

综 述

日本牙鲆人工苗种体色异常的研究现状*

孙 光

(山东省海水养殖研究所)

PRESENT STATUS OF RESEARCHES ON THE ABNORMAL SKIN COLOR OF ARTIFICIALLY REARED LEFT-EYED FLOUNDER (*PARALICHTHY OLIVACEUS*) FRY IN JAPAN

Sun Guang

(Shandong Marine Cultivation Institute)

近年来,日本的牙鲆苗种生产技术不断提高,生产量逐年增多。1984年全国生产牙鲆苗种总计约1375万尾,其中放流用苗种848万尾,养殖用苗种527万尾。牙鲆放流增殖在全国的三十三个县展开,牙鲆养殖继鲷鱼、真鲷而成为第三大鱼类养殖业。但是,在人工苗种生产过程中,有眼侧体色异常(呈白色,以下简称白化)个体的发生率很高。此种白化苗种用于养殖时售价很低,而且养成后的白化个体的价格也显著低于正常个体;放流时白化个体易被敌害捕食,且放流初期的减耗较正常个体高得多。为此,1983年来日本水产厅将牙鲆人工苗种白化问题选定为健苗育成技术开发委托事业的重要课题,订立三年计划,组织有关大学、县水产试验场、栽培渔业中心和日本栽培渔业协会等进行了联合研究攻关。另一方面,牙鲆人工苗种无眼侧体色异常(体色变黑,以下简称黑化)的发生率也很高,虽然尚未对其作为放流用苗种的适宜性产生疑问,但今后若放流苗种被大量捕获,黑化个体的商品价值就会降低。实际上,市场上黑化个体的价格大多低于正常个体。而且,推测大量放流后可能给天然资源带来劣质的影响。笔者曾于1986年4月—1987年3月赴日研修海水鱼类增殖技术,现就牙鲆人工苗种体色异常的研究情况作一综述。

一、体色异常现象

牙鲆人工苗种体色异常多数情况下是白化和黑化二者并发。体色异常现象在天然牙鲆也有发现,但数量很少。白化现象因白化程度不同而有多种类型,日本水产厅健苗育成事业设定了统一的类别基准,将白化现象分为9种类型,分别计算各类型的出现率,以便进行更确切地判断和比较评价。对于黑化现象目前尚无统一的分类基准。

二、防止白化的研究现状

(一) 营养学方面的研究 此方面主要着眼于初期饵料的种类、质量和投饵技术。研究表明,初期饵料是与白化有关的主要因素之一。

1. 褶皱臂尾轮虫(以下简称轮虫):轮虫作为鱼类苗种生产的初期饵料被广泛应用。研究表明,培

*日本国和歌山县水产增殖试验场研究部长翠川忠康先生提供部分资料,特此致谢。

养轮虫的饵料不同,影响牙鲆稚鱼的白化率。单独投喂轮虫时,稚鱼的白化率为:面包酵母轮虫(以面包酵母为饵料培养的轮虫,下意同)>小球藻轮虫>油脂酵母轮虫。轮虫与卤虫无节幼体(以下简称卤虫)混合投喂时,稚鱼的白化率为:小球藻轮虫>面包酵母轮虫>油脂酵母轮虫。而且,在饲养仔鱼的水中添加小球藻时,稚鱼白化率降低。这可能是由于改善了饲养水中的光条件或减少了饥饿轮虫、改善了营养条件所致。认为添加小球藻有利于防止白化。

2. 卤虫:研究认为投喂卤虫是导致白化的原因之一。可能是因为卤虫的营养缺陷或含有阻碍色素形成的物质。

(1) 卤虫产地与白化的关系 日本所用卤虫来自美国、中国和巴西等国。试验表明,投喂不同产地的卤虫对稚鱼白化率影响很大。其白化率依次为:巴西产卤虫>中国天津产卤虫>美国旧金山产卤虫。而在生长和成活率方面无大差别。因此,育苗生产时应慎重选择不同产地的卤虫。

