

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 9 月 27 日現在

機関番号：32658

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25450513

研究課題名(和文)都市に多く植栽されてきたサクラ雑種の親種鑑定

研究課題名(英文)Diagnosis of species for hybrid Cherry trees planted in urban area

研究代表者

鈴木 貢次郎(SUZUKI, Kojiro)

東京農業大学・地域環境科学部・教授

研究者番号：80256643

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文):国内で広く植栽されているサクラの歴史を調べると共に、雑種の親種を、分布や遺伝子レベル、葉、花、種子等の形態によって推定し、作出できる割合を求めた。その結果、サクラの雑種には、カンヒザクラを親種としたものが多かった。交雑してから4年間で生存している割合は、0.2～3.2%となった。中国、台湾、日本のカンヒザクラは、地域集団ごとに異なる遺伝的組成が示され、早咲きのサクラ品種の親種の多くは、それぞれの国に生育するカンヒザクラに由来していた。カンヒザクラの交雑によりできた雑種の種子の形態は、種子親によって異なり、このことが種や品種の識別、品種の親種の推定の一助になると考えられた。

研究成果の概要(英文):We study the history of Cherry trees or its hybrids, the parent species of hybrids by distribution, genetic Level, morphology of leaves, flowers, and seeds. The results showed (1) Many hybrids of Cherry trees have originated from *Prunus campanulata*, (2) The percentage of living hybrids crossed among *P. campanulata*, *P. jamasakura* and *P. lannesiana* var. *speciosa* were around 0.2～3.2% in all number of crossing on four years after crossing. (3) Principal coordinate analysis and STRUCTURE analysis showed that many cultivars originated from *P. campanulata*. *Prunus campanulata* found in Japan, China, and Taiwan were genetically different from each other, thereby elucidating the origins of the early-flowering cultivars from each region. (4) The seed shape of hybrids crossed among *P. campanulata*, *P. jamasakura* and *P. lannesiana* var. *speciosa* were different by parent species. The seed shape was useful to distinguish the difference of hybrids or parent species.

研究分野：造園

キーワード：サクラ 都市 造園 雑種 里山 原種 早咲き 交配

1. 研究開始当初の背景

サクラの雑種は極めて多く、300 を超すともいわれている。雑種の中にはアタミザクラやカワヅザクラのように、地域の重要な観光資源となっているものもある (Suzuki et al.2015)。

しかし雑種の多くは短命なものが多い上に、都市内では構造物が増え、サクラの雑種の生育環境は年々厳しくなっている。その結果、貴重なサクラの雑種が枯死することもみられ、遺伝資源の保護上も重要な課題となっている。様々な花を觀賞できるようにするだけでなく、樹形や環境圧への耐性も考慮した多様なサクラの雑種を、後世のためにも作出しなければならない。

その雑種の作出のためにも、親種の基礎的な情報を集積しておく必要がある。しかし、サクラは木本であるために、研究を進めようにも結果を得るまでに長期間を要する。その結果、多くの知見は、推測で議論されてきたことが多かった。特に雑種の親種については不明な点が多いままであり、各雑種の由来、すなわち親種を把握する必要がある。

雑種の代表例として、アタミザクラ (*Prunus x kanzakura* cv. *Atami-zakura*) が静岡県熱海市に多く植栽されてきた。観光資源としても有用であることが、半世紀以上前に植物分類学者の牧野富太郎博士によって唱えられ、有用な観光資源として再注目されている。また静岡県河津市にはカワヅザクラ (*Prunus x kanzakura* cv. *Kawazu-zakura*) があり、開花期には100万人もの観光客が集まるともいわれている。

Ogawa et. al (2012) は、アタミザクラの親種がカンヒザクラ (*Prunus campanulata*) とヤマザクラ (*P. jamasakura*) であること、カワヅザクラの親種はカンヒザクラとオオシマザクラ (*P. lannesiana* var. *speciosa*) であることを明らかにした。またこれらアタミザクラとカワヅザクラの親種はヤマザクラやオオシマザクラ、さらに同属近縁のエドヒガン (*P. pendula* f. *ascendens*)、及びシダレザクラ (*P. pendula* f. *pendula*) の近縁関係を調べた。

