

浙江近海大黄鱼的季节生长*

罗秉征

(中国科学院海洋研究所)

在自然环境的季节循环中,鱼类生长的季节周期性是阐明鱼类生物学特性变化的主要指标之一。大黄鱼 *Pseudosciaena crocea* (Rich.) 是我国沿岸海区的主要捕捞对象;捕捞具有明显的季节性。因此,进行大黄鱼季节生长的研究,不仅可为合理利用资源、提高种群生产力等问题提供必要的生物学依据,而且对进一步探讨生长过程的规律,也具有重要意义。

本文对浙江近海大黄鱼(春季生殖鱼群)的季节生长作一比较详细的分析;同时对季节生长的特点及其与耳石生长的关系进行了初步讨论。其次,对调整大黄鱼捕捞时期问题也提出了初步意见。

一、材料与方 法

本文所用材料主要是1958年9月至1959年12月在浙江北部海区收集的。此外,还有1961和1963年1至3月份在浙江南部海区所收集的样本,以及本所调查船于1962年8、9月在浙江北部海区捕获的样本。由于不同年份的材料,无碍于了解季节生长的一般特性。所以,历年材料是合并进行计算的,共分析了大黄鱼样本共6,983尾。

大黄鱼生殖期有春、秋两季之别。根据过去的研究表明,春、秋两季进行生殖的鱼群为各自具有不同生殖期的“春宗”和“秋宗”两个种群^[1]。这两个鱼群目前尚不能依其形态特征加以区分。因此,本文所用材料大多数是按雌鱼性腺的各发育阶段,进行了逐月和周年的观察分析,尽可能依其性腺的发育状况把春、秋进行生殖的两个鱼群加以区分。结果表明,在1—6月间,极大多数标本性腺成熟期均处在近于III期和V期之间的各发育阶段,它们应在春季成熟并进行生殖,属于春季生殖鱼群。这时成熟期处于VI—II和II期等各阶段者为数极少(看来这些个体在春季不会成熟),因而本文未进行分析。7—8月份均未发现能在秋季生殖的样本。9月(秋季生殖期)非生殖个体与生殖个体可以明显区分。10月份样本5岁以后各龄鱼甚少,而5岁以前的在秋季大部分性未成熟。在11—12月间的性腺状况较为复杂,所以10—12月的样本未区分所属春、秋生殖的鱼群,大多数的性腺为VI—II期和II期,看来这期间在一定程度上混有春、秋两季生殖个体,但秋季生殖个体仅占少数。其它月份基本上为春季生殖鱼群。因此,本文的结果主要是反映春季生殖的大黄鱼季节生长的一般规律。

体长和体重(分总重及纯重,后者是除去内脏及生殖腺的重量)是采用逐月的实测数

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第315号;本文所用材料是该所脊椎动物研究室生态组共同收集的,大部分材料是在完成年龄鉴定的基础上进行分析的。黄頌芳、滕文法等同志参加了部分资料的统计工作。在工作过程中,承张孝威教授热情指导,徐恭昭先生和吴鹤洲、王可玲等同志提出宝贵意见,作者谨致谢忱。

值。由于总重资料较少,本文仅对第8年以前各年龄鱼进行了分析。第14年以后各龄鱼的样本也不够多,因此,我们是根据其综合样本的相对值进行分析的。此外,由于同龄鱼的体长和体重波动较大,同时也考虑到取样的影响,为此,生长曲线(体长和体重)依平均值的分布趋势进行了适当的修匀。

肥满系数的计算采用了两个公式: $K_n = \frac{W}{aL^b} \left(= \frac{W}{\hat{W}} \right) \dots\dots (1)$, $K = \frac{W}{L^3} \cdot 100 \dots\dots (2)$; 式中 K_n 和 K 表示肥满系数, W 为鱼体重量, L 为鱼体体长, $aL^b(\hat{W})$ 为鱼体常态计算重量。 $aL^b(\hat{W})$ 是根据大黄鱼周年样本的体长-纯重关系而求得,其关系式为 $W = aL^b$ 。计算结果为: $W = 0.0253 L^{2.811}$ 。两个公式的优缺点及其用总重或纯重计算所表示的符号,详见本文第四节。

二、体长生长的季节周期性

大黄鱼在年周期中体长的生长不均衡,依季节而起变化,并在生命中的不同阶段亦有差异。现分为性成熟鱼(第5年以后的成鱼)、性未成熟鱼及第3、4年鱼分别叙述如下:

I. 性成熟鱼 第5年(系指生活到第5年即由1月到12月间的鱼,后类推)以后性成熟鱼(以下简称成鱼),在生殖期以后的6—9月间,不论雌鱼或雄鱼,都是全年生长较迅速的时期(图1)。其中尤以6—7月间生长最快。自9月至翌年6月,体长变化不大;特别是9—12月前后和5—6月的生殖期间,生长几乎处于停滞状态。

在具体分析中发现第5—13年鱼体长的季节变化趋势相同,因此在图1中只绘出第5—7年成鱼的季节生长曲线。以第5年鱼为例,雌鱼和雄鱼在生殖后期的6月其平均体长约为305和300毫米,7月份则增至约为315和310毫米,到9月则为320和314毫米左右。可见无论雌鱼或雄鱼在6—7月间一个月便增长10毫米左右;而在6—9月三个月的增长量仅约15毫米。9—12月间体长基本上无大变化;此后一直到翌年5、6月间(已满5周岁的第6年鱼),生长也处于缓滞状态,这时雌鱼和雄鱼的体长约为325和317毫米,较之上年9月份的体长仅增长5—3毫米。

从第5—13年鱼体长季节增长的相对量(增长率)分析,可知在1—6月份间,雌鱼和雄鱼的增长量平均约占全年的35%,9—12月份的增长尚不及全年的5%;而处在迅速生长时期的6—9月间,三个月的增长量则高达60%以上,其中以6—7月份生长最快,一个月的增长量可占全年的30%左右(图2)。

13岁以后高龄鱼的年增长量,大致只波动在5—1毫米之间^[8],因此,季节生长的绝对值变化不甚显著。但从图1所示第14—24年鱼相对值的季节变化中仍可看出,其变化基本趋势与第5—13年鱼者相似;只是8—9月的生长速度看来比前两月有稍快的趋势。

此外,值得注意的另一现象,在秋季进行生殖(9月份)的个体各年龄的体长范围和平均值一般比同期非生殖个体为小(表1),特别在6⁺以后鱼表现得较为明显。由于春、秋两个生殖鱼群的关系尚不够了解,这个现象有待进一步研究。

II. 性未成熟鱼 从图1、2中可以看出,第2年幼鱼,生长速度比成鱼快,其生长迅速期出现在7—10月间。雌鱼在7月份的体长约为152毫米,到10月则增至约为206毫米,三个月大约增长54毫米。雄鱼在同期从150毫米增至205毫米,约增长55毫米;

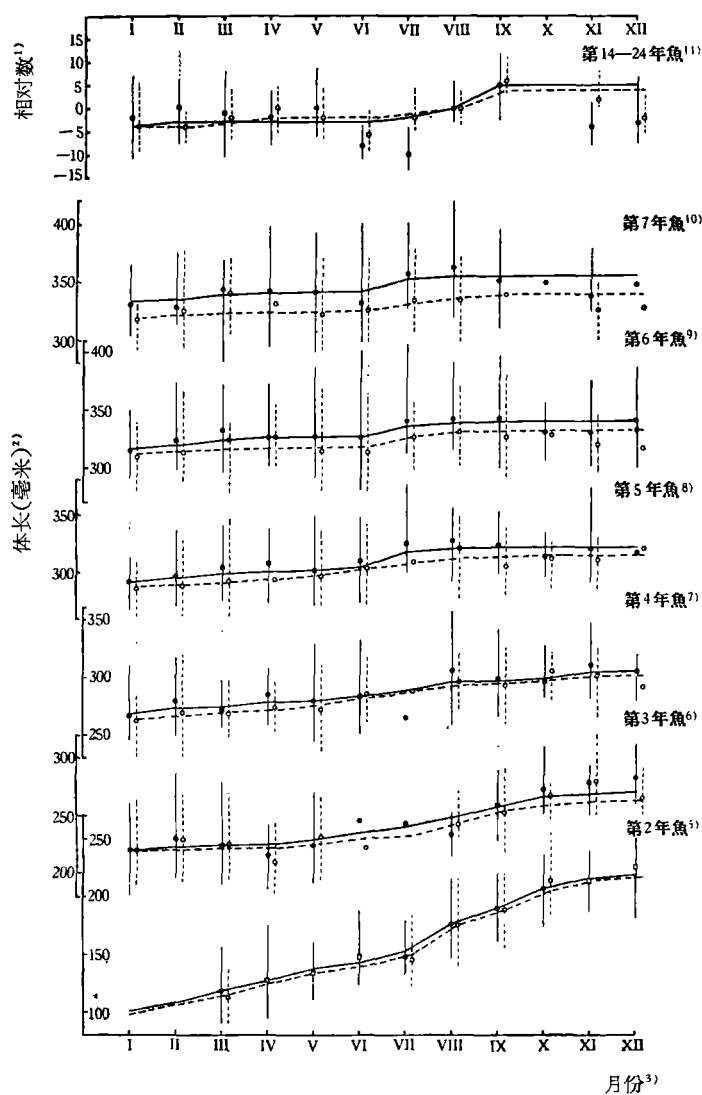


图1 浙江近海大黄鱼体长生长的季节变化

均数及波动范围⁴⁾—— ♀ ----- ♂

Fig. 1. Seasonal growth in length of the Large Yellow Croaker off Chekiang.
Explanation: 1) Relative value; 2) standard length in mm; 3) month; 4) mean and range; 5) 2nd-year fish; 6) 3rd-year fish; 7) 4th-year fish; 8) 5th-year fish; 9) 6th-year fish; 10) 7th-year fish; 11) 14th to 24th-year fish.

