

サクラ開花予測モデルの調査と評価

小山 佳代¹ 小林 来未子¹ 成 凱^{1,a)}

概要: サクラの開花日に合わせたイベントが開催されており、現代社会において多くの利益を生み出している。しかし地球温暖化をはじめとする様々な要因より、例年サクラが開花する時期の予測が難しく、イベント開催の予定が立て辛いという問題がある。現在、3種類のサクラ開花予測モデルが一般的であるが、どの方法がどういった場合に適しているか、開花予測モデルの調査と評価が必要である。本研究では、過去の最高気温・平均気温をグラフ化し、気温の温度変化と3種類それぞれの開花予測日を比較し、その差分を考慮しつつ、分析・評価を行った。結果、2月1日から3月31日までの間に1日の平均気温が5度を下回る日が存在するか否かで、有効な予測モデルが変わることが判明した。今回の結果は、今後他の果樹の開花予測モデル選定の参考になると期待される。

Investigation and Evaluation of Cherry Blossoms' Blooming Prediction Models

1. はじめに

サクラは、日本の春の象徴、文化や旅立ちの象徴であり、サクラの開花日に合わせたイベントが開催されており、現代社会において多くの利益を生み出している。しかし地球温暖化をはじめとする様々な要因より、例年サクラが開花する時期の予測が難しく、イベント開催の予定が立て辛いという問題がある。

サクラは、バラ科サクラ属の中の一類をいう。サクラ属にはウメやモモの亜属が存在し、そのうちのサクラ亜属のことをサクラと呼んでいる [2]。一般的にサクラの花芽は6月頃につき始め、暑いうちに形成される。また秋になると葉を落として養分を花芽にため、休眠に入る。その後、十分に冬の寒さの中休眠し、一定の気温の上昇を感知し、花を咲かせる。この冬の寒さのあとに暖かさを感知することを「休眠打破」と呼ぶ。また、休眠条件は摂氏5度とされている。先述したことから分かるように、サクラの開花には気温の高低が大きく関与する。一度気温が下がった後、十分な暖かさになると、サクラは開花する。

現在様々なサクラの開花予測方法が考案されており、うち主に3種類の方法を使って予測している。しかし、どの

方法が最も実際の開花日と近くなるのかについて書かれている記事や論文、ニュースを発見することが出来なかった。本研究の目的は、最も有効的な開花予測方法を調査・評価することにより、個人がお花見をするための計画立てにはもちろん、開花日に合わせたお店の運用方法に役立てたり、地球や日本の温度とサクラの関係も知ったりすることが可能になり、よりよい暮らしを育むことができる。

2. 3種類の開花予測方法

以下では、今回使用する3種類の開花予測方法について記述する。なお、晩秋から冬にかけての寒さ度合いの関与については、以下で紹介する3つの開花予測は2月以降の気温を使用するため、考えないものとする。また、花芽の休眠が終了する休眠打破の日を2月1日と仮定し、開花予想の起算点と設定する。開花予測をする際に作成したプログラムは zip ファイルで別添えをし、概要は3に記述する。

方法 1: 400 度の法則

休眠打破の日以降の平均気温の合計が 400 度に達する頃にサクラが開花するというものを使用し、開花予測を行う方法である [8]。

方法 2: 600 度の法則

休眠打破の日以降の最高気温の合計が 600 度に達する頃にサクラが開花するというものを使用し、開花予測を行う方法である [7]。

¹ 九州産業大学
Kyushu Sangyo University,
2-3-1, Higashi-ku, Fukuoka, 813-8503, Japan
a) chengk@is.kyusan-u.ac.jp

方法 3：DTS 合算値の利用

DTS とは、温度変換日数のことであり、ある温度における 1 日分の生長が 15 度に換算すると何日分に相当するかを示す量のことである。次の式が DTS を求める式である [3]。

$$DTS = \exp\left(9.5 \times 10^3 \times \frac{t - 288.2}{t \times 288.2}\right) \quad (1)$$

t：当該日平均気温の絶対温度 (K)

