

ヒノキ漏脂病の発生に関与する要因の解明と被害回避法の開発に関する調査

岡本安順

Elucidation of Factor Causing to the Resinous Stem Canker of *Chamaecyparis Obtusa* and Development of Damage Prevention Method

Yasuyori OKAMOTO

岡本安順：ヒノキ漏脂病の発生に関与する要因の解明と被害回避法の開発に関する調査 岡山県林試研報15：25～34, 1999 1993～1997年、ヒノキ漏脂病の発生要因や被害回避法を解明するため、被害の実態と推移、発生環境、ヒノキクロンと被害との関係、病原菌の分離および接種試験、枝打方法による被害の回避法について調査・検討した。ヒノキ漏脂病発生林分4箇所では被害の推移を継続調査したところ、調査林分設定当時と比較して被害木の樹脂流出量は漸減し樹幹の変形へと進展する傾向が認められたが、新しい発病木と患部はほとんど生じなかった。25箇所のヒノキ林分において環境条件と被害状況との関係を調査したところ、被害率は0～46%（平均9.4%）で、被害率の高い林分は300m以上の比較的標高の高い林分で確認される傾向が見られた。採種圃構成ヒノキクロン（県内産21クロン）に *Cistella japonica* を接種して発病率を調査したところ、クロン間で有意な差が認められ感受性のクロン間差異が示唆された。漏脂病被害木27本の患部組織から寄生菌の分離を行ったところ、*Cistella*、*Cryptosporiopsis*、*Sarea*、その他 *Penicillium*、*Cladosporium*、*Papularia* 属菌などが高頻度で検出された。*Cistella japonica* 4菌株をヒノキ10本に接種して発病率を調査したところ、菌株間で有意な差が認められ、病原力の菌株間差異が示唆された。冬期と夏期にそれぞれ155と154本、地上高2mまでの枝打を行い発病状況を調査したところ、3～4年後枝打痕はほとんど癒合して枝打時期による発病率の差は認められなかった。

キーワード：ヒノキ漏脂病、*Cistella japonica*、ヒノキクロン、接種試験、被害回避法

I はじめに

ヒノキ漏脂病は大正時代から多雪地帯でのヒノキ造林不成績の一因として広く知られており、全国的にこれまで様々な調査・研究がなされてきたが原因をはじめいまだ不明な点が多い樹病である。岡山県におけるヒノキ漏脂病に関する最初の調査は、1990～1992年に被害実態調査等が行われ全県的に被害が確認された（周藤 1995）。今回の調査では、漏脂病被害・発病の進展過程、被害発生の環境、病原菌の究明や、育林的手法による被害回避法を明らかにするため、また、ヒノキのクロンや家系間と漏脂病被害との関係を調査した事例が少ないことから、漏脂病の病原菌として報告（周藤 1991, 1995, Suto 1997）された *Cistella japonica* Suto et Kobayashi（以下、*Ci. japonica*）を岡山県内産のヒノキ21クロンに接種して、クロン間での発病の差を検討したので報告する。

なお、本研究は情報システム化事業の「ヒノキ漏脂病の発生に関与する要因の解明と被害回避法の開発に関する調査」（1993～1997）で実施したものである。また、本成果の一部は第48回日本林学会関西支部大会（岡本 1998）において発表した。報告に先立ち、接種用の *Ci. japonica* の提供と分離菌を同定していただいた前島根県林業技術センター所長周藤靖雄博士に、また、1993年の試験データを引用させていただいた前岡山県林業試験場専門研究員影山光男氏（現岡山県真庭地方振興局）に厚くお礼を申し上げる。

II 材料と方法

1. 被害・発病の推移調査

1993～1994年、勝央町（2箇所）、佐伯町、鏡野町内のヒノキ人工林において4林分を固定調査林分に設定した。各林分の概況は表-1に示した。1997年までの毎年11月以降に胸高直径、病患部箇所数、病患部の方位と地上高、被害程度（樹脂流出長、樹幹変形の有無）、患部部位と原因（枝打痕や枯枝基部等の枝関連、虫加害、人為的傷害、不特定）について継続調査を行った。

表-1 調査林の概要

調査林名	標高(m)	傾斜度(°)	方位	位置	面積(ha)	林齢(年)
金 鷄	150	10	北東	山腹下部	0.16	15
納 戸	140	5	北西	台 地	0.10	40
佐 伯	120	20	北西	山腹上部	0.10	23
鏡 野	330	20	南東	山腹上部	0.10	24

2. 被害発生の環境調査

1993～1997年、県内25箇所の10～40年生ヒノキ林分（各100本）において、環境条件と被害状況を調査した。環境条件は、標高、傾斜度、方位、林分位置、土壌型、樹齢、立木密度、林相、枝打・除間伐の有無、最低気温、積雪深

について調査した。被害状況調査は前述（1. 被害・発病の推移調査）の調査項目と同じである。

3. 品種・系統と被害との関係調査

(1) クロウン別ヒノキに対する *Ci.japonica* 接種試験

1996年3月上旬、岡山県林業試験場内の15年生ヒノキクローン集植林において、採種園構成の岡山県内産のヒノキ21クローンをを用い、合計102本に接種した。供試菌株は1995年3月島根県林業技術センターから譲り受けた島根県佐田町産の菌株（以下、Ci-87）と、同年2月岡山県鏡野町内の被害木の患部組織から分離した菌株（以下、Ci-鏡野）を試験管（18×180mm）内ジャガイモ・ブドウ糖寒天（PDA）斜面培地上で継代培養したものを用い、これらを三角フラスコ（300ml）内の米ぬか・ふすま・水（重量比1：1：2）の培地で25℃、2か月間培養したものを接種源とした。培養期間中菌そうの成長を促進させるため、培地を途中2回攪拌した。また、同様の方法で無菌培養の培地を対照区の接種源とした。接種方法は樹幹の地上高100～180cmの間に10cm間隔でらせん状4方向に径6mm・深さ10mmの穴を穴あけポンチで9個穿孔し、この穴に上からCi-87、Ci-鏡野、対照区の順に培地を詰め、3回反復した。孔口は穿孔時の木片、湿した脱脂綿、ポリエチレンフィルムの順で覆い、ガムテープで固定した。接種2か月後の1996年4月下旬に脱脂綿から上の部分を除去し、その後1997年11月末まで毎月1回程度、外樹皮上に流出した樹脂の長さを調査した。

