

# 鱼类消化生理

〔上册〕

〔日〕尾崎久雄 著 吴尚泰 译 李耀庭 校

上海科学技术出版社

鱼类消化生理

(下 册)

〔日〕尾崎久雄 著

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

发行所：上海发行所发行 丹阳人民印刷厂印刷

开本 187×100 1/32 开印 11.25 字数 246,000

1985年12月第1版 1985年12月第1次印刷

印数：1—2,000

书号：13119·1170 定价：2.50元

---

Q959.4  
18  
3:2

# 鱼类消化生理

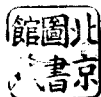
〔下册〕

〔日〕尾崎久雄 著

李爱杰 沈宗武 译

吴 尚 忠 校

上海科学技术出版社



B 218976

## 出版说明

生理学，是一门研究生物体机能的科学。在它的发展过程中，随着研究对象的不断扩大而日趋分枝，鱼类生理学就是其中一个比较新兴的分枝学科。鱼类生理学的研究任务，是要阐明鱼类机体在与周围水域环境相互作用下各种机能发展和变化的规律，并说明这些机能的发展和变化对于鱼类本身生存、繁衍的意义。对于鱼类机能的研究，除首先注意自然环境外，还必须重视人们的生产活动对鱼体生理的影响。从这个角度出发，鱼类生理学可说与渔捞、养殖、增殖均有密切的关系。实践业已证明，鱼类生理学的每一项成就，无不直接或间接地促进了渔业生产的发展。而渔业生产中遇到的问题和积累的经验，又都可反过来启发和促进鱼类生理学的研究。换言之，加强和发展鱼类生理学的研究，有助于人们更合理、更有效地从事鱼类的捕捞、养殖和增殖，从而把渔业生产提高到一个新的水平。

作为水产生物，最主要的当然是鱼类。由于它在经济上和科研上对人类有着很大的实用意义，故历来为有关学者所重视而被广泛研究，唯涉及生理方面的研究，总的来说还做得不够，与脊椎动物中的哺乳类同项研究相比，差距尤著。我国在这方面的研究不多，资料也显得零星、分散，远不能适应渔业生产发展的需要。基于此，我们拟翻译出版《鱼类生理学讲座》中的一些卷，作为借鉴。希望这些书出版后，对于我国的

渔业生产,同时对于鱼类学的研究和教学都有所裨益。

在当前出版的鱼类生理学方面的书籍中,《鱼类生理学讲座》算是比较好的一种。它博采众长,内容丰富,叙述详尽,反映了鱼类生理学研究的新成就。这套书至今已出版6卷,还将继续出版,我们打算全部翻译出版,而是根据需要,选择参考意义比较大的翻译出版。以各卷内容为书名,不冠《鱼类生理学讲座》总书名。《鱼类消化生理》〔下册〕,系《鱼类生理学讲座》的第四卷。

一九八五年三月

## 前 言

作者从医学改行搞水产学以来，今年已经整整二十年了。回忆过去开始拼命阅读鱼类生理学论文时的情景，仍历历在目。现在依然觉得一无所知，十分空虚。实际上，鱼类生理学在形成本门学科体系上还没有积累足够的知识，各方面都还存在着空白点。而且与生理学邻近的各学科，如形态学、组织学、生物化学、药理学、病理学和生态学也没有能够资助生理学的力量。纤细的知识之丝就好象陈旧的蜘蛛网一样，支离破碎，残缺不全。使人感到如同在废墟门口，默然而立，向那内中暗处窥视。而对贫乏的学问，着急的心情，不是经历过浩瀚学海的人，恐怕是难以理解的。

当关系密切的学科和水产业的现状要求解决问题时，研究工作必须亲自动手整理自己所研究的领域，以便能够随时提出必要的情报和解决问题的第一手资料。这是对研究工作提出的最高要求，研究工作有无兴趣等问题，不应任意作为借口。

自然法则严格的。我们对待学问的态度也必须是严谨的，否则怎么能够提高学术水平呢？凡是与消化有关的那些项目全部搜入本书，也就是遵循这种精神编写的。

养殖问题提到日程上来，有关饲养和饵料的消化生理也进行了充分的研究。本书引用的日本研究工作者的论文很多，这是令人高兴的好事。其实对消化生理似乎了解而又不

了解的问题还有很多，这不知是由于研究对象和研究方法的性质决定的，还是由于研究工作者的态度所致？营养和中间代谢等生物化学、饵料的质与量，以及生态问题也都和它密切联系在一起，在很多领域还是个谜。

自从本讲座第一卷出版以来，承蒙各方面予以关心、鼓励和帮助，使我能够继续执笔编写。我一心只想写出一本理想的好书来，以便回答各方面的好意，但能否达到预期成果，还缺乏信心。

对长期在一起工作的，并为完成本书给予各种帮助的东京水产大学助手池田弥生君表示衷心感谢。

尾崎久雄

# 目 录

## I. 口腔和食道

|            |    |
|------------|----|
| 一、圆口类      | 1  |
| 1. 口       | 1  |
| 2. 齿       | 2  |
| 二、软骨鱼类     | 2  |
| 1. 口的位置和形状 | 2  |
| 2. 舌       | 2  |
| 3. 口腔      | 3  |
| 4. 齿       | 3  |
| 5. 鳃耙      | 5  |
| 6. 食道      | 5  |
| 三、硬骨鱼类     | 5  |
| 1. 口的位置    | 5  |
| 2. 两颌的长度   | 5  |
| 3. 口裂的大小   | 7  |
| 4. 唇       | 8  |
| 5. 舌       | 9  |
| 6. 颌齿      | 11 |
| 7. 鳃耙      | 12 |
| 8. 咽齿      | 14 |
| 9. 食道      | 14 |

|          |    |
|----------|----|
| 四、口腔摄取饵料 | 16 |
| 五、咀嚼     | 18 |
| 六、唾液     | 20 |
| 七、咽下     | 21 |

## II. 胃

|               |    |
|---------------|----|
| 一、形状          | 22 |
| 1. 圆口类        | 22 |
| 2. 板鳃类        | 22 |
| 3. 硬骨鱼类       | 24 |
| 二、长度和宽度       | 27 |
| 1. 长度         | 29 |
| 2. 宽度(胃径)     | 31 |
| 三、重量          | 32 |
| 四、容量和摄饵量      | 37 |
| 1. 胃的扩张       | 38 |
| 2. 体重与胃容量     | 41 |
| 3. 体重与摄饵量     | 41 |
| 4. 体长与摄饵量     | 43 |
| 5. 天然鱼的胃内容物量  | 44 |
| 6. 饱食量(最大摄饵量) | 50 |
| 7. 体重与肉食量     | 54 |
| 8. 饥饿时间与摄饵量   | 56 |
| 9. 驯化与摄饵量     | 58 |
| 10. 群体与摄饵量    | 60 |
| 11. 溶氧量与摄饵量   | 61 |
| 12. 水质污染与摄饵量  | 62 |
| 13. 水温与摄饵量    | 62 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 14. 饵料的种类与摄饵量 .....    | 63  |
| 五、胃壁 .....             | 64  |
| 六、胃粘膜褶 .....           | 65  |
| 七、胃粘膜的组织与细胞学 .....     | 67  |
| 1. 软骨鱼类 .....          | 68  |
| 2. 硬骨鱼类 .....          | 69  |
| 八、胃液的分泌 .....          | 71  |
| 1. 胃液分泌的指标 .....       | 71  |
| 2. 高等脊椎动物的胃液分泌刺激 ..... | 72  |
| 3. 软骨鱼类的胃液分泌 .....     | 75  |
| 4. 硬骨鱼类的胃液分泌 .....     | 77  |
| 九、胃酸 .....             | 78  |
| 1. 胃酸的本质 .....         | 78  |
| 2. 盐酸的生成 .....         | 79  |
| 3. 浓度 .....            | 80  |
| 十、胃液的 pH .....         | 80  |
| 1. 板鳃类 .....           | 80  |
| 2. 硬骨鱼类 .....          | 82  |
| 3. 幽门反射 .....          | 86  |
| 十一、胃蛋白酶 .....          | 87  |
| 1. 一般性状 .....          | 87  |
| 2. 酶在分类上的位置 .....      | 87  |
| 3. 胃蛋白酶的作用 .....       | 89  |
| 4. 精制和结晶 .....         | 90  |
| 5. 最适 pH .....         | 90  |
| 6. 最适温度 .....          | 94  |
| 7. 种的特异性 .....         | 95  |
| 8. 消化能力 .....          | 100 |
| 9. 成长和胃蛋白酶的活力 .....    | 102 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 十二、其他蛋白酶 .....                 | 104 |
| 十三、糖酶 .....                    | 105 |
| 十四、甲壳质分解酶 .....                | 107 |
| 十五、酯酶 .....                    | 110 |
| 十六、透明质酸酶 .....                 | 111 |
| 十七、碳酸酐酶 .....                  | 112 |
| 十八、胃内的微生物 .....                | 112 |
| 十九、无胃鱼 .....                   | 114 |
| 1. 机能的无胃鱼——胃蛋白酶盐酸系不发达的鱼类 ..... | 114 |
| 2. 真正的无胃鱼 .....                | 115 |

