

## 学位論文題名

緑肥作物の機能性を利用した土壌病虫害の防除法に  
関する研究

## 学位論文内容の要旨

従来から緑肥は主に土壌の物性改善の目的で用いられてきたが、近年は景観向上、土壌流亡阻止、および土壌病虫害防止等多面的に利用されるようになってきた。土壌病虫害は病原が土壌中に存在し続けるため、一般に防除が難しく、一旦発生すると対処が困難である。緑肥を用いた場合は土壌病虫害の軽減のみならず長期的な土づくりも可能となる。平成19年度では北海道の緑肥作付け面積の75%がエンバク（栽培種＋野生種）で占められており、次いでシロガラシが10%となっている。これらは主作物の収穫後の秋に栽培されることが多い（後作緑肥）。北海道では、秋の低温下でも生育が旺盛なエンバクやシロガラシ（アブラナ科）が利用されることが多いが、これらの緑肥では鋤き込みによる土壌病虫害の発病軽減効果も報告されている。

本研究では、チャガラシ (*Brassica juncea*) とエンバク野生種 (*Avena strigosa*) に注目して、その土壌病虫害軽減効果と効果のメカニズムを明らかにすることを目的とした。チャガラシは道内では緑肥作物としての利用例は無く、またエンバク野生種は従来から生産者に利用されてきたものである。

## 1. 土壌病虫害軽減効果の高いチャガラシの選抜

まず、抗菌物質の前駆体であるグルコシノレート（シニグリン）を多く含むチャガラシ系統として「Y-010」を選抜した。次にこの系統の道央地域における露地栽培の播種適期を検討した。その結果、春播きは4月下旬から5月、夏播きは8月に播種した場合、生育は旺盛でシニグリンは高含量となり、この時期が最適播種期であることが判明した。ただし、アブラナ科野菜類と同様に根こぶ病に対する感受性は高く、発病履歴のある圃場への作付けは避けるべきと判断した。

## 2. チャガラシのテンサイ根腐病抑制効果

次にチャガラシのテンサイ根腐病の抑制効果について検討した。チャガラシ地上部に多く含まれるシニグリンからは抗菌活性を有するアリルイソチオシアネート（AITC）が生成する。AITCをガラスビン内で揮発させた場合、添加量に比例してシャーレ中の病原菌の菌糸生育が抑制されたが、この抑制効果は菌糸よりも菌核のほうが低かった。本菌は腐生生活も営むため、チャガラシ残渣を栄養源として増殖する可能性がある。そこでチャガラシ地上部の凍結乾燥サンプルをシャーレ内の自然土壌に混和した場合、滅菌土壌に比べて形成される菌核数は少なく、その生存率も低かった。プランタおよび圃場試験では、チャガラシの栽培と鋤き込みにより発病軽減効果が認められた。鋤き込み方法による軽減効果の違いを検証したところ、植物体を細断するフレイルモアによる鋤き込みのほうが、通常のロータリ耕よりも高い傾向を示した。

## 3. チャガラシのキタネグサレセンチュウ抑制効果

植物寄生線虫であるキタネグサレセンチュウは、植物の根で増殖し土壌の汚染度が増す。まずチャガラシの根内における線虫の増殖程度を調べ、次に地上部鋤き込みに

よる線虫密度低減効果を検証した。栽培後のチャガラシ根内の卵数は多く、土壌中の密度は線虫対抗植物「ヘイオーツ」に比べて高かった。しかし、チャガラシ地上部の鋤き込み量を増やすと土壌中の密度は明らかに低下した。つぎに圃場試験におけるチャガラシの栽培・鋤き込みによる防除効果の可能性を検証した。後作の線虫による被害は無栽培区と同等あるいは若干軽かったが、その効果は線虫対抗植物と比較して低かった。鋤き込み方法による効果の違いを検証したところ、後作の商品化率はフレイルモアによる細断鋤き込みのほうが、ロータリ耕のみより高い傾向を示した。