在这期间雌鱼和雄鱼的增长量平均约占全年的44%。1—6月份及10—12月份生长速度虽有所减弱,但却无停滞现象。

III. 第3—4年鱼 由于性腺材料不足,未能区分性成熟与性未成熟,因此其中包括部分成鱼,但第3年鱼基本上为性未成熟者;根据1961年大黄鱼的性成熟资料表明,2周岁雌鱼和雄鱼的成熟率平均只占6%,1961—1963年2周岁鱼平均成熟率也不超过

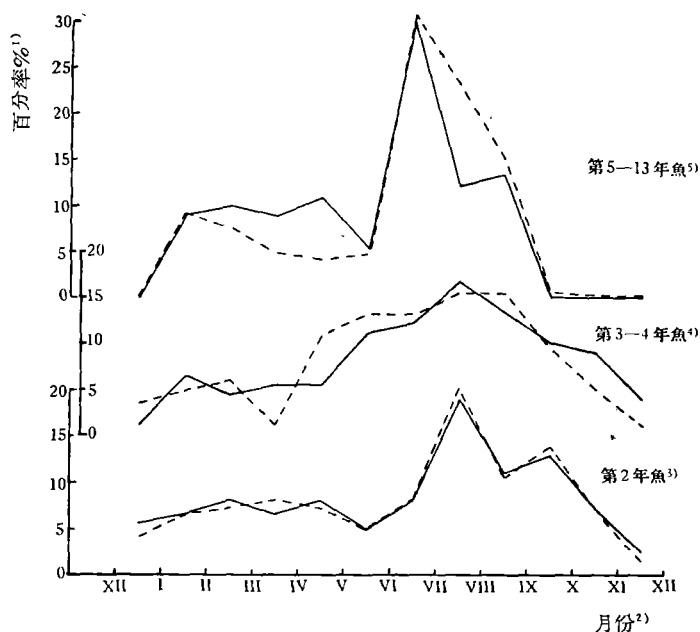


图2 浙江近海大黄鱼体长季节增长的变化

— ♀ --- ♂

Fig. 2. Percentage frequency of seasonal increase in standard length of the Large Yellow Croaker off Chekiang.

Explanation: 1) Percentage; 2) month; 3) 2nd-year fish;

4) 3rd and 4th-year fish; 5) 5th to 13th-year fish.

表1 浙江舟山海区大黄鱼秋季生殖个体与非生殖个体在同期(9月份)的体长比较

Table 1. Comparison in standard length of the spawning individuals and non-spawning individuals of the Large Yellow Croaker collected in September from Chusan, Chekiang.

鱼 羣 ¹⁾	性别 及体长 ²⁾	年 龄 ³⁾	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+
			波动范围 ⁶⁾	波动范围 ⁶⁾	波动范围 ⁶⁾	波动范围 ⁶⁾	波动范围 ⁶⁾	波动范围 ⁶⁾	波动范围 ⁶⁾	波动范围 ⁶⁾	波动范围 ⁶⁾	波动范围 ⁶⁾
非生殖 个体 ⁴⁾	♀	均数	266—341	299—356	300—396	311—396	338—451	323—419	361—441	351—451	345—443	369—464
	♂	均数	298	323	342	352	384	372	403	405	393	404
生殖个 体 ⁵⁾	♀	波动范围	258—326	281—339	292—380	—	320—433	328—370	350—380	350—424	349—428	345—429
	♂	均数	293	306	326	340	349	356	367	385	389	382
非生殖 个体 ⁴⁾	♀	波动范围	—	—	306—375	329—356	337—397	325—405	329—448	321—429	338—441	349—413
	♂	均数	—	—	351	341	363	358	375	368	378	371
生殖个 体 ⁵⁾	♀	波动范围	248—320	309—345	299—376	307—371	318—385	295—381	310—368	311—386	335—381	321—421
	♂	均数	291	320	328	330	344	341	342	347	354	358

Explanation: 1) Shoal; 2) sex and standard length; 3) age; 4) non-spawning individuals (spring spawners); 5) spawning individuals (autumn spawners); 6) range/mean.

25%^[4]。第3—4年鱼季节生长的特点介于第2年幼鱼与第5年以后的成鱼之间。生长曲线较为平均。一般在4—10月份生长较为迅速,生长最快的时间出现在7—9月份,增长量约占全年的31%(图2)。第3年雌鱼和雄鱼1月份的体长均在220毫米左右;到4月

份时,体长变化不大。10 月份雌鱼体长约增至 265 毫米,雄鱼为 260 毫米左右,约增长 40 毫米。它们和第 2 年幼鱼一样,没有生长停滞期。第 4 年鱼季节生长的规律与第 3 年的鱼基本一致,但增长量却有很大的下降。

根据以上分析,大黄鱼体长季节生长的特点是: 成鱼体长生长的快速时期是在夏季和秋初(6—9 月份),生长缓滞期在秋末及冬、春季(9—6 月份);而幼鱼体长生长的快速时期则一般出现在 7—10 月份,生长缓滞期出现于 10—7 月。不论成鱼或幼鱼,其生长速度一般是雌鱼高于雄鱼。

三、体重的季节变化

大黄鱼体重的季节变化比体长更为显著,特别是成鱼体重不仅有明显的增长期,而且有所下降期。而幼鱼在年周期的生长中,体重则无下降现象。

I. 性成熟鱼 春季生殖后,体重迅速地增长,至 9 月份体重达到全年最重的时期(图 3、4)。秋季生殖个体体重也同样低于同期的非生殖个体。9 月份至翌年春季生殖期,体重一般处于缓滞生长或下降的时期;最明显而急剧的下降出现在春季生殖期。春季生殖末期(6 月份),是亲鱼体重降至全年最轻的时期。

从第 5—6 年鱼体重的周年变化(6 月份至翌年 6 月份)可看出,第 5 年雌鱼在 6—9 月

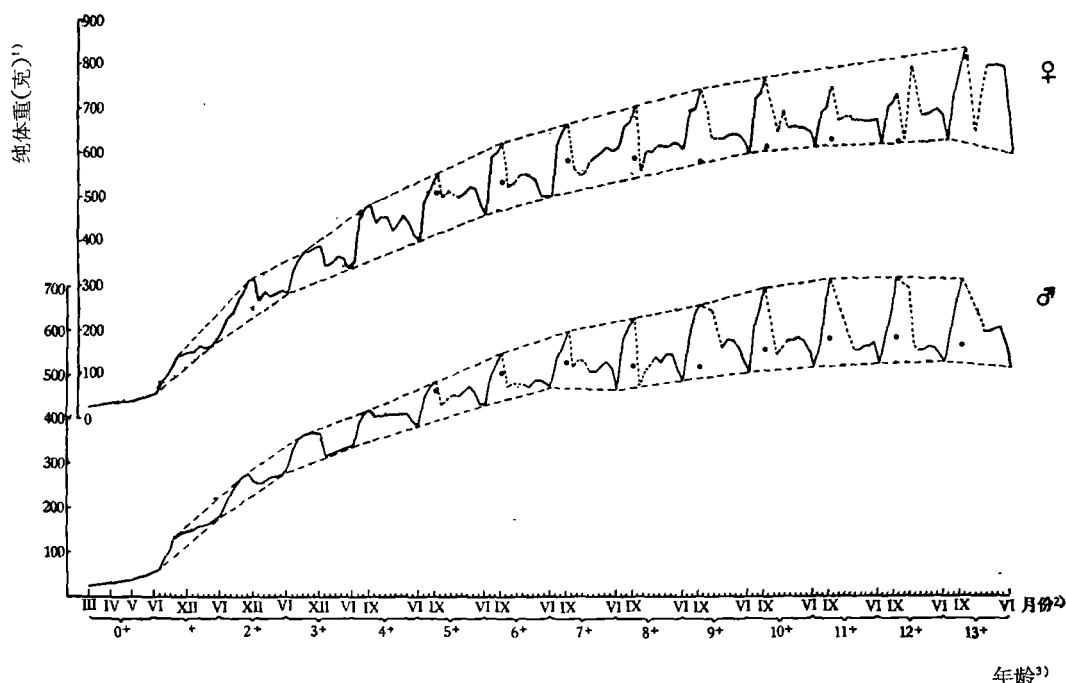


图 3 浙江近海大黄鱼体重(纯体重)年生长和季节生长的变化

—— 年生长¹⁾ —— 季节生长⁵⁾ 未区分所属春、秋季生殖者⁶⁾ ○ 秋季生殖个体⁷⁾

Fig. 3. Annual and seasonal growth in weight (excluding gut and gonads) of the Large Yellow Croaker off Chekiang.

