

令和 6 年 5 月 27 日現在

機関番号：82111

研究種目：若手研究

研究期間：2021～2023

課題番号：21K14851

研究課題名(和文)収穫時期を変えずにタマネギのりん茎重を増大させる地上部形質の特定

研究課題名(英文) Analysis of the phenotypic factor resulting in differences in onion bulb weight without changing the length of the growth period

研究代表者

関根 大輔 (Sekine, Daisuke)

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・野菜花き研究部門・主任研究員

研究者番号：80823236

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)：タマネギの収穫時期(早晩性)を変えずに球重(りん茎重)の増大を引き起こす要因は、地上部の生育速度の違いであることを明らかにした。研究開始前に申請者は早晩性は変わらないが、特定のゲノム領域のDNAマーカー遺伝子型の違いにより、りん茎重が大きく異なることを発見した。そこで、このDNAマーカー遺伝子型が異なる兄弟系統を育成し、生育比較した結果、生育初期から葉面積などの地上部生育量に差が見られ、生育後半にその差がより顕著になった。一方で、光合成速度に差は認められなかった。従って、地上部生育の速度の違いにより、同化産物量や転流量に差が生じ、結果としてりん茎重に顕著な差を生じると考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

タマネギの品種育成における新たな視点を切り開いた。これまで、タマネギでは収穫時期(早晩性)とりん茎重は強く相関した形質とされており、各々を別々に改良することは難しいと考えられていた。本研究では、(1)同じ早晩性の系統であっても地上部の生育速度に違いがあり、その結果としてりん茎重に顕著な差を生じること(2)この生育速度の違いは遺伝的な要因で制御されていることを明らかにした。早晩性とりん茎重を切り離して、改良することができることを明確に示した。

研究成果の概要(英文)：Onion bulb weight is known to be correlated with the length of the growth period. However, we previously revealed that the different genotypes of a particular genomic region caused a significant difference in bulb weight without changing the length of the growth period. Because the bulb is a sink part of the onion, the different genotypes would also influence the source part such as leaf area. We compared the leaf phenotypes in sibling lines which were developed from the same heterozygous plant. Field evaluation revealed that leaf growth speed was significantly different between the sibling lines. This difference was observed in the seeding stage and enhanced after transplantation in the field. In contrast, such differences were not observed when the sibling lines were grown in a growth chamber. These results suggest that a causal gene on a certain genomic region would respond to field environmental conditions, such as temperature and day length.

研究分野：園芸育種

キーワード：タマネギ DNAマーカー 生育速度 葉面積

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

タマネギでは、収穫時期（早晩性）と球重（りん茎重）は強く相関した形質とされている。収穫時期が早い早生系統に比べて、晩生系統は葉面積等の地上部の生育期間が長く、同化産物量や転流量が増えるため、結果として球重が大きくなる傾向がある。一方で、ある育種素材において、特定のゲノム領域の DNA マーカー遺伝子型の違いにより、早晩性は変わらないが、りん茎重に顕著な差を生じることを明らかにしていた（引用文献①）。

2. 研究の目的

本研究の目的は、タマネギの早晩性を変えずにりん茎重の増大を引き起こす要因の特定することである。

3. 研究の方法

同一の育種素材から特定のゲノム領域の DNA マーカー遺伝子型が異なる兄弟系統を育成し、それらの生育特性を比較した。DNA マーカー遺伝子型が「+/-」のヘテロ型の 1 個体の自殖後代から、「+/+」、「-/-」型で固定した兄弟系統を育成した。これらの系統を圃場で栽培し、生育初期から後半まで一定間隔の期間で抜き取りによる形質評価を行い、葉面積や地上部乾物重などの形質を測定した。圃場での栽培試験は春まき作型で行い、2023 年 2 月 11 日に播種後、約 2 ヶ月間育苗を行い、4/12 日に圃場に定植した。抜き取りによる形質評価に加えて、光合成速度測定装置 (MIC-100) を用いて、葉の生育が旺盛な 6 月中旬に光合成速度を測定した。また、圃場試験に加えて、栽培環境を均一化できるチャンバーを用いた栽培試験を行った。播種後、25°C 一定、16 時間の長日条件下で約 2 ヶ月栽培し、地上部の形質を評価した。

4. 研究成果

(1) タマネギの早晩性を変えずにりん茎重の増大を引き起こす要因は、地上部の生育速度の違いであることを明らかにした。DNA マーカー遺伝子型が異なる兄弟系統について、生育初期から後半までの期間で両者の形質値を比較した。その結果、播種後の約 2 ヶ月の育苗期間から葉面積、地上部乾物重に違いが見られ、圃場定植後の栽培期間ではその差がさらに拡大することが明らかになった（図 1）。一方で、りん茎の肥大開始時期や収穫適期では、両者で顕著な差は認められなかった。従って、葉面積などの地上部生育の速度の違いにより、同化産物量や転流量に差が生じ、結果としてりん茎重に顕著な差を生じると考えられる。