式 (1) を使用し DTS 値を利用して、開花予測をする。DTS 値が 27.53 になれば開花するという説もあるが、詳しくは情報公開されていないため、今回はいくつかの閾値を設定し、開花予測を行う。

3. 作成したプログラムの概要

プログラムを作成する目的は、サクラの開花予測をする上でどの方法が最も適しているのかを求めるためである。また計算が複雑な計算式があり、その計算をすみやかに行うため。詳細はプログラムごとに後述する。

開発には eclipse (Java) を使っており留意事項は以下の通りである。(1) **命名規則** キャメルケースを利用、2 単語以上からなるものは 2 単語目を大文字にする。(2) **禁止事項** if がある場合、必ず else または if else にする。if のみで終了しない。例外として何も処理をしない場合は、コメントアウトで do nothing と記載する。(3) **使用方法** zip ファイルに圧縮しているため、解凍して使用する。

400 度・600 度の法則を利用した開花予測プログラム

天気的气温データを入力し、その値を加算していくプログラムである。400 度、600 度に達したときの日にちと要素番号、加算した合計値を表示する。

DTS 値を利用した開花予測プログラム

設定した DTS 値になるまで DTS 式 (1) を利用して計算するプログラムである。設定した DTS 値になったときの要素番号、日にち、最終的な DTS 値を表示する。

4. 開花予測結果

4.1 サクラの開花予測に使用したデータの概要

今回は先述した 3 つの方法を用いて、サクラの開花予測を行った。使用した天気データは気象庁から引用した。データは福岡県福岡の情報 3 年分で、2023 年、2022 年、2019 年、2018 年そして 2010 年のものを利用した。2010 年を利用した理由は、少し離れた年を利用することで地球温暖化の進み具合を受ける前後の関係を考慮しつつ、どの方法が最も適しているのかを考えるためである。また閏年でない年のデータを使用した。

4.2 実際の開花日

今回使用したデータ年の福岡県福岡の実際のサクラの開

花日は、以下の通りである。なお、標準木 3 本のうち 5 輪が咲くと開花宣言がされる。通常標準木に指定されるのは、ソメイヨシノである。

- 2023 年：3 月 18 日
- 2022 年：3 月 17 日
- 2019 年：3 月 19 日
- 2018 年：3 月 21 日
- 2010 年：3 月 14 日

4.3 3 種類の開花予測を行った結果

以下では、3 種類の開花予測を行った際の結果を記述する。DTS 合算値については、いくつかの DTS 値を用意し検証を行う。

結果 1: 400 度の法則による予測結果

- 2023 年：3 月 12 日
- 2022 年：3 月 18 日
- 2019 年：3 月 13 日
- 2018 年：3 月 20 日
- 2010 年：3 月 14 日

結果 2: 600 度の法則による予測結果

- 2023 年：3 月 14 日
- 2022 年：3 月 14 日
- 2019 年：3 月 16 日
- 2018 年：3 月 20 日
- 2010 年：3 月 20 日

結果 3: DTS 値の利用による予測結果

(1) DTS 値が 27.53 に達したら開花と予測する場合

- 2023 年：3 月 17 日
- 2022 年：3 月 23 日
- 2019 年：3 月 20 日
- 2018 年：3 月 26 日
- 2010 年：3 月 18 日

(2) DTS 値が 26 に達したら開花と予測する場合

- 2023 年：3 月 16 日
- 2022 年：3 月 21 日
- 2019 年：3 月 19 日
- 2018 年：3 月 24 日
- 2010 年：3 月 15 日

(3) DTS 値が 28 に達したら開花と予測する場合

- 2023 年：3 月 18 日
- 2022 年：3 月 24 日
- 2019 年：3 月 21 日
- 2018 年：3 月 27 日
- 2010 年：3 月 19 日

