



九州山地でのシカ不嗜好性植物アセビの繁茂は シカ食害の問題をさらに深刻化する恐れがある

宮崎大学研究・産学地域連携推進機構テニユアトラック推進室の徳本雄史准教授と、九州大学大学院農学研究院の片山歩美准教授の研究チームは、九州山地におけるシカ不嗜好性植物のアセビの繁茂にはシカの食害に伴う森林の更新阻害の問題をさらに深刻化する恐れがあることを明らかにしました。

九州山地では、シカ等によって森林下層の植物が食べられ、一部のエリアでシカが好んで食べないシカ不嗜好性植物（※1）の繁茂が見られています。今回このシカ不嗜好性植物の繁茂による周辺環境と土壤微生物相（土壤内における微生物の集合）の変化を調査したところ、光環境が暗くなり、土壤中の菌相も共生菌類のうち外生菌根菌（※2）の相対的な存在量が低下していたことが分かりました。アセビが繁茂することによって他の樹木の定着が阻害されているため、森林の更新阻害の要因になっている可能性があります。以上の結果は、シカ食害による森林の更新阻害の問題がシカ不嗜好性植物の繁茂によって深刻化する恐れがあることを示唆しています。

【発表のポイント】

- シカ不嗜好性植物のアセビが繁茂している場所と繁茂していない場所の周辺環境と土壤微生物相を比較解析した結果、光環境は暗くなり、他樹種の発芽や成長を妨げる可能性のある腐植の量も増加していました
- さらに、土壤微生物相を比較解析すると、樹木の成長等を手助けする外生菌根菌の相対存在量がアセビの繁茂によって減少しており、外生菌根菌と共生する樹木にとって定着しづらい環境になっている可能性がありました
- 本研究によって、シカ不嗜好性植物のアセビが繁茂することでも森林の更新阻害が起きていることが分かり、シカ食害による森林の更新阻害をより深刻化する恐れがあることを示していました。本研究成果は、シカ不嗜好性植物のアセビ繁茂についての生態系メカニズムの理解を促進させると共に、今後の森林管理や生物多様性保全について基礎的な知見を提供するものです

【用語解説】

- ※1 シカ不嗜好性植物：シカが採食しない、または採食頻度が低い植物。葉が硬い、トゲがある、植物器官中に有毒な物質を含むといった特徴を持っているためシカは好んで食べない。国内で135種類ほどは不嗜好性植物とされる。
- ※2 外生菌根菌：植物の根に感染し、植物が養分を受け取るのを手助けしている共生菌類の一種。菌類は植物が作る光合成産物を受け取ることで生きている。外生菌根菌は主にブナやモミなどの樹木と共生関係を構築することが知られている。

【概要】

宮崎大学と九州大学の合同研究チームは、九州山地におけるアセビの繁茂が、森林内の環境と土壤微生物相を変化させていることを明らかにしました。九州山地ではシカ等による食害で森林下層の植物が無くなり、森林の更新阻害が起きています。下層では林内の光環境が明るくなり、シカなどが好んで食べないことで残っているシカ不嗜好性植物が増えています。シカ不嗜好性植物のうちアセビ（ツツジ科）は同地の森林下層で増加してきており、その群落の中では他の樹木の実生が減多に見られていませんでした。森林更新の阻害や地域の生物多様性の低下への影響があることが考えられてきましたが、そのメカニズムについては不明でした。

本研究チームが宮崎県椎葉村の2エリアでアセビ群落内外の環境と土壤微生物相の比較解析を行ったところ、上層の樹木が落葉広葉樹の箇所ではアセビ群落の中の光環境が暗く、未分解のリターとアセビの細根が合わさった腐植層が厚くなっていました。土壤真菌類の群集組成を網羅的に解析したところ、植物と共生関係を持つ外生菌根菌の相対存在量が減少していたことが明らかになりました。この結果は、上層が落葉広葉樹の箇所ではアセビが繁茂しているところでは、特に外生菌根菌と共生関係にある他の樹種が定着しづらい環境になっている可能性があります。このことは、アセビが繁茂することが森林の更新阻害の要因になり得ることを示唆しており、シカ食害による問題をより深刻化する恐れがあることを示すものでした。

