第9卷 第2期 水生生物学报 Vol. 9, No. 2
1985年6月 ACTA HYDROBIOLOGICA SINICA June, 1985

中华鲟年龄鉴别和繁殖群体结构的研究*

邓中粦 余志堂 许蕴玕 周春生
(中国科学院水生生物研究所)

提 要

本文研究中华鲟的年龄鉴别和葛洲坝枢纽工程大江截流后1981—1982年群集于坝下的宜昌至石首江段的中华鲟繁殖群体结构的特点。根据匙骨大小与中华鲟长度呈显著相关推算了中华鲟在海洋中的生长速度，计算了体长和体重的函数值及尾叉体长、体重和胸围的复相关。根据鳍条骨和匙骨年轮排列格局特点计算了中华鲟初次产卵和重复产卵的比例，同时，就宽区宽带轮和狭区狭带轮交替过程反映的生物学特征作了初步分析与探讨。

中华鲟(*Acipenser sinensis* Gray)是一种溯河洄游性鱼类，具有个体大、寿命长、性成熟迟、群体年龄组成复杂等特点。参加繁殖的个体进入长江后，在产卵场附近江段滞留至少一年，性腺渐次发育成熟；产卵场原分布在长江上游。由于葛洲坝枢纽的兴建，使中华鲟的溯河洄游受到影响，这将对中华鲟资源产生何种影响，是我国各方面人士所关注的一个重大问题。为此，我们开展了中华鲟繁殖生物学的调查研究，以了解其资源状况及对环境变化的适应能力。本文报道的是中华鲟繁殖群体结构和生长方面的研究结果。

鱼类繁殖群体的结构特征，是种的属性之一。关于中华鲟繁殖群体的年龄组合状况，在《长江鲟鱼类的研究》中曾第一次作了记述[1]。但该文所依据的材料，是1972—1975四年间在四川、湖北江段收集的总共121尾样品，持续的年度较长，并非同一个群体。因此，需要从同一年的繁殖群体中获得较大数量的样品来进行分析。

有关的调查研究工作是在1981—1982年进行的。1981年10月在宜昌至石首江段共测量、解剖了139尾样品，同年12月又收集到21尾样品；1982年10—11月在相同的江段测量、解剖了82尾样品。

材料与方法

1981年1月葛洲坝枢纽工程大江截流后，中华鲟群集于坝下江段。调查工作是在宜昌葛洲坝枢纽下游至石首约250余公里的江段内进行的。样品来源主要是渔民使用滚钩捕获的。对所收集的样品绝大多数均进行了形态学观察和测量全长、体长、尾叉体长(吻端

* 本文承鱼类研究室副主任曹文宣审阅，赵燕参加有关资料的计算，向阳、魏祥建、张晓良、谭德清参加野外工作，图片承李万洲、李普一摄制。

1) 四川省长江水产资源调查组、湖北省长江水产研究所，1976。《长江鲟鱼类的研究》。

1984年4月20日收到。

至尾鳍中部最短鳍条末端的距离)、体全重和空壳重等项,有少数个体因渔民已剖腹砍碎,仅记录到重量和取下胸鳍条作为鉴定年龄的材料。

取下的匙骨经水煮、剔除软组织,再用洗衣粉水清洗后,匙骨上的年轮层次即显示出来,凭肉眼便能观察,并计数年龄。鳍条骨是用我所自制的玻璃切割机进行切割加工的。通常在鳍条骨基部与辐状软骨嵌合处的上缘横切,每根鳍条骨切 2—3 片,切好的样品在细油石上磨平,用二甲苯透明后,即可在双筒解剖镜下观测环轮结构。骨片厚度以 0.4—0.5 毫米为宜。

可数性状变异范围

测量标本 78 尾,雄鱼 42,雌鱼 36。背鳍条 56—64; 臀鳍条 34—46; 胸鳍条 41—49; 腹鳍条 36—41。背骨板 14.4±1.7; 背侧骨板 34.4±2.7/34.3±2.6; 腹侧骨板 12.0±1.3/12.0±1.8。鳃耙左侧 19.8±2.6,右侧 19±2.1。

比例性状按性别分别计算。雄性亲鲟: 全长 205—308 厘米, 体长 161—264 厘米。体长为头长的 3.91±0.18 倍,为体高的 6.40±1.02 倍,为尾柄长的 15.8±2.5 倍,为尾柄高的 24.4±2.9 倍。头长为吻长的 2.30±0.17 倍,为眼后头长的 1.72±0.13 倍, 为眼间距的 2.84±0.17 倍,为眼径的 34.7±2.8 倍。雌性亲鲟: 全长 288—360 厘米,体长 222—321 厘米。体长为头长的 3.97±0.21 倍,为体高的 5.90±1.02 倍,为尾柄长的 16.3±2.4 倍,为尾柄高的 23.7±2.6 倍。头长为吻长的 2.34±0.12 倍,为眼后头长的 1.74±0.11 倍, 为眼间距的 2.78±0.16 倍,为眼径的 39.2±5.2 倍。

雌、雄亲鲟的性比及体长、体重的变动幅度

1981 年在石首至宜昌江段共获得 160 尾亲鲟,其中雌鲟 90 尾,雄鲟 70 尾, 雌雄比例为 1.00:0.78,雌鲟多于雄鲟;1982 年共获得 82 尾样品,雌鲟 38 尾,雄鲟 44 尾, 雌雄比例为 0.86:1.00,雄鱼又多于雌鱼。把二年的样品合并计算,雌雄比例为 1.00:0.96,性比接近 1:1。

1981 年的样品中,雌鲟体长范围为 227—313 厘米,多数为 240—300 厘米; 雄鲟体长范围为 165—249 厘米, 多数为 180—220 厘米。1982 年雌鲟体长范围为 222—321 厘米, 多数为 240—290 厘米;雄鲟体长范围为 161—264 厘米,多数为 180—210 厘米(表 1, 2)。

1981 年雌鲟体重范围为 278—820 市斤,多数为 280—520 市斤,平均 453 市斤; 雄鲟体重为 100—362 市斤, 多数为 120—240 市斤,平均 194 市斤。1982 年雌鲟体重范围为 282—806 市斤,多数为 320—520 市斤,平均 493.9 市斤;雄鱼体重为 110—389 市斤,多数为 120—220 市斤,平均 185 市斤(表 3, 4)。

繁殖群体的年龄组成

根据匙骨和鳍条骨的年层或年轮鉴定年龄。1981 年收集到匙骨样品共 91 号, 其中

表 1　中华鲟繁殖群体雄鱼体长频数分布

体长：厘米；数量：尾 (Length: cm.; Amount: no. of fish.)

Tab. 1　Length frequency distributions of male in the spawning population of chinese sturgeon.

体长 Length / 尾数 no. of fish / 年度 Year	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260		合计 Total
1981	2	5	11	11	12	5	7	4	2	1		60
1982	1	3	9	10	12	3	4	0	0	0		42
合计 Total	3	8	20	21	24	8	11	4	2	1		102

表 2　中华鲟繁殖群体雌鱼体长频数分布

体长：厘米；数量：尾 (Length; cm.; Amount: no. of fish)

Tab. 2　Length frequency distributions of female in the spawning population of chinese sturgeon.

体长 Length / 尾数 no. of fish / 年度 Year	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320		合计 Total
1981	2	3	10	8	13	5	3	6	1	1	0	52
1982	3	3	5	3	5	5	7	4	1	1	1	38
合计 Total	5	6	15	11	18	10	10	10	2	2	1	90

表3 中华鲟繁殖群体雄鱼体重频数分布

体重：市斤；数量：尾(Weigth jin $=\frac{1}{2}$ kg.; Amount: no. of fish)

Tab. 3 Weigth frequency distributions of male in the spawning population of chinese sturgeon.

体重 Weigth / 尾数 no. of fish / 年度 Year	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	合计 Total
1981	2	7	6	11	9	3	7	2	5	3	3	0	1	1	0	60
1982	2	3	8	11	6	7	2	2	1	1	0	0	0	0	1	44
合计 Total	4	10	14	22	15	10	7	4	6	4	3	0	1	1	1	104

表4 中华鲟繁殖群体雌鱼体重频数分布

体重：市斤；数量：尾(Weigth jin $=\frac{1}{2}$ kg.; Amount: no. of fish)

Tab. 4 Weigth frequency distributions of female in the spawning population of chinese sturgeon.

体重 Weigth / 尾数 no. of fish / 年度 Year	280	320	360	400	440	480	520	560	600	640	680	720	760	800	合计 Total
1981	1	6	5	7	8	12	10	5	1	2	2	0	0	2	2	63
1982	0	2	6	3	6	3	3	2	5	2	3	2	0	0	1	38
合计 Total	1	8	11	10	14	15	13	7	6	4	5	2	0	2	3	101

年轮清晰的有 76 号；鳍条骨标本 137 号，能够鉴定年龄的 132 号。1982 年获得匙骨共 82 号，其中有 68 号的年轮是清晰的(图版 I: 1, 2)；82 号鳍条骨均可鉴定年龄 (图版 I:3, 4)。

