



## 空中真菌の住宅構造別季節変動

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2012-11-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 佐藤, 敏雄 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.32150/00004048">https://doi.org/10.32150/00004048</a>

## 空中真菌の住宅構造別季節変動

佐藤敏雄

北海道教育大学札幌分校 基礎医科学

### Seasonal Changes of Air-borne Fungi in Concrete Apartments and Wooden Dwellings

Toshio SATO

Department of Basal Medical Science, Sapporo College  
Hokkaido University of Education

#### Abstract

An investigation into the real situation regarding air-borne fungi in concrete apartments and wooden dwellings was carried out for about one year from 1987 to 1988. A total of 5,619 fungous colonies were collected in 6 concrete apartments and 10 wooden dwellings.

The results were as follows:

1. There were no significant differences in the average air-borne fungous number in midtown and suburban areas of Sapporo.
2. Compared with wooden dwellings, there were more fungous colonies in the concrete apartments.
3. The fungous colony average reach a peak in summer, and decrease until winter. There was a significant positive correlation between fungous colony number and room temperature.
4. Fungi of 19 genera were isolated in the year. There were more genera in summer and fewer in winter.
5. *Penicillium* and *Aspergillus* peaked in summer, while *Cladosporium* and *Alternaria* peaked in spring and winter, respectively.
6. Of the potentially hazardous fungi, *P. citrinum* accounted for 10.1 % of all *Penicillium* spp., and *A. fumigatus*, *A. versicolor*, *A. parasiticus*, and *A. flavus* for 25.8, 16.1, 16.1, and 6.5 % of all *Aspergillus* spp.

## I はじめに

カビ、酵母、キノコなどで知られる真菌類は、常にわれわれの周辺に多数存在している生物である。そして人類は、これらの生物を発酵や醸造、医薬品の製造などに利用して、莫大な利益を得てきた。しかしながら、一方では真菌類による被害も多く、工業製品の劣化や食品汚染の原因になったり、真菌症を引き起したりしている。更に、近年注目されつつある被害の1つに、真菌胞子をアレルゲンとする小児の気管支喘息の問題がある。

環境中のアレルゲンには、花粉、獣毛、ダニおよびその糞、真菌胞子などがある。これらのうち、室内環境由来のものとしては、ダニおよび真菌類が特に重要<sup>1) - 6)</sup>である。両者は、それぞれ単独でもアレルゲンになり得るが、Bronswijkら<sup>7)</sup>は、チリダニに室内真菌を食餌させると、増殖効果が著しく向上することを実験的に検証した。したがって、室内真菌の発生は、真菌アレルギーの原因になるだけでなく、ダニの増殖を促し、ダニによるアレルギーの間接的原因につながる可能性も考えられる。

アレルゲンとして注目される真菌類には、Penicillium (PNC), Aspergillus (ASP), Cladosporium (CLD), Alternaria (ALT) など<sup>4) - 6), 8) - 12)</sup>がある。空中真菌 (air - borne fungi) とは、これらの真菌の胞子が空中に飛散したものをいうが、その種類および数は、季節、地域、環境などによって、かなりの差がみられる<sup>8), 12)</sup>。

PNC, ASP は多種類の物質に着生し、比較的低湿度でも発育が可能である。また、CLDのある種の場合は、冷蔵庫内のような低温環境下でも育成することができる。したがって、このような性質の真菌では、年中どのような場所にでも発生し、増殖し続けることができる<sup>12), 16)</sup>。

日本古来の木造建築物は、風通しがよく、主材に吸湿、防腐効果がある杉、檜が用いられるなどの工夫がなされ、真菌被害に対応してきた。しかし、近年に至り、新素材による木造住宅の高品質化が進み、更に、人口密度の増加に伴って、鉄筋コンクリート造集合住宅も増加の一途をたどってきている。このような住宅構造の質的变化は、人間にとって快適性をもたらしてくれると同時に、真菌にとっても格好の育成条件が与えられたことになる。

