

令和 5 年 6 月 20 日現在

機関番号：13801

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K05993

研究課題名(和文) 気孔反応と光合成活性からみたNERICAとアジアイネの干ばつ抵抗性の定量的評価

研究課題名(英文) Quantitative evaluation of drought resistance of NERICA and Asian rice by stomatal response and photosynthetic activity

研究代表者

藤井 道彦 (FUJII, Michihiko)

静岡大学・教育学部・教授

研究者番号：50228962

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)：本研究は、干ばつ条件下の圃場で栽培したNERICAとアジアイネにおいて、気孔反応と光合成活性を計測し、定量的に評価することを目的としている。

干ばつ条件下におけるNERICAとアジアイネの生育と葉身の生理活性や形質との間には、品種間差異とカリウム・リンの追加施肥を含む施肥間差異において密接な関係が認められ、干ばつ抵抗性を気孔反応と光合成活性から評価することにより、イネの干ばつ抵抗性を気孔コンダクタンス、葉厚、葉緑素濃度、量子収率、葉温、葉面積、葉重でとらえることのできる可能性と各形質の重要性が示唆された。また、カリウムやリンの追加施肥により、イネの干ばつ抵抗性が高まる可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、世界の食糧問題の解決を目標とし、干ばつ条件下の圃場で栽培したNERICAとアジアイネにおいて、気孔反応と光合成活性を計測し、定量的に評価することを目的としている。NERICAは干ばつ抵抗性とされているが、メカニズムは十分に明らかにされていない。

本研究は、これまで十分明らかにされていない干ばつ抵抗性のメカニズムを生理生態学的に明らかにし、また、遺伝的な変異とともに施肥管理が干ばつ抵抗性に及ぼす影響を生理生態学的に明らかにした点に学術的な意義がある。本研究でイネの干ばつ抵抗性の基礎的なメカニズムを明らかにしたことにより、干ばつ条件下における品種改良や栽培管理の改善に寄与するものである。

研究成果の概要(英文)：This study aims to evaluate quantitatively stomata reaction and photosynthesis activity of NERICA and Asian rice cultivated in droughted upland field.

Close relationships were observed in cultivar differences in fertilization differences including potassium and phosphorus additional fertilization between growth and physiological activity and traits of leaf of NERICA and Asian rice under drought condition. By evaluating drought resistance with stomata reaction and photosynthesis activity, possibility to quantify drought resistance of rice by stomata conductance, leaf thickness, chlorophyll content, quantum yield, leaf temperature, leaf area and leaf dry weight and importance of individual traits were suggested. And by additional fertilization of potassium and phosphorus possibility of increasing drought resistance of rice is suggested.

研究分野：作物学

キーワード：イネ 干ばつ抵抗性 気孔反応 光合成活性 葉身形質 NERICA アジアイネ カリウム

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

現在、世界の人口が急増する一方、地球温暖化や砂漠化が急速に進行しつつあり、作物生産における干ばつの増大が予想されている。世界のイネ栽培面積の約半分は天水栽培のため、食糧問題の解決に向け、干ばつ抵抗性品種のスクリーニング法や水ストレスに適応した栽培法の確立が求められている。

イネの干ばつ抵抗性において、近年、西アフリカでアフリカイネ (*Oryza glaberrima* Steud.) とアジアイネ (*Oryza sativa* L.) との交雑により、NERICA が開発され、アフリカの環境条件に適応したものと期待されているが、干ばつ抵抗性に関する生態生理学的な面からの検討は十分に行われていない。これまで継続的に行ってきた研究において、NERICA には、アジアイネと比較して水利用効率の高いものがあることが予想される結果が得られ、NERICA とアジアイネとでは干ばつ条件下における生理反応が異なることが示唆されているが、間接的な推定によるものであり、直接的な計測は行われていない。