Explanation: 1) Weight (excluding gut and gonads); 2) month; 3) age; 4) annual growths; 5) seasonal growths; 6) spring spawners (mainly) and autumn spawners (party) not segregated; 7) autumn spawners.

份间, 平均纯重由 350 克左右增长到 480 克左右。从 9 月到次年的 5、6 月间则又降低到 415 和 400 克左右。总重的变化趋势与纯重相似, 例如第 5 年雌鱼在 5—9 月间体重由 365 克左右约增长为 500 克。9 月到翌年春季生殖期的 5、6 月份, 总重又降至 450 克左

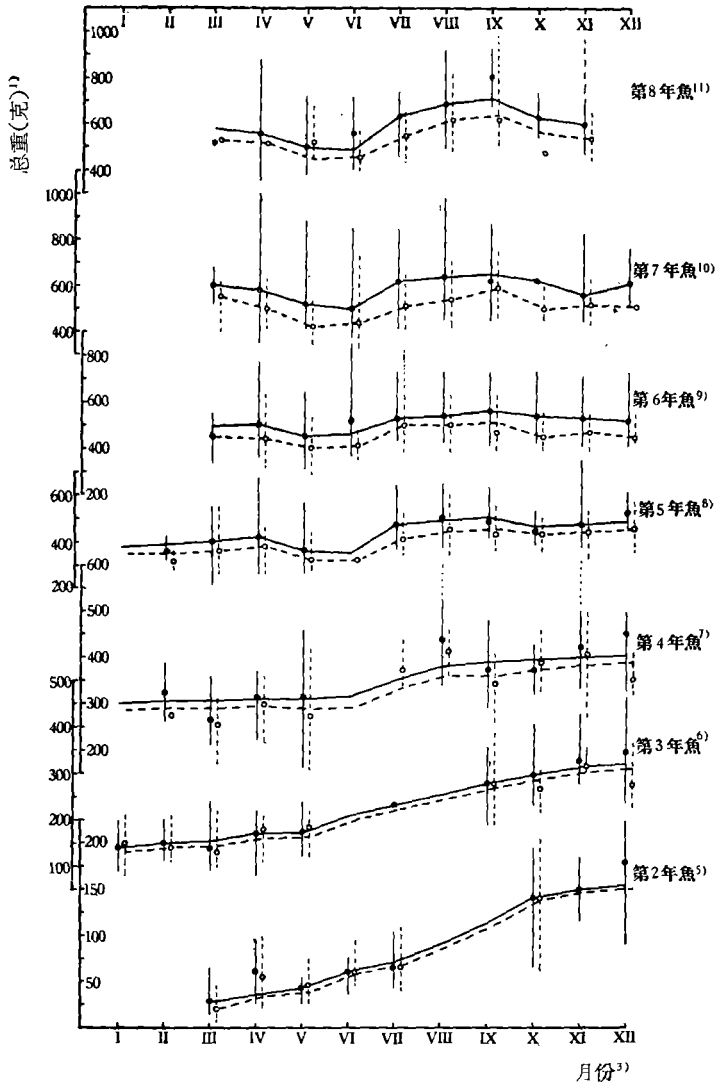


图 4 浙江近海大黄鱼体重(总重)生长的季节变化

均数及波动范围⁴⁾ — ♀ --- ♂

Fig. 4. Seasonal growth in total weight of the Large Yellow Croaker off Chekiang.

Explanation: 1) Total weight; 3-10) same as in Fig. 1; 11) 8th-year fish.

右(图 4)。雄鱼体重的变化与雌鱼相似。此外, 体重季节波动的幅度, 则随年龄的增长而增加(图 3)。可见成鱼的体重季节变化, 既表现有急剧的增长期, 又有缓滞和显著下降的阶段。

表 2 是表示各年龄体重季节生长的相对变化。相对值是取 6 月份的体重作为 100 计

算的。第 5 年以后成鱼体重相对值的变化趋势与绝对值相似。体重最轻时期同样出现在春季生殖末期; 最高时期在 9 月份。

6—9 月相对值急剧上升, 第 5—13 年雌、雄鱼在 7 月份的相对纯重平均值为 6 月份的 118%; 第 14 年鱼以后者为 108%; 9 月均高达 130% (即为 6 月的 1.3 倍); 而第 5—8 年鱼的总重, 在同期的相对平均值由 123% 可增至为 135%。可见在春季生殖期后经过二、三个月的短期育肥, 看来鱼体重量可增加 23—35%。此外, 从表 2 还可看出, 第 13 年以前和第 14 年以后各年鱼的体重变化也有差异, 前者总重或纯重在 2—3 月间均有增长, 同时总重又较纯重者增长为快。后者高龄鱼在 1—6 月间体重 (纯重) 则出现逐月下降的趋势。看来这与性腺重量的增长和高龄鱼在此期间体质的消耗较大有关。

表 2 浙江近海大黄鱼体重的季节相对变化 (以 VI 月为 100)

Table 2. Seasonal variation of relative value in weight of the Large Yellow Croaker off Chekiang (June as 100).

月 份 ³⁾	性 ¹⁾ 别 年 龄 ²⁾ 重 量 ⁴⁾		♀						♂									
			第 2 年 ⁵⁾		第 3—4 年 ⁵⁾		第 5— 8 年 ⁵⁾	第 5— 13 年 ⁵⁾	第 14— 24 年 ⁵⁾	第 2 年 ⁵⁾		第 3—4 年 ⁵⁾		第 5— 8 年 ⁵⁾	第 5— 13 年 ⁵⁾	第 14— 24 年 ⁵⁾		
			总重 ⁶⁾	纯重 ⁷⁾	总重	纯重	总重	纯重	纯重	总重	纯重	总重	纯重	总重	纯重	总重	纯重	
I	—	—	81	85	108	104	114	—	—	81	87	108	106	119				
II	—	—	84	92	109	105	114	—	—	85	90	108	106	118				
III	48	40	86	90	115	106	112	39	43	86	92	116	108	116				
IV	53	48	90	91	115	107	108	56	52	89	93	113	108	115				
V	72	77	91	95	102	103	105	65	75	91	95	98	104	112				
VI	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				
VII	121	108	112	116	126	119	105	119	108	114	117	120	116	112				
VIII	155	143	121	125	131	122	111	149	145	123	129	129	126	124				
IX	216	169	129	135	135	128	120	214	177	129	136	134	132	140				
						(110)*	(114)*						(115)*	(117)*				
X	238	214	133	139	125	112	—	240	255	136	141	120	111	—				
XI	259	223	139	148	121	115	103	260	267	142	142	122	119	117				
XII	267	231	142	151	124	115	109	263	275	145	137	122	114	117				

* 秋季生殖个体⁸⁾

Explanation: 1) Sex; 2) age; 3) month; 4) weight; 5) 2nd-year fish; 6) total weight; 7) weight (excluding gut and gonads); 8) autumn spawners.

