

日本黄姑鱼 (*Nibea japonica*) 放流标志方法的比较

徐开达¹, 王好学¹, 姜亚洲², 胡翠林¹, 王忠明¹, 卢占晖¹,

朱文斌¹, 柴学军¹, 周永东^{1*}

(1. 浙江省海洋水产研究所, 农业部重点渔场渔业资源科学观测实验站, 浙江省海洋渔业资源可持续利用技术研究重点实验室, 浙江 舟山 316021; 2. 中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海 200090)

摘要: 采用挂牌法、金属线码标记和切腹鳍三种标志方法对大规格(平均体长 10.3 ± 0.6 cm)和小规格(平均体长 6.8 ± 0.5 cm)的日本黄姑鱼(*Nibea japonica*)进行标志实验。经过14 d室内暂养实验,结果表明:三种标志方法对日本黄姑鱼平均成活率无显著影响,而挂牌标志组标志成功率显著低于其余各组,大规格组标志成功率显著高于小规格组;除肝体比外,标志鱼主要生长指标均受标志方法影响显著($p < 0.01$),饵料转化效率和脏体比受标志鱼规格影响显著($p < 0.01$),两者交互作用对饵料转换效率和肝体比有极显著影响($p < 0.01$);三种标志方法中挂牌标志法的多项生长指标与对照组呈显著差异,金属线码标志组饵料转化率和切腹鳍标志组脏体比与对照组差异显著,其它生长指标无显著差异。综合得出结论:切腹鳍可用于短期标志,金属线码标志适用于回捕相对集中的水域,当日本黄姑鱼体长大于10.0 cm时可采用挂牌标志法,以提高标志鱼回捕率。

关键词: 日本黄姑鱼; 挂牌标志; 金属线码标志; 切腹鳍

中图分类号: S931.9 **文献标志码:** A

近年来,由于海洋渔业资源的过度利用及环境污染等问题不断出现,致使我国近海海洋生物资源不断衰退。开展人工增殖放流是修复渔业资源的有效方式,放流种类标志技术是对放流生物进行效果评价的重要手段^[1-2]。随着增殖放流工作的开展,鱼类标志技术也随之发展起来^[3]。目前,应用较多的标志技术有体外挂牌标志法、切鳍法、荧光标记法、烙印法、线码标志法、分子标记法等^[4],不同的标志方法有各自优缺点及适用标记种类^[5]。国内外关于海水鱼类体外标志放流技术研究报道较多,如金头鲷(*Sparus aurata*)^[6]、鲑鱼(*Salmo salar*)^[7]、牙鲆(*Paralichthys olivaceus*)^[8]、鳊鱼(*Müchthys miiuy*)^[9]、黑鲷(*Sparus macrocephalus*)

收稿日期: 2017-09-15 **录用日期:** 2018-01-17

基金项目: 科技部国际科技合作与交流专项(2015DFR30450);公益性行业(农业)科研专项(20130347);浙江省自然科学基金(LY17C190006);浙江省科技厅项目(2016F30018、2017C32031);国家海洋局公益性行业科研专项(201505025)

***通信作者:** 19479934@qq.com

^[10]、青石斑鱼 (*Epinephelus awoara*) ^[11]、大黄鱼 (*Larimichthys crocea*) ^[12]、半滑舌鳎 (*Cynoglossus semilaevis*) ^[13]等多种海洋鱼类, 均取得了一定进展, 为这些鱼类大规模增殖放流奠定了良好基础。

