

(続紙 1)

京都大学	博士 (農 学)	氏名	May Thet Su Kyaw Tint
論文題目	The Study of Molecular Composition of Dissolved Organic Matter in Two Different Ecosystems: Inle Lake and Bago Mountains in Myanmar (2つの異なる生態系における溶存有機物質の分子組成に関する研究：ミャンマー、インレー湖およびバゴ山地)		
(論文内容の要旨)			
<p>森林生態系で固定された有機物は分解作用を受けたり、あるいは燃焼されたりして、溶存態の有機物質(溶存有機物)となって陸上から陸水を通じて海へと運ばれる。溶存有機物の主要な成分である炭素は、気候変動との関連からその動態が注目されているが、河川や湖水といった陸水中での動態や、陸から河川を経て海へ至るプロセスについては明らかになっていない部分が多い。中でも、湖沼では溶存有機物が河川から供給された際に堆積物中に蓄積し、炭素循環のホットスポットになっているとされている。特に燃焼によって生じた炭は土壌や堆積物中に長い間保存されると考えられるが、溶存態となった炭(溶存黒色炭素)の動態には未解明の部分が多い。本論文では、インレー湖における時空間的水質変動を明らかにし、森林生態系で固定された炭素、特に溶存黒色炭素の湖水中での動態に関して理解を深めることを目的とし、インレー湖(第2・3章)、ならびに、溶存黒色炭素が生成される場としてミャンマーでも有数の焼畑地であるバゴ山地(第4章)を対象に、これまで熱帯地域で用いられることの少なかったフーリエ変換イオンサイクロトロン共鳴型分析計(以下、FT-ICR-MS)を用いて、溶存黒色炭素を含む溶存有機物の動態およびその化学組成から考察を行った。</p> <p>第1章では、溶存有機物が多く生物にとって重要な炭素源になっていることなど、炭素循環における溶存有機物の重要性を示した。研究対象としたインレー湖はミャンマーで2番目に大きい湖であり、多くの人々の生活を支えている。またミャンマーでは伝統的に焼畑耕作が住民の生計と食料確保のために行われており、バゴ山地は焼畑耕作の有名な地域である。これら2つの異なる生態系を対象とすることで、湖水中での溶存有機物および燃焼によって生じる黒色炭素の動態を明らかにすることができると考えられる。さらにここでは、黒色炭素を含む溶存有機物の化学組成ならびに構造情報を明らかにするためFT-ICR-MSを用いることとし、その手法について解説した。最後に本論文の構成を述べた。</p> <p>第2章では、インレー湖の水質の時空間的な変動を明らかにすることを目的として、インレー湖における水質を河川の流入地点から湖水、さらに流出地点まで10か月にわたって調査し、その水質の変動要因について検討を加えた。クラスター解析により、インレー湖の水質は大きく2つのクラスター、河川の流入地点とそれ以外の地点に分けられた。河川の流入地点の周辺は観光地であり多くのホテルなどが分布しており、塩化物イオン濃度が他の地点と比較して高いことなどから、これらの地点の水質が人為起源の汚染の影響を強く受けていることが示唆された。また、それ以外の地点では水質に大きな違いは見られず、湖に流入したのち水質は均質になることがわかった。また、この地域は雨季と乾季が明瞭に分かれており、2つの季節間で水質に違いがみられることが示された。これらのことから、インレー湖の水質には人為と降水が大きく影響しており、水質調査を行う際には流入地点周辺とそれ以外の少なくとも2地点において、雨季(9月)と乾季(2月)の年に2回観測することが必要であることを示した。</p>			

第3章では、インレー湖においてFT-ICR-MSを用いた溶存有機物の分子化学的特性から、溶存有機物の供給源と多様性を明らかにすることを目的とし、流入口から湖、そして流出口までの29観測地点での表層水の調査を行った。溶存有機炭素濃度および溶存有機物の分子数は、主要な河川の流入口付近の観測地点で他の観測地点よりも高かった。FT-ICR-MSにより得られた分子をvan Krevelenグラフを用いてリグニン様物質・脂質・タンパク質・炭水化物・タンニン・黒色炭素などに分類したところ、リグニン様物質は溶存有機物の分子数に関わらずすべての観測地点でもっとも多く、また、水路周辺の観測地点より流入口付近の観測地点で有意に多くみられた。これらの結果から、インレー湖の溶存有機物のなかでリグニンは最も多い分子化合物であり、その主要な供給源はインレー湖周辺の陸域であることが明らかになった。

