

201036014A

厚生労働科学研究費補助金  
健康安全・危機管理対策総合研究事業

建築物の特性を考慮した環境衛生管理に関する研究

平成 22 年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 大澤 元毅  
平成 23 (2011) 年 3 月

# 目次

## I. 総括研究報告書

建築物の特性を考慮した環境衛生管理に関する研究 大澤元毅 .....	1
---------------------------------------	---

## II. 分担研究報告書

1. 建築物の地下空間の実態と維持管理に関する研究 大澤元毅 .....	5
2. 建築物の用途別の維持管理実態に関する研究 池田耕一 .....	41
3. 建築物の環境衛生と省エネルギーのあり方に関する研究 射場本忠彦 .....	95
4. 湿度環境とインフルエンザに関する文献調査 中館 俊夫 .....	119

## III. 研究成果の刊行に関する一覧表



厚生労働科学研究費補助金  
健康安全・危機管理対策総合研究事業

建築物の特性を考慮した環境衛生管理に関する研究

平成 22 年度 総括研究報告書

主任研究者 大澤 元毅

平成22年度厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）  
総括研究報告書

建築物の特性を考慮した環境衛生管理に関する研究

研究代表者 大澤元毅 国立保健医療科学院建築衛生部 部長

研究要旨

建築物形態と用途の違いに着目し、建築物の環境衛生上の現状と問題点について、空気質等における環境衛生上の実態調査、資料調査などを通して抽出を行い、建築物の用途別に異なる維持管理方法の必要性及び提言について取りまとめることを目的とした。また、省エネルギー技術導入が建築物の環境衛生に及ぼす影響を検討し、対応策について提言する。更には、湿度環境とインフルエンザに関する最新の文献調査を行った。

本研究では、建築物の地下空間の実態と維持管理に関する研究、建築物の用途別の維持管理実態に関する研究、建築物の環境衛生と省エネルギーのあり方に関する研究、湿度環境とインフルエンザに関する文献調査の四種の観点から検討を行った。まず地下空間の調査においては、昨年度に引き続き地下街における空気質の実態調査により季節ごとの空気環境の把握と、特定建築物の地下階の空気環境の実態把握、個別空調方式の実態調査を行い、その特性を明らかにした。用途別の維持管理実態の調査では、建築物の維持管理の実態について、全国の立入検査データ、全国規模のアンケート調査、東京都の立入検査データをもとに多面的な解析を行い、建築物の維持管理における問題点を抽出した。そして、環境衛生と省エネルギー設備のあり方については、建築物の省エネルギーと環境衛生の両立に向けての適切な維持管理手法・監視方法の提案に資する情報の収集をめざし、建築物衛生法に則って測定された資料、環境衛生に影響する省エネルギー技術の動向・実態調査、実際の建物維持管理データを用いた建物運用実態の把握を踏まえた改善の提案を行った。また低湿度とインフルエンザに関する文献調査では、湿度環境とインフルエンザに関する最新の知見について、文献調査の範囲を過去10年に拡大して実施し、国内外の文献を収集した。またこのうち特に重要であると考えられる文献については、共通の整理用フォームを作成し、その内容を整理・記述した。

研究分担者

池田 耕一 日本大学理工学部  
射場本忠彦 東京電機大学未来科学部  
鍵 直樹 国立保健医療科学院建築衛生部  
中館 俊夫 昭和大学医学部  
柳 宇 工学院大学工学部  
田島 昌樹 国立保健医療科学院建築衛生部

研究協力者

東 賢一 近畿大学医学部  
鎌倉 良太 (財)ビル管理教育センター  
斎藤 秀樹 (財)ビル管理教育センター  
下平 智子 (財)ビルメンテナンス協会  
田中 誠 (財)ビル管理教育センター  
富田 広造 東京都健康安全研究センター

A.研究目的

建築物形態と用途の違いに着目し、建築物の環境衛生上の現状と問題点を空気質等における環境衛生上の実態調査、資料調査などを通して抽出し、建築物の用途別に異なる維持管理方法の必要性及び提言について取りまとめる。また、省エネルギー技術導入が建築物の環境衛生に及ぼす影響を検討し、対応策について提言する。

B.研究方法

以下のサブテーマに分けて進めた。

B.1 建築物の地下空間の実態と維持管理に関する研究

平成20年度厚生労働科学研究「建築物の衛生的環境の維持管理に関する研究」における、地下空間（地下街）での維持管理方法及び環境衛



生実態の把握により、現在、我が国には60箇所以上の地下街が存在するが、地上より衛生環境条件が厳しいにもかかわらず、環境衛生上の実態・維持管理手法が不統一であることが判明した。

そこで本研究では、地下空間の維持管理状況と環境実態の把握を目的に、地域性と気象条件を考慮して全国6箇所を選定し、1年目においては夏期1施設、冬期5施設を、また今年度において同様の2施設を対象に夏期において、建築物衛生法に準じた測定及び実地調査を行い、各施設の維持管理体制・手法及び環境衛生実態の把握を行った。更に特定建築物の地下階の空気環境の実態把握、特定建築物の中でも空気環境に課題があると考えられる個別空調方式の建物での測定を行った。

## B.2 建築物の用途別の維持管理実態に関する研究

建築物衛生法の対象となる、興行場・百貨店・集会場・図書館・美術館・博物館・店舗・事務所・学校・旅館などの特定建築物は、それぞれ独自の用途・規模・営業形態を有することから、維持管理に個別性が大きく、問題事例も認められている。しかしながら、現実の建築物における維持管理には、それぞれの条件に応じて独自の時期や方法で行われる部分があることから、実態には不明な点が多く把握も不十分である。

本研究では、建築物の維持管理の実態について、全国の立入検査データ、全国規模のアンケート調査、東京都の立入検査データをもとに多面的な解析を行い、建築物の維持管理における問題点を抽出した。

## B.3 建築物の環境衛生と省エネルギーのあり方に関する研究

建築物においては、エネルギー消費に係る機器・構造の性能確保や適正保全措置の徹底が省エネ法に盛り込まれるなど、官民挙げて多様な対策が進められている。しかしながら、空調分野に普及しつつある外気取り入れ量の一時削減や、冬季給湯の停止などの手法の中には、無秩序に進められた場合、建築物衛生法に規定された測定方法では把握しきれない衛生上の問題を

生じる恐れがあるものが散見され、かつての法制定・改正時に想定していた目的や管理基準を逸脱する可能性がある。

本研究では、建築物の省エネルギーと環境衛生の両立に向けての適切な維持管理手法・監視方法の提案に資する情報収集を目的に、建築物衛生法に則って測定された資料、環境衛生に影響する省エネルギー技術の動向・実態調査、実際の建物維持管理データを用いた建物運用実態の把握を踏まえた改善の提案を行った。