本研究では、少数例ではあるが、札幌市内の鉄筋コンクリート造集合住宅と木造住宅について、居室内の空中真菌叢の分布を1年間に亘り観測して、若干の知見を得たので結果を報告する。

## II 調査対象と観測時期

### 1. 調査対象

調査は、地域を高層建築物が密集している都心部と、木造1戸建住宅が多い郊外住宅地とに区分して実施した。都心部からは、鉄筋コンクリート造集合住宅(集合住宅)4戸と木造1戸建住宅(木造住宅)4戸、郊外からは、集合住宅2戸と木造住宅6戸、合計16戸を選んで調査対象とした。なお、都心部とは、札幌市の中心部に当る大通西1丁目テレビ塔を中心に、半径2kmの円内に入る地域とし、これ以外の地域を郊外とした。

### 2. 調査時期

1年を春夏秋冬の4期に分けて、第1回目は秋期から始めることにして、つぎの日程で調査を行った。

第1回目：1987年11月28日～30日

第2回目：1988年2月1日～6日

第3回目：同年5月14日～16日

第4回目：同年7月12日～14日

### Ⅲ 測定方法

#### 1. 培地

落下孢子の採取用培地には、ジャガイモブドウ糖寒天培地（potato dextrose agar : PDA）に、クロラムフェニコールを1 mg/ℓの割に加え、溶解滅菌後、直径9.0 cmのプラスチック製シャーレに約20 mlずつ分注したものを使用した。

#### 2. 採取方法と培養

真菌の孢子は、落下法<sup>14)</sup>により採取した。採取位置は、各調査家屋の寝室または寝室に使用している部屋の床上約1 mに統一した。採取時間は、1日を3回に分けて、第1回目は18時から翌朝の6時まで、第2回目は第1回目終了直後の6時から12時まで、第3回目は同12時から18時までとした。具体的には3枚1組のPDA培地に、調査家屋番号と採取順位を記入したものを調査家庭に配り、順位番号に合わせて、所定の時間だけふたを全開させておくことにした。

回収したPDA培地は、25℃の低温ふ卵器に入れて、3日間培養を続けた。この間、毎日コロニーの計数を行った。培養期間を3日間に限定した理由は、PNC、CLDなどの成育の早い真菌では、形成された孢子によって、培地内に2次的にコロニーが発生する可能性があるためである。なお、第1回目の採取直前に、室温の測定を行った。

#### 3. 同定

培養後3日目に、PNC、CLD、ALTなどの特徴的なコロニーは、周辺の1部を鉤針でかき取り、顕微鏡下で分生子を観察すると共に、未使用のPDA培地および保存用のPDA斜面培地に移植した。また、微小コロニーは、一旦斜面培地に保存しておき、後でPDA培地に移植して、コロニーの形態と分生子の形から属（genus）を決定した。PNCおよびASPについては、1部をrandomに抽出して種（species）を同定した。

### Ⅳ 結果

#### 1. 地域別家屋構造別真菌叢

成績を一括して表1に示した。地域別コロニー数は、都心部では最小値64、最大値699、平均値349、郊外では各値がそれぞれ62、616、353という結果が得られたが、両地域間に有意差は認められなかった。都心部の家屋構造別の比較では、集合住宅が最小値64、最大値699、平均値378に対して、木造住宅の各値は226、466、321であった。郊外では、集合住宅が最小値467、最大値616、平均値542に対して、木造住宅の各値は62、469、290という結果が得られた。以上の数値にみられるように、最大値および平均値については、いずれも集合住宅の方が高値を示した。また、両地域の合計では、集合住宅の最小値64、最大値699、平均値432に対して木造住宅の各値はそれぞれ62、469、303であり、図1にみられるように両者間のコロニー数の差が明らかになった。

