

# 実験動物施設に関する研究（その1）

——飼育室の臭気測定——

一 橋 克 美

## Studies on Animal Experiment Facilities (Part 1)

——Odor Measurements in Animal Rearing Rooms——

Katsumi Ichihashi

### Abstract

The emission of odors is a serious problem for researchers and workers employed at animal experiment facilities. Generally, the eliminate taken against odors in animal rooms is dilution with large quantities of fresh air, but the energy cost for this is very high. This paper describes the results of odor measurements in two animal rooms each for rats and for mice. The ventilation volumes were set at three stages. From the results of sense tests and quantitative analyses of ammonium concentration, odors were shown to grow strong when ventilation volume was decreased, and the degree that odors became stronger was more pronounced with reduction in volume from 80 percent of normal to 65 percent than for reduction from normal to 80 percent. The results of sense tests and quantitative analyses of ammonium concentrations were in good agreement for each of the rooms.

### 概 要

実験動物飼育室では飼育動物などより発生する臭気が主に研究員や作業員といった人間側から問題となっている。臭気対策としては大量の外気供給による希釈が一般的だが、そのためのエネルギー費用は非常に大きい。この報告は実在の飼育室で換気量を3段階に設定して臭気を測定し、実験動物飼育室における臭気と換気量の関係を検討したものである。対象飼育室はラットとマウスの一室ずつで、換気量は通常の状態（換気回数で約9回）と、その約80%、約65%に設定した。三点比較式臭袋法による官能試験とアンモニア濃度の定量結果からは換気量の減少に伴い臭気も強まったが、各飼育室とも換気量を通常約80%にした場合より、さらに約65%まで減少させた場合に臭気の強まる度合いがより大きかった。また官能試験の結果とアンモニア濃度の定量結果は各室ともよく一致していた。

### 1. はじめに

近年、医薬品や食品などの安全性検証に対する社会的要求の高まりに応じて実験動物施設の需要が増加しつつある。これらの施設では実験の再現性確保のために大量の外気供給（換気回数に換算して10～15回程度）による24時間連続空調が実施されるが、エネルギー消費量が多大なため施設の運営側から省エネルギーが強く望まれている。

実験動物施設における全外気方式の採用理由の一つは動物やその排泄物から発生する臭気を換気で希釈する必要があるため、これらの関係を知ることは経済的な設

計のための資料として有益である。

この報告は実験動物施設の省エネルギー策として換気量を減少させた場合の飼育室内臭気の変化を知るために、三点比較式臭袋法による官能試験とアンモニア濃度の定量を行ない、その結果をまとめたものである。

臭気物質についてはアンモニアのほかにも悪臭防止法に規定されるスチレン以外の6物質についてガスクロマトグラフによる定量を試みたが、いずれも含有量が微量なために液体酸素による濃縮後も定量できなかった。

なお、アンモニアは実験動物飼育室内に存在する各種臭気物質のうち、実験動物施設基準研究会のガイドライン<sup>1)</sup>で唯一基準値が示されている物質である。

## 2. 実験概要

### 2.1. 試料採取条件

飼育室の換気量を3段階に変えた場合の官能試験とアンモニア濃度の定量結果から臭気と換気量の関係を調べた。

試料(飼育室内の臭気を含む空気)の採取は私立大学の医学部附属実験動物センター内のラット飼育室とマウス飼育室の床上1mの位置で行なった。飼育室の平面と概要を図-1と表-1に、作業工程を表-2に示す。いずれの飼育室も設計換気量は換気回数に換算して9回程度と、この種の施設としてはやや少ない方である。

飼育ケージ(動物を飼う箱)はラット用には金網ケージ、マウスにはアルミ製箱型ケージが使用された。各飼育ケージの外観を写真-1, 2に示す。

飼育室の清掃は日曜日以外の毎日、床を水拭きするとともに金網ケージではケージの下の汚物受皿に敷いた紙を毎日交換し、ケージ本体は週1回交換・洗浄した。またアルミ製箱型ケージは毎日(月曜日から金曜日まで)全数の1/5ずつ交換・洗浄した。すなわち表-2に示した月曜日の採取試料は清掃後約48時間経過後、水曜日の採取試料は清掃後約24時間経過後のものである。

換気量は排気口で熱線風速計(日吉工業製)を用いて測定した風速から換算し、その設定変更は水曜日の試料採取後に吹出口の一部をテープで塞ぎ、吹出面積を変えて行なった。

### 2.2. 官能試験

後述のパネル(試料の臭気の有無を判断する被験者)選定試験に合格したパネル6名(男女各3名)による三点比較式臭袋法の結果を用いて(1)式により定義する臭気濃度を求めた<sup>2)</sup>。なお臭気に対する感覚は臭気濃度と直線関係になく、値そのものにも幅があるので官能試験の結果は臭気濃度を(2)式により指数変換した臭気指数で整理した。

