HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	北海道南部，茂辺地の平磯におけるクジメの年令と成長
Author(s)	北川, 大二; 久新, 健一郎
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 35(1), 8-16
Issue Date	1984-03
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/23843
Type	bulletin (article)
File Information	35(1)_P8-16.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北 大 水 産 彙 報
35(1), 8-16. 1984.

北海道南部，茂辺地の平磯におけるクジメの年令と成長

北 川 大 二*・久 新 健一郎**

Age and Growth of Spottybelly Greenling, *Hexagrammos agrammus* (Temminck et Schlegel), in the Shore Reef at Moheji, Southern Hokkaido

Daiji Kitagawa* and Kenichiro Kyûshin**

Abstract

Age and growth of spottybelly greenling collected in the shore reef at Moheji, southern Hokkaido, by a small towing net during the period from June 1975 to May 1976 are described.

Scales were ctenoid and prominent annual rings were formed actively from February to April. Anti-Lee phenomenon was found in both ring radii and back-calculated body lengths at the time of formation of ring.

The growth of this species was rapid during the period from spring to autumn when the water temperature was high, but slow or non-existent in winter during low temperature; therefore, the seasonal growth over a year showed a logistic curve. Female fishes attained a body length of about 195 mm four years after spawning.

Seasonal changes in the length-weight relationship and the condition factor were examined. The condition factor was high in the rapid growing season and considerably lower in the slow growing season.

緒　　言

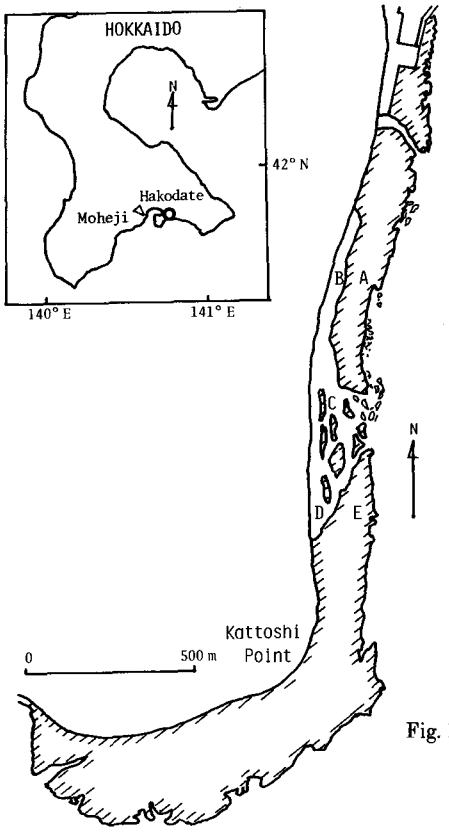
クジメはアイナメ科 Hexagrammidae に属し，北海道南部以南の日本各地の沿岸に棲息する磯魚である。本種の生態に関しては卵と孕卵数[1]，幼稚魚の形態と行動[2]，食性と棲息場所[3,4]，群集生態学的地位[5] などの研究があるが，成長については小林ら[6] が幼稚魚について報告している以外にはみられないようである。本研究は，茂辺地沿岸におけるクジメの年令と成長について検討したものであり，得られた二・三の知見をここで報告する。

本文に先だち，材料の採集に御協力いただいた，オーバーシーズ・アグロフィッシャリーズ・コンサルタンツ株式会社加藤泰久博士，ならびに三洋水路測量株式会社置栖　孟氏及び同社川原覚氏に厚くお礼申し上げる。

材料及び方法

本研究に用いたクジメは 1975 年 6 月から 1976 年 5 月の期間に，函館湾西岸に位置する茂辺地平磯上の 5 地点で採集された (Fig. 1)。St. A と St. E はほぼ平坦な岩盤である。St. B と St. D

* 岩手県水産試験場
(*Iwate Prefecture Fisheries Experimental Station, 1-4-21 Shinhama-cho, Kamaishi, Japan, 026*)
** 北海道大学水産学部資源生物学講座
(*Laboratory of Biology of Fish Population, Faculty of Fisheries, Hokkaido University*)



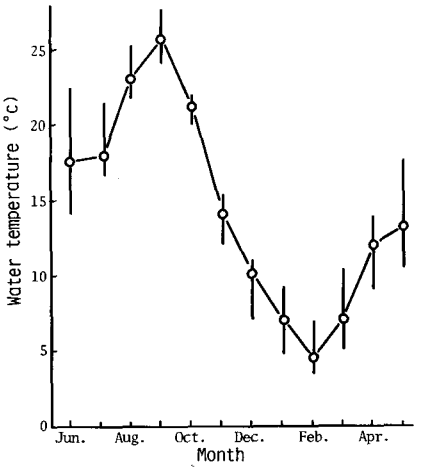


Fig. 2. Seasonal changes in the surface water temperature at sampling stations. Open circles and vertical lines represent the average and the range of all stations respectively.

