



共同乾燥調製施設設置
農協担当課長およびオペレーター研修会

ドローンおよび人工衛星を用いた リモートセンシングによる 水稲生育診断の省力化と施肥技術

滋賀県農業技術振興センター
栽培研究部
主任技師 横井隆志

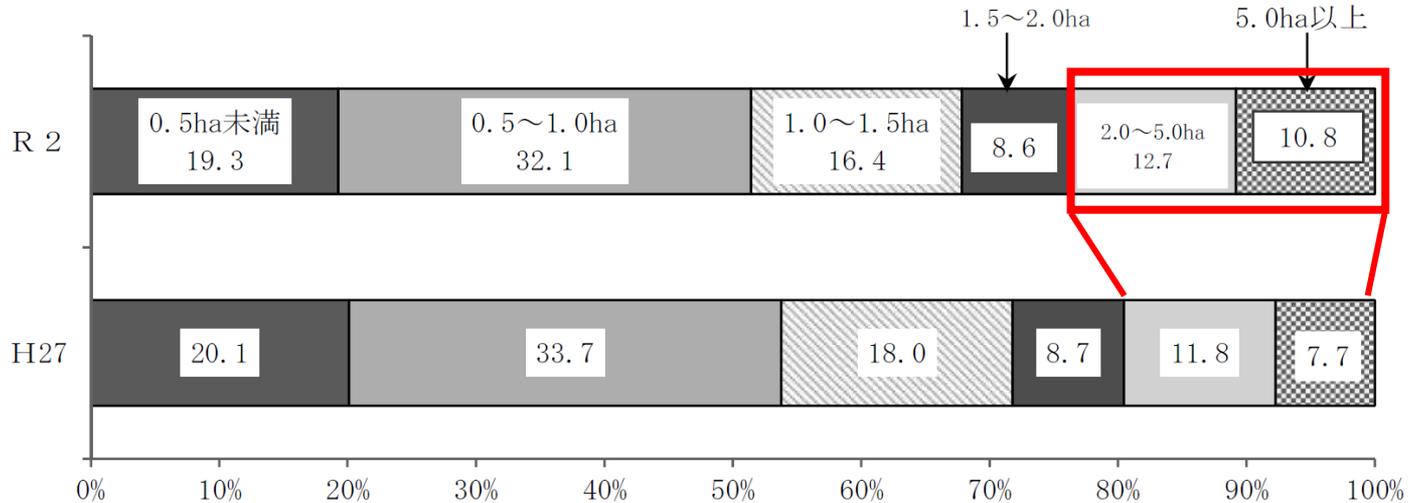
本日の内容

1. 滋賀県の稲作の現状
2. ドローンを使ったリモートセンシング
3. NDVIを応用した穂肥施用技術開発試験
4. 今後の展開 衛星画像の活用

滋賀県の稲作の現状

稲作の現状：滋賀県の水稲栽培面積

現状：経営の大規模化が進み、管理ほ場の面積が増加



滋賀県の経営耕地面積規模別農業経営体数の構成割合(2020年農林業センサスより)

