

两性型天然雌核发育彭泽鲫 染色体组型的研究*

陈敏容 杨兴棋 俞小牧 陈宏溪

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

提 要

彭泽鲫是一种两性型天然雌核发育群体。染色体组型分析结果表明:雌、雄鱼的染色体数目均为 166。它们的核型组成是:32 条中部着丝点染色体、40 条亚中部着丝点染色体、18 条亚端部着丝点染色体和 76 条端部着丝点染色体。臂数(NF)为 238。本研究结果与其它雌核发育类型的鲫鱼有明显的差别。

关键词 雌核发育, 染色体组型, 彭泽鲫

彭泽鲫(*Carassius auratus L.*)原产于江西省彭泽县丁家湖、芳湖和太白湖等天然水体中,1983 年以来,江西省水产研究所等将其驯养选育成人工养殖新对象。1990 年,作者由该所引进 17 尾彭泽鲫第五代(F_5),发现其生殖方式为两性型天然雌核发育类型,其染色体数目为 166^[1]。作者进一步探讨彭泽鲫与鲫属其它鱼类之间的亲缘关系,对其染色体组型进行研究,对从细胞遗传学角度考察彭泽鲫在鲫属鱼类中的进化关系及其分类学地位具有一定意义。

1. 材料和方法

1.1 材料鱼 彭泽鲫 F_5 引自江西省水产研究所,并繁殖其子代 F_6 。

1.2 染色体组型分析 采用略加改进的外周血白细胞培养法^[2]和肾细胞直接制片法^[3]制备染色体标本。从 F_5 的 3 雌 5 雄的染色体标本中,随机选取清晰可数的中期分裂相 145 个(其中 94 个来自雄鱼,51 个来自雌鱼)放大后计算染色体数目。由 F_6 的两尾雌鱼的染色体标本中选择 5 个图象清晰,长度适中,染色体数目等于标准染色体数的中期分裂相,按 Levan^[4]命名法进行染色体分类及组型分析。

2. 结果和讨论

2.1 染色体数目分布 计数 5 尾雄鱼的 94 个分裂相的结果:染色体数目为 100 以下的有 3 个细胞,占计数细胞总数的 3.19%;101—160 条染色体的有 11 个细胞,占 11.7%;162 条的有 19 个细胞,占 20.2%;164—165 的有 7 个细胞,占 7.45%;166 的有 47

* 1993年3月18日收到。1994年2月收到修改稿。

表 1 几种雌核发育鲫鱼染色体数分布及核型的比较

Tab.1 Comparison of the distribution of chromosome number and karyotype analysis among several kinds of gynogenetic crucian carp

鱼名 Species	染色体数目的分布 Distribution of chromosome number						众数 Modal	倍性 Ploidy	核型公式 Karyotype formula	臂数 Arms	作者 Author
	< 145 8.7%	145—150 12.8%	151—155 15.5%	156 40.6%	157—160 15.1%	> 160 7.3%					
银鲫 <i>Carassius auratus gibelio</i>	100—139 ♀ 3.6% ♂ 1.43%	140—155 20.5% 17.4%	156 21.7% 11.43%	157—161 7.1% 12.86%	162 47.0% 57.14%	/	162 47.0% 57.14%	3n	42M+74SM+40a	272	沈俊宝等 1983 ^[5]
滇池高背鲫 <i>C. auratus (blar high type)</i>	< 148 9.6%	149—155 7.3%	156 15.5%	157—161 10.9%	162 45.9%	> 162 10.9%	162 45.9%	3n	33M+53SM+76a	248	咎瑞光等 1982 ^[3]
缩骨鲫 <i>C. auratus</i>							156	2n	36M+36SM+84a	228	俞豪祥等 1987 ^[9]
淇河鲫 <i>C. auratus</i>	< 140 10.0%	140—155 20%	156 50%	> 156 20%			156 50%	3n			楼允东等 1989 ^[7]
普安鲫 A 型 <i>C. auratus (A Form)</i>							156 52.4%	2n	38M+28SM+18ST+72T	222	俞豪祥等 1992 ^[8]
彭泽鲫 <i>C. auratus</i>	< 100 ♀ 7.84% ♂ 3.19%	101—160 11.77% 11.70%	162 17.65% 20.21%	164—165 7.84% 7.45%	166 47.06% 50.0%	167—172 7.84% 7.45%	166 47.06% 50.0%	2n	32M+40SM+18ST+76T	238	本文作者

