

本県の林業苗畑における土じょう線虫の被害実態と防除

技 師 作 山 健

1 はじめに

近年、苗木の生育不良の原因として土じょう線虫が注目されるようになってきた。農業では農作物の線虫による被害が明らかにされ、その防除法も確立されているが、林業ではどんな種類の線虫が生息し、苗木にどのような被害を及ぼしているのか、またその防除法もほとんどわかっていない。そこで数年前から全国的な規模で土じょう線虫の被害実態調査が行なわれた結果、林業でも苗木の線虫による被害の大きいことがしだいにわかってきた。

本県においても、堆肥や肥料を十分に施しているにもかかわらず苗木の生育が不良でその原因が明らかでない所もあり、その被害実態を明らかにする必要から、昭和41～44年度にかけて被害実態調査およびその防除法の検討を行なった。

2 被害実態調査

(1) 調査方法

調査箇所総数は162点である。年度別内訳は昭和41～44年度まで4か年間、平均40点の調査を継続し、その樹種別内訳はスギ75点・アカマツ87点でいずれもまきつけ床を対象にした。

調査時期は昭和41・42・44年は9月、昭和43年は6月に行なった。

線虫の分離は土じょうからは土じょう300gをクリスチーとペリーの方法、根からは根1gを加温遊出法で行なった。

(2) 結 果

1) 検出された線虫の種類とその形態

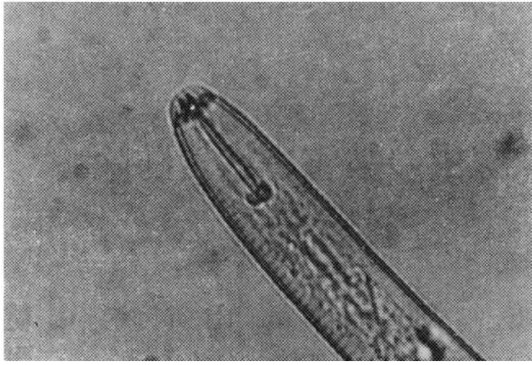
苗木に加害する植物寄生線虫の形態的特徴は写真—1に示すように頭部に口針とよばれる針状のものを持っていることである。ここでは植物寄生線虫だけを対象にした。

本県の林業苗畑から検出された線虫はネグサレセンチュウ・ユミハリセンチュウ・イシユクセンチュウ・オオガタハリセンチュウ・ピンセンチュウ・ネコブセンチュウの6種類であった。

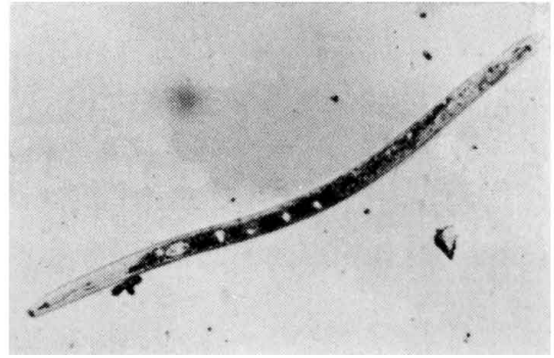
ネグサレセンチュウは写真—2に示すような形をしており、体長は0.5～1.0mmである。

