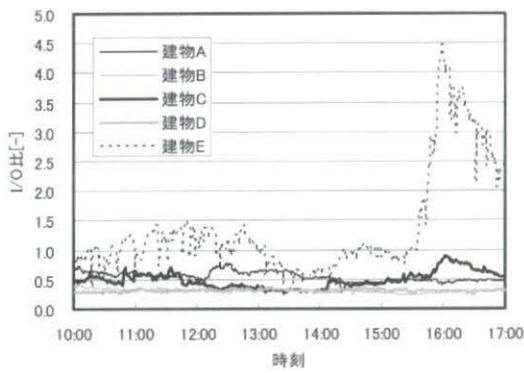
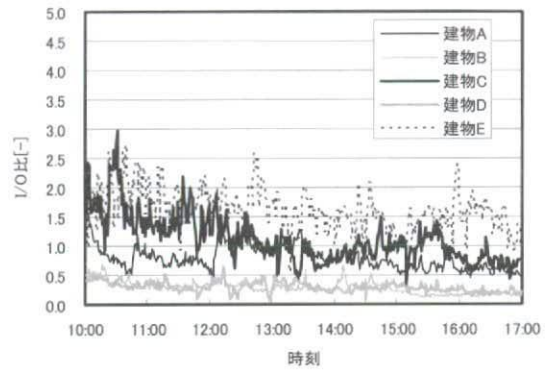


図 2-3-7 浮遊粉じん濃度の経時変化 図 2-3-8 粉じん濃度の I/O 比の経時変化



a)微小粒子



b)粗大粒子

図 2-3-9 LPC による浮遊粉じん個数濃度による I/O 比

図 2-3-10 に室内での気流の速度を示す。0.2m/s 以下であり、建築物衛生法で定める 0.5m/s を大きく下回っている。しかし、建物 C, D などでは常に 0.15m/s 程度の風速があり、AHU を用いた大規模な建物に較べると風速はかなり大きい。これは天井カセット型の空調機から吹き出す気流の影響を受けているため、冷房期でもほぼ同等の結果を得ている。

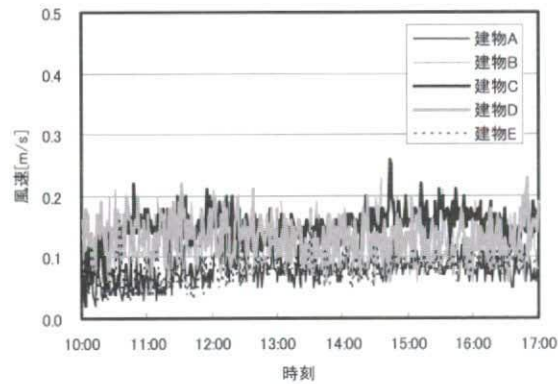


図 2-3-10 気流速度の経時変化

2.4 微生物の測定結果

2.4.1 浮遊細菌

各建物における室内浮遊細菌濃度と I/O 比を、2007 年度冷房期の測定結果と併せて図 2-4-1 に示す。室内浮遊細菌濃度は概ね AIJES-A0002-2005 規準値の $500\text{cfu}/\text{m}^3$ を満足した。I/O 比については、冷房期の B 建物と暖房期の A 建物は 6 を超えているが、他は 1～2 の範囲にあった。この結果をフィルタによるろ過の効果と併せて考えれば、浮遊細菌の主な発生源は室内にあることが再確認された。

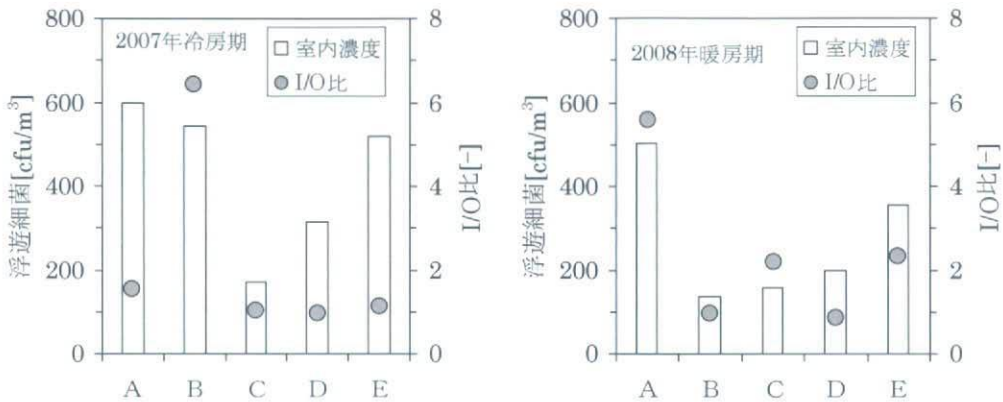


図 2-4-1 室内浮遊細菌濃度

2.4.2 浮遊真菌

各建物における室内浮遊真菌濃度と I/O 比を、2007 年度冷房期の測定結果と併せて図 2-4-2 に示す。C 建物と暖房期の B 建物を除けば、他は全て AIJES-A0002-2005 規準値の $50\text{cfu}/\text{m}^3$ を上回った。各建物の室内外から分離された真菌の種類を表 2-4-1 に示す。I/O 比については、全て 1 を下回ったが、値の違いが見られた。特に、暖房期の D 建物の室内空中から *Penicillium rugulosum* (ペニシリウムルグロサム) のみが分離され、室内に汚染源が存在するものと考えられる(写真 2-4-1)。P.rugulosum は中温・耐乾性かびであり、かび毒のルグロシン生産することが知られている。

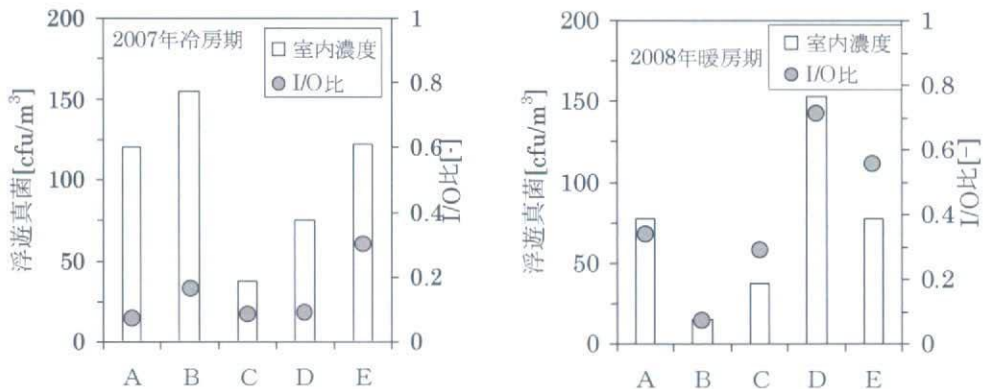


図 2-4-2 室内浮遊真菌濃度

表 2・4・1 各建物の室内外から分離されたカビの種類

		A		B		C		D		E	
		室内	屋外	室内	屋外	室内	屋外	室内	屋外	室内	屋外
<i>Cladosporium</i> spp.	冷房期	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
<i>Penicillium</i> spp.		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
<i>Aspergillus</i> spp.			○		○	○	○	○	○	○	
<i>Fusarium</i> spp.			○		○		○		○	○	○
<i>Alternaria</i> spp.			○		○	○		○		○	○
<i>Yeast</i>			○	○	○	○		○	○	○	○
<i>Cladosporium</i> spp.	暖房期	○	○	○	○	○	○		○	○	○
<i>Penicillium</i> spp.		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
<i>Aspergillus</i> spp.		○	○		○		○	○	○		○
<i>Fusarium</i> spp.											
<i>Alternaria</i> spp.					○				○		○
<i>Yeast</i>			○	○		○	○		○	○	

