

2.3 まとめ

- 1) これまでの調査において、建築物衛生法の空気環境管理基準項目において大きな問題は認められなかったが、外気の影響を強く受ける場所、地下街の利用状況の影響を大きく受ける場所については、引き続き調査を行う必要があると考えられる。また、空気の清潔度や、悪臭や異臭に対する地下街就労者の評価は低く、人が感じる空気の清潔度は、CO、CO₂、粉じんが必ずしも評価対象になっておらず、評価項目の検討も必要と考えられる。
- 2) 地下街の浮遊細菌や浮遊真菌は、事務所ビルなどに比べて気中濃度が高く、落下細菌数が学校環境衛生の基準を超過している地点が少なからず存在していた。これらの微生物は、通行人や外気の影響を受けることが示唆されている。従って、浮遊細菌や浮遊真菌については、地下街の利用状況、場所の違い、季節の違いなどを把握し、人の健康に対するリスクの程度を明らかにする必要があると考えられる。
- 3) ラドンの調査結果は、米国環境保護庁の勧告値よりも十分に低かった。また、ゴキブリの棲息密度は1975年から1985年にかけて減少傾向にあったと報告されている。

参考文献

- 青山光子 (1980) 地下環境と健康, 建築雑誌, Vol. 95, No. 1161, pp. 21-23.
- 岩田四郎 (2000) 通勤・通学者の多い駅前通とその地下街通路の空気を同時サンプリング, NO₂を測定, 環境の管理, 第31号, pp. 13-16.
- 上野雄也 (2008) 地下街の環境衛生と維持管理: II. 名古屋市の地下街における空気環境調査, ビルと環境, No. 122, pp. 13-19.
- 大阪府 (1992) 大阪府福祉のまちづくり条例, 大阪府条例第36号, 平成04年10月28日.
- 尾島俊雄, 三浦昌夫, 佐土原聡, 高橋信之 (1994) 大規模地下空間の環境計画技術に関する研究 平成5年度 文部省 S, No. 0355129
- 門上希和夫, 山下俊郎 (1992) 北九州市の大気, 水質調査にみる微量化学物質分析の実際, 資源環境対策, 28 (2), pp. 152-160.
- 黒田孝一, 愈 栄植, 芳倉太郎, 宮崎竹二, 山岡茂夫, 岡 三知夫 (1986) ビル地下街の空気性状および粉じんの変異原性, 公害と対策, 22 (7), pp. 673-677.
- 建設省 (1973) 地下街の取扱いについて, 建設省都計発第71号, 建設事務次官消防安第1号, 消防庁長官警察庁乙交発第5号, 警察庁次長鉄総第304号運輸事務次官, 昭和48年7月31日 (改正昭和55年10月: 建設省都計発第110号・消防予第209号・警察庁乙備発第13号・鉄総第682号・55資庁第12279号, 63年8月建設省都言十発第86号・消防予第99号・警察庁乙備発第5号・官銭施第69号・地施第119号・63資庁第8938号).
- 建設省 (1974) 地下街に関する基本方針について, 建設省都計発第58号, 昭和49年6月22日 (改正昭和56年4月建設省都計発第25号, 63年8月第87号, 平成4年1月第4号, 10年3月第27号).
- 消防庁予防課長 (2001) 地下街の取扱いについて, 消防予第180号, 平成13年6月1日.
- 消防庁 (2007) 平成19年版消防白書, 平成19年12月.
- 菅原文子 (1975) 室内の微生物汚染に関する研究 (その1), 日本建築学会論文報告書集, 第233号, pp. 133-141.
- 菅原文子 (1988) 室内の微生物汚染, 空気調和・衛生工学, 62 (7), pp. 581-584.

- 竹沢英二, 鈴木明子, 松本文秀, 吉澤秀明, 山田高志 (1988) アゼリア地下駐車場の環境実態調査, 川崎市衛生研究所年報, No. 24, pp. 112-117.
- 谷本道子, 中山智草, 杉山尚美 (2004) 利用者意識からみた地下街のあり方に関する研究—名古屋駅地区について—, 名古屋女子大学紀要, 第 50 号, pp. 93-100.
- 東京都 (2000) 建築安全条例, 昭和二十五年東京都条例第八十九号, 最終改正平成十二年十月十三日東京都条例第七十五号.
- 富安文武乃進, 荒井直昭, 小山英樹, 劉 国林, 尾張真則, 二瓶好正 (1996) 電子線マイクロアナライザーを用いた地下街浮遊粒子状物質の粒別起源解析, 日本化学会誌, No. 5, pp. 500-507.
- 名古屋市 (2004) 名古屋市地下街基本方針, 平成 16 年 3 月 1 日制定.
- 名古屋市中保健所生活環境課環境衛生担当 (2008) カビ用フードスタンプによる地下街の環境汚染調査について, 生活と環境, **53** (3), pp. 33-38.
- 楢崎幸範, 床次眞司, 真田哲也, 菅野信行, 山田祐司 (2003) 地下公共施設におけるラドン濃度測定と線量評価—福岡市天神地下街—, 保健物理, **35** (4), pp. 435-442.
- 楢崎幸範, 床次眞司, 山田祐司, 真田哲也, 菅野信行 (2003) 地下公共施設におけるラドン濃度測定と線量評価—福岡市天神地下街—, KURRI-KR, 87, pp. 95-103.
- 本田えり (1977) 浮遊細菌による地下街環境空気汚染の現状, 公害と対策, **13** (9), pp. 950-960.
- 増田弘樹, 伊藤智徳, 塩崎一紀, 嶋倉一實, 横山真太郎 (2006) 札幌・名古屋における多元室内空気質の挙動の解析と健康影響評価に関する研究: 第 1 報 揮発性有機化合物(VOCs)を中心として, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, pp. 2089-2092.
- 松村年郎, 村松 学 (1981) 室内空気中における窒素酸化物濃度について, 公害と対策, **17** (5), pp. 443-448.
- 溝口次夫, 後藤純雄, 渡辺征夫, 遠藤 治 (1994) 空気中の微量有害物質への経気道個人曝露調査手法の開発に関する研究, 環境汚染物質に係る計測技術の高度化に関する総合研究 平成 5 年度, 環境庁規格調整局 S, pp. 11.1-11.21.
- 三谷一憲, 土屋博信, 酒井 潔, 山中克己 (1986) 地下街の空気環境, 名古屋市衛生研究所報, 31 巻, pp. 59-62.
- 三谷一憲 (1986) 地下街の空気環境をさぐる, ビルメンテナンス, **21** (12), pp. 37-42.
- 三好光吉 (1990) 八重洲地下街の管理, 建築設備, **41** (5), pp. 57-60.
- 吉川友章 (1977) 地下街通路の空気汚染の現状, 公害と対策, **13** (9), pp. 962-973.
- 落藤 澄, 横山真太郎, 持田 徹, 嶋倉一實, 中村真人 (1988) 札幌市の地下街における空気環境に関する調査研究, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, pp. 677-688.
- Okinaga K., Tahahashi S., Tsugoshi T., Kudo Y., Furuya K. and Araki Y., (2000) Characterization of Suspended Particulate Matter in the Air in Subways and Corresponding Above-ground Areas, J. Jpn. Soc. Atmos. Environ., **35** (1), pp. 12-20.
- Yano T., Takada Y., Hirano M. and Nakayama I. (1994) Changes in population density, habitat preference and susceptibility to insecticides of cockroaches inhabiting in and underground shopping arcade in Osaka, Jpn. J. Sanit. Zool., **45** (3), pp. 253-263.
- USEPA (2007) A Citizen's Guide To Radon: The Guide To Protecting Yourself And Your Family From Radon, United States Environmental Protection Agency, Indoor Environments Division (6609J), Washington, D.C. 20460, U.S. EPA 402-K-07-009.