これらの研究成果は、全国で増加しているシカによる食害後の森林で起きているシカ不嗜好性植物の増加と土壤生態系の関係性やそのメカニズムの理解を促進させ、今後の森林管理や生物多様性保全についての基礎的な知見を提供しています。

本研究成果は、科学雑誌「PLOS ONE」誌に2024年1月11日に掲載されました。本研究チームは、今回得られた知見を基にして、シカ食害後の森林の更新可能性や森林生態系保全について引き続き研究を進めています。

【背景】

九州脊梁山地には冷温帯落葉広葉樹林が広がり、ブナやモミといった高木の樹木とササなどが森林下層に茂る自然豊かな地域です。全国的にも増加傾向であるニホンジカの個体数とそれによる食害の影響で、同地の森林内の植物も食害にあっています。かつては森林下層に樹木の芽生えや稚樹などが茂っていましたが、その多くは食べられています。シカに食べられることで、森林更新が妨げられている状態が続いています。森林下層では、植物の個体数が減少していったことで、光環境が明るくなっています。シカ等が好んで食べないシカ不嗜好性植物が数種類の残されており、それらの植物が繁茂してきています。これまでの研究では、他の樹木の芽生えが見られず、森林内の生物多様性が低下していることが分かっていたのですが、シカ不嗜好性植物が繁茂することによって環境や他の樹木にどのような影響を及ぼしているのかは分かっていませんでした。そこで、本研究チームはシカ不嗜好性植物のうちアセビが繁茂することによって、土壌の物理特性（腐植層の量など）や化学特性（土壌有機物量など）、土壌微生物の群集組成や機能面にどのような影響を及ぼすのかを調べました。

本研究チームが調査を実施した場所は、宮崎県椎葉村にある九州大学宮崎演習林内の2つのエリア（丸十と広野）です。（図1）。いずれのエリアでもシカ等の食害によって下層植生が無くなり、その後にアセビが繁茂していることが確認されています。調査では、上層木が常緑針葉樹（モミなど）の箇所と、落葉広葉樹（カシ類など）の箇所のそれぞれで、アセビが繁茂しているところと繁茂していないところを選び、そこで環境変数の測定と土壌採取を行いました。採取した土壌からDNAを抽出し、次世代シーエンサー（※3）を用いて土壌微生物（原核生物、真菌）の群集組成を網羅的に解析し、環境指標との関係性について解析しました。

用語解説

※3 次世代シーエンサー：生物の設計図であるDNAの配列を同時並行的に大量に解析する装置。今回は土壌微生物の原核生物と真菌類の種判別が可能な領域を対象にして、複数のサンプルを同時に配列決定した



図1 調査を実施したエリアでのアセビ繁茂の概況。上層木がアカマツ（上段）とカラマツ（下段左）の林分、斜面（下段右）におけるアセビの繁茂の様子。撮影者：徳本雄史

【成果】

光環境の指標である開空度を調べたところ、上層が落葉広葉樹のアセビ群落下の光環境が、アセビが無いところに比べて約20%低下していたことが分かりました（図2左）。アセビが繁茂することによって、その群落下の林床が暗くなり、種子の発芽や生育に悪影響を及ぼします。さらに、土層中の腐植層の重量を比較したところ、上層が落葉広葉樹のアセビ群落下の腐植量が、アセビが無い箇所の約5倍量存在していることが分かりました

（図2右）。腐植には未分解の落葉の他、アセビの細根が高密度に含まれています。先行研究である北欧や北米におけるツツジ科樹木の先行研究では、これらツツジ科樹木下の腐植層が含む多量のタンニン等の化学成分によって、植物の発芽や成長が妨げられるという事例も見られることから、アセビ群落下でも同様のことが起きていることが考えられます。

土壌中の微生物相を解析したところ、真菌類の群集組成がアセビの繁茂によって大きく影響を受けていることが分かりました。単位面積あたりのアセビの落葉量をアセビ繁茂の指標として、それに沿ってどのような微生物の分類群や機能性に変化があるかを解析すると、植物の定着や成長を助ける共生性の真菌類のうち、外生菌根菌の相対存在量が低下していることが分かりました（図3左）。一方、アセビの根に共生しているエリコイド（ツツジ科菌根菌※4）やアーバスキュラー菌根菌（※5）は、アセビが繁茂しているにも関わらず、相対存在量に変化がありませんでした（図3中央、右）。アセビが繁茂することによって、外生菌根菌と共生関係にある樹木（ブナやモミなど）にとっては、生育等を阻害する要因の一つになりうるということが考えられます。

