



Enhancing productivity in a palm oil plantation with soil moisture and planting blueprint using UAV and satellite

UAVと衛星を利用したパームプランテーションの 土壌水分と植栽図による生産性の向上

Chihiro Naito 内藤 千尋, Wataru Takeuchi 竹内 渉



Abstract: Palm oil is an important crop used in various products in our life in the world, and the global consumption of palm oil is expected to increase in the future. However, the production of palm oil in Malaysia, which is one of two of the mega producers, has been suspending. The reasons reported are the limitation of land and lack of labor. To solve these problems considering environment and human rights, it is crucial to improve the productivity of palm oil production within the limited resources. The potential measures to improve the productivity are the automated replanting blueprint and soil moisture management using tree height as a variable. This research focuses on achieving these target using UAV and spaceborne SAR.

概要: パームオイルは日常生活のあらゆる製品に使用されている重要な農産物であり、世界の需要は今後益々増加すると予測される。しかし、二大生産国の一つであるマレーシアでは生産量が伸び悩んでいる。その要因として、用地の不足や労働力の不足等が指摘されている。この問題を環境・人権に配慮しながら解決し、持続可能なパームオイル生産を実現するためには、現状のリソースで生産効率を上げることが極めて重要である。生産性向上に貢献するアプローチとして、再植栽計画図の自動作成、及び樹高を変数とした土壌水分管理に焦点を当てた。本研究では、UAVと衛星SARを用いてこれらの技術開発を目的とする。

Introduction

パームオイルは日常生活のあらゆる製品に使用される重要な農産物であり、今後益々需要が増加すると予測されている。しかし、パームオイルの二大生産国の一つであるマレーシアでは、生産性が伸びていない(Fig.1)。

その要因として、**用地の不足**や**労働力の不足**等が指摘されている。しかし、用地や労働力の獲得は簡単ではない。世界的な気候変動対策の必要性や情報開示の関心の高まりから、生産企業は森林減少や過剰労働を伴わず、生産効率を上げ、世界の需要を支えていくことが極めて重要である。

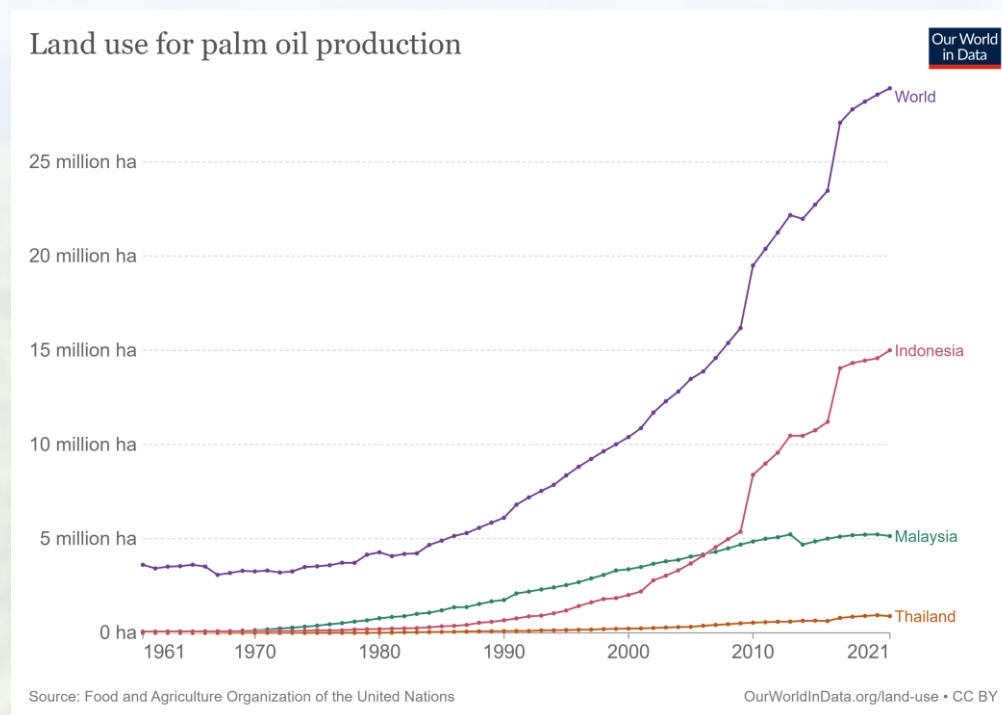


Fig.1 Palm oil production change in countries (<https://ourworldindata.org/palm-oil>)

Palm oil is an important crop used in various products in our life in the world, and its global consumption is expected to increase in the future. However, the production of palm oil in Malaysia, which is one of two of the mega production countries, has been suspended recently(Fig.1).

