

T型标志牌标记牙鲆苗种

刘芝亮^{1,2} 徐永江¹ 柳学周^{1*} 王妍妍¹ 李春广¹

(¹农业部海洋渔业可持续发展重点实验室 青岛市海水鱼类种子工程与生物技术重点实验室

中国水产科学研究院黄海水产研究所, 266071)

(²上海海洋大学水产与生命学院, 201306)

摘要 以牙鲆为实验对象,研究了4种不同规格的T型标志牌(T-A、T-B、T-C和T-D)对全长5、7、9和11 cm苗种的标记效果,确立了适宜标志的牙鲆苗种规格,筛选了适宜于不同规格牙鲆苗种标记用的T型标志牌。全长5 cm的苗种不宜使用这4种规格的标志牌标记;T-A和T-B标志牌适宜于全长7~11 cm的牙鲆苗种,标记后脱牌率为2%~8%,存活率为90%~100%;T-C标志牌适宜于标记全长11 cm的苗种,成活率为94%,脱牌率为5%,对全长7~9 cm苗种的标志效果不佳,成活率为85%~87%,脱牌率为9%~11%;T-D标志牌不适宜于全长11 cm以下牙鲆苗种的标记,脱牌率为11%~26%,成活率为51%~89%。2011~2012年,利用T-B标志牌在北戴河开展了牙鲆大规模标志放流试验,取得了良好的标记效果。

关键词 牙鲆 T型标志牌 标志技术

中图分类号 S917.4 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7075(2013)06-0080-07

Tagging of Japanese flounder using T-bar tags

LIU Zhi-liang^{1, 2} XU Yong-jiang¹ LIU Xue-zhou^{1*}

WANG Yan-yan¹ LI Chun-guang¹

(¹ Key Laboratory of Sustainable Development of Marine Fisheries, Ministry of Agriculture, Qingdao Key Laboratory for Marine Fish Breeding and Biotechnology, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, 266071)

(² College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, 201306)

ABSTRACT Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus* juveniles were tagged with four kinds of T-bar tags (T-A, T-B, T-C, and T-D). The tag-shedding rate, survival rate, swimming and feeding behavior, growth performance of juveniles post tagging were observed and recorded. Based on these data, we determined the suitable T-bar tag for Japanese flounder juveniles at different size. The results showed that all four kinds of T-bar tags were not suitable for Japanese flounder juveniles with total length less than 5 cm due to the low survival rate and high tag-shedding rate. The T-A and T-B tags were suitable for Japanese flounder juveniles with total length of 7-11 cm with survival rate of 90%-100% and tag-shedding rate of 2%-8%. For T-C tag, the tag-shedding rate was 5% when it was used to tag juveniles with total length of 11

国家国际科技合作专项(2013DFA31410)、农业部公益性行业专项(200903005)和鲆鲽类现代产业技术体系(CARS-50)共同资助

* 通讯作者。E-mail: liuzz@ysfri. ac. cn, Tel: (0532)85830506

收稿日期: 2012-08-16; 接受日期: 2013-03-13

作者简介: 刘芝亮(1987-), 男, 硕士研究生, 主要从事海水鱼类标志放流技术研究。E-mail: liuzhiliang0328@126. com, Tel: (0532)85830506

cm with survival rate of 94%. The T-C tag was not suitable for juveniles with total length of 7-9 cm. For T-D tag, all groups showed low survival rates (51%-89%) and high tag-shedding rates (11%-26%) post tagging, therefore, the T-D tag was not suitable for juveniles less than 11 cm in total length. Based on these results, we carried out pilot tagging studies on Japanese flounder juveniles using T-B tag from 2011 to 2012. During this period, millions of juveniles were released into the sea, and 169,000 juveniles were tagged using T-B tag, which would be helpful for evaluation of enhancement effects.

