

黑龙江主要水域鲫鱼倍性 及其地理分布*

沈俊宝 王国瑞 范兆廷

(黑龙江水产研究所)

提 要

本文对黑龙江主要水域鲫鱼倍性及其地理分布进行了研究和探讨。黑龙江水域不同倍性的鲫鱼在分布上有一定的地区性。黑龙江省西部为2倍体种群分布区;东部、北部和西部一些湖泊为3倍体种群分布区;松花江、牡丹江一带则是3倍体和2倍体种群的混栖分布区。另一个分布的特点是河流类型的水域,一般是2倍体、3倍体种群的混栖区,而湖泊、水库类型水域,则大多是3倍体种群分布区。此外本文还就鲫鱼的分类问题作了讨论。

鲫鱼广泛分布于欧亚大陆及日本。已知此属共有两个种:欧鲫(又称黑鲫)*Carassius carassius* (L.)和鲫 *Carassius auratus* (L.), 其中鲫有两个亚种,即普通鲫 *C. a. auratus* (L.)和银鲫 *C. a. gibelio* (Bloch)^[1]。苏联西部地区的银鲫全为雌性,没有雄性,称单性型银鲫,染色体数为 $3n$;到东部的西伯利亚和黑龙江流域有一定比例的雄性,称两性型银鲫。^[11,12]此银鲫种群的染色体数尚不清楚,但据小林弘等(1972)在黑龙江河口地区采得的标本检查,雌鱼为3倍体,雄鱼为2倍体^[7]。日本鲫鱼只有一个种, *C. auratus* (L.), 又分为5个亚种: *C. auratus cuvieri*, *C. auratus grandoculis*, *C. auratus subsp.*, *C. auratus buergeri* 和 *C. auratus langsdorfii*。后者也称银鲫,有两性型种群和单性型种群。前4种的染色体都为100,称2倍体;而银鲫中两性型种群的雌、雄鱼都为2倍体,单性型种群中只有3倍体($3n = 156$)和4倍体($4n = 206$)两种^[8]。我国的鲫鱼有两个种及一个亚种:黑鲫、鲫和银鲫。分布于我国南方的是中国典型的鲫鱼,其染色体数为100,属2倍体^[4,8]。过去一些学者把黑龙江水域的鲫鱼统称为银鲫^[1,6]。这种仅从形态上把东北所产的鲫都定为银鲫的提法是需要商榷的。余志堂等在1959年的黑龙江流域调查中发现,松花江地区的鲫鱼实与南方的鲫鱼相似^[4]。同时,我们认为日本把染色体倍数为100,与其他种杂交产生杂种的两性型种群,也称为银鲫是不妥的。有关我国境内黑龙江水域鲫鱼的染色体数,除吴政安等(1980)偶然发现辽宁、北京地区各2尾鲫鱼的染色体数为 $150 \pm$

* 本文承哈尔滨医科大学李璞教授、哈尔滨师范大学史新柏教授审阅,特此致谢。李建兴同志参加实验工作。

外,未见国内有过报道。本文报告的是栖居于黑龙江我国境内主要水域的鲫鱼倍数体及其地理分布,并对其分类进行探讨。

材 料 和 方 法

试验用鱼在1980年4月至1981年5月从下列水域中采得:牡丹江瀑布江段、龙凤山水库、五大连池、挠力河(东方红水库)、镜泊湖、兴凯湖、达赖湖、扎龙湖和松花江汤原江段。捕捞工具是冰下拉网、挂网、张网和旋箔。鱼体重100—300克,年龄2—4龄。活鱼运回哈尔滨市,暂养在本所松浦试验场室内鱼池中或室外池塘内,然后分别采血并做细胞培养。方正银鲫是本所培育繁殖的正方县双凤水库银鲫的后代,年龄1—2龄,体重30—150克(表1)。

