

## 山东近海 21 种经济鱼类的核型研究<sup>\*</sup>

喻子牛 孔晓瑜 谢宗墉

(青岛海洋大学, 266003)

**摘 要** 采用 PHA 体内注射——空气干燥制片法报道了山东近海 21 种经济鱼类的核型和部分种类的银染核型。并通过各分类群表现出来的核型稳定性、同源性及核型变异现象对它们及其相关种类的亲缘关系和核型演化等问题进行了讨论。

**关键词** 核型, 经济鱼类, 山东近海

鱼类核型研究是鱼类细胞遗传学的主要内容之一,也是其中比较活跃的领域。在脊椎动物的系统演化过程中,鱼类处于承先启后的地位,具有相当长的演化历史和丰富的演化分支。在进化过程中既表现出变化纷繁多样,物种分化活跃,同时也显示出多种趋同性、变异性和同源性。物种在进化过程中所发生的变化,其基础是遗传物质的变化。而遗传物质的变化,除了分子和亚分子水平的基因突变,群体水平的基因频率变化以外,常常表现为细胞水平的染色体数目和结构的变化<sup>[2,15]</sup>。因此,核型不仅在一定程度上具有物种特异性,而且在一定层次上也反映和包含了物种的形成过程、分化过程、亲缘关系及演化途径等方面的信息。所以,鱼类核型研究对于认识和探索鱼类亲缘关系、演化关系及分化过程等具有重要意义<sup>[14,21]</sup>。同时,鱼类核型研究也能为鱼类杂交育种、多倍体育种等提供线索和依据,因而也具有实践意义。

鱼类核型研究自 1966 年 Ojima 首次把空气干燥法应用于鱼类以来发展迅速<sup>[4,5,7~10,15,17,18,22,25]</sup>,已报道染色体的鱼类已达 1600 多种<sup>[26]</sup>。其中大多数为淡水鱼类。国内已对 200 多种鱼类进行了核型研究<sup>[3]</sup>,绝大部分也为淡水种类,海水鱼类研究很少。

山东半岛面临渤海和黄海,近海一带海洋鱼类资源丰富,种类繁多。在 1990—1992 年间,我们对近海部分主要经济鱼类(21 种),进行了初步的核型研究。

### 材 料 和 方 法

#### (一)实验用鱼

主要采自青岛近海。每次取得活鱼后运回实验室,于水族箱中充气控温暂养。按《中国

收稿日期:1994—02—26.

\* 山东省自然科学基金资助项目,编号:90D0842.

鱼类系统检索》<sup>[1]</sup>分类鉴定。每种鱼取 4—7 尾。

## (二) 染色体标本制备及核型分析

采用 PHA 体内注射、肾细胞直接法<sup>[6]</sup>, 空气干燥, Giemsa 染色。观察 80 个以上中期分裂相并计数以确定二倍体染色体数目。按 Levan<sup>[23]</sup>等的命名和分类标准对染色体分类并分析其特征。

## (三) 银染核型

银染按 Howell 等<sup>[19]</sup>的快速银染法稍加修改。

# 结 果 和 讨 论

21 种鱼分属 6 个目, 14 个科。它们的染色体数目和核型分析结果见表 1。

由表 1 可知, 它们的  $2n$  染色体数最少的是星康吉鳗, 为 38; 其次是绿鳍马面鲀, 为 40; 红鳍东方鲀及矛尾复鰕虎鱼为 44; 其余种类为 48。

鳗鲡科的康吉鳗属我国有 3 种, 除星康吉鳗外, 还有 2 种主要分布于东海和南海的日本康吉鳗 (*C. japonicus*, 核型为  $2n = 38, 10m + 10sm + 18t, NF = 58$ <sup>[26]</sup>) 和灰康吉鳗 (*C. cinerens*)。我们的星康吉鳗核型结果同 Ojima<sup>[26]</sup>的相同, 也发现有性染色体存在。但日本康吉鳗未报道有性染色体存在。从星康吉鳗和日本康吉鳗情况看, 该属种类核型比较相似, 有约 50% 的双臂染色体 ( $m$  和  $sm$ )。这应是该属的核型特征。

