

ISSN 0388-9491

しろあり
SHIROARI

1984.4

通 卷
NO.56

社団法人 日本しろあり対策協会
JAPAN TERMITES CONTROL ASSOCIATION

目 次

<巻頭言> 人間とシロアリ……………前 岡 幹 夫…(1)
 しろあり防除薬剤の問題点……………井上 嘉幸・坂井 健・黒田 健一…(3)
 しろあり防除施工と環境保全……………布 施 五 郎…(20)
 新しい低毒性しろあり防除薬剤ホキシムの性能について
 ……………竹 村 一 郎・五十嵐 玲・布 施 五 郎…(32)

<講 座>
 衛生管理のみちしるべ〔6〕——人体のしくみと働き(6)——……………稲 津 佳 彦…(37)
 土の話〔6〕——土の化学的性質(3)……………駒 井 豊…(53)

<会員のページ>
 嗚呼、河村肇君をしのぶ……………森 本 博…(61)
 しろあり雑記——主として羽蟻・女王について——……………森 本 博…(63)

<協会のインフォメーション>
 第27回通常総会報告……………(68)

<資 料>
 昭和58年度「しろあり」目次索引……………(73)
 編 集 後 記……………(75)

日本しろあり対策協会機関誌 しろあり 第56号

昭和59年4月16日発行

発行者 山野勝次

発行所 社団法人 日本しろあり対策協会 東京都新宿区新宿2

丁目5—10日伸ビル(9F) 電話(354)9891・9892番

印刷所 東京都中央区八丁堀4—4—1 株式会社 白橋印刷所

振込先 協和銀行新宿支店 普通預金 No.111252

機関誌等編集委員会

委員長 山野勝次

委員 安藤尚一

〃 尾崎精一

〃 森本博

事務局 石沢昭信

〃 篠原信雄

SHIROARI

(Termite)

No. 56, April 1984

Published by **Japan Termite Control Association** (J. T. C. A.)

9F, Nisshin-Building, Shinjuku 2-chome 5-10, Shinjuku-ku, Tokyo, Japan

Contents

[Foreword] Man and Termites	Mikio MAEOKA···(1)
Many Problems Awaiting Solution of Termite Control Chemicals	Yoshiyuki INOUE, Ken SAKAI and Kenichi KURODA···(3)
Termite Control Works and Environmental Conservation	Gorō FUSE···(20)
On the Termiticidal Properties of a New Organic Phosphate Insecticide, “Phoxim” Having Low Mammalian Toxicity	Ichirō TAKEMURA, Akira IGARASHI and Gorō FUSE···(32)
[Lecture Course]	
The Guide to Occupational Health [6] —Physiological Basis of Human Body (6)—	Yoshihiko INAZU···(37)
Soil [6] —Chemical Properties of Soil (3).....	Yutaka KOMAI···(53)
[Contribution Sections of Members]	
In Memory of Dr. Hajime KAWAMURA	Hiroshi MORIMOTO···(61)
Miscellaneous Notes on Termites —On the Winged Adult and Queen—	Hiroshi MORIMOTO···(63)
[Information from the Association]	(68)
[Data]	(73)
[Editor’s Postscripts]	(75)

《 卷 頭 言 》

人 間 と シ ロ ア リ

前 岡 幹 夫

しろあり対策に関心をもちはじめから、かれこれ40年近くになる。

はじめて、シロアリの現物に対面したのは、終戦の直後の昭和22年のことになる。宮崎市の郊外の一ツ葉海岸で、松の切株を掘り起して見せてもらった時である。兵蟻や職蟻を手のひらに載せて、眺めたり、触ったりしていると、とてもこれが、かの憎むべき害虫という気持ちにはなり得なかった。現場が家屋でなく、当時は無用の長物とされた伐根であったせいかもしれない。

しかし、何よりも心をひかれたのは、その皮ふにあったように思う。当時、私は、第二児をもうけたばかりで、皮ふのつやや滑らかさが、幼い子供のそれとそっくりと感じたのである。しかも、これらの膨大な数の個体が、規則正しく社会生活を営んでいると聞かされては、人間そのものの過密社会を見ているようで、恐ろしさをさえ感じたものである。

その後、シロアリについての知識が多少でも増えるに従い、ますますこの感は深まってきた。かれらの職住場所は、われわれの居住場所（少なくともわが国では）であり、全く競合の立場にある。大切な生活環境条件である温・湿度にしても、われらに最適なもの、かれらにも最適なのである。生活場所や必要環境が同一であり、個体それぞれは、抵抗力が弱く、脆弱そのものであるが、集団となると驚くほどの威力を発揮する、これはまさに人間の社会の縮図であるといえよう。

かの賢人パスカルは、つぎのようにいっている。“人間はひとくきの葦にすぎない。自然の中で最も弱いものである。だが、それは考える葦である。かれを押しつぶすために、宇宙全体が武装するには及ばない。僅かの蒸気や一滴の水でもかれを殺すには十分である。”

パスカルは、人間を植物である葦にたとえたが、私は、人間との相似性がより強いシロアリにたとえたいと思う。現にシロアリの防除には、僅かのガスや薬液が使用されている。

総じて、生息環境や個体が、違えば違うほど篩い分けや、防除技術は簡単であり、また多様性ももちうるものと思われる。これに反して、相似性があるほど、困難となるのは理の当然のことである。僅かのガスや薬液にしても、一方に適切であれば、他方にも確実に作用する結果ともなる。

このように、シロアリの防除は、下手をすると、人間の防除にもなりかねない両刃の剣でもある。対象が、か弱い昆虫であるとした安易な防除方法では、危険な事態を発生する恐れが十分にある。現にそれに近い事例を見ないわけでもない。人間には無害、シロアリには有害というのが、防除技術とすれば、

その技術は、極めて高度のものであり、かつ、繊細巧緻なものになることは、当然のことであろう。とても素人などの扱える範囲のものではあり得ない。当協会、並びに会員の指向するところも、いつにこの点にあるといえる。

以上、人間とシロアリの相似性を見て、薬物による防除の問題点を指摘した。

では、人間とシロアリの著しい相違点は、どこにあるのであろうか。絶対的な相違がある。それは、パスカルも指摘しているように、人間は「考える」特技をもっていることである。これが人間を偉大にもしている。これに反して、シロアリは生得的な行動しかなし得ない。

考える能力を駆使した「考えた」技術こそが、シロアリを防除し、人間に至福をもたらすものといえよう。

(本協会会長)

しろあり防除剤の問題点

井上 嘉幸*・坂井 健**・黒田 健一*

1. はじめに

最近、新しいしろあり防除薬剤と施工法の研究・開発や施工技術の向上の必要性が強く要望されている。しろあり防除薬剤の認定は、当協会により、昭和36年より実施され、認定には防除薬剤等認定委員会が設けられて、認定の方針に関する企画と立案、認定の基準、防除薬剤の効果および安全性の審議を行い、審査に合格した薬剤は、協会防除薬剤として認定されてきた。認定制度の運営に当っては、意向反映のため、当協会に設けられた防除薬剤等部会のほか、日本木材保存剤工業会などとも緊密な連繫をとりつつ、新たな発展に向かって、企業の開発への活力が最大限に発揮される方向が図られなければならないと考えられる。認定の基本方針は、しろあり防除に対する社会の要請を先取りする先見性をもって、一層積極的に推進することが必要である。最近のしろあり防除薬剤をとりまく安全性に関する内外の環境や時代の潮流は、まことにきびしいものがある。認定制度が発足して以来23年間になるが、実施の過程で明らかになった問題、新たに生じた問題の解決など、この間に蓄積したもろもろの問題点の見直しと是正が必要であって、今後のしろあり防除薬剤開発のために必要な軌道を、周到、かつ、総合的に、早急に敷設しなければならない時機にあると思われる。薬剤の安全性についても作業員、居住者の健康などはもとより、環境など広範囲の分野におよぼす様々な影響について、細心の配慮を行いつつ、一層、検討を進めなければならない。このような困難を克服していくことが、次の跳躍台であって、これによってしろあり防除に対する社会的要請に答え、また、産学官の緊密な連携によって、創造性の豊かなしろあり防除技術を推進することができると思われる。

本稿では、最近におけるしろあり防除剤につい

て、幅広い問題意識を喚起するため、解決を要する山積した課題につき、いわば起爆剤としての役割を果たす意味で、総合的な視点から、開発のために必要とする軌道を含めて、いくつかの問題点をのべてみたい。調査の不備や独断が多いのではないかとおそれられるが、諸賢の御批判と御教示を仰ぐことができれば、望外の幸である。

2. しろあり防除剤の問題点

当協会および日本木材保存協会による薬剤認定機構の一元化、粉剤および粒剤および油溶性薬剤と乳剤（発泡施工方法を含む）の問題点、クロロデンの問題点、クレオソート油の床下等での吹付け処理における問題点、被覆材料等を用いるシステムとしてのしろあり防除施工方法の問題点、認定薬剤効力試験方法の問題点、現場施工上の問題点および薬剤が関連する問題点についてのべることにする。

2.1 薬剤認定機関の一元化について

当協会および日本木材保存協会によって、主に木材保存剤が認定されてきた。認定に関し、一つの国として全体的なまとまりの実現、認定の的確かつ迅速な体制の確立、認定申請者の負担の軽減、変動する社会の要求に即応し得る弾力的な制度、高度の識見と学問的能力を備えた優秀な有識者の参加等により、認定機関を一元化し、認定機関の重複を排除するとともに、効率化を目指すことが必要である。今後の両協会による認定物件については、木材保存剤をはじめ、処理木材、防腐材料、防蟻材料、防虫材料、防水・防湿材料、腐朽阻止施工方法、被覆材料と薬剤による施工方法、マイクロカプセル剤・塗料型等の徐放製剤、適用範囲を伴う施工方法および特殊使用方法など極めて広範囲のものが考えられる。しかし、木材保存協会による表面処理用木材防腐・防蟻剤および土壌処

理用木材防蟻剤（いずれも乳剤）は、両協会が類似した薬剤を認定している。認定に当っては、効力および安全性等に関する評価をはじめ、製品検査（品質検査）、品質保証期間などが重要であり、認定機関による認定内容が十分であって、両協会により、薬剤認定結果が効率的に生かされることが大切である。この場合、少なくとも性能の検査および評価等を審議する委員会としての認定審査専門委員会（性能調査委員会）と認定審査委員会（認定審議会）の2委員会が必要と考えられるが、問題点は、木材保存剤等認定機関と両協会の関係であり、十分な連繋による早期の解決が望まれる。最近、検討されている合成樹脂のフィルム、テープ類あるいは歴青材料等で床下の防湿をはかるとともに、土壌表面の被覆により補助的に防蟻・防腐効力を高める材料についても、主材料および補助材料の性格の明確化、併用による効力等について、公正、かつ、公平な評価が必要である。認定に当って、企業の自由な発想に基づく独創的な開発が、具体的に実効性をもつためには、納得が得られるような認定機関の長期的基本政策が、十分に理解されるよう、必要かつ適切な措置を講ずることが大切である。

なお、木材保存剤の実用化に関連して、日本工業規格、日本農林規格適合品、農林水産大臣認証木質建材などがあり、また、薬剤の認定は、先導的役割を果たしてきた当協会のほか、日本木材保存協会、文化財虫害研究所により行われ、両協会による認定により、混乱が生じている。一方、一元化した認定機関による全体的な統督と各協会組織の自主性の尊重という二つの要請を、具体的、現実的にどのように調整するかという課題があり、このためには、相互の業務内容または権限関係を更に明確化することが必要である。薬剤の認定には、明確な方針と根拠が必要であり、協会毎に相違している現状は問題がある。一元化により、認定の一貫性と効率化が可能となると考えられる。一元化を取り巻く種々の困難な条件の調査、検討を行い、変動する木材保存分野に不断に対応し、新しい分野の発展に対する関係者の強い期待に答える認定計画を構想しなければならないと考えられる。

2.2 粉剤および粒剤の問題点

当協会のしるあり防除処理標準仕様書によれば、粉剤について、 $600\text{g}/\text{m}^2$ 以上と規定され、粉剤4種（クロルデンの濃度は5～6%）、粒剤2種（クロルデンの濃度は6～12%）が認定され、この中には処理後、散水によりクロルデンを土壌中に浸透させる製剤が用いられている。一般に、この種の製剤としては、微粉剤、粉剤、粒剤、錠剤、カプセル剤などが知られ、粒子間には、化学的な力および物理的な力が作用し、粒子径、粒度分布、粒子の表面積、粒子によるクロルデン等の吸着（物理吸着、ファンデルワールス吸着、活性炭吸着）などが問題になる。粉粒剤の処理量としては、一応、クロルデンの2%、乳剤を $5\text{ l}/\text{m}^2$ 撒布した場合と同量のクロルデンが土壌中に含有されることが必要と考えられる。この場合、量が多くなり、処理上の困難な面もあるが、この処理量も今後の検討課題である。粉剤を混合法で処理する場合には、土壌の約30cmの深さまでよく混合し、 $600\text{g}/\text{m}^2$ 以上の処理量を用いる。また、粉剤は、層状散布法にも用いられ、この場合には、基礎の内外、束石の周囲、その他の処理しようとする箇所を掘り、2回以上に分け、 1 m^2 につき 600g 以上を均一になるように層状に散布する。この場合、標準仕様書では、層の深さが規定されていない。たとえば2層とする場合、深さは、どこまでがよいか明記する必要がある。粉剤に含まれる担体としては、クレー類（カオリン、ベントナイトなど）、タルク類（タルクなど）、シリカ類（ピロフィライト、ケイソウ土、トリポライトなど）、石灰類（石灰石粉、消石灰など）、その他（石膏など）があり、タルク、クレー、カオリン、ベントナイト、ケイソウ土などは酸性であり、消石灰などはアルカリ性である。担体については、水分、真比重、見掛け比重、比表面積径（ μ ）、比表面積（ cm^2/g ）などが粉体粒子の性質に関係する。一般に、液剤は、経時変化による分解量が少ないが、粉粒剤は分解されやすい傾向があり、粉粒剤の経時安定性は重要な性能である。粉剤は、製剤が不適当な場合、著しく分解することがあり、分解防止剤が用いられる場合もある。粉粒剤の認定に当っては、製剤中の水分、見掛け比重、粒度

分布、経時安定性などの試験成績を添付することも必要であろう。粉粒剤の殺蟻効力は、一般に、有効成分を含む粒子が細かいほど効力が大きく、また、表面積の増加とともに粘着力が増加し、さらに見掛け比重が小さくなると処理の際、風で逸散しやすくなる。粒度分布とは、適当な粒子径の間隔をもつフルイで粉粒剤をふるい、各粒子径にはいる百分率、すなわち相対頻度より求められ、粒度分布曲線として表わされる。粉剤および粒剤については、土壌に対する固着量を求めることも重要であろう。すなわち、固着率¹⁾は、つぎの式で表わされる。

$$\text{固着率(\%)} = \frac{\text{土壌中の残留量}}{\text{土壌中の初めの量}} \times 100 \cdots \cdots (1)$$

固着量は、一定条件で粉剤または粒剤を土壌と混合し、混合土壌を一定の容器に入れ、一定の水を与えた場合の残留量から求めることができる。粒剤処理後に撒水する製剤では、水和剤（界面活性剤を含有し、水によって湿潤して懸濁液になる）あるいは可溶化剤としての製剤もあり、これらの製剤は、多孔質物質にクロルデンと界面活性剤等を含み、水で自己乳化するため、非農耕地で使用する際、溶脱に対する問題が考えられ、このような製剤は避けることが望ましいと考えられる。粒剤で、撒水によりクロルデンを乳化させる製剤は、完全に溶出しないと土壌の表面にクロルデンを含む粒剤が残留し、床下に入る人に対して接触の危険がある。また、乳剤と比較して、土壌中のクロルデンの分布が不均一になりやすいと考えられる。さらに、粒剤では、有機溶媒が添加されないため、クロルデンと乳化剤が残り、雨水の流入などがあると再乳化し、環境問題を起こしかねないため、このような製剤は不相当と考えられる。なお、ある系統の製剤が一度認定されると同系統のものは、その延長上で申請がなされるため、公害発生の危険のある製剤は、避けることが大切である。中・長期の認定政策の策定を考えると、認定し難い製剤もおこり得ると考察される。新しい製剤形態の創出に当っては、量より質が大切で、環境安全性が一層大きく、より効力をもつ方向で考えられなければならない。それには、この分野の

学問としての木材保護化学の進歩が必要であり、この学問を社会的に適用することによって、より高度の技術をもつしるあり防除施工の発展が期待できると考えられる。土壌中の水分が比較的多く、また、水分の流動、さらに地下水への浸透が懸念される場合には、乳剤などの使用の代りに、界面活性剤を含まない粉剤または粒剤を使用することが大切である。古く、全日本しるあり対策協議会編によるしるありの予防と施工実例（しるありシリーズ3）によると、土壌処理法として、「薬剤の使用量は、基礎コンクリートの場合には片側1mにつき、乳剤では約1ℓ、粉剤では約150gが適当とされています」と記載されている。基礎および束石から幅約20cm、深さ約15cmを処理するため、乳剤では、約5ℓ/m²、粉剤では約750g/m²となるが、当時の議論として、乳剤と粉剤で、同一薬剤量が必要であるという意見はなく、主に米国の粉剤の処理量を参考にし、これに実験を加えて600g/m²がきめられた。幅20cm、深さ15cmで1mにつき150gの場合、処理量は5kg/m³である。なお、当時、クロルデン、ヘプタクロル、γ-BHC、ディルドリン、アルドリンは、乳剤として0.5～2%以上、粉剤として1.5～2.5%以上が適当と考えられていた。木造建築物のしるあり防除処理仕様書が制度化されたのは、昭和36年12月である。その後10年を経過し、昭和45年2月の第13回日本しるあり対策協会の大会で改訂案が発表されている。この場合、初めの仕様書で粉剤の使用量の基準は、「1m²につき600g以上とする」となっていたが、改訂案に当り、この点について、600gでは多すぎ、300gがよいという意見もあったが、実験の結果600g/m²以上のままとなり、当初の薬剤使用量のまま現在に至っている。いずれにしても、粉剤について、実質的な審議が尽くされていないうらみがあり、今後は、この点を積極的に解明する必要がある。

2.3 油溶性薬剤と乳剤の問題点

当協会の防除剤の種類は、予防・駆除剤、予防剤、駆除剤および土壌処理剤の4種類である。従来、土壌処理剤と予防・駆除剤の2つの認定をうけた製剤として、アリシス20S、コシマックスSおよびアワドルF液剤40があり、また、土壌処理

剤、駆除剤および予防剤の3つの認定をうけた製剤として、サンプルザWがあり、これらはすべて乳剤である。一薬剤で、すべてが間にあうと、手間も省け業者にとっても有利なためこのような薬剤が極めて増加する傾向がある。同一乳剤が予防剤あるいは駆除剤になるため、予防剤と駆除剤の定義が明確化されていないといえよう。駆除剤については、有機リン剤のみを含む製剤、カーバメート系殺虫剤を含みクロルデンを含まない製剤も認定され、速効性の点で、著しい相違のある製剤が同一に駆除剤として認定されている。乳剤については、認定が開始されて以後、石油危機等経済情勢の激変もあり、認定に若干の影響を及ぼした点も考えられる。また、乳剤が予防剤として認定されているが、この点については、矛盾が考えられる。すなわち、当協会木造建造物しろあり防除処理標準仕様書(1980)によると「雨水のかかるおそれの箇所を使用される木材の処理に使用する薬剤は、油性または油溶性薬剤とする」と規定され、この部分の解説として「大きく変更になったことは、政令とも条例とも関係があることであるが、雨水のかかるおそれのある箇所を使用する場合は、油性か油溶性薬剤でなければならないことにした。これは処理が吹付けか塗布法であるため、水溶性や乳剤では効果が期待できないからである。防除土に関係があり、今後、土台、柱、筋かいなどには、水溶性や乳剤は使用できなくなる。その他の部材でも、水溶性および乳剤の塗布、吹付け処理の効果は期待薄である。」と明記された。この仕様書の木材処理法の箇所は、その後、「雨水のかかるおそれの箇所及び床組内に使用される木材の処理に使用する薬剤は、油溶性薬剤とする」(1983)³⁾と一層明確になり、発泡施工方法や乳剤によって床組内を処理することは不適当なことが明記されている。雨水のかかるおそれがなく、床組外に使用され、柱、筋かいなどを除く木材には、乳剤が使用できることになっているが、乳剤性能を含め、今後適用箇所の明確化が望まれる。協会には予防剤としての乳剤や発泡製剤の認定申請があり、これらの薬剤は、油溶性薬剤でないことが初めから明らかであったが、当協会で、協会認定薬剤効力試験方法等に基づき、乳剤または発

泡製剤が予防・駆除剤として認定されたので、床組内木材への適用に関し、混乱がおこった。

発泡施工方法で、施工上とくに問題となるのは、「薬剤により現場処理をする場合、木材の木口、仕口、継手の接合箇所、亀裂部分、コンクリートおよび石などに接する部分は、とくに入念な処理を行う」(住宅金融公庫融資住宅仕様書、木造住宅工事共通仕様書および枠組壁工法住宅工事共通仕様書)、また、木造建造物しろあり防除処理仕様書のうち、「吹付け処理法および塗布処理法では、木材の木口、割れ、接合部、木材と基礎などの接合部分に対して、とくに入念に処理を行う」と入念な処理の必要性が明記されている箇所に対する処理が、できなくなる点である。あらかじめ、これらの部分に対して、通常の処理を行ったのち、発泡施工方法を適用するのであれば問題はないと考えられる。しかし、加圧式防霉処理土台、油性薬剤処理土台および乳剤処理土台の効力について、比較が必要であろう。なお、日本木材保存協会によって、表面処理用木材防霉・防虫剤としてサンプルザWS(乳剤)が、また、土壌処理用木材防蟻剤として、無臭性アースターマイト可溶化剤が認定され、土壌処理剤が2つの協会から認定されるという混乱を生じている。べつに、日本木材保存協会によって、表面処理用木材防霉剤(乳剤)1種と表面処理用防霉防蟻剤(乳剤)2種の認定が行われ、木造建造物の処理に関する認定の方針および認定根拠、認定の一貫性と効率化などの点より、早急に薬剤認定機関の一元化が必要である。可溶化剤について、乳剤と相違し、木材への浸透がよく、再乳化が起こりにくいと考える、一部の製剤もあるが、一般に、油溶性薬剤に比較して木材への浸透は劣り、また、界面活性剤の可溶化能を非可逆的にすることは、極めて困難である。水に元来不溶性の物質、たとえば、ベンゼンがセッケンのようなコロイド電解質の存在で均一に溶ける現象を、1955年に、J. W. Mc Bain がはじめて可溶化と呼んだ。この現象は、電解質だけでなく、非イオン性の溶液でも、また、非水溶液でもみられる。可溶化能が残っていると、溶脱が考えられ、油溶性製剤と著しく相違することになる。可溶化8-オキシキノリン銅と懸濁液として

分散させた製剤を比較すると、その生物活性は可溶化製剤の方が大きく、約2倍の相違が認められている。乳剤には、水中油滴型(O/W、水中油型)と油中水滴型(W/O、油中水型)があり、前者がしろあり防除剤として用いられ、これは、パニシングクリームや親水軟膏のタイプである。後者は、マヨネーズ型乳剤として実用化され、処理後乳化がこわれ油溶性となり、木材中に浸透するタイプである。吸水軟膏、コールドクリームなども油中水滴型である。乳化剤については、粉粒および粒剤と同様、経時安定性試験が必要で、また、乳濁液の安定性試験も必要と考えられる。なお、ポリエチレングリコールのような水溶性薬剤は、吸湿性で、他の薬剤を溶解させやすいので、応用が考えられる。水中油滴型の場合、粒子が微細に分散して安定化するためには、分散媒の粘度が低い方がよいが、粘度が低いと一度生成した乳濁液の粒子は、衝突により合併したり、あるいは比重差によって二層に分離し易くなるので安定性は低下する。乳濁液の粒子の半径が大きいほど粘度は低くなるが、木材中に浸透しにくくなり、また、粒子径が揃っている方が不揃いより粘度が大きい。一般に、可溶化液の場合にも、油溶性薬剤に比較して粘度が大きくなる。木材に対する濡れおよび浸透をよくするためには、処理液の表面張力および接触角を小さくし、かつ、粘度を小さくすることが必要である。発泡施工方法は、作業員に対する安全性、床下が低く作業のために入れない場合等の特殊な施工方法として長所をもっている。施工には、乳剤または可溶化製剤として用いられ、一般に、発泡剤を含む界面活性剤の添加量が多く、油溶性薬剤による吹付け処理に比較して木部への浸透性が劣ると考えられ、また、土壤中に防腐剤およびより多量の界面活性剤等が入るため環境安全性等が問題になる。なお、油溶性薬剤については、引火性のないものの開発も必要であろう。農薬としての土壌殺菌剤については、農薬取締法等の法令等があり、環境安全性についても総合的な厳しい体系ができています。しろあり用土壌処理剤としては、クロルデンの劇物指定もあって、従来より環境安全性の高い方向を目指す必要がある。また、土壌処理剤は、基礎の内外、束

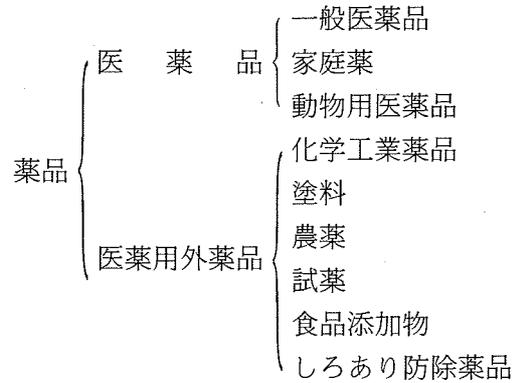
石の周囲を処理することになっているが、発泡施工方法では、処理標準仕様書と相違して、床下全面的処理になり、規定外の範囲のところも処理することになるため問題点として残される。発泡製剤による防腐処理加工製品は、今後の課題と考えられるが、基本的に発泡施工方法は、土壌施工法と考えられ、この立場からみると、防腐剤を添加する必要性はなくなることになろう。マヨネーズ型乳剤、グリース剤、拡散用薬剤などを含めて、製剤性能および適用範囲の明確化、とくに浸透性を検討することが必要である。農薬のうち、土壌中での残留が著しく、後作で栽培された農作物を汚染し、その結果、人畜に被害が及ぶ恐れがあるものは土壌残留性農薬といい、ディルドリン、アルドリリンがこれに当たる。土壌中の薬剤については、環境庁土壌農薬課等で検討が行なわれ、土壌残留性試験法(環境庁告示)では、直径5.5cmのボーラーにより表層より10cmまでについて、5~6ヶ所、合計約1kgの土壌を採取し、十分に混合し、その100gをとって試験を行う。発泡施工方法のように、土壌中に木材防腐剤を施用すると、溶脱、微生物や空気などによる化学構造の変化などが考えられ、変化した化合物同士の縮合、土壌中の反応性に富む化合物との化学反応も推定される。一般に、農薬としての土壌殺菌剤は揮散性が大きく、また、除草剤の場合には、1年以内で分解するものが多いが、アトラジン、シマジンなどは1年以上も残留する場合がある。ジフェニルエーテル系の除草剤は、毒性が低く、比較的安全とされてきたが、最近、突然変異や奇形を起こし、発癌にも関与しているということが分りかけている。発泡施工方法で防腐剤を添加すると、土壌中での吸着および浸透性(とくに油溶性薬剤と同一濃度での浸透性)、乳化剤の環境安全性などが問題点と考えられる。一般的な製剤形態別の性能等について、油溶性薬剤は、(1)引火性がある。(2)断熱材料に悪影響を与える場合がある。乳剤は、(1)含水率の高い木材を処理できる可能性がある。(2)石油価格上昇の際に有利である。可溶化剤は、(1)乳剤より浸透性が期待できる。(2)乳剤より価格が高くなることなどである。乳剤および可溶化剤の性能、とくに浸透性については、十分に検討さ

れていないうらみがあり、標準仕様書における取り扱いを含めて、今後のあり方を更に考慮する必要がある。なお、日本で使用されている工業用防菌防黴剤の商品としては、KATHON, TIAA, ジロペン, KM, VINYZENE, DUROTEX, Biochek, ニチパット, サンニット, ダクロックス, テーポー, ダウコーニング, ベストサイド, バイオカット, ダイイン, MBTC, ポロン, サニタイズト, などがあり、木材防腐防黴剤への応用も検討が必要であろう。

2.4 クロルデンについて

薬品を大別すると医薬品と医薬用外薬品になり第1図のように分類することができる。現在、国民生活のあらゆる分野で化学物質が使われているが、その安全性は、使用目的によって、薬事法、食品衛生法、農薬取締法等によって確保されている。しろあり防除のような場合には、その使用形態によっては、環境汚染を引き起こす可能性が懸念される。

薬品は、医薬用と医薬用外の区別なく、作用のはげしいものは、毒物および劇物取締法によってその取扱いが定められている。クロルデンは、昭和58年12月10日より、原体は劇物、6%以上を含有する製剤は劇物に指定された。クロルデンは、第1表に示す化合物の混合物である。



第1図 薬品の分類

第1表に示す名称の化合物およびこれらの類縁化合物の混合物をクロルデンという。クロルデンの環境における分析について、環境庁⁹⁾によれば、底質については、34地区において126検体から、また、魚類については、36地区中32地区において、123検体中106検体から検出され、クロルデンの環境残留性が確認されるとともに、水質、底質、生物の順に濃度が高くなる傾向が示されている。なお、水質については、42地区のいずれからも検出されていないが、外国では、トランス-クロルデンがオンタリオ(河川水)、ハワイ(海水)などから検出され、シス-クロルデンもハワイ(海水)、ノパ・スコチア(下水、井戸水、池など)から検出されている。オキシクロルデンおよびヘプタク

第1表 クロルデンの成分

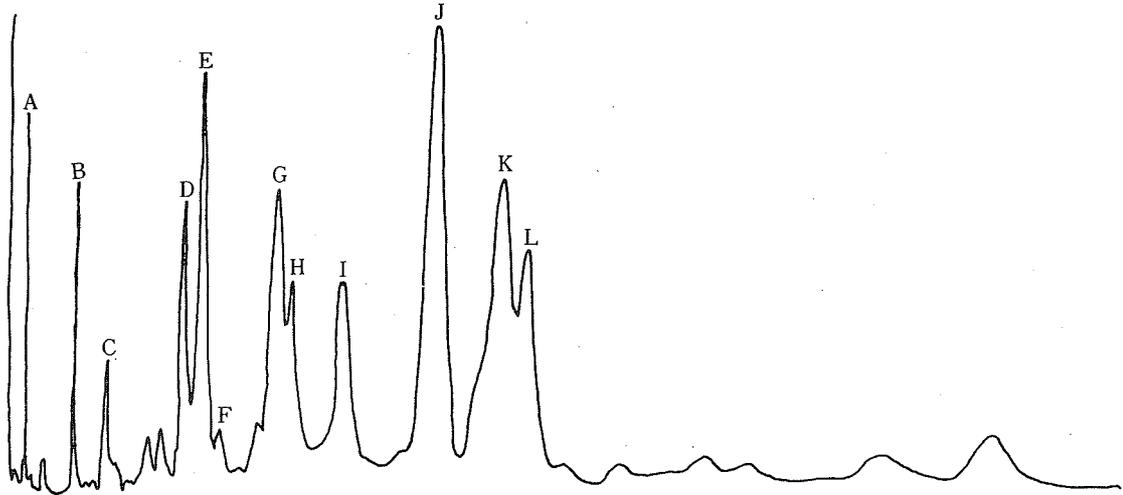
名 称	成 分 含 有 率 (%) の 例
1,2,4,5,6,7,8,8-オクタクロル-2,3,3a,4,7,7a-ヘキサヒドロ-4,7-メタノ-1H-インデン	トランス-クロルデン (γ-クロルデン) 24 シス-クロルデン (α-クロルデン) 19
1,4,5,6,7,8,8-ヘプタクロル-3a,4,7,7a-テトラヒドロ-4,7-メタノ-1H-インデン	ヘプタクロル 10
1,2,3,4,5,6,7,8,8-ノナクロル-2,3,3a,4,7,7a-ヘキサヒドロ-4,7-メタノ-1H-インデン	トランス-ノナクロル シス-ノナクロル 7
4,5,6,7,8,8-ヘキサクロル-3a,4,7,7a-テトラヒドロ-4,7-メタノインデン	クロルデン異性体 21.5
上記化合物の類縁化合物の混合物の合計	シクロペンタジェンとペンタクロルシクロペンタジェンの ディールス・アルダー反応による生成物 2 ヘキサクロルシクロペンタジェン 1 オクタクロルシクロペンテン 1 その他 15.5
合 計	100

ロルエポキシドは、底質および魚類から検出されており、クロルデンの環境中の分析については、昭和58年度以降も引続き野外の生物を含めて残留状況が調査されることになっている。クロルデンの径口投与によるLD₅₀の一例は、ラットで雄275mg/kg、雌320mg/kg、マウスで雄309mg/kg、雌279mg/kgであるが、クロルデンを希釈した場合の毒性について、6%以下になるとLD₅₀が1,000mg/kgを越せるようになる。これは、クロルデンの6%以上が劇物に指定されている理由の一つである。クロルデンの水質汚染について、現在、全国の水道の取水量は、年間約140億トンで、このうち約30%が地下水、25%が湖沼・ダム、残りが河川や天水である。琵琶湖、霞ヶ浦、印播沼、手賀沼、諏訪湖などの底質から、1.1~118ppbのクロルデンが検出され、宮崎県延岡市の井戸水より0.00892ppm、また、肉用和牛の乳からの検出されたクロルデンは、難分解性ととも生物濃縮の可能性のあることが警告され、また、しろあり防除士の労働衛生管理が重要になっている。距離センサー、TVカメラおよび制御システム等をもつしろあり防除のための産業用ロボットの開発も興味ある課題である。しろあり防除剤の毒性の要因としては、(1)薬剤の性質によるもの (2)薬剤の使い方によるもの (3)作業者の体質によるものなどがあげられる。しろあり防除剤から有効な作用以外の期待しない作用を取り除くことはむずかしく、現代科学の粋を集めても副作用のひそむ可能性をゼロにすることは極めて困難である。しろあり防除士の労働衛生管理上の項目を第2表に示す。

