

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 28 日現在

機関番号：22604

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009 ～ 2011

課題番号：21405039

研究課題名（和文） 熱帯アフリカにおける生産生態資源の時空間的不均一性と  
その農業利用に関する研究研究課題名（英文） Spatio-temporal variability of ecological resources in tropical  
Africa and its agricultural use

研究代表者

小崎 隆 (KOSAKI TAKASHI)

首都大学東京・都市環境科学研究科・教授

研究者番号：00144345

研究成果の概要（和文）：熱帯アフリカにおける土壌・水環境等の生産生態資源分布の不均一性をもたらす要因は、広域的には土壌母材や気候の変異であり、より狭い範囲では土壌侵食、生態系の有機物動態などであった。これまで農耕民の農地選択は、タンザニアの広域レベルで、あるいはカメルーン東部州の森林/サバンナ移行帯において観察されたように、土壌肥沃度に対応した合理的なものであった。しかしながら、良好な耕地の開拓の余地が狭まりつつある熱帯アフリカでは、新たな農地管理技術——有機物、窒素、リンを意図的に集積させる——を考えていく必要がある。

研究成果の概要（英文）：The main factors that cause variability in agro-ecological conditions in tropical Africa were primarily the variation in parent materials of soils and climatic conditions in a larger scale, whereas in a smaller scale soil erosion as well as organic matter dynamics are considered to be main factors for such variations. The ways of selecting cropland by local farmers were traditionally rather reasonable ones, which corresponded to respective soil fertility indices, as observed in the cases in whole Tanzania or a forest-savanna contact zones in eastern Cameroon. It is necessary, however, to adopt alternative agricultural techniques that can concentrate organic matter resources, N and P to agricultural land.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	3,900,000	1,170,000	5,070,000
2010年度	5,400,000	1,620,000	7,020,000
2011年度	4,000,000	1,200,000	5,200,000
年度			
年度			
総計	13,300,000	3,990,000	17,290,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：環境農学

キーワード：生産生態資源、熱帯アフリカ、農業生産、不均一性

## 1. 研究開始当初の背景

サハラ以南のアフリカ諸国の多くは、今日世界経済の中で苦しい立場におかれている。様々な課題の中でも、安定した一次生産の確保は、人道的あるいは社会の安定という観点からも重要である。

## 2. 研究の目的

本研究では、アフリカにおける農業発展の可能性を、彼ら自身の伝統的な土地利用戦略の要素であった「生産生態資源分布の不均一性の積極的利用」を強化・発展させる方向で展望するとともに、これを今日的な地球規模

の課題である、一次生産と環境保全の両立と合致させるよう再構築する方途を考える。

### 3. 研究の方法

本研究では、調査地としてタンザニア国全域およびモロゴロ州、カメルーン東部州の農耕地を選定し、以下述べるような諸調査、圃場実験を行った。

(1) タンザニア全域における広域土壌調査。東アフリカ大地溝帯周辺に位置するタンザニア国の土壌生成条件は多様である。本課題では、タンザニア国全域より広く表層土壌試料を収集し(全96点)、その理化学性、鉱物学的特性を分析・整理するとともに、これらの特性を生成づける要因の解明を目指した。

(2) タンザニア・ウルグル山塊の土壌・気象条件が異なる畑作地4地点における水食特性の評価。同地域において、圃場内の土壌・生産生態資源の不均一性をもたらす土壌侵食発生過程に関し、詳細な水収支に基づいて検討するとともに、侵食を回避・軽減しうるような土地管理手法について考察した。

(3) タンザニア・モロゴロ州の農耕地において、土性が炭素・窒素動態に及ぼす影響の解明。前記課題(2)のSUAおよびMazimbuは、土性という観点から対照的な2地点である。これらのトウモロコシ作付圃場において、異なる施肥管理下におけるCO<sub>2</sub>発生量を推定するとともに、土壌/作物間の炭素・窒素動態に関して調査し、物質動態に対する土性の影響を検討するとともに、特に窒素動態の適切な管理を目指した圃場試験を行った。

(4) カメルーン東部州の森林/サバンナ移行帯における土壌資源分布と農耕地利用戦略。近接する森林・サバンナ両植生下において土壌調査を行い、植生の違いが土壌理化学性・肥沃度に及ぼす影響、ひいては農耕地の土地利用戦略に与える影響を調査した。

### 4. 研究成果

#### (1) タンザニア全域における広域土壌調査

ほとんどの土壌関連分析値において、変動係数が100%を超えることから、タンザニア国には多様な土壌が分布していることが示された。これら分析値のうち、粘土鉱物組成以外の項目について主成分分析を行った結果、土壌の理化学性は5つの因子(有機物・非晶質因子、土性因子、酸性因子、可給態リン・カリウム因子、ソーダ質因子)に要約できた。これら5因子に、鉱物学的特性として粘土面分中の膨潤性2:1型鉱物およびカオリン鉱物の割合を加え土壌指標値とし、土壌生成因子としての降水量および母材条件との関係を調べた結果、以下の点が明らかとなった。

① 有機物・非晶質因子は、火山性母材の分布域(北部ケニア国境および南部マラウイ国境周辺)で高い(図1)。

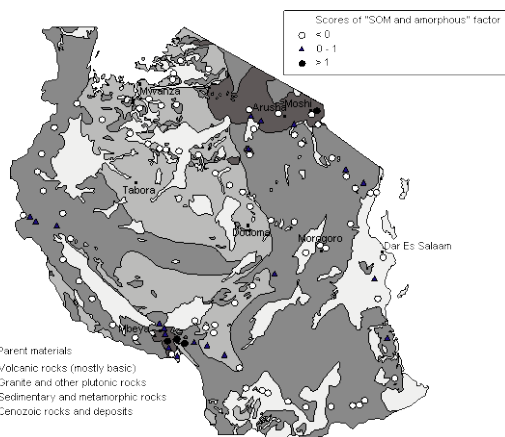


図1 タンザニア表層土壌における有機物・非晶質因子得点の分布

② 可給態リン・カリウム因子もまた、火山性母材の分布域で高い。

③ 膨潤性2:1型鉱物は、ソーダ質因子得点の高いビクトリア湖周辺でしばしば現れる。

④ カオリン鉱物は、降水量が大きいほど、また酸性因子が高いほど増大する。このような粘土鉱物と気候条件のよい対応関係は、調査土壌が大局的には現在の気候条件を反映して生成してきたことを示唆する。

⑤ 現在集約的農業が展開されている地域は、火山性母材地域あるいは地溝帯地域の一部であり、これは土壌肥沃度が高い地域とほぼ一致する。これ以外の地域においては、湿润地域ではカオリン鉱物主体の低い土壌肥沃度が、逆に雲母鉱物に富み土壌肥沃度には比較的恵まれた半乾燥地域では水資源量が、現状では農業発展を阻害・限定する要因となっているものと考えられた。

#### (2) タンザニア・ウルグル山塊の土壌・気象条件が異なる畑作地4地点における水食特性の評価

標高および土壌母材が異なる4サイト(Nyandira, Tandai, SUA, Mazimbu)において(表1)、表面流去プロット(幅0.8 m×斜面長2.4 m)を設置し(2連)、データロガーを用いて表面流去水量、降雨量、土壌体積含水率(深さ0-15、15-30、30-60 cm)を10分間隔で測定した。流亡土砂量は最下端のバケツに溜まった土砂を約2週間に1度回収し、風乾したのち計量した。観測期間は2010年11月~2011年5月(計160日間)であり、本課題では土壌条件の影響を顕在化させるため裸地で実験を行った。

表1 モロゴロ周辺のサイト概要

サイト名	標高 (m)	年平均気温 (°C)	傾度 (°)	粘土含量 (%)	飽和透水係数 (m s <sup>-1</sup> )	主な栽培作物
Nyandira	1600	18.2	20	47	4.2×10 <sup>-6</sup>	メイズ、トマト、キャベツ、カリフラワーなど
Tandai	450	25.4	20	46	1.3×10 <sup>-4</sup>	メイズ、陸稲、バナナ、ココナッツなど
SUA	550	25.4	<5	28	2.8×10 <sup>-5</sup>	メイズ
Mazimbu	500	25.0	<5	3	7.6×10 <sup>-5</sup>	メイズ

