

以溇湖为例湖泊种植饲料水草的 养鱼效果研究

朱清顺 周刚 于能 余宁 陆全平

(江苏省淡水水产研究所, 南京 210017)

提 要 本研究以典型的浅水草型湖泊溇湖为对象, 通过对几种水草营养成分的分析, 草食性鱼类对这三种水草摄食程度的比较, 发现草鱼、团头鲂最喜食的水草为苦草、轮叶黑藻和菹草。为促进这些饲料水草的繁茂, 在湖区进行了这三种水草不同方法的种植及合理利用技术的试验。根据所得结果, 提出了苦草刈割间隔期以23天为宜; 通过割草养鱼试验, 提出了菹草养鱼的配套技术措施, 并对溇湖网围养鱼的发展提出建议。

关键词 浅水湖泊, 栽种, 食料水草, 养鱼

大中型浅水草型湖泊中的水生植物资源丰富, 为发展淡水渔业提供了良好的物质基础。在我国传统的渔业生产中, 广大的渔民充分利用这些天然水生植物, 作为鱼虾产卵繁殖、栖息育肥的场所, 刈割捞取作为养鱼饲料[朱清顺, 1989]。近几年来, 随着渔业生产的进一步发展, 特别是湖泊网围、网栏、网箱养鱼的兴起, 促进了湖泊渔业生产的发展。但是, 随之也产生了一个迫切需要解决的突出矛盾, 那就是由于湖泊生态系统中水生植被自然演替和人们利用水生植物时有意识的选择, 造成湖泊水体中鱼类厌食的水生植物资源量逐渐上升, 鱼类喜食的优质饲料水草资源量逐渐衰竭, 严重影响了湖泊渔业的进一步发展。针对上述新情况, 为了探索草型湖泊水生植物群落定向改造的新途径, 增殖繁衍鱼类喜食的饲料水草资源, 为鱼类提供更多的饲料, 促进湖泊渔业生产的进一步发展。1988年至1990年, 在江苏南部的溇湖进行了湖区栽种鱼类喜食的三种优质饲料水草(苦草、轮叶黑藻、菹草)及其合理利用技术的研究, 现总结如下。

一、几种水草的营养成份及草鱼、团头鲂的食性

溇湖面积为164平方公里[南京地理研究所, 1982], 湖区年平均水位3.20米, 平均水深1.19米。经调查发现, 溇湖现有水草19种, 组成水生植被的主要种类为黄丝草、聚草、金鱼藻、菹草、苦草、轮叶黑藻、马来眼子菜、芦苇及轮藻等。为了探明这几种水草的营养成份, 1989年对这几种水草进行了系统地采样分析。注意到在不同的生长期水草的营养成份有差异, 所以用以分析的水草样品, 无论是水草种植区内的, 还是种植区外的, 都是按一般生产上刈割高度来取样的。苦草和轮叶黑藻刈割后20—30天取样, 菹草30天, 其它为30—40天。采用刈割全株除根须取样, 采集的水草样品洗净后, 用塑料袋装置带回实

实验室烘干分析[王业勤等,1989]。

通过测试发现,粗蛋白含量以聚草最高,其次为黄丝草、金鱼藻、马来眼子菜、菹草、苦草和轮叶黑藻;各种水草粗纤维的含量以聚草和黄丝草为最高,苦草粗纤维的含量为最低;水分的含量以苦草为最高,黄丝草为最低;还发现,同种水草在不同的生长季节,其营养成分也呈现一定的差异(表1)。

