

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25年 6月 7日現在

機関番号：12605

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22580066

研究課題名（和文）もやし残渣を活用したダイズシストセンチュウ防除法の開発

研究課題名（英文）Biological Control of Soybean Cyst Nematodes Using Bean Sprout Residue

研究代表者

豊田 剛己（Toyota Koki）

東京農工大学・大学院農学研究院・教授

研究者番号：30262893

研究成果の概要（和文）：

もやし残渣の土壌施用がダイズシストセンチュウ（SCN, *Heterodera glycines*）に及ぼす影響をポット試験で評価した。もやし残渣を土壌に対して重量で1%施用すると、土壌中のSCNの二期幼虫の密度が2週間後には顕著に増加し、35日後には急激に減少していた。この結果から、SCN卵の孵化がもやし残渣中に含まれる孵化促進物質により促進され、孵化した二期幼虫が宿主植物不在下で餓死したと考えられた。もやし残渣を4回施用し、7週間後にSCN密度をリアルタイムPCR法で評価したところ、対照区ではSCNの密度が変化しなかったのに対し、もやし残渣施用区では施用前と比べて70%以上減少した。SCNの孵化促進効果はもやしの水抽出液でも見られ、部位別では根の部分に高い孵化促進効果が認められた。これらの結果から、もやし残渣の土壌施用は環境負荷の少ないSCN防除法であることが明らかにされた。もやし残渣をエダマメ移植の3週間前に土壌施用すると、効果的にSCN被害を軽減できることを圃場試験で確認した。問題点として、孵化促進は土壌温度25℃前後の時に限り見られるため、もやし残渣施用のタイミングが限定されることが挙げられた。

研究成果の概要（英文）：

Effects of the application of bean sprout residue to soil on the soybean cyst nematode (SCN), *Heterodera glycines*, were evaluated in pot experiments. When bean sprout residue was applied into a soil infested with SCN at a rate of 1%, the number of SCN juveniles (J2), measured with the Baermann method, markedly increased after 14 days of application and then markedly decreased after 35 days, suggesting that some eggs in cysts were hatched by a stimulant in the bean sprout and then starved to death in the absence of host. Next, bean sprout residue was applied four times and the number of SCN after 7 weeks was estimated with the real-time PCR method which enables to quantify all the forms of SCN (egg, J2, cyst). Results showed that the SCN density was not changed in control, while decreased by more than 70% in the residue treatment. Such a hatching-stimulatory and subsequent eradication effect was observed in the water extract of bean sprout residue. Among different parts of bean sprout, the root parts had a higher stimulatory effect for hatching. These results revealed that bean sprout residue might function as an environmental-friendly control measure for SCN. A field experiment confirmed that damage caused by SCN was significantly suppressed by the addition of bean sprout residue 3 weeks before transplanting. A problem is that hatching stimulation occurred only at soil temperature around 25C and therefore timing for the application of bean sprout residue is limited.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2011年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2012年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農芸化学・植物栄養学・土壌学

キーワード：有機物管理・生物防除

1. 研究開始当初の背景

東京都内のエダマメ栽培圃場において、ダイズシストセンチュウによる被害が広がっている。多くの消費者が減農薬を要望するため、薬剤に頼らない防除法の確立が求められている。一方、食品製造廃棄物の有効利用も重要な課題となっている。“もやし”生産過程で生じる廃棄物が未利用となっていることから、その有効利用が望まれる。

ダイズシストセンチュウの大きな特徴は、宿主植物不在下で孵化した幼虫は即座に死滅することである。そのため、エダマメの非栽培期間に孵化促進物質を添加することで、線虫密度を低下させることができる。

ダイズシストセンチュウの孵化促進物質はインゲンマメより日本人研究者により同定され、1982年にNatureに報告された。我々は、もやし生産の過程で排出される廃棄物に孵化促進効果を見つけ、それにより線虫被害を軽減できる可能性を見出した、

2. 研究の目的

未利用資源であるもやし残渣を用いて、エダマメのシストセンチュウ被害を効果的に防除する方法を確立する。

3. 研究の方法

ダイズシストセンチュウ汚染土壌を採取し、そこに、もやし生産過程で生じる各種の廃棄物（根、発芽済み種子、廃棄を想定して茎、これらの水抽出物）を様々な量で施用し、シストの孵化状況、その後の消長を評価する。ついで、最も孵化促進効果の高かった廃棄物を実際の汚染圃場に施用し、ダイズシストセンチュウの被害抑制効果とともにエダマメの生育に及ぼす影響を明らかにする。

