

平成30年度 成績概要書

課題コード（研究区分）： 6101-685961（公募型研究（その他））

1. 研究課題名と成果の要点

- 1) 研究成果名：気象情報および作物モデルを用いた秋まき小麦の生育収量変動の評価・予測法
（研究課題名：情報・通信・制御の連携機能を活用した農作業システムの自動化・知能化による省力・高品質生産技術の開発 C2. 情報・通信・制御の連携機能（気象情報） 4. 作物生育・病害虫モデルを活用した気象対応型栽培技術の開発 6）積雪地帯における小麦の気象対応型栽培技術の開発）
- 2) キーワード：秋まき小麦、気象情報、作物モデル、収量変動要因、発育予測モデル
- 3) 成果の要約：登熟期間中の日射気温比からポテンシャル収量を簡易に推定できる。同手法または作物モデル WOFOST を用いて、登熟気象条件の評価や当年収量の予測、収量変動に及ぼす気象要因の定量的評価が可能である。また、気象予報が反映された圃場ごとの生育期節・穂水分を Web 上で予測できる。

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、北農研・大規模畑作研究領域・気象情報利用グループ
- 2) 共同研究機関（協力機関）：農研機構・農業環境変動研究センター、株式会社ビジョンテック、（石狩、空知、後志、上川、十勝、網走農業改良普及センター）

3. 研究期間：平成 26～30 年度 （2014～2018 年度）

4. 研究概要

1) 研究の背景

近年、気象条件による秋まき小麦の収量・品質の変動が大きく、気象の影響を考慮した営農指導や栽培管理支援技術が求められている。

2) 研究の目的

気象条件による収量・品質の変動および影響程度を明らかにし、ポテンシャル収量¹⁾（当年の気温・日射条件下で達成可能な最大収量）の推定法や収量変動の評価法を開発する。また、現行品種の生育期節・穂水分を予測するモデルを開発し、情報配信システムベータ版に搭載する。

5. 研究内容

1) 登熟期間中の日射量が収量・品質に及ぼす影響

- ・ねらい：登熟期間中の日射量の減少が収量・品質に及ぼす影響程度を明らかにする。
- ・試験項目等：長沼町（中央農試）、芽室町（北農研）にて「きたほなみ」、「ゆめちから」を栽培。登熟期間中に遮光ネット（30%、50%、70%、50%前半、50%後半）を群落上部に設置。収量・品質を調査。

2) 気象情報および作物モデルを用いた収量解析

- ・ねらい：ポテンシャル収量に基づく当年収量の予測法および収量変動要因の定量的評価法を開発する。
- ・試験項目等：作物モデル WOFOST のパラメータを「きたほなみ」向けに調整し、過去 30 年間の主要産地（十勝、オホーツク、空知、上川）のポテンシャル収量を計算。統計収量やポテンシャル収量平均値と比較。

3) 農研機構メッシュ農業気象データシステムを用いた予測モデル

- ・ねらい：メッシュ農業気象データを用いた発育・穂水分予測モデルを開発し、情報配信システムに搭載する。
- ・試験項目等：2004～2017 年の農試・現地における生育期節（幼穂形成期（以降は幼形期と表記）、止葉期、出穂期、成熟期）、穂水分データからモデルを作成。2018 年に現地延べ 42 地点で検証。

6. 成果概要

- 1) 現実的な日照不足条件として 30%遮光した場合、「きたほなみ」の成熟期は 1 日遅れ、子実重は 2～3 割低下した。子実品質は、千粒重が 4g 程度低下、灰分が 0.2%上昇、タンパク質含有率が 2%前後上昇した（表 1）。収量・品質に比べ、日射量の減少による窒素吸収量への影響は小さかった。
- 2) WOFOST を用いて求めたポテンシャル収量は、十勝・オホーツクの複数年の麦作共励会表彰事例とほぼ一致し、各地域の達成可能な最大収量を予測できる。ポテンシャル収量の年次変動は大きく（図 1）、過去 10 年平均値は、十勝 7.2 t/ha、オホーツク 8.7 t/ha、空知 7.6 t/ha、上川 7.5 t/ha で、十勝が最も少なかった。
- 3) ポテンシャル収量は日射気温比²⁾を用いた「ポテンシャル収量(t/ha) = 7.73 × 日射気温比(MJ/m²/°C)」の式で簡易に推定できる（図 2）。ポテンシャル収量の過去 10 年平均に相当する日射気温比は十勝 0.93、オホーツク 1.13、空知 0.98、上川 0.97 で、これらを基準に収量に対する登熟気象条件の良否を評価できる。
- 4) 2011～2017 年のポテンシャル収量比³⁾の平均は地域で異なり、十勝 70%、オホーツク 64%、上川 56%、空知 54%であった（データ略）。当年の気象値からポテンシャル収量を求め、これらの割合を乗ずることで、おおよその地域収量を収穫前に予測できる。
- 5) 標準気象⁴⁾に評価年の気象要素（出穂前気温・日射量、登熟期間気温、登熟期間日射量）を置換することで、これらが収量に与える影響が定量化され、収量の年次変動に対する気象要因を推定できる（データ略）。
- 6) 栽培管理支援システムは、メッシュ農業気象データに基づき、融雪日を初期値として「きたほなみ」と「ゆめちから」の幼形期、止葉期、出穂期、成熟期、および穂水分を予測する（図 3）。Web 上でログイン後、①地図から圃場を登録し、②作付品種、播種日、融雪日（オプション）を入力すると、③自動更新される気象予報が反映された各生育期節および穂水分の予測結果が得られる。
- 7) 生育期節の予測誤差(RMSE)は 3 日程度であった。2018 年十勝の幼形期予測誤差は 5 日を超えたが、幼形期実測日で補正することで、その後の生育期節は実用的な精度（誤差 3 日程度）を確保できた（データ略）。
- 8) これらの評価・予測法を用い、気象要因による生育期節や収量の変動を可視化することで、気象条件に対応した栽培管理の見直しなど、地域の収量向上戦略に活用できる。

