

令和 2 年 6 月 9 日現在

機関番号：12605

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H05782

研究課題名(和文)世界最大のゴマ生産国ミャンマーにおけるゴマの線虫害の実態調査と防除法の開発

研究課題名(英文)Current situations in nematode damage to sesame in Myanmar and development of its control measures

研究代表者

豊田 剛己 (Toyota, Koki)

東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・教授

研究者番号：30262893

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,800,000円

研究成果の概要(和文)：ミャンマー国内の主要なゴマ生産地におけるpigeonpea cyst nematode(PCN)の生息状況を明らかにし、PCNに対して孵化促進効果を有する植物を選抜し、効果的な線虫密度低減法を開発することを目的とした。Magwayで約6割の圃場から検出されたのに対し、Sagaingではまったく検出されず、MandalayとNay Pyi Tawでは中間であった。水稻との輪作圃場でPCNの検出率が低くなる傾向が認められた。ゴマ栽培はネコブセンチュウ密度を低下させた。マメ科緑肥を1～2カ月栽培し、すき込むことでPCN密度が低下し、マリーゴールドがもっとも密度低減効果が高いことがわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ゴマの最大生産地Magwayではキマメシストセンチュウ汚染が広がっていること、線虫害によりゴマの生産性が低下している恐れが判明した。一方、ゴマを栽培すると、マメ類の主要害虫であるネコブセンチュウ密度が低下するという副次的な効果を見出した。本線虫の密度低減策としては、水稻との輪作、マメ科緑肥あるいはマリーゴールドを1-2カ月栽培し、すき込むことが有効であると考えられた。

研究成果の概要(英文)：Pigeon pea cyst nematode (PCN) is an economically important plant parasitic nematodes in sesame production. PCN was detected in as high as 63% of the fields in Magway. In Mandalay and Nay Pyi Taw, PCN was detected in 40% and 21% in the fields. By contrast, PCN was not detected in all the tested soils in Sagaing. Root-knot nematodes (RKN) were not detected in 88% of the total fields, indicating that sesame may decrease the density of RKN. One to two months cultivation of leguminous green manure and subsequent incorporation decreased the density of PCN. Marigold was the most effective crop in the reduction of PCN density. The present study proposed to grow leguminous plants or marigold for a short period to suppress the density of PCN and to improve soil fertility.

研究分野：土壤肥料

キーワード：植物寄生性線虫 リアルタイムPCR マメ科緑肥 マリーゴールド 孵化促進

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

ミャンマーは世界最大のゴマ生産国で、ゴマ輸出量の6割が日本向けである。過去10年間で2倍以上と生産量自体は増加しているが、様々な生産阻害要因が見つまっている。キマメシストセンチュウ (pigeonpea cyst nematode (PCN), *Heterodera cajani*) は最初インドで見つかり、キマメの収量低下をもたらすと報告されたが (Sharma ら、1993)、ミャンマーでは、PCN はゴマを宿主にするとの報告がある (Myint ら、2005)。そこで、本研究では、PCN による線虫害に注目した。

2. 研究の目的

シストセンチュウの卵は土壌中で長期にわたり生存することが特徴であるが、宿主植物不在下で孵化させることができれば、速やかに餓死し密度が低下する。この原理を用いて効果的なエダマメのシストセンチュウ防除法を確立した。また、PCN の正確、迅速な定量法を確立したので、これらをゴマに応用する。本研究の目的は、ミャンマー国内の主要なゴマ生産地における本線虫の生息状況を明らかにすること、PCN に対して孵化促進効果を有する植物を選抜し、効果的な線虫密度低減法を開発することである。

3. 研究の方法

実験 1 主要なゴマ生産地におけるキマメシストセンチュウおよびネコブセンチュウの生息状況調査

ミャンマー国内のゴマ生産地帯である Magway 州、Mandaly 州、Sagain 州、Nai Pyi Taw 周辺において、合計 96 圃場から土壌を採取し、線虫の生息状況を調査した。土壌は輸入禁止品輸入許可申請を行い、適切に日本に持ち帰り、乾燥、ボールミルによる粉碎、DNA 抽出、キマメシストセンチュウ (Katsuta et al., 2016) およびネコブセンチュウ (論文準備中、表 1) に対する特異プライマーを用いたリアルタイム PCR により線虫密度を定量した。