Fig. 1. Map showing sampling stations. Portions enclosed by oblique lines represent the shore reef at Moheji.

は小石混りの粗砂を，また，St. C は砂泥をそれぞれ被り，いずれも所々に岩盤が露出している。満潮時の水深はおおよそ 0.7～1.5 m である。岩盤にはホンダワラ類，砂泥地にはアマモがみられる。

採集は毎月 1 回，調査用小型曳網(袖網：長さ 4.5 m，目合 8 mm，袋網：長さ 5 m，目合 3 mm)によってなされた。曳網は各地点 1～2 回であり，1 曳網距離は 10 m である。

平磯上の環境条件をみるために，魚類の採集を行った後に表面水温を観測した。水温は 9 月に最も高く 24°～28℃ に達するが，10 月以降に低下して 2 月には最低の 4°～7℃ を示し，その差は極めて大きい (Fig. 2)。

採集されたクジメはその場で 10% 中性フォルマリン溶液で固定された。十分に固定された後に，体長，体重及び生殖腺重量が測定され，生殖腺の肉眼または顕微鏡観察により性が判別された。年令形質には鱗が用いられた。採鱗部位は体左側の側線下，胸鰭の後端部であり，1 個体につき 10～15 枚の鱗が採取された。これらの鱗を 3% KOH 溶液に約 1 日浸し，汚物を除去した後に十分水洗してプレパラートを作製した。

鱗は万能投影機により 50 倍に拡大され，鱗相の観察がなされた。本種の鱗は櫛鱗であり，指定部位から採取された鱗はほぼ矩形をなす (Fig. 3)。鱗にみられる隆起線は前部と側部では異なった様相を呈し，前部では長短様々な多数の隆起線が複雑に入り組んでモザイク状をなすが，側部のものは鱗の側部縁辺と並行に形成されている。輪紋は前部と前側部にみられる。すなわち，前

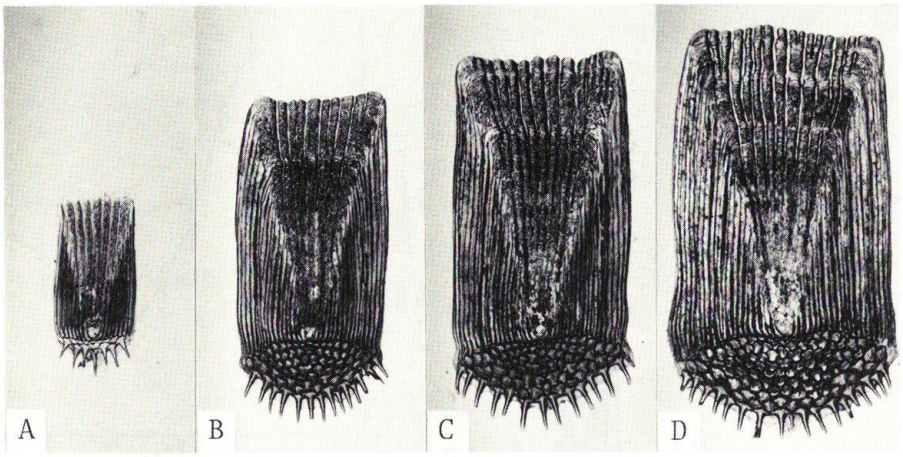


Fig. 3. Scales of spottybelly greenling.
A, scale from a female, 73 mm in body length, collected in July 1975, 0.98 mm in scale length, showing 0 rings; B, scale from a female, 142 mm in body length, collected in August 1975, 2.01 mm in scale length, showing 1 ring; C, scale from a female, 165 mm in body length, collected in June 1975, 2.56 mm in scale length, showing 2 rings; D, scale from a female, 192 mm in body length, collected in August 1975, 2.80 mm in scale length, showing 3 rings.

部では数本の隆起線が鱗の縁辺と並行にならび，一方，前側部では側部隆起線端が内側に湾曲し，両者が連続して輪紋を形成する。鱗長及び輪紋半径の測定は核から前側線に沿って行われた。1個体につき2枚の鱗が測定され，左右4測定値の平均をもってその個体の値とした。

本研究で採集されたクジメの総数は224個体であり，このうち雌が160個体，雄が47個体，性別不明（幼稚魚）が17個体である。体長範囲は29～219 mmである。なお，採取された鱗がすべて再生鱗であった10個体及び鱗相が不明瞭な1個体は，年令査定から除外された。

結　　果

1. 体長組成

体長から成長を検討するために，雌雄を一括し2カ月毎に資料をまとめて体長組成を求めた(Fig. 4)。最小形体長29 mmの個体は1976年3月に，また，最大形体長219 mmの個体は同年4月にそれぞれ採集された。幼稚魚は1975年の12月から出現し始め，体長40 mm前後の個体が翌年の5月まで採集された。1975年6，7月の組成には体長モード75 mmの体長群がみられ，これは組成の季節的推移から翌年の4，5月には115 mmにモードをもつ群に成長することが伺われる。前記の幼稚魚群との間には発生年で1年，年令で1才の相違が考えられ，前者は1975年発生年級群，後者は1974年発生年級群と推定される。これら以外の資料では年令群を示す体長組成の顕著な峰と，成長を示す組成の時期的変化は認め難い。

2. 輪紋の形成時期及び輪紋半径

体長組成の季節的推移から推定された2つの発生年級群について，輪紋形成の状態を述べる(Fig. 4)。1975年12月から1976年5月までに出現した1975年生れの体長29～51 mmの幼稚魚はすべて無輪個体である。1975年6，7月に体長75 mmにモードをもつ1974年級群では，12月

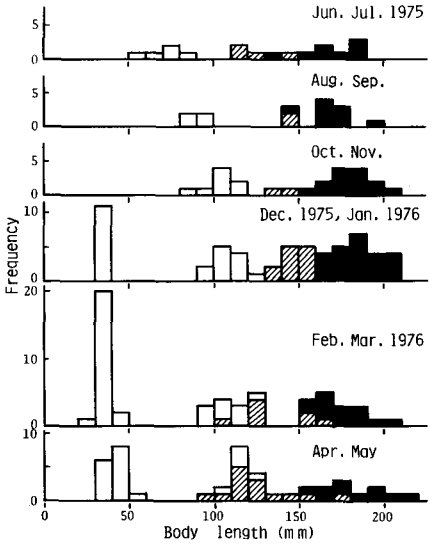


Fig. 4. Frequency distribution of body length from June 1975 to May 1976, for both sexes. Open histograms represent 0-rings, oblique lined 1-ring and closed 2 or more rings.

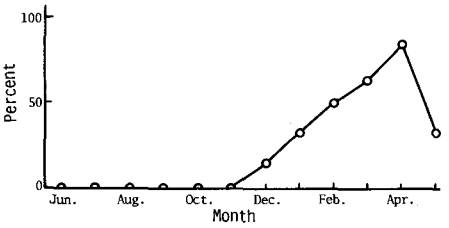


Fig. 5. Occurrence of the fishes in percent immediately after formation of ring or just as ring was forming on the scale margin.

までは無輪であるが，輪紋形成中の個体が1976年の1月に出現し，2月から4月に第1輪形成完了のものが増加して，5月には採集された全個体が1輪個体となる。以上に述べた以外のものについては，前述の理由から資料を一括して，輪紋の形成状態を検討した（Fig. 5)。鱗の縁辺に輪紋形成中の個体は12月に出現し始め，形成中及び形成完了の個体の割合は翌年4月の86%まで増加し，5月には減少する。

以上のことから，輪紋の形成期は冬春期にあり，2～4月がその盛期であると考えられるが，輪

Table 1. Ring radii and back-calculated body lengths in year-classes.