(2) 接種菌の再分離試験

1996年12月中旬、発病木の1本（クローン：苦田4）を伐倒し、接種菌の再分離を行った。分離方法は、Ci-87、Ci-鏡野接種区の褐変内樹皮から4×4×2mm程度の切片を各50作り、包埋かごに5切片ずつ収めてピーカーに入れ、水道水で2時間流水洗浄後、殺菌水で3回洗浄し、殺菌ろ紙上で水分を除いた。これを滅菌シャーレ（径9cm）内のストレプトマイシン添加（50μg/ml）PDA平板培地上に各5切片置き、5℃の定温器内で1か月経過後、常温室内に倒置して出現菌を調査した。

4. 病原菌とその伝染様式・発病経過の究明

(1) 病原菌の究明

1993～1997年の12月、10市町村内の被害木27本の患部組織1350切片から寄生菌の分離を行った。分離方法は前述（3-（2））と同様である。

(2) 病原菌の伝染様式・発病経過の究明

1995年3月上旬、岡山県林業試験場内の16年生ヒノキ10本に *Ci.japonica* を接種した。供試菌株は同年3月島根県林業技術センターから譲り受けた島根県内産の4菌株（平田市産：Ci-85、佐田町産：Ci-87、浜田市産：Ci-93、金城町産：Ci-95）を用い、無菌培養の培地を対照区の接種源とした。接種方法は地上高60～250cmの樹幹部に4菌株と対照区を1本あたり各4箇所、前述（3-（1））の方法

により接種した。その後、1997年11月末まで樹脂流出状況を継続調査した。また、樹皮下での病徴の進展を確認するため、接種後2年目の1996年12月中旬に接種木1本を伐倒し解剖調査した。

5. 被害回避試験

(1) 枝打時期による被害回避試験

16年生ヒノキ人工林において、1993年12月中旬（155本）と1994年6月中旬（154本）に地上高2mまで鋸による枝打を行い、1997年11月末まで枝打痕からの樹脂の流出状況を継続調査した。

III 結果及び考察

1. 被害・発病の推移調査

被害と発病の推移を表-2に示した。金鷄、納戸、佐伯では毎年スギカミキリの被害により枯損木が多数生じたため調査木・被害木本数は変動した。また、ほとんどの被害箇所はスギカミキリ被害による樹脂の流出と考えられ、単年毎に被害箇所数は大きく変動した。鏡野はスギカミキリ被害による枯損木は発生しなかったが、1997年に間伐が行われたため被害木本数・箇所数が変動した。しかし、新たな被害木・被害箇所はほとんど認められず、被害が継続または若干の減少傾向であった。被害木は林内に散在し、被害は胸高直径の大きい木に発生する傾向がやや認められた。

患部の方位と地上高の推移を表-3に示した。金鷄、納戸、佐伯での樹脂流出はスギカミキリ被害に起因する樹脂流出であったと考えられ、患部のほとんどは1年ごとに発生部位が移動し、方位との関係は認められず、患部の地上高も大きく変動した。

表-2 被害・発病の推移

調査地	調査年	調査木		被害木			
		本数	胸高直径cm	本数	胸高直径cm	被害率%	カ所数
金鷄	1993	334'	10.6	165	11.2	49	426
	1994	309	10.9	106	12.3	34	275
	1995	292	11.7	83	13.2	28	182
	1996	284	12.5	52	13.6	18	132
	1997	270	13.2	50	14.3	19	73
納戸	1993	124'	18.1	4	21.1	3	12
	1994	122	18.4	2	23.3	2	7
	1995	121	18.7	8	23.7	7	12
	1996	120	19.0	7	24.5	6	16
	1997	117	19.4	12	25.0	10	17
佐伯	1994	125'	17.5	44	17.8	35	106
	1995	118	17.5	38	17.9	32	77
	1996	102	17.8	23	18.6	23	36
	1997	101	18.0	20	18.6	20	27
鏡野	1994	127''	18.0	32	18.9	25	40
	1995	127	18.2	35	18.9	28	42
	1996	127	18.5	28	19.6	22	32
	1997	104	19.5	22	20.3	21	27

* スギカミキリの被害等により金鷄で64本、納戸で7本、佐伯で24本枯損

'' 鏡野は間伐23本による本数の減少

表-3 患部の方位と地上高の推移

調査地	調査年	患部数 合計	患部の方位別箇所数									患部の地上高cm		
			北	北東	東	南東	南	南西	西	北西	平均	MAX	MIN	
金 鷄	1993	426	80	31	52	40	85	50	57	31	114	400	10	
	1994	275	62	27	28	20	60	24	33	21	131	400	20	
	1995	182	41	5	34	11	32	15	30	14	148	360	30	
	1996	132	35	3	29	7	24	2	24	8	149	320	30	
	1997	73	17	3	15	5	11	3	15	4	164	300	40	
納 戸	1993	12	1	1	2	1	3	1	2	1	205	500	80	
	1994	7	1	1	2	0	1	1	0	1	214	500	80	
	1995	12	3	0	4	1	1	1	2	0	168	270	80	
	1996	16	2	1	4	1	5	0	3	0	164	260	120	
	1997	17	3	0	2	3	6	1	2	0	167	250	80	
佐 伯	1994	106	21	4	12	8	23	11	21	6	198	550	50	
	1995	77	17	2	8	7	14	8	14	7	187	400	50	
	1996	36	11	2	2	1	9	3	7	1	201	400	60	
	1997	27	8	0	1	0	10	2	5	1	184	360	60	
	鏡 野	1994	40	20	2	5	1	4	2	4	2	262	550	80
1995		42	20	2	5	2	4	2	5	2	268	630	60	
1996		32	18	1	4	1	4	2	1	1	256	500	60	
1997		27	15	2	2	0	5	0	1	2	248	650	60	

表-4 被害形態・部位の推移

調査地	調査年	患部数 合計	患部の被害形態*				患部の部位			
			-	+	++	+++	枝関連	虫害	傷害	不特定
金 鷄	1993	426	285	116	20	5	62	95	16	253
	1994	275	203	63	4	5	42	49	5	179
	1995	182	159	21	0	2	15	149	0	18
	1996	132	122	10	0	0	4	126	0	2
	1997	73	69	4	0	0	2	70	0	1
納 戸	1993	12	5	7	0	0	0	6	0	6
	1994	7	7	0	0	0	0	3	0	4
	1995	12	10	2	0	0	0	11	0	1
	1996	16	13	3	0	0	0	16	0	0
	1997	17	16	1	0	0	0	16	1	0
佐 伯	1994	106	60	43	2	1	0	9	0	97
	1995	77	56	18	2	1	0	59	0	18
	1996	36	33	2	0	1	0	36	0	0
	1997	27	25	2	0	0	0	27	0	0
	鏡 野	1994	40	14	16	3	7	26	0	0
1995		42	17	14	3	8	24	0	0	18
1996		32	14	8	1	9	20	0	0	12
1997		27	11	2	0	14	16	3	0	8

