

IV 空気環境 1 室内の空気質（換気と通風の歴史）（教科書 pp. 130～133）

IV 空気環境 2 汚染質濃度と換気（教科書 pp. 134～137）

IV 空気環境 4 室内気流と換気の効率（教科書 pp. 144～147）

1. 今日の目標

- 1) 室内の汚染質濃度の算出方法を理解しよう。
- 2) 必要換気量を計算できるようにしよう。
- 3) 換気の効率について理解しよう。

2. 換気と通風（教科書 pp. 130～133）

_____：室内の空気浄化あるいは、温熱環境条件の改善などの明確な環境改善を目的として、居住者が_____的に行う室内外の空気を入れ替える行為。

_____：部屋の窓を大きく開けるなどして、開口の面積を大きくし、室内をかなり高い速度の気流が通り抜けるようにすること。室内の空気質改善というより、気流によって体感温度を下げるという温熱環境改善が主目的。

3. 室内の汚染質濃度（教科書 pp. 134～135）

室内平均汚染質濃度を計算するときには、_____を仮定する。

→ _____：空間内に、ある汚染質が発生した場合、発生した瞬間に汚染質が空間全体に広がり、しかも、空間の至るところで、同じ濃度になるような拡散状況。

単室で汚染質が一定の割合（ M [mg/h]）で、発生し、また一定の換気（ Q [m³/h]）が行われている場合の室内平均汚染質濃度は、以下ようになる。

微小時間 dt における汚染質の室に対する流出入バランスを考えると、

$$\left[\text{_____} \right] + \left[\text{_____} \right] - \left[\text{_____} \right] = \left[\text{_____} \right]$$

となる。これを、教科書 p. 134 の図 2-1 にしたがって書き直すと、次のようになる。

$$\begin{aligned} & \{ \quad \quad \quad \} \times \{ \quad \quad \quad \} \times \{ \quad \quad \quad \} + \{ \quad \quad \quad \} \\ & \times \{ \quad \quad \quad \} - \{ \quad \quad \quad \} \times \{ \quad \quad \quad \} \times \{ \quad \quad \quad \} \\ & = \{ \quad \quad \quad \} \times \{ \quad \quad \quad \} \end{aligned}$$

式で表すと、下記のようになる。

$$C_0 \cdot Q \cdot dt + M \cdot dt - C \cdot Q \cdot dt = V \cdot dC \quad (1) \text{ (教科書 p. 134 の (2.1) 式)}$$

ここで、

C_0 : 外気の汚染質濃度 [mg/m³]

Q : 換気量 [m³/h]

M : 室内での汚染質発生量 [mg/h]

C : 室内の汚染質濃度 [mg/m³]

V : 室の容積 [m³]

t : 時間 [h]

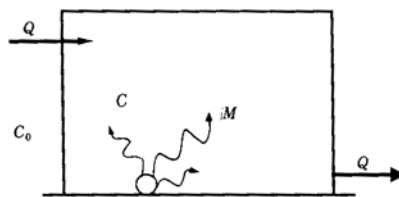


図 単室の濃度変動 (教科書 p. 134 の図 2-1)

(1) 式から、初期条件 $t=0$ で $C = C_0$ として、微分方程式を解いて (配付資料 p. 88 以降の補足を参照)、

$$C = C_0 + (C_s - C_0) \cdot e^{-\frac{Q}{V}t} + \frac{M}{Q} \cdot \left(1 - e^{-\frac{Q}{V}t} \right) \quad (2) \text{ (教科書 p. 134 の (2.3) 式)}$$

ここで、

C_s : 室内の初期汚染質濃度 [mg/m³]

上の (2) 式で、 $\frac{Q}{V}$ を _____ [1/h] という。すなわち、1 時間に室の空気が何回入れ替わるかを表す。和風木造住宅で、約 3 回/h 程度。高气密住宅ならば、機械換気設備を設置しないと、おおよそ 0.5 回/h 以下であり、0.1 回/h 程度となる場合もある (教科書 p. 132 の表 1-1 を参照。「換気回数」≒「換気率」)。

→シックハウス (次ページ参照) 対策のための建築基準法では、原則として全ての建築物に機械換気設備の設置が義務づけられており、住宅の場合は換気回数 _____ 回/h 以上の機械換気設備 (いわゆる 24 時間換気システム) の設置が必要である。

