几种海藻的萤光诱导现象研究初报*

武宝玕　郑舜琴　　肖光琰

（中国科学院海洋研究所）（中国科学院化学物理研究所）

在三门海藻的吸收光谱的比较研究的基础上[1]，作者对其中七种膜状海藻的萤光诱导进行了初步的比较研究，找出了三门海藻的萤光诱导的特点；同时还对暗期、光強以及色光等因素对萤光的影响作了探讨，为将来光化学反应方面的研究积累一些基础数据．本文报导这方面工作的主要结果．

选取了七种膜状体的种类为代表，包括绿藻中的孔石蓴（*Ulva pertusa*）、长石蓴（*U. linza*）和肠浒苔（*Entromorpha intestinalis*）；红藻中的海膜（*Halymenia sinensis*）和条斑紫菜（*Porphyra yezoensis*）；褐藻中的海带（*Laminaria japonica*）和裙带菜（*Undaria pinnatifida*）．除人工养殖的海带外，其他海藻均系自然生长并采自青岛沿海肥沃海区．

用法国制分光光度计（Jobin and Yevon, Macron II）的萤光测定装置测定上述海藻的萤光时间进程．将待测材料固定于样品杯中，然后在杯中注入海水．经过预定的暗期后，在室温下利用上述分光光度计中单色仪所获得的单色光进行激发．藻体发射的萤光透过一块红色滤片（最大透过波长 680，截止波长 600 毫微米），进入光电倍增管接收器中．产生的光电流经多级放大后，在宽标尺的检流计上即可直接观察到萤光随时间的变化．由于检流计的时间滞后现象，约在曝光后的第五秒钟才开始读数．初步结果如下：

1. 三门海藻的萤光诱导的比较

从所测定的七种海藻的萤光诱导曲线看来，各门海藻似皆具有自己门类中大体相似的诱导曲线，而不同门类之间则有显著区别．图 1 中举出 4 种有代表性的曲线为例，显示各门海藻的萤光诱导的规律．绿藻的萤光诱导曲线中显现出一个较为強烈而稳定的第二波，波峯往往高于所能测到的初始萤光值，约在 5 分钟后才逐渐衰減到稳定态．红藻在曝光后约 1 分钟內萤光即迅速衰減，尔后有的红藻的曲线中出现一个第二波，有的则不出现．褐藻则与以上二者相反，曝光后萤光不是衰減而是增強．在海带（幼龄期）的诱导曲线中显现出更为复杂的现象．在 5—30 分钟的暗期后，其曲线中相继显现出了两个波．若分别以 A、B 表示，则 A 波出现在曝光后的 10—20 秒內，B 波则出现在 1—2 分钟之间．且如后述两者峯高可以变化．