* - : 樹脂流出長30cm未満、 + : 100cm未満、 ++ : 100cm以上、 +++ : 患部変形

鏡野ではほとんどが同一箇所での樹脂の流出が継続したため、患部の方位別箇所数と地上高の変動は小さかった。被害箇所の方位は、樹幹の北面（山側面）が多かった。

患部の被害形態と部位の推移を表-4に示した。金鷄、納戸、佐伯では樹脂流出長が100cm未満の患部がほとんどで、樹脂はアメ色、流出は1年で停止し、新たに患部の変形へと移行する箇所は認められなかった。調査当初に金鷄、佐伯で見られた患部の変形は、スギカミキリ被害による「はちかみ」部位からの樹脂の流出と考えられ、調査期間中に

表-5 被害発生時の環境調査林分の概況

調査地	標高 m	傾斜 度°	方位	位置	土壌型	林齢	林相	施業歴	最低 ℃	積雪 cm	被害率 %
(1993年調査)											
勝央町植月東	200	15	東	山下*	BD	30	単純	間・枝**	-5	10	18
〃 植月東	200	10	東	山上	〃	10	〃	枝打	-5	10	0
〃 植月中	150	5	北	山下	〃	35	〃	間・枝	-4	5	0
(1994年調査)											
津山市上横野	410	20	南西	谷筋	BD	20	単純	間・枝	-6	15	7
〃 横野	420	25	南西	〃	〃	25	〃	間・枝	-7	15	14
阿波村大高下	540	10	北	山下	BD	30	〃	間・枝	-9	50	11
〃 竹之下	440	5	南東	尾根	BD	25	〃	間・枝	-8	40	4
加茂町向井	360	30	南西	山下	BD(d)	23	〃	間・枝	-8	40	9
〃 成安	330	15	北東	山上	〃	30	〃	間伐	-7	30	12
(1995年調査)											
上斎原村石越	560	25	南東	谷筋	BD	22	単純	間・枝	-7	150	7
〃 上斎原	480	5	東	〃	BD	20	単純	枝打	-6	100	10
奥津町中ノ原	540	30	南	〃	BD	30	〃	間・枝	-10	100	6
〃 泉源	720	5	西	〃	〃	15	〃	枝打	-12	200	46
(1996年調査)											
川上村上福田	510	5	南	山下	BD	22	単純	間・枝	-11	100	13
八束村定広	440	5	東	〃	〃	25	〃	無施業	-10	80	6
中和村下和	460	25	西	〃	〃	25	〃	間・枝	-9	100	3
湯原町本谷	600	5	西	山上	BD	40	〃	無施業	-7	150	7
勝山町久世	380	15	南	山下	〃	25	〃	枝打	-5	50	3
久世町目木	200	30	北東	〃	BD(d)	35	〃	間・枝	-4	10	3
(1997年調査)											
美甘村中村	580	20	南西	山下	BD	20	単純	間・枝	-10	80	8
新庄村土用	600	15	南東	〃	〃	17	〃	〃	-10	150	14
大佐町君山	700	20	西	〃	〃	26	〃	〃	-14	100	11
新見市上市	330	15	南	〃	BD	20	単純	枝打	-13	40	3
〃 千屋花見	660	30	〃	山上	BD	23	〃	〃	-15	100	12
神舞町油野	360	15	南西	山下	BD(d)	22	〃	間・枝	-12	50	9

* 山腹下部 **間伐・枝打ち実施林

スギカミキリの被害により枯損した。金鷄では、1993～1994年に枝打が行われたため枝打痕からの樹脂の流出が認められたが、1～2年後ほとんどの枝打痕は癒合し樹脂の流出は停止した。鏡野では同一患部からの樹脂の流出が調査期間中（3～4年間）継続し、激害木の樹脂流出量は漸減して樹幹の変形へと移行する傾向が認められた。患部の部位は枝関連（枝打痕、枯枝痕）が大半を占め、流出した樹脂は初めアメ色、後に乾固して黒変した。

これら固定調査林分での継続調査から、ヒノキ漏脂病の発病には枝打や枯枝、スギカミキリ加害等樹幹への何らかの外傷がきっかけとなり発病すると思われる。しかし、全ての傷害部が発病するのではなく、調査期間中、傷害部からの樹脂の流出は1～2年で停止して新たな発病はほとんど認められなかったことから、林況や環境要因等が発病要因として大きく関与していると推察された。また、漏脂病被害木は林内に散在し、被害は特定の木に集中して調査期間中の4～5年間では隣接木への伝染はほとんど認められなかったことから、発病力は比較的弱いと考えられた。患部の被害形態は、初め樹脂の流出が3～4年間以上継続して漸減しながら後に樹幹の変形へと移行することが確認された。

2. 被害発生時の環境調査

各調査林分の概況を表-5に、位置を図-1に示した。本数被害率は0～46%、平均9.4%であった（表-6）。奥津町泉源の15年生林分で最高被害率46%を確認したが、

表-6 被害率別林分数

調査林分数	被害率別林分数					平均被害率 (%)
	0%	1-10	11-25	26-50	51以上	
25	2	14	8	1	0	9.4

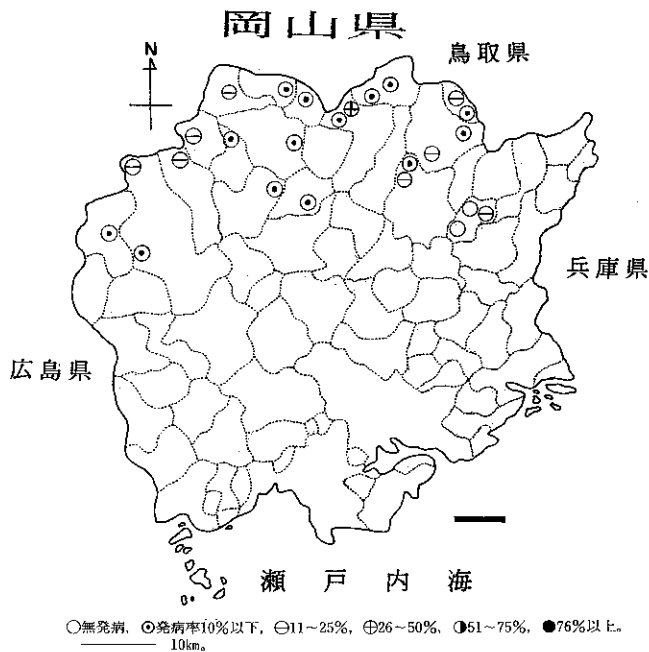


図-1 ヒノキ漏脂病被害林の地域的分布

他の24林分での被害率は20%以下で、被害は比較的軽微であった。

(1) 地況との関係

調査林分の標高と被害率との関係を表-7と図-2に示した。被害率の高い林分は、比較的標高の高い(300m)林分で確認される傾向がやや認められた。標高の低い林分ではスギカミキリに起因する透明樹脂の単年度流出が多数認められたが、漏脂病特有の樹幹の変形を伴う黒変樹脂の多年度流出はほとんど確認されなかった。

