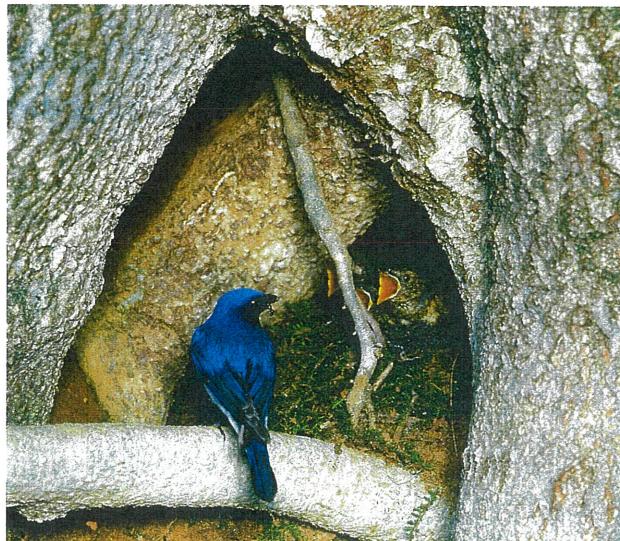


いのち 生命を育む

マウスの飼育成績および嗜好性による各種材質の居住性の生物学的評価



けん木れん

静岡県木材協同組合連合会

| | |
|--------------------------|---|
| ■もくじ■ | |
| ■はじめに | |
| ■異なる材質のケージ内での成長試験および繁殖試験 | |
| [材料および方法] | 生きた試験管を3種のケージで飼育.....1 |
| | 成長試験：3週齢から8週齢までの成長を比較.....1・2 |
| | 繁殖試験(温暖期)：交配から仔マウスの離乳まで(初産).....3 |
| 同 (暑熱期) | 同 (2産).....3 |
| 同 (寒冷期) | 同 (3産).....3 |
| [結果] | メス、オスとも木製ケージの成長が一番.....4 |
| | 成長試験：急成長期に材質の差が影響.....4 |
| | 繁殖試験(温暖期) |
| | 妊娠および分娩：材質による差なし.....5 |
| | 仔仔の成長：コンクリート製、金属製では死ぬ仔マウスが続出.....6 |
| | 23日齢(離乳時)仔仔の臓器重量：生殖器官の発達に大きな差.....6 |
| | 母マウスの哺育行動：コンクリート製ケージの母マウスは、哺育ベタ.....7 |
| | 繁殖試験(暑熱期) |
| | 妊娠および分娩：2産目も材質による差はほとんどなし.....8 |
| | 仔仔の成長：日増しに材質の違いが.....8 |
| | 23日齢仔仔の臓器重量：温暖期とほぼ同じ結果が.....8 |
| | 繁殖試験(寒冷期) |
| | 妊娠および分娩：コンクリート製ケージ、生まれたての仔マウスに悪影響.....9 |
| | 仔仔の成長：寒さの中、木製ケージの仔マウスは生き続けた.....10 |
| [考察] | 仔マウスの成長に著しい影響が.....11 |
| | 成長試験：環境材として、木材は優位.....11 |
| | 繁殖試験：環境温度が厳しくなるほど材質の差が.....11・12 |
| ■異なる材質の床張りケージ内での繁殖試験 | |
| [方法] | コンクリート製ケージに、合板、塗装合板、クッションフロアを内張り.....13 |
| [結果] | コンクリート床と塗装合板床の母マウスは、母親失格.....14・15 |
| [考察] | 木製ケージに次いで合板床が.....16 |
| ■床材の嗜好性試験 | |
| [方法] | 7種の床材で、マウスに休息の場を選ばせる.....17 |
| [結果] | マウスはスギや合板がお好み.....18・19 |
| [考察] | マウスが肌で感じた木の良さとは.....20 |
| ■床材の熱流量の測定 | |
| [方法] | 7種の床材の熱の奪われる量を測定.....21 |
| [結果と考察] | 材質の熱流量がやはり大きなポイント——熱を奪うコンクリート.....22・23 |
| ■おわりに | |

(実験協力：静岡大学農学部)

豊かな森林資源に恵まれたわが国では、古来から建築物の構造材や内装材に木質材料が広く愛用されてきた。しかし、近年、科学技術の進歩、社会経済情勢の変化とそれにともなう生活様式の変化に従って、建築物の構造材は木質系、鉄鋼、コンクリート系と多様化し、内装材も木質系の他に多種類のいわゆる新材が開発され、多く用いられるようになってきた。このような、多種多様な材料によって構成される建築物または建築空間に対して、私達が期待する価値基準として、強靱性、耐久性、経済性など多くの項目があるが、健康で文化的な生活を営むための居住空間としては、居住性が最も重視されるであろう。

では、この居住性または住みごとの優劣や適否というものは、何を基準にしているのであろうか。木質材料が多用される最大の理由として、それがわが国の気候・風土に適した優れた居住性を有していることが挙げられる。

この場合の居住性は、主として保温性や調湿性を意味している。

しかし、居住性という概念には、その他にも多くの要因が含まれているので、これらを総合的に評価することは大変難しく、通常は各要素に分けて分析し、それぞれについての評価が行われている。そのなかで、心理的・生理的な快適性について人体を用いて比較する試みもなされているが、ヒトの場合は自分から快・不快を表現できるという利点はあるが、再現性や反復性に乏しく、また長期にわたる影響を調べるには限界が多い。一方、生活環境を総合的に評価するためには、個体が健康を維持できるかどうか、さらに動物が健全な子孫を残し、種属として繁栄できるかどうかを基準に加えるべきであるという考え方がある。

このような考えに基づいて、各種の材料の居住性を実験用マウス（ハツカネズミ）を用いて客観的に生物学的に評価する方法を検討することにした。

“実験用”マウスは、同じ環境要因に対して、必ず同じ反応を示すように遺伝的に厳密に制御されている。また、その名のとおり妊娠期間が20日、生後20日で離乳、さらに20日も経つ繁殖できるというよう成長・発育が大変早い動物で、個体の生理機能だけでなく種属維持のための繁殖機能も含めて長期にわたる総合的な影響を調べるためににはうってつけである。医学・薬学・生物学などの研究に最も多く使われているのもこのような理由によっている。しかし、建築材料の居住性を実験動物を使って分析するという研究は、学際的な色彩が強いためか、これまであまり行われていない。

この研究では、異なる材質で構成された居住環境の中におかれたマウスの成長、繁殖、嗜好性にどのような反応や変化が起こるか、その反応や変化を数量化することによって客観的な評価が可能か、そして、反応や変化の起こる原因は何かを調べてみた。

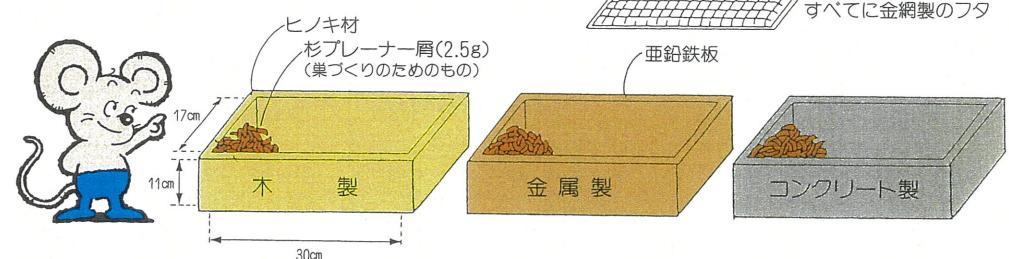
【材料および方法】 生きた試験管を3種のケージで飼育

ケージは、内法が11cm×17cm×30cmの同一容積の木製（ヒノキ・厚さ18mm）、コンクリート製（鉄筋入り・厚さ31mm）および金属製（亜鉛鉄板・厚さ0.4mm）の3種類とし、上面には同一の金網製の蓋をついた。これらのケージ各10個は高さ78cmの木製の実験台（天板厚25mm）上に平面にランダムに配置し、各実験群に対する飼育室の環境条件が均等になるようにした。

ICRと呼ばれるマウスを用い、全期間を通じ、固型飼料と水を不断給与し、それぞれのケージに床敷材として2.5gのスギのブレーナー屑を入れた。ブレーナー屑は、分娩および哺乳期は週1回、その他の期間は週2回新しいものと交換した。繁殖試験に入る時点ではケージも交換した。

（注）ICRマウス：実験用として、世界的に広く使用されている発育良好なマウス。

図1 3種のケージ(内容積はすべて同じ)



実験は、軽量鉄筋ストレート葺の平家

建畜舎内の飼育室（屋外実験室）で、温度、湿度および照明は調節することなく、自然環境下で行った。実験の全期間は、1986年4月10日から同年12月22日までであるが、これは、

成長試験と第1回の繁殖試験を行った

「温暖期」（4月10日～7月13日）

第2回の繁殖試験を行った

「夏熱期」（7月28日～9月18日）

第3回の繁殖試験を行った

「寒冷期」（10月2日～12月22日）

に分かれること。

飼育室は、常時換気扇によって換気を行い、室内の温度および湿度はケージと同じ高さで自動記録計により連続測定した。（それぞれの期間での飼育室内の最高および最低の温度と湿度の変化を図2に示す。）

成長試験： 3週齢から8週齢までの成長を比較

4月10日よりメス、オス別々に1ケージ当たり2匹ずつ飼育し、各群それぞれオス10匹、メス10匹について3週齢から8週齢までの成長を比較した。体



▲静岡大学屋外実験室

重は1日おきに測定し、メスについては膣開口日齢も調べ成長の指標とした。

（注）週齢：生後7日目を1週齢といい、以後7日ごと2週齢、3週齢と数える。

図2 飼育室内の最高、最低温湿度変化

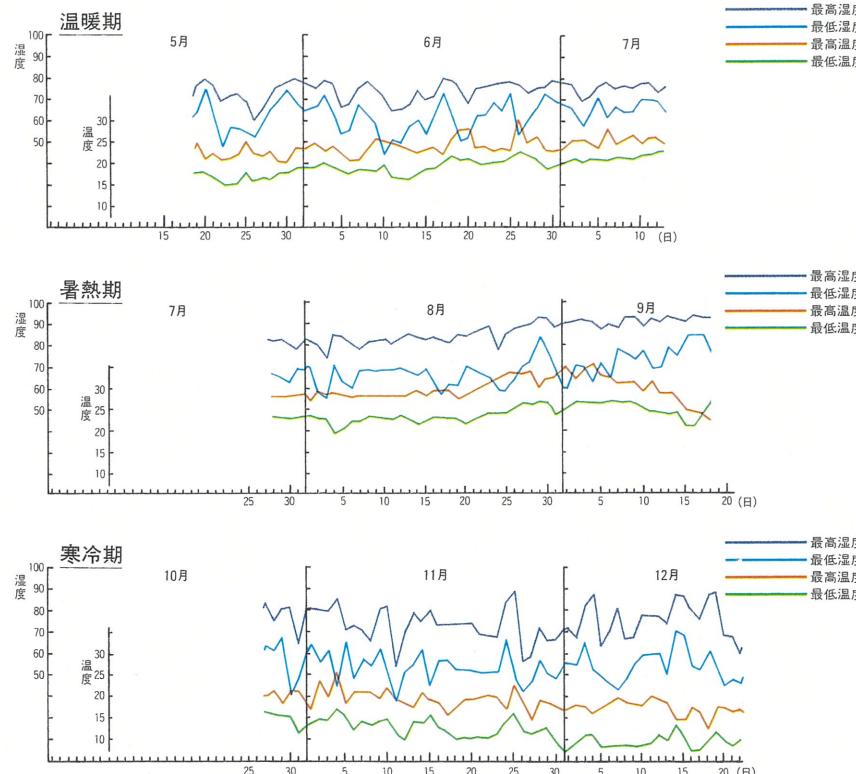
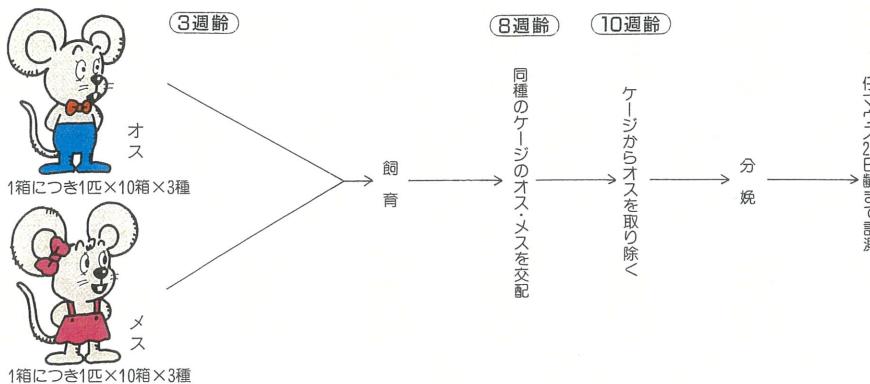


図3 繁殖試験



繁殖試験(温暖期): 交配から仔マウスの離乳まで(初産)

8週齢に達したあと、各群内でメス、オス1匹ずつを組み合せて1ケージ内に同居・交配させた。2週間後、オスのみを取り出し、メスはそのまま飼育を継続し分娩させた。午前9時に新生仔を確認した日を泌乳第1日（乳仔1日齢）とし、産仔数の調整は行わず、そのまま泌乳第23日まで哺育させた。母マウスの体重は妊娠初期および泌乳期には隔日に、分娩前後には毎日測定した。乳仔の体重は個体ごとに毎日測定し、また開眼日齢も調べた。体重測定は午前9時～10時に行った。

乳仔は23日齢で解剖し、卵巣、子宮、精巢、副腎、腎臓、ひ臍、脳および胸腺の重量を測定した。コンクリート製ケージ群では、生存した全乳仔について、その他の群では1腹の乳仔のうちメス、オス各1匹を無作為に抽出し、供試した。

母マウスは各群2匹ずつ1個のケージで飼育し、2産目の繁殖試験をまった。

繁殖試験(暑熱期): 交配から仔マウスの離乳まで(2産)

7月28日から交配を開始した。メス2匹に対しオス1匹とした点が異なる他は初産の繁殖試験のときと同じ条件である。2週間後にオスを除き、メスを1ケージ1匹ずつにわけた。

乳仔は23日齢で1腹についてメス、オス2匹ずつを無作為に供試解剖し、前回と同じく各臓器重量を測定した。

繁殖試験(寒冷期): 交配から仔マウスの離乳まで(3産)

暑熱期と全く同様に10月2日から交配し、分娩させた。乳仔は23日齢までにすべて斃死したので、臓器の測定はできなかった。



【結果】

メス、オスとも木製ケージの成長が一番

成長試験:

急成長期に材質の差が影響

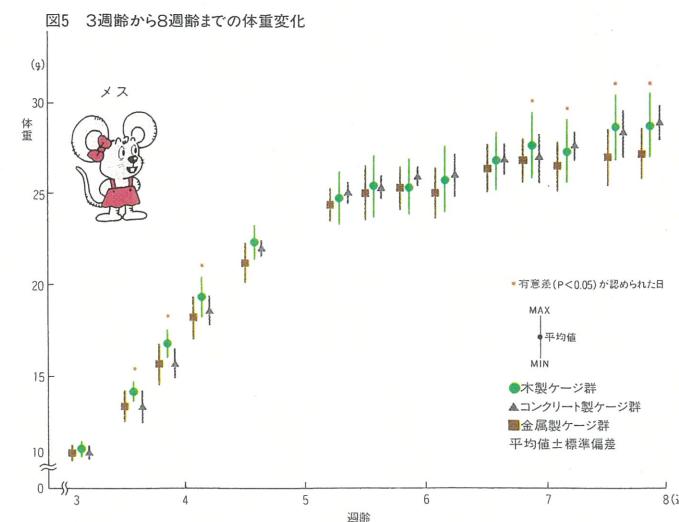
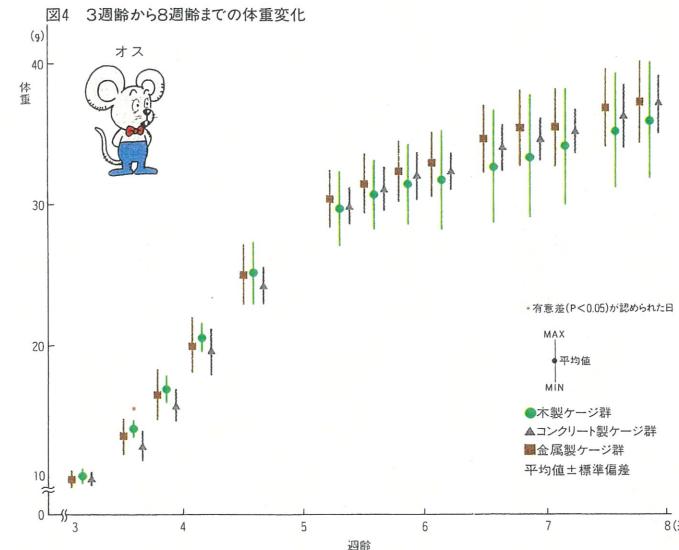


▲生後23日齢まで仔マウスの体重を測定

図4～5にオスおよびメスの3週齢から8週齢までの体重変化を示した。3～5週齢の急成長期ではメス、オスとも木製ケージ群の成長が優れる傾向が認められた ($P < 0.05$)。以後の体重は緩やかに増加し、ケージ間の差はみられなくなるが、7～8週齢では金属製ケージ群のメスの体重が他群より低かった ($P < 0.05$)。なお、コンクリート製ケージ群のマウスの体重のはらつきが他群より小さい傾向が認められた。

メスの腹開口日齢は、木製ケージ群が 31.7 ± 2.6 日、コンクリート製ケージ群が 31.4 ± 1.7 日、金属製ケージ群が 34.4 ± 2.0 日（平均値土標準誤差）となり、金属製ケージ群では、遅れる結果となった ($P < 0.05$)。

（注）P: 木製ケージとの有意差



繁殖試験（温期間）

妊娠および分娩：材質による差なし

各群10匹中、木製ケージ群8匹、コンクリート製ケージ群10匹および金属製ケージ群9匹が妊娠し、順調に分娩し、妊娠率に有意差はなかった。母マウスの妊娠期間中の体重の変化もケージ材質による顕著な差は認められなかった。

泌乳第1日における産仔に関する結果を表1にまとめた。1腹の平均産仔数および生存率は、各群間に有意差はない。



表1 泌乳第1日における産仔に関する結果（温期間）

| 区分 | 分娩数 | 産仔数 | | | 生存仔数 | 死仔数 | 生存率% | 平均体重(g) |
|-------------|-----|-----|----|----------------|------|-----|-------|-----------------|
| | | 最多 | 最少 | 平均 | | | | |
| 木製ケージ群 | 8 | 16 | 5 | 11.8 ± 3.1 | 89 | 5 | 94.7 | 1.69 ± 0.23 |
| コンクリート製ケージ群 | 10 | 15 | 11 | 13.1 ± 1.2 | 130 | 1 | 99.2 | 1.61 ± 0.16 |
| 金属製ケージ群 | 9 | 17 | 6 | 11.7 ± 2.7 | 105 | 0 | 100.0 | 1.60 ± 0.17 |

土標準偏差

図6 乳仔の生存率（温期間）

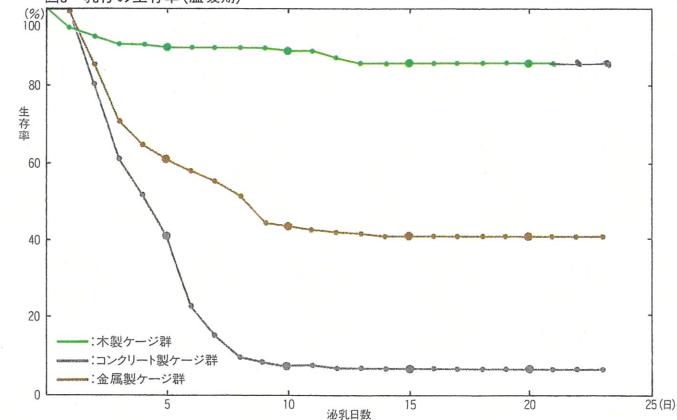
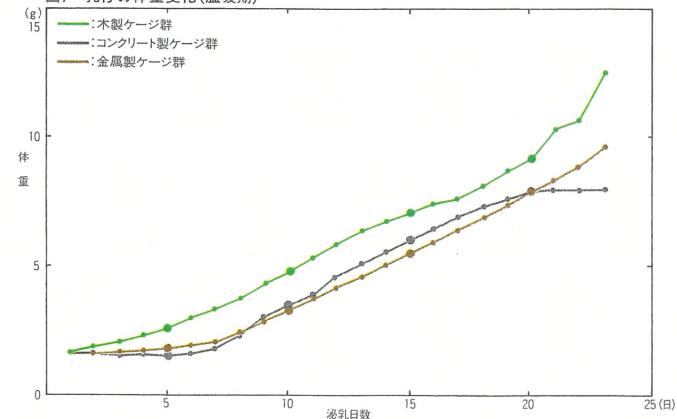


図7 乳仔の体重変化（温期間）



仔の成長:
コンクリート製、金属製では、
死ぬ仔マウスが続出

仔の平均体重は、木製ケージ群が僅かに大きかった ($P < 0.05$)。泌乳日数の進行とともに木製ケージ群では、順調に仔が増体を続けたのに対し、コンクリート製および金属製ケージ群の仔の成長は著しく遅れ、死んでゆくものが続出した。この状況は特に泌乳第7日目までが著しく、23日目の生存率は木製ケージ群85.1%、金属製ケージ群41.0%、コンクリート製ケージ群では6.9%に過ぎなかった。

図6に仔の生存率(総生存仔数/総仔数×100%)の推移を、また図7には各群の生存している仔の平均体重の変化を示してある。泌乳第5日目までコンクリート製および金属製ケージ群では、体重はほとんど増加していないが、それ以後徐々に上昇しはじめ、泌乳第7日目以降は木製ケージ群とはほぼ同じ増加率を示した。