＜具体的データ＞

表 1. 登熟期間中の遮光処理が収量・品質に及ぼす影響（「きたほなみ」）

圃場	遮光処理	成熟期	粗子実重 (kg/10a)	収量比		整粒歩合 (2.2mm) (%)	千粒重 (g)	灰分 (%)	タンパク質 含有率 (%)	窒素 吸収量 (kg/10a)
				粗子実	精子実					
中央農試	対照	7/16	826	100	100	95	41.2	1.36	9.0	16.2
	30%遮光ネット	+1	-192	-23	-28	-6	-4.4	+0.20	+2.3	+0.4
北農研 芽室拠点	対照	7/22	718	100	100	95	40.9	-	12.0	18.0
	30%遮光ネット	+0.5	-180	-26	-31	-7	-3.4	-	+1.3	-2.1

数値は2カ年の平均（中央農試：2015年、2017年、北農研芽室拠点：2016年、2017年）で、30%遮光ネットは対照との差を示す。北農研芽室拠点の窒素吸収量は2017年の値。－：欠測。30%遮光は十勝の2015年に対する2016年の日照に相当。

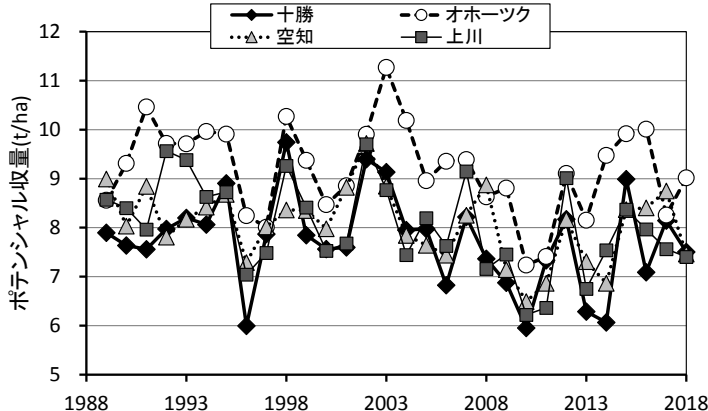


図 1. 各地域のポテンシャル収量の年次推移

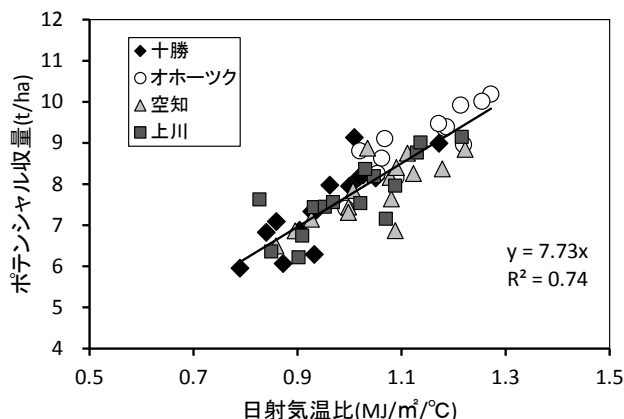


図 2. 日射気温比とポテンシャル収量の関係

品種・播種日・融雪日（オプション）を入力

予測結果を自動出力。実測との誤差は3日程度



図 3. 栽培管理支援システム画面（左：作付登録、右：発育予測）

- 用語説明
- 1) ポテンシャル収量：当年の気温・日射条件下で達成可能な最大収量
 - 2) 日射気温比：出穂期～成熟期（当日含む）の平均日射量と平均気温の比
 - 3) ポテンシャル収量比：ポテンシャル収量に対する統計収量の比率
 - 4) 標準気象：気象の平年値（1989～2018年）に日変動を与えた気象データ

7. 成果の活用策

1) 成果の活用面と留意点

- (1) 気象状況に応じた営農指導や栽培管理の意思決定支援情報として活用する。
- (2) WOFOST によるポテンシャル収量の計算には、主要産地における代表地点の気象データを用いた。
- (3) WOFOST プログラムに関連するデータ解析ファイルは、道総研農研本部より提供可能である。
- (4) 栽培管理支援システムは 2021 年 3 月まで公開予定であり、利用希望者は栽培管理支援システム HP (<https://magis.jp/>) から申請する。
- (5) 発育予測モデルは農業データ連携基盤 (WAGRI) に提供予定である。
- (6) 本研究の一部は、内閣府戦略的イノベーションプログラム (SIP) 「次世代農林水産業創造技術」(管理法人：生研支センター) によって実施された。

2) 残された問題とその対応

8. 研究成果の発表等

- ・ 杉川ら 日本農業気象学会北海道支部大会 講演要旨集 2015 年 B35-36、2016 年 B19-20、2017 年 B21-22、2018 年 B7-8
- ・ 杉川ら 農業環境工学関連 5 学会 2018 年合同大会 講演要旨集 GS3-1
- ・ 下田ら 日本農業気象学会北海道支部大会 講演要旨集 2014 年 B15-16、2015 年 B37-38、2016 年 B21-22、2017 年 B23-24
- ・ 下田ら 日本作物学会第 245 回講演会要旨集 2017 年 p152