

自然循環型農業における他感作用の応用について

農業環境技術研究所 藤井義晴

1. 他感作用の定義と意義

他感作用（アレロパシー (Allelopathy)）は、「植物が放出する化学物質が他の生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」を意味する^{1,2,3)}。他感作用は光や養分の競合が限定要因にならないとき重要な役割を果たしている。一般に阻害作用が顕著に現れることが多いが、促進作用も含む概念である³⁾。二次代謝物質として知られる、植物に特異的に存在するアルカロイドやサポニンやフラボノイド等の物質の存在意義であり、古い植物、生長が遅い植物や弱い植物が生き残ってきた手段の一つであり、植物のみが持っている作用である⁴⁾。

2. 他感作用の強い植物の自然循環型農業への利用法

2-1. 被覆作物の利用：

他感作用を持つ植物を被覆作物(カバークropp:cover crop)として、果樹・野菜等の栽培時の雑草防除に利用する⁵⁾。これに利用することができる植物としてヘアリーベッチ、コモンベッチ、ムクナ、クローバ類、ソバ、ムギ類などが有望である。ヘアリーベッチなどマメ科緑肥作物は、化学肥料を節約する効果も期待できる。また、自給飼料として畜産にも貢献できる。

2-2. 敷き藁の利用：

他感作用の強い植物のわらや枯れ葉を敷き藁（マルチ:mulch）として利用する。これらは日本では1300年前に書かれた播磨風土記にも記載があるほど古くから主に肥料成分を期待して行われてきた農法であるが、他感作用の観点からも再評価できる⁴⁾。コムギ・エンバク・ライムギなどの藁、アシやチガヤの刈り草、アカマツの落葉などが有効である。

2-3. 混植栽培と共栄植物の利用：

混植は、土地の有効利用、エネルギー資源の節約に加えて、他感作用による雑草や病害虫防除効果があり、連作障害を緩和する農法として有効である。また、混植すると互いに生育が良くなる組み合わせを「共栄植物」と呼ぶが、これにも他感作用が関与している⁴⁾。

3. 具体的な他感作用の強い植物の紹介と農業への応用事例

3-1. 果樹園や稲作にヘアリーベッチ

ヘアリーベッチ(*Vicia villosa*) (写真1) はマメ科ソラマメ属の植物で、牧草として利用されていた。マイナス20℃まで生育可能で、越年生の草本である。秋播きで春先の雑草を完全に抑制する。休耕地・耕作放棄地を管理し、再復元できる技術としても有望である⁶⁾。発表者ら



写真1 ヘアリーベッチの花

は、生物検定でヘアリーベッチに強い他感作用を検出した。ヘアリーベッチの他感物質として、シアナミド(Cyanamide)を同定した^{7,8)}。この物質は石灰窒素の有効成分として既知であるが、生物に含まれる天然物であることを見いだしたのは世界初である。ヘアリーベッチは現地圃場でも雑草抑制作用が強く、緑肥効果と土壌保全効果も期待できる。

ヘアリーベッチによる畑・果樹園の雑草抑制:ヘアリーベッチは10アールあたり3~4kgを秋(9~10月)に播種すると、春先~初夏に圃場を全面被覆して雑草を完璧に抑制し、開花後一斉に枯れて敷き藁状になる。10アールあたり10~25kgの窒素固定をする。花外蜜腺を持ちテントウムシを集めて害虫密度を下げる。蜜蜂の良い蜜源となる。これらの特性から、果樹園の下草管理に最適であり⁶⁾、日本では、カキ・ナシ・ウメ・ブドウ・キウイ・ミカンなどの草生栽培に広がりつつある。愛媛県ではこの農法を10年継続しJAS有機認証をとったミカン農家がある。

ヘアリーベッチによる不耕起無農薬稲作:発表者は1992年春に四国農業試験場においてヘアリーベッチ不耕起栽培による稲作を考案し、農環研で完成させた⁹⁾。その後愛媛大学、長崎県総合農林試験場、有機稲作研究所でも追試された。秋田県大潟村の篤農家白田さんはこれを採用してJAS有機認証をとった稲作を完成され、全国的に注目を集めている。

3-2. 大規模な緑肥や新たな食糧資源に八升豆:

マメ科植物ムクナ(*Mucuna pruriens*) (写真2)はヒマラヤ原産で中国から日本に古く分布している。富貴豆・虎爪豆の名もある。豆の収量は年間1ヘクタールあたり5トンと多収である。発表者らは、その他感作用を研究し、ムクナの生葉や根に生体重の1%にも達する多量に含まれる特殊なアミノ酸L-3,4-ジヒドロキシフェニルアラニン(L-DOPA、L-ドーパ)が他感物質であることを明らかにした¹⁰⁾。L-ドーパは、広葉の雑草の生育を阻害するが、トウモロコシやソルガムなどのイネ科植物は阻害しない。ブラジルではムクナをトウモロコシと混植する混植が行われている。L-ドーパは土壌中では速やかに分解されて後作に悪影響を及ぼさない。L-ドーパは、ヒトの脳内の神経伝達物質であるドーパミンの前駆体であり、人間においても植物においても情報伝達に関係していることは興味深い。



写真2 ムクナの花

3-3. 他感作用の強い古代稲と赤米:

発表者は、独自に開発した生物検定法によってイネの他感作用活性を検索した結果、概して近代の栽培種の活性は低く、野生種、在来品種の中に、活性の強いものを検出した¹¹⁾。特に古代から栽培されている「赤米」系統の活性が強かった。特に、日本在来の「阿波赤米」と、中国在来の「紅血糯」が強く、圃場試験でも雑草抑制作用を示した。

3-4. ヒガンバナ(石蒜)の復活:

ヒガンバナ(*Lycoris radiate*) (写真3)は中国南部原産で、縄文時代に日本に持ち込まれたものとされている。ただし日本のヒガンバナは3倍体で鱗茎が大きく種子が出来ない。ヒガンバナの全草、とくに鱗茎にはリコリン(Lycorine)という猛毒アルカロイド(神経毒)

が含まれ、雑草抑制物質として働いている¹²⁾。日本では水田畦畔でネズミやモグラが穴を開けるのを防ぐために栽培されていた。飢饉の時には鱗茎を掘り上げ、アルカロイドを水洗して除去した後、約30%も含まれるデンプンを食用にしていた。江戸時代の大飢饉のときに市場で売買されたとの記録がある。畦畔強化、景観形成、雑草抑制、非常食糧という多面的機能を持つヒガンバナの復活を呼びかけている。

3-5. ソバ(蕎麦)の他感作用:

宮崎安貞は江戸時代に著書「農業全書」の中で、「ソバはあくが強く、雑草の根はこれと接触して枯れる」との記載がある。最近発表者らは、ソバの他感物質は多量に含まれるルチンであることを明らかにした¹³⁾。やせた土地で栽培可能であり、雑草に強く¹⁴⁾、オオブタクサのような外来雑草を駆除できることを実証した。ソバは中国原産であることが最近証明されたが、日本と中国では独自の食文化がある。今後さらに普及が望まれる。



写真3 水田畦畔に咲くヒガンバナ

3-6. 粟、稗、黍などの雑穀類:

報告者らは、アワ・ヒエ・コウリヤン等の雑穀が強い他感作用をもつことを明らかにした¹⁵⁾。アワは栄養価が高い。キビは早魃に強く、ヒエは冷害に強い救荒作物である。米麦に偏重せず、古い歴史を持つが現在は低くみられている雑穀を循環型農業で再利用したい。

4. 最後に

本稿で紹介したヘアリーベッチやムクナは、日本や世界の有機農業や環境保全型農業に徐々に広まっている¹⁶⁾。他感作用は植物が持つ自然の力であり、農民は経験的にこれを知り上手に利用していた。今後、伝統的な農業技術に学び、他感作用を科学的に解明し、より安全な食べ物を生産することができる自然循環型農業に役立てたい。

参考文献

- 1) Molisch, H. (1937): Der Einfluss einer Pflanze auf die andere - Allelopathie, Jena, Fisher
- 2) 沼田 真 (1977): 植物群落と他感作用、化学と生物 15,412-418.
- 3) 藤井義晴 (1990): 植物のアレロパシー、化学と生物 28,471-478.
- 4) 藤井義晴 (2000): 「アレロパシー、他感物質の作用と利用」、農文協 (自然と科学技術シリーズ)
- 5) 有田博之、藤井義晴 共編著 (1998): 「グラウンドカバープランツ」、農文協
- 6) 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ー休耕地・耕作放棄地や果樹園への利用ー、農業技術, 50(5), 199-204.
- 7) Kamo, T., Hiradate, S. and Fujii, Y. (2003), First isolation of natural cyanamide as a possible allelochemical from hairy vetch *Vicia villosa*. Journal of Chemical Ecology, 29 (2), 275-283.
- 8) 藤井義晴 (2003), ヘアリーベッチの他感作用と農業への利用および作用成分シアナミ

ドの発見、農業および園芸, 78(9), 958-966 (2003)

- 9) 堀元栄枝、荒木 肇、伊藤一幸、藤井義晴 (2002), ヘアリーベッチ (*Vicia villosa* Roth) を利用した水田における雑草制御と水稲収量への影響, 雑草研究, 47(3), 168-174
- 10) 藤井義晴 (1990), マメ科植物「ムクナ」とは〔1〕利用価値の再評価と新たな可能性について, 農業および園芸, 65(7), 55~60. マメ科植物「ムクナ」とは〔2〕利用価値の再評価と新たな可能性について, 農業および園芸, 65(8), 55~57.
- 11) Fujii, Y.(1993), The allelopathic effect of some rice varieties, Technical Bulletin - Food and Fertilizer Technology Center. 134, 1-6.
- 12) Iqbal, Z., Nasir, H., Hiradate, S., Fujii, Y. (2006), Plant growth inhibitory activity of *Lycoris radiata* Herb. and the possible involvement of lycorine as an allelochemical., Weed Biology and Management, 6 (4), 221-227.
- 13) Golisz, A., Lata, B., Gawronski, S.W., Fujii Y. (2007), Specific and total activities of the allelochemicals identified in Buckwheat, Weed Biology and Management, 7 (3), 164-171.
- 14) Iqbal, Z., Nasir, H., Fujii, Y. (2007), Allelopathic activity of buckwheat: A ground cover crop for weed control. 「Allelopathy, New Concepts and Methodology」 (Fujii, Y. and Hiradate, S. eds.) Science Publisher, pp. 173-183.
- 15) 藤井義晴 (2006), 生物多様性を活用した農業の生産性の向上、とくにアレロパシー活性の強い未利用の作物について, 農業と経済, 2006.11月臨時増刊号、pp. 42-51.
- 16) 藤井義晴 (2005), 他感物質とその農業利用、環境保全型農業大事典、pp. 93-97.