タブレット端末を利用した植物学習と樹木管理のためのサクラ属のデータベース (CerasusDB) の開発

中村彰宏^{*1)}・守村敦郎²⁾

1) 大阪府立大学生命環境科学研究科 Grad. School of Life and Envi. Sci., Osaka Pref. University

2) 人間環境大学人間環境学部 University of Human Environments

摘要: 野外における効率的な植物学習と樹木管理のために、タブレット端末で動作するサクラ属のデータベースシステム (CerasusDB) のプロトタイプを開発した。都市内緑地の 44 種類のサクラ属の図鑑データベースと、樹木管理データベースを作成した。図鑑データベースでは、名前や開花時期等の単独キーや複数の花の形態による検索と抽出ができ、画像拡大表示などデジタル端末でのメリットを活かす機能を付けられた。管理データベースでは、個体ごとの基礎データに 2 年分の開花画像を自動的に抽出と表示できる機能を付け、WebGIS による個体位置の記録と修正を従来の測量よりも効率的に実施することが確認できた。

キーワード: データベース, タブレット端末, 植物学習, 樹木管理, サクラ属, 画像データ

NAKAMURA, Akihiro and MORIMURA, Atsuo: Development of a database system (CerasusDB) for plant identification and tree management in *Cerasus* with tablet terminals.

Abstract: For effective plant identification and tree management in the field, a prototype tablet terminal database system in *Cerasus* was developed. The database of 44 *Cerasus* species and cultivars was intended for *Cerasus* guide and management of planted tree on an urban campus. Target *Cerasus* species and cultivars could be extracted from the database with a single query key, such as name or flowering period or the combination of several keys. Tree images of current two years were automatically arranged in the database for tree management and the location of trees were revised with the WebGIS effectively.

Key words: database, tablet terminals, plant identification, tree management, *Cerasus*, image data

1. はじめに

植物の名前を覚えられることは、植物に対する馴染みを生み、他の植物群、他の生物との関係にも関心が高まることにつながると考えられる。それゆえ、植物の名前を覚えることは、植物の種多様性を理解する一歩と言え、里山での問題、都市内外での外来種問題、野生動物の保護と管理なども含めた生態系管理を考えることにもつながる可能性がある。

植物の名前を覚える、識別する能力を養うには、植物に詳しい人について教えてもらう、植物に詳しい人が行う観察会で訓練することが効果的である。しかし、植物に詳しい人の数や観察会への参加者数も限定されるため、自力で学習可能なツールの開発が望まれる。植物を学習・識別するのに便利なツールは増加し、樹木を識別するのに有用な図鑑^{1,2,6,11,13)}は多く出版され、電子図鑑²³⁾、植物の検索または閲覧できる web ページ⁴⁾、植物を検索するアプリ^{5,12,19)}もある。

植物の各種形態は、均質な工業製品とは異なり、個体や環境によって変化するため、種内の変異性を考慮した学習が必要となる。多くの図鑑では、葉や花などの代表的な数枚の写真のみが掲載され、環境や遺伝子等によって生じる変異の幅を学習することは困難である。種を正しく識別するためには、

種の変異幅を認識する必要があり、そのためには野外で多くの植物を観察することが必須となる。

樹木学習時には冊子体の図鑑を野外に持ち出して該当候補種を検索することが一般的な学習方法である。葉の形状から検索できるコンパクトな図鑑^{1,2)}もあるが、写真情報は少ない。多くの写真のある図鑑¹³⁾では、図鑑が重く携帯性に優れない。さらに、種数が少ない場所では、図鑑の掲載種の増加は存在しない種の増加、つまり、不必要な情報の増加、検索のハードルが上がることを意味する。それゆえ、最も使いやすい図鑑は、対象地に存在する種のみを掲載した図鑑である。

ネットワークに接続できる環境であれば、野外でも web 上の植物検索システムのタブレットやスマートフォンからも利用できる。タブレット端末を使用した学習システムとして、PDA とネットワーク環境を利用した植物観察²¹⁾やバードウォッチングの学習システム³⁾、タブレット端末に組み込んだ植物図鑑^{8,14)}を用いた教材も開発されている。

特定の緑地を対象とした植物図鑑^{22,23)}は、植物を学習する一般市民だけでなく、緑地を管理する者にとっても重要である。多様な種が植栽された公園などでは、存在する植物種を容易に確認することが困難なこともある。生育や管理状況は、個体ごとに定期的に調査してまとめておくことが望ましい。

* 連絡先著者 (Corresponding author) : 〒599-8531 大阪府堺市中区学園町 1-1 E-mail : nakamura@envi.osakafu-u.ac.jp

植物の生育状態を文章で的確に表現することは困難なため、画像入りの台帳があれば管理に役立つ。しかし、画像とテキストデータを同時に管理するシステムは開発されておらず、画像入りの台帳作成には、多大な労力を要する。

そこで、特定の緑地の樹木群であるサクラ属を対象に、学習と管理面で利用できるデータベースを構築し、その効果を評価することを目的とした。サクラは、春に最も馴染みの深い植物で、野外に携帯できる多くの図鑑があるが非常に多くの栽培品種が存在し、十分に理解されていないこと、さらに、人々が毎年花見を楽しみにしており良好な生育状態を維持するための個体の管理が重要だからである。本研究では、まず、野外で利用できるサクラのデータベースのプロトタイプを開発し、その作業効率の一部を評価し、このデータベースの今後の発展可能性を検討した。

2. 方法

2.1 研究の概要

本研究は、野外での植物の観察や開花状況調査などで利用でき、学習と管理の両面で役立つデータベースを作成することが第一の目的である。携帯性とデータ格納量、様々な対象地への応用性を考え、冊子体ではなくタブレット端末を用いることとした。野外でタブレット端末を用いて、植物の特徴を観察しながら様々な方法で検索、候補種を絞り込む機能を持ち、管理用の個体検索、過去の画像を抽出できるデータベース開発と評価を目的とした。

2.2 タブレット端末と開発ソフトの選定

野外で用いる端末は、携帯性や画面の大きさと解像度、操作性を考慮し、ノート PC ほど大型ではなく、スマートフォンほど小型でない、中型のタブレット端末とした。タブレット端末の性能には、軽量で野外に持ち出せ、観察結果を記録、撮影するためのカメラがあり、鮮明な画像を描画できる高解像度のディスプレイをもつことを条件とした。

データベース開発に用いるアプリケーションソフトの性能には、PC で開発したファイルをタブレット端末へ転送、動作でき、開発や画像データの格納が容易、タブレット端末のカメラ機能と連動すること、検索、抽出機能に優れていることを条件とした。これらの条件から、タブレット端末には画面サイズが 9.7 と 7.9 インチである iPad (Air2 と mini2, Apple 社)、アプリケーションソフトには File Maker Pro15 Advanced (File Maker Inc., 以下 FMPro とする) を採用した。FMPro で作成したファイルは iPad 上では動かないが、FMPro の姉妹版と言える編集機能のない無料のアプリケーションである File Maker Go (File Maker Inc., 以下 FMGo とする) で動作する。それゆえ、PC の FMPro で開発し、野外ではタブレットの FMGo で操作することとした。

2.3 対象地と対象植物

本研究では、都市内緑地を対象とし、多くの一般市民が毎年観察するサクラを対象植物とした。100 種類以上が植栽さ

れる桜の名所は、サクラに馴染みのない人が観察するには種類が多すぎる可能性がある。そこで、適度な種類があり、アクセスが悪くない開放された、大阪府堺市に位置する大阪府立大学の中百舌鳥キャンパスを対象地とした。サクラ属 (*Cerasus*) をサクラとし、2014 年から 2016 年の春に、キャンパスを踏査して、サクラ個体へのナンバリング、開花と生育状況の調査、種および栽培品種の同定、ハンディタイプの GPS (etrex 20J, ガーミン社) での個体位置記録、写真撮影を行った。キャンパス内の実験園場等は対象外とした。

2.4 検索方法の検討

本研究で作成するデータベースの検索方法を考えるために、既存の野外へ持ち出せるサクラの図鑑やホームページ(冊子体 3 点^{9,10,17)}、タブレット端末で動くアプリケーション 1 点²³⁾、ホームページ 3 点^{7,16,18)} の計 7 点を参考に、種類の検索方法を検討し、以下でデータベースを構築した。

