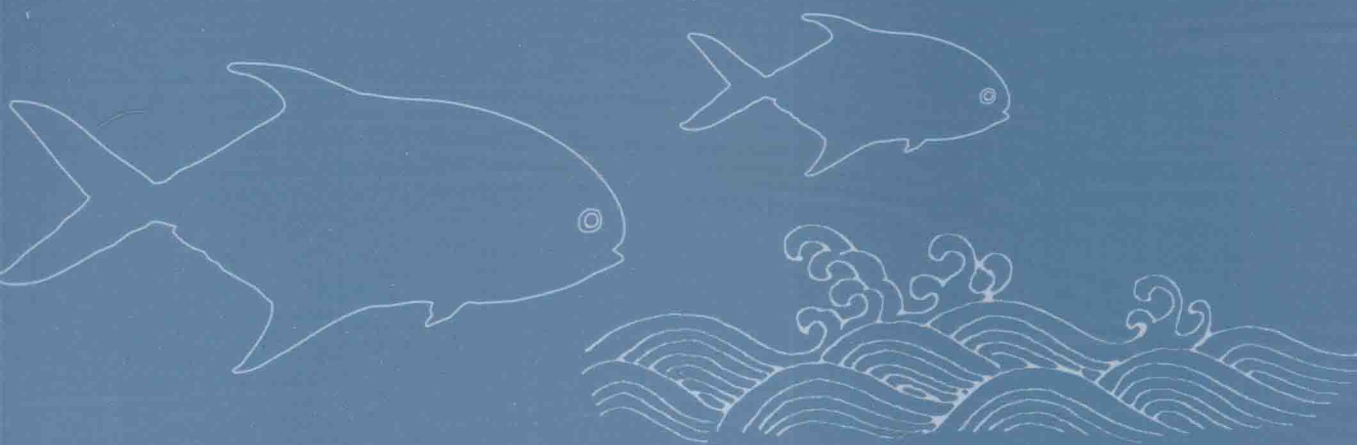


卵形鲳鲹

繁育理论与养殖技术

张殿昌 马振华 主编

卵形鲳鲹是我国重要的海水养殖鱼类之一。作者采取综合研究和案例分析相结合的方法，较全面地介绍了卵形鲳鲹的生物学与种质资源特性、亲鱼的培育与繁殖、仔鱼和稚鱼的胚后发育以及日常管理、幼鱼和成鱼的养殖技术以及营养需求、病害防控、加工技术等方面的新成果，供读者参考。



黄颡鱼(黄鲊) 黄颡鱼科

张殿昌 马振华 主编

卵形鲳鲹

繁育理论与养殖技术

张殿昌 马振华 主编

张殿昌 马振华 主编

张殿昌 马振华 主编

张殿昌 马振华 主编

张殿昌 马振华 主编

张殿昌 马振华 主编

张殿昌 马振华 主编

张殿昌 马振华 主编

张殿昌 马振华 主编

张殿昌 马振华 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

卵形鲳鲹繁育理论与养殖技术 / 张殿昌, 马振华

主编. —北京: 中国农业出版社, 2015. 11

ISBN 978-7-109-21047-9

I. ①卵… II. ①张… ②马… III. ①鲳属-海水养
殖 IV. ①S965.331

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 250286 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

责任编辑 郑珂

北京通州皇家印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2015 年 11 月第 1 版 2015 年 11 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 16.5 插页: 2

字数: 355 千字

定价: 90.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

彩 图



彩图1 亲鱼催产注射
(深圳市龙岐庄实业发展有限公司 供图)



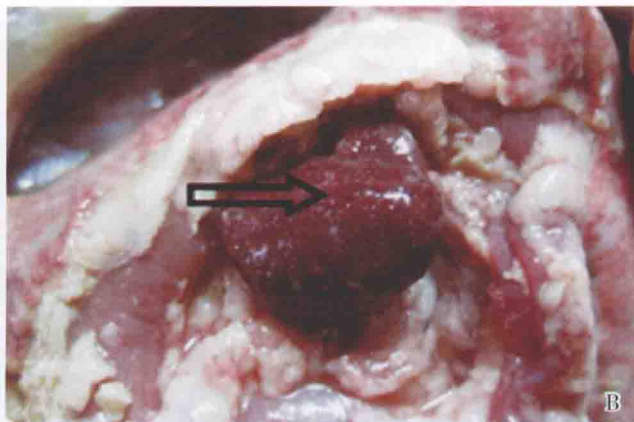
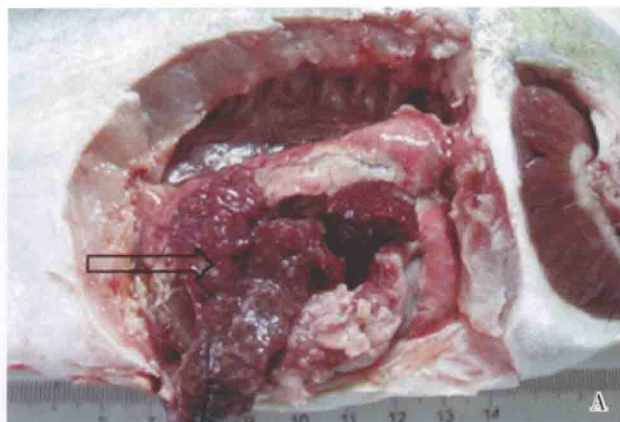
彩图2 受精卵检测打包
(深圳市龙岐庄实业发展有限公司 供图)