II. 性未成熟鱼 幼鱼体重的季节生长与成鱼有显著不同, 其区别主要是幼鱼在生长的年周期中, 体重没有停滞和下降的时期 (图 3、4)。第 2 年幼鱼生长迅速时期出现在 7—10 月份, 在这期间雌鱼纯重由 70 克增加到 139 克左右; 雄鱼由 65 克增至 135 克左右, 三个月大约长一倍。此外, 相对值在 1—6 月均在 100 以下, 7—12 月为 100 以上, 这说明一年中体重都是逐月增长的。总重和纯重的变化趋势两者一样。

III. 第 3—4 年鱼 体重季节变化趋势与第 2 年幼鱼相近, 但第 3—4 年鱼体重的绝对增长量较大。例如第 3 年雌鱼一年中总重的增长量为 187 克左右; 而当年鱼和第 2 年鱼体重的总和只有 155 克左右。不论总重或纯重, 雌鱼或雄鱼都是同样的。体重的生

长速度也是雌鱼一般高于雄鱼。

四、肥满度的季节变化

在研究以肥满系数作为鱼类的生长指标时,常用计算式为: $K = \frac{W}{L^3} \cdot 100 \cdots \cdots (2)$ 。

但这个公式的主要缺点在于系数值(K)的大小依鱼体的长度而起变化^[9],因而有些学者建议采用相对肥满系数,即鱼体实测重量与常态计算重量之比值作为鱼体肥满度的指标^[9,23,24],其公式为: $K_n = \frac{W}{\hat{W}} \cdots \cdots (1)$ 。但是,第(2)式虽存在缺点,许多学者根据其不同材料的研究表明,比较某些同种鱼的肥满度在不同年份或一年中的变化时仍适用^[9,11,16]。因此,第(2)式也仍被广泛应用着。为寻求反映大黄鱼肥满度的可靠指标,我们对这两个公式进行了计算和比较。并将系数值 K_n 采用纯重计算; K 的计算则采用了纯重(以 K_w 表示)和总重(以 K_w 表示),以资比较。

I. 性成熟鱼 由于成鱼在同一时期的肥满系数基本一致,故将第5年以后成鱼的肥满系数(K_n)合并进行了分析。结果表明,肥满度的季节变化规律与体重一样。最低时期也出现于春季生殖期(图5)。雌鱼在6月份的系数值为0.93,雄鱼为0.94。6月以后

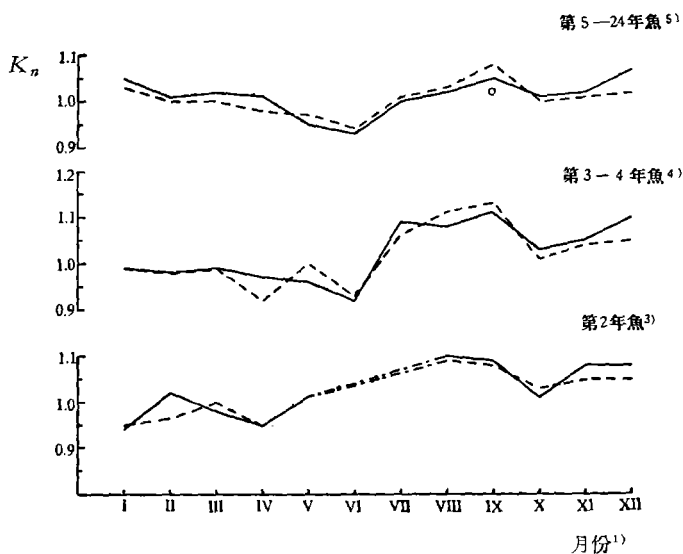


图5 浙江近海大黄鱼肥满度(K_n)的季节变化

—— ♀ ---- ♂ ○ 秋季生殖个体²⁾

Fig. 5. Seasonal variation of condition factor (K_n) of the Large Yellow Croaker off Chekiang.
Explanation: 1) month; 2) autumn spawners; 3) 2nd-year fish; 4) 3rd and 4th-year fish; 5) 5th to 24th-year fish.

鱼体肥满度即迅速增高。7月到次年3月系数值都在1以上,这表明在此期间的实测重量均大于常态计算重量。其中9月份非生殖个体的肥满度为全年最高时期,雌鱼和雄鱼分别为1.05和1.08(9月份的生殖个体偏低些)。10月份系数值有所下降,可能是由于这月份混有秋季生殖个体所致;自11月至1月系数值又有回升,12月份系数值几乎达到9

月份的非生殖个体水平。1—6 月份一般为逐月下降。

在春季生殖季节,初期(5 月份)的鱼体肥满度一般高于后期(6 月份)。同时,即使在同一时期,那些正在产卵场生殖或准备排卵的个体,其肥满度一般也高于生殖后(已排卵的个体)或离开产卵场(岱衢洋渔场)的个体。例如在 5 月份,前者 5 岁(第 6 年鱼)雌鱼和雄鱼的肥满度分别为 0.95 和 0.98,而后者只有 0.91 和 0.92(表 3)。

表 3 浙江近海大黄鱼产卵场生殖个体与生殖后离开产卵场个体肥满度的变化
Table 3. Condition factor of the spawners and the spent individuals of the Large Yellow Croaker off Chekiang.

$$(K_n = \frac{W}{\bar{V}})$$

月份 ¹⁾	生殖鱼羣 ²⁾	年 性 别 ⁴⁾ \ 龄 ³⁾	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
V	产卵场生殖者 ⁵⁾	♀	0.97	0.94	0.95	0.93	0.97	0.97	0.95	1.04	0.98	0.96
		♂	1.00	0.97	0.98	0.98	0.98	0.99	0.97	0.97	1.02	1.01
	生殖后离开产卵场者 ⁶⁾	♀	0.92	0.90	0.91	0.93	0.92	0.94	0.95	0.98	0.97	1.03
		♂	0.94	0.92	0.92	0.90	0.94	0.88	0.87	0.93	0.91	—
VI	产卵场生殖者 ⁵⁾	♀	0.93	0.96	0.91	0.94	0.96	0.90	0.93	0.98	0.95	1.00
		♂	0.98	1.03	0.98	0.96	0.98	0.95	0.98	0.99	0.98	0.98
	生殖后离开产卵场者 ⁶⁾	♀	0.86	0.90	0.90	0.91	0.97	0.90	0.95	0.92	0.93	—
		♂	—	0.86	0.94	0.91	0.91	0.90	0.89	0.95	0.88	0.85

$$(K_w = \frac{W}{L^3} \cdot 100)$$

月份 ¹⁾	生殖鱼羣 ²⁾	年 性 别 ⁴⁾ \ 龄 ³⁾	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
V	产卵场生殖者 ⁵⁾	♀	1.32	1.24	1.24	1.20	1.25	1.23	1.23	1.36	1.26	1.23
		♂	1.35	1.30	1.30	1.29	1.27	1.28	1.26	1.26	1.33	1.31
	生殖后离开产卵场者 ⁶⁾	♀	1.24	1.19	1.19	1.19	1.21	1.22	1.21	1.23	1.24	1.33
		♂	1.27	1.24	1.22	1.19	1.21	1.13	1.12	1.16	1.20	—
VI	产卵场生殖者 ⁵⁾	♀	1.23	1.28	1.22	1.23	1.22	1.23	1.19	1.27	1.22	1.29
		♂	1.35	1.34	1.30	1.26	1.25	1.23	1.26	1.29	1.27	1.32
	生殖后离开产卵场者 ⁶⁾	♀	1.14	1.15	1.18	1.18	1.21	1.20	1.21	1.18	1.19	—
		♂	—	1.18	1.24	1.19	1.19	1.18	1.16	1.24	1.17	1.25

Explanation: 1) Month; 2) spawning shoal; 3) age; 4) sex; 5) spawners obtained from spawning; 6) spent fish after leaving spawning ground.

从表 4 第 6 年和第 7 年鱼肥满系数(K_n , K_w 和 K_w)的变化可看出,以总重计算的 K_w ,除在生殖期后迅速增大外,在生殖期前也有下降的趋势。看来在这期间,鱼体的消耗要大于性腺的增重量。但就个体而言,消化道和性腺重量的变化,在一年的某时期中,对鱼体肥满度会有所影响,而对了解鱼群在一年中的质量指标时,这种影响看来是不大的。

表 4 浙江近海大黄鱼第 6—7 年鱼肥满度的季节变化

Table 4. Seasonal variation of condition factor of the 6th and 7th year Large Yellow Croaker off Chekiang.

