

奈良県におけるウメの開花期について

辻本誠幸・濱口雄汰*・福山穂奈美**

Flowering Period of Japanese Apricot in Nara Prefecture

TSUJIMOTO Tomoyuki, HAMAGUCHI Yuta and FUKUYAMA Honami

Key Words: cultivar difference, *Prunus*, temperature

キーワード: 品種間差, 気温, サクラ属

緒言

奈良県においてウメは、果樹類の中でカキに次いで広く栽培されている（奈良県, 2021）。特に五條市および下市町の果樹産地では、カキ栽培農家の経営を支える重要な補完品目となっている。

ウメの栽培上の課題として、生産量の年次変動が大きいことが挙げられる（農林水産省, 2023）。特に本県で広く栽培されている品種は、自家結実性の低い‘白加賀’や‘南高’等であり（土方, 1984）、開花期の天候が悪く、訪花昆虫の活動が十分でない年には生産量が少なくなると考えられる。また、一般的に開花の早い年は不作、開花の遅い年は豊作になるとされており、その原因としては、開花の早い年には開花期間中や開花後に低温に遭遇する可能性が高くなることや、不完全花の割合が高くなることが考えられる（中川ら, 1966）。さらに、近年の地球温暖化の影響により、自発休眠の覚醒時期や他発休眠期の温度経過がこれまでとは異なることで、開花期の品種間差が大きくなり、結実不良をもたらす可能性が指摘されている（杉浦, 2007）。

本研究では、ウメの生産安定に向けた基礎情報とするために、生産量に大きな影響を及ぼすと考えられる開花期に関する調査結果を分析した。まず、奈良県果樹・薬草研究センター（五條市、ウメ園の標高は約 230 m、以下「センター」）における過去の‘白加賀’および‘南高’の開花期調査データをとりまとめるとともに、両品種間の開花期の相関について調査を行った。また、他県で報告されている冬季の気温と開花期との関係性や、開花期間中の気温と開花日数との関係性（上野・松山, 1969; 渡辺ら, 1979; 渡辺ら, 1975）が本県でも当てはまるか否かについて検討した。加えて、実際の生産現場の開花期についても巡

回調査を行い、産地内での開花期のばらつきやその要因について考察を試みた。

方法

1. センターにおける開花期の分析

センター内に植栽されている‘白加賀’および‘南高’について、1999年から2023年までの25年間の開花始期（樹全体の20~30%が開花した日）、開花盛期（樹全体の80%が開花した日）および開花終期（樹全体の80%が落弁した日）のデータを分析した。なお調査樹については、最も樹齢の進んだものでも2023年時点で約30年生であった。また両品種について、開花日数（開花始期から開花終期までの日数）を算出するとともに、開花始期や開花盛期と開花日数との関係性や、開花期間中の気温（センターの日平均気温の平均値）と開花日数との関係性について分析を行った。なお、開花始期、盛期および終期とその他の項目との関係性の解析においては、開花始期、盛期および終期を各開花年の1月1日を起算日とした日数に変換して行った。さらに、開花盛期に関する両品種の相関関係を調査した。加えて、冬季の気温が開花期の早晩に及ぼす影響を評価するため、渡辺ら（1979）の報告に基づき、前年11月から当年2月のセンターの月別平均気温および複数月の平均気温と開花盛期との関係性を調査した。なおセンターの気温データについては、農研機構メッシュ農業気象データ（大野ら, 2016）を利用した。

2. 現地における開花期の分析

五條市および下市町内で‘白加賀’が植栽されているウメ生産圃場（21~22カ所、標高140~350m）に

*現 奈良県担い手・農地マネジメント課

**現 奈良県南部農林振興事務所

ついて、2020～2023年の4年間にわたり、巡回調査により‘白加賀’および‘南高’（調査地点中12～17カ所）の開花盛期を調査し、園地間での開花期のばらつきを比較した（第1表）。また、園地の立地条件（標高および園地の向き）を併せて調査し、‘白加賀’の開花盛期との関連性を考察した。なお、調査地点については、奈良県農業協同組合が実施しているウメ作柄巡回調査の対象としている園地に加え、JAならけん西吉野梅部会の会員の園地の一部とし、産地内でのばらつきを考慮して選択した。なお、いずれの園地についても、調査対象とした樹の樹齢は15～30年程度であった。

