



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Quantitative evaluation of radiation change and vegetation recovery during and after fires in tropical peatland [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Marpaung, Fiolenta
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第12437号
Issue Date	2016-09-26
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/63754
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Fiolenta_Marpaung_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博士（農学）	氏 名	Fiolenta Marpaung
審査担当者	主査	教授	平野高司
	副査	教授	鮫島良次
	副査	助教	加藤知道

学位論文題名

Quantitative evaluation of radiation change and vegetation recovery
during and after fires in tropical peatland
(熱帯泥炭地における火災による放射環境の変化と火災後の
植生回復の定量的評価)

本論文は英文 71 ページ，図 16，表 3，4 章からなり，参考論文 1 編が付されている。

東南アジアの低平地には広大な熱帯泥炭林が分布し，膨大な量の土壌炭素を泥炭として蓄えてきた。しかし，泥炭林を伐採して農地などを開発する際に火入れが行われることが多く，熱帯泥炭地で森林・泥炭火災が大規模化する傾向にある。また，エルニーニョ現象が発生すると乾季が長引き，乾燥化が進むことによって大規模な泥炭火災のリスクが高まる。泥炭火災で発生する大量の煙やエアロゾルにより，地表面に到達する太陽放射（日射）のエネルギー（量）とスペクトル（質）がともに変化し，生態系の光合成に影響を与える。一方，火災後の植生の回復過程を地表面における日射の分光反射率の変化から推定することが可能である。しかし，泥炭火災による放射環境や植生の変化に関する研究は限られており，科学的知見は乏しい。本研究は，泥炭火災が放射環境に与える影響と，火災後の植生回復過程を定量的に評価することを目的とし，インドネシア・中部カリマンタン州の熱帯泥炭林の火災跡地で 10 年以上（2004～2014 年）にわたってタワーで連続観測された放射関係のデータを解析した。

1) 熱帯泥炭地における散乱日射量の環境依存性と季節変化

日射の散乱成分が増加すると，森林などの植生光合成の光利用効率が上昇することが知られている。そのため，生態系の CO_2 吸収量を正しく評価するには，全天日射に対する散乱日射の割合 (R_d/R_g) を定量化することが重要であるが，散乱日射の観測は限られている。観測された全天日射量と計算で求められる大気圏外日射量の比 (R_g/R_0) と R_d/R_g の実測値の間に有意な負の関係が認められ，「直線・閾値モデル」を用いて R_g の観測値から R_d/R_g を推定できることが明らかになった。得られたモデルと R_g の長期観測データを用いて解析した結果， R_d/R_g は明瞭な季節変化を示し，雨季と乾季の移行時期にあたる 6 月に最低 (0.51) となり，乾季の終わりである 10 月に最高 (0.68) となった。雨季から乾季への R_d/R_g の低下は，雲量の減少にともなうものであり，乾季の後半の R_d/R_g の上昇は，森林・泥炭火災によって

発生した煙やエアロゾルによるものである。特に、エルニーニョ現象が発生して泥炭火災が大規模化した 2002、2006、2009 年の乾季には R_d/R_g が上昇し、月平均で 0.72 を超えた。

2) 日射の反射特性の変化を利用した火災後の植生回復過程の評価

地表面における日射の分光反射特性を利用して植生指数を計算し、植生情報として利用することが広く行われている。本研究では、観測タワーの連続データと人工衛星 (MODIS) のデータを用いて、植生指数 (NDVI, EVI2) を計算し、両者の比較を行った。また、植生キャノピーを対象とした放射伝達モデルを用いて、タワーデータから葉面積指数 (LAI) を求めた。植生指数や LAI の計算には、全天日射量 (R_g) を光合成有効放射 (PAR) と近赤外放射 (NIR) に分離する必要がある。観測データから、 R_g に対する PAR の比が天頂角とともに上昇するが、正午前後では散乱成分の割合 (R_d/R_g) にかかわらず、その値がほぼ一定であることが示された。この研究サイトでは、2002 年と 2009 年の火災によってほとんどの植生が焼失し、火災後にシダ類を中心とした植生が回復した。改良したモデルを用いて推定した LAI は、2009 年の火災直前に約 $1.5 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ まで上昇したが、火災で大きく低下し、その後再び徐々に上昇した。このことは、火災を繰り返す熱帯泥炭林跡地の植生回復過程を定量的に示したといえる。一方、タワーデータを用いて計算した植生指数は、雨季の湛水条件で低下する傾向を示したが、これは水面で NIR の反射率が低下したことに起因する。また、煙が濃い条件でも植生指数が大きく上昇することがわかった。これらの条件を除外しても、タワーと衛星のデータから計算した植生指数は異なる経年変化を示し、タワーからのものには、衛星からの植生指数や LAI で示された 2009 年の火災後の大きな低下が現れなかった。このことは、泥炭火災によって土壌表面のバルク密度などの物理的特性が変化し、NIR の反射率が上昇したためであると考えられる。火災後の疎な泥炭植生において植生のみの情報を分離するには、さらなる研究が必要である。

以上、本研究では長期のフィールドデータを解析し、推定モデルの改良を行うことで、火災が頻発する熱帯泥炭地における散乱日射の変動特性を明らかにした。また、焼失後の植生回復過程を定量的に評価するとともに、評価手法の問題点も示した。以上の成果は、脆弱な巨大炭素プールとして、地球環境保全の観点から注目を集めている熱帯泥炭生態系の炭素動態の評価に対して大きく寄与するといえる。

よって審査員一同は、Fiolenta Marpaung 氏が博士 (農学) の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。