

几种沉水植物营养繁殖体萌发的光需求研究

李文朝 连光华

(中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008)

摘要 对4种沉水植物营养繁殖体萌发的光需求进行了初步的实验研究。结果证明, 强光照射可以打破菹草繁殖芽的休眠, 促使其在夏初萌发, 推论菹草繁殖芽的夏季休眠可能与其所处的水底光照不足有关。苦草、黑藻及金鱼藻营养繁殖体的萌发无需光刺激, 但当水底相对光照强度小于5%时形成白化苗, 不能进行正常的光合作用。沉水植物营养繁殖体萌发对水底光照条件是决定沉水植物能否再生的关键因素。

关键词 沉水植物 营养繁殖 萌发 光照

在北亚热带及温带地区, 苦草 *Valisneria spiralis* L.、黑藻 *Hydrilla verticillata* Royle、金鱼藻 *Ceratophyllum demersum* L. 及菹草 *Potamogeton crispus* L. 均属于一年生沉水植物, 特化的营养繁殖体对于沉水植物种群的季节性再生起着决定性的作用^[1]。这些营养繁殖体在形成之后便掉落在湖底(菹草、黑藻、金鱼藻)或直接在底泥中形成(苦草), 它们的萌发过程也在湖底完成^[1], 因而湖底光照和氧气条件直接影响它们的萌发与生长。在湖泊富营养化过程中, 浮游藻类引起的湖水透明度下降导致水下光照不足, 成为限制沉水植物生存的主要因素^[2]。关于水下光照对沉水植物茎叶光合作用的影响已有过许多研究^[3,4], 但尚未看到有关沉水植物营养繁殖体萌发成苗对水下光照需求的报导。本文主要研讨上述4种沉水植物的营养繁殖体萌发成苗与湖底光照的关系, 为恢复沉水植被提供基本资料。

1 材料与方 法

1.1 几种沉水植物繁殖体的遮光萌发实验

1994年3月在26日, 给5只口径为1m、容积500L的水缸中注满湖水, 在水缸口上加盖不同遮光率的布盖。将6只口径为50cm的塑料盆编号为A、B、C、D、E、F, 每盆中加入10cm厚的湖泥, 种入采自东太湖的苦草地下块茎25个、黑藻冬芽25个、金鱼藻休眠茎尖25个, 分别放置在5只水缸中(图1), 在室外条件下进行萌发。用JD-1A型水下照度计测量各盆中泥面处的光照强度 I 及遮光盖上的光照强度 I_{air} , 以 I/I_{air} 表示各盆所处的相对光照强度。定期观测统计繁殖体的萌发生长情况。

4月13日用黑白瓶法在原位测定各种植物已萌发芽体的氧代谢强度, 在每一盆中放置3个280mL的溶解氧瓶, 分别放入该盆中3种植物的芽体两个, 进行24h原位氧代谢测定。

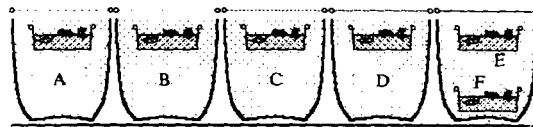


图1 沉水植物营养繁殖体的遮光萌发实验布设
Fig.1 Light limited experiment on brood-buds germination of submerged plant

同时用丙酮提取三色法^[5]测定萌生出的新苗的 Chl. a、b、c 含量。

1.2 菹草繁殖芽光刺激萌发实验

1994年5月18日从五里湖水生植物栽培实验区采集菹草繁殖芽9kg,平均单只芽重0.24g;选择成熟的壮芽600只,平均单只芽重0.82g,共作3种处理:

- (1) 将400只壮芽用单层黑布包裹后置于室内水箱中,实测 I/I_{air} 小于1%;
- (2) 将200只壮芽撒布在充满湖水的塑料盆中,置于室外日光下暴晒;
- (3) 将其余菹草繁殖芽均匀分布在4m²的网架上,上用密网缝盖,悬浮在湖水表面下。

观测纪录菹草繁殖芽发芽情况,并于6月20日对发芽情况进行定量统计。统计完后将(1)中的菹草繁殖芽分为两等份,再作如下处理:

- (4) 一份在同于(2)的条件下培养;
- (5) 另一份装在黑色橡胶管中,两端留有通气孔,与(4)在同一塑料盆中培养以保持同样的温度,每天换管中水以保证氧气充足。

观测纪录菹草繁殖芽发芽情况,并于7月5日对发芽情况进行定量统计。统计完后将处理(5)中的菹草繁殖芽从黑管中取出,作一新处理:

- (6) 将E中的菹草繁殖芽在同于处理B的条件下培养。

7月14日定量统计E中菹草繁殖芽发芽情况,结束实验。

2 实验结果

2.1 几种沉水植物繁殖体的遮光萌发实验

在0.04%—7.4%的相对光照强度(I/I_{air})条件下,3种植物的繁殖体均能萌发形成新苗,但新苗的叶绿素(Chl. a、b、c)含量及其氧化代谢强度受到了明显的影响。黑藻和金鱼藻在 I/I_{air} 为7.93%时和苦草在 I/I_{air} 为13.1%时出现了较高的叶绿素含量(表1),这是植物在弱光条件下的主动适应现象。 I/I_{air} 小于5%时新苗叶绿素(Chl. a、b、c)含量明显降低,出现白化现象,这在黑藻和菹草表现得尤为突出。黑藻苗在 I/I_{air} 小于5%的条件下难以维持氧代谢平衡(图2),金鱼藻在 I/I_{air} 小于2%时也会出现负的氧代谢平衡。苦草在17.4%的光照条件下仍不能维持氧代谢平衡,主要因为块茎中贮存的营养仍使它处在异养生长状态。

表1 沉水植物繁殖体的遮光萌发实验结果统计表(1994年4月20日)

Tab. 1 Results of light limited germination experiment of vegetative brood-body of submerged plant

盆号	I/I_{air} (%)	新生苗长度(cm)			新生苗中叶绿素含量(mg/g)								
		黑藻	苦草	金鱼藻	黑藻			苦草			金鱼藻		
					Chl. a	Chl. b	Chl. c	Chl. a	Chl. b	Chl. c	Chl. a	Chl. b	Chl. c
A	17.4	10—18	8—10	18—25	0.269	0.126	0.385	0.091	0.037	0.090	0.269	0.114	—
B	13.1	12—18	5—7	15—20	0.259	0.122	0.035	0.133	0.047	0.135	0.293	0.130	—
C	7.93	15—22	1—2	25—35	0.266	0.106	0.278	0.090	0.040	0.120	0.331	0.152	—
D	4.55	12—16	6—10	26—30	0.108	0.044	0.136	0.070	0.033	0.090	0.261	0.105	—
E	0.30	8—16	5—10	10—17	0.076	0.038	0.126	0.019	0.013	0.052	0.134	0.050	—
F	0.04	8—15	4—9	10—15	0.028	0.013	0.053	0.005	0.006	0.024	0.131	0.025	—

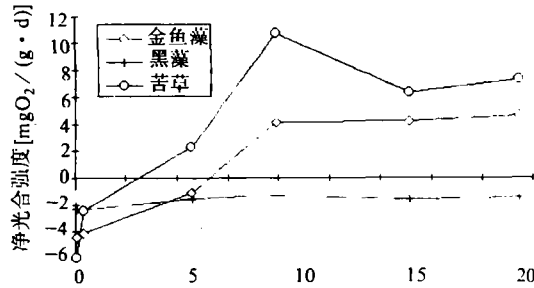


图2 在遮光条件下沉水植物新生苗24h氧代谢强度NP的变化
Fig.2 Effects of light-limitation on photosynthesis of the young shoots of submerged plant

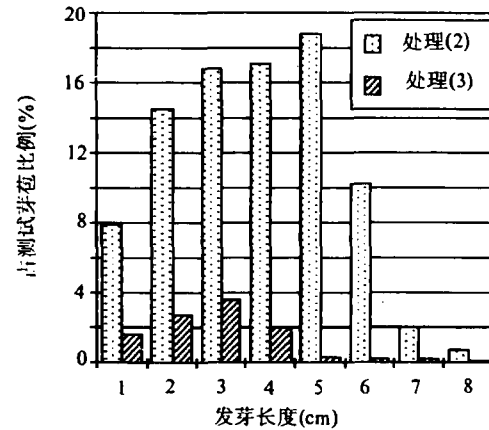


图3 菹草繁殖芽光刺激萌发实验的发芽势
Fig.3 Light-stimulated germination process of *Potamogeton crispus* bud-bud

