

海洋生物标志放流技术的研究状况

林元华

(福建省水产研究所)

标志放流作为研究海洋生物洄游分布的重要方法之一,早在十六世纪就有将红绸带系结于鲑鱼体上进行放流的记载。今天,以现代科学为基础,在世界范围内广泛开展的海洋资源调查研究事业中,采用标志放流的方法,可以根据放流和重捕的时间、地点来分析、推测该生物的移动方向、路线、范围和速度,并可根据体长、重量和年龄的变化推测其生长率,进而为研究资源蕴藏量提供依据和资料。因此,标志放流已成为当今海洋资源学中不可缺少的一门学问。标志放流不仅应用于鱼类、甲壳类,而且还应用于贝类及棘皮动物等一些门类的海洋生物,同时标志方法和技术的研究也日益引起各国学者的兴趣和重视,成为海洋资源调查中重要的研究课题之一。本文根据有关资料试对目前标志放流技术的研究作一概述。

一、断伤标志法

以切除鱼鳍或致伤个体的某一部位作为标志是早期标志放流的一种方法。其优点是可以节省大量的放流经费,操作迅速、简单。此法用于稚鱼时,操作宜特别谨慎、迅速,以免引起大量死亡。为了避免鱼体长大后重捕时产生差错或把先天畸形的个体当作标志鱼,可采用同时切除任何两鳍,如背鳍和脂鳍的一部分或部分背鳍和一个腹鳍的方法,而且该方法对每年都进行幼鱼标志放流或同时在几个地点进行放流时也有利于区别各批的标志个体。据试验表明,鱼体越小,鳍条的再生能力越强,保留切鳍痕迹的时间越短。因此,最关键的是在切除鳍条时一定要连同基骨除去,以防鳍条重新长出。

七十年代中期,苏联为了说明人工养殖细

鳞大麻哈鱼和秋大麻哈鱼的效果,曾广泛采用切除脂鳍的方法来标志幼鱼,为了保证标志效果,特对脂鳍的形态、大小以及在自然条件下变形脂鳍鱼的出现频率作了较详细的观察研究,认为采用切除脂鳍标志鲑科鱼类的方法可以获得重捕标志鱼的完全可靠的资料。八十年代初期,日本为了节省放流费用,也对真鲷稚鱼做了切鳍放流试验,即将其一边腹鳍从关节部完全切除后放流,结果证明这样处理不影响标志鱼的生长及游泳能力,也不会再生。目前日本已用此法放流了大批真鲷和黑鲷稚鱼,并拟在大型洄游性鱼类标志放流中普及。此外,在进行虾、蟹类短时间的标志放流时,采用剪去虾的一边尾扇或剪除其某个部位的部分体肢的方法也比较有效。但总的来说,这种标志法会给生物机体造成生理上的影响,妨碍其自然生长,因而不但影响标志个体的重捕率,而且由于某些切除的部位,经一段时间后又会长生从而失去标志之意义。所以,断伤标志法并不是理想的方法。

二、挂牌标志法

挂牌标志法的最大优点是,可以通过标志牌上的编号,在标志个体上留下可供辨认的标记,为人们估算各生物群体的自然生长特性及渔具的选择等,提供可靠依据。因此,是目前最普遍使用的一种标志法。标志牌的种类虽随放流对象和目的而不同,但其材料总的要求是不易被海水腐蚀、质地轻、不妨碍标志个体的行动、颜色鲜明重捕后易被发现、同时可在上面印制必要的文字等等。目前常见的有弓形牌 (Archer tag)、阿特金斯牌 (Atkins tag)、纽扣型牌 (Bachelor-button tag)、倒钩牌

(Barb tag)、体腔标志牌 (Body-cavity tag)、环形牌 (Collar tag)、钩形牌 (Hook tag)、静水力学牌 (Hydrostatic tag)、内桩柱标志牌 (Internal anchor tag)、颌标志牌 (Jaw tag)、彼得逊牌 (Petersen tag)、搭扣牌 (Strap tag)、鲑鱼型牌 (Modified carlin tag)、通心粉牌 (Spaghetti tag) 等。其标志方法有体外和体内两种。

