

浅水草型湖泊除草技术的实验

朱清顺 徐德昆

(江苏省淡水水产研究所, 南京 210017)

提要 溧湖位于江苏南部, 面积为 164 km², 是一个典型的草型湖泊, 其中 80% 以上的面积为黄丝草 (*Potamogeton maackianus*) 所覆盖。针对该湖水生植被中草食性鱼类喜食性水草资源逐渐衰竭, 非喜食性水草群落逐渐扩张的状况, 1988—1990 年, 进行了湖泊水草群落的定向改良试验和抑制相关水草发生和蔓延的试验。结果表明, 采用生物防治, 以鱼除草, 无论是网拦放牧式除草技术, 还是网围养殖式除草技术, 对各种沉水植物都可彻底清除, 而且直接将水草转化为鱼产品, 并且有利于湖泊水域生态环境的改善。

关键词 草型湖泊 水草群落 除草技术 草食性鱼类 网拦养殖

在草型湖泊生态系统中, 作为初级生产者水生植物(以下简称水草), 不仅在改善湖泊生态条件, 优化水域环境, 为经济水生动物提供栖息生存、繁衍生殖、索饵育肥、逃避敌害的场所方面起着重要作用, 而且一些水草直接为草食性鱼类所摄食, 是草食性鱼类喜食的适口饵料, 是发展渔业生产不可忽视的重要再生资源^[1]。

随着渔业生产的不断发展, 特别是湖泊网拦、网围、网箱养鱼的兴起, 人们大量地从湖泊水体中刈割捞取草食性鱼类喜食的水草, 致使一些水草茂盛的浅水草型湖泊, 尤其是长江中下游有关湖泊^[2-4], 由于人们大量地捞草养鱼这些有意识的人工选择, 加上天然鱼类偏食一些水草的自然选择, 导致草食性鱼类喜食的水草群落逐渐衰落, 资源量逐年下降^[5]; 鱼类厌食的水草或摄食程度差的水草群落则逐渐扩张, 资源量逐步上升, 已成为或将要成为草型湖泊的优势水草群落, 这不仅降低了湖泊生物多样性, 而且严重影响了水草资源的开发利用和优越生态环境的稳定与维护^[6]。因此, 开展湖泊水生植被的人工调控, 定向改良湖泊水草群落, 以减缓湖泊沼泽化和富营养化进程, 改善湖泊生态环境, 增加物种多样性, 广辟渔业饲料来源。为此, 1988—1990 年, 在江苏省的溧湖进行了人工定向改造湖泊水草群落的试验研究。要进行湖泊水草群落的定向改良, 首要的就是对湖泊水体中日益增多的草食性鱼类非喜食性的水草进行清除, 抑制其生长蔓延; 然后在彻底除草后的区域内恢复繁衍鱼类喜食性水草群落, 促进其生长茂盛, 得以合理采割, 延续利用。经过三年的试验研究, 取得了良好的经济效益、生态效益和社会效益, 总结出了易于推广的湖泊水草群落定向改良技术。本文仅就浅水草型湖泊以溧湖为例清除水草技术的相关试验及结果总结如下。

• 本文为农业部重点研究课题(渔-03-02-02)中的部分内容, 该项研究已获农业部 1992 年科技进步三等奖。
收稿日期: 1992 年 11 月 4 日; 接受日期: 1993 年 9 月 23 日。

1 漏湖概况

漏湖面积为 164 km^2 [7], 位于江苏省南部, 是江苏省的第六大湖泊。湖区多年平均水位 3.2 m , 平均水深 1.19 m , 流速为 $3-5 \text{ cm/s}$, 底质以粘土质为主。

