

ヒノキ・ヒノキアスナロ漏脂病の発生機序*

鈴木和夫**・福田健二**・梶 幹 男**・紙谷智彦***

Mechanisms on the Incidence of “Rooshi” Pitch Canker of *Chamaecyparis obtusa* and *Thujopsis dolabrata* var. *Hondai*

Kazuo SUZUKI, Kenji FUKUDA, Mikio KAJI and Tomohiko KAMITANI

1. 序 説

ヒノキの漏脂病は大正時代の初期に問題にされ始めたとみられるが、学術的な報告としては北島(1927)の“各地方の森林に於て近年注意せらるゝに至りたる新病害に就て”の中で初めて取り上げられた。発生状況については「東北地方のヒノキの造林地に、しかも広大なる面積にわたって漏脂病と称せられる病害が発生して居る事は、少なくとも東北地方のヒノキ造林地を視察した人は、何人も気の付く事である」と述べられている。本病の病因については、「樹脂が漏出して居る原因は、或は某種の害虫の寄生に因るものなりと云われ、又一部気象的關係に基づくものなりとも称せられる……組織を鏡して見ると、既に此の部分に多数の菌糸の侵入せるを認める外、……」としている。以来、本病の病因についてはいろいろな説が出されているが、その主なものは北島の言及した害虫説、気象環境説、病原菌説の3つに要約できよう。

戦後、漏脂病の病因は、北島の3つの病因説を基にした“ヒノキの漏脂病について”(伊藤1954)の論述に代表され、「本病の病因に関する従来の見解は以上のとおりで、これが生物によるとする説は影がうすくなり、雪圧あるいは凍害というような気象因子がより妥当性があるやにみえる。」(伊藤1971)と考えられてきた。同時に、伊藤は「本病病因の確定はなお今後に残された問題というべきであろう」と結んでいる。

一方、漏脂病被害発生地域におけるヒノキの造林についてみると、明治末期から大正時代および昭和初期にかなり力を入れて植栽された東北地方のヒノキ林は主として本病によって造林不成功とされ、戦後東北地方の国有林ではヒノキの造林は中止された(伊藤1966)。また、北陸地方では土壌条件などからスギの適地の少なかった地方において明治末年以降積極的にヒノキの人工造林が行われてきたのであるが、戦後漏脂病が多数発見され、検討の結果、金沢・福井・敦賀営林署管内ではヒノキの造林が禁止された(山垣1981)。

このような状況下において、ヒノキの漏脂病は十分検討されることもなく、また問題となることもなく推移していたのであるが、近年スギの造林が拡大されていた地方においては成績不良な造林地が目立ち始め、また、マツクイムシ被害跡地における造林樹種としてヒノキが取り上げられるようになったことなどから、ヒノキの造林がふたたび関心をもたれるようになった。このような背景から、1980年代になってヒノキ漏脂病(漏脂性病害)に関する報告が現れ始め、山垣

* 本研究の一部は、文部省科学研究費補助金、一般研究(B)61480061(昭和61~63年度)によった。

** 東京大学農学部林学科 Department of Forestry, Faculty of Agriculture, University of Tokyo.

*** 新潟大学農学部林学科 Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Niigata University.

(1981)“大阪営林局管内におけるヒノキ漏脂病の現状”, 片山(1981)“既往のヒノキ漏脂病多発造林地の推移と今後の対策について”, 浜(1981)“ヒノキの漏脂病類似被害について”, 鈴木ら(1983)“ヒノキ漏脂病の基礎調査”, 山谷ら(1984)“東北地方におけるヒノキ人工林の生育状態と造林上の問題点”, 橋詰(1984)“多雪地帯におけるヒノキの人工造林に関する研究”など, ヒノキの漏脂病問題がしばしば取り上げられ, 1985年以降引き続き多くのヒノキ漏脂病に関する研究が表された。

ヒノキは本来各種ストレスに対して敏感な樹種と考えられ, 土壤乾燥の著しい環境下で樹幹より樹脂を流出させることが知られている。また, ナラタケなどの病原菌の感染によって多量の樹脂を樹幹より流下させる。枝枯性の病気として最近被害が目立ち始めたヒノキ・ビャクシン類樹脂腐朽病によっても病患部に多量の樹脂の浸出がみられる。

このようにヒノキの樹脂流出(漏脂)現象は様々な原因によって生ずるものと考えられるが, 「ヒノキ漏脂病」は, 戦後の樹病問題をとりまとめた伊藤(1971)の著書ではヒノキ徳利病とならんで「非寄生性疾病」として取り扱われており, 千葉(1971)の著書には全く取り上げられておらず, 最近の著書(鈴木1986)でも「立地環境因子による疾病」として取り扱われている。このように, 「漏脂病」という定義は, 現在その病因とともに甚だ不明確で, 「漏脂症」と使い分ける文献もあり, 再検討をせまられている。そこで, 本論では, 既往の文献を整理するとともに併せてその病因について検討を加えることを目的とし, 1) 従来の病因諸説についての再検討, 2) ヒノキの生育環境についての考察, 3) 漏脂病被害の発生実態の詳細な把握, 4) 漏脂病発生要因の解析, などの諸点を明らかにすることに努めた。

なお, 漏脂病は能登地方のアテ林業にも少なからぬ被害を及ぼしていることから, ヒノキアスナロ(アテ)の被害の実態についても論及した。

注) アテについて: 能登地方のアテは, スギと並ぶ造林樹種で, 12世紀あるいは16世紀に奥州より持ち込まれたヒバに由来すると伝えられている(日林協関西支部1953)。アテの起源とされるヒバは, 青森の代表的な林業樹種であり広義のアスナロを指すが, アテやヒバといった林業的な呼称と植物学上の和名との間には甚だ混乱がある。アスナロ属植物には, 世界にただ一種我が国のアスナロ *Thujaopsis dolabrata* と, その変種であるヒノキアスナロ *var. Hondai* がある。邦産松柏類図説(岩田・草下1954)には, アスナロには能登地方ではヒノキアスナロも含まれ, アスナロの林業品種としてクサアテ・マアテ・カナアテが能登地方で育成されているとし, ヒバはヒノキアスナロを示すとしている。一方, 樹木大図説(上原1959)には, 林業的にヒバと呼ぶ場合には東北地方のアスナロやヒノキアスナロが含まれ, 狭義にはヒノキアスナロがヒバであるとしている。そして, アテはアスナロの方言であり, アテの林業品種のうちカナアテがアスナロで, クサアテ・マアテがヒノキアスナロに当たるとしている。林業上から見ると, ヒバには南北両型があり, 主に東北地方に分布するものが北方系でヒノキアスナロをさし, 明治以降ヒバと呼ばれるようになったものであり, 本州~九州地方に広く分布するものが南方系でアスナロを指すとしている(青森営林局1963)。このように, 林業上のヒバやアテと植物学上のアスナロやヒノキアスナロの使い分けの混乱は, アスナロとヒノキアスナロとが植物学上は著しい違いがあるにも拘らず, 林業上の価値としてはほとんど違わないことに起因している。また, 昔の津軽藩がヒバの持ち出しを禁じていたことも, 能登地方のアテの起源を更に曖昧なものとした。しかし, 実際に漏脂病が発生しているのはアテの3大林業品種のうちクサアテとマアテであり(特にクサアテが弱いとされている(石川県1985)), これらはいずれもヒノキアスナロである。従って, 厳密な意味でのアスナロに漏脂病発生の記録はない。伊藤・藍野(1982)のアスナロ漏脂病とは, その記述から見てもヒノキアスナロ漏脂病と考えられる。そこで, 林業的に呼ばれているアテ漏脂病の病名は, ヒノキアスナロ漏脂病とするのが妥当と考える(鈴木1986)。

なお, この論文の一部は既に報告した(福田ら1988)。

本論文をとりまとめるにあたり御協力頂いた, 東京大学農学部山口秀幸, 新潟大学農学部川口米美両氏にお礼申し上げる。

表-1 1980年までのヒノキ漏脂病の実態調査

Table 1. Actual survey on "Rooshi" pitch canker of Hinoki up to 1980

漏脂病発地域	論 評
東北地方	漏脂病罹病木に菌体および虫糞を観察。(北島 1927)
青森県野辺地営林署 岩手県岩手・宮古・大 槌・遠野の各営林署	北上山地内部の遠野地区に被害が大きく、太平洋岸の宮古・大槌および奥羽山系の野辺地では被害は小さい。局所地形的には水湿に富み、土壌の化学性の良い所に被害が大。(山谷 1972)
秋田県仙北郡刈和野	虫害や菌害が認められなかったことから積雪圧説を提唱。(笠井 1940)
山形県最上郡釜淵 同上	漏脂病の罹病後スギカミキリの食害による枯死。(余語ら 1952)
山形県酒田市飛島	漏脂病の誘因は雪圧が最大と推測。(伊藤 1954)
福島県会津若松・猪苗 代・喜多方の各営林署	寒さへの抵抗力の弱い品種が被害大と推測。(斎藤 1956)
茨城県大子営林署	被害患部と最深積雪量がほぼ同一位置であることから、積雪と関係が深いと推測。また、漏脂病罹病木に溝腐状の被害の存在を記載。(大関・橋本 1974)
千葉県千葉営林署 (戸崎国有林)	漏脂病発生後にスギカミキリ等のカミキリムシ類の寄生。(斎藤・江島 1954)
長野県長野営林署 (保科山国有林)	漏脂病被害部に1個ずつのピンホールがある。(中村・近藤 1955)
長野県王滝・大町・長野 の各営林署	気象要因として風雪・寒害等を考えると、湿雪の影響を受けない伊那谷地方にも漏脂病があることから、全面的には賛成できない。また、菌類説とすれば、その病因が明らかでないとしている。(金森 1955)
福井県福井営林署 (黒河山・岩籠)	南信地方の伊那谷では漏脂病の発生は少なく、中信・北信地方では散見される。漏脂病罹病木にスギカミキリ類が寄生することはないが、枯死木には必ず存在する。漏脂病は積雪による傷夷が原因と推測。(浜 1965)
	漏脂病はヒノキの天然分布域以外に植栽のための生理障害に起因すると推測。生長の良いもの程その被害は大。(吉田・竹越 1954)

2. 病因諸説

序説でも述べたように、漏脂病が再び取り上げられて検討されるようになったのは1980年代以降であるので、それ以前の1980年までの考え方を表-1にとりまとめた。漏脂病に対する考え方は、伊藤(1954)の論考に代表される雪圧あるいは積雪量が何らかの決定要因となるとする考え方に同調するものが最も多く(浜 1965, 大関・橋本 1974)、積雪が殆どない地域では、積雪以外の要因として寒さへの耐性をあげるもの(斎藤 1956)がある。また、ヒノキの天然分布域以外に植栽されたため何らかの生理的な成育障害を起こしたとするもの(吉田・竹越 1954)、どの説にも納得できないとするもの(金森 1955, 中村・近藤 1955)などがある。

