

## 第4章 空気質管理（管理項目、管理基準値、測定方法及びその頻度）の問題点と対策

室内の空気質については、建築物環境衛生管理基準として、法の制定当時から規定されているが、空気環境の測定方法については、当初は測定機器の性能規定のみであった。

このため、建築物環境衛生管理基準が十分には遵守されていない状況もあり、昭和49年に厚生省令第10号及び局長通知環企第11号で測定の実施回数等が定められ、現在に至っている。ここにきて、省エネルギーの推進や新建材等を原因とするシックビル症候群など、室内の空気環境を悪化の原因となりかねない状況が進んでいる。また、特別養護老人ホームなど社会福祉施設におけるインフルエンザウイルスによる高齢者への死亡事例に見られるように、適切な空気環境の確保は、疾病の防止や健康の増進のためには不可欠である。さらに、一方では規制緩和を求める動きがある。

そのため、空気質に関する建築物環境衛生管理基準について、その現状及び問題点について検討した。

### 1. 室内空気環境測定項目

#### （1）一酸化炭素

一酸化炭素は、経年変化のグラフでも明らかなように、近年基準値を超えることがほとんどない。そのため、外気の一酸化炭素濃度が低く、かつ室内での発生がなくこの状況が下記のような条件の場合は測定回数の緩和も可能と考える。また、現在の基準値も一酸化炭素の人体に対する影響に鑑みれば適当であると考えられる。

<条件>

- ①過去一定期間の測定で一酸化炭素濃度が基準値を超えていない。
- ②駐車場の排気の影響がない。
- ③禁煙や分煙対策が行われており、分煙の場合でも設備構造上喫煙の影響がない。

#### （2）浮遊粉じん

室内での分煙、禁煙等が進んでいることもあり、浮遊粉じんも近年基準値を超えること

が少なくなっている。室内浮遊粉じんの最大の発生源は喫煙によるタバコ煙であるが、これらの影響が少なく、また処理した外気の浮遊粉じん濃度が低い場合は測定回数の緩和が可能であると考え。基準値は、浮遊粉じん生成の最大の原因であるタバコ煙の有害性について新たな知見が得られれば、現在よりも厳しい基準値を検討する必要があると考えられるが、現在の基準値は浮遊粉じんの人体に対する影響に鑑みれば適当である。

#### <条件>

- ①過去一定期間の測定で浮遊粉じん濃度が基準値を超えていない。
- ②駐車場の排気の影響がない。
- ③禁煙や分煙対策が行われており、分煙の場合でも設備構造上喫煙の影響がない。

### (3) 炭酸ガス(二酸化炭素)

炭酸ガスの不適率は、ビル衛生管理法制定時以降 10～20%の間を推移している。これは、ビルの気密性の向上及び省エネルギーを考慮して外気量の制御が行われている結果と考えられる。現状の基準の不適率、他の汚染物質による汚れの指標となる項目、さらに、センサーの較正のためにも測定は不可欠であり、引き続き現状の建築物環境衛生管理基準として管理することが適当であると考え。

### (4) 温度

平成7～9年度に東京都のビル衛生検査班が行った立入検査では、年間を通じて室温は25℃前後でほとんど変化せず、いわゆる四季がなくなっている状態と言える(図4)。よって、①図5に事務所における快適温度を求めるため作用温度と予想不満率(PPD)の関係を示した。気流を0.1 m/s、湿度を夏期60%、冬期40%と仮定した場合、夏期の快適温度は24.5℃であり、予想不満率が10%未満の作用温度範囲は、約23～26℃である。また、冬期の快適温度は22℃、予想不満率が10%未満の作用温度は約20～24℃である。

②人の環境適応性を考慮すれば、夏期に25℃から少し温度を上げても、反対に冬期は少し温度を下げても、衣服などによる調節を行えば快適性を保つことが可能と言える。

一方、温度変更による省エネルギー効果は、夏期室温25℃前後で1℃上げた場合、冷房エネルギーを10%削減でき、冬期室温22℃前後で1℃下げた場合、13%削減できるといわれている。

また図6に室内温度ごとのビルの度数分布を示した。この結果から、夏期で7割のビルが26℃よりも室温が低く、冬期では9割のビルで22℃よりも室温が高くなっている。このため、夏期に7割のビルで約1℃温度を上げる、冬期には9割のビルで約22℃まで温度を下げるによりかなりの省エネルギーが期待できる。このように、省エネルギーが求められている現在、冬期の暖房や夏期の冷房しすぎを防止し、健康で快適な室内温度環境を確保するためには、現在の建築物環境衛生管理基準値の範囲内で冬期と夏期の温度基準を設けるのが適当と考える。なお、温度は健康・快適性の最大の要因であり、また、センサーの較正のためにも測定は不可欠であり、引き続き現状の建築物環境衛生管理基準の測定項目とすることが適当であると考ええる。

#### (5) 相対湿度

相対湿度は、経年変化のグラフでも明らかなように、ビル衛生管理法制定時より基準値を超えることが多く、最近でもその傾向に変化はない。特に、冬期の湿度が確保できず、低湿度となっている施設が多くみられる。このため、現在の基準値の下限40%が厳しすぎるため、緩和すべきだと言う意見もある。しかし、インフルエンザや静電気の発生、そしてドライアイなどを考慮すれば、現状の基準値は変更すべきではないと考える。

