

サクラの開花日と気象条件の関係性について 2

～気温を用いた開花・満開予想～

熊本県立玉名高等学校科学部 2年 博多 響 1年 外村 剛 附属中3年 藤枝 秀斗

1. 研究の要約

私たち科学部は昨年度の桜の開花には開花前の気温が関係しているという結果をもとに、今年は「桜の開花400℃説が本当に成り立つのか」、「開花日から満開日までの日数と平均気温の間に関係性はあるのか」について調査した。その結果、開花日について400℃説は東京と熊本で成り立ち、札幌では280℃説が成り立つものの、那覇では明確な温度説は成り立たないことが分かった。開花日から満開日までの日数については各地点の年平均気温と非常に強い正の相関関係があり、年平均気温が高いほど開花日から満開までにかかる日数が長くなる傾向があった。しかし、開花から満開までの日数は400℃説のような明確な説は明らかにできなかった。

2. 研究の動機と目的

私たち玉名高校科学部は昨年度、熊本を対象に桜の開花日と気象条件の関係性について調査を行った。調査の中で「桜の開花日には同年3月の平均気温、最高・最低気温が影響すること、降水量や日照時間はほとんど影響を及ぼさないこと」を明らかにした。調査の中で、桜の開花日を予想するために「2月1日からの日平均気温の合計が400℃になるころに桜は開花する」という「400℃説」があるということを知った。しかし、南北方向に長い日本では北と南で気候にかなりの違いがあり、桜の開花前の平均気温も様々である。そこで、私たちは昨年行った調査をベースに、「日本各地で本当に400℃説は成り立つのか」について調査した。また、「開花から満開までの日数と気温の間には何か関係性がないのか」についても研究を行った。

3. 方法

(1) データの取得と分析対象

気象庁ホームページの生物季節観測情報 (<http://www.data.jma.go.jp/sakura/data/index.html>) に載せられている札幌・東京・熊本・那覇におけるソメイヨシノ（那覇ではカンヒザクラ）の開花日、満開日のデータと、同じく気象庁ホームページの過去の気象データ検索 (<http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html>) に載せられている各地点別日平均気温と年平均気温の観測値をエクセルのデータとして取り込み、比較した。

生物季節観測情報でのサクラの開花日は札幌・東京・熊本は1953年以降、那覇は1973年以降のデータを用いた。満開日のデータはどの地点も1981年以降のデータを用いた。平均気温のデータは札幌・東京・熊本は1953年以降、那覇は1973年以降のデータを用いた。

(2) データの分析

データの分析については、エクセルファイル上でを行い、統計処理を行った。年度ごとの生物季節観測結果であるサクラの開花日のデータ、満開日のデータと、年度ごとの気象データである日平均気温、年平均気温、データを組み合わせた表を作成し、分析の数値データとした。また、必要に応じて各地点のデータの平均や積算したデータを用いた。加えて、サクラの開花日のデータとサクラの満開日までの日数を組み合わせた。

開花日までの日平均気温の合計は札幌・東京・熊本では2月1日から開花日前日までの日平均気温の合計値を、那覇では12月1日から開花日前日までの日平均気温の合計値を取り分析に用いた。開花日から満開日までの日数は開花日から満開日前日までの日数の合計値を取り分析に用いた。

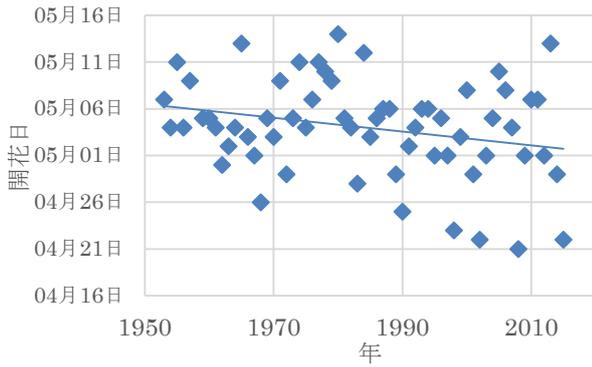
さらに、この数値データについて、散布図を作成し、必要に応じて回帰直線を求めた。また、相関係数(Excel関数の「CORREL」を使用)を計算し、関係性の濃淡を判断し、分析した。必要に応じて分析に用いたデータから相関係数を求め2変数の関係性も分析した。

