

# 大气污染与植物和人类

谷山铁郎 (三所大学)

日本的环境污染已有100多年的历史了,伴随着硫的氧化物对大气污染和光化学烟雾污染等物质种类与数量增加,污染的地域范围也更加扩大。现在作为全球性的污染问题,已到了该考虑对策的阶段。

1.影响植物的主要大气污染物质及其污染源 作为大气污染物质,主要有硫的氧化物和氮的氧化物,对森林危害的主要污染物质是硫的氧化物。近年来对农作物受害原因进行调查表明,区域性大范围的大气污染主体有光化学烟雾,成份是氮的氧化物,其固定发生源是石油联合企业,而汽车和轮船等移动发生源也在增加。疼痛病和水俣病的致病物质是重金属类。除大气污染和水系污染外,这两者的复合污染也是常见的,特别是近年来进入高速运输时代,在日本的高速公路网上,汽车排放出氮的氧化物和乙烯等物质,同时,在轮胎里还含有重金属类,这些都污染着道路

表 1.影响农作物生产的主要大气污染物质和重金属及其发生源

(谷山 1978)

大气污染物质	主要发生源
硫氧化物	石油精制工厂, 火力发电厂, 冶炼厂, 石油, 硫酸制造化学工厂, 锅炉, 活火山
氮氧化物	火力发电厂, 石油精制工厂, 冶炼厂, 汽车
光化学烟雾	氮氧化物, 碳氢化合物等的光能
氟化物	铝冶炼厂, 陶器制造工厂, 磷酸肥料工厂
乙 烯	石油精制工厂, 合成橡胶工厂, 汽车, 都市煤气制造厂, 聚乙烯工厂
煤 灰	火力发电厂, 水泥厂, 冶炼厂, 垃圾焚烧炉, 锅炉, 石油精制工厂
氯	化学工厂, 垃圾焚烧炉, 净水场
重金属类 (Cd, Pb, Zn, Cu)	冶炼厂, 水泥厂, 轮胎厂, 电镀厂, 垃圾焚烧炉

表 2 由重金属而产生的耕地污染型和发生源

(谷山 1979)

污染型	污染特征	发生源
大气系污染	发生源周围的耕地高浓度污染, 距离变远浓度变低, 在水田的进水口和出水口处在污染程度上没有什么差别, 下层土的浓度变低。主要因为受风向支配。	冶炼厂, 水泥厂, 焚烧炉
水系污染	越接近发生源的排水口处, 污染浓度越高, 越往下游浓度越变低。对水田污染来说, 水口 > 中央 > 出水口的浓度最高。对河川或者海底土也可看到高浓度的污染, 与河川的水资源利用具有密切关系。	冶炼厂, 电镀工厂, 矿山堆积厂
复合(两系)污染	没有看到在水田的进水口, 出水口等污染程度的不同, 风向和河川的水资源利用没有关系	冶炼厂, 汽车轮胎

周围的水田——旱田和农作物。从表1和表2中,可以看出影响农作物生产及污染耕地的污染物质及其来源。

**2. 植物被害的特征** 在生态系统中,关于高等植物的作用,这里不多加讨论,但是作为故乡的神社林,却使人不能忘怀,松树、杉树、桧树(日本扁柏)经过几十年或几百年连续不断的繁衍,在城市绿地减少的情况下,只有见到神社林的面貌才觉得心旷神怡。可是如果进到其中仔细观察,就会发现由于大气污染而使地衣类的数量在减少。作为日本近代公害的大气污染成为社会问题尚不到20年,假如从人类悠久的历史或从地球上生物发展的历史来看,20年只不过是短暂的一瞬间。近代公害的起点是在三重县四日市地区,神社林的山野漆树(黄栌)经过6月、8月、11月的三次红叶、落叶,就是说在一年之中可以看见三次春天和秋天到来的这种异常的落叶现象。在伊势湾周围,赤松几乎见不到了,黑松也只不过是散在的一点点,实际上赤松比黑松在大气污染弱的情况下就有反应了。另外在川崎市大气污染强的地方的小学校中,学生们种的牵牛花只爬到30—50厘米左右就不生长了,而且也见到只开一朵花就枯死了的异常现象。像这一类的生物异常现象,在公害地区多少都能见到。一般说来,植物被害有三种形式:第一种,无论是高浓度或是低浓度的大气污染,植物长期在大气污染环境侵袭下而枯死,这是一种最厉害的反应。第二种,尽管没有达到枯死,但是一看到叶和花瓣等有受大气污染所特有的现象,也可以判断出这种植物受害了,像这种被害形式叫做“可视被害”。第三种,乍一看起来好像是健全的植物,可是也得测定其重量,数一数其生产出的种子数,此时方能知道它也是受害的,这种受害是在低浓度污染下,经过长时间的光合作用或呼吸作用的影响而引起的,叫做“不可视被害”,不可视被害是极其不容易判明的。枯死—可视被害—不可视被害—健全,这些阶段不是不连续的,也有连续的,经过长期被大气所污染,慢慢地会带来生态系统的变化。

**3. 复合污染和生物反应** 大气污染以单一污染物质存在是稀少的,一般多为数种污染物质混在一起,而且在光化学反应或水蒸气的吸附变化等方面是极为复杂的,所以叫它是空间大化学。大气污染物质给生物的影响,由于复合污染而使被害量加倍增,把被害量加倍增大的称为相乘受害;受害量由于复合比单一物质而增大则称为相加受害;再是由于单一物质比被害量还要减少的则称为相杀作用或称拮抗作用。如表3所示,二氧化硫和臭氧以及二氧化氮之间所见到的可视被害,其大部分是相乘作用,其次才是相加作用,像这样大气污染物质的相互反应作为毒物的生态反应是有其相应的位置的。

**4. 硫的氧化物总量规定与水稻产量的反应** 在大气污染地区的四日市栽培了水稻,于1972年调查了大气污染对水稻发育和产量会带来什么样的影响,其结果很清楚,在当时,硫的氧化物大气污染与水稻产量有密切关系,随着硫的氧化物大气污染度的增加,水稻的发育、籽粒,产量都将会减退,这是很明显的。现根据水稻农林统计资料,把四日市开展石油联合企业以来水稻减产程度与历史情况作一对比。

南北长达70公里的伊势平原,是铃鹿山系河流冲积面形成的冲积平原,自古以来,本区生产的水稻在全国占有重要地位。由伊势湾获得的沙丁鱼,自古以来就利用它作为水田的有机肥料,这在土壤改造上很早就起到了先进的作用。四日市石油联合企业成为工业化的代表,是地域开发政策的先行行动。日本最初的近代化学联合企业始于1958年。由联合企业工作开始那时候起,四日市地区每10亩粗米(玄米)产量降回到三重县全县的平均产量,年变度十分显著。当时因为烟筒的高度是在地上60—70米,还没有脱硫装置,以高浓度的硫黄氧化物为中心的大气污染物质,随着海风侵袭到四日市地区的水田地,在出穗开花期前后给作物带来了特别明显的灾害。当时在水田中树立了公害田的标记。不久,公害又侵蚀到人体,在化学联合企业工作开始后的第四个年头,方见到公害患者的发生,公害问题终于成为社会问题了。作为企业对于公害采取的对策,

当时考虑到用高烟筒扩散的方式，于1966年在地上建了150—200米高的烟筒，而高烟筒化又带来一些什么呢？虽然见不到像过去那样低烟筒高浓度疾风污染等现象，但是却把污染的范围扩大了，结果是污染物朝着过去非污染地带的纯农业山村地区扩散了，稻米的减收极其显著，每10亩产量下降52.4公斤。可以说这是由于高烟筒化而延长了污染时间和扩大了污染区域引起作物显著减产。作为可视被害的公害田虽然减少了，但是由于光合成生产低下，于是又进入了不可视被害的阶段。随着稻谷减产逐渐扩大，把人体被害地域也扩大了，所以高烟筒化终究是解决不了公害问题的。1973年在全国首先作了硫黄氧化物总量规定，1977年着地浓度规定在0.017ppm以下，按照硫黄氧化物的总量规定，水稻作物有了改善，几乎接近三重县的平均产量了。然而一直到1984年四日市的粗米（玄米）产量还未恢复到石油联合企业工作开始以前的状态。水稻这种作物在四日市的大气污染下是有生态反应的。

表3. 关于植物影响（可视被害）与二氧化硫和各种大气污染物质之间的相互作用

（松中 1975）

与SO <sub>2</sub> 的相互作用	臭氧 (O <sub>3</sub> )	二氧化氮 (NO <sub>2</sub> )	PAN	氟化氢 (HF)
相乘作用	烟草，洋白菜，萝卜，西红柿，菠菜，白菜，玉米等	燕麦，萝卜，大豆，烟草，西红柿，黄瓜，豌豆，云豆等		
相加作用	两瓦斯的高浓度处理 (SO <sub>2</sub> : 1.0, O <sub>3</sub> : 0.1ppm)			唐菖蒲
拮抗作用	洋葱，洋白菜，萝卜，西红柿，菠菜，烟草等		云豆	温州桔子

5. 围绕大气污染人类与植物的关系 从农学上看水稻减产是由于以硫的氧化物为主体的大气污染物质所引起的，这一点很明确了，再从医学上看四日市的气喘病也是由于硫的氧化物大气污染所引起的，这也搞清楚了。对于大气污染植物和人类的反应有下列表现：作为对植物的影响，从1958年把四日市划为大气污染区域开始，水稻对大气污染的反应是以减产的形式表现出来；然后，作为对人体的影响，是以慢性支气管炎或者喘息性支气管炎的形式表现出来。稻谷最显著减产是1965年，在四日市1966年喘息病发病率为最高。由这两点可以看出植物对大气污染有敏感的反应，从人类生活环境健全的观点出发，为保护全人类的生活环境维持人类健康，探索对大气污染的指示性植物及其利用是有重要意义的。

