

建築物に発生する有害生物の被害とその対策に関する研究の概要

土 居 修 一

1. はじめに

第2次オイルショック以後、本道の住宅は飛躍的に性能が向上しましたが、その一方で断熱化や気密化に伴う温湿度の安定化と換気量の不足によって、カビやダニなどの発生をはじめとする住宅内の環境悪化が問題になりつつあります。冬期間の寒冷地の住宅では、全室暖房と計画的な換気によって室内の衛生環境が保たれるべきですが、住宅の性能向上に生活習慣や断熱の変化が伴わず、特に非暖房室に結露やカビの被害が発生する例が多く見られます。また、夏期に高温多湿になる本州と比較するとやや湿度が低いものの、他の北方諸国より比較的高温のため本道独自の対応が求められます。これらをふまえて、現在の住宅の室内環境を衛生上および建築上の観点から検討し、問題点を明らかにして総合的な対策を提案するため、標題の共同研究がスタートしました。

この研究は昭和62年度から64年度の3年間の予定で続けられます。主管機関は道立寒地建築研究所であり、共同研究機関は林産試験場、衛生研究所および札幌医科大学です。以下に昭和62年度の成果を中心にその概要を説明します。

2. 研究の概要

この研究は、実態調査と被害の防止対策に関する実験および対策指針の作成からなり、その内容はおよそ以下のとおりです。

RC共同住宅および木造住宅の衛生環境に関する調査

a) アンケート調査

- ・カビ、ダニの発生実態および健康状態と建築物の関係
- ・居住者の生物被害意識の把握
- b) 被害を受けた住宅の実態調査
- ・室内および局部の温湿度環境と気密性能との関係
- ・環境要因の推移と有害生物発生消長との関係
- ・発生カビ相と発生害虫相との関係
- ・内装材料の種類とカビ被害の関係
- 環境改善と被害の対策に関する実験
- a) 実験室的実験
- ・各種内装材の調湿機能とカビ発生率との関係
- ・ダニなどの有害生物防除の基礎的実験
- ・環境改善用換気設備の基礎的実験
- ・防カビ薬剤の性能試験
- b) 現場実験
- ・環境改善および内装材料の変更によるカビ数の変化
- ・ダニなどの有害生物防除の実地的試験
- ・環境改善用換気設備の実地実験
- 環境改善と被害の対策案指針作成

3. 62年度の成果の概要

3.1 アンケート調査の結果

実際に自分が住んでいる住居についての評価から、健康で快適な住宅とはどのようなものかを明らかにするために、札幌市の4地域に住む一般の人達を対象にアンケート調査を実施しました。調

表1 調査住宅一覧

	構 造	建設時期	建設地	断熱仕様	備 考
A	R C造集合住宅 1階中間住宅	56年	札 幌	スチレン 30mm内断	カビ被害発生 無対策
B	R C造集合住宅 1階端部住宅	"	"	"	カビ被害発生 換気対策
C	R C造集合住宅 1階端部住宅	61年	"	スチレン 75mm外断	木質内装住宅 外断熱
D	R C造集合住宅 1階中間住宅	"	旭 川	スチレン 50mm内断	木質内装住宅 内断熱
E	1戸建て 在来木造住宅	47年	札 幌	グラスウール 50mm	カビ被害発生 無対策
F	1戸建て 鉄骨系プレハブ	61年	"	グラスウール 100mm	カビ検出のみ を行った

査項目は全部で26項目になりましたが、その内容の主なものは、住居形態、居住階、構造、居間の壁の種類、建築年数、同居者数、暖房方式、温湿度計設置の有無、加湿器の使用、ダニあるいはカビの有無などです。なお、回収率は81%(283 / 350)でした。

このアンケートの結果のうち特徴的なものを示すと以下ようになります。

カビを家の中で見かけると答えた人は22.8%であり、このうちカビによってなんらかの被害を受けたという人は43.8%でした。そのほとんどが壁、畳、床板などの劣化をあげています。またごく少数ですが、健康に影響があったと答えた人がいましたが、その因果関係は明らかにはなりませんでした。

カビを見かけたことがあると答えた人について、見かけないと答えた人と比較すると、いくつかの特徴があります。すなわち、イ)ブロック造の家に多く、建築年数10年未満の住宅では少ない、ロ)同居人数の多いところが多い、ハ)暖房にセントラルヒーティングを使用している所で少なく、灯油ストーブを使っている所で多い、ニ)家のなかに虫が多く、殺虫剤の使用頻度が高い、などです。

3.2 既存住宅の実態調査の結果

3.2.1 調査の目的

住宅における有害生物の発生は、建物の構造や断熱性、生活環境によって大きく左右されます。

従来、カビやダニの温湿度環境については、実験室的に扱われることが多く、現実の住宅環境との関連には不明な点が多いようです。そこで、ここでは住宅の室内環境と有害生物の状況を同時に調査し、それぞれの実態を明らかにするとともに両者の関連性を検討しようと思いました。

3.2.2 調査住宅の概要と調査の内容

62年度に調査した住宅の概要を表1に示します。このうちBの住宅については調査以前にカビ被害が著しく、壁を中心に防黴薬剤による処理を行い、合わせて熱回収型換気装置で換気対策を実施していました。

これらの住宅を調査対象として選択したのは、断熱方式の違いや内装材に木材を使用しているか否かなどによっています。しかしながら、種々の事情から居住者の構成や間取りなどの点では統一性を欠いていました。この点は実験的研究によってカバーするつもりです。

調査は、昭和62年8月に開始し、その後各季節ごとに実施しました。ただし、春季の調査は昭和63年度に実施する予定です。調査内容は、室内の主要箇所における温湿度の通常的生活形態での変動測定、および気密測定、それらの位置に対応する箇所の床表面などにおけるカビあるいはダニの分布状態の把握です。調査箇所の一例を図1に示しますが、他の住宅でもほぼ同様の位置での測定を行いました。

3.2.3 調査結果

a) 気密性能

気密性能の測定結果を表2に示します。A～Dの住宅は、いずれも鉄筋コンクリート造（RC）の集合住宅ですが、気密性が特に高いものではなくほぼ通常の水準にありました。しかし、このレベルの住宅は広さのわりに自然換気量が非常に少なく、通常的生活形態では換気不足になりがちです。一方、Eの木造住宅は今日の水準の木造住宅に比べて気密性が悪く、換気量は十分にあるものでした。したがって、カビの被害は換気量に依存せず、むしろ断熱不足や温度の不均一によって引き起こされたものと推定されます。

b) 温湿度

カビ被害が認められた住宅の場合

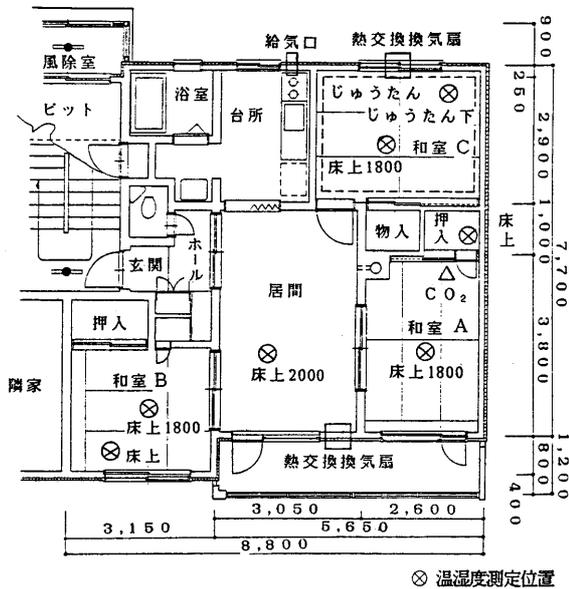


図1 調査住宅の一例

測定住宅AおよびBでは、壁の表面でのカビ被害が肉眼的に認められましたが、Aはそのままの状態、Bは内装材を交換して換気対策をこじった後に測定を行いました。なお、換気対策を実施後にはカビ被害は再発していませんでした。