(2) 开始投喂卤虫的时间与白化的关系 此方面的研究较多,但结果有差异,有待细致的重复试验。其一,许多试验表明开始投喂卤虫的时间越晚,白化个体出现率越低。孵化后第17日、24日和31日分别开始投喂卤虫时,白化率分别为59%、31.5%和29%。在饲养水温19°C的条件下,分别从仔鱼体长8毫米、9毫米、10毫米和11毫米左右开始投喂卤虫时,白化率分别为86.6%、17.8%、7.8%和7.5%。但认为目前推迟开始投喂卤虫的时间未必是最好的防止白化的方法,因为这样就需增大轮虫的生产量,而且投喂卤虫前单独投喂轮虫时,仔鱼成活率低,易患腹水症等疾病,生长也较差。其二,有试验表明开始投喂卤虫的时间与白化无关。其三,试验结果投喂卤虫越晚,白化率越高。认为早期投喂卤虫对防止白化有效。

(3) 高度不饱和脂肪酸与白化的关系 化学分析表明,不同产地卤虫的高度不饱和脂肪酸含量不同。一般其含量为:旧金山产卤虫<天津产卤虫<巴西产卤虫。在天津产卤虫中添加高度不饱和脂肪酸(W3H UFA)的试验结果为:添加区白化率为42.4%,未添加区白化率为31.6%,而成活率和生长情况没有差别。表明高度不饱和脂肪酸对白化有某种促进作用,但较产地不同的卤虫所产生的白化率差异小得多(仅差10%),认为此外可能还存在与白化有关的物质。但化学分析结果,卤虫体成份中没有特别与白化相关的物质,可能是缺少某种与稚鱼体色正常发育有关的物质。

(4) 单胞藻强化培养卤虫对白化的影响 将刚孵化的卤虫用小球藻或角毛藻及小球藻、角毛藻和扁藻的混合液进行24—48小时的强化培养,然后投喂18日龄的仔鱼,结果白化个体大大减少,生长及成活率正常。说明单胞藻中含有牙鲆体色发育的必需营养素,并通过卤虫被仔鱼摄食吸收。因此,用单胞藻较长时间地强化培养卤虫,投喂出现体色前的仔鱼,对抑制白化是有效的。一般情况下,以卤虫为主饵料时,牙鲆仔鱼生长、成活良好,若能对其加以某种处理,达到防除白化的目的,则可用于育苗生产中。至于对防除白化有效的单胞藻种类及营养素,有待今后研究。

(5) 混合投喂对白化的影响 单独投喂轮虫或卤虫时,白化个体出现率很高;二者混合投喂时,白化率降低,体现出饵料营养的互补效果。改变卤虫与轮虫的投喂比,白化率也随之变化。认为与白化有关的物质不是单一的。轮虫和卤虫按2:1—4:1的重量比投喂时,效果最好。用仔鱼微粒配合饲料(协和发酵KK制)和少量轮虫或卤虫混合投喂时,白化率很低;但若从全长8毫米以后的仔鱼开始投喂,则效果很差。认为与体色正常发育有关的生理变化发生于仔鱼全长8毫米左右的时期。此外,投喂配合饲料时,要尽量减少卤虫的投喂量(通常的1/10左右),并频繁投喂配合饲料,否则卤虫会影响其消化吸收,导致效果差。

3. 天然浮游动物(以下简称浮游动物):浮游动物采自天然海区,其主体是挠足类的纺锤水蚤。早期(仔鱼体长8毫米以前)投喂浮游动物可使白化率显著降低,甚至不出现白化个体,被认为是目前防除白化最有效的办法。据试验,在仔鱼平均全长5.5毫米(约孵化后第10日)时,同时投喂轮虫和浮游动物,稚鱼白化率只有0.0—1.8%,而对照区(轮虫与卤虫混合投喂)高达97.2%—100%。在全长7.4毫米以前投喂浮游动物时,正常率达80%;但全长10毫米以后投喂时,其效果即减半。而且浮游动物和轮虫并投时,前者投喂时间越长,白化个体越少;与卤虫混合投喂时,浮游动物比例大,则正常个体多,但成

活率差。浮游动物能有效地降低白化率,说明其中含有促进仔鱼体色正常发育的物质。但投喂浮游动物和轮虫时,仔鱼成活率降低,生长较差。而且在大量生产牙鲆苗种时,很难确保浮游动物的大量供给。因此有必要开发其有效利用技术,弄清其与轮虫、卤虫的适宜混合投饵比率和仔鱼对它们的饵料选择性及仔鱼喜食的浮游动物种类。据研究认为仔鱼摄食种类主要是猛水蚤、唇角水蚤和纺锤水蚤。全长10毫米以下的仔鱼对三角蚤、短尾蚤等枝角类有很强的选择性,而对长腹剑水蚤、小毛猛水蚤、藤壶幼虫和腹足类及双壳类幼虫表现为负的选择性。

4. 饵料中的维生素类及矿物质:用含不同量维生素和矿物质的精制配合饲料培育仔鱼表明:矿物质与白化无关,而维生素类的缺乏是导致白化的原因之一。投喂除去水溶性维生素的微粒配合饲料时,白化率增加,而投喂除去脂溶性维生素的微粒饲料时,对白化率无影响。据生物饵料分析结果,卤虫能富集脂溶性维生素,而几乎不能富集水溶性维生素。据试验,用维生素强化培养轮虫,可降低稚鱼白化率;而用其强化培养卤虫,效果不明显。认为刚孵化的卤虫不摄饵,而靠体内蓄存的营养生长,故用维生素强化培养时,也只能少量附于其附肢等处,起不到传递维生素的作用。

(二) 饲养环境条件方面的研究

1. 水温:研究表明饲养水温与白化个体的出现有关。在13°C、16°C、19°C和22°C的水温条件下饲养时,白化率以19°C最低;13°C时,稚鱼全是白化个体,而且白化程度高,几乎都是完全白化。在13—19°C范围内、随水温的升高,正常个体和轻度白化的个体增多。16—19°C范围内,保持高水温,可降低白化率。白化率随水温的变化为:13°C>22°C>16°C>19°C。

2. 光照:通常情况下,光环境对色素细胞的发生、分化影响很大。但试验表明光照与牙鲆白化无关。用不同照度的白色荧光灯照射和室内自然光条件下饲养时,稚鱼白化率无差别。用不可见紫外线灯在水面以上60厘米处照射时,白化率无变化。用紫外线放射型荧光灯照射时,仔鱼在开始照射后的第五日全部死亡。

3. 饲养容器:用水泥池、透明聚碳酸酯水槽和黑色不透明聚乙烯水槽饲养时,仔鱼白化率无明显差别。认为饲养水槽的种类及色泽与白化无关。水泥池底铺砂饲养时,白化率亦无变化。

4. 饲养密度和换水率:据试验,饲养密度越高,白化个体出现率越高。在体长9.4毫米时,以2000尾/米³的密度分槽饲养的情况下,白化率为44.7—56.2%,高密度(2500—8000尾/米³)时,白化率达75.0—88.5%。孵化仔鱼培育密度为20000尾/米³和2000尾/米³时,正常率分别为11%和47%。这可能与高密度时饲养水的恶化有关。加大饲养池的换水率,可降低白化个体的出现率。饲养水中产生的某些物质的积存可能阻碍黑色素(是牙鲆体表的主要色素)的合成和甲状腺的功能,从而导致白化。而且大量注水时,过滤水中的少量浮游动物也是降低白化率的有利因素之一。此外,稚鱼白化率与亲鱼的体色关系很大。以白化个体作亲鱼时,稚鱼白化率高达84%,较正常个体作亲鱼时明显为高。