	Sex	Year class	r_1			r_2			r_3			r_4		
			N	Mean	SD	N	Mean	SD	N	Mean	SD	N	Mean	SD
Ring radius (mm)	Female	1971	15	1.92	0.16	15	2.60	0.14	15	2.91	0.14	2	3.08	—
		1972	42	1.85	0.16	42	2.53	0.17	5	2.75	0.11			
		1973	28	1.60	0.21	6	2.49	0.10						
		1974	11	1.78	0.23									
	Male	1971	2	1.85	—	2	2.31	—	2	2.60	—			
		1972	6	1.81	0.24	6	2.41	0.22						
		1973	5	1.73	0.16									
		1974	5	1.72	0.15									
	Sex	Year class	l_1			l_2			l_3			l_4		
			N	Mean	SD	N	Mean	SD	N	Mean	SD	N	Mean	SD
Back-calculated body length (mm)	Female	1971	15	119.0	10.0	15	164.4	10.2	15	187.6	10.6	2	200.1	—
		1972	42	114.9	10.0	42	159.9	11.6	5	175.6	8.0			
		1973	28	111.3	12.9	6	156.7	7.1						
		1974	11	110.1	14.3									
	Male	1971	2	117.2	—	2	148.5	—	2	169.4	—			
		1972	6	115.0	16.4	6	156.1	17.0						
		1973	5	110.1	11.4									
		1974	5	109.0	10.7									

紋は発生翌年には形成されず，第1輪は発生後2年目の冬春期に初めて形成され，その後は1年に1輪ずつ形成される年輪であると推定される。

読鱗の結果から資料を発生年級群に分け，雌雄別に輪紋半径の平均値を求めた（Table 1)。雄の第2輪を除けば，どの輪紋でも発生年の早い高令魚ほど値が大きく，また，雌雄で比較すると雌の方が大きい傾向にある。

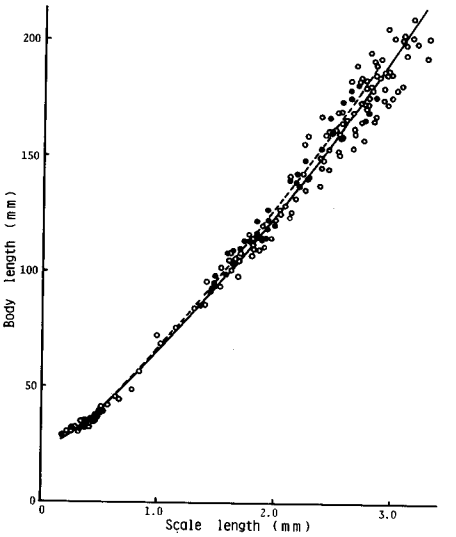


Fig. 6. Relationship between scale length and body length. Open circles and solid line represent female, and closed circles and dotted line male.

3. 鱗長と体長の関係及び逆算体長

輪紋形成時の体長を輪紋半径から逆算するために，鱗長と体長の関係を求めた（Fig. 6)。体長は鱗長の増大にともない曲線的に増加する。両者の関係に二次曲線を適合して，最小自乗法により次式を得た。

雌　$L=18.616+41.241R+5.732R^2$

雄　$L=18.543+42.167R+6.089R^2$

ここで，L は体長（mm), R は鱗長（mm）である。

回帰曲線を雌雄で比べると，鱗長に対する体長は鱗の成長とともに，雄の方が大きくなる傾向を示している。

鱗長と体長の関係式に個体の輪紋半径を代入して，輪紋形成時の逆算体長を求めた（Table 1)。第1, , 第2, 第3及び第4輪形成時の平均逆算体長は，雌では110～119, 157～164, 176～188, 200 mm, 雄では109～117, 149～156, 169 mm であり，年級群間，雌雄間での大小関係は輪紋半径の場合と同様である。輪紋半径及び逆算体長には逆 Lee-現象[7] が認められる。

4. 実測体長の季節的変化

輪紋半径及び逆算体長に認められた逆 Lee-現象が，発生年級群の経年的な成長の悪化によるものか，鱗長と体長の関係が年級群で相違することによるのか，あるいはその他の原因によるのか明らかでない。ここでは成長の季節的推移をみるために，年級群による成長の違いを無視し，採集個体数が比較的多い雌について月別平均体長を連続させて成長曲線を描いた（Fig. 7)。成長は春から秋に急速であり，冬期には遅滞または休止する。従って，冬期から次の冬期までの成長はロジスチック型曲線を示す。後述のように，産卵期の中心を11月と推定してこれを年令の起点とすると，0～4才での成長遅滞期における平均体長はそれぞれ37, 113, 155, 177及び195 mm である。また，その時期での平均体重はそれぞれ約0.9, 31, 74, 115及び156 g である。成長遅滞期間の瞬間成長率は体長では順次1.12, 0.32, 0.13及び0.10, 体重では3.54, 0.87, 0.44及び0.30となり，いずれも年令の増加とともに減少する。

5. 体長と体重の関係及び肥満度

体長と体重の関係に放物線式 $W=aL^b$（W: 体重 g, L: 体長 mm, a 及び b: 定数）がよく適合する。両変数の対数値の関係には，体長約55 mm のところに変移点が認められるため，資料をこの体長以上と以下に分けた。また，雌では2カ月毎に，雄では個体数が少ないので冬期とそれ以外にそれぞれ資料をまとめて，回帰線を比較した（Table 2)。体長55 mm 以上の資料では，成

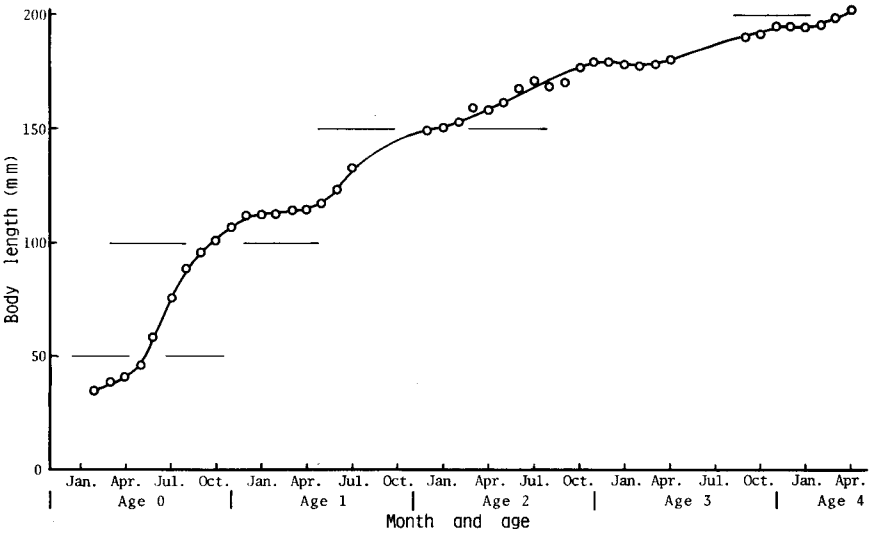


Fig. 7. Growth curve of body length estimated from the moving average for three months in female.

長係数 b の値は 2.92～3.13 の範囲にあり，雌雄間と時期間に有意差はない($0.50>P>0.25$)。しかし，修正平均値は極めて有意であり($P<0.005$)，雌雄ともに冬期の値が他の時期より小さい。生殖腺の発達による増重，放卵放精による減重が考えられるので，これらの影響を除くために体長と生殖腺除去体重の関係を再度検討した。この場合も修正平均値の時期的変化は前述の結果とほぼ同様である (Table 2)。体長 55 mm 以下の体長と体重の関係は，雌雄間，時期間に有意差がないので，全個体をまとめて回帰式を求めた。成長係数は 3.60 であり，変移点以上の資料の値より

Table 2. Constants b and $\log a$, and adjusted mean of body weight in the relationship between body length (L) and body weight (W). W' is calculated by using body weight excluding gonads.

Sex	Sampling date	N	Range of L (mm)	b	$\log a$	Adjusted mean (g)	
						W	W'
Female ($L>55$ mm)	Jun. Jul. 1975	16	57-186	3.094	-4.847	67.2	66.9
	Aug. Sep. 1975	13	86-192	3.056	-4.754	69.4	69.3
	Oct. Nov. 1975	19	102-201	3.127	-4.917	68.7	66.5
	Dec. 1975, Jan. 1976	36	93-218	2.994	-4.669	61.9	61.8
	Feb. Mar. 1976	27	96-202	3.055	-4.810	61.1	60.8
	Apr. May 1976	23	94-210	2.918	-4.468	67.4	67.2
Male ($L>55$ mm)	Jun. 1975-May 1976*	14	85-169	3.083	-4.840	64.7	64.5
	Dec. 1975-Mar. 1976	20	95-181	3.076	-4.848	61.5	61.4
Female and male ($L<55$ mm)	Dec. 1975-May 1976	47	30-51	3.600	-5.711		

