

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月23日現在

機関番号：82105

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21580190

研究課題名（和文） ニホンジカの採食圧の軽減と窒素流亡との関係の解明

研究課題名（英文） Study on the relationship between reduction of grazing intensity by sika deer and nitrogen leaching from surface soil

研究代表者

古澤 仁美（FURUSAWA HITOMI）

独立行政法人森林総合研究所・立地環境研究領域・主任研究員

研究者番号：40353841

研究成果の概要（和文）：軽度の採食を受けている奥日光地域においてシカ排除柵内外で土壌の窒素動態を調査した。奥日光地域では、シカの採食はシカ不嗜好性植物の林床優占を維持し、低木層の回復を妨げていた。シカ排除柵外で土壌の窒素無機化速度と窒素流亡量が柵内より小さいことが明らかになった。奥日光地域の森林では、軽度採食による不嗜好性植物リターの供給が土壌の窒素無機化と窒素流亡を抑制している可能性が考えられた。

研究成果の概要（英文）：Nitrogen dynamics was observed in soil inside and outside of deer enclosures located in forests in the Oku-Nikko area where deer have only lightly grazed. Both the soil nitrogen mineralization rate and nitrogen leaching rate were lower outside the enclosures than inside. Deer grazing has maintained the dominance of non-palatable species for deer on the forest floor and inhibited recovery of the shrub layer. Litter supplied from non-palatable species may therefore induce a decrease in soil nitrogen mineralization and nitrogen leaching in the forests of the lightly grazed Oku-Nikko area.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,800,000	1,140,000	4,940,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：森林学・森林科学

キーワード：土壌、ニホンジカ、森林、窒素流亡

1. 研究開始当初の背景

日本各地の森林でニホンジカが増えており、ニホンジカの採食によって森林の更新が困難になっている。そのため、ニホンジカの個体数管理計画がなされたり、既に実行されたりしている。しかし、森林生態系の回復には

長い時間が必要である。窒素養分は多くの陸上生態系における植物の一次生産の制限因子であり、森林生態系を持続可能にするためには窒素養分流亡を抑えることが必要である。今までの研究により、ニホンジカによる強度採食を受けている大台ヶ原では、採食を

受けた場合にはニホンジカを排除した場合より土壌からの無機態窒素流出量が多いことが明らかになっている。したがって、強度な採食をうける状態が続くのは生態系の養分保全上問題である。一方、軽度な採食のときには窒素養分を保持できると予測されているが実証されていない。

2. 研究の目的

本課題では『軽度な採食の時に窒素流出量が最小になる』との仮説をたてて、これを検討することを目的とした。そして、軽～中程度の採食を受けていると予想される栃木県奥日光地域において、シカ排除柵内外で土壌の窒素動態を調査した。

3. 研究の方法

奥日光地域の2つの調査地（千手ヶ原と西ノ湖）において、日光森林管理署が設置したシカ排除柵内外で以下の調査を行った。2009年時点で、両方のシカ排除柵は設置後9-10年経過している。

(1) シカ排除柵外において、赤外線センサーによる自動撮影カメラを6月～9月に設置し、撮影枚数からニホンジカの活動程度を明らかにする。また、林床植物の採食量を測定するため、90cm×90cm×90cmの金網製ケージを林床に毎月設置し、1ヶ月後にケージ内とケージ外の林床植物の現存量を測定する。ケージ内外の現存量の差を採食量とする。

(2) シカ排除柵の内外において、8月に1m×1mの方形区において林床植物の種ごとに被度と高さを測定した後、地上部現存量を刈り取って現存量を測定する。また、面積0.20m²の円形リタートラップを地上50cmの高さに設置し、低木を含めた樹木リターフォールを1年間測定する。

(3) シカ排除柵の内外において、土壌の窒素動態（土壌中の無機態窒素濃度、窒素無機化速度、土壌からの窒素流出量）を測定する。土壌の無機態窒素量は2009年から2010年にかけて季節ごとに0-20cm深さまでの表層土壌を採取して、水抽出および塩化カリウム溶液抽出によって抽出される無機態窒素濃度を測定する。窒素無機化速度は、2009年から2010年にかけて定期的に表層土壌を採取して、室内培養によって測定する。また、土壌コアの上下にイオン交換樹脂コアを取り付けたものを1年間埋設して野外での窒素無機化量を測定する。土壌からの窒素流出量は、10月に各土壌採取地点付近で20cmの深さにイオン交換樹脂を埋設して1年後に回収し、イオン交換樹脂に吸着された無機態窒素量を測定する。

4. 研究成果

(1) 2つの調査地において6月-9月のニホ

ンジカの撮影枚数は0.12-0.61頭/日で、調査地で違いはなかった。林床植物の採食強度は地上部生産量の16-27%であり、強度採食を受けている大台ヶ原（46%）に比べると小さかった。