彩图3 传统木制网箱
(海南陵水新村港)



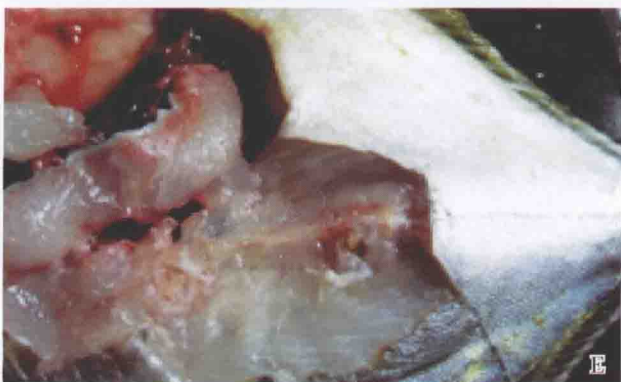
彩图4 HDPE材料深水网箱
(广西防城港海世通食品有限公司 供图)



彩图5 感染美人鱼发光杆菌杀鱼亚种的卵形鲳鲅内脏器官病变

A. 肾脏白色粟米样肉芽肿病变 B. 脾脏白色粟米样肉芽肿病变

(徐力文 供图)



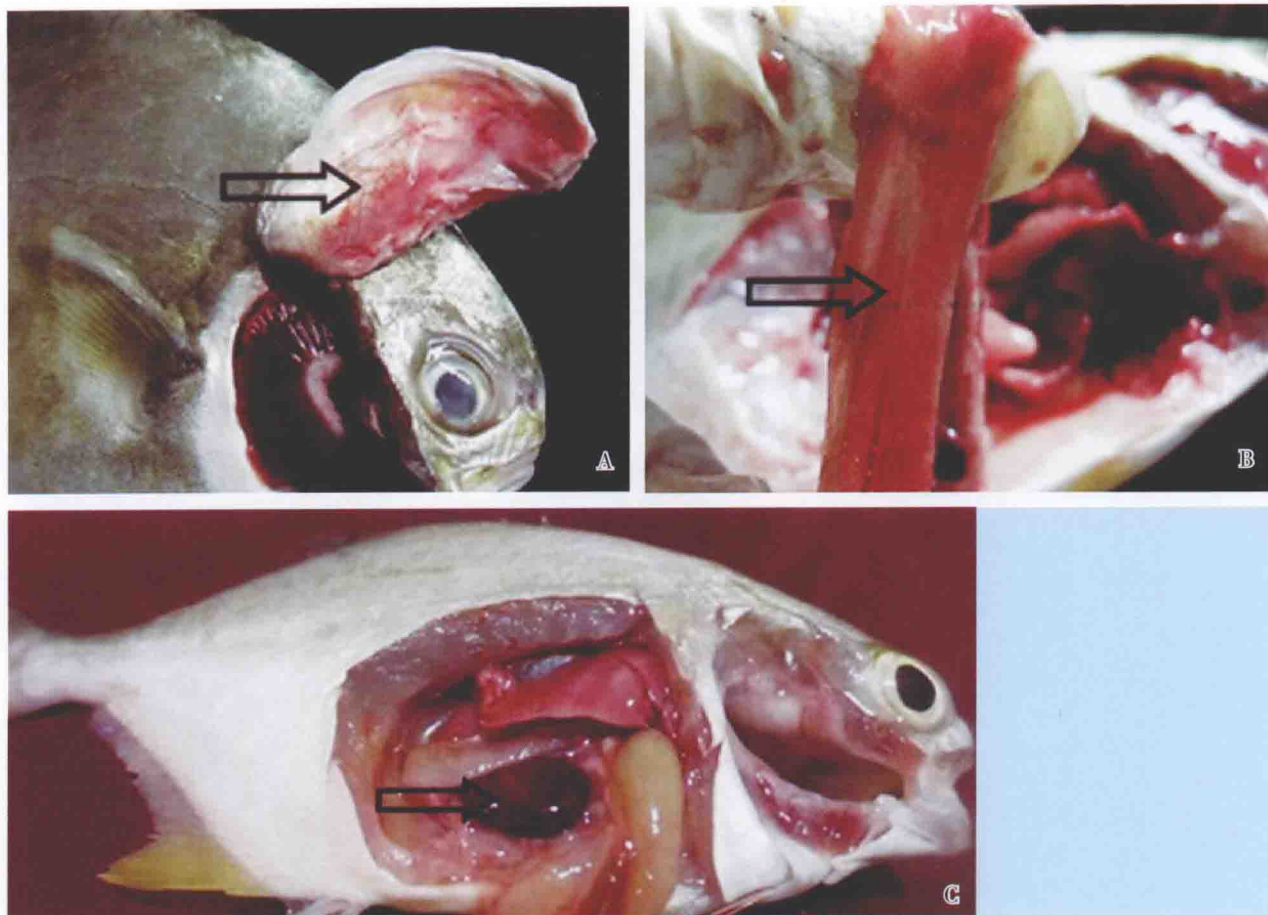
彩图6 诺卡氏菌感染卵形鲳鲅的临床症状

A. 鳃、肝脏、肾脏、脾脏、心脏表面的结节

B. 体表溃烂 C. 体表脓疮 D. 鳃盖基部脓疮

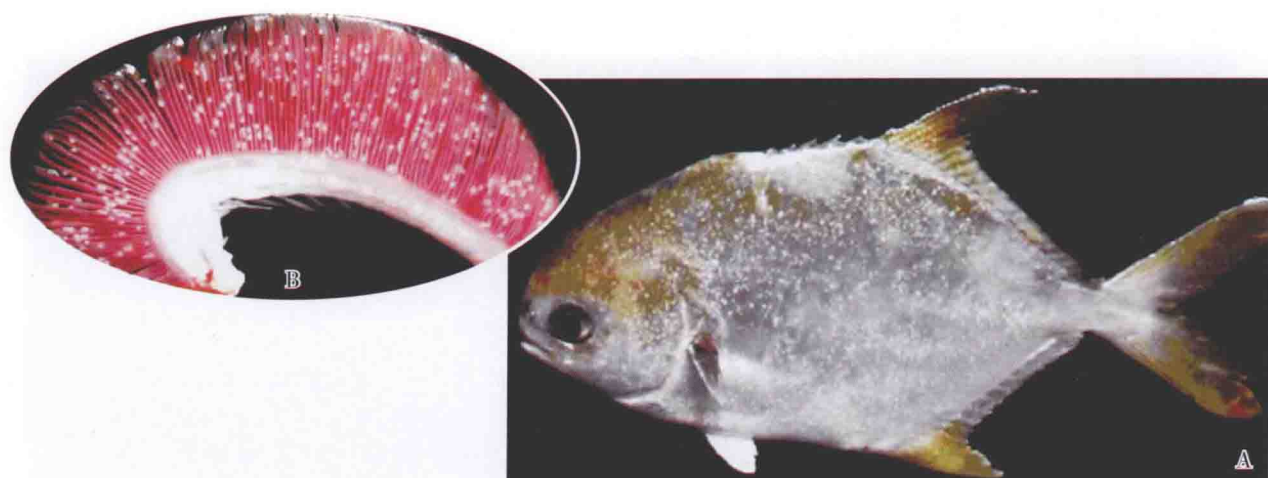
E. 肌肉脓疮

(徐力文 供图)



彩图7 卵形鲳鲹链球菌病的临床症状

A. 鳃盖基部出血 B. 肠道出血和炎症 C. 脾脏肿大
(徐力文 供图)



彩图8 感染刺激隐核虫的卵形鲳鲹

A. 鱼的皮肤布满白色滋养体 B. 鱼的鳃丝布满滋养体
(Dan et al, 2006)

