

京津地区大气微生物本底研究*

谢淑敏

(中国科学院生态学研究中心)

大气微生物包括细菌、霉菌、放线菌、病毒等。从环境保护角度看,它们是空气污染物,有些细菌和霉菌能使人、动物、植物致病,很多细菌和霉菌使工农业原料和产品腐败霉烂。因此,大气微生物是一个值得重视的环境问题。

大气微生物是气挟微生物,随着气流的流动而飘移,其来源复杂,在研究其问题和规律性时就存在着一定的困难。对大气微生物的研究可以追溯到十七世纪,但在本世纪以来,特别是近几十年,很多国家如美国、法国、英国、印度、瑞典、日本和我国等都开展了研究。1978年在慕尼黑召开了第一届国际大气生物学会。此后研究成果逐渐增多。1982年国际空气生物学协会、国际生物科学联合会等在美国华盛顿召开了第二届国际大气生物学会。从这些国际学术会议,可以看到大气微生物学的发展及近年来日益受到重视的情况。从研究的广度和深度看,大气微生物的研究一般多限于一个或几个采样点,个别国家在稍多一些的采样点上工作,说明的问题多是小范围的大气微生物污染状况。对于广大区域的空间,大气微生物的本底状况如何,目前尚未见报道。

一、研究目的和设计思想

人类生活的广大空间,微生物种类、数量究竟有多少,优势种群是什么,和国外报道的种有何异同,大气微生物既随风飘移有无时空变化,污染动态变化有无规律可言,受何因

素支配,哪些对人体健康和工农业生产有害,比例多大,如何防治等等,这些问题是本课题试图探讨的基本问题。

针对以上问题,我们选择了京津地区作为研究区域。为了能在这一广大空间同时研究以上全部内容,做了如下的研究设计:

1. 点面结合 面是指在整个京津地区进行普查。点有两种情况:一种是在适当地理位置、不同生态环境、或城、乡生态系统的不同功能区设研究点;一种是根据地理及大气湍流情况,找出一条能代表京津地区的大气微生物污染情况的地理带,在这条带上设研究点,研究京津地区大气微生物污染状况及动态变化规律。

2. 连续观测与一次采样相结合 在研究点上进行监测,大的研究项目监测的时间长,例如京津地区大气微生物污染动态变化的研究连续监测三年。有的研究项目根据不同的研究手段及目的进行年监测、季节监测、月监测、日监测,以及做到时监测。在面上选择有代表性的时间进行一次采样。

3. 同步试验 为了更好地了解大气微生物污染分布状况,动态变化规律,在不同的研究点上进行定时同步采样。在此基础上,再进一步做到细菌、霉菌、耐高渗透压霉菌、同步采样。

4. 近地面不同高度、海拔不同高度、垂直分布多层次空间采样 近地面2—3m左右是人的呼吸带,是本项研究的重点之一。在

* 本项研究是在中国科学院学部委员马世骏教授指导下进行的,在此表示衷心感谢。

离地面 15m 左右的空间,受地面多种因素的影响较小,此处的大气微生物状态比呼吸带稳定,也是本项研究的重点之一。本研究并在不同海拔高度采集大气微生物样品。垂直分布是指在垂直地面的一条线上不同部位采样,观察大气微生物的数量变化及物种组成变化。

5. 多种环境类型 为能基本了解大气微生物的污染量及其分布,选择多种环境类型进行试验,例如城市、农村、街道、居民区、交通路口、工厂区、旅游点、公园、湖泊、河流、水库、高山、海滨、盐田、港口、坑道、农田、森林、草地等等,寻找出京津地区大气微生物(包括细菌、霉菌、耐高渗透压霉菌),以及细菌、霉菌、耐高渗透压霉菌各自的污染最高值、最低值及一般值。

6. 基础理论研究与应用相结合 通过各种试验所得的数据都是为了说明京津地区的大气微生物污染状况及规律性问题,如何与应用相结合是非常重要的。大气微生物的污染分级即污染标准的拟定就是一个基础理论研究与应用相结合的研究内容之一。

7. 注重研究课题的环境效益、社会效益 本项研究的目的,除了提供京津地区大气微生物污染的全面、系统的基础资料外,还试图在改善京津地区的大气环境质量方面进行工作。这方面的工作如大气微生物防治对策的研究以供市政建设、环境保护等部门参考。又如拟定出的大气微生物污染标准方案,使之有可能成为监测大气污染的生物标准,从而监测大气污染,除化学、物理手段外,也有生物手段,促使大气污染的监测更加完善。

二、研究方法手段

采集大气微生物及花粉的方法是:1. 自然沉降采样法;2. 大气微生物采样器采样法;3. 花粉采用玻璃涂片采集法。

使用的主要研究手段有:1. 大气微生物

采样器;2. 美国 ROYCO 218 大气粒子计数器;3. 美国 β 射线测尘仪;4. 日本小安德森 8 级分级采样器;5. 325m 气象铁塔;6. 自控恒温板(0℃以下采样用);7. 75 万分之一、50 万分之一、25 万分之一、5 万分之一的京津地区地图;8. 自然沉降采样法采样设备。

三、研究内容

研究工作大致可分为十一部份:

(一) 京津地区大气微生物污染本底调查研究;

(二) 京津地区大气微生物污染标准拟定的研究;

(三) 京津地区近地面空间大气微生物污染区划研究;

(四) 京津地区纵轴线大气微生物污染动态变化规律的研究;

(五) 北京市大气细菌、霉菌、年、月、日、时、污染时空变化规律同步监测研究;

(六) 天津市、廊坊地区大气细菌、霉菌、年、月、日、时、污染时空变化规律同步监测研究;

(七) 大气微生物生态特征的研究;

(八) 京津地区大气霉菌区系及分布研究;

(九) 京津地区纵轴线大气细菌区系及分布研究;

(十) 京津地区大气细菌危害性研究;

(十一) 大气微生物防治对策研究。

四、结果与分析

1983—1985 年,对京津地区的大气微生物进行了研究,结果简介如下:

(一) 京津地区大气微生物本底调查

在京津地区 34,541.8km² 的广大近地面空间,选择 554 个区,1100 个采样点,采集大气微生物样品,平均约 60 平方公里有 1 个采

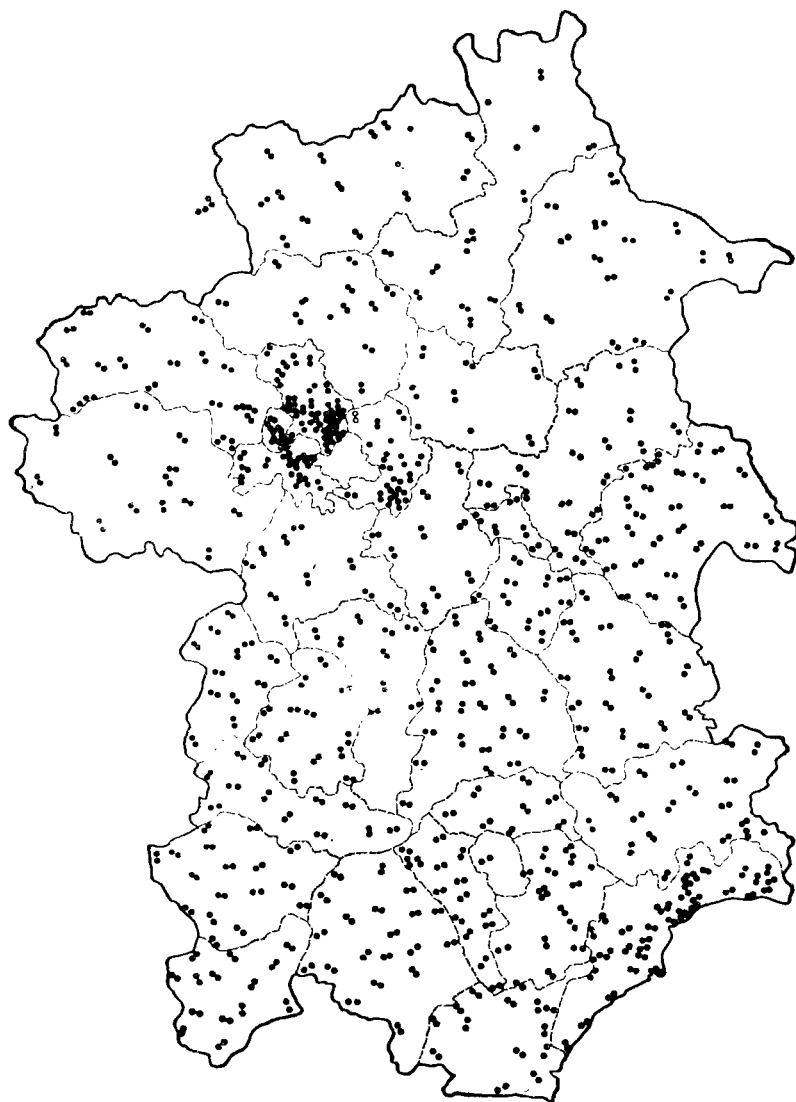


图1 京津地区大气微生物采样点图

样区, 2个采样点。采样点的选择, 一是随机均匀布点, 二是选择多种环境类型。采样范围包括北京市 16,807.8 km², 19个县、区, 248个采样区, 496个采样点; 天津市 11,305 km², 13个县、区, 199个采样区, 398个采样点; 廊坊地区 6,429 km², 9个市、县, 107个采样区, 214个采样点, 总计 41个市、县、区。(见图 1—3)。

大气微生物采样的垂直空间为海拔

—540m(坑道)到 2000m, 包括多种不同的环境类型, 粗略地归纳为 7 种环境类型。

采样时间都在气流对流小的秋季进行。北京市在 1983 年秋季, 天津市、廊坊地区在 1984 年秋季。采样的具体做法是采样点的地理位置以当地的地名牌为准, 随到随采, 总行程约 32500km。

根据实验数据绘制出:

1. 京津地区大气微生物(细菌、霉菌、耐

是用数学方法,而是用更能表达实际复杂情况的地理、地貌、生态环境、社会条件等因素,将采样点以外的全部空间以相应的污染级别数值表示。如此方法绘制出来的图,将京津地区约 34500km² 的广大空间区划出 7 个大气微生物污染区域。这 7 个污染程度不同的区域在京津地区大气微生物污染分布图中已经呈现出来,说明区划图的绘制是顺乎自然的。同时也表明京津地区大气微生物污染分布图反映了客观大气微生物污染分布规律。因为,没有规律性的试验数据不可能做出大气微生物污染区划图。

京津地区近地面空间大气微生物污染区划图明确表明京津地区的大气微生物污染分布十分有规律性。

(三) 大气微生物污染标准的拟定

国内外大气微生物研究中,均未报道过大气微生物污染标准。只有了解到大气微生物在多种生态环境中的污染分布状况及污染规律,才有可能进行污染分级,进而提出拟定污染标准的方案。我们认为,对大气微生物进行污染分级是非常有必要的,因为如果想对大气微生物污染进行监测,以及提出防治对策,必须对大气微生物的污染有一个量的概念。因此,我们参考数万个研究数据拟定了大气微生物的污染标准,将污染按轻重共分为 7 个等级。

前面曾谈到京津地区大气微生物各类污染分布图都是用污染分级数值绘制的,其意义在于每个污染级都平均概括上百个以上采样点的大气微生物污染状况,这样就相对减少了 1,100 个采样点在采样过程中所发生的时间、气象条件、环境类型等等差异,能较客观地反映现实。

大气微生物的 7 个污染级以 7 种不同的颜色表示,绘制出前述的京津地区大气微生物各类污染分布图及京津地区近地面空间大气微生物污染区划图。为了使京津地区大气微生物污染整个图组的颜色前后呼应,能有