3.地下街における環境衛生の実測調査

3.1 方法

建築物衛生法に基づく温度、相対湿度、気流、CO、CO₂、粉じん量、ホルムアルデヒドの測定、水質検査、衛生設備や清掃・廃棄物保管状況の現場検査を実施した。空気環境は浮遊微生物、VOCsについても併せて測定を実施した。また、施設全般の維持管理状況について対面聞き取り調査を実施した。

3.1.1 対象施設の概要

①測定概要および測定日程

測定概要および測定日程を表 3-1-1 に示す。測定対象とした地下街 A は、延べ床面積が約 6 万 m²と都内の中でも大規模なものである。特徴として、建築物衛生法では店舗などの居室が建築物衛生法の管理対象となるが、地下街においては店舗などと共に廊下など通路に多くの通行人、滞在者が存在することから、廊下についても店舗など居室と同等の衛生環境を確保する必要があるものと考えられる。定点連続測定を屋内外で各 1 か所及び移動測定を屋内 10 箇所で行った。空調は表 3-1-2 に示すように通路部分が外気処理 AHU、店舗内が FCU によるものであった。

表 3-1-1 測定概要および測定日程

所在地	竣工[年]	延べ床面積[m ²]	主用途	規模	連続測定	移動測定	外気測定	調査日	天候
関東圏	1970年代	約60,000	店舗・駐車場	B3F	屋内外各1箇所	10箇所	路上	2008/11/28	曇り一時雨

表 3-1-2 空調機器の概要

建物名	空調方式	エアフィルタ捕集率		換気方式
		前段	後段	
A	OAHU+ダクト+FCU	(電気集塵機)	90	OAHU連動

3.1.2 測定項目と方法

(1)空気環境

図 3-1-1 に示す場所で移動測定(建築物衛生法に準じた測定)と定点連続測定を行った。測定の概要を表 3-1-3 に示す。移動測定については、地下街の通路部 10 箇所および外気に対して、一酸化炭素濃度、二酸化炭素濃度、浮遊粉じん濃度、温度、相対湿度、気流速度、ホルムアルデヒド及び浮遊細菌、浮遊真菌について、午前と午後各 1 回測定した。なお、ホルムアルデヒドなどの VOCs については、定点場所にて捕集を行った。また、定点連続測定については、地下街通路部の内、最もメインとなっている通路箇所 1 か所と、外気について行った。測定項目としては、一酸化炭素濃度、二酸化炭素濃度、浮遊粉じん濃度、温度、相対湿度、気流速度の連続測定に加え、浮遊真菌、浮遊細菌及び IMD による間欠・連続測定を行った。浮遊細菌の測定に SCD 培地、浮遊真菌の測定に PDA 培地を用いた。なお、細菌真菌の培養条件はそれぞれ 32℃・2 日間、25℃・5 日間以上とした。

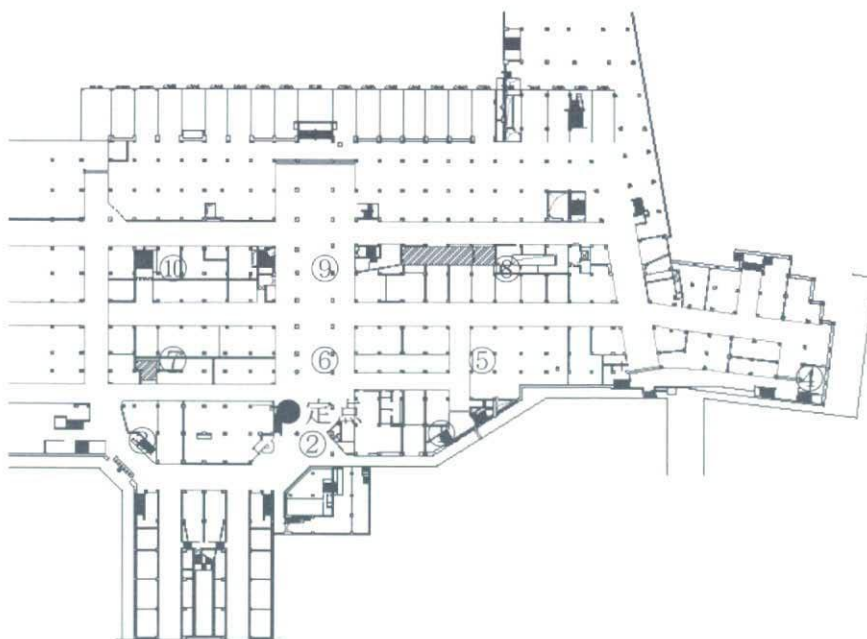


図 3-1-1 測定場所

表 3-1-3 空気環境測定の詳細

測定対象		測定機器	測定時間
移動測定	温度/湿度/ CO/CO ₂	IES-3000 (SIBATA製)	午前・午後各1回
	浮遊初生菌 CO/CO ₂	検知管および検知管用ポンプ (北川製)	
	浮遊微生物	BIOSAMPバイオサンブラ (ミドリ安全製)	
定点連続測定	温度/湿度/ CO/CO ₂	IAQモニターMODEL2211 (日本カノマックス製)	10時～17時 1分間毎の連続測定
	気流	クリモマスターMODEL6531 (日本カノマックス製)	
	浮遊粉じん	デジタル粉塵計LD-3B型 (SIBATA製) パーティクルカウンターKR-12A (RION製)	
	VOC	TenaxTA捕集剤 吸引ポンプGSP-300FT-2 (ガステック製) カラム: InertCap 5MS/sil 5% phenyl methyl silicone 0.25mmφ ×30m×0.25μm	午前・午後各1回
	アルデヒド類	GL-Pak mini AERO DNPH 300mg (GL-Science製) 吸引ポンプ (SIBATA製) HPLC カラム: ZORBAX Eclips XDB-C18 4.6×250mm	午前・午後各1回
	微生物類	瞬間微生物計測機器(IMD) (BioVigilant社製)	10時～17時 1分間毎の連続測定
		BIOSAMPバイオサンブラ (ミドリ安全製)	10時～17時 1時間毎
	MGサンブラ (MATTOSON-GARVIN製)	午前・午後各1回	

(2)水質

飲料水 2 系統，冷却塔水 2 系統について建築物衛生法に基づく水質検査およびレジオネラ属菌検査を実施した。

(3)聞き取り調査方法

地下街全体の概要，空調設備，給排水設備，ゴミ処理設備の概要と管理の実態，清掃・ねずみ害虫等対策の実施状況の聞き取り調査を同時に行った。その際，許可を得た上で，入手可能な限り，竣工図や機器製作図等を収集した。

3.2 移動測定及び水質調査結果

3.2.1 空気環境

建築物衛生法の 7 項目について，各測定ポイントにおいて午前及び午後の測定を行った。

(1)温度・湿度

午前と午後における温度，相対湿度の測定結果を図 3-2-1 と図 3-2-2 に示す。

温度は 19.1～24.6℃の範囲にあり午後の方が高くなっていた。また出入口に近い②，⑥については若干他よりも低い傾向となった。相対湿度は測定点①の午後で 39.4%であったものの他の全てが 40～50%の範囲内にあり概ね良好であった。一方，室内の温度が全て午前より午後の方が高くなっていた。また，その関係で，午後の相対湿度は午前より低い値を示した。

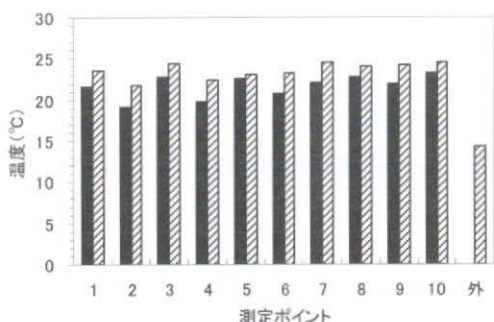


図 3-2-1 温度

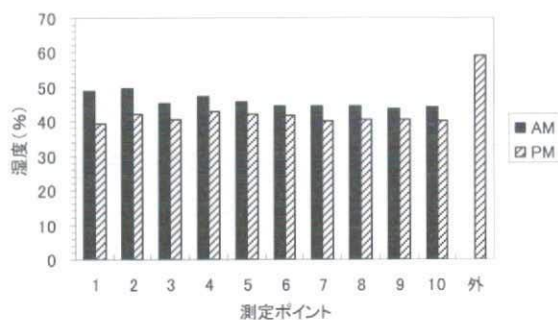


図 3-2-2 相対湿度

(2)気流

図 3-2-3 に午前と午後における気流速度の測定結果を示す。測定場所により低気流な場所もあったが，全て基準値の 0.5m/s 以下であり概ね良好であった。平均で 0.2m/s 程度あり事務所ビルに比べると空気の流れがあることが分かった。これは，空調による空気の流れよりも，外気の侵入，人の動きによる流れが大きいことによるものと考えられる。

(3)浮遊粉じん濃度

図 3-2-4 に午前と午後における浮遊粉じん濃度の測定結果から求めた平均値を示す。浮遊粉じん濃度は全て基準値の 0.15mg/m³以下であった。①，⑤については若干濃度が高くなっており，それらの近くには，飲食店があり，その室内は喫煙が認められていることから，店舗から通路へのタバコ煙の移流が原因と考えられる。

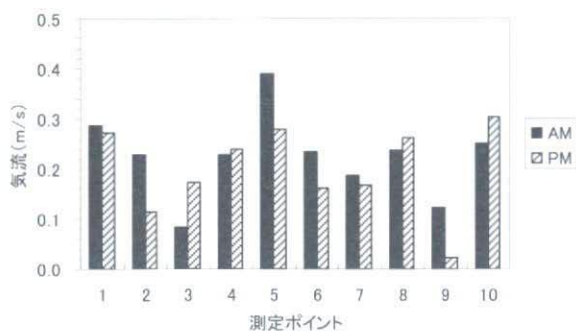


図 3-2-3 気流速度

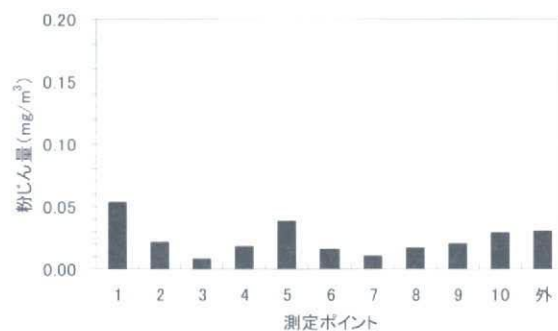


図 3-2-4 浮遊粉じん濃度

(4)CO, CO₂濃度

図 3-2-5 に午前と午後における CO 及び CO₂濃度の測定結果から求めた平均値を示す。

CO 濃度は全て基準値の 10ppm 以下であった。CO₂濃度は外気 440ppm に対して 510 ~680ppm の範囲にあり全測定点において建築物衛生法の管理基準値内であった。

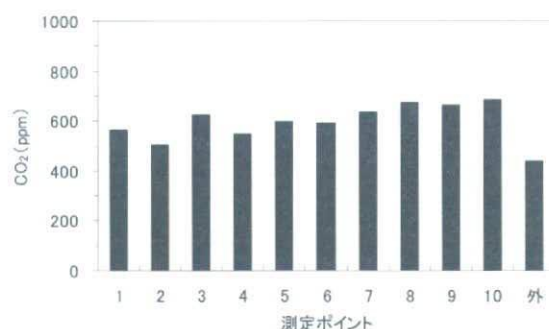
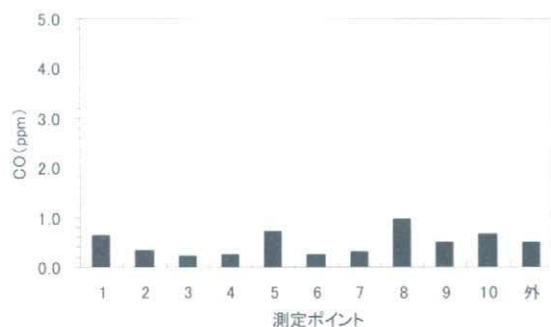


図 3-2-5 CO, CO₂濃度

(5)ホルムアルデヒド濃度

ホルムアルデヒドの捕集および分析は建築物衛生法の標準測定法 (DNPH-HPLC 法) に則り実施した。測定点は、定点測定と同地点である。午前及び午後の平均値として、それぞれ 7.5 及び 7.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、室内のホルムアルデヒド濃度は基準値の 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を大きく下回り、外気と同濃度であった。

3.2.2 水質調査

飲料水および冷却塔水の各 2 系統について、建築物衛生法に基づく水質調査およびレジオネラ属菌検査を実施した。

飲料水は、建築物衛生法の全法定項目について検査を実施した。遊離残留塩素濃度は、0.4mg/L 以上保持されており、その他の項目についても全て水質基準に適合しており良好であった。なお、冷却塔 1 系統からレジオネラ属菌が 8.7×10^2 (cfu/100mL) 検出された。

なお、冷却塔水のレジオネラ属菌は薬液注入による対策が行われてた。

表 3-2-1 水質検査結果

種類		上水		冷却塔	
採水場所		1期B1F	2期B1F男子トイレSK	1期	2期
項目	基準				
残留塩素	0.1mg/L以上	0.4	0.4		
水温	- (°C)	17	13		
NO	10mg/L	2.69	2.49		
Cl	200mg/L	26.8	25.9		
TOC	5mg/L	0.8	0.9		
一般細菌	100/mL	0	0		
大腸菌	不検出	不検出	不検出		
pH値	5.8-8.6	7.4	7.4		
臭気	異常なし	異常なし	異常なし		
味	異常なし	異常なし	異常なし		
色度	5度以下	2	2		
濁度	2度以下	0	0		
蒸発残留物	500mg/L	200	210		
Cu	1.0mg/L	0.00	0.00		
Fe	0.3mg/L	0.01	0.01		
Zn	1.0mg/L	0.00	0.00		
Pb	0.01mg/L	0.000	0.000		
クロホルム	0.06mg/L	0.005	0.005		
ブロモジクロロメタン	0.03mg/L	0.003	0.002		
ジブロモクロロメタン	0.1mg/L	0.010	0.009		
ブロモホルム	0.09mg/L	0.000	0.000		
総トリハロメタン	0.1mg/L	0.018	0.016		
クロ酢酸	0.02mg/L	0.000	0.002		
ジクロ酢酸	0.04mg/L	0.000	0.010		
トリクロ酢酸	0.2mg/L	0.000	0.010		
ホルムアルデヒド	0.08mg/L	0.003	0.007		
臭素酸	0.01mg/L	0.001	0.001		
シアン	0.03mg/L	0.001	0.001		
塩素酸	0.6mg/L	0.101	0.116		
導電率	- (mS/m)	32	33		
レジオネラ属菌	(cfu/100mL)	不検出	不検出	不検出	870
	菌種	-	-	-	1群,13群

3.2.3 まとめ

気流と浮遊粉じんを除けば、他の項目においてほぼ均一な平面分布をしており濃度の偏りは見られなかった。

3.3 定点連続測定結果

連続測定は、地下街のメインとなっている通路の中央近くに建つ柱の傍らに計測器類を設置し、実施した。この通路は周辺の事務所街と駅をつなぐ、大きな通路であり、また同時に商業地区である地下街全体の中央通りともなっている。そのため、人通りが常に絶えない場所である。測定風景を写真 3-3-1 に示す。図 3-3-1 に連続測定場所での通行者数を示す。通常は室内における人の影響を調査する場合には、在室者数として評価するが、今回の場合は測定場所が通路であり、人が一定時間以上滞在することがない。そのため、今回は 10 分毎に周囲を 1 分間に通過していく人数を計数した。通行者数は時刻により変化

し、午前中は比較的少ないがものの常に 30 人/min 以上であり、全体を通しては時間の経過と共に人数が増加していく傾向となった。また 12 時～13 時の間、15 時前後、17 時以降にピークを持つ。それぞれ、昼食時、買い物客の往来、帰宅時のピークと考えられる。

図 3-3-2 に温度の経時変化を示す。全体を通して、時間と共に上昇していく傾向が顕著であり、計測開始から終了までに 5℃以上もの変化が観測された。

12 時～13 時の間、および 15 時～16 時の間に一時的な気温の低下が見られる。これは通行者数の増加で出入口開閉による外気の侵入などが考えられる。

図 3-3-3 に相対湿度、図 3-3-4 に絶対湿度の経時変化を示す。相対湿度については気温とは逆に、時間と共に低下する傾向となった。また測定当日の午前中は雨であり、屋外での相対湿度は終日 80～90%と極めて高い値を維持している。一般に冬季の室内は低湿になりやすいが、今回行った測定日については 50～60%程度を示し、良好な環境を維持していた。なお、前記の移動測定結果の 40～50%との差は計測器種類の差によるものと考えられる。また絶対湿度が室内と屋外で殆ど差がないことが特徴的である。しかしながら、乾燥した日については、湿度の低下が予想される。



写真 3-3-1 定点連続測定風景

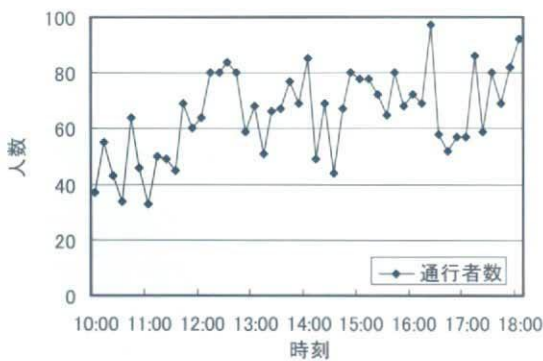


図 3-3-1 通行者数の変化

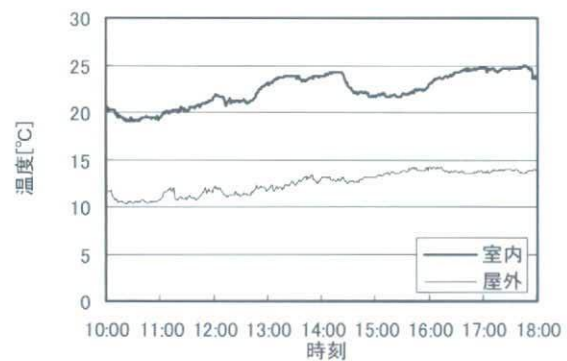


図 3-3-2 温度の変化

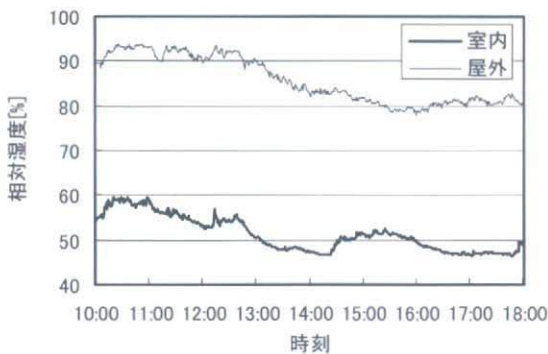


図 3-3-3 相対湿度の変化

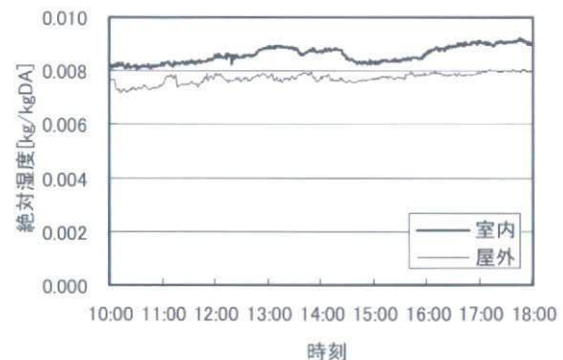


図 3-3-4 絶対湿度の変化

図 3-3-5 に一酸化炭素、図 3-3-6 に二酸化炭素の経時変化を示す。外気の一酸化炭素濃度が室内より高いが、これは実際の空気取入れ口近辺が工事中、交通が多かったことに起因すると考えられる。外気では概ね 1.5ppm～3.0ppm 程度、室内で 0～1.5ppm 程度の水準で推移しており、また 16 時以降に外気の濃度が上昇し、それと共に室内の濃度も上昇する傾向が見られた。これは外部での交通量の増加が原因と考えられる。二酸化炭素濃度については、外気では一酸化炭素同様、16 時以降の上昇傾向が見られ、その原因も同様に交通量の増加と考えられるが、その他の時間帯では 450ppm 程度であり、高い値で比較的安定している。室内においては、13 時 10 分頃と 14 時頃の 2 回のピークが見られ、16 時以降は更に急速に上昇した。但し 1,000ppm を超えることはなかった。また、この傾向は絶対湿度の変化と極めて良く類似している。通常、絶対湿度（水分量）の増加と二酸化炭素の増加が同時に現れた場合、在室者の影響を考慮するが、図 2-4-1 に示す通行者数では、また 12 時～13 時の間、15 時前後、17 時以降にピークを持っており、概ねそれと関係しているものと考えられる。急激な人の変化でも、二酸化炭素濃度が 1000ppm を超えないことには、適切な空調機による外気の入入れと出入り口における外気の流入によるところが大きいものと考えられる。

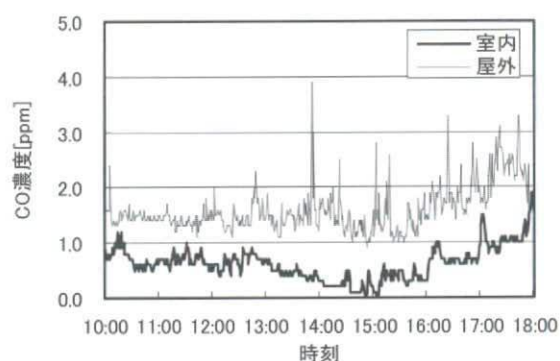


図 3-3-5 一酸化炭素濃度の変化

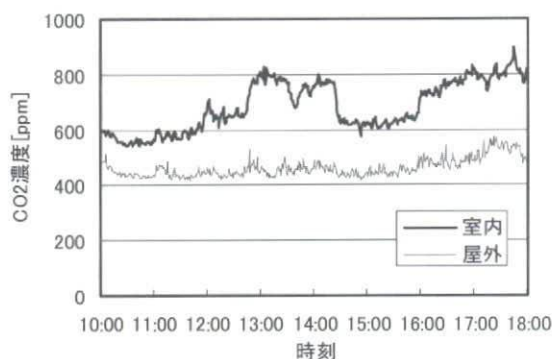


図 3-3-6 二酸化炭素濃度の変化

図 3-3-7 に、デジタル粉じん計による浮遊粉じん量の経時変化を示す。地下街の粉じん濃度（重量濃度）はある程度外気の影響を受けながらも、一定水準以下に抑えられていることがわかる。またこの時の濃度は 0.02mg/m³ 程度であり、建築物衛生法に定める所の基準値（0.15mg/m³）に較べても大きく下回っており、空調機により適切に除じんされていることが考えられる。なお、定点測定においては、周囲に喫煙できる店舗はなく、タバコ煙の影響は受けていないものと考えられる。

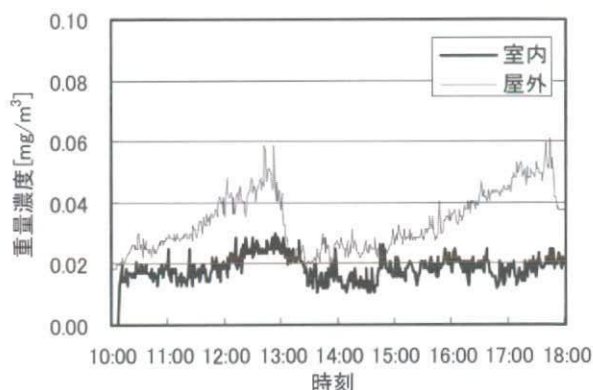


図 3-3-7 浮遊粉じん量の変化

図 3-3-8 に、LPC (Laser Particle Counter) を使って計測した浮遊粉じんの粒径別個数濃度の計測結果を示す。ここでは $2.0\mu\text{m}$ を境界として、それ以下を微小粒子、それ以上を粗大粒子として示している。一般には、この地下街に設置されている様な空調システムが使用され、中性能以上のフィルタが設置されていれば、外気の粒子濃度に較べて室内の粒子濃度は低く維持されることが多い。 $2.0\mu\text{m}$ 以下の微小粒子については、外気と比べ一定の割合での濃度変化が見られることから、外気の影響を受け、空調機などによりある程度捕集されていることが言える。14 時半に濃度が急激に上昇するのは、通行人数もこのときに多くなるため、通行者によるものと考えられる。また、 $2.0\mu\text{m}$ 以上の粗大粒子については、外気濃度と変わらないか、それ以上となっている。昼及び午後の時間帯で通行人数と同様に上昇し、17 時以降上昇の傾向となるのは、通行人数との関係と共に、外気の影響も受けていることが考えられる。粗大粒子については、人の往来による巻き上げも原因と考えられる。

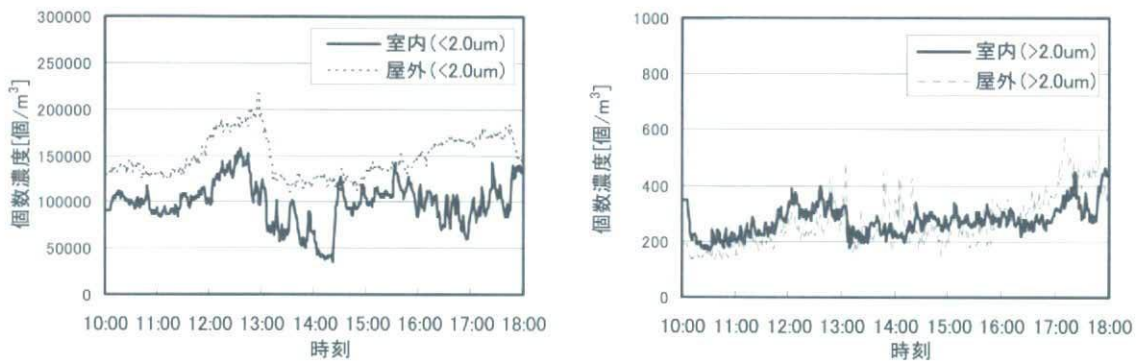


図 3-3-8 浮遊微粒子の個数濃度変化

気流速度の経時変化を図 3-3-9 に示す。平均風速は 0.15m/s であり、比較的安定して、屋内にはやや強めの風が吹いていることになる。これは、地下室全体の換気を十分に行うため、空調による給気が多いことに加えて、通路での測定であるため、常に歩行者が風を巻き起こしていることなどが理由として考えられる。

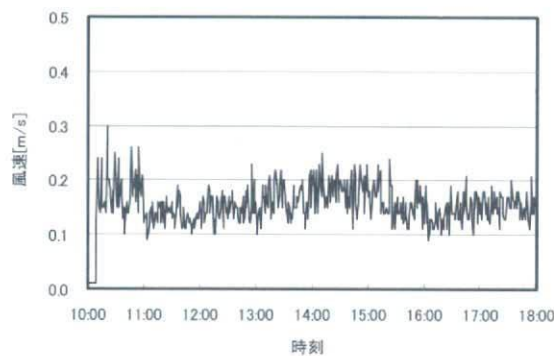


図 3-3-9 気流速度の経時変化

3.4 微生物の測定結果

浮遊微生物の測定は、室内定点連続測定、屋外定点測定、室内移動測定の種類について行った。

室内定点連続測定については、建築物衛生法管理基準 HCHO を除く 6 個項目の連続測定と同様に瞬間微生物計測機器 IMD (Instantaneous Microbial Detection, BioVigilant 社製) を用いた浮遊微生物粒子の 1 分間隔の連続測定を行った。なお、IMD は 0.5 μ m から、16 μ m 以上の 33 粒径範囲 (0.5 μ m 間隔) における粒径別浮遊微生物粒子濃度を測定するものである。また、毎正時に BIOSAMP サンプラ (ミドリ安全製)、通行人数変動の激しいと予想された昼 (11:00~14:00) と夕方 (16:00~18:00) において MG サンプラ (MATTSON・GARVIN 社製) を用いた浮遊細菌と浮遊真菌の連続測定を行った。

室内移動測定については、浮遊細菌と浮遊真菌の平面分布を把握するために、午前 (10:30~11:00)、午後 (14:30~15:00) 各 1 回、空調北系統のエリア 10 箇所において測定を行った (図 3-1-1 参照)。

屋外定点連続測定については、毎正時に BIOSAMP サンプラを用い、室外の浮遊細菌と浮遊真菌濃度の測定を行った。

3.4.1 室内定点連続測定

図 3-4-1 に室内浮遊細菌濃度、浮遊真菌濃度、浮遊微生物粒子濃度、及び通行人数の経時変化を示す。

浮遊細菌と真菌濃度は計測機器間の差 (とくに、真菌) が見られたが、1 日中に大きく変動することが分かった。浮遊細菌濃度については、13:00 にピーク値を示した。この結果は IMD による測定結果からも同様である。浮遊真菌濃度について、昼前の濃度が比較的高い値を示した。

