

マウスを用いた床材性能評価の試み

静岡大学農学部林産学科 丸山 則 義

生活空間の中で私達が目にする、あるいは触れることの多い内装材料は、木質系をはじめとして新建材と呼ばれる材料まで多種多様に開発され、利用されています。これらは、耐久性や経済性、化粧性などの点が評価されて利用されているものでありますが、これに対して健康的な空間を作り出す内装材料としての評価は皆無で、そのような材料の研究はほとんどなされていませんでした。

心理的、生理的快適性を評価するためには、人間がその環境におかれたときの快、不快を表現することが最も確実な方法ではありますが、人間の場合、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問題が多くあります。このことがこの種の研究の発展を遅らせた原因と思われる。

内装材料が心理的、生理的に影響するとしてもそれは比較的長期にわたるものであろうことから、私達は居住性を評価する方法として実験用マウスを用いることにしました。実験用マウス(ハツカネズミ)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ます。また、その名のおとりに、妊娠期間が20日、生後20日で離乳、さらに20日もたつと繁殖できるというように成長、発育が大変早い動物で、個体の生理機能だけでなく繁殖機能も含めて長期にわたる総合的影響を調べるために適しており、医学、薬学の研究で多く使われているのもこのような理由によるものです。

マウスを用いた居住性評価の研究は2か年行っ

1988年11月号

てきています。初年度はマウスを材質の異なる木製、金属製およびコンクリート製の3種類のケージで飼育し、マウスに起きる生物的反応によって居住性を客観的に評価することを試みました。その結果、生理的、心理的に非常にデリケートな分娩から哺乳期における乳仔の成長や臓器の発達は、マウスの体表面が絶えず接している床材料に強く影響され、熱を奪い易い材料ほど劣り、居住性、特に床材料の性能を評価する方法として有効であることが示されました。そこで次に、繁殖性や乳仔の成長が劣ったコンクリート製ケージの床面に材質の異なる内張りを施し、マウスの成長、繁殖および嗜好性が床材料とどのような関連があるか検討しました。

実験に用いました飼育ケージは内規寸法が11×17×30cmの大きさで、コンクリート製ケージをむき出しの状態、あるいは合板、塗装合板およ

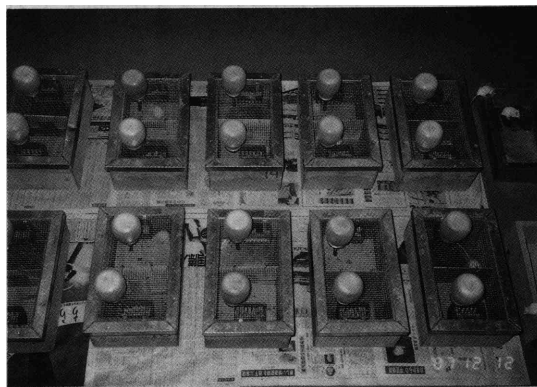


写真 マウスの嗜好性実験

びクッションフロアをそれぞれ入れたもの、計4種類のケージを使用し、さらに比較のために木製ケージも併せて使用しました。塗装合板およびクッションフロアは、合板床と比較して断熱性がほぼ同じで、吸湿性のみが劣る場合の効果を得るために用いたものであります。マウスは、世界的に広く使用されている比較的大型で、発育、繁殖性が良好なICRマウスを実験に使用しました。実験の再現性、反復性を持たせるため、飼育は、動物飼育室（温度25℃、相対湿度50%、明期と時期を14時間と10時間に設定）で行いました。5種類のケージ各4個をランダムに配置し、2回反復して各群8ケージの成績をまとめました。全実験期間を通じ、マウスには固形飼料と水を不断給与し、また、巣を作る材料として2.5gのスキのプレーナー屑を入れました。この営巣材料は、完全な巣を作るには不十分なもので、巣の周囲を形成する程度の量であります。

8週齢で購入したメスマウスを各群に分け、オス1に対しメス2を2週間、同居させた後オスを取り出し、メスを1ケージ1匹ずつに分けて飼育し、分娩・乳仔の発育を観察しました。

出産を控えたマウスは巣作りを始めます。木製および合板床ケージのマウスはすべて巣作りを行いましたが、コンクリート製、塗装合板床、クッションフロア床のケージのマウスは巣作りを行わないのがみられます。塗装合板床ケージのマウスの場合、1回目の実験ではほとんど巣作りが行われず、仔マウスの出産数も少なかった。これは、塗装後の乾燥が不十分であったため塗料の揮発成分が親マウスに悪影響をおよぼしたためと思われる。2回目の実験では乾燥が十分であったためか巣作りを行い、産仔数もほかのケージとほぼ同じでありました。

各ケージ群においてすべてのマウスが妊娠し、順調に分娩に至りましたが、妊娠確認から出産までの日数は、木製、合板床、塗装合板床、クッションフロア、コンクリート製ケージの順で早く、親マウスの体重増加の割合の順とほぼ一致しました。