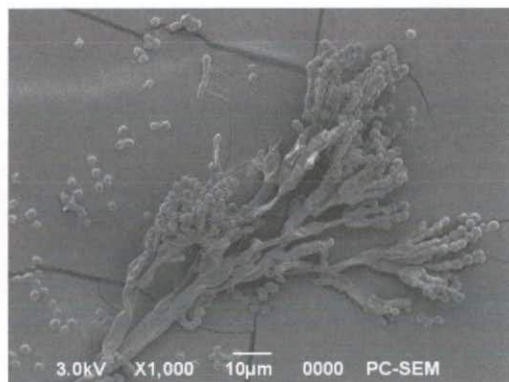
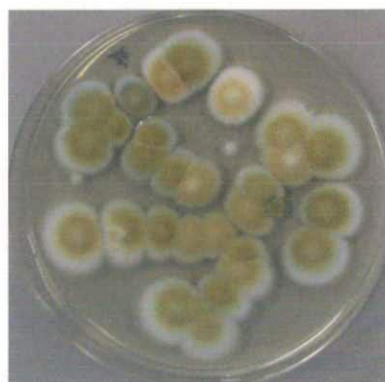


写真 2・4・1 D 建物の室内空中から分離された *Penicillium rugulosum*

2.4.3 浮遊微生物粒子

図 2-4-3 に暖房期における各建物の室内浮遊微生物粒子濃度の経時変化を示す。また、図 2-4-3 に示す結果から求めた平均値と浮遊細菌の測定値の関係を図 2-4-4 に示す。両者間に強い相関関係にあることが分かった。従って、図 2-4-3 に示す微生物粒子濃度の変動特性が室内浮遊細菌濃度の経時変化特性を表しているものであると考えられる。

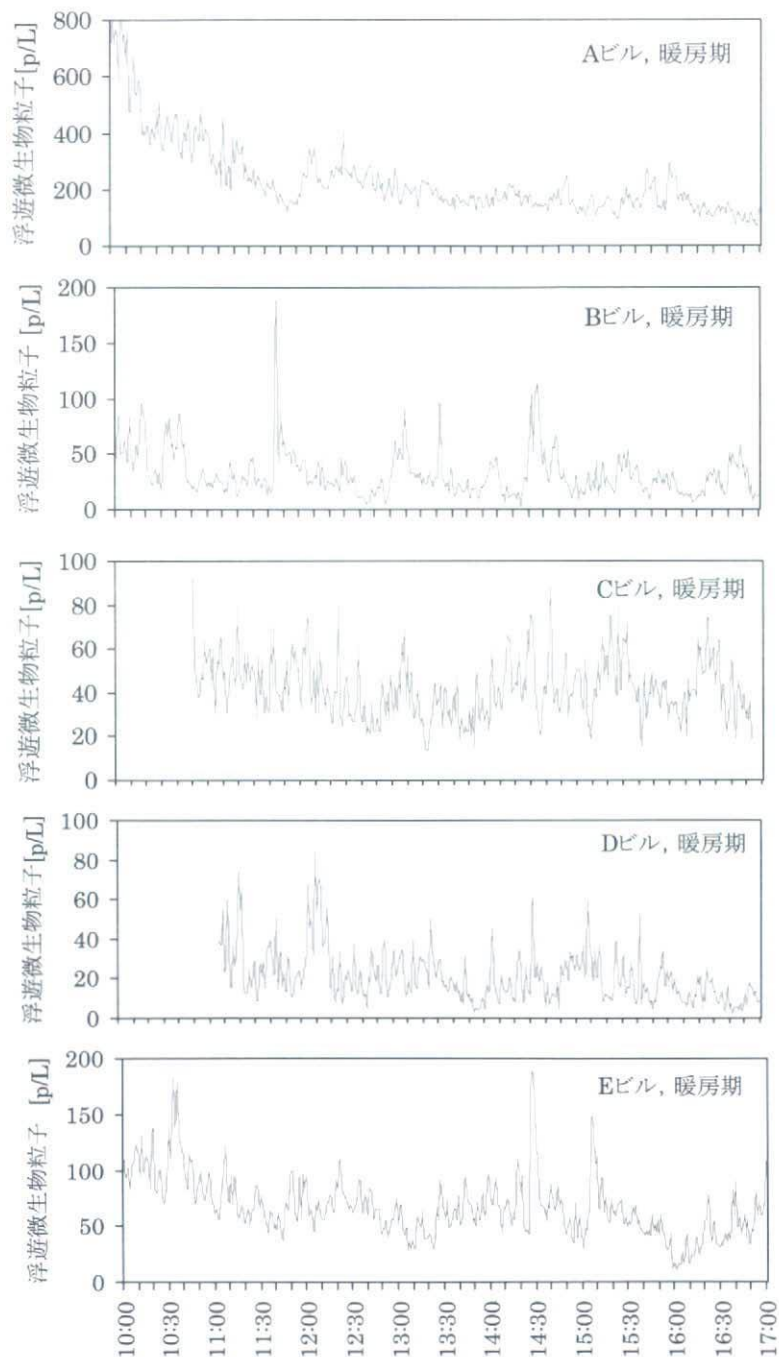


図 2-4-3 室内浮遊微生物粒子の経時変化

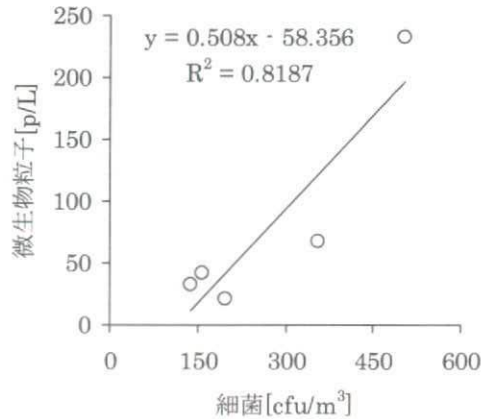


図 2-4-4 浮遊細菌と浮遊微生物粒子の関係

2.5 化学物質濃度

2.5.1 各指針値に対する評価

ホルムアルデヒド他のカルボニル化合物の測定には、DNPH 捕集、HPLC 法で、その他の VOCs の測定には、Tenax 捕集、GC/MS 法により分析を行った。図 2-5-1 に各建物における外気及び室内の TVOC 濃度を示す。厚生労働省で暫定目標値として示されている $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を全ての建物で超過していた。外気についても、前回の測定と同様に目標値を超過していることがあり、室内における発生と共に外気の影響も受けている。

図 2-5-2 に各建物における午前及び午後を平均した VOCs 濃度を示す。各 VOCs に対する厚生労働省の室内濃度指針値を超過した場所はなかったが、トルエン濃度が外気と共に高く、 $60\text{-}160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。また、床接着剤と床材の二次生成により事務所ビルでよく見られる 2-エチル-1-ヘキサノールは、 $15\text{-}29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。TVOC 濃度の高かった原因として、各建物で trimethyl Benzene などの芳香族炭化水素類、Decane 及び Undecane などの脂肪族炭化水素類、低分子シロキサン類の検出された種類が多く、かつ濃度が軒並み高かった。建物別には、建物 A では、低分子シロキサンである D5 が $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、Decane が $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、建物 B では多種類の芳香族及び脂肪族炭化水素類に加え、D5 が $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、Decane が $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、建物 C では D5 が $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、Dodecane が $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、建物 D では D5 が $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、建物 E では D5 が $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

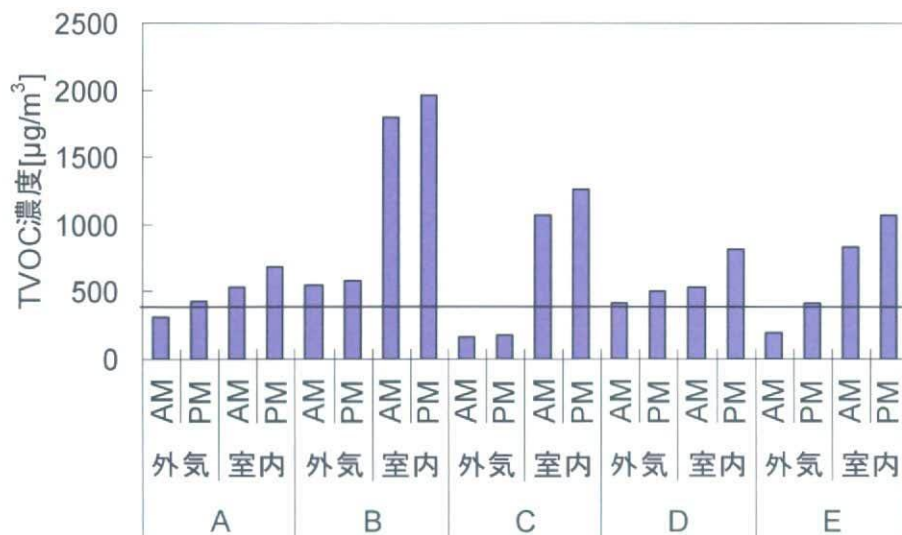


図 2-5-1 各建物の TVOC 濃度

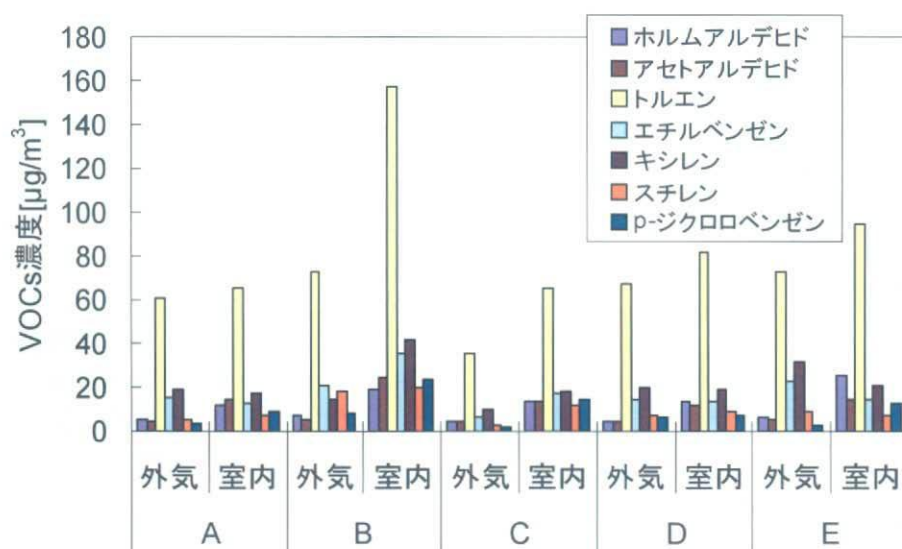


図 2-5-2 各建物の VOCs 濃度

2.5.2 冷房期との比較

図 2-5-3 に各 VOCs 濃度の暖房期の濃度を冷房期の濃度で割った値を示す。ホルムアルデヒド以外は、1 を上回り、暖房期の方が高い傾向となり、特に建物 B, D, E で顕著であった。また、図 2-5-4 に各季節の TVOC 濃度と暖房期/冷房期の割合を示すが、建物 A 以外は 2 倍以上の濃度の上昇が確認された。建物 A は居住者が多くなったものの、換気回数は 1 から 0.7 回/h の減少であったが、その他の建物は激減していることが要因であることが考えられる。また、ホルムアルデヒドについては特段変化がないことから、室内の発生が極端に増加したことではないものと考えられる。

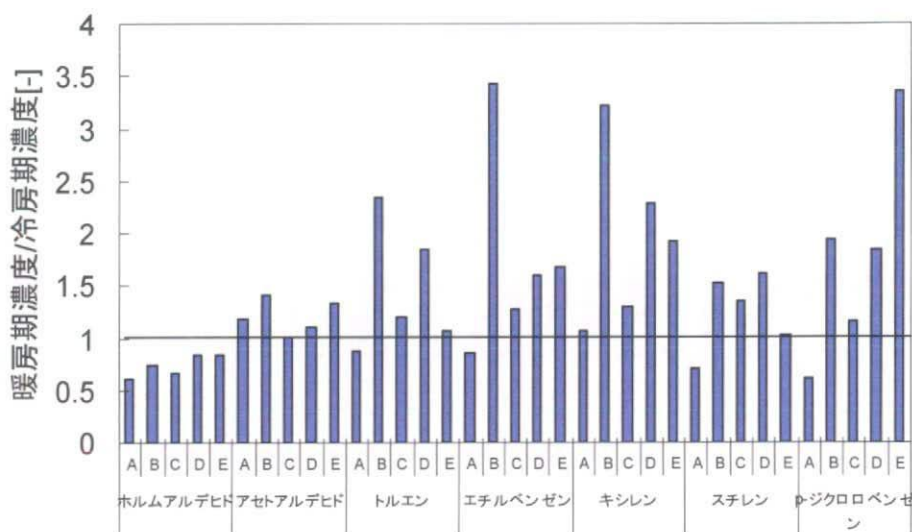


図 2-5-3 各 VOCs の暖房期と冷房期の濃度の割合

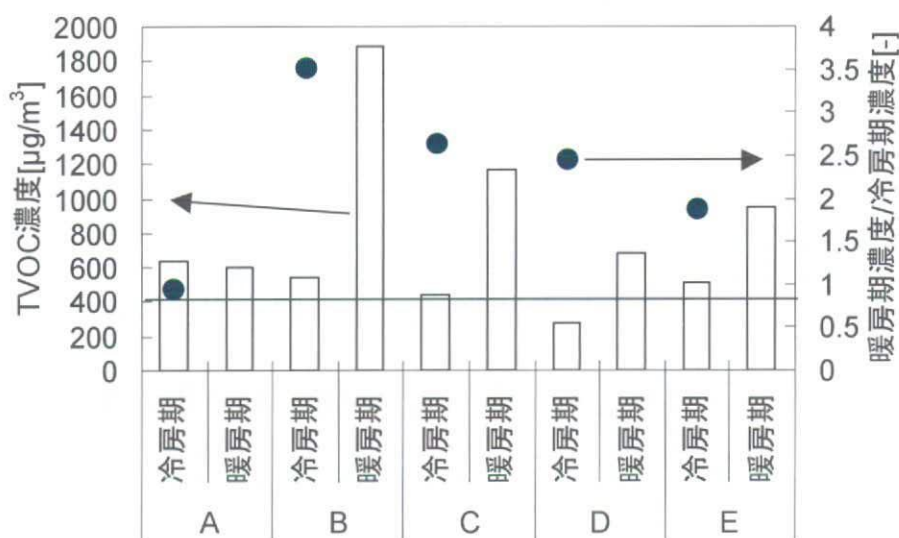


図 2-5-4 TVOC の濃度と冷房期と暖房期の割合

2.5.3 換気回数との関係

図 2-5-5 に換気回数と TVOC 濃度の関係を冷房期の測定値も含めて示す。換気回数が少ない暖房期には、極端に TVOC 濃度が高くなり、冷房期のデータとあわせると反比例の関係が描けた。各建物の発生量は異なっているものの、換気の少ないことが、暖房期の濃度の上昇に寄与していることが示唆される。

TVOC 濃度を下げるには、発生源の除去と共に外気導入による希釈が基本となる。今回測定した建物外気では、既に $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上となっており、室内において換気のみで暫定目標値まで下げることは困難である。一方、建築物衛生法で基準とされている CO_2 濃度 1000ppm を適合した建物は今回の調査では存在せず、慢性的に換気量が足りていないことが言える。そこで、 CO_2 濃度を基準値にまで低下させるのに必要な換気量を確保させた際

に、TVOC濃度がどれほど低減できるかを検討した。図2-5-6にCO₂濃度を1000ppmとするために必要な換気量の増加率とTVOC濃度の現状及び換気量を増加させた際に予想されるTVOC濃度について示す。室内CO₂濃度により、各建物で換気量の増加率が異なるが、建物Aでは5倍強必要となる。一方TVOC濃度についても、外気濃度により減少する割合が異なるが、濃度の高い建物ほどその減衰は大きくなる傾向となった。もちろん、外気濃度が相当低下しなければ換気のみではTVOC濃度の低減は困難であるが、CO₂濃度を少なくとも建築物衛生法に適合する濃度に管理するだけでも、その効果は得られるものと考えられる。

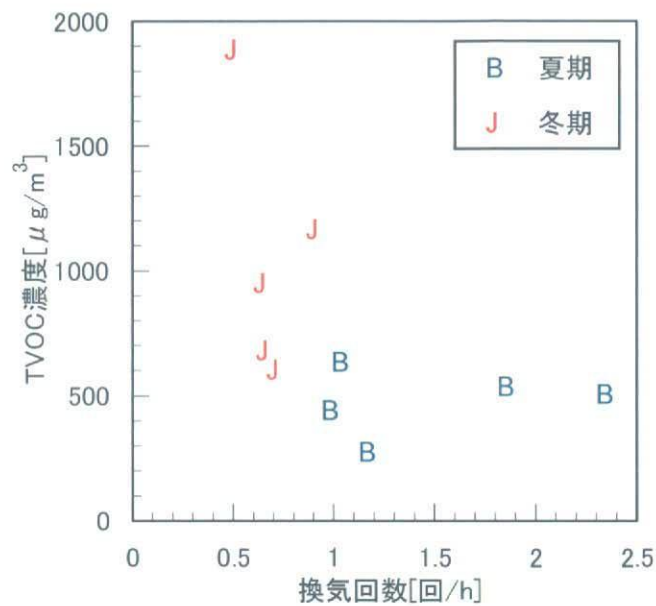


図 2-5-5 換気回数と TVOC 濃度の関係

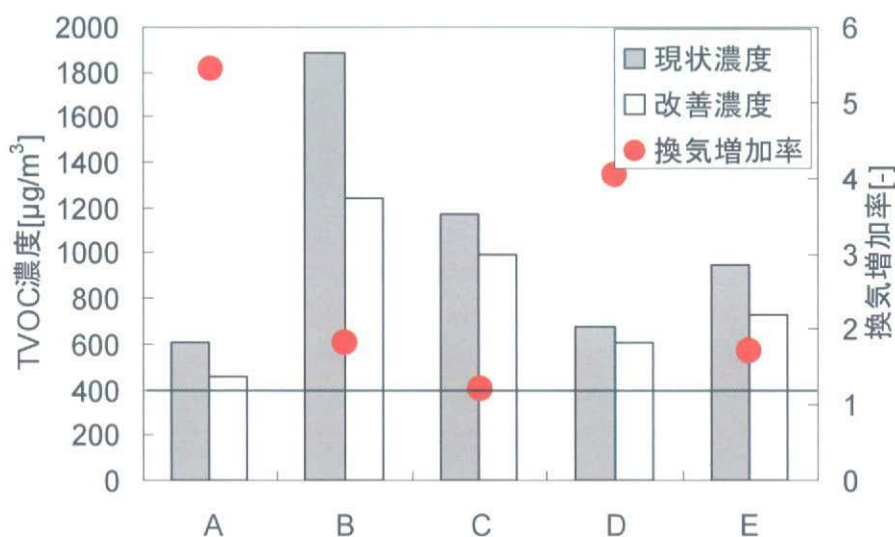


図 2-5-6 必要換気量の増加率と TVOC の改善濃度

3. 結論

延床面積が 3,000 m²未満の小規模建築物において、建築物衛生法に準じた総合的な環境維持管理手法の適用の可能性について検討するために、冷房期の測定に続き、暖房期において実態調査を行い検討した。調査は、冷房期と同建物である小規模事務所ビル5件を対象とし、空気環境の各項目について、建築物衛生法に準じた方法で行った。

さらに、浮遊微生物、化学物質、浮遊微粒子、換気回数など建築物衛生法の監理項目以外の空気環境調査についても加えて実施した。

以上のような内容の調査により、次のような結論を得た。

- ・ 暖房期の温度は、平均 24℃であり、相対湿度は 7 割の測定点 (19/28) において、40%未満であった。この傾向は、特定建築物と同様であった。
- ・ CO₂ 濃度は冷房期で 50% (7/14)、暖房期で 71% (10/14) の測定場所で建築物衛生法の管理基準を超過していた。また、換気回数も冷房期よりも低く、窓開けも行われない暖房期は換気不足による CO₂ 濃度の上昇が認められた。ホルムアルデヒド濃度はいずれも基準値以下であった。
- ・ 連続測定により、日中の室温の上昇が認められ、変動幅も大きく、適切な設定、制御が行われていない可能性があった。また、CO₂ 濃度も徐々に濃度が上昇することから、換気量が不足していることが示唆される。浮遊粉じんについては重量濃度としては基準値に収まっているが、外気の影響を受け、また急激な室内での上昇が見られたが、その除去は行われず、空気清浄装置 (エアフィルタ) による除じんの必要性が明らかとなった。
- ・ 室内浮遊細菌濃度は概ね AIJES-A0002-2005 規準値の 500cfu/m³ を満足し、I/O 比より浮遊細菌の主な発生源は室内にあることが再確認された。また、室内浮遊真菌濃度については、C 建物を除き AIJES-A0002-2005 規準値の 50cfu/m³ を上回った。特に、暖房期の D 建物の室内空中から *Penicillium rugulosum* (ペニシリウムルグロサム) のみが分離され、室内に汚染源が存在するものと考えられる。
- ・ TVOC 濃度を示す。厚生労働省で暫定目標値として示されている 400 μg/m³ を全ての建物で超過していた。冷房期と比べると多くの VOCs で暖房期の濃度が高かった。換気量の少なさが大きな原因であるが、外気濃度も高かった。CO₂ 濃度を基準値に維持するだけの換気量を補ったとしても、暫定目標値までは低下しないものの、1000 μg/m³ 程度までは低減できるため、CO₂ により換気量を管理することが有効である。
- ・ 今回測定対象とした小規模建築物は、換気量及び除じんのための空調機が十分な性能を有しているとは言えず、建築物衛生法で管理されている項目以外にも、浮遊細菌濃度、TVOC 濃度などの規準値、暫定目標値を超過することとなった。建築物衛生法で管理されている項目を遵守するような管理を行えば、その他のガス状汚染物質についても適切なレベルにまで低減は可能となると考えられる。一方温湿度については、特定建築物と同様に低湿度の問題を抱えており、共通した対策が必要となるものと考えられる。

IV-1-2 地下街における環境衛生に関する研究

1. 研究目的

地下街に関しては、消防法の第八条の二に“地下街とは、地下の工作物内に設けられた店舗、事務所その他これらに類する施設で、連続して地下道に面して設けられたものと該当地下道とを合わせたもの”と定義されている。従って、一定規模以上の店舗・オフィス（延べ床面積 3,000m²以上）が含まれているのであれば、それが特定建築物となる。一方、小規模な店舗・オフィス、地下通路や広場は建築物衛生法で定義されている特定建築物に該当しなくても、建築物衛生法では、特定建築物に準拠して維持管理を行うことが求められている。

地下街の環境衛生においては、①多数の人が使用・利用すること、②店舗などの居室が地下通路に直接面していること、③公共通路の安全性を確保するための出入り口が多く、外気の影響を受けやすいこと、④空調の外気取り入れに制限を受けること、⑤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やすいこと、⑥内部発熱が多く、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ねずみなどの衛生害虫が棲みやすい環境になることなどがあるため、その維持管理について特に配慮が必要である。

これまで、地下街の環境衛生の実態に関してはいくつかの調査研究結果が発表されており（詳細を第2章参照）、建築物衛生法の環境管理項目については、1970～1980年代に比べ、1990年度以後の室内空気環境が良くなる傾向にあるが、施設別・季節別による差があることが確認された。また、通行人数が多くなれば、室内の浮遊細菌濃度、CO₂濃度、浮遊粉じん濃度の上昇が見られた。

以上のように、これまで地下街の環境に関してはいくつかの研究が行われたものの、地下街の室内諸汚染物質の経時変化・平面分布などに関する詳細な検討を行ったものは殆どない。また、室内環境に大きな影響を及ぼす維持管理の実態が把握されていないのは現状である。

さらに、近年、新型インフルエンザウイルスによるパンデミックが危惧されており、多数の通行人が使用・利用する地下街における使用・利用者間の相互感染のリスクを低減するための詳細な検討が必要であると考えられる。

そこで、本研究では地下街の環境実態を把握するために、既往文献調査を行った上で、東京都内にある、1日通行人数が約15万にも上る大型の地下街（特定建築物）を対象に実態調査を実施した。なお、今後より詳細な調査を行うために、今年度では建築物衛生法環境管理項目に浮遊細菌・真菌・HCHO・VOCs・浮遊粒子などを加え、それらの項目の経時変化・平面分布の測定を行ったほか、聞き取り・立ち入り調査により維持管理の現状について検討を行い、実態を明らかにするとともに問題点の抽出を行った。

2.地下街の定義と環境衛生上の課題

2.1 地下街の定義

地下街は、道路や駅前広場における地下の占用施設であり、この設置に関しては、都市計画法、道路法、建築基準法、消防法等の法令が関係している。地下街は、防災等の観点から問題が多く、1973（昭和48）年7月31日付けで建設省、消防庁、警察庁、運輸省の4省庁通達「地下街の取扱いについて」が出された。この通達において、地下街とは「一般公共の用に供される地下工作物内の道（地下道）に面して設けられた店舗、事務所その他これに類するもの（通常の建築物の地階とみなされるものを除く）の一団（地下道を含む）をいう。」と定義された（建設省、1973；谷本、2004）。

また、この通達の趣旨に則り翌1974年に出された「地下街に関する基本方針について」の通達では、地下街とは、「公共の用に供される地下歩道（地下駅の改札口外の通路、コンコース等を含む。）と当該地下歩道に面して設けられる店舗、事務所その他これらに類する施設とが一体となった地下施設（地下駐車場が併設されている場合には、当該地下駐車場を含む。）であって、公共の用に供されている道路又は駅前広場（土地区画整理事業、市街地再開発事業等により建設中の道路又は駅前広場を含む。）の区域に係るものとする。ただし、地下歩道に面して設けられる店舗、事務所その他これらに類する施設が、駅務室、機械室等もっぱら公共施設の管理運営のためのもの、移動可能なもの又は仮設的なものみの場合は、地下街として扱わないものとする。」と詳しく定義されている（建設省、1974）。

しかし、地方分権の流れを受けて、2000（平成12）年4月1日の「地方分権一括法」の施行、2001（平成13）年6月1日の「地方分権に伴う地下街関連の通達の廃止について」により、地下街に関する全ての通達が廃止された（消防庁、2001）。従って、それ以降は、地方が独自に対応しているのが現状である。東京都では、建築安全条例において、地下街の定義を定めている（東京都、2000）。「名駅地下街サンロード」など多数の大規模地下街を有する名古屋市では、「名古屋市地下街基本方針」を2004年に定めている（名古屋市、2004）。大阪府は、「大阪府福祉のまちづくり条例」において、地下街の定義を定めている。

現存の法令では、消防法で地下街の定義が定められている。この法律では、防災上の観点から「地下街」と「準地下街」に分けて定義している。平成19年3月31日現在における全国の防火対象物によると、全国に地下街は64箇所、準地下街は7箇所存在する。これらのうち、16大都市（政令指定都市及び東京都特別では、地下街は52箇所、準地下街は6箇所である（消防庁、2007）。

表2-1に地下街の定義、表2-2に日本の代表的な地下街を示す。

表 2-1 地下街の定義

法令, 方針等	条項	定義
消防法	第八条の二	地下街とは、地下の工作物内に設けられた店舗、事務所その他これらに類する施設で、連続して地下道に面して設けられたものと当該地下道とを合わせたもの
消防法施行令	別表第一 (十六の三)	建築物の地階（上記地下街の各階を除く）で連続して地下道に面して設けられたものと当該地下道とを合わせたもの（平成 19 年度消防白書ではこれを準地下街と記載している）
東京都建築安全条例	第七十三条の二の一	地下街とは、地下工作物内に設けられた、一般公共の歩行の用に供する道（以下「地下道」という。）及び当該地下道に面し、これと機能上一体となった店舗、事務所、倉庫その他これらに類する施設（移動可能なもの、仮設的なもの及び地下工作物の管理運営の用に供するものを除く。次号及び第七十三条の十九において「地下道に面し、これと機能上一体となった店舗等の施設」という。）からなる地下施設をいう。
名古屋市地下街基本方針	第 2 条(1)	地下街とは、公共の用に供されている道路又は駅前広場（建設中の道路又は駅前広場を含む。）の区域内にあって、公共地下歩道等と公共地下歩道に面して設けられる店舗等が一体となった地下施設（公共地下駐車場が併設されている場合には、当該公共地下駐車場を含む。）をいう。ただし、次の各号に掲げるものは、地下街として扱わないものとする。 ア 駅務室、機械室等もっぱら駅及び公共地下歩道等の管理運営のためのもの。 イ 一団の店舗の面積が 100 平方メートル以下のもの。
大阪府福祉のまちづくり条例	第十三条第十九号	消防法(昭和二十三年法律第百八十六号)第八条の二第一項に規定する地下街

表 2-2 日本の代表的な地下街

地域	名称	所在
北海道	Apia	札幌市
	さっぽろ地下街ポールタウン	札幌市
東北 関東	さっぽろ地下街オーロラタウン	札幌市
	盛岡ステーションデパート	岩手県
	八重洲地下街	東京都中央区
	東京駅一番街	東京都千代田区
	新宿サブナード	東京都新宿区
	小田急エース	東京都新宿区
	京王モール	東京都新宿区
	しぶちか	東京都渋谷区
	池袋ショッピングパーク	東京都豊島区
	東武ホープセンター	東京都豊島区
	WING 新橋	東京都港区
	横浜ポルタ	神奈川県
	ザ・ダイヤモンド	神奈川県
	マリナード	神奈川県
	川崎アゼリア	神奈川県
	小田原地下街	神奈川県
	中部	西堀ローサ
高岡駅前地下街		富山県
紺屋町地下街		静岡県
浜松駅前地下街		静岡県
名古屋駅前地下街テルミナ		愛知県
名駅地下街サンロード		愛知県
名古屋駅前桜通地下街ユニモール		愛知県
地下鉄名古屋駅地下街メイチカ		愛知県
名古屋中央地下通りファッションワン		愛知県
エスカ地下街		愛知県
セントラルパーク地下街		愛知県
サカエチカ		愛知県
ミヤコ地下街		愛知県
森の地下街		愛知県
新名フード地下街		愛知県
伏見地下街		愛知県
千種地下街		愛知県
今池地下街		愛知県
金山地下街		愛知県
大曾根地下街「オズガーデン」		愛知県
豊橋駅前地下街		愛知県
蒲郡駅前地下街		愛知県
近畿		さんちかゼスト御池
	京都駅前地下街ポルタ	京都府
	ディアモール大阪	大阪府
	ホワイティうめだ	大阪府
	ドージマ地下センター	大阪府
	クリスタ長堀	大阪府
	なんばウォーク	大阪府
	ナンバなんなんタウン	大阪府
	京橋コムズガーデン	大阪府
	あべちか	大阪府
	さんちか	兵庫県
	DUO KOBE	兵庫県
	メトロこうべ	兵庫県
	姫路駅地下街	兵庫県
	中国	紙屋町シャレオ
岡山一番街	岡山県	
天地下タウン・中地下タウン	岡山県	
四国 九州	まつちかタウン	愛媛県
	天神地下街	福岡県
	博多駅地下街 センタープラザ	福岡県 熊本県

2.2 環境衛生上の課題

地下街における衛生環境上の課題を調査するにあたり、以下の方法で文献調査を行った。

- (1) 独立行政法人科学技術振興機構の文献データベース J-Dream II による検索
- (2) インターネット検索によるホームページからの情報収集及び関連資料の入手
- (3) 関連書籍および文献の入手

既存の書籍および上記検索で入手した文献や資料に掲載されている参考文献等を入手した。文献データベースによる検索結果の概要を表 2-2-1 に示す。

表 2-2-1 文献検索結果

検索日	検索式および検索結果
2008年11月11日	(1) 地下街 AND 衛生=29件 (2) 地下? AND (空気 OR 汚染 OR 環境 OR 衛生 OR 給水 OR 排水 OR 空気調和 OR 粒子状物質 OR 衛生害虫 OR 微生物)=92,314件 (3) 地下街 AND (空気 OR 汚染 OR 環境 OR 衛生 OR 給水 OR 排水 OR 空気調和 OR 粒子状物質 OR 衛生害虫 OR 微生物)=463件

? : 前方一致検索

上記の検索結果のうち、下線部の件数のものからタイトルおよび抄録を確認し、関連文献を抽出し、購入した。そしてさらに内容を確認して関連文献のみを抜粋した。

建築物衛生法では、特定建築物について、「建築物環境衛生管理基準」を定めている。地下道や地下広場などはこの法律の適用範囲外であるが、延べ床面積 3000m² 以上の店舗や事務所はこの法律の適用範囲に入る。東京駅の八重洲地下街は、建築物衛生法に基づく空気環境調査が月 2 回実施されている(三好, 1990)。

このような状況から、これまで空気環境に関する測定がいくつか報告されている。表 2-2-2 に建築物衛生法の空気管理基準項目及びその他の化学物質、表 2-2-3 に微生物、表 2-2-4 にラドン、表 2-2-5 に衛生害虫に関する調査結果の概要をまとめた。

表 2-2-2 建築物衛生法の空気管理基準項目及びその他の化学物質の調査結果

調査時期	調査場所	結果の概要	出典
1974年	東京(銀座, 新宿), 大阪(新梅田, 南), 札幌, 名古屋(栄), 博多駅前	<ul style="list-style-type: none"> ・地下街の二酸化硫黄(SO₂)と CO₂ はほとんど外気並みであった。 ・<u>CO, NO, 炭化水素(HC)は地下駐車場や道路脇の吸気口等のため自動車排気ガスの影響で濃度が高い。</u> ・一部では地下店舗での燃料の燃焼によって <u>CO や NO が上昇した。</u> ・浮遊粉じんはいずれも地下が外気より高く、特に地下鉄のあるところでは重金属が多い。 ・古い地下街は換気が不十分で内部で発生する汚染がこもりや 	吉川(1976)

		すい。	
1975年 (推定)	名古屋市内の地下街と地下駐車場	<ul style="list-style-type: none"> 地下街は地下駐車場に対して陽圧になるよう空調設計されており、駐車場の汚染空気は地下街へ入らないよう設計されているため、NO、NO₂、COともに地下街は地下駐車場よりも濃度は減少していた。 地下街連絡路のCOは駐車場との境界点での風向や風速が影響しており、地下街への影響を避ける努力が必要。 	青山(1980)
1957年12月 1967年2月,8月 1979年2月	名古屋駅前地下街、栄地下街	<ul style="list-style-type: none"> 1957年はCO₂濃度1200ppm, 気流0.2m/secの地点があり換気が不足していたが、1967年には全ての測定点で1000ppm未満、気流も上昇し、換気が改善された。 1979年はCO₂(500~700ppm), CO(4~8ppm)で比較的良好な環境であった。 	青山(1980)
1978年 11~12月	有楽町のオフィスのビル地下街	<ul style="list-style-type: none"> NO(0.01~>0.5ppm), NO₂(0.016~0.173ppm)であり、ほぼ外気と連動していた。 NO₂については、昼頃や夕刻に高濃度になることがあったが、食堂の厨房の燃焼器具の影響などによると考えられた。 	松村ら(1981)
1982年7月 1983年2月	大阪市内のビルの地下街	<ul style="list-style-type: none"> CO(3~7ppm), CO₂(500~1000ppm), NO(0.08~0.394ppm), NO₂(0.041~0.076ppm), 粉じん(0.02~0.07mg/m³)いずれも夏期より冬期が高い傾向にあり、戸外の空気に大きく影響されていた CO₂はビル内が戸外より高く、NO、NO₂は外気とほぼ同程度であった。 	黒田ら(1986)
1981年~ 1985年	名古屋市内の地下街	<ul style="list-style-type: none"> NO(0.02~0.122ppm), NO₂(0.043~0.065ppm)濃度は外気と同程度が高くCO濃度と相関したが、一般のビルと同程度であった。 NO_xの濃度変動は外気と類似していた。 重金属濃度は外気とほぼ同程度であった。 浮遊粉じんは管理基準未満であった。 	三谷ら(1985), 三谷 (1986)
1988年7月	札幌市地下街 (地下道, 地下広場)	<ul style="list-style-type: none"> CO, CO₂, SPMはほぼ管理基準未満 CO₂濃度は通行人数と相関 CO濃度は屋外濃度と相関 粉じん濃度は屋外に比べて2~4倍 NO濃度は屋外とほぼ同じ NO₂濃度は大気基準未満で屋外より低い。 非空調時には喫煙によるCO, NO, 粉じん濃度が上昇した。 	落藤ら(1988)
1988年11月	川崎駅前地下街 アゼリア地下駐車場	<ul style="list-style-type: none"> 温度(20.4~22.2℃), 湿度(33.8~38.6%), 浮遊粉じん(3~4mg/m³), CO₂(500ppm), 気流(0.01~1.0m/sec), 酸素(20.9%)は外気と同程度であった。 窒素酸化物(NO:0.44~0.96ppm, NO₂:0.11~0.15ppm), CO(7~12.1ppm), 非メタン系炭化水素(3.9~5.1ppmC)は自動車排気ガ 	竹沢ら(1988)

		<p>スの影響で高いところがあった。</p>	
1989年頃 (推定)	北九州市の公共 地下街、地下駐 車場	<ul style="list-style-type: none"> ・ SPM は地下街 0.049 mg/m³、地下駐車場 0.054 mg/m³ で外気と同程度であった。 ・ ベンゾ-a-ピレンは地下街 0.53ng/m³、地下駐車場 1.7ng/m³ で外気と同程度であった。 	門上ら(1992)
1986年～ 1988年	東京、横浜、川 崎の地下街4箇 所(地下道、地 下広場)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建築物衛生法の温湿度管理基準を夏期は達成しているが、冬期の温度は低く、場所による差が大きい。 ・ 冬期は冷風の吹き込みが激しく外気温度との相関性が顕著であった。 ・ CO₂ がほぼ管理基準未満だが通行人数が多いと管理基準を超過することがある。 ・ CO は管理基準未満、浮遊粉じんは喫煙所付近のみ管理基準を超過。 	尾島ら(1994)
1989年8月 1989年11月 1990年2月	東京都内の地下 鉄2箇所(ホー ム、コンコース)	<ul style="list-style-type: none"> ・ コンコースの熱環境は外気に比べて季節変動や日変動が少なく安定しているが、場所によって不均一であり、夏期で最大5℃、冬期で最大10℃の温度差がある。 ・ 熱環境は場所によって地上開口部からの外気、ホーム部からの列車の排熱、歩行者や乗降客からの人体の熱などの影響を受ける。 ・ CO₂ 濃度は全体的に高濃度で管理基準を超えることが多い。 ・ CO₂ の発生源は歩行者で朝夕ラッシュ時に高い。 ・ CO、粉じん濃度は管理基準未満 	尾島ら(1994)
1988年夏	東京都内の地下 駐車場3箇所	<ul style="list-style-type: none"> ・ CO は自動車の発進に伴い瞬間的に大きな値を示すことがあるが、平均濃度は全て管理基準未満(10ppm)であった。 ・ 熱環境は概ね外気温度より高く自動車からの排熱の蓄積が影響している。 ・ 粉じん濃度は 0.01～0.05mg/m³、CO₂ は 213～425ppm で安定している。 	尾島ら(1994)
1991年頃 (推定)	首都圏ターミナ ル駅地下街	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地下の平均濃度はピレン 23.3ng/m³、ベンゾ-a-アントラセン 3.4ng/m³、ベンゾ-k-フルオランテン 1.0ng/m³、ベンゾ-a-ピレン 2.1ng/m³、外気はそれぞれ 19.9 ng/m³、2.8 ng/m³、1.0 ng/m³、1.5 ng/m³ ・ 地下空間の多環芳香族炭化水素(PAH)濃度は地上より著しく高くなかったが、空調設備や内部発生源の状況が地下の気中濃度に影響した。 	溝口ら(1994)
1992年2月	九州地区の大規 模地下街、地下 駐車場	<ul style="list-style-type: none"> ・ SPM 濃度は地下街：0.02～0.04mg/m³、地下駐車場：0.02～0.04mg/m³、外部路上 0.02～0.04mg/m³ ・ 起源解析結果より、地下の SPM には外部大気由来と内部起源のいずれもが混在していた 	富安ら(1996)

		・地下空間の構造や換気システムの設計の重要性が地下空気汚染制御において重要。	
1996年5～8月	営団地下鉄銀座線駅構内	・SPM濃度は0.06～0.12mg/m ³ であり、建築物衛生法の管理基準未満であった、駅間の変動は換気状態や空調システムによるものと考えられた。	Okinaga et al (2000)
1999年9月	名古屋駅前ビル地下街通路	・NO ₂ 濃度は0.03～0.09ppmで、地上の濃度と大差はなかった。	岩田(2000)
2005年10月～11月	JR札幌駅地下道、地下鉄名古屋大学駅	・気温、湿度、CO ₂ 、CO、HCHO、浮遊粉じんは管理基準未満 ・総揮発性有機化合物(TVOC)は100μg/m ³ 程度	増田ら(2006)
2005年～2007年	名古屋駅前地下街、栄地下街(地下道、地下広場)	・冷房期、中間期、暖房期において、CO ₂ 、CO、浮遊粉じんは、ほぼ管理基準未満 ・暖房期の相対湿度は外気の湿度が雨天等で高くならなければ大部分の地点で管理基準内 ・地下街の一部では外気の影響を強く受けるため、冷房期や暖房期で管理基準不適合率が向上 ・地下街への風の吹き込みが強いところでは気流の管理基準不適合率が高い。	上野(2008)

* 管理基準：建築物衛生法の建築物環境衛生管理基準

浮遊粉じん : 0.15mg/m³以下(平均値)

一酸化炭素(CO) : 10ppm以下(平均値)

二酸化炭素(CO₂) : 1000ppm以下(平均値)

温度 : 17～28℃(瞬間値)

相対湿度 : 40～70%(瞬間値)

気流 : 0.5m/sec以下(瞬間値)

ホルムアルデヒド(HCHO) : 0.1mg/m³(0.08ppm)以下

** 大気基準

二酸化窒素(NO₂) : 1時間値の1日平均値が0.04ppm～0.06ppm以下

浮遊粒子状物質(SPM) : 0.10mg/m³以下(1時間値の1日平均値)

0.20mg/m³以下(1時間値)

表 2-2-3 微生物の調査結果

調査時期	調査場所	結果の概要	出典
1972年	大阪市内地下街 4箇所	・浮遊細菌濃度は通行人数だけでなく歩行状態も影響される。 ・夏期は冬期に比べて浮遊細菌の濃度が高い。 ・地下通路内の浮遊細菌濃度は空調設備である程度制御可能。	本田(1977)
1972年	地下街	・地下街(細菌:1.22～4個/l, 真菌:0.35～0.67個/l), 事務所ビル(細菌:0.1～0.2個/l, 真菌:0.02～0.03個/l), 病院(細菌:0.3個/l, 真菌:0.03個/l)など、地下街は日照がない閉鎖された空間を多人数が通過するため濃度が高い。	菅原(1975), (1988)

		<ul style="list-style-type: none"> 地下空間では濃度のピークは通過人数のピークと一致するが、人数のピークが過ぎても濃度は急には低下しない。 	
1988年7月	札幌市地下街 (地下道, 地下広場)	<ul style="list-style-type: none"> 浮遊細菌濃度の平均値は通行路 2157 個/m³, 吹き出し口 665 個/m³, 外気導入口 203 個/m³であり, 主たる発生源は人間。 浮遊細菌濃度は通行人数と相関。 浮遊真菌濃度の平均値は通行路 348 個/m³, 吹き出し口 183 個/m³, 外気導入口 800 個/m³で外気の方が高い。 	落藤ら(1988)
2005年～ 2007年	名古屋駅前地下街, 栄地下街(地下道, 地下広場)	<ul style="list-style-type: none"> 落下細菌数が学校環境衛生の基準の 10CFU を超えた地点は冷房期 15%, 中間期 2%, 暖房期 2%。 	上野(2008)
2006年7月 2006年10月 2007年2月	名古屋市栄地下街	<ul style="list-style-type: none"> カビ用フードスタンプで床面と壁面を調査した結果, 壁面より床面でカビが多く採取され, 外気の壁面からはほとんどカビが採取されなかった。 秋期(10月)と夏期(7月)にカビが多く採取され, 冬期(2月)は少なかった。 クラドスポリウム菌が多く採取されたが, CO₂濃度と反比例の関係にあった。 	名古屋市中保健所(2008)

表 2-2-4 ラドンの調査結果

調査時期	調査場所	結果の概要	出典
1988年7月	札幌市地下街 (地下道, 地下広場)	<ul style="list-style-type: none"> 空調時のラドン濃度(最大値 21.5Bq/m³, 平均値 17.9Bq/m³), 非空調時は(最大値 32.1Bq/m³, 平均値 22.9Bq/m³)で空調停止後に上昇。 	落藤ら(1988)
1998年～ 1999年	福岡市天神地下街	<ul style="list-style-type: none"> ラドン濃度の平均値は 6.9±2.4Bq/m³で季節変化はなかった。 空調システム稼働中はラドン濃度が低下し, システムが停止するとラドン濃度は上昇。 	植崎(2000) 植崎(2003)
2005年10月～11月	JR 札幌駅地下道, 地下鉄名古屋大学駅	<ul style="list-style-type: none"> ラドンは 20Bq/m³未満 	増田ら(2006)

表 2-2-5 衛生害虫の調査結果

調査時期	調査場所	結果の概要	出典
1975年～ 1985年	大阪駅前地下街 (飲食店, 食料品店)	<ul style="list-style-type: none"> 優占種はチャバネゴキブリ, トビイロゴキブリ 飲食店街における平均捕獲率は両種で拮抗 洋食店や喫茶店ではチャバネゴキブリが優占 和食店, 酒房, 寿司屋ではトビイロゴキブリが優占 両種ともに棲息密度は減少傾向 	Yano et al (1994)

一般的に地上では、公共通路は屋外に、店舗は屋内に設置されていた。しかし地下街では、公共通路と店舗が地下という同一の閉鎖空間に設置された形態を有する。公共通路は、多人数の通行人が利用する。従って地下街は、一般の建築物とは異なり、公共通路による大きな負荷が加わる。また、公共通路としての安全性を確保するために、地下街には出入り口が多数設置されている。従って、地下街の空気質は外気の影響を受けやすい。尾島ら(2004)が地下街の管理上の問題をまとめているので、図 2-2-1 に示す。

表 2-2-2 に示すように、1950 年代から 1970 年代にかけて、建築物衛生法の空気環境管理基準項目を中心に、空気質の調査が実施されてきた。CO₂ 濃度が管理基準を超過する地点があったが、その後換気状況が改善されるなど、地下街の空気質は向上してきた。

1980 年代から 1990 年代にかけても同様の調査が実施されてきた。CO₂ 濃度と通行人との相関、CO と屋外濃度との相関、喫煙の影響など、地下街の空気質に特徴的な結果が得られている。通行人が多いと CO₂ の管理基準を超過することがある、喫煙所付近で浮遊粉じんの管理基準を超過することがあるなど、地下街の利用状況に影響される問題が散見されていた。しかし、CO、CO₂、浮遊粉じんでは、概して管理基準を超過するほどのことはなかった。外気の影響を受けやすい温度においては、出入り口に近いところなどで管理基準を達成できない地点があるなど、場所による差が散見されていた。2000 年代にも引き続き同様の調査が実施されているが、温湿度は外気の影響を強く受ける場所が散見されていた。

地下鉄の調査では、熱環境が地上開口部からの外気、ホーム部からの列車の排熱、歩行者や乗降客からの人体の熱などの影響を受けていた。CO₂ 濃度は全体的に高濃度で管理基準を超えることが多く、歩行者の多い朝夕ラッシュ時に特に濃度が高かった。地下鉄では、歩行者の影響をより受けやすく、熱環境ではさらに列車の影響も加わっていた。

地下駐車場では、CO が自動車の発進に伴い瞬間的に高い濃度を示すが、CO、粉じんともに概ね建築物衛生法の空気環境管理基準項目を満たしていた。

尾島ら(2004)は、東京、横浜、川崎の地下街 4 箇所地下街就労者（配付数 1368 人、回



図 2-2-1 地下街の管理上の問題

答者数 1055 人、回答率 76.4%) に対してアンケート調査を実施している。熱環境は概ね実測結果が反映されていた。しかし、空気環境に関しては、実測結果に反して地下街の空気が汚れていると就労者は感じていた。図 2-2-2、図 2-2-3 に空気環境のアンケート調査結果を示す。空気の清潔度のみならず、悪臭や異臭に対する評価も低く、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とはなっていないと言える。

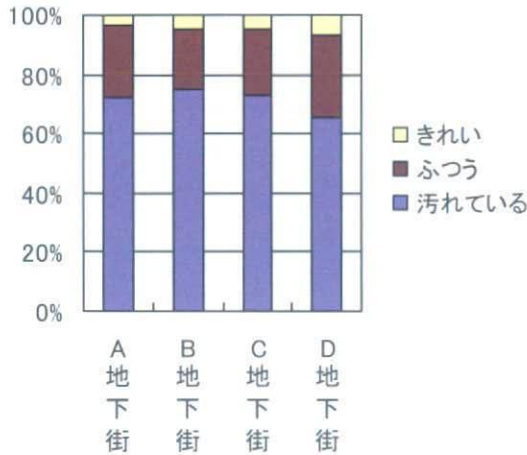


図 2-2-2 空気の清潔度 (尾島, 1994)

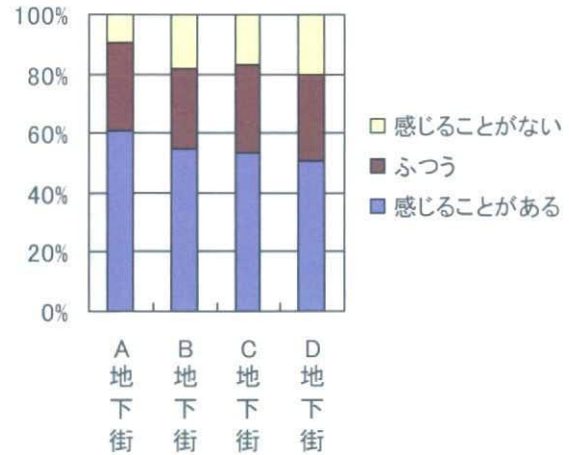


図 2-2-3 悪臭や異臭 (尾島, 1994)

以上より、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。

表 2-2-3 に微生物の調査結果を示す。地下街は、日照がない閉鎖された空間を多人数が利用するため、浮遊細菌や浮遊真菌の濃度が事務所ビルなどの建築物に比べて高い。浮遊細菌は通行人に由来し、浮遊真菌は外気に由来している可能性が示唆されている。2005 年～2007 年にかけて名古屋駅前の地下街で行った調査では、落下細菌数が学校環境衛生の基準の 10CFU を超えた地点が冷房期 15%、中間期 2%、暖房期 2%であった。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。

表 2-2-4 にラドンの調査結果を示す。1988 年から最近では 2005 年まで調査が行われている。ラドンの空気中の管理基準や指針値は日本では定められていない。米国環境保護庁 (USEPA, 2007) は、室内のラドン濃度を 4 pCi/L (148Bq/m³) よりもさらに低減させるよう勧告している。これまでの調査結果は、米国環境保護庁の勧告値よりも十分に低かった。

表 2-2-5 に衛生害虫の調査結果を示す。1975 年から 1985 年にかけての古い調査であるが、ゴキブリの棲息密度は減少傾向にあったと報告されている。