

Investigation of Biological Anti-Attachment in Net of Off-Shore Sea-Cage and Pen

Weibin Liu¹, Yuntao Gao², Qiqi Jing², Yunhong Gao², Wensheng Li³, Yudong Jia^{2*}, Bin Huang^{2*}

¹Laoting Fisheries Bureau, Laoting Shandong

²Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao Shandong

³Ming Bo Aquatic Co. Ltd., Laizhou Shandong

Email: *jiayd@ysfri.ac.cn, *huangbin@ysfri.ac.cn

Received: Aug. 15th, 2019; accepted: Aug. 30th, 2019; published: Sep. 6th, 2019

Abstract

Deep and off-shore aquaculture is a new mode of marine culture based on marine engineering, new materials and ecological balance technology. Sea cage and pen are two main models. Net is an important component of sea cage and pen equipment by surrounding a certain flow of water and prohibiting escape of reared marine animals. However, the net will attach a large number of shellfish and algae during whole culture periods. The attaching of net will reduce exchange of water inside and outside of the net, gradually become an urgent problem to be solved during aquaculture. In this study, 400 Spotted Knifejaw *Oplegnathus punctatus* fish of 265 g ± 5 g were reared off-shore sea cage (5 m × 5 m × 10 m) to observe the removal of shellfish, algae and other attachments in the net. The results showed that the net of sea cage reared Spotted Knifejaw was clean and water exchange better than no Spotted Knifejaw sea cage. These results indicated that Spotted Knifejaw effectively cleans up the net attachments and provides a foundation for the optimization of net biological anti-attachment technology during deep and off-shore marine culture.

Keywords

Spotted Knifejaw *Oplegnathus punctatus*, Net, Biological Anti-Attachment, Deep and Off-Shore Marine Culture

深远海网箱和围栏养殖网衣生物防附着应用技术研究

刘卫滨¹, 高云涛², 景琦琦², 高云红², 李文升³, 贾玉东^{2*}, 黄滨^{2*}

*通讯作者。

文章引用: 刘卫滨, 高云涛, 景琦琦, 高云红, 李文升, 贾玉东, 黄滨. 深远海网箱和围栏养殖网衣生物防附着应用技术研究[J]. 水产研究, 2019, 6(3): 126-130. DOI: 10.12677/ojfr.2019.63016

¹乐亭县水产局, 河北 唐山

²中国水产科学院黄海水产研究所, 山东 青岛

³莱州明波水产有限公司, 山东 莱州

Email: ¹jiaoyd@ysfri.ac.cn, ²huangbin@ysfri.ac.cn

收稿日期: 2019年8月15日; 录用日期: 2019年8月30日; 发布日期: 2019年9月6日

摘要

深远海养殖是综合运用现代海洋工程新技术、新材料与生态平衡养殖技术相结合构建的一种新型养殖模式, 以网箱养殖和围栏养殖为主。网衣是网箱和围栏设施装备中重要的组成构件, 通过包围一定的流动水体, 保证养殖对象的安全生长防逃逸。但是随着养殖进程, 网衣附着大量的贝、藻类生物, 严重影响网衣内外水体交换, 网衣附着物的清除成为生产过程中一个亟待解决的问题。本研究从生物防附着角度出发, 利用斑石鲷摄食特性, 按照网衣面积2尾/m²的密度(5 m × 5 m × 10 m网箱)投放265 g ± 5 g斑石鲷400条, 观察其清除网衣附着贝、藻等附着物情况。结果发现, 投放斑石鲷的网衣清洁、水交换良好, 未投放斑石鲷的网衣挂满附着物, 水交换差。这初步表明, 斑石鲷可有效清理网衣贝、藻等生物附着物, 相关结果为深远海养殖网衣生物防附着技术优化提供了可借鉴性参考。