表 2 彭泽鲫的核型数据

Tab.2 The measured data of karyotype of crucian carp of Pengze

类型 Type	相对长度(%) Relative length(%)		臂比 Arm rate		类型 Type	相对长度(%) Relative length(%)		臂比 Arm rate		类型 Type	相对长度(%) Relative length(%)		臂比 Arm rate		类型 Type	相对长度(%) Relative length(%)		臂比 Arm rate	
	M	S	M	S		M	S	M	S		M	S	M	S		M	S	M	S
M1V	24.56	5.28	1.34	0.26	SM5	15.48	0.89	2.33	0.38	ST6	11.84	1.29	3.52	0.58	T18	10.55	0.23	∞	/
M2	18.41	1.46	1.54	0.12	SM6	14.44	0.75	2.51	0.26	ST7	11.10	1.11	3.37	0.28	T19	10.49	0.15	∞	/
M3	16.69	0.96	1.38	0.20	SM7	13.58	0.67	2.06	0.28	ST8	10.33	0.90	3.29	0.22	T20	10.29	0.05	∞	/
M4	15.84	0.73	1.44	0.24	SM8	13.10	0.53	2.16	0.27	ST9	9.94	0.73	3.57	0.39	T21	10.29	0.05	∞	/
M5	15.18	0.98	1.30	0.22	SM9	12.65	0.45	2.25	0.34	T1	16.51	2.28	∞	/	T22	10.10	0.21	∞	/
M6	14.40	1.02	1.50	0.19	SM10	12.45	0.46	2.15	0.28	T2	15.18	1.23	∞	/	T23	10.04	0.14	∞	/
M7	13.88	0.97	1.36	0.22	SM11	12.18	0.43	2.10	0.03	T3	14.40	1.06	∞	/	T24	9.79	0.27	∞	/
M8	13.43	0.88	1.38	0.22	SM12	11.91	0.41	2.23	0.21	T4	13.65	0.57	∞	/	T25	9.54	0.64	∞	/
M9	12.69	0.76	1.50	0.15	SM13	11.65	0.61	2.22	0.26	T5	13.08	0.28	∞	/	T26	9.27	0.53	∞	/
M10	12.11	0.34	1.52	0.17	SM14	11.45	0.65	2.42	0.34	T6	12.69	0.46	∞	/	T27	9.21	0.65	∞	/
M11	11.85	0.37	1.43	0.24	SM15	11.13	0.64	1.96	0.11	T7	12.49	0.32	∞	/	T28	9.01	0.69	∞	/
M12	11.67	2.46	1.42	0.20	SM16	10.99	0.72	2.08	0.20	T8	12.18	0.50	∞	/	T29	8.50	0.62	∞	/
M13	11.59	0.49	1.44	0.24	SM17	10.56	1.00	2.33	0.39	T9	12.05	0.47	∞	/	T30	8.26	0.75	∞	/
M14	11.21	0.27	1.49	0.14	SM18	10.11	0.67	2.19	0.26	T10	11.86	0.33	∞	/	T31	7.98	0.87	∞	/
M15	10.69	0.49	1.49	0.12	SM19	9.72	0.75	2.39	0.41	T11	11.68	0.42	∞	/	T32	7.45	1.04	∞	/
M16	9.83	0.52	1.27	0.21	SM20	8.54	0.68	2.12	0.33	T12	11.39	0.42	∞	/	T33	6.64	0.86	∞	/
M17	8.98	0.86	1.29	0.15	ST1	23.32	2.09	3.22	0.07	T13	11.33	0.41	∞	/	T34	5.87	0.87	∞	/
SM1	22.65	2.37	2.14	0.41	ST2	19.02	1.72	3.18	0.10	T14	11.13	0.24	∞	/	T35	5.26	0.55	∞	/
SM2	19.97	2.51	1.92	0.19	ST3	17.63	0.94	3.44	0.40	T15	10.82	0.46	∞	/	T36	4.70	0.63	∞	/
SM3	16.60	0.85	2.50	0.44	ST4	15.72	1.35	3.48	0.63	T16	10.76	0.17	∞	/	T37	4.31	0.51	∞	/
SM4	16.08	0.71	2.23	0.25	ST5	12.89	0.74	3.79	0.65	T17	10.66	0.26	∞	/	T38	3.65	0.20	∞	/

个细胞,占 50%;167—172 的有 7 个细胞,占 7.45%。3 尾雌性彭泽鲫的 51 个分裂相的计数结果:染色体数目在 100 以下的有 4 个细胞,占计数细胞总数的 7.84%;101—160 条染色体的有 6 个细胞,占 11.77%;162 的有 9 个细胞,占 17.65%;164—165 的有 4 个细胞,占 7.84%;166 的有 24 个细胞,占 47.06%;167—172 的有 4 个细胞,占 7.84%。不论雌雄鱼,其染色体众数均为 166。表明彭泽鲫的标准染色体数为 166。

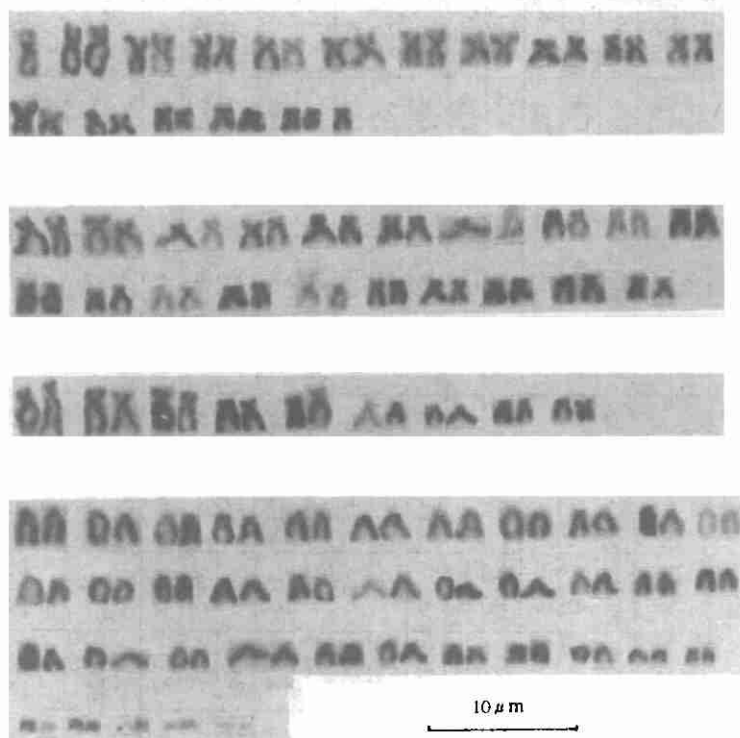


图 1 两性型天然雌核发育彭泽鲫的染色体组型

Fig 1. Karyotype of the bisexual natural gynogenetic crucian carp of pengze

由表 1 可见,彭泽鲫与其它几种天然雌核发育鲫鱼的染色体数目及其分布既存在着共同特点,又具有明显差异。它们的共同特点:(1)标准染色体数目较多:现已发现的天然雌核发育鲫鱼的标准染色体数目在 150 以上。(2)众数百分率低:一个物种的染色体众数百分率的常规标准应占被检测细胞总数的 75%以上,而彭泽鲫染色体众数百分率分别为 47.06%(雌)和 50.00%(雄);银鲫的为 40.6%^[5](或 47—57.14%)^[6];滇池高背鲫的为 45.9%^[3];淇河鲫的为 50.00%^[7];普安鲫 A 型的为 52.4%^[8],可见这些鲫鱼的染色体众数百分率均明显低于常规标准。(3)变异幅度大:彭泽鲫每个细胞的染色体数目变动在 <100—172 之间;银鲫为 <145—160(或 100—162);滇池高背鲫为 <148—162;淇河鲫为 <140—156。然而它们之间的差异亦很明显:(1)彭泽鲫染色体数目分布范围较广,其下限小于 100,有的细胞甚至仅有 49 条染色体,其上限则高达 172。而其他几种天然雌核发育鲫鱼的染色体数目分布均在 100—162 之间。(2)彭泽鲫的标准染色体数目较大,为 166,而银鲫为 156(或 162),滇池高背鲫为 162,广东缩骨鲫^[9],淇河鲫和普安鲫均为

156。

这些鱼类染色体数目分布较为分散,导致众数百分率偏低。而一般两性生殖的鲤科其它鱼类的染色体数目的分布比较集中,众数出现率高。如:李渝成、李康、洪云汉及桂建芳等在中国鲤科鱼类染色体的研究中,对鳊亚科、鲃亚科、鲴亚科、鲮亚科及鮠亚科^[10-14]等 5 个亚科 35 种鱼的核型研究中,染色体众数出现率除个别为 74% 和 64% 外,其他均明显高于 75% 的常规标准,有的甚至高达 95%。不难看出,这些鱼的染色体数目均在 100 以下。那么是否可以认为众多的染色体数目是造成这些雌核发育鲫鱼染色体众数百分率偏低的主要原因,有无其它原因,如雌核发育繁殖方式本身的影响等尚须进一步研究。

2.2 染色体组型

根据彭泽鲫染色体相对长度和着丝点位置的测量结果(表 2)。按 Levan 命名法可将其分为四组: M 组, [具中部着丝点染色体 (Metacentric)], 臂比 $r = 1.00-1.70$; SM 组, [具亚中部着丝点染色体 (Submetacentric)], $r = 1.70-3.00$; ST 组, [具亚端部着丝点染色体 (Subtelocentric)], $r = 3.00-7.00$; T 组, [具端部着丝点染色体 (Telocentric)], $r = 7.00-\infty$ 。核型公式: $32M+40SM+18ST+76T$, 染色体臂数 (NF) 为 238 (图 1)。

2.2.1 M 组 由 32 条中部着丝点染色体组成。其中有 30 条可以配成 15 对, M_1 和 M_{15} 无法配对只能单个排列。 M_1 为该组型最大的一条染色体, 平均相对长度 (即占雌性单倍体总长的千分比) 为 24.56%。而 M_2 为 18.41%, 两者平均绝对长度之差近似 1μ , 很容易识别。其它相邻两对染色体之间差别虽小, 但测量准确也不难配对。M 组染色体数目比其它几种天然雌核发育鲫鱼的都要少。

2.2.2 SM 组 由 40 条亚中部着丝点染色体组成, 明显少于银鲫 (56—74 条), 可配成 20 对。该组有两对较长的染色体, 分别是核型的第 3、第 4 对染色体。它们的相对长度分别为 22.65% 和 19.97%。SM3 以后相邻各对染色体之间的差别与 M 组大致相同。在这一组中, 常常有一对同源染色体的短臂相互附着, 滴片后短臂末端形成一对角须状 (SM_{15})。在每尾彭泽鲫的中期分裂相中几乎都能观察到这种现象。

2.2.3 ST 组 由 18 条亚端部着丝点染色体组成, 配成 9 对。 ST_1 为核型的第二大染色体, 平均相对长度为 23.32%。这组的特点是相邻两对染色体之间的差别明显, 除第 8 和第 9 对间平均绝对长度之差为 0.06μ 外, 其余都大于 0.1μ 。

2.2.4 T 组 共有 76 条端部着丝点染色体, 配成 38 对。这一组染色体多而小, 最大的 $T_1 = 2.53\mu$ (平均绝对长度), 最小的 T_{38} 只有 0.56μ , 相邻两对染色体之间的绝对长度之差甚小, 多数在 0.04μ 以下, 有的甚至等于零 (如 $T_{20}-T_{21}=0$)。因其短臂不明显, 用常规染色方法极难配对。该组有 10 条特别小的染色体, 通常称之为超数染色体, 平均绝对长度均小于 1μ 。作者将其配成 5 对。

彭泽鲫的具端部着丝点染色体数为 76, 明显多于银鲫, 其总臂数 (NF = 238) 又明显少于银鲫 (NF = 272 或 266), 而与滇池高背鲫 (NF = 248)、缩骨鲫 (NF = 228) 及普安鲫 A 型 (NF = 222) 较为接近。具端部着丝点染色体较多, 总臂数偏少似乎是长江流域以南天然雌核发育鲫鱼的共同特点。这种染色体分组的特殊现象是否与地理条件相关? 有待进一步考察。

2.3 染色体倍性

在彭泽鲫染色体组型分析中,其标准染色体数目为 166,并非 3 的整倍;白细胞和肾细胞的同源染色体是以每两条对两条地配对存在,而不能按每三条对三条地排列;在每个中期分裂相中短臂之间相互附着的同源染色体只能观察到一对(SM_{17})而非三条,说明彭泽鲫染色体是以 $2n$ 形式出现而不符合 $3n$ 的要求,所以初步认为彭泽鲫是 $2n=166$ 的二倍体鲫鱼。这与小岛吉雄通过 C-带分析认为日本银鲫是 $2n=156$ ^[15],沈俊宝等测定红细胞及精子 DNA 含量后认为黑龙江方正银鲫是二倍体($2n=156$)^[16]和俞豪祥等研究普安鲫(A型)肾细胞同源染色体以 $2n$ 形式出现后认为是二倍体($2n=156$)^[8]的结果相似。

彭泽鲫染色体组型中不仅具有与滇池高背鲫和方正银鲫一样的较多超数染色体,而且在其 80% 的分裂相中,有的可以按 4 条为一组排列(如 $SM_{12}SM_{13}, T_{20}T_{21}$),有的还可以按 6 条为一组排列($M_{11}M_{12}M_{13}, T_{15}T_{16}T_{17}$)。据此可以推测彭泽鲫原是一种嵌合的非整倍多倍体鱼类,在其进化过程中,由于染色体组型发生某种重大变化,致使达到一定程度的二倍化,当然,有关彭泽鲫的倍性问题尚须深入研究。

综上所述,对几种天然雌核发育鲫鱼染色体组型和倍性比较后,可以看出,彭泽鲫与黑龙江水系银鲫不是同一来源。与其它天然雌核发育鲫鱼亦非同一来源,似乎是在特定环境的漫长进化过程中自然形成的一个新类型。

参 考 文 献

- [1] 杨兴祺等. 江西彭泽鲫生殖方式的初步研究. 水生生物学报, 1992, 16(3): 277—280.
- [2] 吴政安等. 鱼类细胞遗传学的研究II 鱼类淋巴细胞的培养及其染色体组型分析. 遗传学报, 1980, 7(4): 370—375.
- [3] 咎瑞光等. 滇池两种类型鲫鱼的性染色体和C-带核型研究. 遗传学报, 1982, 9(1): 32—39.
- [4] Levan, Albert et al. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas*. 1964, 52(2): 201—220.
- [5] 沈俊宝等. 黑龙江一种银鲫(方正银鲫)群体三倍体雄鱼的核型研究. 遗传学报, 1983, 10(2): 133—136.
- [6] 单仕新等. 银鲫染色体组型研究. 水生生物学报, 1988, 12(4): 381—384.
- [7] 楼允东等. 淇河鲫鱼细胞遗传学和同工酶的初步研究. 水产学报, 1989, 13(3): 254—258.
- [8] 俞豪祥等. 天然雌核发育贵州普安鲫(A型)染色体组型的初步研究. 水生生物学报, 1992, 16(1): 87—88.
- [9] 俞豪祥等. 广东雌核发育鲫鱼的生物学及养殖试验的初步研究. 水生生物学报, 1987, 11(3): 287—288.
- [10] 李渝成等. 中国鲤科鱼类染色体组型的研究I 鲴亚科10种鱼的染色体组型. 遗传学报, 1983, 10(3): 216—222.
- [11] 李 康等. 中国鲤科鱼类染色体组型的研究II 鲴亚科四种鱼的染色体组型. 动物学报, 1983, 29(3): 207—213.
- [12] 洪云汉等. 中国鲤科鱼类染色体组型的研究III 鲴亚科七种鱼的染色体的比较分析. 武汉大学学报, 1983, (2): 96—102.
- [13] 李康等. 中国鲤科鱼类染色体组型的研究V 鲴亚科10种鱼的染色体组型. 武汉大学学报, 1984, (3): 113—122.
- [14] 桂建芳等. 中国鲤科鱼类染色体组型的研究VI 鲴亚科3种四倍体鱼和鲤亚科1种四倍体鱼的核型. 遗传学报, 1985, 12(4): 302—308.
- [15] 小岛吉雄. 鱼类の细胞遗传. 遗传, 1978, 32(7): 4—10.
- [16] 沈俊宝等. 方正银鲫和扎龙湖鲫体细胞、精子DNA含量及倍性的比较研究. 1984, 动物学报, 30(1): 7—13.

KARYOTYPE STUDIES ON THE BISEXUAL NATURAL GYNOGENETIC CRUCIAN CARP (*CARASSIUS AURATUS*) OF PENGZE

Chen Minrong, Yang Xingqi, Yu Xiaomu and Chen Hongxi

(*Institute of Hydrobiology, The Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072*)

Abstract

Crucian carp (*Carassius auratus*) of Pengze is a bisexual natural gynogenetic fish. Chromosome preparation was made from leucocyte culture and uncultured kindey cells by injecting PHA and colchicine in vivo. The chromosome number of crucian carp of Pengze was 166 both in male and female. The karyotype is composed of 32m, 40sm, 18st, and 76t arm number (N.F.) is 238. There are obvious differences in chromosome number and karyotype between crucian carp of Pengze and those reported in other natural gynogenetic crucian carp.

Key words Gynogenesis, Karyotype, Crucian carp of Pengze