表1 1989年溧湖几种水草的营养成份

Table 1 The nutrients of several hydrophytes in Lake Ge Hu in 1989

样 品	成 份 (%)						测定月份
	水份	粗蛋白	粗灰分	粗脂肪	粗纤维	无氮浸出物	
菹 草	89.37	2.19	1.12	0.37	1.31	5.64	4
	88.08	2.43	1.84	0.36	1.20	6.09	5
黄 丝 草	87.05	2.73	2.37	0.40	2.65	4.80	5
	83.91	3.04	2.60	0.63	2.70	7.12	7
	87.46	2.46	1.22	0.32	2.69	5.85	9
轮叶黑藻	92.43	1.43	1.43	0.40	1.18	3.08	7
	93.06	1.35	1.91	0.14	1.13	2.15	9
苦 草	96.44	0.99	0.87	0.25	0.64	1.81	7
	95.27	1.04	0.97	0.25	0.73	1.74	9
马来眼子菜	86.95	2.33	1.52	0.66	1.89	6.6	7
	89.54	1.92	1.70	0.37	2.08	4.39	9
聚 草	85.89	3.49	1.56	0.61	2.70	5.75	9
金 鱼 藻	93.41	2.68	1.00	0.15	1.04	1.72	9

评价一种水草的养鱼效果,不仅要重视水草营养成分的好坏,生产量的多少,消化吸收率的高低[王业勤等,1990;杨国华等,1983],而且必须考虑鱼类对水草的喜食程度。为探明草鱼、团头鲂对黄丝草、轮叶黑藻、金鱼藻、聚草及苦草的喜食程度,在湖区养鱼网围中,实验室水族箱内进行了相同条件下同时投喂几种水草和单纯投喂黄丝草的实验,用来测试草鱼、团头鲂对这几种水草的喜食程度及对黄丝草的摄食特性。无论在湖区网围养鱼,还是实验室水族箱;投喂驯养数天后,空腹饥饿48小时的草鱼和团头鲂,在水温为20—30°C期间,对同时投喂入箱、网的鲜湿水草的喜食顺序为苦草、轮叶黑藻、黄丝草、聚草、金鱼藻。在水族箱内的投喂试验中尤为明显,投喂几种水草的5分钟内,草鱼、团头鲂就集中于苦草、轮叶黑藻丛中摄食。苦草被摄食完后的第5天才开始摄食聚草、金鱼藻。单纯投喂黄丝草的试验表明,饥饿状态下的草鱼对鲜嫩黄丝草是整株连茎带叶摄食;团头鲂仅摄食黄丝草的青绿叶片和顶端嫩枝芽,而不食茎秆,投喂24小时后的茎秆及黑枯叶仍残留于箱内。苦草、轮叶黑藻为草食性鱼类所喜食,为优质饲料水草;黄丝草能为草食性鱼类摄食,但不是喜食的水草;聚草、金鱼藻为草食性鱼类非喜食的水草。

二、轮叶黑藻、菹草和苦草的栽种技术

(一) 轮叶黑藻的栽种技术

轮叶黑藻为多年生的沉水植物[颜素珠等,1983],每年3月底,当水温升至13°C左右

时,开始萌发新植株;至4月中旬,在湖区、河道均可见到颜色葱绿、高度为20—40厘米的轮叶黑藻植株。轮叶黑藻根须发达,其茎节能发根生长,其断枝能随水漂浮沉入湖底发育生长成新植株。

湖泊栽种轮叶黑藻就是利用其具有很强的分蘖再生能力,断枝发根抽发新植株的生物学特性。在5月中旬,轮叶黑藻的植株高度达30—50厘米,正处在旺盛生长的阶段,此时从湖区、河沟处选择植株高度在20厘米以上,且分枝丛生生长旺盛的轮叶黑藻,进行移栽。栽种前首先整株,就是将采集的植株修剪成15—20厘米一段的茎枝;然后将修剪成段的每节茎枝的下端用粘质的湖泥裹包成小团块,就在选定的湖区,按株距、行距20×30(厘米)的距离,将分枝包裹的茎枝沿水面沉入湖中,包泥端正垂直朝下,使其很快与底泥贴近便于萌生根须。栽植时应选择风平浪静、风和日丽的天气进行;当天收割采集的植株要即时修剪栽种完毕,不宜拖延,以免影响成活率。