第4章では、伝統的に焼畑が行われているバゴ山地において、焼畑耕作直後とその後の休閑地（1、3、7、10、12、15年後）の表層土壌を比較し、溶存有機物の分子組成に及ぼす火入れの影響について、熱帯焼畑でこれまであまり用いられたことのない手法であるFT-ICR-MSを用いて解析し、検討した。表層土壌を抽出して、FT-ICR-MSにより得られた溶存有機炭素濃度は焼畑後もほぼ一定で推移し、焼畑直後と休閑地で溶存有機物の分子数に有意な違いは見られなかった。また、溶存有機物中の脂質・タンパク質・炭水化物の分子数は焼畑後の休閑年数とともに減少したが、これはこれらが分解されやすい溶存有機物であるため土壌微生物などによって消費されたためと考えられた。リグニン様物質については、その分子数は焼畑直後と休閑地で有意な違いは見られず、リグニン様物質が脂質・タンパク質・炭水化物に比べ分解されにくいことが示された。さらに、溶存黒色炭素の分子数は焼畑直後と休閑地で有意な違いがみられなかったことに加え、多次元尺度法による焼畑直後と休閑地間の違いも明らかでなかった。これらのことから、溶存黒色炭素は脂質・タンパク質・炭水化物・タンニン・リグニン様物質といった分子より分解に対して抵抗性が高いと考えられた。

第5章では、第2章から第4章を総括し、湖水ならびに焼畑土壌中の溶存有機物および溶存黒色炭素の動態について総合的に考察を行った。まず、湖水中の溶存有機炭素の多くが陸域を起源とすることを確認した。次に、溶存有機物が焼畑によって生成され、溶存黒色炭素は土壌中で安定的に存在することが明らかになった。これらのことから、焼畑が行われた表層土壌には溶存黒色炭素が存在し、焼畑を行わなくなったとしても長期間にわたって湖水の溶存黒色炭素の供給源となりうることが推察された。しかしながら、2つの異なる生態系における溶存黒色炭素の化学構造の重複を評価したところ、インレー湖とバゴ山地の試料では95%が重複していなかった。すなわち、溶存黒色炭素の化学構造が2つの異なる生態系間で大きく異なり、土壌から水中の生態系への輸送過程で溶存黒色炭素の化学構造が変化している可能性が示唆された。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること s s

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

炭素循環における溶存有機物の重要性に関しては研究が進められているところであるが、湖水や焼畑地での黒色炭素を含む溶存有機物の動態に関して行われた研究は極めて少ない。また、黒色炭素の生成に関しては、北方での森林火災の事例がほとんどであり、熱帯における焼畑といった人為による生成とその動態に関する情報は不足している。

そこで本論文では、熱帯地域であるミャンマーで現在も焼畑を行っている地域(バゴ山地)と湖(インレー湖)という異なる2つの生態系において、黒色炭素を含む溶存有機物の動態についてFT-ICR-MSを用いて調査、解析を行い、新しい知見を得た。本論文において評価すべき点は、以下の4点である。

1. インレー湖における10カ月にわたる水質調査から、水質は流入口付近とその他の湖水、さらに雨季と乾季では大きく異なることが示され、水質調査を行う際の適切な調査地点と時期が提示された。

2. インレー湖においては、湖水の主要な溶存有機物はリグニン様物質であり、陸域を起源とすることが示された。

3. 伝統的に焼畑が行われているバゴ山地において黒色炭素は焼畑後の休閑年数に関わらず土壤中に存在していることから、焼畑が黒色炭素の生成に寄与し、黒色炭素は土壤中で分解などに高い抵抗性を持ち、安定的に存在していることが示された。

4. インレー湖の黒色炭素の供給源について、バゴ山地における黒色炭素との比較から、焼畑は黒色炭素を長期にわたって供給することが可能であると推察され、インレー湖周辺でかつて行われていた焼畑が現在もインレー湖に黒色炭素を供給しているものと考えられた。

以上のように、本論文はミャンマーにおいて重要な湖であるインレー湖の水質調査に関して有用な情報を提供するとともに、熱帯地域における異なる生態系において新しい手法を用いて溶存有機物の化学組成を解析することによって、黒色炭素を含む溶存有機物の動態を明らかにしたものであり、森林育成学、景観生態学、森林情報学、森林生態学、森林土壌学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士(農学)の学位論文として価値あるものと認める。

なお、令和4年12月13日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士(農学)の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

また、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付ssを記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降 (学位授与日から3ヶ月以内)