あわせて、金澤弓子他 (2010) で、雑種の原種として多くとりあげられるエドヒガンやシダレザクラ、ヤマザクラ等の巨木のサクラ (幹周が 300cm 以上) について調べた。この報告では、山梨県や福島県などにおける巨木のサクラは、盆地の河川沿いに多く生育すること、ヤマザクラの巨木は比較的少ないこと、オオシマザクラの雑種が稀に生育分布地から離れた場所にあることなどを明らかにしてきた。

2. 研究の目的

これまでアタミザクラとカワヅザクラの親種を明らかにした。しかし、他のサクラの雑種については、親種が不明なものも多い。また他の雑種の親種について、葉や花、種子などの形態や分布については不明な点が多

かった。

そこで、都市を始め広く国内で利用されているサクラの雑種の保全や作出のために、サクラの雑種の親種を遺伝子レベル、あるいは分布、形態等の様々な視点から推定することを目的とした。

3. 研究の方法

本研究では、(1) サクラが利用されてきた背景や (2) 雑種及び雑種の親種の分布を把握すると共に、雑種の親種としての候補種を用いて行った作出 (受粉) 実験による (3) 雑種ができる確率を求めた。また (4) 遺伝子レベルによる他の雑種の親種とその分布について調べ、(5) 作出した雑種及び他の雑種と親種との形態レベルの関係を求めた。具体的な方法は次の通りである。

(1) サクラが利用されてきた背景

和服に描かれる植物の柄は、意匠としてだけでなく、各時代の和服の作り手や、着る人々の植物に対する意識や嗜好、自然への興味、そこに至る社会状況等を表しているのではないかと予測した。そこで、各時代の和服の柄に描かれているサクラについても調べ、その数やその種の特徴、及びそれらに影響を及ぼしていると推測される時代背景を考察した (竹林他 2016)。

(2) 雑種や雑種の親種の分布

既往研究 (Ogawa et al. 2012) で明らかにした雑種 (アタミザクラ、カワヅザクラ) の親種であるカンヒザクラ、ヤマザクラ、オオシマザクラの生育分布とその生育状態を、国外では中国福建省から台湾、国内では沖縄諸島、静岡県伊豆半島内 (土肥、下田等)、及び四国 (徳島) で調べた。

また、ヤマザクラとオオシマザクラの両種は関東西部に多く生育していた。それぞれの種の分布や生育の特徴、雑種の有無について多摩丘陵を中心とした関東西部で調査を行った。

(3) 雑種ができる確率

ヤマザクラ、オオシマザクラ、カンヒザクラを用い、2007 年に東京農業大学や熱海市で交雑試験を行った。その後、結実した種子を採取し、発芽試験を行って稚苗を育成した。その後の 4 年間、作出した雑種を継続して観察し、生育している個体数の確率 (全交雑数に対する生育数の割合) を求めた。

(4) 遺伝子レベルによる他の雑種の親種の鑑定と親種の分布

DNA 分析によって主要な雑種と親種 (カンヒザクラ、ヤマザクラ、オオシマザクラ等) の遺伝子レベルの関係を調べた。DNA 分析は、ゲノム全体を網羅的に探索でき、あらゆる植物に応用可能な AFLP 分析を用いた。各対象種における最適な DNA 抽出方法、予備増幅及び選択的増幅プライマーの探索を行った後、野外集団から採取した試料で AFLP 分析を行った。分析によって得られたフラグメントの有無 (バンドパターン) は、主座標分析

による多変量解析, Hybrid index の算出, ベイズ推定による Hybrid class (例えば, F1, F2, BC など) の特定に使用した。これにより, 野外植物における種間雑種の形成がどの程度, どのような様式で生じているのかを解明した。なおこれらの DNA 分析は, 平成 22 年度私学助成費で購入した DNA シーケンサ(ジェネティックアナライザー, 8 本キャピラリタイプ)で行った。

(5) 作出した雑種及び他のサクラの雑種と親種との形態レベル(葉, 花, 種子等)の関係

作出して生長した個体やその親種と推測されたカンヒザクラやヤマザクラ, オオシマザクラの葉の形態(葉の長径と短径, 鋸歯の数等)や花の形態(花弁の色や枚数, 大きさ, 雄しべ・雌しべの本数, 長さ), 種子の粒径を調べた。

