

## 中华绒螯蟹对苦草生境的依赖与破坏

居超明<sup>1</sup> 舒少武<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> 湖北大学生命科学院, 武汉 430062;

<sup>2</sup> 中国科学院水生生物研究所; 淡水生态与生物技术国家重点实验室, 武汉 430072)

**摘要** 确定浅水草型湖泊水草资源对放养中华绒螯蟹的承载量是探明水草多元功能的途径之一. 本研究通过构建中华绒螯蟹栖息与生长所需的小生境, 观察和分析了蟹-草之间的相互关系. 试验结果显示苦草对放养中华绒螯蟹的承载量为  $1.08\text{ind}/100\text{g}/\text{m}^2$ , 中华绒螯蟹的生长比速  $\text{SGR}(\%/\text{day})$  与其对苦草的拥有量  $V_P(\text{g}/\text{m}^2/\text{ind})$  呈正相关, 即  $\text{SGR} = 0.464 + 0.003V_P$ . 中华绒螯蟹特别是雄蟹对苦草的影响主要表现为破坏性, 破坏率  $V_D(\text{g}/\text{ind}/\text{m}^2/\text{d})$  与雌、雄蟹的放养密度 ( $S_F, S_m, \text{ind}/\text{m}^2$ ) 有显著的线性关系, 即  $V_D = 2.08 + 0.11S_F + 5.83S_m$ . 实验结果为草型湖泊渔-蟹混养生态渔业管理提供了理论依据.

**关键词** 中华绒螯蟹, 苦草, 蟹-草关系

生态渔业是现代淡水渔业经济管理的一个重要范畴. 它建立在应用生态学和动物行为生态学原理的基础上, 应用生物操纵技术, 通过对淡水生态系统中的放养种群进行结构调整, 在保护水域环境质量和永续利用水生生物资源的前提下, 使水域的主要经济动植物的产值达到最大值. 近几十年来的生产实践和科研结果表明, 优质高效放品种如鳜、团头鲂、中华绒螯蟹等在草型湖泊渔业中占有十分重要的地位.

对草型湖泊大型水生植物多元功能作用的认识和研究是近几年才被注重的<sup>[1,2]</sup>. 草食性鱼类(如草鱼)的过度放养超过了水生植物的再生产能力, 致使一些草型湖泊演变成藻型湖泊(如武汉东湖), 进而危及一些经济鱼类的生存<sup>[3]</sup>. 因此, 研究水生植物资源的合理利用, 对草型湖泊的生态渔业管理和保护生物多样性均具有十分重要的意义. 作者对蟹-草的相互关系进行了研究, 旨在确定水生植物资源对中华绒螯蟹放养的承受能力.

### 1 材料与方法

**1.1 小生境的构成与布局** 小生境由 8 个体积为  $0.9\text{m}^3(100 \times 100 \times 90\text{cm})$  的室外水泥池组成, 位于湖北省大冶市“国家科技攻关保安湖工作站”内. 每两个池共用一个进水龙头(可同时向两个水泥池注水), 水源由水塔(抽自井水)供给. 各个池底有一根外排水管. 实验期间每天(雨天除外)12:00-14:00 打开水龙头, 向各池中注入新鲜水(池水大约更新  $1/3$ ), 池水水深控制在 50cm. 每个池的内侧上端砌一周层瓷砖( $15 \times 15\text{cm}$ ), 以阻止中华

收稿日期 1999-11-15; 修订日期 1999-12-28

基金项目 国家科技攻关(85-14-01-01)

作者简介 居超明(1960-), 男, 湖北省武穴市人. 湖北大学生命科学院工作.

通讯作者 舒少武

绒螯蟹攀登逃逸,池底部铺上厚约15cm的池塘底泥,用于移植苦草。苦草苗移自保安湖的三八港道,每个池中移栽64株(均匀分布),以构成适合中华绒螯蟹生长所需的小生境。

**1.2 中华绒螯蟹的饲养与管理** 在移栽苦草两个月后,从湖汊中收集中华绒螯蟹,按1、3、5 ind/m<sup>2</sup>3个密度组放养在6个水泥池中,每组两个重复。另外2个池中不放养,作为对照组。每天按中华绒螯蟹体重的5%投喂压碎的鲜螺蛳肉(环棱螺),投喂时间为每天16:00。每隔1个月根据所测定的中华绒螯蟹体重进行一次投喂量的调整。

### 1.3 数据的收集与统计分析

**1.3.1 苦草生物量的估算和测定** 中华绒螯蟹放养前,数出各池中苦草的株数,根据测定湖汊中苦草样本来推算各池中的苦草生物量。实验结束时将各池中苦草全部拔起,洗净后称重,即为各池苦草剩余生物量。

**1.3.2 中华绒螯蟹生长指标的测定** 每间隔2个月,用GB1214-85型游标卡尺(200×0.02mm)测定各放养池中的中华绒螯蟹的头胸甲长、宽,并用DS-88A型电子秤(199.9×0.1g)测定中华绒螯蟹的体重。

### 1.3.3 几种指标的计算公式

$$(1) \text{中华绒螯蟹的生长比速 } SGR(\%/\text{day}) = (\ln W_2 - \ln W_1) / (T_2 - T_1)$$

$$(2) \text{中华绒螯蟹对苦草的拥有生物量 } V_p(\text{g/m}^2/\text{ind}) = V_0/S$$

$$(3) \text{中华绒螯蟹对苦草的破坏率 } V_D(\text{g/m}^2/\text{ind/d}) = (V_1 - V_0)/S/D$$

式中  $W_1, W_2$  为实验开始和结束时中华绒螯蟹的体重(g),  $T_2 - T_1$  为中华绒螯蟹饲养期(d),  $V_0, V_1$  为实验开始和结束时各池中苦草的生物量(g/m<sup>2</sup>), S 为中华绒螯蟹放养密度(ind/m<sup>2</sup>), D 为池中有苦草生长的天数(d)。

**1.3.4 数据处理** 中华绒螯蟹的生长与苦草的相互关系采用线性回归方程分析<sup>[4]</sup>。

## 2 结果与讨论

### 2.1 小生境条件下苦草的生长

据苏泽古对扁担塘水生植物的采样分析结果,认为苦草(*Vallisneria spiralis*)是该湖汊仅次于聚草的优势种,在1986年10月至1988年10月期间,苦草的生物量变化幅度较大<sup>[5]</sup>。由于扁担塘的主要经济水产品是中华绒螯蟹和鳜<sup>[6]</sup>,因此,本实验选择中华绒螯蟹与苦草作为研究对象。

1993年3月23日,在8个实验池中移植苦草。两个月后,各实验池中的苦草生物量达  $300 \pm 8 \text{ g/m}^2$ ,与1988年5月扁担塘水草总生物量  $3091 \text{ kg/hm}^2$ <sup>[5]</sup>相当。另外,对照池中的苦草在9月21的生物量为  $2175 \pm 176 \text{ g/m}^2$  ( $21750 \text{ kg/ha}$ )(表1)与扁担塘在1988年9月的水草总生物量为  $24730 \text{ kg/hm}^2$ <sup>[5]</sup> 相差不大。

### 2.2 中华绒螯蟹对苦草生长的影响

当中华绒螯蟹的放养密度达到或超过  $3 \text{ ind/m}^2$  时,4个月后,实验池中没有苦草。很明显,放养密度越高,对小生境中苦草的破坏程度越强。为了确定雌、雄蟹对苦草所产生破坏作用的强弱,在放养时设计了不同雌、雄蟹的放养比例。根据多元回归分析,发现中华绒螯蟹对苦草的破坏率  $V_D(\text{g/m}^2/\text{ind/d})$  与雌、雄蟹的放养密度( $S_F, S_M, \text{ind/m}^2$ )呈正相关,即

$$V_D = 2.08 + 5.83S_M + 0.11S_F (R^2 = 0.8566, n = 6)$$

由回归方程可推断雄蟹是破坏生境苦草的主要生物因子. 实验中观察到中华绒螯蟹主要通过两种方式对苦草产生破坏作用. 一是其螯足夹断苦草的叶片; 二是它的掘穴活动破坏苦草的根部, 从而使部分苦草整株浮上水面.