表1 实验鱼采集情况

采集时间	采集水域	捕捞工具	数量(尾)	体重范围(克)	年龄	体型主要特征
1980.4	宁安县牡丹江瀑布江段	小拉网	40	25~250	2~4	体细长,体高较低,体表有黑色斑点。
1980.4	五常县龙凤山水库	挂网	25	200~250	4~5	体高较高,背部青灰色,腹部银白色。
1980.3	内蒙达赖湖	冰下拉网	50	200~450	4~7	体高较高,背部青灰色,腹部银白色。
1980.10	德都县五大连池三池	挂网	27	150~300	3~6	体高较高,侧扁,体色银白色。
1980.10	饶河县挠力河东方红水库	小网	6	50~100	1~2	体细长,体高较低,体色青灰色。
1981.5	密山县小兴凯湖	挂网	43	150~350	3~6	体高较高,体厚,体色青灰色。
1981.3	宁安县镜泊湖	冰下拉网	26	200~350	3~6	体高较高,侧扁,体色青灰色。
1981.5	齐齐哈尔市扎龙湖	挂网旋箔	44	50~150	2~4	体高较低,体细长,体色青灰色。
1981.5	汤原县松花江段	张网	20	100~200	2~4	体细长,体高较低,体色青灰色。

染色体制备是采用淋巴细胞培养法。试验用鱼冬季饲养在室内鱼池(水温4—7°C)中,在采血的前一天下午移入水族箱内,用加热器逐渐(经15小时)将水温提高到18—20°C,并用砂滤器充入纯氧,使水中含氧量保持在7—8毫克/升以上。鱼游动活泼,代谢旺盛,次日8时采血。夏季一般不需升温充氧直接从鱼池中捕出采血,或在充氧水中暂养2—3小时后再采血。用经肝素湿润的2毫升针管自尾动脉采血0.5—1毫升,在室温条件下沉降1小时左右,将上层血浆(内含大量淋巴细胞)接入装有4毫升培养液的培养瓶中(培养液成份:1640,80%、小牛血清,20%、PHA 100单位/毫升,青链霉素各100单位/毫升,pH为7.2—7.4),在29±1°C恒温箱中培养72小时,然后加入最终浓度为1微克/毫升的秋水仙素液,继续培养2—4小时收集细胞,然后加入0.075M KCl溶液,低渗30分钟,并用新配制的甲醇—冰醋酸(3:1)固定液反复固定2~3次,每次15分钟,并用700~800转/分离心5分钟,以空气干燥法制片,并用Giemsa液染色。

各水域的鲫鱼种群的染色体倍数和组型确定,是按每一水域检查4—10尾以上,每尾按10个以上中期相显微照片计数,同时配合显微镜镜检计数,以确定每尾鱼的染色体数。

组型是选择放大后清晰、完整的中期相照片,按Levan (1964)体制配对、测量和计算。

结 果

(1) 倍性的地理分布 从表 2 看出,龙凤山水库、双凤水库、五大连池、兴凯湖、达赖湖等水域的鲫鱼,在所检查的标本中,雌雄鱼染色体数全为 $150 \pm$, 其分布频率为染色体数在 $150-160$ 范围内的占细胞总数的 $50.0-90.0\%$ 。镜泊湖检查的标本全为雌性,染色体数为 $150 \pm$, 其分布频率是染色体数在 $150-160$ 的占检查细胞总数的 54.3% 。东方红水库鲫鱼用镜检计数,其染色体数在 $140-160$ 范围内。由此可见,上述水域鲫鱼按小林弘等的报告(1978),应属 3 倍体^[8]。

嫩江水系的扎龙湖鲫鱼,在所检查的标本中,雌、雄鱼染色体数均为 $100 \pm$, 其分布频率是:染色体数在 $95-100$ 之间的占细胞总数的 $67.9-72.7\%$ 。因此,这一水域的鲫鱼应属 2 倍体种群。

