

令和 5 年 6 月 15 日現在

機関番号：82111

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K15513

研究課題名（和文）生殖生長期の日長と光質がダイズの収量形成に及ぼす影響の解明

研究課題名（英文）Elucidation of the effects of the daylength and light quality on soybean yield formation

研究代表者

川崎 洋平（Kawasaki, Yohei）

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・西日本農業研究センター・研究員

研究者番号：30782601

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：ダイズにおいて熟期に関するE3遺伝子は播種時期によって収量形成過程に及ぼす影響が異なる。そこで本研究では圃場条件にてE3遺伝子のNILsを対象にLEDを用いて人工光を照射し、日長と光質がダイズの収量形成に及ぼす影響の解明を試みた。その結果、E3遺伝子が晩生型のNILでは、赤色光による長日処理に反応し、着莢が阻害されることが明らかとなった。着莢が阻害された区では収量と収穫指数が低下したが、乾物重増加速度は維持されており、同化産物は茎葉に分配されていた。茎葉が十分に繁茂しているにもかかわらず収量が低下したことから、適切な時期の莢実形成が国内の有限型ダイズ品種の多収にとって重要であると考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

E3遺伝子が晩生型の系統においては、赤色光による長日処理が着莢に強く影響していた。すなわち、E3遺伝子が晩生型の系統では赤色の波長を日長の感知に利用していることが示唆された。本結果は、E3遺伝子の効果の一端を解明するものであり、ダイズの多収化に向けて、品種ごとの最適な播種時期の解明に貢献するものと考えられる。また、赤色光による着莢阻害処理を実施した区において乾物生産動態を調査したところ、乾物重増加速度の変動はみとめられず、莢実に分配される代わりに茎葉に同化産物が供給されていることが明らかとなった。これらの知見は、植物の物質生産動態の理解に役立つものと考えられる。

研究成果の概要（英文）：E3 gene, which is related to the maturity in soybean, has different effects on yield formation depending on the sowing date. The objective of this study is to elucidate the effects of day length and light quality on the yield formation of soybean by irradiating artificial light using LEDs on the NILs of the E3 gene under field conditions. The long-day treatment using red light inhibited pod setting and decreased seed yield in late-maturing NILs of the E3 gene. Though harvest index decreased under long-day treatment using red light, the dry matter productivity was maintained and assimilates were distributed to vegetative organs. These results suggest that pod and seed formation at the appropriate time is important for high yield in soybean.

研究分野：作物学

キーワード：ダイズ 収量 熟性遺伝子 乾物分配 乾物生産 長日処理 播種時期

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

申請者はこれまでにダイズ品種「エンレイ」と熟性遺伝子の一つである *e3* 遺伝子を *E3* 型に変えた準同質遺伝子系統 (NIL) を用い、*e3* 遺伝子が晩生型である *E3*NIL は早生型である *e3* を有する「エンレイ」と比較して標播で着莢率が低下する知見を得た。そのため播種時期によって傾向が異なる *E3* 遺伝子を育種に活用するためには着莢に関する更なるメカニズムの検討、特に標播における着莢率の低下要因について明らかにする必要がある。

着莢率の低下の要因として、*E3* 遺伝子導入により晩生化したことからまず日長が関係している可能性が考えられる。一方で、*E3* 遺伝子は赤色 (R) 光と遠赤色 (FR) 光の受容体である phyA 形成に関連する遺伝子 (GmphyA3) であることが近年明らかとなっており、phyA は花芽形成や、節間伸長、発芽など植物内の光に関係する多くの生理的プロセスに関わっていることから、他にも着莢に関わる要因が存在する可能性が考えられる。すなわち、植物体が受光する日光の R/FR 比に反応し着莢率が低下している可能性も考えられる。しかしながら播種期移動試験で得られる結果には日長だけでなく気温や日射量など多くの気象要因が関わっており、通常の播種期移動試験だけでは着莢率が変化する要因の解明は困難であった。

### 2. 研究の目的

本研究は生殖生長期間の日長と光質に注目し、これらの環境が着莢などのダイズの収量形成過程に影響を与えているのではないかと仮説をたて、圃場条件において熟期に関する遺伝子の NILs を対象に生殖生長期間の日長と光質がダイズの収量形成に及ぼす影響の解明を試みた。

### 3. 研究の方法

**実験** 「エンレイ」背景の *E3* 遺伝子と *e3* 遺伝子の準同質遺伝子系統 (*E3*NILs) を対象に、晩播における開花直前から約 28 日間の赤色 LED による長日処理 (16 時 ~ 20 時に照射) が生育ステージ、収量および収量構成要素に及ぼす影響について調査した。

**実験** 「エンレイ」背景の *E3*NILs を対象に、晩播における開花直前から約 28 日間の昼間の R/FR 比変更処理が生育・収量に及ぼす影響について調査した。具体的には、6 時 ~ 18 時の間に赤色 LED 光照射処理および遠赤色 LED 光照射処理を行い、生育ステージ、収量および収量構成要素に及ぼす影響を調査した。

**実験** 「エンレイ」背景の *E3*NILs を対象に、晩播における開花直前から約 28 日間の青色 LED による長日処理 (16 時 ~ 20 時) が生育ステージ、収量および収量構成要素に及ぼす影響を調査した。

**実験** 温暖地で栽培可能な複数の国内の有限型品種の *E3* 型と *e3* 型の NILs を対象に開花直前から約 28 日間にわたって赤色 LED による長日処理 (16 ~ 20 時に照射) を実施し、生育ステージ、収量および収量構成要素に及ぼす影響を調査した。

**実験** 赤色光照射時の収量および収穫指数の低下要因を明らかにするために、「エンレイ」の *E3* 型 NIL を対象に開花直前から約 28 日間の赤色 LED による長日処理 (16 ~ 20 時に照射) を実施した。長日処理区と対照区において処理直後と処理終了から 28 日後に抜き取りを行い、乾物生産と分配を調査した。

### 4. 研究成果

**実験** 晩播における薄暮時の赤色 LED 光照射処理は *E3* 遺伝子の晩生型 NIL の着莢を阻害した。照射処理後に着莢は再開したが、薄暮時の赤色光照射処理 (赤色光による長日処理) は *E3* 遺伝子の晩生型 NIL の収量および収穫指数を低下させることが明らかとなった (図 1)。

**実験** 昼間に赤色 LED 光照射処理を行ったとこ

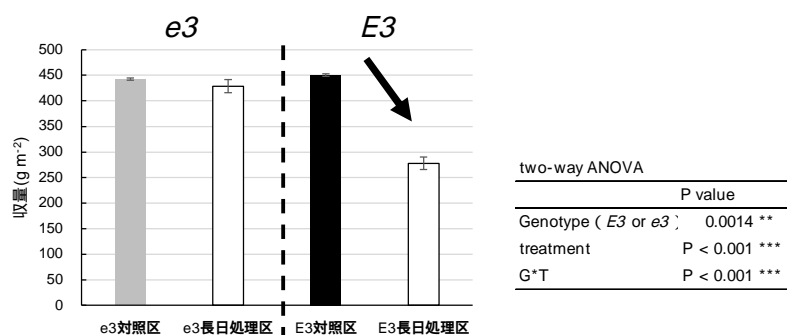


図 1 赤色光による長日処理がエンレイ背景の *E3* と *e3* 遺伝子型の収量に及ぼす影響

る，生育ステージ，収量構成要素ともに対照区との間に明瞭な差は観察されなかった．遠赤色 LED 照射処理においても，同様に生育ステージ，収量構成要素ともに対照区との間に明瞭な差は観察されなかった．すなわち，本試験の範囲での昼間の R/FR 比変更処理は着莢には影響を及ぼさないものと考えられた．

**実験** 青色 LED による長日処理では着莢の阻害および成熟の遅延はみられなかった．すなわち，実験 で観察された *E3* 遺伝子型における着莢阻害や成熟の遅延は，赤色光を感知することによって起こっており，*phyA* が関わっている反応であると考えられた．

**実験** 「エンレイ」の NIL における結果（実験 ）と同様に，遺伝的背景が異なる他品種が背景の *E3*NILs において，赤色 LED による長日処理は *E3* 遺伝子の晩生型 NILs の着莢を阻害した．収量と収穫指数について *E3* 遺伝子と長日処理の効果に交互作用がみられ，*E3* 型 NILs の長日処理区で低下した（図 2）．異なる遺伝的背景において，同様の結果が得られたことから，*E3* 遺伝子が赤色光に反応して着莢阻害を起こす効果は国内の温暖地向けの有限型ダイズ品種において一般的であることが示唆された．

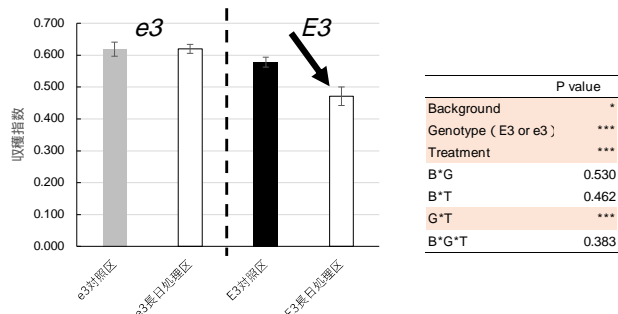


図2 赤色光による長日処理が異なる遺伝的背景の*E3*と*e3*遺伝子型NILsの収穫指数に及ぼす影響

**実験** 処理終了直後および処理終了から約 28 日後に赤色 LED からの距離別に抜き取り調査を行ったところ，赤色 LED に近い区においては着莢が阻害されていたが，調査区間で地上部全乾物重には有意な差はみとめられなかった．赤色光による着莢阻害の影響を強く受けた区においても乾物重増加速度や純同化速度は維持され，莢実以外の部位に同化産物が供給されていたことが明らかとなった．また，赤色光による着莢阻害は圃場の中でも赤色 LED に近い位置で起こっていたことから，着莢阻害には赤色光の光量も関係していることが示唆された．

以上により，*E3* 遺伝子は *phyA* に関係する *GmphyA3* と考えられており，*phyA* は茎の伸長や種子の発芽などに関わっているとされているが，ダイズの着莢については昼間の R/FR 比変更処理ではなく，長日処理が強く影響していた．青色 LED による長日処理には反応しなかったことから，着莢阻害や成熟の遅延は赤色光の感知によって起こっており，*phyA* に関係する反応であると考えられた．自然光で長日条件となる 6 月播種では，7 月播種と比較して収穫指数が低くなることや着莢率が低下することがこれまでに温暖地向けダイズ品種で明らかとなっている．その一部は赤色光に反応している現象であることが示唆された．

着莢が阻害された区において収量形成過程の調査を行ったところ，乾物重増加速度の変動はみとめられなかった．着莢が阻害された区では，子実肥大期間において莢実以外の部位にも同化産物が供給され，収量と収穫指数が低下していたことが明らかとなった．茎葉が十分に繁茂していたにも関わらず，*E3* 型系統の長日処理区では収量が低下したことから，国内の有限型ダイズ品種においては適切な時期の莢実形成が多収にとって重要であると考えられた．

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 川崎洋平、山崎諒
2. 発表標題 赤色光照射による長日処理がダイズの収量形成に及ぼす影響
3. 学会等名 日本作物学会第253回講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川崎洋平
2. 発表標題 生殖生長期の日長と光質がダイズの収量形成に及ぼす影響
3. 学会等名 日本作物学会中国支部研究収録第59号
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川崎洋平
2. 発表標題 赤色光を用いた長日処理による着莢阻害がダイズの群落生産に及ぼす影響
3. 学会等名 日本作物学会第255回講演会
4. 発表年 2023年

〔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
---------	---------