

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 20 日現在

機関番号：14501

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23780015

研究課題名(和文) ストライガ汚染地域におけるNERICA栽培の灌水指針

研究課題名(英文) Guideline of irrigation for NERICA cultivation in Striga contaminated area

研究代表者

鮫島 啓彰 (Samejima, Hiroaki)

神戸大学・(連合)農学研究科(研究院)・研究員

研究者番号：50580073

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円、(間接経費) 780,000円

研究成果の概要(和文)： ストライガは作物の根に寄生して養水分を収奪する雑草である。アフリカ諸国はNERICA品種を中心にイネの普及を進めている。NERICA品種のストライガ抵抗性の知見が不可欠である。異なる条件で行った3回の選抜試験において、NERICA18品種のうちNERICA5が最も高い抵抗性を示した。複数の国に導入されているNERICA4は感受性と判断された。スーダンの栽培環境では、灌水頻度を高めるとNERICA4の生育不良が発生した。

研究成果の概要(英文)： *Striga hermonthica*, a root parasitic weed, is a potential biotic constraint to upland rice production in Sub-Saharan Africa. *Striga* resistance of 18 NERICA varieties was evaluated in three screening tests. Among the 18 varieties, NERICA5 exhibited high resistance. NERICA4, a widely adopted cultivar, was evaluated as a susceptible variety. Under the growth conditions in Sudan, frequent irrigation caused poor growth of NERICA4.

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：陸稲 NERICA 根寄生雑草 ストライガ 灌水

1. 研究開始当初の背景

アフリカ稲センターが育成した NERICA と総称される陸稲品種群は、生育期間の短さや収量の高さからサブサハラ地域への普及が期待されている。しかし、同地域では作物の根に寄生して養水分を奪って生長するストライガという雑草が猛威をふるっている。イネはストライガの宿主となりうるため、サブサハラアフリカ地域への NERICA の導入に際してはストライガへの対策を考慮する必要がある。

これまでに公開されている 18 品種の NERICA (NERICA1 から NERICA18) について、ストライガ感受性の報告はない。しかし、応募者はアフリカ稲センターに勤務していた際に、NERICA4 へのストライガの寄生を観察している。さらに NERICA の親品種である CG14 がストライガ感受性であるとの報告がある。したがって、応募者が観察した NERICA4 以外にもストライガに寄生される品種が存在しうる。また、応募者が本研究に先立ち身近な日本産陸稲のストライガ感受性に明瞭な品種間差を見出したように、NERICA のストライガ感受性にも品種間差があると予想される。

ストライガ対策の一つとして、応募者は土壌水分の管理を含む耕種的防除に着目している。土壌が乾燥した場合、宿主の葉と比較してストライガの葉では気孔抵抗が少なく、蒸散速度が低下しにくいことを、ソルガムを宿主とするポット試験で観察した。すなわち、土壌の乾燥が進むと、蒸散流によって宿主からストライガへの養水分の移動が促進されると予想できる。逆に、湿潤な土壌の場合、宿主の蒸散能が高いため、ストライガ養水分の移動は抑制される。

一般にイネは湿害に強いいため、土壌水分を高く保ったまま栽培を行うことができる。しかし、応募者がスーダンにおいて灌水頻度を変えて NERICA4 の圃場栽培を行ったところ、灌水頻度を高めると NERICA4 の初期生育が悪くなった。すなわち、NERICA の栽培という観点からは、高すぎる土壌水分は生育に悪影響をおよぼす可能性がある。

2. 研究の目的

本研究では、ストライガ汚染地域において安定した NERICA 栽培を目指し、以下の 2 点を解明する。

(1) NERICA18 品種のストライガへの応答：18 品種の NERICA のストライガへの応答を、ライゾトロン法を用いて観察する。この方法により、生育初期の各品種の根にストライガがどの程度寄生するかを効率的に評価できる。さらに、ストライガの進入が各品種の根の表皮・外皮・内皮・中心柱のどこで止まるかを調査し、ストライガ進入抵抗性を評価する。

(2) NERICA 栽培における適切な土壌水分条件：ストライガ被害を軽減しつつ、NERICA の順調な生育を確保しうる土壌水分条件を明らかにする。灌水量を変えて NERICA を栽培し、NERICA およびストライガの生育から、適切な灌水方法を検討する。