(三) 色素细胞方面的研究 牙鲆稚鱼的色素细胞有黑色素胞、红色素胞、黄色素胞和反射性细胞,黑色素胞和反射性细胞对体色有决定作用。变态前,色素细胞在身体两侧左右对称分布。临近变态时,未来有眼侧的黑色素胞显著增殖,真皮中出现仔鱼期看不到的小型成体黑色素胞。同时,未来无眼侧的大型幼黑色素胞解体,只有极少数散布。而成体黑色素胞的出现受到阻抑。变态结束后,白化个体的黑色素胞和反射性细胞少,排列不规则,局部无色素。白化部位可看到幼色素细胞,但其增殖、分化为成体黑色素细胞受到抑制,同时其本身的存在也被抑制。反射性细胞从仔鱼开始变态才出现,对识别白化个体有重要作用。导致白化的原因在于变态前,决定白化的时期在于仔鱼全长8—10毫米的变态开始期,相当于有眼侧和无眼侧色素细胞发生不同分化的时期,以变态为界,决定个体的色素状态是否正常。但稚鱼黑色素胞和反射性细胞的发生机构尚不明,是何原因阻碍了各种色素胞的正常发育,有待研究。

(四) 生物学及生理学方面的研究 此方面主要着眼于仔稚鱼的生物学特性和人工苗种的健苗性评价等。据调查,自然海区沉底后不久的牙鲆稚鱼无白化个体,认为自然条件下的白化个体出现率极低。在不同水温条件下饲养时,仔稚鱼的摄饵量、生长和形态变化等都有差别。根据多种饵料饲养的仔

鱼和天然仔鱼的体重、体长及不同水温下的呼吸量,计算牙鲆仔鱼的必要能量的结果,表明人工饲养条件下的仔稚鱼处于过食状态。

伴随体色异常现象往往发生形态异常,例如眼的逆位现象、眼移动不完全、背鳍先端产生钩状突起、白化个体脊椎骨异常等。而且,出现体色异常时,必定发生鳞的形态和发生过程的异常。据研究发现,体色异常个体的脊椎骨异常发生率较正常个体高3倍,推测体色异常和脊椎骨异常的发生原因有关连性。

综上所述,白化个体的出现原因是很复杂的。人工饲养条件下的牙鲆仔鱼与天然环境下不同,处于过食、偏食状态,易发生某种饵料成份的过多或不足。不过人工饲养条件下牙鲆仔稚鱼生长、成活良好,变态几乎正常,说明影响白化的物质不是与生存和生长有关的主要饵料成份,而是微量的饵料成份。试验表明,维生素类与白化有关,有待今后加深研究。目前,一般认为:白化现象肯定与牙鲆特有的显著变态过程有关,推测因饵料而决定白化的时期是仔鱼全长8—10毫米左右的变态前期。从生理学方面讲,是因为变态期发育不全;从营养学方面讲,可能是由于维生素类等的不足或不平衡,进而导致内分泌失调所致;从组织学观点看,鲆鲽类脱色素斑(白斑)的出现,与神经支配异常密切相关。此外,认为白化现象与变态(眼的移动)造成的生理机构紊乱有关,因此难以出现色素的部位是受形态变化影响的部位。

另外,对黑化现象的研究不多。人工苗种黑化现象在全长30毫米以后才出现,并随饲养时间的增长而增多。认为与饲养环境有关。养殖时,黑化现象多发;天然个体经长期饲养也会发生黑化。这可能与损伤有关。试验表明,在水池底铺砂饲养,黑化现象可减少。

三、体色异常在增殖放流中的应用

目前,放流的牙鲆苗种中除部分进行标志放流的大型苗种外,因无有效的标志方法而进行无标志放流的小型苗种占大部分。因此,体色异常被作为小型放流鱼的标志,用于短期或长期的追踪调查。