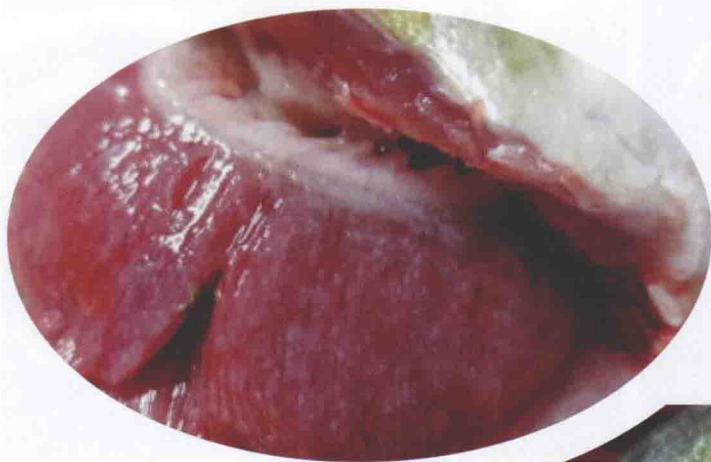


图9 车轮虫感染后鳃丝分泌过多黏液
(徐力文 供图)



彩图10 本尼登虫感染导致卵形鲳鲅眼睛变得白浊
(徐力文 供图)



彩图11 本尼登虫感染导致卵形鲳鲅体表出现白点和白斑
(徐力文 供图)

前言

卵形鲳鲹，学名为 *Trachinotus ovatus* (Linnaeus, 1758)，俗称金鲳、鲳鲹、红三黄、腊鲳、海水白鲳等，隶属于硬骨鱼纲 (Actinopterygii)、鲈形目 (Perciformes)、鲹科 (Carangidae)、鲳鲹属 (*Trachinotus*)，为暖水性中、上层洄游性鱼类，原产地为东南亚及非洲南部沿海，广泛分布于我国南海、日本沿海、印度洋、地中海等热带、亚热带海域。卵形鲳鲹是肉食性鱼类，在自然水域中争抢食物凶猛，驯化后可摄食口径适宜的颗粒配合饲料。由于卵形鲳鲹具有生长速度快、食性简单、肉质鲜美、容易饲养等一系列优点，养殖经济效益显著，已成为我国华南沿海重要的海水养殖鱼类之一。