1980年代に入ると、時代の要求を反映して、ヒノキ造林上の問題点として漏脂病が取り上げられ、専ら原因は不明としながらも、現実的な造林上の対策を摸索している(片山 1981, 橋詰 1984, 山谷ら 1984)。

1985年以降、漏脂病(症)に関する報告が次々と表された(表-2)が、その内容は従来とは大きく異なり、「ヒノキ漏脂症の病原学的研究(予報)」(小林ら 1985)に代表されるように漏脂病に関与する病原菌に関する報告が圧倒的に多い。

そこで、本稿では、先ず既往の漏脂病病因諸説について検討を加えた。

i) 害虫説

スギカミキリなどの穿孔性甲虫類の食害に伴って、樹幹から樹脂が流出して漏脂病になると単純に考える人は殆どいないとされている(伊藤 1966)。漏脂病被害木の実態調査から(余語ら

表-2 1985年以降のヒノキ漏脂病に関する病原学的調査報告

Table 2. Mycological study of "Rooshi" pitch canker of Hinoki on and after 1985

東北地方
ヒノキ漏脂病患部に生息する2種の盤菌類(金子ら1985)
ヒノキ漏脂症患部からの分離菌による接種試験 I. 接種後2年目までの経過(横沢ら1986)
岩手県におけるヒノキ壮・老齢林の漏脂病被害と立地条件(外館・作山1986)
ヒノキ漏脂症患部から分離された糸状菌とその病原性(作山ら1987)
関東・中部地方
ヒノキ漏脂病の解剖学的観察(黒田・鈴木1985)
ヒノキ漏脂病の病原学的研究(予報) I. 漏脂症患部からの糸状菌の分離・検出(小林ら1985)
同上 II. 主要分離菌の各種針葉樹に対する病原性(林ら1985)
同上 III. 患部の <i>Pezicula</i> 属菌とその不完全世代(小林ら1986)
ヒノキ漏脂性病害の発生要因の解明 I. 人為的に傷をつけたヒノキの樹脂の分泌状況(浜1986a)
同上 II. 人為的に枝を湾曲させた場合の材内部の変化(浜1986b)
ヒノキ漏脂症の病原学的研究(予報) IV. 主要分離菌の各種針葉樹に対する病原性(続)(林ら1987)
同上 V. 関東地方における被害の実態(小林ら1988)
同上 VI. <i>Cryptosporiopsis</i> 属菌の形態および培養の変異(小林ら1988)
ヒノキ人工林における漏脂性病害の発生実態および罹病木の水分生理状態(福田ら1988)
アテ(ヒノキアスナロ)人工林における漏脂性病害の発生実態(紙谷ら1988)
ヒノキ・アテ漏脂病に関する一考察(鈴木ら1988)
関西地方
樹脂上に生じる盤菌類の一種 <i>Sarea resiniae</i> とその生理的性質(周藤1985)
九州地方
ヒノキ若齢林に見られる漏脂性病害について I. 被害の実態(河辺ら1985)
ヒノキに漏脂性病害を起こす1要因について(楠木ら1987)
県林試合同調査
ヒノキの漏脂症―「樹脂胴枯病」を除く漏脂症の発生生態と原因究明―(周藤1987)

1952, 斎藤・江島1954, 中村・近藤1955, 浜1965), 二次性害虫のスギカミキリ, ヒバノキクイ, ヒバノコキクイ, ヒメスギカミキリなどは漏脂病などによって樹勢が衰えてから侵入するものと考えられている(注: スギカミキリは健全な生立木をも加害し, ヒメスギカミキリは伐倒木ないし極度の衰弱木にのみ寄生することが知られている(小林富1982))。このようなスギカミキリ被害木の樹幹からは樹脂が多量に流出し, 被害部にカルスが形成されたり, 溝状に陥没したりするものもある(小林富1982)が, このハチカミ症被害は漏脂病症状と著しく異なり, 容易に区別され得るものである。

九州地方ではヒノキの漏脂性病害の分布がヒノキカワモグリガの分布域(スギ生立木の被害)と一致し, その被害材の患部にヒノキカワモグリガの食痕があることから, 穿孔性害虫であるヒノキカワモグリガがヒノキの漏脂性病害発生の侵入門戸になっている場合のあることが指摘されている(楠木ら1987)。このように, ヒノキカワモグリガの加害部樹幹からは樹脂が漏出して, これが若齢幼虫の発見の手掛かりとなるとされている(小林富1982, 倉永1985)が, 一般には典型的な漏脂病被害木にはスギカミキリやヒノキカワモグリガなどの加害痕が認められないのが普通である(斎藤1956, 鈴木ら1983)。

比較的温暖な地方の千葉県下にヒノキ漏脂病の発生することを初めて報告したのは中村・近藤(1955)であったが, この報告には「漏脂の被害部に近い材部に1個ずつのピンホールがあって防腐帯線(注: 変色域のことか)がこのピンホールから始まったかのようにみられる」とあり, 被害材

の写真が添付されている。この記述と写真は、この被害が漏脂病の典型的なものではなく、その後奥田(1985)の報告したニホンキバチによる被害と考えられる。また、山谷ら(1984)の調査においても「胸高付近にできたピンホールから、ちょうど、樹脂が漏出、流下している罹病初期のヒノキが多かった」と報告があり、この被害も典型的な漏脂病被害ではなくキバチ類による加害が含まれるものと推測される。

このような昆虫類と漏脂病との関連については、ニホンキバチ-Amylostereum 属菌との関係に見られるように、キバチ類が漏脂病患部に生息する病原菌の媒介者の役割を果たしたり、病原菌の侵入門戸を作る(後述)といった二次的な関与の可能性は十分考えられる(奥田1985)ものの、典型的な漏脂病との関連性は殆ど考えられないとするのが妥当であろう。

漏脂病との関連についてはこれらの昆虫類以外にも、浜(1981)は、各地で漏脂病といわれている被害の中にはノネズミやノウサギによって生じた被害が含まれているのではないかと指摘している。

ii) 病原菌説

漏脂病の病因として菌類の関与を最初に示唆したのは北島(1927)であったが、その後病原菌説に同調する者は殆どいなかった。近年、ヒノキの漏脂現象と菌類の関係について、樹脂胴枯病(佐々木・小林1973, 1975)と樹脂溝腐病(周藤1980, 1985)が新しい病気として取り上げられた。樹脂胴枯病は病患部からの多量の樹脂流出が特徴とされ、感染は殆ど苗木と幼齢木に限られる。10年生以上の壮齢木の場合には感染は若齢な枝に限られることから漏脂病とは判然と区別されるものと考えられる。一方、樹脂溝腐病は、病原菌 *Sarea resiniae* の病原性が微弱であるとされており、ヒノキの樹脂の異常流出との関係については今後の課題として残されている。

鈴木ら(1983)は「ヒノキ漏脂病の基礎調査」として漏脂病患部から病原菌を分離し、漏脂病と菌類との関連性について検討する必要があるとした。

このような経緯から1985年以降、ヒノキ漏脂病については菌学的な観点からの調査報告が次々と表され(表-2)、国立林試本・支場によって東北、関東、中部、九州地方における漏脂病被害の実態がそれぞれ明らかにされ(金子ら1985, 小林ら1985, 浜1986 a, b, 河辺ら1985)、また、県林試の合同調査結果(周藤1987)がとりまとめられた。

このような調査結果では、ヒノキ漏脂病の患部から *Sarea resiniae* と *Pezicula livida* (*Cryptosporiopsis abietina*) が広く分離された(小林ら1985, 金子ら1985, 作山ら1987)。そして、これらの病原菌の接種試験の結果、*Sarea resiniae* の病原性は微弱で、漏出した樹脂上に生息する菌であろうと推測された(林・小林1985, 林ら1987)が、*Pezicula livida* (*Cryptosporiopsis abietina*) には病原性があることが確認された(林・小林1985, 横沢ら1986, 林ら1987)。

Pezicula livida は、ヨーロッパでは広く針葉樹の枝などに認められる腐生性の病原菌とされており(DENNIS 1968)、また、その不完全世代である *Cryptosporiopsis* 属菌は、カンタン(コオロギ上科)の産卵痕から侵入・感染してカエデに胴枯型病斑を生ずることが知られている(TAYLOR 1983)。我が国では、*Cryptosporiopsis* 属菌はスギやヒノキの生立木の変色材部から検出されており(鈴木ら1984, 山田・奥田1987)、比較的普遍的に存在する病原菌のようにも考えられるが、今後の検討が必要であろう。

iii) 気象環境説

北島(1933)は、漏脂病の発生環境について「冬季の北風を受くる北面の林地に甚しくて、南面した個所には軽少なる事実とか、又は、ヒノキの頭が積雪以上に出てから、其被害を見る事実の如きことを考察して見ると、冬季に於ける積雪、寒気及び風の如き林地の気候的環境因子から起る裂傷ではあるまいかと云うことは、先づ考えなければならない問題と思ふが……」と考察している。

笠井(1940)は「私は先ず其の積り(注:北島(1927)の考察した昆虫説,気象説,菌類説のこと)で研究調査に手を着けたのだが、私は遂に何等の昆虫をも、菌糸をも認めるに至らないのであった。(略)かくて生物が関与しているといふ考え方は従って私の放棄せねばならぬものになったのである。私は本病の病因を為すものは実に積雪圧に外ならずと信ずるのである。其の立脚地は下記の諸点に在る。」として、1)積雪地方に限られた現象であること、2)ヒノキにだけに見られる現象であること、3)樹齢20年前後の壮齢のヒノキに発現すること、4)樹幹上の傷口は枝の分岐点付近に多く、この場所は無理な荷重が加わった局部と思われること、5)漏脂孔の多くは枝の上側に生じていることから、積雪圧による歪が枝の上側に現れやすいことと一致していること、6)昆虫や菌類と雪との関係が明白でないこと、などを根拠として雪圧説を主張した。

山谷(1972)は東北地方のヒノキ人工林について、“林齢40年以上の既往の造林地の生育状況は、木曾地方のヒノキ林に対比して、一般に、良好であり、奥羽山系や青森県下でも、とくに成長が劣るようなことはない。……このようにみると、東北地方にもかなり広くヒノキの造林が可能であるように考えられるが……”として、東北地方におけるヒノキ造林の可能性を検討している。これらの中で東北地方の漏脂病被害は、冬季の低温が著しい地域で被害が大きく、また、成長の良いところ程被害大であるとし、積雪は問題となっていないとしている(山谷ら1984)。そして、東北地方において漏脂病といわれているものは、低温・寒害を誘因とし、このような地域では積雪量はむしろ少ない傾向にあるとしている。このことは、山形県下の降雪の極めて少ない場所でも漏脂病被害は発生しており、また、被害部が高い所に及ぶこと(斎藤1956)、逆に鳥取県などの雪の多い地方に漏脂病被害が少ないこと(山垣1981)などの調査結果とも一致し、雪以外にも漏脂病の発生要因についての検討が必要なることを示唆している。