また、センサの較正のためにも測定は不可欠であり、引き続き現状の建築物環境衛生管理基準とすることが適当であると考ええる。

#### (6) 気流

気流は法の施行時から基準値を超えることが少なく、問題となっている項目ではない。しかし、気流は快適な室内空気環境を確保するための重要な要素であり、引き続き現状の建築物環境衛生管理基準とするのが適当である。

### 2. 測定実施回数及び測定時間帯

測定実施回数について、平成11年3月30日付生衛発第541号の厚生省生活衛生局長通知で従来の「始業後、終業前及びその中間時の三時点」から「始業後から中間時及び中間時から終業前の適切な二時点」に改正された。このため、浮遊粉じん、一酸化炭素、炭酸ガスは建前では連続測定による平均値であるが、1日2回の測定の平均値で一日の使用時の平均値として差し支えないこととなった。また、温度、相対湿度、気流の温熱環境につ

いては、居室の使用時は常に基準に適合していることが求められているが、従来は上記の三時点の測定で基準に適合していれば、便宜上使用時は常に基準に適合していると見なしていた。しかしながら、今後は、始業後から中間時、中間時から終業前に1回それぞれ適切な時間帯に行うこととなる。このため、測定を行う適切な時間帯を決定する必要がある。この適切な測定時間帯は、温度、相対湿度、気流については、居室の使用時は常に基準に適合しているかどうかの判断が必要であるため、これらの項目が最も基準を満たさなくなる時間帯に行えば、1日2回の測定でも使用時は常に基準に適合していると見なすことが可能である。

そのため、過去の測定結果等から始業後から中間時、中間時から終業前に最も悪化する時間帯をそれぞれ選び出して、その時間帯の測定を行うことが必要となる。

なお、測定を行う時間を決定するあたり、次のような点に注意して室内空気環境の測定を行っていく必要がある。

#### ①建築物環境衛生管理技術者について

施設の建築物環境衛生管理技術者は過去の空気環境測定結果や自らの測定結果等を通じて施設の実態把握に努め、最も適切な測定時間帯を決定する必要がある。

#### ②新規ビル等について

新規施設や空調設備を大幅に更新した施設等については、使用開始後1年程度は空気環境の実態把握期間とし、二時点のみならず、適時連続的に室内環境の状況を把握してみるなど早急に施設の室内実態を把握する。そして把握した空気環境の悪化する時間帯を、今後の測定時間帯として活用していく必要がある。

### 3. 測定対象

空気環境測定は、現在中央管理方式の空調や機械換気設備を設置している特定建築物で義務づけられているが、それ以外の方式では法的には測定義務はない。しかし、現在空調機の分散配置と個別制御方式がよく見られるが、この場合、特定人の好みにより空気環境が作られ、その他の大多数の使用者・利用者はその環境を許容させられることが起こりうる。このため、法の目的である多数人に対する健康で快適な室内環境の確保ができない場合が生ずる。これらの問題を解決するため、空調機や機械換気設備をもつ特定建築物に対しては、空気環境測定を義務化し、適切な運転管理を行うことが必要である。

#### 4. 設備更新における図面審査制度の確立

現在、建築物の新築や増改築の建築確認時には、建築基準法第 93 条第 4 項及び第 5 項の規定があり、事前に建築物の構造や設備を建築や設備図面でチェックし、問題点については設計変更等の指導を行うことによって衛生の確保を図るような制度となっている（図面審査制度）。しかし、建築後に空調や給排水など設備が古くなりこれを更新する場合には、建築確認を必要としないため、新たな設備については、衛生面からのチェックを行うことができず、この制度本来の趣旨が活かされない状況となっている。

このため、設備更新においても衛生の確保を図るためには、事前の図面審査制度が不可欠であり、建築基準法またはビル衛生管理法にそのための規定を設ける必要があると考える。

#### 引用文献

- 1) F.H.Rohles,et.al.ASHRAE Trans.,81,Part 1 (1975),pp148 ~ 156
- 2) S.Tanabe,et.al..ASHRAE Trans.,93 (1987),pp564 ~ 577

