琉球大学学術リポジトリ

[総説]天然生理活性物質について

メタデータ	言語:
	出版者: 南方資源利用技術研究会
	公開日: 2014-10-26
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 屋我, 嗣良, YAGA, Shiryo
	メールアドレス:
	所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002016563

南方資源利用技術研究会誌　Vol. 10 No 1　15～25　1994

総　説

天然生理活性物質について

屋　我　嗣　良
（琉球大学農学部生物資源科学科）

On the Natural Biologically Active Substances from Bioresources

Shiryo YAGA
Department of Bioscience and Biotechnology
Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus, Senbaru, Nisihara, Okinawa, 903-01

はじめに

植物，動物および微生物もそれぞれ地球環境の一員として互いに密接な関係を保ちながら共存している．近年，植物，昆虫および微生物からきわめて特異な生理活性物質が多数単離され，その構造が明らかにされた．さらに，それらの物質が生態系でどのような役割を演じているかなどについても解明されつつある．

植物についていえば，その中には自らの成長を調節している物質のみならず，他の植物，昆虫，微生物や高等動物に影響を与えるような二次代謝（産）物を含んでいる．これらの生理活性物質を探索する場合には，ある生理活性をターゲットとして特定な物質を分離し，それがその植物自身に，さらに他の生物に対しどのような生理作用を示すかを調べるのが一般的な方法である．実際にこの物質が自然界でどのような役割を果たしているかはきわめて複雑で，不明な場合が多い．たとえば，昆虫の場合，植物から多くの昆虫脱皮ホルモンなどが見つけられているが，昆虫の実際の変態になんらかの意義を持っているか，それとも防禦機構の一因になっているかどうかといった問題などである．各生物間で作用しあう化学物質の関係を図1に示した．

多くの有用な医薬や農薬などが有機合成化学の技術によって，合成されてきた．しかし，このような物質がいきなり合成されるものではない．多くの場合は，その基本となる物質がまず天然から単離・誘導され，それらの特異な構造上の知見や生理活性が見出されてはじめて合成研究がなされる．さらに，合成された化合物が天然の物質と同じであるか，あるいはより効力の大きい生理活性を示すか否か，環境を汚染しないか，また，生体機能を調節するか阻害するかなどといった知見が得られ，さらに，いろいろな審査規制法などをクリアーしはじめて多量に生産され利用されるようになる．ここでは，いままで著者の研究室で取り組んで来た木材保

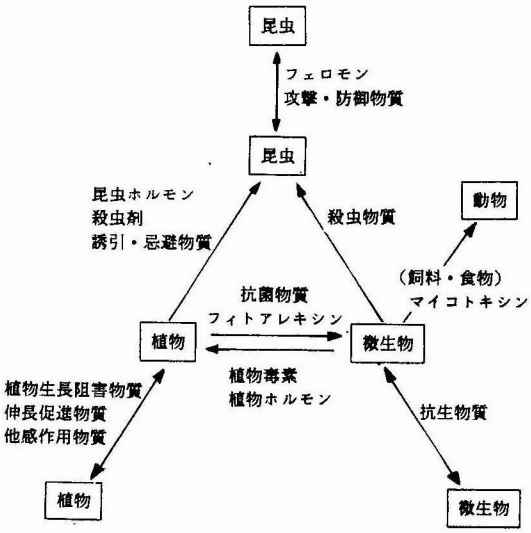

図1　動物・植物・微生物固体間に作用する化学物質

存技術の解明を中心とした一連の研究とそれと関連のある研究についても紹介したい．

生理活性物質を追跡する際，どのような生物で検定（bioassay）するか，その生物が多量に生息し，いつでも得られるなどがきわめて重要になってくる．さらに，その生物の生理・生態などをよく熟知していることも必要である．木材保存の学問的領域から見れば，木材の性能を急激に低下させる因子は，主に生物による劣化，すなわちシロアリや微生物（木材腐朽菌）による劣化が挙げられる．そのため，ここでの木材中の生理活性物質の探索には，シロアリと木材腐朽菌（微生物）を用いて行う．そのためこれらの生理・生態について述べる．

1．シロアリによる劣化

1．1　シロアリの生理・生態

シロアリは，森林の地球上への出現よりやや遅れて3億年前に発生したと言われる．近年，シロアリは害虫と呼ばれているが，もともと大森林の倒木や故損木などを栄養源としているため，「森の掃除屋」の愛称をもち，愛すべき昆虫と言われていた．しかし，ほとんどのシロアリは野外で生息しているが，どうして一部のシロアリだけが野外と家屋内の両方に住みつくようになったのかまだよくわかっていない．これらは家屋に住みついているシロアリを究明することと同時に，野外に生息しているシロアリの生態をさらにくわしく解明することが必要かも知れない．

シロアリは熱帯や亜熱帯を中心にひろく分布し，わが国には4科10属，17種が生息し，その内，とくに木造建築物に害を加えるのは，イエシロアリ，ヤマトシロアリおよびダイコクシロアリが知られている．

これらのわが国における分布は，ヤマトシロアリは寒さに強く，ほとんど全土に生息し，その北限は北海道の上砂川町と言われている．イエシロアリは泰野・横浜（磯子区）・相模原に見られるが北上しつつあり，ダイコクシロアリは奄美大島から琉球列島に生息している．

