

令和元年6月6日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H04838

研究課題名(和文)シカの選択的な樹皮食害が森林の機能的変質をまねく可能性の検証

研究課題名(英文) Impacts of selective bark stripping by deer on functional compositions of tree communities

研究代表者

饗庭 正寛 (AIBA, MASAHIRO)

東北大学・生命科学研究科・助教

研究者番号：80751990

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,400,000円

研究成果の概要(和文)：シカの選択的な樹皮摂食が、森林の機能的組成さらには生態系機能・サービスに与える影響を評価するために、計71種の樹木の樹皮の物理的・化学的形質を網羅的に測定した。シカの嗜好性と樹皮形質の関係の機械学習による解析から、シカの嗜好性が樹皮の形質により決定されている可能性を示した。また、これらシカの嗜好性に影響する樹皮の形質と生態系機能に重要な葉や材の形質との間の相関を示した。さらに、シカの嗜好種の消失が、生態系機能・サービスに重要な形質組成に非ランダムな影響を与えることをシミュレーションにより示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

シカの樹皮に対する嗜好性が形質から高精度に予測できることがわかり、シカによる被害が顕在化していない地域や樹種に対しても予防的措置が取れるようになった。また、シカによる選択的な摂食が、森林の生態系機能・サービスに非ランダムな影響を与える危険性を初めて示した。基礎科学的側面においては、樹皮形質の網羅的な解析により、形質間の関係性や種内変異のパターンを解明し、今後の樹皮研究に重要な基盤を提供した。

研究成果の概要(英文)：To understand impacts of selective bark stripping by deer on functional compositions, and consequently ecosystem functions/services, of tree communities, physical and chemical traits of bark of 71 tree species were measured. Associations between these traits and deer preference were analyzed by a machine learning technique. Significant associations were detected between bark traits that are important for deer preference and leaf traits that are important for ecosystem functions. Non-random impacts of local extinction of species that are preferred by deer on functional compositions of tree communities were demonstrated by a simulation analysis.

研究分野：群集生態学

キーワード：シカ 樹皮 機能形質

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

ニホンジカの個体密度増加・分布拡大にともない、その食害による森林の衰退・変質、生態系機能の劣化が危惧されている。シカは、特定の樹種を選択的に摂食することから、森林の生態系機能・サービスにとって重要な形質組成に非ランダムな影響を与える可能性がある。しかし、そのようなシカの嗜好性がどのような樹皮形質により決定されているか、樹皮形質と生態系機能・サービスに重要な葉や材の形質との間には相関が見られるか、シカの選択的な摂食が実際に森林の形質組成に非ランダムな影響を与えるか、といったことはほとんどわかっていなかった。これらの疑問を解明することは、シカが森林やその生態系機能・サービスに与える影響を予測し、対策するためにも重要であった。

2. 研究の目的

本研究では、ニホンジカが樹皮を摂食する際の嗜好性を決定している樹皮の形質を探索し、そのような特定の形質に対する嗜好性が、森林の生態系機能を支える形質組成に与える影響を検証した。この目的の達成のために、(1)樹皮形質の評価手法の確立と樹皮形質の網羅的測定、(2)機械学習法による樹皮形質と嗜好性の関係解析および重要形質の特定、(3)嗜好性を決定する樹皮形質と生態系機能に重要な葉・材の形質の関係解析、(4)シカ嗜好種の消失が葉・材の形質組成に与える影響の解析、に取り組んだ。

3. 研究の方法

(1)樹皮形質データベースの構築と季節・成長に伴う種内変異の検証

苫小牧の冷温帯林と和歌山の暖温帯林の主要構成種計 71 種を対象に、樹皮の物理的・化学的形質を網羅的に測定した。また、季節・成長に伴う形質の種内変異を検証するため、樹皮の採取は、夏と冬に閉鎖林冠下の若木と林冠に達した成木から行った。可能な限り、各条件につき 3 個体の繰り返しを確保した。

(2)樹皮形質とシカの嗜好性の関係の解析

苫小牧におけるシカに樹皮を摂食された個体の比率を、樹皮形質から予測可能か、機械学習の一種・勾配ブースティング法を用いて検証した。比率自体の予測は困難であることが判明したため、比率を二値化した上で、再度予測を行った。また、主成分分析により、シカに好まれる種と好まれない種の樹皮形質を比較した。

