

# 高等甲壳动物性别决定机制及其性逆转\*

康现江 王所安

(河北大学生物系 保定 071002)

关键词 高等甲壳动物 性别决定 性逆转

在我国,十足目甲壳动物(尤其是对虾属的种类)的养殖创造了显著的经济效益和社会效益。如何在现有的基础上提高其效益?途径之一即进行遗传育种的研究,进而创造出具有优良经济性状的品种,其中高等甲壳动物性别决定机制与性逆转的研究是这项研究领域的重要基础之一,受到许多研究者的广泛重视。本文就国内外目前在该领域的研究现状做一扼要概述。

## 1 高等甲壳动物的性别决定机制

在甲壳动物中,性别决定及其分化在不同的类群之间差别较大。在等足目(Isopoda)一些种类中,有的进行单性生殖(monogony),在行孤雌生殖的类群中为多倍性生殖(polyploidy),其性别多受群体的密度、环境温度及营养状况等因子决定<sup>[1,2]</sup>。在端足目钩虾属的迪氏钩虾(*Gammarus duebeni*)对光期敏感,夏季孵化出的个体多为雄性,秋季孵化出的多为雌性,其性别决定机制尚不清楚。

在一些高等甲壳动物中,其性别是有性染色体决定的。Niiyama<sup>[3]</sup>在26个十足目动物中,发现有8个具有异型性染色体<sup>[2]</sup>。在斜文蟹属(*Plagusia*),绒螯蟹属(*Eriocheir*)和近方蟹属(*Henugrapsus*)<sup>[3]</sup>,长额虾属(*pandalus*)等一些种雄性个体发现有异型性染色体(x-y chromosome或x-0 chromosome)。而在铠甲虾科的颈刺铠甲虾(*Cerimunida princeps*)观察到XX-Y性染色体。

迄今为止,在沼虾属中的罗氏沼虾(*Macrobrachium rosenbergii*)和日本沼虾(*M. Japonics*)未发现异型性染色体。许多学者对对虾属(*Penaeus*)很多种的染色体进行了研究,未发现性染色体。如相建海等<sup>[4]</sup>和我们对中国对虾(*P. chinensis*)染色体组、核型的研究,未发现性染色体,而中国对虾自然种群和我们室内试验的群体,其雌雄性比为1:1,根据

\* 河北省科委自然科学基金资助项目,编号90247108;

第一作者介绍:康现江,男,34岁,讲师,博士;

收稿日期:1996-12-30,修回日期:1997-05-30

杨丛海<sup>[5]</sup>和我们的研究,高温处理中国对虾受精卵和胚胎对其群体的雌性比有影响,雌性个体数量比雄性的明显的高。推测其性别决定机制应属遗传决定型的属等位基因控制,这种基因决定可能具有不完全性。从近方蟹属、斜文蟹属、绒螯蟹属染色体行为看,在初级精母细胞(primary spermatocyte)较容易观察到其存在,而在精原细胞(spermatogium)和次级精母细胞(secandary spermatocyte)则较难观察到。在游泳类沼虾属、对虾属未观察到性染色体,是否与性染色体行为有关,尚不清楚。

## 2 高等甲壳动物的性分化和性逆转

### 2.1 高等甲壳动物的性分化

Cronin<sup>[6]</sup>首先报道了软甲亚纲优游蟹属雄蓝蟹(*Callinectes sapidus*)具有雄性腺(Androgenic gland),而雄性腺的功能则有 Charniaux-Cotton<sup>[7]</sup>阐明,在跳钩虾属的 *Orchestia gammarella*,雄性腺可控制雌性生殖系统的分化。此后,对软甲亚纲中的许多类群进行了研究。而国内在该方面的研究尚属起步<sup>[8,9]</sup>。

在软甲亚纲一些游泳类中,如长额虾科(Pandalidae)、藻虾科(Phippolytidae)和弯背虾科(Campylonotidae)等类群中有的为雌雄同体,且雄性先熟。在藻虾科鞭藻虾属(*Lysmata*),9个月龄时个体精巢发育成熟,约在第二年4月份,其进行一次蜕皮发生性逆转,在雄性相结束时,其雄性腺消失。此后,生殖腺发育为卵巢,且雌性第二性征也进行发育。雌雄同体的个体,在雌性相时,若植入雄性腺则可使外部性征雌性化<sup>[10]</sup>。

