

吉野山ヤマザクラ樹林におけるフェノロジー個体差が桜景観維持に果たす役割

Role of Phenological Variation of *Cerasus jamasakura* on Sustainable Cherry Tree Landscape in Yoshinoyama, Japan

飯田 義彦* 今西 純一** 森本 幸裕***

Yoshihiko IIDA Junichi IMANISHI Yukihiro MORIMOTO

Abstract: Cherry tree landscape of *Cerasus jamasakura* had been most popular for Japanese culture until clonal *Cerasus yedonensis* was widely planted over the country from Meiji era. In Yoshinoyama, registered as World Heritage in 2004, such original cherry tree landscape has been sustained for more than 1000 years. However, the principle of the way to maintain the landscape has been little argued in terms of physio-ecological aspects of the species. We hypothesize that phenological variation of the species is main role for maintaining cherry tree landscape in Yoshinoyama. For the purpose, flower buds and leaf buds of 171 trees were observed for 26 days in spring of 2011. Temperature was also automatically observed in each site at the duration. Historical weather observation and flowering records were also analyzed for understanding long term situation. We found that populations of *Cerasus jamasakura* has similar logistical distribution of both buds opening even in different altitude and topography. Chilling temperature may negatively influence on individual trees that the buds open earlier in early spring. This result shows that nursery of *Cerasus jamasakura* seedlings is compulsory needed because phenological variation in population help cherry tree landscape escape from chilling damage on leafing in spring time.

Keywords: *Cerasus jamasakura*, phenology, individual variation, chilling/freezing stress, cherry tree landscape, Yoshinoyama
キーワード: ヤマザクラ, フェノロジー, 個体差, 低温・凍結ストレス, 桜景観, 吉野山

1. はじめに

わが国の春の風物詩でもある桜景観は古来より野生種ヤマザクラ (*Cerasus jamasakura* (Siebold ex Koidz.) H. Ohba var. *jamasakura*) を主体とするものであった。ところが、江戸時代末に栽培品種であるソメイヨシノ (*Cerasus* × *yedonensis* ‘Somei-yoshino’) が出現すると、明治時代を経て急激に日本中に広がり¹⁾、桜といえどソメイヨシノという概念がこの150年あまりで社会的に定着するようになった。現在、日本の桜景観の原点としてのヤマザクラを主体とする桜景観の名所は、奈良県吉野山、京都府嵐山、新潟県稼平などの数ヶ所を除きあまりない。

奈良県吉野山は古来よりヤマザクラの桜景観の名所として全国的に親しまれている。吉野山の桜景観については、これまで文学作品の解題による分析が多くを占めている^(例えば2), 3)。社会的視点から桜山の環境保全活動を分析したもの⁴⁾もあるが、生物体としての樹木の観点から桜景観を議論したものは見当たらない。昨今、生物多様性の主流化が社会的課題となる中、わが国の固有種であるヤマザクラによる桜景観の再形成が目指される可能性もある。現存するヤマザクラの桜景観について、その景観維持のメカニズムを自然科学的な視点から考察することは今後の多様な桜景観を形成していく上で重要なことと考えられる。

ヤマザクラは一般に開花と葉の展開が同時期に見られることが知られている⁵⁾。落葉広葉樹では光合成能力が葉の展開完了直前に最大値に達する⁶⁾ことから、ヤマザクラの場合開芽時期の気象条件が葉の光合成を通じその後の樹木の生育に影響すると考えられる。また温帯植物は15°C以下になると極度に生育が鈍化する⁷⁾。ヤマザクラの開芽時期は4月であり、低温に遭遇するリスクも大きい。しかし、ヤマザクラは開芽のタイミングに顕著な個体差があり^{8), 9)}、そうした気象環境の変化に対して耐性が備わっていると予想され、吉野山の桜景観維持に貢献している可能性がある。

本研究は、ヤマザクラの桜景観の名所として長年にわたり親しまれている奈良県吉野山のヤマザクラ樹林を対象に、ヤマザクラの開芽の個体差が桜景観維持に果たす役割について、開葉と低温凍結ストレスの経年変化に着目して考察することを目的とした。

2. 方法

(1) 調査地の概要

吉野山は奈良県のほぼ中央に位置する吉野町に所在する(図-1)。1936年に吉野熊野国立公園に指定され、2004年には世界文化遺産「紀伊山地の霊場とその参詣道」の一部として登録された。吉野山のヤマザクラの由来は奈良時代にまで遡り、役行者がヤマザクラの材を用いて蔵王権現を彫ったところから始まるとされる。以来、修験道の御神木として各時代を通じて植栽されてきた歴史があり、文学的な記録からもすでに1000年以上にわたって桜景観が持続してきた土地である。ヤマザクラを主とする植栽樹林地が標高約200m～約750mにわたり広がっている。吉野山は下千本、中千本、上千本、奥千本とよばれる主に4つの区域があり、それぞれ重要な桜の名所として親しまれている。

現在、樹林地管理は奈良県と吉野山保勝会が分担しており、吉野山保勝会管理地では年間を通じた下草刈り、植栽、施肥などを行なっている¹⁰⁾。植栽苗木は基本的に吉野山に生育するヤマザクラから種子を採り育てられているが、カスミザクラがわずかに混じることがある。また、栽培品種のサクラ類が一部に植えられている¹¹⁾。

