

カキ寄生性線虫に関する研究

第1報 カキ根圏内土壤中より発見された植物寄生性線虫類と、根群と2, 3主要線虫の分布

上 住 泰

Parasitic Nematodes of Japanese Persimmon

1. The plant parasitic nematodes which were collected from the soil of persimmon orchards in Nara Prefecture (Japan) and the relationship between the root-system and a few main parasitic nematodes

Yasushi UESUMI

緒 言

永年作物の寄生線虫に関する研究は、多くの先人により、輝やかしい成果を収めており、その重要性はいまさら言をまたない。しかしカキについては線虫の研究は非常に少なく、断片的なものが2, 3見られる程度である。この原因としてはカキの占める果樹としての地位が、世界的なものでなくほとんど日本固有の果樹であるためであろうと考えられる。

カキは奈良県の最も重要な果樹の一つであり、これが線虫の研究は当然行わなければならないので、1959年土壤線虫検診実施事業が開始されて以来、機会あるごとにカキ寄生性線虫の確認に努めて来た。更に1963年、永年作物土壤線虫の検診法確立のための特殊調査のうち、カキ部門を担当し以来現在まで、検診法の確立のためいろいろの実験を行って来ているが、その一部について発表することにした。

この研究を行うに当つて、農林省農業技術研究所線虫研究室長一戸稔博士、昆虫生態研究室長高木信一博士には各種の助言と援助を、また本県農業改良普及員の各位にはカキ園採土に多くの便宜を、果樹特技普及員の各位には根群調査の際絶大なる協力を賜つた。各位に厚く御礼申上げる。

I カキ根圏土壤中より検出された植物寄生性線虫類

1. 調査方法

カキ園において、細根の最も多く分布している20~40cmの土層で、その根辺土壤を採取し、なるべく早い時期に、バルマン法、篩分け法などにより土壤50g中より線虫を分離し、同定、計数した。

2. 調査結果

1959年土壤線虫検診事業開始以来、奈良県のカキ園から検出された植物寄生性線虫類は、第一表に示す通りである。

第1表 奈良県産カキ園より検出された植物寄生性線虫類

| 種 名** | 産 地 |
|--------------------------------------|----------------------|
| 1. <i>Ditylenchus</i> sp. | 橿原 |
| 2. <i>Tylenchus</i> spp. | 橿原, 西吉野, 五条 |
| 3. <i>Tylenchorhynchus parvus</i> | 西吉野, 橿原 |
| 4. <i>Tylenchorhynchus brevidens</i> | 西吉野 |
| 5. <i>Tylenchorhynchus</i> sp. | 橿原, 西吉野, 五条 |
| 6. <i>Tetylenchus</i> sp. | 西吉野 |
| 7. <i>Pratylenchus loosi</i> | 橿原, 西吉野 |
| 8. <i>Pratylenchus vulnus</i> | 橿原 |
| 9. <i>Pratylenchoides</i> sp. | 西吉野 |
| 10. <i>Helicotylenchus</i> spp. | 橿原, 西吉野, 大宇陀 |
| 11. <i>Criconema</i> sp. | 香芝 |
| 12. <i>Criconemoides</i> sp. | 橿原, 西吉野 |
| 13. <i>Paratylenchus</i> sp. | 橿原, 西吉野 |
| 14. <i>Tylenchulus semipenetrans</i> | 橿原, 西吉野, 五条, 大宇陀, 香芝 |
| 15. <i>Aphelenchus</i> sp. | 橿原, 西吉野 |
| 16. <i>Aphelenchoides</i> sp. | 西吉野 |
| 17. <i>Xiphinema</i> spp. | 橿原, 西吉野 |
| 18. <i>Diphtherophora</i> sp. | 橿原, 西吉野 |
| 19. <i>Trichodorus</i> sp. | 橿原, 西吉野 |

**同定は、一戸博士及著者

3. 考 察

以上16属19種以上の植物寄生性線虫類が検出されたが、これらのすべてがカキに寄生すると考えるのは早計で、将来慎重な接種試験、被害解析を行うことにより決定されるべきである。近年カキ園でも草生栽培殊に雑草々生が広く行われており、カキ根辺土壌中にもかなり雑草根が錯綜しており、検出線虫の中にはその寄生性、他での検出例から考えて当然雑草寄生と考えられるものがあるからである。

以上の線虫類のうち最も普遍的に、かつ生息密度の高いものは、ミカンネセンチュウ (*Tylenchulus semipenetrans*) であり、次いでチャネグサレセンチュウ (*Pratylenchus Loosi*) である。これら2種の線虫はその寄生も確認しカキに対して加害しているといえる。殊にミカンネセンチュウは殆んど全樹といつてよいほどの検出が見られ、樹令の増加にしたがい線虫数は増加し、かつ園内分布も均質化されて来る。

