



ドローン空撮画像を利用した 採草地のマメ科率のマッピング技術

川村 健介

帯広畜産大学



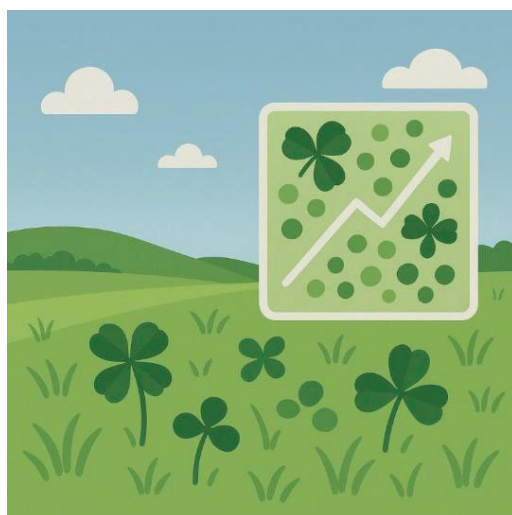
帯広畜産大学
Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine



草地生態学研究室
Grassland Ecology Lab

1. 草地管理におけるマメ科率の意義

持続的な生産を支えるマメ科率の重要性



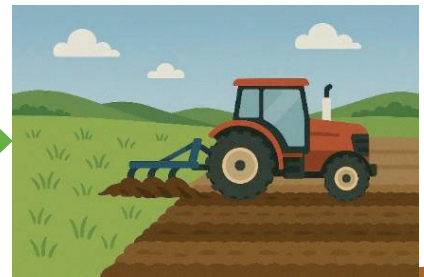
草地診断と草地更新

「草地を良好な状態で利用するためには**草地の状態を**それぞれの地域の草地診断基準を参考にして**常に的確に把握し**、それに基づいた管理・利用を行う。草地の生産性が低下し、現状のままでは改善が図れないとの判断に至った場合には、草地更新を行う。」

出典 草地管理指標－農林水産省生産局－(平成15年12月 日本草地畜産種子協会)

牧草地の診断

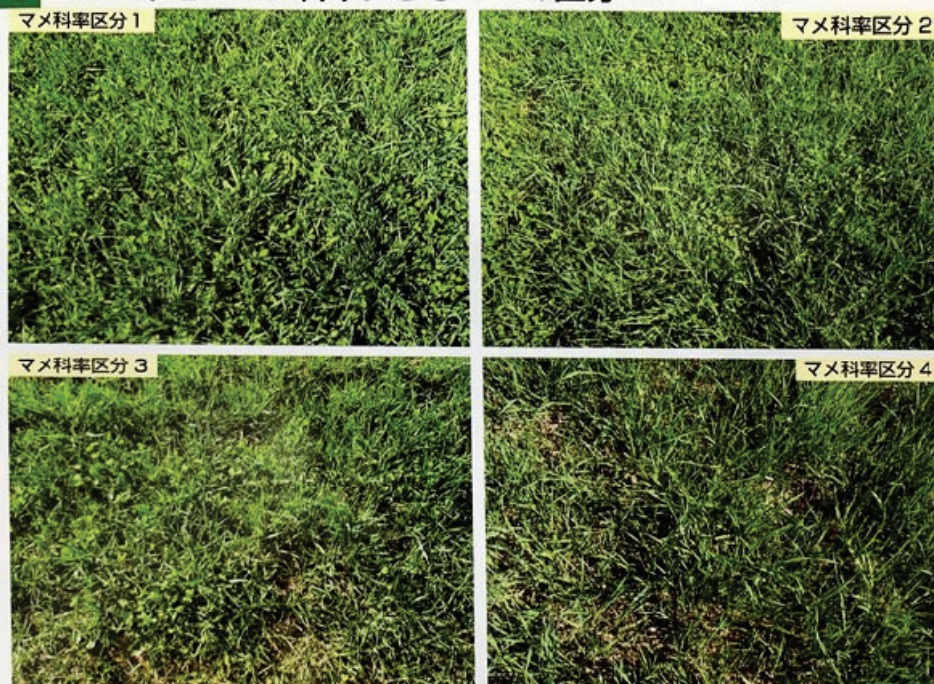
草地更新



マメ科率(LC, Legume Content)

適切な施肥管理を行うための草地の判定基準

チモシー草地のマメ科率による4つの区分 (本文 124 ページ参照)



マメ科率区分1 (チモシー率 > 50%, マメ科率 30 ~ 50%) チモシーの株間に旺盛なマメ科牧草が均一に分布
マメ科率区分2 (チモシー率 > 50%, マメ科率 15 ~ 30%) チモシーの株間にマメ科牧草がほぼ均一に分布
マメ科率区分3 (チモシー率 > 50%, マメ科率 5 ~ 15%) マメ科牧草、裸地、雑草がパッチ状に分布
マメ科率区分4 (チモシー率 > 70%, マメ科率 < 5%) チモシーの株間は裸地が雑草

出典：草地学の基礎：維持管理の理論と実際，松中・三枝（著），2016年





北海道施肥ガイド2020

(改訂第4版・改訂第3版・改訂第2版)
Hokkaido Fertilizer Recommendations 2020

北海道農業大学校・北海道農業大学校附属試験場・北海道農業大学校附属試験場

北海道農業大学校

北海道農業大学校



マメ科率(LC, Legume Content)

