

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 1 日現在

機関番号：34419

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2017

課題番号：16K18669

研究課題名(和文) 集水域マスバランス方程式による日本森林土壌の生成速度の推定

研究課題名(英文) stimation of Soil Formation Rates of Japanese Forests using a Watershed-based Mass Balance Method

研究代表者

阿部 進 (ABE, Susumu)

近畿大学・農学部・講師

研究者番号：40708898

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：植生や母岩の異なる集水域から得られた観測データを基に、関西圏に位置する森林生態系の土壌生成速度(SFR)を求めることができた。また、当初計画にはなかった既存データの再解析によって、SFRの推定精度を検討できた。これらの結果から長期にわたって集水域マスバランスデータの解析が可能となる米国ハーバードブルック長期生態系モニタリングサイトにおける調査の必要性が生じ、関連データを入手し解析を進めることになった。総評として、本研究によってSFRの測定手法を完全に確立するまでには至らなかったが、集水域マスバランス法の信頼性や実用性の一部検証を完了でき、今後の研究へつなげる成果を得ることができた。

研究成果の概要(英文)：Soil formation rate was estimated in forest watersheds at Mt. Kasuga, Yata Hill and Mt. Ohe which have different parent rocks using the watershed-based mass-balance method. In addition, we could examine the accuracy of this methodology to estimate SFR through the reanalysis of the available data base, although we did not have a plan to do that at the beginning of the project. This allowed us to realize the importance of the analysis of the long-term mass balance data recorded at a long-term ecological monitoring site in Hubbard Brook (USA). So, we could obtain the relevant data but its analysis is still on-going. As a result, although we could only partially confirmed the reliability and applicability of the watershed-based mass balance method to estimate the soil formation rate. We are expecting that these findings will give new insights to the future study.

研究分野：土壌学

キーワード：土壌生成速度 森林生態系 集水域マスバランス

### 1. 研究開始当初の背景

集水域単位で地球化学元素のマスバランスを明らかにすることで土壌生成速度 (SFR) を概算することができる。定常状態にある生態系では、「土壌生成速度 (SFR)」=「土壌侵食速度 (SER)」という関係が成り立ち、SFR と SER の間の動的平衡状態を明らかにすることで、土壌本来のもつ潜在的生産力と土壌劣化状態を把握し、土壌生産力の持続、生態系の健全性を評価できる可能性がある。しかし、SER の測定については膨大な研究の蓄積があるが、SFR の実用的な計測・推定手法は確立されていない。

土壌生成速度の定量的測定法は、土壌研究における根幹テーマの一つでありながら、未だ確立されていない。これまでに集水域スケールで地球化学元素のマスバランスを計算することにより、土壌生成速度を推定する手法が考案されているが、その理論実証が不十分であるだけでなく、適用事例が不足していることから信頼性や実用性について十分に検討されていない。本研究の研究協力者である若月とその同僚ら (Wakatsuki & Rasyidin, 1992; Wakatsuki et al., 1993) は岩石風化・土壌生成でキーとなる7つの無機元素 (Na, K, Ca, Mg, Al, Fe, Si) のマスバランスを集水域スケールで測定・計算し多変量解析することで、比較的平易に SFR を求める手法を考案している。この手法を用いれば、SFR だけでなく、岩石風化速度 (RWR) も同時に求めることも可能である。

### 2. 研究の目的

本研究では、この集水域マスバランス法の適用範囲、信頼性や実用性を明らかにするため、環境条件 (とくに土壌生成因子といわれる5つの因子: 気候、植生、土壌、地質 (母材)、時間) の異なる複数の森林集水域において SFR を概算・比較する。また、関連する測定データを質量ともに増やすことでより信頼性の高い推定手法の開発と精度の向上を目指す。

### 3. 研究の方法

基本的には Wakatsuki et al. (1993) に準じて調査を行う。つまり、風化していない新鮮な岩石、深さ 1 m あるいは基岩に達するまでの土壌、降雨と河川水 (降雨強度および頻度により毎月 1~3 回) を採取する。これら試料中の地球化学7元素 (ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウム、アルミニウム、鉄、ケイ素) の濃度を測定し、最小二乗法による未定係数法を用いて SFR (および RWR) を求める。その他の検討項目として、マンガ、亜鉛のような微量元素データの影響、空間的および時間的なサンプリング頻度の影響を調べ、SFR を算出するための最適手法について検討する。