鲷科鱼类在我国分布最广的是鲷鱼和梭鱼, 它们的 24 对染色体全部为  $t$  染色体, 这和其他绝大多数鲷梭鱼类是相似的<sup>[26]</sup>。在美国南部沿海, 有一种鲷鱼 *M. Curema*, 其核型为  $2n = 28, 20m + 4st + 4t$ <sup>[26]</sup>。这是目前所知鲷梭鱼类中染色体数目最少, 而  $m$  染色体最多的种类。这种大的核型分化极可能是通过罗伯逊氏易位引起的, 因为  $2n$  数减少了 20, 而增加了 20 条  $m$  染色体,  $NF$  未变。这是对保守的鲷梭鱼类核型的一种变异。

鲈的核型与 Kitada<sup>[26]</sup>等的核型一致。但  $t_{12}$  为一对具明显次缢痕的染色体, 次缢痕位于距着丝点一端约  $1/4$  处。它存在于所观察的全部分裂相中。

黄姑鱼核型以前未见报道, 它的 48 条染色体全为  $t$  染色体, 其中  $t_3$  臂上具明显次缢痕。黄姑鱼属在我国共有 6 种, 除黄姑鱼南北沿海均有分布外, 其它 5 种主要分布于南海和台湾海峡, 它们的核型是否都是  $2n = 48, 48t$ 。有待于资料的积累。

鲷科鱼类为我国重要的经济鱼类, 共有 8 属 10 种, 其中真鲷和黑鲷是该科的典型代表, 广泛分布于我国南北沿海, 其他种类只见于东海和南海。真鲷与黑鲷的核型差异较大, 真鲷只有单臂染色体, 而黑鲷具有多对双臂染色体。结合其他种类的核型<sup>[26]</sup>来看, 真鲷和黑鲷的核型代表了鲷科鱼类两个类群的核型特征。真鲷等 3 属 3 个种类只有单臂染色体,  $NF = 48$ 。从鱼类染色体进化理论来分析, 属于基本型; 黑鲷等 5 属 7 个种类具有一定数量的双臂染色体,  $NF \geq 50$ , 属于特化型。这暗示着在鲷科鱼类演化过程中较早地出现了两支进化路线<sup>[12]</sup>。同时, 真鲷和黑鲷核型中都具有唯一的一对具次缢痕的  $st$  染色体, 银染结果表明两者  $Ag-NORs$  的数目和分布极为相似。从这一点推测, 它们的这一对  $st$  染色体可能是同源的。

横带髯鲷和斜带髯鲷核型比较相似, 均具有 1 对明显而典型的  $m$  染色体和 4 对  $sm$  染色体<sup>[13]</sup> (其余为单臂的  $st$  或  $t$  染色体), 这似乎是本属核型的特征, 也表明本属种类核型分化比较保守。髯鲷属在我国共有 3 种, 除了广泛分布于我国南北沿海的横带和斜带髯鲷外, 还有一种分布于东南海的纵带髯鲷 (*H. kishinouyei*), 其核型是否与上述两种相似, 有待于研

究证实。

表 1 21 种鱼的核型分析结果

Table 1 The results of the karyotype analyses of 21 species

| 种 类<br>Species                             | 目<br>Order               | 科<br>Family            | 2n | 核型公式<br>Karyotype formulae | NF | 其他<br>Others                                                                        |
|--------------------------------------------|--------------------------|------------------------|----|----------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 星康吉鳗<br><i>Conger myriaster</i>            | 鳗鲡目<br>Anguilliformes    | 康吉鳗科<br>Congridae      | 38 | 8m+10sm+20t                | 56 | ♀ 具性染色体 ZW, ♂ ZZ<br>S. Ch *, ♀ ZW, ♂ ZZ                                             |
| 鲷鱼<br><i>Mugil cephalus</i>                | 鲷形目<br>Mugiliformes      | 鲷科<br>Mugilidae        | 48 | 48t                        | 48 | t <sub>1</sub> 具次缢痕<br>t <sub>1</sub> with S. Con *                                 |
| 梭鱼<br><i>Liza haematocheila</i>            |                          |                        | 48 | 48t                        | 48 |                                                                                     |
| 鲈鱼<br><i>Lateolabrax japonicus</i>         | 鲈形目<br>Perciformes       | 鲈科<br>Serranidae       | 48 | 48t                        | 48 | t <sub>12</sub> 具次缢痕<br>t <sub>12</sub> with S. Con                                 |
| 黄姑鱼<br><i>Nibea albiflora</i>              |                          | 石首鱼科<br>Sciaenidae     | 48 | 48t                        | 48 | t <sub>3</sub> 具次缢痕<br>t <sub>3</sub> with S. Con                                   |
| 真鲷<br><i>Pagrus major</i>                  |                          | 鲷科<br>Sparidae         | 48 | 2st+46t                    | 48 | st 具次缢痕, 为 NORs<br>st with S. Con(NORs) *                                           |
| 黑鲷<br><i>Sparus macrocephalus</i>          |                          |                        | 48 | 4m+4sm+2st+38t             | 48 | st 具次缢痕, 为 NORs<br>st with S. Con(NORs)                                             |
| 斜带髯鲷<br><i>Haplogerys nitens</i>           |                          | 石鲈科<br>Pomadasyidae    | 48 | 2m+8sm+2st+36t             | 58 | t <sub>5</sub> , t <sub>16</sub> 具次缢痕<br>t <sub>5</sub> t <sub>16</sub> with S. Con |
| 横带髯鲷<br><i>H. mucronatus</i>               |                          |                        | 48 | 2m+8sm+14st+24t            | 58 | t <sub>7</sub> 具次缢痕<br>t <sub>7</sub> with S. Con                                   |
| 矛尾复鰕虎鱼<br><i>Synechogobius hasta</i>       |                          | 鰕虎鱼科<br>Gobiidae       | 44 | 2m+42st, t                 | 46 | t <sub>18</sub> 具次缢痕<br>t <sub>18</sub> with S. Con                                 |
| 许氏平鲈<br><i>Sebastes schlegeli</i>          | 鲈形目<br>Scorpaeniformes   | 鲈科<br>Scorpaenidae     | 48 | 2m+46t                     | 50 | t <sub>20</sub> 具次缢痕<br>t <sub>20</sub> with S. Con                                 |
| 欧氏六线鱼<br><i>Hexagrammos otakii</i>         |                          | 六线鱼科<br>Hexagrammidae  | 48 | 6m+16sm+20st+6t            | 70 | t <sub>3</sub> 具次缢痕<br>t <sub>3</sub> with S. Con                                   |
| 鲷<br><i>Platycephalus indicus</i>          |                          | 鲷科<br>Platycephalidae  | 48 | 2m+8sm+2st+36t             | 58 | t <sub>2</sub> 具次缢痕, 为 NORs<br>t <sub>2</sub> with S. Con(NORs)                     |
| 牙鲆<br><i>Paralichthys olivaceus</i>        | 鲆形目<br>Pleuronectiformes | 牙鲆科<br>Paralichthyidae | 48 | 48t                        | 48 | t <sub>1</sub> 具次缢痕<br>t <sub>1</sub> with S. Con                                   |
| 桂皮斑鲆<br><i>Pseudorhombus cinnamomeus</i>   |                          |                        | 48 | 48t                        | 48 |                                                                                     |
| 木叶鲽<br><i>Pleuronichthys cornutus</i>      |                          | 鲽科<br>Pleuronectidae   | 48 | 12m+2sm+34t                | 62 |                                                                                     |
| 黄盖鲽<br><i>Pseudopleuronectes yokohamae</i> |                          |                        | 48 | 48t                        | 48 |                                                                                     |
| 石鲽<br><i>Kareius bicoloratus</i>           |                          |                        | 48 | 48t                        | 48 | t <sub>8</sub> 具次缢痕<br>t <sub>8</sub> with S. Con                                   |
| 油鲽<br><i>Microstomus achne</i>             |                          |                        | 48 | 48t                        | 48 |                                                                                     |
| 绿鳍马面鲀<br><i>Navodon septentrionalis</i>    | 鲀形目<br>Tetraodontiformes | 革鲀科<br>Aluteridae      | 40 | 40t                        | 40 | t <sub>14</sub> 具次缢痕<br>t <sub>14</sub> with S. Con                                 |
| 红鳍东方鲀<br><i>Fugu rubripes</i>              |                          | 鲀科<br>Tetraodontidae   | 44 | 20m, sm+24st, t            | 64 |                                                                                     |

\* S. Ch...性染色体(Sex Chromosomes); S. Con...次缢痕(Second Constrictions)

NORs...核仁组织者(Nucleolus organizer regions)

关于矛尾复鰕虎鱼的核型,本文的结果与 Arai<sup>[26]</sup>等的结果一致。鰕虎鱼科鱼类为经济鱼类一大类群,有很多种类已有核型报导。从已有资料来看,该科鱼类染色体数目主要有三种类型:  $2n=44$ ,  $2n=46$  和  $2n=48$ 。而且,在各类型中,核型有的全为 t 染色体,有的 m、sm、t、st 染色体均有,表现了高度的核型多样性。这表明鰕虎鱼科鱼类在进化过程中变异较多、分化活跃。这与该科鱼类种类繁多、适应力强、分布广泛的特点是相适应的。

平鲈属鱼类是一类喜欢生活在多岩礁海域(通常小个体多分布于近岸)具有一定经济价值的种类,在本属已有核型研究的 6 个种类中(另外 5 种是厚头平鲈(*S. pachycephalus*),条平鲈(*S. triuttatus*),铠平鲈(*S. hubbsi*),汤氏平鲈(*S. thompsoni*)和焦氏平鲈(*S. joyneri*)<sup>[26]</sup>,除铠平鲈外,另外 5 种具有相当一致的核型:  $2m+46t$ 。因此,可以认为这种核型组成是平鲈属的特征。铠平鲈核型比较特别:  $2n=46$ ,  $4m+42t$  其  $2n$  数比其它平鲈少 2,但 m 染色体却多 2 条,因此,可以推断这种核型分化很可能是通过罗伯逊氏易位而来的。

六线鱼属也是一类比较常见的鱼类,除欧氏六线鱼<sup>[11]</sup>外,已有核型研究的还有长线六线鱼(*H. lagocephalus*)和 *H. steller*;核型分别为  $2n=48$ ,  $2m+6sm+28st+12t$ ,  $NF=56$  和  $2n=48$ ,  $4m+12sm+12st+20t$ ,  $NF=64$ <sup>[24]</sup>。看来,六线鱼属内各种间核型变异比较大,表明本属的核型分化比较活跃。

鲷的核型与 Ida<sup>[20]</sup>报道的核型  $2sm+6st+40t$ ,  $NF=50$ , 差异较大。在本文鲷的核型中,除有一对明显的 m 染色体 4 对 sm 染色体外,还发现 t2 染色体具次缢痕,银染显示为 NORs,而在 Ida 的文中没有报道。两者的差异可能是属于种内不同种群间的核型分化。

牙鲆科的两种类核型很相似。关于牙鲆  $2n$  染色体数, Sakamoto<sup>[27]</sup>曾报道为  $2n=46$ 。根据其它间接文献,该结果有误,应为  $2n=48$ 。但两者核型中最明显的共同点是,各自的 t1 染色体均为一对具明显次缢痕的特征性染色体(次缢痕位于距着丝点一端约 1/3 处),显示了两个种群的同源性。