(2) 2つの調査地において、林床植物の種組成はシカ排除柵内では双子葉類や木本が優占し、柵外ではキク科の不嗜好性草本が優占していた。林床植物の地上部現存量は柵外で柵内より大きい傾向があった。逆に、樹木リターフォール量は、柵外で柵内より若干小さい傾向があり、低木層が消失して低木リターが供給されないためと考えられた。林床植物について最大地上部現存量が地上部リター供給量と等しいと仮定すると、柵外における植物地上部からの有機物供給量（林床植物地上部リター量+樹木リターフォール量）は、柵内より若干多かった。柵外では採食された植物は糞尿等で土壌へ還元され、この量を加味すればさらに有機物供給量は大きくなる。

(3) 林床植物の地上部現存量を今後も継続して把握するために、非破壊的に林床植物の現存量を推定する方法を検討した。出現種ごとに被度を測定し、コードラートごとに積算被度を算出して現存量の関係を解析した。その結果、積算被度と現存量には正の相関が認められ（図-1）、近似式により積算被度から現存量を推定できることが明らかになった。

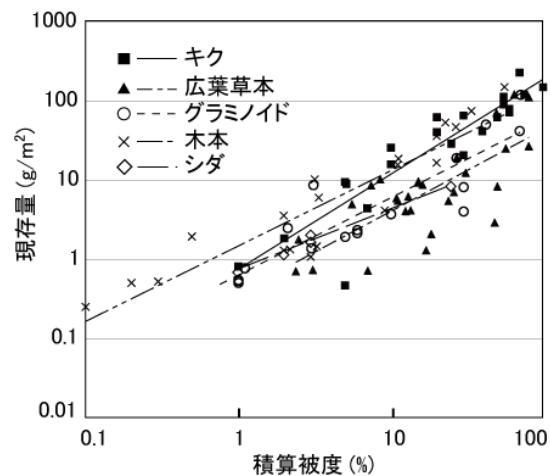


図-1. 植物タイプごとの積算被度と地上部現存量の関係

古澤ら（2012）より引用

(4) 土壌中の無機態窒素濃度については、7月の水抽出のアンモニア態窒素量は0.54-2.63 mg/kgsoil、硝酸態窒素は0.71-2.95 mg/kgsoilの範囲にあった（図-2）。水抽出の全無機態窒素量（アンモニア態窒素+硝酸態窒素）については、両地域においてシカ柵内のほうがシカ柵外より高い傾向にあり、西ノ湖ではシカ処理の影響は有意であった

