

( 続紙 1 )

京都大学	博士 ( 農 学 )	氏名	沢田 こずえ
論文題目	Quantitative Analysis of Soil Microbial Respiration using a Concept of Stepwise Substrate Utilization (段階的基質利用コンセプトを用いた土壌微生物呼吸の定量的解析)		
(論文内容の要旨)			
<p>土壌有機物動態を予測するためのモデルはすでに数多く考案されているが、これらのモデルの多くは、分解速度が基質濃度に依存するという一次反応を基盤とした構造を持つため、乾湿変動等の攪乱により土壌中の基質濃度が大きく変動するような場合の炭素動態予測には適していない。そのため、土壌微生物を介した炭素フローを考慮に入れたメカニスティックモデルの重要性が指摘されている。微生物による基質の消費とそれに伴う呼吸を定量的に評価することは、土壌有機物のCO<sub>2</sub>のシンクやソースとしての土壌有機物の役割を定量的に理解する上で重要である。本研究は、実際の土壌環境を想定し低濃度の基質をグルコースとして添加した後の土壌微生物呼吸について、段階的基質利用コンセプトを用いて定量的に解析するとともに、これに対する土壌酸性や耕地化、乾燥・再湿潤の影響を評価したものである。</p> <p>1. 弱酸性のカザフスタン森林土壌を用いて、既存の基質添加実験より低い様々な濃度のグルコース（炭素として土壌微生物バイオマスの23～31%に相当する濃度のグルコース）を添加した後のグルコース消費量に対する呼吸量の割合を検討したところ、グルコース添加量が低いときにはこの割合がおおよそ20%と一定であること、またグルコース添加量を増やしていくとこの割合が増加を始めるグルコース濃度の閾値が存在することを明らかにした。この実験結果は、土壌微生物に取り込まれた基質がまず貯蔵物質として蓄積された後、蓄積量が閾値を超えると構造物質に変換されるという段階的基質利用コンセプトを用いて明確に説明された。</p> <p>2. アジア各地の表層土壌19点に用いて、微生物バイオマス炭素量に対して相対的に多量のグルコースを添加した後の初期呼吸速度(SIR)を調べたところ、SIRは土壌pHと相関し酸性土壌では小さくなること、またグルコース添加後に微生物の増殖によって呼吸速度が増加を始めるまでの誘導時間が、耕地化された土壌で有意に短くなることを明らかにした。また日本の農耕地土壌および強酸性森林土壌においてグルコース消費量に対する呼吸量の割合が増加する閾値が、1で用いた弱酸性カザフスタン森林土壌より小さいことを示し、その理由が、耕地化された土壌では誘導時間が短いこと、また酸性土壌ではSIR/バイオマス炭素が低下したことによることと論証した。</p> <p>3. グルコース添加濃度が閾値以下で呼吸速度が経時的に増加しない場合における呼吸速度の短期動態は、最大呼吸速度を含むが微生物増殖を含まないMichaelis-Menten式を用いたモデルによって精度よくシミュレートできることを明らかにした。</p> <p>4. 乾燥履歴の異なる日本の耕地土壌と森林土壌、カザフスタンの草地土壌と森林土壌を用いて、乾燥・再湿潤処理によって添加される基質濃度を、呼吸速度の経時変化のパターンから解析した結果、閾値を超える濃度の基質が添加されるのは、自然条件ではほとんど乾燥履歴のない日本の森林土壌が乾燥後再湿潤されるような強度の攪乱を受けた場合に限られること、また閾値を超えない濃度の基質が添加される場合には、呼吸速度の短期動態は、3で構築したMichaelis-Menten式を用いたモデルで精度よくシミュレートできることを明らかにした。</p> <p>以上より、本研究では、理論的には段階的基質利用コンセプトを用いて、また解析手法としてMichaelis-Menten式を用いることによって、乾湿変動等の攪乱により土壌中の基質濃度が大きく変動するような場合の炭素動態をシミュレートする手法</p>			

を開発した。またこのような解析を有機物動態モデルに取り込むことは、有機物動態の詳細なメカニズムを理解することにとどまらず、メカニズムを反映した呼吸量の定量評価のためにも重要であることが示された。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせ

て、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し

審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

土壌有機物動態予測を目的とした既存のモデルの主要なものは、おおむね3つ以上の仮想的な有機物プールに固有の分解速度定数を割り当てた一次反応の組み合わせを用いて、土壌有機物の分解／プール間の移行を記述するという形式を持っている。すなわち有機物分解速度が基質濃度のみに依存するという構造を持つため、攪乱等により土壌中の基質濃度が大きく変動し、それに対して微生物が異なった応答をするような場面でのシミュレーションには適していない。本研究では、よりメカニスティックなモデルを指向する段階的基質利用コンセプトを用いて、このような非定常条件下の土壌有機物動態を定量的に解析するとともに、これに対する土壌酸性や耕地化、乾燥・再湿潤の影響を評価したものである。評価される点は以下の通りである。

1. 弱酸性の森林土壌を用いて、既存の基質添加実験より低い様々な濃度のグルコースを添加した後のグルコース消費量に対する呼吸量の割合を検討し、グルコース添加量が低いときにはこの割合がおよそ20%と一定であること、またグルコース添加量を増やしていくとこの割合が増加を始めるグルコース濃度の閾値が存在することを明らかにした。この実験結果は、土壌微生物に取り込まれた基質がまず貯蔵物質として蓄積された後、蓄積量が閾値を超えると構造物質に変換されるという段階的基質利用コンセプトを用いて明確に説明された。

2. アジア各地の表層土壌19点に用いて、微生物バイオマス炭素量に対して相対的に多量のグルコースを添加した後の初期呼吸速度(SIR)を調べたところ、SIRは土壌pHと相関し酸性土壌では小さくなること、グルコース添加後に微生物の増殖により呼吸速度が増加を始めるまでの誘導時間が耕地化された土壌で有意に短くなることを明らかにした。また農耕地土壌および強酸性森林土壌においてグルコース消費量に対する呼吸量の割合が増加する閾値が、1で用いた弱酸性森林土壌より小さいことを示し、その理由が、耕地化された土壌では誘導時間が短いこと、また酸性土壌ではSIR/バイオマス炭素が低下したことによると論証した。

3. 乾燥履歴の異なる日本の耕地土壌と森林土壌、カザフスタンの草地土壌と森林土壌を用いて、乾燥・再湿潤処理によって添加される基質濃度を、呼吸速度の経時変化より解析した結果、閾値を超える濃度の基質が添加されるのは、ほとんど乾燥履歴を持たない日本の森林土壌が乾燥後再湿潤されるような強度の攪乱を受けた場合に限られること、また閾値を超えない濃度の基質が添加される場合には、呼吸速度の短期動態は、最大呼吸速度を含むが微生物増殖を含まないMichaelis-Menten式を用いたモデルで精度よくシミュレートできることを明らかにした。

以上のように、本論文は、理論的には段階的基質利用コンセプトを、また解析手法としてMichaelis-Menten式を用いることによって、土壌微生物呼吸を定量的に解析する手法を確立した。この成果は、基質濃度やそれに対する微生物の応答が変動する攪乱条件下における土壌有機物動態モデルの構築に大きく貢献するものであり、土壌学、微生物生態学、環境科学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士(農学)の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成22年2月18日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士(農学)の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

注) Webでの即日公開を希望しない場合は、以下に公開可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降