表1. 本研究で設計したリアルタイム PCR 用のネコブセンチュウに対する属特異的プライマー

Nematode species for sequence comparison (accession No.)	Sequences (5'-3') in the positions of specific primer set	
	Forward	Reverse
<i>Meloidogyne chitwoodi</i> KP901059	ATCAACTT--GACGGGAGCATAATC	CTCG---AGCCGAGAGTGGGTAA
<i>M. enterolobii</i> MN661336	.....	.....
<i>M. ethiopica</i> LN626932	.....	.....
<i>M. exigua</i> AF442200	.....	.....
<i>M. floridensis</i> AY942621	.....	.....
<i>M. graminicola</i> MK301102	.....	.....
<i>M. graminis</i> KP901056	.....	.....
<i>M. hapla</i> MH011983	.....	.....
<i>M. incognita</i> MN661338	.....	.....
<i>M. mayaguensis</i> AY942629	.....	.....
<i>M. paranaensis</i> AY942622	.....	.....
<i>Hirschmanniella oryzae</i> KF366906	.....TC·T·T·TG·TCT	···A---TT·T·.....
<i>Ditylenchus destructor</i> AY593912	.....TC·T·T·TG·TGT	···A---TT·T·.....
<i>Tylenchus arcuatus</i> EU306349	.....TC·T·T·TG·TCT	···AATGCT·T·.....
<i>Hoplolaimus columbus</i> KJ934149	.....TC·T·T·T·CAG	···A---T·TT·.....
<i>Pratylenchus neglectus</i> EU130802	.....TC·T·T·GTG·TGT	···A---AATC·.....
<i>Heterodera glycines</i> AY043247	.....TC·T·T·TG·TCT	·····C·TT·.....
<i>Helicotylenchus dihystera</i> AJ966486	.....TC·T·T·TG·CCT	·····C·TT·.....

・・・最上段の塩基と同じことを意味する。 - : 欠損

実験2 ポット試験による各種作物栽培がキマメシストセンチュウおよびネコブセンチュウ密度に及ぼす影響

シストセンチュウおよびネコブセンチュウの両方で汚染された圃場から土壌を採取し、ビニールポットあるいはバケツに小分けし、各種の作物を栽培した。バケツを用いた試験では、28ケのバケツを用意し、23ケで水稻を5か月間栽培し、5ケは適宜水やりだけを行い水稻を栽培しなかった。ビニールポットを30ケ用意して3つに分け、キマメ、緑豆、ゴマを栽培した。栽培後は、実験1と同様リアルタイムPCR法により、線虫密度を定量した。

実験3 キマメシストセンチュウに対する孵化促進効果を有する植物種の選抜

市販の園芸培土をビニールポットにつめて、落花生、キマメ、カウピー、緑豆、black gram、クロタラリア、マリーゴールドを1か月間栽培した。その後、脱イオン水で湛水させしばらく静置してから、浸出液をポット下方から得て、孵化促進物質とした。これらによりキマメシストセンチュウの孵化促進効果を見るとともに、これらの作物をキマメシストセンチュウ汚染土壌で1~2か月間栽培してからすき込み、適度な土壌水分条件下で2-3週間程度静置し、線虫密度を定量した。

4. 研究成果

実験1 主要なゴマ生産地におけるキマメシストセンチュウおよびネコブセンチュウの生息状況調査

PCNの生息状況は地域によりまったく異なり、Sagain州とMandalay州の北部では全く検出されなかったのに対し、Yezin地域では約2割、Magway州では約6割の圃場でPCNが検出された(図1)。Mandalay州は、Longyaw地域で汚染圃場の割合が5割を超え、州全体としては4割近い数値となった。

PCN汚染状況と各地域の栽培体系との関係を見ると、Sagainでは水稻との輪作体系が長年維持されていることから、水稻との輪作によりPCNの密度が低く維持されていると考えられた。一方、Magwayでは水稻との輪作体系はほとんどとられておらず、キマメ、緑豆、落花生などのマメ類との輪作体系がメインであり、そのために、多くの圃場がPCNで汚染されていた、と考えられた。Mandalay北部はSagainと同様の作付体系のため、Sagain同様に、PCNの汚染圃場が少なかったと考えたが、汚染圃場が多数存在したLongyawでは、ヒアリングによれば水稻と輪作が行われており、水稻との輪作が必ずしもPCNの密度低減にはつながらない可能性があるが、詳細は不明である。Nay Pyi Tawではきわめて多様な輪作体系が行われており、PCN密度と輪作体系との関係を解明するには至らなかった。