表-7 標高と被害率

標高	調査林分数	被害率別林分数					平均被害率 (%)
		0%	1-10	11-25	26-50	51以上	
100m以下	0	0	0	0	0	0	0
100-200	1	1	0	0	0	0	0
200-300	3	1	1	1	0	0	7.0
300-400	5	0	4	1	0	0	7.2
400-500	6	0	5	1	0	0	7.3
500以上	10	0	4	5	1	0	13.5
計	25	2	14	8	1	0	9.4

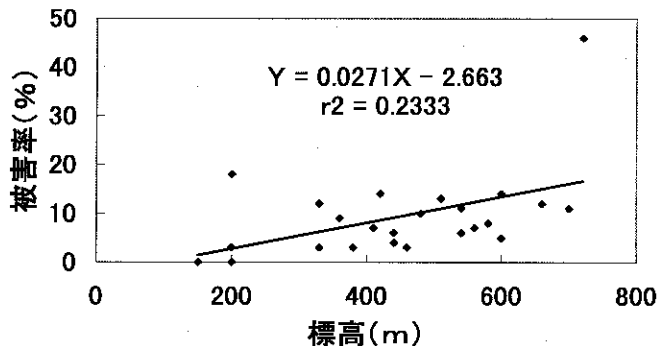


図-2 標高と被害率

調査林分の位置は、谷筋部24%、山腹下部56%、山腹上部16%、尾根筋部4%であったが、各位置間の被害率は谷筋に近いほど高い傾向がやや認められた(表-8)。

傾斜方位、傾斜度、土壌型と被害との関係を表-9、10、11に示したが、明らかな関係は認められなかった。

表-8 林分位置と被害率

位置	調査林分数	被害率別林分数					平均被害率 (%)
		0%	1-10	11-25	26-50	51以上	
尾根筋	1	0	1	0	0	0	4.0
山腹上部	4	1	1	2	0	0	7.5
山腹下部	14	1	8	5	0	0	7.9
谷筋	6	0	4	1	1	0	15.0
計	25	2	14	8	1	0	9.4

表-9 傾斜方位と被害率

方位	調査林分数	被害率別林分数					平均被害率 (%)
		0%	1-10	11-25	26-50	51以上	
N	2	1	0	1	0	0	5.5
NE	2	0	1	1	0	0	7.5
E	4	1	2	1	0	0	8.5
SE	3	0	2	1	0	0	8.3
S	5	0	3	2	0	0	7.4
SW	5	0	4	1	0	0	9.4
W	4	0	2	1	1	0	16.8
NW	0	0	0	0	0	0	0
計	25	2	14	8	1	0	9.4

表-10 傾斜度と被害率

傾斜度	調査林分数	被害率別林分数					平均被害率 (%)
		0%	1-10	11-25	26-50	51以上	
5°以下	7	1	4	1	1	0	12.3
6~10°	2	1	0	1	0	0	5.5
11~15°	6	0	3	3	0	0	9.8
16~20°	3	0	2	1	0	0	8.7
21~25°	3	0	2	1	0	0	8.0
26~30°	4	0	3	1	0	0	7.5
計	25	2	14	8	1	0	9.4

表-11 土壌型と被害率

土壌型	調査林分数	被害率別林分数					平均被害率 (%)
		0%	1-10	11-25	26-50	51以上	
BD	8	0	6	1	1	0	11.6
BD(d)	4	0	3	1	0	0	8.3
B1D	13	2	5	6	0	0	8.5
計	25	2	14	8	1	0	9.4

(2) 林況との関係

調査林分の年齢と被害との関係を表-12に示したが、明らかな関係は認められなかった。

表-12 年齢と被害率

年齢	調査林分数	被害率別林分数					平均被害率 (%)
		0%	1-10	11-25	26-50	51以上	
2年齢	1	1	0	0	0	0	0
3	1	0	0	0	1	0	46.0
4	5	0	4	1	0	0	8.4
5	10	0	7	3	0	0	8.0
6	5	0	1	4	0	0	11.6
7	2	1	1	0	0	0	1.5
8	1	0	1	0	0	0	7.0
9以上	0	0	0	0	0	0	0
計	25	2	14	8	1	0	9.4

各調査林分の平均胸高直径と被害との関係を図-3に示した。林分間では関係を認めなかったが、同一林分内では、直径成長の良い木に被害が多い傾向が17林分(68%)で認められた。また、胸高直径が極端に小さい(7cm以下程度)場合、被害はほとんど認められなかった。

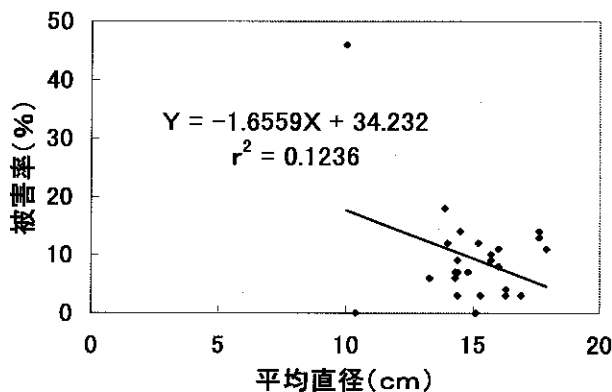


図-3 平均直径と被害率

立木密度と被害との関係を表-13に示した。立木密度2000本/ha以下の林分率は12%、2000~3000本:80%、3000本以上:8%であったが、被害との間に明らかな関係は認められなかった。

林相と被害との関係を表-14に示した。調査林分は、ヒノキ単純林80%、スギ林と隣接16%、広葉樹林と隣接4%であったが、被害との関係を認めなかった。

表-13 立木密度と被害率

立木密度 (本/ha)	調査林分数	被害率別林分数					平均被害率 (%)
		0%	1-10	11-25	26-50	51以上	
1500以下	1	1	0	0	0	0	0
~2000	2	0	0	2	0	0	13.0
~2500	12	0	8	4	0	0	8.8
~3000	8	0	6	2	0	0	7.4
3000以上	2	1	0	0	1	0	23.0
計	25	2	14	8	1	0	9.4

