

## 線虫の寄生分布に関する研究(3)

誌名	北海道農業試験場彙報
ISSN	00183415
著者	岡田, 利承
巻/号	89号
掲載ページ	p. 30-36
発行年月	1966年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



# 線虫の寄生分布に関する研究

## 第3報 施肥量が大豆の生育およびダイズシストセンチュウの寄生分布に及ぼす影響†

岡 田 利 承\*

### STUDIES ON THE PARASITIC DISTRIBUTION OF NEMATODES

#### PART 3. EFFECTS OF AMOUNTS OF FERTILIZER ON THE GROWTH OF SOYBEANS AND THE PARASITIC DISTRIBUTION OF SOYBEAN CYST NEMATODES

By Toshitsugu OKADA

ダイズシストセンチュウ (*Heterodera glycines*) の寄生数は土壤中の2齢幼虫密度が高いことと、侵入につごうのよい寄主根が多いことによって一般に増加するものと考えられるが、ダイズシストセンチュウ密度の高い土壤中に寄主作物である大豆を栽培すると、大豆の根は線虫の寄生をうけて十分に発達せず、健全な大豆の根に比べて貧弱になり、分布範囲も狭くなってしまふ。ダイズシストセンチュウの密度の高い土壤中で大豆の生育を良好とするためには、今日まで主として施肥法の改善に関する研究が<sup>3)</sup>取上げられており、窒素質肥料の効果が<sup>3)</sup>高いことと、寄主の生育が良好になるにしたがって収獲跡地の土中線虫密度が、かえって高くなる<sup>2)</sup>ことが明らかにされた。

寄主作物を栽培するに当たって、当年の作物に与える被害をできるだけ軽減することはきわめて大切であるが、土中線虫密度をかえって高くしてしまうことは防除上から望ましいことではない。それゆえ、施肥技術の改善などによる被害軽減の評価は線虫の増殖との関係を明らかにしたり<sup>2)</sup>えてなされなければならないもの<sup>2)</sup>と考える。

本報は施肥量の違いによる寄主根の発達の相違がダイズシストセンチュウの寄生分布および跡地土壤中の分布にどのような影響を与えるかについて調査した結果の概要を報告する。

本試験の遂行に当たり数々の御指導を頂いた畑虫害研究室長気賀沢和男技官ならびに取りまとめに当たって御指導を頂いた畑作物部長松実成忠技官に感謝する。また、本報中

† 本報の一部は昭和40年度応用動物昆虫学会大会において講演発表した。

\* 畑作物部 畑虫害研究室

の化学分析は元作付体系第一研究室五十嵐孝典技官(現九州農試)にお願いした。ここに厚くお礼申し上げる。

### 〔 大豆生育中期の寄生線虫分布

#### 1. 材料および方法

1964年、当場畑作物部圃場(芽室)内の1m<sup>2</sup>のコンクリートわくの中に、長さ1m、幅10cm、高さ30cm(各内径)の木わくを一つずつ南北に長く埋め、木わくの内外とも地表から深さ20cmまでの部分に、ダイズシストセンチュウの非寄主作物を連作した圃場の表土(十勝乾燥統火山灰土壌)を入れ、その下層にダイズシストセンチュウ密度の低い下層土(赤土)を詰めた。

試験区は線虫接種区と無接種区に分け、それぞれ、施肥基準量区と倍量区とを設け4反復した。接種区には前年ダイズシストセンチュウが多発した大豆圃場の土壤中より分離したシストを深さ20cmまでの表土に混入した。乾土100g当たりの蔵卵シスト数は、線虫接種表土が165、無接種表土が1、下層土が2であった。

基準肥区には(3-12-10-3)の化成肥料を粉状にして一わく当たり5g(N3kg/10a)施用し、倍量区には10gを施用した。施肥位置は木わくの中央付近の深さ5~10cmの部分とし、土壤中に十分に混合した。5月20日、各わくに大豆「北見白」を2粒ずつ播種し、後に、1本立てとした。

幼苗期の重量調査には6月17日(播種後28日目)の間引個体を用い、葉の展開程度、草丈、葉長、葉色の調査は6月29日(播種後40日目)より5日ごとに行なった。7月29日(播種後70日目)に木わくの片側をはずして、株からの垂線を中心に垂直断面を5cm平方の碁盤目状に切り抜き、

