

ヘアリーベッチのアレロパシーによる雑草抑制効果

鄭 紹輝・田中 利依・有馬 進¹⁾

佐賀県唐津市松南町152-1 佐賀大学海浜台地生物環境研究センター、1) 佐賀大学農学部

Allelopathic effect of hairy vetch on weed control

Shao-Hui ZHENG, Rie TANAKA and Susumu ARIMA¹⁾

Coastal Bioenvironment Center, Saga University, 152-1 Shonan-cho, Karatsu Saga 847-0021, Japan,
1) Fac. of Agric., Saga Univ.

要 約

ヘアリーベッチ (*Vicia villosa* Roth.) の雑草抑制効果については既に知られているが、その要因は光の遮蔽や養分の競合によるものが大きく、アレロパシーの寄与率は明らかではない。そこで本実験では、アレロパシーの観点からヘアリーベッチの雑草抑制効果についてサンドイッチ法、混植栽培法および圃場試験を用いて検証した。その結果、サンドイッチ法ではレタスの幼根の伸長抑制率は、ヘアリーベッチで81%、レンゲで80%、アカクローバで69%であり、ヘアリーベッチとレンゲの抑制効果が高かった。また、混植栽培法ではレタス地上部の乾物重はコントロール区の約6.8mgに対し、ヘアリーベッチ区では約3.8mg、アカクローバ区では約5.2mg、レンゲ区では約5.6mgとなり、ヘアリーベッチ区でのレタスの成長は最も悪かった。一方、圃場では無除草のコントロール区に比較して、ヘアリーベッチすき込まない区 (ヘアリーベッチマルチ区) では雑草の発生本数および乾物重ともに著しく減少したが、ヘアリーベッチすき込み区では雑草抑制効果が全くみられなかった。以上より、ヘアリーベッチはアレロパシー物質によって、他の植物の成長を阻害する効果は明らかにあるが、そのアレロパシーによる効果だけでは、圃場レベルの雑草制御は不十分であり、ヘアリーベッチをマルチとして利用する場合、アレロパシーと被覆の相加効果によって雑草制御が可能ではないかと考えられた。

Summary

It is known that hairy vetch (*Vicia villosa* Roth.) plants can restrict the growth of other plants because of its vigorous growth, nutrient absorption and allelopathic effect. Therefore, hairy vetch is used for the weed control. However it is hard to know how much does allelopathic effect contribute to the weed control. The objective of this study is to determine the allelopathic effect of hairy vetch on other plant growth. According to sandwich detecting method, dry grass of hairy vetch inhibited the radical growth of lettuce by 81% compared with that of Chinese milk vetch by 80% and red clover by 69%. Furthermore, dry weight of lettuce plants when planted in the same pot with growing hairy vetch were only 3.8mg against 5.2mg with red clover, 5.6mg with Chinese milk vetch and 6.8mg of the control (lettuce only). On the other hand, at the field condition, there was no effect on the weed control when hairy vetch plants were plowed into the soil. From the above results, even though the allelopathic effect of hairy vetch was detected, the effect is hard to appear in the field by allelopathy only.

