

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連続測定により計測した結果を示す。なおホルムアルデヒドについては、午前及び午後の測定値の平均を示した。

C.2.1 浮遊粉じん濃度

いずれの地下街も基準値の $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ を大きく下回っており、ばらつきも少ない。しかし、昼食の時間帯や帰宅の時間帯においては、通過人数の増加から浮遊粉じん濃度に若干変化をもたらすことがあり、これからの発生が考えられる。

また、室外の方が室内よりも濃度が高く、ばらつきも大きい結果となった。この原因として、室外の浮遊粉じんは、発生源である自動車排ガスなどから、その時の交通の状況により変化していることが考えられる。

C.2.2 一酸化炭素・二酸化炭素

一酸化炭素に関しても、外気よりも室内濃度のばらつきは小さかった。また逆に二酸化炭素濃度は室内の方が若干ばらつきがあった。全ての地下街では分煙はされていた為、定点測定場所での一酸化炭素の上昇は少なく、逆に二酸化炭素は人由来で通行人数により変化していることによるものであると考えられる。例として図 1-1-5 に神奈川における二酸化炭素濃度の経時変化を示すが、昼食の時間帯と帰宅の時間帯に若干上がる傾向があった。

なお、北海道の一酸化炭素のばらつきについては、地下駐車場からの移流も考えられたが、測定当日も通常通り排気設備が運転されていたことが確認されており、測定器の干渉ガスによる影響も考えられることから原因は特定できていない。

C.2.3 温度・相対湿度

温度についてのばらつきは少なく、東京以外の冬期の測定では、 20°C 前後の値となっていた。

また、例として図 1-1-5 に神奈川の温度変化を示す。徐々に上昇する傾向は見られたものの、この測定点において、 $17\sim 28^\circ\text{C}$ の間を大きく上下することはなかった。

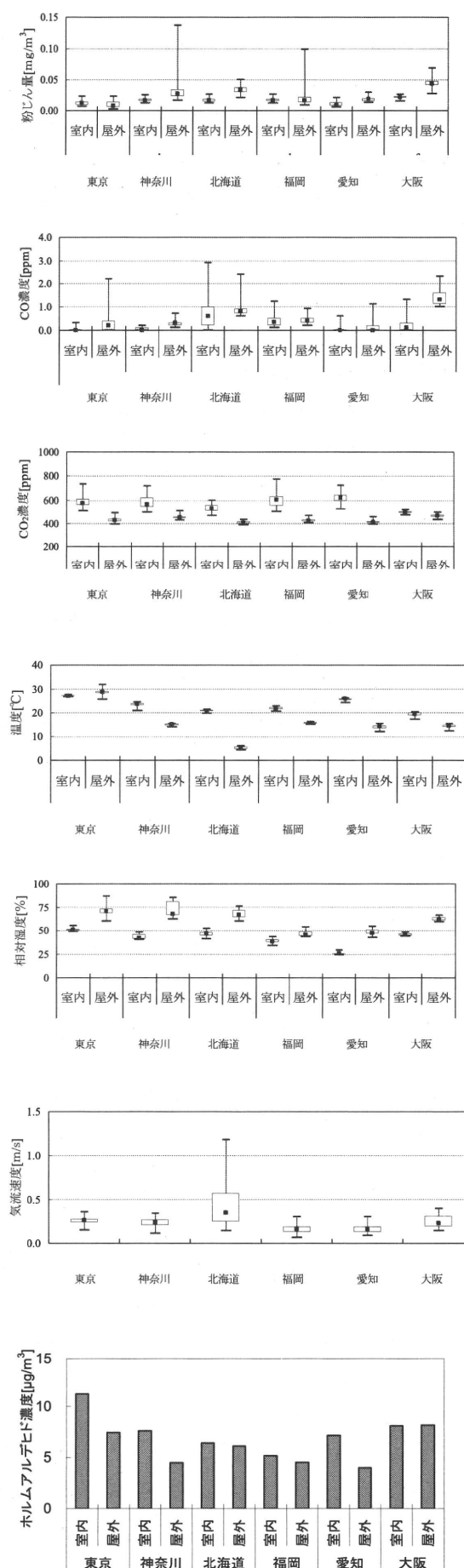


図 1-1-4 各定点における測定結果

相対湿度に関してもばらつきは少なかったが、基準値である 40~70%の値を福岡と愛知は維持できていなかった。愛知においては加湿器が設置されていないことが原因ではあるが、冬期には外気が流入してくるため、加湿が不足していると言える。

C.2.4 気流

気流の測定結果は、平均値はすべての地域、基準値である 0.5m/s 以下を示したが、北海道に限り、管理基準値を満たせない場面が多く見られた。他の地域も管理基準値は維持しているものの、変化が比較的激しく、空調の吹き出し口、通行の影響もあるものと考えられる。

C.2.5 ホルムアルデヒド濃度

ホルムアルデヒド濃度については、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.2.6 定点測定による検討

図 1-1-6 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。

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、

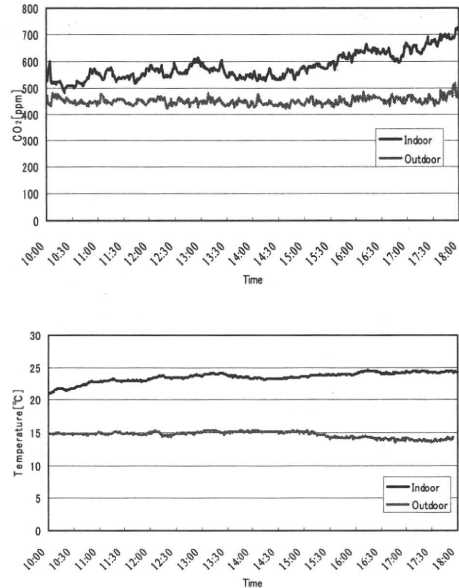


図 1-1-5 神奈川の温度と CO₂ 濃度の変化

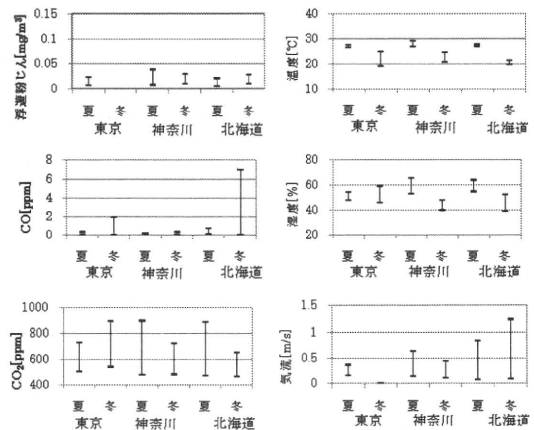


図 1-1-6 各地下街の夏期及び冬期における測定結果

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

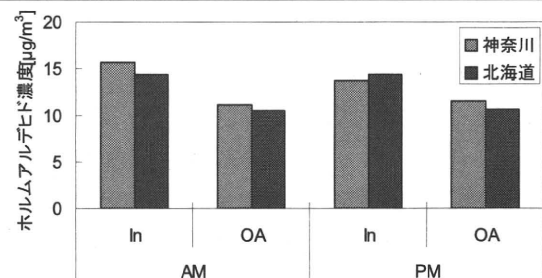


図 1-1-7 ホルムアルデヒドの測定結果

表 1-1-6 上水の水質検査結果

施設名	東京 (夏期)		神奈川 (冬期)		福岡 (冬期)	神奈川 (夏期)		
採水日	8月11日		11月13日		12月4日	9月14日		
種類	上水					上水		
採水場所	1期B1F	2期B1F	店舗 1	店舗 2	防災センター	店舗 1	店舗 2	
項目	基準							
残留塩素	0.1mg/L以上	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5
水温	-(°C)	-	25	19	19	16	26	25
NO	10mg/L	1.89	1.95	1.16	1.16	3.83	1.02	1.00
Cl	200mg/L	12.8	13.3	6.7	6.6	24.0	15.9	15.7
TOC	5mg/L	0.6	0.6	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5
一般細菌	100/mL	0	0	0	0	0	0	0
大腸菌	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出
pH値	5.8-8.6	7.6	7.6	7.3	7.4	7.6	7.4	7.5
臭気	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	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	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
色度	5度以下	0	0	0	0	0		
濁度	2度以下	0	0	0	0	0	0	0
蒸発残留物	500mg/L	130	130	100	110	90	0	0
Cu	1.0mg/L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	110	110
Fe	0.3mg/L	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	<0.01
Zn	1.0mg/L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
Pb	0.01mg/L	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	<0.01	<0.01
導電率	-(mS/m)	21.0	21.0	16.7	17.6	15.7	<0.001	<0.001
レジオネラ属菌 (cfu/100mL)	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出
クロホルム	0.06mg/L	0.013	0.013				0.012	0.011
プロモジクロロメタン	0.03mg/L	0.002	0.002				0.001	0.001
ジプロモクロロメタン	0.1mg/L	0.004	0.004				<0.001	<0.001
ブromホルム	0.09mg/L	0.000	0.000				<0.001	<0.001
総トリハロメタン	0.1mg/L	0.019	0.019				0.013	0.012
クロ酢酸	0.02mg/L	0.004	0.005				<0.002	<0.002
ジクロ酢酸	0.04mg/L	0.032	0.036				0.007	0.007
トリクロ酢酸	0.2mg/L	0.029	0.030				0.008	0.009
ホルムアルデヒド	0.08mg/L	0.002	0.009				0.003	0.003
臭素酸	0.01mg/L	0.001	0.001				<0.001	<0.001
シアン	0.01mg/L	0.000	0.000				<0.001	<0.001
塩素酸	0.6mg/L	0.12	0.13				0.07	0.07

