

令和 6 年 6 月 16 日現在

機関番号：82508

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2022～2023

課題番号：22K19192

研究課題名（和文）植物で最も動的な花卉運動に着目したバラ科樹木の開花日制御機構の解明

研究課題名（英文）Identification of molecular mechanisms on flower opening

研究代表者

白澤 健太（Shirasawa, Kenta）

公益財団法人かずさDNA研究所・先端研究開発部・室長

研究者番号：60527026

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 5,000,000円

研究成果の概要（和文）：「ソメイヨシノ」のつぼみのトランスクリプトームデータに基づいて「ソメイヨシノ」の開花予想キットのプロトタイプを開発し、アウトリーチに取り組んだ。「ソメイヨシノ」の全ゲノム解析を通して見出した体細胞突然変異を手がかりとして、「ソメイヨシノ」の原木を推定する方法を考案した。さらに体細胞突然変異によりゲノムの塩基配列にわずかな違いがあること、そしてその一部は遺伝子機能に影響を及ぼす可能性が高いことを見出した。サクラ品種の開花制御機構を探るために遺伝背景の異なるサクラの集団を作成し、集団の開花日のデータおよび遺伝子型のデータを収集し、開花制御機構に関する遺伝様式を推定した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

遺伝的に多様で日本独自の材料であるサクラを利用してバラ科果樹の開花日の制御機構を明らかにしようとする試みは、世界で唯一無二の独創的な研究成果となる可能性を秘める。バラ科果樹の生産には受粉作業が必要であるので、開花日を制御することは農業上重要な成果である。また、サクラの開花予想キットが実用化されれば、COVID-19により大打撃を受けた観光業の復興シンボルとなる。

研究成果の概要（英文）：Based on transcriptome data from the flower buds of 'Somei-Yoshino', we developed a prototype of a cherry blossom forecasting kit and conducted outreach activities. Somatic mutations were discovered in 'Somei-Yoshino' clones through the whole-genome analysis, we devised a method to estimate the original tree. Furthermore, we found that some of the somatic mutations might affect gene function. To explore the flowering control mechanisms of cherry varieties, we generated a mapping population and collected phenotype data on the flowering dates to estimate the genetic mechanisms controlling flowering date.

研究分野：園芸科学関連

キーワード：サクラ トランスクリプトーム解析 開花日

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

開花現象は花芽分化と花弁運動に大別される。花芽分化とは成熟相の樹が環境の変化を感受して花器官を分化する現象で、開花期(何月何日などの大まかな季節)を決定する。これに対して花弁運動は開花前の有効積算温度により発動する花弁が押し広げられ開花に至る運動を指し、開花日(何月何日などの、より限定的な日時)を決定する。その花弁運動は、植物の中でも最も動的なイベントである。

リンゴ、ナシ、ウメ、モモ、オウトウなどを含むバラ科果樹は、世界における生産額が大きく産業上の重要な位置を占め、品種改良が盛んに行われている。サクラはバラ科に属する花きで観賞用花木の総称であり、野外に自生する野生種が数多く知られている。果樹に比べてサクラは品種改良が進んでいないため、開花期制御に関わる多様な遺伝変異を保持しており、サクラの開花期は品種・系統で多岐に渡る。

バラ科果樹は一般的に自家不和合性であるため、自家受粉では結実しない。そのため果実生産には他者の花粉の受粉が欠かせない。生産圃場には花粉の供給源として受粉樹が必要で、当然、受粉樹と母樹の開花日を揃える必要がある。したがって、果樹の開花日を制御することは、果実の栽培・生産および育種上重要な課題である。しかし、これまでにバラ科果樹では開花期を制御に関する分子遺伝学研究が精力的に行われてきたが、「開花日」を制御する分子機構までは明らかになっていない。

2. 研究の目的

サクラはバラ科に属する花きで観賞用花木の総称であり、野外に自生する野生種が数多く知られている。果樹に比べてサクラは品種改良が進んでいないため、開花期制御に関わる多様な遺伝変異を保持しており、サクラの開花期は品種・系統で多岐に渡る。例えば「ソメイヨシノ」は三月から五月にかけて開花するのに対して「河津桜」や「熱海桜」などは一月下旬から三月に開花する早咲きの品種として知られている。