ネコブセンチュウの生息状況は興味深い結果となった。約9割の圃場で検出されず、大半の圃場がネコブセンチュウの好適宿主であるマメ類を栽培している事実から見ると意外な結果となった。

実験2 ポット試験による各種作物栽培がキマメシストセンチュウおよびネコブセンチュウ密度に及ぼす影響

実験1で見られた結果を検証するために、水稻栽培によるPCN密度低減効果、ゴマ栽培によるネコブセンチュウ密度低減効果を評価した。水稻栽培前後のPCN密度は、23バ

ケツのうち、4つのバケツで半減したが、残り19バケツでは、まったく減少しなかった。シストセンチュウは密度のバラツキがきわめて大きく、正確な密度測定が困難だが、少なくとも水稻を1回栽培したくらいでは、PCN密度は顕著には低下しない、ことが明らかとなった。

キマメシストセンチュウはキマメを宿主とすることから、その名前が付けられているが、今回のポット試験により、キマメよりゴマで増殖しやすいことがわかった(図2)。また、ゴマを栽培すると、ほとんどのポットでネコブセンチュウが検出されなくなったことから、ゴマにはネコブセンチュウ低減効果があることが明らかとなった。

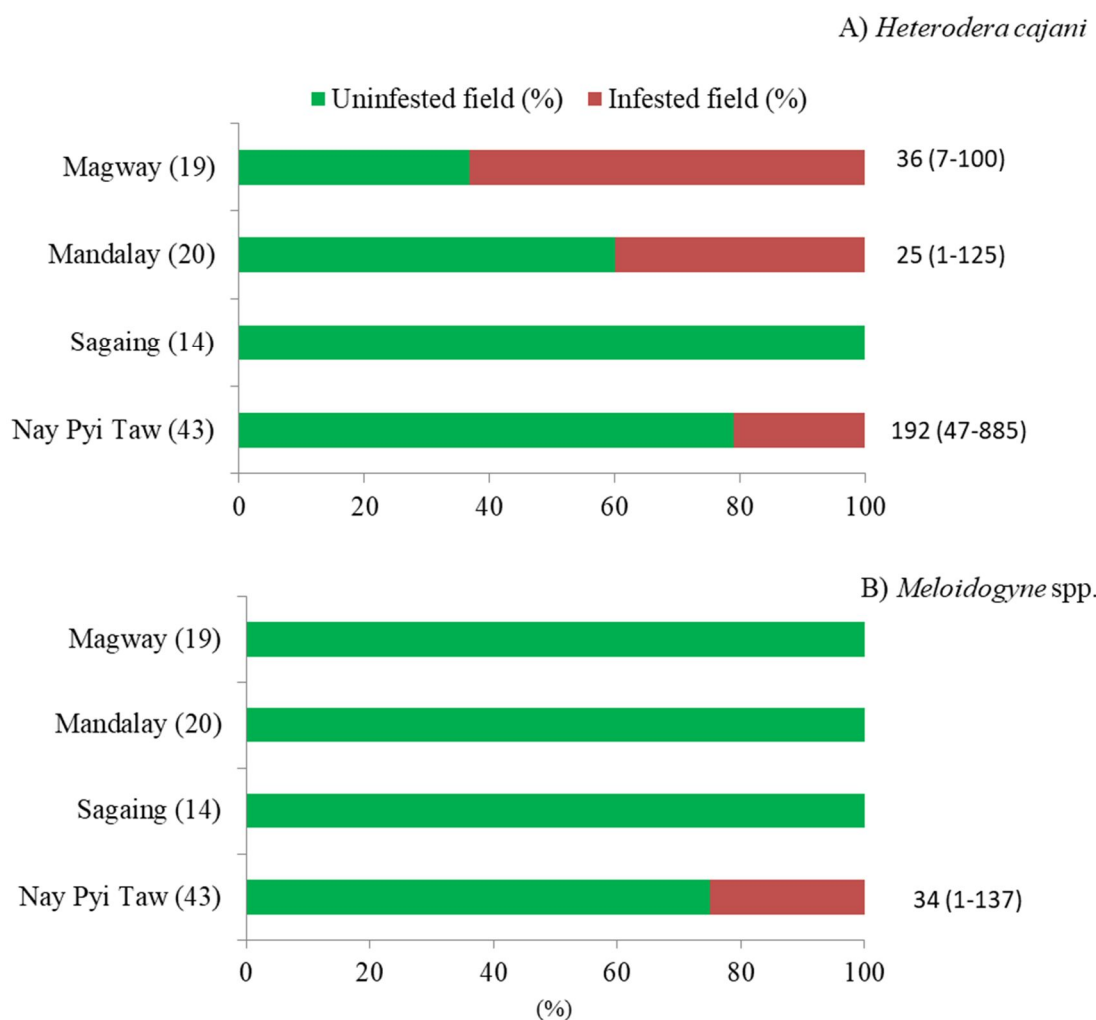


図1 ミャンマーの主要なゴマ生産地域におけるキマメシストセンチュウ(A)およびネコブセンチュウ(B)の生息状況。各地域の()の数字は圃場数を示す。図右端の数字は、汚染圃場における10g土壌あたりの平均線虫密度とその範囲を示す。

実験3 キマメシストセンチュウに対する孵化促進効果を有する植物種の選抜

各緑肥を1カ月あるいは2カ月栽培し、その後土壌にすき込み、さらに2-3週間程度静置することで、孵化した線虫を餓死させ、PCN密度を低下させられないか、検討した(図3)。1カ月の栽培ではバラツキが大きく、顕著な効果は見られなかったが、2カ月栽培しすき込むことで、落花生、キマメ、緑豆、カウピー、black gram、クロタラリアで密度が約半減した。もっとも密度が低減したのはマリーゴールドであった。マメ類では根浸出物に反応して孵化が促進

されることを確認したが、マリーゴールドでは必ずしも孵化促進効果は見られなかった。そのため、マメ科緑肥の栽培では、孵化促進により PCN 密度が低下し、マリーゴールドでは根から殺虫成分が分泌され密度が低下する、と考えられた。