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。

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。

上水の結果を表 1-1-6 に、雑用水の結果を表 1-1-7 に、冷却水の結果を表 1-1-8 に示す。

福岡における地下街の雑用水の遊離残留塩素が検出されなかったこと以外は、全て水質基準に適合しており良好であった。この雑用水はト

イレの洗浄水として、市から下水再処理水を購入し、塩素の注入は行っていない。

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。

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、季節に関わらず何れも基準値を満足していた。しかし、一酸化炭素の濃度は事務所ビルに比べれば若干高い傾向であった。また、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様な空気汚染物質の侵入が見られた。地下街という建築物の性質上、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。同様の事は地下鉄などの改札口にも見られ、地下鉄の移動によるピストン効果による大量の空気

表 1-1-7 雑用水の水質検査結果

施設名	神奈川(冬)	北海道(冬)	福岡(冬)	神奈川(夏)
採水日	11月13日	11月26日	12月4日	11月13日
種類	雑用水			
採水場所	ポンプ水栓	B3F機械室	トイレタンク	ポンプ水栓
項目	基準			
残留塩素	0.1mg/L以上	0.1	0.1	0.0
水温	-(℃)	17	13	20
大腸菌	不検出	不検出	不検出	不検出
pH値	5.8-8.6	7.1	6.9	6.6
臭気	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
外観	無色透明	無色透明	無色透明	無色透明
濁度	2度	0	0	0
レジオネラ属菌	(cfu/100mL)	不検出	不検出	不検出

表 1-1-8 冷却水の水質検査結果

施設名	東京地下街(夏期)	神奈川(冬期)				神奈川(夏期)					
採水日	8月11日	11月13日				9月14日					
種類	冷却水	冷却水				冷却水					
採水場所		1期	2期	CT1号	CT2号	CT3号	CT4号	CT1号	CT2号	CT3号	CT4号
項目	基準										
残留塩素	0.3mg/L以下	0.0	0.0	—	—	—	—	0.0	0.0	0.0	0.0
水温	-(℃)	29	24	11	12	12	11	26	29	26	31
塩化物イオン	200mg/L	140	142	52.2	49.4	67.5	40.4	103.2	113.7	109.1	80.9
硫酸イオン	200mg/L	202	219	156.4	147.0	200.4	117.2	216.5	265.3	221.3	128.9
酸消費量(pH4.8)	100mg/L	310	305	178	209	212	183	275	330	280	214
全硬度	200mg/L	438	456	315	280	375	275	476	519	466	340
カルシウム硬度	150mg/L	297	226	237	213	277	193	328	385	347	213
イオン状シリカ	50mg/L	103	103	295	355	369	333	142	160	142	117
pH値	6.5-8.2	8.9	8.9	8.5	8.0	8.6	8.3	9.0	9.0	9.0	8.3
導電率	80(mS/m)	132	131	82.6	84.6	101	74.9	108.9	123.8	111	82.9
Cu	1.0mg/L	0.03	0.05	0.01	0.05	0.04	0.01	0.03	0.03	0.02	0.02
Fe	0.3mg/L	0.01	0.01	0.01	0.07	0.09	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
Zn	1.0mg/L	0.02	0.07	0.07	5.70	0.02	0.05	0.01	0.00	0.01	0.01
Pb	0.01mg/L	0.000	0.001	0.001	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
硫化物イオン	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
レジオネラ属菌	(cfu/100mL)	300	150	不検出	不検出	不検出	10	10	370	40	1300
菌種		1群	1群, 13群				1群	1群	1群	1群	1群

業界基準項目
業界参考項目
参考

の移動が考えられる。更に喫煙を許している飲食店近くの場所においても若干粉じん濃度が高い場合があった。

また、温熱環境要素（温度、湿度、気流速）については、冬期の湿度については低く、加湿のあり方に課題がある。外気の流入が大きいため、温度の維持のためには相当の加湿が必要となることから、加湿の方法などが課題となる。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つ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。

E. 結論

本研究では、6箇所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様な空気汚染物質の侵入が見られた。更に、地下鉄などの影響、飲食店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）については、冬期の湿度については基準値の40%を下回り、加湿のあり方に課題がある。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し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。また冬期の低湿度の問題があることがわかった。

・水質については雑用水の遊離残留塩素が検出されなかったこと以外は、全て水質基準に適合しており良好であった。また、地下街の特性から高置水槽がない場所、地域冷暖房により冷却塔を持たない場所があり、水質に関しては監視項目が少ないのが現状であった。

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 立入り検査による調査

A. 研究目的

今回対象とした地下街については、いずれも建築物衛生法が適用される特定建築物であり、同法に基づき行政による立入検査等が行われている。この研究においても、各施設の維持管理状況について、統一的に評価するために実際に立入り調査を行い、地下街に関する設備の現状及び維持管理状態の把握を行った。

B. 調査方法

今回の設備点検に当たっては、東京都が同法の立入検査に使用しているチェック表（表1-2-1）を用い、同チェック表による検査項目について判定を行った。判定は、「レ」（不備・不良）、「△」（一部不備・不十分）、「注」（要注意）で行い、「/」はその設備が無いこと、「—」は未検査とした。

C. 立入り検査の結果

C.1 空調設備

主空調機は、ゾーニング別に大型のセントラル方式 AHU を設置している施設が多い。これは昭和40年代～50年代に竣工した施設が多いためと考えられる。店舗部分に個別空調機（FCU等）を設置している施設は4施設であった。

空調機室自体が大型のミックスチャンバ（送風機室）になっているものが2施設あり、室内に直接OA及びRAダクトが開口しているため、その気流（偏流）によると考えられる塵やホコリの堆積（吹寄せ）が部屋の隅や送風機の裏等に見られた（写真1-2-1）。

外気取入口は全て路上（GL+3～4mが多い）に設けられており、1施設はGL以下（-2m）であった。また、そのほとんどは交通量の多い道路沿いに位置しており、駅に近い施設ではバス・タクシーの発着所に隣接している場合もあった。外気取入口が路上近くに設けられるのは地下街の特性と考えられ、管理者サイドでも適正な管理（排気混入の防止）に苦慮しているが、日常的な注意が必要な事項である。

冷却塔については、1施設を除き、近隣のビ



写真 1-2-1 空調機内の汚れの堆積

ルの屋上に設置されていた。この場合、当然ながら当該施設の外気取入口への影響は無いが、設置ビルの外気取入口への影響の有無について、日常的な注意が必要である。

エアフィルタ、加湿装置等については大きな問題点は見られなかったが、1施設において空調機チャンバ内のエアフィルタ1次側にホコリの堆積が見られた。また、1施設では空調機から加湿装置及び加湿用配管が撤去してあり、加湿を行わないシステムとなっていた。

なお、竣工年次の古い2施設で大型のロータ一回転型全熱交換器を使用していたが、この形式は中間期（回転停止期）にエレメントの目詰まりを起ししやすい。その防止のため、1施設においては特殊な真空掃除機により目詰まりを防止する工夫がなされていた。

C.2 給水設備

給水方式別にみると、直結直圧方式と受水槽方式（加圧給水方式を含む）とがそれぞれ3施設であった。高置水槽を有する施設は無く、これは地下街特有の特徴と考えられる。なお、1施設において副受水槽を設置していたが、現在では特に機能しておらず、施設が竣工した時代の水道事業者の指導（周囲への給水圧の低下防止）により設置したものとのことであった。衛生的観点からみた場合、給水系統の大气開放部分は可能な限り少なくすることが望ましく、不要な水槽の設置は好ましくない。

受水槽を設置している施設においては、水槽周りの配管（オーバーフロー管開口部など）での吐水口空間の確保はなされていたが、水槽内部での吐水口空間（給水主管開口部とオーバーフロー管の位置関係）については確認が出来な

かった。

バックフロー防止の観点から問題があったのは、給水栓へのゴムホース等の直結使用である。これは全施設の廃棄物保管場所において、洗浄用ホースが給水栓に直結され、ホースの先端がバケツやシンクに水没している状態が確認された（写真 1-2-2）。この問題は地下街独特のものではなく、一般の特定建築物においてもしばしば指摘されている事項である。このような使用方法をする場合は逆流防止装置付（バキュームブレーカー付）の給水栓とすべきであり、今後、広く啓発が必要と考えられる。

1 施設において、中水道（下水処理水）が雑用水系統に使用されていたが、末端給水栓において残留塩素が検出されなかった。中水道事業者側で十分な量の塩素処理を行っていない場合は、施設内に塩素滅菌機の設置が必要である。

なお、循環式給湯設備を備えている施設はなかった。

C.3 排水設備

約半数の施設で、排水槽（雑排水槽、汚水槽、雑排水＋汚水の混合槽）において、スカムの浮遊や悪臭の発生等が認められた。この傾向は厨房を有するテナントエリアに設置された排水槽に顕著である。

1 施設においては、「集合槽」（混合水槽）に流入固形物（女性用ストッキング等）破碎のためのカッター付水中ポンプを設置していたが、このような設備は一般的ではなく、地下街が不特定多数の者が関係する施設であることによる対策が行われていることが伺える。

