

植物の他感作用(アレロパシー)現象と

新しい生理活性物質の探索

農業環境技術研究所 他感物質研究室

藤井義晴

はじめに

二次代謝物質として知られる、特定の植物に特異的に、時にはかなり大量に存在する天然の化学物質は、従来、「老廃物」もしくは「貯蔵物質」と考えられてきた。これらの物質の中には、アルカロイドやステロイドなどの人間に対する特異な生理活性を持つものがあり、漢方薬(生薬)、毒薬、麻薬などに利用されてきたものも多い。

しかし、このような物質の、植物自身にとっての存在意義については、不祥であった。近年、このような物質が生体防御や生物間相互作用に重要な役割を果たしているとする、アレロパシー(他感作用)仮説が提唱されている。そして、このような物質が、共存する他の植物・昆虫・微生物から自分自身の身を守ったり、お互いに情報交換を行う手段として機能しているとする報告が増加している。

そこで、アレロパシーに関する最近の研究動向、興味あるアレロパシー候補物質の単離・同定について紹介した後、実用的な雑草防除や植生管理に役立つような植物についても農業生産現場への適用事例を紹介する。

1. アレロパシーの定義・存在意義と作用

1) アレロパシーの定義の変遷と現状

アレロパシー(他感作用)は、狭義には「植物が放出する化学物質が他の植物に阻害的あるいは促進的な何らかの作用を及ぼす現象」(モーリッシュ, 1937)を意味し、作用物質を他感物質と呼ぶ。わが国には、沼田(1977)によって紹介され「他感作用」と訳された。アレロパシーでは害作用が顕著に現れることが多いため、阻害作用のみであると誤解されることが多いが、促進作用も含む概念である。最近の研究概念・アレロパシーという用語の使用は、昆虫・微生物・動物に対する作用にも広がっており、植物対昆虫の作用に関する研究もアレロパシーの名前で発表されることが多くなった。最も広義には「植物、微生物、動物等の生物が同一個体外に放出する化学物質が、同種の生物を含む他の生物個体における、発生、生育、行動、栄養状態、健康状態、繁殖力、個体数、あるいはこれらの要因となる生理・生化学的機構に対して、何らかの作用や変化を引き起こす現象」、すなわち化学物質による生物個体間の攻撃、防御、協同現象、その他の情報伝達に関する相互作用を意味する(藤井, 1990)。ただし、現状では、モーリッシュの原定義である植物-植物・微生物間相互作用、および昆虫への作用に限定されている。

2) 「植物の二次代謝物質の存在意義=アレロパシー」という仮説

アレロパシーに関与する物質の研究は徐々に進歩しており、従来存在意義や作用が不明とされてきた二次代謝産物の多くがアレロパシーに関与しているとの仮説がある

(Harborne, 1990)。二次代謝産物は、アミノ酸やタンパク質、DNA、脂質や糖などの生命に不可欠の一次代謝産物とは異なり、特定の植物にのみ多量に存在する物質であり、例えばコーヒーに含まれるカフェイン、タバコのニコチンなどがその例である。

3) 作用経路、作用特異性から見たアレロパシーの特色

一般に、「〇〇植物はアレロパシー植物である」と表現されることがあるが、この表現は誤解を招きやすい。特定された植物、たとえばクログルミやセイタカアワダチソウはいつでもどんな植物に対してもアレロパシー現象を示すと誤解される。アレロパシーは特定の現象をさすのではなく、キク科植物を抑制するがイネ科植物には促進作用があるといった特異性を示すことが多く、むしろこのような作用の選択性、限定性こそがアレロパシーの特性であると考えられる(藤井と土屋, 1993)。

アレロパシーの作用経路は大別して、1)葉など地上部から揮発性物質として放出される揮散、2)生葉あるいは植物体の残渣や落葉・落枝等から雨や霧滴などによって濾し出される溶脱(浸出)、3)根など地下部から滲み出る滲出に分けられる。農業上では、根からの滲出物の作用と生葉からの溶脱による作用は、雑草の共存による作物の害や混植時における共栄作用に、落葉や植物体残渣からの溶脱による作用は、マルチ等により雑草や作物の生育に影響を与える作用経路が考えられる。揮発性物質の寄与は、昆虫や微生物に対する影響として重要である。

2. 農業生産・農業生態系管理へのアレロパシーの利用戦略

アレロパシーの農業生産現場および農業生態系管理への実用的な利用方法として、以下の5つを考えている。

1) 新たな生理活性物質の発見

アレロパシー植物の研究から、新たな生理活性物質の発見が期待される。特にアフリカやアマゾン、東南アジア等には未知の生理活性物質を含む未知の植物が数多く存在するので、これらの研究が期待される。

2) 被覆・地被植物の利用

アレロパシー植物による被覆を行い、雑草の発生を抑制する。著者らは、ヘアリーベッチというマメ科の牧草を被覆植物として、耕作放棄地や休耕地、果樹園などの雑草管理に利用する方法を提案している。ヘアリーベッチは、秋播きすると、ほぼ完璧に春先から初夏の雑草を抑制し、手間もあまりかからないこと、枯れたあとはしきわら状態となって刈り取りの手間がいらず、緑肥や牧草としての利用も可能であり、エロージョン防止や土壌保全効果も期待できることから、耕作放棄地や休耕地の管理と、果樹園の下草管理に普及できると考えている。

3) 輪作・作付け体系の中に組み込む

輪作は発生雑草を減少させる効果があるが、アレロパシー作物の導入で雑草抑制効果を高めることが考えられる。コムギ・ライムギ・ライコムギは、ヒドロキサム酸などのアレロパシー物質が判明しており、輪作に用いて雑草を抑制する試みがすでにアメリカで行われている。前述のヘアリーベッチも、輪作体系に組み込むことが可能である。

4) 落葉や植物残渣をマルチに用いる

マルチは、光の遮蔽効果で雑草発生を抑制し、地温を上げて作物の生育を促す優れた技

術である。しかし、現在主に用いられるビニールは環境中で分解されない。そこで、アレロパシー物質を含む植物をマルチすることが考えられる。前述のヘアリーベッチは、厚い藁を作るので、スイカやメロンのしきわらへの利用が考えられる。アメリカ合衆国ではトマトへの利用が推奨されている。

5) アレロパシー作物の育種、遺伝子組み換え作物の作成

アレロパシーによる雑草抑制能の高い作物を選抜・育種する。アメリカ合衆国農務省のグループ、国際イネ研究所のグループ、および著者ら日本の農水省のグループは、イネでアレロパシー活性の高いものを検索しており、イネ自身の力で雑草を抑制するもの選抜する試みを開始している (Fujii, 1994)。実用化は十年以上かかると見られるが、今後増加すると見られる不耕起栽培や直播においては、雑草発生が増加するので、イネ自身で雑草を抑制する品種の育成は重要と考えられている。

3. 農水省での研究成果

当研究室では、平成元年から開始された農水省のバイオコスモス（略称：生態秩序）という 10 年計画のプロジェクトの中で研究を行ってきた。本プロジェクトは、植物に備わっている、他の植物の生育を抑制する能力を研究して、環境にやさしく、労力も少なく、お金もかからない雑草抑制方法を開発しようとするもので、具体的には、アレロパシー植物の探索、作用物質の単離・同定、作用機構の解明などを行い、実用的な雑草制御技術の開発に役立てようとしている。以下に、これまでに得られた成果を紹介する。

1) 有用なアレロパシー植物の探索

アレロパシーは、生態系内においては、他の競合と区別することが困難であるので、本プロジェクトの第 I 期では、アレロパシーを特異的に検出する手法を開発した。そして、根から出る物質による作用を検定する手法であるプラントボックス法と、葉から溶脱する物質による作用を検定するサンドイッチ法を併用して、これまでに農水省ジーンバンクにある世界各地の植物を中心に、約 400 種類の植物、2000 品種以上を検定し、いくつかの有力植物を選抜した。

たとえば、エンバク、ライ麦、ムクナ、ヘアリーベッチ、などの緑肥植物、コンフリー、アマ、ヒガンバナ、クサノオウなどの薬用植物や毒草類、ナガボノウルシや、シナガワハギなどの雑草類に強い阻害活性を見出した。

2) ムクナ（はっしょうまめ）のアレロパシー

著者らは、マメ科植物ムクナ (*Mucuna pruriens*) がブラジルの圃場で雑草の生育を抑制するという現象を研究し、ムクナの植物体中に生体重の 1-2 % にも達する多量に含まれる特殊なアミノ酸である L-DOPA（ドーパ）が作用物質の一つであることを報告した (藤井, 1994)。ドーパは、キク科やナデシコ科雑草の生育を阻害するが、イネ科植物に対しては阻害作用が小さい。ムクナは熱帯でトウモロコシやサトウキビ等のイネ科作物と混植されるが、雑草を抑制しつつ、収量をあげる巧妙な農法である。ドーパは必須アミノ酸であるフェニルアラニン、チロシンのアナログであり、酸化還元反応にも関与していると想像される。雑草を完全に枯らすほどの効果はないが、抑草作用の活用が期待される。

3) ヘアリーベッチのアレロパシーを利用した実用的な雑草抑制法

実用的な植物を選ぶため、アレロパシーの検定で選抜された 50 種の植物の圃場試験を

行い、現場での雑草抑制効果を調べた結果、エンバクやライ麦などのムギ類とヘアリーベッチやコモンベッチなどのマメ科被覆作物が有望であった。とくに、ヘアリーベッチ(*Vicia villosa*)が、雑草抑制力が強く、マメ科で窒素固定をすることで肥料の節約にもなり、被覆力が強いのでエロージョン防止にも役立つことがわかったので、現地試験を行った。その結果、秋播きすれば春～初夏の雑草をほぼ完璧に抑制した。また、ヘアリーベッチを連作した田を復田しても後作のイネの収量に影響はなかった。ヘアリーベッチは、休耕地や耕作放棄地の雑草抑制、果樹園の除草管理、とくに、冬に落葉する果樹に適している。現在、岐阜県の柿生産地帯、香川県の梨園、花木園、愛媛県のみかん園などで、徐々に普及が試みられている(藤井, 1994、藤井・他, 1995)。

4) 景観作物のアレロパシーを利用した畦畔における雑草管理法

水田畦畔の雑草抑制は、高齢化の進む中山間地で重要な問題になっている。そこで、畦畔に植え込むだけで、雑草の発生を抑制し、除草回数を減らすことが可能なアレロパシー植物の探索を行った。ワイルドフラワーや地被作物・薬草などの中にも活性の強いものがあり、ヒガンバナ、ハナビシソウ、マツバギク等が有望であった。今後、これらの成分を特定するとともに、現地試験を行って、普及・実用化を図りたい。

5) 熱帯原産の雑草ナガボノウルシからの新規アレロパシー候補物質の同定

東南アジアの水田雑草ナガボノウルシ(*Sphenoclea zeylanica*)に含まれる植物生長阻害物質を精製し、アレロパシーの寄与を検討した。ナガボノウルシは、ナガボノウルシ科という一属一種の珍しい雑草で、東南アジアの水田では大群落を形成して稲の収穫量を大幅に減少させる強害雑草である。ナガボノウルシには、水溶性の高い植物生長阻害物質が大量に含まれており、これを単離・精製した結果、チオスルフィネート結合を持つ化合物を同定した。この化合物は、 $C_4H_8O_3S_2$ の分子式を持ち、これまでに報告されたことのない化合物であったので、現在特許を出願している。平面構造は同じであるが、立体構造の異なる異性体が2種存在していた。本物質は、レタス、イネ、キュウリの生育を強く阻害した。本物質は、新たな除草剤のヒントになる可能性と、水田における雑草害の解明に役立つ可能性がある。なお、物質の同定に関しては京都大学との共同研究で行ったものである。

4. 新しい生理活性物質の探索に役立つような研究事例

以下に最近の研究で本セミナーの課題である「新しい生理活性物質の探索」に役立つような事例を簡単に紹介する。

1) 地衣類のアレロパシー

アメリカ合衆国ジョージ・メーソン大学の James D. Lawrey は、50 報余りの論文から、地衣類のアレロパシーに関する総説を纏めている。地衣類から 500 種類以上の二次代謝産物が報告されており、そのうち 350 種はきわめて特異的な物質である。その多くはフェノール性物質であり、菌糸の外壁に数% から、ときには 20% にも達する量を蓄積する。これらの化合物が、抗菌性物質として、草食動物や病原菌、また、周囲の他の地衣類や藻類から身を守るために存在している事例を報告している。ときには、高等植物に影響を及ぼすこともあるという。地衣類のアレロパシーに関してまとめられた研究は少ないが、極限環境で暮らす地衣類同士の相互作用や、成長が遅いにもかかわらず生き延びてきた機能

のひとつとして興味深い。

2) 水生植物のアレロパシー

同じく、アメリカ合衆国南ミシシッピ大学の女性研究者 Stella D. Elakovitch は、高等な（維管束植物）水生植物のアレロパシーに関して、90 報の論文をまとめ、67 属 97 種がアレロパシーを持つと報告している。このような水生植物のバイオアッセイには、レタスとレムナ（アオウキクサの類）が最も感受性が高い。水生植物の中で最もよく報告されているのは、マツバイやクログワイの仲間 (*Eleocharis*) であり、*Nuphar lutea* と、*Nymphaea odorata* も極めて強い活性を持ち、アルカロイドが報告されている。マツバイの類はカリフォルニアの水路で他の大型水生雑草を強く抑制することから、アレロパシーの寄与が示唆され、生長阻害物質として、ヒドロキサム酸誘導体ジヒドロアクトニジオリオと脂肪酸誘導体、プロスタグランジン類似物質等が見出されている。水生植物の場合、根から放出された物質が、吸着剤として働く土壤の妨害を受けることなく、直接他の植物に影響するので、アレロパシーがうまく証明できる例として期待されている。

3) 寄生植物の寄生因子ストリゴラクトン

アメリカ・パデュー大学の Larry G. Butler は、ゴマノハグサ科の寄生植物 *Striga* 属と、その寄主であるトウモロコシ等の作物との化学的相互作用についてはアレロパシーがうまく証明できた例であると総説で紹介している。この寄生植物の種子は、土壤中で長年休眠しており、宿主の根から放出される物質ストリゴール関連物質（ストリゴラクトンという名称が提案されている）によって発芽が促進される。この物質は、宿主と寄生体の相互を認識する情報伝達物質であり、普通、10 のマイナス 11 乗から、最も敏感な場合は、10 のマイナス 16 乗モルというきわめて微量で作用する。この物質は多くの企業や大学で研究され、関連物質の合成や作用の研究が蓄積されており、新たな植物成長調節剤になる可能性が高い。また、近年、ストリゴラクトンの含有量がきわめて少ないソルガムが見出され、寄生植物に対して抵抗性であることが確認された。

4) メキシコの在来植物のアレロパシー

メキシコ・メキシコ国立大学の A. L. Anaya らは、長年、メキシコのアレロパシー植物について研究してきた。メキシコは、世界の植物の発祥地の一つと考えられ、興味ある成分を含む有用植物が多く存在する。オシロイバナ (*Mirabilis jalapa*) の成分が、細胞分裂に影響を及ぼすこと、バレンギクの仲間 (*Ratibida mexicana*) に、強力な成長阻害物質が含まれ、セスキテルペンラクトンであること、アワユキギク (*Piqueria trinervia*) から、Piquerol A, B というフェノール性物質が同定されたこと、サツマイモの原種である雑草 (*Ipomoea tricolor*) は、メキシコ原住民によって雑草防除に利用されてきたが、その作用成分として、Tricolorin A と名付けた、脂肪酸の配糖体を同定した。この物質は、強い植物生育阻害作用のみならず、ヒト乳ガン培養細胞に対しても抗がん作用を示した。後述のムクナも、ユカタン半島で古くから雑草抑制に利用された例があるという。

5) サポニンのアレロパシーへの寄与

オクラホマ州立大学の G. R. Waller は、台湾のグループと共同研究を行って、リョクトウのアレロパシー物質に関する研究を行い、サポニンが土壤へも放出されて、周辺環境に影響を及ぼすことを報告している。また、ポーランドの土壤・植物栽培研究所の W. Oleszekmo も、長年アルファルファのサポニンに関する研究を行い、メディカゲニン酸、

ソヤサポゲノール類を同定し、他の植物やかび類にたいするこれらのサポニンの活性について研究しアレロパシーに関与する因子であると報告している。最近、コマツブウマゴヤシ (*Medicago lupulina*) のサポニンとその雑草抑制効果に発展させている。サポニンは、試験管内では細胞膜の透過性を変化させること、とくに赤血球の細胞膜を溶かす (溶血作用) があることから、土壤環境中において他の生育阻害成分と共同してアレロパシーを示す上で重要な因子となるかも知れない。

6) コムギ、ライムギ類に含まれるヒドロキサム酸

チリ・チリ大学の Francisco J. Perez と Hermann M. Niemeyer は、コムギ、ライムギ、トウモロコシ類に含まれるヒドロキサム酸誘導体のアレロパシーへの関与に関する一連の研究を行い、注目されている。ヒドロキサム酸は、元々、カビなどの病害に対する抵抗性物質として 60 年以上も前にムギ類から見出された二次代謝物質である。トリアジン系除草剤の解毒機構に関与していることも報告されている。植物の根から放出されて、鉄の取り込みに関与しているという研究もある。コムギ、ライムギ、ライコムギには存在するが、オオムギ、エンバク、イネには存在しない。植物体中では、グルコピラノシドとして存在しており、植物体が傷つけられると、エンド-β-グルコシダーゼの作用で加水分解されて生成する。最近の研究で、これらのヒドロキサム酸誘導体は、昆虫抵抗性、病害抵抗性のみならず、雑草抑制効果も報告されるようになった。その植物阻害作用は、双子葉類に顕著であるが、自分自身には全く阻害作用がない。これを利用して、コムギやライムギを天然の除草剤として利用しようと提案されている。これらの物質は、通常根から滲出されることが判っている。これらのムギ類は、省耕起栽培法や被覆作物として、すでにアメリカ合衆国などで雑草抑制に利用されている。

7) セスキテルペンラクトンのアレロパシー

スペイン・カジズ大学の Francisco A. Macias は、有機化学者であるが、アレロパシーに興味を抱き、天然有機化合物の植物阻害活性と存在量の関係についてまとめている。その結果、これまでに報告されているフェノール性物質やアルカロイド、ポリアセチレンなどはその活性が 10 のマイナス 5 乗モル以下であり、あまり可能性が強いがないが、セスキテルペンやそのラクトンには、10 のマイナス 8~9 乗モルに達するものがあり、有望であるとしている。彼ら自身は、ヒマワリの阻害物質を精査し、新たに同定したたいへん活性の強いセスキテルペンラクトン類を報告している。

5. 国際アレロパシー学会と日本のアレロパシー研究会

1) 国際アレロパシー学会の成立

1996 年 9 月 14 日~18 日にスペインで第 1 回国際アレロパシー会議が開催され、約 300 名の参加があり、国際アレロパシー学会が成立した。アメリカ・オクラホマ州立大学のジョージ・ウオーラー博士が会長に選出された。第 2 回国際会議は 1999 年にカナダで開催される予定である。参加ご希望の方は著者 (下記) までご連絡下さい。

2) 日本におけるアレロパシー研究会

わが国においても、国際アレロパシー学会との連絡役として、いろいろな学会で発表されるアレロパシー関連の研究を横断的に繋げようとする小さな勉強会として、「アレロパシー研究会」を設置し、事務局を、農業環境技術研究所他感物質研究室内に置いて会員を

募っています。本会は正式の学会でも研究会でもなく、会誌の発行も不定期ですが、アレロパシーに興味を持たれる方々の集まりとし、研究の発展に役立てたいと考えています。ご興味のある方は、下記にお問い合わせ、お申し込み下さい。

〒305-0856 茨城県つくば市観音台3-1-1 農業環境技術研究所 他感物質研究室内、
アレロパシー研究会
Tel: 0298-38-8246 FAX: 0298-38-8338
E-mail: yfujii@niaes.affrc.go.jp
会費: 3,000円(個人)、1,500円(学生)
郵便振替: 00170-0-583335
ただし、会費は数年分とします。郵便連絡費等が不足した時点で再度お願いします

おわりに

アレロパシーに関しては、興味ある現象が存在するが、作用物質とその機構が完璧に明らかにされたものは少ない。また、現場では土壌因子や生物・物理的因子など複雑な因子を含むためアレロパシーの寄与を解明するためには、生態学者、植物学者、生化学者、天然物有機化学者の共同研究が今後ますます必要になると思われる。