4. 研究成果

(1) サクラが利用されてきた背景

各時代の和服の柄に描かれているサクラは, キクに次いで多くみられた(竹林他 2016)。特に鎌倉時代の表着に多く見られた。これは品種群の「サトザクラ」がその原種であるオオシマザクラの生育地と鎌倉幕府の関わりによって生まれたと考えられた(中尾 1989)。本成果は, 当初予定しなかった内容であるが, サクラやその雑種が人の生活に利用されてきた時代などを, これまでとは異なる視点によって明らかにでき, 本研究を実施する上での導入的内容として極めて重要な成果となった。

(2) 雑種や雑種の親種の分布

植栽された個体も含めて, 観賞対象として生育しているサクラの種やサクラの雑種の分布を調べた結果, カンヒザクラを親種とした雑種が多く, これらは暖地の沿岸地で比較的多く生育していた。また, カンヒザクラを親種として推定されている雑種のもう一方の親種として, 日本で分布が確認されているヤマザクラ, オオシマザクラ, マメザクラの生育地を比較すると, ヤマザクラ, オオシマザクラの分布はサクラの雑種の生育地と大部分で一致していることが確認できた(図1)。これは, カンヒザクラの雑種のもう一方の親種がオオシマザクラ, ヤマザクラであることを支持できた。

また一方の親種と考えられているヤマザクラは, 北関東から九州地方に分布しているといわれている。しかし関東地方西部ではオオシマザクラ, 北部ではエドヒガン, マメザクラと分布域が一部重なることもみられる。そこでこれらの種間の分布の違いや, 雑種の有無を詳しく求めたところ, 関東西部の北方ではヤマザクラが, 南方ではオオシマザクラが多くみられた。その間の関東西部の多摩丘陵の中心地域にあたる川崎市, 横浜市, 東京都の境界域では, 雑種と思われる個体が多く

見られた(野口他 2016)。

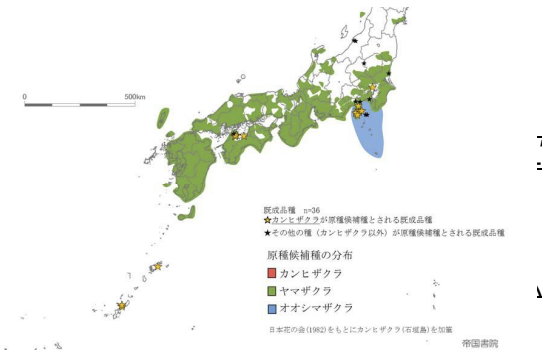


図-1 品種の生育地とその親種としての候補3種の分布

(3) 雑種ができる確率

人為的に交配し, 結実, 発芽, 生長し, 4 年後に残った実生の数を求め, 交雑した数に対する割合を計算した結果, 作出した雑種の交雑数に対する生存個体の割合(生存率)は, カンヒザクラ× オオシマザクラ(早咲き性)で 42.6%となった。また, 花粉親をカンヒザクラとした交雑試験では, ヤマザクラ× カンヒザクラ 1.5%, オオシマザクラ× カンヒザクラ 9.1%, オオシマザクラ(早咲き性)× カンヒザクラ 22.8%となった。

交雑(受粉)した花の数に対する, 結実, 種子発芽を経て発芽後 4 年目に生存している個体数の割合(残存率)は, ヤマザクラ× カンヒザクラ 0.2%, オオシマザクラ× カンヒザクラ 0.8%, オオシマザクラ(早咲き性)× カンヒザクラ 3.2%となった(図-2)。

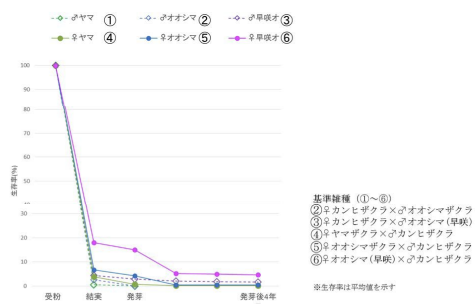


図-2 作出した雑種の4年間の生存率

(4) 遺伝子レベルによる他の雑種の親種の鑑定と親種の分布

これまで明らかにされていないサクラの雑種の親種とその親種の分布の違いについて, 遺伝子レベルで調べた。

早咲きのサクラ品種として14 品種を取り上げ, これらの親種として, カンヒザクラとオオシマザクラ(*P. lannesiana* Wils. var. *speciosa* Makino), ヤマザクラ(*P. jamasakura* Sieb.) の3種を選定した。カンヒザクラは中国, 台

