

キリの胴枯病害に関する研究

(メニュー課題、研究期間 昭和53～57年度)

専門研究員 滝田 利満

I ま え が き

キリの胴枯性病害の研究は、北島¹⁾が東北地方のキリの病害を調べ、その中で胴枯症状を呈するものを腐爛病とした。また、同じ頃逸見²⁾も北海道におけるキリの枯損被害を調べ、胴枯症状による枯損を立枯病とし、病原菌を *Valsa paulowniae* MIYABE et HEMMI と報告したのを始めとする。

その後、*Valsa* 菌による胴枯症状は、腐らん病と命名され今日にいたっている。

腐らん病の被害は、北海道、東北地方、関東北部に多いとされ、発生誘引は凍害にかかわりがあるとされてきた。^{1) 2)} しかし、中国、九州地方においても胴枯性病害の被害が確認¹⁶⁾されるなど、発生誘引を検討する必要がある。

近年、本県のキリ栽培歴史の古い会津地方において、生育不良が目立ち、成林率及び利用価値の低下が問題となり、この原因の一つに腐らん病の被害があげられてきた。しかし、これまで被害実態については把握されていないのが現状であった。

そこで本研究では、あらためて被害実態調査を行い、被害解析を加えるとともに、加害病原菌の確認を行った。

この結果、胴枯性症状は腐らん病とされてきたが、植栽後数年間における幼令木は、*Phomopsis* 属による被害率が高く、なかには枯死するなど激害を与えていることが判明した。

実態調査で検出された、*Valsa paulowniae* MIYABE et HEMMI・*phomopsis* 属・*Dothiorella* 属による胴枯症状を胴枯性病害とし、特に検出率及び被害率の高い、*Valsa* 菌・*Phomopsis* 菌について、次のことを行った。

両病原菌の生態は不明な点もあり、感染時期の重要な要因であるため、生活史の調査を行った。

また、両病原菌の病原性の研究は少ないことから、培養菌糸接種による病斑進展傾向及び孢子接種による感染時期の確認を行い、防除技術の基礎資料とする。

自然感染発病及び接種試験のなかで、病斑拡大消長には、キリ樹皮の生理が深く関与しているため、両病原菌の病原性との関連における樹皮の生理調査を行った結果について報告する。

なお、本研究は林野庁の総合助成試験事業として実施したものの一部であることを申添える。

この研究にあたり、*Valsa* 菌以外の病原菌の示唆など、種々の便宜を与えられ、また有益な助言及びご指導をいただいた、農林水産省林業試験場樹病研究室長小林享夫博士、林弘子主任研究官、同東北支場保護部長陳野好之博士、同関西支場保護部長佐保春芳博士の方々に厚くお礼申し上げる。

II キリ胴枯性病害の実態

本県におけるキリ栽培の歴史は古く、明治7年頃只見川流域の三島町の佐久間忠吉氏が栽培を始め、各地に苗木を配付したのが今日の基礎とされている。

昭和51年調査の栽培面積は 2254 ha を擁し、地域別では92%が会津地方であり、特に只見川・阿賀野川流域の栽培密度が高い。栽培規模は零細で、栽培技術・病虫害・流通等における諸問題をかかえてい

る現状である。

特に戦後の農林家をとりまく諸情勢の変貌、近年、経済成長にともなう賃金の高騰、農山村からの労働力流出による労働力不足ひいては高令化などの影響により、栽培意欲が減退し、栽培管理が不十分となり、結果として生育不良が目立ち、必然的に胴枯性病害も多発してきた。

この背景のなかで、一時的な価格高騰から、近年の需要不振、さらには急激な外材移入により、価格が暴落したまま低迷している現状のため、量より質が重視され、材利用に影響の多い胴枯性病害の対策が望まれてきた。

そこで、本研究の第1年目の昭和52年に被害実態調査を行い、被害解析をするとともに、あらためて加害病原菌の確認を行った。

1. 被害実態調査の方法

調査地は、各地域の栽培密度の高い市町村を抽出し、少雪地である中通り13、浜通り7、多雪地の会津12、計32市町村を対象とし、調査個所数は次の算式により算出した。

$$\text{調査数} = \frac{\text{対象市町村栽培面積 } 2,042 \text{ } ha}{1 \text{ 調査区域 } 6 \text{ } ha} = 341 \text{ 個所}$$

調査個所内訳は、中通36、浜通16、会津289個所とした。

調査方法は、区域の代表的な面積10a程度の林分を選定し、植栽地方位・土壌・肥沃度・植歴・林令・樹勢・施肥種類等林分環境と本数被害率を調査した。また、調査林分内の代表的被害木については、病斑の高さ・方位・病原菌の種類を調査し、病斑の程度及び症状を次の区分により調査したほか、発病原菌も確認した。

病斑の程度

微害：縦長10cm以下の、治ゆ病斑又は進行中及び停止病斑のうち、治ゆ見込のあるもの。

中害：縦長10～20cm以下の治ゆ病斑又は進行中及び停止病斑のうち、治ゆ見込のあるもの。

激害：縦長20cm以上の治ゆ病斑又は進行中及び停止病斑並びに中害の病斑で治ゆ見込のないもの。

病斑症状

進行中：腐らん状を呈しているもの。

停止：カルスにより巻込を生じているもの。

治ゆ：完全に閉鎖又は巻込十分で再発病のおそれのないもの。

2. 調査結果及び考察

(1) 林分の被害

過去の胴枯性病害の調査記録がないため、被害の推移を比較することはできない。

被害の実態は、中通・浜通の少雪地、会津の多雪地に区分した地域別において、表-1のとおりである。

両地域における被害は、その程度において少雪無被害及び微害の林分が86%と軽微な被害であるが、多雪地では中害・激害の林分が80%と高い被害率で、まったく反比例する被害傾向をしめす。

地域間における被害傾向の異なる最大の理由は、栽培密度の差と考えられる。即ち、少雪地は栽培歴

表-1 地域別被害実態個所数

地域 \ 被害程度	少雪地	多雪地	計
無被害	23	3	26
微害0～30%	22	54	76
中害31～60%	3	71	74
激害61%以上	4	161	165
計	52	289	341
被害度	0.98	3.71	3.29

注.

1. 被害程度は林分の本数被害率

2. 被害度＝

$$\frac{\text{無} \times 0 + \text{微} \times 1 + \text{中} \times 3 + \text{激} \times 5}{\text{全林分数}}$$

が浅く、その面積は全県の約8%であり、調査地のすべては孤立林分である。一方、多雪地での調査地は近接又は接続した林分であり、しかも無被害は1%ときわめて少なく、その大部分は微害以上の林分でありしめられるなど、病原菌に汚染された環境下の結果であると思われる。

(2) 植栽地環境と林分被害

林分環境と胴枯性病害の関連を表-2に示す。植栽地方位との関係は、被害度において東面がやゝ多い値をしめすが、他3方向との差は少なく、かゝわりはうすいと考えられる。

土壌では、GL土壌の被害度が高く激害林分をしめし、SL土壌は最も低く中害林分であった。しかし、これらは他の要因との関係を加味したものでなく、この結果のみでは結論できないことから、今後なお検討しなければならない。

樹勢維持に深いかかわりのある土壌肥沃度からみた被害度は、肥沃地<中<瘠地の関係をしめし、中及び瘠地の管理不十分な林分では、激害林分が多い結果をしめした。

樹勢と被害度は、強<普<弱の関係をしめし、一般的な病害でいわれる強健な樹勢であれば、当病害に対しては被害軽減になることを示唆している。林令ごとの被害度は、Ⅱ令級まで中害程度であるがⅢ令級から激害となり、Ⅳ令級にかけ漸増するが、Ⅴ令級では減少の傾向をしめす。この傾向は、本調査において治ゆ病斑も被害とし、累積被害を調査した結果である。なお、病原菌別の被害をみるとまた異なる結果をしめすと考えられる。

植歴との関係は、新植地の被害度が既植地の約1/2であり、明らかに新植地の被害が少ない結果をしめした。

この結果を裏付けるものとして、周辺環境の異なる林分における被害推移を表-3に示した。

表-2 植栽地環境と林分の被害度

被害程度	植栽地方位				土 壤				肥沃度		植 歴		樹 勢			林 令 階						
	N	E	S	W	L	CL	GL	SL	SiL	肥	瘠	新植	既植	強	普	弱	I	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	
無	9	5	5	7	14	2	-	8	2	-	25	1	21	5	9	15	2	8	14	2	1	1
微 害	18	23	20	15	89	11	4	7	15	19	54	3	53	23	19	45	12	34	26	10	3	3
中 害	25	15	19	15	58	4	3	2	7	15	58	1	21	53	15	39	20	23	23	17	4	7
激 害	48	54	27	36	106	6	16	8	29	14	142	9	82	133	28	102	35	23	29	44	50	19
計	100	97	71	73	217	23	23	25	53	48	279	14	127	214	71	201	69	88	92	73	58	30
被害度	3.3	3.5	3.0	3.3	3.4	2.3	4.0	2.1	3.4	2.8	3.4	3.6	2.2	4.0	2.9	3.8	3.6	2.5	2.6	3.9	4.6	4.0

- 注. 1. 被害度 = $\frac{\text{無} \times 0 + \text{微害} \times 1 + \text{中害} \times 3 + \text{激害} \times 5}{\text{各要因の計}}$
 2. 被害程度は林分の本数被害率で、無：0、微害30%未満、中害31~60%、激害60%以上

表-3 環境の異なる新植地の被害推移

区分	植栽本数	被害本数	枯損本数	病斑方位の年次別病斑数(ヶ)					1本当りの病斑数(ヶ)	
				N	E	S	W	計	総平均	年次別
A	162本	85本	-本	65 41	37 40	38 68	34 32	174 181	4.2	2.0 2.1
B	87	87	5	349 231	342 224	214 175	310 214	1,215 844	25.1	14.8 10.3

- 注) 1. 分子は54年度以前、分母は55年度の病斑数
 2. 樹齢5年生
 3. B区で胴枯病停止痕斑から腐らん病の罹病が3ヶ認められた。

調査時における被害はA区が少ない。しかし、過去4年間と当年発病数がほぼ同数であるように、将来とも当区の被害が少なく推移するとはいえないようである。

A・B両区の被害の多少は、次の林分環境の違いによるものと考えられる。

A区は、戦後開拓した耕地跡を、階段造成して植栽したもので、肥培管理は良好であり、樹勢は普通以上で、周辺には季節風の風上約80mにⅢ令級0.1haの既植地があるのみである。

一方のB区は、段丘構造先端に位置する古い畑で、タバコ、野菜等を耕作し、キリ植栽のなかった耕地である。周辺はキリ異令林が隣接又は近接し、しかも、胴枯性病の被害率も高く、特に枝枯症状が激しい林分の環境にある。このように、新植地の林分でも、周辺に既植地があるなど周辺環境により被害実態は異なることが判明した。

以上のことから、植栽地環境と林分被害において最も影響する要因は、林分の周辺環境であり、既植地の胴枯性病病原菌密度の差に起因するものと考えられる。

(3) 単木の被害

調査対象林分の代表的被害木について、病斑程度（微害・中害・激害）別の病斑数・発病部位（方位・垂直分布）・病斑の症状（進行中・停止・治ゆ）・病原菌の種類・発病原因等を精査した。

① 病斑の被害程度

表-4にしめしたとおり、調査木341本の病斑総数は1,730個で、単木当り病斑数は1~41個であり、平均病斑数は5.5個であった。地域別では、多雪地の病斑が96%をしめ、単木平均病斑数は、少雪地が2.4個・多雪地では5.8個と2.4倍病斑数で上廻っている。被害別程度別は、病斑の停止又は治ゆ病斑である微害が最も多く50%をしめる。ついで、大病斑で閉鎖の見込がなく、しかも再発病の危険のある停止又は進行中病斑である激害が39%で、この両者の中間病斑である中害は11%と少ない。地域別では、少雪地の激害病斑が79%をしめるが、多雪地では全体とほぼ同率である。

表-4 被害程度別病斑数

地域	微害	中害	激害	計
少雪地	13	2	56	71
多雪地	855	187	617	1,659
計	868	189	673	1,730

注1. 微害：タテ長10cm以下で進行中又は停止し治ゆ可能及治ゆ病斑
 2. 中害：タテ長10~20cm以下で進行中又は停止し、閉鎖見込のあるもの
 3. 激害：タテ長20cm以上で進行中又は停止病斑で閉鎖の見込のないもの

② 単木の被害度

単木の被害程度を①の病斑程度をもとに、次式により被害度を算出し、被害度1未満を微害木、1~3未満を中害木、3以上を激害木として表-5にしめした。

$$\text{単木被害度} = \frac{\text{微害} \times 0 + \text{中害} \times 3 + \text{激害} \times 5}{\text{単木病斑総数}}$$

全体の単木被害度は、中害木が45%、微害及び激害木は28%、27%とほぼ同率の程度をしめし、中害木以上が72%と大きい被害程度である。

表-5 単木の被害度

区分	微害木		中害木		激害木		計	
	本数	平均被害度	本数	平均被害度	本数	平均被害度	本数	平均被害度
少雪地	3	0.33	10	2.70	16	4.49	29	3.44
多雪地	84	0.36	133	2.10	69	4.43	286	2.15
計	87	0.35	143	2.20	85	4.44	315	2.27

地域別は、少雪地で微害木が少なく、中害木以上で90%をしめし、特に激害木は55%をしめている。一方、多雪地では、ほぼ全体と同傾向をしめ

した。地域間における被害程度の相違は、後述する加害病原菌の病原性によるものと考えられる。

(4) 発病部位

胴枯性病害の樹幹上での病斑の方向性及び垂直分布は、表-6のとおりである。

病斑の方向性は、全体で北面が35%とやゝ多く、東・南・西方向の順となり、北・東面で58%をしめる。北・東面の地域性は、少雪地が24~28%で発病方向性は認められない。一方多雪地では、19~34%をしめし、北東南西と順次減少するが、北面の発病率が高い傾向をしめすことから、方向性にはやゝ地域性が認められる。

病斑の垂直分布は、全体で1m未満59%、1~2m30%、2m以下の総数で約90%と病斑の大部分をしめる。

この結果発病の方向性は、北東面がやゝ高い傾向をしめすが、顕著なものではない。垂直分布は、2m未満の病斑が多く、材利用上最も重要な部分の被害が多いことをしめし、その影響は大きい。

表-6 病斑の方位と垂直分布

方位	高さ 地域	0.5m	0.5~	1.0~	1.5~	2.0~	2.5~	3.0m	計
		未満	1.0m	1.5m	2.0m	2.5m	3.0m	以上	
N	少雪地	4	7	3	2	1	2	-	19
	多雪地	176	175	111	62	34	23	9	590
	小計	180	182	114	64	35	25	9	609
E	少雪地	4	4	4	1	-	2	2	17
	多雪地	118	127	66	35	20	16	7	389
	小計	122	131	70	36	20	18	9	406
S	少雪地	4	8	4	2	-	2	-	20
	多雪地	100	103	63	43	17	14	11	351
	小計	104	111	67	45	17	16	11	371
W	少雪地	2	4	4	3	-	-	2	15
	多雪地	106	86	61	47	12	9	8	329
	小計	108	90	65	50	12	9	10	344
計	少雪地	14	23	15	8	1	6	4	71
	多雪地	500	491	301	187	83	62	35	1,659
	小計	514	514	316	195	84	68	39	1,730

(5) 病斑症状と樹勢要因との関連

進行中・停止・治ゆ病斑とした各症状と、樹勢及び樹勢要因である土壌肥沃度や、施肥管理等が、本病の病斑形成の推移にどのように関与しているかについて、図-1にしめし、その影響をみた。

病斑症状は、総病斑1,730個のうち進行中が32%、停止16%、治ゆは52%であり、停止又は治ゆ病斑で半数以上をしめている。

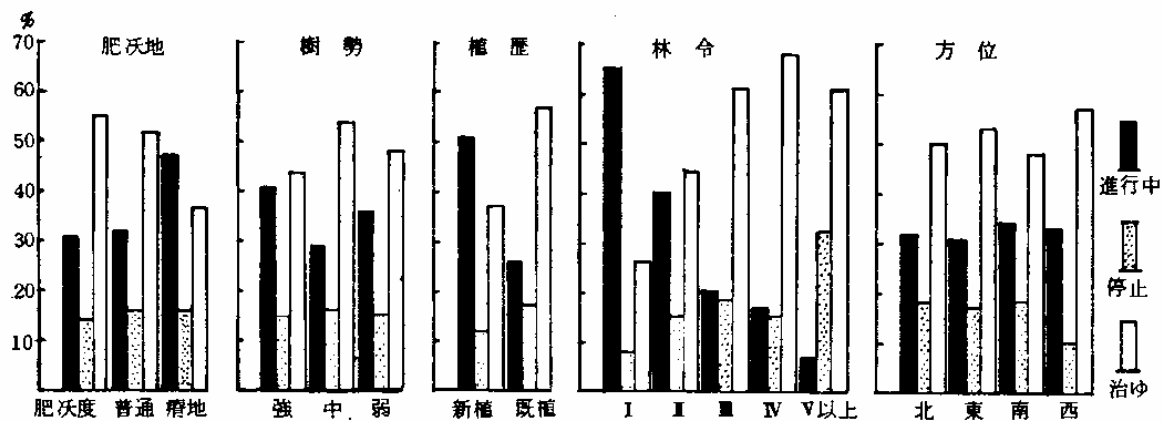
樹勢との関係は、指標(樹冠状態及び当年枝の伸長量を基準)に不確実な点が多いためバラツキが大きく、進行中病斑で樹勢強がやゝ高い値をしめすものの差は小さくなく、結果は明瞭でない。

樹勢要因の肥沃度では、進行中が肥沃地<中<瘠地の関係にあり、治ゆ病斑では瘠地<中<肥沃地の関係をしめた。これから瘠地の被害木は抵抗力が弱く、治ゆ病斑に移行することが少なくなることを示唆し、地力維持が本病対策の重要因子の一つと考えられる。

植歴との関係は、新植地で進行中が多く、既植地では治ゆ病斑が多い結果となった。このことは新植地で幼令木が多く、既植地では中令木が多く病原性との関連から治ゆ率が高くなるためと考えられる。

林令階では、進行中が林令を増すにつれ減少し、停止又は治ゆ病斑とも林令を増すごとに増加の傾向をしめす。これは本病の発病機会が幼令木に多く、中令木以上では少なくなることを意味する。

また、累積被害として被害は発生するが、後述する宿主と病原性との関連から停止・治ゆ病斑が増加するものと考えられる。



図一 病斑程度と樹勢要因

(6) 病原菌の確認

キリの胴枯性病として、北島¹⁾、逸見²⁾らによる *Valsa paulowniae* MIYABE et HEMMI を病原菌とする腐らん病があげられてきた。しかし、本調査のなかで、腐らん病と類似の病徴で、明らかに異なる標徴をしめす病斑が出現することから、あらためて病原菌の確認を行った。

検出菌は3種 (*phomopsis*, *Valsa*, *Dothiorella*) が、主要胴枯性病菌として検出された。³⁾ 検出菌名と出現率は表-7のとおり、*phomopsis* 菌の出現率が半数をしめ、*Valsa* 菌も出現頻度が高く、両病原菌で大部分をしめていた。なかでも *phomopsis* 菌及び *Dothiorella* 菌は、会津方部の多雪地のみで検出され、少雪地では *Valsa* 菌以外の菌は検出されなかった。また、多雪地における幼令時代の *phomopsis* 菌による被害率は高く、*Valsa* 菌の被害はきわめてまれである。

なお、林³⁾らによると、多雪地帯の新潟県における胴枯性病菌は、*Phomopsis*, *Dothiorella* の両病原菌で86%をしめ、*Valsa* 菌の検出はなかったとしていることから、両病原菌は積雪環境と深いかわりのあることがうかがわれる。

主要病原菌である *Valsa* 及び *phomopsis* 菌による病斑の垂直分布は、少雪地が表-6のとおり、高さ2m以上で多雪地より僅かに高い傾向にあるが、多雪地とほぼ同傾向の出現である。

少雪地の被害は、芽かきなど保育管理不良に起因する樹幹低部からの枝条があり、この枝打跡又は枝枯から、*Valsa* 菌による腐らん病が多いのが特徴である。

一方、多雪地での被害は、表-8にしめしたとおり通常Ⅱ令級前半までの加害病原菌は *phomopsis* 菌によるものであり、この林分でも例外ではなかった。7年生から枝枯が目

表-7 検出菌および出現率

菌名	福島
<i>Phomopsis</i> 属	52%
<i>Valsa paulowniae</i>	31
<i>Dothiorella</i> 属	3
その他	14

表-8 被害の年次変化

年次	調査本数	被害本数		累積被害本数	新病斑数		除間伐
		<i>Phomopsis</i>	<i>Valsa</i>		<i>Phomopsis</i>	<i>Valsa</i>	
昭和54年以前	163	73	-	73	190	-	-
昭和55年	163	46	-	89	171	-	-
# 56年	161	37	-	95	184	-	2
# 57年	159	31	54	98	115	92	2

注1. 昭和54年の樹令は5年生

注2. # 57年発生の腐らん病は4m前後の枝枯の付根部に発生

立ち始め、翌年調査で44%に腐らん病の発生が確認された。

主要胴枯病菌である *phomopsis* 菌及び *Valsa* 菌の発生部位は、発病原因が異なるためか、明確な差異を生ずるようである。なお、*phomopsis* 菌による病斑上からは、外見上発病菌となるものは見当たらない。

(7) 発病原因

本病の発生誘引として北島、逸見らは、凍害痕が有力とし、或は機械的傷痕部、生理的枯死による小枝等が、病原菌の侵入門戸になるとしている。^{1) 2)}

今回の実態調査における発病原因は、表-9に示したとおりである。

腐らん病の発病原因として確認されたのは、少雪地で枝打跡、打傷、枯枝等の傷痕部が68%であり、多雪地での傷痕部からは15%の発病であり、逸見²⁾らが指摘する侵入門戸が原因となることをうかがわれる。原因不明とされた病斑でも、ゆ合組織の巻込によって、枝打跡等の傷痕部が覆われるなどの例があることから、本病は傷痕部が最も有力な侵入門戸とされる。

表-9 発病原因別病斑数

病名	原因	枝打跡	打傷	枯枝	新梢枯	葉痕	不明	計
	地域							
腐らん病	少雪地	28	2	18	-	-	23	71
	多雪地	27	-	18	-	-	264	309
	計	55	2	36	-	-	287	380
胴枯病	少雪地	-	-	-	-	-	-	-
	多雪地	-	-	7	1	10	1,332	1,350
	計	-	-	7	1	10	1,332	1,350

注. 腐らん病の不明には枝打、枯枝等の形成部の発病と思われるが、患部のカルス巻込がなされ確認出来ないのも不明とした。

phomopsis 菌による胴枯症状(以下胴枯病とする。)の発病原因は、99%が原因不明とされ、病患部での外見上の原因は見当たらない。

発病の原因不明がきわめて多いことから、樹幹部の凍害痕が間接的要因と考えられたので、昭和54年10月から翌年の5月まで、多雪地における樹皮内温度を測定した。1980年1~2月の厳寒期の代表的な測定結果を図-2に示した。

樹皮内温度は、埋雪部の温度が-2℃より下降することなく推移し、凍結現象といわれる過冷却点⁸⁾⁹⁾は認められない。積雪上における温度は富樫¹⁰⁾の測定結果とほぼ同傾向にあり、特に積雪表面付近での凍結現象も見当たらない。

樹皮内の温度は時間変動が大きい、温度差が樹皮生理におよぼす影響は少なく¹⁰⁾、凍結現象も出現しないことから、樹幹部での凍害は考えられず、従って樹幹部での発病原因にはなり得ない。

腐らん病以外の発病原因が、実態調査からは不明であり、防除の基礎資料のうえからも、今後解明しなければならない重要な課題である。

実態調査結果を総括すると次のことがいえる。

これまでキリの胴枯性病は、*Valsa* 菌による腐らん病とされてきたが、今回の調査で *phomopsis* 菌による被害率が高く、僅少ではあるが *Dothiorella* 菌の関与があることが確認され、*Valsa* 菌は少雪地で被害が多く、多雪地では *phomopsis* 菌、*Dothiorella* 菌、*Valsa* 菌による被害であり、特に幼令木では *phomopsis* 菌の被害がきわめて高く、腐らん病より重要な病害であることが判明した。

最近における植栽地の傾向として、既植地では生育が悪く、胴枯性病害も多発することから、山地植

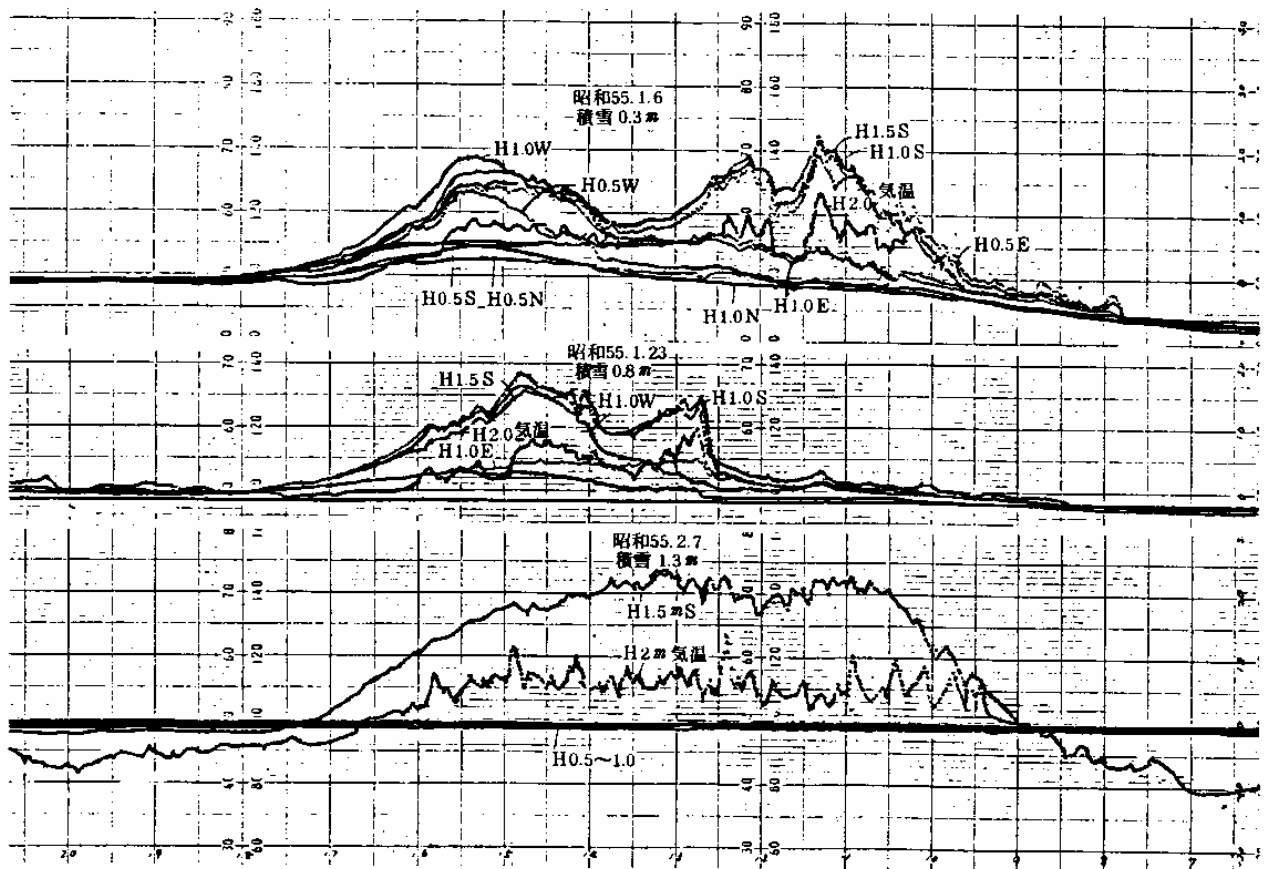


図-2 キリ樹皮内温度

栽が増加の傾向にある。しかし、隔離された新植地での数年間の被害率は低い、被害推移は年々増加の傾向をしめすことから、被害回避策とはいきれない。被害が植歴により異なることは、周辺環境、特に胴枯性病原菌の密度の差にもとづくものと考えられることから、病原菌密度の低下を如何に進めるかが今後の課題といえる。

発病原因は傷痕部が最も有力であるが、胴枯病の発病誘引としての凍害現象は出現せず、関連は少ないと思われることから、侵入門戸の確認が必要である。

Ⅲ 胴枯性病菌の生態

実態調査で確認された、*Valsa* 菌、*phomopsis* 菌、*Dothiorella* 菌の生活史等その生態は不明な点も多い。本調査では、被害率の高い前2病原菌を対象とし、被害率の低い *Dothiorella* 菌を除き、その生態及び発病後の病徴・標徴について、自然発病病斑を対象に調査した。

1. 調査方法

調査地は、多雪地の激害林分の多い、大沼郡三島町で行い、樹令2～8年生の自然発病木を対象に、昭和52年4月から昭和53年4月まで、病徴・標徴を観察記録した。調査は、病原菌の各世代別胞子形成及びその消長について行った。

2. 結果と考察

(1) 病徴及び標徴

キリの生長と病斑進展並びに *Valsa* 菌、*phomopsis* 菌の生態観察結果を表-10にしめした。

① 腐らん病

新規発病の病徴を、肉眼で識別可能な時期は、5月中旬頃である。しかし、この時期での樹皮内に起きている病変は、縦長5~10 cm程度まで進み侵入定着後病変が起こる時期は早いと推察される。樹皮構造の関係から病徴が出現するのは、宿主の生長が開始され、患部周辺に亀裂が生ずるか、又は腐汁液の分泌により識別できる。なお、再発病斑においても同様な病徴である。

表-10 キリの生長と胴枯性病斑の進展及病原菌の生態（会津地方）

項目	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
キリの成長		休眠期 積雪		生長開始 開葉		生長期 肥大生長			休止 落葉		休眠期 積雪		
病斑の進展		— 進展 —					— 停止 (カルス形成) —						
腐らん病	不完全世代 cytophoma	前年の pycnidium			pycnospore なし			pycnidium					
	完全世代 Valsa	前年の perithecium			ascospore なし			perithecium ascospore の形成 ascospore の放出 殻の露出					
胴枯病	不完全世代 phomopsis				pycnidium pycnidia の形成 pycnospore の形成 胞子角の噴出			pycnospore なし					

標徴は、病徴の確認される5月上旬に未熟な cytophoma の形成が認められ、5月下旬頃には樹皮上に柄子殻による隆起を生じ、6月上旬では隆起状が亀裂を生じ、淡橙色巻ヒゲ状の胞子角の噴出が認められる。cytophoma時代は、患部樹皮が乾枯した後翌年の5~6月頃まで胞子含有が認められ、林⁶⁾の報告と一致する。

8月に入ると患部中央付近に、Valsa時代の子のう殻の形成が認められ、同月下旬頃には殻孔が露出し、子のう胞子が放出される。翌年の4月頃には子のう胞子のほとんどは放出され、胞子を含有する子のう殻は僅少である。

柄胞子形成と放出の消長について林⁶⁾は、5~6月と11~3月までの二つの山があり、宿主の生長休止期の胞子放出は、前期の十数倍認め、感染時期をこの時期の可能性が高いとしたのは、本調査からもうなずける。

② 胴枯病

新規発病の病徴を、肉眼で識別できるのは、4月中下旬頃である。しかし、この時期に確認できるのは、樹皮色の違いにより限られる。¹⁴⁾

樹皮緑色：患部淡褐色に変色、樹皮僅かに陥没する。

樹皮紫褐色又は暗褐色：外観的病徴の変色なく、樹皮触感で柔かい。

中期以降の病徴は、5月上旬には樹皮内病変が急激に進み、患部は明瞭に陥没する。

標徴は、病徴が認められると間もなく、柄子殻の形成がなされる。柄子殻は未熟で、胞子は5月に入ると乳白色巻ヒゲ状の胞子角の噴出がみられ完熟する。患部樹皮は、殻孔の亀裂によりさめ肌状を呈し、樹皮は楕円状に陥没し剝離しないものが多くみられる。胞子消長は、8月末頃にはほとんど認められなくなり、病患部上でのDiaporthe時代は認められなかった。従って、本菌は phomopsis 時代で経過すると思われる。

なお、この結果は林⁶⁾の報告とも一致することから、感染時期は5～8月頃と推察され、発病時期との関連から潜在期間が長いと考えられる。

(2) 病斑の進展

4月からの病斑拡大は、初期病徴が確認される頃より、気温上昇とともに病変は急速に進み、腐らん病は最大28cm、胴枯病では最大16cmの縦長となり、横幅は縦長の約1/3の大きさで、両病原とも隋円状の病斑を呈する。5月下旬頃から宿主が肥大生長を始めると、病斑の拡大は鈍化し始め、生長が旺盛となる6月下旬からは、縮少する傾向をしめし、小病斑では8月末で閉鎖するものが現われる。

この現象から、両病原菌の宿主に対する病原性は、休眠期から生長初期に対しては強く発揮するが、生長旺盛な細胞に対しての殺傷力は弱いと推察される。

しかし、実態調査のなかで、腐らん病に再発病斑が多く観察され、発病以来7～8年間再発を繰返し、縦長1.5m程度の病斑が確認されることから、患部での潜在能力は高く、また、新規発病の病斑が概して大きいことから、病原性は胴枯病より強いといえる。

一方、胴枯病の病斑は腐らん病より小型で、しかも閉鎖するものが多いので再発病斑はまれである。しかし、発病率が高く年々累積被害となるほか、侵入部での潜在期間が長いとみられるなど、問題の多い病原菌である。

Ⅳ 病原菌の病原性及び感染時期の解明

腐らん病菌、*phomopsis* 属菌の病原性は、自然観察結果ですでに述べたが、キリ苗接種により把握する。被害実態において加害病原菌が積雪環境とかかわりが深いと思われるため、多雪地と少雪地において生長休止期に、腐らん病菌、*phomopsis* 属菌の菌糸接種を行い、病斑進展について定期的に調査する。

腐らん病及び胴枯病の感染時期は、孢子形成消長にもとづく推察のみである。特に *phomopsis* 属菌による胴枯病の発病原因は不明であり、孢子接種の有傷、無傷部の可能性、孢子の時期別接種を行い感染時期を把握する。

1. 試験及び調査の方法

(1) 供試菌：*Phomopsis* 属菌・腐らん病菌 大沼郡三島町尾登採取

(2) 供試木：三島町 苗木昭和53年5月植栽 2年生

郡山市 苗木昭和53年4月植栽 2年生

台切昭和56年4月実施 1年生

(3) 接種方法

接種源 前記2供試菌株を米糠1：ふすま1、蒸溜水2の組成による培地で培養したものを菌糸接種源とした。孢子接種源は、*phomopsis* 菌を使用し、キリ当年生切枝長さ20cmを用い殺菌した後2個所に菌糸接種源を接種して、大型試験管に入れ25℃恒温器で培養した後、部屋温で1ヶ月間培養し孢子形成をうながし、孢子角を掻き取り接種源とした。

菌糸接種 接種部位は、次のように1本当たり8個、南面から接種し、供試木ごとに順位を変えた。供試木本数は、三島町8本、郡山市5本使用した。

V (上)	P (上)	V (下)	P (下)	V : <i>Valsa</i> 菌
南	東	北	西	
P (下)	V (下)	P (上)	V (上)	P : <i>Phomopsis</i> 菌

接種は、径5mmの穿孔器で樹皮の厚さの穴をあけ、接種源菌糸を詰め封ろうした。接種時期は、三島町が昭和53年11月14日、昭和54年11月5日、郡山市では昭和53年12月4日、昭和54年12月8日に行った。

三島町での管理は、積雪地のため野兎被害防止のルーフィングによる雪囲いを施し、翌年4月に撤去した。

孢子接種 接種部位は、表皮・皮目・葉柄痕を対象に、無傷及びピン10本束ね3回刺しの有傷部を設けて孢子を付着させた後、含水脱脂綿を付けたうえをガムテープで貼付た。供試木1本当たり6個所とし、1接種時期当り2本使用した。

接種時期は、昭和55年、昭和56年が5月から隔月に11月まで4回、昭和57年が10月から1月まで毎月1回の4回接種した。

(4) 調査

調査は、発病が確認されるのが翌年の早春頃であるため、少雪地の郡山市は2月頃から、多雪地は融雪後の4月頃からとし、1ヶ月ごと病斑が停止するまで病斑の縦・横を測定し楕円面積とした。

孢子接種は、発病初期を確認するうえから2月頃に接種部位を剥皮し、樹皮内及び形成層の病変の有無を確認した。

2. 結果と考察

(1) 胴枯性病菌の病原性

Valsa 菌・*Phomopsis* 菌の少雪地と多雪地における地域別の病原性は、図-3にしめす時期変動をする。この傾向は林 の報告とほぼ一致する。

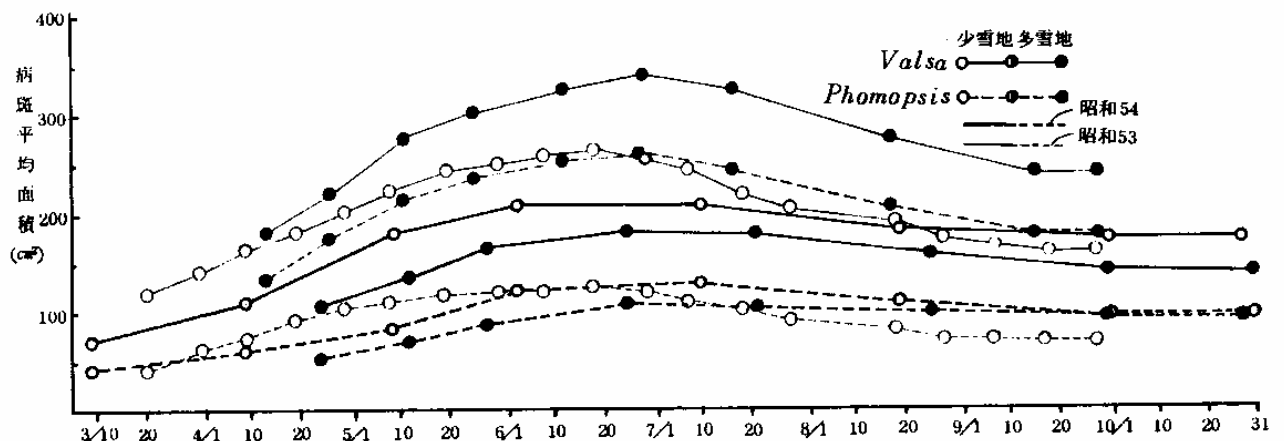


図-3 接種病原菌の病原性

両病原菌の病斑形成量で見ると、両地域とも *Valsa* 菌が *Phomopsis* 菌を上廻る。最大時の平均面積では少雪地が1.3倍、多雪地では2.1倍をしめす。

少雪地における病斑量についてF検定の結果、 $F_{0.17.19} > F_{0.05}(0.05) 3.18$ をしめし、5%水準で著しい有意差が認められるように、*Valsa* 菌の病原性が強いことを意味し、実態調査で腐らん病斑が大きいとした結果をうらづけている。

なお、多雪地では *Valsa* 菌接種の枯損木が多く検定できなかった。

地域間における病斑量を見ると、昭和53年接種が両病原菌とも多雪地が大きく、*Valsa* 菌で1.3倍、*Phomopsis* 菌では2倍の病斑量をしめした。しかし、*Phomopsis* 菌の地域間におけるF検定5%水準では有意差は認められない。なお、*Valsa* 菌は前述の理由により検定できない。

昭和54年接種では、前年の結果と異なり少雪地が大きい病斑量をしめした。*Valsa* 菌で1.6倍、*Phomopsis*

菌は 1.7 倍であった。

地域における病原菌の病原性が異なる結果をしめしたのは、接種後の平均気温と積雪期間に関連があったと考えられる。兩年の接種後の平均気温を図-4にしめし、多雪地の積雪期間は、昭和53年が66日間で年平均の約 $\frac{1}{2}$ と短期間であり、昭和54年は、103日間で前年の1.6倍であり、平年よりやゝ長かった。

病斑形成量の推移は、小雪地が3月上旬から病徴が認められ、5月上旬まで急激に拡大するが、宿主生長とともに鈍化の傾向をしめし、宿主の肥大生長が旺盛となる6月中旬頃から9月上旬頃まで減少し、これ

以降の病斑は停止する。病原性については林⁵⁾らも同時期に試験を行ったが、ほぼ同様な結果を得ている。

病斑が縮小する傾向は、宿主のカルス形成によるものであるが、8月での病理解剖の結果、図-5のように木栓組織による防護がなされていることが確認され、BRAMBLE²²⁾が胴枯性病害の特質として指摘していることと一致する。

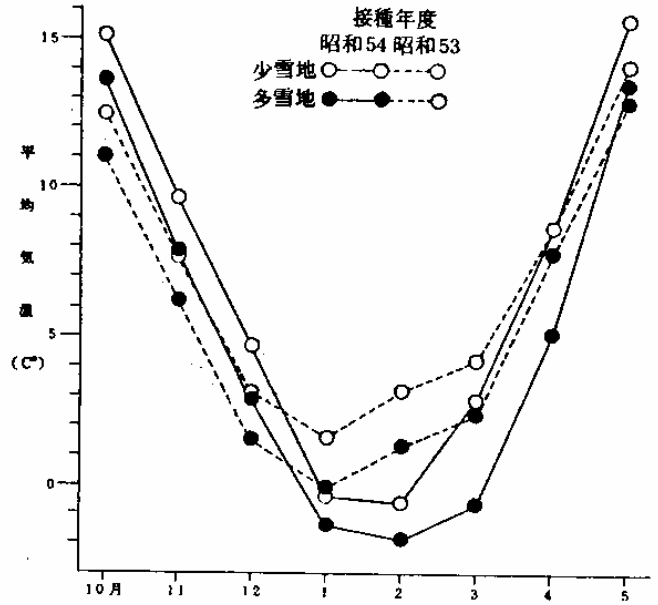


図-4 接種後の平均気温

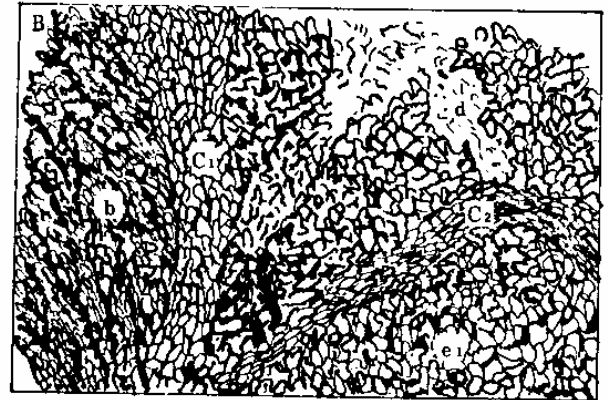
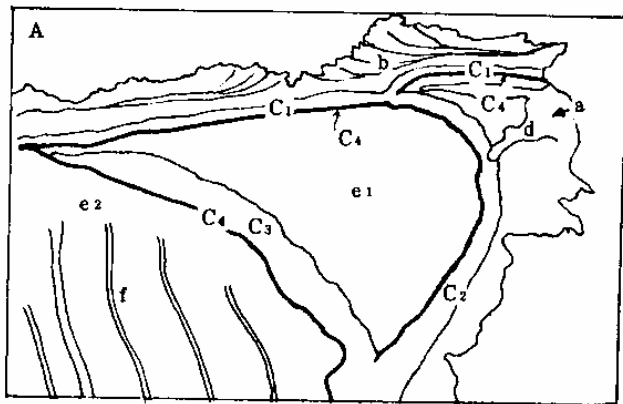
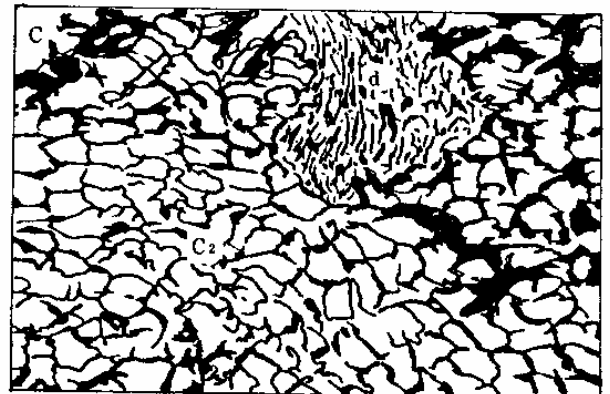


図-5 侵入病原菌に対する防護組織

- A. 病患部に形成された傷痍木栓組織 ×7
(7月23日採取)
- B・C. 木栓組織に阻止された *Valsa* 菌の侵入菌糸 (B×20, C×400)
- a. 病患部 b. 表皮コルク細胞(皮目付近)
- C₁. 罹病前の木栓層 C₂. 一次防護木栓層
- C₃. 二次防護木栓層 C₄. コルク形成層
- d. 侵入菌糸 e₁. 瘻死韌皮細胞
- e₂. 韌皮細胞 f. 放射組織



以上のことから、両病原菌の病原性は、*Valsa* 菌が *phomopsis* 菌より病原性はやゝ強く、宿主の休眠期から生長初期にかけて病原性を発揮するが、宿主生長旺盛期では防護組織で侵入菌糸は阻止され、カルスにより縮少の傾向をしめすなど、生活細胞の殺傷力は微弱と推察される。

(2) 胞子接種による感染時期の把握

① 予備試験

胞子接種の可能性について、キリ当年枝長さ20cmの切枝を用い、恒温器25℃ 1週間加温後部屋温管理と冷暗(5℃±2℃)処理2ヶ月後室温(20℃±5℃)で管理した2方法で、予備試験を行った結果を表-11に示した。

両管理区とも、無傷部の皮目、表皮接種において、病徴及び樹皮内病変はなく、発病は認められない。ピンホールの有傷部では、胞子付着材料により差が認められ、ウレタン使用の発病は10%であったが、脱脂綿使用ではすべて発病をみた。本予備試験結果から、無傷部からの発病はなく、有傷にのみ両管理法とも発病し、胞子付着材料は脱脂綿が好結果を得ることが判明した

なお、冷温管理法で接種時に樹皮を採取し、比較膨潤率を測定し、発病との関連をみたが、明瞭な傾

表-11 胞子接種予備試験

(1) 加温後部屋温管理

接種部位	接種材料	調査月日			
		3/10	3/20	3/31	4/10
皮	ウレタン	(-) -	(-) -	(-) -	(-) -
	脱脂綿	(-) -	(-) -	(-) -	(-) -
表皮	ウレタン	(-) -	(-) -	(-) -	(-) -
	脱脂綿	(-) -	(-) -	(-) -	(-) -
ピンホール	ウレタン	(-) + 6×3	(+) +	(-) -	(-) +
	脱脂綿	(-) - 8×4	(+) + 13×5	(+) - 17×6	(+) + 5×4 18×8
接種時樹皮膨潤率(%)		70.3 71.1	75.6 69.0	66.6 69.6	75.3 71.4

(2) 冷暗処理後部屋温管理

供試木	皮目		表皮		ピンホール		接種時樹皮膨潤率(%)
	ウレタン	脱脂綿	ウレタン	脱脂綿	ウレタン	脱脂綿	
1	(-) -	(-) -	(-) -	(-) -	(+) +	(+) 7×7	69.4
2	(-) -	(-) -	(-) -	(-) -	(-) +	(+) 65×11	73.1
3	(-) -	(-) -	(-) -	(-) -	(-) -	(+) 6×6	74.1
4	(-) -	(-) -	(-) -	(-) -	(-) -	(+) 13×6	70.1
5	(-) -	(-) -	(-) -	(-) -	(-) -	(+) 7×6	72.9
6	(-) -	(-) -	(-) -	(-) -	(-) -	(+) 55×13	74.2
7	(-) -	(-) -	(-) -	(-) -	(+) 53×9	(+) 105×23	68.7
8	(-) -	(-) -	(-) -	(-) -	(+) +	(+) 60×18	76.1
9	(-) -	(-) -	(-) -	(-) -	(-) -	(+) 30×8	74.8
10	(-) -	(-) -	(-) -	(-) -	(+) +	(+) 145×25	74.1

- 注) 1. ()は病徴で(-)変化なし、(+)僅かに褐変し(++)僅かに陥没、(+++)明瞭な陥没
 2. 樹皮の病変量で+は僅かに変色あるもの、数字は変色の大きさタテ×ヨコmm
 3. (1)では調査本数は調査日当り2本

向は認められなかった。

時期別接種結果は、表-12にしめしたとおりである。

表-12 時期別孢子接種

接 種 年 月 日	発病確認 年 月 日	接 種 部 位								有 傷 接 種 部 位					
		南 傷	東 皮 目	北 表 皮	西 葉 柄 痕	南 葉 柄 痕	東 傷	北 皮 目	西 表 皮	南 表 皮	東 皮 目	北 葉 柄 痕	西 表 皮	南 皮 目	東 葉 柄 痕
昭和 55. 5. 26	昭和 56. 3. 23 " 4. 13	-	-	-	-	-	-	-	-						
" 7. 24		-	-	-	-	-	-	-	-						
" 9. 22		-	-	-	-	-	-	-	-						
" 11. 12		-	-	-	-	-	-	-	-						
" 11. 12		-	-	-	-	-	-	-	-						
昭和 56. 5. 25	昭和 57. 3. 25 " 4. 26	-	-	-	-	-	-	-	-						
" 7. 27		-	-	-	-	-	-	-	-						
" 9. 25		+	-	-	-	-	-	-	-						
" 11. 27		+	-	-	-	-	+	-	-						
" 11. 27		+	-	-	-	-	+	-	-						
昭和 57. 10. 18	昭和 58. 2. 22	卅	-	-	-	-	卅	-	-	卅	卅	+	卅	卅	+
" 11. 12		+	-	-	-	-	卅	-	-	卅	卅	+	卅	卅	+
" 11. 12		卅	-	-	-	-	+	-	-	+	卅	+	卅	卅	+
" 12. 17		卅	-	-	-	-	卅	-	-	卅	卅	+	卅	卅	+
" 12. 17		卅	-	-	-	-	卅	-	-	卅	卅	+	卅	卅	+
昭和 58. 1. 14		+	-	-	-	-	+	-	-	卅	卅	+	卅	卅	+
		+	-	-	-	-	卅	-	-	+	+	+	+	+	+

注) -変色がないもの、+ 韌皮繊維部までの変色、卅 韌皮部に変色、卅 形成層に変色

昭和55年は、予備試験の前に孢子付着材料としてウレタンフォームを使用した結果、まったく発病が認められなかった。

昭和56年の脱脂綿接種では、5月、7月の宿主生長期における発病はなく、9月の有傷で75%、11月の有傷100%で発病があったほか、無傷部はどの接種時期でも発病は認められなかった。

昭和57年の脱脂綿接種は、休眠期直前から休眠期に行ったために、有傷のすべてで発病があったが、無傷部からは前年同様樹皮内部の変色もなく発病は認められなかった。

孢子による接種は、無傷の各部位に対する各接種時期で発病はなく、有傷でも5、7月の宿主成長期の発病はなかった。有傷各部に対する10月以降の休眠期接種では、ほとんど発病することが確認された。

この結果から *phomopsis* 菌による胴枯病も、腐らん病同様に傷痕部が有力な侵入門戸と考えられる。最も有力な傷痕原因としてあげられるものとして、自然発病の病斑及び接種病斑上においてクダアザミウマ科の一種(種不明)・キリイボソウムシ (*Cionus helleri* Reitter) が確認され、柄子殻を餌としているふしがみられ、風雨以外の伝播者となるほか、コナガイガラムシも含めたこれら吸汁性昆虫の吸汁痕があげられる。

しかし、林⁵⁾らの報告によると、無傷部菌糸接種で2病斑認めたとしている。また、小林⁷⁾らが行った健全樹皮上の潜在菌糸の検出で、滑面表皮・皮目・葉柄痕の順で *phomopsis* 菌が確認される。

しかも、胴枯病菌の生態で確認された、胞子含有期間の末期及び林⁶⁾が確認した胞子飛散時期の減衰期に、最も多く樹皮上から検出されるなど、病原菌の侵入部位、感染時期等発病原因及び発病機構の究明が今後の課題として残された。

V キリ樹皮の生理調査

1. 樹勢調査

樹勢区分は、胸高直径・樹高から形状比を算出し、形状比の少ないものから強・中・弱とし、樹勢別の葉の大きさ(調査葉は梢端から3枚目)、樹皮厚(表皮・韌皮)、皮目の数と面積について調査し、樹勢別の関連をみた。

調査結果は表-13のとおり、樹令・仕立方において、皮目を除く他の要因は、樹勢区分によく適合した値をしめした。従って、樹勢要因は形状比のみで判断しても支障ないといえる。なお、供試木使用にあたっては、各樹勢間の値が接近しないよう配慮した。

表-13 キリ樹の樹勢別特性

樹令	樹勢	樹の大きさ cm			葉の大きさ cm				樹皮構造 mm			皮目			樹皮比較膨潤率	
		樹高	胸高直径	形状比 H/D	葉柄	葉身	葉長	葉幅	表皮	韌皮	全厚	数	面積	1個当り面積	最高%	最低%
苗木 2年生	強	257	2.9	88.6	33	47	80	65	0.24	1.41	1.66	6.6	14.1	2.14	(9) 92.0	(3) 76.8
	中	282	2.7	104.4	32	38	70	46	0.25	1.30	1.55	6.3	11.4	1.81	(9) 91.7	(3) 76.2
	弱	165	1.3	126.9	22	36	58	44	0.24	1.18	1.42	4.8	15.2	3.17	(9) 92.3	(3) 73.1
苗木 3年生	強	390	6.2	62.9	-	-	-	-	0.25	1.40	1.65	4.1	10.2	2.49	(10) 96.2	(3) 79.5
	中	409	5.4	75.7	-	-	-	-	0.32	1.28	1.60	4.0	10.7	2.68	(10) 95.6	(3) 77.1
	弱	349	3.9	89.5	-	-	-	-	0.25	1.06	1.31	5.4	14.0	1.77	(10) 95.0	(3) 76.8
台切 1年生	強	264	2.8	94.0	37	46	83	56	0.27	1.10	1.37	9.0	15.2	1.69	(9) 92.1	(3) 77.4
	中	270	2.5	108.0	39	55	94	64	0.32	0.90	1.22	13.5	16.0	1.19	(9) 89.8	(2) 74.6
	弱	199	1.4	142.1	37	53	90	54	0.30	0.83	1.13	18.0	14.8	0.82	(9) 89.0	(2) 72.2
台切 2年生	強	399	3.0	133.0	37	52	89	60	0.30	1.14	1.44	6.0	10.5	1.75	(9) 91.2	(3) 79.7
	中	292	1.8	162.2	32	44	76	54	0.28	1.10	1.38	6.3	10.8	1.71	(9) 91.2	(3) 79.9
	弱	213	0.8	266.3	29	40	69	46	0.30	0.95	1.25	4.0	7.5	1.88	(9) 89.6	(3) 73.4

注) ()は最高最低の月

2. 樹皮の構造

キリの樹皮は、外部から木栓質の表皮層、韌皮層（内部に強化組織として韌皮繊維を含む）、形成層によって構成され、図-6にしめた。

調査は、表皮・韌皮の厚さ及び表皮には皮目がよく発達しているのを測定し、表-13にしめた。

樹皮厚は、樹令を増すごとに厚くなる傾向にはあるが、測定結果にバラツキが多く、台切仕立のみでこの傾向をしめた。樹勢間は樹令・仕立方で強>中>弱の関係にあり、弱では強の79~86%の厚さであった。仕立方別の樹令2年生では、台切仕立が苗木仕立より薄く、87~89%の厚さである。

表皮厚は、0.24~0.32mmの厚さであるが、測定結果にバラツキが大きく、特定の傾向は認められない。

韌皮厚は、全厚と同様な傾向にあり、樹勢間の樹令・仕立方において、強>中>弱をしめし、弱は強の74~84%の厚さである。仕立方の樹令2年生では、台切仕立が苗木仕立の81~85%の厚さであった。

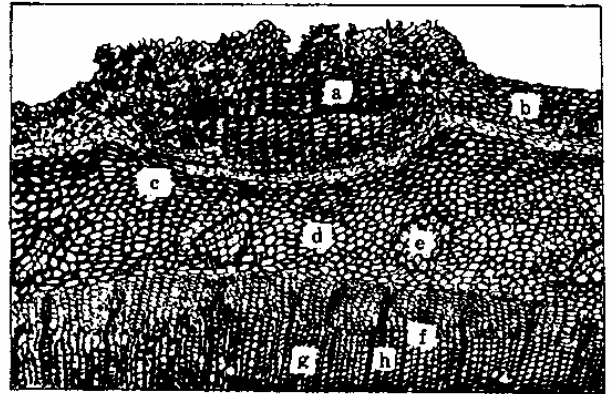


図-6 樹皮の構造 ×20(1年生樹皮の横断面)

- | | |
|------------|---------|
| a. 皮目コルク細胞 | e. 韌皮繊維 |
| b. 表皮コルク細胞 | f. 形成層 |
| c. コルク形成層 | g. 木質部 |
| d. 韌皮細胞 | h. 放斜組織 |

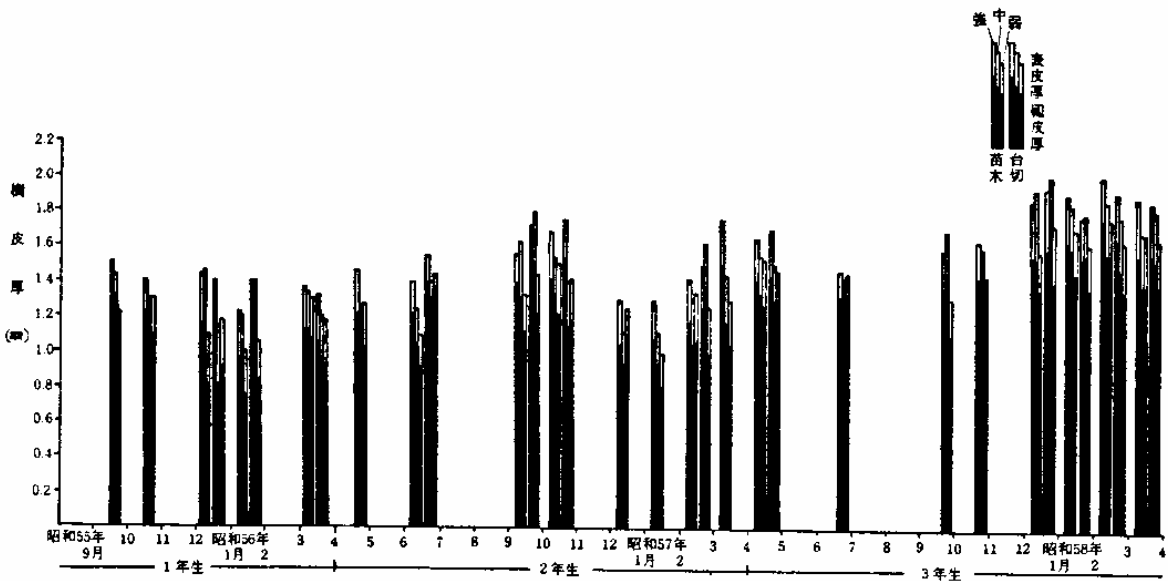


図-7 樹皮厚の時期別変動

樹皮厚は生長期で徐々に増加するが、生長休止期に入ると減少するなど、時期変動することが確認され、測定結果を図-7にしめた。

樹令の両仕立方ともに生長開始期から漸増し、最大値をしめす時期は生長休止直前の10、11月頃であり、休眠期に入ると急激に減少し、最低値をしめす時期は1~2月頃である。

樹皮厚の時期変動における減少は、木栓細胞が主な表皮厚の変動が少なく、生活細胞である韌皮厚の変動によることから、韌皮細胞の水分及び栄養素等の消費移行にともなう細胞の萎縮によるものと考え

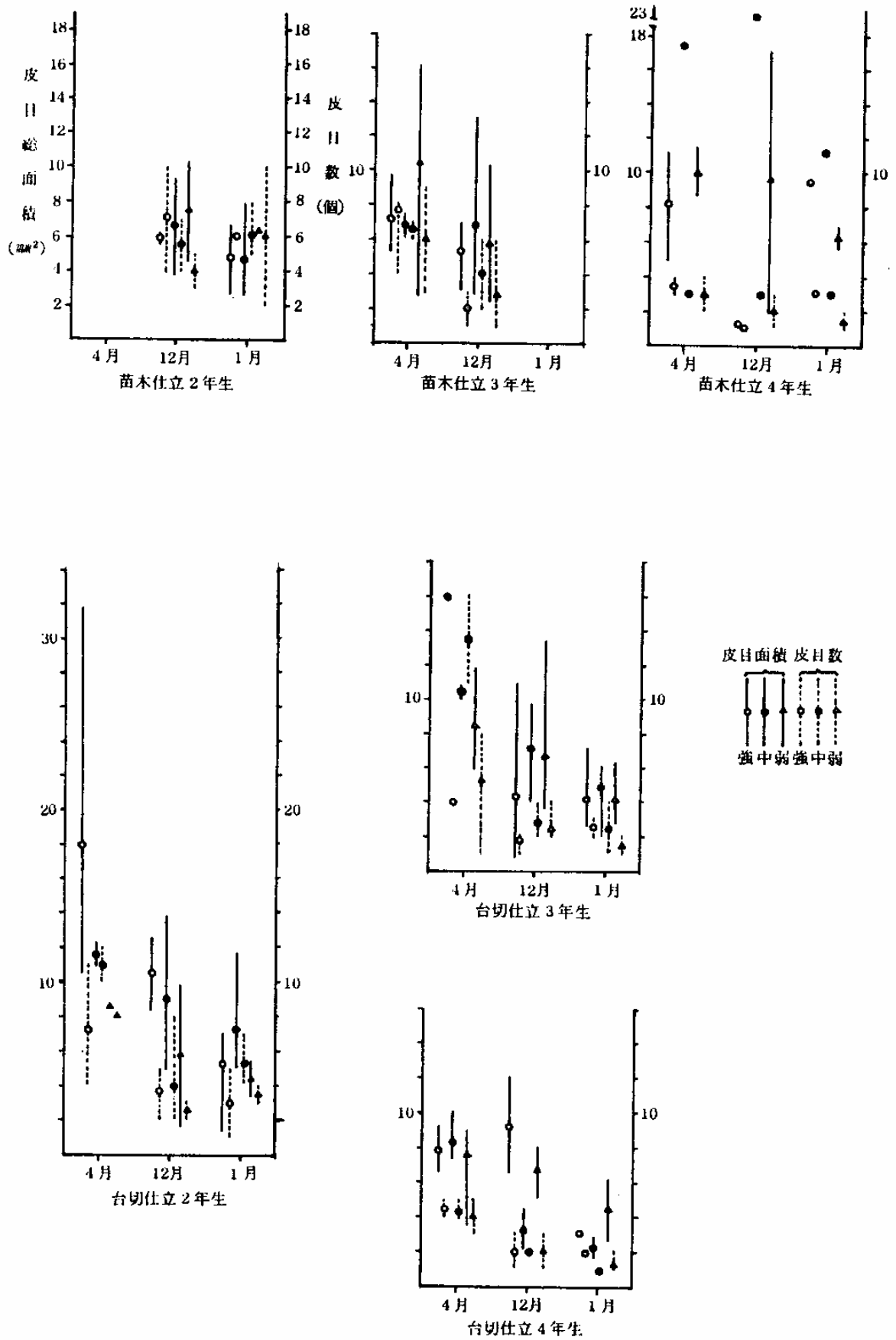


図-8 皮目数と皮目面積 (0.785 cm² 当り)

られる。

キリの幼令時における樹皮の外観的特徴として、皮目が明瞭であることがあげられる。しかし、4～5年生からは表皮のコルク化が進み、不明瞭となる性質をもつ。皮目は、桑の胴枯病（*Diaporthe nomurai* HARA）で皮目感染するといわれ、¹¹⁾ 同属であるキリの胴枯病の侵入門戸としても考えられる。また、皮目の樹勢要因としての役割を知る必要があることから、皮目数及び面積を調査した。

宿主の生長休止直後の調査結果を表-13・図-8にしめた。

皮目は、キリ個体の採取部位により、極めてバラツキが多く、樹令・樹勢・採取時期において特定の傾向は認められなかった。しかし、採取樹皮単位面積当りの皮目総面積は、皮目数が少ないと1個当りの面積が大きくなり、数が多いと1個当りの面積は小さくなるなど、変動の少ないことがうかがわれる。

皮目の形態は、1～2年までは縦長の楕円状を呈するが、樹令をますごとに徐々に横長となりやがて不明瞭となる。

皮目と胴枯性病との関連は、IV-2-②及び青木¹¹⁾の指摘するように、病原菌の侵入定着の有力な部位と考えられるが、孢子人工接種結果で無傷皮目からの発病は認められず、侵入定着条件が他にあるものと考えられることから、今後の究明が必要である。

3. 樹皮の比較膨潤率

一般的な樹木の胴枯性疾患と樹体水分含量間には密接な関連があり、ポプラ「キトスポラ」胴枯病（*Valsa sordida*）では、全含水率の18～20%を失うと発病するといわれる。¹²⁾ また、ヤナギ胴枯病（*Cryptodiaporthe salicina*）は、比較膨潤率が80%以下になると病斑が拡大するとしている。¹³⁾

胴枯性疾患の発生に関係するのは、生樹の樹皮含水率であり、比較膨潤率でみるのが適当¹³⁾と考えられるために本調査を実施し、病斑拡大進展との関連をみた。

(1) 測定方法

測定資料は、樹令・仕立方（苗木・台切）の各樹勢別に、地上30～60cmの高さの樹皮を直径1cmのコルクボーラで打抜き採取する。採取時期は昭和55年9月から昭和58年3月まで、生長休止直前から生長開始するまでは毎月採取した。

膨潤率測定方法は、樹皮採取後秤量瓶に取込み直ちに生重量を測定する。重量測定後秤量瓶に入れ蒸溜水を満し、7℃で16時間浸漬した樹皮の飽和重量を測定した後105℃3時間により絶乾し重量を測定する。比較膨潤率は次式により算出した。

$$\text{比較膨潤率} = \frac{\text{生資料の水分重}}{\text{飽和水分重}} \times 100$$

(2) 結果と考察

昭和55年9月から昭和58年3月までの比較膨潤率（以下膨潤率）調査結果を、図-9にしめた。

膨潤率の月別変動は、前述の樹皮厚変動とよく合致し、宿主の樹液流動が開始される3月頃から上昇傾向がみられ、6月の開葉とともに上昇し、9～10月の生長休止直前で96%と最高値をしめす。

生長休止とともに膨潤率は低下し始め、12～2月で最低値の77～80%をしめた。なお、最高最低をしめす月が、気象条件で異なる傾向をしめた。

樹令及び仕立方（苗木仕立：苗木植栽のまま管理する法。台切仕立：苗木植栽1年後地際から伐採し、優勢な萌芽を幹として仕立てる法。）における膨潤率の時期変動は、図-10のとおりほぼ一定の増加減少傾向で推移し、特に樹令間の差は認められない。この結果から、樹令をこみにした仕立方と樹勢間の

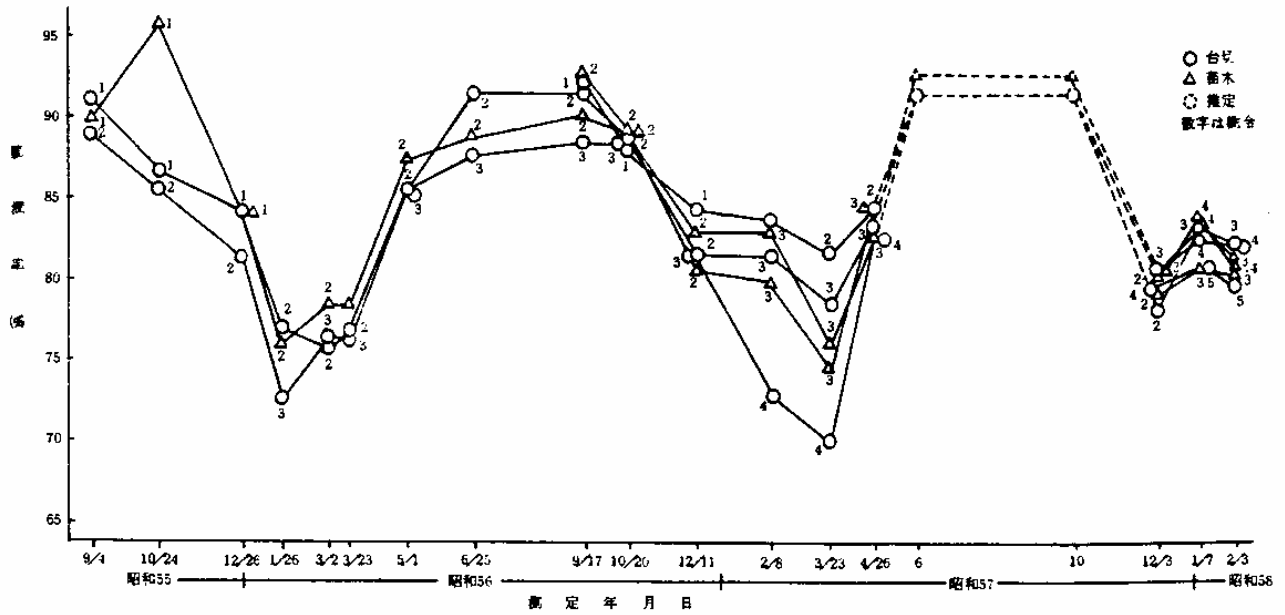


図-9 樹皮比較膨潤率の時期変動

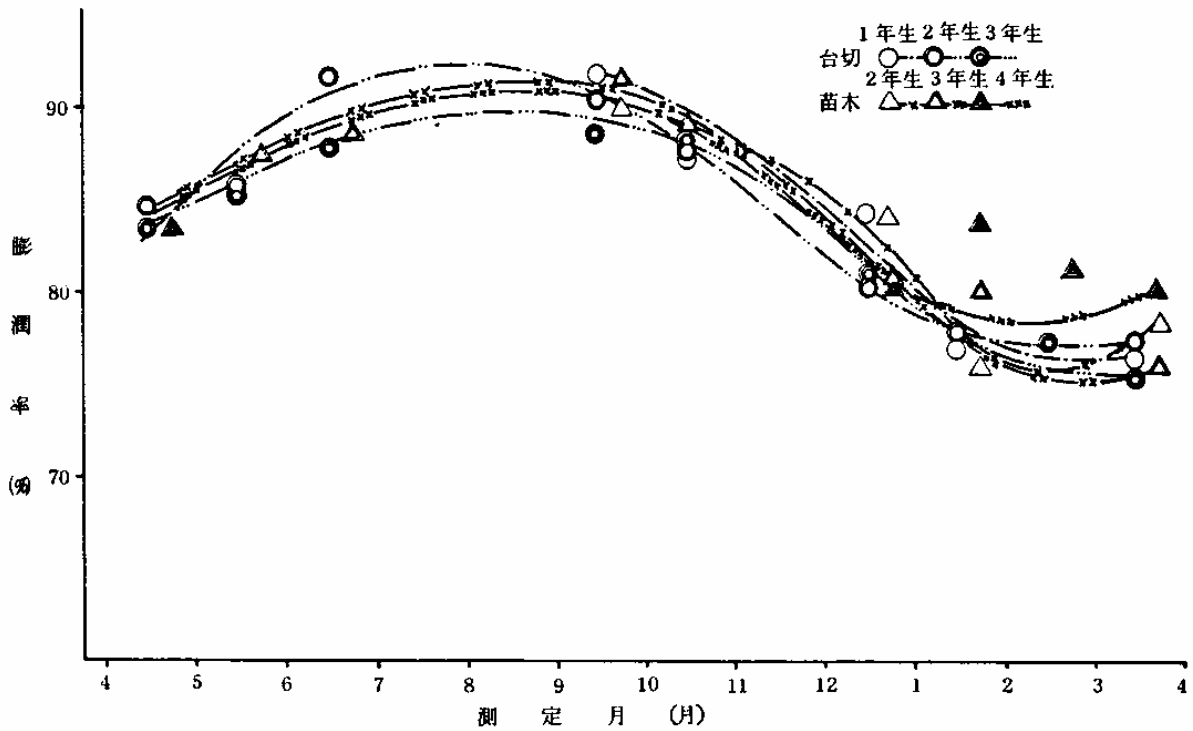


図-10 仕立方法及び樹令別の膨潤率

時期変動は、図-11のような推移をしめす。

仕立方での推移は、宿主の生長休止直後及び生長開始後において、苗木仕立が樹勢平均推定値で約3%高い値をしめすが、最低となる2月頃での差は認められない。

樹勢においては、両仕立方ともに強>中>弱の関係をしめし、生長休止直後における強弱の推定値の差は、苗木仕立で約5%、台切仕立では約3%である。最低月では、両仕立方ともに約4%の差を生ずると推定される。

胴枯性病と密接な関連があるとされる膨潤率の最高最低が出現する時期での実測値は、表-13のとおりである。最も大きな差をしめす時期は9月と3月であった。この時期での差は、苗木仕立の2年生が

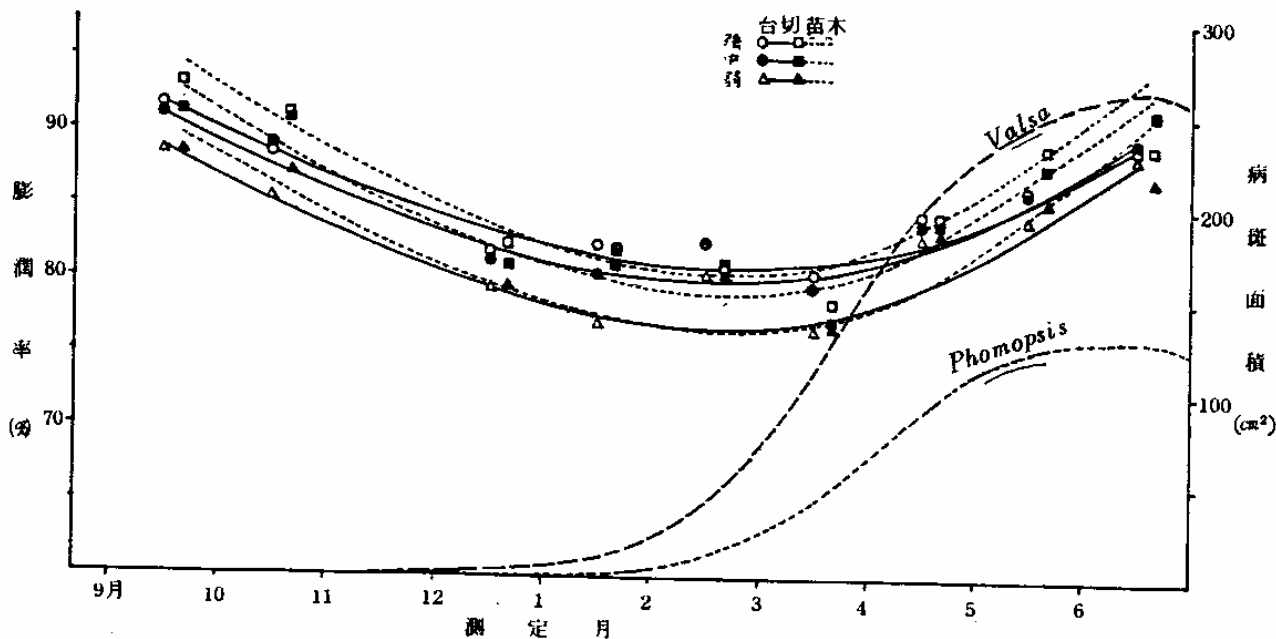


図-11 仕立方と樹勢別の膨潤率の変化

15.2~19.2%、3年生では16.7~18.5%であり、台切仕立の1年生が14.7~16.8%、2年生では11.3~16.2%をしめし、樹勢間平均値は苗木仕立3年生が17.8%と最も多く、ついで2年生の16.6%、台切仕立1年生15.6%、2年生13%の順であり、台切仕立の時期変動はやゝ少ない結果をしめした。

樹勢間における時期変動量は、樹令・苗木仕立ともに樹勢強より弱の膨潤率低下量が大きく、苗木仕立2年生が4%、3年生1.5%、台切仕立1年生2.1%、2年生4.7%の差が認められた。

樹令をこみにした形状比の膨潤率時期変動は図-12のとおり、負の相関をしめし、形状比の高い樹の膨潤率は低い値をしめした。

樹勢と最高最低の時期変動量を分散分析の結果、表-14のとおり両仕立方における時期変動は、1%水準で有意差が認められる。樹勢間では、苗木仕立が5%水準で有意差が認められるものの、台切仕立では有意差が認められなかった。

以上のことからキリ樹皮の比較膨潤率は、樹令1年生から3年生までの測定結果から、時期変動における樹令間の差はなく、ほぼ一定の膨潤率で変動する。仕立間では、生長休止直前の苗木仕立がやゝ高い値をしめすものの、最低となる月の差は認められない。樹勢間の差は、樹勢強が弱より約2~5%高い値で一様に時期変動する。

この結果と、IV-2-①の病原性の結果を併記すると、図-11の傾向をしめす。

病原菌の胞子は、宿主の侵入門戸と考えられる枝打・芽かき跡、吸汁性昆虫の加害跡等の傷痕部、或は葉柄痕、皮目、樹皮等の間隙部に付着し、潜在菌糸として生存することが考えられる。

一方宿主は、生長休止とともに樹皮の比較膨潤率は低下し始め、11~12月には10~16%減少し、樹皮

表-14 時期別・樹勢別の膨潤率

樹勢B 時期A		強	中	弱
		苗木	9月 92.9%	91.1%
	3月	80.6	79.3	77.0
台切	9月	92.4	91.5	90.0
	3月	78.2	77.7	76.8

F値	苗木A	1,201.3*** (1・2, 0.01, 98.5)
	B	51.9* (2・2, 0.05, 18.5)
	台切A	2,672.4*** (1・2, 0.01, 98.5)
	B	17.4 (2・2, 0.05, 18.5)

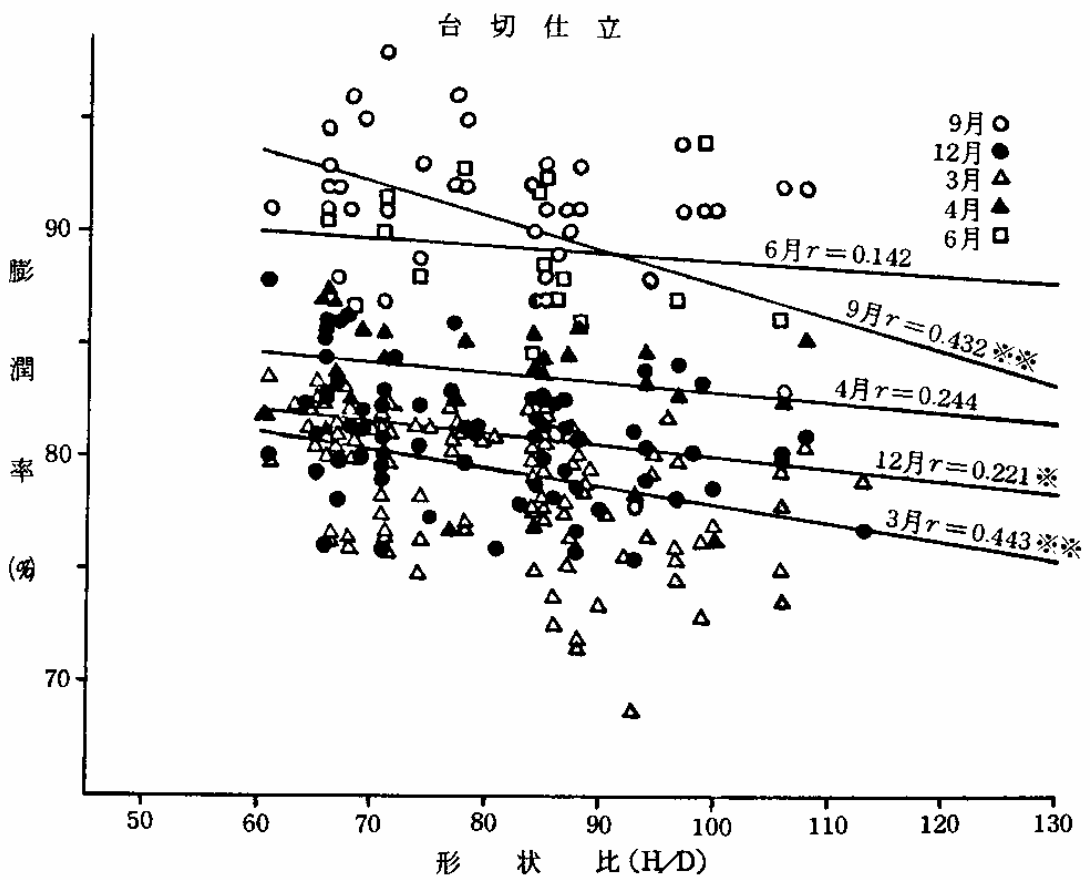
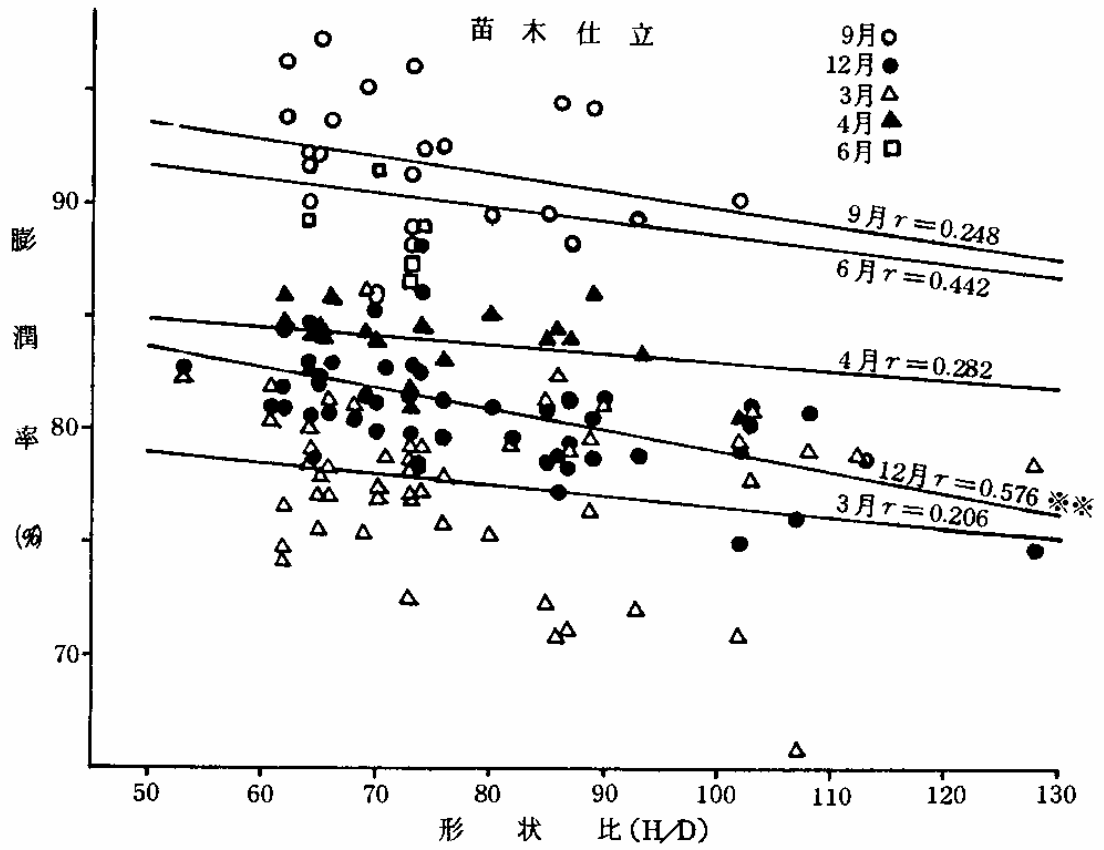


図-12 時期別比較膨潤率

細胞は徐々に活力を失ってくる。この時期から潜在菌糸は病原力を発揮し、発病するものと考えられる。冬季1～2月での雪損枝上の不定枝から発病した病斑は、不定枝付根ですでに縦長10cm以上の病斑を形成していることから、前年の12月頃にはすでに発病していることがうかがわれる。

冬季1～2月の膨潤率はさらに低下し、12～19%の減少となり最低値をしめす。この時期での病勢は進み、幼令木では僅かな病徴が認められるものも出現する。3月に入ると宿主の樹液流動が開始され、樹皮は剥皮し易くなり膨潤率も上昇傾向をしめす。発病病斑は一層病勢が旺盛となり、急速な拡大をしめしてくる。

4～5月の宿主は、芽の伸長・開葉とともに生長が開始され、膨潤率は最高値の90%程度まで回復する。しかし、病勢は益々旺盛となり、拡大傾向は急上昇する。6月の宿主は、肥大生長が旺盛となり、膨潤率もほぼ最高に近い値をしめす。病斑は患部周辺に形成されるカルス組織により、拡大傾向は鈍化し始め、当月中旬頃には病斑は縮少の傾向となり、小病斑では8月頃に閉鎖治癒するものが認められる。以降生長休止期まで縮少傾向となる。

従って、胴枯性病菌は、休眠細胞に対しての病原力はあるが、旺盛な生活細胞に対しては木栓組織によって阻止されるなど、病原力は微弱と考えられる。

樹勢強と弱の膨潤率は、約4%の差をもって一様に時期変動し、実態調査の被害率においても強<中<弱の関係をしめすもののその差は大きくない。

このことは抵抗力のない休眠細胞に対して病原性を発揮するため、樹勢との関連は少なくなるものと考えられる。

4. 自然回復力調査

キリ胴枯性病の病斑が最大となる時期は、自然発病及び病原性のなかで述べたとおり、地域にかかわらず宿主の肥大生長が旺盛となる5～6月である。病斑が拡大進展するのは、病原菌の病原力によるものであるが、木栓組織形成により侵入菌糸は阻止される現象から、病斑が縮少するのは宿主の自然回復とみられる。外科手術他により病斑拡大を抑制阻止すれば、宿主のもつ回復力により年内治癒は可能となり、被害も最小限にとどめることができる。従って、防除の基礎資料としての回復力を把握することが必要であるため、病斑が最大となる時期からの大きさ別付傷による回復を調査した。

(1) 試験の方法

- ① 供試木：苗木植栽6年生
- ② 樹勢基準：胸高直径と樹高による形状比で区分
- ③ 付傷年月日：昭和57年5月22日
- ④ 付傷区分：横幅1～5cmの5区分とし、縦長は横の3倍とし、鋭利な刃物で菱形に樹皮を剥皮した。
- ⑤ 供試木の付傷：1本に各付傷区分を設けた。
- ⑥ 調査：剥皮後毎月1回10月まで5回、付傷の縦横を測定し回復率で検討した。

(2) 結果と考察

付傷区分の樹勢別の自然回復率を、図-13にしめした。

付傷後の回復傾向は、大きさ1×3cm(I)の樹勢強は8月、中では9月までにすべて回復したが、弱では10月の生長休止直前で86%の回復率であった。大きさ2×6cm(II)は、生長休止直前で樹勢強99%、中96%、弱70%であり、大きさ3×9cm(III)では樹勢強98%、中87%、弱68%の回復率である。以下大きさを増すごとに回復率は低下し、大きさ5×15cm(V)の回復率は59%のみであった。

生長期における回復傾向は、樹勢の関与が当然高く現われた。回復率80%以上をしめす付傷規模は、樹勢強V(87%)、中IV(81%)、弱I(86%)の区であり、この規模以内が生長期には自然回復可能な限界値とみなされる。

回復可能限界値は、カルス形成が横方向に旺盛であることから、横幅をもって回復限界値の目安とした方がよく、これを外科手術の治療基準とすべきで、この規模以上の病斑は生長期間の治ゆが困難となる。

自然回復傾向は、当胴枯性病すべての病斑において出現することから、胴枯性病菌の性質はすでに述べたとおり、生活細胞に対する殺傷力は微弱で、肥大生長期からは木栓組織により菌糸は阻止され患部は縮小するためである。従って、外科治療は発病初期の病斑横幅が3cm以内の小さい時期に処置することが肝要である。

VI おわりに

キリ胴枯性病の被害実態は、被害率において積雪条件、加害病原菌により地域性をもつ。さらに、主たる胴枯性病は *Valsa* 菌による腐らん病とされてきたが、今回の調査で、*phomopsis* 菌による胴枯病が多雪地においてきわめて高い被害率をしめし、成林率低下の主たる原因であることが指摘できる。また、検出率は少ないが、*Dothiorella* 菌によるさめ肌胴枯病の関与もあることが判明した。

これら胴枯性病は、林分環境、特に林分の周辺環境によって、被害推移が異なる結果が認められ、病原菌生態においても、感染源の胞子は、*Valsa* 菌が孢子形成年の翌年夏頃まで、*phomopsis* 菌はその年の初秋頃まで存在が確認されるなど、感染期間が長いことから、病原菌密度の低下を図ることが、最も重要な被害軽減策といえる。

両病原菌の病原性は、腐らん病菌がやゝ強い傾向をしめすが、胴枯病菌とともに宿主の肥大生長にともなう木栓組織の形成により抵抗性が出現し、病斑は縮小の傾向をしめすなど、生活細胞に対する殺傷力は微弱と考えられる。

胴枯性病疾病と密接な関連があるとされる、樹皮比較膨潤率と病原性は、生長休止後の膨潤率低下期から発揮することから、深いかわりがあり、発病はこの時期に起るといえる。また、胞子の時期接種において、生長期接種では発病がなく、生長休止期の有傷のみの発病ではあったが、発病時期が裏付けられた。

しかし、病原菌の生態特に孢子飛散時期或は樹皮潜在菌糸の存在時期から感染時期をみると、発病時期とは必ずしも一致せず、孢子侵入後の潜在期間は長いことがうかがわれる。

発病原因は、腐らん病が実態調査で傷痕部が有力であるとされたが、胴枯病は実態調査で原因不明なものがきわめて多く、また、孢子接種では有傷部からのみの発病であるほか、樹皮内温度測定においても過冷却現象は認められず凍傷痕からの感染は考えられないなど、侵入門戸は確認できなかった。

本県におけるキリ胴枯性病害の多発している原因は、病原菌密度の増加が最大の理由である。さらに繰返し栽培による忌地現象が生育不良に關与して、被害を高めるなど悪循環を繰返しているのが現状である。

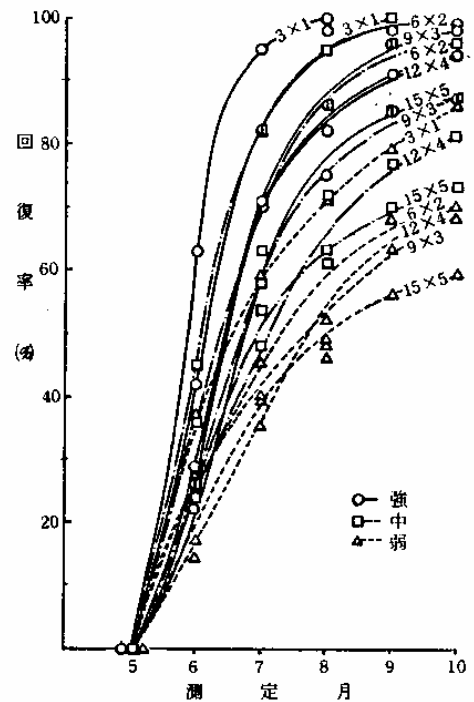


図-13 有傷の樹勢別自然回復

本研究では、実態把握及び病原菌側並びに宿主の生理面を主として行ったが、今後早急に解明しなければならないことは、胴枯病の侵入門戸及び感染時期、発病機構の究明、積雪環境と発病等があげられる。当面の防除目標としては、病原菌密度の低下と、樹体を健全にする対策とを併せて講ずることであろう。

引用文献

- 1) 北島君三：桐樹ノ腐爛病ニ関スル研究，山林公報，**13**，1223～1238. 1916.
- 2) 逸見武雄：桐樹の立枯病に就いて，札幌博物学会報，**6**，133～158. 1916.
- 3) 林 弘子・小林享夫・陳野好之・山崎秀一・滝田利満：キリの胴枯性病害に関する研究（予報）I，90回日林論 395～396. 1979.
- 4) _____：同Ⅰ，90回日林論，397～398. 1979.
- 5) _____・小林享夫・滝田利満・河辺祐嗣：同Ⅲ，91回日林論，393～394. 1980.
- 6) _____：同Ⅶ，93回日林論，369～370. 1982.
- 7) 小林享夫・滝田利満・河辺祐嗣：同Ⅷ，34回日林関東支論，179～180. 1982.
- 8) 渡辺資仲・堀内孝雄・高橋喜平：気象害から樹木を守る，林業改良普及双書，**48**，98～101. 1971.
- 9) 樫山徳治・高橋啓二・土井恭次・坂上幸雄：林木の気象被害，日林協，36～40. 1974.
- 10) 富樫浩吾：樹の温度の変化に就て，農業及園芸，531～546. 1933.
- 11) 青木 清：桑胴枯病の発生機構に関する研究，蚕糸試験場報告，**12**，245～306. 1945.
- 12) BUTIN, H : Ueber den Einfluss der Wasserg ehaltls der pappel auf ihre Resistenz gegen uber *Cytospora chrysosperma* (PERS.) FR, phytopath, Z, **24**, 245～264. 1955.
- 13) BIER, J.E : The relation of bark miosture to the development of canker diseases caused by native, facultetive parasites, I, *cryptodiaporthe* cankers on Willow, Canad, J, Bot, **37**, 229～238. 1959.
- 14) 滝田利満：キリの腐らん病について，30回日林東北支誌，121～122. 1978.
- 15) _____：福島県におけるキリの胴枯性病害の現状と問題点，林業と薬剤 **73**，4～10. 1980.
- 16) _____・作山 健・高村尚武・山崎秀一・小河誠司・兼平文憲・岡田 剛：キリ胴枯性病害の被害実態について，森林防疫 32・3，6～11. 1983.
- 17) _____：キリ樹病害の薬剤防除試験，福島林試報，**10**，67～68. 1977.
- 18) _____：同，福島林試報，**12**，43～44. 1979.
- 19) _____：同，キリ樹の生理と胴枯性病防除方法の解明，福島林試報，**13**，71～99. 1980.
- 20) _____：同，**14**，25～29. 1981.
- 21) _____：同，**15**，～ . 1982.
- 22) BRAMBLE, W.C : Reaction of chestnut bark to invasion by *Endothia parasitica* Amer Jour, Bot, **23**, 89～94. 1936.