本種による加害の実態はミカンと同様明らかでないが、一例ではあるが幼苗での被害實際例があつた(1961年西吉野村賀名生大字湯塩)。本例の所見によれば、ナシ園あとのカキ園で新植樹の枯死が多いので、調査したところ、ベルマン法50gの土壌中15,000頭以上のミカンネセンチュウの検出があり、多分に本種の加害の疑いが濃厚になつたので DBCP 剤で防除した。その結果枯死樹は少なくなり生育も回復した。このことから考えてミカンネセンチュウの被害は軽視するべきではなく殊に幼苗については出来得る限りの注意が必要であらうと考えられる。またミカンネセンチュウはかなり多犯性の線虫であり、ナシ跡あるいはミカン跡、ブドウ跡などをカキ園に改める場合など、特にこの点の留意が肝要であらう。

なお、第6表の記載線虫以外に、カキ園あるいはカキ樹からサでマツモネコブセンチュウがしばしば検出される。本種の寄生についてはその gall の有無により判断して、柿に対する寄生・被害はないと言われているが、イチジク間作のカキ(大和郡山市池の内)では、小さいながらも根部に gall を生じており、長野園試伊藤喜隆技師からの希望により送付した同地産の標本から若い♀が検出されたので、カキには全く寄生しないとは言切れないようである。ただしカキに寄生して世代を全うするとか、或は繁殖を繰返すかは、現在のところ全く不明である。

チャネグサレセンチュウについてはチャの被害は甚大なものがあり、既に全国的に多くの防除成果があげられているが、本種の寄生性、及びチャでの加害実績から考えてカキでもその被害は決して軽視出来ないものがある

うと考えられ今後接種試験などにより、その加害実態を明らかにする予定である。

Ⅱ カキ根群と2, 3主要線虫の土中における分布

果樹などの永年作物では、一年生作物と異り根系が広くかつかなりの深さまで伸長しており、また耕耘その他による土壌の移動が比較的少なく、かつ表層に限られている。したがって永年作物(果樹など)の線虫検診のための採土方法は、従来行われて来た一年生作物と同様の方法では、充分でないと考えられる。果樹では採土の水平的、垂直的な位置によつて、検出線虫の数、種類に当然差があると考えられ、また一度定植されたものは10年~数10年にわたり移植されることがまずないので、園内各樹間の線虫の種類、繁殖、分布に、当然差が生ずることと考えられ、この点を明らかにすることが検診実施上すこぶる重要な問題である。

園内各個体樹間の線虫生息状態にかなりの差のあることは、2, 3の試験成績で窺知し得たが、その基本となるべき1個体樹での各土層別における根の広がり、線虫分布とはどのような関係にあるのかを明らかにするためこの調査を行つた。なおこの調査は果樹等永年作物線虫検診方法の確立特殊調査として農林省補助の下に行つたものである。

1. 調査方法

(1) カキ園地内の調査樹の設定

場内カキ園のうち、1962年に予備調査を行い予め各樹の根辺土壌を採集して寄生性線虫の検出を行つたが、その際線虫の密度高く、かつ隣接樹の影響の最も少ないと考えられた独立樹、富有20年生を調査樹として選んだ。

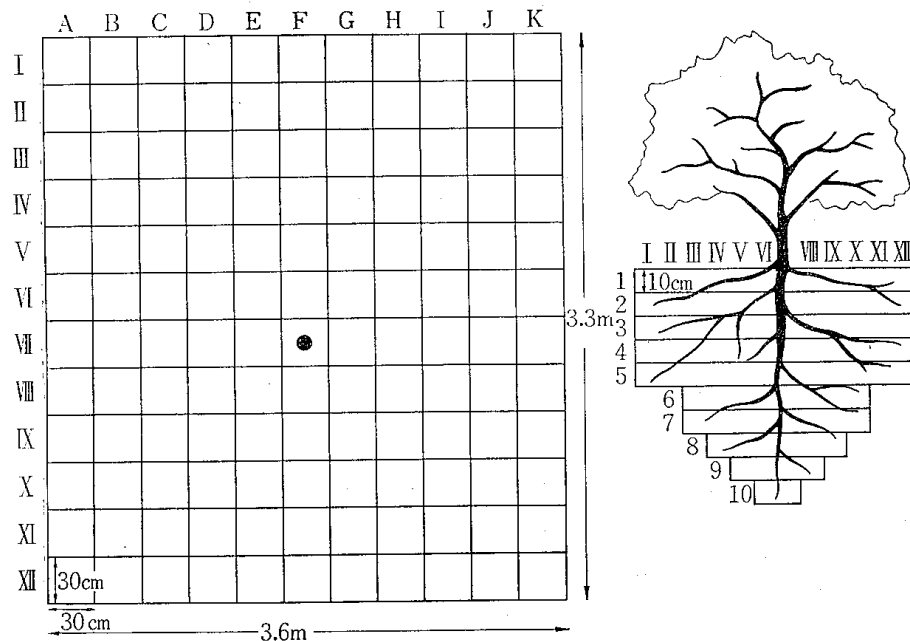
この樹は生育極めて不良で枝梢の伸長が悪く果実の結果も極めて少なく、栽培面からは地下水位高く根の伸長が悪いことから来る生育不良であるとされていた。

