

令和 5 年 6 月 9 日現在

機関番号：82111

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K06023

研究課題名(和文) タマネギ極早生品種内で見出された新規りん茎肥大特性の解明

研究課題名(英文) Investigation of bulbing trait found within an early-maturing onion cultivar.

研究代表者

塚崎 光 (Tsukazaki, Hikaru)

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・東北農業研究センター・グループ長

研究者番号：30355622

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：タマネギのりん茎肥大は、品種(群)によって肥大の引き金となる日長時間が異なり、それが早晩性に関わっていると考えられている。しかし、我々は、盛岡での春まき栽培において、4月中旬の定植後すぐに肥大を開始する「早期肥大群」と、通常に生育して肥大する「通常肥大群」が、品種内で混在することを見出した。そこで、早期肥大に関わる遺伝子を明らかにすることを目的として、肥大特性が分離する「センチュリー2号」とこれから選抜・採種した「通常肥大群」を栽培し、生育調査を行うとともに、定植3週後の「センチュリー2号」の葉身のRNAseq解析を行い、早期肥大個体と通常肥大個体とで発現量が異なる遺伝子候補を見出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

タマネギは播種から採種までに2年を要するため、育種の効率化には世代促進技術の開発とDNAマーカーによる早期選抜が非常に有効である。我々が見出した、4月中旬の定植後すぐに肥大を開始する「早期肥大群」は、短期間で花芽分化可能な小りん茎を生産できるため、そのメカニズムを明らかにすることで世代促進技術の開発に有効と考えられる。また、佐賀や北東北など一部の地域で行われているセット(タマネギ小球)栽培は、秋から冬にかけて肥大するという、日長にともなうりん茎肥大の定説とは異なる現象における肥大メカニズムの解明につながる。

研究成果の概要(英文)：Onion cultivars are mainly divided into two groups: spring-sowing (late-maturing) and autumn-sowing (early-maturing) cultivars. The difference of these group is mainly due to timing of bulbing which triggered by day length. We found new bulbing nature within autumn-sowing cultivar, 'Century No.2'. This cultivar segregated bulbing period under spring-sown cultivation in Morioka: "early-bulbing (bulbing in May) and "normal-bulbing (bulbing on June-July)". We developed "normal-bulbing" line and compared to 'Century No.2' under spring-sown cultivation. In addition, RNA samples were extracted from leaf samples of 'Century No.2' after three weeks from transplant, which are difficult to distinguish bulbing nature. After the cultivation test, RNA samples were divided into two groups, "early-bulbing" and "normal-maturing". RNAseq revealed 890 transcripts were significantly different in gene expression between "normal-bulbing" group and "early-bulbing" group.

研究分野：遺伝育種科学

キーワード：タマネギ 肥大

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

世界的にも重要なネギ属植物 (*Allium*) であるタマネギ (*A. cepa* L.) は、我が国でも野菜の中では第3位の生産量を誇る。タマネギの可食部 (りん茎) は葉鞘が肥大した部分であり、その肥大には日長 (長日条件) と温度が大きく関与していることが古くから知られている (総説、加藤 1993)。タマネギが世界中で栽培される過程において、各地の環境条件に適応して肥大する品種 (個体) が選抜・育成され、我が国では主に北海道向けの春まき (晩生) 品種と本州・西南暖地向けの秋まき (早生) 品種に分化している。このように、国内外には、りん茎の肥大性に多様な変異が存在しているものの、その詳細なメカニズムは分かっていない。