図 - 1 炭酸ガス濃度連続測定結果

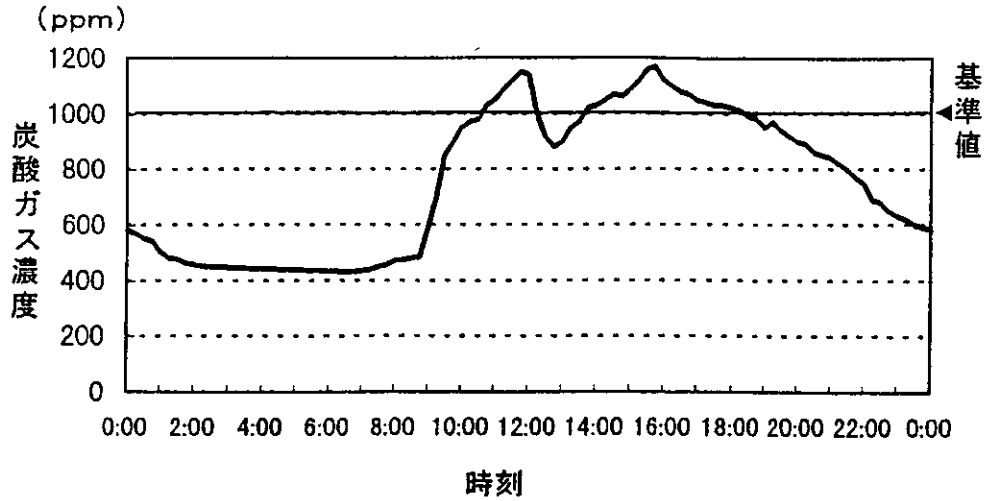


図 - 2 浮遊粉じん濃度連続測定結果

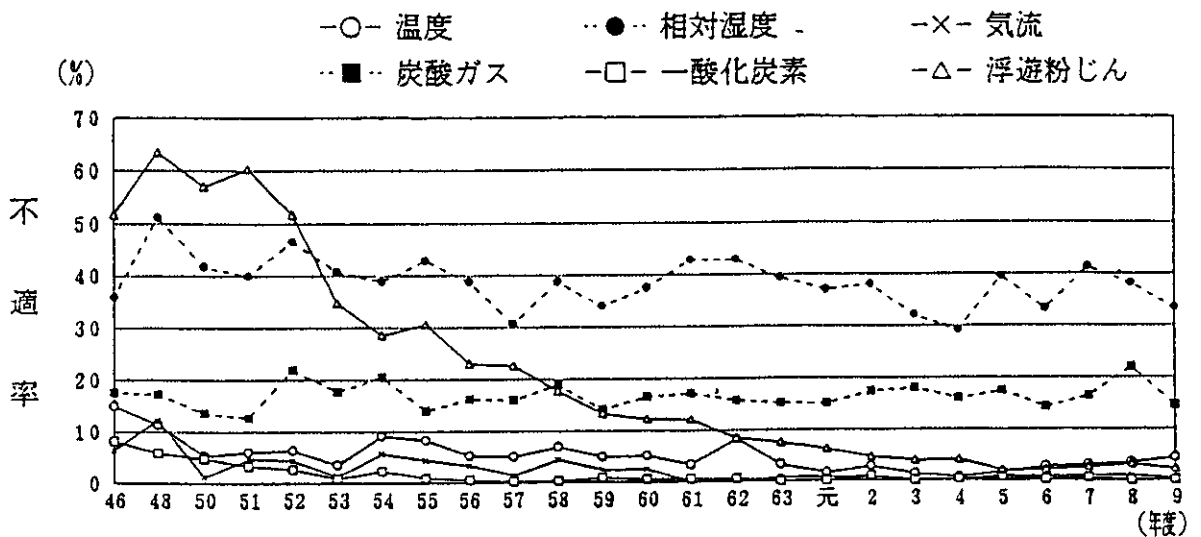
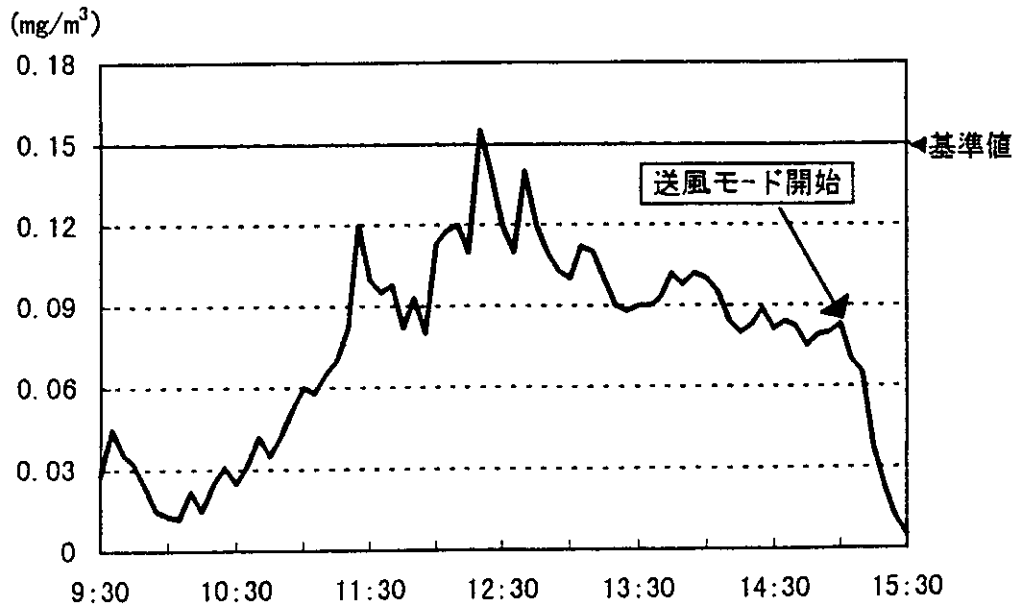