「開眼日」も木製ケージが一番早い

分娩直後の仔は丸裸で、眼も閉じたままであるが、成長に伴い毛が生え始め、眼が開き、自分で這うようになる。この「開眼日」は、成長の程度の目安になる。木製ケージ群では 15.7 ± 1.0 日、コンクリート製および金属製ケージ群の仔の成長は著しく遅れ、死んでゆくものが続出した。この状況は特に泌乳第7日目までが著しく、23日目の生存率は木製ケージ群85.1%、金属製ケージ群41.0%、コンクリート製ケージ群では6.9%に過ぎなかった。

23日齢(離乳時)仔の臓器重量: 生殖器官の発達に大きな差

オスの腎臓を例外として、他の臓器重量(絶対重量)は、いずれも木製ケージ群が一番大きく、金属製ケージ群、コンクリート製ケージ群の順であった。ある原因で臓器の大きさに違いが現われたとき、体の大きさとの割合で考えてみることが大切である。一般に、体の大きさと各部位の大きさは大体比例しているので、体の大きさや発育にともなった変化か、それ以上の大きな変化を知るためにある。そこで、体重10g当たりの臓器重量(相対重量)で比較してみた(表2、図8)。

木製ケージ群と比べてコンクリート製および金属製ケージ群では、ともに卵巣が約40%、子宮が約50%も小さく、同じように精巣が約25%小さかった。

これらの臓器は体重の変化よりも強く影響を受けたことを示しており、生物学的評価に際して、より鋭敏な違いを見出すための指標に使えるものと思われる。また、腎臓と脳の相対重量は、絶対重量の順と反対に木製ケージ群が一番小さく、金属製ケージ群、コンクリート製ケージ群となっており、これらの臓器重量は、体重の減少の割には減らなかつたことを示している。これは、脳が生物にとって非常に重要な器官であり、栄養不足に対し最も影響を受けないからである。また、この実験において、コンクリート製および金属製ケージ群で腎臓に水腫のあるものが多かった。これらが、木製ケージ群の腎臓と脳の相対重量が一番小さいという結果に現われたと考えられる。

母マウスの哺育行動:
コンクリート製ケージの母マウスは、
哺育ベタ



▲コンクリート製ケージの無残な死骸

ケージ内は、2.5gのスギのブレーナ屑を入れたが、この量では本格的な巢を作るには不充分である。それでも母マウスはこれを用いて巢を作ろうとするが、中央はケージの床面が露出してドーナツ状になってしまう。木製ケージ群では、要領よく仔を集め腹の下に抱えて順調に哺育を続けた。コンクリート製ケージ群では仔はケージ内に散乱放置され、体温が低下して死んでゆくものが続出した。冷えた仔を巢内に導入しても母マウスは外に排除してしまった。金属製ケージ群でも軽度はあるが、同じ傾向であった。

なお、温期間の試験結果については、ビデオ「生命を育む～マウス実験による居住性の比較」が製作されている。

図8 23日齢仔の臓器重量(温期間)

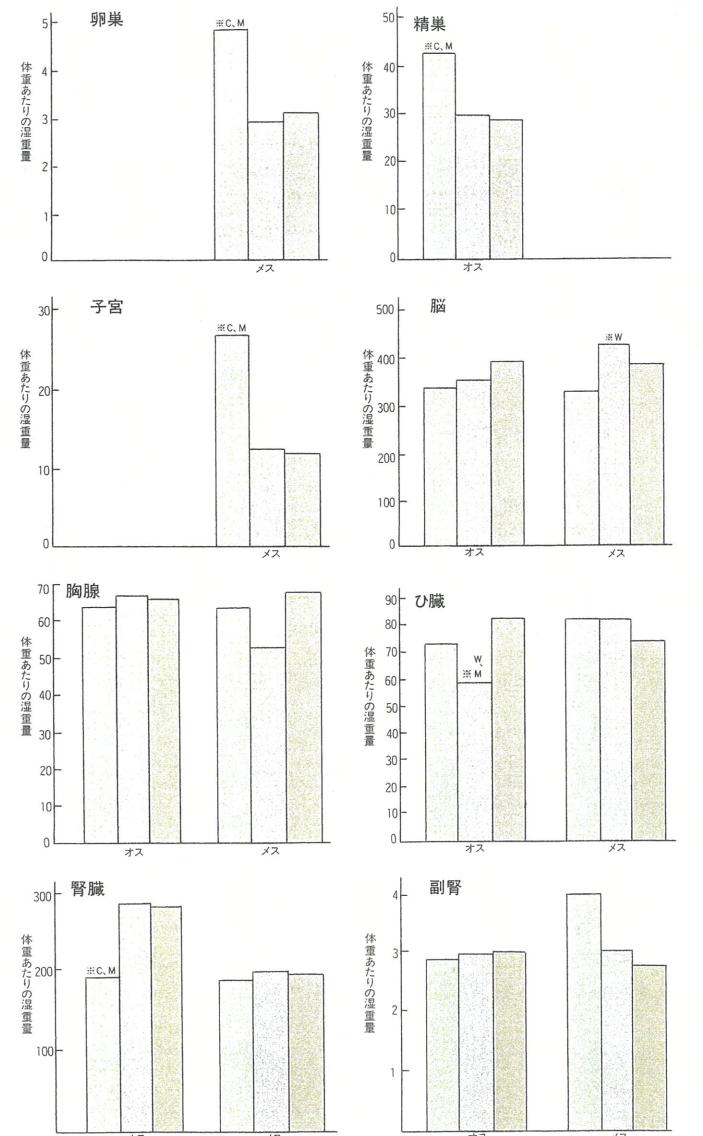


表2 23日齢における臓器重量(温期間)

| 区分 | 例数 | 体重(g) | 体重10g当たりの重量(mg/10g)平均値±標準偏差 | | | | | |
|-------------|-----|------------------|-----------------------------|-------------|--------------|-----------|------------|------------|
| | | | 精巣 | ひ臓 | 腎臓 | 副腎 | 胸腺 | 脳 |
| 木製ケージ群 | 116 | 12.24 ± 1.76 | 41.8±5.00 | 72.4±7.66 | 189.5±36.6 | 2.89±1.06 | 62.7±11.01 | 333.2±53.5 |
| コンクリート製ケージ群 | 5 | 10.51 ± 3.86 | 29.6±4.81** | 57.9±9.01** | 276.1±39.7* | 2.98±0.60 | 65.7±8.58 | 363.5±46.3 |
| 金属製ケージ群 | 10 | 8.46 ± 2.45 | 28.6±8.58** | 83.3±19.30 | 271.6±58.1** | 3.04±0.79 | 64.0±18.70 | 399.0±96.2 |

**木製ケージ群との有意差 $P < 0.01$





繁殖試験(暑熱期)

妊娠および分娩:

2産目も材質による差はほとんどなし

木製ケージ群7匹、コンクリート製ケージ群8匹、金属製ケージ群8匹が分娩し、妊娠率には差はなかった。

泌乳第1日目における産仔の結果は、表3にまとめてある。

1腹当たりの産仔数、1匹当たりの乳仔体重の平均値、生存率も群間に差はなかった。ただし、金属製ケージ群の1例で産仔数が僅か2匹というものがあり、乳仔が並んで大きかったので、これからあとの乳仔の成長試験の結果から除いた。

乳仔の成長:日増しに材質の違いが

出産後の母マウスは仔育てに集中しており、母マウスの行動はどの群も違ひがないようであった。各群とも途中で死ぬ仔の数も普通にみられる範囲の少數で、離乳日(23日齢)まで高い生存率を示し、群間に差はなかった。

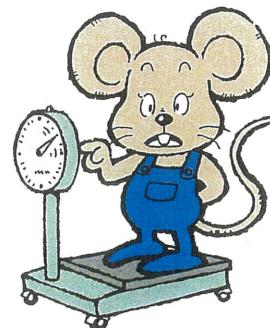
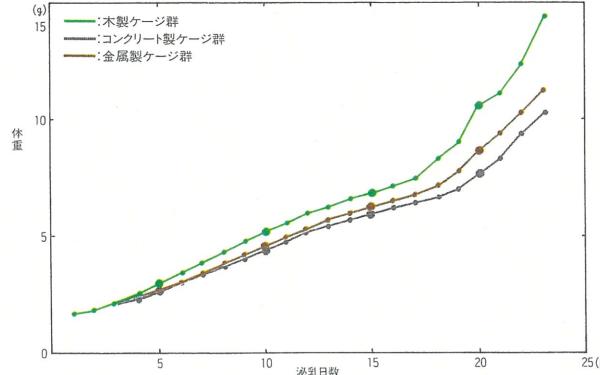
泌乳期が進むにつれて、乳仔の成長にケージの材質の違いが明らかに現われた(図9)。どの群でも15日まではほぼ直線的に着実に体重が増加してゆくが、木製ケージ群が一番優れ、金属製ケージ群、コンクリート製ケージ群の順に小さかった。また、腎臓と脳は反対の順に大きかった。これらの結果は、温暖期の場合とほぼ同一の傾向である。(表4)。

乳仔の開眼日の平均も、この順に 14.9 ± 0.7 日、 15.6 ± 1.0 日および 16.3 ± 0.9 日となり、木製ケージ群が早かった。

表3 泌乳第1日における産仔に関する結果(暑熱期)

| 区分 | 分娩数 | 産仔数 | | | 生存仔数 | 死仔数 | 生存率% | 平均体重(g) | 土標準偏差 |
|-------------|-----|-----|----|----------------|------|-----|-------|-----------------|-------|
| | | 最多 | 最少 | 平均 | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| 木製ケージ群 | 7 | 15 | 10 | 12.6 ± 1.8 | 88 | 0 | 100.0 | 1.67 ± 0.15 | |
| コンクリート製ケージ群 | 8 | 14 | 12 | 13.1 ± 0.8 | 104 | 1 | 99.0 | 1.66 ± 0.20 | |
| 金属製ケージ群 | 8 | 15 | 2 | 11.9 ± 4.0 | 94 | 1 | 98.9 | 1.68 ± 0.24 | |

図9 乳仔の体重変化(暑熱期)



23日齢乳仔の臓器重量:

温暖期とほぼ同じ結果が

乳仔を1腹について無作為にオス、メス2匹ずつを解剖して温暖期と同じように各臓器の重量を測った。絶対重量では木製ケージ群に比べて金属製ケージ群、コンクリート製ケージ群の順に小さかった。体重10g当たりの相対重量を計算した結果では、精巣、卵巣、子宮、ひ臍、胸腺が木製ケージ群に比べて金属製ケージ群、コンクリート製ケージ群の順に小さかった。また、腎臓と脳は反対の順に大きかった。これらの結果は、温暖期の場合とほぼ同一の傾向である。

繁殖試験(寒冷期)

妊娠および分娩:

コンクリート製ケージ、生まれての仔マウスに悪影響

木製ケージ群6匹、コンクリート製ケージ群6匹、金属製ケージ群7匹が妊娠し分娩した。木製ケージ群の1匹が前2回に統いて今回も妊娠しなかった。前回も今回も一緒に交配した他のメスは妊娠しているので、このメス個体に原因があると考えられる。いずれにせよ妊娠率は前2回に比べて少ない傾向がうかがわれるが、群間に差はない。

泌乳第1日での産仔に関する成績は表5に示したが、ケージ材質による差が早くもはっきりと認められる。コンクリート製ケージ群では、産仔数1というのももあり、平均産仔数が木製ケージ群、金属製ケージ群に比べて著しく少ない。ただし、この実験では毎朝9

時に観察して乳仔の存在を発見した日を泌乳第1日としているので、実際の分娩は前日の観察時後から発見時までの間で起こっていることになる。母マウスは、新生仔が弱っていたり、死んだりするとそれを哺食することがあるので、この結果だけでは分娩仔数(胎仔数)がもともと少なかったのか、観察時までにこのような哺食によって減ってしまったのかがわからない。

そこで、分娩前後の母マウスの体重の減少量を調べてみたが、木製ケージ群(24.3 ± 3.3 g)および金属製ケージ群(24.6 ± 4.9 g)に比べてコンクリート製ケージ群(21.9 ± 4.4 g)がやや小さく、胎仔数が少なかった可能性も推



表4 23日齢における臓器重量(暑熱期)

| 区分 | 例数 | 体重(g) | 体重10g当たりの重量(mg/10g)平均値±土標準偏差 | | | | |
|-------------|----|------------------|------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------|------------------|
| | | | 精巣 | 卵巣 | ひ臍 | 腎臓 | 副腎 |
| 木製ケージ群 | 14 | 14.95 ± 2.12 | 17.1 ± 6.62 | 82.7 ± 8.10 | 165.5 ± 18.3 | 3.03 ± 0.40 | 63.3 ± 7.88 |
| コンクリート製ケージ群 | 16 | 10.13 ± 1.78 | $39.5 \pm 5.98^*$ | $51.1 \pm 14.77^*$ | $187.2 \pm 22.8^*$ | 3.36 ± 0.63 | 49.5 ± 15.38 |
| 金属製ケージ群 | 14 | 12.26 ± 2.36 | $39.9 \pm 7.13^*$ | $73.4 \pm 15.20^*$ | 177.2 ± 23.6 | 3.26 ± 0.64 | 60.7 ± 8.54 |



表5 泌乳第1日における産仔に関する結果(寒冷期)

| 区分 | 分娩数 | 産仔数 | | | 生存仔数 | 死仔数 | 生存率% | 平均体重(g) | 土標準偏差 |
|-------------|-----|-----|----|----------------|------|-----|------|-----------------|-------|
| | | 最多 | 最少 | 平均 | | | | | |
| 木製ケージ群 | 6 | 15 | 10 | 12.3 ± 1.7 | 73 | 1 | 98.6 | 1.72 ± 0.19 | |
| コンクリート製ケージ群 | 5 | 12 | 1 | 6.8 ± 3.7 | 28 | 13 | 68.3 | 1.55 ± 0.18 | |
| 金属製ケージ群 | 7 | 17 | 10 | 12.6 ± 2.3 | 80 | 8 | 90.9 | 1.57 ± 0.14 | |

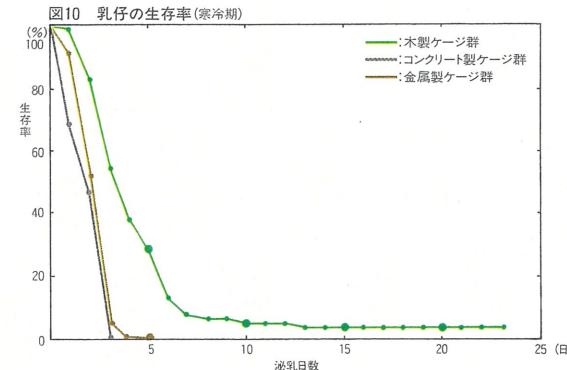
測されるが、この差は有意ではなかった。

しかし、泌乳第1日での生存率がコンクリート製ケージ群では、非常に低いことを考え合せると、今回の自然条件下ではコンクリート製ケージ群では、木製および金属製ケージ群に比べて、分娩直後の乳仔の生活環境として明らかに悪い影響が強く現われたことを示している。

また、木製ケージ群では、乳仔1匹当たりの平均体重が他の2群に比べて有意に大きかった。この理由の一部は、乳仔の吸乳量が多かったことによると考えられるが、いざれにせよ生活環境の優位性を示していると言える。

仔の成長:
寒さのなか、木製ケージの仔マウスは生き続けた

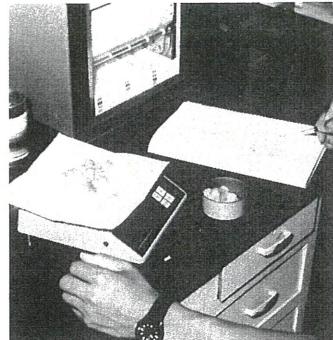
泌乳第2日目以降、どの群でも仔が続々と死に始め、生存率は急速に低下し、コンクリート製ケージ群では3日目で、金属製ケージ群では5日目で全滅してしまった。これに対し、木製ケージ群では、生存率の低下は僅かながら緩やかとはいって、7日目までほぼ直線的に低下した後、1頭の3匹の仔が23日の離乳時まで生存を続けることができた（図10）。



10

【考察】 仔マウスの成長に著しい影響が

成長試験: 環境材として、木材は優位



適応力が未だ充分でない離乳直後の幼若マウスでは、新しい環境が成長に對して影響しやすいと考えられる。その意味で、急成長期の初期において、木製ケージ群の成長が他群より優れていたことは、環境材として木質材の優位性を示すものと言えよう。

また、コンクリート製ケージ群の体重のバラツキが小さかったことは、飼育室の温度の変動に対して、ケージ内の温度の変動の幅が、コンクリート製ケージ群では木製および金属製ケージ群よりも小さかったこと（後述）を反映しているのかもしれない。

しかし、温暖期の条件下でのこのような成長試験は、居住性的評価法としては、それ程有効でないようである。繁殖試験の結果から、寒冷期の条件下であれば、もう少し明確な差をとらえることができると思われる。

表6 各期の温湿度条件と仔マウスの反応(主な観察項目)の優位性との関係

| 区分 | 温暖期 | | 暑熱期 | | 寒冷期 | |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 温度±S.D. | 湿度±S.D. | 温度±S.D. | 湿度±S.D. | 温度±S.D. | 湿度±S.D. |
| 飼育室内 | 21.4±3.1 | 67.9±5.5 | 25.5±2.4 | 77.2±5.6 | 17.4±3.1 | 64.7±6.2 |
| 木製ケージ群 | 23.2±1.9 | 72.3±6.0 | 26.5±1.6 | 74.3±3.3 | 19.2±3.6 | 59.7±8.3 |
| コンクリート製ケージ群 | 22.9±1.5 | 72.3±7.1 | 26.4±1.6 | 75.7±3.0 | 19.1±3.8 | 65.0±6.9 |
| 金属製ケージ群 | 23.1±1.6 | 74.7±8.0 | 26.4±1.6 | 72.9±3.9 | 19.0±3.8 | 59.0±8.8 |

S.D.: 標準偏差

> : 左側が優位, ()内は仔マウスの生存率が悪く標本に問題あり, ——測定不能
W: 木製ケージ群, M: 金属製ケージ群, C: コンクリート製ケージ群

繁殖試験: 環境温度が厳しくなるほど材質の差が

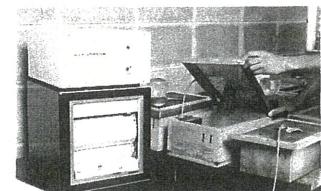
春、夏および晚秋の自然条件下で行った3回の試験の結果を総合して考察してみると、交配・妊娠から分娩に至るまでの過程では、調べた項目に、季節によつても、材質によつても、顕著な差が認められなかった。

しかし、分娩後の仔マウスの生存や発育に関する観察項目には、各時期でそれぞれ特徴的な反応が起こっている。簡単にいえば、表6に概括したように、暑熱期では生存率には影響しないが、仔マウスの体重増加、開眼日齢、さらに離乳時の臓器重量に材質の差が現われた。温暖期では、体重増加はもちろん、生存率にも材質による差が認められた。寒冷期では、出生後さらに早期において、既に生存率に材質による差が生じた。

3回の実験で仔マウスの反応に差をもたらした最大の原因は、各期（約2ヶ月間）の飼育室内的温度、湿度の差であると考えられる。恒温動物は生存するため常に体温を一定に保つように、各種の生理機能が営まれている。体温調節

機能が未熟で、被毛も充分でない仔にとって、環境温度が低い程、体温保持の上に不利であり、より早期に、より厳しい結果が生じることは容易に理解できる。

さらに、各期において、材質の異なるケージ群間で生じた仔マウスの反応の差の原因は、材質の物理的な諸性能の差が、近接環境要因の差として直接動物に影響したために違いない。しかし、ケージ内の温度、湿度は、どの季節においても材質間の差は認められなかった（表7）。（ただし、飼育室内と比べてケージ内での温度は、暑熱期では約1℃、温暖期と寒冷期で2℃弱高く、湿度は暑熱期で低く、温暖期と寒冷期では高い傾向を示し、季節間の差は当然認められる。）



▲各ケージ内の温湿度をセンサーで計測

表7 各期間中のケージ内の温湿度(1日の平均値)

| 区分 | 温暖期 | | 暑熱期 | | 寒冷期 | |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 温度±S.D. | 湿度±S.D. | 温度±S.D. | 湿度±S.D. | 温度±S.D. | 湿度±S.D. |
| 飼育室内 | 21.4±3.1 | 67.9±5.5 | 25.5±2.4 | 77.2±5.6 | 17.4±3.1 | 64.7±6.2 |
| 木製ケージ群 | 23.2±1.9 | 72.3±6.0 | 26.5±1.6 | 74.3±3.3 | 19.2±3.6 | 59.7±8.3 |
| コンクリート製ケージ群 | 22.9±1.5 | 72.3±7.1 | 26.4±1.6 | 75.7±3.0 | 19.1±3.8 | 65.0±6.9 |
| 金属製ケージ群 | 23.1±1.6 | 74.7±8.0 | 26.4±1.6 | 72.9±3.9 | 19.0±3.8 | 59.0±8.8 |

