

海洋鱼类资源的可持续利用和海洋 鱼类科学技术的研究方向

林浩然

(中山大学水生经济动物研究所暨广东省水生经济动物良种繁育重点实验室, 广州 510275)

【摘要】 积极实施海洋鱼类的增殖与养殖是海洋鱼类资源合理开发和可持续利用的基本措施和有效途径。因此, 建立和提高海洋鱼类增殖与养殖的新技术, 是近年来海洋生物技术的重要研究领域之一。海洋鱼类的生殖内分泌生理学、生长与发育生物学、免疫学、分子生物学等是海洋鱼类增殖与养殖的理论基础; 系统深入地开展这些学科的基础研究和应用基础研究, 成为当前海洋鱼类科学技术的前沿和主要发展方向。

【关键词】 海洋鱼类资源; 可持续利用; 海洋鱼类增殖和养殖; 海洋鱼类科学技术; 海洋生物技术

【中图分类号】 S937.3; S961.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1009-1742(2003)03-0027-04

由于过度捕捞、海区污染、海洋生态环境受破坏等因素, 海洋鱼类资源正在面临枯竭的危险。积极实施海洋鱼类的增殖和养殖, 是海洋鱼类资源可持续开发利用的基本措施和有效途径。因此, 建立和提高海洋鱼类增殖和养殖的高新技术, 成为近年来海洋生物技术的重要研究领域之一。

海洋鱼类生殖内分泌生理学、生长与发育生物学、免疫学、分子生物学等是海洋鱼类增殖和养殖的理论基础; 系统深入地开展这些学科的基础研究和应用基础研究, 成为当前海洋鱼类科学技术的前沿和主要发展方向。

1 海洋鱼类生殖内分泌生理学研究

海洋鱼类人工繁殖的基础理论是生殖内分泌生理学。海洋鱼类种类繁多, 生活在各种不同的海洋环境中, 形成一些独特的繁殖习性和生殖生理特点。例如, 它们的卵母细胞发育大多为不同步类型, 在生殖季节分批多次产卵, 产卵期较长; 它们大多为雌性先熟或雄性先熟的雌雄同体鱼类, 一生

中要经过性别转换阶段; 它们通常有特殊的生殖行为(如配对、营养、抚幼等)。与这些繁殖习性和生殖生理特点相联系的调控海洋鱼类生殖内分泌的脑/下丘脑-脑垂体-性腺轴的各种激素分泌活动和作用机理, 亦与许多淡水鱼类有所不同。近年取得的主要研究进展是: 初步阐明主要海洋养殖鱼类性腺发育和配子最后成熟的激素调控作用机理^[1,2]; 通过激素诱导, 例如注射或埋植促性腺激素释放激素高活性缓释剂, 促使一些海水养殖鱼类性腺发育成熟和提早进行性别转换, 并在人工蓄养条件下顺利排卵和产卵^[3]; 激素诱导和增强营养能改善精子和卵子的质量, 提高亲鱼的生殖能力和子代的成活率^[4]; 通过环境因素的调控, 特别是水温和光周期的调控, 能促使一些海水养殖鱼类在全年都能达到性腺成熟和产卵^[5]。

当前, 为了适应大规模发展海洋鱼类的增殖和养殖, 必须进一步全面深入地在细胞和分子水平研究海洋鱼类生殖的神经内分泌调节作用机理, 提高海洋鱼类生殖内分泌生理学的学科水平, 并在此基

【收稿日期】 2002-10-08

【基金项目】 国家自然科学基金农业倾斜专项基金资助项目(39970586)

【作者简介】 林浩然(1934-), 男, 海南文昌县人, 中国工程院院士, 中山大学教授, 博士生导师

基础上建立一系列海洋鱼类人工繁殖高新技术,使一些主要海洋养殖鱼类逐步“驯养”成为可以大量繁殖生产的“家鱼”。主要研究方向和目标有:

1) 重要海洋养殖鱼类调控性腺发育成熟和产卵的脑/下丘脑-脑垂体-性腺轴主要分泌激素(促性腺激素释放激素 GnRH, 促性腺激素 GtH 和性类固醇激素)的结构和功能。包括分离与纯化脑区的多种 GnRH 类型,脑垂体的 GtH-I 和 GtH-II,性腺产生的主要类固醇激素,并建立它们的放射免疫测定(RIA)或酶联免疫吸附测定(Elisa)技术,深入阐明它们调控生殖活动的作用机理。

2) 海洋养殖鱼类促性腺激素(GtH)合成与分泌活动的神经内分泌调节机理。着重对 GtH-I 和 GtH-II 的分泌活动起主要促进作用的各种类型 GnRH 及其类似物的结构与功能、作用途径、信息传递、代谢过程等,并在此基础上研制高活性的鱼类催产剂。

3) 重要海洋养殖鱼类调控性别分化和性别转换、启动性腺发育和诱导性腺发育成熟的各种性类固醇激素的合成过程、合成酶类及其作用机理;它们的受体的结构、分布、数量变动以及和激素特异性结合的特点等。在此基础上,建立调控海洋鱼类性别分化和性别转换、促进性腺发育成熟的新技术。

4) 促进各种主要海洋养殖鱼类性腺发育成熟的适宜环境条件(温度、光周期、盐度等),阐明饵料中主要营养成分,特别是必需氨基酸、必需脂肪酸、维生素与微量元素等的含量与对比对提高卵子质量的作用。在此基础上,建立海洋鱼类亲鱼培育的优化措施,提高亲鱼成熟率和产出配子的质量,并且能调控亲鱼在全年的各个季节都能顺利达到性腺成熟和产卵。

2 海洋鱼类生长与发育生物学研究

海洋鱼类苗种培育的基础理论是生长与发育生物学。海洋鱼类的产卵量通常比较大,但卵径一般较小,孵化期较短,孵出的鱼苗体质较弱,需及时摄食以获得养料,并且须经较长时间的生长发育和变态过程,才能成为体格健壮的可供养殖和放流的鱼种。如何促进海洋鱼类苗种的生长发育,为它们提供适合而富于营养的饵料,以提高生长率和成活率以及抗病能力,是改善海洋鱼类苗种培育的关键。近年取得主要的研究进展是:阐明脑垂体产生

的生长激素(GH)对调节鱼体生长起主要作用,它的分泌活动受到多种神经内分泌因子的调控^[6];一些海洋养殖鱼类的生长激素基因已经克隆和表达,获得基因重组生长激素并证明它能显著促进鱼类苗种的生长^[7];初步掌握海洋鱼类幼苗生长发育过程的形态学与生理学特征、消化酶活性^[8]以及对营养物质的需求^[9];配制一些能促进海洋鱼类苗种对饵料摄取和消化吸收的配合饵料和添加剂,并确立苗种利用营养物质和生长的适宜环境条件(如温度、培育密度等)^[10]。

目前所取得的研究进展还只限于少数几种鲈形目的养殖鱼类,许多基本理论问题尚未充分阐明。今后,为配合海洋鱼类养殖和增殖的发展,必须系统深入研究各种重要海洋养殖鱼类的生长与发育生物学。主要研究方向和目标是:

1) 鱼苗个体发育过程的形态学、生态学和生理学特征,着重消化器官和内分泌器官的形成过程、摄食方式和食物组成、耗氧量和代谢水平(能需量)、环境因子和营养条件对发育、变态和生长的影响。

2) 鱼苗生长发育所需要的营养素和能量,着重必需氨基酸、必需脂肪酸(特别是高不饱和脂肪酸)、维生素和微量元素的需量,以及它们之间的均衡比例;适合苗种生长发育的最优饵料配方和配制人工微型颗粒饵料。

3) 调控鱼苗鱼种生长发育的生长激素(GH)、胰岛素样生长因子(IGF)和其他重要神经内分泌因子的作用机理以及它们分泌活动的调节机理;分离纯化重要养殖鱼类的 GH 和 IGF,建立它们的 RIA 或 Elisa 测定技术,深入阐明它们调控生长发育的作用机理。在这些理论研究的基础上,将能够筛选和配制适合于主要海洋鱼类鱼苗鱼种生长发育的饵料,显著改善苗种生长发育的环境条件和培育技术,使苗种培育的生长率和成活率以及苗种的规格与质量都能提高到符合海洋鱼类大规模增殖和养殖的需求。

3 海洋鱼类免疫学研究

鱼病在养殖过程中,特别是苗种培育阶段频繁发生,严重影响生产。防治鱼病是发展海洋鱼类增殖和养殖面临的重大难题。动物疾病的防治从根本上是要提高它们自身的免疫系统作用。鱼类免疫学的研究还比较薄弱,特别是海洋鱼类,但近年来已

逐渐加强。取得主要研究进展是：运用高等脊椎动物免疫学的原理和方法对鱼类免疫系统进行一系列基础性研究，包括鱼类主要起免疫作用的淋巴组织、肾脏、脾脏、胸腺、粘膜相连淋巴组织的组织学、细胞学和超显微结构，以及它们的个体发生和功能形成过程^[11]；鱼类主要免疫器官与组织分泌产生的物质，如凝集素、细胞介素、抗细菌蛋白质、白细胞介素、免疫球蛋白等的分离纯化、结构与功能^[12,13]，以及起免疫反应的一些细胞的动态变化和功能，如用促细胞分裂原和牛血清建立鱼类淋巴细胞的离体培育系统，可长期直接研究它们免疫反应的动态变化^[14]。在应用免疫学方面，采用优化的饵料配方和合理的投饵措施，以及添加适宜的药物能提高鱼类自身免疫能力以抵抗疾病发生^[15,16]；鱼类抗病疫苗的研究亦取得明显进展，生物膜口服疫苗和DNA疫苗已初步研制成功，效果良好^[17,18]。

今后，为了紧密配合防治海洋鱼类在大规模养殖和增殖过程中病害的发生，还必须进一步深入系统研究海洋鱼类的基础免疫学及其应用。主要研究方向和目标包括：

1) 主要海洋鱼类免疫系统的组织学、细胞学和超显微结构。

2) 海洋鱼类非特异性免疫系统（如干扰素、凝集素、吞噬作用等）起免疫作用的物质分离纯化、结构与功能、作用机理与调控因素。

3) 海洋鱼类特异性免疫系统的作用机理，着重免疫球蛋白的结构与功能和调控机理、抗体的形成和作用。

4) 免疫系统的个体发生过程及其在鱼苗鱼种生长发育阶段的作用机理；鱼类生殖免疫的特点和机理。

5) 环境因素（如污染物、水质、营养物质、养殖方式和养殖密度等）和鱼体内在因素（如生殖周期、生理状态、应激反应等）对免疫能力的影响，提出优化养殖环境的措施。

6) 鱼类免疫系统和内分泌系统的联系，特别是和下丘脑-脑垂体-肾间腺轴的相互作用、生长激素对免疫功能的促进作用，阐明鱼类生殖、生长发育和免疫功能的内在协调与互相促进的作用机理。

7) 各种鱼病（细菌病、病毒病、寄生虫病）特异性高效疫苗的研制，特别着重研制口服疫苗和

DNA疫苗，进一步提高它们的可靠性和安全性，从而有效地制止鱼病发生。

4 海洋鱼类分子生物学研究

鱼类的分子生物学研究作为鱼类增殖和养殖高新技术的理论基础，近年来逐渐受到重视并取得不少成果，主要的研究进展是：研究各种促进鱼类生殖、生长发育和免疫的激素、神经肽、神经因子、分泌产物、酶类等的基因克隆纯化和表达调控，并初步获得一些基因重组产品^[3,19]；改善鱼类基因转移技术并且获得一些转基因（如生长激素基因、抗冻蛋白基因、抗病基因）鱼类^[20]。

今后，随着分子生物学和基因工程技术的发展与提高，将进一步促进海洋鱼类高新技术的研制和建立，解决增殖和养殖生产中的一些关键问题。主要研究方向和目标是：

1) 基因重组鱼类蛋白质和其他因子的研制和生产。将继续分离提纯一系列对繁殖、生长发育、免疫起重要调节作用的激素、神经肽、神经内分泌因子、其他分泌产物以及它们的受体基因，并进行基因表达调控研究。在此基础上，研究并建立高效能的表达系统，提高分离纯化效率，以期得到许多种有生物活性的海洋鱼类基因重组产品。这样，既可以直接应用于人工繁殖和苗种生产，还可用于建立它们的特异性放射免疫测定（RIA）或酶联免疫吸附测定（Elisa）技术，以进一步深入研究它们对促进生殖和生长发育以及提高免疫机能的作用机理。

2) 转基因鱼研究。进一步深入研究解决外源基因在受体鱼中的定点整合和可控表达、转基因鱼的正常生长、成熟及繁殖并建立稳定遗传繁育群体。转基因鱼在生产中应用的安全评估和保证等问题解决后，将会应用转基因技术定向培育出一批生长快、抗逆性强、能大量繁殖的海洋鱼类优良品种。

3) 海洋鱼类功能基因组研究。利用国际上最近发展的功能基因组研究技术，系统研究重要经济性状相关基因、重要病害相关基因以及其他一些有重要经济价值的功能基因。建立功能基因组研究实验模式，揭示这些基因组的表达与调控信息，并分析海洋鱼类特有的功能蛋白以及它们的分子结构特征，阐明功能蛋白结构与其功能之间的关系。例如，克隆和鉴别海洋鱼类性腺分化和发育的相关功

能性基因。研究这些基因的表达和性腺分化与发育的关系,进而阐明海洋鱼类在性别转换过程中功能蛋白的分子作用机制。通过这些研究,将会克隆与筛选出一系列有重要经济价值的海洋鱼类功能基因,并逐步建立海洋鱼类功能基因和蛋白质数据库,为海洋鱼类大规模增殖和养殖生产服务。

参考文献

- [1] Sullivan C V, Berlinsky D L, Hodson R G. Reproduction[M]. Harrel R H. (ed). Striped bass and other morone culture. New York: Elsevier, 1997. 11~73
- [2] Patino R, Yoshizaki G, Thomas P, et al. Gonadatropic control of ovarian follicle maturation: the two-stage concept and its mechanisms [J]. Comparative Biochemistry and Physiology, 2001, 129: 427~440.
- [3] Zohar Y, Mylonas C C. Endocrine manipulations of spawning in cultured fish: from hormones to genes [J]. Aquaculture, 2001, 197: 99~136
- [4] Izquierdo M S, Fernandez-Palacios H, Tacon A G J. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish [J]. Aquaculture, 2001, 197: 25~42
- [5] Bromege N, Porter M, Randall C. The environmental regulation of maturation in farmed finfish with special reference to the role of photoperiod and melatonin [J]. Aquaculture, 2001, 197: 63~98
- [6] Peng C, Peter R E. Neuroendocrine regulation of growth hormone secretion and growth in fish [J]. Zool Studies, 1997, 36: 79~89
- [7] Ben-Atia I, Fine M, Tandler A, et al. Preparation of recombinant gilthead sea bream (*Sparus aurata*) growth hormone and its use for stimulation of larvae growth by oral administration [J]. Gen Comp Endocrinol, 1999, 113: 155~164
- [8] Kolkovski S. Digestive enzymes in fish larvae and juveniles-implications and applications to formulated diets [J]. Aquaculture, 2001, 200: 181~201
- [9] Izquierdo M S, Socorro J, Arantzamendi L, et al. Recent advances in lipid nutrition in fish larvae [J]. Fish Physiology and Biochemistry, 2000, 22: 97~107
- [10] Cahu C L, Zambonino I J L. Substitution of live food by formulated diets in marine fish larvae [J]. Aquaculture, 2001, 200: 161~180
- [11] Press C M, Evensen O. The morphology of the immune system in teleost fishes [J]. Fish & Shellfish Immunology, 1999, (9): 309~318
- [12] Smith V J, Fernandes J M O, Jones S J, et al. Antibacterial proteins in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* [J]. Fish & Shellfish Immunology, 2000, (10): 243~260
- [13] Stenvik J, Schroder M B, Olsen K, et al. Expression of immunoglobulin heavy chain transcripts (VH-families, IgM and IgD) in head kidney and spleen of the Atlantic cod (*Gadus morhua* L) [J]. Developmental and Comparative Immunology, 2001, 25: 291~302
- [14] Roper R. L, Drennan J, Beeroft R, et al. Piscine immunology: measuring humoral and cellular responses in vitro [J]. Development and Comparative Immunology, 2000, 24: S87
- [15] Dalmo R A, Kjerstad A A, Arnesen S M, et al. Bath exposure of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) yolk sac larvae to bacterial lipopolysaccharides (LPS): absorption and distribution of the LPS and effects on fish survival [J]. Fish & Shellfish Immunology, 2000, (10): 107~128
- [16] Ortuno J, Esteban M A, Meseguer J. High dietary intake of α -tocopherol acetate enhances the non-specific immune response of gilthead seabream (*Sparus aurata* L) [J]. Fish & Shellfish Immunology, 2000, (10): 293~307
- [17] Azad I S, Shankar K M, Mohan C V, et al. Biofilm vaccine of *Aeromonas hydrophila*-standardization of dose and duration for oral vaccination of carp [J]. Fish & Shellfish Immunology, 1999, (9): 579~528
- [18] Corbell S, Kurath G, Lapatra S E. Fish DNA vaccine against infectious hematopoietic necrosis virus: efficacy of various routes of immunisation [J]. Fish & Shellfish Immunology, 2000, (10): 711~723
- [19] Chen J Y, Chen J C, Chang C Y, et al. Expression of recombinant tilapia insulin-like growth factor-I and stimulation of juvenile tilapia growth by injection of recombinant IGFs polypeptide [J]. Aquaculture, 2000, 181: 347~360
- [20] Hew C L, Fletcher G L. The role of aquatic biotechnology in aquaculture [J]. Aquaculture, 2001, 197: 191~204

marine remote sensing has more advantage than the normal investigation in the collection of marine environment parameters of several years, even several ten years. In the 1970s the international scientists began the real time detection of oceanic environment by means of water leaving radiance measurement from satellite. China has paid great attention and has made great progress in this field since the 1980s. This paper, first, reviews the development of marine optical remote sensing in China over the last 20 years. Secondly, the needs of this technique in national rights and interests, preventing and reducing natural calamities and management and development of marine resources are discussed. Finally, the key technique and frontiers of the application of marine optical remote sensing in the monitoring of marine environment are expounded, such as marine satellite operational monitoring system, accuracy analysis and quantization, high frequency and long term monitor data collection, the combination application of multi sensor and key technique, etc.

[Key words] marine optics; remote sensing technique; development and frontiers

(cont. from p. 30)

The Sustainable Exploitation of Marine Fish Resources and the Research Directions of Science and Technology for Marine Fish

Lin Haoran

*(Institute of Aquatic Economic Animals and Guangdong Provincial Key Laboratory for Improved Variety
Reproduction of Aquatic Economic Animals, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China)*

[Abstract] The implementation of proliferation and culture of marine fishes is the fundamental measure and effective avenue for the reasonable and sustainable exploitation of marine fish resources. Therefore, the establishment and development of modern techniques for the proliferation and culture of marine fishes is one of the important research areas in the marine biotechnology. The reproductive physiology and endocrinology, the growth and developmental biology, the immunology and the molecular biology are the theoretical basis of the proliferation and culture in marine fish. Deeply and systematically carrying out basic research and applied research of these disciplines nowadays has become the frontier and major research direction of the science and technology for marine fish.

[Key words] marine fish resource; sustainable exploitation; proliferation and culture of marine fish; science and technology for marine fish; marine biotechnology