図 - 3 測定項目別不適率の経年変化 - 56 -

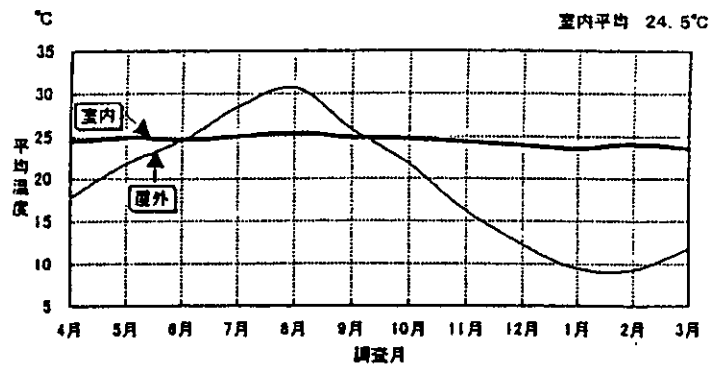


図-4 平成7～9年度の検査ビルの月別室内温度

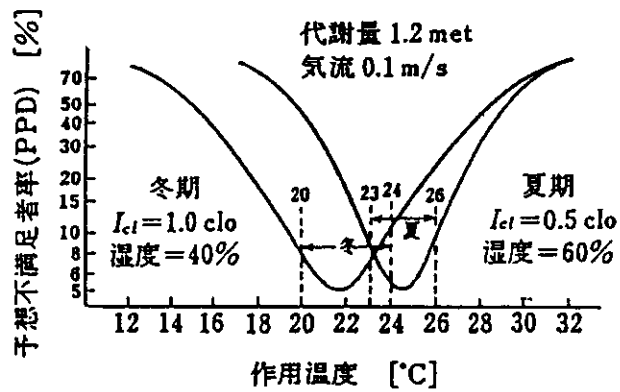


図-5 作用温度と予想不満率の関係<sup>1) 2)</sup>

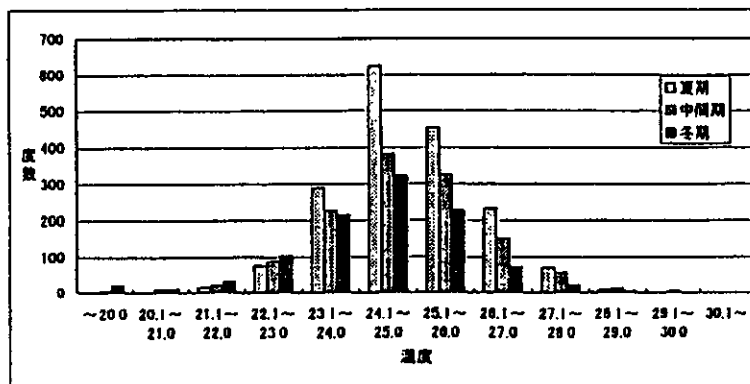


図-6 平成7～9年度の検査ビルの室内温度分布

## 第5章 新規設備等導入への対応

建築物における空調設備は、ビルの使用形態の多様化、経済性、快適性等から、建物全体あるいはフロア全体を管理する方式から、よりきめ細かい対応が可能なコンパクトAHU(エアハンドリングユニット)、ビルマルチ方式といった個別分散型の空調方式の導入が増加してきている。最近ではさらに個別化が進んで、パーソナル方式、個人対応型まででてきている。

また、省エネルギーの観点から全熱交換器、VAV(可変風量方式)、インバータ制御等を組み合わせたシステムを円滑に作動させるために、コンピューターを利用したDDC(ダイレクト・デジタル・コントロール)方式が普及してきている。

さらに、電力負荷の平準化のために夜間電力を利用した氷蓄熱システム、居住域のみを快適空間にする床吹き出し方式のような非混合空調システムも普及してくるものと思われる。

地球温暖化防止の観点から、平成11年4月に改正省エネルギー法が施行された。ビルで使用されるエネルギーは、事務所ビルで、空調用に5割、照明が3割との報告もあり、今後ますます空調用エネルギーの削減のため省エネルギーに配慮した空調システムがでてくるものと思われる。

しかし、この流れの中で、ビル衛生管理法の趣旨である健康や衛生との整合性が議論されていないことが懸念され、省資源・省エネルギーと衛生的環境の確保との両立が今後の課題となる。

### 1. 最近の空調設備における問題事例

#### (1) 室温の不均一な分布

- ・ 個別分散型空調方式など空調機やゾーン毎に温度設定ができる場合、個人の嗜好<sup>しこう</sup>によって極端な変更を行う。
- ・ 個別分散型空調方式などでは、同一ゾーン内での冷房運転と暖房運転との混合の発生がある。

#### (2) 暖房期の室温上昇



- ・ 個別分散型空調方式をとる室内で設計値以上の内部発熱(OA 機器等)がある場合は、すぐ設定温度に達し、空調運転は絞り込まれるが、発生熱から室温は上昇し続けてしまう。
- ・ 全熱交換器にバイパスダクトがなく外気冷房が行えない。
- ・ 内部発熱が多いにもかかわらず、省エネルギー対策から冷房運転が行わない。

### (3) 冬期の極端な低湿

- ・ 加湿スペースがほとんどない。
- ・ 冷房負荷時の加湿が不可能となっている方式がある。
- ・ OA 機器等設置により室内への水配管を避ける。
- ・ 省エネルギーから加湿を止める。

