

機関番号：22604

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2009～2010

課題番号：21880040

研究課題名（和文） 里地里山生態系における植生と管理が系内の炭素循環に与える影響

研究課題名（英文） The effect of vegetation and management on carbon cycles in Satochi and Satoyama ecosystems

研究代表者

角野 貴信 (KADONO ATSUNOBU)

首都大学東京・都市環境科学研究科・助教

研究者番号：50511234

研究成果の概要（和文）：気象・植生データの組み合わせにより得られる一次生産量のデータと土壌有機物動態モデルを併用することで、任意の里地里山生態系における炭素循環過程の推定が可能になった。また、モデルを利用することにより、多様な管理・施業履歴をそれに伴う炭素循環過程の変化と関係づけることができるようになった。以上の知見より、炭素循環過程の変化による適正な管理指標の提案が可能になっただけでなく、より面的な評価や将来予測への応用も可能となったと考えられる。

研究成果の概要（英文）：Using net primary productivity (NPP) estimated by Chikugo Model, soil organic matter dynamics in Satochi and Satoyama ecosystems were simulated by Rothamsted Carbon Model. These results in this project suggested the relatively higher applicability of those models to simulate the change of carbon cycle in Satochi and Satoyama ecosystems caused by the difference in the ecosystem management.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,080,000	324,000	1,404,000
2010年度	680,000	204,000	884,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,760,000	528,000	2,288,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：環境農学

キーワード：環境質定量化・予測、土壌圏現象、里地里山

1. 研究開始当初の背景

「里地里山」とは、集落を取り巻く二次林と、それらと混在する農地、ため池、草原等で構成される地域概念であり（環境省, 2008）、地域住民が日常的に関わり、様々な財やサービスを楽しんでいる地域資源全体をいう。一般に、里地里山生態系は、地域住民によって長い時間をかけ、利用しやすいように原植生から「改変された」生態系である。特に里山は、

里地に対して食糧（実やキノコ）、エネルギー（薪炭）、肥料（腐葉土）、建築資材などを提供する非常に重要な地域資源であり、そのため地域において、近世までは厳格な管理が行われてきた。関東地方では、原植生はブナ・ミズナラ落葉広葉樹林（高標高地域）やシイ・カシ常緑広葉樹林（低標高地域）であるのに対し、里山の主要構成樹種はクヌギやコナラであり、主に10～30年の萌芽更新によって維持されてきた（環境省, 2008）。

しかしながら、近代においてエネルギー革命、都市化、農業の集約化が進むにつれ、里山の重要性は低下し、さらに熱帯産木材の登場による林業的価値の低下や、管理の担い手の減少および高齢化により、里山の維持・管理が困難になった。住民による管理が行われない場合でも、里山は元の自然植生へ単調に回復するわけではなく、樹冠の閉塞、タケ林の拡大、土壌侵食などにより、里地里山生態系が荒廃している事例が多く観察された。

そのため近年では、これら里地里山の荒廃を防ぐため、地域住民、ボランティア、NPOなどが積極的に里山の保全に乗り出しており、保全生態学分野においても、里地里山の価値が積極的に評価されるようになってきた。例えば、里山の管理が里地里山生態系の生物多様性の維持に与える影響(Katoh et al., 2009) や、里山の管理が土壌水や渓流水の質に与える影響に関する研究(篠村 大久保, 2004) が行われてきた。しかしながら、里地里山生態系においてどのような管理が適正であるのか、また、どのくらいの期間で適正化されるのか、定量的な指標を用いた研究はほとんど行われてこなかった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、里地里山生態系の現状把握と将来予測を可能にする環境指標の提示を行うことである。ここでは、人為的管理や植生、気候の変化などを鋭敏に反映する指標の一つとして、特に土壌有機物に着目する。土壌有機物は、これまで自然植生から農耕地への土地利用変化や、施肥管理など農地管理体系の変化に対し、その全量や組成が鋭敏な反応を示すため、重要な指標として注目されてきた。本研究により、自然植生→里山林→荒廃里山林 or 自然植生の系列における土壌有機物の変化を追跡し、その関係性を明らかにすることができれば、これらの生態系における物質循環メカニズムに関して新たな知見がもたらされるだけでなく、変化速度を推定することにより、これまでに行われてこなかった将来予測に関する定量的な議論を可能にすると思われる。