卵形鲳鲹的人工养殖始于 20 世纪 90 年代，从 2003 年开始大规模养殖，目前主要集中在广东、广西、海南等地区，国内市场主要集中在东部沿海地区，外销主要供应美国、日本、韩国、欧盟等市场。20 世纪 80 年代末，我国台湾省开展了卵形鲳鲹人工繁育的探索，并在 90 年代初取得了阶段性进展；90 年代中期，经过我国水产科技人员的不懈努力，卵形鲳鲹的亲鱼培育、人工催产、人工育苗方面都取得突破性进展，达到专业化生产水平。据不完全统计，2014 年，我国广东、广西、海南三地人工养殖的卵形鲳鲹最多，鱼苗投放总量达 4 亿尾，产量已突破 12 万 t。卵形鲳鲹主要有池塘养殖和网箱养殖两种养殖模式，池塘养殖模式常受土地、水质、养殖密度等因素的限制，养殖规模有限；网箱养殖的卵形鲳鲹体色为银白色、鳍色为金黄色，无泥腥味和腥臭味，备受市场青睐。随着卵形鲳鲹国外需求的增加以及国内加工产业的发展，市场对卵形鲳鲹优质商品鱼的需求量日益增大，深水网箱养殖作为卵形鲳鲹的主要养殖模式，其规模也日益增大。自 2011 年以来，广东、广西、海南三地养殖卵形鲳鲹的 HDPE 抗风浪深水网箱数量迅猛增加，到 2012 年底，仅在海南地区周长为 40 m 的高密度聚乙烯 (HDPE) 网箱数量即超过 5 000 个。

随着卵形鲳鲹养殖规模的扩大，种苗质量参差不齐、饲料营养不均衡、病害频发、养殖生态环境恶化等因素逐渐成为制约该产业健康发展的瓶颈，这些问题如不能得到有效解决，会阻碍卵形鲳鲹养殖业的可持续发展。如养殖过程中因营养不均衡常导致出现一系列问题：饲料中蛋白质和脂肪含量对鱼体的影响很大，蛋白质含量不足会导致营养不良而影响鱼体的生长，含量过高又会增加养殖成本，并造成对养殖水体的污染；饲料中脂肪含量也要适量，过多会引起鱼类患脂肪肝，含量过低又会消耗蛋白质。

为适应卵形鲳鲹养殖业发展的需要，使广大从业者了解和掌握卵形鲳鲹的繁育理论和养殖技术，我们编写了本书。笔者采用综合研究和案例分析相结合的方法，较全面地介绍

了卵形鲳鲹的生物学与种质资源特性、亲鱼的培育与繁殖、仔鱼和稚鱼的胚后发育、仔鱼和稚鱼的日常管理、幼鱼和成鱼的养殖技术以及营养需求、病害防控、加工技术等方面的最新成果,供读者参考、借鉴。

本书得到国家自然科学基金青年科学基金项目(31502186, 31302200)、中国水产科学研究院南海水产研究所基本科研业务费(2014YJ01, 2015YD01)、深圳市战略性新兴产业发展专项资金现代农业生物产业推广扶持计划项目(201503271326492277)、广东省自然科学基金(2015A030313818)、广东省海洋渔业科技与产业发展专项科技攻关与研发项目(A201501B14)的资助。

在本书的前期研究和资料搜集整理过程中,得到了广西防城港海世通食品有限公司、深圳市龙岐庄实业发展有限公司、深圳深水网箱科技有限公司、陵水光辉近海深水网箱养殖合作社的热心帮助,在此一并表示衷心感谢!

由于编写时间仓促,编写人员水平有限,书中的不足和错误之处,敬请广大读者批评、指正。

编 者

2015 年 5 月

目 录

前言

第一章 卵形鲳鲹生物学与种质资源特性	1
第一节 分类与分布	1
第二节 形态特征	4
第三节 生态习性	5
第四节 种质资源特性	7
参考文献	14
第二章 卵形鲳鲹亲鱼的培育与繁殖	16
参考文献	19
第三章 卵形鲳鲹仔鱼和稚鱼的胚后发育及营养需求	20
第一节 卵形鲳鲹受精卵及仔鱼、稚鱼的发育	20
第二节 卵形鲳鲹主要免疫器官早期发育及血细胞发生	24
第三节 卵形鲳鲹鳃分化与发育	31
第四节 卵形鲳鲹胚后发育体色变化	34
第五节 卵形鲳鲹鳍胚后发育	35
第六节 卵形鲳鲹骨骼的胚后发育及畸形的发生	37
第七节 卵形鲳鲹消化系统的胚后发育	44
第八节 卵形鲳鲹胚后发育营养需求	53
参考文献	55
第四章 卵形鲳鲹仔鱼和稚鱼的日常管理	58
第一节 盐度、温度对卵形鲳鲹胚胎、仔鱼、稚鱼发育影响	58
第二节 营养对卵形鲳鲹仔鱼、稚鱼的影响研究	63
第三节 颗粒饲料投喂时间对卵形鲳鲹仔鱼、稚鱼的影响	70
第四节 卵形鲳鲹育苗概述	73