近年、植物のアレロパシー等の天然物質を利用した雑草防除に対する期待が高まっている。アメリカ合衆国では、農務省(USDA)の傘下に、国立天然物開発研究センター(National Center for the Development of Natural Products)が1996年10月に開設された。この研究機関はミシシッピ大学に附置され、連邦政府が建物に800万ドルを投資して第一期工事が完成しており、研究員100名、うちアレロパシー関係は20名である。将来更に10億円投資して農学・薬学・食品関係などのさまざまな分野を含んで総勢200名の巨大な研究所になる予定であるという。天然物の同定に関しては現在のわが国の大学や民間会社研究所の中にはアメリカをしのぐ世界最高水準のものがあるが、将来もこれを維持し、技術立国を支えるために、今後この分野の国公立研究機関の新設あるいは充実を望むものである。

参考文献

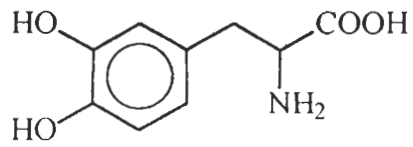
- 沼田 真(1977): 植物群落と他感作用、化学と生物, 15,412-418
小清水弘一(1988): 「新編生理活性天然物質」柴田承二編、医歯薬出版,pp.99-101
水谷純也(1988); 高等植物における防御機構、農化誌、62, 983-985
E.L.ライス著、八巻敏雄・安田 環・藤井義晴訳(1991): 「アレロパシー」、学会出版センター
藤井義晴(1989): 他感物質利用による雑草防除、農業および園芸 64, 177-182
藤井義晴(1990): 植物のアレロパシー、化学と生物 28,471-478
藤井義晴、土屋一成(1993): 土壌-植物系における他感物質の役割、「土壌構成成分解析法(II)」、博友社、pp.81-125

- 藤井義晴(1994) : アレロパシー検定法の確立とムクナに含まれる作用物質 L-DOPA の機能、農業環境技術研究所報告 10, 115-218
- Fujii, Y (1994): The allelopathic effect of some rice varieties. In Integrated Management of Paddy and Aquatic Weeds in Asia, FFTC Book Series No.45, 160-165
- 藤井義晴(1995) : ヘアリーベッチの他感作用による雑草の制御—休耕地・耕作放棄地や果樹園への利用—、農業技術、50、199-204
- Harborne, J.B.(1990) : Role of secondary metabolites in chemical defense mechanisms in plants. in 「Bioactive Compounds from Plants 」, Ciba Foundation Symposium 154, pp.126-139
- Rizvi, S.J.H. and V.Rizvi ed.(1992): 「Allelopathy, Basic and Applied Aspects」, Chapman and Hall, London, pp.480

表 1 アレロパシーの報告されている植物の例

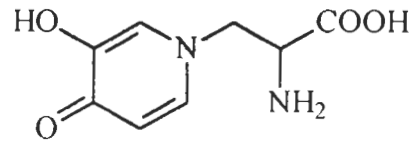
-
- 1) 作物: オオムギ、ライムギ、エンバク、コムギ、スーダングラス、ソルガム、ソバ、クローバ類、ルーピン、ヒマワリ、サツマイモ、ムクナ(ハッシュョウマメ)
 - 2) 野菜: アスパラガス、エンドウ、サトイモ、スイカ、サツマイモの類
 - 3) 樹木: クルミ、ギンネム、アカガシワ、アカマツ、ナラ、ウルシ、ニセアカシア、ボダイジュ、キハダ、セイヨウナナカマド、カエデ、ニレ、プラタナス、バルサムポプラ、ユーカリ、ブナ、サクラ、トウヒ、イチヨウ、タマリンド、グリシジア、モモ、ウメ、イチジク
 - 4) 雑草: キク科: セイタカアワダチソウ、オオアレチノギク、ヒメジョオン、ハルジオン、ヒメムカシヨモギ、ヨモギ、ブタクサ、オオオナモミ
 イネ科: メヒシバ、オヒシバ、ギョウギシバ、エノコログサ、イヌビエ、スズメノチャキ、オオクサキビ、カラスムギ、チガヤ
 アブラナ科: キレハイヌガラシ、クロガラシ、アマナズナ
 タデ科: オオイヌタデ、ハルタデ、スイバ、ギシギシ類
 その他の科: ハマスゲ、ヒガンバナ、クズ、ヤエムグラ、ヨウシュヤマゴボウ、ドクダミ、シロザ、イヌビユ、アオゲイトウ、スベリヒユ、オオツメクサ、ハコベ、イチビ、ヤブガラシ、チドメグサ、アレチマツヨイグサ、カタバミ
 - 5) 牧草: ハルガヤ、リードキャナリーグラス、ペレニアルライグラス、トールフェスク、アルファルファ、クローバ類、ヘアリーベッチ、コモンベッチ、チモシー
 - 6) 薬草・毒草: (これらの中には植物生育阻害物質を含むものが多い)
 クズ、ヨウシュヤマゴボウ、ムクナ、ドクダミ、オキナグサ、センニンソウ、アサ、ヒガンバナ、レモングラス、オウレン、キハダ、クサノオウ、ヒナゲシ、タバコ、コンフリー、アマ
-