また、定常状態、すなわち $t \rightarrow \infty$ のときは、(2) 式は下のようになる。

$$C = C_0 + \frac{M}{Q} \quad (3) \text{ (教科書 p. 134 の (2.4) 式)}$$

4. 室内濃度と必要換気量（教科書 pp. 135～136）

4. 1 室内汚染質（教科書 p. 135）

人の居住や生産活動に伴って発生する汚染質には、以下のような物質がある。

熱、水蒸気、有害ガス、_____, _____, バクテリア、放射性物質（ラドンなど）、アスベスト（石綿）繊維、オゾン、_____などの_____（Volatile Organic Compounds, 揮発性有機化合物）、など

→ _____などの_____（揮発性有機化合物）や害虫駆除に使用する_____は、_____症候群の原因の一つである。

汚染質の許容濃度（常にその値以下に保たなければならない濃度）

一酸化炭素 10ppm→_____

二酸化炭素 1000ppm

浮遊粉じん 0.15mg/m³

（厚生労働省「建築物における衛生的環境の確保に関する法律」による。）

なお、ppm は百万分率を表し、1 ppm=0.0001%である。

4. 2 必要換気量（教科書 pp. 135～136）

想定される汚染質発生量に対して、その濃度を許容濃度以下に保つために必要な最小の換気量のことを_____という。必要換気量は、(3)式から以下のようにして計算できる。

長時間在室する場合

$$[\text{ }] \geq [\text{ }] / \{ [\text{ }] - [\text{ }] \}$$

$$Q_R \geq \frac{M}{C_p - C_0} \quad (4) \text{ (教科書 p. 135 の (2.6) 式)}$$

ここで、

Q_R : 必要換気量 [m³/h]

C_p : 汚染質の許容濃度 [mg/m³] (→気体の場合は、[ppm] もしくは [ml/m³])

C_0 : 外気の汚染質濃度 [mg/m³] (→気体の場合は、[ppm] もしくは [ml/m³])

M : 室内での汚染質発生量 [mg/h]

(4) 式は,

$$M \leq Q_R \cdot (C_p - C_0) \quad (5)$$

と考えることもできる。つまり,

$$[\text{ }] = [\text{ }] \times \{ [\text{ }] - [\text{ }] \}$$

である。

なお、特に有害物質の発生のない部屋でも呼吸による _____, 活動による粉じん, 体臭などの汚染質は考慮する必要がある。

→二酸化炭素の許容濃度から、特定の有害物質の発生がなくても、在室者 1 人当たり
約 _____ m³/h の換気量が必要。

さらに、開放型燃焼器具を使用している場合は、必要換気量は大きくなる。

→室内の酸素濃度が約 _____ %に低下すると、急激に一酸化炭素の発生量が増加するので、
注意が必要である。

***** ヌ 亾 *****

5. 濃度測定による換気量の測定（教科書 pp. 136～137）

換気量の測定には、主に以下の2つの方法がある。

- 1) 汚染質を空間内に一定割合で人為的に連続放出し、その定常状態の濃度を測定する方法
- 2) 汚染質を空間内に放出し、均一な濃度分布を達成した後の濃度変化を測定する方法（濃度減衰を測定する）

どちらにしても、人為的に汚染質（ガス状の汚染質を用いることが多い。_____。）を放出して濃度を追跡して、換気量を測定するので、これらの方法を、_____法という。_____には、_____やエチレンを用いることが多い。

