

虾夷马粪海胆的海区渡夏、室内中间培育及工厂化养成^{*}

常亚青 王子臣 孙培海 冯昭信 由学策

(农业部海洋水产增养殖生态学重点开放实验室, 大连水产学院 116023)

张 弼 宋大治

(大连湾海珍品养殖场, 大连 116000)

摘 要 1993年7月~1997年5月, 在夏季采用网袋、网箱开展虾夷马粪海胆 F_2 代稚海胆的海区渡夏, 壳径日平均生长量比室内提高 33.6%~61.6%; 采用网箱平面培育方法进行 F_2 代稚海胆室内中间育成和 F_3 代稚海胆室内中间育成中试, 壳径的日平均生长量随时间呈下降趋势, 为 $0.53 \times 10^{-2} \sim 1.46 \times 10^{-2}$ cm/d, 体重日平均生长量呈上升趋势, 介于 $2.32 \times 10^{-2} \sim 10.72 \times 10^{-2}$ g/d 之间, 培养中密度过大会降低海胆的成活率并导致疾病发生; 采用立体水槽开展陆地工厂化养成, 经 13 个月, 海胆壳径由 1.16 cm 增至 5.98 cm, 体重由 0.47 g 增至 61.0 g, 性腺指数达 18.0%。

关键词 虾夷马粪海胆, 渡夏, 中间培育, 工厂化养殖

虾夷马粪海胆 (*Strongylocentrotus intermedius*) 于 1989 年由大连水产学院从日本引进, 在同类海胆中属上品, 市场价格比我国产的几种经济海胆高, 目前该种海胆已在辽宁和山东等省形成一定的养殖规模。关于该种海胆的渔业生物学^[1]、人工育苗^[2]、海区筏式养殖^[3]、饵料和盐度对稚海胆摄食和生长的影响^[4]等已有报道, 另外还有在日本海上渡夏和室内育成^[5]的报道, 而国内尚无这方面的报道。1993 年 7 月至 1997 年 5 月, 对稚海胆的海区渡夏、室内中间育成试验及中试、室内工厂化养成的方法等进行了研究, 生长速度比原生活地提高了 1 倍以上, 大大缩短了海胆的养殖周期。

1 材料和方法

1.1 稚海胆的海区渡夏

1.1.1 时间及海区 1993 年 7 月 15 日至 9 月 13

收稿日期: 1998-07-15

^{*} 国家科技攻关项目“水产新品种选育及高产高效生产技术开发”(96-D030)资助

日于大连黑石礁海区进行, 盐度 29.0~30.5, 水温(水深 2~3 m) 19.5~23.2℃, 海区比室内水温平均偏低 0.5~2.8℃。

1.1.2 器材 60 目网袋(20 cm×40 cm)及 60 目网箱(60 cm×40 cm×40 cm), 分别放置直径 4 mm 铁丝和直径 6 mm 钢筋支撑物, 网箱内放 30×50 cm 黑色波纹板做稚海胆附着基。为增加透水性 8 月中旬后更换成 20 目的育成笼。

1.1.3 方法 网袋内各放 20×40 个稚海胆, 每 3 个网袋一串系在浮筏上, 网袋水深分别为 1.5、2.5 和 3.5 m, 吊绳下端系 1 kg 左右石块, 以防缠绕, 试验监测育成网袋 12 个; 网箱用两根吊绳系在浮筏上, 水深 2 m 左右, 内放稚海胆 500 个, 共 4 个网箱。网袋内投入石莼 (*Ulva* sp.) 5 g 左右, 网箱内投入石莼 50 g 左右, 20~30 d 投饵 1 次。设室内同规格稚海胆摄食波纹板上底栖硅藻对照试验 2 框(40 片, 每片 10 个稚海胆)。

