

表 2-27 捕集量のばらつき (建材 2)

測定日	測定条件	MAX [μg]	MIN [μg]	Ave. [μg]	Std. [μg]
9/12	AIR	3.82	3.13	3.47	0.49
	S	7.76	6.33	7.05	0.65
	SW	7.48	5.75	6.61	0.85
	W	6.64	4.63	5.76	0.85
	N	6.37	5.62	6.09	0.35

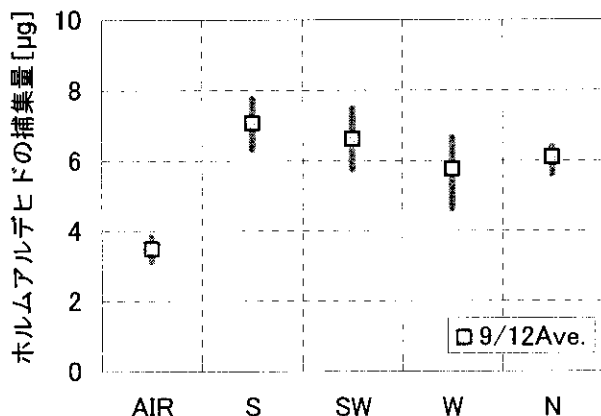


図 2-20 ホルムアルデヒドの捕集量のばらつき (建材 2)

期間中温湿度計により測定を行った。試験は 2 回行い、試験体はそれぞれ流通品のラワン合板 (実験 1) とシナ合板 (実験 2) とした。養生状態を同一とするため、それぞれの温度で測定する建材は同一の試験体を切断し、測定までアルミホイルで包み、ファスナーのついたポリエチレン袋に密封した。捕集時間は 24 時間である。温湿度設定条件を表 2-28 に示す。

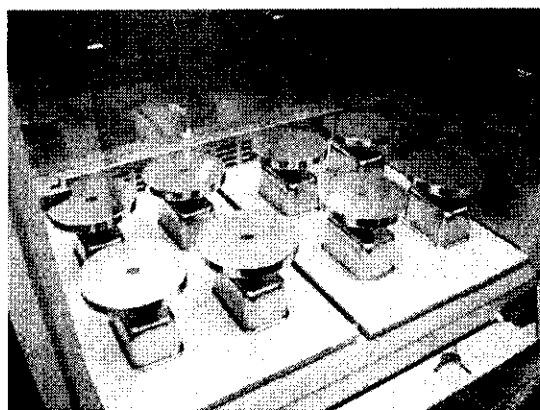


図 2-21 温度変更実験測定風景

表 2-28 温度変更実験の設定条件

	測定建材	設定温度	捕集時間	N 数
実験 1	ラワン合板 (流通品)	10, 15, 20, 25, 30, 35°C	24 時間	4
実験 2	シナ合板 (流通品)			

2-3-5 周囲温度の影響

2-3-5-1 実験目的

ホルムアルデヒドの気中濃度に影響する因子は数多くあり、ホルムアルデヒドの挙動を複雑なものにしている。ホルムアルデヒドの気中濃度に影響する因子として、以下の 2 つが挙げられる¹⁾。

- I. 内的因子：温度、湿度、養生状態、時間
- II. 外的因子：換気量、面積

ここでの内的因子は、材料の放散特性に直接影響を与えるものであり、温度、湿度、養生状態、時間を指す。外的因子は、材料の放散特性が一定であってもホルムアルデヒドの気中濃度を変化させる因子であり、換気量と材料表面積を指す。

本章では、材料の放散特性に影響を与える内的因子の影響が ADSEC の測定値にどの程度影響を与えるか把握するために、周囲温度を恒温槽を用いて変更し、温度と ADSEC の測定値の影響を調査した。

2-3-5-2 実験概要

恒温槽内の温度を 10, 15, 20, 25, 30, 35°C に設定して建材の測定を行った。図 2-21 に温度変更実験の測定風景を示す。湿度の設定は行わず、成り行きとし、測定

2-3-5-3 実験1 (ラワン合板測定) の実験結果

測定時の実際の温湿度と絶対湿度の平均値を表2-29に示す。周囲温度とADSECより測定したホルムアルデヒドの放散速度の関係を図2-22に示す。この際放散速度の算出式には式(2-1)を用いた。

周囲温度の上昇とともにホルムアルデヒド放散速度が増加している傾向を示した。近似曲線として、指数関数を当てはめ、図2-22に示す式を得た。なお、相関係数は0.7332であった。

今回の実験では、測定値のばらつきが大きくなった。この原因として、恒温槽内のファンによる気流がそれぞれのセルのリークに影響を与えていることが考えられた。そこで、実験2 (シナ合板測定) では、建材をファンによる気流の影響が少ない恒温槽の底部に設置し再度測定を行った。

表 2-29 温度変更実験の温湿度

設定温度 [°C]	平均温度 [°C]	平均湿度 [%rh]	絶対湿度 [g/kg]
10	10.1±0.8	71±11	5.5±1.1
15	15.2±0.5	70±10	7.5±1.3
20	20.2±0.3	55±9	8.0±1.4
25	25.0±0.5	40±6	7.8±1.3
30	29.9±1.7	35±3	9.2±0.6
35	35.1±0.5	29±6	10.3±2.3

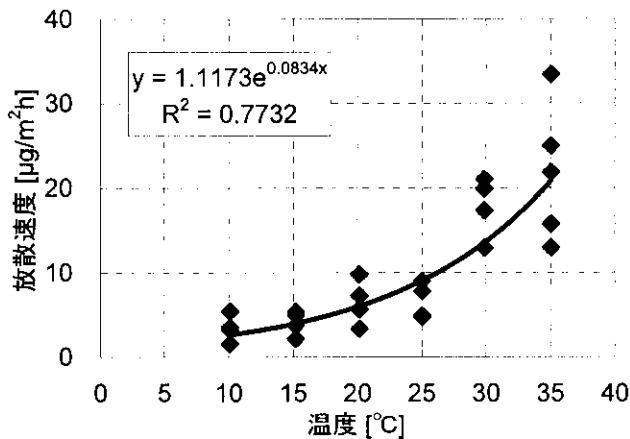


図 2-22 周囲温度とホルムアルデヒド放散速度の関係 (実験 1)

2-3-5-4 実験2 (シナ合板測定) の実験結果

測定時の実際の温湿度と絶対湿度の平均値を表2-30に示す。周囲温度とADSECより測定したホルムアルデヒドの放散速度の関係を図2-23に示す。この際放散速度の算出式には式(2-1)を用いた。

実験1 (ラワン合板測定) と同様に周囲温度の上昇とともにホルムアルデヒド放散速度が増加している傾

向を示した。近似曲線として指数関数を当てはめ、図2-23に示す式を得た。実験1と比べ放散量が多く、式の傾きの比較を行うことはできなかった。相関係数は0.949であり、実験1に比べばらつきが減少した。

表 2-30 温度変更実験の平均温湿度

設定温度 [°C]	温度 [°C]	湿度 [%rh]	絶対湿度 [g/kg]
10	10.6±0.8	68±12	5.4±1.2
15	15.6±0.6	75±10	8.2±1.3
20	20.5±0.5	71±10	10.7±1.8
25	25.1±0.3	61±7	12.1±1.4
30	30.0±0.3	42±2	11.1±1.4
35	35.2±0.4	37±2	13.1±0.9

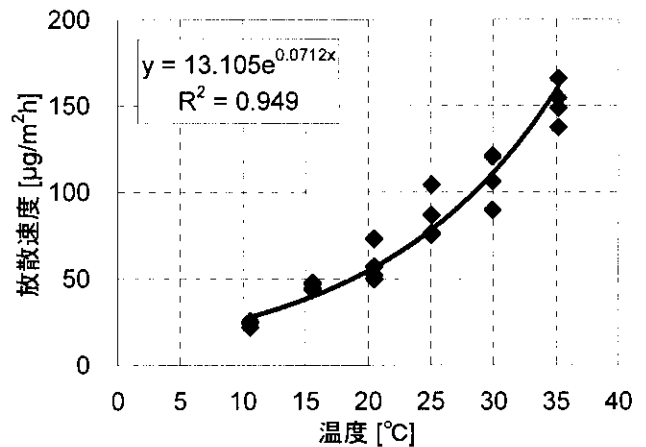


図 2-23 周囲温度とホルムアルデヒド放散速度の関係 (実験 2)

井上らは気中濃度の温湿度の換算を、23°C、45%rhの時の気中濃度を基準として、以下の式を提案している³⁾。

$$C_{t,h} = C_{23,45} \times 1.09^{(t-23)} \times \frac{(55+h)}{100} \quad \dots (2-2)$$

$C_{t,h}$: 周囲温度 $t^\circ\text{C}$ 、湿度 $h\%rh$ における気中濃度 [ppm]

$C_{23,45}$: 周囲温度 25°C、湿度 45%rh における気中濃度 [ppm]

t : 周囲温度 [$^\circ\text{C}$]

h : 相対湿度 [%rh]

また、山田らは放散速度の温湿度換算を、25°C、50%rhの時の放散速度を基準として、ADPAC を用いた建材測定から提案している⁴⁾。

$$EF_{t,h} = EF_{25,50} \times k^{(t-25)} \times \frac{50+h}{100} \quad \dots (2-3)$$

$EF_{t,h}$: 周囲温度 $t^\circ\text{C}$ 、湿度 $h\%rh$ における放散速度 [$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$]

EF_{25} : 周囲温度 25°C、湿度 50%rh における放散速度 [$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$]

k : 係数

ここでの係数の値は、1.11 であった。そこで、今回の実験から得られた結果より、実験を行う場合に用いている 25°C を基準とした式を以下のように提案した。係数が 1.08 となり、上記の 2 つの式とほぼ等しい結果となった。

