



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Effect of forest conversion to oil palm plantations on carbon dioxide balance in tropical peatlands [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Kiew, Frankie
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第13330号
Issue Date	2018-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/71869
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Frankie_Kiew_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	Frankie Kiew
審査担当者	主査	教授	平野高司
	副査	教授	波多野隆介
	副査	教授	鮫島良次

学位論文題名

Effect of forest conversion to oil palm plantations on carbon dioxide balance in tropical peatlands

（熱帯泥炭林のオイルパームプランテーションへの土地利用変化が二酸化炭素収支に与える影響）

本論文は英文 56 頁，図 20，表 7，6 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分布する熱帯泥炭林は，数千年にわたって大量の炭素を泥炭として地下に蓄積してきたが，近年，この高密度炭素生態系は土地利用変化にともなう大規模な人為的攪乱の影響を強く受けるようになった。特に，インドネシアとマレーシアでは，熱帯泥炭林のオイルパームプランテーション（OPP）への転換が進んでいる。このような土地利用変化では，排水による地下水位の低下をともなうため，森林伐採によるバイオマスの減少だけでなく，泥炭の好氣的分解を促進し，大量の二酸化炭素（CO₂）が大気に放出されることになる。OPP への転換が環境に与える影響を理解するには，熱帯泥炭林と OPP における大気－生態系間の CO₂ 交換速度（フラックス）を定量化することが不可欠であるが，熱帯泥炭上に造成された OPP における研究例はない。そこで本研究では，マレーシア・サラワク州の熱帯泥炭地に存在する熱帯泥炭林と OPP において，渦相関法を用いて CO₂ フラックスの長期連続観測を行った。4 年間（2011～2014 年）のフィールドデータをもとに，CO₂ フラックスを制限する環境要因を解明するとともに，2 サイトの観測結果を比較することで，熱帯泥炭林の OPP への転換が生態系スケールでの CO₂ 収支に与える影響を考察した。

1. 熱帯泥炭林における CO₂ フラックス

排水路の影響を少し受けた熱帯泥炭林において CO₂ フラックスを観測し，正味生態系 CO₂ 交換速度（NEE）を 30 分おきに計算した。また，経験的な手法により NEE を生態系光合成（GPP）と生態系呼吸（RE）に分離した（ $NEE = RE - GPP$ ）。雨季と乾季を比較すると，NEE と RE は乾季の値が有意に大きかったが（ $p < 0.01$ ），GPP には有意な季節間差はみられなかった。すなわち，NEE の季節間差（ $0.52 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ）は RE の差（ $0.57 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ）によって生じたものといえる。乾季における RE の上昇は，地下水位が低下したため大気中の酸素が土壤中に供給され，泥炭の好氣的分解が促進された結果であると考えられる。実際，地下水位と RE の間には負の有意な直線関係が認められた（ $p < 0.05$ ）。NEE，RE および GPP の年間値の 4

年間の平均（±標準偏差）は、それぞれ -136 ± 51 , 3546 ± 149 , $3682 \pm 149 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ であった。NEE が負値であることは、この生態系が大気に対して正味の CO_2 吸収源（シンク）であったことを示している。この NEE の年間値は、鉾質土壌における熱帯林の値と近い値であった。

2. オイルパームプランテーションにおける CO_2 フラックス

2008 年に開設された OPP においても CO_2 フラックスを観測した。OPP では水路とダムによって水管理が行われているため、OPP の地下水位（年平均値 -60 cm ）は泥炭林の地下水位（ -18 cm ）に比べて低く、1 年を通じて安定していた。同様に、土壌水分も $0.56 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ 程度で安定していた。RE と地下水位の間には有意な関係はみられなかったが、土壌水分との間には正の有意な関係が認められた（ $p < 0.001$ ）。これは、泥炭の好氣的分解に関連したものではなく、土壌表面に堆積したリター層の分解が湿潤条件で促進されたことを反映していると考えられる。NEE, RE および GPP の年間値の 4 年間の平均は、それぞれ 1034 ± 229 , 3663 ± 182 , $2630 \pm 106 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ であった。NEE は大きな正值であり、この生態系が大気に対して大きな CO_2 放出源（ソース）であったことを示している。

3. オイルパームプランテーションへの転換が CO_2 収支に与える影響

泥炭林では NEE の年間値は負（そこそこの CO_2 吸収）であったが、OPP では正（大きな CO_2 放出）であった。両サイトの値と比べると、RE には有意差はないが、OPP の GPP は有意に小さかった。NEE における大きな差（ $1170 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ ）は、主に GPP（生態系光合成）の違いによる。OPP における小さな GPP は、泥炭林に比べて小さな葉面積が主な原因であろう。地下水位が低く、また多くの植物残渣（オイルパームの枝葉など）が地表面に放置されている OPP では RE が大きいと予測していたが、両サイトの RE はほぼ等しかった。これは、OPP のバイオマスが小さく植物呼吸が小さかったためと考えられる。

以上、本研究では 4 年間にわたるフィールド観測に基づき、熱帯泥炭林とオイルパームプランテーションの CO_2 収支を定量化した。特にオイルパームプランテーションの結果は、世界で初めての報告になる。2 つの観測サイトの結果を比較することで、熱帯泥炭林のプランテーションへの転換によって CO_2 収支が大きく変化し、 CO_2 のシンクからソースに変わることを示した。以上の成果は、土地利用変化による環境影響を評価するための重要な知見であるとともに、熱帯泥炭生態系における炭素循環の理解に大きく寄与するものである。

よって審査員一同は、Frankie Kiew 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。