

# 高产成鱼池蓝绿色裸甲藻水华的研究\*

王 武

(上海水产学院)

## 提 要

由蓝绿色裸甲藻(*Gymnodinium* sp.)形成的蓝绿色水华是无锡渔区高产鱼池典型水质之一。本文对该藻的形态特征、生态、池塘培育和控制以及对鱼类的影响进行了研究。

蓝绿裸甲藻水华具喜温、喜光、喜有机氮肥,喜红褐色水色(生物因子),且对外界环境的变化十分敏感等生态特点。

蓝绿裸甲藻水华池的理化条件较差,特别是藻体繁殖过度,极易恶化水质,造成鱼类泛池。采用增施有机氮肥、合理使用增氧机、加水等综合措施可促进和控制该藻的繁殖。

经鱼类消化道镜检表明,蓝绿裸甲藻能被鲢、鳙鱼及鲤、鲫、罗非鱼鱼种大量摄食,并被鱼类消化。对无锡河埭渔业一队成鱼池三年统计,蓝绿裸甲藻水华池的鲢鳙鱼净产量比无水华池高33.4~37.5%。

在无锡的养鱼池中,常常发现一种由裸甲藻形成的蓝绿色水华。据有的文献认为蓝绿色的甲藻类是鱼类不易消化的种类<sup>[6]</sup>,它们在鱼体肠道内死亡产生的甲藻素会引起鱼类中毒死亡<sup>[7]</sup>。但是生产实践的结果,往往和这个结论相反,凡是出现这种水华的池塘,鲢、鳙鱼的生长都十分迅速<sup>[1]</sup>。近年来这种水华池已成为无锡高产池的典型水质之一<sup>[8]</sup>。为此,我们自76年起对这种藻类的形态特征、水华的生态条件、变化规律以及与鱼类的关系作了观察和探索。以期改进水质管理提供科学依据。

## 形成蓝绿色水华的裸甲藻的形态特征

正常藻体背腹观似“乒乓球板”状,末端有凸出的尾柄状藻尾,无色素,背腹稍侧扁。横沟较宽,在细胞中上部,稍右旋;纵沟较窄,向上壳延伸形成尖角,在下壳延伸到藻体后端。载色体量多,椭圆或卵圆形,4—7 $\mu$ ;色素除叶绿素外,还具藻蓝素,外观呈蓝绿色。核圆或卵圆形,无色,位于细胞上壳部,属间核型细胞核。此外,部分藻体后端还有一较小的核,属真核型细胞核<sup>[8]</sup>。同化产物为淀粉。最大个体为62.5 $\mu$ ×33.2 $\mu$ ,平均为(47.2±3 $\mu$ )×

\* 吕泽兵、吴树基、陈菊芳、龚蓓蓓、王玉玲、孙建新、李秀兰等同学先后参加了部分工作。中国科学院水生生物研究所倪达书先生、中国科学院上海细胞生物研究所乔以炯同志对本文提出宝贵意见、无锡市水产研究所大力支持和帮助,特此致谢。

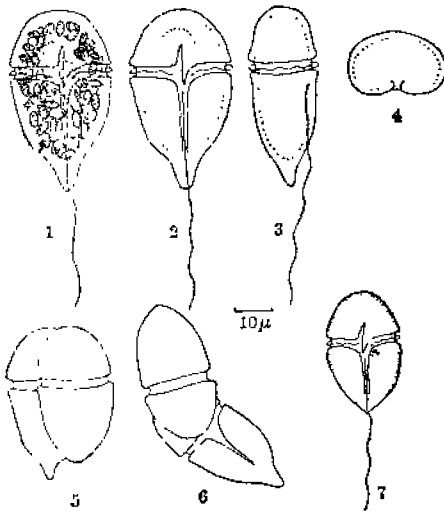


图1 形成蓝绿色水华的裸甲藻  
(*Gymnodinium* sp.)