湾,日本に生育する個体を供試した。主座標分析(PCoA)およびSTRUCTURE解析の結果,中国,台湾,日本のカンヒザクラは,地域集団ごとに異なる遺伝的組成が示された。さらに,日本の早咲きのサクラ品種は,その大半が日本のカンヒザクラに由来しており,台湾の早咲きのサクラ品種は,その大半が台湾のカンヒザクラに由来することが示唆された。また,中国や台湾のカンヒザクラの中には日本の系統の遺伝子を保有する個体の存在が示唆された。これは,異なる地域のカンヒザクラ系統あるいは早咲きのサクラ品種からの遺伝子の移入が起きていることを示していると考えられた。

早咲きのサクラ品種において,14品種のうちカンヒザクラとオオシマザクラの雑種が5品種,カンヒザクラとヤマザクラの雑種が4品種,原種の変異個体が3品種であると推察された。また残りの2品種では複数の遺伝的組成を有していた(金澤他2016)。

(5) 作出した雑種及び他のサクラの雑種と親種との形態レベル(葉,花,種子等)の関係

作出した雑種及び他の雑種と,親種との比較を葉の形態によって試みたが,その関係はみられなかった。

種子の形態を比較したところ,作出した雑種の種子のうち,カンヒザクラを種子親()として結実した種子は,同種を花粉親()として結実した種子に比較して長径および短径にばらつきが少なく,細長い形状を示す傾向が見られた。また,種子親()の種の違いによって種子の大きさが異なる傾向が見られた。特にヤマザクラが種子親()である雑種の種子は,他種を種子親()とした雑種の種子に比較し,小さくなった。この結果から,作出した雑種の種子の形態では,交雑した種の正逆間の差が種子の形態に関わっており,さらに交雑する種の組合せによっても種子の形が変化することが示唆された。

作出した雑種と親種,その他の品種の種子の形態を図3,4にまとめた。作出した雑種と雑種を作出する際に用いた親種4種(カンヒザクラ,ヤマザクラ,オオシマザクラ,オオシマザクラ(早咲き性))の種子の長径と短径をみると,作出した雑種の種子は種子親()に用いた種と近い値となっていた。また,オオシマザクラ(早咲き性)とカンヒザクラの種子は,ほぼ等しい大きさ(形)となった(図3)。さらに,作出した雑種の種子の長径・短径と,カンヒザクラが原種と推定されるその他の品種の長径・短径とを比較した。その結果,種子親()がカンヒザクラであることがわかっている‘陽光’の種子の長径と短径は,作出した雑種のうち種子親()がカンヒザクラである雑種とほぼ等しい大きさ(形)であることが示された(図4)。

また,‘河津桜’,‘修善寺寒桜’,‘寒桜’は基準雑種のカンヒザクラが花粉親()の

個体とほぼ等しい大きさ(形)であり,‘琉球寒緋桜’は,カンヒザクラを種子親()または花粉親()として作出した両雑種の間中の位置に示されていた。

これらの作出した雑種と原種およびその他の品種を比較した結果から,カンヒザクラの交雑によりできた雑種は,種子親()によって種子の大きさ(形)が異なっており,このことが種や品種の識別,品種の親種の推定の一助となる可能性が示唆された。

またこれまであまり詳しく明らかにされていない台湾に自生するカンヒザクラの花の形態について分析したところ,‘琉球寒緋桜’と,どちらとも区別できない‘中間型’雑種は,台湾に生育するこれら3つの花の形態(花弁の大きさ)と違いがみられた。さらに沖縄と台湾のカンヒザクラの花の形態(花弁の大きさ)には明確な差はみられなかった。ただし,沖縄のカンヒザクラは花弁の大きさにばらつきがみられ,台湾のカンヒザクラに比較し個体変異が大きかった。これらの結果,近縁種であっても花弁の大きさは比較を行う際に有効となる形質であることが示唆された。

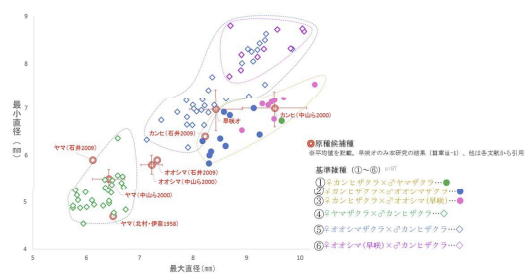


図3 作出した雑種と親種の種子の形態(最大直径/最小直径比)

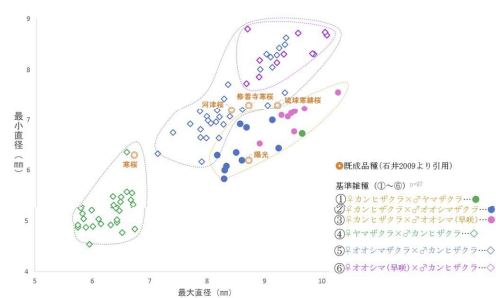


図4 作出した雑種とその他の雑種の種子形態(最大直径/最小直径比)

<引用文献>

金澤弓子, 亀山慶晃, 李景秀, 濱野周泰, 鈴木貢次郎(2016) 早咲きのサクラ品種とカンヒザクラ地域集団の遺伝的關係, 園芸学研究, 査読有り(印刷中)
 金澤弓子・東中祐美子・小林伸二・斉藤真吾・鈴木貢次郎・濱野周泰・染郷正孝(2010) 山梨県内におけるサクラの巨木の種とそ

の生育場所及び生育状態,樹木医学研究 14 (1), 9-14.
中尾佐助(1989):花と木の文化史第7刷:岩波書店,216pp
鈴木貢次郎(2015)巨木を観る~巨木から学ぶ~,44-45,東京農業大学出版会
Suzuki, Kojiro, et. al (2015) Landscape Architecture of Tokyo University of Agriculture, JAPAN eds. Takahashi Shinpei, Tokyo University of Agriculture Press.116pp.
竹林枝美,鈴木貢次郎,濱野周泰(2016)表着の柄に描かれた植物の種数が増えた時代と種の特徴,ランドスケープ研究,査読有り 79, 403-408

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

金澤弓子, 亀山慶晃, 李景秀, 濱野周泰, 鈴木貢次郎(2016)早咲きのサクラ品種とカンヒザクラ地域集団の遺伝的關係, 園芸学研究, 査読有り(印刷中)
竹林枝美, 鈴木貢次郎, 濱野周泰(2016)表着の柄に描かれた植物の種数が増えた時代と種の特徴, ランドスケープ研究, 査読有り 79, 403-408.

〔学会発表〕(計2件)

金澤弓子, 亀山慶晃, 李景秀, 濱野周泰, 鈴木貢次郎(2016)カンヒザクラ地域集団と早咲きのサクラ品種の遺伝的關係, 日本生態学会, 2016年3月21-24日(宮城・仙台)
野口翔, 亀山慶晃, 鈴木貢次郎(2016)多摩丘陵におけるヤマザクラ地域集団の遺伝的組成, 日本生態学会, 2016年3月21-24日(宮城・仙台)

〔図書〕(計2件)

SUZUKI Kojiro et. al (2015) Landscape Architecture of Tokyo University of Agriculture, JAPANeds. Takahashi Sinpei, Tokyo University of Agriculture Press.116pp.
鈴木貢次郎(2015)巨木を観る~巨木から学ぶ~,44-45,東京農業大学出版会

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 件)

名称:
発明者:

権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕

本成果の一部は,金澤弓子,博士論文「種子繁殖法による早咲きのサクラの品種形成に関する研究」(2016年1月13日)に報告された。

6. 研究組織

(1)研究代表者

鈴木貢次郎(SUZUKI Kojiro)
東京農業大学・地域環境科学部・教授
研究者番号:80256643

(2)研究分担者

亀山慶晃(KAMEYAMA Yoshiaki)
東京農業大学・地域環境科学部・教授
研究者番号:10447047

(3)連携研究者

()

研究者番号: