

新潟沿岸におけるマアジ産卵群の年齢と成長

西田 宏¹⁾・長谷川誠三¹⁾

Age and Growth of Jack Mackerel, *Trachurus japonicus*, Spawning in the Coastal Waters along Niigata

Hiroshi NISHIDA and Seizo HASEGAWA

Abstract

Growth of jack mackerel, *Trachurus japonicus*, in the coastal waters along Niigata in the Japan Sea, was determined from the relationship between their age and fork length, using the otoliths of the specimens collected in the spawning seasons of 1991, 1992 and 1993. No significant difference was found between male and female for the radius of otolith annuli. The growth rate was less than those of the other groups reported from the northern and central East China Sea. Possible explanation for the difference in their growth patterns was proposed.

Key words: growth, jack mackerel, Japan Sea, otolith annuli

緒 言

水産資源生物における年齢と成長の関係は、漁獲量から資源量を推定する際に重要な基礎的知見の一つであるが、資源水準や環境により変化する可能性があることから、漁獲の実情にあわせてくりかえし検討することが必要である。年級別資源評価にあたり注意を要するのは、この関係が変化することにより、年齢に対応する体長において年級間以上の差が生じることである。

東シナ海および日本海の対馬暖流域、さらに太平洋側各地における沿岸・沖合漁業の重要な対象魚種であるマアジ *Trachurus japonicus* の年齢と成長の関係については、1950～60年代に主に東シナ海および九州沿海で漁獲された標本を用いて、多くの研究が行われてきた(三沢ら 1958; 三谷・井田 1964; KIM *et al.* 1969; ANN 1973; 中嶋 1982など)。近年においても和歌山県沿岸域(坂本ら 1986)における研究がみられるほか、断片的な情報は多く得られている。しかしながら日本海東部においては、年齢と成長について解析した例はない。

本研究では、日本海東部における発生群の成長を明らかにすることを目的に、新潟県沿岸域において漁獲された産卵群を対象とし、その耳石を用いて、年齢と体長の関係を解析した。

本文にさきだち、御校閲の労をとられた日本海区水産研究所の伊東弘資源管理部長に心から

感謝する。また、標本の入手に便宜をはかっていただいた新潟市漁業協同組合の皆様に厚くお礼申し上げる。さらに、標本の測定を補助していただいた日本海区水産研究所の渡辺まゆみ技官と江口倫さんにお礼申し上げる。

材料と方法

標本は、1991年から1993年までの3ヵ年の産卵期にあたる6～7月に、新潟 (Fig. 1) の魚市場に水揚げされた漁獲物を用いた。この間に、周辺海域におけるまき網の操業はなく、市場に水揚げされたマアジはそのほとんどが新潟市周辺の小型定置網の漁獲によるものであった。また、漁獲の主体は尾叉長14～15cmの個体であった。

稚仔の出現動向(深滝 1960)や越冬場の形成(山田 1969)から判断すると、日本海東部はマアジの分布域としては北限の縁辺部に位置し、産卵期は東シナ海に比べて短期間で、産卵期の漁場が沿岸域に限られており、成熟個体の群を選んで採集することが容易である。本研究の標本では、尾叉長177mm以上の個体においては生殖腺がよく発達しており、雌の卵巣の大部分は透明卵で占められていた。

材料に用いた標本655個体のすべてについて生鮮の状態では尾叉長を測定するとともに、成魚については雌雄を判別した。標本の各採集日別の数、尾叉長の範囲、平均値、標準偏差を Table 1 に示した。なお標本全体での尾叉長のモードは14cm, 21cm, 26cmにあった。

尾叉長の測定に引き続いて耳石(*sagittae*)を摘出し、その凸面を研磨したうえで、検鏡材料に供した。耳石標本には不透明な中心域の外側に透明帯と不透明帯が交互に形成されており、不透明帯から透明帯に移る境界は明瞭に区分されるので、三沢ら(1958)の解析に基づいてこれを年輪とした。3歳までの年輪は上述の方法で明瞭に判読されたものの、以降の年輪の位置は接近していたため、これらの耳石標本については縦断切片を作成して年輪の確認を行った。その結果、本研究で用いた標本には5歳魚(1個体)まで含まれていた。

