

梁子湖鯽魚的生物学研究*

陈佩薰

(中国科学院水生生物研究所)

鯽魚 (*Carassius auratus* L.) 在湖北地區稱“喜頭”。武昌縣志說：“鯽俗名喜頭魚，蓋喜頭為吉，吉音近鯽”。喜頭的俗名原由是如此。梁子湖鯽魚的產量較高，是湖泊經濟魚類之一。它的個體雖不大，但肉味鮮美，甚為人們所喜愛。

鯽魚在我國淡水水域中分布非常廣闊，這和它們具有廣泛的適應性有著密切的關係。它們對於氧气、水溫和產卵場的條件都不苛求，又是雜食性魚類。這些優點是許多經濟魚類所不及的。但是，到目前為止，它們還沒有受到養殖家們的重視，即使在養魚池中作為配搭飼養的對象，也不多見，主要原因是鯽魚生長得慢，這確是一個很大的缺點。

我們認為鯽魚還是一種很有發展前途的種類，問題在於如何來利用它的優點和通過育種方法提高它們的生長率。同時，因為適應性強，一些極淺水體為其它經濟魚所不適於生長的，而鯽魚還可以生長，所以從發展前途看，鯽魚還有它們的特出的經濟價值。

本文敘述鯽魚在梁子湖自然條件下的生活規律，內容包括：變異性、生長、食性和繁殖和胚胎發育四個部分。全部工作是自 1956 年至 1957 年這一段時期內在梁子湖工作站做的¹⁾。所用的材料一部分是由水產收購站供給，一部分是我們自己捕撈的。

一、種內變異

我們共用了 116 条標本作為分析內外性狀變異的材料。在這 116 条標本中，有幼魚 58 条，其中雌魚 28 条，體長為 3.5—8.3 厘米，雄性 30 条，體長為 3.2—5.3 厘米；成魚 58 条，其中雌性 39 条，體長為 10.4—31.7 厘米，雄性 19 条，體長為 10.1—22.8 厘米。

可數性狀：背鰭條，IV/15—19，一般為 IV/17；臀鰭條，III/5；咽喉齒為 4/4；臀鰭和咽喉齒的性狀是很穩定的。側線鱗 27—31 $\frac{6-7}{5-7}$ ，一般為 29—30 $\frac{7}{6}$ ；脊椎骨數為 24—27 個，一般為 25 個。鰓耙的變異範圍較大，而在幼魚和成魚中間又有差異。幼魚的鰓耙外側為 29—47，內側為 36—51；成魚的鰓耙外側為 41—54，內側為 45—62。以上各項性狀，有的雖有一定變異，但和雌雄性別的不同沒有顯著的關係。

比例性狀：是以身體各部分的長度占體長的百分數來計算的。以雌雄的不同個體相比較沒有什麼差別；但在幼魚和成魚之間是有比較顯著的變異。在幼魚階段，頭長、吻長、眼徑和眼間距占體長的百分數比成魚的為大。而體高、背鰭基部長、胸鰭和腹鰭間距、腸長占體長的百分數又比成魚的為小。也就是說頭長、吻長、眼徑和眼間距隨著體長的增加而相對的減少。體高、背鰭基部長、胸鰭和腹鰭間距、腸長隨著體長的增加而相對的增大（表 1）。

* 1959 年 8 月 5 日收到。

1) 參加這項工作的有趙素珍、方榕樂、劉肖芳三同志。

表 1 鯽魚的雌雄幼魚和成魚的比例性狀

性 別	雌性幼魚	雄性幼魚	雌性成魚	雄性成魚
体长(厘米)	3.5—8.3	3.2—5.3	10.4—31.7	10.1—22.8
体高/体长	35.4	34.9	38.8	39.5
背鳍基长/体长	36.7	35.7	38.2	38.8
胸鳍和腹鳍间距/体长	19.1	19.4	21.1	20.2
腸長/体长	2.9	2.7	4.6	4.5
头長/体长	28.6	28.7	24.5	24.4
吻長/体长	6.3	6.4	5.3	4.7
眼径/体长	9.9	10.2	6.3	6.9
眼间距/体长	11.0	11.7	9.8	9.6

二、年齡和生長

1. 测定年齡的方法和年輪形成的時期：從鯽魚的鱗片上就可測出它們的年齡，鯽魚鱗片的形狀、環片的排列和年輪的形成都同鯉魚的情況非常相似¹⁾。因此，就可以用測定鯉魚年齡的方法來測定鯽魚的年齡。

