

黑鲷海水网箱养殖试验*

王可玲 王新成 李茂堂

(中国科学院海洋研究所, 青岛)

海洋鱼类网箱养殖近十几年来在挪威、芬兰、苏、美、英、法和日本、东南亚等国都有长足的发展。美国海洋局在普吉特海峡建立了海水网箱养殖基地, 总体积7 000多立方米, 年产鱼61.4t大麻哈鱼。日本鲷鱼年产量约 10×10^4 t, 90%以上系网箱养殖的产量。真鲷是仅次于鲷鱼的第二网箱养殖品种, 1980年产量约6 000t, 1985年已达26 000t。现在日本网箱养殖已由内湾发展到外海养殖。

国内海鱼网箱养殖起步较晚, 在南方各省如海南、广东和福建养殖石斑鱼和真鲷已发展到生产规模, 但在北方仍处在试验阶段。过去的5—6年间, 黄海所、舟山水产所、烟台水产养殖公司等单位都进行了一些有意义的工作。尤其是后者, 他们捕捞真鲷的自然种苗进行室内锅炉加温越冬和内湾网箱养殖取得了较好的成绩。

1988年我所与青岛市黄岛区渔业公司协作承担了青岛海洋资源环境研究保护办公室下达的“黑鲷性成熟和排卵的全人工控制、室外越冬及网箱养殖技术的研究”课题。该课题包括人工育苗、中间培育、室外越冬和室内温流水越冬及在较开阔海区进行网箱养等黑鲷养殖的全过程。这样规模的研究, 在国内尚未见报道。本文仅对网箱养殖有关的几个问题初步总结如下。

I. 试验条件及材料方法

I.1. 养殖海区的环境条件

考虑到今后大面积推广的需要, 网箱养殖海区选在青岛附近的胶州湾口处。该海区面向黄海, 夏秋季风浪较大; 低潮水深5m左右, 高潮9m左右。小潮期最大流速32cm/s, 最小流速4cm/s, 平均18.2cm/s; 大潮期最大流速49cm/s, 最小流速16cm/s, 平均30cm/s, 流向ENE—WSW。海底为泥沙质。盐度29—32; 表面水温养殖期间为13.2—27.0℃; pH8.0—8.3; 溶解氧4.5—8.6ml/L, 饱和度94—125%。PO₄-P含P5—28mg/m³, NO₃-N含N4—6mg/m³, NO₂-N

含N0.5—7mg/m³, NH₄-N含N30—70mg/m³, P_i³⁺0.028—0.030μg/L, Zn²⁺6.1—7.0μg/L, Cd²⁺0.07—0.08μg/L, Cu²⁺0.71—0.86μg/L, Hg²⁺5.9—6.5μg/L¹⁾。

在1989年8月黄岛油库爆炸起火前, 水质清澈良好。油库爆炸后, 原油流入养殖海区, 致使网箱内之大部水面及网衣、框架、浮子上被黑色原油覆盖, 1周后才逐渐退出。由于网衣高3.5m, 故水下的黑鲷仍可存活, 但其生活和生长受到严重的影响。

I.2. 种苗

供网箱养殖的种苗系在本所黄岛试验站于1988年5月培育的, 仔鱼长到2.5—3cm后转入室外土池中间培育, 10月底转入室内以黄岛电厂的温排水进行越冬。进入越冬池的种苗共5 859尾。

I.3. 网箱结构与框架设置

网箱采用了3×3m和4×4m两种规格的框架, 结构型式也分两种。一为3×3m横截面系两根3.1cm(1.2吋)镀锌钢管平行放置的平面结构式; 一为4×4m横截面为3根3.1cm(1.2吋)镀锌管三角形放置的三角结构型式(图1)。加强筋为2.54—3.1cm(1—1.2吋)镀锌管。框架加工焊接要求不渗水。考虑到养殖海区风浪较大, 进行了抗弯矩强度校核, 拟在大风浪及流速最大时框架有一半悬臂的情况下的弯矩为最大弯矩进行了校核。

网衣用15—18股聚乙烯线编结, 网高3.5m(5—7月用3.5cm网目, 8月之后换成5cm), 水平缩结系数0.705。网衣所有周边缚以聚乙烯绳加强筋。下部为2.54cm(1吋)镀锌钢管方框缚在网衣底部四周。此方框每边比上部框架小5cm, 便于从上部提出。方框