適切な施肥を実施するための判断材料として
土壌タイプと一緒に使用される

1) 施肥標準（採草地）

1-1) チモシー（TY）採草地

（単位：kg/10a、年間）

地帯	地帯 区分	マメ科率区分			低地・台地・火山性土			泥炭土		
		区分	マメ科率	TY 率	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
道南 道央 道東	1～9 13～18	1	30%以上	50%以上	4	8～10	18	2	10	22
		2	15～30%	50%以上	6	8～10	18	4	10	22
		3	5～15%	50%以上	10	6～8	18	8	8	22
		4	5%未満	70%以上	16	6～8	18	14	8	22
道北	10～12	1	30%以上	50%以上	4	8	15	2	10	22
		2	15～30%	50%以上	6	6	15	4	10	22
		3	5～15%	50%以上	10	6	15	8	8	22
		4	5%未満	70%以上	16	6	15	14	8	22

出典：北海道施肥ガイド2020（令和2（2020年）年10月）

[V牧草・飼料作物.pdf \(hokkaido.lg.jp\)](http://v-magras-hokkaido.lg.jp)



北海道の牧草地

広すぎて無理！

北海道の草地面積：約45万ha（ホクレン）

※日本全国の約73～83%

農業経営体あたりの平均面積：約34 ha

※日本全国の平均は3.6 ha（2024年）

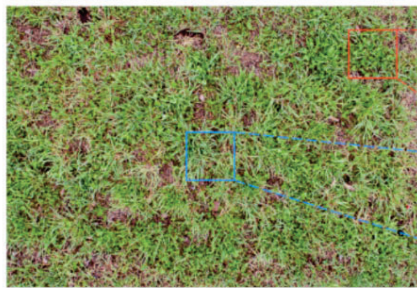


UAVを活用したマメ科被度の推定

UAV画像+AIで混播草地の高精度なマメ科被度の推定が可能

Fujiwara et al. (2022)

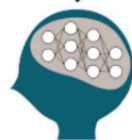
検証用画像



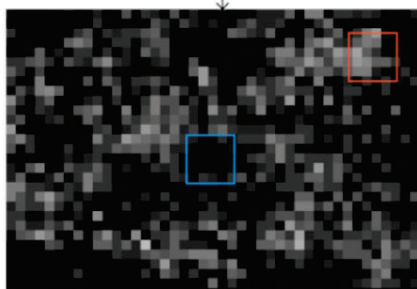
マメ科牧草が
多いところ



マメ科牧草が
少ないところ
(イネ科牧草が
多い、または
どちらも少ない)



作成したAIモデルを用いて
マメ科牧草被度を推定



AI推定結果
(白: マメ科牧草被度 高
黒: マメ科牧草被度 低)

実利用に向けた課題

生産現場で使える？

- 広大な草地(>5 ha)
- 複雑な植生
- 教師データ作成が大変



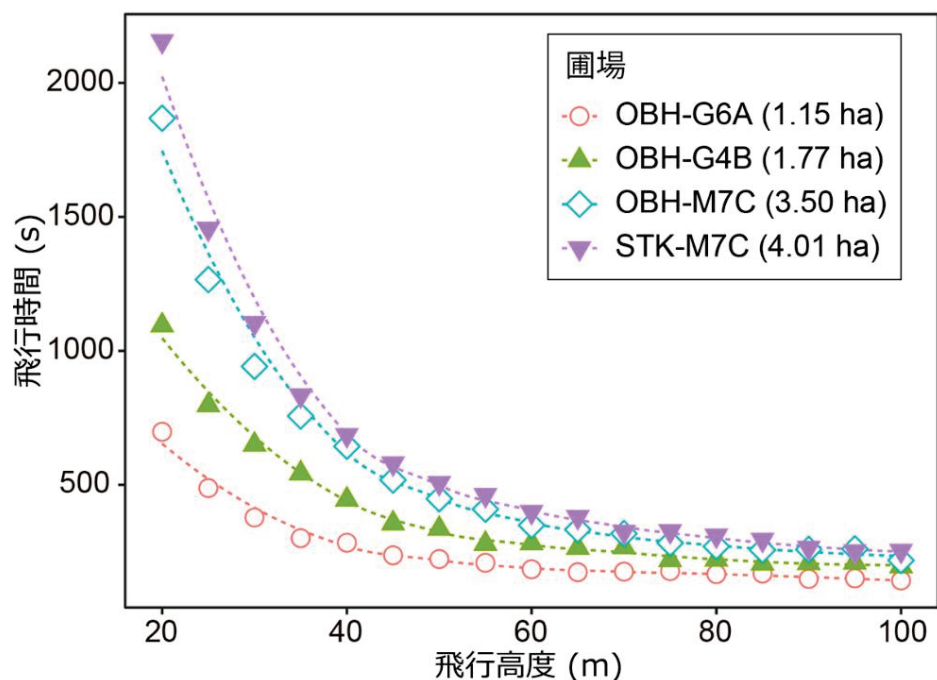
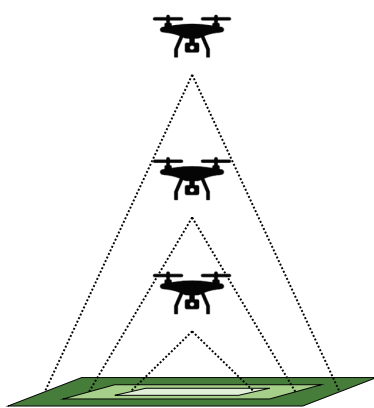
出典：農研機構（研究成果） ドローン・AIによるスマート植生評価法の開発（2022）