#### 4. エンバク野生種のジャガイモそうか病抑制効果

まず休閑耕地で年2作栽培を想定し、プランタ試験を用いてそれに適した緑肥作物の選定を行った。緑肥作物の種類により発病程度に差が認められ、エンバク野生種とベッチ類区でエンバク区よりも発病程度が低かった。次に圃場試験で検証したところ、そうか病の発病程度は輪作作物であるダイズあるいは緑肥として利用されるエンバクに比べてエンバク野生種のほうが低かった。土壌pHを5.0付近まで低下させると、そうか病の発病程度が顕著に抑制される。そこで、発病程度が高い圃場でエンバク野生種と土壌酸度調整資材（商品名：フェロサンド）、そうか病抵抗性品種との組み合わせ効果を検証した。資材は作条施用としたため、全層施用してpH5.0になる量の1/6と1/2量施用区を設けた。その結果、エンバク野生種と土壌酸度調整資材あるいはそうか病抵抗性品種との組み合わせは、エンバク野生種単独利用よりも効果的だった。ただし、土壌酸度調整資材1/2量施用区のジャガイモは低収となった。

#### 5. エンバク野生種のキタネグサレセンチュウ抑制効果

ポット試験でエンバク栽培種とエンバク野生種の根内におけるキタネグサレセンチュウの挙動を調査した。株あたりの寄生数はエンバクに比べてエンバク野生種では少なく、播種後の日数が経過すると両植物とも根内の卵数が増加したが、エンバク野生種のほうが少なかった。つぎにエンバク野生種品種間の寄生状況を調査した。エンバク野生種の各品種は栽培により土壌中の線虫密度を低下させたが、根内の寄生状況には品種間差が認められ、「ヘイオーツ」の卵数および寄生総数が他品種に比べて少ない傾向を示した。

#### 6. エンバク野生種の根部に含まれる抗菌性物質

エンバク野生種の根部から抽出したサポニン (avenacin) が数種土壌病原菌の胞子の発芽に及ぼす影響を検討した。シャーレ上でサポニンの分生胞子発芽抑制効果は各種病原菌間で差が認められ、バーティシリウム菌 (*Verticillium dahliae*) とアズキ落葉病菌 (*Phialophora gregata* f. sp. *adzukicola*) は感受性が高かった。ただし菌糸生育に対する抑制効果は認められなかった。つぎにエンバク類をポットで栽培しavenacinの主要な成分であるavenacin A-1の根部からの滲出を検証した。その結果、滲出量は根量と比例し、栽培期間が長いほど滲出量が多くなった。つぎに含量の品種間差について調査したところ、シャーレ上で発芽させたエンバク類根部から抽出したavenacin A-1含量には差が認められた。さらに、シャーレ上で発芽させたエンバク類の根周辺部にバーティシリウム菌の分生胞子を接種したところ、分生胞子の発芽抑制が認められた。一方、同様に接種したアズキ落葉病菌にはエンバク根周辺での発芽抑制は認められず、avenacin滲出量はアズキ落葉病菌の分生胞子発芽抑制には不十分であると思われた。

以上、本研究の結果、緑肥栽培による土壌病虫害抑制のための基礎的知見を得ることができた。

# 学位論文審査の要旨

主 査 教 授 近 藤 則 夫  
副 査 特任教授 幸 田 泰 則  
副 査 講 師 秋 野 聖 之

## 学位論文題名

### 緑肥作物の機能性を利用した土壌病虫害の防除法に 関する研究

本論文は、図 21、表 41 を含む 6 章からなる総頁数 222 の論文であり、別に参考論文 2 編が添えられている。

緑肥は主に土壌の物性改善の目的で用いられるが、近年、一般に防除が難しく一旦発生すると対処が困難であるとされる土壌病虫害防止に利用される。中でも後作緑肥として主作物の収穫後、降雪までの晩夏から晩秋にかけて栽培されることが多い。

本研究は、二種類の緑肥作物、チャガラシ (*Brassica juncea*) 及びエンバク野生種 (*Avena strigosa*) について、各種土壌病虫害に対する軽減効果の検証とその機構を明らかにすることを目的としたものである。この中で、チャガラシに含まれる抗菌成分であるアリルイソチオシアネートの土壌中への拡散あるいは土壌微生物の活性化に依存すると推定されるテンサイ根腐病、キタネグサレセンチュウの抑制効果及びエンバク野生種の鋤き込みによるジャガイモそうか病、キタネグサレセンチュウの抑制効果について、モデル実験あるいは圃場試験において検証された。詳細は、以下に示すとおりである。

