

シアナミド剤散布による早咲きザクラの開花促進に関する研究*

Studies on Promotion of Blooming of Early Flowering Cherry Trees by
Spraying Hydrogen Cyanamide

松田 健太郎
Kentaro Matsuda

*岐阜大学大学院連合農学研究科博士学位審査論文 2020年（令和2年）

目 次

第Ⅰ章 緒 言	1
第Ⅱ章 シアナミド剤散布が‘カワヅザクラ’の開花および展葉に及ぼす影響	4
第Ⅲ章 シアナミド剤散布が‘伊豆土肥’および土肥桜白花系統の開花, 展葉および花の形質に及ぼす影響	13
第Ⅳ章 シアナミド剤散布が‘カワヅザクラ’の花芽発達および花の形質に及ぼす影響 ..	29
第Ⅴ章 総合考察	39
Summary	43
摘要	45
謝辞	46
引用文献	47

第I章 緒言

日本人に花を觀賞する文化が芽生えるのは「古事記」、
「日本書紀」および「万葉集」の時代からとされる(中尾,
1986a)。「万葉集」では花は美学的評価を受けていたこ
とが伺われ、日本原産の觀賞植物に加え、中国文化の象徴
ともいえるウメの登場回数がハギに次いで多く、マツやサ
クラはこれらよりも少なかった(中尾, 1986b)。平安時
代以降、国風文化の広がりとともにサクラの位置づけは確
固たるものとなった(盧, 1916)。

サクラは、古代日本人には春の到来を告げる「春告草、
木の花」として開花が農耕の目安とされてきた(岩佐,
1988)。遣唐使の廃止後に発展した国風文化では、貴族の
花見はサクラを指すようになり、室町時代には庶民へと広
がっていった(八坂, 1988)。また、茶道、生け花(華
道)の発達は日本の花文化にも影響し、サクラの品種改良
が行われるようにもなった(中尾, 1986a)。江戸時代にな
ると、サクラは江戸や京都を中心に多く植栽され、花見
の場として開放されて庶民が集うようになった(水戸,
2016)。江戸時代の本草学者である貝原益軒は「花譜・菜
譜」の中で「桜は、いにしへより、日本にて第一賞する花
なり。故にたゞ花と称するは桜なり。」と述べている(筑
波, 1973)。

サクラは、分類上はバラ科 Rosaceae サクラ亜科
Prunoideae スモモ属 *Prunus* に分類される落葉樹であり、我
が国には、ヤマザクラ (*Prunus jamasakura* Siebold ex
Koidz.)、オオシマザクラ (*P. lannesiana* (Carrière)
E.H.Wilson var. *speciosa* (Koidz.) Makino; *P. speciosa*
(Koidz.) Nakai)、カスミザクラ (*P. verecunda*
(Koidz.) Koehne)、オオヤマザクラ (*P. sargentii*
Rehder)、エドヒガン (*P. pandula* Maxim. form.
ascendens (Makino) Ohwi)、マメザクラ (*P. incisa*
Thunb. in Murray, Syst. Veg. ed.)、チョウジザクラ (*P.*
apetala (Siebold & Zucc.) Franch. & Sav.)、タカネザクラ
(*P. nipponica* Matsum.)、ミヤマザクラ (*P.*
maximowiczii Rupr) およびカンヒザクラ (*P. campanulata*
Maxim.) の10種が野生種として存在する(勝木, 2015)。
このうち、伊豆半島にはヤマザクラ、オオシマザクラ、マ
メザクラおよびエドヒガンが自生しており、更にカンヒザ
クラやシナミザクラ (*P. pseudocerasus* Lindl.) をはじめと
して、多くの種類のサクラが導入、植栽されている(村田,
1997)。このため、伊豆半島には野生種と半島外からの導

入種の交雑種と推定されるサクラも見られるようになった
(村田ら, 2012)。この中でも、「ソメイヨシノ」(*P.*
yedoensis Matsum. 'Somei-yoshino') より開花の早い系統は、
地元で古くから「早咲きザクラ」と呼ばれ(村田, 1997)、
觀賞されてきた。

静岡県伊豆農業研究センターの前身である有用植物園で
は、1972年に下田林業事務所および賀茂農業改良普及所と
協同し、当時の賀茂地区である下田市、河津町、南伊豆町、
東伊豆町、松崎町、西伊豆町および賀茂村(現西伊豆町)
に伊東市、土肥町(現伊豆市)を加えた2市6町1村に呼び
かけ、伊豆環境緑化推進協議会を発足させた(村田ら,
2012)。本協議会は、地域振興に寄与することを目的とし、
各地域内で特色のあるサクラを選定、植栽を推進するため、
これらの市町村の自生種の中から「ソメイヨシノ」より開
花が早く、かつ觀賞価値の高いサクラの探索と、生態調査
を行った(村田, 1997)。その結果、「カワヅザクラ」
(*P. lannesiana* Wils. 'Kawazu-zakura')、'ミナトザク
ラ'、'オキチザクラ'、'オオシマ早生'、'ベニカン
ザクラ'、'カンザクラ'、および'オオカンザクラ'の
7品種を地域内で活用すべき有用な早咲きザクラとして選
定した。その中でも、「カワヅザクラ」は自然開花期が2
月上旬~3月上旬と早い、花の觀賞期間が18日程度と長い、
花は淡紅色で花径は3 cmと大きいといった特徴を有するこ
とから(水戸, 2002; 村上ら, 2006; 村田, 1997)(表1,
図1)、特に觀賞価値が高い。南伊豆地域では、「カワヅ
ザクラ」を利用して、毎年2月上旬~3月上旬にかけて「河
津桜まつり(河津町)」および「みなみの桜と菜の花まつ
り(南伊豆町)」が開催され、多くの観光客が訪れる(村
田, 2012)ことから、「カワヅザクラ」は南伊豆地域の重
要な観光資源として位置づけられている。

一方、伊豆半島には「カワヅザクラ」より早咲きのサク
ラが各地域に存在し(村田ら, 2012)、この中でも伊豆市
土肥地域のサクラは通称、土肥桜と呼ばれ、花色の濃淡が
異なる2系統が存在する。この2系統はそれぞれ1月中旬お
よび1月下旬から開花が始まり、同一地内に植栽されてい
る「カワヅザクラ」より開花が早いことが知られている。
この内、特に花色が濃い1系統については詳細な形質調査
が行われ(村田ら, 2012)、「伊豆土肥」(*Prunus* sp.
'Izutoi')(登録番号15225)として品種登録が行われた
(山田・勝呂, 2007)。他方の1系統である土肥桜白花系

統 (*Prunus* sp. "Toi-zakura Shirobana") (以下, "土肥白花") は '伊豆土肥' と比較して花色が薄いため (表1, 図1), 品種登録は見送られたが, 花色の異なるサクラが一地域で開花することは観光面での活用価値があると考えられる. なお, '伊豆土肥' の成立には, 核と葉緑体DNAの解析および花の形態的特性からオオシマザクラとカンヒザクラが関与していると推定されており (村田ら, 2012; 太田ら, 2011), "土肥白花" はDNA解析の結果, カンヒザクラとヤマザクラからなる雑種と考えられている (金澤ら, 2016).