ヤマトシロアリは地下シロアリの一つで，地中か地表に近いところに営巣し，ジメジメした木材を食べ，木材腐朽菌と共棲している場合が多い．蟻道（土とシロアリの排泄物などで作られたトンネル）を延ばし，周辺の木材へと移行する．それに対しイエシロアリは同じ地下シロアリの仲間であるが，ヤマトシロアリとは随分違い水を運ぶ能力を持ち，王室を中心に数十万から数百万頭以上におよぶ大型の巣を構築し，蟻道を通じてその行動範囲を拡大することになる．イエシロアリは世界でも有害なシロアリの一つとして恐れられている．ダイコクシロアリは上記の2種類とはかなり異なり，もっぱら堅い木材，たとえば，アピトンなどを食害し，空気中の水分だけで十分に生活が出来る．

シロアリは社会的昆虫と呼ばれ，ミツバチやアリなどとよく比較されるが，相互の類縁は遠い．むしろシロアリはゴキブリ類と近縁であり，原始的なゴキブリとゲンジシロアリとは多くの点できわめてよく類似し，その他多くの証拠からシロアリは群居する共棲原生動物（セルロース，ヘミセルロースを分解利用する酵素を分泌する）をもつ広食性の原子的なゴキブリに由来するものとされている．シロアリの社会は多くの階級に分化しているが，それらは生殖蟻，職蟻および兵蟻の三つに大別される．これらの階級分化の過程および機構については，外分泌（フェロモン）による支配と接触，嗅覚刺激説が有力である．

1．2 シロアリの食性

シロアリからすれば，植物質であればすべて食餌の対象になる．たとえば，生立木，サトウキビ，衣類および書籍類も広く食害され，その被害は計り知れない．また，時として地下ケーブル，ポリバケツ，コンクリートおよび金属類など非木質系も被害を受ける場合がしばしばである．これらは栄養源として利用するのではなく，むしろ目的とする食餌に近づくためであっ

たり，あるいはそれらが障害物になって取り除こうとしたためと考えるべきであろう．

このように，シロアリは木材のみを栄養源として利用しているが木材であればなんでもよいというわけではない．さまざまな要因によってシロアリの攻撃を受けやすい木材とそうでないのがあり，たとえば，木材の物理的要因として，堅い材質のイスノキ，カシノキなどは，その他の軽軟材よりも抗蟻性が大きいとされている．事実，シロアリのもっとも好きなマツ材でも柔らかい春材部は，堅い夏材部よりも食害されていて，夏材部は残されているのがよく見られる．

したがって，木材固有の物理的要因が摂食阻害因子となりうることは明らかである．

一方，木材の主要成分を化学的に見ると，セルロースとヘミセルロース（砂糖の仲間）とで約70～80％，リグニン（コールタール様物質）の20～30％で構成されている．そのうちシロアリは，セルロースとヘミセルロースを栄養源として利用し，リグニンは利用していない．しかし，未分解の排泄リグニンは巣および蟻道の素材として巧みに利用され，シロアリにより木材の完全利用がなされている．

このように，木材中の主要成分，セルロース，ヘミセルロースおよびリグニンは若干の化学的あるいは含有量の相違はあってもほぼすべての木材に一様に存在する．したがって，シロアリからすればどんな木材でも利用出来るはずである．しかし，実際には，被害を受けやすいものとそうでないものがあり，前述の木材の物理的要因や，それに続く木材の主要な化学成分だけでは説明がつかない．たとえば，イヌマキなどを食べたシロアリが死亡するが，そのよい例としてあげられる．すなわち，シロアリと木材の関わりのうち最も重要なもう一つの化学的因子，木材に一応に存在しない物質群，すなわち，木材の抽出成分（特殊成分）を考慮しなければならない．抽出成分は，前述したように通常木材構成成分の１～３％程度であるが，時として熱帯材などのように10％以上含有されている場合もある．その組成は，樹種や部位によって，あるいは立地条件によっても異なる．また，これら抽出成分は，樹木生理上からもきわめて重要なものであることもわかっている．

１．３　木材の抗蟻性と殺蟻成分

木材の抗蟻性について，その歴史をふりかえって見ると，最初に木材の抗蟻性を化学的に取り扱ったのは，大島（1919）によるサイプレスパインよりフェノール性油状物質を単離し，それをV.Trijokus（1931）によりL-シトロネラ酸であることが証明された．G.N.Wolcott（1953）やW.Sandermann（1957）によりこれまでに熱帯産材より単離された化合物をまとめて，殺蟻成分を三つの基本型，すなわち，キノン型，スチルベン型およびピラン型に分類した．

わが国では近藤ら（1963）によりセンノキより殺蟻成分として，オレアノール酸をアグリコンとし，グルコース２分子，アラビノース２分子を糖部に有するサポニンを明らかにし，この発見で前述のW.Sandermannらの殺蟻成分の三基本型に新たにサポニン型を追加することになった．さらに，佐伯ら（1966）によりモッコク材，ツバキ，チャノキの各種サポニンを明らかにした．また，イヌマキより，イヌマキラクトンAとビスノルジテルペン，サワラよりカメシノンとイソカメシノンが明らかにされた．池田ら（1978）は，カヤ材の抗蟻性成分としてデンルロラシン，ヌシフェラル，トレール，ヌシフェロールを見出し，清水ら（1981）はヒノキアスナロの殺蟻成分として，d-シトロネロールを明らかにした．

著者は表１に示すように木材の殺蟻成分や耐朽性成分を明らかにし，これらの成分で，全木材の活性の60～90％を説明しえることも明らかにした．

また，抗蟻性の小さい木材については，沖縄地方で古くから継承されている木材保存技術の一つとして海水処理がある．これらは抗蟻性を増大させることが実証され，その際の有効成分

表1．木材の殺蟻成分と耐朽性成分

樹種名		生理活性成分	生理活性成分の区分	
和名	学名		殺蟻成分	耐朽性成分
センダン材	Melia azedarach L.	nimbolin n A、$C_{23}H_{38}O_5$	○	
ヘツカニガキ木部 ヘツカニガキ樹皮	Adina racemosa Miq.	scopoletin、scoplin scopoletin、scoplin、benzoic acid	○	○
ハテルマギリ材	Guettera daspaspeciosa	loganinn	○	
イヌマキ材	Podocarpus macrophyllus	inumakilacton	○	
ヒノキ材	Chamaecyparis obtsa Endl	c-cadinol、T-muurolol	○	○
コウヤマキ材	Sciadepitys verticillata	isoeugenol monomethyl ether	○	○
オヒルギ材	Bruguiera gymnorrhiza	brugierol、isobrugierol	○	○
アオガンピ	Wikstroemia retusa	huratoxin , three huratoxin derivatives	○	

注）殺蟻成分、耐朽性成分としての効力あり○印

は，海水の主成分である塩化ナトリウムであることを明らかにした．

表1に示しますように，ヘツカニガキ樹皮から殺蟻成分の一つである安息香酸を見出したが，その化合物の化学構造がきわめて単純なため，これをわずかに修飾した関連誘導体について検討し，これら141種の化合物中29種が強い活性を示すこと，さらにシロアリの触角を褐変させ離脱させると同時に虫自身も死亡させる新しいタイプの殺蟻成分，2,5－ジハイロドキシートルエンと3,4－ジハイロドキシートルエンを見出した．3,4－ジハイロドキシートルエンは天然に見出されていないが，2,5－ジハイロドキシートルエンの関連誘導体が他の昆虫，たとえば，ゴキブリ類，ゴミムシ類やゴミムシダマシ類などの昆虫が生産し，それらを有効に利用していることがわかり興味深い．

1．4　シロアリと原生動物（プロトゾア）

前に述べたようにシロアリは植物質であればすべて食餌の対象になる．たとえば，生きているものや枯死した植物，腐朽した植物，動物の糞，その他にコロニー内での社会生活で行われる栄養交換の中で，口移しや排泄物による主として原生動物の受け渡し，共食い（死体や弱った個体，階級構成を一定に保つために行なう）などがある．現在では，シロアリ自身食物を分解利用できなく，それらに共生している原生動物やバクテリアなどの働きによって食物を分解利用していることはよく知られている．シロアリの消化管中に原生動物が共生していることは，Lespes（1856）によってはじめて発見された．現在までに530余種のシロアリから300種の原生動物の記録がある．わが国で木造建築物に大被害を与えるイエシロアリは，Koidzumi（1921）によって，その後腸内には大型（*Psusotrichonympha grasii* Koidzumi），中型（*Holomastigotoides hartmanm* Koedzumi），小型（*Spirotrichonympha leidyi* Koiszumi）が共存していることが知られている．

また，シロアリには，バクテリアとの共生によって主に腐食を分解利用している高等シロアリと主に食物を木材に依存し，その後腸内に共生している原生動物が酵素を分泌して木材を分解利用している下等シロアリとに分類出来る．ここでは下等シロアリについて述べたい．下等シロアリと原生動物との共生について最初に確かめたのは，Cleveland（1924）である．木材をシロアリが分解利用するにしてもどのように何を栄養利用しているかについてグルコース説と酢酸譲酵説がある．これら両説は永い間対立してきたが，近年，Yamin（1980）は，原生動

物の一種Trichomitopsistermopis代謝について研究を行い^{14}Cセルロースを与え，^{14}C酢酸が生じたことから酢酸譲酵説を証明した．現在では，酢酸譲酵説が主流である．

著者（1986）は，世界でも木造建築物に大被害を与え，恐れられているイエシロアリ（*Coptotermes formosanus* Shiraki）が抗蟻性成分を摂取した場合，シロアリ後腸内に共生している原生動物が経時的に減少し，ついにシロアリ自身も死亡することを明らかにした．この結果はシロアリの防除の立場から極めて興味深い．つまり，シロアリ自身は直接薬剤の影響を受けなくても，原生動物やバクテリアが死滅することによって，セルロースやヘミセルロースを分解する酵素の分泌がなく従って，消化能力もついになくなり，最終的にはシロアリも死亡していくことになる．従来のシロアリ防除薬剤は，もっぱらシロアリに対する殺蟻効力だけが検討されてきた．それらは強力な毒性と速効性だけに重点が置かれたためと考えられる．しかし，天然殺蟻成分も速効性か遅効性かのいづれかであるが，遅効性の場合は後腸内にそれが長く留まり原生動物に強く作用するものがあり，あるいはシロアリと原生動物の両方に作用しているのも見られる．

いづれもシロアリの防除を考えていく場合，原生動物に対する薬剤の作用機作も重要視しなければならない．すなわち，今後の防除薬剤は低毒性で環境を汚染しないことが要求されるからである．

ここではシロアリの原生動物について基礎的研究を行ったことについて述べたい．

1）未熟パパイヤ果実汁のシロアリ活性について

未熟パパイヤ果実汁を常法により凍結乾燥し、酵素活性をFormol滴定法で測定，パパイン酵素はほぼ市販と同じ活性を示した．これらをろ紙に含浸させシロアリ試験を行った．その結果，パパイン酵素の投与量を増すごとにＬＤ$_{50}$は小さく，つまり早く死亡した．原生動物（大，中，小）と投与量の関係では，原生動物の弱り方は，小型の原生動物が早く，ついで中型，大型の順序で死亡することが明らかになった．このようにタンパク分解酵素がシロアリの原生動物に効力があるとした研究報告はこれが初めてである．

2）イエシロアリの２つの酵素活性に及ぼす抗蟻性成分の影響

前述したように原生動物は炭水化物および窒素などの代謝の重要な役割を演じている．その機構解明は，シロアリ防除の面からきわめて興味ある問題である．ここでは原生動物とシロアリの共生関係の手掛かりを得るために抗蟻性成分がイエシロアリのセルラーゼおよびプロテアーゼ活性に及ぼす影響について原生動物の計測をも併行してin vitroおよびin vivoで調査し，その挙動を知ろうとした．

イ）イエシロアリのセルラーゼ活性

粗酵素の調整は，イエシロアリ職蟻1776頭（5.33ｇ）に細かくすりつぶすために少量の活性アルミナと1／20M－リン酸ソーダ溶液（pH7.00）を入れ，ホモゲナイズし，遠心分離，ろ過後，一昼夜冷蔵庫で透析，凍結乾燥を行った．セルラーゼ活性の測定は基質にパラニトロフェノール－β－Ｄ－グルコピラノサイド（半井社）を用い緩衝溶液またはそれに抗蟻性成分を加えたものに粗酵素溶液（50～100μｇ）を加え，pH5.5，50℃で30分反応を行った後，1M－炭酸ソーダを加え，波長410nmで吸光度を計測した．その値をパラニトロフェノールμｇに換算して酵素活性とした．

その結果，図２，３に示すように最適pHは5.5付近に，最適温度は，50℃付近にあることがわかる．最適pHと温度のin vitroでセンダン，ヘツカニガキの活性成分，Na-PCP，食塩，クレオソート油の各濃度で反応させたセルラーゼ活性を計測した結果，図４に示すように投与量が大きくなるにしたがってセルラーゼ活性が低下し，その活性の低下はNaC1，Na-PCPでは

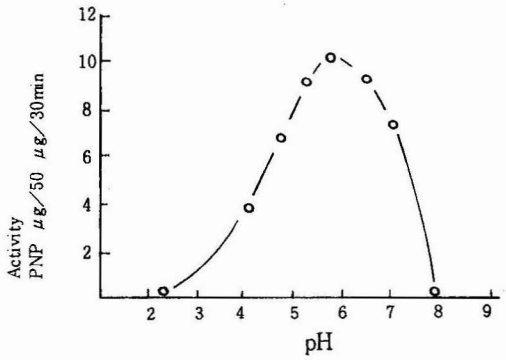

図2　Effect of pH on the termite cellulase activity

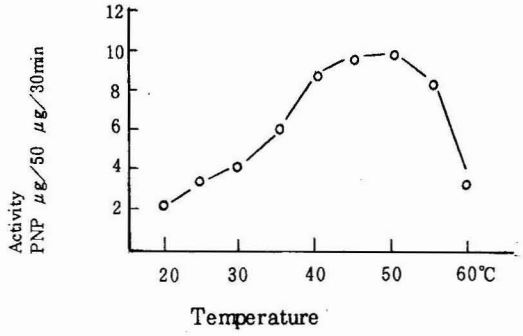

図3　Effect of temperature on the termite cellulase activity

10^{-5}～10^{-1}モルで酵素活性が20％低下，センダン，ヘツカニガキ，クレオソート油では10^{-5}～10mgで酵素活性が40～60％に低下している．一方，図5に示すようにin vivoで酵素活性の低下と大型の原生動物の減少とよく符号している．つまり，原生動物の減少は確実にセルラーゼ活性が抗蟻性成分などにより阻害されている

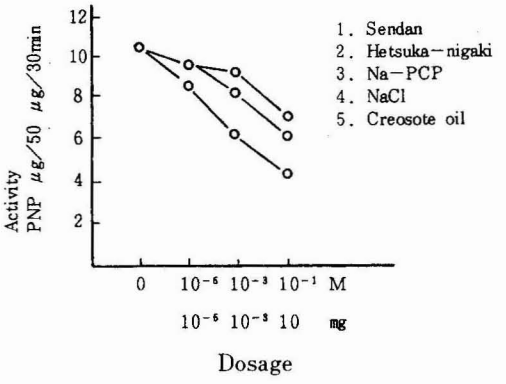

図4　Effect of termiticidal substances on cellulase activity (in vitro)

ことが認められる．なお，川砂と水だけで1ヵ月飼育したシロアリの後腸内には原生動物は確認できなかったが，ほとんどセルラーゼ活性も認められなかった．

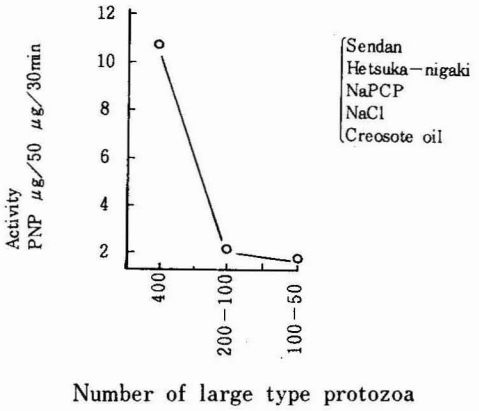

図5　Effect of termiticidal substances on cellulase activity (in vivo)

ロ）イエシロアリのプロテアーゼ活性

上記（イ）で得られた粗酵素のプロテアーゼ活性の計測は，カゼイン基質と緩衝溶液またはそれに抗蟻成分を加え，粗酵素溶液（1～5mg）を加え，pH1.5～10.5で60℃で1時間反応を行った後，10％トリクロル酢酸溶液で反応を停止させた後，Lowry法で本酵素活性を測定した．その結果，図6に示すように，イエシロアリのプロテアーゼの最適pHは2.8，5.3および8.8付近の3つあり，図7に示すように最適温度は60℃を示した．最適pHと温度でセンダン，ヘツカニガキの抗蟻性成分，Na-PCP，食塩，クレオソート油を各濃度でin vitroで反応させプロテアーゼ活性を測定した．その結果，図8にpH2.8のプロテアーゼでは食塩が10^{-5}～10^{-1}Mで失活，クレオソート油では10^{-5}～10mgで失活している．図9にpH5.3のプロテアーゼは，センダンおよびヘツカニガキで10^{-5}～10mgで各々失活している．一方，in vivoでの酵素活性の低下と大型原生動物の減少とよく符号していた（図10）．つまり，セルラーゼの場合と同様に抗蟻性成分などがプロテアーゼ活性を阻害していることが明らかになった．なお，川砂と水だけで

飼育し，原生動物が後腸内にいないシロアリのプロテアーゼはほとんど認められなかった．

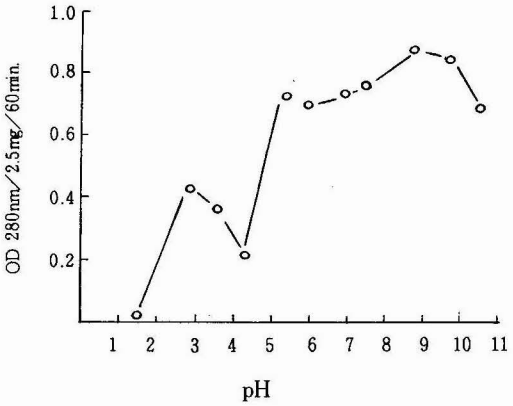

図6　Effect of pH on the termite proteolytic activity

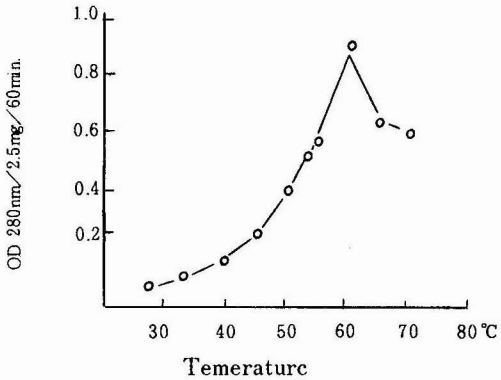

図7　Effect of temperature on the termite proteolytic activity

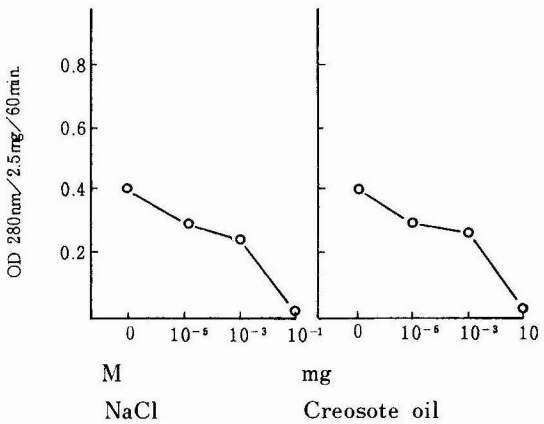

図8　Effect of termiticidal substances on proteolytic activity at pH 2.8 (in vitro)

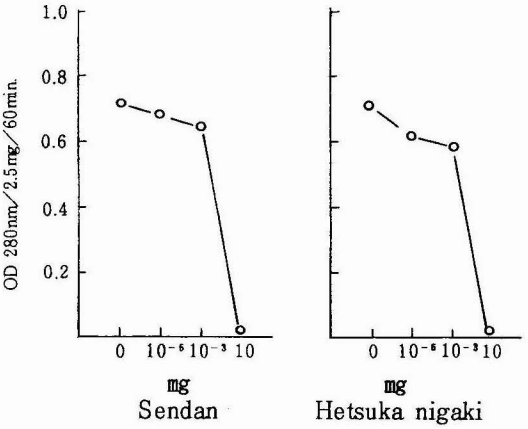

図9　Effect of termiticidal substances on proteolytic activity at pH 5.3 (in vivo)

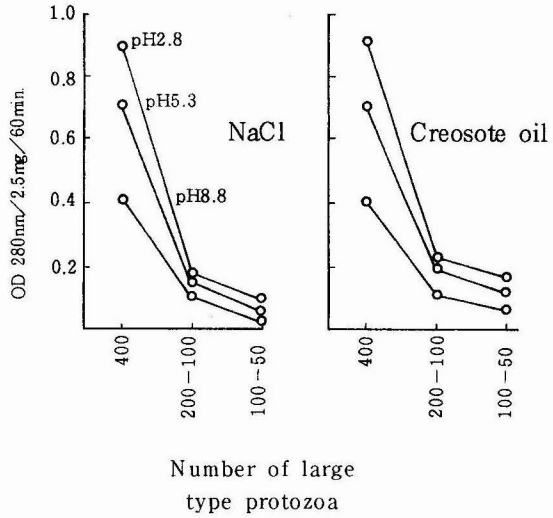

図10　Effect of termiticidal subsances on

以上の結果は，未熟パパイヤの蛋白分解酵素をシロアリに多く投与した場合，原生動物の小型から早く死滅することの結果と異なることを示し興味深い．

1．5　木材腐朽菌（微生物）による劣化

木材の主要成分は，セルロース，ヘミセルロースおよびリグニンであることを示した．セルロースは結晶性が高く堅い，リグニンはフェノール化合物であり，いずれも菌類にとっては栄養源として利用するには好ましくない．また，数パーセントしか存在しないある種の心材成分も樹木

を外敵から保護するために役立っているはずである．

さらに，木材中の窒素含有量もきわめて少なく，菌類からすれば好ましいものではなさそうである．一般に，菌類が好む炭素（C）と窒素（N）との量比は，C／N＝30／1である．しかし木材のそれは500／1であり，このような観点から見ても木材が菌類にとって好ましいものではない．したがって，木材を栄養源としている菌類は特殊なもので，このグループを木材腐朽菌類と呼んでいる．木材はいろいろな微生物が関与して分解されますが，それらは細菌類，放線菌類，不完全菌類，子のう菌類および担子菌類などが知られている．それらのうち，腐朽力が強力なものは，木材腐朽菌のうち担子菌類であり，ついで軟腐朽菌類ともいわれる子のう菌類と不完全菌類である．木材腐朽菌類は数百種類あるが，ここでは褐色腐朽菌類，白色腐朽菌類および軟腐朽菌類について述べる．これらの名称は腐朽した木材の外観の色調から判断している．褐色腐朽菌（オオウズラタケなど）は，その菌類が主にセルロースやヘミセルロースを栄養源として利用し，リグニンを残し，それが空気などの酸化を受けて全体的に褐色を呈する．針葉樹材の多くがこれらの被害を受け，著しい強度の低下をもたらす．白色腐朽菌（カワラタケなど）は，主にリグニンを分解し，同時にセルロースとヘミセルロースも栄養源として利用するが，全体的に白色を呈する．これらによる被害は広葉樹材に多く強度の低下が見られる．また，シイタケなど食用キノコ類は白色腐朽菌によって得られる．軟腐朽菌（ケトミウム属など）は水分が多く，さらに酸素が少ない木材に繁殖し，主にセルロースやヘミセルロースを栄養源として利用している．これらによる被害は，クリーニングタワーや電柱，枕木などのように地面に設置された広葉樹材に多く，強度の低下が見られる．

いままでに，明らかにされた天然耐朽性成分を分類して表2示す．

表2．木材の耐朽性成分

分　類	耐朽性成分
フェノール類	ピロガロール、グアイアコール、オイゲノール、イソオイゲノール、バニリン、安息香酸、没食子酸、ラバコン
キノン類	ラバコール、2-メチルアントラキノン
スチルベン類	クロロホリン、オキシレスベラトロール、ピノシルビンモノメチルエーテル
テルペン類	β-ツヤプリシン、β-ツヤベリシノール、γ-ツヤプリシン、チモールカルバクロール、スギオール、キサントベロール、フェルギノール、α-カジノール、T-ムロール
フラボン類	d-カテキン、タキシホリン、ケルセチン、ナリゲニン、ミリセチン、サクラネチン
リグナン類	コニデンドリン、ピノレジノール、マタイレジノール、イソオバアリン、
リグニン類	グアヤシル核やシリンギル核をもつリグニン

1．6　今後の生物防除薬剤の展望

生物防除の方法としては物理的防除，生物的防除および化学的防除の三つに分けられるが，今後の防除薬剤の開発は，地球環境保全する立場から進めなければならない．すなわち，「安全性」，「生態系を汚染しない」，「選択性である」などであり，それらを考慮しなければならない．とりわけ，化学的防除の薬物は，地球で分解される低毒性のもの，つまりピレスロイドなどのような天然物由来のものの開発が強く望まれる．ここでは，シロアリについてその防除技術や防除薬剤について現在研究中かあるいは今後開発されるものについて述べる．

1）物理的防除法

ハワイ大の玉城らにより，玄武岩（1.7～2.4㎜）を土壌表面に敷き詰めてシロアリが通過出来ないようにする．つまりシロアリのバリアーとして利用する．

2）生物的防除

生物的防除とは，生物などを利用して害虫の防除をする．

イ）天敵の利用；シロアリを栄養源として利用するもの，あるいは，シロアリに寄生するダニなどと同居される．

ロ）フェロモンの利用；性フェロモンや集合フェロモンなどの利用.

ハ）ホルモンの利用；Williamsらの研究による幼若ホルモンなど昆虫の変態を阻害する物質の利用，京大木材研の角田らの報告がある.

ニ）不妊雄の利用；沖縄でのウリミバエ雄へのγ線照射で不妊化し撲滅する.

ホ）病原性の菌の利用；シロアリに活性があるものとして，中国の李らにより，*Beauveria bassiana* と *Aspergillus flavus*，ハワイ大のレイらにより，*Beauveria bassiana* と *Metarhizium anisopliae*，森林総研の鈴木により，カビ類，昆虫寄生菌などを挙げている.

ヘ）病原性の線虫の利用；ハワイ大の玉城らにより，ハチミツガで線虫DD−136を増殖させシロアリにそれを投入し死滅させる.

3）化学的防除

化学的防除とは，天然物や合成の殺虫剤などによって，害虫を予防・駆除することである.