参考文献	75
第五章 卵形鲳鲹幼鱼和成鱼养殖技术	80
第一节 卵形鲳鲹幼鱼生长及代谢的影响因素	80
第二节 卵形鲳鲹投喂技术研究	94
第三节 卵形鲳鲹池塘养殖技术	108
第四节 卵形鲳鲹池塘混养养殖案例	126
第五节 卵形鲳鲹网箱养殖技术	133
参考文献	154
第六章 卵形鲳鲹的营养需求	159
第一节 饲料中蛋白质对卵形鲳鲹的影响	159
第二节 饲料中脂肪对卵形鲳鲹的影响	167
第三节 碳水化合物对卵形鲳鲹的影响	172
第四节 维生素和矿物质等其他因素对卵形鲳鲹的影响	173
参考文献	176
第七章 卵形鲳鲹的病害与防控	181
第一节 疾病的概论	181
第二节 卵形鲳鲹细菌性疾病	187
第三节 卵形鲳鲹病毒性疾病	204
第四节 寄生虫性疾病	210
参考文献	225
第八章 卵形鲳鲹的加工技术	228
第一节 我国水产品加工业概述	228
第二节 卵形鲳鲹系列产品加工工艺	231
第三节 水产品安全与质量控制	251
参考文献	253

第一章

卵形鲳鲹生物学与种质资源特性

第一节 分类与分布

卵形鲳鲹在分类学上属于硬骨鱼纲 (Actinopterygii)、鲈形目 (Perciformes)、鲹科 (Carangidae)、鲳鲹属 (*Trachinotus*)，学名为 *Trachinotus ovatus* (Linnaeus, 1758)。为暖水性中上层洄游性鱼类，原产地从东南亚沿海到非洲南部沿海，广泛分布于我国南海、日本沿海、印度洋、地中海等热带、亚热带海域。由于卵形鲳鲹具有生长速度快、食性简单、肉质鲜美、容易饲养等一系列优点，养殖经济效益显著，已成为我国华南沿海地区一种重要的海水养殖鱼类。

从卵形鲳鲹分类学特征来看，由科到种的主要分类特征如下 (张其永 等, 2000)。

一、鲹科分类学特征

体延长而侧扁，体形多样式，纺锤形、椭圆形、卵圆形或菱形等。尾柄一般细长，有些种类其背、腹侧具凹槽；两侧则具棱脊。一般被细小圆鳞，有些种类则退化而埋于皮下或部分区域裸露。侧线完全，前部多少弯曲，有时侧线上全部或部分具棱鳞。脂性眼睑，或发达，或不发达。上下颌皆具齿，一列或呈绒毛齿带；锄骨、腭骨及舌面通常有齿带。鳃盖膜分离，不与喉部相连。前鳃盖骨，幼鱼时具小刺，成鱼则平滑。鳃耙通常细长，亦有退化呈瘤状者。两个背鳍多少分离，第一背鳍前方常有一平卧倒棘，棘间通常有膜相连，有些种类第一背鳍棘会随成长而渐退化，甚至消失；第二基底长，前方鳍条有时延长如丝状；臀鳍与第二背鳍同形，其前方具有游离之硬棘，有时会埋入皮下；第二背鳍与臀鳍后方有时具 1 个或多个离鳍。胸鳍宽短或延长呈镰刀状；腹鳍胸位，I+5；尾鳍叉形。全世界鲹科有 4 亚科 32 属，大约 140 种。广泛分布于世界三大洋，尤其是热带及亚热带海域，有些种类可生活于咸淡水水域，甚至淡水中。

鲳鲹属共有 21 种，中国沿海有 4 种，分别为卵形鲳鲹 *Trachinotus ovatus* (Linnaeus, 1758)、布氏鲳鲹 *T. blochii* (Lacépède, 1801)、小斑鲳鲹 *T. bailloni* 和大斑鲳鲹 *T. russelii*。

二、种的检索表

中国沿海 4 个种的检索表如下。

1. 体长不及体高的 2 倍；第二背鳍鳍条 18~20，臀鳍鳍条 16~18；体侧无黑色斑点
2. 第 1 块背鳍前的髓棘间骨呈倒 L 形；第 4 对腹肋的中央部增大；前鳃盖骨后缘稍弯曲；侧线前部弯曲度较大；幽门盲囊 16~18；背鳍和臀鳍前部鳍条较短（分布：中国南海、东海和黄海）…………… 卵形鲳鲹
3. 第 1 块背鳍前的髓棘间骨呈卵圆形；第 4 对腹肋的中央部不增大；前鳃盖骨后缘较平直；侧线前部弯曲度较小；幽门盲囊 23~24；背鳍和臀鳍前部鳍条较长（分布：中国台湾海区）…………… 布氏鲳鲹
4. 体长大于体高的 2 倍；第二背鳍鳍条 22~23，臀鳍鳍条 20~23；体侧有黑色斑点
5. 侧线上方有 2~5 个黑色小圆点；吻较钝；腹鳍较短；臀鳍鳍条 21~23（分布：中国台湾海区、南海）…………… 小斑鲳鲹
6. 侧线上方有 3~6 个较大黑斑；吻较锐；腹鳍较长；臀鳍鳍条 20~21（分布：中国南海）…………… 大斑鲳鲹