昭和47年に労働安全衛生法が制定され、労働衛生管理は、環境管理、作業管理、健康管理が3本の柱となり推進されてきた。この分野は、日本産業衛生学会をはじめ、日本労働安全衛生コンサルタント会、産業医（日本医師会による認定は、延べ5400人）、労働衛生コンサルタント等により、労働者の健康維持、向上のための努力がなされてきた。今後、高齢化社会を迎え病気に対する抵抗力の弱い高齢者が増加するので、働く人の健康の確保と増進が一層重要になっている。クロルデン製剤は、6%以上について、昭和59年2月29日以後は、「医薬用外劇物」の表示が必要である。毒物劇物取扱責任者を置くことは義務づけられていないが、防除薬剤を取り扱う上で、この資格者を置くことが望ましい。クロルデンは、昭和43年12月7日農薬としての登録が失効し、昭和46年5月31日殺虫剤としての製造、輸入が禁止され、我が国においては、しろあり用、木材（一次加工）用および合板用に用いられている。環境汚染がひとたび顕在化するとその回復には、長期間の年月と膨大な代償が課されることになる。一般に、防蟻剤は、単一化合物であるが、クロルデンはクレオソート油のように各種の化合物の混合物である。これが定量を困難にし、また、環境安全性を考える上で複雑な問題を与えることになる。たとえば、作業現場における許容濃度として、米国職業安全健康管理局が採用しているクロルデンおよびヘプタクロルの短時間曝露濃度2mg/m³および時間加重平均濃度0.5mg/m³についても、ガスクロマトグラフィーによる定量が示されている。γ-クロルデンおよびα-クロルデンから代謝によってオキシクロルデンが生成し、ヘプタクロルからヘプタクロルエポキシドが生成するが、多くの成分について最終化合物までの環境中での代謝分解過程や分解物の毒性は、必ずしも十分に分っていない。これらの化合物については環境毒性学の立場から徹底した研究が望まれるとともに、わが国の土壤等を対象としたエコシステム等によりクロルデンの環境中での変化を一層明らかにする必要がある。参考として、クロルデンに含まれる化合物を第2図に示す。クロルデンによる汚染は、全国にわたっているが、北海道や東北地方では、底質魚類について関東以南よりも検出された濃度および頻度が低く、しろあり用としての使用量と相関が考えられる。クロルデン類の環境汚染調査では、ヘプタクロル、γ-クロルデン、オキシクロルデン、ヘプタクロルエポキシド、トランス-クロルデン、シス-クロルデン、トランス-ノナクロル、

第2表 しろあり防除士の労働衛生管理上の項目

環境管理	作業管理	健康管理
防除剤の使用量 → 気中濃度	暴露濃度 → 体内侵入	反応の程度 → 健康影響



- A : ヘキサクロルシクロペンタジェン
- B : オクタクロルシクロペンテン
- C : クロルディン類縁化合物
- D : ペンタクロルシクロペンタジェン+モノクロルシクロペンタジェン誘導体
- E : ヘプタクロル
- F : α -クロルディン
- G : γ -クロルディン
- H : β -クロルディン
- I : トランス-ノナクロル
- J : γ -クロルデン
- K : α -クロルデン
- L : シス-ノナクロル

第2図 ガスクロマトグラフィーによるクロルデンの分析の例

シス-ノナクロルが分析されたが、今後は、ヘプタクロルと γ -クロルディンを除く5項目になった。ガスクロマトグラフィーでPCB(ポリクロルビフェニール)は、クロルデン類の定量を妨害する(活性炭カラムクロマトグラフィーで除去)。トランス-クロルデンとシス-クロルデンを定量する際、トランス-ノナクロルの光化学反応生成物である3-クロルデンの分離が問題になり、カラムを変えて定量されている。

なお、クロルデンは(γ -および α -クロルデン)は、1,2,4,5,6,7,8-オクタクロール-3a,4,7,7a-テトラヒドロ-4,7-メタノ-1H-インデンまたは1,2,4,5,6,7,8,8-オクタクロル-2,3,3a,4,7,7a-ヘキサヒドロ-4,7-オクタクロル4,7-メタノ-3a,4,7,7a-テトラヒドロ-1H-インデンである。なお、ヒドロインデンはインダンである。クロルデン類のガスクロマトグラムで、他の成分との判

別が不明のときには、ガスクロマトグラフ-マススペクトロメーターによるマスフラグメント法を行って、定性および定量を行う。クロルデンの代謝物としてのオキシクロルデンは、カラムによっても相違するが、ふつう、相対保持時間が、トランス-ノナクロルとトランス-クロルデンの間にあり、また、ヘプタクロルエポキシドは、 γ -クロルディンとトランス-ノナクロルの間にある。

工業品中のクロルデンの含有量は、古くは、60~70%で、25~40%の関連化合物を含むことが示されていた。しかし、第1表に示すとおり、最近ではクロルデン(γ -および α -クロルデン)は、約43%であり、また、 γ -クロルデン、 α -クロルデン、ヘプタクロル、ノナクロルおよび γ -クロルデンの合計は、約81.5%である。クロルデンの環境中の総量の求め方はむずかしい問題であり、各成分の和にはならないので、成分別の量で示さ

第3表 底質よりのクロルデン検出量 (μg/g乾重量)

区分	0.01 以下	0.01~0.1	0.1~1.0	1.0以上
防虫剤	ヘプタクロル (0.01—0.1)* オキシクロルデン (0.001—0.01)* ヘプタクロルエポキシド (0.001—0.01)* γ-クロルディン (0.01—0.1)*	トランス-クロルデン (0.01—0.1)* シス-クロルデン (0.01—0.1)* トランス-ノナクロル (0.01—0.1)* シス-ノナクロル (0.01—0.1)*		ポリクロルナフタリン**
防菌剤	2,4,6-トリクロルフェ ノール	2-メルカプトベンゾチ アゾール (水質中では, 0.0001 μg/ml以下) ヘキサクロルフェン (水 質, 魚類では検出されな い)	ペンタクロルフェノール (水質中では, 0.0001~ 0.001 μg/ml)	塩化ベンザルコニウム

()*内は, 魚介類, μg/g湿重量

** : 防菌効力もある

第4表 環境中のクロルデンおよび界面活性剤量

区 分	化 合 物	検 出 濃 度 範 囲 (ppm)	
		底 質	魚 類
クロルデン 中の成分	トランス-クロルデン	0.0002—0.0006	0.001—0.069
	シス-クロルデン	0.0002—0.051	0.001—0.053
	ヘプタクロル	0.0002—0.0037	0.001—0.010
	トランス-ノナクロル	0.0002—0.055	0.001—0.074
	シス-ノナクロル	0.0002—0.022	0.001—0.023
	γ-クロルディン	0.0002—0.022	0.001—0.021
クロルデン の代謝物	オキシクロルデン	0.0002—0.0003	0.001—0.009
	ヘプタクロルエポキシド	0.0002—0.0037	0.001—0.010
界面活性剤	ポリホキシエチレン系非イオン	0.16—12.4 (水質中0.005—0.050)	—
	ポリオキシエチレンアルキルエーテル	0.22—1.0 (水質中検出限界以下)	—
	ポリオキシエチレンアルキルフェニルエーテル	2.6—4.9 (水質中0.090)	—

れる。クロルデンについて、底質からの検出量を第3表に示し、環境中のクロルデンおよび界面活性剤量を第4表に示す。

クロルデン製剤については、6%以上を含有する場合、劇物となるため、普通物として市販する場合の6%製剤は、品質管理上(6%を越え、たとえば6.3%)製造できなくなる。なお、「廃駆除剤を指定する件」(昭55・10・29、環告55)によると、廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令(昭和46年政令第300号)に基づき、しるありの防除に用いられる薬剤(および薬剤の有効成分である化学物質)は、廃駆除剤に指定され、「廃駆除剤の処理方法を指定する件」(昭和55・10・29環告56)

が適用され海洋投入処分ができなくなる。また、労働基準法施行規則別表第一に基づく有害物を指定する告示(昭和35・2・4、労働省告示第1号)のうち、「使用者が講ずべき個別的措置の基準第七項の有害性が低度な有害物」にクロルデンが含まれ、「女子年少者労働基準規則第8条第33号」により、クロルデンのガス、粉じんを発散する場所の業務は1日について、4時間をこえないことと規定されている。なお、産業廃棄物に含まれる金属等の検出方法(昭和48・2・17、環告13)によると、有機塩素化合物は、吸光度(ソジウムピフェニルを用い、460nm)により定量することになっている。

クロルデンは、環境残留性を示すが、直ちに危険な量が存在するとは考えられていない。第2図に示すとおり、クロルデンには、30種以上の化合物が含まれ、また、東京湾等の底質に存在するクロルデンの全量を推定することは、かなり困難である。また、クロルデンがどのような原因で環境中に見出されるかは、不明の点が多い。しかし、生物濃縮の可能性があり、今後、継続調査による注意が必要である。有機リン系殺虫剤として、ホキシム、フェニトロチオンなどが使用され、クロルピリホス、カルホス、プロチオホス、テトラクロルピホスなどが検討されているが、作業員の安全性が益々重視される。農水省ではAQ制度があり、合板用防虫剤としてクロルデン、ホキシムが認められ、ホキシムは合板虫で、0.03%以上、また、フェニトロチオンも検討されている。

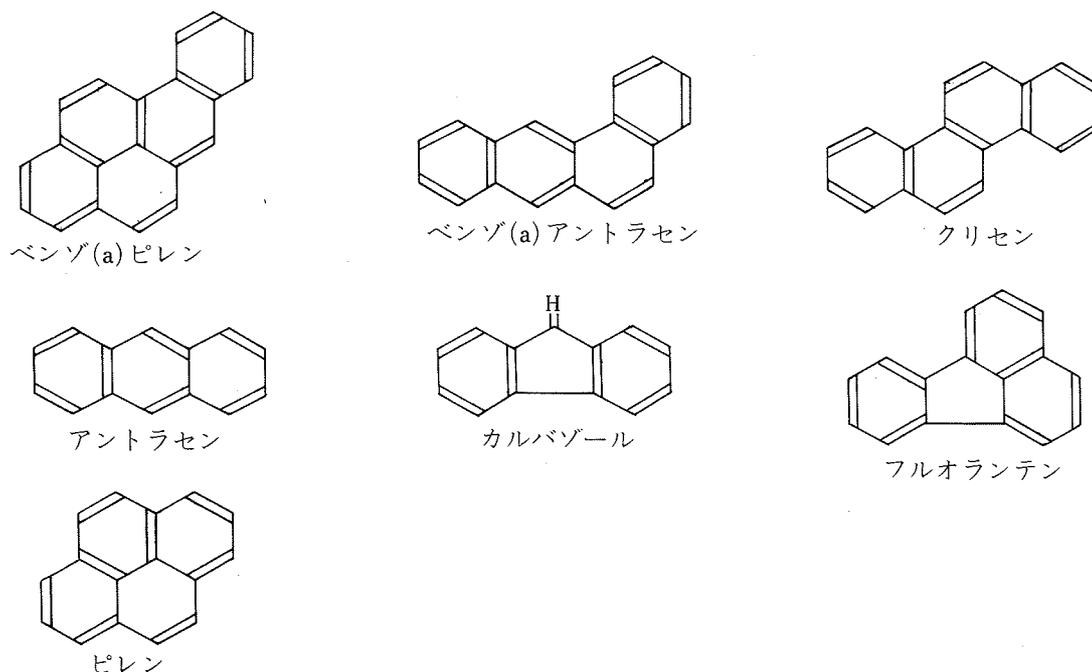
2.5 クレオソート油の床下等での吹付け処理について

当協会によってクレオソート油を含有する製剤として防蟻用クレオソート（予防剤、油溶性薬剤）および白アリクリーンソート（予防・駆除剤、油溶性薬剤）が認定されている。コールタールおよびクレオソート油には、3,4-ベンツピレン〔ベンゾ(a)ピレン〕などの発癌性物質が含まれ、とくに、

作業員に対する安全性の観点から、床下等での吹付け処理は、不相当と考えられる。発癌性に関し英国の外科医サー・パーシバル・ポットが、煙突掃除夫の陰嚢癌について1775年に報告したが、これはタール中の化学物質が体内に入り、陰嚢が標的となった例であり、また、その140年後の1915年に、わが国の山極・市川がタールを繰り返しウサギの耳に塗布し、世界で最初の実験発癌を報告し、その後タール中に発癌物質が見出されている。コールタール製品には、歴青炭の乾留によって生じたコールタールとその分留によって生じた、クレオソート油およびコールタールピッチがある。クレオソート油、コールタールおよびコールタールピッチには、発癌性⁶⁾があると認められているベンゾ(a)ピレン、ベンズ(a)アントラセンなどが含有され、そのほかに、アントラセン、カルバゾール、フルオランテン、ピレンなども発癌性の疑いもたれている。これらの化合物の化学構造を第4図に示す。

クレオソート油の組成の一例を第5表に示す。

コールタール中のベンゾ(a)ピレンの量⁷⁾は、一例として、1.5~2.4%程度の値が示されており、タール留出物中のベンゾ(a)ピレンの量は、第6表に示すとおりである。



第4図 クレオソート油に含まれる発癌およびその疑いのある化合物の例

第5表 クレオソート油の組成 (%)

化 合 物	米国製	ドイツ製
クリセン	3.0	2.8
アントラセン	2.0	...
カルバゾール	2.0	...
フルオランテン	10.0	6.8
ピレン	8.5	5.0
ナフタリン	3.0	7.3
メチルナフタリン	2.1	4.2
ジフェニルジメチルナフタリン	...	3.2
ビフェニル	0.8	...
アセナフテン	9.0	4.1
ジメチルナフタリン	2.0	...
ジフェニレンオキシド	...	3.4
ジベンゾフラン	5.0	...
フルオレン関連化合物	10.0	9.6
メチルフルオレン類	3.0	...
フェナントレン	21.0	12.6
メチルフェナントレン	3.0	5.4
メチルアントラセン類	4.0	...
ベンゾフルオレン	2.0	4.6
その他の化合物	9.6	31.0
合 計	100	100

第6表 コールタール留分中のベンゾ(a)ピレン量

試料 A	ベンゾ(a)ピレン量 %	試料 B	ベンゾ(a)ピレン量 %
180~240℃	0.009	180~240℃	0.003
240~280℃	0.013	240~280℃	0.021
280~320℃	0.164	280~320℃	0.067
320~360℃	0.650	320~360℃	0.173

クレオソート油について、235℃までの留出量は、10~20%、235~315℃までの留出量は、65~75%程度であり、280~320℃のベンゾ(a)ピレン量は、0.067~0.164% (670~1,640ppm)である。ベンゾ(a)ピレン量について、クレオソート油では200~300ppm、コールタールでは300~7,000ppm、コールタールピッチでは10,000ppm程度である。また、作業現場における許容濃度は、ベンゾ(a)ピレンとして、7.5μg/m³ [ベンゾ(a)ピレン、アントラセン、フェナントレン、クリセン、ピレンおよびアクリジンの6種化合物の合計]である。クレオソート油を取扱う作業者は、手袋、

第7表 労働省による発癌物質の規制

規 制	内 容
禁 止 物 質	使用、製造、輸入が禁止されている有害物質
特別管理物質	特別に管理が必要な有害物質であって、事業所は、使用、製造について報告する義務がある
許 可 物 質	製造許可の必要な有害物質で、許可が得られれば使用および製造ができる

靴などの保護具に、ポリクロロプレン、ポリエチレンその他クレオソート油が浸透しない製品を用いる必要がある。労働省は、発癌物質を第7表のように規制しており、クロム酸とその塩、亜ヒ酸、コールタールなどは、特別管理物質になっている。

癌原性(発癌性)と関連するものとして、変異原性(突然変異原性)⁴⁾が論議され変異原性は、元来、生物に突然変異をひき起こす性質である。新規化学物質の有害性の調査は、労働安全衛生規則により、変異原性試験、化学物質の癌原性に関し変異原性試験と同等以上の知見を得ることができる試験、または癌原性試験とされている。また、既存化学物質の有害性について、有害性の確かめられていない非常に多くの化合物があり、1つの対応として、日本バイオアッセイ研究センター(神奈川県泰野市)が設立され、国または民間から委託を受けて試験を行っている。変異原性は、癌原性との関連で、現在、非常に重視され、また、一方では、この変異原性ないし癌原性の有無および程度を明らかにしなければならない化学物質は、おびただしい数に達しており、今後、癌原性の試験についての問題は、一層重視されるものと考えられる。クレオソート油の毒性について、適正な評価を行い、潜在危険性を推定するためには、クロルデン等と同様に、長期間にわたる疫学調査、動物実験および分析技術の向上等が望まれる。コールタールピッチを使用する作業環境中の濃度について、ベンゼン抽出物から、ベンゾ(a)ピレン、ピレン、クリセン、ベンゾ(a)アントラセン、ベンゾ(b)フルオランテン、ベンゾペリレンなどの存在が示され、コールタール製品に長期間、くりかえし暴露した作業者に皮膚癌の生ずることが認められている。コールタールピッチの肺における

発癌作用については、マウス、ラット、ハムスター、ウサギを用いた動物実験で認められ、また、マウスを用いた実験では、用量—作用関係も認められている。コールドール製品による突然変異原性、催奇形性、生殖への影響については、十分な報告は見当たらない。クレオソート油の急性毒性は、ラット経口投与の場合、LD₅₀として725mg/kg、また、イヌ、ネコおよびウサギについて、最低致死量は、いずれも600mg/kgである。クレオソート油の安全性については、今後十分に検討する必要がある。

2.6 被覆材料等を用いるシステムとしてのし ろあり防除施工方法の問題点

わが国では古く、クレター⁹⁾（クレオソートを含むテープ）あるいは木柱の地際部に対するクレオソート縄巻法⁹⁾（縄にクレオソート油を含ませて木柱の下部を巻き、クレオソート油を浸透させる方法）などが実用化された。最近、ポリエチレンフィルム層間に、薬剤を含ませたクラフト紙をはさみ、これをテープでコンクリートや土台等に接着させる方法、床下に薬剤を含む歴青材料をつき固める方法、蟻返しテープと防蟻防湿

シートおよび防蟻テープを用いる施工方法など、異種防蟻材料によるシステムとしての施工方法が開発されている。その多くは、土壌表面を被覆する材料を用いるため、被覆材料の耐蟻性は明らかにすることができても、この施工方法で木造建築物のしろあり防除ができるか否かは、新たな視点からの試験成績が要求され、これらの方法に関し、防腐層、結露の発生、材料の耐久性、効力の持続性など多くの問題点の解明が必要である。これらの材料が土壌表面を被覆する補助材料であるとすれば、土壌処理後に用いることは問題がない。しろあり防除のシステム化を目指す研究や生態システムによるしろあり管理などしろあり対策の総合的・本質的な解決の道を探ることが重要になっている。最近、経皮治療システムの一つとして、4層から成るシステムが検討されている。すなわち、外側の被覆膜、薬剤の貯槽、薬剤の放出をコントロールする微小な細孔をもったエチレン-ビニルアセテートの膜、粘着膜の4層である。この場合、1日当りの放出量が定まっていて、薬剤貯槽から浸透圧のエネルギーにより、薬剤の放出が行われる。べつに、徐放のためのマイクロカプセ

第8表 環境調査化学物質（昭和49～57年度）

殺 虫 剤	殺 菌 剤	そ の 他
アルドリン	2,4-ジクロロフェノール	アントラセン
エンドサルファン	2,5-ジクロロフェノール	イソフタロニトリル
エンドリン	2,6-ジクロロフェノール	塩素化パラフィン
オキシクロルデン	テトラクロロイソフタロニトリル	カルバゾール
γ-クロルディン	キャプタホル	p-クロロフェノール
トランス-クロルデン	2,3,4,6-テトラクロロフェノール	シクロペンダジェン
シス-クロルデン	2,4,5-トリクロロフェノール	2,3-ジクロロフェノール
1-クロルナフタリン	2,4,6-トリクロロフェノール	3,4-ジクロロフェノール
2-クロルナフタリン	ペンタクロロフェノール	3,5-ジクロロフェノール
PP'-DDE	2-メルカプトベンツイミダゾール	臭化メチル
PP'-DDT	2-メルカプトベンゾチアゾール	トリフェニルスズ化合物
PP'-DDD	有機スズ化合物など	トリプロピルスズ化合物
OP'-DDT		ナフタリン
ディルドリン		p-ニトロフェノール
トランス-ノナクロル		フェナントレン
シス-ノナクロル		o-フェニルフェノール
ヘプタクロルエポキシドなど		ヘキサクロロフェン
		ポリ塩化ナフタリン
		有機シリコン化合物など

ル剤、磁気信号によるプラスチック埋入剤からの薬剤の放出なども研究されている。被覆材料を用いるしろあり防除の施工方法は、一つのシステムであり、一定速度で薬剤を放出させるようなポリマーの開発のほかに、プラスチック小片に薬剤を含ませ、小さくしたものを土壌に混合する方法(プラスチックの構造、性質、薬剤の濃度などで放出速度範囲を変化させることができる)など多くのシステムが検討されている。医薬の場合、イオン状態の薬剤をポリマーのマトリックスに結合させ、この複合体をエチルセルロースでコーティングすると、消化液中に存在するイオンがエチルセルロースの被膜を通して拡散し、ポリマーと結合して薬剤と置換するため薬剤が放出され、化学的に荷電した薬剤は、どのようなものでもこのシステムに混合することが可能である。錠剤を半透膜でコーティングし、薬剤が核となっているシステムで、あらかじめ、レーザーによって膜から中心へ小さな穴があけられていると、外膜からの水分が浸透して内側の核が飽和し、薬剤が穴を通して浸出することになる。しろあり防除剤として、残効性の短い薬剤をマイクロカプセルあるいは高分子物質などを用い、徐放化させ、残効性を長くする研究が検討されている。しろあり防除施工を考える上で、環境安全性は極めて重要である。参考として、環境庁による環境調査実施化学物質のうち殺虫の殺菌剤等に関する化合物を示すと第8表のとおりである。

2.7 認定薬剤効力試験方法の問題点

当協会の駆除効力試験(昭和57年9月29日改正)は、接触試験、食毒試験、総合試験を行い、総合試験の場合には、耐候操作として湿潤操作と揮散操作を交互に10回繰り返すことになっている。この場合の性能基準は、いずれもB区分以上が必要であるのか否か明記されていない。また、駆除剤の定義¹⁰⁾にも関係するが、駆除剤は、しろありの直接殺虫を目的とし、残効性は短期でもよい薬剤で、あらかじめしろありの予防処理が施されていない場所に被害を受けたときに使用され、すみやかにしろありを死滅させる効力を有する薬剤とされている。直接しろありに作用し、すみやかに死滅させる薬剤とすれば、耐候操作は、必要

でなくなるため、この点の検討が必要であろう。また、野外試験について、予防剤の場合には、巢より1m離すことになっているが、土壌処理剤では、「巢の周辺に」と記載され、巢からの距離が明確でない。さらに、野外試験が成立する場合の無処理材の食害率についても何らかの明示が必要であろう。当協会の標準仕様書では、油溶性薬剤の適用箇所が明記されているが、協会の薬剤効力試験方法では、油溶性薬剤および乳剤に無関係に塗布・吹付け・浸漬用予防剤の効力試験方法および性能基準が適用されている。その結果、乳剤であっても、性能基準に合格すると油溶性薬剤と同等の性能をもつことになる。そのため、標準仕様書で適用箇所を区別する理由が明白でなくなる。今後の協会のビジョンを取り込み、しろあり防除薬剤認定制度および標準仕様書を一層、充実させるためには、総合的な視点からの立案提言が必要であるとともに、これらの問題点に関してより一層の配慮が要求される。駆除剤の効力試験方法および性能について、「14日間しろありの生死ならびに石英砂への作用を観察し、駆除効力性能基準は、塗布・吹付け・浸漬用予防剤の防蟻効力性能基準の室内試験規定によるほか、100%仰転または死亡したもの」とされているが、これが14日以内であるか否か明記されていない。一般に駆除剤は、速効性が必要であり、駆除剤の効力試験方法および性能基準について、再検討が必要であろう。試験の際の希釈液の濃度間隔は、2倍ずつにするのが普通であり、間隔をつめたい場合には、 $\sqrt{2}$ (あるいは1.4) を乗じた濃度間隔にする場合が多い。防蟻または防蟻効力を実施する場合の濃度の設定については、つぎの第9表のような考えが参考になろう。

たとえば、ビス(トリ-*n*-ブチルスズ)オキシドについて、基準と考える濃度を0.5%とすると、

第9表 濃度を設定する場合の1つの考え方

基準と考える濃度	係 数
4～5%またはそれ以上	1.4
2～3%程度	1.8
0.5～1%程度	2.0
混合剤	主剤について2.0

その前後の濃度は1%と0.25%となり、生物試験の結果と対応しやすくなる。試験方法相互の関係の整備、性能基準の考え方などについては、更に検討しなければならないであろう。

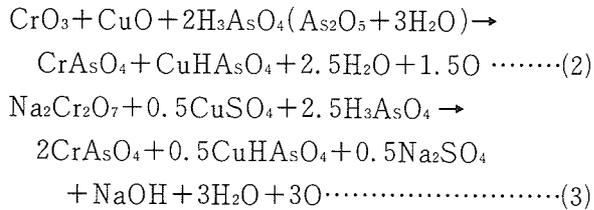
2.8 現場施工上の問題点

通商産業省基礎産業局は、昭和57年度に木材保存薬剤による環境汚染の防止およびその適正な使用の確保等を図るため、木材保存薬剤環境対策委員会を設置し、調査票による調査を実施した。その結果によると、(1)現場処理の際の施工者の対応として、ほとんどのしろあり防除業者は、居住者等へ薬剤関連の注意を行っているが、大工・工務店では1/3が注意していない。その理由は、「新築であり、居住者がいない」「クレオソート油なので」の二つの回答が多い。(2)現場処理施工者のマスク、手袋、作業衣等の着用状況については、しろあり防除業者では、ほとんどの業者が着用しているが、大工・工務店では、手袋はほとんど着用するが、作業衣は34.6%が、マスクについては58.0%が着用しないと答えている。許容度を $0.5\text{mg}/\text{m}^3$ とすると、作業中のマスクは必要であり、また、米国で検討中の居住空間の許容量 $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ を考えると処理後2ヶ月間程度は、十分換気する必要がある。(3)薬剤が外部に漏れるとすれば、排水または廃棄物等が考えられる。これに関し、空容器の埋めたて処理を行っているところが一部にあり、若し、薬剤が空容器に残ったまま埋めたてられたとすると、好ましい処理方法とはいえない。(4)残薬剤の処理方法として、敷地に散布するというのが、かなりあるが、この場合、雨の前後をさけることはもちろん、薬剤が上下水道等に流入しないよう十分注意しなければならない。(5)薬剤による苦情については、しろあり防除業者の16.9%、大工・工務店の2.5%が苦情を受けたことがあり、その内容は、臭いに関するものが多い。(6)現場処理施工中の薬剤による事故については、しろあり防除業者の46.5%、大工・工務店の18.5%が事故があったと回答しており、その内容は、しろあり防除業者では、かぶれ・湿疹が36.6%、目の刺激症状が32.0%、頭痛・倦怠感・めまいが15.7%であり、大工・工務店では、かぶれ・湿疹が64.6%、頭痛・倦怠感・めまいが11.8%、吐き気・嘔吐

11.8%の順であった。しかし、これらには、防蟻または防腐成分によるものの他に、溶剤によるものもかなりあるものと考えられる。(7)処理基準および社員教育について、しろあり防除業者の4.6%、大工・工務店の59.3%が定めておらず、また、社員等への教育の実施状況については、しろあり防除業者の3.5%、大工・工務店の49.4%が実施していない。その理由として、「1社1人で社員がいないため」と「クレオソート油しか使っていないので」(大工・工務店)の二つの回答が多い。(8)薬剤の格納施設は、しろあり防除業者では、耐火建築物36.0%、簡易耐火建築物32.0%、木造建築物22.8%であり、大工・工務店では、木造建築物69.1%、簡易耐火建築物13.6%、耐火建築物3.7%である。これらの問題点については、必ずしも良好とはいえず、その充実を図るために、事故防止対策の強化を含め、なお、今後一層の努力が必要であろう。さらに、事故が発生した場合の事故対策マニュアルの作成も必要である。

2.9 クロム・銅・ヒ素化合物系木材防腐剤について

クロム・銅・ヒ素化合物系木材防腐剤(JIS K-1554)は、防除士が使用する薬剤ではないが、新たに3号の追加規格が検討された。その組成は、第10表のとおりである。セルキュアAは、1959年にニュージーランドで使用され、これと競合するタナリスCもほぼ同時期に開発された。1916年に、タナリスCのヒ素含有率を多くしたタナリスCAが開発されたが、これは主に乾材害虫の防除のためであり、ヒ素が多いため、より少ない注入量で使用された。1966年にタナリスNCAが開発されたが、クロムを少なくし、銅を多くした製剤で、防腐と防虫を強化したものであった。セルキュアANは、銅含有量が多く、タナリスNCAに類似している。防虫の目的には、無水ヒ酸(As_2O_3)として、 $0.9\text{kg}/\text{m}^3$ が必要である。クロム・銅・ヒ素系の定着について、クロムの一部は、木材成分と反応して、銅・セルロース複合体を生成し、他の一部は、クロム酸銅を生成し、また、多くの重クロム酸塩は、6価から3価に還元され、ヒ素化合物と反応すると考えられる。酸化物および塩類について、つぎの(2)および(3)式



が成立すると考えた場合、(2)式より無水ヒ酸 (As_2O_5) を定着させるに必要な無水クロム酸 (CrO_3) 量および酸化銅 (CuO) を定着させるのに必要な無水クロム酸を、無水ヒ酸が15~48%の場合について、また、酸化銅が16~22%の場合について求めると、1~3号のいずれも十分な無水クロム酸量となる。しかし、(3)式の場合には、ヒ素に対するクロムの必要量が多くなり、無水クロム酸として表わした値では検討が不十分であって、実用する各化合物から無水クロム酸量を考察する必要がある。(2)式は、酸化銅が約19%であり、定着のために無水クロム酸の量を約1.5倍多くし、ヒ素の定着を完全にして安全性を高めるために無水ヒ酸の量を80%に減少させると、第10表の2号の組成となる。銅化合物は、アナタケ属のようなシウ酸産生菌に効力が小さいが、ヒ素化合物が存在すると、これらの木材腐朽菌に有効で、銅に対する耐性を低下させることができる。銅化合物に抵抗性が大きい菌種としては、*Poria voporarria*, *Poria vaillantii*, *Poria xanta*, *Poria monticola* および *Coriolellus palustris* などがある。ヒ酸イオン (酸性ヒ酸銅として定着した場合、 CuHASO_4) は、加ヒ酸分解として知られているように、リン酸と類似した作用を代行する。アセ

チル補酵素Aは、加ヒ酸分解によって、アセチルヒ酸を生成するが、エネルギーとして利用することができない。8-オキシキノリン銅の場合、8-オキシキノリンは、カワラタケよりオオウズラタケに防腐効力を示し、同様に、ヒ酸水素一ナトリウムの場合も、カワラタケより、*Poria monticola* などに効力を示す。このように、銅化合物としては、 Cu^{2+} に結合する陰イオン (ヒ酸イオン) またはキレート化合物がアナタケ属などに効力を示すことが必要と考えられる。クロム・銅・ヒ素系の号別については、軟腐朽菌に対する効力、作業液の緩衝価、樹種別の還元力と号別の関係および注入薬剤量などが問題点となる。さらに、ヒ素を完全に定着させる必要があり、実験に基づく樹種別のクロム量 (クロム量は、過剰に必要)、作業液のpHの安定性 (金属腐食性に影響)、野外試験における効力、3号の特性などにやや明確さを欠くうらみがあり、号別の性能評価については、今後とも充実する必要がある。

以上の主な問題点は、つぎのとおりである。(1) 予防剤、駆除剤等の薬剤の定義の明確化が不十分のため、それぞれの薬剤の特長、性格が明らかにならなかった。(2) 試験方法の不十分な点が、油性薬剤と乳剤が同等という思考と複合し、画一的判断となった。(3) 仕様書等の基本的考え方が必ずしも適切に理解されなかったため、乳剤等に対して基盤となる合意が十分に形成されなかった。(4) システムとして考える必要のあるしるあり防除系を薬剤と処理方法に分けたため、発泡施工方法のように薬剤は認定されても処理方法がないという

第10表 クロム・銅・ヒ素化合物系木材防腐剤

種 類		1 号	2 号	3 号
有効成分の配合比	クロム化合物 (CrO_3 として) (%)	59~[65.5]~69	33~[35.3]~38	45~[47.5]~51
	銅化合物 (CuO として) (%)	16~[18.1]~21	18~[19.6]~22	17~[18.5]~21
	ヒ素化合物 (As_2O_5 として) (%)	15~[16.4]~20	42~[45.1]~48	30~[34.0]~38
製 品 の 性 状		液 状	ペ ー ス ト 状	液状又はペースト状
有効成分の濃度(%)		20 以上	65 以上	50 以上
		別 に 表 示 す る 濃 度 以 上		
水 不 溶 解 分(%)		1 以下		
pH		1.6 ~ 2.8		

身動きできない状態となった。(5)環境問題に対する改善措置に関する考え方の明確化が遅れた。なお、最近の開発は、低コスト薬剤、省力化促進薬剤、省力化施工方法などである。