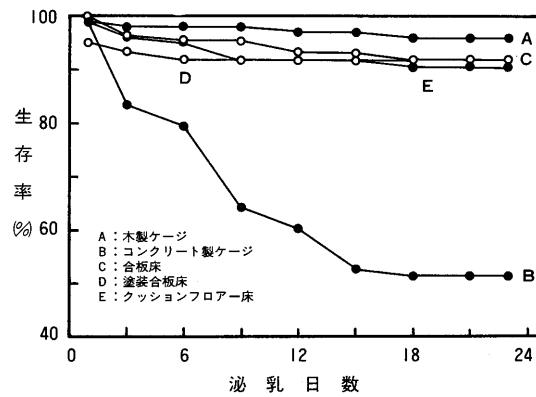


図1 乳仔の生存率

乳仔の体重増加はいずれの時期でも木製、合板床ケージ群で優れており、コンクリート床ケージ群で劣っています。残りのケージはこれらの中間にあり、明らかに内張りの効果を示しています。

次に、泌乳期の進行に伴う乳仔の生存率の変化を図1に示します。コンクリート床ケージ群では15日までにほぼ直線的に低下しています。ほかのケージ群では損耗するものは少なく、離乳時まで90%以上に維持されました。この結果を先の体重増加と併せて検討すると、生存率は2週間あたりから安定し、体重増加の割合は2週間ぐらいまでケージ群による有意差が認められました。6日目あたりから体毛が生え始め、2週間目でほぼ生えそろう。このため、2週間までは特にケージの影響を受け易いためであると考えられます。したがって、それ以後はケージによる影響が減少し、ケージ群間による有意差もなくなっています。

耳が立つまでの日数、目が開くまでの日数も仔マウスの発育の指標となりますが、いずれもコンクリート床ケージが最も悪く、体重増加割合と同様の傾向になりました。

23日齢まで生存した乳仔を親マウス1匹当たりオス、メス2匹ずつを任意に抽出し、臓器重量の測定をおこないました(表1)。精巣、卵巣・子宮といった生殖器で顕著な影響が認められます。生殖器の発達は体重増加の割合が高かった順に対応し、木製、合板床ケージ群が優れており、コンクリート製ケージ群が最も劣っています。木製ケ-

表1 乳仔の23日齢における臓器の重量(体重10g当たりのmg)

【オ ス】						
ケージ	例数	精巣**	脾臓**	腎臓**	体重(g)	
木製	16	43.3±5.2	64.2±14.6	171.0± 33.0	13.2±2.5	
コンクリート製	11	30.7±6.2	47.9±10.1	304.9±136.5	9.8±2.6	
合板床	15	41.8±7.5	70.2±14.7	187.8± 50.7	14.3±3.9	
塗装合板床	11	40.0±6.7	65.7±18.2	177.3± 16.4	12.8±3.8	
クッション床	16	37.9±5.1	61.0±15.9	171.2± 23.9	11.4±3.3	

【メ ス】						
ケージ	例数	卵巣**	子宮**	脾臓**	腎臓**	
木製	16	4.18±1.30	17.1±5.7	63.3± 16.3	169.8± 14.6	
コンクリート製	12	3.07±0.48	12.7±2.5	48.2± 14.0	261.2±226.4	
合板床	15	4.12±0.57	16.5±5.0	64.7± 19.0	170.9± 15.1	
塗装合板床	11	3.52±0.63	16.5±3.7	64.6± 13.1	168.8± 21.6	
クッション床	16	3.87±0.99	15.0±4.8	62.4± 14.3	174.1± 16.2	

** : ケージ群の間で統計的な有意差が認められたもの

ジ群に比べコンクリート床ケージ群は約30%も小さい結果となっています。脾臓もコンクリートだけが極端に小さい。逆に、腎臓はコンクリート床群だけが大きく、これは腎臓の約半数(48%)に水腫ができたためであります。また、コンクリート床ケージ群のマウスは脂肪が多く確認されました。これは冷たい床から体温の低下を保護するため、自己防衛の意味で脂肪を蓄積したものと考えられます。

マウスの飼育実験から床材質が繁殖・成長におよぼす影響は極めて大きく、その評価は木製ケージが最も優れ、コンクリート製ケージが劣っていました。内張りの効果はその材質により異なり、合板床ではほとんど木製に近いものとなりました。塗装合板、クッションフロアがさほどよい効果を示さなかったのは保温性だけでなく、床材の調湿性が繁殖・成長に影響しているためと推定されます。

