

黄海和渤海蓝点马鲛生长的研究*

刘蝉馨 张旭 杨开文
(辽宁省海洋水产研究所)

蓝点马鲛 *Scomberomorus niphonius* (Cuvier & Valenciennes) 俗称鲅鱼、燕鲅或马鲛鱼,属暖温性中上层鱼类^[1],主要分布于东海我国近岸以及黄海和渤海一带,春季由东北北上到黄海、渤海沿岸繁殖,秋季洄游南下,返回东海越冬。其自然资源较雄厚,年产量可达数万吨。

关于鲅鱼的研究,国内外曾发表过一些有关分布及其与环境关系的报道^[5,6],对生长的研究则报道很少^[7]。1974—1978年,我们测定了六千多尾鲅鱼标本,以研究其年龄和生长(年龄研究将另文发表)。本文主要论述了黄海和渤海鲅鱼生长的研究结果,着重从秋季1龄鱼开始,至于秋季以前的1龄鱼以及当年生幼鱼的生长则只在有关的地方略为提及。

一、材料和方法

文中所用标本大部分是1974—1978年5—6月间从黄海和渤海几个主要渔场流网渔获物中采集的(表1)。当年生幼鱼数据系取自1961—1964年及1978年8—9月流网、拖网及罟网的标本(共136尾)。所有标本均测定叉长(文内按习惯均称体长)、体重(总重)、性别、性腺成熟度,鉴定年龄、记录生产情况,并按不同要求分别统计、整理。

表1 标本采集情况

日期	地点	渔具	尾数	应用项目
1974—1978年5—6月	黄海,渤海	流网	6522	体长与体重关系
1978年5—6月	黄海,渤海	流网	596	耳石长与体长关系
1974—1978年5—6月	黄海,渤海	流网	6522	体长与体重的生长
1975—1977年8月	渤海	流网	151	秋季1龄鱼的生长
1975—1977年10月	渤海海峡	流网	53	秋季1龄鱼的生长
1975—1977年11月	渤海海峡	流网	81	秋季1龄鱼的生长

二、结果和讨论

1. 体长和体重的关系

体长和体重是反映鱼类生长的两个重要因素,经点图分析两者呈幂函数关系:

$$W = qL^b$$

* 蓝点马鲛在北方通称鲅鱼,文内均用此名。1974年开始工作迄今,得到各地有关水产部门和渔民的热情支持。叶昌臣、丁耕芜同志对本文提供宝贵意见,特此一并致谢。
本刊编辑部收到稿件日期:1980年7月14日。

式中 W 为体重, L 表示体长, a 和 b 为参数。

用大量不同体长、不分年龄的个体数据计算“个体 b ”值的结果如表 2。

表 2 历年春汛鲅鱼体长和体重关系式中两参数值比较

年	尾 数	体长范围(毫米)	a 值 (1×10^{-3})	b 值	r
1974—1978	6522	350—690	2.30	2.8159	0.999
1974	1273	390—650	1.63	2.8659	0.998
1975	1268	380—630	1.72	2.8603	0.998
1976	1047	380—650	1.81	2.8486	0.998
1977	1756	360—610	5.79	2.6699	0.999
1978	1053	380—650	1.07	2.9418	0.999

Ricker^[14,15] 认为 b 值若等于 3 表明鱼是均匀生长的,即体形不变、比重不变。虽然体重受时间、胃含物和产卵状况等影响,但许多鱼类都能接近这种理想的生长。Royce (1972)^[16] 指出,鱼类中 b 值等于 3 是个例外,通常是在 2—3.5 之间。据 Blackburn 和 Le Cren (1951)^[12] 研究, b 值不会低于 2.5 或高于 4.0,即其范围是在 2—4 之间。鲅鱼的 b 值恰好在此范围内,而且接近 3。这说明黄海和渤海的鲅鱼符合均匀生长的假定。