地上部の測定は次の通りであつた。

主幹長 178cm 地際部幹周 33.5cm (長径 11cm
短径 9.5cm)
総葉重 2.660g 枝、亜主枝重 7.740g
主枝重 5.100g 新梢重 1.570g

(2) 採土の方法

予め任意の個所を数ヶ所掘つて根の伸長程度を知り、ほぼ樹冠下で細根の分布範囲が収まることを確かめた上で採土部位を定めた。即ち樹を中心として 3.6m×3.3m の方形に枠を定め、30cm×30cm で1ブロックとして仕切り、この部分を垂直に各層 10cm の深さで掘起し、30cm×30cm×10cm の土塊に含まれる根の全量を取り出して細根とそれ以上の大きさの根に分類して夫々の重量を測り、これを以つて各土層中の調査樹の根の分布と密度を表すことにした。3.6m×3.3m の枠の範囲で調査樹の樹



第1図 水平及垂直の採土範囲

冠は全部収まり、外周よりなお 30cm の余裕があつた。30cm×30cm×10cm の各採土部分は図のように経緯、深度によつて夫々 A, B, C, ……I, II, III, 1, 2, 3, ……に記号付けした。

以上の根系調査によりこの調査樹の根系は完全に追跡、測定出来たと思われ、この樹では根の伸長は深度 1m を限度としていることが判つた。

(3) 採土部分(各ブロック)の線虫調査

30cm×30cm×10cmの採取土塊は直ちに容器に入れ腐朽して採集不可能な細根を除いて可能な限りの根を集めた。一方この土をよく攪拌混合し、その約 500g を採つて直ちにポリエチレン袋に入れブロック毎の記録をして線虫の検出にあてた。土壌中の線虫検出に当つては色々な方法があるが、ここでは資料が尠大なため保存中の線虫の経時変化を恐れ採作が簡単で迅速に処理出来るベルマン法を採用した。ベルマン法は18~24時間、室温で線虫を游出させた。

(4) 調査時期

調査は、ミカンネセンチュウが主体となると考え、本種幼虫の最も多く現われるとゆう 9月下旬を目標としたが、実際には10月28日に開始し11月8日に根系調査を終了直ちに採取土壌の線虫調査を行つた。結果的に見てミカンネセンチュウ幼虫の游出から9月下旬の調査と差異がなかつたように思われる。

2. 調査結果

この調査では *Tylenchus spp.*, *Tylenchorhynchus parvus*, *Tylenchorhynchus sp.*, *Helcotylenchus sp.*

(*prob. H. dihystra*), *Ditylenchus sp.*, *Tylenchulus semipenetrans* (ミカンネセンチュウ), *Xiphinema sp.*, *Diphtherophora sp.* の寄生性線虫が検出されたが、*Tylenchorhynchus sp.*, *Helcotylenchus sp.* 及び *Tylenchulus semipenetrans* (ミカンネセンチュウ) を除いて、他は何れも検出数及検出頻度が少なく、カキに対して加害する事が少ない或はないと考えられた。従つてここでは検出数の多かつた上記 3種について検討を加えることとした。

各土層別におけるこれら 3種の検出数及び総数に対する垂直各層別検出率、細根の重量及びその率を表示したのが第2表である。

以上のようにミカンネセンチュウが圧倒的に多く検出され全線虫数の95%近くを占め、他の2種は比較的多く検出されたにも拘らず総数では、僅かに5%を示したにすぎない。勿論検出時における線虫の行動性、或は季節的消長なども考慮すべきではあるが何れにしてもカキではミカンネセンチュウが圧倒的に多く最も注目すべき線虫であることには間違いがなさそうである。またこの表で示した内検出率及根重分布比率を図示すれば第2図のようになる。

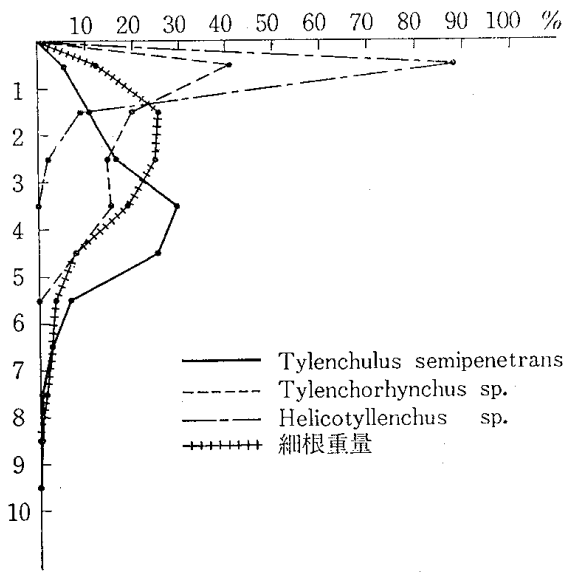
Helcotylenchus sp. は、表層部に極めて多く集中して分布し、*Tylenchorhynchus sp.* がこれに次ぎ、ミカンネセンチュウは最も深い部分で生育数が最も多かつた。また前2種はカキ細根の分布とは異つた分布を示し、ミカンネセンチュウはほぼ同じ分布を示したことと前記生息数とを考え合せると、前2種はカキに寄生する重要

第2表 各土層別の3種線虫検出数, 検出率及び細根重量・細根分布率

| 深度別 土層番号 | 線 虫 名 | | | 各層細根重量 (g) 及総量に対する比 率 (%) |
|-------------|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| | <i>Tylenchulus semipenetrans</i> | <i>Tylenchorhynchus sp.</i> | <i>Helicotylenchus sp.</i> | |
| 1 | 2882 (5.3) | 1092 (40.2) | 210 (87.9) | 680.8 (12.4) |
| 2 | 5862 (10.8) | 562 (20.1) | 23 (9.6) | 1424.5 (25.9) |
| 3 | 9212 (17.0) | 406 (14.9) | 5 (2.1) | 1376.1 (25.0) |
| 4 | 16277 (30.0) | 421 (15.5) | 1 (0.4) | 1047.1 (9.04) |
| 5 | 14391 (26.5) | 227 (8.3) | 0 | 67.2 (8.5) |
| 6 | 3896 (7.2) | 10 (0.4) | 0 | 205.3 (3.7) |
| 7 | 1495 (2.8) | 1 (0.0) | 0 | 185.5 (3.4) |
| 8 | 102 (0.2) | 0 | 0 | 68.3 (1.2) |
| 9 | 68 (0.1) | 0 | 0 | 36.5 (0.6) |
| 10 | 71 (0.1) | 0 | 0 | 6.8 (0.1) |
| 合 計 | 54256 | 2719 | 239 | 5498.4 |

Tylenchulus semipenetrans 94.8%
Tylenchorhynchus sp. 4.7%
Helicotylenchus sp. 0.5%

() 内は total 数に対する夫々の比率を示す。



第2図 3種線虫及細根の土層別分布比率

線虫とは考えられず, 表層雑草の寄生線虫と考えるのが妥当であろう。

水平面各層におけるミカンネセンチュウ及び *Tylenchorhynchus sp.* の分布は第5図1~7及び第6図1~5のようになった。(図中1黒点は10頭段階刻みの線虫数を示す)

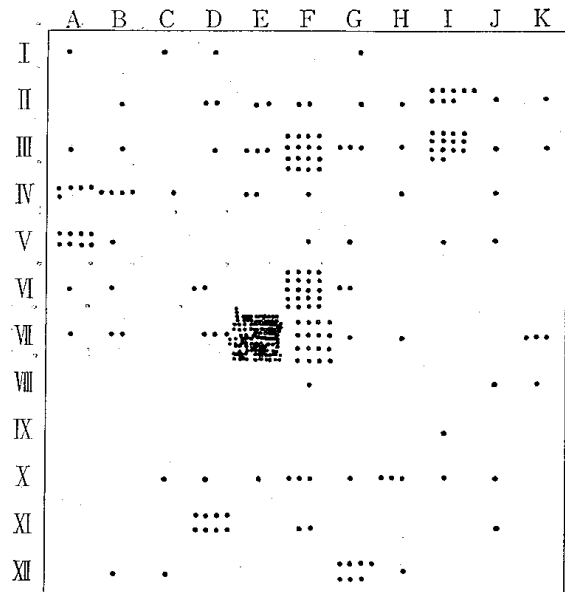
これらの図を見れば, ミカンネセンチュウは集中的な分布を示していることが判り, また各層相互間の線虫分布を重ね合せて見ると, この集中化, は団塊状を示してい

ることがよく現われている。一方 *Tylenchorhynchus sp.* は樹冠下外周に検出されることが多く内部への侵入は殆ど見られないが, これは調査樹樹冠下には敷わらを厚くしてあつたため雑草が生えていなかつたことと大いに関連があるようで, 前記垂直面での分布率と併せて考えれば更にカキへの寄生の疑いは薄らぐ。

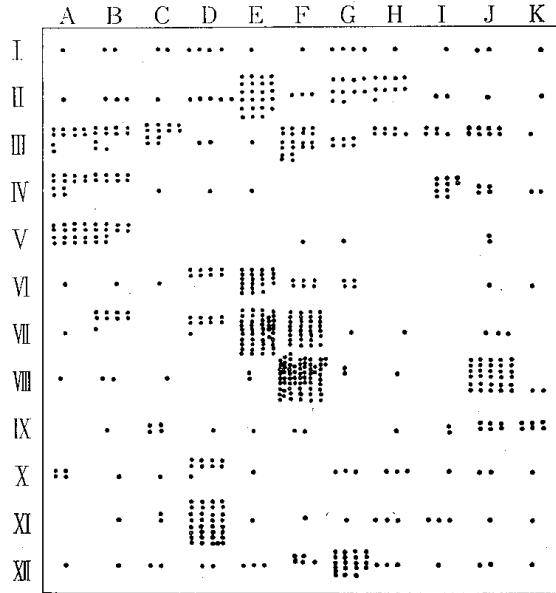
細根の分布とミカンネセンチュウの分布との関係につ

第3図 ミカンネセンチュウの各土層における分布

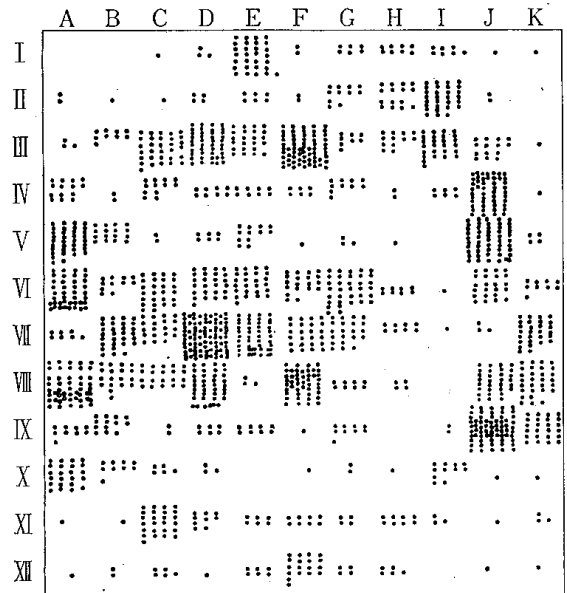
第1層 (1点 10頭)



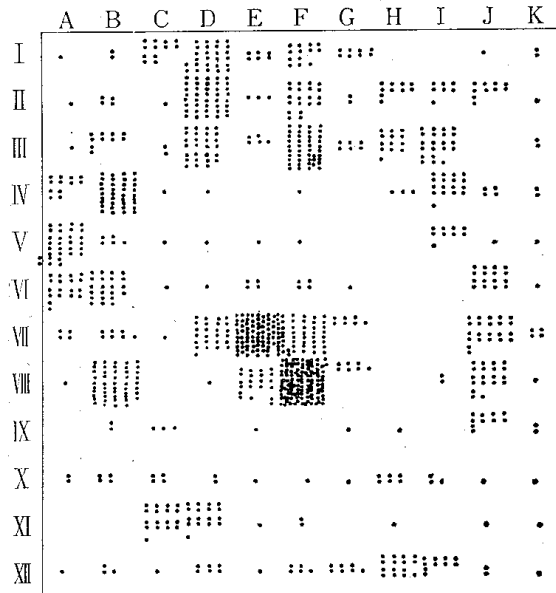
第 2 層



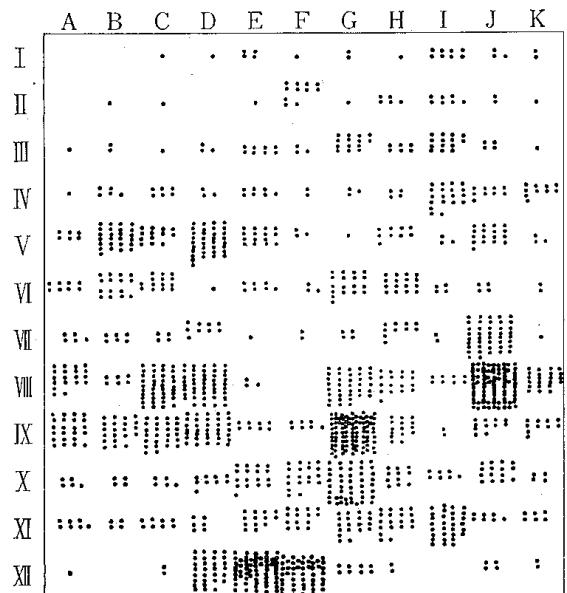
第 4 層



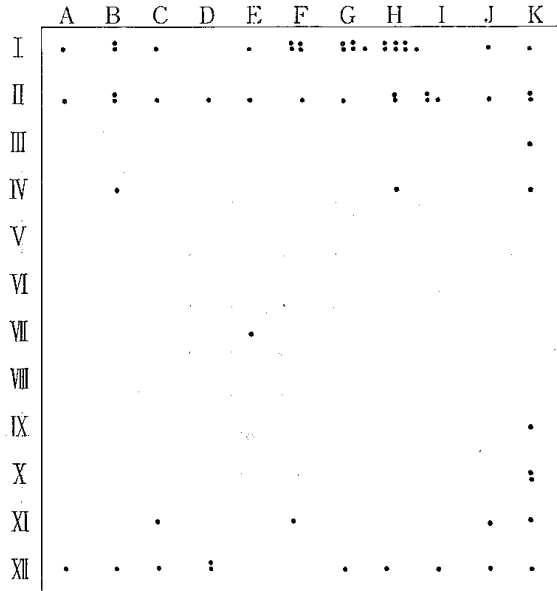
第 3 層



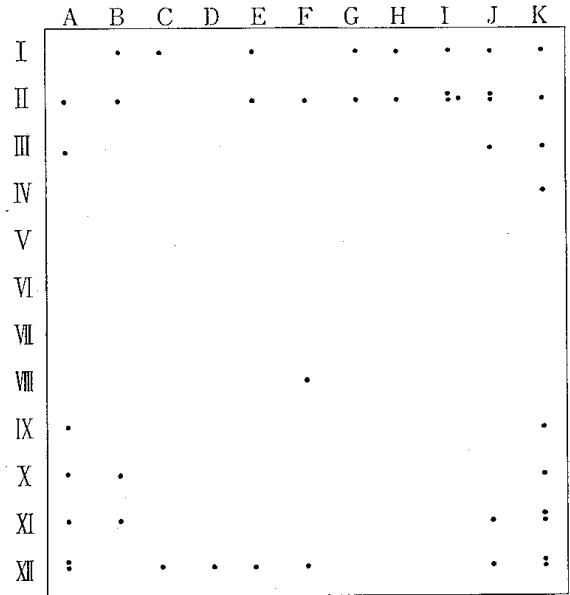
第 5 層



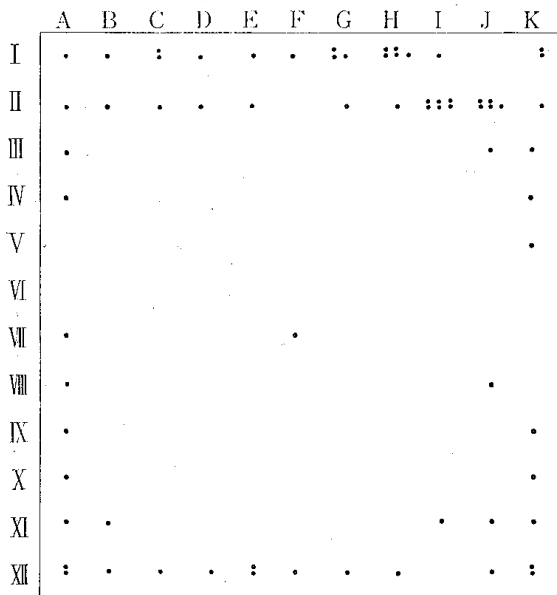
第 3 層



第 5 層

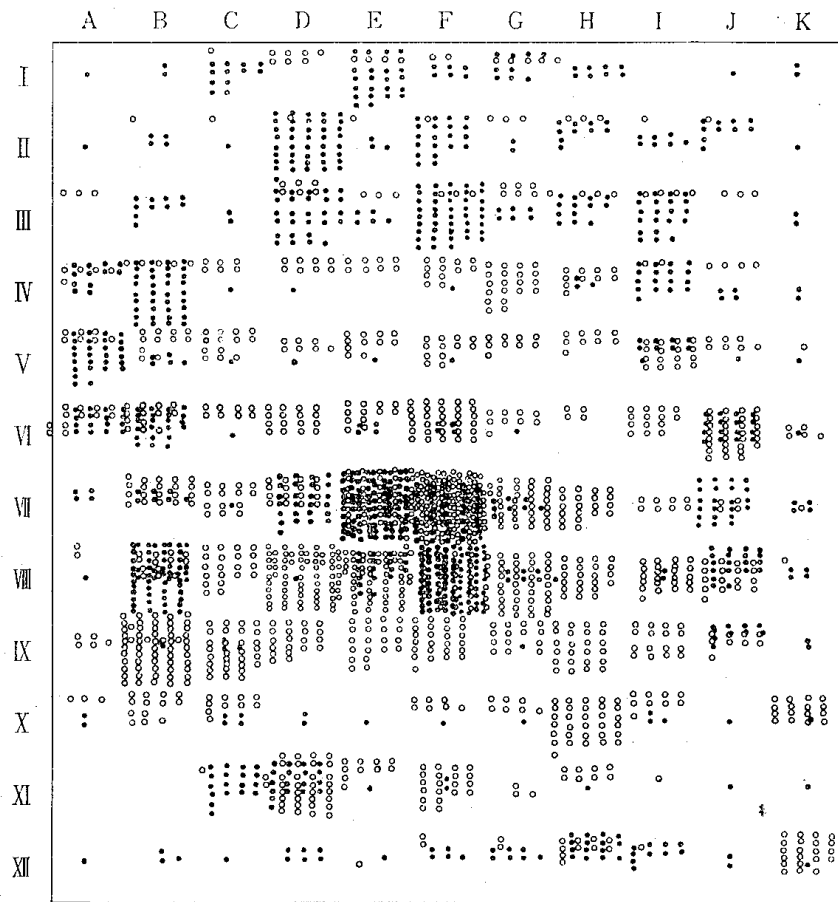


第 4 層

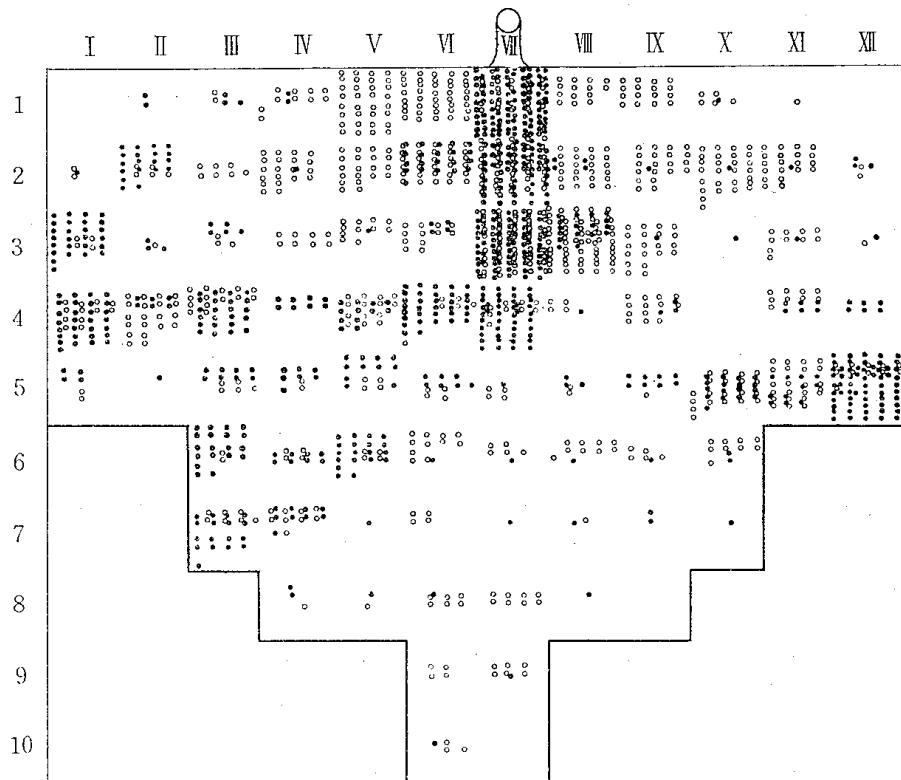


いて、水平第3層及び垂直E層を例にとつて図示したものが第5、6図である。

この2つの図より、樹幹下主根部における線虫と根の関係はかなり密接であるが、その他の部分については根量と線虫量は必ずしも一致しないことが窺える。細根の分布は表層部に且樹冠下内中心部に多いのに対し、線虫はやや深目にかつ樹冠下外周部に多い。



第5図 第3層における細根量とミカンネセンチュウの分布生息数の関係 (1点10頭, 1白点1g)



第6図 “E”層における細根量とミカンネセンチュウの分布

3. 考 察