* except for Dec. 1975-Mar. 1976

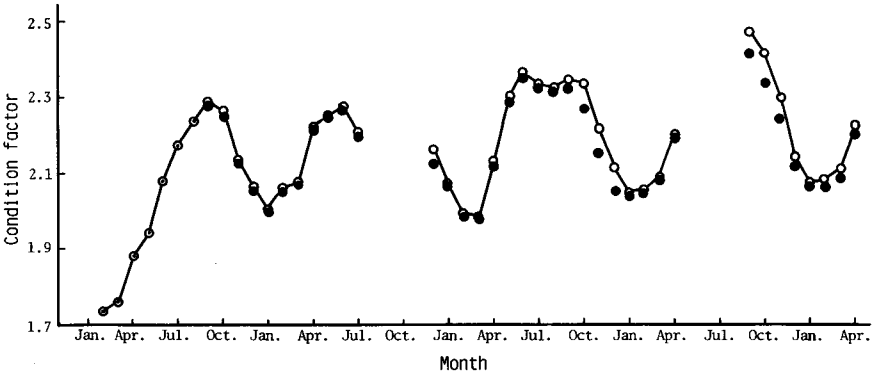


Fig. 8. Seasonal changes in condition factor estimated from the moving average for three months in female. Closed circles represent the factor by body weight excluding gonads.

大きい。

ここで求めた修正平均値 (Table 2) は，体長 55 mm 以上の全資料の平均体長 144 mm における平均体重であり，体長の影響を消去するように修正された値である。従って，この値は体の肥満の状態を示すものと考えられる。この点を確かめるために，雌について発生年級群の資料を連続させて肥満度指数 ($K = W/L^3 \times 10^5$) の季節的変化を求めた (Fig. 8)。K の値は春から秋に高く，冬期に低下する周期変動を繰り返す。全体的にみれば成長とともに若干増加する傾向がみられる。生殖腺除去体重を用いて求めた肥満度指数は，上述の値に比べて夏から冬の期間ではやや小さいが，その季節的変化は生殖腺を除去しない場合と変らない。これらの結果は前述の体重の修正平均値の時期的変化と一致する。

考　　察

クジメの鱗に観察される輪紋はかなり明瞭である。輪紋形成の盛期は 2～4 月の冬春期にあり，第 1 輪は発生後 2 年目に初めて形成されると推定された。従って，第 1 輪形成以前の個体は鱗によって年令を査定することはできないが，体長組成 (Fig. 4) にみられるように，体長から査定が可能である。発生翌年の 1～5 月の幼稚魚の鱗に輪紋が形成されない理由は明らかではないが，幼稚魚期には 1 才魚以上にみられるような冬期間の顕著な成長の遅滞はなく，また，鱗の成長がこれらの発育期では急速であるためと考えられる。

成長は水温が上昇する春から秋期に良好であり，水温が低下する冬期には遅滞または休止し，ロジスチック型成長を繰り返して，雌では 4 才で 195 mm 前後の体長に達する。肥満度は成長期である春から秋に高く，遅滞期の冬期で低下し，その差は大きい。雄の成長については資料が少なく十分検討できなかったが，輪紋形成時の逆算体長からみて雌より若干遅いものと考えられる。

クジメの成長に関して，本研究と対比される他水域での結果はみられないが，三河湾で 11～12 月に採集された本種の体長組成[1] には明瞭なモードが体長 110 及び 150 mm にみられ，生後 1 及び 2 年でこれらの体長に成長することがうかがわれる。本研究の結果 (Fig. 7) と比較して大きい相違は認められない。また，本種の成長は近縁種であるアイナメ *Hexagrammos otakii* 及びホッケ *Pleurogrammus azonus* に比べるとかなり遅い。クジメが成長に 4 年を要した約 195 mm の体長に，三河湾のアイナメ[1] では生後 2 年で，また，北海道周辺水域のホッケ[8] では 1 年でそれぞれ成長する。

