

令和 2 年 6 月 26 日現在

機関番号：82105

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K07862

研究課題名(和文) カメムシ類による種子の吸汁は温暖な地域のヒノキの更新を制限しているか？

研究課題名(英文) Damage to seeds by stink bugs: a potential cause of *Chamaecyparis obtusa* regeneration failure in warm temperate Japan

研究代表者

野口 麻穂子 (Noguchi, Mahoko)

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：00455263

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：カメムシ類によるヒノキ種子の吸汁が、温暖な地域のヒノキ林における種子の充実率の低下をもたらしているかどうかを検証するため、吸汁被害を受けたヒノキ種子を検出する方法の開発を行うとともに、気候域の異なるヒノキ天然林において種子生産量、充実率および吸汁被害率の年変動を明らかにした。暖温帯では落下種子数と充実率の年変動が大きく、限られた豊作年にのみ多数の充実種子が供給されたが、冷温帯では少ないが比較的安定して充実種子が供給されていた。また、吸汁被害率が高い年にヒノキ種子の充実率が低くなる傾向が認められた。カメムシ類による吸汁は、特に暖温帯においてヒノキ種子の充実率低下に関与していることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

気候変動が天然林の群集動態と樹木個体群の存続に及ぼす影響を予測する上で、次世代となる種子の生産に対する影響を考慮することは欠かせない。本研究の結果は、ヒノキにおいて、今後気候が温暖化した際、豊凶の変動が激しくなることに加え、カメムシによる吸汁被害を受けやすくなる可能性を示唆するものであり、現存するヒノキ天然林の保全策に加え、気候変動に対する植生の応答予測、将来の気候シナリオのもとでの保全指針の検討に活用が期待される。さらに、林業分野においても、天然更新施業(植栽を行わず、母樹から散布される種子から生育する稚樹を用いて森林を世代交代させる施業方法)の適地判定に貢献するものである。

研究成果の概要(英文)：In this study, we tested whether low proportion of sound seeds of Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) in warm temperate Japan is caused by damages to its seeds by stink bugs. We developed a method to diagnose damaged seeds of this species. Then we compared annual seed production, proportion of sound seeds and proportion of seeds damaged by stink bugs between naturally regenerated, mature to old-growth Hinoki forests in warm and cool temperate zones. Annual seed production and proportion of sound seeds were highly variable in the warm temperate forest but relatively stable in the cool temperate forest. Proportion of sound seeds decreased in years with high proportion of seeds damaged by stink bugs. Our results suggested that damages by stink bugs caused low proportion of sound seeds in warm temperate Hinoki forests.

研究分野：森林生態学、造林学

キーワード：ヒノキ 種子 豊凶 充実率 吸汁被害

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

(1)我が国を代表する温帯性針葉樹種のひとつであるヒノキは、良質の木材として古くから利用され、加えて近年の人工林への転換によって、天然林の面積の縮小と分断化が進んでいる。残された天然林を保全する上では、更新(世代交代)が確実に進むことが欠かせない。ヒノキの稚樹は比較的高い耐陰性を持つことから、前生稚樹による天然更新が可能とされるが、林内に稚樹がみられる林分は限られ、特に温暖な地域で少ないことが報告されている。担当者らが行った予備調査では、温暖な地域でヒノキの種子の充実率が低い傾向がみられ、このことが稚樹の成立を妨げている可能性がある。

(2)本研究では、ヒノキ種子の充実率低下をもたらすメカニズムとして、カメムシ類による種子の吸汁に着目した。チャバネアオカメムシ、ツヤアオカメムシなどのカメムシ類は、ヒノキ採種園において種子を吸汁し、発芽率の低下をもたらす主要な害虫とされている。いずれも国内の広い地域に分布するが、関東以西の温暖な地域においてより頻繁に大発生がみられる。しかし、天然林におけるヒノキの種子に対するカメムシ類の吸汁被害の実態はこれまで明らかにされていない。樹木における種子生産量の年変動の適応的意義を説明する仮説として、種子生産量の多い年には、種子捕食者の個体数の増加が種子生産量に追いつかず、捕食を免れる種子の割合が高まるとするものがある(捕食者飽食仮説)。しかし、上述のカメムシ類は、最大で年3世代発生し、6月から10月にかけてヒノキ球果上で種子を吸汁しながら繁殖することから、種子生産量の多い年にも速やかに個体数を増やすことができるため、ヒノキ種子との間に捕食者飽食が成立していない可能性が高いと予想される。

### 2. 研究の目的

本研究では、温暖な地域におけるヒノキの更新不良の原因として、カメムシ類によるヒノキ種子の吸汁に焦点を当て、カメムシ類による吸汁が温暖な地域のヒノキ林における種子の充実率の低下をもたらしているかどうかを検証することを目的として、以下のアプローチで研究を行った。

(1)カメムシ類による吸汁被害を受けたヒノキ種子を分子生物学的に検出する方法の開発を行った。

(2)気候域の異なる複数のヒノキ天然林の間で、種子生産量、充実率およびカメムシによる吸汁被害率の年変動パターンを比較し、種子の充実率の低下に対する吸汁被害の影響について考察した。

### 3. 研究の方法

#### (1)吸汁種子の判別技術の開発

カメムシ類による吸汁被害を受けたヒノキの種子は外見から判別し難いことから、カメムシ類のうち、ヒノキ種子のもっとも主要な加害種とされるチャバネアオカメムシおよびツヤアオカメムシについて、リアルタイムPCR法を用いた判別技術の開発を行った。

#### (2)ヒノキの種子生産量と吸汁被害率の測定

気候の異なる2地域(暖温帯:高知県西部、冷温帯:長野県木曽地方)のヒノキ天然林で調査を行った。高知では25年間、木曽では6年もしくは10年間にわたるシードトラップの観測データを用いた。また、各年の充実率を求めるため、シードトラップにより得られた種子の一部について軟X線写真を撮影し、正常な胚が認められる種子を充実種子とした。(1)で開発した分子生物学的手法を用いた判別方法は、検出可能な種・時期が限られるなどの点で、種子トラップサンプルには適さなかったことから、酸性フクシンを用いた染色により、カメムシ類の吸汁痕がみられる種子の割合を調べた。これらの結果に基づいて、落下種子数、充実率およびカメムシによる吸汁被害率の年変動を解析した。

### 4. 研究成果

#### (1)リアルタイムPCR法を用いた吸汁種子の検出

チャバネアオカメムシについてDNA増幅のためのプライマーを設計し、同種に飼育下で吸汁させたヒノキ種子を用いて、リアルタイムPCR法による検出実験を行ったところ、ターゲット領域の増幅が確認された。さらに、これらの吸汁ヒノキ種子について通常のリター・種子トラップサンプルの処理に準じた風乾と温風乾燥器による乾燥を実施しても同様に検出が可能であること、また、野外のヒノキ球果に袋かけをして同種を放飼し吸汁させた種子を用いた場合でも検出が可能であることが確認された。同じくヒノキ種子の主要な加害種とされるツヤアオカメムシについても、飼育下で吸汁させたヒノキ種子について判別が可能であることを確認した。

#### (2)ヒノキ天然林における種子生産量と吸汁被害率の年変動

ヒノキ天然林で得られたシードトラップの観測データを解析した結果、暖温帯に位置する高知県西部では種子生産量に著しい豊凶が認められ、25年にわたる観測で、数回の並作のほか、2回の豊作があり、落下種子数が並作年の10倍に達する大豊作も1回記録された。充実率は、種子生産量が多い年に高くなる傾向を示したが、大豊作年でも約30%にとどまり、並作年のうち低い年では2%であった。一方、木曽では、観測期間内に顕著な豊作はなかったが、充実率が30%を超える年が複数みられた。年変動のパターンには地域間で顕著な違いがあり、暖温帯の高知県西部ではごく限られた豊作年にのみ多数の充実種子が供給されるのに対し、冷温帯に位置する

長野県木曽地方では、少ないが比較的安定して充実種子が供給されていた。

次に、並作以上の複数の年についてカメムシ類による吸汁痕が確認された種子の割合を調べたところ、冷温帯の長野県木曽地方では 20%に満たなかったが、暖温帯の高知県西部では、多い年では約 70%に達した。吸汁痕がみられる種子の割合が高い年には、充実率が低くなる傾向がみられた(図 1)。さらに、高知県西部では、並作年は豊作年・大豊作年と比較して、吸汁痕が見られる種子の割合が高い傾向があった。これらの結果から、カメムシ類による吸汁は、冷涼な長野県西部においてはヒノキ種子に対する影響は限定的であるが、温暖な高知県西部においては、特に並作年の充実率低下に強く関与していることが示唆された。また、高知県西部の場合、捕食者飽食が成立するのは、10 年～数十年に一度の豊作年に限られると考えられた。

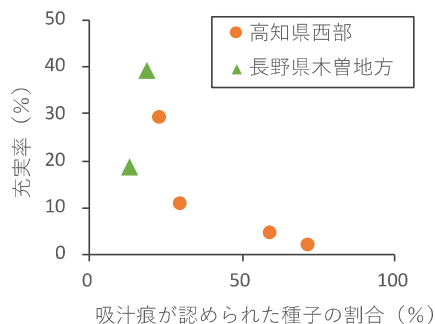


図 1 ヒノキ天然林において、カメムシ類の吸汁痕が認められた種子の割合と充実率の関係

### (3) 成果の位置づけと活用の方向性

気候変動が天然林の群集動態と樹木個体群の存続に及ぼす影響を予測する上で、次世代となる種子の生産プロセスに対する影響を考慮することは欠かせない。本研究の結果は、ヒノキにおいて、今後気候が温暖化した際、豊凶の変動が激しくなることに加え、カメムシによる吸汁被害を受けやすくなる可能性を示唆するものであり、現存するヒノキ天然林の保全策に加え、気候変動に対する植生の応答予測、将来の気候シナリオのもとでの保全指針の検討に活用が期待される。さらに、林業分野においても、天然更新施業(植栽を行わず、母樹から散布される種子から生育する稚樹を用いて森林を世代交代させる施業方法)の適地判定に貢献するものである。

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<br>野口麻穂子, 酒井武, 相川拓也, 倉本恵生, 大谷達也, 稲垣善之, 齋藤智之, 杉田久志, 中島和美, 高橋利彦 |
| 2. 発表標題<br>ヒノキ天然林における種子生産量と充実率の長期変動                                   |
| 3. 学会等名<br>日本森林学会   |
| 4. 発表年<br>2020年   |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

|       | 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号)                      | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号)                                | 備考 |
|-------|--|--|----|
| 研究分担者 | 相川 拓也<br><br>(Aikawa Takuya)<br><br>(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<br><br><br>(82105) |    |
| 研究分担者 | 酒井 武<br><br>(Sakai Takeshi)<br><br>(80353697)  | 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<br><br><br>(82105) |    |