

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 高木 俊

生物間の間接的な相互作用は、生物群集の構造や動態に対して、直接の相互作用と同等かそれ以上の影響力をもっていることが知られている。間接効果は、それを介在する種の反応により、密度介在間接効果と形質介在間接効果に大別される。密度の変化は世代を通じて影響が累積するが、表現型可塑性による個体の形質変化は迅速であり、反応の時間スケールに大きな違いがあると考えられる。このように、2種類の間接効果の相対的重要性は時間スケールによって変化すると予想されるが、時間スケール依存性を定量的に評価した実証研究は存在しない。本研究では、「大型草食獣-植物-植食性昆虫」3者系に着目した。植物の量的変化はしばしば数十年といったスケールで観測されるのに対し、採食後の補償生長や誘導防御による質的变化はごく短期的な実験でも観測される。本論文では、まず「大型草食獣-植物-植食性昆虫」3者系を対象としたメタ解析から、一般的傾向を明らかにした後に、「シカ-オオバウマノスズクサ-ジャコウアゲハ」を事例として、密度と形質を介した間接効果の時間スケール依存性を検証した。

2章では、「大型草食獣-植物-植食性昆虫」における間接効果の既存研究を整理し、どのような状況で正または負の影響が生じやすいかを探索した。昆虫に対しては全体として負の影響が多く検出されたが、植物の特性や実験デザインによりその傾向は異なっていた。介在者である植物が高木の場合には正の影響、草本では負の影響が多くみられた。また単位面積当たりの昆虫密度で評価した研究では負の影響が多く、単位植物量当たりの昆虫密度で評価した研究では正の影響が多くみられた。また、長期研究では負の影響が多い傾向があった。植物の生活型や時間スケールに着目することで、間接効果の方向性のある程度予測できることがわかった。

3章では、「シカ-オオバウマノスズクサ-ジャコウアゲハ」系における形質介在間接効果のプロセスの解明を目的とした。千葉県房総半島のシカ個体群は、過去15年間の密度変化の空間情報が得られており、地域間比較から採食の影響を探ることができる。排除柵を用いた実験の結果、採食を受けたオオバウマノスズクサは、葉の量が減るものの、質の良い新葉を展開した。シカの生息密度が異なる地域間の比較の結果、シカ密度が高い地域ほど、オオバウマノスズクサの新葉割合も増え、ジャコウアゲハの新葉利用率も増加した。質の異なる葉を用いてジャコウアゲハ幼虫を飼育したところ、質の良い葉を与えた処理では、幼虫の生存率と成長率が上昇し、蛹の休眠率は低下した。オオバウマノスズクサが示す採食に対する可塑的な形質変化と、ジャコウアゲハが示す植物の質的变化に対する可塑的な生活史の調節の組み合わせにより、正の

形質介在間接効果が起こると考えられた。

4章では、シカがオオバウマノスズクサの量と質を介してジャコウゲハの密度に与える影響の時間スケール依存性を、階層ベイズモデルを用いて推定した。オオバウマノスズクサに対する採食の影響が、一定の割合で翌年に持ち越されることを想定し、影響の持ち越し率を推定して植物の反応の時間スケールを評価した。推定には、シカ密度の履歴が異なる30地点でオオバウマノスズクサの量と新葉割合のパターン、および8地点におけるジャコウアゲハの個体数のデータを用いた。解析の結果、シカがオオバウマノスズクサの量に与える影響は負に作用し、長期的なシカ密度が強く関係していた。一方、シカがオオバウマノスズクサの新葉率に与える影響は正に作用し、現在のシカ密度が強く関係していた。シカがジャコウアゲハに与える間接効果は、オオバウマノスズクサの量の減少を介した負の影響と、質の向上を介した正の影響の足し合わせで決定される。当年の採食による効果のみに注目すると、質を介した正の影響が相対的に強く、合計の間接効果も正の傾向を示した。一方、累積的な効果に着目すると、質を介した正の効果と量を介した負の影響が打ち消しあい、合計の間接効果には明確な傾向は見られなかった。

以上本論文は、迅速な形質介在間接効果と、累積的な密度介在間接効果の相対的な強さが時間スケールとともに変化することを初めて実証したものである。変動環境における間接効果は影響の方向性や強さが状況依存的に変化し、長期的な密度介在間接効果が重要となる場合もあれば、短期的な形質介在間接効果が重要となる場合もある。本研究で示した時間スケール依存性の視点は、変動環境下における生物間相互作用の働き方とその帰結を予測するうえで非常に重要であり、学術上、応用上貢献するところが大きい。よって審査委員一同は、本論文が博士(農学)の学位論文として価値あるものと認めた。