1.2 稚海胆的室内中间育成

1.2.1 F_2 代幼海胆冬、春季室内育成 于 1993 年

11月14日至次年5月5日进行。海胆分3个规格,大:壳径2.10~1.57 cm,中:1.55~1.00 cm,小:0.98~0.44 cm。网箱4个(80 cm×50 cm×30 cm),网眼孔径不大于海胆壳径,网箱内放黑色波纹板做稚海胆附着基,分别放幼海胆210、420、600、和800个。育成期间1~3号培育网箱投喂海带(*Laminaria japonica*)、4~5号网箱1994年1月14日前投石莼,以后投海带。每5~7 d过量投喂1次并及时补充饵料,培育采用流水或静水条件,每日换水量为饲养水体的1~3倍,充气培养。每个月从各网箱内随机抽测30个以上个体。

海水取自黑石礁沿岸,温度5.2~13.6℃,盐度31.0~30.5, pH 6.8~8.2, DO 5.1~7.59 mg/L, COD 6.29~4.66 mg/L。

1.2.2 F_3 代稚海胆的秋、冬季中间育成中试 于1994年12月16日至1995年4月13日进行。网箱(60 cm×40 cm×25 cm)110个,吊挂于5个水泥池内(10 cm×1.4 cm×0.6 m),5个池,抽样监测其中的3个。每5~7 d投喂1次石莼,0.5 cm以上投喂海带。水温为13.8~14.8℃。

1.3 虾夷马粪海胆的工厂化养成

1.3.1 陆上养成时间及器材 分两个阶段在大连湾海珍品养殖场进行。第一阶段1996年3月28日至7月4日,后因室内水温过高移到海区渡夏,第二阶段10月4日至1997年4月8日。器材采用立体流水式聚氯乙烯水槽(240 cm×60 cm×30 cm)。

1.3.2 养成方法 每天投喂海胆体重5%左右的海藻并清除粪便,饵料为石莼(约占20%)、海带和裙带菜(*Undaria pinnatifida*)(约占80%)。养成用水为发电厂冷却用海水,每日流水10倍量。定期测定海胆生长情况和进行规格分选和分养,放养量根据预养殖实验而定。

第一阶段水温18.0~23.0℃,海区渡夏期间水温为22.0~25.0℃(2~3 m水深),第二阶段水温12.0~21.0℃。

1.4 有关参数的计算

日平均生长量(DGR)=[试验终止壳径(或体重)-试验初始壳径(或体重)]/试验天数

2 结果

2.1 稚海胆的海区渡夏

育成网袋及网箱在下海5~7 d左右,网壁内外即附着一层浮泥及底栖硅藻等,除石莼外,这些物质同时也为稚海胆提供了饵料,稚海胆可安全渡夏。壳径变化及成活率见表1。

表1 稚海胆海区与室内渡夏生长及成活率

Table 1 Juvenile sea urchin growth and survival rate outdoor in sea and indoor in summer

育成条件 cultivation situation	初始壳径/ μm test diameter	成活率/% survival rate	DGR/ $\times 10^{-2} \text{ cm} \cdot \text{d}^{-1}$
水下1.5 m网袋 bag 1.5 m under sea level	0.34±0.03	37.5±8.7	3.00±0.85
水下2.5 m网袋 bag 2.5 m under sea level	0.36±0.06	40.3±6.1	3.33±1.08
水下3.5 m网袋 bag 3.5 m under sea level	0.35±0.02	39.5±5.4	3.17±0.71
水下2.0 m网箱 cage 2.0 m under sea level	0.39±0.07	66.7±11.8	3.83±1.23
室内波纹板 cultivation blade indoor	0.30±0.19	75.9±14.2	2.37±0.96

表1和方差分析表明,各水层网袋内稚海胆成活率差别不大($F=0.60$, $P>0.05$),平均为39.1%,不同育成条件的成活率中,网袋<网箱<室内底栖硅藻波纹板;不同网袋内稚海胆DGR无显著差异($F=1.7$, $P>0.05$),平均值为 $3.17 \times 10^{-2} \text{ cm/d}$,稚海胆的DGR中,网袋、网箱比室内高33.6%和61.6%。

