様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

科研費 KAKENHI

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　２年　６月　８日現在

機関番号：２１４０１
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2017～2019
課題番号：１７Ｋ０７６１９

研究課題名（和文）アブシジン酸と湿潤高温処理における中茎の伸長促進－水稲直播栽培への応用展開－

研究課題名（英文）Abscisic Acid and Acceleration of Midstem Elongation in High-Temperature Moisture Treatment-Application and Development for Direct Seeding of Rice-

研究代表者

渡邊　肇（WATANABE, Hajime）

秋田県立大学・生物資源科学部・教授

研究者番号：１０２９２３５１

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　3,700,000円

研究成果の概要（和文）：直播栽培による水稲の省力・低コスト、高位安定生産を推進すべく、アブシジン酸と湿潤高温処理によるイネの中茎伸長について、細胞伸長に関わる遺伝子であるエクスパンシン遺伝子の発現の点から検討した結果、遺伝子発現と中茎伸長の経時変化をみるとエクスパンシン遺伝子の発現量の増加と中茎伸長には密接な関係があると考えられた。また、発現が増加した4種のエクスパンシン遺伝子は、遺伝子系統樹の中で近縁位置にあったことから、エクスパンシン遺伝子の類縁関係と中茎伸長の関係を検討した。
また、植物ホルモンと糖代謝について分析し、アブシジン酸とオーキシンが湿潤高温処理に高い効果を導くための要因となるとの知見を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義
本研究は、我が国の稲作が直面する社会的課題（TPP交渉への対応、農業従事者の高齢化、米消費量の減少、耕作放棄地の増加等）の解決法や方向性（省力・低コスト化による園芸作物との複合経営、米の多用途化、食料自給率の向上等）を提案し、国内外の食料の安定供給に社会的な貢献が期待できるものである。

研究成果の概要（英文）：In order to promote labor-saving, low-cost and high-level stable production of paddy rice by direct-seeding cultivation, regarding the elongation effect of rice mesocotyls by abscisic acid and humid high temperature treatment, the expression of expansin gene, a gene involved in cell elongation. As a result, it was considered that there was a close relationship between the increase in the expression amount of expansin gene and the elongation of the mesocotyl when the changes in gene expression and the extension of the pedicle were observed. Since the four α-expansin genes with increasing in expression,and were closely related in the gene tree, we examined the relationship between the expansin genes and the elongation of the stem.
In addition, by analyzing plant hormones and sugar metabolism, it was found that abscisic acid is a factor for leading a high effect to wet high temperature treatment.

研究分野：作物学

キーワード：作物学　直播栽培　イネ　ABA　湿潤高温処理

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様　式　C－19、F－19－1、Z－19（共通）

1．研究開始当初の背景

我が国の稲作は、TPP 交渉等による国際化を迫られている一方で、国内では、農業従事者の高齢化、後継者不足、米消費量の減少、耕作放棄地の増加が深刻化していた。この難局を克服する上で、省力・低コストを武器とする直播栽培が期待されていた。しかし、現在の日本の稲作では、移植栽培が主流を占め、直播栽培の普及率が低く、直播栽培の普及には、出芽と初期生育の向上が最重要課題であるが、決定的な解決策は見いだされていなかった。研究代表者は、上述した日本の稲作における国際化対応や米の消費量の増加等、喫緊の課題に対応すべく、省力･低コスト、高位安定生産を示す品種育成と直播栽培技術の方向を、これまでの研究を元に着眼したアブシジン酸と湿潤高温処理の有用性から明らかにしようとした。

2．研究の目的

本研究は、日本の稲作における省力･低コスト、高位安定生産を示す品種育成と栽培技術の方向を示す事を目的とする。

3．研究の方法

（1）アブシジン酸（ABA）や湿潤高温（HHT: Humid and high temperature）処理による中茎伸長の生理機構に関し、より高い効果を導くために幼植物の成長に関わる遺伝子の発現を精査する。
(2) HHT 処理による中茎の伸長促進について、ABA との関連性やクロストークを解明する。
(3) ABA や HHT 処理した直播水稲について生育・収量を調査し、圃場条件における直播栽培において、アブシジン酸や湿潤高温処理の有用性を明らかにする。