年龄 ¹⁾	肥满度 ²⁾	性别 ³⁾ / 月份 ⁴⁾	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
第 6 年 鱼 ⁵⁾	K_{2x}	♀	—	—	—	1.38	1.31	1.29	1.39	1.37	1.44	1.41	1.45	1.56
		♂	—	—	—	1.33	1.30	1.32	1.38	1.39	1.44	1.30	1.43	1.47
	$K_{\bar{w}}$	♀	1.36	1.32	1.29	1.23	1.22	1.19	1.29	1.33	1.39*(1.35)	1.36	1.38	1.50
		♂	1.36	1.31	1.28	1.22	1.23	1.27	1.33	1.34	1.37*(1.29)	1.29	1.35	1.41
	K_n	♀	1.03	1.01	1.01	0.96	0.93	0.91	0.99	1.02	1.08*(1.05)	1.04	1.06	1.13
		♂	1.03	0.99	0.98	0.93	0.96	0.96	1.01	1.03	1.05*(0.99)	0.99	1.03	1.08
第 7 年 鱼 ⁶⁾	K_{2x}	♀	—	—	1.30	1.38	1.31	1.27	1.37	1.32	1.40	1.40	1.41	1.44
		♂	—	—	1.33	1.36	1.26	1.23	1.36	1.39	1.43	1.35	1.43	1.46
	$K_{\bar{w}}$	♀	1.36	1.32	1.28	1.29	1.20	1.20	1.30	1.27	1.35(1.31)	1.26	1.37	1.38
		♂	1.36	1.31	1.27	1.26	1.27	1.22	1.33	1.35	1.41(1.31)	1.32	1.39	1.39
	K_n	♀	1.05	1.01	0.99	0.99	0.93	0.93	1.01	1.00	1.05(1.00)	0.95	1.07	1.06
		♂	1.03	1.01	0.98	0.97	0.97	0.93	1.02	1.04	1.09(1.02)	1.01	1.07	1.06

* 秋季生殖个体⁷⁾

Explanation: 1) Age; 2) condition factor; 3) sex; 4) month; 5) 6th-year fish; 6) 7th-year fish;

7) autumn spawners.

II. 性未成熟鱼 第 2 年幼鱼, 在 5—12 月间, 系数值 K_n 大于 1。最高和最低时期比成鱼略早 (早 1—2 个月), 最高出现在 8 月份, 雌鱼为 1.10, 雄鱼为 1.09; 最低出现在 4 月, 雌、雄鱼的系数值都为 0.95。5 月较高, 雌、雄鱼的系数值都为 1.01 (图 5)。从表 5 也可看出, 1 岁幼鱼 4 月的肥满度小于 5 月份的, 8 月大于 9 月份的; 而 4 岁以后成鱼 (亦即第 5 年以后成鱼), 在上述时期则一般相反。

III. 第 3—4 年鱼 其肥满度的季节变化特点也界于幼鱼和成鱼之间。 K_n 值大于 1 的时期出现在 7—12 月; 1—6 月小于 1。最高和最低的时间与成鱼相同。

不论成鱼、幼鱼或者第 3—4 年鱼, 10 月份的肥满度均比 9 月的低。前述成鱼可能由于在 10 月份混有秋季生殖个体, 而幼鱼显然不是由此所致。这个原因尚不清楚。

雌鱼和雄鱼肥满度的季节变化规律一样。但从成鱼肥满度的变化看出, 10 月至翌年 4 月, 雌鱼的系数值 (K_n 和 $K_{\bar{w}}$) 高于雄鱼; 5—9 月则相反, 系数值为雌鱼低于雄鱼 (图 5, 表 4)。这个现象都出现在用纯重计算的系数值的变化中, 从纯重的角度看体质的营造和消耗的关系, 说明在雌、雄两性间的体质营造和消耗两个过程的强度, 在一年的不同时期有所不同。

为了进一步分析肥满系数 $K_n \left(= \frac{W}{\bar{W}} \right)$ 和 $K \left(= \frac{W}{L^3} \cdot 100 \right)$ 的不同点, 从图 6 的第 6—7 年鱼 K_n 和 $K_{\bar{w}}$ 两个系数值的季节变化和分布可看出, 除了具有同样明显的季节变化外, 两个系数平均值的集中趋势也颇为接近和相似。所不同的是系数值 $K_{\bar{w}}$ 的分布范围要比

表 5 浙江近海大黄鱼不同年龄组在 IV、V 月及 VIII、IX 月份肥满度的比较

Table 5. Comparison of condition factor of different age-groups of the Large Yellow Croaker off Chekiang.

月 份 ¹⁾	年龄 ³⁾ 性别 ²⁾	1	2	3	4	5	6	7	8	9
IV	♀	0.95	0.99	0.93	0.94	0.96	0.99	1.02	1.01	1.00
	♂	0.95	0.92	0.93	0.97	0.93	0.97	0.98	1.03	1.02
V	♀	1.01	0.99	0.96	0.92	0.93	0.93	0.93	0.95	0.95
	♂	1.01	1.01	0.99	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.95

月 份 ¹⁾	年龄 ³⁾ 性别 ²⁾	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+
VIII	♀	1.10	1.16	1.07	1.06	1.01	1.00	1.01	1.05	1.03
	♂	1.09	1.12	1.11	1.02	1.03	1.04	1.06	1.04	1.02
IX	♀	1.09	1.12	1.09	1.07	1.08	1.05	1.06	1.03	1.09
	♂	1.08	1.16	1.08	1.10	1.05	1.09	1.08	1.09	1.08

Explanation: 1) Month; 2) sex; 3) age.

K_n 的为大,亦即其离散程度要大些。再从鱼体不同长度组(根据第 5 年以后成鱼计算)系数值的变化来看,两公式系数值的变化趋势也颇相似(表 6)。系数值 $K_{\bar{w}}$ 同期的变化幅度也比 K_n 为大。如 9 月份不同长度组的 $K_{\bar{w}}$ 变化的最大差值为 0.19,而 K_n 在同期则仅有 0.09 之差。前者的变化幅度较大,看来与鱼体体型的变化有关。但是从表中还可以看到另一现象,即 5 月份的两个系数值均有随长度的增长而增大的趋势;7 月份及 9 月份则相反。这可能由于较小的个体,在产卵以后的体重比那些较大的个体恢复的快些所致。

表 6 浙江近海大黄鱼 V、VII、IX 月份不同长度组的肥满度变化

Table 6. Variation of condition factor of different length-groups of the Large Yellow Croaker off Chekiang.

长 度 组 ³⁾	月份 ¹⁾ 肥满系数 ²⁾	V		VII		IX	
		K_n	$K_{\bar{w}}$	K_n	$K_{\bar{w}}$	K_n	$K_{\bar{w}}$
281—300		0.90	1.26	—	—	—	—
301—320		0.89	1.20	1.05	1.38	1.10	1.45
321—340		0.92	1.19	1.00	1.31	1.07	1.39
341—360		0.93	1.19	1.00	1.29	1.08	1.39
361—380		0.96	1.22	0.98	1.25	1.07	1.37
381—400		0.98	1.24	1.01	1.26	1.05	1.34
401—420		0.99	1.26	1.00	1.24	1.02	1.29
421—440		—	—	—	—	1.01	1.26

Explanation: 1) Month; 2) condition factor; 3) length-groups (standard length in mm).

综上所述,比较计算鱼体肥满度两个公式的结果,均能作为反映大黄鱼肥满度季节变

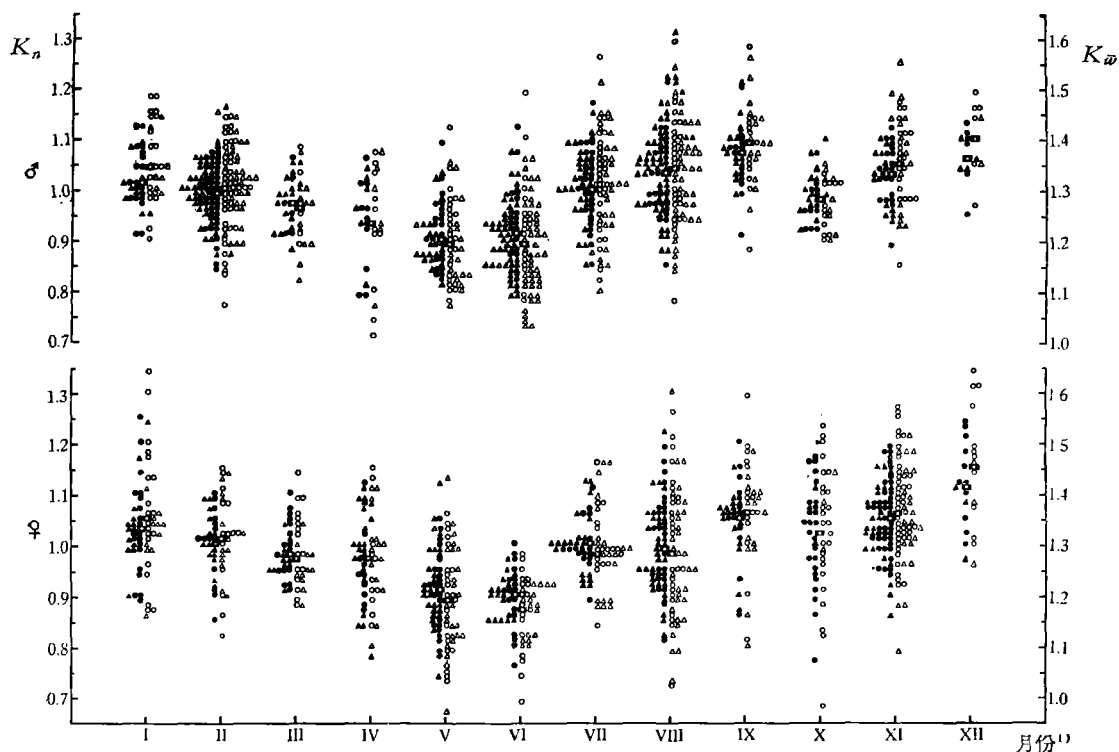


图6 第6—7年大黄鱼肥满度 $K_n \left(\frac{W}{L^3} \right)$ 和 $K_w \left(\frac{W}{L^3} \cdot 100 \right)$ 季节变化比较

● ▲ ----- K_n ○ △ ----- K_w
 ● ○ ----- 6年鱼²⁾ ▲ △ ----- 7年鱼³⁾ ■ ----- 平均数⁴⁾

Fig. 6. Comparison of seasonal variation of K_n and K_w of the 6th and 7th-year fish of the Large Yellow Croaker.