卵形鲳鲹最早名为 *Gasterosteus ovatus* (Linnaeus, 1758)，其模式标本采集地为亚洲；Günther (1860) 更改属名为 *Trachynotus*，描述 *T. ovatus* 背鳍和臀鳍前部鳍条多少有些延长；Kendall 和 Goldsborough (1911) 又将属名修改为 *Trachinotus*，其模式标本为汤加（大洋洲）。Fowler (1928) 简述大洋洲的 *Trachinotus ovatus* 的背鳍和臀鳍鳍条为中等长，与 Günther 的描述基本相同。Suzuki (1962) 研究了鲳鲹属的骨骼特征，指出该属的背鳍前髓棘间骨有 3 块，第 1 块髓棘间骨在第 1 髓棘之前，所描绘的 *T. ovatus* 外形图与中国的卵形鲳鲹相似，其背鳍和臀鳍前部鳍条较短。从 Day (1978) 描绘的 *T. ovatus* 的外形图中同样可以看出其背鳍和臀鳍前部鳍条也较短，侧线前部圆弧形弯曲度较大，与中国大陆的卵形鲳鲹相同。分布于中国的南海、东海和黄海、体侧无黑色斑点的鲳鲹，在《南海鱼类志》（中国科学院动物研究所等，1962）、《东海鱼类志》（朱元鼎等，1963）、《福建鱼类志》（朱元鼎，1985）和《中国鱼类系统检索》（成庆泰和郑葆珊，1987）都定名为 *T. ovatus*。

鲹科 (Carangidae) 鱼类种类丰富，目前，多数学者认为全世界鲹科鱼类分成四个亚科（鲹亚科、鲳鲹亚科、鲷亚科和鲐鲹亚科），其基于形态的传统分类与基于分子遗传水平构建的鲹科四个亚科的系统关系存在争议。Francesco 和 Giorgio (2015) 利用 133 种鲹科鱼类的线粒体 (COX-1、Cytb、ND2、12S、16S 等) 序列全面讨论分析了鲹科鱼类的分子系统进化关系。结果表明 (图 1-1，图 1-2) 鲹科是单系群体，证实鲹科由四个亚科组成，且鲹亚科与鲳鲹亚科形成姐妹群，鲷亚科与鲐亚科形成姐妹群，鲹亚科形成多个不同形态特征的分支；同时研究表明鲹科在演化过程中起源于晚白垩世，大概在森诺曼期形成四大分支，且几个主要谱系物种在白垩纪—古近纪地层界线时期灭绝。该结果为鲹科系统发育关系及其分类的修订提供了有意义的参考和佐证。

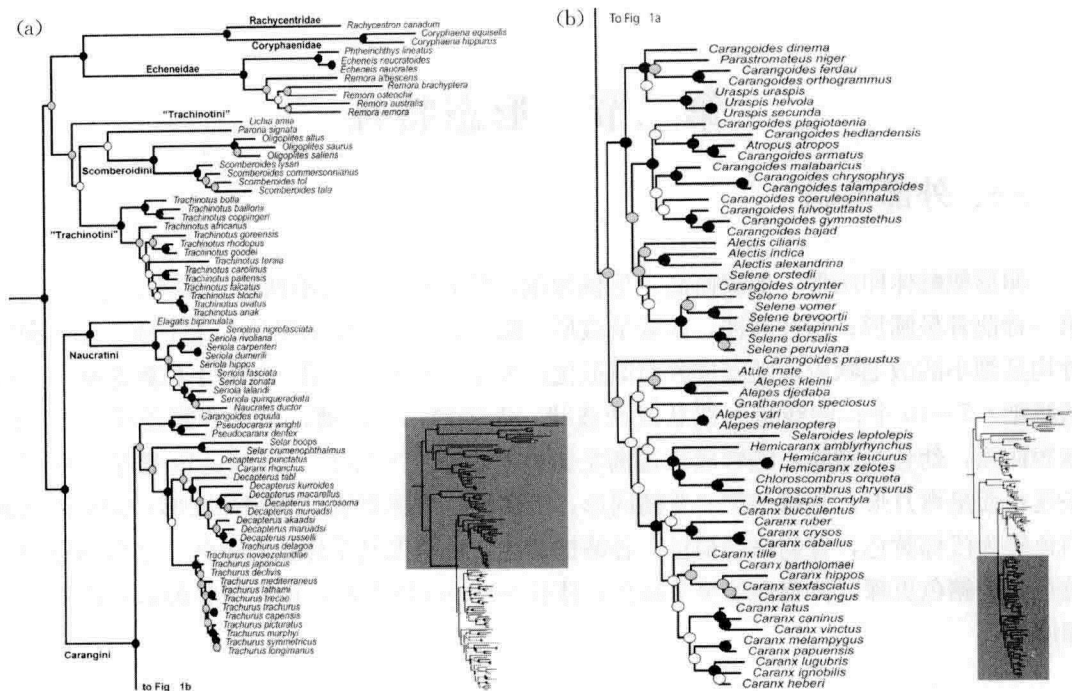


图 1-1 鲹科鱼类基于最大似然法计算构建的系统树

黑点表示支持率大于 85%；灰点表示支持率介于 50%~85%；白点表示支持率小于 50%

(Francesco and Giorgio, 2015)