梁子湖內鯽魚年輪的形成是在5—8月，其中又以6、7月形成的較多。根據1956年逐月檢查鱗片的情況，5月份的65條標本當中18.4%具有新輪；6月份的31條標本當中57.1%具有新輪；7月份的34條標本當中有80.5%具有新輪；8月份的66條標本當中100%都有新輪。鯽魚的生殖季節為5—7月，因此年輪的形成是在生殖季節。

2. 漁獲物的年齡組成：一年中共測定了577條魚的年齡，得知一般梁子湖漁獲物中的鯽魚是由一冬齡魚到七冬齡魚的雌性魚，和一至四冬齡的雄性魚所組成的，同時，不論雌雄，都以第三年的魚（包括二冬齡魚和三夏齡魚）占主要成分¹⁾。從1957年4月17日的一批228條漁獲物中，年齡組成的測定結果來看，也得出同樣的結論（表2）。

表 2 鯽魚魚羣的年齡組成

年 齡	0	1+	2+	3+	4+
各齡魚占漁獲物%	3.2	83.7	7.9	4.6	0.9

3. 生長率：一般說來，同一年齡的魚，雌性個體比雄性個體要長得大（表3）。在同一年出生的一冬齡魚，雌雄個體就開始有差異，雌性的平均體長比雄性長1.7厘米左右；重量也要重一些，雌性的平均體重比雄性重20克左右。二冬齡魚雌雄個體無論體長或者體重的相差數字和一冬齡魚的相差數字非常接近。三冬齡魚雌性平均體長比雄性長1.9厘米，平均體重則重50克左右。四冬齡魚雌性個體平均體長比雄性長4.4厘米，平均體重則重180克。由此看來，隨着年齡的增長，雌雄性個體的體長和體重的差別也就越來越顯著，也就是說雌性個體比雄性個體的生長速度要快得多。

一年多來，在梁子湖得到的最大個體，體重是1斤15兩，體長為31.5厘米，雌性，它的年齡是六齡。象這樣大的鯽魚在梁子湖中還是少見的。

1) 以孵化的那年作為第一年，1+是二冬齡魚，也就是第三年的魚。

表3 雌雄鲫鱼的生长率

年龄	0		1+		2+		3+		4+		5+		6+	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
体长(厘米)	9.2	10.9	12.7	13.9	15.9	17.7	16.6	21.0	25.2	26.3	28.3			
体重(克)	26.0	45.0	71.6	95.1	131.6	185.2	145.0	327.3	582.0	631.3	803.0			
条数	4	6	41	145	8	13	5	17	5	3	5			

三、食性

鲫鱼在梁子湖的环境条件下,差不多全年都是摄食的,在冬季也不因气候的影响而停止摄食。根据全年内逐月检查的结果,可以看出以3月份摄食的个体最多,而且摄食强度也大,肠管充实度¹大多是“3”或“4”。8、9月份摄食个体显然减少了。

鲫鱼是杂食性的鱼类,从全年的材料中看不出由于季节的不同而食物有显著的不同。鲫鱼的食物包括有动物性和植物性两种。在动物性方面的有:枝角类(Cladocera)、桡足类(Copepoda)、苔藓虫的一种(*Plumatella* sp.)、淡水壳菜(*Limnoperna lacustris*)、扁螺(*Segmentina nitidella*)、蚬(*Corbicula fluminea*)、摇蚊科(Chironomidae)的幼虫,虾(*Macrochium* sp.)。属于植物性的有:湖底腐败植物,矽藻(如带列矽藻 *Fragilaria*、纺锤矽藻 *Navicula* 等),水绵(*Spirogyra*)、大茨藻(*Najas major*)、小茨藻(*Najas minor*)、菹草(*Potamogeton crispus*)、菱(*Trapa incisa*)、苦草(*Vallisneria spiralis*)。肠管出现次数最多且量较大的还是湖底腐败植物。

表4 逐月标本中空肠管与具有食物的肠管的比率

年 月	空肠管的%	具食物肠管的%	检查条数
1956年3月	4	96	50
	20	80	45
	32.3	67.7	65
	71.9	28.1	32
	39.3	60.7	28
	89.4	10.6	66
	92	8	25
	45	55	40
	39.1	60.9	46
	10.8	89.2	37
	25.9	74.1	27
	12.9	87.1	31

四、繁殖和胚胎发育

1. 性比: 我们对幼鱼和生殖期中及非生殖期中的成鱼的性比都作了统计, 在1025条体长3—7厘米的幼鱼当中, 有雌鱼590条, 雄鱼435条, 雌雄的比例为1.3:1。在非生殖

1) 肠管充实度就是以级别来表示肠管充实的程度。“0”是表示肠管内没有食物, “1”是表示肠管内1/4有食物, “2”是表示肠管内1/2有食物, “3”是表示肠管内3/4有食物, “4”是表示肠管内完全充满食物。

季节中,取得一批成鱼标本共515条,它们的体长从10—22厘米,其中雌鱼410条,雄鱼105条,雌雄比例为4:1。在生殖期中从产卵场捕到337条体长从12—23厘米的鱼,其中雌鱼有223条,雄鱼有114条,雌鱼比雄鱼多一倍。

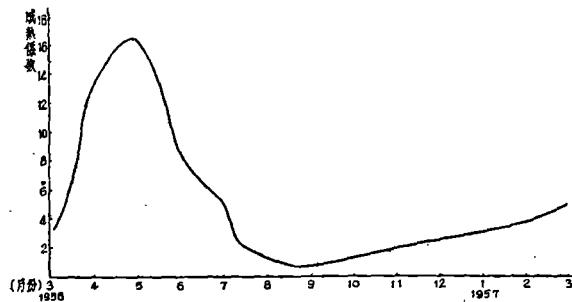


图1 鲫鱼成熟系数周年变化曲线

根据以上材料来看,梁子湖鲫鱼的雌雄比以4:1可能接近于自然条件下的真实情况。至于生殖期间的性比,雄性个体数目增多,这与生殖季节中雄鱼大量追随雌鱼有关。在幼鱼阶段,雌雄个体数几乎相等;而渐向成年时,性比有所变动。这很可能是幼鱼期雄性个体死亡率较大所致。至于是否可能有性转换的情况,根据二年来的观察,从未发现有这种现象。因此,

可以说是由性转换而引起性比变化的可能性非常小。其原因何在,尚须进一步深入研究。

Kiichiro Sasaki 氏^[2]在1926年曾进行过不同水体鲫鱼性比的统计。他认为生长在流水和静水环境中的鲫鱼,它们的性比是不同的:流水中为3.8—11.6♂:100♀;静水中18.4♂:100♀;而正常的为12.9♂:100♀。从梁子湖鲫鱼的情况来看,幼鱼雌雄个体数几乎相等,成鱼中雌性虽多于雄性,但比率相差远没有 Sasaki 氏所述那样大。

2. 性成熟的年龄及成熟最小型:根据3—5月所取得的材料中,可以看出一冬龄鱼便开始性成熟,进行产卵繁殖。但是一冬龄鱼性成熟的个体必须达到一定的长度,大多数在体长9厘米以下的个体都不成熟(表5)。可是也有极个别的鱼小于9厘米仍是发育成熟,如在5月11日捕到一条体长6.4厘米,体重8.6克的雌鱼,卵巢为IV期,怀卵850粒,这可以说这是鲫鱼成熟最小体型。

表5 不同体長一冬齡魚的卵巢發育狀況

捕获日期	体长(厘米)	卵巢发育阶段	卵巢宽度(厘米)
19/III	5.5	II	0.2
23/III	6.0	II	0.3
20/III	6.5	II	0.3
24/IV	8.4	II	0.3
15/V	8.5	II	0.5
11/V	9.0	IV	0.8
2/III	9.5	IV	1.0
3/V	10.7	IV	1.3
2/III	11.5	IV	1.2
24/IV	13.9	IV	2.2

3. 性腺周期发育过程:根据周年逐月所收集的材料,共分析了570条标本,其中雌鱼有478条,雄鱼有92条。对雌鱼的卵巢发育作了一些观察,将它们的发育过程照一般的情形分为六期,现将各期的发育时间和性状叙述如下。

I期：細線狀，肉眼分別不出雌雄。体長4厘米以下的魚是這個階段。

II期：分為二種，一種為當年魚（體長5—9厘米）的II期卵巢，紡錘形，卵巢中部稍膨大，二端呈細線狀延長，稍帶淡黃色，透明，用肉眼能分辨出為卵巢。另一種為性成熟產過卵的魚IV—II期的卵巢，呈帶狀，淡紅色，卵巢透明，成熟系數為0.59—1.7，卵巢寬0.3—1.35厘米。發育時間是7月下旬到9月中旬。

III期：卵巢是淡棕紅色，卵粒開始沉積卵黃，但由於卵黃粒沉積不多，卵粒內細胞核還能够看得清楚。這階段成熟系數是1.7—3，卵巢寬0.7—2.4厘米，卵粒直徑為0.3—0.5毫米。發育時期是10月下旬到11月上旬，若是第一次成熟的當年魚則在1—2月。

IV期：這個階段較長，卵粒大量沉積卵黃，主要在這個階段卵徑和卵巢寬度變化很大，因此，將它們分為前期和後期，IV期前期，卵巢黃綠色，血管很多，成熟系數為4.6—9.7，卵巢寬度1.0—2.9厘米，卵粒直徑0.8—1.23毫米。發育時間從11月中旬到第二年3月。IV期後期，卵巢草綠色，血管仍很多，成熟系數為12.8—18.0，卵巢寬度1.8—5.7厘米，卵粒直徑1.05—1.32毫米。發育時間從4月到6月。這個階段卵巢成片狀，卵粒成團不易分散。

V期：卵巢草綠色，稍透明。卵巢上血管極少，卵粒容易分散，黏性很大。成熟系數20左右，卵粒直徑1.26—1.42毫米。第V期非常短，只有當生殖季節在產卵場上才有機會捕到具有此期卵巢的魚。

VI—IV期：鯽魚為分批產卵的魚，當產過一批卵後，卵巢重量減少，但仍有大量的IV期卵粒，今年還要繼續成熟產卵，這種卵巢和IV期卵巢最易區別的地方是卵巢內有許多黃色退化卵。成熟系數為8—10.5，卵巢寬1.5—3.5。卵粒直徑0.85—1.37毫米。在5月中旬到8月中旬都有出現。

VI—II期：產卵結束，卵巢由於充血而呈紫紅色，卵膜松弛，卵巢重量大大地減少，成熟系數僅0.52—0.75，卵巢寬度0.6—0.9厘米。這個階段出現在7月—8月。

4. 怀卵量：我們計算懷卵量是數第IV期卵巢中已經開始沉積卵黃的卵粒，凡沒有沉積

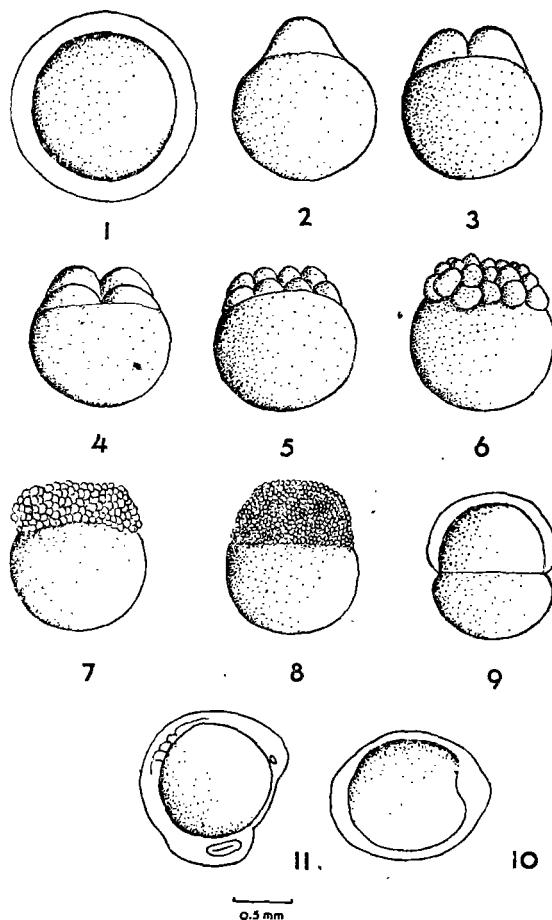


图2 鯽魚孵化前期胚胎发育阶段。1，受精卵；2，胚盘形成；3，2个細胞时期；4，4个細胞时期；5，8个細胞时期；6，16个細胞时期；7，大細胞桑椹期；8，小細胞桑椹期；9，囊胚；10，胚軸形成；11，具有5个肌节，出現眼泡的胚胎。

卵黃的卵粒均不計算在內。

鯽魚的懷卵量是隨着年齡和大小而有所差異的(表6)。但在同一年齡內懷卵數和身體長度有關，身體越長的魚，懷卵數越多，這也就形成它們懷卵量差幅很大的原因。

表6 不同年齡鯽魚的懷卵量

年齡	1+	2+	3+	4+	5+
標本數	6	15	5	3	4
懷卵量幅度	10,402—28,595	10,951—59,048	25,834—67,760	69,696—77,924	93,113—116,802
平均	19,435	35,899	51,583	73,983	106,237

5. 副性征：在生殖季節從魚的外形上很容易分別雌雄性，因為雄魚的身體上出現白色顆粒狀的追星。1956年4月16日的漁獲物中，雄性全部有追星，它們分布在魚的鰓蓋骨、下鰓蓋骨、眼眶骨和胸鰭第一鰭條上。雌魚則不具追星。

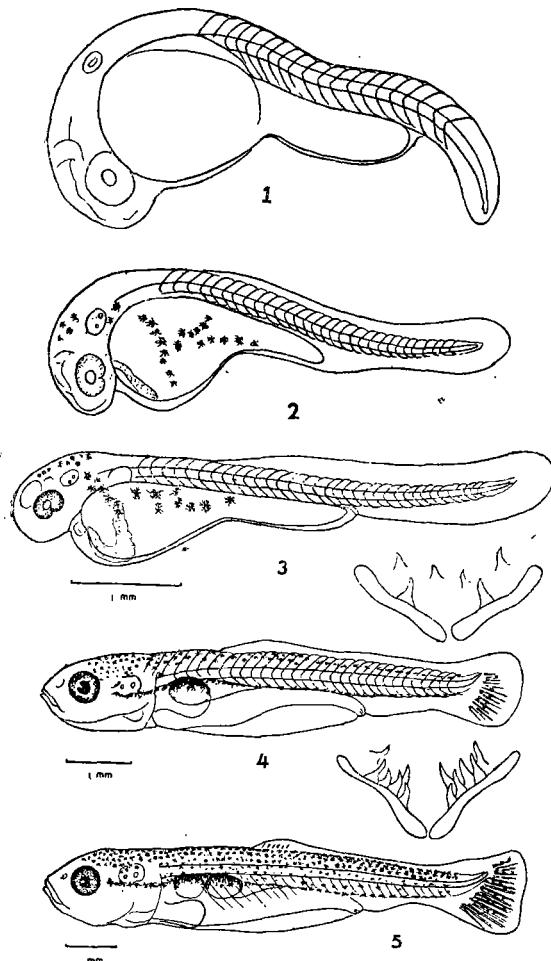


圖3, 1—2, 鯽魚孵化前期胚胎發育階段。1, 具有19個肌節的胚胎；2, 具有31個肌節，眼黑的胚胎。3—5, 鯽魚孵化後期胚胎發育階段。3, 發育階段一，剛孵化出來，體長4.9毫米；4, 發育階段五，孵化後16昼夜，體長8.3毫米；5, 發育階段六，孵化後18昼夜，體長9.7毫米。

6. 生殖時期和產卵場的自然環境：1956年梁子湖中鯽魚的產卵季節是從5月上旬到7月上旬。我們從卵巢成熟系數周年的變化也看到，在曲線上4月下旬已達最高峯。成熟系數從7月開始顯著下降(圖1)。又從逐月性腺觀察中，在5月份大批得到具有VI—IV期卵巢的標本，同時在產卵場也撈到鯽魚的受精卵。

鯽魚的產卵場是在淺水湖灣內，那裡一般從生長水草，當水溫達到17°C時，每降大雨後，鯽魚沿着岸邊，朝著具有水草的湖灣，逆水而游，就到那裡產卵。雖然鯽魚是在靜水環境中產卵，可是在自然條件下，它們還是喜歡接受流水刺激，每當大雨後，它們在流水處活動得很厲害，在那裡捕到的魚，卵巢均為V期。

7. 卵的特性和孵化前的胚胎發育：鯽魚的成熟卵，略帶淡黃色，黏性很強。卵徑為1.4—1.5毫米，卵黃直徑為1.12—1.2毫米，卵黃間隙0.26—0.3毫米。1956年5月15日曾做了一批人工授精，詳細作了觀察。茲將各發育階段和時間列如表七(圖2;1—11；圖3;1—2)。

整个胚胎发育过程是在水温17—19°C左右进行的。卵受精后吸收水分，约1小时25分以内，形成胚盘，从外表看来，是卵黄的一端盖有一突出的帽形的东西。胚盘形成后5分钟，开始细胞分裂。受精后4—5小时发育到桑椹期，从桑椹期到囊胚期需要比较长的时期，大约是10小时左右。而从囊胚期到原肠期则要6小时。胚轴形成后，眼泡及背部肌节出现，继而耳囊形成，胚胎的各部器官渐趋完善。受精后4昼夜，胚胎极为活动，尾部摆动厉害，将卵膜冲破，孵化出来。

8. 孵化后鱼苗发育阶段：我们根据各阶段具有不同的性状，共分为十个发育阶段（图3;3—5；图4;6—9）。

发育阶段一：刚孵化出来，体长4.9毫米，耳囊到眼的距离为0.11毫米。胸鳍芽出现，胸鳍基部和身体水平。眼灰黑色，头部及卵黄囊前部为淡黄色。尾静脉较宽，背鳍褶上有网状血管。

头向上垂直挂在植物上或者侧卧于水底，不时作短距离游动，但大多数时间是静止状态（图3;3）。

发育阶段二：孵化后7昼夜，体长6.2毫米，肌节35个，有一个椭圆形鳔出现，四个鳃裂，胸鳍基部与身体垂直，眼黑，沿鳔后伸向尾部有一条黑色素带，口端位，左右侧各有一个咽齿和二个备齿。

常常游动，静止时仍沉于水底。

发育阶段三：孵化后8昼夜，体长6.8毫米，卵黄囊消失，头顶部淡黄色。咽齿左右各成一行，每排三齿，鳃盖遮住鳃片。

喜欢游动，间或停止于水底。开始摄食，肠管内见有食物。

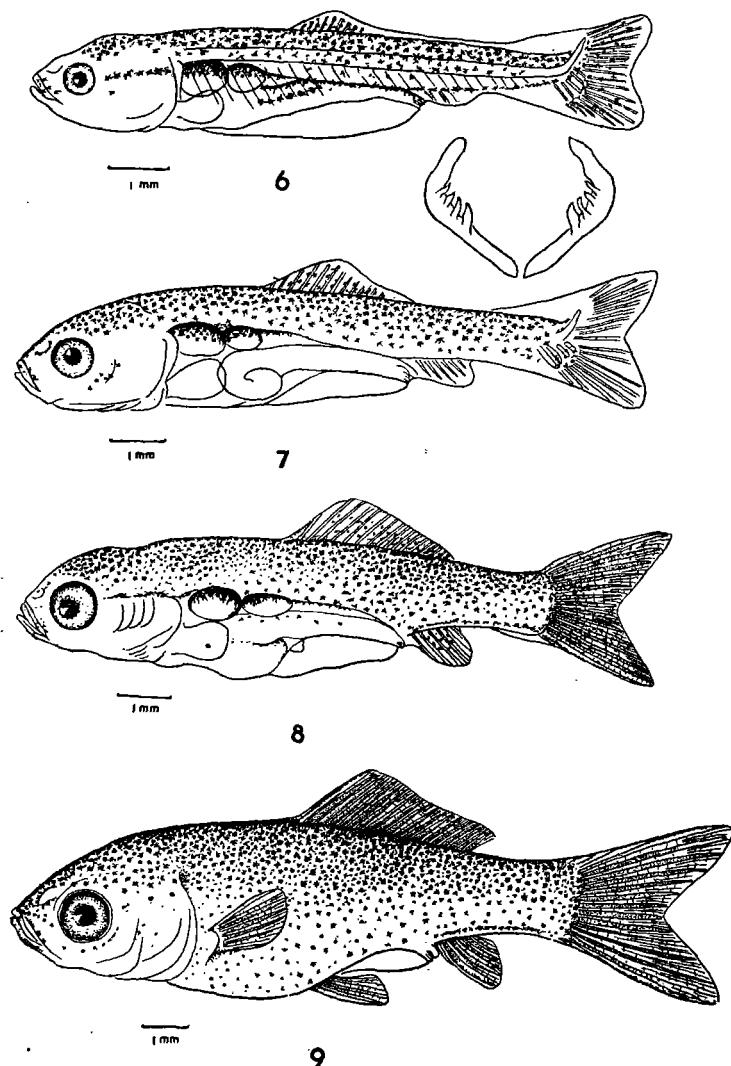


图4 鲫鱼孵化后幼鱼发育的阶段。6，发育阶段七，孵化后19昼夜，体长10.3毫米；7，发育阶段八，孵化后20昼夜，体长11.9毫米；8，发育阶段九，孵化后23昼夜，体长12毫米；9，发育阶段十，孵化后一个月，体长16毫米。

表 7 鯽魚孵化前胚胎發育

發育時期	距受精時間	當時水溫(℃)
胚盤形成	1小時25分	17.8
2個細胞	1小時30分	18.5
4個細胞	1小時40分	18.5
8個細胞	2小時5分	18.5
16個細胞	2小時35分	19
大細胞桑椹期	4小時5分	18
小細胞桑椹期	5小時5分	17.8
囊胚	15小時15分	17.3
原腸胚	21小時15分	19.5
胚軸形成	23小時25分	19.5
5個肌節、眼泡出現	32小時45分	15.8
19個肌節、眼具有色素，眼到耳囊距離為 0.26 毫米	63小時15分	19.3
31個肌節、眼黑、卵黃囊上和頭頂部散布稀疏的 黑色素，眼到耳囊距離為 0.16 毫米，苟氏血 管出現。胚胎在卵膜內，尾部不時擺動	64小時15分	
孵化	110小時15分	22.8

發育階段四：孵化後 14 昼夜，體長 7.4 毫米，頭頂部淡黃色，上有許多小黑點。沿眼後直到尾鰭有一條黑色素。尾鰭下部出現鱗條。

在水中自由活動，沒有靜止水底的現象。

發育階段五：孵化後 16 昼夜，體長 8.3 毫米，身體淡黃色，但以頭部比較明顯，尾鰭鱗條數增多。咽齒左右各一排四齒，二個備齒（圖 3;4）。

發育階段六：孵化後 18 昼夜，體長 9.7 毫米，脊椎骨形成。鰾二室，前室圓形，後室橢圓形。背鰭有鱗條六根（圖 3;5）。

發育階段七：孵化後 19 昼夜，體長 10.3 毫米，背鰭條 10+，臀鰭條 3+。鰾前室大于後室。尾鰭稍呈叉形（圖 4;6）。

非常活躍，在水中捕食橈足類。

發育階段八：孵化後 20 昼夜，體長 11.9 毫米。腹鰭芽出現，腸管前端開始盤曲（圖 4;7）。

發育階段九：孵化後 23 昼夜，體長 12 毫米。背鰭條 17+，臀鰭條 6。咽齒左右各一排四個齒（圖 4;8）。

發育階段十：孵化後一個月，體長 16 毫米。身體完全蓋復鱗片，已具有大魚的一切特性（圖 4;9）。

參 考 文 獻

[1] 陳佩薰，1959。鯽魚鱗片年輪的標誌及其形成的時期。水生生物學集刊，1959 (3): 255—261。

[2] Sasaki, K., 1926. On the sex ratio in *Carassius auratus*. Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ., 4(1): 229—238.

AN ECOLOGICAL STUDY OF *CARASSIUS AURATUS* IN LAKE LIANG-TZE

CHEN PEI-HSUN

(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica)

ABSTRACT

Carassius auratus is everywhere the most common of our foodfishes; its ecological relationships are, however, very incompletely known. During the year 1956 to 1957, an ecological investigation was undertaken of about ten economic fishes in Lake Liang-Tze, but the present paper deals only with those results relating to *Carassius auratus*.

The ordinary catch of *Carassius* in this Lake is composed of individuals from one to five years old, but the 2nd -year class fish are predominant, accounting for 80% of the total catch. Age determinations on this fish can be made easily by scale readings, the annulus formation being similar to that in the common carp (*Cyprinus*). The formation of the annulus appears also to take place during the breeding season, namely from May to July.

The food-analysis of *Carassius* here confirms that it takes a very mixed diet, consisting of vegetable as well as animal material, though the vegetable debris from the bottom of the lake is the chief component throughout the year.

Individuals of 9 cm. in length and one-year age-class are sexually mature. A sex-ratio of 4 females to one male is the normal for adults, but in young fishes the sex-frequencies are nearly equal. The adhesive eggs are laid in large quantities when the water temperature reaches 17°C. in early May. Larval fish are hatched 4½ days after fertilization, and one month after hatching they have grown to resemble the adult in appearance.