

令和 4 年 6 月 14 日現在

機関番号： 11301

研究種目： 奨励研究

研究期間： 2021 ~ 2021

課題番号： 21H04152

研究課題名 塩害耐性の品種開発に向けた有用な遺伝子リソースの探索と評価

研究代表者

半澤 栄子 (Hanzawa, EikoEiko)

東北大学・生命科学研究科・技術専門職員

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 470,000 円

研究成果の概要： 地表根形成を担う量的形質遺伝子座qSOR1の準同質遺伝子系統qsor1-NILが塩害水田においてササニシキと比較し収量低下が軽減されが、そのメカニズムについては詳細な研究がなされていない。本研究では、その予備試験として、塩濃度モニタリングを用い塩害水田において土壌深度の異なる塩濃度の推移を経時的に計測し、また、葉身の葉緑素濃度の推移および収穫した玄米の粒幅などの調査結果から、地表根を形成することにより土壌深くに蓄積した塩物質を回避し出穂期以降の光合成を維持したことから収量低下が抑制されたと考察できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

稲作地の塩害は、地球規模の温暖化によってますます深刻な問題となっている。安定的な米生産を維持するために、塩害に強いイネの開発に向けた研究が進められている。我々のグループで作出した地表根系統、ササニシキとGemdjah BetonのqSOR1に置き換えた準同質遺伝子系統（以下、qsor1-NIL）が塩害水田においてササニシキと比較し収量低下が軽減されたが、そのメカニズムを解明することは、qSOR1の遺伝子リソースとして評価され、かつ、地表根という形質は他の耐塩性作物の作出への利用も期待できる。

研究分野： 植物遺伝育種学

キーワード： イネ 地表根 遺伝解析 耐塩性 土壌モニタリング

## 1. 研究の目的

稲作地の塩害は、地球規模の温暖化によってますます深刻な問題となっている。安定的な米生産を維持するために、塩害に強いイネの開発に向けた研究が進められている。我々は、地表根を形成するインドネシア在来イネ品種 Gemdjah Beton に着目し、地表根形成を担う量的形質遺伝子座 *qSOR1* を同定した(Uga, Hanzawa et al. 2012)。さらにササニシキの *qSOR1* を Gemdjah Beton の *qSOR1* に置き換えた準同質遺伝子系統(以下、*qsor1-NIL*)が塩害水田においてササニシキと比較し収量低下が軽減されることを明らかにした(Kitomi, Hanzawa et al. 2020)。地表根形成が塩害水田で生じる土壤の還元ストレスを回避し収量低下を軽減したと考えられたが、そのメカニズムについては詳細な研究がなされていない。そこで本課題では、土壤センサを用いた塩濃度モニタリングを実施し、塩害水田において土壤深度の異なる塩濃度の推移を経時的に計測した。また、葉身の葉緑素濃度の推移および収穫した玄米の粒幅などの調査から、地表根という形質が塩害水田において収量減少を抑制するメカニズム解明に向けて新たな知見を得ることを目的とし研究を行った。

## 2. 研究成果

本研究は、東北大学大学院生命科学研究所附属湛水生態系野外実験施設にある、塩を含む地下水を灌水し塩濃度を一定に保った塩害水田および塩水を付加しない普通水田で行った。地表面(田面水)、地表から約5cm深(作土上部)および約10cm深(作土下部)の3層に土壤センサーを設置し、塩濃度の指標となるEC値(Electric Conductivity, 電気伝導率, 溶液中のイオン濃度の推定に用いられる)をモニタリングした。あわせて、田面水ならびに深度約5および10cmの土壤サンプルから抽出した間隙水のEC値を2週間ごとに測定し、モニタリングによるセンサーEC値と比較した。その結果、塩害水田に埋設したセンサーEC値および直接採水や土壤間隙水の測定EC値共に、塩水処理開始以降EC値が上昇し登熟期以降は下降の傾向を示し、いずれのEC値も同様の傾向が見られた。また、田面水EC値が8月下旬以降低下し、5cm深センサーEC値も9月初旬以降から9月下旬にかけて大きく低下したのに対し、10cm深センサーEC値は9月下旬まで大きく低下することなくEC値を維持していた。

生育の評価指標としては、移植1カ月後から登熟後期までの2週間毎に葉面SPAD値、最高分けつ期におけるバスケット法を用いた根系分布、草丈および分けつ数を調査した。登熟の評価指標としては、玄米粒厚1.6~2.2mmまで0.1mm毎の粒重量分布割合を調査した。いずれの測定も3反復行った。普通水田では草丈、分けつ数およびSPAD値に、両系統の間に差異は見いだされなかった。一方、塩害水田では*qsor1-NIL*の草丈、分けつ数がササニシキに比べ有意に多かった。そして、登熟期以降のSPAD値は*qsor1-NIL*で有意に高かったことから、*qsor1-NIL*は塩害水田においてササニシキよりも長く光合成能を維持していることが示唆された。次に、玄米粒厚の重量頻度分布を調査した結果、普通水田での玄米粒厚の分布に両系統間で差がなかったが、塩害水田では*qsor1-NIL*の玄米粒厚がササニシキに比べ平均0.07mm以上厚く、玄米の粒厚分布が厚い方にシフトしていた。

これらの結果から、地表根遺伝子の導入により塩害水田で収量低下が軽減される要因の一つとして、根の分布が変化したため登熟後半に塩害水田で起こる土壤ストレスを回避できたことが考えられた。すなわち、地表根を形成する*qsor1-NIL*は登熟後半に高濃度の塩および土壤還元が生じる作土下部でない領域に根を伸長できたために、ササニシキよりも土壤ストレスによる収量低下を軽減できのではないかと考察された。

主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Eiko Hanzawa, Yuka Kitomi, Yusaku Uga and Tadashi Sato	4. 巻 12 (09)
2. 論文標題 Quantification of Soil-surface Roots in Seedlings and Mature Rice Plants	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Bio-Protocol	6. 最初と最後の頁 E4409
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.2005911117	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 半澤 栄子	4. 巻 6 (5)
2. 論文標題 塩害耐性イネ系統の開発に向けて	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 アグリバイオ	6. 最初と最後の頁 48-49
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 半澤栄子、菅野均志、大場義之、木富悠花、佐藤雅志、佐藤修正、宇賀優作	4. 巻 24 (別冊1)
2. 論文標題 塩濃度モニタリングを用いた塩害水田における地表根形成遺伝子 (qSOR1) の評価	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本育種学会第141回講演会要旨集	6. 最初と最後の頁 176-176
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 半澤栄子、菅野均志、大場義之、木富悠花、佐藤雅志、佐藤修正、宇賀優作
2. 発表標題 塩濃度モニタリングを用いた塩害水田における地表根形成遺伝子 (qSOR1) の評価
3. 学会等名 日本育種学会第141回春季大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

研究組織（研究協力者）

氏名	ローマ字氏名
----	--------