### III. 肝 脏

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 一、形状 .....         | 118 |
| 1. 板鳃类 .....       | 118 |
| 2. 硬骨鱼类 .....      | 119 |
| 二、组织学和细胞学 .....    | 121 |
| 1. 人的肝脏 .....      | 122 |
| 2. 圆口类 .....       | 124 |
| 3. 板鳃类 .....       | 124 |
| 4. 硬骨鱼类 .....      | 125 |
| 三、颜色 .....         | 128 |
| 四、比重 .....         | 131 |
| 五、重量 .....         | 131 |
| 1. 体重和肝脏重量 .....   | 140 |
| 2. 体长和肝脏重量 .....   | 145 |
| 3. 雌雄和肝脏重量 .....   | 147 |
| 4. 生殖周期和肝脏重量 ..... | 148 |
| 5. 季节和肝脏重量 .....   | 153 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 6. 饵料成分和肝脏重量 .....             | 153 |
| 7. 饥饿和肝脏重量 .....               | 158 |
| 8. 维生素和肝脏重量 .....              | 161 |
| 9. 内分泌和肝脏重量 .....              | 161 |
| 六、化学成分 .....                   | 164 |
| 1. 水分 .....                    | 164 |
| 2. 糖原 .....                    | 168 |
| 3. 蛋白质 .....                   | 179 |
| 4. 脂质 .....                    | 181 |
| 5. 核酸成分 .....                  | 205 |
| 七、维生素含量 .....                  | 207 |
| 1. 维生素 A .....                 | 207 |
| 2. 维生素 D .....                 | 212 |
| 3. 维生素 E .....                 | 214 |
| 4. 维生素 K .....                 | 215 |
| 5. 维生素 B <sub>1</sub> .....    | 216 |
| 6. 维生素 B <sub>2</sub> .....    | 217 |
| 7. 维生素 B <sub>6</sub> .....    | 222 |
| 8. 菸酸 .....                    | 223 |
| 9. 泛酸 .....                    | 225 |
| 10. 生物素 .....                  | 229 |
| 11. 叶酸 .....                   | 230 |
| 12. 胆碱 .....                   | 232 |
| 13. 肌醇 .....                   | 233 |
| 14. 维生素 B <sub>12</sub> .....  | 234 |
| 15. 维生素 C .....                | 235 |
| 八、消化酶 .....                    | 238 |
| 九、肝脏的酶 .....                   | 241 |
| 1. 尿苷二磷酸葡萄糖脱氢酶[1.1.1.22] ..... | 241 |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 2. 苹果酸脱氢酶(1.1.1.37)           | 242 |
| 3. 6-磷酸葡萄糖脱氢酶(1.1.1.49)       | 244 |
| 4. 乳酸脱氢酶(1.1.2.4)             | 246 |
| 5. 黄嘌呤氧化酶(1.2.3.2)            | 247 |
| 6. 琥珀酸脱氢酶(1.3.99.1)           | 248 |
| 7. 脱氢抗坏血酸还原酶(1.6.5.4)         | 249 |
| 8. 过氧化氢酶(1.11.1.6)            | 250 |
| 9. 尿苷二磷酸葡萄糖转移酶(2.4.1.17)      | 251 |
| 10. 谷草转氨酶(2.6.1.1)            | 252 |
| 11. 谷丙转氨酶(2.6.1.2)            | 255 |
| 12. 脂酶(3.1.1.3)               | 257 |
| 13. 葡萄糖-6-磷酸酶(3.1.3.9)        | 257 |
| 14. $\alpha$ -淀粉酶(3.2.1.1)    | 259 |
| 15. 壳多糖酶(3.2.1.14)            | 260 |
| 16. 壳二糖酶(3.2.1.29)            | 260 |
| 17. $\alpha$ -葡萄糖苷酶(3.2.1.20) | 260 |
| 18. $\beta$ -葡萄糖苷酶(3.2.1.21)  | 262 |
| 19. $\beta$ -半乳糖苷酶(3.2.1.23)  | 262 |
| 20. $\beta$ -葡萄糖苷酸酶(3.2.1.31) | 263 |
| 21. 亮氨酸氨肽酶(3.4.1.1)           | 265 |
| 22. 氨基肽酶(3.4.1.2, 3.4.1.3)    | 265 |
| 23. 甘氨酸甘氨酸二肽酶(3.4.3.1)        | 265 |
| 24. 甘氨酸-L-亮氨酸二肽酶(3.4.3.2)     | 265 |
| 25. 组织蛋白酶 C(3.4.4.9)          | 266 |
| 26. 精氨酸酶(3.5.3.1)             | 266 |
| 27. 碳酸酐酶(4.2.1.1)             | 269 |
| 28. 透明质酸酶(4.2.99.1)           | 270 |
| 29. 组氨酸酶(4.3.1.3)             | 271 |
| 30. 尿刊酸酶                      | 273 |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 31. 磷酸葡萄糖异构酶[5.3.1.9] | 274 |
| 32. $\gamma$ -氨基丁酸酶   | 274 |
| 十、肝脏的物质代谢             | 275 |
| 1. 碳水化合物              | 276 |
| 2. 氨基酸和蛋白质            | 276 |
| 3. 脂质                 | 278 |
| 十一、胆汁的生成              | 279 |
| 十二、胆汁的分泌              | 279 |
| 十三、胆汁和胆囊的颜色           | 283 |
| 十四、胆汁的 pH             | 285 |
| 十五、胆汁的化学成分            | 287 |
| 十六、胆汁酸                | 288 |
| 十七、胆汁色素               | 292 |
| 十八、胆汁的消化酶             | 296 |
| 十九、胆汁在消化中的作用          | 298 |

