

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

主 論 文 の 要 旨

論文題目 間伐後の人工林においてニホンジカが
節足動物群集へ及ぼすカスケード的影響

氏 名 片桐 奈々

論 文 内 容 の 要 旨

近年、生物相に乏しいとされる人工林において、生物多様性に配慮した森林施業（間伐による下層植生の維持や広葉樹の保残など）が、森林認証との関係からも重要視されるようになってきている。そのため、人工林において積極的に間伐を行ない、下層植生を発達させ、昆虫や鳥をはじめとする生物相を豊かにする試みが各地で行われつつある。しかし、日本全国でニホンジカ（以下、シカ）の急激な増加による森林被害が拡大し、とくに間伐後の人工林では下層植生がシカを誘引するといわれており、シカの高密度地域では、シカの食害によって下層植生を発達させること自体が難しくなっている。すなわち、シカの高密度化は、森林の下層植生の衰退を引き起こし、それらを餌や住み場所として利用するさまざまな生物へ、直接的、間接的に、多くの場合、負の影響を及ぼす可能性が高い。このため、日本の森林面積の約4割を占める人工林の生物多様性を豊かにするためには、まず、森林生態系を構成している植物、無脊椎動物、哺乳類、鳥類など、異なる栄養段階にまたがるさまざまな生物群集に及ぼす影響を把握する必要がある。

なかでも、下層植生を餌資源、生息場所として利用する節足動物群集は、シカによる下層植生の衰退の影響をとくに強く受ける生物群であると考えられる。下層植生を利用する節足動物群集は鳥類の餌となり、森林生態系の健全な発達を支える食物網の維持に貢献していると考えられる。また、シカによる下層植生の衰退は、林床の微気象やリターの供給量を変化させるといわれており、このような林床環境の変化は、生息環境の変化に敏感で、リター・土壌層を食物資源・住み場所として利用するササラダニやトビムシのような、森林の物質循環に貢献している小型節足動物群集に強く影響することが予想される。したがって、これら二つの主要な生物群集に対するシカの影響を把握することは、シカが森林生態系全体に及ぼす影響を解明する手がかりを与

えるものと考えられる。そこで本研究では、シカが下層植生上と土壌層の節足動物群集に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、シカが 13.7 頭 km² という高密度で生息する間伐後のヒノキ人工林内に防鹿柵を設置し、下層植生、土壌環境、およびそれぞれの節足動物群集の構造と量的特性を、柵の内外で比較した。

(1) シカの採食が下層植生上の節足動物の群集構造に及ぼす影響

シカは一般に、毒やトゲ、硬い葉を持つ植物の採食を避ける。そのため、シカが多い森林では嗜好度の高い植物種が減少し、嗜好度の低い植物種が繁茂するようになるとされている。下層植生上の節足動物群集のなかでも、植食者の多くは、限られた植物種を餌とする狭食性である。そのため、植食者では、シカの採食影響下でも生残できる植物種を利用する分類群が優占する構成へと変化すると考えられる。一方、植物を休息、繁殖場所や、他の生物を捕食する場所として利用する滞在利用者（一時滞行者とクモ等の捕食者）は、植物種には依存していないため、植物の種構成が変化しても分類群構成は変化しないと推測される。これらの仮説のもとで、シカの選択的採食によって、下層植生の種構成や植食者、滞在利用者それぞれの分類群構成がどのように変化したのかを調査したところ、シカの選択的採食により、下層植生はシカの嗜好性の低い種や毒を持つ種が優占するようになっていた。しかし、予測とは異なり、植食者の分類群構成は、科レベルでは変化していなかった。これには、より下位の分類レベルでの植物種依存性が存在する可能性が示唆された。一方、滞在利用者の分類群構成は変化していたが、これは植物の種構成の変化よりもむしろ、林床環境の変化や滞在利用者群集内における捕食-被食関係に由来するものであることが示唆された。

(2) シカの採食が下層植生上の節足動物の群集サイズに及ぼす影響

シカの採食は、下層植生の現存量や種多様度を減少させる。これは、シカが下層植生上の植食者、滞在利用者群集の住み場所を、量的に減少させていると考えることができる。現存量の低下は、節足動物群集の生息場所の減少に直接的に影響し、種多様度の低下は、とくに狭食性植食者の餌と生息場所の減少をもたらすと考えられる。さらに、シカの採食は、植物の枝葉の数を減少させ、その物理的構造を大きく変える。これは、空間構造の単純化を意味しており、シカの採食は、下層植生上の節足動物群集の住み場所の質的低下をもたらしていると考えられる。そこで、シカの採食による下層植生の量と種多様度の減少という量的な影響を、各節足動物の土地面積あたりの個体数で評価した。さらに、シカの採食によって下層植生が節足動物群集に与える質的影響については、一定の植物の量に存在する枝葉数を用いることで量的影響を除去し、植物現存量あたりの各節足動物の個体数によって評価した。その結果、シカの採食は、植物の補償作用によって新しい枝葉の生産を促進し、植物上の枝葉の密度を増加させ、植物の物理的構造を複雑にすることで住み場所の質的向上に寄与していた。植食者は新たに生産された枝葉に引き寄せられ、また一時滞行者は住み場所の構造が複雑化したことにより、植物現存量当たりでは、それぞれの個体数密度は有意に上昇した。捕食者の密度は、捕食者以外の節足動物の密度がおもな制限要因とな

っており、両者の間には正の相関がみられたことから、捕食者の密度上昇は、下層植生構造の質的変化による正のカスケード効果によってもたらされたものと考えられた。しかし、シカの採食は、面積あたりの下層植生量を圧倒的に減少させており、それにもなつて植食者、一時滞在者の個体数密度を低下させ、さらにそれらに比例して、捕食者の個体数密度も低下させていた。シカ密度が高い本調査地では、シカの採食による正のカスケード効果を打ち消すほど強い採食圧がかかっていたが、本研究のような解析手法を用いることで、初めてその正の効果を検出することができた。

(3) シカの採食が土壌層の節足動物群集に及ぼす影響

シカの採食が地表を覆う植物を減少させると、地表付近の乾燥やリター量の減少などが起こるといわれている。乾燥に弱く、多くがリター下で生息する土壌層の小型節足動物群集は、これらの影響を強く受けると予想される。そこで、気温、水分条件、光量等の物理環境を柵内外で比較したところ、柵外では、シカの採食による下層植生の減少が、風に対する緩衝作用の低下、植物蒸発散量の減少、地表に到達する光量の増加を引き起こし、林床の大気湿度を有意に低下させていた。大気湿度と強い正の相関にあるリターの含水率も低下していたものと考えられ、土壌節足動物群集のうち、リターや菌を食べる腐食・菌食者の個体数密度は、シカの採食を受ける柵外で有意に低かった。さらに、これらを餌とする捕食者（主として捕食性ダニ類）の個体数密度も柵外の土壌層で低い傾向にあったことから、シカの採食は、土壌層においても負のカスケード的影響をもたらしていることが明らかとなった。

(4) シカの高密度化と人工林の生物多様性保全

シカの多い地域で人工林を間伐すると、下層植生が一旦発達したとしても、やがてはそこにシカの採食が集中し、下層植生は衰退していく。本研究の結果、シカの採食は、下層植生を量的に減少させ、下層植生上の節足動物群集は負のカスケード的影響を受けていた。この負の影響は、これらの節足動物を餌とする鳥類などの上位の栄養段階へ波及していく可能性がある。さらに、シカによる下層植生の衰退は、土壌層の節足動物群集へも負の影響を及ぼしていた。土壌動物群集の構造や密度の変化は、彼らが担っている物質循環へ何らかの負の影響を及ぼす可能性がある。シカが多い地域では、何も対策を講じなければ、人工林を間伐しても下層植生の発達は期待できず、したがって生物多様性を豊かにすることにはつながらない。人工林の生物多様性保全のためには、対策の一つとしてシカの個体数管理を行なうことが必要不可欠と考えられるが、現在、シカが森林生態系へ及ぼす影響に関する情報はきわめて少なく、個体数管理のための明確な目標密度は設定されていない。本研究では、13.7 頭 km^{-2} というシカの生息密度が人工林の生物多様性にもたらす負の影響を定量的に示すとともに、シカの高い採食圧によってマスクされていた、下層植生上の節足動物群集の住み場所の質的向上という正のボトムアップ効果の存在を、初めて明らかにすることができた。このことは、シカの密度や採食圧に、下層植生を利用する生物群集に与える正と負の影響が均衡するような、ある種の閾値が存在することを示唆している。