1-2 正常藻体腹面观; 3 正常藻体侧面观;  
4 正常藻体顶面观; 5-6 繁殖藻体;  
7 老化藻体

( $28.1 \pm 2.7 \mu$ ) (见图1, 图版 I. 1-5)。

这种藻类的形态和大小, 在不同环境条件下, 差异很大。将这种藻类放入 250 毫升透明水样瓶中, 分别安置在室内和室外。藻体都会立即下沉瓶底, 并分泌大量胶状物, 将藻体包裹起来。大量胶状物凝聚成团, 形成一蓝绿色胶团(带), 可用镊子取出。此时藻体缩小, 藻尾变尖, 尾柄消失(图版 I, 2)。不久, 胶状物溶解, 藻体分散, 藻体进一步缩小, 并出现眼点, 藻尾不甚明显, 色素变淡, 在体内分布不均匀(图版 I, 4)。最后藻尾往往消失, 呈椭圆形(图版 I, 5), 眼点增多, 色素更淡, 藻体开始解体。这些我们统称为老化藻体。

比较室内、室外瓶内藻体老化速度(表1)表明, 因室外环境变化比室内更剧烈, 藻体的老化速度(48小时)比室内(96小时)快一倍(以藻体缩小百分率趋于稳定的时间为标准)。其平均长度和宽度比正常藻体分别缩小 1/3 和 1/4 左右。经多次重复, 共测定了650个藻体大小变化, 情况大体一致。

表1 不同环境条件下藻体大小变化的测定

瓶	体	24小时		48小时		72小时		96小时		120小时	
		$\mu$	%	$\mu$	%	$\mu$	%	$\mu$	%	$\mu$	%
室	长	$36.3 \pm 4.0$	23.1	$31.1 \pm 2.6$	34.1	$31.0 \pm 2.3$	34.3				
外	宽	$22.9 \pm 1.9$	18.5	$20.4 \pm 1.6$	27.4	$20.4 \pm 1.4$	27.4				
室	长	$39.5 \pm 1.8$	16.3	$35.1 \pm 2.1$	25.6	$33.5 \pm 2.7$	29.0	$31.9 \pm 3.0$	32.4	$31.6 \pm 3.5$	33.1
外	宽	$26.5 \pm 2.1$	5.7	$23.2 \pm 2.3$	17.4	$21.2 \pm 2.6$	24.6	$20.8 \pm 2.6$	26.0	$20.8 \pm 2.9$	26.0

注: 1. %表示瓶内藻体与池塘正常状态(长 $47.2 \pm 3.0 \mu$ , 宽 $28.1 \pm 2.7 \mu$ )相比缩小的百分数。

2. 藻体大小测量以每次30个藻体平均值 $\pm$ 标准差。单位: 微米( $\mu$ )。

由于该藻的形态随环境条件的变化而变化, 因此在培养时, 只需检查水华中藻体各类形态的比例, 就可以了解其培养环境是否合适。如镜检发现水华中以老化藻体占优势, 说明培养的环境较差, 应采取相应措施, 促进其繁殖。

根据该藻的生态要求和主要形态特征(特别是老化藻体)它与裸甲藻属(*Gymnodinium*)中的尖尾裸甲藻(*G. acidotum* Nyg)近似<sup>[9]</sup>。但该藻正常藻体具藻尾; 外形、大小随不同环境而有相应的变化; 核圆形或卵圆形, 位于藻体上壳部; 横沟稍右旋等特征, 又与尖尾裸甲藻不同。鉴于目前原种的分类资料不全, 而且一般形态分类的文章, 没有对不同生态条件下裸甲藻的形态变异进行详细描述, 因此暂时无法进行比较以确定这种形成蓝绿色水华的裸甲藻是已知种还是新种、变种, 或是已知种的变态。所以这种藻尖的鉴定工作, 有待进一步研究。

## 蓝绿色裸甲藻水华的生态要求

(1) 水温 无锡精养鱼池蓝绿色裸甲藻的出现在5月中旬至11月上旬,其中最适繁殖季节为5月下旬至7月上旬及9月中旬至10月下旬,水温 $20^{\circ}\text{C}$ — $30^{\circ}\text{C}$ 。据测定,水温高于 $33^{\circ}\text{C}$ ,低于 $15^{\circ}\text{C}$ 则不利于藻体生长,低于 $10^{\circ}\text{C}$ 则开始死亡,在 $5^{\circ}\text{C}$ — $8^{\circ}\text{C}$ 的条件下,6小时内藻体全部死亡。