1. 体外标志: 根据不同的标志对象选择系固标志牌的最适部位是体外标志的关键。鱼体系固标志牌的基本部位是鳍 (多为背鳍) 或在鳍基附近组织较柔软的部位 (一般在背鳍和尾鳍基部附近) 和鳃盖。虾类标志则应以不影响其蜕皮为前题, 穿刺型 (如彼得逊) 标志牌以穿刺于1—2腹节, 而悬挂型标志牌则以悬挂于第六腹节尾肢处为宜。从标志效果看, 静水力学标志牌对于鱼类的使用效果甚佳, 目前已大量用于鲱鱼、狼鲈、梭鲈、鲷鱼、鲑鱼以及鳕科鱼类等。在虾类标志方面, 美国、象牙海岸、塞内加尔、马达加斯加和澳大利亚等国多采用“彼得逊”标志牌, 而日本、中国和一些东南亚国家则以悬挂塑料牌为主, 但重捕率都不高。由于虾具有蜕壳、潜沙习性, 体外标志牌是否会对这些习性和生长产生影响, 尚有待通过试验加以证实。另外, 目前正在试验的虾眼柄标志法, 是将5×20毫米的铜牌轻轻压在虾的眼柄上, 操作甚为简单, 为了避免重压, 操作以在水中进行为宜。据报道, 该方法既不影响虾的生长、成熟、蜕皮和习性, 而且标志牢固, 容易辨认。

体外标志的标志操作与放流效果有很大关系。特别是象“彼得逊”等要穿透机体的标志牌更要谨慎操作。松了, 标志牌会摇动, 其伤口不易愈合, 标志牌容易脱落; 紧了, 易引起标志部位发炎、组织坏死, 因此在很大程度上要靠实践经验来掌握。还有标志时的麻醉, 这也是保证标志质量的一种手段。目前常用的麻醉剂有磺酸甲氨基苯甲酸和季戊醇等, 但仍要继续通过试验来找出对标志个体作用快、无害的麻醉药物, 以期进一步提高麻醉标志效果。

2. 体内标志: 这是为弥补体外标志牌对标志个体的行动产生影响, 容易被网或水中植物挂缠等缺陷所采用的一种方法。通常是手工操作将标志牌插入标志个体。随着技术的进步, 目前有的已开始使用机械枪将标志牌打入标志机体。由于体内标志个体在渔获中难于被发现, 只能通过电磁装置等仪器来加以检测, 故标志牌应以传导率高的金属为材料。有些国家, 如加拿大、澳大利亚等则习惯于使用塑料牌, 将其置于鱼的体腔内或皮下, 标志牌也须通过解剖鱼体才能发现。采用这个方法由于标志牌的检出受到条件的限制, 许多国家仅用于标志鲱鱼、沙丁鱼和其它几种在鱼品加工厂加工的鱼种, 某些在渔船上直接加工的大型鱼类如鳕、黑斑鳕等也可采用该方法。最近, 美国在进行鲑鱼放流时, 研制了一种长约1毫米的微型不锈钢磁性针, 用机械枪打入幼鱼的鼻软骨中, 当放流鱼回归时, 通过设置在鱼类通道上的电磁感应器便可识别放流个体, 并计算其回归率。这种方法为体内标志的广泛应用提供了新的经验。

体内标志也是目前用于经济甲壳类特别是蟹类的一种主要标志手段。日本的阿部晃治等 (1983), 对三疣梭子蟹、短足拟石蟹、雪蟹、松叶蟹、堪察加拟石蟹等做了大量体内标志放流试验, 特别对蟹类各部位的标志效果与重捕率的关系作了比较深入的研究。其中采用锚状金属牌, 用机械枪将其打入腹甲或头胸甲与腹部联接处肌肉组织等部位, 放流实验证明, 这种标志法完全不影响标志蟹的蜕壳, 也未发现标志牌脱落和蟹体死亡现象。但操作时如何防止破壳和体液的大量流出, 仍是今后主要的研究课题之一。虾类也可采用塑料牌从关节壳膜插入腹肌的方法, 正常情况下, 蜕皮时标志不会丢失, 但为了便于辨认, 可以和染色液注射一并使用。

三、染色、打印标志法

染色亦称颜色标志, 即采用对生物无害的染色剂 (如Bismarck brown Y., Sudan bla-

ck B.) 及其也一些经久不变的颜色,用注射器注入生物体或掺入饵料中投喂以及进行活体染色的方法,使标志个体或其某个部位改变颜色以示区别。这种标志记号可保持几周至几年不等。标志保留的时间主要取决于使用的颜料、生物种类和年龄。这种方法多应用于稚鱼、幼虾,特别是双壳贝类幼稚贝的标志。虽然采用喷漆的方法是通常进行双壳贝类大量标志的一种手段,但不适用于幼稚贝的标志。而采用对生物体毒性甚微的中性红(neutral red)对双壳贝幼体进行活体染色已证明不仅对识别检测幼体有效,而且有助于观察了解微小而且原来不带有特别色彩的贝类幼体器官的分化生长过程。美国的Loosanoff和Davis用中性红对美国牡蛎幼体进行了染色标志试验,结果表明,经中性红浓度 $1\text{ ppm} \times 20$ 分钟染色处理的幼体,至少有10天的标志效果,并发现其染色期以担轮幼虫期为佳。日本的田中弥太郎(1980)亦采用中性红不同浓度对斧文蛤的D型幼虫进行染色标志,发现以浓度 $2.5\text{ ppm} \times 1$ 小时进行染色处理的D型幼虫至少可少保持8—10天的着色状态,效果甚为明显。而稚贝的染色标志则以茜素红S最为有效。Hidu和Hanks(1967)以茜素红S $5-20\text{ ppm}$ 的浓度对美国产的蛤的稚贝进行7天活体染色,由于处理时生长停滞而在稚壳上产生的红色轮纹的色彩可保持1年半之久,标志效果亦很明显。还有田中弥太郎(1980)同样用茜素红S对平均壳长 2.5 mm 的布氏蚶稚贝进行 $10-40\text{ ppm} \times 3-7$ 天的染色标志,也收到4—5个月的标志效果。