5. 3 種類の開花予測と実際の桜の開花日の比較

以下では、3 種類の開花予測方法のうち、どのような条件下であると、どの方法が適切になるのかを論じる。

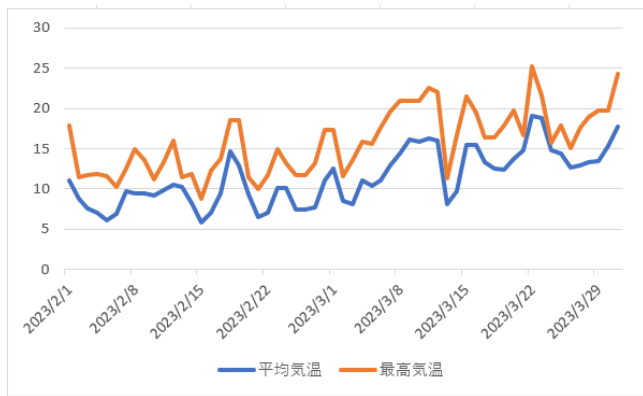


図 1: 2023 年 2 月 1 日 3 月 31 日の最高気温・最低気温

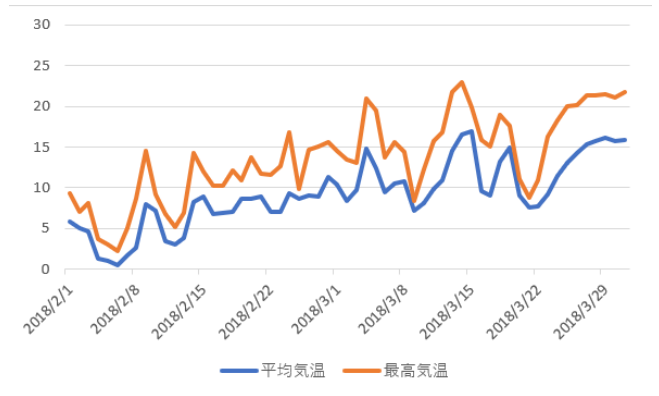


図 4: 2018 年 2 月 1 日 3 月 31 日の最高気温・最低気温

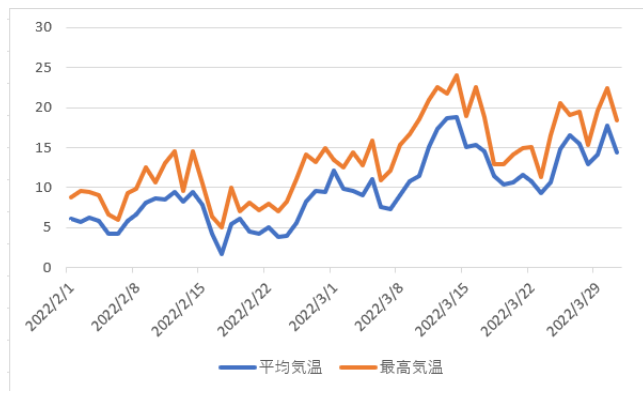


図 2: 2022 年 2 月 1 日 3 月 31 日の最高気温・最低気温

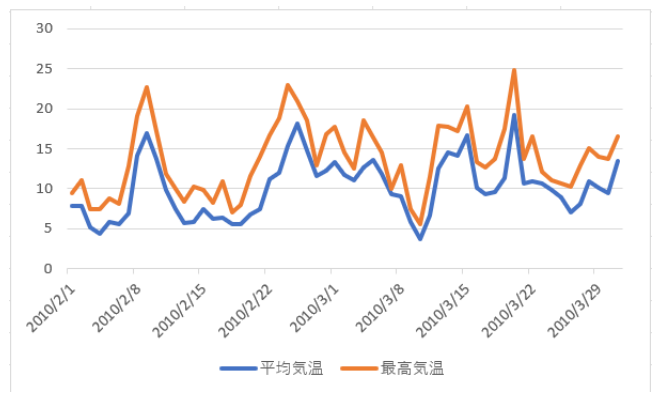


図 5: 2010 年 2 月 1 日 3 月 31 日の最高気温・最低気温

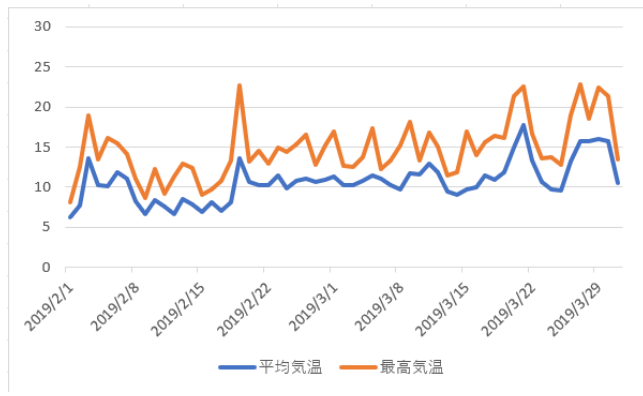


図 3: 2019 年 2 月 1 日 3 月 31 日の最高気温・最低気温

5.1 実際の桜の開花日と各予測結果の比較

2023 年

この年の開花日に最も近い日にちを算出した開花予測方法は、DTS 値が 28 の場合であった。誤差もなく、全く同じ日が予測で算出された。2 番目に開花日に近い日にちを算出した開花予測方法は、DTS 値が 27.53 の場合で、誤差は-1 日であった。

2022 年

この年の開花日に最も近い日にちを算出した開花予測方法は、400 度の法則を利用したときであった。誤差は+1 日であった。2 番目に開花日に近い日にちを算出した開花予測方法は、600 度の法則で、誤差は-3 日であった。

2019 年

この年の開花日に最も近い日にちを算出した開花予測方法は、DTS 値が 26 の場合であった。誤差もなく、全く同じ日が予測で算出された。2 番目に開花日に近い日にちを算出した開花予測方法は、DTS 値が 27.53 の場合で、誤差は+1 日であった。