以上の結果から考えて、ミカンネセンチュウがカキ寄生性線虫の最も重要な種類であろうと判断される。本種の土層中の分布は土壌の物理的な構造、根の分布などの影響を受け、かなりの制約を受けるように考えられる。影響を及ぼす土壌の物理的な性質として、ち密度、孔隙量が考えられるが、雨水等による機械的な線虫の移動は主としてこれらの因子が関与すると思われ、また土壌pHを含むこれら諸因子は、根の伸長、分布に大きな影響を及ぼし、ミカンネセンチュウがカキの根に寄生して生活するのであるから、これら土壌の性質を全く無視して、線虫の土層中での分布を見ることは出来ない。

ミカンネセンチュウの土層中の分布は、以上の各因子との関連を十分に検討して論ずる必要があるが、個々の関係は一応おいて、それらの集成化されたものが本調査の各層を通じて見られた“集団化”の現象であろうと推察される。即ちミカンネセンチュウがカキに寄生して生活する以上、根の分布していないところでの生存、繁殖は考えられないし、移動の面から考えても、線虫自体の移動は極めて僅かであろうから、一旦寄生したものでは定住性の傾向が強く現れ、数代～数十世代にわたって繁殖をくり返すことによつて漸進的により一層顕著な集団化が見られるようになるのであろう。このことは果樹などの永年作物では、耕起その他による土壌の移動が少ないことと考え合せると当然の現象であると考えられ、よし耕起しても、線虫の最も多く見られる20～40cmまでは普通では耕さないで、この場合でもこの層以下では影響はないと思われる。