しかし、上述したが建材の放散特性に影響を与えるの因子は様々なものがあり、式 (2-7) は今回行った実験の条件内で決定できる式であるということに注意すべきである。この式を確立させるためにはさらに実験のデータを得、統計的手法を取る必要がある。

$$EF_{AS,t} = EF_{AS,25} \times 1.08^{(t-25)} \quad \dots (2-4)$$

$EF_{AS,t}$: 周囲温度 $t^\circ\text{C}$ における ADSEC 放散速度 [$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$]

$EF_{AS,25}$: 周囲温度 25°C における ADSEC 放散速度 [$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$]

2-4 ADSEC 内におけるホルムアルデヒドの物質移動

2-4-1 はじめに

化学物質の放散速度と濃度は以下の関係式が成り立ち、放散速度は換気量に影響を受ける。

$$EF = \frac{(C-C_0) \times Q}{S} = \frac{(C-C_0) \times N}{L} \quad \dots (2-5)$$

EF : 建材からの化学物質放散速度 [$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$]

C : 時間 t における化学物質濃度 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

C_0 : 化学物質外気濃度 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Q : 換気量 [m^3/h]

S : 建材表面積 [m^2]

N : 換気回数 [h^{-1}] $N=Q/V$ V : 室容積 [m^3]

L : 部材負荷率 [m^2/m^3] $L=A/V$

式 (2-5) の化学物質外気濃度を 0 と仮定した式は、チャンパー法による化学物質放散速度の算出式に一般的に用いられている。

しかし、本研究で開発した ADSEC は容器を建材表面上に置き、建材自体がチャンパーの底になるようにし密閉空間を形成するため、換気量は 0 と仮定している。つまり、ADSEC による放散速度を算出するには、式 (2-5) を使用することはできない。

そこで、ADSEC の放散速度算出式を得るために、ADSEC で測定している値が放散速度とどのような関係があるのか調査した。

2-4-2 密閉状態における平衡濃度

パーティクルボード、合板等からのホルムアルデヒドの発生量は、換気回数および試料負荷率の影響を受けるといわれている⁵⁾。同じ建材であってもそれを曝露する部屋の容積や換気回数が異なると、実験によって求められる単位面積あたりの発生量は異なった値となるということである。これは建材表面から室内への蒸発による物質移動が顕著なときに見られる現象で、その発生量は以下のように提案されている。

$$EF = \alpha \cdot (C_{eq} - C) \quad \dots (2-6)$$

C_{eq} : 換気量ゼロのチャンパーに建材を曝露したときのホルムアルデヒドの平衡濃度 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

α : 物質移動係数 [m/h]

さらに、パーティクルボードや合板からのホルムアルデヒドの発生は、ある時間が経過すると一定となり定常状態に達すると考えられる。また、化学物質外気濃度をゼロとすると、(2-5) 式と (2-6) 式より、(2-7)、(2-8) 式が成り立つ。

$$N \times V \times C_S = \alpha \times S \times (C_{eq} - C_S) \quad \dots (2-7)$$

$$C_S = \frac{\alpha \times C_{eq}}{\alpha + \frac{N}{L}} = \frac{C_{eq}}{1 + \frac{1}{\alpha} \times \frac{N}{L}} \quad \dots (2-8)$$

C_S : 定常状態における室内ホルムアルデヒド濃度
[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

この(2-7)式は Hoetier - Berge - Fujii の式と呼ばれており、換気回数が大きいほど、試料負荷率が小さいほど、気中濃度は低くなるため ($C_{eq}-C$) の値が大きくなり、発生量も大きくなると説明される⁶⁾。

つまり、放散速度は気中濃度に影響を受け、さらに密閉空間が平衡気中濃度に達したら、物質の放散は見かけ上止まることを示している。このことは、佐武ら⁷⁾や清水ら⁸⁾の論文においても検討されており、同様の考察を行っている。

また、石黒らの研究⁹⁾においては、この発生量が0となるときの飽和濃度をカットオフ濃度とし、3種類の合板(下地板、化粧合板、MDF)についてホルムアルデヒドの測定を行い、カットオフ濃度を得られた実測値より予想している。カットオフ濃度はそれぞれ260ppb, 288ppb, 672ppb などである。さらに、山田ら⁴⁾

は密閉空間内の平衡気中濃度の測定を行い、材料の放散能力によって平衡気中濃度が左右されると言っている。

一方で、化学物質には物性値として、飽和気相濃度がある。密閉空間で、純粋なホルムアルデヒドを密閉空間の容積に対して充分量入れ、平衡濃度に達した後、測定を行った場合、その値は飽和気相濃度になるはずである。しかし、上述した石黒や山田らの研究により、建材により平衡気中濃度が変化することは明らかである。

この現象は、飽和塩を使った相対湿度を一定に保つ方法に置き換えるとわかりやすい。例えば、硝酸マグネシウムの飽和水溶液を用いると、25°C、53%rhの平衡状態¹⁰⁾になる。しかし、水の場合には相対湿度は100%rhになる。硝酸マグネシウムを入れることにより、水の飽和蒸気圧が変化し、平衡濃度も変化すると考えられる。つまり、建材においても化学物質の飽和蒸気圧が変化し、図2-24に示すようにある温度 $t^\circ\text{C}$ における、ホルムアルデヒドが持つ物性値としての飽和蒸気圧を $P_{F,S}$ とすると、建材から放散されるホルムアルデヒドの飽和蒸気圧は $\phi P_{F,S}$ となり、密閉空間の平衡気中濃度が建材ごとに異なった値を示すと考えられる。

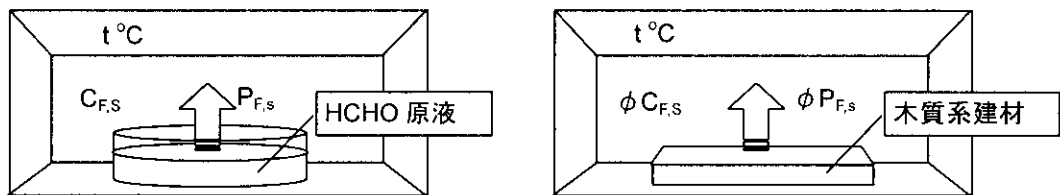


図 2-24 HCHO 原液と建材からの HCHO の平衡濃度の違い

2-4-3 ホルムアルデヒドの物性値

飽和気相濃度は、化学物質の飽和蒸気圧により求められる。飽和蒸気圧を求める式 (2-9) は Antoine の式と呼ばれ、物質ごとに異なった3定数を用いる。以下にその換算式及び拡散係数を求める式を示す¹¹⁾。

飽和気相濃度 C_0 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

$$C_0 = \rho_a \frac{M_1}{M_2} \cdot \frac{P_w}{P - P_w} \quad \dots (2-9)$$

飽和蒸気圧 P_w [Pa]

$$\log_{10} P_{WmmHg} = A - B / (C + T) \quad \dots (2-10)$$

$$P_w = P_{WmmHg} / 760 \times 101325 \quad \dots (2-11)$$

拡散係数 D_a [m^2/s]

$$D_a = \frac{6.7 \times 10^{-8} \times T^{1.83}}{P} \left[\left(\frac{T_{c1}}{P_{c1}} \right)^{1/3} + \left(\frac{T_{c2}}{P_{c2}} \right)^{1/3} \right]^{-3} \sqrt{\frac{1}{M_1} + \frac{1}{M_2}} \quad \dots (2-12)$$

ここで、

A, B, C : 定数

D_a : 空気中の化学物質の拡散係数 [m^2/s]

M_1, M_2 : 化学物質, 空気の分子量

P : デシケーター内の空気圧 [Pa]

P_{c1}, P_{c2} : 化学物質, 空気の臨界圧力 [Pa]

P_{WmmHg}, P_w : 飽和蒸気圧 [mmHg], [Pa]

T : 温度 [$^{\circ}\text{C}$]

T_{c1}, T_{c2} : 化学物質, 空気の臨界温度 [$^{\circ}\text{C}$]

ρ_a : 空気の密度 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

ホルムアルデヒドの定数 A, B, C は 7.1561, 957.24, 243¹²⁾ である。しかし、ホルムアルデヒドに関する、Antoine の式の適応温度範囲が $-87.5 \sim 2.5^{\circ}\text{C}$ であるため、この式からは 25°C における飽和蒸気圧は求められない。CHEMINFO Database¹³⁾ よりホルムアルデヒドの 38°C の飽和蒸気圧は 6300Pa となり、飽和気相濃度は $7.68 \times 10^8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ となる。また、拡散係数は $1.65 \times 10^{-7} \text{m}^2/\text{s}$ ¹⁴⁾ である。

2-4-4 ADSEC 内の平衡状態

図 2-25 に示すように、ADSEC 内の化学物質の挙動を考えた場合 ADSEC は完全密閉空間であるのでサンプラーを挿入する前、十分な時間が経過した後は、平衡状態であり化学物質の放散も止まっている。しかし、サンプラーを挿入することにより密閉空間内の対象物質の粒子数が減少し、平衡状態を保とうとするため放散が始まる。サンプラーに捕集された粒子数だけ放散し補充するので、建材中に測定対象化学物質が残っている限り、ADSEC 内の濃度は一定となる。