表-14 林相と被害率

林相	調査林分数	被害率別林分数					平均被害率 (%)
		0%	1-10	11-25	26-50	51以上	
単純林	20	2	12	5	1	0	9.2
杉と隣接	4	0	2	2	0	0	10.0
広葉樹と隣接	1	0	0	1	0	0	12.0
計	25	2	14	8	1	0	9.4

(3) 気象条件との関係

最低気温、最深積雪と被害との関係を表-15と16、図-4と5に示した。最低気温が低く・積雪の多い(標高の高い)林分で被害率が高い傾向がやや認められた。このことから、発病には凍害や雪害(雪圧)が誘因として関与する可能性が推察された。また、病原菌として報告された *Cistella japonica* は、成長速度が他の寄生菌より比較的遅く、低温下でも成長する特性を持つことが知られており、低温条件が病原菌の定着と寄生に関与する可能性も推察された。

表-15 最低気温と被害率

最低気温 (°C)	調査林分数	被害率別林分数					平均被害率 (%)
		0%	1-10	11-25	26-50	51以上	
-15~-13	3	0	1	2	0	0	8.7
-12~-10	7	0	4	2	1	0	14.6
-9~-7	8	0	5	3	0	0	8.4
-6~-4	7	2	4	1	0	0	5.9
計	25	2	14	8	1	0	9.4

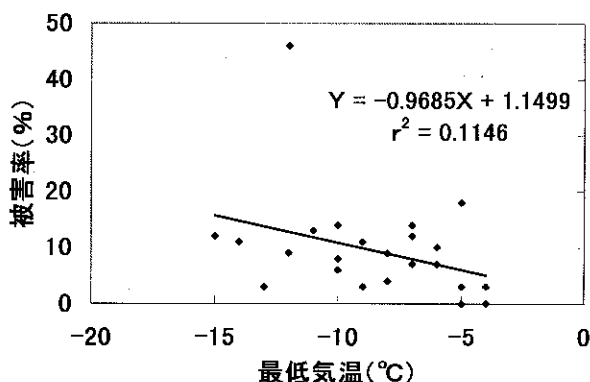


図-4 最低気温と被害率

表-16 最深積雪と被害率

最深積雪 cm	調査林分数	被害率別林分数					平均被害率 (%)
		0%	1-10	11-25	26-50	51以上	
0~50	13	2	7	4	0	0	7.2
51~100	8	0	5	3	0	0	8.6
101~150	3	0	2	1	0	0	9.3
151~200	1	0	0	0	1	0	46.0
計	25	2	14	8	1	0	9.4

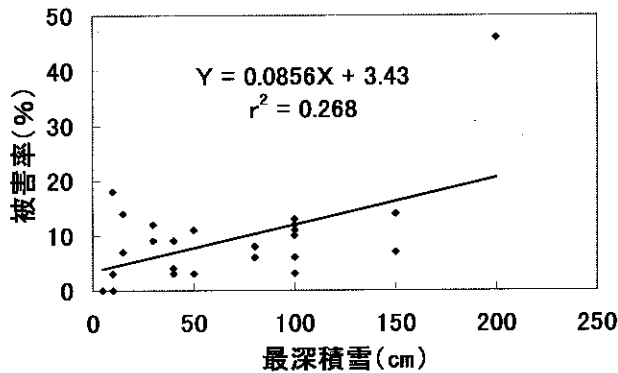


図-5 最深積雪と被害率

(4) 施業との関係

間伐や枝打の有無と被害との関係を表-17に示した。間伐実施林分68%、無実施林分32%であったが、被害との関係を認めなかった。間伐無実施林分で被害率が増加する傾向が認められないことから、漏脂病の感染・発病力はあまり強くないと推察された。

一方、枝打実施林分は84%を占めたが、無実施林分に比べ被害がやや多い傾向が認められ、枝打痕・枯枝痕にしばしば患部の発生を確認した(表-18)。このことから、枝打による樹幹への傷害や枯枝の存在が発病に関与する可能性が示唆された。

表-17 施業と被害率

施業	調査林分数	被害率別林分数					平均被害率 (%)
		0%	1-10	11-25	26-50	51以上	
枝打・間伐	15	1	8	6	0	0	8.9
間伐	2	0	1	1	0	0	7.5
枝打	6	1	3	1	1	0	12.3
無施業	2	0	2	0	0	0	6.5
計	25	2	14	8	1	0	9.4

(5) 生物害との関係

スギカミキリの加害部に患部の発生を6林分(24%)で認めた(表-18)。スギカミキリ加害による樹幹部への傷害が発病に関与する可能性が示唆された。

表-18 患部の部位

患部の部位	林分数	被害実本数	患部数
(調査数)	(25)	(236)	(303)
枝打痕	13	97	125
枯枝基部	18	68	73
スギカミキリ加害部	6	15	18
人為的傷害	2	2	2
不特定	23	73	85

3. 品種・系統と被害との関係調査

(1) クローン別ヒノキに対する *Ci. japonica* 接種試験
菌株・調査日別の樹脂流出状況調査結果を図-6に示した。

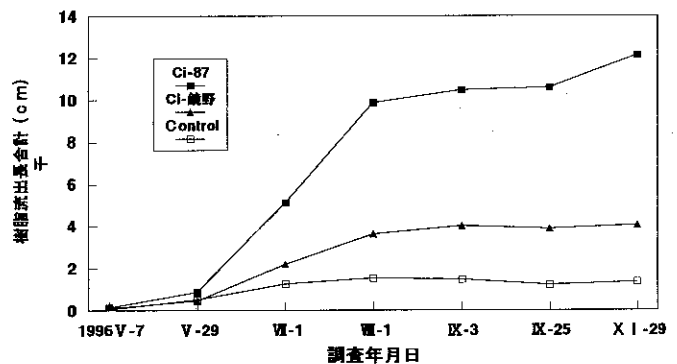


図-6 接種菌株別の樹脂流出状況

樹脂の月別流出状況は菌株により差があるものの、5月から始まり、6~7月にピークを迎え、11月末まで流出する傾向が認められた。流出樹脂の色は大部分が初めアメ色、後に乾固して黒変したが、最初から白黄色を呈する樹脂が塊状に流出するものが接種木3本に認められた。

