

# 关于贝、藻间养增产原因的讨论

## ON THE REASON OF YIELD INCREASING BY POLYCULTURE OF SHELLFISH AND SEAWEED

李庆彪 李梦笔

(山东省海水养殖研究所 青岛 266002)

几乎已经公认<sup>[1-3]</sup>,贝、藻间养增产的原因是,贝类的代谢产物使海带增产,海带光合作用释放出的氧使贝类增产。即贝、藻之间具有相互促进的生态作用。80年代后半期以来,陆续出现的养殖扇贝大量死亡,成为制约扇贝养殖生产的一个重要因素。贝、藻间养又被作为解决养殖扇贝大量死亡的措施,有的地方甚至已经作为一项硬性规定实施。然而问题存在于,贝、藻间养是否存在相互促进的生态作用。如果带着盲目性推广、应用,可能会付出不必要的代价。本文对贝、藻间养存在相互促进的生态作用提出异议。

### 1 从生态系的物质循环看

贝、藻间养的贝一般是指扇贝、贻贝等滤食性贝类,藻则主要指海带<sup>[1-3]</sup>。贝、藻间养有以下几种组合:(1)以贝为主间养海带。(2)以海带为主间养贝。(3)海带和贝的养殖数量占各自单养时的相同百分比<sup>[1,2]</sup>。

从单养和贝、藻间养时生态系中氮、磷、碳、氧的物质循环看,贝、藻间养是否存在相互促进的生态作用。

#### 1.1 单养贝

物质循环如图1。浮游植物吸收生态系中的营养盐和 $CO_2$ ,利用太阳能进行光合作用固定碳,同时释放出氧。其尸体则被微生物分解无机化。贝类滤食浮游植物,排泄营养盐,其呼吸作用产生 $CO_2$ 。其粪便、尸体亦被微生物分解无机化。最后,从生态系中生产出来的是贝类,而生态系中消耗的是无机营养盐和 $CO_2$ 。需要特别指出,图1中贝类的代谢产物无机氮、无机磷和 $CO_2$ 被浮游植物吸收,浮游植物被贝类摄食,形成两条小的物质循环路线。这两条路线物质循环的结果,营养盐和 $CO_2$ 只在浮游植物和贝之间转移,而不会使贝类的生物量增加。要使贝类的生物量增加,必须消耗生态系中的无机营养盐和 $CO_2$ 。

#### 1.2 单养海带

物质循环如图2。海带与浮游植物以相同的过程参

与生态系的物质循环。最后,从生态系中生产出来的是海带,生态系中消耗的也是营养盐和 $CO_2$ 。

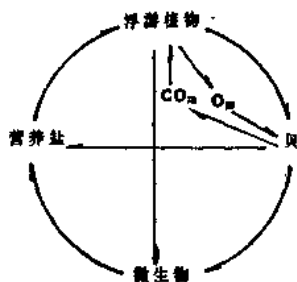


图1 单养贝的物质循环

#### 1.3 贝藻间养

物质循环如图3。比较图1、图2和图3可以看出,图3是图1和图2的组合。图3除了有图1中的两条物质循环路线之外,还有两条路线。这很容易给人造成一种错觉,似乎贝是无机氮、无机磷和 $CO_2$ 的供给体,而海带却是其接受体。无机氮、无机磷和 $CO_2$ 不断从贝流入海带,因而使海带增产。如果顺着这条思路走下去,则会得出这样的结论:海带增产的同时,贝类将减产。显然,这是逻辑思维片面性导致的荒唐结论。须知贝类能排出营养盐和 $CO_2$ ,是以从生态系中(通过浮游植物)摄取更多的营养盐和 $CO_2$ 为前提的。总的来看,生态系的营养盐和 $CO_2$ 不是增加了,而是减少了。贝、藻间养从生态系中生产出来的是贝类和海带,生态系中消耗的还营养盐和 $CO_2$ 。