4. 結果と考察

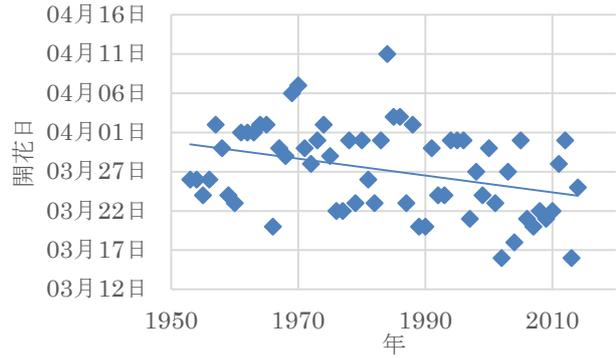
(1) 各地点ごとの年別開花日

各地点の各年度ごとの開花日の変化をグラフに表した。

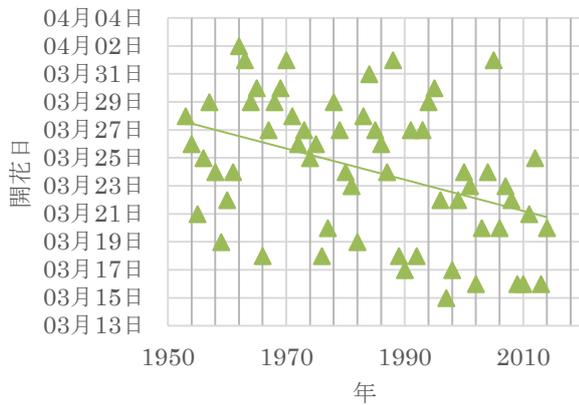
札幌年別開花日(図1) $R^2 = 0.0661$



東京年別開花日(図2) $R^2 = 0.1237$



熊本年別開花日(図3) $R^2 = 0.1677$



那覇年別開花日(図4) $R^2 = 0.0276$

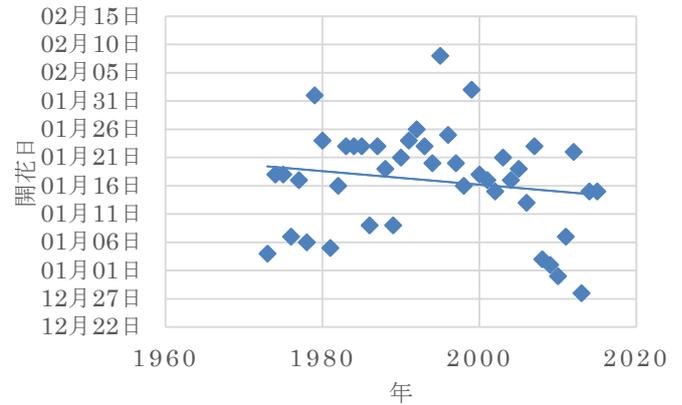
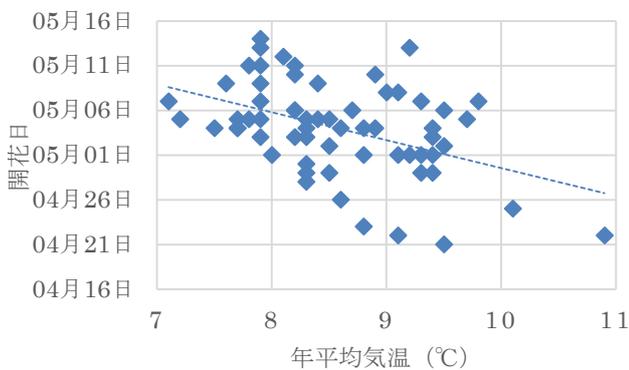


図1～図4の結果から、各地点の開花日は那覇が1月中旬、熊本が3月25日頃、東京が3月27日頃、札幌が5月3日ごろが平均値となった。南から北へと開花地域が移動していた。開花日は各地点とも年度による広がりも見られたが、那覇では年度による広がり大きく2ヶ月の幅が、札幌、東京では1ヶ月の幅が、熊本では約20日の幅が見られた。年度による開花時期の変化については各地点においても明らかな傾向は見られなかった。