表 1 蟹的不同放养密度对苦草生长的影响

Tab. 1 Effects of different stocking densities of crab on growth of *V. spiralis*

实验池编号 Tank No.	1	2	3	4	5	6	7	8
蟹的放养密度(ind/m <sup>2</sup> )	0	0	1	1	3	3	5	5
Stocking density of crab								
雌雄蟹比(♀:♂)	0	0	1:0	0:1	2:1	1:2	3:2	2:3
5月21日苦草生物量(g/m <sup>2</sup> )	288	301	290	294	301	307	310	308
Biomass of <i>V. spiralis</i> (May 21)								
9月21日苦草生物量(g/m <sup>2</sup> )	2050	2300	1650	1200	50	0	0	0
Biomass of <i>V. spiralis</i> (Sept. 21)								
池中有苦草的天数	120	120	120	120	120	60	30	20
Duration of <i>V. spiralis</i> grown								

生境中苦草对放养中华绒螯蟹的承载量可以通过中华绒螯蟹对苦草的拥有生物量  $V_P(g/m^2/ind)$  与生境中剩余苦草生物量  $V_G(g/m^2)$  的关系来确定. 经回归分析, 可得出:

$$V_G = -508.82 + 6.54V_P$$

根据回归方程, 当  $V_G = V_P$  时, 可以得出苦草对放养中华绒螯蟹的承载量为  $1.08ind/100g/m^2$ . 它的生态学意义是: 如果草型湖泊的总水草生物量在 5 月份达到  $1000kg/hm^2$ , 则中华绒螯蟹的放养密度在 10-11 月份可以达到  $10888ind/hm^2$ . 同时, 湖泊的水草生物量在成蟹收获季节仍然能保持中华绒螯蟹放养前的水平. 此结论为保护草型湖泊水草资源提供了理论依据.

### 2.3 小生境中中华绒螯蟹的生长

本实验用的中华绒螯蟹于 1993 年 5 月 21 日通过在面积为 3.3ha 的实验湖汊中设置网簖而收集的. 这批中华绒螯蟹种( $7.9 \pm 0.6g/ind$ )是 1992 年 12 月购自镇江<sup>[8]</sup>, 并放养于该湖汊. 蟹种在湖汊中经过近 5 个月的生长, 体重达到  $32.8 \pm 12.8g/ind$ (本实验开始时), 共收集 28 只蟹, 挑选个体基本一致的雌、雄蟹各 9 只, 分  $1, 3, 5ind/m^2$  3 种密度放养在 6 个实验池中. 每间隔 2 个月对中华绒螯蟹的生长指标进行测定, 并统计其存活率, 结果见表 2.

当中华绒螯蟹的放养密度为  $1ind/m^2$ 、且中华绒螯蟹对苦草的拥有生物量为  $292g/m^2/ind$  时, 经 4 个月的生长, 蟹的体重达到  $129.9g$ , 符合商品成蟹的规格, 但略低于天然湖汊中所饲养的商品成蟹<sup>[8]</sup>. 另外, 中华绒螯蟹的放养密度高于  $3ind/m^2$ , 或对苦草拥有生物量在  $61.6-102.9g/m^2/ind$  之间, 中华绒螯蟹的生长不良, 9 月份的体重(表 2)只相当于中华绒螯蟹在天然湖汊 8 月份或 7 月份时的体重<sup>[8]</sup>.

表 2 不同放养密度条件下蟹的生长

Tab. 2 Growth parameter of crab at different stocking densities in tanks with *V. spiralis* grown

日期 Date	生长指标 Growth parameter	放养密度 Stocking density (ind/m <sup>2</sup> )		
		1	2	3
5月21日 (May 21)	头胸甲宽 (cm) Width of carapace	4.36 ± 0.47	4.40 ± 0.36	4.23 ± 0.42
	头胸甲长 (cm) Length of Carapace	3.91 ± 0.44	3.90 ± 0.38	3.73 ± 0.39
	体重 (g) Body weight	33.4 ± 11.3	35.0 ± 8.8	30.3 ± 8.5
7月21日 (July 21)	头胸甲宽 (cm) Width of carapace	5.06 ± 0.28	5.10 ± 0.41	4.96 ± 0.57
	头胸甲长 (cm) Length of Carapace	4.51 ± 0.30	4.45 ± 0.35	4.44 ± 0.49
	体重 (g) Body weight	54.1 ± 6.5	50.9 ± 9.7	51.6 ± 14.9
9月21日 (Sept. 21)	存活率 (%) Survival rate	100	100	70
	头胸甲宽 (cm) Width of Carapace	6.57 ± 0.21	5.87 ± 0.39	5.22 ± 0.62
	头胸甲长 (cm) Length of carapace	5.92 ± 0.51	5.21 ± 0.32	4.64 ± 0.51
	体重 (g) Body Weight	129.9 ± 21.5	82.7 ± 16.9	62.5 ± 18.5
	存活率 (%) Survival rate	100	67	60