厨房グリーストラップの管理状況は、1 施設を除き点検が出来なかったが、点検した1 施設では管理不良が確認された。すなわち、3 槽式グリーストラップにおいて、第1 槽目のストレーナがほとんど固形物で詰まっていた状態であった。どの施設においても、管理者側からテナント（飲食店舗）に対してグリーストラップ管理については普及啓発を行っていたが、その実態を管理者側が十分に把握しているとはいえない難い実態があるようである。

なお、床排水トラップの封水切れが確認された施設があり、この施設では床清掃をドライ方式（洗浄水を使わない方式）で実施していた。

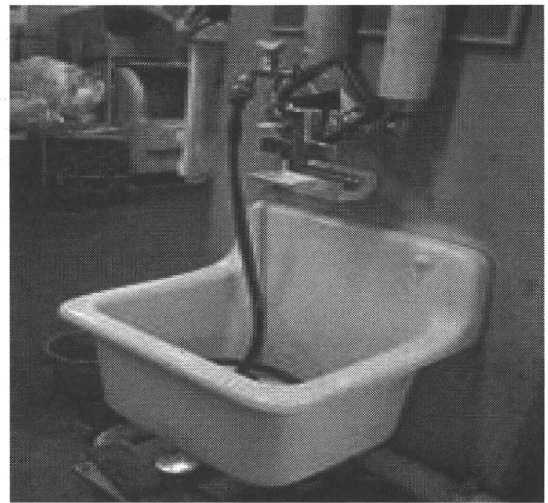


写真 1-2-2 水没したホースの先端

一般にドライ方式の清掃が増加しているのが実態であり、封水補給対策が今後の課題であると推察された。

C.4 清掃、廃棄物管理、ねずみ昆虫防除

これらの項目については、本報告書で別に報告がなされており、それらを参照されたい。

D. 結論

立入り検査による調査の結果、今回の施設では以下の課題が見られた。

空調設備については、中央式を採用しており、一部チャンバ内の汚れが確認できたが、通常の建築物同様に維持管理されていた。しかし、外気取り入れ口については、地下街の特性から沿道排ガスの影響を受けやすいことから、特に日常的な管理が必要となると考えられる。

給水設備については、高置水槽を設置している施設がなく、地下街の特徴である。通常の建築物同様に、廃棄物保管場所において、洗浄用ホースが給水栓に直結され、ホースの先端がバケツやシンクに水没している状態が確認され、逆流防止装置付（バキュームブレーカー付）の給水栓への広く啓発が必要と考えられる。循環式給湯設備を持つ施設はなかった。

排水設備については、厨房の多い地下街については、スカムの浮遊や悪臭の発生等が認められた。また、管理者側からテナント（飲食店舗）に対してグリーストラップ管理については普及啓発を行っていたが、その実態を管理者側が十分に把握しているとはいえない難い実態があるため、今後の課題となる。

表 1-2-1 立入検査に使用しているチェック表

調査日 施設名称

(1) 空調管理

項目	No.	検査項目	判定
外気取入口	28	排気口や冷却塔が、外気取入口に悪影響を与えていないこと。	
	29	排気口や冷却塔が、隣接ビルの外気取入口などに悪影響を与えていないこと。	
空調設備等	30	空調機周囲又は空調機械室内が汚れていたり、物置化していないこと。	
	31	空調機フィルタ・冷温水コイル・送風機・加湿減湿装置等の維持管理が良好であること。	
	32	ダンパ・自動制御装置等に、汚れや機能不良がないこと。	
	33	吹出口及び還気口に汚れや障害物がないこと。	
	34	冷却塔の維持管理が良好であること。	
	35	従業員控室・便所・湯沸室・駐車場等の換気状況が良好であること。	
その他	36	厨房ガリースフィルタ等が、著しく汚れていないこと。	
	37	居室の空気環境等がおおむね良好であること。	

項目	No.	検査項目	判定
雑用水	48	使用用途・誤飲防止の表示等が適切であること。 (原水:) (用途:)	
	49	雑用水槽・配管設備・塩素滅菌器等の整備が良好であること。	
	50	修景水等の設備・水質等の維持管理が良好であること。	

(3) 排水管理

項目	No.	検査項目	判定
排水槽	51	槽の点検・清掃が困難でないこと。	
	52	悪臭及び浮遊物等の発生が著しくないこと。	
付帯設備	53	排水管、トラップ等の詰まり・漏れ・悪臭の発生・封水切れ・沈殿物等が著しくないこと。	
	54	厨房排水に対してグリース阻集器が有効な場所に設置されていること。	
	55	グリース阻集器の詰まり・悪臭の発生・沈殿物・浮遊物が著しくないこと。	

(4) 清掃等

項目	No.	検査項目	判定
清掃	56	清掃用具類が整然と保管され破損等がないこと	
	57	清掃状況が良好であること。	
廃棄物等	58	廃棄物・再利用物の保管場所とその付帯設備(洗浄・排水・換気)が確保されていること。	
	59	廃棄物・再利用物の保管状況が良好であること。	

(2) 給水・給湯管理

項目	No.	検査項目	判定
貯水槽等	38	貯水槽の周囲・ポンプ室等に汚れ・損傷及び付帯設備の異常がないこと。	
	39	貯水槽内部に異常がないこと。	
	40	貯水槽の容量・配管等が適正で水質が良好であること。	
	41	マンホールの位置・大きさ・立ち上げ・防水・施錠等が良好であること。	
	42	吐水口空間・排水口空間が確保されていること。	
	43	オーバーフロー管・通気管の防虫網の整備が良好であること。	
逆措流置防等止	44	給湯設備等の維持管理が良好であること。	
	45	飲用以外の設備(冷却塔・膨張水槽・消防用水槽・雑用水槽等)からの逆流のおそれがないこと。	
防錆剤	46	クロスコネクションがないこと	
	47	防錆剤等の注入方法・管理状況が良好であること。	

(5) ねずみ等の防除

項目	No.	検査項目	判定
ねずみ等	60	厨房・食品庫・廃棄物保管場所等は、ねずみ・昆虫等の出入を防ぐ構造であること。	
	61	食料品・厨芥類等の保管状況が良好であること。	
	62	ねずみ・昆虫等生息状況 種類 生息場所 () () () () () ()	

(6) 吹付けアスベスト

項目	No.	検査項目	判定
吹付けアスベスト	63	吹付けアスベストが利用者等に危険な状態で放置されていないこと。	

判定欄のみかた

□・・・完備・良好 レ・・・不備・不良 △・・・一部不備・不十分 注・・・要注意 /・・・該当せず |・・・未検査

1-3 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幾つかの調査¹²⁾があり、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、この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。

B. 研究方法

2009年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施設のうち協力が得られた2施設（神奈川、北海道）における測定を行った。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、およそ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）を用いた。また、瞬間微生物計測機器IMD（Instantaneous Microbial Detection, BioVigilant社製）を用い、粒径別浮遊微生物粒子数を測定した。

また、10:00～18:00の毎正時に外気の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。また、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。なお、2010年の測定にはCT-SMAC培地を用い、大腸菌の測定を加えた。

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。

培地の培養条件を32℃・2日間（SCD）、37℃・2日間（CT-SMAC）、25℃・3日間以上（PDA）とした。

C. 研究結果

C.1 施設間の比較（2009年冬期）

1) 浮遊微生物濃度関連要素

① 通行者数

図1-3-1に各施設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。愛知がもっとも少なく、北海道が最も多いことが分かる。また、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。

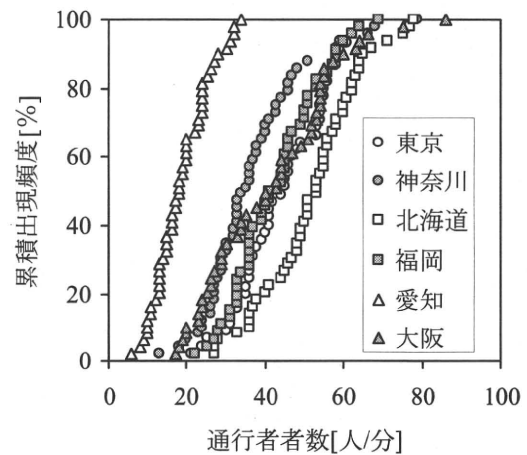


図1-3-1 各施設通行者数の累積出現頻度

② CO₂濃度

図1-3-2に各定点において10:00～18:00の間で10分毎に測定したCO₂濃度の累積出現頻度分布を示す。大阪は550ppm以下と最も低い値を示したが、全体的に800ppm以下であり、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。

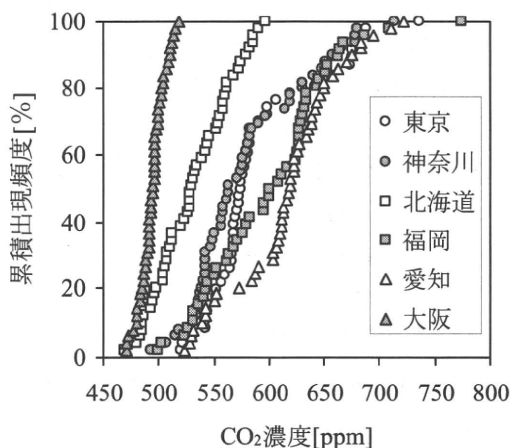


図 1-3-2 CO₂濃度の累積出現頻度分布

C.2 定点測定結果

① 浮遊細菌

図 1-3-3 に定点における浮遊細菌濃度の測定結果から求めた累積出現頻度分布を示す。北海道、福岡、愛知、大阪の浮遊細菌濃度が 500cfu/m³ 以下となっているのに対して、東京と神奈川は比較的高い値を示した。東京と神奈川の中央値(50%タイル値)は約 800cfu/m³ で、全体測定値の 20~30%が 1000cfu/m³ を上回っていた。とくに、神奈川は約 10%の測定値が 1500cfu/m³

