

### 3. 防蟻・防虫剤による室内化学物質汚染の状況と対策に関する調査研究

池田 耕一 国立公衆衛生院建築衛生学部 部長

#### 1. 研究目的

室内空気汚染の問題が深刻化する中、その汚染源の一つとして防蟻剤や防虫剤が問題視されている。それらから発生する化学物質の室内汚染濃度は、汚染源発生量や床下及び室換気量により、主として構成されている。

そこで、本研究においては、まず、①家屋害虫の特性や被害の実態、②防蟻剤の概要等を明らかにする。

次に、③防蟻剤、防虫剤の施工・設置に伴う室内汚染物濃度レベルの実態調査と、その濃度構成メカニズムに関する理論的検討と実験を伴うものである。(室内濃度レベルの実態調査と防虫剤については次年度以降の予定)

## 2. 家屋害虫の種類及びその被害と防止対策

### 2-1 家屋害虫の特性と対処法

#### 2-1-1 家屋害虫の種類と特性

家屋害虫には、家屋そのものを加害する害虫という狭い意味と、家屋の内外に生活して人間生活に何らかの負荷を与える小動物群を指す場合とがある。ここでは両方の意味でとらえ、主な家屋害虫の加害対象または被害を一覧で示す。

家屋害虫の生育条件は、酸素、温度、湿気・水分、栄養物が不可欠であり、このうちどれ一つを欠いても生育できない。人間も同様に生物体であるので、これらの条件を欠くことは出来ない。人間には自然環境に対して、環境調整をはかることが出来るが、生存の歴史を考えれば、虫達の生存に対する努力は人間以上に長けていると言ってよい。

#### 人間生活において至適とされる環境条件

温度 23～25℃ 湿度 45～65%

#### 家屋害虫の生育好適条件の一例

温度 20～30℃ 湿度 60～80%

#### 東京の夏季の室内平均気温

温度 21～26℃ 湿度 77～79%

上記より分かるように家屋害虫の生育には絶好の環境を提供していると同時に、我々もこの環境下で日常生活が行われているのである。建築に携わる者にとって、このなかで、健康で衛生的な環境を設計にどう反映させて行くかが、大きな課題の一つである。

表-1 加害対象または被害による家屋害虫一覧

	乾材,合建具・家具	書籍書画	植物質食品	動物質食品	繊維皮革	庭園草木	カビ	不快虫	アレルゲン	刺咬吸血	備考
シミ		+					+	+			絵画の糊を食う
ゴキブリ		+	+	+	+		+	+			
シロアリ	+	+				+(枯)					
チャタテムシ			+				+	+	?		糞による汚染
シラミ										+	
ハエ		+	+	+				+	+(フユ)		
カ									+	+	
ユスリカ								+	+		
カツオブシムシ			+	+							営巣による
ヒラタキクイムシ	+										
ナガシクイムシ	+	+									
ヒョウホンムシ			+	+							
シバンムシ	+	+	+	+							
カミキリムシ	+					+					
ハチ・アリ	+							+	+	+	
ガ			+		+	+		+		+	
ダニ			+	+			+	+	+	+	
ネズミ	+	+	+	+	+			+			

注) +は加害または被害を示し、同一種のこともあるが、それぞれ同一群の異なる種であることが多い。

(家屋害虫事典, p24引用)

## 2-1-2 対処法の移り変わり

家屋内での日常生活においてなじみ深い名前を挙げるとノミ、南京虫、シラミ、ハエ、蚊、ブヨ、ダニ、アリ、アブラムシなどがある。また、家屋を害する虫としてシロアリがあった。

ノミ、南京虫、蚊は、人間を刺咬し、咬まれると吸血されるために痒くてたまらない。蚊は昼夜を問わず襲ってくるが、睡眠中の襲来は、羽ばたきの音の“ブーン”という音でしばしば眠りを妨げられる。

ノミ、南京虫の建築的防除は床に両種が存在することもあって具体的な方法はなく、人体、家屋内清掃、室内、床下などの乾燥など清潔に保つことによって対応してきた。

蚊については、就寝前に蚊いぶしを行って蚊を追い出し、座敷を閉めきって就寝するか、蚊帳をつって就寝するなど、日常的な知恵でこれらに対応した。最近では、ハエも含めて外部より飛来する虫については、網戸で対処するようになっている。さらには、衛生状態が昔に比べて格段によくなったことや、蚊などの発生源であった下水、水たまりなどが都市環境の整備・充実によってなくなったことなどから、被害がほとんど聞かれなくなった。

ハエに対する対処法は、ハエたたき、ハエ取りリボン、ハエ取り管などがあった。また、食事までの間卓上の食品類にハエがたからないように蠅帳でおおい、ハエを防除した。又、最近、猖獗を極めているものにゴキブリがある。その理由として、暖房設備の高度化と普及が挙げられている。

このように、虫の発生には建築物、住まい方と大いに関係している。これらを排除するには、建築設計の考慮だけでは不可能であるが、建物内に、虫の生育環境をつくらないようにすることで被害の多くは避けられるはずである。

構法、材料、住まい方の三者が協力して効果を上げているものに草葺屋根が挙げられる。草葺屋根は、50cmほどの厚みで、急勾配に葺き重ねることにより、小屋の懐が大きくなるので、夏涼しく、冬暖かい断熱屋根になる。住まい方による効果は、昔の民家を見ればわかるように天井は張られず、床には囲炉裏があり、そこで燃やす薪の煙が常時小屋裏へと立ちのぼっている。この煙によってわらやカヤが虫から守られていたわけである。このような例は幾多数え上げることができる。

昔は同一の構造方式、材料で家建て、住まい方にも大きな違いがなかったが、最近では、それぞれがバラバラであるので、一つの方式では通用せず、個々に検討する必要性が生じている。その方法として予防処理した材を用いることが挙げられ、その他いろいろな排除する工法も開発されている。

しかしながら、家屋害虫の対策については建築物ばかりでなく、発生源の根絶が理想的な姿である。

## 2-2 シロアリの特性と被害防止対策

### 2-2-1 シロアリの種類及び生息圏

シロアリ（英名：termiteまたはwhite ant）はシロアリ目（等翅目）Isopteraに属し、アリとの類縁関係は遠く、むしろゴキブリと近縁である。

地球上には現在までに約2,260種が記録されているが、大部分が熱帯・亜熱帯地方に、少数のものが温帯に分布する（表-2）。日本では、現在16種が報告されており（表-3）、建築物を加害するのはヤマトシロアリ、イエシロアリ、ダイコクシロアリ、アメリカカンザイシロアリ、タイワンシロアリの5種である。しかし、ヤマトシロアリとイエシロアリの2種以外は、分布が日本の南部に片寄っているため、建物でシロアリやその被害を発見した場合、ヤマトシロアリかイエシロアリと違ってほとんど間違いない。

表-2 シロアリの種数と主な分布地

	種数	日本での生息の有無	主な分布地
ムカシシロアリ科	1種のみ	無	オーストラリア北部の熱帯地方
レイビシロアリ科	約400種	4属8種が生息	熱帯を中心に世界中に広く分布
オオシロアリ科	18種	1種が生息	アフリカ、アジア南部、オーストラリア、北アメリカ、チリなど世界に広く分布
シュウカクシロアリ科	15種	無	アフリカから中近東の乾燥地帯に分布
ミゾガシラシロアリ科	約220種	2属4種が生息	世界の熱帯から温帯に広く分布
ノコギリシロアリ科	数種	無	—
シロアリ科	約1600種	3属3種が生息	アフリカを中心にアジア、南アメリカなどに広く分布

表-3 日本産シロアリの分布

種名	分布地
オオシロアリ科 1. オオシロアリ	高知県足摺岬と鹿児島県以南
レイビシロアリ科 2. コウシュンシロアリ	沖縄県、特に八重山諸島に多い
3. ダイコクシロアリ	奄美大島以南と小笠原諸島
4. アメリカカンザイシロアリ	東京都、神奈川県、神戸市、和歌山県など
5. カタンシロアリ	本州（伊豆半島以南）、四国、九州、南西諸島、小笠原諸島
6. ナカジマシロアリ	四国、九州
7. コダマシロアリ	宮崎県串間市、鹿児島県佐多岬
8. サツマシロアリ	四国、九州
9. クシモトシロアリ	和歌山県串本町
ミゾガシラシロアリ科 10. ヤマトシロアリ	北海道北部を除く日本全土
11. キアシシロアリ奄美亜種	奄美大島、与論島
12. アマミシロアリ	奄美大島、徳之島
13. イエシロアリ	本州（千葉県木更津市・館山市と神奈川県以西の暖地）、 四国、九州、南西諸島、伊豆諸島、小笠原諸島
シロアリ科 14. タイワンシロアリ	沖縄県
15. タカサゴシロアリ	八重山諸島
16. ニトベシロアリ	八重山諸島

（家屋害虫事典、p122 引用）

## 2-2-2 シロアリの生態

### ●階級

シロアリは蛹の時期のない不完全変態、なかでも漸変態をする。すなわち、卵からふ化したばかりの幼虫でも成虫と同じような触角や完全な六本脚を持っていて歩きまわり、脱皮ごとに成虫形に漸次近づいていく。

シロアリは両性中心の社会生活を営み、原則として巣のなかには常に女王と王がいる。その社会生活には形態的にも異なる諸階級があつて、基本的には生殖階級と非生殖階級の2つに大別され、前者は生殖虫と副生殖虫、後者は職蟻と兵蟻に分けられる。

生殖階級は生殖能力を持った雌と雄で、生殖虫はいわゆる女王と王で、幼虫からニンプを経て有翅虫となり群飛後雌雄が1対となったもので第一次生殖虫ともいわれる。副生殖虫は生殖虫のいずれか、または両方が傷ついたり、死亡した場合にその代わりをするもので、これを広義の第2次生殖虫ともいう。生殖虫は1コロニーに1対しかいないが、副生殖虫は1コロニーに数匹から数10匹いることがある。

非生殖階級は雌雄の別はあるが、生殖器官の発達が抑制されており、生殖活動を行わない階級である。職蟻はコロニー内で最も個体数の多い階級で、餌の採取・運搬、巣の構築・修理、他の階級や兵蟻などへの供餌などシロアリ社会のあらゆる労務を担っている。職蟻には2つの型があり、他の階級へ分化する能力をもたない職蟻と、分化する潜在能力のある擬職蟻とがあり、後者は下等なシロアリにみられる。

兵蟻は外敵から防衛にあたる階級で、1コロニーでは兵蟻が占める割合は2～3%でだいたい一定している。職蟻と兵蟻の寿命は2～3年である。

### ●生活環

シロアリの階級がどのように分化するのかは、シロアリの種属によって異なり生活環も異なる。シロアリが新しいコロニーを創設する方法は有翅虫の群飛によるほか、コロニーの一部が本巣から切り離され独立する場合がある。サツマシロアリやヤマトシロアリでは擬職蟻が副生殖虫や兵蟻に分化され30頭の小组から新しいコロニーができる。イエシロアリの職蟻は分化能力はないが、分巢などでニンプを含む集団が隔離されると新しいコロニーに発達する可能性がある。したがって、シロアリの駆除にあたっては残存虫のないように十分留意する必要がある。

### ●フェロモン

シロアリの女王・王はそれぞれ同性の生殖虫の分化を抑制する生殖虫分化抑制フェロモンという化学物質を分泌し、他の個体が生殖力をもたないようにしている。それを職蟻が巣虫の他の階級へ与えているとともに、シロアリは互いに排出物をなめあう習性があるのでそのコロニー全個体にいきわたり、女王・王が健全な限り生殖虫は出現しない。

シロアリが分泌するその他のフェロモンとして、群飛後、雌が雄を誘引する性フェロモン（雄誘引フェロモン）や、歩行するとき腹板線から分泌し地面につけていき、後から来る仲間や自分が巣に帰るときの道しるべとしている道しるべフェロモン、さらには、外敵に襲われたり、巣や蟻道が壊されたとき、仲間に危険を知らせるため分泌する警報フェロモンなどがある。

フェロモンはシロアリが社会生活を維持していくうえで階級分化の統制、個体相互の確認や連絡、行動の道しるべなどに重大な役割を果たしている。

## ●加害習性

シロアリは雑食性昆虫であるので、木材をはじめ、樹木、農作物、プラスチック・ゴム類、繊維類、皮革類、それに動物の死骸なども食害する。

建物の断熱材としては、ガラス繊維が最も耐蟻性が高く、発泡スチロールや発泡ポリウレタンは特に好んで加害する傾向がある。

シロアリの加害対象物の種類は極めて広範囲にわたっているが、主要食物は木材で、建築物・その他に用いられるほとんどの木材を食害する。しかし、材種によってはかなり嗜好性が異なる。

シロアリは一般に軟らかい材を好んで加害する習性がある。また、同じ木材でも心材より辺材を、秋材部より春材部を加害しやすい。さらには、木材断面の違いによってもシロアリのつきかたが異なり、板目・柀目面より木口面につきやすい。

化学的要因として忌避成分や殺蟻成分を含有しているために耐蟻性の高い木材もある。たとえばチーク材は忌避成分であるテクトキノン、数種のアントラキノン、アントロン類を含有するため加害されにくい。モッコク、センノキなどは殺蟻成分であるサボニン含有するため、これを食べたシロアリは致死する。

表-4 樹種によるシロアリに対する抵抗性

抵抗性	樹種
強い	ヒバ、コウヤマキ、イヌマキ、ビャクシン、トドマツ、イス、クブ、カシ
やや強い	スギ、モミ、ヒノキ、ツガ、エゾマツ、クス、サクラ、イタヤカエデ、クリ、カツラ、ブナ、ケヤキ、トチ
弱い	シラベ、ベイツガ、ニレ、ナラ、セン、ラワン
はなはだ弱い	アカマツ、クロマツ、カラマツ、ベイマツ、ラジアータバイン、ヤナギ

(日本しろあり対策協会,1973 家屋害虫事典. p126 引用)

## ●消化生理

シロアリは木材の主要成分のうち、セルロースやヘミセルロースを利用し、リグニンを排出する。一般にシロアリの消化管内には、単細胞の鞭毛虫である原生動物が共生しており、その助けをかりてシロアリは木材を消化している。原生動物のいないシロアリでは、その代わりにアメーバや滴虫、バクテリア類が発見されている。

これらのシロアリは腐朽した木材を摂食したり、タイワンシロアリのようにキノコを栽培、摂食するものもあり、そのセルラーゼが木材の消化に役立っているものと考えられる。

原生動物の種類や保有量はシロアリの種類によってそれぞれ異なる。ヤマトシロアリでは12種のほか、未記載の微少種があり、世界のシロアリのうちでも共生原生動物の多い部類のシロアリであり、一方、イエシロアリでは3種が明らかにされており、原生動物の少ない部類に属する。ヤマトシロアリの体内原生動物は33℃に保持すると消失するが、イエシロアリの場合は消失しない。このため、ヤマトシロアリは高温な熱帯地方には生息できないものと考えられる。

### 2-2-3 代表的なシロアリの比較

わが国で建築物や樹木、木柱などに大きな被害を与えるシロアリは、おもにヤマトシロアリとイエシロアリである。両種を簡単に見分けるには、兵蟻、すなわち頭部が大きく褐色で、先端にははさみ状の大きな顎をもったシロアリを捕まえて、その頭部の形状で判別するのが最も簡単な方法である。