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第1757号。

1) 水质资料根据黄岛水产资源增殖站请中科院海洋所和青岛海洋大学分析的资料。

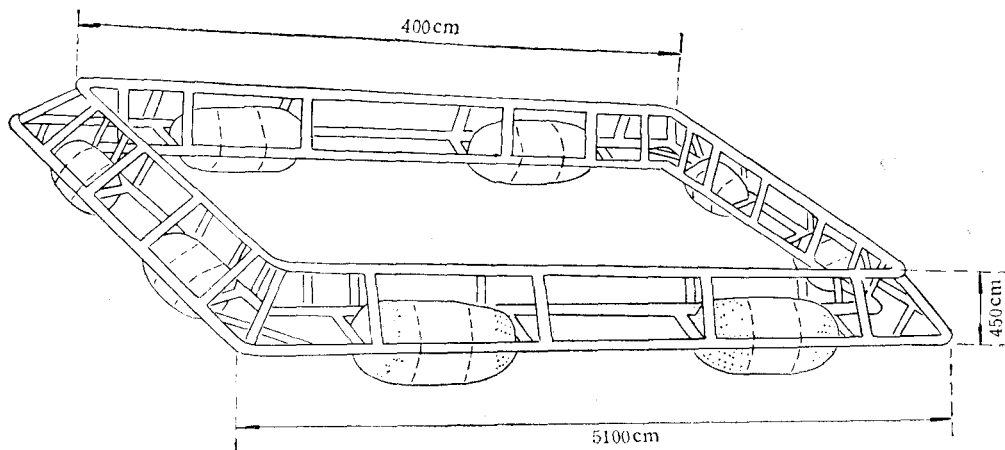


图1 4×4 三角结构形网箱

四周各缚几块砖头调节网箱的沉力。

浮子采用 50 × 90 cm 圆柱型泡沫塑料浮子, 每个浮子的浮力 150 kg。1 个 3 × 3 m 网箱加 6 个浮子, 4 × 4 m 的网箱加 8 个浮子。两种网箱的框架离开水面 25 cm 左右。

网箱框架的固定采用海底打桩连接水面上两根平行的大绳, 框架固定于两根大绳之间, 每行固定 4—5 个网箱, 两网箱间距 5—6 m, 行与行间距 30 m 左右。网箱与流向垂直放置。

1.4. 饲料及投喂

1.4.1. 饲料分两种, 一为鲜饲料, 主要为冷冻的玉筋鱼、鲜扇贝的外套膜及小杂鱼虾; 一为人工配合饲料, 系我们根据黑鲷的营养特性及国内外有关资料自己设计的配方加工而成。

1.4.2. 投喂量依水温高低、鱼摄食多少及生长、天气、海浪等情况而定。网箱养殖期间日投喂量波动在鱼体重的 3.5—12% (投鲜饵重)。

1.4.3. 投喂时间和次数, 一般每日喂两次, 时间最好选在白天平潮时, 如赶不上平潮则在流的上方投喂以增加饵料的利用率。在大风到来之前, 估计下次不能出海投喂, 则在网箱内悬挂一块冻结的饵料, 让其慢慢融化鱼可慢慢摄食。

1.5. 日常管理

1.5.1. 安全检查与附着物清除。每天两次投喂的同时, 检查网衣有无破损, 框架、浮子、绳索有无松动, 发现问题及时修补。每 4 d 提起网衣检查, 同时清除网衣上的附着物。大风前后仔细检查箱体及木桩、缆绳及各连接部位的完好情况, 及时处理存在的问题。

1.5.2. 网箱昼夜有专人看管。严防盗鱼、逃鱼和

各种意外事故的发生。

1.5.3. 更换网衣。随着鱼体增长, 网目逐渐增大, 100 g 左右时采用 3.5 cm 网目, 200 g 以后改为 5 cm 网目。春末夏初为生物的附着期, 每 1 个月左右更换一次网衣。换下的网衣, 经日晒拍打清除杂藻及贝类等附着物, 修补好备用。每次换网的同时, 以减量法每网箱称 30—50 尾鱼的重量取平均数作为投饵量的参考。

1.5.4. 日常监测与记录。每天对海水温度、天气、风浪进行观测, 同时记录各网箱投饵的种类、数量、鱼类活动情况、网箱完好情况, 死鱼、病鱼等由专人负责记录到“网箱管理日志”上去。

II. 结果与讨论

网箱养殖前期较正常。中期曾因网破发生过逃鱼事故; 8 月黄岛油库爆炸起火, 原油流入养殖海区, 有 1 周左右无人看管又被偷走了一部分鱼; 8 月中以后加强了管理再没有发生意外事故; 11 月初收获健康的黑鲷 1380 尾。纵观全过程, 尽管养殖结果不理想, 但是, 没有达到预期指标的主、客观原因并非技术上存在问题。我们的网箱设计、加工制做、框架的设置固定和室内温流水越冬是成功的; 一系列的管理和喂养方法也是行之有效的。

II.1. 不同网箱的试验

本试验的海区选在胶州湾口附近, 直接受黄海风浪侵袭。网箱的坚固和安全性以及便于操作是试验成败的关键。在半年多的网箱养殖期间, 试验中使用的两种网箱类型经过了多次 8—9 级大风的考验, 网箱结构和各种固定连接设施皆完好无损, 达到了设计和试

验的预期目标。

两种不同结构的框架平均每米所用的钢材平面结构框架为 3.9m, 三角结构为 5.55m; 两者每米使用的浮力相同, 都是 75kg。平面结构框架比三角结构耗用钢材低 29.7%。但三角结构网箱养殖的水体为 48m³, 平面结构的网箱为 27m³, 后者仅及前者的 56.3%, 因而三角结构的网箱单位水体的造价低, 前者为 387元/m³, 后者为 337元/m³。尽管两种网型框架造价的差异较大, 但框架可用 5a 以上, 因而它们比起网箱养殖其它方面如种苗费、饵料费等所占的比重是很少的。两种网箱斤鱼成本差不多, 二者都在 11.5 元左右 (详见下文成本计算)。

两种结构的框架皆离开水面 25cm 左右, 人可以站在上面操作。特别在有风浪的情况下船把人送上框架可以离开, 避免了与框架的撞击, 操作较为方便。三角结构框架最上面的一根横梁可以作为扶手使用, 因而便于在开阔海区使用。由于框架不浸泡在海水中, 1989 年使用的两种框架基本上没有腐蚀现象, 只有个别地方被船碰撞油漆有擦掉处, 只要每年冬季拖到陆地上养护一次, 估计使用寿命在 5a 以上。

3 × 3m 与 4 × 4m 网型, 皆采用 2.54cm (1 吋) 钢管底方框, 调整沉力与更换网衣都比较方便, 3 个人即可以更换网衣。实践证明这两种网型在近海人力操作的情况下都是可行的。三角结构的框架可以扩大到 5 × 5m 或 6 × 6m, 也可以改成长方形 6 × 8m 等等, 这样可降低成本, 但需要有机辅助, 单靠人力是困难

的。我们认为 4 × 4m 三角结构的网箱, 抗风力强, 操作方便, 是一种近海网箱养殖的较好结构形式。3 × 3m 网箱结构简单, 网小适于近海或劳力较弱的小型生产或试验性工作。

II.2. 放养密度的试验

试验用的网箱皆为 3 × 3 × 3.5m 的平面结构网箱, 饵料全投喂玉筋鱼。共进行了 4 种密度的试验, 由于 6 月以后发生了逃鱼和盗鱼事故, 各网箱的密度变了, 因而试验只能总结到 5 月底, 试验结果如表 1 所示。

由表 1 可见, 4 种密度在 5 月份尾重 100g 左右时, 其生长的差异不明显。亦即在这个阶段 40 尾/m³ 左右的放养密度是可行的。4 月下旬到 5 月底水温波动在 11—17℃, 黑鲷生长缓慢。烟台水产养殖公司 1987 年 5 月 3 日至 6 月 15 日, 网箱养殖黑鲷增重 11.7g, 其生长趋势与我们的资料是一致的。我们 6 月份以后由于逃盗鱼及原油污染等事故资料难于整理, 但从日常喂养观察及一些零散资料, 我们初步认为 250g 左右的黑鲷每立方米网箱水体中放养 28 尾左右是可行的。

II.3. 饵料试验

试验分 3 组, 分放于 3 个 3 × 3 × 3.5m 的网箱内, 每网箱放的数量相同 (都是 15 尾/m³)。试验期间除大风外, 每日投饵两次, 每日的投饵量皆为体重的

表 1 黑鲷网箱养殖 4 种放养密度生长比较表

组 别 测定日期 (月·日)	1		2		3		4	
	放养密度及 测定尾数		放养密度及 测定尾数		放养密度及 测定尾数		放养密度及 测定尾数	
	15 尾/m ³	n	20 尾/m ³	n	28 尾/m ³	n	40 尾/m ³	n
4.20	101.5g	44	101.0g	42	101.2g	44	100.0g	39
5.30	112.9g	35	112.5g	40	112.3g	49	111.5g	39
4.20—5.30 增长量	11.4g	79	11.5g	82	11.1g	93	11.5g	78

表 2 黑鲷人工配合饲料与鲜饵喂养结果比较

试 验 组 别	8 月 14 日实验开始时		9 月 2 日实验结束时		实验期间
	鱼体重 (g)	测定尾数	鱼体重 (g)	测定尾数	鱼体增重量
全人工饲料	153.1	32	177.9	71	24.8g
人工与鲜饵各半	162.5	32	193.0	80	30.5g
全鲜饵料	172.3	35	200.0	78	27.7g