The reasons reported are **the limitation of land** and **lack of labor**. To solve these problems considering environment and human rights, it is crucial to improve the productivity of palm oil production within the limited resources.

パームオイルの生産性向上アプローチ

1) 正確な植栽位置データの自動作成

現状、手動で苗木の植栽間隔を測っている作業を自動でポイントデータ化することで作業効率上がる。

課題: 道路等の植栽不可な範囲の除外、斜面ではテラスに沿ってポイントを配置するといったデータの精緻化が必要である。

2) 土壌水分量の推定

パームの生産性は土壌水分量に影響を受ける。既存研究でSAR反射強度から土壌水分を推定するWater Cloud Model (WMC) が考案されている[1]。

課題: SAR反射強度はパームの生長につれて頭打ちになるため、反射強度以外の植生の特性を表す変数も必要である。

Approaches to increase the productivity of palm oil:

1) Automated generation of precise point data for replanning seedlings

Replacing manual marking points for seedling planting to automated point generation will reduce labor cost significantly.

Challenge: Refinement of point data is needed such as exclusion of areas of roads and placement along terraces on slopes.

2) Soil moisture management

Soil moisture is an important factor for palm growth. Existing model using SAR backscattering (Water Cloud Model :WMC) has proved effective to estimate soil moisture.

Challenge: Because backscattering become saturated as the palm grows, variables to characterize the vegetation other than backscattering are needed.

Research Objectives

- 1) パーム苗木の植栽可能な位置を示すポイントデータを自動で作成する
- 2) SARから推定する樹高を用いて複数林齢のパームの土壌水分量を推定する
- 1) Create point data automatically showing locations where seedlings planted
- 2) Estimate soil moisture using SAR derived tree height

References: [1] Shashikant, et al., 2021 [2] Aghabalaei, et al., 2019

Methodology

1) 植栽位置ポイントデータの自動作成 (Automated creation of point data for planting seedlings)

Lidarドローンで取得した標高データや写真画像から、傾斜等の地形データを作成し、機械学習でテラスや道路等を抽出し、植栽が可能な範囲を抽出する。

From the elevation data and orthophotographic images obtained from a Lidar drone, topographic data such as slope is created. Terraces, roads, and others are extracted using machine learning to extract areas where planting is possible.