从上述物质循环可以看出,物质循环和能量流动的结果,使物质和能量在贝类和海带上固定、暂存。能量来自太阳能,物质则来自生态系本身。无论是单养贝,还是

单养海带,都不会使生态系统中的营养盐和  $\text{CO}_2$  增加。相反,是使其减少。贝、藻间养亦如此,并不存在相互促进的生态作用。

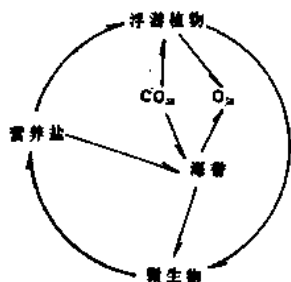


图2 单养海带的物质循环

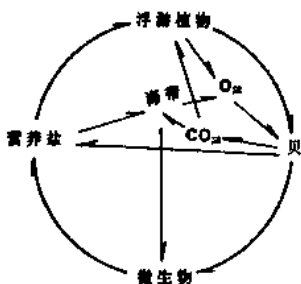


图3 贝、藻间养的物质循环

当然,生态系是开放的。它要和外界进行物质和能量交换。物质交换不外乎以下3种情况:(1)流入生态系的物质小于流出的物质。(2)流入生态系的物质等于流出的物质。(3)流入生态系的物质大于流出的物质。对于第一种情况,即使存在,也不适于养殖,故不予考虑。对于第二种情况,从物质交换的角度来看,相当于封闭系统。养殖对象消耗的只是生态系中原来贮存的营养盐和  $\text{CO}_2$ ,生物量的增长和营养盐、 $\text{CO}_2$  的减少同时进行。到一定程度,生物量将不再增长。养殖面积很大的海区,其中心部位近似于这种情况。对于第三种情况,由于生态系统中的营养盐和  $\text{CO}_2$  不断得到补充,其含量可能会增加。这在单养贝,单养海带,贝、藻间养都是一样的,而与贝、藻间养完全没有关系。实际上,筏式养殖海区一般都属于这种情况。

贝、藻间养和单养贝比较,可以增加生态系的溶解氧。这是因为海带和浮游植物共同进行光合作用释放出氧。当然,单养海带更能增加溶解氧。这里需要特别指出的是,海带和浮游植物进行光合作用释放出氧,是以

$\text{CO}_2$  为原料。在这一点上和前一个问题是不同的。

## 2 从实验生态结果看

贝、藻间养相互促进理论,总是试图用实验生态证明贝、藻间养使生态系的营养盐和  $\text{CO}_2$  增加了。在这里不妨分析一下比较有代表性的实验生态研究结果。

### 2.1 室内实验生态研究结果

实验的设计一般是这样的:用水池(或其他容器)设3组试验。第1组单养贝,第2组单养海带,第3组贝、藻间养。3组都不投放单细胞藻,培养24h,测定无机氮、无机磷、 $\text{CO}_2$ 、氧的变化。试验结果表明<sup>[1,2,3]</sup>,单养贝池无机氮、无机磷都增加,单养海带池无机氮、无机磷均减少,而贝、藻间养池无机氮、无机磷介于二者之间。这与本文的分析似乎是矛盾的。用实验生态学的方法研究自然生态现象,本来是常用的。其所以相矛盾,并不能说明理论分析不正确,而是实验设计出现了漏洞。贝、藻间养不只是贝类和海带之间的作用,浮游植物在物质循环和能量流动中的作用也是很重要的。前已述及,贝类排出营养盐是以从生态系中摄取(通过浮游植物)更多的营养盐为前提的。而实验生态的设计恰恰忽视了这一点。上述生态试验仅能说明,贝、藻间养贝类排出的无机氮、无机磷可以被海带吸收利用,却不能说明,贝、藻间养使生态系的营养盐增加了。

同样,室内生态实验也不能说明,贝、藻类间养使生态系的  $\text{CO}_2$  增加了。

室内生态实验结果还表明<sup>[1,2]</sup>,单养海带溶解氧最高,单养贝溶解氧最低,贝、藻间养溶解氧介于二者之间。这与本文的理论分析是一致的。该实验设计虽然也未考虑浮游植物的作用,但对溶解氧的相对值影响可能不大。

### 2.2 海上测定结果

从有的实验报告<sup>[1]</sup>可以看出,贝、藻间养区无机营养盐低于单养贝区,而高于单养海带区。也有的报告得出结论<sup>[2]</sup>,单养海带区与贝、藻间养区无机营养盐相互间的差异不明显。 $\text{CO}_2$  的含量,贝、藻间养区与单养区比较,其多次测定值也不是都高。溶解氧的含量,贝、藻间养区高于单养贝区,而与单养海带区未见明显差异。当然,这些测定值可能受风浪和潮流的影响<sup>[2]</sup>。但是不妨设想,贝、藻间养的确使生态系的无机盐和  $\text{CO}_2$  增加了。无机营养盐和  $\text{CO}_2$  含量增加,既然可以使海带增产,当然也可以促使浮游植物增殖。结果浮游植物的生产力就会提高,以其为饵料的贝类生长则加快,同时贝类的代谢产物也会增加。这样循环的结果,贝的产量将会越来越

越高。但这却是不可能的。

以上讨论表明,贝藻间养并不能使营养盐、 $\text{CO}_2$  增加,只是贝、藻间养区的溶解氧高于单养贝区。因此,没有理由说明贝、藻间养海带和贝类之间存在相互促进的生态作用。这一结论并不否认贝、藻间养的价值。贝、藻间养是可以增产的。但这并不是贝、藻之间相互促进的生态作用造成的。

### 3 贝、藻间养增产的原因

从图 2 可以看出,无机营养盐被浮游植物吸收后,到死亡的浮游植物被微生物分解无机化之前,不可能为海带利用。海带单养仅利用了图 2 中两条物质循环路线中的一条。另一条路线物质循环的结果,物质和能量未在任何养殖对象上固定、贮存。这却可以为养殖贝类利用。单养贝也有类似的情况。尽管浮游植物与海带对营养盐、 $\text{CO}_2$ 、光有竞争,但是由于它们在生态系中的空间配置并不完全相同,总的来看,可以提高对营养盐、 $\text{CO}_2$  和光能的利用率。这正好为间养提供了可能性,贝、藻间养正是利用了单养未充分利用的营养盐、 $\text{CO}_2$  和光能,从而强化了对生态系的利用,同时也加快了对营养盐、 $\text{CO}_2$  等的消耗。本文认为,这才是贝、藻间养增产的原因。

有报告曾提到<sup>[1]</sup>,以扇贝为主间养海带,由于海带挂绳减少,绳距较大,改善了海带的受光、受流条件,促进了生长。以海带为主间养扇贝,由于间养扇贝较少,平均每个贝占有的水体相对地增加,饵料增多,故促进了生长。显然,这并不是海带和扇贝相互促进的生态作用,而是对生态系强化利用的结果。

### 4 贝、藻间养的问题

贝、藻筏式养殖的特点之一,是通过潮流的输送作用,扩大了对水体的利用范围。当养殖面积很小时,由于潮流的输送作用,营养盐和  $\text{CO}_2$  等不断得到补充,同时海水经常处于更新状态,可以保持好的生态环境。随着养殖面积增大,不论是单养,还是贝、藻间养,都会出现海水交换率降低,营养盐等补给减少的倾向。特别是贝、藻间养,由于对营养盐等的利用强度更大和对潮流的阻力增加,上述倾向将更明显。当养殖面积增大到一定程

度,产量将会下降。因此,贝、藻间养海区更需要施肥。现在某些贝、藻间养面积大的海区,已经开始出现这种问题。

贝、藻间养作为改善生态环境,防止养殖扇贝大量死亡的措施,其根据何在,未见报道。这是否存在一定的盲目性,不能不考虑。

养殖扇贝大量死亡的原因比较复杂。主要原因是养殖密度过大,超过了生态容量。其表现形式有二<sup>[4]</sup>。一是饵料的数量不能满足需要。二是养殖扇贝的粪便等沉积于海底,引起底质老化。前已述及,贝、藻间养并不能使浮游植物的数量增加。相反,由于海带和浮游植物的竞争作用,还可能使其减少。海带在生长过程中脱落掉大量叶片,可以增加有机质碎屑的数量。但海带脱落的叶片大多沉积于海底,会不会加重底质的老化,是需要研究的。当然,贝、藻间养比单养贝可以增加溶解氧,但养殖是在上、中层水域,由于风浪和潮流的作用,上、中层水的复氧能力本来就比较强。需要解决的是底层水的缺氧问题。贝、藻间养能否起到改善生态环境,防止养殖扇贝大量死亡的作用,显然需要进一步研究。

最后有必要重申,讨论贝、藻间养增产的原因,决不是仅仅为了对贝、藻间养增产做出理论上的解释。更重要的是,对贝、藻间养生产的指导作用。贝、藻间养增产原因的两种认识,在对生产的指导上,将导致两种截然不同的结果。如果贝、藻间养增产的原因是贝、藻之间相互促进的生态作用,那么养殖开发强度(时间和规模)增加,营养盐也不会缺乏,不需要施肥,而且可以改善生态环境,防止养殖扇贝大量死亡。因而不需要控制开发强度。如果认为贝、藻间养增产是对生态系强化利用的结果,那么,开发强度增大到一定程度,就会出现营养盐缺乏,需要施肥。同时生态环境质量可能下降,因而需要适当控制开发强度。

### 参考文献

- [1] 李顺志、张言怡等,1983. 海洋潮沼通报 4:67~75.
- [2] 田铸平、高凤鸣等,1987. 海洋潮沼通报 2:60~66.
- [3] 刘锦华、张言怡,1980. 山东水产学会会刊 3:136.
- [4] 日本水产学会编,1980. 恒星社厚生阁刊。