

北海市空气微生物含量时空分布

Spatial and Temporal Distributions of Air Borne Microbes above Beihai City

陈皓文

Chen Haowen

(国家海洋局第一海洋研究所 山东省青岛 266003)

(First Institute of Oceanography, SO A, Qingdao, Shandong, 266003)

摘要 于1996/1997年之交研究了广西北海市空气微生物含量及其分布特征,结果表明北海市室外空气细菌、真菌及总微生物含量分别为 $5\ 709.7\ \text{CFU}/\text{m}^3$ 、 $1\ 847.1\ \text{CFU}/\text{m}^3$ 和 $7\ 556.8\ \text{CFU}/\text{m}^3$,已超过了相关规定的轻度空气污染程度。客房空气质量较好。空气微生物含量显出的测点差意味着北海市闹市区空气质量一般差于非闹市区,随离陆地采样高度的抬升,空气微生物呈减少之势,其昼夜变化特征表现出空气细菌及总量在下午达峰值,上午次之,晨间为谷,而空气真菌在中午峰值之前出现低谷。空气细菌、空气真菌和空气微生物总量与气温间分别有显著正相关关系。北海市空气微生物含量变化显出不全同于我国一些亚热带或内陆城市的势态。

关键词 空气微生物 时空分布 空气质量

中图法分类号 X 823

Abstract The air borne microbial contents above Beihai city, Guangxi and distribution were researched between the years of 1996 and 1997. The results show that the contents of outdoor air borne bacteria, fungi and total microbes were $5\ 709.7$, $1\ 847.1$ and $7\ 556.8\ \text{CFU}/\text{m}^3$, respectively, which have exceeded the limit of lighter air pollution. The indoor air quality of the guest rooms in hotels monitored was pretty well. The differences of air borne microbial contents as monitored in different sampling sites imply that the downtown air quality is worse than the up-town in Beihai. It appears that the air borne microbial count decreases with the rise in the night. The characteristics of the diurnal variation show that contents of air borne bacteria and total microbes reached their peaks in the afternoon, took second place in the late morning, and lowest in the early morning. But before noon peak level of air borne fungi content is lowest. There were significant positive correlations between the contents of air borne bacteria, fungi and total microbes, and air temperatures respectively. The content changes in air borne microbes above Beihai city show a distinct tendency from those shown in some subtropic or interior cities in China.

Key words air borne microbes, spatial and temporal distribution, air quality

位于广西南部、滨临北部湾的北海市,既是著名的对外开放口岸,又是重要渔港。受年降水量丰沛的南亚热带季风气候的控制,即使北方已处隆冬时节,这儿依然枝头常绿,近几年经济的蓬勃发展,使得北海市也成了人群越来越密集之地,环境将面临严峻的挑战。

空气是环境的重要成员之一。生存离不开空气,空气微生物与我们关系密切。许多病害的发生发展,物品的霉腐、变质等等都有空气中的坏生物气溶胶

(bad bioaerosols) 在作怪。它们与其载体——各种颗粒构成了空气污染的重要因子。人们谈论空气污染及其治理,必须对空气微生物状况做到心里有数,才能有的放矢,然而无孔不入又无时无刻不影响我们的微生物恰恰又是常被忽略的。因为它(肉眼)看不见,(触觉)摸不着,无“影”无“踪”。国际间空气微生物学的研究却在大大地前进着^[1]。它以许多无可争辩的事实告诉人们,对空气微生物再也不能等闲视之了。我国的空气微生物学在经历了近20年的研究之后,也取得了可喜的成果^[2]。这对人们去了解环境污染和推动其防治、认识应用与环境微生物及正确处理

环境与发展的关系等等都起到了并将继续起到重要的作用。

处于发展中的北海,有理由更全面地了解自己及邻近区域的空气微生物状况,以便于更科学地规划好自己的环境。调研北海空气微生物将有利于并促进它经济的健康发展。本文正是基于这一动机在此报道北海市空气微生物含量及其时空变化的初步监测和分析结果。

1 材料和方法

采用平皿沉降法,于1996/1997年之交对北海市的8个采样点作了14次空气微生物含量的监测(另加一个室内对照),所用采样介质是普通培养基和真菌培养基。以空气细菌和空气真菌量之和为空气微生物总含量,其单位均是CFU/m³(即每立方米所测空气中的菌落形成单位数,下同)。采样、培养及结果的计算、分析和评价均用常规法进行^[3]。采样点见图1。采样时间等条件见表1。

2 结果和讨论

2.1 北海空气微生物含量概况

表1列出了监测所得出的空气微生物有关数据。

由表1可见,北海空气微生物含量的4个参数,即空气细菌、空气真菌、空气微生物总量、真菌/总菌(%)的一般概况。各个参数的平均值即平均的空气细菌量、空气真菌量、空气微生物总量、空气真菌/空气微生物总量分别为5709.7 CFU/m³、1847.1 CFU/m³和7556.8 CFU/m³和24.4%。作为对照,测定了一次室内空气微生物含量,结果是未测出细菌,只有含量不大的真菌。说明此时高层空调房间的空气

表1 北海市空气微生物测定点概况表

Table 1 General situation of the sites for sampling air-borne microbes above Beihai city

| 测次编号 No. of sampling | 位置 Site | 测定时间 Time for sampling | 测处 Position for measuring | 环境参数 Environmental parameter |
|----------------------------|------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| M ₁ | 码头 | 1996-12-31 T 08:30~09:00 | 室外 Outdoor | 22.0℃气温, 93%相对湿度, 阴天 |
| M ₂ | 码头 | 1996-12-31 T 11:35~12:05 | 室外 Outdoor | 24.5℃气温, 90%相对湿度, 雾 |
| Q | 侨港镇 | 1997-01-01 T 09:45~09:50 | 室外 Outdoor | 24.0℃气温, 小风, 小雾, 鱼腥臭味 |
| D | 地角 | 1997-01-01 T 10:45~10:50 | 室外 Outdoor | 24.0℃气温, 马路边 |
| R | 人民剧场 | 1997-01-01 T 11:50~11:55 | 室外 Outdoor | 24.5℃气温, 马路边 |
| B ₁ | 北部湾广场 | 1996-12-31 T 18:00~18:05 | 室外 Outdoor | 22.0℃气温, 静风 |
| B ₂ | 北部湾广场 | 1997-01-01 T 06:00~06:05 | 室外 Outdoor | 20.0℃气温, >95%相对湿度, 大雾 |
| B ₃ | 北部湾广场 | 1997-01-01 T 12:50~12:55 | 室外 Outdoor | 25.0℃气温, 93%相对湿度, 中雾 |
| B ₄ | 北部湾广场 | 1997-01-01 T 22:30~22:35 | 室外 Outdoor | 22.0℃气温, 83%相对湿度, 静风 |
| X | 徐屋小区 | 1997-01-01 T 16:00~16:05 | 室外 Outdoor | 26.0℃气温, 83%相对湿度, 晴, 薄雾 |
| L ₁ | 北部湾中路立交桥上 | 1997-01-03 T 22:25~22:30 | 室外 Outdoor | 26.0℃气温, 83%相对湿度, 晴, 薄雾 |
| L ₂ | 北部湾中路立交桥上 | 1997-01-04 T 11:25~11:30 | 室外 Outdoor | 小风, 阴天, 薄雾 |
| Y ₁ | 粤海大厦14楼上 | 1997-01-03 T 22:35~22:40 | 室外 Outdoor | 小风, 阴天, 薄雾 |
| Y ₂ | 粤海大厦14楼上 | 1997-01-04 T 11:40~11:45 | 室外 Outdoor | 22.0℃气温, 微风 |
| K | 粤海大厦客房 | 1997-01-01 T 16:00~16:05 | 室内 Indoor | 20.0℃气温, 二人间 |

相当洁净,但应减轻湿度,以使真菌量再减。

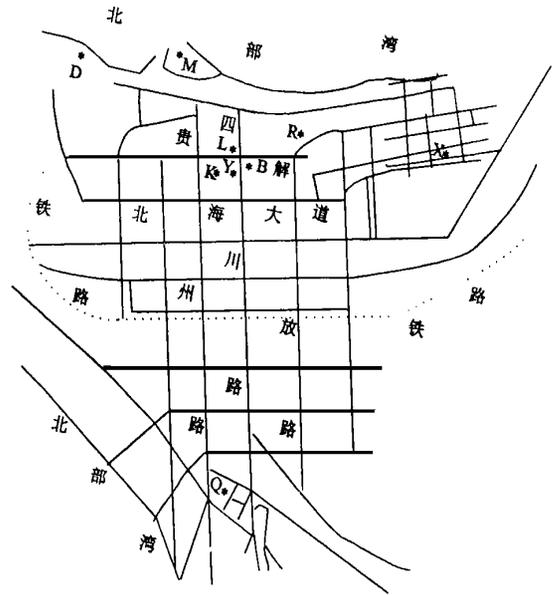


图1 北海市空气微生物采样点位置示意图

Fig. 1 Sketch of the residential district for sampling air-borne microbes above Beihai city

按照有关文献^[4],室外空气细菌含量达到5000 CFU/m³时,空气达到了轻污染上限,当有50000 CFU/m³细菌时,空气有严重中等污染。因此空气微生物含量越高,意味着空气污染越重,空气质量越差。据此,北海的平均空气细菌含量已是超过轻度污染上限了(5709.7/5000)。若加上空气真菌(国家暂无对此定标准),北海市空气污染大体已是相关限度的1.5倍了(7556.8/5000),其中有57.1%(8/14)超过轻度污染上限,有28.6%(4/14)达到中度空气

污染范围

与我国一些类似规模的城市相比,可以发现北海的空气微生物含量高于内陆的安徽铜陵市(4 495.9 CFU/m³)^[5],而大大低于广东珠海(19 807.2 CFU/m³)^[6],也比处于亚热带北侧的庐山风景区的低^[7]。

表2 北海市空气微生物含量统计表

Table 2 Statistic table of air-borne microbes contents above Beihai city

| 测次编号 No. of sampling | 空气微生物含量 Air-borne microbial contents(CFU/m ³) | | | 真菌/总菌 Fungi/Total microbes (%) |
|-------------------------|---|-------------|----------------------|-----------------------------------|
| | 细菌 Bacteria | 真菌 Fungi | 总菌 Total microbes | |
| M ₁ | 3772.8 | 183.4 | 3956.2 | 4.6 |
| M ₂ | 2122.2 | 3982.4 | 6104.6 | 65.2 |
| Q | 3615.6 | 471.6 | 4087.2 | 11.5 |
| D | 14776.8 | 943.2 | 15720.0 | 6.0 |
| R | 3615.6 | 2515.2 | 6130.8 | 41.0 |
| B ₁ | 4087.2 | 628.8 | 4716.0 | 13.3 |
| B ₂ | 471.6 | 786.0 | 1257.6 | 62.5 |
| B ₃ | 21850.8 | 2200.8 | 24051.6 | 9.2 |
| B ₄ | 943.2 | 1572.0 | 2515.2 | 62.5 |
| X | 7702.8 | 2672.4 | 10375.2 | 25.8 |
| L ₁ | 2986.8 | 8017.2 | 11004.0 | 72.9 |
| L ₂ | 6288.0 | 786.0 | 5973.6 | 11.1 |
| Y ₁ | 2515.2 | 314.4 | 2829.6 | 11.1 |
| Y ₂ | 5187.6 | 786.0 | 5973.6 | 13.2 |
| 平均 Mean | 5709.7 | 1847.1 | 7556.8 | 24.4 |
| K | 0 | 786.0 | 786.0 | 100.0 |

表3 北海市空气微生物含量在闹市和非闹市区间的比较

Table 3 Comparison of air-borne microbes contents between the downtown area and non-busy shopping area of Beihai city

| 测点代表区域 Area | 空气微生物含量 Air-borne microbial contents(CFU/m ³) | | | 真菌/总菌 Fungi/Total microbes (%) |
|---------------------------|---|-------------|----------------------|-----------------------------------|
| | 细菌 Bacteria | 真菌 Fungi | 总菌 Total microbes | |
| 非闹市区 Non busy shopping | 4303.4 | 1827.5 | 6130.9 | 29.8 |
| 闹市区 Downtown | 7624.2 | 1441.0 | 9065.2 | 15.9 |

* 非闹市区系 M、Q、X Non busy streets include points M, Q and X;闹市区系 B、D、R. Downtown areas include points B, D and R;数据由各区含量平均而得 The numbers are averaged from contents per area respectively.

2.2 北海空气微生物含量的测点(地区)差

北海空气微生物的14次室外测定分布于8个测点上。有工商交通或人群活动频繁的闹市区,也有相对安静或较偏的小区、码头等非闹市区,将测点按此分作两个区域的空气微生物含量状况列入表3

由表3可见,闹市区和非闹市区的空气微生物含量间存在着一定差异,即闹市区空气细菌、总菌含量均比非闹市区的高。这表明许多时候闹市区空气质量

比不上非闹市区的好。表3还指出非闹市区的空气真菌含量比较高,这主要是测点M位于海边,湿度大,耐潮湿孢子的真菌可能更适于湿润空气环境^[8]。表2的数据还证实像北海这样的城市,闹市区较宽敞的地方,只要保持洁净环境,仍可减少空气微生物。反之处于开发或人群不甚密集之地,只要不保持好环境卫生,就容易使空气变得不洁净

2.3 北海市空气微生物含量测点间的距地高度差

空气微生物的分布不仅在同一距地高度的水平方向上有一定差异,在不同距地高度上也会有某种分布特征。离地面1.5m左右的高度处于人群呼吸带中,其微生物当然与人的呼吸系统疾病关系密切。同时,空气微生物又处于流动状态之中,它也会随气流及其载体的上下波动。生物、物品的上下移运而变化。北海空气微生物含量在垂直方向即不同距地高度上的分布状态列于表4

表4 北海市空气微生物含量距地面不同高度上的统计

Table 4 Statistics of air-borne microbes contents at the different altitudes from the earth's surface of Beihai city

| 测点距地面高度 Altitude of sites above the earth's surface | 空气微生物含量 Air-borne microbial contents(CFU/m ³) | | | 真菌/总菌 Fungi/Total microbes (%) |
|--|---|-------------|----------------------|-----------------------------------|
| | 细菌 Bacteria | 真菌 Fungi | 总菌 Total microbes | |
| 下层 Lower (1.5m) | 11397.0 | 1886.4 | 13283.4 | 14.2 |
| 中层 Middle (10.0m) | 4637.4 | 4401.6 | 9039.0 | 48.7 |
| 上层 Upper (45.0m) | 3851.4 | 550.2 | 4401.6 | 12.5 |

* 下层点包括 B₁、B₂. Lower levels include sites B₁ and B₂;中层指 L₁、L₂. Middle levels include sites L₁ and L₂;上层系 Y₁、Y₂. Upper levels include sites Y₁ and Y₂;数值由各层平均得出 The numbers are averaged from contents per level respectively.

表4数据取自相当接近的3个测点,因而空气微生物含量高度上的差距可比性强。结果表明空气细菌量大小排序是下、中、上层,空气真菌量的是中、下、上层,总菌量的是下、中、上层,真菌/总菌(%)的是中、下、上层,总的来看,空气微生物表达出下、中层的多于上层的。这一方面反映了空气微生物如同其他生物一样,都得经受地球引力作用的控制,另一方面更多地表明空气微生物与湿润空气的有限上浮。污染物的扩散、人群及其活动的立体移运均相关,它们会导入真菌等微生物至中层甚至上层。北海空气微生物含量在垂直方向上的分布特征与青岛的空气微生物含量在海拔高程上的变化是一致的^[9]。

2.4 北海市空气微生物含量在昼夜间的分布特征

一般而言,空气微生物含量在昼夜间的变化应遵

循某种规律,这种规律不难想像是与其“生物钟”相关的。在空气受到污染和人为干扰较大的城镇,它的变化将可能异常。

选择 B测点作特定的空气微生物含量昼夜变化观测。结果见表 5,由此可见,空气细菌量的大小排序是中午,下午,夜间,早晨;真菌的是中午、夜间、早晨,下午;总菌量的是中午,下午,夜间,早晨;真菌/总菌(%)的是夜间=早晨,下午,中午。总的来看,空气微生物含量在该点是中午高,早晨偏低。

Table 5 Diurnal variation of air-borne microbial contents above site B in Beihai city

| 测定时段 Time interval of sampling | 空气微生物含量 Air-borne microbial content (CFU/m ³) | | | 真菌/总菌 Fungi/Total microbes (%) |
|--------------------------------------|--|-------------|-------------------------|--------------------------------------|
| | 细菌 Bacteria | 真菌 Fungi | 总菌 Total microbes | |
| 早晨 Early morning | 471.6 | 786.0 | 1257.6 | 62.5 |
| 中午 Noon | 21850.8 | 2200.8 | 24051.6 | 9.2 |
| 下午 Afternoon | 4087.2 | 628.8 | 4716.0 | 13.3 |
| 夜间 Night | 943.2 | 1572.0 | 2515.2 | 62.5 |

再将整个测区有关的 10次空气微生物含量以一日的早晨,上午,中午,下午和夜间来分。将各含量以常用对数值作成图 2, 仍可发现如上的类似昼夜变化。即空气细菌量的大小排序是下午,上午,中午,夜间,早晨;真菌的是中午,下午,夜间,早晨,上午;总菌量的是下午,上午,中午,夜间,早晨。另外,真菌/总菌(%)的大小排序显出的是晨=夜,中午,下午,上午。由图 2看,下、上午的空气微生物含量偏大,早晨和夜间的偏小,表明北海空气微生物量常在夜晨之间处于低谷,上午下跌至中午后高攀下午峰,

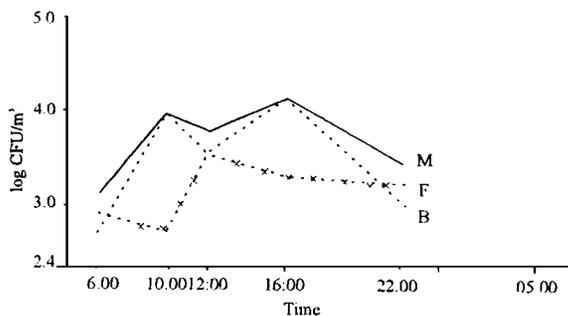


图 2 北海市室外空气微生物含量的昼夜变化状态

Fig. 2 Diurnal variation of outdoor air-borne microbial content above Beihai city

B 细菌 Bacteria; F 真菌 Fungi; M: 总菌 Total microbes.

再度下降,以上势态与青岛,庐山的有类似之处^[7,9]。

将表中室外 10次采样时的气温(除 Y₂外)与表中相应的 10次空气细菌、真菌及总菌量分别作相关

分析,得知气温与这三者间均有显著正相关关系,即气温—空气细菌量的 r (相关系数)为 0.723($> r_{0.01}$),气温—空气真菌量的 $r=0.578$ ($> r_{0.1}$),气温—空气微生物总量的 $r=0.822$ ($> r_{0.005}$)。表明所测北海市的空气微生物受气温的正面影响大。这可从它们上述的昼夜变化中得到印证。当然这些关系不可能排除其他各种因子的制约或干扰,对此应多作研究。

3 结语

空气微生物的时空分布受制于当时的天气、地形、生态和污染条件,反之,它又是上述参数的一种综合表现。空气微生物变化多端,因为其他因子处于变动之中。必须经周密、大量、长期、同步的采样分析,才能得出较全面的结论。即使做到了这一点,也不能以一概全。合适方法的采用十分重要。本文所用之方法虽有粗糙之虞,但简易、方便又很经典,仍广为所用。由本结果可初步认为,北海市空气已超过了轻度污染,但比起我国某些城市,其空气质量不属最差之列。为防患于未然,当加强全市范围的有计划监测。希望有机会进一步采取先进手段,监测更多样本,并与其他因素的测定同步进行,取得更有说服力的信息,尽可能准确掌握空气微生物活动规律,以服务于北海市环境生态资源的永续良性循环。

参考文献

- 1 车风翔. 空气微生物学概述及其进展. 环境科学, 1986, 7 (1): 85~ 89.
- 2 陈皓文, 孙修勤, 张进兴. 环球空气微生物考察. 中国环境科学, 1994, 14 (2): 112~ 118.
- 3 陈皓文, 宋庆云. 南设得兰群岛区域的微生物. 南极研究, 1992, 4 (4): 1~ 6.
- 4 余叔文. 大气污染生物监测方法. 广州: 中山大学出版社, 1993.
- 5 陈皓文. 空气微生物对铜陵市环境质量的指示作用. 长江流域资源与环境, 1996, 5 (3): 259~ 261.
- 6 陈皓文. 珠江三角洲及珠江口海区的空气微生物含量. 热带海洋, 1996, 15 (3): 76~ 80.
- 7 陈皓文. 庐山旅游区空气微生物污染调查. 环境监测管理与技术, 1996, 8 (2): 21~ 23.
- 8 Langbin D. Physical parameters affecting living cells in space. Adv Space Res, 1986, 6 (21): 5~ 14.
- 9 陈皓文. 青岛城区室外空气微生物数量的测定. 上海环境科学, 1995, 14 (2): 31~ 32.

(责任编辑: 蒋汉明)