

森林斜面における土壤環境指標の分布について

豊田工業高等専門学校

○近藤 鎮也

豊田工業高等専門学校

正会員

山下 清吾

1. はじめに

近年、技術の発展により我々の生活は、ほぼ不自由なく暮らせるほど豊かになった。しかしその背景には、様々な化学物質が大量に使用され、それによる土壤汚染が確認されているという実態がある。

土壤は我々人間を始めとする生物の生育基盤であるとともに、物質循環の要としての機能を持っている。土壤が果たす役割には、生産者として植物の生育を支え、それを起点とする食連鎖によって全ての陸上生物を養っている事や、分解者として生物の遺体や排泄物などの有機物質を分解し、元素の生物・地球学的循環を司っている事が挙げられ、水や大気と同じように生態系を維持するのに必要不可欠なものである。すなわち、土壤の汚染は我々の生活環境の低下を招く大きな原因の一つであると言える。この事から、短いスパンのみならず、長期的な環境保全を目指すという点で、積極的に管理していく必要がある。

2. 研究目的

一言に土壤を管理すると言っても、土壤は一度汚染されてしまうとその汚染物質が浸透・拡散し、広範囲に渡りその影響を及ぼす為、経済的あるいは時間的な制約から多くのデータを得る事は難しいのである。そのため限られたデータから未知のデータを推測する場合が多い。ここで、土壤空間中に分布している土壤環境指標のようなデータが、その分布位置と強く関係している事に注目し、その傾向を把握する事が求められる。そこで、本研究では地球統計学のクリギング(kriging)法に用いられているバリオグラム(Variogram)という手法¹⁾に基づき、土壤環境指標の分布傾向を分析および考察する。

3. 測定方法

(1) 土壤試料の採取

写真1に示すものは測定に用いる土壤試料を採取した豊田市周辺の自然植生地である。この植生地には大小様々な植生が混在している。これらの植生は土壤中でそれぞれ養分を保持しているので、適した土壤環境指標の分布状況である事が十分に予測される。この土壤試料採取用地 15m×15mの領域を、基盤の目状に1mずつ区切り、(0,0)~(15,15)のような座標をとり、杭を打つ。ここを土壤試料の採取ポイントとし、A層と呼ばれる深さ10~20cmの土壤を採取する。



写真1. 土壤試料採取用地

(2) 土壤溶液の抽出

採取した土壤試料と純水を1:2.5の割合で混合し、攪拌器による30分間の攪拌後、沈殿および濾過を行い、濾液を抽出する。これを土壤溶液と呼ぶ。

(3) 土壤環境指標別測定分析

土壤溶液より、土壤環境指標の測定を行う。測定する土壤環境指標として、水素イオン指数(pH)および電気伝導度(EC)を選定した。今回、土壤溶液の測定に使用した計測器はいずれも(株)堀場製作所製で、両者とも電極を土壤溶液に浸すタイプである。

(4) 分布傾向の分析

得られた土壤環境指標データの分布状況をプロットし、傾向を把握する。また、これらのデータより地球統計学のクリギング法に定義されているバリオグラムを作成した。バリオグラムは、自己相関構造を表す関数であり、(1)式²⁾のように定義されている。

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N} \sum_{i=1}^n [Z(X_i+h) - Z(X_i)]^2 \cdots \cdots (1)$$

ここで、h:2点間の距離、N:2点間の距離がhとなる組の総数、n:Nの要素数、Z(X_i):X_i点での成分データ、Z(X_i+h):X_i点からh離れた点での成分データとする。

4. 測定結果

測定により得られた土壌pHデータおよび土壌ECデータの分布状況をそれぞれ図1、図2に示す。256点あるpHデータの中で、pHが7を超える土壌（アルカリ性土壌）は13データであり、このことからpHが7を下回る土壌（酸性土壌）がほとんどを占めている事がわかる。その値は斜面に沿って酸性に変化するような分布が全体的に見られた。また、ECの分布として、縦横どちらにも従属関係が確認できるところと、ほとんど確認できないところがあり、関係があるかどうかは一概には判断できなかった。