またこれらの集団化の分布は必ずしも細根量の分布と一致せず細根量の多少と線虫の多少(集団化)とは合致しない。このことはミカンネセンチュウの寄生は多分に機会的なものであることが想像され、寄主(カキ細根)と寄生(ミカンネセンチュウ)の相互関係による生活サイクルのずれも考えられ興味深い。

以上のように、線虫の土層中での生息密度は“集団化”によつてかなりの疎密があるが、密度を問題としない生息範囲は水平的、垂直的に根の分布と一致した。

摘 要

1. 1959年より開始した土壌線虫検診事業により、現在までにカキ根辺土壌中から16属、19種以上の植物寄生性線虫を検出した。

2. これらのうちミカンネセンチュウが最も普遍的かつ主要なカキ寄生性線虫であり、ついでチャノグサレセ

ンチュウが重要な種であると考えられた。

3. 1963年、奈良県農業試験場内においてカキ生育不良樹をえらび、この根群と2, 3線虫の関係を知るため、1m×3.3m×3.6mの範囲を、30cm×30cm×10cmのブロック別に掘上げ細根量と線虫密度の関係を調べた。

4. その結果カキに対しミカンネセンチュウが最も密接な関係があり、他の2種(*Helicotylenchus sp.*及び*Tylenchorhynchus sp.*)は余り関係がないと考えられた。

5. 土層中におけるミカンネセンチュウの分布は、細根分布と範囲においては水平、垂直方向とも一致したが、両者の分布密度は必ずしも一致せず、ミカンネセンチュウは“集団化”分布をし定住性が強く現われていることが窺えた。

参 考 文 献

- 1) CHRISTIE, J. R. and V. G. PERRY, Removing nematodes from soil. Proc. Helm. Soc. Wash. 18 (2)
- 2) COHN, E. 1965. The development of the Citrus nematodes on of its hosts. Nematologica 11(4)
- 3) 一戸稔 1957. 線虫の分類と調査法. 植物防疫, 11 (7)
- 4) ——— 1958. わが国の線虫について. 農業だより 5 (5)
- 5) ——— 1960. 土壌線虫とその見分け方 (1～5). 農業通信 44～48
- 6) ——— 1962. 永年作物における線虫の被害, 農業技術 17 (10)
- 7) ——— 1964. 果樹と線虫. 農業技術 19 (8)
- 8) 宮川経邦・森下 実 1957. 本邦における柑橘根線虫の分布について, 植物防疫 11 (5)
- 9) 日本植物防疫協会 1965. 永年作物線虫防除基準
- 10) ——— 1959. 土壌線虫研修会資料
- 11) NISHIZAWA, T. 1960. Methods for nematological researches (print). A material for the 1st conversation of nematological workers in Japan.
- 12) 農林省 1960. 柑橘に関する研究打合せ資料
- 13) ——— 1961～1965. 永年作物線虫特殊調査成績検討会資料
- 14) THORNÉ, J. 1962. Principles of nematology.
- 15) 横尾多美男 1958. ネグサレセンチュウの分類と生態, 植物防疫 12 (3)
- 16) ——— 1958. 土壌線虫—生態と防除

- 17) ——— 1964. ミカンネセンチュウに関する調査研究, 佐賀大農彙報 20 について, 関西病虫研報 3
- 18) 蔵納久男 1960. ミカンネセンチュウの標本抽出 19) ——— 1962. 耕種的環境によるミカンネセンチュウの季節的消長調査, 静岡柑橘試報告

Summary

1. 16 genres and 19 or more species of plant parasitic nematodes were found in the soil of persimmon orchards.
2. Of all these plant parasitic nematodes, two species, namely, the citrus nematode (*Tylenchulus semipenetrans*) and the tea root lesion nematode (*Pratylenchus loosi*) were considered most common and staple.
3. In 1963, for the purpose of studying the relationship between the rootsystem and a few main parasitic nematodes, the author delved the growth sphere of an unbalanced growth persimmon root (horizontal 330×360cm, depth 100cm; divided into blocks, horizontal 30×30cm, depth 10cm block), and investigated the rootlets and parasitic nematodes in each block.
4. As the results of this investigation the relationship between the distribution of citrus nematodes and rootlets of persimmon was understood. *Helicotylenchus spp.* and *Tylenchorhynchus sp.* were not parasites on persimmon trees. Their hosts may be Yomogi-grass (*Artemisia vulgaris L. var. indica*).
5. The distribution of citrus nematodes in persimmon's growth sphere formed a massive colony around the soil of persimmon's rootlets. The nematodes and rootlets have not a quantitative relation in each block, but the growth sphere of both of them was in accordance in their horizontal and vertical directions.