

熱帯樹木の成分と利用（3）

加藤 厚

サポニン

はじめに

サポニン (saponin) は、水溶液中で石鹼 (soap) のような持続性の微細な泡を生ずることにちなんで命名された物質群である。その特性としては起泡性、赤血球破壊作用 (溶血作用)、魚毒性、コレステロールとの複合体形成能などがあげられる。熱帯地方に生育する植物の中にもサポニンを含有するものが多く、人々の暮らしの中で様々な形で利用されてきた。石鹼の代わりとして身体を洗ったり、衣服の洗濯に用いている例は多い。魚毒性を利用し、祭りなどの特別の日には村人総出でサポニンを含む植物を池に投げ込み、動きの鈍くなった魚を捕まえて食べるという風習も多くの方でみられる。伝承薬、民間薬として用いられているものが多く、発展途上国ではこのようなサポニンの構造と作用を解明し、高度に利用しようという研究が盛んになっている。

サポニンの分布と特性

サポニンは、構造的にはステロイドまたはトリテルペノイドの配糖体であり、アグリコン (非糖部) の 1か所に糖鎖が結合したものをモノデスマシド、2か所に結合したものをビスデスマシドとして区別される。植物界における分布をみると、ステロイドサポニンは、ヒガンバナ科、ユリ科、ヤマノイモ科に多く、トリテルペノイドサポニンは、ウコギ科、マメ科、トチノキ科、キキョウ科、ヒメハギ科、サクラソウ科、アカネ科、ムクロジ科、ツバキ科、エゴノキ科、アカザ科、ナデシコ科に多く含まれている。サポニンは植物中のあらゆる部位に存在するが、特に樹皮、根、果実などに多く含まれる。また、つる植物にサポニンを含むものが多い。

サポニンを含有する植物は、薬用ニンジンやカンゾウ (甘草) のように古くから民間薬として利用されており、去痰、鎮咳、強壮、利尿などの薬理活性を有することが古くから知られている。近年では、抗炎症、抗潰瘍、抗腫瘍、抗リウマチ、鎮痛、鎮静、脂質代謝促進、核酸・タンパク合成促進、感染防御、殺精子、殺軟体動物、昆虫に対する摂食阻害、抗菌など様々な生理活性を有していることが知られている。

サポニンは、アグリコンについても糖鎖部分についても多種多様であり、その性質は構造によって異なっている。しかも、天然有機化合物としては比較的分子量や極性が高い上に、植物中では、わずかに構造の異なる混合物として存在するため、分離・精製が困難な物質とされてきた。しかし、最近の各種クロマトグラフィーおよび機器分析法の

KATO, Atsushi : Components of Tropical Trees and their Utilization (3) Saponins
農林水産省森林総合研究所木材化工部

飛躍的な発展によって、サポニンの構造と性質が解明されつつある。

殺軟体動物作用

現在、熱帯地方で最も精力的に行われているサポニンの研究は、その殺軟体動物作用(molluscicide)を利用して住血吸虫を退治しようというものである。住血吸虫症はマラリアに次ぐ第二の風土病として恐れられており、70を越える国々で2億人以上の感染者がいる。住血吸虫の成虫は人間の体内で受精卵を産み、糞便とともに川などに排出される。これが水中で幼生となった後、中間宿主である巻貝に寄生し、体内で変態した後に再び水中に出てくる。この川に人が素足のまま入ることによって幼生が皮膚から侵入し、体内で成虫になって再び卵を産むというサイクルになっている。したがって、中間宿主となる巻貝を退治できれば住血吸虫は撲滅できることになる。住血吸虫症について現地調査を行うと、エチオピアのある地方では感染者が全くいないことがわかり、関心を呼んだ。そこでは、ヤマゴボウ属の *Phytolacca dodecandra* という植物の果実を石鹼の代わりとして川での洗濯を使っており、その川には巻貝がないことが明らかになった。この植物について研究を行った結果、オレアノール酸をアグリコンとするサポニンを含み、これが巻貝を殺す作用があることがわかった。合成の薬剤は高価であり、発展途上国では入手が困難である上に安全性に問題がある。このため、世界保健機構(WHO)が中心となって、熱帯産植物の殺軟体動物作用について精力的に研究が進められている。これまでに、殺軟体動物活性を有することが明らかになっているサポニンを含む植物とそのアグリコンを表1に示した。この中でも、前述の *Phytolacca dodecandra*, *Swartzia madagascariensis*, *Tetrapleura tetraptera* の3種の植物はアフリカに広く分布し、そのサポニンは合成薬剤に匹敵する活性をもつため、フィールド試験が行われ、実用化に近づいている。サポニンの構造は多様であるが、構造と殺軟体動物活性との関係について、一般的に次のようなことが知られている。①アグリコンとしてはオレアノール酸が最も強い。②モノデスマシドは活性を示すが、ビスデスマシドでは活性を示さない。③糖部分にウロン酸を含まない場合、2糖と3糖が活性が強く、单糖、4糖の順に活性が弱くなる。④糖部分にウロン酸を含む場合、2糖、单糖、3糖の順に活性が弱くなる。したがって疎水性であるアグリコン部分と親水性である糖部分とのバランスが活性に影響を及ぼしているものと考えられる。

