

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 20 日現在

機関番号：17701

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2012～2015

課題番号：24405021

研究課題名(和文) アジアの洪水常襲地に適した持続的作物栽培体系の開発

研究課題名(英文) Developing agronomy best practice to optimize sustainable crop production system in flood-prone area of Asia

研究代表者

坂上 潤一 (Sakagami, Jun-Ichi)

鹿児島大学・農水産獣医学域農学系・教授

研究者番号：70399369

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、インドネシア国内に広がる沼沢地(SWAMP)を対象に、イネとダイズの作物栽培体系の適応可能性を明らかにする目的で行った。まず、イネにおいては、鉄過剰耐性品種を選抜するとともに、QTL解析から鉄無毒化と吸収抑制に関わる機構を明らかにした。また、冠水障害回避に効果的な肥培管理方法を提案した。さらに、現地における、再生二期作の高生産テンシタルを実証した。次に、ダイズにおいて、塩障害を引き起こす生理的メカニズムを明らかにするとともに、耐塩性準同質遺伝子系統の有用性を現地で明らかにした。一方、酸性土壌におけるイネの枯死は低pHが原因と断定し、硫酸酸性土壌生成の原因の一部についても明らかにした。

研究成果の概要(英文)：This study was conducted with the object of analyzing the possibility of cropping system in rice and soybean in Swamp which spreads in Indonesia. With a selection of resistant rice variety on iron toxicity and to revealed mechanisms on iron detoxification and absorption inhibition from QTL analysis. In addition, proposed to avoid failure due to flooding conditions effective fertility management practices. Furthermore we demonstrated a ratoon cropping system with high potential. To clarify the physiological mechanisms cause the salt injury in soybean, and usefulness of the salt tolerance of near-isogenic lines in revealed. On the other hand, the withering of rice in acid soils was triggered by low pH and also discussed some of the causes of the formation of sulfate acidic soils.

研究分野：作物学

キーワード：洪水 冠水耐性 鉄過剰耐性 耐塩性 イネ ダイズ 酸性硫酸塩土壌

## 1. 研究開始当初の背景

洪水被害は、沿岸地域と河川地域に大別され、前者は、津波や海面上昇、後者は集中豪雨や堤防決壊による氾濫などが原因となっている場合が多い。世界中で高まる洪水リスクに対して、作物・育種学的見地から洪水による農地の冠水害を軽減するなどの対策を講ずることは極めて重要で緊急の課題である。地球温暖化による集中豪雨等の発生形態、発生位置がどのように変化していくかなどの予測は容易ではないが、近年の豪雨の発生頻度が高くなってきていることは明らかで、作物栽培における湿害や冠水害はより深刻な問題となってくると考えられる (大場 2010)。

本研究の対象地であるインドネシアは最大で年間 4000mm の降雨があり、水条件に恵まれていることから稲作が盛んである。一方で、季節的な降雨量の変化や集中豪雨も発生しやすいことから、国土の大部分は洪水常襲地として位置づけられる。約 2 億 38 百万の人口をかかえるインドネシアにおいて、政府はコメの需給率を高く維持したまま、他の作物生産の多様化をはかる農業を推進するため、長期農業開発計画 (2005 - 2025 年) を策定した。これによると、農業開発の究極的な目的は、農産物システムを通じた食料自給の保障と農業コミュニティの繁栄を実現することとしている。計画においては、今後の人口増加と近年の内陸耕地の宅地・工業化等によって、新しい耕地の拡大が必要になったため、政府は、土地形態の面から耕地利用率の低かった海岸沿いの“SWAMP”と呼ばれる沼沢地の高生産ポテンシャルに注目し、対象地域におけるコメ生産安定と、大豆等の畑作物の収量向上による作物の多様化を図ることで自給率を向上させ、国内の作物生産の安定化を成し遂げたいとしている。

“SWAMP”における、作物栽培上の憂慮される問題は、過剰水ストレスである。また、沿岸隣接地では塩ストレスが顕著である。関連して、排水不良による鉄過剰問題が発生している (Rujito 2011)。さらに、浅海沿岸域においては、酸性硫酸塩土壌が分布しており、土壌は嫌気的条件から好気的条件におかれることで、パイライトの酸化に影響し、一般的に作物にとって負の要因となる強酸性土壌を形成する場合がある (上野 2004)。