表1 地域別家屋構造別空中真菌叢

属	都 心 部								郊 外								計/(%)
	集 合 住 宅				木 造 住 宅				集 合 住 宅				木 造 住 宅				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Penicillium	231	17	306	73	36	33	81	216	55	52	138	188	81	4	91	83	1685/(29.99)
Cladosporium	128	25	131	73	59	114	135	71	196	182	42	95	47	23	46	31	1398/(24.88)
Aspergillus	52	4	87	44	24	32	54	48	27	6	53	37	12		61	10	551/(9.81)
Alternaria				15		15	27	12	28	26			35				158/(2.81)
Fusarium					11	9			30	25							75/(1.33)
Phoma		1		2	10	2						4	1	6			26/(0.46)
Trichoderma						1			3		3	1	2	4			14/(0.25)
Moniliella				3									8				11/(0.20)
Geotrichum																6	6/(0.11)
Rhizopus					5												5/(0.09)
Botrytis															3		3/(0.05)
Epicoccum															3		3/(0.05)
Aureobasidium						1										2	3/(0.05)
Wallemia																3	3/(0.05)
Paecilomyces	3																3/(0.05)
Acremonium						2											2/(0.02)
Nigrospora																1	1/(0.02)
Byssochlamys					1												1/(0.02)
Uromyces																1	1/(0.02)
others	99	17	175	28	77	51	54	99	277	176	233	88	84	19	151	42	1670/(29.72)
計	513	64	699	235	226	260	351	446	616	467	469	413	270	62	352	176	5619/-

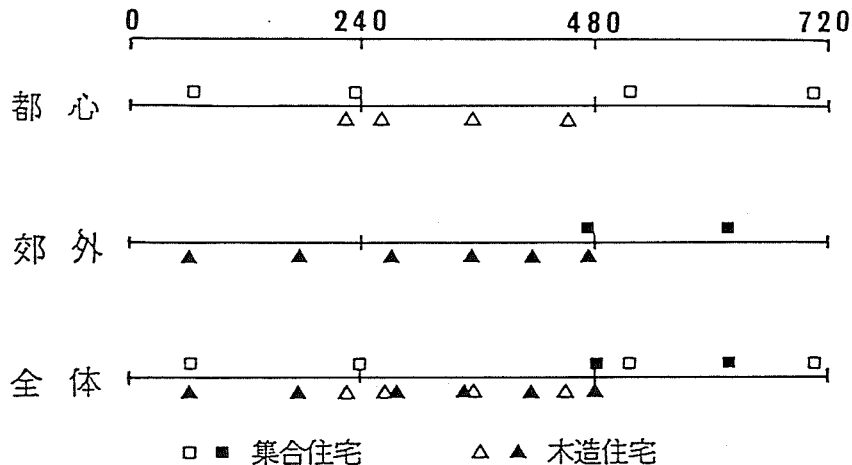


図1 地域別家屋構造別コロニー数

属別コロニー数は、地域および家屋構造に関係なく1, 2位をPNCまたはCLDが占め, 2, 3位をASPまたはALTが占めた。合計では、PNC, CLD, ASP, ALTの順であった。ただし、PNCとCLDの比率(PNC/CLD)は、都市部の集合住宅は1.8でPNCの割合が高かったが、郊外の集合住宅では0.28であり、逆の結果が得られた。

PNCでは、抽出した99個のコロニー中、種が判明したものが78個、不明のものが21個あった。同定できた種の数には17種あり、主なものはP. corylophilum 21.2% (21/99), P. citrinum

10.1% (10/99), *P. frequentas* 9.1% (9/99), *P. roquefortii* 6.1% (6/99), *P. paraherquei* 5.1% (5/99) などであった。ASP では、31 個を抽出して全て同定した。種数は 6 種あり、その割合は *A. fumigatus* 25.8% (8/31), *A. ochraceus* 22.6% (7/31), *A. parasiticus* 16.1% (5/31), *A. versicolor* 16.1% (5/31), *A. terreus* 12.9% (4/31), *A. flavus* 6.5% (2/31) であった。

2. コロニー数および室温の季節変動

結果を表 2 および図 2 に示した。各季節ごとの変動を、地域別および家屋構造別に分けて分析した。図 2 にみられるとおり、都心部が春期に最大値を示し、夏期から冬期にかけて減少するのに対して、郊外では春期の平均値が夏期の約 2/3 程度にすぎず、夏期に最大となり、以下漸時減少する傾向を示した。家屋構造別では、集合住宅および木造住宅共に、春期から夏期にかけて増加して最大になり、秋期から冬期にかけて減少する郊外型の変動がみられた。全体の傾向についても、表 2 にみられるように、郊外型の変動が観察された。また、各戸別の分散が大きいので、季節別および住宅構造別の比較では、ほとんどのものに有意差は認められなかった。有意差が認められたのは、以下のとおりである。

- ① 16 戸全体の平均値について：春期-冬期 (p<0.05), 夏期-冬期 (p<0.01)
- ② 集合住宅の平均値について：春期-冬期 (p<0.01), 夏期-冬期 (p<0.01)
- ③ 冬期間の木造住宅/集合住宅間の分散比 (p<0.025)

表 2 空中真菌叢および室温の季節変動

地域	住宅構造	住宅番号	採取期間				コロニー数	
			春期	夏期	秋期	冬期	計	平均
都心部	集合住宅	1	63/-	128/-	258/20	64/-	513	128.3
		2	27/22	15/-	16-23	6/20	64	16.0
		3	222/22	236/24	165/24	76/23	699	174.8
		4	80/-	75/-	34/-	46/-	235	58.8
	木造住宅	5	53/22	132/24	32/23	9/22	226	56.5
		6	154/20	46/23	31/19	29/14	260	65.0
		7	217/23	109/23	9/14	16/17	351	87.8
		8	26/19	82/25	199/26	139/25	446	111.5
郊外	集合住宅	9	247/20	245/20	72/14	52/15	616	154.0
		10	215/23	212/27	27/10	13/5	467	116.8
	木造住宅	11	98/20	256/23	78/20	37/17	469	117.3
		12	42/21	103/-	22/23	246/23	413	103.3
		13	60/19	121/23	72/15	17/15	270	67.5
		14	13/19	37/22	8/13	4/11	62	15.5
		15	42/21	95/24	187/25	28/18	352	88.0
		16	81/24	69/21	24/25	2/18	176	44.0
コロニー数			1640	1961	1234	784	5619	
平均			102.5/21.1	122.6/23.3	77.1/19.6	49.0/17.4	87.8/20.0	

註) 上段はコロニー数, 下段は室温(°C)を表す。(コロニー数/室温)

つぎに、コロニー数と室温との関係では、室温平均値の最も高かった夏季にコロニー平均値が最大値を示し、以下室温の変動と同様に春期、秋期、冬期の順に減少をみせた。室温データが得られた 55 例について、コロニー数と室温との間に強い正相関 (p<0.001) がみられた。