(2) 光照 该藻在水中的垂直分布同日光的光照情况密切有关。对水华池裸甲藻数量的昼夜垂直分布测定(见图2)表明,白天上层(离水面0.5米,照度为780—10500Lux)藻体数量多,其中以8000—10500Lux的照度为最多;中层(离水面1.5米,照度为18—240Lux)次之;下层(离水面2.5米、池底0.5米,照度为0.6—10Lux)最少。在12:00~15:00,池水上、中、下三层间藻体数差距最大,达69:42:1。傍晚后,三者间的差距逐渐缩小,至半夜几乎相等(1.2:1.1:1)。黎明后,差距又逐渐增大。一般日出后1—2小时即形成水华。必须指出,该藻在晴天集群形成水华其自身具相互遮光的作用。因此在很强的日光下,它仍能密集于水上层。我们曾测到表层(离水面0.1米)照度为5.3万Lux时仍形成大量水华。而阴雨天照度弱(中午0.5米为1920Lux),藻体不集群,水色呈墨绿色。故该藻的最适照度(及其衡量标准)还有待实验室进一步测定。

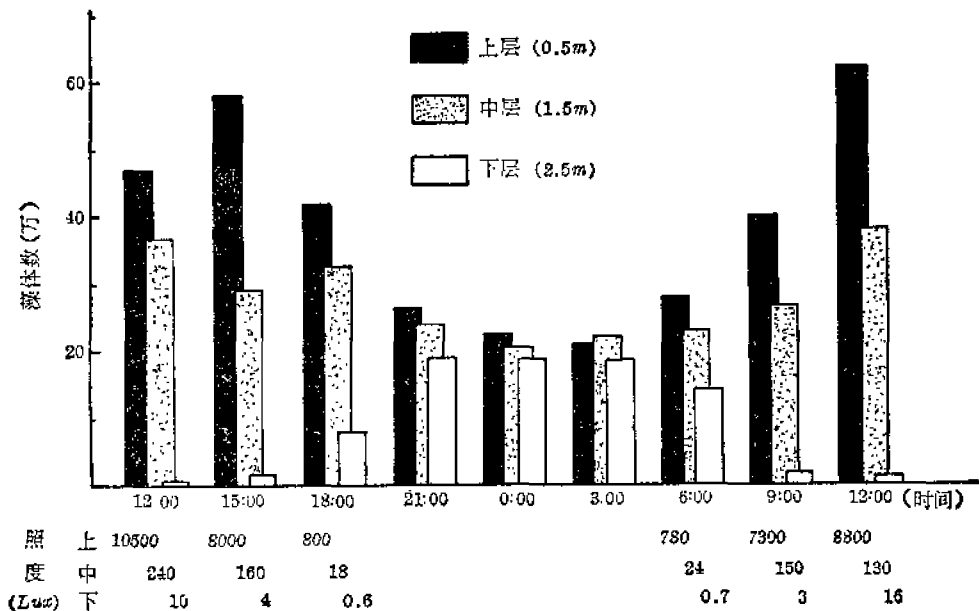


图2 蓝绿色裸甲藻昼夜垂直分布测定

(3) pH值 统计各蓝绿色裸甲藻水华池的pH值表明,最低(5:00)为7.4—8.5,最高(15:00)达8.8—9.13。可见该藻适宜于碱性水质。

(4) 营养 77年6月底对河埭公社各渔业队成鱼池水质调查表明,凡是大量施用蚕蛹水(缫丝厂煮茧下脚水,pH7.5—8,以含有机氮肥为主,含氮322mg/L)的池塘,该藻水

华的出现率均较高(如河埭渔业一队、二队,大渲渔业队),其中河埭渔业一队达80%以上。而孙蒋渔业队除了施用蚕蛹水外,还大量施用粉浆水(溶剂厂山薯下脚水,pH 4—6,以淀粉为主),施肥量约占总施肥量的1/2,尽管该队总施肥量比河埭一队高,但只有3口成鱼池出现蓝绿色裸甲藻水华,占总面积7.3%。测定水华池和一般肥水池有机耗氧表明,前者(24.49—36.57 mg/L,最高达48.30 mg/L)均比后者(18.49—24.51 mg/L)高。此外,实验室培养证明,只有含有有机氮的培养液,才能延长其培养时间。

(5) 生物因子 分析各成鱼池该藻水华的形成过程,发现它们均在池水呈红褐色(或茶褐色)后,才出现蓝绿色裸甲藻水华。镜检表明,红褐色水中浮游植物以隐藻(*Cryptomonas*)占绝对优势。即在隐藻大量繁殖后,蓝绿色裸甲藻水华逐渐形成。可以认为隐藻是蓝绿色裸甲藻水华的前兆。