## 2. 研究の目的

コメ生産の盛んなインドネシア国内に広がる生産ポテンシャルが高い沼沢地 (SWAMP) を対象に、問題となる環境ストレス耐性品種の選定およびストレス耐性メカニズムの解明を通して、コメの生産安定化に貢献する。また、インドネシア政府が推進する作物の多様化の実現のために、安定生産性を示すダイズを導入し、作物栽培体系の適応可能性について明らかにするとともに、持続的作物生産体系の基盤を構築する。具体的

には以下の通り。

(1) 土壌構成物質の鉱物学的特性の解析：酸性硫酸塩土壌の土壌酸化と土壌水分は関係が深いことから、対象地域における粘土鉱物組成の特性が果たす役割を明らかにした上で、硫酸塩土壌に由来する酸性溶液に対する対策を検討する。

(2) 酸性硫酸塩土壌条件下におけるアルミニウムおよび鉄過剰耐性品種の選抜および耐性にかかわる有用 QTL の検出：イネを対象とする。耐性品種選抜は多数の遺伝資源を栽培比較検討し、アルミニウムおよび鉄過剰耐性品種を得る。また、耐性 X 感受性品種の後代を育成し、DNA マーカーを用いて遺伝子型を明らかにして、QTL 解析から酸性硫酸塩土壌の反応性にかかわる QTL を検出し、耐性品種開発に応用する。

(3) 過剰水ストレス抵抗性品種の選定と生理機能の解明：イネを対象とする。多数の遺伝資源を導入して、生育初期に約 50cm 以下のフラッシュフラッド条件下で 2 週間以上生存を維持する品種を選抜する。さらに、その生存機能を生理学的に明らかにする。

(4) ダイズの塩ストレス耐性および耐湿性育種材料の開発：対象地での塩害と湿害がダイズ生産に与える影響の実態を明らかにした上で、マーカー利用選抜 (MAS) を行い、耐塩性と耐湿性遺伝子の両方を集積したダイズ育種素材を開発する。

(5) 湿・塩害を軽減する耐性ダイズの特性解明：湿害および塩害はいずれも光合成能と窒素固定能の低下を招くことから、この両者の機能を維持できる耐性ダイズの生理的特性を明らかにして、現地における生産体系の可能性を検討する。

(6) 安定的稲作技術の向上に向けた基盤情報収集：冠水回避のためのイネの栽培法として、同じ苗を何度かにわたって移植する多回移植法の効果、また水稻再生二期作の可能性などについて検証する。

## 3. 研究の方法

本研究目的を達成するために、以下の方法で研究を実施した。

(1) 酸性硫酸塩土壌の酸化機構の解明と土壌改良手法の開発：対象地の粘土鉱物組成の特性が果たす役割を明らかにして、石灰岩による中和プロセス機構を解析した。

(2) イネ、ダイズのストレス耐性機能と生育特性の解明：イネとダイズについて主に水および塩ストレス条件下での最適な生育条件とその耐性機構を解析し、栽培技術の基盤を明らかにした。

(3) イネおよびダイズのストレス耐性機能の遺伝特性の解明：イネにおいては、主に酸性硫酸塩土壌条件下でアルミニウムや鉄等の過剰ストレス耐性、またダイズにおいては過湿および塩ストレス耐性に関連する遺伝子マーカー解析と栽培環境に適した育種材料を育成した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 土壤構成物質の鉱物学的特性の解析

###### 1) 酸性硫酸塩土壌の生成機構の解明

SWAMP を対象に広域的土壌採取を実施した。土壌中の一次鉱物組成(バルク分析)においては各地点に石英(SiO<sub>2</sub>)が存在するが、長石類がほとんど認められなかった。また、試料中には火山噴出物起源と考えられるクリストバライトが含まれる。この他、磁鉄鉱が同定されるが、黄鉄鉱や赤鉄鉱は認められず、鉄の多くは非晶として存在する。したがって対象地域においては、風化の進行がきわめて顕著であったことが理解された。