KEY WORDS *Paralichthys olivaceus* T-bar tags Tagging technique

牙鲆 *Paralichthys olivaceus* 是我国重要经济鱼种,自 20 世纪 90 年代以来,养殖产业不断发展,成为我国沿海居民餐桌上的主要海产品之一。近年来,随着资源的过度开发,牙鲆自然渔获量日益减少。开展增殖放流是修复和保护牙鲆自然资源的主要途径之一。2006 年以来,我国实施了大规模的水生生物增殖放流,每年放流牙鲆苗种 1 000 万余尾,而如何评估资源增殖效果成为今后放流工作的研究重点。标志放流技术是国际上通用的对放流物种进行追踪调查和评估增殖效果的有效手段。在牙鲆的标志放流研究方面,日本自 20 世纪 80 年代开始体外挂牌标记和回捕评估研究,在某些海湾放流回捕率可达 13%~29%(Tatsuya *et al.* 2006),标志放流效果明显。同时,我国也在渤海和黄海开展了牙鲆标志放流试验。吴鹤洲等(1987)研究了胶州湾牙鲆资源增殖的生态学基础,并开展了种苗放流试验,利用银丝挂牌和锦纶丝线挂牌标志放流大规格(全长 12 cm、体重 20 g)种苗 1 500 尾。20 世纪 90 年代末,中日合作“日照水产增殖项目”课题组在黄海南部实施了牙鲆人工放流及追踪调查研究,促进了牙鲆标志放流技术的发展。刘奇(2009)采用椭圆形塑料标志牌(长轴 1.5 cm、短轴 1 cm,塑料锚钉 1.3 cm)标志放流全长 6~13 cm 的牙鲆幼鱼 9 500 尾。国内有关 T 型标志牌标记放流牙鲆的研究尚未见报道。

目前,我国生产性放流牙鲆苗种的规格一般为全长 5~9 cm,但尚缺乏一种有效的体外标志,不利于放流增殖效果的评价。2010 年以来,在农业部公益性行业专项的支持下,作者开展了牙鲆苗种的挂牌标志技术研究,筛选出了适宜牙鲆苗种放流专用的 T 型标志牌,并确定了适宜的标志方法,为下一步追踪调查、回捕技术研究和放流增殖效果评价提供了依据。

1 材料与方 法

1.1 试验设计

本研究于 2011 年 7~11 月在山东省青岛忠海水产有限公司进行。试验用的牙鲆苗种为本公司培育的色泽正常、大小规格整齐、健康活泼、摄食良好的人工苗种。苗种平均体长为 5 cm(体重 1.8~2.2 g)、7 cm(体重 4.9~7.2 g)、9 cm(体重 9.2~13.4 g)和 11 cm(体重 11.5~15.8 g)。根据鱼苗规格的不同,结合标志牌的规格,对 5 cm 的苗种利用 T-A、T-B、T-C 标志牌进行标志试验,共设置 3 个实验组,每组实验鱼 100 尾,每个实验组设置 1 个重复;而对于 7、9、11 cm 的苗种则使用 4 种规格的标志牌都进行标志实验,共设置 8 个实验组,每组实验鱼 100 尾,每组设置 1 个重复。实验用苗种按照规格的不同,分别于 4 个 20 m³ 的水泥池中暂养 3 d 后用于标志试验。试验用鱼暂养期间的培育条件:水温 22~23 ℃、盐度 28~30、pH 7.8~8.4、溶解氧含量为 6 mg/L 以上。暂养期间投喂配合饲料,投喂量为鱼体重的 3%,每日清理培育池 1 次。