第1表 現地調査を行った地点数

| 品種 | 調査年 | | | |
|-----|-------|-------|-------|-------|
| | 2020年 | 2021年 | 2022年 | 2023年 |
| 白加賀 | 22 | 22 | 22 | 21 |
| 南高 | 12 | 16 | 17 | 15 |

結果および考察

1. センターにおける開花期の分析

1) 開花期および開花日数の年次変動

過去25年間の‘白加賀’の開花始期、開花盛期および開花終期の平均はそれぞれ3月4日、3月13日および3月26日であり、‘南高’についてはそれぞれ3月2日、3月10日および3月22日であった（第2表）。開花盛期が最も早かった年は両品種とも2020年であり、‘白加賀’および‘南高’の開花盛期はそれぞれ2月24日および2月17日であった。逆に開花盛期が最も遅かったのは両品種とも2012年であり、‘白加賀’および‘南高’の開花盛期はそれぞれ3月27日および3月26日であった。

開花日数については、過去25年間の平均値が‘白加賀’で21日、‘南高’で20日であり、最長は‘白加賀’が34日（2001年）、‘南高’が26日（2021年等複数年）、最短は‘白加賀’が10日、‘南高’が8日（いずれも2023年）であった。また、1月1日を起算日とした開花始期および開花盛期までの日数と開花日数との関係性を調査したところ、いずれの品種についても、開花始期までの日数と開花日数との間には負の相関がみられたものの、ばらつきが大きいことが明らかとなった（第1図）。一方、いずれの品種についても、開花期間中の平均気温と開花日数との間には負の相関が認められた（第2図）。上

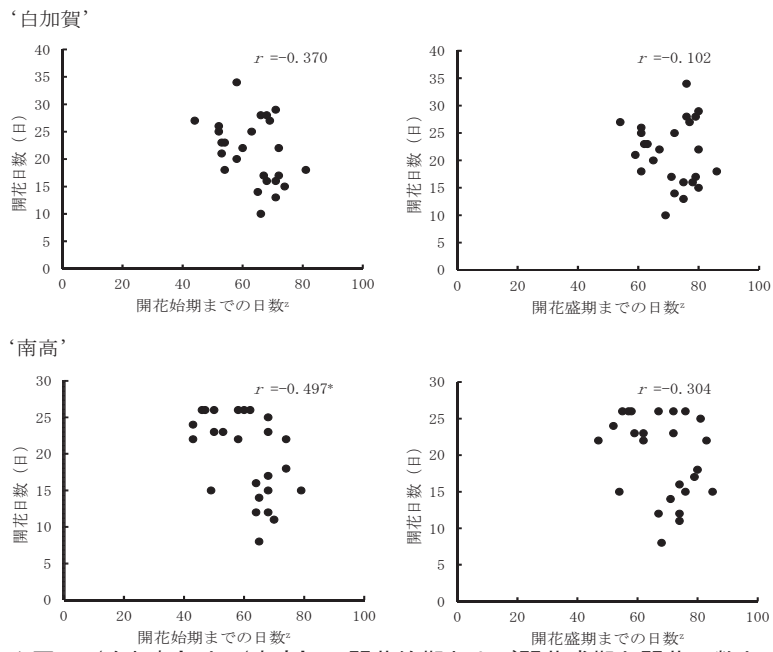
野・松山（1969）は和歌山県において、‘白加賀’および‘南高’を含むウメ品種の開花期を数年間にわたって調査し、開花始期に比べて開花終期は年次変動が少なく、開花始期の早い年は開花日数が長くなることを報告している。また渡辺ら（1979）も千葉県において、‘白加賀’および‘南高’を含むウメ品種の開花期を調査し、開花始期と開花日数との間に負の相関関係が認められ、回帰式に基づいて開花始期から開花期間を予測することが可能であるとしている。さらに渡辺ら（1975）も群馬県において、‘白加賀’を含むウメ品種の開花期を調査し、開花始期と開花期間との間には高い負の相関が認められる一方で、開花期間中の気温の高低によって開花期間が影響を受けることを報告している。今回の分析結果は、開花期の早晚よりも開花期間中の気温が開花日数に影響を及ぼしている可能性を示唆しており、他県での報告とはやや異なる結果となった。開花期の定義が異なるために単純に比較することはできないが、この

