

高等水产院校交流讲义

# 内陆水域 鱼类增殖学

新海連水产专科学校主編

淡水养殖专业及养殖专业用

农业出版社

高等水产院校交流讲义

# 内陆水域鱼类增殖学

新海連水产专科学校主編

淡水养殖专业及养殖专业用

农业出版社

主編者 新海連水产专科学校 李德尚  
协編者 大連水产专科学校 史为良  
山东水产学院 董永乐  
审查单位 水产部高等学校教材工作组

高等水产院校交流讲义  
内陆水域鱼类增殖学  
新海連水产专科学校主編

农业出版社出版  
北京老鐘局一号

(北京市书刊出版业营业許可証出字第 106 号)

新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售

洪兴印刷厂印刷装订

統一书号 16144.1220

1961 年 9 月上海制型

1961 年 9 月初版

1961 年 12 月上海第二次印刷

印数 1,391—2,890 册

开本 787×1092 毫米  
十六分之一

字数 309 千字

印张 十五又八分之一

定价 (9) 一元四角五分

# 目 录

|                           |   |
|---------------------------|---|
| 緒論                        | 1 |
| §1 內陆水域魚类增殖的概念及主要項目       | 1 |
| §2 內陆水域魚类增殖学的定义及其与其他学科的关系 | 1 |
| §3 內陆水域魚类增殖的发展概况          | 2 |

## 第一篇 緒 篇

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 第一章 魚类增殖的生物学基础               | 8  |
| §1 魚类的性成熟和生殖細胞的发育            | 8  |
| §2 魚类的排卵和产卵                  | 10 |
| §3 魚类的胚胎发育期                  | 14 |
| §4 魚类的仔魚期及阶段发育               | 17 |
| 第二章 影响魚类群体数量的自然因素及应采取的魚类增殖措施 | 20 |
| §1 影响魚类早期阶段的主要自然因素           | 20 |
| §2 卵子和幼魚的成活率                 | 22 |
| §3 影响魚类后期阶段的主要自然因素           | 24 |
| §4 采用各种魚类增殖措施的条件             | 26 |
| 第三章 人类生产活动对于魚类資源的影响及应采取的保护措施 | 28 |
| §1 水利建設对魚类資源的影响              | 28 |
| §2 农业对魚类資源的影响                | 29 |
| §3 林业对魚类資源的影响                | 30 |
| §4 工厂及公用事业对魚类資源的影响           | 30 |
| §5 人类生产活动对渔业有害方面应采取的措施       | 30 |

## 第二篇 經濟魚类的人工繁殖

|                    |    |
|--------------------|----|
| 第一章 經濟魚类人工繁殖总論     | 34 |
| §1 魚类人工繁殖的意义及其基本环节 | 34 |
| §2 取得成熟亲魚的方法       | 35 |
| §3 采取与保存成熟精卵的方法    | 41 |
| §4 人工受精及受精卵的处理和运送  | 44 |
| §5 受精卵的孵化          | 48 |
| 第二章 經濟魚类人工繁殖各論     | 61 |

|                   |    |
|-------------------|----|
| §1 鱖类的人工繁殖        | 61 |
| §2 鮭类的人工繁殖        | 67 |
| §3 香魚的人工繁殖        | 78 |
| §4 鮭魚的人工繁殖        | 81 |
| §5 关于河流性鲤科鱼类的人工繁殖 | 86 |

### 第三篇 漁业水土改良

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 第一章 天然水域鱼类栖息与繁殖条件的改良 | 90  |
| §1 湖泊栖息条件的改良         | 90  |
| §2 河流栖息条件的改良         | 95  |
| §3 餌料生物的移植           | 98  |
| §4 鱼类自然繁殖条件的改良       | 100 |
| 第二章 鱼类的通行和阻拦設施       | 106 |
| §1 鱼类的通行設施(魚道和魚閘)    | 106 |
| §2 鱼类的阻拦設施(魚柵和电幕)    | 112 |
| 第三章 水域的污化及其防止        | 119 |
| §1 水域污化的定义及起因        | 119 |
| §2 水域污化对于漁业资源的影响     | 120 |
| §3 污染物的类别及其性质        | 124 |
| §4 污水处理的一般方法         | 129 |
| §5 水域污化的研究方法         | 132 |

### 第四篇 湖泊的漁业經營

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 第一章 我国湖泊的分布及其自然性状      | 138 |
| 第二章 我国湖泊的鱼类区系          | 142 |
| §1 我国湖泊鱼类区系的組成         | 142 |
| §2 我国主要經濟湖泊鱼类的生物学及漁业品质 | 144 |
| §3 我国湖泊鱼类間的相互关系        | 153 |
| 第三章 湖泊的魚产性能            | 157 |
| §1 有关水域生产品质的一些基本概念     | 157 |
| §2 决定湖泊魚产性能的因素         | 158 |
| §3 湖泊的漁业分类             | 162 |
| 第四章 湖泊的漁业調查与評价         | 165 |
| §1 湖泊的漁业調查             | 165 |
| §2 湖泊的漁业評价             | 167 |
| 第五章 湖泊鱼类組成的改造          | 172 |

|                    |     |
|--------------------|-----|
| §1 經濟魚类的移殖与馴化····· | 172 |
| §2 野杂魚的控制·····     | 179 |
| 第六章 湖泊的漁业管理·····   | 182 |

### 第五篇 水庫的漁业利用

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 第一章 水庫的一般性状·····         | 187 |
| §1 水庫的形态学性状·····         | 187 |
| §2 水庫的水文学和水化学性状·····     | 188 |
| §3 水庫的生物学性状·····         | 190 |
| §4 水庫的演化途徑·····          | 195 |
| 第二章 水庫的魚产性能及漁业利用的类型····· | 196 |
| §1 水庫的魚产性能·····          | 196 |
| §2 水庫漁业利用的类型·····        | 199 |
| 第三章 水庫魚类資源的培植·····       | 201 |
| §1 水庫魚类区系自然形成的一般情况·····  | 201 |
| §2 輔導水庫魚群体定向形成的措施·····   | 202 |
| 第四章 水庫建成前庫底的清理工作·····    | 208 |
| §1 庫底清理工作的意义·····        | 208 |
| §2 庫底清理的要求·····          | 209 |
| §3 水庫需要捕撈区总面积的确定·····    | 210 |
| §4 清理地段在水庫中的配置·····      | 212 |
| 第五章 水庫漁业中的捕撈問題·····      | 215 |
| §1 水庫漁业的漁具和漁法·····       | 215 |
| §2 各种漁具漁法的評價·····        | 216 |
| §3 各种漁具漁法的搭配和安排·····     | 217 |

### 第六篇 內陆水域魚类資源的合理利用

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 第一章 合理漁业的生物学基础·····                | 220 |
| §1 关于捕撈强度·····                     | 220 |
| §2 关于捕撈規格·····                     | 222 |
| §3 关于漁期·····                       | 223 |
| 第二章 不合理的捕撈对魚类資源的影响以及漁业限制的主要措施····· | 224 |
| §1 不合理捕撈的影响·····                   | 224 |
| §2 漁业限制的主要措施·····                  | 226 |
| 第三章 关于漁业法規·····                    | 230 |
| 参考文献·····                          | 232 |



## 緒 論

### §1 內陆水域魚类增殖的概念及主要項目

漁业的最高要求在于能以最少的人力和物力从水域中取得最多和最好的魚产品。只凭改进捕撈业的組織和技术,以提高捕撈生产力,显然是不能滿足这一要求的,在超出一定范围之后甚至会与这一要求背道而馳。滿足这一要求的必不可少和更为重要的一方面,还在于加强和改进漁业的基础,即水域中的魚类資源。后一方面的工作包括一系列的具体措施,而这些措施的綜合的名称就是魚类增殖。

因此,我們可以将內陆水域魚类增殖的概念总括如下:內陆水域魚类增殖是保証內陆水域中魚类資源的再生产、增加其数量并改善其质量的綜合措施。

根据上述概念我們可以看出,人們通常把內陆水域魚类增殖与池塘养魚一起放在广义的魚类养殖之內,与其說是根据生产体系上的联系,还不如說只是根据某些技术上的联系。从生产的联系上看,內陆水域魚类增殖与內陆水域的漁撈业是密切相关的,它們是內陆水域完善的漁业体系的两个組成部分。

內陆水域魚类增殖的主要工作項目如下:

1. 通过大規模的魚类人工繁殖,保証經濟魚类种群的必要补充,提供漁撈业以稳定的魚群体。
2. 根据每一水域的特性,改善其魚类区系的組成,以便获得更多和更好的魚产品。
3. 改良內陆水域中經濟魚类的栖息条件,使这些魚类能更好的生殖和生长。
4. 根据生物学的和經濟上的原則調整捕撈业,限制它对于魚类資源的消极影响,而發揮它的积极影响。

