

## チャ寄生性線虫の茶園土壌断面分布と愛知県内茶産地における分布

太田慎二<sup>1)</sup>・白井一則<sup>1)</sup>・金田秋光<sup>2)</sup>

**摘要**：2013年に愛知県農業総合試験場東三河農業研究所内の茶園土壌からネグサレセンチュウを分離し、チャネグサレセンチュウ (*Pratylenchus loosi* Loof) と同定した。チャネグサレセンチュウは土壌中の深さ 0 cm から 15 cm の位置に多く生息していることを確認した。また、愛知県内の茶産地のほぼ全ての地域の茶園においてチャの細根にチャネグサレセンチュウが寄生していることを明らかにした。さらに、一部地域では根辺土壌にピンセンチュウの一種 (*Paratylenchus* sp.) が生息していた。

**キーワード**：線虫、チャ、チャネグサレセンチュウ、愛知県、分布

## Distribution of Plant-Parasitic Nematodes in Tea Fields and Geographical Distribution of Plant-Parasitic Nematodes at Tea Sources in Aichi Prefecture

OHTA Shinji, SHIRAI Kazunori and KANADA Akimitsu

**Abstract**: In 2013, a root-lesion nematode was detected in the soils of tea fields at the Aichi Agricultural Research Center. The nematode was identified as *Pratylenchus loosi* Loof and it occurred at high density in relatively shallow soils (i.e., 0-15 cm depth). *Pratylenchus loosi* is parasitic to the roots of almost all major sources of tea in Aichi Prefecture. In addition, *Paratylenchus* sp. inhabits the soils around tea roots in a certain region.

**Key Words**: Nematode, Tea, *Pratylenchus loosi* Loof, Aichi Prefecture, Distribution

---

<sup>1)</sup> 東三河農業研究所 <sup>2)</sup> 東三河農業研究所 (現新城設楽農林水産事務所)

## 緒言

日本では9種の線虫がチャに寄生する<sup>1)</sup>。その中でチャネグサレセンチュウ (*Pratylenchus loosi* ; 以下チャネグサレ) による被害が最も大きいとされている<sup>2-4)</sup>。チャネグサレは内部寄生性で、感染初期には細根に寄生し、加害が進展すると主根にまで寄生する<sup>5)</sup>。寄生されると根が褐変し、地上部では花の着生が増え、葉が小型化する<sup>6)</sup>。収量が減少するという報告もある<sup>7)</sup>。

1960年～1970年代にチャ寄生性線虫について盛んに研究され、線虫の生態や被害の様子及び防除法が示された。しかしながら、その後しばらくの間チャ寄生性線虫による被害がほとんど注目されず、防除の対象にされることも少なかった<sup>8)</sup>。ところが、2012年に埼玉県内の生育不良茶園においてチャネグサレの寄生が確認された<sup>9)</sup>。以前から、愛知県農業総合試験場東三河農業研究所内には湿害のような症状を示す茶園があり、湿害対策を講じても改善されずにいたため、線虫による被害を疑い、場内の茶園土壌中の線虫種を調査することとなった。2012年12月に該当茶園土壌から、口針を持ち植物寄生性だと疑われる線虫を多数分離した。

1960年～1970年代にチャ寄生性線虫の防除対策について多くの研究<sup>10-14)</sup>がなされたが、その研究のほとんどで現在農薬登録が失効しているDBCP、EDB、クロロピクリンが使用されている。チャ寄生性線虫による被害実態が今後明らかになれば、現在の農薬登録の実態に合わせて、効果的な防除法を構築することが重要となる。構築するために、チャ寄生性線虫の茶園土壌断面の水平・垂直分布を把握することが求められる。これまでに茶園土壌から検出される線虫の水平・垂直分布を調査した事例はいくつかある<sup>15-18)</sup>が、チャの細根から検出される線虫の分布を調査した事例は鈴木と中川<sup>19)</sup>の一例のみである。チャネグサレは内部寄生性線虫であるため、根中線虫の分布を明らかにすることも重要である。

また、愛知県内の茶産地におけるチャ寄生性線虫の分布を調査した事例はなく、分布の解明が必要である。2013年11月に県内の茶産地の茶園土壌を採取し、線虫の地理的分布を調査した。

この研究の目的は、愛知県の茶園における線虫害の実態解明や防除対策のための基礎資料として、茶園土壌から分離した線虫を同定しチャ寄生性線虫であるかどうかを確かめること、そうであるならば茶園土壌中及びチャ細根中から分離されたチャ寄生性線虫の土壌断面水平・垂直分布の密度の違いを明らかにすること、そして愛知県内茶産地のチャ寄生性線虫の分布を解明することである。

## 材料及び方法

### 1 茶園土壌から分離した線虫の同定

2013年2月1日に豊橋市(愛知県農業総合試験場東三

河農業研究所; 以下場内) において湿害のような症状を示す茶園の土壌を採取した。採取場所は雨落ち部(樹冠外縁部直下付近の土壌面)の深さ0~20 cmで、採取には採土器を用いた。採取した土壌を2 mm目のふるいにかけて、ふるい下の土10 gをベルマン法<sup>20)</sup>にかけ、線虫を分離した。直径75 mmのロートと直径57 mmの網皿を用い、25℃恒温で72 h静置した。分離した線虫を独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センター病害虫研究領域の水久保隆之上席研究員が同定した。