2. 研究の目的

タマネギのりん茎肥大には、古くから日長 (長日条件) と温度が関与していることが知られており、特に日長に関しては、品種 (群) によって肥大の引き金となる日長時間が異なり (総説、加藤 1993) それが早晩性に関わっていると考えられている。タマネギには、日長反応に関わる FT 遺伝子 (*AcFT*) が少なくとも7種類存在し (Manoharan ら 2016) このうち、*AcFT4* は生育初期に発現してりん茎肥大を抑制するのに対して、*AcFT1* は長日で発現誘導されてりん茎肥大を促進していることが報告 (Lee ら 2013) されている。しかし、佐賀や北東北など一部の地域で行われているセット (タマネギ小球) 栽培は、秋から冬にかけて肥大するという、日長にとりもなりりん茎肥大の定説とは異なる現象を利用している。また、過去2年間にわたり、国内外の200を超える遺伝資源・品種等を盛岡で春まき栽培したところ、複数の秋まき極早生品種では、4月中旬の定植後すぐに肥大を開始する「早期肥大群」(倒伏迄出葉数3枚程度)と、定植後通常に生育して肥大する「通常肥大群」(出葉数7枚程度)が、品種内で混在することを見出している (未発表)。

このように、タマネギは世界的にも様々な環境条件で栽培されているものの、りん茎の肥大開始時期や早晩性に関わる分子遺伝学的メカニズムについては、ほとんど明らかとなっていない。そこで本研究では、肥大開始時期が分離する品種を材料として、早期肥大性のメカニズムを明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

材料には、盛岡での春まき栽培試験で、品種内で肥大開始時期が分離した「センチュリー2号」を用いた。春まき栽培 (200個体程度) の中から早期肥大群と通常肥大群を選抜し、これらのF1ならびにグループ内で後代を得た。2021, 22年に、元品種と通常肥大群を春まき栽培 (2月中旬播種、4月中旬定植) し、早期肥大個体が倒伏する5月中旬から、約1週間ごとに倒伏個体を収穫し、出葉数、球重等の形質調査を行った。さらに、元品種については、定植3週後に葉身をサンプリングし、RNAseqによる発現比較を行った。

4. 研究成果

元品種「センチュリー2号」から選抜した早期肥大個体は、収穫後の球の保存が難しく、また秋の母球の定植後は旺盛な生育を示したものの、翌春になると速やかに球肥大・休眠してしまい、後代種子を得ることができなかった。また、早期肥大個体と通常肥大個体のF1も少数作出できたが、F1も抽苔せずに球肥大・休眠してしまい、これらの自殖後代を得ることはできなかった。このため、元品種と通常肥大群との比較栽培を行うこととした。

2か年の生育調査の結果、両年とも定植約1か月後の5月中旬から7月上旬まで継続的に倒伏個体が出現し、品種内に倒伏時期の連続的変異が認められた (図1)。

2021年は元品種「センチュリー2号」と比べて、通常肥大群では、平均収穫日が遅くなり、それに伴い早晩性の指標となる葉数やりん茎重等が大きくなる傾向が認められた。一方2022年の各形質の平均値は両者で明確な差は認められなかった (表1)。元品種から選抜した通常肥大群は、早期肥大して5月中に倒伏する個体が減少する傾向にあったものの、早期肥大個体を完全に淘汰できていなかったことから、早期肥大性は単純な遺伝様式ではないことが示唆された。

研究開始当初は、早期肥大群と通常肥大群を選抜・集団交配による後代を育成して遺伝子発現を比較する予定であったが、通常肥大群の中にも早期肥大する個体が含まれたことから、元品種「センチュリー2号」を用いることとした。

「センチュリー2号」の中には、早期肥大個体と通常肥大個体が混在することから、RNAseq用の葉身のサンプリングは、両者の識別が困難な定植3週間に行った。そのまま収穫まで栽培し、サンプリングした個体の中から早期肥大個体と通常肥大個体をそれぞれ3個体選抜した。RNAを抽出後にRNAseqを行い、de novo assembleにより26.2万の配列を得た (平均長789bp、N501192bp)。両グループ間で発現量を比較できた約3万の配列のうち、早期肥大群で有意に発現量が高かったのは486、低かったのは404であった。Lee ら (2013) により肥大に関わると報告されている *AcFT1* と *AcFT4* の発現量の差は両グループ間では有意ではなかったものの、通常肥大群と比べて、早期肥大群の *AcFT1* 発現量は高く、*AcFT4* は低かった (図2)。このため、サンプリングした定植3週間には、早期肥大群では、すでに肥大を抑制する *AcFT1* の発現が減少し、肥大