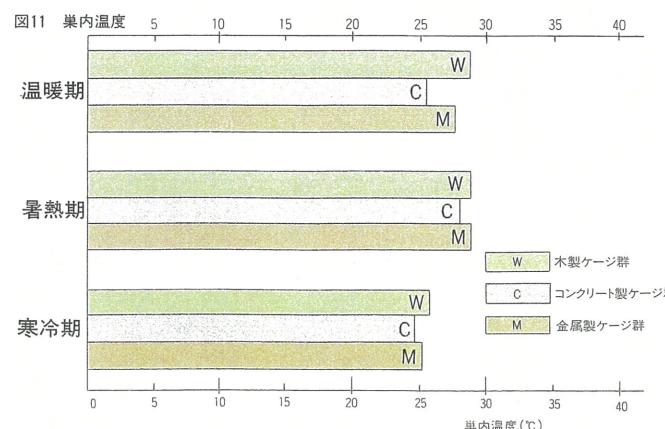
11

異なる材質の床張りケージ内の繁殖試験

それに対して動物が、哺乳期間中のほとんどの時間を過ごし、絶えず体表面を接触している巣部の床面温度には、材質による差が明瞭に認められた(図11)。この差は、動物の体温による床面の暖まり方、つまり保温性の差を示すものである。この結果と乳仔の反応を関連させてみると、ケージの床面からの体温損失の差が主要な原因であったと考えられる。

(注) 床面温度：マウスが巣部から出た直後の中心部の床材表面温度を、デジタル表面温度計、CD-700型、C HINO製を用いて測定した。

ケージの表面温度は室温と大体平行に変化するので、室温が低いほど乳仔の接触する床面からの熱損失の差が生理機能に大きく影響し、それが暑熱期では死に至る程の体温低下は起こらないが、成長の差として現われ、温暖期では生死という差に、寒冷期ではなお一層厳しく新生仔の生存に影響したと解釈できる。さらに厳寒期となればもっと早期に妊娠中の胎仔への影響として材質の差が現われる可能性を示唆している。



この実験の意義は

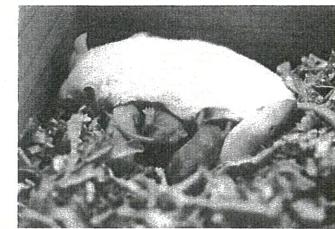
生存率が高いことや成長が早いことは、言うまでもなく動物の生活環境として優れていることを意味する。どの実験期においてもこれらの項目で優位順序が一致していたことは、実験動物を用いたこのような方法が各種の建材の居住環境としての優位性を調べるために一つの評価方法として有用であることを示すと考えられる。ただし、材質の差を動物の反応差として明確にとらえるために、どのような環境条件が一番良いかが問題であるが、乳仔が死んでしまうほどの苛酷な条件での試験は、動物愛護の立場から好ましいものではない。

(注) 研究用のマウスの飼育室：通常は温度 $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $50\pm 10\%$ 程度に保たれている。

ここで強調しておきたいのは、次の点である。哺乳中の乳仔の成長や生存などの反応は、母マウスの生理機能および心理的要因の総合として現われる乳汁分泌機能や母性行動を介する部分と、乳仔の生理機能への直接的な部分

が複合しているが、いずれにしても近接環境要因としての材質の物理的諸性能によって影響を受けている。従って、乳仔に起こる反応と材質の物理的諸性能との関連を解明することはもちろん必要である。しかし、たとえその関連がすべて明らかにできないとしても、物理的要因を時間経過の中で生物的な反応に変換させることに基づくこのような“居住性”評価法の意義は損なわれるものでないということである。

この実験で用いた3種の材質は、熱伝導率や吸湿性などの差が明らかで、優位性の順序は当初から予想されたものであり、この3者の順序を決めたこと自体の意義は、それほど大きいものではない。これまでの実験は、生理的、



▲ケージの材質が母マウスの哺育行動を左右

心理的に非常にデリケートな分娩から哺育期における乳仔に起こる成長や臓器の発達を指標とした生物反応により、近接環境要因である材質の居住性を評価する方法の有用性を示したことの大いなる意義がある。

(注) 金属製ケージ群の場合：材質の厚さが薄い(0.4mm)ので、実際には木(実験台)に床張りしたケージと類似の結果であったと解釈する必要がある。床からの熱流量が試験結果に大きな影響を与えていたことが、この順位からも推測できる。

これまでの実験で、生理的、心理的に非常にデリケートな分娩から哺育期における、マウスの乳仔の成長や臓器の発達を指標とした生物的反応が、近接環境要因であるケージ材質の居住性を評価する方法として有用であることが示された。

特にマウスの体表面が絶えず接触している床面の材質が強く影響することが推測された。そこで、異なる材質を床面に内張りしたケージを用いてマウスの繁殖試験を行い、居住性の評価を試みた。

【方 法】

コンクリート製ケージに、合板、塗装合板、クッションフロアーを内張り

実験は、環境条件を一定にした動物飼育室内(温度 $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $50\pm 10\%$ 、明暗14:10時間)で行った。

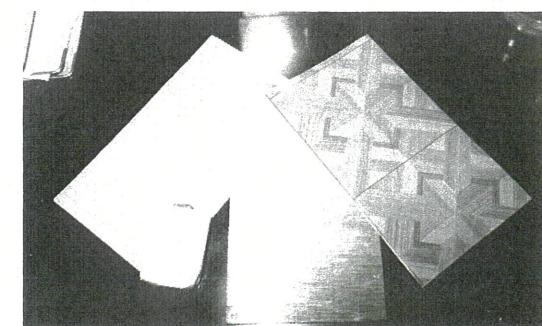
コンクリート製ケージ群を用い、床張り材として、合板(3 ply、2.4mm厚)、同じ合板にポリウレタン系剤(レタンPG60)を塗装し吸湿性を除いたもの、クッションフロアー(表面：塩化ビニール、裏面：発泡塩化ビニール、2.3mm厚)の3種を使用した。さらに木製(ヒノキ)、コンクリート製(床張りなし)ケージ群を加え、計5群を設け比較した。

1回に各群4ケージずつを飼育室内床上にランダムに配置して実験を行い、2回反復し各群8ケージの成績をまとめた。

8週齢のメスマウスを各群に分け、オス1に対しメス2を同居させ、2週間後にメス1匹ずつに分けて、妊娠、分娩、乳仔の発育状況を調べた。なお、巣づくりのために少量(2.5g)のスギのプレナー屑を各ケージ内に入れた。その他の飼育条件もこれまでの繁殖試験とすべて同じである。



▲常温、常温の静岡大学屋内実験室



▲内張り居住性評価試験の床材料 - 右からクッションフロアー、塗装合板、無塗装合板

結果

コンクリート床と塗装合板床の母マウスは、母親失格

各群ともすべてのマウスが妊娠し、分娩した。泌乳第1日目の乳仔に関する結果を表8にまとめた。平均産仔数がコンクリート床群と塗装合板床群で小さいが、母マウスの分娩前後の体重差から、分娩後に損耗した可能性が考えられる。

母マウスは、虚弱な乳仔や死産仔を食べてしまうことがある。妊娠中の母マウスの巢づくり行動もこれらの群では劣悪で、巣がほとんど作られないものも目についた。要するにこれらの材質は居住環境として良好なものでないことを示している。

次に、泌乳期の進行とともに乳仔の生存率の変化を図12に示す（塗装合板床群の1例を事故のため除外した）。コンクリート床群では、乳仔が次々と死んでゆき、生存率は泌乳第15日目まではほぼ直線的に低下してしまった。他の群では、損耗するものは少なく、離乳時まで90%以上に維持された。

床張り効果明らかに

乳仔の発育状況を図13に示す。5群の線グラフは交錯するので、泌乳第1日目の体重に対する増加率を縦軸にして、泌乳5日目ごとに棒グラフで推移を表わした。ここでもコンクリート製ケージ群はいずれの時期でも発育が最も劣っている。これに対して合板床群は、木製ケージ群と変わらぬ発育を示している。クッションフロアー床群と塗装合板床群はそれらの中間であるが、明らかに床張りの効果を示している。

さらに、耳が立つまでの日数、毛が生え始めるまでの日数、眼が開くまでの日数も仔マウスの発育の指標となるが、表9にまとめたように、コンクリート製ケージ群が最も悪く、床張り群はどの材質も発育に対しても良い効果を与えていることがわかる。



◀コンクリート製ケージの母マウスは
育仔に無関心

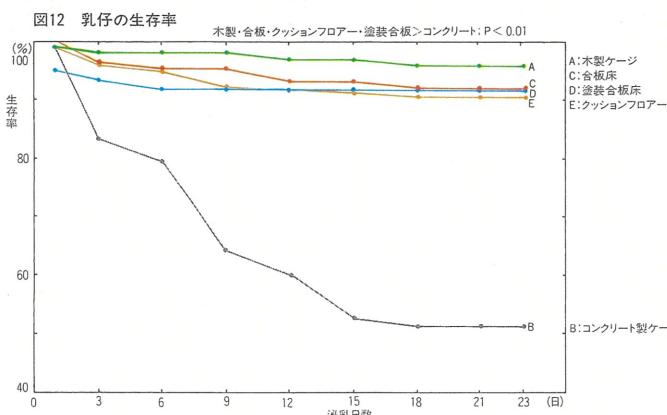
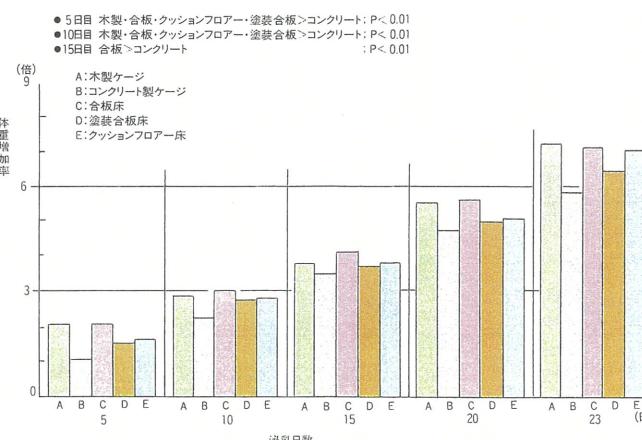


図13 乳仔の体重增加の割合



泌乳第23日目に1腹からオス、メスそれぞれ2匹の乳仔をランダムに抽出して臓器重量を測定した結果、精巣、卵巣および子宮の重量（体重10g当たり）は、コンクリート製ケージ群は最も小さく、合板床群は木製ケージ群に近く、クッションフロアー床群と塗装合板床群は、これらの中間値を示した（表10、表11）

表8 泌乳第1日における乳仔に関する結果

| 区分 | 例数 | 産仔数 | | | 生存仔数 | 死仔数 | 生存率(%) | 平均体重(g) |
|---------------|----|-----|----|----------|------|-----|--------|-----------|
| | | 最多 | 最少 | 平均 | | | | |
| 木製ケージ | 8 | 13 | 10 | 12.0±1.4 | 95 | 1 | 99.0 | 1.77±0.18 |
| コンクリート製ケージ | 8 | 12 | 5 | 9.8±2.6 | 77 | 1 | 98.7 | 1.74±0.12 |
| 合板床ケージ | 8 | 14 | 5 | 10.8±3.9 | 86 | 0 | 100.0 | 1.85±0.21 |
| 塗装合板床ケージ | 8 | 14 | 1 | 9.3±5.4 | 66 | 8 | 89.2 | 1.86±0.28 |
| クッションフロアー床ケージ | 8 | 16 | 9 | 11.9±2.4 | 94 | 1 | 98.9 | 1.70±0.13 |