イ）セルラーゼなどの酵素阻害剤：銅化合物などがある.

ロ）忌避物質の利用：α−，β−ピネンなどがある.

ハ）天然殺虫成分；いままで多くの天然殺虫成分が利用されてきた．特に近年注目されたのは，シロバナムシヨケギク（*Chrysanthemum cinerariaefolium*）の花に含まれる主殺虫成分ピレスロイド類（pyrethroids）で多くのピレスロイドの合成がなされいろいろな方面に利用されつつある．今後も天然物からの新しい生理活性物質が発見されることを示唆している.

1．7　木材保存と植物染料

木材の抗蟻性と耐朽性を検討した際，樹種によっては，抗蟻性と耐朽性の両方を兼ね備えたもの，あるいは，抗蟻性は大きいが耐朽性は小さかったり，逆に耐朽性は大きいが抗蟻性が小さい場合とがある．そのうち，耐朽性が大きく抗蟻性が小さい場合，たとえば，その例としてマングローブのヤエヤマヒルギ，ヤマモモなどについて挙げられる．前者ではタンニン，後者ではフラボノイド化合物の一種のミルセチンが見い出された．一方，タンニンやミルセチンは織物の植物染料としてよく用いられている．このように考えると，植物染料は木材と織物の保存に大きな役割を演じていることになる．従って，保存という立場から木材と織物の接点が見い出されたことになり，ここでは琉球織物における植物染料について述べる.

1．8　琉球織物における植物染料

近年，植物染料を用いた琉球織物の渋みのある美しさが認められてきた．沖縄は日本で唯一の亜熱帯地域で，さらに四方を海に囲まれていた熱帯海洋性気候のため高温・多湿である．そのため植物がよく繁茂し植物染料が豊富である（表3）．琉球織物の染色技術は，日本本土，中国および東南アジアなどから伝わり，その後沖縄の風土に合うように改良が加えられ今日の沖縄独特のものが作り上げられ受け継がれてきたのであろう．しかし，それ以前に沖縄に織物がなかったのであろうか．沖縄の古い話に「クバの葉の世」「くみもの・あみものの世」などから以前に織物が作られたと創造される．沖縄は小さな60余の島々からなり，主な島として沖縄諸島，宮古諸島，八重山諸島のほか，大東諸島，

表3．沖縄産植物染料

和　　名（方言名）	染　色
オキナワシャリンバイ（チカチ）	褐色系
オキナワサルトリイバラ（グール）	褐色系
ソメモノイモ（クール）	褐色系
ホルトノキ（ツンナマキ、チンダーサー）	褐色系
オキナワウラジロガシ（カシ）	褐色系
アカギ	褐色系
イヌビワ（スタビ、アンマーチーチ）	褐色系
リュウキュウガキ（ウーシブ）	赤褐色系
オオハマボウ（ユーナ）	赤褐色系
サキシマスオウノキ（ダイギ）	赤色系
ベニバナ	紅色系
タマネギ	淡褐色系
ヤマモモ（ヤマムム）	黄色系
フクギ（フクジ）	黄色系
クチナシ	黄色系
ウコン（ウッチン）	黄色系
リュウキュウアイ（アイ）	青色系
イジュ	青色系
シナノガキ（シブガキ）	青紫色系
ハナゴウ（バイカナイ、ハマホーギ）	灰色系

尖閣列島がある．そのため，それぞれの地域文化が形成れさ，染織においてもその違いが見れ，それが琉球織物の特徴と言える．琉球織物は古くから大変貴重品として取り扱われ，貿易の品目でも上位を占めていた．

沖縄はその地理的条件により約300年以前からアジアの貿易の中心的役割を果たし，異文化の交流が盛んに行われ，織物などもその影響を受けたものの一つといえよう．

沖縄の先人達は諸外国からの織物をよく吟味し，その素材および植物染料をよりわけ染色技術をきわめ，沖縄地域に生育する素材を利用し幾度も工夫をこらし，今日の沖縄独特の技法を構築し受け継いできた．たとえば，沖縄北部の喜如嘉や今帰仁の芭蕉布，中部の読谷山花織，南部の首里紋織，那覇織物，南風原の絣，久米島の紬，宮古や八重山の上布，竹富のミンサー，与那国の花織，などが挙げられる．それらの素材は，糸芭蕉，苧麻，麻，木綿，絹などで古くから多くの植物染料が用いられたが，現在ではその数も限られてきた（表３，４）．植物染料の特徴は媒洗剤（素材に吸着された染料を水に難溶と物質に変えて定着させるための薬剤），たとえば，久米島紬の場合，植物染料のシャリンバイで染めた後，泥染めするその際用いられる泥で，媒洗剤を変えることにより一つの染料から幾つもの色調に染めることが出来ることが植物染料の特徴である（表４）．

表４．沖縄における未利用染料植物

植　物　名（方 言 名）	染色系統	利用部分
イスノキ（ユシギ）	茶色	木部
イタジイ（シイ）	茶色	樹皮，木部
カキバカンコノキ（カーヒジャー）	茶色	木部
ギンネム	茶色	木部
クロトン	茶色	木部
サキシマハマボウ（ヤマユーナ）	茶色	木部
ヒカンザクラ（サクラ）	茶色	樹皮，木部
サトウキビ（ウージ）	茶色	青葉
ソウシジュ（ソーシジュ）	茶色	木部
ニシキアカリフア	茶色	木部
ブッソウゲ（アカバナー）	赤色	花
モクマオウ（モクモー）	茶色	樹皮，木部
モッコウ（イーク）	茶色	樹皮，木部
ヤエヤマアオキ（ブーガーギ）	茶色	木部
ヤエヤマヒルギ（ブシギ）	茶色	木部
ヤブニッケイ（シバギ）	茶色	木部

いままで，著者の研究室で最適染色条件を検討した樹種，ヤマモモ，ヤエヤマヒルギ，モクマオウ，ソメモノイモ，フクギについて表５に示した．なお堅ろう度を強くするために重ね染めを行うがここでの染色方法は従来とは違う方法で行った．すなわち，布のノリ抜き→染色→乾燥→媒染→水洗→乾燥で１回目が終了，重ね染めはそれを繰り返し染めをしたものである．植物染料の長短を表６に示した．織物に植物染料を用いるのは，美しい色調を整えることであるけれどもそれと同時にそれらが虫や腐れなどから長期間保存するためにも配慮されていることがわかる．（表７）．さらに，植物染料のいくつかは，表８，９に見られるように民間薬として用いられていることも明らかになった．また，ウコンから得られるクルクミンの黄色色素が胆汁を移動させる作用と肝臓にも効果があり，カレーやタクアンにも使用され，さらに，織物を染めるのに利用されていて興味深い．

表５．最適染料条件

植物染料名	染料濃度（%）	染色濃度（℃）	染色時間（分）	液比
ヤマモモ	15	100	90	1：25
ヤエヤマヒルギ	15	100	90	1：25
モクマオウ	15	100	90	1：25
ソメモノイモ	5	80	60	1：25
フクギ	20	100	90	1：25

表６．植物染料の長所と短所

長　　所	短　　所
1．渋みのある色で落ち着いた色がでる．	1．純色や鮮明な色を出すことが難しい．
2．媒染剤の種類で発色が違うのでいろいろな色相が出せる．	2．染色工程が複雑で時間がかかる．
3．身近な植物を利用して染色ができる．	3．色の再現が難しい．
4．すべての天然繊維に染色できる．	4．染色堅ろう度が一般的に弱い．
5．設備が少なくても手軽にできる．	5．混合職の場合一浴で染色できない．

表7．植物染料に含まれる殺虫成分および防腐性成分

植物染料名	主要染料成分	備　　考
オマモモ	ミルセチン，ミリストリン	防腐性成分(黄色染料)
マングローブ	プリゲオール，シソプルゲオール	防腐性成分及び殺虫成分
モクマオウ	タンニン	防腐性成分
フクギ	フクゲチン	防腐性成分(黄色染料)

表8．沖縄産植物染料と薬用効果

和　名	薬　用　効　果
リュウキュウアイ	水虫，腫物，皮膚病，虫よけ，あせも
アカギ	利尿，小児の滋養強壮，小児の解熱，切り傷
リュウキュウガキ	咳止め，酒毒，豆腐の中毒
ヤマモモ	打撲症，頭痛，脚気，酒毒，そばの中毒
クチナシ	林病，解熱，清血，頭痛，切り傷，やけど，吐血，子宮出血，めまい，結膜炎
ハマゴウ	風邪，解熱，神経痛，田虫（グチャファ），皮膚病

表9．アイヌで用いられる植物染料と薬用効果

植物染料名	染　色	備　　考
ハンノキ	赤茶	お産後に煎汁を飲む
キハダ	黄色	胃腸薬
ヨモギ	うすい黄色	胃腸薬
シラカバ	緑色	炭水化物はアイヌで口の入れ墨に用いた．
ガンコウラン	渋い紫色	幻の植物
エゾタイセイ	藍色	幻の植物
クサギの種実	藍色	幻の植物

おわりに

ここでは，天然生理活性物質について報告した．とりわけシロアリや木材腐朽菌類に対する生理活性物質，さらにそれらの物質が織物を虫や腐れなどから保護するために用いられ，ある種の植物染料は食品や民間薬などとして利用されてきた．このように考えると木材，織物，食品，民間薬などと係わりがわかり興味深い．これらの事実は，さらに豊富にあるバイオマス資源から新しい機能を持つ食品色素，医薬，農薬などが見い出される可能性が示唆される．

最後に，機会を与えていただきました南方資源研究会の会長はじめ幹事の皆様に心から感謝申し上げます．

また，過分子な御紹介をしていただいた照屋輝一博士に心から感謝申し上げます．

参考論文

1）三橋博他3名編集：天然物化学　改訂第3版，1989，南江堂
2）城代進，鮫島一彦編：木材科学講座4　化学，1993，海青社
3）社団法人　日本しろあり対策協会編：しろあり群説（1980）日本しろあり対策協会
4）M. Koizumi：Parasitology，13，135（1921）
5）L. R. Cleveland：Biol Bull，46，117（1924）
6）屋我嗣良：木材学会誌，24巻，2号，123～126（1978）
7）S.Yaga：Mokuzai Gakkaisi，Vol.19, No. 7　349～350（1973）
8）屋我嗣良：しろあり，第65号，7　3～12（1986）
9）日本木材学会編：木材と科学，1989，海青社
10）屋我嗣良：日本工業新聞，4月28日（木），6ページ（1994）
11）屋我嗣良：しろあり，第87号，1　3～12（1992）
12）屋我嗣良：琉球大学農学部附属演習林　創立40周年記念誌，141～149（1994），琉球大学農学部附属演習林
13）S.Yaga, K.Kinjo, H.Hayashi, N.Matsuoka, F. Abe, T.Yamauchi：Phytochemistry, Vol. 32, No. 1, 141～143（1993）