### (4) 二酸化炭素濃度の悪化

- ・ 温度設定による室内環境のコントロールで、設定温度に達すると、最小開度あるいは全閉になり、在室人員に見合った外気が導入されない。  
内部発熱が多い場合、常に最小開度になっている。
- ・ 非混合空調システム(居住域空調)の床下吹き出し空調において、床のファンにより給気し、柱等からも給気する方式において、給気量が設定値をこえてスローダウンすると、ファンからの送風能力が相対的に高くなり、柱等の給気口から逆流がおき、室内空気環境の悪化につながる。

### (5) 室内空気の停滞(気流がない、臭気を感じる)

- ・ インバーターコントロールにおいて、温度設定によりコントロールするとき設定値より高くなるとスローダウンし、室内空気の入れ替えができず汚染が蓄積する。
- ・ 室内の換気を CO<sub>2</sub> によりコントロールする場合、在室人員に見合った設定をしないと、常に外気が入らなくなり、汚染が蓄積する。
- ・ 室温設定により空調している場合で、省エネルギーのため上限値、下限値ぎりぎり設定し、室内の発熱、汚染物質の発生実態、在室人員等をみないと室内空気の停滞や室内環境の基準に適さなくなる。

## 2. 新規設備導入時の検討事項

新規設備導入時は、省資源、省エネルギーからの観点、経済性と快適性の観点から主に設計されているが、アレルギー性疾患、シックビル病等の健康性、衛生性の観点も十分加味されなくてはならない。

### (1) 最小外気導入量の基準の設定

VAV、インバーター等で絞り込んだ場合でも、在室人員に見合った外気導入量は確保するシステムとする。

また、室内の建材、什器類<sup>じゅうき</sup>から発生する化学物質等の室内空気中への蓄積を考慮し、希釈による効果をも加味した外気導入を検討する。

### (2) 給気による気流の確保

温度による室内空気環境のコントロールでは、設定値を超えると給気量を絞り込むか停止してしまう。このため、室内が無風になり停滞感がおこる。快適性を求めるためにも、0.1m/s 前後あるいは 1/f ゆらぎを考慮したシステム設計とする。

### (3) 相対湿度管理から絶対湿度管理への変更

インフルエンザウイルス等の速やかな不活化を考慮すると、7～8g/kg'前後の設定<sup>1)</sup>を検討する。特に、暖房期は、室温が24～28℃が現状であり冬期の相対湿度の不適の最大のネックになっている。

	17℃	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
7g/kg'	57%RH	54	51	48	45	42	39	37	35	33	31	29
8g/kg'	55%RH	61	58	54	51	48	45	42	40	37	35	33

### (4) 氷蓄熱システムによる夏期低湿の可能性

熱源システムによる省エネルギー対策として、熱含量が大きい氷蓄熱が普及してきているが、低露点環境になるため、夏期の室内での低湿度、室温の不均一分布等を考慮する必要がある。

(5) ホルムアルデヒド、VOC 等室内発生化学物質についての希釈を考慮した管理基準  
建材等に多用されている揮発性有機化合物、アレルゲン物質、臭気等について希釈を考  
慮したシステム設計も念頭におく。

#### (6) 室内空気へのコンタミネーションの防止

低湿空調によるインフルエンザウイルスの生存・拡散、加湿、飾景設備、空調用冷却塔  
からのレジオネラ属菌の飛散、雑用水利用による O157 やウィルスの伝播等を防止するシ  
ステム設計を行う必要がある。

#### (7) 混合損失の防止

冷暖同時型のビルマルチ型等では、冷房、暖房の自在運転を行う場合、サーモ位置の設  
定や精度によっては隣接機器で冷房、暖房運転になり混合ロスを生じるので、ゾーニング  
や、グループでの制御が要求される。

新規設備導入にあたり、多くは省エネルギー等の観点から居住者を生理学的に考慮する  
ことなく、効率性、経済性、操作性等を優先したシステムを設計する傾向にある。

また、快適性では、室内汚染化学物質や微生物の存在を十分検討せず、室温等短期的に  
感ずる感覚を優先する場合が多い。

今後の新システムは、省エネと健康性を両立させた快適性の基本設計が求められる。

温度、相対湿度については上記問題点を考慮すれば、暖房運転時と冷房運転時に分けて  
考え、相対湿度は暖房運転時に絶対湿度による評価を行うことが適当である。

#### 参考文献

- 1) 庄司 眞:かぜと季節;からだの科学 No.174,p19-20,1994

## 第6章 VOC等の健康影響と対策

オフィス内には種々の有害物質の発生源が存在する。例えば、建材、内装材等からはホルムアルデヒド、VOC(揮発性有機化合物)等が発生し、また、電気集塵機、コピー機等からはオゾンが発生する。これらの物質は人に対して悪影響を及ぼすことが指摘されている。本項においてはオフィス内におけるこれらの物質の汚染レベルの把握、健康への影響、外国での基準設定の状況及び汚染防止対策等について検討し、基準設定のための基礎資料の提供を図る。