4．研究成果

平成 30 年度では、アブシジン酸（ABA）と湿潤高温（HHT）処理の中で、特に ABA 処理に着目してイネの中茎伸長作用について、細胞伸長に関わる遺伝子である、α-エクスパンシン遺伝子（Os-EXPA）の発現の点から検討した。対照区と ABA 区における中茎長の推移は、対照区の 6 日後では 0.3±0.04 ㎝で、その後ほぼ一定値で推移した。一方、ABA 区では播種 6 日後から伸長が開始し、その後著しく伸長し、最終的には 2.4±0.04 ㎝まで伸長した。対照区における中茎長は、日本型水稲の中茎長が 10㎜ 未満と僅少であった。中茎の伸長が開始し始める播種 6 日後のサンプルについて RT-PCR を行った。その結果、ABA 区で発現が有意に増加した遺伝子は、Os-EXPA2 等の 6 種類であった。また、Os-EXPA21、Os-EXPA22、Os-EXPA24 は発現が減少する傾向にあった。さらに、Os-EXPA10 を含む 25 種類の遺伝子では、発現量に有意差はみられなかった。Os-EXPA1、など ABA で発現が増加した遺伝子について、播種 6～10 日後で発現量の経時変化をみると､ABA 区の方が対照区に比べて発現量が多かった｡ABA 区で個々の遺伝子の発現量をみると、播種 6 日後が高かったが、播種後日数が進むにつれて、発現量が減少あるいは同程度で推移する傾向にあった。このように、遺伝子発現と中茎伸長の経時変化をみると、エクスパンシン遺伝子の発現量の増加と中茎の伸長には、密接な関係があると考えられる。また、ABA 処理で発現が増加した､4 種のα-エクスパンシン遺伝子は、遺伝子系統樹の中で近縁の位置にあったことから、エクスパンシン遺伝子の類縁関係と中茎伸長との関係を検討する必要があった。

実験においては培養中のカビの発生がみられたため、種子消毒剤と使用濃度を変更したが、カビの発生が抑制され、必要とする個体数が得られるなど、実験を効率的に行うことができ、得られる結果の精度を高めることができた。また、ABA と HHT 処理により、中茎長の経時変化を調べたところ、ABA では播種後 6 日、HHT 処理では播種後 4 日で、急伸長期が異なるなどの成果が得られたので、今後のサンプリング時期の検討に重要な指標になると考えられる。

ABA による中茎伸長作用では、細胞伸長に関わるエクスパンシン遺伝子が深く関与していることが予備実験で明らかとなった。エクスパンシン様遺伝子は、α-エクスパンシン遺伝子、β-エクスパンシン遺伝子、エクスパンシン様遺伝子といった多重ファミリーを構成しているが、α-エクスパンシン遺伝子について着目し，総計 33 種類の遺伝子の発現解析を行ったところ、発現量が増加したもの、減少したもの、変化しないものなど多様であることが明らかとなった。

なお、HHT 処理による中茎伸長作用のメカニズムに関しては、既往の研究例が極めて少なく、未知の部分が多い。また、ABA や HHT 処理における直播水稲の生育に関しては、既存の研究例も僅少であることから、短い年度では十分な結果が得られない。しかし、数種の予備実験により進捗につながる興味ある実験結果が得られた。

平成 31 年度は、研究方法（2）により中茎の伸長誘導メカニズムを解明するため、日本型水稲のササニシキの HHT 処理による中茎伸長誘導メカニズムに関して、植物ホルモンと糖代謝の観点から分析を行った。日本型水稲は一般的に中茎が伸びにくく、直播栽培において出芽・苗立ち不良を引き起こす要因の一つとなっている。ササニシキの分析結果では、HHT 処理により中茎は伸長し、それに伴い中茎中のアブシジン酸含有量は増加したが、同時に ABA 阻害剤であるフルリドンを処理すると ABA 含有量の増加を伴わず中茎が伸長した。HHT 処理により伸長した中茎においてグルコース、フルクトースおよびスクロース含有量が増加した。また HHT 処理後 3 日目に、種籾中の ABA およびオーキシン含有量が増加した。

これらの結果により､HHT 処理により種籾でオーキシンが誘導されることで組織分化が誘導さ

れるとともに、種籾中のデンプン分解および糖代謝が誘導され、中茎伸長が起こると考えられた。一方で、ABA は HHT 処理により誘導されるが、中茎伸長に直接関与していないと結論した。現在、HHT 処理による糖代謝の誘導を明らかにするために、HHT 処理がデンプン分解に関わるα-アミラーゼ活性に与える影響について検討を進めている。

以上により、本研究ではアブシジン酸（ABA）とオーキシンが湿潤高温（HHT）処理に、密接な関連があることが分かった。本研究全体を通じて、研究代表者の所属が変更になったこと等により、当初予定していた圃場試験に着手するには至らなかったため、これまでに得られた研究成果を元に、圃場試験へと今後展開していきたい。

５．主な発表論文等

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

１．著者名 渡邊肇	４．巻 32
２．論文標題 イネの省力・低コスト，環境保全型栽培と収量・品質の高位安定化にむけて	５．発行年 2018年
３．雑誌名 秋田育種談話会記事	６．最初と最後の頁 1-2
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3件（うち招待講演　0件／うち国際学会　0件）

１．発表者名 渡邊肇・松本泉・安達祐介
２．発表標題 水稲における種子の湿潤高温処理による中茎の伸長促進
３．学会等名 日本作物学会第245回講演会
４．発表年 2018年

１．発表者名 渡邊肇・冨田晴・床井香美
２．発表標題 アブシジン酸（ABA）の中茎伸長促進作用におけるα-エクスパンシン遺伝子の発現.
３．学会等名 日本作物学会第246回講演会
４．発表年 2018年

１．発表者名 渡邊肇・床井香美・冨田晴
２．発表標題 アブシジン酸の中茎伸長作用におけるβ-エクスパンシンとエクスパンシン様遺伝子の解析.
３．学会等名 日本作物学会第247回講演会
４．発表年 2019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