6. 生物、人类的环境保护 作者认为，求出影响作物生产和植物生长的污染低浓度界限值，对于探讨植物保护和作物生产环境的保全，是极其重要的因素。1978年在考察硫的氧化物有减少倾向的时候，在四日市地区作为影响人体健康的“四日市气喘病发生及公害患者的死亡率”尚未见减少。在日本国污染地区里，四日市同川崎市和大阪的西淀川地区等比较起来，环境污染还是有所改善的，可是作为对影响人体健康的四日市气喘病患者没有减少，原因有二，其一，环境污染是由于复合化所致，其二，在现在的环境基准上来看四日市地区环境污染的主体物质不完全是硫的氧化物。从石油联合企业生产那年起，水稻就开始减产，植物就发生被害了，从那时起五年后，就看到作为影响人体健康的“四日市气喘病”的发生。所以在污染浓度和污染时间方面，作物的减产要比四日市气喘闭塞性呼吸器官疾病更早一些。从植物的生理生态过程来看，其受污染是经过可视被害阶段直到枯死，而这种过程对于人体影响来说，表现出来的便是健康障害，身体不协调，例如：学令儿童因患呼吸器官疾病而缺席率增加，还可见到儿童气喘病的发生等呼吸机

# 土壤微形态研究方法的现状和进展\*

P. Bullock

微形态学是在超出肉眼能见范围的观察水平上对处于自然状态土壤进行研究的一种技术,例如未受扰动的垒结和结构。在微形态学范围内有三种主要的观察水平。

1. 立体显微镜观察。这通常是在放大1—30倍范围内进行的。其包括在田间或实验室使用双筒立体显微镜。可以在样品没有事先干燥或浸渍的自然状态下进行观察,并可在观察进行时将其分解。

2. 薄片的检定。应用这一技术,对采自田间的样品需经过风干、冷冻干燥或丙酮交换去除其水分,接着用聚脂或环氧树脂将其浸渍为条件。这种浸渍的样品固结后,用金刚石锯切成薄片并将其固定在载玻片上,然后磨至厚约30微米。这一方法中,能被加工样品的大小,近年已有增加,为努力做到更具代表性,现已可制作20×13厘米的薄片。薄片可在放大6—1000倍范围内进行检定,以提供土壤组成分,它们的空间分布和与各种土壤形成过程有关的形成物等资料。(Bascomb和Bullock, 1976; Brewer, 1976; Bullock等, 1984)。

3. 扫描电子显微镜(SEM)观察。这种技术是将小的样品镶嵌在铝柱上,用金、碳、钼或增强样品传导率的这类化合物涂覆,然后在扫描电子显微镜下放大100—50000倍进行检定。这一技术具有视域深度大和放大倍率高的优点。

上述三种研究方法,薄片检定已是土壤微形态学中最重要的一個方面,并是本篇中的重点研究方法。目前,微形态学已在土壤学各学科分支中得以应用,包括矿物学、物理学、化学、生物学和土壤学,以及许多不同的学科,例如农业、考古学、生态学和土壤机械学。过去,它最广泛地被用于土壤学中研究土壤形成及其形成过程,并帮助发展了土壤分类系统中的标准。

本文重点在于土壤形成及其形成过程有关的那些方面,而不是要涉及已得到应用的微形态学方面的全部使用范围。它试图说明,在研究第四纪的科学家们可能要求回答的以下问题中,微形态学为什么会是重要的。

1. 土壤或沉积物是一种特殊的物质吗?
2. 若那是一种土壤,造成土壤形成的主要过程是什么?
3. 与第四纪特殊时期有关的土壤形成过程可以识别吗?
4. 对于识别在第四纪土壤中,土壤形成活动的顺序可能达到何种程度?

---

\*大题目是译者改加的。因为本文系译自土壤和第四纪景观演化(Sol and Quaternary Landscape Evolution)论文集中,微形态学在第四纪土壤形成过程研究中的作用(The Role of Micromorphology in the Study of Quaternary Sol Processes)一文的前言部分。这一部分的内容完全适合更广泛的土壤研究。

---

能障碍,即所谓公害病患者,严重的时候以致死亡。

现在各地区的污染状况以及从四日市地区的实际情况来看,作为污染对植物影响的界限是单位时间内低于0.02ppm才能回复到健康的环境上来。而作为生物中的人类健康,需要健康的环境,也就是说只有植物的环境健康,才意味着人类生活环境的健全。今后对此问题有必要加以探讨。

赵佩心摘译自《国土问题》31号特集,为了人类生存环境的再造,1985.7。