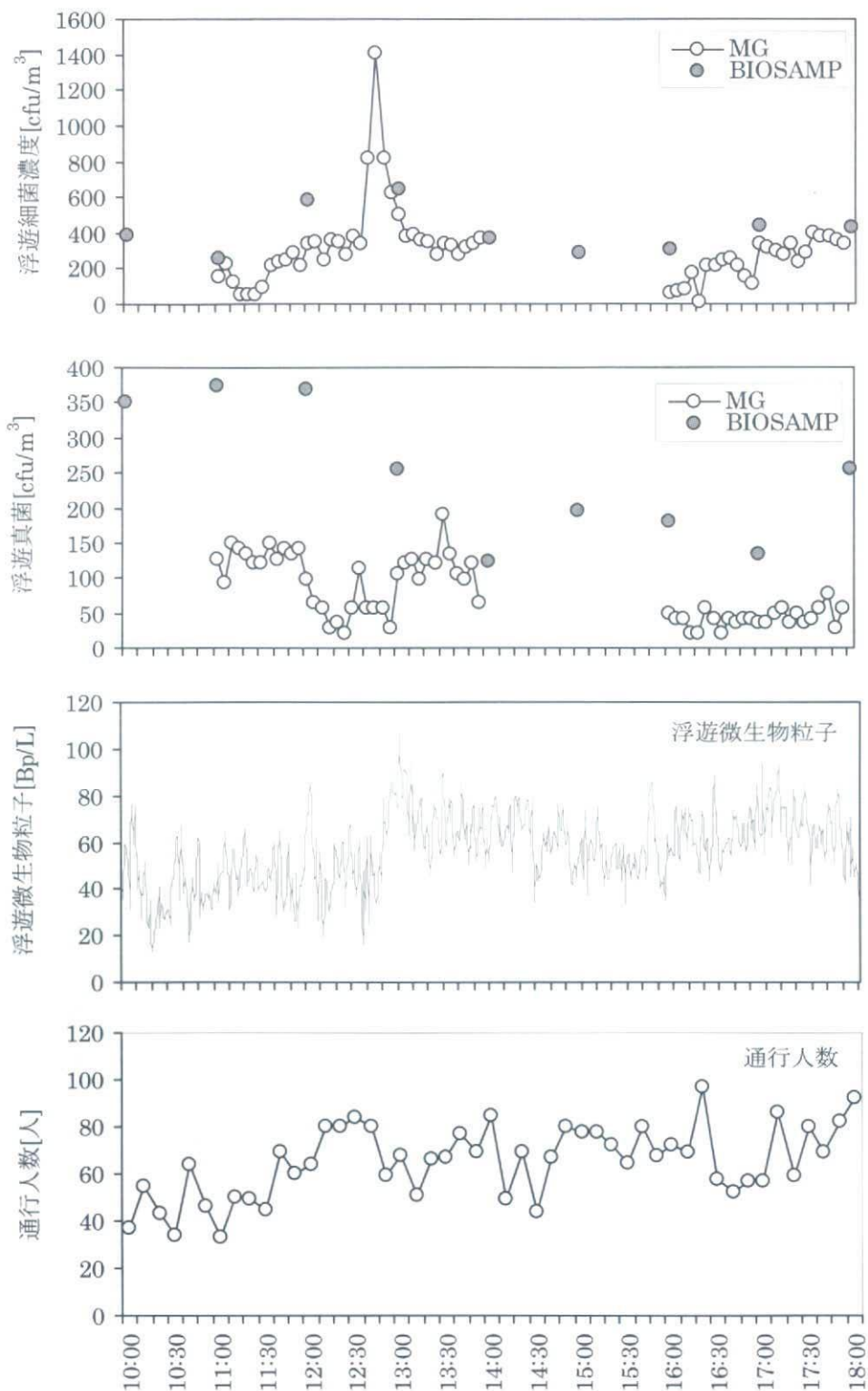


図 3-4-1 室内浮遊細菌濃度

また、IMD による測定結果では、室内浮遊微生物粒子濃度の瞬間的な激しい変動が見られた。これは、通行人数の変動に影響を受けるものと考えられ、BIOSAMP サンプラの測定結果から、室内浮遊細菌濃度の変化に深く関係するものと推察される。図 3-4-2 に示し

ている通り、両者間の測定値に良好な一致を示した。なお、BIOSAMP サンプラに比べ、IMD の測定値が 100 倍以上の値を示したのは、SCD 培地で培養できない細菌などの微生物 (Viable but non-cultrable) 粒子をカウントしているものと考えられる。

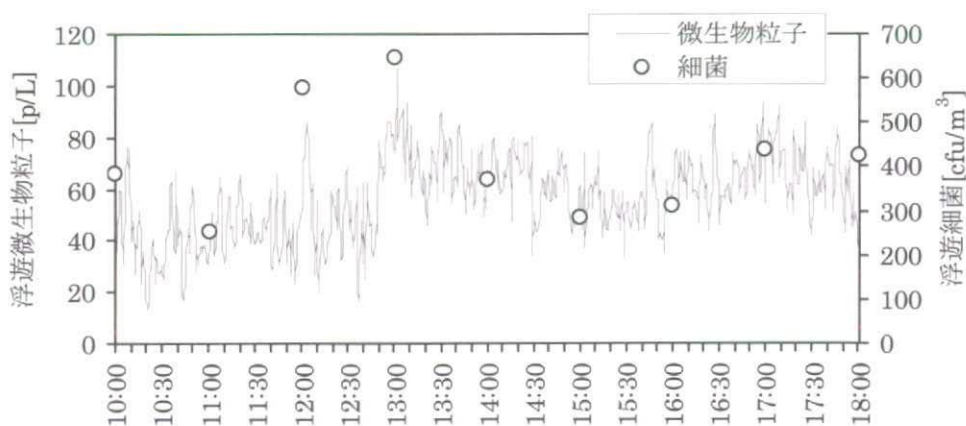


図 3-4-2 室内浮遊細菌濃度

3.4.2 屋外定点測定

図 3-4-3 に屋外の浮遊細菌と真菌濃度を室内の測定結果と併せて示す。浮遊細菌については、屋外の濃度も 1 日中大きな変動を示し、室内より高い値 (14:00) も見られた。一方、浮遊真菌については、室内濃度より屋外濃度が顕著に高かった。この結果は従来のオフィスなど建築環境での測定結果と整合する。

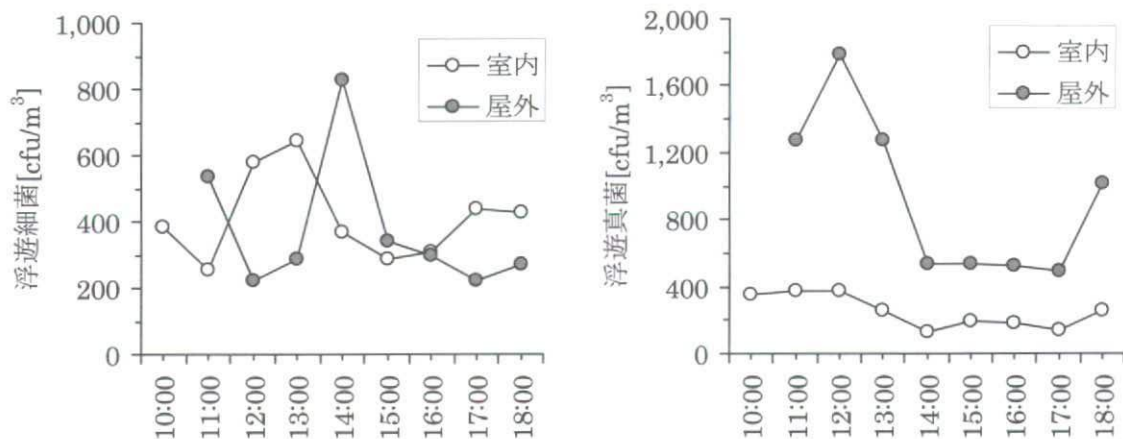


図 3-4-3 室内・屋外浮遊細菌・真菌濃度

3.4.3 室内移動測定

図 3-4-4 に室内の移動測定結果を示す。移動測定点数 10 点がカバーするエリアには、諸用途の店が入居されている。全体的に測定場所によって、浮遊細菌と浮遊真菌濃度の間に大きな差が見られた。特に、午前中の浮遊細菌濃度の変動係数が 76% と著しく高く、測定場所 4 では、他の場所に比べ、2 倍以上の高い値を示した。測定場所 4 は北口に近い場所であり、通過人数が多かったため、浮遊細菌濃度が高い値を示したと考えられる。

一方、浮遊真菌については、オフィス環境の室内基準値 $50\text{cfu}/\text{m}^3$ (AIJES-2005-02) より高い値が殆どであったが、これは、人の出入りによる各入口の開放に伴う外気からの流入によるものと考えられる。図 3-4-5 に移動測定で得られた CO_2 濃度と浮遊真菌濃度の結果を示す。浮遊真菌濃度は CO_2 濃度が低いほど比較的高い値を示す傾向にあることが分かる。また、このことは、室内の真菌種類と外気中の真菌種類がほぼ同じであることよりも説明できる。