###### 2) ムシ川(Sungai Musi)-バニユアシン川(Sungai Banyuasin)により形成されたデルタ地帯における酸性土壌の起源

対象地域の湛水条件下のイネの生育において、明らかに生育減退また枯死個体が散見された。そこで、現地にて採取した異なる生育状況を示す土壌試料を用いて、蛍光X線分析による化学組成、鉱物の同定、走査型分析電子顕微鏡による元素の偏在性等のキャラクタリゼーションを行った。その結果、イネの枯死の原因は低pHのためであり、低pHは硫酸イオンの生成に起因することが明らかになった。硫酸酸性土壌生成の原因としての存在が指摘されるジャロサイト(KFe<sub>3</sub>[SO<sub>4</sub>]<sub>2</sub>[OH]<sub>6</sub>)も同定されないことを明らかにした。さらに、SEM-EDSの結果より、本地域の土壌には複数の硫酸塩鉱物が存在していると考えられた。

以上から、SWAMP特有の問題土壌に起因するイネの低成長あるいは枯死といった栽培上の問題の解決に向けた土壌改良手法の基盤的知見を提案するに至り、今後の総合的な持続的栽培体系の開発に寄与することが期待される。

##### (2) 酸性硫酸塩土壌条件下におけるアルミニウムおよび鉄過剰耐性品種の選抜および耐性にかかわる有用QTLの検出

###### 1) 鉄過剰耐性マーカー選抜

インドネシアの主力品種であるCiherangと、それよりも高い鉄過剰耐性を有する熱帯低湿地適応品種であるDadahupを交配し、F<sub>1</sub>種子を得た。また、既存の336個のSSRマーカーの中から両品種間で多型の検出が可能なマーカーを54個選抜した。次に、確立した鉄過剰障害実験系を用いて、イネコアコレクションに登録されている52品種の中から高い鉄過剰障害耐性のスクリーニングを行った。その結果、Dadahupよりも高い鉄過剰耐性を有する品種としてDeng Pao Zhai、Tupa 729、Milyang 23の3品種を選抜した。またCiherangとDadahupのF<sub>1</sub>種子を用いてBC<sub>1</sub>F<sub>1</sub>の種子を得た。さらに、CiherangとDadahupの間で多型が検出可能なSSRマーカーを、既存のDNAマーカーから選抜した。加えて、Mi-Seqによって得られたDNAのシークエンスデータからSSRマーカーの作成を行った。そ

の結果、各染色体上に均等に設計されたSSRマーカーは合計124個となった。これらのSSRマーカーを用いてF<sub>2</sub>集団のQTL解析を行った結果、1番染色体および11番染色体にQTL候補領域を検出した。その後、Dadahupより高い鉄過剰耐性を示すDeng Pao ZhaiおよびMilyang 23とCiherangを交配し、F<sub>1</sub>種子を得た。このうち、Deng Pao ZhaiとCiherangのF<sub>1</sub>を用いて鉄過剰処理を行った結果、F<sub>1</sub>は親品種であるDeng Pao Zhaiと同程度の高い鉄過剰耐性を有していることが明らかとなった。

###### 2) 鉄過剰耐性のQTL解析

QTL解析の結果、鉄過剰障害の指標であるブロンジングスコアに関するQTLを1番染色体、6番染色体に検出した。1番染色体のQTLはDadahup、Milyang 23がともに有しており、6番染色体のQTLはMilyang 23のみが有していた。また、鉄過剰処理区ではMilyang 23のみがCiherang、Dadahupと比較して鉄の吸収が抑えられているという結果が示された。これらのことから、1番染色体のQTLは地上部において吸収された鉄を無毒化し、ブロンジングの発生を抑制する機構に関わるQTLであり、6番染色体のQTLは過剰な鉄の吸収を抑制する機構、あるいは過剰に吸収した鉄の地上部への輸送を阻害する機構に関わるQTLであることが示唆された。

以上のように、対象地域で顕著な鉄過剰耐性を示す品種材料を提示し、さらにそれらに密接に関わる量的形質として染色体位置を特定するなど、品種育成に向けた基盤は整った。

##### (3) 過剰水ストレス抵抗性品種の選定と生理機能の解明

###### 1) インドネシア在来品種の洪水条件下における成長能力

異なる水ストレスの反応性を示す品種を含む28品種を供試して、塩害と冠水が問題となるTidal Swamp圃場(パレンバン)において、栽培比較試験を行った。試験期間中の水位は30cm~50cmの間に変異していた。その結果、深水抵抗性のCN 540、IR 67520、冠水耐性のIR73020、IR11141、IR07F297、IRBLz5、IRBLK、IRBL9、伸長型のIR 42436らの成長が他の品種群よりも旺盛であることを明らかにした。