4. 研究成果

まず、室内試験でもやし残渣および振とう液にダイズシストセンチュウ（SCN）の卵密度を低減する効果があるか検証した。もやし

残渣を土壌に添加したところ、添加後1ヶ月で実験開始時SCN卵密度の1/2~1/10まで減少した。また、もやしの根に高いSCN卵密度低減効果があることが分かった。その後の試験において、もやしの根に着目して土壌への添加量を変化させた（重量比で1~9%）試験では、SCN卵密度低減効果に顕著な差はないことが分かった。振とう液においても同様にSCN卵に対する密度低減効果があることが分かり、対照区と比較して、振とう液を添加することでSCN卵密度が1/5に減少した(図1)。振とう液添加による植物への影響では、振とう液の添加によって対照区と比較してSPAD値が約1.3倍、植物体バイオマスが約2倍となり、肥料効果が確認できた(図2)。そのため、振とう液の分析をおこなったところ、もやし残渣1kgに、窒素267mg、リン33mg、カリウム208mgが含有されていた。これらことから、もやし残渣およびもやし残渣振とう液を添加することでSCN卵密度を低減できるだけでなく、植物に対して肥料効果をもたらすことが分かった。

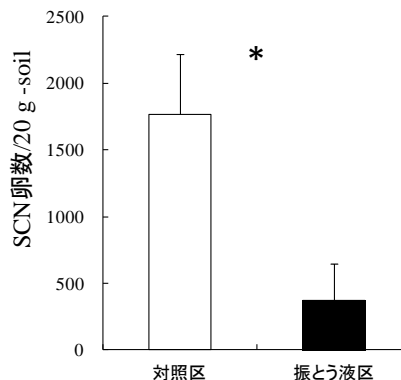


図1 振とう液添加によるSCN卵密度低減効果。(エラーバーは標準偏差, n=3, t-test p < 0.05 *)

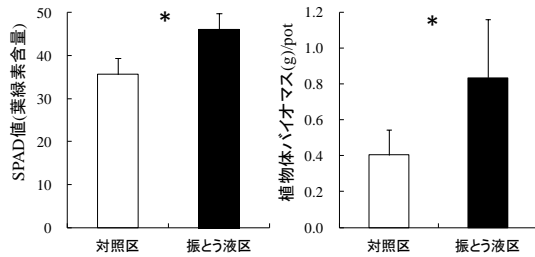


図2 振とう液添加によるコマツナへの肥料効果
左図:SPAD 値, 右図:植物体バイオマス
(エラーバーは標準偏差, n=5, t-test $p < 0.05$ *)

次に圃場試験では、もやし残渣を継続的に添加したところ、なにも添加せずに土壌の攪拌のみをおこなった対照区と比較して約 15% 多く SCN 卵密度を低減させ、振とう液を継続的に添加することで振とう液と同量の水を添加した対照区よりも約 50% 多く SCN 卵密度を低減することができた (図 3)。しかし、もやし残渣および振とう液を添加して、SCN 卵密度を低減するためには、SCN の孵化に適した温度条件が必要であることが分かり、東京都の温度推移を考慮すると、7 月初旬~9 月中旬が適当な期間であると推測された。これらのことから、もやし残渣を利用した SCN 卵密度の低減は季節的な制限を受けるが、野外土壌中においても、もやし残渣および振とう液を添加することで SCN 卵密度を低減できると結論した。

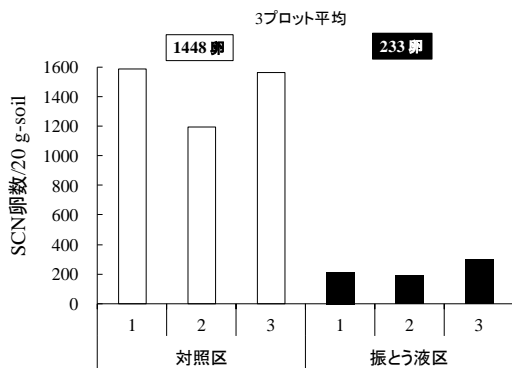


図3 2011年6月1日における各プロットのSCN卵密度。
(実験区間に有意差あり, t-test, $p < 0.001$)