左右の対になる部分の一つにして保存し（第1報第4図参照）、各土塊中に含まれている大豆根を集め、主根の基部を除いて重量を計った。またこの際、地上部の重量を調査し、同時に葉中のクロロフィル量および莖葉中の窒素を定量した。

採集した各土塊中の大豆根は酸性フクシン・ラクトフェノールで染色し、根組織中に侵入しているダイズシストセンチュウを齢別に検鏡した。

2. 結果および考察

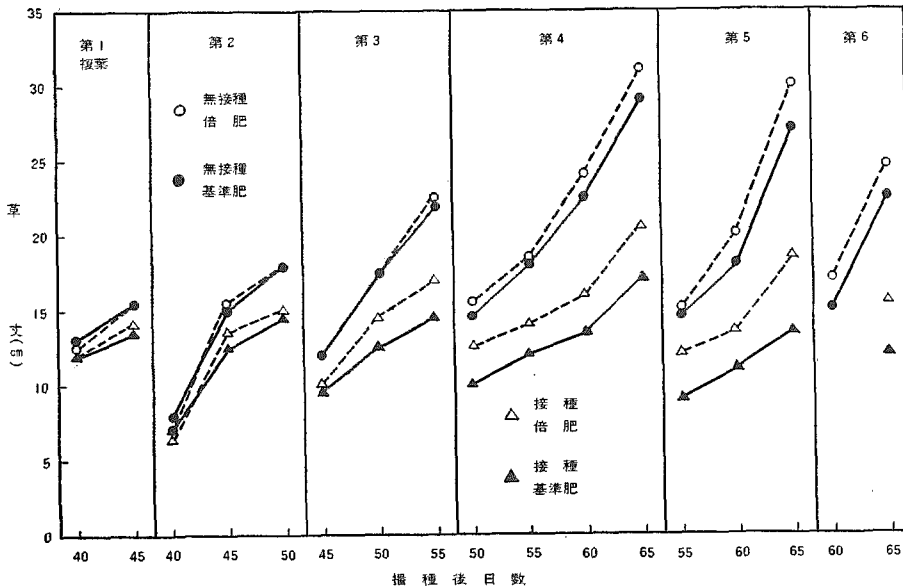
1) 地上部の生育 播種後28日目（初生葉展開期）の地上部の重量は生重、風乾量とも無接種区100に対し接種区75であって、接種区の生育の遅れが認められた。しかし施肥量による差は判然としなかった。

播種後40日目から5日ごとに、展開している複葉数を調査した結果、接種基準肥区は50日目から明らかに複葉の展開が遅れ、55日目からは無接種倍肥区、同基準肥区、接種倍肥区、同基準肥区の順に展開葉数が少なくなり、日数の経過とともに次第にその差が大きくなった。

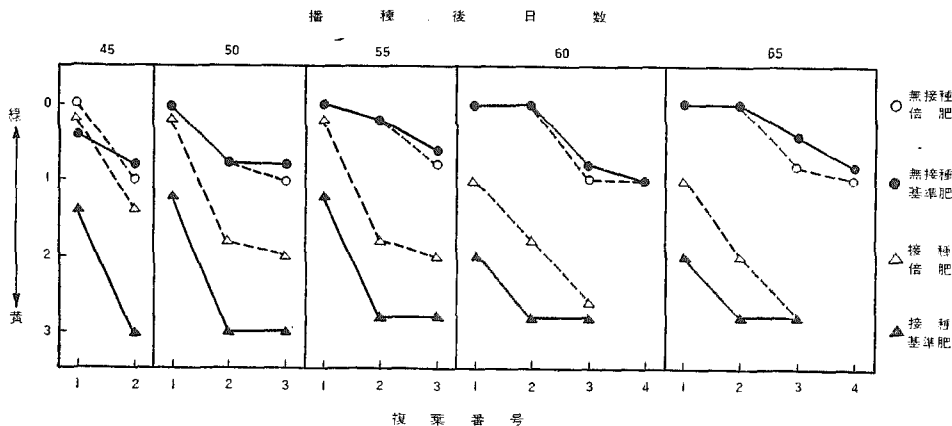
子葉の基部より各葉の先端までの草丈を第1図に示した。

線虫の接種による差は播種後40~50日目で明らかとなった。施肥量による差が現われたのは接種区で45日目以後、無接種区で50~55日目以後であった。肥料を倍量にした影響は接種区の方が大きかった。

