

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 18 日現在

機関番号：15101

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K14443

研究課題名（和文）パンコムギのキャノピー温度関連形質とその多面発現効果の遺伝育種的解析

研究課題名（英文）Breeding analysis for pleiotropic effects on canopy temperature and related traits in bread wheat

研究代表者

山崎 裕司（YAMASAKI, Yuji）

鳥取大学・乾燥地研究センター・特命助教

研究者番号：00794281

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：気孔開閉制御による光合成活性はキャノピー温度（葉温度）に影響し、収量と関連する傾向がある。これは、気孔を開き蒸散量を高く保つ形質が、二酸化炭素を多く取り込み光合成を盛んに行い、最終的に収量性の増加要因となると考えられる。本研究では、Dゲノムの遺伝的多様性が低い一般的なパンコムギ系統ではなく、世界の様々なタルホコムギ系統を導入したパンコムギ集団から、海外の圃場にてスクリーニング試験を2シーズン行ったところ、特定のタルホコムギのDゲノムに由来する系統集団において特に高い相関を得られた。この特定の親を持つ系統を用いて分離集団を作成、キャノピー温度と収量に関するQTLの検出を行い、その関連性を探った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

量的遺伝子座（QTL）解析の発展に伴い、各々の形質のQTLが得られてきているが、2つの異なる形質を関連付けた多面発現効果を有するQTL解析の報告例は乏しい。また検出されたQTLがどのように複数の形質に寄与するのかを説明し、そのQTL、形質、環境の関連性をモデル化することは、今後の育種学にとって重要な知見を与える。本研究は、既存の栽培系統より高い遺伝的多様性を持つパンコムギ集団を用いることで、多様な表現型を得ることが期待されている。これらの情報をモデル化することで、最終的には食料問題解決に繋がる研究であり、社会的意義も大きい。

研究成果の概要（英文）：Photosynthetic activity is regulated by stomatal opening/closure leading canopy temperature (leaf surface temperature). It also tends to affect harvesting yield. Because canopy temperature related with stomatal conductance, indicates carbon dioxides uptake in photosynthetic activity. Therefore, it is one of factors increasing grain yield. In this study, we have done screening field experiments a screening test in Sudan fields for two seasons using a bread wheat population with higher D genome diversity by introducing many Ae. tauschii accessions into bread wheat. Some populations with the specific D genome derived from particular Ae. tauschii accessions, had significant correlation between canopy temperature and grain yield. We have created segregating populations derived from these accessions followed by investigating correlation between canopy temperature and grain yield with them. Then we started analysis of QTLs related to canopy temperature and yield, and their relationship.

研究分野：植物育種学

キーワード：QTLs パンコムギ 多面発現効果 気孔開閉 葉面温度 遺伝的多様性 収量性

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

QTL 解析の発展に伴い、各々の形質の QTL が得られてきているが、2つの異なる形質を関連付けた多面発現効果を有する QTL 解析の報告例は乏しい。パンコムギを用いた収量とそれ以外の形質との例として、出穂を制御する遺伝子である *Ppd-D1a* (Worland and Law (1986), Börner et al. (1993), Worland (1996), Foulkes et al. (2004)) や背丈を制御する *Rht1, 2, 3* (Börner et al. (1993)) が収量に影響を与えることがわかっている。一方で、キャノピー温度と光合成、そして収量との相関性から、その多面発現効果は以前より指摘されており (Reynolds et al., 1999)、『ポスト緑の革命』として注目されている。しかし、栽培化による遺伝的多様性の低下しているパンコムギからでは、多環境にも適応した安定的な多面発現効果を持つ QTL の報告は乏しく、遺伝的多様性を持ち合わせた系統での解析を行う必要があった。そこで、鳥取大学・辻本壽教授を中心に作成した多重合成 6 倍性コムギ派生集団 (MSD) を用いることで、今までのパンコムギより高い多様性を持つ D ゲノムを中心に解析を行った。

### 2. 研究の目的

本研究では、「キャノピー温度と収量に関する複数の QTL 解析を通し多面発現効果を持つ QTL のネットワークの解明」を最終的な目標として、以下のことを各実験の目的として本研究を遂行した。

- (1) MSD の圃場試験結果から、同一の合成コムギ (それぞれのタルホコムギ系統の D ゲノム) から派生したファミリーに分類し、キャノピー温度と収量の高い相関を持つファミリーを確認する。
- (2) (1) で得られた情報から、特定の合成コムギ系統から分離集団を作成し、ジェノタイピングを行う。
- (3) 分離集団を再び圃場にて栽培試験を行い、キャノピー温度と収量、またそれ以外の形質を取得、各形質の QTL 解析を行う。また、得られた種子を用いた炭素同位体比解析から、各系統の生涯の気孔の開閉状況を予測する。

### 3. 研究の方法

(1) MSD を用い、スーダン農業研究機構・ワダメダニの圃場において、アルファラティスブロックデザイン (反復数 2/環境) の手法を用いて、各系統を 0.8m<sup>2</sup> プロット上に播種・生育する。その際、生育時形質であるキャノピー温度や出穂日、収穫時得られる形質である収量や種子形質などを取得する。得られた形質データは、統計学的処理を行い、各系統の predicted means を算出する。そこから、Gorafi et al (2018) のデータを元に、合成コムギから派生したファミリーに分類し、キャノピー温度と収量の相関を計算する。

(2) 各ファミリーに 20~60 個体の BC1F1 が存在し、それを自殖して得た BC1F2 種子が保存されている。それらの種子を計 150 粒用い、3 世代自殖を繰り返し、純系化させて分離集団 (BC1F5) を作成する。ジェノタイピングは DArTseq または GRAS-Di を用いて行う。

(3) 分離集団をスーダン農業研究機構・ワダメダニの圃場に送付し、アーギュメンティッドデザイン (反復数 1 + 各ブロックごとに複数のチェックを配置) の手法を用いて、各系統を 0.8m<sup>2</sup> プロット上に播種・生育する。その際、生育時形質であるキャノピー温度や出穂日、収穫時得られる形質である収量や種子形質などを取得する。得られた形質データは、統計学的処理を行い、各系統の predicted means を算出する。また、得られた種子から固定された炭素の炭素同位体比を調べるために、安定同位体比質量分析を行う。

### 4. 研究成果

(1) MSD の農業形質データ (2 シーズン) より、各ファミリーのキャノピー温度と収量の相関を計算したところ、MSD 全体では  $r = -0.32 / -0.25$  (1<sup>st</sup> シーズン / 2<sup>nd</sup> シーズン) であったが、特定のファミリーから非常に高い負の相関 ( $r = -0.80 / -0.76$ ) を得ることができた (図 1; 特定のファミリーは緑色でプロットしている)。

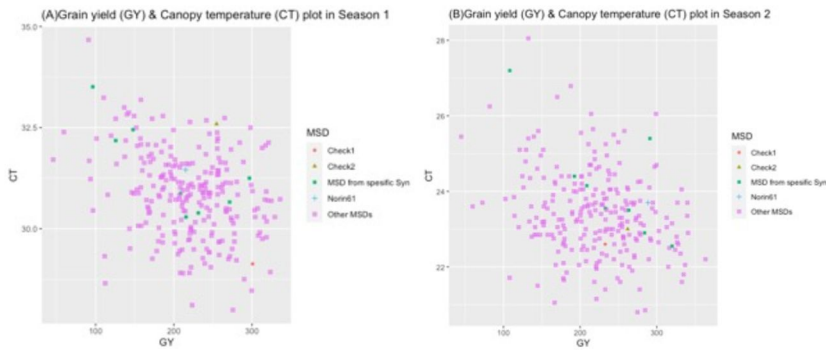


図 1：収量とキャノピー温度の相関性 (A)Season1; (B)Season2;

これらのファミリーには、ファミリーを構成するタルホコムギの D ゲノム上に、キャノピー温度と収量の 2 つに関連する多面発現効果を有する QTL が存在することが推論できる。また、他の研究から、このファミリーの集団は種子の休眠性にも関連している可能性が示唆されている。

(2) BC1F2 種子から一粒交配を行い純系化させた。この際、スピード育種の手法として用いられるチップ栽培を用い、BC1F5 まで世代促進させた。また分離集団の各系統のジェノタイピングデータを取得した。

(3) 2020 年秋より、分離集団をスーダン農業研究機構・ワダメダニの圃場で栽培試験を行った (図 2)。現在、収穫を終え、得られた農業形質データを現地にて整理しており、近日中に解析を行う予定である。また、各系統の種子サンプルを日本へ送付手続きに着手しており、届き次第安定同位体比質量分析を行う。



図 2：ワダメダニの圃場での栽培試験

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
スーダン	スーダン農業研究機構			