## B.4 湿度環境とインフルエンザに関する文献調査

建築物環境の一つの重要な要素として病原微生物管理が挙げられるが、中でもインフルエンザウイルスは、温度や湿度がその疾病流行に関連することが従来より知られており、また2009年4月に新型インフルエンザが発生し、世界的に流行していることから、建築物環境衛生管理の中でも注目されている。昨年度の研究結果を踏まえ、湿度環境とインフルエンザ感染に関する最新の知見について、文献調査の範囲を過去10年に拡大して実施し、国内外の文献を収集した。PubMedを用いた英文文献の検索では24編、医学中央雑誌の検索で和文18編を収集し、文献リストを作成した。またこのうち特に重要と考えられる文献について、共通の整理用フォームを作成し、その内容を整理・記述した。

## C. 研究結果

本研究に関して、研究項目ごとにまとめる。

### C.1 建築物の地下空間の実態と維持管理に関する研究

本研究では、地下空間の維持管理状況と環境実態の把握を目的に、昨年度に引き続き、夏期の2箇所において建築物衛生法に準じた測定及び実地調査を行った。夏期の空気環境については、低湿度の問題はなく、冬期と同様に外気の流入による温度のばらつき、更に外気の流入、室内発生源の偏在により粉じん・浮遊微生物濃度に分布が生じていることが判明した。さらに、外気流入に関しては、地下街開口部において流入・流出風量の測定を行い、大量の外気が流入している状況を確認した。

また、特定建築物の地下階の空気環境について、東京都立ち入り検査データの解析から、地下階と地上階に有意な差が認められたほか、実態調査を行い、地下階に併設する地下駐車場の影響を受けていることなどを明らかにした。更に、個別空調方式の特定建築物において、空調設備からの汚染を考慮した測定を行い、今後この測定手法を用いたデータの蓄積の重要性について示した。

## C.2 建築物の用途別の維持管理実態に関する研究

全国の立入検査データ、全国規模のアンケート調査、東京都の立入検査データのいずれにおいても、温度、相対湿度、二酸化炭素の不適率が高く、これらの3項目が今後対策を検討すべき重要項目であることを示した。また、全国の立入検査のデータ解析により、空気環境の管理項目の不適率に関して、地域や用途による違いを明らかにした。特に、建築物衛生法の改正による対象建築物の範囲の拡大や、維持管理及び測定状況との関係などが懸念された。全国規模のアンケート調査や東京都の立入検査データの解析では、温度、相対湿度、二酸化炭素の不適と個別空調方式との間に有意な関係を見出した。個別空調方式の維持管理は、これら3項目の不適率を改善するうえで、今後の大きな課題である。また、空調機及び関連装置の不良や点検・整備不足との関係なども示唆され、これらの設備の維持管理の状況について、今後詳しく調査する必要がある。また、全国規模のアンケート調査、東京都の立入検査データのいずれにおいても、外気湿度と室内湿度がおおよそ相関していることから、相対湿度の不適には、加湿方法やその維持・運用・管理、除湿の状況に課題があることが示唆された。

## C.3 建築物の環境衛生と省エネルギーのあり方に関する研究

特定建築物のうち絶対数の多い事務所においては、相対湿度が建築物衛生法の基準から逸脱する割合が高く、特に冬季の相対湿度の逸脱する割合が高いことを示した。

また、一般的な事務所建物における実証的調

査により、同室・同建物の中においても温度分布が異なり、その結果が相対湿度に影響することを示し、相対湿度の制御を難しくする原因となっている状況を明らかにした。今後は、計測箇所や計測方法など適切な維持管理手法・監視方法の改善をすることで基準値の範囲を満たす割合が高くなると考えられる。

## C.4 湿度環境とインフルエンザに関する文献調査

文献検索の結果、インフルエンザ感染予防のために、建築物環境衛生という観点から考慮すべき重要な知見を報告している複数の文献が見出された。これらの内容を客観的に整理することで、衛生管理上有益な情報の抽出が期待される。

(倫理面での配慮)

研究で知り得た個人情報等については、漏洩に十分注意して取り扱うとともに、研究以外の目的では使用しない。

厚生労働科学研究費補助金  
健康安全・危機管理対策総合研究事業

建築物の特性を考慮した環境衛生管理に関する研究

平成 22 年度 分担研究報告書



平成22年度厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）  
分担研究報告書

1. 建築物の地下空間の実態と維持管理に関する研究

研究代表者 大澤元毅 国立保健医療科学院建築衛生部 部長

研究要旨

現在、我が国には60箇所以上の地下街が存在するが、地上より衛生環境条件が厳しいにもかかわらず、環境衛生実態は多様で、維持管理手法も不統一である。

そこで本研究では、地下空間の維持管理状況と環境実態の把握を目的に、地域性と気象条件を考慮して、昨年度は全国6箇所を選定し、冬期の測定を行った。さらに、今年度は冬期に同様の2施設を対象に、建築物衛生法に準じた測定及び実地調査を行い、各施設の維持管理体制・手法及び環境衛生実態の把握を行った。更に特定建築物の地下階の空気環境の実態把握、特定建築物の中でも空気環境に課題があると考えられる個別空調方式の建物での測定を行った。夏期の空気環境については、低湿度の問題はなく、冬期と同様に外気の流入による温度のばらつき、更に外気の流入、室内発生源の偏在により粉じん・浮遊微生物濃度に分布が生じていることが判明した。さらに、外気流入に関しては、地下街開口部において流入・流出風量の測定を行い、多くの外気が流入していることを確認した。

また、特定建築物の地下階の空気環境については、東京都立ち入り検査データの解析から、地下階と地上階との間に有意な差が認められたほか、実態調査を行い、地下階に併設する地下駐車場から影響を受けていることを明らかにした。更に、個別空調方式の特定建築物において、空調設備からの汚染を考慮した測定を行い、今後この測定手法を用いたデータの蓄積の重要性を示した。

研究協力者

鍵 直樹 国立保健医療科学院建築衛生部  
柳 宇 工学院大学工学部  
池田耕一 日本大学理工学部  
鎌倉良太 (財)ビル管理教育センター  
斎藤秀樹 (財)ビル管理教育センター  
増川智聡 日本大学大学院生  
熊田和彰 日本大学学生

が適用され、適切な維持管理が義務付けられているところであるが<sup>1)</sup>、都市交通機関や多くの店舗に直結されて歩行者数が多いこと、大規模で閉鎖的空間であることなどから、その建築及び建築設備は、地上の建築物の場合とは異なる様々な制約を受け、特異な運用管理が必要とされる。

また、この事は利用者のみならず地下街の飲食店や販売店等で働く従業者に対しても安全性、快適性の面で多大な影響を及ぼす。

平成20年度厚生労働科学研究「建築物の衛生的環境の維持管理に関する研究」における、地下空間（地下街）での維持管理方法及び環境衛生実態の把握により、現在、我が国には60箇所以上の地下街が存在するが、地上より衛生環境条件が厳しいにもかかわらず、建築物衛生法に準じた規制対象施設として扱うか否かの判断も自治体に委ねられているなど、環境衛生上の実態は多様で、維持管理手法も不統一であること

1-1 実態調査の概要及び法定測定結果

A.研究目的

我が国では「建築物における衛生的環境の確保に関する法律(通称、建築物衛生法)」により、特定用途で使用される延床面積3000m<sup>2</sup>以上の建物を特定建築物と定め、その衛生環境の維持・保全を図ってきた。地下街に関しても同法

が判明した。

また地下街では、公共通路としての利便性、安全性を確保するための出入口が多く、外気の影響を受けやすいこと、空調の外気取入れに制限を受けること、不適切な気流計画によって地下駐車場からの自動車排気の影響を受けるおそれがあること、内部発熱のため冬期でも温度が比較的高く、ゴミなどの管理を適切に行われないと衛生害虫・害獣が棲みやすい環境になることなど制約が多く、特に配慮が必要である。

これまで、地下街の空気環境衛生の実態に関してはいくつかの調査<sup>1,2)</sup>が行われており、建築物衛生法の環境管理項目については、大きな問題は認められなかった。また、浮遊微生物について学校環境衛生基準と比較した報告<sup>2)</sup>もある。外気の影響を強く受ける場合があるが、その利用・運用状況に依存するため不明な点も多い。一方、地下街の室内汚染物質の経時変化・平面分布などに関して詳細な検討を行った資料は少ない。

本研究では、地下街における建築物の環境衛生に関する項目（空気環境、水質、維持管理状況、清掃状況、害虫対策）について地下街における衛生環境の現状を把握することを目的として実態調査を行うこととした。今年度は昨年度の冬期における実測に引き続き、空気環境及び水質について、季節ごとの違いを把握するために、今年度2箇所の地下街において実測を行った。なお、先の研究調査で行ったものも含め、3箇所の季節ごとの違いについても報告する。本報では、建築物衛生法に準じた空気環境及び水質検査を行った。

## B. 研究方法

調査対象は東京、神奈川、北海道の3箇所における大規模の地下街とし、表 1-1-1、2 に調査日程と、今回の実測対象の建物とその空調・換気設備の概要を示す。本年度については、神奈川及び北海道の2箇所について、夏期における測定を行った。各施設は中央方式の空調機を有しており、区画ごとのゾーニング、店舗、通路部毎に空調機によって運転が行われていた。外気取り入れ口は、地上道路沿いにあり、場所によっては排気を近隣の建築物に受け持たせるこ

表 1-1-1 調査日程

測定場所	調査日程	天候
東京	夏期 2009.8.11	曇時々雨一時晴
	冬期 2008.11.28	曇一時雨後晴
北海道	夏期 2010.8.25	曇
	冬期 2009.11.26	曇一時雨
神奈川	夏期 2010.9.14	晴時々曇一時雨
	冬期 2009.11.13	曇時々雨

表 1-1-2 対象施設の空調・換気設備概要

測定場所	竣工年	延床面積[m <sup>2</sup> ]	規模	空調方式	換気方式
東京	1965	29,035	地下1階 一部2階	全体制御 PAC FCU	AHU OHU HEX
神奈川	1986	56,916	地上1階 地下2階	全体制御 PAC FCU	AHU OHU HEX
北海道	1971	33,645	地上1階 地下3階	全体制御	OHU

表 1-1-3 測定項目及び方法

測定方法	測定項目	測定機器	測定時間
定点連続測定	浮遊粉じん	質量濃度 [mg/m <sup>3</sup> ]	1回1分間の連続測定
	浮遊微粒子	個数濃度 [個/m <sup>3</sup> ]	
	一酸化炭素 [ppm]	IAQ モニタ	
	二酸化炭素 [ppm]		
	温度 [°C]		
	相対湿度 [%]		
	気流 [m/s]		
巡回移動測定	浮遊粉じん	個数濃度 [個/m <sup>3</sup> ]	各地点1回5分程度の測定
		質量濃度 [mg/m <sup>3</sup> ]	
	一酸化炭素 [ppm]	IES-3000	
	二酸化炭素 [ppm]		
	温度 [°C]		
	相対湿度 [%]		
	気流 [m/s]		

とにより地下街の排気の影響がないようにしていた。神奈川は常時開放されている開口部が多く、北海道ではほとんどの開口部にドアが付き閉じている。また、平面配置は、神奈川、北海道は飲食店が固まっているが、東京は飲食、物販が混在していた。地下街の出入口については、東京、北海道についてはドアを閉めた状態であったが、神奈川については、駅との接続部については大開口部を有していた。近隣の建物と接続しているところも多くあった。

空気環境測定については、室内定点連続測定、室外定点連続測定の2カ所を中心とし、それ以外に巡回移動測定（室内10ヶ所と室外1ヶ所を午前午後に分け、各測定点につき1回約5分間測定）の2種類を行った。測定点については、図 1-1-1 に示す各点である。建築物衛生法の空気環境に関する6項目の測定を行った。空気環境測定の測定装置概要を表 1-1-3 に示す。測定方法は、定点においては、粉じん濃度をデジタル粉じん計（DDC）、一酸化炭素、二酸化炭素、温度、相対湿度については IAQ モニタ、気流をクリモマスターにより測定を行った。また、

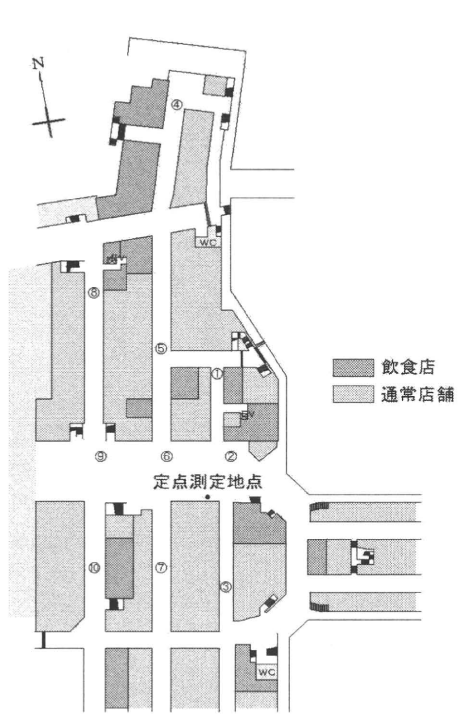
ホルムアルデヒドについては、定点測定場所のみの捕集で、DNPH カートリッジを用い、1 L/min で計 30 L の捕集を行い、HPLC により定量分析を行った。一方、移動測定については、6 項目測定器（柴田科学製 IES-3000）を用いて、それぞれの測定点を順次移動して計測を行った。なお、一酸化炭素及び二酸化炭素については、検知管法によっても同時に計測を行った。

水質については、上水、雑用水および冷却水について、建築物衛生法等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。上水と雑用水は、基本的には建築物衛生法の全法定項目について検査を実施した。冷却水は日本冷凍空調工業会の標準規格に基づいた項目について検査を実施した。

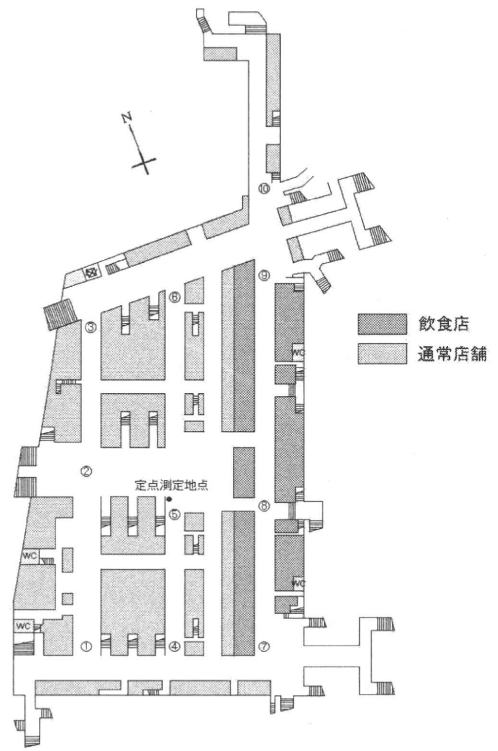
なお、実施に際しては、通行者および従業者を阻害しない事を基本とした。写真撮影に際しても、通行人等の個人が特定されない様に配慮すると共に、研究成果を公表する際にも個人が一切特定されないよう、個人名・企業名・施設名の削除を厳守とした。また、各測定器機器類については、排出ガス等は一切発生しないものを用いた。

調査に関しては、測定対象の各地下街の関係者にご協力を頂いた。関係者各位に深く感謝の意を表す。

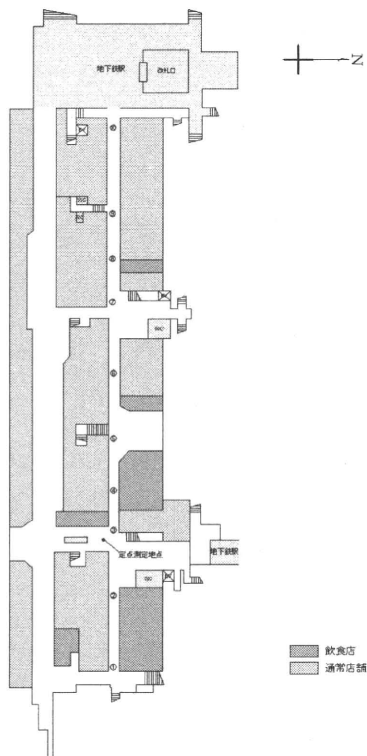




東京



神奈川



北海道

図 1-1-1 各施設の平面図  
(図中の番号は、巡回測定の測定点を示す)

## C. 測定結果

### C.1 建築物衛生法に基づく評価

図 1-1-2 に巡回測定によって得られた各測定項目に関する各測定点（10箇所）及び外気の測定結果を示す。

#### C.1.1 浮遊粉じん

いずれの場所においても、午前・午後の平均で基準値を超えた場所はなく、午前・午後を個別に比べても基準値を超えていない。

但し、場所によって大きな変化が見られた。扉の無い出入り口近辺などに若干の高濃度が見られた。

#### C.1.2 一酸化炭素

いずれの場所においても、基準値である10ppmを超えることはなかった。いずれの地下街も外気取入口が幹線道路に面していること、全ての地下街ではその地階が駐車場となっており、排気設備が通常通り作動していない場合には、駐車場からの侵入も原因として考えられる。

#### C.1.3 二酸化炭素

二酸化炭素についても、基準値である1000ppmを超える場合は見られず、換気量そのものは十分に確保されている。しかし、その分布などから空調機からの計画的な換気だけではなく、外に面した扉などからの流入により過剰に換気されていることがうかがえる。

#### C.1.4 温度

温度については、基準値である17～28℃を超過する場所があった。これらは夏期における測定だったが、夏期においては、外気の流入により局所的に温度が高くなっているところも存在している。

#### C.1.5 相対湿度

相対湿度については、夏期においては、冷房による除湿運転となるため、冬期のように低湿度の問題はなく、高湿度の問題はあるが、70%を超過することはなかった。

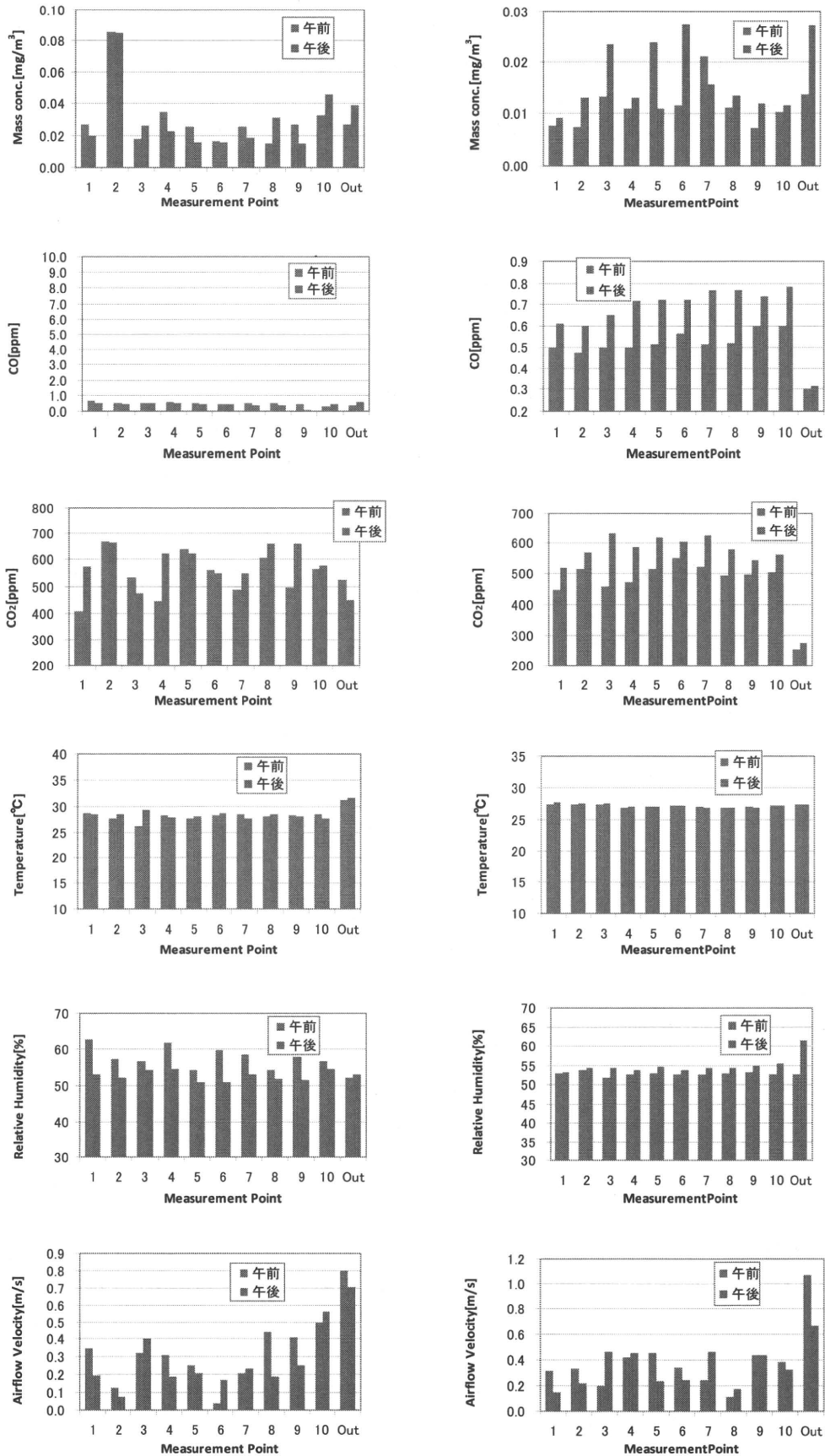
#### C.1.6 気流

気流については全体を通して、室内にはかなり速く、基準値を満たしていない箇所が見られる。空調機の噴出し風速、人の動きによる気流の生成、扉からの外気の流出入などによる影響が考えられる。

#### C.1.7 季節間の比較

図 1-1-3 に相対湿度と気流の移動測定の結果を示す。相対湿度の項目では移動測定においても定点測定と同様に冬期では各地下街で値は全般に低く基準値を下回る傾向が見られた。場所による違いは少ないものの、東京の夏期に関しては若干違いが見られた。

気流については、数ヶ所の測定点で基準値をやや上回ることがあり、場所によっても異なる傾向となった。北海道では定点測定の実測値と異なる測定結果となったのは、測定時刻によって気流変動が大きいことが影響していることがある。神奈川では②、⑩の気流が他の測定点よりも多少大きかった。これは②には駅とつながる大きな開口部があること、⑩は細長い通路につながる入り口部分であるため、外気からの流入による影響を受けていると考えられる。東京においては、外部へはドアがあるが、若干出入口近くでは高い傾向となった。北海道においても、直線的な形状となっており、各地点に出入口はあるものの、扉があるため、大きな気流とはなっていない。しかしながら、どの地下街においても、使用人数が多いにも関わらず、季節に限らず二酸化炭素濃度が1000ppm以下と、通常の建物と比較すると低かった。これは、空調機による換気によるものだけではなく、扉や開口部からの外気の侵入が非常に多いことを示している。よって、予期せぬ外気の侵入を削減することで、相対湿度の維持、気流速度を抑えることや省エネルギーに効果が上がる可能性があると考えられる。



神奈川 北海道

図 1-1-2 巡回測定の結果

(上から浮遊粉じん, 一酸化炭素, 二酸化炭素, 温度, 相対湿度, 気流)



## C.2 定点測定の結果

図 1-1-4 に各地下街の定点において浮遊粉じん、一酸化炭素、二酸化炭素の連続測定により計測した結果を示す。

季節によらず良好で基準値を満足する地下街が多かったが、冬期の相対湿度の値は低く、特に神奈川では常に 40~50% を推移していた。湿度が低い理由として、通常の建築物同様、加湿が不足していることと共に、外気の流入による影響が大きいことが考えられる。

そこで、表 1-1-4 に室内と外気の相対湿度の相関係数について示す。各地下街において、季節により違いがあることが分かった。神奈川の冬期には開口部が大きく開口部が開いていることから、外気の影響を受け、相関が大きくなった。一方、北海道では開口部がドアで閉じられていることから相関は低かった。逆に北海道において夏期の相関が高いのは、空調を行っても気温・湿度が室内環境と変わらない、その土地の気候によるものと考えられる。

次に気流に関しては、夏期の神奈川と北海道、冬期の北海道で、基準値を超える傾向であった。表 1-1-5 に気流速度の標準偏差値などを示すが、標準偏差については北海道において特に高い値となった。空調吹き出しによる気流であれば、変動は少ないものと考えられる。そのため、外気の流入や人の動きによる影響を受け、特に北海道においては、地下鉄の駅とつながっていること、神奈川では他地下街に比べて外部との接続部が大きく開いていたことによって気流が大きくなったと考えられる。

ホルムアルデヒド濃度については、図 1-1-5 に示す各測定点における午前及び午後の平均値であるが、いずれも基準値をはるかに下回っており、外気と同レベルであった。発生源が少ないこと、換気が十分に行われていることが要因であると考えられる。

## C.3 水質調査結果

上水、雑用水および冷却水について、建築物衛生法等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。

神奈川における上水及び雑用水の結果を表 1-1-6 に、冷却水の結果を表 1-1-7 に示す。

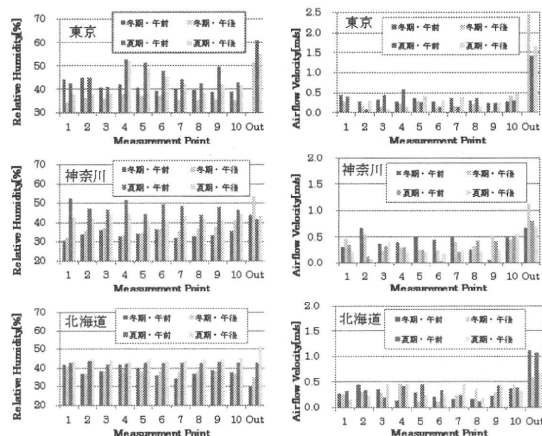


図 1-1-3 移動測定の測定結果  
(左列：相対湿度 右列：気流)

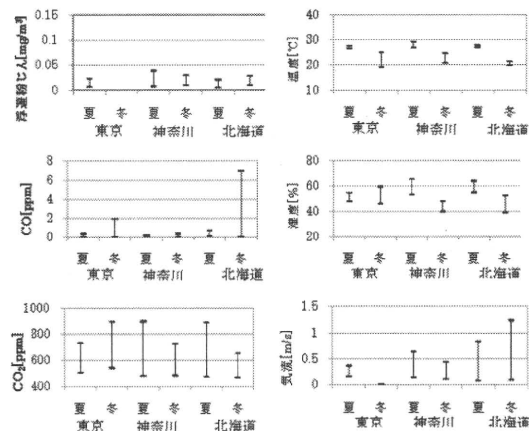


図 1-1-4 各地下街の夏期及び冬期における測定結果

表 1-1-4 室内と外気の相対湿度の相関関係

場所	東京		神奈川		北海道	
	夏期	冬期	夏期	冬期	夏期	冬期
相関係数	0.80	-	0.47	0.94	0.75	0.27

表 1-1-5 気流 (定点) の測定結果と標準偏差

	東京・夏	神奈川・夏	神奈川・冬	北海道・夏	北海道・冬
最大値	0.36	0.64	0.44	0.83	1.24
最小値	0.15	0.14	0.10	0.07	0.09
平均	0.26	0.29	0.25	0.31	0.39
標準偏差	0.04	0.07	0.05	0.13	0.20

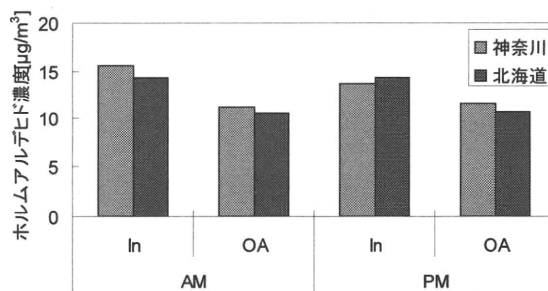


図 1-1-5 ホルムアルデヒドの測定結果

上水及び雑用水については、全て水質基準に適合しており、冬期と同様に良好であった。

なお、冷却水は全ての冷却塔からレジオネラ属菌が検出されたが、いずれの冷却水についても薬液注入による対策が行われていた。

表 1-1-6 上水・雑用水の水質検査結果

施設名		神奈川		
採水日		9月 14日		
種類		上水		雑用水
採水場所		店舗 1	店舗 2	ポンプ水栓
項目	基準			
残留塩素	0.1mg/L以上	0.5	0.5	0.4
水温	- (°C)	26	25	25
NO	10mg/L	1.02	1.00	
Cl	200mg/L	15.9	15.7	
TOC	5mg/L	0.4	0.5	
一般細菌	100/mL	0	0	
大腸菌	不検出	不検出	不検出	不検出
pH値	5.8-8.6	7.4	7.5	7.6
臭気	異常なし	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	
外観	無色透明			無色透明
色度	5度以下	0	0	
濁度	2度以下	0	0	0
蒸発残留物	500mg/L	110	110	
Cu	1.0mg/L	0.01	<0.01	
Fe	0.3mg/L	0.01	0.01	
Zn	1.0mg/L	<0.01	<0.01	
Pb	0.01mg/L	<0.001	<0.001	
レジオネラ属菌	(cfu/100mL)	不検出	不検出	不検出
クロホルム	0.06mg/L	0.012	0.011	
ブロモジクロロメタン	0.03mg/L	0.001	0.001	
ジブロモクロロメタン	0.1mg/L	<0.001	<0.001	
ブロモホルム	0.09mg/L	<0.001	<0.001	
総トリハロメタン	0.1mg/L	0.013	0.012	
クロ酢酸	0.02mg/L	<0.002	<0.002	
ジクロ酢酸	0.04mg/L	0.007	0.007	
トリクロ酢酸	0.2mg/L	0.008	0.009	
ホルムアルデヒド	0.08mg/L	0.003	0.003	
臭素酸	0.01mg/L	<0.001	<0.001	
シアン	0.01mg/L	<0.001	<0.001	
塩素酸	0.6mg/L	0.07	0.07	

#### D. 考察

空気質要素（粉じん濃度，一酸化炭素濃度，二酸化炭素濃度，ホルムアルデヒド濃度）については，季節にかかわらず何れも基準値を満足していた。しかし，粉じんについては，一般の建物に比較して外部に直接開放された出入り口の影響とみられる空気汚染物質の侵入が見られた。地下街という通路機能を有する建築物の性質上，建築計画的に開放せざるを得ない，という点があるにしても，何らかの対策を考えていく必要があると考えられる。

また，温熱環境要素（温度，湿度，気流速度）については，夏期においては冬期と異なり低湿度の問題はなく，全般に基準値の範囲内であった。また気流速度もかなり速い傾向であった。

相対湿度については，神奈川については開口

部が大きく開口部が開いていることから，外気の影響を受けていること，北海道では開口部がドアで閉じられていることの影響について，室内と外気の相関から明らかとなった。

気流に関して，定点測定結果の標準偏差を比較したところ，北海道において特に高い値となった。外気の流入や人の動きによる影響を受け，特に北海道においては，地下鉄の駅とつながっていること，神奈川では他地下街に比べて外部との接続部が大きく開いていたことによって気流が大きくなったものと考えられる。

水質については，上水及び雑用水共に全て水質基準に適合しており良好であった。なお，冷却水は全ての冷却塔からレジオネラ属菌検出されたが，いずれの冷却水についても薬液注入による対策が行われていた。



表 1-1-7 冷却水の水質検査結果

施設名		神奈川			
採水日		9月 14日			
種類		冷却水			
採水場所					
項目	基準	CT1号	CT2号	CT3号	CT4号
残留塩素	0.3mg/L以下	0.0	0.0	0.0	0.0
水温	-(°C)	26	29	26	31
塩化物イオン	200mg/L	103.2	113.7	109.1	80.9
硫酸イオン	200mg/L	216.5	265.3	221.3	128.9
酸消費量 (pH4.8)	100mg/L	275	330	280	214
全硬度	200mg/L	476	519	466	340
カルシウム硬度	150mg/L	328	385	347	213
イオン状シリカ	50mg/L	142	160	142	117
pH値	6.5-8.2	9.0	9.0	9.0	8.3
導電率	80(mS/m)	108.9	123.8	111	82.9
Cu	1.0mg/L	0.03	0.03	0.02	0.02
Fe	0.3mg/L	0.01	0.01	0.02	0.01
Zn	1.0mg/L	0.01	0.00	0.01	0.01
Pb	0.01mg/L	0.000	0.000	0.000	0.000
硫化物イオン	不検出	0.00	0.00	0.00	0.00
アンモニウムイオン	1.0mg/L	0.00	0.00	0.00	0.00
レジオネラ属菌	(cfu/100mL)	10	370	40	1300
	菌種	1群	1群	1群	1群

業界基準項目
業界参考項目
参考

E. 結論

本研究では、昨年度行った6箇所の中から、2箇所について、下記の地下街の通路部分を主たる対象として建築物衛生法に準じた実測調査を行い、地下街における衛生環境の現状を把握した。

- ・空気質要素（粉じん濃度、一酸化炭素濃度、二酸化炭素濃度、ホルムアルデヒド濃度）については、いずれも基準値を満足していた。粉じんなどについても、一般の建物に比較して外部に直接開放された出入り口の影響とみられる空気汚染物質の侵入が見られた。更に、からの移流などにより若干粉じん濃度が高い場合があった。

- ・温熱環境要素（温度、湿度、気流速度）については、夏期においては冬期と異なり低湿度の問題はなく、基準値の範囲内であった。

- ・場所による違いとして、粉じん及び温度については、外気の影響を受ける場所による空間分布が形成されていることがわかった。また、室内発生源の偏在により粉じん・浮遊微生物濃度に分布が生じていることが判明した。

- ・水質については、上水及び雑用水共に全て水質基準に適合しており良好であった。なお、冷

却水は全ての冷却塔からレジオネラ属菌検出されたが、いずれの冷却水についても薬液注入による対策が行われていた。

参考文献

1)増田弘樹ほか：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.2089-2092，2006

2)上野雄也：名古屋市の地下街における空気環境調査，ビルと環境，122，pp.13-19，2008

## 1-2 浮遊微生物に関する詳細調査

### A. 研究目的

浮遊微生物については既往調査<sup>1,2)</sup>において、地下街は日照がなく閉鎖されているため濃度が高いとの報告があった。このことから、一般管理項目ではない浮遊細菌・真菌などの汚染物質の定点の経時変化、平面分布の測定を行った。また、今年度は浮遊大腸菌類の測定も行った。

### B. 研究方法

2009年の冬期に施設間の差を把握するために6施設（東京、神奈川、北海道、福岡、愛知、大阪）における浮遊微生物の測定を行った。また、季節間の差を把握するために、2010年の夏期に前記6施設うち協力が得られた2施設（神奈川、北海道）における同様な測定を行った。以下に、測定方法について述べる。

#### B.1 測定スケジュール

##### ① 定点連続測定

室内浮遊微生物濃度の経時変化を把握するために、10:00～18:00の間において室内・屋外浮遊細菌と浮遊真菌濃度の測定を行った。浮遊細菌と浮遊真菌の測定にはMGサンプラー（MATTSON-GARVIN社製）、粒径別浮遊微生物粒子数を瞬間微生物計測機器IMD（Instantaneous Microbial Detection, BioVigilant社製）で測定した。また、10:00～18:00の毎正時に外気中の浮遊細菌と真菌濃度をMBS-1000サンプラーで測定した。定点測定点の場所は図1-1-1を参照されたい。

##### ② 移動測定

室内場所別の浮遊細菌と浮遊真菌濃度の差を把握するために、各施設において10箇所を対象に午前（10:30前後）と午後（14:30前後）各1回の測定を行った。測定にはMBS-1000サンプラーを用いた。移動測定点の場所は図1-1-1を参照されたい。

#### B.2 使用培地と培養条件

細菌の測定にはトリプトソーヤ寒天培地（以降SCDと略す）を用いた。培養後のコロニーについてグラム染色を行い、細菌をグラム陽性の

球菌と桿菌、グラム陰性の球菌と桿菌、および芽胞菌の5種類に分類した。また、昨年の測定でグラム陰性桿菌が多く検出されたため、今年度では新たにCT-SMAC培地を用い、大腸菌の測定を追加した。

真菌の測定にはCP加ポテトデキストロース寒天培地（以降PDAと略す）を用いた。なお、以後に示す真菌はカビと酵母を合計したものである。また、真菌については同定を行った。

培地の培養条件は32℃・2日間（SCD）、37℃・2日間（CT-SMAC）、25℃・3日間以上（PDA）であった。

### C. 研究結果

#### C.1 通行人数とCO<sub>2</sub>濃度

##### ① 通行者数

図1-2-1に神奈川と北海道における定点測定点近傍を通過する人数の累積出現頻度分布を示す。どちらもほぼ同じであったが、時間帯によって通行者数の変動が大きいことが確認された。

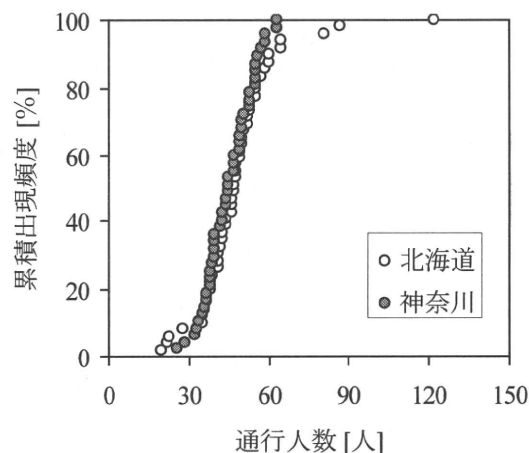


図1-2-1 各施設通行者数の累積出現頻度

##### ② CO<sub>2</sub>濃度

図1-2-2に各定点において10:00～18:00の間で10分毎に測定したCO<sub>2</sub>濃度の累積出現頻度分布を示す。神奈川の室内CO<sub>2</sub>濃度は北海道に比べ全体的に若干高い方にシフトしているが、共に前年度の冬期測定結果と同じように800ppm以下になっており、機械換気と多く設けられている出入口からの自然換気によって換気量が確保されていることが窺える。