茎枝栽种3—5天后,其最底端的茎节处就会萌生白色的根须,7—10天后,萌生的须根扎入湖底,15—20天后,移植的茎枝就已分蘖发棵成青绿多枝的植株。

(二) 菹草的栽种技术

菹草是一种不同于其他水草的多年生沉水植物[陈洪达,1985],它的生长期为10月至翌年6月。观察发现,溇湖菹草主要靠营养繁殖来繁衍后代。每年从5月菹草植株开始衰老枯萎,年分枝的顶端开始形成特殊的殖芽,随着植物体的枯萎衰败,成熟的松果状殖芽脱离母体沉入湖中,蛰伏休眠越冬,秋季再萌发成新植株。

菹草的栽种就是利用菹草的这种依靠殖芽繁衍后代的生物学特性。每年7—9月,在菹草生长的区域,待菹草植株衰败殖芽成熟沉入水中后,用虾拖网在此区域多次拖曳,捞取一定量的殖芽,将捞获到的殖芽稍加清洗,然后按每袋2—3kg装入蛇皮袋中,把装有殖芽的袋子用绳系上石块沉入湖中,进行保种贮存。到10月下旬,当水温为20°C左右时,此时湖区的其他水草已逐渐枯萎,将已萌发芽体的菹草殖芽捞起,逐一分裸包裹泥块,按30×30(厘米)的行间距进行点播。分裸植入选定的区域。7—10天后,这些植入的芽体就已开始萌发根须,芽体长1.5—2.5cm;栽植四周后,萌发抽出的新植株高度为18—20cm,并已明显分枝。

(三) 苦草的栽植技术

苦草为多年生的沉水植物[陈守钜等,1982],生长期为每年的4月至12月,苦草具有很强的分蘖再生能力,在整个生长期,匍匐于湖底的根状茎都能不断地萌发新植株。苦草不仅能开花结果进行有性生殖,而且还能依靠营养体来繁衍后代[赵佐成等,1984]。每年秋季,苦草各植株根状茎的端部能形成特殊的球茎,这些球茎伏于湖底越冬,至翌年春季萌发抽芽形成新植株。苦草的栽种技术分两种,一是利用球茎进行点播,另一方法是移植整棵植株。

1. 球茎播种法

每年3月底以前,采用虾拖网在往年苦草丛生的地方拖曳,捞取蛰伏于湖底的球茎。球茎的规格为2100个/kg,将捞取到的球茎,逐个包裹上湖泥,按30×30(厘米)的株行距进

行点播,沉入选择好的湖区,使之贴泥萌发新植株。

2. 植株移植法

(1) 苗林的采集 用于栽植的苦草植株分为天然生长和人工培育两种。天然生长植株的采集是在5月中下旬选择苦草丛生,生长茂盛的区域,人在小船上用长密齿钉耙入泥,将苦草植株连根带泥掘起,作为移植用。人工培育的苦草植株,是从3月底开始,将收集到的球茎按行株距 3×3 (厘米)置入盛有湖泥的竹筐中,然后将这些竹筐逐个用绳系好,沉入湖底进行育苗,待植入筐中的球茎抽发的新芽长到5厘米时,每天待日出湖面温度升高时,将育苗的竹筐提升至离水面10cm处,以充分利用阳光,促进苗株的生长,待苗株的高度达到20cm以上时,即可移栽到湖区。

(2) 苗林的选择 为了探索不同的移栽方法,采用剪株移植与整株移植两种方法。剪株移植就是将采集到的苦草植株,剔选出较长的植株,用剪刀将植株剪短,剪留的高度以最内的一片嫩叶的高度为准,一般为5cm。整株移植用的苗株是选择高度为50cm以下、颜色青绿植株,剔去植株外缘的残断老叶,无论是剪株还是整株移栽,对苗株的须根都要进行修整。拔苗时应荡洗去根部的淤泥,将从生的白色须根剪修保留在1.5—2cm,剪断连受于各苗株的匍匐茎,将苗株逐棵分开进行移栽。

