

## 自己評価報告書

平成 23 年 4 月 12 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究（A）

研究期間：2008～2011

課題番号：20248034

研究課題名（和文） 農業は生態系の何をこわしてきたか？——土壤生態系のホメオスタシス回復へ向けて——

研究課題名（英文） What has been destroyed in ecosystems under agricultural practices?

## 研究代表者

舟川 晋也（FUNAKAWA SHINYA）

京都大学・地球環境学堂・教授

研究者番号：20244577

研究分野：農学

科研費の分科・細目：境界農学，環境農学

キーワード：生物環境，物質動態

## 1. 研究計画の概要

人類史において、農業の発明は総体としての生態系の改変を目指した第一歩として記憶されるべきであろう。そして多くの環境問題の根源もまた、農業活動の開始に求めることができる。本研究では、農業など人為活動の介入の結果、本来自然生態系において必要不可欠なものであった「土壤生態系のホメオスタシス——動的平衡状態」が損なわれ、土壤酸性化、水系への栄養塩の流出、土地生産性／肥沃度の低下、砂漠化といった環境問題が現出してきた過程を実証的に検討した上で、これを克服する——ホメオスタシスを回復する——方途を考える。

その手段として、本研究では、生態系の資源獲得プロセスを記述する速度論的要素動態モデルの構築を行う。このモデルでは、土壤生態系において、酸および主要元素のシンクまたはソースを形成しうる3つのコンポーネント（植物バイオマス、土壤有機物、土壤鉱物・岩石）および土壤有機物フラックスを規定する土壤微生物活動（機能因子）を想定し、各コンポーネントにおける各元素の放出・吸収を、それぞれ対応するサブモデルによって速度論的に記述する。ここでの平衡状態をホメオスタシスとして捉え、農業等人為活動によるホメオスタシス破綻に伴う環境問題発生のプロセスおよびその境界条件を明示することを目指す。

## 2. 研究の進捗状況

これまで本研究で得られた成果のうち重要なものを以下に列挙する。

- (1) タイ国北部およびインドネシア東カリマンタン州の異なる母材（蛇紋岩・堆積岩）から発達した Oxisols, Ultisols に

おけるプロトン収支を定量評価した結果、熱帯林下における土壤酸性化は、高い純一次生産量を反映し、植物の陽イオン過剰吸収が主要な酸性化プロセスとなる点で共通していた。一方、母材に影響を受けた土壤酸性度の違いによって、植物吸収や有機酸・炭酸の解離による酸の生産・消費量の土壤断面内分布が異なることが示された。

- (2) 森林の耕地化がもたらす土壤酸性化への影響を評価した結果、耕地化は、土壤有機物の減耗に伴い硝酸化成による酸生産、有機物の無機化による酸消費をそれぞれ増加させる点で共通していた。
- (3) 生態系として循環・維持できる炭素／窒素比があるように、広い範囲の生態系において一次生産／土壤鉱物風化速度の比も存在し、その値はモル比としておよそ 1000:4～1000:10 となった。
- (4) 農耕地でよく見られるように、炭素循環量に対する窒素あるいは塩基循環量が閾値を上回れば、これらの資源元素は系外へ流出する。これが硝酸汚染、土地劣化（土壤酸性化）である。
- (5) 炭素循環量の過剰・不足に対し、分解ステージにおける土壤微生物の働きは、バイオマスおよび基質利用効率の増減を通して「緩衝作用」を持つとみなすことができる。

## 3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

（理由） 前述したように、本研究で主課題としている生物的プロセスと鉱物風化プロセスの間の定量的な関係については、実験的アプローチおよびフィールド実測のいずれ

においても、有用な知見が得られている。研究3年目を終了した段階では、おおむね順調に進展していると評価できる。

#### 4. 今後の研究の推進方策

現在これらの結果を速度論的要素動態モデルとして統合中であるが、このモデルによれば農耕地生態系における主要過程は、炭素循環の縮小と窒素等酸性化圧力の増大として表現できる。今後自然生態系の農耕地化に伴う変容をより定量的に評価しうるような条件によるフィールド実測を行うとともに、モデルのパラメーター群の厳密化を行う。

#### 5. 代表的な研究成果

(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 27 件)

- ① Fujii K, Arief H, Funakawa S, Uemura M, Sukartiningih, Kosaki T 2011: Acidification of tropical forest soils derived from serpentine and sedimentary rocks in East Kalimantan, Indonesia. *Geoderma*, 160, 311-323 (査読有).
- ② Funakawa S, Shinjo H, Kadono A, Kosaki T 2010: Factors controlling in situ decomposition rate of soil organic matter under various bioclimatic conditions of Eurasia. *Pedologist*, 53(3), 50-66 (査読有).
- ③ Nakao A, Funakawa S, Watanabe T, Kosaki T 2009: Pedogenic alterations of illitic minerals represented by Radiocesium Interception Potential in soils with different soil moisture regimes in humid Asia. *European Journal of Soil Science*, 60, 139-152 (査読有).
- ④ Watanabe T, Ogawa N, Funakawa S, Kosaki T 2008: Relationship between chemical and mineralogical properties and the rapid response to acid load of soils in humid Asia: Japan, Thailand and Indonesia. *Soil Science and Plant Nutrition*, 54(6), 856-869 (査読有).
- ⑤ Funakawa S, Hirooka K, Yonebayashi K 2008: Temporary storage of soil organic matter and acid neutralizing capacity during the process of pedogenetic acidification of forest soils in Kinki District, Japan. *Soil Science and Plant Nutrition*, 54(3), 434-448 (査読有).
- ⑥ Fujii K, Funakawa S, Hayakawa C, Kosaki T. 2008: Contribution of different proton sources to pedogenetic soil acidification in forested ecosystems in Japan. *Geoderma*, 144(3-4), 478-490 (査

読有).

[学会発表] (計 30 件)

- ① Kadono A, Funakawa S, Kosaki T 2010: Modelling of carbon flux in grassland ecosystems in Ukraine. 19th World Congress of Soil Science, Brisbane Convention and Exhibition Centre, Brisbane, Australia, 1-6, August, 2010.
- ② 早川智恵, 藤井一至, 舟川晋也, 小崎隆 2010:  $^{14}\text{C}$  トレーサー法を用いた土壌における有機物分解速度と蓄積割合の定量的解析. 2010年度日本土壌肥料学会講演会, 2010年9月9日, 北海道大学.
- ③ Sugihara S, Funakawa S, Kilasara M, Kosaki T 2009: Significance of soil microbes as a nutrient pool for crop growth and its applicability in a tropical cropland in Tanzania. The 5th Conference of the Africa Soil Science Society, 23 Nov. 2009, Yaounde, Cameroon.
- ④ Funakawa S, Shinjo H, Kadono A, Kosaki T 2009: Factors controlling the in situ decomposition rate of soil organic matter in different bioclimatic conditions of Eurasia. The 9th International Conference of the East and Southeast Asia Federation of Soil Science Societies, 27 Oct. 2009, Seoul, Korea.
- ⑤ 渡邊哲弘, 吉田啓史, 舟川晋也, 小崎隆 2008: 難分解性土壌有機炭素の蓄積に対する鉄およびアルミニウム酸化物・水酸化物の影響. 2008年度日本土壌肥料学会講演会, 2008年9月9日, 名古屋市立大学.

[図書] (計 2 件)

- ① Watanabe T, Funakawa S, Kosaki T 2009: Distribution of clay minerals in upland soils under different weathering conditions of humid Asia. In *Chemical Mineralogy, Smelting and Metallization*. Eds. E. D. McLaughlin and L. A. Breau, p. 19-56, Nova Science Publishers, Inc., New York (共著).
- ② 舟川晋也 2008: 東南アジア. 農業技術体系土肥編追録第19号, 農山漁村文化協会, p. 35-39 (共著).