关键词

斑石鲷, 网衣, 生物防附着, 深远海养殖

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

随着人们传统消费观念的变化, 水产品凭借其较高的营养价值, 越来越受到消费者青睐, 市场需求旺盛。深远海养殖是运用现代海洋工程新技术、新材料与生态绿色养殖技术相结合构建的一种新型养殖模式, 该模式养殖环境生态、产出品质高、经济效益可观。其中, 网箱和围栏养殖是目前深远海养殖的两种主要养殖模式。网衣系统是养殖设施装备的重要组成部分, 其材料一般为超高分子量, 采用双层网衣可以包围一定的流动水体, 有些围网也采用金属网(如铜网), 网衣系统上设置纵向和横向纲绳, 用于传递波浪和水流荷载, 桩柱间围网下缘纲完全固定, 底部布设铁链, 作为配重, 保持网衣与底部的密闭衔接, 保证养殖对象的安全生长防逃逸。网衣因为长时间处于水下, 与水环境直接接触, 很容易附着上水体中的贝类、藻类、漂浮性水生植物等, 堵塞网眼, 影响网衣内外水交换频率, 影响鱼类生理状态, 导致其生长和品质等经济性状下降, 同时大量的贝、藻类附着物, 增加了网衣配重, 在波、流作用下极易导致网衣撕裂、破损, 出现漏鱼现象, 造成经济损失。因此, 对网衣附着物进行有效清除是保证养殖系统安全生产关键。

目前, 网衣的清理主要包括物理法、化学法、生物法三种。物理法是利用高压水流对其进行清洁, 在作业时可将高压水泵安在机船上, 清洗人员通过水泵喷头转圈对网箱射流清洁, 也可通过水下清洗机器人作业[1] [2] [3] [4]。化学法是指在网衣上涂抹一些防污涂料以达到防污的目的, 还有的用铜网衣代替

普通网衣以减少生物附着[5]。孙雷(2014)等研究发现有机硅可有效减少尼龙绳和竹竿上浒苔孢子的附着[6]。大量研究已经证实, 砷、镉、铅、汞、有机硫和有机锡等重金属对海洋设施装备上贝、藻等生物附着有较好预防作用[7] [8] [9] [10] [11]。物理法和化学法在清洗网衣附着物时, 都存在耗时、耗力, 投入成本高, 且对养殖品种造成不同程度应激, 影响其生长等缺点。加之, 化学防附着法多应用重金属混合于涂料内涂刷在网衣表面, 伴随着养殖进程, 不可避免地会释放到水体当中, 对养殖品种品质安全产生一定影响。而生物法则是通过向网箱内投放以藻、贝为食且与网箱内养殖品种竞争力小的杂食性鱼类, 从而达到对网衣附着物的有效清除。吕旭宁(2017)在黄斑蓝子鱼对网箱网衣的清理效果研究中发现, 不同月份网衣附着藻类的清除率在 80.28%~90.15%之间[12]。应用生物法清除网衣附着物, 环保、省时、省力, 投资成本小, 是实现网衣防附着的重要研究方向。斑石鲷是一种杂食性岩礁性鱼类, 对贝、藻有较强摄食, 与养殖鱼类不存在互残和摄食竞争, 且斑石鲷的人工繁育养殖已经突破[13]。基于此, 本研究观察了斑石鲷对超高分子量网衣贝、藻等生物附着物清除效果, 以期为深远海养殖网衣生物防附着技术提供可借鉴性参考。

2. 材料与方法

试验于莱州明波水产有限公司开展, 网箱规格为 5 m × 5 m × 10 m, 水温 15℃~24℃, 溶氧 6.30~6.56 mg/L, 盐度 30.18~30.32 ppt, pH 值为 7.81, 无机氮 0.235~0.274 mg/L, 活性磷酸盐 0.015~0.02 mg/L。网衣材料为聚乙烯(Polyethylene, PE), 面积为 200 m² (5 m × 10 m × 4 m), 按照 2 尾/m² 投放均重为 265 g ± 5 g 斑石鲷 400 尾。实验组网箱投入斑石鲷, 对照组网箱不投放。5 月 1 日~10 月 31 日, 养殖周期 180 天, 通过潜水员定期检查网衣附着情况, 在养殖结束后观察两组网箱网衣附着情况。