3. 問題解決の方向

問題点の所在および問題解決の方向は、各項目で触れているがおよそつぎのように整理できるであろう。薬剤認定機構の一元化については、一元化による全体的な統督と各協会組織の自主性の尊重の調整があり、相互の権限関係の明確化が必要である。製剤の適用については、環境等への安全性が最も重要で、粉剤および粒剤については、製剤と防除効果、散粉機および粉剤の性能、散布された薬剤の消失、適切な有効濃度、処理量、固着率、防除用機具などの検討が必要と考えられる。油溶性薬剤と乳剤については、とくに乳剤の物理性と効力や安全性の検討が必要であり、浸透性試験方法の確立はその一つである。実際防除における噴霧の現状と液剤の性能の検討も大切であり、また、製剤形態と標準処理仕様書での適用範囲の整合性を図る必要がある。性能評価については、多様化した防除施工における性能に関し、多角的な性能評価基準方式が必要と考えられる。しろあり防除薬剤は、安全性および公害問題、省エネルギー、省力、石油価格などの社会的ニーズによって、様々の対応策が考えられ、今後の技術開発が業際型および境界領域に移行する傾向が著しく、認定に当っては、実用化に至るまでの体系的な評価方式の開発を行う必要がある。一般に、しろあり防除技術を開発しようとする研究者、技術者が研究開発を立案する際、その論拠とするのは、一つは自分自身の経験で蓄積された知識であり、他の一つは文献情報である。前者は、10年前、20年前と比較して質的に大きな変化はみられない。後者についてみると、科学や技術の展開の速さに伴い、科学・技術情報は指数函数的に増加の一途をたどり、これへの対応の如何が研究開発の流れを確実な方向に誘導できるか否かのわかれみちとなっている。

4. おわりに

高温多湿なわが国の気候風土に適している木造住宅は、国民の間で人気が高い。百年、二百年と風雪に耐えている民家などをみてもわかるように、ていねいにつくられた木造住宅の耐久性は大きい。防腐・防蟻処理を十分に行い、床下の換気や雨もりに気をつければ、コンクリート住宅より、耐久性はむしろ強いと考えられている。木造住宅の質を向上させ、長期にわたる性能保証制度を確立させ、建設、通産、林野などの関係各省庁が協力して、防腐・防蟻の近代化をはかり、木造建築物の耐久性向上の処理を進めることが重要である。本稿では、しろあり防除薬剤の問題点に関してのべたが、薬剤のほかに、材料、施工方法などによるシステムとしての総合防除体系の試験方法の確立が急務になっている。

しろあり防除薬剤の開発には、まず、予防剤、駆除剤などの定義の明確化とそれにもとづく、必要な性能の考え方が大切であり、それに基づいて、効力試験方法と性能基準ができる。一方、防除薬剤の適用に当って、類別された薬剤の性能が万度に発揮できるように標準仕様書がつくられる。新しい防除薬剤、製剤形態および施工方法などは、薬剤の定義、標準仕様書などを十分に考慮した上で開発され、効力試験を行い、性能基準に合格したものが認定されることになる。新しい認定の構想を具体化し、それを運営する面には、多くの問題点をかかえることになる。場合によっては、試行錯誤的に実施せざるを得ない場合もある。また、環境に対して一層安全性の高いことが要求され、さらに、耐久性評価についても試験方法の確立が要望される。しろあり防除に関する社会的使命を達成し、その要請に答えるためには、協会の意向と開発側の意見とが十分に疎通し、相互に理解されている事が大切であり、また、関連科学の研究者が共同研究体制を整備して、研究開発の重点的推進を図る必要がある。企業の自由な発想による独自の研究開発のほかに、各企業の特徴を生かして協力することも極めて有意義であり、ここで指摘した問題点についても協会が中心となって産学官による共同研究、優れた若手技術者および研究者の養成、研究技術資料の充実と自由な閲覧など

が円滑に進められるよう、必要かつ適切な措置を講ずることが必要であろう。世界に冠たる認定制度を期待する意味で、わが国しろあり防除剤、長期ビジョンの考え方、木材保存剤認定大綱の見直しなどを含む問題点を検討したが、開発のテンポを速め、自主技術の確立が高まることを祈って止まない。

文 献

- 1) 農技研報告, C3, 57(1953)
- 2) 防虫科学, 15, 134(1950)

- 3) 木造建築物等防腐・防蟻・防虫処理技術指針・同解説, 114(1983)
- 4) 日本医師会雑誌, 90, 2612(1983)
- 5) 月刊薬事, 25(2), 23, 57(1983)
- 6) アロマテックス, 31, 109(1979)
- 7) しろあり, No. 55, 9(1984)
- 8) 化学物質と環境, 45(1983), 環境庁
- 9) 木材工業, 15, 396(1960)
- 10) 衛生害虫と衣食住の害虫, 248(1983)

(* 筑波大学農林工学系)
(** 玉川大学農学部農芸化学科)

図 書 案 内

●しろあり詳説

1. 内 容

- | | |
|--------------|----------------------|
| 第1章 シロアリ | 第2章 被害と探知 |
| 第3章 シロアリ防除薬剤 | 第4章 シロアリ防除処理と処理木材の性能 |
| 第5章 木材の腐朽 | |

2. 頒 価 ￥ 3,000 (送料 300円)

●新版 しろあり防除ダイジェスト (1984年版)

1. 内 容

- | | |
|---------------|--------------|
| 第1章 木 材 | 第2章 しろあり |
| 第3章 腐 朽 | 第4章 被 害 |
| 第5章 探 知 | 第6章 しろあり防除薬剤 |
| 第7章 建築物に関する知識 | 第8章 防除処理 |

2. 頒 価 ￥ 1,500 (送料 350円)

※申込先

(社)日本しろあり対策協会

〒160 新宿区新宿2-5-10 (日伸ビル9F)

TEL 03-354-9 8 9 1

しろあり防除施工と環境保全

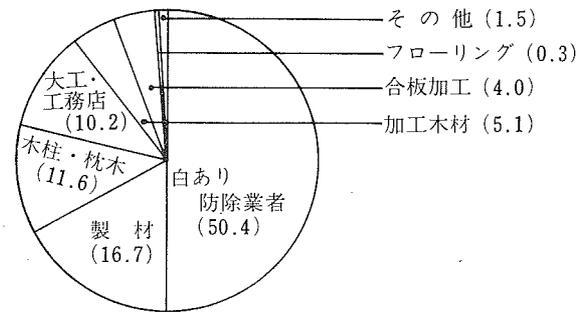
布 施 五 郎

1. まえがき

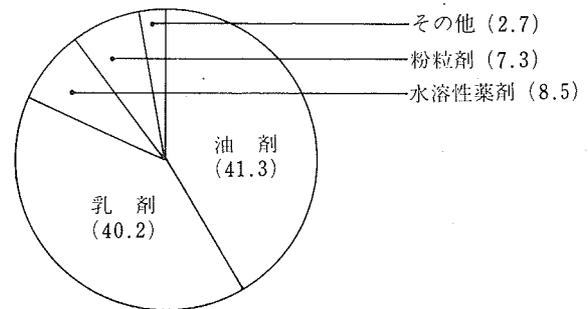
環境庁が昨年暮に、全国にわたって行った57年度分の精密環境調査の結果を発表し、クロルデンの環境汚染の実態を明らかにした。また厚生省は、クロルデンを毒物および劇物指定令に劇物として追加指定し、58年12月10日から施行された。このような事情からクロルデンをほとんど唯一の防蟻薬剤として使用してきたわが国のしろあり防除施工に一つの転換期を迎えることになった。これらの報告によるとクロルデンによる環境汚染は想像以上に進んでおり、魚類中の生物濃縮も明らかな数値として検出されている。また防除施工の安全性についても血液中のクロルデン量や薬剤散布中の気中濃度、PCO 作業者の集団健診などからも憂慮すべき結果が報告されている。したがって防除施工に当っては環境の保全と安全性に対する十分な対策が必要である。ここではクロルデンの環境汚染の実態を明らかにし、毒性、安全性の点についても言及し、それに基づくしろあり防除施工における環境保全のための防除薬剤の使用法、処理法について述べる。

2. クロルデンの環境汚染

ディルドリンによるイガイの汚染を契機として有機塩素系殺虫剤による環境汚染問題が表面化した。そのためディルドリンの使用が中止され、ク

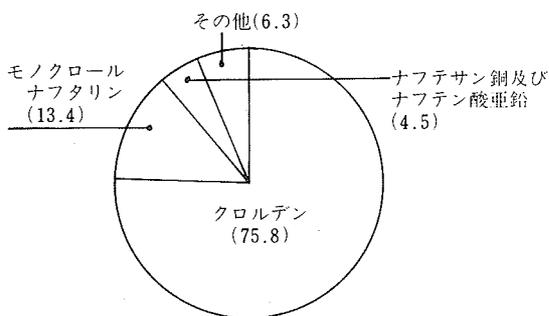


図一2 用途別薬剤販売量



図一3 剤型の種類

ロルデンが主要な防蟻剤として用いられるようになった。図一1は通産省が昭和57年度行った木材保存剤環境対策調査報告書によるしろあり防除業者の購入薬剤の原体使用量を示すものでクロルデン使用量が75.8%となっている(図一1, 図一2, 図一3参照)。したがって同じ有機塩素系のクロルデンの環境汚染についても調査が必要であった。このような状況をふまえ環境庁水質保全局は昭和55,56年度、東京湾、伊勢湾および湖沼における有機塩素系殺虫剤の調査を実施した。その結果、クロルデンは底質より東京湾、伊勢湾で trans クロルデンとして0.6~78ppb、湖沼で trans クロルデン+ cis クロルデンとして1.1~118ppbが検出された。そのため昭和57年度には体系だてたクロルデンの精密環境調査が実施された。その結果は昨年暮に環境庁から発表されたも



図一1 購入薬剤の原体使用量 (白あり防除業者)

のである。その内容についてはしろありNo. 55に長島敏明氏が報告している⁽²⁾のでこれを参照していただき、ここでは省略するが、その問題点について述べて見たい。

その第1の問題点であるが、水質については42地区のいずれからも検出されなかったが、底質については34地区において126検体中89検体から検出され、また魚類については39地区において123検体中106検体から検出され、検出頻度が水質<底質<魚類の順に高くなっていること、またそのクロルデン類の各成分の平均検出濃度が、底質では0.23~3.5ppbであるのに対し、魚類では1.6~14.4ppbとなり、各成分とも底質の濃度より魚類の濃度が高くなっており、生物(魚類)によるクロルデン類の濃縮の可能性を示唆していることである。

第2の問題点は汚染は全国にわたっており、しかも地域的に北海道、東北地方では底質、魚類ともに検出された濃度、頻度が低いのに対し、関東以南では検出濃度、頻度が高く、南高北低の傾向が見られ、濃度分布はクロルデンの使用量と相関関係にあることである(表一1参照)。

第3の問題点は現在検出されている濃度では我々の生活の安全性に影響を与えるといったものではないが、今後このクロルデン量の増減がどのようになるかという点である。昭和57年と昭和55~56年の調査値を比較すると、55年の伊勢湾、東京湾の底質では、transクロルデンのみで0.6~78ppb、56年の湖沼では、transクロルデン+cisクロルデンで1.1~118ppbであるのに対し57年の調査では東京湾、伊勢湾でtransクロルデン0.2~21ppb、湖沼では琵琶湖と諏訪湖のみであるが、

transクロルデンとcisクロルデンの合計が0.4~3.2ppbとなり、いずれも55,56年より低い値である。また昭和57年度の全国におけるクロルデン各成分の底質における検出範囲がtransクロルデン0.2~75ppb,transクロルデン+cisクロルデン0.4~126ppbとなり、この値と比較しても同程度か、やや低い値である。調査場所が一致していないので正確なことはいえないが、この数値はクロルデンの環境汚染が年ごとに進んでいるとはいえない結果であり、不幸中の幸いであるが、今後引き続き調査が必要である。

以上クロルデン類による汚染は広汎にわたり、生物による濃縮の可能性も示唆されており、しかもこの結果は単年度の精密環境調査であって、環境中のクロルデン類については要観察物質として引き続き監視を続けていく必要があると環境庁の報告が述べている。したがってクロルデンの使用に当っては、今後環境汚染につながらないように十分な使用上の対策が必要である。

3. 防除薬剤の毒性、安全性

昭和58年3月1日朝日新聞の朝刊に白あり駆除剤クロルデン南極にまでと題して愛媛大学環境化学研究室の調査報告として、南極のアザラシの皮脂からクロルデンが検出されたことが報道されたのは耳新しいことである。この愛媛大学環境化学研究室が国内のしろあり防除作業員21人、一般人5人を対象に血液中のクロルデン濃度を調査し、その測定の結果を発表している。表一2は血液中のクロルデンおよび有機塩素系化合物のクロルデンに関する結果である(表一2参照)。この結果によると作業員からは一般人の約120倍にあたる

表一1 地域別クロルデン使用量とtrans-クロルデンの検出頻度、検出範囲との関係

地 域 名	ク ロ ル デ ン 推 定 使 用 量 (57 年)	底 質		魚 類	
		検 出 頻 度	検 出 範 囲	検 出 頻 度	検 出 範 囲
九 州	300トン	13/15	0.0004~0.075ppm	8/15	0.001~0.004ppm
中 国	130	5/15	0.0003~0.0005	9/15	0.001~0.005
近 畿	260	26/30	0.0002~0.013	30/30	0.001~0.57
中 部	130	13/21	0.0002~0.0005	19/21	0.002~0.018
関 東	330	26/33	0.0004~0.021	24/30	0.001~0.069
東 北, 北 海 道	20	3/12	0.0003~0.0005	0/12	0

表—2 白あり防除業者の血液中のクロルデン化合物 ($\mu\text{g/g}$ Whole Blood)

	Blood No.	d-Chlordene	γ -Chlordene	cis-Chlordene	trans-Chlordene	trans-Chlordene	Oxy-Chlordene	Σ Chlordene
P.C.O Matsuyama	18	<0.10	<0.10	0.68	0.23	2.1	0.64	3.65
	14	<0.10	<0.10	0.27	<0.10	1.2	0.57	2.04
	12	<0.10	<0.10	0.33	0.13	1.4	1.2	3.06
	15	<0.10	<0.10	0.18	0.13	1.9	0.81	3.02
	17	<0.10	<0.10	0.44	0.16	3.1	1.4	5.10
	10	<0.10	<0.10	0.42	0.11	4.2	2.4	7.13
Kagawa	22	<0.10	<0.10	0.11	<0.10	0.30	0.16	0.57
	16	<0.10	<0.10	0.66	0.24	2.8	1.8	5.5
Kōchi	11	<0.10	<0.10	0.85	0.29	2.4	1.3	4.84
	19	<0.10	<0.10	1.3	0.49	8.8	7.1	17.69
Tokushima	21	<0.10	<0.10	0.53	0.22	3.4	2.1	6.25
	20	<0.10	<0.10	1.0	1.8	6.7	4.1	13.6
Hiroshima	8	<0.10	<0.10	0.74	0.27	7.8	3.3	12.11
Kobe	9	<0.10	<0.10	0.41	0.25	3.4	1.6	5.66
Nara	3	<0.10	<0.10	0.93	0.38	7.5	2.9	11.71
Fukuoka	4	<0.10	<0.10	1.5	1.2	13	4.7	20.4
Kurume	7	<0.10	<0.10	0.51	0.22	3.6	1.4	5.73
Nagasaki	6	<0.10	<0.10	3.2	1.2	42	37	83.4
	5	<0.10	<0.10	1.7	0.45	12	3.6	17.75
Okinawa	1	<0.10	<0.10	1.3	0.51	5.1	2.5	9.41
	2	<0.10	<0.10	0.86	0.36	8.2	4.6	14.02
Control Matsuyama	1	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
	2	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0.13	0.13
	3	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
	4	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
	5	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10

平均12ppbが検出されたと報告している。長崎での試料No 6の異状値を除けば総クロルデン量は0.57~20.4 $\mu\text{g/g}$ の範囲である。名古屋市立大学医学部公衆衛生学教室五藤雅博⁽⁴⁾氏の報告でも総クロルデン量は5 \pm 12ppbとなっており、近似した数値が示されている。ただし五藤氏はその検出値にかなりの大小が見られたが、対照群Ⅱとの統計的な差がなかったとしている。そしてクロルデン使用者の血液試料が少なかったため、結果の解釈にはなお慎重を要すると述べている。愛媛大学の調査の結果では一般の人の対照群の値は0.1 $\mu\text{g/g}$

となっており、暴露群はかなり高い値である。またこの調査の結果、古い人の方がクロルデン値が高く、一つの会社でも支店の人の方が本店よりも高いという結果で、日頃保護具の着用を厳守しているグループはクロルデンの血中濃度が極めて低いといわれておる。また血中クロルデンの半減期は哺乳動物の実験では約8~12時間といわれておるが、作業をやめて何年かすると血中濃度は減少してくる。このような現状を考えると防除業者の作業中の安全管理が重要である。労働環境の安全性を考えて毎日労働者が呼吸する空気中に存在する

物質の許容濃度がアメリカ合衆国ではクロルデンに関して、次の如く定められているが、わが国の労働省でも、この限界許容値をそのまま準用している。

作 質 名	ACGIH ¹⁾	
	TWA ²⁾	STEL ³⁾
ク ロ ル デ ン	0.5mg/m ³	2 mg/m ³

(注) 1) American Conference of Governmental Industrial Hygenists

2) Time Weighted Average (時間荷重平均値)

3) Short Term Exposure Limit (短時間曝露限度)

東京農大林産化学研究室の松垣助教授の調査⁽¹¹⁾によれば床下で土壌処理や木部処理をした直後の床下の大気中の濃度は0.21～2.05mg/m³で0.5mg/m³および2 mg/m³の許容濃度を時としてこえることがある。また処理後数週間経過した防蟻処理家屋の居住空間で検出されるクロルデン量は5～10μg/m³程度であることが実験の結果から出ており、許容濃度の1/50以下であり健康上問題ない値であるが、防除作業者は床下での処理には防護マスク、保護具(帽子、作業着、ゴム手袋、長靴等)の着用は欠くべからざることである。

最近クロルデンに代わる環境汚染のない化合物として有機リン系化合物が防蟻薬剤として注目され、協会では、すでにホキシムが認定され、レントレック(クロルピリホス)も認定を申請中である。これら有機リン系化合物の毒性、安全性について名古屋市立大学医学部公衆衛生学教室の五藤助手の詳細な報告がある。この他防疫作業者の健康調査を行った三角順一氏⁽¹⁴⁾と田淵武夫氏⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾らの報告もある。しるあり防除では有機リン系薬剤で処理することは、未だ少ないが、PCO業者では年間の使用量はフェントロチオンを主役にかかなりの量となっている。五藤氏はこれらPCO業者を対象に有機リン系化合物の防除業者に与える影響を調査し、その毒性安全性について報告している。

先ず自覚症の調査からどういう症状を訴えるかを調べた。頭が痛い、手足がだるい、口が渇く、風邪ひき、臭いがわかりにくい、耳鳴りがする、関節が痛い、眼がかすむ、眼が痛くなるといった形で表われ、これがPCOに従事していない人達の対照群との有意差検定で、95% (P<0.05)、

あるいは90% (P<0.1)の確率で有意差が認められる。また有機リン系は知覚、自律神経、および四肢、関節に強く影響があらわれ、中枢神経や眼にも影響を与え、前述のような症状となつてあらわれる(表-3、表-4、参照)。消化器や呼吸循環、皮膚、腎、膀胱には影響はみられない。血液中の有リン化合物は暴露群、対照群の全員に検出されず(検出限界1ppb)、クロルデンとの違いを示した。血液中および血清生化学検査(表-5参照)では対照群と比較して血清コリンエステラーゼ値は暴露群において低下しており(P<0.05)、血清尿素窒素値は増大しており(P<

表-3 自覚症調査 (1)項目別比較

暴露群 (N=59) における最近6ヶ月の有症者率		対照群 I との有差
頭がいたい	30.5%	*
手足がだるい	30.5%	*
口がかわく	28.8%	*
かぜひき	25.4%	*
においがわかりにくい	20.3%	△
耳鳴がする	18.6%	△
関節がいたい	18.6%	△
眼がかすむ	18.6%	△
眼が赤くなる	18.6%	△

* P<0.05 △ P<0.1

表-4 自覚症調査 (2)症状別比較

症状 (項目数)	最近6ヶ月の有症者率		有意差
	暴露群 (N=59)	対照群 I (N=13)	
中 樞 神 経 (15)	78%	54%	△
知 覚 神 経 (5)	34	0	**
自 律 神 経 (5)	76	46	*
消 化 器 (7)	56	38	
呼 吸・循 環 (6)	44	23	
四 肢・関 節 (7)	53	23	*
腎・膀 胱 (2)	7	0	
皮 膚 (3)	29	23	
眼 (6)	41	15	△
全 身 (6)	69	62	

有症者率 = $\frac{\text{一項目でも訴えた者の数}}{\text{対象者数}} \times 100$

△ P<0.1 * P<0.05 ** P<0.01

*** P<0.001

表一五 血液及び血清生化学検査

項 目	暴 露 群 (N=59)	対 照 群 I (N=13)	有 意 差
RBC (14 ⁴ /mm ³)	472.7 ± 28.87	466.5 ± 36.51	
Hb (g/dl)	15.3 ± 0.78	15.6 ± 0.86	
Ht (%)	45.9 ± 2.58	46.9 ± 2.69	
WBC (/mm ³)	6203.4 ± 1460.63	6638.5 ± 1421.58	
GOT (IU/l)	25.9 ± 12.99	27.1 ± 22.61	
GPT (IU/l)	27.0 ± 19.51	34.5 ± 26.87	
AL-P (U/l)	80.8 ± 17.47	71.5 ± 19.42	△
LDE (U/l)	174.8 ± 34.99	172.6 ± 19.70	
-GTP (U/l)	24.4 ± 19.81	32.7 ± 24.08	
Ch-E (U/dl)	470.2 ± 97.30	549.3 ± 95.64	*
T.B. (mg/dl)	0.89 ± 0.399	0.88 ± 0.504	
T.P. (g/dl)	7.57 ± 0.457	7.58 ± 0.483	
T.G. (mg/dl)	118.4 ± 78.74	164.0 ± 75.46	△
CHOL (mg/dl)	200.7 ± 33.61	218.2 ± 27.77	△
HDLC (mg/dl)	48.1 ± 9.89	42.7 ± 10.95	△
BUN (mg/dl)	15.7 ± 3.54	12.6 ± 2.83	**
Cres (mg/dl)	1.49 ± 0.231	1.45 ± 0.260	
In-P (mg/dl)	3.38 ± 0.510	3.59 ± 0.909	

△P<0.1、*P<0.01

(X±SD)

0.01), 血清アルカリフォスターゼ値と HDL コレステロール値は暴露群において増大傾向を示し (P<0.1), 中性脂肪値と総コレステロール値は低下傾向を示した (P<0.1)。尿中有機リン系殺虫剤代謝物 DMP, DMTP とともに, 暴露群は対照群に比べて高値を示し, 統計的に有意であった。散布から日数が経つほど低い値を示したが, 5 日以上経っても対照群と有意な差が見られた。これらの結果および田淵ら, 三角らの報告から PCO 業者の健康調査による有機リン系化合物の影響をまとめると次のようになる。

- (1) 有機リン系殺虫剤の暴露群に種々の自覚症状を訴えるものが多い。
- (2) 尿中 P-Nitro -m -Cresol 排泄量からスミチオンの体内侵入は明らかである。
- (3) コリンエステラーゼ活性値の変動が若干見られる。
- (4) 脳波所見では, θ 波を中心とする軽度の異常があるものの頻度が高い。
- (5) 心電図検査では軽度の ST 上昇者が多い。
- (6) 肝機能についても軽度の異常を認めるものが多い。

(7) 血液, 尿定性検査, 肝機能検査, 血清電解質および眼科学的検査には特記すべき異常がない。

(8) 内科学的一般所見にも特記すべき異常がない。

五藤氏はこれらの調査によって有機リン系殺虫剤の慢性的影響は, いまだ明確でなく上記の所見が健康な状態からの偏りであるのか, 疾病の前兆であるのか, その結論を出すには今後さらに検討が必要であるとしている。しかし, これらの防除施工者がこのままの状態でおかれた場合, 慢性中毒すなわち疾病の段階に進む可能性は否定できず, 防除作業員に対する十分な防護措置と健康管理が必要である。

4. 防除施工における環境汚染と対策

クロルデンによる環境汚染は想像以上に進んでおり, 防除施工者の安全性についても憂慮すべき結果が報告されている。したがって防除施工に当たっては環境の保全と安全性に対する十分な対策が必要である。しるあり防除施工による環境汚染の主な要因となるものに次の諸点があげられる。

(1) 防除処理ミスによる環境汚染

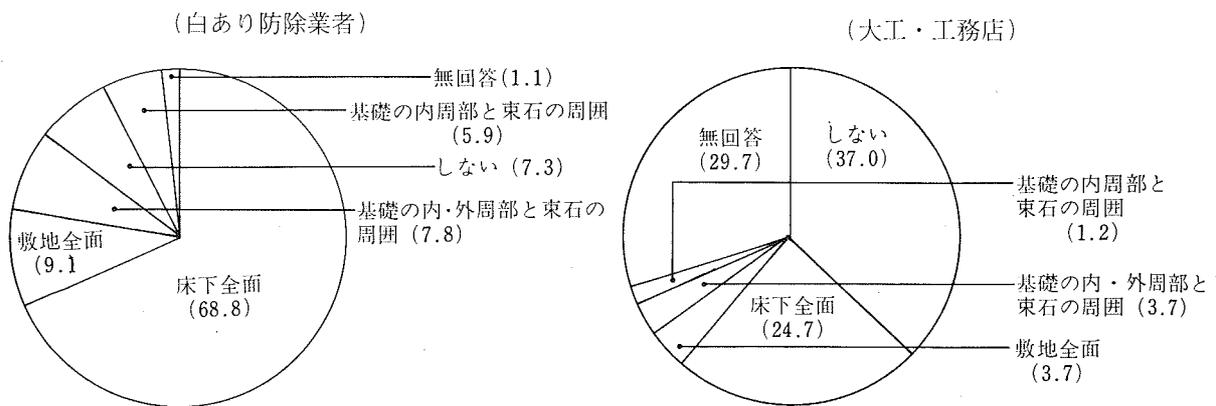
アメリカのPCO業界ではミスユースの問題が大きくとりあげられ、昨年のNPCO大会ではメインテーマにとりあげられ、業界も監督官庁もミスユースをなくするために処理業者への教育に力をそそいでいる。防除施工における処理ミスのもっとも一般的なのは、散布処理の際に薬液が外部に流失することである。わが国では吹付け処理によって木部処理では300~400ml/m²、土壌処理では5~10l/m²がスプレー機で散布される。そのため処理液が約半量近く基礎や土壌部分に流れ落ちる。この際十分に注意しないと、かなりの量が外部に流失する。薬液の飛散を防ぐためには散布時のポンプの圧力、スプレーの角度、適量の薬液の使用に注意しなければならない。泡状処理を考えることによっても薬液の飛散を防ぐことができる。スプレー機、散粉機を使用する場合は、薬剤が不必要に拡散しないように注意し、汚染した場合には、これをよくふき取ることが必要である。

雨水、使用水、地下水、井戸水などの影響を受ける土壌処理では乳化液処理によるミスユースが多い。延岡でおきた井戸水、地下水汚染の問題がその代表的なものである。粉剤の使用や、地下水、井戸水、池など水の分布や流水状態を十分調査してから処理しなければならない。土壌処理の際、土壌の含水率や土壌の性質、例えば砂質土では、流失性が高く、処理ミスにつながるため、土壌処理は、乾式法と湿式法の処理法を区別して適用すべきである(図一4参照)。

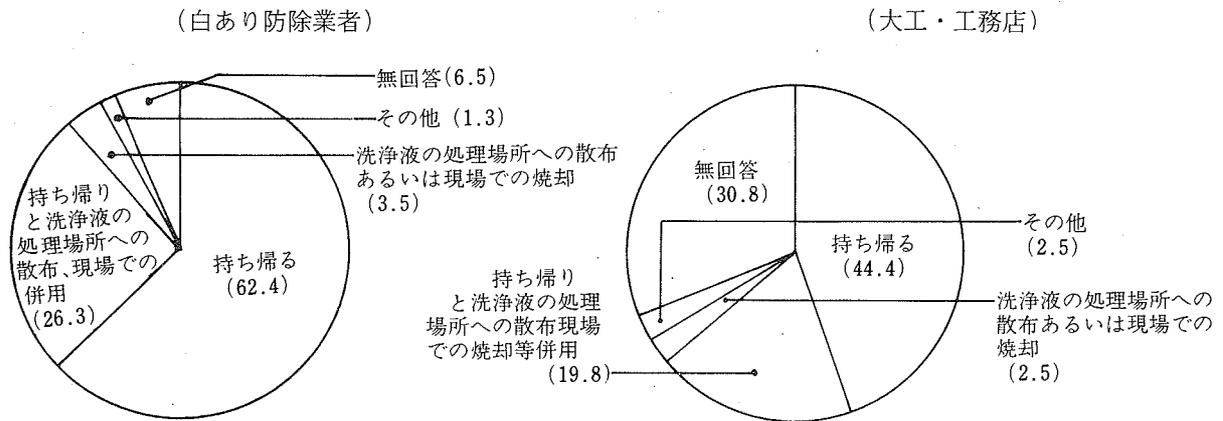
(2) 廃液および廃棄物の処理

使用後の廃液処理、廃棄物の処理さらに処理機械、ホース、衣服(作業着)、手袋などの処理用具の洗浄液や付着薬剤の処理の不完全さによってかなり量の薬剤が下水などに流され、ばらまかれる。そのためこれらの廃液、洗浄液、廃棄物は再度現場で処理したり、焼却したり、専門業者に処理を依頼するなどの対策を講じ、安易に下水に流さないようにしなければならない。作業着や手袋などの洗浄液でも、作業者の数や回数がかさなることによって馬鹿にならない値となる(図一5参照)。

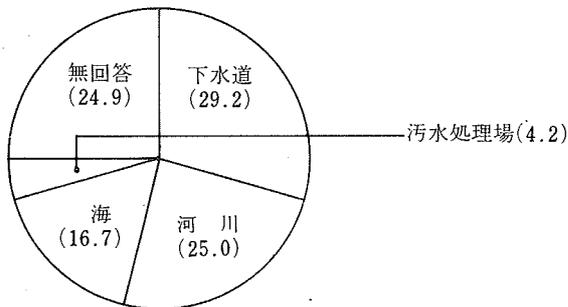
処理工場における廃液や廃棄物などの公害防止対策も重要であるが、工場の方は公害防止管理組織及び運営が定められており、公害防止業務要領、処理施設運転管理基準等を作成し、これに従って公害防止対策が実施されており、現場処理にくらべかなり管理された形がとられている。排水処理方法としては汚染区域と非汚染区域を明確に区別し、集・排水路は分離して設置し、排水処理能力を十分に設定する。排水の処理方法としては物理化学的処理、生物化学的処理、固液分離処理、熱処理等があるが、木材防腐防蟻処理では薬剤の性質上、物理化学的処理に属する凝集沈澱法およびイオン交換法が用いられている。その詳細については別の機会に述べるが、これらの運転管理、保守点検が十分であれば問題ないものとする。しかし通産省の調査によると生活用水と作業用水との排水系統の区分は47.2%の工場で実施しているのみであり、汚水又は廃液の処理施設を有している



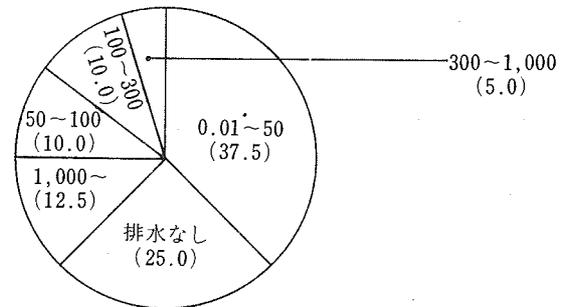
図一4 土壌処理施工場所



図一五 現場処理施工後の残薬剤、手袋等の措置



図一六 防腐防蟻剤処理工場の排水の放流先



図一七 防腐防蟻剤処理工場の排水量 (m³/日)

工場は45.5%である。又、廃水処理方式も循環方式がほとんどで(67.9%)、凝集沈澱法(28.4%)、静置沈澱法(14.8%)、イオン交換法(7.4%)の順で簡略な方法がとられている。このように排水処理施設も工場によって差があり、今後、処理施設の完備等をさらに徹底すべきである(図一六、図一七参照)。

木材薬品処理工場において発生する廃棄物についても、現場処理と同様に、その処理如何が環境汚染に大きくかかわってくる。その廃棄物の処理は、農林水産省が作成した木材薬品処理に係る公害防止管理基準⁽⁸⁾に次の様に示されている。

(i) 廃材・端材の処理

未処理材と処理材は明確に区分し、未処理材は焼却又は燃料等に使用し、処理材は廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令第6条に定める産業廃棄物の収集、運搬及び処分の基準に従った処分する。

(ii) 工場内の集水路・集水槽・排水処理施設に発生する汚での処理

汚では、(i)の廃材・端材の処理に準じて処分する。この場合、汚では産業廃棄物に含まれる金属の検定方法(環境庁告示)によって検定し、金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める総理府令第1条及び第2条に定めるところによって、有害か否かを判定する。判定によって有害物とならないもの及び有害物となったもので無害化処理を行ったものは産業廃棄物として処分し、有害物となったもので無害化処理を行わないものは、有害物であることを明示し、産業廃棄物処理業者に処分を委託する。