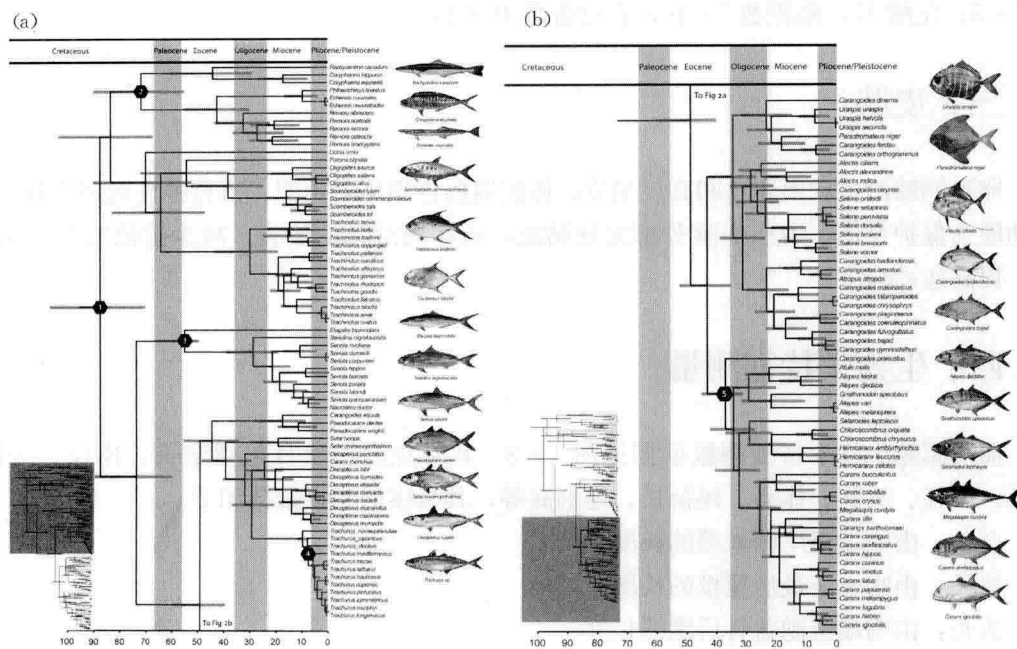


图 1-2 鲹科鱼类基于贝叶斯计算的进化时间树

(Francesco et al, 2015)

第二节 形态特征

一、外部形态

卵形鲳鲹体卵圆形，侧扁而高，尾柄短细，体长约为体高的两倍；头小，高大于长；第一背前骨呈圆形；吻甚圆钝，前端呈截形；眼小，脂性眼睑不发达；上下颌、犁骨和颞骨均具细小的绒毛状齿，随着成长而渐退化；舌面一般无齿；第一鳃弓下枝鳃耙数（含瘤状鳃耙）7~10个；侧线呈直线状或微波状，无棱鳞；无离鳍；第一背鳍硬鳍5~6个，棘短而强，幼鱼具鳍膜，随着成长逐渐呈游离状；第二背鳍有1鳍棘，19鳍条，前部鳍条延长而呈弯月形；臀鳍与第二背鳍同形；无离鳍，胸鳍略宽，尾鳍深叉形；幼鱼体从银白色转为浅棕黄色，背侧略带褐色，各鳍棕黄色。成鱼尤其是体长的个体，呈深黄色至金黄色，各鳍色更深，体背侧兼呈蓝绿色；体长800 mm以上时，鱼体明显伸长，体形近乎卵圆。

二、可数性状

背鳍鳍式：D. I，V-VI，I-19-20；臀鳍鳍式：A. II，I-17-18；胸鳍19；腹鳍I-5；尾鳍17；鳃耙数7~10；脊椎骨数10+14。

三、皮肤

卵形鲳鲹的皮肤由表皮和真皮组成，体披银白色细小略透明、富有弹性的圆鳞片，主要功能为保护身体。表层细胞分泌大量黏液，能够润滑鱼的体表，减少游泳时与水的摩擦，提高运动速度。

