

北方三省区部分水体 冰下水生维管束植物研究

刘 国 才^{*}

(华中农业大学水产系, 武汉 430070)

摘要 迄今为止,在北方冬季冰下仅发现有菹草、聚草、黄丝草、金鱼藻及扇叶水毛茛等几种水生维管束植物存活,其生物量为 $10-3500\text{ g/m}^2$,依其单位面积鲜重大小顺次为菹草、聚草、黄丝草、金鱼藻、扇叶水毛茛。明暗瓶试验结果表明冰下各水草光合毛产氧量变动于 $0.039-3.610\text{ mg O}_2/\text{d}\cdot\text{g(草)}$ 之间,以菹草产氧量最大,其后顺次为扇叶水毛茛、聚草、金鱼藻。

关键词 水生维管束植物 冰下水生维管束植物 光合产氧量 生物量

近年来,有关渔业水体中水生维管束植物的研究开展较多^[1-11]。但对冬季尤其北方地区冰下水生维管束植物的研究很少有人报道,有关资料在国外也比较少见。所以,作为此方面研究的初步工作,即围绕着冰下是否有水生维管束植物生长,其种类、生物量及产氧效能如何,笔者于1986年至1990年先后在内蒙古、吉林、辽宁三省区部分对温暖季节有大量水生维管束植物生长的大水体进行了这方面的探讨。

1 材料和方法

1.1 冰下水生维管束植物的种类及生物量

每一采样水体设5—10个采样区,冰眼打开后,若为有草区,则利用采草器(底口面积 0.1225 m^2)将样方内水生维管束植物全部采出,在水中清洗干净,鉴定种类并称量鲜重。每个采样区共设4个采样点采集,以平均值作为该区的生物量。

1.2 冰下水生维管束植物的产氧情况

采用明暗瓶测氧法。

1.2.1 取样装瓶 取冰下各水生维管束植物的代表性植株,洗去附着物,在托盘天平上称量 $1-2\text{ g}$,分别置于 300 mL 明、暗瓶中,用虹吸法注入充分曝气的自来水或水库水。

1.2.2 挂瓶水层及时间 依照冰下草型水体有草区各不同水层光照强度及水草分布特点确定挂瓶地点及相应各水草的挂瓶水层。经若干次预试验后(依一天中光照强度的变化多次挂瓶测定),于1990年12月24日在五一水库库区(有草区)挂瓶测定,选冰下(明冰, 84 cm)

* 本研究中1986—1987年部分的工作是在大连水产学院李水函副教授热心帮助、指导下完成,特致谢意。
* 作者为华中农业大学水生生物学研究生,原工作单位为内蒙古哲里木畜牧学院。
收稿日期:1992年4月21日;接受日期:1993年8月19日。

有效水深 0.0 m、0.2 m、0.5 m、0.8 m、1.1 m、1.5 m、2.0 m、2.5 m 及 3.0 m 深处水层分别挂瓶 2 h(10—12 时)。挂瓶期间每 0.5 h 测定一次各挂瓶水层光照强度。

2 结 果

2.1 冰下水生维管束植物的种类及生物量

如表 1 所示。三省区 5 个大水体(水库、湖泊)的冰下尚存活有菹草、聚草、黄丝草、金鱼藻、扇叶水毛茛等几种水生维管束植物,其生物量变动于 10—3500 g/m² 之间,以菹草占绝对优势,其后顺次为聚草、黄丝草、金鱼藻、扇叶水毛茛。各种类生物量(除菹草外)在冰下逐月间无大波动。

菹草、聚草、金鱼藻在各调查水体均有出现,且其分布水深呈现一定的规律。若按冰下有效水深计算,聚草、金鱼藻主要分布于冰下 0.5—1.5 m 处,菹草以 2.5—4.5 m 处最多。黄丝草仅在团结水库发现且较多分布于 1—1.5 m 处,而扇叶水毛茛仅在五一水库中零星分布于 2—3 m 深处(图 1)。

