

# ジオスタティスティクスを用いた四次元的土壌プロセスの解明 北部カザフスタン穀作農業地帯における土壌有機物収支

京都大学農学研究科 舟川晋也

土壌プロセスの理解を、地域・流域レベルでの農業・環境問題解決のために適用する際、意識しておかなければならない点が少なくとも2点ある。一つめは、従来典型的な土壌断面における過程として記述されてきた土壌生成論、あるいはライシメーターなどで明らかにされた物質動態論によって、実際には空間的に多様に变化する現場を、どのように表現するのかという問題である。もう一点は、実際の課題が、将来予測に関して定量的な表現を求めるという点である。本試論では、北部カザフスタン畑作耕地における有機物動態を題材として、一点目の課題に対してはジオスタティスティクスの適用を、二点目の課題については速度論の適用を試みた上で、農業生産と環境保全を両立させた適地適作、地形適応型農業とはどのようなものか、考察する。

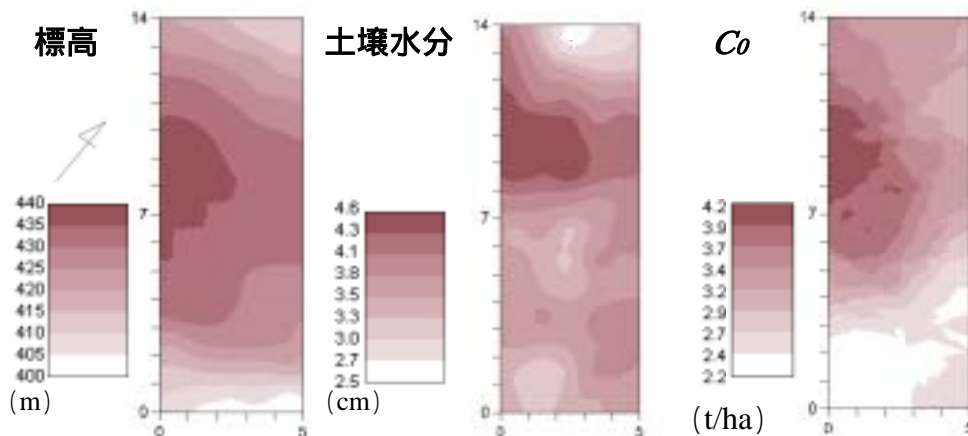
【調査地の概要】 カザフスタン北部ステップには広くチェルノーゼムが分布し、世界有数の穀作地帯となっている。年間降水量が 300-350 mm と天水依存の農業においては限界的な少雨条件にあり、基本的な作付けは夏季休閑1年 - 麦類4年である。冬季の寒さが厳しいため春蒔き小麦が主力となっており、穀物収量はおおむね 1 ton/ha 台と低い。土壌有機物の減耗が問題となっている。

【現地圃場における土壌有機物分解速度】 試験圃場5地点において、耕作期間中十数回にわたって実測した土壌呼吸速度と地温・土壌水分量の間重回帰式を求め ( $C_{em} = aT + bM + c$ )、その回帰式にデータロガーによって経時的に計測された地温・土壌水分を代入して2000年度耕作期間中の土壌呼吸量を求めた結果、2.5-3.5 ton C/ha と推定された。これは表層 30 cm 土壌中に保持されている土壌有機炭素量 (79.7±4.3 ton C/ha) の 3.1-4.4% に相当する。2000年秋に作物残さとして還元された有機物量 (1.6-4.5 ton C/ha) と比較して、本年の土壌有機炭素収支では、少なくとも損失が投入を上回ったとはいえない。

【静置実験による土壌有機物分解の温度・水分依存性の解析】 既存の多くのモデルにおいて、土壌有機物分解速度は温度および水分条件の関数となる。そこで本調査地土壌における有機物分解速度およびその温度・水分依存性を求めるための静置実験を行った。その結果、予想されたとおり土壌有機物分解速度

は温度、水分の上昇に伴い上昇したが、その解釈において2通りのシナリオが考えられた。すなわち、一次反応式における  $C_0$ (可分解性有機炭素量)および  $k$ (反応速度定数)のいずれをも温度・水分条件の関数(可変)として扱う考え方、および  $C_0$ を一定とし  $k$ のみ可変とする考え方である。近似結果のみを見れば明らかに前者の方が適切であるが、従来のモデルとの整合性および今後の現場条件への適用可能性においては後者が有利である。そこで  $C_0$ 一定として  $k$ の温度・水分依存性を決定する条件を求めた結果、初期分解速度の近似には難があるものの、Arrhenius 式への近似がより適切であろうと考えられた。ここで求められた  $C_0$ は 2.6-3.9 ton C/ha/10 cm 深となり、ほぼ現地実測で求めた年間土壌呼吸量と同程度となる。このように実験室レベルでの有機物分解実験によって、現地圃場の炭酸ガス放出速度を予測し得る可能性が示された。

【土壌有機物資源分布の空間変動解析】  $C_0$ のような土壌資源は、実際の圃場では空間的に相当程度変動する。そこで定量的な資源分布解析のためにジオスタティスティクスを適用し、空間依存性の解析とクリギングによる地図化を行った。その結果、下図のような地形、土壌水分、 $C_0$ の分布パターンが得られた。すなわち標高の高い地点から北側斜面にかけて水分環境が良好で、 $C_0$ が高い傾向が見られた。



【まとめ】 土壌有機物分解速度がプールの大きさ( $C_0$ )と土壌水分・温度の関数として表現されうること、 $C_0$ 分布の空間変動が定量的に表現されうることから、土壌有機物分解速度の面的評価およびそのプールの経年変化予測が可能であろう。また土壌への有機物投入量(作物生産量)が土壌水分に比例することを考えあわせれば、地形条件に伴う作物生産環境の違いに応じて、作物生産量および土壌有機物収支の双方を考慮した地形適応型農業を実施することもまた可能であろうと考えられた。