日本黄姑鱼 (*Nibea japonica*) 属鲈形目, 石首鱼科, 黄姑鱼属, 为黄姑鱼种中的大型鱼类, 主要分布于我国的东海、南海和日本南部海域^[14]。它具有抗病力强、生长迅速快、养殖周期短和经济价值高的特点, 目前已开展规模化繁育和养殖^[15-17]。随着自然海域野生群体资源量逐渐减少, 自 2005 年开始, 浙江海域持续放流了日本黄姑鱼苗种, 年均放流量在百万尾以上, 旨在逐步恢复其自然资源。目前, 还未见日本黄姑鱼标志技术相关报道, 本研究采用了国内外几种常用标志方法, 对两种不同规格的日本黄姑鱼幼鱼进行标志实验, 比较各标志方法对幼鱼的存活和生长等方面指标差异, 以期为进一步增殖放流跟踪监测与效果评估工作开展提供参考依据。

1 材料与amp;方法

1.1 实验材料

实验于 2014 年 7—8 月在浙江省海洋水产研究所西闪试验场进行。实验鱼为生长良好、摄食正常的人工繁育日本黄姑鱼幼鱼。实验幼鱼分两种规格, 大规格 (L) 平均体长 10.3 ± 0.6 cm (范围 9.1~12.4 cm), 小规格 (S) 平均体长 6.8 ± 0.5 cm (范围 5.1~7.9 cm)。

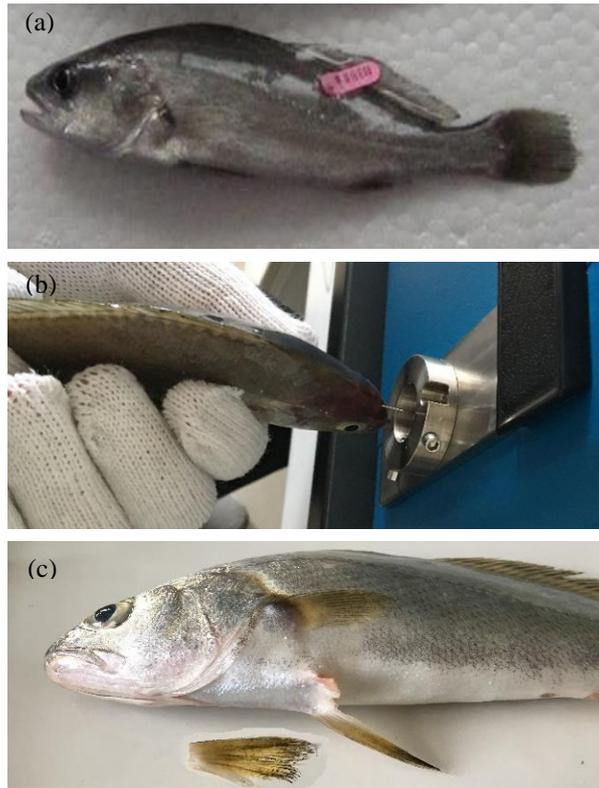
1.2 实验方法

将两种规格实验鱼分对照组 (control group, CG)、体外挂牌标志 (H-bar tags, HT)、金属线码标志 (coded wire tag, CWT) 和切腹鳍标志 (sundering ventral, SV) 4 组进行实验。标志方法如下:

挂牌标志 (HT): 利用标志枪, 于带标记鱼体背鳍几部下放肌肉处刺穿, 随之将一枚带有标志牌的“H”型, 卡扣固着 (图 1(a))。

金属线码标志 (CWT): 通过线码标志仪将印有数字金属丝(长度 1.1 mm, 直径 0.5 mm) 注入到日本黄姑鱼眼后头部的表层组织 (图 1(b)), 回收时通过线码检测仪检测。

切腹鳍标志 (SV): 切除鱼体左侧3/4的腹鳍 (图1(c))。



(a)挂牌标志；(b)金属线码标志；(c)切腹鳍标志。

图1 三种标志示意图

Fig 1 Demonstration of three tagging techniques

在实验开始时，先将标志鱼放入丁香酚质量浓度为 20 mg/L 的麻醉液体中麻醉，20 s 后取出进行标志。随后将标志鱼经高锰酸钾溶液浸泡消毒，按组分别放入体积为 200 L 的圆形塑料桶内暂养，暂养密度为 20 尾/桶，每种标志方法作 3 个平行组。实验共暂养 14 d。待实验结束，对标志鱼进行常规生物学测定，取肝脏和内脏团称重。