现以 1974—1978 年春汛资料计算的部分体长组的体重计算值和实测值列成表 3 和图 1,表明计算值和实测结果接近一致。

2. 耳石长和体长的关系

用 1978 年春汛测定的资料逆算,以了解捕获个体过去的生长状况,并与同世代渔获个体的生长比较。

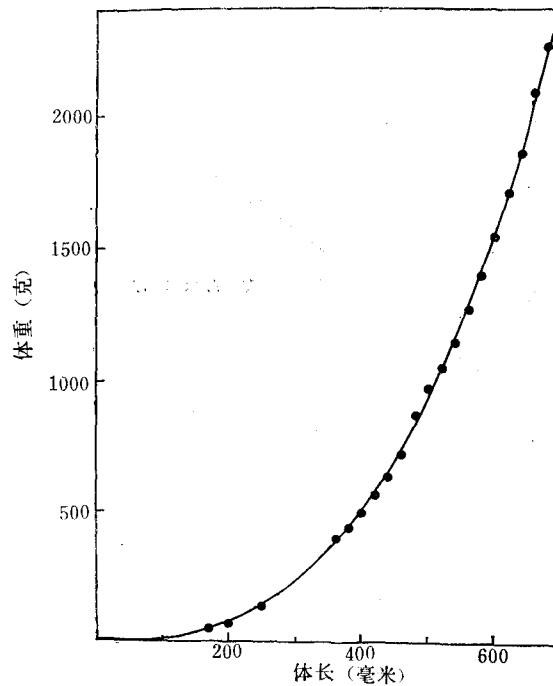


图 1 1974—1978 年体长-体重关系图

表 3 鲇鱼相应体长组的体重计算值和实测值比较(毫米,克)

体长组	测定尾数	实测值	计算值
170	11	47	48
200	4	68	74
250	7	135	138
350	14	360	349
400	111	495	506
450	70	693	702
500	302	966	942
550	632	1209	1228
600	158	1546	1566
650	37	2000	1959

耳石长度系指从耳石中心到耳石后缘的垂直长度,以 20 倍解剖镜的目镜测微尺刻度(格)为长度单位。测量结果表明,同一尾鱼左右两枚耳石的长度和轮距往往不一致,左耳石的平均值(68.7 ± 6.5)和右耳石(69.1 ± 6.6)很相似,其差数是在标准差范围内。为防止不必要的误差,我们全用右耳石的测定值,并由同一个人测定。

从 1978 年采集和测定的 596 尾鱼的数据图(图 2)看来,耳石长和体长呈直线相关($r = 0.993, P < 0.01$),关系式:

$$L = 7.8X + 4.7$$

式中 L 表示体长, X 表示耳石长,斜率 7.8 表示单位耳石长的体长增长值,截距 4.7 毫米表示耳石出现时的体长。

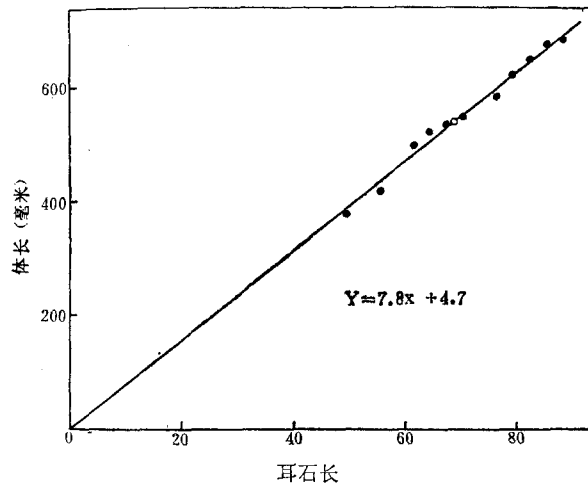


图 2 耳石长和体长关系图

鱼类的耳石是在胚胎后期发育中,从构造渐次复杂的听囊内壁分泌出石灰质^[10]逐渐形成的。刚孵化的鲇鱼仔鱼全长为 4.27—4.96 毫米^[5,6],它们悬浮水中,卵黄囊尚未吸收,几天后才能正常游动,此时可以认为正是耳石出现或产生功能的时期,这与 Williams 等^[17]的看法相似。这时的仔鱼长度与上式截距值近似,沙学绅等(1966)^[6]的研究正好说明这点。上式中的参数值是用统计方法求得的鲇鱼种群的平均值。因此,逆算时先要求出每

