令和元年度　成績概要書

課題コード（研究区分）：　７１０１－７２２１８１（受託研究（民間））

１．研究課題名と成果の要点

１）研究成果名：秋まき小麦「きたほなみ」の気象変動に対応した窒素施肥管理
（**研究課題名**：秋まき小麦「きたほなみ」の子実タンパク質含有率安定化のための気象情報対応型窒素施肥法

２）キーワード：秋まき小麦、気象変動、安定生産、登熟予測、施肥対応

３）成果の要約：「きたほなみ」は多肥を避け、起生期ではなく幼穂形成期に追肥すると登熟寡照条件でも減収しにくい。気象要因による収量・品質の変動を抑えるには、穂数 550～650 本/㎡を目標に受光態勢を良好に保つことが有効である。止葉期頃の気象庁 1 ヶ月予報から登熟条件の良否を予測して施肥対応すると、タンパクが安定する。

２．研究機関名

１）担当機関・部・グループ・担当者名：中央農試・農業環境部・栽培環境G・研究主任　杉川陽一、農研本部・企画調整部・地域技術G、十勝農試・研究部・生産環境G、生産システムG、北見農試・研究部・生産環境G

２）共同研究機関（協力機関）：（空知、十勝、網走農業改良普及センター、気象庁）

３．研究期間：平成 28～30 年度　（2016～2018 年度）

４．研究概要

１）研究の背景

近年は気象要因による収量・品質の変動が大きく、安定化に向けた栽培管理技術が求められている。

２）研究の目的

秋まき小麦「きたほなみ」における収量・品質の年次変動を抑えるための施肥管理法を明らかにし、気象予報や生育センサを活用した安定生産技術を示す。

５．研究内容

１）気象変動に対応した起生期から幼穂形成期の窒素施肥管理

・ねらい：収量・品質の変動要因を解析し、これらの変動を緩和する施肥管理法を明らかにする。

・試験項目等：農試圃場（道央：長沼町（中央農試）、道東：芽室町（十勝農試）、訓子府町（北見農試））にて「きたほなみ」を栽培。窒素施肥は道央が標準施肥（標準）、多肥、道東が起生期重点、幼穂形成期重点。登熟期間中に遮光率 10%の不織布を群落上部に設置して寡照条件を再現。

２）気象変動に対応した止葉期以降の窒素施肥管理

・ねらい：気象庁の気象予報を活用した止葉期以降の施肥対応および生育センサの活用法を検討する。

・試験項目等：気象庁の 1 ヶ月確率予報から登熟条件の良否を予測し、止葉期以降の窒素施肥量を増減させる手法を検討。6 カ年（2014～2019 年）、3 地域（太平洋側、オホーツク海側、日本海側）において予測精度を検証し、施肥対応による子実タンパク質含有率（以下タンパク）改善効果を空知および十勝にて実証。また、携帯型 NDVI センサを用いた止葉期窒素吸収量の推定法を検討。

６．成果概要

１）登熟期間の 10%遮光により減収したが、その減収率は多肥や起生期重点施肥で特に大きかった（図 1）。登熟寡照条件では製品となる粒数が減少し、タンパクは上昇した（データ略）。これは光合成産物の減少に伴う子実の充実不良や、子実窒素の希釈効果の低下が要因と考えられた。

２）受光態勢を群落光透過率で評価した結果、止葉以下の高さの群落光透過率は多肥で大きく低下した。一方、起生期に追肥せず幼穂形成期に追肥すると群落光透過率は向上し、遮光時の減収率が小さかった（図 2）。登熟期間の寡照による影響を小さくするには、受光態勢を良好に保つ事が有効であった。