### 1. VOC等の汚染レベル

#### (1) ホルムアルデヒド

居住環境内のホルムアルデヒドについては高濃度汚染の事例がいくつか報告されているが、オフィス内は比較的濃度は低い。これは換気状態が大きく異なることが原因している。すなわち、オフィス内のホルムアルデヒドの日内変動をみると、日中に濃度が低く(換気状態)、夜間に濃度が上がる(非換気状態)典型的なすり鉢型の日内変動を示していることから伺える。(財)ビル管理教育センター<sup>1)</sup>や全国ビルメンテナンス協会<sup>2)</sup>が行った調査によると0.013-0.025ppm(8時間平均値)の範囲であった。また、松村等<sup>3)</sup>が行った大規模建築物内の調査(1時間値)によると、ある事務所で0.041ppm、また、他のビル内の本屋では0.071ppm、公共図書館の閲覧室で0.035ppmを示したと。これらの調査結果は厚生省のガイドライン値(0.08ppm)を超えていない。しかしながら、ホルムアルデヒドの有害性や新築時、改築時には濃度が高くなり、また Sick building syndrome や化学物質過敏症等の発症にVOCの関与が指摘されていることも考慮し、基準設定項目として検討の必要性があると考えられる。

#### (2) VOC

居住環境内のVOC調査例は多く報告されており、その濃度もTVOCで数mg/m<sup>3</sup>のレベルが報告されている。一方、オフィス内のVOC調査例は比較的少ないが、ある調査<sup>4)</sup>によると、0.6-1.8mg/m<sup>3</sup>(春期・冬期に測定)の範囲で、Seifertらによる推奨値(0.3mg/m<sup>3</sup>)を超えているとの報告もある。将来的には基準設定項目として検討の必要性があると考え

る。

### (3) オゾン

大気環境においては、光化学スモッグ発生時にオゾンが発生し、大気環境基準（オキシダントとして 0.06ppm）を超えることが報告されている。一方、室内環境においてもオゾンの発生源が存在する。それは、電気集じん機やコピー機である。これらの機器は高電圧を使用しているため、空気中の酸素が励起されオゾンが生成する。オフィス内のオゾンの測定例は比較的少ないが、房家ら<sup>37)</sup>は電気集じん機近傍のオフィス内で 0.063ppm、松村ら<sup>38)</sup>はコピー機近傍オフィスや図書館内で 0.1ppm を超えたと報告している。オフィス内のオゾンは局地的ではあるが大気環境基準（光化学オキシダント、1 時間値で 0.06ppm）を超えることが報告されている。オゾンの有害性を考えると憂慮すべきことと思われるが、電気集塵機やコピー機、さらには、汚染が局地的であることを考えると汚染防止対策は比較的取りやすい。今後、基準設定に際して基礎的資料の蓄積（調査研究）が必要であると思われる。

## 2. 健康影響

### (1) ホルムアルデヒド

ホルムアルデヒドのヒトに対する影響は主に、目、鼻及び喉に対する刺激作用である。具体的には不快感、流涙、くしゃみ、咳、吐き気、また、呼吸困難等が生じることもある。WHO やアメリカ環境保護庁(EPA)は、このホルムアルデヒドをヒトに対する発ガン可能性物質に分類している。ヒトに対する影響について、WHO の研究グループがまとめた資料を表 1 に示した。

### (2) VOC

VOC のヒトに対する影響は各物質ごとに異なるが、高濃度の場合は ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) が詳細に報告しており、かつ、労働環境基準<sup>39)</sup>を設定している。また、WHO<sup>40)</sup> は人に対する刺激性の観点から 7 物質（1,2-ジクロロエタン、ジクロロメタン、ホルムアルデヒド、トルエン、トリクロロエチレン、スチレン、テトラクロロエチレン）、不快感等の観点から 3 物質（スチレン、テトラクロロエチレン、トルエン）について、それぞれガイドラインを勧告（表 2、表 3）している。

また、TVOC のヒトに対する影響は一般的には疲労、頭痛、目眩、視界のぼやけ、皮膚、

目、気道の刺激等が挙げられている。表4に Molhave ら<sup>9)</sup>の実験結果（ボランテア実験）を示した。0.3mg/m<sup>3</sup>以下では影響は殆どなく、3mg/m<sup>3</sup>以上で苦情が出現してくる。

### （3）オゾン

オゾンのヒトに対する影響<sup>10)</sup>は粘膜組織、肺細胞、呼吸器機能に影響を及ぼす。オゾン濃度が0.1-0.15ppm程度で気道抵抗の上昇、不快感の訴え等の増加、また、オキシダント濃度の1時間値の日最大値が0.25-0.30ppm程度になると喘息の発作回数の増加、頭痛の訴え等が増加すると言われている。

## 3. 基準値

### （1）ホルムアルデヒド

ホルムアルデヒドのガイドライン等は欧米諸国においては0.1ppm前後に設定されている。我が国では、WHOと同様、感覚刺激の観点から30分平均値で0.08ppmをガイドラインとして勧告している。

### （2）VOC

個々のVOCに関してはACGIHの労働環境基準等がある。また、WHOにおいても、一部の物質についてガイドラインを勧告（表2、表3）している。TVOCについては北欧やオーストラリアでも表5のような値がある。