熱帯材中のサポニン

日本に輸入されてくる熱帯材の中にも、サポニンを含むものがあり、様々な影響を及ぼしている。現在は労働環境が整備され、ほとんど問題になっていないが、一時期、木工作業現場における輸入材による健康阻害が大きな問題となった。その原因物質や症状は様々であるが、アカテツ科(Sapotaceae)木材の場合、呼吸器系や目結膜を刺激するのが特徴である。木粉を吸入すると、まず、鼻に痛みを感じ、ついで鼻水やくしゃみが出る。このため、頻繁に鼻をかみ、そのままにすると鼻血が出るようになる。目に入っ

◎熱帯林業講座◎

表 1 殺軟体動物作用をもつサポニンを含む植物とそのアグリコン

植 物	科	ア グ リ コ ン
(Triterpenoid saponins)		
<i>Phytolacca dodecandra</i>	ヤマゴボウ科	Oleanolic acid, Hederagenin, Bayogenin
<i>Swartzia madagascariensis</i>	マ メ 科	Oleanolic acid, Hederagenin
<i>Swartzia simplex</i>	マ メ 科	Oleanolic acid, Gypsogenin Gypsogenic acid
<i>Sesbania sesban</i>	マ メ 科	Oleanolic acid
<i>Tetrapleura tetrapterata</i>	マ メ 科	Oleanolic acid, Echinocystic acid
<i>Albizia anthelmintica</i>	マ メ 科	Echinocystic acid
<i>Cussonia spicata</i>	ウコギ科	Oleanolic acid
<i>Lonicera nigra</i>	スイカズラ科	Oleanolic acid, Hederagenin
<i>Dodonaea viscosa</i>	ムクロジ科	R ₁ -Barrigenol
(Steroid saponins)		
<i>Balanites aegyptiaca</i>	ハマビシ科	Yamogenin
<i>Asparagus curillus</i>	ユリ科	Sarsapogenin
<i>Asparagus plumosus</i>	ユリ科	Yamogenin

表 2 アカテツ科木材と鼻粘膜刺激作用

一般名または商品名	学 名	産 地	鼻粘膜刺激作用
マコレー	<i>Mimusops heckelii</i>	アフリカ	+
モアビ	<i>Mimusops djave</i>	アフリカ	+
ナト	<i>Ganua, Lucuma, Madhuca</i> <i>Palaquium, Payena, Burckella</i> <i>Mimusops, Planchonella</i>	東南アジア	±
ペンシルシーダー	<i>Palaquium</i> sp.	ニューギニア	-
シルバーハート	<i>Chrysophyllum</i> sp.	アフリカ	-

た場合は激しい痛みにおそれれ、涙が流出して我慢できない状態になる。このような症状は、特に木粉を吸いしやすいサンディング作業に従事する人に顕著に現れるが、作業を中止して新鮮な空気を吸うと、症状は軽くなり、自然に治癒する。そこで、この科の木材の魚毒性、溶血性、発泡性について検討した結果、鼻粘膜刺激作用との間に相関が認められ、サポニンが原因物質であると考えられた。我が国に輸入されているアカテツ科木材の鼻粘膜刺激作用を表2に示した。マコレー材はヨーロッパでチェリーマホガニーと呼ばれ、古くから使用されているが、加工中に皮膚炎や呼吸器障害を引き起こすことが問題となっていた。我が国でも多量に輸入されると、各地で被害が発生したが、