该湖原为敞水性湖泊, 目前已演变成为典型的草型湖泊。1988年水草覆盖率为 86.7% , 水草生物量为 $26.92 \times 10^4 \text{ t}$; 1989年, 网围养鱼区之外的湖区水草覆盖率近 100% , 水草生物量达到 $64.24 \times 10^4 \text{ t}$; 1990年6月, 实测全湖水草生物量增加到 $87 \times 10^4 \text{ t}$ 。现有水草19种, 水生植被主要由沉水植物带所组成, 沉水植物占 95% 以上。在19种水草中, 聚草 (*Myriophyllum spicatum*) 和黄丝草 (*Potamogeton maackianus*) 为绝对优势种。聚草遍及全湖, 黄丝草主要分布在湖区的中部和南部。黄丝草的生物量1989年占全湖水草现存的 6.8% , 1989年占 89.5% , 而1990年占 90% 以上, 可见蔓延之快。而其它几种水草所占的比例累加也不超过 10% 。由于黄丝草直接被草食性鱼类所摄食的利用率较低, 而其分布面积广, 生物量大, 所以进行水草群落的定向改良显得十分必要。通过对长江中下游有关湖泊水生植被动态特性的分析比较, 发现这些湖泊水生植被组成成分都以沉水植物为主, 沉水植物带中的优势群落多为眼子菜科植物及聚草、金鱼藻 (*Ceratophyllum demersum*) (表1), 所以进行湖泊水草群落改良, 清除水草对象应以沉水植物为主。

表1 有关湖泊水生植被概况

Tab. 1 Outline of vegetation in some lakes

湖泊名称	所属省份	面积 (km^2)	水深 (cm)	水生植被			
				种类	生物量(10^4 t)	分布面积($\%$)	绝对优势种
漏湖	江苏	164	119	19	64.3	87	黄丝草、聚草
长荡湖	江苏	85	122	25	37.5	90	黄丝草
洪湖	湖北	355	135	63	157	98	黄丝草、聚草
保安湖	湖北	37	150	52	8.2	80	黄丝草、聚草
花园湖	安徽	34	120	17	34.4	95	菱、聚草
南四湖	山东	1266	140	74	304	92	聚草、马来眼子菜

2 湖泊除草技术

为探索各种除草型技术在浅水草湖泊中应用的效果及前景, 在漏湖进行了以生物除草为主, 人工除草、化学药剂除草为辅的试验。

2.1 生物除草技术

就是利用草食性鱼类摄取水草的生物学特性, 进行垦荒彻底清除各种水草。本试验根据漏湖网围养鱼生产的实际情况, 采用了两种生物除草方法。

2.1.1 网栏放牧式除草技术 在选定的除草试验区, 用7号聚乙烯网片建成单层的网围区, 形状为长方形, 面积为 1 hm^2 , 中间横拦一分为二, 以便折迁放牧鱼类。网围的底纲采用废旧料或塑料制成的地锚式, 并贴靠底纲插入竹签, 以使底纲贴湖底, 防止鱼类逃逸。

首格网围区内放养草鱼 (*Ctenopharyngodon idellus*)、团头鲂 (*Megalobrama amblycephala*)、鲤鱼 (*Cyprinus carpio*)。放养量为 750—1500 kg/hm²,其中草鱼放养比例占 70%—85%,团头鲂占 10%—25%,鲤鱼 5%;放养鱼类的规格以草鱼 0.5—1 kg/尾,团头鲂 0.2—0.3 kg/尾,鲤鱼 0.2—0.4 kg/尾。以上规格鱼类正处在生长快、摄食量大的生长阶段,放入网围区后,一俟环境适宜,即迅速转入正常的摄食生长,大量摄取网围区内的各种水草。放养少量的鲤鱼是充分利用其底栖杂食的生活特性,在网围区内起着翻耘底泥,使沉水植物的残存根须茎枝得以彻底清除。

在水草得以彻底清除的放养区,再将鱼类囤蓄 3—5 天,使其达到空腹饥饿状态,此时将中间的隔网完全沉入湖底,这样处于饥饿状态的鱼类就会陆续游向邻近长满水草的网围区,同时采用大拉网驱赶并捕与机动挂桨船追逐,尽量将囤蓄的鱼类逐向水草区,随即将沉入湖底的隔网拉起挂上竹桩。已被清除水草的网围区网片即可挪动拔起与后格网围继续衔接,围成新的除草网围区,以开展轮番放鱼、牧鱼,进行连续性的除草。在黄梅雨季洪水到来之前,抓住湖区水位低落的有利时机,将放牧除草的鱼类捕捞完毕。