(3) 苗株的移栽 移栽的方法分抛入法和插入法两种。抛入法就是用粘性的湖泥将苗株的根部包裹成一团,然后按株行距 30×30 (厘米),从小船上逐棵抛入选择好的区域。插入法是将选择好的苗株插入湖底,浅水区直接采用人工下湖用手插苗;水较深的湖区,则采用两人一船插苗,插入的深度为3cm,行间距为 30×30 (厘米)。

经过野外采样调查和水族箱模拟试验观察发现,采用插入法移植的苗株成活发棵明显比抛入移植的苗株快,全株移植的苗株转青成活比剪株移植的快。采用全株移植的苗株经30天左右的生长即可刈割喂鱼。在行株距离相同的条件下,全株移植与剪株移植的苦草经3个月的生长,其栽种区的苦草生物量无明显差异。无论是修剪的苦草植株还是完整移植的植株,成活发棵后,到当年的9月份都能开花结果并能形成地下茎。

三、栽种区水草的渔业利用

(一) 栽种区水草的生长特性

轮叶黑藻、菹草和苦草的生活史、生长特性各不相同[金济民等,1984]。菹草为典型的秋季发芽,越冬生长。夏季衰败的水草,其渔业利用时间较短,仅从3月底至5月中旬止;轮叶黑藻经栽种成活后,当年只能刈割一次,如采割过多,未进行繁殖保护,第二年还须重新移栽。苦草移栽成活后30天即可刈割喂鱼,秋后植株能形成球茎蛰伏于湖底进行越冬保种,翌年春这些球茎即可抽发形成新植株。苦草具有很强的再生能力,只要采伐得当,利用合理,栽植区的苦草群落可以持续高产稳产,并能有效地阻遏其他水草的侵入杂生(表2)。

从苦草资源最有效利用的角度看,过早收割则一次收获量较小,而收割时间过于延迟并不能相应增加收获量。根据对栽植区苦草生产力及生长特性的测定结果,纯苦草群落收割的间隙时间为23天为好。因为苦草的高度增长在第25天时有一拐点,尔后增长速

表 2 1989 年各区水生植物的生物量测定结果

Table 2 Investigation result about hydrophyte biomass in different areas in 1989

水草种类	湖 区		试 验 区		夹层对照区	
	生物量 (kg/m ²)	占总生物量的 百分比(%)	生物量 (kg/m ²)	占总生物量的 百分比(%)	生物量 (kg/m ²)	占总生物量的 百分比(%)
苦 草	0	0	2.786	92.82	0.389	10.88
轮叶黑藻	0.023	0.26	0.014	0.48	0.336	9.41
聚 草	0.114	1.40	0.067	2.21	0.479	13.44
金 鱼 藻	0.057	0.68	0.139	4.63	2.052	57.48
马来眼子菜	0.040	0.47	0.009	0.29	0.314	8.79
黄 丝 草	8.285	97.19	0.002	0.06	0	0
合 计	8.519	100	3.017	100	3.571	100

注: 夹层对照区为网围两夹道, 此区未放养鱼类。

度减慢, 到第 35 天以后, 平均高度甚至出现下降趋势(图 1)。同时, 实验室水族箱内苦草的生长也基本与湖泊天然条件下苦草生长相吻合。显然在苦草生长达到拐点时收割是最经济有效的。当然在初春与秋末, 苦草的生长可能较为缓慢, 拐点出现时间也会相应延迟, 但在生产实际中, 勿须将刈割间隔时间划定过于严格。据观察, 苦草在溇湖的生长期是从每年 5 月初到 10 月底, 除去早春的萌发阶段和秋末生长减缓阶段, 一年中的有效生长时间大约为 140 天, 如按 23 天为一周期定期收割, 每年可收割 6 茬。

