

森林伐採が里山に与える影響の数理的研究 ～陽樹陰樹ダイナミクスの応用～

北海道大学大学院 環境科学院  
環境起学専攻 人間・生態システムコース  
高木 俊甫

【背景】里山は古くから日本人に親しまれ、薪炭や木材といった生態系サービスを提供する場として利用されてきたが、今日、薪炭林や人工林の管理放棄が進むとともに、生物多様性が減少し、森林が持つ生態系サービスが劣化してきている。近年、ピョンチャンで開催された生物多様性会議（COP12）の SATOYAMA イニシアティブなどを通して、日本の里山への関心が高まってきている。そこで、本研究では、生物多様性指標を利用した環境価値、および樹木の価格を考慮した経済的価値を導入し、適切な里山の管理方法を考えた。

【方法】幼木、高木のサイズ段階をもつ陽樹陰樹の競争ダイナミクスを表す数理モデルを構築し、安定性解析を行った。4つの平衡点を求め、陰陽混交林の安定性条件を求めた。陰陽混交林の平衡点における環境価値 ( $F_{ecol}$ ) と経済的価値 ( $F_{econ}$ ) を用いて、それぞれを重視する保全的利用者と林業的利用者の非協力、協力ゲームモデルを考案した。非協力ゲームは、各々が利得の最大化を試みるゲームである。協力ゲームは、保全的利用者と林業的利用者が協力して、環境価値と経済的価値の和の最大化を試みるゲームである。前者ではナッシュ均衡を、後者では和の最大値を与える解を適切な伐採方法とし、これらのゲームを解析した。

【結果・考察】非協力ゲームでは、5つの戦略の組み合わせについて解析した。その結果、ナッシュ解をもつ戦略の組み合わせが3つ得られた。いずれの解も陽樹、陰樹の単価に影響を受けないことが示された。2種類の組み合わせでは、保全的利用者が一切伐採を行わない Edge Nash 解が得られた。しかし、ある組み合わせでは、保全的利用者が伐採を行うナッシュ解が得られた。この理由は、陰樹を伐採することで陽樹への被陰効果を減らし、生物多様性を高めることができるからである。両者が陰樹を伐採するとき、ナッシュ解は得られなかった。これは、保全的利用者は陽樹を被陰する陰樹を伐採したいと考え、林業的利用者は自身の収入を大きくするために、陰樹をより多く伐採したいと考えることに拠る。協力ゲームでは、数値解析から陽樹の単価が陰樹の単価より高いとき、陽樹、陰樹の伐採率がともに大きくなり、陽樹の単価が陰樹の単価より低いとき、陽樹、陰樹の伐採率がともに小さくなることが明らかになった。さらに、陽樹繁殖率と被陰効果のパラメータ依存性に着目し、数値解析を行った。その結果、単価のパラメータに依存して陽樹を伐採する解としない解が得られた。陽樹繁殖率が上昇した際、前者では、陰樹伐採率は減少し、後者では、陽樹、陰樹の伐採率が増加した。被陰効果が増加した際、前者後者ともに、陰樹の適切な管理は陰樹の伐採率を増やす管理となった。また、陽樹の適切な管理が陽樹陰樹の単価に依存してどのように変化するのか解析を行った。これらの結果から里山や利用者の立場、利得に合わせて、非協力、協力の提案を行うことが可能になった。