南伊豆地域への観光客数は, 「河津桜まつり」や「みなみの桜と菜の花まつり」等のイベントによって増加したものの, 'カワヅザクラ' の開花日は, 栽培地や年次による差が大きく (村上ら, 2006), 2月上旬には開花に到らない年もあった. このため, 村上ら (2009) は, 'カワヅザクラ' の開花日予測モデルを開発した. このモデルは現在でも地域で活用され, 観光業に大きく貢献しているものの, このモデルによる開花予測が可能になるのは1月以降であることから, 開花が大きく遅れた年には観光客が 'カワヅザクラ' の開花を見ることができないこともあり, 課題が残っている. また, '伊豆土肥' および "土肥白花" は, 観賞価値は高いものの, 'カワヅザクラ' と比較して観光活用されていない現状がある. このため, 地域内の一部において, これらの早咲きザクラの開花促進を図ることができれば, 自然開花する樹と併せて観賞期間全体を延長できるとともに, イベント開始前のキャンペーンにも利用できる. また, 開花が遅れた年にも平年と同時期の観賞が可能となり, 安定した集客につながる可能性がある. 加えて, 南伊豆地域では10年以上前から開花を促成させた 'カワヅザクラ' の切り枝を観賞用として駅や旅館で利用したいとする要望があり (村上ら, 2008), 更に近年では, 'カワヅザクラ' をはじめとした早咲きザクラの切り枝を早期に出荷することで観光振興につなげようとする動きがある. 一般に, 花木の花芽には休眠期間があり, 花芽が完成した後一定期間の休眠を経て開花に至る (大川, 1995). このため, 休眠期間を短縮して出芽を早めることができれば, 開花も早まる可能性がある. 切り枝用の 'ケイオウザクラ' (*Prunus* × *keiozakura* Ohwi cv. 'Keio-zakura') では, 休眠覚醒を促進する手法として低温処理, 温湯処理および石灰窒素処理が知られている (佐藤, 2002). また, 石灰窒素と同じように, 化学物質による休眠覚醒促進効果は, シアナミド (H_2CN_2) 剤によるものが知られており, 'ケイオウザクラ' のほかにブドウ (*Vitis* spp.) などの果樹において効果が認められている (黒井, 1976; ポジヤナビモンら, 2008).

ブドウやニホンナシ (*Pyrus pyrifolia* (Burm. f.) Nakai) は休眠覚醒に要する低温要求量が多いが, シアナミド剤を散布することで発芽が早まる (ポジヤナビモンら, 2008; 黒木ら, 2013). 'ケイオウザクラ' についても, 切り枝への低温処理後にシアナミド剤を散布することで年末年始における切り枝出荷が可能となっている (佐藤ら, 2005). 一方, 'カワヅザクラ' は, これまでシアナミド剤の休眠覚醒促進効果が認められた低温要求量の多い種類の花木や果樹とは生態的な特性が大きく異なり, 低温要求量が少なく, 花芽は10月下旬以降, 次第に自発休眠が覚醒する (村上ら, 2007b).

'カワヅザクラ', '伊豆土肥' および "土肥白花" は露地植栽されている立木を観賞するため, 'ケイオウザクラ' の切り枝とは異なり温湯処理や低温処理を行うことは難しい. しかし, 'カワヅザクラ' は低温要求量が少ないことが明らかになっているため, 温湯処理や低温処理を行わずとも, 自発休眠覚醒期間中にシアナミド剤処理を行うことができれば, 開花を促進できる可能性がある. しかし, 南伊豆地域における 'カワヅザクラ' の自発休眠覚醒時期は10月下旬~12月上旬と長く (村上ら, 2007b), 'カワヅザクラ' に対するシアナミド剤処理の影響を調べた報告もない. また, '伊豆土肥' および "土肥白花" については, 自発休眠覚醒時期や自発休眠覚醒のために必要な低温要求量など, 生態的特性はほとんど明らかになっていない. このため, これら早咲きザクラへのシアナミド剤処理を, いつ, どの程度の濃度で行えば最も効果的に開花促進できるかは不明である. また, シアナミド剤処理により展葉が促進され開花期に重なると, 開花期間中に花が葉に覆われるため観賞価値の低下につながる可能性があることから, シアナミド剤処理が展葉に及ぼす影響も調査する必要がある. 'カワヅザクラ' の開花についてはいくつか報告があるものの (村上ら, 2006; 村上ら, 2007a; 村上ら, 2007b), 展葉については村上ら (2007b) により花芽と葉芽において自発休眠の覚醒時期に差があることが報告されているのみであり, その特性については不明な点が多く, '伊豆土肥' および "土肥白花" の展葉については報告は無い. しかし, 前述のブドウやニホンナシの例から, シアナミド剤処理により, 花芽だけでなく葉芽の休眠も覚醒する可能性があると考えられる. 加えて, 観光面での利用においては, 落花時期や観賞期間, 花の形質なども明らかにする必要がある.

そこで, 本研究では, シアナミド剤処理による 'カワヅザクラ', '伊豆土肥' および "土肥白花" の開花促進法開発のため, 以下の実験を行った. 第II章では, シアナミド剤散布が 'カワヅザクラ' の開花および展葉に及ぼす影

響について調査を行い、最適な散布時期や散布濃度について検討した。第Ⅲ章では、シアナミド剤散布が‘伊豆土肥’および“土肥白花”の開花、落花、展葉および花の形質に及ぼす影響について調査を行った。第Ⅳ章では、シアナミド剤散布が‘カワヅザクラ’の花芽発達過程の推移、花芽発育速度および花の形質に及ぼす影響について調査を行った。

表1 ‘カワヅザクラ’，‘伊豆土肥’および“土肥白花”の開花特性

品種・系統	開花期	花径 (cm) ²	花色 (JHSカラーチャート)	花形	花の 開き方	花弁の 脈の色	萼筒 の形
カワヅザクラ	2月上旬～3月上旬	3.2±0.2	淡ピンク (9502)	一重咲	平開	目立つ	鐘形
伊豆土肥	1月中旬～2月中旬	2.6±0.4	紫ピンク (9203)	一重咲	平開	目立つ	鐘形
土肥白花	1月下旬～2月下旬	2.0±0.3	ピンク白 (0101)	一重咲	平開	目立たない	鐘形

² 形態的特徴の調査は、‘カワヅザクラ’は2012年3月9日、その他は同年2月21日に行った
 平均値±標準偏差



‘カワヅザクラ’



‘伊豆土肥’



“土肥白花”

図1 本研究において供試したサクラ

第II章 シアナミド剤散布が‘カワヅザクラ’の開花および展葉に及ぼす影響

‘ケイオウザクラ’では、切り枝への低温処理後にシアナミド剤を散布することで年末年始における切り枝出荷が可能となっている(佐藤ら, 2005)。一方, ‘カワヅザクラ’は露地植栽されている立木を觀賞するため, ‘ケイオウザクラ’の切り枝とは異なり温湯処理や低温処理を行うことは難しい。しかし, ‘カワヅザクラ’は低温要求量が少ないため, 温湯処理や低温処理を行わずとも, 自発休眠覚醒期間中にシアナミド剤処理を行うことができれば, 開花を促進できる可能性がある。しかし, 南伊豆地域における‘カワヅザクラ’の自発休眠覚醒時期は10月下旬~12月上旬と長く(村上ら, 2007b), ‘カワヅザクラ’に対するシアナミド剤処理の影響を調べた報告もないことから, シアナミド剤処理を, いつ, どの程度の濃度で行えば最も効果的に開花促進できるかは不明である。また, ‘カワヅザクラ’においては, シアナミド剤処理により展葉が促進され開花期に重なると, 開花期間中に花が葉に覆われるため觀賞価値の低下につながる可能性があることから, シアナミド剤処理が展葉に及ぼす影響も調査する必要がある。