1.3 日常管理

实验期间每个塑料桶注水 200 L，并放入 1 个充气石连续充气。每天分别在 07:00 和 16:00 各喂饲料 1 次，投喂量为鱼体质量的 3%~5%，投喂半小时后换水。实验前实验鱼禁食 24 h。每天观察记录鱼体摄食、活动、脱标和死亡等情况，并对死亡个体进行生物学测定^[9]。实验用水为经沙滤的自然海水，水温为 26.8~28.3 °C，盐度为 27~28，pH 为 8.11~8.18。

1.4 数据处理

标志鱼的各项生长指标计算公式分别如下：

$$\text{增长率 (LGR, \%)} = (L_{t2} - L_{t1}) / L_{t1} \times 100\%,$$

$$\text{增重率 (WGR, \%)} = (W_{t2} - W_{t1}) / W_{t1} \times 100\%,$$

$$\text{肝体比 (HIS, \%)} = (\text{肝脏质量} / \text{鱼体质量}) \times 100\%,$$

内脏比 (VSI, %) = (内脏质量/鱼体质量) × 100%,

饵料转换效率 (FCE, %) = $(W_{t_2} - W_{t_1}) / I \times 100\%$,

丰满度 (CF, %) = 体质量/(体长)³ × 100%。

其中 t_2 和 t_1 分别为某个实验阶段的结束时间和开始时间, W_{t_2} 和 W_{t_1} 分别为实验鱼平均终末体质量和平均初始体质量, I 为实验期间鱼的总摄食量 (由各实验组投饵量求得)。标志成功率为实验后成功标志尾数占总标志实验尾数的比率。对所有实验数据进行了单因子方差分析,并对不同处理间的数据进行了 DUNCAN 多重比较 ($p < 0.05$ 作为差异显著的标准)。所有数据采用 SPSS 13.0 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 标志鱼成活率和标志成功率

经 14 d 暂养,各标志处理组的成活率和标志成功率如表 1 所示。结果显示三种标志方法标志组平均成活率均高于 98%,其中 CWT 组和 SV 组的标志成活率为 100%。HT 组标志鱼标志成功率低于 CWT 组和 SV 组,且 HT 组标志成功率受不同规格影响较大,表现为 S 组脱标率较高,其平均标志成功率为 $(85.00\% \pm 5.00\%)$,而 L 组为 $(93.33\% \pm 2.89\%)$,即 S 组标志成功率显著低于 L 组 ($p < 0.05$)。

表 1 各标志组日本黄姑鱼的成活率和标志成功率
Tab. 1 Survival rate and success rate of *N. japonica* in different groups

标志组	规格	标志尾数	成活率/%	标志成功率/%
CG	S	60	100	—
	L	60	100	—
HT	S	60	98.33	85.00 ± 5.00^a
	L	60	98.33	93.33 ± 2.89^b
CWT	S	60	100	98.33 ± 2.89^c
	L	60	100	98.33 ± 2.89^c
SV	S	60	100	98.33 ± 2.89^c
	L	60	100	98.33 ± 2.89^c