最後に SCN 卵密度低減効果がエダマメの収量に与える影響を比較した。もやし残渣を添加した実験区では対照区と比較して葉色に違いがなく、収量にも顕著な差がなかったが、振とう液区では対照区と比較して葉色が濃く明らかに生育が良好になり (図 4)、収量も 3.7 倍多くなった (表 1)。もやし残渣区およびその対照区では栽培開始時の無機態窒素量が施肥基準の 6~13 倍含まれており、エダマメの収量に顕著な差がでなかったものと考えられた。しかし、振とう液区とその対照区では、栽培開始時の無機態窒素量が施肥

基準程度であり、SCN 卵の少なかった振とう液区において収量が改善されたため、振とう液の添加によって SCN 卵が減少したことでエダマメの収量が改善されたと考えられる。

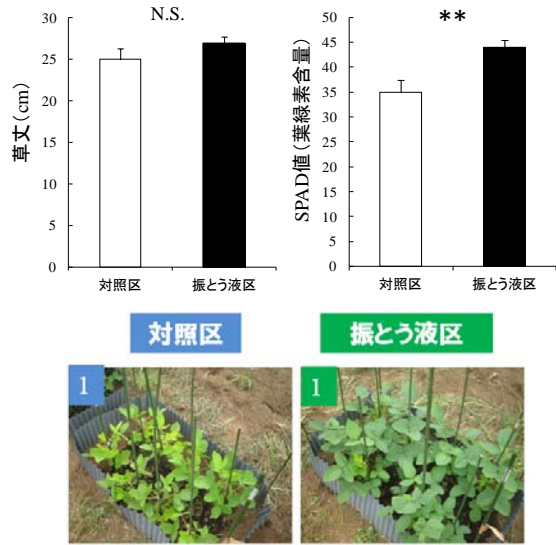


図4 栽培開始から約40日目におけるエダマメの草丈(右上図)、SPAD値(左上図)、ならびに生育状況(下図)。(エラーバーは標準偏差, n=3, t-test, $p < 0.01$ (**))

表1 実験区間における収穫時測定項目の比較
(平均値±標準偏差, n=3)

測定項目	地上部重量 (g/苗)	着莢数 (莢/苗)	1莢重 (莢/g)	収量 (kg/10 a)
対照区	30 ± 10 a	11 ± 4 a	1.0 ± 0.2 a	202 ± 94 a
振とう液区	92 ± 3 b	36 ± 3 b	1.3 ± 0.1 a	748 ± 96 b

※異なるアルファベットは実験区間に有意差があることを示す, t-test, $p < 0.01$

これらのことから、もやし残渣を利用して SCN を防除可能なことを明らかにできた。

一方、問題点としては、孵化促進は土壌温度が 25°C 前後の時に限り見られたため (図 5)、圃場においてもやし残渣を施用するタイミングが限定されてしまうことが挙げられた。

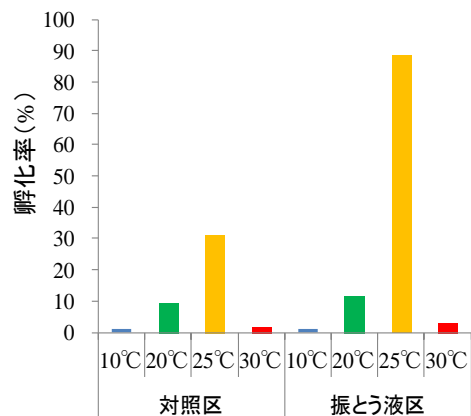


図5 培養温度がSCN卵の孵化に及ぼす影響

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

①Koki TOYOTA, Keita GOTO and Daisuke ITO:
Effect of bean sprout residue on the hatching and density of the soybean cyst nematode *Heterodera glycines* in soil, *Nematology*, accepted, 査読有, 15, 2013

[学会発表] (計2件)

①Koki Toyota, Keita Goto, Daisuke Ito :
Effect of soybean sprout residue on soybean cyst nematode *Heterodera glycines* and the damage to green soybean, *Advances in Nematology*, 2012年12月10日、
Linnean Society of London、英国

②伊藤大輔・後藤圭太・豊田剛己 : もやし残渣振とう液が土壌中のダイズシストセンチュウ密度に与える影響. 日本線虫学会、北海道大学、2010年8月26日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

豊田剛己 (Koki Toyota)

東京農工大学・大学院農学研究院・教授
研究者番号 : 30262893

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし