

森林土壌に由来する溶存有機物の塩分濃度上昇による量的・質的变化

山形大学農学部	学生員	○市橋永吉
熊本大学大学院自然科学研究科	正会員	伊藤紘晃
山形大学農学部	正会員	Pu Jian
山形大学農学部	正会員	渡部 徹

1. はじめに

河口・沿岸域は陸域由来の栄養塩や有機物、微量金属が河川から供給されるため、豊かな生態系が形成されており、漁業や水産業に関連する生物生産の場となっている。河川から供給される微量金属の中で鉄は、河口・沿岸域の一次生産者である藻類の呼吸やエネルギー生産に必要な酵素の成分として生育に重要な役割を果たしている。河川水中や沿岸域などの好気的環境において、藻類が利用可能な溶存状態の鉄の多くは、溶存有機物（DOM）と結合し有機鉄として存在する¹⁾。つまり、溶存有機物は藻類が利用できる鉄の利用性に大きくかかわっている。しかし、河川から供給される有機鉄の全てが利用可能ではない。例えば、藤井ら²⁾は、有機鉄を形成する有機物として森林土壌由来の腐植物質を用いて、擬似海水で塩分濃度を増加させた実験を行った。その結果、腐植物質と結合した溶存状態の鉄は、塩分濃度の増加によって粒子状態となり減少した。森林土壌由来の有機物には腐植物質以外の有機物も含まれるため、これとは異なる変化を示す可能性があり、本研究では、森林土壌から抽出した有機物について、塩分濃度増加による量的・質的变化を調べることを目的とした。

2. 方法

2. 1 概要

2016年6月および11月の2回、山形大学附属上名川演習林で森林土壌を採取した。櫻庭ら³⁾に従い、土壌に擬似雨水を加え振とうした後、ろ過を行い、土壌由来の溶存有機物を抽出した。

河口域での塩分濃度増加による溶存有機物の量的・質的变化を見るため、土壌抽出液と標準腐植物質に対して擬似海水を混合する実験を行った。標準腐植物質には、国際腐植物質学会（IHSS）が提供しているスワニー川由来の標準腐植物質のフミン酸（SRHA）およびフルボ酸（SRFA）を使用した。擬似海水に純水を加え、塩分濃度を0%、1.75%、3%に調整した後、土壌抽出液または標準腐植物質を加えた。量的変化の測定ではDOC濃度が3mg/Lに、質的变化の測定では1mg/Lとなるように加えた。その溶液を、暗条件で約1日振とうを行った後、0.45 μ mのフィルターでろ過した。塩分濃度変化によって凝集した有機物はここで除去される。

2. 2 量的変化の測定

溶存有機物の量的変化は、DOC濃度を測定し、擬似海水を加えたサンプルと塩分濃度0%のサンプルのDOC濃度を比較することで評価した。DOC濃度の測定には、有機炭素計（TOC-L、SHIMADZU）を使用した。

2. 3 質的变化の測定

質的变化は波長254nmにおける単位DOCあたりの吸光度SUVA₂₅₄と励起蛍光マトリクス（EEM）を用いて、擬似海水を加えたサンプルと塩分濃度0%のサンプルを比較することで評価した。吸光度の測定には、吸光分光光度計（UV-1800、SHIMADZU）を使用した。EEMの測定には蛍光分光光度計（FP-8300、日本分光）を使用した。SUVA₂₅₄は溶存有機物の芳香族性や高分子疎水性化合物との相関が確認されている。また、EEMでは蛍光強度のピーク位置から溶存有機物の組成を知ることができる。

3. 結果と考察

3. 1 塩分濃度上昇によるDOMの量的変化

塩分濃度0%条件のときのDOC濃度に対する塩分濃度を増加させた条件でのDOC減少率と過去の標準腐植物質を使用した実験の結果²⁴⁾を表1に示す。比較のため、減少率は最大の数値を記載した。溶存有機物の量的変化は、森林土壌で6.5%、3.1%標準腐植物質で1.9%、6.4%であった。過去の標準腐植物質を使用した研究では、鉄を加えた条件のほうが、溶存有機物の減少量が多く、有機物の凝集には、鉄が大きく関わっていることが分かる。森林土壌の溶存有機物の量的変化は、過去の研究と比較すると鉄を添加しない条件の結果に近く、土壌抽出液中の鉄の不足がDOCが減少しない原因と考えられる。

キーワード：溶存有機物、腐植物質、河口・沿岸域

住所：山形県鶴岡市若葉町1-23、Tel:0235-28-2907 Email:to-ru@tds1.tr.yamagata-u.ac.jp

表1. 海水混合実験後の各サンプルのDOC減少率

有機物の種類	本研究				佐々木ら(2004)		藤井ら(2006)	
	SRFA	SRHA	森林土壌 土壌深さ 0-5cm	森林土壌 土壌深さ 7-15cm	Dando FA	Dando HA	Dando FA	Dando HA
塩分濃度(%)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	1.0~3.0	3.0
鉄濃度(μM)	0	0	0.01	0.08	0	0	4	4
DOC減少率(%)	1.9	6.4	6.5	3.1	2.3	14.5	26.0	82.0