を超えており、最も高い濃度を示した。

IMD を用いて測定した室内浮遊微生物濃度と通行者数の間により相関があることは筆者らが行った既往の調査結果により明らかになっているが、本調査では、両者の間に相関関係を確認することができなかった。これは、測定場所での制限により微生物の測定点が通行通路から離れたためと考えられる。

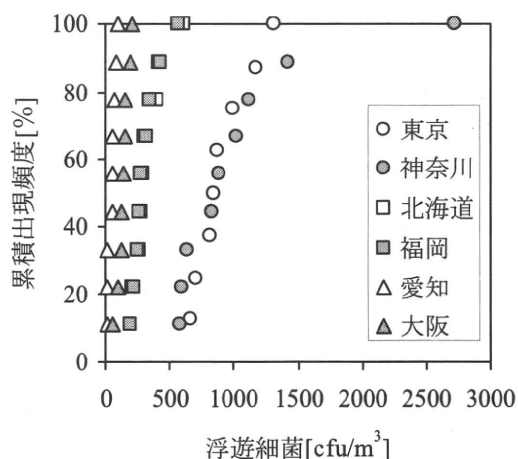


図 1-3-3 浮遊細菌濃度の累積出現頻度 (定点)

図 1-3-4 に MG サンプラーを用いた浮遊細菌濃度の測定結果を示す。各施設の浮遊細菌濃度の高低は図 3 の結果の通りであるが、時間帯に

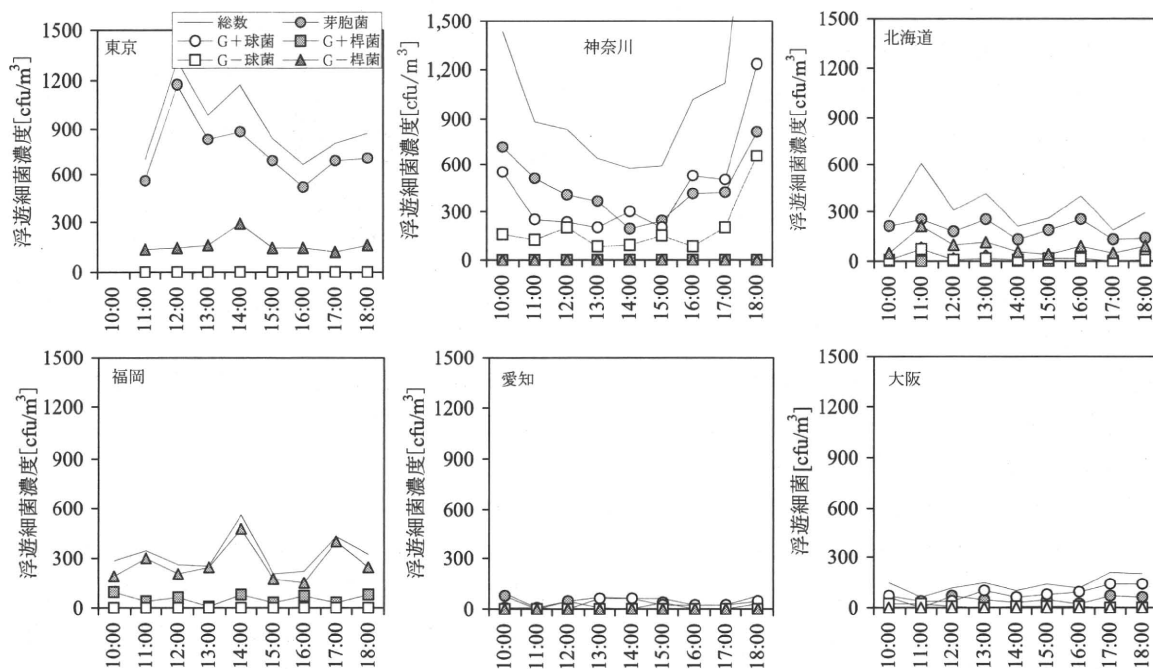


図 1-3-4 浮遊細菌濃度の経時変化

よって、濃度が大きく変動していることが分かる。

また、細菌の種類について、既往のオフィス、病院の待合室などにおいては、グラム陽性球菌と芽胞菌の総菌に占める割合が大きいことが報告されているが、本研究では、東京、北海道、福岡などの浮遊細菌においてグラム陰性桿菌が比較的高い値を示している。

② 浮遊真菌

図 1-3-5 に定点における浮遊真菌濃度の測定結果から求めた累積出現頻度分布を示す。中央値は $200\text{cfu}/\text{m}^3$ 程度で、東京の一部のデータをのぞけば、全体的に $500\text{cfu}/\text{m}^3$ 以下になっている。また、施設の間に差が見られた。

③ I/O 比

図 1-3-6 に各施設各正時に測定した室内浮遊細菌・浮遊真菌濃度と屋外浮遊細菌・真菌濃度から求めた I/O 比（室内屋外濃度比）を示す。

細菌については、神奈川を除けば、他の施設の浮遊細菌の I/O 比が 1 を上回っており、浮遊細菌の主な発生源が室内にあることが再確認された。神奈川は、室内での発生による濃度上昇

分は外気濃度に比較して低く、I/O 比にあまり寄与していないものと考えられる。

浮遊真菌の I/O は 1 前後かそれ以下であり、何れも浮遊細菌の I/O より小さくなっている。これは浮遊真菌濃度に外気が影響を及ぼしていることが考えられ、前述した CO_2 の測定結果よりも解釈できる。

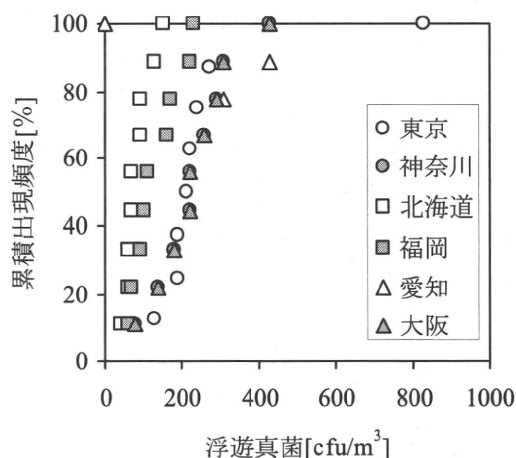


図 1-3-5 浮遊真菌濃度の累積出現頻度

C.3 移動測定結果

① 浮遊細菌

図 1-3-7 に移動測定結果から求めた浮遊細菌

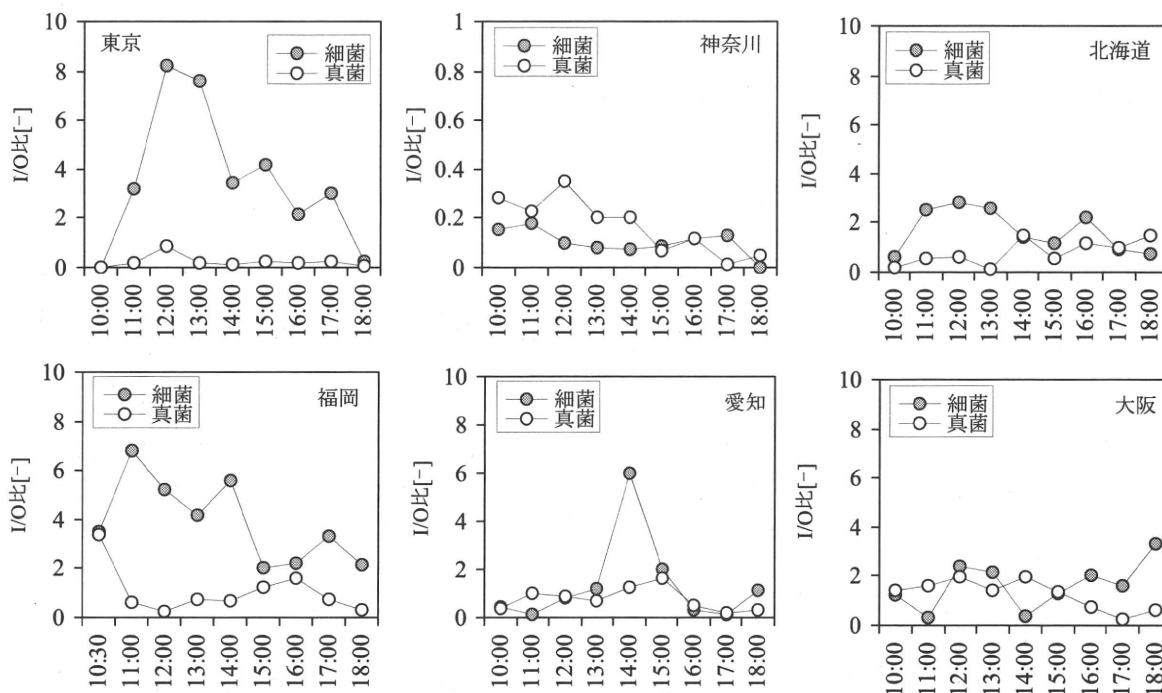


図 1-3-6 浮遊細菌・真菌濃度の I/O 比

濃度の累積出現頻度分布を示す。東京の中央値が 1000cfu/m^3 を上回ったが、他の施設は 1000cfu/m^3 以下となっている。移動測定結果と前述した定点測定結果が異なっているのは、測定の時刻と測定場所による差が原因となっているものと考えられる。図 1-3-7 と図 1-3-3 の結果を比較すると、東京での定点測定は浮遊細菌濃度が比較的低い場所で、神奈川での定点測定は浮遊細菌濃度が比較的高い場所で行われたことが分かる。