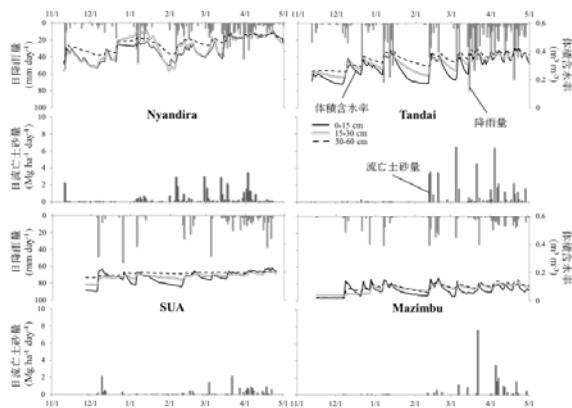


図2 観測期間中の日降雨量、日流亡土砂量、土壌体積含水率の推移

① 各地点における降雨量と土壌水分含量の推移。観測期間中の4サイトにおける日降雨量と日流亡土砂量、土壌体積含水率の推移を図2に示す。観測期間中の総降雨量は、Nyandira、Tandai、SUA、Mazimbuでそれぞれ980、1625、550、500 mmであった。すべてのサイトにおいて11月から雨季が始まっており、11月から1月中旬までの小雨季と、2月中旬から5月までの大雨季に大別される。ウルグ山塊の西側斜面に位置するNyandiraでは、標高1600 mを超える高標高のため冷涼で土壌水分が蒸発しにくく、雨季中は常に湿潤な土壌水分状態にあった。東側斜面に位置するTandaiは低標高帯に位置するが、インド洋からの雨雲の影響で雨季全体を通して降雨量が多く、強い降雨強度を伴う降雨の割合も高かった。一方、低地の2サイト(SUA、Mazimbu)は山地の2サイトに比べて降雨量が少なかった。SUAでは、雨季中を通して30 cm以深にほとんど雨水が浸透していなかった。

② 降雨開始時の表層土壌水分含量が表面流去水発生に与える影響。表面流去水発生に対する表層土の初期土壌水分状態の影響を調べるため、降雨イベントごとの総降雨量と総表面流去水量を、表層土壌(深さ0-15 cm)の初期土壌水分含量によって場合分けして図3に示した。本研究では、降雨開始時の体積含水率が圃場容水量よりも高いものをWet、成長阻害水分点よりも低いものをDry、その中間のものをMoistと定義した。Nyandira、Tandai、Mazimbuの3サイトについては、降雨イベント内の総降雨量によらず、初期土壌水分含量がDryの時に表面流去水の発生が抑制されていることが明らかとなった。一方SUAでは、降雨開始時の土壌水分含量が全てDry時に表面流去水は発生しており、初期土壌水分含量が表面流去水発生に与える影響は明瞭ではなかった。

③ 各サイトの水食特性の評価と改善指針。表2に各サイトにおける観測期間中の総降雨量、総表面流去水量、総流亡土砂量を示す。

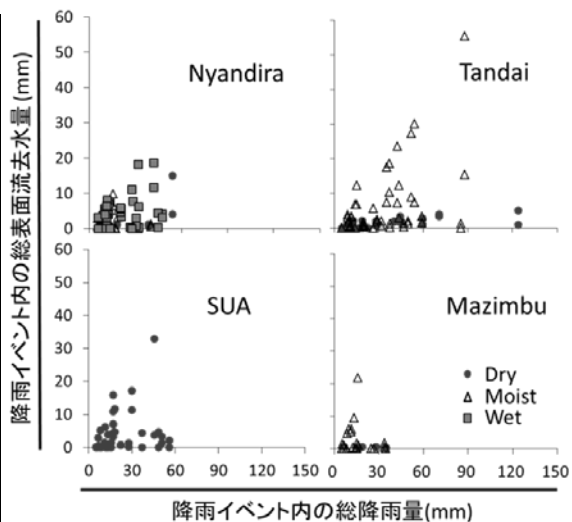


図3 各降雨イベントにおける総降雨量に対する総表面流去水の割合

表2 観測期間中の総降雨量、総表面流去水量、総流亡土砂量

サイト名	降雨量	表面流去水量	流亡土砂量	流出率	土砂濃度
	(mm)	(mm)	(Mg ha <sup>-1</sup> year <sup>-1</sup> )	(%)	(g L <sup>-1</sup> )
Nyandira	980	157.2	36.1	16.0	23.0
Tandai	1625	180.5	47.3	11.1	26.2
SUA	538	89.5	15.9	16.6	17.8
Mazimbu	528	62.7	22.8	11.9	36.4