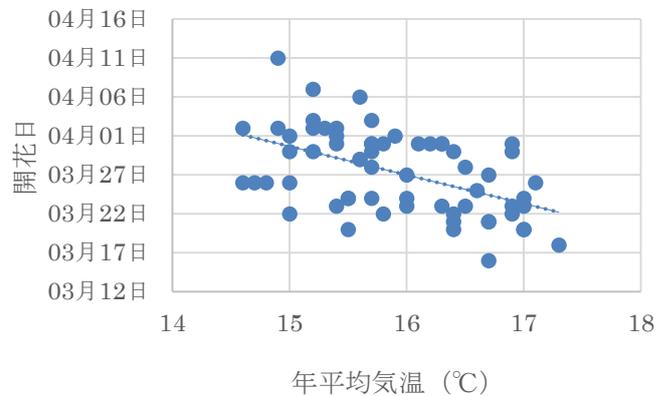
(2) 各地点ごとの年平均気温と開花日の関係

各地点の開花日のデータと各年度の年平均気温の関係をグラフにまとめた。

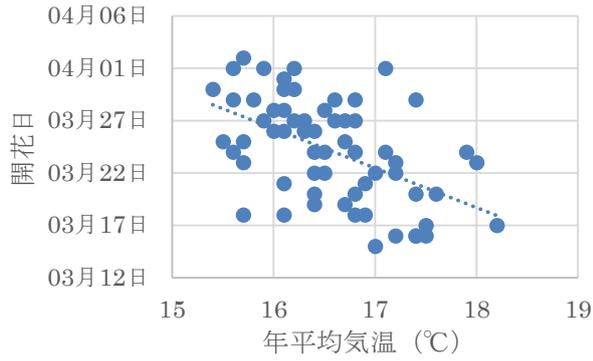
札幌開花日と年平均気温(図5) $R^2 = 0.2012$



東京開花日と年平均気温(図6) $R^2 = 0.258$



熊本年開花日と平均気温(図7) $R^2 = 0.2649$



那覇開花日と年平均気温(図8) $R^2 = 0.0012$

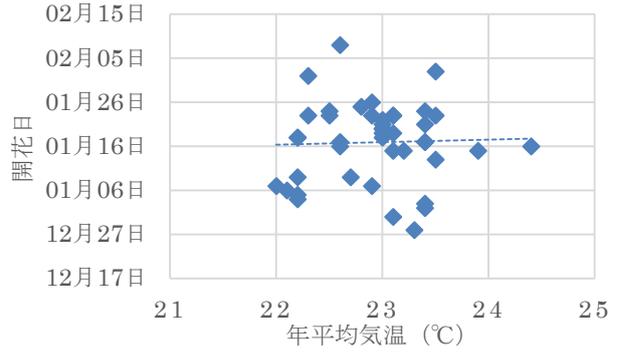
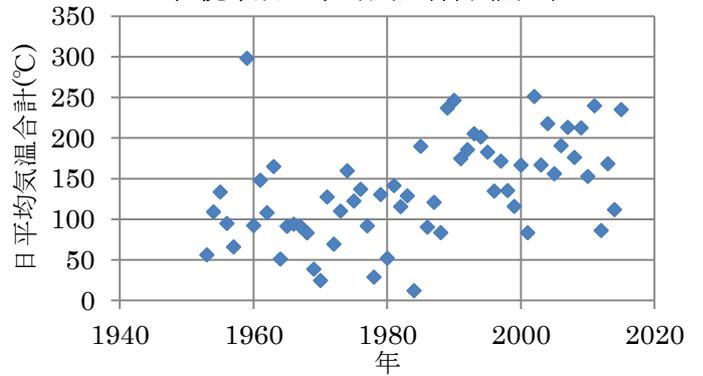


図5～図8の結果から、札幌、東京、熊本では年平均気温と開花日の関係に同じような弱い相関関係がみられたが、那覇では、相関関係が全く見られなかった。このように、桜の開花日には年平均気温のような年間を通しての変化ではなく、開花前の要因が大きく関係していると考えられた。