(iii) クレオソート油・廃油等の処理

クレオソート油、廃油等は、焼却炉等で焼却する。

尚、クレオソート油又は廃油を焼却する場合には、ばい煙が多量に発生するので、ばい煙等を捕捉する設備を設けた焼却炉で行うことが望まし

い。

(iv) 処理材の焼却

(ア) PF 又は CCA による防霉(蟻)処理材の残灰は(ii)の工場内の排水路, 集水槽, 排水処理施設に発生する汚での処理に準じて処分する。

(イ) クレオソート油による処理材を焼却する場合には, ばい煙が多量に発生するので, ばい煙等を捕捉する設備を設けた焼却炉で行う。

(v) 防虫処理工場等

(ア) 工場内の集水路, 集水槽, 防虫・防かび処理施設に発生する汚では, 木粉等に浸み込ませて焼却する。

(イ) 防虫処理合板の製造工程の中で発生した単板の截断又は合板の端切れくず等の廃材は焼却する。

(ウ) 防虫処理合板等の端切れ材を他の用途に転用する場合には, 防虫処理したものであることを明確にした上, 使用上の注意事項を付する。

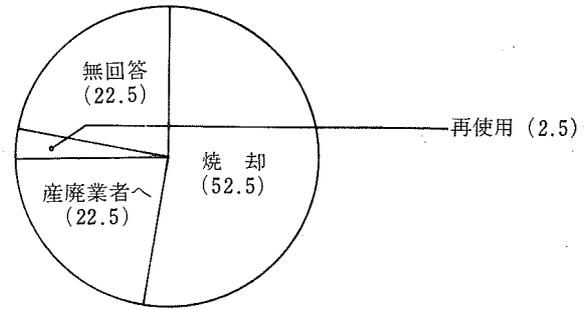
(vi) 薬剤空容器等の処置

(ア) 薬剤の空缶, 空袋等はそのまま他の用途に仕向けてはならない。

尚, クロルデン等の空容器は, 内部に木粉等をまぶして付着液を吸収させ, 屋外の安全な場所で焼却してから古鉄として処分する。

(イ) 空缶を薬剤メーカーに返却したり産業廃棄物処理業者に引渡す場合であっても少量の灯油又は水等を用いて2~3回洗浄してからとする。その洗浄液(水)は次回の薬液の調製に再利用する。

(ウ) 燃焼させる場合には屋上の安全な場所で行



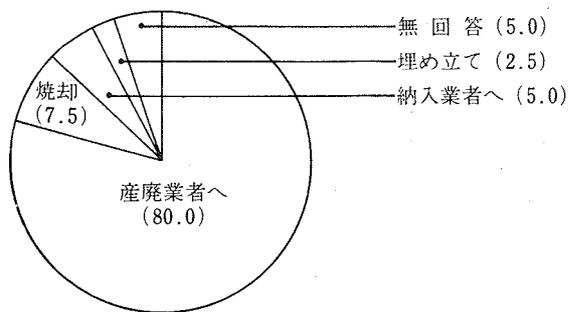
図一 9 空容器以外の廃棄物の処理

い, 室内の燃料等には絶対に使用しない。

(エ) 空袋は中味がまったく残っていないことを確認の上, 焼却する等によって処分することが望ましい。(図一 8, 図一 9, 参照)

(3) 土壌処理による防除薬剤の環境汚染

しろあり防除施工のなかで土壌処理によっておこる環境汚染の防止対策も重要な課題である。そのため土壌処理は全面散布ではなく, 基礎の内外, 束石の周囲その他必要とする個所のみ帯状(巾20cm, 深さ30cm)に混合法などで処理したり, 基礎の外廻りは粉剤を使用し, ヤマトシロアリ棲息地の土壌処理はクロルデン液濃度を1%にするなどして処理量を少なくする方向や土壌処理に限って分解性の有機リン系化合物を使用するなど今後の対策として考えるべきであるが, 一方において環境汚染防止のために土壌処理そのものを否定する考え方もある。しかし, しろありの防除施工には, 土壌処理は欠かせない最も効果的な処理である。土壌処理否定の考え方の中には床下浸漬, 家屋倒壊, 家屋流失, 土砂くずれなどによって土壌処理薬剤が流失し, それが環境汚染につながる恐れもあるということもあるが, しかし土壌処理されたクロルデンや有機リン化合物は一般の土壌では吸着性が高く, 土壌処理されたこれらの薬剤は流水によって簡単に移動しないことが実験的に確認されている。著者らは日本の代表的土壌, 沖積土植土, 火山灰植壤土, 火山灰壤土の3種を用いて有機リン系化合物ホキシムの流失性について報告しているが, これらの実験用土壌を直径2.6cm, 長さ60cmの円筒型ガラス製カラムに充填し, 上部を1.5%ホキシム乳化液を5 l/m²量で処理した。上部から蒸留水を5.3ml/Hrの速度(雨



図一 8 空容器の処理

量10mm/Hrに相当する)で8日間流した。これは日本の1年間の平均降雨量に相当する。次にこれらの経時的流出水および土壌中のホキシム量を高速液体クロマトグラフィーによって定量した。分析の結果、下に溶脱して来た流水には全く薬剤が含まれず、全てが土壌中に定着し、しかも表面から0~5cmの層に96.5~98.6%残留することが明らかであった。同様のことがクロルデン乳化液についても確認⁽¹⁰⁾されている。このことは土壌中に浸透した乳化液は砂質土などを除けば土壌中に定着し、流水によってそう簡単に移動しないもので、処理区域を明確にし、処理ミスのないようにすれば、環境汚染には大きな影響を与えないものと考えられる。ただ処理直後に降った雨水などによって表面水として流失する場合には流水中に薬剤が含まれており、とくに粘土質の土壌では土壌中に薬液が浸透せず表面水となって流れることが多いので粉剤を使用するなど注意しなければならないが、一般的に土壌処理によって土壌に浸透した薬剤は土壌中に定着し、流失する値は小さいものである。

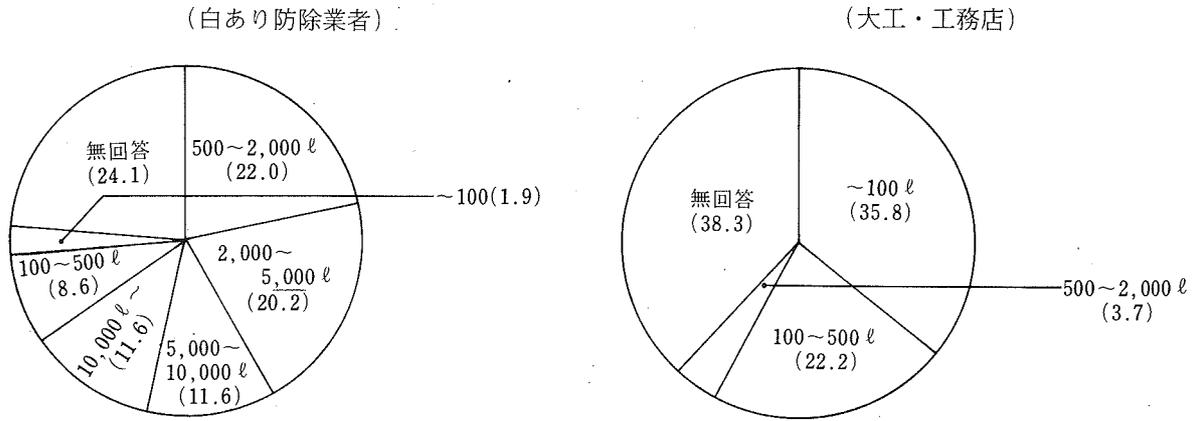
(4) 薬剤の貯蔵・保管・運搬上の注意

クロルデンの劇物指定によりその貯蔵保管運搬上の注意が一層重要となって来た。劇物は毒劇物取締法によってその取扱い・表示・運搬等についての技術上の基準および立入検査等について法律で規定されている。その遵守すべき重要な事項について大要を記すと次のようになる。

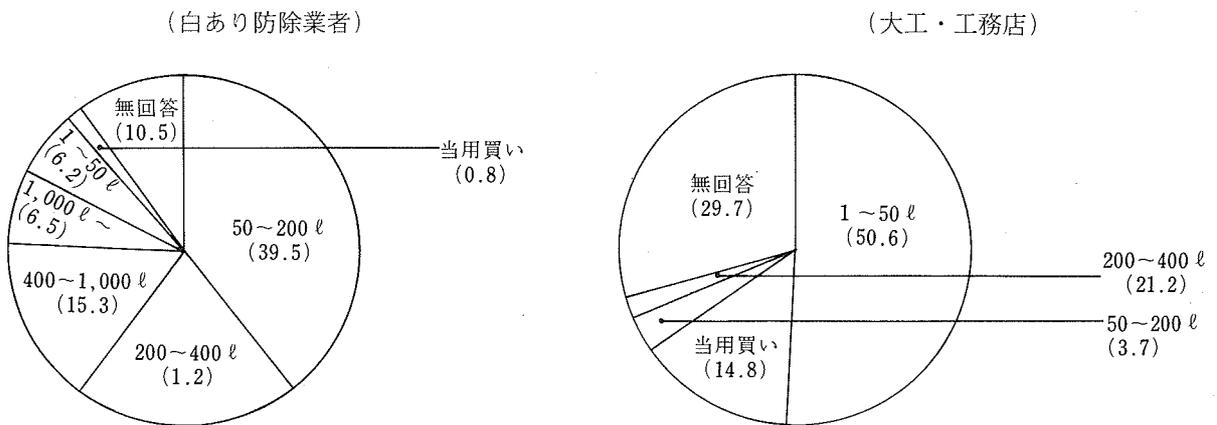
- (i) 毒物又は劇物の取扱(法第11条関係)
- (ア) 毒劇物を貯蔵・陳列等する場所は、その他の物を貯蔵・陳列等する場所と明確に区分された毒劇物専用のものとし、かぎをかける設備等のある堅固な施設とすること
- (イ) 貯蔵・陳列等する場所については、盗難防止のため敷地境界線から十分離すか又は一般の人が容易に近づけない措置を講ずること
- (ウ) 毒劇物を保管している格納施設などから外に、又は施設外で運搬する場合に飛散、漏れ・流れ出・しみ出・地下にしみ込むことを防ぐのに必要な措置を講ずること
- (エ) 毒劇物について、飲食物の容器(例えば牛乳びん、サイダーびん等)として通常使用さ

れる物を容器として用いてはならない

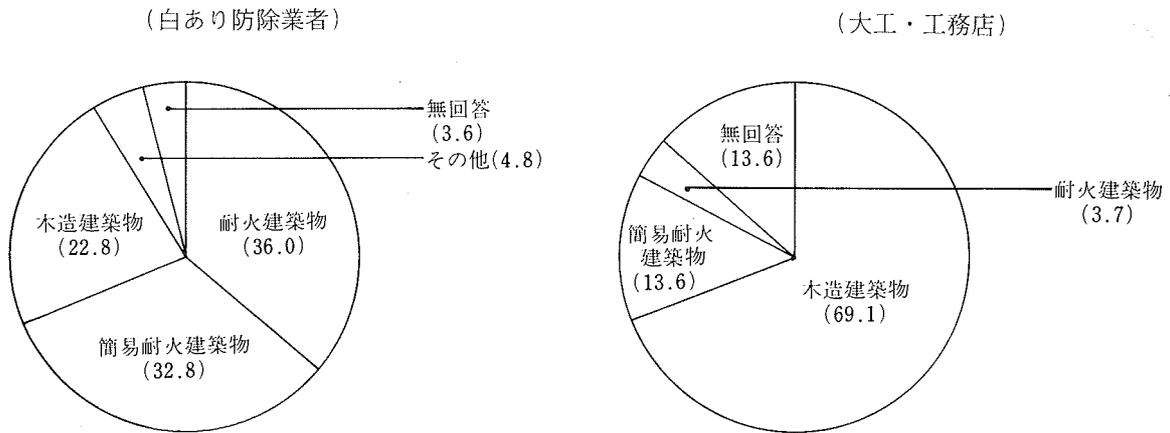
- (ii) 毒物又は劇物の表示(法第12条第1項及び第3項関係)
 - (ア) 毒劇物の容器又は被包に、劇物にあつては「医薬用外劇物」(白地に赤色で「劇物」の文字)の文字を表示すること
 - (イ) 毒劇物を貯蔵又は陳列する場所には、劇物にあつては「医薬用外劇物」の文字を表示すること
 - (ウ) 表示をせず又は虚偽の表示をした者は3年以下の懲役若しくは5万円以下の罰金、又は懲役と罰金の併科
- (iii) 廃棄(法第15条の2関係)
 - (ア) 毒劇物の入っていた空缶は天地を切りつぶしてクズ鉄回収業者に引き渡す(使用済の空缶は、引火したり爆発する恐れがあるため野積みにはしないよう心掛ける)こと
 - (イ) 紙製の容器は内容の残っていないことを確かめたうえ焼却すること
 - (ウ) 通い容器は確実にメーカーに返却すること
 - (エ) 本条に違反した者は、3年以下の懲役若しくは5万円以下の罰金、又は懲役と罰金の併科
- (iv) 事故の際の措置(法第16条の2関係)
 - (ア) 毒劇物を飛散・漏れ・流れ出・しみ出・地下にしみ込んだ場合で、不特定又は多数の者について保健衛生上の危険が生ずるおそれがあるときは、直ちにその旨を保健所・警察署又は消防機関のいずれか一つに届けるとともに、保健衛生上の危害を防止するために必要な応急の措置を講ずること
 - (イ) 毒劇物が盗難にあい、又は紛失したときは直ちにその旨を警察署に届けること、なお定期的に毒劇物の在庫量を点検するなどして盗難・紛失に注意すること
 - (ウ) ア及びイに違反した者は1万円以下の罰金
- (v) 立入検査等(法第17条関係)
 - (ア) 厚生大臣又は都道府県知事は保健衛生上必要があるときは、必要な報告を徴することができ、また毒物劇物監視員が毒劇物を取り扱う場所に立入検査を行う場合には、これに應じなければならない。



図—10 薬剤の年間購入量



図—11 薬剤の常時保有量



図—12 薬剤の格納施設

(イ) アに違反し、報告をしなかったり虚偽の報告をしたり、また立入・検査・質問を拒み妨げ、忌避した者は1万円以下の罰金
通産省の調査によると白あり防除業者および大工、工務店の薬剤の年間購入量、常時保有量、およびその薬剤の格納施設は図—10・11・12のよう

な分布を示し、年間購入量は白あり防除業者では500ℓ未満は10.5%にすぎず、かなりの量であり、常時保有量も50~200ℓ以上の業者がほとんどである。したがって薬剤の格納施設も白あり業者では68.8%が耐火建築物又は簡易耐火建築物に薬剤を保管しているのに対し大工・工務店では69.1%

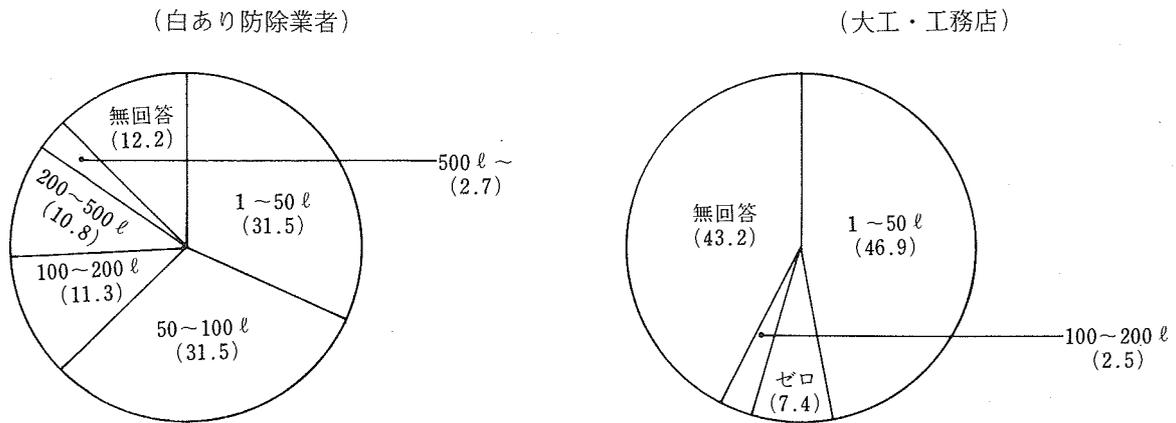


図-13 薬剤の常時搬送量

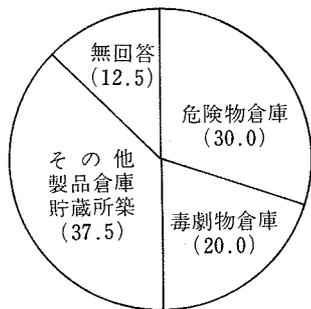


図-14 薬剤の保管場所

が木造建築物に保管している。薬剤の搬送車両では白あり防除業者は作業車が59.1%と最も多く、次いで普通貨物車27.4%、タンクローリー車3.8%となっているが、大工・工務店にあっては普通貨物車49.4%、作業車9.9%である。薬剤の常時搬送量も図-13に示されるように大きな差が見られる。これらの結果を見ると白あり業者は薬剤の貯蔵・保管・運搬等についても各種の対策がとられているが、今後一層の環境汚染防止を推進するために全ての防除薬剤に対する基本的な事項として、薬剤の容器はこわれやすいものはさけること、栓で密封し、白あり防除薬剤と明記し、鍵のかかる場所に格納しておくこと、火気や湿気・光などをさけて専用の基準に定められた耐火性格納庫に貯蔵・保管するなどを確実に実行して行くべきである(図-14参照)。

(5) 防除作業者の安全対策

最後に白あり防除施工による環境保全の問題と同様に薬剤処理業者への健康上の問題が懸念され

るので、その安全対策についても簡単に述べる。

防除作業者の安全対策は次の三点より考慮されるべきである。

(i) 曝露量の低減

曝露量の低減のためには保護具の着用・作業方法の自動化、機械化・遠隔操作化・製剤形態の変更・ペーストや泡状処理による防除法の確立などがあげられる。

(ii) 気中濃度の低減

気中濃度の低減としてはスプレー量の適正化・全体換気・局所排気のための排気装置・スプレー方法改良のための角度・ノズル・圧力さらにはフォームスプレーなどの研究がある。粒状散布の機械化によっても気中濃度の低減が可能である。

(iii) 作業員の対応

作業員への対応として作業方法の改善・配置転換・予防措置・罹病者の早期発見などが考えられる。

このように安全性を確保し、環境を汚染しないためには薬剤や処理法に十分な知識を持ち教育された専門の業者によって防除処理がなされなければならないことを強調して終わりとする。

<引用文献>

- (1) 木材保存薬剤環境対策委員会：木材保存薬剤環境対策調査報告書(1983・8)
- (2) 長島敏明：化学物質と環境, 白あり, No55・P2(1984・1)
- (3) 愛媛大学農学部環境化学研究室：白あり防除業者の血液中の有機塩素系化合物(1980)

- (4) 五藤雅博：防除作業者の殺虫剤使用と健康，
ペストコントロールNo43, P23 (1983・7)
- (5) 三角順一他：低毒性有機リン剤散布従事者の
健康調査，熊本医学会雑誌No49, P175 (1975)
- (6) 田淵武夫他：殺虫剤散布者の健康調査—自治
体防疫作業者について，大阪府立公衆衛生研
究所年報労働衛生編No13, P51 (1975)
- (7) 布施五郎：最近の米国における防蟻薬剤事情
木材工業，Vol37-2, P32 (1982・2)
- (8) 農林水産省：木材薬品処理に係る公害防止管
理基準 (1982・3)
- (9) 布施五郎・竹村一郎他：新しい低毒性，白あ
り防除薬剤ホキシムの防蟻性能について，第
33回日本木材学会大会要旨集P225 (1983・
4)
- (10) 米田護・谷口幸男・服部徹：各種のクロルデ
ン製剤の土壌浸透性について，第34回日本木
材学会大会要旨集，P25 (1984・4)
- (11) 桧垣宮都・木村泰男・筒井信男：白蟻防除剤
の施工に伴う気中の薬剤濃度について，第34
回日本木材学会大会要旨集，P23 (1984.4)
(近畿大学農学部教授・農博)

新しい低毒性しろあり防除薬剤ホキシムの性能について

竹村 一郎*, 五十嵐 玲*, 布施 五郎**

1. はじめに

現在、しろあり防除薬剤の安全性や環境汚染が大きな社会問題となっている。瀬戸内海のイガイに高濃度のディルドリンが検出されたことに端を発し、広くしろあり防除薬剤として使われていたドリリン系薬剤、DDTなどが特定化学物質に指定されて、使用が禁止された。これらの化合物は食物連鎖によって生物体内で濃縮され、結局人体に蓄積して有害な影響をおよぼすことが懸念されたのである。しかし、しろあり防除薬剤の環境中の汚染が予想以上の深刻であることがその後の追跡調査で明らかにされた。このような状況のもとに、低毒性で環境汚染のないしろあり防除薬剤の出現が期待されている。しろあり防除薬剤に要求されることは、

- (1) 殺蟻効力が大きいこと
- (2) 残効性が大きいこと
- (3) 人体および環境に対して安全性が大きいこと

であるが、これらの条件を満足する薬剤は数少ない。このような可能性を有する化合物の1つに有機りん系化合物がある。有機りん系化合物の防蟻性については、すでに、布施¹⁾や西本ら²⁾の報告がある。我々は有機りん系化合物であるホキシムの防蟻性能について種々検討を続けた結果、低毒性しろあり防除剤として使用できる見通しを得たので報告する。

2. ホキシムの性質と毒性

ホキシムは、西独バイエル社が開発した有機りん系殺虫剤である。第1表にはホキシムの理化学的性質を示した。また、第2表には主要なしろあり防除薬剤の毒性データを示した。しろあり防除剤は人体に影響がなく、しろありに対して効力が大きいことが必要である。第2表の急性毒性で比

第1表 ホキシムの理化学的性質

化学名	0,0-ジエチル-0-(α -シアノベンジリデンアミノ)チオホスフェート
構造式	$ \begin{array}{c} \text{S} \\ \parallel \\ \text{C}_2\text{H}_5\text{O} \diagup \text{P} - \text{O} - \text{N} = \text{C} - \text{C}_6\text{H}_4 \\ \text{C}_2\text{H}_5\text{O} \diagdown \end{array} $
組成式	$\text{C}_{12}\text{H}_{15}\text{N}_2\text{O}_3\text{PS}$
既存化学物質番号	官報整理番号 3-3374
分子量	298.3
外観	淡黄色油状
融点	5~6°C
蒸気圧	約 10^{-4} mmHg
屈折率	1.5405 (20°C)
比重	1.1756 (20°C/4°C)
溶解性	20°Cの水に0.7mg/100g溶解。 アルコール、ケトン、芳香族炭化水素、脂肪族炭化水素、植物油、鉱油にやや溶けにくい。

第2表 しろあり防除剤の急性毒性

	急性毒性 (経口) LD ₅₀ , mg/kg (動物)	注
ホキシム	2170 (ラット, ♂) 1935 (マウス, ♂)	
クロルデン	430-450 (マウス)	劇物 (6%以下をのぞく)
ディルドリン	56-80 (マウス)	劇物 (特定化学物質)
D D T	180-250 (マウス)	劇物 (特定化学物質)
リンデン	88-125 (ラット)	劇物 (1.5%以下をのぞく)
クロルピリホス	200 (ラット)	劇物

較するとホキシムは他のものと比較してLD₅₀の値が大きく、低毒性であることがわかる。またホキシムは、毒物および劇物取締法にいう毒物および劇物には該当しない物質である。

3. ホキシムの防蟻性能

3.1 ホキシムの防蟻効力試験

ホキシムの防蟻効力試験は、日本しろあり対策協会規格(JTCAS)第1号に基いて、接触試験、食毒試験および総合試験を実施した。土壌処理の野外試験はJTCAS第9号に基いて、鹿児島吹上国有林において行った。野外試験地から採取したホキシム処理土壌の防蟻効力についても調べた。

3.2 結 果

ホキシムの接触試験の結果をクロルデンと比較して、第3表に示す。この結果、ホキシムは20ppmという低い濃度でも試験開始後1日目で供試シロアリの死虫率が100%となるのに対し、クロルデンの場合は100ppmでも死虫率が100%に達するのは試験開始後3日目であり、ホキシムは低濃度でも著しく速効性であることがわかる。食毒試験の結果を第4表に示した。ホキシムの場合、20ppmという低濃度でも試験開始後2日目で供試しろありの死虫率は100%に達するのに対し、クロルデンでは600ppmでも死虫率100%に達するのに3日を要す。この結果からホキシムはクロルデンと比較して著しく速効性であることがわかる。ホキシムの場合、しろありに着色が認められないことから、接触毒として作用していることがわかる。つぎに、ホキシムを松辺材に処理し

第3表 接触毒性試験(JTCAS1号)

有効成分	濃度 (ppm)	イエシロアリの死虫率(%)				
		試験期間				
		2時間	4時間	1日	3日	5日
ホキシム	20	0	0	100	—	—
	50	0	20	100	—	—
	100	10	80	100	—	—
クロルデン	20	0	0	0	100	—
	50	0	0	0	100	—
	100	0	0	0	100	—
なし	—	0	0	0	0	0

た試験片を使って防蟻効力を調べた総合試験の結果を第5表に示す。無処理の場合、試験片の重量減少率は22.3%に達するが、ホキシム処理試験片の場合、0.1%でも重量減少は認められず、イエシロアリの死虫率も試験開始後3日で100%に達するとともに、耐候操作による防蟻効力の低下はほとんど認められなかった。ホキシムの土壌処理剤の野外効力試験の結果を第6表に示した。この結果、検討したいずれの濃度でも、試験杭には全く被害は認められなかった。このことからホキシムは野外でも3年以上の残効性があることがわかった。さらに、野外試験地から採取したホキシ

第4表 食毒試験(JTCAS1号)

有効成分	濃度 (ppm)	イエシロアリの死虫率(%)					
		試験期間					
		1日	2日	3日	5日	10日	14日
ホキシム	20	95	100	—	—	—	—
	50	100	—	—	—	—	—
	100	100	—	—	—	—	—
クロルデン	200	0	20	44	80	100	—
	400	0	99	99	100	—	—
	600	0	84	100	—	—	—
なし	—	0	0	0	0	0	0

第5表 ホキシムの総合試験(JTCAS1号)

ホキシム濃度 (%)	試験片の重量減少率(%)		イエシロアリの死虫率(%)							
	W=0	W=10	W=0				W=10			
			1	2	3	5	1	2	3	5
0.1	0	0	68	94	100	—	51	78	90	100
0.2	0	0	99	100	—	—	89	100	—	—
0.4	0	0	100	—	—	—	100	—	—	—
0	22.3		0	0	0	0	0	0	0	0

a W: 耐候操作, 数字は耐候操作の回数を表わす。

第6表 ホキシムの土壌処理剤野外効力試験

試験法	ホキシム濃度 (%)	シロアリの被害の有無			
		試験期間(年)			
		0.5	1	2	3
JTCAS9号	1.0	なし	なし	なし	なし
	1.5	なし	なし	なし	なし
	2.5	なし	なし	なし	なし

第7表 ホキシム処理土壌の接触毒性^a

	ホキシム濃度 (%)	イエシロアリの死虫率 (%)							
		2日	4時間	1日	3日	5日	7日	10日	14日
無処理	0	0	0	0	0	0	0	0	0
処理後	1.0	20	70	100	—	—	—	—	—
	1.5	70	80	100	—	—	—	—	—
	2.5	90	100	100	—	—	—	—	—
処理後3年経過	1.0	0	20	50	100	—	—	—	—
	1.5	0	30	100	—	—	—	—	—
	2.5	10	50	100	—	—	—	—	—

a 鹿児島県吹上国有林野外試験地から採取した土壌。土壌はキルビスペシャル[®]を所定濃度に水で希釈し、5 l/m²で処理した。

ム処理土壌の接触試験の結果を第7表に示した。この結果から、いずれの濃度でもイエシロアリの死虫率は1日で100%に達する。第3表の結果と比較すると、試験開始後3年経過したホキシム処理土壌の殺蟻効力はほとんど低下していないことがわかる。このことから、ホキシムは、降雨、光、熱の影響を受ける野外でも土壌中で3年以上の残効性を保持していることが明らかになった。

4. ホキシムの土壌からの溶脱性

しろあり防除薬剤の環境汚染が社会の大きな問題になっている現在、土壌処理剤として使用した薬剤が土壌から溶脱しやすいかどうかということは、きわめて重要な問題である。そこで、土壌からのホキシムの溶脱性について実験的に検討した。

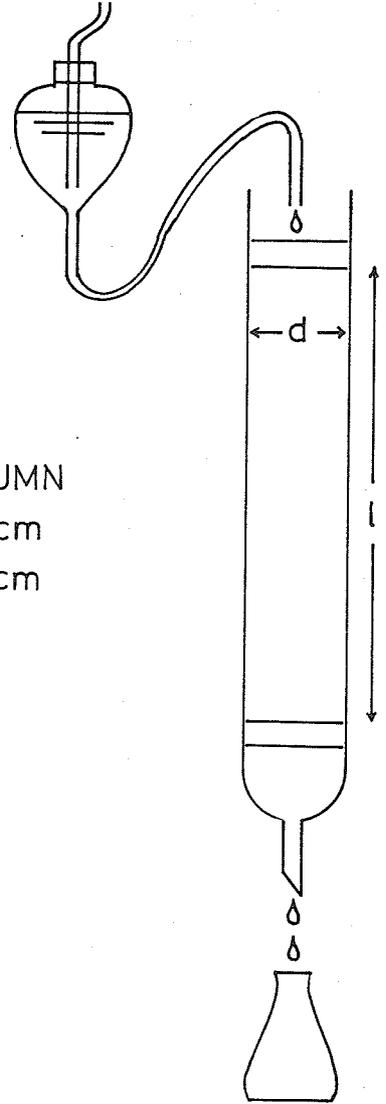
4.1 ホキシムの土壌からの溶脱性試験

第1図に、溶脱性試験に使用した装置の略図を示した。内径2.6cmガラス製カラスに、風乾土壌を長さ60cmに充填した。土壌はキルビスペシャル[®]を水で33倍に希釈した1.5%ホキシム乳液で5 l/m²の割合で処理した。この土壌カラムの上部から5.3ml/時の速さで8日間にわたって蒸留水を流した。この水の量は、我が国における平均年間降雨量1920mmの1年分に相当する。溶脱性試験には第8表に示した日本における3種の代表的土壌を使用した。カラムから流出してくる水は1日1回、8日間にわたってサンプリングを行った。

SOIL COLUMN

d : 26 cm

l : 60 cm



第1図 ホキシムの土壌からの溶脱性試験装置

第8表 土壌の性状

	宮 城	長 崎	北 海 道
成因	沖積土壌	火山灰土壌	火山灰土壌
土性	埴 土	埴壤土	壤 土
粘土含有量 (%)	29.4	20.0	7.1
炭素含有量 (%)	1.7—2.0	3.5	6.1
pH	5.3	5.0	4.7
CEC (mq/100g)	28.7	20	17.8
最大容水量 (%)	64	103	121

この流出水は、1, 1, 1-トリクロルエタンにより抽出し、乾燥、減圧濃縮後、メタノール溶液となし、高速液体クロマトグラフィー (HPLC) によってホキシムを定量した。土壌は試験終了後、5つの部分に分画した。分画土壌はアセトンで抽出し、減圧濃縮後、再び、1, 1, 1-トリクロ

第9表 高速液体クロマトグラフィーによるホキシムの定量

試料	20 μ l
試料溶媒	メタノール
カラム	コスモシル 5C18 4.6mm ϕ ×100mm
カラム温度	25 $^{\circ}$ C
移動相	69% メタノール 31% 水
流量	1ml/min
検出器	UV 283nm
感度	0.02AUFS
チャート速度	5mm/mm

ルエタンにて抽出し、乾燥、減圧濃縮後、メタノール溶液となし、HPLCでホキシムを定量した。第9表にHPLCによるホキシムの定量条件を示す。

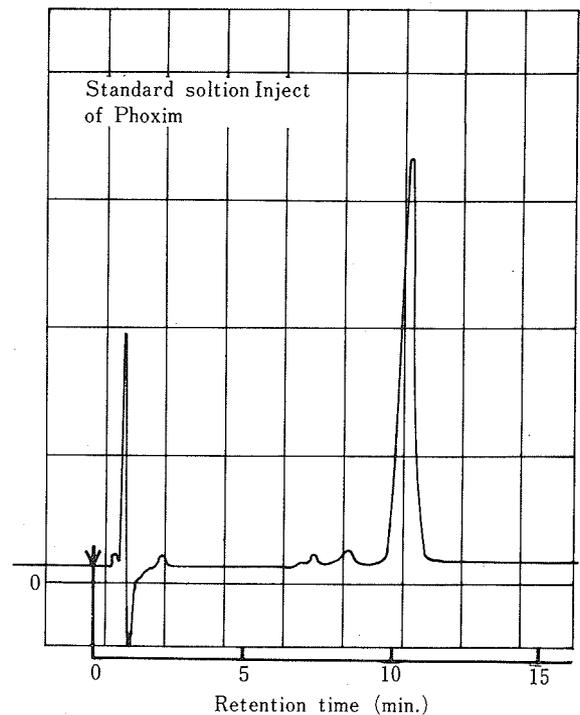
4.2 結果

第2図に、ホキシムの標準試料のクロマトグラムを示す。検出限界は0.005ppmである。第3図は宮城土壌の場合の流出水のクロマトグラムを示す。第1日目、第3日目、第8日目ともにホキシムの量は検出限界以下である。第10表に、各土壌から流出した水中のホキシム含量の分析結果を示した。3種の土壌ともに、サンプリングした時期に関係なく、ホキシム含量はすべて検出限界以下であることがわかる。これはホキシムの水に対する溶解度から推定される濃度と比較するとはるかに小さい値となっている。このように、土壌中のホキシムは降水によって溶脱し難いことがわかつ