一个体的参数值,由于截距相当于出现耳石时的种群体长平均值,可以假设它适用于每一个体。这样,只需算出个体的斜率便能逆算,用这种方法逆算不会带来很大的误差,反而会得到更接近个体实测值的结果。现将逆算体长同实测值列成表 4 相互比较,可以看出两值颇相接近。

表 4 1978 年春汛各龄鱼体长逆算值和实测值比较(毫米)

年 龄	测定尾数	捕获时体长		年 龄			
				1	2	3	4
1	83	415	逆算值	415			
	142		实测值	412			
2	623	545	逆算值	393	545		
	1080		实测值	423	548		
3	109	609	逆算值	429	538	609	
	1702		实测值	425	532	614	
4	5	654	逆算值	428	536	601	654
	1039		实测值	427	564	617	674

注: 逆算步骤: 例 3 龄鱼体长 596, 耳石长 79, 轮距 71—58。代入公式 $L = ax + 4.7$, 求个体斜率 a 。式中 $L = 596$, $x = 79$, 得 $a = 7.48$, 按 $L = 7.48x + 4.7$ 逆算该个体各龄体长: 1 龄 438; 2 龄 536; 3 龄 596。

3. 体长和体重的生长

鲅鱼的生长曲线可以用数学方程来拟合。其生长曲线在进行内插法和外推法计算体长或体重、估算产量和说明生长的生理学^[14]方面都会有所帮助。这个数学方程是用 Von Bertalanffy 生长方程来表示:

$$L_t = L_{\infty}[1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

$$W_t = W_{\infty}[1 - e^{-k(t-t_0)}]^b$$

用鲅鱼的测定数据绘图,基本符合上述方程。将 1974—1978 年春汛的资料计算结果如下:

$$L_{\infty} = 709 \quad K = 0.53 \quad t_0 = -0.70$$

$$W_{\infty} = 2669 \quad K = 0.51 \quad t_0 = -0.63$$

图 3A 为没有拐点的体长生长曲线,图 4A 为体重生长曲线,拐点在 $t = 1.5$, $W = 837$ 附近。从实测标本看,鲅鱼雄鱼 1 龄、雌鱼 2 龄开始性成熟,都出现在拐点附近。计算结果

表 5 鲅鱼体长和体重的计算值和实测值比较

年 龄	体 长 (毫 米)		体 重 (克)	
	实 测 值	计 算 值	实 测 值	计 算 值
1	424	421	561	533
2	547	539	1172	1137
3	593	609	1527	1650
4	654	650	2060	2019