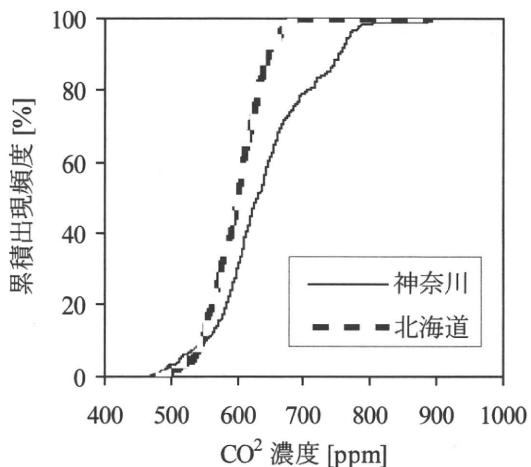


図 1-2-2 CO<sub>2</sub>濃度の累積出現頻度分布

## C.2 定点測定結果

### ① 浮遊細菌

図 1-2-3 に定点における浮遊細菌濃度の経時

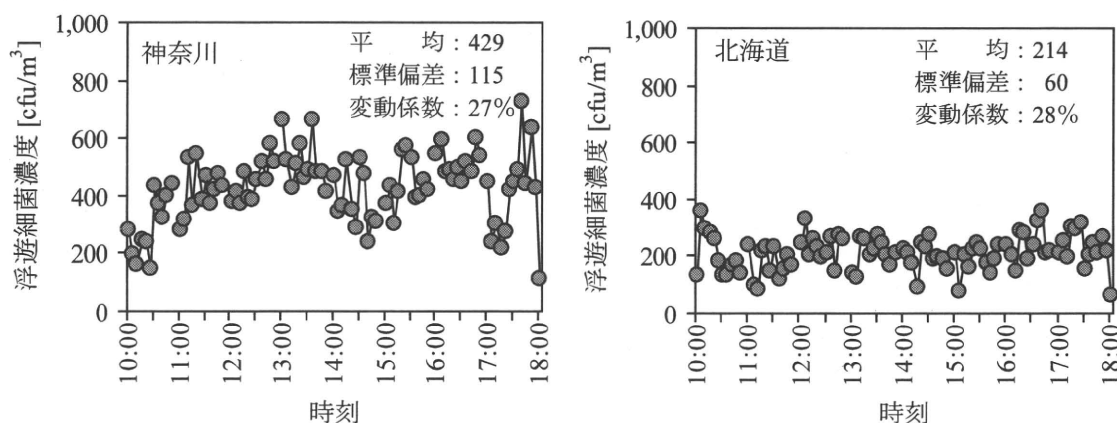


図 1-2-3 浮遊細菌濃度の経時変化

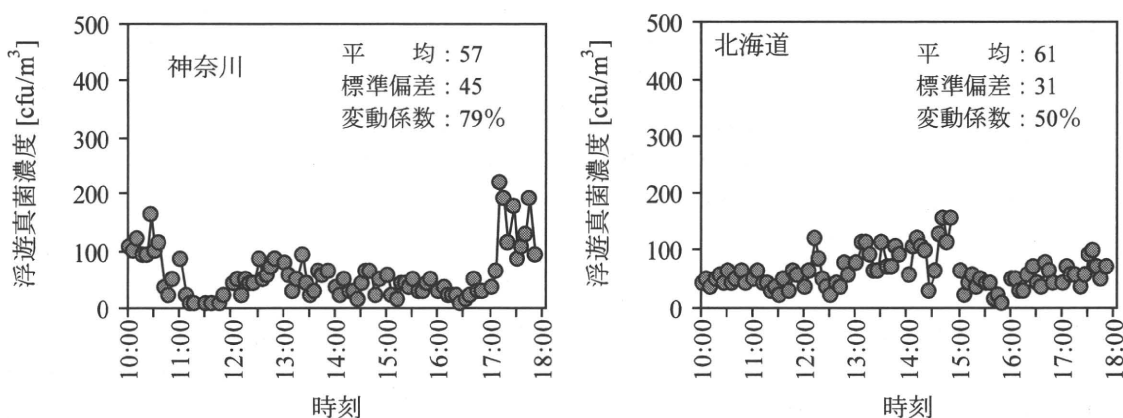


図 1-2-4 浮遊細菌濃度の経時変化

変化を示す。神奈川が北海道に比べて比較的高い値を示したが、何れも昨年の冬期測定結果と同程度であった。

また、細菌のグラム染色の結果、全て芽胞菌であり、大腸菌は検出されなかった。

### ② 浮遊真菌

図 1-2-4 に定点における浮遊細菌濃度の経時変化を示す。北海道と神奈川の何れも比較的低い値を示した。また、両方ともに昨年の冬期測定結果と同程度であり、細菌と同様に季節間の差はみられなかった。

真菌の種類については *Cladosporium* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., が最も多く検出された。

### C.3 移動測定結果

#### ① 浮遊細菌

図 1-2-5 に浮遊細菌濃度における移動測定の結果を示す。昨年と同じように何れも  $1000\text{cfu}/\text{m}^3$  以下となっており、浮遊細菌濃度は測定場所と測定時間帯によって大きく異なることが分かる。

#### ② 浮遊真菌

図 1-2-6 に浮遊真菌濃度における移動測定の結果を示す。測定場所と測定時間帯によって濃度値が大きく異なることが分かる。

### D. 考察

本研究の調査対象である 2 施設においては、何れも多く店舗が設置され、人の通行数も多

い場所であった。

浮遊細菌の測定結果では、時間帯（定点測定結果）と場所（移動測定結果）によって浮遊細菌濃度に大きな差がみられた。これは、室内浮遊細菌の主な発生源が室内にあり、室内では時間と場所によって使用または利用者の数と活動が異なるためと考えられる。また、施設の間で浮遊細菌濃度に差が示されていることから維持管理の方法によってはその対策が図られることが示唆された。一方、細菌の染色の結果、全て芽胞菌であったことから、季節によって、細菌の種類が異なることが分かった。

浮遊真菌については、空気環境をよくコントロールしているオフィスや病院の待合室などに比べ若干高いものの、自然換気が主である住宅とは同程度かそれ以下になっている。また、真

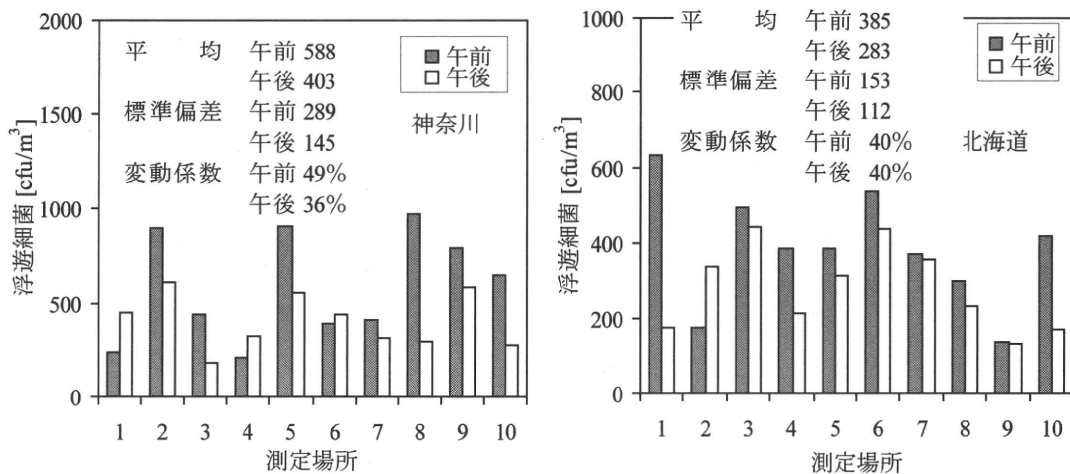


図 1-2-5 測定場所別浮遊細菌濃度

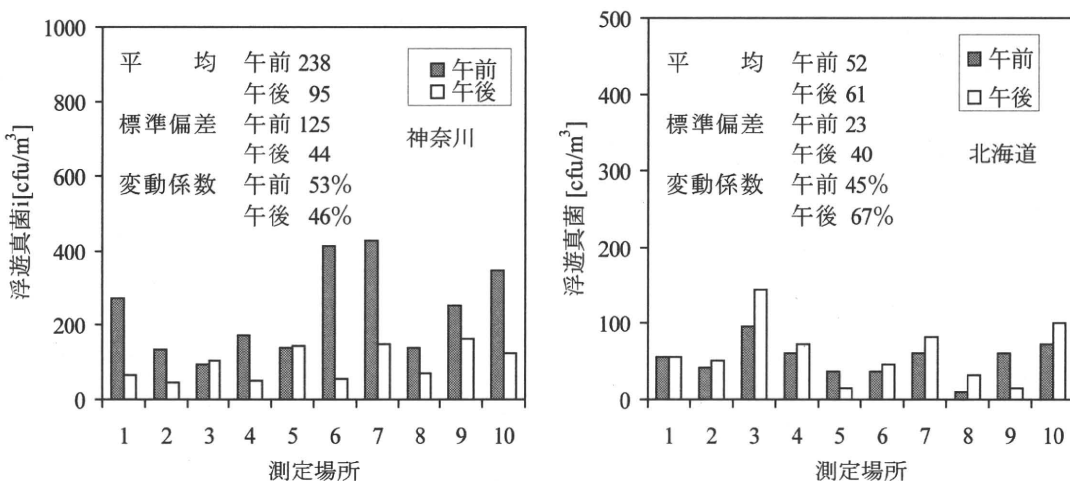


図 1-2-6 測定場所別浮遊真菌濃度