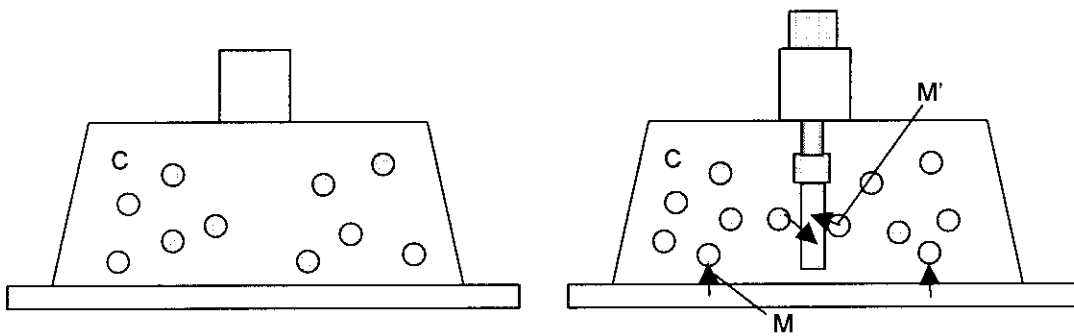


図 2-25 ADSEC 内の物質移動

第2章 建材から発生するアルデヒド類のパッシブ測定法 (ADSEC)

ADSEC 内の濃度が一定であることは、図 2-26 に示すように、2-3-2 の捕集時間の検討による、捕集量が捕集時間に比例して増加している実験結果からも類推できる。

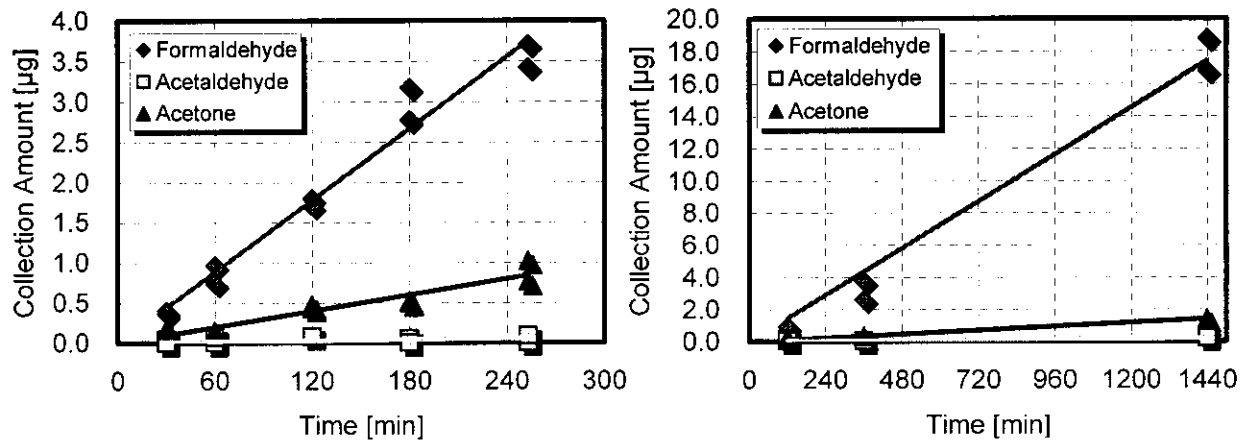


図 2-26 ADSEC における捕集時間と捕集量の関係 (E1 等級パーティクルボードの測定)

2-4-5 拡散サンプラーの基本原則

拡散サンプラーの基本原則は、式 (2-13) に得ることができる。

$$C_A = \frac{M_S}{D \times \frac{A_0}{L_0} \times t} \quad \dots (2-13)$$

A_0 : サンプラーの入口面積 [m²]

C_A : 環境濃度 [μg/m³]

D : 拡散係数 [m²/s]

L_0 : サンプラーの入口から捕集剤表面までの距離 (拡散距離) [m]

M_S : サンプラーの捕集量 [μg]

t : M_S 捕集するのに要した時間 (サンプリング時間) [h]

式 (2-13) 中の $D \times (A/L)$ を K とし、相当吸引速度と通常呼んでいる。 K の単位 [m³/h] はポンプの吸引速度と同じになる。したがって、式 (2-13) の分母 $K \times t$ はアクティブサンプラーの場合の空気の量に相当する。 K は物質固有の定数であるが、実際のサンプラーによって決まる定数 R を乗じたものになる。この R はサンプラーの入口にある多孔板やフィルムによる分子の移動に対する抵抗を補正する係数と考えられる。通常 K は R をも含めたものとして実験によって決定および確認する必要がある。

本研究で用いた拡散サンプラー、DSD-DNPH の相当吸引速度 K_{DSD} は、100mL/min の吸引速度のアクティブサンプリングと比較した実験により、71.9mL/min と求められている。式 (2-13) により算出される、 K の値は 388mL/min であり、計算式と実験式は大きく異なるが、これは A_0 と L_0 が実際の拡散面積、拡散長を表していないからである。拡散面積は DNPH-silica が接触する部分の空間部分であり、拡散長は PSP-tube の入り組んだ内部を通過する距離である。したがって、これらの正確な値を求めることは非常に困難であり、実験値から相当吸引速度を求めるのが最良である。¹⁴⁾

2-4-6 デシケータ法による密閉空間のホルムアルデヒド平衡式

藤井ら¹⁵⁾はパーティクルボードの JIS 改正にともなうホルムアルデヒド放出量に関する研究において、デシケータ法²⁾によるデシケータ中のホルムアルデヒドの濃度変化を理論的に検討している。

試験体から放出されるホルムアルデヒドがまずデシケータ内に広がり、これが結晶皿の水の中へ吸収され

るものとし、また一部は逆に試験体中へも吸収されると考え、以下のような理論式を導き出している。

$$C_d = \frac{EF \cdot S}{a' S + a S'} \quad \dots (2-14)$$

a : 水のホルムアルデヒド吸収係数 [m/h]

a' : 材料のホルムアルデヒド吸収係数 [m/h]

C_d : デシケータの空気中のホルムアルデヒドの濃度 [μg/m³]

EF : 材料単位表面積からの発生量 (放散速度)、材料に特有の値 [μg/m²·h]

S : 試験体の表面積 [m²]

ここで、 a は水の吸収係数として不変の値であり、実験より、3~4.5 という値を算出している。 a' は材料特有の値であり、測定建材ごとに変化するものとして、これも実験により 0.25~0.5 という値を算出している。

また、換気された部屋におけるホルムアルデヒド気中濃度は次式を用いて示している。

$$C = \frac{EF}{a' + Q/S} \quad \dots (2-15)$$

C : ホルムアルデヒド気中濃度 [μg/m³]

Q : 換気量 [m³/h]

この式よりホルムアルデヒドの気中濃度に影響する因子は、材料のホルムアルデヒド放散特性である EF と a' が一定であれば、換気量と材料表面積の比 (Q/S) だけとなる。この式の妥当性は実験的に確認されている²⁾。

一方、式 (2-8) が Hoetjer により提案されており、また、実験的に妥当性が示されている。

$$C_S = \frac{C_{eq}}{1 + \frac{1}{\alpha} \times \frac{N}{L}} \quad \dots (2-8)$$

α : 物質移動係数 [m/h]

C_{eq} : 換気量ゼロのチャンバーに建材を曝露したときのホルムアルデヒド濃度 [μg/m³]

C_S : 定常状態における室内ホルムアルデヒド濃度 [μg/m³]

N : 換気回数 [h⁻¹] $N=Q/V$ V : 室容積 [m³]

L : 試料負荷率 [m²/m³] $L=S/V$

ここで、式 (2-15) で換気量が 0、つまり $C=C_{eq}$ のとき、以下のようになり、

$$C = C_{eq} = \frac{EF}{a'} \quad \dots (2-16)$$

式 (2-16) を式 (2-15) に代入し、また、換気回数と試料負荷率を用いると式 (2-15) は以下のように変換される。

$$C = \frac{C_{eq} \times a'}{a' + \frac{N}{L}} = \frac{C_{eq}}{1 + \frac{1}{a'} \times \frac{N}{L}} \quad \dots (2-17)$$

このように、式 (2-8) と式 (2-17) は、同様の内容であり、材料のホルムアルデヒド吸収係数 a' と物質移動係数 α は同じものであるといえる¹⁶⁾。

また、 Q/S が 0.5~2 程度の範囲のとき、材料のホルムアルデヒド吸収係数 a' や物質移動係数 α は加工や塗装などの表面処理を行っていないパーティクルボードおよび合板の場合、0.5~2 前後であった。これを平均的に 1 とみなし、 Q/S が変化した場合の気中濃度を以下の式で予測することが出来るとしている¹⁶⁾。

$$C_n = C_1 \times \frac{2}{1 + \frac{Q}{S}} \quad \dots (2-18)$$

C_n : $Q/S=n$ のときの気中濃度 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

C_1 : $Q/S=1$ のときの気中濃度 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

2-4-7 ADSEC 内平衡式

ADSEC はデシケータと同様に完全密閉空間であり、図 2-25 のように、建材から放出されるホルムアルデヒドが拡散サンプラーに吸着されると考えると、ホルムアルデヒドの濃度変化の理論式は以下のように表される。

$$V_{AS} \frac{dC_{AS}}{dt} = mS - a' C_{AS} S - M_S \quad \dots (2-19)$$

C_{AS} : ADSEC 内濃度 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

M_S : サンプラーの単位時間当りの捕集量 [$\mu\text{g}/\text{h}$]

V_{AS} : ADSEC の空気量 [m^3]

m : 材料単位表面積からの発生量 [$\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$]

S : 試験体の表面積 [m^2]

a' : 吸収係数 [m/h]