3. 2 塩分濃度上昇によるDOMの質的变化

質的变化について、SUVA254の結果を図1に示す。森林土壌由来の溶存有機物のSUVA254は、塩分濃度の増加に伴い低下した。一方、標準腐植物質のSUVA254はほとんど減少しなかった。SUVA254の減少は、塩分濃度が増加した条件で、より多く発生している。塩分濃度ごとに比べると0%~1.75%の間で変化が大きかった。標準腐植物質では、塩分濃度の増加でSUVA254が低下せず、森林土壌の溶存有機物では低下したことから、土壌抽出液に含まれている腐植物質以外の物質（炭水化物やタンパク質など）が塩分濃度の増加によって変質し、芳香族性や疎水性が低下した可能性が考えられる。

EEMの結果を図2に示す。森林土壌抽出液のEEMでは腐植物質様のピーク位置⁵⁾（励起波長230-250nm、蛍光波長420-450nm）にピークが確認されたが、塩分濃度の変化にともなう蛍光強度の大きな減少や、ピーク形状が変わるような変化は見られなかった。このことは塩分濃度の増加で腐植物質がほとんど変化を起さなかったSUVA254の結果と合致する。

4. まとめ

森林土壌由来の溶存有機物の量的変化は標準腐食物質と似た結果となった。質的变化は、腐植物質以外の物質で起きていると予想された。今後は河川で見られる濃度の鉄を加えた条件の実験を行うこと、およびEEMデータのより詳細な分析を行う予定である。

謝辞：本研究は環境研究総合推進費 S-13 及び JSPS 科研費 15KT0022 の一環で行われた。

参考文献

1. Xuewu Liu et al, Geochimica et Cosmochimica Acta, **63**, 3487-3497, 1999
2. 藤井ら, 第40回日本水環境学会年会講演集, **178**, 2006
3. 櫻庭敬之, 平成27年度山形大学大学院農学研究科修士論文, 2016
4. 佐々木ら, 環境工学研究論文集, **41**, 377-387, 2004
5. 日本土壌肥料学会編, 溶存有機物の動態と機能—土壌—河川—海を結んで—, 博友社, 2011

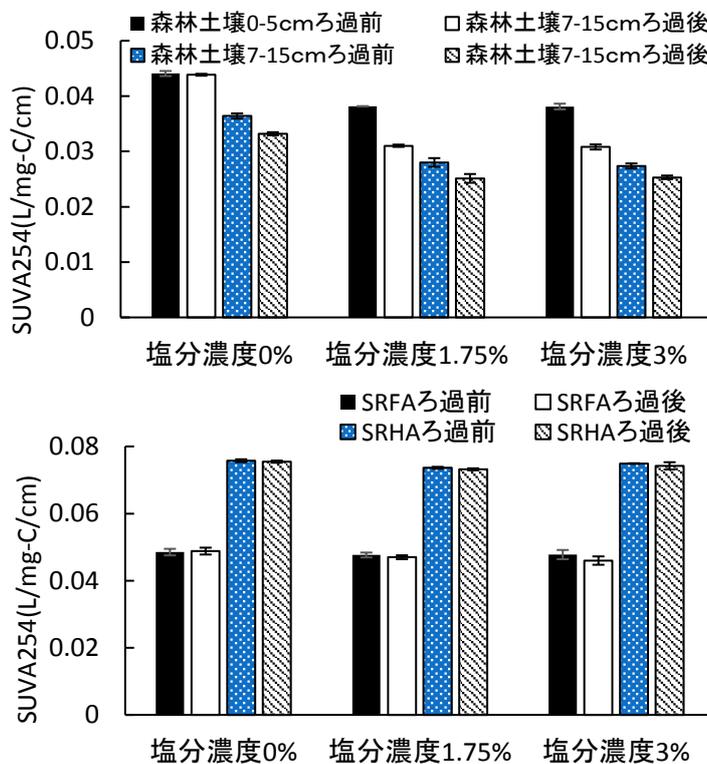


図1. 塩分濃度増加に伴う各サンプルのSUVA254の変化

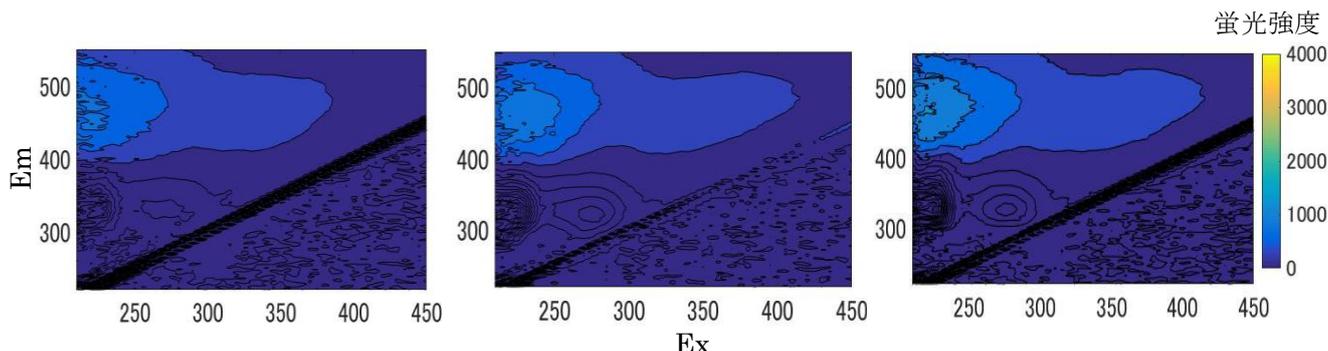


図2. 森林土壌由来溶存有機物のEEMの結果（左から塩分濃度0%、1.75%、3%）