2.2 F_2 代室内中间育成

F_2 代室内中间育成幼海胆培育日平均生长量见表2。

由表2可见, F_2 代虾夷马粪海胆(0.34~3.78 cm)在冬、春季室内育成期间,各培育箱海胆壳径的DGR随时间而下降,1~5号箱投喂海带的壳径的DGR介于 $0.53 \times 10^{-2} \sim 1.46 \times 10^{-2} \text{ cm/d}$,4号和5号培育箱第1、2个月壳径的DGR分别为 1.06×10^{-2} 、 $0.77 \times 10^{-2} \text{ cm/d}$ 和 1.46×10^{-2} 、 $1.35 \times 10^{-2} \text{ cm/d}$,第1个月低于第2个月是由投喂石莼造成的;体重的DGR呈增加趋势,介于 $2.32 \times 10^{-2} \sim 10.72 \times 10^{-2} \text{ g/d}$ 。育成期间除3号网箱内个别海胆因机械损伤死亡外,其他箱内无死亡现象,3号网箱在后期因过于密集,成活率为95.0%,其中1.5%的个体出现烂棘红斑病。

表 2 F_2 代室内中间育成壳径、体重情况Table 2 Growth in diameter and body weight of F_2 juvenile sea urchin offspring indoor medium culture

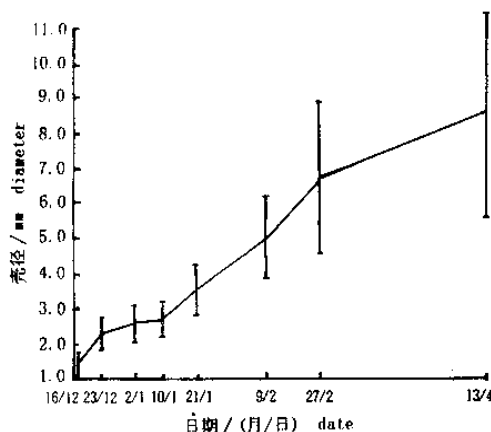
网箱 cage	项目 items	日期/(月-日) date				
		11-14	12-14	01-14	03-14	05-05
1	壳径 test diameter/cm	1.74 ± 0.16	2.16 ± 0.24	2.54 ± 0.31	3.18 ± 0.29	3.58 ± 0.34
	体重 body weight/g	--	4.36 ± 1.49	6.71 ± 2.17	11.85 ± 2.82	17.65 ± 4.18
2	壳径 test diameter/cm	1.11 ± 0.18	1.55 ± 0.20	1.96 ± 0.19	2.55 ± 0.31	3.02 ± 0.33
	体重 body weight/g	--	1.43 ± 0.61	3.03 ± 0.86	6.30 ± 1.87	11.22 ± 3.33
3	壳径 test diameter/cm	0.78 ± 0.15	1.17 ± 0.23	1.51 ± 0.27	2.07 ± 0.49	2.36 ± 0.42
	体重 body weight/g	--	0.69 ± 0.32	1.47 ± 0.70	3.79 ± 2.11	5.67 ± 2.67
4	壳径 test diameter/cm	--	0.61 ± 0.18	0.94 ± 0.21	1.77 ± 0.38	2.22 ± 0.45
	体重 body weight/g	--	--	0.40 ± 0.22	2.45 ± 1.34	5.30 ± 2.51
5	壳径 test diameter/cm	--	0.34 ± 0.09	0.58 ± 0.23	1.35 ± 0.38	2.08 ± 0.57
	体重 body weight/g	--	--	--	--	4.20 ± 2.76

注:平均值±标准差。Mean±SD.