2.1.2 网围养殖式除草技术 此项除草技术是结合湖区网围养鱼生产的发展,有选择性地网围养鱼区建立在需要进行水草群落改良的湖区,以发展网围养鱼生产进行生物除草。网围养鱼区以长方形园角或正方形园角为主^[5],均采用双层网拦结构,内外两网间隔 1—2 m;内层网的底网用 4×6×8 mm 的石块灌注而成的石笼,其直径为 10 cm,重量为 10—12 kg/m,石笼沉入湖泥中固定;外层网则采用地锚式插入泥中固定。网片均采用 3×3 的 7 号—13 号聚乙烯网片,网围高度为湖区最高水位的 1.5—2 倍;竹桩采用梅花桩,桩距为 1.5—2 m。采用一次性放足鱼类,连续饲养数年的生产方式。网围施工工艺流程如下:选址→确定面积、计算材料用量→建框架→网片拼装、石笼灌注→下网放石笼、留活门口→除野消毒→封口、下网及石笼→踩网下地桩。完成上述工艺,建成网围养鱼区,即可放养鱼类。

放养的鱼类以草食性鱼类为主,辅以其它食性的鱼类,其中草鱼放养比例为 30%,团头鲂占 40%以上。放养量一般为 300—600 kg/hm²,放养务必在每年的 3 月底完成。

2.2 人工除草技术

就是人工用铁制的刈刀在水下刈割水草或采用人工选择性拔除水草。刈割水草的刈刀由两块长为 250—300 cm、宽 3—6 cm、厚 1.5—2 cm 的铁刀片组成,刀片用螺丝固定在竹杆的一端。割草时两人一船,船首一人将竹杆装刀片的一端沉入湖中,另一端掌握手中,沿湖底水草的根部拖曳,船尾一人则撑船缓缓行驶,当刀片拖过时,割断的水草不断浮上水面。经潜水观察,各种水草刈割后的断茬高度一般在 3—10 cm。刈割的时间,根据各种水草的生长特性而定,一般为 3—5 月,头茬的刈割时间选择在聚草、黄丝草萌发转青时进行。

另小范围内试用了化学除草剂(捕草净)进行了化学除草试验。

3 除草效果

3.1 生物除草效果

3.1.1 网拦放牧式除草效果 试验表明在以黄丝草为主,伴生聚草、金鱼藻的湖区,3 月份

的水草生物量为 20887.2 kg/hm², 14 日按 1350 kg/hm² 的放养量放养草鱼、团头鲂、鲤鱼; 4 月上旬当水温达到 15℃ 时, 放养的鱼类开始摄食水草, 至 4 月 25 日放养区水草全部清除, 底泥采样观察无明显的根茎残存(表 2)。

表 2 网拦放牧式除草效果比较

Tab. 2 Comparison in result of weeding by grazing fish

3 月份水草(25 日测)		5 月份鱼类放养		7 月份水草	
种 类	生物量(kg/hm ²)	种 类	放养量(kg/hm ²)	种 类	生物量(kg/hm ²)
金鱼藻	385.20	草 鱼	1062	苦 草	952.40*
聚 草	1594.65	团头鲂	243	黄丝草	0
黄丝草	18895.35	鲤 鱼	45	金鱼藻	0
苦 草	12			聚 草	0
合 计	20887.20	合 计	1350	合 计	952.40

* 此格苦草生物量为 5 月中旬人工栽植苦草(*Vallisneria spiralis*)。

进入 5 月上旬, 水温达 18—20℃, 水草普遍转青, 生物量一般在 22546.2 kg/hm²; 黄丝草的高度为 80—100 cm。由于水温的升高, 被逐入邻近水草网围区的鱼类, 转入生长迅速、摄食旺盛的阶段, 此时每天可发现大量的黄丝草、金鱼藻植株被鱼类啃咬漂浮在水面, 一周后试验区的水草就全部清除完毕。这样重复多次围蓄逐放牧草食性鱼类, 就可达到迅速清除水草的目的。