由图 1 亦可见，与高等植物的叶子相

---

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 317 号．

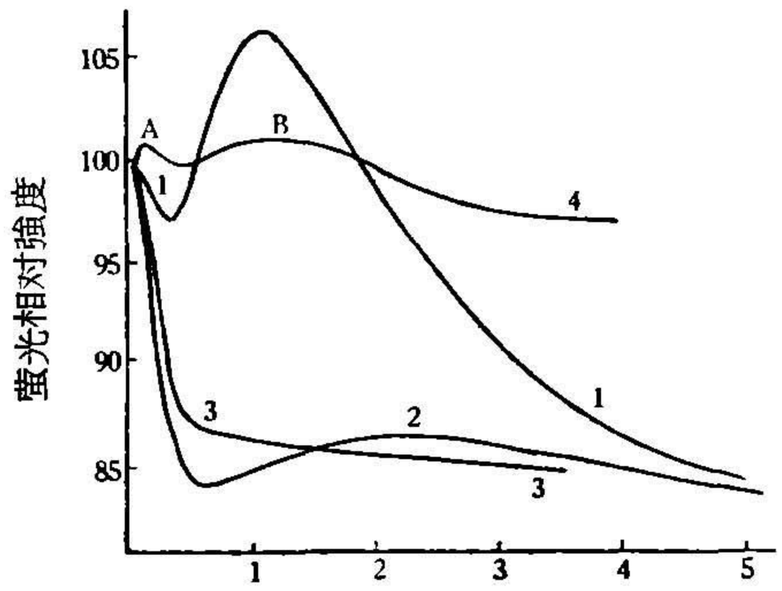


图 1　四种海藻的荧光诱导曲线

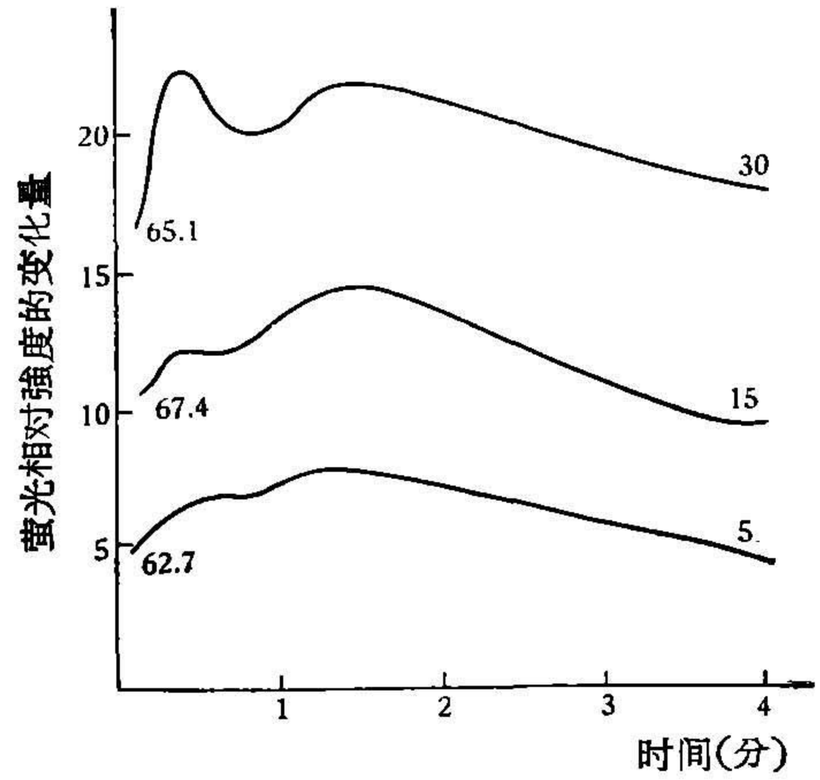
1.绿藻孔石蕻；　2.红藻海膜；
3.红藻条斑紫菜；　4.褐藻海带
激发光波长 520 毫微米．　曲线 1、2、3、4 的暗期分别为 15、30、15、15 分钟．　光源为分光光度计中的钨灯；　缝宽及高度已加以调整，以求等效激发

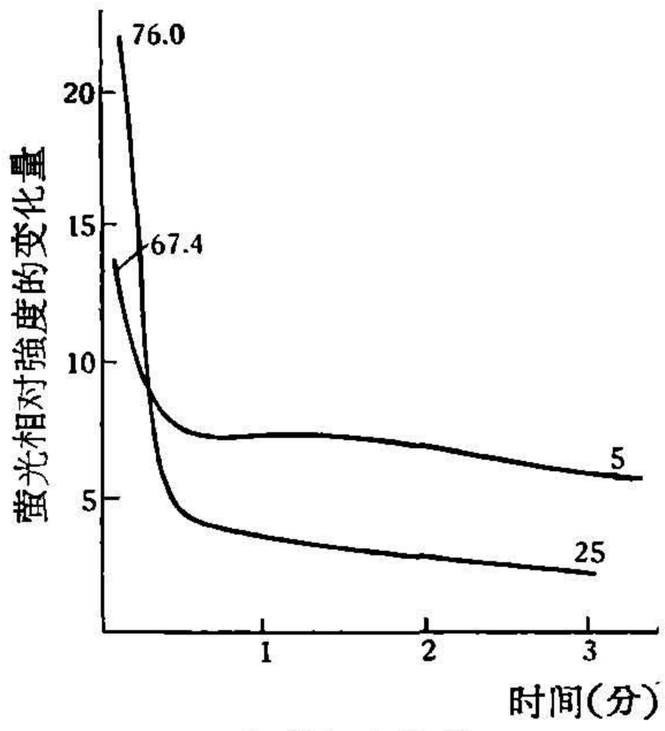
比，三门海藻的荧光诱导又有其共同特点，即除条斑紫菜外，其他 6 种海藻的第二波一般均较显著，而第一波皆衰减得较迅速(其上升部分在现有实验条件下不能测出)．因此，这类荧光诱导大体上符合于 Rabinowitch 所谓的第二类型[2]．