士標準偏差

表9 乳仔の発育状況

| 区分 | 例数 | 耳が立つまでの日数 | 毛が生え始める日数 | 開眼日数 | 23日齢の体重(g) |
|---------------|----|-----------|-----------|----------|------------|
| 木製ケージ | 8 | 5.2±0.5 | 6日目以後 | 15.5±0.7 | 12.9±1.8 |
| コンクリート製ケージ | 6 | 6.6±0.3 | 7日目以後 | 16.8±0.5 | 9.9±2.4 |
| 合板床ケージ | 8 | 5.4±0.6 | 6日目以後 | 15.6±0.7 | 13.7±4.7 |
| 塗装合板床ケージ | 7 | 5.8±1.1 | 6日目以後 | 16.2±1.0 | 12.9±4.1 |
| クッションフロアー床ケージ | 8 | 5.5±0.7 | 6日目以後 | 16.0±0.9 | 11.6±3.2 |

士標準偏差

表10 乳仔の23日齢における臓器重量(オス)

| 区分 | 例数 | 精巣 | ひ臍 | 腎臍 | 副腎 | 胸腺 | 脳 | 体重(g) |
|---------------|----|----------|-----------|-------------|-----------|-----------|-------------|----------|
| 木製ケージ | 16 | 43.3±5.2 | 64.2±14.6 | 171.0±33.0 | 2.99±0.48 | 54.2±7.2 | 345.1±59.8 | 13.2±2.5 |
| コンクリート製ケージ | 11 | 30.7±6.2 | 47.9±10.1 | 304.9±136.5 | 2.85±0.67 | 57.1±16.8 | 427.6±82.3 | 9.8±2.6 |
| 合板床ケージ | 15 | 41.8±7.5 | 70.2±14.7 | 187.8±50.7 | 3.16±0.83 | 56.5±6.7 | 328.9±63.7 | 14.3±3.9 |
| 塗装合板床ケージ | 11 | 40.0±6.7 | 65.7±18.2 | 177.3±16.4 | 3.39±0.37 | 61.0±7.6 | 375.0±95.1 | 12.8±3.8 |
| クッションフロアー床ケージ | 16 | 37.9±5.1 | 61.0±15.9 | 171.2±23.9 | 3.17±0.47 | 54.6±14.8 | 404.0±111.0 | 14.4±3.3 |

★有意差★ 精巣…木製・合板・塗装合板・クッションフロアー→コンクリート；木製→クッションフロアー

(P<0.01) ひ臍…木製・合板・塗装合板・クッションフロアー→コンクリート

腎臍…コンクリート→木製・合板・塗装合板・クッションフロアー

副腎…塗装合板→コンクリート

脳…コンクリート→木製・合板；クッションフロアー→合板

表11 乳仔の23日齢における臓器重量(メス)

| 区分 | 例数 | 卵巣 | 子宮 | ひ臍 | 腎臍 | 副腎 | 胸腺 | 脳 |
|---------------|----|-----------|----------|-----------|-------------|-----------|-----------|-------------|
| 木製ケージ | 16 | 4.18±1.30 | 17.1±5.7 | 63.3±16.3 | 169.8±14.6 | 3.09±0.73 | 53.1±10.4 | 351.5±56.2 |
| コンクリート製ケージ | 12 | 3.07±0.48 | 12.7±2.5 | 48.2±14.0 | 261.2±226.4 | 2.82±0.52 | 61.3±16.0 | 427.3±99.1 |
| 合板床ケージ | 15 | 4.12±0.57 | 16.5±5.0 | 64.7±19.0 | 170.9±15.1 | 3.23±0.60 | 52.5±7.2 | 374.3±110.5 |
| 塗装合板床ケージ | 11 | 3.52±0.63 | 16.5±3.7 | 64.6±13.1 | 168.8±21.6 | 3.45±0.60 | 59.9±8.3 | 373.4±83.8 |
| クッションフロアー床ケージ | 16 | 3.87±0.99 | 15.0±4.8 | 62.4±14.3 | 174.1±16.2 | 3.22±0.48 | 51.1±12.0 | 399.2±96.1 |

★有意差★ 卵巣…木製・合板・クッションフロアー→コンクリート

(P<0.01) ひ臍…木製・合板・塗装合板・クッションフロアー→コンクリート

腎臍…コンクリート→木製・合板・塗装合板・クッションフロアー

副腎…塗装合板→コンクリート

脳…コンクリート→木製 胸腺…コンクリート→クッションフロアー

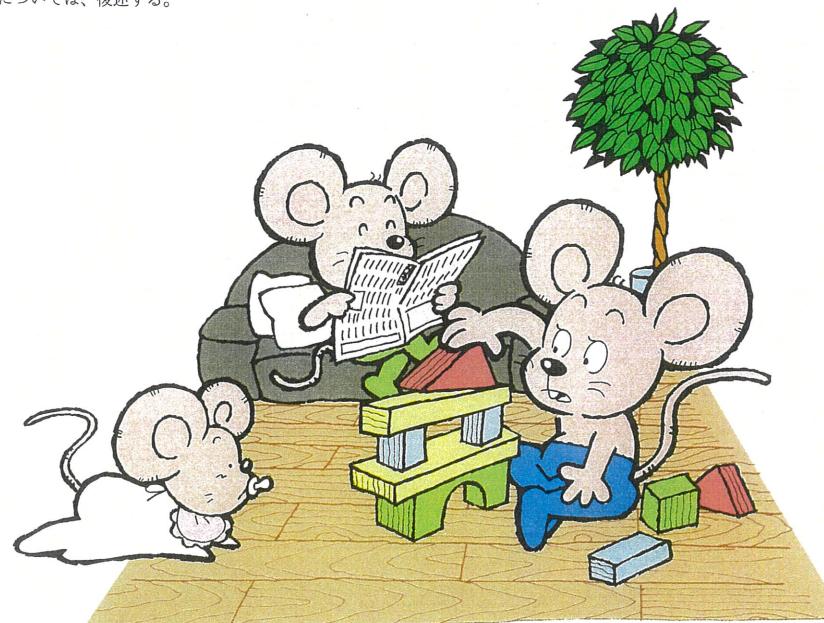
床材の嗜好性試験

【考 察】

木製ケージに次いで合板床が優

以上の各観察項目を総合的に考察すると、マウスの繁殖試験に基づく居住性の順位としては、木製ケージ群が最も優れ、コンクリート製ケージ群が最も劣り、床張りの効果は用いた材質のすべてで明らかに認められ、中でも合板床群が最も良く、ほとんど木製ケージ群と同等であり、次いでクッションフロアー床群と塗装合板床群はほぼ類似効果を示したといえよう。

床張りによるこれらの効果の差は、マウスの体表との接触面からの熱損失が最も大きい要因であることを強く支持していると考えられるが、これら材質の熱流量については、後述する。



これまでの実験ではマウスの好みの如何にかかわらず、各種の材質の上で生活させた時に起こる生物反応を指標として居住性を評価する方法を用いた。しかし、元来動物は自己の生存に適する環境に生活の場を選ぶものであり、当然生理的に不利に作用する環境よりは有利な環境を求めるものと考えられる。

そこで、異なる材質を用いて、マウス自身に生活の場を選ばせることによって居住性の優劣・適否の比較が可能か否かを調べるために、次のような実験を試みた。

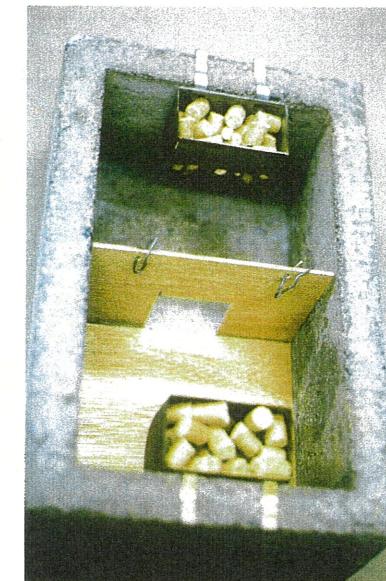
【方 法】

7種の床材で、マウスに休息の場を選ばせる

これまでに使用してきたコンクリート製ケージ群を用い、下部中央にマウスの通路用の穴を開けた隔壁（合板製）で部屋を二分し、それぞれの床に材質の異なる建材を床張りし、餌入れと給水びんもそれぞれに同じように設置し、マウスがどちらの部屋に休息の場を選ぶかを調べた。

前述と同じ空調した動物飼育室内に10個のケージをランダムに配置し、それぞれに1匹のマウスを入れた。実験は、午前9時に開始し午後8時まで、1時間ごとにどちらの部屋にマウスがいるかを観察し、2日間続けた。一般にマウスは初期では活動は活発でないが、常に静止しているわけではなく、両部屋を往復している場合もある。特に、実験開始日の午前は安定しない。最も安定しているのは、午後2～5時である。そこで、観察時に5分間以上マウスが継続して静止休息している状態のものだけを数えた。

用いた床材は前述した繁殖試験のものと同じ合板、塗装合板、クッションフロアーの他に、スギ（4.5mm厚）ヒノキ（4.5mm厚）、アルミニューム（0.8mm厚）を加え、これらとコンクリート床のままの7種類のすべての組合せ21通りについて嗜好性を比較した。（この実験では、プレーナー層は入れていない。）実験ごとにマウス、ケージ、床材はもちろん、給水びん、給餌器などはすべて交換した。



◀床材の嗜好性試験用のケージ
～コンクリート vs 合板内張



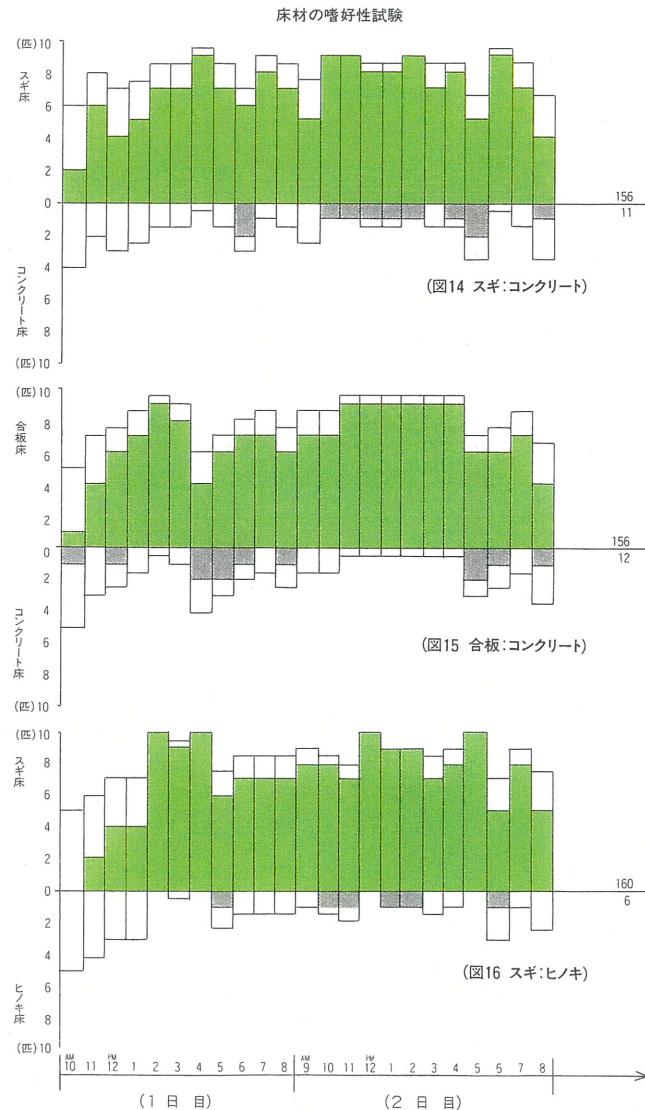
◀嗜好性試験の床材

【結果】

マウスはスギや合板がお好み

わかりやすいように、いくつかの例を図で示す。図中の横軸は観察した時間を表わし、縦軸には上半と下半に分けて2種の床材のそれぞれの部屋にいたマウスの数を棒グラフで表わしてある。棒グラフの白い部分は静止していないマウスを上下に2等分している。それぞれの時間でのマウスの合計数(棒グラフの長さ)は10匹になっているわけである。