西側斜面高標高に位置するNyandiraでは、雨季後半に表層から60 cm深までほぼ飽和に達して浸透能が低下し、流出率が高まった。保全策としては、土壌水分含量の上昇を抑えるような管理(蒸発散速度の高い作物を植えるなど)が重要であると考えられる。東側斜面のTandaiは、表層の透水性は良好で降雨強度が高い割に流出率は抑えられたが、降雨量が多いゆえに流亡土砂量は最も多かった。したがって、雨滴衝撃から地表面を保護するマルチングなどが保全策として考えられる。斜度の緩い中粒質なSUAでは最も高い流出率が観測されたが、表面流去水に対する流亡土砂の割合(土砂濃度)は最も低かった。高強度の降雨の割合が雨季前半に高いため、この時期の流亡土砂量も多かった。したがって、被覆率が低い時期(作物生育初期など)に極力表層土壌を攪乱しない管理法(不耕起栽培など)が適切であると考えられる。Mazimbuは流出率が低く傾斜が緩やかであるにもかかわらず、その砂質土壌ゆえの脆弱性から、土砂濃度が最も高かった。侵食防止は技術的に困難であるため、流亡した土砂を系外へ逃がさないような等高線栽培などの空間的対処技術が考えられる。

(3) タンザニア・モロゴロ州の農耕地において、土性が炭素・窒素動態に及ぼす影響の解明

① 炭素動態の解析。タンザニア・モロゴ

ロ州の圃場2地点(SUA粘質土壌とMazimbu砂質土壌)において2007年から2010年まで、異なる施肥管理(無処理; 化学肥料施用100 kg N ha<sup>-1</sup> + 50 kg P ha<sup>-1</sup>; 有機物施用7.5 Mg C ha<sup>-1</sup>; 化学肥料+有機物施用)条件下でトウモロコシ栽培(計4回)を行い、以下の解析を行った。

CO<sub>2</sub>放出速度には、実験期間を通して顕著な季節変動が観測され、雨季中に高く、乾期中に低い傾向があった。段階的重回帰分析の結果、気温・地温は棄却され、土壌水分のみがCO<sub>2</sub>放出速度と関係があったため、推定式はC<sub>em</sub> = aM<sup>b</sup>, (C<sub>em</sub>:CO<sub>2</sub>放出速度(mol C ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>), M:土壌水分(L L<sup>-1</sup>), a, bは係数)となった。無処理区における年間CO<sub>2</sub>発生量は、それぞれ1.0-2.2 Mg C ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>(SUA/粘質)、0.9-1.9 Mg C ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>(Mazimbu/砂質)と推定され、4年間の耕作に伴い顕著な土壌炭素量の減少(2.4 Mg C ha<sup>-1</sup>[0-15 cm][SUA]、3.0 Mg C ha<sup>-1</sup>[0-15 cm][Mazimbu])が観測された(表3)。有機物を施用した区では、年間CO<sub>2</sub>発生量は倍増したものの、土壌炭素量の増加(3.5-3.8 Mg C ha<sup>-1</sup>(0-15 cm)(SUA)、1.7-2.1 Mg C ha<sup>-1</sup>(0-15 cm)(Mazimbu))も観測された。

これらの結果から、半乾燥熱帯の畑作地では、大量の有機物施用(7.5 Mg C ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>)により、土壌炭素量の増大が可能であることが示された。また砂質土壌では、土壌有機炭素の貯留率が低いことが明らかとなった。