在松花江鲫鱼中,约有 67% 的标本,雌、雄鱼染色体数为 100 , 其分布频率是 $95-100$

表 2 黑龙江主要水域鲫鱼倍性及地理分布

水 域	实验鱼数 (尾)	性 别	检查中期相数 (个)	染色体分布频率			95-100 或 150-159 占总数的%	倍 性
				90-95-100-105	140-150-160-170			
龙凤山水库 (五常县)	1	♂	10		2 7 1	70.0	3n	
	3	♀	20		7 12 1	60.0		
五大连池 (德都)	2	♀	22		2 16 4	72.7	3n	
兴凯湖 (密山县)	3	♀	45		10 33 2	78.8	3n	
	1	♂	10		1 9	90.0		
双凤水库 (方正县)	5	♀	49		9 32 8	65.8	3n	
	5	♂	61		8 45 8	73.7		
扎龙湖 (齐齐哈尔市)	5	♂	53	16 36 1		67.9	2n	
	5	♂	77	18 56 3		72.7		
东方红水库* (饶河县)	4	-	77		150±		3n	
达赖湖* (内蒙呼盟)	4	-	40		150±		3n	
镜泊湖 (宁安县)	3	♀	35		16 9 8	54.3	3n	
松花江 (勃利县江段)	2	♀	55		21 33 1	60.0	3n	
	2	♀	37	7 28 2		75.6		
	2	♂	14	9 5		36.0	2n	
牡丹江(镜泊 湖瀑布下)	1	♀	14		7 7	55.0	2n	
	2	♀	20	4 11 5		50.0	3n	

* 注:行内数字为镜检数。

条染色体的占细胞总数的 36.0—75.6%，其余 33% 标本的雌鱼(其中有一尾是当年鱼种)的染色体数为 $150 \pm$ ，分布频率是染色体数为 150—160 的占细胞总数的 60.0%。在牡丹江中，约有 33% 的标本(雌鱼)染色体数为 $150 \pm$ ，约有 67% 的标本(雌鱼)染色体数为 $100 \pm$ 。因此，松花江、牡丹江应属 2 倍体和 3 倍体种群混栖水域，但以 2 倍体种群为主。(表 2)。

2. 倍性的组型分析 根据清晰可靠的中期分裂相计数，3 倍体种群的标准染色体数为 156；2 倍体种群的标准染色体数为 100。其组型是：兴凯湖 3 倍体雌、雄鱼组型一致，(图 1)其中 m(中部着丝点染色体) 22 对，sm(亚中部着丝点染色体) 32 对，st 和 t(亚端部和端部着丝点染色体) 24 对，NF(臂数)为 264。五大连池 3 倍体雌鱼组型为：m25 对，sm32 对，st 和 t 21 对，NF 为 270。双凤水库的 3 倍体雌、雄鱼的组型一致，m21 对，sm37 对，st 和 t 20 对，NF 为 272。扎龙湖 2 倍体雌、雄鱼组型也一致，(图 2)其中 m15 对，sm17 对，st 和 t18 对，NF 为 164。未发现具有随体等标志染色体；雌、雄鱼个体之间，也未发现与性别决定有关的异型染色体存在。

