

面積 :56 m²

反復数:反復なし

(4)調査項目

ア. 実測による生育量調査:幼穂形成期に各区10株の草丈(cm)、莖数(m²/本)、葉色(SPAD値)を調査。(このデータから実測生育量(草丈(cm)×莖数(本/m²)×葉色(SPAD値)/10000)の値を得る。)

調査日 :7月5日

イ. マルチコプターによる撮影

撮影日 :7月11日

飛行高度 :マルチスペクトルカメラ:15m スマホカメラ:15m、10m

画像解析 :実測と同時に3種のカメラでは場を上空から撮影(画像を処理して得られた水田の植被率およびマルチスペクトルカメラから得られたNDVI値を実測生育量と比較。)

ウ. アプリによる生育量調査:各区2ヶ所について、稲株4株を草丈+70cmの位置に構えたスマートフォンから撮影。(画像を処理して得られた植被率から、推定生育量を算出し実測生育量と比較。)

調査日 :7月9日

エ. 計測時間:水稻の生育量の実測とマルチコプターによる空撮で必要な時間を比較する。

II 現地試験

1. 試験場所 :京都府内現地ほ場2ヶ所(亀岡市)

2. 試験方法 :

(1)供試機械名 :SONY社製スマートフォン、マルチコプター

(2)試験条件

ア. 圃場条件 細粒灰色低地土灰褐系

イ. 栽培の概要

品種名 :コシヒカリ

耕起 :ロータリー耕 4月上旬

施肥 :現地慣行

移植 :移植期 5月19日(ほ場1) 5月22日(ほ場2)

栽植密度 :現地慣行 18.2株/m²

施肥 :現地慣行

面積 :15.6a(ほ場1)、8a(ほ場2)

(3)撮影、測定方法

ア. 撮影等の概要

マルチコプターによるほ場撮影:7月11日

水田画像撮影:生育調査と同時期にマルチコプターに搭載したスマートフォンカメラで上空

から水田を撮影し画像を得る。

撮影高度 : 10m

イ. 測定・診断：現地ほ場での実測：7月11日

(4) 調査項目

ア. 生育量調査：各現地穂場の幼穂形成期に各ほ場あたり 10 株×2 箇所の草丈 (cm)、茎数 ($\text{m}^2/\text{本}$)、葉色 (SPAD 値) を調査し、実測生育量 (草丈 (cm)×茎数 (本/ m^2)×葉色 (SPAD 値) /10000) の値を得る。

イ. 画像解析：スマートフォンカメラから得た植被率と、実測生育量を比較する。

3. 試験結果

I 所内試験

- 1) スマホアプリの実測生育量と推定生育量は決定係数が 0.9 と高かった。しかし、推定生育量は実測生育量より大きくなった (図 1)。
- 2) 昨年と同様のデジカメ (GoPro 社製) を使用したところ、いずれの高度 (10m、8m) でも植被率と実測生育量の間決定係数は低く (0.0068、0.2)、生育量推定は困難であった (データ略)。
- 3) 昨年使用した機種よりも 5 倍程度分解能の高い SONY 社製スマホカメラ (5056×3792 画素：19M ピクセル) を用い、高度 15m で空撮したところ、植被率と実測生育量の間決定係数は 0.86 であった (図 2A)。
- 4) 上記のカメラで、高度 10m からほ場を撮影したところ、植被率と実測生育量の間決定係数は 0.68 と低かった (図 2B)。
- 5) マルチスペクトルカメラで高度 15m から撮影したところ NDVI 値と実測生育量の間決定係数は 0.70 であった (図 3)。
- 6) スマホによる空撮の場合、株間 (栽植密度) を変えた場合でも、植被率、実測生育量の間明確な傾向は認められなかった (図 2A、B)。

II 現地試験

- 1) 10m の高度から撮影して、植被率と実測生育量の間関係を得て、所内試験の推定式との関係を調べたところ、現地測定した 4 カ所のうち 3 カ所が所内ほ場で得た推定式とよく一致した (図 4)。

4. 主要成果の具体的データ

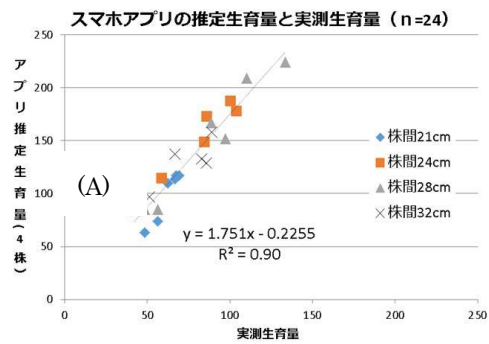


図1：株間の違いと実測生育量とアプリの推定生育量

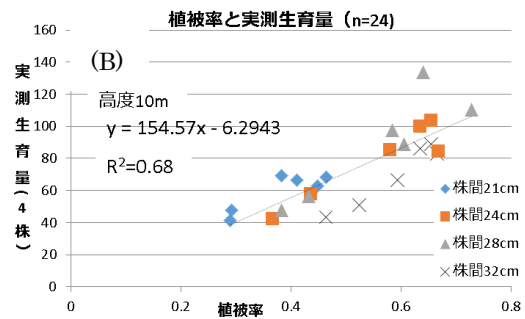
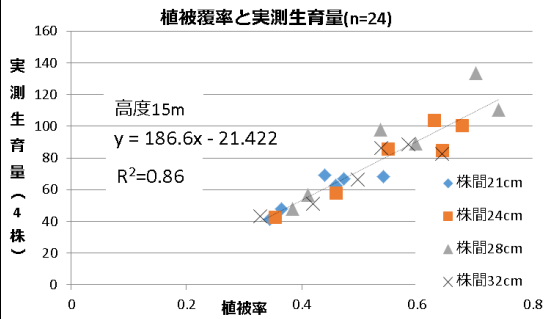


図2 (A) 株間の違いとアプリの植被率と実測生育量 (高度 15m)
(B) 株間の違いとアプリの植被率と実測生育量 (高度 10m)

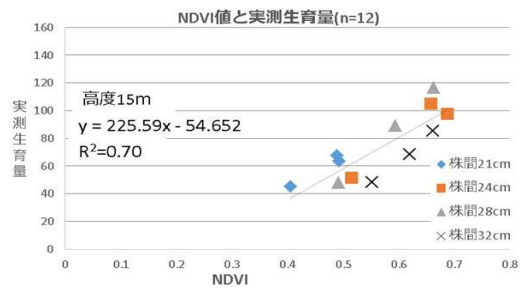


図3：株間の違いと NDVI と実測生育量

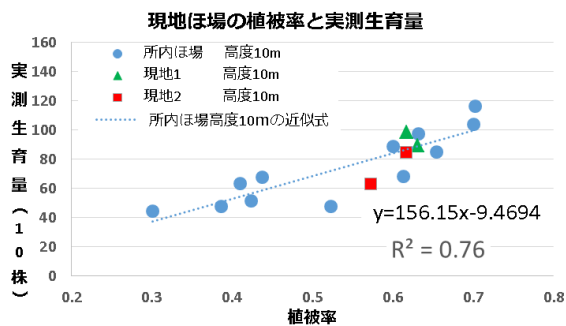


図4：現地ほ場での植被率と実測生育量との関係

5. 経営評価

所内試験ほ場（8a）の12試験区について、1試験区あたり10株ずつ草丈、茎数、葉色を計測すると、1試験区あたり10分程度必要で、ほ場全体で120分程度の時間を要する。人員は水田で実際に計測をする調査者とデータ記帳する2名が必要である。

一方、マルチコプターによる空撮は、準備を含め30分程度で8aのほ場の撮影が可能で、調査時間を1/4程度に削減することが出来る。人員はマルチコプター操縦者の1名のみであり、1/2の省力となる。

6. 利用機械評価

コニカミノルタ社製マルチスペクトルカメラと比較すると、スマートフォン搭載カメラは安価で入手しやすい。また、使用したドローンも小型で安価である。

7. 成果の普及

所内、現地ほ場での撮影時に普及センター職員、農家を招き、マルチコプター利用による空撮の実演を行い、マルチコプターによる空撮が、操作が容易で、水稻の実測と比較して省力的であることを、技術確立後の導入に向けた説明を実施（平成30年7月11日）。

8. 考察

I 所内試験

水稻生育量の実測日（7/5）とスマホアプリによる生育量推定日（7/9）、ドローンによる空撮日（7/11）にずれが生じたのは、7月豪雨の影響による測定日の延期が原因である。

- 1) スマホアプリの実測生育量と推定生育量は決定係数は0.9と高かったものの、推定生育量は実測生育量より大きくなったが、これは、アプリ撮影日が豪雨の影響で実測日より4日間遅れたためと考えられた（図1）。
- 2) 高度を変えてスマホカメラで所内ほ場を空撮し、植被率と実測生育量の決定係数を調査したところ、それぞれの決定係数は高度15mでは0.86、高度10mで0.68となり、昨年の0.2程度と比較して大きく向上した。これは使用したスマホの分解能が昨年と比較して5倍程度高いためと考えられた（図2（A）、（B）、写真1）。
- 3) 飛行高度を10mに下げた場合、植被率と実測生育量の決定係数が0.68に低下した原因は、10mの空撮時は15mで空撮したときと比較して、ドローンのダウンウオッシュなどの風の影響でブレた画像が多かったためと考えられた（写真2）。
- 4) マルチスペクトルカメラを利用し、高度15mではほ場を空撮したところ、NDVI値と実測生育量の決定係数は0.70であり、高度15mのスマホカメラの決定係数（0.86）より低くなった。このことから、高分解能のスマホカメラを使用すれば、マルチスペクトルカメラと同等以上に生育量推定が可能であると考えられた（図2A、図3）。
- 5) スマホによる空撮の場合、株間（栽植密度）を変えた場合でも、植被率、実測生育量の間に明確な傾向は認められなかった。これは、高度10m以上からの空撮をすれば、広範囲に株全体を撮

影できるので、株間の違いが植被率の把握に影響を及ぼしにくくなるためと考えられた（図2A、B）。

II 現地試験

1) 現地ほ場での植被率と実測生育量のデータと所内試験の近似式の関係調べたところ、調査した2ヶ所の現地ほ場の4地点のうち、3地点が、所内試験で得られた近似式の線上にプロットされた（図4）。このことから、今回の所内試験の植被率と実測生育量の近似式からは現地ほ場でも適応可能である可能性が示された（図4）。

※以上のことから、高価なマルチスペクトルカメラを使用しなくても、分解能の高いスマホカメラを使用し、高度15mで空撮すれば、植被率から実測生育量を推定可能であると考えられた。

9. 問題点と次年度の試験計画

問題点：風の影響で稲の植被率が実際と異なって見積られる場合もあるため、それらを防ぐ撮影条件の検索や補正方法の検討が必要。

次年度の計画：本年度で試験終了。

10. 写真

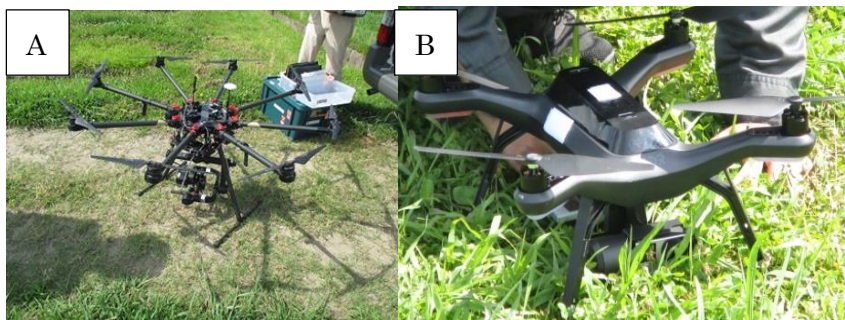


写真1：マルチスペクトルカメラ搭載ドローン（A）、スマホ・デジタルカメラ搭載ドローン（B）



写真2：風による稲画像のずれ