ヤマトシロアリの頭部はやや扁平な円筒形に近く、左右両縁がほぼ平行で、頭部の長さが体長の約 1/2 に近く、乳白色の粘液（防御物質）は出さない。

一方、イエシロアリの頭部はほぼ卵形で、体長の約 1/3 の長さで、頭部先端の額線孔から乳白色の粘液を出す。

その他の主な比較点を表にまとめ下記に示し、両種それぞれの兵蟻の体長と生活環、羽アリによるシロアリとアリの違いも合わせて下記に図示した。

表-5 ヤマトシロアリとイエシロアリの比較

種	羽アリの体長	群衆期	巣	水の運搬	加害部	一集団数	増好材	原生動物の保有量
ヤマトシロアリ	4.5-7.5 mm	4-5 月の昼間	主に地中から加害部へと集団移動する	できない	建物下部材	1-3 万匹	オニグルミ、クリ、サクラ、ヤマモガシ等	10 数種
イエシロアリ	7.4-9.4 mm	6-7 月の夕方から夜にかけて	主に地中で加害部との間に分巣を数個作る	できる	建物全体	数十万匹	マツ、スギ、サクラ、クス、ソテツ等	3 種ほど

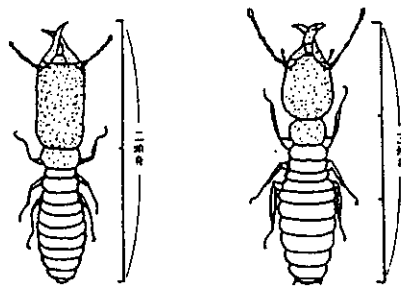


図-1 シロアリの兵蟻の体長

(害虫とカビから住まいを守る. p30 引用)

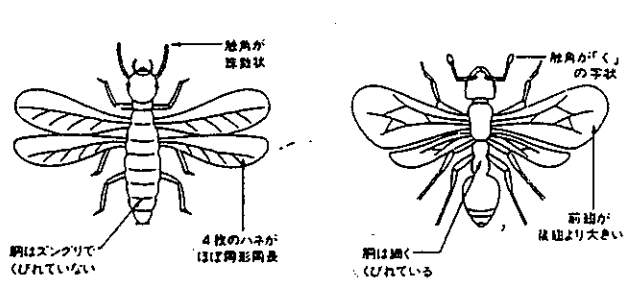


図-2 シロアリ（羽蟻）と普通の蟻（羽蟻）の違い

(神東・シロアリ防除剤パンフレット. p2 引用)

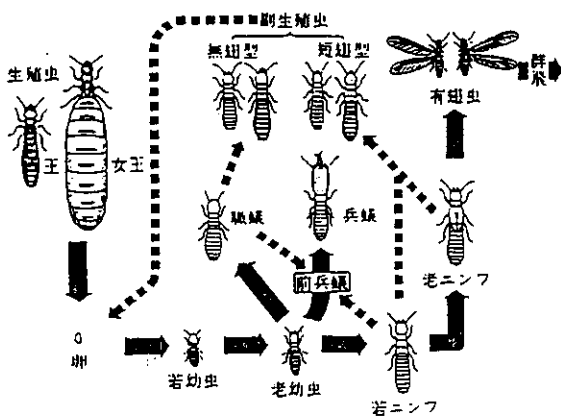


図-3 ヤマトシロアリの生活環

(家屋害虫事典. p124 引用)

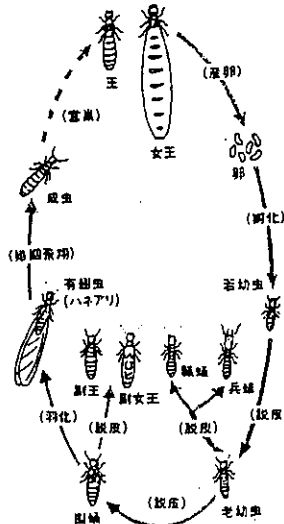


図-4 イエシロアリの生活環

(神東・シロアリ防除剤パンフレット. p4 引用)

#### 2-2-4 シロアリによる被害例

シロアリは一般に地下の巣から蟻道をのぼして侵入してくることが多く、温暖多湿を好み、乾燥を嫌う。そのため風呂場が圧倒的に多い。ヤマトシロアリは建物下部材を主に加害するが、イエシロアリは乾燥した木材でも水を運んできて湿しながら食害するので、被害は建物全体に及ぶ。

シロアリが木材を食害する場合、年輪に沿って柔らかい春材部をまず食害し硬い秋材部が食い残されるため木口面では同心円状食痕を示し、柱目面では細長い線状食痕となり、板目面では薄板を重ねたような食痕となる。

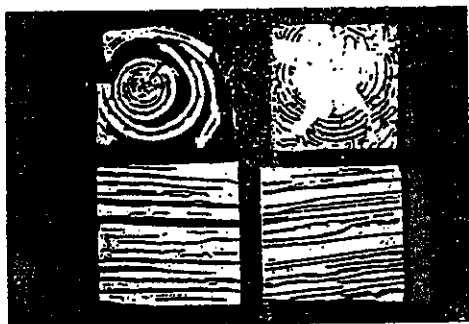


図-5 木材におけるイエシロアリの食痕  
(上方が木柱の木口面、下方は柱目面  
害虫とカビから住まいを守る. p35 引用)



図-6 土台と柱の被害  
(シロアリ. pi 引用)

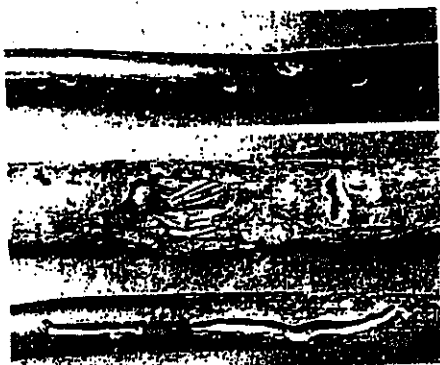


図-7 シロアリによる塩化ビニル被覆  
ケーブルの被害  
(上はヤマトシロアリ、下はイエシロアリ  
による被害 家屋害虫事典. p133 引用)



図-8 イエシロアリによる梁の被害  
(梁内部はほとんど食い尽くされ、木材繊維と表  
層部だけが残っている 家屋害虫事典. p30 引用)



## 2-2-5 海外のシロアリによる被害実態

シロアリは定着しえたところでは、おそるべき損害を引き起こす。その被害は熱帯地方を中心に世界中で報告されている。

1840年、セント・ヘレナ島では、ブラジルの小シロアリ、エウテルメス・テヌイス（ツノないし噴射機をもつ兵隊）が一隻の奴隷船によって首都ジェームズタウンにもち込まれた。この時の被害は、葉におおわれた完全に生きているように見える大木が、さわった瞬間、一挙にくずれたり、市の一部が破壊されたりと、ジェームズタウンは地震によって破壊された町のものであったと、市の正式の資料編纂官は語っている。

1879年には、スペインの戦艦がフェロール港でテルメス・ジウエス・シロアリによって壊滅され、1809年フランス領アンチューユ島では、シロアリが倉庫をあらし大砲や弾薬を使用不能にしたため、イギリスの攻撃に抵抗できなかった。

人々がシロアリとの戦いを断念したオーストラリアやセイロン島のある地域は、シロアリのために耕作不能となった。台湾島では、コプトテルメス・フォルモスス・シカリがモルタルまで食いつくし、セメントで強化されていない壁がくずれおちた。

時にシロアリによる破壊作業は電撃的な早さで行われる。オーストラリアのクイーンズランド州の農夫がある晩荷車を野原において帰った。翌日いってみると金具しかなかった。植民地のある白人が五、六日、家をあけた。帰ったときは何も変わった様子はないが、イスに座るとイスがくずれ、テーブルにすがるとテーブルがつぶれ、中央の梁をおしてみると梁がくずれ屋根が砂ぼこりをあげて落ちてきた。シロアリの巣を調べようとそこにキャンプしていたスミースマンは、ある夜、寝ているあいだに着ていたシャツを食いつくされ、もうひとりのシロアリ学者ヘンリッヒ・バルト博士は、用心していたにもかかわらず二日でベットとジュータンを食いつくされた。

コンゴのエリザベートビルなどでは、建築家や事業家はシロアリの被害が不可避であることを予測し、予防処置をとらなければならないという理由で、見積額が40%増しにする。

この地方では、鉄道の枕木も電柱も橋の骨組みも完全に食いつくされ、毎年とりかえなければならない。どんな衣服も屋外に一晩放置すると金属のボタンしか残らない。また、内部で火を燃やさない原地人の小屋は、シロアリの攻撃に三年以上はもちこたえられないのである。

このようにシロアリは、世界中でおそるべき損害を引き起こしている。インドでは、「シロアリはインド最大の災禍である」とリンネがいており、さらにW・W・フロガットは、「人間がつくるものにたいしてこれほど絶え間ない戦争をしかける昆虫は、熱帯や温帯地方においてはシロアリ以外にない」とつけ加えている。

(白蟻の生活より引用)

## 2-2-6 シロアリに対するいろいろな防除策

### ●生物的防除

生物的防除とは、他の生物によって害虫を防除する方法で、いわゆる天敵の利用である。天敵としては、一般に害虫に寄生したり、害虫を捕食する昆虫、それに病原性微生物、その他の食虫動物などが利用される。

住まいにおける害虫、すなわち建物食害虫では、天敵の放飼いによる著しい成功例はないが、シロアリの天敵としてつぎのようなものが考えられる。カビ・バクテリアなどの微生物、アリ、ダニ、寄生バチ、鳥類、ヘビ、トカゲなど。また、シロオビカッコウムシやネアカヒメカッコウムシなどは家屋内で発見されることがあるが、これらの成虫や幼虫は食材性昆虫の孔道にもぐり込んで、これらの幼虫を捕食するので有益である。しかし、現在までに建物食害虫に対し、生物的防除で著しく成功した例はほとんどない。

生物的防除は近年大いに発展し、また研究されつつある分野で、その安全性と有効性、経済性を備えた理想的な防除法であって、今後の研究が大いに期待される。

### ●物理的防除

害虫を機械的あるいは物理的作用によって防除する方法を総称して機械的・物理的防除という。機械的操作は、ハエたたきやハエ取り紙などによる捕殺のほか、網戸を設置したり、寝床に蚊帳をつくったりと比較的経費を要せず、簡単に実行できるが、大面積への応用は実行困難である。

物理的防除は、誘蛾灯のように光や音などによる誘殺や忌避、超音波・超短波・加熱・冷却・放射線などによる殺虫などがある。一般にこの防除法は多額の経費を要するが、防除効率がよく、一度施設すればあとはわずかな経費ですむ。

シロアリに対する機械的・物理的防除法はいろいろ考えられるが、以下、いくつか例を挙げる。

イエシロアリの群飛時の羽アリは走光性があるので、この光に集まる習性を利用し、誘蛾灯を用いて誘殺する。これはシロアリの繁殖を防止する上で極めて有効かつ重要な方法である。イエシロアリの羽アリは藍色の光に最もよく集まるので、青色蛍光灯が誘蛾灯の光源として有効であり望ましい。

シロアリは基礎や束石をよじ登り、構造材中に侵入してくる。そのため建物の基礎高をできるだけ高くしたほうがシロアリの侵入防止に効果的であると考えられる。これには、基礎高 30cm 以上にしたほうが防蟻上有効であるという実験結果もある。

次に、シロアリの物理的防除法の一つとして防蟻板による方法がある。基礎と土台や柱との間に金属板あるいはプラスチック板をはさみ、その先端を基礎面より突出させて物理的に侵入を防ごうとする方法である。日本ではあまり実用化されていないが、アメリカやオーストラリアでは施工基準まで作成され一般に推奨されている。

防蟻板の効果は絶対的ではないが、施工法によっては、侵入防止にかなりの効果があるほか、シロアリの侵入の有無を容易に確かめる早期発見の手段としても役立つ。形状としては、基礎側面から角度をつけず（水平）に、30mm 以上突出させ、その先端を垂直（90度）に 15mm 以上下方へ折り曲げたものが最も有効である。

その他の物理的防除法として、建築物の床下を全面コンクリートたたきにする方法や、害虫探知機によってシロアリの存在を確認し除去する方法などが挙げられる。

## ●生態的防除

一般に害虫の生態を考慮して、その発生や加害を軽減させるように環境条件を変えたり、施設の改善などにより害虫の発生を抑制し、侵入・加害を防止する方法を生態的防除と呼ぶ。たとえば、シロアリは温暖多湿を好むという生態的条件を考慮し、建物の基礎高を高くして換気口を設けて通風採光を図ったり、雨漏りや水がかりを防止するなどしてシロアリが生息・加害しにくい環境に改変するのも一種の生態的防除である。

また、シロアリは地中を通して建物内に侵入してくる場合が多い。したがって、敷地内の不必要な木柱や切株、木箱、建築残材などシロアリの餌となりやすい木材類はできるだけ除去したり、地中から侵入してくるのを防ぐために、建物の床下をコンクリートたたきにするのも生態的防除に含まれる。

生態的防除は予防的意味のものであって、積極的な防除法ではないが、害虫の生態に注目した根本的対策で、害虫の発生を押さえる上で極めて望ましい方法である。しかし、いったん害虫が発生した後においては、大して効果は期待できない。

## ●化学的防除

薬剤を使用して害虫を防除する方法を化学的防除といい、一般には薬剤防除とも呼ばれている。化学的防除は効果が迅速かつ確で、適用範囲が広く、防除法のうちで最も積極的な方法である。しかし、防除費にかなりの経費を要し、薬剤の種類や使用方法によっては天敵を殺すことも少なくない。また薬剤の使用法を誤ると、薬害を生じたり、人畜に対する中毒や公害を起こさせる危険性がある。

木材処理法は単独または二種以上併用して建築物の木材の薬剤処理を行う。この場合、防蟻とともに防腐効果もあり、一時的な駆除効果だけでなく、予防効果も兼ね備えた薬剤を使用することが望ましい。

シロアリは一般に、地中を通して建物内に侵入してくることが多いので、他のいずれの方法を採用していても土壌処理法を併用すべきである。

## ●その他の防除法

以上述べた以外に、生殖阻害法や置換競争種の導入が挙げられるが、これらは家屋害虫について直ちに実験や防除に実用できるものではない。前者については、シロアリ以外の害虫に成功例があるが、後者については、アイディアの段階であり、実際に試行したり、成功した例があるわけではないが、今後の害虫防除の一方法として考えられている。

シロアリの被害を最小限に食い止めるには、常々注意して被害の早期発見につとめることが重要であるが、それよりもさらに被害をうける前に、とくに新築時の設計・施工の段階で構造的あるいは材料的に十分考慮していくとともに、薬剤による予防処理を施しておくことがなによりも肝要であり、かつ賢明である。

### 3. 防蟻剤の概要

#### 3-1 防蟻剤の種類と特性

防蟻剤には油剤や乳剤、粒剤、マイクロカプセル剤など多種多様に存在する。ここでは、日本しろあり対策協会に認定された、主成分のことなる6種をとりあげ、急性毒性（経口・経皮・吸入）、魚毒性について比較する。

表-6 防蟻剤の種類と特性

品名	主成分	急性経口毒性(ラット)	急性経皮毒性(ラット)	急性吸入毒性(ラット)	魚毒性(コイ)
		LD <sub>50</sub> 値(mg/kg)	LD <sub>50</sub> 値(mg/kg)	LC <sub>50</sub> 値(mg/m <sup>3</sup> )	LC <sub>50</sub> 値(ppm/48hrs)
ウッドラック	トリプロピルイソシアヌレート	2,333~2,872	> 5,000	> 5,000	13.8
レントレク	クロルピリホス	163	2,000	> 5,000	0.13
バリサイド	ホキシム	1,935	1,176	2,550	0.1~1.0
ザオール丸	トラロメトリン	> 5,000	> 5,000	> 2,000	0.66
カレート	ベルメトリン	> 5,000	> 2,000	—	—
ロングラール	プロペタンホス	98.8	1,282	> 3,000	7.64

注) LD<sub>50</sub> (半数致死量)：薬剤を実験動物に与えた場合、その半数が死ぬと推定される量。したがって、この数値が小さいほど薬剤の毒性が強いことになる。

LC<sub>50</sub> (半数致死濃度)：吸入毒性の程度を表すときに用い、供試動物の半数を致死させると推定される気中の薬剤濃度。

(数値はそれぞれのパンフレットより引用)

#### 3-2 防蟻剤の施工方法

主に防蟻剤はシロアリの種類に関係なく使用され、施工法もシロアリの種類によって変えられることはない。施工法の種類は大きく分けて木部3種類、土壌3種類の計6種類に分けられる。近年では発泡処理法やセントリコン・システムなど新しい施工法の開発も進んでいる。

##### ● 木部の施工法

(1) 浸漬処理法 (新築、改築の予防処理)：薬剤を薬槽に入れ、木材を24時間以上浸漬する。浸漬した後乾燥し、割れがあれば吹付け処理する。

(2) 吹付け・塗布処理法：土台上端より1m以内の木部構造材や床下構造材などの全面に薬剤を吹付け、または塗布する。使用量は1㎡当たり300mlを標準とする。

(3) 穿孔処理法：直径6~13mmのドリルで木材の1/2以上の深さまで穿ち、吹付器などで孔の容積に応じて出来るだけ多量の薬剤を注入した後、予め薬剤で処理した木栓を埋め込む。

##### ● 土壌の施工法

(1) 散布処理法：指定濃度に水で希釈した薬液を基礎・束石の周囲の土壌及び水回り部分の床下土壌全面に散布する。処理量は土壌1㎡当たり帯状散布処理の場合5L、面状散布処理の場合は3Lを標準とする。

(2) 加圧注入処理法：処理個所に土壌の表面から加圧注入器を挿入して、均一にゆきわたるように加圧注入する。処理量は土壌1㎡当たり5Lを標準とする。

(3) 混合処理法：処理個所に深さ約30cmの溝を掘り土壌を適当に柔らかくする。ここに粉剤か粒剤を混合してよく突き固めながら埋め戻す。処理量は幅20cm溝長1㎡当たり1Lを標準とする。

### 3-3 防蟻剤の認定制度

防蟻剤には国の承認や許可、登録制度がない。そのため、薬剤と使用方法などは業界の自主基準や認定制度（日本しろあり対策協会、日本木材保存協会）によって運用されている。(世)日本しろあり対策協会（建設省の許可法人）、(世)日本木材保存協会（林野庁の許可法人）は、薬剤の性能評価を「日本木材保存剤審査期間」（1985年設立）に委託し、適格性を審査している。ただし、白対協に属さない業者の営業も可能であり、認定を受けていない薬剤の使用もある。

認定剤に求められるデータとして、薬剤の有効成分は天然物及び抽出物を除き、「化学物質の審査および製造等の規制に関する法律」（化審法）に基づく既存化学物質もしくは公示物質であることを前提とし、届出にあたっては、人の健康や環境への影響を配慮した各種のデータ（物理化学的性状、微生物分解性、分解係数・解離定数、魚類濃縮性、変異原性及びほ乳類を用いる28日間反復投与毒性等）が要求される。

さらに、日本木材保存剤審査機関が認定薬剤の安全性審査に際し、毒性試験データ（ほ乳動物に対する急性毒性、魚毒性、微生物を用いた変異原性、吸入毒性、目に対する刺激性）を求める。

（シロアリ防除剤の安全性より引用）

### 3-4 建築物内部での防蟻剤関連物質の発生メカニズム

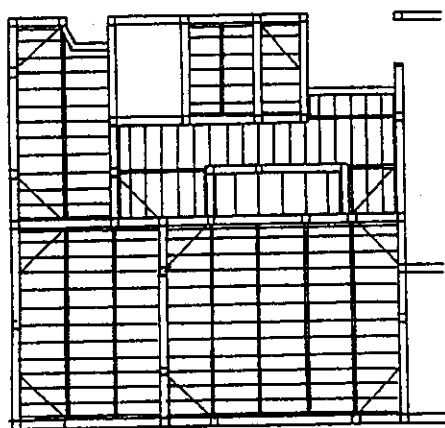


図-9 一階床伏図

#### (1) 床下構成部材からの発生

床下構成部材からの単位面積（体積）当たりの汚染物発生量は、実験により得られた各部材からの発生量を総和し求める。その値から建物もしくは室内全体の発生量を求める事が出来る。

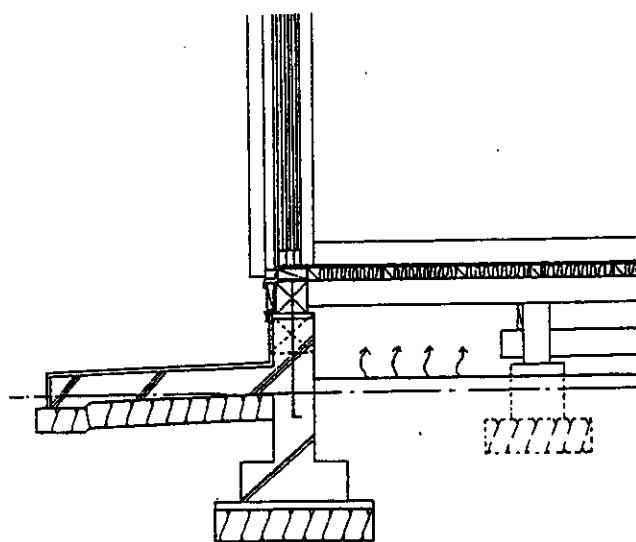


図-10 基礎部矩計図

#### (2) 土壌からの発生

床下土壌からの単位面積（体積）当たりの汚染物発生量は、実験により得られた発生量から求める。その値から床下土壌全体の発生量も求めることが出来る。

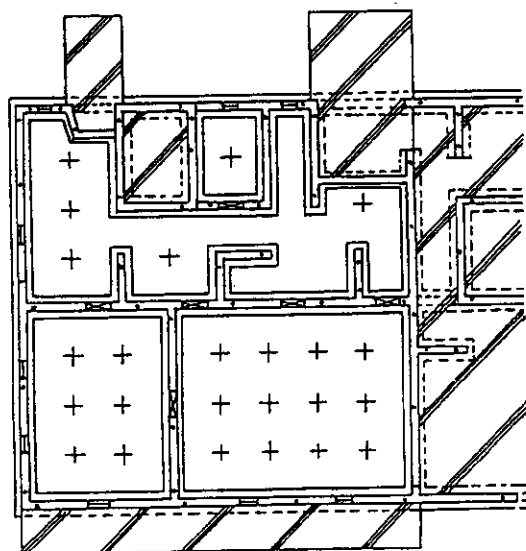


図-11 基礎伏図

#### (3) 床下換気口と換気量

床下換気量は床下換気口の配置や数によって大きく左右される。外部に面した床下換気口はもちろん建築物内部の床下換気口も重要である。又、隣接する建物や壁などにも床下換気量は左右される。

ちなみに、建築基準法施行令、第22条、第2項により、壁の長さ5m以下ごとに、面積300cm<sup>2</sup>以上の換気口を設けると定めている。

#### 4. 濃度レベルの実態調査（平成 11 年度以降の予定）

##### 4-1 調査概要

##### 4-1-1 サンプルング方法

松村らの方法<sup>1)</sup>により、試料空気の採取を Waters 社製サンプラーを用いて、2L/min の流速で 24 時間サンプルングを行う。サンプラーは床上 1.2m で部屋の中央に設置する。（Sep-Pak Plus Short タイプのカートリッジをサンプラーとして用いる）