(3)シカの嗜好性に重要な樹皮形質と生態系機能・サービスに重要な葉や材の形質の関係の解析

生態系機能・サービスの重要な最大樹高、面積あたり葉重量、材密度と樹皮形質の関係を総当たりの順位相関および主成分分析により検証した。

(4)シカの選択的摂食が樹木群集の形質組成に与える影響の検証

シカの嗜好種の消失が、生態系機能・サービスに重要な形質組成に与える影響をシミュレーションにより検証した。環境省モニタリング 1000 の 42 サイトを対象とし、シカの嗜好性が高い種から順に消失した場合の、最大樹高、重量あたり葉面積、材密度の加重平均値に対する影響を調べた。

4. 研究成果

(1)樹皮形質データベースの構築と季節・成長に伴う種内変異の検証

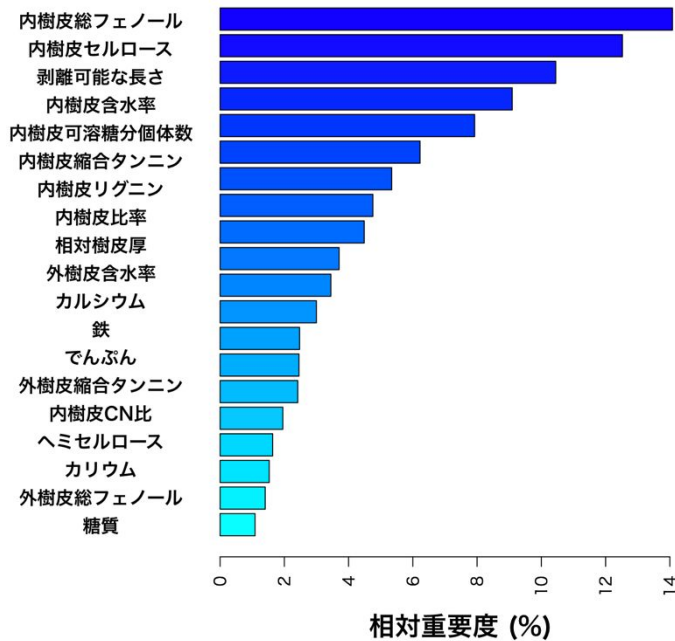
苫小牧の冷温帯林と和歌山の暖温帯林の主要構成種計 71 種を対象に、樹皮の剥離に必要な力、一度に剥離可能な樹皮の長さ、厚さ、密度、含水率、炭素含量、窒素含量、総フェノール含量、縮合タンニン含量、セルロース含量、ヘミセルロース含量、リグニン含量、可溶性糖含量、デンプン含量、微量元素含量(鉄、マグネシウム、ナトリウム等)を測定した。測定の結果、これらの樹皮形質には大きな種間差が見られた。冬期の苫小牧の若木を例にとると、剥離に必要な力には 23 倍、一度に剥離可能な樹皮の長さには 115 倍、厚さには 4 倍、糖質含量には 12 倍、総フェノール含量には 12 倍、窒素含量には 7 倍、セルロース含量には 3 倍、リグニン含量には 10 倍の種間差が見られた。

季節にともなう樹皮形質の変化は、ほとんどの形質で限定的であった。唯一、大きな変化がみられたのは可溶性糖含量とデンプン含量で、冬期にはデンプンの大半が可溶性糖分に転換されていたが、両者の和である糖質含量には季節変化はみられなかった。また、成長に伴う変化も限定的であった。成長に伴い、樹皮は厚くなり、おそらくはその結果として、剥離に必要な力が増加したが、他の形質には大きな変化はみられなかった。種間比較可能な形質値を測定するためには、種内変異とその要因の理解が不可欠であるが、樹皮形質についてはこれまで十分な検証がなされていなかった。これらの結果は、今後の樹皮形質測定における指針を提供するものである。

(2)樹皮形質とシカの嗜好性の関係の解析

まず、苫小牧における樹皮を被食された若木の比率をその樹皮形質から予測することを試みたが、予測不可能であった。しかし、被食の有無により嗜好種と非嗜好種に二値化した場