2.2 菹草繁殖芽光刺激萌发实验

处理(2)中,健壮的菹草繁殖芽在强烈的光照条件下18d后就开始发芽,33d时达到了87.5%的发芽率(表2),有较强的发芽势(图3)。处理(3)中处在湖水表层的菹草繁殖芽同样得以发芽,但发芽率和发芽势远不如健壮菹草繁殖芽。处理(4)、(5)处在完全相同的温度和水质条件下,在强烈的光照条件下处理(4)中的菹草繁殖芽在15天内全部发芽,而在黑暗条件下处理(5)中的菹草繁殖芽则无一发芽。给处理(5)中的菹草繁殖芽以强烈光照,同样能全部发芽。

表2 菹草繁殖芽光刺激萌发实验统计

Tab.2 Light-stimulated germination of dormant buds of *Potamogeton crispus*

处理号	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
培养条件	室内水箱	室外盆内	湖表层	室外盆内	室外盆内	室外盆内
光照(I/I_{max})	<1%	60%	60%	60%	0%	60%
芽包来源	实验区	实验区	实验区	处理(1)	处理(1)	处理(5)
测试数目	400	200	3190	187	187	187
培养天数	33	33	33	15	15	9
培养温度(°C)	17-32	16-35	21-29	23-40	27-41	27-41
发芽数	0	175	336	187	0	187
发芽率(%)	0	87.5	10.5	100	0	100
平均芽长(cm)	0	3.3	2.3	5.7	0	3.6

3 讨论

3.1 几种沉水植物繁殖体的遮光萌发实验

虽然黑藻、苦草及金鱼藻营养繁殖体的萌发无需光刺激,但要使新生苗形成足够的叶绿素和维持正的氧代谢平衡,仍然需要一定的光照条件。黑藻需要 I/I_{max} 大于6%的光照。金

鱼藻能够适应较低的光强,但也应在 I/I_{air} 大于 3% 条件下。苦草块茎中贮存的营养能使它维持较长时间的异养生长,在完全自养之前形成较高的苗体,使其叶片到达较浅的水层,获得较好的光照条件。因此,苦草营养繁殖体的萌发生长更能适应较低的光强,其临界值估计在 I/I_{air} 为 2% 左右。

3.2 菹草繁殖芽光刺激萌发实验

一般认为,菹草耐寒而厌热,菹草繁殖芽在春末形成后要经过一个夏季休眠期,秋末开始发芽,高温是导致菹草繁殖芽夏季休眠的主要原因^[6]。本项实验结果,强烈的光刺激能够有效地打破菹草繁殖芽的休眠而诱导其萌发。因此,导致菹草繁殖芽休眠的主要环境因子可能是光照不足,而并非夏季高温。在自然条件下菹草繁殖芽经过夏季休眠后在秋末至春季发芽的现象可以解释为:夏季高温季节一般水位较高,加之高温引起的浮游生物大量繁殖降低了水体的透明度,使得掉落在湖底的菹草繁殖芽得不到充足的光照而不能萌发。秋末以后水温明显降低,浮游生物现存量减少,湖水透明度增大,遇到较低的水位时湖底便能得到较强的光照,促使菹草繁殖芽萌发。低温期如遇较高水位时,菹草繁殖芽的萌发会受到抑制。夏季遇到特低水位时也会有部分菹草繁殖芽萌发。如五里湖水生植物栽培实验区 1992 年秋季至 1993 年春季水位较低而透明度较高(图 4),菹草生长茂密,最高生物量达 $2600\text{g}/\text{m}^2$ (鲜重);1993 年秋季至 1994 年春季水位较高而透明度较低,虽菹草繁殖芽播种量高于 1992 年,但菹草生长量极小,生物量还不到上一年的 1%。