###### 2) インドネシアで開発された冠水耐性イネの根の成長特性

インドネシア稲研究センターで育成された冠水耐性品種Impari30について、冠水条件下(フラッシュフラッド;水深50cm、冠水2週間)の根の伸長について、品種間比較した。試験はボゴール農科大で実施した。その結果、感受性品種は、地上部が伸長する半面、地下部の伸長が抑制されていた。一方で、Impari30は地上部、地下部ともに伸長が抑制され、冠水前の蓄積した炭水化物を冠水期間中に個体全体として効率よく利用していると推測した。

### 3) 冠水条件下におけるイネの成長生理機能の開発

国内においてインドネシアの普及品種 Ciherang と Non-Tidal Swamp 適応品種 1R Dadahap をポット栽培し、水深とその処理期間を組み合わせることで成長形質を比較した。その結果、冠水処理条件での成長の違いは純同化率によって主に規定されており、深水下での光合成能力の違いが大きく影響することが明らかになった。また、冠水適応性のキーになる形質としては、深水下での葉身の厚さ（葉が薄く長くならない）であり、それにより光合成が維持されて分けつの発生を確保できることにあるものと考えられた。また、尿素溶液を冠水の前後に葉面散布して比較した結果、7日間冠水後の散布処理区で茎数の減少が小さく、乾物成長が促された。冠水期間が14日間に及ぶと、冠水前の散布処理区で冠水後の生育の回復が良好であった。さらに、前述の高濃度尿素処理を移植直前に根を浸すことで地下部から処理する場合と、2回の冠水の後に葉面に散布処理する場合とで比較検討した。その結果、葉面散布処理区で分けつ生産の低下を10数%に抑えることができ、乾物生産からみた成長の回復を促し得ることが示された。

以上のように、本研究では、洪水が頻発する問題地域の土地を活用して安定的に稲作を行う上での課題を整理し、いかに品種の選択を行う上でどのような形質に注目すべきかを明確にしたものであり、栽培生理学的に有益な情報を示し得たものと考えられる。また、普及品種を用いて冠水適応性を付与しようとした取り組みの成果からは、今後の問題土壌における更なる稲作の振興に向けて、具体的な方策を提示したものと見える。

### (4) ダイズの塩ストレス耐性および耐湿性育種材料の開発

#### 1) ダイズの耐塩性準同質遺伝子系統の現地環境適応性

最初に、ダイズ耐塩性準同質遺伝子系統を用いて現地ポット栽培試験を行った。供試した耐塩性準同質遺伝子系統において耐塩性の対立遺伝子を有する系統の子実重は、いずれも耐塩性の対立遺伝子を持っていない系統よりも高い値を示し、耐塩性遺伝子の効果が確認された。次に、インドネシアの海岸沿いの SWAMP 地域 (Mulia Sari village) において、ダイズの耐塩性準同質遺伝子系統の圃場栽培試験を行った結果、準同質遺伝子系統の感受性と耐塩性系統間に有意な差が認められなかった。ポットと圃場試験で異なる結果を得た原因は、圃場では試験期間中の雨季は長く、雨量が多かったため土壌塩害の発生程度は低かったためと考えられた。

#### 2) インドネシアダイズ遺伝資源の耐塩性の評価

新たなダイズ耐塩性遺伝資源を発見するため、インドネシアダイズ遺伝資源 51 系統の幼苗期の耐塩性を温室で評価した。その結

果、インドネシアで育成された SEPUTIH RAMAN, JAVA 7, Sinyonya, Sinyonya などの遺伝資源が高い耐塩性を持つことが分かった。これらの耐塩性高いダイズ遺伝資源系統は、現地耐塩性ダイズ育種の育種素材として利用することが可能である。