初生葉の長さは播種後40日目ですでに接種区が無接種区より短かくなっていた。以後、上節の葉ほど接種の有無の



第1図 線虫接種の有無および施肥量の多少による大豆草丈の差



第2図 線虫接種の有無および施肥量の多少による大豆葉色の差

差が大きくなった。また施肥量による差は初生葉には認められなかったが、播種後40日目の第1複葉から接種、無接種区とも認められた。

葉色は肉眼で緑色の濃いものを0、淡いものを1、黄緑色を2、黄色に近いものを3と指数をつけて色の違いを表わし第2図に示した。なお、肉眼観察の結果をRIDGWAY (1912)の標準色の色分けと対比してみると、緑色で暗い色から黄色で明るい色までの変化と一致する。

接種基準肥区では、初生葉ほど緑色であったが、第1複葉から黄色味をおび、第2,3複葉ではとくに顕著な黄色を示した。接種倍肥区は第2複葉より黄緑色と

第 1 表 線虫接種の有無による大豆莖葉中の窒素含量および葉緑素含量の相異

処 理	生 重 量 (g)		水 分 (%)		全 窒 素 量 (乾物%)		全葉緑素量 (mg/生重 1g)
	莖	葉	莖	葉	莖	葉	
接 種 基 準 肥	2.3	3.3	80.8	79.5	0.34	2.59	8.8
〃 倍 肥	4.3	5.8	78.2	78.1	1.14	2.34	9.3
無 接 種 基 準 肥	9.9	12.1	84.8	86.6	4.95	5.04	20.8
〃 倍 肥	11.6	14.4	86.9	80.9	2.74	3.26	18.5

なり、日がたつにしたがって黄色味を増して、播種後60日目以後の第3複葉は、基準肥と変わらないほどの黄色となった。無接種区は上節の葉ほど淡い傾向があつたが、最後まで緑色を呈し健全葉であつた。

播種後70日目の掘取時の際に地上部の生重量、水分および全窒素量、全葉緑素量を調査し、その結果を第1表に示した。

生重量は接種区に比べ無接種区が非常に重く、また、両区とも基準肥区に比べ倍肥区が重くなつていた。

葉緑素量、窒素量は、黄変調査と同一傾向を示し、接種区は無接種区の約半分であつた。また、施肥量の多少による差は少なく、無接種区では倍肥区の方がかえつて少なくなつていた。

大豆の生育はダイズシストセンチュウを接種した場合と接種しなかつた場合とで全く異なり、線虫の寄生による大豆の生育の悪化がきわめて著しいことを示した。施肥量の

倍加は本試験の場合に、線虫密度の増加による大豆生育のマイナスを取り戻すほど充分ではなかつた。しかし施肥量の増加が地上部の生育に与えた好影響は無接種区より接種区の方が大きかつた。