內陆水域这一概念系指湖泊、河流等大型天然水域,以及一般称为水庫的大型人工水域而言的。

### §2 內陆水域魚类增殖学的定义及其与其他学科的关系

內陆水域魚类增殖学是漁业科学的一个部門,它是研究魚类增殖的生物学原理,并拟定其生物技术的学科。因此它所涉及的問題主要是与增殖有关的生物学方面。

內陆水域魚类增殖学內容甚为丰富,所討論的問題牵扯到的范围很广。因此,它与很多

学科都有密切的联系。所关系到的学科主要有两类。一类是与魚类本身有关的学科,如魚类学、生理学、胚胎学等,其中魚类生物学与生理学部分最为重要。一类是与魚类的生活环境有关的学科,包括水文学(或湖沼学)、自然地理学、水生生物学等,而以水生生物学最为重要。另外,它与某些专业課也有重要联系,例如:池塘养魚学、水产资源学等。

### §3 內陆水域魚类增殖的发展概况

**1. 世界上的发展概况** 內陆水域魚类增殖是漁撈生产力高度发达的产物。随着漁撈生产力的提高,一些水域的魚类资源开始下降,有的甚至遭到了較严重的破坏,因此水域资源不是“取之不尽,用之不竭”的,并可預見到不合理捕撈的危机,認識到资源培育与保护的必要性。在这一前提下,內陆水域魚类增殖就应运而生了。就世界范围來說,这一时期大致是十九世紀中期,而各个国家則因自然和社会条件而先后不一。初期的工作对象主要是资源最容易受捕撈威胁的洄游性鲑科魚类,以后才逐渐扩大到了其他經濟魚类,包括海产和淡水产的极其广泛的种类。

在內陆水域人工增殖的主要項目中,以經濟魚类的人工繁殖历史最久。这是因为在发觉到资源下降現象之后,人們直觉地认定問題主要在于魚类种群的补充不足,于是除采取各种漁业限制措施之外,便将主要希望寄托在人工繁殖工作上。在实施了这类工作之后,在大多数情况下都很快取得了肯定的結果,从而加强了人們的信心,促进了这一工作很快的发展。

有文献可查的世界上第一个进行魚类人工繁殖工作的人是奥国的雅可比(S. L. Jacobi)。他在1757年进行鱈魚的人工授精孵化获得了成功,并于1763年在Hanover杂志上发表。他的方法是把精子和卵子放在水中混合,使卵子受精,故后来被称为湿法。雅可比的成就在当时并没有受到应有的重視。直到十九世紀中期(1835—1842),英国和法国才又有人进行了类似的工作,获得了成功,并引起了人們的注意。法国于1852年建立了世界上第一个魚类繁殖工厂,专门从事鲑类的人工繁殖。

1857年俄国人B. II. 弗拉斯基(B. II. Врасский 1829—1862)研究出了人工授精的干法,即在受精时不加水,使卵子与精子直接混合的方法。他的这一成功,对于魚类人工繁殖工作有很大贡献;由于干法比湿法可保証更大的受精率,因而使人工繁殖的效果获得了很大提高。B. II. 弗拉斯基是俄国魚类人工繁殖工作的創始人,他在1855年建立了俄国第一个魚类繁殖工厂——尼科里斯基魚类繁殖厂。

在上述成就的刺激和生产发展的要求之下,十九世紀后期魚类人工繁殖工作無論在研究或生产方面都获得了迅速的发展。1867年美国謝斯·格棱(Seth-Green)进行美国大西洋产的一种鲱科魚类(Shad)的人工孵化获得了成功;1865年挪威人沙士(G. O. Sars)进行鱈魚的人工孵化获得了成功;1870年瑞典人馬尔姆(Malm)試驗成功了鲱魚的人工孵化;



1898年前后日本人开始研究比目魚和鯛类的人工孵化；俄国和苏联学者在十九世紀末期到二十世紀初期这些年代里几乎搞成了苏联各种珍貴經濟魚类的人工繁殖，例如：M. K. 列平斯基关于白鲑的繁殖，H. A. 保罗金和 A. H. 捷尔亚文关于鱈类的繁殖，B. K. 索尔达托夫关于远东大麻哈的繁殖，以及 Л. A. 庫庆关于拟白鲑的繁殖等。在实际生产方面，各个漁业发达国家在这期間都先后建立了数目不等的各种經濟魚类的人工繁殖工厂，从事大規模的孵化放流工作。