課題：

広い複数のほ場の生育状態を把握し、栽培管理をすることは、大変



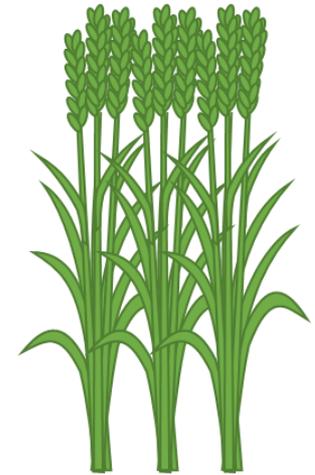
解決策：

作業の省力化などにより、効率の良い栽培方法が求められる

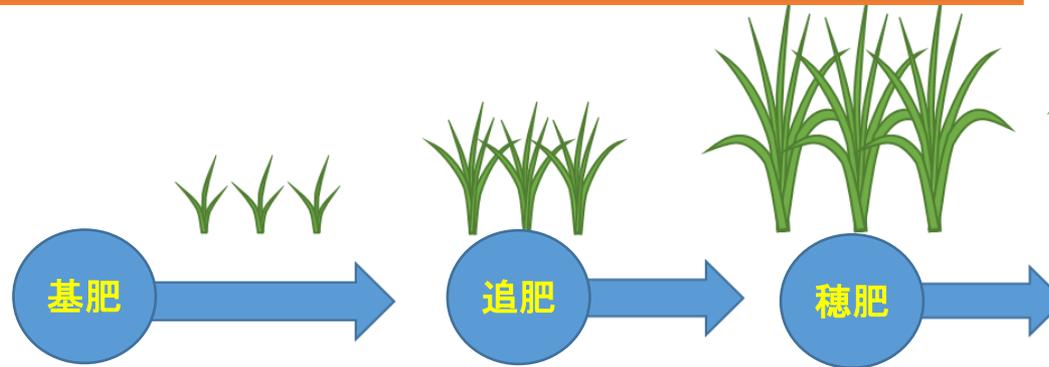
稲作の現状：滋賀県の稲作栽培体系

全量基肥施肥体系

基肥一発肥料と呼ばれる生育後半まで肥効がある緩効性肥料を移植時に一回施肥し、生育途中の追肥と穂肥を省略する栽培体系



分施肥体系



全量基肥体系

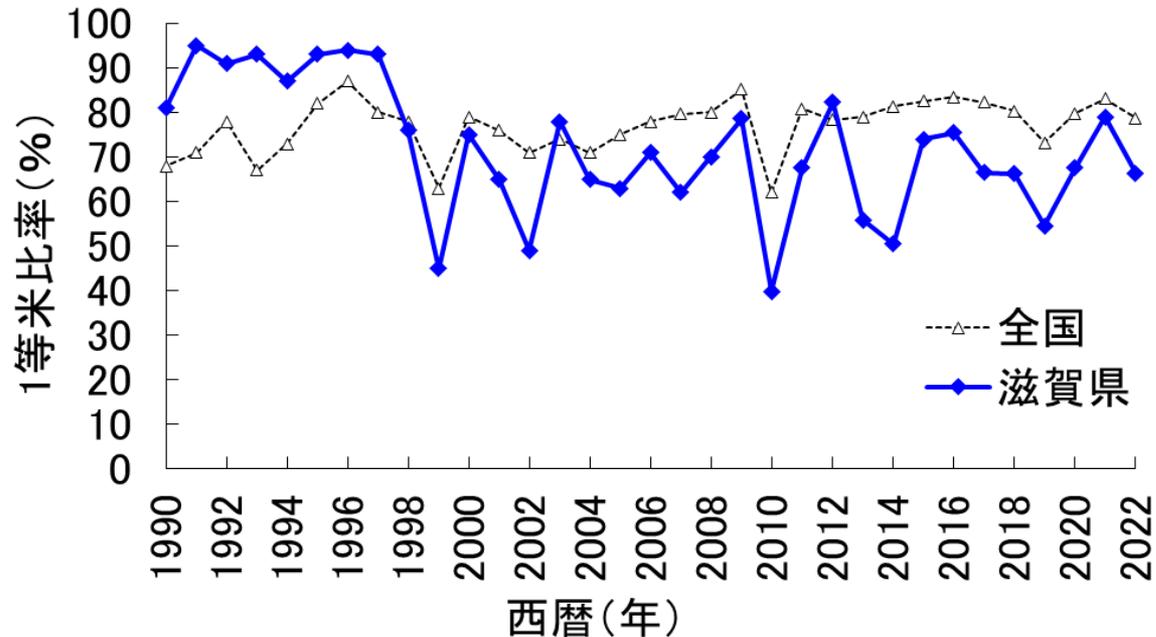


ゆっくり長く効く肥料を一回だけ

全量基肥施肥体系は、省力化の面で有効であり、取り入れている生産者が増加してきている

稲作の現状：滋賀県のコメの品質推移

一方、滋賀県のコメの品質は近年全国平均を下回り続けている



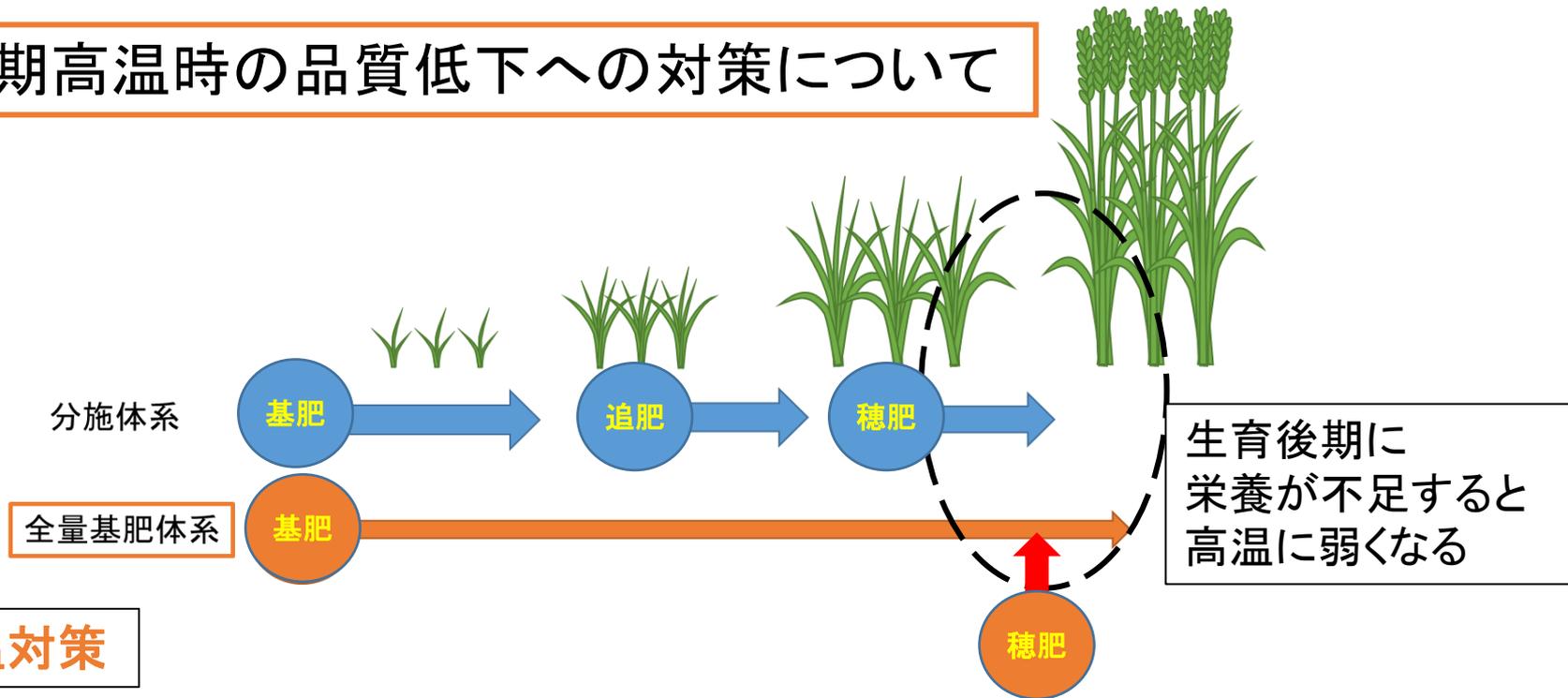
農林水産省および近畿農政局「農産物の検査結果」より

品質低下の要因

- ① 温暖化の影響により、登熟期間である8月上旬に高温となりやすく、健全な登熟が阻害されている
- ② 全量基肥施肥体系は、穂肥などの施肥管理を基本的には行わない