マウスに嗜好性があるかどうかは別にして、休息の場を選択できるようにしたとき、床材質によ

り差が出るかどうかを検討しました。飼育実験で用いたコンクリート製ケージを用いて、中央に穴を開けた隔壁(合板)で部屋を区分し、各々に異なる材質の床材を内張りしました。床材料はコンクリートむき出し、合板、塗装合板、クッションフロア、スギ、ヒノキ、アルミ板の計7種類を用いました。実験は恒温恒湿の動物飼育室で行い、両側にえさ箱、水入れを置いたケージをランダム配置し、各々に1匹のマウスを入れました。全組み合わせ21とおり、繰り返し10の計210組について実験しました。この実験では営巣材料を入れていません。マウスを午前9時にケージに入れて実験を開始し、午後8時まで1時間ごとにどちらの部屋にいるかを観察し、これを継続して2日間観察しました。

一般にマウスは明期では活動が低下しますが、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ります。そこで観察時に5分以上継続して静止休息している状態を数えました。また、前年度の結果から、断熱性がマウスの発育

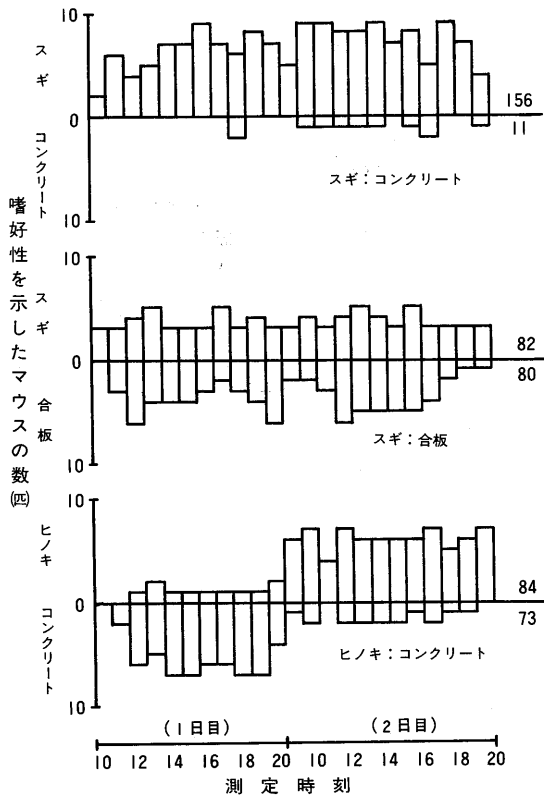


図2 床材に対する嗜好性

に大きく影響していることが明らかとなっており、各床材の熱の移動速度を測定し、嗜好性との関係についても検討しました。

嗜好性の結果の一例を図2に示します。ケージに慣れるのに3時間程度要しますが、一度寝る場所を決めるとほとんど変えません。また、寝る側にあるえさを食べ、反対側の部屋でフンをする傾向がみられました。嗜好性順位は、先の飼育実験の結果からおおよそ推定したとおりの結果が得られましたが、ここで興味深いのは、ヒノキとコンクリートの組み合わせで、初日と2日目で傾向を異にしていたことでもあります。これは、切削加工した直後のヒノキの板を用いたため、臭いが強く、これを嫌ったためで、2日目では臭いに慣れたかあるいは糞尿の臭いのためにその影響が低下したためではないかと考えられます。

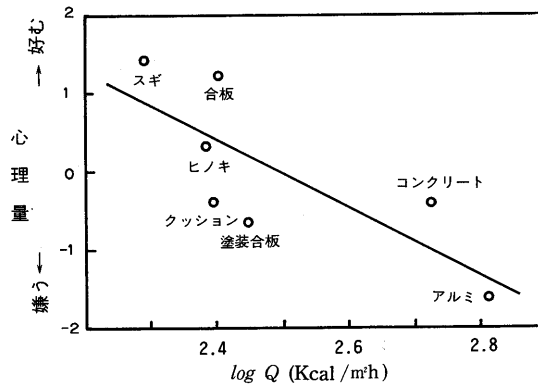


図3 床材への嗜好性と熱流速度の関係

熱流と嗜好性の関係を図3に示します。横軸は10分後の熱流速度を対数表示したものであります。熱流速度（熱の奪われる速さ）は、一般に1分程度で最大に達し、10分もすると一定の速さに落ち着きます。マウスが比較的長い間材料に接していることからこの値を用いました。熱流の大きなものほど嗜好性が低い傾向が認められ、体表面から熱を奪われ難い材料を休息の場として選択していることが伺えます。しかしながら、同程度の熱流の材料でも嗜好性に大きな差があり、熱流だけでなく、臭いや体表面の清潔さ（吸湿性）などの生理的に有利に作用する環境を選択するものと考えられます。

マウスの飼育実験および嗜好性実験から得られました結果は、経験的にある程度予測できるものであります。今回の結果はあくまでマウスの生理的、心理的反応結果であり、人間の健康におよぼす影響を必ずしも説明するものではありません。しかしながら、より多くの木材を生活空間の中に取り入れてもらうためには、木材を扱う側の科学的評価の積み重ねが今後とも必要であると考えています。

この研究は、静岡県木材協同組合連合会の委託により、静岡大学農学部家畜飼育学研究室と木材物理学研究室の共同で行ったものであります。