



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Assessing oil palm growth condition in Indonesia using remote sensing techniques [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Marimun, Heri Santoso
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第13144号
Issue Date	2018-03-22
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/70185
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Heri_Santoso_Marimun_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 Heri Santoso Marimun

審査担当者	主 査	准 教 授	谷	宏
	副 査	教 授	近 藤	則 夫
	副 査	教 授	野 口	伸
	副 査	准 教 授	王	秀 峰

学 位 論 文 題 名

Assessing oil palm growth condition in Indonesia using remote sensing techniques
(リモートセンシング技術を用いたインドネシアにおけるアブラヤシの
生育状態の評価)

本論文は、図 26、表 24、文献 180 を含む総ページ数 135 の英文論文で、他に参考論文 2 編が添えられている。

本論文はインドネシアやマレーシアで広く栽培されているアブラヤシに関して、最も深刻な病害である *Ganoderma orbiforme* によって引き起こされる Basal stem rot (BSR) の検出、並びに肥料必要量を決定するための葉の栄養成分の分析をリモートセンシング技術の活用によって解決しようとするものである。

序章では、アブラヤシやリモートセンシングに関する既往の研究を総括し、本研究の目的を BSR 罹病個体の検出とモニタリングのための迅速かつ効果的な手法の開発、並びに肥料の投入量を最適化するための正確な葉の栄養状態をモニタリングする手法の開発とした。

2 章では高分解能衛星画像を用いたアブラヤシの個体検出手法の検討を行った。アブラヤシ密度の計測は、人手により個体を数えることによって実施されてきたが、効率的な手法が望まれていた。本研究では衛星データを用いて樹齢と密度が異なるアブラヤシを対象として解析した。使用した衛星画像は 2008 年 8 月 4 日観測の QuickBird 画像であり、これに 6 種類のパンシャープン法を適用して、(1) アブラヤシの個体位置の検出、(2) 赤バンドを用いたアブラヤシ領域の抽出、および (3) アブラヤシ個体の計数と精度評価を実施した。パンシャープン法として総合的に適するものは、カラー正規化法とウェーブレット法であり、それぞれ 98.9% と 98.4% の精度でアブラヤシの個体検出が可能となり、既往研究の精度 (90~95%) を大幅に向上させた。

3 章では機械学習を用いてアブラヤシのプランテーションにおける BSR の分類を検討した。QuickBird 画像を用い、機械学習法により BSR 罹病について健全・罹病の 2 つのクラスに分類した。使用した機械学習モデルは、サポートベクターマシン、ランダムフォレスト (RF)、回帰ツリーモデルである。全データから教師データとして 75%、テス

トデータとして 25%を使用して分類した結果、RF 法は全体精度 91.4%を示した。3 手法を比較すると、全体精度、プロデューサ精度、ユーザ精度、カッパ係数の全てで RF 法が適することが判明した。

4 章では WorldView-3 画像および機械学習アルゴリズムを用いたアブラヤシのプランテーションにおける罹病程度の分類について検討した。3 種類の分類アルゴリズムを適用して 3 段階のレベルの罹病程度の分類を行ったが、低い精度の結果となった。その原因は、調査段階における BSR 罹病程度を決定するのに使用した判断基準の不適合にあると考えられた。そこで、新しい罹病程度の判断基準としてバンド 4 の反射率の分布に基づいて決定した閾値を用いる手法を考案した。本研究に基づく BSR 罹病程度の新しい基準によると、健康なアブラヤシは完全な樹形をしているものとし、罹病程度が最も低い罹病程度 1~3、は未展開葉の数、黄変の有無、壊死の有無、小葉のサイズ低下、果実生産の有無によって決定した。この新基準によりマルチスペクトルカメラを搭載した UAV を使用して、アブラヤシのプランテーションで BSR 罹病程度の識別が可能になると考えられる。

5 章では分光反射率測定による葉の栄養成分分析について検討した。窒素、リン、カリウム、カルシウム、マグネシウム、ホウ素、銅、亜鉛などの最も重要な葉の栄養素の含有量を予測するのに適した波長を探索した。従来から使用されている植生指数、新規に開発した植生指数、およびステップワイズ重回帰分析を用いて、葉の栄養成分を予測するためのモデルを構築した。波長 1423nm と 1877nm を用いた植生指数を使用したモデルは、N 含有量と強い正の相関を示し、1164nm と 1238nm を用いた植生指数は Ca 含有量と強い相関を示した。他の成分とは中程度の正の相関を示した。次に、ステップワイズ重回帰分析を用いて分光反射率から栄養成分の推定を試みた。まず、波長範囲を G1(紫外線 A) から G6(遠赤色)までの 6 波長帯に分け、波長帯ごとに栄養成分推定モデルを作成した。続いて、G1 および G3(緑色) から G6(遠赤色) 波長帯で選択されたすべての変数を含むモデルを作成したところ、これは波長帯ごとに作成したどのモデルよりも高精度であることが判明した。

終章では、各章の検討が総括され、高解像度リモートセンシング画像や分光反射率の計測がアブラヤシ生産のプランテーションにおける有望な情報収集手段の一つとなりうることを明らかにした。

以上の研究成果は、東南アジアにおけるアブラヤシ生産に対してリモートセンシングデータを活用する上で大きく貢献できるものとして、学術的、実用的に高く評価される。

よって、審査員一同は、Heri Santoso Manimun 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。