

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月31日現在

機関番号：16201

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22580013

研究課題名（和文）コムギ群落内の光質と形態形成および乾物生産特性との関係解明

研究課題名（英文）Effect of light quality in crop canopy on morphogenetic responses and dry matter production in wheat.

研究代表者

豊田 正範 (TOYOTA MASANORI)

香川大学・農学部・教授

研究者番号：30284350

研究成果の概要（和文）：作物は周囲の光の質を感知し、避陰反応を介して発育や形態を制御している。本研究は、圃場で生育するコムギの光環境と形態形成および収量との関係を明らかにすることを目的とした。特に、光質と茎数との関係をより定量的に解析するため、主茎の出葉速度と相対分げつ増加率およびこれらのパラメータを非線形モデルで推定する一連の手法を用いて、異なる窒素施肥量や最初密度条件下における光質と形態形成の関係を明らかにした。

研究成果の概要（英文）：Plants sense light through photoreceptors and induces photomorphogenetic responses through the shade avoidance syndrome. This study aimed to quantify the effect of R:FR within a crop canopy on tillering response and yield in wheat. Tillering dynamics was analyzed by phyllochron interval and site-filling, the relative increase rate of tillers per phyllochron. The field experiments with the different timing of topdressing N, and the different plant densities were conducted. From these results, the relationship between the light quality and morphological responses and yield were analyzed.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2012年度	400,000	120,000	520,000
年度			
年度			
総計	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：作物学・雑草学

キーワード：光質、形態形成、物質生産、コムギ、群落内光環境

### 1. 研究開始当初の背景

作物の生育に不可欠な光は、光の量、質および日長の3要素に分けられる。作物が受ける光量は光合成、すなわち乾物生産と密接に関係し、日長は光周性により花芽形成を誘導する。光質（青色光、赤色光、遠赤色光などの光量子束密度や各波長の比率）も植物の避陰反応、概日リズムや形態形成に影響を及ぼ

すことが知られている。赤色光は植物の光合成色素に吸収されるが、遠赤色光は透過されるため、葉面積指数（LAI）が高い作物群落ほど、遠赤色光は赤色/遠赤色光比（R/FR比）は減少する。このR/FR比の変化は避陰反応や概日リズムの他、茎数（分げつ数）の増減に影響することが知られている。

研究代表者は、赤外線領域を遮蔽する特殊

フィルムを用いて、太陽光の R/FR 比を人為的に高めるとコムギの茎数が増加することを確認し、さらに、分けつ数が最大となる時の LAI や R/FR 比は、栽植密度や窒素量によって異なるという結果を予備的試験で得ている。これらの結果は、コムギ群落の形態形成や乾物生産には、群落が吸収する光の量、LAI の大きさ、植物の窒素栄養状態だけではなく、R/FR 比に代表される光質も考慮する必要があることを示唆するものであった。さらに、海外の報告において、出現した分けつが發育を続けて穂を形成するか、あるいは生育を停止して枯死（無効化）するかの決定に、R/FR 比の影響が指摘されている。

このように、光質は作物群落の形態形成や生産性に重要な役割を果たしている可能性があるが、群落レベルでコムギの生育や發育形態と光環境との相互関係を調査した報告例は海外に数例を数えるのみの状況である。

## 2. 研究の目的

栽植密度や窒素施肥量を変化させたコムギの栽培試験を実施し、コムギ群落の以下の項目について、ライフサイクルを通じて調査を実施する。

- 群落の生育：地上部乾物重、LAI、植物体の窒素 (N) 含有率の変化
- 發育形態：茎数、葉の増加速度、分けつの増加速度
- 群落内の光環境：群落内の日射スペクトル、R/FR 比

以上の結果を基に、群落の生育や發育形態と群落内の光環境との相互関係を解析し、群落内の光質とコムギの形態形成および乾物生産との関係を明らかにする

## 3. 研究の方法

当初計画では、平成 22 年度から平成 24 年度にかけて、2 回のコムギ栽培試験（平成 22 年秋～平成 23 年春、平成 23 年秋～平成 24 年春）を計画していた。1 回目は栽植密度、2 回目は施肥窒素量を変化させた栽培試験を予定していたが、1 回目に施肥窒素量、2 回目に栽植密度の試験に変更した。しかし、2 回目の試験は発芽不良のため中止し、コムギ本来の生育時期ではないが、平成 24 年度 5 月から 7 月にかけて栽植密度試験を実施した。さらに 1 年遅れた平成 24 年秋～平成 25 年春にかけて栽植密度の試験を実施中である。

それぞれの試験では、群落の生育（地上部乾物重、LAI、植物体の N 含有率の変化）、發育形態（茎数の変化と出葉間隔および相対分けつ増加率）、群落内の光環境（群落内の日射スペクトル、R/FR 比）の変化を調査、記録し、これらのデータを基に群落内の光質と形態形成および乾物生産特性との相互関係を解析する。

## 4. 研究成果

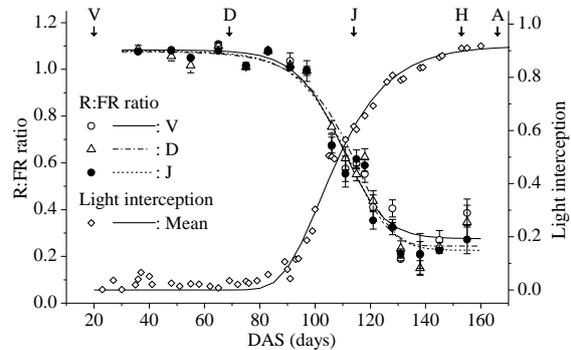
### (1) 窒素追肥時期の違いによるコムギ群落の光環境と収量形成への影響

・平成 22 年度秋～翌春に数段階の異なる窒素施肥量を設けた圃場栽培試験を実施し、各窒素施肥量条件下におけるコムギの生育と光環境の推移を調査した。

（結果）

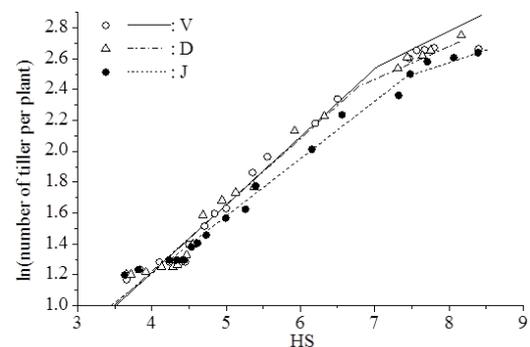
・収量および収量構成要素や最高茎数、収穫時穂数、有効茎歩合には処理間差が生じなかったため、光質と茎数との関係は十分解析できなかったが、圃場条件下における両者の関係を解析する手法を確立した。

・群落内の R:FR の推移と群落の受光率 (LI) との関係を検討した。LI は出芽から播種後 90 日頃まで 0.1 程度で推移したのち、最大値 0.9 に開花期直前まで指数関数的に増加した。R:FR は LI とは逆の傾向を示し、播種後 91 日頃まで 1.0～1.1 程度で推移した後、出穂期の約 2 週間前に最低値 0.2 まで低下した（第 1 図）。



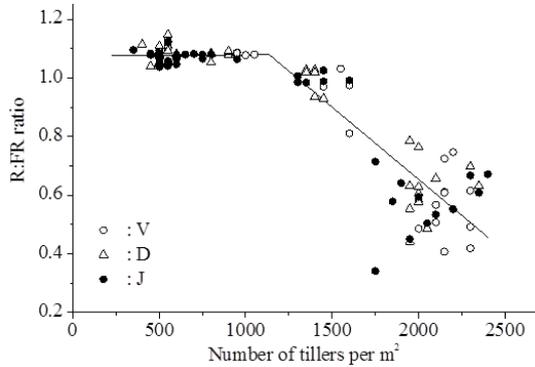
第 1 図 R:FR と受光率 (LI) の推移.

・最大茎数の成立過程を出葉速度と相対分けつ増加率から解析した。出葉速度は全処理区平均すると  $0.0117 \text{ 葉} (\text{°Cd})^{-1}$  であった。主茎葉齢 (HS) と個体当たり茎数の自然対数値との関係に区分線形回帰式をあてはめて推定した相対分けつ増加率は 0.414、分けつ出現の抑制は主茎葉齢が 7 付近と推定された（第 2 図）。



第 2 図 主茎葉齢 (HS) と個体当たり茎数の自然対値との関係.