#### IV. 胰 脏

|           |     |
|-----------|-----|
| 一、鱼类胰脏的确认 | 300 |
| 二、圆口类     | 301 |
| 三、软骨鱼类    | 302 |
| 四、硬骨鱼类    | 304 |
| 五、胰液的性状   | 307 |
| 六、糖酶      | 308 |
| 1. 淀粉酶    | 308 |
| 2. 麦芽糖酶   | 309 |
| 3. 其他糖酶   | 310 |
| 七、蛋白酶     | 311 |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 八、脂酶 .....               | 316 |
| 九、关于胰脏消化酶的问题 .....       | 320 |
| 1. 肝胰脏消化酶的生成部位 .....     | 320 |
| 2. 弥漫型和密致型胰脏的比较 .....    | 322 |
| 十、胰脏消化酶的最适温度和最适 pH ..... | 323 |
| 十一、胰液的分泌 .....           | 324 |
| 1. 哺乳类 .....             | 324 |
| 2. 鱼类 .....              | 325 |
| 本书所用缩写 .....             | 329 |

# 目 录

## V. 幽 门 垂

|                |     |
|----------------|-----|
| 一、确认的历史 .....  | 331 |
| 二、分布和数量 .....  | 332 |
| 三、形状 .....     | 334 |
| 四、重量 .....     | 335 |
| 五、化学成分 .....   | 339 |
| 1. 水分含量 .....  | 339 |
| 2. 无机盐 .....   | 339 |
| 3. 脂肪 .....    | 340 |
| 4. 氨基酸 .....   | 341 |
| 5. 维生素 .....   | 341 |
| 六、蛋白酶 .....    | 342 |
| 七、糖酶 .....     | 354 |
| 八、酯酶、脂酶 .....  | 357 |
| 九、其他酶 .....    | 358 |
| 十、幽门垂的机能 ..... | 358 |

## VI. 肠

|              |     |
|--------------|-----|
| 一、圆口类 .....  | 361 |
| 二、软骨鱼类 ..... | 361 |

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 三、硬骨鱼类 .....       | 365 |
| 1. 长度 .....        | 365 |
| 2. 重量 .....        | 370 |
| 3. 在腹腔内的走向 .....   | 371 |
| 4. 肠壁 .....        | 374 |
| 5. 肠粘膜褶 .....      | 374 |
| 6. 大肠 .....        | 375 |
| 四、肠的形状和食性的关系 ..... | 376 |
| 五、肠粘膜 .....        | 378 |
| 六、肠消化液的分泌 .....    | 383 |
| 七、肠内 pH 值 .....    | 385 |
| 八、蛋白酶和肠激酶 .....    | 390 |
| 九、糖酶 .....         | 393 |
| 十、脂酶、酯酶 .....      | 398 |
| 十一、其他酶类 .....      | 399 |
| 1. 透明质酸酶 .....     | 399 |
| 2. 组胺氧化酶 .....     | 399 |
| 3. 过氧化物酶 .....     | 399 |
| 4. 琥珀酸脱氢酶 .....    | 399 |
| 5. 碱性磷酸酶 .....     | 400 |
| 十二、在肠内的消化 .....    | 400 |
| 1. 中和胃酸 .....      | 400 |
| 2. 消化道激素 .....     | 401 |
| 3. 蛋白质 .....       | 401 |
| 4. 脂质 .....        | 402 |
| 5. 糖类 .....        | 402 |
| 十三、肠内酶含量的变动 .....  | 402 |
| 十四、肠对酶的吸附 .....    | 404 |