(6) 对外界环境条件变化的反应十分敏感 将含有该藻水华的池水放入透明水样瓶内,静止10~15分钟,该藻则全部下沉瓶底,呈蓝绿色沉淀。根据此特点,此法可作为观察和鉴别池水中是否含有大量蓝绿色裸甲藻的简单可靠方法。在池塘中,增氧机运转、拉网、加注新水以及风力引起较大的波浪等都会引起水华消失。

## 蓝绿色裸甲藻水华形成过程及其水质特点

根据藻体生长规律,数量变动及水质变化情况,结合群众经验,我们将该藻水华区分为六个等级(见表2)。以便于生产上控制和利用。

表2 蓝绿色裸甲藻水华形成过程分级

级	俗 称	主 要 特 点	相当于藻类生长时期	浮游生物量 (mg/L)
0	红褐色水	水色呈红褐或茶褐色。浮游植物以隐藻为绝对优势,蓝绿裸甲藻已出现,但未形成水华。	延 缓 期	0.3~0.5
1	扫帚水	红褐色水中具丝状或带状蓝绿色条纹,蓝绿裸甲藻水华形成	指数生长期	0.5~0.8
2	云块水	蓝绿裸甲藻水华呈云块状,水华显而易见	同 上	0.8~1.2
3	乌云水	云块状水华面积扩大呈乌云状,红褐色水面积缩小,下风处池水呈蓝绿色(与硫酸铜溶液相仿)。正常天气,翌晨池鱼浮头。	相对生长下降期	1.2~2.0
4	转 水	整个池水呈蓝绿色或墨绿色。透明度极低,蓝绿裸甲藻在池水中占绝对优势。正常天气翌晨池鱼易发生中等程度浮头。	静 止 期	2.0以上
5	臭清水	水色呈淡绿或淡褐色。水质转清发臭,水中浮游生物种类数量极少。水中严重缺氧,池鱼泛池,大批死亡。	死 亡 期	0.05

0—2级水华表示藻体繁殖适量,透明度25—40 cm,晴天溶氧低峰值在1—2mg/L,属正常水质。3—4级水华表示藻体繁殖过度,水质浓,透明度仅15—25 cm,池塘有机物多,耗氧大,晴天溶氧低峰值在1mg/L左右,易引起鱼类浮头。如遇天气转阴或阴雨,藻类造氧少,溶氧往往供不应求,下层水的藻体因缺氧而大量死亡并解体,耗氧量急剧增加,进一步恶化水质,造成整个池水藻体死亡(仅存少量绿球藻目的个体成活)。此时水色清淡,透明度可达50—70 cm,藻体在缺氧的条件下被厌气性细菌分解成中间产物,具恶臭。俗

称“臭清水”。这种水质由于其耗氧以氧债形式存在,水中实际耗氧量很大,池水严重缺氧,极易造成泛池死鱼事故。我们曾测到发生臭清水的池塘,尽管采用各种增氧措施,至上午10:00(晴天)上层(离水面0.5m)溶氧仅0.96mg/L,鱼类仍在严重浮头。此外,如逢连绵阴雨,处在3级水华的藻体也易因缺氧而死亡变成臭清水。故3—4级水华,池水的理化条件差,水质不易控制,威胁鱼类生存,素有“转水池养危险鱼”的说法。且对鲢鳙鱼而言,水中饵料生物已足够有余,过于单一和过量的饵料对鱼类的消化也受影响。而1—2级水华,藻类新陈代谢旺盛,生长繁殖呈几何级数增加。水中溶氧如运用增氧机稍加调节<sup>[3,4]</sup>,就是遇到天气变化,仍可基本满足生物需求,不易引起鱼类浮头。对其变化也比较容易控制。故在生产中,应将蓝绿色裸甲藻水华维持在1—2级。

## 蓝绿色裸甲藻水华对鱼类生长的影响

### 1. 鱼类消化道镜检

取3级水华池中的鲢鱼共18尾(1斤以上),鳙鱼8尾(1斤以上)进行消化道镜检。为了解其他鱼类对该藻的消化情况,取3级水华水250斤,用13号浮游动物网滤去大型浮游动物,放在室内水族箱中培养。蓝绿色裸甲藻在水族箱内仍形成水华。放养饥饿一天后的团头鲂(全长7.5—13.5cm)、莫桑比克罗非鱼(全长3.5—9cm)、鲤鱼(全长4.3—6cm)、鲫鱼(全长3.9—4.5cm)鱼种,经水华水饲养二天后,每种鱼分别取5尾进行消化道镜检。发现除团头鲂不摄食该藻外,其他被检鱼种均大量摄食。现以鲢鱼为例,作一描述。