2.5 編集可能な植物位置記録システム

ハンディタイプの GPS で記録した個体位置情報は、GIS ソフト (ArcGIS for Desktop10.2.2, ESRI 社) を用いて、空中写真を背景に GIS データ化した。ハンディタイプの GPS は、価格や操作性に優れるが誤差が大きい。そのため、個体位置の再調査が必要だが、個体数が多い緑地での正確な再調査には多大な労力を要する。そこで、現地において少ない労力で位置情報を記録修正できる web からアクセス可能な WebGIS の構築を試みた。WebGIS のサーバ側は、ノウハウが入手しやすく、API が最も充実している ArcGIS for Server Enterprise (ESRI 社) をアプリケーションサーバとして導入し、その他のオープンソースのデータベース管理システムである PostgreSQL, Web サーバである IIS (Internet Information Services, Microsoft 社) で独自に構築した。一方の、これにアクセスし情報を閲覧、編集するクライアント側は、ブラウザ上で動作する Web アプリケーションとして JavaScript 言語により作成した。本 Web アプリケーションは、タブレット端末上の web ブラウザおよびデータベース中からもタッチによる操作ができるように構築した。

2.6 サクラのデータベース(CerasusDB)構築と評価方法

本研究で構築するデータベースは、花の観察時に用いる種・栽培品種等の学習用の図鑑、管理用の個体の記録や画像を閲覧できる 2 種の機能をもつ仕様である。

学習用の図鑑データベースには、種・栽培品種等ごとに、名前、簡単な説明、各種画像、開花時期などの項目を設定し、通常のサクラの図鑑のように 1 ページに 1 種類が表示されるレイアウトとし、多様な方法でこれらのページにたどり着く検索方法を FMPro のスクリプトで作成した。

管理用のデータベースには、個体情報として、樹木番号や種・栽培品種名、個体の全画像や開花時の画像やコメントの項目を設定した。開花状況の画像は定期的に複数回取得することを想定し、個体の基礎情報と、定期的に撮影される画像を関連させて、一つのページに抽出・表示できるレイアウト

トを FMPro のポータル機能を用いて作成した。開花時のカメラ撮影、個体の位置情報検索、WebGIS での操作も FMGo のアプリ内で完結できるような作成を目指した。なお、レイアウトやスクリプトの作成には、市販のガイドブック^{15,20)}を参考にした。この学習と管理の2種で構成されるシステムが本研究で開発したデータベース (CerasusDB) である。データベースの作業効率の評価を、後処理を含めたデジタルカメラ撮影とタブレットによる直接撮影に要する時間の比較、従来のコンパス測量と内業および GIS データ化と WebGIS での個体位置図の作成と修正にかかる時間の比較から行った。

3. 結果と考察

3.1 対象地のサクラの個体数と同定種類数

2016 年の調査中に開花を確認できたのは 415 個体だった。そのうち、ヤマザクラとオオシマザクラ等の雑種と考えられるもの、栽培品種で同定できなかったものが 23 個体あり、392 個体、44 種類を同定でき、これらを対象とした。

3.2 対象地における種、栽培品種等の開花時期

各種類の開花の初確認は、秋と冬に、'十月桜'、'アーコリード'、ヒマラヤザクラ (*Cerasus cerasoides* Sokolov), '冬桜'が、その後、2 月上旬に'河津桜'、2 月下旬にカンヒザクラ (*Cerasus campanulata* A. Vassiliev), 3 月上旬に'オカメ'、3 月中旬に'大寒桜'、シナミザクラ (*Cersus pseudocerasus* G.Don), '陽光'、'椿寒桜'が開花し、3 月下旬と 4 月上旬には多くの種類が開花し、4 月中旬には 6 種類の栽培品種のみが開花し、4 月下旬に開花した種類はなかった。

3.3 図鑑データベースの構築

本研究で最終的に作成した図鑑データベースの検索のフローチャートを図-1 に示す。図-2 は、各種の検索ページから最終的に移動する解説ページであり、種や栽培品種等の名、簡単な解説、開花時期、花冠、花序、全景、がく片、小花柄や苞、葉の画像を格納した。さらに、栽培品種を同定するのに重要な花の形質である、がく片の鋸歯の有無、小花柄の毛の有無も格納した。種類ごとの解説ページにある情報は、一般の図鑑に存在するものと大きな相違はない。しかし、このデータベースに格納された、各種画像は、実際に図-2 より大き

図-1 図鑑データベースのフローチャート

Fig. 1 Flow chart of the database for a *Cerasus* guide.