3. 研究の方法

(1) ライゾトロン法による NERICA 生育初期のストライガ感受性の評価：根系の観察が可能なライゾトロン上で栽培した播種後 14 日目のイネの根系に、発芽したストライガ種子を接種する。接種後 21 日目に、イネの根に寄生したストライガ数を調査し、各品種のストライガ感受性の評価を行う。さらに、ストライガ種子からのびた吸器と呼ばれる組織が、イネの根のどの組織まで進入するかに着目し、NERICA のストライガ感受性に品種間差が生じる理由を解析する。

(2) NERICA 栽培における適正な灌水条件の解明：スーダン現地環境条件下で、異なる灌水頻度で NERICA4 を栽培する。灌水とともにストライガ被害を抑制すると報告されている窒素多肥の効果も確認する。異なる栽培条件における NERICA4 の生育およびストライガ出現数を観察する。

4. 研究成果

NERICA18 品種およびその親 4 品種のストライガ感受性について、ライゾトロン法を用いて評価した。ストライガの寄生率は、NERICA のアフリカ稲側の親品種である CG14 に対しては 9.3%、アジア稲側の親である 3 品種には 34.7~57.5% であり、アフリカ稲品種 CG14 はストライガに寄生されにくいことを確認した。別の研究者の報告では、CG14 はストライガに寄生されやすいと評価されていたことから、評価に用いるストライガの生態型や栽培条件が、イネのストライガ感受性に影響を及ぼす可能性が示された。

NERICA1、NERICA5、NERICA9、NERICA10 および NERICA13 へのストライガ寄生率は 8.7% 以下であり、これらの 5 品種は親品種の CG14 よりもストライガに寄生されにくいことを確認した。特に NERICA5 と NERICA13 の寄生率は 2.7% 以下であり、非常に強いストライガ抵抗性を示した。一方、NERICA16 および NERICA18 へのストライガ寄生率はそれぞれ 45.3% および 63.3% と、アジア稲側の親 3 品種と同等あるいはそれ以上にストライガに寄生されやすいことが明らかになった。アフリカの複数の国で導入されている NERICA4 もストライガ感受性品種であると評価された。

ライゾトロン法で抵抗性と評価された NERICA5 と NERICA13、最も感受性が高かった NERICA18、およびサブサハラアフリカ地域で広く栽培されている NERICA4 をストライガに汚染されたポットおよび圃場

で栽培し、ストライガへの反応を確認した。NERICA5 は、ライゾトロンに加えて、ポットと圃場の2つの野外試験においても安定したストライガ抵抗性を示した。NERICA18 は野外試験でもストライガ感受性が確認された。NERICA13 は中程度の抵抗性を示した。

NERICA4 をストライガ汚染圃場で栽培したところ、ストライガ汚染の無い圃場で栽培した場合と比較して、穂重は31%、茎葉重は44%に低下した。また圃場中の50%の株でストライガの寄生を確認した。ストライガ汚染のない圃場では栽培した場合、NERICA4 は現地推奨品種と同等の収量(3 t ha⁻¹)を示した。したがって、NERICA4 はスーダン現地の栽培環境に抵抗しているが、ストライガ感受性品種であるため、汚染地域への導入には注意が必要であると考えられた。

以上の結果から、NERICA18 品種には、ストライガ抵抗性に関して幅広い品種間差が存在することが明らかになった。この成果は、ストライガ汚染地域に導入するNERICAの品種決定の際に有益な情報となる。

さらに、NERICA 品種のみならず、現地環境下での安定した収量生産性を理由にスーダンの農業研究機構が推奨している品種の中から、NERICA5 に匹敵するストライガ抵抗性を持つ品種を見出した。この結果は、ストライガ汚染地域での稲作栽培における品種選択の幅をもたらす。

異なる評価試験で安定したストライガ抵抗性を示したNERICA5 が、どのようにストライガの寄生を防いでいるのかを解析するため、宿主根系に接種したストライガの生育を詳細に観察した。

NERICA5 の根系に接種したストライガの約70%が宿主根への侵入に成功した。一方、ストライガ感受性と判断された多くの品種で、ストライガの進入率は70%以下だった。したがってNERICA5 は、ストライガが根に進入することを防ぐのではなく、侵入したストライガの生育を阻害することで抵抗性を示すと考えられた。

ストライガ種子から発生した吸器と呼ばれる組織の進入部位を、光学顕微鏡を用いて解剖学的に観察したところ、NERICA5 の根に進入した吸器は、多くの場合、皮層で伸長が止まっていた。すなわち、NERICA5 の根に進入したストライガの吸器は、宿主根との導管結合を形成する前に、生育が止まっていた。

興味深いことに、日本産陸稲の中の鹿北台湾や世直といった品種は、接種したストライガ種子のわずか30%程度しか進入を許さなかった。これらの品種の根の表皮には、ストライガの進入を防ぐ機構がある可能性が示唆された。さらに別の品種では、宿主根に侵入後、地上部の伸長を一旦開始したストライガが生育を止め、褐変・枯死する現象を観察した。予備的な観察では、この状況のストラ

イガの吸器は、宿主根の中心柱に達していた。したがって、一度寄生が成立したストライガの生育を阻害する新しいタイプの抵抗性である可能性が考えられる。

以上のように、イネ品種間で異なるストライガ抵抗性機構が存在することは、ストライガ抵抗性イネ品種の育種の際の重要な知見となる。

窒素施肥と灌水頻度を増やすことでストライガ被害を抑制することを目的として圃場試験を行った。スーダンの陸稲栽培指針に従った窒素施肥165 kg N ha⁻¹、週2回の灌水を標準区とし、窒素施肥2倍区、週3回灌水区、窒素施肥2倍+週3回灌水区を設定した。各区におけるストライガ出現数およびNERICA4の生育を確認した。

本試験では、全ての区でストライガの出現が確認されなかった。理由として、2013年の作期は雨が多く、標準区でも土壤水分が高く保たれ、ストライガの生育が抑制されたことが考えられる。

NERICA4の穂重は、標準区、窒素施肥2倍区、週3回灌水区、窒素施肥2倍+週3回灌水区でそれぞれ、139、185、123、98 g m⁻²であった。したがって、窒素増肥による収量増加が示唆されると同時に、灌水を増やすと収量が低下することが確認された。

スーダンの圃場でNERICA4を栽培した場合、灌水頻度が高い場合や多雨年には、葉に褐色斑点が生じる事、土壌pHと土壤水分が高いときに生育の低下が見られることから判断して、亜鉛欠乏が生じていると疑われた。土壌を湛水条件におくと亜鉛の供給が増加するという報告があるが、スーダンの土壌を用いて、湛水状態でNERICA4を栽培すると鉄欠乏が疑われるクロロシスが発生した。

本研究では、灌水頻度とストライガ抑制の関係についての知見は得られなかったが、スーダンの環境条件下では、土壤水分が高くなるとイネの生育が抑制されることが確認された。

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)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 7 件)

- (1) 鮫島啓彰、Abdel Gabar Babiker、杉本幸裕：ストライガの土壌中種子密度および生態型が陸稲品種の抵抗性に及ぼす影響、日本作物学会(2014年3月30日、千葉大学)
- (2) Samejima H., Yoshimoto C., Babiker A. G. T., Sugimoto Y.: Evaluation of resistance of upland rice varieties to *Striga hermonthica*

through laboratory, pot and field experiments,
World Congress of Parasitic Plants (2013. 7.
18, Shiefield, UK).

- (3) 鮫島啓彰、吉本千壽、Abdel Gabar Babiker、
杉本幸裕：ライゾトロン法でストライガ
抵抗性を示した陸稲品種の野外試験での
評価、日本作物学会（2013年3月28日、明
治大学）
- (4) Samejima, H., Yoshimoto, C., Babiker, A. G.
T., Sugimoto, Y.: Evaluation of resistance of
upland rice varieties to *Striga hermonthica*
through laboratory, pot and field experiments,
International Seminar on SATREPS Project
for *Striga* Management (2012. 9. 23,
Khartoum, Sudan).
- (5) Samejima, H., Babiker, A. G. T., Yagoub, S.
O., Sugimoto, Y.,: Growth and yield of
NERICA4 under field conditions in Sudan.
International Crop Science Congress (2012. 8.
7, Bento Concalves, Brazil).
- (6) 鮫島啓彰、Abdel Gabar Babiker, Samia
Osman Yagoub, 杉本幸裕：高温低湿度条件
において灌水頻度と播種時期がNERICA4
の収量に及ぼす影響、日本熱帯農業学会
（2012年4月1日、東京農工大学）
- (7) 鮫島啓彰、吉本千壽、Abdel Gabar Babiker,
Samia Osman Yagoub, 杉本幸裕：陸稲の異
なる三種のストライガ抵抗性についてラ
イゾトロン法を用いた評価、日本作物学
会（2012年3月30日、東京農工大学）

6 . 研究組織

(1)研究代表者

鮫島 啓彰 (SAMEJIMA HIROAKI)
神戸大学・大学院農学研究科・研究員
研究者番号：50580073