

知识介绍

生物发光现象在环境科学中的应用

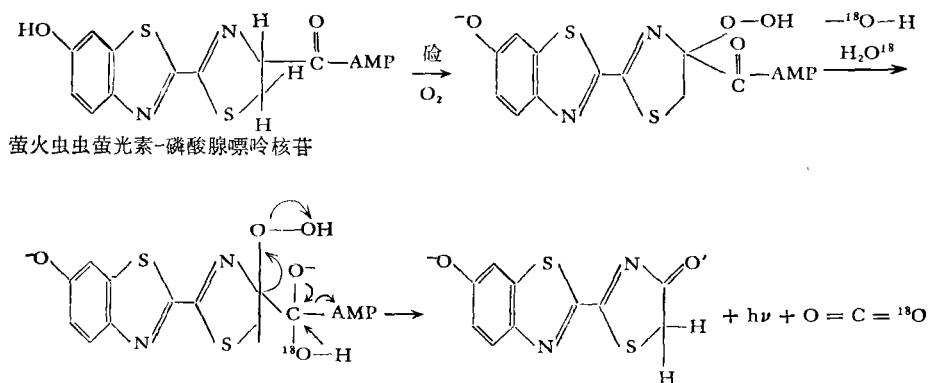
林 海

(武汉医学院环境卫生学教研室)

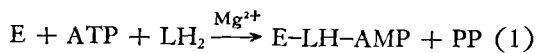
在自然界中,生物发光是一种常见的现象,不管是在陆地或是海洋都有发光生物的踪迹,不过最多的还是在海洋中。在海洋的发光生物中有细菌类如磷光细菌(*Photobacterium phosphoreum*), 腰鞭毛虫如 *Pyrosystis lunula*, 腔肠动物中有发光的海笔、水螅、水母, 软体动物中的萤乌贼 (*Watasenia scintillans*), 节肢动物中甲壳类的磷虾 (*Meganyctiphanes norvegica*)、刺糠虾 (*Acanthephyra* spp.), 鱼类中七星鱼目的新灯笼鱼 (*Neoscopelus microchir*) 及巨口鱼目的刀光鱼 (*Yarella illustris*) 等等。陆地发光生物最为

大家熟悉的就有萤火虫。

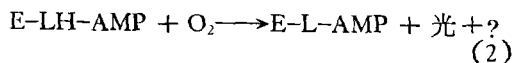
近一百多年来,科学家们一直探讨着这些发光生物体内的发光物质及发光机制。终于在 1948 年美国科学家 McElroy 报告从萤火虫中提取出的两种物质中,一种可能含有虫萤光素 (luciferim), 一种是虫萤光素酶 (luciferase), 它们在 ATP 存在下会发光^[1]。1975 年 White^[2] 在很多人工作的基础上用氧的同位素 ^{18}O 标记的方法研究了虫萤光素的生物发光及化学发光的过程,证实于其反应过程如下:



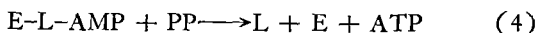
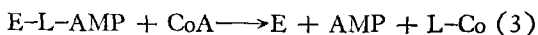
上面反应的酶促反应过程可以用下列简化的化学反应方程式来表达虫萤光素(LH)及虫萤光素酶(E)在 ATP 存在的情况下的发光过程:



(1) 式是整个酶促反应中的反应速度限制性的一步。



而酶从 E-L-AMP 复合物中释放出来可能是通过下面两个反应中一个或是两者同时来实现酶促反应的循环。



反应式(1)~(4)中的 AMP 是一磷酸腺嘌呤核苷, ATP 是三磷酸腺嘌呤核苷, E-LH-AMP 为酶合虫萤光素腺嘌呤核苷, L-CoA 为

脱氢虫萤光素辅酶 A, CoA 为辅酶 A。

生物发光这一自然现象在环境科学中的应用是多方面的,最简单的办法是直接利用生物体本身,例如美国贝克曼(Beckman)仪器公司制造的一种 2055 型毒性分析仪(Microtox Model 2055 Toxicity Analyzer)就是利用海洋中的那种磷光细菌的纯培养物冻干品作为生物指示剂,用该仪器来测定磷光细菌接触某种毒性物质或环境毒性污染物后细菌萤光减弱的程度,从而推知该物质的毒性。用这种方法进行毒性试验,比起其他的动物毒性试验来,具有迅速(测试一个样品用不到半小时),灵敏、准确、可靠、方便等优点。

比较复杂的方法就是利用虫萤光素及虫萤光素酶来检测生物体中的 ATP。因为 ATP 是作为一切生物细胞能量反应的动力而存在于一切细胞之中,它是生物大多数酶促生化反应的最基本的磷酸化剂,因而是细胞代谢的基本能量的来源。一般它只在生命系统中存在,只有在很罕见的情况下,才会在无生命的系统中发现有 ATP^[3],因此 ATP 的测定可以认为是测定一个系统中生活着的生物体量。这样检测 ATP 就比检测蛋白、核酸、有机氮或氮/磷比率等,有更多的优越性。

从这一基点出发,有人开始用 ATP 的检测来测定湖泊及海洋等水体的生物量(biomass)。1976 年 Tiffet^[4] 研究虫萤光素及虫萤光素酶检测废水消毒处理后的 ATP 含量与废水消毒后大肠菌群数量的关系,其实验得出的结果是:在消毒后的水中总大肠菌群与粪大肠菌群的减少与 ATP 的减少量是平行的,并求出粪大肠菌群与 ATP 测定之间的线性关系系数(原水中为 0.035,消毒的水中为 0.759)。他从实验中得出这样的结论:因为在未经消毒处理的废水样品中占 ATP 较大部分的微生物对消毒剂的抵抗力比粪大肠菌群要弱,经消毒后粪大肠菌群占总活着的微生物量比例大,因此用 ATP 这一指标来观察其消毒效果及水质的卫生情况与目前所用的

