

千岛湖次生林优势种植物光合特性 对不同光环境的响应¹

管 铭[#] 金则新^{***} 王 强^{# \$} 李月灵^{# \$} 左 威^{# \$}

([#]台州学院生态研究所, 浙江台州 ^{\$}%; [#]浙江省植物进化生态学与保护重点实验室, 浙江台州 ^{\$}%; ^{\$}上海师范大学生命与环境科学学院, 上海 #%)

摘 要 在林窗 林缘 林下 \$ 种自然光环境下, 对千岛湖次生林优势种马尾松 苦槠 石栎和

(V₁
ssonii
10 S<
massa
glab
31<:
J11<
s

1 S20< QR <
3R3>2504F 1:
01< ROJS :
sclerophy
uca 35 01<
1 824J<
QR L. glab

5 0S25:90
01 25 01 Q:< QR v.
5: ,01< 9100Q>I<
5 01< RQS<:0 =29 I
<S:0QSF 12T3020 X
8 ^F₁ QR P. mas
5P C. glauca X<

332.20

优势种为马尾松、苦槠、石栎和青冈栎^[1]。

在千岛湖次生林内,经踏查,选取林窗、林缘和林下\$块样地,林窗边缘与林缘的最近距离约#%1,林下距林缘约\$%1(样地海拔#%f##%1,坡向西南,坡度约&%(\$个样地由于光照强度不同,导致气温、空气湿度等的差异。林窗近似椭圆形,面积"%%1#,周围乔木高"#f"+1,少灌木,草本层较发达,高度约' % >1,盖度约\$%C(&种优势种个体数较多,位于林窗中央,近似全光环境,光照强度高,气温高,湿度低。林下生境是由高大乔木和浓密灌木构成的荫庇环境,树高约"'1,生境郁闭度为@%C,光照强度和气温偏低,空气湿度较高。&种优势种个体数较少。林缘生境&种优势种个体数较多,多位于群落边缘,部分遮阴,群落郁闭度、光照强度、气温和空气湿度介于林窗和林下之间。各样地在研究期间均定期修剪,保持不同光环境的基本稳定。\$个样地各环境因子的季节变化见表"。

CD= 研究方法

CD=0C 净光合速率测定 试验于#"'"年'月上旬(春季)、+月上旬(夏季)、"'月上旬(秋季)和#"#年#月中旬(冬季)晴朗的天气下进行(在\$个样地中随机选取大小一致、树龄约+2的马尾松、苦槠、石栎和青冈栎幼树各\$株,植株高约"('1,且每种优势种的个体间间隔达"%1(选取植物冠层阳面健康成熟功能叶测定(采用[30]&%%o. 便携式光合测定系统(FIQ, Hi, M5>(, DYB)测定气体交换参数,从+:%%

前采用 HYC%V 便携式叶绿素荧光测定仪 (HV. MO Y>3<5><: ,DYB) ,在叶片自然生长角度不变的情况下 测定 & 种优势种植物的 VYMM 最大光化学效率 ($F_8^F_1$) ,每株植物测定 \$ 个叶片 ,每个样叶测定 " 次 取平均值(

CD! 数据处理

采用 YVYY ") (% 软件对数据进行统计分析 ,采用单因素方差分析 (05<0X2F BLHeB) 和最小显著差异法 ([Y\ 比较不同数据组间的差异 (α g (%)) (图表中数据为平均值 | 标准差(

= 结果与分析

=D C 不同光环境下优势种叶片日均净光合速率的季节变化

从表 # 可以看出 在 & 个季节中 & 种优势种的日均净光合速率 (P_5) 均以林窗最高 ,林缘次之 ,林下最低 ,并且差异显著(马尾松在林窗 林缘中的日均 P_5 为夏季 b 秋季 b 春季 b 冬季 ,差异显著; 林下为夏季显著高于其他 \$ 个季节 秋季次之 ,显著高于冬季

表! 不同光环境下优势种叶片年均光合O光响应参数

3&@5/! ?%&: &5 ' /&% +, G&.&' /0/. * +, 5(2; 0 ./ *G+%/ /): . 1/ +, 9+ ' (%&%0 *G/)/(* (% 9(, / . /% 0 5(2; 0 ./ 2(' / *

光合参数 VI 00Q:F501 <03> 92S21 <0<5	生境 j 2T3020	物种 Y9<3<:			
		马尾松 <i>P. massoniana</i>	苦槠 <i>C. sclerophylla</i>	石栎 <i>L. glabra</i>	青冈栎 <i>C. glauca</i>
光饱和点	I	"\$@# &%B2	"# + # \$@B2	+ ' # # ' - 2)++ # % , 2
[YV	II	+ ' ' # ' BT	@# # # " - T)&& " * , T	&' & "\$ \ T
(μ104 1 ?# : ?")	III	' " ' " ' B>	&@# " &->	\$@& " " , >	# * & + \ >
光补偿点	I	" + (@ ' % (' ' B2	" \$ (% % (\$ * - 2	" % (+ + % (\$ # , 2	* (@ ' % (# * , 2
[, V	II	" # (@ ' % (\$ + BT	* (@ ' % (# * - T	@ (# ' % (# % , T) (% % (" @ \ T
(μ104 1 ?# : ?")	III	@ (* * % (# " B>) (% % (" @ ->	' (% % (" & , >	' (% % (" & , >
最大净光合速率	I	" @ (& % % (' % B2	" # (*) % (\$ @ - 2	" " (\$ * % (\$ \$, 2	+ * \$ % (#) \ 2
A _{12Z}	II	" % (+ ' % (\$ " BT	" % (' @ % (\$ " BT	@ (' @ % (# # - T	@ (' # % (# # - T
(μ104 1 ?# : ?")	III	' () \$ % (") B>) (% \$ % (" @ B ->) (&' % (" * ->	@ (" # % (# " , T
暗呼吸速率	I	# () @ % (% + B2	" (') % (% ' - 2	% (* % % (% \$, 2	% (' * % (% # \ 2
R _p	II	# (& @ % (% @ B2	" (& \$ % (% & - 2T	% (+ " % (% # , T	% (' " % (% " \ T
(μ104 1 ?# : ?")	III	# (" * % (%) BT	" (& \$ % (% & - T	% () \$ % (% # , >	% (\$ @ % (% " \ >
表观量子效率	I	% (% # + % (% % " B2	% (% & \$ % (% % " - 2	% (% & + % (% % " , 2	% (% # % (% % # \ 2
BAE	II	% (% \$ * % (% % " BT	% (% @ % % (% % # - T	% (% @ + % (% % # , T	% (% * " % (% % \$ \ T
(104 104 ?")	III	% (% ' % % (% % " B>	% (% + & % (% % # ->	% (" % \$ % (% % \$, >	% (" " \$ % (% % \$ \ >

著,与马尾松差异显著(

于石栎和青冈栎;林TD (2) Tj 5.549995 0 TD (+) Tj 0.56250

& 种优势种的年均表观量子效率(BAE)均以林下最高,林缘次之,林窗最低,它们之间差异均显著(\$种光环境下优势种的年均BAE:青冈栎>石栎>苦槠>马尾松,且差异显著)

总之,在林窗、林缘中,年均A_{12Z} [YV [, V R_p 均为马尾松最高,苦槠次之,青冈栎、石栎较低;林下生境中,青冈栎的年均A_{12Z}和BAE最高,其次是石栎、苦槠,马尾松最低

不同光环境下优势种年均H₂O响应参数比较

& 种优势种的年均最大羧化速率(V_{max12Z})、最大电子传递速率(J_{12Z})和磷酸丙糖利用率(.VD)均为林窗>林缘>林下,且差异显著(\$种光环境下优势种的年均V_{max12Z}、J_{12Z}、.VD均为马尾松>苦槠>石栎>青冈栎,其中,林窗、林缘中年均V_{max12Z}为马尾松最高,与其他\$种优势种差异显著,苦槠次之,显著高

!

0.50"2857 Tm\$>D(%)588(%)90030TTD(%)T(%)Tj 0.502

表 > 不同光环境下优势种叶片 F_1 aF. 的季节变化

3&@5/ > H/&*+%&5); &%2/* (% F_1 aF. +, 9+' (%&%0 *G/)//* (% 9(,././%0 5(2;0 ./2(' /*

物种 Y9<3<:	生境 j 2T3020	冬季 C350<S	春季 Y9S35=	夏季 YJ11<S	秋季 BJ0J15
马尾松	I	%(@\$ \$ %(' '&B2	%(+%& %(%%# -2	%(+#' %(%%# , 2	%(+% ' %(%%\$ -2
<i>P. massoniana</i>	II	%()@ %(%%&BT	%(@+& %(%%# -T	%(+' ' %(%%# , T	%(@@@ %(%%@ -T
	III	%(' #@ %(%%\$B>	%(@''# %(%%+ ->	%(@&+ %(%%& , >	%(@%' %(%%' ->
苦槠	I	%()&\$ %(%%*B2	%(@+) %(%%# -2	%(+' & %(%%# , 2	%(@* & %(%%\$ -2
<i>C. scle</i>					

物暗适应后的 $F_8 \wedge F_1$ 值变化极小,通常在 10% 以上,表现出稳定的特点^[#*](但在胁迫条件下,该参数明显降低,比值越低说明其胁迫程度越高^[\$%](一般情况下,植物在白天受环境胁迫之后,在晚上有一个恢复的过程,经过一个晚上的暗适应,黎明时值最高(黎明的值比正常情况下低,说明植物正遭受长期的光抑制^[\$'](因此,比较 2 种优势种幼苗凌晨的 $F_8 \wedge F_1$ 可作为是否发生长期光抑制的指标^[\$#](本研究中,林窗中马尾松和苦槠叶片凌晨的 $F_8 \wedge F_1$ 显著高于林缘、林下,且马尾松在春季、夏季、秋季的 $F_8 \wedge F_1$ 以及苦槠在夏季的 $F_8 \wedge F_1$ 均 > 10%,说明马尾松、苦槠的光系统没有受到不可恢复的伤害,表现出对林窗强光生境一定的适应性;林下石栎和青冈栎叶片凌晨的 $F_8 \wedge F_1$ 显著高于林缘、林窗,且在春季、夏季、秋季的 $F_8 \wedge F_1$ 均 > 10%,表明石栎、青冈栎此时的光反应中心的内禀光能转化效率高,适应林下荫庇的弱光环境,在林下利用光的能力更强,生长更好(而林窗、林缘中石栎和青冈栎叶片凌晨的 $F_8 \wedge F_1$ 显著低于林下测定值,且 < 10%,它们在林窗、林缘中所吸收的光能超出了其利用和热耗散的能力限度而产生了光抑制,从而不利于自身的生长(

!!! 2 种优势种的光合参数对不同光环境的季节响应

以往研究表明,处于不同演替阶段的物种,其生理生态特性以及对环境的适应性有很大差别,使得物种更替现象经常发生,从而保证演替能够顺利进行^[\$\$](在千岛湖次生林 2 种光环境中,马尾松和苦槠的日均 P_5 、 $F_8 \wedge F_1$ 夏季最高,而石栎、青冈栎的日均 P_5 、 $F_8 \wedge F_1$ 秋季最高(综合分析地区气候特点和 2 种优势种的光合特性,夏季是阳性树种马尾松和苦槠光合生产的最适季节,它们的日均 P_5 最高,且此时高光强、高温等多种环境因子对马尾松和苦槠的 VY II 反应中心的光化学效率无显著影响,它们没有受到明显的光抑制,能高效利用夏季高光照合成自身发展的物质(秋季是耐阴性较强树种石栎和青冈栎光合生产的最适季节,此时它们的叶片已完全发育成熟,温度、光照等条件适宜,日均 P_5 和 $F_8 \wedge F_1$ 可达全年最高(从这 2 种优势种适应不同光环境的策略可以看出,2 种优势种日均 P_5 和 $F_8 \wedge F_1$ 的季节变化趋势的种间差异是环境条件和植物体自身生长节律共同作用的结果(正是由于优势种间这种光合生理生态特性的差异,才使得群落演替能够顺利进行(

1 结 论

在千岛湖次生林中,各优势树种对光资源的争

夺成为影响群落演替进程的重要因素,植物的综合光合生理生态特性是决定千岛湖次生林优势树种能否在群落中继续占据优势地位的重要因素(马尾松是强阳性树种,在光照强度充足的群落中,其物质积累能力较强,生长较快,

[1] W125= E01 (张一平) , [2] E02 (马友鑫) , [3] E03 (刘玉洪) , *et al* (.1<S10PF5213> >12S2>0<S3:03>