ドローン飛行高度と空間解像度の関係

飛行高度を上げると広い面積を観測できる

- 飛行時間を短縮
- バッテリー使用本数減

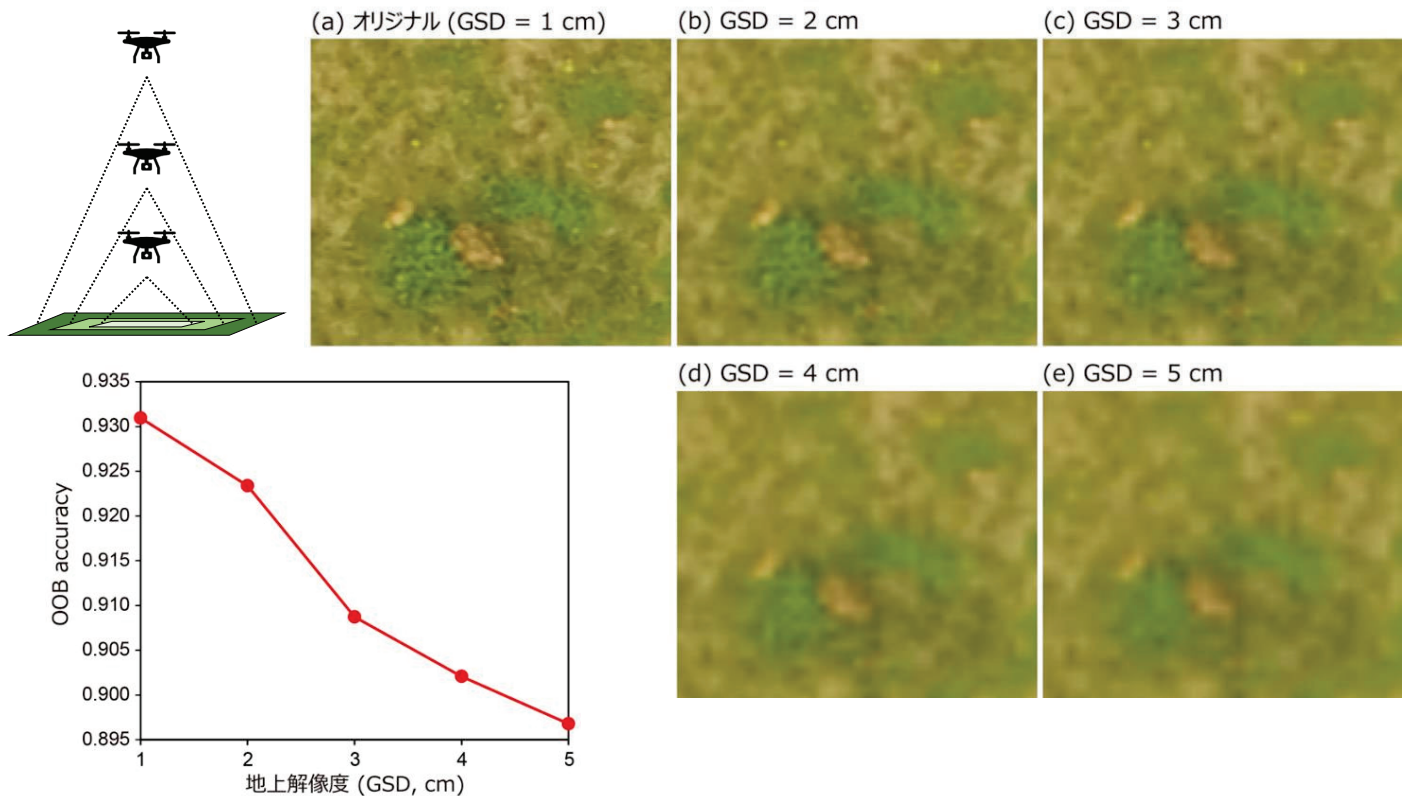


出典：川村ら（2023）日本草地学会誌, 69(3), 138-144. <https://doi.org/10.14941/grass.69.138>



ドローン空間解像度と分類精度の関係

飛行高度を上げると空間解像度が低下する



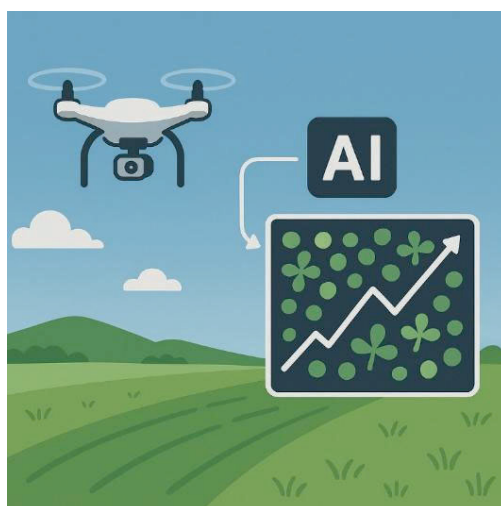
目的に合った適切な飛行計画を立てることが重要！

出典：川村ら (2023) 日本草地学会誌, 69(3), 138-144. <https://doi.org/10.14941/grass.69.138>



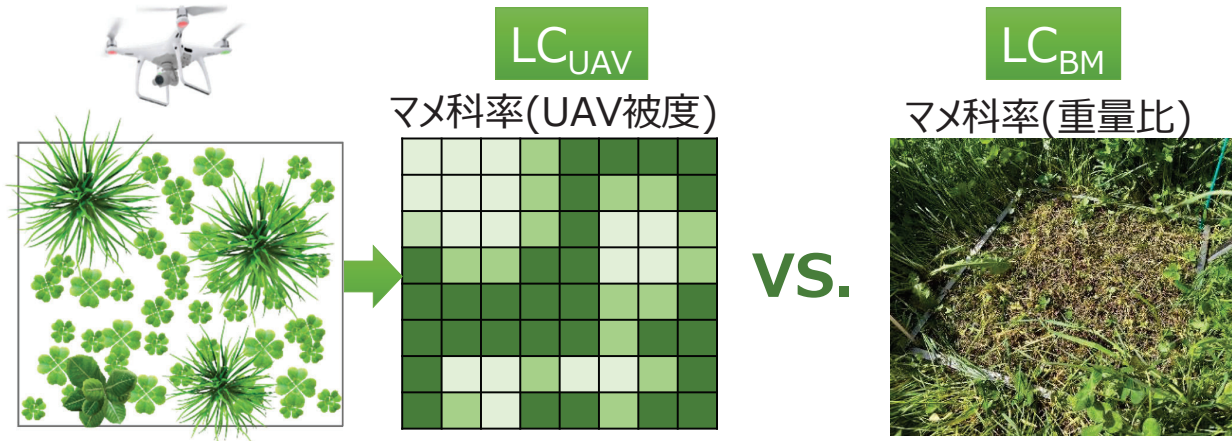
2. ドローン×AIで草地を『見える化』する

マメ科率マッピング技術の開発



目的