### （3）オゾン

オゾンについてはアメリカEPAは0.12ppm（外気、1時間値の最高）、ACGIHは0.1ppm（8hrのTWA）、ASHRAEは0.1mg/m<sup>3</sup>（連続）である。また、日本の大気環境基準は0.06ppm（1時間値、ただし光化学オキシダントとして）である。

## 4. 対策

ヒトの健康を保護する観点からは種々の対策が考えられる。一つは建物を作る建材自体から化学物質を放散しない様に材料自体を改善していくこと、また、既に、建物内で汚染が進行している場合には、汚染物質の除去（空気清浄機の使用、ベイクアウトの実施）や換気等による希釈対策がある。これらの対策を効果的に行い、ヒトの健康の保持増進に心がけるべきである。

## 5. 測定方法

### (1) ホルムアルデヒド

表6にホルムアルデヒドの測定法を一覧にして示した。ポンプ式検知管法が測定精度(厚生省のガイドライン 0.08ppm を十分測定できる)、価格、測定時間的にも使用可能と思われる。

### (2) VOC

TVOCについてはガスクロマトグラフ/質量分析法やガスクロマトグラフ法等で個々のVOCを測定し、それらを合計し、更に、未同定ピークはトルエン換算とし、先の合計量に加算してTVOC濃度として表示(トルエン換算)する方法が取られている。しかし、この方法は熟練性、装置が高価、専門機関或いは研究機関等でないと測定値が得られないなどの欠点がある。一方、表7に示したようにTVOCの簡易測定法は種々報告されているが、測定感度、測定精度、選択性、価格、携帯性、安全性等から実用性の高い簡易測定器は今のところ存在しない。しかし、価格面、携帯性を度外視した場合、GC/FID方式のTVOC計<sup>11)</sup>はECA<sup>12)</sup>(European Collaborative Action)ワーキンググループ13の考え方に近い測定値が得られる。いずれにしても、今後、実用性のあるTVOC計の開発、改良が強く望まれる。

### (3) オゾン

オゾンについては、検知管(0.05ppmの測定が可能)が市販されている。また、精密測定計としては紫外線吸収法の自動計測器(0-0.5ppm)がある。

## 6. 基準設定に関するプライオリティ

ビル衛生管理法の空気質管理の観点からホルムアルデヒド、TVOC、オゾンの3物質を汚染レベル、有害性、測定法(簡易性)等の観点から総合的に検討した。その結果、以下の結論を得た。

- 1) ホルムアルデヒドはビルの新築及び改築時に建材等からの発生が予想され、かつ、ホルムアルデヒドの有害性に鑑み基準設定の検討が必要と思われる。また、基準設定の必要条件でもある簡易測定法も整備されつつある。

ホルムアルデヒドに関する測定条件

### (1) 測定条件

測定は換気運転時(通常状態)に行う。

## (2) 測定場所

測定は代表的な居室の中央、床上 1.2m 地点で行う。

## (3) サンプルング時間

ポンプ式検知管法では 10 分間のサンプルングで 0.04-0.48ppm が測定可能。一方、最近、市販された電気化学燃料電池法（今後評価試験が必要）に基づいた小型計測器の場合、10 秒間のサンプルングで 0.05ppm 以上の測定が可能である。

## (4) 測定頻度

各階の代表的な場所で 2 カ月に 1 回（1 日 1 回、始業時）測定を行う。

2) TVOC はヒトに対する健康影響の指標としてよりは、揮発性有機化合物の汚染の指標として用いるべきであるとの考え方が有力であり、かつ、TVOC に関する定義の不確実性、安価な簡易測定法が現在のところ存在しないため、TVOC の基準設定は現状では困難と思われる。

3) ビル内におけるオゾンの発生源としては電気集じん機やコピー機が考えられ、その有害性の観点から基準設定項目として検討する必要がある。しかし、ビル内のオゾンに関するデータはほとんどなく、また、オゾンの測定器としては高価な精密機器は存在するが簡易測定器は十分整備されているとは言えない。よって、簡易測定器の開発及びビル内におけるオゾン濃度の実態把握が行われていることが望まれる。

## 文 献

- 1) 平成 8 年度 快適な暮らしのスタイル開発促進事業、建材・機械等の揮発性有機化学物質に関する調査研究報告書、財団法人ビル管理教育センター（平成 9 年 3 月）
- 2) 建築物内における衛生的な温熱・空気環境に関する国際研究、全国ビルメンテナンス協会（1995）
- 3) 松村年郎；室内空気中のホルムアルデヒド濃度について、PPM, 14, 2-9(1983)
- 4) 平成 5 年度 快適な暮らしのスタイル開発推進研究事業報告書、財団法人ビル管理教育センター（平成 6 年 3 月 5）
- 5) 房家政博、雨谷敬史、松下秀鶴；空気清浄機から発生するオゾンについて、第 37 回大気環境学会年会講演要旨集、p.451(1998)