### 2 茶園における線虫の水平垂直分布調査

2013年3月に場内茶園における線虫の土壌中の分布位置を調査した。東西うねの14年生の「やぶきた」を供試した。茶樹の株もとを基点として南北の水平方向に30 cm間隔で6段階、垂直方向に15 cm間隔で3段階の18ブロックに分けた。18ブロックは1うね挟んだ2か所に設定した。2013年3月8日にスコップと採土器を用いて1ブロック当たり約800 gの土壌を採取した。採取した土壌を2 mm目のふるいにかけて、石や枝、葉、根などを除き土のサンプルとした。また、ふるいで除かれたものの中から細根を回収し、水道水で洗浄した後0.5 cm程度の長さにはさみで切断して根のサンプルとした。土のサンプルについては10 gを、根のサンプルについては0.5 gをそれぞれベルマン法(72 h、25℃恒温、前述と同装置)にかけて線虫を分離した。分離した線虫を生かしたまま実体顕微鏡下で形態観察して著者が種を同定し、種別に計数した。なお、土壌中の根量が0.5 gに満たない場合には、全量ベルマン法にかけ、検出数を0.5 g当たりに換算した。

### 3 愛知県内茶園の線虫の地理的分布調査

2013年11月25日から27日まで、県内茶産地の42茶園の土壌を採取した(表1)。土壌採取場所はうね間の深さ5~20 cmとした。1茶園につき2か所の土壌を採取して一つに混ぜた。前述と同様の方法で土壌を土と根のサンプルに分け、ベルマン法(72 h、25℃恒温、前述と同装置)で分離した。前述の方法で著者が種を同定し、種別に計数した。なお、土壌中の根量が0.5 gに満たない場合には、全量ベルマン法にかけ、検出数を0.5 g当たりに換算した。茶園ごとに細根の重さ及び土壌のpHを計測した。また、土壌採取は愛知県茶業振興大会の茶園品評会中央審査会の際に行っており、地上部の生育状況などについては審査結果を参考にした。

## 試験結果

### 1 茶園土壌から分離した線虫の同定

場内の湿害のような症状を示す茶園の土壌及び細根内から複数の種類の線虫を分離した。その内、口針を持つ線虫は、チャネグサレ(図1)、ピンセンチュウの一種(*Paratylenchus* sp.; 以下ピンセンチュウ)、クキセンチュウの一種(*Ditylenchus* sp.)、セイヌラ属の一種

表1 土壌サンプル採取地

地区	品種	仕立て	圃場数	地区	圃場数
西尾	あさひ	自然	2	西尾	15
	おくみどり	弧状	1	吉良	10
	さみどり	自然	7	豊田	7
		弧状	1	新城	5
	やぶきた	弧状	3	下山	2
寺川早生	自然	1	豊橋	2	
吉良	あさひ	弧状	2	田原	1
	おくみどり	弧状	3		
	さみどり	弧状	3	品種	圃場数
	さやまかおり	弧状	1	あさひ	6
	やぶきた	弧状	1	いなぐち	1
豊田	あさひ	自然	2	おおいわせ	1
	さみどり	弧状	1	おくみどり	4
	やぶきた	弧状	4	さみどり	12
新城	いなぐち	弧状	1	さやまかおり	2
	さやまかおり	弧状	1	やぶきた	15
	やぶきた	弧状	4	寺川早生	1
下山	やぶきた	弧状	2		
豊橋	おおいわせ	弧状	1	仕立て	圃場数
	やぶきた	弧状	1	自然	12
田原	やぶきた	弧状	1	弧状	30
				合計	42

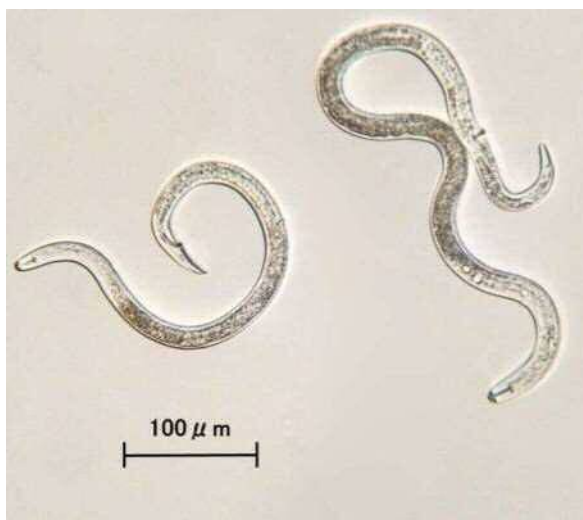


図1 チャネグサレの雄成虫(左)と雌成虫(右)

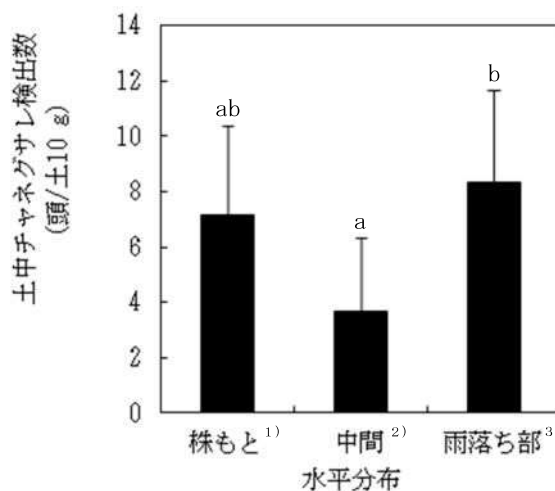


図3 土中のチャネグサレ検出数の水平分布

- 1) 株の中心から0~30 cm。
  - 2) 同30~60 cm。
  - 3) 同60~90 cm。
- 異なるアルファベット間で有意差がある (P<0.05、TukeyのHSD検定)。  
バーは標準偏差を表す (n=6)。

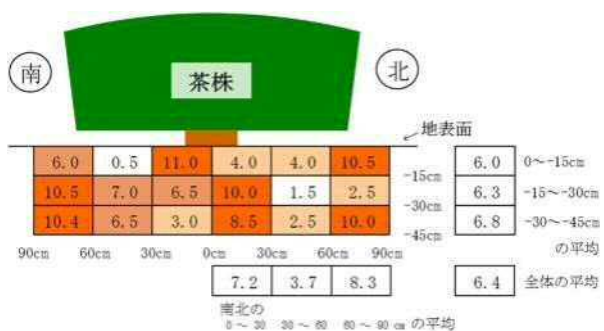


図2 土中のチャネグサレの水平垂直分布 (頭/土10 g)

注)10 g当たり7.2頭以上 (高木<sup>1)</sup>) の要改植基準) を濃色、2.4頭減るごとに徐々に薄くし、2.4頭未満は白色とした。

(*Seinura* sp.) の4種類であった。*Paratylenchus* 属の中でチャに寄生する種としてはチャピンセンチュウ (*Paratylenchus curvittatus* Van Der Linde) が知られている。今回の研究では種まで同定することができなかったが、このチャピンセンチュウである可能性がある。*Ditylenchus* 属には多数の自活性種があり、*Seinura* 属は線虫を食べる捕食性のグループである。チャネグサレやチャピンセンチュウの他に、チャの主要な寄生性線虫と

されているカナヤサヤワセンチュウやチャラセンセンチュウ、サツマイモネコブセンチュウなどは分離液から検出されなかった。

## 2 茶園における線虫の水平垂直分布調査

土10 g当たりのチャネグサレ検出数を図2に示した。18ブロックの平均は6.4頭であった。株の中心から60~90 cmの位置の検出数は30~60 cmの位置に比べて有意に多かった (図3)。深さの違いによるチャネグサレ検出数の

差異はみられなかった。ピンセンチュウについては、18ブロックの平均値が土10 g当たり1.1頭と少なかった。その他のチャ寄生性線虫については検出されなかった。

根0.5 g当たりのチャネグサレ検出数を図4に示した。18ブロックの平均は250.2頭であった。深さ0～15 cmの位置の検出数が、15～30 cmの位置や30～45 cmの位置に比べて有意に多かった(図5)。水平方向については、株もとから0～30 cmの位置の検出数が少なく、株から離れるほど検出数が多くなる傾向がみられたが、有意差は認められなかった。なお、ピンセンチュウや他のチャ寄生性線虫については検出されなかった。

### 3 愛知県内茶園の線虫の地理的分布調査

#### (1) チャネグサレ

県内茶産地の42茶園の内、採取した土のサンプルからチャネグサレが検出されたのは、全体の14.3%にあたる

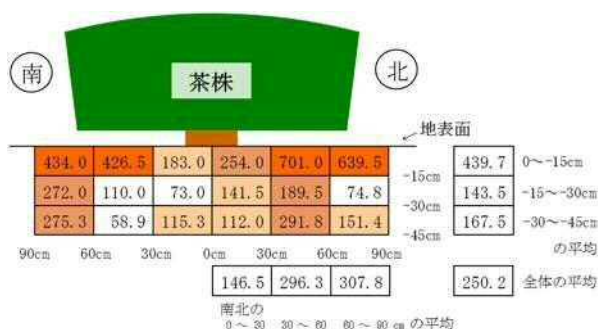


図4 根中のチャネグサレ水平垂直分布(頭/根0.5 g)

注)18ブロックを多い順に4または5ブロックのグループ4つに分け、最上位グループを最も濃く、段階的に薄くし、最下位グループは白色とした。

6茶園であった(図6)。また、採取した根のサンプルからチャネグサレが検出されたのは、全体の42.9%にあたる18茶園であった。土から検出された茶園では必ず根からも検出された。土と根のいずれからともチャネグサレが検出されない茶園も多かったが、根0.5 g当たり200頭以上検出された茶園もあった。地域別では、田原市を除く全ての地域の茶園からチャネグサレが検出された。

仕立て法別に見ると、根中のチャネグサレの検出圃場率については、弧状仕立て茶園が53.3%と高く、自然仕立て茶園が16.7%と低かった(図7)。また根量についても弧状仕立て茶園の方が自然仕立て茶園よりも多い傾向がみられた(図8)。

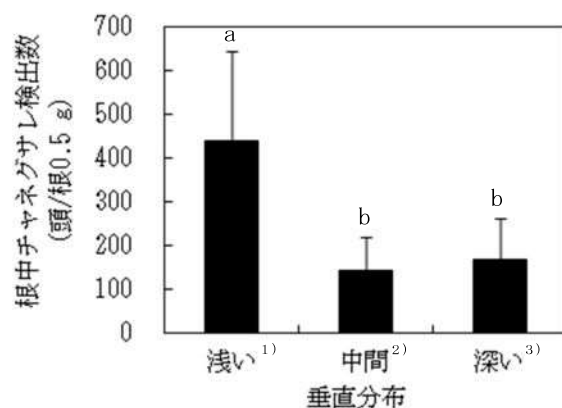


図5 根中のチャネグサレ検出数の垂直分布

- 1) 地表面から0～15 cm。
- 2) 同15～30 cm。
- 3) 同30～45 cm。

異なるアルファベット間で有意差がある ( $P < 0.01$ 、TukeyのHSD検定)。バーは標準偏差を表す (n=6)。

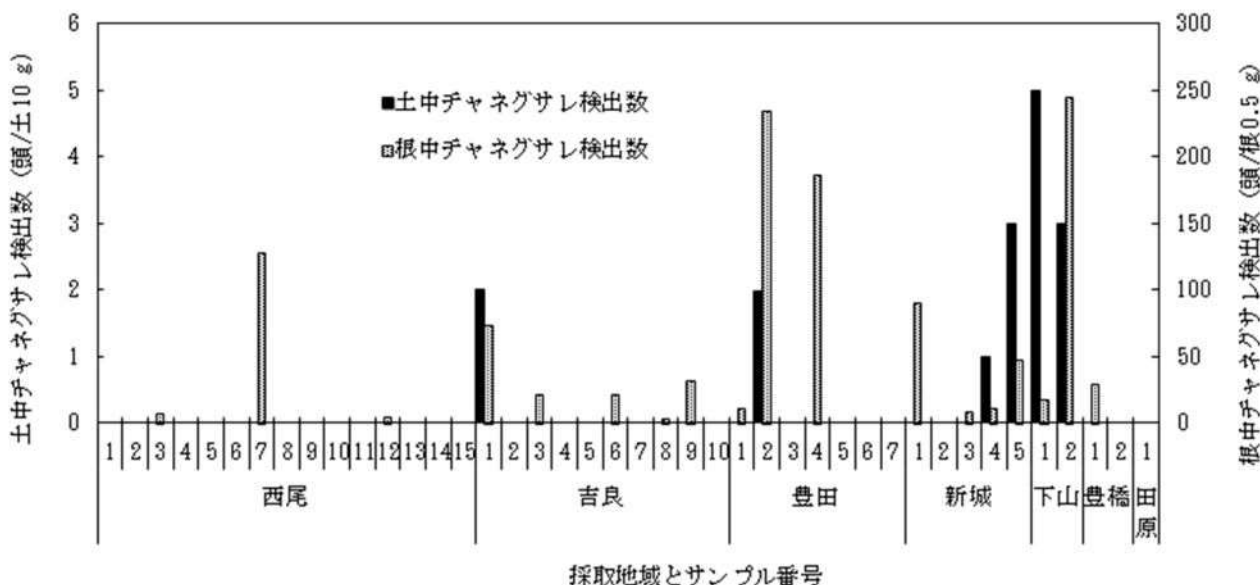


図6 地域別の各圃場の土中及び根中チャネグサレ検出数

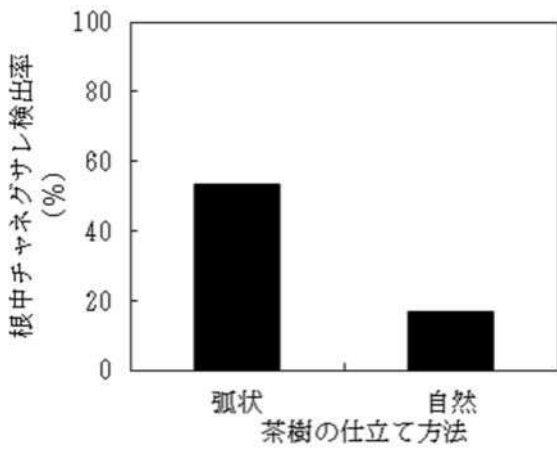


図7 仕立て法別の根中チャネグサレ検出率

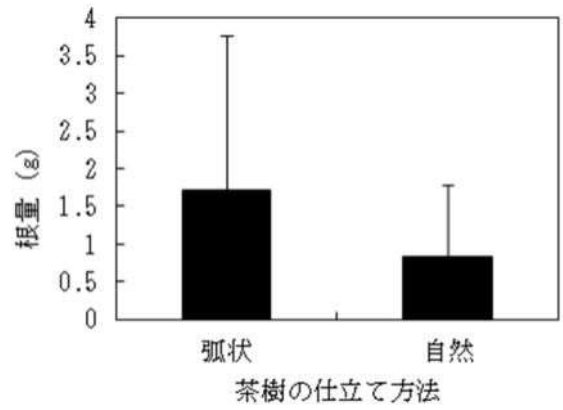


図8 仕立て法別の根量  
注)バーは標準偏差を表す  
(左から n=30、n=12)。

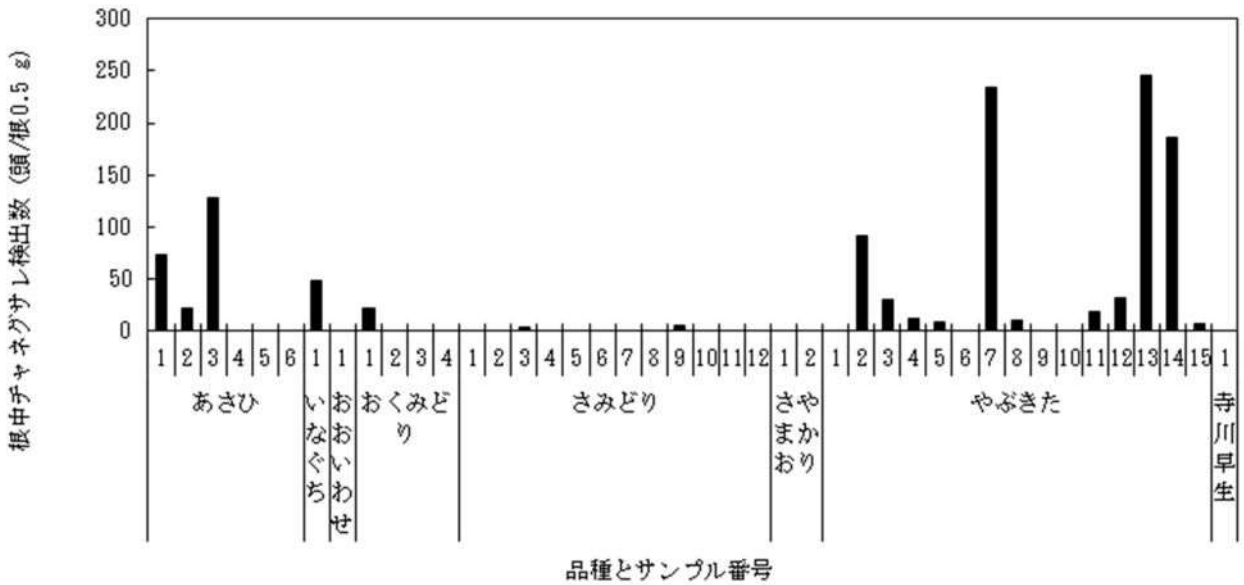


図9 品種別の各圃場の根中チャネグサレ検出数

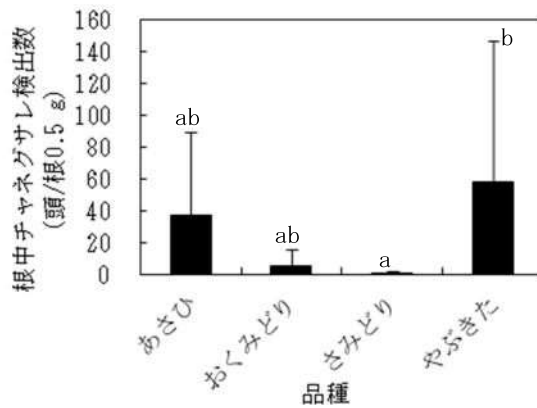


図10 品種別の根中チャネグサレ検出数

注)異なるアルファベット間で有意差がある  
( $P < 0.05$ 、Tukey の HSD 検定)。

バーは標準偏差を表す (左から n=6、n=4、n=12、n=15)。

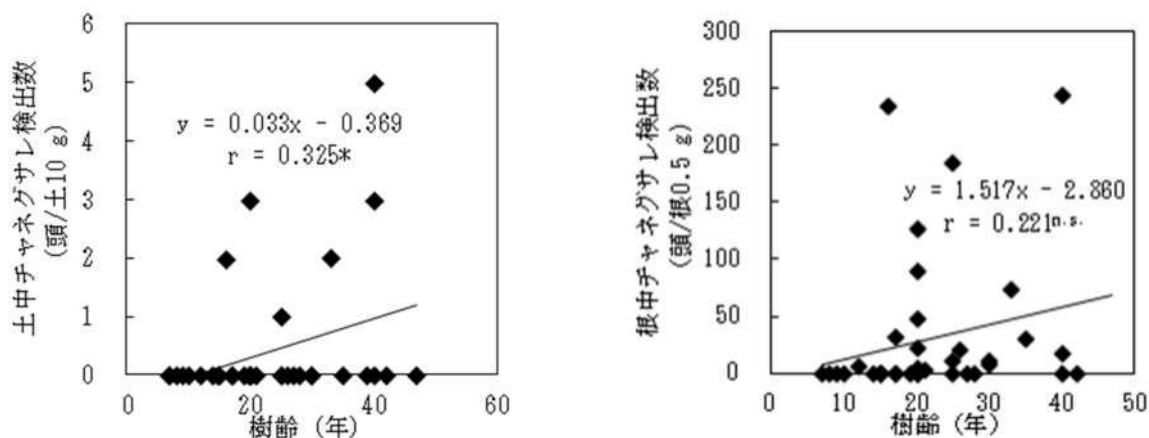


図11 樹齢と根中検出数及び土中検出数との関係

注)\*は5%水準で有意な相関関係であることを示す。

n. s. は5%水準で有意な相関関係でないことを示す。

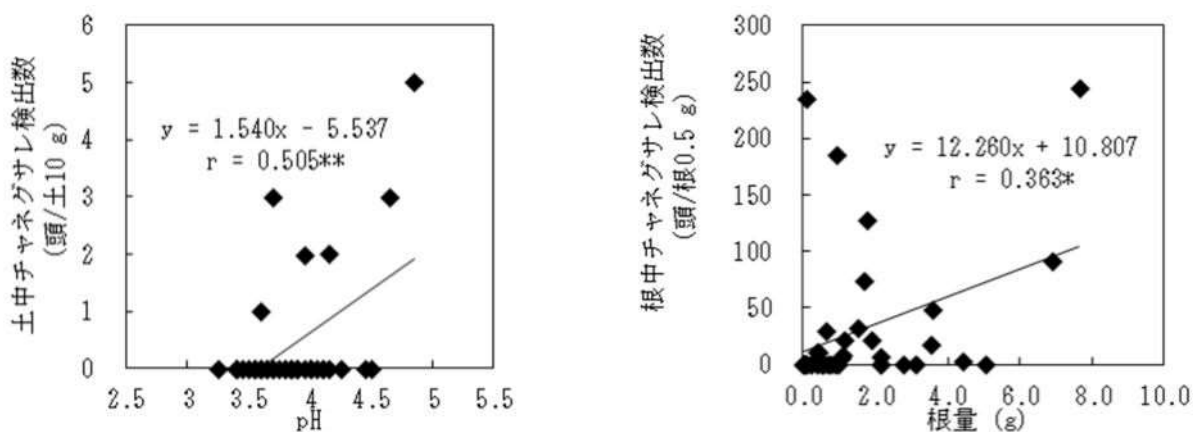


図12 pHと土中チャネグサレ検出数、根量と根中チャネグサレ検出数との関係

注)\*\*は1%水準で有意な相関関係であることを示す。

\*は5%水準で有意な相関関係であることを示す。

品種別に見ると、「あさひ」「いなぐち」「おくみどり」「さみどり」「やぶきた」の根にチャネグサレが寄生していた(図9)。4圃場以上調査した品種を抽出し、根から検出されたチャネグサレの個体数の品種間差異について検討したところ、「さみどり」が「やぶきた」に比べて有意に少なかった(図10)。

樹齢と土中チャネグサレ検出数との間に有意な正の相関関係が認められた(図11:  $r=0.325$ ,  $P=0.036$ )。また、有意ではなかったものの、樹齢が高いほど根中チャネグサレ検出数が多い傾向がみられた(図11:  $r=0.221$ ,  $P=0.160$ )。

pHと土中チャネグサレ検出数との間に有意な正の相関関係が認められた(図12:  $r=0.505$ ,  $P=0.001$ )。また、根量と根中チャネグサレ検出数との間に有意な正の相関関係が認められた(図12:  $r=0.363$ ,  $P=0.023$ )。

## (2) ピンセンチュウ

下山地区の茶園の土のサンプルからピンセンチュウが検出された。密度は土10g当たり8.0頭であった。

## (3) その他のチャ寄生性線虫

その他のチャ寄生性線虫はいずれの茶園からも検出されなかった。

## 考 察

### 1 茶園土壌から分離した線虫の同定

種を同定できた線虫はチャネグサレのみであった。他に3種類の線虫が属まで明らかになった。3種類の線虫の内、チャに寄生する可能性があるのはピンセンチュウの一種のみであった。*Ditylenchus*属や*Seinura*属の線虫がチャを加害するという報告はなく、またその食性からもチャには無害であると思われる。なお、

今回検出されなかったカナヤサヤワセンチュウは静岡県や三重県、九州などの特定の地域にのみ生息しているとされ、チャネグサレは近畿・四国・九州の広い地域に分布しているとされている<sup>8, 21)</sup>。検出されたチャ寄生性線虫の種は少なかったものの、最も被害が大きいとされるチャネグサレが検出されたことから、チャネグサレの県内分布のさらなる調査と線虫害の実態調査が望まれる。

## 2 茶園における線虫の水平垂直分布調査

土中のチャネグサレ検出数は、株の中心から水平方向に60～90 cmの位置の方が30～60 cmの位置に比べて多かった。これは、株もとに多いとした横尾<sup>15)</sup>の報告や、0～30 cmに多いとした戸崎<sup>17)</sup>の報告、樹冠下に多くうね間に少ないとした鈴木と中川<sup>19)</sup>の報告と一致しない。さらに、それら三つとは異なり、株周辺が少なく株から30～50 cmまたは50～70 cmの位置に多いとした岡田ら<sup>18)</sup>の報告とも一致しない。土壌物理性の違いや根の分布の違いなどが原因で結果が一致しない可能性がある。一方根中のチャネグサレ検出数の水平分布については、有意差が認められなかったものの、株の近くの密度が低く、株から離れるにつれて密度が高まる傾向がみられた。根中検出数の分布を調査した事例は一例ある<sup>19)</sup>が詳細な結果が不明であるため比較できない。

また、土中のチャネグサレの検出数について、深さ0～15 cmと15～30 cm及び30～45 cmとの間に有意差が認められなかった。石川と犬東<sup>16)</sup>は「やぶきた」で深さ20 cmまでに多いとし、岡田ら<sup>18)</sup>は「するがわせ」で深さ20 cmまでに多いとするなど、比較的浅い位置に多いという報告が多い。水平分布と同様の原因で過去の報告と一致しない可能性がある。一方、根中のチャネグサレ検出数は、深さ0～15 cmの位置の方が15～30 cmの位置及び30～45 cmの位置に比べて多かった。根中検出数については、土中と根中の違いがあるものの過去の報告と一致した。垂直方向については、浅い位置に多いという結果が多く、安定して浅い位置の密度が高いと思われる。さらに調査を進めてデータを蓄積し、線虫防除の基礎情報として活用できるようにすることが必要である。

高木<sup>1)</sup>は土50 gから36頭以上検出される圃場については、十分な収穫が望めず、改植の必要があると提言している。土10 gに換算すると7.2頭以上である。場内の水平・垂直の全ブロックの平均値は6.4頭であり、この基準に近い。線虫の加害をかなり受けていると思われる。湿害の症状に似た生育不良の原因が線虫である可能性がある。若しくは線虫害と湿害の両方であるかもしれない。

## 3 愛知県内茶園の線虫の地理的分布調査

これまでに愛知県内でチャ寄生性線虫を調査した事例がなかったが、今回の調査で42.9%の圃場からチャネグサレが検出された。線虫密度が高い圃場では、根

0.5 gから245.0頭、土10 gから5.0頭検出された。前述の高木<sup>1)</sup>の要改植基準に近い圃場もある。愛知県茶園品評会中央審査会の審査結果からみると、チャネグサレ検出数が多い圃場の生育状況が特段劣っているわけではなく改植すべきとまでは考えられない。しかし、中央審査会には地方審査で選抜された優良茶園しか出品されていない。生育不良茶園ではより多くの線虫が生息している可能性があるため、線虫害により一層注意する必要がある。

自然仕立て茶園の方が弧状仕立て茶園に比べてチャネグサレ検出数が少ない傾向が認められた。これは、根が少ない土壌中ではチャネグサレの密度が低いということに起因している可能性がある。自然仕立て茶園では一般的に高級茶を作るために多くの有機物や肥料を投入する。その結果うね間の浅いところに細根があまり伸びていないことが多い。分布の正確な調査のためには、土壌中の細根の分布も考慮して土壌採取場所を決定しなければならないと考えられた。

この試験では調査圃場数が少なく、圃場間の線虫数のばらつきが大きかったため、ほぼ全ての地域間及び品種間で線虫検出数に有意差が認められなかった。唯一、「やぶきた」の根中チャネグサレ検出数が「さみどり」に比べて有意に多かった。しかしながら、今回調査した「さみどり」は自然仕立て茶園が多く、自然仕立て茶園は弧状仕立て茶園に比べて根中チャネグサレ検出数が少なかったため、「さみどり」と「やぶきた」に品種間差異が存在するかどうか判然としなかった。また、標高約600 mで、冷涼な気候の下山地区においても多数のチャネグサレがチャに寄生していることがわかった。Hutchinson and Vythilin-Gam<sup>22)</sup>はスリランカでチャネグサレの分布を調査し、標高約1200 m以上で検出数が多いことを明らかにした。また、チャネグサレの増殖は地温約18℃～約24℃が最適で、約27℃～約29℃では抑制されたとしている。スリランカのチャネグサレの系統と日本のチャネグサレの系統では増殖や加害に適した温度が異なることも考えられるが、日本の茶栽培地においては、低地から高地まで広い範囲でチャネグサレの生息が可能であると推察される。今後防除を進めるにあたって、防除の必要性が高い地域や品種を明確にするためにもより詳細な調査が望まれる。

樹齢が高いほど、土中チャネグサレ検出数が有意に多かった。これは、樹齢が増すにつれてやや検出率が高くなったという横山ら<sup>23)</sup>の報告に似ている。近年、樹齢40年以上の茶園が増えており、線虫害についてより一層注意が必要である。また、pHが低いほどチャネグサレの土壌中密度が低い傾向が認められた。茶園土壌は元来pHが低く、そこに分布する線虫は低pH耐性が強いと想像されるが、pHが低すぎない方がチャネグサレの生息に適していると思われる。環境負荷を考慮して施肥量の削減が勧められているが、それに合わせて茶園土壌に蓄積している硫酸イオンが減少し、pHが高くなるとチャネグサレによる被害が増大するかもしれ

ない。佐藤ら<sup>8)</sup>は無肥料区が肥料区に比べて土壌の上層に細根が多いため、チャネグサレとカナヤサヤワセンチュウの密度が高く、今後少肥栽培が進むと多肥栽培下でマスクされてきた線虫害が表面化する可能性を指摘している。土壌上層の細根の増加とpHの上昇という二つの要素が合わさり、さらに密度が高まりやすくなることも考えられる。

環境面や国内外の茶の需要を考えると、有機栽培や少肥栽培などが今後ますます増えると予想される。こうした現状を踏まえて防除対策を考えるべきであり、より詳細な被害実態調査や要防除水準の検討などが望まれる。

**謝辞**：本研究を行うに当たり、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センターの水久保隆之上席研究員に線虫種を同定して頂いた。また、愛知県茶業連合会の役員並びに出品農家の方々には茶園品評会出品茶園の土壌の研究利用にご理解とご協力を頂いた。ここに深謝の意を表す。

## 引用文献

- 高木一夫. チャの線虫防除. 植物防疫. 21(10), 429-432(1967)
- 高木一夫. 茶園における土壌線虫の実害. 茶. 17(9), 40-43(1964)
- 横山俊祐, 山本敏夫, 近藤鶴彦. 茶の成木園における *Pratylenchus loosi* の被害について. 関西病虫害研究会報. 6, 79-80(1964)
- 古野鶴吉. 施肥条件によって違う線虫の発生. 茶. 39(7), 22-24(1986)
- 横山俊祐. 茶園の土壌線虫—特にチャネグサレセンチュウの被害とその症状—. 茶. 20(5), 38-42(1967)
- 刑部勝. 土壌線虫—茶の害虫講座—. 茶. 16(7), 51-52(1963)
- Takagi, K. Nematode confronts tea plantation in Japan. JARQ. 4(3), 27-29(1969)
- 佐藤邦彦, 岩堀英晶, 佐野善一. 九州の茶園における主要3種植物寄生性線虫の調査. 九州病虫害研究会報. 50, 88-94(2004)
- 伊藤勉. 茶の線虫類について. 茶業技術. 56, 24-25(2013)
- 関谷昭二郎. 紅茶園の土壌線虫防除試験. 茶業技術研究. 28, 22-25(1963)
- 増田清志, 金子武. 茶園土壌線虫の防除効果について. 茶業技術研究. 28, 26-30(1963)
- 犬東正美, 石川元一. 茶樹の線虫防除. 関東東山病虫害研究会年報. 11, 115(1964)
- 小泊重洋, 向笠芳郎. 茶園における殺線虫剤の効果ならびに処理方法について. 静岡県茶業試験場研究報告. 2, 23-25(1968)
- 下田美智子. チャ品種別にみた土壌消毒と各種線虫の密度変化. 関東東山病虫害研究会年報. 25, 132(1978)
- 横尾多美男. 嬉野茶園土壌の線虫相に関する調査. 九州病虫害研究会報. 8, 47-50(1962)
- 石川元一, 犬東正美. チャ樹の線虫について. 関東東山病虫害研究会年報. 10, 80(1963)
- 戸崎正弘. チャを侵す線虫に関する研究(第1報). 関西病虫害研究会報. 5, 7-10(1963)
- 岡田利承, 金子武, 大泰司誠. 茶園の土壌断面における植物寄生性センチュウ類の分布. 茶業技術研究. 60, 17-26(1981)
- 鈴木久弥, 中川喜之. 茶園中における線虫および細根の分布について. 関西病虫害研究会報. 9, 123-124(1967)
- 線虫学実験法編集委員会編. 線虫学実験法. 日本線虫学会. つくば市. p. 86-100(2004)
- 金子武, 一戸稔. 茶に寄生する線虫の種類と2、3の生態的知見. 日本応用動物昆虫学会誌. 7(3), 165-174(1963)
- Hutchinson, M. T. and Vythilin-Gam, M. K.. The distribution of *Pratylenchus loosi* Loof among tea estates in Ceylon, with particular reference to altitude. Tea Quarterly. 34(2), 68-84(1963)
- 横山俊祐, 山本敏夫, 近藤鶴彦. 三重県の茶樹地帯における植物寄生性線虫の分布と被害状況. 茶業技術研究発表会講演要旨. 14-17(1966)