コムギについては、気孔反応と光合成活性を比較した例がみられ、気孔反応と光合成活性の品種間差異は環境条件により異なり、水利用効率に品種間差異がみられるとされているが、イネにおいては十分明らかにされていない。国内外においても、イネの干ばつ抵抗性における気孔反応と光合成活性からみた定量的評価はほとんど報告されていない。とくに、NERICA とアジアイネについて、気孔反応と光合成活性から定量的に評価した報告はみられない。本研究では、コムギと同様にイネにおいても、気孔反応と光合成活性からみた水利用効率に品種間差異がみられるのではないかと学術的「問い」に基づいたものである。

これまで、イネの干ばつ抵抗性を生態生理学的な面から非破壊的にとらえることを目的としてポロメータによる気孔コンダクタンス、TDR 土壌水分計測法による深さ別土壌水分含量の比較を行ってきた。その結果、近年アフリカで開発されたイネである NERICA には、アジアイネと比較して水利用効率の高いものがあることが予想されているが、気孔反応の計測のみであり、光合成活性を直接計測しているものではないため、気孔反応と光合成活性の違いについてはこれまで明らかにされていない。

2. 研究の目的

本研究は、環境変動に伴う地球規模の水不足対策として、限られた水資源を有効利用した持続可能な農業生産の観点から、とくに水利用特性に注目し、収量のみでの評価ではなく、水資源の生産性を高める品種改良や栽培法の基礎となることを目的としている。

世界のイネ栽培面積の約半分は天水栽培である。本研究は、世界の食糧問題の解決を目標とし、干ばつ条件下の圃場で栽培した NERICA とアジアイネにおいて、気孔反応と光合成活性を計測し、定量的に評価することを目的としている。

本研究において、NERICA とアジアイネにおけるイネの干ばつ抵抗性の品種間差異に加え、堆肥などの施肥間差異についても定量的に評価を行い、さらに、品種と環境(施肥)の相互作用($G \times E$)についても、定量的に評価することを目標としている。

気孔反応と光合成活性の両面からみたイネの干ばつ抵抗性の特性を明らかにし、また、気孔反応と光合成活性の環境条件との相互作用を明らかにすることで、環境条件に適した品種改良の生態生理学的な基礎を与えるものと考えられる。

本研究は、気孔反応と光合成活性の両面からみた NERICA とアジアイネの干ばつ抵抗性の品種・施肥間差異ならびに品種と施肥の相互作用($G \times E$)を定量評価することにより、気候変動下における限られた水資源を有効利用した持続可能な農業生産の観点から、イネの干ばつ抵抗性のスクリーニングや水ストレス条件下における栽培技術の生態生理学的な基礎として大変重要なものである。

3. 研究の方法

(1) 2019 年度は、ビニルハウスにより降雨を遮断した畑地に、干ばつ条件下において異なる反応を示すと考えられるイネとして、アジアイネから IR36、Dular、IRAT13、WAB56-104 (NERICA のアジアイネ親)、NERICA から 4 品種 (NERICA1、2、4、7) と 2 系統 (WAB450-24-3-P3-1-HB、WAB450-1-B-P-82-2-1)、アフリカイネから CG14 (NERICA のアフリカイネ親) の計 11 品種・系統の苗を移植した。干ばつ処理期間中に、METER 社製ポロメータ SC-1 による気孔コンダクタンス、ミノルタ社製葉緑素計 SPAD-502Plus による葉緑素濃度 (SPAD 値)、マイクロメータによる葉厚、PSI 社製クロロフィル蛍光測定器 FluorPen FP110/D による量子収量、収穫時に部位別乾物重を測定した。

(2) 2020 年度は、気孔コンダクタンスはポロメータで、光合成活性はクロロフィル蛍光測定で、深さ別土壌水分含量は TDR 土壌水分計測で、葉の葉緑素濃度は SPAD メータで、葉厚はマイクロメータで計測した。NERICA とアジアイネにおける品種間差異の比較に加え、施肥間差異として、カリとリン酸の追加施肥の影響についても検討した。

