

# ドローン活用による米タンパク量予測

東光鉄工 UAV 事業部・弘前大学 丹波研究室

## 1. 概要

リモートセンシングでは人工衛星や航空機などの高空の飛行体に搭載した撮像装置によって瞬時に地表の広い範囲のスペクトル測定データを画像の形式で取得する。最近のドローンなどの UAV 技術の進展により、ドローンに搭載したカメラによる比較的low高度からのリモートセンシングが可能になってきている。農業分野では UAV は薬剤散布などに利用されてきているが、自動運転にはまだ解決すべき問題が多い。

リモートセンシングの農業分野での利用は歴史が古く、様々な応用が試みられてきている。特に、水稻の食味の指標の一つである玄米タンパク質含有率がリモートセンシング画像データから得られる NDVI (正規化植生指標) によって推定可能であることが示されたことは画期的と言える。

我々はドローンによるリモートセンシングから得られる NDVI によって玄米タンパク質含有量を精度良く推定するための研究を行っている。得られる玄米タンパク質含有率分布図はドローンによる自動薬剤散布のための計画立案のための基礎データとして利用可能である。

## 2. ドローンについて

ドローンは大別すると、観測・計測用と薬剤散布用に分けられる。観測・計測用は 100m 以上の高度を飛行するが、薬剤散布用は高くとも 10m 程度である

### 空撮用ドローン



MATRICE600

プロフェッショナル向け空撮、災害調査、測量用マルチコプター「MATRICE600」搭載するカメラは「一眼レフ」「赤外線カメラ」等お客様の使用用途により、オプションにて変更可能。静止画から動画、赤外線撮影、映画撮影等に適したモデル。



TSV-PH1

オリジナルの空撮・災害空撮・測量用凡用マルチコプター「TSV-PH1」積載するカメラは「一眼レフ」「赤外線カメラ」等お客様の使用用途によりオプションにて変更可能。静止画から動画撮影、赤外線撮影等に適したモデル。

### 農業散布用ドローン



TSV-AH1

液剤は 4L タンクを搭載し、0.5ha を約 5 分で散布可能。粒剤タンクを 3 k g 搭載し約 3 分間散布可能。タンクの交換はワンタッチのスライド装置により容易。(実用新案取得済み第 3204505 号)

小型軽量(総重量 12 k g)で取り扱いやすいモデル。モーター駆動なので静か。低空飛行が可能。散布高度は 2 ~ 3 m であり農業の拡散を最小限に抑えることが可能。



TSV-AQ1

液剤は 8L タンクを搭載し、1ha を約 8 分で散布可能。粒剤タンクを 6 k g 搭載し約 6 分間散布可能。タンクの交換はワンタッチのスライド装置により容易。(実用新案取得済み第 3204505 号)

産業用ヘリコプターと比べると小型軽量(総重量 20 k g)で取り扱いやすいモデル。モーター駆動なので静か。低空飛行が可能。散布高度は 2 ~ 3 m であり農業の拡散を最小限に抑えることが可能。

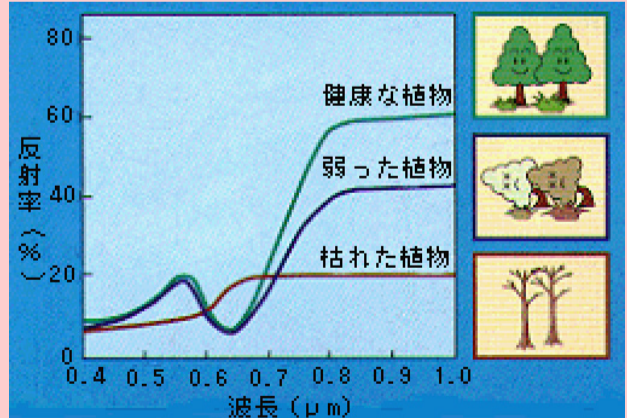
## 3. リモートセンシングについて

リモートセンシングとは人工衛星や航空機などの飛行体に搭載したセンサ(カメラ)から広範囲の地表を面的に短時間に様々な波長の電磁波で観測し、地表の状態などを計測する技術と定義される。

太陽光を光源とする可視・近赤外データからは植物の生育と関連が高い NDVI を算出できる。NDVI は赤色と近赤外域の電磁波の反射率から求められ、植物の活性度が高いほど値は 1 に近くなる。

NDVI の経日変化を追いかけることで NDVI と関連する植物に関する量を推定することが可能と考えられている。水稻の場合は食味(玄米タンパク質含有量)や収量などであるが、観測に適した時期が明確になっているとは言い難い。

人工衛星や航空機による観測の場合、天候などによって観測のチャンスが限定されることが多いが、ドローンを用いることで観測のチャンスは格段に向上する。しかし、人工衛星による観測は完全な晴天で行なわれるが、ドローンの場合曇天下でも観測が可能であり、観測の光源が異なっている。このような光源の違いによる観測データへの影響に関してはあまり明確になっていないので、今後の研究が必要である。



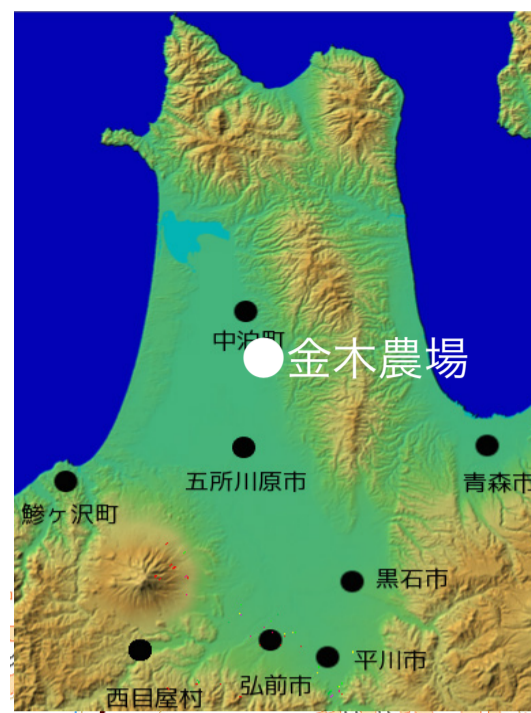
JAXA : センサを利用した観測方法  
([http://www.eorc.jaxa.jp/hatoyama/experience/rm\\_kiso/mecha\\_howto.html](http://www.eorc.jaxa.jp/hatoyama/experience/rm_kiso/mecha_howto.html))

## 観測対象地域

弘前大学農学生命科学部附属  
生物共生教育研究センター  
金木農場

## 使用データ (2016 年)

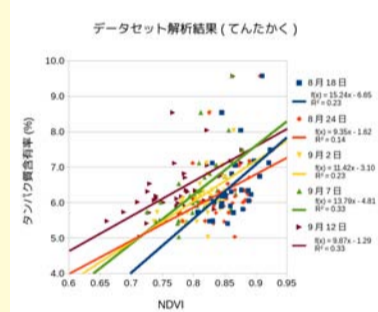
	つがるロマン	豊盃	てんたかく
画像データ (撮影日)	8/18, 8/24 9/2, 9/7,	8/24, 9/2, 9/7, 9/12	8/18, 8/24 9/2, 9/7, 9/12
玄米サンプル (収穫日)	9/20		



## 4. 解析結果

### てんたかく

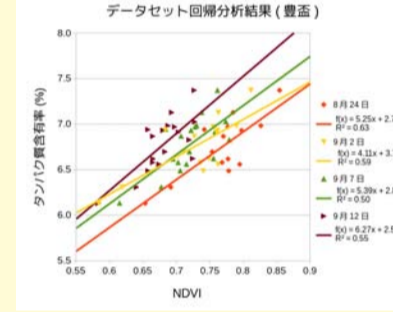
データセット	N	タンパク質含有量 (%)				NDVI			
		平均	標準偏差	最大	最小	平均	標準偏差	最大	最小
8月18日	29	6.522	0.893	9.572	5.414	0.864	0.027	0.923	0.807
8月24日	38	6.397	0.824	9.572	5.034	0.857	0.028	0.927	0.776
9月2日	32	6.225	0.449	8.540	5.034	0.817	0.022	0.864	0.736
9月7日	38	6.397	0.824	9.572	5.034	0.813	0.035	0.890	0.725
9月12日	38	6.397	0.824	9.572	5.034	0.778	0.050	0.878	0.661



データセット	N	標準偏差	最大	最小	相関係数
8月18日	29	0.698	2.354	-0.961	0.480
8月24日	38	0.702	2.717	-1.441	0.377
9月2日	32	0.391	2.206	-1.263	0.480
9月7日	38	0.651	2.505	-1.238	0.578
9月12日	38	0.632	2.346	-1.124	0.577

### 豊盃

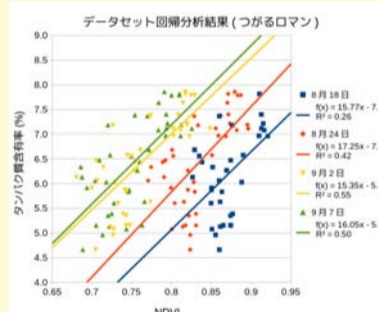
データセット	N	タンパク質含有量 (%)				NDVI			
		平均	標準偏差	最大	最小	平均	標準偏差	最大	最小
8月24日	13	6.754	0.322	7.371	6.129	0.769	0.048	0.854	0.653
9月2日	14	6.764	0.313	7.371	6.129	0.730	0.059	0.811	0.583
9月7日	18	6.774	0.295	7.371	6.129	0.720	0.039	0.779	0.615
9月12日	18	6.774	0.295	7.371	6.129	0.680	0.035	0.727	0.583



データセット	N	標準偏差	最大	最小	相関係数
8月24日	13	0.197	0.336	-0.324	0.791
9月2日	14	0.200	0.360	-0.345	0.770
9月7日	18	0.209	0.378	-0.341	0.706
9月12日	18	0.198	0.309	-0.432	0.740

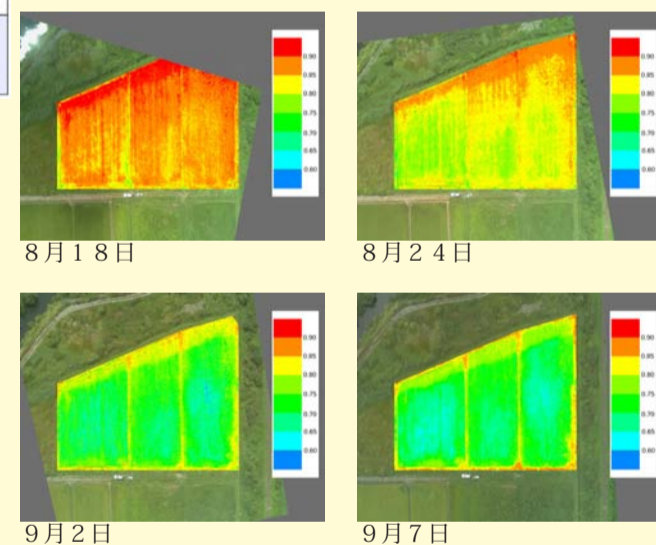
### つがるロマン

データセット	N	タンパク質含有量 (%)				NDVI			
		平均	標準偏差	最大	最小	平均	標準偏差	最大	最小
8月18日	32	6.198	0.825	7.816	4.661	0.871	0.022	0.921	0.826
8月24日	39	6.439	0.915	7.857	4.661	0.835	0.032	0.896	0.771
9月2日	39	6.439	0.915	7.857	4.661	0.763	0.043	0.848	0.680
9月7日	39	6.439	0.915	7.857	4.661	0.753	0.038	0.825	0.686

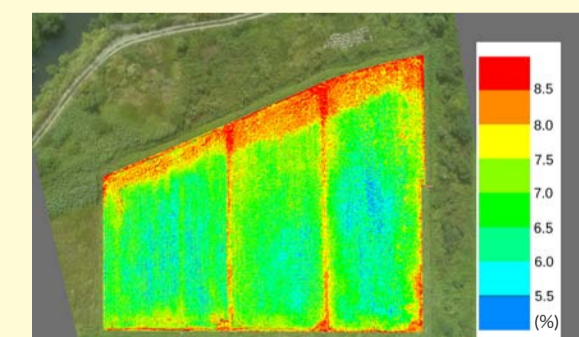


データセット	N	標準偏差	最大	最小	相関係数
8月18日	32	0.783	1.351	-1.351	0.512
8月24日	39	0.713	1.033	-1.581	0.652
9月2日	39	0.660	1.305	-1.048	0.739
9月7日	39	0.698	1.274	-1.441	0.706

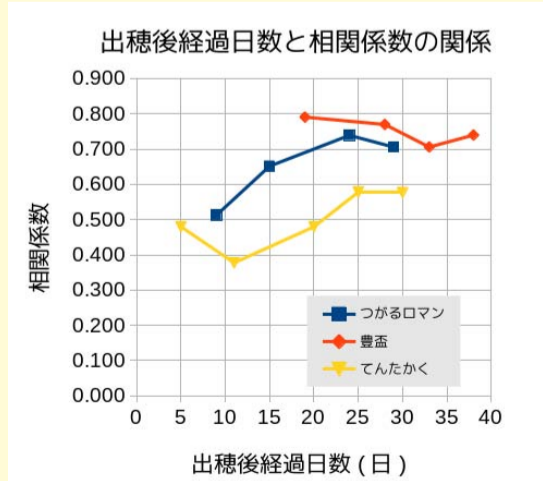
### 撮影時期による NDVI の変化画像 (つがるロマン)



### タンパク質含有率予測マップ (つがるロマン)



相関が最も良い 9月2日の撮影画像を使用



## 5. まとめ

ドローン搭載の可視・近赤外カメラデータに基づいて得られた NDVI 画像データから玄米タンパク質含有量の推定を行った。推定のために最適な時期を明確にするために時系列観測を行った結果、観測に適した出穂日からの経過日数が明らかになってきた。

また、玄米タンパク質含有量予測マップからは、1枚の水田の中でも分布は均一ではないことが明らかになった。このような面的情報を用いることでドローンによる最適な薬剤(肥料や農薬)の散布計画を立案することができ、薬剤散布用ドローンによる自動散布が可能になる。