



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Application of TOT and BPCA methods to the reconstruction of past biomass burning from sediment archives [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	芦, 松
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第13741号
Issue Date	2019-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/76062
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	LU_SONG_review.pdf, 審査の要旨



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

地球圏科学専攻：博士（環境科学）

氏 名 芦 松（ル ソン）

審査委員	主査	教 授	杉本 敦子
	副査	教 授	力石 嘉人
	副査	准教授	山本 正伸
	副査	准教授	山下 洋平
	副査	助 教	入野 智久
	副査	准教授	沢田 健（大学院理学研究院）

学 位 論 文 題 名

Application of TOT and BPCA methods to the reconstruction of past biomass burning from sediment archives

（熱光透過法およびベンゼンポリカルボン酸法を応用した堆積物記録からの過去のバイオマス燃焼復元）

黒色炭素（BC）は大気中では放射を吸収して地球温暖化の原因となる可能性があるため、その地球表層環境における振る舞いが問題となる。バイオマスや化石燃料の燃焼過程においては、局所的な酸素不足により不完全燃焼となり、結果として有機質燃焼残留物が発生し、それがBCの源である。自然環境においてBCは分解に強いので、過去の自然火災の頻度や燃焼温度の制御機構の研究にBCを代理記録として使うことができる。しかしながら、細粒なBCの大気中での放射収支に対する重要性にも関わらず、これまでの過去に起こった火災の研究においては、堆積物中の比較的粗粒なチャコールが使われてきており、局地的なバイオマス燃焼史ばかりが議論されてきた。また、その燃焼温度についてもこれまであまり研究が進んでいない。

そこで本研究では、BCに対する燃焼温度・供給源・続成変化、さらに後背地の植生の変化からの影響を考慮しながら、BCの熱的・光学的・粒度的な性質を決める要因を理解することを目的とする。そのために、熱光透過（TOT）法を用いて、堆積物の粗粒（ $>2\ \mu\text{m}$ ）および細粒（ $<2\ \mu\text{m}$ ）画分の元素状炭素（EC）を定量することでBCの性質を調べた。さらに全岩試料中のベンゼンポリカルボン酸（BPCA；燃焼残留物の分子マーカー）の組成を高速液体クロマトグラフィー（HPLC）を用いて分析した。

まず、これまで調べられたことのない東アジア原産の数種の樹木を選び、枝と葉に分けて 350°C 、 550°C 、 850°C で不完全燃焼させ、チャコールの標準物質を作成した。それらのBPCA組成を定量したところ、植物種や枝葉といった部位によらず、全BPCA中で6つのカルボキシル基をもつものの占める割合（スス分子の縮合度）が、燃焼温度と強く正相関することが分かった。これによって、BCのBPCA組成から燃焼温度を推定することができるようになった。

さらに、日本海中南部・若狭湾のWB6（水深845 m）およびWB8（1738 m）地点の表層堆積物コア上部5 cm、日本海北東部・IODP Exp.346 U1423地点（水深1785 m）堆積物コアの海底下250 mまで（過去430万年間）、福井県・水月湖中央部から得られたSG-12堆積物コアの上部15 m（過去15,000年間）といった多様な堆積環境と時代の試料について、TOT法とBPCA法を応用して、粒度ごとのEC含有量ならびに全岩のBPCAの量と組成を決定した。その結果、BPCA量は細粒ECの量と強く正相関し、主にBPCA量が細粒なBC量を代表することが分かった。また、どの堆積物コアを見ても深さに従った細粒ECやBPCA量の減少や増大は見られず、430万年間の時間経過あるいは250 m程度の埋没では、少なくとも細粒なBCには続成変化の影響は見られないと考えられた。一方、粗粒EC量には局所的なBC供給が影響する可能性が示唆された。

若狭湾WB6地点とWB8地点のEC粒度ならびにBPCA組成の比較からは、水深の深いWB8の方が細粒ECの割合が高いとともに、見かけの燃焼温度も高いことが分かった。これは、BCが供給源から運搬される際に、粗粒BCは河川経路で、細粒BCは大気経路で運ばれることによる分別が起こるとともに、主に細粒部に含まれるBPCAについても大気中で分別が起こるか、あるいは他の供給源からの寄与が一方の地点だけに強く影響した、と解釈された。

日本海北部U1423地点における過去430万年間の分析結果からは、BPCA量あるいは細粒EC量が時代を通して大きく変動することが分かった。一方で、粗粒ECの量は同じ堆積物に含まれる全花粉量と正相関し、局所的なバイオマス量とそこからのチャコール供給に影響される。この地点では、全花粉量は氷期よりも間氷期に多く、BPCA組成から復元された燃焼温度も間氷期で高く氷期で低い。これは陸上植生のバイオマスが多いときに、高い温度での森林火災が起こることを示唆する。

水月湖SG-12堆積物の解析からは、約4500年前に粗粒ECが増加し人類活動の影響の可能性があったことが分かった。さらに、BPCA組成の時代変化を東アジア夏モンスーン強度指標（中国石筍の酸素同位体比）と比べると、夏モンスーンの強いときに燃焼温度が高い傾向にあり、これも多雨期に植生が増加して燃料が供給されたことを示唆する。

以上のように、本研究ではTOT法ならびにBPCA法によるBCの量および組成決定を様々な堆積物試料に応用した。その結果、これらの手法は過去数百万年にわたるバイオマス燃焼史の復元に役立つことが確かめられた。

審査委員一同は、以上の成果を高く評価し、また研究者として誠実かつ熱心であることも認め、大学院博士課程における研鑽や修得単位などもあわせ、申請者が博士（環境科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。