マコレーやモアビなどの *Mimusops* 属の材にはサポニンが含まれていることが確認された。ナトー材については、産地によって、あるいは原木によって障害を起こす材と起こさない材があるといわれている。これは、ナトーは数種の属の総称で、識別が困難であり、一括して扱われているためと考えられる。アカテツ科木材のサポニンの構造については解明されていないが、アグリコンとしてプロトバシック酸が検出されている。

サポニンを含むアカテツ科の木材は、シロアリに対して抵抗性があることも知られている。抗蟻性成分の作用機作は物質によって異なるが、揮発性テルペン類は直接シロアリを殺すのに対して、サポニンの場合は摂食阻害成分として作用し、シロアリを餓死させるものと思われる。*Pometia pinnata* (ムクロジ科) は、東南アジアに広く分布し、ニューギニアではタウン、マレーシアではカサイ、フィリピンではマルガイと呼ばれ、家具用材として我が国に大量に輸入されている。この材は抗蟻性が高く、オレアノール酸をアグリコンとする、様々な糖鎖をもつサポニンが含まれていた。その機構と摂食阻害活性との関係を検討した結果、モノデスマシドの方がビスデスマシドよりも活性が高い、3 糖のものが最も活性が高く、4 糖や单糖のものは活性が低かった。この傾向は殺軟体動物活性と類似している点が興味深い。

界面活性剤としての利用

サポニンは、疎水性（親油性）であるアグリコンと親水性である糖を同一分子中に含むため、界面活性剤としての特性を持っている。天然の界面活性剤には、従来の合成界面活性剤にはない特性を持つことが期待されており、その中でもキラヤサポニンは、工業的に安定的な生産が行われ、広く用いられている。キラヤサポニンとは、南米のチリ、

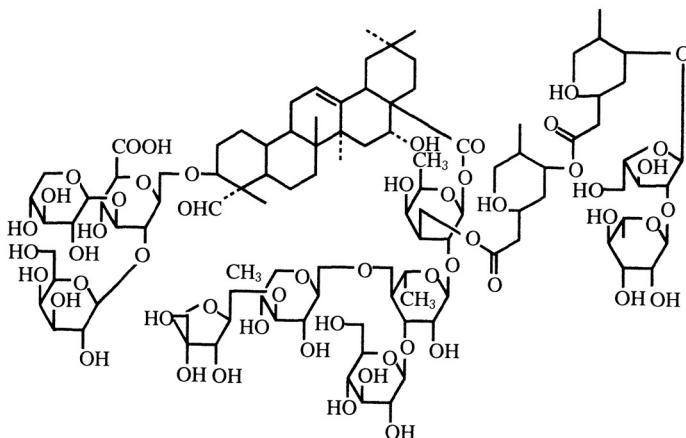


図 1 キラヤサポニンの構造

◎熱帯林業講座◎

ボリビア、ペルー地域に自生するシャボンノキ (*Quillaja saponaria*, バラ科) の樹皮に含まれている界面活性物質である。その構造は、図1に示すようにキラヤ酸をアグリコンとするビスデスマシドである。糖残基の数は10個と多い上に、種類や結合位置も様々である。また糖残基にモノテルペンカルボン酸がエステル結合し、そこに糖がグリコシド結合しているという、きわめて複雑な構造をしており、分子量も2,296と大きいため、なかなか構造が決まらなかった。キラヤサボニンは南米では原住民が洗濯や頭髪の洗浄に使用しており、欧米諸国でも歯磨きや飲料の発泡剤として利用されている。構成糖としてグルクロン酸を含むが、他に糖の水酸基が多く存在することから、アニオンとしての性質は示さず、非イオンの活性剤としての性質を示すことが多い。キラヤサボニンは水に対する溶解性が高く、酸性下でも、アルコール存在下でも起泡性が低下しにくいという特徴を持っている。また香料や香辛料の乳化にも適しているため、食品工業分野での応用が盛んになっている。