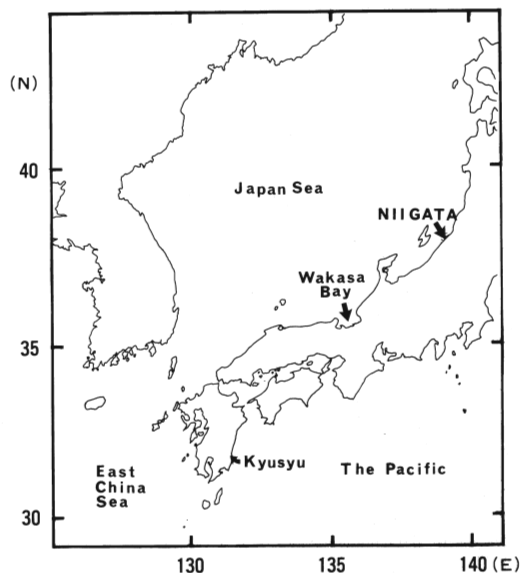


Fig. 1. Map showing the sampling location, the coastal waters along Niigata.

Table 1. Samples in this study. Sampling date, sample size and fork length (range, average, standard deviation).

Sampling date	Sample size	Fork length		
		Range (mm)	Average (mm)	Standard deviation
03-07-91	50	102-155	127.4	13.31
28-06-91	17	244-305	285.4	14.10
23-06-92	86	186-312	218.3	22.21
17-07-92	26	226-293	249.6	18.61
26-07-92	100	128-163	147.1	7.50
08-06-93	34	238-326	277.6	22.92
14-06-93	77	186-226	204.6	9.03
05-07-93	38	213-274	242.6	15.37
05-07-93	35	195-243	229.1	10.36
29-07-93	87	177-216	199.4	7.91
29-07-93	105	118-145	130.0	6.24
	655	102-326		

次に、耳石径と尾叉長の関係を用いて各年輪形成時における尾叉長を推定するために、耳石径と各年輪の大きさを測定した。測定方法は中嶋(1982)の報告に基づき、耳石の核から前端までの長さ、不透明な中心域の外側までの長さ(中心域径)および、各年輪までの長さ(輪径)をあわせて測定した(Fig. 2)。

結 果

観察した耳石の透明帯、不透明帯の判別は容易で、年輪も明瞭であった(Fig. 2)。外縁部の前端と後端には形成直後の年輪が観察された。この結果は、マアジの耳石における年輪がほぼ産卵期のころに形成されるという今岡(1967)や坂本ら(1986)などの見解と一致した。縦断切片の

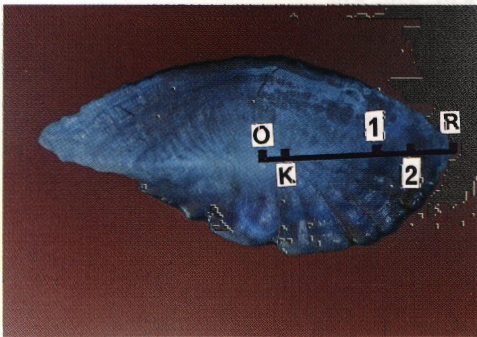


Fig. 2. A jack mackerel otolith (*sagittae*) (O: nucleus, K: kernel area, 1: 1-year annulus, 2: 2-year annulus, R: posterior end).

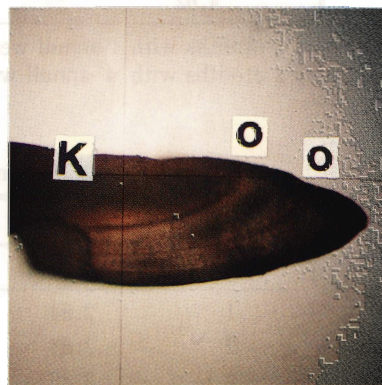


Fig. 3. Transverse view of *sagittae* otolith (K: kernel area, O: annulus).

観察においても各年輪は明瞭に判別できた(Fig. 3). また, 耳石の構造は成層構造であり, 不透明帯は層の境界にあっていた.

各年齢魚における尾叉長範囲は, 1歳が102~163mm となり, 以下2歳が177~230mm, 3歳が226~274mm, 4歳が263~312mm, 5歳が326mm(1個体)であった. 各年齢において5 cm程度の幅があるものの, 年級間での重複はあまりみられなかった. 成熟した個体はすべて2歳以上という結果が得られたが, これは東シナ海(堀田・中嶋 1971)や伊豆近海(澤田 1974)の結果と一致する.

耳石の中心域径の範囲は0.5~1.2mm であり, 平均値が1.0mm, 標準偏差が0.22という結果になった. 東シナ海における結果(堀田・中嶋 1970)では, 1.6~2.0mm に中心域径のモードがあったのと比べると, この平均値は明らかに小さかった.

各年齢に対応する年輪の径の平均値と標準偏差を, 雌雄別に Table 2 に示した. この平均値について *t* 検定を行った結果, 有意水準5%で差はみられなかった.

各年級における各年輪の径を, Table 3 に示した. 三谷・井田(1964)や ANN(1973)は鱗の年輪に LEE 現象を認めているが, 耳石では同じ年輪について年齢間での輪径の差は小さく, 中嶋(1982)の結果同様, LEE 現象はみられなかった. さらに, 本研究が対象とした3 ヶ年においては産卵期が変動しなかったことを考えあわせると, 本研究の標本は, 産卵期を基準にした満年齢と尾叉長の関係を解析するうえで妥当なものと判断された.

次に, 満年齢における尾叉長を算出するために, 耳石径と尾叉長の関係式を推定した(Fig. 4). 耳石径(*R*)と尾叉長(*FL*)の関係は,

$$FL = 52.83 e^{0.3638R}$$

Table 2. Average, standard deviation and range of each annulus radius. No significant difference between male and female for the average was found.

Number of annulus	♂			♀		
	Average	Standard deviation	Range	Average	Standard deviation	Range
1	2.76	0.25	2.4-3.4	2.85	0.28	2.2-3.6
2	3.74	0.25	3.3-4.2	3.68	0.28	3.1-4.0
3	4.32	0.20	3.8-4.5	4.25	0.23	3.9-4.5
4	4.62	*	*	4.62	**	** (mm)

* only 3 otoliths with 4 annuli were found : 4.61, 4.62, 4.62

** only 2 otoliths with 4 annuli were found : 4.61, 4.63

Table 3. Mean radius of each otolith annulus.

Year group	Number of annulus			
	1	2	3	4
1	2.84			
2	2.84	3.72		
3	2.85	3.74	4.30	
4	2.82	3.72	4.22	4.61(mm)
Average	2.84	3.73	4.26	4.61(mm)