ネコブセンチュウ以外の線虫はネグサレセンチュウとほぼ同じ形態であるが、ユミハリセンチュウは写真—3に示すように口針が弓状になっている。

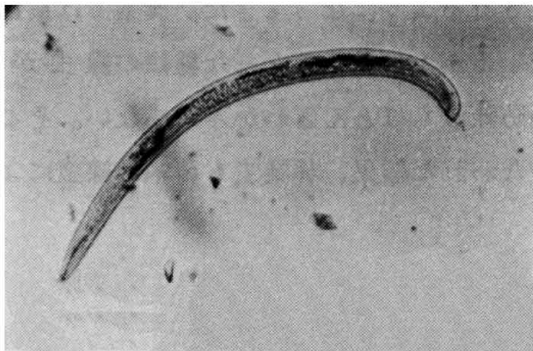
オオガタハリセンチュウは写真—4に示すように口針がきわめて大きい。



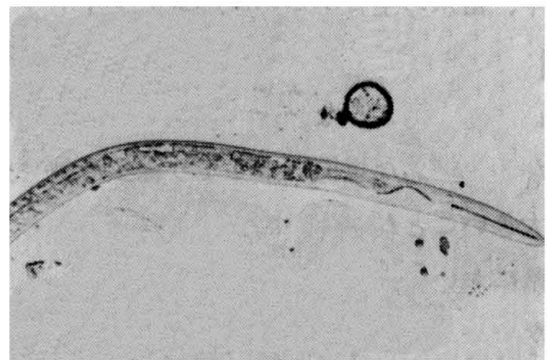
写真一 植物寄生線虫の頭部（口針を持っている）



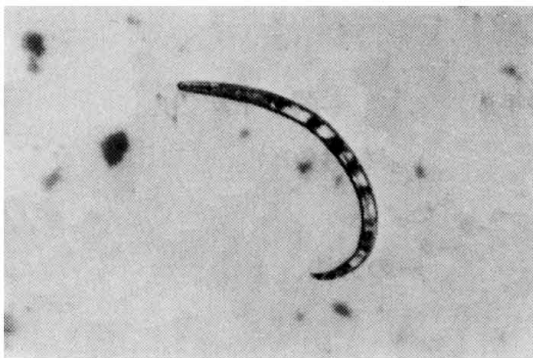
写真二 ネグサレセンチュウ



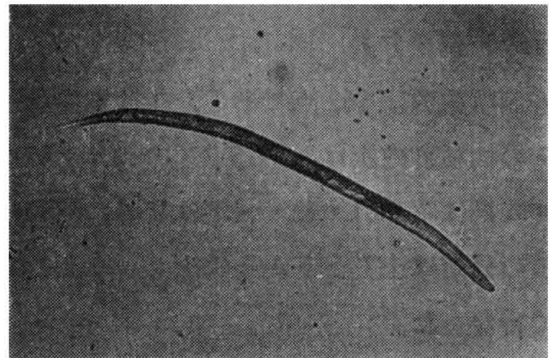
写真三 ユミハリセンチュウ（口針が弓状にまがっている）



写真四 オオガタハリセンチュウ（口針が大きい）



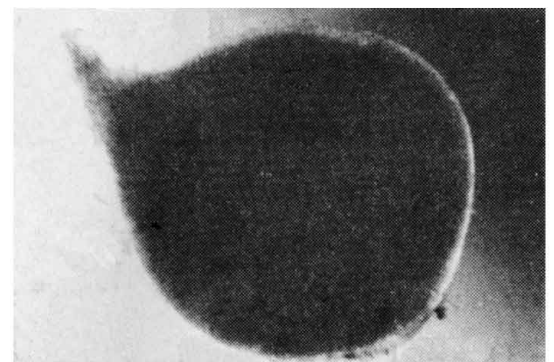
写真五 ピンセンチュウ



写真六 ネコブセンチュウの第二期幼虫



写真七 ネコブセンチュウの第三期幼虫



写真八 ネコブセンチュウの成虫（♀）

ピンセンチュウは写真—5に示すように体の模様が斑点状に見えるのが特徴である。

ネコブセンチュウは幼虫のときは写真—6に示すようにネグサレセンチュウとほぼ同じ形態であるが、しだいに成長して写真—7のように肥大し、成虫になると写真—8のように円形に近くなる。