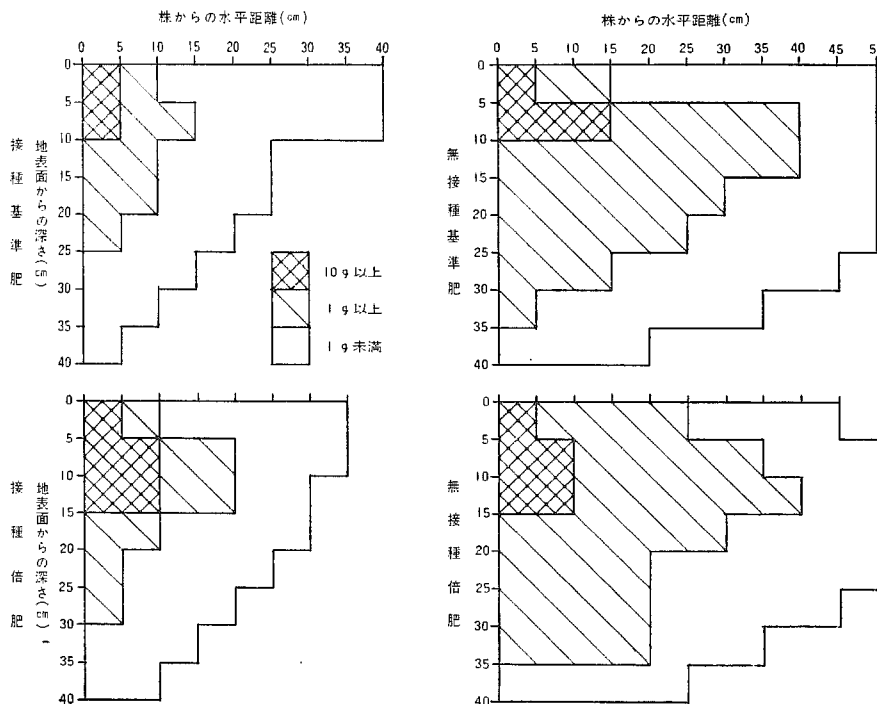
2) 根重の分布 採集した土壌塊(断面積 5 cm 平方、厚さ 10 cm 2 個)中の根を集めて重さを計り、10g 以上、1g 以上、1g 未満の三段階に分けて土壌断面における根重の分布を第3図に示した。なお地表より 40 cm 以下については調査しなかつた。

無接種区は接種区に比べ著しく根重が重く、側方への広がりも充分であつたが、接種区の根は主根周辺にかたまつており、かつ、少なかつた。また、倍肥区は線虫の有無にかかわらず、基準肥区に比べて下方への分布量が多くなつていた。掘取時の観察によれば、多数の線虫の寄生をうけている部分の根は褐変し、ひどい部分は暗褐色になって腐敗しかけてさえたが、株から 15 cm 以上側方へ離れた部分

にはこのような根は認められなかつた。そして前報で報告したように被害株ほど健全株に比べて、地表近くの根の割合が多くなる傾向を示していた。

側方の根が多くなつていた倍肥区では、施肥量の増加が新根の発達に良い影響を与えたものと考えられることができる。

播種後70日目の接種区と無接種区の根の重量の差は地上部の重量の差よりも少なかつたが、その後の根の発達は掘取時の根の状態からみて、接種区では著しく悪くなるものと考えられ、大豆の生育末期の根の被害はもっと大きくなるものと考え



第 3 図 線虫接種の有無および施肥量の多少による大豆の根重分布

られた。また一般に、大豆の生育前半の地上部の被害と寄生数とは相関の高いことが知られているが<sup>1)</sup>、調査時期がおそくなると両者の関係は低くなるか、場合によっては全くなくなってしまうことが報告され<sup>2)</sup>、著者もまた同様の観察を行なっている。これらのことは根の発達にあまり差のない生育初期の大豆根への寄生数の差が、まず地上部の生育に影響して、寄生数と被害の相関を高め、やがて被害をうけた根が、寄生数の増加を抑制して、両者の関係をなくしてしまうものと考えられる。

3) 寄生分布 本試験年におけるダイズシストセンチュウの成長は例年に比べ遅れぎみのようで、地下部を掘出した播種後70日目には、根からすぐ落ちるようなシストはほとんどみられなかった。

染色した根は、各位置別に検鏡し、寄生線虫数を齢別に集計した。第2表は大豆1本当りでの齢別全寄生数と根重

とを示し、第4図にはダイズシストセンチュウの寄生数を4段階に分けて位置別に示した。

接種区におけるダイズシストセンチュウの寄生数は、総数、各ステージ数とも基準肥区より倍肥区の方が多いが、成虫では大差なく若齢幼虫ほどその差が大きくなっている。成虫数は大豆の生育初期に寄生した幼虫数によるものと考えられるから、基準肥区、倍肥区の成虫数に差の少ないことは、生育初期の大豆根の分布、機能が処理間であまり差のなかったことを意味するものと考えられる。その後倍肥区の根は基準肥区の根に比べると発達が良く、線虫の生育に十分な条件の根が多かったために、若齢幼虫の寄生数は倍肥区の方がはるかに多くなったものであろう。

以上の考えを分布範囲から明らかにするために、接種区に寄生していたダイズシストセンチュウを三ステージに分けて、それぞれ大豆1本当り10個体以上寄生している範囲を第5図に示した。