2.3 F_3 代稚海胆的室内中间育成中试

随着海胆的生长,必须对海胆进行规格分选、分养并调整密度和网目大小以保证海胆的良好生长,实验证明,每个网箱内海胆适宜的放养数量为:壳径 0.2 cm 左右的 8 000 个;壳径 0.5~1.0 cm 的 4 000~5 000 个;1.0~1.5 cm 的 3 000~4 000 个;1.5 cm 以上的 1 000~2 000 个。

从 12 月 15 日稚海胆达 0.20 cm 左右剥离后进入育成期,至 4 月 13 日共培育 F_3 代个体 27.97 万个(壳径 0.43~1.95 cm),成活率 33.3%~90.0%,平均 65.8%,稚海胆中间育成期间壳径的 DGR 为 6.09×10^{-3} cm/d,生长情况见图 1。

图 1 F_3 代稚海胆室内中间育成壳径生长结果(平均值±标准差)Fig. 1 Growth in diameter of F_3 juvenile sea urchin offspring indoor medium culture(mean±SD)

2.4 工厂化养成

养殖实验表明,每个水槽不同壳径海胆合理的放养数量为:1.0 cm 左右的 5 000 个;2.0~2.5 cm 3 000 个;3.0~3.5 cm 左右 2 000 个;5.0 cm 左右 300 个。

第一阶段养殖成活率为 88.7%,壳径的 DGR 为 2.78×10^{-2} cm/d,体重的 DGR 为 0.17 g/d,壳径和体重生长均很快。海区渡夏期间采用笼养,壳径的 DGR 为 5.56×10^{-4} cm/d,体重的 DGR 为 4.44×10^{-2} g/d,生长极为缓慢。10 月 4 日移入室内,10 d 内因运输操作损伤发生大量死亡,死亡率达 60%,此后基本无死亡现象。第二阶段前期壳径和体重的 DGR 分别为 1.14×10^{-2} cm/d 和 0.11 g/d。后期 2 月 27 日至 5 月 6 日收获时海胆平均壳径达 5.98 ± 0.27 cm,体重为 60.75 ± 5.22 g,壳径和体重的 DGR 分别为 1.22×10^{-2} cm/d 和 0.36 g/d,期间体重增长很快,主要是生殖腺的积累,5 月 6 日性腺指数达 18.0%。工厂化养殖期间的生长情况见图 2。

3 讨论与结论

本种在原产地主要有两个繁殖期^[1],引入大连后主要繁殖期在 7~10 月,稚海胆中间育成时间主要在冬、春季,稚海胆的人工育苗结束后,壳径可达 0.3~0.5 cm,经中间育成达 0.8~1.5 cm 时才可下海或进入工厂化养成阶段,同时也可在 5~6 月开展人工育苗。

该种海胆在原产地生活水温多在 23℃ 以下,成海胆在 23℃ 以上会发生大量死亡,引入大连后,该海胆经温度驯化后对较高水温有了一定的耐受性,

但仍对较高水温比较敏感。稚海胆的海区渡夏可避免夏季室内培育用水在沉淀和输送过程中因水温升高造成的生长缓慢、死亡率高的现象。研究表明,采取海区渡夏的稚海胆育成生长率明显快于室内对照组,但成活率低于室内,这是由于海上渡夏的网袋及网箱内浮泥较多,加之夏季海上风浪较大,影响了稚海胆的成活。今后应加强对海区渡夏器材和海区选择等的研究,进一步提高成活率。

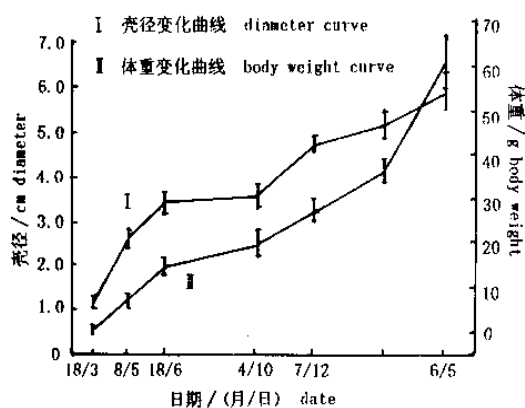


图2 工厂化养殖海胆的壳径、体重生长情况(平均值±标准差)