② 土壌微生物窒素に着目した窒素動態の解明とその農業利用。2006年3月からトウモロコシの栽培試験(計104日間)を行った。処理区として、作物残渣および化学肥料の施用の有無を掛け合わせた4処理区と無植栽区の計5処理区を設けた。無植栽区を除く全処理区で、乾燥の始まる播種後60日目以降からトウモロコシの生長が停止する播種後93日目にかけて、土壌中の無機態窒素量の顕著な増減は見られなかったが、土壌微生物中の窒素量の減少が観測された(図4)。土壌有機物分解量は、降雨量が多く土壌が湿潤であった播種後60日目までは大きく、降雨量が少なく土壌が乾燥した播種後60日目以降に急激に減少した。このことから、土壌有機物分解由

表3 試験期間中の炭素収支

処理区	SUA (Mg C ha <sup>-1</sup> ; 0-15 cm)			
	全CO <sub>2</sub> 発生量	有機物施用量	土壌炭素量の 変動	欠損量
無処理区	5.7	0.0	-2.4	-3.3
有機物施用区	12.2	25.0	3.5	9.3
化肥区	6.6	0.0	-2.8	-3.8
(有機物+化肥)区	12.1	25.0	3.8	9.1
処理区	Mazimbu (Mg C ha <sup>-1</sup> ; 0-15 cm)			
	全CO <sub>2</sub> 発生量	有機物施用量	土壌炭素量の 変動	欠損量
無処理区	4.8	0.0	-3.0	-1.8
有機物施用区	10.8	25.0	1.7	12.5
化肥区	6.1	0.0	-1.6	-4.5
(有機物+化肥)区	10.4	25.0	2.1	12.4

\* 欠損量 = 有機物施用量 - 全CO<sub>2</sub>発生量 - 土壌炭素の変動量、として計算した。

来の無機化窒素量は、播種後60日目までは多く、それ以降は減少することが推定された。以上より、土壌が乾燥し有機物分解量が急激に減少する生育後期に、土壌微生物の保持する養分が作物の生育に寄与することが示唆された。

また、播種直前の全処理区において、土壌中の無機態窒素量は、作物総吸収量の6割以上に相当する70 kg N ha<sup>-1</sup>以上存在していたことから、乾季中に大量の窒素が土壌中に蓄積していたことが明らかになった。しかし、播種後43日目までに土壌中の無機態窒素量は化学肥料施用区で約40 kg N ha<sup>-1</sup>、化学肥料無施用区、無植栽区で約20 kg N ha<sup>-1</sup>にまで減少した。播種後43日目までに作物が吸収した窒素量(約40-60 kg N ha<sup>-1</sup>)と土壌有機物分解由来の無機化窒素量がほぼ等しいことから、乾季中に蓄積した窒素や化学肥料として施用された窒素の大部分が作物に吸収されずに溶脱している危険性が示された。

前述の試験結果を受けて、2007/2008年の2回、播種の約20日前に作物残渣を施用した有機物施用区と無処理区を設け、『播種前に有機物を施用することで、従来は溶脱していた窒素を土壌微生物に保持させることができ、それにより窒素循環が改善する』という仮説