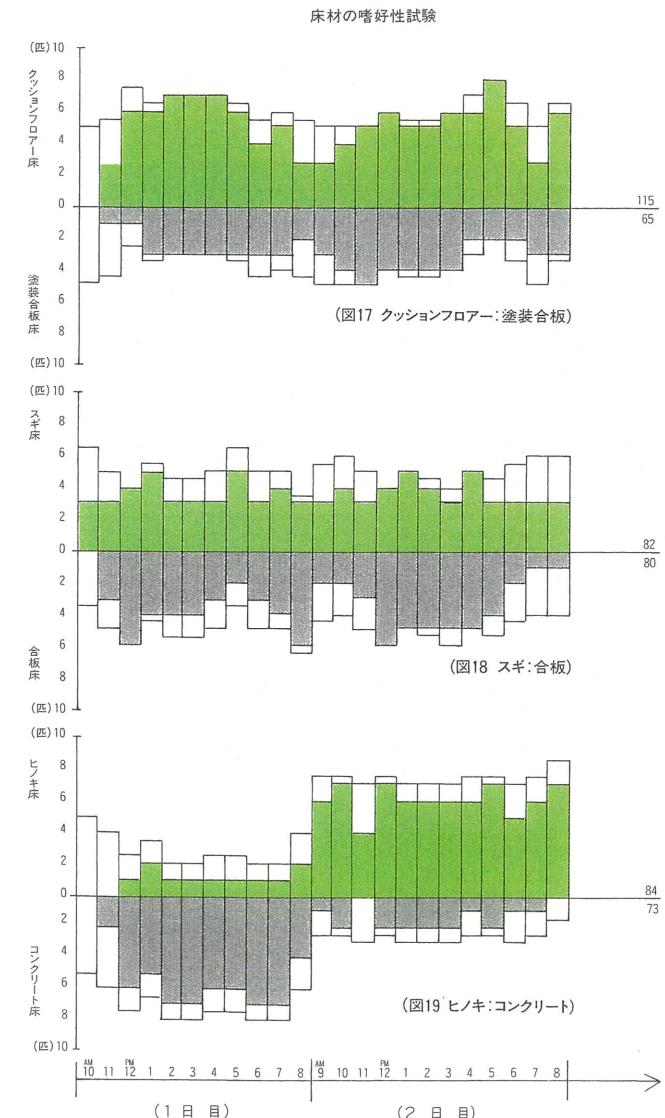
スギ床または合板床とコンクリート床との組合せ(図14、図15)や、スギ床とヒノキ床との組合せ(図16)においては、実に明確にマウスが片寄っていることがわかる。個々の時間ごとでも統計的に有意な片寄りを示す時間帯が多い(9匹対1匹か、10匹対0匹の場合)。さらに全体をまとめたマウスの匹数の比で検定してみても、有意にスギ床や合板床に片寄って休息している。それに対して、クッションフロアー床と塗装合板床の組合せ(図17)や、スギ床と合板床の組合せ(図18)の比較では図でみても必ずしも明確ではない。しかし、全体の比として統計的に比較検定すると、前者ではクッションフロアー床>塗装合板床と有意な片寄りとなつており、後者では、スギ=合板床と片寄りは有意ではない。このようにして、すべての材質の比較をまとめてみるとスギ=合板床>ヒノキ床>クッションフロアー床>塗装合板床>コンクリート床>アルミニューム床の順でマウスは居住に対する嗜好性を示しているという結果になった。



興味深いヒノキの香り

実は、この順位と合致しない大変奇妙な1つの組合せの結果があった。それは、図19に示したヒノキ床とコンクリート床の場合である。1日目は明らかにコンクリート床側に片寄っていたのだが、2日目では、逆転してヒノキ床側に片寄りを示し、全体の比で検定すると片寄りがあるとは言えなくなった。この一番もっともらしい理由としてヒノキの香りが考えられる。ここで、使用したヒノキ床は実験用に切り出したばかりのものであった。初日は、この臭いを避けてコンクリート床に片寄ったが、後述するように、長時間コンクリート床に過ごすと多くの熱が奪われるため、2日目には多少の臭いはあっても保温性のあるヒノキ床側に移ったのではないかと推論できそうである。また2日目には自身の糞尿の臭いでヒノキの臭いの影響がかなり消されてもいるだろう。私達にとっては芳香と感じられるヒノキの香りも、マウスにとっては少し強烈すぎたのかもしれない。今後、検討すべき興味深い問題であるが、いずれにせよこの例は“嗜好性”試験の特性を示す好例でもある。すなわち、“嗜好性”は多くの要因に基づく総合結果なのである。

一組ずつの比較では、好きか嫌いかの判定しかできない。対象とした材質の全てについての好・嫌の程度を量量化するために、心理学的手法である一対比較法の統計理論に従って嗜好性の心理量を計算した。前記の奇妙な1例のために、ここでは2日目のみの数値を用いた結果を図20に示した。嗜好性の順位はスギ床>合板床>ヒノキ床>クッションフロアー床>塗装合板床>コンクリート床>アルミニューム床となり、それぞれの量的関係がわかる。



床材の熱流量の測定

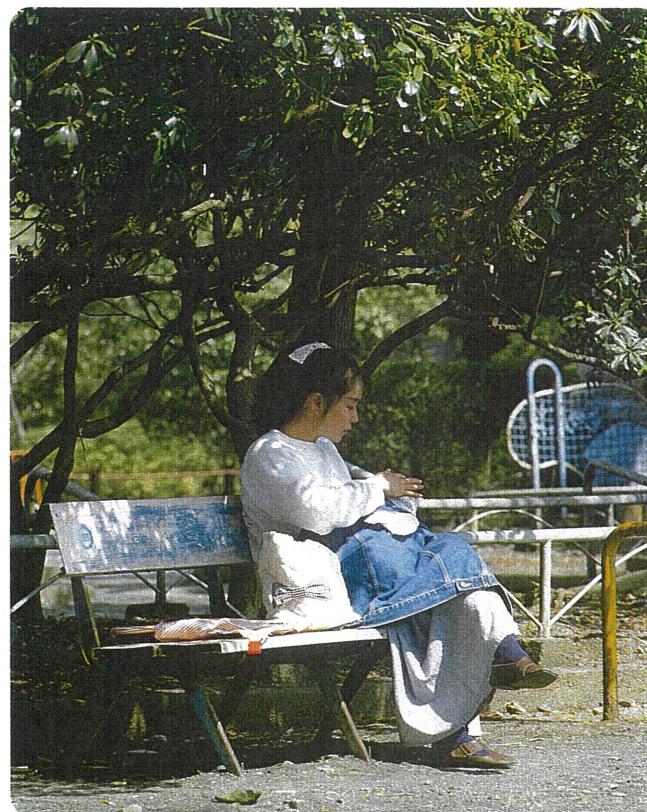
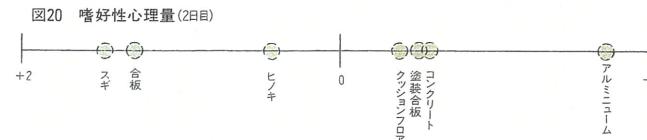
【考 察】

マウスが肌で感じた木の良さとは

床張りケージでの繁殖試験による材質の居住性の評価順位と今回の嗜好性試験による順位が一致したことは大変興味深い。前者は与えられた環境で起こる生物反応に基づく順位であり、後者は動物自身の選択による好みの順位である。既述のように動物は、自身の生存に適する環境を生活の場に選ぶものであり、当然生理的に有利に作用する環境を求めて巢作りもする。マウスのような小動物は床面に絶えず体腹面を接触させている。床面の材質の保温性(熱伝導性)、吸湿性、その他動物の生理反応に影響をおよぼすと考えられる要因について、動物は生理的に有利な方を、まさに肌で感じ取る能力を備えていると考えても不思議ではない。

繁殖試験の評価と嗜好性試験の評価の一一致は、このことを裏付けているようと思われる。繁殖試験はかなりの長期間と多くの労力を必要とするが、嗜好性試験は比較的短時間でできる。従って、このような嗜好性試験も材質の居住性の生物学的評価法として有用な一つの方法になり得ると考えられる。いずれの生物学的評価法の場合でも材質の物理的な諸性能との関連を解明する必要があることは繰り返して言うまでもない。

この嗜好性の実験でも非接触温度計で床面温度を測定したが、材質間に明らかな差は認められなかった。おそらく材質による温度の奪われ方、吸湿性、肌ざわりなどの質感の差が関連していると考えられるが、次の項で熱の奪われ方について考察する。



繁殖試験でみられたケージの材質によって起こる乳仔の反応差の主な原因は、床面からの熱損失の差であろうと推測した。さらに嗜好性試験でも床材からの熱の奪われ方の差が原因の一つと考えられた。そこで、各種の床材の熱流量を測定した。

【方 法】

7種の床材の熱の奪われる量を測定

測定装置を模式図に示した(図21)。放熱容器(発泡スチロール製、9×9cm高さ12cm)内に、約40℃の湯300mlを入れたものを熱源とし、この放熱容器と床材の間に熱流センサー(京都電子工業製)を挿入し、放熱容器と床材の接触後2分までは20秒ごとに、その後は1分ごとに10分間測定した。

