

대기오염에 미치는 공중낙하 세균의 영향

보건행정과 노 기 환
 조
 식품영양과 남 현 근
 교 수

I. 서 론

인간이 생활해 나가는데 환경적 요소는 절대적이며, 공기는 생물들의 호흡과 직접적인 관계가 성립되어 있어 우리의 건강을 좌우하는 요소로 평가되고 있다. 특히 산업사회의 발달로 대기오염은 필연적 부산물로 등장되었다. 오염은 산업폐기물이나 유독가스에 의한 대기오염 뿐만 아니라, 공기 중에 부유되어 있는 미생물들이 미치는 영향도 있다.^{1,11} 공기 중의 부유 미생물의 원천은 토양, 가축, 사람들의 움직임에 의한 것이 대부분이며,^{1,2} 이 같은 부유 미생물들¹²⁾은 먼지나 물방울 등에 부착되어 공중낙하 세균의 오염원이 되고 있다.^{3~7} 한편, 부유 미생물의 대부분이 잡균들이지만 특정지역의 부유 미생물에 세균이 많을 수 있으며, 이는 세균에 의한 대기오염이 증대될 것이다. 공기 중의 미생물이 많으면 호흡기질환, 피부질환 등이 더 전염될 것으로 사료되 필자들은 세균에 의한 대기오염의 가능성이 있으리라 생각되는 사람의 왕래가 가장 빈번한 몇몇 지역을 선정하여 조사하였기에 그 결과를 보고하는 바이다.

광주시 현황

1979년말 광주시 행정구역 총 면적은 213.35 km^2 (계획구역면적 738.60 km^2), 인구는 732,584명이었다.⁸ 한편, 본 연구에서 조사대상으로 선정한 각 지역들의 용적은 Table 1과 같으며 각 조사지역에서의 시간당 평균 왕래자 수는 Table 2와 같았다.

Table 1. The Inner capacity of each positions

Positions	Capacity, m^2
Chungang Highway Line Terminal	15.84 $\times 10^2$
Gwangju Highway Line Terminal	45.90 $\times 10^2$
Gwangju Railway Station	62.80 $\times 10^2$
Public Bus Terminal	111.35 $\times 10^2$
Deain Underway	11.96 $\times 10^2$
Choong Keum Underway	143.75 $\times 10^2$

Table 2. The number of Average Passengers

Positions	Number(P/hr)
Chungang Highway Line Terminal	87
Gwangju Highway Line Terminal	470
Gwangju Railway Station	172
Public Bus Terminal	2266
Deain Underway	1047
Choong Keum Underway	1972

* P=person

II. 조사기간대상 및 방법

1. 조사기간

1980년 10월 3일부터 1980년 11월 2일까지 1달 동안 조사했다.

2. 조사대상

광주시내에서 사람들이 많이 모여들고 또한 공기의 오염도가 높을 것으로 생각되는 터미널과 지하도를 조사대상으로 삼고, 각 장소에서의 시간과 날씨에 따른 균수의 증감 및 실내와 실외의 세균 수의 차이도 조사하였다. 조사대상으로 선정한 터미널과 지하도의 위치는 Fig.1과 같다.

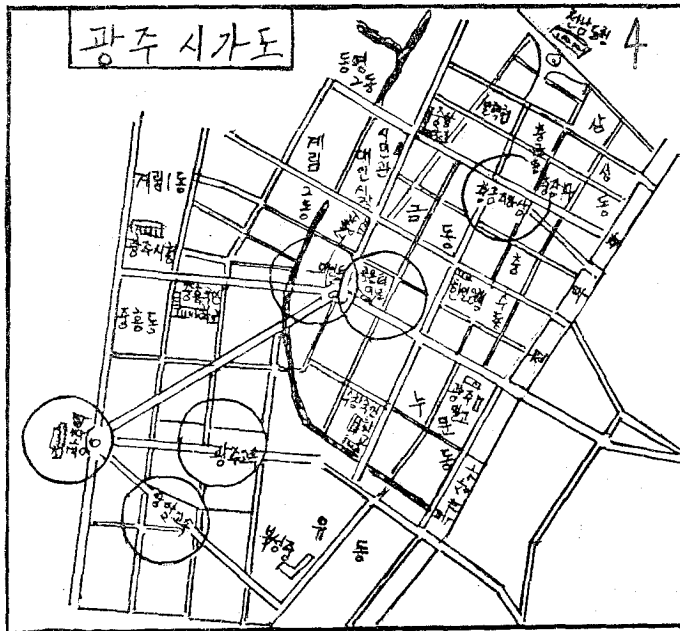


Fig. 1. The Sampling positions in Gwang Ju City (circled).