試料は図-2に示すポンプと吸引箱を用い間接吸引法(試料がポンプ等に付着しないので、一台のポンプを繰返し使用できる)で各回とも10l採取した。試料は採取後おおむね6時間以内に官能試験を行なった。

$$\frac{M-0.58}{M-N}$$

$$Y=t \times 10 \quad \dots\dots\dots(1)$$

Y: 臭気濃度 (—)

M: 最初に行なった稀釈倍数での平均正解率 (—)

N: 二度目に行なった稀釈倍数での平均正解率 (—)

t: 最初に官能試験を行なった稀釈倍数 (—)

$$Z=10 \log Y \quad \dots\dots\dots(2)$$

	ラット飼育室	マウス飼育室
床面積	19.5m <sup>2</sup>	15.7m <sup>2</sup>
室容積	52.7m <sup>3</sup>	42.4m <sup>3</sup>
設計換気量	310.0m <sup>3</sup> /h	300.0m <sup>3</sup> /h
測定換気量	443.8m <sup>3</sup> /h	416.8m <sup>3</sup> /h
吹出口	アネモスタット型 天井取付	
排気口	パンチング板 天井取付	
ケージ	金網	アルミ箱型
動物数	約200匹	約700匹

表-1 飼育室概要

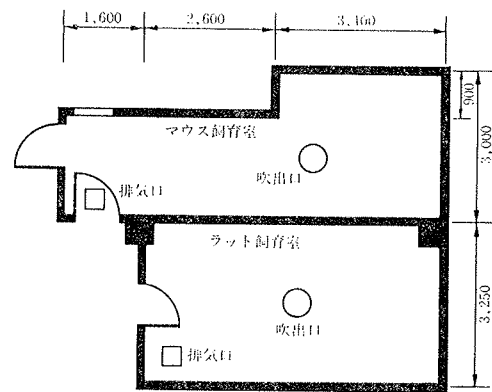


図-1 飼育室の平面図

時刻	8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18										備考
	測定日										
1/21(月)	←試料採取→			←官能試験→				←アンモニア定量→			換気量100%
1/23(水)	←試料採取→			←換気量変更→				←アンモニア定量→			換気量100%
1/28(月)	←試料採取→			←官能試験→				←アンモニア定量→			換気量約80%
1/30(水)	←試料採取→			←換気量変更→				←アンモニア定量→			換気量約80%
2/4(月)	←試料採取→			←官能試験→				←アンモニア定量→			換気量約65%
2/6(水)	←試料採取→			←官能試験→				←アンモニア定量→			換気量約65%

表-2 試料採取と試験の工程 (1985年実施実験)

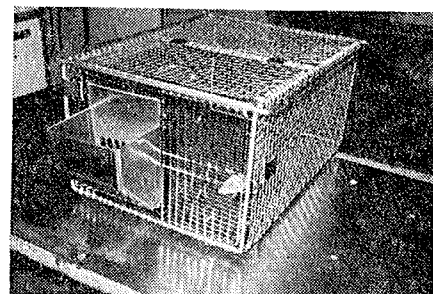


写真-1 ラット飼育用金網ケージ

Z: 臭気指数 (一)

Y: 臭気濃度 (一)

2.2.1. パネル選定試験の概略 イソ吉草酸, スカトール, メチルシクロペンテノロンの3試薬を基準臭として, 各試薬ごとに5枚一組の無臭紙の2枚だけに基準臭を付着させて被験者に渡す。被験者に試薬が付着している2枚の無臭紙を選ばせ, 3試薬のすべてについて正解の被験者を合格とする。

2.2.2. 三点比較式臭袋法の概略 数名のパネルに3個の臭袋を与え, そのうちの2個の袋に活性炭槽を通した無臭空気のみを入れ, 残りの1個の袋に所定の稀釈倍数になるように試料を入れる。パネルに3個の袋から付臭臭袋(ある稀釈倍数に稀釈された試料が入っている袋)を選ばせる。

### 2.3. アンモニア濃度の定量

図-3に示すように, 0.5%のホウ酸溶液 20 cc を入れた直径 20 mm の試験管に直径 10 mm のガラス製ボールフィルターを通して室内の空気を送る。ホウ酸溶液に空気中のアンモニアを溶かしこみ, 吸光光度計(島津製作所製 UV-120-01 型)を用いてインドフェノール法により定量した。

## 3. 結果と考察

表-3に各場合の官能試験結果とアンモニア濃度を示す。前出のガイドラインにおけるアンモニア濃度の基準値は 20 ppm 以下であり, 測定結果はいずれもこれを満足している。

### 3.1. 臭気指数と換気量

図-4は臭気指数と換気量の関係である。通常の換気量の場合(ラット飼育室 443.8 m<sup>3</sup>/h, 換気回数にして 8.4回, マウス飼育室 416.8 m<sup>3</sup>/h, 同9.2回)各飼育室とも水曜日より月曜日の臭気指数が大きく, 換気量を減らしてもこの傾向は変わらなかった。これは飼育室の清掃後の経過時間が異なるためである。

通常の換気量の月曜日よりも, 少ない換気量の水曜日に臭気指数が小さいことは, 飼育室の臭気対策として換気とともに室内清掃が重要であることを示している。

換気量を減らすと臭気指数は大きくなったがその増加分を月曜日の採取試料と比較すると, 換気量を通常の約80%程度にした場合のラット飼育室で1.6, マウス飼育室では0.5であった。さらに換気量を通常の約65%程度に減らした場合, 臭気指数はラット飼育室で3.1, マウス飼育室では3.7増加した。

臭気指数の3ポイント増加は同一成分臭気では2倍濃縮に, また官能試験では正解率の50%向上に相当することから, 換気量を通常の80%程度に減らしても人間の感

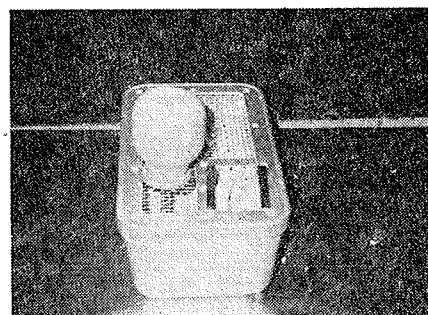


写真-2 マウス飼育用アルミ箱型ケージ

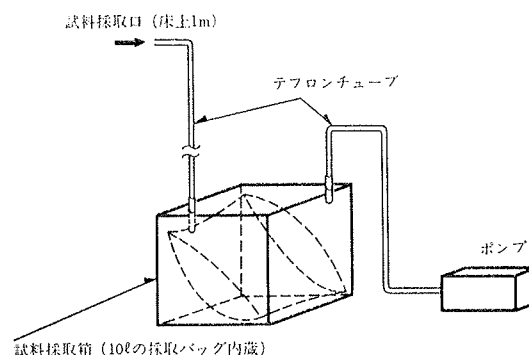


図-2 試料採取装置  
(官能試験のための室内空気)

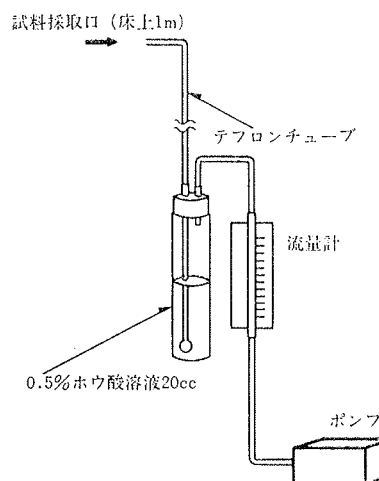


図-3 アンモニア捕集装置

覚上の変化は少なく, さらに65%程度まで減らした場合により大きな変化を感じるものといえる。この傾向は水曜日の採取試料についても同様である。

### 3.2. アンモニア濃度と換気量

図-5に飼育室内のアンモニア濃度と換気量との関係を示す。アンモニア濃度も臭気指数と同様に水曜日より月曜日の方が高濃度である。

両飼育室とも換気量を通常の80%程度に減らした場合アンモニア濃度に大きな変化はなく, ラット飼育室では減少すらしている。さらに換気量を65%程度まで減らす

ラット飼育室				
試料採取日	換気量(m <sup>3</sup> /h) (換気回数)	臭気指数	アンモニア濃度(ppm)	※換気量比
1/21(月)	443.8(8.4)	23.7	4.24	100%
1/23(水)	443.8(8.4)	18.0	2.03	100%
1/28(月)	359.5(6.8)	25.3	4.12	81%
1/30(水)	359.5(6.8)	20.3	1.95	81%
2/ 4(月)	284.0(5.4)	28.4	5.40	64%
2/ 6(水)	284.0(5.4)	25.3	3.03	64%

マウス飼育室				
試料採取日	換気量(m <sup>3</sup> /h) (換気回数)	臭気指数	アンモニア濃度(ppm)	※換気量比
1/21(月)	416.8(9.2)	20.0	2.02	100%
1/23(水)	416.8(9.2)	17.5	0.90	100%
1/28(月)	354.6(7.8)	20.5	2.32	84%
1/30(水)	354.6(7.8)	20.0	1.16	84%
2/ 4(月)	279.3(6.2)	25.1	2.92	67%
2/ 6(水)	279.3(6.2)	23.7	2.06	67%