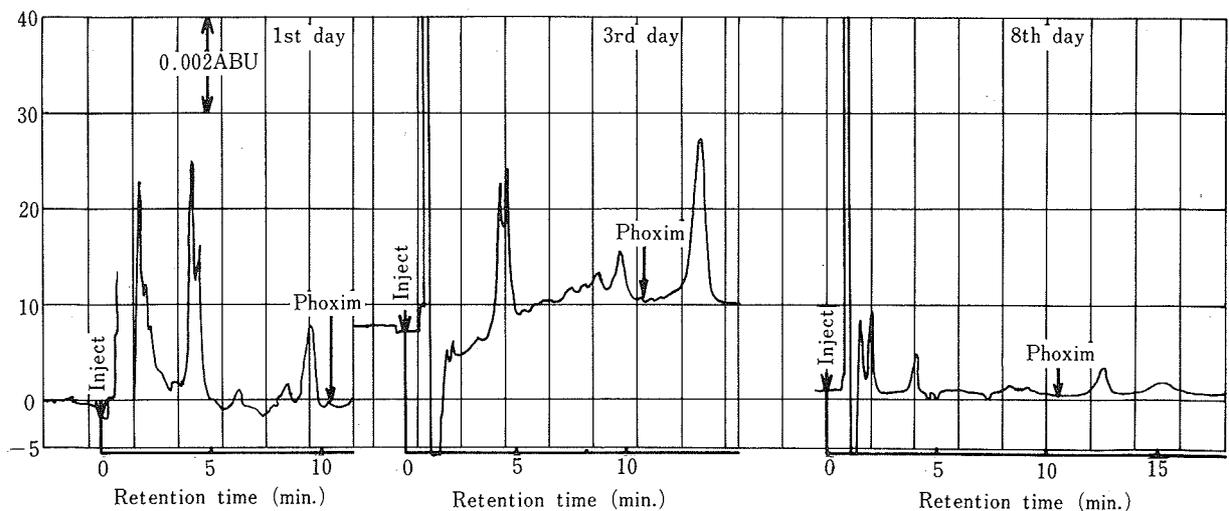
第10表 流出水中のホキシム量

試験期間 (日)	土 壤		
	宮 城	長 崎	北 海 道
1	ND ^a	ND	ND
2	ND	ND	ND
3	ND	ND	ND
4	ND	ND	ND
5	ND	ND	ND
6	ND	ND	ND
7	ND	ND	ND
8	ND	ND	ND

a 検出限界 (0.005ppm) 以下。



第2図 ホキシムの標準試料の高速液体クロマトグラム



第3図 土壌カラム (宮城土壌) からの流出水抽出物の高速液体クロマトグラム

第11表 土壤層におけるホキシムの分布^a

		宮 城			長 崎			北 海 道		
		測定値	補 正 値 ^b		測定値	補 正 値		測定値	補 正 値	
			mg	mg		%	mg		mg	%
土 壌 の 深 さ (cm)	0—5	29.33	39.22	98.6	31.27	38.37	96.5	30.43	39.11	98.4
	5—10	0.38	0.50	1.3	1.04	1.27	3.2	0.46	0.59	1.5
	10—20	0.02	0.03	0.1	0.07	0.09	0.2	0.02	0.03	0.1
	20—40	0.02	0.03	0.1	0.01	0.01	0.0	—	—	0.0
	40—60	— ^c	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0
全	量 (mg)	29.95	39.78	100.0	32.39	39.75	99.9	30.91	39.73	100.0
回	収 率 (%)	75.3	(100.1)		81.5	(100.0)		77.8	(99.99)	

a 処理ホキシム量：39.75mg。

b 添加回収率により補正。

c ホキシム量が0.01mg以下であることを示す。

た。次に土壤中のホキシムの分布を調べた結果を第11表に示す。表面から0～5cmの土壤中のホキシムの量は、宮城土壤98.6%、長崎土壤96.5%、北海道土壤98.4%で全ホキシム量の大部分がこの部分に存在していることがわかった。土壤中にホキシムを添加した場合の回収率は、宮城土壤75.3%、長崎土壤81.5%、北海道土壤77.8%であった。これらの事実、ホキシムが、土壤粒子に吸着されているため、降雨などによって溶脱し難く、土壤中を移動し難いことを示している。これらの結果はホキシムの土壤処理剤の野外試験の結果と一致する。

5. 要 約

ホキシムの防蟻性能を検討した結果、

- 1) ホキシムは低濃度でも殺蟻効力が大きく、著しく速効性である。
- 2) ホキシムは野外でも土壤中で3年以上の残効性を有する。
- 3) ホキシムは降水により土壤から容易に溶脱し難い。
などを確認した。

6. おわりに

木材資源の枯渇化や耐久性に乏しい輸入材の増大という状況のもとで木造建築物に対するしろあ

りなどの生物的被害が激増している。木造建築物の耐久性向上のため、防蟻・防蟻処置はますます重要になりつつある。一方、しろあり防除薬剤による健康障害や環境汚染が大きな社会問題となっており、今後は低毒性で環境汚染のない薬剤が主流になるものと思われる。ホキシムはこのような化合物の一つとして今後の活用が期待される。ホキシムを主成分とする土壤処理剤キルビスペシャル[®]は、有機りん化合物としては、最初の(株)日本しろあり対策協会の認定薬剤である。ホキシムは、しろあり防除薬剤としては比較的新しいために実績が十分とはいえない。今後多に活用していただき、皆さんとともに育てていきたい。なお防蟻効力試験を実施するにあたり、富士しろあり研究所、出来正氏の多大の御支援をいただいた。この紙面を借りて感謝の意を表します。なお、本研究の概要は、第32回日本木材学会大会(1983年4月、京都)で発表した。

文 献

1. 布施：ニューランバーマン，11(401)，1(1981)。
2. 西本ら：第32回日本木材学会大会講演要旨集，P.263(1982，福岡)。

(* 武田薬品工業(株)化成品研究所)
(** 近畿大学農学部教授・農博)

Ⅶ 排泄のしくみと働き

すべての生物が生活していくためにはからだを作っている細胞は複雑な化学反応を起している、そして「からだ」の中に生じた物質(代謝産物)の中には生物にとって必要でないものがある、これらの物質が溜ると「からだ」にとってよくないことが起ってくるのでこの有害な物質(老廃物)をからだの外に捨てる必要がある。その捨てる作用を営む器官即ち排泄器について述べる。

1) 種々の動物排泄器について

無脊椎動物を観察すると原生動物(ゾウリムシ、アメーバなど)は細胞質内にある収縮胞という排泄器があり、へん形動物(吸虫、プラナリヤなど)は原腎管という枝分かれした管の排泄管がある。環形動物(ミミズなど)は沢山の体節が連らなっ

ているが、この体節ごとに腎管という排泄管がある。甲殻類(ザリガニ・エビなど)は第二触角の根元に緑色の触角器とい排泄器がある。軟体動物(ハマグリ)はボヤヌス器官という排泄器がある。昆虫類、クモ類、多足類などは各組織から老廃物を集めて排泄するマルピーギ管が中腸と後腸の間にある。(図1参照)

脊椎動物の排泄器官は腎臓が主体で肺、消化器皮膚がある。(この項では腎臓について述べる)

腎臓は体の背部に左右1対あって発生学的に前腎、中腎、後腎に分けられる。

前腎はすべての脊椎動物の発生の始めに現われる即ち、殆んど魚類と両生類(カエル)は幼時期に使われ、腎小体(マルピーギ小体)をもつ中腎が出来て前腎は退化する。魚類と両生類は成長

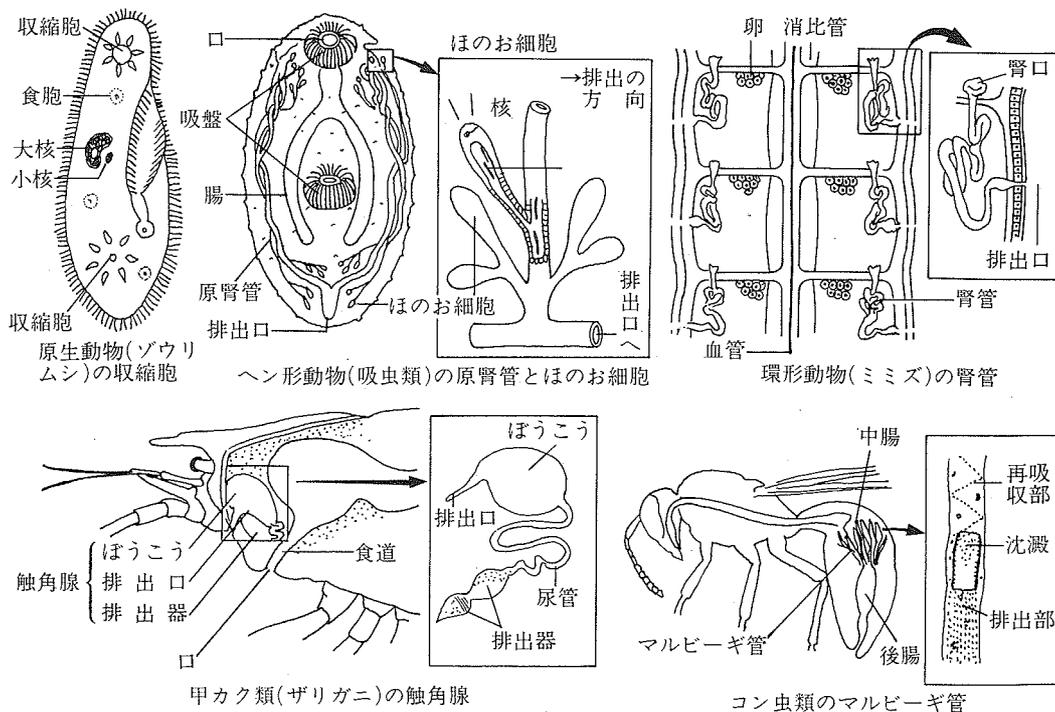


図1 いろいろな動物の排泄器 (新生物 I p. 225より)

しても残る。ハ虫類以上の鳥類や哺乳類ではマルピーギ小体は発達し後腎となり、前腎と中腎は成長するに従ってなくなる。

次に我々のからだの排泄作用についてみることにする。

2) ヒトの排泄作用

喰べた食物の中で含水炭素（糖質）、蛋白質、脂肪は消化酵素によって分解され、また水分、ブドウ糖、脂肪酸、無機質（ミネラル）、ビタミン類はそのままからだに吸収されて栄養となる。しかし吸収されなかった食物はカルシウム、マグネシウム、塩類、水分などと共に腸より糞となってからだの外に捨てられる。

また空気中の酸素は呼吸によって肺より血液中に入り各組織の細胞に到達する、ここで糖質（炭水化物）と脂質（脂肪）が酸素と作用して燃焼（酸化分解）して活動力（エネルギー）を生じ炭酸ガス（ CO_2 ）や水（ H_2O ）になる。また蛋白質は同じく酸素と化学反応を起し炭酸ガスや水、アンモニア（ NH_3 ）などの老廃物になる。血液は体内を絶えず循環し、糖、アミノ酸、無機塩類などの栄養物と酸素、炭酸ガス、その他の老廃物、熱などの運搬を行っている。

炭酸ガスは主に呼吸作用によって肺から体内に出される。その他の老廃物即ち血液中の蛋白分解産物である尿素、尿酸、クレアチニンなどや食塩は泌尿器（腎臓、輸尿管、膀胱、尿道など尿の分

泌、排泄を行なう臓器）と皮膚より尿や汗となって出される。

このように酸化分解の結果生じた各組織にとって有害で不必要なものを外に捨てることを排泄という。

肝臓から胆汁色素、胆汁酸塩などが排泄され、大腸粘膜からはカルシウム（Ca）、マグネシウム（Mg）など塩類（ミネラル）が水分と共に排泄され、のんだクスリや有毒物は腎臓や肝臓その他消化腺、乳腺などから排泄される。

このうち主として排泄器として働いているのは腎臓である。

3) 泌尿器

泌尿器は血液中の老廃物をとって、これを尿として体外に排泄する器官で図2の様に腎臓、輸尿管（尿管）、膀胱、尿道より成立っている。

(1) 腎臓の構造

腎臓は腹腔の後部、腹膜の外側にあつて、丁度腰椎の両側にはほぼ向き合つて赤褐色の長さ約10cm、重さ約130gでソラマメの形をしている図2のようにソラマメの凹んだ部分が腎門でここに腎動脈、腎静脈、リンパ管、輸尿管や神経が出入している、そして右側は左側より低いところにある。

この腎臓を縦に切ってみると外側には赤褐色の皮質があり、内側には赤色をした髓質がある。また腎臓脈は髓質で枝分かれして毛細血管となり、

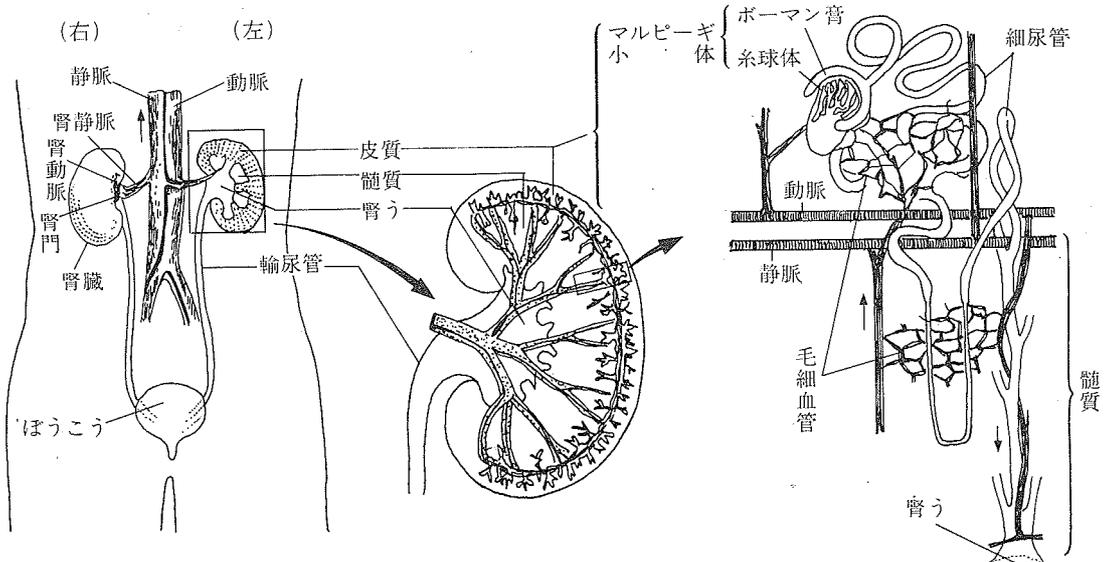
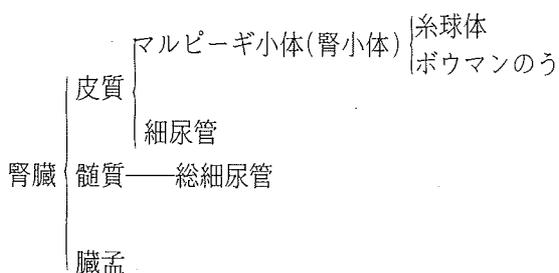


図2 ヒトの腎臓（模式図）（新生物 I p. 226より）

皮質では毛細血管が糸マリ状に巻いて糸球体となっている。この毛細血管は細尿管という細い管が沢山ならんでいてところをとおって腎動脈につながっている。一方糸球体を包んでいる袋がボウマンのうでこれから細尿管が皮質と髓質をとおって太くなって腎盂で輸尿管につながり、さらに膀胱、尿道へと続く。腎盂はじょうごのような形をして出てくる尿を受ける袋となっている。

糸球体とボウマンのうを合せてマルピーギ小体（腎小体）という。大変わかりにくい書き方をしたのでまとめると下の如くなる。



(2) 尿の生成

マルピーギ小体に入った血液はこの中のボウマンのうの薄い膜をとおして血漿中の蛋白質以外の成分は濾過されて原尿となる。この原尿は細尿管を通る間にからだに必要なブドウ糖（グルコース）アミノ酸、ホルモン、ビタミン、無機塩類、大部分の水などが細尿管をとりまいてる毛細血管に再吸収される。これを選択的再吸収という。同時に腎臓内で血液を材料として生じた尿素や尿酸の老廃物（不要なもの）は細尿管に出される（分泌される）。こされた液（濾過液）と分泌されたものを合わせてさらに濃い尿をつくるために再吸収をくりかえす。即ち濾過、分泌、再吸収をくりかえして出来た尿を輸尿管を経て膀胱で溜めて一定量（250～400ml）になると尿道に送られ外部に放出される。

腎臓は体内の化学反応によって得られた老廃物は体内に溜まって中毒を起さぬように尿として排出されるが、一方で体液の量、水分、塩分の成分を調整している。心臓の1回の拍動によって押し出される血液量の1/4位は腎臓の糸球体を通過する。そしてすべての体液は1日15回程度糸球体を通過しその容量は1日で150l位となるが、その

99%は尿細管上皮より再吸収されその1/100以下の900～1,500ml位が1日に出される尿となる。

(3) 腎臓の働き

腎臓の働きは次の3つになる、即ち①物質の新陳代謝産物即ち私達が生きてゆくために必要な物質をからだの中に取り入れ、用済となった古い物質や体内の有害な物質を尿として排泄する。（これは前に述べた）。

②血液中の成分の濃さを一定に保つ。即ち血液中の水素イオン濃度（pH）や浸透圧（主として無機塩類の量）が一定になる。わかりやすく云えば新陳代謝産物や有害物質などの老廃物は血液によって腎臓に運ばれここで取り除かれ血液中の成分の濃さは前と同じになる。また肺と助け合って血液をアルカリ性に保つ働きがある。もし血液が酸性になれば腎臓が作用を失い新陳代謝産物の有毒なもの（老廃物）が体内にたまり尿毒症を起す。

種々の有害化学物質（例えば塩化炭化水素、フェノールなどの芳香族化合物、フェニール水銀化合物）などは腎臓に作用し、ベンジジン、ベーターナフチルアミンなどは膀胱癌になる。

③体内の余分の水を排泄して血液量を一定にする。

寒い時尿量の増すのは皮膚の毛細血管が収縮して腎臓の血液の流れが増加するためである。即ち体液の体内で一定に保つ重要な働きである。

尿量の増すことを利尿という。人工腎臓は以上の働きをする濾過（こす）装置で急性腎不全などの腎臓の働きがなくなった時に用いられる。

(4) 尿

外に排泄される尿では種々の病気の診断に用いられることが多い。尿の色は淡黄褐色であるが無色の時は糖尿病、赤褐色は熱のある病気か肝臓の病気、鮮紅色（まっかな色）は血色素尿や血尿、赤ぶどう色はスルフォナールやトルオールとい薬品の中毒、乳白色は尿路にうみの生ずる（化膿性）の病気をうたがう。また心臓の病気の時には尿は濃く、腎臓の病気の時は薄い。

尿は96%の水と固形物（大部分水に溶けている）から出来ている。この固形物は食塩、尿素、尿酸、その他有機物（クレアチニン、馬尿酸、アミノ酸などの窒素化合物）や無機物が含まれてい。一日

排尿量はおとなの成男子で1.0~1.5l、女子で0.9~1.2l位でこれよりも非常に少なかったり多かったりしても病気が考えられることもある。尿の比重は水とほぼ同じで1.02前後(1.015~1.035)で水分を多く摂った時は尿は増加し、暑い時、激しい労働した時など体温の上昇を防ぐために汗となって皮ふから水分を出すため尿は濃くなり尿量は減少し、寒い時は薄い尿を沢山出して腎臓が体液の調節する役目を果している。

尿のpH(水素イオン濃度)5~7で、弱い酸性側に傾いている。アルカリ性食品である果物、野菜を喰べればその中のアルカリのためにアルカリ性に傾き、酸性食品である肉類を摂れば蛋白質の分解による尿酸などのために酸性となる。熱性疾患、体内蛋白質の分解が盛んな時(アシドーシス)は酸性度が高く、食後の消化作用が盛んな時や嘔吐の激しい時はアルカリ性となる。

(5) 尿の異常成分

尿の成分は病気によって変化し健康な時に出ないものが出てくるが、これを異常成分といって主に蛋白質、糖、血尿の3種類である。

① 蛋白質：尿蛋白は血漿中に含まれている蛋白の状態や腎臓の濾過器である糸球体の様子をうかがい知ることが出来る。蛋白質を含む尿には生理的な状態である場合やちょっとした刺戟とか、病気の時に出て来る。その主なものについて簡単に述べる。

① 生理的・機能的な蛋白尿：高い熱が出た時、激しい肉体労働をやった時などに少量一時的に出るが回復すれば消失する。

② 起立性蛋白尿：長時間立っていた時、前かがみで仕事を続けた時などに生ずるが中止すれば消失する。

③ 心臓の病気：例えば慢性うつ血性心不全の時糸球体から蛋白質が出てくる。

④ 腎臓の病気：腎臓炎、水腎症、腎動脈硬化症、腎腫瘍、薬物による中毒などで蛋白質が出る。特に腎臓炎(腎炎)の場合は蛋白質の他に円柱や赤血球も出ることもある。

⑤ 糖(ブドウ糖)：尿中の糖は血液中の糖(血糖)に関係している。糸球体から沢山の糖が濾過

されるため尿細管が再吸収しきれなくなるので濾過された沢山の糖が再吸収されないでそのまま尿の中に出てくる。糖尿病、甲状腺機能亢進症、肝硬変、腎性糖尿、サイアザイド系利尿薬長期連用時などにみられる。

⑥ 血尿：尿の中に血液がまじっていることがある。これは薬物中毒、腎臓結核、腎臓結石などで尿に血液が出るので尿が赤味を帯びている。

⑦ ビリルビン：尿の中にビリルビンが出ると尿の色は濃茶褐色(番茶のような色)となる、これは肝炎などの肝臓障害や胆汁を分泌する胆道が詰まった時に生ずる。尚ビリルビンは健康な人には全く出てこない。

⑧ ウロビリノーゲン：胆汁の中に含まれ、腸管に排泄されたビリルビンが腸の中の微生物(主として細菌)の作用によってウロビリノーゲンになる。そして小腸より再吸収され血中に入り肝臓でビリルビンになるが、一部のウロビリノーゲンは腎臓より変化しないで尿中に出るので健康な人の尿中にもわずかに含まれている。これが一定量以上でも、またそれ以下であってもからだの異常を示す。多い例は溶血性黄疸、急激に熱のあがる病気、激しい運動や労働した場合など、少ない例は胆道が閉ざされる病気(閉塞性黄疸)、抗生物質の長期連用による場合は腸内細菌が減少しウロビリノーゲンが出て来ない。

⑨ 尿の沈澱物：① 赤血球や白血球は健康な人の尿の中にごくわずかに存在するが多すぎると病的になる。赤血球が多い場合は激しい運動や労働をした時みられるが腎臓癌、膀胱腫瘍の時に出るのでこれらの病気を早やめにみつける手がかりとなる。白血球が多い時は感染症を疑う。

② 円柱が多い時は腎臓の中に障害があるとみてよい。赤血球円柱は腎臓よりの出血、白血球円柱は細菌による感染などを疑う。

(6) 膀胱

膀胱は平滑筋で出来ている袋で腎臓でつくられた尿が輸尿管を通して膀胱に来て溜る。

膀胱に尿が溜るに従ってふくれるが輸尿管(尿管)内に逆流することがない様になっている。膀胱中に尿250~400ml位たまると膀胱壁が拡張し内圧が水銀柱の高さが100mm(Hg)を超えるの

で脊髄を経て大脳皮質を刺激して神経を通して膀胱壁の筋肉をしげきし尿意を起し反射的に膀胱の平滑筋が収縮しそれと同時に膀胱と尿道の境にある括約筋がゆるんで尿が外に出る。これを排尿という。

(7) 泌尿器の衛生と病気

唐がらし、わさびなどの香辛料、酒、ビールのようなアルコール性飲料、コーヒー、日本茶のようなカフェインの入っている興奮性飲料などを飲みすぎると腎臓を刺激して腎（臓）炎を起すし、それによって動脈硬化にもなりかねない。またこれと同時に血圧が高くなるので血管がもろくなっていると脳出血を起しやすい。

急性腎（臓）炎は薬物や食物の中毒、感冒、扁桃腺炎、伝染病などによっておこる。

尿毒症は腎臓の老廃物を濾過する働きがなくなると尿の中の成分が血液中に溜って有害な作用するので大変危険な病気である。

腎臓に出来た小さな石が輸尿管（尿管）を通して膀胱に来て大きくなって膀胱結石となると激しい痛みをおぼえ血尿を出すことがある。

4) 皮膚

(1) 皮膚の作用

皮膚はからだと外界の境にあって次の4つの作用がある①排泄作用、②体温調節作用、③保護作用、④感覚作用である。即ち

①排泄作用：汗腺によって血液中から不要なものをとって汗となってからだの外に出す

②体温調節作用：暑い時、寒い時にそれに応じて皮膚の血管を拡げたり、縮めたりする、一方では皮膚の孔で発汗作用が行なわれて体温が保たれ

る。

③保護作用：皮膚はからだ全体をおおっていて内部の組織や器官を外界よりの物理的、化学的な作用即ち内部の組織などの乾燥、温度によるえいきょう、物にぶつかること、虫など攻撃、病原菌の侵入、日光や紫外線の有害作用などをまもる役目をしている。

④感覚作用：皮膚には触覚、温覚、冷覚、痛覚の4種類のあることは前に述べた。

(2) 皮膚の構造

皮膚は表皮、真皮、皮下組織より成り立ちさらに爪、髪の毛、皮脂腺、汗腺などが（図3参照）ある。

①表皮は皮膚の外側にあって血管はとあってない。一番上に細胞のかたくなっている角質層がありこの細胞はかわいて角質になり次第にはげ落ちてあかとなる。特に手のひら（掌）や足の裏などは角質層厚くて丈夫である。表皮の下の部分は胚芽層（芽層）でここで新しい上皮細胞がつけられ表層のはげ落ちた細胞を補ぎなっている。胚芽層の最深部即ち基底層にメラニン色素があつて皮膚の固有の色を生ずる。日焼するのは日光の紫外線の影響で、この色素が多く出来るからである。表皮の下が真皮である。

②真皮には血管や神経が入りこんでいる。表皮と真皮の境に沢山の乳頭があるこのならび方によって手掌、足底（足の裏）、指で指紋や掌紋をつくっている。真皮の下は皮下組織といって脂肪が貯えられている。女性や太っている人は特にこの組織がよく発達している。汗腺は真皮に多いがあるものはここにあるものもある。

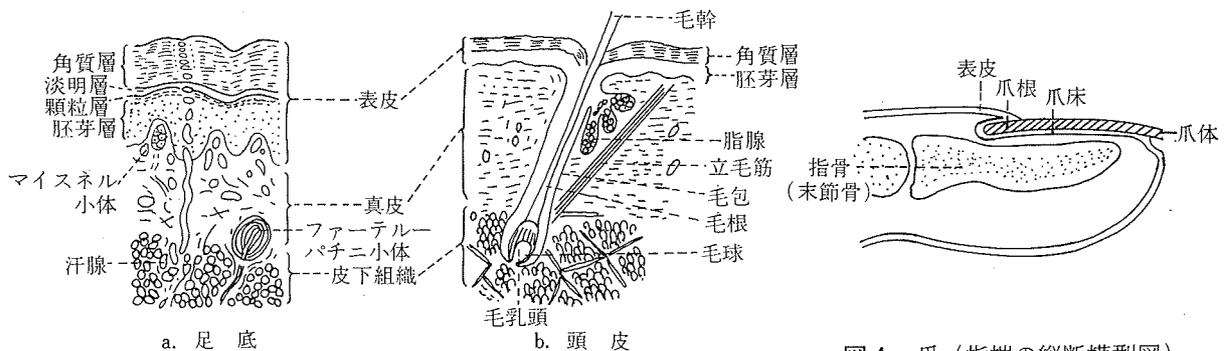


図3 皮膚の縦断面（系統看護学講座生理学より）

図4 爪（指端の縦断模型図）
（系統看護学講座生理学より）

③毛髪：表皮から変化したもので全体が角化した表皮細胞で出来ていて下の端の乳頭には血管があって毛髪を養っている。毛は皮膚の表面で斜に生えているのが立毛筋の作用によって毛が立ち、とりはだとなる。

④爪：これも表皮の変化したもので手の指、足の指の爪は鳥類、ハ虫類にもあって先端を保護している。アフリカツメガエルという蛙に爪がある。(図4参照)

(3) 汗腺とその働き

汗腺は毛細血管の血液から水分、塩分、尿素など老廃物を取り、これを汗として分泌してからだの外に排泄する。汗はからだの表面に出るとぐに蒸発する。即ち発汗によって体温の調節をする。

暑い時、激しい労働や運動をした時には汗の分泌が盛になる。汗の分泌量は成人1日で8.5~10.1位だがもっと沢山になることもある。一般に汗と尿はお互にコントロールして汗が多い時尿量は減少する。

(4) 皮膚の衛生

皮膚はいろいろの傷害からまもって圧迫や衝げきをうけないようにするとともに入浴(温浴)によって毛髪や皮膚を清潔にし体にまとう衣類もたびたび洗濯する、特に盛んな発汗がすんだ後は注意が必要である。

皮膚の鍛練に日光浴、海水浴、冷水浴、冷水摩擦などがあるがこれを上手にやらないと風邪など疾病の原因となる故注意する。

XIII 栄養

1) からだをつくっている物質(化学物質)

私達のからだはいろいろな細胞が集って組織が出来、さらにそれらが集って各この器官を形づくっているが、これらをつくっている物質を化学的に見ると次の様な元素で出来ている。炭素(C)、水素(H)、酸素(O)、窒素(N)、^{リン}燐(P)、カルシウム(Ca)、マグネシウム(Mg)、鉄(Fe)、ナトリウム(Na)、カリウム(カリK)、塩素(Cl)などが多く、その他に銅(Cu)、亜鉛(Zn)、マンガン(Mn)、ヨード(J,I)、コバルト(Co)、モリブデン(Mo)などが非常に少し含まれている。

これらの元素はお互に合わさって有機物や無機

物となってからだの中のそれぞれの細胞や組織や器官を形づくっている。

主な有機物は蛋白質、脂肪、炭水化物(糖質または含水炭素)である、主な無機物は水と塩類(ミネラル、鉍物質)である。その割は水が66%と最も多く全体の12~20%を失うと死亡するといわれている。非常に体にとって大切なものの1つである。次に蛋白質15%、脂肪が13%と有機物中では最も多く含まれている。

蛋白質は細胞の最も重要な成分で20種以上のアミノ酸がいろいろの形で結びついて出来たものである(この様な化合物を高分子化合物という)。

脂肪はからだの中に含まれている「あぶら状」のものでからだの重要なエネルギー源である。

炭水化物は主としてブドウ糖などに分解されたり脂肪に変わり呼吸作用によって分解されエネルギー源となる。

無機化合物は脂肪内に無機塩類として存在する。例えば血液をつくるのにMg、Cuが関係し、Caはからだの骨や歯をつくっている。K、Na、Ca、Mg、Clは細胞の浸透圧や水素イオン濃度(pH)の調節する。

①浸透圧：ある溶液とそれと異った濃度の溶液を半透膜をへだてて接触させると濃度差により濃い溶液は薄い溶液の方へ浸透していくまた後の溶液側に圧力を加えると加圧側から圧をかけない方に浸透する。そして両方溶液の圧力が等しいと移動しない、これを等張溶液といて0.85~0.9%食塩溶液や8.25%のブドウ糖液がこれに担当する。

②水素イオン濃度：溶液の酸性か、アルカリ性を表す尺度で水1l中にある水素イオンのグラムイオンを数値で示している。

2) 栄養について

私達が生きて活動する為には長い間にエネルギーや各組織の成分が消耗してくる、この消耗された体内の成分を補い且つ必要であれば余分に摂って健康を増進し種々な活動が出来るようにすることを栄養という。私達は植物の様に有機物を自分で作り出せない所以他の動物や植物を食物として摂り消化吸収して体の栄養としている。

これらの栄養分は次の形で使われる。

①日常生きていくため使われた体の成分を補う

と同時さらに余分に与える。

②からだの筋肉を動かして運動したり、働くために使われる。(エネルギーになる)

③体温を一定に保つために使用される。

④絶えず新しい細胞がつくられ成長すると同時に古い細胞はなくなる。

3) 栄養素

栄養分は私達のからだをつくり、生存するためにかかすことの出来ないものであるがこれらの栄養分を含んでいる飲食物を化学的に分けると蛋白質(窒素を含む大きな分子でアミノ酸の集まりである)、脂肪(脂質ともいう)、含水炭素(炭水化物、糖質といい砂糖、ブドウ糖、澱粉、グリコーゲンなど)、無機物(ミネラル、塩類で鉄・カルシウムなど)、ビタミン(からだをつくるのに必要な物質でなくごく少量だけからだに必要なものである)の5種類でこれを5大栄養素という。その中で特に沢山必要とされる蛋白質、脂肪、含水炭素を3大栄養素という。

栄養必要量は私達が生活するため使われるからの栄養素の量をいう。表に書くと下記の様になる。

栄養素	糖質(炭化水素, 炭水化物)	熱量素
	脂質(脂肪)	
	蛋白質	
	無機塩類(無機質, ミネラル)	保全素
	ビタミン	

①熱量素: 食品に含まれている糖質、脂質、蛋白質は沢山とりからだの中でエネルギー源となって利用されるのでこれをいう。

②保全素: そのものではエネルギーにならないが私達が生きゆくためには必要なものである。

考え方によっては窒素を含んでいる蛋白質は糖質や脂質では代用出来ぬため熱量素であり、また保全素でもある。これらについてもう少しわかりやすく述べることにする。

(1) 熱量素

からだの中に吸収された糖質、脂質、蛋白質の3つは細胞内で酸素により酸化(燃焼という)され、エネルギーを出す。この酸化時に熱を生ずる

がこれを熱量といいそれを表す単位をカロリーという。

活発に働く器官ほど熱を多く出す、1gの栄養素をカロリーメーター(熱量計)に入れて測定すると次の様になる。

1 cal(カロリー)は1gの水を14.5℃から15.5℃まで即ち1℃(摂氏1度)だけ上昇させるために必要な熱量をいい、栄養学では1,000倍を1 Cal(キロカロリーまたは大カロリー)とって1 Kgの水を1℃(摂氏10度)だけ高めるのに必要な熱量である。(calとCalを見間違のない様に注意)この単位を用いると糖質(炭水化物)は4.0~4.2(4.1) Cal, 蛋白質は5.6~5.7 Cal(体内では4.1 Cal), 脂質(脂肪)は9.3~9.5 Calとなる。このうち蛋白質は体内で酸化(燃焼)する時は一部分は尿素となって捨てられるため4.1 Calと少ない値になる。これらを食品の熱量計算にはそれぞれ糖質と蛋白質は各々4 Cal, 脂質(脂肪)は9 Calとなる。

(2) 糖質(炭化水素, 炭水化物)

物質代謝(代謝ともいい、からだの中で起こる物質の化学変化)、成長(発育ともいう)など生きてゆく上でのエネルギーとして沢山使われる。糖質は澱粉、砂糖、ブドウ糖など炭素、酸素、水素から成る植物性化合物で3大栄養素中最も酸化されてエネルギーになりやすい。そして大部分が水素(H)と酸素(O)の割合が2対1になっていることから含水炭素、炭水化物といわれる。

糖質は、からだの中で血液によって各組織に運ばれ大部分がエネルギー源となる。余分なものは筋肉や肝臓中に貯えられ、肝グリコーゲン、ブドウ糖となって血液中に送り出される。

糖質には単糖類、二糖類、多糖類の3種類がある。(表1参照)

①単糖類: ブドウ糖、果糖、ガラクトース。

②二糖類: 単糖類が2分子合わせたもので、蔗糖(砂糖)、麦芽糖、乳糖などがある。わかりやすく述べると蔗糖はブドウ糖と果糖、麦芽糖はブドウ糖二つ合わさったもの、乳糖はブドウ糖とガラクトースの合わさったものである。

③多糖類: 米やじゃがいもなどの穀類、芋類などの主成分で澱粉、グリコーゲン、セルロース、

表1 糖質（含水炭素，炭化水素）の分類

種類	分子式	例	類
単糖類	$C_6H_{12}O_6$	ブドウ糖, 果糖, ガラクトーゼ デオキシリボース, リボース	
二糖類	$C_{12}H_{22}O_{11}$	麦芽糖→ブドウ糖+ブドウ糖 シヨ糖→ブドウ糖+果糖 乳糖→ブドウ糖+ガラクトーゼ	
多糖類	$(C_6H_{10}O_5)_n$	デンプン→多数のブドウ糖 グリコーゲン→多数のブドウ糖 セルロース→多数のブドウ糖 デキストリン→多数のブドウ糖	

デキストリンなどで沢山の単糖類が結びついたものである。即ちこれらの物質はそれぞれブドウ糖の沢山集って結びついたものこの他イヌリンは果糖の分子の集まり、ヘパリンはグルコサミンとグルロン酸のくっついたものである。

(3) 脂質

いわゆるあぶら類であって糖質と同様にからだにおけるエネルギー源の1つであって腸においてアルカリ性の胆汁（膵臓より出される），腸液中にあるリパーゼによって消化（分解）されて脂肪酸とグリセリンになって小腸よりからだの中に吸収されて再び脂肪となってエネルギー源となるが一部は皮下や後腹膜のところなどに貯蔵脂肪と

なって貯えられる。

脂質は水に溶けにくく，エーテル，クロロホルムなどの有機溶剤によく溶けて，炭素，水素，酸素の他に燐や窒素を含んでいる。からだの中で燃焼（酸化）するために多くの酸素を必要とする。動物性と植物性がある。即ち動物性は牛肉，豚肉，鶏肉，さば，うなぎ，いわし，さけなどに含む植物性は大豆，豆腐，落花生などに含む，脂質を分類すれば表のようになる。即ち大きく分類すると単純脂質，複合脂質（類脂質リポイド），その他の脂質となる。（表2参照）

①単純脂質

中性脂肪とロウに分けられる

②中性脂肪：脂肪酸とグリセリンの合わさったものでいわゆる脂肪といわれるもの不飽和脂肪酸や不鹼化物（分解してアルコールと酸にならないもの）を含みこれらはからだに有害であるがビタミンB₁を同時に摂ることによって防ぐことが出来る。脂肪はからだの中にあって皮下では保温，組織や臓器間では保護作用の役目をしている。

③蠟（ロウ）：分子量の大きな高級脂肪酸と高級アルコールの合わさった化合物で生物界に沢山あって植物の葉，茎，果実の皮など，動物では表皮，脳などにあるこれは栄養にはならない。

表2 脂質の種類

種類	類	特徴	例
単純脂質	中性脂肪（脂肪）	脂肪と油類で脂肪酸とグリセリンのエステル	オリーブ油，ゴマ油，肝油，バター，ラード
	ロウ（ワックス）	高級脂肪酸の高級アルコールエステル	蜜ロウ
複合脂肪（類脂質リポイド）	リン脂質（フォスファチド）	脂肪酸にグリセリン，リン酸有機塩基が加わったもの	レシチン，ケファリン，ホスホイノシン，スフィンゴリピッド，プラスマローゲン，スフィメゴメリン
	糖脂質	脂肪酸に糖，有機塩基が加わったもの	セラプロシード，ガングリオシード ケラシン
その他の脂質	ステロイド（ステロール類）	構造上ステロイド核をもっている（ビタミンやホルモンとして作用）	コレステロール（コレステリン）胆汁酸，性ホルモン，ビタミンD，副じん皮質ホルモン
	カルチノイド	黄色や赤色の色素で果実，花に存し，光合成補助色素	α ， β ， γ ，カロチン（にんじん中にあり）キサントフィル，リコピン

②複合脂質（類脂質，リポイド）

リポイドは主にくらだをつくっている成分として使われ脳や神経に含まれ特に脳神経の働きには重要な役目がある。これはリン脂質と糖脂質に分けられる。

㊦リン脂質：脂肪酸にグリセリン，燐酸，有機塩がついたもので体内細胞代謝に重要な働きがあるレシチンはこれに属しケファリンなど同じく脳，神経，肺，卵黄など含まれている。

㊧糖脂質：脂肪酸に糖，有機塩が加わったものでセラシン，セレブシドなどがある。

これらのリン脂質及び糖脂質は脳や神経系の組織に含まれている。

以上の他にリポ蛋白という脂質と蛋白の合わさったものがあって大脳，心臓，肝臓などに含まれている。

③其の他の脂質

ステロイド，カルチノイドなどがこれに含まれる。

㊨ステロイド：コレステロール，胆汁酸，ビタミンD，女性ホルモン，副腎皮質ホルモン等がこれに属する。

食物中のコレステロールは腸より吸収されリンパ管を経て血液中に入るそして肝臓で酸化され胆汁に出される。植物性油を摂ると血液中のコレス

テロールは減り，動物性脂肪を多くとると増加する故動脈硬化症の人は動物性脂肪をとらない方がよい。尚血液中のコレステロール量は100ml中140～260mgであって脳，神経，胆汁，血液，リンパ液腎臓，肝臓などに多く存在し卵の黄味や動物油等に含まれる。

㊩カロチノイド：植物色素でにんじんの中にあるものにカロチンがある。食物中カルチノイドは小腸で吸収される脂肪に溶ける色素で特にβ（ベーター）カロチンは腸においてビタミンAに変化する。（勿論多少はα及γ（アルファ及ガンマー）のカロチンもビタミンAに変化するがβ体ほどでない）

(4) 蛋白質

蛋白質はからだの組織の基本的な成分でこれによって生活し生命を保つ上で必要な物質である。

これをとることによってからだの消耗を補い（体重を保つ作用）また育ちざかりの子供や若年者の発育促進させるとともにエネルギー源となってからだの構成や酵素などの成分として重要である。蛋白質は卵の白味（卵白）という意味で糖質や脂質と異って窒素を含んでいるので糖質や脂質よりつくれない即ち炭素(C)，水素(H)，酸素(O)，窒素(N)，硫黄(S) 場合によっては磷(P)も含むその割合はC・50～55% (53%)，H・6.9～

表3 蛋白質の分類

分 類	特 徴	例	
単 純 タ ン パ ク 質	加水分解によりアミノ酸だけになる蛋白質	アルブミン（卵の白味にある） グロブリン（種子にある） グルテン（小麦にある）	
複合タンパク質 （からだの中で他の化合物と結びついているもの）	核タンパク質	核酸と結合しているタンパク質	白血球の中や体内の細胞の中に含まれる
	糖タンパク質	糖と結合しているタンパク質	ヤマノイモや血清など粘液質
	リンタンパク質	リン酸と結合しているタンパク質	カゼイン（牛乳中に有り）
	色素タンパク質	色素が結合した蛋白質 （呼吸，光合成，視覚，酸素の運搬）	ヘモグロビン（血球中） チトクローム クロロフィルタンパク質 ヘモシアニン（血しょう中） ロドプシン（視紅） フィコシアニン } フィコエリスリン } (光合成補助色素)

7.3% (7%), O・19~24% (23%), N・15~19% (16%), S・0.3~2.4% (2%) でアミノ酸が沢山集ったものである。

蛋白質は分解されてアミノ酸になる単純蛋白質と、からだの中で他の化合物と結びついている複合蛋白質の2種類に大きく分けられる。

複合蛋白質はさらには核蛋白質、糖蛋白質、燐蛋白質、色素蛋白質に分けられる。(表3参照のこと)

食物としてとられた蛋白質は胃腸で消化されアミノ酸となって腸より吸収される。そして大人1日の必要量は70~80gである。植物は草や根から水、炭酸ガス、窒素などを摂って太陽の光線的作用や自分と同じものにする(同化)作用によってアミノ酸、澱粉、蛋白質をつくるのが出来、また一部では糖または脂肪となるものもある。

ヒトや動物体内ではアミノ酸をつくるのが出来ないで食物からどうしても摂らなければならないものがある。これを必須アミノ酸または不可欠アミノ酸という。

これは動物の種類や成長の時期によって異なる。

成人ではイソロイシン、ロイシン、トリプトファン、リジン、バリン、メチオニン、フェニルアラニン、スレオニンの8種類で若年者やネズミにはアルギニン、ヒスチジンが加わって10種類となる。

からだの中で使われる蛋白質はこれらを含む植物性や動物性蛋白質を喰べてアミノ酸に分解し吸収してからだの中で再び蛋白質につくられる。

(5) ビタミン

私達は蛋白質、糖質、脂質、水、塩類を充分に与えられてもビタミンが不足すれば成長や健康を保つことが出来ない。ビタミンは微量で重要な生理(からだ働き)作用を行なう。ビタミンはからだの中でつくることが出来ないで食物によって外部から摂らなければならない栄養素である。ビタミンとは生活に欠かせないアミン様物質(ビタ・アミン)という意味である。

ビタミンは大別して脂肪に溶ける脂溶性と水に溶ける水溶性に分けられる。

(表4参照)

脂溶性ビタミン：A, B, E, F, K。

水溶性ビタミン：B₁, B₂, B₂群, C, H, L,

M, P, U。

ビタミンが欠乏するとビタミン特有なビタミン欠乏症という病気になる。表4はビタミンの種類、成人1日の必要量、物理化学的な性質、含んでいる食品などを示してある。

物理的・化学的性質をまとめるの下記の様になる。

①熱に分解されにくいビタミン：A, B₂, B₆, B₁₂, D。

②熱に分解されるビタミン：C, P。

③アルカリに強いビタミン：A, D, E。

④アルカリによって分解されるビタミン：B₁, B₂, C。

⑤酸に強いビタミン：B₁, B₂, B₆, E, K。

⑥酸によって分解されるビタミン：A, C。

①ビタミンA 不足すると栄養がおとろえ皮膚が荒れた状態となって硬くなり、眼の角膜は乾いてくる欠乏症がひどくなる夜盲症(とり目)になる。

また細菌に対する低抗力がなくなってかぜ、結核などの伝染病にかかりやすくなる。成人の1日必要量は2,000IU(国際単位)で、妊産婦やスポーツ選手や筋肉労働をする人にはさらに必要である。肝臓(レバー)、肝油、バター、卵黄、ニンジン、ホーレン草等に含まれている。植物の中にはビタミンAはないがニンジン・トマト・ホーレン草・カボチャなどにはカロチンという物質があつて私達のからだに入つて酸化されてビタミンAに変化する。

②ビタミンB

ビタミンBはB₁とB₂に分けられB₂にはその複合体(2つ以上合わさったもの)がある。

③ビタミンB₁(チアミン、アノイリン)：我が国で白米を常食した時代には脚気が多かったヌカを除いて白米にするため起ることがわかり、糖の中より有効成分を鈴木梅太郎先生が発見しオリザニンと命名したこれがビタミンB₁の始まりである。

(ビタミンB₁は糠くさい臭がする。)

以上のことよりビタミンB₁が欠乏すると私達は脚気になり、動物では神経炎症状になる。脚気になると食欲はなくなり皮膚や手足が麻痺し、手足に浮腫(むくみ)を生ずる。

ビタミンB₁はつかれを予防する働きと糖質を酸化（燃焼）させる助けをする、筋肉労働をする人やスポーツマンはビタミンB₁の消費が多くなるので不足しない様に心掛ける。大人1日の必要量

1 mgであるが筋肉労働者及スポーツマンは1.5~2.0mgになる、酵母、落花生、牛肉、豚肉、野菜などに多く含まれている。

⑥ビタミンB₂（リボフラビン；ラクトフラビン）

表4 ビタミンの分類

種 類	成人1日量	物理, 化学的性質	含 む 食 品	備 考	
水 溶 性 ビ タ ミ ン	ビタミンB ₁ (アノイリン, チアミン)	1 mg	熱, 酸に強い, アルカリに弱い	酵母, 米ヌカ, 胚芽, 卵黄, トマト, 落花生, 牛肉, ブタ肉, ホウレンソウ	抗神経炎性ビタミンとも云う, 欠乏すると疲労, 脚気(カッケ)
	ビタミンB ₂ (リボフラビン)	1~2 mg	熱に強い, 光に弱い, 黄色物質	酵母, 肝臓, 牛乳, 卵白, ホーレンソウ, 緑葉, バナナ, カキ, 牛肉	不足すると舌炎, 口唇炎, 口角炎, 口内炎になる不溶液は黄緑色の蛍光を発する
	ビタミンB ₆ (ピリドキシン)	1~5 mg	酸・アルカリに強く, 熱にも強い	米ヌカ, 酵母, 胚芽, 肉, 牛乳, 葉茶	人間は腸内細菌によって合成される欠乏症にならぬ(ラットは皮ふ炎になる)
	ニコチン酸アミド (ナイアシン)	10mg	熱・酸・光・アルカリに強い	緑色野菜, 酵母, 肝臓, 印黄	抗皮ふ炎 欠乏するとペラグラという皮ふ病になる
	パントテン酸	5mg	酸・アルカリに弱い	酵母, 肝臓, 卵黄, 胚芽	ニワトリ, ネズミ, 犬で欠乏により皮ふ炎を生ず。人間は分布が広い ため欠乏になることはない。
	ビオチン (ビタミンH)	—	光, 酸, 熱に安定, 強アルカリに弱い	酵母, 肝臓, 卵黄, 牛乳, 野菜, 海藻	脂肪酸の合成に関係
	ビタミンB ₁₂ (コバラミン)	きわめて微量	酸, アルカリに弱い	レバー (肝臓) 海藻, 牛乳, 卵, 肉	赤いビタミンといわれる。コバルトを含む。欠乏すると貧血による造血作用。
	葉酸 (フォラシン, ビタミンM)	0.5mg		肝臓, 緑葉, 肉, 小麦, ホーレン草, 牛乳	欠乏すると貧血になる。人間でもネズミ同様腸内細菌によりつくられる。
	コリン	—	アルカリに弱い	卵黄, 肝臓, 豆類, 穀類	抗脂肪沈着防止 (肝ぞう中) 作用。
	イノシトール	—	安定な化合物	卵黄, 肝臓, 豆類	抗脂肪 (肝ぞう脂肪沈着防止) 作用, 腸内細菌により合成。人間の欠乏症なし。
	ビタミンC (アスコルビン酸)	50~65mg	酸化されやすい, 熱に弱い	新鮮な野菜, 果物, 芋類, のり, 緑茶	抗壊血病作用。
	ビタミンL ₁ (アントラニール酸)	—		肝臓	両者合して乳汁分泌の作用あり (催乳作用)
	ビタミンL ₂ (アデニルチオメチルペントース)	—		酵母	
ビタミンP (シトリン)	—		果物 (みかん類) そば, 玉ねぎ, 胚芽, 酵母	欠乏は毛細血管の抵抗性を弱める。	
ビタミンU (キャバジン)	—	アルカリに弱い, 水溶液は不安定	キャベツ	胃潰瘍を防止する。	

種	類	成人1日量	物理, 化学的性質	含む食品	備考
脂溶性ビタミン	ビタミンA	2,000IU	熱に強い, 酸・光に弱い	肝油, ニンジン, 小松菜, うなぎ, バター, トマト, ミカン, 味噌, 卵黄, ホーレンソウ, 柿, ビワ	欠乏すると夜盲症, 乾燥性眼炎, 皮ふがあれ る。伝染病にかかりや すい。
	ビタミンD (カルシ フェロール)	400IU	酸, 熱に強い	肝油, 卵黄, さけ肉, えび, 干しいたけ, バ ター	欠乏するとくる病にな る。Caの吸収を促進 する作用あり
	ビタミンE (トコ フェロール)	—	酸化されやすい, 熱に 強い	穀物, 植物油, チシャ の葉	欠乏は流産おこしやす い(ラットの場 合)人間は関係なし
	ビタミンK	1~2mg	熱に安定, 光に不安定	レバー(肝臓) 緑色野 菜, 海藻, 大豆, トマ ト	血液凝固作用(Kの吸 収に胆汁が必要)欠乏 は出血しやすい。

：これは発育促進と疲労防止に効果があり不足すると口内炎, 眼の病氣, 白ネズミでは皮膚炎を起す。大人1日の必要量は約1mg~2mgで牛乳, 牛肉, 豆類, 卵, 酵母, ホウレン草, トマトなどに多く含まれている。

③ビタミンB₂群 (B₂複合体)

これに属するものにニコチン酸アミド, ビタミンB₆, ビタミンB₁₂, 葉酸, コリン, パントテン酸, ビオチン, イノシドールなどがある。

①ニコチン酸アミド(ナイアシン)：不足するとペラグラという皮膚病に罹る。これは皮膚特に頭, 腕, 顔, 首の後側などの皮膚が荒れて着色してくると同時に消化不良, 下痢などをおこす。

酵母, もやし, 牛乳, 牛肉, 卵などに含んでいる。

②ビタミンB₆：ピリドキシン, ピリドキサル, ピリドキサミンなどの3種類がある。

白ネズミはB₆は欠乏すると皮膚炎を起し成長が止まるがヒトでは腸内細菌によってB₆をつくるために欠乏症状はない。しかしB₆が何らかの原因で欠乏すると皮膚炎や貧血を起す。酵母, 肝臓(レバー)もやし, 肉類, 牛乳, 葉の野菜に多く含まれている。

③ビオチン(ビタミンH)：普通食物摂っている場合には欠乏症に罹りにくい。生卵を沢山食べすぎると皮膚の色が黒くなりかさかして貧血が起ってくる。酵母, 肝臓, 卵黄に多く含まれる。

④パントテン酸：白ネズミ, イヌ, ブタなどの皮膚炎を治癒するのに効果がある。ヒトの場合は

食品中の分布が広いので欠乏症を起すことはない。

⑤葉酸(フォリクアシド)：ビタミンMともいわれビタミンB₁₂と同様悪性貧血の治療に用いられる。

ヒトでは腸内細菌によってつくられるといわれ普通欠乏することはない, 肝臓, 緑の葉に多く含まれ緑葉以外の野菜や牛乳には少ない。

⑥ビタミンB₁₂(コバラミン)：赤いビタミンとも云われ赤色の結晶であり葉酸と同様に悪性貧血や巨大血球性貧血に効果がる。植物性食品に含まれていない動物内臓や海藻に多く含まれている。

⑦コリン：低蛋白質, 高脂肪食(5%カゼインと40%牛脂)を与えると肝臓に脂肪がたまるがコリンを与えるとたまることがない。コリンが欠乏すると肝硬変になるといわれている。卵黄, 肝臓, 豆類などの脂質の多いものに沢山含まれ, あらゆる食品に広く分布しているため不足することはない。

⑧イノシトール：ヒトの欠乏は知られていない。白ネズミが脂肪の少ない餌を喰べると毛が抜け成長が止まる即ち肝臓に脂肪がたまるのを防止する作用あり。ヒトの禿頭病には効果がない。

④ビタミンC(アスコルビン酸)

ビタミンは新鮮な野菜とくにレモン, ミカン類, 緑茶, 大根, キャベツ, のり, 青トガラシなどに多く含まれる。熱を加えたり, 乾燥させたりする容易にこわれるため黄色になった野菜や煮た野菜には少ない。

ヒト、サル、モルモット以外の動物はからだの中でつくり出すことができる。ビタミンCが欠乏すると貧血を起し粘膜、皮膚、はぐき等の出血の壊血病となるため細菌感染しやすくなる。大人の必要量は、1日50~65mg程度であるが筋肉労働する人、スポーツマンや妊産婦、授乳中の人は70mg位かそれ以上必要である。大体ミカン2個分位が普通の成人の1日量といわれている。

⑤ ビタミンD

ビタミンDが欠乏すると骨が軟かく弱い骨となり曲って変形しその上歯の発育もよくなるクル病(脊むし病)または骨軟化症となる。くる病は成長の盛な乳幼児に発生しやすい。ビタミンDが欠乏するとカルシウム(Ca)やリン(P)が充分にあってもくる病にかかりやすい。一方くる病には日光浴が有効であるといわれているがそれは、日光浴即ち紫外線に当てると皮膚にビタミンDが出来るためである。ビタミンDの大人1日の必要量は400IU(国際単位)である。抗内作業や暗室内作業など日光にあたる回数の少ない人は欠乏症にかかりやすい故、ビタミンDを充分に摂らなければならない。ビタミンDは肝油、さけの肉、卵黄、肝臓干しいたけ、バターなどに多く含んでいる。

⑥ ビタミンE(トコフェロール)

欠乏すると不妊、貧血、筋いしゆく症、脳軟化症、血球膜が破れやすくなる。芦田先生は不妊は白ネズミに見られる症状で雄は精子をつくれなくなり雌においては受胎しても胎盤の発育が悪く流産をおこすため抗不妊ビタミンと名づけられたが人ではこのようなことがないと云っている。ビタミンEは穀類、豆類、緑の葉などの植物性食品に多い。

⑦ ビタミンK

欠乏すると血液が固まらなくなって出血しやすくなる。一部のビタミンKは腸内でつくられ青い野菜の緑の葉やキャベツ海藻に含まれている。

⑧ ビタミンF

リノール酸、リノレン酸、アラキドン酸の3種の脂肪酸を総称して云う。欠乏すると発育障害、脂肪の代謝障害、皮膚炎を生ずる。植物油に含まれている。

ビタミンL

L₁、L₂に分かれL₁はアントラニール酸、L₂はアデニールチオメチールペントースであって何れも乳の分泌をたかめるが欠乏すると乳が出なくなるL₁は肝臓中にL₂は酵母の中にそれぞれ含まれている。

⑨ ビタミンP

不足すると毛細血管の弾力性がなくなりもろくなって出血しやすくなる。これは大根中に特に多く胚芽、酵母、玉ねぎキャベツ、そば、果物など含まれていて毛細血管の弾力性をたかめる作用がある。

レモンに多く含まれるルチンはビタミンPと同じ系統の化合物である。

⑩ ビタミンU

キャベツからとられる故にキャバギンと云われる。胃潰瘍に効果があるといわれている。これは生のキャベツのエキスをういてモルモットのヒスタミンにより胃潰瘍を治したために、用いられるようになった。

(6) 無機質(無機塩類、ミネラル)

私達のからだをつくっている元素の中で主に有機化合物を組立っている炭素(C)、水素(H)、酸素(O)、窒素(N)の4つを除いた元素をまとめて無機質という。からだの中では大部分が細胞の成分として含まれまた血液やリンパ液に溶けて塩類、イオン(+、-の電気をもつ元素より小さいもの)の形で存在し無機塩類または鉱物質(ミネラル)といわれる。主なものナトリウム(Na)、カルシウム(Ca)、カリウム(K)、マグネシウム(Mg)、リン(P)、硫黄(S)、鉄(Fe)、塩素(Cl)、ヨード(I)、その他にわづかであるが弗素(F)、珪素(Si)、銅(Cu)、コバルト(Co)、マンガン(Mn)、亜鉛(Zn)、モリブデン(Mo)、臭素(Br)、ニッケル(Ni)などがある。

栄養素として日常食物として摂らなければならないのは食塩(NaCl)、鉄(Fe)、ヨード(I)などである。(表5参照)

無機塩類の共通な生理作用は次の様になる

①骨や歯のようからだの細胞や組織をつくるに必要である。

②細胞や体液の酸性やアルカリ性を調節する。

表5 無機塩類の種類

種	類	成人必要量 (1日)	存在するところ	生理作用	含有する食物
ナトリウム	Na	10~15g	血しょう, 細胞外液, 唾液, 解液, 腸液	浸透圧の調節, 活動電位の発生	
カリウム	K	2~4g	原形質(筋肉, 細胞内)血清	活動電位の発生, イオン作用, 浸透圧の調節	植物性食品
カルシウム	Ca	0.5~1g	骨, 歯, 血しょう	血液凝固に関係, 骨歯成分, 神経の機のように作用	牛乳, 卵, 野菜
マグネシウム	Mg	0.4~0.6g	脳, 神経, 骨, 血しょうより筋肉に多い	酵素の補助因子, 神経興奮抑制	穀類, 豆類, 肉
鉄	Fe	10~15mg	ヘモグロビン, チトクローム	酸素運搬	緑野菜, 肉, 魚, 卵, 大豆
銅	Cu	2mg	肝臓, 神経組織, 血液, チトクローム, オキシダーゼ, 骨ズイ	鉄蛋白合成に関係, 酵素に関係	
コバルト	Co		ビタミンB ₁₂ として血清中にあり	ビタミンB ₁₂ 成分, 貧血をなおす, 酵素に関係	
マンガン	Mn	3.5mg以下	血液・臓器(副じん, 肝臓, 脾臓)	酵素に関係	
燐	P	1g	燐脂質, 核蛋白質, 脳, 神経, 筋肉, 骨などにある	体液の緩衝作用, エネルギー源として作用	穀類, 豆類
モリブデン	Mo		キサンチンオキシダーゼの中にある		
硫黄	S		蛋白質(システイン, システチン, メチオニン)		
塩素	Cl		血しょう(NaCl), 胃液(HCl)	浸透圧の調節	
沃素	I	20γ	甲状腺ホルモン(サイロキシン)		魚, 貝, 海藻
弗素	F		ヘモグロビン, チトクローム, 骨, 歯	不足すると虫歯になりやすい, 多すぎるとよくない	
珪素	Si		骨, 毛髪, 眼の水晶体	骨の硬さを増す	

例えば血液pH(水素イオン濃度)を7.3~7.5にする。

◎細胞や体液中において蛋白質と共に浸透圧を調節する。即ち塩類の濃度が高い時、水が高い方に移動して濃度を下げ同一濃度にする。濃度の低い時はその逆となる。

④各塩類のイオンの作用によって種々の生理現象を起す。例えば筋肉の収縮や神経の刺激を与える。食物中の硫黄, 燐, 塩素は陰イオンで体内で酸性にカルシウム, ナトリウム, カリウムは陽イオンでアルカリ性になる。また蛋白質の窒素は中性である。酸性になる食物は穀類(米, 小麦など)魚や肉類, 卵などでこれを酸性食品という。一般に植物性食品にはカリウムやカルシウムを多く含む。

アルカリ性になる食物は野菜, 果物, 牛乳, 豆類, 海藻, 小骨でこれをアルカリ性食品という。例えばミカンはすっぱく感ずるため酸性食品と考えるがカリウムを多く含むのでアルカリ性食品である。

からだの中で酸性, アルカリ性のバランスが保てないほど酸性食をとると酸性症(アチドーシス)の原因になる。

各無機塩類の作用について表に示してある。主なものについて述べる。

① 食塩(NaCl)

食塩は食卓塩, 調味料, 味噌, 漬物などより摂っている。1日の必要量大人では10~15gである。

高熱炉の作業する人, 暑い屋外での激しい労働する人やスポーツマン等は発汗が著しいので汗の

中に含まれている食塩や水分が減少するため作業能力を低下し甚だしい時には熱中症となって倒れることがある。これを防止するため適度の休養は勿論のこと食塩を補う必要がある。与える方法としては食塩をそのまま与えるか水に溶かしたまたは塩分の多い味噌汁を与える。それと共にビタミンB₁等も与えるとよい。但し水分を余分に与えるとよくない故注意すること。

②カルシウム (Ca)

カルシウムは骨や歯などの硬い組織の成分でこれを含んでいる食品は牛乳、チーズ、卵黄、大豆、小魚の骨、野菜などである。大人1日の必要量は0.5~1gである。血液中のカルシウムはビタミンDの存在によって一定に保たれるが、Dが欠乏すると食品中のCaは利用されなくなる。

Caは汗の中に含まれ、高熱の場所の作業者は汗によって失われる。

③鉄 (Fe)

鉄は体内で血液の酸素運搬に関係するヘモグロビンの中にあつて非常に重要な栄養素である。米糠、野菜、卵黄等に多く含み大人の1日の必要量は18~15mgである。

④ マグネシウム (Mg)

マグネシウムは骨や歯、各組織に含む、蛋白質の高い食物を与えると血清中のMgは低下する。神経、筋肉の働きを助ける。大人の1日の必要量は0.4~0.6gである。

⑤ ヨード (I, J)

ヨードは沃素ともいい人体内に20~30mg含み主に筋肉と甲状腺にある。魚、貝、海藻などの海産物食品にあり飲料水中にわずかに存在する。1日必要量は20γ (ガンマーで1/1,000mg)

⑥ 磷 (P)

磷は穀類、豆類に最も多く牛乳、肉類、卵黄の中にある。磷化合物は脂質代謝、糖質代謝には必要でかかすことが出来ない。大人1日の必要量は1gである。歯、骨などの硬膜組織に80%含まれ脳、神経、筋肉にもある。

(7) 水分

水分は動物や植物の殆どどの組織中で最も含有量が多い、私達のからだも水で65~70%を占めているので水は非常に重要なものである。即ち筋肉

と皮膚でからだの中の水分の64%占めその次は血液である。

この主な機能は①栄養素や老廃物の運搬を司どり②からだの中で水の存在のもとで化学反応が行なわれている③細胞の形を保っている④体温を調節する作用がある⑤常に一定の浸透圧を保っている、などの生理的な機能を行なっている。以上の理由によって水分がないと生命が維持出来ない。断食を行なっても水分を補給している。

食物種類や摂りぐあい、気温気湿などの環境条件の変化労働のつよさなども関係するが水分の大人1日の必要量は2~4ℓ位である。(種々の条件や個人差により異なる)

汗が出すぎたり下痢がひどくからだの水分が欠乏した状態を脱水症など、逆にからだの中の水分が増加した場合は浮腫(むくみ)という。これは腎臓に障害があつて尿の排泄が悪くなるとむくみを生ずる。

(8) 労働と栄養

筋肉労働(力仕事)をする人には糖質を主とし脂質によって糖質の不足を補うようにする。

蛋白質はスポーツマン等の筋肉鍛練の時には沢山与えなければならぬがそれ以外はわずかの補給で十分である。

筋肉労働にはビタミンB₁を余分にとる必要がある。

炉前作業、真夏の屋外作業など高温な場所で働く人は発汗が甚だしく沢山の水分と塩分などがなくなるため食塩を補充する。(この際水分は沢山与えないように注意する)

老年なつても働くためには大脳皮質の活動を衰えないように即ち脳の老化防止にビタミンEを与えるとよいといわれている。ベンゼン四塩化炭素や二硫化炭素などの蒸気の吸つておかしくなつた時にはビタミンB₂が効果があり、一酸化炭素の軽い中毒にはビタミンB₁が効果がある。

これらの中毒の予防には作業環境の改善を行なうべきであるが作業者の保健のためには食物により十分栄養をつけておくばかりでなく日頃鍛練が必要である。

〔参考とした図書（6）〕

参考とした図書は前回まで記載したものと下記の図書です。心から感謝致します。

- ① 小池五郎，福場博保編：栄養学事典，朝倉書店
- ② 藤田美明，新山喜昭：栄養学（上），講談社サイエンティフィック

- ③ 芦田淳：栄養化学概論，養賢堂
- ④ 山本郁男他：産業労働衛生学，広川書店
- ⑤ 日本産業衛生学会編：産業保健（Ⅰ）篠原出版株式会社

（東京薬科大学助教授・医博）
（労働衛生コンサルタント）

<講座>

土 の 話 [6]

——土の化学的性質(3)——

駒 井 豊

目次

まえがき

I 土の物理的性状 (中谷, 51~53号に連載)

II 土の化学的性質

1. 土はなにからできているか (54号)
2. 土はどうしてつくられたか (55号)
3. 土はどのようなはたらきをするか (本号)
 3. 1 物理的な機能
 3. 2 化学物質を保持するはたらき
 3. 3 土の酸性と化学的な緩衝作用
 3. 4 土のなかの有機物のはたらき
 3. 5 土のなかの生物のはたらき

あとがき

3. 土はどのようなはたらきをするか

3. 1 物理的な機能

3.1.1 生活, 生産の立地, 環境としての役割

この土の話シリーズのIIでは, 主として土の化学的性質をとりあげてきているが, 土がどのようなはたらきをするかを考えるにあたっては, やはりまず物理的なはたらきにも簡単に触れておきたい。

前号でのべたように, 土は自然の産物として, その生成に関係する諸条件の組合せによって, 種々な性質のものが作られている。そして地殻の最表層の部分として, 各種の生物の住みかであり活動の場となっている。当然, その物理的な組成あるいは性質が, 立地条件として直接にかかわってくるとともに, 多くの環境条件たとえば気温とか湿度というような気象などの変化をやわらげる, 物理的な緩衝作用をもっている。このことは, 人間が食糧としての生物を生産する場合にも, 大

きく役立っていることはいうまでもない。

3.1.2 水, 空気を保持するはたらき

生物の生育に必要な水と空気は, 土のなかではその孔げきに含まれている。孔げきのうちある程度以上に細かいものは, 水を毛細管現象によって保持することができる。他方, 空気は土のなかの孔げき量が大きいほど多量に含まれる。

