

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 28 日現在

機関番号：11501

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24580211

研究課題名(和文)ブナ林における個体ごとの繁殖と防御のトレード・オフ関係の検証

研究課題名(英文)Verification of trade-off relationship between reproduction and defence traits in beech tree forest.

研究代表者

小山 浩正 (KOYAMA, Hiromasa)

山形大学・農学部・教授

研究者番号：10344821

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：虫害を受けたブナ林でも無被害の個体は混在するため、虫害に対する防御の程度には個体差があると言える。一方、ブナの開花程度も個体によって異なり、頻繁に開花する個体とそうでない個体があることが存在する。そこで、本研究では個体ごとに繁殖履歴と葉の物理的・化学的防御形質を測定し、繁殖頻度と被害度および防御形質との相関を解析した。平成24年～26年の3年間で、東北地方のブナ林は凶作 並作 凶作となった。平成25年の並作年には、個体によって繁殖程度が大きくことなっていることが明らかになった。同様に、物理的、化学的防御形質も個体差が認められた。しかし、両者には明確なトレード・オフの関係は検出されなかった。

研究成果の概要(英文)：Since there are trees with no damage even in a beech forest which is heavily attacked by insects, there must be highly variation among trees in regard to their defense level against predators. Moreover, beech trees shows great differences among individuals in reproductive traits. This study investigates reproductive and defense traits in individuals level. The levels of insect damage in leaves have been also researched for three consecutive years. The investigation revealed that beech trees shows great variation among trees in reproduction, defensive traits (hardness or condensed tannin) and insect damage. However, the negative relationship between amount of reproduction and defensive values or level of damages could not found. Therefore, we could not obtain a clear evidence of trade-off relationship between reproduction and defense.

研究分野：農学

キーワード：ブナ 豊凶現象 虫害 トレード・オフ 防御形質

1. 研究開始当初の背景

東北日本海側のブナ林では平成 19 年から 4 年にわたりウエツキブナハムシの被害が続いた。同種による被害は以前から不定期に発生していたが、従来の大発生が 1 ~ 2 年で収束したのに対し、今回の被害は既に 4 年以上も続いている。このためブナの生育や結実への影響が懸念され、一般の関心も高くなっている。

予備調査の結果では、同種による激害林分であっても実際には被害の無い個体も混在しており、激害個体が 44%、微害 34% に対して無被害の個体が 22% 存在していた。つまり、同じ林分でも被害を受けやすい個体と受けにくい個体がある。また、予備調査によれば、ブナには繁殖頻度に個体変異があることも示された。もし、ブナの繁殖への投資と虫害防御に対する投資の間にトレード・オフの関係があるならば、より結実頻度の高い個体は防御形質のレベルが低く、虫害の被害にも遭遇しやすいと予想される。

2. 研究の目的

本研究では昆虫によるブナの葉への食害を題材に、樹木の繁殖と防御はトレード・オフの関係の検出を目的とした。ブナなどの木本類は食害に対し、葉を厚く・堅くしたり、トリコーム(軟毛)の密度を高くしたりするなどの物理的防御や二次代謝物(タンニン・フェノール)による化学的防御で対抗することが知られている。これらの防御に投資される光合成産物は繁殖活動にも利用されるので、両者がトレード・オフ関係にあることは妥当と考えた。

3. 研究の方法

(1) ブナの個体ごとの開花調査

山形県鶴岡市の国有林および山形大学農学部附属上名川演習林内のブナ二次林(約 100 年生)において開花・結実状況を観察した。この調査地では平成 18 年度から 21 年の基盤

研究(C)で 72 個体のブナについて個体ごとの開花履歴を把握済みである。助成期間が終平成 24 年度以降も、これらの個体の開花量を観察している。

(2) ブナの個体ごとの虫害・防御形質調査

上記の 72 本のうち 46 個体については、平成 24 年~26 年に、葉の食害調査と防御形質の計測を実施した。各個体の葉は高所作業車を利用して採取し、物理的防御の指標としては個葉の硬度をプッシュプルゲージで測定し、化学防御の指標としては総フェノール量・縮合タンニン量の計測を分光光度計により計測した。総フェノールは Folin-Ciocalteu 法、縮合タンニン量へ塩酸ブタノール法を用いて実施した。さらに、個葉の光合成能力および餌としての質を評価するため、窒素アナライザーにより個葉の全窒素量を測定した。

4. 研究成果

シードトラップによる林分レベルの開花・結実調査の結果から、調査地のブナ林は平成 24 年に凶作、平成 25 年は並作、平成 26 年は凶作であることが示された。したがって、平成 24 年と 26 年はどの個体も開花せず、結実も無かったが、並作年にあたる平成 25 年に個体ごとの開花結実を調べたところ、開花および結実の有無およびその量は、個体間で大きく異なっていることが明らかになった。つまり、林分レベルの並作年においては、すべての個体が等しく中規模な開花をするのではなく、開花個体と非開花個体に分かれ、開花個体の間でもそのレベルに個体間の違いが大きいことが示された。

上の平成 25 年の並作年においては、72 個体中 46 個体を対象に葉の採取をおこない、物理的防御の指標としての個葉の硬度と化学的防御の指標としての総フェノール量および縮合タンニン量の測定を実施したところ、両者とも個体による大きな変異が認められた(それぞれの形質には最大 2 倍以上の開

きがあった)。同様の傾向は、凶昨年にあたる平成26年でも検出された。これに応じて、平成25年、26年ともに虫害率も個体による違いが大きいことが確認された。

ただし、平成25年における個体ごとの繁殖量とそれぞれの防御形質指標および虫害発生率には、明確な負の関係は検出されなかった。同様に過去にわたる個体ごとの繁殖頻度と防御形質の指標にも負の関係は検出されなかった。平成26年(凶作年)においても、開花履歴と防御形質の間に明確な関係は見いだせなかった。

以上のことから、ブナ林においては、繁殖の量および頻度、および防御形質と虫害発生には、それぞれ大きな個体間差が認められるものの、両者の間には明確なトレード・オフ関係があるわけではないと言える。それぞれの形質の個体差の原因については、今後とも観察を継続して、一般化を図る必要があると考えられた。

また、上のブナ林について繁殖のパターンを過去のデータとあわせて整理し、その予測と動物相への影響についても、以下のような成果を得た。山形県庄内地方においては、1992年から20年以上にわたる結実調査を行った結果、1995年、2000年、2005年と、5年間隔の豊作が観察されていたが、それ以降はおよそ10年にわたり豊作が観察されなかった(ただし、その間に複数回の並作が確認されていた)。また、地域的同調性についても、県内の19林分で調べた結果からは、2010年以降は豊作と場所と凶作が地域間で分かれる傾向がみとめられる。このため、豊凶予測も地域ごとに実施する必要がある。また、ツキノワグマの人里への出没にも地域差が出ていた(共通して豊作年の翌年の凶作年に出没数が多くなる傾向が認められた)。このように、近年の山形県では豊作の間隔は長期化する傾向と地域でばらつく傾向がある。ただし、2014年秋における冬芽調査の結果

によると、2015年秋の庄内地方は豊作になると予想された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計2件)

1. 小山浩正・佐藤充・東澤春菜(2014) 2013年の結実状況による山形版ブナ豊凶予測手法の検証. 東北森林科学会 19:37-40. 査読有.

2. 遠藤貴己・森 貴之・伊藤 聡・小山浩正(2013) 山形県におけるブナ豊凶予測の検証. 森林立地学会誌. 55:127-132. 査読有.

[学会発表](計13件)

1. 小山浩正・佐藤允 山形県内全域における開花と結実の最近の状況. 第126回日本森林学会大会 2015.3.26-3.29 北海道大学(北海道札幌市).

2. 飯沼久仁佳・小山浩正・芦谷竜矢 陽樹冠におけるブナの葉の形質、着花数、防御物質の個体内・個体間差. 第126回日本森林学会大会. 2015.3.26-3.29 北海道大学(北海道札幌市).

3. 橋本美里・小山浩正 山形県内のブナ豊凶とツキノワグマ出没の地域による違い. 第126回日本森林学会大会 2015.3.26-3.29 北海道大学(北海道札幌市).

4. 飯沼久仁佳・小山浩正・芦谷竜矢・森茂太 ブナ葉の諸形質の個体差. 第19回東北森林科学大会. 2014.9.2. コラッセ福島(福島県福島市).

5. 小山浩正・佐藤充・東澤春菜・飯沼久仁佳 山形版ブナ豊凶予測手法 - 2013年の結実状

況による検証. 第 19 回東北森林科学大会.
2014.9.2. コラッセ福島(福島県福島市).

6. 飯沼久仁佳・小山浩正・芦谷竜矢・森茂太
中規模開花年におけるブナの繁殖・防御・貯蔵
特性の個体差. 第 125 回日本森林学会大会.
2014.3.28. 大宮ソニックシティー(埼玉県さい
たま市).

7. 飯沼久仁佳・小山浩正・芦谷竜矢・森茂太
ブナ開花個体ごとの繁殖・防御のトレード・オフ
関係. 東北森林科学会第 18 回大会 2013.8.
29. 山形市保険センター(山形県山形市).

8. 高橋 優・小山浩正・高橋教夫 葉量から再
現した林内光環境の年変動とそれが下層個体
の成長に与える影響 - ブナ林における長期トラ
ップデータによる解析 -. 第 124 回日本森林学
会大会 2013.3.25 ~ 3.28. 岩手大学(岩手県
盛岡市).

9. 菅野広大・小山浩正・高橋教夫 個体ごとの
結実特性の違いを考慮したブナ林の適正保残
本数 - 長期観察に基づく解析 -. 第 124 回日
本森林学会大会 2013.3.25 ~ 3.28. 岩手大学
(岩手県盛岡市).

10. 遠藤貴己・森 貴之・伊藤 聡・小山浩正
山形県におけるブナ豊凶予測の検証と精度向
上にむけて. 第 124 回日本森林学会大会
2013.3.25 ~ 3.28. 岩手大学(岩手県盛岡市).

11. 遠藤貴己・森 貴之・伊藤聡・小山浩正
(2012) 山形県におけるブナの豊凶予測技術
の検証. 東北森林科学会第 17 回大会
2012.8.22 ~ 8.23. 秋田県生涯学習センター
(秋田県秋田市).

12. 菅野広大・高橋教夫・小山浩正 ブナ林に
おける個体ごとの結実量の違いを考慮にいた

適正保残本数 - 長期観察による試算 -. 東北
森林科学会第 17 回大会 2012.8.22 ~ 8.23. 秋
田県生涯学習センター(秋田県秋田市).

13. 高橋優・高橋教夫・小山浩正 リタートラッ
プの葉量データから再現したブナ林内の光環境
と下層個体の成長との関係. 東北森林科学会
第 17 回大会 2012.8.22 ~ 8.23. 秋田県生涯学
習センター(秋田県秋田市).

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小山浩正 (KOYAMA Hiromasa)

山形大学・農学部・教授

研究者番号: 1 0 3 4 4 8 2 1

(2) 研究分担者 なし

(3) 連携研究者 なし