3.1.2 网围养殖式除草效果 3 月底前放入网围区的鱼类, 经过短期的环境适应, 待水温上升, 鱼类即开始摄取网围区的水草, 至 4 月中旬, 网围区内鱼类喜食性的水草就基本被摄食完, 余剩的非喜食性水草也会逐渐被清除。如 1989 年, 在生长有黄丝草、聚草杂合群落的湖区, 建立一块 4.7 hm² 的网围养鱼区, 放养鱼类(表 4)。3 月底鱼类放养完毕, 从发现鱼类开始摄食水草不到 10 天, 围养区的水草仅存 210 kg/hm², 除草效果非常显著。

表 3 网围养殖式除草效果比较

Tab. 3 Comparison in result of weeding by pen fishculture

3 月份水草(25 日测)		3 月份鱼类放养		5 月份水草(5 日测)	
种 类	生物量(kg/hm ²)	种 类	放养量(kg/hm ²)	种 类	生物量(kg/hm ²)
聚 草	2193.60	草 鱼	192.90	聚 草	19.50
金鱼藻	892.05	团头鲂	214.35	金鱼藻	12.0
菹 草	645.75	鲤 鱼	42.90	菹 草	0
黄丝草	17074.65	青 鱼	85.65	黄丝草	178.5
合 计	20806.05	合 计	535.80	合 计	210.0

同时, 为比较放养不同鱼类的除草效果, 1989 年在邻近 4.6 hm² 网围区的湖区, 建立一块 2 hm² 的网围区, 网围区水草生物量为 21030 kg/hm²。3 月底共投放鱼种 3550 kg, 其中团头鲂 2400 kg, 规格 0.01—0.02 kg/尾, 草鱼仅放养 150 kg, 规格为 0.5—1 kg/尾, 其余为鲤鱼等。至 4 月 27 日, 网围中水草尚未清除完, 曾在 4 月 15 日从网外捞取 200 kg 鲜菹草投放网内, 一周内的连续细致观察比较鱼类摄食情况, 仅偶见少数团头鲂时而浮出水面摄食菹草, 到第七天将干萎的菹草捞出网围。至 6 月 7 日采样发现, 网围区水草才被完全清除。

3.2 人工除草效果

通过1988年、1989年两年对同一湖区和对不同湖区的水草按不同月份进行刈割除草试验。结果发现,1988年在同一湖区对水草进行三次刈割,即每隔二个月就在原区域重新拖割一次。至1989年5月调查发现,该区域的聚草、黄丝草生长已很茂盛,与附近没有进行清除刈割的区域无明显差异。

1989年的刈割试验表明,3月份刈割的黄丝草,留茬高4—16 cm,至7月8日测量时,茬口处新萌生的株芽高度达1.5—14 cm;5月份刈割的黄丝草,留茬高4—6 cm,7月8日测量时,留茬处也萌生长为2—8 cm的新株芽。新生株芽嫩绿,与原植株的茎节处已萌发大量须根。此时湖区未刈割过的黄丝草植株的高度已达到75—100 cm,并已开始结果实(表4)。

表4 人工刈割除草效果的比较

Tab. 4 Comparison in result of weeding by hand

名称	3月28日割	7月8日测*	5月28日测	7月8日测*	7月8日测湖区*	
水温(°C)	9.5	30.6	22.5	30.6	30.6	
水深(cm)	106	150	118	150	150	
透明度(cm)	96	95	85	95	95	
黄丝草	生物量(g/m ²)	2.07	1.26	3.16	0.43	4.57
	株高(cm)	65—85	1.5—4	65—90	2—8.5	75—104
	留茬高(cm)	4—16		4—6		
聚草	生物量(g/m ²)	0.22	0.99	0.61	0.09	1.43
	株高(cm)	70—90	1.5—12.5	72—80	1.5—8	80—140
	留茬高(cm)	8—10		6—9		

* 7月份所测该高表示新再生萌发的幼株高度。 ** 表示当年未刈割一次的湖区水草生长情况。

3月份刈割的聚草,留茬高8—10 cm,至7月8日测,留茬处新抽发的株芽高为1.5—12.5 cm,萌生的根须长达18 cm。

采用化学药剂除草试验区,经采样观察发现,该区域内各种水草植株青绿,根须无腐烂,群落无明显变化。

4 小结与讨论

(1) 溇湖为典型的浅水草型湖泊,沉水植物的面积占全湖总面积的85%以上。组成溇湖水生植被的主要水草为黄丝草、聚草、金鱼藻等,尤以黄丝草、聚草的分布遍及全湖。如何清除抑制这些草食性鱼类非喜食性水草的发展蔓延,显得十分重要。但由于黄丝草、聚草、金鱼藻都具有很强的分蘖再生能力^[9],黄丝草、聚草都能从断茬处抽发萌生新株芽;金鱼藻的断枝能漂浮四处沉落湖底形成植株^[10]。所以采用人工刈割这些水草,不能达到彻底清除的目的,不能形成次生裸区,不利于其他水草的竞争萌生。人工拔草尽管能达到暂时的、部分的阻遏抑制水草的发展,但由于劳动强度大,受水位环境的限制,不适应湖泊大面积除草。

(2) 采用化学药剂除草,尽管选用的化学除草剂在农田除草、池塘静止水体除草效果非常显著,但用于湖泊除草,由于水流风浪的作用,加速了水体的交换,使除草剂的药效不能得以发挥。尽管增加了用药剂量但除草效果仍不明显,而且化学药剂具有一定的毒性和残留期,大剂量大范围使用必然对湖泊水体生态环境产生一定影响,所以大中型湖泊不适合用化

学药剂除草。

(3) 涌湖的试验表明,利用草食性鱼类进行生物防治,清除水草,不仅除草效果显著彻底,能卓有成效地控制遏制水草的发生发展,为草型湖泊水草的定向改良创造条件,形成次生裸区;同时,也有利于水域生态环境的改善,能直接将水草转化为鱼产品。网拦放牧式除草技术适应于快速的、连续的除草,尤其适应浅水地带。网围养殖式除草技术充分结合网围养鱼生产,采用一次放养鱼类,养殖生产数年以彻底的垦荒除草,达到彻底的清除各种水草的目的。总之,采用生物防治,以鱼除草的技术方法,进行湖泊除草,开展湖泊水草的定向改良,具有广泛的可行性、实用性。

参 考 文 献

- 1 朱清顺. 长荡湖水生植被动态及其渔业效应的研究. 水产学报, 1989, 13(1): 24—35.
- 2 张圣照. 南四湖水生植被的研究. 河海大学学报, 1990, 18(增刊): 118—127.
- 3 陈一骏. 洪湖渔业生态系统初析. 水产学报, 1983, 7(4): 331—341.
- 4 陈洪达. 武汉东湖水生维管束植物群落结构和动态. 海洋与湖沼, 1980, 11(3): 275—284.
- 5 Mitchell, C. P., Limnological changes in a small lake stocked with grass carp. *Freshwater Res.* 1984, 18(2): 103—104.
- 6 陈洪达. 养鱼对武汉东湖生态系统的影响. 水生生物学报, 1989, 13(4): 362—363.
- 7 中国科学院南京地理研究所. 江苏湖泊志. 南京: 江苏科学技术出版社, 1982: 169.
- 8 朱清顺. 湖泊小面积网围精养高产增效技术的研究. 内陆水产, 1992, (1): 15—17.
- 9 顾家琛. 中国水生高等植物图说. 北京: 科学出版社, 1983: 6—7.
- 10 Scullherpe, C. D., The biology of aquatic vascular plants. London: Edward Arnold, 1967: 70—80.

ON THE TECHNIQUE FOR CONTROLLING AQUATIC MACROPHYTES IN SHALLOW WEEDY LAKES

Zhu Qingshun

Xu Dekun

(Freshwater Fisheries Research Institute of Jiangsu Province, Nanjing 210017)

Abstract

Gehu Lake, situated in Jiangsu Province, is a shallow one with an area of 164 km². It is rich in submerged plants, of which about 80% is covered by *potamogeton maackianus*.

In order to improve aquatic macrophyte communities, it is necessary to control and even weed out the growing and spreading relative water plant. This work was carried out in 1988—1990. According to the results of weeding, by herbicide and by herbivorous fishes, it is concluded that biological control of aquatic macrophytes in pen fishculture and in pen fishgrazing has played an obvious significance in improving the aquatic macrophyte communities in the weedy lake.

Key Words Weedy lake, aquatic macrophyte community, weeding technique, pen fishgrazing, herbivorous fishes.