

网络优先数字出版时间: 2015-08-19

网络优先数字出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/45.1075.N.20150819.0946.004.html>

苗种来源与增殖环境对底播刺参生长与存活的影响*

Effects of Different Juveniles Sources and Environmental Conditions on the Growth and Survival of Released Sea Cucumber, *Apostichopus japonicus*

李莉, 王晓红, 邱兆星

LI Li, WANG Xiao-hong, QIU Zhao-xing

(山东省海洋生物研究院, 青岛市浅海底栖渔业增殖重点实验室, 山东青岛 266104)

(Key Laboratory of Benthic Fisheries Aquaculture and Enhancement, Qingdao, Marine Biology Institute of Shandong Province, Qingdao, Shandong, 266104, China)

摘要:【目的】针对目前刺参(*Apostichopus japonicus*)浅海底播增殖中存在的问题,拟通过对底播苗种来源以及增殖海区环境的研究,改善并提高刺参底播增殖效果。【方法】采用封闭网笼装置在增殖海区开展现场试验的方法,分别研究苗种来源(育苗大棚、池塘网箱)、增殖环境(近岸藻礁区、离岸礁区)对底播刺参生长与存活的影响。【结果】苗种来源、增殖环境对底播刺参成活率影响显著($P < 0.05$);底播于离岸深水礁区的大棚苗种成活率最低,为76.67%。各试验组之间底播刺参的增重率差异显著($P < 0.05$);相同增殖环境下,来自池塘网箱的苗种增重率显著高于育苗大棚的苗种;试验结束时,相同来源苗种底播于离岸礁区生长情况均优于近岸礁区。【结论】来自池塘网箱的苗种较育苗大棚苗种能更好的适应底播增殖环境的变化;而在增殖海域选择时,增殖海域的饵料状况也是影响增殖效果的重要因素之一。

关键词:刺参 苗种来源 增殖环境

中图分类号: Q173 文献标识码: A 文章编号: 1002-7378(2015)03-0228-05

Abstract:【Objective】According to the existing problems in the enhancement release of sea cucumber *Apostichopus japonicus*, this research focused on the study of different juveniles sources and environmental conditions to improve the efficiency of enhancement.【Methods】Field tests were carried on the effects of different juveniles sources and environmental conditions on the growth and survival of released sea cucumber. Juveniles taken from the nursery farm and the net cages in pond were released in nearshore algal reef area and offshore reef area respectively.【Results】The effects of different juveniles sources and environmental conditions on the survival rate of released sea cucumber were significantly different. The survival rate of sea cucumber from farm released in offshore reef area was 76.67%, the lest among the test groups. The difference was also significant for the weight gain rate among the test

groups. The weight gain rates of sea cucumber from net cages were significantly bigger than that from farm under the same environmental condition. The sea cucumbers released in offshore reef area were growing better than that in nearshore area under the same juveniles resources.【Conclusion】The juveniles from net

收稿日期: 2015-06-05

作者简介: 李莉(1980-),女,博士,副研究员,主要从事刺参、贝类等育种与增养殖研究。

* 山东省现代农业产业技术体系刺参产业创新团队建设项目(SDAIT-08-011-06)和山东省自然科学基金项目(ZR2012CQ007)资助。

cage in pond showed better adaptability to the change of environment, compared to the juveniles from farm. Bait status is a very important factors for enhancement release and should be considered in the selection of enhancement areas.

Key words: *Apostichopus japonicus*, sources of juveniles, environmental conditions