一个比较统一的直观印象,整个图组只用相同的 7 种颜色,即浅绿、深绿、黄、浅红、桔红、蓝、紫。做法是,图组中各类图相同的污染级别值,均用同一种颜色表示,这样就使每张图的污染状况、污染分布规律能互相比,相互验证。同时,这 7 种颜色又是分别表示大致、相应、经过归纳的 7 种环境类型的颜色。这样就使得整个京津地区大气微生物污染图组,只用 7 种颜色既表示出了各类大气微生物的内在联系,又表示出了与生态环境的外在联系,并揭示出了各类大气微生物的污染分布规律。

(四) 京津地区纵轴线大气微生物污染动态变化规律的研究

为了了解京津地区大气微生物污染动态变化规律,连续进行了三年工作。根据大气湍流及地理情况寻找出京津地区的纵轴线,这条线正好穿过天安门。沿此线将京津地区纵剖为两个部分。夏季东南风沿纵轴线从渤海吹向陆地,冬季西北风沿纵轴线从陆地吹向海洋。因此,这条纵轴线上的采样点,在说明京津地区大气微生物污染问题时,具有一定的代表性。

根据不经过任何数学处理的直接试验数据,发现京津地区的城区、农村、半城市半农村、闹市区、有同样的大气微生物污染动态变化规律。京津地区大气微生物污染,一般每天有两个高峰期、两个低峰期。高峰期是 10 点左右及 18 点左右,低峰期是 6 点左右(夏天在 4—5 点)及 14 点左右。这种峰的出现,一般有较强的规律性。

这个规律的发现其意义在于,有些要求大气微生物含量少的生产部门,例如药品、食品、军工、精密仪器等以及医疗活动等,可以避开污染高峰期,或者放在污染低峰期进行。

(五) 京津地区大气细菌、霉菌污染时空变化规律研究

一年十二个月,每月一天,每小时采样一次,用大气微生物采样器采样,做到细菌、霉

菌、耐高渗透压霉菌同步采样,几个采样点又同步采样,做到双同步。研究大气细菌、霉菌、耐高渗透压霉菌、花粉的污染量变化,研究大气中这几个污染成分之间的关系,大致的组成比例,大气质量情况,分别绘制出北京市以及天津市、廊坊地区数采样点大气微生物季节动态变化,月、日、时、动态变化图。从图中可以看到北京市及天津市、廊坊地区数采样点的大气微生物污染都存在共同的规律,即人类活动少,自然度高的研究点是大气微生物污染最轻的地方,其大气微生物含量比其它繁华区有时约可低达7倍左右。一年四季中春季风沙大,微生物污染严重,冬季微生物污染轻。一天中白天污染严重,夜里污染轻。从图中可以看到大气霉菌、耐高渗透压霉菌、花粉的时空变化规律,每小时大致的污染趋势。

(六) 京津地区大气霉菌、耐高渗透压霉菌花粉区系研究及动态变化研究

将上述大气微生物采样器双同步采集的大气霉菌、耐高渗透压霉菌、放线菌进行区系研究及动态变化研究,分别进行物种鉴定,共鉴定2万余株菌,绝大部份鉴定到种,少数鉴定到属,分别绘制出北京市、及天津市、廊坊地区数采样点月、日、时大气霉菌、耐高渗透压霉菌物种动态变化图数十张。图中看到北京市及天津市、廊坊地区的数采样点都存在共同的优势种群,它们在不同的采样点,一年的不同季节,不同年份,一天中的不同时间均不断地出现。这些菌是大气霉菌芽枝霉及互隔交链孢霉。这两种菌是世界性种,国外大气微生物研究中也报道了这两种菌。北京三十多年前也存在这两个优势菌。为什么这两种菌分布如此之广,数量如此之大,尚待研究。

(七) 京津地区大气霉菌物种分布研究

京津地区1100个采样点中,选择适宜地理位置的200个采样点,鉴定霉菌5千余株,分属35个属78个种。我们绘制出京津地区

大气霉菌物种分布图。从图中看到京津地区大气霉菌的本底情况,还可清楚地看到上述的大气霉菌两种优势菌几乎在所有的采样点都可看到。其来源如何,为什么数量如此之大,分布如此之广泛,大气环境的什么因素对它们如此有利等问题,从微生物生态学上可以研究。