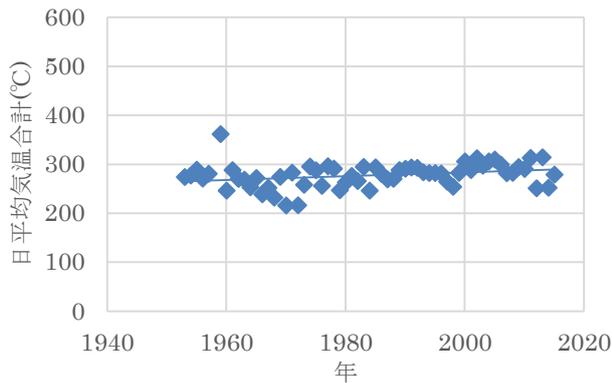
(3) 地点別平均気温合計の影響

札幌、東京、熊本における2月1日から開花日までの日平均気温の合計を求め、「2月1日からの日平均気温の合計が400°Cになるころに桜は開花する」という「400°C説」を検証した。図9のように、札幌では年度により、値の幅が大きくなった。しかし、日平均気温が氷点下(マイナス)となる日が他の都市に比べ多く見られた。そこで、すべての都市で日平均気温が氷点下となる日を計算から省き、集計を行った。その結果を図10～13に示す。ただし、那覇では12月1日から日平均気温の集計を行った(図13)。

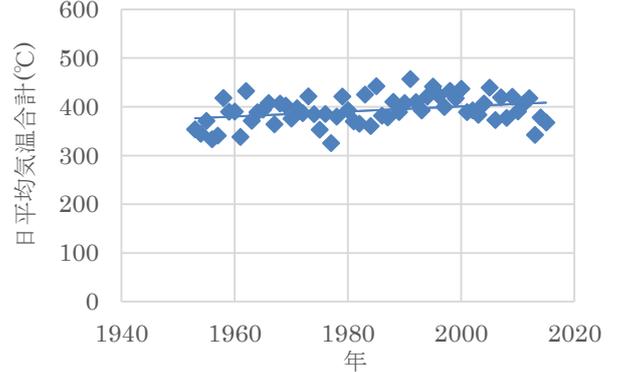
札幌年別日平均気温合計(図9)



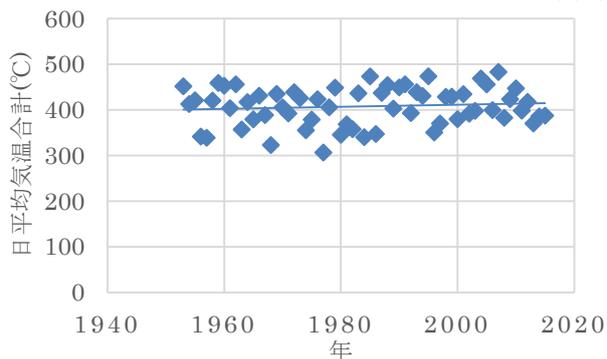
札幌年別日平均気温合計(図10) $R^2 = 0.0826$



東京年別日平均気温合計(図11) $R^2 = 0.1065$



熊本年別日平均気温合計(図12) $R^2 = 0.0104$



那覇年別日平均気温合計(図13) $R^2 = 0.0041$

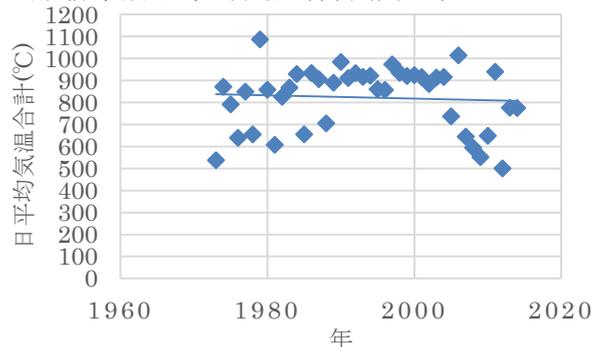


図9と図10から、日平均気温が氷点下である日を除くことで札幌においては2月1日から、平均277.5°Cで開花をしていた。この数値から極端に外れた年は日平均気温を合計していく際に、日平均気温が氷点下である日を多く含む傾向が見られた。

