

## 森林の持続性を物質循環の指標から評価する

立地環境研究領域  
関西支所  
九州支所

平井 敬三、大貫 靖浩、野口 享太郎、三浦 覚、山田 毅  
谷川 東子  
稲垣 昌宏

### 要 旨

日本では、積極的な植林活動によって増加した人工林の森林蓄積量を背景に、林業が盛んになりつつあります。森林は、農地のように施肥によって養分を補うことなく森林内部で物質が循環しています。したがって、生産力の基盤となる土壌を保全し、森林生態系での物質の循環を適切に維持して、系外への流出を少なくすることが持続的な林業活動を支えるために重要です。そこで、これまでの関連研究を整理して、森林の物質循環の状態を評価する 16 の指標を作りました。たとえば、林床被覆率は土壌侵食、樹木の養分利用効率は土壌生産力の状態を示す指標として有効です。これらの指標を尺度にすれば、物質循環上、森林が持続可能で健全な状態にあるか判断することができます。

#### 物質循環とは

森林生態系では、炭素や樹木の成長に必要な窒素やリンといった養分など、さまざまな物質が循環しています。これらの物質は、大気や雨に含まれて森林外から入ってくるもの、斜面や溪流を通じて系外に出て行くもの、落ち葉として樹木から地表へ戻されるもの、土壌で分解されて無機物となり樹木に再び吸収されるものなどがあります。これらの動きを森林の「物質循環」と呼びます。

#### なぜ物質循環の状態を診断するのか？

日本の森林は、戦後から経済発展期の積極的な植林とその後の保育によって、全体として森林蓄積量が増加しています。今後は充実した森林資源を積極的に利用し、山村地域を含む森林・林業を活性化していくことが重要です。一方、戦時中など過去に過度に森林を伐採利用した反省にたつて、森林を適切に管理して、森林資源を持続的に利用する必要があります。

樹木の成長を支え、その基盤となる養分や水分を供給する物質循環は、木材生産、気候の緩和、レクリエーションなどととも、森林の生態系サービスのうち「基盤サービス」とよばれる機能を果たしています。その機能を十分に発揮させるためには、基盤となる「土壌」を保全し、“森林の物質循環がどのような状態にあるか？”をよく知ることが必要です。

#### 物質循環指標の作成と活用

これまでの研究成果や全国的な森林生態系多様性基礎調査の膨大なデータ等を解析して、物質循環の特徴をあらわす項目を検討し、16 の指標を選び出しました。そ

れらを機能毎に整理すると、「土壌侵食」、「土壌生産力」「環境変動」の3つに大きくまとめられました(表1)。

ここでは、「林床被覆率<sup>\*</sup>」と「養分利用効率」を例に詳しくみることにします。

林床被覆率が大きいほど土壌侵食量<sup>\*</sup>は小さくなるので(図1)、土壌侵食の程度を表す指標として有効であることがわかります。光環境の改善によって林床植生を繁茂させることが可能ですので、林床被覆率は森林施業によって管理することができます。これによって系外への物質の流出を防ぐことができます。

樹木の養分蓄積量は、地上部バイオマス量が同じでも、樹種によって異なり、ユーカリは他の樹種に比べて少ない窒素量で、ユーカリとアカシア類は広葉樹に比べて少ないリン量で同じ程度成長しており、養分利用の効率が低いことを示しています(図2)。今回、養分利用効率は熱帯性の造林樹種で検討しましたが、国内樹種を対象に調べることで、樹体内に窒素やリンを保持して系外への流出を防ぎ、効率的に養分を循環させる施業を検討できます。

このように、樹木と土壌との間での物質のやり取りについての仕組みを理解して、それを生かして持続的に木材を生産することや土壌の持つ基盤サービスを低下させない物質循環の機能を維持する森林管理が重要です。

詳しくは以下の文献をご覧ください。

Inagaki M., Tange T. (2014) Soil Science and Plant Nutrition 60:4, 598-608  
Miura, S. et al. (2015) Soil Science Society of America Journal, DOI:10.2136/sssaj2015.05.0171,2015.11

表1 物質循環を評価する指標の一覧

項目	指標	物質循環の内容
1	堆積有機物層現存量	表層土壌の移動と侵食
2	土壌侵食	微地形単位
		土層厚分布と土壌物理特性
3	林床被覆率	表層土壌の保全
1	根粒の形成量、窒素固定活性	樹木成長に対する根粒菌の接種効果の評価
2	窒素無機化速度	窒素供給力
3	火山灰付加程度	土壌化学性への火山灰の影響
4	土壌生産力	土壌窒素含有率
		地上部生産力に対する土壌窒素の影響
5	土壌中の交換性塩基量	土壌養分の収支
6	土壌微生物バイオマス	土壌環境と可給態養分量
7	養分利用効率	地上部バイオマス中の養分濃度と養分蓄積量
1	渓流水のSS濃度	施業による懸濁物質の流出
2	樹木細根の量と形態	地下部の炭素・養分動態に対する環境変動の影響
3	植生タイプとリターフォール量	日本スケールでの土壌呼吸
4	土壌と針葉中のカリウム量	スギ人工林の衰退現象
5	土壌中のイオウの蓄積速度	土壌の酸性物質貯留機能
6	葉の養分濃度	高窒素負荷の樹体養分状態への影響