1. 緒言

近年、わが国の農業は化学肥料や農薬を大量投与することで農業生態系や人体に及ぼす影響が問題となり、環境調和型農業への関心が高まってい

る。アレロパシーの農業への利用は、雑草・病害虫防除、収量増加などの効果を化学肥料や農薬に頼らずに期待できることで注目されている。アレロパシーとは「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」であると定義される。アレロパシー現象は多くの植物学者、農業従事者によって、古くから認知されてきたにもかかわらず、その研究が行われるようになったのは1900年代以降である (Rice 1991)。多くの研究により、アレロパシーと示唆される現象やエチレン、フェノール酸、テルペノイドなどのアレロパシー原因物質候補も多く知られているが、自然生態系において、光や水、養分の競合、物理的あるいは生物的な要因とアレロパシーを区別することは困難であった (浅川 1993)。しかし藤井 (1994) は、植物の根や葉由来の物質によるアレロパシーを証明する手法として、圃場試験では、阻害作用のみならず共栄関係も検出できる置換栽培法 (2植物を混植するとき、栽植密度を一定にし、その栽植割合を変化させる方法)、ガラス室試験では、光、養分競合を回避できる階段栽培法 (階段状にポットを並べ光の競合を失くすとともに、砂耕栽培で培養液を循環させて養分競合を回避し、2植物を交互に接続し、互いの影響を調べる) などがある。また、実験室規模の検定、実証法として、根から出る物質を検定するプラントボックス法 (寒天中で植物を混植する)、葉から出る物質を検出するサンドイッチ法 (寒天中に植物の葉を埋め込んだバイオアッセイ) などを紹介した。また、農業に利用できるアレロパシーを持つ植物として、ムギ類、クローバ類などが知られており、特にヘアリーベッチは強い被覆力で、春から初夏の雑草抑制に優れ、緑肥作物としての効果もあることから、最も実用性の高い植物として注目されている。実際に、畑地、果樹園、休耕地などで、ヘアリーベッチ4~5 kg/10aを秋播きすることで、春から初夏にかけての雑草をほぼ完全に抑制することができる (花野ら 1998)。また、慣行のマルチ資材とヘアリーベッチをマルチとして栽培したトマトの果実の収量と品質を比較すると、収量はいずれのマルチもほぼ同程度であったが、品質はヘアリーベッチをマルチにしたほうが向上した (群可掛 1999)。また、水稲前作として秋にヘアリーベッチを4 kg/10a播種し、5月上旬にローラー鎮圧、灌漑をして田植えを行ったヘアリーベッチマルチ区は、除草剤を使用した慣行法と同程度雑草を抑制した事例もある (堀元ら 2002)。ところで、

ヘアリーベッチのアレロパシー原因物質の可能性のあるものとして、シアナミド (種子休眠覚醒効果、除草効果、肥料効果もある化学物質) が同定された (Kamo et al., 2003) が、ヘアリーベッチの雑草抑制効果は物理的要因が大きく、アレロパシーの貢献度は明らかではない。そこで本実験では、ヘアリーベッチのもつアレロパシー活性をより明確にするため、実験室におけるサンドイッチ法、ガラス温室における混植栽培法を用いた。また、圃場ではヘアリーベッチを植えた後の雑草発生調査の結果により、アレロパシーの観点からヘアリーベッチの雑草抑制効果を検証した。

2. 材料および方法

実験1 サンドイッチ法を用いた検定

サンドイッチ法は寒天培地中に埋め込んだ試料の乾燥葉から滲出する物質のアレロパシー活性を、寒天培地上に播種した検定植物の種子根などの伸長抑制程度から判定する方法である (藤井 1998)。

ヘアリーベッチとアカクローバを2004年10月6日にそれぞれポットに播種し、11月17日にハウスに移して栽培し、12月8日に採集したものと、レンゲを10月21日にポットに播種し、11月17日にハウスに移して栽培し、12月8日に採集したものと、以上3種類を供試植物とした。供試植物は乾燥機に入れて80℃で2日間乾燥させ、葉と茎をそれぞれ5 mmを目安にはさみで細かく切り、試料とした。組織培養6穴マルチディッシュ (Costar社) に10mgの試料を置き、40~45℃の0.5%寒天を5 ml加え試料が浮遊した状態で固化させた。その後、更に寒天5 mlを加え、試料をサンドイッチ状に挟み込んだ状態で固化させた。UVライトで1時間殺菌後、寒天上に検定植物としてレタス種子を10粒ずつ播種し、25℃暗黒下で3日間培養し、下胚軸と幼根の長さを測定した。また、0.5%の寒天を10 ml加え、固化させた上にレタス種子を10粒ずつ播種し、同様の条件に置いたものをコントロールとした。

実験2 混植栽培法を用いた検定

本実験は、藤井 (1994) の階段栽培法 (階段状にポットを並べ光の競合を失くすとともに、砂耕栽培で培養液を循環させて養分競合を回避し、2植物を交互に接続し、互いの影響を調べる) を