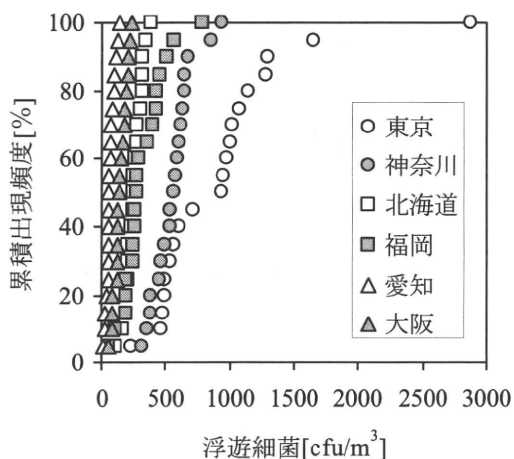


図 1-3-7 浮遊細菌濃度の累積出現頻度分布 (移動)

図 1-3-8 に測定場所別の浮遊細菌濃度を示す。これより、浮遊細菌濃度は測定場所によって大きく異なることが分かる。

② 浮遊真菌

図 1-3-9 に移動測定結果から求めた浮遊真菌濃度の累積出現頻度分布を示す。図 1-3-4 の結果と比較すると両者間に差があることが判る。これは浮遊細菌の測定結果と同様であった。なお、真菌の菌種については、*Cladosporium* sp., *Aspergillus* sp. および *Penicillium* sp. が最も多く分離されている。

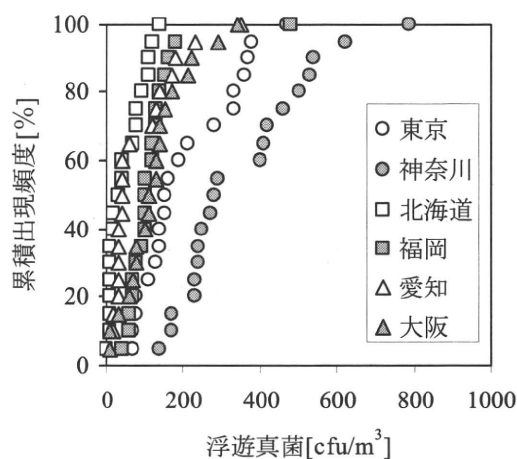


図 1-3-9 浮遊真菌濃度の累積出現頻度分布 (移動)

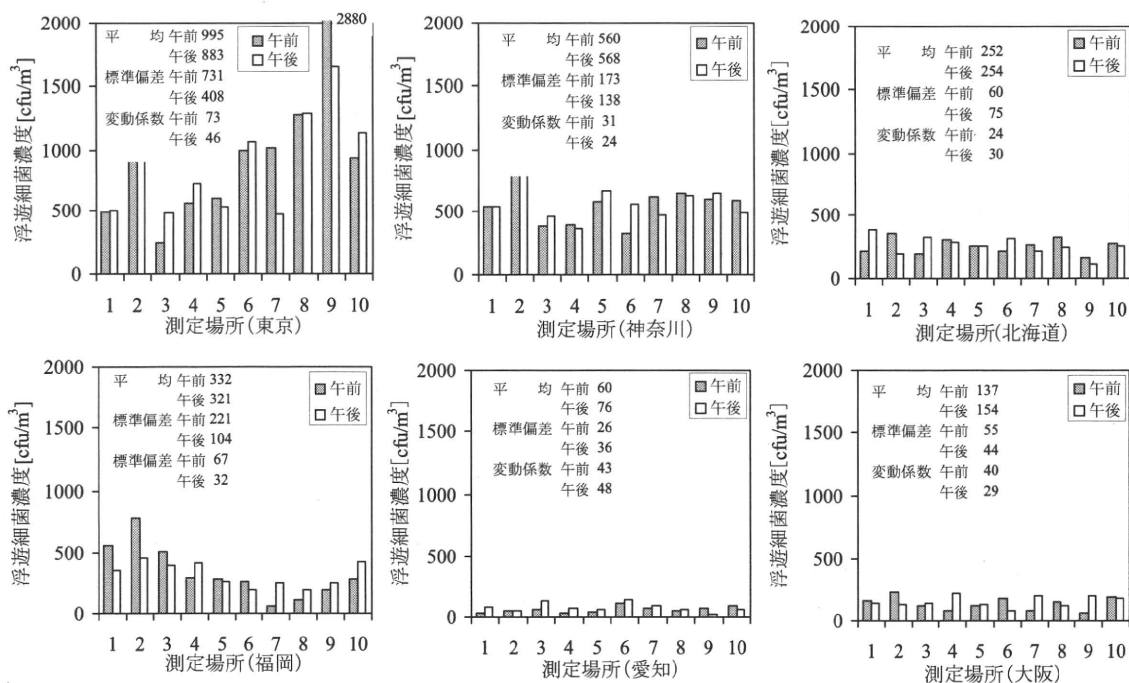


図 1-3-8 測定場所別浮遊細菌濃度

図1-3-10に各測定場所において測定した浮遊真菌濃度を示す。測定場所によって大きく異なることが分かる。

C.3 季節間の比較（神奈川，北海道）

1) CO₂濃度

図1-3-11に神奈川と北海道における冬期と夏期のCO₂濃度を示す。冬期と夏期のCO₂濃度には若干の差があるものの、何れも800ppm以下となっている。

2) 浮遊細菌

図1-3-12に神奈川と北海道における冬期と夏期の浮遊細菌濃度の経時変化を示す。神奈川では、夏期に比較的高い値を示したが、北海道では季節間の差がみられなかった。また、何れにおいても濃度はそれほど高くなかった。一方、冬期にはグラム陰性桿菌が多く検出されたが、夏期に芽胞菌のみが検出され、季節間の差がみられた。

3) 浮遊真菌

図1-3-13に神奈川と北海道における冬期と夏期の浮遊真菌濃度の経時変化を示す。神奈川で

は夏期に比べると冬期の方が比較的高い真菌濃度を示した。一方、北海道では季節間の差が殆どなく、何れも低い値を示した。真菌の種類についても、季節を問わず、*Cladosporium* sp., *Aspergillus* sp.および*Penicillium* sp.が最も多く検出された。

D. 考察

本研究の調査対象である6施設においては、何れも多くの店舗が設置され、人の通行数も多い場所であった（うち、愛知が比較的通行者数が少なかった）。

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示された。これは、室内浮遊細菌の主な発生源が室内にあり（I/O比の結果より）、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、各施設の間で浮遊細菌濃度に大きな差が示されていることから、設備設計や維持管理によって室内微生物濃度が図られることが示唆された。また、浮遊細菌の種類については、数施設ではあるが（東京、北海道、福岡）、室内空中にグラム陰性桿菌が多く検出されている。これについては今後菌種の同定を含めた詳細な調査

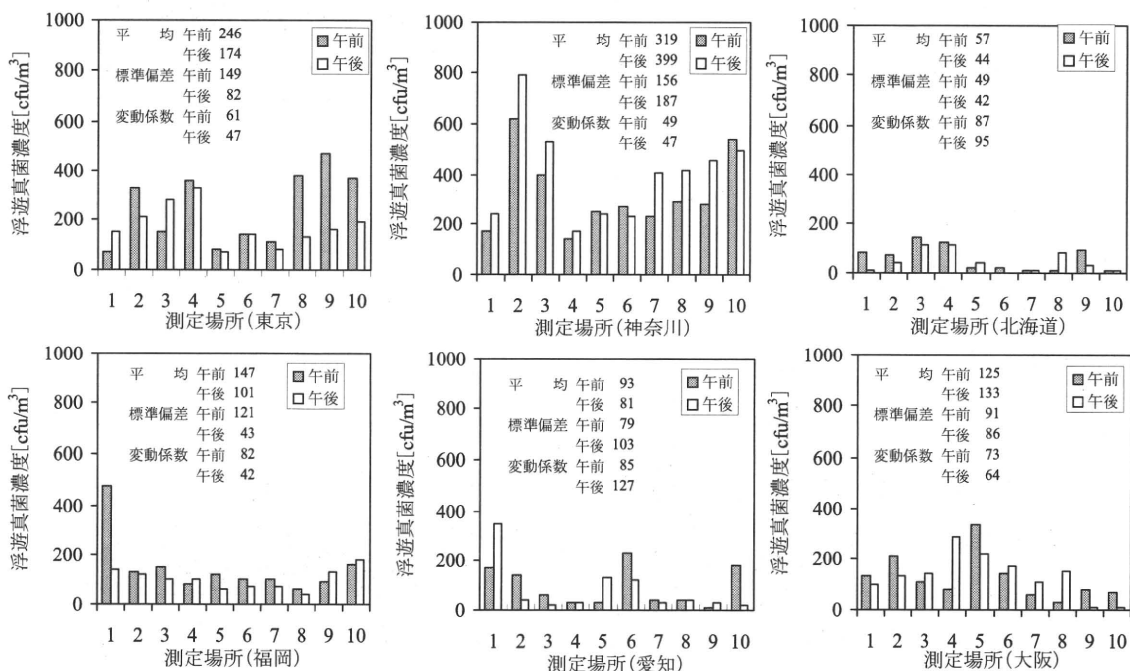


図1-3-10 測定場所別浮遊真菌濃度

が必要であると考えられる。

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

菌の菌種については、一般環境中において常在菌と言われている *Cladosporium* sp., *Aspergillus* sp. および *Penicillium* sp. が最も多く分離されている。