このように、ヒノキ漏脂病の発生は、気象環境とともに地理的なヒノキの生育環境との関連において議論されることが少なくない。

3. ヒノキの生育環境に関する考察

わが国の主要造林樹種であるヒノキの植栽の歴史は、11世紀始めに高野山で僧侶がヒノキを植栽したことに始まるとされている。その後、ヒノキの人工造林が積極的に行われるようになったのは18世紀中頃で、この頃既にヒノキの天然分布域から外れた東北地方の弘前、盛岡、仙台、庄内の各藩においてヒノキの人工造林が行われていた(帝室林野局1937)。

ヒノキの天然林の分布を最初に表したのは河田(1929)であったが、その後、三好(1932)、河田(1940)、林(1960)らによってヒノキの天然分布と気候条件や生育環境との関係が次第に明らかにされた。ヒノキの天然分布の北限は、北緯37°10′付近の福島県永戸国有林及びいわき市赤井岳(關伽井岳)民有林とされ、南限は北緯32°20′の鹿児島県屋久島の石塚国有林とされている。

ヒノキの生育環境と気候的關係についてみると、生育温度ではスギと殆ど違わないと考えられ

ている（中村 1957）ものの、多雪地方には天然生のヒノキが少なく、長野県（木曾）・岐阜県（裏木曾・飛騨）・和歌山県（高野山）・高知県などにはヒノキの天然林が多い。河田（1929）は天然生のスギ林とヒノキ林とを比較して、夏冬における降水量の配布状態に着目し、スギ林の天然分布は冬季（1月）における降水量が100 mm以上の地域であり、ヒノキ林の天然分布は夏季（7月）の降水量が150～200 mm以上の地域であるとした。その後、河田（1940）は、スギの天然分布は1月または2月の月降水量が100 mm以上で、降水量の配布状態が秋田地方と正の相関をもつ地域で、ヒノキの天然分布は7月または8月の月降水量が200 mm以上で、降水量の配布状態が木曾地方と0.5以上の相関を有する地方にほぼ限定されるとした。

前田（1951）は、中部地方のヒノキの天然林について、多雪地帯に分布するスギに較べて寡雪地帯に分布する傾向にあるヒノキは、寒さや乾燥に対する抵抗力が大きいとし、冬季1ヶ月の降水量が100 mmを越すか、あるいはそれに近い値を示す地域、即ち気候の季節的变化は太平洋型であるが、冬季の降水量が日本海型類似の気候を示す地域がヒノキの生育に適しているとした。

高橋（1960）は、樹木の分布と積雪との関係を検討して、樹木の分布域を少雪・多雪・共通型の3型に区分し、ヒノキは少雪型に、スギは多雪型に含まれるとした。そして、ヒノキなどの少雪型の樹種の天然分布は、積雪が制限因子になっているのではないかと推測した。

このような積雪環境とヒノキ人工造林の適地との関係について、竹ノ下（1972）、中垣ら（1984 a, b; 1985 a, b）は岐阜県北部の飛騨・奥美濃・揖斐地方について一連の調査を行い、飛騨地方におけるヒノキ人工壮齡林の分布限界は積雪量との関係が深いとした。そして、ヒノキの成林の可能性のある地域は最深積雪量1.5 m以下の飛騨南部地域で、それ以北はヒノキの成林が不可能であるとした。また、奥美濃・揖斐地方においてもほぼ同様な傾向が認められるとしながらも、最深積雪量1.5～2.0 mの地帯にもヒノキの造林可能な地域が散発的に見られることから、ヒノキの人工造林の適地判定には最深積雪量のみならず立地環境や雪質などの気象環境も考慮する必要があるとした。

このように、ヒノキの天然分布に関していままでに様々な観点から検討が加えられてきたが、それぞれの見解に共通する点は、ヒノキが冬季少雪型の太平洋型気候の支配する地域にその分布の中心をもつことである。ヒノキは古くから天然分布域を越えた東北地方北部や日本海側多雪地にも造林されてきたが、既に述べたように、これらの造林地では不成績に終わった場合も少なくない。そして、このような不成績造林の原因として、いままでにヒノキ漏脂病を主とする病害との関連が取り上げられて議論されてきた（橋詰 1984, 山谷 1984）。

4. ヒノキ人工林における漏脂病の発生実態および罹病木の水分生理状態

一般に漏脂病と言われている症状には、外観的にみて様々な様相が含まれているものと思われるが、その発生実態について詳細を報告したものはいままでにない。そこで、ヒノキ漏脂病被害林分において、漏脂病発生に係わる環境要因や病徴の進展過程を明らかにするため、昭和61年12月および62年6月に実態調査を行った。同時に、漏脂病被害とヒノキ生立木の水分生理状態との関係についても検討を加えた。

調査地は石川県金沢市湯涌の21年生ヒノキ人工林で、東南東向き斜面に20 m×40 mの調査地を設置し、調査地内のヒノキの全生立木111本について被害程度、漏脂病患部の病徴、発生部位（高さ、方位）、患部長を調べた。まず、各立木の全体的な被害程度を調べるために、外観上か

表-3 被害程度別のヒノキ生立木本数
Table 3. Tree number of Hinoki classified by severity of the disease

被害度	本 数
健全	8
微害	37
中害	38
激害	28
合計	111

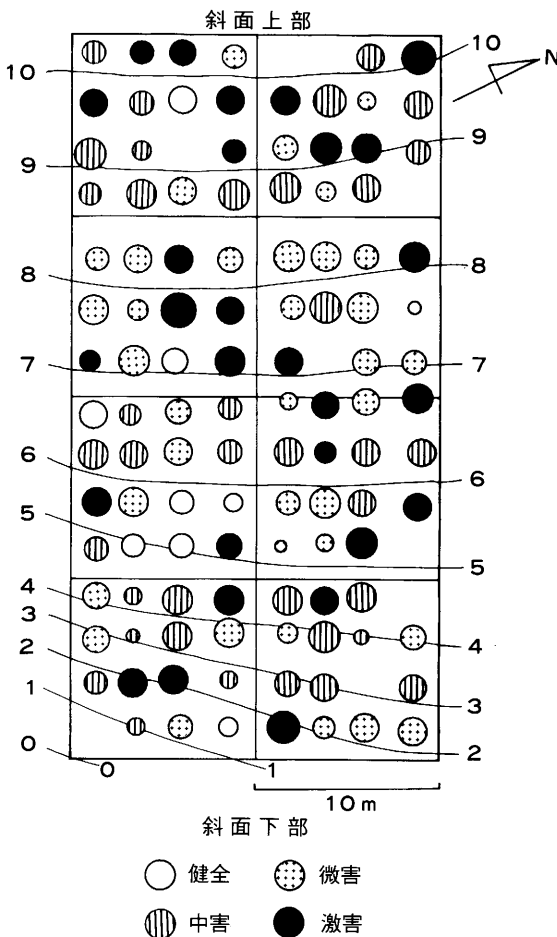


図-1 調査地におけるヒノキの立木位置および漏脂病の被害程度
円の大きさは胸高直径のサイズと対応

Fig. 1. Schematic location on Hinoki with severity of the disease at an experimental plot.

ら健全、微害、中害、激害の4段階に区分した。それぞれの病患部の病徴は、形成層が壊死して樹幹が扁平になったものを典型的な漏脂型病徴として、縦長の病患部で溝腐れ状のものを溝腐型、凍裂から発生したと思われる被害を凍裂型とした。また、外観上樹幹には何ら変形が認められないが、樹幹から樹脂が流出しているものを樹脂流出型、枝の基部から樹脂が流出しているものを枝付型として漏脂病の病徴を類型化した。

ヒノキ生立木の水分生理状態は、午前11時から午後3時までの間の水ポテンシャルの値を指標として、昭和62年6月4日プレッシャーチャンバーを用いて測定した。また、被害程度の異なる供試木から数本ずつ試料を実験室に持ち帰り、P-V曲線法を用いて萎凋点の水ポテンシャル(Ψ_w^{dp})、飽和時の浸透ポテンシャル(Ψ_s^{sat})の値を求めた。P-V曲線の作成は既報(SUZUKI *et al.* 1987)に従った。

i) ヒノキ漏脂病被害の発生実態

調査林分内のヒノキの被害程度別生立木本数を表-3に示した。調査した全生立木111本のうち健全木は8本、漏脂病罹病木は103本で、この林分の漏脂病被害率は92%であった。漏脂病被害の発生と立地環境との関係を見るために、調査地内のヒノキ全個体の位置と被害程度を図-1に示した。図-1に示されたように、漏脂病被害は調査林分の斜面上の位置とは関係なく発生していた。

病徴別・方位別の患部数を表-4に示した。調査した漏脂病の患部数は全部で736個であった。病徴別にみると漏脂型が最も多く37%、凍裂型が14%、樹脂流出型が35%で、この3つのタイプの被害が約9割を占めた。被害を方位別に

表-4 各病徴の方位別患部数

Table 4. Number of diseased part classified by direction and individual symptom

方位	漏脂病患部の病徴						合計
	漏脂型	溝腐型	凍裂型	樹脂流出型	枝付型	その他	
東	61 (0.55)	6 (0.05)	26 (0.23)	74 (0.67)	25 (0.23)	1 (0.01)	193 (1.74)
南	65 (0.59)	4 (0.04)	24 (0.22)	60 (0.54)	14 (0.13)	1 (0.01)	168 (1.75)
西	74 (0.67)	6 (0.05)	31 (0.28)	50 (0.45)	19 (0.17)	—	180 (1.62)
北	70 (0.63)	6 (0.05)	24 (0.22)	73 (0.66)	21 (0.19)	1 (0.01)	195 (1.76)
合計	270 (2.43)	22 (0.20)	105 (0.95)	257 (2.32)	79 (0.71)	3 (0.03)	736 (6.63)

カッコ内はヒノキ 1 個体当りの患部数

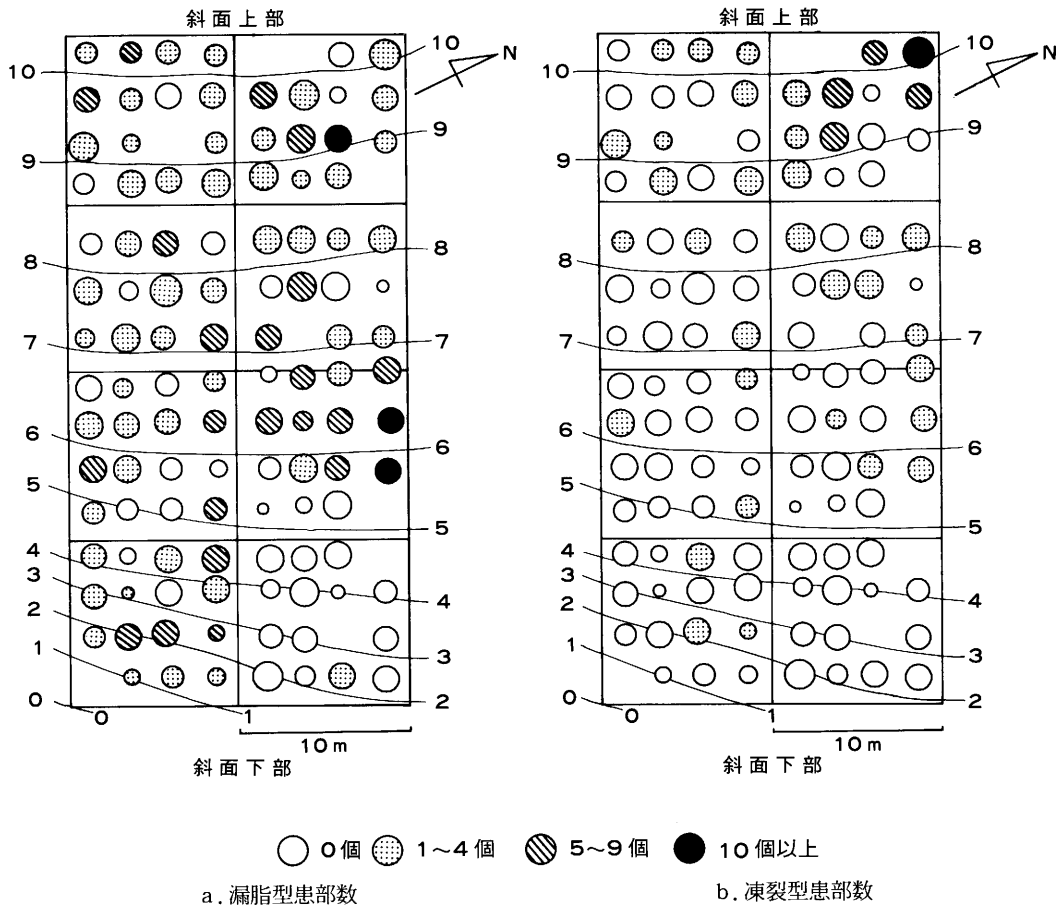


図-2 調査地におけるヒノキ生立木の病患部

Fig. 2. Schematic location on Hinoki with the severity of resinous (a) and freezing (b) type, individually.

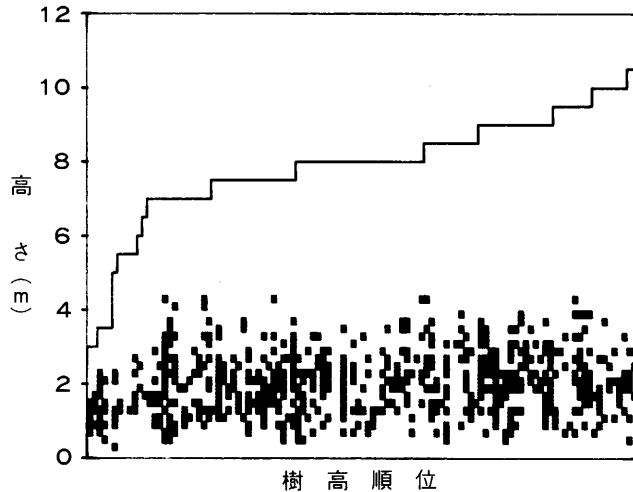


図-3 ヒノキ全立木の病患部位置

実線は樹高を表す。黒く塗りつぶされた部分は病患部の存在する部位を表す。

Fig. 3. Height of all the incidence of diseased part with tree height of Hinoki.

みると、いずれの病徴においても患部数には差が認められず、患部は全方位にわたって生じていた。なお、これらの漏脂病患部以外にも、枝打ち跡からの樹脂の流出が73例認められた。しかし、これらの枝打ち跡からの樹脂流出は、多くの場合、少量の固結した樹脂が枝打ち跡に付着しているのみで、新たに樹脂が流出している例はほとんど認められなかった。このことから、枝打ち跡からのみの樹脂の流出は、漏脂病とは異なる現象と考えられた。

漏脂型および凍裂型の病患部について、全個体の患部数を図-2に示した。漏脂型の病患部は斜面上の位置とは関係なく生じていた(図-2a)が、凍裂型の患部は斜面上部の個体に多くみられた(図-2b)。調査した林分の上部には、5~6列のヒノキ生立木を隔ててほぼ南北に林道がつけられていたことから、斜面上部に凍裂型の被害が多い現象は、林縁の近くに漏脂病被害が多いとする実態調査結果(金森 1955, 斉藤 1956)と一致した傾向であった。林縁部では、一般に林内に比べて最低気温が低く(今田・佐々木 1959)、また日中の温度較差も大きい。さらに、日射により樹皮の表面温度が高められると耐凍性が低下する(酒井 1982) ことなどから、林縁部では凍害が発生しやすいものと推測された。

林分内のヒノキ全生立木の病患部の発生部位についてみると(図-3)、病患部は樹高に関係なく、0~4.5 mの範囲に分布していた。

病徴別の患部の発生部位をみるために、地上高 50 cm 毎の平均病患部数の分布を図-4に示した。いずれの病徴でも地際部と樹幹上部には病患部は少なく、1~2 m 付近に多かった。

漏脂病病患部の多発部位について、ある程度進展した病徴と考えられる漏脂型および溝腐型病徴についてみると、被害の発生は地上 1.5 m 付近に最も多く、漏脂型では立木 1 本当たり平均 0.6 個の病患部がみられた(図-4)。ある程度以上の大きさを持つ漏脂型や溝腐型の病患部では、50 cm 長の樹幹全周に生じ得る患部数は、1つの病患部の占める表面積から考えて3~4個が最大と考えられる。また、複数の患部の癒合により一つの大きな患部を生ずる場合や、漏脂型から溝腐

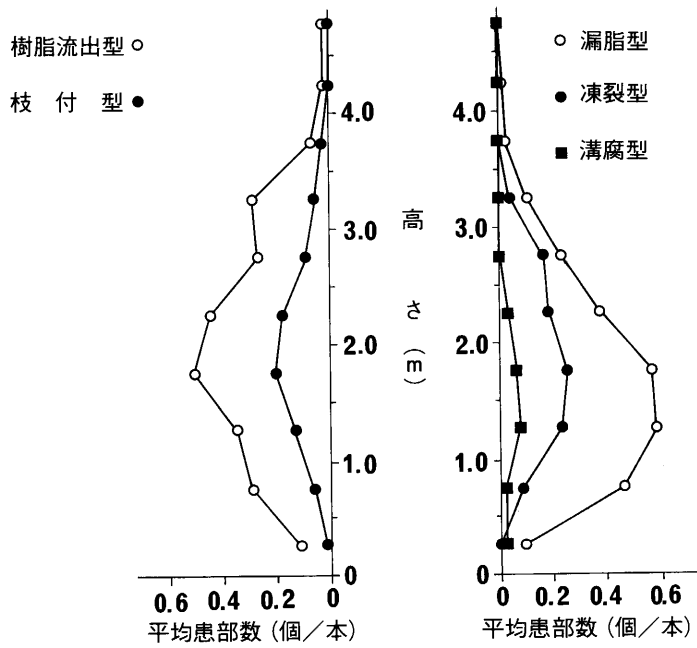


図-4 部位別病患部数

Fig. 4. Number of the diseased part classified by symptom and height.

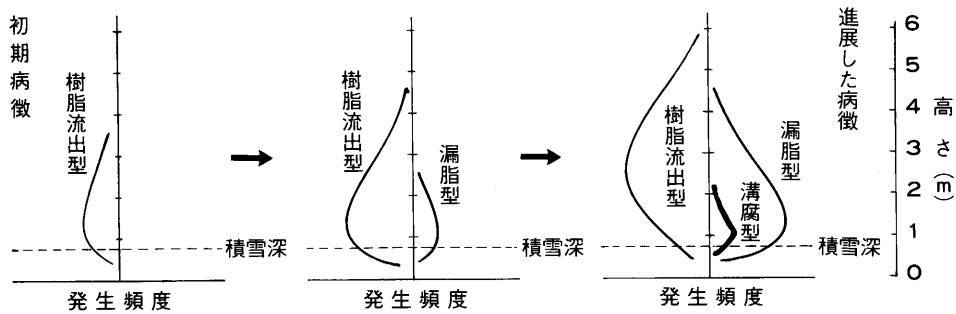


図-5 漏脂病病徴の経時的推移

Fig. 5. Schematic chart on the development of disease symptom of "Rooshi" pitch canker of Hinoki.

型へ移行するような場合もあり、50 cm 毎の平均患部数には一定の上限が存在するものと考えられる。従って、漏脂型患部の平均0.6個という数値は、かなり大きな値であるとみてさしつかえない。

一方、病徴の初期段階と考えられる樹脂流出型についてみると、病患部数は漏脂型に比較してやや高い2 m 前後に最も多く認められた。この現象は、樹脂流出型患部が時間の経過とともに漏脂型や溝腐型の大きな病患部に進展・拡大するものと考えると容易に説明できる。すなわち、樹脂流出型病患部の発生は当初 1~1.5 m 付近に最も多かったが、時間の経過とともに漏脂型など

表-5 ヒノキの日中の水ポテンシャルの平均値 (MPa)

Table 5. Average water potentials of the day on Hinoki

被害度	斜面上の位置			全 体
	上部	中部	下部	
健全	-1.27	-1.20	—	-1.21
微害	-1.13	-1.22	-1.21	-1.20
中害	-1.20	-1.12	-1.28	-1.20
激害	-1.26	-1.24	-1.21	-1.25
全体	-1.21	-1.20	-1.24	-1.21

表-6 P-V 曲線より得られた水分特性値 (MPa)

Table 6. Water potential components obtained by pressure-volume analysis on Hinoki

被害度	Ψ_w^{up}	Ψ_s^{sat}
健全	-2.81	-1.52
微害	-3.07	-1.54
中害	-3.02	-1.59
激害	-3.00	-1.62

ii) 漏脂病罹病木の水分生理状態

調査林分内のヒノキ全生立木の日中の水ポテンシャルを測定した結果についてみると、水ポテンシャルの値は、全体としては -0.9 MPa \sim -1.6 MPa の値を示して、個体間にバラツキがみられた。ヒノキ生立木の斜面上の位置および被害程度と水分生理状態との関係についてみるために、日中の水ポテンシャルの平均値を表-5 に示した。表-5 にみられるように、斜面上の位置と水ポテンシャルとの間には一定の傾向は認められなかった。

漏脂病の被害程度別の水ポテンシャルの値についてみると、いずれも平均値が -1.2 MPa 前後で、被害程度とヒノキ水分生理状態の間には一定の傾向が認められなかった。また、被害程度別に測定したヒノキの葉の水分特性を表-6 に示したが、 Ψ_w^{up} および Ψ_s^{sat} の値には、漏脂病の被害程度の違いによる著しい差違は認められなかった。これらの結果は、漏脂病罹病木の水分生理状態には異常が認められないとする鈴木ら (1983) の報告と一致するものであった。このことから、ヒノキ生立木の水分生理状態は、漏脂病によって大きな影響を受けることはないものと考えられた。

iii) 考 察

以上の結果から、ヒノキ漏脂病被害林分における発生実態の詳細が明らかにされた。すなわち、漏脂病と言われる病徴は、初期病徴と考えられる樹脂流出型および枝付型、さらにこれらの病徴の進展したと思われる漏脂型および溝腐型、凍裂から生じたと考えられる凍裂型などに類型化された。