和实测值比较见表5。

图4B是体重生长速度曲线,在拐点前重量渐增,过拐点后则一直下降;图3B为体长生长速度曲线,一开始就随年龄逐渐下降。

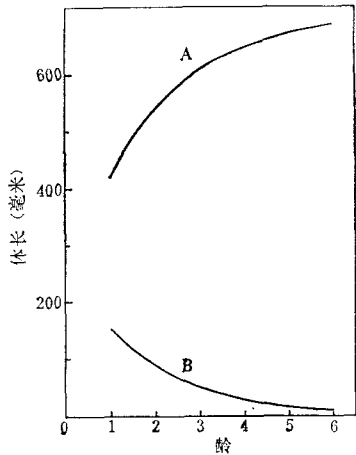


图3 1974—1978年体长生长(A)和生长速度(B)曲线图

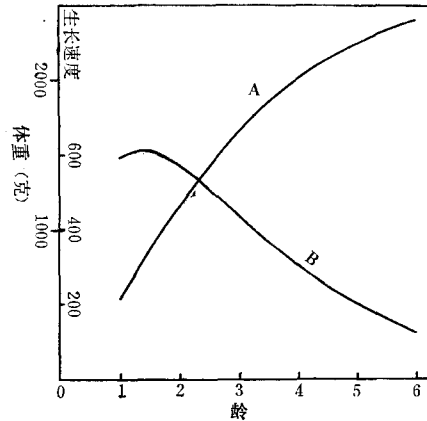


图4 1974—1978年体重生长(A)和生长速度(B)曲线图

根据1978年春汛资料逆算结果,1—3龄鱼体长和体重值可从表6及图5中看出,雌雄鱼的生长状况是:1龄时雌雄鱼相差不大,2、3龄雌鱼迅速长大,并超过雄鱼,在这三龄中,年龄越大其相差就越大。另外,1龄以后,生长快者一直比较快。就体重而言,雄鱼每年增加400克左右,雌鱼增加600克以上,两者相差200克。1—2龄鱼体长平均增加100毫米,2—3龄鱼略减;体重每龄增加约500克。有些雄鱼从3龄开始,雌鱼从4龄开始,体重每年只增加250—300克,几乎比前减少一半,与生长速度曲线趋势相符。

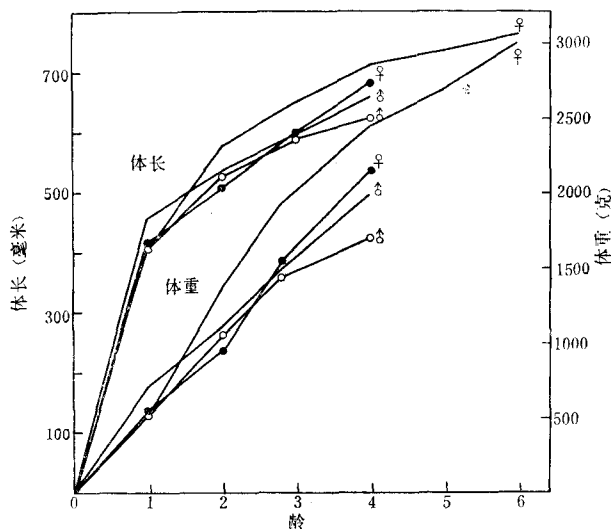


图5 雌雄鱼的生长比较图

表 6 1978 年春汛鲈鱼体长和体重的增长值 (毫米, 克)

性别	年龄	体 长	增 长 率	增 长 值	体 重	增 长 率	增 长 值
雄	1	430±27	0.219±0.06	94	597	0.735	439
	2	523±25		61	1036		
	3	584±32	0.116±0.03		1414	0.365	378
雌	1	452±33	0.261±0.07	118	687	0.939	645
	2	572±45	0.164±0.06	94	1332	0.516	687
	3	663±49			2019		
平均	1	437±31	0.232±0.07	101	625	0.794	496
	2	538±39	0.131±0.05	72	1121	0.425	476
	3	610±52			1597		

4. 秋季 1 龄鱼的生长

秋季正是鲈鱼索饵和迅速生长的时期,在此期间 1 龄鱼的生长如表 7 所示,体长可达 500 毫米,体重可达 1000 克。无论体长或体重,6—8 月增长最快,这表明 1 龄雄鱼在繁殖后摄食强度增加,和纽芬兰的鳕鱼相似^[13],经过一段恢复期后,便和雌鱼一道迅速生长。此时,体长和体重的增长,相当于体长每增加 1 毫米就增重 4.4 克;8—11 月虽然体长增长迅速减慢,但体长每增加 1 毫米,体重就分别增加 10 克和 5.8 克,比 6—8 月增加还多。由此看出,秋季初期 1 龄鱼的体长和体重同时迅速增长,到后期则着重于增重。由此推测,越冬时期鲈鱼体长增加很慢,体重则因生理上的消耗而有所减轻。

表 7 秋季 1 龄鱼的生长(毫米, 克)

月	测定尾数	体 长	增 长 率	增 长 值	体 重	增 长 率	增 长 值
5—6	896	424	0.229	97	574	0.751	431
8	151	521±28			1005		
10	53	542±23	0.040	21	1214	0.208	209
11	81	557±36	0.028	15	1301	0.072	87

