

PG13) 철도차량 객실 실내공기 중의 부유 미생물 농도 현황 연구 Study on the Concentration of Suspended Microorganism in the Indoor Air of Railroad Passenger Cabin

조영민 · 박덕신 · 권순박 · 정미영 · 박은영¹⁾ · 김세영
한국철도기술연구원, ¹⁾한국과학기술연합대학원대학교

1. 서 론

최근 부유 미생물에 의한 실내공기 오염에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히 열차의 경우 단시간에 불특정 다수의 승객이 이용하고, 효율적인 냉·난방 및 방음 등을 위해 밀폐되어 있으므로 부유 미생물에 의한 실내공기의 오염 가능성이 비교적 높다. 현재 철도역사의 승강장이나 대합실은 '다중이용시설 등의 실내공기질 관리법'에 의해 관리되고 있으나, 승객들이 보다 많은 시간을 보내는 열차의 내부는 다중이용시설 중 규제 대상에서 제외되어 규제를 받지 않고 다만 특수실내환경으로 분류되어 이산화탄소와 미세먼지의 두 가지 항목에 대해서만 권고 수준에 머무르고 있는 실정이다. 그러나, 향후 법규가 강화될 것으로 예상되며, 이에 따라 부유 미생물도 규제 항목에 포함될 가능성이 높아지고 있다. 이에 본 연구에서는 국내에 운행 중인 철도차량 객실의 부유 미생물 농도를 조사하고 현황을 파악하여 실내공기질 관리의 기초자료로 사용하며, 향후 실내쾌적성 연구에 응용하고자 하였다.

2. 연구 방법

측정 대상 열차는 A역과 B역간을 1일 1회 왕복하는 무궁화호 열차 동일차량 2량(2호차와 3호차)으로 한정하였다. 측정은 2007년 11월 14일부터 12월 12일까지 2주 간격으로 동일한 요일에 이루어졌다. 하행과 상행에 걸쳐서 각각 2~3회씩 부유 미생물을 포집하였다. 표 1에 측정일, 시간 위치를 나타내었다.

공기 중 부유 미생물은 관성 충돌 포집법을 이용하여 그림 1과 같이 객실의 좌석 위치에서 포집하였다. 미생물 포집을 위한 시료채취 장치로는 RCS air sampler를 이용하였으며, 일반세균(Agar srtip GK-A) 및 진균 배지(Agar strip HS)에 일정량의 공기를 흡입시켜 미생물을 흡착시킨 후 일반세균은 30~35℃에서 48시간 동안, 진균은 실온(25℃)에서 120시간 동안 배양 후 균집(colony)의 수를 세어 계산하였다. 계산방법은 다음의 식 1과 같다.



Fig. 1. Sampling of suspended microorganism using a RCS sampler in the passenger cabin.

$$\text{부유미생물} = \frac{\text{미생물균집수} \times 25}{\text{시료채취시간}}$$

Equation 1

(단, 여기서 부유미생물 농도 단위는 CFU/m³, 시료채취시간 단위는 분이다.)

Table 1. Measuring date, time and location.

Date	1st measurement	Nov. 14th, 2007	4 times sampling
	2nd measurement	Nov. 28th, 2007	6 times sampling
	3rd measurement	Dec. 12nd, 2007	6 times sampling
Time	South-bound	09:00(A station)-14:00(B station)	
	North-bound	15:00(B station)-20:00(A station)	
Location	seat of passenger cabins in 2nd and 3rd car		

3. 결과 및 고찰

그림 2에는 RCS air sampler를 이용한 일반세균과 진균의 배양 후 모습의 예를 나타내었다.

표 2~4는 일반세균과 진균의 집락개수와 부유미생물 농도를 RCS air sampler를 이용하여 측정된 결과를 나타낸 것이다. 부유 미생물의 농도는 일반세균의 경우 11월 14일 8.8CFU/m³, 11월 28일 7.4CFU/m³, 12월 12일 6.8 CFU/m³로 나타났으며, 평균적으로 7.7CFU/m³로 나타나 비교적 부유 미생물의 수가 작았다. 특히, 측정일이 지남에 따라 농도가 감소하는 것으로 나타났는데, 이는 동절기로 됨에 따라 온도가 낮아져 미생물의 생육조건이 비교적 안 좋아졌기 때문인 것으로 보인다.

진균의 경우 11월 14일 22.0CFU/m³, 11월 28일 20.9 CFU/m³, 12월 12일 13.6CFU/m³로 나타났으며, 평균적으로 18.8CFU/m³로 나타나 진균의 경우도 농도가 매우 낮게 나타났다. 일반세균과 마찬가지로 측정일이 지남에 따라 수가 감소하였는데, 향후 하절기의 미생물 농도 변화를 연구할 필요가 있을 것으로 보인다.

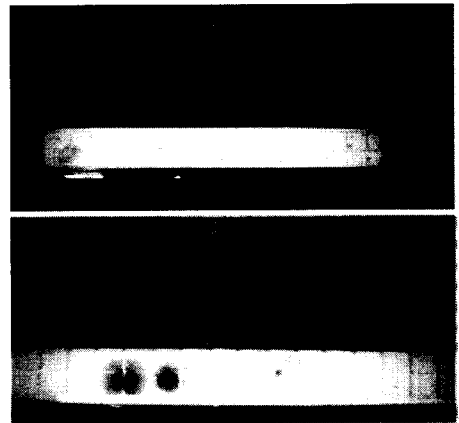


Fig. 2. Incubated agar strip of sampled air for bacteria (above) and fungi (below).

Table 2. Concentration of suspended microorganism measured in Nov. 14th, 2008.

Class	Measuring time	2nd car				3rd car				Avg
		south-bound		north-bound		south-bound		north-bound		
		1	2	1	2	1	2	1	2	
Bacteria	Colony	76	33	40	29	102	76	64	20	55.00
	Concentration(CFU/m ³)	12.2	5.3	6.4	10.2	16.3	12.2	4.6	3.2	8.80
Fungi	Colony	76	116	91	241	92	87	321	74	137.25
	Concentration(CFU/m ³)	12.2	14.6	14.7	13.9	18.6	38.6	51.4	11.8	21.98

Table 3. Concentration of suspended microorganism measured in Nov. 28th, 2008.

Class	Measuring time	2nd car						3rd car						Avg
		south-bound			north-bound			south-bound			north-bound			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Bacteria	Colony	63	71	41	55	36	29	56	41	39	37	58	32	46.50
	Concentration(CFU/m ³)	10.1	11.4	6.6	8.8	5.8	4.6	9.0	6.6	6.2	5.9	9.3	5.1	7.45
Fungi	Colony	78	116	70	127	84	70	87	56	356	250	93	177	130.33
	Concentration(CFU/m ³)	12.5	18.6	11.2	20.3	13.4	11.2	13.9	9.0	57.0	40.0	14.9	28.3	20.86

Table 4. Concentration of suspended microorganism measured in Dec. 12th, 2008.

Class	Measuring time	2nd car						3rd car						Avg
		south-bound			north-bound			south-bound			north-bound			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Bacteria	Colony	121	21	33	28	50	54	42	34	24	22	43	37	42.42
	Concentration(CFU/m ³)	19.4	3.4	5.3	4.5	8.0	8.6	6.7	5.4	3.8	3.5	6.9	5.9	6.78
Fungi	Colony	41	50	53	53	94	66	220	102	13	232	39	54	84.75
	Concentration(CFU/m ³)	6.6	8.0	8.5	8.5	15.0	10.6	35.2	16.3	2.1	37.1	6.2	8.6	13.56

참 고 문 헌

환경부 (2003) 다중이용시설 등의 실내공기질 관리법.

환경부 (2006) 지하철 등 대중운송수단의 실내공기질 실태조사 및 관리방안, 최종보고서.