稲作の現状：滋賀県の稲作における課題

夏期高温時の品質低下への対策について



高温対策

高温対策には、生育状況に合わせた穂肥による調整(時期と施用量)が有効

課題

1. 省力化を目的とした全量基肥体系では追肥・穂肥を行いたくない
2. 生育状況に合わせて、追肥・穂肥の要否判断が難しい
→従来、生育判断には生育調査が必要だが、
ほ場全体を調査する余力がなく、全量基肥体系での判断基準がない

稲作の現状：生育状況の把握方法

生育状況の把握には、実際のほ場に出向き、草丈や莖数、葉色などを測定(生育調査)する必要がある



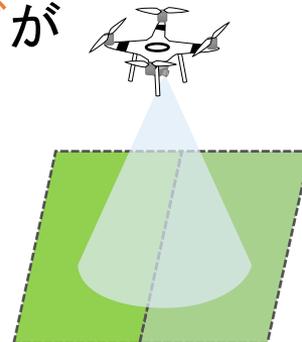
通常の生育調査(所要時間25分/10a)

ほ場数や面積が大きいと
すべてを調査するのは大変



もっと簡易に、素早く調査
可能な方法が求められている

空から写真を撮れる
ドローンを用いた
リモートセンシングが
注目されている



ドローンとは？

無人航空機の種類

- 人が乗ることができない
- 遠隔操作または自動操縦により飛行が可能



ドローン(マルチコプター)



ラジコン機



農業散布用ヘリコプター

国土交通省HP

https://www.mlit.go.jp/koku/koku_fr10_000040.html

リモートセンシングとは？

リモートセンシング

対象物に触れず、離れたところから
物体の形状や性質などを観測する技術

(環境展望台<https://tenbou.nies.go.jp/science/description/detail.php?id=86>より引用)

農業分野では主に、ドローンや人工衛星を用いて撮影した
画像データを取得し、植物やほ場の状態を把握することを指す



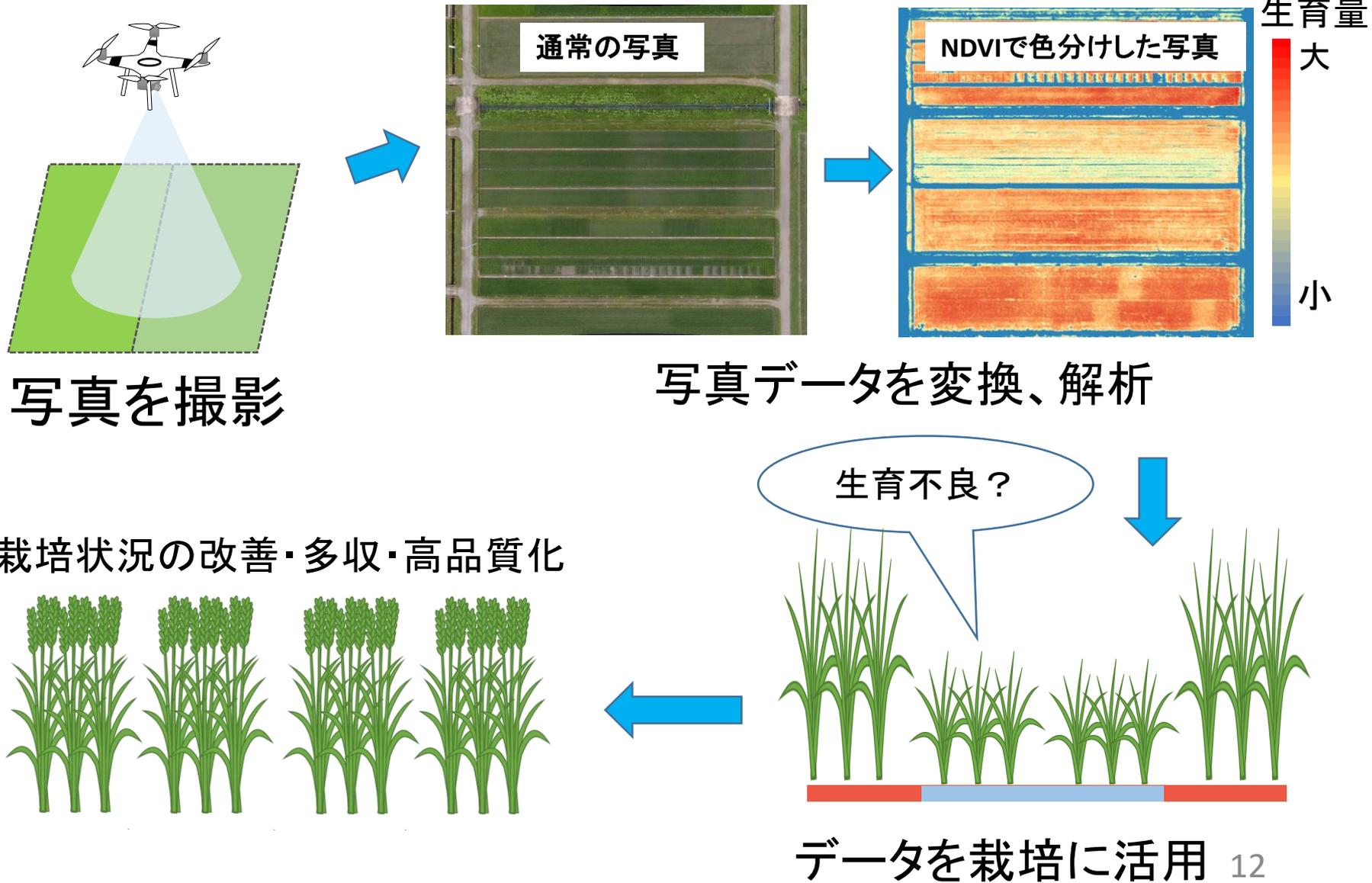
通常の生育調査(所要時間25分/10a)



リモートセンシング(所要時間2分/10a)

ドローンを使ったリモートセンシング

画像を使ったリモートセンシングの流れ



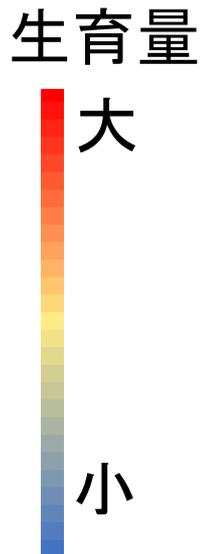
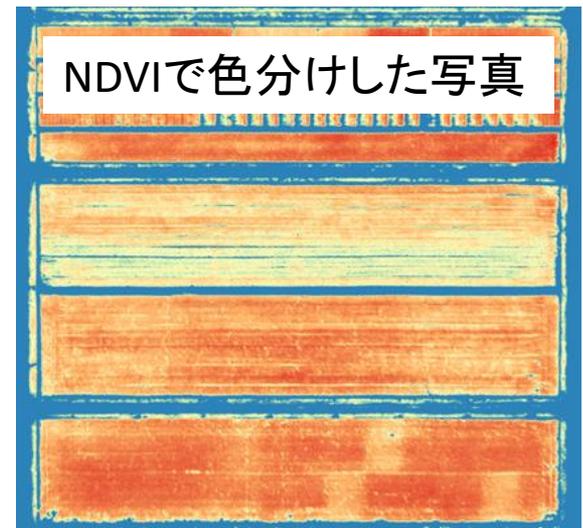
リモートセンシングの原理 (NDVIの活用)

NDVI : Normalized Difference Vegetation Index

「**正規化植生指数**」と呼ばれる**植生の分布状況や活性度**を示す指標
特殊なカメラで撮影した画像を解析することで得られる



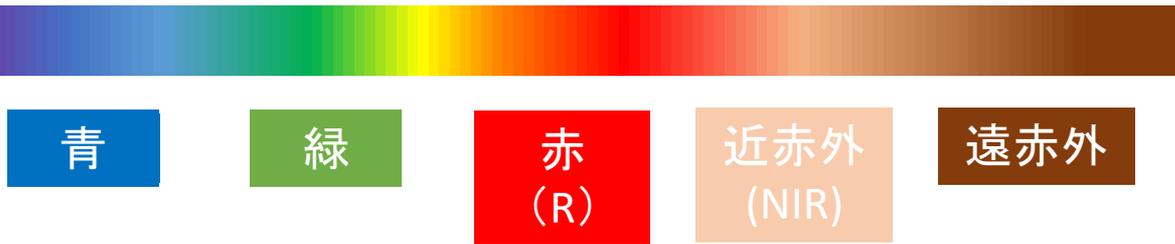
写真データを
変換、解析



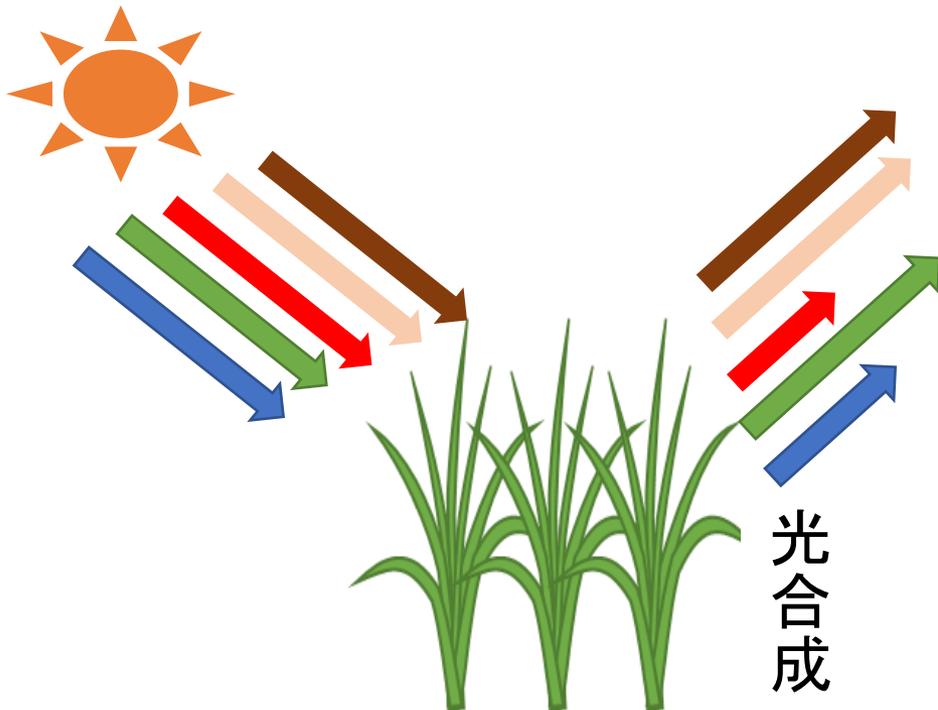
農業技術振興センターのほ場をNDVIで色分けした画像
※赤いほどNDVI値が大きく、青いほど小さい。真っ青な部分は通路や水面

