

ヘアリーベッチの根から分泌されるシアナミドによるジャンボタニシ防除効果とそのメカニズム

ヘアリーベッチから分泌されるシアナミドは、ジャンボタニシに対して有効な防除効果を持つことが明らかになっています。特に根の近傍では約50ppmという高濃度のシアナミドが検出され、これはジャンボタニシに対して97.18%の死亡率をもたらす濃度に相当します。一方で水田全体では濃度が希釈されるため、シアナミドの効果を最大化するには適切な栽培管理が必要です。シアナミドの作用メカニズムは主に酸化還元酵素や脱水素酵素の阻害によるもので、タンパク質の-SH基との反応を通じて生物の生理機能に障害を与えます。水稻栽培においては、ヘアリーベッチの利用はジャンボタニシ防除だけでなく、雑草抑制や土壌改良、窒素固定による施肥量削減など複合的な効果をもたらします。

ヘアリーベッチとシアナミドの基本特性

ヘアリーベッチ (*Vicia villosa* Roth) はマメ科の越年草で、日本では北海道以外の地域で越冬が可能です。明治時代に牧草として導入されたこの植物は、シラゲクサフジやナヨクサフジの和名も持ち、マイナス20℃までの耐寒性があります^[1]。1990年頃から農業環境技術研究所で研究が始まり、強いアレロパシー（他感作用）を持つことが発見されました^[1]。

シアナミドの特性と生成過程

シアナミドはヘアリーベッチが産生する主要な他感作用物質で、植物の成長抑制、殺虫・殺菌・除草効果を持ちます。このシアナミドは、ヘアリーベッチの体内で生合成され、特に発芽後に含有量が顕著に増加します。石灰窒素の主成分であるカルシウムシアナミドが水中で分解してできる物質と同一で、農業現場では長年にわたり殺菌・殺虫・除草剤の有効成分として利用されてきました。

ヘアリーベッチの生育・栽培特性

ヘアリーベッチの播種は、関東以南の温暖地では9月下旬～11月上旬、北海道や東北などの寒地では4月～5月が適期とされています^[1]。このマメ科植物は翌年の4～5月に開花し、7月頃に枯死します。水田での栽培では、稲刈りの2～3日前に立毛間播種が可能であるため、輪作体系に組み込みやすいという特性があります。

10アール当たりの乾燥重量は300～700kgに達し、シアナミド含有量は乾燥重量あたり215.9～263.0μg/gとなります。水稻作付け前にすき込む際には、草高や生育量によって適切な分解期間を確保することが重要です。適量（草高25～30cm、生草重2～3kg/m²）であれば7～10日、過繁茂の場合は2～3週間の分解期間が必要とされています。

シアナミド含有量と分布

ヘアリーベッチのシアナミド含有量は、植物の部位や生育段階によって大きく異なります。詳細なデータから、そのシアナミド分布と変化について明らかになっています。

部位別シアナミド含有量

ヘアリーベッチの種子には0.13mg/種子のシアナミドが含まれていますが、発芽後9日目の苗ではこの量が約40倍の5.1mg/苗にまで増加します。植物体の部位別に見ると、葉には629 μ g/g生重量、茎には256 μ g/g生重量のシアナミドが含まれるのに対し、根には20 μ g/g未満と比較的少量しか含まれていません。

根圏におけるシアナミド濃度

特に注目すべきは、ヘアリーベッチの根の近傍の土壌や水中における濃度分布です。水耕液中では約1ppmのシアナミドが検出されるのに対し、根の近傍では約50ppmという局所的な高濃度が達成されています。この局所的な高濃度が、ジャンボタニシ防除において重要な役割を果たしています。

シアナミドの作用メカニズム

シアナミドがジャンボタニシに対してどのように作用するのか、そのメカニズムは生化学的な観点から解明されています。

酵素阻害作用

シアナミドの主要な作用機構は、様々な酵素の働きを阻害することです。具体的には、酸化還元酵素、脱水素酵素、カタラーゼ、パーオキシダーゼ、チトクロームオキシダーゼ、アセトアルデヒド脱水素酵素などの機能が阻害されます。これらの酵素はジャンボタニシの呼吸や代謝に不可欠なものであり、これらが阻害されることで生体機能が損なわれます。

分子レベルでの反応機構

シアナミドの分子レベルでの作用機構については、シアナミドとタンパク質の-SH基（チオール基）との反応が主要なメカニズムと推定されています。この反応により、酵素のタンパク質構造が変性し、その機能が失われます。

酸化ストレス誘導

シアナミドは生物体内で酸化ストレスを誘導することでも毒性を発揮します。酸化ストレスにより生体膜や細胞内小器官が損傷を受け、細胞の死滅や組織の機能障害が引き起こされます。ジャンボタニシにおいては、鰓や消化管などの組織がシアナミドによる酸化ストレスの影響を受けやすいと考えられます。

ジャンボタニシ防除における効果と有効濃度

シアナミドのジャンボタニシに対する効果は、濃度依存的であることが様々な実験から明らかになっています。

有効濃度と死亡率

シアナミドのジャンボタニシに対する平均阻害濃度は0.08g/L～0.39g/Lの範囲で、小型の貝ほど感受性が高いことが確認されています。濃度が0.2g/Lでは71%の死亡率が、3.0-5.0g/Lでは100%の死亡率が観察されています。

野外実験においては、50ppmの濃度で97.18%という高い死亡率が確認されており、散布実験では30g/m²の施用で81.11%、50g/m²では96.03%の死亡率が達成されています。農業現場では、石灰窒素（カルシウムシアナミド）として10アール当たり20-30kgの散布が推奨されています。

ヘアリーベッチ由来のシアナミドの効果

ヘアリーベッチの根の近傍では約50ppmのシアナミド濃度が達成されており、これはジャンボタニシに対して97.18%の死亡率をもたらす濃度に相当します。しかし、水田全体ではシアナミド濃度が希釈され、水耕液中の濃度（約1ppm）はジャンボタニシの平均阻害濃度の下限に近いレベルとなります。そのため、水田全体では直接的な殺貝効果を期待するには不十分な可能性があります。

水稻栽培における実践的な活用法

ヘアリーベッチを用いたジャンボタニシ防除を水稻栽培に取り入れるには、適切な栽培管理が重要です。

播種とすき込みの最適なタイミング

水稻作におけるヘアリーベッチの活用では、秋蒔き（9月下旬～11月上旬）が基本となります^[1]。水稻移植の2～3週間前にすき込みを行うのが理想的で、植物体の分解に必要な期間を確保することが重要です。

適量のヘアリーベッチ（草高25～30cm、生草重2～3kg/m²）であれば7～10日の分解期間で十分ですが、過繁茂の状態では2～3週間必要とされています。この分解期間中にシアナミドが土壌中に放出され、ジャンボタニシに作用します。

水管理の重要性

ヘアリーベッチのすき込み後の適切な分解期間を経て湛水を行い、その後は水深を4cm以下に維持することでジャンボタニシの食害を抑制できます。水深を均一に保つためには、レーザーレベラーなどの活用が有効とされています。

他の防除法との併用

ヘアリーベッチによるジャンボタニシ防除は、物理的防除（取水口網設置など）や他の生態的防除法（アイガモ農法など）との併用が効果的です。これらを組み合わせた総合的な防除体系を構築することで、化学農薬への依存度を減らしながら効果的なジャンボタニシ対策が可能になります。

総合的な効果と実用上の課題

ヘアリーベッチのシアナミドによるジャンボタニシ防除は、直接的な殺貝効果だけでなく、複合的な利点と課題を持ちます。

複合的な効果

ヘアリーベッチの利用による水稻栽培での主な効果は以下の通りです：

1. ジャンボタニシ防除：根の近傍での高濃度シアナミド（約50ppm）による局所的防除効果
2. 雑草抑制：他感作用による雑草の発芽・生育抑制効果^[1]
3. 土壌改良：緑肥としての効果、窒素固定による施肥量削減^[1]
4. 環境負荷低減：化学農薬依存度の軽減

実用上の課題

一方で、実用上のいくつかの課題も指摘されています：

1. シアナミド濃度の不均一性：根の近傍で高濃度だが水田全体では希釈される
2. 効果の安定性：気象条件や栽培管理によるヘアリーベッチの生育量変動
3. すき込み後の適切な分解期間と湛水タイミングの管理の難しさ
4. 直接的な殺貝効果よりも、雑草抑制や土壌改良の副次的効果が大きい可能性

結論

ヘアリーベッチの根から分泌されるシアナミドは、ジャンボタニシに対して一定の防除効果を持ちますが、その効果は濃度に依存し、特に根の近傍で高い効果を発揮します。シアナミドの作用メカニズムは主に酵素阻害によるもので、タンパク質の-SH基との反応を通じて生物の生理機能に障害を与えます。

水稻栽培においてヘアリーベッチを活用する際には、適切な播種時期、すき込み時期、分解期間の確保、そして水管理が重要となります。また、ヘアリーベッチ単独ではなく、物理的・生態的な方法と組み合わせた総合防除体系の中で位置づけることで、より効果的なジャンボタニシ対策が可能になります。

ヘアリーベッチの活用は、ジャンボタニシ防除だけでなく、雑草抑制、土壌改良、窒素固定などの複合的な効果をもたらし、環境負荷の低い持続可能な水稻栽培技術として今後さらなる研究と普及が期待されます。

✻

1. <https://www.naro.affrc.go.jp/archive/niaes/sinfo/publish/niaesnews/058/news05806.pdf>