民間薬としての利用

民間薬、伝承薬として用いられている植物には、サボニンを含むものが多い。*Mimosa tenuiflora* (マメ科) は、中米、南米北部に遍在する低木で、マヤ文明の時代から、あらゆる皮膚疾患に効果があるとされており、特にやけどの場合には、樹皮の粉をふりかけるだけで痛みが消え、痕も残らなくなるという。この植物に含まれるサボニンに、細胞増殖を活性化し、促進する作用があることが証明されている。最近我が国でもブームとなっているギムネマ茶は *Gymnema sylvestre* (ガガイモ科) を原料としているが、これは東南アジアやアフリカに分布する木本のつる植物であり、多くの種類のサボニンが存在している。*Gymnema sylvestre* は、胃薬、咳止め、解熱の民間薬として用いられているが、甘味を感じさせなくするという作用があることも注目されている。*Acacia concinna* (マメ科) は、インドからジャワに分布し、豆果は絹や毛織物の洗剤としている。これにはアカシ酸をアグリコンとするサボニンが存在し、精子を殺す作用があることが報告されている。*Schefflera octophylla* (ウコギ科) はベトナムでリウマチ薬、強壮剤として使われているが、その有効成分はサボニンであると考えられている。

すでに紹介してきた植物のサボニンの中にも様々な薬理活性を示すものがある。キラヤサボニンは、血中のコレステロール濃度を低下させたり、免疫反応を増強する作用があることが知られている。*Pometia pinnata* の葉は、胃痛、下痢に効果があり、樹皮は頭痛、関節炎に効果がある。ニューギニアでは、利尿薬、避妊薬としても用いられている。

おわりに

サボニンは様々な形で日常生活に利用されているが、最も注目されているのは、その薬用資源としての可能性である。サボニンの場合、簡単なスクリーニングはフィールドでもできるので便利である。植物を細かく碎いて、サンプル管に入れ、水を加えて強く振り混ぜると、サボニンを含む場合は、細かな泡ができる、その泡がなかなか消えない。

このような性質を利用して、各国でサポニンを含む植物のスクリーニングが進められている。

サポニンは溶血性をもち、細胞毒性が強いものもある。漢方薬として使われてきたものの中でも、その副作用が問題になったものもある。サポニンを薬用として利用する場合には、人間に対する安全性を確認する必要があるが、長い間、伝承的に使われてきたということは、その安全性を支持するものと考えられる。また、サポニンの薬理活性や毒性は化学構造によって、大いに異なる。昔からの伝承や経験を基にし、分離・構造解析・活性評価における最新の技術を活かした研究を行うことによって、安全で効能の高い医薬品としての利用の道が拓かれるものと期待される。

図書紹介

○アルビジア・パラセリアンセス両属樹木についてのワークショップ (Proc. of International Workshop on *Albizia* and *Paraserianthes* Species. Forests, Farm, and Community Tree Research Reports, Special Issue, Winrock International, Morrilton, Arkansas, 1997, 164pp.)

熱帯の天然林をまるために、人工林と農地林で木材を含めた林産物をもつと積極的に生産すべきであるが、米国山林局と窒素固定樹木協会 (NFTA) は、このような趣旨で「多目的樹種とその利用」について国際ワークショップを開催している。その一環として、1994年11月13～19日にフィリピン、ミンダナオ島のビスリグで標記の2属についてのワークショップが開催された。本書はその際の論文集で、参加者38名の小集会ながら成果は大きかったそうである。植栽と利用(6篇)、スクリーニング(4篇)、アグロフォレストリーと農地植栽システム(3篇)、木材生産(5篇)、育種(2篇)の5区分(計20篇)に分けて発表・討議が行われたらしい。ビスリグは有名なPICOP社の本拠であるが、まさにその本社で開催された。巻末の主要種のプロフィルには、*Albizia*属21種、*Paraserianthes*属3種が挙げられており、シノニム、分布、特性、用途、問題点などがごく要約的に述べられている。なおこのワークショップは、フィリピンに本拠をおくUNDP/FAO Regional Forest Tree Improvement Project (FORTIP) が共催しているが、かつてフィリピン大学林学部で育種の研究から実践まで幅広く担当されていたZabala博士が企画・運営に参加されている。

(浅川澄彦)