1.2 标志牌规格

T 型标志牌的主要结构包括锚定端、连接线和标志牌三部分,各部分量度依据如图 1-B 所示,T-A、T-B、T-C 和 T-D 4 种标志牌的规格见表 1。

标志牌以聚氯乙烯材质制作,而连接线和 T 型端由聚乙烯材质制作。

标志枪包括枪身、枪头、撞针、扳机四部分组成,枪头内径与撞针和每种标志牌的 T 端直径一致,保证将标志牌完整弹出。

表 1 试验用 T 型标志牌的规格特征

Table 1 Size and weight of four kinds of T-bar tags used in this study

标志牌 Tags	标志牌总长 Total length (cm)	锚定端长 Anchorage length(cm)	连接线长 Connecting line length (cm)	标志牌长 Tag length (cm)	T 端直径 T-bar diameter (mm)	整体重量 Total weight (g)	标志牌重量 Tag weight (g)
T-A	2.8	0.6	1.2	1.6	0.5	0.02	0.012
T-B	3.2	0.8	1.6	1.6	0.8	0.034	0.021
T-C	3.4	0.85	1.3	2.1	0.85	0.041	0.022
T-D	3.7	0.9	1.4	2.3	1.05	0.087	0.069

各规格标志牌总重量与实验鱼体湿重的比值(R)按照如下公式计算: $R=W_T/W_F \times 100$ 式中, W_T 为不同规格标志牌的总重量, W_F 为实验鱼的体重。4 种规格的标志牌与试验鱼体重的比值见表 2。

表 2 标志牌重量占鱼体湿重的比值

Table 2 The ratio of T-bar tag weight to fish weight in this study

比值	Ratio (R)	苗种规格 Average total length of tagged fish (cm)			
		5	7	9	11
标志牌 Tags	T-A	0.91~1.11	0.28~0.41	0.15~0.22	0.13~0.17
	T-B	1.55~1.89	0.47~0.69	0.25~0.37	0.22~0.29
	T-C	1.86~2.28	0.57~0.84	0.31~0.45	0.26~0.36
	T-D	3.95~4.83	1.21~1.78	0.65~0.95	0.55~0.76