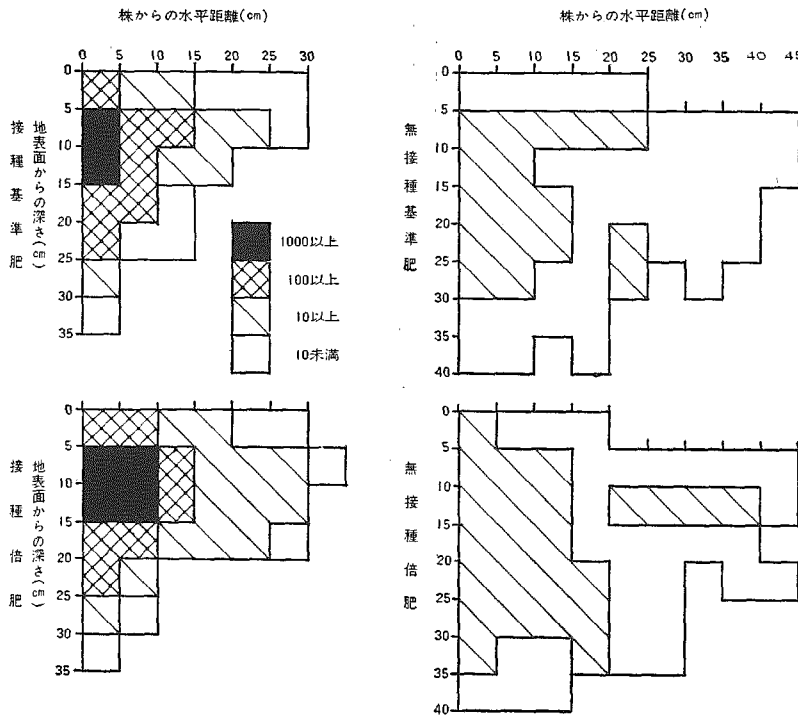
第2表 総線虫数および総根重(大豆1本当り)

処 理	2 齢幼虫数	3 齢幼虫数	4 齢雌幼虫数	4 齢雄幼虫数	雄成虫数	雌成虫数	総 数	その他の線虫数	総根重(g)
接種基準肥	468	387	243	1,742	212	4,071	7,123	916	6.7
× 倍 肥	1,648	945	590	3,392	255	4,462	11,292	2,244	12.3
無接種基準肥	86	143	70	123	18	35	475	981	17.9
× 倍 肥	160	207	125	150	9	44	695	1,234	22.9

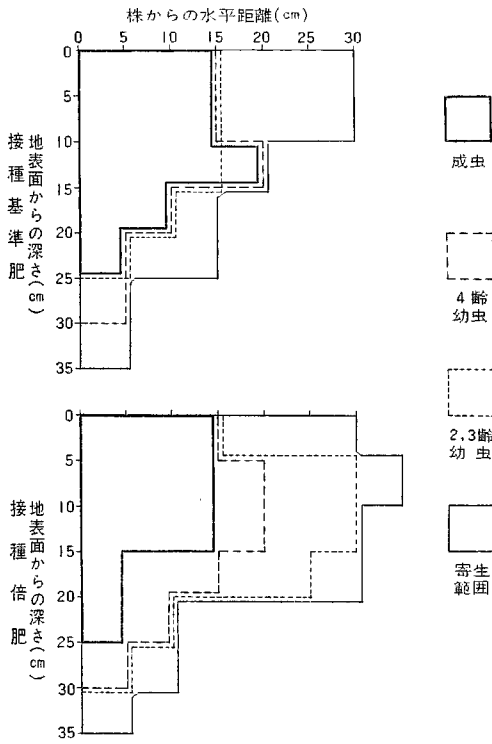
基準肥区では各ステージとも、分布範囲が深さ20~25cm、株からの水平方向15cmの間に集中して多いのに比べ、倍肥区では、成虫の分布範囲のみが基準肥区とほぼ同じで、若齢ステージほど側方および下方へ分布範囲が広がっている。このことから、基準肥区では、根が初期の分布範囲からあまり広がらなかったのに比べ、倍肥区では、線虫の寄生に適した根を次第に広げていったものと考えられることができる。

