

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 28 日現在

機関番号：11501

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2014

課題番号：23580017

研究課題名(和文)メタボローム解析による水稻の潮風害発生機構および抵抗性発現機構の解明

研究課題名(英文)Elucidation of salt adhere damage outbreak mechanism and damage-resistant expression mechanism on paddy rice by metabolomic analysis

研究代表者

森 静香(MORI, Shizuka)

山形大学・農学部・准教授

研究者番号：30504302

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：育苗期と糊熟期の水稻での塩付着害と吸収害では、アミノ酸等の代謝物質の動態が異なった。また、糊熟期では両害間で穂部の水抽出液中成分量や組成が異なった。ケイ酸資材施用やケイ酸吸収阻害遺伝子の有無間での比較で、ケイ酸栄養状態を良好にした環境下では、体内のケイ酸含有率が高いほど糊熟期の塩付着害下でのアミノ酸等の代謝物質の増加程度は多くなった。被害および抵抗性発現機構の解明には至らず、過去の研究代表者の報告(ケイ酸による被害軽減)を基に、中干しや資材利用によるケイ酸吸収促進、塩付着害を軽減する生育量、コーティング資材の利用の可能性、ケイ酸資材の残効等の被害軽減技術を検討したが今後更なる検討を要する。

研究成果の概要(英文)：In the salt adhere damage and absorption damage at the seedling stage and the dough stage, the movement of amino acids was different. The amount and composition in water extraction solution of panicle was different between two damages at the dough stage. In comparison between the presence or absence of silicate materials application and silicate absorption inhibitor gene, the increase degree of amino acids under the salt adhere damage at the dough stage tended to increase with increasing silicate content in rice plant. It did not lead to elucidation of damage and the resistant expression mechanism. Based on the past report (damage reduction by the silicate) of the study representative I examined salt adhere damage reduction practice such as silicate absorption promotion by midsummer drainage and the use of silicate material, growth quantity to reduce salt adhere damage, possibility of using the coating material, but will need further examination in future.

研究分野：作物生産科学

キーワード：潮風害 水稻 ケイ酸 メタボローム

1. 研究開始当初の背景

地球温暖化が進行してきている現在、これまでに経験していなかった規模の台風や集中豪雨など異常気象が世界中で頻発しており、日本においても例外ではない。基幹作物である水稲に関して、1970年代後半以降、気象災害(冷害、高温障害、潮風害など)の発生は多くなる傾向にあり、災害発生時には水稲の収量や品質等に甚大な影響を与えている。冷害や高温障害については被害解析や被害軽減技術対策など多くの研究が進められ実績があがっているが、潮風害についての研究進捗は極めて低い。台風に伴う水稲の潮風害とは、海水が圃場に流入して発生する塩害と異なり、雨を伴わない台風の強風によって海水(塩分)が空中を運ばれて稲体(穂・上位葉)に付着し、籾や枝梗等が褐変・枯死して登熟が極端に不良になり、収量や品質が著しく低下する気象災害である。この障害の発生機構としては、稲体(穂)に付着した塩分が細胞に侵入して急激な浸透圧異常と代謝異常がおこり、籾や枝梗が枯死することが考えられている。生産者は潮風害に対して全く無防備な現状にあり、潮風害に遭遇した地域では、試験研究(大学、国、県など)に対する最優先の要望事項として潮風害をあげ早急な技術開発が強く要望されている。

2. 研究の目的

メタボローム解析を用いて代謝物質の視点から塩分付着害に対する抵抗性発現機構を明らかにし、抵抗性発現機構に基づいた被害軽減技術の開発を行なうことが目的である。計画している具体的な研究項目として、(1)塩分付着害の被害発現機構の解明、(2)葉身および穂中のケイ酸含有率の違いによる塩分付着害に対する抵抗性発現機構の解明、(3)抵抗性発現機構に基づいた被害軽減技術の開発を行った。

3. 研究の方法

(1) 塩分付着害の被害発現機構の解明

塩分吸収害耐性の有無もしくは実際に生産現場で作付されている品種間について、塩分付着と吸収害の被害程度、ならびに被害後の代謝物質の増減の違いを検討した。検討した生育時期は育苗期と糊熟期で、育苗期では塩吸収耐性系統と作付されている水稲品種「はえぬき」、「つや姫」、「ササニシキ」を、糊熟期では塩吸収耐性系統とその系統の母本品種「日本晴」を供試した。また、糊熟期はポット試験により行った。両時期ともに塩処理後8時間の葉身について代謝物質を測定し、糊熟期については収量、玄米外観品質を測定した。

(2) 葉身および穂中のケイ酸含有率の違いによる塩分付着害に対する抵抗性発現機構の解明

水稲品種「日本晴」について、ケイ酸質資材の無施用区と施用区を設定したポット栽培条件下、ならびに「日本晴」と「日本晴」のケイ酸吸収遺伝子欠損株のポット栽培条件下で、糊熟期に塩分付着処理した8時間後の代謝物質について測定した。

(3) 抵抗性発現機構に基づいた被害軽減技術の開発

抵抗性発現機構の解明には至らなかったため、過去の研究代表者の報告(ケイ酸による被害軽減効果)から、ケイ酸吸収を促進する栽培管理(水管理、資材)、被害が軽減する生育量(籾数・穂数)、被害を軽減する栽培管理(土壌、資材)について研究を行った。はフィールドに試験区を設置し、生育調査、収量・品質・養分吸収量等を測定し、とについてはと同様の測定項目について、塩付着害処理の有無での比較を行った。すべて、水稲品種「はえぬき」を供試した。

4. 研究成果

(1) 塩分付着害の被害発現機構の解明

育苗期

水稻品種「はえぬき」の苗を用いて、葉への塩付着害と根からの塩吸収害の被害程度が新鮮重の視点から同じ程度になる被害発生方法を検討し、その方法により塩吸収害耐性系統(2系統)と水稻品種「つや姫」と「ササニシキ」について、塩付着害・吸収害両者の被害発生直後の主要な代謝物質の動態を測定した。その結果、苗段階では塩吸収害耐性とされる系統においても被害が発生し、各系統・品種間で被害程度に差がなかった。代謝物質の解析について解析が停滞しており、研究期間終了後も引き続き解析をする予定である。

ポット栽培

塩吸収耐性系統2系統とその母本品種「日本晴」で糊熟期での塩分付着害および塩吸収害条件下での収量や代謝物質の動態について解析した。収量では、塩吸収害耐性系統は塩付着害にも耐性があると推察された。また、耐性系統と非耐性品種では塩付着処理した穂部を水中で振とうさせろ過したる液中の分量や組成が異なった。このことが耐性の有無によるかは、今後検討する必要がある。供試した全系統・品種において、塩分付着害と塩吸収害で明らかに分量の変動が異なるのはアミノ酸に属する物質であった。

との結果から、生育ステージの違いによって、塩吸収害耐性であっても被害発現に違いがあり、塩付着害では吸収害と異なる代謝物質の動態が確認された。これらのメカニズムについて、更に検討する必要がある。

(2) 葉身および穂中のケイ酸含有率の違いによる塩分付着害に対する抵抗性発現機構の解明

水稻品種「日本晴」におけるケイ酸資材の施用やケイ酸吸収阻害遺伝子の有無により、

体内のケイ酸含有率が異なるポット栽培条件下で、糊熟期の塩付着害の有無による主要な代謝物質の動態比較を行った。その結果、塩付着害によりいくつかのアミノ酸等の増加が確認された。また、ケイ酸含有率が高い稲体ほどその増加量が多かった。品種間や塩吸収害耐性の有無での比較でも、塩付着によりアミノ酸の増加がみられたが、ケイ酸栄養状態が良好な環境下では、その増加程度は多くなると考えられた。このメカニズムについて、更に検討する必要がある。

(3) 抵抗性発現機構に基づいた被害軽減技術

ケイ酸吸収を促進する栽培管理(水管理、資材)

塩付着害を軽減するケイ酸を効率的に水稻に吸収させることを目的に、中干し時期の違いによる水稻のケイ酸吸収への影響について、フィールド試験を行った。その結果、慣行よりも1週間程度早い早期中干しではケイ酸の吸収量が多くなる傾向であった。そのメカニズムについては今後検討する必要がある。また、ケイ酸を含んでいなくても、水田土壌からの水稻のケイ酸吸収を促す可能性のある資材について施用試験を行い、ケイ酸吸収が増加する傾向があることを確認した。本資材については、そのメカニズムも含めて今後さらに検討する必要がある。

被害が軽減する生育量(籾数・穂数)

水稻の登熟時期と籾数・穂数の違いが塩付着害の被害程度に及ぼす影響について圃場試験を行った。その結果、一定量の塩水を散布した塩付着害では、乳熟期と糊熟期において m^2 当たりの籾数と穂数が多いほど、1籾・1穂当たりの塩付着量が少なくなるため、面的な被害程度は小さくなる傾向であった。黄熟期では登熟が進んでいるため、被害が少なく一定の傾向はなかった。

被害を軽減する栽培管理(土壌、資材)

ポット栽培条件下で水稻の葉や穂の表面をコーティングして保護することにより、塩分付着害を軽減する可能性があることが確認された資材について、資材の濃度・量・散布時期の違いによる塩分付着害の軽減程度を検討した。その結果、被害を受ける前日の散布で資材濃度が高いほど被害を軽減できる可能性があった。しかし、軽減程度は小さく、雨天による資材の流亡がみられたため、他資材を探索する必要がある。25年度以降は資材探索中のため、試験を行うことができなかった。また、塩分付着害試験前の供試土壌と試験後の供試土壌について、施用したケイ酸資材の違いと被害の有無によるケイ酸形態への影響について試験を行ったが、試験期間中での解析ができず、今後引き続き解析する予定である。

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 5 件)

東海林暁、森静香、岩田光平、松本由美、藤井弘志、(仮題) 水稻における生育量・登熟時期・塩分付着量の違いが塩分付着害に及ぼす影響、日本土壌肥料学会講演会、2015年9月9日、京都大会、京都大学(京都府京都市)(発表確定)

榎原勇太、森静香、及川彰、松本由美、藤井弘志、(仮題) ケイ酸栄養条件の違いが塩分付着害時の水稻体内養分量に及ぼす影響、日本土壌肥料学会講演会、2015年9月9日、京都大会、京都大学(京都府京都市)(発表確定)

榎原勇太、森静香、及川彰、松本由美、藤井弘志、ケイ酸による塩分付着害軽減機構に関する研究、日本土壌肥料学会講演要旨集、60巻、2014、99、2014年9月9日、東京大会、東京農工大学(東京都小金井市)

蕪木俊、森静香、榎原勇太、及川彰、藤井弘志、ケイ酸を施用した水稻における塩分付着害への代謝応答反応、日本土壌肥料学会講演要旨集、59巻、2013、109、2013年9月11日、名古屋大会、名古屋大学(愛知県名古屋市)

戸田訓博、森静香、藤井弘志、水稻における農業用展着剤、蒸散抑制剤の散布が穂・上位葉部の塩分付着害に及ぼす影響、日本作物学会紀事、80巻(2)、2011、238~239、2011年9月2日、山口大会、山口大学(山口県山口市)

〔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〕

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

森 静香 (MORI, Shizuka)

山形大学・農学部・准教授

研究者番号：30504302

(2) 研究分担者

研究者番号：

(3) 連携研究者

平舘 俊太郎 (HIRADATE, Syuntaro)

(独) 農業環境技術研究所・生物多様性研究領域・主任研究員

研究者番号：60354099

及川 彰 (AKIRA, Oikawa)

山形大学・農学部・准教授

(兼) (独) 理化学研究所植物科学研究センター・メタボローム基礎研究グループ・研究員

研究者番号：50442934