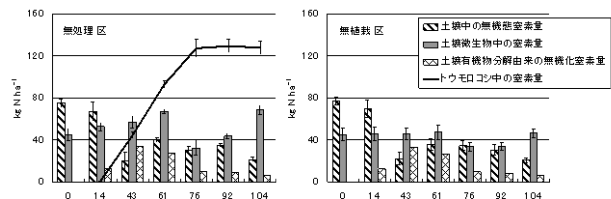


図4 作物生育中の表層土壌中の無機態窒素量、土壌微生物中の窒素量、土壌有機物分解由来の無機化窒素量、トウモロコシ中の窒素量の推移

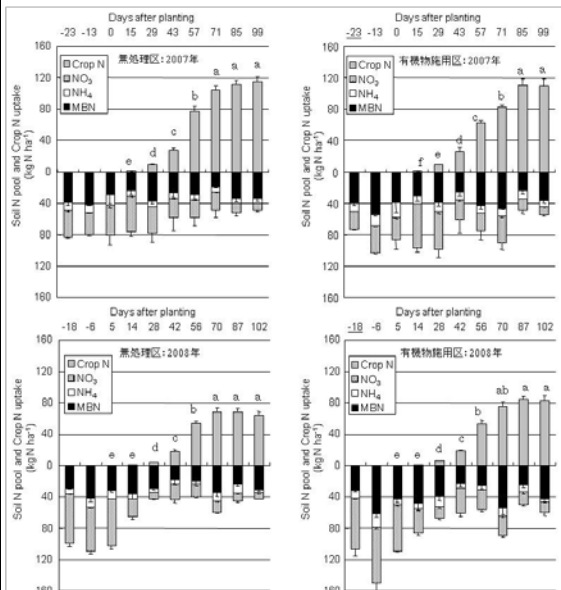


図5 栽培試験期間中の作物の窒素吸収量、土壌中の無機態窒素量(NH<sub>4</sub>+NO<sub>3</sub>)、土壌微生物中の窒素量(MBN)の推移。有機物施用は、2007年は-23DAPに、2008年は-18DAPにそれぞれ行った。



を検証するためにトウモロコシの栽培試験(約120日)を行った。兩年とも有機物施用によるMBNの顕著な増加が観測されたことから、従来は溶脱により損失していた窒素を土壤微生物に一時的に保持させることは可能であることが示された(図5)。また、作物の窒素吸収量が増加した生育中期以降にも、表層土壤中の窒素プール(MBN+無機態窒素量)、土壤微生物の分解活性は有機物施用区で高く推移し、作物の窒素吸収期間も無施用区に比べて約2週間長くなった。この結果、顕著な溶脱が観測された2008年には、作物の総窒素吸収量が有機物施用区で有意に高くなった( $P < 0.05$ )。一方、例年よりも降雨が安定し顕著な溶脱が観測されなかった2007年には、作物の総窒素吸収量および収量に差はなかったものの、有機物施用によって増加した土壤微生物による作物生育の一時的な阻害も観測された。

以上のことから、施用する有機物の量や種類(C/N等)を今後さらに検討する必要があるものの、当地域において、土壤微生物の養分保持機能を活用した窒素循環の改善は実現可能であると結論付けられた。

③ まとめ。これらの結果から、半乾燥熱帯の畑作地では、大量の有機物施用によって土壤炭素量の増大が可能であることが示された。しかしながら砂質土壤では、土壤有機炭素の貯留率が低いこともまた明らかとなった。また当該地域における養分動態の問題点に、作物吸収量が少ない生育初期(雨季初期)に起きる窒素の大量の溶脱が挙げられた。土壤微生物中の窒素が生育後期に作物生育に寄与していたことから、作物残渣の施用などにより生育初期に窒素を一時的に土壤微生物に取り込ませることができれば、これまで溶脱していた窒素を作物生育に利用することが可能であると考えられる。

#### (4) カメルーン東部州の森林/サバンナ移行帯における土壤資源分布と農耕地利用戦略

森林/サバンナ移行帯に位置するカメルーン東部州ベルトゥア市周辺(約50 km四方内)の森林・サバンナ両植生下において土壤断面調査(各5地点)を実施し、土壤層位ごとに80 cm深まで土壤試料を採取・分析した。その結果(表4)、土壤の理化学性は、全地点の下層土(40 cm深)で高い粘土含量(61-75%)、低いCEC(7.1-8.5 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>)、交換性塩基量(0.9-1.4 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>)を示し、植生間で差は見られなかった(表5)。しかしながら表層土(0-10cm深)では、粘土含量がサバンナ(46%)よりも森林(58%)で有意に高く( $P < 0.05$ )、サバンナ植生下における土壤侵食の可能性が示唆された。土壤断面(0-80 cm)に蓄積する養分量は、森林、サバンナ各植生下で、炭素が87.9, 98.6 Mg C ha<sup>-1</sup>(0-80cm深)、窒素