(八) 京津地区纵轴线大气细菌区系及分布研究

大气中的细菌对人的健康危害是大的,研究大气细菌的区系组成很重要。但是,要普遍进行大规模研究是十分困难的。因此,在具有京津地区大气湍流特征、地理特征的京津地区纵轴线上,选择了不同生态环境的采样点,进行京津地区大气细菌区系研究,绘制出京津地区纵轴线大气细菌区系图。从图中不仅可看到大气细菌的组成物种,组成比例,还可看到大气细菌的物种分布,以及优势种群。这些优势种是微球菌、葡萄球菌、芽孢杆菌。从图中还可看到京津地区纵轴上大气湍流的情况,看到不同生态环境下的大气细菌区系之间还是有较强的规律性可循。这一点是非常重要的,因为这些采样点的大气细菌物种组成,对整个京津地区来说,具有一定的代表性。因此,在特殊情况下,可以区别哪些是外来优势种菌,对军事部门来说有一定的参考价值,也是一项基本资料。

(九) 大气微生物生态特征的研究

了解大气微生物的生态特征,我们进行了多方面的研究工作,其中之一是大气微生物与大气颗粒物之间关系的研究。为研究大气微生物与大气颗粒物粒径的关系及大气颗粒物活度,本研究用美国ROYCO 218大气粒子计数器测定大气颗粒物直径;用美国 β 射线测尘仪测定大气颗粒物重量;用日本小安德森(Anderson)8级分级采样器采样;结合微生物培养技术测定大气颗粒物带菌比例数;用自然沉降法测定大气颗粒物的带菌状

(下转第44页)

量用前述土壤污染评价的方法进行评价,可获得各含量相应的污染级别。结果列于表 23 中。

(五) 土壤环境容量在污染物排放总量控制上的应用

通过污染源调查研究,可以获得区域污染物的排放总量和各分支排放系统的分量,各分支排放系统的排放规律。当以区域土壤变动容量来衡量这一污染物的排放总量时,则可指导区域污染物的排放削减量。这一削减量可依各排放系统污染物的分担率来进行安排,既可以削减主要污染源,也可分担削减。我们对北京东郊污水排放系统为例进行分析^[7]。最后找出了 Cd 和 Hg 的主要污染厂的总量控制目标。同时也揭示出 Cr 的排放量虽然远比 Cd、Hg 为高,但以土壤环境容量为尺度时,其量是区域土壤环境容许的量,无特殊情况,可以不必削减。这样既达到有重点的进行治理又避免了盲目进行治理,是很有经济效益的。

(上接第 62 页)

况。4 种试验同步进行。试验结果说明小颗粒物是大气微生物的主要附着体。

(十) 大气微生物污染防治对策研究

为了对大气微生物污染提出防治对策,进行了多方面研究,大气微生物来源的识别是其中研究内容之一。通过大量试验及数万个不同生态环境下的试验数据,说明绿化是减少大气微生物污染的重要对策之一。绿化区是大气细菌污染最小的地方。这是从微生物角度说明了绿化的重要性,减少大气微生物污染与绿化的关系。

五、小 结

本文扼要报道京津地区 34,541.8km² 广大近地面空间大气微生物的数量、区系组成、

除以上所述外,土壤环境容量还可为土地处理系统中土壤的承受能力提供依据,为管理部门充分利用自然净化能力,作好区域性环境区划和规划方面提供依据。

参 考 文 献

- [1] 中田喜三郎,海洋科学,9(1),1(1977).
- [2] 矢野雄幸,海洋科学,9(1),33(1977).
- [3] 西村肇,海洋科学,9(1),36(1977).
- [4] 涉谷政夫,土壤污染の机构と解析,产业图书,263—264,1979.
- [5] 夏增禄,中国环境科学,1(2),46(1981).
- [6] 夏增禄,环境科学,3(2),14(1982).
- [7] 夏增禄,环境科学,6(1),56(1985).
- [8] 吴燕玉,生态学报,1(3),275(1981).
- [9] 杨居荣等,环境科学学报,4(2),190(1984).
- [10] 夏增禄等,环境科学,1(5),76(1980).
- [11] Silveira D. J. et al., J. Environ. Qual., 6, 47 (1977).
- [12] 井泽等,日本土壤肥料学会中部支部第 21 回例会讲演要旨,1970.
- [13] 夏增禄,环境科学,3(2),14(1982).
- [14] 夏增禄等,环境科学学报,5(1),105(1985).
- [15] 夏增禄等,环境科学,2, 21(1978).

分布规律、时空变化规律、污染动态变化规律、生态特征及污染防治对策等大气微生物生态学的一些理论及其应用的问题。所取得的成果可作为京津地区大气微生物的概况资料,本底资料,可供有关城乡建设、市政建设、环境保护及某些产业部门等参考应用。

参 考 文 献

- [1] Bovallius, A. et al., Appl. Environ. Microbiol., 35 (5), 847 (1978).
- [2] Ibid., 35(6), 1231(1978).
- [3] Mancinelli, R.L. et al., Ibid., 35(6), 1095(1978).
- [4] Hickey, J. L. S. et al., J. Water Pollution Control Federation, 47, 2758(1975).
- [5] Program and Abstracts, Second International Conference on Aerobiology, Seattle, USA, August 4—6, 1982.
- [6] 吴诚华等,环境科学学报,2(3),256 (1982).

Abstracts

HUANJING KEXUE

Chinese Journal of Environmental Science

Background Values of Some Trace Elements of Soils in the Reservoir Area of the Yangtse Gorges *Wang Yun and He Jianqun*

This paper reports on background values of some elements in soils of the reservoir area around the Yangtse Gorges. The sampling design was made like this: the said area was divided into eleven environmental units in accordance with environmental differences and in each unit, a certain amount of sampling points were arranged according to intensity of impacts of natural and social environments upon soil system, resulting in 118 sampling points all told.

Data processing was done like this: hypothesis testing of difference of mean values of two normal populations, or rather t-testing with pairing comparison was used to analyse the data from surface layer and sub-surface layer of soil, and the result showed the difference between these two layers was insignificant, so the background values of soil were calculated with the surface layer data, and abnormal values were rejected by using the method of plus or minus three times of standard error with arithmetic mean value. In addition, the classification of concentration distribution was tested by Pilon X² method, Shapro-Wilk W method, Kolmogorov method, Skewness and Kurtosis method. In soil of the whole area, Pb, Zn and As were subjected to normal distribution, Cu logarithmic normal, and Ni skew normal. Variables subjected to normal distribution were represented by arithmetic mean plus or minus standard error. Variable subjected to logarithmic normal distribution was represented by geometric mean multiplying or dividing standard error. Variables subjected to skew normal distribution were processed by normalization. The result of computation gave the background values of soils

in the reservoir area: Pb was 20.15 ± 6.47 ppm, Cu 13.76 ± 2.06 ppm, Ni 22.64 ± 7.57 ppm, Zn 78.27 ± 20.42 ppm, and As 9.09 ± 4.45 ppm. Then, the variance analysis and Duncan method of multi-comparison were used to testing the differences of background values of soil environment between different soil groups and that between different parent materials respectively. Besides, analysis for the causes of the differences was processed. The conclusion is that difference between different soil groups was caused by different conditions of water, heat, biology and parent materials, and the function of irrigation-plowing cultivating as well, while the differences between different parent materials had relations with the palaeogeographic environment in which the parent materials of soils were transformed into rocks.

HUANJING KEXUE Vol 7, No. 5, p. 70, 1986

Background Levels of Airborne Microbe in Beijing-Tianjin Region *Xie Shumin*

In Beijing-Tianjin region of 34500km², 1100 sampling points have been set up in different types of ecological environment, more than 20000 samples of airborne bacteria and airborne microfungi collected, and then over 20000 specimens of microfungi and 400 of bacteria identified. Tens of graphs of pollution distribution of airborne bacteria and microfungi and their variation were mapped. According to the author, pollution conditions of bacteria and microfungi in the ambient air may be divided into seven levels, which will make pollution monitoring of airborne bacteria available.

HUANJING KEXUE Vol 7, No. 5, p. 57, 1986