参考に行った。まず10月6日に砂を詰めたポットを用意し、1ポットの半分にヘアリーベッチ、アカクロバおよびレンゲを播種し、ガラス温室で栽培した。供試植物がある程度生長した11月29日にヘアリーベッチ、アカクロバ、レンゲが植えてあるポットの半分と砂を詰めただけのポットにレタス種子を20粒ずつ播種した。同時にレタス出芽後、相互遮蔽しないように、境目に防虫網をはって区分した。1月6日にレタスの地上部の長さを測定した後、2日間80℃の乾燥機にかけ、乾物重を測定した。また、水を週2回、栄養液（ハイポネックス液6-10-5、500倍希釈）を週1回与えた。なお、生育期間中の温室の温度は、15～25℃に制御されていた。

実験3 圃場検定

本実験は、実際の圃場でヘアリーベッチによる雑草抑制効果とそのうちのアレロパシーによる効果がどの程度あるかを検証するために行った。本センターの上場圃場で2004年11月5日にヘアリーベッチを播種し、出芽率が低かったと思われるため、2005年3月3日に追播した。調査区をコントロール区（前作なし）、ヘアリーベッチマルチ区（ヘアリーベッチの枯死後、その上に作物を移植）、ヘアリーベッチすき込み区（5月28日にヘアリーベッチをすき込んで、作物を移植）の3区に分けた。肥料は、窒素、リン酸、カリウムをそれぞれ10a当たり5kgずつ施した。6月14日に苗床にアワ、キビ、ハトムギ、トウモロコシの種子を播き、育苗し、7月1日に圃場に移植した。なお、移植前に全ての区において除草しておいた。3区での雑草発生（種類、総重量）の調査を移植1ヶ月後（8月1日）に行った。また、調査は各区ランダムに選んだ3ヵ所について25×25cmの枠の範囲で行った。

3. 結果

実験1 サンドイッチ法を用いた検定

図1に示したように、ヘアリーベッチ、レンゲ、アカクロバのいずれもレタス芽生えの下胚軸伸長を抑制した。コントロールに対する下胚軸伸長の抑制率は、ヘアリーベッチで約71%、レンゲで約67%、アカクロバで約44%であり、ヘアリーベッチの抑制効果が最も高かった。また、レタス芽生え幼根の伸長は、ヘアリーベッチ、レン

ゲ、アカクロバいずれの区においても著しく抑制され、コントロールに対する幼根伸長の抑制率は、ヘアリーベッチで81%、レンゲで80%、アカクロバで69%であり、ヘアリーベッチとレンゲの抑制効果が高かった（図2）。