#### 3) ダイズ湿害耐性の遺伝解析

ダイズ湿害耐性の遺伝解析をするために栽培ダイズ品種 Jackson と野生ダイズ系統 JWS156-1 間の交雑に由来する BC3F3 世代の 122 系統を育成した。この BC3F3 系統群を用いて、ダイズ幼苗期の耐湿性を温室で評価した結果、系統間大きな耐湿性の差が認められ、高い耐湿性を示した BC3F3 系統を選抜した。

以上のように、現地土壌を供試したポットおよび圃場における様々な遺伝資源の耐塩性比較によって、新しい有用系統を選抜できた。さらに、品種間交雑により、耐塩性に係る遺伝的解析を可能にする材料をも作出するなどの発展があった。

### (5) 湿・塩害を軽減する耐性ダイズの特性解明

#### 1) 耐塩性に関する NILs の生理的特性

根粒重・根粒数は、全系統で、塩処理による急激な低下が見られたが、72T では塩処理下で根粒 1 個重を維持する傾向が見られた。SPAD 値は塩処理により感受性系統では大きく低下したが、耐性系統では減少は見られなかった。また、光合成速度は、全系統で塩処理によって大きく減少したが、40 mM 区と 80 mM 区において、18S と 18T、72S と 72T の光合成速度にそれぞれ有意差が認められた。塩処理下における  $\text{Na}^+$  および  $\text{Cl}^-$  含量は根では大きな系統間差はなかったが、葉・茎では感受性系統において顕著に増加した。

以上のように、本研究で用いた耐塩性系統は感受性系統に比較して、塩処理下において根や根粒の生育を維持することにより N 吸収能を維持することにより、あるいは  $\text{Na}^+$  および  $\text{Cl}^-$  を根から葉へと移行するのを抑制することにより、葉の光合成能の低下を軽減して、物質生産能低下を軽減する生理的特性を有すると推察された。

#### 2) ダイズコアコレクションの耐塩性遺伝的変異とその生理的要因

耐塩性には大きな遺伝的変異があり、2 実験の平均値でみた場合、大の品種が DW(S/C) 比が 0.8 以上であったのに対し、小の品種は 0.5 以下であった。DW 比 (S/C) は、根粒数 S/C、根粒重 S/C、根粒 1 個重 S/C と密接な相関が認められた。すなわち、乾物生産能からみた耐塩性の遺伝的変異は根粒形成能 (数、重) と密接な関係にあった。N を含む養分の吸収能は根の量とも比例した。DW(S/C) と SPAD 比 (S/C) の両者には密接な相関が認められ、塩処理下における DW の維持には葉の N 含有率維持が寄与したことを示唆した。

以上のように、塩水条件下におけるダイズの耐性機構の一部が明らかにされ、さらに耐性品種の特徴についても生理学的に新しい

知見を得た。今後、NaとClの吸収分配、水分ストレスへの耐性の面からさらに詳細に検討することが重要である。

(6) 安定的稲作技術の向上に向けた基盤情報収集

#### 1) 沿岸地域の湿地の特徴

広域的な現地調査を行い分けつ生産性を比較検討した。その結果、インドネシアの淡水湿地は水深と深水期間の長さにより強～弱の3段階に分けられていることが明らかになった。一様に他の稲作地域の平均収量よりも30%近くもの減収となっており、その要因は、1) 強湿田では茎数の不足、2) 中湿田では茎数が確保された場合でも1穂粒数の不足が生じ、3) 弱湿田では1穂粒数の不足に加えて、有効茎歩合も低いことが窺われた。茎数の不足は深水期間中の分けつの発生が抑制されたためであり、1穂粒数が少ないのは、深水により低位の分けつ発生が抑制され、高位の分けつに着生した穂に依存した生産となっているためと考えられた。

#### 2) 再生水稻二期作の成長モデルの解析

異なる栽培環境にある、つくば市(茨城県)石垣市(沖縄県)およびパレンバン市(スマトラ島/インドネシア)において、日本型12品種およびインド型24品種の合計36品種を供して、圃場試験を行った。その結果、再生イネの収量の品種平均は、パレンバン市がその他の試験地栽培よりも高かった。再生イネについて、供試品種の中で、試験地に共通して高収量であったのは、IR24、Milyang23、Takanariで、いずれも高収量品種と呼ばれるイネであった。さらに、パレンバン市では、本作と再生作の収量に1%水準で正の相関が認められた。次に、施肥と再成長の関係を明らかにするために、圃場試験を行った。その結果、両試験地の再生イネの収量においては、施肥処理区(N、NP、NK、NPK)間に有意な差は見られなかったが、一方で、地上部乾物量は、初期生育期間中、NK区が有意に大きかった。その要因として、新茎の葉面積展開と光合成速度が影響していると考えられた。