常规指标一样安全可靠。

1975 年 Levin 等人^[5]用虫萤光素及虫萤光素酶来检测废水活性污泥处理厂污泥中的 ATP,将它作为污泥中活体生物量的一项指标,以此来控制调节污水处理中的运转过程,他们通过一个月的试验,认为通过 ATP 这项指标可以有效地控制污水的处理过程,使其运转良好,证明污泥中 ATP 的含量与污泥的代谢活性之间是有密切关系的。

Levin 等同时也进行了 ATP 测定方法的探讨,他们所用的 ATP 测定方法要点如下:虫萤光素及虫萤光素酶冻干品(美国杜邦化学公司制造,保存于 -10°C)每天用吗啡啉(Morpholine)冲液按制造商的说明书配成溶液,ATP 标准液是每周用 $\text{pH} = 7.75 \cdot \text{Tris}$ 缓冲液(0.0025M)来配成 1mg/l 含量的贮备液,用前再配成 10—0.01mg/l 的稀释系列;污泥中 ATP 的萃取是用沸热的 Tris 缓冲液对稀释的污泥在沸水浴中处理 1 分钟(经过与其他的萃取方法对比,这种方法最好)。测定用的仪器是萤光光度计。方法是将 10 μl 的样品或标准 ATP 的稀释液注入样品池中,然后将池放入仪器中,再加入虫萤光素-虫萤光素酶混合液 50 μl 于样品池中,记录发出的萤光量。

随后 Kennicutt II^[6] 又将这个方法应用于物质的毒性分析,通过实验证明 ATP 的浓度变化是物质毒性的迅速可靠的指示物。他测试了 pH 值变化、氯仿、丙酮、丙烯醛及氯化汞的毒性效应,结果证明丙烯醛及氯化汞是这些物质中最毒的物质,氯化汞在 1ppm 的浓度下接触 1 小时就使 ATP 损失近 100%,而氯仿在其溶解度的极限值(5ml/l)接触六个小时后致使 ATP 的浓度减少 40%。因此他认为用 ATP 的虫萤光素-虫萤光素酶的测定方法对监测和预见环境污染物的长远影响方面是有用的。将这个方法与毒理的急性致死试验和半致死试验结合起来,在评价水体环境中潜在的污染物的毒害作用方面也是有价值

的。

关于生物发光的化学物质及化学机制的研究工作还在不断深入,最近在海洋发光生物的发光物质及其反应机理方面又有一些新的进展^[7-8]。我们相信随着研究的深入发展,它在环境科学方面的应用将开拓出更为广阔的前景。

参 考 文 献

[1] McElroy, W. D., Proc. Nat. Acad. Sci. USA,

33, 342(1948).

[2] White, E. H., J. Am. Chem. Soc., 97, 198 (1975).

[3] Ponnamperna, C. et al., Nature, 198, 1199 (1963).

[4] Tiffet, E. C. et al., Environ. Sci. & Tech., 10, 1268(1976).

[5] Levin, G. V. et al., Environ. Sci. & Tech., 9, 961(1975).

[6] Kennicutt II, M. C., Wat. Res., 14, 325(1980).

[7] Dunlap, J. C., Proc. Nat Acad. Sci. USA, 77, 394(1980).

[8] McCapra. F. et al., Nature, 286, 660(1980).

常用地图学方法在环境制图和研究中的应用

季子修 蒋自巽

(中国科学院南京地理研究所)

在进行区域环境调查和研究时,常常采用制图方法来表示各种环境现象的空间分布特征和数量质量指标。环境制图既可作为环境研究的一个基本手段,又是环境研究的一项重要成果。通过制图,有助于查明环境质量在区域空间内的分异原因、结果和趋势,对研究环境质量的形成和发展、进行环境区划和制定环境保护措施具有实际作用。环境地图具有直观、清晰、可以量度和对比等明显特点;一幅编制很好的环境地图,可以节省大量的文字说明。因此,它愈来愈受到各方面的重视。

由于环境问题涉及到各种人类活动和各种自然要素及其相互间的复杂关系和综合表现,所以制图学中各种自然专门图和经济专门图的编制原则和方法,在环境制图中均可借鉴和应用。这里根据我们工作的体会和环境制图的特定对象,叙述几种大、中比例尺的环境制图的方法及其应用范围。至于编图中的一般问题,不再赘述

一、一般环境现象的表示方法

表示环境现象和有关事物的位置、性质和数量特征的地图,是一般的环境图,常用的编图方法可归纳为下列几种。

1. 定点符号法

在确定的地点上,用一定形状或颜色的符号表示环境现象和有关事物。用不同形状或颜色的符号区分环境现象的性质,用不同大小的符号区分环境现象的数量。此法适宜编制各环境要素的采样点位置图(图1)、各

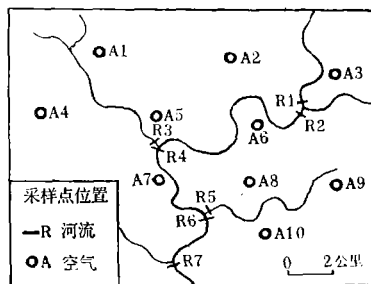


图 1