無接種区のダイズシストセンチュウの寄生数は基準肥区、倍肥区とも少なく、また分布に一定の傾向もみられない。

寄生線虫はダイズシストセンチュウ以外にも多数発見されたが、どの程度寄主の生育に影響を与えていたかは不明である。キタネコブセンチュウの寄生によるゴール数は各区ともわずかであったが、無接種区の方が目立ち、ダイズシストセンチュウの被害のひどい根にはゴールの発達が悪く寄生数も少ないように観察された。このことは ROSS (1959) が、ダイズシストセンチュウの存在で、サツマイモネコブセンチュウの密度が単独の場合より少なくなったと報告



第4図 線虫接種の有無および施肥量の多少によるダイズシストセンチュウの寄生分布



第 5 図 施肥量の多少によるダイズシストセンチュウのステージ別寄生分布

していることと一致するが、ダイズシストセンチュウとキタネコブセンチュウの相互作用については今後の研究課題と考える。なお、根粒の寄生はほとんどなく、処理による差は認められなかった。

## Ⅱ 収穫後の土中線虫分布

### 1. 材料および方法

大豆の生育中期の寄生分布は、土中線虫密度や大豆根の発達の違いによる繁殖過程の相違をよく示しているものと考えられるが、その最終的な線虫の増殖は、収穫跡地の土中線虫密度によらなければならない。本試験は施肥量を変えて栽培した大豆の収穫跡地のダイズシストセンチュウ密度を比較するため、1965年に行なった。

ダイズシストセンチュウの寄主作物を連作した圃場の土壌を 1 m<sup>2</sup> のコンクリートわくに深さ 20 cm まで入れ、その下には下層土(赤土)を詰めて、本試験の前年に大豆「北見白」を一様に栽培し、試験年の春に表土 20 cm までを充分に混合して、無肥料区、基準肥区、2 倍肥区、4 倍肥区に分け、前試験と同一の肥料を面積当たりの同一基準で条作施用した。

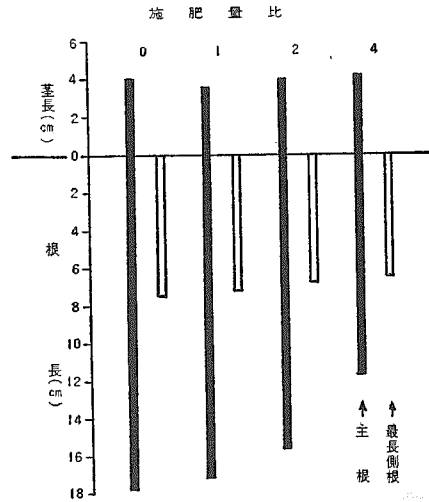
畦は南北に長く、50 cm の間隔で 2 本切り、施肥深度は 5~10 cm になるようにした。5 月 19 日、大豆「北見白」を一畦に 5 カ所、2 粒ずつ播種し、後に 1 本立とした。

地上部の調査は 6 月 3 日(播種後 15 日目)に間引個体を用いて、稚苗における施肥量の影響を調査し、6 月 18 日(播種後 30 日目)より 10 日目ごとに、畦の両端の個体を除いた中から生育中庸のもの 15 個体を選んで、葉の展開程度、茎長の調査を行なった。収穫調査は 10 月 6 日に行なった。

10 月 14 日、各処理の中から生育中庸のもの 2 株について株を中心に 1 株当たりの面積 50 cm × 20 cm を深さ 30 cm まで掘取り、深さ 10 cm ずつの 3 層に分けて、各層の土壌中に含まれているシスト数を調査した。

### 2. 結果および考察

1) 地上部の生育 播種後 15 日目の茎長および根重を第 6 図に示した。



第 6 図 大豆の初期生育におよぼす施肥量の影響

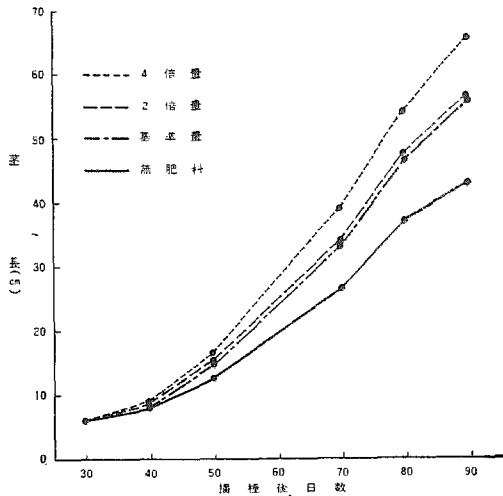
地上部の生育にはほとんど差は認められないが、根長は施肥量の多いほど短い傾向を示し、肥料による影響が認められた。