0 引言

【研究意义】刺参 (*Apostichopus japonicus*) 是一种名贵的海珍品,因其营养价值较高,在我国和东南亚地区具有较高的市场需求^[1]。近年来,随着人工育苗技术的不断进步,刺参增殖发展迅速,并达到了前所未有的规模^[2]。但受到沿海经济发展的冲击,池塘、围堰等刺参传统养殖空间被挤压。刺参浅海底播增殖因其成本低、获得产品品质高等优势,越来越受到养殖户及大型养殖企业的青睐^[3]。利用人工鱼礁区和海藻(草)场增殖是我国北方进行刺参增殖的主要方式,但其养殖产量多不尽人意^[4]。**【前人研究进展】**目前,针对刺参底播增殖的研究主要集中在基础生态学、行为生态学以及礁体的改造优化等基础研究领域。林承刚等^[5]研究光照强度对刺参运动行为以及生长的影响。佟飞等^[6]利用紫外-可见吸收光谱和三维荧光光谱法,从 DOM 的来源与组成等方面对人工增殖区底播刺参饵料环境状况进行研究及评价。张俊波等^[7]采用行为学方法,分别研究不同形状、材料的人工参礁对刺参的诱集效果。有关放流技术的研究较少,且多处于室内模拟试验阶段^[8]。**【本研究切入点】**拟通过对底播苗种来源以及增殖海区环境的研究,从人为可控因素入手,改善并提高刺参底播增殖效果。**【拟解决的关键问题】**采用封闭网笼装置在增殖海区开展现场试验的方法,分别研究苗种来源、增殖环境对底播刺参的影响,以期获得的数据结果能最大限度的反映规模化增殖的实际情况,从而为优化刺参增殖方式、提高增殖效果提供数据支持。

1 材料与方方法

1.1 时间与地点

试验地点位于山东省青岛市四方区沿海,属于胶州湾海域,已开展刺参底播增殖 3 年。试验时间为 2014 年 6 月至 11 月,期间海水温度为 8.1~26.8℃,盐度为 28~30,pH 值为 8.06~8.37。

1.2 材料

试验选用两种不同来源的刺参苗种。一种苗种来源于青岛市胶南育苗场育苗大棚(记为 F),初始

平均体质量(27.5±5.6) g($n=30$);另一种苗种来源于青岛市红岛刺参养殖池塘中间培育网箱(记为 N),初始平均体质量(32.6±7.3) g($n=30$)。试验用苗种挑选个体均匀、体表无外伤或腐皮的健康刺参。试验用装置为圆形网笼,网笼骨架为钢筋材料,外覆聚乙烯无结网,孔径为 1.0 cm,网笼内系绑束状附着基,并系坠石。

1.3 方方法

选择两个不同的底播增殖试验点 A、B。试验点 A 为近岸藻礁区,水深 1~3 m,礁石上生长有鼠尾藻 (*Sargassum thunbergii*)、裙带菜 (*Undaria pinnatifida*) 等大型藻类。试验点 B 为离岸礁区,水深 6~10 m,礁体已投放 3 年,礁体上附满底泥,无藻类生长。将试验苗种 F、N 分别放养于圆形网笼中,投放于 A、B 试验海域,每笼放养试验苗种 6 头。共计 4 组试验,依次记为试验组 F-A、F-B、N-A 和 N-B,每组试验设置 5 个平行对照。

试验周期 180 d,期间每隔 30 d 统计每个网笼刺参存活个体数量,并测量刺参体质量。体质量的测量参照赵斌等^[9]的方法进行。为减少试验期间人为干扰对刺参生长与存活的影响,在水温超过 20℃、刺参进入夏眠期间停止采样测量,因而 60 d、90 d 时数据为空白。整个试验过程中,除测量数据需要,不采取任何人为投喂与管理。

计算 4 组试验刺参的成活率与增重率,计算公式如下:

$$\text{成活率 SR}(\%) = (\text{成活头数} / \text{总头数}) \times 100\%$$

$$\text{增重率 WGR}(\%) = [(W_t - W_0) / W_0] \times 100\%$$

式中, W_0 为初始体质量(g), W_t 为终末体质量(g), t 为试验天数(d)。

1.4 数据统计

获得数据用 SPSS 19.0 统计软件进行分析处理,并进行方差分析与 Duncan 多重比较,显著性水平 $P < 0.05$ 为差异显著。

2 结果与分析

2.1 对成活率的影响

图 1 结果表明,在 30 d 时,底播于近岸藻礁区(A 点)的苗种均正常存活,成活率为 100%;底播于

离岸礁区(B点)的苗种有不同程度的损失,其中来自池塘网箱的苗种损失较少,成活率为96.67%,来自育苗大棚的苗种损失最多,成活率为76.67%。30 d后直至实验结束,底播苗种数量未发生变化,各试验组成活率由大到小的顺序:F-A=N-A>N-B>F-B。

统计分析结果表明(表1),实验结束时,各试验组之间底播刺参的成活率差异显著($P < 0.05$)。试验组F-A、N-A、N-B中刺参底播成活率差异不显著($P > 0.05$),且该3组刺参成活率显著高于试验组F-B($P < 0.05$)。

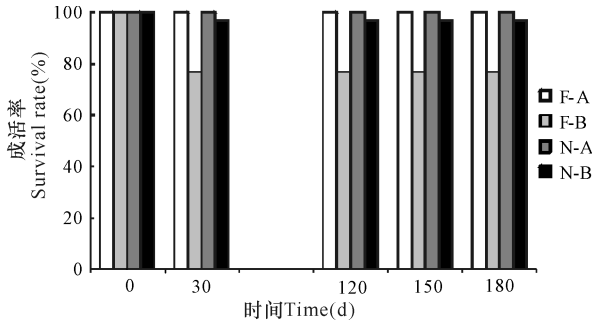


图1 苗种来源和底播环境对底播刺参成活率的影响

Fig. 1 The effect of juveniles sources and environments on survival rate of sea cucumber

表1 不同试验组间成活率的方差分析

Table 1 The variance analysis for survival rate of different test groups

	F-A	F-B	N-A	N-B
F-A	—	<0.05	>0.05	>0.05
F-B		—	<0.05	<0.05
N-A			—	>0.05
N-B				—

2.2 对生长的影响

图2结果表明,在30 d时,试验组F-A、F-B、N-B中放养刺参体质量均有不同程度的下降,其中试验组F-B下降最多,体质量减少至初始体质量的43.73%,仅试验组N-A中刺参体质量增加,较初始体质量增加7.28%。经过夏季高温季节至120 d时,试验组F-B、N-A、N-B中刺参体质量逐渐恢复,且试验组N-A和N-B中刺参开始正常生长,仅试验组F-A中刺参体质量继续下降,减少至初始体质量的31.79%。在150 d时,试验组N-A、N-B中刺参生长迅速,体质量增加至初始体质量的30%以上。至实验结束时(180 d),各试验组刺参增重率由大到小依次为试验组N-B>N-A>F-B>F-A,体质量增重率分别为56.43%,47.24%,29.48%和12.96%。

统计分析的结果表明(表2),实验结束时,各试验组之间底播刺参的增重率差异显著($P < 0.05$)。相同增殖环境下,苗种来源对底播刺参的增重率影响显著($P < 0.05$)。

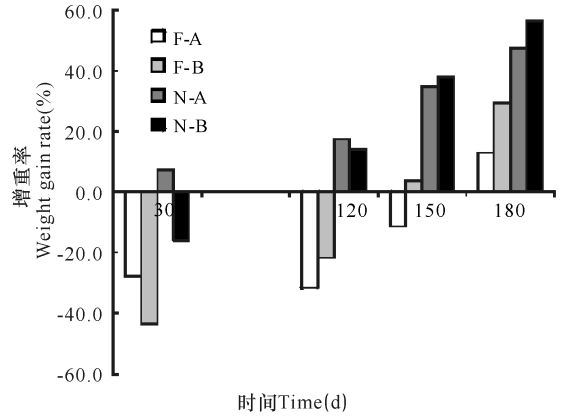


图2 苗种来源和底播环境对底播刺参增重率的影响

Fig. 2 The effect of juveniles sources and environments on weight gain rate of sea cucumber

表2 不同试验组间增重率的方差分析

Table 2 The variance analysis for weight gain rate of different test groups

	F-A	F-B	N-A	N-B
F-A	—	>0.05	<0.05	<0.05
F-B		—	>0.05	<0.05
N-A			—	>0.05
N-B				—

3 讨论

浅海增殖是利用人为的条件,在海区的自然状态下,充分发挥海水的生物生产力。在保证放养刺参的成活率并确保达到商品规格的基础上,刺参增殖养殖工作才会成功^[10]。放流效果与海区条件有直接关系,如底质环境、海流以及风浪等。牟绍敦等^[11]在乳山海区放流半年后的稚参成活率为15.7%。吴耀泉等^[12]在灵山岛浅海岩礁区增殖放流的刺参成活率仅为10%。Tanaka^[13]认为导致人工鱼礁区刺参产量减少的主要原因可能是底播幼参的死亡率较高。本研究中各试验组的成活率均达到75%以上,远远高于上述研究报道。该结果一方面是由于采用了笼养装置,避免因风浪、潮汐和海流等因素导致的苗种流失;另一方面则是该增殖海域环境适宜开展刺参增殖,其所在胶州湾是一个半封闭型海湾,湾内波高一般小于0.4 m,潮流较弱^[14],底播刺参受风浪、海流的影响较小,尤其是近岸藻礁区,密布的礁石和繁生的大型藻类为底播刺参提供

了躲避风浪的良好场所,底播成活率可达100%。同时,不同苗种来源、不同增殖环境对底播刺参成活率影响显著,来自育苗大棚的苗种在离岸深水区域成活率最低(76.67%)。这可能与苗种底播前后养殖环境发生较大变化有关。与近岸礁区相比,离岸深水礁区的沉积环境、海流变化等更为复杂,底播苗种经由池塘网箱中间过渡后底播,可显著提高苗种底播成活率。

增殖海域的饵料状况是影响刺参生长的重要条件^[15]。本研究中,同一增殖环境下不同来源刺参底播后的生长差异显著;来自池塘网箱的苗种增重率显著高于育苗大棚的苗种。分析其原因可能与苗种底播前后饵料成分的变化有关。在天然海区刺参主要依靠吸收利用沉积质中的有机组分为生^[16]。大棚苗种在人工育苗过程中以人工配合饵料为主要食物来源。而池塘网箱培育苗种的食物来源与组成则介于两者之间,在利用天然饵料的同时配合投喂少量人工饵料。因此,大棚苗种较池塘网箱苗种需要更长的时间来适应底播海域饵料与环境的变化(150~180 d),从而也延长了其达到商品规格的生长周期。另外,本研究中苗种来源相同的情况下,底播于离岸深水礁区的苗种生长情况均优于近岸浅水礁区。在自然条件下,刺参的分布区域也随其个体体重的增长逐渐由浅水区向深水区转移^[15]。这种分布上的特点也可能与增殖海域的饵料状况有关^[17]。幼参多生活在中、低潮区或潮下带的岩礁缝隙及大型藻类根部,以摄取附着物上繁生的底栖硅藻(Benthic Diatom)、原生动物的(Protozoan)等。随着水层的加深,沉积物中的有机组分变得更为丰富,营养层次也有一定程度的提高,尤其是动物性饵料来源有所增加,从而满足大规格刺参生长的需要^[4]。

综上所述,刺参放流至增殖区前,由室内育苗池转移至室外池塘网箱中进行中间培育,最后再放流至增殖区,可以显著提高其对自然海区饵料与生态环境变化的适应能力。同时,在增殖海域选择时,除考虑海浪、潮汐以及海流等海洋水文因素,增殖海域的饵料状况也是影响增殖效果的重要因素之一。

参考文献:

[1] 李成林,宋爱环,胡炜,等.山东省刺参养殖产业现状分析与可持续发展对策[J].渔业科学进展,2010,31(4):126-133.
Li C L, Song A H, Hu W, et al. Status analysis and sustainable development strategy of sea cucumber *Apostichopus japonicus* Selenka aquaculture industry

in Shandong Province [J]. Progress in Fishery Sciences, 2010, 31(4): 126-133.

- [2] 袁秀堂.刺参 *Apostichopus japonicus* (Selenka) 生理生态学及其生物修复作用的研究[D].青岛:中国科学院研究生院(海洋研究所),2005:8-28.
Yuan X T. Studies on Physioecology and Bioremediation of the Sea Cucumber, *Apostichopus japonicus* (Selenka) [D]. Qingdao: Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, 2005: 8-28.
- [3] 邢坤.刺参生态增殖原理与关键技术[D].青岛:中国科学院研究生院(海洋研究所),2009:4-7.
Xing K. Principle and Key Technology on Ecological Enhancement of the Sea Cucumber, *Apostichopus japonicus* (Selenka) [D]. Qingdao: Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, 2009: 4-7.
- [4] 佟飞.典型资源增殖区仿刺参饵料时空特征研究[D].青岛:中国海洋大学,2014:5-6.
Tong F. Diet Temporal and Spatial Characteristics of *Apostichopus japonicus* at Typical Stock Enhancement Areas [D]. Qingdao: Ocean University of China, 2014: 5-6.
- [5] Lin C G, Zhang L B, Liu S L, et al. A comparison of the effects of light intensity on movement and growth of albino and normal sea cucumbers (*Apostichopus japonicus* Selenka) [J]. Marine Behaviour & Physiology, 2013, 46(6): 351-366.
- [6] 佟飞,张秀梅,吴忠鑫,等.4个人工增殖区仿刺参肠道内含物溶解有机质的光谱特性[J].中国水产科学,2014,21(1):84-91.
Tong F, Zhang X M, Wu Z X, et al. Spectrum characteristics of dissolved organic matter in the intestinal contents of *Apostichopus japonicus* from different marine ranching [J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2014, 21(1): 84-91.
- [7] 张俊波,梁振林,黄六一,等.不同材料、形状和空隙的人工参礁对刺参诱集效果的试验研究[J].中国水产科学,2011,18(4):899-907.
Zhang J B, Liang Z L, Huang L Y, et al. Attractive effects of artificial reef models of different shapes, materials and spatial arrangements on Japanese sea-cucumber *Apostichopus japonicus* [J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2011, 18(4): 899-907.
- [8] 林承刚.四种物理环境因素对刺参运动和摄食行为的影响[D].青岛:中国科学院研究生院(海洋研究所),2014:21-114.
Lin C G. Effects of Four Physical Environment Factors on the Movement and Feeding Behavior of Sea Cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka) [D]. Qingdao:

- Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, 2014; 21-114.
- [9] 赵斌, 李成林, 胡炜, 等. 低温对不同规格刺参幼参生长与耗氧率的影响[J]. 海洋科学, 2011, 35(12): 88-91.
Zhao B, Li C L, Hu W, et al. Effects of low temperature on the growth and oxygen consumption rate of different size of sea cucumbers (*Apostichopus japonicus*) in industrial aquaculture [J]. Marine Sciences, 2011, 35(12): 88-91.
- [10] Battaglene S, Bell J. The restocking of sea cucumbers in the Pacific Islands [J]. Fao Fisheries Technical Paper, 2004, 429: 109-132.
- [11] 牟绍敦, 李庆彪, 张晓燕. 刺参人工苗种的放流增殖[J]. 海洋湖沼通报, 1986, 3: 44-50.
Mu S D, Li Q B, Zhang X Y. Releasing propagation for the artificial seedling of *Apostichopus japonicus* (Selenka) [J]. Transactions of Oceanology and Limnology, 1986, 3: 44-50.
- [12] 吴耀泉, 崔玉珩, 孙道元, 等. 灵山岛浅海岩礁区刺参增殖放流研究[J]. 齐鲁渔业, 1996, 1: 22-24.
Wu Y Q, Cui Y Y, Sun D Y, et al. Study on enhancement release of *Apostichopus japonicus* in shallow sea rocky area of Lingshandao [J]. Shandong Fisheries, 1996, 1: 22-24.
- [13] Tanaka M. Diminution of sea cucumber *Stichopus japonicus juveniles* released on artificial reefs [J]. Bulletin of the Ishikawa Prefecture Fisheries Research Center, 2000, 2: 19-29.
- [14] 杨世伦, 李鹏, 郜昂, 等. 基于 ADP-XR 和 OBS-3A 的潮滩水文泥沙过程研究以胶州湾北部红岛潮滩为例[J]. 海洋学报(中文版), 2006, 28(5): 56-63.
Yang S L, Li P, Gao A, et al. Observation of hydrographic and sedimentary processes over an intertidal flat based on ADP-XR and OBS-3A taking Hongdao Island intertidal flat in north of Jiaozhou Bay as an example [J]. Acta Oceanologica Sinica, 2006, 28(5): 56-63.
- [15] 于东祥, 张岩, 陈四清, 等. 刺参增殖的理论和技术的(2) [J]. 齐鲁渔业, 2005, 7: 54-56.
Yu D X, Zhang Y, Chen S Q, et al. The theory and technology for enhancement release of *Apostichopus japonicus* [J]. Shandong Fisheries, 2005, 7: 54-56.
- [16] Choe S. Study of Sea Cucumber: Morphology, Ecology and Propagation of Sea Cucumber [M]. Tokyo: Kaibundou Publishing House, 1963: 133-138.
- [17] 隋锡林. 刺参的放流增殖[J]. 齐鲁渔业, 2004, 6: 16-18.
Sui X L. The enhancement release of *Apostichopus japonicus* [J]. Shandong Fisheries, 2004, 6: 16-18.

(责任编辑: 竺利波)