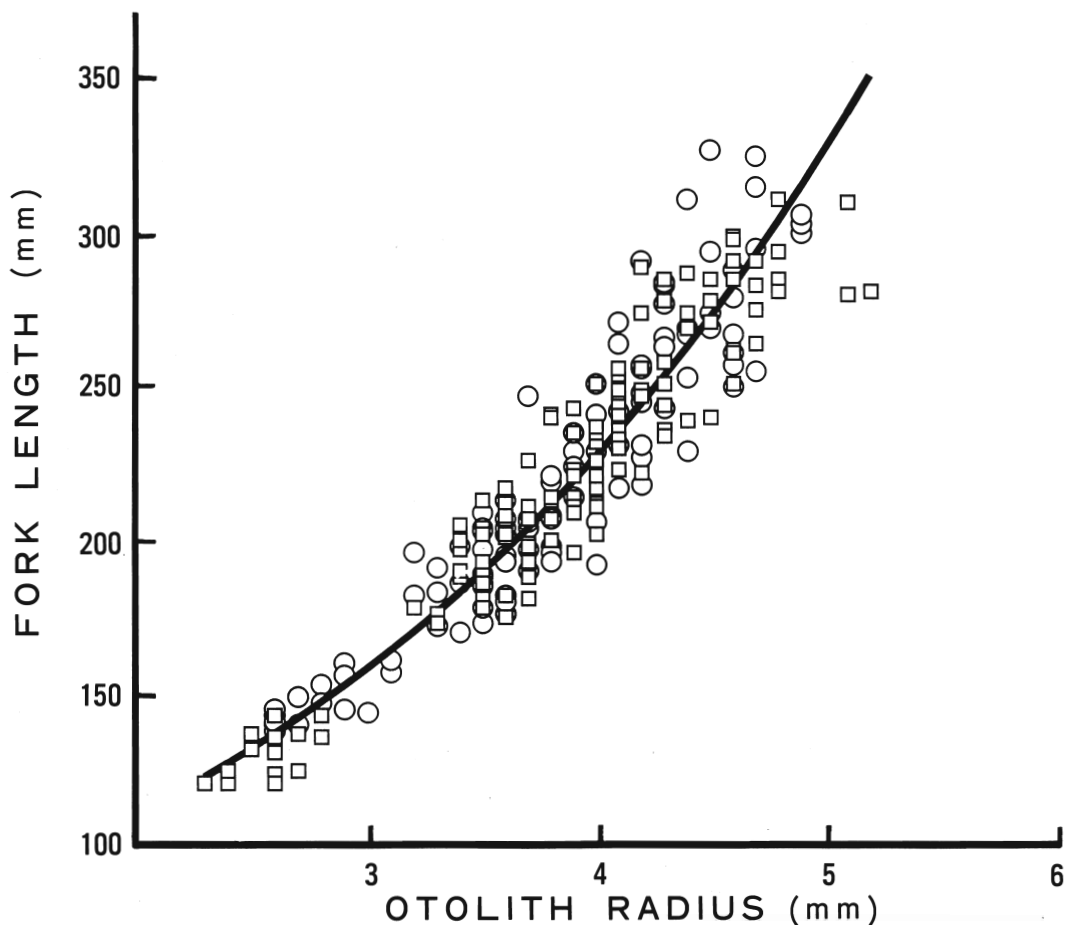


Fig. 4. Relationship between otolith radius (R) and fork length (FL) of jack mackerel. ○: male, □: female. Regression is presented: $FL = 52.83e^{0.3639R}$. ($r = 0.955$).

で示される指数関数に最もよく適合する($r = 0.955$)。前述のように、各輪径の平均値に有意な雌雄差はみられなかったことから、この式をもとに、雌雄を区別せずに各年輪に対する尾叉長を求めた。本研究における標本個体の各年輪の径の平均値 (Table 3) をこの関係式にあてはめて算出される尾叉長は、満1歳で148.4mm、2歳で205.4mm、3歳で249.3mm、4歳で282.8mmになる。3歳までの値は、標本全体の尾叉長モードと1 cm程度の差があるものの、ほぼ対応する値である。

考 察

マアジの年齢と尾叉長の関係について、雌雄を区別して検討した例は過去にはなかったが、本研究において区別する必要がないとする解析結果が得られたので、過去の研究結果(中嶋 1982; 坂本ら 1986など)と本研究の結果を相互に比較することが可能である。

Table 4 に各年輪に対応する尾叉長の値を「東シナ海中部群」、「九州北部群」及び「東シナ海南部群」(中嶋 1982)ならびに和歌山県沿岸域(坂本ら 1986)についての推定結果とともに示し

Table 4. Comparison of fork length of jack mackerel at the time of annulus formation as determined by the different authors.