地域別変動 構造別変動

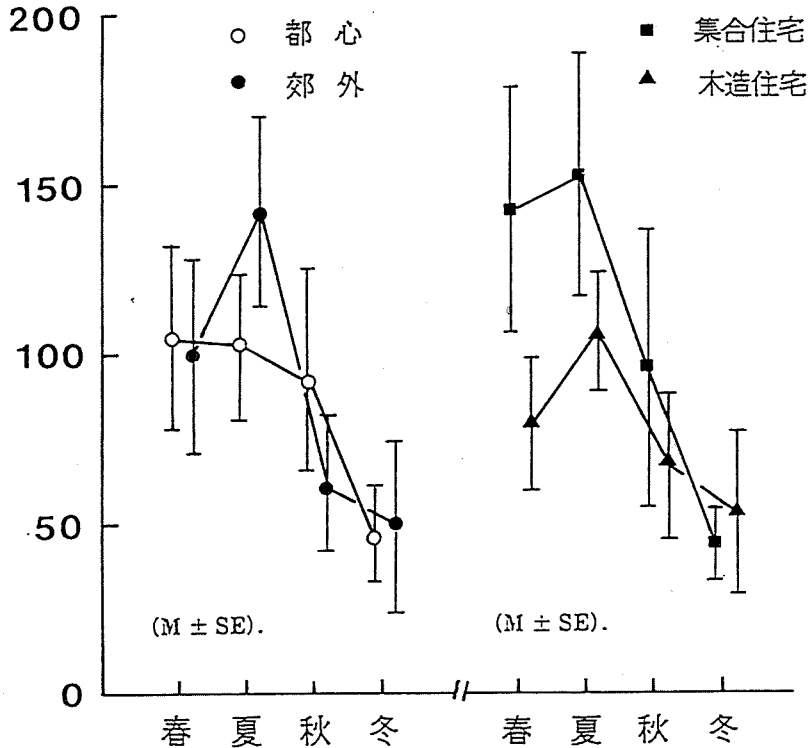


図2 コロニー平均値の季節変動

表3 季節別室中真菌叢

属	春 期	夏 期	秋 期	冬 期	計
Penicillium	448	511	392	334	1685
Cladosporium	535	360	369	134	1398
Aspergillus	152	244	104	51	551
Alternaria	40	29	33	56	158
Fusarium		55	13	7	75
Phoma		14	9	3	26
Trichoderma		6	8		14
Moniliella	8	3			11
Geotrichum	2			4	6
Rhizopus		1	4		5
Botrytis	3				3
Epicoccum			3		3
Aureobasidium		3			3
Wallemia				3	3
Paecilomyces	2	1			3
Acremonium		2			2
Nigrospora			1		1
Byssochlamys				1	1
Uromyces			1		1
others	450	732	297	191	1670
計	1640	1961	1234	784	5619

3. 季節別空中真菌叢

表3に示したように、春季ではCLDが最も多く分離され、ついでPNC, ASP, ALTの順序であったが、春期以外ではPNCが常に1位を占めていた。他の主な特徴は、ASP/ATL比が春期では3.8、夏期では8.3、秋期では3.1であったのに対して、冬期では0.9とい低値を示しASPよりもATLが多く分離された。同定された属の数は、年間を通して19属あり、季節別には夏期が12属で1位、ついで秋期が11属、冬期が9属、春期が8属の順であった。

## V 考 察

地域別の調査では、コロニー数、真菌種の両者共に、地域差は認められなかった。この原因については、つぎのように考えられる。①都心部に当る半径 2 km の円内にある家屋は、いずれも官庁街、商店街の内にある訳ではなく、これらと隣接した位置に建設されており、周辺に保護林や空地があること。②郊外の家屋は、いわゆる新興住宅地に建設されたものが多く、この区域内の人口密度は都心部と大差がない。③住宅構造に大きな違いがみられない。以上の理由から、居住環境的な相違がほとんどみられないことに原因するものと思われる。

家屋構造別コロニー数は、全体的にみて集合住宅の方が多かった。この原因として、集合住宅の特徴である高气密性と保温性の良さがあげられる。北海道立寒地住宅都市研究所の調査<sup>12)</sup>によれば、道内の集合住宅では、室内 20℃における相対湿度は約 60～80%であり、1戸当り隙間面積は、木造住宅の 5～9 cm<sup>2</sup>/㎡に対して半分以下の 2 cm<sup>2</sup>/㎡であると報告している。吉川<sup>2)</sup>は、集合住宅ではコンクリートの含む水分を畳が吸収し、温度 20℃、湿度 85%の環境下では、畳含水量は 20～25%にも達するという。札幌市の場合、真夏の 7、8月以外は窓を開けて換気をする家庭が少ない。換気は各室に取り付けられている 200 cm<sup>2</sup>程の換気孔からの自然換気と、風呂や台所では、換気扇による短時間の強制換気を行っているにすぎない。したがって、密閉された状況下における時間は、本州よりも長時間に亘ると考えてよい。以上の理由から、集合住宅は木造住宅に比べて湿度が高く、真菌の増殖に適しており、コロニー数が多くなるものと思われる。

戸別には、コロニー数の最も多かったNo.3の集合住宅では、換気の悪さに加え、寝室に隣接してシャワー室があって、室温も年間を通して 22～24℃と安定していた。つぎにコロニー数が多かったNo.9の集合住宅でも、ほぼ同様の状況下にあった。集合住宅中、春期および夏期に比べて秋期および冬期に著しくコロニー数が減少したNo.10の住宅では、寝室に暖房設備がなく暖房のある居間とは離れており、室温も低く(10℃および5℃)、したがって寝室での真菌の発育が抑制されたためと考えられる。木造住宅中秋期、冬期にコロニー数の多かったNo.8の住宅では、台所と寝室が隣接しており、両室の仕切戸は常時間放さされていて、煮物の匂いが直接寝室に流れ込んでいた。No.12の木造住宅では、冬期には全室を開放して加湿器を使用しており、住居衛生的には不良環境であった。

季節別のコロニー数は、全体的傾向として夏期に最も多かった。この理由として、本州以南では 6、7月の梅雨期に最高値を示すとされるが<sup>14)</sup>、北海道でも、はっきりとした梅雨期はないが、高温多湿な7月が真菌の増殖にとって最適期なのであろうと推測された。コロニー数は、表2にみられるとおり、温度が強く関係していることが判る。温度との関係については、北海道および札幌市が行った調査でも同様の結果が得られている<sup>12)、13)</sup>。

季節と同定された属数との間には、有意差は認められなかったものの属の種類は、夏期ならびに秋期に多く、春期ならびに冬期には、これより幾分少なくなる傾向がみられた。原因としては、夏期および秋期に *Rhizopus*、*Aureobasidium* などの土壌や枯葉由来の真菌が検出されたことから、外気の影響によるものと思われる。

主要な真菌の季節変動をみると、PNCは春期を除き最も多数検出された。小笠原<sup>16)</sup>は、ASPが高温を好む南方系であるのに対し、PNCは北方系なので、温暖帯から寒帯にまたがる日本列島では、特にPNC汚染の比率が高いとしている。CLDはPNCについて多く、本来土壌性の真菌なので、季節を問わず年中検出が可能である<sup>14)、15)、16)</sup>。ASPは前述したように高温を好む種類が多く、中には 55℃で成育可能な種<sup>16)</sup>もある。本調査では、ASPは夏期に最も高率に検出された。ALT



は寒冷を好む真菌<sup>15)</sup>であり、冬期に高率に検出された。その他の空中真菌については、通常的に存在する真菌であり、特別なものは見つからなかった。

種の同定を試みた PNC, ASP については、空中真菌として極く一般的なものが多かった。しかし、ASP にはアレルゲンとしてだけでなく、直接病気を引き起したり、有害な毒性物質を産生するものが多い。A. fumigatus は、肺アスペルギルス症の原因菌であり、A. versicolor は、ステリグマトシスチンを産生して真菌中毒を引き起こし、A. flavus および A. parasiticus はアフラトキシンを産生して癌を発現させる<sup>14), 16)</sup>。また、PNC でも P. citrinum はシトリニンを産生して腎ネフローゼの原因になる。これらの有害な真菌が多数検出されたことにより、アレルギーに対する注意だけでなく、真菌の栄養源になり易い食品の保存にも、十分な配慮が必要と思われる。

分生子形成の良好な真菌については、約 70 % の同定を終えたが、分生子形成不良のため不明のものが約 30 % 残った。真菌の同定は、分生子の形態が決め手になるので、多くの時間と工夫が必要とされる。現在も同定を継続中である。

## VI まとめ

小児の気管支喘息の原因になる、室内空中真菌の分布状況を知るために、1987 年秋期から 1988 年夏期までの 1 年間に亘り、札幌市内の集合住宅 6 戸および木造住宅 10 戸、合計 16 戸の住宅について、落下法による空中真菌叢の調査を行って以下の結果を得た。

1. 札幌市内を都心部と郊外に分けて行った調査では、両者間のコロニー数に有意差は認められなかった。
2. 集合住宅と木造住宅との比較では、集合住宅の方に多数のコロニーが検出された。
3. 季節別平均コロニー数は、夏季に最大値を示し、ついで春季、秋期、冬期の順であった。この傾向は、季節別平均室温の順位と一致した。更に、室温測定が行われた 55 例についてのコロニー数との相関は、明らかに有意 ( $p < 0.001$ ) であった。
4. 季節別の属の数は、高温多湿な夏期に 12 属と最も多く検出され、以下、秋期 11 属、冬期 9 属、春期 8 属であり、通年で 19 属が確認された。
5. 主要な真菌の季節別コロニー数は、年間の合計では、PNC, CLD, ASP, ALT の順であったが、春期では、PNC と CLD の順位が逆転して CLD が 1 位、冬期では、ASP と ALT の順位が逆転して ALT が 3 位となった。即ち、春期と冬期には、好寒冷性の強い CLD および ALT が増加する傾向がみられた。
6. PNC および ASP について行った種の同定の結果から、病原性のある菌種として、PNC では、P. citrinum (10.1 %) が、ASP では、A. fumigatus (25.8 %)、A. versicolor (16.1 %)、A. parasiticus (16.1 %)、A. flavus (6.5 %) が検出された。

## 謝 辞

本稿を終えるにあたり、真菌の同定に多大なご指導とご協力をいただいた北海道立衛生研究所食品科学部食品微生物科長砂川紘之氏に心から感謝致します。

## 文 献

- 1) 吉田政弘：住居内における室内塵性ダニ類について 1) 床材におけるダニ類の分布と季節的消長，環境管理技術，3 (6)，723-731, 1985.
- 2) 吉川 翠：集合住宅と衛生害虫，公衆衛生，49 (12)，814-819, 1985.
- 3) 吉川 翠：衛生害虫としてのダニ類，防菌防霉，15 (1)，39-45, 1987.
- 4) 中山喜弘：真菌と気道アレルギー，日本細菌学雑誌，30 (3)，453-456, 1975.
- 5) 月岡一治：中俣正美，広野 茂：カンジダ喘息の発症機序に関する研究 第5報 他の真菌およびハウスダストによる気管支喘息との比較，アレルギー，36 (12)，1047-1053, 1987
- 6) 橋本節子，木下晴美，本城美智恵，三島 健，山崎幹夫，堀江義一：空中真菌相について-気管支喘息児の家庭内真菌分布に関する検討，アレルギー，30, 782, 1981
- 7) Bronswijk, J.E.M.H. van and Sinha, R.N. : Role of fungi in the survival of Dermatophagoides (Acarina : Pyroglyphidae) in house-dust environment, Environ. Entomol., 2 (1)，142-145, 1973.
- 8) 大槻 勇，和気土緒，畔地英雄，高鳥浩介：住居を汚染するカビの実態 1) コンクリート住宅を汚染するカビの実態，防菌防霉，8 (4)，137-142, 1980.
- 9) 森 実，尾上洋一，高橋孝則：一般家庭におけるカーペットの微生物汚染について，防菌防霉，13 (3)，109-117, 1985.
- 10) Hunter C.A., Grant C., Elannigan B. & Bravery A.F. : Mould in buildings-the air spora of domestic dwellings, International Biodeterioration, 24, 81-101, 1988.
- 11) Miller J. D., Laflamme A.M., Sobol Y., Lafontaine P. & Greenhalgh R., : Fungi and fungal products in some Canadian houses, International Biodeterioration, 24, 103-120, 1988.
- 12) 北海道立寒地研究所，北海道立衛生研究所，北海道立林産研究所，札幌医科大学 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，北海道衛生部，1990.
- 13) 札幌市住居衛生研究班：住居衛生に関する調査結果報告書（札幌市における一般住宅のダニ，カビ類の季節変動），札幌市衛生局，1987.
- 14) 宇田川俊一，椿 啓介，堀江義一，三浦宏一郎，箕浦久兵衛，山崎幹夫，横山竜夫，渡辺昌平：菌類図鑑，51-196，講談社サイエンティフィ，東京，1978.
- 15) 井上真由美：建物のカビ-その発生と処理方法，37-62，日本建築士会連合会，東京，1979.
- 16) 小笠原和夫：カビの科学，47-51，地人書館，東京，1982.