1. 黑化现象的应用 调查表明,黑化现象长久不变,甚至随时间的推移而加重。故黑化现象作为标志是有效的。据报道,天然牙鲆当年鱼的黑化出现率为0.2—0.3%;又据青森等八县的市场调查结果,天然牙鲆中黑化个体平均占6.1%,其出现率及出现模式因海区而有差别。人工苗种黑化的位置、形状、色调和面积多种多样,其出现模式因生产单位和年度而有差异。因此,需要有区别天然鱼和放流鱼的判定基准,但难以确定统一的基准。据认为多数情况下在各个海区可用统计性的出现模式和黑化部位的面积来区分放流鱼。目前,有些县已进行了人工苗种黑化现象的分类,并作为判定基准用于小型放流苗种的追踪调查。此外,体长与体高之比异常大的个体也看作是人工苗种。利用黑化现象可有效地识别放流鱼,而且若与切除鳍等标志法并用,效果会更好。缺点是不能人为控制标志操作,难以将人工苗种黑化现象类型化。但在现有牙鲆小型苗种标志技术的情况下,利用黑化现象作为标志最好。

2. 白化个体的处理 在天然牙鲆中没发现过白化个体,故白化现象可作为放流鱼的标志。实际上,在放流调查中已统一认识,将白化个体全认为是放流鱼。但白化个体会随时间的推移而逐渐地、一定程度地恢复,故标志性差。而且其放流初期的减耗很显著,不宜作为放流苗种。甚至认为今后调查放流效果时,有必要采用有效放流尾数,即正常个体的数量。

四、今后的课题

目前,牙鲆人工苗种的体色异常仍在继续研究中,许多问题尚无定论,有待更深入细致的探讨。

1. 探索存在于浮游动物中的与牙鲆体色正常发育有关的有效因子。目前,适时投喂浮游动物对防除白化最有效。表明其中含有与色素正常发育有关的有效因子,而在轮虫和卤虫中可能缺少此种因子。但投喂浮游动物时存在仔鱼成活率低等缺点。弄清此有效因子,即可用于强化培养轮虫和卤虫,改善它们的质量,达到防除白化的目的。并可据此研制有效防除白化的低价配合饲料。

2. 查明发生与体色变化有关的生理变化的仔鱼发育阶段及发生体色异常的生理机理。仔鱼的变

态过程从开始到结束需15天左右(因饲养水温而异),此期间何时最重要,有待严密的研究。

3. 继续从育苗初期饵料和饲养环境方面进行更细致的研究,弄清维生素类与白化的关系,探讨用维生素强化培养轮虫和卤虫的方法,以确立有效的防止白化的措施。并研究促使白化恢复正常的方法。