(2) 開芽状態の把握

1) 花芽と葉芽の判定区分

本研究では開芽時期、葉や芽鱗の形状からヤマザクラと判断された個体のみを観察対象とした。ヤマザクラは花芽と葉芽がほぼ同時に開く性質があることから両芽を対象に判定方法を検討した。2010年の開芽期に予備的な開芽調査を実施し適切な判定方法について考案した(図-2)。

花芽の開芽段階は、芽鱗、苞、萼片、花弁などの花を構成する部位の状態を指標にA～Gの7段階に区分した。その区分に当てはまる芽が個体の樹冠全体で何割を占めているかを基準にして花芽の樹冠ステージを17段階に設定した。一方、葉芽の開芽段階は、芽鱗、鱗片葉、葉身、葉柄、当年枝の状態ならびに葉色を指標にI～IXの9段階に区分した。それに基づき葉芽の樹冠ステージを9段階に設定した。

*京都大学大学院地球環境学舎

**京都大学大学院地球環境学舎

***京都学園大学バイオ環境学部

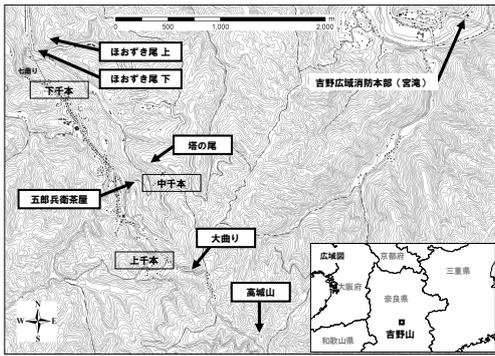


図-1 調査地の位置



観測塔の突端部のシェルター内にセンサーを配置。

写真-1 温湿度計の設置状況 (五郎兵衛茶屋)

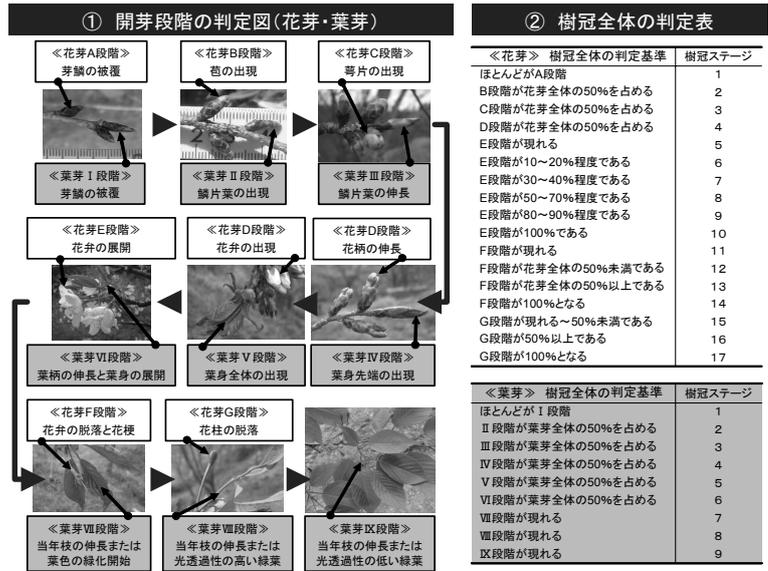


図-2 樹冠全体の開芽段階判定基準

「①開芽段階の判定図」から個芽の開芽を判定 (花芽: A~G の7区分 葉芽: I~IX の9区分)。
 「②樹冠全体の判定表」に基づき、花芽と葉芽の樹冠ステージを決定。

表-1 吉野山6個体群と気温観測点の立地特性

地点名	観察個体群					気温観測点		
	個体数	樹高(m)	胸高直径(cm)	分布標高(m)	地形	標高(m)	斜面方位	傾斜角度(°)
高城山	30	10.6 ± 2.0	32.9 ± 6.3	676~696	斜面	684	N90W	29
大曲り	20	13.4 ± 1.1	39.9 ± 14.2	504~534	斜面	514	N54W	37
五郎兵衛茶屋	28	11.9 ± 3.1	42.9 ± 20.7	330~350	斜面	356	N10W	26
塔の尾上	55	10.3 ± 2.0	26.5 ± 10.1	310~370	尾根	372	S50W	20
ぼおずき尾上	23	8.4 ± 1.4	23.2 ± 5.7	306~317	尾根	310	S66W	13
ぼおずき尾下	15	14.1 ± 2.5	39.2 ± 10.8	216~243	谷底	215	N90W	22

※樹高と胸高直径は2010年12月に計測した値。平均±標準偏差を示す。

花芽および葉芽の状態は、樹冠全体と樹冠下から目視または双眼鏡を用いて観察した。これらの記録データに基づき、花芽の場合は樹冠ステージ5を「開花」の出現、樹冠ステージ10を「満開」、樹冠ステージ11~13を「落花」として扱い、個体毎の出現日を求めた。葉芽については、樹冠ステージ3~樹冠ステージ8までの各出現日を求めた。各樹冠ステージの出現日ごとの個体数を計数し、プロット内の全個体数に対する積算の個体数変化割合を算出した。なお、出現日は1月1日を起算日とするDOY (Day Of Year) を用いた。例えば、DOY90は3月31日、DOY100は4月10日を表す。