報告のあるものを羅列した。現象の報告のみで、その作用物質が解明されていないものも多い。



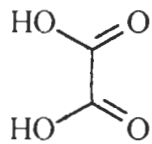
DOPA

ムクナ、ハッショウマメ
ソラマメ



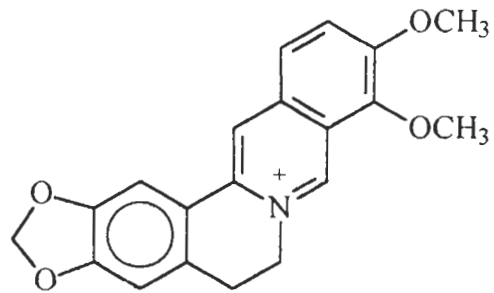
Mimosine

ギンネム、オジギソウ、
ミズオジギソウ



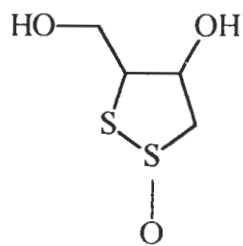
Oxalic acid

カタバミ、シュウカイドウ
ベゴニア、スイバ

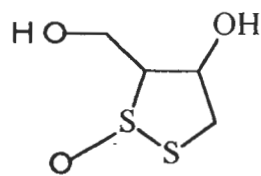


Berberine

メギ、オウレン、キハダ



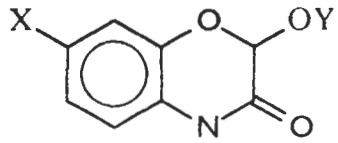
SZ⁻¹ and SZ⁴



SZ² and SZ³

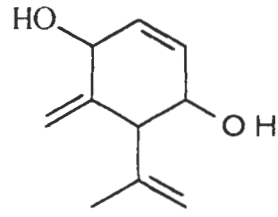
ナガボノウルシ

図1 生態秩序プロジェクトで同定したアレロパシー物質と含有植物



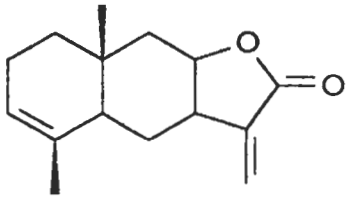
X=H, Y=H **DIBOA** (ライムギ)

X=CH₃, Y=H **DIMBOA**
(コムギ、トウモロコシ)



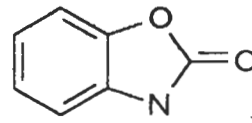
Piquerol A

Piqueria trinervia
アワユキギク

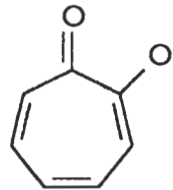


Isoalloalantolactone

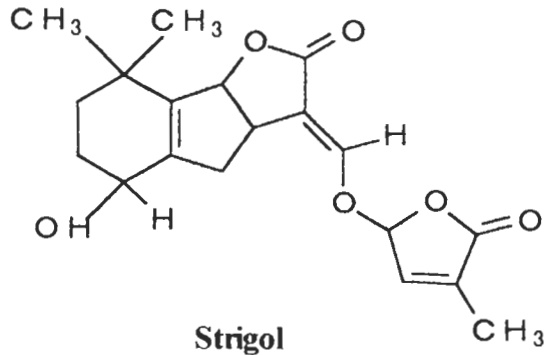
Rutibida mexicana
アワユキギクの類



Benzoxazolinone



Tropolone



Strigol

図2 その他の有力なアレロパシー候補物質と含む植物