Fig. 2 Diameter and body weight of sea urchin for land pond culture (mean ± SD)

室内育苗期间的培育密度是海胆成活和生长的关键影响因素。北海道立中央试验场^[5]3年的室内育成试验结果表明,壳径的DGR为 $0.30 \times 10^{-2} \sim 1$ 。

23×10^{-2} cm/d,成活率平均为47.1%,均低于本试验结果。本试验中海胆平均壳径1.51~2.08 cm时的培育密度控制在820~400个/箱($0.40 \sim 0.20$ 个/ cm^2)以内,3.18 cm时控制在210个/箱(0.10 个/ cm^2)以内,略低于北海道试验场的培育密度。

陆地工厂化养殖便于管理和控制,可提高海胆生长率、成活率和出肉率,且可保持较长时间的高出肉率,可延长销售时间,因而竞争力强,效益高。目前法国等地区开始利用陆上水槽等设施养殖拟球海胆(*Paracentrotus liuidus*)^[6]。本试验结果表明,13个月时间内,海胆壳径由1.16 cm长至5.98 cm,性腺指数达18.0%,速度比海区筏式养殖^[3]缩短近半年多时间,比日本原生活地提高1倍以上^[1],因此工厂化养殖海胆是一种良好的方式,为我国北方陆地工厂化养殖设施的综合利用开辟了新的途径。但工厂化养殖期间管理、分选、倒池等操作要仔细,另外在海胆运输中应轻拿轻放、避免颠簸,以免造成损伤和死亡。

参 考 文 献

- 1 川村一広. エゾバブウニの漁業生物学的研究. 北水试报, 1973, 16(1): 1~54
- 2 王子臣, 常亚青. 虾夷马粪海胆人工育苗的研究. 中国水产科学, 1997, 4(1): 60~67
- 3 常亚青, 王子臣. 虾夷马粪海胆筏式人工养殖研究. 大连水产学院学报, 1997, 12(2): 7~14
- 4 常亚青, 王子臣. 低盐度海水和饵料对虾夷马粪海胆影响的研究. 海洋科学, 1997, 16(4): 1~2
- 5 北海道立中央水产试验场, 等. エゾバブウニの天然采苗、中间育成、种苗放流について. 北水试月报, 1984, 41: 270~315
- 6 廖玉麟. 法国开始增殖海胆. 海洋科学, 1991, 4: 68

Over-summering net cage cultivation at sea, medium culture and land pond culture of juvenile *Strongylocentrotus intermedius*

Chang Yaqing Wang Zichen Sun Peihai Feng Zhaoxin You Xuece
(Dalian Fisheries University, Dalian 116023)

Abstract The over-summering cultivation at sea, indoor medium culture and land pond culture of juvenile of *Strongylocentrotus intermedius* transplanted from Japan were carried out from July 1993 to May 1997. The results showed that: (1) for F_2 offspring cultivated by net cage, the daily growth rate in diameter in sea area is 33.6%~61.6% higher than that of the indoor when the water temperature is lower at sea than in indoor; (2) the daily growth rate in diameter for F_2 medium indoor culture by net cage was from $0.35 \times 10^{-2} \sim 1.46 \times 10^{-2}$ cm/d, and varied with cultivation density and time. The daily growth rate in body weight increased with time from $2.32 \times 10^{-2} \sim 10.72 \times 10^{-2}$ g/d; (3) for largescale land pond culture, the diameter of sea urchin grew from 1.16~5.98 cm, and body weight from 0.47~61.0 g within 13 months. The mean gonad index was 18.0%.

Key words *Strongylocentrotus intermedius*, over-summering, medium culture, land pond culture