鉴定年龄的结果是：1981 年的群体中，雌鲟样品(74 尾)最小 15 龄，最大 30 龄，多数为 17—23 龄，平均为 21.3 龄；雄鲟(63 尾)最小 9 龄，最大 26 龄，多数为 10—15 龄，平均为 13.9 龄。1982 年雌鲟(38 尾)最小 14 龄，最大 33 龄，多数为 18—26 龄，平均为 21.6 龄，雄鲟 (44 尾)，最小 9 龄，最大 26 龄，多数为 10—16 龄，平均为 13 龄(表 5)。

表 5　中华鲟繁殖群体的年龄组成(%)

Tab. 5　Age composition of the spawning population of chinese sturgeon(%)

年　龄 age	雄 鱼 ♂		雌 鱼 ♀	
	1981	1982	1981	1982
9	1.6	4.5	—	—
10	7.9	11.4	—	—
11	12.7	6.8	—	—
12	15.9	18.2	—	—
13	11.1	15.9	—	—
14	11.1	6.8	—	2.6
15	15.9	9.1	1.4	2.6
16	7.9	13.6	1.4	5.3
17	4.8	4.5	11.0	5.3
18	7.9	2.3	6.8	10.5
19	—	—	12.3	10.5
20	—	2.3	8.2	13.2
21	1.6	—	15.1	7.9
22	—	2.3	8.2	13.2
23	—	—	11.0	7.9
24	—	—	6.8	--
25	—	—	6.8	2.6
26	1.6	2.3	4.1	13.2
27	—	—	2.7	—
28	—	—	1.4	2.6
29	—	—	1.4	—
30	—	—	1.4	—
31	—	—	—	—
32	—	—	—	—
33	—	—	—	2.6
合　计 Total	100.0	100.0	100.0	100.0
标本数 No. of Specimen	63	44	73	38

两年的样品相比较，无论是最小成熟年龄和最大年龄或是多数的年龄和平均年龄，群

体的年龄结构都是很近似的。

国外研究鲟鱼繁殖群体年龄结构的结果，表明鲟鱼年龄组成状况的主要特点，是繁殖群体中不仅年龄大小相距悬殊，而且第一次性成熟的年龄也差别显著。例如俄国鲟（*Acipenser guldenstudei* Brandt），雄鲟第一次性成熟年龄为 10—26 龄（平均 17 龄），重复成熟需要 4—14 年(平均 6.3—7.1)，雌鲟第一次产卵年龄为 13—30 龄(平均 19 龄)，再次产卵需要 5—17 年（平均 6.2—8.3)。闪光鲟（*acipenser stellatur* Pallas）第一次性成熟的年龄也有很大差别，雄鲟为 6—15 龄(平均 10 龄)，雌鲟 7—17 龄(平均 12 龄)，再次产卵一般为 2—3 年[8~10,12]。

依据 180 号鳍条骨切片样品的观察，见到在较低龄个体中，环轮的年代间距渐次缩小，无明显的狭带轮，即或有，也仅见于最后的 2—3 轮。这种情况属于初次产卵的个体，其年龄雄鱼变动在 9—18 龄之间，雌鱼在 14—26 龄之间。

体长与体重的函数值以及尾叉体长、体重和胸围的复相关关系式

根据 1981 年收集到的中华鲟群体体长、体重的资料，采用直线迴归和幂函数公式计算，其函数值如下：

雌鱼 $W = 2.266L - 122.184$ $(S.D = 81.484,\ R = 0.835)$

$W = 6 \times 10^{-6}L^{3.247}$ $(S.D. = 85.991,\ R = 0.991)$

雄鱼 $W = 3.065L - 422.508$ $(S.D. = 25.810,\ R = 0.991)$

$W = 1.7 \times 10^{-5}L^{3.060}$ $(S.D. = 24.842,\ R = 0.900)$

统计结果表明，二个公式均适用。但应该指出，由于缺少幼鲟材料，并剔除了产过卵的个体，所以，这里表达的体长与体重的函数值仅适用于性腺发育到 III—IV 期的那些个体。实际上，中华鲟个体大，不同个体间丰满度差异显著，即使同一长度，重量也有很大差别。在渔业生产和科研工作中，如人工繁殖、标志放流等，要求较准确地估算出活鲟的体重。为此，我们在 1982 年调查中华鲟繁殖群体时，测量了尾叉体长 (x)、体重 (W)、胸围 (y) 三要素，计算复相关迴归，结果如下：

$R(♀) = 0.973$ 机误 $Er(♀) = 0.0271$

$R(♂) = 0.963$ 机误 $Er(♂) = 0.0295$

复相关系数与置信区间 ($R \pm 4Er$)，雌鲟 0.973 ± 0.1084，雄鲟 0.963 ± 0.1180，其复相关系数均明显大于 $4Er$，因此判断相关是显著的。

复相关迴归方程(重量：市斤；长度：厘米)为

$$W(♀) = 2.481x + 4.765y - 903.072$$

$$W(♂) = 1.151x + 2.844y - 350.069$$

迴归方程剩余标准差为

$$S(♀) = 30.657$$

$$S(♂) = 10.297$$

根据此公式，只要知道尾叉体长和胸围，即可计算出该尾鱼的重量。

中华鲟的生长

中华鲟每年 10—11 月出生的幼体，于次年春季降河至河口或海洋中摄食成长，其生长主要是在海洋中完成的。国外计算鲟鱼的生长主要依据鳍条骨。但中华鲟相同体长的个体之间，鳍条骨的差异是很大的，同时形状变异显著，测定各龄的实际长度颇为困难。我们是根据匙骨组织的年增长幅度推算其在海洋中的生长状况的。

1. 匙骨中段长度与体长的迴归

应用直线迴归公式，计算出其函数值如下：

♀：$L = 20.97x + 19.07$　$(S.D. = 29.430;\ R = 0.953)$

♂：$L = 30.81x - 73.41$　$(S.D. = 10.548;\ R = 0.956)$

从上式的相互关系看出，根据匙骨各年轮的间距能够推算出相应年龄的体长（表 6，

表 6　中华鲟雌鱼各龄组生长指数

Tab. 6　Growth index of each age group of the female chinese sturgeon.

年　龄 Age	推算体长(厘米) Back-calculated growth	生长比速 Specific rate of growth	生长常数 Specific constant of growth	生长指标 Index of growth
1	42.1			
		0.4297	0.6446	18.0905
2	64.7			
		0.2670	0.6675	17.2749
3	84.5			
		0.1941	0.6793	16.4015
4	102.6			
		0.1525	0.6863	15.6465
5	119.5			
		0.1167	0.6419	13.9456
6	134.3			
		0.1012	0.6578	13.5911
7	148.6			
		0.0863	0.6473	12.8242
8	162.0			
		0.0755	0.6418	12.2310
9	174.7			
		0.0546	0.5187	9.5386
10	184.5			
		0.5640	0.5922	10.4058
11	195.2			
		0.0489	0.5623	9.5452
12	205.0			
		0.0420	0.5250	8.6100
13	213.8			
		0.0286	0.3861	6.2920
14	220.0			
		0.0269	0.3901	6.0794
15	226.0			
		0.0283	0.4386	6.5798
16	232.5			
		0.0234	0.3858	5.4405
17	238.0			
		0.0237	0.3911	5.6406
18	243.7			
		0.0223	0.3902	5.4345
19	249.2			
		0.0183	0.3386	4.5603
20	253.8			
		0.0295	0.5752	7.4871
21	261.4			
		0.0178	0.5455	4.6529
22	266.1			
		0.0223	0.4795	5.9340
23	272.1			
		0.0005	0.0113	0.1361
24	273.5			
		0.0138	0.3243	3.7740
25	277.3			
		0.0186	0.4557	5.1578
26	282.5			
		−0.0139	−0.3545	−3.9267
27	278.6			

7)。

2. 各年龄组的平均体长及其生长常数、生长指标

推算出的各龄组相应平均体长和生长指标表明，雄鱼在 15 龄以后，雌鱼在 23 龄以后，生长变得不够均衡，有些个体缓慢，有些个体在生长停滞之后又恢复持续生长。这种情况与观察到的亲鲟第一次性成熟和重复繁殖的年龄是基本吻合的。

表 7 中华鲟雄鱼各龄组生长指数

Tab. 7 Growth index of each age group of the male chinese sturgeon.

年 龄 Age	推算体长(厘米) Back-calculated growth	生长比速 Specific rate of growth	生长常数 Specific constant of growth	生长指标 Index of growth
1	40.2			
		0.4728	0.7092	19.0066
2	64.5			
		0.2748	0.6870	17.7246
3	84.9			
		0.1933	0.6766	16.4111
4	103.0			
		0.1528	0.6876	15.7384
5	120.0			
		0.1193	0.6561	14.3160
6	135.2			
		0.0925	0.6012	12.5060
7	148.3			
		0.0734	0.5544	10.8852
8	159.6			
		0.0555	0.5237	8.8578
9	168.7			
		0.0452	0.4522	7.6252
10	176.5			
		0.0312	0.3276	5.5068
11	182.1			
		0.0324	0.3726	5.9000
12	188.1			
		0.0308	0.3850	5.7935
13	194.0			
		0.0224	0.3024	4.3456
14	198.4			
		0.0293	0.4248	5.8131
15	204.3			
		0.0034	0.0527	0.6946
16	205.0			
		0.0425	0.7013	8.7125
17	213.9			
		−0.0089	−0.1558	−1.9037
18	212.0			
		0.0233	0.4311	4.9396
19	217.1			
		0.0137	0.2672	2.9743
20	220.0			
		0.0225	0.4613	4.9500
21	225.0			
		0.0503	1.0815	11.3175
22	236.6			
		0.0261	0.5873	6.1753
23	240.7			
		0.0173	0.4066	4.1641
24	244.9			
		0.0166	0.4067	4.0653
25	249.0			

3. 丰满度

中华鲟繁殖群体中各个体丰满度差异很显著，这不仅反映了它们在海洋中生长的差别，而且与性腺的成熟程度和在长江中滞留时间的长短有关。中华鲟由海入江至性腺臻于成熟产卵，在长江中滞留历时将近一年半。1981 年在葛洲坝下捕获的繁殖亲鲟，卵巢处在III期阶段的个体，一般较丰满，丰满度为1.2939±0.1423；卵巢IV期的个体，体形消瘦，丰满度为 1.0238±0.0588；产过卵的IV期雌鲟，消瘦更甚，丰满度为 0.9815。1982 年捕获的卵巢 III 期的雌鲟丰满度为 1.2066±0.1296，IV 期的丰满度为 0.9741。雄鲟也有类似的情形，1982 年度精巢处在 III 期的雄鲟，丰满度平均为 1.2074±0.1022，IV 期的平均为

0.7113。

按相同体长的个体加以比较，也可以清楚地见到丰满度的差异。如卵巢处在 III 期，体长为 269—271 厘米的个体（3 尾），体重为 495±49 市斤，卵巢处在 IV 期，体长为 269 厘米的个体，体重 400 市斤；卵巢 III 期，体长为 240—243 厘米的个体（3 尾），体重 375.8±42.2 市斤，卵巢 IV 期，体长 241 厘米的个体，体重为 293 市斤。从这些数据可以看出，到达产卵场的中华鲟，在历时一年多的过程中，卵巢从 III 期渐次发育到 IV 期，体重通常减少 20% 左右。

分析与讨论

1. 关于年轮特征及年龄计算问题

中华鲟的匙骨和鳍条骨都可用于鉴定年龄。1981 年收集到匙骨样品 91 号，其中有 76号具清晰的年轮。在反射光下观察，每个年轮呈现白色宽带和暗色狭带交替排列，反映了两个生长季节的特点。另外有 15 个样品因骨质发育不良，边缘凹缺呈犬牙状，或整个匙骨受侵蚀破坏，无法计数实际的年轮数。137 号鳍条骨样品中，有 131 号能够鉴定年轮。鳍条骨磨片上的年轮在反射光下观察呈白色和黑色交替排列；在透射光下，一个生长年带则包括夏季形成的暗黑部分和秋末至冬季形成的明亮部分，这种环轮特征通常在后侧部较为清晰。另有极少数鳍条骨的中心部分已毁坏，不能用于鉴定年龄。

匙骨和鳍条骨磨片的年轮数，在同一个体的读数是一致的（个别情况有一个年龄的误差）。我们鉴定了四川省重庆市长寿湖水产研究所饲养的中华鲟幼鲟的年龄，其鳍条骨上的年轮与已知的饲养年数是相符合的[1]。这证明中华鲟年龄鉴定基本无误。

值得注意的是，高龄鲟鱼匙骨上第 1—2 年年轮的分界线，因骨质较厚不易确切划分，部分第一鳍条骨则因附生鳍条粘合生长形成了副中心，而围绕副中心形成的环轮数较中心轮常少 1—2 个，个别样品中两者的环纹数相同，这主要与副中心环轮形成的时间有关。从收集到的当年入江的中华鲟骨组织材料，外缘多为当年增生的宽带部分；可以推测，中华鲟在入江前仍持续摄食并开始形成新年轮。鳍条骨在各个部位的生长并不均衡，一般新增环轮最早出现在后侧部，且轮间较宽，通常鉴定年轮读数以这个部位较为清楚、准确。在江中滞留至次年 10—11 月才完成产卵过程的亲鲟，一直停止摄食，靠体内积累的脂肪维特生命活动和性腺的继续发育。有人作过实验，处在饥饿或不摄食状态的鱼类，骨化组织中的钙质沉积也呈现抑制状况[3]。因此，在停食而导致钙质有节律地沉积中断的这一段时期，如何反映在骨组织上，是一个值得深入研究的问题。

不同个体间鳍条骨骨组织的致密度显示出差异性，有时在透射光下，一个迅速生长的暗黑带中会显露出类似缓慢生长的透亮的裂隙缝，如不注意鉴别，可能被误认为二个年轮加以计数，结果会导致如象西伯利亚鲟年龄计数上偏高的那种误差[2]。

2. 关于初次繁殖和重复繁殖亲鲟的辨认问题

Roussow 于 1957 年研究了北美湖鲟（*Acipenser fulvescens* Raf.）鳍条骨上的年轮特征，

1）中华鲟幼鱼年轮标本为四川省重庆市长寿湖水产研究所提供，我们谨表谢意。

并附有雄鱼 7 尾，雌鱼 17 尾鳍条骨年轮不同排列格局的简图[4]。他认为，根据鳍条骨上的宽带轮与狭带轮有规律地排列能够对亲鲟中是初次繁殖还是重复繁殖逐个加以辨认。此后，苏联学者也根据连续性狭带轮出现次数计算了俄国鲟和闪光鲟群体中初次繁殖与重复繁殖的亲鱼的比例[9—11]。

我们仔细观察了中华鲟鳍条骨和匙骨年轮，见到在较低龄鱼中，没有年轮间距明显缩小的那种标志。据此看来，大多数第一次繁殖的亲鲟，直到溯游入江前的一年，并未出现生长明显停滞的现象。

在较高龄的鲟鱼中，除了发现有两个连续性狭带轮外，还有一部分标本是连续狭带之后在边缘复现 1—3 个宽带轮的情形。我们视这种环轮为亲鱼繁殖后下海摄食生长，导致骨组织中钙质沉积恢复的标志，从而把宽带轮出现次数与繁殖次数联系起来。

根据这种认识，统计了两年的样品中初次繁殖和再次繁殖亲鱼的比例。

1981 年的 101 个鳍条骨样品中雄鱼 56 尾，有 47 尾为初次繁殖的个体，占繁殖群体的 83.9%，年龄的变动范围为 9—17 龄，再次繁殖的个体 9 尾，占 16.1%，年龄变动范围为 16—26 龄；雌鱼 45 尾，有 34 尾为初次繁殖的个体，占 75.6%，年龄变动范围为 14—24 龄，再次繁殖的为 11 尾，占 24.4%，年龄变动范围为 24—30 龄。1982 年的 79 号样品中，雄鱼 44 尾，有 40 尾为初次繁殖的个体，占 90.9%，年龄变动范围为 9—18 龄；再次繁殖的 4 尾，占 9.1%，年龄变动范围为 18—26 龄；雌鱼 35 尾，30 尾为初次繁殖个体，占 82.9%，年龄变动范围在 14—26 龄；5 尾为再次繁殖的个体，占 17.1%，年龄变动范围为 23—33 龄。由于宽狭生长年带形成原因的复杂性，个别样品的归属需要进一步研究，所以这里计算的初次繁殖与再次繁殖个体的比例，还不能说是精确的。但是无论如何初次繁殖个体占绝大多数应是无疑的。中华鲟以补充群体占绝大多数这一事实，反映了有别于其它鲟鱼的一个重要特点，也为我们评价中华鲟资源现状及其合理利用的问题提供了一个依据。

3. 关于形成狭轮的原因和繁殖周期划分问题

Roussow 用以描述鳍条骨年轮特征的雌鲟，其性腺发育程度差异很大，有成熟流卵的，也有刚沉积卵黄的。他虽然把宽区宽带轮和狭区狭带轮划归为一个产卵周期，但推测狭区狭带轮形成过程有三种可能性：①产卵停食期和鱼体恢复期；②性腺成熟，生长停滞期；③产卵前和产卵后的疲劳期。我们收集的性腺处在 III—IV 期状态的中华鲟，虽然现在还不清楚捕到之前性腺处于 II—III 或 III 期究竟持续多久，但这些中华鲟特别是较低龄的个体，骨组织边缘几个年轮并没有突然变狭即生长停滞的现象。我们注意到，Шилов (1977) 描述的是卵巢处于 IV 期初次产卵的俄国鲟的年轮特征，从提供的鳍条骨的照片上也只看到最后一轮为狭轮。所以性腺成熟的过程与生长明显停滞并不是全部吻合的。

在相对稳定的条件下，个体的肥育期和性成熟期的不同生长速度，能够清楚地反映在鳍条骨上。但由于中华鲟摄食在广袤的海域，自然条件变化大，产卵后鱼体的恢复期长短不一等情况也会反映在生长年带的轮纹特征上。所以依次地把宽带轮和狭带轮归入一个繁殖周期未必符合实际。

在产卵场上捕到的较高龄的中华鲟，鳍条骨和匙骨边缘几个轮的间距反而较宽一些(图版 I: 4)。把这些宽带轮视为产卵后下海肥育并恢复生长的标志，而在此之前的连续

性狭带轮可能既有上一繁殖周期性腺成熟过程的生长停滞期，也可能包含部分鱼体的产后恢复时期。如此看来，繁殖周期的划分及重复繁殖间隔期计数，是尚未解决的复杂问题，有待于进一步加以研究。

参　考　文　献

[1] 夏世福，1980。渔业生物统计。农业出版社。

[2] 滕志真摘译，1983。鲟科鱼类的性成熟和性周期。淡水渔业，(2)：43—46。

[3] Bilton, H. T.,1974: Effects of starvation and feeding on circulus formation on scales of young sockeye salmon of four racial origins and of one race of young kokanee, coho and chinook salmon. In: Ageing of fish, pp. 40—63 (Ed. T. B. Bagenal).

[4] Roussow, G., 1957. Some considerations concerning sturgeon spawning periodity. *J. Fish. Res. Board Canada*, **14** (4): 552—572.

[5] Simkiss, K., 1974. Calcium metaboliam of fish in relation to ageing. In: Ageing of fish, pp. 1—12 (Ed. T. B. Bagenal)

[6] Samakula, S. N. and P. A. Larkin, 1968. Age, growth, food and yield of the white sturgeon (*Acipenser transmontanus)* of the Froser River, British Columbia. *J. Fish. Res. Board Canada*, **25** (12): 2589—2602.

[7] Scott, W. B. and Crossman, E. J., 1973. Frewater fishes of Canada. Fish. Res. Board of Canada, Bulletin 184. pp. 96—98. Ottawa.

[8] Делицын, В. В., 1980. Структура нерестовых стад осетра (*Acipenser guldenstudei* Brandt) и севрюги (*Acipenser stellatus* Pallas) в реке Ахтуба. *Вопр. Ихтиол.*, **20** (2):248—257.

[9] Шилов, В. И., Хазов, Ю. К., Ивойлова, Н. К., 1971. О достижении половой зрелости и сроках повторного созревания весенненерестящегося волго-каспийского осетра (*Acipenser guldenstudei Brandt*). *Вопр. ихтиол.*, **11**, (4):678—685.

[10] Шилов, В. И. и Ю. К., Хазов, 1977. Рост, половая зрелость нерест летненерестующего осетра волго-каспийского бассейна. *Рыбное хозяйство*, (10): 20—22.

[11] Вещев, П. В., 1977. Созревание волжской севрюги. *Рыбное хозяйство*. (3): 23—25.

[12] Вещев, П. В., 1979. Состав нерестового стада осетра (*Acipenser guldenstudei* Brandt) и севрюги (*Acipenser stellatus* Pallas) на нерестилищих реки Ахтубы. *Вопр. ихтиол.* том **19** (3): 362—365.

[13] Чугонова, Н. И., 1959. Руководство по изучению возраста и роста рыб. Изд. АН СССР, Москва.

AGE DETERMINATION AND POPULATION STRUCTURE OF SPAWNING CHINESE STURGEON (*ACIPENSER SINENSIS* GRAY)

Deng Zhonglin, Yu Zhitang, Xu Yungan and Zhou Chunsheng
(*Institute of Hydrobiology, Academia Sinica*)