在本研究中,以标志实验鱼脱牌率低于 10%、存活率高于 90% 作为评价 T 型标志牌适宜于牙鲈苗种标志放流用的依据。

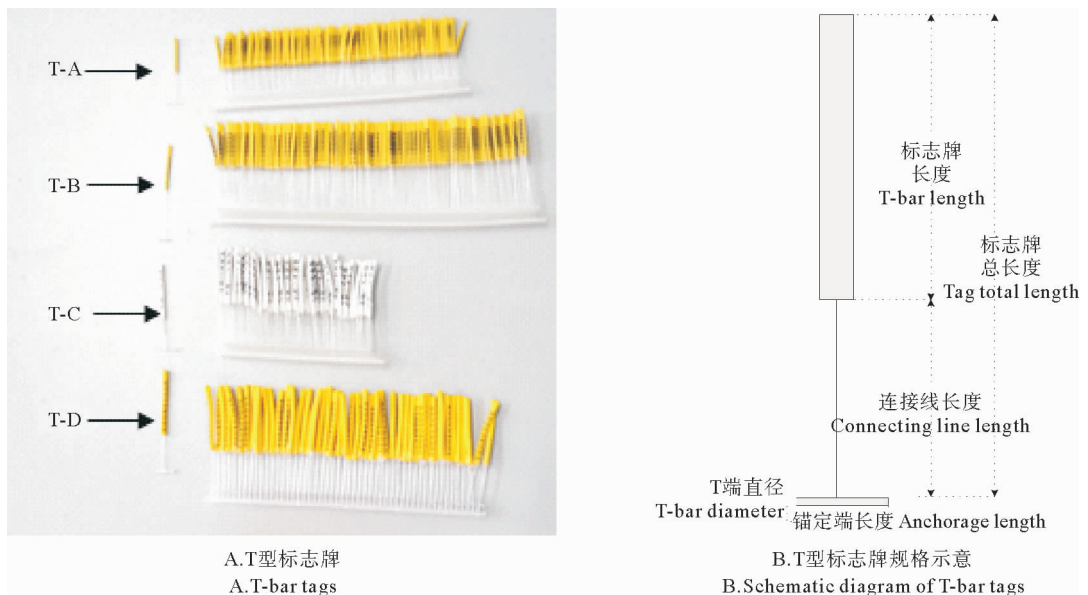


图 1 标志试验使用的 T 型标志牌及规格

Fig. 1 Type and size of T-bar tags used in this study

1.3 标志操作方法

试验开始前,试验鱼提前 1 d 停食。标志操作前,所有试验鱼都以 MS-222 进行麻醉,麻醉剂量选择的标准

是试验鱼入麻时间快、恢复时间短、无不良副作用。牙鲆苗种的麻醉剂量参照王秀华等(2009)的方法,按照试验用苗种的规格和培育温度条件等重新确定,全长5、7、9、11cm苗种以MS-222麻醉的适宜剂量分别为30、30、50、80 mg/L。

在挂牌标志时,以专用标志枪进行背部挂牌标记操作。标志枪枪头以70%酒精消毒后使用。挂牌标记的部位选择被标记鱼背鳍基部下背部肌肉最厚的部位(图2-A、图2-B),标志枪与鱼体呈45~60°角。标志枪头自鳞下间隙处插入,斜入肌肉深度5 mm左右,标志枪针头不穿透鱼体。标记完成后以手指轻压标志部位轻轻快速抽出标志枪,使得标志牌锚定端留在实验鱼体内。标志后对标志部位进行消毒处理,以防止伤口感染。

1.4 标志鱼的暂养

1.4.1 挂牌标志对鱼苗脱牌率和成活率的影响

挂牌标志完成后,各个组别的试验鱼分别置于直径1.2 m、高0.6 m的小型玻璃钢水槽内,设置常流水(日换水率800%),暂养培育10 d,期间观察标志苗种的行为、成活率和脱牌率情况。所有标志后苗种暂养期间的培育条件同1.1,定时进行配合饲料的投喂和暂养容器的清理。

1.4.2 标志苗种的生长试验

将存活下来的以T-A标志牌标记的平均全长9 cm的牙鲆180尾转移到室内面积为25 m²的水泥池内,与同等数量的未标记的、同规格的牙鲆苗种(对照组)混合养殖。入池前测量实验鱼的体长和体重,经工厂化养殖45 d后出池,记录存活率和体长、体重等生长情况,以评估体外挂牌标志的效果。室内养殖期间,养殖水温22~24 ℃,溶解氧6 mg/L以上,日换水率约300%,期间投喂配合饲料。牙鲆特定生长率(SGR)按照如下公式计算:

$$SGR=100 \times (e^G - 1); G = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{\Delta t}$$

式中, W_1 为起始个体重量, W_2 为实验结束后个体体重, Δt 为实验持续时间。

1.5 生产性标志放流试验

2011~2012年,课题组在北戴河指导开展了牙鲆的生产性标志放流试验,利用本研究开发的T-B标志牌对全长7 cm以上牙鲆进行标志后放流。

1.6 实验结果分析

试验数据均表示为每个试验组两个重复组的平均值。标记后在室内养殖的牙鲆和对照组牙鲆生长情况结果表示为Mean±S.D.,利用单因素方差分析(ANOVA)统计体长、体重和存活率等的差异显著性, $P < 0.05$ 为差异显著,反之不显著。统计分析使用SPSS(16.0版本)软件进行。

2 结果

2.1 T型牌标志后的脱牌率和成活率

试验用牙鲆在暂养、麻醉操作和标记操作过程中均未出现死亡的现象,苗种活力较好。在挂牌标记后,实验鱼一般静卧于池底,不游动,不摄食。全长5 cm的苗种以T-C标志牌标记后,第1天就出现42%的死亡率,在标记后第5天开始摄食,苗种的游泳行为正常。以T-A和T-B标志牌标记的5 cm实验鱼在标记后3d开始