な画素数をもつデータが縮小表示され、各画像をタップすることで拡大表示できる。それゆえ、小花柄や萼筒などに存在する毛の状態も詳細に確認できる。これらは、紙面スペースに限りがある冊子体では困難であり、デジタル端末ならではの利点である。図-3 は各種検索のレイアウトであり、44 種類の名前 (1)、開花時期 (2)、花色 (3)、花冠径(データ非表示)、開花期とがく片の鋸歯の有無と小花柄の毛の有無による複数検索 (4)、名前の由来のタイプ別の解説 (データ非表示) を作成した。検索用のレイアウトは、視覚的にわかりやすくするためにそれぞれを 1 ページに収めた。既存のサクラの図鑑^{9,10)}のように、花の縮小画像をアイコンのようなボタンとして配置することを原則とした。名前や開花時期には偏りがあるため、これらの検索レイアウトは小さなボタンを使用した。ボタンに花色をもたせて、その種類の特徴がわかるようにした。冊子体の図鑑でも^{9,10)}、ページ端に開花時期、花色のインデックスがあり、ページをめくりながら該当の種類を探すことできる。本データベースでは、冊子体と異なり、紙面の制約がないため、いくつもの検索レイアウトを作成できた。1 ページに花画像または色つきで対象種が一覧表示されるため、検索の必要がない場合でも、様々な種類のサクラの特徴を比較でき、学習用としても有効と考えられる。図-3(4)には、各種類のデータの中から、開花時期とがく片の鋸歯の有無、小花柄の毛の有無といった、サクラに馴染みのない人でも識別しやすい複数の特徴から検索・該当する候補種を抽出するレイアウトを作成した。サクラの花の形態にも変異があり、がく片の鋸歯は、花によってはなく、あってもわずかなどと変わることがある。それゆえ、このような種類については、どちらの場合にも抽出できるように対応させた。また、花径一覧から花冠の大きさの数値から該当種へ移動する検索も作成した。一般的な web 上の検索では、完全一致データだけが抽出されるが、本研究では、平均花花冠径から±10 mm のサイズを抽出するスクリプトを作成し、幅のあるデータ抽

図-2 図鑑データベースの解説ページ

Fig. 2 Screen capture of the species or cultivar page of the database for a *Cerasus* guide.

図-3 図鑑データベースの検索レイアウト

Fig. 3 Screen capture of the search layout of database for a *Cerasus* guide.

出ができた。表-1 に既存の図鑑や web 上のサクラの図鑑との機能比較を示し、本データベースは既存の図鑑よりも多くの検索方法をもつことが判明した。

3.4 管理データベースの構築

管理用データベースでは、個体ごとの植栽位置や生育状況の把握が目的である。そのため、1.基礎データの入力と過去の開花画像の確認、2.開花や生育状況調査における写真撮影と格納、3.WebGIS への入力、4.樹木番号確認と検索ができるように作成した。このデータベースの

図-4 管理データベースのフローチャート

Fig. 4 Flow char of the database for a tree management.

図-5 管理データベースの個体表示と入力レイアウト

Fig. 5 Screen capture of layout of the individual and input page of the database for tree management

表-1 既存の図鑑との機能比較

Table 1 Function comparison to the existing guides.

	本データ ベース	日本の桜 9)	サクラハト ブック ¹⁷⁾	さくら図 鑑 ²³⁾	さくら品 種図鑑 ⁷⁾ 16)	桜図鑑 くや図鑑 ¹⁸⁾	このはなさ くや図鑑 ¹⁸⁾
解説種類	44	129	36	177	140	380	約540
使用時のweb 接続必要性	なし	なし	なし	なし	必要	必要	必要
検索方法							
名前	○	○	○	○	○	○	○
開花時期	○	○	○	○	○	○	○
花の色	○	○	○	○	○	○	○
写真	○	○	○	○	○	○	○
花形	○	○	○	○	○	○	○
花弁数	○	○	○	○	○	○	○
花の大きさ	○	○	○	○	○	○	○
その他	花の大き さ(数値)		似た種と の区別方	位置番号			
複数特徴							

フローチャートを図-4 に示す。基礎となるデータベースには、個体番号、名前、個体情報、開花確認日、開花確認チェック、コメント、個体全景画像、開花状況画像を格納するフィールドを設定した。1.の基礎データと、2.の開花状況調査での使用する画像をリンクさせるために、同一のテーブルを使用し、2つのレイアウトを用意して入力や表示の効率性を高めた。同定できた全個体の番号と名前と画像を、1.の基礎データとしてPC上のFMPProでデータベースに格納した。2.の開花状況画像の入力は、過去の撮影画像をPCから格納するとともに、現地でタブレット端末のカメラを用いて図-5(1)のように直接撮影して格納した。この入力レイアウトで、開花確認をチェックした画像のみが、1.のレイアウトに抽出されるように設定した(図-5(2))。2年間の開花状況を表示する設定としたが、表示年数の変更も可能である。