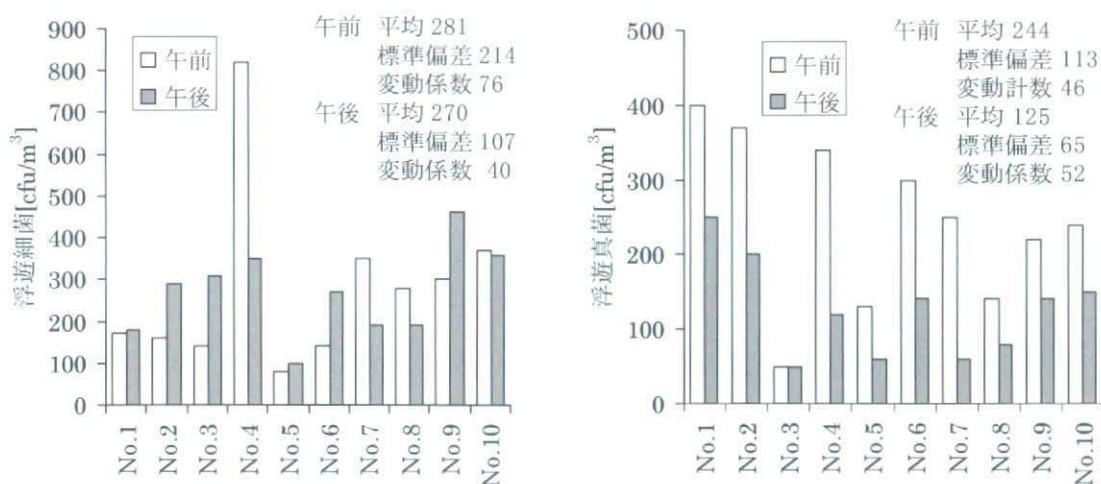


図 3-4-4 室内測定場所別の浮遊細菌・真菌濃度

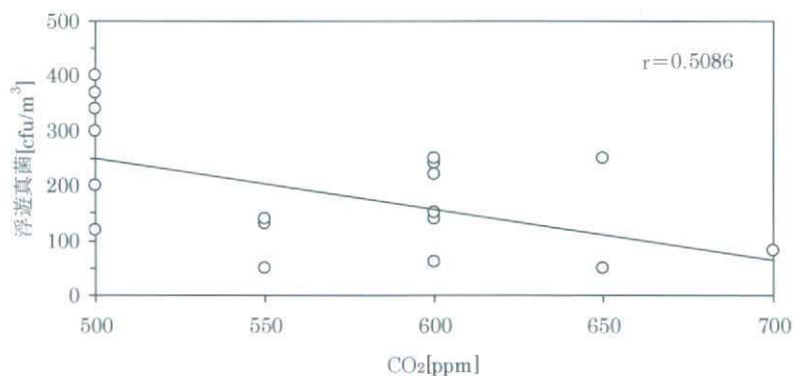


図 3-4-5 浮遊真菌濃度と CO_2 の関係

3.4.4 まとめ

本研究の調査対象エリアは北空調システムの部分であり、多くの店屋が設置され、人の通行数も多い場所である。このような空間における空中浮遊微生物の測定結果から、以下のことが明らかになった。

- (1) 室内浮遊細菌濃度は 1 日中に激しい変動を示し、とくに、急激な上昇時は濃度が 5 倍に高くなることがある。
- (2) 場所と時間によっては、室内浮遊細菌濃度の間に大きな差が見られた。
- (3) 浮遊真菌については、測定場所と時間帯によって大きな差が見られた。また、 $50\text{cfu}/\text{m}^3$ より高い値を示すことが多いが、人の出入りによる各入口の開放に伴う外気からの流入によるものと考えられる。

3.5 化学物質濃度

定点測定位置及び外気の化学物質の濃度で、厚生労働省により指針値が示されている物質の午前及び午後の濃度を図 3-5-1 に示す。アセトアルデヒド、アセトンは、DNPH により捕集し、HPLC で分析した。また、その他の VOCs については、Tenax 捕集、GC/MS による分析を行った。各物質は、厚生労働省の指針値を超過しておらず、TVOC については暫定目標値 $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を午前、午後共に超過していた。ホルムアルデヒド及びアセトアルデヒドについては、室内及び外気濃度は同程度であったが、その他の物質は、室内の方が高い濃度であった。多くの物質は、午後の方が若干高い傾向となったが、スチレンなど物質によってはその傾向も見られない。TVOC 濃度については、暫定目標値を超過したがその大部分はトルエンによるものであった。トルエンは、建材などの他に床ワックスなどにも含有されており、地下通路などで使用されているものによる可能性が考えられる。また、その他に室内で高い傾向にあったものは、図 3-5-2 に示すようなトリメチルベンゼン類であった。また、事務所空間でよく見られ、タイルやカーペットの接着剤起因とされる 1-エチル-2-ヘキサノールについては、検出されなかった。全体的には、化学物質の濃度が低く、外気の流入により希釈されていること、室内の発生源も比較的少なく、事務所ビルとは異なる傾向となっていることが特徴である。

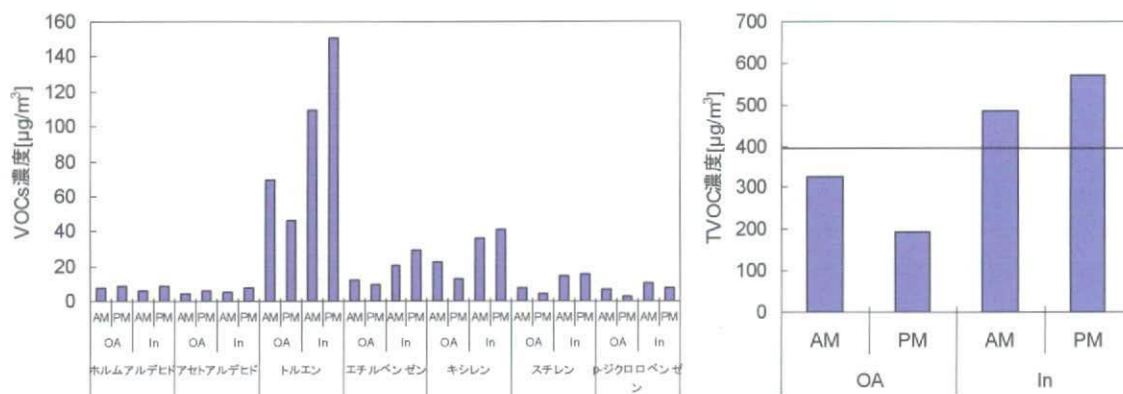


図 3-5-1 厚生労働省により指針値として示されている化学物質の室内外濃度

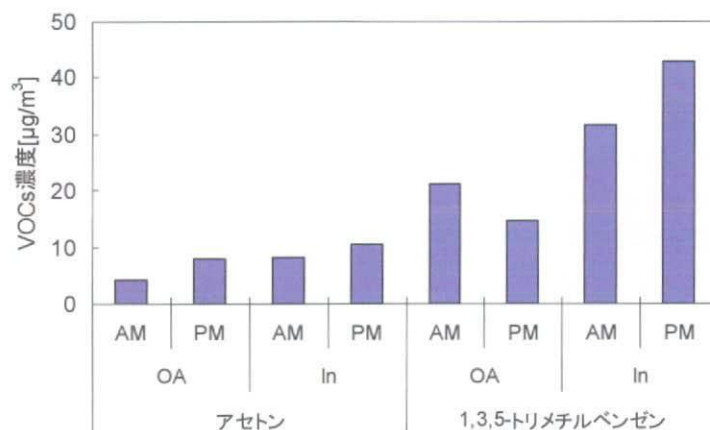


図 3-5-2 化学物質の室内外濃度

3.6 廃棄物管理と清掃の現状

3.6.1 調査内容

- ①廃棄物保管場所の管理状況
- ②清掃の現状
- ③清掃用具置き場の管理状況
- ④その他

3.6.2 調査方法

- ①目視による調査
- ②関係者とのヒアリング

3.6.3 調査結果

(1)廃棄物保管場所の管理状況

1) 各所発生場所

一時貯留容器は、駐車場から地下街に入る出入口（写真1）やトイレ内（写真2）配置してある。地下街の悪臭発生防止や防災上などから一時貯留容器の設置が限定されている。

駐車場出入口には、燃えるごみと燃えないごみの容器が、トイレ内では、紙くず類とビン・缶・ペットボトル容器が設置されている。各種店舗から排出される廃棄物は直接廃棄物保管場所に搬入される。