2. 暗期等因素的影响

上述结果是在一定的暗期及光强下测得的．为了肯定这些结果的有效范围并研究其它因素对其荧光诱导的影响，还测定了暗期、光强及光反应抑制剂等因素对海藻荧光诱导的影响．图 2 示不同暗期对三种海藻的影响．暗期变动范围是 5—30 分钟，图中对每种海藻只示出两三个暗期，以说明其变化趋势．无论对海带、条斑紫菜或孔石蕻，加长暗期只使波形更明显，但并不能改变它们的荧光诱导曲线的基本形状．

不同强度的绿色激发光 (520 毫微米)对这些海藻的荧光诱导曲线的影响也不大．在二、三倍的光强变化范围之内，提高光强只能使荧光的强度增大，并使波形更明显，但





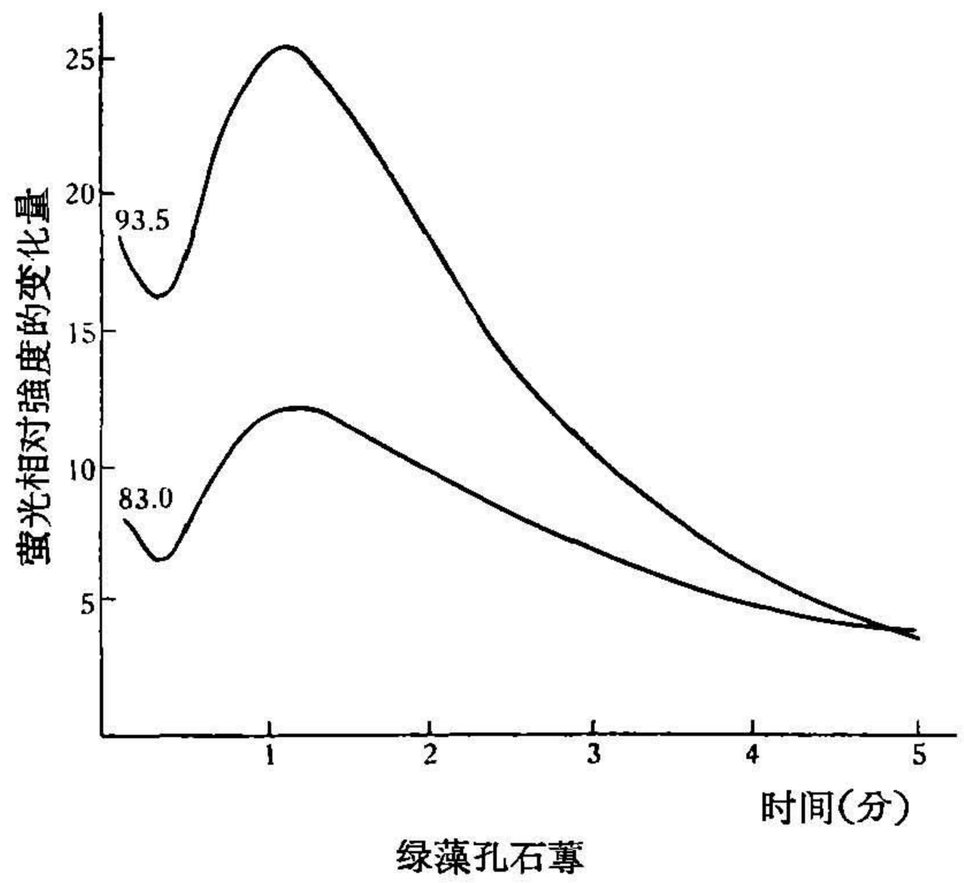


图 2　不同暗期对三种海藻荧光诱导曲线的影响

激发光波长 520 毫微米．曲线前端数值为初始荧光强度的相对值，曲线后尾数值为照光前的暗期(分)

也不改变曲线的基本形状．另一方面，几种光反应抑制剂对多种绿藻的萤光诱导曲线的形状却有显著影响．这说明萤光诱导与光化学反应有密切关系．光反应抑制剂对其他海藻的影响尚待研究．