‘カワヅザクラ’の開花についてはいくつか報告があるものの(村上ら, 2006; 村上ら, 2007a; 村上ら, 2007b), 展葉については村上ら(2007b)により花芽と葉芽において自発休眠の覚醒時期に差があることが報告されているのみであり, その特性については不明な点が多い。しかし, 前述のブドウやニホンナシの例から, シアナミド剤処理により, 花芽だけでなく葉芽の休眠も覚醒する可能性があると考えられる。

そこで, 本章では‘カワヅザクラ’立木の開花促進を目的としたシアナミド剤の散布に当たり, 散布時期および散布濃度が開花および展葉に及ぼす影響について検討した。

材料および方法

第II章~第IV章における全ての実験において, 以下①~⑤の材料および方法は共通とした。①シアナミド剤は日本カーバイド工業(株)製のCX-10(シアナミド10%含有)を使用した。②シアナミド剤の希釈および水散布区には水道水を用いた。③シアナミド剤の散布は, 降雨終了後24時間以上経過し, 枝や葉に濡れないことを確認した後に噴霧機を用いて行った。なお, いずれの実験区においても散布後48時間以上, 降雨は確認されなかった。④供試した枝において, 1個の花芽のうち小花の蕾が1輪でも開いた日を開花開始日, 1個の花芽のうち小花の花弁が1枚でも脱離し

た日を落花開始日, 1個の葉芽のうち苞葉の頂部から葉が1枚でも確認できた日を展葉開始日とした。開花した小花のすべての花弁が脱離した日を開花終了日とした。調査期間中はおよそ1週間に1回, 開花および落花した花芽数, 展葉した葉芽数を調査し, それぞれの割合を開花率, 落花率および展葉率と表した。⑤上記の開花終了日まで芽鱗に覆われたままの芽は枯死とみなし, 全芽数に対する割合を枯死率と表した。

第II章の実験1および2には静岡県賀茂郡河津町田中地内に露地植栽されている20年生以上の‘カワヅザクラ’の立木3~4樹を用いた。実験3には静岡県賀茂郡南伊豆町下賀茂地内に露地植栽されている20年生以上の‘カワヅザクラ’の立木8樹を用いた。実験1および2は独立した1樹のうちの1亜主枝(総枝長約4 m, 花芽数30~120個, 葉芽数20~60個の太さの揃った枝を供試)を1区として4反復で行った。実験3では1区1樹4反復とし, 独立した1樹のうちの1亜主枝(総枝長約4 m, 花芽数20~90個, 葉芽数20~60個の太さの揃った枝を供試)を調査に用いた。シアナミド剤散布量は, 実験1および2では1区当たり約0.25 Lとし, 実験3では立木1樹当たり約25 Lとした。

実験1 立木への枝別処理によるシアナミド剤散布時期の影響

無処理区, シアナミド濃度0%区(水散布), 0.75%区および1.00%区を設け, 2008年11月17日および12月16日にシアナミド剤を立木の亜主枝4本ずつに散布した。2008年12月2日から2009年3月3日まで開花した花芽数, 展葉した葉芽数および枯死芽数を調査し, それぞれの割合を開花率, 展葉率および枯死率と表した。

実験2 立木への枝別処理によるシアナミド剤散布濃度の影響

無処理区, シアナミド濃度0%区(水散布), 0.75%区, 1.00%区および2.00%区を設け, 2009年11月16日にシアナミド剤を立木の亜主枝4本ずつに散布した。2009年11月26日から2010年3月9日まで実験1と同様に開花した花芽数, 展葉した葉芽数および枯死芽数を調査し, それぞれの割合を開花率, 展葉率および枯死率と表した。

実験3 立木全面散布によるシアナミド剤処理の影響

無処理区およびシアナミド濃度0.75%区を設け, 2009年11月18日にシアナミド剤を立木全体に散布した。2009年11月26日から2010年3月9日まで実験1と同様に開花した花芽

数、展葉した葉芽数および枯死芽数を調査し、それぞれの割合を開花率、展葉率および枯死率と表した。

結果

実験1 立木への枝別処理によるシアナミド剤散布時期の影響

開花は、11月17日シアナミド濃度0.75%区および1.00%区では1月13日、12月16日シアナミド濃度0.75%区では2月4日、無処理区、11月17日シアナミド濃度0%区（水散布）、12月16日シアナミド濃度0%区（水散布）およびシアナミド濃度1.00%区では2月10日から確認された（図2-1）。開花率が90%以上となった日は、11月17日シアナミド濃度0.75%区および1.00%区では2月4日、無処理区、11月17日シアナミド濃度0%区（水散布）、12月16日シアナミド濃度0%区（水散布）、0.75%区および1.00%区では2月18日であった。開花開始日は、無処理区およびシアナミド濃度0%区（水散布）と比較して、11月17日シアナミド濃度0.75%区および1.00%区では4週間程度早まり、12月16日シアナミド濃度0.75%区および1.00%区ではほぼ同時期であつた。

開花率が90%以上となった日は、無処理区およびシアナミド濃度0%区（水散布）と比較して、11月17日シアナミド濃度0.75%区および1.00%区では2週間程度早まり、12月16日シアナミド濃度0.75%区および1.00%区ではほぼ同時期であつた。

展葉は、11月17日シアナミド濃度0.75%区および1.00%区では1月13日、11月17日シアナミド濃度0%区（水散布）、12月16日シアナミド濃度0.75%区および1.00%区では2月10日、無処理区および12月16日シアナミド濃度0%区（水散布）では2月18日から確認された（図2-2）。展葉率が90%以上となった日は、11月17日シアナミド濃度0.75%区および1.00%区では2月10日、12月16日シアナミド濃度1.00%区では2月18日、11月17日シアナミド濃度0%区（水散布）、12月16日シアナミド濃度0%区（水散布）およびシアナミド濃度0.75%区では2月24日、無処理区では3月3日であった。展葉開始日は、無処理区およびシアナミド濃度0%区（水散布）と比較して、11月17日シアナミド濃度0.75%区および1.00%区では4～5週間早まり、12月16日シアナミド濃度0.75%散布区および1.00%散布区では1週間程度早まった。

分散分析	散布日	n.s.	*	**	**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.
	散布濃度	n.s.	n.s.	*	**	**	**	n.s.	*	n.s.
	交互作用	n.s.	n.s.	*	**	**	**	*	n.s.	n.s.

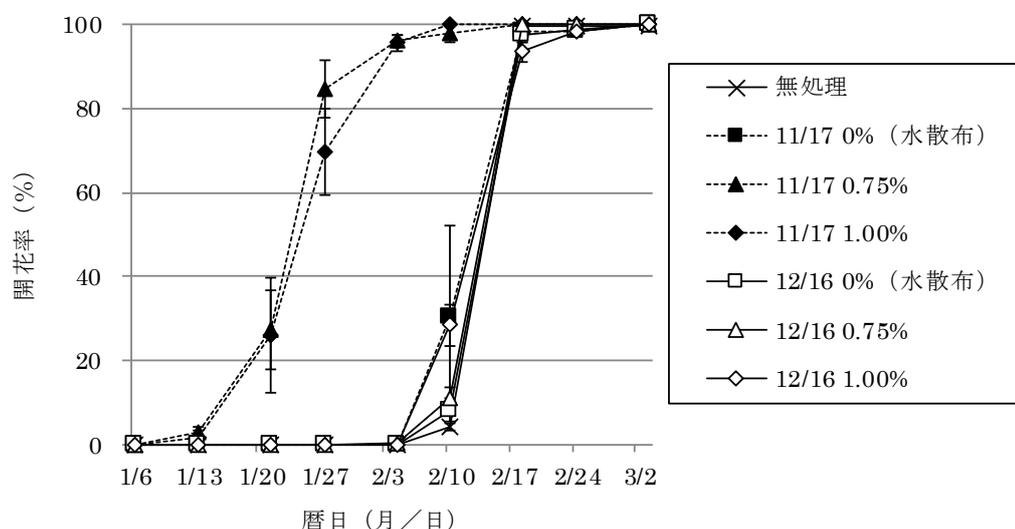


図2-1 シアナミド剤散布時期および濃度が‘カワヅザクラ’の開花に及ぼす影響

図中の縦線は標準誤差を示す (n=4)

2008年11月17日および12月16日にシアナミド濃度0.75および1.00%希釈液および水道水を1枝当たり約0.25 L、噴霧器を用いて散布した

1個の花芽のうち小花の蕾が1輪でも開いた状態で開花とした

開花率=100×開花芽数/花芽数

**は1%水準で有意差あり、*は5%水準で有意差あり、n.s.は5%水準で有意差なし (arcsin変換後、二元配置分散分析により検定)

分散分析は上から順に散布日、散布濃度および散布日と散布濃度の間における

交互作用の統計処理の結果を示す

調査した花芽数は各区261～360個

展葉率が90%以上となった日は、無処理区およびシアナミド濃度0%区（水散布）と比較して、11月17日シアナミド濃度0.75%区および1.00%区では2～3週間早まり、12月16日シアナミド濃度0.75%散布区および1.00%散布区では1～2週間早まった。

芽の枯死率は、11月17日シアナミド濃度1.00%区で7.5%であった（表2-1）。その他の区の枯死率はいずれも3.0%以下であった。いずれの区においても有意な差は認められなかった。

分散分析	散布日	n.s.	*	**	**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.
	散布濃度	n.s.	n.s.	*	**	**	**	*	n.s.	n.s.
	交互作用	n.s.	n.s.	*	**	**	*	n.s.	n.s.	n.s.

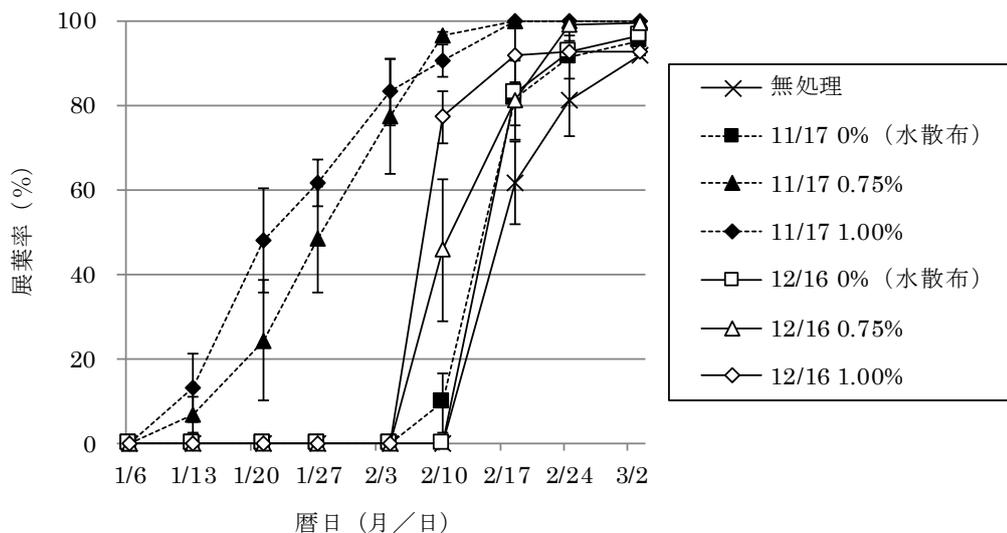


図2-2 シアナミド剤散布時期および濃度が‘カワヅザクラ’の展葉に及ぼす影響

図中の縦線は標準誤差を示す (n=4)

2008年11月17日および12月16日にシアナミド濃度0.75および1.00%希釈液および水道水を1枝当たり約0.25 L、噴霧器を用いて散布した
苞葉の頂部から葉が確認できた状態で展葉とした

展葉率 = 100 × 展葉芽数 / 葉芽数

**は1%水準で有意差あり，*は5%水準で有意差あり，n.s.は5%水準で有意差なし（arcsin変換後，二元配置分散分析により検定）

分散分析は上から順に散布日，散布濃度および散布日と散布濃度の間における交互作用の統計処理の結果を示す

調査した葉芽数は各区111～171個

表2-1 シアナミド剤散布時期および濃度が‘カワヅザクラ’の芽の枯死に及ぼす影響

散布日 ^z	散布濃度	枯死率 (%) ^y	調査芽数
11月17日	0% (水散布)	2.4 ± 0.4	462
	0.75%	2.7 ± 1.4	441
	1.00%	7.5 ± 5.2	380
12月16日	0% (水散布)	2.2 ± 0.2	461
	0.75%	0.5 ± 0.2	435
	1.00%	1.4 ± 1.0	401
	無処理	1.6 ± 0.6	505
分散分析 ^x	散布日	n.s.	
	散布濃度	n.s.	
	交互作用	n.s.	

^z 2008年11月16日および12月18日に1枝当たり0.25 Lを噴霧器を用いて散布した (n=4)

^y 開花終了時まで芽鱗に覆われたままの芽は枯死とみなした

枯死率 = 100 × 枯死芽数 / 調査芽数，各区4本の垂主枝の平均値 ± 標準誤差

^x n.s.は5%水準で有意差なし（arcsin変換後，分散分析により検定）

実験2 立木への枝別処理によるシアナミド剤散布濃度の影響

開花は、シアナミド濃度2.00%区では1月15日、シアナミド濃度0.75%区および1.00%区では1月19日、シアナミド濃度0%区（水散布）では2月5日、無処理区は2月10日から確認された（図2-3）。開花率が90%以上となった日は、シアナミド濃度1.00%区および2.00%区では2月5日、シアナミド濃度0.75%区では2月10日、シアナミド濃度0%区（水散布）および無処理区では3月2日であった。開花開始日は、無処理区およびシアナミド濃度0%区（水散布）と比較して、シアナミド濃度2.00%区では3~4週間早まり、シアナミド濃度0.75%区および1.00%区では2~3週間早まった。開花率が90%以上となった日は、無処理区およびシアナミド濃度0%区（水散布）と比較して、シアナミド濃度1.00%区および2.00%区では4週間程度早まり、シアナミド濃度0.75%区では3週間程度早まった。

展葉は、シアナミド濃度0.75%区、1.00%区および2.00%区では1月5日、シアナミド濃度0%区（水散布）では2月5日、無処理区では2月10日から確認された（図2-4）。展葉率が90%以上となった日は、シアナミド濃度1.00%区では2

月10日、シアナミド濃度0.75%区では2月16日、無処理区およびシアナミド濃度2.00%区では3月2日、シアナミド濃度0%区（水散布）では3月9日であった。展葉開始日は、無処理区およびシアナミド濃度0%区（水散布）と比較して、シアナミド濃度0.75%区、1.00%区および2.00%区では4~5週間早まった。展葉率が90%以上となった日は、無処理区およびシアナミド濃度0%区（水散布）と比較して、シアナミド濃度1.00%区では3~4週間早まり、シアナミド濃度1.00%区では2~3週間早まった。シアナミド濃度2.00%区では無処理区およびシアナミド濃度0%区（水散布）とほぼ同時期に展葉率が90%以上となった。シアナミド剤散布濃度による展葉速度には大きな差はみられなかったが、シアナミド濃度が高まるほど展葉の開始が早まる傾向がみられた。