如果将中华绒螯蟹的生长比速 (SGR) 与其对苦草的拥有生物量 ( $V_P$ ) 进行回归分析, 则可得出

$$SGR = 0.464 + 0.003 V_P \quad (R^2 = 0.984, n = 6)$$

很明显苦草的生物量对中华绒螯蟹的生长具有显著的制约作用. 综合考虑草型湖泊水生植物资源的再生产能力, 和保证中华绒螯蟹能够达到商品蟹规格, 根据  $V_G = -508.82 + 6.54V_P$  和表 1 中取  $V_G$  在 5 月 21 日的平均值  $300g/m^2$  时, 中华绒螯蟹对苦草的拥有量  $V_P$  应不小于  $124g/m^2/ind$ . 从中华绒螯蟹在池塘(一般无沉水植物)中的养殖效果来看, 一般个体较小, 且相互残食现象严重<sup>[7]</sup>, 可以推断中华绒螯蟹的生长栖息是需要沉水植物的. 从本实验结果来推测, 水生植物(苦草)对中华绒螯蟹的生长所起的遮蔽作用远大于其提供食物的效果.

## 参 考 文 献

- [1] 胡传林, 黄祥飞. 保安湖渔业生态和渔业开发技术研究文集. 北京: 科学出版社, 1991
- [2] 梁彦龄、刘伙泉编著. 草型湖泊资源、环境和渔业生态管理. 北京: 科学出版社, 1995, 236-245
- [3] 刘建康. 东湖生态系统研究(一). 北京: 科学出版社, 1990, 386-395
- [4] 杜荣騤. 生物统计学. 北京: 高等教育出版社, 1995
- [5] 胡传林, 黄祥飞. 保安湖渔业生态和渔业开发技术研究文集. 北京: 科学出版社, 1991, 31-48
- [6] 胡传林, 黄祥飞. 保安湖渔业生态和渔业开发技术研究文集. 北京: 科学出版社, 1991, 88-98
- [7] 徐兴川. 中华绒螯蟹养殖实用新技术. 武汉: 湖北科学技术出版社, 1994
- [8] 舒少武. 二龄中华绒螯蟹在湖汊中和生长规律. 见: 梁彦龄, 刘伙泉编著. 草型湖泊资源、环境和渔业生态管理. 北京: 科学出版社, 1995, 254-258
- [9] 陆炳法, 封阿龙. 成蟹池塘养殖试验报告. 淡水渔业, 1989, 24-26

## REQUIREMENT FOR AND DAMAGE TO *VALLISNERIA SPIRALIS* BY *ERIOCHEIR SINENSIS*

Ju Chaoming<sup>1</sup> and Shu Shaowu<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>School of Life Science, Hubei University, Wuhan 430062; <sup>2</sup>Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences; State Key Laboratory of Freshwater Ecology and Biotechnology, Wuhan 430072)

**Abstract** Submerged macrophytes play an important role both in producing cash aquatic animals and keeping good quality of lake water. By transplanting *Vallisneria spiralis* in 8 concrete tanks to form artificial habitats for yearling *Eriocheir sinensis* to live in and grow up for 4 months, the mutual effects of these two species were examined. This crustacean, particularly the male crab, did damage to this submerged plant, while the plant provides defiladed habitats rather than food for the animal. A liner relationship between the damage rate ( $V_D$ , g/m<sup>2</sup>/ind/d) and the crab stocking density ( $S_F$ , female;  $S_M$ , male, ind/m<sup>2</sup>) was found to be as  $V_D = 2.08 + 0.11S_F + 5.83S_M$ . The carrying capacity of this plant for culturing crab was determined to be 1.08 ind/100g/m<sup>2</sup>. A model of the crab growth (SGR, %/d) with the biomass of *V. spiralis* ( $V_P$ , g/m<sup>2</sup>) was established as  $SGR = 0.464 + 0.003V_P$ . The carb would grow to their marketable size in condition that the initial standing biomass of *V. spiralis* exceeded 124g/m<sup>2</sup>.

The above results could be used as a guide for rearing crab and keeping renewable resources of submerged aquatic weed in macrophytic lakes.

**Key words** *Eriocheir sinensis*, *Vallisneria spiralis*, Fish-macrophyte relationship