第2表 センターにおける過去25年間の‘白加賀’と‘南高’の開花期および開花日数（1999～2023年）

| 年次 | ‘白加賀’ | | | | ‘南高’ | | | |
|-------|-------------------|--------------|--------------|-----------------------|--------------|--------------|-------------|-----------|
| | 開花始期 ^z | 開花盛期 | 開花終期 | 開花日数 ^y (日) | 開花始期 | 開花盛期 | 開花終期 | 開花日数 (日) |
| 1999年 | 3月7日 | 3月14日 | 3月21日 | 14 | 3月7日 | 3月13日 | 3月21日 | 14 |
| 2000年 | 3月12日 | 3月21日 | <u>4月10日</u> | 29 | 3月15日 | 3月24日 | <u>4月6日</u> | 22 |
| 2001年 | 2月28日 | 3月18日 | 4月3日 | <u>34</u> | 3月16日 | 3月22日 | 4月3日 | 18 |
| 2002年 | 2月24日 | 3月3日 | 3月14日 | 18 | 2月28日 | 3月9日 | 3月26日 | <u>26</u> |
| 2003年 | 3月14日 | 3月22日 | 4月5日 | 22 | 3月5日 | 3月18日 | 3月30日 | <u>26</u> |
| 2004年 | 3月4日 | 3月13日 | 3月29日 | 25 | 3月1日 | 3月13日 | 3月27日 | <u>26</u> |
| 2005年 | 3月11日 | 3月19日 | 4月7日 | 27 | 3月10日 | 3月14日 | 4月2日 | 23 |
| 2006年 | 3月10日 | 3月21日 | 4月6日 | 28 | 3月10日 | 3月23日 | 4月4日 | 25 |
| 2007年 | 2月22日 | 3月3日 | 3月20日 | 26 | 2月23日 | 3月4日 | 3月18日 | 23 |
| 2008年 | 3月13日 | 3月20日 | 3月30日 | 17 | 3月9日 | 3月17日 | 3月24日 | 15 |
| 2009年 | 2月24日 | 3月4日 | 3月19日 | 23 | 2月16日 | 2月27日 | 3月14日 | <u>26</u> |
| 2010年 | 2月28日 | 3月7日 | 3月20日 | 20 | 2月20日 | 3月1日 | 3月15日 | 23 |
| 2011年 | 3月8日 | 3月18日 | 4月5日 | 28 | 2月28日 | 3月4日 | 3月22日 | 22 |
| 2012年 | <u>3月22日</u> | <u>3月27日</u> | 4月9日 | 18 | <u>3月20日</u> | <u>3月26日</u> | 4月4日 | 15 |
| 2013年 | 3月10日 | 3月17日 | 3月26日 | 16 | 3月10日 | 3月16日 | 3月22日 | 12 |
| 2014年 | 3月16日 | 3月22日 | 3月31日 | 15 | 3月10日 | 3月21日 | 3月27日 | 17 |
| 2015年 | 3月13日 | 3月20日 | 3月29日 | 16 | 3月6日 | 3月16日 | 3月22日 | 16 |
| 2016年 | 2月22日 | 3月2日 | 3月18日 | 25 | 2月13日 | 2月22日 | 3月8日 | 24 |
| 2017年 | 3月2日 | 3月9日 | 3月24日 | 22 | 2月20日 | 2月28日 | 3月18日 | <u>26</u> |
| 2018年 | 3月9日 | 3月13日 | 3月26日 | 17 | 3月6日 | 3月9日 | 3月18日 | 12 |
| 2019年 | 2月23日 | 3月1日 | 3月16日 | 21 | 2月19日 | 2月24日 | <u>3月6日</u> | 15 |
| 2020年 | <u>2月14日</u> | <u>2月24日</u> | <u>3月12日</u> | 27 | <u>2月13日</u> | <u>2月17日</u> | <u>3月6日</u> | 22 |
| 2021年 | 2月23日 | 3月5日 | 3月18日 | 23 | 2月17日 | 2月25日 | 3月15日 | <u>26</u> |
| 2022年 | 3月13日 | 3月17日 | 3月26日 | 13 | 3月12日 | 3月16日 | 3月23日 | 11 |
| 2023年 | 3月8日 | 3月11日 | 3月18日 | <u>10</u> | 3月7日 | 3月10日 | 3月15日 | <u>8</u> |
| 平均 | 3月4日 | 3月13日 | 3月26日 | 21 | 3月2日 | 3月10日 | 3月22日 | 20 |