芽の枯死率は、無処理区、シアナミド濃度0%区（水散布）、0.75%区および1.00%区において有意な差はみられなかった（表2-2）。これに対し、シアナミド濃度2.00%区では枯死率が41.2%であり、その他の区と比較して有意に増加した。

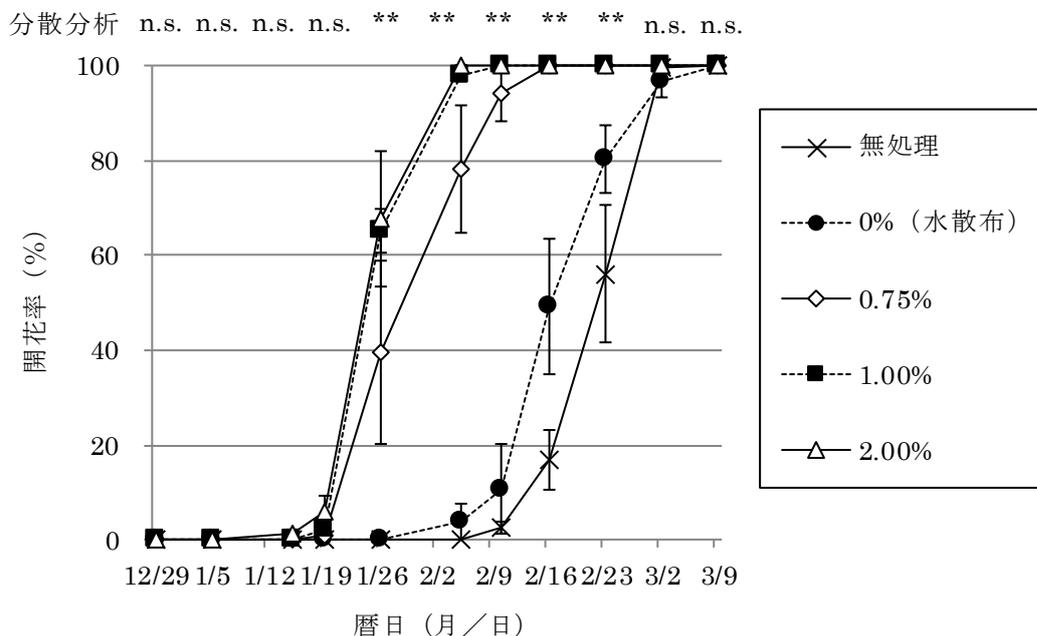


図2-3 シアナミド剤散布濃度が‘カワヅザクラ’の開花に及ぼす影響

図中の縦線は標準誤差を示す (n=4)

2009年11月16日にシアナミド剤希釈液および水道水を1枝当たり約0.25 L、噴霧器を用いて散布した

1個の花芽のうち小花の蕾が1輪でも開いた状態で開花とした

開花率=100×開花芽数/花芽数

分散分析は、**は1%水準で有意差あり、n.s.は5%水準で有意差なし

(arcsin変換後、一元配置分散分析により検定)

調査した花芽数は各区146~251個

分散分析 n.s. n.s. ** ** ** ** ** ** ** ** ** * n.s. n.s.

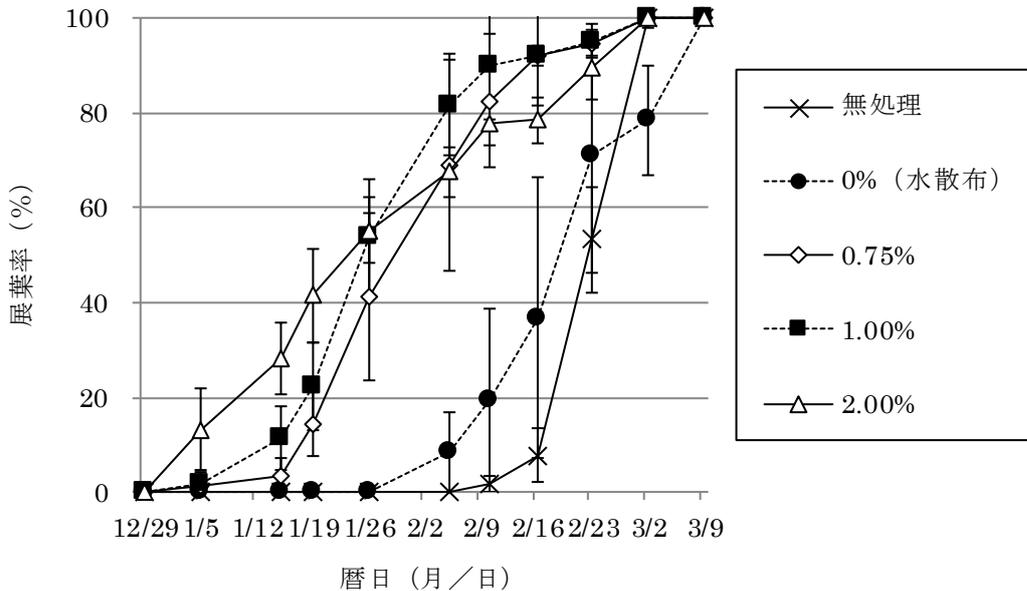


図2-4 シアナミド剤散布濃度が‘カワヅザクラ’の展葉に及ぼす影響

図中の縦線は標準誤差を示す (n=4)

2009年11月16日にシアナミド剤希釈液および水道水を1枝当たり約0.25 L、噴霧器を用いて散布した

苞葉の頂部から葉が確認できた状態で展葉とした

展葉率 = 100 × 展葉芽数 / 葉芽数

分散分析は、**は1%水準で有意差あり、*は5%水準で有意差あり、

n.s.は5%水準で有意差なし (arcsin変換後、一元配置分散分析により検定)

調査した葉芽数は各区96~107個

表2-2 シアナミド剤散布濃度が‘カワヅザクラ’の芽の枯死に及ぼす影響

散布濃度 ^z	枯死率 (%) ^y	調査芽数
無処理	0.6 ± 0.3 a ^x	349
0% (水散布)	1.6 ± 0.7 a	349
0.75%	8.7 ± 4.3 a	216
1.00%	0.9 ± 0.5 a	250
2.00%	41.2 ± 14.2 b	334
分散分析 ^w	**	

^z 2009年11月16日に1枝当たり0.25 Lを噴霧器を用いて散布した (n=4)

^y 開花終了時まで芽鱗に覆われたままの芽は枯死とみなした

枯死率 = 100 × 枯死芽数 / 調査芽数、各区4本の垂主枝の平均値 ± 標準誤差

^x 同一アルファベット間には5%水準で有意差なし (arcsin変換後、Tukey法により検定)

^w **は1%水準で有意差あり (arcsin変換後、分散分析により検定)

実験3 立木全面散布によるシアナミド剤処理の影響

開花は、シアナミド濃度0.75%区では1月26日、無処理区では2月5日から確認された (図2-5)。開花率が90%以上

となった日は、シアナミド濃度0.75%区では2月5日、無処理区では2月23日であった。開花開始日は、シアナミド濃度0.75%区では無処理区と比較して1週間程度早まった。開花率が90%以上となった日は、シアナミド濃度0.75%区で