図2, 3にこれらの住宅の暖房室と非暖房室の温湿度推移を示します。これらの図から、いずれの住宅とも温湿度変動が大きいことがわかります。ただし、換気対策をとったBでは温度のいかにかわらず絶対湿度が一定であるのに対し、Aでは温度上昇とともに絶対湿度も上昇していますので、結露水や吸着水の再放出があったものと考えられます。また、AとBの間では、平均して4g/kgの絶対湿度差があって換気対策の効果が顕著に現れていました。このことは非暖房室でも同様に示され、両者ともに温度が低く推移していましたが、Bで相対湿度が60%程度を維持しているのに対し、Aでは90%を超えていました。

木質系内装材を多用した住宅の場合

CとDでは断熱方式が異なりますが、いずれも熱回収型換気扇を設置していました。測定結果を図4, 5に示します。暖房室の温湿度推移には大きな違いが認められず、しかも湿度はA, B住宅より低く推移しています。ただし、Dの非暖房室については温度が低く推移しており、そのため湿度が80%まで上昇していました。C住宅のそれは外断熱方式のため、暖房室と同様の値を示しました。

木造住宅の場合

E住宅では、北側に面する部屋などで著しいカビ被害を生じていました。この住宅は気密性能が極めて低いので、室内で発生した湿度は逃げやすいと思われませんが、実際には夏期でも80%近くの

表2 気密性能の測定結果

	床面積 (m ²)	換気有効開口面積 (cm ²)	床面積当たり (cm ² /m ²)	換気口数
A	73.9	310.0	4.19	4
B	84.3	289.4(192.6)	3.43(2.28)	4
C	67.8	240.0(180.8)	3.54(2.67)	5
D	62.8			
E	60.8	1,257.0	20.7	4