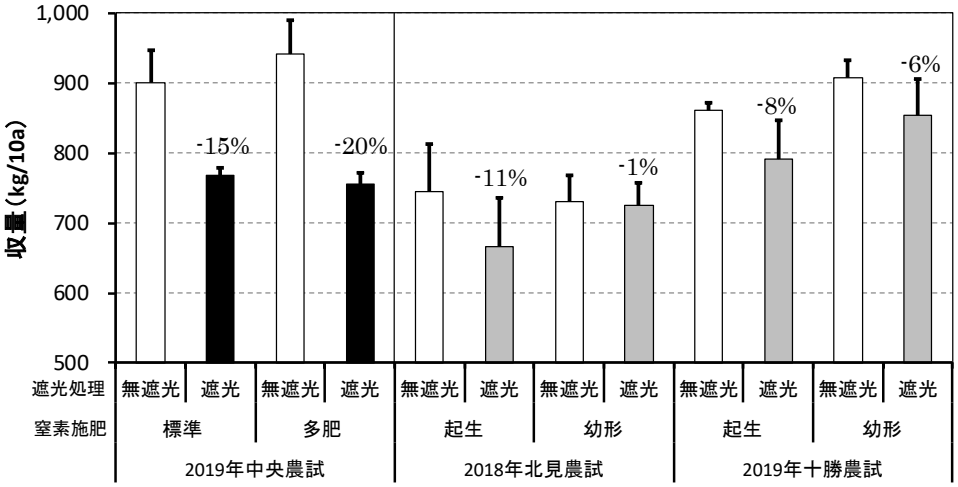
３）登熟条件が並～良の場合、製品収量は穂数の増加に伴って高まったが、650～700 本/㎡で頭打ちとなった（図 3）。一方、登熟条件が不良の場合は穂数が 550 本/㎡を超えると漸減傾向を示した。穂数 550～650 本/㎡の範囲では、両条件ともに製品収量が概ね 600～800 kg/10a であったことから、寡照となりやすい十勝やオホーツク内陸、道央では目標穂数を 550～650 本/㎡とするのが適当と考えられた。なお、穂数確保が困難な道北や日照が多いオホーツク沿海は未検証であり、当面の目標穂数は従来通り 700 本/㎡とする。

４）携帯型センサによる NDVI 値が 0.75 未満では、試験地域・年次に関わらず起生期～止葉期の窒素吸収量（kg/10a）は $0.39+17.4\times NDVI^2$ で推定できる（95%予測誤差 2.5 kg/10a）。一方、NDVI 値が 0.75 以上では推定精度を確保できないため、窒素吸収量の推定には従来法（上位茎数および葉色値から推定）を用いる。

５）止葉期時点における最新の気象庁 1 ヶ月予報の平均気温と日照時間の階級別出現確率を「①」高（多）、「②」並、「③」低（少）に区分し、平均気温×日照時間の 9 通りの組合せから登熟条件の良否を予測して実際と比較した結果、8 割以上が合致した（データ略）。登熟条件予測に応じて目標収量を良（＋10%）、不良（−10%）として再設定し、これに基づく止葉期以降の追肥窒素増減量を設定した（表 1）。

６）道央の高収年（2019 年）において止葉期以降の気象対応施肥を検証した結果、現地を含む複数圃場においてタンパクを改善する効果が確認できた。また、十勝現地で可変追肥と気象対応施肥の組合せを実施し、低収年（2018 年）、高収年（2019 年）ともにタンパクの安定化に寄与することを実証した（データ略）。

＜具体的データ＞



注 1. グラフの色は白：無遮光区、黒：道央地域の遮光区、灰：道東地域の遮光区を示す。
注 2. 窒素施肥（起生期－幼穂形成期 kg/10a）は「標準」6－0、「多肥」は 6－4、「起生」は幼穂形成期までの窒素施肥を起生期に全量施用、「幼形」は幼穂形成期に全量施用。
注 3. 遮光区上の数字は無遮光区に対する減収率(%)を示す。
注 4. エラーバーは標準偏差。

図 1. 寡照による登熟不良条件下（10%遮光）における施肥管理と収量

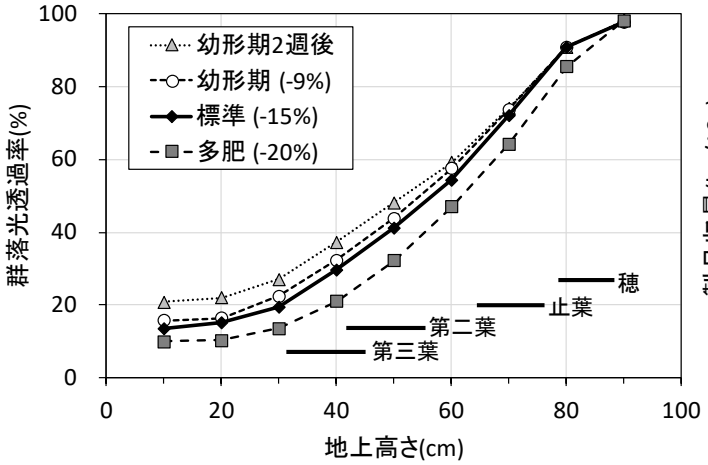


図 2. 登熟期間中の群落内の光環境（2019 年、中央農試）
注 1. 凡例の窒素施肥（起生期－幼穂形成期 kg/10a）は「標準」6－0、「多肥」は 6－4、「幼形期」は 0－6、「幼形期 2 週後」は幼穂形成期 2 週後に 6kg/10a 施用。
注 2. 凡例の括弧内の数値は遮光時の減収率(%)を示す。
注 3. 図下部の太線は穂および葉身の位置を示す。

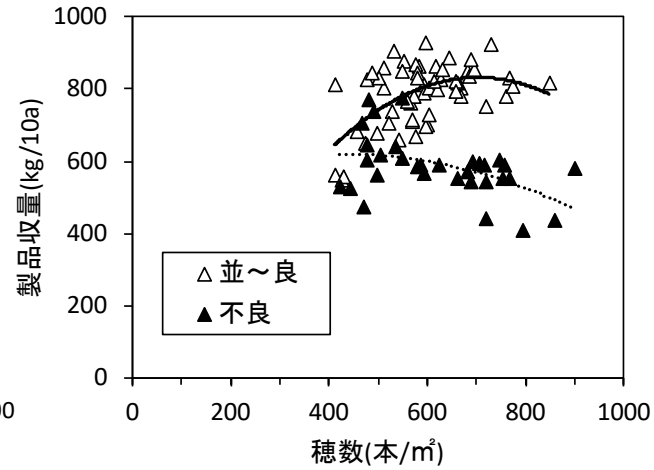


図 3. 登熟条件の良否による穂数と製品収量の関係（2016～2019 年、中央、十勝、北見農試）
注 1. 凡例は登熟条件を示す。登熟条件は統計収量によって分類し、8 カ年（2011～2018 年）の平均を平年とした場合（平年比 100）、95 未満を「不良」、95 以上を「並～良」とした。

表 1. 気象庁 1 ヶ月予報に基づく出現確率の区分と止葉期以降の追肥窒素増減量

気象庁の平均気温および日照時間の1ヶ月予報		予報に基づく区分		気象予報に応じた止葉期以降の追肥窒素増減量 (kg/10a)				
低(少) : 並 : 高(多)の出現確率	解説			区分		日照時間		
						①(多)	②(並)	③(少)
(－ : － : 50以上)	高い(多い)見込み	①	→	平均気温	①(高)	0 ～+2	−2～0	−2
(20 : 40 : 40)	平年並か高い(多い)見込み							
(30 : 30 : 40)	ほぼ平年並の見込み	②						
(－ : 50以上 : －)	平年並の見込み							
(30 : 40 : 30)	ほぼ平年並の見込み				②(並)	0 ～+2	0	−2～0
(40 : 30 : 30)								
(40 : 40 : 20)	平年並か低い(少ない)見込み	③			③(低)	+2	0 ～+2	−2～0
(50以上 : － : －)	低い(少ない)見込み							

注 1. 追肥窒素増減量は現行の施肥対応に対する値。

7．成果の活用策

1）成果の活用面と留意点

（1）気象による収量・品質の年次変動緩和に向けた対応技術として活用する。
（2）本研究の一部は、気象庁より提供された情報を活用して得られた成果である。
（3）本成果を反映した施肥ツールを道総研 HP（農業技術情報広場）で公開する。

2）残された問題とその対応　なし

8．研究成果の発表等

・杉川ら　日本土壌肥料学会 2017 年仙台大会　講演要旨集 p126
・杉川ら　日本農業気象学会北海道支部大会　2019 年講演要旨集 B1-2
・石倉ら　日本土壌肥料学会 2018 年神奈川大会　講演要旨集 p12