

1. 大課題名 V 情報処理等先端技術の活用による高生産システムの確立
2. 課題名 リモートセンシングによるパン用小麦の生育量に応じた開花期追肥技術の開発
3. 試験担当機関 山口県農林総合技術センター  
・担当者名 村田資治
4. 実施期間 令和元年度～3年度
5. 試験場所 山口県農林総合技術センター農業技術部内圃場（山口市大内氷上）
6. 成果の要約

パン用小麦「せときらら」において、穂揃期頃にリモートセンシングで取得した植生指数から収量を予測し、その予測収量を使って子実タンパク12.0%を確保するために必要な開花期追肥量を算出する可変施肥技術を開発した。その精度を検証したところ、11月下旬に播種した「せときらら」において有効な技術であることが確かめられた。

## 7. 目的

山口県ではパン用小麦「せときらら」の生産面積が拡大しているが、一方で、実需者からは製パン性に影響する子実タンパク質含有率（以下、子実タンパク）の高位安定化（12.0%以上）を強く求められている。これまでに山口県農林総合技術センターでは子実タンパクの目標値と収量から必要な開花期追肥量を算出できる追肥量予測モデルを作成している（村田・金子 2021）。開花期までに収量を予測できれば、この予測モデルに代入することで追肥量を算出し、開花期に可変施肥を行うことが可能である。本課題では令和元年～2年度の2年間で穂揃期のリモートセンシングによって「せときらら」の収量予測を可能とする収量予測モデルを作成した。そこで最終年度である今年度は、収量予測モデルと追肥量予測モデルを組み合わせることで、穂揃期頃にリモートセンシングを行って目標達成に必要な開花期追肥量を算出するとともに、それを実際に「せときらら」に施用することで、子実タンパクが目標値に達するかどうかを検証する。

## 8. 主要成果の概要及び考察

- (1) 可変施肥を行った結果、子実タンパクは、標播では可変F区と可変G区ともに11.8%であり、目標値の12.0%に近かった（表1）。晩播では、可変F区の子実タンパクは12.4%で目標値に近く、可変G区は13.3%であり目標値を大きく上回った（表1）。
- (2) 収量予測モデルにおいて、植生指数 *farmeye* を使用すると、播種時期にかかわらず予測収量は過小評価され、誤差も大きかった（図1）。植生指数 *GNDVI* を使用すると、標播では誤差が小さかったが、晩播では収量はやや過大評価された（図1）。
- (3) 追肥量予測モデルは標播では誤差が小さかったが、晩播では誤差が大きかった（図2、図3）。*farmeye* 予測収量を用いて追肥量を算出すると、播種時期にかかわらず追肥量は少なく算出された（図2）。*GNDVI* 予測収量を用いた場合、標播では誤差が小さかったが、晩播では追肥量が多く算出され、誤差が大きかった（図2、図3）。
- (4) これらのことから、収量予測モデルと追肥量予測モデルの誤差がともに少なく、可変施肥が可能であるのは、標播で植生指数 *GNDVI* を使用する場合と考えられた。

## 9. 問題点と次年度の計画

晩播における収量予測モデルと追肥量予測モデルの精度向上が必要である。多様な条件で栽培された小麦についても可変施肥技術が有効であるか、現地試験等で検証する必要がある。

## 10. 主なデータ

表1 対照区と可変施肥区の予測収量、実測収量、追肥窒素量、および子実タンパク

播種時期	試験区	予測収量	実測収量	追肥量	子実タンパク
		kg/10a	kg/10a	kg/10a	%
標播	対照	-	584	6.0	12.2
	可変F	496	587	5.5	11.8
	可変G	635	572	6.1	11.8
晩播	対照	-	458	6.0	13.2
	可変F	342	457	3.8	12.4
	可変G	516	487	5.2	13.3

各区4反復の平均値を示す。追肥量は窒素成分量を示す。標播は2020年11月26日、晩播は12月17日に播種した。可変F区と可変G区はそれぞれ4月13日に植生指数 farmeye と GNDVI を取得し、次の収量予測モデルで予測収量を算出した。

可変F区；収量=1592×farmeye-419

可変G区；収量=4785×GNDVI-1727

可変F区と可変G区の追肥量は次の追肥量予測モデルで算出した。子実タンパク目標値は12.0%とした。

追肥量=(4.1×10<sup>-3</sup>×予測収量+子実タンパク目標値-11.4)/0.5

予測収量と追肥量は反復ごとに算出した。

実測収量は成熟期に刈り取り調査を行って測定した。

対照区は全ての反復で一律に開花期追肥を6.0kg/10a 施用した。

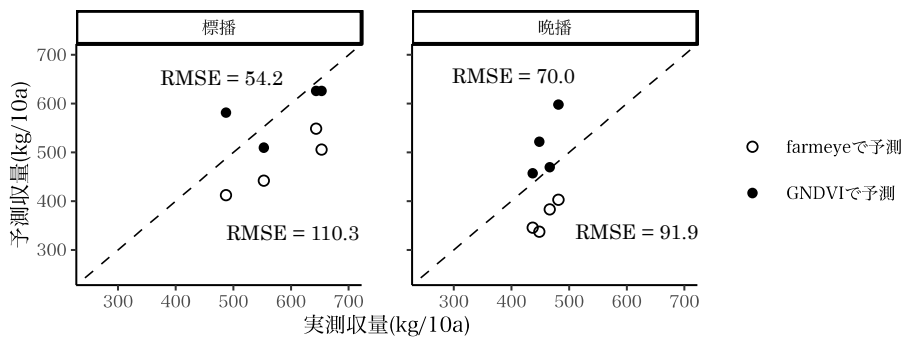


図1 収量予測モデルで予測した収量と実測収量の関係

対照区のデータ（標播、晩播それぞれ4反復）を用いた。

4月13日に植生指数 farmeye と GNDVI を取得し、それぞれの植生指数を用いて収量予測モデルによって予測収量を算出した。

点線は予測収量と実測収量の1:1の直線（y=x）を示す。

RMSEの計算方法は図3の脚注に示した。

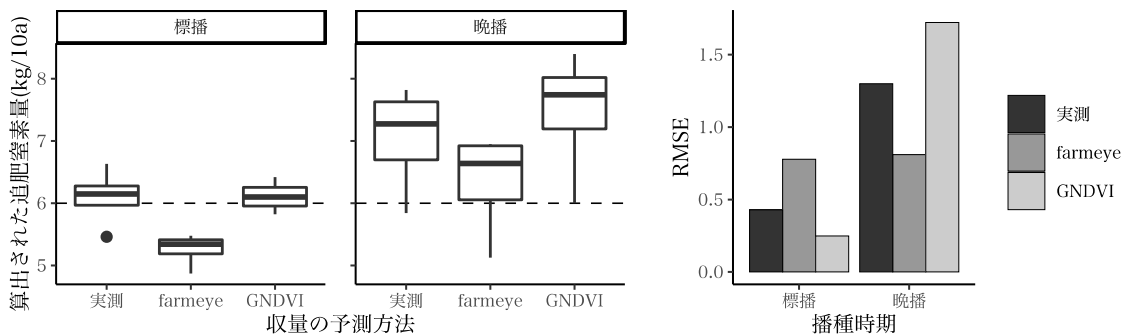


図2 追肥量予測モデルで算出した追肥量

対照区において、実測収量、farmeye 予測収量、GNDVI 予測収量を用いて、追肥量予測モデルで追肥量を算出した。

点線は実際の追肥量（6.0kg/10a）を示し、点線に近いほど誤差が小さいことを意味する。

実測収量における誤差が追肥量予測モデル自体の誤差を示し、farmeye と GNDVI の誤差はそれに収量予測モデルの誤差が加わったものを示す。

図3 追肥量予測モデルの RMSE

図2のデータを用いた。

RMSEは次の式で算出した。nはデータ数、fは予測値、yは実測値を示す。

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (f_i - y_i)^2}$$