構築したWebGISは、ネットワークに接続したPCやタブレット上のブラウザからアクセスでき、FMPProのWebビューア機能を用いてデータベースからも直接アクセスできるようにした(図-6(1))。WebGISでは、種類を選択し、マップ上で対象個体の位置へスワイプ(スライド)、ピンチイン・アウトで移動と縮小拡大し、タップ(タッチ)することで個体位置のポイントを生成でき、樹木番号の入力やリンク画像の表示もできる。さくら図鑑²³⁾と同じように、対象個体の番号を入力することで、対象個体のページへ移動するレイアウトを作成した。1枚で全域を大縮尺でカバーするのは困難なため、さくら図鑑²³⁾と同じように、対象個体の番号を入力することで、対象個体のページへ移動するレイアウトを2縮尺の画像で作成し、樹木番号入力で該当個体へ移動するレイアウトを作成した(図-6(1), (2))。この大縮尺の空中写真画像に番号を割り当てたことで、貼り付けたナンバーテープの消失時でも、樹木番号を知ることができる。

3.5 管理データベースの作業効率の評価

タブレット端末で直接撮影・配置した場合とデジタルカメラで撮影・配置した場合に要した時間を表-2に示す。1個体当たりの撮影時間は、2地点ともデジタルカメラの方がタブレット端末よりも短く、1回目よりも2回目の方が両手法で短かった。撮影から画像配置までの全体処理にかかる1個体あたりの時間は、デジタルカメラ使用時の1回目と2回目で

表-2 デジタルカメラとタブレット端末での個体毎の作業時間

Table 2 Work time per an individual tree by a digital camera and a tablet terminal.

場所	個体 数	総延長 (m)	被験 者数	方法	撮影時間 mean±SE (sec)	画像移動・配置 mean±SE (sec)	全体時間 mean±SE (sec)
A	21	105	3	デジカメ	34.3±6.3	27.6±1.4	61.9±7.2
				タブレット	50.5±12.1	-	50.5±12.1
B	12	55	3	デジカメ	25.6±8.6	42.0±4.7	49.6±11.2
				タブレット	31.3±8.9	-	31.3±8.9

は62秒と50秒、タブレットによる撮影と配置では51秒と31秒だった。タブレットでの撮影に長い時間を要したが、全体での処理時間はタブレット端末の方が短かった。2回目には、タブレット端末での撮影時間が短縮し、操作に十分に慣れれば、タブレット端末のみでより効率的に写真撮影と配置を行えることが判明した。ただし、落下や損傷防止用のビニールケース装着時には高温等によってダウンしたことがあったため、デジタルカメラよりもタブレット端末の使用には注意が必要であることも判明した。

WebGISの作業の効率性の評価では、A地点での21個体(表-2)の現地測量とGIS入力において、コンパス測量に37分、内業(データ入力、チェック、座標計算、ファイル出力)に11分、GISおよびWebGISへの入力と調整に8分の計56分を要した。一方、タブレット端末で直接画像を見ながらの調整には22分、ノートパソコンを用いた調整には9分を要した。タブレット端末では、編集画面の操作などに時間を要したが、直接空中写真を見ながら操作できたため、測量に比べて大きく時間短縮できた。ノートパソコンを用いた場合には、屋外だがマウスを用いて画像を見ながら現場で作業できたため、より短時間で位置調整ができた。今回のように個体間距離があり空中写真で個体位置を認識できる場合には、WebGISで作業を効率化できた。しかし、写真からの個体判別が困難な場合には測量が必要なこともあるだろう。

3.6 今後のデータベースの発展性

本研究では1カ所の緑地を対象として44種類のサクラのデータベースを作成した。デジタルデータであるため、図鑑データを修正して他の場所への応用も容易である。検索レイアウトのボタン等は、手動で修正する必要があるが、新規種類の追加や、存在しない種類の削除が容易である。あらかじめ植栽頻度の高い100種類程度のデータを準備しておけば、多くの緑地の図鑑をすぐに作成できる。本研究では、まずデータベースとタブレット端末を用いた学習と管理への応用のために、プロトタイプとしてデータベースを作成した。両面で使用できることが確認できたが、今後は学習や管理面における使いやすさをアンケート調査などによって検証して改良することも必須である。また、サクラだけでなく、他の植物群についての展開も必要である。

謝辞：一部のサクラの種類は国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 勝木俊雄 チーム長に同定していただき、多くの示唆を頂いた。ここに厚く御礼申し上げます。

図-6 管理データベースの WebGIS と個体番号検索レイアウト
Fig.6 Screen capture of the layout of WebGIS and a map for individual tree number search at different scales.

