

令和 5 年 6 月 6 日現在

機関番号：82105

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H03010

研究課題名(和文) ヒバ漏脂病に対する個体と林分の抵抗性機構の解明

研究課題名(英文) A study to clarify the factors in disease occurrence and resistant mechanism of resinous canker of *Thujopsis dolabrata* var. *hondai*

研究代表者

市原 優 (Ichihara, Yu)

国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・主任研究員 等

研究者番号：10353583

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,200,000円

研究成果の概要(和文)：地域特産樹種のヒノキアスナロ(ヒバ)の人工造林で問題となっている漏脂病は、樹幹から樹脂流出し、樹幹変形する病害であり、抵抗性品種や防除法が求められている。しかし、漏脂病は記載から長年経過するにもかかわらず、その発病機構は明らかになっていない。本研究では、樹脂流出を引き起こす植物ホルモンのエチレンに着目し、病原菌の *Cistella japonica* がエチレン生成能を有することが漏脂病の発病に関与することを解明し、接種による抵抗性選抜への基礎知見を得た。また、漏脂病被害林分において間伐施業の実証試験によって低発病率を維持し、樹皮含水率低下に伴う病原菌密度低下が発病率抑制要因であることを解明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ヒノキ・ヒバ漏脂病が発見されて以来1世紀が経過するにもかかわらず発病機構が十分に明らかにされてこなかったが、本研究により病理学的に発病機構が明らかにされた。ヒバ人工林における被害抑制を強度間伐という施業により達成できたことは、漏脂病によってそがれたヒバ人工造林促進意欲を取り戻すことにつながり、ヒバ人工造林が過疎に直面した地域にとって希望のある地域特産品産業となることに貢献する。

研究成果の概要(英文)：Resinous canker on Hiba cypress (*Thujopsis dolabrata* var. *hondai*) stems is a major problem in the Hiba cypress plantations. Nevertheless this disease has been found more than one hundred years ago, the disease mechanism has not been fully clarified. In this study, we found that ethylene production by the pathogenic fungi, *Cistella japonica*, has a role causing this disease. In a diseased forest, we clarified that disease rate could be kept at low frequency for several years by thinning treatments. It was clarified that low disease rate might be caused by low density of pathogenic fungi accompanied with low wetness of bark by thinning treatments.

研究分野：森林病理学

キーワード：ヒノキアスナロ 漏脂病 エチレン

1. 研究開始当初の背景

ヒノキアスナロ (*Thujopsis dolabrata* var. *hondai*) はヒノキ科アスナロ属の針葉樹で、青森県ではヒバ、石川県ではアテと呼ばれ、抗菌活性の高い有用樹種である。ヒバの天然分布は北海道から石川県の限られた地域に点在し、人工造林はヒノキのように全国的な植栽が無く、地域特産樹種として石川県能登半島や青森県などで造林されている。しかし、ヒバの人工造林では「漏脂病」(ろうしびょう、図 - 1) という病害が障害となっている。漏脂病は、ヒノキ漏脂病と同じ *Cistella japonica* (以下 *Cistella* 菌) が病原菌とされ、人工造林では高率で発病する場合がある。その症状は、植栽後 15 年程度から樹幹の樹皮から樹脂が流出し、数年間流出が続いて樹幹変形してしまう病害であるため、抵抗性品種や防除法が求められている。しかし、漏脂病は被害発見から 1 世紀が経過するにもかかわらず、その発病機構は明らかになっていない。

2. 研究の目的

本研究では、ヒバ漏脂病の発病機構を明らかにすることを目標とし、さらに発病率の異なるヒバ品種間での病理学的な比較により、個体レベルの抵抗性機構を解明する。とくに、樹脂流出を引き起こす植物ホルモンのエチレンに着目し、*Cistella* 菌がエチレン生成能を有することと漏脂病発病の関連を調査する。また、ヒバ漏脂病被害林分における強度間伐施業により、無間伐林分に比べ低発病率の林分を作る実証実験に短期間であるが成功しており、この林分間の発病率の差異を維持して、*Cistella* 菌の密度に着目した林分レベルの発病率抑制要因を解明する。

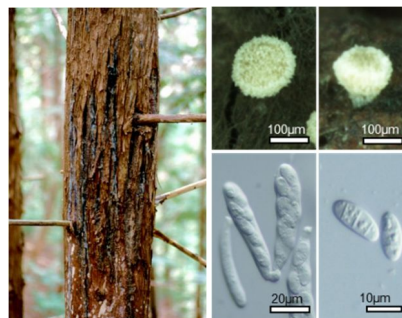


図 - 1 . ヒバ漏脂病罹病木と病原菌

3. 研究の方法

(1) 接種試験の事前準備として、接種源に用いる病原力の異なる *Cistella* 菌を選定するため、各地から *Cistella* 菌を収集し、純粋培養菌株を作成した。これらの *Cistella* 菌株のエチレン生成能を評価するため、各菌株を純粋培養した容器中のエチレン濃度をガスクロマトグラフ装置で測定した。

(2) エチレン生成能の異なる *Cistella* 菌株を接種源として抵抗性品種のヒバに接種試験を行った。また、同じ菌株を樹脂流出しやすいヒノキに接種試験を行った。接種半年後に接種部付近から流出した樹脂流出長を測定した。

(3) エチレン生成能の高い菌株を用いてヒバ品種間の感受性を比較するため、感受性品種クサアテと感受性の低い品種マアテに接種し、接種半年後の内樹皮の傷害樹脂道形成程度を指標として品種間の発病程度を比較した。

(4) 本研究で収集した *Cistella* 菌のコロニー性状にばらつきが認められたため、*Cistella* 菌の遺伝的多様性を明らかにするためにヒバ由来株とヒノキ由来株の遺伝子を解析した。

(5) 青森県むつ市の国有林のヒバ漏脂病発病林分において、ヒバ間伐試験地を設定した。本試験地において、間伐区と無間伐区を隣り合わせて設定し 2014 年に間伐処理を行った。間伐区では観察対象木を残して全ての立木を伐採した。無間伐区では混在する広葉樹をすべて伐採しヒバ立木を残し、その一部を観察対象とした。間伐処理後発病率に差異が認められた間伐区と無間伐区において、継続して毎年 10 月に発病率調査を行った。また、間伐区と無間伐区それぞれの林冠下に風速計を設置し無積雪期の林内平均風速を測定した。さらに、間伐区と無間伐区の樹皮の乾燥程度を比較するために、晴天が数日連続した後に木材水分計を用いて外樹皮含水率を測定した。

(6) ヒバ外樹皮の常在菌とされる *Cistella* 菌の DNA を外樹皮から特異的に検出するためのプライマーを開発し、この *Cistella* 菌特異的検出プライマーを用いて、リアルタイム PCR によるヒバ樹皮の *Cistella* 菌定量法を検討した。さらに、開発した定量法を用いて、間伐区と無間伐区から同面積の外樹皮を採取し、外樹皮に含まれる *Cistella* 菌を定量的に比較した。

4. 研究成果

(1) *Cistella* 菌株間でエチレン生成量が異なったことから、菌株によってエチレン生成能に差異があることが明らかになった。

(2) エチレン生成能の異なる *Cistella* 菌株を接種源として抵抗性品種のヒバに接種試験を行った結果、接種半年後にいずれの菌株接種部位からも樹脂流出はほとんど認められず、ヒバを用いた菌株間の比較はできなかった。一方、同じ菌株を樹脂流出しやすいヒノキに接種試験を行い、接種半年後に樹脂流出長を測定した結果、エチレン生成量が多い菌株を接種した場合ほどヒノキの樹脂流出長が大きい傾向が認められた(図-2)。このことから、病原菌の *Cistella* 菌がエチレン生成能を有することが漏脂病の発病に関与する可能性が示唆された。

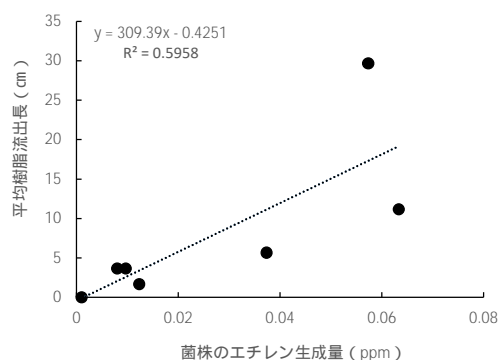


図-2. *Cistella japonica* 菌株のエチレン生成量と接種による平均樹脂流出長の関係

(3) ヒバ品種間の感受性を比較するため、感受性品種クサアテと感受性の低い品種マアテに接種した結果、クサアテに形成された傷害樹脂道の規模がマアテよりも大きい傾向があった。このことから、感受性の高いヒバ品種の方が *Cistella* 菌の生成するエチレンに対する感受性が高いことが示唆され、エチレン感受性の高さが漏脂病発病の感受性の高さに関連する可能性が考えられた。

(4) 収集した *Cistella* 菌のヒバ由来株とヒノキ由来株について遺伝子を解析した結果、両者が別種として判別できた。このことから、*Cistella* 菌の種の記載について今後検討を要する必要があることが示唆された。

(5) 間伐処理によって発病率に差異が出ている間伐区と無間伐区において、継続して発病率調査を行った結果、間伐区では新規に樹脂流出した個体が少なく、継続して流出する個体も少数であったため、観察期間中に発病木が少数で維持された。これに対して、無間伐区では発病木が毎年新規に発生し、さらに継続して樹脂流出した個体が多かったため、全体として発病木が増加する傾向があった(図-3)。また、間伐区では無間伐区に比べ林内平均風速が大きく、また外樹皮の含水率が低かった。これらのことから、本研究の間伐試験地では、間伐によって風通しが良くなり *Cistella* 菌の生息する外樹皮が乾燥したことが発病抑制要因の一つとなっている可能性が示唆された。

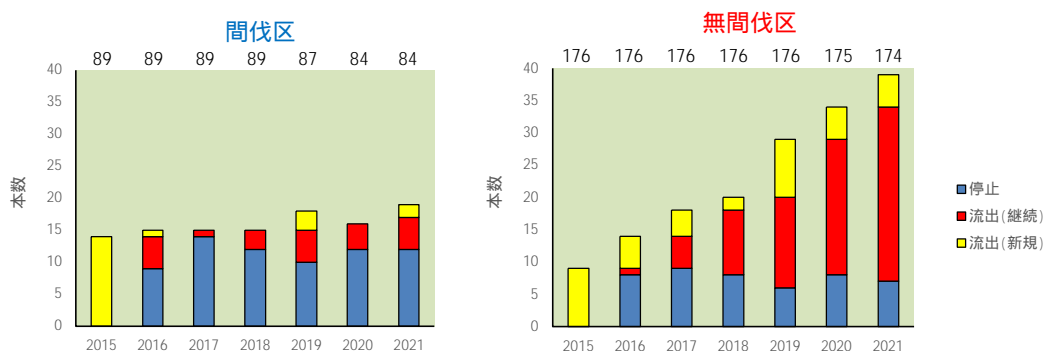


図-3. 間伐区と無間伐区における樹脂流出の年次変化 (各バー上の数字は調査対象木の本数を示す。)

(6) *Cistella* 菌の特異的検出プライマーを開発することができ、これを用いたリアルタイムPCRによるヒバ樹皮の *Cistella* 菌定量法を確立できた。本方法を用いて、間伐区と無間伐区の外樹皮における *Cistella* 菌の密度を定量的に比較した結果、間伐区よりも無間伐区において外樹皮の *Cistella* 菌密度が高い傾向が認められた。このことは間伐による樹皮の乾燥等の環境変化により *Cistella* 菌の密度が影響を受けた可能性を示唆しており、無間伐区と比較して間伐区で発病木が少数に維持された要因となっている可能性が示唆される。

今後、本研究の成果を基に、接種検定による抵抗性と感受性の判別を行った苗を植栽した林分で間伐試験地の反復をとり、間伐強度を数段階に変化させた試験を実施することにより、ヒバ漏脂病発病抑制とヒバの成長を両立した適切な施業法が開発されることが期待できる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 升屋 勇人、市原 優、相川 拓也
2. 発表標題 ヒノキ・ヒバにおける漏脂病の原因菌 <i>Cistella japonica</i> の系統解析
3. 学会等名 樹木医学会大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	相川 拓也 (Aikawa Takuya) (90343805)	国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・主任研究員 等 (82105)	
研究分担者	升屋 勇人 (Masuya Hayato) (70391183)	国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・主任研究員 等 (82105)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------