このため、奈良県春日山 (母材=片麻岩 (酸

性岩); 植生=常緑広葉林) と奈良県矢田丘陵 (母材=花崗岩 (酸性岩); 植生=半落葉広葉樹林を設定し、継続して手中的なモニタリングを行っている。また、京都府大江山 (母材=蛇紋岩 (超塩基性岩); 植生=落葉広葉林) など他の森林集水域において、岩石、土壌、水質調査を実施する他、春日山においては植生や母材の違いに着目して調査を行い、異なる環境要因が SFR へ及ぼす影響を検討する。

### 4. 研究成果

奈良県の春日山および矢田丘陵に位置する母岩の異なる2つの集水域 (片麻岩 vs. 花崗岩) から得られた観測データを基に、SFR と RWR を算出し、相互に比較した。結果として、母岩の違いを主因にすると思われる差が SFR (春日山=1.37 t/ha/yr; 矢田丘陵=1.79 t/ha/yr)、RWR (春日山=1.51 t/ha/yr; 矢田丘陵=1.83 t/ha/yr) とともにみられたが、当初期待していたほど大きな差ではなかった (下図参照)。

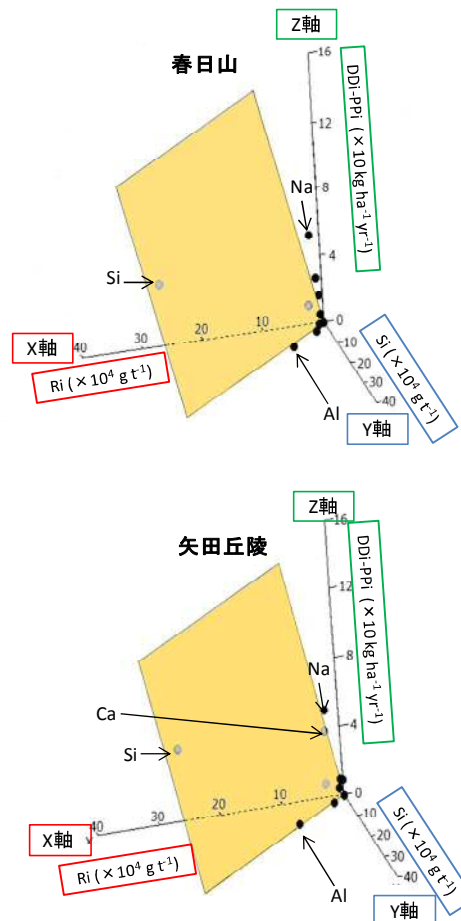


図: 春日山と矢田丘陵での SFR 算出時の三次元グラフの比較

また、春日山においては、植生や母材の違いに着目してより集中的な土壌調査を行い、データ解析を進めている (一部データはすでに論文として投稿中)。更に京都府大江山において、地質条件の異なる隣接する森林集水

域(堆積岩 vs. 蛇紋岩)を調査し、土壤生成速度(+岩石風化速度)を求めることができた。これら結果の一部は学会で発表することができた他、論文として取りまとめて投稿中である。

他方、当初計画にはなかった既存データの再解析によって、土壤生成速度(+岩石風化速度)の推定精度を検討できた。また、この結果から長期にわたって集水域マスバランスデータの解析が可能となる米国ハバードブルック長期生態系モニタリングサイトにおける調査の必要性が生じ、関連データを入力するとともにデータ解析を進めている。

総評として、研究目的であった集水域マスバランス法の信頼性や実用性の検証は一部達成できたが、土壤生成速度の測定手法を完全に確立するまでには至らなかった。他方、本研究を進めていく過程で、質・量ともに更に広範囲かつ集中的な調査・モニタリングとデータ解析や他の土壤生成速度測定法(例えば、宇宙線生成核種計測法)との比較が必要になることが確認できたことから、本研究の結果をもとに今後も継続してこの課題に関する研究を進めていく予定である。