(3) 2021年度は、ビニルハウスにより降雨を遮断した畑地に、干ばつ条件下において異なる反応を示すと考えられるイネとして、アジアイネから Dular, WAB56-104 (NERICA のアジアイネ親)、NERICA から 2 品種 (NERICA1、2) と 2 系統 (WAB450-24-3-P3-1-HB、WAB450-I-B-P-82-2-1)、アフリカイネから CG14 (NERICA のアフリカイネ親) の計 7 品種・系統の苗を移植した。Dular、WAB56-104、NERICA1、NERICA2 では、堆肥とカリウムの追加施肥区を設けた。干ばつ処理期間中の 10 月 1 日と 2 日に、FLIR 社製サーモグラフィ-CPA-E6XT による群落の熱画像と堀場製作所製放射温度計 IT-545S による葉温を、また、干ばつ処理期間中に METER 社製ポロメータ SC-1 による気孔コンダクタンスを 3 回計測し、収穫時に部位別乾物重を測定した。

(4) 2022年度は、ビニルハウスにより降雨を遮断した畑地に、干ばつ条件下で異なる反応を示すと考えられるイネとして、アジアイネの IR36、Dular、IRAT13、WAB56-104 (NERICA のアジアイネ親)、NERICA2 品種 (NERICA1、2) と 2 系統 (WAB450-24-3-P3-1-HB、WAB450-I-B-P-82-2-1)、アフリカイネの CG14 (NERICA のアフリカイネ親) の計 8 品種・系統の苗を移植した。Dular、NERICA の 2 品種 2 系統ではカリウム追加施肥区を設けた。干ばつ処理期間中に、日本環境計測社製分光式葉面積指数分析計 MIJ-15LAI/P による、葉面積指数 (LAI) の推定値、METER 社製ポロメータ SC-1 による気孔コンダクタンス、ミノルタ社製葉緑素計 SPAD-502Plus による SPAD 値、マイクロメータによる葉厚、堀場製作所製放射温度計 IT-545S による葉温、PSI 社製クロロフィル蛍光測定器 FluorPen FP110/D による量子収率を、収穫時に部位別乾物重を測定した。

4. 研究成果

(1) 2019 年度の結果では、収穫時地上部乾物重は、IR36、WAB450-I-B-P-82-2-1、Dular で高い傾向がみられた。穂重は、Dular、WAB56-104 (NERICA のアジアイネ親)、IRAT13、WAB450-24-3-P3-1-HB で高い傾向がみられた。気孔コンダクタンスは、Dular、WAB56-104 (NERICA のアジアイネ親)、WAB450-24-3-P3-1-HB で高い傾向がみられた。40~60cm の土壌水分含量は、IRAT13、WAB56-104 (NERICA のアジアイネ親)、WAB450-24-3-P3-1-HB で低い傾向がみられた。葉厚は WAB450-I-B-P-82-2-1、Dular、WAB56-104 (NERICA のアジアイネ親)、WAB450-24-3-P3-1-HB で高い傾向がみられた。日中の量子収率には品種による差異がみられ、WAB450-I-B-P-82-2-1、NERICA1、IRAT13 で高い傾向がみられた。収穫時地上部乾物重は、葉厚と NERICA において有意な相関関係がみられた ($r=0.828^*$)。穂重は、気孔コンダクタンスと相関関係の傾向がみられた ($r=0.659$)。気孔コンダクタンスは、葉厚と有意な相関関係がみられた ($r=0.682^*$) (図 1)。葉厚は日中の量子収率と NERICA で有意な相関関係がみられた ($r=0.831^*$)。日中の量子収量は夕方方の量子収率と、NERICA のアジアイネ親以外のアジアイネで有意な相関関係がみられた ($r=0.999^*$)。

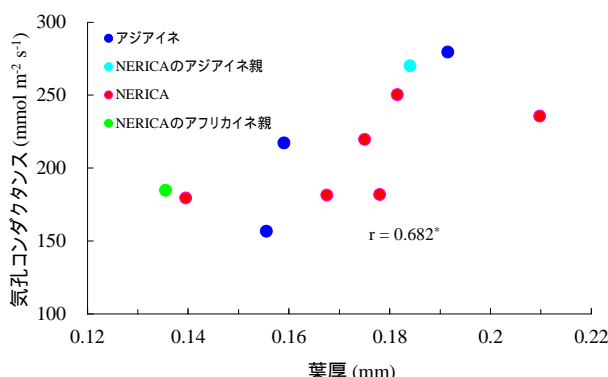


図 1 葉厚と気孔コンダクタンスとの関係

収穫時の収量が高い値を示した品種・系統では、気孔コンダクタンスを高く維持し、葉厚は高い値を示し、深層の土壌水分含量は低下する傾向が認められた。本研究において新たに計測して比較したクロロフィル蛍光測定により計測した光合成活性では、量子収率の値は日中に低下し、夕方方に上昇する傾向が認められたが、日中の量子収率においては、品種・系統により差がみられる可能性が示唆された。

干ばつ条件下における生育の品種と生理活性との間には、品種間差異と施肥間差異とを含めて、密接な関係が認められ、収量と気孔コンダクタンスとの間には、有意な相関関係が認められた。また、気孔コンダクタンスは葉厚との間に有意な相関関係が認められ、葉厚は SPAD 値との間に有意な相関関係が認められた。また、葉厚は日中の量子収率と NERICA で有意な相関関係が認められ、また、NERICA の親を除くアジアイネにおいては、日中の量子収率と夕方方の量子収率との間に有意な相関関係がみられた。

地上部乾物重と収量が高かった NERICA では、葉厚と SPAD 値が高かった。カリの追加施肥により、系統により乾物重と収量が増加した。収量は、気孔コンダクタンスおよび葉厚との間に有意な相関関係がみられ、気孔コンダクタンスは葉厚と、葉厚は SPAD 値と有意な相関関係が認められた。干ばつ条件下における気孔コンダクタンスと葉厚の重要性とカリ施肥の効果の可能性が示唆された。

干ばつ抵抗性における気孔コンダクタンス、葉厚、量子収率の重要性と、量子収率による干ばつ抵抗性の評価の可能性が示唆された。

(2) 2020 年度の結果では、収穫時における葉と枯葉の乾物重の合計では、IR36、CG14 (NERICA のアフリカイネ親) Dular、IRAT13 で高い値を示し、アジアイネとアフリカイネではそれぞれ 52.0g m^{-2} 、 51.0g m^{-2} であったのに対し、NERICA は 33.2g m^{-2} と低かった(図2)。とくに枯葉では、アジアイネは 38.9g m^{-2} 、アフリカイネは 37.4g m^{-2} であったのに対し、NERICA は 18.2g m^{-2} と低かった。葉と枯葉の乾物重を地上部乾物重に対する割合で示すと、NERICA では 10.2%と、アジアイネの 6.4%よりも高かった。枯葉の割合では、NERICA の 15.4%、アジアイネの 17.6%に対し、アフリカイネでは 23.1%と高かった。

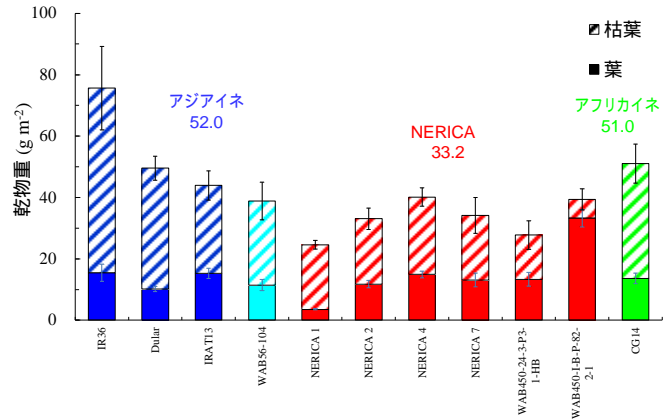


図2 収穫時における葉重と枯葉重

収穫時地上部乾物重は、地上部乾物重に対する葉と枯葉の割合と葉厚と NERICA において有意な負の相関関係がみられた ($r=-0.612^*$)。また、NERICA においては、枯葉の割合との間にも有意な負の相関関係の傾向がみられた ($r=-0.920^{**}$)。葉厚は、地上部乾物重に対する葉と枯葉の割合と有意な負の相関関係がみられ ($r=-0.745^{**}$)。NERICA では枯葉の割合と、アジアイネでは葉重と、それぞれ有意な負の相関関係がみられた ($r=-0.850^*$ 、 $r=-0.999^{**}$)。深層の深さ 40~60cm における土壌水分含量は、葉重の割合とアジアイネにおいて有意な負の相関関係 ($r=-0.953^*$) がみられたが、NERICA ではみられなかった。夕方の量子収率は、枯葉の乾物重との間に有意な負の相関関係 ($r=-0.682^*$) がみられたが、日中の量子収率ではみられなかった。

葉と枯葉の乾物重は、アジアイネと比べ NERICA では小さく、夕方の量子収率は、枯葉の乾物重との間に有意な負の相関関係がみられた。

干ばつ抵抗性に葉重が影響している可能性と、NERICA とアジアイネにおける反応性の違いが示唆された。

(3) 2021 年度の結果では、サーモグラフィーによる熱画像の葉身部位について算出した群落表面温度は、NERICA1、堆肥区の Dular、カリウム追加区の NERICA2、Dular、WAB56-104 (NERICA のアジアイネ親) では他区よりも低く、カリウム追加により群落表面温度が低下する傾向がみられた。この傾向は放射温度計による葉温でもみられた。サーモグラフィーによる群落表面温度は放射温度計による葉温と有意な相関関係がみられたが ($r=0.668^{**}$)、群落表面温度は葉温よりも低い傾向であった。

群落表面温度は地上部乾物重と全体では相関関係はみられなかったが、堆肥区においては有意な負の相関関係がみられた ($r=-0.860^{**}$)。10月2日の群落表面温度は穂重と全体では相関関係はみられなかったが、堆肥区とアジアイネでは有意な負の相関関係がみられた ($r=-0.973^*$ 、 $r=-0.813^*$)。群落表面温度と気孔コンダクタンスとの間には全体では有意な相関関係がみられなかったが ($r=-0.494$)、アフリカイネ以外のアジアイネ+NERICA、アジアイネ、堆肥区+カリウム追加区、カリウム追加区では、それぞれ有意な負の相関関係がみられた ($r=-0.593^*$ 、 $r=-0.849^*$ 、 $r=-0.906^{**}$ 、 $r=-0.956^*$) (図3)。

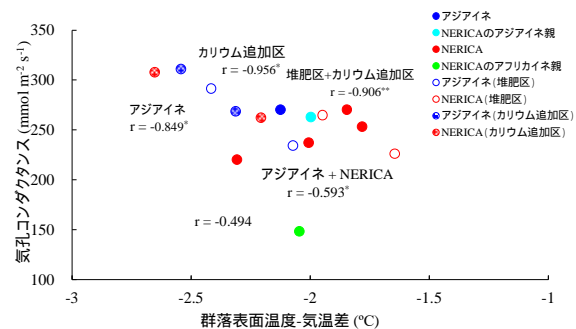


図3 群落表面温度-気温差と気孔コンダクタンスとの関係

NERICA とアジアイネの干ばつ抵抗性に対するカリウムと堆肥施肥の効果のサーモグラフィーによる検出を検討した結果、カリウムと堆肥施肥により、地上部乾物重と収量が増加する品種・系統がみられた。カリウムと堆肥施肥により、気孔コンダクタンスが増加し、群落表面温度が低下する傾向がみられた。収量は、気孔コンダクタンスならびに葉温と、有意な相関関係がみられ

た。気孔コンダクタンスは、葉温ならびに量子収率と有意な相関関係がみられた。葉温は、量子収率と相関関係がみられ、量子収率は葉厚と、また、葉厚は SPAD 値と有意な相関関係がみられた。

高い気孔コンダクタンス、低い葉温、高い葉厚と SPAD 値の重要性と、干ばつ条件下におけるカリウムと堆肥の有効性、カリウム追加施肥により干ばつ抵抗性が高まる可能性と、サーモグラフィーによる干ばつ抵抗性の検出の可能性が示唆された。

(4) 2022 年度の結果では、地上部乾物重は CG14 で高く、穂重は Dular で高かった。地上部乾物重と穂重は、カリウム追加施肥により高くなる傾向がみられた。LAI の推定値は、アジアイネで高く、NERICA とアフリカイネでは低かった。気孔コンダクタンスは、干ばつ抵抗性のアジアイネの Dular では NERICA より高い傾向がみられ、アフリカイネでは低かった。葉厚は、NERICA と NERICA のアジアイネ親では、アジアイネの Dular と IRAT13、アフリカイネよりも高い傾向がみられた。SPAD 値も、NERICA と NERICA のアジアイネ親 (WAB56-104) では、アジアイネの Dular と IRAT13、アフリカイネよりも高い傾向がみられた。葉気温差 (葉温 - 気温) では、アジアイネの Dular では NERICA より低い傾向がみられた。葉気温差と穂重には、標肥において有意な相関関係がみられた ($r = -0.929^{**}$)。気孔コンダクタンスは葉厚と有意な相関関係がみられ ($r = 0.697^{**}$)。葉厚は SPAD 値と有意な相関関係がみられた ($r = 0.726^{**}$) (図 4)。

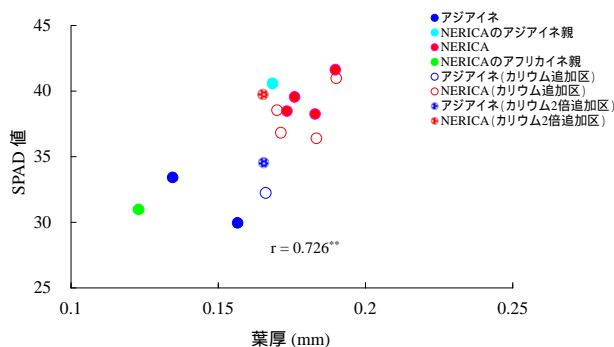


図 4 葉厚と SPAD 値との関係

地上部乾物重と穂重は、カリウム追加施肥により高くなる傾向がみられた。

LAI の推定値は、アジアイネで高く、

NERICA とアフリカイネでは低かった。

気孔コンダクタンスは、干ばつ抵抗性のアジアイネでは NERICA より高い傾向がみられ、アフリカイネでは低かった。葉厚と葉緑素濃度 (SPAD 値) は、NERICA と NERICA のアジアイネ親では、干ばつ抵抗性のアジアイネとアフリカイネよりも高い傾向がみられた。葉気温差では、干ばつ抵抗性のアジアイネは NERICA より低い傾向がみられた。

葉気温差と穂重には、標肥において有意な相関関係がみられた。気孔コンダクタンスは葉厚と有意な相関関係がみられ、葉厚は SPAD 値と有意な相関関係がみられた。

カリウムの追加施肥により干ばつ抵抗性が高まる可能性と、干ばつ抵抗性における気孔コンダクタンスと葉厚、SPAD 値、葉温の重要性とアジアイネ、NERICA、アフリカイネの反応性の違いが示唆された。

(5) 研究期間全体における成果として、干ばつ条件下における NERICA とアジアイネの生育と葉身の生理活性や形質との間には、品種間差異とカリウム・リンの追加施肥を含む施肥間差異において密接な関係が認められ、干ばつ抵抗性を気孔反応と光合成活性からみることにより、イネの干ばつ抵抗性における気孔コンダクタンス、葉厚、葉緑素濃度、量子収率、葉温、葉面積、葉重でとらえることのできる可能性と各形質の重要性が示唆された。また、カリウムやリンの追加施肥により、イネの干ばつ抵抗性が高まる可能性が示唆された。

< 引用文献 >

藤井道彦、気孔と葉身の形質と光合成活性からみた NERICA とアジアイネの干ばつ抵抗性、日本作物学会第 250 回講演会要旨集、2020、12

藤井道彦、葉重からみた NERICA・アジアイネ・アフリカイネの干ばつ抵抗性、日本作物学会第 251 回講演会要旨集、2021、23

藤井道彦、NERICA とアジアイネの干ばつ抵抗性に対する堆肥とカリウムの追加施肥効果のサーモグラフィーによる検出、日本作物学会第 253 回講演会要旨集、2022、136

藤井道彦、LAI の推定値と葉の形質からみたアジアイネ、NERICA、アフリカイネの干ばつ抵抗性に関する反応性の違いとカリウム追加施肥の影響、日本作物学会第 254 回講演会要旨集、2022、31

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Michihiko Fujii	4. 巻 -
2. 論文標題 Drought resistance of NERICA, Asian rice and African rice with effects of compost and potassium fertilizer	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Abstracts of The 10th Asian Crop Science Association Conference (ACSAC10)	6. 最初と最後の頁 032-04
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Michihiko Fujii	4. 巻 -
2. 論文標題 Comparison of drought resistance of NERICA, Asian rice and African rice and effects of phosphorus fertilizer	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Abstracts of The 10th Asian Crop Science Association Conference (ACSAC10)	6. 最初と最後の頁 P3-05
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 藤井 道彦	4. 巻 -
2. 論文標題 NERICAとアジアイネの干ばつ抵抗性に対する堆肥とカリウムの追加施肥効果のサーモグラフィーによる検出	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本作物学会第253回講演会要旨集	6. 最初と最後の頁 136
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14829/jcsproc.253.0_136	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Michihiko Fujii	4. 巻 -
2. 論文標題 Comparison of traits relevant to drought resistance of NERICA, Asian rice and African rice and differences in effects of Potash and Phosphorus Fertilizer	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Abstracts of Interdrought 2020, The 6th Congress on plant production in water-limited environments	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 藤井道彦	4. 巻 -
2. 論文標題 気孔と葉身の形質と光合成活性からみたNERICAとアジアイネの干ばつ抵抗性	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本作物学会第250回講演会要旨集	6. 最初と最後の頁 12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 藤井道彦	4. 巻 -
2. 論文標題 葉重からみたNERICA・アジアイネ・アフリカイネの干ばつ抵抗性	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本作物学会第251回講演会要旨集	6. 最初と最後の頁 23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 藤井道彦	4. 巻 -
2. 論文標題 異なる施肥レベルを含むアジアイネとNERICAの干ばつ抵抗性に関する反応性の違い	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本作物学会第248回講演会要旨集	6. 最初と最後の頁 62
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 藤井道彦	4. 巻 -
2. 論文標題 NERICAとアジアイネの干ばつ抵抗性に対するリンとカリウムの追加施肥の効果	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本作物学会第249回講演会要旨集	6. 最初と最後の頁 178
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Michihiko Fujii
2. 発表標題 Drought resistance of NERICA, Asian rice and African rice with effects of compost and potassium fertilizer
3. 学会等名 The 10th Asian Crop Science Association Conference (ACSAC10) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Michihiko Fujii
2. 発表標題 Comparison of drought resistance of NERICA, Asian rice and African rice and effects of phosphorus fertilizer
3. 学会等名 The 10th Asian Crop Science Association Conference (ACSAC10) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤井道彦
2. 発表標題 NERICAとアジアイネの干ばつ抵抗性に対する堆肥とカリウムの追加施肥効果のサーモグラフィーによる検出
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 Michihiko Fujii
2. 発表標題 Comparison of traits relevant to drought resistance of NERICA, Asian rice and African rice and differences in effects of Potash and Phosphorus Fertilizer
3. 学会等名 Interdrought 2020 (IDVI) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 藤井道彦
2. 発表標題 気孔と葉身の形質と光合成活性からみたNERICAとアジアイネの干ばつ抵抗性
3. 学会等名 日本作物学会第250回講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 藤井道彦
2. 発表標題 葉重からみたNERICA・アジアイネ・アフリカイネの干ばつ抵抗性
3. 学会等名 日本作物学会第251回講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤井道彦
2. 発表標題 異なる施肥レベルを含むアジアイネとNERICAの干ばつ抵抗性に関する反応性の違い
3. 学会等名 日本作物学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤井道彦
2. 発表標題 NERICAとアジアイネの干ばつ抵抗性に対するリンとカリウムの追加施肥の効果
3. 学会等名 日本作物学会
4. 発表年 2020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
---------	---------