NDVIで植生がわかる原理

光の波長



$$NDVI = \frac{NIR\text{反射率} - R\text{反射率}}{NIR\text{反射率} + R\text{反射率}}$$



NDVIは、植物が赤色光を吸収し、近赤外光を反射する性質を利用した指標

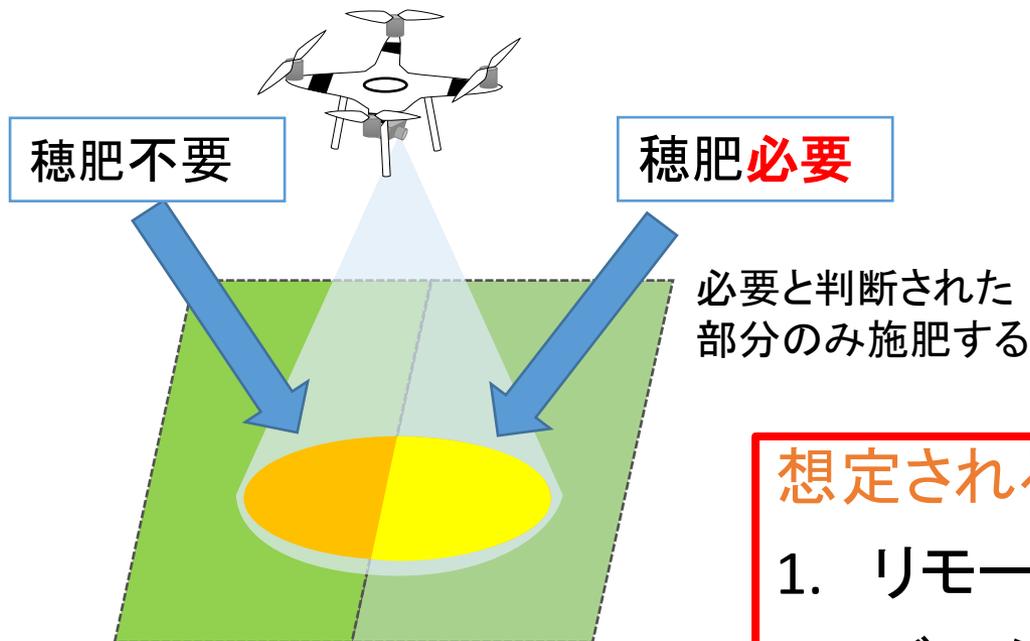
植物が繁茂しているほど、NDVIの値は大きくなる

NDVIによる穂肥施用技術開発試験

「気候変動適応型農作物生産体制強化事業(R1～R3)」
における取り組みを紹介

試験の目的

全量基肥体系で栽培される水稻に対して、ほ場内で穂肥が必要なところをリモートセンシングにより判断する



想定される効果

1. リモートセンシングによる省力化
2. データに基づいた穂肥施用によるコメの品質向上

取組内容



全量基肥体系の水稻において

- ① 品質や収量に大きく影響を与える
幼穂形成期（6月下旬～7月上旬）に
NDVIと実際の生育状況を比較する
→NDVIだけで生育状況の把握ができるか確かめる
- ② 幼穂形成期のNDVIを基準に、
幼穂形成期の2週間後に穂肥施肥を実施し、
穂肥の有無による品質への影響を調査する
→NDVIを指標とした穂肥施肥の判断が、
品質の向上に有効かを確かめる

耕種概要とNDVI画像の解析結果

< 耕種概要 >

供試品種:「コシヒカリ」

栽植密度:18.2株/m²

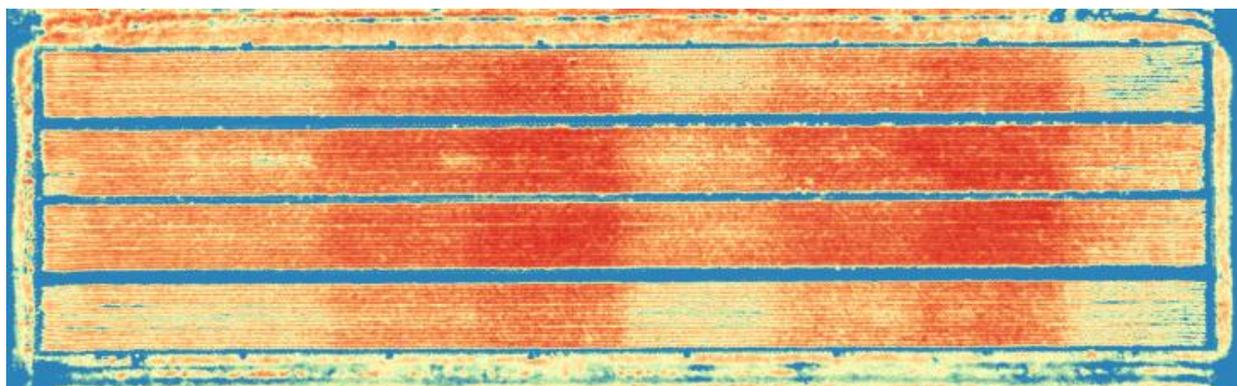
稚苗機械移植(苗3~4本/株)

移植時期:4月下旬~5月中旬

通常の写真
(可視光)

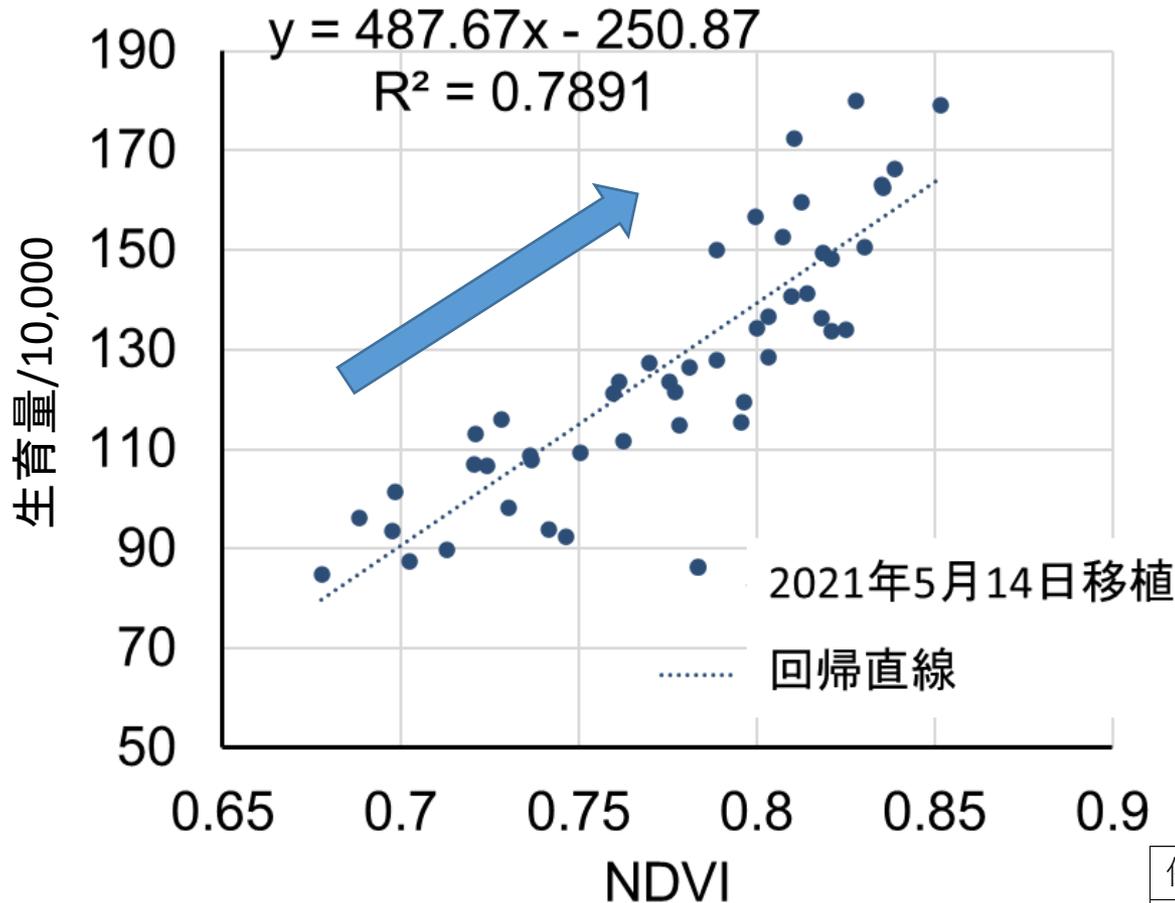


NDVI画像
濃い赤色ほど
生育が良い



※試験のために基肥量を変え、生育ムラを意図して発生させた

幼穂形成期のNDVIと実際の生育との関係



NDVIが大きいほど
実際の生育も良い

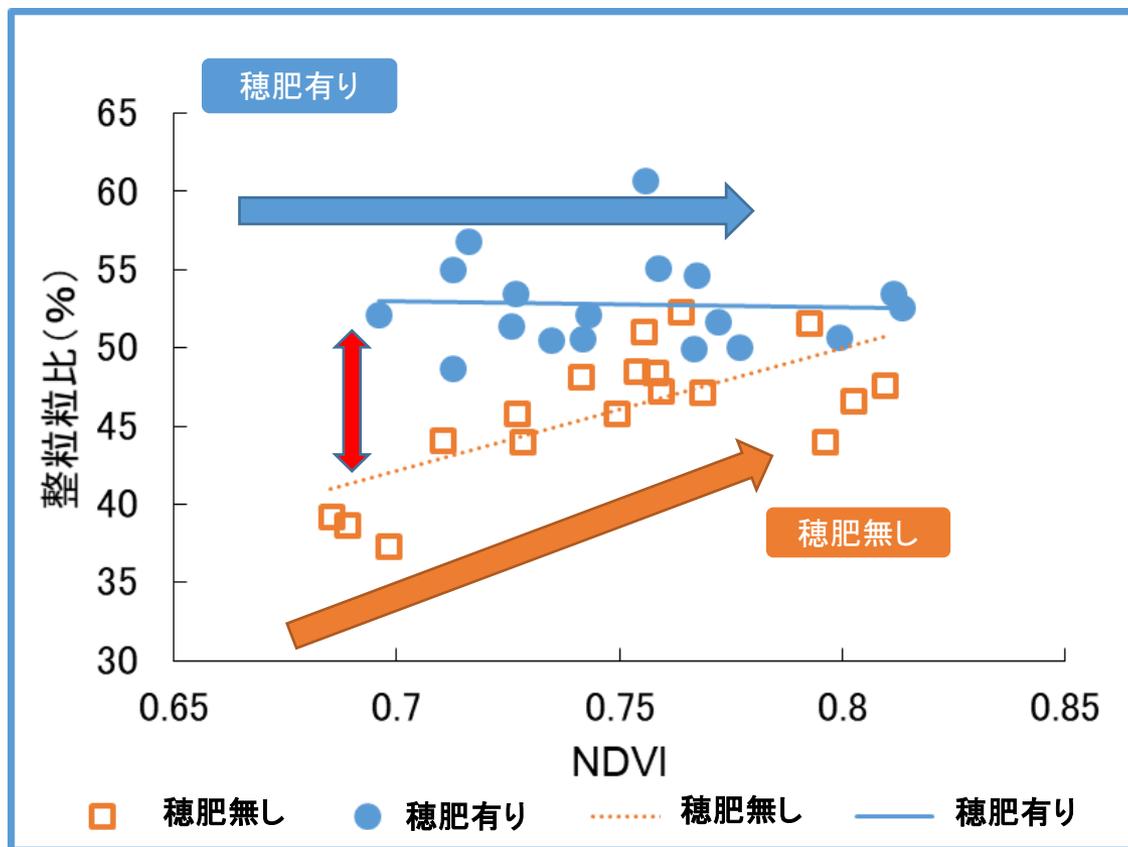
NDVIで生育状況を
推定できる

	生育量 /10,000	草丈 (cm)	茎数 (本/m ²)	SPAD (葉色)
例 1	94.5	60	450	35
例 2	130	65	500	40
例 3	156	65	600	40

生育量: 草丈 × 茎数 × 葉色(SPAD)

NDVIを基準とした幼穂形成期 2週間後における穂肥施用の効果

整粒粒比



図は2019年4月に移植栽培した試験の結果

穂肥有り

- 穂肥施用するとNDVIが小さくても整粒粒比が高くなる
→穂肥による効果あり

穂肥無し

- 穂肥施用をしないとNDVIが小さい場合整粒粒比が低いまま