2) 線虫の地域別分布および検出ひん度

線虫の地域別分布は表—1に示すとおりで、ネグサレセンチュウが調査した地域のすべてから検出され、その検出数は119点・検出割合は73.5%で最も高かった。

表—1 線虫の地域別分布

地 域	調査点数	線 虫 の 種 類 別 検 出 点 数					
		ネグサレセンチュウ	ユミハリセンチュウ	イシユクセンチュウ	オオガタハリセンチュウ	ピンセンチュウ	ネコブセンチュウ
一 関 市	22 ^点	17 ^点	8 ^点	5 ^点			1 ^点
西 磐 井 郡	0						
東 磐 井 郡	18	4	2	2	4	2	
水 沢 市	1	1					
胆 沢 郡	5	5	3	2			
江 刺 市	6	4		1			
北 上 市	6	5	1				
和 賀 郡	6	5					
花 巻 市	0						
稗 貫 郡	10	8	1	1	1	1	1
紫 波 郡	1	1					
盛 岡 市	4	2					
岩 手 郡	10	9	2		2	1	
二 戸 郡	8	6	1			1	
九 戸 郡	12	12	1	1	1		
久 慈 市	7	5	1	1	2		
下 閉 伊 郡	4	4					
宮 古 市	8	7	1				1
上 閉 伊 郡	8	4		1			1
釜 石 市	8	6			2	2	
遠 野 市	3	2	1				
気 仙 郡	2	2					
大 船 渡 市	10	7		1	3	2	
陸 前 高 田 市	3	3					
計	162	119	22	15	15	9	4

ユミハリセンチュウはほぼ全県的に検出されたがその検出数は22点・検出割合は13.6%であった。

イシユクセンチュウは県南部に多いようで15点・9.3%であった。

オオガタハリセンチュウは15点・9.3%、ピンセンチュウは9点・5.6%、ネコブセンチュウは4点・

2.5%で地域的分布は明確ではなかった。

3) 線虫の生息密度

線虫の生息密度は表—2に示すとおりである。これによるとネグサレセンチュウがほかの線虫に比べて目立って多く、土じょう 300g から51頭以上検出された調査区は41点で全体の25.3%を占めている。これに対し、ネグサレセンチュウ以外で51頭以上検出されたのはユミハリセンチュウの1点とイシユクセンチュウの3点だけであった。

表—2 線虫の生息密度 (土じょう 300g)

密度区分	ネグサレセンチュウ	ユミハリセンチュウ	イシユクセンチュウ	オオガタハリセンチュウ	ピンセンチュウ	ネコブセンチュウ
0 頭	43 点	140 点	147 点	147 点	153 点	158 点
1 ~ 50	78	21	12	15	9	4
51 ~ 100	22		2			
101 ~ 300	15	1	1			
301 ~ 500	2					
501 ~	2					

4) 樹種別にみた線虫の検出ひん度

樹種別に線虫の検出ひん度をみると表—3に示すとおりである。これによると、ネグサレセンチュウはスギ・アカマツいずれの樹種でも70%以上から検出され、ほかの線虫に比べて目立って高い検出率であった。樹種による検出ひん度にはあまり差はなかった。

ユミハリセンチュウはスギで18.7%、アカマツで9.2%でスギでやや高い検出率であった。

オオガタハリセンチュウはスギで12%、アカマツで6.9%でスギでやや高い検出率であった。

イシユクセンチュウ・ピンセンチュウ・ネコブセンチュウは検出ひん度が低く、樹種による差は見られなかった。

表—3 樹種別にみた線虫の検出ひん度

区 分	ス ギ		ア カ マ ツ	
	ひん度	%	ひん度	%
ネグサレセンチュウ	57 ^点	76.0	62 ^点	71.3
ユミハリセンチュウ	14	18.7	8	9.2
イシユクセンチュウ	8	10.7	7	8.0
オオガタハリセンチュウ	9	12.0	6	6.9
ピンセンチュウ	4	5.3	5	5.7
ネコブセンチュウ	2	2.7	2	2.3
試料総数	75		87	

5) 樹種別にみたネグサレセンチュウの生息密度

検出ひん度の高かったネグサレセンチュウについて樹種別にどの程度の密度で生息しているかをみると表—4・5に示すとおりである。

まず土じょう (300gあたり) についてみると、101頭以上検出されたのはスギで18.7%を占めているのに対し、アカマツでは5.8%、301頭以上ではスギで5.4%を占めているのに対し、アカマツではすべ