室内微生物を含めた空気質を向上させるため

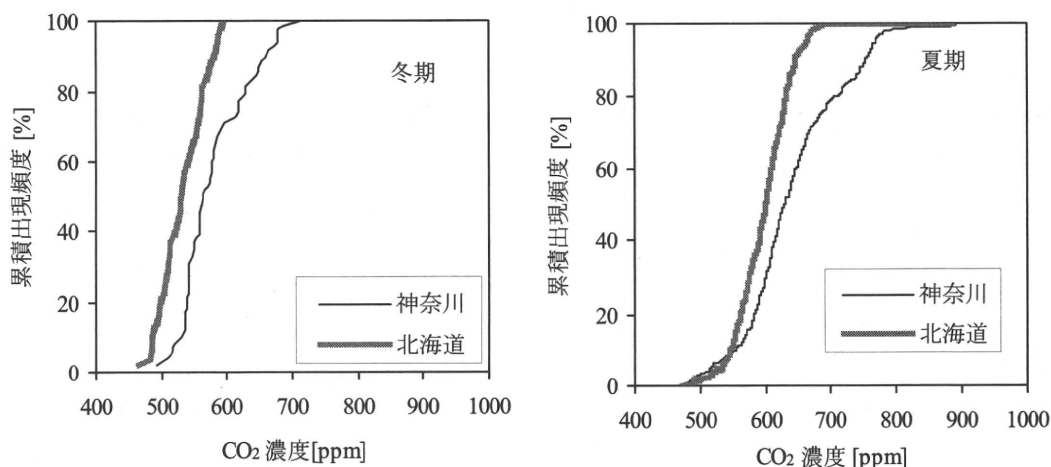


図 1-3-11 冬期と夏期の CO₂ 濃度の比較

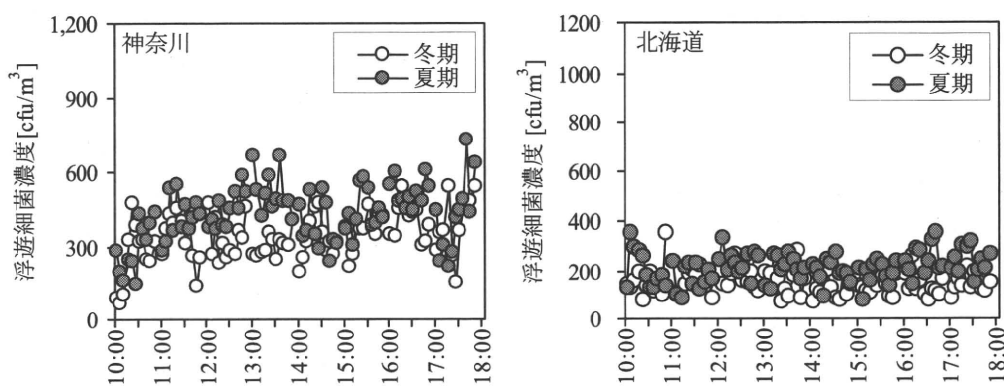


図 1-3-12 冬期と夏期の浮遊細菌濃度の比較

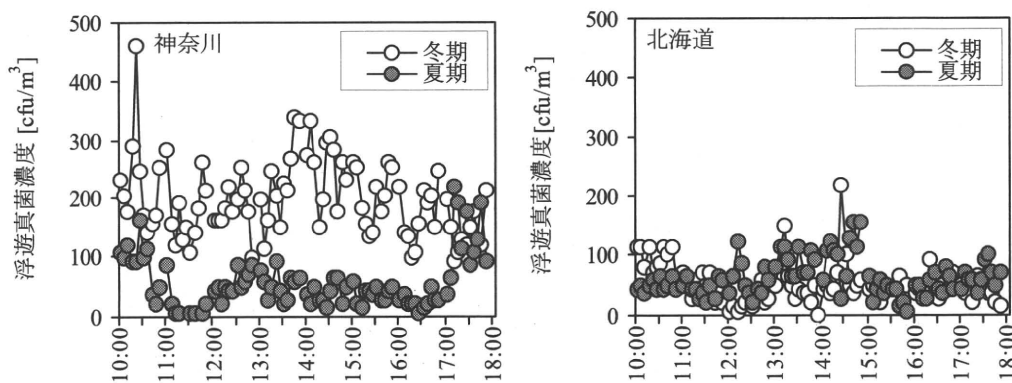


図 1-3-13 冬期と夏期の浮遊真菌濃度の比較

には、定期的にモニタリングを行う必要があると思われる。本研究の結果より、地下街のような室内濃度の時間的また空間的な変動が大きい施設においては、空気環境をよりの確に把握するために、測定時間・場所などについて検討を行う必要があると思われる。

E. まとめ

本研究では、東京、神奈川、北海道、福岡、愛知、及び大阪の6地域の地下街の室内浮遊微生物を中心とした調査結果について報告した。

本研究より、以下の事柄が明らかになった。

- ・室内浮遊細菌濃度は施設によって大きな差を示した。累積出現頻度分布から求めた中央値は50~1000cfu/m³の範囲であった。

- ・室内浮遊細菌の主な発生源が室内にあり、その濃度は場所と時間によって大きく異なる。

- ・季節によっては、室内浮遊細菌の種類が異なる。

- ・室内浮遊真菌濃度は総じて500cfu/m³以下であり、その中央値は50~300cfu/m³の範囲にあった。また、浮遊真菌では *Cladosporium* sp., *Aspergillus* sp. および *Penicillium* sp. が最も多く分離された。

- ・地下街においては、定期的に空気環境をモニタリングする必要があり、そのために、今後測定場所や時間などについての検討を行う必要がある。

1-4 化学物質及び微粒子濃度に関する詳細調査

A. 研究目的

化学物質については、基準値にあるホルムアルデヒド以外の物質について、測定を行い、その現状について把握することとした。また、浮遊微粒子については、粒径別の個数濃度測定により、より詳細に検討を行うこととした。

B. 研究方法

B.1 化学物質

化学物質に関しては、定点測定場所において、午前及び午後の各1回、Tenax 捕集剤及びDNPHカートリッジで捕集し、GC/MS 及び HPLC により分析を行った。

また、化学物質については、各測定点及び定点における移動及び連続測定が困難である。そこで、それぞれの測定を可能とするため、TVOC の TVOC 濃度については、TVOC 濃度計（フィガロ技研製、FTVR-01）により、神奈川

及び北海道の夏期において、各測定点における移動測定及び定点における定点測定を行うこととした。

B.2 浮遊微粒子

浮遊微粒子の測定にはパーティクルカウンタ（KR-12A：リオン製）による個数濃度の測定を行った。定点測定点においては1分間隔の測定を、午前及び午後における移動測定についても、各測定点において5分程度留まって、計数を行った。移動測定点の場所は図 1-1-1 を参照されたい。

C. 研究結果

C.1 化学物質濃度

C.1.1 化学物質の実測結果

表 1-4-1 に厚生労働省の指針値で示されている物質に関して、午前及び午後の濃度の平均値を示す。ホルムアルデヒド濃度が低濃度であることは先に述べたが、その他の物質についても

表 1-4-1 各地下街の化学物質濃度の結果（単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

	東京		神奈川		北海道		福岡		愛知		大阪	
	室内	屋外	室内	屋外	室内	屋外	室内	屋外	室内	屋外	室内	屋外
ホルムアルデヒド	11.3	7.4	7.6	4.5	6.4	6.1	5.2	4.5	7.1	4.0	8.1	8.1
アセトアルデヒド	11.0	6.5	4.5	3.4	5.4	5.0	4.0	2.4	10.6	2.7	6.3	5.8
トルエン	34.2	30.6	155.4	41.1	66.4	19.7	120.2	24.8	99.7	34.6	113.1	97.9
エチルベンゼン	6.6	4.7	34.7	9.1	10.9	4.7	6.6	5.5	32.8	8.1	18.4	36.3
キシレン	10.6	2.7	33.0	9.6	18.2	6.2	7.8	7.2	27.3	8.0	17.1	30.1
スチレン	4.1	2.0	12.5	3.8	7.5	2.2	3.5	1.8	9.7	2.7	7.0	12.4
p-ジクロロベンゼン	11.1	1.9	16.0	3.4	1.6	ND	3.9	ND	1.8	ND	3.3	2.7
テトラデカン	4.5	1.3	2.1	0.8	2.8	0.3	3.3	1.5	4.4	0.9	4.0	1.9
TVOC	243.7	105.0	678.2	132.3	333.5	98.5	258.0	87.0	407.7	112.0	359.3	365.5