Author	NAKASHIMA (1982)			SAKAMOTO <i>et al.</i> (1986)	Present study	
Field	Northern Kyushu	Central E.C.S*	Southern E.C.S*	Wakayama	Niigata	
Number of annulus	1	166	170	154	184	148
	2	231	233	198	252	206
	3	277	279	223	296	249
	4	308	312	249	325	282
	5	332	337		349	(mm)

*E.C.S: East China Sea

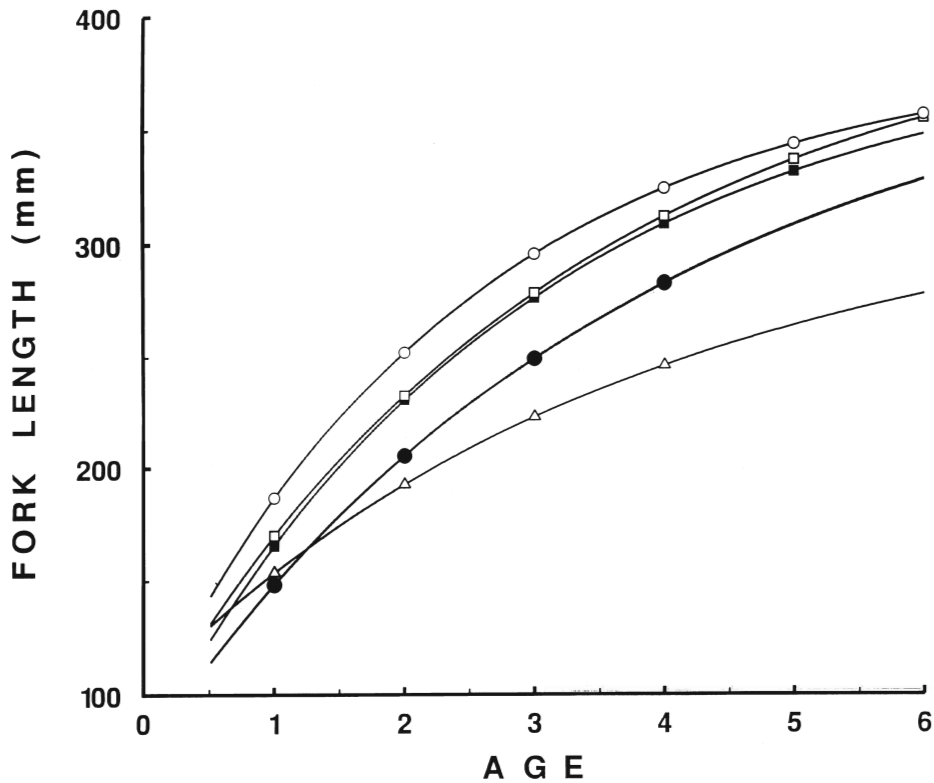


Fig. 5. Comparison of growth curves as determined by different authors. ●: Niigata (present study), □: central East China Sea (NAKASHIMA 1982), ■: northern Kyusyu (NAKASHIMA 1982), △: southern East China Sea (NAKASHIMA 1982), ○: Wakayama (SAKAMOTO *et al.* 1986).

た。これによると本研究で推定した尾叉長は、「東シナ海南部群」よりは満1歳を除いて大きい
が、その他の群と比べると小さかった。特に、本研究における4歳の尾叉長が「東シナ海中部
群」や「九州北部群」の3歳に相当することは、海域間での成長差が年級間の差を超える可能
性を示している。散発的に漁獲される大型魚の群を年級に分解するような場合には注意が必要

である。

Table 4 で示された各研究における年齢と尾叉長の関係を、成長曲線として Fig. 5 に示した。これによると本研究の結果は、「東シナ海南部群」よりは速く、他の群と同様の曲線ではあるが、半年～1年遅れの位相のずれを示す成長パターンになった。また、年齢に対応する尾叉長の差は、満1歳の時点ですでに生じていることが明らかであり、0歳期ですでに成長が異なることが推察できる。0歳魚の成長が水温18°C以下では停滞することを示す飼育実験結果(牟田ら1968; 落合ら1983)や、若狭湾に分布する0・1歳魚が11月から4月にかけての低水温期にはほとんど成長しないとした研究結果(鈴木1973)は、低水温がマアジの成長を停滞させる要因の一つであることを示唆している。

長沼・市橋(1993)によると、日本海東部沿岸域において水温が18°Cを超えるのは、表層でさえ7～11月の5ヵ月間のみである。一方、東シナ海のマアジ漁場域においては、表層はおおむね周年18°C以上であり、陸棚縁辺部においても15°C以上はある(長崎海洋気象台海洋速報第146～150号：A線、PN線の横断観測結果)。これらのことから、新潟沿岸域における0歳魚の適水温の出現期間は短く、このことが成長の差をもたらしていることが推察される。

本研究における耳石の中心域径が東シナ海の結果(堀田・中嶋1970)より小さかったことと、東シナ海の3群のあいだではあまり差はみられないことから判断すると、発生後のごく初期の成長パターンが新潟沿岸と東シナ海で異なることも指摘できる。東シナ海の3群の産卵盛期は、「東シナ海中部群」が2～3月、「九州北部群」が4～5月、「東シナ海南部群」が1～2月(堀田・中嶋1971)であり、新潟沿岸が6～7月であったことを考慮すると、発生時期と発生場の環境との関係から初期成長を解明する必要がある。

さらにマアジには、日本海中部の若狭湾(Fig. 1)において、体色や体形で類別される定着群と回遊群では0・1歳期の成長が異なることを示した研究(畔田・落合1962)がある。年齢と成長の関係について、マアジの生活型の違いに着目し、各水域の産卵群について検討を行うことも重要である。

文 献

- ANN, H. B. (1973) Studies on the age and growth of the jack mackerel, *Trachurus japonicus* (TEMMINCK et SCHLEGEL). *Bull. Fish. Res. Inst. Agency*, (10), 73-85.
- 畔田正格・落合 明 (1962) 若狭湾産マアジの系群に関する研究. 日本誌, 28, 967-978.
- 深滝 弘 (1960) 対馬暖流水域におけるマアジ資源の加入過程に関する考察. I. 稚仔魚の出現分布にもとづく考察. 日本研年報, (6), 69-85.
- 堀田秀之・中嶋純子 (1970) 西日本海域におけるマアジの群構造に関する研究-III. 耳石の性状による解析. 西水研報告, (38), 113-121.
- 堀田秀之・中嶋純子 (1971) 西日本海域におけるマアジの群構造に関する研究-V. 成熟状況からの解析. 西水研報告, (39), 33-50.
- 今岡要二郎 (1967) アジの生態学的研究, マアジの耳石に現れる輪紋の形成期について. 島根水試研報, (2), 1-9.
- KIM, W. S., HIYAMA, Y. and NOSE, Y. (1969) Age and racial studies of Japanese jack mackerel-I. Age and growth as determined by urohyal. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 35, 178-186.
- 三淵英弘・岸本源治・塩見元晶・相川広秋 (1958) マアジの年齢, 成長および成熟. 対馬暖流開発調査報告, (4), 133-144.
- 三谷文夫・井田悦子 (1964) マアジの年齢と成長. 日本誌, 30, 968-977.
- 牟田邦甫・小川信次・浜崎清一 (1968) マアジの飼育による標識実験とその成長. 西水研報告, (36), 85-101.
- 長沼光亮・市橋正子 (1993) 日本海における表面・50m・100m・200m各深水温の月別累年(1961～1990年)平

- 均値とその標準偏差. 日本海ブロック試験研究集録, (26), 1-117.
- 中嶋純子 (1982) 西日本海域におけるマアジの成長と年齢について. 西水研報告, (57), 47-57.
- 落合 明・睦谷一馬・榎田 晋 (1983) 養殖1歳マアジの成長, 成熟および人工産卵について. 日水誌, 49, 541-545.
- 坂本俊雄・武田保幸・竹内淳一 (1986) 沿岸重要漁業資源の管理に関する研究 (概報). 昭和59年度和歌山水試事報, 43-52.
- 澤田貴義 (1974) 伊豆近海におけるマアジの成長と成熟について. 静岡水試研報, (7), 25-31.
- 鈴木智之 (1973) マアジの生態学的研究. III. 若年魚の食物消費量. 日水研報告, (24), 67-76.
- 山田鉄雄 (1969) 日本海におけるマアジの分布と漁場に関する考察. 長崎大学水産学部研報, (28), 111-130.