

論文紹介

気候と地形だけじゃない！  
土地利用が広域的な生物多様性を決定する

種数の広域分布とその決定要因

地球上の生物種の四分の三が熱帯地域にいます。これがなぜなのかは、歴史的に大きな関心を集め、温度が高く降水量が多いため利用可能なエネルギーが大きいことや、多くの生物の祖先が熱帯起源であることなどが仮説として示されています。近年、鳥類の種数は熱帯地域の特に起伏の大きな地域で高いことが明らかになり、広域的な生物多様性の分布の決定要因としては、気候と地形が有力だとされています。一方、人間による土地利用の影響は狭い範囲(数十m～数km四方)で鳥類の分布に影響を与えていることが明らかにされています(図1)。しかし地球上のほとんどの陸地は人類によって改変されています。このような状況下では、広域的な生物多様性の分布にも土地利用は大きな役割を果たしているのではないかとというのが私の問題意識です。実際、2009年12月号でご紹介したように、全国を網羅した環境省の自然環境保全基礎調査の1970年代と1990年代のデータを比較したところ、森林性鳥類の分布は土地利用によって大きな影響を受けていました。そこで今回は、森林性鳥類の種数の日本全国規模での分布に、気候(気温、降水量)と地形(標高)に加えて、土地利用(天然林面積、人工林面積)が果たす役割を明らかにすることにしました。個人で日本全国の鳥類調査を行なうことは難しいので、自然環境保全基礎調査のデータは非常に貴重です。今回もこのデータの1990年代の調査結果を用いました。

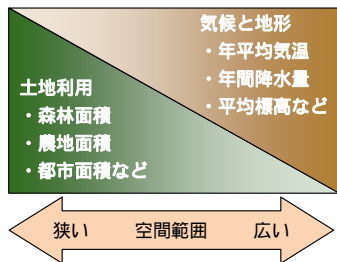


図1. 生物多様性の分布決定要因の従来の扱われ方。土地利用は狭い範囲、気候と地形は広い範囲でその影響が目立ってきた。

広域分布に対する土地利用の役割とは？

まず、日本全国を複数の空間解像度(5km, 10km, 20km, 40km, 80km四方)で区切りました。次に、各区画の森林性鳥類の種数を求め、気候や標高、土地利用との関係を解析しました。その結果、森林性鳥類の種数は、細かい解像度よりも、40km四方と80km四方という粗い解像度の場合に、気候と地形、土地利用によってよく説明されました(図2)。そして森林性鳥類の種数は、40km四方に天然林が占める割合が660km<sup>2</sup>(40%)を切ると減少し始めることがわかりました(図3c)。一般的には気温が高く低標高の地域には生

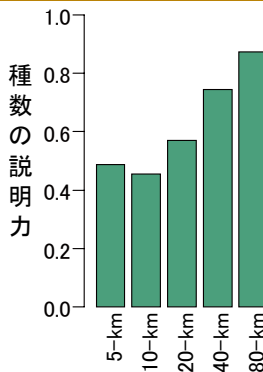


図2. 異なる解像度における気候と標高、土地利用による種数の説明力を示す。Reprinted from Oikos, Vol 120/3, Yamaura et al., 427-451, Copyright (2011), with permission from John Wiley and Sons.

物の種数が多いのですが、日本のそのような土地の天然林は農地や都市などへ転換されていました(図3a,b)。解析の結果、日本では年間平均気温が高く(8℃を超える区画)、標高の低い地域(平均標高が270m以下の区画)で、森林性鳥類の種数は減少していました(図3d,e)。

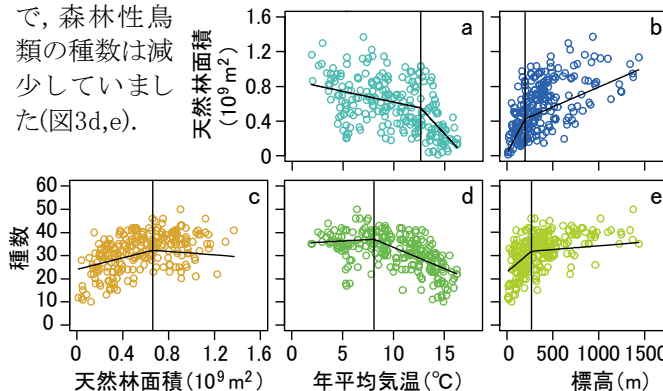


図3. 40km四方で区切った場合の2つの変数の関係。カラーのポイントはデータ、垂線は折れ線回帰によって推定された閾値を示す。データポイントを通る実線は折れ線回帰の推定ライン。種数の推定ラインがポイントと多少ずれるのは、他の変数(調査努力量)の影響による。Reprinted from Oikos, Vol 120/3, Yamaura et al., 427-451, Copyright (2011), with permission from John Wiley and Sons.

結果が示すこと

種数に代表される生物多様性の広域分布は、従来気候と地形で決定されていると考えられてきました。今回、気候と地形は人類による土地利用様式を大きく規定して間接的に広域的な生物多様性の分布を決定していることが明らかになりました。土地利用は、気候と地形の本来の影響をゆがめているという点から、生物多様性の広域分布の決定要因として大きな役割を果たしていると考えられます(図4)。

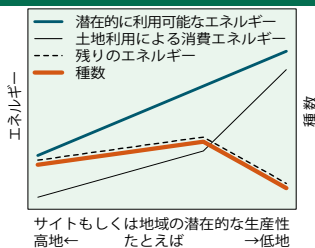


図4. 地域の潜在的な生産性と土地利用、生物の種数の関係の概念図。潜在的に生産的な地域では土地が人間に利用(森林が伐開)され、生物が利用可能な残りのエネルギーはかえって少なくなる。エネルギーと種数の間に線形の関係があると仮定すると、種数は中程度に生産的な地域で最大化するだろう。Reprinted from Oikos, Vol 120/3, Yamaura et al., 427-451, Copyright (2011), with permission from John Wiley and Sons.

この結果は、温暖な低地は長く人間に占有され、森林が単純化、切り開かれて、豊かな生物多様性がすでに大きく消失してしまっていることを示します。広域的な生物多様性は、森林の利用の歴史が短く、広く森林が残存する冷涼な高地で維持されているといえるかもしれません。現在、温暖化をはじめとした気候の変化が生物多様性に及ぼす影響が目を集めています。気候の変化は土地利用の変化を介して、生物多様性に影響を及ぼすかもしれません。また40km四方を天然林が占める割合が40%を切ると種数が減少を始めたように、森林の減少の影響には閾値があることも示されました。このような閾値に一般性があれば、応用上大きな意味があるでしょう。【山浦悠一 北海道大学】

Yamaura Y., Amano T., Kusumoto Y., Nagata H. & Okabe K. 2011. Climate and topography drives macroscale biodiversity through land-use change in a human-dominated world. Oikos 120:427-451.