所有被测鲢鱼,肠道内含物的充塞度很高,达3—5级,肠道外观青绿色。内含物绝大部分为蓝绿色裸甲藻,它们在肠道不同部位,消化情况不一

前肠:内含物呈黄绿色,粘液状。镜检藻体呈卵圆形或圆形,藻尾及纵、横沟消失,藻体明显缩小,不活动,色素鲜艳。用4%的福尔马林固定,体型不变(图版I,6)。

中肠:内含物呈青绿色,稀泥状。镜检已有部分藻体破裂,残余颗粒流出(图版I,7)。越靠近后肠,肠内残余颗粒越多。未消化藻体形状与前肠相似,但藻体更小,色素变浅。肠内除发现部分小环藻 *Cyclotella* 空壳外,其余属绿球藻目的藻类均未消化。

后肠:内含物呈灰绿色,硬泥状。镜检肠道内绝大部分都是蓝绿色裸甲藻残余颗粒,呈淡蓝绿色。还有部分完整藻体(图版I,8),色素比中肠淡,藻体更小。肠内具小环藻空壳,十字藻(*Crucigenia*)、绿球藻(*Chlorococcus*)等未消化藻体数量相对增加。可见鲢鱼对蓝绿色裸甲藻的消化情况与小环藻相似。

对鲢鱼前、中、后肠肠道内蓝绿色裸甲藻完整藻体的大小变化测定(表3)表明,藻体在前肠即迅速缩小。其速度比藻体老化过程快得多。至后肠藻体长度比正常个体缩小1/2以上,宽度缩小近1/3。藻体虽未解体,但其原生质已大部分渗出。它与消化藻体的主要区别是前者载色体颗粒紧缩成团,色素较深;后者载色体颗粒分散,色素变淡(图版II,9)。因此可将这部分未解体的蓝绿色裸甲藻称为半消化藻体。

鳙鱼肠道内含物的充塞度比鲢鱼低,镜检肠内具大量轮虫,蓝绿色裸甲藻数量比鲢鱼

表3 鲢鱼肠道蓝绿色裸甲藻半消化藻体大小变化测定

藻体	池塘内( $\mu$ )	前 肠		中 肠		后 肠	
		$\mu$	%	$\mu$	%	$\mu$	%
长	47.2 $\pm$ 3.0	27.5 $\pm$ 4.6	41.7	25.0 $\pm$ 4.5	47.1	22.1 $\pm$ 3.7	53.2
宽	28.1 $\pm$ 2.7	23.8 $\pm$ 3.6	13.3	21.3 $\pm$ 3.4	24.2	19.6 $\pm$ 3.2	30.3

少得多。在中肠仍有大量完整的轮虫个体,而该藻已开始解体(图版II,10)。至后肠轮虫和大部分藻体已被消化(图版II,11)。可见,鲢鱼对该藻的消化情况与轮虫基本相似。

对生活在蓝绿色裸甲藻水华中的鲤、鲫、罗非鱼鱼种进行肠道镜检,其充塞度为3—4级,一般至中肠已发现消化藻体,至后肠绝大部分藻体均已消化,仅留少量半消化藻体(图版II,12—14)。

## 2. 蓝绿色裸甲藻水华池鲢鱼产量统计

经河埭渔业一队24口成鱼池三年统计(表4)表明,出现蓝绿色裸甲藻水华的池塘其鲢鱼平均亩净产(504.2—527.5斤),比无水华池(372.8—383.7斤)增长1/3以上。其中77年有5口池(41.48亩)、78年有7口池(56.28亩)水华出现早,维持时间长,鲢鱼平均亩净产分别为574.7斤和576.4斤,比无水华池增长54.1%和50.2%。

表4 1976—78年河埭渔业一队蓝绿色裸甲藻水华池统计

年	水质类型	池 数 (口)	面 积		鲢 鱼 平 均 亩 净 产	
			亩	占%	平均数 $\pm$ 标准差(斤)	比无水华池增长%
76	水华池	15	103.87	60.9	504.2 $\pm$ 50.0	33.4%
	无水华池	9	66.71	39.1	379.1 $\pm$ 47.8	
77	水华池	22	154.28	90.4	509.4 $\pm$ 71.9	36.6%
	无水华池	2	16.30	9.6	372.8 $\pm$ 28.7	
78	水华池	15	115.05	67.4	527.5 $\pm$ 76.5	37.5%
	无水华池	9	55.53	32.6	383.7 $\pm$ 79.4	

## 蓝绿色裸甲藻水华的培育和控制

为促进繁殖,可采取以下措施:

(1) 大量施用有机氮肥(蚕蛹水、猪粪、鸡粪等)与合理使用增氧机相结合。这是肥水型转为水华型水质的先决条件。72年前河埭一队未使用增氧机,一般仅在春天施肥,该藻水华很少出现,即使产生水华也得立即加水以防水质恶化。合理使用增氧机后<sup>[8,41]</sup>,改善了池水的溶氧条件,促进池塘物质循环,既提高了施肥效果,又为增加投饵施肥量创造良好条件。由于天气和水质对施肥的限制因子减小,就可以改春天施肥为常年施肥。近年来,每口成鱼池都有增氧机,施肥量比72年增加1倍以上,该藻水华的出现也越来越普遍。

(2) 改变池水浮游植物优势种的组成,使油绿色水色转为红褐色。以油绿色为主的水色,优势种为衣藻(*Chlamydomonas*)及绿球藻目(*Chlorococcales*)的种类(十字藻、栅列藻*Scenedesmus*、绿球藻等)。这种水色蓝绿色裸甲藻不易繁殖(可能与绿藻类分泌的抗生素有关)。对此,可采用急剧改变水环境的方法,如大量加水,结合鱼病防治全池泼洒硫酸铜、漂白粉溶液或翻动塘泥等措施改变水质,促进隐藻繁殖,使水色转为红褐色,为蓝绿色裸甲藻的生长繁殖创造良好的生物因子。

(3) 大量引种藻种。其前题是被引种池已有一定数量的隐藻生长(隐藻<sup>++</sup>),水色绿中带褐。用水泵将邻池下风处的2—3级水华水加入被引种池,注水量约为该池水量的1%。一般3—6天水色转为红褐色,5—8天即出现蓝绿色裸甲藻水华。

必须强调指出,上述三项措施是紧密联系、相辅相成的。其中以生物因子最为重要。分析亩产3000斤鱼池的水质表明,尽管该池施肥量比一般水华池高50%,增氧机负荷比一般水华池小1—2倍,但由于池水浮游植物被衣藻和绿球藻目的种类所控制,蓝绿色裸甲藻无法生长繁殖。而改变池水浮游植物优势种的组成或引种藻种,也只有在大量施肥和合理使用增氧机的密切配合下,才能培育成功。

为将蓝绿色裸甲藻水华控制在1—2级,在生产上根据天气和水华发展情况采用:

- 1, 施肥。为提供藻类繁殖所需的营养物质,0—2级水华应坚持施肥。但必须有良好的增氧条件(增氧机或水泵)作后盾。施肥量则根据肥料种类、水华级别及天气情况酌定。

- 2, 增氧机调节增氧。针对水华池晴天溶氧垂直、昼夜分布显著,白天下层氧债高的特点,可利用增氧机的搅水作用,在晴天中午开机,即运用生物造氧和机械输氧相结合,将上层过饱和氧气传递至下层,偿还氧债、降低耗氧,改善氧气条件,保持水质稳定。由于叶轮增氧机的搅水性能强,一般开机1小时左右即可使上下水层充分混和。阴天、阴雨天针对水华池耗氧大,溶氧供不应求的特点,可利用增氧机的机械增氧作用,直接改善溶氧低峰值。目前叶轮增氧机负荷水面较大,一般为1—3亩/千瓦。故需在鱼类浮头以前开机。白天光照条件越差或水华级别越高,开机时间越提前,运转时间也越长。

- 3, 加注新水。为增加溶氧的补偿深度,改善氧气条件,应在天气即将变化或久晴未雨时,时先加注新水,以降低水华浓度,加强浮游植物光合作用能力,扩大池塘增氧水层。

具体方法可见表5。

目前在生产上要达到定向培育还有一定困难,但近年来我们推广上述方法来促进和控制该藻水华的繁殖,效果较好。

表 5 促进和控制蓝绿色裸甲藻水华的措施

水 华 (级)	天 气	施 肥	增 氧 机 开 动 时 间	加 水
0	晴	正常施肥	中 午	按正常水质管理进行
	阴	同 上	清 晨	
1	晴	同 上	中 午	同 上
	阴	同 上	清 晨	
2	晴	比正常施肥少 1/2	中午和清晨	适当添加新水
	阴	同 上	清 晨	
3	晴	不 施 肥	中午和清晨	大量加水
	阴	不施肥、控制投饲量	半夜开机至早晨	
4	晴	同 上	中午和半夜开机至早晨	大量加水，必要时换去部分 泄水。
	阴	不施肥、不投饲	前半夜开机至早晨	
5	晴	同 上	夜间开机至白天鱼类不浮头止。	一端放出“臭清水” 一端大 量加水到鱼类不浮头止。
	阴	同 上	同 上	

## 讨 论

1. 关于鱼类对蓝绿色裸甲藻的消化吸收问题 从构造看,藻体周质膜渗透性强,并具有沟缝,鱼类肠道消化液易渗入。这是该藻易消化的一面。遇不良环境,藻体分泌胶状物的速度很快。消化液要先将包裹在细胞外圈的胶状物质消化后,才能消化藻体。这就造成藻体不易消化或半消化的一面。故在被检鱼类前肠均未见消化藻体,至中后肠才大量出现消化的藻体。

对鲢鱼肠道镜检时发现,鱼类对蓝绿色裸甲藻的消化情况与该藻在肠内含物中的比例及鱼类饱食程度有关。同样是 4—5 级充塞度,在膝口藻 (*Gonyostomum*) 水华池(水中蓝绿色裸甲藻<sup>++</sup>)中的鲢鱼,在中肠蓝绿色裸甲藻已全部消化,仅存蓝绿色残余颗粒。而生活在该藻三级水华池中的鲢鱼,在后肠还有部分甚至很大部分呈半消化状态。同一水华池(3 级)的鲢鱼,肠道 5 级充塞度,其后肠半消化藻体要比充塞度 3 级的多得多。这可能与肠道内分泌某种消化酶有一定限度有关。肠内食物单纯,充塞度大,则不易完全消化。这就从鱼类消化的角度,对生产提出要求:该藻水华应控制在 3 级以下较合适。

研究鱼类对藻类的利用,单用肠道镜检有一定的片面性。往往未消化种类容易辨认,消化残余则不易完全识辨。且消化不等于鱼类都能利用。由于该藻的纯种培养至今还未过关,加以藻体娇嫩,采用同位素示踪原子的方法测定消化吸收十分必要。这二个课题,还有待进一步研究。

2. 蓝绿色裸甲藻在精养鱼池中的作用 精养鱼池的水色主要受浮游植物影响。在水华池中,浮游植物种类少,数量多,优势种极为显著。因此,可用水华颜色和形态作为水色



判据,以形成水华的藻类作为水质的指标生物,来衡量水质的优劣。这就克服了历来看水色“只可意会,不可言传”的弊病。下表是河埭一队精养鱼池最佳水质的指标生物。

表 6 精养鱼池最佳水质的指标生物

(河埭渔业一队)

主要出现季节 (月)	4—6	5—7	7—8		9—11	10—11
指示生物	隐藻 <i>Cryptomonas</i>	蓝绿色裸甲藻 <i>Gymnodinium</i>	膝口藻 或 光甲藻 <i>Gonyostomum</i> 或 <i>Glenodinium</i>		蓝绿色裸甲藻 <i>Gymnodinium</i>	隐藻 <i>Cryptomonas</i>
水华颜色	酱红色	蓝绿色	草绿色	棕黄色	蓝绿色	酱红色

注:上述水色均为红褐色或茶褐色。

上表可简称为“Cr—Gy—Go—Gy—Cr”水质模式。此模式中指标生物间的关系十分密切,我们曾多次发现蓝绿色裸甲藻水华与隐藻水华、或与膝口藻水华、或与光甲藻水华或光甲藻水华与膝口藻水华在一个池塘中同时出现的情况。说明它们要求的生态条件基本相似,均属同一生态类群。表明水中溶解有机物多,营养盐类丰富,浮游植物种类少,易消化藻类数量多,世代交替快,并形成水华,鲢鳙等鱼类生长迅速;但必须注意水质的理化条件,采取相应措施,控制水华的繁殖,改善池塘溶氧条件,防止鱼类浮头。故此模式属高产水质类型。在这些指标生物中,蓝绿色裸甲藻水华出现率最高,也最容易鉴别。因此可将蓝绿色裸甲藻水华作为高产水质的典型代表。