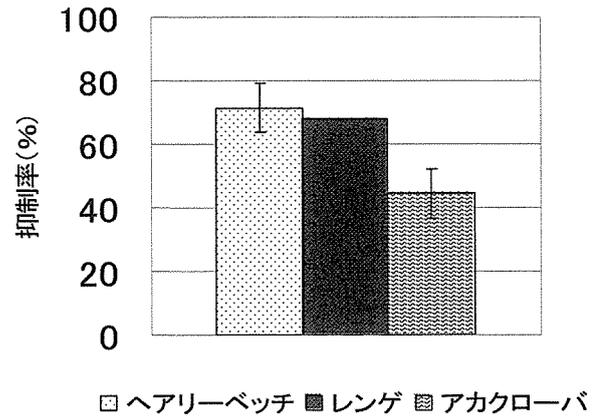


図1 サンドイッチ法における各種植物がレタス芽生え下胚軸の伸長に及ぼす影響

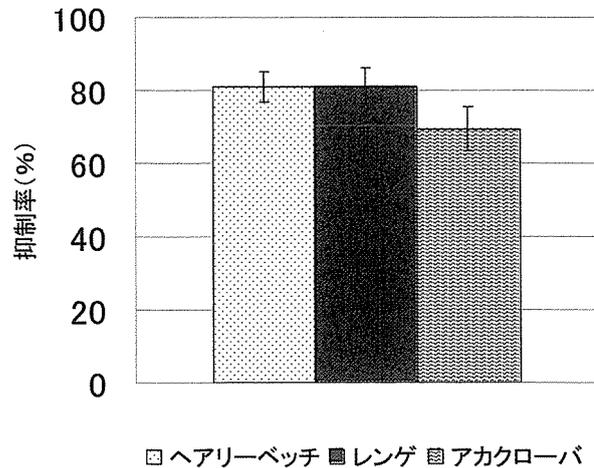


図2 サンドイッチ法における各種植物がレタス芽生え幼根の伸長に及ぼす影響

実験2 混植栽培法を用いた検定

図3に示したように、レタスの草丈は、ヘアリーベッチ区ではコントロール区に比べわずかに小さかったが、ばらつきが大きく、有意差は検出されなかった。また、コントロールに対する抑制率が15%と低いため、ヘアリーベッチがレタス地上部の伸長を抑制したかどうかは明らかではなかった。しかし、レタス地上部の乾物重はコントロール区の約6.8mgに対し、ヘアリーベッチ区では約3.8mg、アカクロバ区では約5.2mg、レンゲ区では約5.6mgと、ヘアリーベッチ区が最も小さ

かった (図4)。

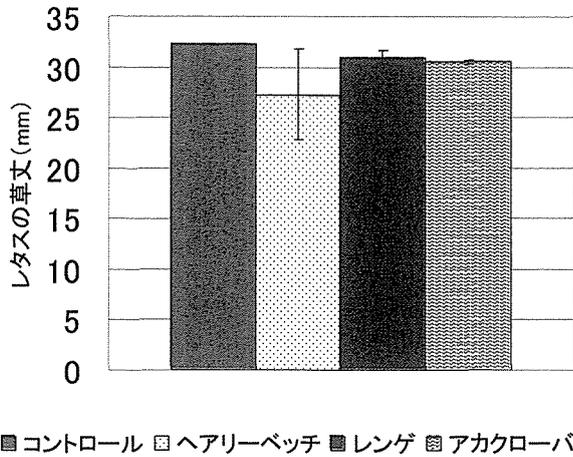


図3 混植栽培法における各種植物がレタスの草丈に及ぼす影響

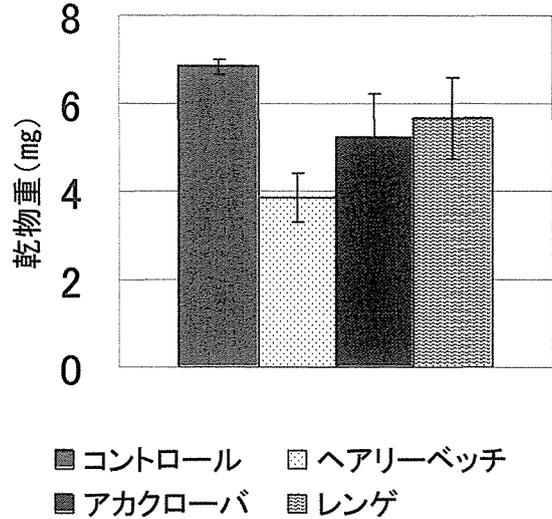


図4 混植栽培法における各種植物がレタス地上部の乾物重に及ぼす影響

実験3 圃場検定

5月26日時点で、ヘアリーベッチはよく繁茂して圃場全面を被覆し、雑草の侵入を完全に抑えていた。7月後半になり、ヘアリーベッチマルチ区では、雑草が一面に繁茂したコントロール区やヘアリーベッチすき込み区に比べ、雑草の繁茂がかなり抑制されていた。また、8月1日時点で、生えていた雑草のほとんどは、全ての区でメヒシバであったが (図5)、コントロール区ではエノキグサ、ヘアリーベッチすき込み区とヘアリーベ

ッチマルチ区ではタカサブロウのような広葉雑草もみられた。また、雑草の本数はコントロール区、ヘアリーベッチすき込み区、ヘアリーベッチマルチ区の順に少なくなり、特にヘアリーベッチマルチ区では著しく少なかった (図5)。一方、雑草の乾物重はヘアリーベッチすき込み区、コントロール区、ヘアリーベッチマルチ区の順に小さくなった (図6)。また、コントロール区とヘアリーベッチすき込み区では広葉雑草はみられなかったが、ヘアリーベッチマルチ区ではタカサブロウ、