3. 조사방법

(1) Sampling 방법

① 각 조사대상 장소의 날씨에 따른 균수의 증감상태를 알아보기 위해서는 비오는 날과 맑은 날 오후 2시에 각 장소에서 동시에 Sampling을 했다.

② 각 조사대상 장소의 시간에 따른 균수의 증감상태를 알아보기 위해서는 오전 8시부터

오후 10시까지 2시간 간격으로 같은 지점에서 Sampling을 했다.

③ 각 조사대상 지역 또는 장소의 건물의 형태에 따라서 6개의 지점을 정하고, 각 지점에서 Sampling을 한 후 그 결과의 평균치를 세균수로 계산하였다.

④ 건물 내부와 외부에서의 균수차를 알아보기 위해서 건물 내부와 외부에서 각 1곳에서 Sampling하였다.

(2) 낙하세균 검사법⁹

① 배지 만드는 법

직경 9cm 되는 멸균된 Petri-dish에 멸균된 Nutrient agar를 분주해서 응고시킨 뒤 37°C incubator에 24시간 incubation 시켜서 Sterility test를 한 후 negative인 것을 사용했다.

② 배지에 착세균하는 법

각 지점의 지상 1.5m 되는 곳에 media를 공기 중에 1분간 노출시킨 후 37°C incubator에 48시간 incubation 시켰다.

③ 균수 측정법

세균수 계산은 (DARKFIELD QUEBEC Colony Counter)로 균수를 계산한 후 이것을 5분간 노출한 것으로 환산하였다.

④ Gram Stain Method를 이용하여 각 Colony를 염색한 후 균종에 따른 백분율을 구하였다.

III. 실험 결과

1. 날 씨

맑은 날과 비오는 날에 각 장소의 6개 지점에서 오후 2시에 1분간 노출시켜 착세균을 5분간의 낙하세균 수로 환산한 결과 Table 3과 같았다.

Table 3. The number of Air-Born Microbes (Unit:Colony)

Positions	Rainy Day		Clear Day	
	Inside	Outside	Inside	Outside
Chungang Highway Line Terminal	75	25	225.8	95
Gwangju Highway Line Terminal	123.3	45	301.7	110
Gwangju Railway Station	68.3	15	178.3	45
Public Bus Terminal	247.5	70	721.3	260
Deain Underway	462	75	1315.8	275
Choong Keum Underway	179.2	35	414.2	105
Average	192.55	44.17	531.18	148.33

위 표에서 알 수 있는 것과 같이 모든 조사 지점에 있어서 낙하세균 수는 비오는 날 보다는 맑은 날에 2.76배 정도 더 많이 나타났다.

2. 시 간

각 장소에서 오전 8시부터 오후 10시까지 2시간 간격으로 조사한 5분간의 낙하세균 수를 보면 Fig.2,3 및 Tabal 4와 같다.

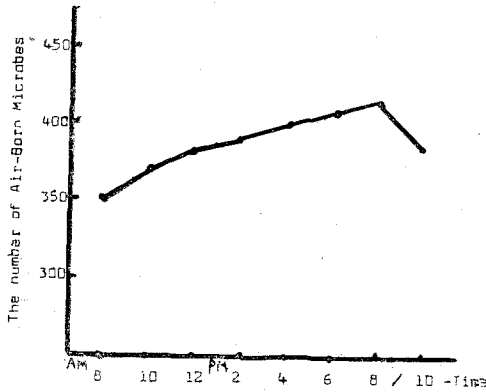


Fig. 2. Air-Born Microbes in different time per different positions in average

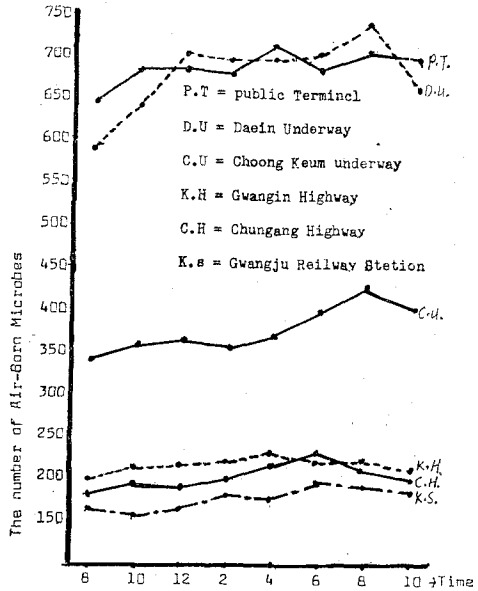


Fig. 3. Air-Born Microbes in different positions and times

Table 4. The number of Air-Born Microbes at Inside of tested Positions (Unit: Colony)