は無処理区と比較して3週間程度早まった。

展葉は、シアナミド濃度0.75%区では1月13日、無処理区では2月10日から確認された(図2-6)。展葉率が90%以上となった日は、シアナミド濃度0.75%区では2月19日、無処理区では3月2日であった。展葉開始日は、シアナミド濃度0.75%区では無処理区と比較して4週間程度早まった。展葉率が90%以上となった日は、シアナミド濃度0.75%区では無処理区と比較して2週間程度早まった。

芽の枯死率は、シアナミド濃度0.75%区では0.7%、無処理区では1.5%であり、有意な差はみられなかった(表2-3)。

考 察

実験1では‘カワヅザクラ’立木亜主枝へのシアナミド剤散布時期が開花および展葉に及ぼす影響について検討した。開花促進効果は、11月17日シアナミド濃度0.75%区および1.00%区で認められたものの、12月16日シアナミド濃度0.75%区および1.00%区においては明確には現れなかった(図2-1)。

‘カワヅザクラ’の花芽形成について村上ら(2007a)

は、10月中旬には雄ざい形成期、11月上旬には胚珠形成期に達し、花芽形成が終了するとしている。また、‘カワヅザクラ’の自発休眠覚醒は、切り枝での調査結果から10月下旬以降徐々に始まり、12月上旬に終了するとしており、10月1日から12月5日までの期間における8℃以下の遭遇時間は27~59時間と短いことが報告されている(村上ら, 2007b)。加えて、‘カワヅザクラ’では、開花前51~70日以降の気温が開花に大きく影響を与えるとされ(村上ら, 2006)、この時期は11月下旬から12月上旬に当たる。すなわち、実験1の散布時期である11月17日は、‘カワヅザクラ’の花芽形成終了後であり、自発休眠覚醒期間中であつたと考えられる。そのため、この時期にシアナミド剤の散布を行うことにより自発休眠覚醒が促進されて、開花促進効果が大きくなったと考えられる。もう一方の散布時期である12月17日は既に自発休眠覚醒後であると考えられるため、散布による開花促進効果が低かったと考えられる。また、11月中旬以前にシアナミド剤の散布を行った場合、散布時点で花芽形成が終了していない可能性があることや(村上ら, 2007a)、気温が開花に大きく影響を与えるとされる開花前51~70日の時期より早いことから(村上ら,

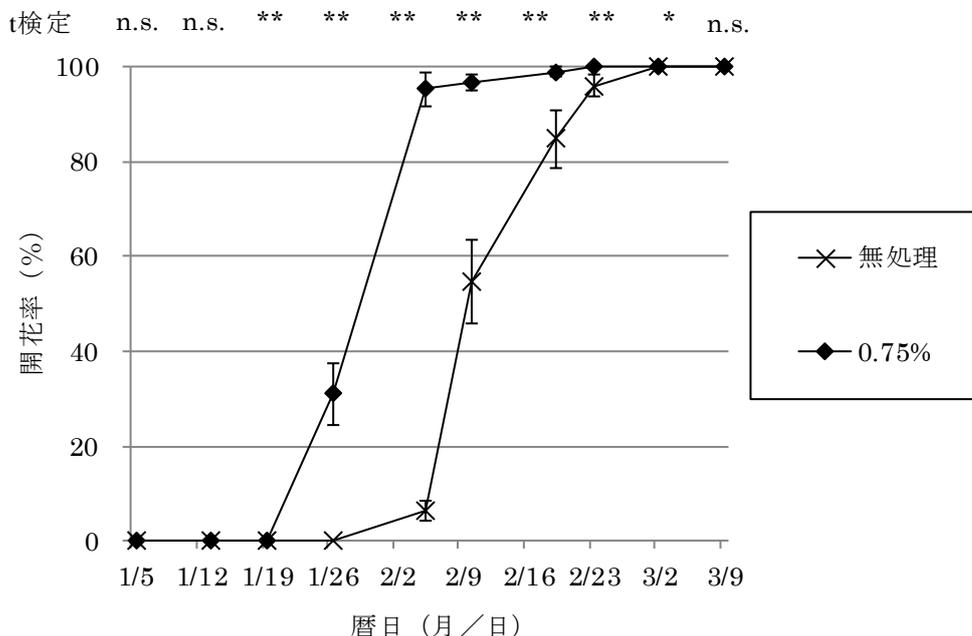


図2-5 シアナミド剤の立木全面散布が‘カワヅザクラ’の開花に及ぼす影響

図中の縦線は標準誤差を示す (n=4)

2009年11月18日にシアナミド濃度0.75%希釈液を1樹当たり約25 L、噴霧器を用いて散布した

1個の花芽のうち小花の蕾が1輪でも開いた状態で開花とした

開花率 = $100 \times \text{開花芽数} / \text{花芽数}$

t検定は、**は1%水準で有意差あり、n.s.は5%水準で有意差なし (arcsin変換後、t検定)

調査した花芽数は処理区196個、無処理区245個

2006) , 開花促進効果は低い可能性が高い。従って、開花促進を目的とした‘カワヅザクラ’へのシアナミド剤散布に当たっては、自発休眠覚醒期間中の11月中旬が望ましいと考えられた。

これまで、サクラに対するシアナミド剤処理は、‘ケイオウザクラ’の切り枝に対して行われ、シアナミド濃度0.2%と温湯との併用処理により石灰窒素5%処理と同程度の到花日数にまで短縮される効果が認められている(佐藤ら, 2005) . ‘ケイオウザクラ’に必要な休眠覚醒のため

の8℃以下の積算時間は900時間(佐藤ら, 2003)とされ、シアナミド剤処理開始前に自然条件下あるいは人工的に低温遭遇をさせる必要があり、低温遭遇時間が短いと促成開始後の到花日数が長くなる(佐藤ら, 2005) . 一方、‘カワヅザクラ’に必要な休眠覚醒のための8℃以下の積算時間は27~59時間とされており(村上ら, 2007b) , ‘ケイオウザクラ’と比較して非常に短い。従って、‘カワヅザクラ’においては低温要求量が少ないため、人工的な低温処理は省略できるものと考えられた。

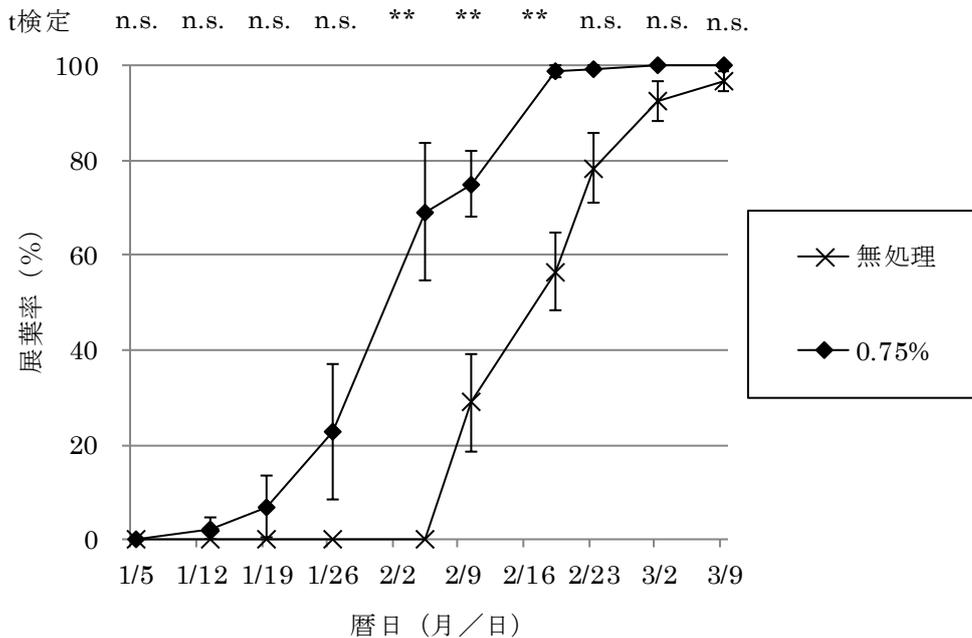


図2-6 シアナミド剤の立木全面散布が‘カワヅザクラ’の展葉に及ぼす影響

図中の縦線は標準誤差を示す (n=4)

2009年11月18日にシアナミド濃度0.75%希釈液を1樹当たり約25 L,

噴霧器を用いて散布した

苞葉の頂部から葉が確認できた状態で展葉とした

展葉率=100×展葉芽数/葉芽数

t検定は、**は1%水準で有意差あり、n.s.は5%水準で有意差なし

(arcsin変換後、t検定)

調査した葉芽数は処理区135個、無処理区198個

表2-3 シアナミド剤の立ち木全面散布が‘カワヅザクラ’の芽の枯死に及ぼす影響

散布濃度 ^z	枯死率 (%) ^y	調査芽数
無処理	1.5 ± 0.9	443
0.75%	0.7 ± 0.5	331
t検定 ^x	n.s.	

^z 2009年11月18日に立木1樹当たり25 Lを噴霧器を用いて散布した (n=4)

^y 開花終了時まで芽鱗に覆われたままの芽は枯死とみなした

枯死率=100×枯死芽数/調査芽数、各区4本の垂主枝の平均値 ± 標準誤差

^x n.s.は5%水準で有意差なし (arcsin変換後、t検定)

シアナミド剤による萌芽促進効果が認められているオウトウやブドウでも、低温遭遇期間別にシアナミド剤散布が行われている。オウトウ‘佐藤錦’では、7℃以下の低温遭遇1,650時間が必要とされるが、低温遭遇700時間、1,000時間および1,550時間到達時にシアナミド剤処理を行った際の開花日は、加温条件下でそれぞれ2月5日、2月5日および2月10日であり、無処理区の2月21日と比較してそれぞれ16日、16日および11日短縮したと報告されている(渡辺ら, 2006)。しかし、低温遭遇700時間で処理した場合には、1,000時間処理よりも開花揃いが悪くなる。加えて、露地条件下でシアナミド剤散布を行った際の開花日は4月19日であり、無処理区の4月23日と比較して4日短縮したと報告されている。ブドウ‘巨峰’では、シアナミド剤を12月17日、1月17日および2月17日に処理した際の開花日は、加温条件下でそれぞれ3月15日、3月23日および3月26日であり、無処理区の3月30日と比較してそれぞれ15日、7日および4日短縮され、12月17日処理が最も開花促進効果が高いことが新潟県内での調査で報告されている(黒井, 1985)。これらの報告において、オウトウやブドウの栽培地ではシアナミド剤を散布したとしても自然開花期は4月以降となっている。一方、自発休眠の解除に必要とされる低温遭遇期間が短く、植栽地において1月下旬以降に開花する‘カワヅザクラ’へのシアナミド剤散布では、開花が自然開花期と比較して2~3週間早まり、オウトウやブドウより開花促進効果が高かった。この効果の違いは、調査地点の立地条件だけでなく、開花時期の気温によるものか、品目間の生態的特性の違いによるものであるのかについては、今後、さらに検証が必要と思われる。

展葉については、11月17日シアナミド濃度0.75%区および1.00%区は、無処理区と比較して展葉始日は5週間程度、展葉完了日は2週間程度早まった。また、12月16日シアナミド濃度0.75%区および1.00%区は、無処理区と比較して展葉完了日には違いがみられなかったものの、展葉始日は1週間程度早まった(図2-2)。村上ら(2007b)は、‘カワヅザクラ’では葉芽と花芽の間で自発休眠の覚醒時期に差があり、葉芽は花芽よりも自発休眠が深い可能性があるとして報告している。実験1において、シアナミド剤による展葉促進効果は、花芽への開花促進効果が認められなかった12月16日散布においても11月17日散布ほどではないものの認められた。このことから、葉芽の自発休眠覚醒期間は、11月17日の時点だけでなく、12月16日の時点においても継続しており、村上ら(2007b)の報告とほぼ一致した。しかし、12月16日散布では、開花時期への影響は認められず、展葉のみ促進させることから、開花期間中に花が葉に覆われるため観賞価値が低下する。なお、葉芽の自発休眠覚醒

の開始時期や自発覚醒期間の終了時期については、さらに検討が必要と考えられる。

芽の枯死率については、いずれの区においても有意な差が認められなかったことから(表2-1)、11月中旬~12月中旬の期間にシアナミド濃度1.00%以下で散布することにより、薬害による影響は低く抑えられると考えられた。

実験2では‘カワヅザクラ’立木亜主枝へのシアナミド剤散布濃度が開花および展葉に及ぼす影響について検討した。シアナミド濃度が0.75~2.00%の範囲内では、シアナミド濃度1.00%区は0.75%区よりわずかに開花が早まったものの、1.00%区と2.00%区では開花期に違いはみられなかった(図2-3)。ブドウ‘ロザリオビアンコ’では、シアナミド濃度1.0%処理が0.5%処理よりも発芽と開花が早まる(江崎・高瀬, 2003)。オウトウでは、シアナミド濃度0.5~1.4%では濃度が高いほど生育促進効果が高い(渡辺ら, 2006)。‘カワヅザクラ’においては、シアナミド濃度1.00%以下では濃度が高いほど開花が促進されるが、シアナミド濃度1.00~2.00%の範囲内では開花促進効果が大きく異なることはないと考えられた。

展葉始日は、無処理区およびシアナミド濃度0%区(水散布)と比較して、シアナミド濃度0.75%区、1.00%区および2.00%区では5週間程度早まった(図2-4)。シアナミド剤散布濃度の違いによる展葉率の推移には大きな違いはみられなかったが、シアナミド濃度2.00%で展葉の開始が早まる傾向がみられた。渡辺ら(2006)はオウトウ‘佐藤錦’におけるシアナミド剤散布の影響を調査しており、無処理、シアナミド濃度0.7%および1.4%における展葉日は3月5日、2月23日および2月17日であったとしている。また、ブドウ‘ロザリオビアンコ’では、一定濃度下においては濃度が高まるほど発芽が早まると報告されている(江崎・高瀬, 2003)。しかし、‘カワヅザクラ’はブドウやオウトウと異なり開花後展葉までの期間が長い方が、観賞価値は高くなる。このため、シアナミド剤を2.00%濃度で処理した場合、開花前に展葉が進み、観賞価値の低下につながる可能性があると考えられた。また、広瀬ら(2000)はブドウおよびモモの葉芽に対してシアナミド剤処理を行い、低温遭遇時間が長くなるほど最適処理濃度が薄くなる傾向があると報告している。‘カワヅザクラ’では、休眠覚醒に必要とされる低温遭遇時間が少ないために、10月下旬以降、次第に自発休眠が覚醒する(村上ら, 2007b)。このため、実験1の11月17日と12月16日および実験2の11月17日のいずれにおいても休眠覚醒に必要な低温遭遇時間を経過しているため、0.75~1.00%濃度の散布で差がみられなかったものと考えられる。