これまでの研究を整理して、森林の物質循環の状態を評価する16の指標を選びました。その内容は評価する機能によって種類によって分けると「土壌侵食」、「土壌生産力」「環境変動」の3つに大きくまとめることができます。

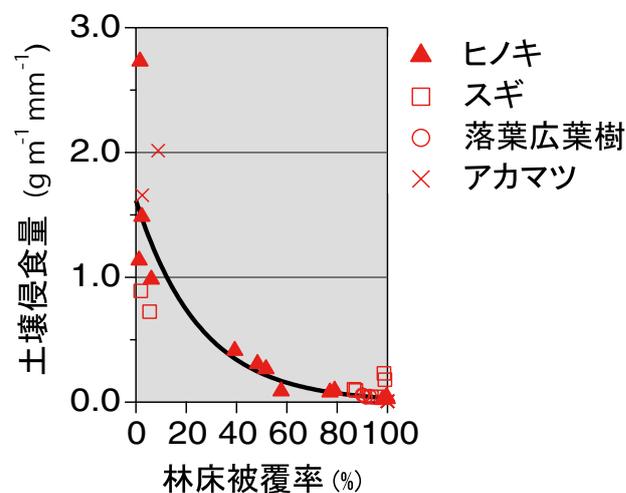


図1 林床被覆率と土壌侵食量の関係

林床被覆率が大きいほど土壌侵食量は小さくなるので、土壌侵食の程度を表す指標として有効であることがわかります。

● アカシア, ⊕ 窒素固定樹 (アカシア以外), ■ ユーカリ, □ その他広葉樹

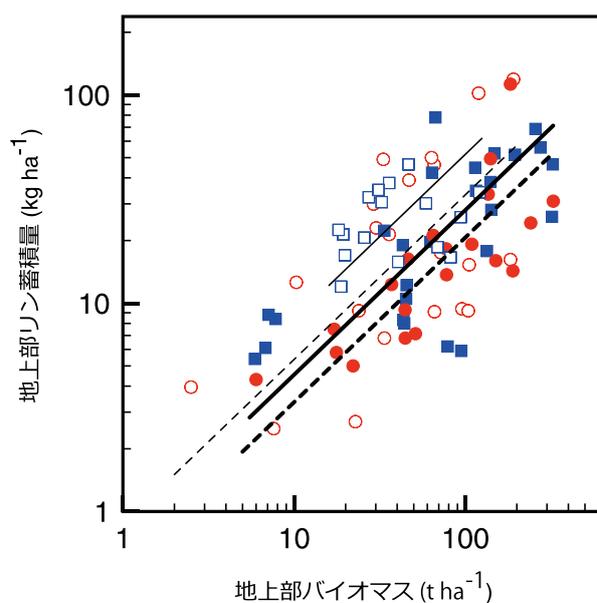
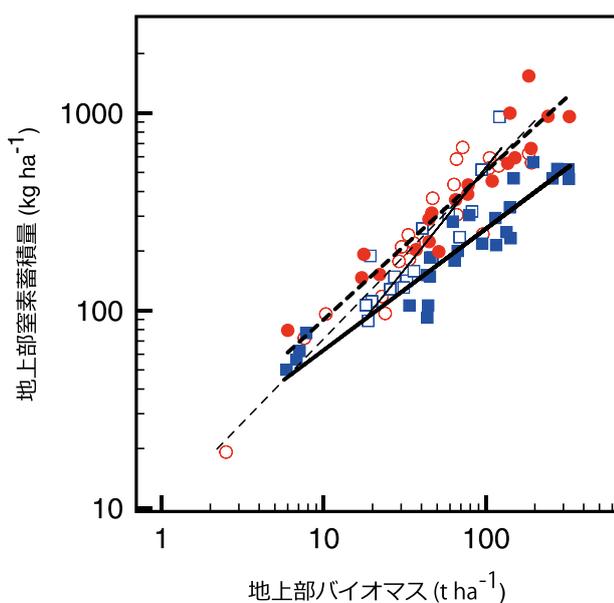


図2 熱帯人工林83林分の地上部バイオマス量と養分蓄積量との関係

同じサイズ(バイオマス量)で比較した場合、蓄積している養分量が少ないほど、より少ない養分を用いて効率的に成長していると考えられます。

※については、巻末の用語解説をご覧ください。