秋季 1 龄鱼的 b 值, 8 月最大, 11 月最小(表 8)。这种现象似因 8 月摄食较强, 增重快; 随着气温下降, 鱼群向南洄游, 消耗体力, 体重有所减轻, 因而引起 b 值相应发生变化。

表 8 秋季 1 龄鱼各月的 b 值

月	测定尾数	体长范围 (毫米)	q 值 (1×10^{-5})	b 值	r	P
8	222	460—550	0.488	3.0599	0.944	<0.001
10	40	510—550	0.763	3.0000	0.952	<0.05
11	71	500—580	1.653	2.8761	0.997	<0.001

历年春汛的 b 值, 除 1978 年外, 都比秋季小, 这是由于秋季索饵摄取的营养主要同化

为身体物质,而春汛繁殖期摄食的饵料养分主要供性腺发育和体力消耗,致使体重较轻。以 11 月和 1974 年春汛为例(表 9),比较几个体长组的体重,即可看出 11 月比 1974 年春汛同体长组的体重大。

表 9 秋季 11 月和 1974 年春汛体重比较(克)

体长组	11 月		1974 年春	
	实测值	计算值	实测值	计算值
500	955	957	983	910
510	1074	1013	961	963
520	1104	1070	1039	1017
530	1184	1130	1103	1074
540	1211	1191	1148	1132
550	1289	1255	1215	1193
560	1342	1321	1249	1256

5. 各龄鱼的体长组分布

根据春汛测定的资料来看,各龄鱼的体长组分布如表 10。它们的体长组都有互相重叠的范围,其中 1、2 龄鱼比较明显,从 450—490 毫米,450—460 毫米的多属 1 龄鱼,470 毫米的约各占一半,480—490 毫米的则多属 2 龄鱼,它们所占比例如表 11。其它各龄鱼的重叠体长范围很广,难以区分。

表 10 春汛各龄鱼体长组分布(毫米)

年 龄	1	2	3	4	5	6
测定尾数	886	4817	778	41	3	2
标本范围	340—490	450—680	490—770	540—790	570—930	620—760
平 均	424	547	593	654	711	696

表 11 1、2 龄鱼体长组重叠范围的比例(%)

体长组	1 龄 鱼		2 龄 鱼		合 计
	尾 数	比 例	尾 数	比 例	
450	60	96.8	2	3.2	62
460	28	82.4	6	17.6	34
470	21	55.3	17	44.7	38
480	10	17	49	83	59
490	4	3.2	121	96.8	125

鲢鱼渔期每年分春秋两季,主要渔期是在春季,秋季渔获物多为未达性成熟的个体。秋季不同渔具的渔获物体长组成也不相同,流网的渔获物较大,绝大部分为 1 龄鱼,底拖网的渔获物较小^[2],绝大部分为当年生幼鱼。从春汛各龄鱼体长组和秋季 1 龄鱼体长组分布范围(表 7, 8)推测,成庆泰(1964)^[5]描述的秋季(9 月)渔获物体长 255—514 毫米,主要范围 275—325 毫米,几乎全属当年生幼鱼。中国科学院海洋研究所和上海自然博物馆

(1975)合编的中国海洋鱼类原色图集(第一集)中描述的体长 260—520 毫米,大部分属低龄鱼,其体长多未涉及补充群体及剩余群体的长度,估计属于不同渔具捕捞所致。谢振宏(1965)^[11]指出黄海和渤海流网鲅鱼渔获物长度范围,春汛为 458—680 毫米,秋汛为 490—710 毫米,与我们的研究结果相近。神谷尚志(1921—1923)所述各龄鱼体长范围很明显,体长 565 毫米为 2—3 龄组,832—1000 毫米为 4—5 龄组,与我们的研究结果相差较大,可能因渔场不同各龄体长组成也相异。陈宗雄(1974)^[7]是在秋季和翌年春季在台湾北部海区用拖网渔获物研究的,各龄雌雄鱼平均体长(厘米)如下:

	1 龄	2 龄	3 龄	4 龄
雌	36.1	51.6	65.9	78.1
雄	36.8	49.6	62.6	77.7

与我们的研究结果比较,1、2 龄鱼较小,3、4 龄鱼较大。曾呈奎和徐恭昭最近根据研究结果指出,生活在台湾海峡的同龄大黄鱼的体重生长速度比邻近海区者快 35—85%,鲅鱼亦有类似情况。上述差别是否与此有关,值得探讨。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院海洋研究所、上海市自然博物馆,1975。中国海洋鱼类原色图集(第一集)。上海人民出版社。
- [2] 韦晟,1980。我国的鲅鱼渔业。海洋渔业 4: 1—2。
- [3] 成庆泰,1956。我国沿海常见的鱼类。生物学通报 12: 18—22。
- [4] 成庆泰,1959。中国动物图谱,鱼类。第 4 册。科学出版社,59 页。
- [5] 成庆泰等主编,1964。中国经济动物志,海产鱼类。科学出版社,124—126 页。
- [6] 沙学绅等,1966。蓝点马鲛卵子和仔、稚鱼形态特征的观察。海洋与湖沼 8(1): 1—12。
- [7] 陈宗雄,1974。台湾产马加鲷 *Scomberomorus niphonius* (C. & V.) 年龄、成长、生殖腺成熟度和产卵初步研究。台湾省水产试验所试验报告 23: 21—36 页。
- [8] 张春霖,1955。中国重要的鱼类。生物学通报 8: 17—20。
- [9] 张春霖,1957。中国海产四大经济鱼类。动物学杂志 1(2): 107—110。
- [10] 诺门, J. R., 1958。鱼类史(邹源琳译,1966 年)。科学出版社,156—182 页。
- [11] 谢振宏, 1965。关于渤、黄海区机帆船鲅鱼胶丝网结构的几个问题。海洋水产研究资料。农业出版社,121—128 页。
- [12] Blackburn, M., 1960. A study of condition (weight for length) of Australian Barracouta, *Thyrsites atun* (Euphrasen). *Anstralian Journ. Mar. Fresh. Res.* 2(1): 14—41.
- [13] Fleming, A. M., 1960. Age, growth and Sexual maturity of cod (*Gadus morhua* L.) in the Newfoundland area, 1947—50. *Journ. Fish. Res. Board Canada.* 17(6): 775—809.
- [14] Ricker, W. E., 1958. Handbook of computation for biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Canada.* 119: 185—204.
- [15] Ricker, W. E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Canada.* 191: 207—215.
- [16] Royce, W. F., 1972. Introduction to the fishery sciences. Academic Press. New York and London. pp. 143—159.
- [17] Williams, T. and B. C. Bedford., 1973. The use of otoliths for age determination. The ageing of fish. pp. 114—123.

**STUDIES ON THE GROWTH OF SPANISH MACKEREL,
SCOMBEROMORUS NIPHONIUS IN THE
HUANGHAI SEA AND BOHAI SEA**

Liu Chanxin Zhang Xu and Yang Kaiwen

(Research Institute of Marine Fisheries, Liaoning Province)

ABSTRACT

This article deals with the growth of spanish mackerel, *Scomberomorus niphonius* (Cuvier & Valenciennes), in the Huanghai Sea (Yellow Sea) and Bohai Sea (Pohai Sea). Length-weight relationship based on data of 1974—1978 with 6522 samples is calculated and expressed as $W=2.30 \times 10^{-5}L^{2.8159}$, ($r = 0.999$). Relationship between length of otolith and body length is expressed as $L = 7.8X + 4.7$ ($r = 0.993$, $P < 0.01$). Growths of body length and body weight are conformed with the von Bertalanffy's growth equation, $L_t = 709[1 - e^{-0.53(t+0.70)}]$, $W_t = 2669[1 - e^{-0.51(t+0.63)}]^{2.8159}$. The growths of male and female in ages 1—3 are tabulated. Fish of age 1 grows rapidly, reaching 500 mm in length and 1000 g in weight in autumn. Its value b is the greatest in August and the least in November. Generally, they are bigger in autumn than in spring. The range of body length of various ages is described.