

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 SANGOK Faustina Elfrida Anak

論文題目 Dynamics of soil organic matter
in tropical peat soils

(熱帯泥炭土壌中における
土壌有機物の動態)

論文審査担当者

主査	名古屋大学教授	渡邊 彰
委員	名古屋大学教授	竹中 千里
委員	名古屋大学教授	浅川 晋
委員	名古屋大学教授	村瀬 潤

論文審査の結果の要旨

泥炭土壌は、浅い湖沼や浅海に面した地域に植物遺体が半分解、半腐植化状態で堆積することで形成される有機質土壌で、地球全体で400 Gtもの炭素(C)を蓄積している。熱帯には約44万 km²が分布し、マレーシアでは64%がサラワク州に存在する。泥炭土壌は、地下水位が高く、pHが低く、無機養分に乏しいため農業には適さないが、近年、油ヤシ園化を中心に排水を伴う泥炭湿地林の農地化が進んでおり、酸素供給量の増大による土壌有機物(Soil Organic Matter; SOM)の分解促進と温室効果ガスフラックスの増大、地盤沈下、火災発生頻度の増大等が懸念されている。泥炭湿地林は樹種や樹木の形態的特徴に基づいて分類され、うちMixed Peat Swamp (MPS) 林、Alan Batu (ABt) 林、Alan Bunga (ABg) 林の3群の分布面積が大きい。これらの森林間ではSOMの組成・構造が異なり、農地化後の分解速度にも差があると予想されるが、これまで森林タイプ別にSOMの化学的性質や安定性を分析した研究はない。本研究では、東南アジアにおける泥炭湿地の開発が土壌へのC蓄積量に及ぼす影響をより正確に把握するために、森林タイプの違い、土地利用の違いに着目しながら熱帯泥炭土壌におけるSOMの動態を明らかにすることを目的とした。

まず、一次林が保護されているMaludam国立公園において、泥炭堆積速度とSOMの構造特性との関係を調べた。MPS林、ABt林、ABg林各2地点において埋没泥炭土壌を最下層(4.5~8 m)まで50 cmまたは1 m間隔で採取し、¹⁴C年代の測定とramp CPMAS ¹³C NMRによる土壌有機C(SOC)組成の推定を行った。結果より、Maludam泥炭湿地の形成が4,900年前に最外部のMPS林で始まり、中心部に向かってABt林(4,000年前~)、ABg林(3,300年前~)の順に起こったことを明らかにした。ABt林およびABg林では、土壌深と¹⁴C年代との関係はほぼ一定であり、0.18 (ABt) または 0.16 (ABg) cm y⁻¹ の速度で泥炭土壌が堆積したと推定された。一方、MPS林における泥炭堆積速度は、約3,000年前までは~0.24 cm y⁻¹であったが、それ以降0.03~0.07 cm y⁻¹まで低下した。堆積速度の低下と対応して、SOC中のO-アルキルCの割合が減少し、アルキルCの割合が増大した。C組成の同様の遷移は他の森林土壌では認められず、また、アルキルC/O-アルキルC比は植物遺体の分解が進むと高くなるとされていることから、MPS林における泥炭堆積速度の低下は、SOM分解速度の増大によるものであり、上層ほど他の2林より分解・腐植化の進んだ有機物が多く存在することを示唆した。

次に、泥炭湿地林を油ヤシ園にした際の森林タイプによるSOMの安定性の違いを明らかにすることを目的として、Maludam各森林から採取した土壌を油ヤシ園に運び、塩ビ製パイプに充填後、土壌表面の高さが周囲と同じになるよう埋設した(5連)。土壌試料には地下水位の違いの影響を最も強く受ける次表層(20~40 cm深)を用いた。3年間土壌からの二酸化炭素(CO₂)およびメタンフラックスを計

測するとともに地温、土壤水分、地下水位の変動を記録した。その後、土壤を回収して SOC 量の変化を調べた。CO₂ およびメタンフラックスは、それぞれ地下水位との間に正および負の相関を示したが、各年のフラックス積算値は両ガスとも ABg > ABt > MPS 土壤の順に高く、いずれの土壤も 1~3 年目の間に差は無かった。3 年間の積算 CO₂ フラックスは土壤分析に基づく同期間の C 減少量とほぼ一致したため、SOC の 6 (MPS) ~ 18 (ABg) % が無機化により失われたことが明らかになった。埋設前の SOM の C 組成は ABg, ABt, MPS 土壤の順に O-アルキル C 含有率が高く、アルキル C 含有率が低かったことから、SOM 中の易分解性成分（主に炭水化物）の割合の差が、森林を油ヤシ園化した後の SOM の安定性に差異をもたらしたと推定した。

泥炭湿地林の農地化では、排水のほか、植生被覆の減少による地温の上昇や日射量の増大、石灰施用による土壤 pH の上昇等の影響を受ける。そこで、サラワク州内 6 地域において森林、油ヤシ園およびサゴヤシ園の表層土壤計 20 点を採取し、土壤理化学性および SOC 組成の解析を行って各土地利用下土壤の SOM を特徴づけるとともに、室内土壤培養試験によって温度上昇 (25°C vs 35°C)、pH 上昇 (約 3 (未調整) vs 7) による SOC 無機化速度の変化を調べた。また、太陽光シミュレーターを用いて光分解性を評価した。油ヤシ・サゴヤシ土壤と森林土壤との C 組成の比較は、農地化による減少が O-アルキル C で大きく、芳香族 C で小さいことを示唆した。3 タイプの森林間の比較では Maludam の亜表層と同様、O-アルキル C とアルキル C の含有率に差が認められた。35°C 培養は 25°C 培養と比較して CO₂ 生成量を増大させ (Q₁₀ = 1~2)、中和処理も多くの土壤で CO₂ 生成量を増大させたが、温度や pH の上昇に伴う SOC 無機化速度の変化と土地利用や SOC 組成の間には全地域に共通する傾向は認められなかった。光分解試験では、現地での 3 週間に相当する照射量によって 2~18% の土壤 C が失われ、土壤最表層では光分解も SOC の減少に寄与していることを初めて示唆した。SOC 無機化率と土地利用との関係は認められず、¹³C NMR による解析では試験前後に差がなかったため、光分解性の違いが何に起因しているのかについては今後更なる解析が必要である。

以上のように本研究は、マレーシア・サラワク州の熱帯泥炭湿地の生成過程や SOM の化学的性質に現植生と対応した差異が存在し、それらが排水後の SOM の安定性に関係していることを明らかにしたものである。また、農地化後に残留している SOM が温度、pH、日射量の上昇に対してより高い耐性をもつわけではないことから、継続的に泥炭の消耗が進む可能性を示し、熱帯泥炭土壤の農業利用における土壤管理の重要性を示唆した。本審査委員会は、本論文の内容が博士 (農学) の学位論文として十分に価値あるものとして認め、合格と判定した。

試験の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 第	号	氏名	SANGOK Faustina Elfrida Anak
試験担当者	主査 渡邊 彰、副査 竹中千里、浅川 晋、村瀬 潤			
<p>(試験の結果の要旨)</p> <p>平成30年 2月6日学位審査委員会において、主論文の内容を中心としてこれに関連する科目の学識および研究能力について試問し審査した結果、合格と判定した。</p>				