四、生物学特征测量

卵形鲳鲹生物学特征测量依据见图1-3。其常规测量项目包括全长、体长、头长、吻长、眼径、头高、体高、尾柄长、尾柄高等，其具体的测量依据如下。

全长：由吻端至尾鳍末端的长度。

体长：由吻端至最后尾椎的长度。

头长：由吻端至鳃盖骨后缘的长度。

吻长：由吻端至眼眶前缘的长度。

眼径：眼眶前后缘之间的水平长度。

头高：由头的最高点至头的腹面的垂直长度。

体高：背鳍起点的垂直高度。

尾柄长：臀鳍基底至最后尾椎间水平距离。

尾柄高：尾柄最低处至最后尾椎间水平距离。

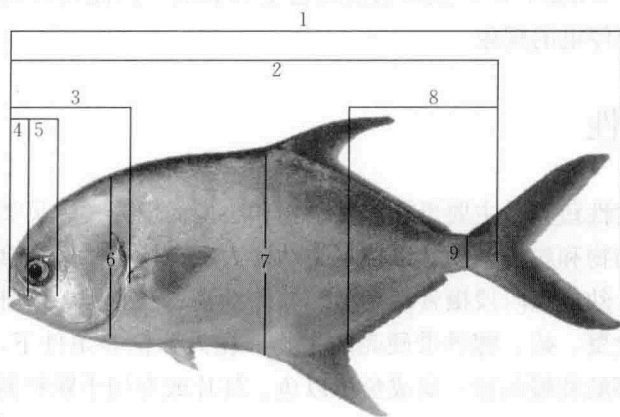


图 1-3 卵形鲳鲹常规测量示意图

1. 全长 2. 体长 3. 头长 4. 吻长 5. 眼径 6. 头高 7. 体高 8. 尾柄长 9. 尾柄高

第三节 生态习性

一、生活习性

1. 适温性

卵形鲳鲹属于暖水性鱼类，不耐低温，其温度适应范围为 $16\sim 36\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，生长最适温度为 $22\sim 28\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。当夏季水温超过 $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，摄食量增大，很容易出现肠炎、肝胆综合征等病害，出现不同程度的死亡。当冬季水温降至 $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下时，卵形鲳鲹摄食量减少，游泳减慢，生长停止，免疫力下降，病害增多；当水温降至 $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下时，摄食停止；卵形鲳鲹存活的最低临界水温为 $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，2 d 的 $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下温度积累会出现死亡，因此温度较低时要采取保温措施，保护卵形鲳鲹可以安全越冬。

2. 适盐性

卵形鲳鲹对盐度的适应范围为 $3\sim 33$ ，盐度在 20 以下生长快速。卵形鲳鲹在深海高盐度海域产卵，孵化后仔幼鱼慢慢索饵洄游到浅海区，幼鱼常以群聚的形式栖息在河口海湾，长成成鱼后向外海深水移动。卵形鲳鲹适宜在咸淡水域生活，通过驯化后可以淡化和咸化养殖。但是当盐度低于 2 时，会进入病态直至死亡，因此卵形鲳鲹在淡水条件下无法生存。

3. 耐氧性

卵形鲳鲹游泳行为活跃,因此耗氧量大,不耐低氧,它的耗氧率和窒息点均高于常规养殖鱼类,最低临界溶氧量为 2.5 mg/L,当溶氧量在 6 mg/L 以上时,卵形鲳鲹生长速度加快。当溶解氧低于 3 mg/L 时,正常摄食将会受到影响。因此在养殖过程中,尽量多开增氧设备,同时防止停电的现象。

二、摄食习性

卵形鲳鲹为肉食性鱼类,主要摄食浮游动物和小型的甲壳类、贝类、鱼类等。仔鱼和稚鱼阶段摄食浮游动物和底栖动物,以桡足类幼体为主;幼鱼阶段摄食轮虫、水蚤、小型双壳类等浮游动物;幼成鱼阶段摄食端足类、软体动物、双壳类、小虾、鱼等;成鱼阶段咽喉板发达,可摄食蟹、蛤、螺等带硬壳的生物。在人工饲养条件下,体长 20 mm 后能摄食搅碎的鱼肉、虾糜和鳗鱼粉,幼成鱼可以鱼、虾片或专用干颗粒料为食。卵形鲳鲹属白昼摄食鱼类,生产上投喂饲料一般在早晨或黄昏最佳,幼鱼日投饵量一般为鱼体重的 6%~8%,成鱼为 3%~5% (刘楚斌等,2009)。

三、生殖习性

卵形鲳鲹属离岸大洋性产卵鱼类且一次性产卵,性成熟年龄为 3 年,3~4 年部分亲鱼性腺已经成熟可以催产,5 龄以上亲鱼性腺达到完全成熟。在我国,卵形鲳鲹成熟季节根据地理位置不同而有明显的差别,一般春季海南三亚海区水温高,成熟早,产卵期为 3—4 月份,广东大亚湾海区为 5 月份,而福建沿海要到 5 月中旬、6 月初才能催产 (陈伟洲等,2007)。而在台湾,人工繁殖于每年 4—5 月份开始,一直持续到 8—9 月份,个体生殖力为 40 万~60 万粒,天然海区孵化后的仔鱼和稚鱼在 1.2~2.0 cm 开始游向近岸,长至 13~15 cm 幼鱼又游向离岸海区 (区又君等,2008;彭志东等,2007)。

四、生长特性

卵形鲳鲹体重与体长的关系符合指数函数 (图 1-4、图 1-5),结果表明网箱养殖卵形鲳鲹遵循负异速生长,该结果可用于评估网箱养殖卵形鲳鲹的生长与种群参数 (Guo et al, 2014)。

性成熟前: $W_{\text{psm}} = 0.0640 \times L^{2.5349}$ ($r^2 = 0.9740$)

性成熟: $W_{\text{sm}} = 0.1198 \times L^{2.5248}$ ($r^2 = 0.7815$)

式中 W ——体重 (g);

L ——体长 (cm)。