Abstract

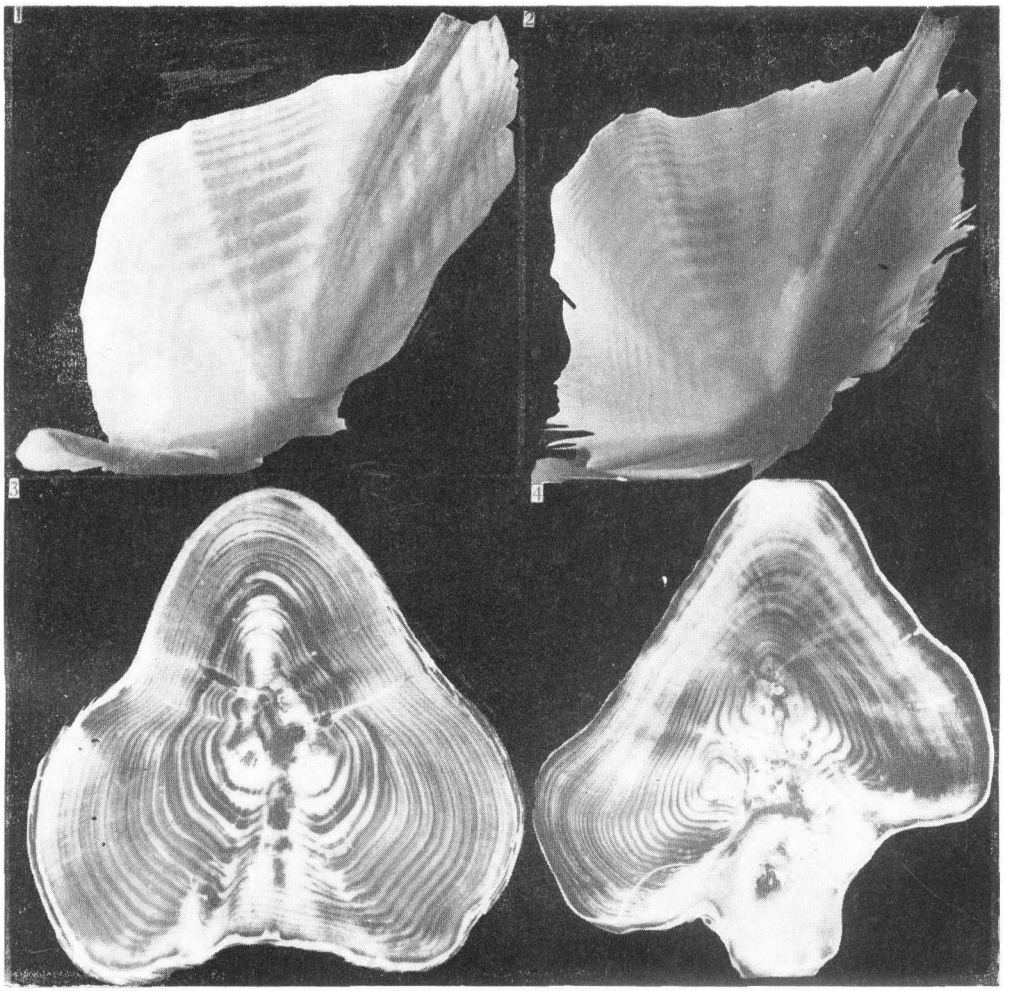
Chinese sturgeon is a migratory fish. After the construction of the Gezhouba dam near Yichang, Hubei Province, in 1981, the mature individuals of this anadromous fish can no longer reach their original spawning grounds located in the upper reaches of the Changjiang River. As a result, they are accumulated in the river from just below the dam to the section near Shishou County. In order to investigate the structure of the spawning population of this fish, altogether 242 specimens were collected in 1981 and 1982. Age of each fish was determined through the sections of first ray of the pectoral fin and flate bone (cleithrum). Data concerning length, weight, sex and mature stage were also recorded. The relationship between the radious in the sections from middle part of the flate bone and the body-length is linear. The back-calculated length of corresponding age by applying the linear formula are given in tables 6 and 7.

Among the spawners examined, the males were measured to be 180—220 cm in body-length and mostly less than 150 kg in weight, while the females were larger, being 240—290 cm in body-length and over 160 kg in weight. The number of both sexes were nearly equal, being 114 males and 128 females.

With the exception of some specimens of which ages are still undeterminable, the ages of the spawners were found to be 9—26 years (*ca.* 14 in average) for males, 14—33 years (*ca.* 22 in average) for females. The males attain sexual maturity at the age of 9—18 and the females, 14—26.

Aspects concerning spawning periodicity of this fish are discussed as well.

Key words Age, Population structure, Chinese sturgeon.



说明：图 3，图 4 是用胸鳍条骨的切片直接放大，因此，环纹的明亮部分为暗带，而黑暗部分则为亮带。

图 1 中华鲟匙骨上的年层。雄鱼，13 龄，体长 203 厘米，体重 170 市斤

图 2 中华鲟匙骨上的年层。雌鱼，21 龄，体长 255 厘米，体重 550 市斤。

图 3 中华鲟鳍条骨上的年轮。雌鱼，19 龄，体长 235 厘米，体重 325 市斤。

图 4 中华鲟鳍条骨上的年轮。雌鱼，33 龄，体长 324 厘米，体重 810 市斤。最后 2 个宽年带示重复产卵标志。

Fig. 1 Year layer on the flate bone (*Cleithrum*) of chinese sturgeon. Male, 13 years, length: 203 cm. weigth: 85kg.

Fig. 2 Year layer on the flate bone (*Cleithrum*) of chinese sturgeon. Female, 21 years, length: 255cm., Weigth: 275kg.

Fig. 3 Ring structure on the section of first pectoral fin ray of chinese sturgeon. Female, 19 years, length: 235cm., weigth: 162.5kg.

Fig. 4 Ring structure on the section of first pectoral fin ray of chinese sturgeon. Female, 33 years, length: 324cm., weigth: 403kg. The outer two wide year zones marking spawning repeatedly.