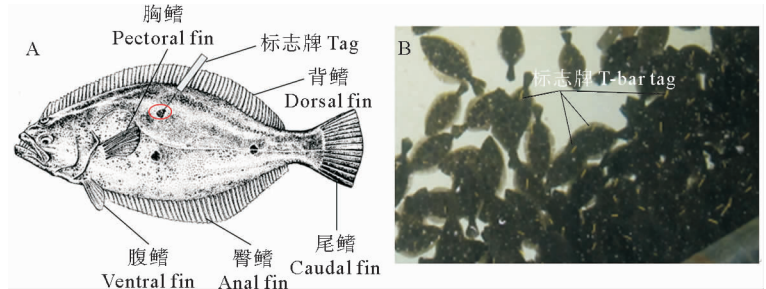


图2 牙鲆苗种挂牌标记部位示意(A)及实际标志效果(B)
Fig. 2 The schematic diagram of tagging position of T-bar tags
(A) and domestication of tagged Japanese flounder (B)

摄食,游泳行为正常,但以 T-B 标志牌标记的苗种死亡率较高。全长 7 cm 的苗种以 T-D 标记后第 1 天出现较高的死亡率(23%),在标记后第 5 天开始摄食,以其他标志牌标记后其死亡率均较低,在标记后 3~4 d 开始摄食,游泳行为正常。全长 9 cm 的苗种以 4 种规格的标志牌标记后,一般在 3~4 d 开始摄食,以 T-A 和 T-B 标记的实验鱼游泳较为活泼,摄食积极,游泳行为正常,以 T-D 标记的苗种游泳时出现侧倾现象,死亡率较高,达 39%。全长 11 cm 的苗种以 4 种标志牌标记后,可在 2~3 d 内摄食,游泳行为正常。

不同规格的标志牌对牙鲆苗种进行标记后 10 d 的脱牌率和存活率情况见图 3。本研究发现,以 T-A 标志牌标记后,平均全长 5 cm 的苗种脱牌率为 17%,成活率为 79%,而平均全长 7~11 cm 的牙鲆苗种的脱牌率为 2%~6%,存活率达 93%~100%(图 3)。以 T-B 标志牌标记后,平均全长 5 cm 的苗种脱牌率高达 28%,而存活率仅为 37%,平均全长 7~11 cm 的苗种对 T-B 标志牌的适应力较强,脱牌率仅为 4%~8%,存活率达到 90%~97%。以 T-C 标志牌标记后,平均全长 5 cm 的苗种脱牌率达 34%,而存活率仅为 4%,效果较差(图 3);平均全长 7~11 cm 的苗种,标记后脱牌率为 9%~11%,成活率为 85%~87%。以 T-D 标志牌标记后,平均全长 7 cm 的标志牌脱牌率达 26%,而存活率仅为 54%,而平均全长 9 cm 的苗种脱牌率为 15%,存活率为 61%;平均全长 11 cm 的牙鲆脱牌率为 11%,成活率为 89%。

以上结果表明,T-A 和 T-B 标志牌适宜于平均全长 7~11 cm 的牙鲆苗种的标志放流,T-C 标志牌也可用于平均全长 7~11 cm 的牙鲆苗种的标志,但效果低于 T-A 和 T-B 标志牌,T-D 标志牌不适宜平均全长 11 cm 以下的牙鲆苗种的标志放流。

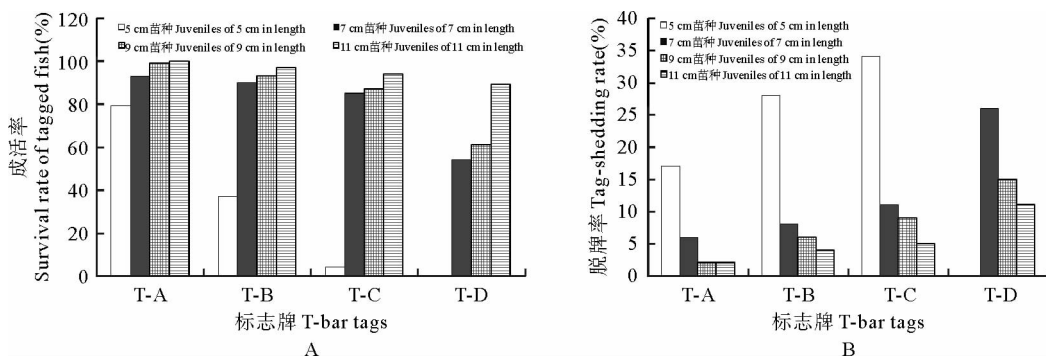


图 3 不同规格的牙鲆苗种以不同规格 T 型标志牌标记后 10 d 的存活率(A)和脱牌率(B)