図11から、東京においては2月1日から、平均392.5°Cで開花をしていた。東京では集計の中に数日、日平均気温が氷点下である日があったが、大きく影響することはなかった。

図12から、熊本においては2月1日から、平均407.7°Cで開花をしていた。熊本でも集計の中に数日、日平均気温が氷点下である日があったが、日平均気温が氷点下である日を多く含む年は平均から外れる傾向が見られた。

図13から、那覇においては12月1日から、平均822.9°Cで開花をしていたが、数値はほかの地点に比べてかなり分散しており、例年〇〇〇°Cで開花するという傾向は見られなかった。

(4) 地点別平均気温合計の起点の影響

「2月1日からの日平均気温の合計が400°Cになるころに桜は開花する」という「400°C説」を検証するために、特に影響が見られた札幌、東京、熊本の計算の起点となる2月1日の前後の各月1日からの平均日数と標準偏差を求めた。

表1 札幌における計算開始日での違い

	1月1日から	2月1日から	3月1日から	4月1日から
平均	281.2	277.5	271.4	229.2
標準偏差	24.7	24.5	24.0	30.5

表2 東京における計算開始日での違い

	1月1日から	2月1日から	3月1日から
平均	561.9	392.5	222.6
標準偏差	56.7	29.5	32.0

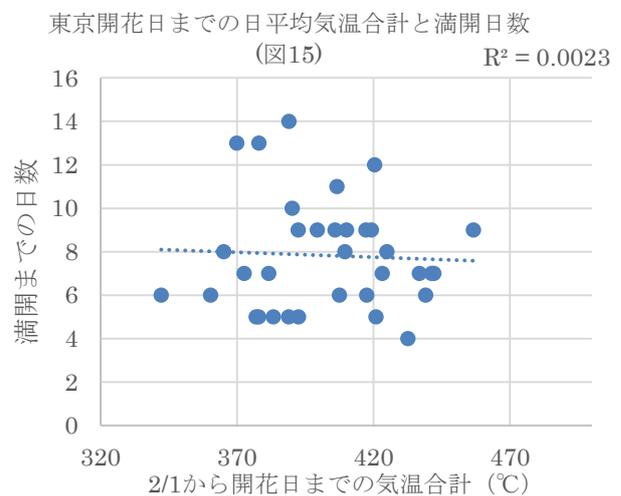
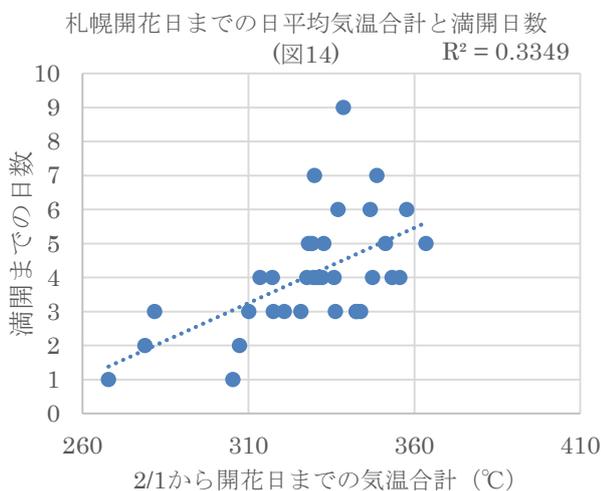
表3 熊本における計算開始日での違い

	1月1日から	2月1日から	3月1日から
平均	572.2	407.7	220.6
標準偏差	68.9	41.5	37.5

表2、表3の結果から、東京、熊本においては標準偏差が2月1日からの場合が小さく、特に2月1日からの合計で400°Cで桜が咲くことの有効性が見られた。また、1月1日からの場合も600°Cで同様のことが言えた。表1の結果から札幌においては1月、2月、3月までの標準偏差に大きな変化が見られなかった。札幌はこの時期の札幌の日平均気温は氷点下の場合が多く、必ずしも2月1日からとしなくて良いことが分かった。