（写真1）駐車場出入口ごみ容器



（写真2）トイレ内ごみ容器

2) 廃棄物保管場所

地下街の特徴は縦移動より横移動に労力を費やす点である。したがって、廃棄物保管場所は地下2階に3カ所ある。

①分別の種類

地下街は、各種多様な店舗で構成されているため、様々な廃棄物が排出されるので、分別の種類も多い。調査地下街の分別の種類は、次の11種類であった。

- a 生ゴミ、 b 可燃ごみ、 c 紙類、 d ビニル・プラスチック類、 e 段ボール、 f 缶、
g ビン・ガラス、 h ペットボトル、 i 発砲スチロール、 j 食用廃油、 k 電池・蛍光灯・
スプレー缶・ライター

②廃棄物保管場所内の廃棄物処理設備には、生ゴミ保管用冷蔵庫、貯留機があった。冷蔵庫はプレハブ式である。貯留機は、分別しにくいゴミが投入され貯留される。

③廃棄物保管場所の構造・設備等

保管場所は密閉区画された場所にある。床は塗り床で中央には排水溝があり、洗い場が設けられていた（写真3、写真4）。



（写真3）塗り床と排水溝



（写真4）洗い場

④廃棄物保管場所の管理上の問題は、夏季に悪臭が発生することである。貯留機や生ゴミからの発生である。そのような場合は、消臭剤を噴霧して対応している。床洗浄は、週に1回実施している。調査が11月下旬のため、悪臭は発生していなかった。衛生状態は概ね良好であった。

(2)清掃の現状

1) 清掃の現状について、次の視点から目視調査を行った。

①衛生状態は良好か、②美観は維持されているか、③安全は確保されているか、④保全是損なわれていないか

2) 目視調査場所

①コンコース・通路、②階段、③トイレ、④喫煙室

3) コンコース・通路（地下1階）（床材）テラゾ・セラミックタイル等硬性床材

①床は、毎日、自動床洗浄機（洗剤入り）で洗浄している（2人×4時間）。自動床洗浄機が使用しにくい床の隅々（壁際）や狭い箇所は小ぼうきで除じんする。

②ほこりの付着しやすい空調給排気口や多くの人の手の触れる公衆電話や手すり、什器備品などは衛生上から重点をおいて清掃を行う必要がある。

③また、地下街なので各種案内表示板や消火器などはよく手入れしておき防災に支障をきたすことのないように管理する。

4) 外階段（外から地下街への入り口用階段）（床材）花崗岩

①不特定多数の人が利用するので、ごみや不審物が放置されやすい。安全・美観上から、適宜巡回して、適切に処理を行う必要がある。

②階段両端には、排水溝が設けられているが、ごみや落ち葉などで溝が詰まらないように適宜点検して、適切に処理を行う必要がある。

5) 内階段（地下街内に設けられた階段）（床材）塩ビ系床材

- ①安全確保のため手すりが取り付けられているが、手すりは不特定多数の人々が触れるので清潔管理にも努め常に衛生的にしておく。
- ②ノンスリップが土砂で詰まると滑り転倒事故につながるなので、適宜、土砂の除去を行う必要がある。

6) トイレ

- ①ニッケルクロムメッキの衛生金具は手の触れる部分は腐食していないが、手の触れない部分は腐食を生じている（写真5）。



（写真5）衛生金具の腐食



（写真6）洗面台上の専用タオル

- ②洗面台に専用タオルをおいているのは、巡回清掃が追いつかない場合は役立つ。利用者が衣服や持ち物を洗面台に置くとき、洗面台が濡れていると困る。タオルを置いておくにことにより利用者自らが拭くことが可能である（写真6）。
- ③トイレは死角となる場所なので、地下街に設けられたトイレは特に防災上気をつけなければならない。ゴミ容器などは置かないこと、適宜巡回に努め対応する。
- ④トイレは、不特定多数の人々が使用するので皮膚や手指が触れる部分は衛生的でなければならない。特に、ドアノブ周辺、フラッシュバルブのハンドル、蛇口などは利用者が触れるところなので注意を払う必要がある。
- ⑤ペーパーや水石けんは常に補充しておく。巡回で追いつかないこともあるので余裕を持って補充しておく。

7) 喫煙室（地下1階）（床材）セラミックタイル

- ①スモーキングスタンドが2個設置してある。それ以外の廃棄物容器は安全管理上設置していない。
- ②部屋は密閉区画され、空気調和も行われている（分煙となっている）。
- ③防災上、床材はセラミックタイルを使用している。
- ④改修後年数を経ているが、喫煙による壁面や扉の黄ばみは目立たなかった。また、床の汚れも目立たなかった。



（写真7）喫煙室

(3) 清掃用具置き場の管理状況

地下街の清掃は横移動が多いため、清掃用具置き場は分散している。トイレ内のSK室や駐車場内保管庫、管理用区域の一角等々である。また、衛生害虫の発生の温床とならないように清潔な保管管理が求められるところでもある。



(写真8・写真9・写真10) 各所清掃用具置き場

(4) その他



(写真11) 外階段のゴミ

外から地下街に入る階段に放置されたゴミ袋(?) 治安維持のためにも、適宜巡回して処理する必要がある。



(写真12) 外階段排水溝

外から地下街に入る階段側溝、適宜巡回でゴミ等を除去しておく。特に、雨天時は漏水にならないように注意する。



(写真13) 通路端の排水溝

通路壁際の排水溝の蓋のセット不良のため、接触すると転倒のおそれがある。



(写真14) 雨天時の傘の雫

雨天時は傘の雫で床が濡れて滑り転倒事故のおそれがある。適宜巡回して水分を拭き取っておく。

3.6.4 まとめ

- ①地下街は、多種多様な店舗で構成されている。また、環境衛生や治安、防災など様々な点で、地上階より管理の難易度が高いといえる。特に、環境衛生面では、空気環境の適切な管理が容易でないこと、治安や防災においても、地上階より逃げ場が少ないことがあげられる。従って、施設の維持管理においては、‘逃げ場’に対応した維持管理が求められる。
- ②また、地下街は縦動線より横動線の移動が多い点に留意して、作業計画の作成や業務遂行にあたる必要がある。
- ③廃棄物処理では、多種多様な店舗で構成されているため、様々な廃棄物が排出される。従って、分別の種類も多く、それに対応した分別の徹底が循環型社会形成に繋がることであるし、衛生的な廃棄物の処理にもつながる。そのためには、分別を促進するための容器の整備や処理設備等の整備が必要である。
- ④各種店舗以外の共用区域は、悪臭や防災上などの点から一時貯留容器の設置は最小限度に止める。
- ⑤廃棄物保管場所は、悪臭対策を講じておく必要がある（特に悪臭の逃げ場が少ない）。
- ⑥横移動が多いので、清掃用具置き場は効率の点から、分散した置き場と集積した置き場を併用することが望ましい。それぞれの置き場は、整理整頓はもとより、清潔の保持努める必要がある。地下街のため不衛生にしておくと、衛生害虫の発生原因となるおそれがある。
- ⑦清掃の管理にあたっては、衛生の確保、美観の維持、安全の確保、保全の向上に視点をおいて管理する。特に、地下街の清掃においては、以下に留意する必要がある。
 - ・衛生の確保
不特定多数の人が利用する地下街では、衛生的環境を確保することが求められる。そのため、ほこりの付着しやすい箇所（空調給排気口など）や手の触れる箇所（公衆電話や什器備品など）に重点をおいて適切に除去する。
 - ・美観の維持
通常の床や壁面などの美観維持に加え、地下街では、防災上の案内表示板や照明器具などをきれいしておくことは重要なことである。
 - ・安全の確保
地下街では、風水害対応として外部階段からの漏水がないように排水溝の詰まりは除去しておく。また、雨天時の床の濡れによる滑り転倒防止のために清掃を適宜行う必要がある。階段ノンスリップの土砂による詰まりなども転倒に繋がるので、適切に除去しておく。
 - ・保全の向上
地下街は多種多様な店舗があるので、老若男女が利用する。したがって、特に、床に関連した設備機器の損傷は事故に繋がるおそれがあるので、保全を損なわない清掃の方法が必要である。また、設備機器の損傷が清掃に起因しないものでも、気が付いたら関係者に連絡報告を迅速に行う必要がある。