UAVの植生判別結果から LC_{UAV} を推定する方法を開発
⇒ 従来法(重量比)の LC_{BM} との関係を比較

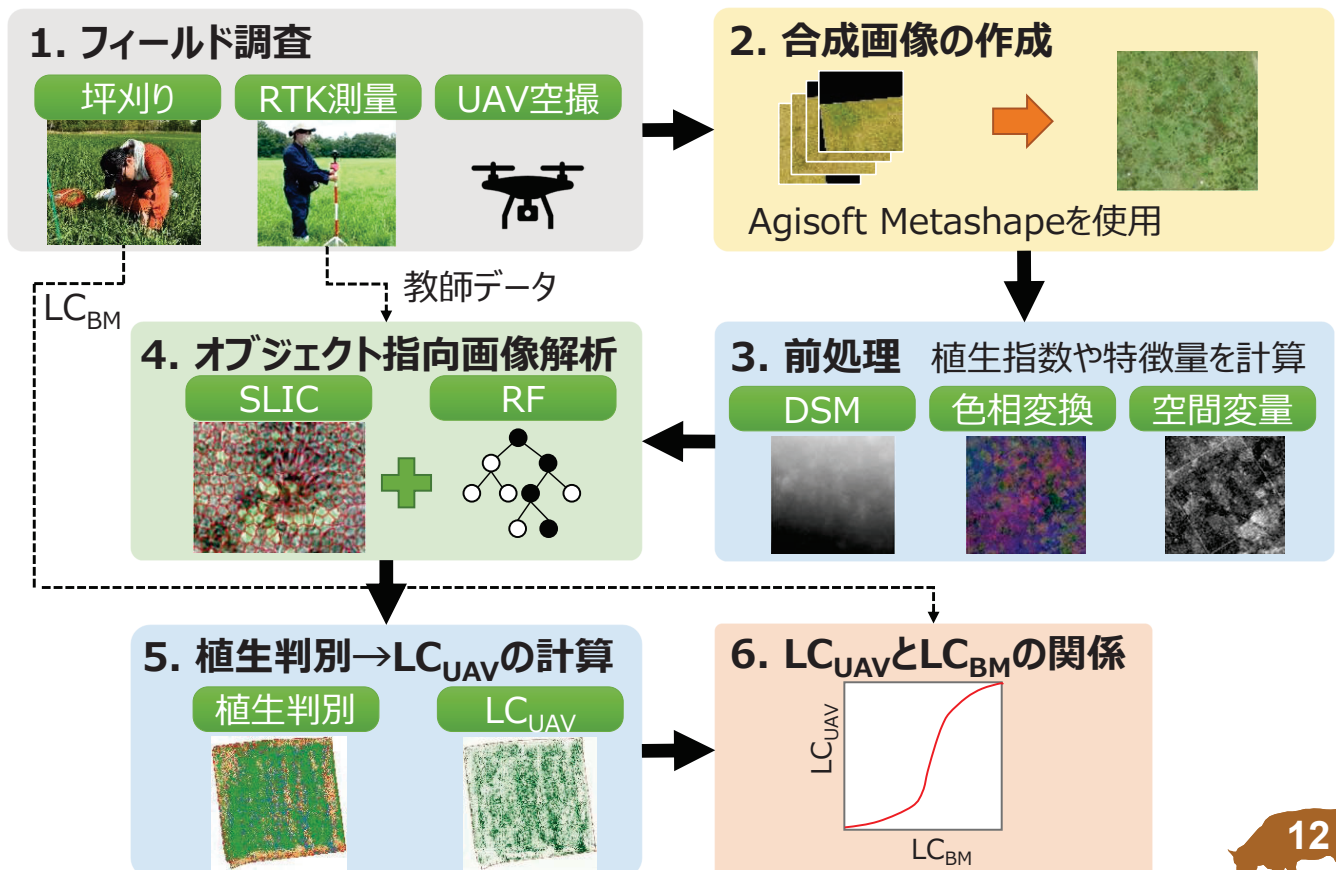


出典 : Kawamura et al. (2024) *Scientific reports*, 14, 31705.
<https://www.nature.com/articles/s41598-024-82055-w>



研究全体の流れ

統一した方法(空撮・解析)で全画像データ进行处理



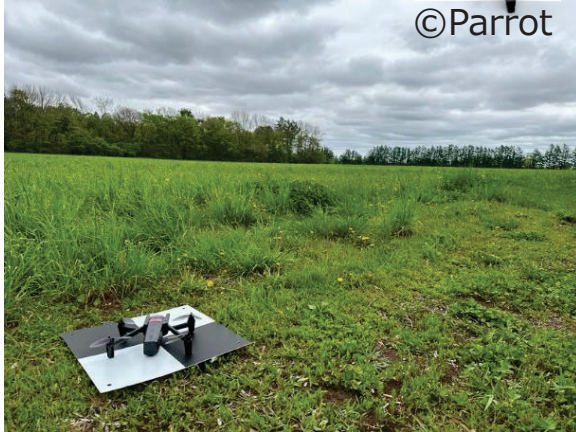
フィールド調査

ドローン空撮

- 機体: Parrot ANAFI
- 飛行高度: 約28 m
- カメラ視野角: 80度
- 自律飛行: Pix4Dcapture

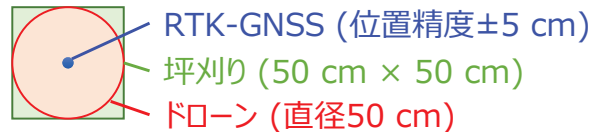


©Parrot



坪刈り+RTK測量

- コドラート: 50 cm × 50 cm
- RTK-GPS: Drogger DG-PRO1RWS