注:上标字母不同表示差异显著 ($p < 0.05$)。

2.2 不同标志方法下日本黄姑鱼生长影响

经过 14 d 暂养,各标志组日本黄姑鱼的结束体长与初始体长呈正线性正相关,回归方程见图 2。

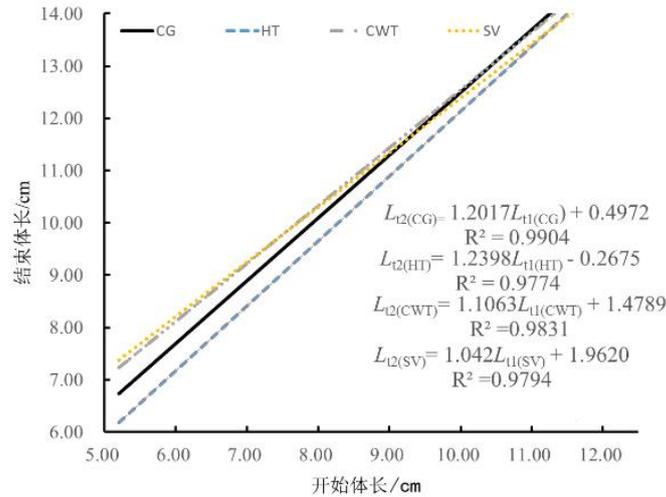


图 2 各标志组日本黄姑鱼结束体长与初始体长的关系

Fig. 2 Relationship of fish length at the end of experiment and initial length of each tagging group

根据实验时开始体长和结束体长之间相关性，分别估算出开始体长范围 5~14 cm 的标志鱼在实验 14 d 后的理论体长，估算结果见表 2。结果显示，HT 组结束体长均小于对照组和其它标志组，当开始体长大于 10 cm 时，HT 组与对照组结束体长的减少幅度在 3% 以内；当开始体长接近 10 cm 时，CWT 组和 SV 组结束体长等于或略大于对照组；当开始体长大于 10 cm 时，3 个标志组结束体长近似。

表 2 各标志组日本黄姑鱼的理论体长

Tab. 2 Theoretical body length of *N. japonica* in each tagging group

开始体长/cm	结束体长/cm			
	CG	HT	CWT	SV
5.0	6.4972	5.9315	7.0104	7.1722
6.0	7.6972	7.1713	8.1167	8.2141
7.0	8.8972	8.4111	9.2232	9.2563
8.0	10.0972	9.6509	10.3293	10.2981
9.0	11.2972	10.8907	11.4356	11.3413
10.0	12.4972	12.1305	12.5419	12.3822
11.0	13.6972	13.3703	13.6482	13.4242
12.0	14.8972	14.6101	14.7545	14.4662
13.0	16.0972	15.8499	15.8608	15.5083
14.0	17.2972	17.0897	16.9671	16.5502

2.3 不同标志方法下日本黄姑鱼各生长指标差异

将两种规格实验鱼综合统计，结果显示：除肝体比外，标志鱼增长率、增重率、饵料转化率、脏体比和丰满度等生长指标受标志方法影响均极显著 ($p < 0.01$)；而饵料转换效率和脏体比受标志的鱼体规格影响极显著 ($p < 0.01$)；标志方法和鱼体规格的交互作用对饵料转换效率和肝体比有极显著影响 ($p < 0.01$)，对脏体比有显著影响 ($p < 0.05$)。由此也说明标

志鱼的生长指标受标志方法影响显著，而鱼体规格对增长率和增重率基本不产生影响，可以将增长率和增重率作为衡量标志方法效果的重要指标。

表 3 不同生长指标的相关性分析
Tab. 3 Correlation analysis of different growth indexes

生长指标		标志方法	鱼体规格	标志方法和鱼体规格的交互作用
增长率	QS	252.84	33.06	49.1
	MS	84.28	16.53	8.18
	F	7.84**	1.54	0.76
增重率	QS	3978.6	400.72	1454.05
	MS	1326.2	200.36	242.34
	F	7.84**	0.5	0.61
饵料转换效率	QS	0.245	0.261	0.176
	MS	0.082	0.13	0.029
	F	12.16**	19.37**	4.35**
肝体比	QS	0.293	0.019	1.472
	MS	0.098	0.01	0.245
	F	2.038	0.2	5.127**
脏体比	QS	9.961	9.674	13.816
	MS	3.32	4.837	2.303
	F	5.669**	8.259**	3.931*
丰满度	QS	0.124	0.001	0.043
	MS	0.041	0	0.007
	F	4.701**	0.035	0.816