(二) 水草养鱼试验

苦草资源的利用在湖泊网围养鱼中起着非常重要的作用。在溇湖, 渔民们根据水草的生长规律, 通常在鱼类开食的早期, 刈割捞取菹草投喂; 至 5 月中旬, 菹草已衰落, 苦草刚萌发, 此时即刈割捞取正在转青的鲜嫩黄丝草投喂; 至 6 月上旬即开始大量捞取苦草及轮叶黑藻投喂, 直至 10 月底大捕捞开始。

目前对栽植区的饲料水草的利用方法主要有两种, 一是将水草按期分片刈割捞取投喂入网围内养鱼; 二是将育苗区按格分隔, 待水草生长形成一定量后, 分格逐步放开予以直接利用, 进行放牧式养鱼。

在溇湖湖区进行了水草网围养鱼的生产性试验。1988 年为小面积网围养鱼高产试验, 试验面积为 33.4 亩, 主要投喂菹草、苦草、轮叶黑藻, 辅以精料。平均每亩产量为 197

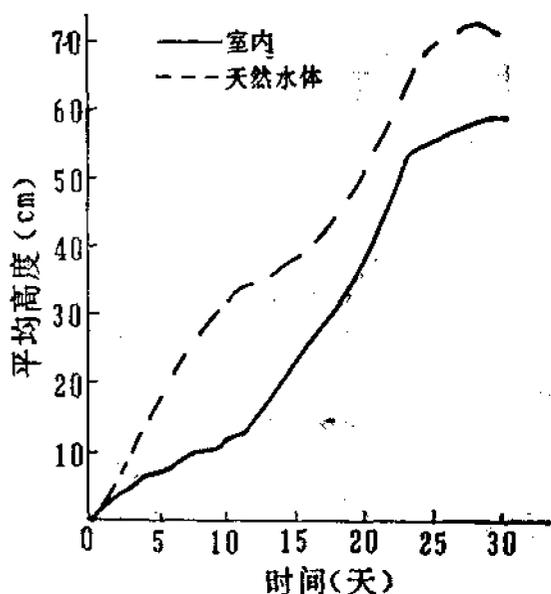


图 1 苦草高度生长曲线

Fig. 1 The growth curve of height for *Vallisneria spiralis*

公斤。每生产一公斤鱼平均消耗精料 3.18 公斤,水草 37.8 公斤。从 4 月份开始投喂水草至 10 月 29 日捕捞结束,共投喂水草 190 吨,其中菹草 27 吨,苦草 111 吨,轮叶黑藻 34 吨,黄丝草 18 吨。1990 年网围养鱼面积为 5987 公顷,共划分为 13 块,由 13 家渔民们分别承包,平均每公顷放养量为 13 公斤,平均每公顷产鱼 35 公斤。其中草鱼、团头鲂的产量占总产的 88% 以上。每生产一公斤鱼类平均消耗精料 2.9 公斤,水草 30.9 公斤。从 4 月份至大捕捞,网围内共投喂水草 4041 吨,折合每公顷养鱼全年投喂水草 675 公斤。

四、小结与讨论

(一) 对几种水草渔业利用的评价

粗蛋白质及粗纤维的多寡是衡量水草营养成分高低的主要指标[NRC,1983]。苦草、轮叶黑藻及菹草尽管蛋白质含量低于聚草和黄丝草,但粗纤维含量则明显比黄丝草和聚草低。黄丝草粗纤维含量比苦草高 3.9 倍,所以苦草、轮叶黑藻和菹草比黄丝草和聚草更为鲜嫩适口,为草食性鱼类所喜食,其营养成分易为鱼类所消化吸收。

饲养试验证明,草鱼、团头鲂对各种水草的摄食程度有明显的差异。苦草、轮叶黑藻尤为草鱼、团头鲂喜食;聚草、金鱼藻为非喜食性水草。草鱼、团头鲂对黄丝草的摄食程度明显不同,经过空腹暂养 48 小时的草鱼才摄食黄丝草的青绿嫩植株;而在同等条件下蓄养的团头鲂则仅摄食黄丝草的青绿叶片和顶端嫩芽,不摄食黄丝草的茎秆及老叶。