(5) 満開日数と開花日までの日平均気温合計の関係

2月1日から(那覇の場合は12月1日から)開花日までの日平均気温合計と各年度の開花から満開までの日数の関係をグラフ化した。



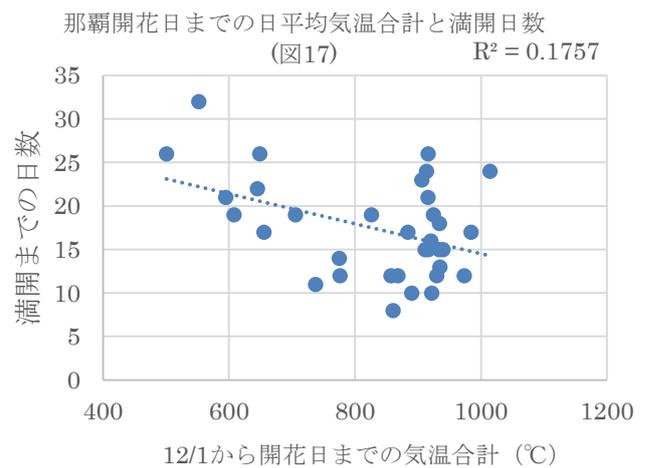
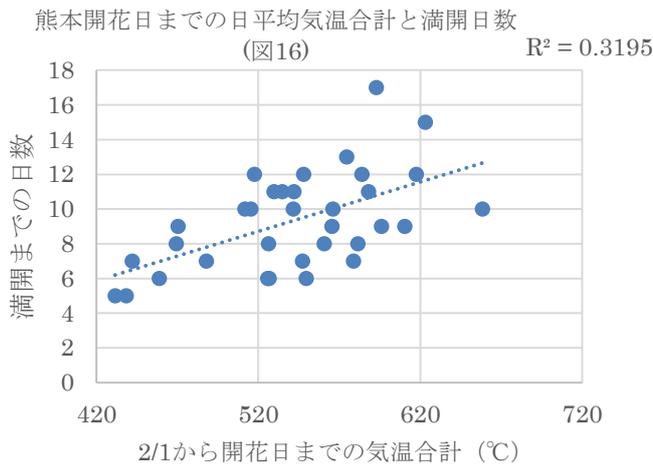


図 14 及び図 16 から、札幌と熊本においては開花日までの日平均気温の合計と満開日までの日数には弱い相関関係が見られ、開花日までの日平均気温合計が高いと満開までの日数が増加していた。図 15 から、東京では開花日までの日平均気温の合計と満開日までの日数には相関関係が見られなかった。また、図 17 から、那覇では弱い負の相関関係が見られた。

また、満開までの日数は札幌<東京・熊本<那覇の傾向が見られ、開花から満開までの日数は年平均気温が低くなるほど短くなることが明らかになった。このようなことから、2月1日からの日平均気温の合計で満開日を特定することが難しいと考えられた。

(5) 地点ごとの年平均気温と満開までの日数の関係

開花日から満開日までの日数と年平均気温をグラフ化した。

年平均気温と満開日数(図18)

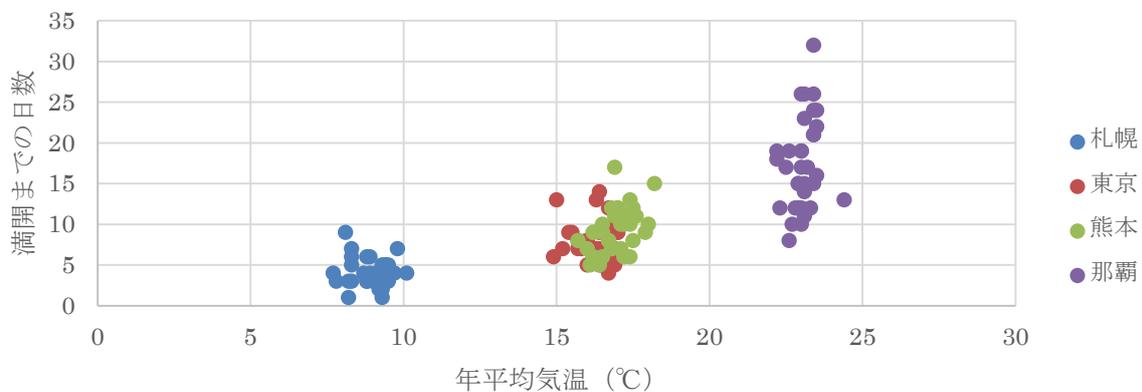


表 4 各地の年平均気温の平均値と開花日から満開日までの日数の平均値(整数値で表記)