2018 年

この年の開花日に最も近い日にちを算出した開花予測方法は、400 度の法則と 600 度の法則を利用したときであった。誤差は-1 日であった。2 番目に開花日に近い日にちを算出した開花予測方法は、DTS 値が 26 の場合で、誤差は+3 日であった。

2010 年

この年の開花日に最も近い日にちを算出した開花予測方法は、400 度の法則を利用したときであった。誤差もなく、全く同じ日が予測で算出された。2 番目に開花日に近い日にちを算出した開花予測方法は、DTS 値が 26 の場合で、誤差は+1 日であった。

以上のことから、天気の上下の仕方等を一切考慮しない場合、最も有効的な開花予測方法は 400 度の法則であるという結果になった。しかし、2 番目に有効的な開花予測方法までを考慮すると、DTS 値 26 の場合も有効的であるという結論に至った。また DTS 値 27 の場合、誤差なく予測する可能性は低いですが、実際の開花日と予測日の誤差日数は

少ないという特徴がみられた。

5.2 実際の開花日と開花予測日を気温の特徴との関係の考察

以下では先述した3つの開花予測方法を交えながら、気温データの特徴点を見つけ、どの方法がどういった状況のときに適しているのかを論じていく。

図1より、2023年の気温の特徴としては、平均気温が5度を下回る日がないということが挙げられる。また、当該期間の平均気温・最高気温両方の気温差が10度以上20度未満であった。当該期間は比較的緩やかに気温が上がっていったようにみられた。

図2より、2022年の気温の特徴としては、平均気温が5度を下回る日が5日ほどあるということが挙げられる。また、当該期間の平均気温・最高気温両方の気温差が10度以上20度未満であった。当該期間中は、3月中旬頃から大幅に気温が上がったようにみられた。