*換気口は閉鎖時 ()内は、換気口をテープで目張りした場合

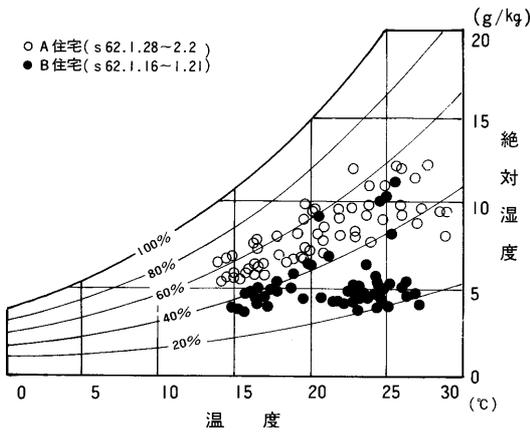


図2 カビ被害のあったRC造集合住宅の暖房室の温湿度

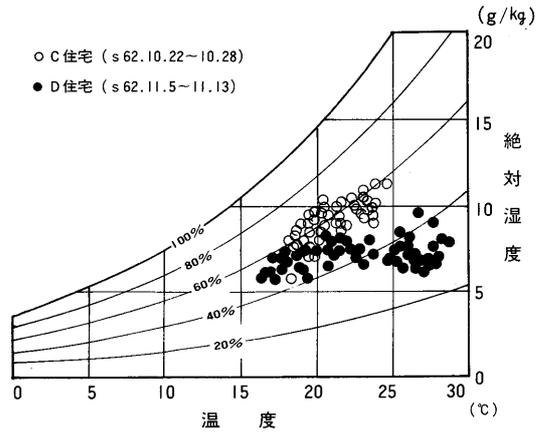


図4 木質系内装材を多用したRC造集合住宅の暖房室の温湿度

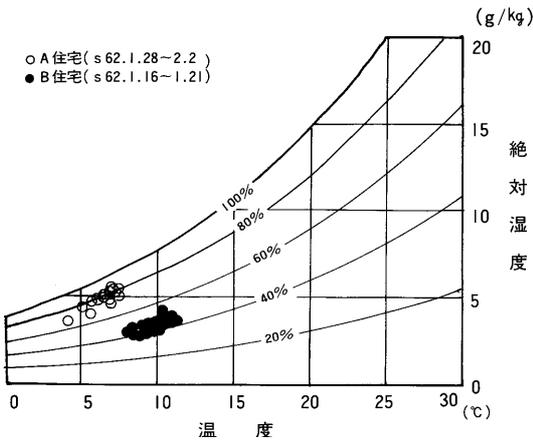


図3 カビ被害のあったRC造集合住宅の非暖房室の温湿度

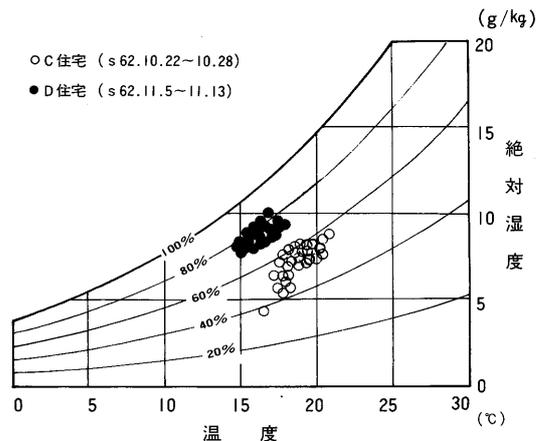


図5 木質系内装材を多用したRC造集合住宅の非暖房室の温湿度

相対湿度を示していました。その上、冬期の湿度は温度低下が局部的に起こりやすいため、そうした部分で集中的に結露を生じたものと考えられます。それがカビ被害を引き起こした原因と思われる。

C) カビの検出状況

A ~ F 住宅の、各季節に採取した30検体についての分離同定結果を以下に示します。

表3は、各試料の採取場所と2種類の培地におけるカビの検出数を示したものです。2検体を除くすべての試料においてDG-18培地(乾燥を好むカビが生育する)におけるカビ検出数はCP-PDA培地(湿った所を好むカビが生育する)のそれより多く、試料B-2, B-3, D-3では

1988年12月号

約1,000倍にも達しています。カビの検出数を各戸ごとにみると、検出数の多い住宅ではいずれの採取場所でも多く、少ない住宅では少ない傾向が認められました。

住宅AとBは同一の建物内で隣接しており、Bはカビ被害がひどく61年には防霉処理および換気改修を施した住宅であり、Aはカビ被害はあるものの調査時点では無対策の住宅ですが、カビ数には顕著な差は認められませんでした。しかし、Aでは南側和室の壁面および北側和室の畳表面と壁面にカビが肉眼的に認められ、また、Bにくらべ *Aspergillus glaucus*, *A. restrictus* 群および *Wallenia* spp. などの好乾性カビの検出頻度が高いことが明らかとなりました。この現象はBの換

表3 住宅におけるかびの検出状況

住宅	試料採取年月日	試料番号	試料採取区域	検出かび数 (cfu/m ²)	
				CP-PDA	DG-18
測定住宅A	62. 8.13	A-1	居間, 敷き詰め絨毯表面	8.0×10 ⁵	9.4×10 ⁶
		A-2	和室, 畳表面	1.2×10 ⁶	1.4×10 ⁷
		A-3	" 畳裏面	2.8×10 ⁷	6.7×10 ⁷
		A-4	" 畳側面, 裏面 (かび発育部分)	7.6×10 ⁶	1.6×10 ⁷
		A-5	和室, 畳表面	8.4×10 ⁵	2.1×10 ⁷
		A-6	" 畳裏面	9.9×10 ⁶	6.9×10 ⁶
		A-7	" 畳側面, 裏面 (かび発育部分)	4.6×10 ⁶	5.4×10 ⁶
測定住宅B	62. 8.13	B-1	居間, 上敷絨毯表面	1.0×10 ⁴	1.6×10 ⁴
		B-2	" 敷き詰め絨毯表面	6.3×10 ⁴	3.0×10 ⁷
		B-3	和室, 畳表面	3.4×10 ⁴	4.9×10 ⁷
		B-4	" 畳裏面	8.5×10 ⁶	9.6×10 ⁶
		B-5	洋室, 敷き詰め絨毯表面	6.1×10 ⁶	7.4×10 ⁷
測定住宅C	62.10.22	C-1	和室A, 畳表面	2.7×10 ⁵	7.3×10 ⁵
		C-2	" 畳裏面	2.3×10 ⁵	1.9×10 ⁶
		C-3	和室B, 畳表面	4.0×10 ⁴	1.7×10 ⁶
		C-4	和室C, 上敷絨毯表面	1.9×10 ⁵	2.5×10 ⁶
		C-5	" 畳表面 (絨毯の下)	8.1×10 ⁴	1.3×10 ⁵
測定住宅D	62.11. 5	D-1	和室A, 畳表面	1.0×10 ⁵	2.4×10 ⁶
		D-2	" 畳裏面	2.6×10 ⁵	2.1×10 ⁷
		D-3	和室B, 畳表面	1.3×10 ⁴	1.5×10 ⁷
		D-4	居間, 絨毯表面	1.5×10 ⁴	4.2×10 ⁶
測定住宅E	62. 8.28	E-1	和室, 上敷絨毯表面	5.6×10 ⁴	1.2×10 ⁷
		E-2	" 畳表面 (絨毯の下)	3.1×10 ⁵	7.0×10 ⁵
		E-3	" 畳裏面	2.5×10 ⁷	4.8×10 ⁵
		E-4	書斎, 上敷絨毯表面	4.5×10 ⁵	1.7×10 ⁶
		E-5	" 畳表面 (絨毯の下)	6.4×10 ⁴	8.9×10 ⁶
		E-6	" 畳裏面	7.9×10 ⁶	1.1×10 ⁷
その他F	62. 8. 5	F-1	和室, 畳表面	1.4×10 ⁴	2.0×10 ⁴
		F-2	" 畳裏面	1.4×10 ⁴	1.3×10 ⁵
		F-3	" 隅角部	1.5×10 ⁴	3.6×10 ⁴

* : 試料採取面積および時間は不定

気改修と関連しているものと思われませんが, その原因を明らかにするためには温湿度環境の測定結果との照合が必要です。

住宅CとDは内装に木質材料を多く使用した, ほぼ同様の構造のRC集合住宅です。これらの住宅におけるカビ検出数はほぼ同一であり, 2種の培地における検出数はともにA, BおよびEのそれより少ないのですが, CP-PDA培地とDG-18培地での検出数の比は他の住宅より高い傾向が認められました。検出された優占菌種はCで *Aspergillus glaucus* 群であり, Dでは *Penicil-*

ium spp. でした。CとDは所在地が札幌と旭川, 断熱様式が外断熱と内断熱と, 条件が異なっており, これらのことがカビの種類や数と関連しているか否かは今後の検討課題です。

Eでは, 外気に接する内壁に黒色のカビが肉眼的に認められ, 畳の裏側も高湿度のため傷んだ状態でした。この住宅では, カビの検出数がAおよびBとほぼ同様でしたが, CP-PDA培地における検出数がDG-18培地でのそれとほぼ同数かまたは多いことが特徴的でした。優占種については検討中です。

Fは温湿度測定をしていない住宅です。この住宅ではカビの検出数が最も少なく, ほかの住宅の1/100~1/1,000でした。その理

由としては, この住宅が新しいことと試料採取箇所が二階和室であったことが考えられます。

d) ヒョウヒダニの発生状況

カビとともに住宅内で問題になるのは各種の衛生動物ですが, ここでは気管支喘息などのアレルギー疾患の原因として注目されているヒョウヒダニ類の調査結果について報告することにします。

昭和62年8月および9月に住宅A, B, D, Eの20箇所を調査を行い, ヒョウヒダニ類の幼虫, 若虫, 成虫あわせて1,376個体を採取しました。その内訳は表4のとおりです。

表4 調査住宅から採取されたヒョウヒダニの種類および個体数

種 類	個 体 数			(%)
	雄	雌	計	
<i>Dermatophagoides farinae</i> コナヒョウヒダニ	247	205	452	(38.0)
<i>Dermatophagoides pteronyssinus</i> ヤケヒョウヒダニ	272	438	710	(59.7)
<i>Dermatophagoides passericola</i> トヤヒョウヒダニ	17	10	27	(2.3)
合 計	536	653	1,189	

表5 室内畳中のヒョウヒダニ類の床材別個体数

	洋 室 (絨毯表面) (n = 5)	和 室 (絨毯表面) (n = 2)	和 室 (畳 面) (n = 10)	和 室 (絨毯敷き の 畳 面) (n = 3)
細塵量g/m ²	0.706	0.525	0.271	1.580
全ヒョウヒ ダニ数/m ²	309.2	156.1	19.7	0.3
ヒョウヒダニ 幼虫・若虫数/m ²	39.8	18.1	2.7	0.0

nは測定箇所数

ヤケヒョウヒダニとコナヒョウヒダニはいずれの住宅からも採取されたのに対し、トヤヒョウヒダニは2軒の住宅のみで採取されました。前二者の割合についてみると、全体としてはヤケヒョウヒダニが優占でしたが、住宅ごとにみるとヤケヒョウヒダニが優占なもの(A, D, E)とコナヒョウヒダニが優占なもの(B)がありました。住宅ごとのダニ個体数ではAとBが多く、Dで少ないという傾向にありました。Aでは5か所の合計ダニ数が693.2/m²と、B(772.3/m²)について多かったのですが、そのほとんどが居間の絨毯から採取された(688.8/m²)もので、ほかの採取箇所での個体数はきわめて少数でした。また、Bでは5か所で採取したダニ数がそれぞれ他の住宅より多数でした。この住宅では居間に二重に絨毯が敷いてあり、それぞれの表面で287.0/m²、289.3/m²と他の場所に比べてダニ数が多く、全体の74.6%を占めていました。一方、Dは調査住宅の中で最もダニ数が少なく、5か所の採取合計数が52.0/m²でした。ただし、この住宅でも居間の絨毯で最もダニ数が多く、40.0/m²でした。Eでは5か所の採取合計数が276.4/m²と全体の中

1988年12月号

間的な値でした。この住宅では2部屋の畳の上に絨毯が敷いてありましたが、採取されたもののほとんどが絨毯からのものであり、畳からの検出数はきわめて少数でした。

表5に床材ごとのヒョウヒダニ成虫数を示します。洋室の絨毯表面で309.2/m²と最も多く、ついで和室絨毯表面が156.5/m²でした。これに対し、和室の畳および絨毯敷きの和室の畳では、それぞれ19.7/m²および0.3/m²で、絨毯に比較してダニ数はごくわずかでした。また、1m²当たりの幼虫と若虫数をみると、成虫と同様絨毯表面での生息数が最多数でした。幼虫、若虫というような未成熟な発育段階の個体が多いということは、繁殖活動が盛んな場所ともみることができ、その意味からも絨毯は住宅内でのダニの発生源として注意を要する場所といえます。ただし、絨毯は構造的に掃除がしにくくダニの死骸が蓄積されやすいので、みかけ上ダニ数が多かったことも考えられます。この点は今後の検討を必要とするところです。

いずれにせよ、今回の調査ではヒョウヒダニの住宅内での分布に偏りがあることが明らかになりましたので、今後は発生の偏りが生じる要因を明らかにするために、温湿度条件などの室内環境との関係について解析するとともに、ヒョウヒダニ以外のダニについても調査を進める予定です。

4. おわりに

以上、共同研究「建築物に発生する有害生物の被害とその対策に関する研究」の初年度の成果の概要を述べました。研究は3年間にわたって行われますが、この中で林産試験場としては、木造住宅あるいは木質材料が有害生物とどのようにかかわっているかを少しでも明らかにできるように研究を進めるつもりです。もちろん、木材も他の有機材料同様にカビが生えることがありますので、それをいかに防止するか、薬剤処理、構造改善の両面からアプローチする予定です。

(林産試験場 耐久性能科)