マメ科率 (LC_{BM})

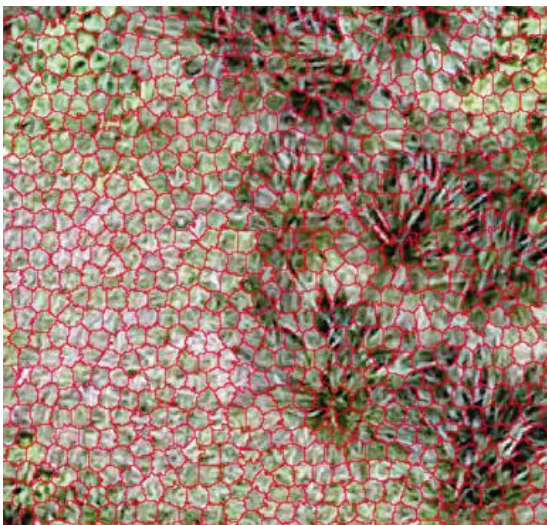
$$LC_{BM} = \frac{BM_{\text{マメ科}}}{BM_{\text{イネ科}} + BM_{\text{マメ科}} + BM_{\text{雑草}}}$$



オブジェクト指向型画像解析 (OBIA)

※OBIA: Object-based Image Analysis

1. 輝度の類似するピクセルをまとめる
2. セグメントの特徴量を求める



SLIC (Simple Linear Iterative Clustering, Achanta et al. 2011)

色情報: HSV = 3レイヤ
空間変量: Texture = 1レイヤ

各セグメントごとに
median, std, max, minを算出

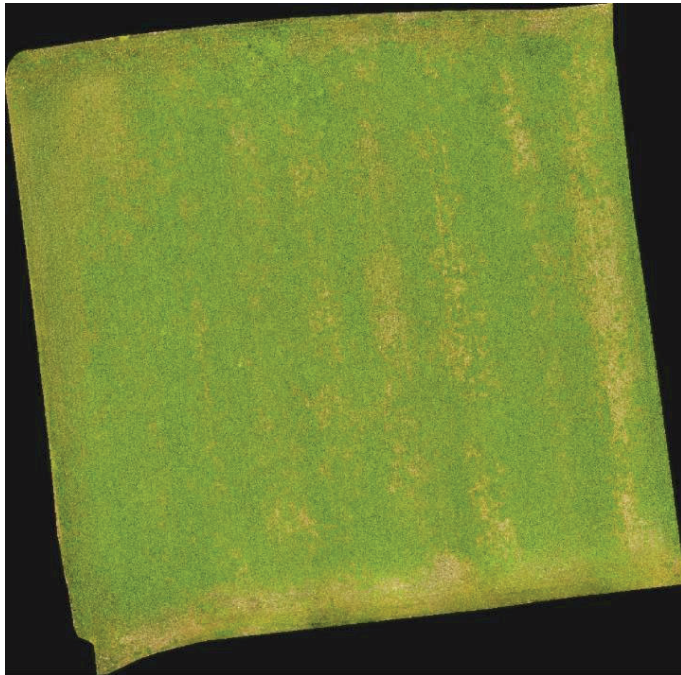
4レイヤ×4統計量 = 16次元

3. ランダムフォレスト (機械学習)

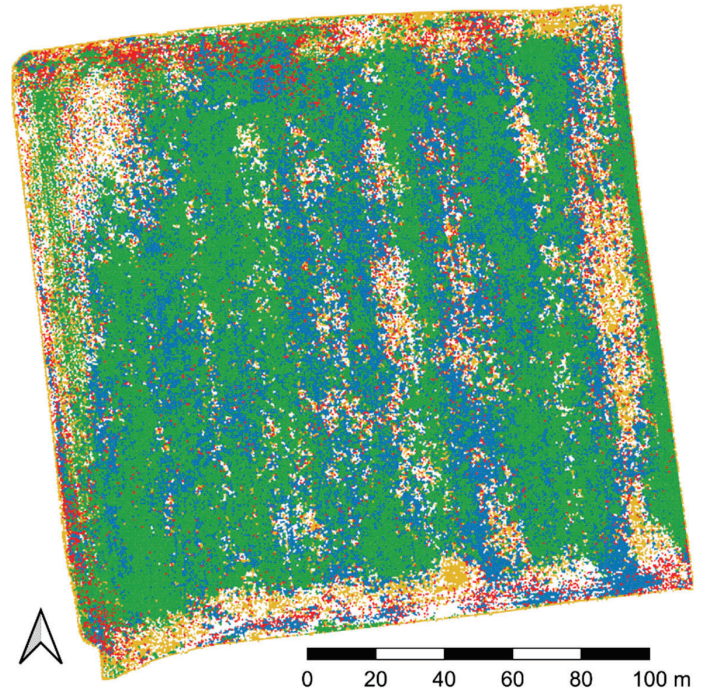


土地被覆分類図

帯畜大畜産フィールド科学センター内7-C圃場(3.2 ha)の例



空撮日: 2023年5月23日
地上解像度: 1 cm

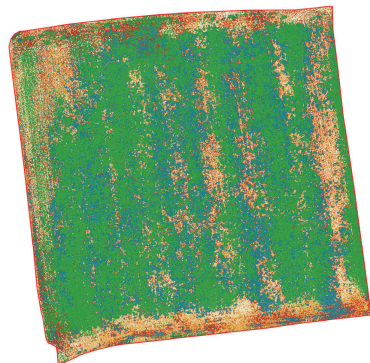


■ : オーチャードグラス(OG)
■ : ホワイトクローバー(WC)
■ : タンポポ(TX)
■ : 土壌(BG)/枯(WD)



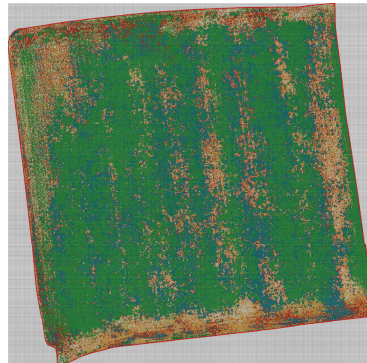
LC_{UAV}の計算方法

①土地被覆分類図

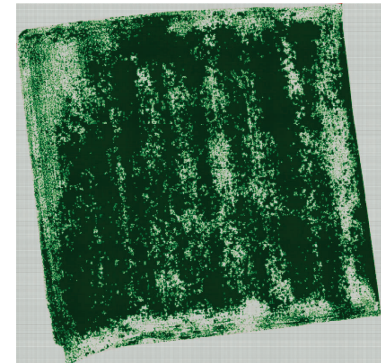


■ OG(オーチャードグラス), ■ WC,
■ 糞TX(タンポポ), ■ その他(土壌/枯)

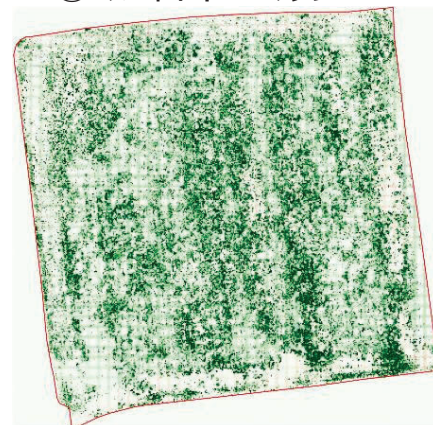
②グリッドを作成



③グリッド内で植被を計算



④マメ科率のマップ



マメ科率
(%)
100
60
40
20
0

マメ科率の計算方法

※各グリッド内のピクセル数(n)をベースに以下を計算

マメ科率(LC_{UAV})

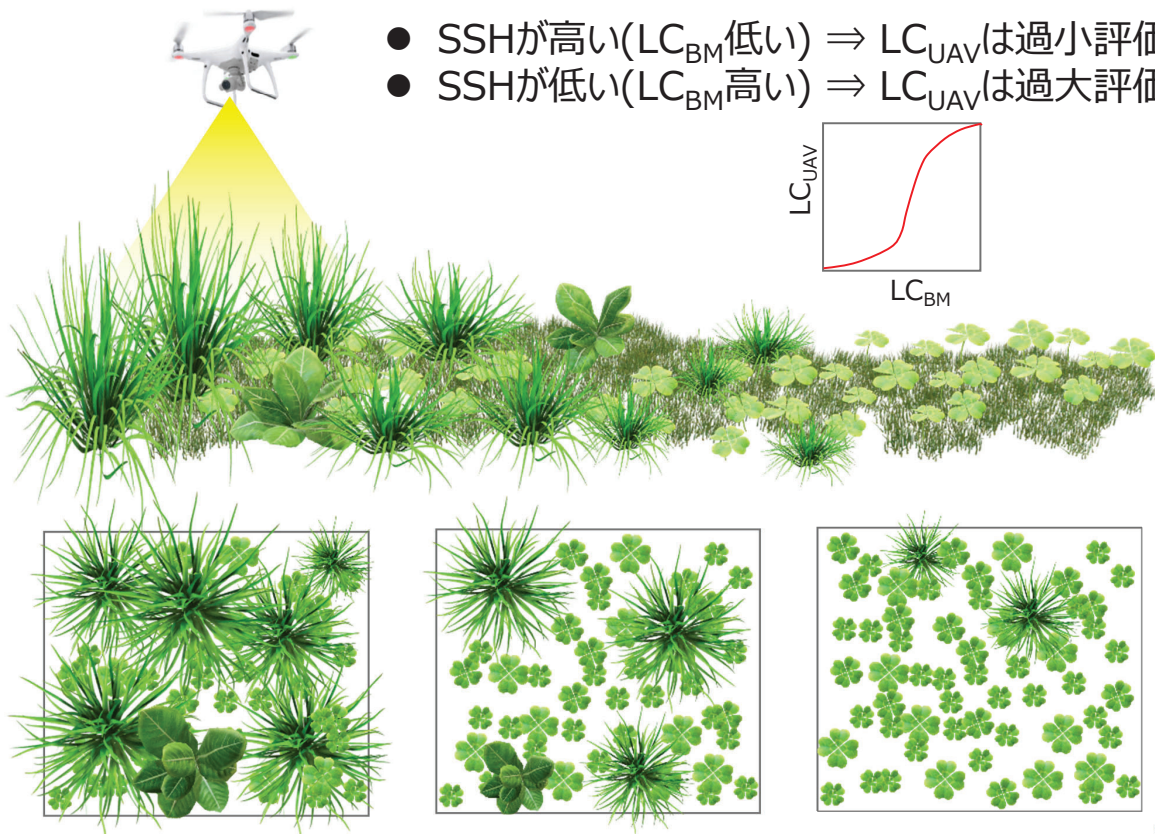
$$= \frac{\text{マメ科}}{\text{イネ科} + \text{マメ科} + \text{雑草}}$$

※Python v.3.10で作成(グリッドサイズは可変)



UAVが見ているのは群落上の二次元情報

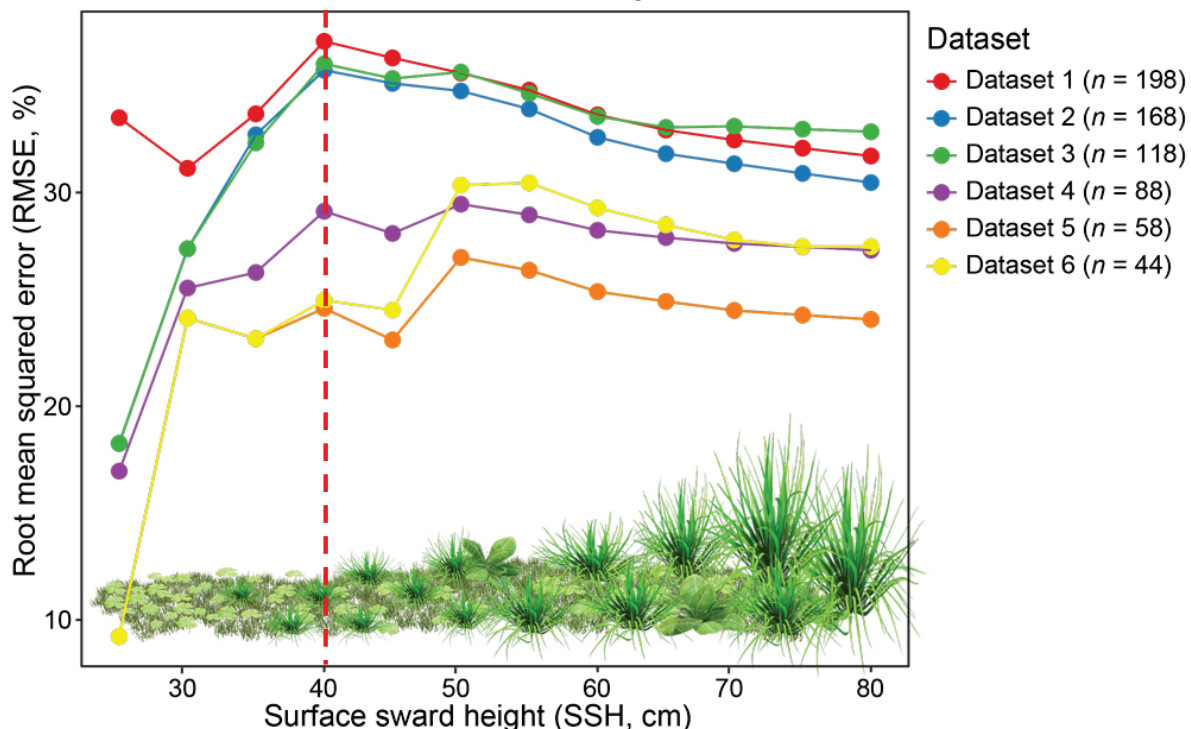
植物群落高(SSH)が高くなればマメ科植物が見えなくなる



17

LC_{UAV} VS. LC_{BM}

植物群落高 (SSH) による影響も大きい

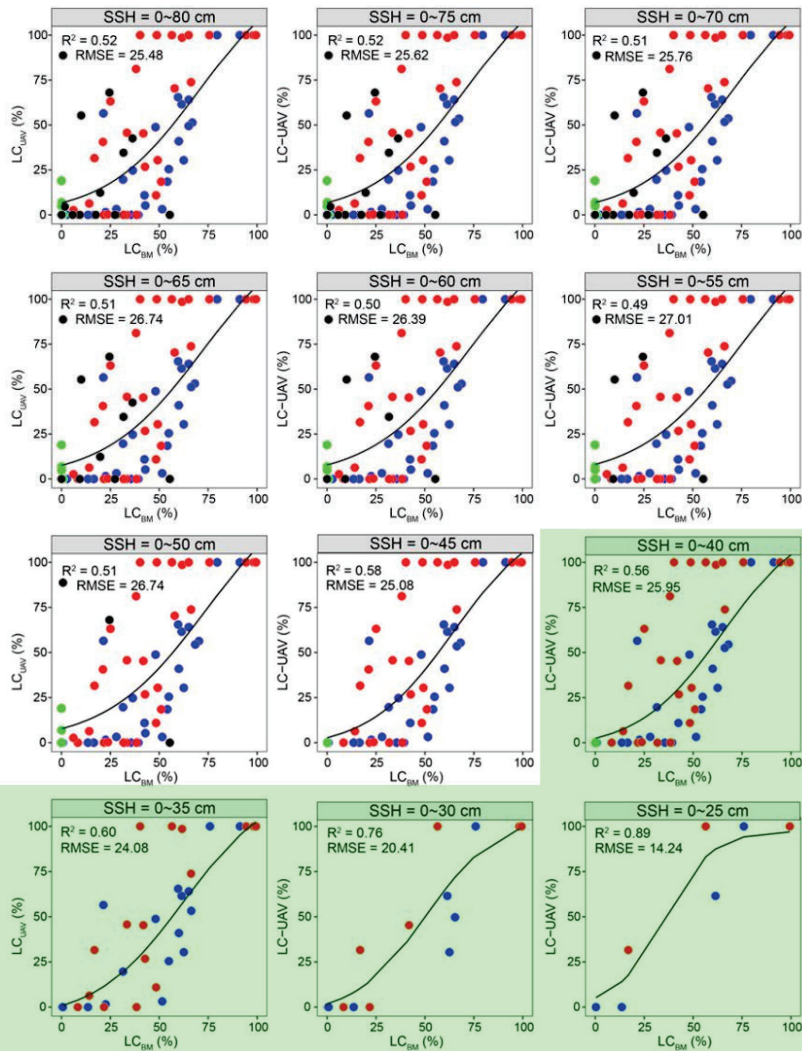


SSH > 40 cm $\rightarrow$ イネ科に覆われてマメ科が見えない

18

LC_{UAV} vs. LC_{BM}

4 データセット(OOBacc > 0.8)
+ SSHの関係

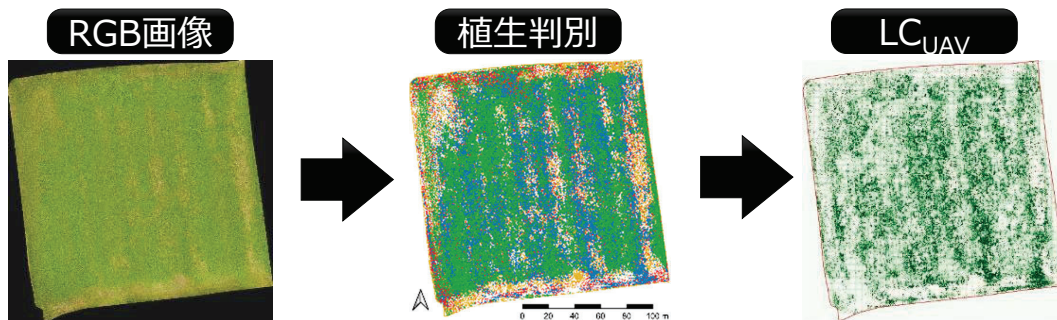


出典 : Kawamura et al. (2024)
Scientific reports, 14, 31705.
<https://www.nature.com/articles/s41598-024-82055-w>



まとめ

1. UAVからマメ科率(LC_{UAV})を推定する方法を開発



2. LC_{UAV}とLC_{BM}の関係を比較

マメ科率推定のポイント

- (1) 植生分類の精度: $R^2 > 0.8$
- (2) SSH < 40 cm

今後の課題 UAVによるマメ科率の評価

- アルファルファとアカ・シロクローバを分ける
- SSHの低い時期(生育初期, 収穫後)
- 放牧地での利用を検討