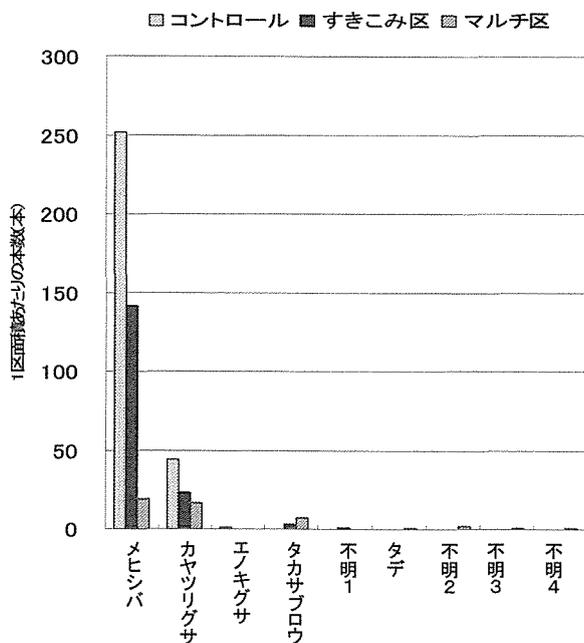


図5 圃場における移植1ヶ月後に発生した雑草の種類と本数

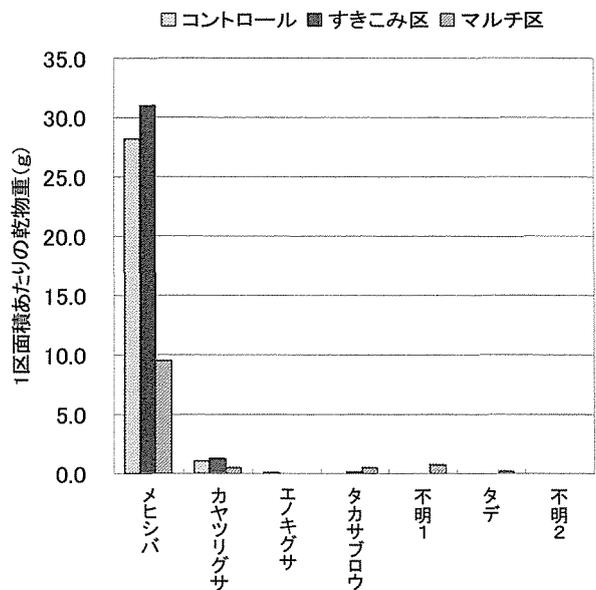


図6 圃場における移植1ヶ月後に発生した雑草種類別の乾物重

オオヨモギ、エノキグサなどが少数ながらみられた。

4. 考察

本研究では3種の手法を用い、ヘアリーベッチの雑草抑制効果におけるアレロパシーの貢献度の検定を試みた。サンドイッチ法ではヘアリーベッチによるレタスの下胚軸と幼根の伸長を抑制する効果がみられた(図2)。混植栽培法ではヘアリーベッチによるレタスの伸長を抑制する効果は見られなかったが(図3)、レタスの乾物重はコントロール区の約半分に減少した(図4)。また、サンドイッチ法は光、養分による競合を排除した方法であり、UV殺菌も行っているため微生物などによる影響も排除している。Fujii (2003) もヘアリーベッチの葉と茎の抽出物(生重量0.1gから抽出)がレタス芽生えの伸長を50%抑制したと報告している。よって、実験室レベルではヘアリーベッチの葉や茎からアレロパシー物質が浸出し、レタスの下胚軸と幼根の伸長を阻害したことが考えられる。また、本実験の混植栽培法では、レタス芽生えと試験植物の間に網をはることで光による競合は排除したが、養分による競合は排除しきれなかった。よって、ヘアリーベッチはレタス地上部の乾物重を有意に抑制していた(図4)が、アレロパシーによる効果とは言い切れない。また、藤井(1995)はプラントボックス法によりレタス幼根の伸長が著しく抑制されたと報告しているが、これは砂耕栽培である程度成長させたヘアリーベッチを寒天培地に移して、5日後のレタス幼根の伸長を調べており、本実験の方法と異なる。また、圃場検定ではヘアリーベッチマルチ区では雑草の発生をよく抑えていたが、ヘアリーベッチすき込み区では雑草の発生本数はコントロール区より少ないものの、その乾物重はコントロール区より大きかった(図6)。花野ら(1998)はヘアリーベッチ栽培圃場の一年間の植生変化について観察し、10月に播種した場合ヘアリーベッチの生育が旺盛となる3月中旬から6月中旬まではほぼ完全に雑草を抑制し、6月下旬にヘアリーベッチは枯れ始め、7月中旬まで雑草発生を抑制するが、枯れ後から雑草が生え始め8月以降は完全に雑草に覆われたと報告している。また、Kamo et al. (2003) はヘアリーベッチの芽生え