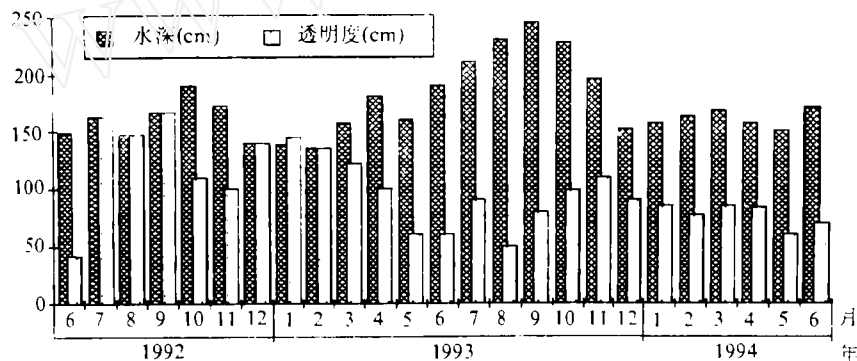


图 4 1992—1994 年五里湖水生植物栽培区水深和湖水透明度的变化
Fig. 4 Water depth and secchi depth in the plant-cultivation enclosure of Wuli Lake from June, 1992 to June, 1994

菹草有较强的耐污性,亦是家禽、家畜及草食性鱼类的优质饲料^[5]。菹草繁殖芽光刺激萌发实验的成功提供了这样一种可能性:利用它建立可周年运转的污水净化生态工程和饲料生产基地。

5 小结

(1) 刚成熟的菹草繁殖芽在强光刺激下能正常萌发和形成健壮的幼苗,这说明,在天然水体中,菹草繁殖芽的夏季休眠可能是因为水底光照不足所致,高水位和浮游藻类是水底缺水的主要原因。引起菹草繁殖芽萌发的临界光照强度尚待进一步研究。

(2) 苦草、黑藻及金鱼藻营养繁殖体的萌发无需强光刺激,但当相对光照强度 I/I_{air} 小于 5% 时能引起幼苗白化和光合作用受阻。因此,在营养繁殖体萌发季节保持湖底相对光照强度 I/I_{air} 大于 5% 是保证这几种沉水植物再生的基本条件。

(3) 沉水植物营养繁殖体萌发期的水底光照条件是决定沉水植物能否再生的关键因素。

参 考 文 献

- 1 连光华、张圣照. 伊乐藻等水生植物的快速营养繁殖及栽培技术研究. 湖泊科学, 1996, 8(增刊): 11-16
- 2 杨清心. 富营养条件下沉水植物与浮游藻类相互抑制关系的研究. 湖泊科学, 1996, 8(增刊): 17-24
- 3 Donald N Riemer. Introduction to freshwater vegetation. New Jersey: AVI Publishing Company, 1984
- 4 Isao Ikusima. Ecological studies on the productivity of aquatic plant communities III, Effect of depth on daily photosynthesis in submerged macrophytes. Bot Mag Tokyo, 1967, 80: 57-67.
- 5 美国公共卫生协会等编著, 宋仁元等译. 水和废水标准检验法(第 15 版). 北京, 中国建筑工业出版社, 1985
- 6 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

LIGHT DEMAND FOR BROOD-BUD GERMINATION OF SUBMERGED PLANT

Li Wenchao Lian Guanghua

(Nanjing Institute of Geography & Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008)

Abstract

Experimental studies were carried out on the basic light demand for brood-bud germination of submerged plant *Vallisneria spiralis* L., *Hydrilla verticillata* Royle, *Ceratophyllum demersum* and *Potamogeton crispus* L. Intense light stimulation could break dormancy of brood-buds of *P. crispus* and lead to germination in the early summer. In natural water body, summer dormancy of *P. crispus* brood-buds may be caused by low light intensity in the bottom. Light was not indispensable for brood-bud germination in the other three plant, but low relative radiation intensity (less than 5%) would cause albino young shoot which could not carry out normal photosynthesis. Thus, light condition at lake bottom in brood-bud germinating season was the key environmental factor for submerged plant to survive.

Key Words Submerged plant, brood-bud, germination, light