注：QS 为平方和，MS 为均方；*为相关性显著 ($p<0.05$)，**为相关性极显著 ($p<0.01$)，无*为相关性不显著。

不同标志方法标志鱼的生长指标影响结果见表 4。HT 组体长增长率最小，为 $21.26\pm 2.89\%$ ，显著低于其余各组 ($p<0.05$)，而 CWT 和 SV 组增长率略高于对照组，但无显著差异；同时 HT 组增重率也最小，为 $84.32\pm 24.62\%$ ，与 CWT 和 SV 组差异显著 ($p<0.05$)，而与对照组无显著差异；结果还表明，三种标志方法均使标志鱼饲料转换效率有不同程度的降低，其中 HT 和 CWT 组显著低于对照组 ($p<0.05$)，SV 组略低于对照组，但差异不显著 ($p>0.05$)；HT 法对日本黄姑鱼体长生长产生明显抑制作用，其体长增长率小于其它各组，而对体重增加影响程度相对较小。各组标志鱼的丰满度范围为 $1.614\% \sim 1.718\%$ (表 5)，其中 HT 法标志鱼的丰满度显著高于其余各组 ($p<0.05$)，而其余各组之间差异不显著 ($p>0.05$)。

表 4 不同标志方法下日本黄姑鱼标志鱼的生长指标差异
Tab.4 Growth indices difference of *N. japonica* in different tagging groups

标志组	增长率	增重率	饵料转换效率	肝体比	脏体比	丰满度
CG	25.92 ± 1.68^b	96.77 ± 10.54^{ab}	1.14 ± 0.13^b	2.165 ± 0.224^a	10.426 ± 0.775^b	1.621 ± 0.084^a
HT	21.26 ± 2.89^a	84.32 ± 24.62^a	0.93 ± 0.13^a	2.292 ± 0.245^a	10.431 ± 1.325^b	1.718 ± 0.134^b
CWT	27.81 ± 4.77^b	107.68 ± 23.69^b	1.01 ± 0.17^a	2.327 ± 0.284^a	10.545 ± 0.699^b	1.638 ± 0.071^a
SV	27.67 ± 2.93^b	111.25 ± 12.33^b	1.11 ± 0.10^b	2.310 ± 0.256^a	9.615 ± 0.777^a	1.614 ± 0.061^a

注：上标字母不同表示差异显著 ($p<0.05$)。

3 讨 论

3.1 不同标志方法对标志鱼成活率和成功率的影响

Davis 等^[18]发现“H-bar”型标记时标志枪头过短可引起标志牌脱落,致使成功标志率降低;而较长的标志针相配套的锚定端直径也相应增大,意味着对标志鱼损伤也相应增大^[13]。本研究选用针头长度为 8 mm 的标记枪进行标记,同时将人为操作对标志鱼损伤降至最低。

Nielson 等认为标志对鱼体的成活和生长的影响与标志方法及被标志鱼个体大小有关^[19],因小个体鱼类可能难以承受挂牌标志操作的压力和额外的代谢负担,提出挂牌标志一般用于个体较大的鱼,如体长在 15 cm 以上^[20-21]。挂牌法、金属线码标记和切腹鳍等是国内外经常采用的物理标志方法,挂牌法由于具有标志鱼易被鉴别的特点而更受到关注^[10]。切腹鳍标志处理组经过 14 d 暂养,发现一侧鳍条出现明显再生现象,鳍条颜色呈淡黄色,约为正常鳍条的 3/4,适用于短期标志;金属线码组对鱼体影响非常小,可适用于较长时间标志^[22];挂牌法处理组由于个别鱼体肌肉感染或鱼体间刮擦出现脱标现象,脱标个体仅出现于暂养前 5 d 之内,未脱标个体标记清晰,可适用于长期标志。切腹鳍法和金属线码标志成功率相近,均高于 98.33%,而挂牌法标志成功率略低,且受标志鱼规格影响显著,大规格标志鱼的标志成功率高于小规格,说明日本黄姑鱼的标志成功率与标志方法和标志鱼规格有密切关系。