1996年11月末(接種9か月後)の菌株別の樹脂流出長合計値を表-19に示した。

表-19 接種菌株別の樹脂流出長

接種菌株	接種箇所数 (a)	発病(流出長:30cm以上)		樹脂流出長 (cm)	
		箇所数 (b)	率 (b/a)%	合計 (c)	平均±標準偏差 (c/a)
Ci-87	306	137	44.8	12,147	39.7 ± 45.2
Ci-鏡野	306	58	19.0	4,051	13.2 ± 25.8
Control	306	21	6.9	1,361	4.4 ± 14.0

接種源別の樹脂流出長に大きな差が認められたため、対照区とCi-鏡野、対照区とCi-87接種区間の個々の樹脂流出長についてU検定を行ったところ、いずれも1%水準の有意差が認められ、樹脂流出は *Ci. japonica* の接種により生じたことが示唆された。また同様に、Ci-鏡野とCi-87接種区間についても1%水準の有意差が認められ、病原力

の菌株間差異が示唆された。

対照区の一箇所当たりの平均流出長は 4.4cm と短いものの、中には最長110cmの樹脂を流出した接種箇所もあり、また、30cm以上の流出箇所数・率は21箇所・6.9%であったが、この発生原因を解明するため今後は寄生菌の分離試験を行う必要がある。

表-20 ヒノキ21クローンへの *Cistella japonica* の接種試験結果

クローン	接種本数	胸高直径 (cm)	接種箇所数	発病		樹脂流出長 (cm)	
				箇所数	発病率 (%)	平均 ± S.D	最大
吉田6	5	11.6	30	24	80.0	63.3±39.1	130
英田3	4	8.6	24	19	79.2	57.3±41.7	142
吉田8	3	15.0	18	14	77.8	46.7±20.4	73
高粱1	3	11.2	18	9	50.0	41.2±43.4	120
吉田4	5	8.9	30	13	43.3	48.5±40.9	150
真庭5	6	9.0	36	13	36.1	31.8±44.1	128
真庭4	6	9.6	36	13	36.1	30.0±40.9	143
吉田3	6	8.2	36	12	33.3	22.6±31.8	105
吉田5	4	10.9	24	7	29.2	28.8±42.6	132
吉田1	4	11.9	24	7	29.2	24.7±40.1	123
新見1	5	9.4	30	8	26.7	28.3±45.3	125
真庭9	5	11.0	30	8	26.7	23.9±41.3	130
吉田7	4	9.8	24	6	25.0	21.8±39.6	150
真庭3	6	11.8	36	9	25.0	18.1±26.5	80
真庭2	5	9.5	30	7	23.3	19.4±37.6	135
吉田2	6	10.5	36	8	22.2	20.2±32.0	101
真庭7	6	6.0	36	8	22.2	12.3±24.0	80
上房1	3	7.0	18	3	16.7	17.2±27.5	117
英田2	5	8.8	30	3	10.0	11.2±31.0	109
英田4	5	9.2	30	3	10.0	7.4±20.6	92
真庭1	6	12.8	36	1	2.8	5.5±10.7	41
合計	102	9.9	612	195	31.9	26.5±39.1	150
Control	102	9.9	306	21	6.9	4.4±14.0	110

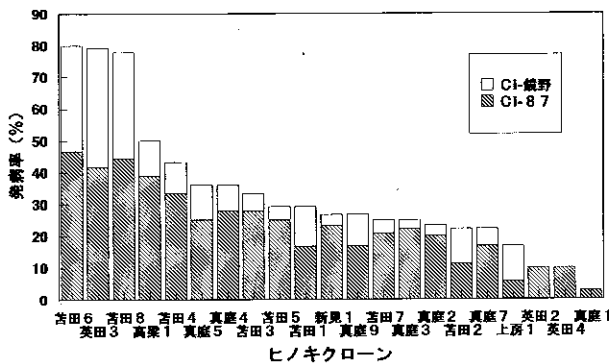


図-7 ヒノキクローン別発病率

ヒノキ21クローンへの接種試験結果を図-7と表-20に示した。発病率と樹脂流出長はクローン間で大きな変異が認められた。各クローンの発病率と樹脂流出長を比較すると、吉田6、英田3、吉田8、高粱1、吉田4で被害が激しく、真庭1、英田4、英田2、上房1で被害が軽微であった。感受性のクローン間差異については、発病率と樹脂流出長について各クローン間でU検定を行ったところ、吉田6、英田3、吉田8で他のクローンとの間に5%水準の有意差が認められ、また、真庭1は他のクローンとの間に5%水準の有意差が認められた。全体的には発病率の高いクローンは樹脂の流出長が長い傾向が認められたが、同一クローン内でも高発病率木と無発病率木が混在する場合は若干認められた。長島(1995)らは、被害木は胸高直径が大

きく、成長の良い立木に多い傾向にあると報告しており、本試験でも発病率の差にはなんらかの要因で胸高直径の大小と関係すると考えられた。本接種試験の全接種木の胸高直径と発病率との相関係数は 0.172、クローン別の平均胸高直径と平均発病率との相関係数は 0.371であり、いずれも高い相関関係は認められなかった。このことから、発病率の差は胸高直径の大小よりも、クローン間の感受性の差異が大きく関与していると考えられた。しかし、同一クローン内で高発病率木と無発病率木が若干混在する理由については不明であったため、今後その理由を解明していく必要がある。また、継時的に接種発病木の解剖調査を行い、傷害樹脂道の形成、内樹皮への樹脂の滲出、形成層の壊死状況を解明していく必要がある。

(2) 接種菌の再分離試験

接種菌の再分離試験結果を表-21に示した。

表-21 接種菌の再分離試験結果

接種菌株	分離菌の出現頻度 (%)			
	<i>Ci.japonica</i>	<i>Cr.abietina</i>	<i>S.resinae</i>	その他
Ci-87	8	0	6	58
Ci-鏡野	0	0	4	50

Ci-87、Ci-鏡野接種区の発病患部の褐変内樹皮各50切片のうち、それぞれ36切片(72%)、27切片(54%)から菌類が分離された。Ci-87接種区では低率(8%)ながら接種菌の *Ci.japonica* を再分離したが、Ci-鏡野接種区では再分離されなかった。この理由については、褐変内樹皮の全てに *Ci.japonica* が寄生定着しているとは限らないこと、すなわち内樹皮の褐変は樹脂の滲出により生じ、*Ci.japonica* が寄生した部位だけでなくその周辺部にも生じるためと推察された。*Sarea resinae* は両接種区から分離され、*Cryptosporiopsis abietina* は両接種区から分離されなかった。その他の菌類として両接種区から *Penicillium* 属菌(20%)、*Papularia* 属菌(10%)、*Cladosporium* 属菌(4%)、不明菌(74%)が分離された。