3. 两种单色光的影响(色光效应)

存在于褐藻中的岩藻黄素是一种具有显著光合活性的辅助色素，它与叶绿素间的能量传递已被证实[3]．用为活体中叶绿素 a 吸收的蓝光(450 毫微米)及主要为岩藻黄素吸收的绿光(520 毫微米)对海带的同一片藻体分别在等暗期后进行等效激发（即产生大约相等的萤光强度)，然后测定其萤光时间进程，初步结果如图 3 所示．

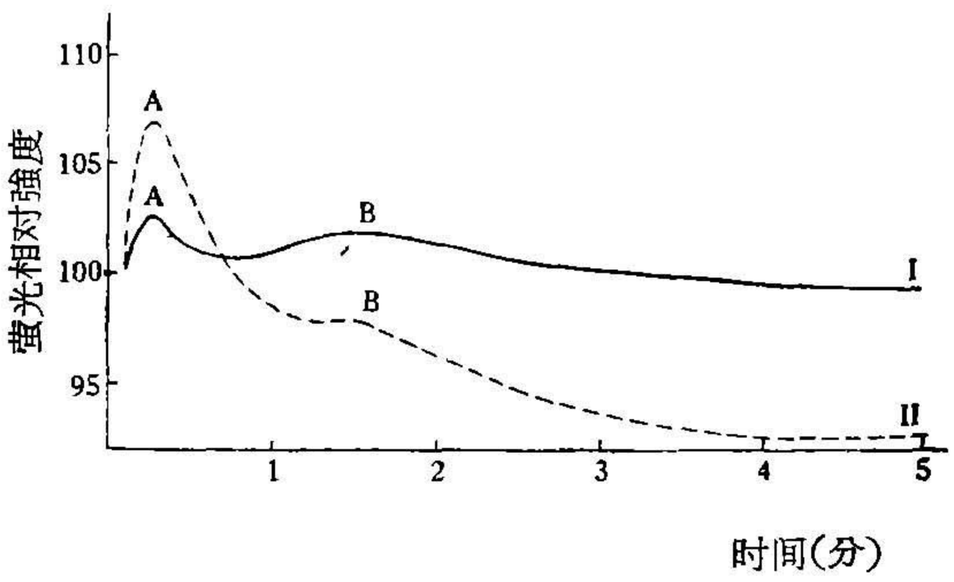


图 3　褐藻海带萤光诱导的色光效应

曲线 I 及 II 为分别用 520 及 450 毫微米单色光激发的结果

从图 3 可见，两种色光对海带的萤光诱导的效应有明显的差别．蓝光引起 A 波的增强，加剧了萤光随时间的衰减；绿光则相对地增强 B 波，从而使 A、B 两波高度相近，并使萤光初始值与其稳定态值相近．根据前述结果，这些变化与暗期及光强因素关系不大，而主要是由于不同色光激发的结果．为了进一步验证上述现象，用绿藻孔石蓴作同样的试验．两种波长(440 或 520 毫微米)的激发光对于该藻的萤光诱导曲线并未引起明显的差别．

在绿藻中，无论是 440 或 520 毫微米光都是由同一个色素系统吸收的；而在褐藻海带中，则是分别由两个色素系统，即叶绿素 a 和岩藻黄素吸收的．因此，在海带中观察到的萤光诱导现象的色光效应与两个色素系统的作用有密切的关系．由于能量传送过程极快，但此种色光效应的过程则慢得多，而且由能量传递取得的光能与由色素自身吸收的光能不会引起其萤光诱导上的差别，故推测上述效应与由两种色素引起的不同的光化学反应的关系更为密切．这些结果有待进一步验证与研究，特别是不同顺序串联使用两种色光的作用、不同生理状况和不同种类海藻的比较，以及放氧诱导等现象，均有待研究．

参 考 文 献

[1] 周百成、郑舜琴、曾呈奎，几种绿藻、褐藻和红藻的吸收光谱的比较研究(待发表)．

[2] Rabinowitch, E. I., *Photosynthesis and Related Processes*, Interscience PubL., New York, V. 2, pt. 2, 1313—1429, 1956.

[3] Dotton, H. J., Manning, W. M. and Duggar, M. B. M., J. Phys Chem., **47** [4], 308—313 (1943).