在评价一种水草的养鱼效果时,尽管其具有一定的营养价值,但如果不被鱼类所摄食,或摄食量少,就不能被视为鱼类的适口饲料水草。如果水草营养成分稍低,但被鱼类所喜食,这样就可通过加大摄食量以满足生长发育的需要,所以这类水草仍不失为鱼类喜食的优质饲料水草。

(二) 关于几种水草的栽种技术

1. 种苗移栽与水位的关系。光合作用所产生的有机质是植物进行生长发育的物质基础,植物体积的增长,重量的增加,都与光照强度有着密切的关系,就是说光照强度对植物生长及形态结构的建成起着重要的制约作用 [Westlake, 1963]。水体中的光照强度随着水深的加大而递减,为了提高轮叶黑藻、苦草苗株移栽的成活率,促使苗株的分蘖发棵,苗株移栽的时间应选择 5 月中旬至 6 月中旬进行,因为此期间,各种沉水植物正处在生长发育的旺盛阶段,而此时湖区的水位也处在全年中较为稳定的适中阶段,湖区的透明度大、风浪作用小,此时进行苗株的移栽,对提高苗株的成活率,促进生根发棵转青,分蘖增枝极为有利。在漏湖,抓住沿湖四周农田春耕大量抽水灌溉,湖区水位跌落的时期,进行轮叶黑藻、苦草的移栽,可极大地提高苗株的成活率。

2. 轮叶黑藻的栽植适应于在水位较浅,透明度较大,底泥柔软肥沃的湖区进行。在漏湖,主要在网围养鱼数年后搬迁的区域进行,苗株应随采随插,苗株的高度应大于栽种区水深与透明度之差,一般为 20 厘米;苗株不宜留有较长的侧枝,以利于栽种后苗株萌生须根。

3. 菹草的栽种是收集捞取沉落湖底的成熟芽体,进行渡夏保种,待至秋季再行点播。

为了确保收集到的菹芽安全越冬,一是要分袋装置,选择便于水流交换的袋子,且每袋不宜装芽过多;二是选择水位较深的湖区沉入湖底保种,以免装芽过多,因水位过浅芽体腐烂。栽植应适时,过早因移栽区其他水草正处在生长期,不利于播入的菹草芽体扎根萌发;太迟则会因集中保种影响芽体新芽的抽发。在溇湖,10月底至11月初进行点播较为适宜,点播时用少量粘湿湖泥包裹,有利于增加芽体的重量,以免播种后受浪冲击,影响入泥生根,但裹泥时应将已抽发的新芽端露裸在泥外并朝上。

4. 苦草的栽种技术是利用其具有很强的分蘖发棵能力和能产生大量蛰伏越冬的球茎繁衍后代的生物学特性来进行的。苦草的每块球茎春季能萌发2棵以上的芽胚,高的可达5棵以上,点播有利于苦草群丛的早期形成,减轻劳动强度,降低栽种成本。苦草球茎点播技术适用于底泥松软的湖区。经采样发现,至3月底蛰伏于底泥中的苦草球茎颜色呈灰褐色,每个球茎重0.3—0.5克,此时每个球茎都已萌发3—4棵芽胚,高度0.4—0.5厘米;至4月中旬,萌发的芽胚已普遍具有3—4片叶,高度为3—4厘米,根部通过一白色匍匐茎与球茎相连,相连的结节处已开始萌生根须,此时如将带芽胚的球茎挖起,它会漂浮在水面上。为提高球茎点播成活率,防止点播后球茎随着芽胚的萌发,叶片的增长,根须却不能扎入泥中,易因风浪作用造成球茎漂浮,球茎点播应在3月份前完成。