4. 进行人工苗种黑化现象的分类,把握其特征性模式,并调查天然个体的黑化状况,将黑化现象更有效地应用于小型放流苗种的追踪调查。

5. 在广泛调查研究的基础上,采用统一的描述体色异常的模式,以便相互交流和比较研究。

参 考 文 献

- [1] ヒラメ班, 1985。昭和55—59年度放流技术开发事业总括报告书, 1—55。
- [2] 日本海ヒラメ班, 1986。昭和60年度放流技术开发事业报告书。
- [3] 日本水产资源保护协会, 1984。北部日本海ブロックにおけるヒラメ种苗生産技術の現状。水产増養叢書, 33:1—110。石崎書店。
- [4] 日本栽培漁業協会, 1985。昭和59年度日本栽培漁業協会事業年報, 1—374。
- [5] 田中克, 1984。昭和58年度健苗育成技术开发委托事业报告书——天然魚との比較による異体類人工种苗の健苗性評価。
- [6] 辻ケ堂, 1985。アルテミア幼生餌料の給餌期間を異にして飼育したヒラメ稚魚の体色異常個体の出現率について。昭和58年度三重県水产技術ヤソター事報, 346—351。
- [7] 田畑和男ら, 1985。ヒラメ白化個体出現防除試験——I. 白化個体出現とアルテミア投餌開始時期, 産地別アルテミア投与および体色異常親魚との関係。昭和58年度兵庫水試事報, 225—228。
- [8] 田畑和男, 1985。ヒラメ白化個体出現防除試験——II. 高度不飽和脂肪酸添加アルテミアの投与と白化率の関係。同上, 228—229。
- [9] 田畑和男ら, 1986。ヒラメ白化個体出現防除試験——III. ヒラメ白化個体出現率と仔稚魚期における紫外線照射および黒色水槽飼育との関係。昭和59年度兵庫水試事報, 326—329。
- [10] 北口孝郎, 1987。健苗育成技术开发委托事業の紹介。さいばい, 41:28—30。
- [11] 北島力ら, 1985。ヒラメの白化防除に関する研究。昭和59年度長崎県水产試験場事業報告, 325—326。
- [12] 生田哲郎, 1981。ヒラメの人工生産种苗に发现する着色不完全個体の幼魚期における着色の進行。京都海洋ヤソター研報, 5:39—45。
- [13] 里森修ら, 1985。ヒラメ无眼側の体色異常に及ぼす敷砂の影響について。昭和60年度南西海区ブロック会議魚類研究会資料。
- [14] 杉山元彦ら, 1985。異体類の健苗育成に关する研究——I. 白化等の異常個体出現率におよぼす注水量の影響について。北水研報告, 50:63—69。
- [15] 京都大学农学部附属水产实验所・东京水产大学, 1984。昭和58年度健苗育成技术开发委托事业报告书: 異体類白色化個体に关する生物学的研究・異体類白色化個体出現に关する栄養学的研究。1—30。
- [16] —, 1985。昭和59年度健苗育成技术开发委托事业报告书: 同上。1—33。
- [17] —, 1986。昭和60年度健苗育成技术开发委托事业报告书: 同上。1—33。
- [18] 青海忠久, 1985。ヒラメ白化個体の出現抑制。养殖, 22(1):97—100。
- [19] —, 1985。天然動物プランクトン給餌によるヒラメ人工种苗の白化個体出現率の減少(英文)。日本水产学会志, 51(8):1261—1267。
- [20] —, 1985。人工采苗ヒラメの白化の出現に及ぼす仔魚期におけるブラジル産アルテミアの給餌期間の影響(英文)。日本水产学会志, 51(4):521—527。
- [21] 青海忠久ら, 1981。アルテミア給餌期間を異にした人工采苗ヒラメの体色異常出現率の変異。京都海洋ヤソター研報, 5:29—37。
- [22] 京都府立海洋ヤソター, 1986。アルテミアと天然動物プランクトンの并用および養成アルテミア飼育によるヒラメ稚魚の白化個体出現率。昭和60年度健苗育成技术开发委托事业报告会資料。
- [23] —, 1986。異体類の白色化個体出現に关する飼育試験。同上資料。
- [24] —, 1984。ヒラメ仔稚魚の海面飼育による白化防除試験。昭和59年度健苗育成技术开发委托事业中間报告会資料。

- [25] 金沢昭夫, 1984. 微粒子人工飼料によるヒラメの白化个体防止效果。同上資料。
- [26] 岩下徹, 1984. ヒラメ稚仔魚の色素发现经过について。昭和57、58年度熊本县栽培渔业センター事報, 70—76。
- [27] 能勢健嗣, 1984. ヒラメ种苗生产における白化問題ととりくみの現状——水産庁指定調査研究を中心に。昭和59年度健苗育成委託事業中間報告会資料。
- [28] 渡辺武, 1984. 异体類の体色異常个体出現防除に関する栄養学的研究。同上資料。
- [29] 森実庸男ら, 1984. ヒラメ体色異常个体出現防除試験——初期餌料(特にアルテミア)と体色異常个体出現の相関を求めるための飼育実験。昭和58年度爱媛县水産試験場事業報告, 123—128。
- [30] 藤田真吾ら, 1984. 昭和59年度健苗育成技术开发委託事業中間報告書。
- [31] 藤田良三ら, 1986. 昭和58—60年度异体類白色化についての基礎的研究。1—36。
- [32] 瀬戸内・九州海域ヒラメ班, 1986. 昭和60年度放流技术开发事業報告書。