本研究ではバラ科樹木を対象として、開花運動に着目した開花日を決定するメカニズムの解明を行う。特に、遺伝的多様性を有しているサクラに着目し、バラ科樹木の開花日を制御する分子機構の解明を目指す。これまで開花期に関わる花芽分化に関する研究がこれまでに数多く行われており、その分子機構も解明されつつある。一方、開花日に関わる花弁の運動に関する研究はほとんど実施例がない。この研究では、サクラのつぼみのトランスクリプトーム解析を行い、花弁運動を真に制御する遺伝子を明らかにする。その成果から、バラ科果樹・花きの花弁運動に関する分子制御機構の解明が進み、バラ科果樹・花きの生産効率の向上や品種改良の効率化が期待できる。

3. 研究の方法

「ソメイヨシノ」の複数年次のつぼみから経時的なトランスクリプトームのデータを収集し、開花日関連遺伝子を明らかにする。「ソメイヨシノ」は遺伝背景や開花時期も異なるため開花日直近の環境が、品種特異的な遺伝子クラスターを遺伝背景・環境のノイズとして除去する。その結果から、遺伝背景・環境に影響されない、真の開花日関連遺伝子と、これらの遺伝子が発現するステージが明らかにする。以上から、開花日関連遺伝子の表現型への寄与の推定と、時間と種を跨ぐ共発現ネットワーク解析によるバラ科樹木における開花日関連遺伝子を解明する。

4. 研究成果

トランスクリプトームデータの収集の効率化を図るために RNA の抽出法を比較検討し、多検体から短時間で RNA を簡易抽出する方法を確立した。この方法で「ソメイヨシノ」の複数年次のつぼみから RNA を抽出し、経時的なトランスクリプトームのデータを収集した。このトランスクリプトームデータに基づいて、簡易 RNA 抽出方法と簡易核酸検出方法を組み合わせることで、「ソメイヨシノ」の開花予想キットのプロトタイプを開発した。このキットを利用したアウトリーチにも取り組んだ。

全国の「ソメイヨシノ」の全ゲノム解析を通して見出した「ソメイヨシノ」の体細胞突然変異を手がかりとして、「ソメイヨシノ」の原木を推定する方法を考案した。「ソメイヨシノ」の全ゲノム解析を通して、同じ「ソメイヨシノ」であっても体細胞突然変異によりゲノムの塩基配列にわずかな違いがあること、そしてその一部は遺伝子機能に影響を及ぼす可能性が高いことを見

出した。

さらに遺伝背景の異なるサクラ品種の開花制御機構を探るために遺伝解析集団を作成し、集団の開花日のデータおよび遺伝子型のデータを収集し、開花制御機構に関する遺伝様式を推定した。

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 Shirasawa Kenta, Esumi Tomoya, Itai Akihiro, Hatakeyama Katsunori, Takashina Tadashi, Yakuwa Takuji, Sumitomo Katsuhiko, Kurokura Takeshi, Fukai Eigo, Sato Keiichi, Shimada Takehiko, Shiratake Katsuhiko, Hosokawa Munetaka, Monden Yuki, Kusaba Makoto, Ikegami Hidetoshi, Isobe Sachiko	4. 巻 2023
2. 論文標題 Propagation path of a flowering cherry (<i>Cerasus</i> × <i>yedoensis</i>) cultivar 'Somei-Yoshino' traced by somatic mutations	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 bioRxiv	6. 最初と最後の頁 548633
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1101/2023.07.11.548633	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4件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 白澤健太, 磯部祥子
2. 発表標題 小石川植物園のソメイヨシノ老木の全ゲノム解析
3. 学会等名 日本育種学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 白澤健太, 藤井壮太
2. 発表標題 東京大学XかずさDNA研究所がゲノム科学で迫る身近な植物の謎
3. 学会等名 会いに行ける科学者フェス
4. 発表年 2023年～2024年

1. 発表者名 白澤健太
2. 発表標題 ソメイヨシノはどこから来たのか? いつ花を咲かせるのか?
3. 学会等名 佐倉市国際文化大学 (招待講演)
4. 発表年 2023年～2024年

1. 発表者名 白澤健太
2. 発表標題 みんなで遺伝子を調べて桜の開花を予想しよう!
3. 学会等名 日本育種学会レクチャーコーナー（招待講演）
4. 発表年 2023年～2024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
研究分担者	板井 章浩 (Itai Akihiro) (10252876)	京都府立大学・生命環境科学研究科・教授 (24302)	
研究分担者	江角 智也 (Esumi Tomoya) (30548764)	島根大学・学術研究院農生命科学系・教授 (15201)	

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
---------	---------