展開した葉の数は 30 日目までに処理間に差がなかったが、40 日目には無肥料区と基準肥区が若干少なく、50 日目には施肥量の少ない区ほど上節の葉の展開がおそくなっていった。

生育前半の茎長の変化を第 7 図に示した。

無肥料区は播種後 40~50 日から他の処理より目立って生育が遅れた。50 日以後、ほぼ、施肥量が多い区ほど生育が良くなったが、基準肥区と 2 倍肥区の差は大きくならなかった。

播種後 40 日目および 50 日目の株平均の葉色は、前試験で用いた葉色指数で示すと、無肥料区では 1.8, 2.0, 基準肥区では 1.5, 1.4, 2 倍肥区で 1.1, 1.0, 4 倍肥区で 1.0, 1.0 であって、葉色が黄変していたのは無肥料区と基準肥区の葉の一部のみであった。前試験に比べ、はるかに黄変度が少なかった理由としては線虫密度が低いことのほかは不明



第7図 施肥量の違いによる大豆茎長の相異

第3表 施肥量の違いによる収量(大豆1本当)

施肥量比	総重(g)	子実重(g)
0	24.1	13.4
1	40.7	22.2
2	42.2	22.7
4	71.2	36.6

であるが、本試験を行なった1965年は一般に他の圃場においても、ダイズシストセンチュウによる黄変度が少なかったように観察された。

収穫時の調査を第3表に示した。

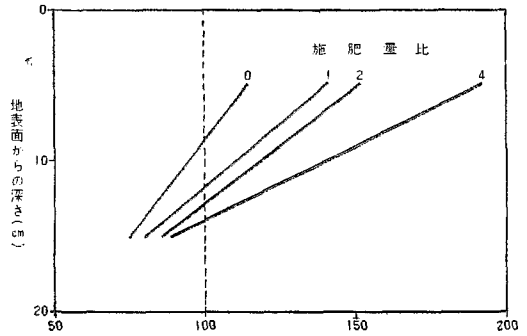
子実重、総重とも無肥量区が最も軽く、4倍肥区が最も重かった。基準肥区と2倍肥区の差は少なくなっており、生育前半の茎長と同一傾向を示していた。

2) シストの土中分布 播種前および収穫後の土壌中のシスト密度を第4表に乾土100g当たりの蔵卵シスト数で示した。

土壌中のシストのほぼ1/3は破損またはからになってお

第4表 施肥量の違いによる蔵卵シスト数(乾土100g当)

施肥量比	播種前(深さ) 0~20cm	収穫後(深さ)		
		0~10cm	10~20cm	20~30cm
0	39.5	44.9	29.6	0.6
1	39.0	54.5	31.5	2.6
2	37.4	56.6	32.1	3.3
4	38.3	73.3	33.6	6.8
L.S.D. 5%	N. S.	2.2	N. S.	0.6
1%		3.7		—



第8図 施肥量の違いによる秋の土中シスト指数(春の土中シスト100)

り、それらを含む乾土100g当たりの全シスト数および、第4表に示した蔵卵シスト数はどちらも播種前には各区ともほぼ同じであったが、収穫後は施肥量の多い区ほど多くなっていた。蔵卵シストについて検定を行なった結果、深さ0~10cmの間で処理間に1%水準の有意差が認められたが、10~20cmの間では有意差は認められなかった。また深さ20~30cmの下層土中のシスト数は、表土に比べ極端に少なかったが、5%水準で処理間に有意差が認められた。