表4 カメルーン東部州の森林/サバンナ移行帯に分布する両植生下土壤の理化学性

	pH(H <sub>2</sub> O)		pH(KCl)		Total C (g kg <sup>-1</sup> )		Total N (g kg <sup>-1</sup> )		Total P (g kg <sup>-1</sup> )	
	forest	savanna	forest	savanna	forest	savanna	forest	savanna	forest	savanna
0-5 cm	4.7	5.1	4.3	4.3	24.5	20.2	2.2	1.3 *	0.44	0.34
5-10 cm	4.6	5.0 *	4.2	4.3	14.9	19.5	1.5	1.2	0.38	0.33
10-20 cm	4.5	4.7	4.2	4.2	12.8	14.5	1.1	0.9	0.39	0.30
20-40 cm	4.6	4.8	4.3	4.3	8.4	8.6	0.7	0.7	0.38	0.26 *
40-60 cm	4.6	4.9 *	4.4	4.5	6.6	6.6	0.6	0.5	0.37	0.27 *
60-80 cm	4.8	4.9	4.5	4.7	5.6	5.2	0.5	0.4	0.36	0.27 *

	Bulk density (g cm <sup>-3</sup> )		Clay content (%)		Sum of exch. bases (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )		CEC (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )		TC/TN ratio	
	forest	savanna	forest	savanna	forest	savanna	forest	savanna	forest	savanna
0-5 cm	0.98	1.25 *	58.0	45.8 *	4.9	2.6	10.9	9.0	11.0	15.7 *
5-10 cm	1.17	1.26	58.7	46.1 *	1.8	2.4	10.5	8.8	11.5	15.6 *
10-20 cm	1.24	1.31	59.0	50.4	1.3	1.4	9.3	7.8	12.0	15.3 *
20-40 cm	1.28	1.33	69.7	61.0	1.1	1.0	8.5	7.1	11.5	13.0 *
40-60 cm	1.27	1.31	73.8	68.1	0.9	1.2	7.1	7.2	11.3	12.1
60-80 cm	-	-	74.9	69.0	0.9	1.4	7.8	7.5	11.0	11.7

\* The values at the forest and savanna plots are statistically different ( $n = 5, p < 0.05$ ).

が7.7, 7.1 Mg N ha<sup>-1</sup> (0-80cm深)、リンが3.7, 3.0 Mg P ha<sup>-1</sup> (0-80cm深)となった。各層位の養分蓄積量には、植生間で有意な差が観測されなかった一方で、30 cm深までの土壤の炭素/窒素比は、森林(11.5)よりもサバンナ(14.9)で顕著に高く( $P < 0.05$ )、蓄積している土壤有機物の質が植生間で異なることが示された。

現地農耕民に対するインタビューによれば、彼らは新たな開墾に際して、サバンナ植生より森林植生を好むようである。土壤有機物の質という観点からは、森林土壤表層の方が炭素/窒素比が低く有機窒素の無機化が促進されやすいという説明が可能であろう。一方これほど湿潤な地域(年降水量1500 mm)におけるサバンナ植生は、当該地域北方に隣接して生活する牧畜民による、毎年の草地更新のための火入れの影響を受けて成立しているものと思われる。このようなサバンナ植生下において、表層土の粘土含量に差が生じるほどに土壤侵食が起こるとというのが事実であれば、牧畜の環境に対するインパクトは相当大きいものといわざるを得ない。この点はさらに十分な調査によって検証されるべきであろうと考えられる。

#### (5-) まとめ

本研究で調査を行ったタンザニア国とカメルーン国における結果は、以下のようにまとめることが出来る。

① 熱帯アフリカにおける土壤・水環境等の生産生態資源分布の不均一性をもたらす要因は、広域的には土壤母材や気候の変異であり、より狭い範囲では土壤侵食、生態系の有機物動態などであった。

② これまでの農耕民の農地選択は、タンザニアの広域レベルで、あるいはカメルーン東部州の森林/サバンナ移行帯において観察されたように、土壤肥沃度に対応した合理的なものであった。

③ 良好な耕地の開拓の余地が狭まりつつある熱帯アフリカでは、前述の(3)で検討し

たような農地管理技術——有機物、窒素、リンを意図的に集積させる——を考えていく必要がある。

#### 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11件)

- ① Sugihara S, Funakawa S, Kikasara, M, Kosaki T 2012: Effect of land management on CO<sub>2</sub> flux and soil C stock in two Tanzanian croplands with contrasting soil texture. *Soil Biology and Biochemistry*, 46, 1-9 (査読有), doi:10.1016/j.soilbio.2011.10.013.
- ② Sugihara S, Funakawa S, Kikasara M, Kosaki T 2012: Effect of land management on soil microbial N supply to crop N uptake in a dry tropical cropland in Tanzania. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 146 (査読有), 209-219, doi:10.1016/j.agee.2011.11.008.
- ③ Sawada K, Funakawa S, Kosaki T 2010: Simulating short-term dynamics of non-increasing soil respiration rates by a model using Michaelis-Menten kinetics. *Soil Science and Plant Nutrition*, 56, 874-882 (査読有), doi: 10.1111/j.1747-0765.2010.00495.x.
- ④ Sugihara S, Funakawa S, Kosaki T 2010: In situ short-term carbon and nitrogen dynamics in relation to microbial dynamics after a simulated rainfall in croplands of different soil texture in Thailand. *Soil Science and Plant Nutrition*, 56, 813-823 (査読有), doi: 10.1111/j.1747-0765.2010.00516.x.
- ⑤ Sugihara S, Funakawa S, Kilasara M, Kosaki T 2010: Effect of land management and soil texture on seasonal variations in soil microbial biomass in dry tropical agroecosystems in Tanzania. *Applied Soil Ecology*, 44, 80-88 (査読有), doi:10.1016/j.apsoil.2009.10.003.
- ⑥ Sugihara S, Funakawa S, Kilasara M, Kosaki T 2010: Dynamics of microbial biomass nitrogen in relation to plant nitrogen uptake during the crop growth period in a dry tropical cropland in Tanzania. *Soil Science and Plant Nutrition*, 56, 105-114 (査読有), doi: 10.1111/j.1747-0765.2009.00428.x.

[学会発表] (計22件)

- ① 西垣智弘、杉原創、Method Kilasara、舟川晋也 2012: タンザニア・ウルグル山塊

の土壌・気象条件が異なる畑作地における水食特性の評価. 日本熱帯農業学会第111回講演会、2012年3月31日、東京農工大学.

- ② 杉原創、柴田誠、Mvond Ze Antonie、荒木茂、舟川晋也 2012: カメルーン東部・森林-サバンナ移行帯における土壌調査報告～植生が土壌養分の蓄積量及び蓄積形態に及ぼす影響～. 日本ペドロジー学会2012年度大会、2012年3月6日、首都大学東京.
- ③ 柴田誠、杉原創、Emmanuel Njukwe、舟川晋也、荒木茂 2011: カメルーン東部の森林・サバンナ境界域における耕地化に伴う養分損失量の評価～作土層からの溶脱に着目して～. 日本土壌肥料学会2011年度つくば大会、2011年8月9日、つくば国際会議場.
- ④ Sugihara S, Funakawa S, Kilasara M, Kosaki T 2011: Effect of land management on CO<sub>2</sub> flux and soil C budget in two contrasted soil texture croplands in Tanzania, Sub-Saharan Africa. 3rd International Symposium on SOM, 11-14 July 2011, Leuven, Belgium.
- ⑤ 杉原創、舟川晋也、Method Kilasara、小崎隆 2010: タンザニアの畑作地における有機物施用による窒素循環改善の試み～土壌微生物の養分保持機能の活用～. 日本熱帯農業学会第108回講演会、2010年10月10日、沖縄コンベンションセンター.

[図書] (計1件)

- ① Funakawa S, Yoshida H, Watanabe T, Sugihara S, Kilasara M, Kosaki T 2012. 1. Soil fertility status and its determining factors in Tanzania. In *Soil Health and Land Use Management*. Ed. M. C. Hernandez-Soriano, p. 3-16, InTech - Open Access Publisher, Rijeka, Croatia.

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

小崎 隆 (KOSAKI TAKASHI)

首都大学東京・都市環境科学研究科・教授  
研究者番号: 00144345

##### (2) 研究分担者

舟川 晋也 (FUNAKAWA SHINYA)

京都大学・地球環境学堂・教授

研究者番号: 20244577

大山 修一 (OYAMA SHUICHI)

京都大学・アジア・アフリカ地域研究研究科・准教授

研究者番号: 00322347

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

(H22まで)