苦草球茎早期萌发的植株完全依靠球茎自身贮藏的营养,脱离底泥的球茎在放入自来水的容器中能抽发形成5片叶,高度达5厘米,结节处轮生短须根的芽株,最大的可形成7片叶,高度7厘米,根须长2厘米的植株,并能从主株的茎节处滋生长度在10厘米的匍匐茎,这些滋生的匍匐茎每隔2—4厘米就会形成茎节,从茎节处都会萌发新芽株,每芽株都具须根。实验室培育的结果表明,苦草球茎的早期萌发受制于水温,所以采用人工育苗时,3月底以前应尽量将育苗筐沉入深水湖区进行保温育苗[Kunii, H., 1982],一俟抽发的芽株高度在3—5厘米,芽体青绿时,应不失时机的提高育苗筐,增加光照,以促使其分蘖发棵。人工竹筐育苗不仅可获得大量的幼苗,而且可提早移栽时间,提高成活率。

采用天然生长的苦草植株移栽,应选择历年苦草生长旺盛的区域,提前对确定的区域加强管理,严格禁止入内捞虾割草,确保该区域的苦草从萌发开始后就不被刈割。通过室内水族箱栽培试验发现,刈割留茬1—2厘米的苦草植株栽种后,活棵转青分蘖抽发所需的时间明显长于留茬高度5厘米,保留最内叶片不损伤的植株,所以在进行剪株栽植时植株留茬高度就以最内叶片不被剪伤的长度为准,这样的剪株经移栽后,与全株移栽的转青活棵并无明显差异。

天然植株的移栽可在5月中旬开始,此时苦草的高度一般都在30~40厘米,整个植株正处在生长旺盛,分蘖发棵快的时期,此时湖区水位较浅,抓紧有利时机进行移栽,对苦草的成活和发棵都极为有利。

无论是采用全株移栽,还是采用剪株移植;无论是采用裹泥抛入法移栽,还是采用竹叉插入法移植,都应选择风和日丽、风平浪静的天气进行,对采集到的苗株应做到及时修整,及时移栽,避免苗株脱水时间过长,影响转青发棵。

(三) 关于蓄养水草与网围养鱼的配套措施

湖泊网围养鱼是一种节地、节水、节精、节资、节能型的渔业生产方式,它以充分

利用湖泊水体中的天然饵料资源,养殖优质的吃食性鱼类为主要特色,这几年网围养鱼在我国大中型湖泊,尤其是在浅水草型湖泊中得到迅速的发展,极大地促进了我国淡水渔业生产的发展[高礼存等,1982]。

但是,我国的湖泊网围养鱼业尚属初始发展阶段[朱清顺,1992],潜力后劲还很大,优势特点还没有得以充分发挥,特别是目前普遍存在着单产水平低,饵料结构不合理及饵料报酬不高,经济效益较低的状况。因此,如何提供足够的优质水生青饲料,提高单产水平,降低生产成本,正是当前湖泊网围养鱼生产能否持续发展的关键所在。

饲料是养鱼生产的物质基础,某种意义上讲饲料就是鱼产量。随着养鱼生产的发展,大量投喂精饲料,无论数量上还是在质量上都将无法满生产发展的需要,也直接影响着经济效益。在湖泊网围养鱼生产中,一般饲料成本要占整个生产成本的30—50%,因此改革饲料结构,力争以青代精,提倡两头精、中间青的投饲技术,以降低养鱼成本,显得尤为重要[利卓桑,1991]。为此,在进行湖泊栽种饲料水草的同时,结合网围养鱼生产的需要,进行蓄养水草与网围养鱼相配套的探索,具有积极的意义。

蓄养水草与网围养鱼面积的配比,主要取决于单位面积鱼产量和水草供饵能力,饵料系数等。根据溇湖网围养鱼的生产水平和优质饲料水草的生物学特性[王徽勤等,1988],如将养鱼饲料成本保持在养鱼总成本的20%左右,精料系数调控在1.5左右,水草系数提高到50时,如每公亩蓄养水草面积产鲜草450公斤,则每公亩草地的产鱼能力为9公斤。