表一四 樹種別にみたネグサレセンチュウの生息密度
(土じょう300g)

密度区分	樹種		アカマツ	
	ス	ギ		
0 頭	18点	24.0%	25点	28.7%
1 ~ 50	31	41.3	47	54.0
51 ~ 100	12	16.0	10	11.5
101 ~ 300	10	13.3	5	5.8
301 ~ 500	2	2.7		
501 ~	2	2.7		
計	75	100	87	100

表一五 樹種別にみたネグサレセンチュウの生息密度
(根1g)

密度区分	樹種		アカマツ	
	ス	ギ		
0 頭	9点	20.0%	16点	30.2%
1 ~ 50	15	33.3	27	50.9
51 ~ 100	4	8.9	3	5.7
101 ~ 300	3	6.7	5	9.4
301 ~ 500	3	6.7		
501 ~ 1,000	3	6.7	2	3.8
1,001 ~ 3,000	6	13.3		
3,001 ~	2	4.4		
計	45	100	53	100

て300頭以下で、スギはアカマツよりも生息密度が高かった。なお、スギまきつけ床での最高密度は533頭、アカマツでは204頭であった。

つぎに根(1gあたり)についてみると、検出割合はスギで80%、アカマツで70%であった。生息密度は101頭以上検出されたのはスギで37.8%を占めているのに対し、アカマツでは13.2%、301頭以上ではスギの31.1%に対し、アカマツで3.8%、1,001頭以上ではスギの17.7%に対し、アカマツではすべて1,000頭以下で、スギはアカマツよりも生息密度が高かった。なお、根1gあたりの最高生息密度はスギで5,230頭、アカマツでは720頭であった。

6) 土性別にみた線虫の検出ひん度

土性別による線虫の検出ひん度をみると表一六のとおりである。一般に線虫は砂じょう土や火山灰土じょうのような孔隙の多い軽い土じょうに多く、重粘な土じょうに少ないといわれているが、本調査では土性別による違いははっきりしなかった。

表一六 土性別にみた線虫の検出ひん度

土 性	調査点数	線虫の種類と検出ひん度					
		ネグサレセンチュウ	ユミハリセンチュウ	イジュクセンチュウ	オオガタハリセンチュウ	ピンセンチュウ	ネコブセンチュウ
壇 土	2	2					
壇じょう土	27	19	4	2	1		1
じょう土	98	78	15	9	9	6	2
砂じょう土	35	20	3	4	5	3	1

7) 土性別にみたネグサレセンチュウの生息密度

土性別にどの程度の密度でネグサレセンチュウが生息しているかをみると表一七のとおりであるが、土性の違いによる差ははっきりしなかった。

8) 前作の種類と線虫の検出ひん度

表一7 土性別にみたネグサレセンチュウの生息密度

土 性	調査点数	密 度 区 分				
		0 頭	1 ~ 50	51 ~ 100	101~300	301~500
埴 土	2	1	1			
埴じょう土	27	8	10	6	2	1
じょう土	98	20	50	14	11	2
砂じょう土	35	15	17	2	1	

