

北海道におけるキリ腐らん病に関する研究

佐々木 克彦⁽¹⁾・松崎 清一⁽²⁾

Katsuhiko SASAKI and Sei-ichi MATSUZAKI: Studies on the Canker Diseases of Paulownia Tree in Hokkaido, Japan

要 旨: 北海道壮瞥町において、キリ胴・枝枯病害の実態調査を行った。その結果、キリ樹の胴・枝枯性病患部から検出された病原菌は、腐らん病菌 *Valsa paulowniae* (=Cytospora)、胴枯病菌 *Diaporthe eres* (=Phomopsis imperiales)、さめ肌胴枯病菌 *Botryosphaeria dothidea* (=Dothiorella)、*Dothiorella* sp., *Tubercularia* sp. の5種類であった。これらの病原菌のなかで、主幹に病斑を形成するのは腐らん病菌1種である。腐らん病被害は、二代目植栽地およびこれに隣接する新植地で著しい。これに対して、汚染林から離れた新植林では、植栽後5年経過しても被害が認められていない。陥没病斑は、幹頂部の二又分枝部・芽かき跡・枝打ち跡および枯死枝の基部に形成される。若木では、芽かき跡・二又分枝部からの発病が中心をなし、とくに二又分枝部からの発病は病斑が下方に進展し、しばしば巻き枯らしを起こす。成木に形成される病斑は、ほとんどが枝打ち跡・枯死枝の基部に限られる。病斑は、キリの生長休止期の主として3月~5月に拡大し、生長期には拡大しない。病斑の年間進展速度は軸方向に平均17cm程度である。キリ1年生苗木に対する接種試験の結果、腐らん病菌は最も強い病原性を示した。*Tubercularia* sp. は、実態調査ではまったく実害が観察されないにもかかわらず、病原性は腐らん病菌と同程度であった。この両菌は、5°Cと10°Cで病斑の進展が大きく、15°Cでは極端に小さかった。胴枯病菌、さめ肌胴枯病菌および*Dothiorella* sp. の病原性は微弱であったが、胴枯病菌は苗木の活性が明らかに低下していると認められた場合に病原性を示した。苗木の幹に人為的に付けた傷は、100%の確率で腐らん病を誘発した。しかし、芽かき跡では発病にむらがあった。PSA培地上における腐らん病菌の生育適温は20~25°C、0°Cでも生育可能で、本菌は好低温性の菌であることが示された。

I. ま え が き

熊倉(1979)によると、我が国のキリは、青森・岩手・秋田・宮城・福島・新潟・長野の7県に天然分布し、栽培分布では北海道から沖縄までほぼ日本全土におよんでいる。ところが、このキリには栽培の成否を左右する2大病害が知られている。一つは主に関東以南で大害を与えているてんぐ巢病(病原: Mycoplasma like organism, MLO)であり、他の一つは腐らん病(病原: *Valsa paulowniae* MIYABE et HEMMI)である。この腐らん病は、従来から関東以北の寒冷地では、キリを栽培する上でしばしば問題にされている。さいわいに北海道には、てんぐ巢病の確かな発生記録はないが、腐らん病は逸見(1915)の報告にもあるように、明治年代からその発生が知られている。

腐らん病は、主幹に発生した場合を胴腐らん、枝では枝腐らんと俗称され、とりわけ胴腐らは収穫対象となる幹部に永年性の陥没病斑を形成するので、経済的な損失がきわめて大きい。

しかしながら、腐らん病に関する体系づけられた研究報告はあまり無く、一方では従来腐らん病として扱われていたもののなかに、他の胴枯性病害による被害が混在しているといわれている。このように、腐らん病を中心とするキリの胴・枝枯性病害は、寒冷地のキリ栽培に大きな支障を与えているにもかかわらず、その正確な実態はほとんど判っていない。キリ栽培の北限といわれる北海道においても、近年、栽培

回転の早いキリに対する関心が高まり、植栽面積も増加しているといわれる。

一方、リンゴ樹にはキリ腐らん病菌と同属の *Valsa ceratosperma* (TODE.: FRIES) MAIRE による腐らん病があり、とくに寒冷地のリンゴ栽培に大打撃を与えている。また、近年、リンゴ樹以外の果樹や緑化樹などにも胴枯性病害が多発するようになり、各方面から早急な対策の確立が望まれるようになった。これら永年性作物の胴枯病は、病原菌が共通あるいは近縁のものが多く、伝染・発病機構およびその対策なども共通する点が多い。そこで、1978年から4か年計画で、果樹試験場を中心とする各研究機関（北海道農業試験場、蚕糸試験場、林業試験場、北海道大学）との共同で、特別研究「リンゴ腐らん病を中心とする胴枯性病害の発生生態の解明と防除対策の確立」が推し進められることになった。この中で林業試験場（本場・東北支場・北海道支場）は、主としてキリ腐らん病・胴枯性病害および腐朽性病害を担当した。

北海道支場樹病研究室が分担した研究成果の一部は、すでに報告（佐々木ら 1980, 佐々木 1981）しているが、本報はその後新たに得られた知見を加えて、とりまとめたものである。

II. 調 査 地

調査は、胆振支庁のはば西端の洞爺湖東岸に位置する壮瞥町内の民間キリ林で行った。この地域は、隣接の虻田町・伊達市とともに北海道では温暖・少雪のところとして知られており、比較的キリ栽培の盛んなところでもある。ちなみに、伊達市における 1974～1983 年間の厳冬期にあたる 2 月の最大積雪深の平均は 44.5 cm, 最高気温の平均は -1.6°C , 最低気温の平均は -7.7°C である（北海道の気象）。

固定調査地を同一果樹園内のキリ林に 2 か所（調査区Ⅰ・調査区Ⅱ）、同果樹園から北に 700～800m 離れた林間内のキリ林に 1 か所（調査区Ⅲ）、合計 3 か所設けた。調査区ⅠとⅡは隣接しており、Ⅰは 1972 年植栽の 2 代目、Ⅱは 1976 年植栽の初代キリ林である。Ⅲは雑木林を伐開して造成された初代キリ林である。

なお、これらのキリ林はいずれもキリ栽培を主目的としておらず、また収穫されたキリ材の大部分は漁業に用いる浮玉に利用されるという。したがって、栽培管理は十分に行われているとはいえず、病虫害に対する関心も薄いように思われた。なお、北海道にはキリ（ニホンギリ）とチョウセンギリの 2 種が栽培されているようであるが（熊倉, 1981）、調査地におけるキリの種類については不明である。

III. 材 料 と 方 法

1. 実 態 調 査

1978 年を初年度として 1981 年まで、原則として毎年春と秋の 2 回、調査を実施した。とくに、キリの主幹に認められる陥没病斑について、その形成位置と進展状況を調査観察し、できる限り病原菌の採集に努めた。調査区Ⅰでは、最初の調査直後に伐採収穫され、その切り株に腐朽がかなり認められたので、その被害調査を行った。

2. 接 種 試 験

採集した菌のキリに対する病原性を明らかにするため、いずれも苗高約 1 m の岩手県産 1 年生キリ苗木を供試した。室内での付傷および芽かき跡に対する接種用として、1980 年 10 月下旬に送付された苗木を同年 10 月 30 日に鉢植えし、12 月 4 日に 15°C の温室内に置いた。また、野外接種用として同苗木の

一部を仮植し、翌春の 1981 年 4 月 28 日に支場構内苗畑へ定植した。同時に、芽かき跡に対する接種を行うため、別に鉢植え苗木を用意した。

付傷接種では、苗木の幹に径 6 mm のコルクボーラーで、形成層に達する穴をあけ、これを生傷処理、さらにこの穴を同径の赤熱鋼鉄棒で焼いたものを焼傷処理とした。次いで、Table 1 に掲げた各病原菌の米ぬか・ふすまによる培養菌糸塊を穴につめ、ビニールテープで封じた。

室内での付傷接種では、1 病原菌あたり苗木 3 本を用いた。接種穴は、苗木の地際部からはほぼ等間隔で、かつ生傷と焼傷が交互になるように配置した。1981 年 1 月 17 日に接種を実施し、接種後ただちに 5°C、10°C、15°C に調節された各温室内に移し経過を観察した。腐らん病菌については、培養菌糸塊を幹に直接押しあて、これをビニールテープで固定する無傷接種を試みた。野外での付傷接種には、1 病原菌に対して苗木 5 本を用い、1 苗木あたり 4 個の穴をあけ、3 本を生傷処理苗、2 本を焼傷処理苗とした。接種は、1981 年 5 月 20 日に行った。

芽かき跡に対する接種は、いずれも温室内において 3 回行った。1 回目は、1980 年 12 月 26 日に芽かき後ただちに含寒天菌糸塊を接種し、ビニールテープで封じ、室温 5°C、10°C、15°C の各温室に入れた。2 回目は、米ぬか・ふすま培養した菌糸塊を接種源とし、1 回目とまったく同様の方法で 1981 年 1 月 20 日に行った。3 回目は、野外の越冬鉢植え苗木に対して、1981 年 6 月 10 日に芽かきを行い、芽かき当日、3 日後および 6 日後に、2 回目の接種に用いたと同じ米ぬか・ふすま培養菌糸塊を接種した。苗木は、接種直後に 10°C、15°C の温室内で管理した。3 回目の接種では焼傷処理区を設けなかった。

対照区はすべて高圧蒸気滅菌した培地を用いた。

Tubercularia 菌については、支場構内のニセアカシア、ネグンドカエデ、ヤマグワの成木の枝に対して、1982 年 9 月 10 日にキリに対するのと同様の方法で付傷接種した。

3. 菌そうの生育と温度との関係

各温度条件下で行った接種試験と対応させるため、PSA (栄研製) 平板培地上における菌そうの生育に与える温度の影響を調べた。実験は 2 回行い、1 シャーレ内における菌そうの生育量は、接種点を中心として直交する二つの直径の平均値で示した。

IV. 結 果

1. 病 原 菌

数多くのキリの胴・枝枯性病患部ならびに伐採枝条を調べた結果、*Valsa* sp., *Cytospora* sp., *Phomopsis* sp., *Dothiorella* spp. (2 種), *Tubercularia* sp. の 5 属 6 種の病原菌を確認した (Plate 2・A~E, G~H)。以上の病原菌のうち、キリ主幹の陥没病斑部に認められるのは、常に *Valsa* sp. および *Cytospora* sp. であった。

Phomopsis sp. と *Tubercularia* sp. の子実体の多くは細い枝に、*Dothiorella* sp. のそれは太い枝に多く形成される傾向が見られる。*Tubercularia* sp. は、最初 *Catinula* sp. と同定された (佐々木ら 1980) が、その後の観察で本菌は sporodochia を形成すること、その子実体は 9 月頃黒色を呈しているがそれまでは橙色であることから、*Tubercularia* に属する菌であることが判明した。なお、*Dothiorella* 菌には分生胞子の大きさおよび形の異なる 2 種類が認められる。以上の病原菌の子のう、子のう胞子および分生胞子の測定値を Table 1 に示す。

Table 1. 供試菌 (キリの胴・枝枯性病菌)
Fungi used in various experiments and their morphologic characters.

供 試 菌 Fungus used	採 集 日 Date of collection	分 離 日 Date of isolation	分 離 源 Source of isolation	病原菌の大きさ Size of fungi (μm)		
				子のう (平均) Asci (mean)	子のう胞子 (平均) Ascospores (mean)	分生胞子 (平均) Conidia (mean)
<i>Valsa paulowniae</i> = <i>Cytospora</i>	Nov. 28, 1980	Dec. 3, 1980	子のう胞子 Ascospore	35.0~45.5× 7.5~11.3 (41.0×8.6)	10.0~17.5× 2.5~3.5 (13.6×2.7)	4.5~7.0×1 (5.3×1)
<i>Tubercularia</i>	Nov. 28, 1980	Dec. 1, 1980	分生胞子 Conidia			5.6~10.7× 1.1~2.3 (7.3×1.8)
<i>Phomopsis</i>	Nov. 28, 1980	Dec. 11, 1980	分生胞子 Conidia			A : 7.0~11.0 ×1.6~2.3 (8.1×1.9) B : 16.8~ 33.6×1 (27.5×1)
<i>Dothiorella</i> (D-1)	July 2, 1980	July 5, 1980	分生胞子 Conidia			17.5~30.5× 4.5~6.0 (25.8×5.0)
<i>Dothiorella</i> (D-2)	Nov. 28, 1980	Dec. 3, 1980	分生胞子 Conidia			14.0~30.3× 9.8~14.3 (23.9×11.6)

Valsa sp. と *Cytospora* sp. は、しばしば同一病斑上に混生して形成されることと両菌の培養的諸性質の一致から、この両菌は同根関係にあることが判明した。そして、両菌の形態を文献により比較検討した結果 (逸見 1915, 小林 1970), キリ腐らん病菌 *Valsa paulowniae* MIYABE et HEMMI (無性世代: *Cytospora*) と同定した。他の菌については、いずれも完全世代を確認することはできなかった。しかしながら、*Phomopsis* sp. はキリ胴枯病菌 (*Diaporthe eres* NIT.) の無性世代である *Phomopsis imperiales* SACC. et ROUM. に、*Dothiorella* sp. (D-1) はキリさめ肌胴枯病菌 (*Botryosphaeria dothidea* (MOUG. : FR.) CES. et de NOT.) の無性世代に形態が一致した。

もう一方の *Dothiorella* sp. (D-2) は、*Botryosphaeria quercuum* (SCHW.) SACC. の不完全世代に近似している。

腐らん病菌の有性世代 (*Valsa* 世代) は、主幹部の陥没病斑あるいは太枝上に形成され (Plate 2・A), 細枝上に形成されることはきわめて少ない。これに対して、無性世代 (*Cytospora* 世代) は、若い細枝上に数多く形成される。*Valsa* 世代の胞子形成のピークは、5月頃と9月頃の年2回認められ、6~8月は未熟あるいは空腔の子のう殻が多く観察される。一方、*Cytospora* 世代の胞子は、ほぼ年間を通して見られ、降雨後には粘質の胞子塊を盛んに噴出する。

2. 被害発生推移

1977~1981 年にかけて、調査区 I・II・IIIで行った腐らん病による被害推移の調査結果を Table 2 に示す。調査区 I と II にみられるように、2代目キリ林とこれと隣接した初代キリ林で、腐らん病の発生が顕著である。一方、調査区 I・II から離れ、雑木林を伐開して植栽された初代キリ林では、植栽されてか

Table 2. キリ腐らん病の被害推移
Development of canker damage by *Valsa paulowniae*.

調 査 区 Plot	被害区分 Condition of tree	調 査 年 Years surveyed				合 計 Total
		1978	1979	1980	1981	
I 1972年植栽の2代目キリ林, 1979年収穫 Second generation stand planted in 1972, harvested in 1979	健全木 Healthy	87 (51%)	—	—	—	87 (51%)
	罹病木 Infected	85 (49%)	—	—	—	85 (49%)
II 1976年植栽の初代キリ林, 調査区 I と隣接 First generation stand, planted in 1976, adjacent to plot I	健全木 Healthy	78	68 (87%)	35 (45%)	21 (27%)	21 (27%)
	罹病木 Infected	0	7 (9%)	26 (33%)	14 (18%)	47 (60%)
	枯死木 Dead	0	3 (4%)	7 (9%)	0	10 (13%)
III 雑木林の伐開地に1977年, 植栽調査区 I・II と離れている First generation stand, planted in 1977, cutting coppice stand at 700-800 meters distance from plot I and II	健全木 Healthy	—	118	117	117	117
	罹病木 Infected	—	0	0	0	0
	枯死木 Dead	—	0	1 ^{a)}	0	1

Note) a) 枯死の直接原因はコウモリガによるが, 樹幹上に腐らん病菌の子実体が認められた
Tree death was caused by a larvae of swift moths, but *Valsa paulowniae* fruited on the dead trunk.

無括弧 Without parentheses: 調査木本数 Number of tree

括弧 With parentheses: 比率 Percentage

ら5年を経過しても, 腐らん病の発生が認められなかった。調査区 III で発生した1本の枯死木は, 主幹に腐らん病菌が認められたものの, 直接の枯死原因はコウモリガの食害によるものであった。

腐らん病汚染地と隣り合わせに植栽された調査区 II のキリ林では, 植栽後2年目に最初の腐らん病被害が観察された。被害の発生初年度にあたる1979年は, 枯死木を含め13%の本数被害率であったが, 翌年の1980年は42%に急増した。さ

らに1981年は新たに18%の被害が発生し, 3年間で植栽本数(78本)の73%が被害を受けた。腐らん病によって主幹が巻き枯らしを呈して枯死する被害は, 1979年に3本, 1980年に7本発生したが, 1981年には発生が認められなかった。

3. 腐 朽 被 害

調査区 I にあるキリ樹の約2/3は, 最初の調査後まもなく伐採収穫された。そのため, 継続調査ができなくなったが, 切り株に腐朽がかなり認められたので (Plate 1・B), その被害調査を行った。結果を Table 3 に示す。

Table 3. キリ切株に観察された腐朽被害
Decayed damage of Paulownia tree.

健全切株数 Number of sound stump	腐 朽 切 株 数 Number of decayed stump			合 計 Total
	心材部 Heart wood	辺材部 Sap wood	心材+辺材 Heart+Sap	
66 (56%)	24 (21%)	23 (20%)	4 (3%)	51 (44%)

Note) Plot I (成木 Adult tree)

Table 4. キリの幹に形成された病斑の高さと方向 (1)
Height and aspects of *Valsa* cankers formed on Paulownia trunk. (1)

方 位 Aspects 高 さ Height(cm)	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	合 計 Total (%)
～50	1	2	1	1		6	4	8	23 (17)
51～100	3	6	7	13		2	11	21	63 (47)
101～100		2	3	2	2	3	3	1	16 (12)
151～200	3	7	3	5	2	1	1	3	25 (19)
201～250	3		1	1		2	1	1	7 (7)
合計 Total (%)	8 (6)	17 (13)	15 (11)	22 (16)	4 (3)	14 (10)	20 (15)	34 (25)	134

Note) Plot I (成木 Adult tree)

Table 5. キリの幹に形成された病斑の高さと方向 (2)
Height and aspects of *Valsa* cankers formed on Paulownia trunk. (2)

方 位 Aspects 高 さ Height(cm)	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	合 計 Total (%)
～ 50	1	1		3	5	2	3	3	18 (26)
51～100		1	3		2	2	3	1	12 (18)
101～150	1	1		1	3	1	6		13 (19)
151～200		2	2	2	2	1	2		11 (16)
201～250		2	1			2	4	3	12 (12)
251～300		1				1			2 (3)
合計 Total (%)	2 (3)	8 (12)	6 (9)	6 (9)	12 (18)	9 (13)	18 (26)	7 (10)	68

Note) Plot II (若木 Young tree)

腐朽は、調査した全切り株 117 株のうち、51 株 (44%) に認められた。51 株の内訳は、心材腐朽が 24 株 (21%)、辺材部の腐朽が 23 株 (20%)、同一株にその両方の認められるものが 4 株 (3%) である。以上の腐朽害を受けている切り株の 25% (13株) は、地際部に形成された腐らん病の病斑部から、腐朽が進行したのではないかと思われた。調査の時点では、材はすでに搬出されていたため、どの程度の材積被害率であったかは不明であるが、切り株面における腐朽部の占有程度や 44% という本数被害率を考えると、調査区 I での腐朽被害は無視できないと思われる。

その後、切り株上での子実体形成を継続して観察したが、一部の切り株にシハイタケが生じているのを認めただけであった。また、分離も試みたがいずれも失敗に終わった。

4. 病斑の形成位置

キリの主幹に形成された陥没病斑について、地上からの高さと方向を調べた。結果を各調査区別に Table 4, 5 に示す。

調査区全体のキリ主幹部の高さ (枝下高) は、最も高いもので約 3 m、大部分は 2 m 以下である。調査

区Ⅰの成木の調査結果では、高さ 51~100 cm の位置に形成されている病斑が最も多く、全体の 47% を占めた。調査区Ⅱの若木では、病斑が形成される高さに一定の傾向が見られなかった。また、いずれの場合も方向性とはくに認められなかった。

Table 6 に示すように、1本のキリ主幹に形成される病斑数は、成木と若木ではほとんど差がない。また、病斑は1主幹に1個形成されている場合が圧倒的に多く、1~2個では発病木 142本のうち 125本 (88%) を占めた。3個以上形成されることは少ないが、例外として9個の病斑をもつものが1例あった。これは、いずれも西方向に形成されており、明らかに凍裂跡から腐らん病が進行したものであった。

5. 腐らん病菌の侵入部位

キリ若木の主幹に認められる病斑を、その形成部位によって便宜的に二つのタイプに分けた (Fig. 1)。一つは主幹頂端の二又分枝部から発病し、病斑が幹下方に進行する枯れ下がり型で、もう一つは主に芽かき跡から発病し、ぼうすい状に凹んだ病斑を形成する陥没型である。

キリは元来その頂芽が発達せずに、2~3位下方の側芽が発達し、二又分枝の枝ぶりになりやすい生長特性を持っている (四手井ら 1985)。事実、調査区Ⅱ・Ⅲともに、写真 (Plate 1・C) に見られるように、二又分枝部間の中央に枯死した頂芽部を付けた個体が多く観察された。そのようなキリは、調査区Ⅱでは調査木 78本中 43本 (55%) に認められ、うち 18本が枯れ下がり型の病斑を

形成した。さらに、調査区Ⅱで発生した枯死木 10本中 9本は、この枯れ下がり型の被害によるものであった。同様に、調査区Ⅲでは調査木 118本中 40本 (34%) に認められたが、腐らん病に侵されているものは1本もなかった。

調査区Ⅱにおいて、1979~1981年の3年間に、キリ主幹部に発生した全病斑の発生部位を Table 7 に示す。3年間で合計 95個の病斑が発生し、95個の病斑中 27個 (28%) は二又分枝部 (Plate 1・D)、39個 (41%) は芽かき跡 (Plate 1・F~H)、29個 (31%) はその他の部位からのものであった。すなわち、二又分枝部と芽かき跡からの発病が、発生病斑数の 69% を占めた。同様に、枯れ枝 (Plate 1・E)

Table 6. キリ腐らん病 (幹) の発生状況
Number of trees with *Valsa* trunk cankers.

病斑数 Number of cankers	調査区Ⅰ Plot I (%)	調査区Ⅱ Plot II (%)	合計 Total (%)
1	52 (61)	34 (60)	86 (61)
2	23 (27)	16 (28)	39 (27)
3	5 (6)	4 (7)	9 (6)
4	4 (5)	2 (4)	6 (4)
5	1 (1)		1 (1)
9		1 (2)	1 (1)
合計 Total	85	57	142

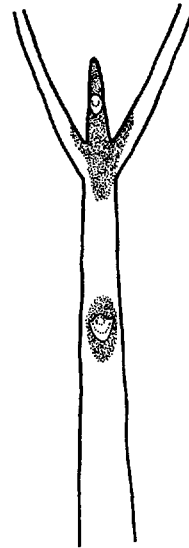


Fig. 1. キリ樹幹上の2種類の病斑型
Two types of canker on Paulownia trunk.

Table 7. キリの幹における腐らん病菌の侵入
部位
Part of invasion in Paulownia trunk of
Valsa paulowniae.

侵入部位 Part of infection	調査年 Year surveyed	病 斑 数 Number of cankers		
	1979	1980	1981	合 計 Total (%)
二又分枝部 Trunk crotch	1	23	3	27 (28)
芽 か き 跡 Bud pruning scar	5	15	19	39 (41)
残 枝 Branch stub	0	5	8	13 (14)
凍 裂 跡 Frost crack	9	0	0	9 (10)
その他 Others	2	2	3	7 (7)
合 計 Total	17	45	33	95

Note) Plot II (若木 Young tree)

あるいは枝打ち跡からの発生病斑は 14% を占めた。凍裂跡に生じた病斑は 9 個あったが、これは 1 本のキリに認められただけであった。そのほか、成因不明の傷害部から発病したものが 7 個あったが、いずれもトラクターによる接触傷によるものと考えられた。なお、肉眼的に正常無傷と思われる幹からの発症例は、まったく観察されなかった。

二又分枝部からの発病は、植栽後 4 年目が最も多く 5 年目では急減した。芽かき跡からの発病は、植栽後 2～3 年目から見られ、以後数年間増加の傾向がある。枯死枝を介しての発病は、植栽されてから 4 年目になって初めて観察された。調査区 I の成木では、とくに主幹上部の古い病斑で、その中央部に枯死枝を着生している例が多く認められた。

6. 病斑の進展程度と進展時期

腐らん病菌による病斑の進展程度と進展時期を明らかにするため、調査区 II において、1980 年 7

月 2 日・9 月 10 日、1981 年 10 月 10 日の計 3 回にわたって、病斑の大きさ（病斑長）を測定した。ここでは、芽かき跡に形成された 39 個の陥没病斑について調査した結果を Fig. 2 に示す。

1979 年の秋に初めて確認された病斑は 5 個で、1980 年の測定値は発病後 2 年目の病斑の長さを示している。また、1980 年に発病した病斑は 15 個で、1981 年の発病病斑は 19 個であった。

Fig. 2 に示すように、7 月から 9 月までの間すなわちキリの生長期間に、病斑の拡大はまったくあるいはほとんど認められない。逆に、旺盛なカルスの発達によって病斑部が巻き込まれるため、一時的に病斑が縮小し、治ゆの方向へ向かっているように見える病斑もある。

1980 年と 1981 年に形成された計 34 個の新生病斑の大きさは、最小で 5 cm、最大が 30 cm、平均すると 15 cm である。また、越冬病斑 20 個のキリの生長休止期における進展量は最小で 5 cm、最大は 80 cm、平均では 18 cm である。

従来から、腐らん病菌はキリの生長休止期にのみ健全な組織を侵し、進展することができるとされていたが、この段階では外部から菌の進展の可否や程度を知ることが困難である。そこで、葉を完全に落とした 11 月から、12 月、3 月に、病斑と接するカルスから病原菌の検出を試みた。その結果、11 月と 12 月では樹皮下の組織にはなんら異常が認められず、*Alternaria*, *Cladosporium*, *Arthrinium*, *Epicoccum* 菌が分離されたのみであった。しかしながら、3 月では樹皮下、とくに師部の軟化腐敗と褐変が著しく、顕微鏡下では組織内を迷走する無数の菌糸を認めた。そして、流水洗浄法による分離方法で、すべての分離片から腐らん病菌が高率に検出された。

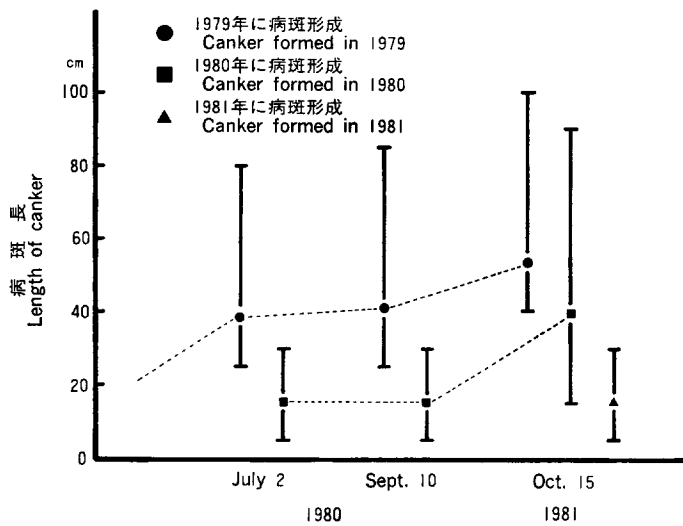


Fig. 2. 腐らん病病斑の進展経過

Development of *Valsa* canker associated with bud pruning scar.

7. 付傷接種試験

結果を Table 8・9 に示す。室内および野外交種ともに、腐らん病菌と *Tubercularia* 菌の2種が100%の発病率を示した。しかし、腐らん病菌を無傷接種した場合では、まったく発病が認められなかった。生傷と焼傷の処理間では、形成される病斑の大きさにほとんど差を生じなかった。むしろ、生傷処理の場合に大きく病斑が拡大することがあった。

野外交種試験において、*Tubercularia* 菌は最も大きな病斑を形成した。病斑の広がりとは、いずれも接種1か月後の6月以降ほとんど見られなかった。各温度条件下で行った室内接種試験の結果、腐らん病菌は5°C、*Tubercularia* 菌は10°Cの低温下で病斑の進展が著しかった (Plate 3・B, C, F)。しかも、ほとんど休むことなく拡大を続けた。これに対して、15°Cでは病斑は形成されるものの、接種後2か月を越えると病斑の拡大はきわめて緩慢でやがて停止した。両菌ともに、傷および温度処理とは関係なく、接種4～6か月後に胞子形成が認められた。腐らん病菌ではいずれも *Cytospora* 世代だけが形成され、*Valsa* 世代が形成されることはなかった。1病斑上における胞子の形成量はきわめて少なく、むしろ形成されない方が多かったが、巻き枯らしを呈したときに限りその形成量は多かった。

Phomopsis 菌は、野外交種の焼傷処理した1本にだけ、明らかな病斑の形成が認められた。2種の *Dothiorella* 菌は、病斑の形成される例が一部に認められたが、すべての病斑は小さくやがて治癒に向かった (Plate 3・H, I)。この2属は、接種の約2か月後に、接種口周囲の樹皮上に、わずかながら胞子を生じた。

一方、対照区では全体として供試苗木の活性が悪かったこともあり、カルスの発達は不良であったが、発病し病斑を形成することはなかった。

8. 芽かき跡に対する接種試験

3回行った接種試験の結果をそれぞれ Table 10, 11, 12 に示す。

Table 10 に見られるように、含寒天菌糸塊接種では、生傷と焼傷あるいは各温度条件のいずれの処理

Table 8. キリの1年生苗木に対する室内接種試験^{a)}Inoculation experiment with causal fungi to one-year-old Paulownia cutting stocks in a greenhouse^{a)}.

供試菌 Fungus used	処 理 Treatment ^{b)}	接 種 数 Number of inoculation	発 病 数 Number of Active lesion	病 斑 の 大 き さ Mean size of lesion (mm ²)		
				Feb. 17	Mar. 16	Apr. 18
<i>Valsa paulowniae</i>	5°C W BW NW	3	3	276	1,099	2,614
		3	3	352	1,225	2,208
		6	0	—	—	—
	10°C W BW NW	3	3	667	1,115	1,677
		3	3	506	835	1,140
		6	0	—	—	—
<i>Tubercularia</i>	5°C W BW	3	3	452	1,081	1,252
		3	3	325	776	848
		—	—	—	—	—
	10°C W BW	3	3	1,143	1,715	2,026
		3	3	1,143	1,561	1,662
		—	—	—	—	—
<i>Phomopsis</i>	5°C W BW	3	0	—	—	—
		3	0	—	—	—
		—	—	—	—	—
	10°C W BW	3	1	—	138	151
		3	0	—	—	—
		—	—	—	—	—
<i>Dothiorella</i> (D-1)	5°C W BW	3	0	—	—	—
		3	0	—	—	—
		—	—	—	—	—
	10°C W BW	3	0	—	—	—
		3	0	—	—	—
		—	—	—	—	—
<i>Dothiorella</i> (D-2)	5°C W BW	3	1	119	132	132
		3	1	126	126	126
		—	—	—	—	—
	10°C W BW	3	1	120	120	127
		3	0	—	—	—
		—	—	—	—	—
対 照 Check	5°C W BW	3	0	—	—	—
		3	0	—	—	—
		—	—	—	—	—
	10°C W BW	3	0	—	—	—
		3	0	—	—	—
		—	—	—	—	—
対 照 Check	15°C W BW	3	0	—	—	—
		3	0	—	—	—
		—	—	—	—	—
	15°C W BW	3	0	—	—	—
		3	0	—	—	—
		—	—	—	—	—

Note) a) 接種日 Date of inoculation: 1981 年 1 月 17 日 (Jan. 17, 1981)

b) W: 付傷 Wound, BW: 焼傷 Wound+burned, NW: 無傷 Non-wound

Table 9. キリの1年生苗木に対する野外接種試験^{a)}
Inoculation experiment with causal fungi to one-year-old Paulownia cutting stocks^{a)}.

供試菌 Fungus used	処 理 Treatment ^{b)}	接種数 Number of inoculation	発病数 Number of active lesion	病斑の大きさ Mean size of lesion (mm ²)			
				June 24	July 22	Aug. 24	Oct. 21
<i>Valsa paulowniae</i>	W	12	12	791	939	1,178	1,178
	BW	8	8	1,413	1,557	1,922	1,922
<i>Tubercularia</i>	W	12	12	3,495	3,626	3,938	3,938
	BW	8	8	5,451	6,465	6,782	6,782
<i>Phomopsis</i>	W	12	0	—	—	—	—
	BW	8	4	980	1,539	1,975	1,975
<i>Dothiorella</i> (D-1)	W	12	1	502	—	—	—
	BW	8	0	—	—	—	—
<i>Dothiorella</i> (D-2)	W	11	5	534	—	—	—
	BW	8	6	587	716	816	816
対 照 Check	W	11	0	—	—	—	—
	BW	8	0	—	—	—	—

Note) a) 接種日 Date of inoculation: 1981 年 5 月 20 日 (May 20, 1981)

b) W: 付傷 Wound, BW: 焼傷 Wound+burned

Table 10. キリ1年生苗木の芽かき跡に対する室内接種試験 (1)

Inoculation experiment with *Valsa paulowniae* to wound of bud pruning on one-year-old Paulownia cutting stocks in a greenhouse. (1)

処 理 Treatment ^{a)}	接種数 Number of inoculation	発病数 Number of active lesion
5°C W	3	0
BW	3	0
10°C W	3	0
BW	3	0
15°C W	3	0
BW	3	0

Note) 接種源 Inoculum: PSA 培地上に形成された菌糸塊 Mycelial mass on potato agar medium

接種日 Date of inoculation: 1980 年 12 月 26 日 (Dec. 26, 1980)

調査日 Date of observation: 1981 年 3 月 31 日 (Mar. 31, 1981)

a) W: 付傷 Wound,
BW: 焼傷 Wound+burned

Table 11. キリ1年生苗木の芽かき跡に対する室内接種試験 (2)

Inoculation experiment with *Valsa paulowniae* to wound of bud pruning on one-year-old Paulownia cutting stocks in a greenhouse. (2)

処 理 Treatment ^{a)}	接種数 Number of inoculation	発病数 Number of active lesion	病斑の大きさ Mean size of lesion (mm ²)
5°C W	4	4	511
BW	4	4	385
10°C W	4	4	277
BW	4	4	525
15°C W	4	4	314
BW	4	4	269

Note) 接種源 Inoculum: 米ぬか・ふすま培地上に形成された菌糸塊 Mycelial mass a mixture of rice and wheat bran

接種日 Date of inoculation: 1980 年 1 月 20 日 (Jan. 20, 1981)

調査日 Date of observation: 1981 年 3 月 31 日 (Mar. 31, 1981)

a) W: 付傷 Wound,
BW: 焼傷 Wound+burned

Table 12. キリ1年生苗木の芽かき跡に対する室内接種試験 (3)

Inoculation experiment with *Valsa paulowniae* to wound of bud pruning on one-year-old Paulownia cutting stocks in a greenhouse. (3)

処 理 Treatment	接 種 数 Number of inoculation	発 病 数 Number of active lesion
芽かき直後 に接種 10°C Just after bud pruning 15°C	11	0
	14	0
芽かき3日後 に接種 10°C 3 days after bud pruning 15°C	12	0
	12	0
芽かき6日後 に接種 10°C 6 days after bud pruning 15°C	15	0
	12	0

Note) 接種源 Inoculum: 米ぬか・ふすま培地上に形成された菌糸塊 Mycelial mass on a mixture of rice and wheat bran
 接種日 Date of inoculation: 1981年6月10日 (June 10, 1981)
 調査日 Date of observation: 1981年10月3日 (Oct. 3, 1981)

においても、まったく発病が認められなかった。

一方、米ぬか・ふすま培養した菌糸塊では、

Table 11 に示すように、いずれの処理においても病斑の広がり認められた。しかし、病斑の進展程度は付傷接種に比べ半分以下であった。芽かき後一定の時間経過後に行った3回目の接種では、2回目と同一の米ぬか・ふすま培養菌糸塊を用いたにもかかわらず、まったく病斑を生じなかった (Table 12)。

9. 他広葉樹に対する *Tuberularia* 菌の接種試験

Tuberularia 菌は、キリ苗木に対する接種試験の結果、腐らん病菌と同程度の病原性を示した (Plate 3・D~F)。また、これまで本 *Tuberularia* 菌と形態と菌そうの性状が酷似する *Tuberularia* 菌が、ネグンドカエデ・ニセアカシア・ヤマグワなどの枝枯部から採集されていた。そこで、これらの異同を調べるひとつの方法として、前記3樹種の生立木の枝に対して、接種試験を試みた。結果を Table 13 に示す。

Table 13. ネグンドカエデ・ニセアカシア・ヤマグワの枝に対する *Tuberularia* sp. の野外接種試験

Inoculation experiment with *Tuberularia* sp. to twigs of broadleaved trees in an arboretum.

供 試 樹 種 Tree species	処 理 Treatment ^{a)}		接 種 数 Number of inoculation	発 病 数 Number of active lesion	病斑の大きさ Mean length of lesion (mm)
ネグンドカエデ <i>Acer negundo</i>	接 種 Inoculation	W BW	5 5	5 5	22 26
	対 照 Check	W BW	2 2	0 0	7.5 10
ニセアカシア <i>Robinia pseudoacacia</i>	接 種 Inoculation	W BW	5 5	5 5	23 26
	対 照 Check	W BW	2 2	0 0	7 9
ヤマグワ <i>Morus bombycis</i>	接 種 Inoculation	W BW	5 5	5 5	22 26
	対 照 Check	W BW	2 2	0 0	7 7

Nnte) a) W: 付傷 Wound, BW: 焼傷 Wound+burned

接種日 Date of inoculation: 1982年9月1日 (Sep. 1, 1982)

調査日 Date of observation: 1983年6月1日 (June 1, 1983)

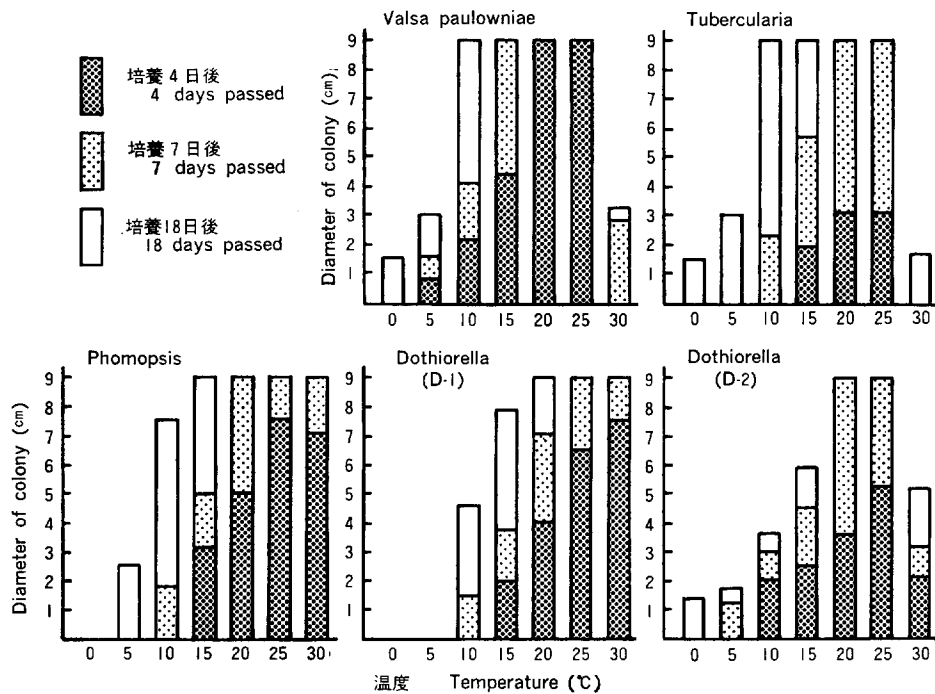


Fig. 3. 病原菌の菌そう生育と温度との関係

Relation between temperature and mycelial growth of causal fungus.

Table 13 にみられるように、キリ上の *Tubercularia* 菌は、ネグンドカエデ・ニセアカシア・ヤマダワに対して明瞭な病斑を形成した。病斑の広がりかたは、焼傷処理でやや大きかったが、3 樹種間で差はなかった。なお、接種1年後の調査では、形成病斑上に子実体の形成を確認することはできなかった。

10. 菌そうの生育と温度との関係

Fig. 3 に示したように、腐らん病菌は適温下で供試菌の中では最も速い生育を示した。その生育適温は 20~25°C 間にあり、培養4日後には直径9 cm シャーレ内を満たした。培養18日後の調査で、腐らん病菌、*Tubercularia* 菌、*Dothiorella* 菌の一つ (D-2) は、0°C でも生育が認められた。また、腐らん病菌と *Tubercularia* 菌は、他菌に比べて 25°C および 30°C で生育の低下が顕著であった。これに対して、*Phomopsis* 菌、*Dothiorella* 菌 (D-1) の生育適温は 25~30°C にあり、0°C 下では培養開始から18日を経過しても、肉眼的に生育を確認することはできなかった。

V. 考 察

横沢ら (1979) によると、東北地方におけるキリの胴枯性病害による被害は、その 70% 以上が腐らん病菌に起因するものであった。また、林ら (1979) が行った新潟・福島両県下の調査結果では、腐らん病菌よりはむしろ *Phomopsis* 菌および *Dothiorella* 菌による被害が多く認められた。とくに新潟県における若木に生じた病患部からの病原菌の検出結果は、腐らん病菌がまったく認められなかったのに対して、*Phomopsis* 菌の検出率は 72% を示した。

一方、北海道での調査結果は、*Phomopsis* 菌、*Dothiorella* 菌が存在しているにもかかわらず、キリの若木から成木に至るまで主幹部に直接被害を与えている病原菌は、腐らん病菌ただ1種であった。また、キリ苗木に対する接種試験の結果は、*Phomopsis* 菌・*Dothiorella* 菌の病原性がきわめて微弱であることを示した。筆者らの調査は、調査地がごく狭い範囲に限られたので、この結果だけで北海道全体の実態を反映しているとは必ずしも言い難い。しかしながら、キリの腐らん病は従来から関東以北で発生し北の寒冷地ほど多いといわれており永井（1936）、林ら（1979）や横沢ら（1979）の調査結果もこれを裏づけている。

本州に産するキリ上の *Phomopsis* 菌・*Dothiorella* 菌は、伊藤ら（1951）・小林ら（1957, 1980）によって、それぞれキリ胴枯病菌 (*Diaporthe eres*)・キリさめ肌胴枯病菌 (*Botryosphaera dothidea*) の無性世代であることが確認された。北海道におけるキリ上の *Phomopsis* 菌と2種類ある *Dothiorella* 菌のうち一つ (D-1) は、それぞれ胞子の大きさがキリ胴枯病菌およびキリさめ肌胴枯病菌の無性世代の胞子とおおよそ近似している。しかし、有性世代が未確認であることと、培養上の諸性質についても検討していないため、完全に同一種かどうかまだ検討の余地が残る。しかしながら、わが国でキリ上の *Phomopsis* 菌と *Dothiorella* 菌は前に掲げた2種のみであり、微弱ながらキリ樹に対して病原性を示す点から、それぞれキリ胴枯病菌、さめ肌胴枯病菌の無性世代と考えて差し支えないものと思われる。

もう一つの *Dothiorella* 菌 (D-2) については、*Botryosphaeria quercuum* の無性世代と形態が近似しているものの (SIVANESAN 1984)、これまでキリ樹での記録は無く、他に決め手を欠くため、ひとまず同定を保留したい。

Tubercularia 菌は接種試験の結果、腐らん病菌と同程度の強い病原性を示した。ところが、本菌はキリ主幹部の病斑部にはまったく認めることができず、キリに対して直接被害を与えていない。本菌の子実体は9月以降に成熟し胞子を放出する。また、キリの若木において、芽かきによる傷は、腐らん病菌の最も重要な侵入口になっている。そのため、キリの生長期に実施される芽かきの時期に、本菌の胞子は存在しないことになり、芽かき跡からの感染は成立しないことが考えられる。しかし、本菌による被害が主幹部にまったく認められない理由については、現在のところ説明できない。

なお、キリ上の *Tubercularia* sp. と形態および培養菌そうの特徴が酷似する *Tubercularia* 菌が、ニセアカシ・ネグンドカエデ・ヤマグワなどの枯死枝からも採集されている。これらの *Tubercularia* 菌は、広葉樹の紅粒がんしゅ病菌 (*Nectria cinnabarina* (Tod. et Fr.) Fr.) の無性世代の形態と非常によく一致している (BEDKER ら 1983)。しかし、有性世代については、これまで一度も見つけられていないので、一時同定を保留するのが妥当であろう。

腐らん病による被害は、2代目植栽地で激しく、雑木林を伐開して植栽された初代のキリ林では、植栽後5年を経過しているにもかかわらず被害が認められない。ところが、初代のキリ林であっても、腐らん病汚染林と接している場合には、激しく被害を受けた。東北地方での調査によると、腐らん病被害は二代目植栽林で多く、広葉樹の伐採跡地に植栽した初代のキリ林では少なかった (横沢 1979)。また、手入れ不良のキリ林で被害が著しく、管理が行き届いた林では明らかに軽微であった。以上のことは、伝染源となる病原菌の密度の多少や、保育管理の良し悪しが、被害発生に大きく影響を与えていることを実証している。加えて、腐らん病菌は野外における菌の観察・採集および数多くの広葉樹に対する接種試験の結果、キリ樹のみを侵すきわめて宿主限定性の菌であることが確かめられた (横沢 1983)。したがって、伐

採取後の枝条や将来収穫見込のない被害木をすみやかに取り除くことが、腐らん病に対する最も基本的な防除対策であるといえることができる。

一方、伐採取後の切り株を調査したところ、44% という非常に高い腐朽被害が観察された。しかも、腐朽被害の 21% は、地際部に形成された腐らん病患部が、腐朽菌の侵入門戸になっていると推定された。ウダイカンバがんしゅ病 (病原: *Nectria galligena*) の患部が、しばしばカバノアナタケ (*Fuscoporia obliqua*) の侵入を許しているように (佐々木 1984)、一般に、胴枯病に侵された患部は各種腐朽菌の侵入門戸になることが多い。このため、腐らん病対策は単に腐らん病のみならず、腐朽対策に通じるものといえる。

キリ主幹に形成される病斑の数は、1~2 個の場合が圧倒的に多かった。しかも、若木と成木で差が認められなかった。また、成木にみられる病斑は、いずれも年数を経過した古いもので占められ、新しい病斑はまれにしか観察されなかった。このことは、病斑の多くは若木時代に形成され、成木になってから形成されることは少ないことを、示しているといえよう。

芽かき作業は、無節で通直な良質材生産を本来の目的とするキリにとって、欠かすことのできない作業である。この作業を怠ると、芽が伸長して枝になり、枝打ちを行うことになる。本調査でも、とくに成木の病斑中央部には、しばしば太い枯死枝やその切り口の見られる例が多く観察された。東北地方においても、芽かき跡や枝打ちによる傷から発病する場合は観察されており (横沢ら 1980)、とくに枝打ちを実施した場合に発病率が高いことが明らかにされている (横沢 1982)。

キリ若木に形成された病斑の 41% は、明らかに芽かき跡から生じたものであり、芽かき跡は菌の侵入口として重要な役割を果たしていることが判った。しかしながら、芽かき跡に対する 3 回の接種試験の結果、同一の接種源を用いたにもかかわらず、発病する場合としない場合が認められた。横沢 (1982) も、枝打ちの傷に対する接種では 100% 発病が認められたが、芽かき跡に対してはまったく発病が認められなかったと報告している。そして、芽かき跡からの菌の感染・侵入はほとんどないものと推定した。林 (1983) の月別に行った接種試験の結果、キリ生木の樹液侵出量と病斑の広がりとは相反する関係を示した。すなわち、樹液侵出を停止した 11 月から翌年 1 月の接種では、病斑は急激に拡大しこれは 6 月まで続くが、3~9 月の接種ではまったく発病しないかあるいは発病しても病斑は進展せずに治癒すると報告している。

以上のことは、キリの生長期間に行われる芽かきによる傷は単純に腐らん病菌の侵入口にはなり得ないことを示しており、木部を外部に露出させる枝打ち跡の傷とは質的に異なっていることを暗示しているように思われる。したがって、芽かきによる傷と発病との関係についてはなお不明の点が多く、キリ樹の生理的变化と関連させて菌の侵入・定着・発病の各過程を経時的に解明していく必要がある。さらに、これは他の傷害部から発病する場合も同様と思われ、傷害の発生時期と発病あるいは傷発生後の時間的推移と発病との関係など、傷害部から菌が侵入し感染が成立するまでの過程については、まだ完全に解明されたとはいえない。

北海道における腐らん病の特徴の一つに、主幹頂部の二又分枝部からの発病があげられる。キリは頂芽より 2~3 位下方の側芽が発達し、二又分枝の枝ぶりになりやすい生長特性をもっている (四手井ら 1985)。このため、二又分枝間に頂芽がとに残されることになり、この頂芽部が菌の侵入口になっているものと考えられた。したがって、腐らん病菌に侵される前に、とに残された頂芽部を切り取り、さらに傷

口を薬剤処理することにより、二又分枝部からの発病を予防できるのではないと思われる。この処理時期は、傷口の治癒効果などを考慮して、春先がよいと思われるが、実際に実証してみる必要があろう。

一方、以前から、気象害によって生じた衰弱枯死部や傷害部は、腐らん病を誘発するとされており（永井 1936）、横沢ら（1980）は雪害による枝抜け、凍霜害による枯損枝、ひょうによる枝の傷跡を、重要な発病要因にあげている。北海道では、このような気象害が誘因とみられる被害は樹冠部の枝では認められるものの、キリ主幹での発症例は、ごくまれにしか観察されなかった。調査地を設けた壮瞥町は、北海道では温暖少雪な所として知られており、比較的気象条件に恵まれていたことが一因しているのではないかと推察された。しかし、各種の気象害は恒常的発生地以外の所でも、突発的に発生することがあるため、とくに栽培地の選定にあたっては注意を払っていくことが必要であろう。

病斑部周囲のカルスから分離を試みたところ、11月下旬・12月上旬では腐らん病菌はまったく検出されず師部の異常も認められないが、3月下旬では師部の軟化腐敗が相当進行しており、腐らん病菌の検出率もほぼ100%を示した。そして、腐らん病菌はキリの1生長休止期に、主軸方向に最大80cm、最小5cm、多くは10~20cmで、平均では17cm程度進展した。この病斑の進展程度の差異は、*Phomopsis* 菌が衰弱木に大きな病斑を形成したのと同様に、個々のキリの生理的活性の違いが影響を及ぼしたものと考えられる。

異なる温度条件下における接種試験の結果、15°Cでは発病しても病斑の拡大は一時的であったが、5°C以下では病斑は停止することなく拡大を続け、接種部位から上を巻き枯らすことがあった。庄司（1980）も同様に、キリの切枝を用いて病斑の形成程度を調べた結果、病斑の形成は5°C・10°Cで大きく、これより高低温下では小さくなり、25°C・30°Cでは病斑らしきものが形成されないと報告している。さらに陳野（1981）らは、11月に腐らん病菌を付傷接種した結果、1か月後の12月には菌糸の定着がみられ、樹体温度が5°C以上に上昇する2月下旬頃より病斑は急速に拡大し、これは6月まで続くことを明らかにした。

以上の病斑の拡大時期については、いずれの報告も同様の結果を示しており、腐らん病菌はキリの生長期に組織内を侵し進展できないという従来の知見を、明確に実証したものといえよう。

腐らん病菌の菌糸の生育と温度との関係を調べた報告は、古くは富樫ら（1933）のがあり、それによると腐らん病菌の生育適温は22~27°C、最高温度30~32°C、最低温度は5°C以下となっている。一方、北海道産腐らん病菌のPSA培地上における生育適温は20~25°Cにあり、他の病原菌に比べ0°Cでもよく生育できた。庄司（1980）は、青森県・岩手県産の分離菌を用いて、その生育適温は20~25°C、30°Cでは劣ると報告している。さらに、林（1983）の福島県産の分離菌を用いた試験では、生育適温は25~28°C、30°Cでの生育も良好で、病原性の強い菌株ほど低温下での生育が良好な傾向を示した。これらの結果は、腐らん病菌はいずれも好低温性の菌と考えられ、北の寒冷地ほど、低温に対する適応力がより高いことを示しているといえる。

引用文献

- 1) BEDKER, P. J. and M. J. WINGFIELD: Taxonomy of three canker-causing fungi of honey locust in the United States. Trans. Brit. mycol. Soc. 81, 179~183, (1983)
- 2) 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) —新潟・福島県下における発生実態調査—. 90 回日林論, 395~396, (1979)
- 3) ———: 同. (K) —接種の時期と発病—. 94 回日林論, 555~556, (1983 a)
- 4) ———: 同. (X) —腐らん病菌および胴枯病菌胞子の発芽と菌糸の生育—. 94 回日林論, 557~558, (1983 b)
- 5) 逸見武雄: 桐樹の立枯病に就て. 札幌博物学会報 6, 133~158, (1915)
- 6) ITO, K. and T. KOBAYASHI: *Physalospora paulowniae* sp. nov. Causing a Die-back of the Paulownia Tree and its Conidial Stage, *Macrophoma*. Bull. Gov. For. Exp. St. 49, 79~88, (1951)
- 7) 熊倉国雄: 日本におけるキリの種類と分布に関する研究. 90 回日林論, 357~360, (1979)
- 8) ———: 桐栽培総論. 東洋館, 214 pp., (1981)
- 9) 北島君三: 桐樹腐爛病に関する研究. 山林公報 13, 1223~1234, (1916)
- 10) 小林享夫・伊藤一雄: キリの枝枯をおこす *Phomopsis* およびその完全時代 *Diaporthe* について. 林試研報 103, 57~68, (1957)
- 11) ———: Taxonomic Studies of Japanese Diaporthaceae with Special Reference to Their Life-histories. Bull. Gov. For. Exp. Sta. 226, 242 pp., (1970)
- 12) ———・楠木 学: キリの胴枯性病害に関する研究 (予報) (N) —キリさめ肌胴枯病菌の分類学的所属—. 91 回日林論, 391~392, (1980)
- 13) 永井行夫: 東北地方に於ける桐樹の主なる病害. 林試集報 40, 29~36, (1936)
- 14) 佐々木克彦・松崎清一: キリの腐らん病—北海道における被害実態の一事例—. 日林北支誌 29, 131~133, (1980)
- 15) ———: キリの腐らん病菌はか数種の胴枝枯性病菌の病原性. 日林北支誌 30, 208~211, (1981)
- 16) ———: *Nectria galligena* 菌による広葉樹のがんしゅ病. 北方林業 36, 211~216, (1984)
- 17) 四手井綱英・斉藤新一郎: 落葉広葉樹図譜. 共立出版, 375 pp., (1978)
- 18) SIVANESEN, A.: The Bitunicate Ascomycetes and their anamorphs. J. CRAMER, 701pp., (1983)
- 19) 庄司次男: キリ胴枯性病害に関する研究—キリ腐らん病菌 (*Valsa Paulowniae* MIYABE et HENMI) の菌そうの生理的性質と 2, 3, の発芽条件—. 日林東北支誌 32, 220~224, (1980)
- 20) 富樫浩吾・内村家苗: 桐樹の立枯病と温度との関係. 農業及園芸 8, 1145~1154, (1933)
- 21) 横沢良憲・佐保春芳・庄司次男: キリの胴枯性病害に関する研究—東北地方における被害の実態—. 日林東北支誌 31, 210~212, (1979)
- 22) ———・庄司次男・柴田忠松: 同. —キリ腐らん病の発生要因について—. 日林東北支誌 32, 217~219, (1980)
- 23) ———: 同. —芽かき, 枝打ちと腐らん病の発生—. 日林東北支誌 34, 116~117, (1982)
- 24) ———: 同. —腐らん病菌の広葉樹に対する病原性—. 94 回日林論, 553~554, (1983)
- 25) 陳野好之・横沢良憲・庄司次男・遠田 武: キリ胴枯性病害に関する研究—腐らん病菌の秋接種による発病経過—. 日林東北支誌 33, 181~183, (1981)

図 版 説 明

Explanation of plates

Plate 1

A. 調査したキリ幼齢林 (Plot II)

View of young Paulownia tree stand. (Plot II)

B. キリの切り株にみられた腐朽被害

Stump of Paulownia tree showing the advanced stage of decay.

C. キリはその頂芽が発達せずに2～3位下方の側芽が発達し、二又分枝になりやすい生長特性を有している

Two-year-old Paulownia tree showing a dichotomous growing at the top of trunk.

D. 二又分枝部から発病した枯れ下がり型の病斑

Valsa canker associated with a point of dichotomous branching on Paulownia trunk.

E. 枯死枝から発病した病斑

Valsa canker associated with a dead branch on Paulownia trunk.

F. 芽かき跡から発病した1年目の陥没型病斑

One-year-old *Valsa* canker associated with a bud pruning scar on Paulownia tree.

G. 芽かき跡から発病した2年目の病斑、樹皮を破って腐らん病菌の子のう殻が多数形成されている

Two-year-old *Valsa* canker associated with a bud pruning scar on Paulownia tree. Note the black perithecial stromata protruding from the bark at canker face.

H. 芽かき跡から発病した3年目の病斑、1年目の病斑部は樹皮が剥げ落ちカルスの発達によって幹が変形している (写真 A でみる右端のキリと同一木)

Lateral view of three-year-old *Valsa* canker on Paulownia tree, showing trunk distortion caused by excessive callus formation and exposing a large area of wood.

Plate 2

A. 病患部の樹皮上に形成された腐らん病菌 (*Valsa paulowniae*) の子のう殻

Closeup of black perithecial stromata of *Valsa paulowniae* on cankerd bark.

B. 腐らん病菌 (*Valsa* 世代) の子のう殻 (×45)

Vertical section of perithecial stromata of *Valsa paulowniae*. (×45)

C. 腐らん病菌 (*Cytospora* 世代) の分生子殻 (×54)

Vertical section of conidiomata of *Valsa paulowniae*. (×54)

D. 胴枯病菌 (*Phomopsis* 世代) の分生子殻 (×110)

Vertical section of conidiomata of *Diaporthe eres*(=*Phomopsis*). (×110)

E. *Tubercularia* sp. の分生子座 (×72)

Vertical section of sporodochial conidiomata of *Tubercularia* sp.. (×72)

F. 同上 (ネグンドカエデ) (×70)

Vertical section of sporodochial conidiomata of *Tubercularia* sp. on *Acer negundo*. (×70)

G. さめ肌胴枯病菌 (*Dothiorella* 世代) の分生子殻 (×100)

Vertical section of conidiomata of *Botryosphaeria dothidea* (= *Dothiorella*). (×100)

H. *Dothiorella* sp. (D-2) の分生子殻 (×114)

Vertical section of conidiomata of *Dothiorella* sp.. (×114)

Plate 3

A. 苗畑において、腐らん病菌 (*Valsa paulowniae*) をキリ1年生苗木に付傷接種し、5か月後に形

成された病斑

A sunken canker lesion that developed five months after wound inoculation with *Valsa paulowniae* in a nursery.

- B. 10°C の温室内において、腐らん病菌 (*Valsa paulowniae*) をキリ 1 年生苗木に付傷接種し、1 か月後に形成された病斑 (×0.9)

A large necrotic canker lesion that developed one month after wound inoculation with *Valsa paulowniae* in a greenhouse controlled at 10°C. (×0.9)

- C. 10°C の温室内において、腐らん病菌 (*Valsa paulowniae*) をキリ 1 年生苗木に付傷接種し、9 か月後に形成された病斑

A large necrotic canker lesion that developed nine months after wound inoculation with *Valsa paulowniae* in a greenhouse controlled at 10°C.

- D. 苗畑において、*Tubercularia* sp. をキリ 1 年生苗木に付傷接種し、5 か月後に形成された病斑

A sunken canker lesion that developed five months after wound inoculation with *Tubercularia* sp. in a nursery.

- E. 同上

Ditto.

- F. 10°C の温室内において、*Tubercularia* sp. をキリ 1 年生苗木に付傷接種し、1 か月後に形成された病斑 (×0.9)

A large necrotic canker lesion that developed one month after wound inoculation with *Tubercularia* sp. in a greenhouse controlled at 10°C. (×0.9)

- G. 15°C の温室内において、胴枯病菌 (*Phomopsis*) をキリ 1 年生苗木に付傷接種し、1 か月後に形成された病斑 (×1.2)

A small canker lesion that developed one month after wound inoculation with *Diaporthe eres*(=*Phomopsis*) in a greenhouse controlled at 15°C. (×1.2)

- H. 15°C の温室内において、さめ肌胴枯病菌 (*Dothiorella*) をキリ 1 年生苗木に付傷接種し、1 か月後に形成された病斑 (×1.2)

A small canker lesion that developed one month after wound inoculation with *Botryosphaeria dothidea*(=*Dothiorella*) in a greenhouse controlled at 15°C. (×1.2)

- I. 15°C の温室内において、*Dothiorella* sp. をキリ 1 年生苗木に付傷接種し、9 か月後に形成された病斑。カルスの形成が見られる

A lesion that induced nine months after wound inoculation with *Dothiorella* sp. in a greenhouse controlled at 15°C.

The white tags mark the margin of the canker lesions.

Studies on canker diseases of Paulownia trees in Hokkaido, Japan

Katsuhiko SASAKI⁽¹⁾ and Sei-ichi MATSUZAKI⁽²⁾

Summary

Canker disease and its incidence in Paulownia trees were studied in the Iburi district of Hokkaido, the northern Japan, during 1979 through 1981. *Valsa paulowniae* MIYABE et HEMMI (=Cytospora), *Diaporthe eres* NIT. (=Phomopsis imperiales), *Botryosphaeria dothidea* (MOUG. : FR.) CES. et de NOT. (=Dethiorella), *Dothiorella* sp., and *Tubercuralia* sp. were found on the cankered or dead branches and stems of Paulownia trees. Of these, *Valsa paulowniae* was the only fungus consistently associated with the stem canker of Paulownia trees and other fungi commonly found on the dead branch.

As shown in Table 2, the plantation established on an isolated virgin stand (Plot III) has been completely free from the infection of *Valsa paulowniae* for the past 5 years. Whereas the first and second generation stands (Plot I and II, respectively) established adjacently to the heavily diseased plantation were quickly infested with the canker disease caused by *Valsa paulowniae*. About a half of Plot I having 172 adult trees was infected with the canker disease. In the young stand planted in 1976 (Plot II), 57 out of 78 trees (73%) were infected with *Valsa* canker and 10 (13%) died during the 3 years investigation.

The development of stem cankers was closely associated with bud pruning scars, branch stubs, dead buds at the crotch, frost cracks, and other injuries. From the field observations in Plot II, 41% of stem cankers had started from the bud pruning scars, 14% from the branch stubs, 28% from the dead buds at the crotch, 10% from the frost cracks, and 7% from the other injuries (Table 7).

Active canker lesions, which were developed from the crotch at the top of stem, often extend downward and resulted in the death of more than half of stem in young trees. Lesions developed from the bud prunings are elliptic at first, then soon enlarge and often kill the young trees by girdling. On adult trees, stem lesions are often established from the spread of the fungus through the base of dead twigs and branches. These lesions commonly developed to perennial cankers with distinctive concentric zones, from the continued alteration between necrosis of bark tissues caused by the fungus in dormant seasons of Paulownia trees and the growth of host callus in growing seasons. Annual enlargement of the lesions in *Valsa* canker of Paulownia trees ranged from 5 to 80 cm in longitudinal axis and was 17 cm in average.

Seasonal variation of ascospore- and pycnosporo-production in *Valsa paulowniae* was found. Vigorous perithecial production was observed twice a year, namely in May and in September. On the other hand, pycnosporo- of the fungus were observed throughout the year without any special dispersal peak.

Pathogenicity of the 5 fungi listed above was tested in using 1-year-old Paulownia cutting stocks. In these inoculation tests, isolates of *Valsa paulowniae* and *Tubercuralia* sp.

Received December 17, 1986

(1) (2) Hokkaido Branch Station

showed clearly positive results. They developed distinct lesions through the wound or burning wound, whereas no lesions resulted from the inoculations onto the sound stems. When the inoculated cutting stocks were kept at 10°C, marked extension of the lesions was recorded, whereas the lesions established at above 15°C, stopped their enlargement after 2 months from the inoculation. *Diaporthe eres*, *Botryosphaeria dothidea*, and *Dothiorella* sp. showed weak parasitism on the inoculated young stocks. During the field survey, the canker lesion caused by *Tubercularia* sp. was never found, though the fungus showed distinct pathogenicity to Paulownia trees in the inoculation test. One of the reasons of this discrepancy may be attributed to the clear separation between the formation of bud pruning scars in summer and the production of pycnospores in autumn.