## 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 9 件)

- ① 阿部 進 (2017) 西アフリカ低地の土壤生成学的研究と水田稲作ポテンシャルの実践的評価. 日本土壤肥料学雑誌 88: 397-398. 【査読無】
- ② 阿部 進 (2017) 土壤生態系サービスを支える土壤動物の役割. 1. 土壤動物と土壤生態系サービス. 日本土壤肥料学雑誌 88: 153-157. 【査読有】
- ③ Delyndra, F., Kamarudin, K. N., Umami, I.M., Syafitri, N.Y., Maria, L., Hermansah, Abe, S. S. (2017) Utilizing palm oil mill effluent by mixing with dolomite and chicken manure for increasing soybean production on a tropical Ultisol. *Tropical Agriculture & Development* 61: 194-198. 【査読有】
- ④ 田端敬三・鈴木雄也・奥村博司・阿部 進 (2017) 都市近郊二次林におけるムラサキシブの開花状況とそ影響要因. 日本緑化工学会誌 43: 68-73. 【査読有】
- ⑤ Abe, S. S. (2016) Accumulation of free oxyhydroxides in termite (*Macrotermes bellicosus* (Smeathman)) mounds and the implications for their dynamics in a tropical savannah Ultisol. *Soil Science & Plant Nutrition* 62: 127-132. 【査読有】
- ⑥ Abe, S. S., Hashimoto, S., Umezane, T., Yamaguchi, T., Yamamoto, S., Yamada, S., Endo, T., Nakata, N. (2016) Excessive application of farmyard manure reduces rice

yield and enhances environmental pollution risk in Paddy Fields. *Archives of Agronomy & Soil Science* 62: 1208-1221. 【査読有】

- ⑦ Abe, S. S., Yamasaki, Y., Wakatsuki, T. (2016) Assessing silicon availability in soils of rice-growing wetlands and neighboring uplands in Benin and Nigeria. *Rice Science* 23: 196-202. 【査読有】
- ⑧ 中嶋真希・田端敬三・奥村博司・阿部 進 (2016) 都市近郊二次林におけるコバノミツバツツジ (*Rhododendron reticulatum* D. Don ex G. Don) の開花の有無に及ぼす要因. 日本緑化工学会誌 42: 86-91. 【査読有】
- ⑨ 田端敬三・白井佑季・奥村博司・阿部 進 (2016) 奈良市近郊のコナラ二次林における主要樹種の立地選好性. 日本緑化工学会誌 42: 437-443. 【査読有】

[学会発表] (計 7 件)

- ① 阿部進 (2017) 西アフリカ低地の土壤生成学的研究と水田稲作ポテンシャルの実践的評価. 日本土壤肥料学会本大会
- ② Abe, S., Umami, I., Harmansah (2017) Changes in Five Different Pools of Carbon under the Smallholder Farming of Rubber (*Hevea brasiliensis*) in West Sumatra, Indonesia. 13th International Conference of the East and Southeast Asia Federation of Soil Science Societies.
- ③ Abe, S., Kamarudin, K. N., Tomita, M., Kondo, K. (2017) Mapping of Selected Soil Properties in Mt. Wakakusa Grassland: Implications for Sustainable Soil Resource Management. 日本土壤肥料学会関西支部会講演会
- ④ Kamarudin, K. N., Tomita, M., Kondo, K., Abe, S. (2017) Geostatistical Analysis of Selected Soil Properties in Mt. Wakakusa Grassland (Nara, Japan). 日本土壤肥料学会本大会
- ⑤ Kamarudin, K. N., Tomita, M., Kondo, K., Abe, S. (2017) Comparing Soil Physicochemical Properties between Three Different Types of Ecosystems in Nara Park. 日本土壤肥料学会関西支部会講演会
- ⑥ Umami, I. M., Tabata, K., Hermansah, Abe, S. (2017) Changes in biomass and carbon stock under smallholder rubber farming in West Sumatra, Indonesia. 日本土壤肥料学会本大会
- ⑦ Umami, I. M., Hermansah, Abe, S. (2017) Changes in Soil Fertility Characteristics under the Smallholder Rubber (*Hevea brasiliensis*) Farming of West Sumatran Lowland (Indonesia). 日本土壤肥料学会関西支部会講演会

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

<http://ishi5ro.wixsite.com/abe-shin-homepage/>

## 6. 研究組織

(1)研究代表者

阿部 進 (ABE, Susumu)

近畿大学・農学部・講師

研究者番号：40708898

(2)研究協力者

若月利之 (WAKATSUKI, Toshiyuki)

KAMARUDIN Khairun

UMAMI, Irwin