Positions \ Time	A M			P M					Mean±S.D.
	8	10	12	2	4	6	8	10	
Chungang Highway Line Terminal	175	190	187.5	198.3	216.7	224.2	204.2	174.3	196.28±15.2
Gwangju Highway Line Terminal	194.2	211.7	214.7	220	229.7	223.3	214.2	190.2	212.25±10.2
Gwangju Railway Station	158.3	153.3	160.8	177.5	172.5	194.2	186.7	164.1	170.92±13.5
Public Bus Terminal	643.3	680.8	680	670.8	705	681.7	699.2	666.4	678.4 ±17.8
Deain Underway	582.5	635.8	698.3	690.8	690	696.7	740	650.5	673.08±45.3
Choon Keum Underway	344.2	363.3	368.3	359.2	373.3	406.7	431.7	394.3	380.13±28.4
Average	349.58	372.5	384.9	386.1	397.9	404.5	412.7	373.3	

위 그림과 표에서 시간이 진행됨에 따라, 즉 태양의 복사나 공기의 대류현상이 증가됨에 따라 낙하세균 수가 많아졌는데, 이는 낙하세균 수가 온도와 밀접한 관계가 있음을 증명하는 것이다.

3. 장 소

각 장소에서 옥내와 옥외를 비교 조사한 5분간의 낙하세균 수를 보면 Table 4,5 및 Fig.4 와 같다.

Table 5. The number of Air-Born Microbes at Outside of tested positions (Unit:Colony)

Positions	A M			P M					Mean±S.D.
	8	10	12	2	4	6	8	10	
Chungang Highway Line Terminal	55	70	75	85	80	90	85	70	76.25±10.5
Gwangju Highway Line Terminal	75	60	70	95	110	120	125	105	96±22.64
Gwangju Railway Station	35	50	45	55	35	40	55	50	45.63±7.68
Public Bus Terminal	150	180	185	205	230	210	215	195	196.25±23.2
Deain Underway	145	190	180	185	210	230	225	205	196.25±25.7
Choong Keum Underway	60	75	70	80	95	115	105	90	86.25±17.28
Average	86.67		104.2	126.7		135	119.2		
	104.2			117.5		134.2			

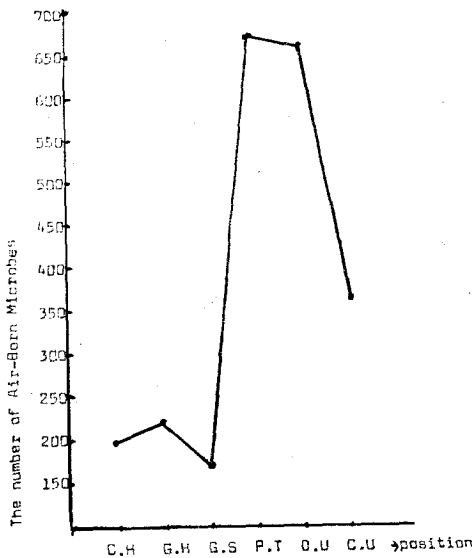


Fig. 4. Air-Born Microbes in different positions

위 그림과 표에서 보면, 조사지점의 옥외에서는 지역적 영향이 현저하게 나타났다. 즉 공용정류소의 대인지하도는 같은 지역에 있으므로 낙하세균 수가 평균 19,625개로 같게 나타났다. 이는 공기의 유통이 낙하세균 수에 크게 관여됨을 알 수 있다. 그리고 옥내에서는 사람들의 통행량과 관계가 있음을 알 수 있었다.

4. 조사지점별 미생물

각 조사지점에서의 미생물 검사는 청명한 날 내부에서 채취한 것에서만 분류 동정하여 Table 6과 같은 결과를 얻었다.

위 표에서 보면 공중낙하 세균수는 대인지하도가 가장 많았고, 세균을 분류하면, Coccus 723.6(55%), Bacillus 390.5(30%), Spirillum 120.5(9%), 기타가 6%로 나타났다.