を促進する *AcFT4* の発現が増加することで、肥大の方向に進んでいたと考えられた。

今後は、定植前も含めてより早い時期における *AcFT* 遺伝子の発現量を比較する必要がある。また、このほかの発現量に差が認められた遺伝子についても、今後解析を進める予定である。

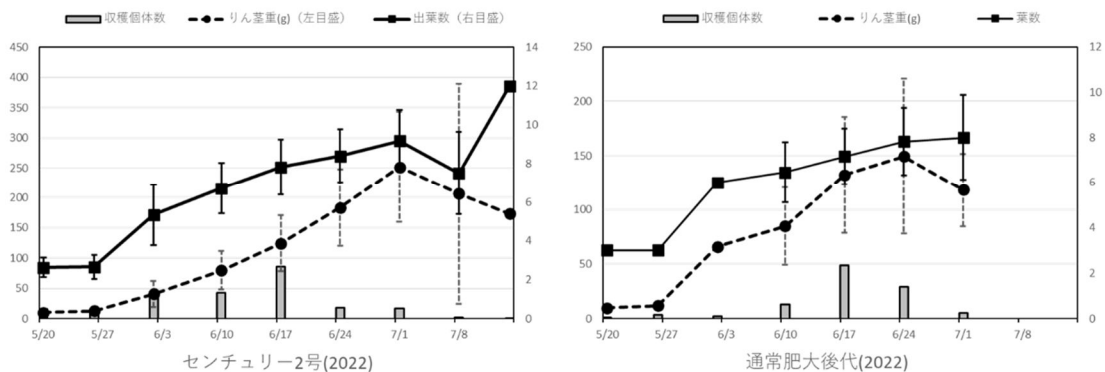


図1 元品種‘センチュリー2号’と通常肥大群における収穫日、葉数およびりん茎重
2022年2月13日播種，4月13日定植

表1 春まき栽培による生育調査 (平均値)²

| 年次 | 品種名 | 株数 | 収穫日 | 葉数 | りん茎高(mm) | りん茎径(mm) | りん茎重(g) |
|------|----------|-----|------|------|----------|----------|---------|
| 2021 | センチュリー2号 | 236 | 6/11 | 6.70 | 42.1 | 61.7 | 102.6 |
| | 通常肥大 | 102 | 6/17 | 7.12 | 48.4 | 68.2 | 125.0 |
| 2022 | センチュリー2号 | 134 | 6/9 | 6.07 | 38.1 | 48.5 | 60.9 |
| | 通常肥大 | 119 | 6/10 | 6.03 | 39.4 | 48.2 | 54.9 |

² 2021年は2月15日播種，4月17日定植，2022年は2月13日播種，4月13日定植

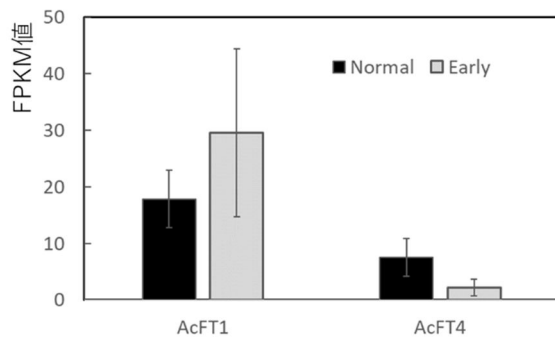


図2 定植3週後の葉身における *AcFT1* および *AcFT4* の相対発現量

Normal：通常肥大群，Early：早期肥大群

2021年2月15日播種，4月17日定植，5月6日に葉身をサンプリングした

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 |
|-------|---|---|----|
| 研究分担者 | 奥 聡史 (Oku Satoshi) (20849161) | 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・東北農業研究センター・研究員 (82111) | |
| 研究分担者 | 関根 大輔 (Sekine Daisuke) (80823236) | 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・研究員 (82111) | |

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 |
|---------|---------|
| | |