巴西学者和苏联学者(主要是 H. Л. 盖尔比里斯基)分别在 1934 和 1937 年前后研究成功的腦垂体注射催情的方法，給魚类人工繁殖工作提供了一个有力的武器。这一方法的运用几乎使得获得成熟亲魚这一人工繁殖的第一关，也是关键性的一关。在此以前，人工繁殖主要利用采自产卵場上的已成熟很好的亲魚，而对于那些由于某些原因不容易采到这种亲魚的魚类则很少办法。因此，我們如果說腦垂体注射法的成功使魚类人工繁殖工作开始了一个新紀元，那可能并不夸大。

魚类增殖的其他項目，如漁业的水土改良，开展得較迟，大致說来是本世紀三十年代之后的事情。这是由于人們在长期地以人工繁殖作为唯一措施的資源增殖中，积累了很多的实例，証明人工繁殖并不是扭轉資源下降局面的万能灵药。很多水域在采取了大規模孵化放流和严格的漁业限制等措施后，資源仍然不能增长或恢复。因此，人們在生产實踐中逐渐認識到了魚类栖息环境的重大作用，开始研究漁业水土改良这一工作。

目前內陆水域魚类增殖工作在世界上的大多数漁业发达国家中，都得到了应有的，或者相当的重视。很多国家在行政部門中都有專門的部門管理漁业資源的增殖与保护；在魚类增殖方面投入了很大的人力与物力，而各项措施也相应地达到了相当可觀的規模。苏联無論在科学技术和生产規模上又占世界首位。他們現在絕大多数的洄游与半洄游性，以及陆水定居性經濟魚类都在进行着大規模的人工繁殖，1954年仔魚的总生产量是188,514万尾，各种大小的幼魚488,376万尾。在南方諸海各大河的三角洲上进行了或进行着大規模的漁业水土改良工程。在湖泊的漁业經營和水库的漁业利用方面更进行了大量的和卓有成效的研究和实际工作。

**2. 我国的发展概况** 我国是一个文明古国，在大多数学术部門和生产項目方面都有着极为光輝的历史。在水产資源的增繁方面也是这样。远在春秋战国时候，人們就对于魚类資源的保护有了相当正确的观念。例如，“論語”中有“釣而不网”的劝誡，“孟子”中提到“数罟不入洿池”。秦代的“呂氏春秋”中有“竭澤而漁，豈不得魚，而明年无魚。”的字句，确切地說明了資源保护的重要性。在此后的年代中(如唐、宋时代)，关于保护魚类資源的宣傳教育带有濃厚的宗教色彩。例如，人們认为捕撈产卵亲魚会遭到“天責”，以及实行魚类“放生”以积“阴功”等等。魚类資源保护見之于法律，可能只是明朝以后的事情。明朝曾实施过禁捕产卵亲魚的法令。清朝也实施过不得在产卵区捕魚的法令，并規定了产卵期間产卵場的特殊保护。

清朝末期和国民党反动統治年代,我国劳动人民身受帝国主义、封建主义、官僚資本主义等的多重压迫和束縛,因而各种科学文化和生产事业大都是停滞不前的。魚类增殖工作在这一期間几乎沒有任何重大发展。当时只采取消极的保护(如漁業限制等),而不积极的增殖(人工繁殖等)。

解放以后,我国劳动人民,在党的正确领导下,为了迅速的改变我国“一穷二白”的面貌,在各种科学文化和生产事业都得到了飞速发展,全国出現了一片欣欣向荣、蒸蒸日上的新气象。魚类資源增殖作为整个漁業的一个組成部分,也得到了应有的重視和迅速的发展。从中华人民共和国成立初期起,特别是在三年的經濟恢复时期以后,我国在魚类增殖的各个方面都展开了工作。以中国科学院水生生物研究所为主,从1953年到1955年間連續对长江中下游的中小型湖泊进行了漁業开发的調查。中国科学院水生生物研究所对当时拟建和正建的淮河上游的几个水庫也进行了漁業利用的調查,并开始了梁子湖各种經濟魚类生物学和該湖泊湖沼学的研究。在魚类的人工繁殖方面,山东大学水产系在湘江、中国科学院水生生物研究所在长江就数种家魚的繁殖进行了工作,黑龙江水产研究所(当时的哈尔滨水产实验場)在黑龙江和松花江等处就草魚、鲢魚、大麻哈、史氏鱈、細鳞魚等魚类的人工繁殖进行了工作,黄海水产研究所(当时的中央水产实验所)在西江进行了鱈魚人工繁殖的研究。在漁業限制和水质保护(污化处理)方面也进行了大量工作。所有这些工作都得到了肯定的結果,除直接产生了經濟效果外,也为魚类增殖的进一步发展打下了良好的基础。