##### 4-1-2 使用分析機器

- 光音響法：B&K 社製 1302 型 マルチガスモニター（フィルター UA0987）
- 活性炭吸着-ガスクロマトグラフ（GC）法：Sep-Pak Plus Short タイプのカートリッジ（Waters 社製）、ガスクロマトグラフィー（島津製 GC-14A、分析条件は表-7 を参照）

表-7 ガスクロマトグラフの分析条件

ガスクロマトグラフィ（GC）
GC：島津製 GC-14A
カラム：H701-PM50-025
窒素：2.0 kg/cm <sup>2</sup> 水素：0.7 kg/cm <sup>2</sup> 空気：0.9 kg/cm <sup>2</sup>
ヘリウム：2.5 kg/cm <sup>2</sup> 注入口：270 °C
検出器：FPD

##### 4-1-3 分析方法

サンプルングの終わったサンプラーに注射筒を取り付け（サンプルング口とは反対側）、これに混合溶媒（アセトン：ヘキサン，1:3）6 ml を入れゆっくりと押し流し、被検成分を溶出する。ついで、溶出液に窒素を吹き付け溶媒を除去する。その後、アセトン 500 μl を加え被検成分を溶解する。さらに、内部標準液（トリス（4-tert-ブチルフェニル）ホスフェート）10 μl を加え混合する。この溶液 1 μl を GC - FPD に導入し分析を行う。

## 5. チェンバー実験による汚染物質発生量の算定

### 5-1 実験概要 (平成11年度以降の予定)

#### 5-1-1 サンプルング方法

試験片をチェンバー内に設置し、内部を一様拡散する (チェンバー内の8ヶ所のサンプルを吸引して温度差のないことを確認)。室温を 20℃ に保ち、8h~12h (チェンバー内が定常濃度になる時間) 後、6h チェンバー内の濃度を有機ガスサンプラー用活性炭チューブで補集する。

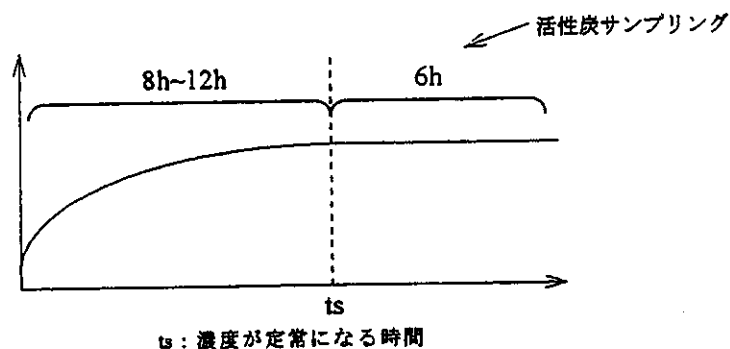


図-12 サンプルング方法

実験は木部・土壌それぞれ 20℃ の室温で 3 回ずつ行う。

3times/each at 20℃

#### 5-1-2 使用分析機器

- 光音響法: B&K 社製 1302 型 マルチガスモニター (フィルター UA0987)
- 活性炭吸着-ガスクロマトグラフ (GC) 法: 有機ガスサンプラー用活性炭チューブ (柴田科学機械工業社製)、ガスクロマトグラフィー (GL サイエンス社製、GC-353、分析条件は表-7 を参照)

表-8 ガスクロマトグラフの分析条件

ガスクロマトグラフィ (GC)
GC:GL サイエンス製 GC-353
カラム:CP-Sil8cb100mm*0.53m
インジェクション:250℃ キャリアーガス:N2
検出器:FID



次に、物質ごとの検量線を下記に示す。

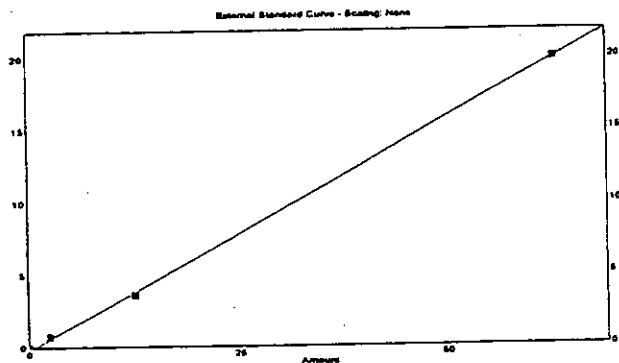


図-13 エタノール(Etho)

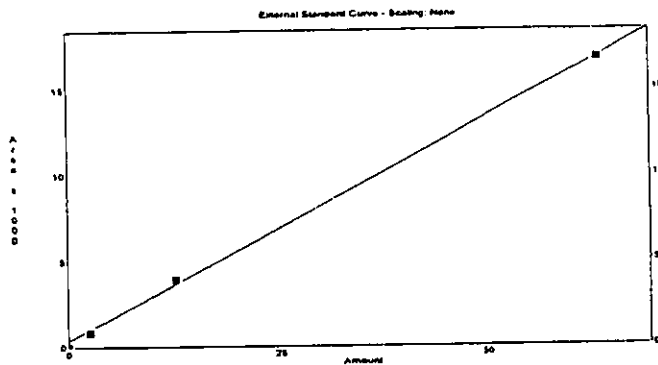


図-14 アセトン(Acet)

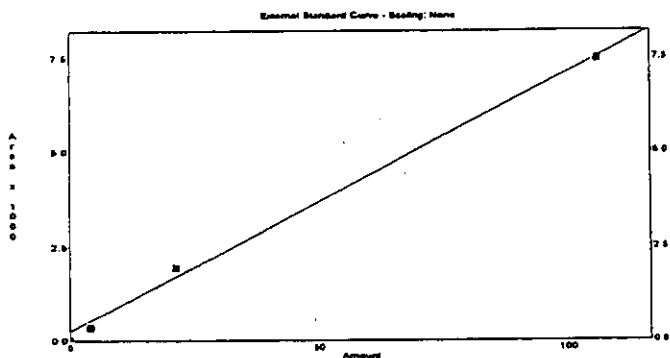


図-15 ジクロロメタン(DicMet)

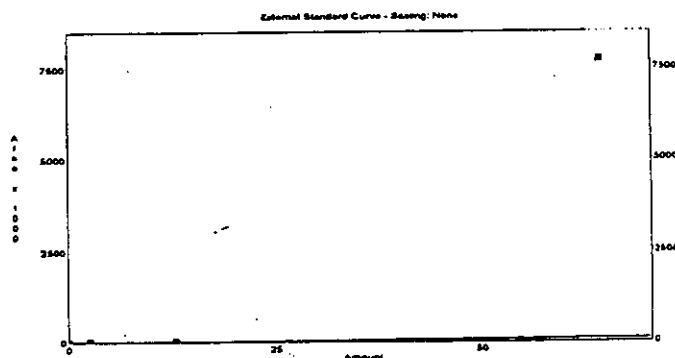


図-16 メチルエチルケトン(MEK)

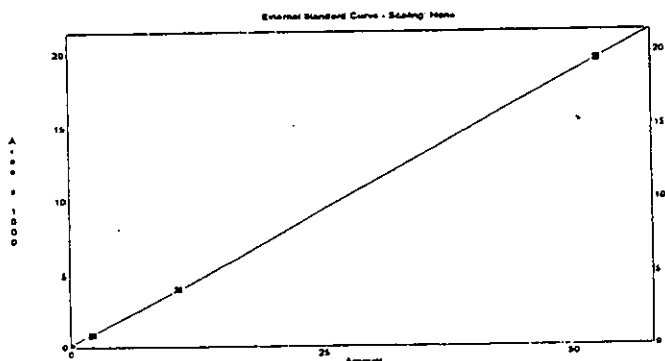


図-17 ノルマルヘキサン(n-C6)

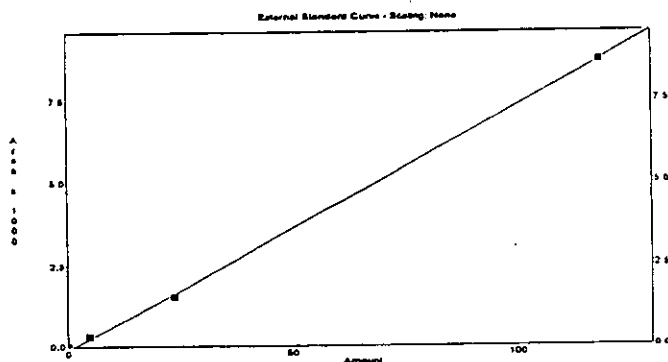


図-18 クロロホルム(Choroform)

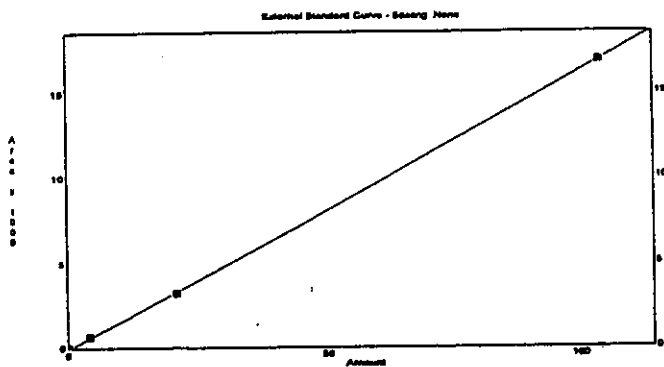


図-19 四塩化炭素(Carbon tetrachloride)

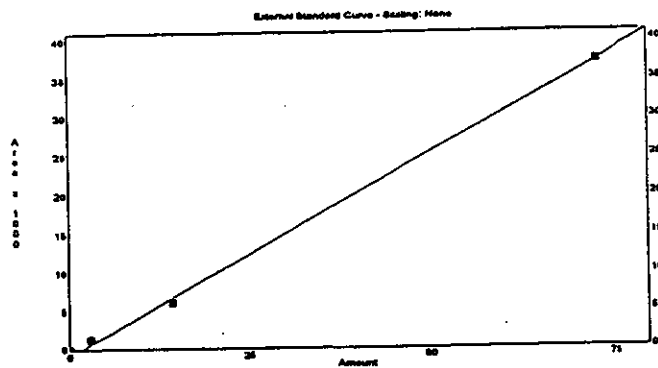


図-20 酢酸エチル(EtAcet)

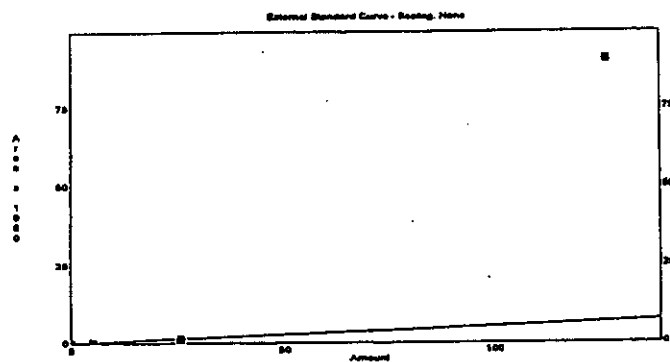


図-21 1,1,1トリクロロエタン(1,1,1-Tricen)

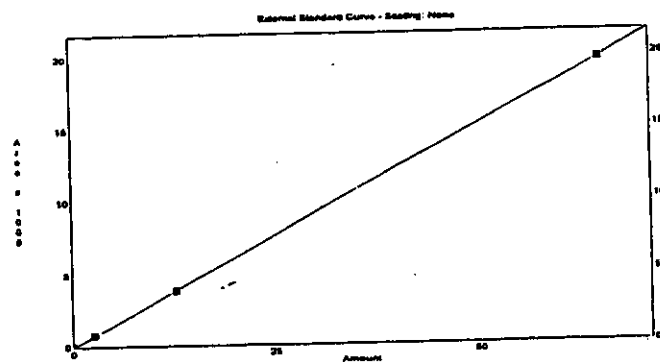


図-22 ブタノール(Butho)

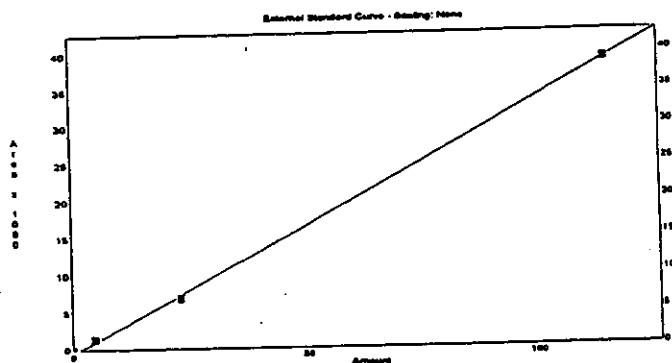


図-23 トリクロロエチレン(TriceL)

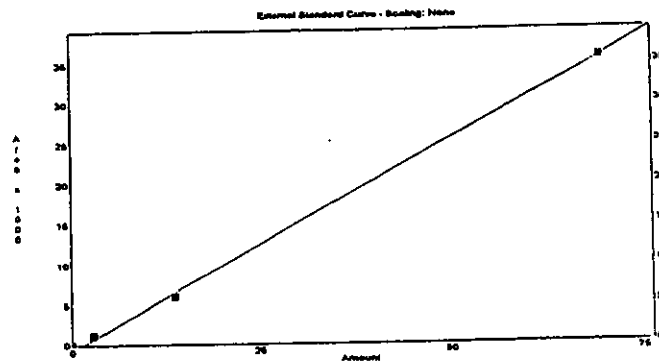


図-24 トルエン(Toluene)

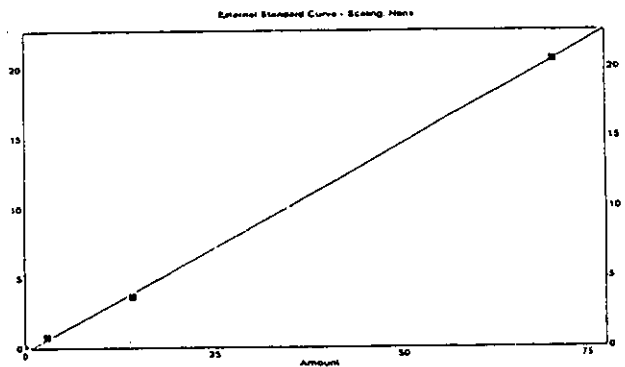


図-25 酢酸ブチル(BuAcet)

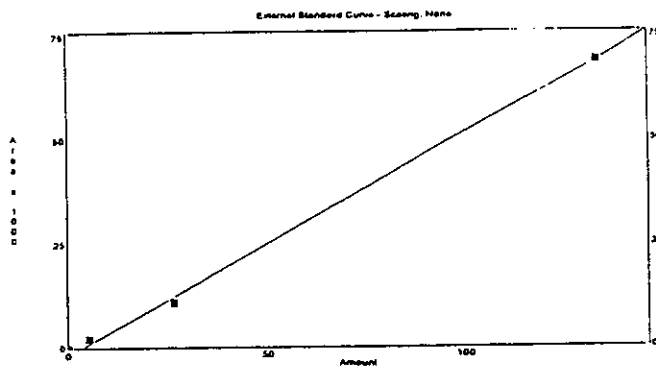


図-26 テトラクロロエチレン(TetceL)