3.2 不同标志方法对标志鱼生长的影响

日本黄姑鱼挂牌法标志组体长和体重增加率低于其余各组,而丰满度反而高于其它标志组,挂牌标志组对实验鱼损伤肌肉,可能使生长所需的同化能用于肌肉修复^[13];同时肌肉受损后,可能引起相应的生理和代谢胁迫,致使活动频率下降,能量消耗减少,导致丰满度反而增加^[23-24]。

标志鱼开始体长小于 10 cm 时,采用挂牌标志组的日本黄姑鱼生长慢于其它标志组;而当标志鱼开始体长大于 10 cm 时,3 个标志组结束体长近似。因此建议,使用挂牌标志法时平均体长宜在 10 cm 以上。

切腹鳍标志处理组脏体比明显小于其它组,金属线码标志组和切腹鳍标志组的饵料转化率小于对照组,同时该两组增长率和增重率反而有所上升,其原因可能为鱼体本身存在着补偿生长作用,增加摄食量来保证机体的快速增长率和增重率^[25],但是由于部分生长量转移至机体修复使用,从而造成饵料转换效率有所降低^[26]。本实验观测时间仅为 14 d,研究时间相对较短,对于标记对鱼类的长期影响和影响机理有待进一步的研究。

3.3 标志的可辨识度

我国标志鱼放流后的跟踪监测主要依靠渔民回捕,因此需要醒目的标志使其容易辨识,以保证标志鱼的回收率,从而进一步确保放流的回捕率和放流效果的评价^[27]。从标志的显现性来看,挂牌标志最为醒目,很容易被捕获者发现,便于标志鱼的回收^[10]。切鳍标志,如采用本实验的方法,再生的鳍条没有明显弯曲或扭曲,且再生速度快,即使再生的鳍条与正常鳍条有明显差异,也相对较难发现。孙忠等^[9]对鳊鱼进行标记研究试验时,认为鳊鱼切鳍后,两侧腹鳍对比差异明显,从短期看方法基本可行,如切腹鳍标志可用于苗种繁育鉴别部分亲体是否产过卵^[5],但在海区回捕标志鱼时,渔民不经细致辨认较难发现。金属线码标志成活率和成功率较高^[28-29],但回捕时需要借助金属扫描仪辨识,在目前渔获分散交易的现状下,回捕金属线码标志鱼相对困难,徐开达等^[10]在舟山海域的黑鲷标志放流回捕试验也验证了金属线码标志鱼回捕较困难。因此,建议在回捕相对集中或相对封闭的水域采用金属线码标志法^[30]。

4 结 论

实验结果表明,挂牌标记、金属线码标记和切腹鳍标志标志成功率均较高,其中金属线码标志和切腹鳍标志对鱼体生长影响不大,而挂牌标记鱼体长和体重增长率均最小;除肝体比外,不同标志方法对标志鱼的饵料转化率、脏体比和丰满度等生长指标有一定程度影响。综合认为,切腹鳍可用于短期标志,而金属线码和挂牌法可用于长期标志,标志效果受日本黄姑鱼标志鱼规格和标志方法影响,标志时宜根据标志方法和标志要求选择合适的标志鱼规格。当日本黄姑鱼体长小于 10 cm 时,可选择切腹鳍和金属线码两种标志处理方法;挂牌标志法对日本黄姑鱼苗种的规格要求最高,最适标志体长在 10 cm 以上。

致谢:感谢在标志实验和暂养过程中得到舟山锦岛水产科技公司许源剑、贺舟挺的支持和帮助。

参考文献:

- [1] 程家骅,姜亚洲. 海洋生物资源增殖放流回顾与展望[J]. 中国水产科学, 2010, 17(3): 610-617.
- [2] DEVIN M, JOHANN B. Restocking, stock enhancement and sea ranching: arenas of progress[J]. Reviews in Fisheries Science, 2008, 16(1/2/3): 357-365.
- [3] BLANKENSHIP H L. A responsible approach to Marine stock enhancement[J]. American fisheries society, 1995, 15: 167-175.
- [4] 陈锦淘,戴小杰. 鱼类标志放流技术的研究现状[J]. 上海水产大学学报, 2005, 14(4): 451-456.
- [5] 洪波,孙振中. 标志放流技术在渔业中的应用现状及发展前景[J]. 水产科技情报, 2006, 33(2): 73-76.
- [6] SÁNCHEZ-LAMADRID A. Effectiveness of four methods for tagging juveniles of farm-reared gilthead sea

- bream, *Sparus aurata* L.[J]. Fisheries Management and Ecology, 2001, 8(3):271-278.
- [7] CROZIER W W, KENNEDY G J A. Impact of tagging with coded wire tags on marine survival of wild Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.) migrating from the R. Bush, Northern Ireland[J]. Fish Res, 2002,59(1/2): 209-215.
- [8] TANAKA M, SEIKAI T, YAMAMOTO E, et al. Effects of T-bar and DST tagging on survival and growth of European hake[J]. Review: Methods and Technologies in Fish Biology and Fisheries, 2009,9: 181-193.
- [9] 孙忠, 余方平, 王跃斌. 鲈鱼增殖放流标志技术的初步研究[J]. 海洋渔业, 2007, 29(4): 344-348.
- [10] 徐开达, 周永东, 王伟定, 等. 舟山海域黑鲷标志放流试验[J]. 上海海洋大学学报, 2008, 17(1): 93-97.
- [11] 薄治礼, 周婉霞. 浙江省沈家门沿岸水域石斑鱼幼鱼标志放流与重捕试验[J]. 水产学报, 1999, 23(3): 304-307.
- [12] 马晓林, 周永东, 徐开达, 等. 浙江沿岸大黄鱼标志放流及回捕率调查研究[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 2016, 35(1): 24-29.
- [13] 柳学周, 徐永江, 陈学周, 等. 半滑舌鳎苗种体外挂牌标志技术研究[J]. 海洋科学进展, 2013, 31(2): 273-277.
- [14] 朱元鼎, 张春霖, 成庆泰. 东海鱼类志[M]. 北京:科学出版社, 1963, 277-288.
- [15] 楼宝, 徐君卓, 吴祖杰, 等. 日本黄姑鱼养殖试验初报[J]. 上海水产大学学报, 2002, 11(4): 324-328.
- [16] 柴学军, 徐君卓, 吴祖杰. 日本黄姑鱼全人工繁育技术研究[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 2007, 26(2): 168-172.
- [17] 王波, 张锡烈, 曲秀家, 等. 日本黄姑鱼的生物学特性及苗种生产技术[J]. 渔业科学进展, 2002, 23(4): 13-19.
- [18] DAVIS T L O, REID D D. Estimates of tag-shedding rates for Floy FT-2 dart and FD-67 anchor tags in barramundi *Lates calcarifer* Bloch[J]. Aust J Freshw Res, 2008, 33: 1113-1117.
- [19] NIELSEN L A. Methods of marking fish and shellfish[M]. New York: American Fisheries Society, 1992,74-81.
- [20] WALDMAN J R, DUNNING D J, MATTSON M T. A morphological explanation for size-dependent anchor tag loss from striped bass[J]. Trans Am Soc, 1990, 119: 920-923.
- [21] OTTERÅ H, KRISTIANSEN T S, SVÅSAND T. Evaluation of anchor tags used in sea-ranching experiments with atlantic cod (*Gadus morhua* L.)[J]. Fisheries Research, 1998,35:237-246.
- [22] Mustafa S. Stock enhancement and sea ranching: objectives and potential[J]. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 2003, 13: 141-149.
- [23] 王正鯤, 赵天, 林小涛, 等. 茜素络合物对唐鱼耳石标记效果以及生长和存活率的影响[J]. 生态学杂志, 2015, 34(1): 189-194
- [24] 刘骁, 谢晶, 黄硕琳. 鱼类保活运输的研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2015, 41(8): 255-260.
- [25] 史会来, 楼宝, 骆季安, 等. 不同投饲率对日本黄姑鱼幼鱼生长及鱼体生化成分的影响[J]. 海洋渔业, 2007, 29(1): 53-56.
- [26] 楼宝, 史会来, 骆季安, 等. 饥饿和再投喂对日本黄姑鱼代谢率和消化器官组织学的影响[J]. 海洋渔业, 2007, 29(2): 140-147.
- [27] HALLS A S, AZM M E. The utility of visible implant (VI) tags for marking tropical river fish[J]. Fisheries Management and Ecology, 1998, 5(1): 71-80.
- [28] Heard R W. Overview of salmon stock enhancement in southeast Alaska and compatibility with maintenance of hatchery and wild stocks[J]. Environmental Biology of Fishes, 2012, 94(1): 273-283.
- [29] 杨德国, 危起伟, 王凯, 等. 人工标志放流中华鲟幼鱼的降河洄游[J]. 水生生物学报, 2005, 29(1): 26-30.
- [30] KATSUYUKI H, YASUHIRO O, SHIGEKI D. A review of seed production and stock enhancement for commercially important portunid crabs in Japan[J]. *Aquaculture International*, 2011, 19(2): 217-235.