一般に土を住みかとする多くの生物は, 水と空気を必要としており, その両者がともに多量に土のなかに保持されるためには, 土が単なる細かい粒子の集りではなく, それらの集合体が小さな塊りを形成して, 適当な団粒構造(土の話[1]の図1.6参照)のつくられることが重要である。団粒は微小なものが集って次第に大きなものになって行くが, その大きさは直径1~5mmの範囲のものが効果的であるとされている。水を保持する毛細管孔げきは団粒の内部に, 空気を多量に含む大孔げきは団粒と団粒の間に存在することになる。

団粒のもとになる単粒子をくっつけて安定な団粒をつくるものは, 主として微生物や小動物の生産する粘質物や糸状菌の菌糸であると考えられており, 団粒は生物活動の生産物であるといえる。

3. 2 植物養分などの化学物質を保持するはたらき

3.2.1 陽イオン交換による保持

土のもっている化学的なはたらきのうち, もっとも重要なものの1つは, 陽イオン交換とよばれる作用である。

土が肥料分をよく吸収して保持し, 植物の必要に応じてそれらを供給するはたらきのあることは, 古くからよく知られてきたことである。ただ, 肥料の種類によって土に保持されるものと, そう

でないもの、あるいは保持されたあと植物に利用されにくい形になりやすいものがある。

土のなかのごく細かい粒子（コロイドとよぶ）は、前々号でのべたように、粘土および有機物からできているが、それらは粒子の表面にマイナスの電気をもっている。そしてこの性質が、水に溶けている化学物質のうち、プラスの電気をもつイオン（陽イオン）になっているものを、プラスとマイナスの電気の引っぱり合う力（静電引力）によって、土の粒子の表面に吸着させるのである。一般に、土が吸着している陽イオンとしては、カルシウムイオン、マグネシウムイオン、カリウムイオンなどがあり、酸性の土（後述）では、水素イオン、アルミニウムイオンが存在している。その様子を模式化したものを図3-1に示した。このようなしくみで土に吸着保持されたイオンは、他の種類の陽イオンとたやすく入れ換わることができる。たとえば、肥料として土に加えられたアンモニウムイオンやカリウムイオンは、それまでもとの土に吸着されていたカルシウムイオンなどと、置換されて土に吸着されるようになる。このような現象を陽イオン交換とよんでいる。

このことによって、土が陽イオンを最大限吸着保持できる量を、陽イオン交換容量といい、その大きさは土の種類、すなわち土性や粘土鉱物（ともに前々号参照）などの相違、有機物含量の多少

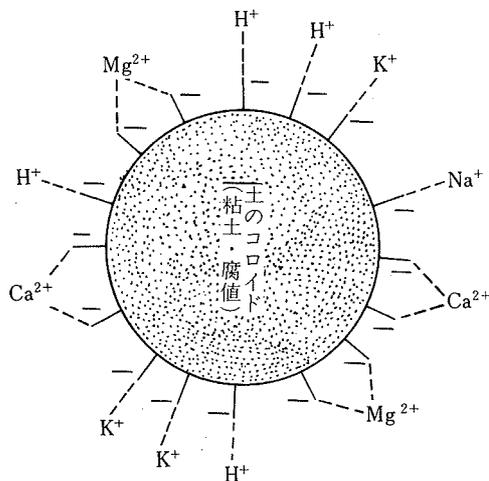


図3-1 陽イオンと土のコロイドとの結合（資料1より）

によって異なってくる。粘土鉱物のうちモンモリロナイト、パーミキュライトなどは上の容量の大きいものの代表であり、カオリナイトなどは小さいものの代表である。土壌有機物（腐植）も大きい容量をもっている。土を改良するために、粘土の多い材料をまぜたり堆肥を入れたりすることの効果には、物理的、栄養供給的な面のほかに、この容量を増加させることにも大きな意味がある。

土はこのように陽イオンの形の化学物質をよく吸着する性質があり、はじめにものべたように、このことが養分の保持、供給調節に役立っているのであるが、反面重金属などによっていったん汚染されると、その除去が困難なものもこの性質に関係している。

ところが、イオンのなかでもマイナスの電気をもっているもの（陰イオン）は、土の粒子表面のもっているマイナス電気と反ばつしあうために、土への静電引力による吸着は行われぬ。硝酸イオン、塩素イオン、硫酸イオンなどがそれに相当し、水の動きとともに土から失われやすいことになる。

3.2.2 養分の不活性化

上にのべたように、陰イオンは土の粒子に吸着されず、土のなかを動きやすいものであるが、養分として重要なリン酸イオンは、同じく陰イオンではあるが、前述の他の陰イオンとは異なる行動をする。このものは、土のなかに多量に含まれている鉄あるいはアルミニウムと結合して、水に溶けにくい、したがって植物に吸収利用されにくい形になるという特徴をもっている。

その程度は、土の種類によって大きく異なっており、非火山性の沖積土壌（ともに前号参照）ではその現象は少ないが、火山灰土ではたいへん強く起こる。それは前号でものべたように、火山灰を母材とする土では、活性なアルミニウムを多く含んでいるからである。非火山灰土でも、新しく開拓した洪積層などの酸性のいわゆる赤土など、活性な鉄やアルミニウムを多く含む土で同様なことが起こる。このような現象を土のリン酸固定とよんでいる。

古くから、火山灰土の分布する地域（前号、図2-6）では、リン酸肥料を多量に施用しなけれ

ば作物の増産は望めない、また草花では花が咲きにくいなどとされるのは、このためである。

上のほかにも、土のなかで別のしくみで起こるカリウムイオン、アンモニウムイオンの固定という現象がみられるが、リン酸固定にくらべると問題は小さい。

3.2.3 化学物質の吸収吸着

土による化学物質の吸着や固定現象について、イオンの形の物質の場合を上のにのべてきた。しかしイオン以外の化学物質もまた土によって吸収吸着されることがみとめられている。無機物の場合には、単に土のなかで沈殿あるいは付着物として存在することが多いが、有機物のなかには、それが天然物であれ人工生成物であれ、土の粒子にイオンの吸着とは違ったしくみ（種々の引力による吸着あるいはとり込みによる吸収）によって、土に結合されるものがある。そのメカニズムとしては多様なものが考えられ、くわしいことはまだよく知られていない。また今のところ、この現象についての内外の文献は、その大部分が農薬の土による吸着に関するものである。

そこで、ここでは主として農薬の吸着について、今までに知られている特徴を紹介することにした。農薬とよばれるものは、その大部分が土のなかに入り、そこで吸着されあるいは移動拡散しながら、次第に分解消失して行く。そしてそれらの土による吸着は、農薬の効果やその持続期間とも密接に関連し、環境中へのその拡散、汚染ともか

かわっている。しかしながら、農薬の化学構造は多種多様で、吸着のされかたも複雑である。

各種農薬の土のなかでの移動性の難易をしらべて分別したものの例を、表3—1に掲げた。農薬の土による吸着と移動性は密接に関係しているので、この表は吸着の難易を示したものとみてよい。殺虫剤や殺菌剤にくらべると、除草剤には比較的移動しやすいものが多い。移動度5および4の移動しやすい薬剤は、大部分が酸性のもので水に溶けやすい。移動度1すなわち吸着の強いものには、水には溶けにくく有機溶媒に溶けやすい性質（脂溶性という）をもつ有機塩素系および有機リン系の化合物、および水に溶けやすい有機陽イオンの薬剤が含まれている。

土への吸着度の強いもののうち、前者の脂溶性のものは、土のなかの有機物（腐植、土に黒い色を帯びさせているもの）に吸着されやすく、後者の陽イオン性のものの吸着は、前にのべた土の陽イオン交換容量の大小と関係するものと考えられている。上の有機物含量、陽イオン交換容量のほかに、農薬の吸着に影響する土の性質としては、粘土含量、粘土鉱物の種類（どちらも陽イオン交換容量の大小に関係するものであるが）、pH（後述、3.3.1）、温度、団粒構造（前述、3.1.2）などがあげられている。火山灰土は、有機物含量が高く陽イオン交換容量も大きいので、大部分の農薬を、非火山性の土よりも強く吸着する。とくに有機塩素系の薬剤は、一般に有機物含量の多い土

表3-1 各種農薬の土壌中における相対移動度（HELLINGら—鍬塚，資料3より）

移動度	農薬名
5（移動大）	TCA, グラボン, 2,3,6-TBA, MDBA, アミベン
4	ピクロラム, 2,3,6-TCA, MCP, ATA, 2,4-D, DNBP, プロマシル
3	プロバクロル, フェニユロン, プロメトン, NPA, 2,4,5-T, ターバシル, IPC, ジフェナミド, チオナジン (虫), エンドタール, モニユロン, アトラジン, シマジン, アラクロール, アメトリン, プロパジン, トリエタジン
2	シジュロン, SAP, プロメトリン, DCPA, DCMU, リニユロン, PAC, EPTC, DBN, モリネート, ペプレート, CIPC, ダイアジノン (虫)
1（移動小）	ネブロン, クロルクスロン, TCP, γ -BHC (虫), パラチオン (虫), エチルチオメトン (虫), ジクワット, クロルフェナミジン (虫), エチオン (虫), ジネブ (菌), ニトラリン, キノキサリン (菌), デイルドリン (虫), パラコート, トリフルラリン, ベスロジン, ヘプタクロル (虫), エンドリン (虫), アルドリン (虫), DDT (虫)

1. (虫)は殺虫剤, (菌)は殺菌剤を示す。その他のものは除草剤。
2. 薬剤名は日本で用いている名称に改めた。また日本でなじみの少ないものは省略した。

では吸着のされかたが強く、殺虫効力の劣ることが多い。また、土の水分が少ない場合には、湿度の高い土にくらべて土による吸着が大きく、殺虫力が劣るといわれている。有機リン剤についても、同様なことが知られている。フェノール性または酸性化合物の農薬は、酸性の土によく吸着される。なお、農薬の土による吸着が強い場合には効力は低下するが、その微生物などによる分解もおそくなるのがふつうである。

3.3 土の酸性と化学的な緩衝作用

3.3.1 土の酸性とその原因

欧米にくらべてわが国の土には、いわゆる酸性土壌が多いということは、よく知られていることである。酸性の土は、多くの生物の生育にとって好ましいものではなく、また土中に埋設された資材などの腐蝕を速めることもある。

そのような土の酸性は、どうして生じるのであろうか。大きく分けると2つの要因があげられる。1つは土本来の性質によって現われる酸性で、3.2.1でのべた土の陽イオン交換現象と深いかわりがある。わが国ほど雨量の多くない地域では、土は中性を呈していることが多いが、それは土の陽イオン交換を行う部位に、カルシウムイオン、マグネシウムイオンなどの金属陽イオン（塩基とよばれるもの）の吸着されている割合が多いことによっている。ところが、雨が多くしかもそれが流れ去ることの多いわが国では、長い期間に粘土に吸着されていた塩基の追い出されてしまった土が多い。塩基が出て行ったあとの陽イオン交換部位には、酸性を示す水素イオンやアルミニウムイオンが存在することになる（図3-2）。もう1つの土の酸性の要因は、酸性をもつ物質が土に加

えられることであって、鉱山、温泉、工場などから硫酸や塩酸などを含んだ水が、周辺の土に流れ込んだ場合などがこれにあたる。

ところでこのような土の酸性の強さを表わす度には、土のpH（水素イオン濃度指数）というものがある。電氣的測定あるいは土に加えた色素の変化によってしらべられる。これには0から14までの値があるが、中性の場合を7として、それより値の小さいものほど酸性、値の大きいものほどアルカリ性（塩基性ともいう）であることを示している。

なお、農業生産のために肥料を施用すると、土が酸性化することはよく知られているが、その原因には次のようなことがあげられる。1)土に吸着されていたカルシウムイオンなどが、肥料中のアンモニウムイオンやカリウムイオンによって、入れ換わられると（陽イオン交換）、後者の方が雨が雨によって追い出されやすい（酸性化しやすい）こと、2)肥料中の窒素分が、硝化作用(2.5.3)によって硝酸に変わることで、3)肥料のなかには、硫酸などのように、必要養分が植物などによって吸収されたあと、酸性物質を土に残すものがあること、などである。

3.3.2 土の酸性の影響

土の酸性は生物の生育に悪い影響を与えることが多いが、酸性因子である水素イオンそのものの直接の害は、特別な場合以外には現われない。土が酸性になった場合の植物生育に対する影響は、次のことが要因となって起こる。1)アルミニウムおよび重金属の活性化——酸性になると、土のなかのアルミニウムが反応しやすくなり、また重金属類の溶解度が増大して過剰となることがあり、植生に障害を与えるようになる。2)肥料養分の欠

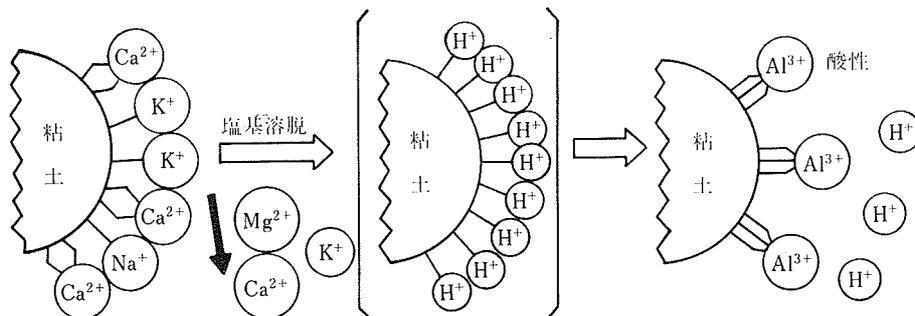


図3-2 土本来の酸性（資料1より）

表3-2 作物の生育と土のpH (資料2より)

1	ある程度の酸性を最適とするもの	茶, タバコ, ルーピン, 陸稲, タケ, 水稻, クズ, ススキ, レッドトップ
2	最適 pH は弱酸ないし中性であるが耐酸性力の強いもの	ダイコン, カブラ, ハナヤサイ, カンショ, ダイズ, チモシー, パナナ, コーヒー, ゴム
3	耐酸性力が2につぐもの	トマト, 小麦, パレイショ, ソラマメ, ホワイトクローバ
4	(3)につぐもの	レッドクローバ, アズキ, レンゲ, カカオ
5	酸性に弱いもの	チシャ, 大麦, ハダカ麦, エンドウ, ナス, ホウレンソウ, ネギ

乏——カルシウム、マグネシウムなどの塩基が溶脱して不足しがちとなり (3.3.1), また植物根による塩基の吸収過程も酸性条件下では阻害され、さらにリン酸の固定 (3.2.3) も起こりやすくなる。3)微生物のはたらきの抑制——とくに細菌の活動が低下し、土のなかでの有機養分の分解や窒素の形態変化 (3.5.3) の作用が衰える。

生物は一般に中性またはその付近でよい生育および活動をするものが多いが、農作物について土の酸性の適否を分別したものを、表3—2に掲げた。最適 pH のほかに、限界 pH の中の狭いものと広いものがある。

土が酸性化すると、土のなかの非生物的材料にもいろいろな影響を与える。金属類は酸性の増加とともに腐蝕作用をうけやすくなる。各種の有機資材の生物的分解は抑制されるが、化学的分解は促進されることが多い。

3.3.3 酸性の改良と土の化学的緩衝作用

酸性の土を改良するには、酸性を中和するだけの石灰質資材 (消石灰、炭酸カルシウムなど) を施用する。しかしやり過ぎると土の pH が高くなり、生物に別の障害が現われるので注意を要する。

中和材料の適量の判断は簡単には行かない。土の pH は当然その目安になるが、それ以外にも、土の陽イオン交換容量 (3.2.1) の大きさ、およびそれに吸着されている水素イオン+アルミニウムイオンの割合が、土の酸性の中和されやすさに大きく関係してくる。一般に上の容量の大きい土

は、外部から酸性あるいはアルカリ性物質が加わった場合の、土の pH の変化に対する抵抗力が大きいといえる。この能力を、pH 変化に対する緩衝作用という。

このはたらきは、上のような意味で生物の環境条件を一定に保とうとするものであり、土のもっている生物の住みかとしての望ましい性質の1つである。陽イオン交換容量の大きい粘土や有機物 (腐植) を多く含んでいる土は、上のはたらきが強いものといえる。このような土は、上にのべた土の pH の変化に対してのみではなく、肥料のやりすぎなどによる土の他の化学的条件の変化に対しても、それをやわらげる力、すなわち緩衝作用を示すことが多い。水耕や礫耕のような土を使わない作物生産にくらべて、土耕による生産が、環境条件や管理条件の変化に対して、安定性をもっているのはこのためである。

3.4 土のなかの有機物のはたらき

3.4.1 土のなかの生物への養分とエネルギーの供給

土がつくられる過程には風化作用と土壌化作用があること、後者での特徴ある現象は、地表からの有機物の付加および母材中での成分の移動と、それにもとづく土層の分化であることを、前号でのべた。すなわち土壌とよばれるものには生物の影響が加わっており、物質的には有機物が存在することになる。その有機物のはたらきは、大きく2つに分けて考えることができる。

その1つは、土の生物の遺体あるいは生産物として加えられた有機物が、微生物のはたらき (3.5) によって分解される時に、土のなかの生物に養分となる諸元素と化学エネルギーを与えることである。他の1つは次の3.4.2でのべることにする。

土のなかの生物が必要とする各種の必須元素は、土の母材 (前号、図2—1) に含まれていたものや、外界の大気や水から供給されるもののほかに、有機物に含まれた形で、窒素、リン、カリウムなどの多量に必要な元素から、微量元素とよばれるごく少量ではあるがなくてはならない元素まで、多くの種類のものが土に加えられる。堆肥などとして有機物が施用される目的の1つはそこ

にある。農業生産には化学肥料の用いられることが多いが、そのみでは、上の微量元素に関しては、多くの種類のものを過不足なく加えるという事は簡単ではない。有機物の施用は、これを適当に供給することになる。

高等植物は、その生育のためのエネルギーを太陽からの光エネルギーによって獲得している（光合成作用とよばれる）。微生物のなかには、植物同様自らの光合成によるエネルギーで生活しているもの（種類は限られている）と、有機物（そのもとになるのは植物などによる光合成の産物）を分解して、その化学エネルギーを利用しているもの（大部分の微生物）とがある（他に一部の微生物には無機物を酸化してエネルギーを得ているものもある）。動物は、植物、微生物あるいは他の動物を食餌として、エネルギーをとっている。どちらにせよほとんどの生物は、光エネルギーおよびそれを出発点としてつくられた有機物から、エネルギーを得て生育し活動しているのであり、土のなかでの有機物の存在は、そこでの生物活動を活発化することにつながっている。

3.4.2 土の物理的・化学的性質への影響

古くから、植物残渣などの有機物を与えた土では、植物がよく育つことが知られている。このような生物に対する有機物の効果には、前項でのべたような、養分やエネルギーを供給するという動的な作用と、ここでのべるような、土の物理性や化学性に望ましい変化をもたらすという、いわば静的な作用とがある。

土の物理的性質への影響としては、まず有機物含量が増加することによる土の膨軟化があげられ、そのことによって、農作業などでのとり扱いが容易になり、同時に土の保水力も増大する。また先にものべた団粒の形成によって、土の通気性、排水性が改良される。さらに、分解を経て安定化した有機物は、土に黒い色を帯びさせることによって、太陽熱吸収による加温効果をもたらすことになる。

土の化学的性質への影響として重要なことは、有機物の存在が土の陽イオン交換容量（3.2.1）を大きくすることである。それによって前述したように、土の養分の保持力、化学物質の吸着力あ

るいは pH や水溶性塩類濃度の変化に対する緩和調節作用（緩衝能）が増大される。

このように、土に加えられた有機物は、微生物などによる分解をうける過程において、生物への養分、エネルギーの供給を行いながら（この過程のものを栄養腐植とよぶ）、次第にそれ以上分解をうけにくい形のものとなり、粘土と結びついてさらに安定化して行く（この過程のものを耐久腐植とよぶ）。主としてこのあとの形のもものが、土の物理性、化学性に対して上記の効果をもたらしているのである。

しかし、有機物も多すぎると問題が起こる。とくにまだよく腐熟していない植物残渣などを多量に投入した場合には、嫌気分解を起こして有機酸などの生物にとって有害な物質がつけられるし、土の物理性も悪くなる。また火山灰土のように天然に多量の安定化した有機物を含んでいるもの（黒ボクなど）では、有機物は養分供給体としての意味は少なく、むしろそのために軽すぎて土が侵蝕されやすいとか、酸性化しやすいなどの不都合な面が多い。

3.5 土のなかの生物のはたらき

3.5.1 土壌生態系としてはたらき

人間が生存するための環境として、土に期待されている機能とは、基本的には、地球表層における物質循環の重要な担い手としての、また生命にとって不可欠な食糧の一次生産の場としての役割が、もっとも大きなものといえることができる。

土に期待されるこれらの機能は、土壌が単に有機物を少しまじえた鉱物質の不均一な物理的混合体であるということではなく、生物圏、水圏、気圏、岩石圏のそれぞれのサブシステムがからみあった生態系として、微生物、植物、動物すべての生物活動の重要な立地としてはたらき、そこで生産と分解が動的に平衡して行われることによって、はじめて果されているのである。

土のなかにどのような生物が住んでいるかについては、前々号で簡単にのべた。これらのうち、とくに数が多く活動の盛んなものは微生物である。彼らは土壌生態系の主役であって、土のなかの有機物の分解および植物養分の循環供給とい

う、重要なはたらきを行っている。

3.5.2 有機物質の分解

土にはいろいろな有機物質が加えられる。自然緑地での草木の落葉その他の動植物遺体、農耕地での堆肥やコンポストなどの資材をはじめとして、市民生活からの都市ゴミや水処理後の汚泥、あるいは各種産業からの廃棄物など、各種のものが入ってくる。

土に加えられたこれらの有機物質が、腐るあるいは分解するという作用は、地球レベルでの物質循環あるいは生活立地での環境浄化のために、実に大きな役割を果している。その主な担い手は微生物であって、物質の種類によりまた土の条件によって関与のしかたは異なるが、多くの種類の細菌、放線菌および糸状菌が分解者としてはたらいっている。多くの場合、いろいろな微生物の間あるいは微生物と動物の間の、協同作業によって連続した分解が行われている。

これらの微生物のはたらきの活性には、土のもっているいろいろな条件が関与している。適当な水分、通気および温度の必要なことはいまでもない（ただし酸素不足のところでは嫌気性菌はたらく）が、ほかにも土の pH (3.3.1) や養分の多少が大きくからんでくる。糸状菌には酸性に耐えるものもあるが、多くの細菌、放線菌は中性を好んで活動する。また養分としては窒素がもっとも多量に要求されるため、土に加えられた有機物質のなかに含まれている炭素と窒素の比率（炭素率あるいはC/N比とよばれる）が小さいほど、すなわち炭素にくらべて窒素が多く含まれているほど、一般にその分解は速い。たとえばダイズ油粕のC/N比は5前後であるが、イナワラでは100、オガクズでは400程度であって、後者の分解を促進するには窒素肥料などの併用が効果的である。

3.5.3 窒素の循環

生物がいわゆる養分（炭素、水素、酸素を除くもの）として、もっと多量に必要とする元素は上にものべたように窒素であるが、自然界では窒素は種々の形態で存在している。そしてそれらは、土のなかでの微生物の作用によって、重要な形態変換を行っているのである。そのあらましを図3

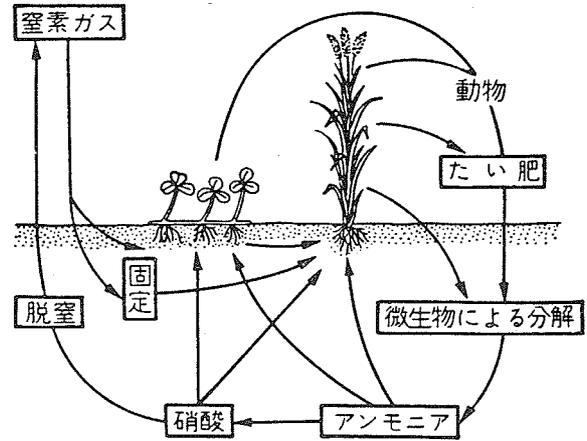


図3—3 窒素の循環（資料1より）

—3に示した。

まず大気中には、容積割合で78%の窒素ガスが存在している。しかしほとんどの生物は、それを吸収利用することができない。ただ、マメ科植物などの根に共生する根瘤菌や、土のなかで生活しているアゾトバクターなど、限られた種類の細菌やラン藻類などが、空気中の窒素を化合物に変えて利用することができる。この作用を窒素の固定とよんでいる。固定ということばは、前にのべた望ましくない現象としてのリン酸の固定 (3.2.2) とは、全く違った意味で使われている。すなわち、生物体がつくられるための重要な過程である窒素ガスの化合物化、という作用を指して空中窒素の固定とよんでいる。

そのようにして固定された窒素は、生物体内でアミノ酸やタンパク質などの有機化合物となり、植物や微生物の、あるいはそれらを介して動物の体成分となるが、やがてそれらは生物遺体となって土のなかに加わる。そしてそこで微生物などによって分解されて無機化合物であるアンモニアになる。この過程を窒素の無機化あるいはアンモニア化成とよんでいる。この作用には多くの種類の微生物が関与している。

このアンモニア態の窒素は、通気のあるいわゆる畑地条件の土では、硝化菌とよばれるごく限られた種類の細菌によって、亜硝酸を経て硝酸態の窒素に変えられる。この過程を硝酸化成という。

上のアンモニアや硝酸の形（無機化合物）の窒素は、土のなかで植物の根や微生物などによって

吸収利用されて、ふたたび生物体成分となり有機化合物に変る。この過程を窒素の有機化あるいは不動態とよぶ。

硝酸態の窒素は、水田や湿地などの酸素の供給の少ない土のなかでは、嫌気性細菌による還元作用によって窒素ガス（または亜酸化窒素ガス）に変えられ、大気中へ拡散して行く。この現象は脱窒とよばれている。

土のなかに含まれている窒素のほとんどは、有機物の形で存在していて、生物に吸収利用されやすい無機態のもの（アンモニアや硝酸）は、ごくわずかしかない。したがってアンモニア化成や硝酸化成は、それらを供給する作用として大きい意味をもつ。また窒素固定は、大気中の窒素の生物体へのとり込み過程として重要なものであるが、その逆の過程である脱窒とのバランスがとれることによって、地球上の窒素化合物の存在量がきまってくる。近年、微生物による自然現象としての窒素固定以外に、肥料工業などでの空中窒素からのアンモニア合成および石油などの燃焼による窒素固定の量が急速に増大して、前記のバランスがとれないようになり、環境での窒素化合物の蓄積が大きな問題となってきている。

あとがき

自然環境あるいは生活立地として、土はあまりにも手近かな存在であるため、その挙動、性質あるいは役割などが、意識してとらえられることは一般には多くはない。日頃なにげなく見過ごされている土でも、もしこれが存在しなかったらと考えると、それが地球上にあることの意味が、当然

気付かれることになる。

土は岩石などの風化物を材料として、生物の活動の影響をうけてつくられたものであるが、同時に多くの生物をはぐくむ母なる大地の主体をなしている。人間にとって土は、直接には生活の基盤であるとともに、食糧生産の場でもある。土は大きな包容力をもつとともに、多様な可能性を示すものであり、それだけにその本質は複雑で、土の科学は一般にとりつきにくいものと考えられることが多い。

そのような土の本性と行動に関して、6回にわたって解説的な話をとということで、土の物理的性状については51～53号（中谷）に、化学的性質については54～56号（駒井）に連載されてきたが、なんとしても限られたページであり、意をつくせなかったことはいなめない。しかしこのシリーズを通読されたかたが、身近にある土というものの、自然物としての姿や性状、人間にとっての役割について興味をもたれるようになり、土を眺め直してみようと考えられる手がかりともなれば、幸いである。

訂正 前号（55号）の土の話〔5〕の図2—3

ポンドゾル（誤）→ポドゾル（正）

〈引用資料〉

1. 山根一郎：栽培環境，農文協（1982）
2. 川口桂三郎：土壌学概論，養賢堂（1974）
3. 日本土壌肥料学会（編）：土壌の吸着現象—基礎と応用—，博友社（1981）
（大阪府立大学農学部・農博）

<会員のページ>

嗚呼、河村肇君をしのぶ

森 本 博

去る2月18日、東京農業大学教授農学博士河村肇君がなくなった。山口県徳山市の産である。彼は母校の農大理事も務めた。誕生日が大正7年2月10日であるから満66歳の誕生日を祝ってからわずかに8日後のことであった。諸行無常は世の常とはいえ、もう少し元気でいて活動していただきたかった。昭和18年に東京農業大学農学部農学科を卒業し、卒業と同時に陸軍省陸軍糧秣本廠研究部に勤務、終戦後に鉄道技術研究所に勤めた。同研究所がまだ浜松町駅前にあった時代で、私と彼とのつき合いはこの頃より始まった。昭和25年に建築基準法が制定になり、その頃私は建設省建築研究所に勤務して、建築学会の委員会で建築物の基準法に関係のある保存関係の仕事をしていた。彼をこの委員会に引き入れるために浜松町の鉄研へ行ったのが発端ではなかったかと思う。

昭和20年後半から30年代にかけては現在以上に建築物保存対策の研究が盛んに行われた。文部省科学試験研究で3件、建設省の建設技術研究でも3件、農林省の研究で2件、これらにはすべて彼が協力してくれている。この追悼文を草するに当たってこれらの研究報告をとり出してみたが、いずれも懐かしい思い出が残る。30年に近い時の経過が感ぜられず昨日のような気がするのである。彼とは建物被害調査にも方々に行った。旅行も共にしたことも限らない。学会にも共に出席した。彼の人の今もって有難く思っているのは、昭和30年代に家具で有名な福岡県大川に2人で講演会に行ったときである。前日中食から夕食にかけて小倉名物の有名な鯨を50ばかり食べて大腹痛をおこした時、献身的な看病をしてくれて、翌日はひとりで私の担当分まで講演を引き受けて急場を凌いでくれた。真の友とはこういうものかと涙が出るほど感謝した。特に印象に残る懐かしい思い出である。仕事の内容にも関係はあったが、河村君とのつき合いはこの頃が最高で最も楽しかった時代である。

河村君は学生時代からの友ではないし、大学の後輩でもない。したがってお互いの交わりにも一応の節度はなければならなかったのではあろうが、彼との仲はその一線を超えていた。頑固さにかけてはお互い引けをとらない剛の者であったから、意見の衝突も多かった。お互いに一步も引かぬ気性であったから行きつくところまで行ってしまい、まわりの人達をはらはらさせたことも屢々であった。しかし真の人の人となりは極めてやさしい、親切みのある面倒みのよい性分とみてとった。酒は好きなほうであったが、決していい酒ではなかった。一杯飲屋でも料理屋でも彼との酒席を共にした数は限りなく多い。私がいかに飲まないことを知ってか知らずか、無理強いすることはなかった。彼の飲みっぷりは一風変わっていた。最初から最後までピッチの非常にはよいことである。ここが限度、という一線を超えると俄然人間が全く変貌するのである。今に出るぞ出るぞと思っているうちに「この馬鹿野郎」が飛び出す。酔っぱらって彼に「馬鹿野郎」とどなられなかった御仁がひとりでもいるであろうか。さらにこの線を越えてのつき合いをすれば大変な覚悟をしていなければならないことを彼を知る人は知っている。酒を愛する飲みっぷりではないが、酒好きの飲み手というべきか。

数年前に最愛の奥さんを亡くした。当然のことながらこれが彼にとっては最大の悲しみとなり、今回の死の引き金にもなった。3人の愛嬢を嫁がせ、男ひとりの毎日の生活には堪えられなかったであろう。表面強気の彼の気力にも衰えが見られるようになってきた。晩年には彼の意見と相違する点もあり、必ずしも以前ほどの交際はなかったが、遠くから彼のやることを見守っていた。

日本しろあり対策協会にとっては設立当初からの功労者であったが、日本木材保存協会の創立と同時に袂を分かったのは残念であった。

河村君はなんといっても半生の親友であった。今思えば楽しい思い出のほうが多い。あれほど元気であった彼がそう簡単に幽明境を異にしてしまうとは考えられない。全く夢のようである。それだけにいっそう哀惜の念に堪えないのである。今はただ、心から、安らかな永遠の眠りを祈ってやまない。

(職業訓練大学校名誉教授・農博)

しろあり雑記

—主として羽蟻・女王について—

森 本 博

羽蟻が文献上に記されている歴史はきわめて古い。古くは「倭名抄」によると、「羽蟻あるいは波阿里といって、蟻有翼而能飛也」といっている。蟻に翼があってよく飛ぶなりとその生態がよく説明されている。倭名抄はまた和名抄と書き、「わみょうしょう」と読む。倭名類聚抄の略で、源順（みなもとのしたがう）の著になる我が国最初の分類体漢和字書である。漢語を24部、128門に類聚し、音意義を漢文で注し、万葉仮名で和訓を加え、文字の出所を考証、注釈した書物である。承平年中、醍醐天皇の皇女勤子内親王の命によって撰進したもので、10巻本と20巻本とがある。このうち10巻本のほうが原型で、20巻本は後世増補したものといわれている。承平年中といえ、西歴931年から937年の6年間である。今を去る1000年以上も昔である。またもっとおもしろいのは、三代実録によれば、仁和3年8月4日に、「達智門上有氣，如煙非煙，如虹（にじ）非虹，飛上属天，或人見之，皆白，云云，是羽蟻也」と記されている。これは、達智門の上に気、すなわちガス、気体のような自然界におこる現象が生じているが、煙のようだけれども煙ではない。虹のようだけれども虹ではない。飛び上がると天まで達し、或人がこれを見て、皆いうことにはこれが羽蟻だという。三代実録とは和名抄よりはさらに古く、奈良から平安時代に編纂された官撰の6部の国史である日本書紀、続日本書紀、日本後記、続日本後記、文徳実録、三代実録の6冊よりなる六國史（りっこくし）のひとつで、清和、陽成、光孝三天皇の時代、天安2年（858年・清和天皇即位の年）8月から仁和3年（887年、宇多天皇即位の年）8月に至る約30年の事を記した史書で、50巻より成っている書物である。延喜元年「901年・菅原道真の大宰の権師（ごんのそつ）に左遷

