

NH<sub>4</sub>OH溶液, 加5 ml浓氨水, 加10ml水, 沸水浴加热10分钟, 时而搅拌, 趁热离心, 溶液倒入扩散器中, 使体积占 $\frac{1}{3} - \frac{1}{2}$ , 封存12天以上, 用镭液体标准源测K值同样的条件在FD-125型氢钍仪上测量样品, 用相对比较法计算镭含量, 可检出 $4 \times 10^{-14}$  Ci/克灰。

也可用N-235法测铀钍后的萃取液和废液。用EDTA-NH<sub>4</sub>OH混合液方法进行处理后测镭。

还可用《规范》394页的“钍-镭硫酸盐沉淀-α计数法”的操作步骤测镭。但应注意钍样均匀和氡的漏出。

#### 11. 人工核素的放射化学分析

<sup>90</sup>Sr, <sup>106</sup>Ru, <sup>60</sup>Co等人工核素可按《规范》372, 381和366页的步骤操作。

#### 12. 其他分析方法的可能性

各个实验室的仪器设备可能不同, 若有电子探针、离子探针或整套的表面分析仪等设备, 可同时进行很多元素的分析, 若只能用最普通的分光光度法或伏安法, 只好把各个元素逐个分离出来去做。

### 四、综合方法连测的初步应用及其讨论

上面介绍的十几种方法, 各有其优缺点,

应扬长避短。通过实验可知, 选用其中的四、五种方法就能基本上满足要求。先进行总放射性的测定: 若总α放射性强度高, 可用N-235法或能谱分析对铀镭钍进行连测; 若总β放射性强度低, 则不必做单个人工核素的分析。对于重金属的连测, 选用光谱分析、高频等离子体光谱分析、原子吸收法或x-荧光分析等法的其中一种, 可以基本上达到要求。

在用PAN做沉淀剂时, 应注意消除一些干扰因素。经实验得知: CO<sub>3</sub><sup>=</sup>和PO<sub>4</sub><sup>=</sup>等阴离子含有0.05M时, 就会影响铀钍等的沉淀, 应设法消除干扰, 因不同的核素和重金属在不同pH值下回收效率也不同, 所以, 根据工作需要确定分析项目和选定分析方法后, 应在确定的pH值下具体测定要做项目的回收效率, 以便作出修正。

根据国外报道和国内几年来的南海污染调查实践证明: PAN在海洋环境样品放射性核素和重金属元素的连测中有着广泛的前景。因为PAN富集到的元素多, 沉淀效率高, 可在取样船上冷操作处理样品, 省电, 快速, 方便, 较适于多种方法进行连测, 特别符合海洋环境监测的要求。此外, PAN在井水、河水、自来水、工业废水和矿泉水等各种环境污染和食品卫生调查中的应用效果也是好的。

(参考文献略)

## 石花菜的人工养殖研究与存在的问题\*

李 宏 基

(山东省海水养殖研究所)

### 一、石花菜人工养殖研究的概况

石花菜(*Gelidium amansii* Lamx)是制造琼胶的重要海藻。由于琼胶广泛为食品工业及微生物培养研究不可缺少的原料, 所以需要量日益增加, 天然石花菜不能满足需要, 因此急需解决石花菜的人工养殖。

我国对石花菜的养殖研究开始于1955年。李宏基等根据对青岛沿岸石花菜的垂直分布进行的调查, 提出从石花菜分布的低潮带附近向石沼中生长石花菜的地带, 人工扩大其垂直分布的意见。换句话说, 就是在中潮带建筑梯田式水池进行养殖应成为可行的方法。

\* 本文经我所张金城副所长审阅并提出宝贵意见, 特此致谢。

1956—1957年李宏基、李庆扬在中潮带养殖海带的梯田中试养石花菜，曾于100×20平方厘米的面积内，用45克鲜重的石花菜小枝于90天内获得180克鲜重的石花菜增长4倍。这给石花菜的人工养殖又开辟了新的途径。梯田养殖途径既解决了采捞问题，又解决了海底人工养殖作业的问题。

1958—1959年，中国科学院海洋生物研究所、山东水产养殖场和黄海水产研究所等单位协作，开展了石花菜的养殖研究。1973—1974年，山东省海水养殖研究所进行石花菜的人工育苗和分枝养殖试验。此外，山东、辽宁等省的许多养殖场也进行了类似的实验研究，但未获得预期的效果。

## 二、石花菜人工养殖的途径

由于我国有富饶的石花菜资源，我们可以对自然产区及其附近的适宜海区施行适当的保护和人工增殖措施，以增加石花菜的产量。

七十年来，石花菜人工养殖技术虽已进行了大量的研究，但人工养殖实践中仍存在很多问题有待解决。

根据我们从事海藻养殖业的经验，我们首先探讨了石花菜的养殖途径。

### （一）海底养殖

日本远山、大野和片田所创造的养殖方法，其共同点是在海底养殖。远山是从半人工采孢子到养成，都在深水海底进行。大野则是用分枝到养成在海底进行；而片田的绑小枝营养繁殖，也是在自然水深的水底进行。石花菜的水底养殖所采用的人工采孢子投石、绑小枝投石及栽培投石都难以大规模实施。因为目前的技术条件，在低潮带以下的深水中，尚不易实行全人工养殖，加之海底作业受限制，人为成分少，效果不易掌握，生产十分不便。

### （二）海面养殖

对海面养殖我们只讨论分枝筏养，因为采用从孢子培养成幼苗再养成的方法，藤森已经试验失败。筏养方法具有许多优点，它不仅可以立体利用水体，而且可以克服海底养殖的作

业困难，如对养殖对象不便控制等人工难能为力的缺点。因此，这一方法刚提出就受到普遍重视，并为当时日本水产界所公认。虽然藤森的方法以后未能被生产者所接受，但由于海面筏养有许多优点，是藻类养殖农田化的重要形式，因而也应该成为石花菜人工养殖的研究方向。

### （三）梯田养殖

当藤森的分枝养殖提出15年以后（即五十年代），日本已很少有人继续进行这项研究。我们也利用石花菜分枝可以正常生长的特性，在潮间带筑堤拦蓄潮水，建成梯田式水池以进行分枝养殖法的试验，并获得了一定效果。当时提出梯田养殖石花菜的理由是：

第一，海面筏式养殖使用大量器材，难以达到成本核算。第二，变筏养的浮动器材设施为固定于梯田中的设施，以减少损耗。第三，可以克服筏养藻体上的附着物、沉淀物等危害。第四，可以克服海底深水养殖的放养、管理和收获的困难。

综上所述，要开展石花菜的全人工养殖只有采用海面筏养和潮间带的梯田养殖。

海面筏养和梯田养殖，这二种方法在海带人工养殖中都采用过并有丰富的实践经验，而石花菜的人工养殖，究竟适用哪种方法，应在今后的实践中，去逐步探讨解决。

## 三、存在的问题

海面筏养和潮间带梯田养殖是研究的方向，但也都存在着一些有待解决的问题。

### （一）养成方面

海藻的养成方法大体可以分为三种，一是孢子养成，即从采孢子到养成大的藻体不进行移栽的方法，一般的红藻类都可以采用，因而是一种通用方法。紫菜养殖是这类养成法的代表。第二种是幼苗养成，即从幼苗养到大的藻体的方法。它的幼苗来源，另外专门培育；这是一种移栽法，我国的海带养殖是其典型的例子。第三种是分枝养成，即从大的藻体上取下一部分小枝或切下一部分藻块作为苗种进行养殖，而不必经过孢子育苗阶段。麒麟菜、江蓠

等多采用此法。

石花菜的养成以往主要采用孢子养成和分枝养成二种方法。孢子养成对石花菜来说，一部分包括于育苗阶段之中，分枝养成是多数研究者试验的内容。分枝养成的途径已如前述，有筏养与梯田养殖二种，都存在以下问题。

1. 分枝筏养中的问题 石花菜分枝生长的可靠性，在冈村和藤森的工作中都已得到证实。从理论上讲，分枝筏养是不成问题的，但为什么这种方法竟在几十年间却没有人加以补充、完善达到生产应用呢？甚至到六十年代初期，竟被殖田等宣布为淘汰的方法。我们分析，可能有以下几种原因：

第一，对于藤森的“撚绳式”，即纺绳夹苗法，从藤森报告中的图版里可以看出的纺绳是把石花菜的小枝杂乱地夹入绳中的，因而形成夹入部分的不一，这必然影响石花菜的生长。另一种情况是夹苗的稀密不一，多少不一，容易出现苗枝小的脱苗。

第二，石花菜的分枝夹苗法与海带的夹苗不同。海带的夹苗是夹住原有的假根依靠再生新的假根固着于绳上进行生长，所以夹苗是新假根发生前的暂时措施；海带夹苗后，依靠旧假根生活不过半个月而已。而石花菜的夹苗，不是夹住假根，而是夹住主枝，终生依靠夹住生长，即不依靠再生新的假根固着生长。因此所夹之苗，可能会被风浪打掉，也可能被夹住的主枝部分长期受海浪冲撞磨擦，发生烂枝而掉苗；严重掉苗也可能成为分枝养殖的失败原因。

第三，采取筏式海面养殖方法后，使石花菜的生活条件与原来在海底情况大不相同。例如自然分布深水中的石花菜藻体上，杂藻附着很少，这种情况与紫菜、裙带菜相同。移到海面后由于光线变强，附着性硅藻大量繁殖，结果受到附着性硅藻的严重危害。另外还受附着性动物的危害，海底石花菜的动物性附着物主要为苔藓虫类，移到海面后由于石花菜与海底磨擦关系改变为水中悬浮关系，因而大量增加附着动物新的种类，如各种水螅类、海鞘类等，严重影响石花菜的生长，影响产品的质量，

甚至达到无法利用的程度。这也是国内多年试验中所遇到的重要问题之一。

第四，养殖的成本高，用人工多，而产量却较低，入不敷出，也可能是被淘汰的一个原因。

以上四种原因，其中任何一种，都可导致分枝筏养的失败。

2. 梯田养殖中的问题 梯田环境处于潮间带，低潮时，池堤可以裸露，作业容易，这在海带养殖中已被证实。在梯田中分枝养殖石花菜存在的问题主要是被风浪冲击而形成的掉苗。因为分枝夹苗的石花菜，是固定于梯田内的海底，藻体可随波浪摆动；而夹苗绳是固定不动的，所以风浪大时，会使苗绳较松者或所夹藻体枝较细又分枝少者容易被风浪拔下。另外也有一部分因被夹住的藻体部分磨擦过重而发生烂枝现象。如果养殖期内风浪较小，即能获得较好的效果。因此，梯田养殖石花菜，如果采用分枝方法，必须解决风浪对潮间带的冲击问题。

## （二）育苗及养育方面

从孢子到幼苗的培育过程称为育苗。从幼苗养到可以生产称为养育。石花菜的孢子养成法，即是从采孢子直接养成产品的方法。为了提高养殖效果，把养成的成株石花菜再分枝作为苗种，即分为育苗、养育和分枝养成三个环节来完成。后者以前已经阐明。现着重分析育苗和养育中的问题。

1. 育苗 石花菜的孢子直接萌发后，一直进行细胞分裂，扩大藻体，生长成纤细的匍匐枝。匍匐枝形态简单，仅有少量的小分枝，生长过程增粗藻体，最后形成直立体。直立体的特征是直立的顶端部钝圆，再于侧边出现1—2个侧枝即成为幼苗。所谓育苗就是要培育成幼苗的工作。石花菜育苗的研究，以往藤森、惠本等曾进行过采孢子育苗，但由于下海后受到附着物的影响而失败。1936年，殖田三郎利用棕绳分段涂抹混凝土，以混凝土部分作生长基，空白处夹成熟石花菜，自然采孢子，效果并不好。1956年李宏基等以混凝土块为生长基，于梯田中进行半人工采孢子试验，虽然生

长基上曾发生了成小片的、有一定密度的红点状幼苗，但长成直立苗后，受石蓴、牡蛎、藤壶等附着物的危害，幼苗迅速减少，出苗率也较低。

1974年，李庆扬等室内育苗后下海养育，室内外均受附着物的影响，育苗效果不好。因此育苗的关键之一是如何解决附着物的问题。

育苗中的另一问题是生长基质。作者于五十年代在青岛沿岸调查时发现，在石花菜繁殖区中的竹、木、铁器、瓷器、水泥块、混凝土块和棕绳等物体上，石花菜的着生情况以混凝土块最好。而在竹皮等物体上面只有零星的着生。可以看出生长基质是十分重要的。例如1958年，山东、辽宁等许多单位进行裙带菜人工采孢子育苗试验，均未能培育出大批幼苗。其原因就是未能选用合适的生长基质。这一点为我们1961年海上育出大批密集丛生的裙带菜苗所证实。因此石花菜的人工育苗不能成功，也不能排除生长基质的选择问题。

2. 养育 由于育苗未能成功，所以养育问题就无从谈起。而这又是石花菜全人工养殖的重要一环。石花菜的幼苗如果按1—2厘米的大小为准，那末，养育就是从1—2厘米养到15厘米以上的阶段，所以既像“幼苗养成”，也像“孢子养成”。从幼苗养到成株的时间，即使从7月育出幼苗养到12月（约半年的时间），也难以实现。石花菜是暖水性藻类，低温对其生长不利，故冬季可能停止生长。春暖后何时再开始生长并达到15厘米长，估计至少不能少于一周年，甚至还需更长，这相当于海带夏苗培育的2—3倍的时间。因此，如何安排养育时间、缩短养育期，以及分枝养成相接茬等问题，关系十分重要。这些问题将随育苗和分枝养成的成功，越来越显得重要了。

#### 四、解决的办法

石花菜的人工养殖，不论在养成或育苗都存在着困难。作者认为需要从以下几个方面去研究。

##### （一）养成方面

分枝养成的重要问题是掉苗、附着物和成本核算。而这些问题又与养殖方法有关。例如梯田养成，掉苗原因主要为风浪造成；减少风浪的影响，目前尚有困难。对筏养来说，附着物是主要危害，特别是春季的杂藻及夏季的动物性附着物十分严重，应研究敌害生物的活动繁殖规律，才能采取相应的方法克服障碍，达到养成的目的。

关于成本核算，目前主要应把石花菜养殖附属其他养殖业中，先作为副业经营，如与海带、贻贝等同作，以减少人力、物力的开支。

##### （二）育苗与养育方面

1. 育苗 育苗的问题主要是附着物生长快和石花菜的匍匐枝生长慢的矛盾。

孢子育苗法还应该从三方面进一步研究：

第一，创造适宜的育苗环境。即创造石花菜可以适应，而杂藻（硅藻、蓝藻等）不能适应的条件进行培养。

第二，采用药物、人工和机械等方法驱除杂藻。这种方法虽然不便，但海带、紫菜、裙带菜的育苗实践证明是行之有效的。

第三，选用适宜的育苗用的附着基质。我们和日本的经验都认为混凝土是良好的附着基质，但它笨重、移动不便。应向合成纤维材料或涂抹不同糊料或胶质物等耐腐蚀、体质轻、对石花菜生长适宜的材料方面进行研究。

2. 育苗后的养育 养育的问题主要是生长慢、时间长。应该从育苗与养育二者结合进行研究：

第一，利用早成熟的孢子育苗，以增长生长期和研究适宜的生长条件，保证快速生长。

第二，采用营养繁殖育苗法，缩短育苗期，延长生长期。

第三，利用营养枝能长期生长的特性，连续培养而不进行育苗。

综上所述，石花菜的人工养殖在理论或技术上都存在许多难题。但是，只要通过系统的研究，石花菜的人工养殖业必将很快实现。

（参考文献略）