Comparison of Three Tagging Techniques for the Release and Enhancement of *Nibea japonica*

XU Kaida¹, WANG Haoxue¹, JIANG Yazhou², HU Cuilin¹, WANG

Zhongming¹, LU Zhanhui¹, ZHU Wenbin¹, Chai Xuejun¹,

ZHOU Yongdong^{1*}

(1. Marine Fisheries Research Institute of Zhejiang Province, Scientific Observing and Experimental Station of Fishery Resources for Key Fishing Grounds, MOA, Key Laboratory of Sustainable Utilization of Technology Research for Fisheries Resources of Zhejiang Province, Zhoushan 316021, China; 2. East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fisheries Sciences, Shanghai 200090, China)

Abstract: The author conducted a tagging experiment on *Nibea japonica* of large-scale group (average length 10.3 ± 0.6 cm) and small-scale group (average length 6.8 ± 0.5 cm) by comparing three fish tagging techniques, i.e. H-bar Tagging technique, Coded Wire Tagging technique and Ventral Sundering technique, to study the differences. After a fortnight temporary rearing experiment, the result was concluded: all three fish tagging techniques made no obvious difference on survival rate, and success rate of tagging large-scale group was evidently higher than of tagging small-scale group, but the success rate of H-bar tag group was obviously lower than of the other two groups; In addition to the liver and body weight ratio, different tagging techniques significantly affected tagged fishes' primary growth indices ($p<0.01$), likewise, forage conversion efficiency, organs and body weight ratio were influenced markedly by the size of *N. japonica* ($p<0.01$), and the interaction between these two factors extremely influenced forage conversion efficiency and liver and body weight ratio ($p<0.01$); Comparing to the control group, the H-bar tagged group showed an obvious dissimilarity on various growth indices, while the Coded wire tagged group and ventral sundered group only showed an significant differences on forage conversion efficiency and organ and body weight ratio respectively. According to the result, the recommendation can be drawn: ventral sundering technique is applicable to a short time tagging, and coded wire tagging method is applicable to recapture those species which live in relatively centered waters; As for *N. japonica*, when the average length of the group is greater than 10.0 cm, it is suggested to adopt H-bar tagging technique in order to increase the recapturing rate.

Key words: *Nibea japonica*; H-bar tag; coded wire tag; sundering ventral tag