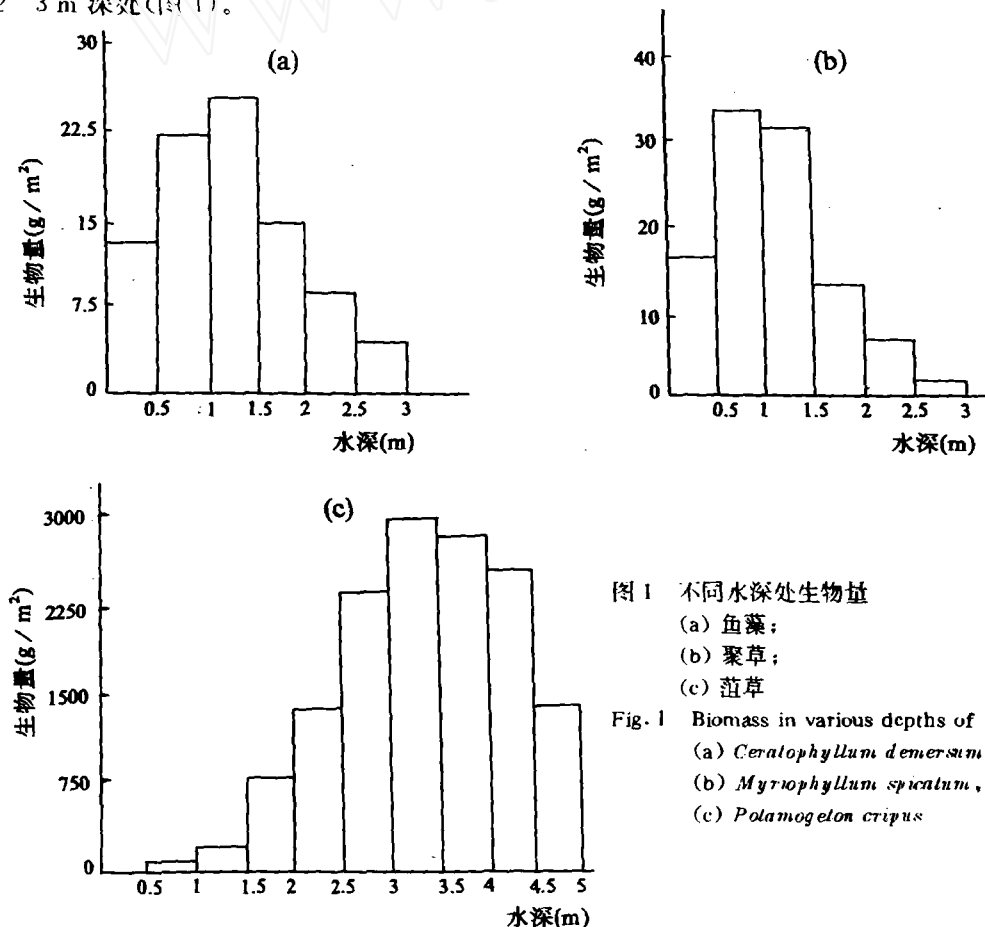


图 1 不同水深处生物量

- (a) 鱼藻;
- (b) 聚草;
- (c) 菹草

Fig. 1 Biomass in various depths of
 (a) *Ceratophyllum demersum*,
 (b) *Myriophyllum spicatum*,
 (c) *Potamogeton crispus*

表1 冰下水生维管束植物的种类及生物量¹⁾单位:g/m²

Tab. 1 The species and biomass of under-ice fibro-vascular plants

种类	吉林月亮泡 (1986.12-1987.4)					辽宁团结水库 (1987.1-3)			内蒙舍力虎水库 (1989.12-1990.3)				内蒙吐尔基山水库 (1989.12-1990.3)				内蒙五·水库 (1990.12-1991.3)			
	12月	1月	2月	3月	4月	1月	2月	3月	12月	1月	2月	3月	12月	1月	2月	3月	12月	1月	2月	3月
菹草 ²⁾	1062	1700	1900	2600	3500	390	350	410	430	600	1050	2000	350	460	390	450	760	1070	2000	2350
聚草	25	30	20	40	36	30	37	20	18	15	20	20	18	24	30	37	37	45	40	26
金鱼藻 ³⁾									10	15	20	14	17	0	0	0	27	30	16	20
黄丝草	-	-	-	-	-	260	350	310	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
扇叶水毛茛 ⁴⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1) 表中数字为逐月中旬一次采样测定各采样点水草平均生物量;

2) 菹草区逐次采样冰下有效水深0.5 m处溶解氧均大于10 mg/L;

3) 月亮泡、团结水库仅发现其冬芽;

4) 仅零星分布于五·水库,未定量。

2.2 冰下水生维管束植物的产氧情况

在冰下光照条件下,各种水生维管束植物光合产氧量有较大差异,以菹草产氧能力最强,毛产氧量高达3.610 mg O₂/d·g(草),其次为扇叶水毛茛、聚草、金鱼藻(表2)。

各种水草冰下光合作用对光照强度要求差别很大。由表2知:菹草光合作用适宜光照强度为3000-10000 lx,超过10000 lx则出现光合产氧抑制。扇叶水毛茛与菹草相近但略偏高,而且和聚草、金鱼藻一样,在测定范围内,其光合产氧量随冰下光照强度的增加而增加。

表2 冰下水生维管束植物的产氧情况¹⁾单位:mg O₂/d·g(草)