Table 6. The Classification of the Air-Born Microbes at different positions (Unit: Colony)

Positions	Total Microbes	Coccus	Bacillus	Spirillum	Others
Chungang Highway Line Terminal	225.8	90.3	75.7	31.8	28.5
Gwangju Highway Line Terminal	301.7	120.6	105.5	42.9	32.7
Gwangju Railway Station	178.3	91.3	45.7	25.3	16.0
Public Bus Terminal	721.3	369.6	202.3	109.2	40.2
Deain Underway	1315.8	723.6	390.5	120.5	81.2
Choong Keum Underway	414.2	207.5	115.7	54.5	36.5

IV. 고 찰

광주시내에서 사람이 많이 모여 들고 공기의 오염도가 높을 것으로 생각되는 6개 장소(터미널과 지하도)의 36개 지점에서 한달 동안 낙하세균을 채취하여 조사한 바에 의하면,

공중낙하세균은 비오는 날 내부는 모든 조사지점에 있어서 평균 192.55인데 반하여, 외부에서는 44.17을 보였고, 맑은 날 내부는 모든 조사지점에 있어서 531.18인데 반하여, 외부에서는 148.33으로 나타났다. 그리고 오전보다는 정오가, 정오보다는 오후에 더 많은 수의 세균이 공기 중에 부유하고 있음을 알 수 있었다.

이는 M. FROBISHER³ 등에 의하여 지적된 바와 같이 공중낙하 세균수는 날씨에 영향을 받고 있음을 알 수 있었으며, 공기의 대류현상이나 차량 등에 의한 기류의 이동이 낙하세균수에 큰 영향을 주고 있음도 알 수 있었다.

Fig. 3, 4를 보면 장소에 따른 낙하세균의 Variation이 매우 큼을 알 수 있다. 즉 도심지에 있는 곳과 사람이 많이 모여 드는 곳에서 더 많은 수의 세균이 나왔는데, 실험치에 의하며, 공용터미널에서 681.4이었고 대인지하도에서 673.08을 보여 다른 조사지점보다 훨씬 많은 수의 세균이 나왔다. 이는 宮崎利夫가 지적한 바와 같이 공중낙하 세균수는 인구가 밀집된 곳일수록 증가된다는 것을 알 수 있었다.

맑은 날 오후 2시에 대인지하도 내부에서 조사한 5분간의 낙하세균 수는 1315.8개로서 이는 1969년도 서울의 지하도에서 조사한 1014¹⁰개에 비해 오히려 1.3배나 더 높음을 알 수 있었고, 지하도인 경우에 있어서 내부와 외부의 차가 더 크게 나타났다.

위생시험법주해⁹에 보면 5분간의 낙하세균 수에 따라 A(30개 이하), B(31~74), C(75~150), D(151~299), E(300개 이상)로 실내공기의 오염도를 규정하고 있는데, 오전 8시부터 오후 10시까지 조사한 광주시내 터미널과 지하도의 전체 평균은 350개 이상으로서 이 규정치의 E급보다도 훨씬 높게 나타났고, 장소별로 볼 때 광주역, 중앙고속, 광주고속은 D급에 속하고, 충곡지하도, 대인지하도, 공용정류소는 E급보다 훨씬 높게 나타났다.

V. 결 론

사람의 왕래가 가장 빈번한 곳에서 공기의 오염도가 높을 것으로 생각되어 광주지역의 지하철도 시외버스와 고속버스 종점 철도역을 대상으로 1980년 10월3일부터 11월 2일까지 한 달 동안 공중낙하 세균을 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 공중낙하 세균수는 비오는 날과 맑은 날에, 내부와 외부는 각각 192.55와 531.18, 44.17과 148.33으로 나타나, 맑은 날에 2.76배나 더 많았다.

2. 터미널(시외버스, 고속버스, 기차) 내부의 평균치는 316.7, 지하철도(충금, 대인) 내부의 평균치는 577.6으로 나타났고, 터미널 외부의 평균치는 103.28, 지하철도 외부의 평균치는 141.25로 낙하세균 수가 터미널에서는 건물 내부가 외부보다 평균 3.07배, 지하철도에서는 지하철도 내부가 외부보다 평균 3.73배 높게 나타났다. 이는 터미널보다도 지하철도가 더 환기가 안 되기 때문이라고 생각한다.

3. 오전 8시부터 오후 10시까지 조사해서 평균한 5분간의 낙하세균 수는 공용정류소에서 678.4개, 대인지하도에서 673.08개, 충금지하도에서 380.13개로 나타났고, 광주고속에서 212.25개, 중앙고속에서 196.28개, 광주역에서 170.93개로 나타났다.

4. 모든 조사지점에 있어서 시간당 평균치로 볼 때 공중낙하 세균은 오전 8시에 349.58개, 오전 10시에 372.48개, 오전 12시에 384.93개, 오후 2시에 386.1개, 오후 4시에 397.87개, 오후 6시에 404.47개, 오후 8시에 412.67개, 오후 10시에 373.3개로 나타났는데, 이는 사람의 통행량과 관계있는 것으로 생각된다.

5. 모든 조사지점에서 청명한 날 내부에서 취한 것에서 미생물을 분류하였는데, 대인지하도에서 가장 많았고, *Coccus* 727.3, *Bacillus* 390.5, *Spirillum* 120.5, 기타 81.2로 나타났다.

6. 대기오염의 여러 인자들 중에 공중낙하세균도 포함될 것으로 사료된다. 그러므로 환경관리에 있어서 세균학적인 검사가 필요하며, 공중낙하 세균수의 규정으로서 환경오염의 지표를 정하였으면 한다.

參 考 文 獻

1. 宮崎利夫: 新微生物學, 廣川書店, pp.330~331(1954.)
2. William A Nolte: ORAL MICROBIOLOGY, The C.V Mosby Company. pp.3~114. (1973)
3. M PROBISHER, R.D. HINSDILL, K.T. CRABTREE, and C.R GOODHEART: FUNDAMENTALS OF MICROBIOLOGY, W.B SAUNDERS COMPANY, pp.724~732. (1974)
4. Adams, A.P and Spendlove, J.C: Coliform Aerosols Emitted by Sewage Treatment Plants, *Science*, **169**: 1218 (1970).
5. Dimmick, R.L. and Akers, A.B(Eds): An Introduction to Experimental Aerobiology.

- Wiley-Interscience, New York (1969).
6. Gregory, P.H. and Monteith, J.L(Eds): Airborne Microbes, Seventeenth Symposium, Society for General Microbiology, Cambridge University Press, London (1969).
 7. Runkle, R.S and Phillips, G.B(Eds): Microbial Contamination Control Facilities, Van Nostrand Reinhold, New York (1969).
 8. 光州市 市政資料, (1979).
 9. 日本樂學會, 衛生試驗法注解, 金原出版社, 東京, pp.1074~1077 (1973).
 10. Yong Chu Cho: An environmental Study On the Pedestrian Under Passes in Seoul City, *The KOREAN Journal of Public Health, Vol.6, No.2*, pp.260~268. (1969).
 11. 이명화·구성희: 공중보건학, 교문사, pp.71~72. (1977).
 12. 이종훈: 병원미생물학, 수문사, pp.14~22. (1977).

Studies on the influence of Air-Born Microbes on Air pollution

Gi-Hwan No, Hyun-Keun Nam.*

Dept. of Health Administration

*Dept. of Nutrition and Food**

Gwangju Health Junior College

>Abstract<

The influence of air-born microbes on air pollution in Gwangju area was tested from October 3, 1982 to November 2, 1982 for one month period at six different position.

The results obtained are follows;

1. The number of Air-Born Microbes in rainy day at the Inside and Outside were 192.55 and 44.17 respectively. The number of Air-Born Microbes in clear day were 531.18 (Inside) and 148.33 (Outside).
2. At the Inside of terminals and underways, the average number of Air-Born Microbes were 316.7 and 577.6 respectively. The average number of Air-Born Microbes at the Outside of terminals and underways were 103.28 and 141.25 respectively.
3. The number of Air-Born Microbes at six different positions per time such as Public Bus Terminal, Deain Underway, Choong Keum Underway, Highway Line Bus Terminals (Gwangju and Chungang) and Railway Station were 678.4, 673.08, 380.13, 154.26 and 170.93 respectively.
4. The number of Air-Born Microbes at all the positions per time at A.M. (8, 10, 12) P.M. (2, 4, 6, 8, 10) were 349.58, 372.48, 384.93, 386.1, 397.87, 404.47, 412.67, and 373.3 respectively.
5. It was investigated that there were Coccus (727.3), Bacillus (390.5) Spirillum (120.5) and others (81.2) in the Inside of Deain Underway at clear day.