Fig. 1 シカの嗜好性予測に用いた要因の相対重要度



合には、accuracy 0.88、Mathew 相関係数 0.80 と比較的高い精度で予測が可能であった。嗜好種の予測に重要な形質は、内樹皮の総フェノール含量、内樹皮のセルロース含量、一度に剥離可能な樹皮の長さ、内樹皮の含水率、内樹皮の可溶性糖分含量、苫小牧における個体数などであった (Fig. 1)。嗜好種は非嗜好種と比較して、概ね、内樹皮の総フェノール含量・含水率・可溶性糖分含量が多く、長く剥離が可能で、苫小牧における個体数が多く、内樹皮のセルロース含量が低い傾向にあった。繊維が少なく、資源量が多く剥離も容易、可溶性糖分や水の含量が多い餌を選択することは合理的な傾向であるといえる。一方で化学防衛物質として知られる総フェノール含量が高い樹

種を好む傾向はやや意外であった。総フェノール含量が高い樹種では、繊維類の含量が高い傾向にあるため、繊維類を回避する傾向の結果である可能性が考えられる。あるいは、他の哺乳類で報告があるように、薬理作用を期待した積極的な選択の可能性も考えられる。このように多数の形質を同時に考慮することで、シカの樹皮嗜好性が高精度に予測可能であることを示した事例はこれまでにない。

(3)シカの嗜好性に重要な樹皮形質と生態系機能・サービスに重要な葉や材の形質の関係の解析
シカの嗜好性に重要な樹皮形質自体の、生態系機能・サービスへの影響は限定的であると考えられる。そこで、シカの選択的な樹皮の摂食が生態系機能・サービスに非ランダムな影響を与える可能性を検証するために、シカの嗜好性に影響する樹皮の形質と生態系機能に重要な形質(最大樹高、面積あたり葉重量、材密度)との相関を検証した。その結果、炭素貯蓄量や木材生産に重要な最大樹高と一度に剥離可能な樹皮の長さの間に正の、外樹皮の含水率の間に負の有意な相関がみられた。また炭素固定や落葉分解に重要な重量あたり葉面積が、内樹皮の水分・フェノール含量と正の、繊維類(セルロース、リグニン)の含量と負の有意な相関を示すことがわかった。また、炭素貯蓄量等に重要な材密度と内樹皮含水率の間にも有意な負の相関がみられた。これらの結果は、生態学的な戦略、あるいは進化的成約等により、樹皮の形質はその他の形質と相関しており、シカの選択的な樹皮の摂食が生態系機能・サービスに非ランダムな影響を与える可能性を示唆している。