※換気量比:通常(1/21)の換気量を100%としたときの比率

表-3 官能試験結果とアンモニア濃度  
※換気量比:通常(1/21)の換気量を100%とした時の比率

とアンモニア濃度は通常の換気をした場合の約1.5倍に増加した。

### 3.3. 臭気指数とアンモニア濃度

図-6の臭気指数とアンモニア濃度は最小二乗法で一次直線に近似した結果,その関係は両飼育室ともよく似ていた。

今回の実験において臭気指数とアンモニア濃度は換気量の減少に伴い増加したものの,その増加率は一律でなく換気量を65%程度まで減らした場合により大きくなることで両方の結果は一致した。以上の結果を考慮した上で感覚としての臭気変化が少ない,通常換気量の80%程度への減少は省エネルギー対策として有効である。

## 4. まとめ

飼育室では換気量の減少により臭気指数,アンモニア濃度とも増加したが,その増加率は換気量を65%程度まで減らした場合に大きかった。現在の実験動物飼育室の臭気対策の多くは人間の感覚を対象にしており,臭気濃度が大きく増加しない範囲で換気量を減少すれば省エネルギー対策として有効である。

また飼育室の臭気は動物やその排泄物から発生するので頻繁な清掃は換気による稀釈と同様に重要である。

臭気指数とアンモニア濃度は両飼育室ともよく似た関係を示した。

## 謝 辞

この研究を行なうにあたり御助言をいただくとともに試料採取にも御協力いただいた慶応義塾大学医学部実験動物センター 前島一淑先生,スタッフの皆様へ感謝いたします。

## 参考文献

1) 実験動物施設研究会:実験動物施設の建築および設

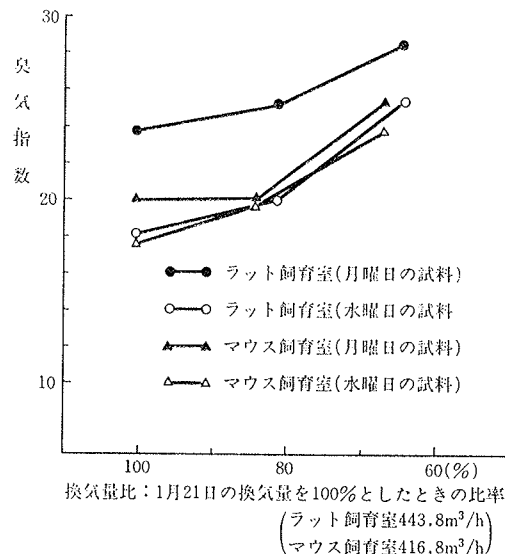


図-4 臭気指数と換気量の関係

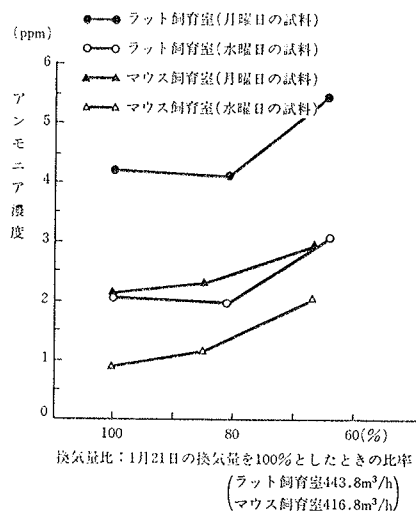


図-5 アンモニア濃度と換気量の関係

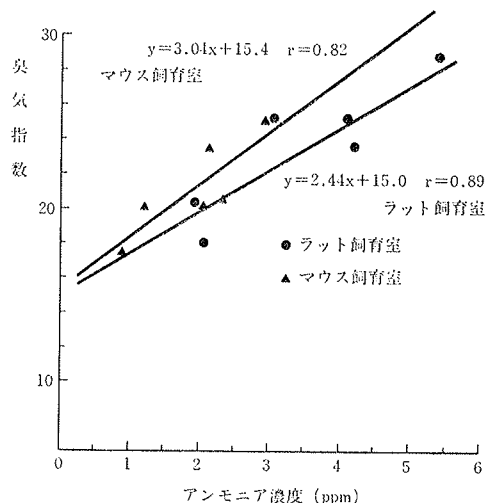


図-6 臭気指数とアンモニア濃度の関係

備,清至書院,(1983. 3), p. 53

2) 悪臭公害研究会:悪臭と官能試験,悪臭公害研究会,(1980. 3), pp. 227~229