2) 2011年における開芽調査

2011年3月29日 (DOY88) ~4月23日 (DOY113) に吉野山において開芽判定を実施した。地点選定にあたって桜名所の景観として重要な北向き斜面、そして対照として南向きの尾根筋、谷底といった地形条件を考慮し、6地点の個体群、合計171個体について調べた (図-1, 表-1)。一日の中でも個体の開芽状態に差異があると考えられたため、7時頃に「五郎兵衛茶屋」から観察を開始し、9時台に「大曲り」、11時前後に「高城山」、14時~15時台に「塔の尾上」、17時台に「ぼおずき尾上」、18時台に「ぼおずき尾下」という一定の観察経路と通過時間を設定した。

なお、4月3日 (DOY93) は雨天のため樹冠の観察が困難であったことから、「高城山」、「大曲り」、「塔の尾上」のそれぞれ全個体について開芽判定を実施できなかった。4月15日 (DOY105) についても同様な理由により、「塔の尾上」37個体、「ぼおずき尾上」及び「ぼおずき尾下」全個体で観察ができなかった。本研究では、個体群の変化の推移を知ることが目的であるためこれらの両日の開芽状態については前日と同じ状態として解析を実施した。

これは観察困難日が雨天であり、また日中の気温上昇が比較的小さいことを考慮し、生育が鈍化するという仮定に基づいている。

さらにヤマザクラの開芽状態と比較するため、ソメイヨシノの開芽状態についても観察した。ぼおずき尾の南西向きに位置する「七曲り」(標高300m付近) にて4個体、そして「高城山」において2個体を記録した。ソメイヨシノの葉芽の場合、出葉から展開まで緑色を維持するため、葉の大きさや当年枝の伸長度合いによって葉芽の樹冠ステージ5以降の判定を行なった。

(3) 気温測定

気温測定には自記温湿度計おんどり (T&D社 TR-77Ui) を使用した。センサー部を覆うように自作のシェルターを取り付け、地面に打ち込んだ単管に塩ビパイプを差し込み、その上部にシェルターを固定した (写真-1)。シェルターはステンレスパイプ (φ30mm) に園芸用皿を6枚取り付けられたものであり、日射を遮り、降水でセンサー部が濡れないよう、かつ自然に通風がされるような構造とした。センサーの位置は地面からの高さが1m~1.5mの範囲内に収まるようにした。温湿度計は吉野山全体の小気候スケール (数キロメートル程度) の現象を把握するため、「高城山」から「ぼおずき尾下」まで標高差にして約500mにわたり合計10地点に設置した。2010年2月より観測を開始し、気温と湿度の値を10分おきにデータロガーに記録させ、概ね50日間隔でデータ回収を実施した。本研究では、そのうち6地点 (表-1) における2010年並びに2011年のそれぞれ3月22日 (DOY81) ~4月30日 (DOY120) の気温データを解析対象とした。「ぼおずき尾下」、「五郎兵衛茶屋」、「高城山」は2012年の同期間の気温データも使用した。00時00分~23時50分を1日とし、最も低い値を示した10分計測値を日最低気温として求めた。

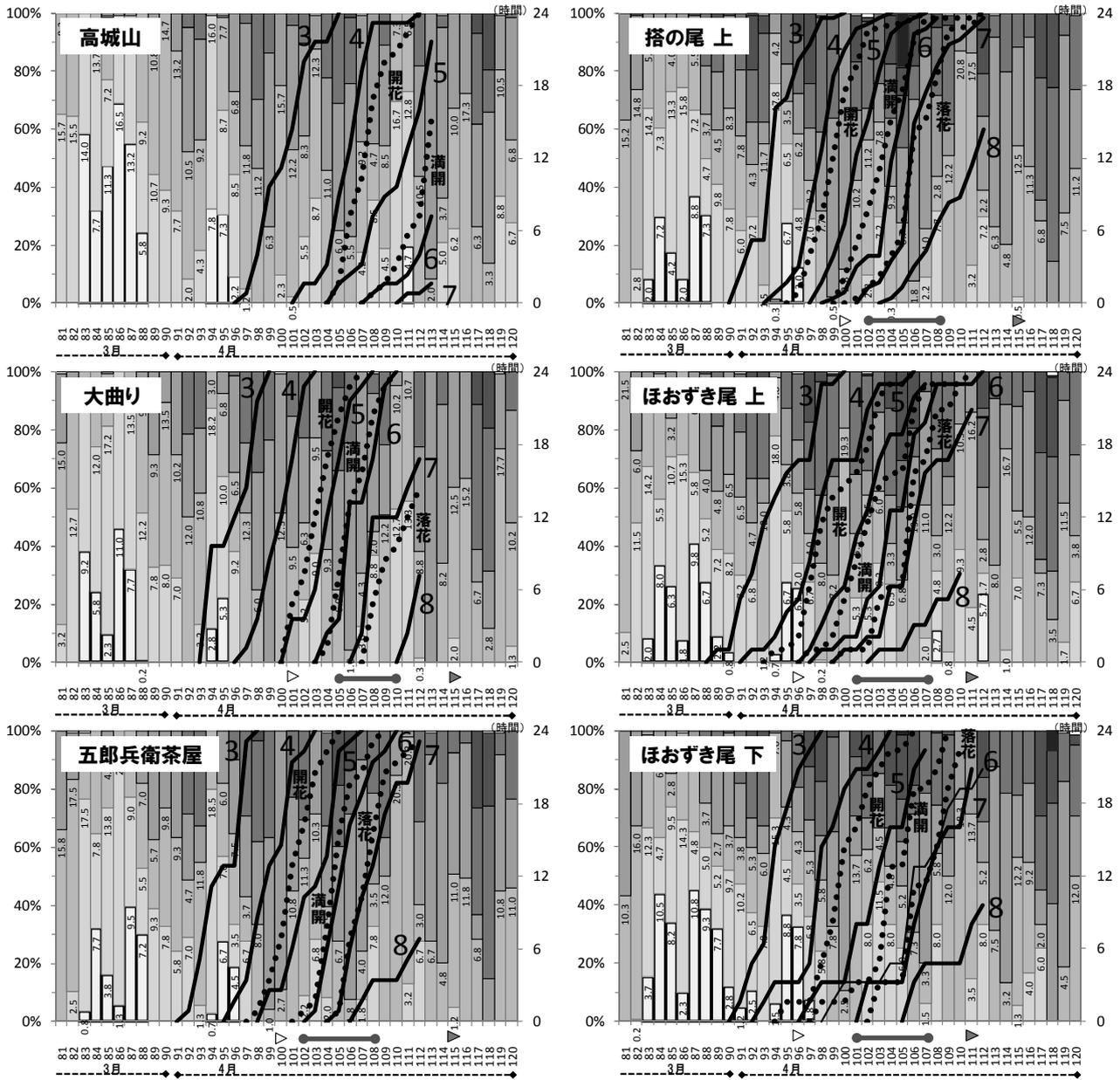


図-3 吉野山6個体群における2011年開芽期の個体割合変化と気温時間特性

個体割合 (折れ線グラフ・左縦軸): 葉芽の樹冠ステージ (実線), 花芽の樹冠ステージ (破線)。
 気温時間 (棒グラフ・右縦軸): 0.0°C以下 (□), 0.1°C~5.0°C (■), 5.1°C~10.0°C (■), 10.1°C~15.0°C (■), 15.1°C~20.0°C (■),
 20.1°C~25.0°C (■), 25.0°C以上 (■)。棒グラフの添え字は気温時間の実数。
 横軸は1月1日を起算日とするDOY (Day Of Year)。DOY90は3月31日。
 DOY上のマークは「吉野山桜開花状況調べ」(吉野朝発表)に基づく。横向き△は「開花」, 丸止め線は「見ごろ」, 横向き▲は「葉ざくら」。「ほ
 おずき尾上」「ほおずき尾下」は「下千本」, 「塔の尾上」「五郎兵衛茶屋」は「中千本」, 「大曲り」は「上千本」のデータを示す。

(4) 1995年~2012年の開花記録データと気温データ

1) 吉野町発表の開花記録データ

吉野山が所在する吉野町役場のホームページでは、平成元年(1989年)から毎年開花記録データ「吉野山桜開花状況調べ」を公開している¹²⁾。下千本, 中千本, 上千本, 奥千本の4地域ごとに「開花」, 「見ごろ」, 「葉ざくら」の各出現日を記録している。本研究では1995年~2012年までの開花記録データを用いた。

なお、吉野山観光協会長を務めていた方からの聞き取りによれば、この記録データは開花期の観光動向に配慮しつつ発表している面もあるとのことであった。「吉野山桜開花状況調べ」の記録データ自体に各出現日の判定基準についての客観的な記述はないため、本研究では花芽及び葉芽の判定基準(図-2)に基づき、2011

年開芽期の各樹冠ステージの個体数変化割合と「開花」, 「見ごろ」, 「葉ざくら」の各出現日を比較した。

2) 吉野広域消防本部における気温データ

吉野山「五郎兵衛茶屋」を基準にして北から東60°方向に約4km離れた吉野広域行政組合消防本部(以下、消防本部とよぶ。所在地は吉野町宮滝。標高182m, 北緯34°22'41.1", 東経135°53'58.7")における気象観測資料を用いた。気象観測装置(日本エレクトリックインスルメント社製)は消防本部建物内、また風向風速計や雨量計などの観測器材は消防本部建物屋上(地表面からの高さは約15m)の方形壁に囲まれた空間の最上部に設置されている。

消防本部では1995年4月より観測が開始され、1時間ごとの

風向風速、気温、湿度、気圧、雨量などに加え日最高気温、日最低気温、天気概況（目視）などのデータが印字された日報並びに月報（日別値）の紙資料が保存されている。消防本部より適宜紙資料を借り受け、データを手入力により Excel に打ち込み電子化した。紙資料として印刷されていない日報や月報があり、データの欠損日が若干ながらみられた。

本研究では1995年～2012年のそれぞれ3月22日（DOY81）～4月30日（DOY120）の日最低気温データを使用した。そのうち2009年3月31日のみが欠損日であった。

3. 結果

（1）吉野山各地点個体群における2011年開芽期の状態

1) ヤマザクラの開芽個体の割合変化

図-3によれば、①：いずれの地点でも花芽や葉芽の各樹冠ステージの個体数変化はおおむねS字状の曲線となっていること、②：あるDOYに着目すると複数の樹冠ステージが同時に描かれていることになり、個体群内の個体差が表現されていること、③：花芽の「開花」樹冠ステージは葉芽の樹冠ステージ4と5の間、「満開」は葉芽の樹冠ステージ5と6の間、「落花」は葉芽の樹冠ステージ7とほぼ隣接するようにそれぞれ分布すること、といった特徴がみられる。