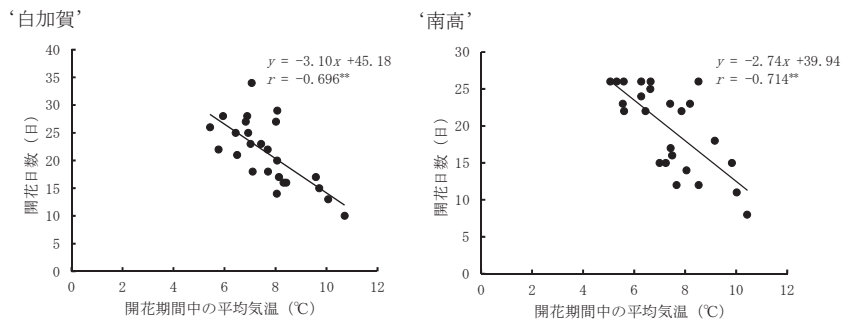
^z 下線および二重下線は、それぞれ調査期間中の最早および最遅であることを示す

^y 下線および二重下線は、それぞれ調査期間中の最短および最長であることを示す



第1図 ‘白加賀’と‘南高’の開花始期および開花盛期と開花日数との関係性 (1999~2023年)

相関係数の*は5%水準で有意であることを示す
^z 各開花年の1月1日を起算日とする日数



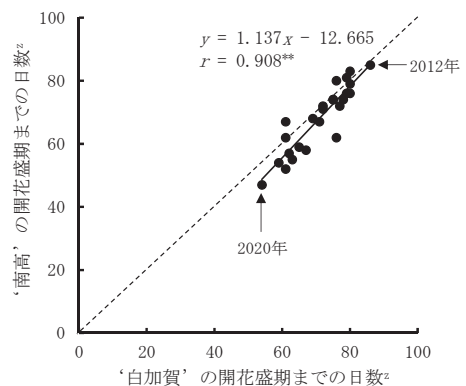
第2図 ‘白加賀’と‘南高’における開花期間中の平均気温と開花日数との関係性 (1999~2023年)

相関係数の**は1%水準で有意であることを示す

ような差異がみられた原因については、調査地点の気象条件の差や昨今の気候変動の影響、調査対象とした樹の栽培管理の違いによる影響等が考えられ、さらなる検証が必要であると考えられた。

2) ‘白加賀’と‘南高’の開花盛期の関係性

開花盛期までの日数について、‘白加賀’と‘南高’の間には高い正の相関が認められた(第3図)。なお、両品種の開花盛期に関する回帰式に基づくと、開花期が遅い場合には両品種の開花盛期はほぼ同じであるが、開花期が早いほど開花盛期のずれが大きくなる可能性が示唆された。実際に、開花が最も遅かった2012年の開花盛期の差は1日であったのに対し、最も早かった2020年の開花盛期の差は7日であった。本県で最も多く栽培されている‘白加賀’は自家結実



第3図 ‘白加賀’と‘南高’の開花盛期の関係性 (1999~2023年)

相関係数の**は1%水準で有意であることを示す
破線は両品種の開花盛期までの日数が同一となるライン ($y=x$) を示す
^z 各開花年の1月1日を起算日とする日数