#### 1. 土壌病虫害軽減効果の高いチャガラシの選抜

抗菌物質の前駆体であるシニグリンを多く含むチャガラシ系統として「Y-010」を選抜育成し、この系統の道央地域における露地栽培の播種適期が、生育量及びシニグリン含量が最大となる 4 月下旬から 5 月中旬あるいは 8 月上旬の期間であることを実証した。同時にチャガラシはアブラナ科野菜類根こぶ病に対する感受性が高いことが示され、栽培上の留意点として根こぶ病発生履歴のある圃場への作付けを避けるべきであると結論された。

#### 2. チャガラシのテンサイ根腐病抑制効果

チャガラシ地上部に多く含まれるシニグリンから抗菌活性を有するアリルイソチオシアネートが加水分解酵素により生成する。アリルイソチオシアネート処理量に比例してテンサイ根腐病菌の菌糸あるいは菌核の生育が抑制されたが、抑制効果は耐久体である菌核において低いことが示された。しかし、プランタ試験および圃場試験においてチャガラシの十分量の鋤き込みにより発病軽減効果が認められること、さらに植物体を細断することでその効果は高くなることから実質的な問題はないことが示唆された。

#### 3. チャガラシのキタネグサレセンチュウ抑制効果

キタネグサレセンチュウ被害土においてチャガラシ根内には卵が多数認められ、土

壤中の密度も線虫対抗植物「ヘイオーツ」に比べて高かったものの、チャガラシ地上部の鋤き込み量の増加と共に土壤中の線虫密度が低下することが示された。アリルイソチオシアネートの増加による抑制効果と推定された。圃場試験においては、キタネグサレセンチュウによる後作の被害は無栽培区と同等もしくは若干軽くなる程度であり、その効果はエンバク野生種などの線虫対抗植物と比較して低いことが示された。

#### 4. エンバク野生種のジャガイモそうか病抑制効果

プランタ試験において高い効果が認められたエンバク野生種は、圃場試験においてもジャガイモそうか病の発病程度は輪作作物であるダイズあるいは緑肥として利用されるエンバクに比べて低下することが実証された。また、発病程度が非常に高くそのままではジャガイモの作付けが不可能とされる圃場においても、土壌 pH を下げるために施用される土壌酸度調整資材（フェロサンド）の標準施用量の 1/6 量作条施用、あるいはそうか病抵抗性品種とエンバク野生種鋤き込みとの組み合わせ処理により、ジャガイモの作付けが可能となることが実証された。

#### 5. エンバク野生種のキタネグサレセンチュウ抑制効果

エンバク野生種の一つ「ヘイオーツ」の根内におけるキタネグサレセンチュウの株あたりの寄生数はエンバクに比べて少なく、播種後日数の経過とともに増加が認められる根内の卵数についても、「ヘイオーツ」の方が他の品種より抑制され少ないことが示された。

#### 6. エンバク野生種の根部に含まれる抗菌性物質

エンバク野生種の根部から抽出した抗菌性物質であるサポニン的一种アベナシンに対し、バーティシリウム菌 (*Verticillium dahliae*) とアズキ落葉病菌 (*Phialophora gregata* f. sp. *adzukicola*) の分生子の発芽が抑制され、特にバーティシリウム菌の感受性が高いことが示された。また、アベナシンの主要な成分アベナシン A-1 の根部からの滲出量は根量と比例し、栽培期間が長いほど多くなることが認められた。

以上のように、効果の高い緑肥植物の選抜育成とその効果を十分に引き出す栽培法の確立を基礎にして、各種土壌病虫害に対するこれら緑肥植物の抑制効果を実証するとともに、抗菌物質の作用機作について基礎的知見を明らかにした成果は、農業上及び学術上高く評価できる。よって 審査員一同は、佐久間太が博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認めた。