春の土中シストを100とした時の収穫後の土中シスト数を第8図に示した。

各処理とも、深さ0~10cmの蔵卵シスト数は春よりも増加し、10~20cmでは減少した。深さ20cmまでの表土全体では無肥料の場合のみ減少し、ほかは増加した。

以上の結果は施肥量を増加させると、大豆の生育収量は増加するが、土中シスト数もまた増加するという従来の報告と一致している。シスト数の増加は線虫の生育に適した根が多かったことによるから、前試験で調査した根の発達の違いが、収穫跡地の土中シスト密度まで影響を与えたものと考えてよいであろう。

### Ⅲ 摘 要

1) 土壌中のダイズシストセンチュウの密度が高い場合には、大豆の生育は悪く、葉色の黄変もひどかったが、施肥量の増加によって大豆生育の悪化は若干軽減された。

2) ダイズシストセンチュウの高密度の寄生をうけた根は褐変し、伸長が衰え、側方および下方への広がりが少なくなったが、施肥量の増加は周囲へ新根を伸長させるのに役立った。

3) 大豆の生育に与える施肥量増加の効果は、線虫密度の低い場合より高い場合の方が大きかった。

4) 初期に多数のダイズシストセンチュウの寄生をうけて衰えた大豆の根への寄生は次第に減少し、播種後70日目には若齢幼虫ほど寄生数が少なく、寄生範囲も各ステージ同様に、株中心の地表から深さ20~25cmまでに集中して

いたが、施肥量の増加によって若齢幼虫ほど寄生数が著しく増し、寄生範囲も周囲に拡大していた。

5) 施肥量の増加によって大豆の生育は地上部、地下部とも良くなったが、土壌中のシスト数はかえって増加した。

### 参 考 文 献

- 1) 浅井三男 (1965) : ダイズシストセンチュウによるダイズの生育変動について, 北日本病・虫研・年報, 16, 98.
- 2) 井上 寿 (1962) : ダイズシストセンチュウに関する試験および調査, 北海道立農・試・十勝支場.
- 3) 岡田利承 (1965) : 線虫の寄生分布に関する研究, 第 1 報, ダイズシストセンチュウの土中分布が大豆の根系と線虫の寄生分布に及ぼす影響, 北・農・試・彙報 87, 74~86.
- 4) RIDGWAY, R. and M. S., C. M. Z. S., etc. (1912) : COLOR STANDARDS AND NOMENCLATURE.
- 5) ROSS, J. P. (1964) : Interaction of *Heterodera glycines* and *Meloidogyne incognita* on soybeans, *Phytopath.*, 54, 304~307.
- 6) 関谷一郎・早河広美・呉羽好三・柳 武・山岸義男 (1959) : ダイズシストセンチュウの被害防除について 長野県農・試・研究集報, 2, 157~171.
- 7) 杉山章平 (1953) : 大豆月夜病に関する試験成績, 北陸病虫・研・会報, 3, 51~52.

### Summary

In 1964 an experiment was carried out to find the effects of different amounts of fertilizer and different populations of soybean cyst nematodes (*Heterodera glycines* ICHINOHE) on the growth of soybeans and the distribution of parasites. The number of full cysts was 165 per 100 gr. dry soil in the high population plots, and in the low

population plots the number of full cysts was 1 in the spring. In the following year, the effects of different amounts of fertilizer on the growth of soybeans and the cyst populations in soil were investigated.

The results of these experiments may be summarized as follows:

1. The growth of the soybeans infected with high nematode populations was poor, and their leaves became yellowish about 50 days after sowing, but some of the damages were lightened by increasing the amount of fertilizer.

2. Seventy days after sowing it was found that the root of the soybeans infected with high nematode populations was necrosed and the range of its development was very narrow, as compared to the normal root. Some of the new roots, however, were spread out with an increase in the amount of fertilizer used.

3. In the case of the high nematode populations in soil, it was shown that the development of the soybean-plant and root became better with the increase in the amount of fertilizer as compared to the case of low populations.

4. In the root infected with many nematodes in an early stage of growth of the plants, the younger the stage of the nematodes, the fewer the number of parasites, and the distribution of adults and larvae was nearly the same range. When amounts of fertilizer were multiplied, however, the number of young stage of nematodes in particular increased. And the younger the stage, the wider the range.

5. Applying higher amounts of fertilizer was more effective on the growth and the yield of soybeans, but it raised the level of the cyst populations in soil.