の年」藤原時平、菅原道真、大蔵善行等が勅命を奉じて撰した日本三代実録である。これも1000年以前の書である。これらにすでに「羽蟻」の解説が出ているのであるから文献的には古いものである。

大槻文彦博士の新訂大言海（昭和54年版）によると、「はあり（羽蟻）は蟻に似て色白く、4羽ありて身より長く、後、身は淡赤黒色にして光る。朽ちたる木の中に生じ、春暖に至り、羽を生じて飛び、又、羽を脱し、地上を行きて死す。約（つづ）めてはりという」と説明し、「飛蟻、白蟻、飛螳（蟻の本字）」の文字をあてている。前者のはありに関する説明は前近代的な解釈で、現在ではわれわれは納得しかねるが、羽蟻をそく白蟻に結びつけて解釈していることは、古くからも羽蟻と白蟻とを同一視していた証左と解してよいのではなかろうか。そうだとすると、1000年以上も前に文献に見える羽蟻も白蟻と解して不都合ではないので、これは大きな研究上の収穫だと思っている。現代の岩波広辞苑でも、「羽蟻は交尾期に翅を生じたありまたはしろあり、転じて、しろあり」と定義し、羽蟻としろありとを結び付けているのである。

羽蟻の飛び立つ情景を詠んだ句は古くから数多くある。この羽蟻が俳句の季語として古くから取りあげられてきたことにはどんな理由があるのだろうか。

軽妙洒脱な俳風をもって鳴る大江丸（おうえまる）の作に、「羽蟻たつ家にとつがぬ美人あり」という句がある。我が家からは毎年毎年飛び出さなくてもよい羽蟻が飛びたって行くのに、ああ又今年もなんで我が家の娘は美人なのに早く嫁いでくれないのであろうかと、親の心配を詠んだ句である。これは年頃の娘を持った親のいらだちを詠

んだ句としては人口に膾炙している有名な句である。ここで、「羽蟻」は「はあり」と読む。「うぎ」「はねあり」と読むではいけない。飛びたつ羽蟻と嫁に行かない美人の娘とをうまく対比させて句をおもしろくしている。ここに羽蟻を出したのは、なんらかの知識があったのであろうか。彼大江丸は本名安井政胤といい、大坂（現在の大阪）の人である。今から約200年前の江戸後期（1722～1805年）の人で文化2年に没している。著書に俳懺悔、俳諧袋などがあるが、この句などは彼の性格を現わした代表的のものである。現在でもこの句はほほえましく感ぜられるものである。また、有名な与謝蕪村（1716～1783年）の作に、「飛蟻とぶや富士の裾野の小家より」という句がある。飛蟻（ひぎ）とは羽蟻のことである。蕪村は江戸中期の俳人、画家として攝津国、今の大阪の農家に生まれている。この句は羽蟻と富士の裾野と小家の3題をもってきて、広大な富士の裾野と小さなものを対比させているのがいかにもおもしろい表現である。富士の裾野の「小家」というのがこの句を大いに引きだしている。飛蟻も蕪村のような俳人の手にかかるところもおもしろくとりあげられるのかと感心させられるのである。彼は一体なにを感じてこの句を詠んだのであろうか。これらはいずれも江戸時代中期から後期であるが、この時代にすでに羽蟻を季語として句作のなかにとり入れていることは、それほど一般的に飛び出して行くことが、よく人目についていたのであろうか。俳句の季語としてはもちろん夏であるが、羽蟻はまた前掲の如く飛蟻とも書いてはありと読み、古くは慰とも書いて同じくはありと読ませている。季では三夏すなわち、陰暦で夏の4、5、6月の3か月で、孟夏、仲夏、季夏の称である。俳人間では、羽蟻とは、「蟻や羽蟻の雌雄は初夏から盛夏にかけて羽が生じ、空中へ出て交尾の相手を探し、羽化した蟻は燈をしたって家の中へ入り込む。交尾後、雄は死に、雌は羽を失って地中に入り産卵して幼虫を育てる。幼虫の大部分を占める雌は職蟻となり、一部は雄蟻となり、自らは女王蟻となって新しい巣をつくる」と説明しているが、これは現在の我々が考えているしろあり一家に対する概念とは大いに異なっているようであ

る。さて、同じくしろありについての説明をみると、「しろありとありの名がついているが、ありよりもずっと下等の動物に属する。ただその姿や社会生活の仕組みがありに似ているのでこの名がある。しろありの社会は女王のほかに副女王があり、働きのほかに兵ありがいて、兵ありは女王の番をしている。5、6月頃の生殖期には翅が生えて空中に飛び出し、交尾する。交尾した女王ありは長大となり、10センチ以上となるものもある。そして円筒状の腹から次々に卵を生むさまは、まさに産卵機械である。木材に巣喰うので、家屋や神社、仏閣、または家具などに損害を与え、柱や根太の表面は何事もなくとも、中ががらんどろになりたりして、思わぬ災難に遭うこともある」と説明しており、これらには間違いはないようである。小学館の国語大辞典では、「夏、交尾期になって羽が生じたアリやシロアリ」と羽蟻の定義をしているが、これも厳密な昆虫学的の定義からすれば若干はずれているようである。さらに、有名な江戸後期の俳人である小林一茶（1763～1827年）の作に、「水桶の尻干す日なり羽蟻とぶ」と詠んだ有名な句がある。一茶は通称弥太郎、本名は信之といい、信濃柏原の人で、14才で江戸に出て修業し晩年は故郷に帰っているが、全国各地に俳諧行脚の生活を送り、俳諧を学んだことは有名である。その俳風は鄙語、俗語を駆使したもので、日常の生活感情を平明に表現する独自の様式を用いた。この句にもそれがよく出ている。何日間も降り続いた雨が一日晴れあがったのであろう。さて今日は水桶を外に出して干そうとしたら、いずともなく羽蟻が飛び出したという句で、何となく静かな、時刻は午前中であろうか。のどかな日の情景がよく描き出されていておもしろい句である。

このほかにも羽蟻を詠んだ句は多いので、数句を掲げよう。西東三鬼の作に、「亡びし樹にぞろぞろと羽蟻ぞろぞろと」という句があるが、これは恐らく樹木が伐採されて残っている伐根が朽ち果てているところにぞろぞろと羽蟻がいるのを詠んだもので、「ぞろぞろと羽蟻ぞろぞろと」二度同じ語を繰り返しているところがいかにも羽蟻がぞろぞろしている気持ちの悪さに実感が迫まって

いるのがおもしろい。右城暮石の句には、「翔ちてすぐ羽蟻の翅が天に消ゆ」というのがある。これは多分いくらか微風のある日で、多くの羽蟻が飛び出してきて飛びまわっているうちに、まいあがりながら天に消えていく様を詠んだ句で、実によく羽蟻の翅の落ちていくところから、天にまいあがって消えていくところが観察されている。いかにも早く落ちるところ、数量もうたってはいないが、いかにも多いことが天に消ゆという語のなかに含まれている。日本昔噺などを集成した童話作家巖谷小波（1870～1933年）は、「夢殿の昼を舞ふなる羽蟻かな」と詠んでいる。夢殿とは天平11年創造の有名な奈良県斑鳩（いかるが）町にある法隆寺の東院の正堂で、建築的には二重の基壇の上にたつ八角堂として有名なものである。法隆寺の正堂で昼を舞ふなるという形容がおもしろく詠まれている。なんだろうと思ってよく見たらそれは羽蟻であったというのである。俳人高浜虚子（1874～1954年）は、「暗やみの中に富士あり羽蟻の夜」と詠んでいる。彼は愛媛県松山市生まれで、俳句を花鳥諷詠の詩と主張した人で、大正、昭和の俳壇に君臨した人である。遙か遠く暗やみの中にうっすらと富士山が見えている夜に、羽蟻の飛び出した状景を詠んだもので、恐らく羽蟻が飛び出すくらいだから風のない静かな夜であったのであろう。前句では、夢殿の「昼」を舞ふなるといい、後句は、羽蟻の「夜」として、一日のうちの時刻を明示しているのもおもしろい。斎藤空華は、「夕月の切口の面に羽蟻翔つ」と詠んでいる。まだ時刻の早い夕暮れの月が出ているその月の切口の面、満月でなく、丁度月が切られたような形をしているその面に、羽蟻の飛びたつのが、その立体面が影絵のようにになっている状景を詠んだものである。この句も前者同様に一日のうちの時刻を詠み入れた句である。清崎敏郎は、「終ひ湯をつかふ音して羽蟻の夜」と詠んでいる。終ひ（しまい）湯とは、普通には仕舞と書くが、仕舞風呂のことで、終わりになって湯ぶねの湯をぬき流す前ごろの風呂のことで、時刻でいえば一日のだいぶん終わりの頃で、夜も相当に遅くなっていることを意味している。これも羽蟻と夜といっているの、時刻は夜も深くなって飛び出している情景

を詠んだものである。この「羽蟻の夜」というい方がよく生きて生きている句である。かかる情景は昔は田舎ではよく見られる風景であった。最近では山口誓子は、「飛蟻あまた水辺に死す此の一事」と詠んでいる。多くの飛蟻すなわち羽蟻が水辺に多く死んでいるのを詠ったものである。

さて、羽蟻の文献上に現われている歴史の古いことはすでに述べたとおりであるが、これらの句で詠まれている飛蟻あるいは羽蟻は必ずしもしるありの羽蟻ではないかもしれない、普通のありの羽蟻であるかもしれない。俳人であるので句作にはあるいはそれほどしるありとありとを区別して考えて詠んではないかもしれない。しかし、句が詠まれている情景からすると、すべてがしるありであってもなにも不都合ではないように思われるのである。夏の季語としての羽蟻が、それも俳句に詠まれるということは、少なくとも羽蟻に対して無関心な人ではないことは確かである。しかし、俳句を詠むような粹人が、しるありとありとの違いを区別して詠んでいるわけでもないと思われるから、それは深く詮索する必要のないことである。詠まれている情景を頭に画いて自分で適当に判断し解釈すればそれでよいのではなかろうか。

世の俗説に、「羽蟻の立つは風雨の兆（きざし）」という言い伝えがあり、また奈良県には、「羽蟻の羽根（はね）が真っ白くなれば日照りが続く」（図説日本民俗学全集）と古くから言われている。これはしるありではなく普通のありの羽蟻のようである。しるありとありは大いに相違するが、ただ一点だけ非常に類似点がある。それはどちらもある時期に群をなして飛び出すことである。九州日向北部の迷信として、「蟻を食べると、力が強くなる」と言われている。これもしるありかありかの区別は定かではないが、先年熱帯地方から南方諸地域を廻った際に、しるありの女王や普通のありを佃煮にして食しているのを見たことがある。さて、日本ではいかがなものであろうか。いまだしるありの女王を食べたという人にはお目にかかっていない。試食したことのある人は名乗りでてその味を説明してもらいたい。

羽蟻が飛び出した後の観察は我々の研究領域に

入るのであるが、これらについては学者の研究も若干はあるが定説の域にまで達していない点も多い。M. メーテルリンクの *La Vie des Termites* (しろありの生活) や、E. N. マレースの *The Mind of Termite* (しろありの心) では、彼等は昆虫の専門家ではないが、いずれも専門家の域に達した観察をしていることで有名である。生態学者の研究論文よりも、これらの素人のしろあり観察記のほうがその生態をよく観察していて興味が深い。

しろありが巣から飛び出して結婚飛行のときには、ミツバチや普通のありのように空中では交尾しない。正しくこれは彼等の新婚旅行である。それは結婚旅行のときにはまだ彼等には生殖能力がないのである。したがってメーテルリンクは、女王と王の交尾は全く不可能であるという。この結婚がどんな形で行われるかについても意見はまちまちである。これについての権威者である Filippo SiIvestri はその著書 *Nota preliminari. S. Termitidie Termitofili sud-americiani* のなかで、女王と王の生殖器官から見て、交尾は肉体的に不可能であって、王が輸卵管の入口の卵の上に精液をかけるだけであるとの説を固執している。また、この専門家である B. Grassi et A. Sandias はその著書 *The constitution and development of termites* のなかで、交尾は巣のなかで行われ、それも周期的に繰り返し行われるのだとの説を持っている。果たしてどちらが正しいのであろうか。それもしろありの種類によって交尾の方法に相違があるのであろうか。興味の深い問題である。しかし、彼等は空中に飛び出して新婚旅行をしなければ、永久に生殖能力のある完全な雌と雄、すなわち、女王と王にはなれないのであるということを聞くと、我々はその神秘性が全く不思議に思われるのである。

新婚旅行の終わって地上におりた2頭(昆虫の数え方は正確には匹とはいわないそうである)は、すばやく翅を落す。そしてそれから我々のよく見る雌が先にたつて雄があとを追って適当な場所を探しまわるあの光景が見られるのである。普通のありならば、新婚旅行後は雌だけが残って一家をつくるのであるが、しろありの場合には雄も雌

も一緒に生活して数年間を共にするのが相違する。さて、ここで問題は、このような一連の過程を経て行くから女王と王との共同生活が始まるのであって、巣から出ようとしている雌と雄をつまみ出してお互いを接触させても全く無関心であるのだ。雌、雄が空中に飛びあがらない場合にはどうなるかという、「この事実は全然おこらない。すなわち、彼等の性生活と真の存在は、それでそのままに終わってしまうのである。雌と雄はそれ以上のことをしないで死んでしまう。」とマレー스는観察している。本能とはそれが順序を経て一步一步行われるから正常に事が運ぶのであるが、その過程のうちのひとつが異常に運んだ場合には、すなわち、一步をこわしたり、省略したりすると、全体の結果が駄目になることを心しておくことである。空中に飛び出して行くのは種の保存本能である。できる限り遠くまで広範囲に自分達をばらまかねばならない。これは本能である。しかし、この際が彼等にとっては最大の脅威の一時である。それはこの種属保存の本能を阻害する多数の天敵である。メーテルリンクはこの詩的な情景を次のように劇的な筆で説明している。「数百万の翅からなるもうもうたる蒸気が、過熱した爆発寸前のボイラーから吹き出る蒸気のようにあらゆる割れ目から噴出し、ほとんどいっても満たされることのない(天敵のために)不確実な愛を求めて、大空に向かって飛びたつ(前掲の俳句にも見える)。このすばらしい現象は短時間しか続かない。蒸気は(羽蟻)おもおもしろく地上に舞い落ち、地面は羽蟻の残骸でおおわれる。結婚旅行はここに終わり、愛はその約束をたがえて、死がそれに代わる」のであると。この一瞬、なんと残酷な光景であろうか。しかも、僥倖にも女王となったものは、昆虫のなかでは一番の長生き(記録によると最高は50年)であるという。そしてそれは生産(産卵)の機械として一生を終るのである。

古くから我が国にも生存していた昆虫であるから前掲の俳句にも詠まれているのであるが、もっと研究者にも一般の人々との係わり合いがあってもよいと思われるのであるが、それが無いのはなぜであろうか。W. W. Froggatt はその著書 *Australian Termitidie* (1895年) で、人間が造るも

のに対してこれほど絶え間なく戦争（攻撃）をしかけてくる昆虫は熱帯、温帯地方においては、しろあり以外にはないといっている。一方的に害だけあって益のないものに対する宿命論であろうか。アメリカはフロリダに住む作家 M. K. ローリング女史が、自家がしろありに食害されたので業者に調査をしてもらったら、「今までにこの家全体が轟然とあなたの上に落ちかかってこなかったのは神様の奇蹟ですよ」と言われ、一体どうしたらよいのかと聞いたら、その業者は、「一番いいのは家をぶっ壊して燃やしてしまうことですよ」といわれたという。アメリカでもハワイ州と並んでイエシロアリの被害の大きいフロリダならば、さもありなんと現地訪問したときに思ったことがある。我が国では昭和20年代に九州でしろあり被害による倒壊例があり、当時建設省にいた筆

者は現地を調査したことがある。最近ではしろあり被害も少なくなったのか、こんな例は聞かない。それのみか、最近では巣もなくなってきたし、しろあり被害も少なくなってきたという声を聞く。その理由は防除士の積年の防除施工が効を奏したのか、それとも防除士の数が増えた結果によるものか。これらについても検討しておく必要がある。我が国は約3,000万棟の木造建物が現存する世界最大の木造国である。これだけの木造の保存対策を今後十分にやっただけでも大変なことである。それには防除士の今後に期待されることが大であると思うが、これらについても行政施策上考えなければならない問題が迫っていると思うのである。

（職業訓練大学校名誉教授・農博）

<協会のインフォメーション>

第27回通常総会報告

1. 日 時 昭和59年2月29日(水)14時～17時
2. 場 所 東京厚生年金会館4階45～47会議室
3. 会議の目的たる事項
第1号議案 昭和58年度会務及び事業実施報告
について
第2号議案 昭和58年度収入支出決算承認につ
いて
第3号議案 昭和59年度事業計画案の承認につ
いて
第4号議案 昭和59年度収入支出予算案の承認
について
第5号議案 会費滞納者の措置(除名)につ
いて

議事経過

事務局 総会の出席者及び委任状提出者の状況を次のとおり報告。

総会構成正会員	1,090名
総会成立定足数	545名
(定款第22条により1,090名の2分の1以上)	
出席正会員	48名
委任状	561名
計	609名

定款第21条の定めるところにより、議長は会長をもってあてると規定されているので、前岡会長、議長をお願いします。

議長 ただいまから第27回通常総会を開催いたします。
定款第25条に基づき議事録署名人の選任をお諮りいたします。議長から指名させていただきたいと思っております。山野

勝次、尾崎精一の両氏にお願いしたいと思っておりますがいかがでしょうか。

(異議なし)

では両氏よろしく申し上げます。

第1号議案「昭和58年度会務及び事業実施報告について」を上程します。

事務局 第1号議案を説明

議長 上程議案についてご質問がありましたら、所属支部、氏名を名乗ってご発言下さい。特にご発言がなければ採決いたします。ご異議ありませんか。

(異議なし)

第2号議案「昭和58年度収入支出決算承認について」一部修正の結果次期繰越が75万円程増加する内容となりましたが、時間もないので会長一存で処理させていただきました。財政の根幹にふれる問題ではないと考えますので、まげてご了承下さい。

事務局 第2号議案については、本日配布いたしました資料の内容のように数字の修正があり、ます。不手際をお詫びして、訂正が必要となった主な個所を説明いたします。

収入の部で2,900円の増加は、資料26頁の前受金受入収入で2,900円が増加することになりました。昭和57年度の前期末仮受金残高5,592,000円から昭和58年度期末前受金残高5,764,400円を差引いた差額172,400円を、前受金受入収入として計上すべきところ、会計整理上数字を誤って2,900円不足の169,500円を計上いたしました。2,900円増の172,400円に訂正

します。この数字の訂正は貸借対照表には関係いたしません。

支出の部で750,342円の減少は、資料29頁の図書刊行費から750,342円を減じて3,795,700円としましたのは、在庫図書の増減については、収入支出に関係なく正味財産増減計算の部で整理すべきところ、会計整理を誤って収支計算表の支出の部、図書刊行費に計上したもので、31頁の正味財産増減計算の部、(2)減少の部の資産減少額の在庫図書減少額750,342円に訂正します。資料31頁の正味財産増減計算の部の(1)増加の部で訂正をしましたが、資産増加額の前払金増加額282,900円として計上していたのは、負債減少額の前受金減少額に280,000円を加えて計上すべきものを会計整理上誤ったもので、前受金減少額6,013,500円に280,000円を加えた6,293,500円に訂正いたします。

第2号議案を説明

資料36頁の監事の監査日について1月17日を2月25日にご訂正下さい。

議長 監事の監査をいただいておりますので、監事からご報告下さい。

林 監事 経理面については、伝票及び帳簿等を照会した結果適正に処理されていたことを報告いたします。

矢野監事 業務運営面について、正味財産の昭和51年度からの推移は表のとおりであり、昭和57年度はマイナスとなっている。正しい計画を立て運営をする必要があった。税務面においても無申告の状態が続いているので、適法に処理されるよう強く要望します。また、支部交付金については支部において多額の剰余金が出るようなことがあると税務上問題となる場合があります。このほか、委員会活動の活発化、協会印章規程の作成について要望いたします。

倉田会員（関東支部） 未納会費の収入状況はど

こに記載されているのか、また現在の未納額はどこに記載されているのか。

事務局 資料26頁①正会員会費収入の備考に過年度会費3,420,000円とありますので、いままでの未納会費を昭和58年中に徴収したもので、①正会員会費収入に含まれております。なお、現在まだ未納となっている会費については、公益法人会計が現金主義をとっておりますので、表示されません。

高木会員（関西支部） 退職給与引当金繰入額3,023,597円を支出の部の決算額としてあげているのは。

矢野監事 協会の職員が退職したとき必要とする額を計上して積み立てるもので支出ではない。なお、昭和58年に職員が退職した退職金800,000円は支出です。

高木会員（関西支部） 昭和58年中、何故協会ニュースを発行しなかったのか、協会の方針などについて会員は関心をもっている。総会資料だけでは内容がわからない。

事務局 昭和58年度では予算的に制約があり協会ニュースの発行ができなかった、今年度は発行するよう努力したい。

議長 ほかにご発言がなければ採決いたします、ご異議ありませんか。

（異議なし）

第3号議案昭和59年度事業計画案の承認についてと第4号議案昭和59年度収入支出予算案の承認については関連いたしますので一括上程いたします。

事務局 第3号議案及び第4号議案を説明、収入予算のうち、前期繰越額を10,187,930円に、収入合計額を94,167,930円、支出予算のうち予備費を4,387,930円に、支出合計を94,167,930円に訂正します。

議長 上程議案についてご質問がありましたらご発言下さい。

高木会員（関西支部） 協会本部では一般会計と特別会計を一本化しているが、関西支

- 部になんの通知もなかった。関西支部では分けている。
- 事務局 昨年(第26回)通常総会において「特別会計の事業規模が小さく、収支が見合わないで経理事務所の指導もあり建設省と相談し、58年から一般会計と特別会計を一本化しております。」と答えました。なお、一本化に際し、税務の関係もありますので事務局で公益部門と収益部門を明確に分離できるようにしておく必要があります。
- 三宅会員(関東支部) 防除士の登録更新研修会費が高い、受講しないと資格がなくなるので受講したが内容が研修会費に見合うものではなかった。研修会費を安くするように考えてほしい。
- 近藤会員(関西支部) 防除士試験指定講習会の受講料が高すぎる、常識的な額にしてほしい。会員と非会員とで受講料に差をつけてほしい。
- 事務局 会費、手数料などについての見直しを行うことを理事会で決定しているので、委員会においてご検討いただくことになっている。
- 近藤会員(関西支部) 第4号議案で入会金収入が多いが、根拠はあるのか。
- 事務局 支部会員で、本部会員となっていない方が相当あるため、本部会員となるよう奨めることにしており、これらを含めて70社を予定しました。
- 高木会員 関西支部で本部会員になっていないものが50社あり6月末までに本部会員となるよう通知した。
- 近藤会員(関西支部) 会員と理事の感覚にずれがある。防除士を粗製濫造することは問題がある。協会はいい会員を育てることが必要。
- 議長 理事は各支部から選出されているので、感覚的なずれはない。貴重な意見があれば理事に申し出てほしい。会員を指導し、よくしていくことは公益法人として当然のことと考える。
- 友清理事(四国支部) (1)税務申告について税金の額はどのくらいになるのか。(2)支部交付金の用途について監事から話があったが、使用できるガイドラインを示してほしい。(3)認定薬剤がアウトサイダーにも販売されているのは問題である。高知県支所では認定薬剤による防除処理は会員によることが必要条件であると考えている。
- 事務局 (1)現在税務申告をするため経理事務所の指導をうけています。(2)検討します。(3)防除薬剤は使い方により危険なので、会員が最善の注意をして使用しており、会員による防除処理が確実であることをPRしてほしい。
- 近藤会員(関西支部) (1)防除士の試験で実務経験を見るべきではないか。(2)防除施工での単価についてダンピングが行われている、本部は適正単価を指導してほしい。(3)協会の進め方について一般会員の参加によることが望ましい。(4)支部交付金9,370,000円を計上しているが、これだけでは少なすぎる、なにできない、増額すべきだ。
- 事務局 防除士の第2次試験では、実務を内容とした方法で行うことについて昭和60年実施を目途に委員会で検討しています。
- 支部交付金は会費の40%である、それ以上になると協会事業の運営ができなくなる。会員が増加すれば支部交付金も増加することになります。
- 近藤会員(関西支部) 支部会員で本部会員になっていないものがある、本部会員とするため定款改正をするべきだ。
- 事務局 定款施行規則第7条で「防除施工業者会員として本部の入会が承認された者は、事務所の所在する地域の支部及び支所に所属しているものとする。」と規定しているので、本部会員となるよう支部、支所の理事は特段の努力をしてほしい。

高木会員（関西支部） 関西支部で本部会員となるよう呼び掛けをしているが、協会本部からも勧誘の文書を出してほしい。

事務局 該当の支部と協議して文書を出します。

近藤会員（関西支部） (1)第4号議案で毒劇物講習会が収入、支出で同じなのはどうか、講習会なので相当な収入を見込んでいる。(2)400人を対象としているが多すぎるのではないか。

事務局 (1)第3号議案にもあるように毒物劇物取扱責任者の資格をとっていただくため受験の手助けをするための講習会で、収支見合を考え、なるべく安く実施するようにしたいと考えている。(2)予算をたてるときに、どのくらい会員のうち資格をもっているのか実態がわからないので推定で計上した。

高木会員（関西支部） 講習会は既に行われているところがある、本部は具体的な計画を決めているのか。

事務局 各支部に調査を依頼しているがまだ回答のない支部がある。試験は条都道府県で実施されるが、講習会を試験直前に行うと受験者の勉強する期間がないため、余裕期間を置くことが必要であ

る。具体的な計画はまだもっていない。

松村理事（関西支部） 本日配布した資料は、出席しなかった会員に送付するのか。

事務局 この総会終了後、本日出席しなかった会員に送付する。

議長 ほかに発言がなければ採決いたします。ご異議ありませんか。

（異議なし）

第5号議案会費滞納者の措置（除名）を上程いたします。

事務局 第5号議案を説明

議長 上程議案についてご質問がありましたらご発言下さい。

近藤会員（関西支部） 会費滞納者の今後の措置は。

事務局 定款施行規則第9条に会費滞納措置の規定がありますので、これにもとづき措置することになります。

議長 ほかに発言がなければ採決いたします。ご異議ありませんか。

（異議なし）

以上をもちまして本日の第27回通常総会は終了いたしました、お忙しいところ長時間にわたりご熱心な討議とご協力をいただきありがとうございます。

総会で除名した会員一覧

下記の13社については、除名措置がとられた旨3月6日付けをもって文書で通知するとともに、今後は、正会員の名称が使用できないことを連絡いたしました。

会員番号	名 称	県 名	支部名
346	日本サニタ(株)秋田営業所	秋 田	東 北
345	〃 盛岡営業所	岩 手	〃
368	浩和薬品(株)	群 馬	関 東
408	エル総合消毒(株)	神奈川	〃
523	総合害虫サービスセンター	千 葉	〃
524	永田白蟻研究所	山 口	中 国
545	(有)西部白蟻研究所	長 崎	九 州
631	松尾白蟻研究所	〃	〃
293	九州白蟻対策相談所	熊 本	〃
606	古澤化学白蟻工業(有)	〃	〃
612	秋 光 社	〃	〃
806	大白しろあり工事社	沖 縄	沖 縄
496	沖縄白蟻工業(有)	〃	〃

表彰規程

(適用)

第1条 この規程は、しろありの調査、研究、防除並びに協会運営について功績があった者を表彰するための規準を定めたものである。

(表彰の対象)

第2条 表彰の対象者は会員とする。ただし、会員外であっても功績が顕著と認められる者は表彰の対象とすることができる。

(表彰の基準)

第3条 表彰は次の各号の一つに該当する者に対して行うものとする。

- 一 しろあり及び腐朽の調査研究について功績が顕著と認められたもの
- 二 防蟻・防腐方法及び材料並びに防除薬剤を開発し、防蟻・防腐対策上有効と認められたもの
- 三 協会、支部及び支所の運営に5年以上貢献し、その功績が顕著と認められたもの
- 四 防除施工業務に20年以上従事し、会員の模範と認められたもの
- 五 前各号以外のものであって、支部長が表彰することを適当と認めたもの

(表彰推せんの手続)

第4条 前条各号の一に該当すると認められるものを推せんしようとする者は、様式に定める書式により、支部長に提出するものとする。ただし、支所があるときは支所長を経由し支部長に提出する。

2. 受理した支部長は内容を審査し、表彰することが妥当であると認められるときは、様式に定める書式のほか必要な書類を調べ副申書を添えて会長に提出するものとする。

(表彰者の決定)

第5条 支部長から提出のあった表彰者については、企画調査委員会で審査した後、理事会の承認を得て決定するものとする。

(表彰の方法)

第6条 表彰は毎年開催される全国大会において、表彰者に表彰状に副賞を添えて受与するものとする。ただし、別途催しを行ったときに表彰することができる。

附 則 (昭和59年3月30日理事会承認)

この規程は、昭和59年3月30日から施行する。

様 式

昭和 年 月 日
社団法人日本しろあり対策協会会長殿 (推せん者) 住 所 事業所名 氏 名
印
表彰規程に基づく表彰者調書
表彰規程に基づき下記のとおり表彰者調書を提出いたします。
記
1. 表彰者 所属支部及び支所名 住 所 事業所名 氏 名
2. 表彰該当規定 表彰規程第3条第 号
3. 表彰の理由 (具体的に記入すること)
4. 表彰者の履歴書
5. 添付資料

(注) 団体などを表彰推せんするときは団体名

<資料>

昭和58年度「しろあり」目次索引

[No.] 掲載月 (ページ) タイトル 執筆者

<巻頭言>

- [No. 52] 1 (1) 木造建築物の耐久性向上の推進 片山正夫
[No. 53] 4・7 (1) 森民夫
[No. 54] 10 (1) 木造住宅の“長期保証・長寿命化”時代におけるしろあり防除 肱黒弘三

<論文等>

- [No. 52] 1 (2) シロアリ防除作業用保護マスクの試験 (社)日本しろあり対策協会
防除処理安全用具検討部会
(14) しろあり対策の先覚者 名和靖先生(6) 伊藤修四郎
[No. 53] 4・7 (2) しろあり対策の先覚者 名和靖先生(7) 伊藤修四郎
(11) アメリカ及びカナダのしろあり研修旅行記 研修団代表森本博
[No. 54] 10 (3) しろあり対策の先覚者 名和靖先生(8)最終回 伊藤修四郎
(16) マレーズのしろありの心 森本博
(30) 訪中・白蟻研修旅行報告書 友好訪中団編集委員会

<講座>

- [No. 52] 1 (22) 土の話〔2〕—土の物理的性状(2)— 中谷三男
(30) 衛生管理のみちしるべ〔2〕—人体のしくみと働き(2)— 稲津佳彦
[No. 53] 4・7 (33) 衛生管理のみちしるべ〔3〕—人体のしくみと働き(3)— 稲津佳彦
(45) 土の話〔3〕—土の物理的性状(3)— 中谷三男
(53) しろあり以外の建築害虫〔6〕—ヤマトシミについて— 伊藤修四郎
(1) 文献的考証
[No. 54] 10 (50) 衛生管理のみちしるべ〔4〕—人体のしくみと働き(4)— 稲津佳彦
(64) 土の話〔4〕—土の化学的性質(1)— 駒井豊

<会員のページ>

- [No. 52] 1 (41) 穿孔加圧注入法について 竹内孝常・下崎保宏
[No. 53] 4・7 (57) 四国地方のシロアリ相と温量指数 安達洋二
[No. 54] 10 (70) 九州地方の温量指数とシロアリ相(1) (福岡・佐賀・長崎・大分) 安達洋二

<文献の紹介>

- [No. 54] 10 (75) シロアリの摂食活動に及ぼす温度の影響 山野勝次

<支部だより>

- [No. 52] 1 (49) 中国支部

<協会のインフォメーション>

[No. 52] 1 (50) しろあり対策協会全国ゴルフコンペ開催結果

[No. 53] 4・7 (62) 第26回通常総会報告

<資 料>

[No. 52] 1 (51) 昭和58年度住宅局関係予算概算要求概要

(60) 昭和57年度「しろあり」目次索引

建設省住宅局

編集後記

● 例年になく雪が多く、寒さの厳しかった今年の冬もやっと終り、若草もえる快適な季節となって参りました。シロアリをはじめ、多くの昆虫類も活動を始め、私たち会員もいよいよ忙しい時節となってきました。

● 本号では“防除薬剤と環境保全”をテーマに特集の形で、シロアリ防除薬剤とその取扱いなどに関する問題点をとり上げ、解説していただきました。今後の防除業務に参考にしていただき、できるだけお役に立つことを願っております。

● 〈講座〉として連載してきました“土の話”は本号で最終回となりました。中谷三男・駒井豊先生、永い間ほんとうにありがとうございました。

● 2月18日、当協会の設立当初からいろいろと多大なご指導・ご支援をいただいた東京農業大学教授の河村肇先生が突然亡くなられました。突然のご逝去は誠に残念であり、深く哀悼の意を表しますとともに、先生のご冥福を心からお祈り申し上げます。

● 昨年中に発行した本誌の総目次を巻末に掲載いたしました。前号に掲載予定が遅れて申し訳ありませんが、今後、毎年、1月号に前年発行の総目次を掲載し、10年ごとに10年間の総目次を作成していく予定です。文献調査などにご利用下さい。

● 編集委員会では現在、これまで長年使用してきたPR用パンフレット“恐ろしいシロアリの被害”を新しいものに作りかえております。これまでのものより説明文を簡略にし、一般の人びとに読みやすく分りやすいものにするとともに、できるだけ経費をかけず、しかも今年のシロアリ活動期に間に合わせるということではなかなか難しい話ですが、とにかくヤマトシロアリの群飛期に間にあろうよう努力しております。本誌が皆様のお手元に届くころにはパンフレットもでき上がっていることと思います。会員の皆様には大いに活用していただくとともに、ご意見などをお聞かせ願えれば幸いです。

(山野 記)