软甲亚纲雌雄异体的种类,在幼体性未分化时,均有雄性腺原基,若雄性个体是异型配子,根据最一般的推测,其性别决定基因 M/m, M 基因控制雄性腺的发育,雄性腺原基继续发育,并分泌激素控制精巢和第二性征的发育。在遗传雌性个体中,其性别控制基因 m/m,雄性腺原基不发育,生殖原基分化为卵巢,并分泌激素诱导暂时的和永久的雌性第二性征;若雌性个体是异型配子,则 M 抑制雄性腺原基的发

育,在雄性个体则不受抑制<sup>[11]</sup>。

Sagi<sup>[12]</sup>认为在罗氏沼虾,雄性腺不仅控制第二性征的分化,而且也控制其形态分化。而中国对虾在平均体长 33.9mm(27~55)开始外部性征分化,分化时间主要与其生长龄有关。李富华等<sup>[9]</sup>认为雄性腺的破坏对中国对虾雌性交接器(即第二性征)的发育有明显的影。在克氏原螯虾(*Procambarus clarkii*)的雄性个体中,雄性腺控制精巢和第二性征的分化<sup>[13]</sup>。

### 2.2 高等甲壳动物的性逆转

在高等甲壳动物中,其雄性腺和卵巢产生的性激素能使异性性反转或抑制异性性征发育<sup>[12,14]</sup>,可以通过切除或移植雄性腺以及移植卵巢等手段达到该目的。该方面在罗氏沼虾研究较多,Nagamine 等第一次报道了切除雄性腺使得一些个体完全雌性化包括卵子、输卵管和排卵孔的形式;其在 1987 年将卵巢组织移入去雄性腺的雄性个体中,可以诱导卵巢发育、产卵刚毛(ovipositing setae)和孵化室(brood chamber)的形成;Sagi<sup>[12]</sup>用去雄性腺的方法获得了雌性个体,再以此个体与正常的雄性个体交配,得到了全雄的群体。Malecha 等(1992)用未成熟的雌虾性逆转的个体,与正常的雌性个体交配产生的后代(F1)性比为 1:3.20(雄:雌),再用 F<sub>1</sub> 与雄性个体交配,获得了雌性个体比例高的群体(雄:雌为 1:6.63)<sup>[15]</sup>。Nagamine 曾报道了用移植雄性腺方法使克氏原螯虾未成熟的雌性个体雄性化。利用外源激素也可使一些种类发生性逆转。在给一种雌沙蟹(*Ocyrod SP.*)注射丙酸睾酮后,可使卵巢分化为精巢,但不能诱导出雄性第二性征<sup>[16]</sup>,Nagab-hushanam 研究认为脊椎动物类固醇激素在较高等的甲壳动物种群中有雄性化作用。我们曾用含有 17 $\beta$ -雌二醇(17 $\beta$ -estradiol)的饵料投喂中国对虾幼体,未发现其群体性比的变化,原因尚不清楚。

关于高等甲壳动物的雄性腺或卵巢分泌的激素的性质,尚未定论。有的学者认为属固醇类;有的认为属蛋白质或多肽;较为一致的则认为属于类固醇和蛋白质的复合物。关于外源激

素作用机制,目前研究认为日本龙虾(*Panulirus japonicus*)可在体内将胆固醇转变为黄体酮(progesterone)<sup>[17]</sup>,三疣梭子蟹(*Portunus trituberculatus*)可将黄体酮转变为17 $\alpha$ -羟孕酮<sup>[18]</sup>,而在河蟹血淋巴中含有17 $\beta$ -雌二醇和睾酮,其含量变动与生殖腺发育和繁殖有密切关系<sup>[19]</sup>,虾体内存在外源激素作用的机制或受体<sup>[20]</sup>。所以推测在十足目甲壳动物中,外源类固醇激素作用的途径有以下两种:其一,在体内通过生化途径将外源类固醇激素转化为其自身性激素影响其生殖腺发育和转化;其二,外源类固醇激素作用其体内的受体而影响生殖腺发育。

### 3 展 望

研究高等甲壳动物性别决定机制和性逆转在理论上和应用上都具有重要意义。Sagi, 和 Malecha 在罗氏沼虾通过性逆转的个体进行一系列的交配实验,从得到的后代性比分析,认为罗氏沼虾的性别是由性染色体决定的(核型分析未发现有异型性染色体)。雌性为异型染色体(ZW),雄性为同型染色体(ZZ)。说明通过该途径来探讨高等甲壳动物性别决定机制也是可行的。为认识高等甲壳动物性别决定机制在动物进化过程中的特殊地位提供依据。