・LAIの急激な増加や茎数増加が停止する前にR/FRが低下しはじめる傾向が確認された。さらに、R:FRは茎数がm<sup>2</sup>当たり約1100本程度までは1.1程度の高い値を維持し、その後直線的に減少することが明らかとなった(第3図)。

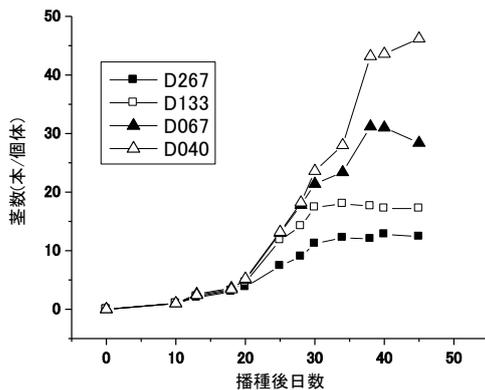


第3図 R:FRとm<sup>2</sup>当たり茎数との関係。

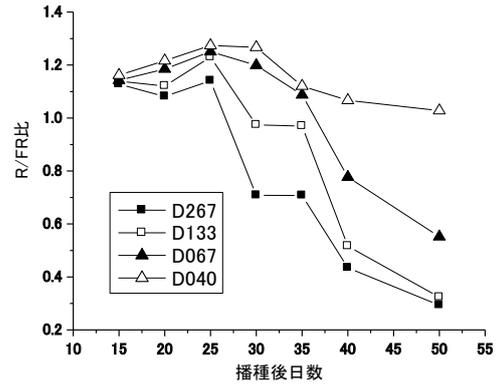
(2)春播きした栽植密度の異なるコムギ群落における分けつ数の推移と光質との関係

・平成24年度春～夏に異なる4段階の栽植密度で春播きしたコムギを対象に、分けつ数の推移と群落内の光質との関係を検討した。(結果)

・播種後20日頃から処理区間の茎数差は拡大傾向を示し、栽植密度が低い群落ほど茎数は多く推移した(第4図)。R/FR比は疎植ほど高く推移し、日数の経過に従って処理区間の差は拡大した(第5図)。

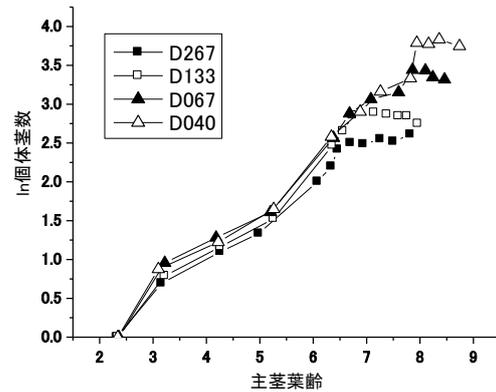


第4図 茎数と播種後日数との関係。



第5図 R:FRと播種後日数との関係。

・相対分けつ増加率を個体当たり茎数の自然対数値と主茎葉齢との関係に区分線形回帰式を当てはめて推定した(第6図)。相対分けつ増加率は0.571~0.616の範囲、転換点は6.7から8.0の範囲にあり、いずれも疎植ほど高い値を示した。



第6図 主茎葉齢と個体当たり茎数の自然対数値との関係

・転換点時の主茎葉齢は播種後35日頃の主茎葉齢に相当し、各処理区のR/FR比が大幅に低下した時期とほぼ一致した。

・主茎の出葉速度は、転換点以前の出葉速度に処理間差はなかったが、転換点以降の出葉速度は疎植区ほど速かった。

・出葉速度の転換点の有効積算温度は疎植区ほど高く、このときの主茎葉齢は相対分けつ増加率の転換点の主茎葉齢、および播種後30日前後の主茎葉齢とほぼ一致した。

以上の結果から、栽植密度が低い群落では、相対分けつ増加率と出葉速度の転換点が密植区に比べて遅くなり、分けつの増加がより主茎葉齢の進んだ時期まで継続するために茎数が増加したことが明らかとなった。

(3) 栽植密度の異なるコムギ群落における分けつ数の推移と光質との関係

・平成 24 年度秋～翌春に異なる 4 段階の栽植密度で春播きしたコムギを対象に、分けつ数の推移と群落内の光質との関係を調査している。平成 25 年 6 月に試験を終了するので、本結果は (2) の結果と合わせて論文に投稿する予定である。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 3 件)

- ① 豊田正範・末田麻彩・山本美穂・高取菜々・楠谷彰人：コムギの分けつ数の推移と群落内の光質の変化，日本作物学会紀事 81 (別 2)，198-199 (2012)。
- ② 末田麻彩・山本美穂・高取菜々・豊田正範・楠谷彰人：窒素追肥時期の違いによるコムギ群落の光環境と収量形成，日本作物学会四国支部会報 48，38-39 (2012)。
- ③ 中尾優啓・水原広貴・大喜多康介・豊田正範・楠谷彰人：春播きした栽植密度の異なるコムギ群落における分けつ数の推移と光質との関係，日本作物学会四国支部会報 49，12-13 (2012)。

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

豊田正範 (TOYOTA MASANORI)

香川大学・農学部・教授

研究者番号：30284350