クジメの産卵期は九州北岸では11～12月[9]，宮城県牡鹿半島南西沿岸域では10月下旬～11月上旬[3]である。本研究では産卵期を明確に推定できるほどの資料は得られていないが，年令1才以上の雌の生殖腺指数($GI=OW/L^3\times10^7$，OW：卵巣重量 g，L：体長 mm)の変化をみると，GIの値は9月から増加し，10月には平均7.31となり，11月には12.64の最大値を示し，12月には急激に減少して0.91となる。これらのことから，本調査域では11月を中心とした時期が産卵期であろうと推察される。一方，幼稚魚は12月から出現し始め，12月と1月に採集された個体の体長は31～35 mmである。幼稚魚の出現状況と体長の時期的推移は，同じ平磯で調査を行った小林ら[6]の結果とほぼ同様である。飼育実験[10]によれば，受精からふ化までの所要日数は水温10.4°～12.8℃で31～36日であり，ふ化仔魚の全長は8.15～8.61 mmである。このことから推定すると，上記の体長は大きすぎるように考えられる。本調査域も含めた茂辺地沿岸水域における産卵期を再検討する必要があろう。

本研究では，体長10 mm前後のフサカジカ *Crossias tentaculatus*，カズナギ *Zoarchias veneficus* などの稚仔魚が多数採集されているにもかかわらず，体長30 mm以下のクジメ稚仔がほとんど採集されていない。アイナメ科魚類の稚仔魚は表層で遊泳生活を送ることが知られていることから[2,9,11]，クジメの仔魚は本平磯外の表層に分布し，底棲生活に移行する段階[2]に成長して平磯に出現したものと考えられる。本種の稚仔魚の分布，行動及び成長については今後の問題として残される。

要　　約

1975年6月から1976年5月までの期間に，函館湾西岸の茂辺地平磯で調査用小型曳網によって採集されたクジメについて，年令と成長を検討した。得られた結果は次のように要約される。

1. 年令形質に鱗を用いた。鱗は櫛鱗であり，輪紋はかなり明瞭である。輪紋は冬春期に形成される年輪で，形成盛期は2～4月である。ただし，第1輪は発生後2年目の形成期に始めて形成される。

2. 輪紋半径を鱗長と体長の関係式に代入して，発生年級群ごとに輪紋形成時の逆算体長を求めた。輪紋半径及び逆算体長のいずれにも逆Lee-現象が認められ，発生年の早い高令魚ほど値が大きい。

3. 年級群別，月別体長資料から，雌について成長の季節的変化を検討した。成長は水温が上昇する春から秋に良好であり，水温が低下する冬期に遅滞または休止し，ロジスチック型成長を繰り返して4才で約195 mmの体長に達する。雄の成長は輪紋形成時の逆算体長からみて，雌より若干遅いように考えられる。

4. 体長(L)と体重(W)の関係に放物線式 $W=aL^b$ を適合させ，その季節的変化を調べた。両変数の対数値の回帰関係には体長約55 mmのところに変移点が認められ，成長係数 b は変移点以下では3.60，以上では2.92～3.13である。体長55 mm以上の資料の修正平均体重は，雌雄ともに冬期の値が他の時期よりも小さい。

5. 肥満度指数は成長のよい春から秋期に高く，成長遅滞期の冬期で低下する。

文　　献

1) 大島泰雄・中村中六 (1944). アイナメ (*Hexagrammos otakii* JORDAN et STARKS) の生活史に就いて. 水産学会報 **9**, 81～89.

2) 小川良徳 (1963). クジメの幼稚魚について. 日水研報告 **11**, 85～90.

3) 金本自由生(1976). アイナメ科魚類の生態-I. クジメとアイナメのすみ場と行動. 日生態会誌 **26** (1), 1～12.
4) 布施慎一郎 (1962). アマモ場における動物群集. 生理生態 **11** (1), 1～22.
5) 畑中正吉・飯塚景記(1962). モ場の魚の群集生態学的研究-II. モ場周辺の魚群集. 日水誌 **28**(2), 155～161.
6) 小林喜雄・遊佐多津雄・高杉新弥(1958). 茂辺地平磯における幼稚魚について. 北水試月報 **15**(6), 257～264.
7) 久保伊津男・吉原友吉 (1969). 水産資源学. 482 p. 共立出版, 東京.
8) 久新健一郎 (1959). 鱗によるホッケの年令について. 北大水産彙報 **10** (1), 1～14.
9) 内田恵太郎・道津喜衛 (1958). 対馬暖流水域の表層に現われる魚卵稚魚概説. 対馬暖流開発調査報告書 第2輯, 59～60.
10) 福原 修 (1971). クジメの卵発生と仔魚期. 水産増殖 **19** (4), 159～165.
11) 石垣富夫・中道克夫(1958). ホッケの研究(VI)-行動, 食性および棲息条件. 北水試月報 **15**(1), 4～13.