虾类的染色标记,不论是采用活体或注射法染色,保持时间都不长。而采用染色颗粒饵料投喂则可使其消化道染上颜色,保持较长的时间。但是,过量吞食常会引起中毒致死,因此需进一步试验找出最有效的方法。此外,日本对海胆的染色标志也做了不少试验。据报道,川村一広等(1979)用尼罗蓝对蝦夷马粪海胆稚仔(5 mm)进行的染色标志试验表明,浓度 0.05% 经10—30分钟或 0.02% 经20—30分钟染色,三个月内均可识别,但染色后的海胆,

个体越小或浓度越高时其活力越低,生长也比正常的海胆差。而田嶋健一郎(1982)采用亮红对蝦夷马粪海胆成体做过活体染色试验,放流后一年再捕时仍易于识别的结果表明,以浓度 $2\% \times 30$ 分钟进行染色处理是可行的。

染色标志操作简单,标志个体易于识别,可作为大批标志放流的一种方法。但是,染色剂适宜用量的探讨和染色保持时间长且对生物体无害的最佳染色剂的研究,仍是染色标志的主要研究课题。还应指出,使用染色法不仅个体间没有差异,而且在自然情况下,非天然色泽的个体容易受凶猛动物的危害,对于集群性的种类来说,失去本色的个体也很难和群体保持视觉上的联系。

打印标志法系早期在鱼体上烙印以示区别的一种已被淘汰的标志法。现代技术则是以专用电针在鱼体上打标记,这种新技术可使标记保留半年至几年时间。还有,目前采用一种“冷伤”方法进行标志,速度更快。只要把装满丙酮与干冰混合液的冷液(-78°C)或液态氮(-196°C)的金属管紧压在鱼体上1—2秒,即可产生冷伤。这种标记也可保持几个月。

四、物检物质标志法

这是一种采用能以物理方法检验的物质进行标志的方法,目前尚处于试验探索阶段。主要可分为荧光标志法和放射性同位素标志法。

荧光标志法是利用某些有机物在紫外线下发荧光的特点,将其注入标志个体,以其特定部位残余的荧光作为标志。此方法多用于稚鱼,常用的荧光剂有四环素、呋喃药剂、金胺等。荧光剂注入鱼体可用药浴、口服和肌肉注射三种方法。药浴时,应根据鱼体的大小控制适当的药液溶度和药浴时间,以保证标志鱼的安全。1971年,日本对真鲷仔鱼所作的试验表明,药浴时间以12小时、药液溶度以 100 ppm 为安全值。口服是以定量药剂掺入饵料中定期投喂。据日本对真鲷仔鱼(平均体重 0.23 g)和美国CHOATE对河鲑仔鱼($0.06-0.48\text{ g}$)分别投喂四环素进行的试验表明,总投与量应

控制在 16 毫克/1 克鱼体重。肌肉注射虽然可比前二种方法获得更好的标志效果,但目前所采用的麻醉注射法经常由于注射失误而造成标志鱼死亡,因此,注射方法还有待进一步探讨。此外,对于虾类还可采用喷射荧光粉的方法,即在 14 公斤/厘米²的压力下把荧光粉喷射到虾体上,使粉末的分子渗入柔韧的壳膜,但保持时间不长,第一次蜕皮后即行消失。也有采用把荧光物质溶解于石蜡油后注射于虾体的方法,石蜡油分子会缓慢地进入鳃内,并在那里积蓄染色,保留时间也较长。总之,荧光标志具有成本低,使用方法简便,对标志个体的生态影响较小等优点,但标志个体难于识别,保存验证的试验材料也较困难,且验证荧光标志时必须有荧光显微镜、专用水银灯、紫外线灯等,应用范围受到限制。因此,荧光标志法较适于和其他标志法配合使用,作为多重标志的一种方法。