性が低く(土方, 1984), 受粉樹としての利用が可能な‘南高’が混植されているケースが多い。暖冬等の影響により開花が早い年には, 両品種間で開花期のずれが大きくなり, ‘南高’から‘白加賀’への受粉が十分に行えない可能性があると考えられた。

3) 冬季の気温が開花盛期に及ぼす影響

‘白加賀’および‘南高’の両品種について, 前年12月から2月の月別または複数月の平均気温と開花盛期との間には有意な負の相関が認められた(第3表)。「白加賀」については, 相関係数の絶対値が最も大きくなったのは1~2月の平均気温であり($r=-0.848$), 過去の他県での報告と一致していた(渡辺ら, 1979; 渡辺ら, 1975)。一方‘南高’については, 渡辺ら(1979)は12~1月の平均気温が最も相関が高かったと報告しているが, 今回の分析では12~1月の平均気温も有意な相関がみられた($r=-0.654$)ものの, 最も相関が高かったのは12~2月の平均気温であった($r=-0.828$)。これらのことから, ‘南高’の開花期は‘白加賀’に比べて早い段階から気温の影響を受ける可能性が示唆された。多くの落葉果樹では, 花芽の形成は夏から秋にかけて起こるものの, 冬季にはその発達はほぼ停止し, 春に気温が上昇すると再び発育して開花に至る(片岡, 2002)。ウメについても, ‘南高’を京都で生育させた場合には, 秋から12月頃までは自発休眠状態であり, 12月から1月には好適条件下では花芽の発達が進行する他発休眠に移行すると報告されている(Yamane, 2014)。今回の結果から, ‘白加賀’および‘南高’の開花盛期の早晩には主に他発休眠期の温度が影響を及ぼしていると考えられた。また, ‘南高’は‘白加賀’に比べて他発休眠への移行が早い可能性が示唆されたが, 例えば切り枝やポット樹に対して温度処理を行って発芽状況を比較することや, 発育速度(DVI)モデルを構築してシミュレートすることなど, さらなる検証が必要であると思われた。

第3表 センターにおける‘白加賀’および‘南高’の開花盛期と冬季の時期別平均気温との相関係数(1999~2023年)

| 品種 | 前年11月 | 前年12月 | 1月 | 2月 | 前年12月~1月 | 1月~2月 | 前年12月~2月 |
|-----|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 白加賀 | -0.180 | -0.449 * | -0.642 ** | -0.725 ** | -0.668 ** | -0.848 ** | -0.838 ** |
| 南高 | -0.145 | -0.574 ** | -0.474 * | -0.726 ** | -0.654 ** | -0.751 ** | -0.828 ** |

表中の*および**は各相関係数が, それぞれ5%および1%水準で有意であることを示す

2. 現地における開花期の分析

2020~2023年の現地の‘白加賀’および‘南高’の開花盛期の早晩は, センターでの調査結果と似た傾向を示した(第4表)。すなわち, 調査地点間での開花盛期の差は, ‘白加賀’では9~10日であり, 年によるばらつきは少なかった。一方‘南高’の開花盛期の差は7~19日であり, ‘白加賀’に比べて年によるばらつきが大きいことが明らかとなった。この原因の一つとして, 1. 3) で考察したように, ‘白加賀’に比べて‘南高’では気温の影響を受ける期間が長いことが考えられた。

なお, 現地平均とセンターの開花盛期の差は, 2021~2023年については‘白加賀’は0~2日, ‘南高’は3~6日であった。一方2020年については, ‘白加賀’の現地平均が3月3日, 最早地点でも2月27日であったのに対し, センターの開花盛期は2月24日であった。同様の傾向は‘南高’でもみられ, 現地平均および最早地点がそれぞれ2月23日および2月19日であったのに対し, センターは2月17日であった。この原因について, 2020年が現地調査を行った4年間はもとより, センターで開花期を調査した25年間で, 前年12月から2月の平均気温が最も高かった年であったことや, センターのウメ園が東向きの斜面にあって日照条件が良いことなどが影響している可能性が考えられた。

第4表 現地およびセンターの‘白加賀’および‘南高’の開花盛期(2020~2023年)

| | ‘白加賀’の開花盛期 | | | |
|------------------------|------------|-------|-------|-------|
| | 2020年 | 2021年 | 2022年 | 2023年 |
| 現地平均 | 3月3日 | 3月6日 | 3月17日 | 3月13日 |
| 現地最早地点 | 2月27日 | 3月1日 | 3月14日 | 3月9日 |
| 現地最遅地点 | 3月8日 | 3月10日 | 3月23日 | 3月18日 |
| 開花盛期の差(日) ² | 10 | 9 | 9 | 9 |
| センター | 2月24日 | 3月5日 | 3月17日 | 3月11日 |
| | ‘南高’の開花盛期 | | | |
| | 2020年 | 2021年 | 2022年 | 2023年 |
| 現地平均 | 2月23日 | 2月26日 | 3月13日 | 3月4日 |
| 現地最早地点 | 2月19日 | 2月20日 | 3月11日 | 2月21日 |
| 現地最遅地点 | 3月2日 | 3月6日 | 3月18日 | 3月12日 |
| 開花盛期の差(日) ² | 12 | 14 | 7 | 19 |
| センター | 2月17日 | 3月1日 | 3月16日 | 3月10日 |

各品種および調査年の調査地点数は第1表のとおり

² 現地最早地点と現地最遅地点の開花盛期の差を示す

現地の‘白加賀’の開花盛期について、調査した4年間の平均値に基づき、開花が早い地点（以下、現地最早地点）と開花が遅い園地（以下、現地最遅地点）を抽出した結果を第5表に示す。今回は開花盛期に影響を及ぼす園地の条件として標高および園地の向きを想定したが、現地最遅地点のうち、地点Yは比較的標高が高く、かつ北西向きの斜面であるために、他の地点に比べて気温が低くなると思われた。また地点XおよびZは平坦ではあるものの、周囲を山に囲まれた谷間の圃場であり、日照時間が短く気温が低い可能性が考えられた。一方で、標高や園地の向きが同程度であっても開花盛期に差が見られるケース（地点Aと地点V等）もあった。一般的に落葉果樹の開花期に影響を及ぼす要因としては、気温の他にも樹齢や栄養状態等が報告されている（Westwood, 1993）。現地の開花期の早晚について、1.3)で考察したような冬季の気温の影響がどの程度まで影響するかについては、さらなる検討が必要である。例えば、現地最早地点と現地最遅地点の微気象をモニタリングし、比較する調査が必要であると考えられる。

第5表 現地の‘白加賀’の開花盛期と園地条件

| 地点 | ‘白加賀’の開花盛期 ² | | | | | 平均 | 標高 (m) | 園地の向き |
|-----------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|
| | 2020年 | 2021年 | 2022年 | 2023年 | 2023年 | | | |
| 開花が 早い地 点 | A 五條市西吉野町西新子 | 3月2日 | 3月2日 | 3月14日 | 3月9日 | 3月6日 | 250 | 南～南西 |
| | B 五條市霊安寺町 | 2月28日 | 3月1日 | 3月20日 | --- | 3月7日 | 200 | 北～北西 |
| | C 五條市野原町 | 3月4日 | 3月1日 | 3月14日 | 3月10日 | 3月7日 | 210 | 南西 |
| | D 下市町橋原 | 2月28日 | 3月3日 | 3月15日 | 3月11日 | 3月7日 | 210 | 南東 |
| | E 五條市牧町 | 3月3日 | 3月3日 | 3月15日 | 3月12日 | 3月8日 | 180 | 北東 |
| | F 五條市牧町 | 3月2日 | 3月5日 | 3月16日 | 3月11日 | 3月8日 | 190 | 東 |
| | G 五條市霊安寺町 | 2月28日 | 3月5日 | 3月18日 | 3月12日 | 3月8日 | 140 | 平坦 |
| 開花が 遅い地 点 | V 五條市西吉野町奥谷 | 3月4日 | 3月7日 | 3月20日 | 3月14日 | 3月11日 | 270 | 西～南西 |
| | W 五條市西吉野町滝 | 3月3日 | 3月10日 | 3月20日 | 3月14日 | 3月11日 | 190 | 平坦～北西 |
| | X 下市町新住 | 3月6日 | 3月9日 | 3月21日 | 3月16日 | 3月13日 | 210 | 平坦 |
| | Y 五條市西吉野町北曾木 | 3月7日 | 3月10日 | 3月22日 | 3月14日 | 3月13日 | 310 | 北西 |
| | Z 五條市西吉野町奥谷 | 3月8日 | 3月10日 | 3月23日 | 3月18日 | 3月14日 | 220 | 平坦 |

² 下線および二重下線は、それぞれ各年の最早および最遅であることを示す

³ 改植のため未調査

摘要

ウメの生産量に大きな影響を及ぼすと考えられる開花期に関する調査結果を分析した。奈良県果樹・薬草研究センターにおける1999年～2023年の25年間の‘白加賀’および‘南高’の開花盛期の平均はそれぞれ3月13日および3月10日であり、最も開花が早かった年と遅かった年では1ヶ月以上の差がみられた。また、1月1日を起算日とした‘白加賀’と‘南高’の開花盛期までの日数には強い正の相関がみられたが、開花が早いほど両品種間の開花盛期のずれ

が大きくなる傾向がみられた。さらに冬季の気温が開花期の早晚に及ぼす影響を調査し、‘白加賀’では1～2月の平均気温との相関が最も高かった。一方、‘南高’では12～2月の平均気温との相関が高かった。また、2020年～2023年に現地の開花期を調査し、園地間での開花盛期のばらつきは‘白加賀’に比べて‘南高’で大きかった。‘白加賀’の開花盛期の早晚には園地の立地が影響を及ぼしている可能性が示唆されたが、さらなる検証が必要であると考えられた。

謝辞

現地調査にご協力いただいた五條市および下市町内のウメ生産者の皆様、およびセンターでウメの開花期調査を実施していただいた歴代の担当者の皆様に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 土方 智. 品種生態と栽培 III各品種の栽培特性. 農業技術体系果樹編. 農文協, 1984, 6, 39-40.
- 片岡郁雄. 花芽形成と開花・結実 花芽形成の過程と要因. 最新果樹園芸学. 朝倉書店, 2002, 158-159.
- 中川行夫, 金戸橋夫, 角田篤義. 果樹の気象的適地に関する研究 (4) ウメの開花結実と冬の気温. 農業気象. 1966, 21(4), 11-16.
- 奈良県. 栽培面積と果実の生産目標. 奈良県果樹農業振興計画書. 2021, 6.
- 農林水産省. “作物統計調査 品目別結果樹面積, 収穫量及び出荷量累年統計 うめ 奈良”. e-Stat. 2023-01-20. https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kazyu/index.html, (参照 2023-08-24).
- 大野宏之, 佐々木華織, 大原源二, 中 園江. 実況値と数値予測, 平年値を組み合わせたメッシュ気温・降水量データの作成. 生物と気象. 2016, 16, 71-79.
- 杉浦俊彦. 地球温暖化が日本各地の果樹生育に及ぼしている影響. 農業および園芸. 2007, 82(8), 845-851.
- 上野晴久, 松山良樹. ウメの生産安定に関する研究 (第1報) 花および果実について. 和歌山果園試報. 1969, 2, 1-8.

渡辺茂雄, 石橋寛己, 佐久網 章, 猪野洋子, 長門寿男, 曾良久男. 火山灰土地帯に適したウメ品種. 千葉原農研報. 1979, 1, 25-32.

渡辺 進, 川口松男, 村岡邦三. ウメの生産安定技術の確立 II 気象とウメの開花・結実について. 群馬園試報. 1975, 4, 45-61.

Westwood, M. N.. Flowering. Temperate-Zone Pomology

Physiology and Culture Third Edition. Timber Press. 1993, 234-235.

Yamane, H.. Regulation of Bud Dormancy and Bud Break in Japanese Apricot (*Prunus mume* Siebold & Zucc.) and Peach [*Prunus persica* (L.) Batsch]: A Summary of Recent Studies. Journal of Japanese Society for Horticultural Science. 2014, 83(3), 187-202.