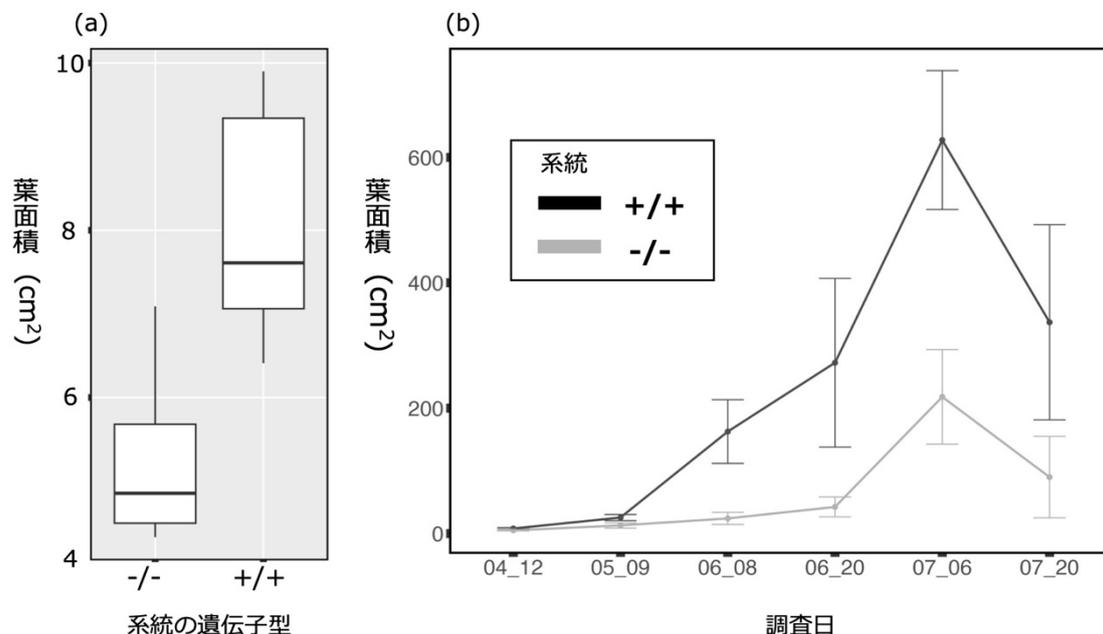


図 1 系統間での地上部生育速度の違い

(a) 圃場定植前の葉面積 (04_12 測定) (b) 圃場定植後の葉面積の推移

(2) 光合成速度は系統間で差がない。葉の生育が旺盛な 6 月中旬に光合成速度を測定したところ、両者に有意差は認められなかった（図 2）。この結果から単位面積あたりの光合成速度には差がないが、「+/+」型系統の葉面積は「-/-」型系統よりも顕著に大きいため、同化産物量や転流量の総量に差が生じていると考えられる。

(3) 環境制御したチャンバーでの育苗試験では、系統間の地上部生育量に有意差は見られなかった。葉面積や地上部乾物量に差はわずかであり、有意ではなかった (図 3)。圃場環境では育苗期間から有意差が見られたため (図 1-a)、チャンバー試験での結果とは異なっている。圃場試験の結果から特定のゲノム領域に座乗する原因遺伝子は、地上部の生育速度を制御していることが明らかになったが、この原因遺伝子は温度や日長等の圃場の気象環境に反応し、効果を発揮すると推測できる。

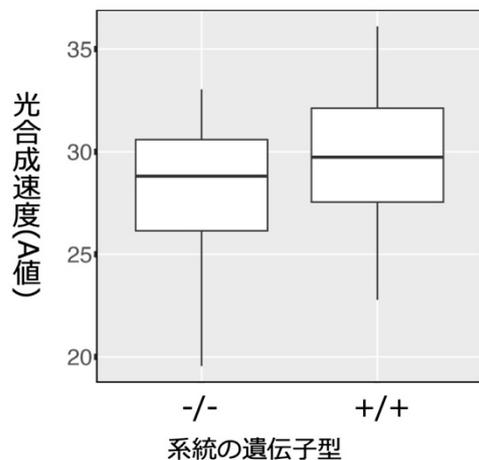


図2 光合成速度の比較

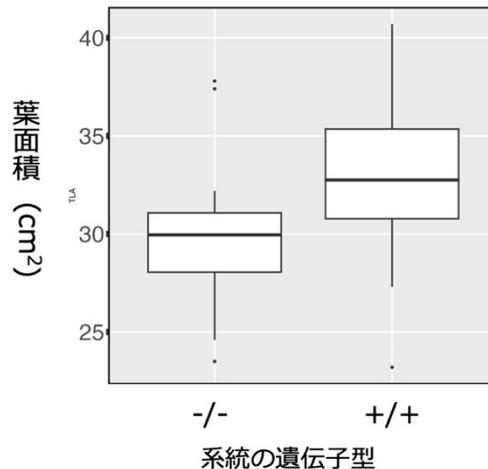


図3 チャンバー試験での形質比較

以上の結果より、特定のゲノム領域の遺伝子型の違いにより、地上部の生育速度に差が生じ、その結果として早晩性は変わらないがりん茎重に顕著な差を生じることを明らかにした。特定のゲノム領域の遺伝子型の違いにより、地上部の生育速度が異なることを示したのは国内外で初である。育種選抜により地上部の生育速度を改良でき、その結果として可食部であるりん茎重も改良できることを示した。これまでのタマネギの育種選抜では、りん茎重のみを形質評価し、選抜していたが、本研究において地上部の生育速度にも着目する必要性を示したことで、タマネギの育種選抜における新たな視点を切り開いた。

また、本研究では春まき作型での形質評価を行ったが、秋まき作型での評価が今後の課題である。秋まき作型では、9月に播種後、11月頃に圃場に定植し、越冬した後、春先から夏前にかけて収穫する。本研究では、特定のゲノム領域に座乗する原因遺伝子は、気象環境によって反応性が異なることが示唆されているため、秋まき作型においても遺伝子型の違いにより地上部の生育速度に差が生じることを今後、検証する必要がある。

<引用文献>

- ① 特願 2023-112495 及び特開 2024-19017、 関根 大輔、塚崎 光、日浦 聡子、奥 聡史、山内 歌子、タマネギ種植物における球重の程度を判定する方法、大玉性のタマネギ種植物を製造する製造方法、タマネギ種植物における球重に関する分子マーカー、及び大玉性のタマネギ種植物を判定するための判定キット

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔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
---------	---------