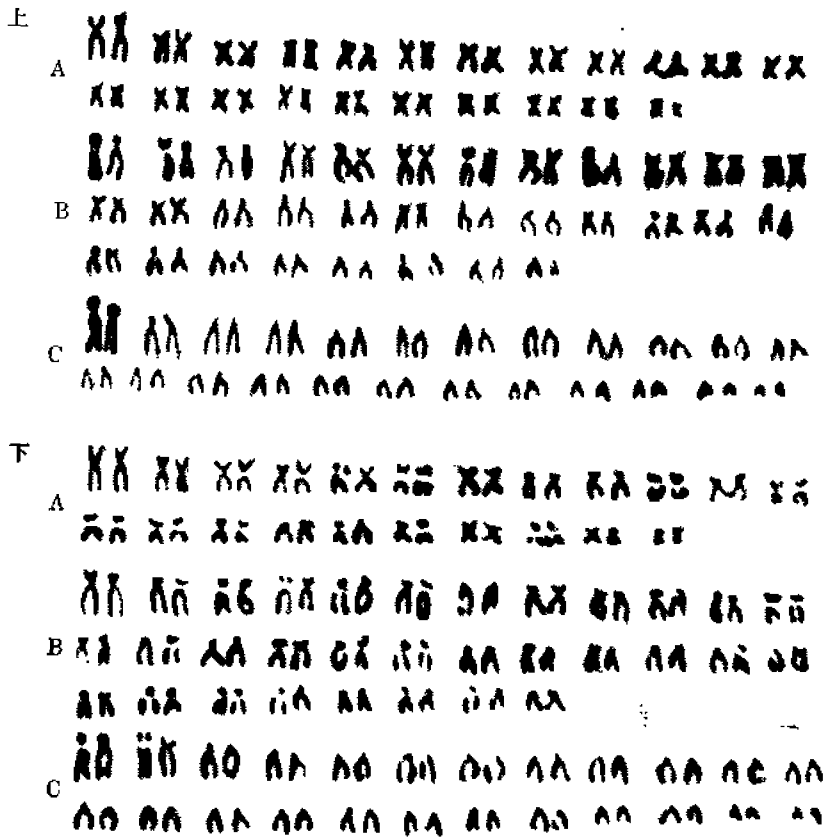


图 1 兴凯湖银鲫染色体组型
上图为雄性；下图为雌性

由上可见，黑龙江水域栖居的鲫鱼的染色体数与小林弘(1978)、吴政安(1980)和咎瑞

光(1980)等报道的($2n = 100$, $3n = 156$)结果一致,但在染色体分组上存在着差异。如小林弘报道的日本 3 倍体银鲫 A 组为 17 对,而我们为 21—25 对。在 2 倍体鲫鱼中,吴政安报道的 A 组为 6 对,而我们为 15 对。造成这种差异的原因,我们认为可能在制备染色体时所处时相不同及分类标准不一所致。

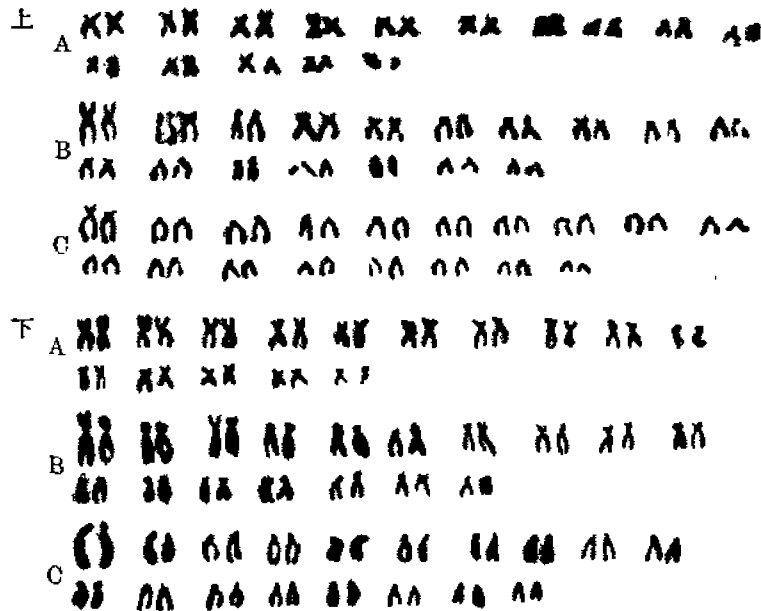


图 2 扎龙湖鲫鱼染色体组型

上图为雄性;下图为雌性。

讨 论

1. 从上述研究结果看,黑龙江水域鲫鱼倍性的地理分布表现出一定的地区性。黑龙江省西部地区,嫩江水系的沼泽湖泊,特别是乌裕尔河和双阳河流域,一般栖息着小型鲫鱼的群体。因此,它可能与扎龙湖一样是 2 倍体,这一区域则是 2 倍体种群的分布区。东部、北部和西部的达赖湖(属额尔古纳河水系)、镜泊湖、兴凯湖、五大连池等大型湖泊及大中型水库则是 3 倍体种群的分布区,而松花江、牡丹江以及水库下游的河流中,则是 3 倍体和 2 倍体种群的混栖分布区。同时,我们在江河采得的标本中,未见有 3 倍体的雄性个体,这种栖息于江河中的 3 倍体银鲫雌鱼是否属单性型种群,又如苏联西部地区的单性型银鲫一样,与混栖的 2 倍体种群雄鱼进行繁殖,目前尚无确切的证据,还难肯定。由上可见,黑龙江鲫鱼的分布是有其一定特殊性的,这一特点可能与黑龙江的地史形成条件有一定的关系。1933 年,贝尔格将黑龙江的鱼类区系划为黑龙江过渡亚区,该区的鱼类表现介于西伯利亚围极亚区和我国华东区(江河平原区)鱼类区系的混杂特性,并已形成了一些特产种,如兴凯白鲢(*Hemiculter lucidus*)等^[5],而栖居于我国的鲤、鲫鱼又都是较古老

的鱼类,至少在中新世时已有,因此可能发生一定的特化。黑龙江水域目前栖息的3倍体银鲫具有一定比例的雄性,应是两性型种群,其雄性个体能产生正常精子,但雌性的繁殖方式却是雌核发育,因此它兼有单性银鲫和两性鲫鱼(行正常受精繁殖)的特点。这是否是过渡区种群处于特化的一种形式。黑龙江地区在地质史上(上新世)原与中国江河平原区有密切联系,因嫩江自上新世到第四纪更新世原是辽河的上游(又称嫩辽河),后因松辽分水岭产生,才将嫩江与辽河隔开。同时,嫩江与松花江西部原为一内陆盆地,后被张广才岭以东的三江水系向上袭夺,才渐形成现今的黑龙江水系^[9]。中国江河平原鱼类是上新世产生的,渤海是更新世起逐渐陷成的,所以自江河平原经“嫩辽河”分布到黑龙江水系,进入黑龙江。西伯利亚地区以及日本。目前嫩江水系的鲫鱼可能还保持着这个2倍体种的特点。同时,由于冰河期等环境急变,或通过天然杂交等方式,于是2倍体种群逐渐特化成了3倍体种群,而这种特化至今还没达到单性型的程度。因此,我们认为黑龙江现存鲫鱼是从中国江河平原区系的2倍体种起源的。

2. 从上述结果还可看出,黑龙江鲫鱼倍性地理分布的另一特点是:河流类型的水域,一般是2倍体、3倍体种群的混栖区,而湖泊、水库类型水域则大多是3倍体种群分布区。形成这一特点的原因,我们还缺乏足以说明的证据,但我们认为这与环境有一定关系。我们推测当2倍体种群进入某一封闭水域(或半封闭水域),由于种群内的长期杂交,或环境突变(如低温等),2倍体形成了3倍体;而3倍体又由于具有较强的生活力而逐渐代替了2倍体,于是这一水域成了3倍体的栖息区。这虽是一种推测,但现在已被一些实验所证实。Qjima等(1975)通过鲫、鲤杂交($Funa \text{♀} \times Carp \text{♂}$)的 F_1 和鲫鱼回交,发现回交后代中一半的个体为3倍体,染色体数为145~160,作为组型的完整中期分裂相为156^[10]。小林弘(1980)等研究发现2倍体的*C. auratus Langsdorfii*雌鱼和2倍体的ソコウキン(留金鲫)雄鱼杂交,在 F_2 代中出现 $3n$ 的个体。1975年又用2倍体的*C. auratus cuvieri*雌鱼和2倍体的*C. auratus gibelio*雄鱼杂交,1977年将此两个种类反交,检查结果两个杂交组合的 F_1 染色体都为2倍体,然后用第2组合的 F_1 雌鱼与第1组合的 F_1 雄鱼自交,检查其 F_2 的个体,发现4尾染色体数为206(4倍体)^[9]。由此,可以初步的了解银鲫倍数体起源的大概。这种情况在Catostomid和匙吻鲟(Paddlefish)等鱼类中也可见到。

3. 现在的鲫鱼按分类学文献,只有两个种,即*Carassius carassius*和*Carassius auratus*,这是比较明确的。但对一些地方性种群的分类,一般都比较混乱。Hensel(1971)认为日本产的鲫鱼与*C. auratus gibelio*同为一个亚种。对这一观点,一些日本学者持不同见解。小林弘(1978)等曾用欧鲫与*C. auratus Langsdorfii* *C. auratus subsp.* *C. auratus cuvieri*等日本鲫鱼杂交,发现杂交一代雌性可育,观察结果与鲫鱼的属间杂交情况一致。于是,日本学者通过细胞学和发生学等的研究,把日本产的鲫鱼定为*C. auratus*的五个亚种,但把银鲫中染色体为100的两性型种群(与鲤杂交产生杂种)和染色体为 $150 \pm$ 、 $200 \pm$ 的单性型种群(雌核发育)都定为*C. auratus Langsdorfii*亚种^[9],这不一定合适。我国境内黑龙江流域栖居的鲫鱼,一些学者过去都定为黑龙江银鲫^[1,9],我们认为也是不妥的。我们通过不同水域中的雌雄鱼染色体都为 $150 \pm$ 和雌、雄鱼都为 $100 \pm$ 的两个倍数体种群,他们在外形上除体高、侧线鳞稍有差别外尚未找到能鉴别两者的外形特征。

但从遗传特性上,我们发现两者存在较大差异,这里除两者染色体数不同外,我们曾用镜鲤雄鱼与3倍体银鲫和2倍体鲫鱼杂交,结果发现前者在繁殖上行雌核发育,杂交 F_1 外形完全与母本相同,同时几乎全为雌性个体;而后者则行正常的两性生殖,杂交 F_1 表现为杂种型,具有一对短的口须,侧线鳞介于中间型。由此可见,黑龙江水域存在两种在遗传上明显不同的种群,在分类上应属不同的亚种,前者为银鲫, *C. auratus gibelio*;后者为中国典型鲫, *C. auratus auratus*。

目前,对染色体数为 $150 \pm$ 的鲫鱼的倍性问题,一些学者持有不同看法,本文暂按习惯提法,将其称为3倍体。

参 考 文 献

- [1] 伍献文,1977。中国鲤科鱼类志,430—435,上海人民出版社。
 [2] 曾瑞光、宋峥,1980。鲤、鲫、鲢、鳙染色体组型的分析比较。遗传学报,7(1):72~76。
 [3] 吴政安、杨慧一,1980。鱼类细胞遗传学的研究。遗传学报,7(4):370~374。
 [4] 余志堂,1959。黑龙江流域鲫鱼的种群变异和生态资料。水生生物学集刊,2:200~209。
 [5] 李思忠,1981。中国淡水鱼类的分布区划。44,133,科学出版社。
 [6] 尼科里斯基,Г.В.(高岫译),1960。黑龙江流域鱼类,285—301,科学出版社。
 [7] 小林弘、越智尚子,1972。アムル河のフナ (*C. auratus gibelio*)の染色体について動物学杂志,81:320。
 [8] 小林弘,1978。フナの種類と、ギンブナにみられる雌原發生の細胞遺伝学的検討,遗传,32(7):28—37。
 [9] 小林弘,1980。倍数体フナの起源について(その2)動物学杂志,89(4):636。
 [10] Ojima, Y., Hayashi, M. and Ueno, K., 1975. Triploidy appeared in the back-cross offspring from Funa-Carp crossing. *Proc. Japan Acad.*, 51(8): 702—706。
 [11] Черкас, Н. В. 1966. Естественная триплодия у самок однополрой формы серебряного карася (*Carassius auratus gibelio* Bloch). *Тетраптика* 5:16—24。
 [12] Ромашов, Д. Д., К. А. Головинская, 1960. Гиногенез и Гибридизация у рыб отдаленная гибридизация растений и животных, 496—510 изд. Академий наук осер (Москва)

THE PLOIDY OF CRUCIAN CARP AND ITS GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION IN HEILONGJIANG MAIN RIVER

Shen Junbao, Wang Guorui and Fan Zhaoting

(Heilongjiang Fisheries Research Institute)

Abstract

A study on the ploidy of *Carassius auratus* and its geographical distribution in Heilongjiang main river was carried out. Specimens were collected from ten different waters. In studying the karyotype the method of lymphocyte culture and the air-drying technique to prepare examples of cells were used.

The result showed that there are two subspecies of *Carassius auratus* in Heilongjiang river system. One is *Carassius auratus gibelio* (Bloch) with $3n = 156$. Its Karyotype consists of chromosomes about m22 pairs, sm 32 pairs, st and t 24 pairs. The sum

of Chromosome's arm amounts to 264. The other is *C. auratus auratus* with $2n = 100$. The karyotype consists of chromosomes about m 15 pairs, sm 17 pairs, st and t 18 pairs. The sum of chromosome's arm amounts to 164. The distribution of ploidy is limited in location. The diploid fish are distributed in Wuyue river of the Nenjiang river system and in the marsh lakes surrounding it. The large reservoirs and lakes are the good places for the distribution of triploid fish, while in all of main rivers and its branches are tributed the mixture of two types.

The origin as well as the classification of *Carassius auratus* by the view point of cytology combined with the historical geology are discussed.