また、式 (2-13) を相当吸引速度 K を用いて表すと、以下の式で表せ、

$$C_A = \frac{M_S}{K \times t} \quad \dots (2-20)$$

サンプラーの単位時間当りの捕集量 ($\mu\text{g}/\text{h}$) M_S は以下の式で表せる。

$$M_S = C_A \times K \quad \dots (2-21)$$

さらに、サンプラーの環境濃度は ADSEC 内のホルムアルデヒド濃度に等しいとして、

$$C_A = C_{AS} \quad \dots (2-22)$$

(2-21)、(2-22) 式を (2-19) 式に代入し、解くと (2-23)、(2-24) 式が導き出される。

$$C_{AS} = C_{AS,\infty} \left(1 - e^{-\frac{a'S+K}{V_{AS}} t} \right) \quad \dots (2-23)$$

$$C_{AS,\infty} = \frac{mS}{a'S + K} \quad \dots (2-24)$$

ADSEC 内のホルムアルデヒド濃度が平衡に達した後は以下の関係式が成り立つ。

$$C_{AS} \cong C_{AS,\infty} = \frac{EF \cdot S}{a'S + K} \quad \dots (2-25)$$

よって、ADSEC 内の拡散サンプラーが平衡濃度を測定しているならば、以下の式から、ADSEC の放散速度を算出できる。

$$EF = C_{AS} \left(a' + \frac{K}{S} \right) \quad \dots (2-26)$$

第2章 建材から発生するアルデヒド類のパッシブ測定法 (ADSEC)

DSD-DNPH のホルムアルデヒドの相当吸引速度、 $K_{DSD}=71.9$ (mL/min) の単位を m^3/h に直した値、 $K_{DSD}=0.004314$ (m^3/h) と ADSEC による測定建材表面積 $S_{DSD}=0.0045m^2$ より、以下ようになる。

$$EF = C_{AS}(a'+0.9586) \quad \dots (2-27)$$

ここで、 a' の値は建材の吸収係数であり、測定建材ごとに变化する値であるが、この a' の値を実験などを通して決定していけば、ADSEC の放散速度は、ADSEC 内濃度と直線の関係があるという算出式が導き出される。

この a' の評価は、2-5 における ADSEC とその他のチャンバーの比較において行っている。

さらに、建材への吸収を考慮に入れないと式 (2-26) を変形して以下の平衡式になり、この式 (2-28) に式 (2-20) を代入すると、式 (2-24) で放散速度を表せる。

$$C_{AS} = \frac{EF \cdot S}{K} \quad \dots (2-28)$$

$$EF = \frac{M_S}{S \times t} \quad \dots (2-29)$$

式 (2-29) は、2-3 で用いた仮の放散速度算出式 (2-1) と同様である。

さらに、式 (2-15) の換気量 Q を相当吸引速度 K とし、各物質の仮の換気量と考えた場合も式 (2-26) となり、建材への吸収を考慮しないと式 (2-29) を得る。

2-4-8 平衡濃度測定実験

2-4-8-1 目的

ここまでの理論において ADSEC 内のパッシブサンプラー DSD-DNPH で測定された値は、ADSEC 内の平衡濃度であると予想される。そこで、完全密閉空間におけるホルムアルデヒドの平衡濃度測定と ADSEC の測定を同一の試験体で行い、両者の比較を行うことで、ADSEC の測定値と密閉空間の平衡濃度の関係を把握する。

2-4-8-2 実験概要

密閉空間の平衡濃度の測定は表 2-31 に示す条件を用いた。容積 20L の気密袋 (テドラーバック) の中に試験体と DSD-DNPH を入れた条件 1 及び、試験体のみを入れた条件 2 を作成し、密閉後 24 時間 25°C に設定した恒温槽内に放置した後、気密袋内の気中濃度をアクティブ法により測定した。密閉状態を等温状態において、24 時間保つことで、気密袋内のホルムアルデヒド濃度が平衡に達しているとした⁴⁾。しかし、平衡になっているか確認をするため条件 2 については 48 時間後にもアクティブ法により測定を行った (条件 3)。ADSEC の測定は、同一の試験体の測定を ADSEC の測定法に従って行う。測定建材はラワン合板 (流通品) である。図 2-27 に設置の簡略図、図 2-28 に測定風景を示す。

表 2-31 気密袋内平衡濃度の測定条件

	気密袋内	放置時間	設定温度	気密袋内設定湿度	測定建材	n 数
条件 1	試験体のみ	24h	25°C	50%rh	ラワン合板 (流通品)	2
条件 2	試験体+DSD-DNPH					
条件 3	試験体のみ	48h				1

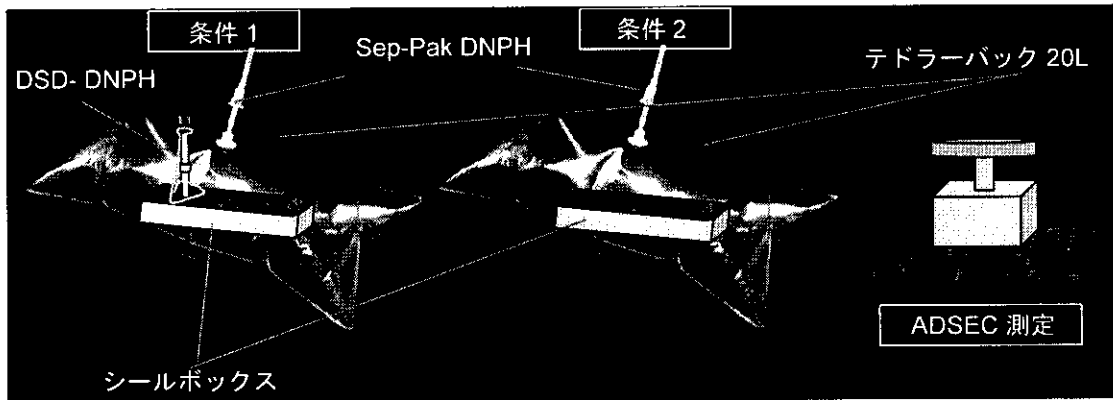


図 2-27 平衡濃度測定実験の設置簡略図

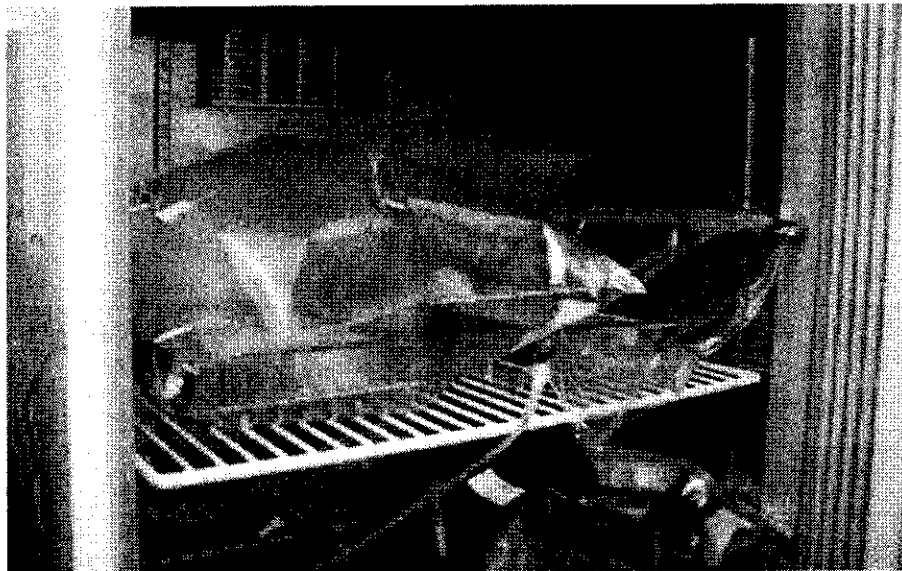


図 2-28 平衡濃度測定実験の設置風景

第2章 建材から発生するアルデヒド類のパッシブ測定法 (ADSEC)

2-4-8-3 実験条件

ADSEC による測定、気密袋内平衡濃度測定とも 25°C に設定した恒温槽内で行う。平衡濃度測定に使用する試験体は、裏面や小口からの影響をなくすために、スチレン製の枠 (シールボックス) で建材の片側表面だけを露出させる。図 2-29 に試験体の作製図を示す。テドラーバックに入れる空気は、ポンプで空気を全て

吸い出した後に、調湿器 (FLEC-SYSTEM) により 50%rh に調湿した純空気を入れる。ADSEC は恒温槽内は硝酸マグネシウムを使用した飽和塩法⁷⁾ により 50%rh 前後に調整し測定を行う。n 数は条件 1、2 および ADSEC が 2、条件 3 は 1 である。表 2-32 にアクティブ法のサンプリング条件、表 2-33 に ADSEC の測定条件を示す。

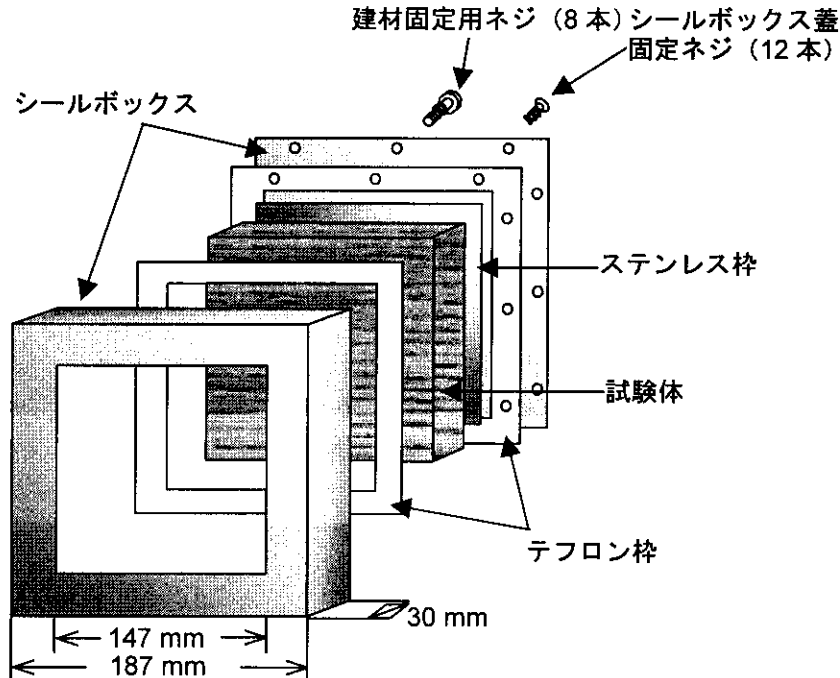


図 2-29 試験体の作製図

表 2-32 条件 1-3 のサンプリング条件

捕集管	Sep-Pak DNPH (Waters)
測定対象物	アルデヒド類
ポンプ吸引流量	300 mL
サンプリング時間	約 30 min
積算流量	10 L