表一8 前作と線虫の検出ひん度

現 作	前 作	調 査 点 数	線 虫 の 種 類 と 検 出 ひ ん 度					
			ネグサレセ ンチュウ	ユミハリセ ンチュウ	イシユクセ ンチュウ	オオガタハ リセンチュ ウ	ピンセンチ ユウ	ネコブセン チュウ
アカマ ツ	ア カ マ ツ	20	14	2	2	4	1	1
	ス ギ	19	13	3	2			
	豆 類	5	3			1	1	
	ゴ ボ ウ	1	1					
	大 根	2	1					
	サ ト イ モ	1	1		1			
	サ ト マ ト	2	1		1			
	ナ ス	1						
	キ ャ ベ ツ	1	1					
	ハ ク サ イ	2	1					
	ス イ カ	1	1					
	野 菜	1	1	1				1
	陸 稲	1	1					
サ 類	1							
休 閑 地	2	2						
不 明	2							
ス ギ	ア カ マ ツ	14	11	5	2	1	1	
	ス ギ	15	12	2	2	2	1	
	豆 類	1	1		1			
	ゴ ボ ウ	1						1
	ニ ン ジ	1	1					
	大 根	1	1					
	ジ ャ ガ イ	4	2				1	
	ト マ ト	2	1					
	ナ ス	1	1		1			
	キ ャ ベ ツ	2	1	1				
	ハ ク サ イ	1	1			1		
	野 菜	3	2	2				
	サ 類	1						
休 閑 地	2	2	1					
不 明	3	3						

前作と線虫の検出ひん度についてみると表—8のとおりである。これによると、現作がアカマツの場合、前作がアカマツの方がスギよりオオガタハリセンチュウの検出ひん度が高かった。なお、そのほかは前作物の違いによる線虫の検出ひん度には明らかな差は認められなかった。

現作がスギの場合、前作の違いによる線虫の検出ひん度には明らかな差は認められなかった。

9) 前作とネグサレセンチュウの生息密度

前作とネグサレセンチュウの生息密度との関係についてみると表—9のとおりである。現作がスギ・アカマツともに、前作のちがいでによるネグサレセンチュウの生息密度にははっきりした傾向はつかめなかったが、現作がスギの方で、アカマツよりも生息密度が高い傾向があった。

表—9 前作とネグサレセンチュウの生息密度

現 作	前 作	調 査 点 数	密 度 区 分					
			0 頭	1 ~ 50	51 ~ 100	101~300	301~500	501~1,000
アカマツ	ア カ マ ツ	20	6	12	1	1		
	ス ギ 類	19	6	10	3			
	豆 類	5	2		3			
	ゴ ボ ウ	1		1				
	大 根	2	1	1				
	サ ト イ モ	1		1				
	ト マ ト	2	1	1				
	ナ ス	1	1					
	キ ャ ベ ツ	1		1				
	ハ ク サ イ	2	1	1				
	ス・イ カ 菜	1			1			
	野 陸 稲	1		1			1	
	サ サ 類	1	1					
	休 閑 地	2		2				
不 明	2	2						
スギ	ア カ マ ツ	14	3	6	3	2		
	ス ギ 類	15	3	7	2	2		1
	豆 類	1		1				
	ゴ ボ ウ	1	1					
	ニ ン ジ ン	1		1				
	大 根	1		1				
	ジ ャ ガ イ モ	4	2			1	1	
	ト マ ト	2	1		1			
	ナ ス	1		1				
	キ ャ ベ ツ	2	1			1		
	ハ ク サ イ	1		1				
	野 菜	3	1		1			1
	サ サ 類	1	1					
	休 閑 地	2		1			1	
不 明	3		3					

10) ネグサレセンチュウの発消長

実態調査結果から、もっとも問題になる線虫はネグサレセンチュウなので、滝沢村の民間苗畑においてスギまきつけ床の土じょう・スギの根・残留根中における本線虫の生息密度を時期別に調査した。

土じょう中における生息密度は4～8月ころまでは300gあたり50～100頭で大きな変動はみられず、9～11月に200～300頭と増加し、12月ころ30～50頭と減少し、翌年の3月ころに再び増加する現象が認められた。

根組織中の生息密度は6月はじめの発芽後まもない幼根にネグサレセンチュウが侵入し、時間の経過につれて生息密度に増加がみられ、昭和42年は9～10月、昭和43年は7月に1gあたり約2,000頭で最高生息密度となり、ともに11～12月に800～1,000頭と減少し、翌年の1～3月に再び増加する現象が認められた。