以上のように、現地の環境に適応した持続的な作物生産体系の基盤となる技術の要素を提案した。今後は、他の課題で得られた適正品種や土壌改良法などの知見を総合的に考察し、洪水常襲地における適正作物栽培体系の確立をすすめたい。

#### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文: 査読あり](計 4件)

1. Irmawati, Ehara, H., Kodama, I., Osawa, M., Suwignyo, R. A., Junaedi, A. and Sakagami, J. (2016) Growth characteristics of two Indonesian rice cultivars under several submerged durations. *Tropical Agriculture and Development* 60: 40-47.
2. Irmawati, Ehara, H., Suwignyo, R. A. and Sakagami, J. (2016) Growth response

of three rice cultivars to nitrogen foliar application under submerged condition. *Proceedings of the 8<sup>th</sup> Asian Crop Science Association Conference*, 25-36.

3. Irmawati, Ehara, H., Suwignyo, R. A. and Sakagami, J. (2015) Swamp rice cultivation in South Sumatra Indonesia: an Overview. *Tropical Agriculture and Development* 59: 35-39.
4. Yasuta, Y. and Kokubun, M. 2014. Salinity tolerance of super-nodulating soybean genotype En-b0-1. *Plant Prod. Sci.* 17: 32-40.

[学会発表](計 19件)

1. 小野寺真由・国分牧衛・許東河・中嶋孝幸・本間香貴. 2016. ダイズ系統の耐塩性に關与する生理的特性. 第241回日本作物学会講演会(茨城大学、水戸、3月29日)
2. 平川嵩久、高橋宏和、西内俊策、春原英彦、村瀬潤、土井一行、犬飼義明、中園幹生: イネ品種 Dadahup と Milyang 23 を用いた鉄過剰耐性形質に関する QTL 解析. 第129回日本育種学会講演会. 2016.3.21-22. 横浜
3. Arinal Haq Izzawati Nurrahma, Ahmad Junaedi, Heni Purnamawati, Junichi Sakagami. Study of Rice Root System on Various Depth of Submergence. 9th Symposium for the International Society of Root Research (6-9 October 2015, Canberra, Australia)
4. 金光悠洙・国分牧衛. 2015. ダイズ系統の塩ストレスを制御する生理機構の解析. 日作東北支部報 58: 59-60.
5. Irmawati, Ehara, H., Suwignyo, R. A., and Sakagami, J.: The effect of nitrogen application before or after double submergence stress condition on growth parameters of rice seedlings. 239<sup>th</sup> Annual Meeting of Crop Science Society of Japan. Nihon University, Fujisawa (27-28 March 2015).
6. Hasmeda, M., Suwignyo, R. A., Ehara, H., et al.: Introgression of Sub-1 gene to selected local swamp rice genotypes by marked assisted backcross (MAB). ISSAAS2015 & 118th JSTA International Joint Conference. Tokyo University of Agriculture, Tokyo (7-8 November 2015).
7. Suwignyo, R. A., Hasmeda, M., Ehara, H., Sakagami, J., Negara, Z. P. and Sigalingging, S. E.: Response of Indonesian rice cultivars different in submergence tolerance to various fertilizer applications at several submergence treatments. ISSAAS2015 & 118th JSTA International Joint Conference. Tokyo University of Agriculture, Tokyo (7-8 November 2015).

8. 平川嵩久、高橋宏和、西内俊策、犬飼義明、中園幹生: インドネシア熱帯低湿地適応品種作出に向けた鉄過剰障害に関する QTL 解析. 第 23 回育種学会中部地区談話会. 2015.11.22. 愛知

9. 坂上潤一・野間口智・中尾祥宏・窪田真伍・平木渉太・松本健資・Rujito Swugino・松嶋賢一. 2015. イネヒコバエの生育条件の解明. 日本作物学会九州支部 (鹿児島大学、鹿児島、7月27日)

10. Irmawati, Osawa, M., Kodama, M., Nishimura, N., Ehara, H., Suwignyo, R. A., Junaedi, Kokubun, M. 2014. Genetic variation and physiological characterization of salinity tolerance in soybean. International Symposium on Improvement of Soybean Yield Potential in the Monsoon Asia. Dec. 1-3, Kyoto.