表 2-33 ADSEC の測定条件

捕集管	DSD-DNPH (SUPELCO)
測定対象物	アルデヒド類
設定温度	25 °C
設定湿度	50 %rh
捕集時間	24 h
測定建材	ラワン合板 (流通品)
n 数	2

2-4-8-4 実験結果

図 2-30 にそれぞれの条件におけるホルムアルデヒド濃度を示す。参考のために条件3において行った簡易測定器、ホルムアルデメーターの測定結果を表 2-34 に示す。高濃度のため値の信憑性は薄いホルムアルデメーターの結果から、24 時間で定常に達していると言える。また、条件2と条件3の比較からも、条件2において値にばらつきが生じてしまったが、同様に24 時間で定常状態になっていることが分かった。

条件1と条件2での平衡濃度は約300~600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の差が生じていた。密閉空間にサンプラーを入れることによって、平衡状態に大きく影響した。

条件1とテドラーバック内に入れた DSD-DNPH の値はほぼ同じであったため、24 時間後アクティブ法で捕集した瞬時値と、気密袋内の平衡濃度は等しいと類推された。ADSEC と条件1では、200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の差があった。

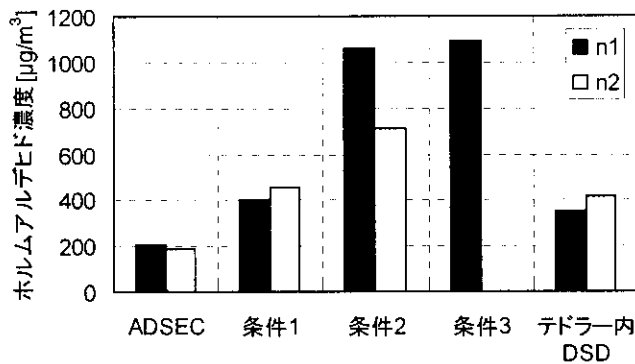


図 2-30 密閉空間における平衡濃度

表 2-34 条件3における簡易測定器ホルムアルデメーターによる測定値

密閉後の時間	測定値
24h 後	3.54 ppm
48h 後	3.12 ppm

蒸発による物質移動が顕著な場合、合板等からのホルムアルデヒドの発生量は、換気回数および試料負荷率の影響を受ける⁵⁾と言われている。今回の実験では、試料負荷率がADSECと条件1では異なっていたので、ホルムアルデヒド濃度に差が生じてしまった可能性がある。

また、発生が一定となり濃度が定常に達した場合、式(2-8)のHoetjer-Berge-Fujiiが成り立つ。この式と図2-30に示した結果のそれぞれの平均値を用い、 C_{eq} 及び α を求めた。

計算に用いた値と結果を表 2-35 に示す。換気回数は、ホルムアルデヒドのみの換気回数として、DSD-DNPH のホルムアルデヒドの相当吸引速度をホルムアルデヒドの相当換気量 Q_F と仮定し、テドラーバック、ADSEC のそれぞれの容積で除して求めた。 C_{eq} の値は 614.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 α の値は 0.46m/h であった。 C_{eq} の実測値は条件2の結果から 1061.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と 710.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、710.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ においては近い値を取った。この結果からは、実測値の平衡濃度は 710.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ となるが、710.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の値と条件3の値では、300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度差が生じてしまうので平衡状態であるのか断定できなくなる。この問題を解決するためにもう一度再実験を行うこととした。

また、 α の値であるが、2-4-6 で記述したように、式(2-7)の材料のホルムアルデヒド吸収係数 α' と同様である考えられる。デシケータ法により実験で求められた α' は 0.25~0.5¹⁵⁾ という値を得ており、今回の結果はこの範囲内であった。

表 2-35 式 2-4 に用いた値と結果

	C_s [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	L [m^2/m^3]	N [1/h]	C_{eq} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	α [m/h]
テドラーバック	428.3	1.1	0.2	614.7	0.46
ADSEC	198.9	15.8	15.1		

2-4-8-5 再実験概要

2-4-8-2 に示した実験方法、条件と同様な実験を再度行った。しかし、48 時間放置する条件3は今回は行わなかった。

2-4-8-6 再実験結果

再実験による密閉空間における平衡濃度を図 2-31 に示す。

ADSEC 及び条件1における測定値は2-4-8-4に示した前実験結果とほぼ等しかった。条件2の値は、平均値で 642.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、前実験と比べ、250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度少ない値となった。

結果の傾向としても前実験と同様であり、条件1と条件2での平衡濃度は約240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の差が生じ、密閉空間にサンプラーを入れることによって、平衡状態に大きく影響することが確認され、ADSECと条件1では、200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の差があった。

式(2-8)を用いて換気階数0の時の平衡濃度 C_{eq} 及び物質移動係数 α を求めた結果を表 2-36 に示す。

C_{eq} の値は 595.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 α の値は 0.44m/h であった。 C_{eq} の実験値である条件2の値は、642.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、今回の結果では、計算値とほぼ等しくなった。

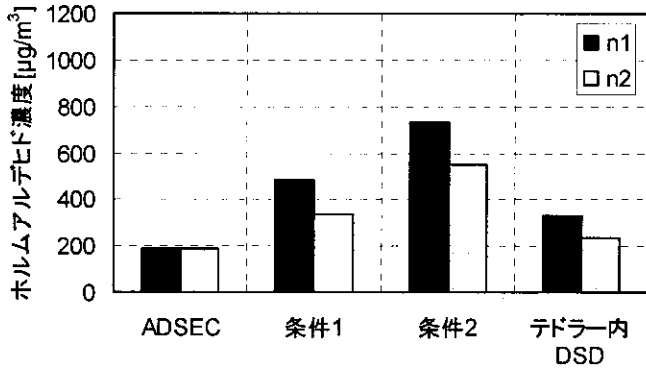


図 2-31 密閉空間における平衡濃度

表 2-36 式 2-4 に用いた値と結果

	C_s [µg/m³]	L [m²/m³]	N [1/h]	C_{eq} [µg/m³]	α [m/h]
テドラーバック	409.5	1.1	0.2	595.3	0.44
ADSEC	187.2	15.8	15.1		

さらに、表 2-36 に示した、 L と N を用い、以下の式 (2-30) を用いて、テドラーバック、ADSEC それぞれの放散速度を求め、その値と、それぞれのホルムアルデヒド濃度の関係を図示した (図 2-32)。式 2-28 の C は、表 2-6 に記した C_s を用い、 C_0 は 0 とした。条件 2 の結果では、換気量が 0 としており、以下の式からは放散速度は求められないが、定常状態に達した場合、放散も止まると仮定し、放散速度を 0 としている。

$$EF = \frac{(C - C_0) \times Q}{S} = \frac{(C - C_0) \times N}{L} \dots (2-30)$$

結果より、平衡濃度が減少すると放散速度が増加するという結果を得た。この結果は山田ら行った、同一のチャンパー内 (ADPAC) の換気回数を変更した実験⁴⁾と同様の結果を示した。また、直線関係が生まれていることから、ADSEC の測定値では、ADSEC 内濃度を測定していると判断でき、さらに、換気量を、ホルムアルデヒドの相当吸引速度とする妥当性が確認された。

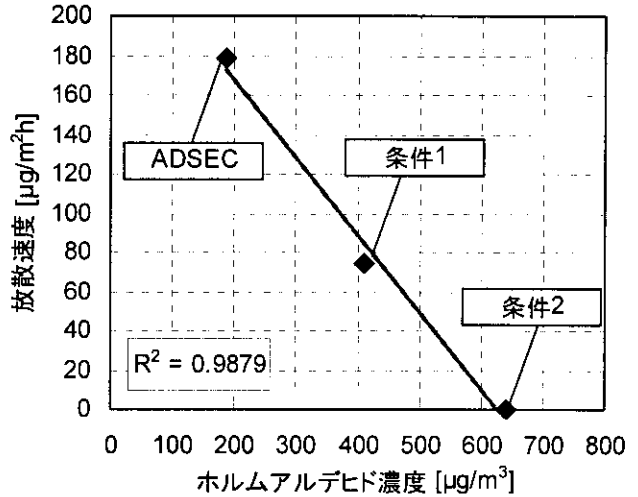


図 2-32 密閉空間における平衡濃度と放散速度の関係

2-5 ADSEC とその他のチャンバーの比較

2-5-1 はじめに

形状や換気量の異なるチャンバーを用いて同一の試験体の放散速度を測定し、チャンバーの差異による放散速度の比較を行う。さらに、2-4 で述べた建材への吸収係数 a' を求めるための統計的なデータを得ることを目的とした。今回 ADSEC と比較を行ったチャンバーは、FLEC と ADPAC とデシケータ法である。FLEC と ADPAC の比較はそれぞれ建材の経時変化を測定し、比較を行った。デシケータ法との比較は開封直後の測定値との比較を行った。表 2-37 にそれぞれのチャンバーの特徴、表 2-38 にサンプリング条件を示す。この章における測定は全て以下の測定条件を用いた。

表 2-37 それぞれのチャンバーの特徴^{2) 17) 18)}

	FLEC	ADPAC	デシケータ法	ADSEC
容積 [L]	0.035	20	9-10	0.285
試料面積 [m ²]	0.0177	0.0437	0.18* ¹	0.0045
試料負荷 [m ² /m ³]	506	2.2	18	15.8
換気回数 [回/h]	686	0.5	—	15.1* ²
流量 [L/min]	0.4	0.167	—	0.0719
設定温度 [°C]	25	25	25	25
設定湿度 [%rh]	50	50	—	50* ³