吉野山の桜名所として重要な「五郎兵衛茶屋」の個体群に着目すると、4月2日（DOY92）に葉芽の樹冠ステージ3に達した個体が現われ、4月8日（DOY98）には全ての個体が樹冠ステージ3に達していた。このうち35%程度の個体が葉芽の樹冠ステージ4の状態となっていた。

個体群の立地によって各樹冠ステージの出現のタイミングが異なる傾向がある。例えば、全個体数の50%以上が「開花」に達する日は、「ほおずき尾下」で4月10日（DOY100）、「ほおずき尾上」で4月8日（DOY98）、「塔の尾上」で4月9日（DOY99）、「五郎兵衛茶屋」で4月11日（DOY101）、「大曲り」で4月13日（DOY103）、「高城山」で4月18日（DOY108）となっている。とくに「大曲り」と「高城山」を比較するとその差は5日間あり、「高城山」の個体群は標高の低い個体群と比較して樹冠ステージの進行が遅いことがわかった。

2) ソメイヨシノの開芽状態との比較

「高城山」ではヤマザクラ個体群に隣接する2個体のソメイヨシノについて継続観察を行なった。2個体とも「開花」は4月14日（DOY104）であり、4月18日（DOY108）に「満開」に達した。4月23日（DOY113）には「落花」の状態がみられた。この2個体の「満開」のタイミングは、ヤマザクラの最も早かった1個体と同じであった。一方で、葉芽の樹冠ステージ3が4月7日（DOY97）に認められ、ステージ4が4月15日（DOY105）、ステージ5が4月23日（DOY113）に出現した。ヤマザクラの個体群のうち約9割が葉芽ステージ5に達したときに、ソメイヨシノの葉芽の樹冠ステージ5が出現した。下千本の「七曲り」でのソメイヨシノ4個体の「開花」はいずれも4月6日（DOY96）、「満開」は4月11日（DOY101）～4月12日（DOY102）、「落花」は4月15日（DOY105）前後と判断された。葉芽は4個体とも4月16日（DOY106）～4月17日（DOY107）に樹冠ステージ5に達していた。4月17日（DOY107）に「ほおずき尾上」ではヤマザクラの葉芽の樹冠ステージ5にはほぼ全個体が達し、そのうちステージ6の個体が約2割、ステージ7が5割、ステージ8が約1割を占めていた。同様に「ほおずき尾下」では約9割がステージ5であり、そのうちステージ7と8が約2割ずつ占めていた。

3) 吉野町発表の開花期間データとの比較

個体群の立地を考慮し、「ほおずき尾下」、「ほおずき尾上」には

下千本、「塔の尾上」、「五郎兵衛茶屋」には中千本、「大曲り」には上千本のデータをそれぞれ当てはめた。いずれの個体群でも「見ごろ」の期間は、花芽の樹冠ステージ「満開」や「落花」の曲線が急上昇する時期と重なっていた。また、葉芽の樹冠ステージでも5～7の曲線の傾きが大きい。これらのことから「見ごろ」が示す期間は花芽とともに、葉芽の生育が顕著に見られる時期であることがわかった。つまり、ヤマザクラの成長を考える上で非常に重要な時期とも言い換えられる。

（2）2011年における低温・凍結ストレス時間特性の推移

0.0℃以下（ここでは「凍結ストレス」とよぶ。）となった時間の推移をみると（図-3）、全般的に葉芽の樹冠ステージ3より以前に1週間前後継続してみられた。3月24日（DOY83）～4月7日（DOY97）の期間に着目すると、「ほおずき尾下」では標高の高い「大曲り」～「ほおずき尾上」よりも凍結ストレス時間が比較的長い。さらに、それらの地点で凍結ストレス時間が見られない日にも「ほおずき尾下」では観測されている。それ以降の時期には「高城山」の4月21日（DOY111）に4.7時間、「ほおずき尾上」で4月18日（DOY108）に2.7時間、4月22日（DOY112）に5.7時間が観測された。続いて0.1℃～5.0℃の範囲（「強い低温ストレス」とよぶ。）となった時間をあわせてみると、やはり3月下旬には1日の1/3～2/3は5℃以下の時間となる日が連続的にあらわれるが、4月以降は3～4日おきに断続的に出現した。

（3）吉野山中千本における低温・凍結ストレス状態の経年変化

1) 3観測点と宮滝観測点における日最低気温の比較

宮滝にある消防本部（以下、宮滝観測点とよぶ。）で観測されている気温データは、吉野山に最も近く、長期にわたって継続的に記録が残っており、吉野山の気象状態を分析するうえで大変貴重なものである。しかし、宮滝観測点と吉野山各観測点では標高や立地条件も異なり、気温特性についてその関係性を知る必要がある。そこで、本研究では低温・凍結ストレスの指標となると考えられる日最低気温に着目し、宮滝観測点と「高城山」、「五郎兵衛茶屋」、「ほおずき尾下」について比較を行なった（図-4）。それぞれ両者の観測値が揃う2010年～2012年の3ヶ年分を対象とし、「吉野山桜開花状況調べ」で記載される期間を含むように3月22日（DOY81）～4月30日（DOY120）の値を比較した。

「ほおずき尾下」から「五郎兵衛茶屋」、「高城山」にかけて標高が高くなるにつれて、宮滝観測点と各観測点における日最低気温の分布のばらつきが大きくなる。つまり、谷底に位置し、標高も同じような「ほおずき尾下」では「宮滝観測点」と出現傾向がより近いといえる。一方で、「高城山」では宮滝観測点の日最低気温に対する気温値の変動が大きく、寒暖の差が他2点よりも顕著に現われることがわかる。「五郎兵衛茶屋」はその中間の特性を示している。図中の破線は、宮滝観測点と各地点における日最低気温の差についての95%信頼区間（宮滝観測点の日最低気温±宮滝観測点と当該観測点の日最低気温差の標準偏差*1.96）を示し、0℃以下、0.1～5.0℃、5.1～10.0℃、10.1～15.0℃の区分で求めた結果である。0℃以下の場合95%信頼区間の幅は、いずれの地点でも0.1～5.0℃、5.1～10.0℃のそれより小さいことがわかった。

2) 中千本の「見ごろ」と日最低気温発現確率の経年変化

1995年～2012年の全18年間のうち中千本の「見ごろ」の時期に宮滝観測点で日最低気温が0℃以下となった日は、1996年に1日、1998年に2日、1999年に2日、2000年に1日、2007年に3日、2009年に1日、2010年に2日あり、計7カ年であった（図-5）。割合にして約4割であり、いずれも「見ごろ」の前半に現われていた。中千本を代表する「五郎兵衛茶屋」の日最低気温については実測値がないため、前項で用いた日最低気温差の95%信頼区間の下限値（破線）で代用した。これは、実線と破線との間の領域において、宮滝観測点である日最低気温を示したと

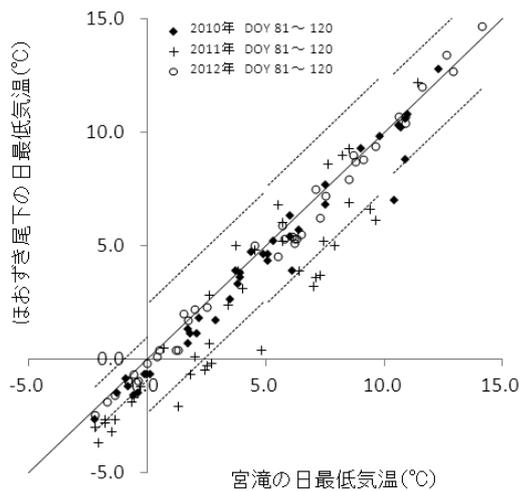
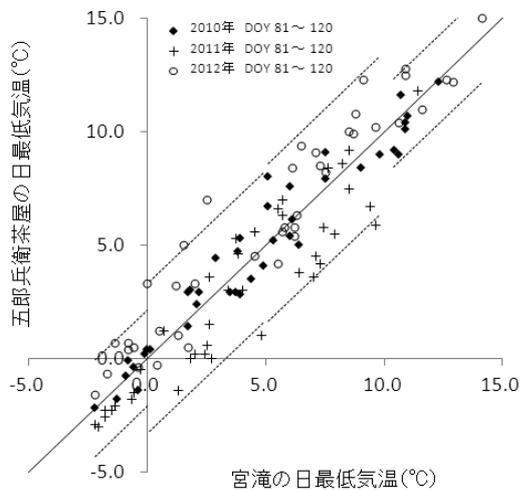
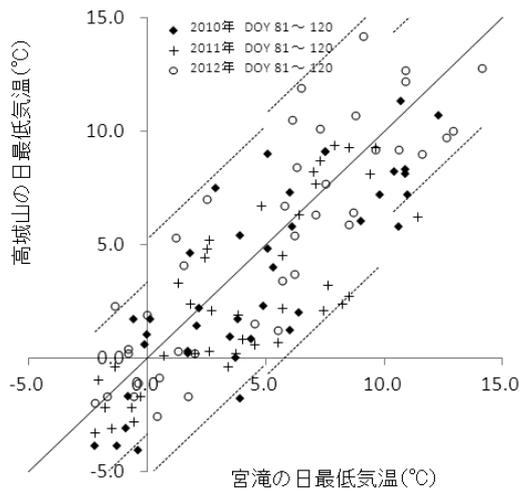


図-4 吉野山3観測点と宮滝観測点における日最低気温の比較(2010年・2011年・2012年)

破線は宮滝の日最低気温が0.0°C以下、0.1°C~5.0°C、5.1°C~10.0°C、10.1°C~15.0°Cにおける両者の差の95%信頼区間(3ヶ年)。実線より下にあるデータは宮滝よりも各観測点の方が低温。

きに「五郎兵衛茶屋」の日最低気温が宮滝観測点のそれを下回ることが47.5%の確率で発現することを意味する。下限値(破線)

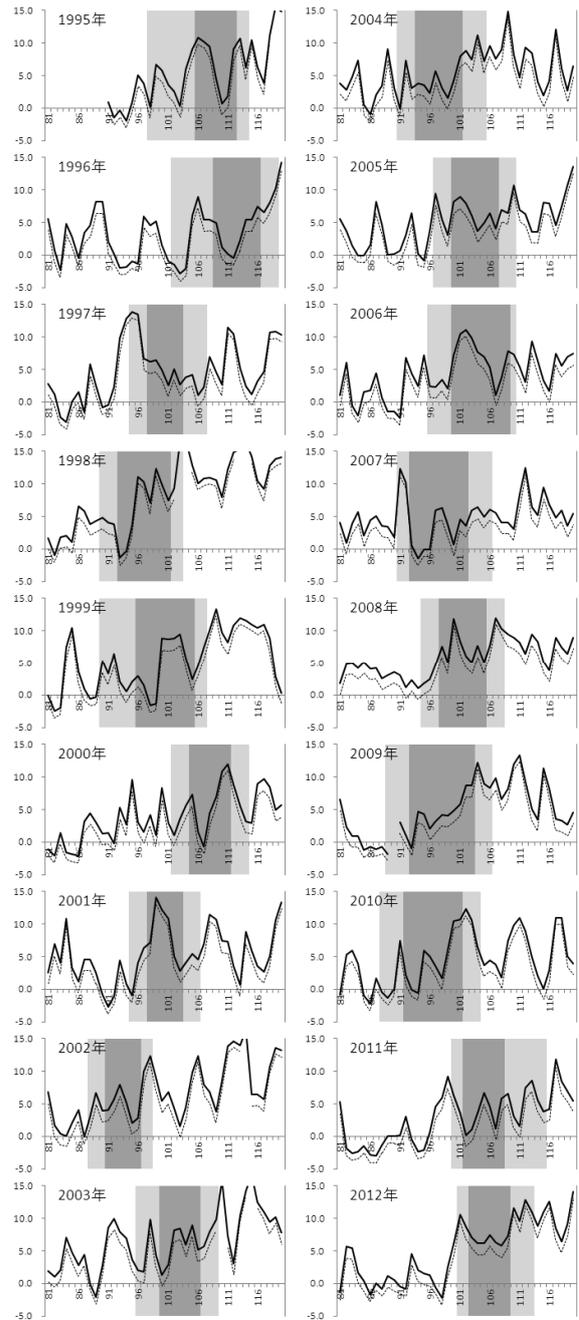


図-5 1995年~2012年各開芽期における低温凍結ストレスの経年変化

気温(折れ線グラフ): 実線は宮滝の日最低気温、破線は図-4 五郎兵衛茶屋における各気温帯の95%信頼区間の下限値を宮滝の日最低気温から減算した値。

灰色帯: 「吉野山桜開花状況調べ」による中千本の「開花」、「見ごろ」、「葉ざくら」を示す。「見ごろ」は濃灰色の領域。

が0°C以下となった年は12ヶ年となり、そのうち「見ごろ」の前半にその発現がみられたのは7ヶ年、後半は7ヶ年であった。2007年、2010年、2011年には「見ごろ」の前後半の両者に現われた。

4. 考察

(1) 低温・凍結ストレス指標の妥当性と適用性

吉野山のヤマザクラ樹林において低温凍結ストレスが経年的にどの程度発現しているのかを推定するため、宮滝観測点と吉野山の各所の気温観測データから日最低気温の関係を求め(図-4)、宮滝観測点と「五郎兵衛茶屋」における1995年~2012年までの低温凍結ストレスの経年変化を明らかにした(図-5)。その結果、



葉芽の樹冠ステージ7の個体
で黒く変色している葉を確認
(白矢印)

写真-2 2010年4月4日にみられた低温障害（ほおずき尾）

過去18年の「見ごろ」時期に宮滝観測点で氷点下を下回った年は7ヶ年であった。2010年4月3日(DOY93)から4月4日(DOY94)にかけて宮滝観測点の日最低気温が氷点下を下回ったときに(図-5)、ほおずき尾において低温障害状況として葉が黒色化した、葉芽の樹冠ステージ7の個体が観察された(但し、本研究の対象個体ではない:写真-2)。観察事例は限られているが、こうした事実から図-5で示された低温凍結ストレスの経年変化は低温障害の状況を推定する上で、妥当な情報を提供するものと考えられる。

一方で、吉野山全域での低温凍結ストレスの影響評価を考える場合、地形条件を加味する必要がある。2011年の「見ごろ」期間に着目すると、谷底に位置する「ほおずき尾下」で低温にさらされる時間が中腹の「五郎兵衛茶屋」よりも相対的に長かった(図-3)。山地では、一般に冷気の重力降下にもなる中腹斜面での温暖帯の形成¹³⁾や斜面で発生した冷気が地形的な形状によって溜まる「冷気湖」の形成といった現象¹⁴⁾が知られている。「ほおずき尾下」での低温条件はこうした地形条件に影響されたものと考えられる。つまり、低温凍結ストレスは地形条件によりその強さや長さが異なると推察され、低温障害も程度に差が生じるものと判断される。

(2) フェノロジー個体差が桜景観維持に果たす役割

「吉野山桜開花調べ」¹²⁾で記録されている「見ごろ」期間は花芽とともに葉芽の発育が顕著に見られる時期であり、ヤマザクラ個体群の成長を考える上で非常に重要な意味をもっている。図-3によると、全体的に「見ごろ」の開始日には葉芽の樹冠ステージ7に達する個体が現われ始め、「見ごろ」の後半には半数の個体が葉芽の樹冠ステージ7~8に達している。この時期の気温低下は個体群にとって影響が大きいと考えられるが、多様な開芽ステージをもつ個体が同一日に存在することにより、低温凍結ストレスによる気象害リスクを分散させていると考えられる。さらに標高差のある吉野山の桜景観には全体として個体群間の開芽時期の差もあり(図-3)、ヤマザクラ個体全てが気象害リスクの影響を受けることがないといえる。開芽調査中には、開芽が樹冠の下から上に向かって順次進行していく特徴も観察された。吉野山全体としてのヤマザクラ樹林は、標高、立地、個体差、個体内の葉の位置などによって開芽のタイミングが複雑に重なり合っていることがいえよう。このような重層的な開芽のタイミングは、10年で4回程程度発生すると見積られる低温凍結ストレスに対して、葉の生育を脅かすリスクを全体として軽減させる役目があると考えられる。

(3) 今後の桜景観の維持管理に向けて

吉野山では近年ソメイヨシノを百本単位で植栽した新植地が見受けられ、ソメイヨシノの開芽特性がヤマザクラに引き継がれやすい状況が生じている。本研究でのソメイヨシノ複数個体の観察によると、個体にかかわらず葉芽の樹冠ステージがほぼ同時に進行していくことが確認された。東京都内の異なる立地に栽植されているソメイヨシノを調べた事例でもほとんどが同一日に開花する現象が報告されており¹⁵⁾、ソメイヨシノには葉芽と花芽ともに開芽の個体差はほぼないと判断される。また、サクラ属の遺伝子

流動についての研究によれば、ヤマザクラ個体がソメイヨシノにより近接し、両者の開花の重なる期間が長いほど交雑した種子が形成されることが明らかになっている¹⁶⁾。本研究でもヤマザクラの「見ごろ」時期にソメイヨシノが「満開」に達した。今後、吉野山ではソメイヨシノと交雑したヤマザクラが育苗植栽され、既存のヤマザクラ樹林内に拡大していくことも十分想定される。

以上のようにヤマザクラの場合、仮にある個体が若葉に損傷を受けたとしても開芽タイミングの異なる個体が連続的に存在するため、桜景観全体としては気象害リスクを軽減できると考えられた。ヤマザクラの桜景観を維持するにはやはり吉野山のヤマザクラから苗木を育成し、山に植え戻していくことが求められる。その際、フェノロジーの個体差が桜景観の維持に少なからず貢献していることを前提に、吉野山に本来生育しないサクラ類との交雑を避けるための景観計画¹¹⁾と、複数個体の母樹を選定し遺伝的な多様性¹⁷⁾が確保されることが望まれる。

謝辞: 吉野山保勝会並びに如意輪寺のご理解のもと現地気象観測を実施することができた。また、吉野広域行政組合消防本部からは長期間にわたる気象観測資料を借用した。吉野山在住の森下守氏、水本和幸氏には調査期間中に格別のご支援をいただいた。サン・アクト(株)小島玉雄氏には調査全般から気象測器の設置などまで幅広くご協力を得た。ここに記し感謝の意とする。

補注及び引用文献

- 1) 大場秀章・秋山忍(2003):現代日本生物誌8 ツバキとサクラ:岩波書店,171pp
- 2) 山田孝雄(1990):櫻史:講談社,504pp
- 3) 大阪成蹊女子短期大学国文学科研究室編(1992):吉野の文学:和泉書院,212pp
- 4) 鳥越皓之(2003):花をたずねて吉野山—その歴史とエコロジー:集英社,205pp
- 5) 石井英美・崎尾均・吉山寛ほか(2000):山溪ハンディ図鑑3 樹に咲く花 離弁花①:山と溪谷社,719pp
- 6) 小池孝良編(2004):樹木生理生態学:朝倉書店,264pp
- 7) 畑野健一・佐々木恵彦編(1998):樹木の生長と環境(第四版):養賢堂,383pp
- 8) 渡辺光太郎・今村駿一郎・吉川勝好(1964):ヤマザクラの個体変異に関する研究(第I報):京都大学農学部演習林報告35,39-109
- 9) 渡辺光太郎・吉川勝好・今村駿一郎(1966):ヤマザクラの個体変異に関する研究(第II報):京都大学農学部演習林報告38,76-95
- 10) 吉野山保勝会:私たちの活動:公益財団法人吉野山保勝会ホームページ<<http://www.hoshoukai.yoshino.jp/activity.htm>>,2012.12.8参照
- 11) 吉野山サクラ調査チーム編(2011):平成20~22年度吉野山サクラ調査報告書:吉野山サクラ調査チーム,187pp
- 12) 吉野町:吉野山桜開花調べ:吉野町ホームページ過去の開花状況<http://www.town.yoshino.nara.jp/kankou_new/kaika/index.htm>,2012.9.26参照
- 13) 吉野正敏(1978):気候学:大明堂,350pp
- 14) 近藤純正(2011):放射冷却—最低気温,結氷,夜露—:天気58(6),75-78
- 15) 岩崎文雄(1990):ソメイヨシノおよびその近縁種の生態学的検討:筑波大学農林技術センター研究報告2,95-106
- 16) 鶴田燃海・石川啓明・加藤珠理・向井謙(2012):ソメイヨシノとサクラ属野生種との交雑範囲および遺伝子流動に影響する要因の推定:日本森林学会誌94,229-235
- 17) Doi,H.,Takahashi,M.and Katano,I.(2010):Genetic diversity increases regional variation in phenological dates in response to climate change:Global Change Biology16,373-379