図3より、2019年の気温の特徴としては、平均気温が5度を下回る日がないということが挙げられる。また、当該期間の平均気温・最高気温両方の気温差が10度以上20度未満であった。3月後半から、気温が上昇する一方ではなく、一時的に下降したようにみられる。

図4より、2018年の気温の特徴としては、平均気温が5度を下回る日が10日ほどあり、特に冷え込んだ年であったということが挙げられる。また、当該期間の最高気温の気温差が約20度あり、気温の上昇下降が激しかった年であるといえる。3月後半から、ほとんどの日の気温が上昇する一方であった。

図5より、2010年の気温の特徴としては、平均気温が5度を下回る日が2日ほどあるということが挙げられる。また、当該期間の平均気温・最高気温両方の気温差が約20度あり、気温の変化が激しい年であった。当該期間中は、気温が一定には上がらず、上下しているようにみられた。

以上のことから、平均気温が5度を下回る日があると400度の法則が有効であり、そうでない場合、DTS値を使用することが有効であると考えた。DTS値については、26と28の場合が有効的である。しかし、27.53の場合、2年とも2番目に有効的な方法という結果が出ているため、どのDTS値を使用するかに関してはさらに調査する必要がある。

6. 全体を通しての考察・感想

今回は5年分のデータしか使用していないため、どの方法が確実かは断言し難いと感じた。しかし少ないデータからも、平均気温が5度を下回ることが重要であるという点を発見することができた。これは、サクラの休眠条件が摂氏5度であることが関係していると考えた。今回は600度の法則が有効であるという結果は出なかったが、本当に有

効でないのか、それともデータ数を増やしていくと、何かの特徴があるときは有効であるのかを解明していきたい。

また、DTS値に関しても、どのような場合にどの値が有効的であるかを、データを更に増やして調査する必要がある。加えて、DTS値を利用した開花予測は、サクラだけでなく他の果樹の開花予測にも使用できるとされている。有名な例としては、ウンシュウミカンの満開期予測、ブドウやリンゴの開花予測である。これらの予測にも、どのDTS値が最も有効的であるかを調査する必要があるため、今回の調査・評価内容が役立てられることを期待する。さらに、400度や600度の法則もそれらの果樹の開花予測に当てはまる可能性があると考えたため、最も有効的な開花予測モデルの選定の参考になることも期待される。

参考文献

- [1] 農文協, 生長・開花とその調節, 農山漁村文化協会 (2002)
- [2] 井筒清次著, 桜の雑学事典: おもしろくてためになる, 日本実業出版社 (2007.3)
- [3] 矢羽田 第二郎, 大庭 義材, 桑原 実, 温度変換日数 (DTS) 法によるウンシュウミカンの満開期予測と精度, 福岡農総試験報 14, (1995)
- [4] 三浦 浩, 小笠原 和博, メッシュ気象データ利用による果樹の開花予測, 東北農業研究, 1988
- [5] 気象庁, 気象データ (日ごとの値), https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/daily_s1.php?prec_no=82&block_no=47807&year=2023&month=1&day=&view=.
- [6] 日本気象予報士会, ソメイヨシノ開花予想, https://www.yoho.jp/shibu/saitama/h17sakura/file/h17tokyo_yoso.htm.
- [7] JMP社, 桜開花予測に用いる「600度の法則」を検討する, STATISTICAL DISCOVERY (2017.4.24) https://www.jmp.com/ja_jp/newsletters/articles/non-series/j-201704.html.
- [8] ウェザーニュース (2019.2.17), 意外に簡単?自分で桜の開花予測ができる「400°Cの法則」, <https://weathernews.jp/s/topics/201902/130235/>.
- [9] 日本気象予報士会, ソメイヨシノ開花予想, https://www.yoho.jp/shibu/saitama/h17sakura/file/h17tokyo_yoso.htm.