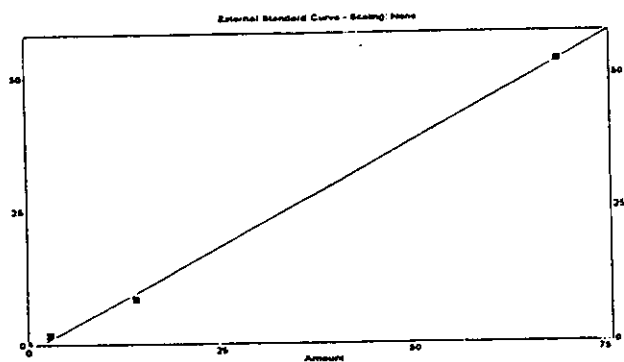


図-27 m,pキシレン(m,p-XL)

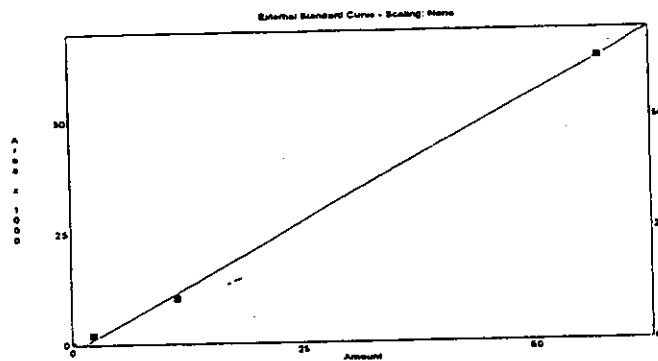


図-28 ノルマルノナン(n-C9)

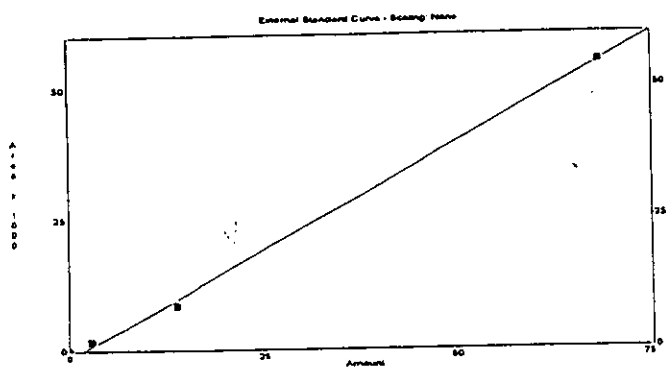


図-29  $\alpha$ ピネン( $\alpha$ -pinene)

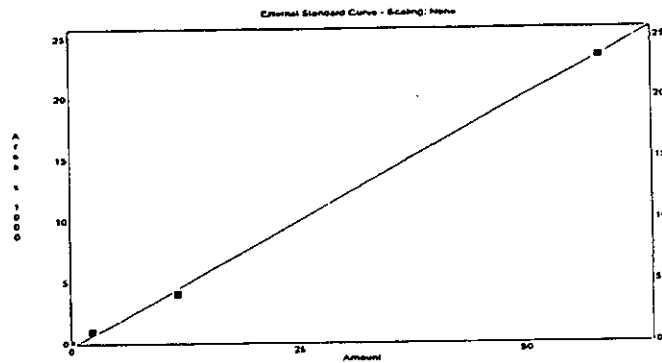


図-30 ノルマルデカン(n-C10)

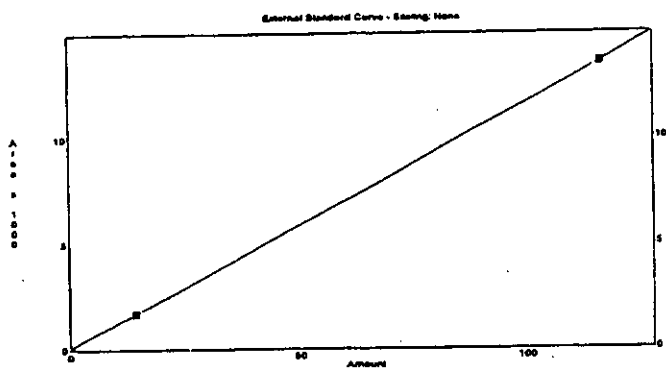


図-31 パラジクロロベンゼン(p-DicB)

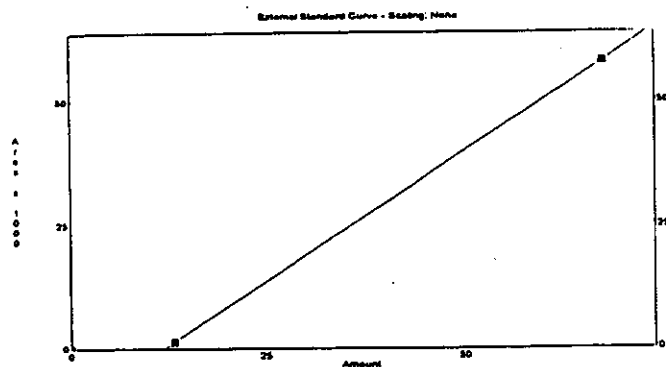


図-32 リモネン(Limonene)

次に同一サンプルを3回注入した場合の分析結果と測定システムの再現性を下記に示す。これより、3回行った分析結果にほとんど誤差がみられないため、良い再現性が得られたといえる。

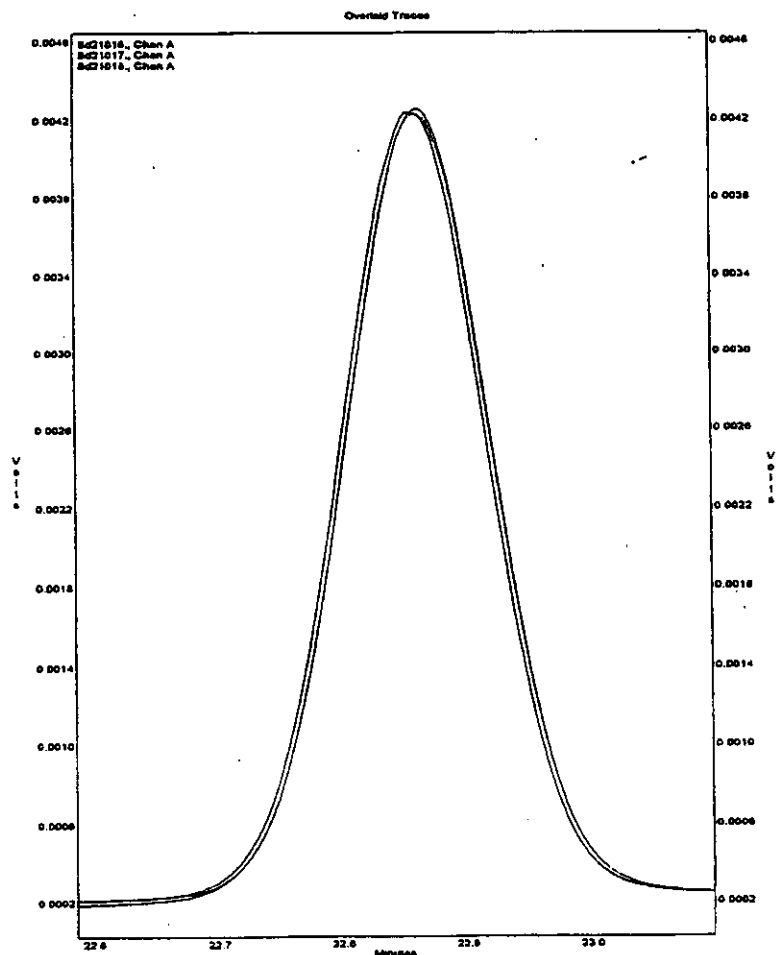


図-33 同一サンプルを3回注入した場合の分析結果と測定システムの再現性