根据以上情况,即每公亩净产45公斤成鱼,其中草食性鱼类占总产的70%的网围,需配套450公斤/公亩的蓄草区23.4公亩即可;每公亩净产75公斤成鱼的网围,需配套蓄养水草地40公亩。

为促进我国湖泊网围养鱼业持续稳步发展,今后应加强不同生长阶段草食性鱼类的营养要求,网围养鱼单位面积最佳载鱼量,各种优质水草的生产力与单位面积最佳供饵能力,优质水草茬口的合理安排以及养鱼区与蓄养水草区轮换制等方面的深入研究。

本研究为国家“七五”攻关课题的部份内容,曾得到陆桂、陈乃德两位先生的指导,在此深表谢意。

参 考 文 献

- [1] 王业勤等,1989. 洪湖野菰及其化学成分分析. 水生生物学报,13(1):51—57.
- [2] ———,1990. 野菰叶粉代替粮食原料饲养草食性鱼效益评价. 水生生物学报,14(3):247—255.
- [3] 王徽勤等,1988. 水生植物系统学中若干问题的探讨. 水生生物学报,12(1):70—77.
- [4] 朱清顺,1989. 长荡湖水生植被动态及其渔业效应的研究. 水产学报,13(1):24—35.
- [5] ———,1992. 湖泊小面积网围精养高产高效技术的研究. 内陆水产,(1):15—17.
- [6] 陈洪达,1985. 菹草的生活史、生物量和萌发的研究. 水生生物学报,9(1):32—39.
- [7] 陈守钅等,1982. 经济水生植物,79—82. 农业出版社(京).
- [8] 利卓桑等,1991. 大水体生态工程及绿萍的养用效果. 应用生态学报,2(2):113—120.
- [9] 杨国华等,1988. 鱼类营养和我国几种主要养殖对象的营养标准. 动物学杂志,(4):51—55.
- [10] 金济民等,1984. 植物的生活,129—141. 江苏科学技术出版社(宁).
- [11] 赵佐成等,1984. 华南地区淡水水黾科植物的生态特征和群落学观察. 生态学报,4(4):354—368.
- [12] 南京地理研究所,1982. 江苏湖泊志,169. 江苏科学技术出版社(宁).
- [13] 高礼存等,1988. 湖泊网围养鱼综合技术,194—195. 江苏科学技术出版社.
- [14] 颜素珠等,1983. 中国水生高等植物图说,230—248. 科学出版社(京).

- [15] Kunit, H., 1982. The Critical water temperature for The active growth of *Elodea nuttallii* (Planch). St. John, Jap. J. Ecol., 32: 111—112.
- [16] National Research Council (NRC), 1983. Nutrient requirements of warmwater fishes and shellfish. National Academy of Science, Washington, D. C.
- [17] Westlake, D. F., 1963. Comparison of Plant Productivity. *Biol. Rev.*, 38: 385—425.

THE TRANSPLANTING OF FEEDING AQUATIC PLANTS IN LAKE GE HU WITH RELATION TO EFFECTIVENESS FOR PEN FISH FARMING

Zhu Qingshun, Zhou Gang, Yu Neng, Yu Ning and Lu Quanping

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

ABSTRACT Lake Ge Hu situated in the southwestern part of Jiangsu Province is a typical shallow lake. The lake with an area of 137.82 square kilometers is rich in submerged plants. The nutritive composition of aquatic plants in the lake are analyzed. The degree of like feeding on several species of submerged plants by herbivorous fishes is tested. The results indicated that *Vallisneria spiralis*, *Hydrilla verticillata* and *Potamogeton crispus* are likely fed by grass carp and bream. In order to promote the flourishing of high quality for aquatic plants, different transplanting ways have been carried out in Lake Ge Hu. Based upon investigation on productivity of *Vallisneria spiralis* an interval of 23 days between the two mowings is suitable. The technical measures for fish culture in mowing are presented. This paper gives some suggestions on how to develop pen fish farming in the lake enclosure.

KEYWORDS shallow lake, transplanting, feeding aquatic plant, fish farming