*1 JIS A 5905「繊維版」¹⁸⁾ からの値、その他の木質系建材の試料面積は不明であった。

*2 換気量を DSD-DNPH のホルムアルデヒドの相当吸引速度と仮定して求めた、ホルムアルデヒドの相当換気量から求めた値である。(2-4 に述べた。)

*3 硝酸マグネシウム水溶液を用いた飽和塩法を用いて恒温槽内の相対湿度を調節している。

表 2-38 それぞれのチャンバーのサンプリング条件

	FLEC	ADPAC	デシケータ法	ADSEC
捕集管	Sep-Pak DNPH		蒸留水	DSD-DNPH
吸引流量 [L/min]	0.3	0.167	—	0.0719* ¹
捕集時間 [min]	33.3	120	1440(24h)	1440(24h)
積算流量 [L]	10	20	—	103.536

*1 ホルムアルデヒドの相当吸引速度である。

2-5-2 FLEC との比較

2-5-2-1 実験概要

ADSEC と FLEC を用いて表 2-39 に示す 6 種類の建材の経時変化の測定を、25°C に設定した恒温槽内にて測定を行った。

全ての建材は、2000 年 10 月 31 日にアルミ箔で包装し、ファスナーのついたポリエチレン袋に密封した。大きさは 25cm×25cm である。建材を開封し、包装しているアルミ箔を取り外した日を 0 日後とし、0 日、1 日、3 日、6 日、14 日後に測定を行った。ADSEC の捕集時間は 24 時間、FLEC は 33.3 分であるので測定値の比較を行うために測定日の調整を行う必要がある。今回の実験では ADSEC の設置時を測定日の開始時間とし、FLEC の測定は ADSEC の測定開始から 12 時間後に行った。

建材の開封後の保存は、図 2-33 に示すようなステンレス製の枠 (ADCELL) を実験室の天井付近に設け、そこに放置し保存状態を一様とした。

表 2-39 ADSEC と FLEC の比較に用いた建材

試験体名	建材	等級	製造日
A	フローリング	Fc0	2000/10/3
B	フローリング	Fc0	2000/10/4
C	フローリング	Fc0	2000/9/5
D	フローリング	Fc0	2000/8/31
E	フローリング	Fc0	2000/5/22
F	パーティクルボード	E2	1996/秋

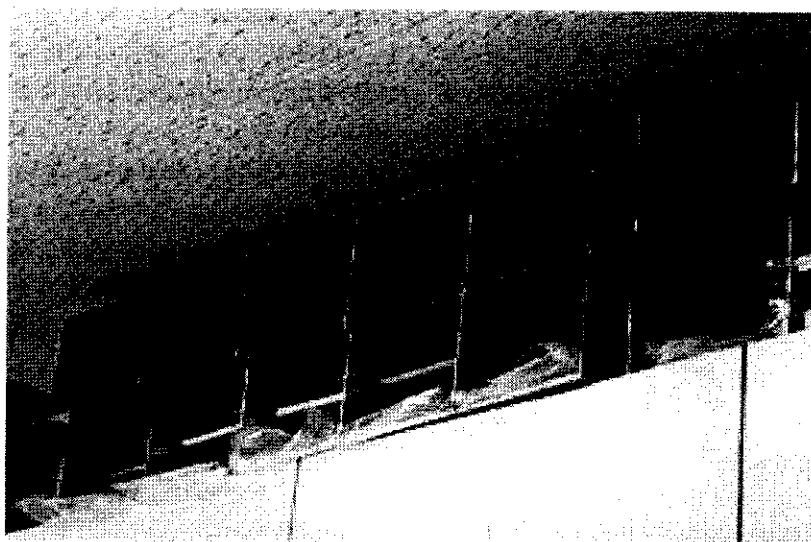


図 2-33 建材保存用のステンレス製枠 (ADCELL)

2-5-2-2 実験結果

a) 測定期間中の温湿度

表 2-40 に ADSEC の測定期間中の恒温槽内における温湿度を、表 2-41 に FLEC の測定期間中における流出空気
の温湿度を示す。

表 2-40 ADSEC の測定期間中の温湿度

経過日数	0 日目	1 日目	3 日目	7 日目	14 日目
温度 [°C]	25.2±1.1	25.2±1.1	25.0±0.5	25.0±0.4	25.0±0.5
相対湿度 [%]	53±3.0	49±2.9	46±2.5	45±2.9	34±1.7

表 2-41 FLEC の測定期間中の温湿度

建材名		0 日目	1 日目	3 日目	7 日目	14 日目
A	温度 [°C]	24.8±0.2	25.3±0.2	25.2±0.2	25.3±0.1	25.2±0.2
	相対湿度 [%]	49±0.7	50±1.3	48±0.7	51±0.4	49±0.6
B	温度 [°C]	25.2±0.2	25.1±0.2	25.3±0.3	25.2±0.5	24.9±0.3
	相対湿度 [%]	53±1.1	48±2.2	48±0.7	51±1.2	50±0.6
C	温度 [°C]	24.8±0.2	25.3±0.2	25.2±0.2	24.9±0.4	25.0±0.4
	相対湿度 [%]	49±0.7	50±1.3	48±0.7	52±0.8	51±0.8
D	温度 [°C]	25.2±0.2	25.1±0.2	25.3±0.3	25.5±0.1	24.8±0.4
	相対湿度 [%]	53±1.1	48±2.2	48±0.7	49±0.5	48±0.6
E	温度 [°C]	24.8±0.2	25.2±0.2	25.2±0.2	25.5±0.5	25.3±0.2
	相対湿度 [%]	49±0.7	51±0.6	48±0.7	43±2.7	50±0.5
F	温度 [°C]	25.1±0.1	25.2±0.2	25.5±0.5	25.3±0.4	25.0±0.2
	相対湿度 [%]	47±0.7	52±1.8	46±1.9	36±0.7	36±1.0

b) ホルムアルデヒドの結果

FLEC によるホルムアルデヒドの放散速度の経時変化を図 2-34 に、ADSEC によるホルムアルデヒドの放散速度測定結果を図 2-35 に示す。また、建材 A-E までの FLEC によるホルムアルデヒドの放散速度の経時変化を図 2-36 に、ADSEC によるホルムアルデヒドの放散速度測定結果を図 2-37 に示す。ADSEC は n 数を 2 とし、結果は平均値を用いた。建材 A-E の測定値は FLEC の値にばらつきが生じてしまったが、FLEC、ADSEC とも $50\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ 以下であった。放散量の多かった建材 F において FLEC、ADSEC とも減衰する傾向を見せたが測定値に差が生じた。

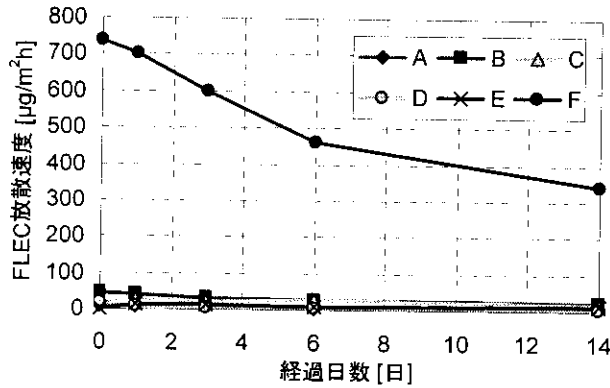


図 2-34 FLEC による放散速度の経時変化 (ホルムアルデヒド)

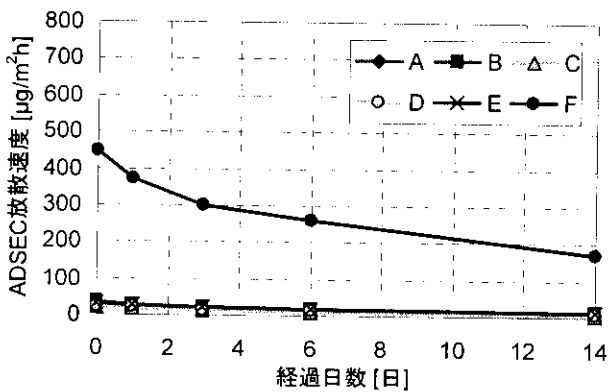


図 2-35 ADSEC による放散速度の経時変化 (ホルムアルデヒド)

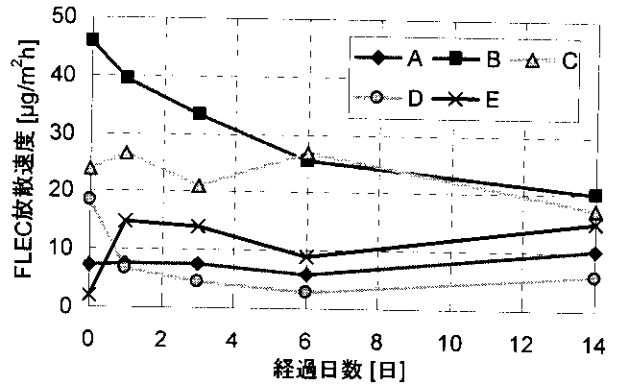


図 2-36 建材 A-E の FLEC による放散速度の経時変化 (ホルムアルデヒド)

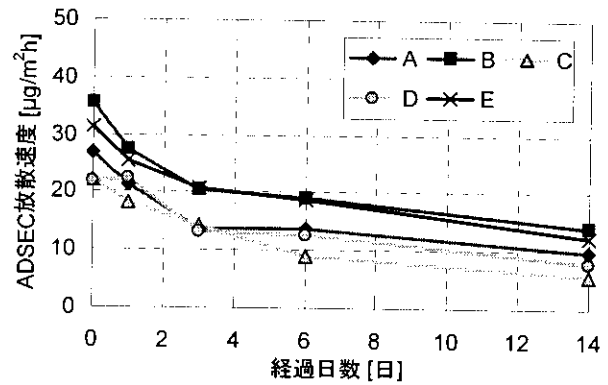


図 2-37 建材 A-E の ADSEC による放散速度の経時変化 (ホルムアルデヒド)