測定は、既述の動物飼育室で行い、被検体も繁殖試験、嗜好性試験と同じものを用いた。

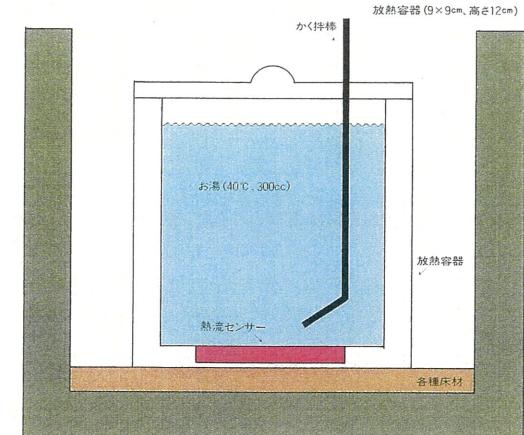
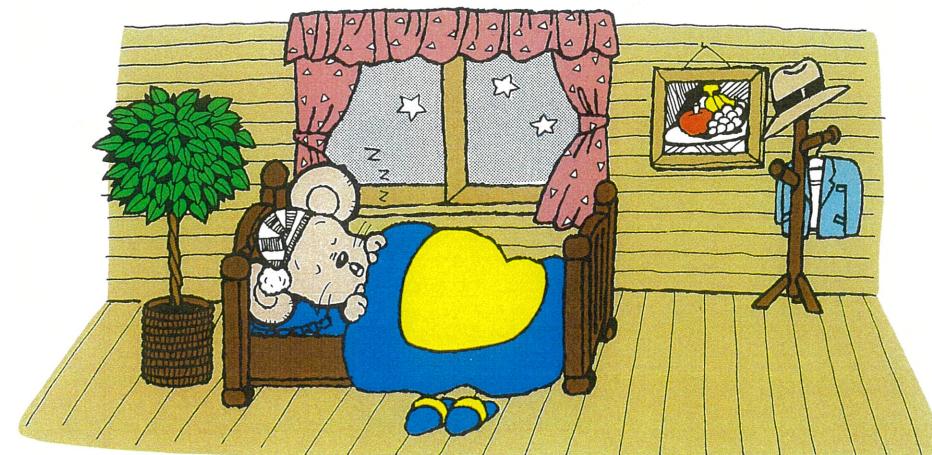


図21 热流量測定装置の模式図

コンクリート製ケージ



【結果と考察】

材質の熱流量がやはり大きなポイント 熱を奪うコンクリート

繁殖試験で用いたケージ群の床材の熱流量の変化(図22)および嗜好性試験で用いた床材の熱流量の変化(図23)を示す。放熱容器が各ケージ床材に接触すると同時に熱流量は急激に上昇し、最高値に達したあと次第に低下して定常値に近づいてゆく。マウスの体からの熱もこのようにして奪われてゆくと考えてさしつかえないであろう。

図22から熱流量の順位はコンクリート製ケージで最も高く、塗装合板床がこれに次ぎ、合板床とクッションフロア床は測定のたびに入れ替わるほど近似しており、最も低いのが木製ケージであることがわかる。これに対して、繁殖試験での乳仔の反応による評価順位は、コンクリート製ケージが最も悪く、塗装合板床とクッションフロア床はほぼ類似でこれに次ぎ、合板床はむしろ木製ケージとほとんど変わらないほどの好成績であった。

べたつくクッションフロア

注目すべきは、このような熱流量と繁殖試験の成績順位に見られるわずかな相違であり、いうまでもなく繁殖成績には熱流量以外の要因が影響していることを示しているのである。ここでは、例えば吸湿性の差が強く示唆されている。すなわちクッションフロア床は熱流量では合板床とほぼ同じでも、吸湿性のないことが、乳仔の生理機能に好ましくない影響をおよぼしたのである。事実、クッションフロア床や、塗装合板床上の乳仔の肌はべたつく感じがはっきりと認められた。

図23にも、合板床、クッションフロア床およびヒノキ床の熱流量がほと

図22 飼育実験で用いたケージ群の床材熱流量変化

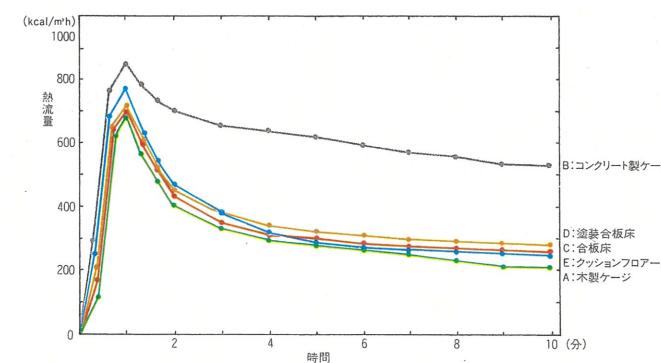
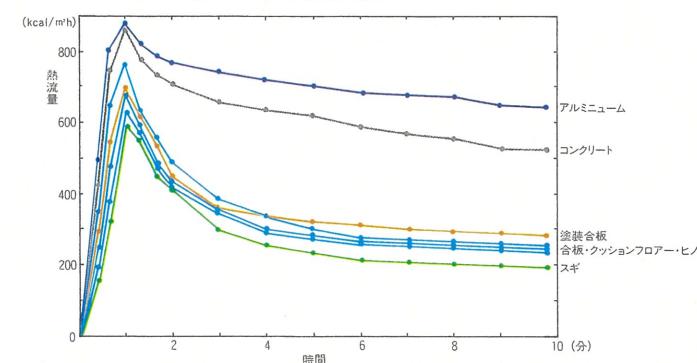


図23 嗜好性実験で用いた床材の熱流量変化



んど同じ程度であることが示されている。これら材質の熱流量と前項の嗜好性試験で求めた心理量との関係を考察してみよう。図24には熱流量の最高値 Q_{max} と心理量の相関を、また、図25には10分後の熱流量値 Q_{10} との相関を示してある。両図から熱流量の大小と嫌・好の心理量が高い相関関係にあることが判る。

しかし、これらの図からも材質の熱流量以外の要因がマウスの嗜好性にかなり影響を与えていることも読みとらなければならない。図中の斜線(回帰直線)から離れているものほど、他の要因の影響が大きいことを意味している。その影響が嗜好性にとって良い場合がこの斜線上に、悪い場合が下に位置することになる。他の要因として、吸湿性、表面の肌ざわり、臭いなど多くのものが考えられるが、それぞれの要因との関連はさらにひとつひとつ解析が必要となってくる。

いずれにせよ、繁殖試験による評価順位や嗜好性試験による順位には、材質の熱流量が主な要因となっていることが確認されたが、同時に、これらの生物学的評価順位には他の要因も含まれていることが明示された。このことは、言い換えれば、多くの要因からなる居住性を総合的に評価するための、このような生物学的方法の有用性と意義がさらに示されたわけである。

図24 床材の嗜好性と熱流量の関係(2日目)

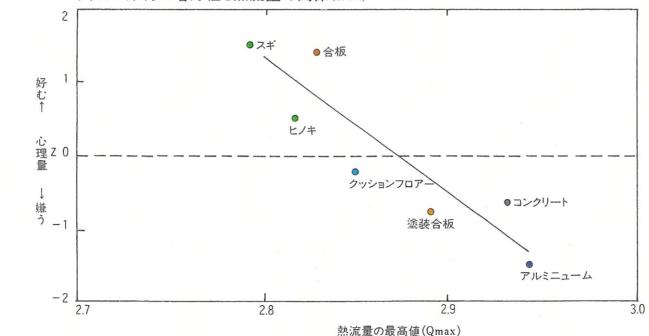
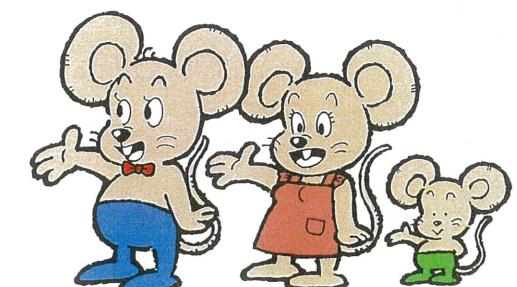
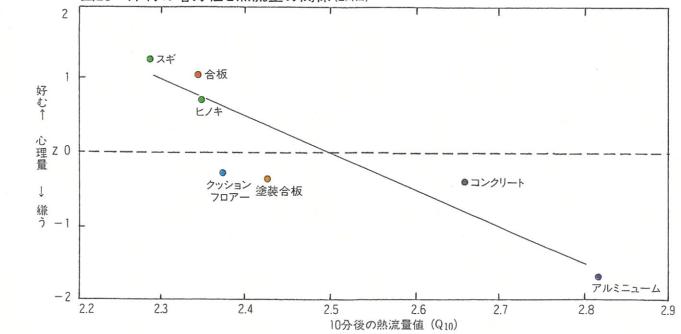


図25 床材の嗜好性と熱流量の関係(2日目)



おわりに

温暖期・暑熱期および寒冷期の自然環境下で異なる材質でできたケージ(木製・金属製・コンクリート製)内で実験用マウスを飼育し、動物の成長および繁殖など生理機能におよぼす影響を比較検討した。その結果、急成長期における発育および心理的・生理性に非常にデリケートな分娩から哺育期の母マウスの哺育行動、特に乳仔の成長ならびに臓器の発達(重量)を指標として、近接環境要因であるケージ材質の居住性を評価することの有用性が示された(繁殖試験)。木製ケージは動物の居住環境として、金属製またはコンクリート製ケージより明らかに優れていた。

次に、各種の材質(合板、塗装合板、クッションフロア)で床張りしたコンクリート製ケージ内で、この繁殖試験を行いそれら材質の居住性の評価を試みた(床張り繁殖試験)。床張りしたすべての材質で繁殖試験の成績が向上し、床張り効果が認められ、合板が最も優れていた。

また、コンクリート製ケージを2分し、そのそれぞれに異なった材質を床張りし、マウス自身に休息の場を選択させて、材質に対する嗜好性を比較した。上記床張り試験で用いた材質に加えて、スギ、ヒノキ、アルミニュームを用い21の組み合せで試験した結果を、一対比較法により嗜好性心理量として定量化した。この嗜好性の順位と床張り繁殖試験の

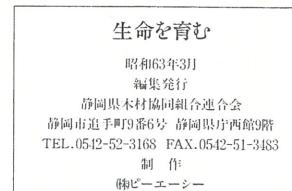
評価順位が一致した。この結果は床面に絶えず体腹面を接触させているマウスは自身の生活環境として有利な方を、まさに肌で感じとる能力を備えているという考え方を支持するものであり、嗜好性試験も居住性の評価法として有用であることを示している。

さらに床張り繁殖試験および嗜好性試験で用いた各種の材料の熱流量を測定した。その結果、両試験による評価順位は、床材の熱流量と高く相關しているが、吸湿性、肌ざわり、臭い、その他の要因を含む総合的な要因によるものであることが示された。換言すれば、繁殖試験および嗜好性試験という生物学的評価法は、材質の居住性を総合的に評価することに意義があることが、さらに示されたわけである。

結論として、今回の繁殖試験および嗜好性試験に基づく生物学的評価によって、本研究で対象とした材質の中では、木質材料が最も優れた居住性を有することが認められた。

なお、本研究事業は、静岡県木材協同組合連合会の委託を受け、昭和61～62年度の両年度にわたり、静岡大学農学部家畜飼育学研究室ならびに木材物理学研究室において実施したものである。

(文責: 研究代表者
静岡大学家畜飼育学研究室 教授 水野秀夫)



この報告書の無断引用・転載を禁じます。