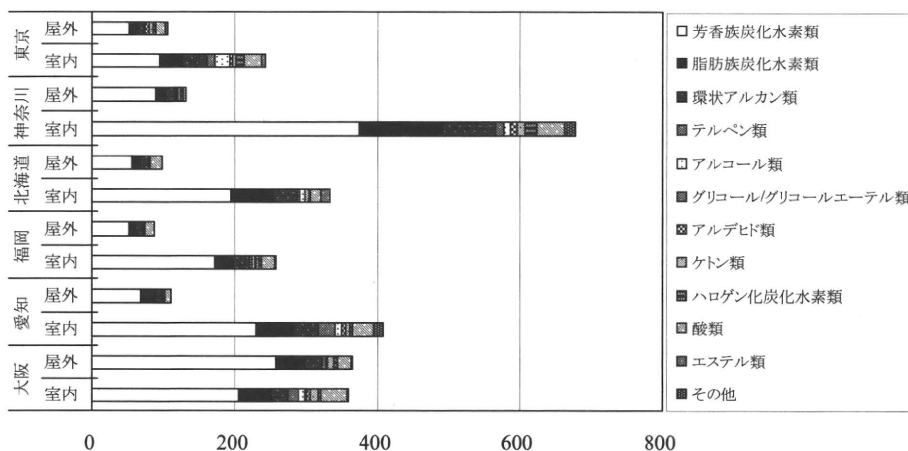


図 1-4-1 化学物質の種類別濃度結果

指針値以下であった。トルエンに関しては、神奈川で若干高い値を示したが、これは定点測定場所付近で、靴やバックなどの販売の催事が催されていたことによるものと考えられる。また、TVOC濃度については、神奈川及び愛知において暫定目標値を超過した。

図 1-4-1 に種類別濃度の結果を示す。多くは芳香族炭化水素及び脂肪族炭化水素で占められており、また外気よりも濃度が高いことから、室内においてこれらの発生源が存在していることが分かる。地下街の構成材料に加え、施設に使用する洗浄剤やワックス、物販や飲食店の製品などによるものが考えられる。

図 1-4-2 に厚生労働省の指針値に示されている物質の I/O 比（室内濃度／外気濃度）について示す。概ね 1 を超過しており、室内濃度のほうが高い傾向にあり、東京におけるキシレン及び p-ジクロロベンゼンについては非常に高い値となった。また、大阪においては室内濃度が高いものの、I/O 比は低い値となった。これは、外気濃度も高く、換気を行ってもガス状汚染物質に関しては清浄化されないことを表している。

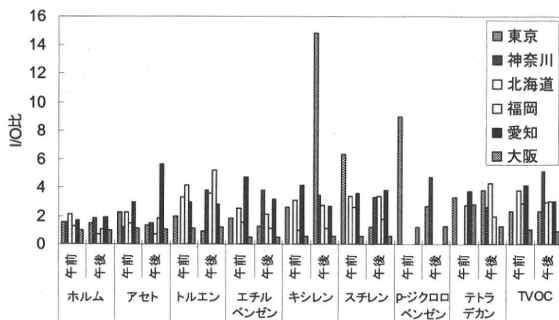


図 1-4-2 各物質の I/O 比

C.1.2 夏期における化学物質濃度

表 1-4-2 及び 1-4-3 に神奈川及び北海道において厚生労働省の指針値で示されている物質に関して、午前及び午後の濃度を示す。ホルムアルデヒド濃度が低濃度であることは先に述べたが、その他の物質についても指針値以下であった。また、TVOC 濃度については、神奈川において暫定目標値を超過した。冬期における測定においても、神奈川において TVOC 濃度が同様に暫定目標値を超過した。またトルエンに関しては、

定点測定場所付近で、靴やバックなどの販売の催事が催されていたことにより、濃度が高かったが、夏期については濃度が低かった。

表 1-4-2 神奈川の化学物質濃度の結果
(単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	指針値 (暫定目標値)	室内		外気	
		午前	午後	午前	午後
ホルムアルデヒド	100	14.3	14.3	10.5	10.6
アセトアルデヒド	48	9.1	10.6	7.5	9.3
トルエン	260	59.6	50.6	14.0	10.3
エチルベンゼン	3800	7.1	5.2	2.1	5.5
キシレン	870	8.2	5.1	2.0	3.9
スチレン	220	4.4	2.0	n.d.	n.d.
p-ジクロロベンゼン	240	11.1	5.0	1.9	n.d.
テトラデカン	330	4.7	3.4	1.5	0.8
TVOC	(400)	724.8	411.3	141.2	73.9

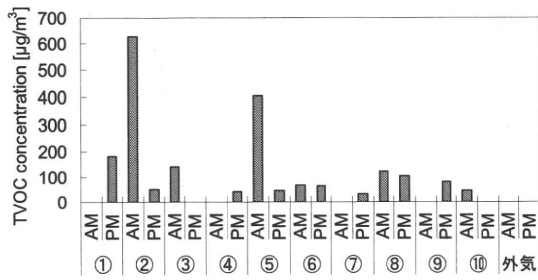
表 1-4-3 北海道の化学物質濃度の結果
(単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	指針値 (暫定目標値)	室内		外気	
		午前	午後	午前	午後
ホルムアルデヒド	100	15.7	13.7	11.1	11.6
アセトアルデヒド	48	13.4	12.6	11.5	13.3
トルエン	260	38.3	41.0	7.3	13.8
エチルベンゼン	3800	4.4	9.0	0.8	2.0
キシレン	870	7.2	12.1	1.8	n.d.
スチレン	220	2.9	3.1	1.3	n.d.
p-ジクロロベンゼン	240	3.3	1.1	n.d.	n.d.
テトラデカン	330	3.9	2.9	0.4	n.d.
TVOC	(400)	302.0	160.3	51.7	32.2

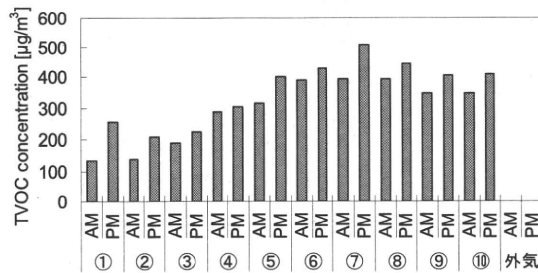
C.1.3 TVOC 計による測定結果

図 1-4-3 に神奈川及び北海道の地下街の各測定点における巡回測定の TVOC 濃度の結果を示す。神奈川においては、測定点②及び⑤での濃度が高い傾向となったが、この間において店舗の改装工事が行われていたことに原因があるものと考えられる。その他の測定点においては、換気が良く行われていることもあり、比較的低い値であった。一方、北海道の地下街においては、午前及び午後共に測定点①から⑩にかけて、徐々に上昇する傾向となった。

図 1-4-4 に神奈川及び北海道の定点における TVOC 濃度の経時変化を示す。神奈川では、午前中昼過ぎと夕方に濃度が高くなる傾向となり、北海道では、低い濃度で推移していた。

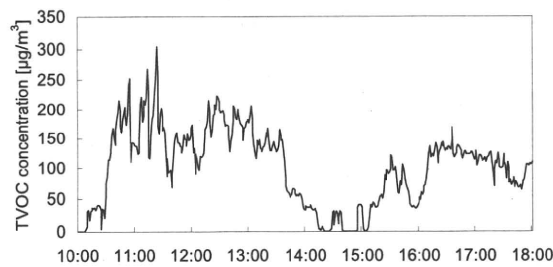


a) 神奈川県

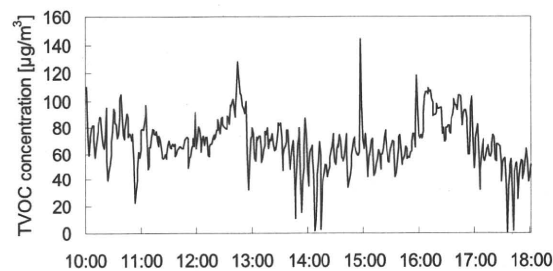


b) 北海道

図 1-4-3 TVOC 計による各測定点における TVOC 濃度



a) 神奈川県



b) 北海道

図 1-4-4 TVOC 計による定点における TVOC 濃度の連続測定結果

ここでは規準化濃度 (dNi/dLogDp) に変換した値として示している。

傾向として、各地点において濃度のばらつきが大きいと言える。外気と比較しても、特異的に高い箇所も見られる。0.3-0.5 μm などの微小粒子については、例えば神奈川の測定点②及び⑩、北海道の測定点③、愛知の測定点⑥など扉のない外気の流入による影響により濃度が高くなっている。更に、東京の測定点①及び⑤、神奈川の測定点⑦～⑨、北海道の測定点②、愛知の測定点⑥、大阪の測定点⑨は飲食店舗内で喫煙が行われていることから、通路側に流入しており、濃度が高くなっているものと考えられる。更に大阪の④では出口外側において喫煙所があり、それからの流入が確認された。また、地下鉄が浮遊微粒子の発生源となっているとの報告¹²⁾もあり、例えば、福岡の測定点①及び⑩、愛知の測定点①、⑤、⑥、⑩、大阪の測定点⑩については地下鉄駅近傍に位置しており、若干濃度の高い傾向が見られる。