Fig. 3 The survival rate (A) and tag-shedding rate (B) of Japanese flounder juveniles after tagged with T-bar tags after 10 days

2.2 标志后牙鲆苗种的生长

在室内水泥池养殖 45 d 后,标记的牙鲆苗种出池,测定、记录成活率、标志牌脱牌率和特定生长率(SGR),结果发现,标记鱼平均体长 13.21 ± 2.01 cm,平均体重 28.77 ± 2.83 g,与未标记对照组苗种相比,生长无显著差异,且成活率为 100%,标志牌未发生脱落,标记效果较好(表 3)。

表 3 牙鲆标志苗种在室内养殖池饲养 45 d 后的生长指标(平均值±标准差)

Table 3 Growth performance of T-bar tagged Japanese flounder juveniles cultured in indoor tanks (Mean±SD)

组别 Group	开始体长 Initial length (cm)	开始体重 Initial body weight (g)	结束体长 Final length (cm)	结束体重 Final body weight (g)	SGR	成活率 Survival rate (%)
对照组 Control	9.13 ± 1.22	13.57 ± 2.07	14.24 ± 1.14	38.53 ± 3.27	1.94	100
试验组 Treatment	9.64 ± 0.97	13.22 ± 1.21	13.21 ± 2.01	35.77 ± 2.83	1.73	100

2.3 牙鲆生产性标志放流试验

2011 年以来,在农业部公益性行业专项“黄渤海生物资源调查与养护技术”的资助下,利用本研究研制的

标志牌,本团队在北戴河指导开展了全长 7~9 cm 牙鲆苗种的生产性标志放流试验。利用 T-B 标志牌标记放流牙鲆苗种 16.9 万尾,其中 2011 年标记放流 9.4 万尾,2012 年标记放流 7.5 万尾。标志放流过程中,使用 T-B 标志牌对牙鲆苗种进行标记后使用室内圆形水泥池(规格为 6 m×6 m×1 m)进行流水暂养 48 h 后,出池打包装船放入大海。出池时计数池中牙鲆苗种死亡个体数量及脱落的标志牌数量,与实际标记数量进行比较并计算成活率和脱牌率,其中 2011 年标志牌标记牙鲆苗种暂养成活率为 98.3%,脱牌率为 3.5%;2012 年标记苗种成活率为 99.2%,脱牌率为 3.3%,表明标记效果较好。

3 讨论

本研究分析了 4 种不同规格的 T 型标志牌对不同规格牙鲆苗种的标志效果,筛选了适宜牙鲆苗种标志放流的 T 型标志牌,为其标志放流及增殖效果评价提供了重要的手段。

3.1 标志牌规格与脱牌率和成活率的关系

T 型标志牌的锚定端、连接线和标志牌等部分的大小直接影响标志牌的重量,进而影响到挂牌成功率。作者在前期的预试验中使用的 T 型标志牌的锚定端长度和直径较长,在标记牙鲆苗种时,容易在体表留下较大的创伤而导致发炎死亡,从而导致较高的死亡率。后期研究中,对 T 型牌进行了改造,特别是 T-A 和 T-B 标志牌,锚定端直径和长度都大大缩小,重量大为减轻,标志牌在鱼体锚定部位的创口较小,标记后 10d 标志伤口愈合较好,标记鱼脱牌率和死亡率都较低,标记效果较好。

Jolivet 等(2009)指出,利用挂牌标志技术研究欧洲无须鳕 *Merluccius merluccius* 的标志放流时,标志牌重量与鱼体重的比值 $R > 2$ 时,被标志鱼死亡快且死亡率高,脱牌率升高。本研究发现,对于小规格的牙鲆苗种,单纯以 R 值来评价标志牌的标记效果是不适宜的,还应考虑到标志牌种类、规格和不同生长期牙鲆的生长特性等因素。先前研究表明,T 型标志牌的连接线长度过短可导致较高的脱牌率(Otterå *et al.* 1998)。但另一方面,较长的连接线会增加标志牌的整体重量,同时也会对游泳行为造成影响,造成被标记鱼被天敌生物发现和捕食的几率增加,因此在制作 T 型标志牌时应通过实验而确定适宜的连接线长度。从脱牌率、存活率和标志后试验鱼行为以及生长等数据综合来看,本研究开发的 T-A、T-B 的标志牌规格适宜于全长 7~11 cm 牙鲆苗种的标记。

先前的研究指出,标志枪的注射枪头过短也可引起较高的脱牌率(Davis *et al.* 1982)。本研究中,根据 4 种不同的 T 型标志牌规格和锚定端的直径制定了不同的标志枪,特别是对枪尖和撞针的直径进行了严格限制,要求枪尖细长、圆滑,入鱼体后不会产生倒挂而造成额外损伤或者将标志牌挂出。另外,在标志操作时,要求枪尖入肌肉深度控制在 5 mm 以内,不穿透鱼体,因此造成的损伤更小。

3.2 影响挂牌标志成活率和脱牌率的其他因素

在利用 T 型标志牌对放流鱼进行标记时,不可避免地在鱼体标志部位形成伤口(Otterå *et al.* 1998)。而对鲑鱼 *Salmo salar* 幼鱼的标志研究指出,标志部位在操作处理和操作后处理不当的情况下,或者标记后不经暂养直接放入野生环境中,标记部位创口容易恶化坏死,直接导致实验鱼的死亡或生长抑制(Morgan *et al.* 1976)。本研究中,T 型标志牌标记部位在试验鱼头部后方侧线上方肌肉最厚处,同时标记操作时标志枪倾斜,与鱼体呈 45~60°角,标记后可使标志牌向鱼体侧后方倾斜并与鱼体游泳方向保持一致,不会影响游泳行为。同时,在标记后进行适当消毒消炎处理,创口可在较短时间内愈合,且对实验鱼的生长和存活不产生较大影响。

目前,国际上开展的水生生物标志技术研究多是在实验室条件下的小型模拟实验,标记后短期(2~5 d)的暂养观察可能无法精确评估一种标志牌对实验鱼的标记效果。因此,国际上通用的标记后暂养时间在 5 d 以上,暂养时间越长,对于标志牌的标记效果就越容易评价和确定(Brattey *et al.* 2004)。本研究中,对于牙鲆实验鱼标志后的暂养时间为 10 d,同时在室内水泥池进行了长达 45 d 的养殖试验。在后续的大规模标志放流中也验证了本研究的试验结果与实际操作过程中观察到的脱牌率、存活率结果基本相同,表明标记效果评价方法适宜。

3.3 T型标志牌对标记鱼生长的影响

先前的研究认为体外挂牌标志对标志鱼的生长和行为都会产生影响(张堂林等 2003),如双斑东方鲀 *Takifugu bimaculatus* 标记后的群体生长速度明显低于人工养殖群体(方民杰等 2008)。吴鹤洲等(1983)以椭圆形标志牌标记牙鲆后发现,除因挂牌操作损伤造成的伤害外,被标记鱼的生长正常。刘奇(2009)采用椭圆形塑料标志牌标志牙鲆幼鱼,对放流的挂牌标志的牙鲆回捕发现,标志牌并未对牙鲆生长产生显著影响,鱼体标志区域也并未发现红肿和附有藻类情况。本研究中,在室内养殖条件下,挂牌标志的试验鱼生长与人工养殖群体没有显著差异($P>0.05$),这与草鱼 *Ctenopharyngodon idellus*(罗新等 2011)、大西洋鳕 *Gadus morhua* L. (Otterå *et al.* 1998; Righton *et al.* 2006)和欧洲海鲈 *Dicentrarchus labrax* (Bégout *et al.* 2003)的试验结果一致,标志操作对实验鱼的生长都无显著的影响。

3.4 适宜标志苗种规格的选择

挂牌标记一般用于个体较大的鱼,如体长在 15 cm 以上的(Waldman *et al.* 1990; Otterå *et al.* 1998),承受外部操作带来的生理压力的能力强。本研究使用的苗种规格较小,全长 5 cm 的苗种即使使用 T-A 标志牌也未获得理想的标记效果。刘奇(2009)也报道全长 7 cm 以下的苗种不适宜用椭圆形塑料标志牌进行标记,这与本研究使用 T 型标志牌标记的结果类似,可能因为小型苗种难以承受额外的代谢负担,从而造成较高的死亡率。因此,作者认为,今后牙鲆的放流工作中,应使用全长 7 cm 以上的苗种用于标记放流。

参 考 文 献

- 方民杰, 杜琦. 2008. 双斑东方鲀标志放流的初步研究. 台湾海峡, 27(3): 325-328
- 刘奇. 2009. 褐牙鲆标志技术与增殖放流试验研究. 见中国海洋大学硕士研究生学位论文, 50-66
- 罗新, 张其中, 崔森. 2011. 草鱼标志技术的初步研究. 水生态学杂志, 32(6): 135-140
- 王秀华, 张焯伟, 杨春志. 2009. MS-222 对牙鲆麻醉效果. 渔业科学进展, 30(3): 1-6
- 吴鹤洲, 阮洪超, 王新成, 吴佩秋, 成贵书, 杨伟祥. 1987. 胶州湾牙鲆资源增殖的生态学基础及种苗放流实验研究. 海洋科学, 6: 52-53
- 张堂林, 李钟杰, 舒少武. 2003. 鱼类标志技术的研究进展. 中国水产科学, 10(3): 246-253
- Bégout AML, Covès D, Dutto G and 2 others. 2003. Tagging juvenile seabass and sole with telemetry transmitters: medium-term effects on growth. ICES J Mar Sci 60(6): 1328-1334
- Bratley J, Cadigan N. 2004. Estimation of short-term tagging mortality of adult Atlantic cod (*Gadus morhua*). Fish Res 66(2-3): 223-233
- Davis TLO, Reid DD. 1982. Estimates of tag-shedding rates for Floy FT-2 dart and FD-67 anchor tags in Barramundi *Lates calcarifer* (Bloch). Aust J Mar Freshw Res 33(6): 1113-1117
- Jolivet A, Pontual H, Garren F and 1 other. 2009. Effects of T-bar and DST tagging on survival and growth of European hake. Reviews: Methods and Technologies in Fish Biol Fisheries 9: 181-193
- Morgan RIG, Roberts RJ. 1976. The histopathology of salmon tagging; IV. The effect of severe exercise on the induced tagging lesion in salmon parr at two temperatures. J Fish Biol 8(4): 289-292
- Otterå H, Kristiansen TS, Svåsand T. 1998. Evaluation of anchor tags used in sea-ranching experiments with atlantic cod (*Gadus morhua* L.). Fish Res 35(3): 237-246
- Righton D, Kjesbu OS, Metcalfe J. 2006. A field and experimental evaluation on the effect of data storage tags on the growth of cod. J Fish Biol 68(2): 385-400
- Tatsuya I, Yasushi A, Ryosei N. 2006. Stock enhancement and management of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* in Sagami Bay of Kanagawa prefecture. Bull Jap Soc Fish Ocean 70(4): 249-255
- Waldman JR, Dunning DJ, Mattson MT. 1990. A morphological explanation for size-dependent anchor tag loss from striped bass. Trans Am Fish Soc 119(5): 920-923