3. 结果

经过为期 180 天的试验, 处理组网箱内斑石鲷从最初的 265 g ± 5 g 增重至 535 g ± 13 g。水下拍摄与观察结果发现, 未投放斑石鲷的对照组水质明显浑浊, 网衣上附着大量的海草和藻类, 形成非常明显的片状聚集, 覆盖整个网衣, 几乎填满了整个网孔, 严重的影响了网衣内外水体交换速度(图 1)。而投放斑石鲷的处理组的网箱水体清新自然, 网衣无明显附着物, 网衣内外的水体交换畅通, 潜水员在里面可以清晰观察到网衣内外情况(图 2)。同时, 投放斑石鲷实验组溶氧高于对照组, 无机氮和活性磷酸盐含量低于对照组(表 1)。



Figure 1. Net of without spotted Knifejaw in off-shore sea cage (Control group)

图 1. 未投放斑石鲷对照组网衣



Figure 2. Net of with spotted Knifefjaw in off-shore sea cage (Treat group)
图 2. 投放斑石鲷处理组的网衣

Table 1. Water assessment in sea cage
表 1. 投放斑石鲷网箱水质分析

	对照组	处理组
溶氧	5.66 ± 0.10	6.43 ± 0.10
无机氮	0.36 ± 0.01	0.26 ± 0.01
活性磷酸盐	0.0308 ± 0.001	0.0182 ± 0.0008

4. 讨论

网衣附着物有效清除是维系正常水交换频率、保证养殖系统安全生产的关键。刘丽惠(2018)在研究化学涂料法防网衣生物附着时指出,附着生物存在海区差异性,因此需要对特定养殖海区的生物附着特性进行专门研究,查明海区主要附着生物种类及季节变化规律,针对性选择最佳防附着涂料[14]。同时,化学防附着品(防污漆、沥青等)虽可防止生物附着,但其中也包含对水体、鱼体有害的物质(如有机锡、氧化汞等),存在一定的局限性,在实际养殖生产中尚未规模化应用。闫国琦等(2018)在对网衣清洗装备技术研究发现,高压水枪、旋转式刷洗等物理方式对网箱清洗效果不佳[15]。宋协法等(2006)将传统的高压直射水流,改为漩涡式水流后,对藻类清除效果显著,但对紫贻贝和牡蛎清除效果较差[3]。高焕等(2018)研究也表明网衣物理防附着法受泥沙等因素影响很大[5]。因此,更多的研究重点聚焦在,如何减少清洗设施装备使用、降低维护费用、降低清洗过程对养殖生物的应激和化学防附着品对养殖品种生长和品质等经济性影响。

生物防附着由于其环保、省时、省力,投资成本小等优点,受到越来越多养殖业者和学者和关注。生物防附着法,是指利用某些以附着物(海藻,贝)为食的鱼类通过摄食达到清理网衣的目的。北方池塘中常混养草鱼清除过度生产藻类,吸盘鱼也因其喜食青苔习性被应用于网箱养殖[16]。吕旭宁(2017)也证实了黄斑篮子鱼对网箱网衣清除效果明显[12]。网衣生物防附着法具有潜在应用前景,但目前尚未进行系统的研究和规模化的应用。我国海域辽阔,不同海域附着物贝、藻种类不同,在清除网衣的养殖鱼类品种上,目前除了黄斑篮子鱼和吸盘鱼之外,尚无一种既具有经济价值又能达到清除效果的鱼类,最重要的是没有形成相对成熟的生物防附着技术标准。斑石鲷作为一种典型的杂食性鱼类,以底栖无脊椎动物为主,鸚鵡喙般的嘴具有锐利的齿,可咬碎贝类或海胆等坚硬之外壳。此外其肉质细腻、鲜美,富含丰富的胶原蛋白、多种氨基酸及不饱和脂肪酸,在日本料理中具有“刺身绝品”之誉,而且还具有治疗脾胃肾虚

寒、产后腰痛、阴虚消渴等药效,鱼胆还可用于清热解毒、清肝明目且其具备很高的经济价值(目前国内市场售价达 230 元/斤~350 元/斤) [17]。本研究中初步发现按照 2 尾/m² 的养殖密度投放于网箱,可对网衣附着生物起到显著清除效果。桑寿彦在利用石鲷科鱼类对镀锌钢丝网衣附着物清除研究中,也得到类似结果[18]。因此,网箱内放养一定数量斑石鲷既可以可对网衣附着物进行有效清除,同时其本身也具有较高市场价值,为未来深远海养殖适养品种选择提供了更多可能。