近年来,无锡河埭公社精养鱼池鲢鳙鱼及罗非鱼平均亩净产年年达到高产水平,其中普遍培育高产水质类型是个十分重要的技术措施。但目前这种水质的持续时间还较短,故生产潜力很大。为此,研究该藻的生活史及其营养成份,进一步研究其生态要求和对鱼类生长的影响,创立该藻大面积定向培育新工艺,为鲢鳙等鱼类提供量多质好的天然饵料,保持良好的生活环境,不仅对促进当前成鱼高产稳产有现实意义,而且对鱼池高产机理的探索也具有一定的理论意义。

## 小 结

1, 在 5—11 月无锡渔区精养鱼池内大量出现的蓝绿色水华是一种裸甲藻(*Gymnodinium* sp.), 该藻的形态和大小随不同的环境而有相应的变化。

2, 蓝绿色裸甲藻水华的生态特点是: 喜温、喜光、喜硷性水质、喜有机氮肥、喜红褐色水色, 对外界环境的变化十分敏感。

3, 蓝绿色裸甲藻能被鲢鳙鱼以及鲤、鲫、罗非鱼鱼种大量摄食。在 3 级水华、肠道充塞度达 3~5 级的情况下, 绝大部分蓝绿色裸甲藻均能被消化。

4, 蓝绿色裸甲藻水华的理化条件较差, 特别是藻类过度繁殖, 极易恶化水质, 造成鱼类泛池。采用增施有机氮肥、合理使用增氧机、加水等措施, 可以促进和控制该藻的繁殖。根据该藻水华不同发展阶段对鱼类的影响, 蓝绿色裸甲藻水华应控制在 1—2 级为宜。

5, 蓝绿色裸甲藻水华在无锡渔区已成为高产池的典型水质指标。它对鲢鳙鱼有显

著的增产作用。据河埭渔业一队成鱼池三年统计,产生蓝绿色裸甲藻水华的池塘鲢鳙鱼净产量比无水华池增长 33.4—37.5%。

### 参 考 资 料

- [1] 厦门水产学院、无锡市水产研究所,1978。高产成鱼池蓝绿色裸甲藻水华的初步研究。淡水渔业,第6期。
- [2] 俞敏娟等,1979。光强度及光质对淡水蓝裸甲藻(*G. Cyaneum* Hu. SP. nov)生态分布的影响。中国海洋湖沼学会年会论文汇编4。
- [3] 增氧机协作组,1976。增氧机的使用与池塘水质变化的初步研究。淡水渔业,第4期。
- [4] 增氧机协作组,1977。再论增氧机的使用与池塘水质变化问题。淡水渔业,第6,7,8期。
- [5] 王 武,1978。无锡市池塘养鱼。中国水产学会淡水渔业专业学术讨论会论文资料汇编。
- [6] 饶钦止等编著,1956。湖泊调查基本知识。科学出版社。
- [7] 中国科学院水生生物研究所鱼病研究室编,1975。鱼病防治手册。科学出版社。
- [8] 李靖炎等,1979。关于一种双核柄鞭毛虫。科学通报,第10期。
- [9] Киселов, И.А., 1954. Определитель Пресноводных Водорослей СССР, Выпуск 6. Государственное Научное Издательство "Советская Наука".

## A STUDY ON THE "WATER BLOOM" OF *GYMNODINIUM* IN HIGH-YIELD FISH PONDS

Wang Wu

(Shanghai Fisheries College)

### Abstract

The bluish green pond "water bloom" is generally recognised as the typical water quality of most high-yield fish ponds in Wuxi fish farms. A study of the ecology of the fish pond, the "water bloom", the biology of the dominant algae and its value as fish food has been carried out.

It was found that the bluish green color of the pond water mainly is formed by the "water bloom" of a dinoflagellate (*Gymnodinium* sp.), which multiplies enormously under the favorable conditions of adequate illumination, warmth, and heavily manured waters. It is very sensitive to environmental changes. If the algae are over populated, the pond water would damage and cause the suffocation of the pond fish. The integrated management of heavily manuring, continuous addition of freshwater, and the reasonable operation of aerators will promote and control the multiplication of the algae.

Microscopical examination on the digestive tracts showed that large amount of the algae were taken by the silver carp, bighead carp and the fingerlings of common carp, crucian carp and tilapia.

Obviously the "water bloom" of the algae effects greatly the production of fish pond. According to the statistics of the Fishery Team No.1 of Helie People's Commune, the fish ponds having "water bloom", the net yield of silver carp and bighead carp will increase 33.4—37.5%.