(4)シカの選択的摂食が樹木群集の形質組成に与える影響の検証

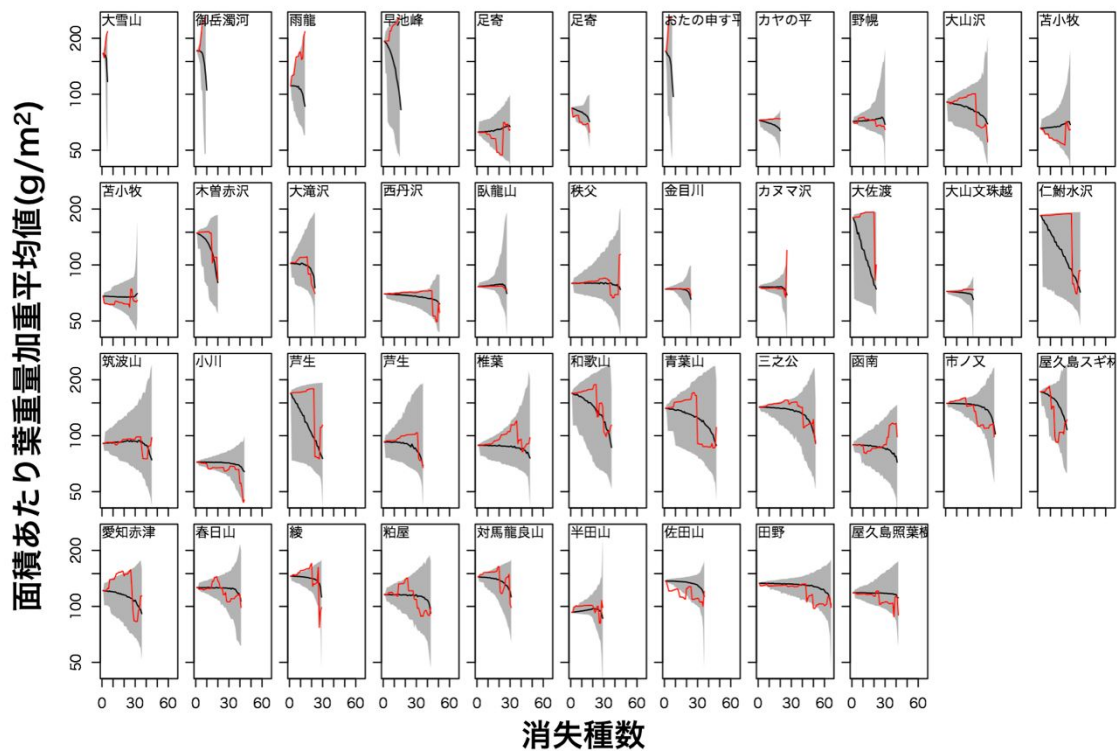


Fig. 2 シカ嗜好種の消失の面積あたり葉重量加重平均値に対する影響

グレーの影はランダムな消失の影響の95%区間、黒線はその平均。赤線は、シカに好まれる種から順に消失した場合。

環境省モニタリング 1000 の 42 サイトを対象とし、シカの嗜好性が高い種から順に消失した場合の、最大樹高、重量あたり葉面積、材密度の加重平均値に対する影響を、ランダムな種の消失と比較した。いずれの形質においても、シカの嗜好性が高い種の消失は、ランダムな消失では稀にしか発生しない極端な加重平均値の変化を引き起こすことがわかった。たとえば、足寄や苦小牧、佐田山では、シカの嗜好性が高い種が数種消失しただけで、面積あたり葉重量が大きく減少することがわかった (Fig. 2)。これは、動物の採餌が、植物の形質間の関係を介して、生態系機能・サービスに波及しうることを実証した数少ない成果のひとつである。今後は、シカの分布拡大や増加が、森林の生態系機能・サービスにも大きな影響を与えることを視野に入れた管理策が重要となるだろう。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 6 件)

1. 饗庭正寛、岡千尋、黒川紘子、小野田雄介、中静透
樹木種の特徴が生態系サービスの空間的異質性に与える影響
第 66 回日本生態学会大会 (2019)
2. 中静 透
大台ヶ原ブナ ウラジロモミ林の 35 年間
地域自然史と保全研究会 (2019)
3. Chihiro Oka, Masahiro Aiba, Yusuke Onoda, Hiroko Kurokawa, Tohru Nakashizuka
Functional diversity of tree species assures diversity of forest bounties
The 103rd annual meeting of ecological society of America (2018)
4. Hiroko Kurokawa, Michio Oguro, Masahiro Aiba, Rei Shibata, Tohru Nakashizuka
Does ontogeny matter?: the effects of ontogeny on the relationships between plant species' characteristics and leaf herbivory of woody species in a diverse temperate forest
The 103rd annual meeting of ecological society of America (2018)

5. 松本洋平, 饗庭正寛, 黒川紘子, 中静透
季節と成長に伴う樹皮形質の変化:冷温帯林と暖温帯林の比較
第 65 回日本生態学会大会 (2018)

6. 松本洋平, 饗庭正寛, 黒川紘子, 揚妻直樹, 日浦勉, 中静透
シカの嗜好性に関わる樹皮形質の季節及び成長段階に伴う変化パターン
第 64 回日本生態学会大会 (2017)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
出願状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年:
国内外の別:

取得状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年:
国内外の別:

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名: 中静 透

ローマ字氏名: Tohru Nakashizuka

所属研究機関名: 総合地球環境学研究所

部局名: 研究部

職名: 特任教授

研究者番号 (8 桁): 00281105

研究分担者氏名: 黒川 紘子

ローマ字氏名: Hiroko Kurokawa

所属研究機関名: 国立研究開発法人森林研究・整備機構

部局名: 森林総合研究所

職名: 主任研究員 等

研究者番号 (8 桁): 70515733

(2)研究協力者

研究協力者氏名:

ローマ字氏名:

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。