表 3 黄岛近海黑鲷网箱养殖结果

测定项目 日期 (年·月·日)	体重(g)			全长(mm)			尾 数	
	平 均	最 小	最 大	平 均	最 小	最 大	测 定	放养或收获
1988.4.20 入网箱时	100.7	50	175	176.5	120	212	123	5 417
1989.11.4 收获时	270	170	370	252	217	274	50	1 380
1988.4.20—1989.11.4 比较	增重 169.3	120	195	增长 75.5	97	62	173	减少 4 037

10% (指鲜饵重), 人工配合饲料按 0.5kg 折合 1.75kg 鲜饵计。试验从 8 月中开始, 由于意外的原因试验只进行到 9 月初, 这段时间喂养结果如表 2 所示。

由上表可见, 第 2 组人工配合饲料与鲜饵各半者喂养效果较好, 全鲜饵次之, 全人工饲料较差。这说明这个配方尚待改进。第 2 组较好可能是一半的鲜饵料中的某些必需氨基酸和脂肪酸以及某些无机盐和微量元素等成份弥补了人工配合饲料的不足。因而在今后的黑鲷人工配合饲料中适当地增加些动物蛋白及某些添加剂是必要的。由于试验的时间短、分组不多, 上述结果是初步的, 仅供参考。关于黑鲷人工配合饲料的研究, 我们将在另一课题中进一步研究。

II.4. 网箱养殖结果

从表 2 可见, 经过 6 个半月的养殖仅剩下 1 380 尾健康的黑鲷, 收获率为 25.5%。养殖期间共死鱼 114 尾, 死亡率为 2.1%。养殖期间没有发现严重的鱼病, 死鱼的主要原因是越冬后种苗往网箱转移过程中损伤所致。前述各种逃鱼、盗鱼共损失鱼 3 923 尾, 占总数的 72.4%。可见加强日常管理严防逃鱼、盗鱼事件发生是网箱养鱼至关重要的大事。8 月之后加强了管理即杜绝了此类事件的发生。

从图 2 可以看出黄岛养殖的黑鲷与烟台养殖的黑鲷初期生长速度差不多, 只是我们温流水室内越冬的种苗比他们的大 40g 左右。但 8 月份之后, 烟台黑鲷的生长速度明显地高于我们。他们 8 月 11 日到 9 月 24 日 40d 内净增体重 130g, 平均日增长量为 3.25g; 而我们 8 月 7 日到 9 月 2 日 26d 鱼体增重 27.7g, 平均日增重量 1.07g, 仅为烟台的 1/3。8—9 月是黑鲷生长速度最快的季节, 也是我们黄岛遭受原油污染的

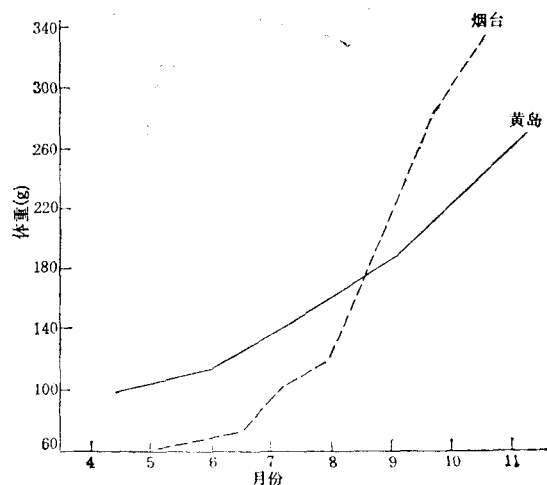


图 2 黄岛近海黑鲷网箱养殖与烟台近海黑鲷网箱养殖生长情况的比较

时期。这期间尽管养殖海区大面积飘浮的原油已逐渐被清除, 但仍有小块原油飘浮在水面。它们每日随两次海潮涨落 4 次通过网箱, 由于网箱的阻拦实际上起了收集原油的作用, 网箱内相当长的一段时间内存有少量原油。由于戒禁, 我们 4d 没有喂鱼, 5d 后经有关方面允许出海投饵。当时鱼已饥饿多天, 尽管网箱内及网衣上仍有不少原油, 黑鲷仍激烈地抢食哪怕沾有少量原油的饵料, 因此这些鱼都程度不同地吞食了少量的原油。这种状态持续了 1 周左右, 这期间虽然死鱼不多 (18 尾), 但其生长显然受到了严重的影响。因而我们黄岛网箱养殖的黑鲷生长速度在 8 月之后低于烟台是不难理解的。如果没有原油的污染, 11 月初收获体重达到 350—400g 是完全可能的。