从1958年起,在我国国民經济全面跃进的新形势下,魚类增殖也在工作項目、工作規模和工作质量方面获得了迅速的发展和巨大的提高,并形成了群众性运动。魚类增殖的主要項目——經濟魚类人工繁殖的进展尤其大,除在过去的基础上用采自河流的亲魚搞成了史氏鱈、大麻哈、青、草、鲢、鱮等經濟魚类的人工繁殖外,还搞成了鲢、鱮的池塘人工繁殖(南海水产研究所首先成功)。家魚池塘人工繁殖的成功对发展我国淡水漁業有重大意义,因而也为我国魚类增殖史写下了光輝的一頁。同时,在湖泊和水庫的漁業經營利用方面也获得了巨大的进展。由于人們加强了經營管理,出現了无数的增产奇迹。在这一基础上1959年于武汉召开了全国湖泊水庫养魚會議。會議上总结了前阶段的工作,交流了生产經驗,也討論了今后发展的方針,对湖泊水庫漁業的繼續发展和跃进发挥了巨大作用。配合水利事业的蓬勃发展,在魚类增殖方面也进行了大量的工作。中国科学院水生生物研究所和动物研究所分別对于很多拟建和建成的水庫进行了漁業生物学的調查。中国科学院水生生物研究所在1957和1958两年针对黑龙江的逕流調节规划进行了該流域的漁業生物学調查;中国科学院动物研究所于1958年对于黄河,中国科学院水生生物研究所、山东海洋学院、上海水产学院等单位1960年对于长江,也进行了类似工作。中国科学院动物研究所1958年前后对于白洋淀,上海水产学院1959年对于淀山湖进行了漁業生物学的調查研究。在魚类資源保护方面进展也很大,几乎所有較大水域和产卵場都建立了一定的保护制度。

前阶段取得的这些发展和成就,已經使我国的天然水域魚类增殖工作打开了新的局面,

有了一個良好的開端。但考慮到漁業發展對資源增殖所提出的不斷提高的和極為迫切的要求，以及某些漁業先進國家在這方面已達到的水平，我們就會認識到這些工作還是遠遠不夠的。這就需要漁業戰綫上的工作同志，繼續高舉三面紅旗，以大躍進的精神，進行艱苦的和切實的工作。為了能較快地滿足發展漁業的需要，並能迎頭趕上在這方面先進的國家，除去必須對我國所存在的問題進行切實而具體的分析研究和總結生產經驗外，善於學習和利用外國的經驗及成果也有重大的意義。



## 第一篇 緒 篇

魚类生物学方面的知識是魚类增殖工作的基础。这些知識可以使我們了解到魚类資源变动問題的症結所在,并借此找到解决这一問題的正确方向,也可以使我們掌握到魚类在有关方面的客觀規律,从而拟定出有效的魚类增殖的技术和方法。人們了解魚类的自然成活率及人类生产活动对于魚类資源的影响之后,才肯定了人工繁殖和水土改良措施的必要;掌握了精子的生理特性,才将湿法受精改进到干法受精;搞清了性腺成熟和排卵的生理机制,才采取了脑垂体催情的技术。

与魚类資源增殖有关的生物学知識,在其他課程(如魚类学、生理学等)中已讲授过。本篇的任务在于进行一次复习和作一些必要的补充,为学习后面各篇作好准备。

## 第一章 魚类增殖的生物学基础

魚类增殖的主要任务是保証魚类的生殖过程。現在討論一下有关魚类生殖生物学的一些一般性問題。

### §1 魚类的性成熟和生殖細胞的发育

**魚类的性成熟及性腺的成熟** 不同魚类性成熟的期限不同。例如香魚、銀魚出生后次年即达性成熟期,而达氏鱈却要在出生 17—20 年以后才开始第一次产卵。魚类性成熟年齡的不同是对环境的一种适应性,每种魚都有它自己的特点。但是在外界条件的影响下,每种魚的发育有快有慢,成熟的年齡也有早有晚。例如,在我国南方,由于温度較高,魚类的生长期較长,鯉魚通常第 3 年甚至第 2 年就能性成熟,而在北方却要 4—5 年甚至第 6 年才能产卵。在相似的緯度下性成熟速度的不同則决定于营养条件、气体状况等因素。池塘养魚的实践証明,餌料丰裕、水文条件良好时,鯉魚的成熟期限就可以縮短;反之,当餌料不足或池塘水文条件不好时,則成熟的时间推迟。因此,每种魚达到性成熟的年齡不是固定的,而是在栖息条件的影响下变动着。

魚类产卵的次数也是多样的。大麻哈魚、香魚等鲑科魚类的卵多一次产出,而鯉、鲫等的卵子,在一年中要分数次产出。一般的魚年年产卵,但长寿的鱈科魚,則大多数于成熟后,每两年产卵一次。上述情况并不是絕对的,某些同种的魚在南方是分批产卵的魚,到了北方,由于气候的影响,則变为每年产卵一次;某些每年产卵的魚,由于水文等繁殖条件的限制,成熟卵子有时不能产出而在卵巢內退化,結果就出現了隔年产卵的現象。

魚类性腺的发育也与外界环境条件有密切的关系,因为各种魚类在系統发育过程中,都已适应了一定的生殖条件。能滿足生长的条件,并不見得就有利于发育,例如,我国在靜水中养青、草、鲢、鳙等河流产卵魚类,发现魚长得很好,但精卵的成熟度大多停留在第Ⅱ期。最近知道,在良好的飼养条件下,其生殖腺也可发育到第Ⅲ—Ⅳ成熟期。苏联飼养的紅鱈,也必須在水域有良好流暢度的时候,其精卵才能发育到流动状态(第Ⅴ期)。餌料会影响性腺的成熟,餌料过多或不足,都不利于生殖腺的发育。通常餌料不足时,魚类的怀卵数减少,然而餌料过多,也会因脂肪积累而引起不育。除餌料的数量外,餌料的质量也影响魚类生殖腺的成熟,例如以过多的豆类飼料养鯉魚,其性腺的发育就容易受到抑制。根据上述情况可以看出,亲魚性腺的发育要在一定的綜合条件下进行,这些条件包括营养、水温、气体、盐度、水

流、底质以及产卵附着物的有无等等。对每一种鱼性腺发育条件的了解,是为保证鱼类资源的恢复和增长,而在产卵场上进行水土改良措施、建立人工产卵场的理论依据。

**鱼类卵子和精子的发生** 鱼类的卵子和精子的发生,是一个复杂的过程,前后可分作两个阶段:(1)从原始性细胞发育成卵原细胞及精原细胞;(2)卵原细胞及精原细胞发育为卵子和精子。

第一阶段在鱼体发育的早期,在精巢和卵巢刚形成之后就完成了。当性腺内形成了卵原细胞和精原细胞之后就进入了第二阶段。

**精子发生** 从精原细胞发育到精子,可分作四期:(1)繁殖期即分裂期;(2)生长期;(3)成熟期;(4)成形期。

在繁殖期中,精原细胞进行着频繁的有丝分裂,使数目显著增加。精原细胞有相当大的核,原生质数量不多,核中染色质呈粗粒状。

生长期的精原细胞不再分裂,从滤泡中不断吸收营养物质,同化为原生质,而使体积剧烈的增长。在生长期內,染色体在核内成对的伸向核的两极,每一成对的染色体在自己位置上结合成一双染色体,称为“突触”,此后生长就缓慢下来。到了生长期末,每个成对的染色体分解为两个相同的染色体,因此每一染色体群中有四个染色体,叫做四分体。

在成熟期中初级精母细胞经两次成熟分裂,第一次为减数分裂,使染色体数目减半,第二次分裂为均等分裂,经分裂后就成为精子细胞。

在成形期中,精子细胞的形态起了剧大的改变,形成了顶体(钻孔器)、尾丝等构造,由原来的圆形变成了便于活动的蝌蚪状形态。

因为性腺成熟的初期,雄鱼的性细胞比雌鱼的繁殖更剧烈,并且每个精母细胞可以形成四个精子,因此鱼类的精子要比卵子多得多,但其体积却比卵子小得多。精子含原生质很少,其能量也极有限,所以在进入水中后生命很短促。

各种鱼类精巢发育的特性不同,具有辐射型精巢的鳊科鱼类的精子发生很快,往往在初冬就出现了成形的精子。具壶腹型精巢的鲤科、鲑科、鳟科等鱼类,发育的速度不一。一般发育很慢,仅在生殖前几天才成熟,如拟鲤、鲑;但也有以成熟状态越冬的,如鲤、鳊等。鲤科和鳟科鱼类精巢中存有不同成熟时期的生精囊或生殖细胞簇,在产卵时,第一批精液排出后,其他生精囊或生殖细胞簇就很快成熟,并向壶腹放出精子,以作补充。鲑科鱼类的性细胞,处在同一成熟阶段,产卵时一次成熟,但能陆续排出,因此,雄鱼仍可数次参加生殖。

**卵子发生** 卵原细胞变为成熟卵子的过程可以分为:(1)分裂期;(2)小生长期;(3)大生长期;(4)成熟期。

分裂期又称繁殖期,卵原细胞进行频繁的分裂以增加其数量,最后形成许多卵母细胞。在初次性成熟时以及性成熟后性腺的周期性发育中,都要经过这一阶段。

小生长期可分两个阶段,前一阶段核的生长和原生质的生长同时进行。一些结缔组织的胞核排列在卵母细胞的表面。卵母细胞的染色体成对排列,称为“突触”。后一阶段基本



上以原生质增长为特征,胞核增长較小。小生长期末的卵母細胞有两层膜:(1)卵細胞原有的膜;(2)滤泡膜。因此本期称为单层滤泡期。

小生长期相当于卵巢成熟的第Ⅱ期。这一时期对外界环境的适应性很强,当条件不适时,性腺的发育就中止在这一时期。鱼类的小生长期一般持續很久,許多鱼类甚至长达数年,所以不論哪一发育阶段的卵巢,除了已进入大生长期的老一代的卵母細胞之外,还可以找到大小不同的,但却仍然处在小生长期的卵母細胞。

大生长期的特征是細胞内进行着卵黄的积蓄,卵粒的体积及重量剧烈的增加,很快就由很小的卵母細胞变成肉眼能看清楚的大卵母細胞。这一时期又分两个阶段:(1)卵黄开始积蓄阶段,(2)卵細胞充滿卵黄阶段。

春季产卵的硬骨鱼类往往在7、8月就开始进入卵母細胞积蓄卵黄和脂肪的大生长期。在第一阶段开始时,卵母細胞的周圍原生质中出现一层空泡,卵母細胞的膜上排列着一层扁平的滤泡核。后来,卵母細胞的胞核变成了卵圓形,卵膜变成了四层:(1)初級性的輻射細管膜,(2)次級性的胶状膜即絨毛膜;(3)滤泡膜;(4)結締組織膜及伸入其中的血管及淋巴管分枝。后两种皆为滤泡膜,所以这一时期又称双层滤泡期。卵黄的积累先由細胞质的周边逐漸向里进行,在本期末,核的周圍还留有很厚的一层不具卵黄原生质。

卵黄开始积蓄阶段相当于卵巢成熟的第Ⅲ期。通常,在深秋水温显著下降时,春季产卵的鲤、鲫等鱼类,就进入下一阶段——卵黄及脂肪充滿卵細胞的阶段,即卵巢成熟的第Ⅳ期。卵母細胞繼續增大,卵黄几乎充滿整个細胞,并于卵膜上出现了受精孔。后期,細胞核和原生质向受精孔的方向移动(极化),核膜变得极不明显,核仁数目减少,最后消失不見。細胞的极化和核仁消失只有完成卵黄积蓄过程后才会发生,这是即将过渡到成熟阶段的預兆,用性激素催情时,也只有在这时期才能生效。

成熟期的卵母細胞体积不再增加,卵母細胞要进行两次成熟分裂,第一次为减数分裂,第二次为均等分裂。最后形成一个卵子和三个小的极体。鲑科鱼类第一次成熟分裂的紡錘体是当卵子还留在鱼类体腔中的时候就形成的,在精子进入卵子以后才分出两个极体。鱒科鱼类象两栖类一样,产卵前即分出第一极体,并开始第二次分裂,这次分裂要在精子进入后才結束。鲤科鱼类在排卵时,第二次成熟分裂已进行到后期,受精后分出第二个极体。

## §2 鱼类的排卵和产卵

**排卵** 滤泡破裂,卵由滤泡中脫出,称为排卵。排卵发生在胞核消失时期。卵脱离滤泡后落入卵巢腔或直接落入体腔(鲑科、鱒科等)。这一过程发生得很快,常在产卵前1至数小时内就可完成。这一过程,在自然状况下,只有在各种鱼类所要求的外界条件得到满足时才能实现。这些条件包括:水温、水流或有无地下水流出、产卵附着物(底质、植物)、雄鱼的存在等。排卵要求的条件和胚胎及幼鱼的发育条件相适应。排卵的完成决定于脑垂体促性腺

激素趋向性腺的活动。外界条件作用于鱼类的感觉器官——视觉、触觉、侧线器官等,通过中枢神经再传递到脑垂体,并激起它的激素分泌活动。如果外界条件不符合产卵的要求,则不能激起脑垂体的活动,也不能排卵。

**产卵** 将成熟的卵子排出体外这一过程称为产卵。各种鱼类的产卵，要在一定的生态条件下进行，这些条件能满足该种鱼胚胎发育、前仔鱼期、仔鱼期对环境条件的要求。鱼类的产卵习性是物种对于外界环境的一种适应。我们看到的各种鱼在产卵时间及地点，卵子的性状，胚胎期的长短等方面的特性都是在系统发育中获得的。

**产卵时间** 根据产卵时间的不同,可以把主要经济鱼类分成两类:秋冬产卵的及春夏产卵的。第一类鱼基本上在4—9°C的低溫下产卵,具体产卵日期决定于水域的地理位置及其水文气象学特点。这一类中各种鱼产卵的温度范围也有些差异,这些差异是鱼类对于它們栖息水域特殊情况的适应。

春夏产卵的鱼类各种之間及栖息于不同地理区域水域内的同一种个体之間在产卵时间上的差异更大。其原因在于：(1) 栖息于不同气候带水域中的温水性鱼类的生长期长短不同；(2) 春、夏季水文气象条件的波动幅度比秋、冬季大。因此，它們对生殖条件总的适应方面，特别是产卵时间的适应方面要更加多样化。

春、夏产卵的鱼类产卵时间由3、4月到7、8月因地区而异。我国主要经济鱼类的产卵顺序大致如下：狗鱼、鲟、鲤、鲫、白鲢、鳊、鳙、草、青、鳊、鲂、鳊、红鳍鲌（短尾鲌）、翘嘴红鲌。

所有这些鱼类产卵时间的差异都不是偶然的，而是各种鱼类对它们的栖息环境长期适应的结果，这决定于水域是否已具备了该种鱼所适应了的条件。产卵的实际日期可因每年的气候变化及不同水域而异。

秋冬产卵的鱼类,一般卵黄含量较多,加以当时温度很低,所以胚胎发育期很长,有时长达4—5个月。春、夏产卵的鱼类胚胎发育时间较短,一般2—15昼夜。但两类的胚胎从卵中孵出的时间都是在春季或初夏,也就是在水域中鱼类早期阶段的食物——无脊椎动物繁殖得最旺盛的时候。香鱼是一个特殊的例子,它在早秋产卵,幼鱼很快漂游入海,在海洋中越冬。而当翌年幼鱼由河中上溯的时候,也正是河流中饵料最丰富的季节——春末。

**产卵期限** 必須把同种魚中个别个体产卵持續的時間和某一种魚全体产卵所持續的時間区别开来。

个别个体产卵持续的时间，决定于性产物成熟过程的特点，即卵子成熟和产卵的分批性。有的鱼类卵细胞一次成熟就一次产出；有的鱼类卵细胞分批成熟，其卵子也是分批产出。

分批产卵的鱼类,卵细胞填充卵黄的过程在时间上并不一致,一部分在产卵期开始前已发育完成,其他的则仍处于卵黄填充的不同阶段。第一次产卵后经过一定的时间(约从数天到一个月),下一批卵细胞再成熟。这种分批可能有2、3次或更多。在分批产卵鱼类的卵巢中可以发现到除去发育完成准备产出的卵细胞之外,还有二组以上的处于不同的卵黄填充