Explanation: 1) Month; 2) 6th-year fish; 3) 7th-year fish; 4) mean.

化过程的指标。但如果以两个公式所得结果进行混同比较,那是不正确的。因为系数值 $K_n = 1$ 时,大约相当于 K_w 的 1.30。因此,具有同样肥满度的鱼,其系数值不仅依所用公式有所差异,而且用第(2)式计算不同体型鱼类肥满度时,其系数值也是不同的。但是,对于鱼体体积接近其长度立方关系的鱼类来说,比较同种鱼类肥满度的年变化或季节变化时,仍可应用公式(2);但对于鱼体体积与其长度立方相差悬殊的鱼类,则以用(1)式为佳。应用那个公式较好,应根据不同种类的鱼而定。同时,只有消除和了解了影响计算肥满度的因子时,才能真正反映鱼体的营养水平。这样,分析鱼体肥满度的意义才是最大的^[23]。

五、讨 论

I. 关于大黄鱼季节生长的周期性问题

1. 与性成熟及性腺发育密切相关: 性成熟大黄鱼季节生长的周期性表现了两个特点,第一,长度方面有明显的迅速生长期和缓滞(甚至停滞)生长阶段,其次,体重的增长则有显著下降时期。这是由于成鱼的主要活动旨在繁衍后代,其季节生长依其性腺在年周期中不同时期的发育状况而有变化。大黄鱼幼鱼的季节生长虽也具有不平衡性,但由于

它们尚处在性未成熟阶段,在生长的年周期中,不受性腺发育和生殖活动的影响,因而生长没有停滞期,体重也无下降现象。许多鱼类季节生长的周期性与其性腺的发育成熟有着密切关系。例如拟鲤 *Rutilus rutilus caspicus* Jak., 鳊鱼 *Abramis brama* (L.), 狗鱼 *Esox lucius* (L.), 宽突鳕 *Eleginus navaga* (Pallas) 等^[11,13,15,21]。

从大黄鱼成鱼的成熟系数(根据第 6—10 年鱼计算)周年变化可看出(图 7),自 1 月至 6 月份成熟系数逐月增大(1 月份平均为 0.6%,5 月为 5.5%),性腺处于发育成熟阶段,无疑,在这时期鱼体的营养首先要满足性腺发育成熟的需要。所以这时鱼体的生长甚为缓慢。体重和肥满度一般也下降,同时它们随着性腺发育的加速和成熟而下降得更明显。在第 14 年以后的各龄鱼中,春季生殖期前体重有较大的波动,这可能与性细胞在发育中体重消耗强度较大有关。可看作是高龄鱼的衰老在生长上的一种反映。

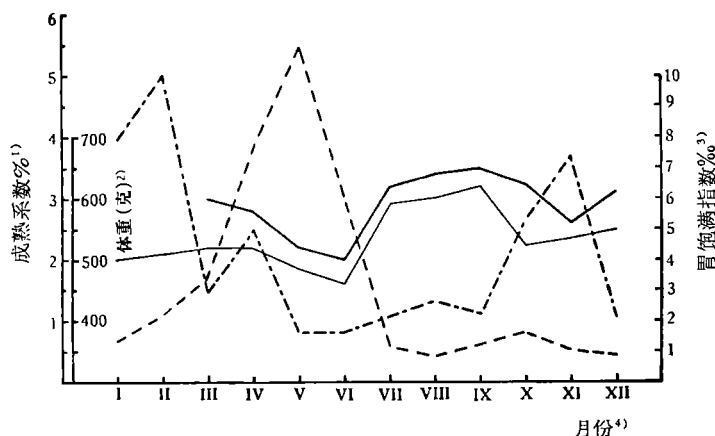


图 7 浙江近海大黄鱼成熟系数饱满指数以及体重生长的季节变化

----- 第 6—10 年鱼成熟系数¹⁾ ----- 胃饱满指数³⁾(根据杨纪明等, 1962)
—— 第 7 年雌鱼总重量⁷⁾ —— 第 7 年雌鱼纯体重⁸⁾

Fig. 7. Seasonal variation in maturation coefficient, average index of fullness of stomach and body weight of the Large Yellow Croaker.

Explanation: 1) Maturation coefficient; 2) body weight (gm.); 3), 6) average index of fullness of stomach; 4) month; 5) maturation coefficient of 6th to 10th-year fish; 7) total weight of 7th-year females; 8) weight (excluding gut and gonads) of 7th-year females.

在生殖期间,由于生殖活动,体重有更大的消耗和波动,含脂量也依逐次潮汛和性腺成熟期的增高而下降^[2]。这与生殖期延续的时间和排卵类型有关。因春季生殖期一般要延续两个月左右,同时大黄鱼属于分次成熟排卵类型^[1]。因此,当生殖时期持续得愈久,体质消耗也愈大。

春季生殖期结束后,成熟系数迅速下降(7 月份仅为 0.6%),排卵后性腺处于恢复时期,此时便有条件使鱼体的生长速度迅速上升,7—12 月份成熟系数变化不大。除秋季生殖个体外,性腺一般处于恢复和缓滞发育阶段。因此在 9 月份前生长迅速地得到了恢复和补偿。

可见,性成熟鱼在年周期中的生长,是在性腺发育的加速而体质有所消耗以及性腺发育减缓而生长迅速恢复的两个过程中进行着。从机体的整体生长过程来看,生长是连续

的;而体质的积累与性腺的发育和成熟,则是两个完全不同的过程。而这个特性应该认为是机体对保证性腺正常发育的一种适应。

2. 与某些环境因子的关系: 从已知的某些环境因子的季节变化看来, 夏季和秋初正是底栖生物和幼鱼等生物量较高的季节, 同时也是水温及径流量较高的时期¹⁾ [5], 它们最高时间一般出现在 8 月前后。这期间, 大黄鱼的食物主要为鱼类(小型鱼类及幼鱼)和甲壳类(主要为虾类)^[10], 它们的重量分别占 55.4% 和 42.3%。可见, 在这期间的大黄鱼不仅可获得质量较高和丰富的食物基础, 而且水温条件也最为优越。显然, 这对大黄鱼的生长颇为有利。

有些鱼类季节生长的周期性与摄食强度的关系甚为显著; 例如拟鲤 *Rutilus rutilus caspicus* Jak., 大洋鲱 *Clupea harengus* L. 等^[16, 21]。它们在摄食最强的时期, 鱼体生长最为迅速。在大黄鱼中, 胃饱满指数的季节变化与鱼体生长速度则并不一致。胃饱满指数最低的夏季, 正是鱼体迅速生长期。秋、冬季胃饱满指数最高, 而鱼体生长则为缓滞时期(图 7)。但另一方面, 大黄鱼系广食性鱼类, 在不同季节它们对饵料的种类和类群的更替率颇大^[10]。因此, 食物的质量对大黄鱼季节生长的关系比摄食量的关系更为重要。

综上所述可见, 大黄鱼季节生长的周期性, 与鱼体的生物学状况及环境因子都有关。环境因子在一定程度上可以影响生长的好坏; 而性成熟和性腺的发育状况, 是影响大黄鱼季节生长的主导因素。

II. 大黄鱼耳石生长与体长季节生长关系的初步分析

许多鱼类的体长与鳞片、耳石等之间的生长相关性早已证实^[22]。因此, 对鱼类季节生长的研究, 一些学者多从鳞片或耳石等边缘增长幅度或鳞片上的环片数目、距离的不均衡性为依据^[14, 18-22, 25]。根据大黄鱼耳石边缘增长的季节变化分析^[6], 耳石与体长季节生长的规律大致相似; 但两者在速度上却有一定差异。耳石的生长自 11 月至翌年 4 月前后生长状况极为缓慢; 这期间体长的生长也为缓滞时期。但到年轮形成后, 耳石和体长的生长速度均显著增快。耳石迅速生长期在 6—11 月; 而体长在 6—9 月间。看来两者开始快速生长的时间基本一致; 而快速生长的延续时间, 体长则较耳石的短些。

大黄鱼耳石年轮形成的时间主要在 5、6 月份^[6]。但在较高年龄中, 有些个体耳石上新轮出现得较早, 而轮纹形成的时间又较晚。关于这个现象有些学者指出, 鱼类开始新的一年生长的时间, 正是年轮已经形成的时间^[19-21]。大黄鱼耳石与体长开始生长的时间, 两者的具体关系虽未进行详细分析, 但如前所述, 由于耳石与体长开始快速生长的时间基本一致, 可以推断, 那些形成年轮较晚的个体, 开始新的生长可能也要晚些; 反之, 则较早。综上所述可知, 大黄鱼耳石与体长的生长虽具有一定的正相关, 但在一年的生长周期中, 两者的速度不尽完全一致。如果根据耳石与体长生长的正比关系来进行鱼体生长的推算, 是不能得出满意的结果的。此外, 关于鱼类体长与耳石、鳞片间的生长是否同时的问题, 尚未进行系统研究^[12], 而对这一问题的深入研究, 在理论上或实践上都是十分重要的。

III. 关于大黄鱼年生长的特性

1. 大黄鱼在生命周期中的不同年龄鱼, 生长也不均衡。1 岁幼鱼及 1⁺ 鱼体长的生长

1) 根据中国科学院海洋研究所调查资料。

表 7 浙江近海大黄鱼体长和体重的年生长期

Table 7. Mean standard length and body weight excluding gut and gonads of different age groups of the Large Yellow Croaker off Chekiang.

月 份 ¹⁾	体长、体重*及 群、体 数 目	年 龄 ²⁾ 性 别 ³⁾	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
V, VI	平均体长 ⁴⁾	♀	141	227	279	303	325	339	349	368	367	364	369	374	382	381	405	407	391	380	392	356	402	395	—	—
		♂	141	230	274	299	313	325	339	341	340	344	347	348	352	353	363	364	374	374	379	376	380	387	380	382
VIII, IX	平均体长	♀	183	256	302	325	341	359	371	367	380	396	384	408	413	381	424	416	405	413	403	410	419	415	395	—
		♂	181	250	294	315	328	336	351	355	364	376	377	372	426	372	398	392	402	402	399	395	400	—	—	405
V, VI	平均体重 ⁵⁾	♀	48	182	287	345	416	472	515	608	606	620	629	649	699	709	863	840	730	775	734	908	689	700	—	—
		♂	45	176	272	336	389	433	487	500	488	523	542	564	552	564	579	605	642	678	678	625	670	683	613	700
VIII, IX	平均体重 ⁶⁾	♀	102	261	396	482	540	607	687	672	730	765	746	796	917	745	875	825	775	912	700	875	1025	875	775	—
		♂	104	246	349	428	489	535	602	619	635	870	708	708	811	693	813	796	625	825	825	850	725	—	—	675
V, VI	样本数目 ⁶⁾	♀	62	22	101	69	69	79	30	33	52	28	63	17	21	33	4	13	10	2	10	2	3	4	—	—
		♂	62	69	97	113	140	164	80	55	106	46	126	54	27	85	12	23	16	12	29	11	22	6	4	3
VIII, IX	样本数目	♀	115	50	48	48	53	49	29	19	23	13	22	12	24	9	14	7	1	8	6	4	9	2	3	—
		♂	123	53	41	54	45	53	24	17	23	13	22	7	15	12	4	9	3	6	5	3	2	—	—	1

* 纯体重

Explanation: 1) Month; 2) sex; 3) age; 4) mean standard length; 5) mean body weight excluding gut and gonads; 6) number of specimens.

表 8 浙江近海大黄鱼体重、肥满度和含脂量的季节变化指标

Table 8. Seasonal variation in body weight, condition factor and fat content of the Large Yellow Croaker off Chekiang.

月 份 ¹⁾	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
总体重 ²⁾ %	108	109	115	114	100	100	123	130	135	123	122	123
纯体重 ³⁾	103	105	107	107	101	100	122	127	131	117	119	120
肥满度 ⁴⁾	1.04	1.01	1.01	1.00	0.96	0.94	1.01	1.03	1.07	1.02*	1.01	1.02
含脂量 ⁴⁾	—	3.52	—	—	0.88	0.51	0.47	1.60	1.12	0.25	0.33	—

体重根据第 5—8 年鱼计算, 肥满度根据第 5—24 年鱼计算(根据王可玲, 1964)。

* 秋季生殖个体。

Explanation: 1) Month; 2) total weight; 3) weight excluding gut and gonads; 4) condition factor; 5) fat content.

速度最快。1岁雌鱼和雄鱼的平均体长都约为141毫米,而到2岁时,雌、雄鱼分别约为227和230毫米,平均增长约87毫米;较1岁鱼的增长量有显著下降。3岁鱼的增长量则只有50毫米左右。以后各年龄鱼的生长速度随着年龄的提高而减弱(表7)。有的鱼类,如鳊鱼 *Abramis brama* (L.) 幼鱼鱼体的蛋白质增长大于脂肪的增长^[15,16]。这说明在未成熟阶段生长的主要形式为长度的生长。

2. 从表7看出,体重的增长速度在2和3岁中表现最快。1岁雌鱼和雄鱼的体重(纯重)平均只有46克左右;而2岁和3岁鱼体重的年增长量分别为132克和100克左右。这与接近和达到性成熟有关。4—7岁鱼体重的年增长量大致只波动在40—70克左右。但与其整个寿命比较,7岁以前体重的增长是最快的。但在以后各年龄中它们的增长速度又逐渐减少。从体重的增长出发,可以认为捕捞生长最快阶段的鱼,显然是不合算的。

在某些鱼类中,例如鲟鱼的体重增长则是另一规律,体重增长量随着年龄的增大而增加^[19,20]。可见,不论大黄鱼或其它鱼类,体长和体重的生长是同时进行的,但这两个生长过程的规律则有所不同。

IV. 关于大黄鱼捕捞时期的调整问题

以上对大黄鱼生长的季节周期性作了分析,如果从充分利用水域饵料资源和季节生长的角度出发,在鱼体肥满度和质量最好的时期进行捕捞,这对资源的利用才是最合理的。同时,也是提高经济鱼类种群生产力最重要的方法^[16,17]。但是,大黄鱼的捕捞具有明显的季节性。浙江近海渔民主要捕捞春季进行生殖的大黄鱼,产量约占全年的60—70%。从表8可看出,大黄鱼的体重、肥满度和含脂量等指标,均在春季生殖季节(5—6月份)最低,也即鱼体肉质最差的时期;夏末、秋季及冬初,这时期鱼体的纯重量和总重量都超过春季生殖季节的20—30%。如果发现大黄鱼在秋、冬季有大量结群的话,那么可以考虑将大黄鱼现在的主要捕捞季节加以适当的调整,即在春季生殖期可以少捕一些,一部分可推迟在夏末及秋初(8—9月份)或秋末冬初(11—1月份)进行捕捞。这样不仅对种群的繁殖保护有利,而且在鱼的产品质量上和产量上均可大大的提高。

因此,今后对大黄鱼种群结构的生物学特性,以及在空间和时间上对种群洄游结群的分布规律等加以进一步的研究,对有效和合理地利用大黄鱼的资源具有重要意义。

六、结 语

1. 浙江近海大黄鱼体长的季节生长不均衡。性成熟鱼在春季生殖后的6—9月份生长最快,增长量约占全年的60%;9—6月间的体长变化不大,为生长缓滞阶段。性未成熟鱼没有生长停滞期。第2年幼鱼以7—10月份生长最快,增长量约占全年44%。体长生长的季节变化与耳石的季节生长大致相符合,但两者在速度上却不完全一致。

2. 体重的季节增长更为明显,一般从第5年开始,成鱼的体重在全年中最轻时期出现在春季生殖期。但生殖后体重却又迅速增加,到9月份体重达全年最重的时期(9月生殖个体较低)。较高年龄鱼的体重,在1—6月间一般都逐月下降。而幼鱼的体重,在年周期中均无下降现象。

3. 肥满度的季节变化与体重的变化相似。成鱼的肥满度于9月最高,雌鱼 K_n 为1.05,雄鱼为1.08。但9月的生殖个体肥满度稍低。肥满度最低时期同样出现在春季生殖期

间, 6 月 K_n 雌鱼为 0.93, 雄鱼为 0.94。幼鱼与成鱼不同, 第 2 年幼鱼 K_n 最低在 4 月, 雌、雄鱼均为 0.95; 最高在 8 月, 雌、雄鱼分别为 1.10 和 1.09。此外表示肥满度的两个公式

$$\left(K_n = \frac{W}{\bar{W}}, K = \frac{W}{L^3} \cdot 100\right), \text{ 均能反映大黄鱼肥满度的指标。}$$

大黄鱼体长和体重的生长速度一般是雌鱼高于雄鱼。性成熟鱼的肥满度, 在 10—4 月间也是雌鱼大于雄鱼, 而 5—9 月份则相反。这说明两性间在一年中体质营造和消耗强度的两个过程有所不同。但不论雌鱼和雄鱼, 其体长、体重和肥满度的季节变化规律却基本一致。

4. 大黄鱼的季节生长, 看来与两方面因子有关: (1) 机体的生物学状况, 特别是与性成熟及性腺发育状况具有密切联系。(2) 其次为摄食特性以及环境条件的季节变化等因素。

5. 大黄鱼在生命周期中体长的生长, 以 1 岁鱼最快, 雌鱼和雄鱼的体长增长量约为 141 毫米, 而 2 岁鱼平均增长约为 87 毫米。3 岁鱼只有 50 毫米左右。体重的增长最快年龄则出现在 2 岁和 3 岁鱼中, 1 岁雌鱼和雄鱼的纯重平均增长量只有 46 克左右, 而 2 岁和 3 岁鱼分别可达到 132 克和 100 克左右。4—7 岁鱼的增长量大致波动在 40—70 克左右。但是在以后各年龄鱼中无论体长或体重的生长, 均随着年龄的增长而减弱。

6. 大黄鱼体重、肥满度等指标, 在春季生殖期最低; 秋季、冬初最高。夏末及秋冬时这两项指标超过生殖期的 20—30%。为了合理地利用渔业资源, 在一定条件下, 考虑将大黄鱼的主要捕捞期加以适当调整, 如果一部分推迟在秋、冬季进行捕捞, 那么鱼的质量和产量均可大大提高, 同时, 对大黄鱼资源的保护也是有益的。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院海洋研究所大黄鱼调查工作组, 1959。1958 年舟山秋汛大黄鱼的生物学资料(油印本)。
- [2] 王可玲, 1964。浙江北部近海大黄鱼含脂量变化的初步分析(未刊稿)。
- [3] 毛锡林, 1965。浙江近海低龄大黄鱼年龄和生长的初步研究。海洋渔业资源论文选集。149—158 页。
- [4] 吴鹤洲, 1965。浙江近海大黄鱼性成熟与生长的关系。海洋与湖沼 7(3): 220—234。
- [5] 苏育嵩, 1963。台湾海区海水环流及黄、东海水平衡的初步探讨。太平洋西部渔业研究委员会第四次全体会议论文集。科学出版社 1963 年出版, 17—33 页。
- [6] 徐恭昭、罗秉征、吴鹤洲、王可玲, 1962。大黄鱼耳石的轮纹形成周期及其年龄鉴定问题。海洋科学集刊 2: 1—13。
- [7] 徐恭昭、田明诚等, 1959。大黄鱼的种族。太平洋西部渔业研究委员会第四次全体会议论文集。科学出版社, 1963 年出版, 39—46 页。
- [8] 徐恭昭、罗秉征、吴鹤洲、王可玲, 1964。大黄鱼生长的比较研究(未刊稿)。
- [9] 莫罗卓夫, A. B., 杜布罗夫斯卡亚, K. П., 1951。论鱼类的丰满系数(论鱼类数量变动的规律)。科学出版社, 1955 年出版, 129—140 页。
- [10] 杨纪明、郑 严, 1962。浙江、江苏近海大黄鱼的食性及摄食的季节变化。海洋科学集刊, 2: 14—30。
- [11] Анухина, А. М., 1964。Сезонные и годовые изменения упитанности и жирности беломорской наваги. Зоол. ж. 43(2): 220—231。
- [12] Барсуков, В. В., 1960。О возрасте обского муксуна и о некоторых теоретических вопросах. Зоол. ж. 39(10): 1525—1530。
- [13] Доманевский, Л. Н., 1963。Особенности роста щуки (*Esox lucius* L.) Зоол. ж. 42(10): 1539—1545。
- [14] Ел-Зарка, С., 1960。Закладка годовых колец на чешуе *Tilapia zillii* (Grev.) (Cichlidae) и изучение ее возраста и роста. Зоол. ж. 39(11): 1652—1658。
- [15] Константинова, Н. А., 1958。Динамика основных биологических показателей леща северной части Аральского моря. Вопросы ихтиологии 10: 60—89。
- [16] Никольский, Г. В., 1963。Экология рыб. Москва, p. 199—229, 300—312。

- [17] Никольский, Г. В., 1958. О биологических основах регулирования рыболовства. *Вопросы ихтиологии* 11:3—15.
- [18] Нейман, А. А., 1961. О закономерностях роста восточносибирского сига в дельте Енисея. *Зоол. ж.* 40(2):286—288.
- [19] Чугунова, Н. И., Ассман, А. В. и Н. П. Макарова, 1961. Роста и динамика жирности у рыб как приспособительные процессы (на основании экспериментального исследования сазана в дельте Волги). *Тр. ИМЖ*, 39:96—181.
- [20] Чугунова, Н. И., 1961. О закономерностях роста рыб и их значение в динамике популяций. *Тр. совещаний. ихтиол. комис. АН СССР*. 13:94—107.
- [21] Чугунова, Н. И., 1940. К методике изучения возраста воблы по чешуе. *Тр. ВНИРО* 11:75—98.
- [22] Чугунова, Н. И., 1959. Руководство по изучению возраста и роста рыб. Изд. Сов. Наука. 89—98.
- [23] Le Cren, E. D., 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Jour. Animal Ecol.*, 20:201—219.
- [24] Laglar, K. F., 1956. Freshwater fishery biology. Wm. C. Brown Co., Dubuque, Iowa. P. 159—166.
- [25] Lawrie, A. H., 1963. Intraseasonal growth in Lake Superior trout. *J. Fish. Res. Board Canada*. 20(2):491—496.

SEASONAL GROWTH OF THE LARGE YELLOW CROAKER, *PSEUDOSCIAENA CROCEA* (RICH.), OFF CHEKIANG

LUO BING-ZHENG

(*Institute of Oceanology, Academia Sinica*)

ABSTRACT

The growth in standard length of the Large Yellow Croaker (spring spawners) is the rapidest in the 1 year of age, while the best growth in weight appears in the 2 years and 3 years of age in life. Afterwards, the rates of growth in both length and weight slow down with the advance of age. The female fishes usually grow quicker than the male ones. The mature fish from the 5th year onwards grows quickly in standard length during the rapid growth period, from June to September, and rather slow during the slow growth period, from September to June. During the period from June to September, the mature fish increases about 60% of the annual increment in standard length. Both the greatest average total weight and body weight (excluding gut and gonads) of the mature fish obviously come in the month of September. They decrease gradually afterwards until the height of spawning in next June, and increase rapidly after breeding season. The body weight of the mature fish in September is about 135% that in the breeding season in June. The growth of immature fish in length is very quick during the summer and autumn seasons, from July to October, and rather slow from October to July. Their body weight does not fall at certain period of the year as found in the mature fish.

The seasonal variation of growth of the standard length and otoliths are in the main coincident, but the rate of seasonal growth in thickness of the otoliths does not completely coincide with that in standard length.

For the calculation of the seasonal changes in condition factor, two formulae, $K_n = \frac{W}{\hat{W}}$ and $K = \frac{W}{L^3} \cdot 100$, were used for comparison. The results thus obtained

have the similar tendency and coincide with the seasonal variations in the body weight of fish.

The most important factor influencing the seasonal growth in weight and length of Large Yellow Croaker is the development of the gonads. Besides, the feeding habit and water temperature also have much influence on the seasonal growth of the fish.

The greater part of the annual catch of the Large Yellow Croaker is taken during the breeding season in May and June, when the body weight and the condition factor being smallest. The body weight and the condition factor are the highest in autumn and winter months. The body weight increases some 20—30% more than that in breeding season in spring. Under a definite condition if a part of the catch of the Large Yellow Croaker could be postponed till autumn and winter months, it would be possible to raise greatly the catch of the Large Yellow Croaker thereafter.