からシアナミドを同定し、アレロパシー物質として示唆し、中島ら(2005)はヘアリーベッチの生育ステージによりシアナミドの含量が変化し、枯れたヘアリーベッチにおけるシアナミド含量が1 mg/kg以下であることを報告した。以上のことから本実験においてヘアリーベッチすき込み区でみられた反応は、ヘアリーベッチをすき込んだことにより土壤中に少量のアレロパシー物質(シアナミドまたはそれ以外の物質)が残留し、雑草の発生をわずかに抑制したが、ヘアリーベッチの分解による窒素供給効果も付加され雑草の生育を促進してしまったと考えられる。一方、ヘアリーベッチマルチ区では枯れたヘアリーベッチが土壌を覆い、更に雨などで土中に溶出したアレロパシー物質の効果により、雑草発生を抑制したと考えられる。しかし、ヘアリーベッチすき込み区で雑草抑制効果が小さかったので、ヘアリーベッチマルチ区での雑草抑制効果のほとんどは被覆によるものではないかと考えられる。

以上のことから、ヘアリーベッチはアレロパシー物質によって、実験室レベルでは他の植物の成長を阻害する可能性を示したが、実際の圃場では、アレロパシーよりもヘアリーベッチの被覆や養分競合による作用が大きいと考えられた。

5. 引用文献

- 浅川征男 1993. 農業におけるアレロパシー利用の可能性と問題点. 農業技術 48 (4): 165~169
- Elroy L. Rice, E.1991.アレロパシー. 八巻敏雄・安田環・藤井義晴: 訳, 学会出版センター, 東京
- 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
- 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 (5): 199~204
- 藤井義晴 1998. サンドイッチ法による雑草および薬用植物のアレロパシー活性の検索. 雑草研究 43 (3): 258~266
- Fujii, Y. 2003. Allelopathy in the natural and agricultural ecosystem and isolation of potent allelochemicals from Velvet bean

(*Mucuna pruriens*) and Hairy vetch (*Vicia villosa*). *Bio Sci. Space*.17 (1) : 6~13 (2003)

花野義雄・藤井義晴・佐藤健次・遅澤省子・藤原伸介 1998へアリーベッチを用いた四国地域の耕地雑草制御—1993~1997年場内試験並びに現地圃場調査からの考察—。四国農業試験場報告 62 : 45~70

堀元栄枝・荒木肇・伊藤一幸・藤井義晴 2002. へアリーベッチ (*Vicia villosa* Roth) を利用した水田における雑草抑制と水稲収量への影響. 雑草研究 47 (3) : 168~174

Kamo,T., Hiradate,S., Fujii,Y. 2003. First isolation cyanamide as a possible allelochemical from hairy vetch. *J. Chemi Eco.* 29 (2) : 275~283

群可掛則昭 1999. 夏秋トマト栽培におけるへアリーベッチのリビングマルチ利用. 農業技術 54 (7) : 310~314

中島江里・平館俊太郎・藤井義晴 2005. へアリーベッチに含まれるシアナミドの含量. 雑草研究 50 (別) : 148~149