放射性同位素标志法也称示踪原子标志法,它是采用放射学分析进行鉴别的。这种方法固然有其特点,但是为了保护海洋环境的质量,要谨慎使用。

五、超声波标志法

超声波标志法是把超声波发射器装置于鱼体,并用超声波接受器记录发射器所发出的鱼类行动、水域环境以及标志鱼体内部的信息,从而使人们获得鱼类的具体洄游路线、速度、所在深度、昼夜活动规律以及水温、水深、鱼体温度和胃内 pH 变化等资料。因此,超声波标志的研究可望为今后进一步解析鱼类活动规律等发挥较大的作用。超声波发射器置于鱼体的方法可分为体外和体内两种,其中体外装置随鱼类体型的不同又有固定于鱼体表的“鞍架型”(脊背装振子、通信电路和电池分置于两侧)和以曳索让鱼拖带的“曳航型”之分;体内装置有直接将超声波发射器插入鱼胃的“吞入型”和切开鱼腹包埋的“腹腔包埋型”,后者由于操作不便,极少采用。

鞍架型体外装置根据美国(Henderson et

al., 1966)对大鳞大麻哈鱼、银大麻哈鱼和硬头鳟所作的溯河追踪试验,和日本白旗(1971)对红大麻哈鱼所作的产卵洄游行动追踪试验,超声波发射器以不妨碍鱼的正常游泳行动的最佳负荷条件为:体重比 8%以下、有效重 7%以下、飘浮压力 0.3 毫升/克以上。适用于以鲑形目为主的海产经济鱼类(由于背鳍或背部倾斜度大)的“曳航型”超声波标志,通过日本的铃木克美(1977)对鲈鱼、紫鲈、黄尾鲈(全长 44.2—62.2 厘米、体重 2.0—4.8 公斤)所做的模拟试验表明,超声波发射器的系挂位置以臀鳍担鳍骨间为最佳,重量以鱼体的 1.03—2.63%、曳索长 10 厘米和发射器长 8 厘米即合计长度为鱼体长的 32%以下时,使用效果最好。此外,试验还证实标志色彩并不影响标志效果;标志鱼标志后静养 1—2 小时后再放流时,10—18 分钟就能恢复正常加入群体,效果非常明显。

“吞入型”超声波发射器通常是把鱼浸泡在 MS 2221/5000 溶液里进行 3—7.5 分钟麻醉后,直接插入鱼胃。但在对霍氏石斑、七斑石斑、鲷鱼等进行的模拟试验(铃木克美, 1977)和对鳊鱼(Yuen, 1970)及溯河白鲑(市原, 1971)的放流试验中,都发现有被吐出的现象。铃木克美等,在原管状体的发射器后端安上 2—3 个不同长度的反爪(由聚乙烯、氯乙烯或硬质氯乙烯制成的短铁钩)。使其钩住胃壁,造成物理性制止吐出形态的试验,取得了很好的效果,改装后的发射器至少可在胃中保留 10 天,而且未见标志鱼有异常行动,放流后很快加入群体,数天后即开始摄食。但是解剖检查鱼胃时,发现胃壁因被钩而发炎呈溃烂状,如以长时期追踪标志为目的时,这种生理性的影响是不容忽视的。不过由于目前超声波发射器所用的氧化银碱电池的使用期限只有 10 天左右,为此,这种方法应该认为是有效的。

超声波标志虽然可对个体行动进行计时追踪并直接查明它的行动路线,但由于鱼种、装置方法或鱼类生长阶段和装置时期的不同,对

鱼体所产生影响以致效果也就有所不同,因此装置超声波发射器的个体行动,未必能代表整个群体的行动。总的来说,超声波标志放流目前在世界上仍处于中间实验阶段,尚有许多问题须进一步探讨。如,体外装置型超声波发射器自身的兴波阻力,装置操作方法,装置后对鱼体产生的生理性负荷、心理性负担以致对正常行动可能产生的影响等问题,都有必要进行大量的基础研究。此外,由于近年来水声学仪器等迅速发展,为超声波标志的研究提供了新的素材与方法。除超声波发射器外,采用小型的无线电发射器作为标志的研究也正在积极地进行。

六、结 语

综上所述,各种标志方法和技术的研究,对于提高各种海洋生物的标志放流效果,进而对海洋资源的调查研究都有着直接的意义。虽然随着科学技术的进步,各种新的标志材料和标志手段将会层出不穷,但是有关各种标志技术的基础研究仍是提高标志效果的根本。诚然,影响标志回收率的因素是多方面的,但是探讨、控制这些因素正是人们驾驾标志调查技术,以进一步认识海洋生物资源,并且掌握及有效地利用海洋生物资源的必由之道。

(参考文献略)