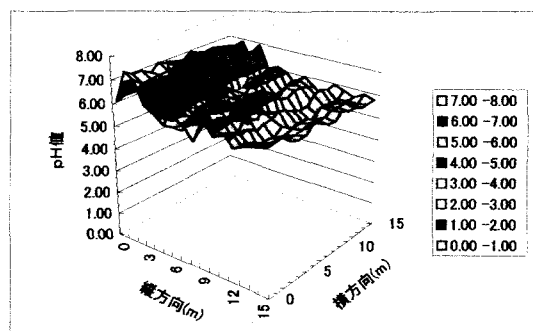


図1. pHデータの分布

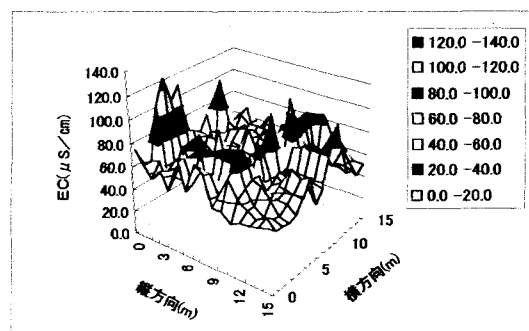


図2. ECデータの分布

採取したpHデータおよびECデータは、採取地点の座標より $pH_i(X_j, Y_k)$ 、 $EC_i(X_j, Y_k)$ とし、対象2次元平面上で隔距離を組み合わせ（1m毎）、先に示した(1)式を適用してバリオグラムを求めた。以下、それらを図3、図4に示す。バリオグラムの計算には本研究の為のFORTRANコードを作成した。

pHデータより得られたバリオグラムは、先に示したような理想的なバリオグラムの曲線に近いものとなった。これは2点間の距離が近いほど高い正の相関を持つ場合のバリオグラムに類似している。 γ 値が上限値（sill）にほとんど等しくなった時のLag. Distanceの値をレンジ（range of influence）と呼び、データが無相関とみなせるような2点間の距離を表す。つまり、本研究で使ったフィールドにおけるpH値の独立性または従属性を判断できるのは12m前後である事が確認できた。また、ECデータより得られたバリオグラムは全体的に横ばいに分布しており、その近時曲線は傾きがほとんどないと判断できる。一般的に、バリオグラムが横軸に平行な場合、その従属性はゼロに近い。そのため、このような傾向がみられた今回のECデータ間の従属関係はほぼないに等しいのではないかと考えられる。

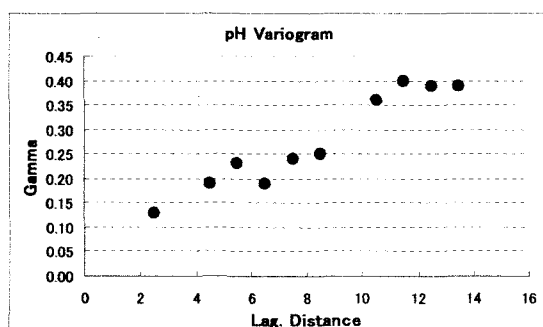


図3. pHバリオグラム

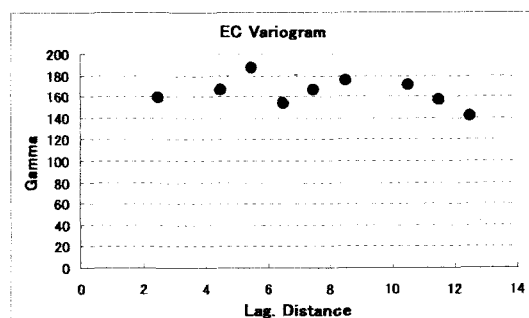


図4. ECバリオグラム

5. まとめ

今回の測定結果やバリオグラムを通してわかった事を以下に示す。

- pHバリオグラムにみられるように、データの分布が全体的に変化しているデータからは理想に近い、もしくは右肩上がりの曲線を描き、正の相関を示すバリオグラムができる。
- ECバリオグラムにみられるように、データの分布が様々で部分的には相関を示していても、全体的にまとまっていないデータから得られるバリオグラムは、正の相関を示すものではなく、横軸に平行、またはそれに近いバリオグラムができる。つまり、自己相関構造を持っていないデータであると判別できる。

【参考文献】

- 1) Hans Wackernagel 原著—地球統計学研究委員会 訳編；地球統計学，森北出版，2003
- 2) 間瀬茂 武田純 著；空間データモデリング—空間統計学の応用，共立出版，2001