

のり面雑草抑制機能を有する植物の探索

早川 敏雄* 志村 稔* 京谷 隆*

Screening of the Allelopathic Potential in Herbaceous Plants to Suppress the Growth of Weeds on a Bank

Toshio HAYAKAWA Minoru SHIMURA Takashi KYOTANI

We examined an allelopathic potential in herbaceous plants. Several plant leaves exhibited inhibitory effect on radicle and hypocotyl growth of lettuce seedling in the sandwich method. Strong growth inhibition of lettuce seedling was obtained with *Fallopia japonica* (itadori), *Centaurea cyanus* (yaguruma-giku), and *Eremochloa ophiuroides* (mukadeshiba). The present study also suggested that *C. cyanus* could suppress the growth of *Solidago canadensis* var. *scabra* (seitaka-awadachiso) cultivating on soil. Although we could not identify the allelochemical of *C. cyanus* clearly, catechin derivatives appear to be one of the candidate of the allelochemical.

キーワード：雑草，のり面，アレロパシー，植生管理

1. はじめに

雑草は人間にとって最も身近な自然の一つであり、同時にやっかいな存在でもある。雑草の特徴として、人間による攪乱があるところに生育でき、かつ、人間の積極的な保護を必要としないことが挙げられる¹⁾。人間による攪乱とは、踏みつけ、草刈り、土壌の攪拌（耕耘）などのことであり、こうした抑圧を受けても生き延びることができる強い植物であることを示している。また、人間による保護がなくても、日照・高温・水分や肥料の不足という状況に耐えられる植物でもある。このような特徴を持つ雑草の発生や成長を制御することは容易なことではない。除草剤が実用化される以前には、農業における労働時間の大半が除草作業に当てられていたことからその困難さがわかる。除草剤の開発により、農耕地では雑草制御技術が確立したといえる状況にある一方で、鉄道沿線などの非農耕地では、地上部を刈り取る方法が現在でも主流であり、より効果的な防除方法が求められている。

鉄道沿線でも雑草防除は必要であり、特に、犬走りやのり面の雑草が過剰に繁茂することは、信号の視認性の低下、保線作業の妨げ、景観への悪化などをもたらすため容認することはできない。このため、刈り取りや、除草剤散布などの雑草防除作業が毎年おこなわれている。しかし、その労力と費用が鉄道事業者には負担となっている。一方、環境を重視する社会情勢から化学除草剤の使用は沿線住民の理解を得ることはますます難しくなっ

ている。このため、雑草の生態や生物学的な性質を利用した、エコロジカルな雑草管理技術に対する期待が高まってきた。こうした方法の一つとして、微生物や昆虫などの天敵や、植物同士の生存競争を雑草管理に利用することに心が持たれるようになってきた。本研究では、アレロパシーと呼ばれる植物の作用に注目し、これを雑草管理に利用するための第一歩として、アレロパシー作用が強い植物の探索をおこなった。また、アレロパシー作用の原因物質の解析を試みた。

2. アレロパシー植物のスクリーニング

2.1 アレロパシーとは

植物は、動物のように移動することや、声を発することがないため、孤立した存在と考えられがちである。しかし、実際には化学物質を介して、周囲の生物との間で刺激の授受や、働きかけを行っていることが明らかになってきた²⁾。こうしたもののうち、「ある植物から放出される化学物質が、他の植物や微生物に何らかの影響を及ぼす現象」のことをアレロパシー（他感作用）と呼んでいる。アレロパシーには、本来は阻害的作用と促進的作用の両方が含まれるが、図1に示す様な成長阻害作用に対してアレロパシーという言葉が使われることが多い。国内ではアカマツ、ヒガンバナ、セイタカアワダチソウなどがアレロパシー植物として知られている（セイタカアワダチソウについては否定的意見もある）。アレロパシーの原因となる化学物質のことをアレロケミカルあるいはアレロパシー物質と呼ぶ。

アレロパシーは自然界では植生の遷移などに関与して

* 環境工学研究部（生物工学）

コ種苗)を5個づつ静置した。20℃で3日間培養後、発芽したすべての種子の幼根長を測定した。レタスの種子は、発芽率が高く入手も容易であることからサンドイッチ法やプラントボックス法などの簡易なアレロパシー検定ではよく利用されているため、本実験でもレタス種子を使用した。

図3にサンドイッチ法による検定結果を示す。図3では、アレロパシー作用の強さを示すため、幼根の伸張阻害率(対照実験群と差が無い場合は0%、幼根がまったく伸長しない場合は阻害率100%となる)を縦軸として示した。アレロパシー植物であるとされているセイタカアワダチソウを基準として、これよりも幼根の伸張阻害効果が高い植物を高アレロパシー植物と考えることにした。試料量50mgの場合の成長阻害率を比較するとイタドリ、グルマギク、ムカデシバなどがこの条件を満たした。しかし、イタドリは鉄道のり面における代表的な防除対象雑草の一つであり、のり面での利用は難しいと判断した。さらに、図3の試料量10mgの結果は、ヤグルマギクは少量でも効果的であることを示している(ムカデシバは試料量10mgの試験では変動が大きく、信頼できる結果を得ることができなかった)。また、ヤグルマギクは緑化などに利用されているため、種子入手も容易である。以上の理由から、ヤグルマギクを選抜した。

次に、あらかじめ土壌で栽培したセイタカアワダチソウの周囲にヤグルマギクを植え、セイタカアワダチソウの成長に対する抑止効果を調べたところ、無処理区の個体に比べてわずか(約27%)ではあるが、草丈が小さくなった。また、生植物を植えるのではなく、乾燥したヤグルマギク茎葉部をセイタカアワダチソウの周囲に敷き、散水した場合でも30%の草丈が抑制された。これらの試験は、再現性の確認が不十分であるため、効果について断定することはできないが、土壌環境でもある程度の効果がある可能性を示唆している。

2.3 アレロパシー物質の解析

サンドイッチ法によりアレロパシー作用が強いと考えられたヤグルマギク(*Centaurea cyanus*)は、緑化などに使用されているキク科の植物であり色鮮やかな花をつける見た目にも良い植物である。このヤグルマギクと近縁でヨーロッパに分布していた*Centaurea maculosa*(和名なし)が、近年米国で勢力を拡大している。Vivancoらは*Centaurea maculosa*はアレロパシーにより他の植物との生存競争に勝つために急速に勢力を拡大したと考え、実験によりカテキンが*Centaurea maculosa*におけるアレロケミカルであると報告した^{7,8)}。本研究で選抜したヤグルマギクは*Centaurea maculosa*と近縁の種類であることから、同様にカテキンをアレロケミカルとして利用している可能性が考えられる。カテキンは

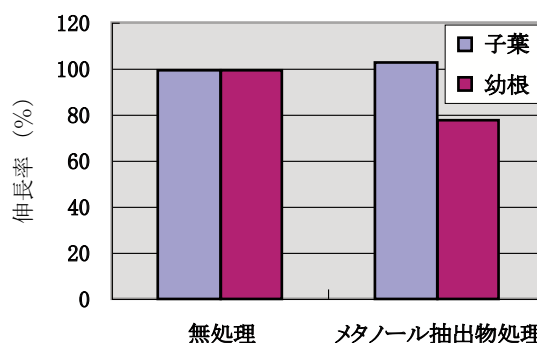


図4 ヤグルマギクのメタノール抽出物による伸長阻害効果

チャをはじめとして植物に広く含まれ、食品成分として日常的に摂取していることから、人体への影響を心配する必要がない雑草成長抑制剤につながる可能性もある。図3において、市販のチャが強い伸長阻害作用を示していることもカテキンとアレロパシーの関係を想像させる。このため、ヤグルマギクのアレロパシー物質がカテキンであるかどうかを確認した。

ヤグルマギクの乾燥葉をメタノールに48時間浸漬して抽出液を得、さらに減圧乾燥したのち、メタノール10mlに再溶解して試料液とした。試料液に直径3cmの濾紙を浸し、風乾してメタノールだけを除去することで抽出物を保持する濾紙を作成した。この濾紙を用いてサンドイッチ法の要領でレタスに対する影響を検定したところ、子葉に対しては影響がないものの、幼根の伸長を阻害することがわかった(図4)。この結果は、メタノール抽出物の中に幼根の伸長を阻害する物質(アレロケミカル)が含まれることを示している。しかし、メタノール抽出物中には多くの化合物が含まれるため、どれがアレロケミカルであるかを特定することは困難と考えられる。このため、溶媒分画法による絞り込みを行った。これは、化学物質の解離状態がpHによって変化し、その結果、溶媒に対する親和性が変化することを利用して、酸性成分、弱酸性成分、中性成分、塩基性成分の4つの成分に分別する方法である(図5)。ただし、この方法では糖類などのきわめて水溶性が強い成分は回収できないため、4つの成分のいずれにも伸長抑制効果が認められない場合には、強水溶性物質の中に目的物質があると考えられる。溶媒分画法によって調製した各成分を濾紙に含浸させ、同様の方法でレタスに対する伸長阻害効果を検定した結果、酸性成分が強い伸長阻害効果を示した(図6)。また、弱酸性成分も弱い効果を示した。薄層クロマトグラフィーを用いて酸性成分をさらに分別し、バイオアッセイにより酸性成分中の活性物質を調べたところ、カテキンとは明らかに異なる物質にレタスの伸長阻害作用があることを示唆する結果が得られた。

ヤグルマギク試料量が不十分であったためこれ以上の

特集：環境技術

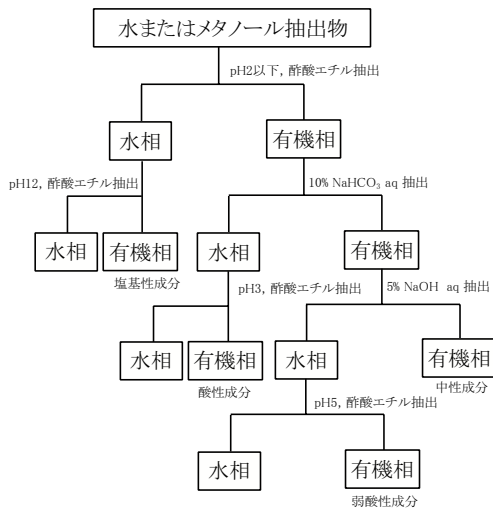


図5 溶媒分画法による成分分別

検討ができなかったが、近縁種ではカテキンがアレロケミカルであること、および、今回行った溶媒分画法では、カテキンおよびその誘導体は酸性成分に分画されること（化学構造からどの成分に分類されるかを推定できる）から、ヤグルマギクではカテキン誘導体がアレロパシーに関与している可能性は残っている。さらに詳しい検討が必要と考える。

3. まとめ

植物茎葉部のアレロパシー能力を検定した結果、効果の大小の差はあるものの、予想以上に多くの植物がアレロパシーを示すことがわかった。したがって、より多くの植物を調べることで、実用的なレベルのアレロパシー植物が見いだされる可能性はある。アレロパシー作用が強いと判定した植物のうち、ヤグルマギクを使って土壌環境での効果を調べたところ、弱いながらも効果の可能性ががあることが示唆された。また、ヤグルマギクのアレロパシー物質は、カテキンの類縁物質であると推測した。

4. おわりに

日本の気候条件では、適切な管理をせずに放置しておけば雑草が繁茂してしまう。望ましい状態を保つためには、草刈りや除草剤散布を行わなければならないが、費用や環境影響という課題がある。このため近年では、アレロパシーの利用が注目を集めているようであり、多数の研究結果が報告されている。現在のところ、本報告も

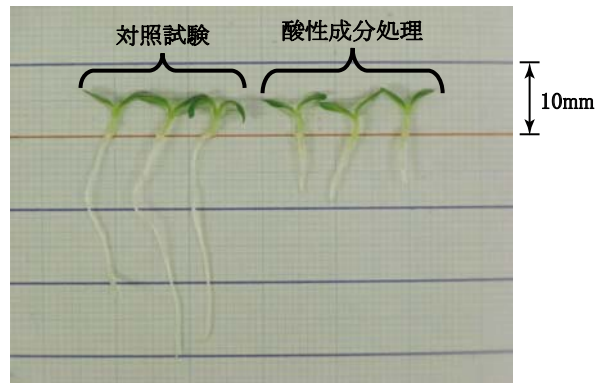


図6 幼根の伸張阻害効果

含めて、基礎的な研究にとどまっているが、将来的にはアレロパシー物質の解明や、それに基づく強力なアレロパシー植物の育種などが期待できる。また、多様な植物が互いに競争しつつ共存する状況は、昨今注目されている生物多様性の保全の面でも望ましいともいえる。のり面の景観や機能を守りつつ、さらに新しい価値を付加していくためにも、自然界の法則を取り入れたのり面植生の管理技術を考えていくことが必要と考える。

文献

- 1) 伊藤操子, 雑草学総論, 養賢堂, p.13, 1993
- 2) I. T. Baldwin, R. Halitschke, A. Paschold, C. C. von Dahl, Volatile Signaling in Plant-Plant Interactions: "Talking Trees" in the Genomics Era. Science, Vol.311, pp.812-815, 2006.
- 3) 新谷博, 平館俊太郎, 藤井義晴, 赤米等のアレロパシー活性とアレロケミカルの探索 雑草研究, 43, pp174~175, Vol.11, No.12, pp574-580, 2004
- 4) 草地科学実験・調査法, 全国農村調査協会, pp.239-245, 2004
- 5) 藤井義晴, アレロパシー, 農文協, pp.186-189, 2000
- 6) 藤井義晴, アレロパシー, 農文協, pp.179-186, 2000
- 7) Inderjit, R. M. Callaway, J. M. Vivanco, Can plant biochemistry contribute to understanding of invasion ecology? TRENDS in Plant Science, Vol.311, pp.812-815, 2006.
- 8) L. G. Perry, G. C. Thelen, W. M. Ridenour, R. M. Callaway, M. W. Paschke, J. M. Vivanco, Concentrations of the allelochemical (±)-catechin in Centaurea maclosa soils. J. Chem. Ecol., Vol.33, pp.2337-2344, 2007.