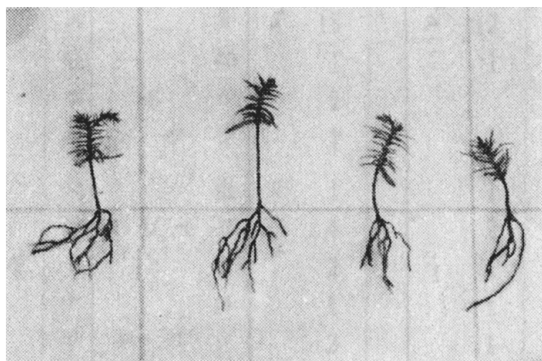
前年にスギ苗木を養成した苗床で前年のスギの残留根中に生息しているネグサレセンチュウを調査したところ、残留根1gあたり4月は約1,000頭検出され、5～6月になるとしだいに少なくなり、7～8月になるとほとんど検出されなかった。これは根組織の破壊・腐敗あるいは地温上昇のためネグサレセンチュウが土中に遊出するためであろう。

11) 線虫による苗木の被害

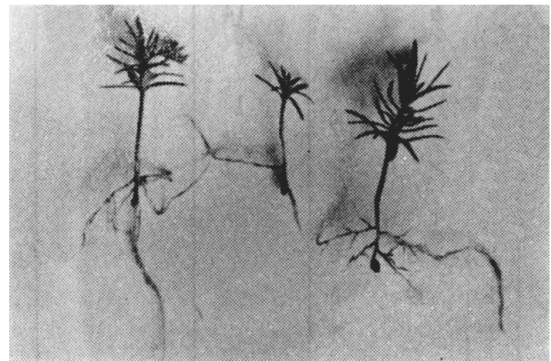
実態調査から苗木に最も多くの被害を与える線虫はスギ苗木に対するネグサレセンチュウであることがわかった。そのほかにネコブセンチュウによるスギ苗木の被害が確認された。

ア ネグサレセンチュウによるスギ苗木の被害

ネグサレセンチュウは移動性の内部寄生性の線虫で、根組織内に侵入して根を腐らせる。本線虫による被害は写真一9に示すように主根が腐ってなくなってしまうもの、またはその上部から不定根を出してタコ足状になるのが普通である。また、根系は全体に黒ずんで軟かな感じを与え、根の皮部は木質部から手で容易にはがれるなどの症状が現われる。このため、苗木地上部の伸びは不良で、葉は黄色味をおび、被害のはなはだしいときは枯死する。



写真一9 ネグサレセンチュウによるスギ幼苗の被害



写真一10 ネコブセンチュウによるスギ幼苗の被害

イ ネコブセンチュウによるスギ苗木の被害

ネコブセンチュウによる被害は、ゴボウを前作とした苗畑のスギの当年生苗にみられた。本線虫によ

る被害は写真—10に示すように根にコブが形成されるので肉眼で容易にわかる。コブは発芽直後に主根の先端部にてき、主根の伸びはコブの位置でとまり、側根は少ない。コブのできた苗木は枯死するものが多いが、生存する苗木では7~8月にコブの上部から側根が伸び二又根になるが生育は不良である(写真—11・12)。

接種実験の結果、次のようなことがわかった。本線虫はキタネコブセンチュウで、幼虫はスギの発芽後まもない幼根に侵入寄生してコブを形成し、コブ組織内である程度の発育段階には達するが成熟して産卵を行なうところまではいかず、従って本線虫はスギでは繁殖することができないことがわかった。またコブの形成は主根の先端部だけで側根には認められなかった。

3 防 除 試 験

(1) 方 法

試験地は岩手郡滝沢村の民間苗畑である。

試験期間は昭和41~44年度までいずれもスギまきつけ床を対象にした。

使用した薬剤はD-D・EDB・DBCP・DCIP・5121・TS-40・NCS・アイオピクリン・シミルトンである。

処理はいずれもまきつけ前に施用した。

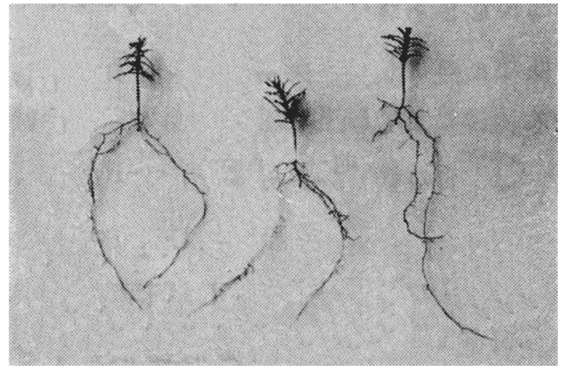
線虫の分離は土じょうからは昭和41年度は100gをクリスチーとペリーの方法、昭和42年度は50gをベールマン法、昭和43・44年度は300gをクリスチーとペリーの方法により、根からは昭和42年度は1gをベールマン法、昭和43・44年度は加温遊出法で行なった。

苗木の生育調査はいずれも10月下旬~11月上旬に行なった。

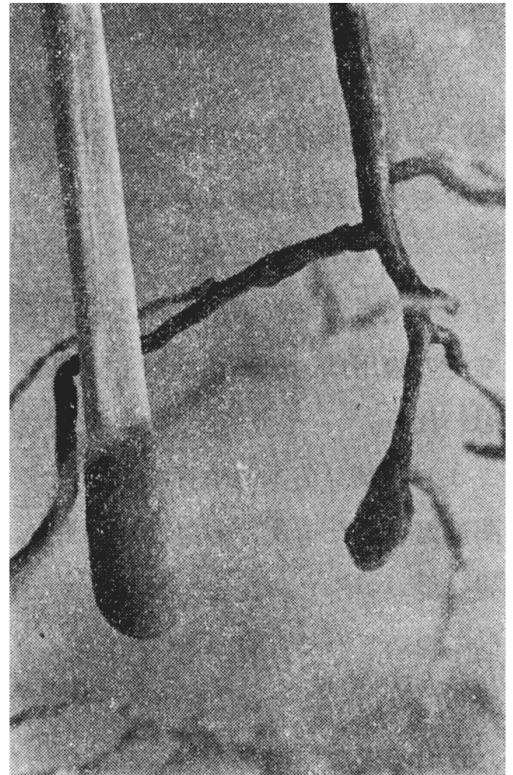
(2) 結果および防除に対する考え方

1) 薬剤による防除

使用した薬剤はシミルトンを除いていずれも土じょうくんじょう剤で有効成分がガス体となって土じょう中に拡がりながら、そこに生息している線虫を殺すものである。これらの薬剤のネグサレセンチュウに対する殺線虫効果を検討して来た結果から、DBCP・NCS・アイオピクリンに防除効果が見られた。また、NCSとアイオピクリンは立枯病防除にも効果があり、さらに、まきつけから2か月間ぐらひは雑草の発生が無処理区に比べて少なかった。



写真—11 ネコブセンチュウによるスギ幼苗の被害



写真—12 ネコブセンチュウによって主根の先端部にできたコブ(左はマッチ棒)

NCS・アイオピクリン・DBCPの殺線虫効果、立枯病防除効果、苗木に与える影響、使用の難易度などによりその実用性を検討するとNCSがもっとも有効であるので次にNCSの使用方法を述べる。

施用前の整地——ガス化したNCSが土じょう中をよく拡散するようによく耕やして整地する。整地の際、土じょう中にある前作物の根、特にスギ苗木の根はていねいに取り除く。

NCSの施用——整地した床面に30cm間隔のチドリ状に深さ15cmの穴をあけ(1m²・10穴)、1穴にNCSの原液を4～5ml注入し、ただちに土で穴を封ずる。

NCS施用後の処置——施用がすんだらその床面をポリエチレンシートで被覆して地温をあげてやる。施用後7～10日たったらポリエチレンシートを取りはずし、地表をかるく耕してガス抜きを行ない、さらに5～7日たったらまきつけを行なう。

2) 育苗的手法による防除

ネグサレセンチュウはスギに寄生が多く、アカマツに少ないことから、スギの連作をさけてスギとアカマツを交互に養成するとネグサレセンチュウの生息密度が低下し、被害は少なくなる。

キタネコブセンチュウはゴボウなど農作物の栽培地で繁殖し、その場所にスギをまきつけるとスギに被害を与えるので、ゴボウなどの栽培跡地にはスギをまきつけないようにする。

堆肥の施用は一般に苗木の生育をおう盛にするので、線虫による被害を最小限に止めることができると思われる。

3) 薬剤が苗木の生育におよぼす影響

薬剤処理した苗木は無処理区のものに比べ一般に大きく、特にD-D・アイオピクリン処理では著しい徒長現象がみられ、またNCS・EDB処理でも徒長ぎみであった。

根についてみるとD-D・アイオピクリン処理のものは直根のみが発達し、側根の少ないゴボウ根状を呈していた。また、この傾向はNCS・EDBのものにもみられた。DBCPのものは側根のみ発達し、直根の少ない根系のものが多かった。なお、アカマツまきつけ床にDBCPを施用した場合にも根系が直根の少ない根系になる。

4) 徒長防止試験

D-DやNCSなどの処理苗畑でスギ苗は徒長気味となり、根はゴボウ根状となるが、本県のような寒冷地では徒長苗は凍霜害を受けやすく、また、ゴボウ根状では床替した場合の活着不良の原因となることから、この徒長防止・根系のきょう正のために次のような試験を行なった。

D-Dまきつけ床で、処理は徒長を助長する窒素分肥料施用の有無と根切り回数比較(1～3回)を行なった。

その結果、徒長防止には根切りが有効で、特に8月から9月上旬の間に半月おきに2～3回行なうことにより効果がみられた。窒素肥料欠除は徒長防止には効果がなかった。

根系についてみると無処理区および窒素欠除区は直根型(ゴボウ根状)が約80%を占めているのに対し、根切り区では80%以上が標準根で特に2～3回行なった区では90%以上が側根・細根の多い標準根であった。

凍害・霜害による枯損本数についてみると、無処理区および窒素欠除区では約90%が被害を受けたのに対し、根切り区では根切り1回区で約50%、2回区で約40%、3回区で約27%の被害率であった。

以上のことからNCSを施用した場合も、8月から9月上旬の間に根切りを2～3回行なうことが必要でかつ有効である。

4 ま と め

(1) 昭和41年度から昭和44年度までの4か年、土じょう線虫の被害実態調査および薬剤による防除試験を行なった。検出された植物寄生線虫はネグサレセンチュウ・ユミハリセンチュウ・イシュクセンチュウ・オオガタハリセンチュウ・ピンセンチュウ・ネコブセンチュウの6種類で、このうちネグサレセンチュウが検出ひん度および生息密度とも高く本県で最も問題となる線虫である。

(2) ネグサレセンチュウはスギに多く、アカマツには少なかった。

(3) ネコブセンチュウがゴボウ跡地で多かった以外、土性および前作の関係でははっきりした傾向はつかめなかった。

(4) ネグサレセンチュウによるスギ苗木の被害は根系がタコ足状を呈しており、色は黒ずんでまた軟かな感じを与える。地上部は葉が黄色味をおび生育は不良である。

(5) ネコブセンチュウによるスギ苗木の被害は主根の先端部にコブができ、生育は不良である。

(6) ネグサレセンチュウの生息密度は春に低く、夏にかけて増加し、秋に最高密度となり、冬にかけて低く、3月ころ再び増加した。

(7) 薬剤による防除はNCSがもっとも有効であった。

(8) NCS処理苗は徒長気味で硬化も不十分であった。また根系は直根のみが発達し、側根の少ない苗木が多かった。

(9) 不良な根系のきょう正のためには8月から9月上旬の間に半月おきに2～3回根切りを行なうことが必要である。