

## 团头鲂染色体的研究\*

陆仁后 李燕鹏 许克圣

(中国科学院水生生物研究所)

团头鲂 (*Megalobrama amblycephala*) 自1960年开始试养, 现不仅已在全国许多省市推广<sup>[2]</sup>, 而且也已移植到国外。由于各地养殖场在进行人工繁殖时对亲鱼的选育注意不够, 因而出现“退化”现象, 目前提纯复壮、品种改良工作已逐步展开。团头鲂染色体的研究是对其进行遗传育种的基础工作, 国内已有关于团头鲂染色体研究的报道<sup>[1,3,4,5]</sup>, 但由于方法、材料的不同或其它原因, 在染色体数目这一基本特点的观察结果上有明显的差别。为此, 我们亦对团头鲂染色体的数目和组型进行了一些观察。

### 一、材料和方法

试验用团头鲂取自本所试验场、武昌东湖和公安县淤泥湖。鱼体重量自250g至1000g不等, 共做了16尾(雌雄各半)。血细胞培养方法和制片方法系参照 Tips (1963)<sup>[4]</sup> 和 Ojima (1970)<sup>[5]</sup> 的做法并作了一些改进。

用肝素溶液湿润过的1ml注射器由尾动脉采血。在每个含有5ml培养基的链霉素小瓶内注入6滴(6号针头)或8滴(5号针头)全血, 立即摇匀。培养基是80ml“199”培养液, 20ml小牛血清, 8—10ml PHA-M (中国科学院上海生化研究所制) 以及青、链、卡那三种霉素 (依次为100IU/ml, 100 $\mu$ g/ml 和50IU/ml), 最后调pH 7.4—7.6。在27—28 $^{\circ}$ C培养三天。终止培养前用0.5—1 $\mu$ g/ml秋水仙素处理4小时。终止培养后用吸管对着小瓶底部轻轻吹吸, 使细胞充分悬浮在培养基中, 然后用1000rpm转速离心5分钟, 吸去上清液, 用1%柠檬酸钠或0.075克分子浓度KCl溶液, 于20 $^{\circ}$ C左右低渗处理20分钟。离心去上清液, 使细胞悬浮于5ml新配的卡诺氏固定液(甲醇与冰醋酸量为3:1)固定15分钟, 离心吸去固定液。重复固定一次, 然后加几滴新鲜固定液, 使细胞重新悬浮, 再用吸管把细胞悬液慢慢滴在干净的玻片上, 同时轻吹, 随后在酒精灯焰上烤干。然后用临时配置并过滤的百分之十的吉姆萨溶液染色30分钟。水洗后, 即可作显微观察。

在观察时, 对染色体分散适中的、主要为正中期的分裂相进行显微摄影和放大。按 Levan 等 (1964)<sup>[7]</sup> 提出的要求和标准进行测量和计算。再按所得的臂比和长度配对、分组、排队。然后对部分染色体进行测量和计算其相对长度, 并测定其差异性。最后, 确定染色体组型。

\* 本文经白国栋、陈宏溪先生审阅, 上海水产研究所柯鸿文同志提供了部分材料鱼, 特此致谢。

收稿日期: 1981年1月27日。

1) 北京师范大学生物系、北京水产试验站协作组, 1975。团头鲂染色体的初步研究。二十九省市鱼类育种、鱼苗及基础理论研究协作会议资料。

## 二、结果与讨论

### 1. 团头鲂染色体的数目

对取自 16 尾团头鲂的 421 个中期有丝分裂相进行染色体计数的结果,计 341 个分裂相含有 48 个染色体,占 81%;含有其它各种数目染色体的分裂相总共占 19%,其中仅有一个分裂相为 49 个染色体。此外,未发现超过 48 个染色体的分裂相(表 1)。

根据这些数据,团头鲂染色体  $2n = 48$ ,与管瑞光等(1979)<sup>[3]</sup>的结果一致,而与其他几篇报道的结果不一致(表 2)。

表 1 团头鲂染色体数分布表

分裂相含的染色体数	49	48	47	46	45	<45	总观察数
分裂相数	1	341	20	15	12	32	421
所占%	—	81.0	4.8	—	—	7.6	

本文的结果之所以与表 2 中的 2 与 3 不一致,很可能是由于方法和材料的关系。因为囊胚时期的染色体均为杆状或线状,形态很不规则,较难准确计数。此外,压片方法亦有可能造成部分染色体断裂。至于本文的结果与表 2 中 1. 的差别,还难以作出恰当的解释。但作者认为主要原因不在于材料和方法,因作者也曾用三尾 100—120g 的团头鲂做了鳃丝涂片,经初步观察,大多数分裂相亦是 48 个染色体(图版 1:3)。这与外周全血培养及气干法所制的制片比较,虽有较多的中期分裂相不足 48 个染色体,但这些分裂相的染色体非常分散,数量很不一致,显然是一些散失了部分染色体的、不完整的分裂相。

表 2 各作者对团头鲂染色体数目观察结果的比较

作者	$2n$ 染色体数	材料与方法
1. 北京师范大学生物系 协作组 北京水产试验站	16	鳃丝 精巢 涂片
2. 长江水产研究所育种室 武汉大学生物系动物教研组	52	囊胚压片
3. 湖北省水生生物研究所第二室 育种组家鱼研究小组	52	囊胚压片
4. 管瑞光、宋峰	48	中晚期原肠 气干法制片
5. 本文	48	外周血全血培养 气干法制片

### 2. 团头鲂的染色体组型

选择分别属于 6 尾鱼(雌雄各半)的 10 个比较清晰的中期分裂相,作染色体组型分析。其分组情况列于表 3。由表 3 可见,分属 6 尾鱼的 10 个分裂相分为两类。

它们的区别是,在第一类的 8 个分裂相中(分属 5 尾鱼)均有一对“异形染色体”,其中都有一个明显大于整个组型中的其它染色体的“特大染色体”。这个“特大染色体”与次于

表 3 分裂相分类和染色体分组表

分裂相编号	对数	染色体对 的类型	A(m)	B(sm)	C(st)	异形染 色体对	分裂相 的时相***
			臂比 1.0—1.7	臂比 1.7—3.0	臂比 3.0—7.0		
I(Me18♂)*	8		8	12	3	1	正中
II(Me21♂)	8		8	13	2	1	中后
III(Me24♀)	8		8	12	3	1	正中
IV(Me25♂)	8		8**	12**	3**	1	正中
V(Me26♀)	8		8	12	3	1	正中
VI(Me26♀)	8		8	12	3	1	正中
VII(Me26♀)	9		9	12	2	1	正中
VIII(Me26♀)	8		8	12	3	1	正中
IX(Me27♀)	8		8	13	3	0	正中
X(Me27♀)	8		8	13	3	0	正中

\* 括号内为实验鱼的编号及性别; \*\* 既是均数,又是众数; \*\*\* 据 Ford (1973)<sup>[1]</sup> 照片区分有丝分裂相时相。

它的那对染色体相比,不仅相对长度有极其显著的差异 ( $p < 0.001$ ) (表 4), 而且着丝点位置差别也较大。前者基本上是 sm 型,后者大多为 m 型。故这个“特大染色体”只能与一个没有“对象”的小型染色体组成一对“异形染色体”。而在第二类的两个分裂相(属同一尾鱼)中没有“异形染色体”对,但有一对明显大于其它染色体的 sm 型染色体。其相对长度(73‰和 66‰)正好落入第一类分裂相中的“特大染色体”相对长度的区间(见表 4)。第二类中次大的一对染色体的相对长度(57‰和 52‰)与第一类中次大染色体对的相对长度,也是一致的 ( $p > 0.05$ )。由此证明第二类中最大的一对染色体,实际上就是由两个“特大染色体”组成的。如把这对“特大染色体”对,从 B(sm) 组取出与“异形染色体”对一起称之为“特殊染色体”对,那么这两类分裂相中染色体的分组情况几乎完全一致,所不同的仅仅是“特殊染色体”对的“同形”或“异形”(表 5)。

表 4 “特大染色体”与仅次于它的染色体对之间相对长度比较表

分裂相编号	相对长度 值%	项目	
		“特大染色体”	仅次于“特大染色 体”的一对染色体
I		86.0	60.0
II		65.0	59.0
III		65.0	55.0
IV		73.0	56.0
V		77.2	58.0
VI		67.0	62.0
VII		66.0	56.0
VIII		69.0	60.0
均数±标准差		71.0±7.4	58.4±2.3

$t = 4.30$

$N = 14$

$p < 0.001$

虽然由表 3 可以看出,这对“特殊染色体”两种类型的出现与性别无关,不是性染色体对,但按照染色体在世代繁殖过程中的分离、组合规律看来,这对特殊染色体对的两种类

表 5 两类分裂相的比较

类别	对数	染色体对的组别			
		A(m)	B(sm)	C(st)	特殊染色体对
第一类		8	12	3	1 (异形)
第二类		8	12	3	1 (同形)

型在团头鲂种内是共存的。所以团头鲂的染色体组型应该是: m8 对, sm 12 对, st 3 对和一对“特殊染色体”(两个“特大染色体”(图版 I:2) 或一个“特大染色体”与一个小型染色体)(图版 I:1)。从理论上说,这对“特殊染色体”还应有一种,由两个同形的小型染色体组成的类型存在。但我们在观察中未曾发现,这可能是我们取材不够全面,也可能这种类型因缺少某些重要基因,在发育早期夭折之故。

把本文得出的团头鲂染色体组型与咎瑞光等(1979)<sup>[3]</sup>所得的组型比较,有两个差别(表 6): 一是他们没有提到“特殊染色体”对,但在他们所图示的团头鲂染色体组型照片中,可以看到一对明显大于其它染色体对的“特大染色体”对。所以,就这一点来看,在实质上是一致的。至于他们没有发现“异形染色体”对的原因,也许是在取样很少的情况下样本的代表性不够全面。另一个差别是他们的 A(m) 组染色体比本文多两对,而 B(sm) 组和 C(st) 组比本文少一对。造成这些差别可能由于下列原因: (1) 所用的材料取自不同发育时期<sup>[8]</sup>, 咎瑞光等(1979)<sup>[3]</sup>采用原肠中后期细胞的分裂相,而本文则采用成鱼血细胞的分裂相; (2) 在制作染色体标本时,放大照片和测量染色体等各过程中,由于条件、方法不同造成的误差; (3) 也许也有多型性问题<sup>[10]</sup>。

表 6 不同作者对染色体组型的报道结果

作者	染色体对数	染色体组别				特殊染色体对
		A(m)	B(sm)	C(st)	D(t)	
咎瑞光 宋峰		10	12	2	无	无
本文		8	12	3	无	1

### 3. 关于“异形染色体”对和“特大染色体”对形成的推测

Denton(1973)<sup>[5]</sup> 在他的鱼类染色体方法学一书中,曾叙述过称谓 Megachromosome 的染色体,与上述“特殊染色体”对的情况很类似,但没有说明它是如何形成的。

据观察,作者推测这对“异形染色体”对的形成,可能是在团头鲂的系统发育过程中,在一对同源染色体之间发生了易位(即所谓“fraternal”<sup>[1]</sup>),使一个染色体上的部分片段转移、连结到另一个同源染色体的末端,从而形成了一对“异形染色体”对(见图 1),因为在少数中期分裂相中,可以明显地看到在“异形染色体”对中“特大染色体”的长臂上,有一处

1) 见 R. Rieger, A. Michaelis, M. M. Green 编著的“Glossary of Genetics and Cytogenetics”第四版修订本第 547—548 页。

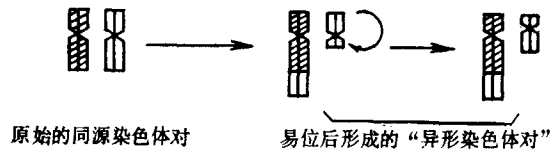


图1 由易位形成“异形染色体”对的图解

像是经过连接的痕迹(图版 I:1),如果把“特大染色体”长臂上的那一段,可能是被连上的部分,通过易位到异形小染色体的短臂上,二者正好可以配对。

当这对“异形染色体”在某一个体中一旦形成后,经过若干代,便有可能在种群中形成新的,较多的,具有“异形染色体”对的个体和具有“特大染色体”对的个体。可能这两种特殊形式的染色体对,对团头鲂的系统发育具有一定意义,所以不仅在系统发育中被保留下来,而且最终成为团头鲂染色体组型的稳定特征之一。

据上述情况看来,作者在少数分裂相的个别染色体上看到随体和次缢痕(图版 I),即它们在制片中的出现是不稳定的,这可能与我们所使用的染色方法有关。

### 结 语

1. 团头鲂的染色体数为  $2n = 48$  个。
2. 团头鲂的染色体组型为  $m$  8 对,  $sm$  12 对,  $st$  3 对和一对“特殊染色体”对(一对“特大染色体”或一个“特大染色体”配一个“小型染色体”)。
3. 团头鲂的这对“特殊染色体”与性别无关,不是性染色体,本文对它的演化也作了初步探讨。
4. 仅在少数分裂相的个别染色体上观察到次缢痕和随体。

### 参 考 文 献

- [1] 长江水产研究所育种室、武汉大学生物系动物教研组, 1975。几种经济鱼类及其杂种染色体的初步研究。淡水渔业 2: 11—13。
- [2] 柯鸿文, 1975。一种优良淡水鱼——团头鲂 (*Megalobrama amblycephala*)——的繁殖和饲养。水生生物集刊 5(3): 293—314。
- [3] 管瑞光、宋峰, 1979。草鱼、团头鲂染色体组型的分析比较。遗传学报 6(2): 205—209。
- [4] 湖北省水生生物研究所第二室育种组家鱼研究小组, 1976。用理化方法诱导草鱼(♀)×团头鲂(♂)杂种和草鱼的三倍体、四倍体。水生生物集刊 6(1): 111—114。
- [5] Denton, T. E., 1973. Fish Chromosome Methodology. Charles C. Thomas Publisher, U. S. A., p. 78.
- [6] Ford, E. H. R., 1973. Human Chromosomes. Academic Press, London and N. Y., pp. 16—17.
- [7] Levan, A., K. Fredya and A. A. Sanderg, 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. Hereditas Band 52 (2): 201—220.
- [8] Ohno, S., C. Stenius, E. Faisst and M. T. Zenzen, 1965. Post-zygotic chromosomal rearrangements in Tainbow trout (*Salmo irideus* Gibbons). Cytogenetics 4: 117—129.
- [9] Ojima, Y., S. Hitotsumachi and M. Hayashi, 1970. A blood culture method for fish chromosomes. Jap. J. Genet. 45 (2). 161—162.
- [10] Roberts, F. L., 1964. A chromosome study of twenty species of centrachidae. J. Morph. 115 (3): 401—418.
- [11] Tips et al., 1963. Mammalian chromosomes. Newsletter 9: 35—36.

**A CHROMOSOME STUDY OF *MEGALOBRAMA*  
*AMBLYCEPHALA* YIH**

Lu Renhou, Li Yanjuan and Xu Kesheng  
(*Institute of Hydrobiology, Academia, Sinica, Wuchang*)

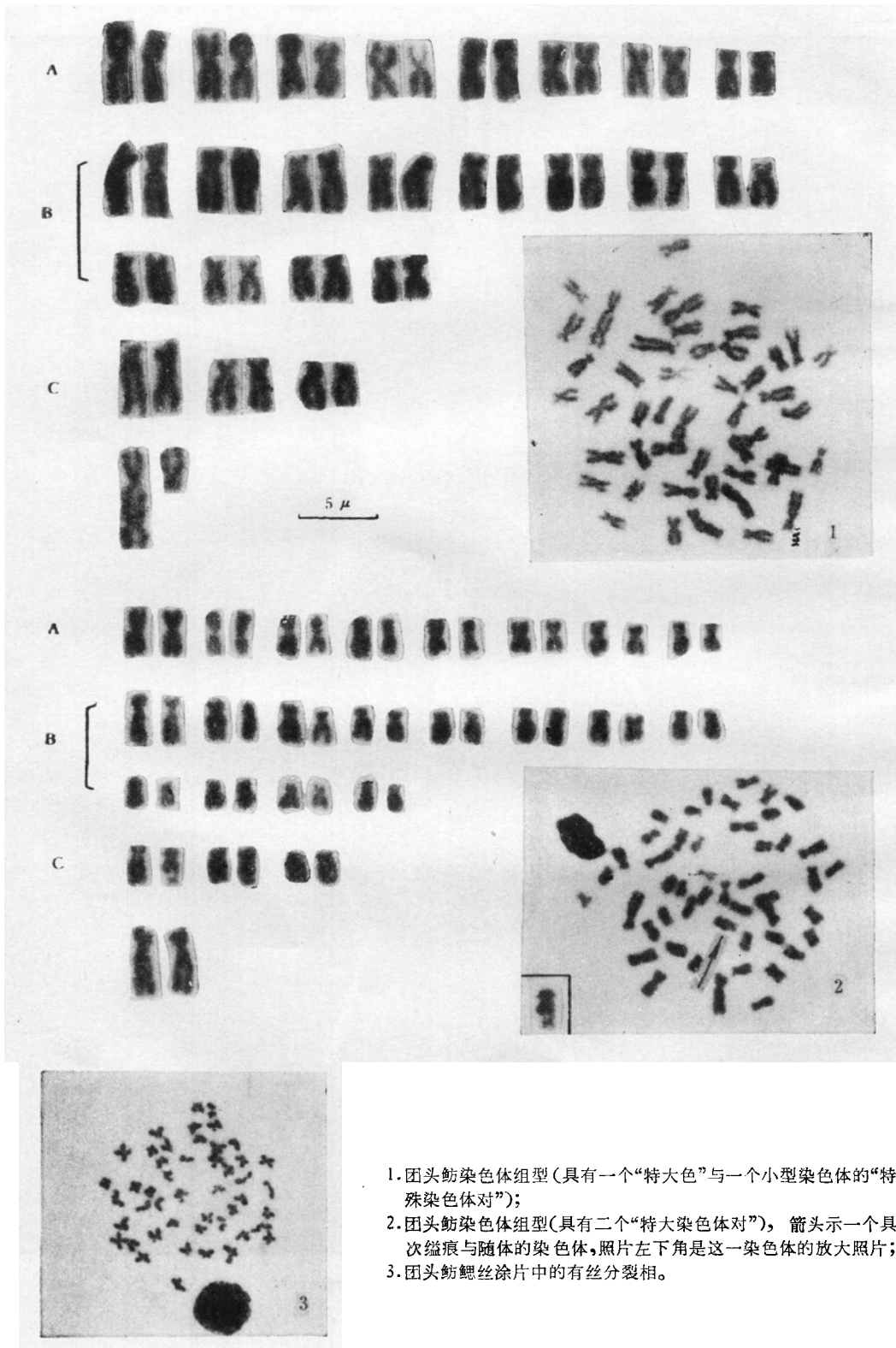
ABSTRACT

Numbers of chromosome of *megalobrama amblycephala* Yih have been reported differently in papers published in recent years. Our observations of peripheral blood leukocytes collected from both sexes reveal:

The diploid chromosome number is  $2n=48$ .

The karyotype consists of 8 pairs of metacentric chromosomes, 12 pairs of submetacentric chromosomes, 3 pairs of subtelocentric chromosomes and 1 pair of "special chromosomes". The "special chromosome pair" may consist of a pair of megachromosomes in some individuals, or a pair of heteromorphic chromosomes—one megachromosome and one small chromosome—in others. The megachromosome or heterochromosome pair occurred in both sexes, obviously, they are not sex-chromosomes. The origin of the "special chromosome pair" is discussed.

The secondary constrictions and satellites were only observed in some chromosomes of a few metaphase plates.



1. 团头鲂染色体组型(具有一个“特大色”与一个小型染色体的“特殊染色体对”);  
2. 团头鲂染色体组型(具有二个“特大染色体对”), 箭头示一个具次缢痕与随体的染色体, 照片左下角是这一染色体的放大照片;  
3. 团头鲂鳃丝涂片中的有丝分裂相。