($p < 0.05$, t-test)。塩化カリウム溶液抽出においても、シカ柵内の方がシカ柵外より大きい傾向は、1年を通じて一貫して認められた。

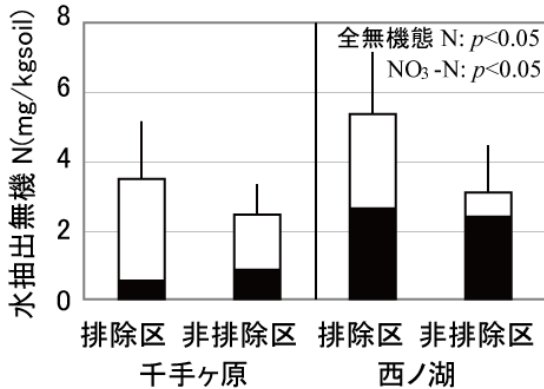


図-2. 深さ 0-20cm の土壌における水抽出無機態窒素量

■アンモニア態窒素、□硝酸態窒素
古澤ら (2011) より引用

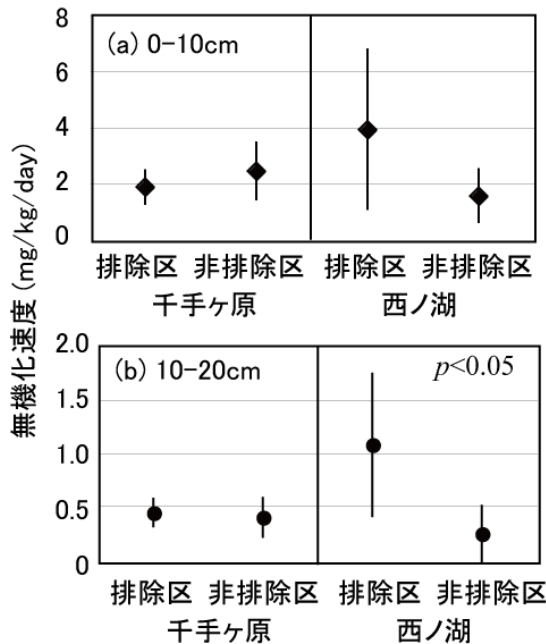


図-3. 各深さ別の土壌における窒素無機化速度

古澤ら (2011) より引用

(5) 窒素無機化速度については、10月の西ノ湖では日無機化速度、日硝化速度は0-10cm、10-20cmの深さでいずれもシカ柵内のほうがシカ柵外より大きい傾向にあり、10-20cmの日無機化速度、および0-10cm、10-20cmの日硝化速度におけるシカ処理の影響は有意であった(図-3、いずれも $p < 0.05$, t-test)。窒素無機化速度において、シカ柵内の方がシカ柵外より大きい傾向は、1年を通じて一貫していた。そして、1年間の土壌からの窒素流出量は柵内のほうが柵外よりも大きい傾

向があった(図-4)

(5)以上をまとめると、採食強度の強い大台ヶ原での先行研究と比べると、日光ではシカの採食強度は弱く、柵外の林床植物地上部+樹木リターからの有機物供給量は柵内とくらべて若干多かった(図-4)。このことから、軽度採食は植物地上部生産を減少させないと示唆された。しかし、シカの採食は林床においてシカの不嗜好性植物の優占を維持し、低木層の回復を妨げて低木リター供給をなくしていた。土壌への有機物供給に質的違いをもたらしていると考えられる。このことが土壌の窒素無機化を抑制し、窒素流出を抑制していると考えられた(図-4)。結論として、奥日光地域において軽度採食によって林床植生にシカの不嗜好性草本が優占する状態が維持されることで、窒素流出が抑制されている可能性が示唆された。

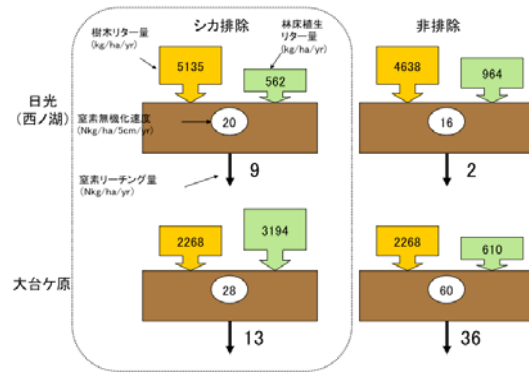


図-4. 日光と大台ヶ原における有機物供給量と窒素動態の比較

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3件)

- ① 古澤仁美、佐野哲也、日光中禅寺湖西岸地域における林床植物の地上部現存量の推定、関東森林研究、査読有、vol. 63、2012、印刷中(掲載確定)
- ② Hitomi Furusawa、Teruaki Hino、Shinji Kaneko、Makoto Araki、The effects of understory grazing by deer on aboveground N input to soil and soil N mineralization in a forest on Mt. Ohdaigahara in Japan、森林立地、査読有、vol. 53、2011、pp.1-8
- ③ 古澤仁美、三浦寛、稲垣昌宏、稲垣善之、佐野哲也、日光千手ヶ原および西ノ湖地域におけるニホンジカが土壌の無機態窒素量に及ぼす影響、関東森林研究、査読有、vol. 62、2011、pp.183-186

〔学会発表〕（計3件）

- ①古澤仁美、佐野哲也、日光中禪寺湖西岸地域における林床植物の地上部現存量の推定、関東森林学会、2011年10月21日、群馬県社会福祉総合センター（前橋市）
- ②古澤仁美、三浦寛、稲垣昌宏、稲垣善之、佐野哲也、南光一樹、綿野好則、奥日光地域においてニホンジカが土壌窒素無機化速度に及ぼす影響 日本森林学会、2011年3月25日、静岡大学（静岡市 ※地震のため要旨集発行をもって発表）
- ③古澤仁美、日野輝明、三浦寛、金子真司、荒木誠、ミヤコザサが林床に優占する森林においてニホンジカがいなくなると土壌の物理性は回復するか、日本緑化工学会、2009年9月27日、淡路夢舞台国際会議場（淡路市）

〔図書〕（計1件）

- ①古澤仁美、シカがササを食べると森林土壌はどうなる？、東海大出版会、(柴田叡弼、日野輝明編著)大台ヶ原の自然誌－森の中のシカをめぐる生物間相互作用－、2009、pp.164-175

6. 研究組織

(1) 研究代表者

古澤 仁美 (FURUSAWA HITOMI)

独立行政法人森林総合研究所・立地環境研究領域・主任研究員

研究者番号：40353841

(2) 連携研究者

橋本 徹 (TORU HASHIMOTO)

独立行政法人森林総合研究所・北海道支所・主任研究員

研究者番号：70353810

小金澤 正昭 (MASAAKI KOGANEZAWA)

宇都宮大学・農学部・教授

研究者番号：90241851