病患部の発生部位は地上 $1\sim 2$ m の高さに最も多くみられ、このような病患部の発生状況は、

の病徴へと移行し、また、樹高生長に伴いより高い位置に新しい樹脂流出型の病患部が生じるようになった結果であると考えられる。このような漏脂病病徴の病患部数の経時的な推移を、模式的に図-5 に示した。

このような漏脂病患部の発生部位と積雪深との関係についてみると、調査地の積雪深は平均 $0.5\sim 1$ m 程度であり、病患部の位置は地上 $1\sim 2$ m 付近に最も多く、積雪深下の地際部には病患部数が少なかった (図-4, 図-5)。このように、病患部の発生は、ほぼ積雪深より高い位置に生じていた。漏脂病の発生部位については、雪中と外気の温度較差が漏脂病の発生に関与しているとする考え方があり (大関・橋本 1974)、また、凍害や霜害などの低温被害は積雪面付近に最も多く発生するとされている (酒井 1982)。これらのことを考え合わせると、地際部では積雪下の保護作用 (山谷ら 1984) により漏脂病被害の発生が少なくなっているものと推測された。

積雪深と関連が深いものと推測された。さらに樹幹上の病徴別患部数の分布様式は、樹幹各部で病徴が進展するにともなって、樹脂流出型の新たな病患部が樹幹上部に生ずるために、図-5に示されたように時間の経過とともに推移するものと推測された。

また、ヒノキの葉の水ポテンシャルおよびP-V曲線による水分特性の測定結果から、漏脂病罹病木の水分生理状態には著しい影響は認められなかった。

5. ヒノキアスナロ人工林における漏脂病の発生実態

漏脂病被害は、能登地方のアテ林業にも少なからぬ被害を与えてい

表-7 マアテ調査林分の概況

Table 7. Actual survey on "Rooshi"pitch canker of "Maate" (*Thujaopsis dolabrata* var. *Hondai*)

樹種	密度 (本/ha)	DBH(cm) 平均±SD	樹高(m) 平均±SD
ヒノキアスナロ	806	27.5± 9.4	19.5±5.1
健全木	187	22.9±12.5	15.1±6.3
罹病木	619	28.8± 7.7	20.8±3.8
スギ	137	39.8±13.4	22.9±5.1

調査面積は 40×40 m

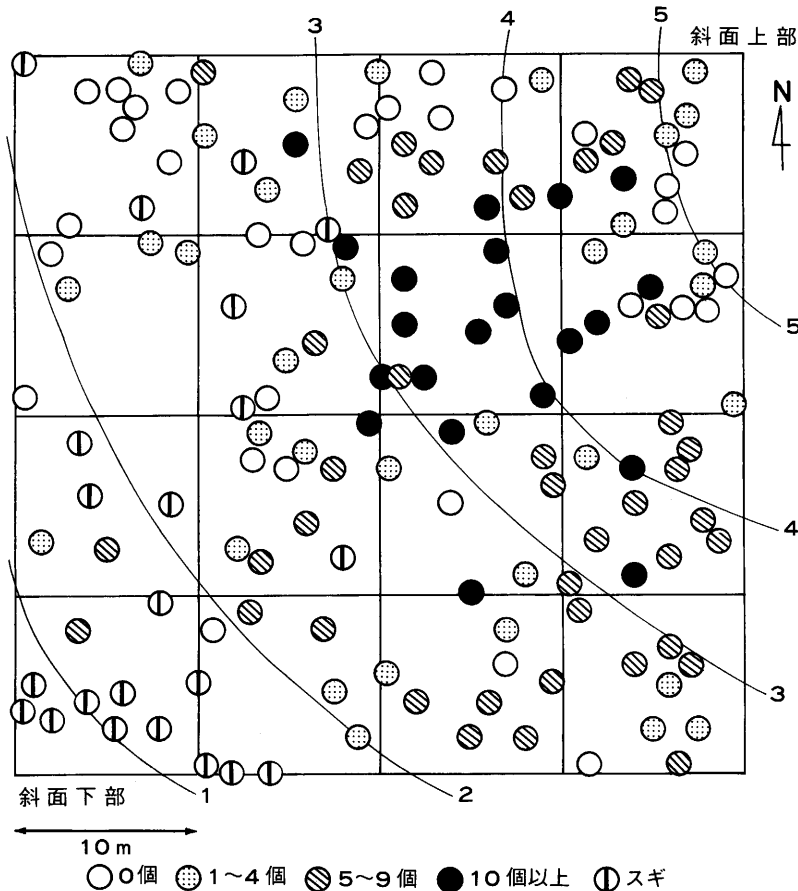


図-6 マアテ調査地の全立木の位置および患部数

Fig. 6. Schematic location on "Maate" with severity of the disease at an experimental plot.

表-8 病患部の病徴と患部長

Table 8. Number of diseased part classified by individual symptom and length

病 徴	病患部の長さ (cm)						合計
	0~50	~100	~150	~200	~250	~300	
漏 脂 型	261	251	29	8	0	4	553
溝 腐 型	11	14	8	3	1	0	37
凍 裂 型	6	8	7	4	2	1	28
樹脂流出型	6	0	0	0	0	0	6

表-9 各病徴の方位別患部数

Table 9. Number of diseased part classified by individual symptom and direction

方位	漏脂病患部の病徴				合 計
	漏脂型	溝腐型	凍裂型	樹脂流出型	
南	190 (1.47)	9 (0.07)	8 (0.06)	2 (0.02)	209 (1.62)
東	132 (1.08)	10 (0.08)	8 (0.06)	4 (0.03)	154 (1.19)
西	107 (0.83)	9 (0.07)	7 (0.05)	—	123 (0.95)
北	124 (0.96)	9 (0.07)	5 (0.04)	—	138 (1.07)
合計	553 (4.29)	37 (0.29)	28 (0.22)	6 (0.05)	624 (4.84)

カッコ内はマアテ 1 個体当りの患部数

る。そこで、アテ人工林における漏脂病の発生実態について昭和 62 年 6 月に調査を行い、とくに樹幹の病患部発生部位からみた被害の発生パターンについて検討を加えた。

調査地は石川県輪島市市ノ瀬の約 100 年生のヒノキアスナロ（マアテ）人工林で、南西向きの比較的緩やかな斜面に 40×40 m のプロットを設置した。調査地内の全ての立木について、立木位置、胸高直径、樹高を測定するとともに、漏脂病患部の病徴、発生部位（高さ、方位）、患部長を調べた。なお、患部位置が高い場合には立木にはしごをかけて調査した。また、病患部の病徴は前章のヒノキの場合と同様に、漏脂型、溝腐型、凍裂型、樹脂流出型に類型化した。

調査林分の概況を表-7 に、立木位置と被害木の分布状況を図-6 に示した。調査地の一角にはスギが混植されていた。マアテの平均胸高直径は 27.5 cm、平均樹高が 19.5 m であった。調査したマアテ全立木 129 本のうち、健全木は 30 本、漏脂病罹病木は 99 本で、林分全体の漏脂病被害率は 77% であった。

健全木と罹病木の平均胸高直径と平均樹高をみると（表-7）、漏脂病罹病木の平均値は、いずれも健全木よりも大きな値を示した（Welch の検定で 1% の危険率で有意）。また、被圧木には罹病木が少ない傾向が認められた。

林分内での平面的な漏脂病の病患部数の分布についてみると（図-6）、斜面上部に集中的に病患部の多いマアテが分布している傾向が認められた。

漏脂病患部の病徴および患部長別病患部数を表-8 に示した。病徴別の患部数は、漏脂型が 9 割を占め圧倒的に多かった。患部長は 50 cm 以上のものが約半数認められ、漏脂型、溝腐型や凍裂

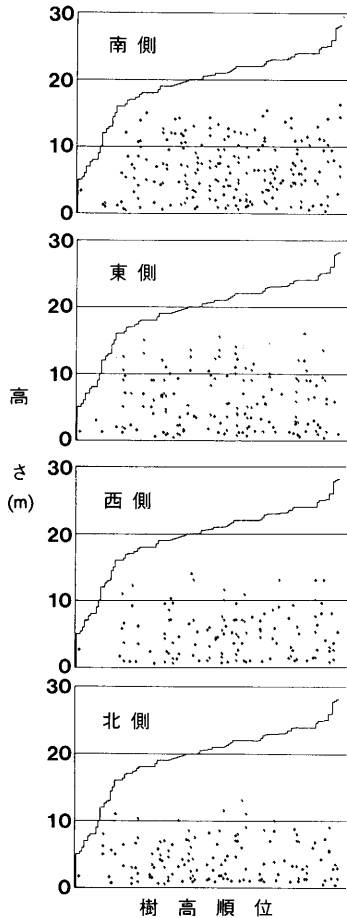


図-7 樹幹の方位別病患部の位置

Fig. 7. Height of all the incidence of diseased part with tree height of "Maate", classified by direction.

表-10 方位別病患部数の有意差の検定
Table 10. Welch's analysis on direction of the incidence of diseased part

	東	西	北
南	*	**	**
西		—	—
北			—

注) Welch の検定によった
*: 5%の危険率で有意
**: 1%の危険率で有意
—: 有意差なし

型では 200 cm をこえる場合もみられた。この林は、樹齢が高いために、時間の経過に伴う病患部の拡大が顕著となったものと考えられる。

方位別の患部数を表-9 に示した。溝腐型と凍裂型病徴では、方位別の患部数に差違が認められなかったが、漏脂型と樹脂流出型では南ないし東に患部数が多かった。方位別の患部数に有意な差があるか否かについて検討を行った結果、常に南側の患部数は他の方位の患部数に対して有意に多いという結果 (表-10) が得られた。

病患部の方位別の分布様式についてみると (図-7), いずれの方位でも、既に述べたように樹高の低い被圧木には患部が少なかった。また、西側と北側では 10 m 以下の部位に患部が集中しているのに対して、南側と東側には 10 m 以上の部位にも多数の患部が認められた。

病患部の発生実態についてさらに検討するため、病患部の高さに対応した方位別割合と平均患部数を図-8 に示した。高さ別の患部数についてみると、1~2 m の範囲に患部数のピークがみられ、樹幹の上部にゆくほど、患部は少なくなる傾向が顕著であった。

これらの結果を、前述のヒノキ人工林の場合と比較してみると、マアテ林の場合には樹齢が約 100 年、樹高が約 20 m と高かったため、病患部の位置も 10 m 以上の高さにもまで及んでいるのが特徴的であった。また、平均患部数についてみると、地上 1~2 m 部位で最大値を示し、樹幹 1 m 当り 0.7 個であった。この値は、ヒノキ林の漏脂型患部数の最大値と比較すると約 2 分の 1 に相当した。このことは、漏脂病被害の進展した壮齢林では、病患部の拡大や癒合が進んだ結果、樹幹単位長当りの病患部数は比較的低い値となることを示すものと考えられる。マアテ林では、平均患部数を樹高が高いことから樹幹の高さ 1 m 毎として表したために、ヒノキ林の数値と直接的には比較できないものの、患部数のピークがヒノキ林の場合と同様に、地上 1~2 m の高さ