Tab. 2 Photosynthesis of under-ice fibro-vascular plants

水深(m) 光照(lx)	菹草			扇叶水毛茛			聚草			金鱼藻		
	毛产 氧量	呼吸 耗氧	净产 氧量	毛产 氧量	呼吸 耗氧	净产 氧量	毛产 氧量	呼吸 耗氧	净产 氧量	毛产 氧量	呼吸 耗氧	净产 氧量
0.1 10000-20000	1.795	0.730	1.065	3.450	0.600	2.850	2.240	1.005	1.235	1.200	0.500	0.700
0.2 7000-10000	3.610	0.730	2.880	3.130	0.600	2.530	1.755	1.005	0.750	1.250	0.500	0.750
0.5 5000-7000	3.230	0.730	2.500	2.765	0.600	2.165	-	-	-	0.625	0.500	0.125
0.8 3000-5000	3.105	0.730	2.375	2.590	0.600	1.990	1.020	1.005	0.015	0.550	0.500	0.050
1.1 1000-3000	2.675	0.730	1.945	2.350	0.600	1.750	0.995	1.005	-0.010	0.460	0.500	-0.040
1.5 700	1.345	0.730	0.615	1.150	0.600	0.550	-	-	-	-	-	-
2.0 500	0.860	0.730	0.130	0.600	0.600	0.000	-	-	-	-	-	-
2.5 300	0.575	0.730	-0.155	0.085	0.600	-0.515	-	-	-	-	-	-
3.0 50	0.039	0.730	-0.691	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1) 挂瓶区菹草密度690 g/m²,浮游生物量0.923 mg/L。

3 讨 论

3.1 冰下水生维管束植物种类和生物量

我国主要水系有水草 186 种^[12]。那么,有哪些可于冰下生长呢?陈洪达在调查武昌东湖的水生维管束植物后指出:菹草是一种比较典型的秋季发芽、越冬生长的沉水植物^[1]。可见,在不结冰或冰期极短的南方,冬季某些沉水植物的生长是不成问题的了。我们对内蒙古、吉林、辽宁等地部分水体的调查表明,即使在气温低至 $-20\sim-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、冰厚达 1 m 的水体,冬季依然有水生维管束植物生长。

水草和其他陆生植物一样,其生长要受温度的制约。因此,许多种类,特别是那些茎叶暴露于空气中的挺水植物、漂浮植物和浮叶植物,其营养体在秋、冬季节便先后死去,只留下地下根茎或种子、繁殖芽越冬。然而部分沉水植物由于整株淹没水中,冰下水温稳定,故其能够在冬季以营养体越冬,甚至照常生长。但由于冰下特殊环境条件(低温、低光照),能完全适应的种类毕竟是少数,所以,至今我们还只发现眼子菜科的菹草、黄丝草,毛茛科的扇叶水毛茛,小二仙草科的聚草,金鱼藻科的金鱼藻等的营养体可以在冰下存活,其他水草的情况有待进一步研究。

对菹草生物量的测定表明,这类适应低温、低光照的种类,由于水底淤泥中有丰富的营养盐,加上冬季鱼类较少摄食等特点,使得冰下菹草的生物量也可高达 3500 g/m^2 ,这虽然较我国草型水体秋季沉水植物最高生物量(可达 4929 g/m^2 ^[12])为低,但从它们的产氧速率(最大毛产氧量为 $3.610\text{ mg O}_2/\text{d}\cdot\text{g(草)}$)来看,其生长速度也是相当快的。

3.2 冰下水生维管束植物的产氧情况

(1) 各种类在冰下产氧情况存在较大差别,对冰下低温、低光照等生态条件具有不同的适应性决定了各自产氧的不同。菹草冰下光合产氧适宜的光照强度是 $3000\sim 10000\text{ lx}$,而据雷衍之测定,明冰下的光照强度达数千至上万勒克斯(lx)的时间一般每天有 $6\sim 7$ 个小时以上^[13]。可见冰下光照条件恰与其正常光合产氧所要求适宜光照相吻合,再加上其适低温特点,就使得菹草在冰下低温、低光照条件下茂盛地生长起来,表现出较高的产氧效能。

(2) 聚草、金鱼藻冰下光合产氧量明显不及菹草,但却较菹草要求更大的光照强度。据观察,这两种沉水植物常于夏秋季浅水区茂盛生长,且也在浅水沟中大量出现,可见聚草、金鱼藻是适应强光、高温的沉水植物。在冬季冰下水体中生长将在一定程度上受到低光照和低温的限制。