幼穂形成期のNDVI値を指標にした穂肥施用は、整粒粒比の向上に有効である

NDVIによる穂肥施用技術開発試験まとめ

1. NDVIを利用すれば生育量と同様に
生育状況の推定と将来の品質の予測が可能である
2. 幼穂形成期のNDVIが小さい場合に
穂肥施用することで品質の向上が期待できる

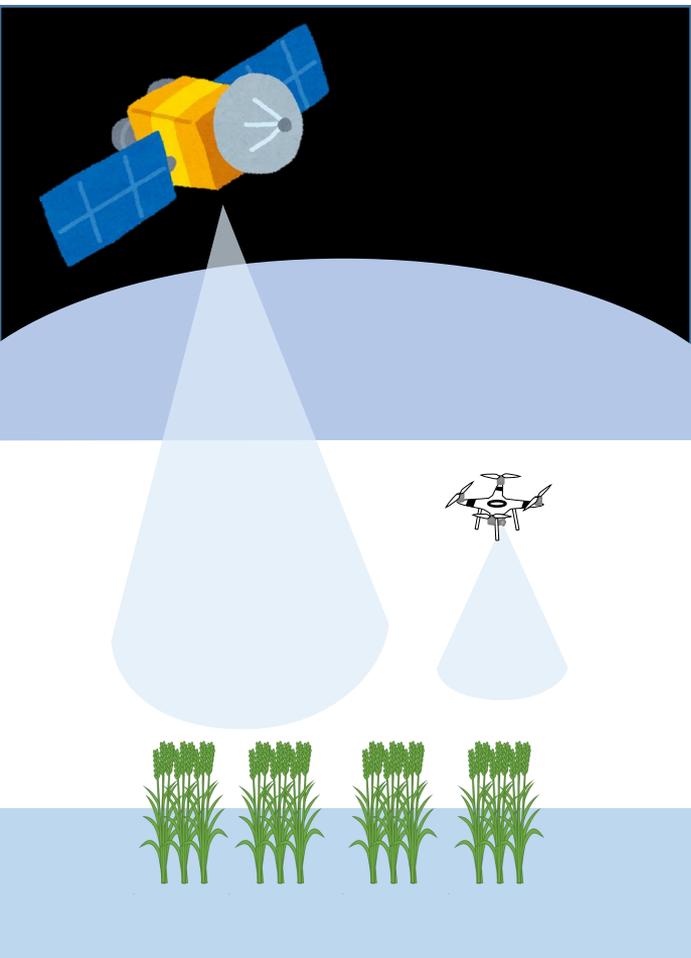
普及にむけての課題

ドローンは、購入するには高価かつ、
操縦などに際し、心理的なハードルが高い
→実際に農家さんへの普及の障壁となる

解決策

安価かつ、簡易に広範囲のリモートセンシングの方法として
人工衛星の画像データの活用

ドローンと衛星によるNDVIの測定の比較



項目	ドローン	衛星
費用	高額	比較的安価
測定の頻度	自由に調節可能	衛星巡回時のみ
画像解像度	高い	やや低い
撮影範囲	やや狭い	広範囲
使用条件	強風や雨天以外OK	晴天時のみ (曇天時 不可)
データの取得に係る労力	現地に行く必要がある	ほぼ自動
データの解析に係る労力	手動だが、即時	自動だが、更新まで数日間待つ必要がある

人工衛星によるリモートセンシングは、天候などの制限がドローンよりもあるが、広範囲に撮影でき安価であることが利点

今後の展開

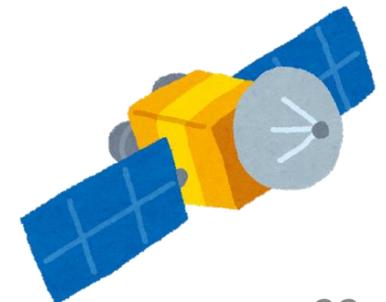
気候変動に打ち克つ持続可能な生産体制構築事業
(R4～R6)による試験研究で調査中

- ドローン空撮画像と衛星画像の解析によるNDVI値の相関
- 衛星画像による生育測定の精度の検証

＜衛星データサービス例＞

Xarvio[®] Field Maneger :
営農管理支援システムの一つ衛星データから
NDVI、LAIを提供

上記の試験で検証中



今後の展開

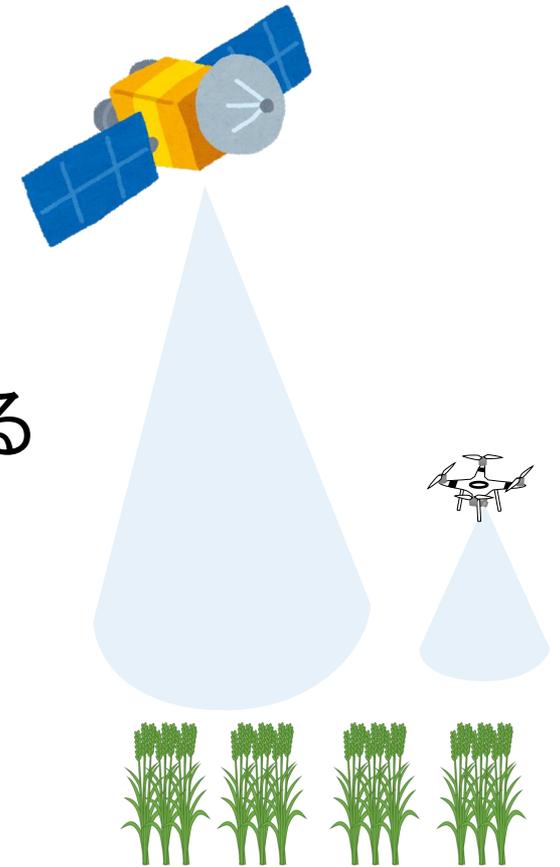
近い将来、広域のほ場状況を瞬時に把握し、
省力化しつつ大規模でもよりきめ細かな
肥培管理が可能となる



品質の向上につながる



水田農業の経営向上・安定につながる



滋賀県としての試み

令和5年7月13日
滋賀県農政水産部みらいの農業振興課
滋賀県農業技術振興センター

全量基肥栽培「コシヒカリ」の追肥に関する情報

- 標準量の全量基肥で栽培している「コシヒカリ（5月上中旬移植）」については、生育量（7月上旬のNDVI値）からみて、積極的な追肥は必要ないと判断される。
- ただし、今後気温が高く推移することが予想されることから、玄米品質の低下を防ぐために以下の場合には追肥を行う。
 - ① 葉色が淡い場合。
 - ② 生育が旺盛で粒数過多が予想されるほ場において、葉いもちが発生していない場合。

【情報の根拠】

A. 衛星画像を用いて生育診断を実施したところ、多くのほ場で適正な生育量（NDVI値）が確認された。

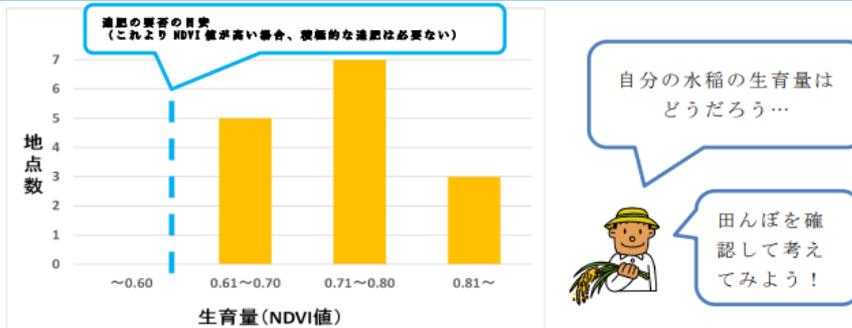


図. 県内の5月上中旬（5/1～5/20）植え全量基肥栽培「コシヒカリ」の生育診断結果

注1：大津・南部地域1地点（34筆）、甲賀地域2地点（9筆）、東近江地域4地点（5筆）、湖東地域2地点（13筆）、湖北地域5地点（7筆）、高島地域1地点（45筆）の計15地点（113筆）における生育量を元に作成した。

注2：各地点の数値は、地点内筆データの平均値とした。

注3：全113筆中7筆では、生育量が小さく、追肥が必要と診断された。

県内における
全量基肥栽培「コシヒカリ」の
幼穂形成期のNDVIを調査

追肥による整粒粒比の向上が
見込まれるNDVIの境界を
水稲生育診断情報に
記載し、発表

ご清聴ありがとうございました