3. 研究の方法

土壌有機物を用いた里地里山生態系の劣化状況の把握と将来予測のためには、まずその動態モデルの構築とその評価が必要である。まず湿潤アジアの森林及び耕地生態系において広域的に得られた既存の土壌データを用いて、管理指標となりうる指標を統計的手法を用いて抽出した上で、土壌有機物の中で最も変化率の大きい易分解性有機物量を説

明する指標を明らかにした。

次に、それらの実測可能な指標と既存の土壌有機物動態モデルにより推定可能な指標との関係を明らかにすることにより、任意の対象地において利用可能なデータを用いて推測可能な指標の選定を行った。

最後に、関東地方の里地里山生態系(茨城県牛久市)における各種指標の推定を行い、管理の違いがそれらの指標にどのような影響を与えるかの試算を行った。

4. 研究成果

(1) 異なる代謝回転を持つ土壌有機物画分量を説明する土壌特性指標の抽出

湿潤アジアにおいて森林及び耕地から広域的に採取された表層土壌データを解析した結果、易分解性有機炭素量は主に軽比重画分の炭素量と粘土含量により説明できる事が明らかとなり、また分解抵抗性有機炭素量は主に軽比重画分の炭素量、非晶質鉱物含量と粘土含量により説明できる事が明らかとなった。つまり、湿潤アジアの土壌有機物含量は軽比重画分の炭素量の多寡が大きく影響を及ぼしており、これは植生及び管理の違いによる炭素投入量の差が短期的・長期的に土壌有機物量に影響を与えることを示唆しており、本研究における仮説を支持する結果であるといえる。

(2) 既存の土壌有機物動態モデルにより推定された指標値と実測された指標値との比較

これまで一般に用いられてきた土壌有機物動態モデルの一つである「ロザムステッド・カーボンモデル(RothCモデル)」と純一次生産量(NPP)を推定する「筑後モデル」を、母材が比較的均質な半乾燥地域において得られた表層土壌サンプルに適用し、(1) RothCモデルと筑後モデルの比較、(2) RothCモデルで推定した植物残渣画分と実測値の比較、

(3) RothCモデルで推定した易分解性有機物プールと、実測によって得られる易分解性有機物プールとの比較を行った。その結果、(1) 深くまで土壌有機物が蓄積している土壌では、筑後モデルによって推定したNPPとRothCモデルによって推定した炭素投入量との差が大きくなること、(2) RothCモデルにおいて想定されている難分解性植物残渣(RPM)は、ほぼ軽比重画分の炭素量として実測できること(図1)、(3) RothCモデルにおいて推定される易分解性炭素量は、実測される易分解性炭素量と高い相関関係を示すものの、モデルにおいて想定されているよりも実測される分解速度の方が速いことなどが明らか

となった。以上の結果より、任意の調査地点について RothC モデルと筑後モデルを併用することにより、植生及び管理による影響を受けやすい土壤有機物指標を比較的良く推定できる事が明らかとなった。

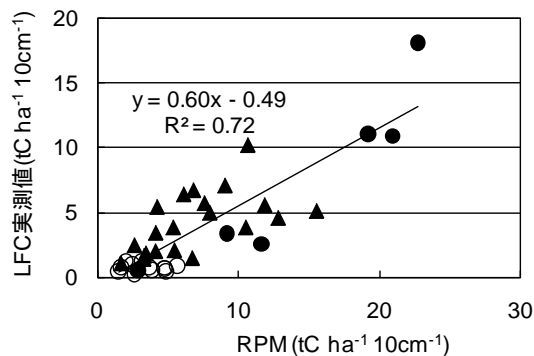


図 1 RothC モデルによって推定した RPM と軽比重画分の炭素量 (LFC) 実測値の比較；○は耕地、▲は草地、●は森林を示す

(3) 関東地方の里地里山生態系における各種指標の推定

茨城県牛久市において牛久自然観察の森として整備されている里山生態系(図 2)における炭素循環をシミュレートするため、いくつかの仮定を設定した。まず、原植生の炭素循環を再現するため、近隣するつくば市の年平均気温、年降水量を用いて筑後モデルにより NPP を推定した。この NPP が年間に均等に土壤表層から深さ 10cm 以内に投入されるとし、さらにその土壤の粘土含量を 25% と仮定して RothC モデルを 500 年間分実行した。その結果、NPP は 6.3 MgC/ha、RPM は 4.6 MgC/ha、土壤有機物の大部分を占める腐植画分 (HUM) は 43.4 MgC/ha と計算された。次に、その後 100 年間の里山管理 (伐採、下草刈りなど) に伴って NPP が 70.0% に減少すると仮定し、その後の RPM および HUM を追跡した。RPM は 100 年後に 3.2 MgC/ha と NPP と同様に 70.0% まで減少していたのに対し、HUM は 75.4% と減少は RPM に比べて緩やかであった(図 3)。一般に土壤有機物には不活性画分 (IOM) というほとんど分解に関与しない画分が 1 割程度存在することを考えると、土壤有機物全体の減少率は NPP の変化を適切に反映しない事が示唆された。RPM は、NPP を減少させてから実質 10 年程度で元の量の 70% 近くまで減少していることを考えると、生態系内における管理施行の違いを鋭敏に反映する指標であるといえる。



図 2 牛久自然観察の森における土壤断面

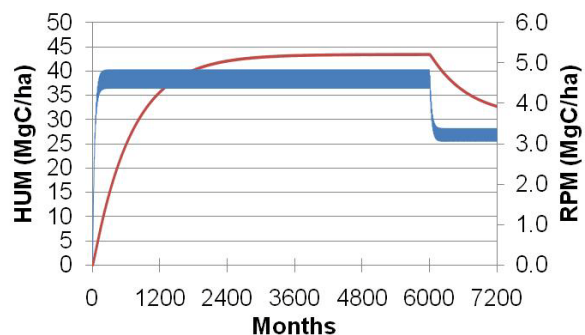


図 3 RothC モデルによって推定された 600 年間の土壤炭素量変化；赤線は HUM、青線は RPM を表す

(4) まとめと今後の展開

NPP および土壤有機物動態モデルを用いた生態系内炭素循環のシミュレーションにより、生態系内における人為的管理の指標として、実測可能な場合は軽比重画分の炭素量、任意の地点におけるモデル予測を行う場合は RPM が適切である事が示唆された。今後は、実測値とモデルによる予測値の組み合わせパターンを増やし、面的評価および将来予測に耐える指標の確立を目指す必要がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 4 件)

- ① Kadono, A., Funakawa, S., Kosaki, T. Factors controlling potentially mineralizable and recalcitrant soil organic carbon in humid Asia, *Pedologist*, 査読有, 53 巻, 2010, 134-141
- ② Funakawa, S., Shinjo, H., Kadono, A., Kosaki, T. Factors controlling the in situ decomposition rate of soil organic matter under various bioclimatic conditions of Eurasia, *Pedologist*, 査読有, 53 巻, 2010, 49-65
- ③ 角野貴信、小崎隆、土壤有機炭素動態モデルにおける「測定可能な」炭素プール－炭素循環の「見える化」、観光科学研究、査読有、3 巻、2010、79-88
- ④ 角野貴信・本田武義・矢内純太・岩井香泳子・小崎隆 兵庫県北播磨地域における酒米「山田錦」の生産環境解析、観光科学研究、査読有、4 巻、2011、9-14

〔学会発表〕（計 3 件）

- ① Kadono, A., Funakawa, S., Kosaki, T. Modelling of carbon flux in grassland ecosystems in Ukraine 19th World Congress of Soil Science 2010 年 8 月 3 日 Brisbane, Australia
- ② Kadono, A., Funakawa, S., Kosaki, T. Modelling of Soil Organic Carbon Dynamics in Grassland and Agricultural Ecosystems in Ukraine ASA, CSSA, and SSSA 2010 International Annual Meeting 2010 年 11 月 2 日 Long Beach, USA
- ③ Koarashi, J., Atarashi-Andoh, M., Ishizuka, S., Kadono, A., Moriya, K., Nakanishi, T. Stability and vulnerability of organic carbon stored in Japanese forest soils AGU Fall Meeting 2010 年 12 月 13 日 San Francisco, USA

6. 研究組織

(1) 研究代表者

角野 貴信 (KADONO ATSUNOBU)
 首都大学東京・都市環境科学研究科・助教
 研究者番号：50511234

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者 ()

研究者番号：