6. 換気の効率（教科書 pp. 144～147）

実際には、室内の汚染質の分布は一様ではない。

→室内各点の空気の入れ替わり方が違うために、汚染質濃度分布が異なるので、換気の効率を考える必要がある。

室内の空気には、室に入ったばかりで汚染の少ない空気と長い時間室内にあって汚染の進んだ空気がある。

空気が吹き出し口などから室内のある点までにくる時間のことを_____という。空気齢が小さければ、小さいほど、_____空気を早く呼吸できる。

$$〔空気寿命〕 = 〔空気齢〕 + 〔余命〕$$

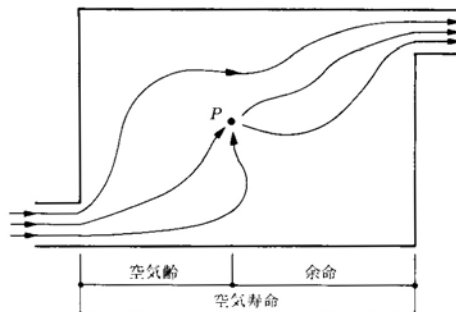


図 空気齢の考え方（教科書 p. 145 の図 4-4）

7. 参考文献（〔〕内は、熊本県立大学附属図書館所蔵情報）

- [1] 『講談社ブルーバックス B-1416 寿命を縮める家 健康なわが家にする78の対策』（直井英雄・坊垣和明，講談社，2003年8月，¥800＋税，ISBN：4-06-257416-0）〔開架2，408||Bu1||B-1416，0000277976〕
- [2] 『シックハウスを防ぐ最新知識-健康な住まいづくりのために-』（日本建築学会，日本建築学会（丸善），2005年3月，¥2,500＋税，ISBN：4-8189-4200-6）〔開架2，527||N77，0000300825〕
- [3] 『シックハウス事典』（日本建築学会編，技報堂出版，2001年9月，¥2,200＋税，ISBN：4-7655-2456-6）〔開架2，527||N77，0000255871〕
- [4] 『シックハウス対策のバイブル』（日本建築学会編，彰国社，2002年7月，¥1,900＋税，ISBN：4-395-00684-1）〔開架2，527||N77，0000263090〕
- [5] 『シックハウスがわかる 現場から学ぶ本質と対策』（大阪府建築士会・大阪建築士事務所協会・日本建築家協会近畿支部編，学芸出版社，2004年5月，¥2,000＋税，ISBN：4-7615-2340-9）〔開架2，527||073，0000281511〕〔書庫，527||073，0000296318〕
- [6] 『健康とくすりシリーズ 住まいと病気 -シックハウス症候群・化学物質過敏症を予防する-』（日本薬学会編，安藤正典著，丸善，2002年11月，¥1,200＋税，ISBN：4-621-07123-8）〔開架2，527||A47，0000274950〕
- [7] 『住居医学（I）』（吉田修監修，筏義人編，米田出版，2007年6月，¥1,800＋税，ISBN：978-4-946553-30-1）〔開架2，527||I31||1，0000309625〕
- [8] 『おはなし科学・技術シリーズ 室内空気汚染のおはなし』（環境科学フォーラム編，日本規格協会，2002年10月，¥1,400＋税，ISBN：4-542-90258-7）〔開架2，528.2||Ka56，0000274943〕
- [9] 『室内空気質環境設計法』（日本建築学会編，技報堂出版，2005年3月，¥3,400＋税，ISBN：4-7655-2484-1）〔開架2，528.2||N77，0000295469〕
- [10] 『日本建築学会環境基準 AIJES-A001-2005 ホルムアルデヒドによる室内空気汚染に関する設計・施工等基準・同解説』（日本建築学会編，日本建築学会，2005年1月，¥1,500＋税，ISBN：4-8189-3602-2）〔開架2，528.2||N77，0000292950〕

8. 参考 URL

- [1] 講義資料のダウンロード
<http://www.pu-kumamoto.ac.jp/~m-tsuji/kougi.html/genron.html/setubigen.html>
- [2] 厚生労働省のホームページ
<http://www.mhlw.go.jp/index.html>

- [3] 日本建築学会室内化学物質空気汚染調査研究委員会のホームページ
<http://news-sv.aij.or.jp/iapoc/IAPOC.htm>
- [4] 国土交通省所管法令等一覧（国土交通省のホームページより）
<http://www.mlit.go.jp/hourei/all.html>
- [5] 改正建築基準法（平成15年7月1日施行）に基づくシックハウス対策について（国土交通省のホームページより）
<http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/sick.html>
- [6] 住まいの情報発信局のホームページ内の『シックハウス対策』
<http://www.sumai-info.jp/sick/index.html>
- [7] ベターリビングのホームページ内の『シックハウス対策に係る「住宅の換気設備マニュアル」』
<http://www.cbl.or.jp/info/07.html>
- [8] リビングアメニティ協会のホームページ内の『改正建築基準法対応住宅の換気設計事例集（詳細版）』
<http://www.alianet.org/kanki/top.html>
- [9] シックハウス診断士協会のホームページ
<http://www.sickliffe.jp/>

▽次回の講義予定

IV 空気環境 3 換気と通風の力学（教科書 pp.138～143）