11. 平川嵩久、高橋宏和、犬飼義明、中園幹生: 熱帯低湿地適応イネ品種 Dadahup を用いた鉄過剰耐性に関する QTL 解析. 第 22 回育種学会中部地区談話会. 2014.11.22. 岐阜

12. Song, Y., Yasuta, Y., Nakamura, S., Xu, D. and Kokubun, M. 2014. Genetic variation in salinity tolerance among soybean genotypes and its association with N uptake and Na/Cl distribution in plant parts. The 8<sup>th</sup> Asian Crop Science Association Conference (ACSA8), September 23-25, Hanoi, Vietnam.

13. 平川嵩久、高橋宏和、犬飼義明、中園幹生: イネコアコレクションから選抜した鉄過剰耐性品種の解析. 第 126 回 日本育種学会講演会. 2014.9.26-27. 宮崎市

14. 野飛雄馬, 中村大輔, 松波愛理, 松島弘明, 野田マミ, 小野田和哲, 鈴木沙紀, 江原宏: 水稻葉身へ散布した尿素溶液の吸収と移行. 日本作物学会第 238 回講演会. 愛媛大学, 松山 (2014 年 9 月 9-10 日).

15. Putri, A. M., Suwignyo, R. A., Ehara, H., Sakagami, J. and Irmawati: Response of some rice genotypes different in submerged tolerance on GA and ABA treatments under submerged condition. 116<sup>th</sup> Annual Meeting of Japanese Society for Tropical Agriculture. Kyushu University, Fukuoka (4-5 October 2014).

16. Wahyuni, S., Suwignyo, R. A., Sakagami, J., Ehara, H. and Hasmeda, M.: Agronomical performance of Japanese rice varieties under ratoon crop system in tropical tidal swamp land of South Sumatera, Indonesia. 116<sup>th</sup> Annual Meeting of Japanese Society for Tropical Agriculture. Kyushu University, Fukuoka (4-5 October 2014).

17. Suwignyo, R. A., Sakagami, J., Ehara, H. and Sanova, C.: Growth characteristics of some rice genotypes from Japan under tropical tidal swamp land of South

Sumatera, Indonesia. Kyushu University, Fukuoka (4-5 October 2014).

18. Sulaiman, F., Suwignyo, R. A., Ehara, H., Hasmeda, M. and Wijaya, A.: Invigoration of rice seedling on submergence tolerance with Zn treatment before germination. Kyushu University, Fukuoka (4-5 October 2014).

19. A. and Naito, H.: Growth characteristics of Indonesian rice cultivars under several durations of deep water treatment. 237<sup>th</sup> Annual Meeting of Crop Science Society of Japan. Chiba University, Chiba (29-30 March, 2014).

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

坂上潤一 (Sakagami Junichi)

鹿児島大学農水産獣医学域農学系・教授

研究者番号: 70399369

### (2) 研究分担者

江原宏 (Ehara Hiroshi)

名古屋大学農学国際教育協力研究センター・教授

研究者番号: 10232969

許東河 (Shu Tongha)

国際農林水産業研究センター・主任研究員

研究者番号: 90425546

中園幹生 (Nakazono Mikio)

名古屋大学生命農学研究科・教授

研究者番号: 70282697

八田珠郎 (Hatta Tamao)

国際農林水産業研究センター・主任研究員

研究者番号: 60164860

犬飼義明 (Inukai Yoshiaki)

名古屋大学農学国際教育協力研究センター・准教授

研究者番号: 20377790

### (3) 連携研究者

鴨下顕彦 (Akihiko Kamoshita)

東京大学アジア生物資源環境研究センター・准教授

研究者番号: 10323487

川口健太郎 (Kawaguchi Kentaro)

農研機構北海道農業研究センター・企画部産学連携室長

研究者番号: 30370597