これらの結果は、アセビの繁茂によって林内の環境と土壌微生物相が変化し、その変化の方向性が森林更新を妨げるものであることを示していました。これまで、森林内の植物の芽生えなどがシカによって食べられることで森林の更新が妨げられてきましたが、シカ不嗜好性植物のアセビが繁茂することでも森林内の植物の定着に悪影響があるため、森林の更新が複数の要因によって妨げられている可能性があります。様々な植物が生育し、生物多様性が高い森林を維持するためには、アセビの伐採等の管理が必要であることが示唆されます。アセビ群落の管理を行うとともに、伐採後も継続的に調査を実施することで、今後の対策を具体的に取ることができると考えられます。

用語解説

- ※4 エリコイド（ツツジ科菌根菌）：ツツジ科（*Ericaceae*）の植物の根に共生している真菌類の一種。ツツジ科植物にのみ感染し、養分吸収を手助けしている。
- ※5 アーバスキュラー菌根菌：多くの植物の根に感染し、養分吸収を手助けしている共生菌類の一種。外生菌根菌とは違い、主に草本を中心とした多くの植物種と共生関係を構築することが知られている。

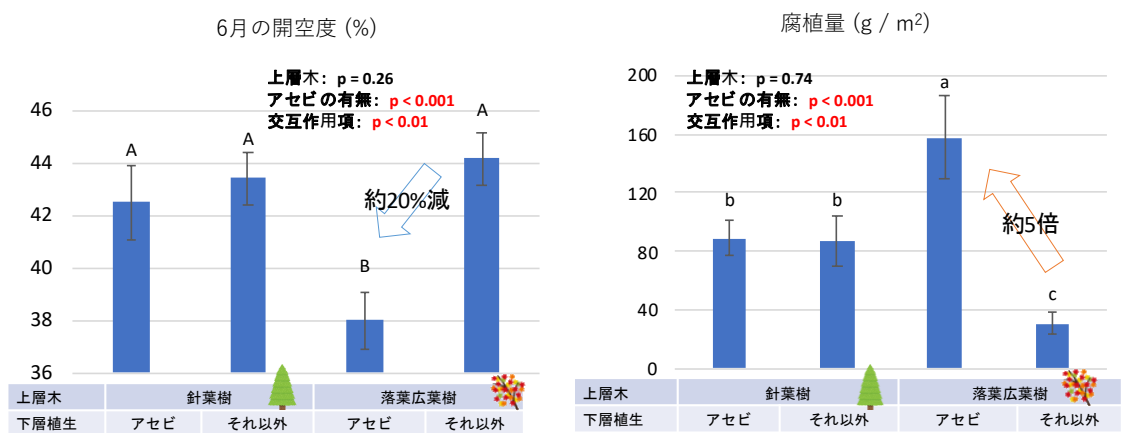


図2 アセビが繁茂することによる環境変数の変化についての棒グラフ。一定面積あたりの腐植層の量 (左) と 6月の開空度 (右)。上層の樹木が常緑針葉樹 (各グラフ左2つ) と落葉広葉樹 (各グラフ右2つ) の場合において、森林下層にアセビが入っている場所 (左) と入っていない場所 (右) を示す。棒は平均値でエラーバーが標準偏差。上層木と下層のアセビの有無に関する統計解析の結果である p 値をグラフの上部に示す。バーの上の異なるアルファベットは多重比較検定の結果で、有意な違いがあったことを示す。

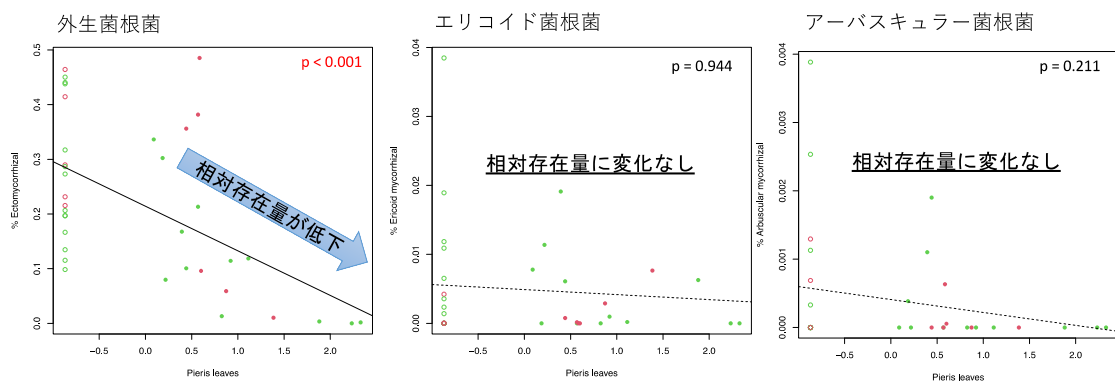


図3 植物と共生する真菌類の相対存在量とアセビの繁茂の指標との関係。外生菌根菌 (左)、エリコイド (ツツジ科菌根菌) (中央) とアーバスキュラー菌根菌 (右)。各点は土壌採取地点を示しており、緑色の点は上層が常緑針葉樹、赤色が落葉広葉樹で、緑または赤で塗りつぶしの点がアセビが繁茂している箇所で、白抜きになっている点が繁茂していない箇所。繁茂していない箇所は全てグラフ左にある。外生菌根菌の相対存在量は有意に低下していたが、エリコイドとアーバスキュラー菌根菌はアセビの繁茂と関係がなく変化していなかった。

【展望】

今回の研究では、アセビの繁茂が林内の環境や土壌微生物相へ及ぼす影響について明らかになりました。さらに、アセビの繁茂による他の植物への影響予測もできたことから、今後はこの環境変化がどの程度植物へ影響を及ぼしているのかという定量的な研究と解明が期待されます。さらに、繁茂するアセビ群落の管理に向けた実証実験も期待されます。実際にアセビを伐採した後に樹木の定着や成長が影響を受けるかどうかや、森林内の植物の定着がどうすれば促進されるのかななどの応用的な研究も期待されます。

また、先行研究例が少なかったエリコイド（ツツジ科菌根菌）の挙動が、次世代シーケンサーによる解析で明らかになりました。今回のような次世代シーケンサーによる土壌微生物相の解析によって様々な場所の微生物相が解明されてきています。今後も同調査地や周辺の土壌微生物相のデータを蓄積することで、森林内の土壌微生物相の挙動解明や生態系内での役割の解明、それらの将来予測などに期待ができます。

【論文情報】

タイトル: Effects of *Pieris japonica* (Ericaceae) dominance on cool temperate forest altered-understory environments and soil microbiomes in Southern Japan

著者: Yuji Tokumoto^{1,*}, Ayumi Katayama²

所属:

1: 宮崎大学 研究・産学地域連携推進機構テニユアトラック推進室, 2: 九州大学 大学院農学研究院 宮崎演習林

*: 連絡責任者

DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0296692>

オンライン出版日: 2024年1月11日

【取材に関する問合せ先】

宮崎大学 企画総務部総務広報課

TEL : 0985-58-7114 e-mail : kouhou@of.miyazaki-u.ac.jp

九州大学 広報課

TEL : 092-802-2130 e-mail : koho@jimu.kyushu-u.ac.jp

【研究に関する問合せ先】

宮崎大学 研究・産学地域連携推進機構 テニユアトラック推進室

准教授 徳本 雄史

TEL : 0985-58-7865 e-mail : tokumoto.yuuji.k8@cc.miyazaki-u.ac.jp

九州大学 大学院農学研究院 環境農学部門 宮崎演習林

准教授 片山 歩美

TEL : 0983-38-1116 e-mail : ayumi.katayama0920@gmail.com

参考論文

Ayumi Katayama, Mimori Oyamada, Hayato Abe, Kazushige Uemori & Takuo Hishi (2023) Soil erosion decreases soil microbial respiration in Japanese beech forests with understory vegetation lost by deer, *Journal of Forest Research*, 28:6, 428-435, DOI: 10.1080/13416979.2023.2235499