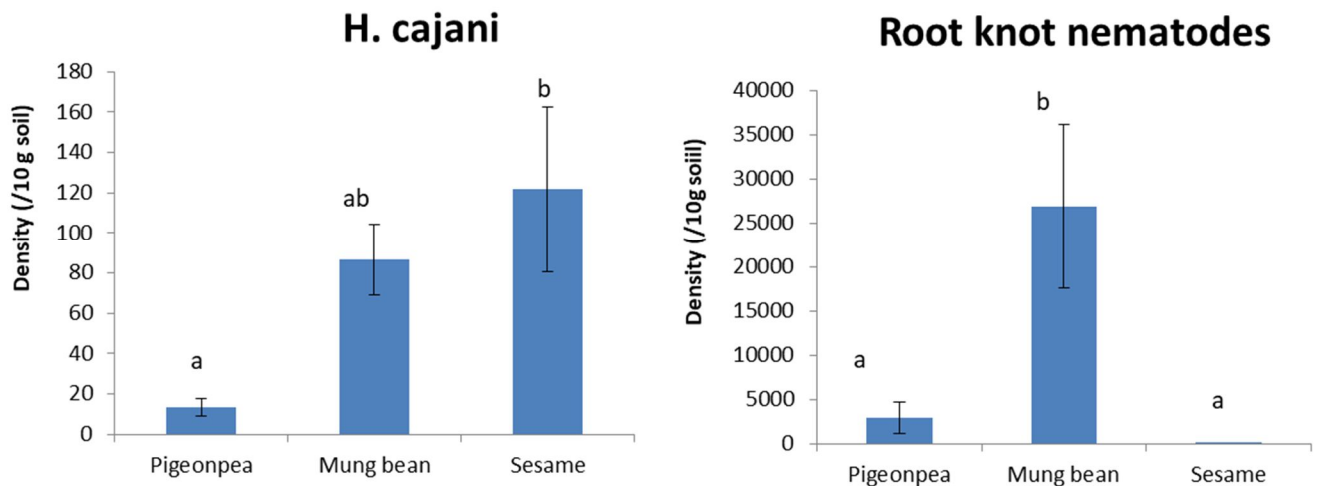


図2 キマメ、緑豆、ゴマを2カ月栽培後のキマメシストセンチュウ(左)およびネコブセンチュウ(右)密度。各10ポットの平均値。

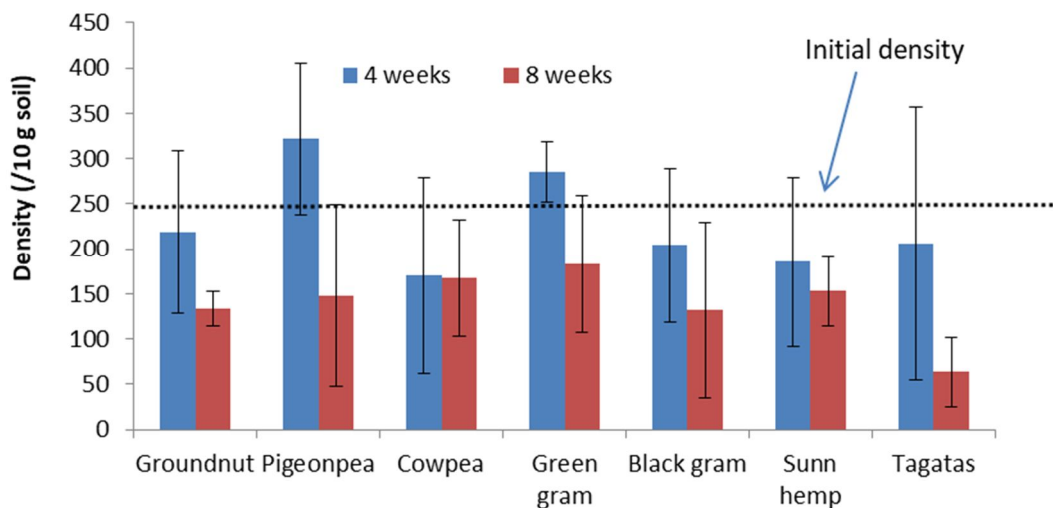


図3 各種緑肥の栽培がキマメシストセンチュウ密度に及ぼす影響。4週間ないし8週間栽培後、植物体を細断し土壤に混和、さらに2-3週間程度、培養を続け、その後に線虫密度を定量。点線は栽培開始時のキマメシストセンチュウ密度を示す。

本研究では実証していないが、緑肥のすき込みは、土壤への炭素供給効果を有することから、土壤肥沃度の向上につながる。また、前作の肥料成分が土壤に残っている場合、それらの溶脱防止効果が期待できること、さらには、前作後、裸地にしておく場合と比較して、土壤侵食防止効果も期待できることから、有害線虫密度低減効果を有する緑肥の活用は今後の持続的な作物生産体系に組み込むべき、有効な土壤管理方法であると考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Yu Yu Min and Koki Toyota	4. 巻 38
2. 論文標題 Occurrence of Different Kinds of Diseases in	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Experimental Agriculture International	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） DOI: 10.9734/JEAI/2019/v38i430309	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 Yu Yu MIN and Koki TOYOTA	4. 巻 20
2. 論文標題 Plant-parasitic nematodes in some economically important crops in Myanmar- species, possible damage and control measures	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nematology	6. 最初と最後の頁 1-13
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1163/15685411-00003133	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Akane KATSUTA, Koki TOYOTA, Yu YuMIN and The Thiri MAUNG	4. 巻 18
2. 論文標題 Development of real-time PCR primers for the quantification of Meloidogyne graminicola, Hirschmanniella oryzae and Heterodera cajani, pests of the major crops in Myanmar	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Nematology	6. 最初と最後の頁 257-263
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1163/15685411-00002957	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 幕田航太、豊田剛己、勝田あかね、Yu Yu Min、The Thiri Maung
2. 発表標題 ミャンマーのゴマ圃場におけるHeterodera cajaniによる汚染状況の把握と生物学的防除
3. 学会等名 日本土壌肥料学会関東支部会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----