～5月における水深別の成魚の割合が水深90m以浅で高くなっていることから，2月頃からみられる顕著な浅海域への魚群移動は成魚を中心とした接岸行動であると判断される。次に性比をみると，3～5月ではCPUEの高い水深帯で雄の割合が大きく，1983年3月，1984年4月および1982年の5月の水深50mでは雄の割合が80%を越している。これら以外の月では性比に特別な傾向はみられない。

標識放流の再捕結果　1984年9月28日，10月1日および11月8日に新潟港沖の水深130mの地点で，合計1,126個体の標識放流を行った。その結果，1985年10月までに104個体が再捕された。これらの再捕結果を1984年9～12月までと，1985年1～4月の4ヶ月毎に分けて検討した。ただし，放流時からの時間経過が大きい1985年5月以降の再捕報告については7個体と少ないために今回の検討には用いなかった。また，4月までの再捕魚は放流時の全長がほぼ151mm以上 (Fig. 7) であったことから，主に成魚群の移動を示していると考えられる。

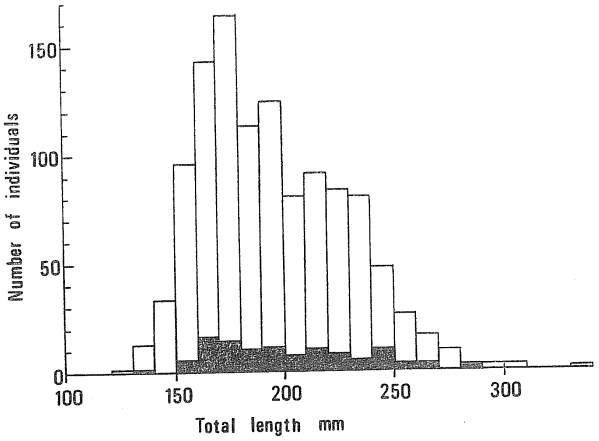

Fig. 7. Length frequency distribution of *P. herzensteini* tagged and released in the coastal waters of northern Niigata Prefecture in September-December 1984. Solid area; recaptured fish. All lengths were obtained at the time of tagging.

1984年12月までに，37個体が再捕された (Fig. 8)。それらのうち再捕地点の明らかでない3個体を除いた34個体中23個体は放流地点付近で再捕されたが，残りの11個体は放流地点から北東方向で11月5日～23日の期間に再捕された。それに対し，翌年の1～4月には再捕地点が明らかなもの45個体のうち18個体が放流地点付近あるいは放流地点から岸よりの地点で再捕されたが，残りの27個体中24個体は南西方向に移動して新潟県南部から富山県の沿岸で再捕された (Fig. 8)。

これらの再捕結果から，当海域のマガレイは9～12月には，やや北東方向に向かうが，その後1～4月にかけては，逆の南西方向に移動していることが認められた。

考　　察

生殖腺重量指数の季節変化と放卵・放精終了個体の出現割合 (Figs. 3, 4) から判断して，当海域のマガレイの産卵期は2～5月で，その盛期は生殖腺重量指数が急減し，放卵・放精終了個体の増加する3～4月と考えられる。この結果は和田[8]や植野ら*[1]の報告と概ね一致している。また，3～5月の産卵期には水深50mで雄の割合

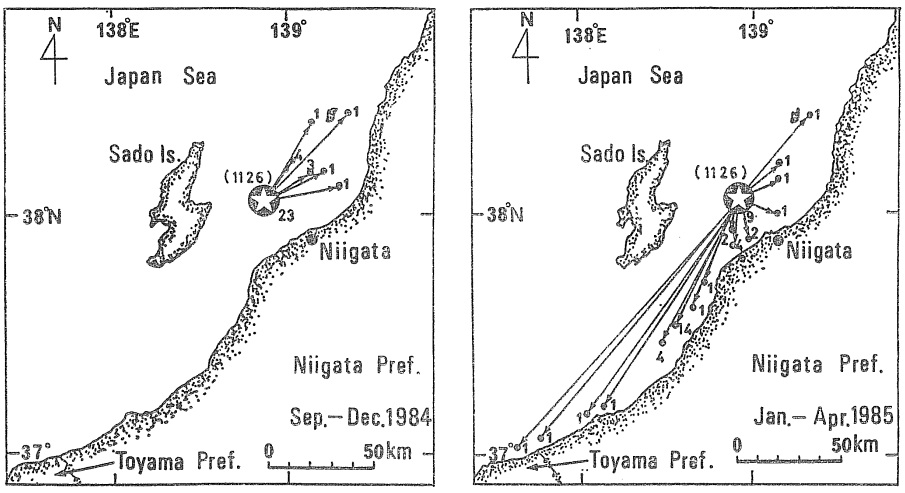

Fig. 8. Movement of *P. herzensteini* tagged and released from September to November 1984. Data were divided into the following two recovery periods; September-December 1984 (left), January-April 1985 (right). Numerals represent the number of fish recaputured and those in parentheses indicate the number of fish tagged.

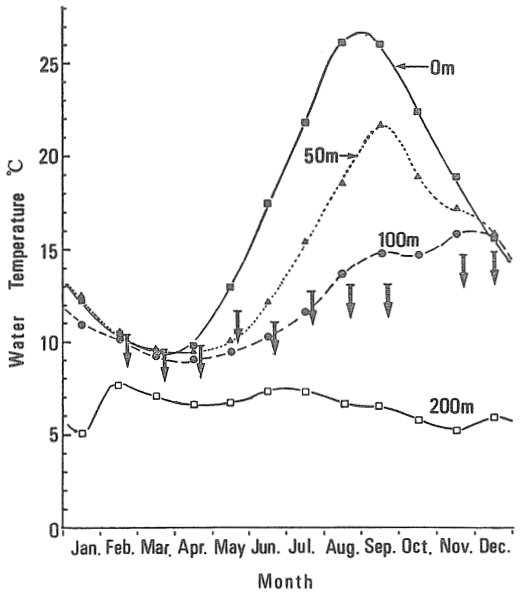

Fig. 9. Monthly changes in mean water temperature at depths of 0, 50, 100 and 200 m in the coastal waters of northern Niigata Prefecture. Estimated temperatures at the habitat of *P. herzensteini* (arrow) are superimposed. (Based on data from Naganuma and Ichihashi[10]).

が極めて高く，特徴的な性比構成になっており，さらに成魚の密度分布からみて，主に 50～90 m の水深帯が産卵場の中心になっていると思われる。このように，産卵のために沖合の水深 130 m 以深から成魚群がしだいに浅海域に回遊するようになる。これまで新潟県沿岸域のマガレイは局地的な深浅移動しか行わないと考えられていた。[9),*1,2] しかし，著者らが行った標識放流調査の結果によると，新潟県北部で放流されたマガレイは9～12 月までは北東方向に移動する傾向がみられたものの，翌年の 1～4 月には逆に南西方向に移動する傾向が強く，新潟県南部から富山県沿岸にわたる広い範囲で再捕された。本標識放流試験では9～12月の期間には放流地点から南西方向で再捕されたものはなかったが，新潟県水産試験場[*3]によると，新潟県南西部の海域でもこの期間にマガレイがかなり漁獲されており，9～12 月の再捕結果は漁獲の偏りではなく，マガレイの移動様式を反映していると考えるのが妥当であろう。また，1～4 月にみられた南西方向への移動は産卵前期から産卵期にかけて顕著であることから産卵のための回遊と考えられる。3 月に放流地点から 90 マイル以上離れた富山県沿岸で再捕された2尾のマガレイは，放流時の全長が 246 mm および 242 mm と標準体長で 200 mm 以上であり，雌雄の100%成熟体長を越えていた。このように，新潟県の北部で夏を越した魚群は新潟県から富山県の沿岸の広い範囲にわたって産卵を行なっていると考えられ，成魚群の浅海域への産卵回遊開始時期は1月以降と推定される。

2月には浅海域にまで分布が広がり，産卵盛期の3月には成魚と未成魚の分布域が明瞭に分離するが，4月には水深 130 m の地点で再び放卵終了後の成魚が採集され (Figs. 4, 6)，産卵を終えた個体の沖合方向の移動がみられた。Fig. 9 に調査海域付近の 0 m, 50 m, 100 m および 200 m の各層の過去 27 年間の平均水温[10)]と分布水深から推定したマガレイの分布水温範囲を示した。それによると，マガレイの分布が沖合に移っていく 6～9 月の分布水温の上限は 11～13°C の間で月による差は小さい。このように浅海域の水温が上昇するにつれて，6月以降マガレイは深い水深帯に移動していくと思われる。

当海域のマガレイの摂餌強度には明瞭な季節変化がみられた (Fig. 5)。産卵が始まる 2 月の摂餌強度は非常に低かったが，ほとんどの個体が放卵・放精を終えた5月には胃内容物重量指数がほぼ最大になり，肝臓重量指数および肥満度は増加し始める。肝臓重量指数および肥満度ともに8月に最大になる。8月以降，摂餌強度と栄養状態は低下し始める。この時期に分布域の水温は 16°C 程度まで上昇するが (Fig. 9)，飼育下のマガレイの摂餌量が減少し始めるのは 19°C からであり，[11)] 水温が摂餌強度の低下を誘引したとは考えにくい。産卵後摂餌強度が高まり，魚体が回復した後，摂餌量が減少する現象は，陸奥湾でも報告されており，[12)] 魚体の栄養蓄積量との関連が強いことが示唆されている。[8)] 当海域のマガレイの摂餌量の低下も，栄養蓄積量が一定の基準に達したことが原因になっていると考えられる。

以上のことから，当海域のマガレイの生活年周期は概ね産卵回遊期 (1～2 月)，産卵期 (2～5 月)，索餌盛期 (5～7 月) および索餌緩慢期 (8～12 月) の4期に区分される。

本報告を終えるにあたり，研究を行う機会を与えられた元日本海区水産研究所所長藤谷　超博士ならびに元同資源部長北野　裕氏，種々有益なご助言を頂いた北海道大学水産学部中谷敏邦博士に心から謝意を表する。また，資料の採集等にご協力頂いた新潟県栽培漁業センター安沢　弥氏，新潟市漁業協同組合所属東新丸船長北沢英彦氏，同第3幸丸船長宮崎　智氏，新潟県水産試験場調査船苗場ならびに日本海区水産研究所調査船みずほ丸の船長はじめ乗組員の方々に深く感謝する。

*1 植野敏之：重要魚種の資源と生態，新潟県水産試験場，1977, pp. 74-84.
*2 柿本　晧：昭和 45 年度人工魚礁効果研究報告書，新潟水試資料 71-1, 1971, pp. 35-36.
*3 新潟県水産試験場：昭和 61 年度新潟県沿岸域漁業管理適正化方式開発調査報告書，1978, pp. 103-108.

文　献

1) 落合　明，田中　克：新版魚類学(下)，恒星社厚生閣，東京，1986, pp. 1104-1106.
2) 富永　修，梨田一也：日水研報告，**41**，11-26 (1991).
3) 和田克彦：日水研報告，**22**，45-57 (1970).
4) 大内　明，尾形哲男：日水研年報，**6**，157-171 (1960).
5) 和田克彦：日水研報告，**22**，31-43 (1970).
6) 山本喜一郎：北水研報告，**8**，52-64 (1953).
7) 石田力一，北方正章：東海水研報告，**107**，61-105 (1982).
8) 高橋豊美，富永武治，前田辰昭，上野元一：日水誌，**48**，1257-1264 (1982).
9) 長谷川誠三，加藤史彦，渡辺まゆみ，伊東　弘：日水研報告，**39**，1-7 (1989).
10) 長沼光亮，市橋正子：日本海ブロック試験研究集録，**5**，1-100 (1985).
11) 高橋豊美，富永　修，前田辰昭：日水誌，**53**，189-194 (1987).
12) 高橋豊美，斉藤重男，前田辰昭，木村　大：日水誌，**49**，663-670 (1983).