扇叶水毛茛产氧量很高,与菹草接近,但对强光照适应性较强。

(3) 菹草在冰下有光抑制存在,抑制光照大约在 10000 lx ,而其他水草则随着冰下光照的增强,光合产氧量持续上升,冰下光照尚未达其最大产氧量所要求照度的高限。可见它们较菹草更适于强光照。冰下光照条件显然将一直是它们最大光合产氧量的限制因子。

3.3 冰下水生维管束植物与大水体鱼类越冬

冰下有一定量适低温、低光照种类生长可使越冬水体增加溶解氧,促进鱼类安全越冬。冰下水生维管束植物以菹草分布最广,生物量最大、光合产氧量最高,在所调查水体的菹草

分布区溶解氧含量均在 10 mg/L 以上(表 1),且整个越冬期溶解氧一直保持在较高水平,所以,建议对现有菹草生长的水体进行资源保护。另外,由于该种水草的生态习性及其特点(特殊的石芽繁殖^[1],高的增殖速度^[14]及抗污染^[15]等),都为这一资源的移植工作提供了可能。若能把握好这些有利条件,对一些较大水体(尤其是平原型水库、湖泊)进行移植是可能成功的,不失为解决北方鱼类在大水体安全越冬问题的一个思路。

参 考 文 献

- 1 陈洪达. 菹草的生活史、生物量和断枝的无性繁殖. 水生生物学报, 1985, 9(1): 32—39.
- 2 陈耀东. 镜泊湖水生植被. 水生生物学报, 1985, 9(4): 374—382.
- 3 官少飞等. 鄱阳湖水生植被. 水生生物学报, 1987, 11(1): 9—21.
- 4 官少飞等. 鄱阳湖水生维管束植物生物量及其合理开发利用的初步建议. 水生生物学报, 1987, 11(3): 219—227.
- 5 陈耀东. 青海湖眼子菜科植物的研究. 水生生物学报, 1987, 11(3): 228—235.
- 6 刘国才等. 金力虎水库菹草资源的研究. 水利渔业, 1990, (2): 23—25.
- 7 金达筵等. 几种生态因子对菹草光合作用的影响. 水生生物学报, 1991, 15(4): 295—301.
- 8 Charles, D. . The importance of emergent vegetation in reducing sediment resuspension in wetlands. *Journal of Freshwater Ecology*, 1990, 5(4): 467.
- 9 Finlayson, C. M. . Studies of the hydrobiology of a tropical lake in north-western Queensland (■); Growth, chemical composition and potential harvesting of the aquatic vegetation. *Aust. J. Mar. Freshwat Res.*, 1984, 35(5): 525—536.
- 10 Nicholson, S. A. . Changes in submerged macrophytes in Chautauqua Lake. *Freshwat. Biol.*, 1981, 11(6): 523—530.
- 11 Rogers, K. H. , Breen, C. M. . Growth and reproduction of *Potamogeton crispus* in a South African lake. *J. Ecol.*, 1930, 68: 561—571.
- 12 张觉民等. 中国内陆水域渔业资源. 北京: 农业出版社, 1990: 84—87.
- 13 雷衍之等. 越冬池冰下水体理化因子的研究. 水生生物学报, 1985, 9(4): 309—323.
- 14 Kunii, H. . Life cycle and growth of *Potamogeton crispus* L. in a shallow pond. *Ojyukai. Bot. Mag. Tokyo*, 1982, 95: 109—124.
- 15 陈洪达等. 武昌东湖水生维管束植物及其在渔业上的合理利用问题. 水生生物学集刊, 1975, 5(3): 410—420.

STUDY ON THE UNDER-ICE FIBRO-VASCULAR PLANTS
IN SOME WATER BODIES
IN THREE NORTHERN PROVINCES OF CHINA

Liu Guocai

(Department of Fishery Resources, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070)

Abstract

The under-ice fibro-vascular plants have been observed to be survival in the winter beneath some water bodies in three northern provinces of China (Jiling, Liaoning and Inner Mongolia), including *Potamogeton crispus*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton maackianus*, *Ceratophyllum demersum*, *Batrachium bungei* etc. The biomass of these plants varies from 10 to 3500 g/m², while their fresh weights in a unit area are in such order as *Potamogeton crispus*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton maackianus*, *Ceratophyllum demersum* and *Batrachium bungei*. According to the outcomes of black-white bottle tests, the amount of oxygen produced by these plants through photosynthesis fluctuates between 0.039 and 3.610 mg O₂/d · g (plant), in which the *Potamogeton crispus* gives the biggest, others are *Batrachium bungei*, *Myriophyllum spicatum*, *Ceratophyllum demersum* accordingly.

Key Words Water fibro-vascular plants, under-ice fibro-vascular plants, oxygen produced through photosynthesis, biomass