	札幌	東京	熊本	那覇
年平均気温の平均値 (°C)	9	16	17	23
開花日から満開日までの日数の平均値 (日)	4	8	9	17

図 18 から、各地点別に年平均気温と開花日から満開日までの日数の分布を取ったところ年平均気温、満開までの日数ともに地点ごとにまとまった分布を現した。中でも熊本と東京の分布はほぼ重なる分布をし、この2地点の年平均気温が非常に近いことが影響していた。また、全地点を通しての年平均気温と満開日数の相関係数は0.93となり、非常に強い正の相関がみられた。このことから年平均気温が高いほど桜は開花日から満開日までにより長い日数がかかることが分かった。

5. 結論と今後の課題

サクラの開花時期は、年度や年平均気温との明確な関係性はなく、温暖化の影響によって開花日が早まっているような傾向はみられなかった。

「2月1日からの日平均気温の合計が400°Cになるころに桜は開花する」という「400°C説」については、東京と熊本では桜の開花時期の目安として有効であることが分かった。また、札幌では「2月1日からの0°C以上の日平均気温の合計が280°Cになるころに桜は開花する」という「280°C説」が成り立つことが分かった。しかし、那覇では一定の温度に近づく傾向はみられなかった。このような開花時期の直前の温度がサクラの開花に影響を与えることは昨年の研究結果でも明らかであるが、地域によってその値が異なることは、日平均気温だけではない他の影響があることが考えられた。

開花日から満開日までの日数については年平均気温と非常に強い正の相関がみられるものの、開花日の約2か月前からの日平均気温の合計とはあまり関係がみられなかった。データは記載していないが、開花日から満開日までの温度合計は満開までの日数に比べて分布の幅が大きくなっている。年平均気温が開花日から満開日の日数に影響を与えていることから、開花前の気温や開花してからの温度の影響以外にも時期的に早く咲くのか遅く咲くのかなどの時期の要因やさまざまな天候の要因が深く関係しているのではないかと考えられた。

札幌・東京・熊本の桜開花日や満開までの日数には年平均気温の影響があり、同じような傾向がみられるが、那覇はこの3地点とはかなり異なった開花時期及び満開までの日数の仕方をすることが分かった。那覇でのサクラの開花は真冬の時期に咲くことが影響していると考えられた。今後はより細かい影響を調べて、サクラの開花時期に与える要因を調べてみたいと感じた。

6. 感想

一般的に言われている400°C説を自分たちでデータから集め本当に成り立つのか調査してみたところ地点によってかなり異なり、今まで提唱されていなかった温度に近づく地点も見られ、実際に調査してみたからこそ分かることの面白さを感じた。後半で調査した平均気温と開花日から満開日までの日数の関係は調査するまで気温が高いほど満開日までの日数は短いというイメージがあったが、実際に調査してみると全く逆の非常に強い関係性が見られたため驚いた。

昨年よりも表計算ソフトを使いこなせるようになったことで、開花日から満開までにかかる日数や相関係数も求めることができるようになり、調査可能な内容の幅も広がった。

今後ある期間の平均気温合計や今回わかったような満開までの日数に関係のある要因の研究を進め、より正確な桜の開花日予想や最も花見に適する日が早い時期から予想できるようにしていきたい。

7. 参考文献

- (1) 使用データ 気象庁各種データ・資料 (<http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html>)
気象庁生物季節観測結果の情報 (<http://www.data.jma.go.jp/sakura/data/index.html>)
- (2) 参考文献 桜咲く400°Cの法則～東京の桜も来週中頃には開花?～
bylines.news.yahoo.co.jp/sugieyuji/20140322-00033789/
ステップ図解 Excel2000 応用テクニック ツツメ社
超図解 EXCEL2000 for Windows 関数編 エクスデア社

8. 謝辞

データの解析やExcelの使用法について教えて頂き、また、参考文献及びパソコン室を快くお貸し頂いた情報科光浦先生には感謝申し上げます。

また、本研究を行うにあたり、日本科学技術振興機構(JST)の中高生の科学部振興プログラムの支援を頂いています。深く感謝いたします。