

令和 6 年 6 月 16 日現在

機関番号：63801

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K05521

研究課題名（和文）イネを用いた長期栄養繁殖が成長やゲノムに及ぼす影響の解析と作物生産性向上への展開

研究課題名（英文）Analysis of effects of repeated clonal propagation on growth and genome in rice

研究代表者

高橋 実鈴（野坂実鈴）（NOSAKA-TAKAHASHI, Misuzu）

国立遺伝学研究所・ゲノム・進化研究系・助教

研究者番号：20738091

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）：本研究は多年生イネをモデルに、長期栄養繁殖が植物の成長やゲノムに及ぼす影響を明らかにすることを旨とした。研究の主な成果としては、栄養繁殖個体で見られた成長抑制の一因として、低温ストレスが関わることを明らかにした。本研究によりイネの栄養繁殖個体の収量維持には育苗期の温度管理の重要性を示唆する結果が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義としては、多年生イネをモデルに、長期栄養繁殖が植物の成長やゲノムに及ぼす影響を明らかにすることを旨とし、栄養繁殖個体で見られる成長抑制についての知見を集めたことが挙げられる。社会的意義としては、本研究ではイネの栄養繁殖個体の収量維持には育苗期の温度管理の重要性を示唆する結果が得られ、今後の栄養繁殖を活用した省力型農業の発展に寄与する可能性がある。

研究成果の概要（英文）：Using perennial rice as a model, this study aimed to determine the effects of repeated clonal propagation on plant growth and genome. The main results of the study revealed that low temperature is one of the factors that induce growth suppression observed in clonal propagated plants. The results of this study suggest the importance of temperature management during the seedling stage in maintaining the yield of rice using clonal propagated plants.

研究分野：植物遺伝学

キーワード：イネ 栄養繁殖 種子繁殖 低温

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、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

イネ属には一年生と多年生および中間型の種が存在する。野生イネにおける多年生の種に加えて、栽培イネの中にも多年生の性質を示すものがあり、多年生のイネは栄養繁殖により開花後も生き続ける。イネの栄養繁殖個体はひこばえと呼ばれ、冬も温暖な東南アジアでは、ひこばえを育てて収穫している。ひこばえは開花後に休眠を解除された腋芽が成長したものである。多年生のイネは開花後にひこばえが成長し、栄養成長期を経て開花するサイクルを繰り返して、長年生き続けることができる。よって多年生イネをモデルに長期栄養繁殖が植物の成長やゲノムに及ぼす影響を明らかにできると考えた。

2. 研究の目的

本研究は、イネの長期栄養繁殖個体と通常個体の成長・収量に関わる形質やゲノム配列を比較することで、長期栄養繁殖がイネの成長・収量やゲノムに及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

本研究により長期栄養繁殖がイネの成長・収量やゲノムに及ぼす影響を明らかにできれば、栄養繁殖個体の収量向上については栄養繁殖を活用した省力型農業の作物生産性向上へ応用できる知見が得られることが期待された。

3. 研究の方法

(1) 長期栄養繁殖がイネの成長や収量に及ぼす影響の解析

長期栄養繁殖がイネの成長に及ぼす影響の解析

多年生の性質を示す栽培イネ(日本晴、台中65号、金南風、あきたこまち、カサラス)を用いた研究により、長期栄養繁殖個体では、個体間で草丈にばらつきがあり、草丈の低い個体の割合が高い傾向が見られた。よって長期栄養繁殖個体では、個体によって成長抑制の度合いは異なるが、栄養繁殖を繰り返すと抑制の度合いが増加し、草丈は低くなることが予想された。そこで、長期栄養繁殖個体のうち草丈の高い個体の後代は草丈が低くなるのか、草丈の低い個体の後代は更に草丈が低くなるのか調査した。これにより長期栄養繁殖個体の成長抑制が相加的な形質が明らかにした。

長期栄養繁殖個体では根系においても成長抑制が見られるのか明らかにするため、長期栄養繁殖個体と通常の種子由来の個体の根系についても比較解析を行った。

長期栄養繁殖がイネの収量に及ぼす影響の解析

長期栄養繁殖が収量に及ぼす影響を明らかにするため、長期栄養繁殖個体と通常の種子由来の個体の穂数、1穂あたりの小穂数および稔実種子数の比較を行った。

長期栄養繁殖個体では1穂あたりの稔実率が通常の種子由来の個体よりも小さい傾向が見られたため、花粉の稔性が低下しているのか明らかにするため、花粉の稔性についても調査を行った。

長期栄養繁殖個体に実った種子に由来する植物体の生育調査

長期栄養繁殖個体で見られた成長抑制は種子繁殖により後代に遺伝するのか明らかにするため、長期栄養繁殖個体に実った種子に由来する植物体と通常の種子由来の個体の生育を比較した。

(2) 長期栄養繁殖個体の成長が抑制された原因の探索

長期栄養繁殖個体と通常の種子由来の個体の混植が各個体の成長に及ぼす影響の解析

長期栄養繁殖個体と通常の種子由来の個体ではマイクロバイオームに違いがあり、その影響により長期栄養繁殖個体の成長が抑制されている可能性が考えられたため、長期栄養繁殖個体と

通常の種子由来の個体を1つのポットに混植し、各個体の草丈を調査した。

育苗期の低温ストレスが植物の成長に及ぼす影響の解析

育苗期に低温ストレスを受けた栄養繁殖個体では、最終的に草丈が低くなる個体が多く見られたことから、低温ストレスが個体の成長や茎頂分裂組織にどのような影響を与えるのか調査した。

育苗期に低温を処理した栄養繁殖個体の茎頂分裂組織における遺伝子発現の解析

低温処理により成長が抑制された植物個体では、茎頂分裂組織の機能や遺伝子発現が変化していることが考えられた。そこで、育苗期に低温を処理した栄養繁殖個体と低温を処理しない通常の種子由来の個体において、茎頂分裂組織における遺伝子発現を比較した。

(3) 長期栄養繁殖個体のゲノム配列の解析

栄養繁殖を長年繰り返した野生イネ系統において、ゲノム配列に特徴が見られるのか明らかにするため栄養繁殖を長年繰り返した野生イネ系統のゲノム配列の解析を行った。

4. 研究成果

本研究は多年生イネをモデルに、長期栄養繁殖が植物の成長やゲノムに及ぼす影響を明らかにすることを目指した。研究の主な成果としては、栄養繁殖個体で見られる成長抑制についての知見を集めたことが挙げられる。栄養繁殖個体では成長にばらつきが見られ、草丈の低い個体の割合が高いことがわかった。この栄養繁殖個体で見られる成長抑制は栄養繁殖で得られた後代において相加的な性質は示さなかった。一方で、栄養繁殖個体で見られた成長抑制は種子繁殖により後代に遺伝せず、栄養繁殖個体に戻った種子に由来する植物体は通常の生育を示した。また、栄養繁殖個体で見られた成長抑制の一因として、低温ストレスが関わることを明らかにした。通常の種子由来の個体の幼苗に低温処理を行うと、低温を処理している期間だけでなく処理後も植物個体の成長が抑制されることがわかった。一方、低温ストレスにより成長が抑制された個体と低温ストレスを処理していない通常個体において、茎頂分裂組織の形態を比較すると、明らかな違いは見られなかった。そのため低温処理により成長が抑制された植物個体において、茎頂分裂組織の形態ではなく、機能や遺伝子発現が変化していることが考えられた。育苗期に低温を処理した栄養繁殖個体と低温を処理しない通常の種子由来の個体において、茎頂分裂組織における遺伝子発現を比較した。その結果、育苗期に低温を処理した栄養繁殖個体ではストレス応答遺伝子の発現が上昇していることが明らかになり、低温処理から数ヶ月経過した後も遺伝子発現に影響を与えていることが示唆された。本研究によりイネの栄養繁殖個体の収量維持には育苗期の温度管理の重要性を示唆する結果が得られた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Nosaka-Takahashi Misuzu, Kato Makio, Kumamaru Toshihiro, Sato Yutaka	4. 巻 17
2. 論文標題 Measurements of the number of specified and unspecified cells in the shoot apical meristem during a plastochron in rice (<i>Oryza sativa</i>) reveal the robustness of cellular specification process in plant development	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0269374
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0269374	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 Yoshida Yuri, Nosaka-T Misuzu, Yoshikawa Takanori, Sato Yutaka	4. 巻 15
2. 論文標題 Measurements of Antibacterial Activity of Seed Crude Extracts in Cultivated Rice and Wild <i>Oryza</i> Species	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Rice	6. 最初と最後の頁 63-63
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12284-022-00610-3	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 Ta Kim Nhung, Yoshida Mari W, Tezuka Takumi, Shimizu-Sato Sae, Nosaka-Takahashi Misuzu, Toyoda Atsushi, Suzuki Takamasa, Goshima Gohta, Sato Yutaka	4. 巻 64
2. 論文標題 Control of Plant Cell Growth and Proliferation by M025A, a Conserved Major Component of the Mammalian Sterile 20-Like Kinase Pathway	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 336 ~ 351
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcad005	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 Ishimoto Kiyoe, Nosaka-Takahashi Misuzu, Kishi-Kaboshi Mitsuko, Watanabe Tsuneaki, Abe Kiyomi, Shimizu-Sato Sae, Takahashi Hirokazu, Nakazono Mikio, Hirochika Hirohiko, Sato Yutaka	4. 巻 40
2. 論文標題 Post-embryonic function of GLOBULAR EMBRYO 4 (GLE4)/OsMPK6 in rice development	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Plant Biotechnology	6. 最初と最後の頁 9 ~ 13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5511/plantbiotechnology.22.1117a	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 Ta Kim Nhung, Shimizu Sato Sae, Agata Ayumi, Yoshida Yuri, Taoka Ken ichiro, Tsuji Hiroyuki, Akagi Takashi, Tanizawa Yasuhiro, Sano Ryosuke, Nosaka Takahashi Misuzu, Suzuki Toshiya, Demura Taku, Toyoda Atsushi, Nakamura Yasukazu, Sato Yutaka	4. 巻 -
2. 論文標題 A leaf emanated signal orchestrates grain size and number in response to maternal resources	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Plant Journal	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) 10.1111/tpj.16219	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 Sato Yutaka, Tsuda Katsutoshi, Yamagata Yoshiyuki, Matsusaka Hiroaki, Kajiya-Kanegae Hiromi, Yoshida Yuri, Agata Ayumi, Ta Kim Nhung, Shimizu-Sato Sae, Suzuki Toshiya, Nosaka-Takahashi Misuzu, Kubo Takahiko, Kawamoto Shoko, Nonomura Ken-Ichi, Yasui Hideshi, Kumamaru Toshihiro	4. 巻 71
2. 論文標題 Collection, preservation and distribution of Oryza genetic resources by the National Bioresource Project RICE (NBRP-RICE)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Breeding Science	6. 最初と最後の頁 291 ~ 298
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1270/jsbbs.21005	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 -

〔学会発表〕 計0件

〔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
---------	---------