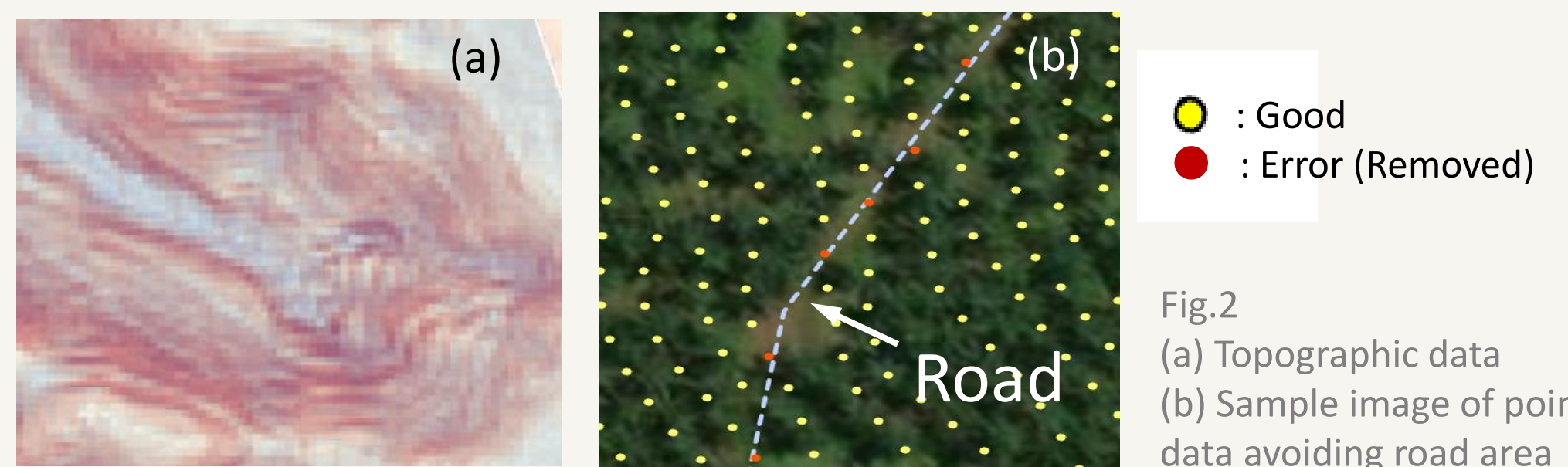


Fig.2
(a) Topographic data
(b) Sample image of point data avoiding road area

2) 土壌水分量推定 (Soil moisture estimation)

Step 1 樹高推定 (height estimation)

樹高をSAR干渉データからRVoGモデルにより推定する[2]。RVoGモデルは森林によるSAR偏波の体積散乱のコヒーレンスを樹高と減衰係数の関数で表す。

Tree height is estimated from the RVoG inversion model using SAR interferometry data. RVoG expresses the coherence of volume scattering as the function of the height and extinction coefficient.

$$\gamma_V = \frac{\sigma(e^{h\sigma} e^{ik_z h} - 1)}{(\sigma + ik_z)(e^{h\sigma} - 1)}$$

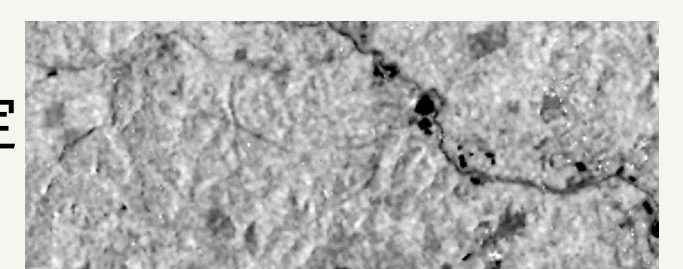
γ_V : volume only coherence
h: height, σ : extinction coefficient
 k_z : vertical interferometric wavenumber

Step 2 WMC利用 (soil moisture estimation by WMC)

推定した樹高を変数に土壌水分量をWMCにより推定する

WMCはSARの後方散乱強度を植生由来強度と土壌由来強度で表す。植生・土壌由来強度はそれぞれ散乱体の特性や水分量に依存する。

Soil moisture is estimated with WMC using SAR derived height. WMC assumes that the SAR total backscattering consists of the vegetation and soil moisture components. Each component depends on the characteristics of vegetation and ground.



$$\sigma_{tot,pp}^o = \sigma_{veg,pp}^o + \tau_{pp}^2 \sigma_{soil,pp}^o$$

$$\sigma_{veg,pp}^o = A_{pp} \times V_1 \times \cos\theta \left(1 - \tau_{pp}^2\right)$$

$$\tau_{pp}^2 = \left(\text{Exp}(-2 \times B_{pp} \times V_2 \times \sec\theta)\right)$$

$$\sigma_{soil,pp}^o = D_{pp} M_v + C_{pp}$$

A-D: obtained by fitting
V1,V2: height or SAR polarization ratio

Expected Impacts on the society

- パームの生産性が向上し、現地経済の活性化、労働環境の改善、食料問題の解決、気候変動への適応など多方面に貢献する。
- The productivity of palm oil production will be increased, which will lead the huge benefits such as enhancing local economy, improving work environment, meeting food demand, adapting climate change and others.

Voice file:

日本語



English