5. 结论

综上,斑石鲷可对深远海养殖网衣的清洁起到很好的效果,相关结果将对深远海养殖系统网衣生物防附着技术优化提供有效技术支撑。

基金项目

山东省重大科技创新工程项目(2018SDKJ0303-4; 2018YFJH0703),深远海智能化网箱整装装备产业链协同创新示范项目,中国水产科学研究院基本科研业务费资助(2017HY-ZD0608)和国家海水鱼产业技术体系(CARS-49)。

参考文献

- [1] 庄集超, 庞洪臣, 刘子浪, 张德立, 江佳涛. 一种新型深海网箱网衣清洗机器人设计[J]. 机械, 2018, 45(1): 72-75.
- [2] 刘冠灵, 卫泓宇, 李志鹏, 李德荣, 李日辉. 履带式深海网箱清洗机器人的设计[J]. 机械制造, 2019, 57(4): 11-14.
- [3] 宋协法, 贾瑞, 马玉霞. 涡旋水流式网箱清洗设备的设计与实验[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版), 2006(5): 733-738.
- [4] 彭安华, 刘成文, 陆波. 一种带有清洗装置和数据采集系统的深水网箱[J]. 南方农业, 2016, 10(3): 169-171.
- [5] 高焕, 王玉, 李光光, 陈锦军, 阎斌伦. 海水养殖设施防生物附着方法[J]. 水产养殖, 2018, 39(11): 33-36.
- [6] 孙雷. 浒苔孢子附着的影响因素及涂料和改性粘土对其抑制效果的研究[D]: [硕士学位论文]. 青岛: 中国海洋大学, 2014.
- [7] Zhao, Q. and Liu, Y. (2006) Modification of Stainless Steel Surfaces by Electroless Ni-P and Small Amount of PTFE to Minimize Bacterial Adhesion. *Journal of Food Engineering*, **72**, 266-272. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.12.006>
- [8] Zhao, Q. (2004) Effect of Surface Free Energy of Graded NI-P-PTFE Coatings on Bacterial Adhesion. *Surface & Coatings Technology*, **185**, 199-204. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2003.12.009>
- [9] Sriyutha, M.P., Venkatesan, R., Nair, K.V.K., et al. (2004) Biofilm Control for Plate Heat Exchangers Using Surface Seawater from the Open Ocean for the OTEC Power Plant. *International Biodeterioration & Biodegradation*, **53**, 133-140. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2003.11.003>
- [10] Yebra, D.M., Kill, S. and Dam-Johansen, K. (2004) Antifouling Technology—Past, Present and Future Steps towards Efficient and Environmentally Friendly Antifouling Coatings. *Progress in Organic Coatings*, **50**, 75-104. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2003.06.001>
- [11] 郝允碧. 海水养殖网具防附着剂试验[J]. 水利渔业, 1988(4): 2-6.
- [12] 吕旭宁, 蒋增杰, 方建光, 邹健, 房景辉, 高振锟, 姜妮妮, 郭晓亮. 黄斑篮子鱼(*Siganus oramin*)对北方养殖网箱网衣附着藻类的生物清除作用[J]. 渔业科学进展, 2017, 38(5): 50-56.
- [13] 刘学会. 珍珠龙胆石斑鱼、斑石鲷工厂化养殖成功[J]. 河北渔业, 2015(11): 86.
- [14] 刘丽慧. 舟山市近海海域设施养殖用网生物附着特性及防护技术研究[D]: [硕士学位论文]. 舟山: 浙江海洋大学, 2018.
- [15] 闫国琦, 倪小辉, 莫嘉嗣. 深远海养殖装备技术研究现状与发展趋势[J]. 大连海洋大学学报, 2018, 33(1): 123-129.
- [16] 王甫珍, 喻梅, 尹静. 清道夫人工繁殖技术初探[J]. 科学养鱼, 2018(9): 85-86.
- [17] 王立改, 鲁琼, 詹炜, 陈睿毅, 肖志忠, 楼宝. 斑石鲷肌肉营养成分分析[J]. 食品工业科技, 2016, 37(9): 357-362.
- [18] 桑守彦, 孙光. 钢丝网箱的附着生物和混养石鲷类的清除效果[J]. 国外水产, 1986(4): 34-36.