建材 F について相関図を作成した (図 2-38)。相関係数は 0.91 であり両者の関係性は認められたが、傾きは 0.55 となった。放散量の多い建材に対して ADSEC 内の濃度が飽和状態に近づき放散を抑制してしまうことが懸念された。

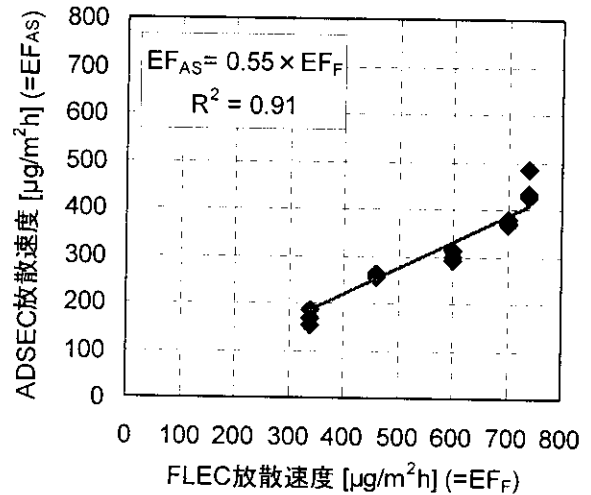


図 2-38 建材 F の ADSEC と FLEC 放散速度の相関関係 (ホルムアルデヒド)

第2章 建材から発生するアルデヒド類のパッシブ測定法 (ADSEC)

さらに、FLECにより測定された放散速度とADSEC容器内の気中濃度を用い、2-4で述べた建材への吸収係数 a' を求めた。用いた値は建材Fの測定値を用いる。過去の実験で用いられていた建材は表面加工を施していないパーティクルボードや合板であった。そこで、今回は同様に表面加工を行っていない建材Fの測定値を用い、過去の実験より得られた a' の値との比較を行った。

a' を求める式は以下の式(2-31)を用い、 EF にFLECにより測定された放散速度、 C_{AS} にADSEC容器内の気中濃度を用いる。

$$EF = C_{AS}(a' + 0.9586) \quad \dots (2-31)$$

a' : 材料のホルムアルデヒド吸収係数 [m/h]

EF : 建材からの化学物質放散速度 [$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$]

C_{AS} : ADSEC内のホルムアルデヒド濃度 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

算出された a' の値を表2-42に示す。デシケータ法による結果では、 $0.25 \sim 0.5^{12)}$ という値であり、 Q/S が $0.5 \sim 2$ 程度の範囲のとき $0.5 \sim 2$ 前後¹⁶⁾である。今回得られた結果はこれらの値に近い値であった。

表2-42 FLECとの比較によって求められた吸収係数

	0日後	1日後	3日後	6日後	14日後
a' [m/h]	0.63	0.85	0.95	0.75	0.99

c) アセトアルデヒドの結果

アセトアルデヒドのFLECの結果を図2-39、ADSECの結果を図2-40に示す。建材FのFLECの測定値が3日目に大きくなったが、その他の建材については減衰する傾向を見せた。ADSECとFLECの測定値の比較では、建材CについてFLECの1日目までの放散が顕著に多かったが、その他の点では大きな差は見られず、また両者とも6日目と14日目の差がほとんどなく、6日目で放散は定常に達すると推測された。

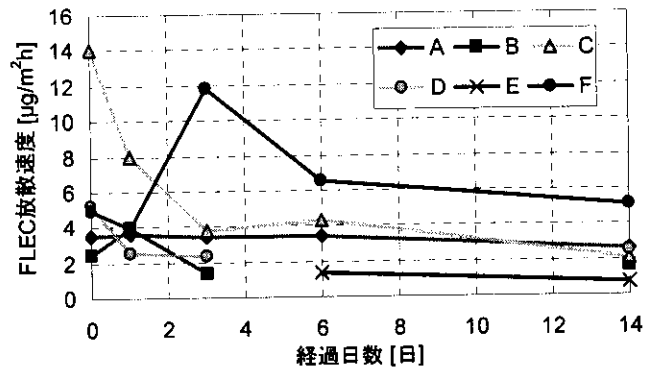


図2-39 FLECによる放散速度の経時変化 (アセトアルデヒド)

欠測	
B	6日目
D	6日目
E	0、1、3日目

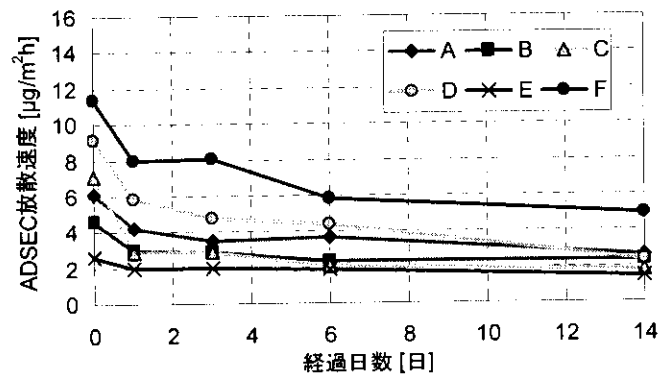


図2-40 ADSECによる放散速度の経時変化 (アセトアルデヒド)

d) アセトンの結果

アセトンの FLEC の結果を図 2-41、ADSEC の結果を図 2-42 に示す。建材 F の FLEC の測定値がアセトアルデヒド同様 3 日目に大きくなったが、その他の建材については減衰する傾向を見せた。建材 F は保存時に室内の化学物質が移染してしまった可能性がある。ADSEC と FLEC の測定値の比較では、両者とも建材 D の放散が多いなど、建材 F 以外で同様の傾向を見せた。

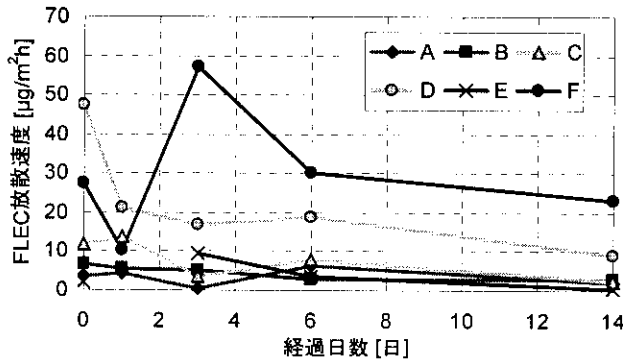


図 2-41 FLEC による放散速度の経時変化(アセトン)

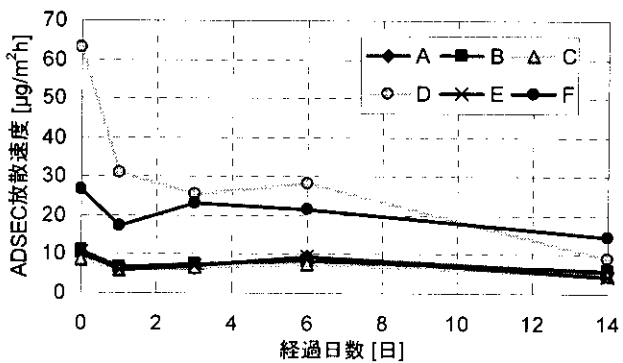


図 2-42 ADSEC による放散速度経時変化(アセトン)

2-5-3 ADSEC 内に挿入するサンプラー数の変更実験

2-5-3-1 実験目的

FLEC との比較において、放散量の多い建材に対して拡散サンプラー DSD-DNPH の捕集速度が建材からの放散速度に充分でない場合、建材からの放散を抑制してしまっている可能性が懸念された。

そこで、ADSEC 内に挿入する DSD-DNPH の数を 1 本、2 本、3 本、4 本と変更し捕集速度を相対的に増加させた実験を行い、ADSEC での測定が建材からの放散を抑制しているか把握することを目的とする。

2-5-3-2 実験概要

2-5-2 の実験でホルムアルデヒド放散量の多かった建材 F の E2 パーティクルボードの測定を、ADSEC に挿入する DSD-DNPH の本数を変更した実験を行う。使用する ADSEC 容器は、現在使用しているものだとさらに差込口を加工する必要があるため、以前用いていた円筒型 (d=10cm×h=10cm) のものを使用する。図 2-43 に設置図を示す。測定条件は表 2-37、2-38 に示した通りである。また、建材 F は FLEC との比較実験後アルミ箔で包装し、ファスナーのついたポリエチレン袋に密封し、ADCELL で保管しておいたものを、本実験の直前に開封して使用した。