粒径 2 μm 以上の比較的大粒径の粒子においても、神奈川の測定点⑦～⑩、福岡の測定点②などは、微小粒子とは異なり、通行人数が多い場所が高い値を示した。

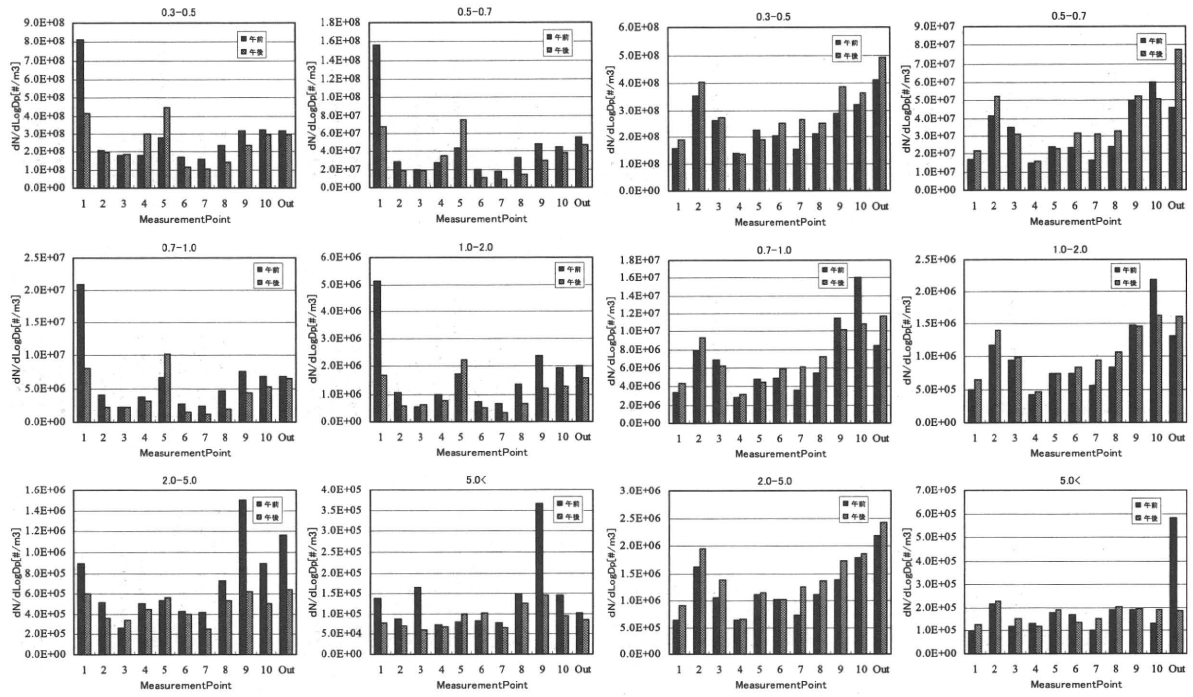
C.2.2 定点測定結果

図 1-4-6 に各施設の定点における粒径別個数濃度の経時変化を示す。粒径ごとに濃度変動があることがわかり、外気の流入や人の通行、動作により周期的にピークを持つものもあった。室内外を比較すると、微小粒子に関しては室外の方が高いか、ほぼ同じ値であるのに対し、粒径 5.0 μm 以上の比較的大きな粒子は、室内の値の方が非常に高かった。空調機に十分な性能を持つフィルタが装着されていることにより除去されているものの、外気の直接の流入や粒径 5.0 μm 以上の粒子は室内からの発じんの影響が大きいことが分かった。

C.2 浮遊微粒子

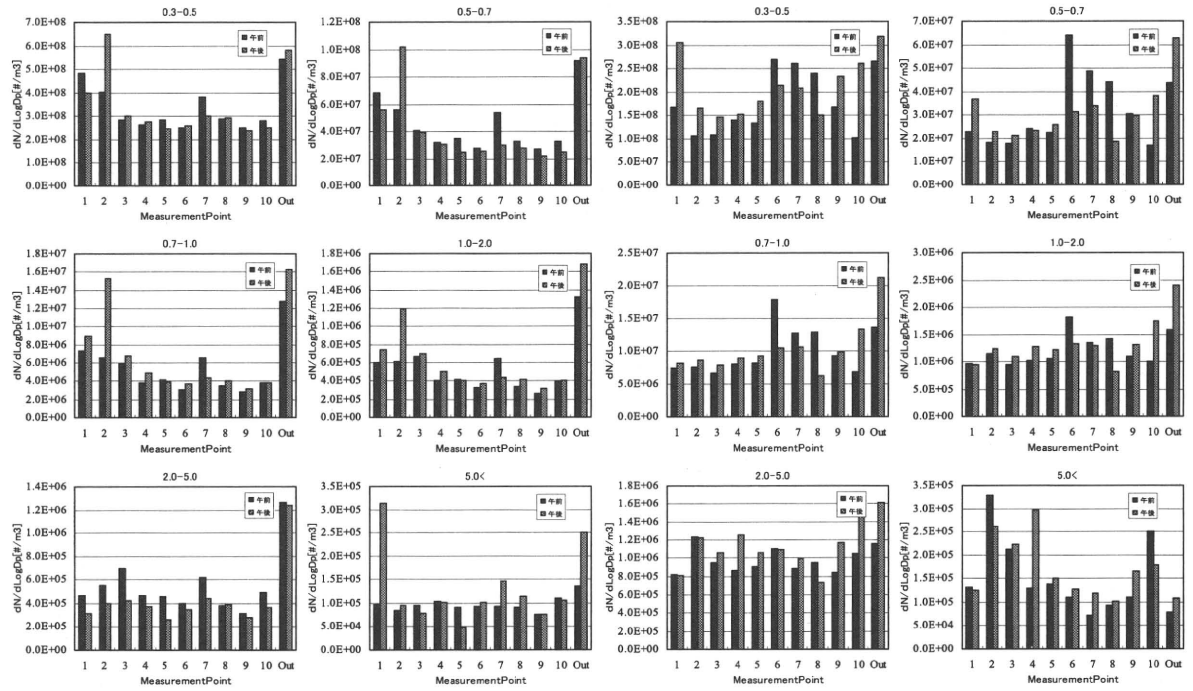
C.2.1 巡回測定結果

図 1-4-5 に各施設において巡回測定により得られた場所別の粒径別浮遊微粒子濃度の経時変化を示す。ここでは、LPC は各粒径範囲における単純な個数濃度 (dNi) として測定されるが、



東京

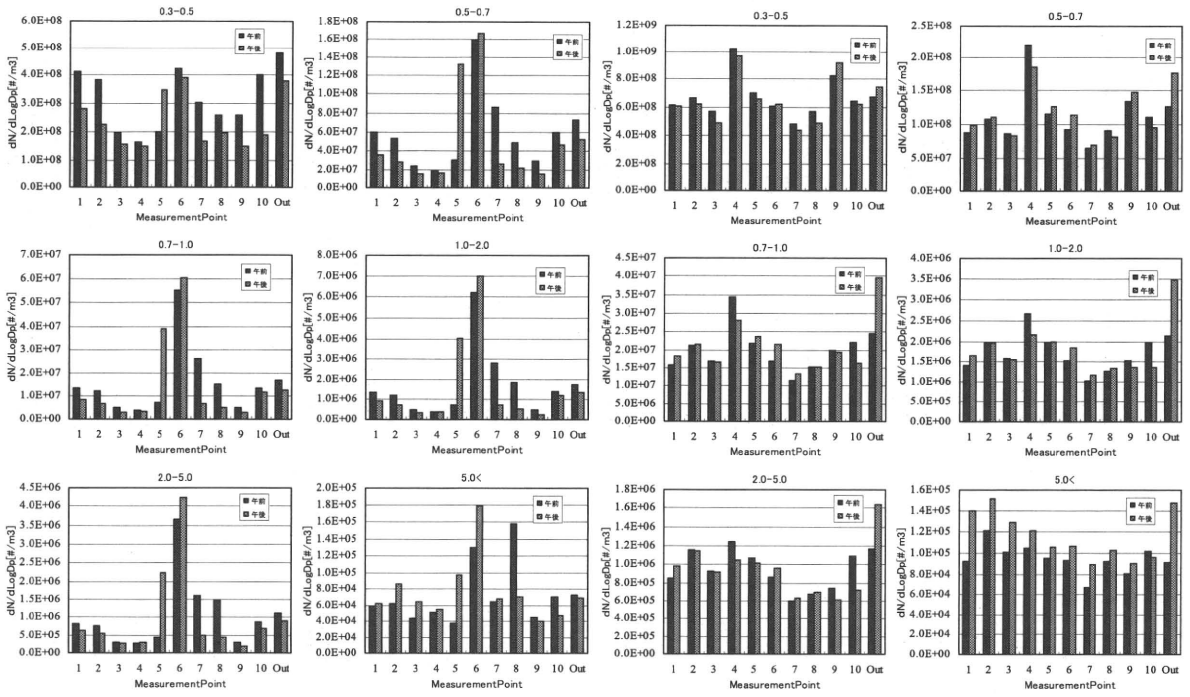
神奈川



北海道

福岡

図 1-4-5 測定場所別の浮遊微粒子濃度



愛知

大阪

図 1-4-5 測定場所別の浮遊微粒子濃度