4. 病原菌とその伝染様式・発病経過の究明

(1) 病原菌の究明

表-22 寄生菌の分離*

分離菌	勝央	佐伯	鏡野	奥津	八束	湯原	勝山	大佐	新見	神郷
(分離切片数)	350	150	150	100	100	100	50	100	150	100
<i>Cistella</i>	0	0	15	7	0	5	0	0	11	15
<i>Cryptosporiopsis</i>	17	0	3	12	5	0	0	0	0	0
<i>Sarea</i>	4	0	15	0	8	35	20	9	33	23
<i>Pestalotiopsis</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Papularia</i>	19	9	5	8	15	3	0	2	2	2
<i>Cladosporium</i>	5	0	0	0	5	2	4	3	1	6
<i>Penicillium</i>	34	11	5	31	2	12	14	25	4	4
<i>Epicoccum</i>	4	0	0	4	2	1	0	1	0	0
その他の不明菌	20	11	6	38	34	36	70	32	26	26
細菌	0	2	2	1	15	9	10	38	20	48

切片数に対する出現数の割合 (%)

寄生菌の分離結果を表-22に示した。漏脂病の病原菌として報告がある *Ci.japonica*、*Cr.abietina* は約半数の調査市町村から分離されたが、分離率は比較的 low であり、病原菌としての確信は得られなかった。*Ci.japonica* に注目すると、10市町村、27本の供試木、1350切片のうち5市町、7本、66切片から分離されたが、全切片数に対する分離率は5%にすぎなかった。

漏脂病被害木は多年にわたり樹脂を流出することが知られている。そのためには樹脂道が繰り返し形成されることが必要で、そのためには患部に菌類が定着し連続的な刺激を与えることが不可欠と考えられる。しかし、同じ症状を呈する被害木患部から寄生菌を分離しても、*Ci.japonica* をはじめ普遍的に分離された菌はなかった。その理由として発病後の年数や切片採取部位による差が考えられた。すなわち、同一患部内でも最初に寄生した1種の菌だけが寄生・占有しているのではなく、その後多種の菌が寄生・競合し、経時的に菌相が変移し、発病後の年数や切片採取部位により寄生菌が異なるためではないかと推察された。

(2) 病原菌の伝染様式・発病経過の究明

菌株別 *Ci.japonica* の接種結果を表-23に示した。接種1年目、Ci-87 (佐田町産) 接種区の発病率は97.5%、樹脂流出長の平均は1箇所あたり60.8cmにおよんだ。その他

表-23 菌株別 *Cistella japonica* 接種試験 (接種1年目*)

菌株No.	接種本数	接種箇所数	流出箇所数	流出率	流出長平均±S.D	流出長MAX
Ci-85	10本	40箇所	6箇所	15.0%	2.7±10.9cm	68cm
Ci-87	"	"	39	97.5	60.8±36.8	145
Ci-93	"	"	14	35.0	5.3±11.2	49
Ci-95	"	"	7	17.7	2.1±5.5	24
Cont	"	"	9	22.5	1.7±3.7	15

* 1995年3月6日接種、11月14日調査

菌株別 *Cistella japonica* 接種試験 (接種2年目**)

菌株No.	接種本数	接種箇所数	流出箇所数	流出率	流出長平均±S.D	流出長MAX
Ci-85	10本	40箇所	1箇所	2.5%	1.5±9.2cm	59cm
Ci-87	"	"	35	87.5	57.5±44.6	153
Ci-93	"	"	0	0.0	0.0±0.0	0
Ci-95	"	"	2	5.0	0.7±3.2	16
Cont	"	"	0	0.0	0.0±0.0	0

** 1996年11月14日調査

菌株別 *Cistella japonica* 接種試験 (接種3年目***)

菌株No.	接種本数	接種箇所数	流出箇所数	流出率	流出長平均±S.D	流出長MAX
Ci-85	9本 ¹⁾	36箇所	1箇所	2.8%	1.3±7.4cm	45cm
Ci-87	"	"	21	58.3	24.1±36.7	140
Ci-93	"	"	1	2.8	0.1±0.3	2
Ci-95	"	"	0	0.0	0.0±0.0	0
Cont	"	"	0	0.0	0.0±0.0	0

¹⁾ 1本伐倒

*** 1997年11月10日調査



写真-1 癒合が完了した接種孔

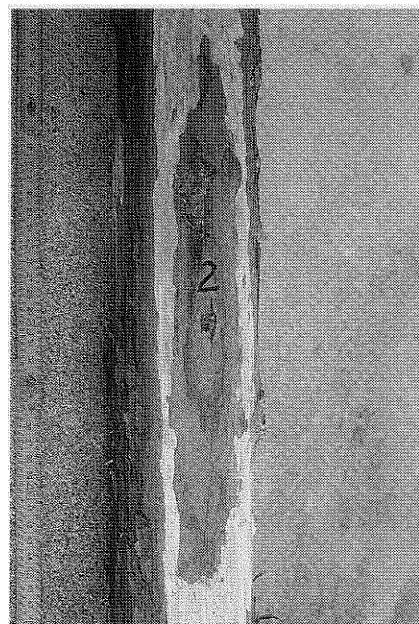


写真-2 樹脂滲出による変色

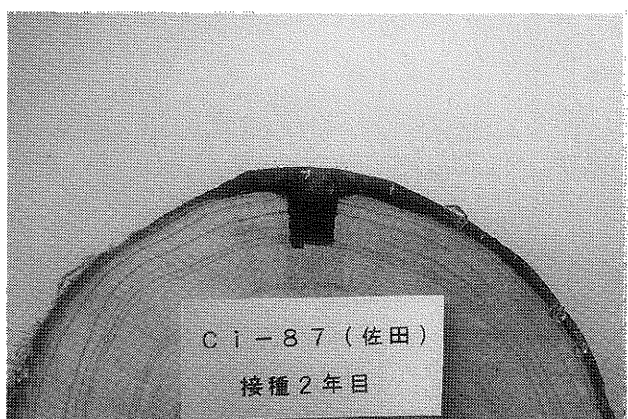


写真-3 接種孔に形成された樹脂のうと肥大成長の停止

の菌株では対照区 (無菌培地の接種) の発病率・樹脂流出長と大差は認められなかった。樹脂流出長について対照区を含む各菌株間でU検定を行ったところ、Ci-87で他の菌株間との間に1%水準の有意差が認められ、病原力の菌株間差異が示唆された。樹脂の月別流出状況は、前述した3-(1)と同じく、5月初旬頃から始まり、6~7月に

ピークを迎え、11月初旬まで流出する傾向が認められた。接種2年目以降、Ci-87では激しい樹脂の流出が継続し患部の変形へと徐々に移行したが、他の菌株と対照区では樹脂の流出は停止し接種孔が癒合する傾向が認められた。接種1年目に樹脂の流出長が20cm未満の接種箇所は2年目以降に流出が停止する傾向が認められた。

Ci. japonica 接種木の解剖結果を表-24に示した。伐倒年(1996年)に樹脂の流出が認められなかった全ての接種箇所は、カルスの伸長により癒合が完了(写真-1)または癒合寸前であった。激しい樹脂の流出が継続していたCi-87接種区では、接種孔を中心に樹脂のうが形成され、内樹皮への樹脂の滲出による変色部が樹幹縦方向に36.5cm、横方向に6.9cm確認された(写真-2)。また、接種孔を中心に玉切りしたところ、変色部の形成層は壊死して肥大成長は停止していた(写真-3)。

表-24 *Cistella japonica* 接種木解剖調査*

菌株	接種高 cm	樹脂流出長 cm	材変色部長cm			巻込状況
			縦	横	深	
Ci-85	250	-	3.0	1.5	2.5	巻込完了
	200	-	4.0	1.5	2.2	"
	150	-	15.0	6.0	2.2	巻込寸前
	100	-	4.0	2.0	2.7	"
	平均	-	6.5	2.8	2.4	
Ci-87	240	101	33.0	4.5	1.8	巻込なし
	190	93	38.0	6.5	1.2	"
	140	127	33.0	8.0	2.0	"
	90	90	42.0	8.5	2.5	"
	平均	103	36.5	6.9	1.9	
Ci-93	230	-	4.0	1.5	1.8	巻込完了
	180	-	7.0	2.0	2.8	巻込寸前
	130	-	4.0	1.5	2.4	"
	80	-	4.0	1.5	2.7	巻込完了
	平均	-	4.8	1.6	2.4	
Ci-95	220	-	5.5	1.5	2.5	巻込完了
	170	-	4.0	1.5	2.8	"
	120	-	4.0	1.5	1.5	"
	70	-	5.5	2.0	2.7	"
	平均	-	4.8	1.6	2.4	
Cont	210	-	2.0	1.5	2.0	巻込完了
	160	-	3.0	1.5	1.5	"
	110	-	3.5	2.5	1.6	"
	60	-	2.0	1.5	0.7	"
	平均	-	2.6	1.8	1.5	

* 1995年3月6日接種、1996年12月17日解剖調査

5. 被害回避試験

(1) 枝打時期による被害回避試験

枝打時期別の枝打痕からの樹脂流出状況を表-25に示した。枝打後1~2年間は、枝打痕から多少の樹脂の流出が見られ、流出本数・箇所数とも6月枝打区で多く、樹脂の流出長は両区とも全て30cm未満であった。その後、枝打痕

は癒合が進みほとんどの箇所樹脂の流出が停止し、枝打時期による差は認められない。6月枝打ち区で樹脂の流出が継続している2本・2箇所注目すると、どちらも枝打ち1年後の1995年から流出を始め、3年間継続しているが、流出長は30cm未満の少量で、樹脂色は白黄色、樹幹の変形を伴わず、典型的な漏脂病の発病患部とは考えられなかった。比較的不適と考えられる6月中旬に枝打による傷害を加えても漏脂病が発生しなかったことから、発病には林況や地況、環境等の各種要因が複合的に関与するものと推察された。

表-25 枝打時期による被害回避試験

枝打時期	枝打本数	調査年	調査本数*	樹脂流出	
				本数	箇所数
1993年 12月	155	1994	155	3	4
		1995	146	6	6
		1996	144	2	2
		1997	140	0	0
1994年 6月	154	1994	154	13	18
		1995	146	8	9
		1996	140	2	2
		1997	130	2	2

* 調査本数の減少はスギカミキリによる枯損

VI 結 論

被害・発病の推移調査と被害発生環境調査の結果、岡山県における漏脂病被害は比較的軽微であり、高い標高の林分にやや多く分布するが、健全木への感染・発病力はあまり強くなく一部の木に発生するため、適切な間伐施業により被害は防除できるものと推察された。

クローン別ヒノキに対する *Ci. japonica* 接種試験の結果、クローン間で発病率に大きな差が認められ、感受性のクローン間差異が示唆された。小林ら(1990)はヒノキ漏脂病の病原菌を *Pezicula livida*(不完全世代: *Cryptosporiopsis abietina*) と報告したが、今回の *Ci. japonica* 接種試験でも、自然発病木と同様の著しい樹脂の流出を認め、発病患部からは低率ながら接種菌を再分離したため、本菌の病原菌としての可能性が示唆された。久林ら(1993)はヒノキ次代検定林の被害調査で、ヒノキ系統間の漏脂病に対する感受性の差異を報告しており、今後はヒノキ次世代への耐性の遺伝性を調査するため、岡山県内各所に植栽されたヒノキ家系別の次代検定林において自然環境下での被害の差を調査し、家系と漏脂病との関係を解明し、育種的な被害回避法について検討する必要がある。

引用文献

小林享夫・林 弘子・窪野高徳・田端雅進・伊藤進一郎 (1990):

ヒノキ漏脂病に関する病原学的ならびに病理学的研究Ⅰ.病原菌の探索・分類と病原性, 森林総研報357: 51~93.

久林高市・山下力夫(1993):長崎県におけるヒノキ漏脂病の被害実態と発生環境. 長崎県総合農林試験場研究報告(林業部門) 24: 6~7.

長島征哉(1995): 関東・中部地方におけるヒノキ漏脂病の被害と発生要因. 森林防疫44: 9~17.

岡本安順(1998): クローン別ヒノキに対する *Cistella japonica* の接種試験. 森林応用研究 7 :177~180.

周藤靖雄(1991): ヒノキ漏脂病患部から分離した *Cistella* sp. とその病原性. 102回日林論: 317~318.

周藤靖雄(1995): ヒノキ漏脂病発病木と *Cistella japonica* 接種発病木の患部組織解剖. 日林関西支論4 :159~160.

周藤靖雄(1995): ヒノキ漏脂病の被害実態と防除技術に関する調査. 森林防疫44:46~53.

Suto, Y. (1997): Etiology of the Resinous Stem Canker of *Chamaecyparis obtusa*: *Cistella japonica* as the Causal Agent. J. For. Res. 2: 59~65.