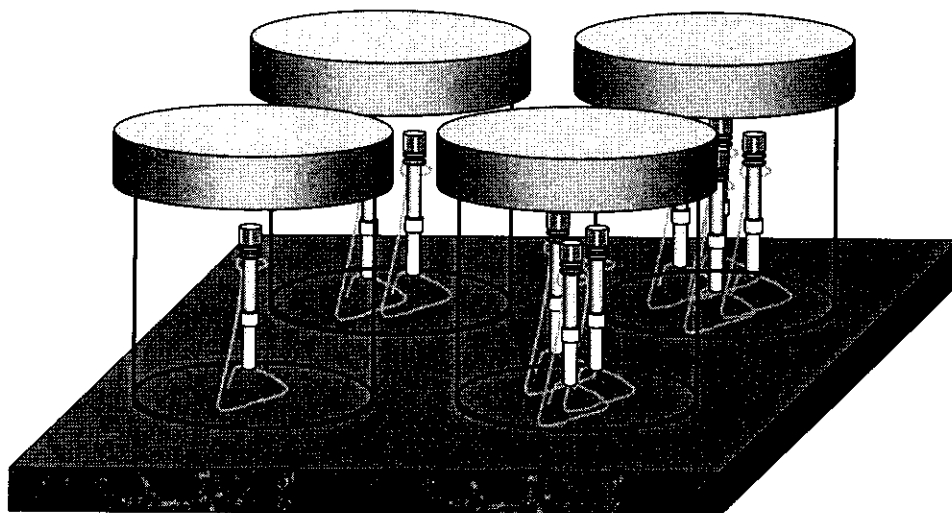


図 5-42 サンプラー数変更実験の設置図

2-5-3-3 実験結果

サンプラー本数とサンプラーの合計捕集量を図2-44に示す。また、1本辺りの平均捕集量を表2-43に示す。サンプラーの本数を増やすと総捕集量も増加した。しかし、1本辺りの平均捕集量は減衰した。拡散サンプラーの捕集原理は、濃度の勾配によるので、本数を増やし吸引速度を増加させたことでADSEC内濃度が減少していると推測できる。これは単室において換気量が増加すると濃度が減少する理論と一致している。

つまり、DSD-DNPHのホルムアルデヒドの相当吸引速度を相当換気量と仮定した場合、ADSECで測定された放散速度は、その相当換気量のとときの放散速度と考えられる。

しかし、この結果から容器内が飽和状態に近い状態になっているか判断することは難しく、さらに、今回測定を行った建材とは異なる放散特性を持った建材において追加実験を行った。

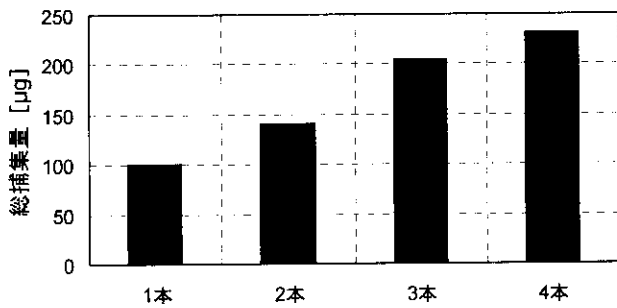


図2-43 サンプラー本数と総捕集量の関係

表2-43 1本辺りの平均捕集量 [µg]

サンプラー本数	1本	2本	3本	4本
平均捕集量	99.7	70.0	68.0	57.9

2-5-3-4 追加実験概要

2-5-3-2に述べた実験方法で、測定する建材は同一の建材Fの開封してから1ヶ月以上経過したものと、2000年11月1日に製造しその後アルミ箔で密封保存していたフローリング材 (Fc0等級) を使用した。

2-5-3-5 追加実験結果

a) 建材Fの結果

サンプラー本数とサンプラーの合計捕集量を図2-45に示す。また、1本辺りの平均捕集量を表2-44に示す。前回の実験同様、サンプラーの本数を増やすと総捕集量も増加し、1本辺りの平均捕集量は減衰した。しかし、総捕集量は、直線的に増加するのではなく、徐々に定常に向かう傾向を見せた。

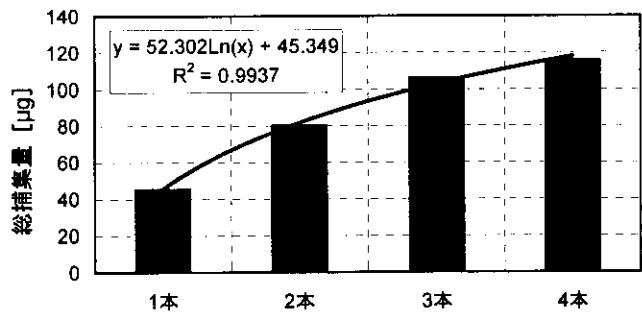


図2-44 サンプラー本数と総捕集量の関係

表2-44 1本辺りの平均捕集量 [µg]

サンプラー本数	1本	2本	3本	4本
平均捕集量	45.3	40.1	35.8	28.9

b) Fc0の結果

サンプラー本数とサンプラーの合計捕集量を図2-46に示す。また、1本辺りの平均捕集量を表2-45に示す。Fc0の建材は非常に放散量が少なかった。本数を増やしても総捕集量への影響は見られなかった。

この結果より、放散量の少ない建材に対しては、サンプラー1本で十分な捕集速度であるということが予想された。また、逆に上述した2回の実験に使用した放散量の多い建材に対しては、サンプラー数が1本では、十分に吸引しておらず、放散が抑制されていることが示唆された。

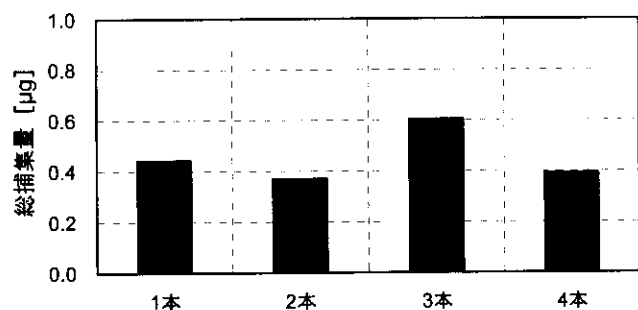


図2-45 サンプラー本数と総捕集量の関係

表2-45 1本辺りの平均捕集量 [µg]

サンプラー本数	1本	2本	3本	4本
平均捕集量	0.44	0.18	0.20	0.10

第2章 建材から発生するアルデヒド類のパッシブ測定法（ADSEC）

2-5-4 ADPAC との比較

2-5-4-1 実験概要

ADSEC と ADPAC さらに FLEC を用いて表 2-46 に示す 3 種類の建材の経時変化の測定を、25°C に設定した恒温槽内にて測定を行った。

流入する空気は、空気清浄装置（ADCLEAN）により清浄された空気を用いた。

建材を開封し、包装しているアルミ箔を取り外した日を 0 日後とし、1 日、3 日、6 日、14 日後に測定を行った。

ADPAC による 1 日後の測定は、チャンバー内濃度が定常に達する設置 16 時間後に行った。ADPAC ではこの開封 16 時間後を 1 日後の測定値としており、厳密には開封後 1 日経過していない。

ADPAC 用の建材は、実験期間中、ADPAC の測定条

件に調整したチャンバー内に設置した状態を保ち、必要時にサンプリングを行った。

ADSEC 及び FLEC での実験は、ADPAC でのサンプリング時に合わせることとし、FLEC は同時に、ADSEC は設置 12 時間後が ADPAC のサンプリング時になるように調整した。

ADSEC、FLEC 用の建材は、ADCELL に保存した。

2-5-4-2 実験結果

a) 測定期間中の温湿度

表 2-47 に ADSEC の測定期間中の温湿度、表 2-48 に FLEC の測定中の温湿度、表 2-49 に ADPAC の測定期間中の温湿度を示す。

表 2-46 ADPAC と FLEC との比較に用いた建材

建材 NO.	1	2	3
種類	Fc0 合板	Fc0 合板	Fc0 合板
製造日	2000/11/20	2000/12/14	
測定開始日	2000/12/22 から測定	2001/1/11 から測定	2001/1/11 から測定

表 2-47 ADSEC 測定期間中の温湿度

経過日数	建材 1		建材 2		建材 3	
	温度 [°C]	相対湿度 [%]	温度 [°C]	相対湿度 [%]	温度 [°C]	相対湿度 [%]
1 日目	25.2 ± 0.2	58 ± 5.9	25.2 ± 0.2	62 ± 3.3	25.2 ± 0.2	62 ± 3.3
3 日目	25.1 ± 0.2	59 ± 4.7	25.1 ± 0.2	59 ± 5.8	25.1 ± 0.2	59 ± 5.8
7 日目	25.1 ± 0.2	59 ± 4.7	23.8 ± 0.9	57 ± 5.7	23.8 ± 0.9	57 ± 5.7
14 日目	25.1 ± 0.3	57 ± 4.6	25.1 ± 0.2	59 ± 5.4	25.1 ± 0.2	59 ± 5.4

表 2-48 FLEC 測定期間中の温湿度

経過日数	建材 1		建材 2		建材 3	
	温度 [°C]	相対湿度 [%]	温度 [°C]	相対湿度 [%]	温度 [°C]	相対湿度 [%]
1 日目	25.0 ± 0.4	51 ± 0.8	25.1 ± 0.2	51 ± 1.1	25.0 ± 0.3	53 ± 0.7
3 日目	25.2 ± 0.2	51 ± 0.5	25.1 ± 0.4	53 ± 1.2	24.8 ± 0.4	56 ± 1.0
7 日目	—	—	25.4 ± 0.1	49 ± 1.2	25.2 ± 0.2	51 ± 1.3
14 日目	25.6 ± 0.3	44 ± 1.2	25.3 ± 0.3	51 ± 1.0	25.1 ± 0.3	51 ± 1.5

表 2-49 ADPAC 測定期間中の温湿度

経過日数	建材 1		建材 2		建材 3	
	温度 [°C]	相対湿度 [%]	温度 [°C]	相対湿度 [%]	温度 [°C]	相対湿度 [%]
1 日目	24.9 ± 0.1	50 ± 0.4	24.8 ± 0.1	45 ± 0.8	24.8 ± 0.1	45 ± 0.8
3 日目	25.1 ± 0.0	46 ± 0.6	25.5 ± 0.2	49 ± 0.9	25.5 ± 0.2	49 ± 0.9
7 日目	24.1 ± 0.1	46 ± 4.3	24.9 ± 0.2	44 ± 1.0	24.9 ± 0.2	44 ± 1.0
14 日目	24.0 ± 0.2	52 ± 0.9	25.1 ± 0.2	50 ± 0.9	25.1 ± 0.2	50 ± 0.9