

異なる植生における土壤環境および土壤微生物活性の空間的不均一性の比較

小山 寛 (筑波大学 生物学類)

指導教員：安立 美奈子 (筑波大学 生命環境系)

【序論】

土壤の生物・非生物的要因は空間的に不均質性が高く、それは地上部植生の種組成や密度、土壤が持つ性質など多くの要因が関連している。土壤微生物は、陸上生態系の物質循環における様々なプロセスに関与しており、有機物の分解速度や栄養塩の循環速度を調節するという重要な役割を担っている (Van der Heijden et al, 2008)。

土壤微生物についてはバイオマスや活性、群集組成など多くの研究が古くから行われている。例えば、フルオレセイン・ジアセテートを用いた全微生物活性測定法でバイオマスを評価でき、細胞外酵素であるβグルコニダーゼの活性 (以下 bG 活性) を測定することで、栄養獲得のためにどのくらいのエネルギーを土壤微生物が投資しているかについて考えることができる。これらの土壤微生物のバイオマスや酵素活性は、植生や土壤環境によって変化すると考えられるため、多くの生態系において知見があるものの、空間的不均一性に関する知見は少ない。

本研究は、筑波大学内の森林と隣接する草地内における土壤環境と土壤微生物の活性の空間的不均一性に着目し、これらの植生の違いによって、土壤に存在する微生物のバイオマスや細胞外酵素活性の 1) 空間的不均一性の大きさは異なるのか、2) 空間的不均一性に影響をあたえる土壤の生物・非生物的要因などの環境要因は異なるのか、を明らかにすることを目的とした。

【方法】

本研究は、筑波大学アイソトープ環境動態センター (36° 06" N, 140° 05" E) の観測圃場 (草地) と隣接する森林の 2カ所でおこなった。調査地の年平均気温は 13.8°C、年平均降水量は 1,283 mm であり温暖湿潤気候に属する。調査地の土壤はアロフエン質黒ボク土に分類される。森林の優占種はシラカシ、ヒサカキであり、草地の優占種はススキ、チガヤ、セイタカアワダチソウである。

土壤のサンプリングは 2018 年 10 月中旬に行なった。森林・草地それぞれに 30 m 四方のプロットを設置し、5 m 間隔の格子点上において、100ml (深さ 5cm) の採土管を用いて土壤の採取をおこなった (各調査地 n=49)。また、全ての採取地点における地温の測定、草地でのみ各採取地点付近の地上部の刈り取りを行なった (25cm×25cm, n=49)。

採取した土壤はただちに土壤三相計にて実容積 (固相と液相の合計) を計測後、2 mm の篩にかけて根などを除去したのち、一部は 75 °Cにて乾燥させ、残りを生土のまま冷蔵庫中で保存した。乾燥土壤から含水率、さらに NC アナライザーを用いて有機炭素含有量、窒素含有量を計測した。また生土を用いて bG 活性 (n=98, 土壤環境分析法, 1997) と pH(H₂O)、一部の生土を用いて全微生物活性 (n=24, 市川ら, 2002) を測定した。また、草地にて刈り取った地上部は 75°Cで 3 日以上乾燥後、植物の種類ごとに分けて乾燥重量を計測した。

【結果と考察】

土壤 1 g 中の bG 活性は、森林の方が草地と比べてばらつきが大きかった (森林の変動係数 (CV)=63.7%, 草地の CV=23.2%)。中央値を比較すると統計学的に有意に森林の方が高かった (Mann-Whitney U test, $p < 0.001$)。また、有機炭素のターンオーバー速度を表すといわれる、土壤に含まれる有機炭素 1 g 当たりの bG 活性の値のばらつきも草原に比べて森林のほうが大きかった (森林の CV=46.9%, 草地の CV=35.2%)。ただし、中央値を比較すると統計学的な有意差はないものの草地のほうがやや活性が高い傾向が見られた (Mann-Whitney U test, $p = 0.08$)。また、土壤有機炭素含有率は森林より草原の方が有意に低かった (Mann-Whitney U test, $p < 0.001$)。土壤への有機炭素の供給量は不明であるが、これらの結果から草原の方が有機炭素のターンオーバー速度が森林より速いことが示唆された。

全微生物活性は土壤 1 g 当たりの微生物バイオマスを反映すると考えられ、本研究では森林のほうが草地よりも統計学的に有意に高かった (Mann-Whitney U test, $p < 0.001$)。また、微生物バイオマスに対する bG 活性の比は、微生物が栄養獲得のためにどれくらい酵素生産にエネルギー投資しているかを考察できる。この値を比較したところ、草地の方が森林よりも統計学的に有意に酵素生産が大きいことが明らかになった (Mann-Whitney U test, $p < 0.001$)。よって草地の微生物群集は栄養獲得のためにより多くの bG 生産を行なっていることが示唆された。

調査地における bG 活性の空間分布について、地球統計学的手法を用いたクリギングによって予測した (例えば草地: 図 1)。局所的に活性の高い地点があることから空間的不均一性が大きいことが明らかになった。酵素活性と土壤の環境要因との関係に関する結果の詳細は発表会にて報告する。植生の違いや、地上部現存量と土壤微生物の細胞酵素活性との関係を明らかにすることで、陸上生態系の物質循環プロセスへのよりよい理解に繋げたい。

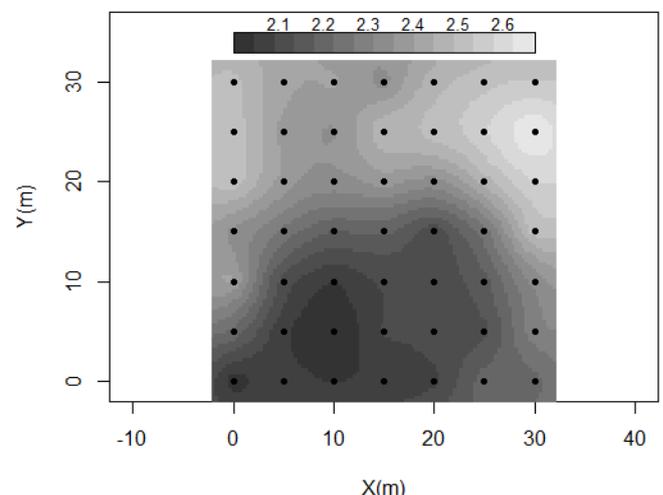


図 1. クリギングによる草地の bG 活性分布予測図。図中の黒点はサンプリング地点を指す。凡例の単位は $\text{umol h}^{-1} \text{g}^{-1} \text{dry soil}$ である。