なお、本研究の一部は JSPS 科研費 JP15K07831, 公益財団法人新技術開発財団の助成によるものである。

引用文献

- 1) 尼川大録・長田武正 (1988) 樹木 〈1〉. 保育社, 208pp.
- 2) 尼川大録・長田武正 (1988) 樹木 〈2〉. 保育社, 206pp.
- 3) Chen, Y.S., Kao, T.C., Sheu, J.P (2003) A mobile learning system for scaffolding bird watching learning. *Journal of computer assisted learning*, 19:347-359.
- 4) 千葉県立中央博物館. "樹木検索図鑑 ver1.0". 千葉県立中央博物館ホームページ. <http://www.chiba-museum.jp/jyumoku2014/kensaku/index.html> (参照: 2017 年 3 月 5 日).
- 5) 林将之 (2013) 葉っぱで気になる木がわかる Q&A で見分ける 350 種 樹木鑑定. PROUCEMEDIA, K. K., アップルストア.
- 6) 林将之 (2014) 樹木の葉 実物スキャンで見分ける 1100 種類 (山溪ハンディ図鑑). 山と溪谷社, 760pp.
- 7) 石川県. "さくら 品種図鑑". 石川県ホームページ. <http://www.pref.ishikawa.lg.jp/ringyo/sakura/index.html> (参照: 2017 年 3 月 5 日).
- 8) 梶山朋子 (2012) 小中学校教諭による植物図鑑 iPad アプリケーションの評価. 電子情報通信学会技術研究報告, 112(300): 7-11.
- 9) 勝木俊雄 (2009) 日本の桜. 学研教育出版, 264pp.
- 10) 勝木俊雄 (2014) 日本の桜. 学研教育出版, 175pp.
- 11) 木原浩・田中秀明・川崎哲也・大場秀章 (2007) 新日本の桜. 山と溪谷社, 263pp.
- 12) Mizutani, Masahiro (2017) 花しらべ 花認識/花検索 3.4.1. Knowledge System Inc., アップルストア.
- 13) 茂木透・勝山輝男・太田和夫・崎尾均・高橋秀男・石井英美・城川四郎・中川重年 (2000) 樹に咲く花—離弁花 (1) (山溪ハンディ図鑑). 山と溪谷社, 719pp.
- 14) 村津啓太・舟生日出男・楠房子・武田義明・井上晴香・山口悦司・稲垣成哲・杉本雅則・溝口博 (2014) モバイル端末を用いた植物観察支援システム「ポケット植物図鑑」の開発と評価. *科学教育研究*, 38(4): 228-237.
- 15) 野沢直樹 (2014) FileMaker Pro 13 スーパーリファレンス for Windows & Macintosh. ソーテック社, 408pp.
- 16) 日本花の会. "桜図鑑". 日本花の会ホームページ. <http://www.hananokai.or.jp/sakura-zukan/> (参照: 2017 年 3 月 5 日).
- 17) 大原隆明 (2009) サクラハンドブック. 文一総合出版, 88pp. (参照: 2014 年 8 月 8 日).
- 18) 桜旅人「兵庫県西宮市桜研究家\ (T.F) /」. "このはなさくや図鑑日本の桜". このはなさくや図鑑 ホームページ. <http://www7b.biglobe.ne.jp/~cerasus/cera-a/b-oosakafuyu.html> (参照: 2017 年 3 月 5 日).
- 19) Sutherin, S., Lombard, K. and Hilaire, R. S. (2013) Southwest plant selector: A mobile app for homeowners. *HortTechnology*, 23(5): 602-609.
- 20) 谷尻かおり (2011) iPhone/iPad+データベースによる実用システム開発入門. 技術評論社, 464pp.
- 21) Yueh-Min Huang, Yen-Ting Lin, Shu-Chen Cheng (2010) Effectiveness of a Mobile Plant Learning System in a science curriculum in Taiwanese elementary education. *Computers & Education*, 54(1):47-58.
- 22) 吉丸博志 勝木俊雄 (2014) サクラ保存林ガイド —DNA・形質・履歴による系統保存—. 森林総合研究所, 114pp.
- 23) 財団法人遺伝学普及会 (2016) さくら図鑑 1.0.12. Trytech Co. Ltd., アップルストア.

(2017 年 6 月 30 日受理)