在一些高等动物中,利用外界因子影响动物产仔的性比以满足人们的需要。在鱼类,利用外源激素诱导性逆转,生产出全雌或全雄的鱼苗进行养殖,来提高质量和产量。在高等甲壳动物中,犹如中国对虾雌性的个体较大;日本沼虾雄性的个体较大;人们喜欢食雌性河蟹等等。为此,若能在虾、蟹养殖上获得全雌或全雄的群体,将会大大提高经济效益和社会效益。

罗氏沼虾性逆转的初步成功,说明通过性别控制进行单性养殖,来提高罗氏沼虾的单位产量是可能的,也是大有前途的。相信在不久的将来,在我国,通过从事该方面工作的科技工作者辛勤耕耘,培育出全雌或全雄的虾、蟹幼苗进行养殖,以满足人们的需要。

**致谢** 本文得到堵南山教授和赖伟教授审阅修改,谨致谢忱。

### 参 考 文 献

- 1 Charniaux-Cotton, H. Sex determination in physiology of crustacea (Volume. I). 1960, Academic Press United Kingdom,
- 2 吴 融. 关于甲壳动物性别决定的一些报道. 福建水产, 1996, 1: 70~71
- 3 Niiyama, H. The X-Y chromosomes of the shore-crah, *Hemigrapsus sanguineus* (de HAAN) 遗传学杂志, 昭和十三年, 第十四卷第一、二号: 34~38.
- 4 相建海. 中国对虾染色体的研究. 海洋与湖沼, 1988, 19(3): 206~209.
- 5 杨丛海. 高温处理中国对虾受精卵对性比结构的影响. 海洋科学, 1993, 4: 1~2.
- 6 Cronin, L. E. Anatomy and histology of the male reproduction system of *Callinectes sapidus* Rathbun. *J. Morphol.* 1947, 81: 209~239.
- 7 Charniaux-Cotton, H. Decouverte chez un crustace amphipode (*Orchestia gammarella*) d'une glande endocrine responsable de la differenciation des caracteres sexuels primaires et secondaires males. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Seances de l'Academie des Sciences* 1954, 239: 780~782.
- 8 李 霞, 李嘉泳. 中国对虾内分泌器官的一新发现——促雄性腺. 大连水产学院学报, 1993, 8(4): 17~21.
- 9 李富花, 相建海. 中国对虾促雄性腺形态结构和功能的初步研究. 科学通报, 1996, 41(15): 1419~1422.
- 10 Adiodi, K. G., R. G. Adiyodi. Endocrine control of reproductive in decapod crustacea. *Biol. Rev.* 1970, 45: 121~165.
- 11 Charniaux-Cotton, H., G. Payen. Sexual differentiation in the biology of crustacea (Volume, 9). 1985, Academic Press, New York and London.
- 12 Sagi, A. Effect of androgenic gland ablation on morphotypic differentiation and sexual characteristics of male freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. *Gen. Comp. Endocrinol.* 1990, 77: 15~22.
- 13 Taketomi, Y., S. Nishikawa, Sh. J. Shinji Koga. Testis and androgenic gland during development of external sexual characteristics of the cray-fish *Procambarus clarkii*. *J. Crust. Biol.* 1996, 16(1): 24~34.
- 14 Nagamine, C., W. A. Knight. Induction of female breeding characteristics by ovarian tissue implants in androgenic gland ablated male freshwater prawns *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) (Decapoda, Palaemonidae) *Intern. J. Invert. Reprod. and Develop.* 1987, 11: 225~234.

- 15 解 焱. 罗氏沼虾的性别决定机制及性逆转. 国外水产, 1994, 3:10~11.
- 16 Sarojini, S. Comparison of the effects of androgenic hormone and testosterone propionate on the female ocypod crab. *Curr. Sci.* 1963, 33(9):411~412.
- 17 Kanazawa, A., S. Teshima. In vivo conversion of cholesterol to steroid hormones in the spiny lobster, *Panulirus japonicus*. *Bull. Jpn. Sci. Fish.* 1971, 37:891~897.
- 18 Teshima, S., A. Kanazawa. Bioconversion of progesterone by the ovaries of crab, *Portunus trituberculatus*. *Gen. Comp. Endocrinol.* 1971, 17:52~57.
- 19 姜仁良, 谭玉钧, 吴嘉敏等. 中华绒螯蟹血淋巴中 20-羟基蜕皮酮、17- $\beta$  雌二醇和睾酮含量的波动. 水产学报, 1992, 16(2):101~106.
- 20 廖家遗. 外源性激素对对虾的卵巢发育作用. 动物学杂志, 1993, 28:56~58.