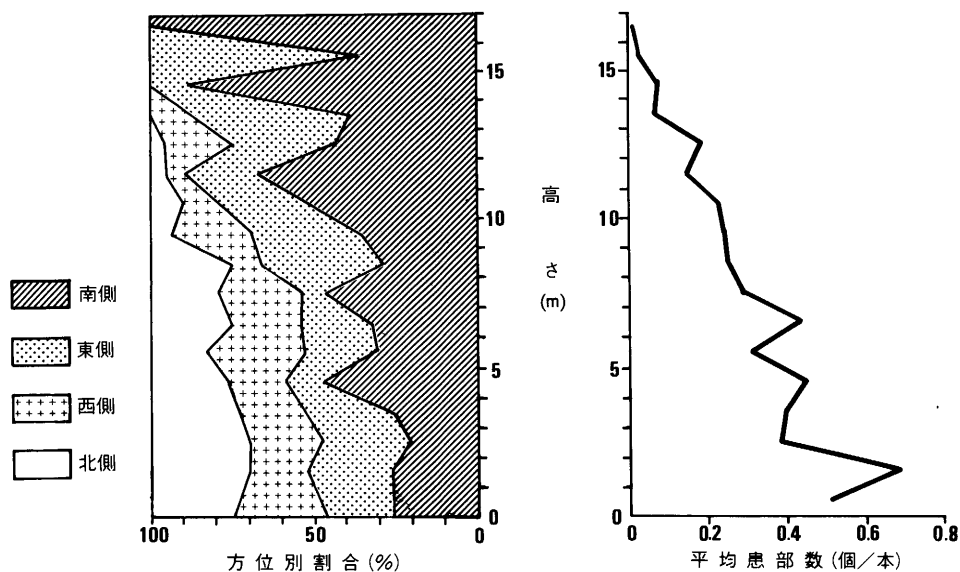


図-8 高さ別、方位別の病患部数

Fig. 8. Number of the diseased part classified by height and direction.

あったことは興味深い。因に、輪島市の積雪の最深記録は110 cm (1945年) であるが、積雪深が50 cmを越える日は年で平均3日である。これらのことは、漏脂病の発生と積雪深とが密接な関係にあることを示唆するものであろう。

患部数を方位別にみると、樹幹の上部にゆくほど南側、ついで東側に病患部が多くなる傾向が認められた。病患部が南側に有意に多かったこと(表-10)は、地上5 m以上での患部数が他の方位に比べて著しく多かったことを反映しているものと考えられる。一般に、樹幹の南側では、日中に表面温度が高まるため樹皮部の生理的活性が高く保たれ耐凍性が低く、凍害が発生しやすいといわれている(酒井1982)。また、生理的活性の高い樹幹の南側では傷害樹脂道の形成および樹脂の生成が活発であるものと推測される。これらの要因により、マアテ樹幹の南側では高い

位置まで漏脂病患部が多数生じたものと考えられる。また、南西向き斜面には凍害が発生しやすいこと(酒井1982)からも、このような漏脂病の被害には凍害に起因するものも多く含まれているものと考えられる。

以上述べた結果から、マアテ漏脂病の発生実態は、つぎのようにまとめることができる。すなわち、病徴は、漏脂型、溝腐型、凍裂型および樹脂流出型の4タイプに類型化され、これら病徴の9割は漏脂型を呈していた。病患部長は著しく長いことから、病患部は樹齢の増大とともに拡大してゆくものと考えられた。また、病患部は地上1~2 mに最も多かった。樹幹下部

表-11 既往の漏脂病病患部の発生部位

Table 11. Actual height recorded on the incidence of "Rooshi" pitch canker of Hinoki

地域	多発部位 (m)	最高部位 (m)
青森県		0.5
岩手県		3.0
山形県		3.5
福島県		3.0
茨城県	~2.0	
長野県	1.0~2.0	4.0
福井県	~2.0	5.0
北陸・山陰	1.0~2.0	6.5
長崎県	0.5~1.5	2.5

表-12 漏脂病罹病木の生育状態

Table 12. Relations on the disease severity and tree growth of Hinoki

(1) 生長が良好なヒノキに被害大とするもの。 東北地方：土壌が湿性になるに従って生長は良好となり被害大。（山谷ら 1984） 福島県：緩傾斜で湿潤な林分で激害。（大関・橋本 1974） 茨城県：緩斜面で水が停滞しそうな生長の旺盛な場所で被害大。（斎藤・江島 1954） 長野県：径級が大となる程（従って生長の良いもの程）被害大。（金森 1955） 福井県：地位が良く径級が大となる程被害大。（吉田・竹越 1954） 〃：土壌条件が良く、生長の良い箇所では被害大。（山垣 1981）
(2) 上記に逆な見解。 千葉県：被害木の直径は健全木に較べて小さい。（虫害被害あり）（中村・近藤 1955）
(3) 生立木の状態が被害程度と関連するとするもの。 山形県：林縁木や被圧木で被害大。（斎藤 1956） 福島県：立木密度の低い林分で被害大。（大関・橋本 1974） 長野県：立木密度の高い林分で被害小、林縁木や孤立木で被害大。（金森 1955）

では方位に関係なく発生していたが、5 m 以上の高さでは南側に多く、15 m 以上の部位にまで被害が認められた。このことは、漏脂病被害の発生が積雪および凍害と密接に関係していることを示唆しているものと考えられる。

6. ヒノキ・ヒノキアスナロ漏脂病の発生機序に関する考察

ヒノキの漏脂病は、既に述べたように北島(1927)によって「漏脂病と称せられる病害」として取り上げられた病害であるが、実際にヒノキの樹幹から樹脂が流出する様子は、実態調査の結果にも示されたように様々であり、また、その病因も複合病害としての様相を呈している。このような漏脂病の発生実態について、既往の研究結果と今回の調査結果とを考え合わせると、その発生に関して次のような幾つかの共通した傾向を認めることができる。

まず、発生環境についてみると、漏脂病病患部の発生方位については一定の傾向を見出すことは出来ないが、漏脂病の病患部がほぼ 1~2 m の樹幹部に多発するという共通した傾向が認められる（表-11, 図-4, 8）。

ヒノキやヒノキアスナロの生育状態と漏脂病発生との関係についてみると、生長の良好な生立木ほど漏脂病被害が大きいとするものが殆どであり（表-12, 表-7）、唯一この見解に異なる中村・近藤(1955)の報告は、既に述べたようにヒノキの漏脂病とは考えにくい。

林分内の生立木の状態と漏脂病被害発生との関連についてみると、林縁木や孤立木に漏脂病被害が目立ち、林分内での被害が小さいことも共通した傾向である。

漏脂病の発生環境を積雪との観点からみると、多くの実態調査結果（表-13）では、漏脂病の発生と積雪とは関連が深いとしている。このような関係を積極的に否定する報告としては、山谷ら(1984)は、東北地方における漏脂病被害の発生は寒さとの関係があるとした。そして、この寒さは積雪量とは相反する気象関係にあるとし、漏脂病の発生と積雪との関係を否定した。斎藤(1956)は、山形県酒田市飛島の漏脂病被害の発生実態から、漏脂病の発生と積雪とはこの孤島について当てはまらないとし、病因は不明であるとした。この2つの報告以外に、積極的に漏脂病の発生と積雪との関係を否定する報告はない（表-13）。

漏脂病の発生は少雪と思われる地方にも報告されているが（表-13）、河辺ら(1985)の報告は

表-13 漏脂病の発生環境と積雪

Table 13. Relations on the disease incidence and snowfall

(1) 積雪に起因するとする説。
秋田県：積雪地方に限られていることから、積雪圧による現象と推論。(笠井 1940)
福島県：最深積雪量と漏脂病患部の位置が一致することから、雪圧による物理的な作用又は雪の内外の温度較差によるヒノキの生理的ストレスに起因すると推論。(大関・橋本 1974)
長野県：漏脂病被害木に昆虫、病原菌類の認められないことから、積雪による傷夷に起因すると推論。(浜 1965)
福井県：多雪地帯、特に湿り気が多い雪質に起因すると推論。(山垣 1981)
北陸・山陰地方：積雪 2 m 以上になる地域に漏脂病被害が多いことから雪害に起因すると推論(橋詰 1984)
(2) 積雪との関係を否定する説。
東北地方：低温地域で被害が多いことから低温に起因すると推論。また、積雪は低温とは相反する関係にあるとする。(山谷ら 1984)
山形県：被害地の過去 20 年間の積雪量の最高は 47 cm で、積雪と漏脂病との関係を否定し、原因不明とした。(斎藤 1956)
(3) 少雪と思われる地方における漏脂病被害の発生。
茨城県：スギカミキリなどの虫害について報告。(斎藤・江島 1954)
千葉県：近年の積雪量の最高記録は 25 cm。(中村・近藤 1955)
長崎県：溝腐状被害について報告。(河辺ら 1985)

ヒノキの枝枯性病害に起因する被害についての記述と考えられ、中村・近藤(1955)や斎藤・江島(1954)の報告は既に述べたようにいずれも典型的なヒノキの漏脂病とは考えにくい。このように考えると、ヒノキ漏脂病の発生と雪や寒さなどといった気象的要因との関係を否定する報告は殆どないことになる。

以上のようなヒノキ漏脂病の発生環境から、ヒノキおよびヒノキアスナロ漏脂病の発生機序は次のように考えることができる。漏脂病の発生機序を模式的に図-9 に示した。

先ず、漏脂病にみられるような樹幹からの異常な樹脂の流出は、ヒノキやヒノキアスナロには本来樹脂道が存在しないこと(島地ら 1976)から、生立木樹幹への何らかの物理的・化学的・生物的な刺激によって生ずる傷害樹脂道の異常形成に起因する現象と考えられる(山中 1984, KURODA and SUZUKI 1985)。このような刺激が持続されれば、典型的な漏脂病へと進展するものと考えられる。そこで、この傷害樹脂道形成の刺激として、先ず、雪と寒さをあげることが出来る。

雪の刺激には、一般に匍行圧と積雪圧の二つが考えられ、それぞれが生立木の樹幹下部および樹幹上部へ著しい影響を及ぼしているものと思われる。生立木樹幹下部への雪の影響は、匍行圧の物理的ストレスになって現れ、地際部などに亀裂を生じさせ、生立木樹幹に物理的な損傷を作るものと考えられる。このような匍行圧のストレスの程度は、斜面や立地環境などによって異なるものと推測される。

樹幹上部への雪の影響は、積雪圧の物理的ストレスによって生じるもので、枝付き部を中心とした樹幹に引っ張りなどの応力刺激を与え(笠井 1940)、傷害樹脂道形成の誘因となるものと考えられる。その影響の程度は積雪量のみならず雪質によっても大きく異なる(山垣 1981)ものと考えられる。このようないわゆる“雪”によって生ずる物理的ストレスの程度は、今後、その詳細が明らかにされなければならないが、その程度が甚だしい場合には、冠雪害などの雪害として

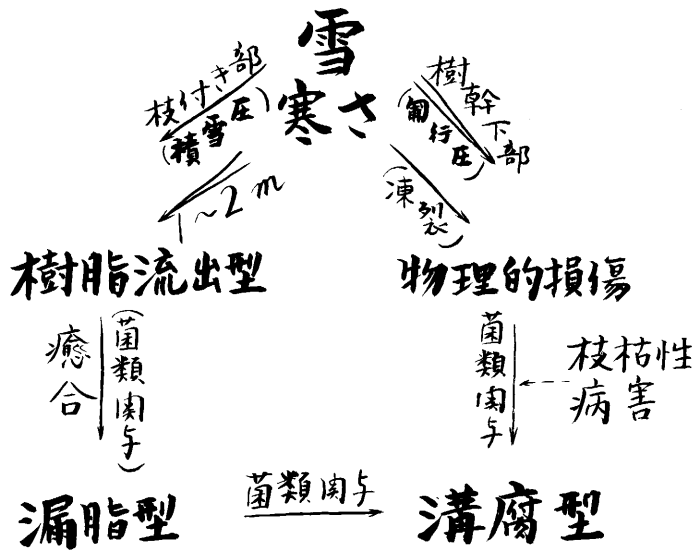


図-9 漏脂病の発生機序

Fig. 9. Mechanisms on the development of "Rooshi" pitch canker of Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) and Hinoki-asunaro (*Thujaopsis dolabrata* var. *Hondai*).

図-9中の物理的損傷のカテゴリーに含まれる(橋詰 1984)ことになる。

寒さの刺激としては、その被害程度が外観的には明瞭でない軽いものと、外観上凍裂となって現れるものとに区分できる。前者の場合には、内樹皮内に小さな壊死斑を生じ、その周囲に傷害樹脂道が形成され、その程度が軽い場合には樹幹から樹脂が点出するもので、初期の樹脂流出型病徴を示す。多くの場合には、この壊死斑は不規則に多数形成されて、ある程度癒合し、典型的な樹脂流出型を呈するものと推測される(未発表)。このような被害の発生部位は、既に述べたように積雪あるいは積雪面付近と一致する(大関・橋本 1974, 酒井 1982)のが一般的であろう。そして、積雪面下では外気との温度較差から樹幹部が保護されて、被害が少なくなっていく(山谷ら 1984)ものと考えられる。

寒さの被害が顕著で凍裂などを生じた場合には、この凍害は樹幹の物理的損傷のカテゴリーに含まれることになる。凍害の林分内における発生は林縁部に目立つのが一般的な傾向として認められ(酒井 1982)、また、このような寒さによる被害の程度は、冬季の低温(山谷ら 1984)や耐凍性の季節的な変化とも密接な関係をもつ(鈴木 1986)ものと考えられる。従って、このような被害は、うっ閉した林分内ではその微気象的環境や立地環境から、被害程度が比較的軽いもの(金森 1955, 斎藤 1956, 大関・橋本 1974)と推測される。

一般に、生立木樹幹からの樹脂の異常滲出には様々な原因が考えられるが、以上に述べた誘因に基づく漏脂病を本態性漏脂病と呼ぶことにする。本態性漏脂病の病徴は、既に述べたようにその外観から、樹脂流出型、漏脂型と溝腐型の3型に分けて考えることが出来る(図-9)。一般的には、病徴初期と考えられる樹脂流出型は、内樹皮内で壊死部がさらに癒合・拡大して漏脂型に進展するものと考えられる。この病徴の進展・拡大過程では菌類が関与する場合もあり得よう。こ

の漏脂型病徴に、さらに *Sarea resiniae* や *Pezicula livida* (*Cryptosporiopsis abietina*) などの菌類が関与する(周藤 1980, 小林ら 1985) と、溝腐型病徴に移行すると考えられる。

一方、漏脂病被害には、雪や寒さによって生じた物理的損傷部に種々の菌類が関与してその損傷部位が拡大され、溝腐型を呈する場合も少なくない。また、このような溝腐型を呈する被害には、枝枯性病害が進展して溝腐型を呈する被害(河辺ら 1985) も含まれる。このように、溝腐型被害を呈するものには、生立木の樹齢にともなって様々な被害が含まれているのが実状であろう。

ヒノキ漏脂病の発生機序について、伊藤(1954)は、“ヒノキに漏脂病がおこるには、何らかの傷口がなければならぬ”とし、“雪圧による傷であろうと、凍害による損傷であろうと、また害虫その他の動物による傷口であろうと、とにかく傷痕と樹脂の滲出形成を結びつけた病理解剖学的研究を行うことによってこそはじめて、この点の病因が解明される”とした。その後、KURODA and SUZUKI (1985) は、漏脂病における樹脂の異常滲出は、内樹皮における傷害樹脂道の異常形成に起因することを明らかにしたが、傷害樹脂道の異常形成を促す誘因については不明であるとした。

本論文における検討結果から、漏脂病は、雪や寒さといった気象環境要因を誘因として初期病徴が形成されるものと考えられた。そして、ヒノキあるいはヒノキアスナロが、その後もこのような物理的ストレスを引き続いて被るか、あるいは初期病徴部位に菌類が関与して傷害樹脂道形成の刺激を持続させるかして、漏脂病の初期病徴を進展・拡大させた場合には、本態性漏脂病へと移行するものと考えられる。このようなヒノキ生立木樹幹からは、樹脂が異常に流下し続けるのである。

ヒノキには枝が細く材質が優れている京都系または木曽系といわれるホンピと、枝が太く材質が悪い高野系または高知系と呼ばれているサクラヒとがあるとする説(中村 1957)があり、漏脂病の発生とこのような品種との関係は密接であるとする考えから、枝太型は本病にかかりやすいとする報告(金森 1955, 斎藤 1956)がある。しかし、ヒノキの天然林集団の遺伝的変異について調べた最近の報告によると、天然林が人工林に較べて著しく高い変異性を有するにも拘らず、人工林の造成に利用された種子源はごく限られた地域のものであることが明らかにされつつある(白石ら 1987)。このようなことから、漏脂病抵抗性に対するヒノキの系統についての検討は、今後の新たな課題であろう。

要 旨

漏脂病はヒノキやヒノキアスナロ(アテ)の生立木樹幹から樹脂が異常に流出する現象であって、大正初期から林業上問題とされてきた。本病の病因については、いままでに雪圧説、害虫説、病原菌説などがあって、十分に納得できる説明が得られていなかった。

ヒノキやヒノキアスナロの漏脂病の発生実態について詳細に調査した結果、漏脂病の病徴には、初期病徴として樹脂流出型、初期病徴の癒合・進展した型として漏脂型、さらにこれらの病患部に菌類が関与した溝腐型があり、この3つが漏脂病の典型的な病徴と考えられた。このような病徴を示す病患部は、地上1~2mの高さに最も多くみられた。このような病患部の樹幹上における発生状況は、積雪深と関係が深く、経時的に推移するものと考えられた。

漏脂病の発生誘因について検討した結果、漏脂病は雪や寒さといった気象的因子を誘因とし

て、内樹皮に傷害樹脂道を異常形成させて、樹脂流出型の初期病徴が形成されるものと考えられた。ヒノキやヒノキアスナロ生立木が、このような環境ストレスを引き続いて被るか、あるいは初期病徴が癒合・拡大して漏脂型へと進展し、また、凍裂などの物理的損傷部位や漏脂型病徴を呈する部位に菌類が関与すると、溝腐型病徴へ移行するものと考えられた。そして、このようなヒノキやヒノキアスナロ生立木からは、樹脂が異常に流下し続けるものと考えられた。

キーワード： ヒノキ、ヒノキアスナロ、漏脂病、発生機序、複合病害

引用文献

- 1) 青森営林局：青森のヒバ。110pp., 青森営林局, 1963.
- 2) 千葉 修：樹病学。226pp., 地球社, 1971.
- 3) DENNIS, R. W. G.: British Ascomycetes. 445pp., Verlag von J. Cramer, 1968.
- 4) 福田健二・山口秀幸・梶 幹男・鈴木和夫・紙谷智彦・柳田範久・川口米美・矢田 豊：ヒノキ人工林における漏脂性病害の発生実態および罹病木の水分生理状態。99 回日林論, 541-542, 1988.
- 5) 浜 武人：長野県下でみられたヒノキ漏脂病の発生に関する一考察。13 回日林中部支講, 44-46, 1965.
- 6) ————：ヒノキの漏脂病類似被害について。森林防疫 30, 49-50, 1981.
- 7) ————：ヒノキ漏脂性病害の発生要因の解明 I。人為的に傷をつけたヒノキの樹脂の分泌状況。34 回日林中部支論, 73-74, 1986a.
- 8) ————：ヒノキ漏脂性病害の発生要因の解明 II。人為的に枝を彎曲させた場合の材内部の変化。34 回日林中部支論, 75-76, 1986b.
- 9) 橋詰隼人：多雪地帯におけるヒノキの人工造林に関する研究 (I) 山陰地方の高海拔地及び北陸地方における高齢級人工林の生育状況と多雪地帯のヒノキ造林に関する二、三の考察。鳥取大演報 14,1-28, 1984.
- 10) 林 弘子・小林享夫：ヒノキ漏脂症の病原学的研究 (予報) II。主要分離菌の各種針葉樹に対する病原性。96 回日林論, 479-480, 1985.
- 11) ————・————・窪野高德：ヒノキ漏脂症の病原学的研究 (予報) IV。主要分離菌の各種針葉樹に対する病原性 (続)。98 回日林論, 521-522, 1987.
- 12) 林 弥栄：日本産針葉樹の分類と分布。202pp., 農林出版, 1960.
- 13) 伊藤一雄：ヒノキの漏脂病について。森林防疫ニュース 29, 324-326, 1954.
- 14) ————：日本における樹病学発達の展望—日本樹病学史—(III)。林試研報 193,1-375, 1966.
- 15) ————：樹病学大系 I。279pp., 農林出版, 1971.
- 16) ————・藍野祐久：原色樹木病害図鑑。200pp., 創文, 1982.
- 17) 石川県農林水産部：能登のあて。18pp., 石川県, 1985.
- 18) 岩田利治・草下正夫：邦産松柏類図説 (増訂版)。247pp., 産業図書, 1954.
- 19) 紙谷智彦・柳田範久・川口米美・鈴木和夫・福田健二・梶 幹男：アテ (ヒノキアスナロ) 人工林における漏脂性病害の発生実態。99 回日林大会講要旨, 134, 1988.
- 20) 金森久治：保科山国有林におけるヒノキの漏脂病について。造林技術研究 1955, 4-19, 長野営林局, 1955.
- 21) 金子 繁・横沢良憲・陳野好之：ヒノキ漏脂症患部に生息する 2 種の盤菌類。日林東北支誌 37, 221-222, 1985.
- 22) 笠井幹夫：鉄道防雪林に於けるヒノキの漏脂病に関する一考察。日本雪氷協会月報 2, 159-162, 1940.
- 23) 片山修之：既往のヒノキ漏脂病多発造林地の推移と今後の対策について。日林関西支講 32, 45-49, 1981.
- 24) 河辺祐嗣・久林高市・清原友也・橋本平一：ヒノキ若齢林に見られる漏脂性病害について (I) 被害の実態。日林九支論 38, 177-178, 1985.
- 25) 河田 杰：四季を通ずる降水量の配布状態がすぎ、ひのきの天然分布に及ぼす影響。日本学術協会報告 5, 383-390, 1929.
- 26) 河田 杰：四季を通ずる降水量の配布状態がすぎ、ヒノキの分布に及ぼす影響。95pp., 興林会, 1940.
- 27) 北島君三：各地方の森林に於て近年注意せらるゝに至りたる新病害に就て。日林誌 9(8), 34-42, 1927.

- 28) ———: 樹病学及び木材腐朽論. 534pp., 養賢堂, 1933.
- 29) 小林富士雄編: スギ・ヒノキの穿孔性害虫—その生態と防除序説—. 166pp., 創文, 1982.
- 30) 小林享夫・林 弘子・楠木 学・窪野高德: ヒノキ漏脂症の病原学的研究(予報) I. 漏脂症病患部からの糸状菌の分離. 96 回日林論, 477-478, 1985.
- 31) ———・窪野高德・林 弘子・楠木 学: ヒノキ漏脂症の病原学的研究(予報) III. 患部の *Pezicula* 属菌とその不完全世代. 97 回日林論, 505-506, 1986.
- 32) ———・林 弘子・伊藤進一郎・田端雅進・窪野高德・野澤彰夫・小倉健夫・長島征哉: ヒノキ漏脂症の病原学的研究(予報) V. 関東地方における被害の実態. 99 回日林論, 537-538, 1988a.
- 33) ———・伊藤進一郎・田端雅進・窪野高德・佐野信幸: ヒノキ漏脂症の病原学的研究(予報) VI. *Cryptosporiopsis* 属菌の形態および培養の変異. 99 回日林論, 539-540, 1988b.
- 34) 今田敬一・佐々木準長: 凍害と霜害. 198pp., 北方林業会, 1959.
- 35) 倉永善太郎: 九州地方におけるヒノキカワモグリガの地理的分布と被害実態. 森林防疫 34, 201-206, 1985.
- 36) KURODA, K. and SUZUKI, K.: Anatomical studies on "Rooshi" resinous canker of Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*). 日林誌 67, 63-66, 1985.
- 37) 楠木 学・河辺祐嗣・清原友也・堂園安生・橋本平一・倉永善太郎: ヒノキに漏脂性病害を起こす 1 要因について. 98 回日林論, 523-524, 1987.
- 38) 前田禎三: ヒノキの群落組成と日本海要素について. 演習林 8, 21-44, 東京大学農学部附属演習林, 1951.
- 39) 三好東一: ヒノキに関する材質の生態的調査(第一報). 皇室林野局林業試験報告 2(1), 1-117, 1932.
- 40) 中垣勇三・竹ノ下純一郎・稲部正徳: 岐阜県北部のヒノキ人工造林限界に関する試験(II)—古文書からみた飛騨地方のヒノキ造林の北限—. 岐阜県寒冷地林業試験場研究報告 7, 9-17, 1984a.
- 41) ———・稲部正徳・桂川 道・出崎直人・高井哲郎・山口 清: 岐阜県北部のヒノキ人工造林限界に関する試験(III)—奥美濃地方におけるヒノキ造林の限界—. 岐阜県寒冷地林業試験場研究報告 7, 18-31, 1984b.
- 42) ———・水谷和人: 岐阜県北部のヒノキ人工造林限界に関する試験(IV)—揖斐地域におけるヒノキ造林の限界—. 岐阜県寒冷地林業試験場研究報告 8, 2-22, 1985a.
- 43) ———・竹ノ下純一郎: 岐阜県北部のヒノキ人工造林限界に関する試験(V)—総括編—. 岐阜県寒冷地林業試験場研究報告 8, 23-42, 1985b.
- 44) 中村克哉・近藤秀明: 千葉県戸崎国有林におけるヒノキの漏脂病. 64 回日林講, 246-247, 1955.
- 45) 中村賢太郎: 育林学(第2版). 342pp., 金原出版, 1957.
- 46) 日本林業技術協会関西支部: 能登のあて林業. 44pp., 大阪林野共済会, 1953.
- 47) 奥田清貴: ニホンキバチによるヒノキ生立木の変色. 96 回日林論, 487-488, 1985.
- 48) 大関昌平・橋本忠雄: 会津地方におけるヒノキの漏脂病について. 日林東北支誌 26, 137-138, 1974.
- 49) 斎藤孝威・江島正吉: 太子宮林署管内ヒノキ林枯死の原因について. 63 回日林講, 213-215, 1954.
- 50) 斎藤 諦: 山形県酒田市飛鳥に於けるヒノキ漏脂病. 森林防疫ニュース 5, 175-177, 1956.
- 51) 酒井 昭: 植物の耐凍性と寒冷適用. 469pp., 学会出版センター, 1982.
- 52) 作山 健・外館聖八朗・小林光憲: ヒノキ漏脂症患部から分離された糸状菌とその病原性. 98 回日林論, 519-520, 1987.
- 53) 佐々木克彦・小林享夫: ヒノキ, ビャクシン類の新病害—樹脂胴枯病—. 森林防疫 22, 138-140, 1973.
- 54) ———・———: *Monochaetia usicornis* (Cke. et Ell.) Sacc. によるヒノキ・ビャクシン類の樹脂胴枯病 I. 病原菌および病原性. 林試研報 271, 27-38, 1975.
- 55) 島地 謙・須藤彰司・原田 浩: 木材の組織. 291pp., 森北出版, 1976.
- 56) SHIRAISHI, S., KAMINAKA, H. and OHYAMA, N.: Genetic variation and differentiation recognized at two allozyme loci in Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*). 日林誌 69, 88-93, 1987.
- 57) 外館聖八朗・作山 健: 岩手県におけるヒノキ壮・老齡林の漏脂病被害と立地条件. 日林東北支誌 38, 116-117, 1986.
- 58) 周藤靖雄: ヒノキの新病害—樹脂溝腐病(新称)—. 森林防疫 29, 223-225, 1980.
- 59) SUTO, Y.: A new collection of a resinicolous discomycete, *Sarea resinae*, and some physiological characteristics of the fungus. 日菌報 26, 331-341, 1985.
- 60) 周藤靖雄: ヒノキの漏脂症—「樹脂胴枯病」を除く漏脂症の発生生態と原因究明—. 森林防疫 36, 117-122, 1987.
- 61) 鈴木和夫: 非寄生性疾病と大気汚染. 269-284, (樹病学概論. 297pp.), 養賢堂, 1986.

- 62) ———・山田利博・小林一三・伊藤賢介: ヒノキ漏脂病の基礎調査. 日林関西支講 34, 293-296, 1983.
- 63) ———・吉田成章・堂園安生・橋本平一・小林享夫: スギ生立木の変色・腐朽, 特に材の電気抵抗値と検出された菌類. 林試研報 328, 107-117, 1984.
- 64) SUZUKI, K., HIRATSUKA, Y. and AYER, W. A.: Pathophysiological investigations on water potential components in lodgepole pine seedlings. 日植病報 53, 39-44, 1987.
- 65) 鈴木和夫・福田健二・梶 幹男・紙谷智彦: ヒノキ・アテ漏脂病に関する一考察. 99 回日林大会講演要旨, 134, 1988.
- 66) TAYLOR, G. S.: Cryptosporiopsis canker of *Acer rubrum*: some relationships among host, pathogen, and vector. Plant Disease 67, 984-986, 1983.
- 67) 高橋啓二: 植物分布と積雪. 森林立地 2(1), 19-24, 1960.
- 68) 竹ノ下純一郎: 岐阜県飛騨地方におけるヒノキ人工造林の適地域. 森林立地 14(1), 14-19, 1972.
- 69) 帝室林野局: ひのき分布考. 239pp., 帝室林野局, 1937.
- 70) 上原敬二: 樹木大図説 I. 1300pp., 有明書房, 1959.
- 71) 山田利博・奥田清貴: ニホンキバチと共生する *Amylostereum* 属菌を接種したスギ・ヒノキ生立木の材の変色. 98 回日林論, 515-516, 1987.
- 72) 山垣興三: 大阪営林局管内におけるヒノキ漏脂病の現況. 森林防疫 30, 10-13, 1981.
- 73) 山中勝次: 針葉樹二次師部の樹脂道. 木材学会誌 30, 347-353, 1984.
- 74) 山谷孝一: ヒノキの適地性について—東北地方におけるヒノキ人工林の生育状態—. 森林立地 14(1), 7-13, 1972.
- 75) ———・加藤亮助・森麻須夫・後藤和夫: 東北地方におけるヒノキ人工林の生育状態と造林上の問題点. 林試研報 325, 1-96, 1984.
- 76) 余語昌資・三浦哲夫・遠田暢男: ヒノキの枯死原因. 林試秋田支場研究時報 4, 41-43, 1952.
- 77) 横沢良憲・金子 繁・陳野好之: ヒノキ漏脂症患者部からの分離菌による接種試験 I. 接種後 2 年目までの経過. 日林東北支誌 38, 207-208, 1986.
- 78) 吉田正次郎・竹越卓爾: 敦賀地方におけるヒノキの漏脂病について. 63 回日林講, 209-211, 1954.
(1988 年 4 月 25 日受理)

Summary

The “Rooshi” pitch canker of Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) and Ate (*Thujopsis dolabrata* var. *Hondai*) is frequently observed in heavy snowfall regions as well as the northern part of Japan. Reforestation with Hinoki has become so widespread that the pitch canker is becoming one of the most serious disease. Empirically, the “Rooshi” pitch canker of Hinoki is supposed to be one of the restriction factors on natural distribution of Hinoki forest in Japan. However, there are few scientific papers on the disease. The cause of the disease has not been explained enough.

From our survey, the “Rooshi” pitch canker is considered to be a disease complex rather than a discrete canker disease. The classic symptoms of the disease are classified into three types, that is, a bleeding type, a resinous sink type, and a grooved pitch canker type on the trunk of living tree.

In this study, we discussed on the mechanisms of the development of “Rooshi” pitch canker. A bleeding type is supposed to be an incipient stage of “Rooshi” pitch canker and caused by abiotic stress factors such as cold and snowfall. This incipient stage of the disease develops to a resinous sink type on the trunk. And, finally, a grooved pitch canker is formed on the trunk accompanying fungi such as *Sarea resiniae* and *Pezicula livida* (*Cryptosporiopsis abietina*).

Key words: *Chamaecyparis obtusa*, *Thujopsis dolabrata* var. *Hondai*, “Rooshi” pitch canker, mechanisms of the incidence, complex disease