- 6) 松村年郎、村松 学；室内におけるオゾン濃度について、第 29 回大気環境学会年会講演要旨集、p.471(1993)
- 7) 1996 TLVs and BELs, American Conference of Governmental Industrial Hygienists
- 8) WHO；Air Quality Guidelines for Europe, WHO Regional Publ., Europ. 1987
- 9) L.Molhavel；Volatile organic compounds, indoor air quality and health, Indoor Air,93, vol.5, 15-33(1990)
- 10) 日本建築学会誌、室内空気汚染、p.35-36, 井上書院、1990
- 11) 松村年郎；TVOC 計の性能評価試験と室内 VOC 実測試験結果について、第 3 回室内環境学会年会講演要旨集、p.74-75(1997)
- 12) L.Molhave, G.Clausen；The use of TVOC as an indicator in IAQ investigations, Indoor Air, 96, vol.3, 37-46(1996)

表1 ヒトにおけるホルムアルデヒドの暴露反応関係

ホルムアルデヒド濃度		曝露形式	曝露者数	反 応
mg/m <sup>3</sup>	ppm			
0.012	0.01	曝露室	12	粘膜の中程度の刺激
0.04~0.6*	0.03~0.05	曝露室	33	中程度の眼刺激(27%), 瞬目異常(11%)
0.04~3.1	0.03~2.5	居住室内		鼻, 気道の刺激, 眠気, 頭痛, 吐き気
0.06~0.07	0.05~0.06	曝露室	64	曝露者の50%が臭気を感じ
0.2~0.6	0.16~0.45	作業環境	15	眼, 鼻, 咽喉のしゃく熱感, 刺激, 頭痛
0.2	0.16	曝露室	64	6回の試行の全てに, 50%が臭気を感じ
0.3	0.24	解剖室		結膜, 鼻粘膜の刺激, ホルムアルデヒド濃度1.2mg/m <sup>3</sup> までは症状の増加はわずか
0.3**	0.24	曝露室	16	19%に軽度不快感, 結膜刺激, 鼻・咽喉の乾燥感
0.3~1.7	0.24~1.38	作業環境		上気道の刺激, 咳, 頭痛
0.36	0.3	曝露室		曝露と眼の刺激に直線的な関連が始まる
0.5~1.0	0.4~0.8	作業環境		上気道の刺激, FEV/FVCの低下
0.5~1.2	0.6~1.0			敏感な個体に眼, 鼻の刺激
0.5*	0.41	曝露室	16	31%に軽度不快感, 結膜刺激, 鼻・咽喉の乾燥感
1.0**	0.81	曝露室	16	94%に結膜刺激, 鼻・咽喉の乾燥感
1.1~2.0	0.9~1.6	作業環境		急激な眼の刺激, 咽喉の乾燥, 疼痛, 口渇, 睡眠障害
2.0	1.6	曝露室	16	94%に結膜刺激, 鼻・咽喉の乾燥感

参考文献

1) WHO Study Group. Recommended Health-based Occupational Exposure Limits for Respiratory Irritantsより邦訳転載。

\*: ホルムアルデヒド濃度0.04mg/m<sup>3</sup> (0.03ppm)から3.9mg/m<sup>3</sup> (3.2ppm)へ35分間継続的に上昇。

\*\* : 1日5時間4日間曝露。

表2 発癌、臭気及び不快感とは異なった影響に基づく揮発性有機化合物の指針値

物質名	時間荷重平均値	平均時間
1,2-ジクロロエタン	0.7 mg/m <sup>3</sup>	24時間
ジクロロメタン	3 mg/m <sup>3</sup>	24時間
ホルムアルデヒド	100 mg/m <sup>3</sup>	30分間
スチレン	800 mg/m <sup>3</sup>	24時間
テトラクロロエチレン	5 mg/m <sup>3</sup>	24時間
トルエン	8 mg/m <sup>3</sup>	24時間
トリクロロエチレン	1 mg/m <sup>3</sup>	24時間

\* WHO: Air Quality Guidelines for Europe, WHO Regional Publ., Europ. 1987

表3 感覚影響や不快反応に基づいて選択された物質の指針値 (30分間平均値)

物質名	指針値
スチレン	70 μg/m <sup>3</sup>
テトラクロロエチレン	8 mg/m <sup>3</sup>
トルエン	1 mg/m <sup>3</sup>

\* WHO: Air Quality Guidelines for Europe, WHO Regional Publ., Europ. 1987

表4 TVOCの濃度と健康への影響 (1mg/m<sup>3</sup>=1000μg/m<sup>3</sup>)

TVOC (mg/m <sup>3</sup> )	影 響
0.2以下	影響がないと考えられる。快適な範囲
0.2~0.3	影響の可能性はかなり低い。
0.3~3	相乗作用があれば炎症や不快感が生じる可能性がある。
3~5	居住者からの苦情が起こり、必ず臭う。
5~8	生理的な影響が見られ、眼、鼻・喉の炎症が起こる。
8~25	頭痛が起こる可能性がある。
25以上	頭痛が起こり、神経毒性が問題になる。

表5 TVOCのガイドラインの例

[北欧建築物規制協会]		
一般住居	0.4	(mg/m <sup>3</sup> )
オフィス	1.3	
学 校	0.3	
[S c a n v a c (Federation Scandinavian HVAC Societies)]		
IAQ1	0.2	(mg/m <sup>3</sup> )
IAQ2	0.5	
[オーストラリア国立健康医学研究所]		
1 h 値	0.5	(mg/m <sup>3</sup> )