鲽科 4 种鱼  $2n$  染色体数均为 48。其中 3 种核型相同,为  $48t$ 。只有木叶鲽核型特别。从已有核型报道的鲽科鱼类来看,绝大多数种类为  $48t$ 。因此,  $48t$  的核型应为鲽科鱼类的模式(或原始)核型。在本科鱼类中,有两种的核型很受人注意,星鲽(*Verasper moseri*)  $2n=46$ ,  $2sm+44t$  和高眼鲽(*Cleisthenes herzensteini*)  $2n=44$ ,  $4m+40t$ <sup>[28]</sup>。星鲽的  $2n$  数虽为 46,但与原始核型比,核型中增加了 1 对 sm 染色体,少了 2 对 t 染色体。高眼鲽的  $2n$  数只有 44,但其核型中多了 2 对 m 染色体,少了 4 对 t 染色体。因此,这种核型变异的原因,很可能是罗伯逊氏易位引起的。木叶鲽核型与一般鲽科鱼类核型不同,具有 7 对双臂染色体,  $NF=62$ ,但染色体数目仍为 48。这种明显的核型分化很可能是通过染色体结构重排(指除罗伯逊氏易位以外的各种倒位和易位)实现的。

马面鲈属我国有 2 种,除绿鳍马面鲈外,还有分布于南海和台湾沿海的密斑马面鲈(*N. tessellatus*),后一种未见有核型报道,本文绿鳍马面鲈核型与 Murofushi<sup>[26]</sup>报道的相同。

东方鲈属种类很多,但有核型研究的不多,除本文报道的红鳍东方鲈外,只有星点东方鲈(*F. niphobles*)。核型也为  $2n=44$ ,  $20m, sm+24st, t$ ,  $NF=64$ 。值得注意的是,这两种东方鲈的染色体都比较小,约比其他鱼的染色体小 2—3 倍。因此,使得核型中 m 和 sm 染色体不易区分。其它东方鲈属鱼类染色体是否也有这一特点,有待于更多资料的积累。

从以上结果和分析可以看出,由于这些种类分属 6 个目, 14 个科,因而各类群表现了较丰富的核型多样性,同时,各类群内既有本身核型的稳定性和同源性,又显示了明显和活跃的核型分化,从而在一定程度上从细胞遗传学水平揭示了各类群内的亲缘关系和演化途径。

这 21 种鱼只是山东近海经济鱼类中的一部分, 由于存在获得鲜活标本的困难, 还有许多种类未进行研究, 这有待于进一步工作的开展。

### 参 考 文 献

- [1] 成庆泰等, 1987. 中国鱼类系统检索. 科学出版社.
- [2] 杜布赞斯基, T. 1953. 遗传学与物种起源(谈家桢等译, 1964). 科学出版社.
- [3] 余先觉等, 1989. 中国淡水鱼类染色体. 科学出版社.
- [4] 李康等, 1984. 中国鲤科鱼类染色体组型的研究 V. 鲇亚科 10 种鱼的染色体组型. 武汉大学学报(自然科学版), (3): 113—122.
- [5] 李渝成等, 1983. 中国鲤科鱼类染色体组型的研究 I. 鲇亚科 10 种鱼的染色体组型. 遗传学报, 10(3): 216—222.
- [6] 林义浩, 1982. 快速获得大量鱼类肾细胞中期分裂相的 PHA 体内注射法. 水产学报, 6(3): 201—208.
- [7] 周曦, 1984. 鱼类染色体研究. 动物学研究, 5(1)增刊: 38—51.
- [8] 洪云汉等, 1984. 中国鲤科鱼类染色体组型的研究 IV. 鲇亚科 11 种鱼的核型比较分析及其系统关系的探讨. 动物学报, 30(4): 343—351.
- [9] 替瑞光等, 1979. 草鱼、团头鲂染色体组型的分析比较. 遗传学报, 6(2): 207—209.
- [10] 替瑞光等, 1980. 八种鱼类(鲤属和白鱼属)的染色体组型研究. 动物学研究, 1(2): 141—145.
- [11] 喻子牛等, 1992. 许氏平鲈及欧氏六线鱼核型研究. 青岛海洋大学学报, 22(2): 118—124.
- [12] 喻子牛等, 1993. 真鲷和黑鲷的核型及 Ag—NOR 带研究. 青岛海洋大学学报, 23(3): 107—115.
- [13] 喻子牛等, 1994. 斜带髯鲷和横带髯鲷的核型. 青岛海洋大学学报, 24(2): 110—113.
- [14] 小岛吉雄, 1983. 鱼类细胞遗传学. 水交社出版.
- [15] Arai, R. 1973. Notes on the chromosomes of three species of shorefishes. Bull. Natn. Sci. Nus., 16(3): 405—408.
- [16] Atchley, W. R. et al., 1981. In: Evolution and Speciation (edited by W. R. Atchley and D. S. Woodruff), Press Syndicate of the University of Cambridge, 8: 23—25.
- [17] Barker, C. J., 1972. A method for the display of chromosomes of plaice, *pleuronectes platessa* and other marine fishes. Copeia, 2: 365—367.
- [18] Gold, J. R., et al., 1978. Gross karyotypes change and evolution in North American cyprinid fishes. Genet. Res. Camb. 32(1): 37—46.
- [19] Howell, W. M. et al., 1980. controlled silverstaining of nucleolus organizer regions with a protective colloidal developer; a 1—step method. Experimentia, 36: 1014—1015.
- [20] Ida, H. et al., 1980. Karyotypic variation found among five species of the family Platycephalidae. Japan. J. Ichthy., 27(2): 122—128.
- [21] Kirpichnikov, V. S., 1979. (Translated by G. G. Gause, 1981) Genetic Basas of Fish Selection, Springer—verlag, New York.
- [22] Kligerman, A. D., et al., 1977. Rapid chromosome Preparations from solid tissues of fishes. J. Fish. Res. Bd. Canada, 34: 266—269.
- [23] Levan, A. et al., 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes, Hereditas, 52(2): 201—220.
- [24] Matsumiya, T. et al., 1980. Chromosomes of four species of the family Hexagrammidae (Scorpaeniformes). Japan J. Ichthy., 27(3): 273—276.
- [25] Ojima, Y. et al., 1972. Cytogenetic studies in lower vertebrates X. Karyotype and DNA studies in 15 species of Japan Cyprinidae. Japan. J. Genet., 47(6): 431—440.
- [26] Ojima, Y. 1985. The fish chromosome data retrieval list, Dept. of Biol. Fac. of Sci., Kwansei Gakuin Univ (Computer binder).
- [27] Salamoto, K. et al., 1980. Chromosomes of three flatfishes (Pleuronectiforms), Japan J. Ichthy., 27(3): 268—272.
- [28] Yamamoto, K. et al., 1973. A PHA—culture method for cells from the renal tissue of teleosts. Japan. J. Genet., 48(3): 235—238.

## STUDIES ON KARYOTYPES OF FISHES OF ECONOMIC IMPORTANCE IN COASTAL WATERS OF SHANDONG PENINSULA

Yu Ziniu Kong Xiaoyu Xie Zongyong

(Ocean University of Qingdao, 266003)

**ABSTRACT** The karyotypes of 21 species of fishes of economic importance in coastal waters of Shandong Peninsula were examined by the PHA injection—air drying method. Silver—staining was applied to several species for further studies. The phylogenetic relationships and karyotypic evolution of the 21 species and their relevant species were discussed through the karyotypic stability karyotypic conservativeness and karyotypic differentiation shown by these different phylogenetic groups.

**KEYWORDS** Karyotypes, Economic fishes, Coastal waters of Shandong Peninsula