芽の枯死率は、シアナミド濃度0.75%および1.00%ではそ

れぞれ8.7%および0.9%であり、無処理区の0.6%および0%区（水散布）の1.6%との間に有意な差は認められなかった。しかし、シアナミド濃度2.00%では枯死芽率が41.2%と有意に増加した（表2-2）。

‘ケイオウザクラ’切り枝の促成処理では、温湯処理後にシアナミド剤1.0%を処理すると開花時の花色や花弁の異常が認められている（佐藤ら，2005）。オウトウ‘佐藤錦’では、1月12日（低温遭遇1,350時間）のシアナミド1.4%濃度で、開花芽率が70%以下と低くなるが1月23日（低温遭遇1,650時間）処理ではシアナミド濃度1.4%でも開花芽率90%以上と、無処理と差はみられない（渡辺ら，2006）。

このように、‘ケイオウザクラ’やオウトウへのシアナミド剤の散布では、花色や花弁への影響や開花芽率の低下が報告されているが、実験2では2.00%濃度で芽の枯死率が増加したほかは花の形質などへの影響は観察されなかった。しかし、2.00%濃度による散布は展葉促進および枯死率の点から花の観賞には不適と考えられた。このことから、‘カワヅザクラ’立木へのシアナミド剤散布に当たっては、0.75%または1.00%濃度での散布が適当と考えられた。

‘カワヅザクラ’の花芽における自発休眠は12月上旬には既に覚醒していることから（村上ら，2007b），12月中旬以降の切り枝については、シアナミド剤処理なしに促成できると考えられる。実験1および2から‘カワヅザクラ’では、あらかじめシアナミド剤を立木散布した枝を、順次収穫することで、収穫後の促成を行わずに切り枝出荷ができる可能性もあり、切り枝の簡便な早期出荷方法としても期待できる。

実験3では、立木全面散布について検討し、‘カワヅザクラ’の立木全面散布による開花および展葉促進への影響が認められた（図2-5，2-6）。‘ケイオウザクラ’では切り枝へのシアナミド剤の散布または浸漬処理による効果が報告されている（佐藤ら，2005）ものの、立木散布による発芽促進効果については報告がない。オウトウではシアナミド剤の立木散布による発芽促進効果が認められている（渡辺ら，2006）。自発休眠覚醒に要する低温量の少ない‘カワヅザクラ’においても、オウトウと同様、立木全面散布による開花および展葉促進への影響が認められることが見出された。また、芽の枯死率はシアナミド濃度0.75%区と無処理区で有意な差はみられなかった（表2-3）。

このことから、立木全面散布においても実験1，2と同様に、11月中旬にシアナミド濃度0.75%程度で散布することで、開花が促進された。また、立木全面散布を行った供試樹には、シアナミド剤処理による次年度以降の生育および開花への影響は観察されなかった（データ略）。

以上の結果から、11月中旬に‘カワヅザクラ’の立木にシアナミド剤0.75～1.00%の散布を行うことにより、南伊豆地域の自然条件下において展葉を抑制しつつ、開花時期が2～3週間早まることが明らかとなった。このことから、シアナミド剤散布により開花促進された樹と自然開花した樹を併せると、従来18日程度とされる南伊豆地域の‘カワヅザクラ’観賞期間を、32～39日程度まで延長できることが示唆され、この実験結果は‘カワヅザクラ’の観光資源としての価値を大幅に高めることにつながるものであると考えられた。加えて、‘カワヅザクラ’の観賞期間延長による観光利用だけでなく、切り枝出荷による産地育成などへの利用が考えられた。なお、本研究により、シアナミド剤は2010年9月22日付けでサクラの立木全面散布における休眠打破による開花促進剤として登録拡大に至った。

第Ⅲ章 シアナミド剤散布が‘伊豆土肥’および土肥桜白花系統の開花、展葉および花の形質に及ぼす影響

第Ⅱ章において‘カワヅザクラ’の自発休眠覚醒期間中である11月中旬にシアナミド剤を散布することで、開花開始時期が2～3週間前進し、無処理樹と併せた観賞期間が大幅に拡大できることを明らかにした。この技術を土肥桜の2種にも応用し、年末年始に同時開花を可能にすることにより、観賞価値の向上が期待される。ところでシアナミド剤により開花が促進する‘カワヅザクラ’は、効果が得られている樹種（黒井，1985；佐藤ら，2003；渡辺ら，2006）の中では比較的休眠が浅いグループに属すると考えられており（勝木，1989；村上ら，2007b），自発休眠覚醒後に散布を行うと開花促進効果が低いことが第Ⅱ章で明らかになっている。土肥桜2種はいずれも‘カワヅザクラ’より開花が早いことから、自発休眠の時期も‘カワヅザクラ’とは異なることが考えられ、開花期前進のためにシアナミド剤の散布時期について検討する必要がある。加えて、観光面での利用には、落花時期や観賞期間、花の形質なども明らかにする必要がある。

そこで、本章では‘伊豆土肥’および“土肥白花”の開花促進を目的としたシアナミド剤の効果的な散布時期を検討するとともに、シアナミド剤散布が開花、落花、観賞期間、展葉および花の形質に及ぼす影響について検討したので報告する。

材料および方法

供試樹木には静岡県伊豆市八木沢の丸山スポーツ公園内に露地植栽されている10年生以上、樹高4 m以上で生育の揃った‘伊豆土肥’および“土肥白花”を用いた。シアナミド剤の散布量は、実験1では1区当たり約0.25 Lとし、実験2では立木1樹当たり約25 Lとした。

第Ⅱ章と同様に、供試した亜主枝において、開花した花芽数、落花した花芽数、展葉した葉芽数および枯死芽数を調査した。

また、シアナミド剤散布が‘伊豆土肥’および“土肥白花”の観賞期間に与える影響を評価するため、観賞可能花率（%）＝（開花芽数－落花芽数）／（花芽数－枯死芽数）×100として、各処理区の観賞期間の比較を行った。この際、同じ早咲きの‘カワヅザクラ’における観賞期間は概ね2分咲き頃から始まるとされているため（村上ら，2006），観賞可能花率が20%以上となった日を観賞期間として評価した。

実験1では2010年11月11日～2011年3月3日、実験2では2011年11月8日～2012年3月14日の期間、同調査地点の気温を1時間間隔でサーモレコーダー（RT-30S，エスペックミック（株））により計測した。

開花および落花した花芽数、展葉した葉芽数、気温の調査期間は、いずれもシアナミド剤散布日からすべての実験区の落花率が100%となった日とした。

実験1 枝別散布におけるシアナミド剤処理時期の影響

実験1には、‘伊豆土肥’および“土肥白花”の各3樹を用いた。独立した1樹のうちの1亜主枝（総枝長約4 m、花芽数20～80個、葉芽数20～70個の太さの揃った枝を供試）を1区として各区3反復で行った。シアナミド濃度1%区、0%区（水散布）および無処理区を設け、2010年10月22日および11月11日にシアナミド剤を立木の亜主枝3本ずつに散布した。

2010年11月26日～2011年3月3日の期間、開花および落花した花芽数、展葉した葉芽数および枯死芽数を調査し、それぞれの割合を開花率、落花率、展葉率および枯死率と表した。

実験2 立木全面散布におけるシアナミド剤処理の影響

実験2には、‘伊豆土肥’および“土肥白花”の各8樹を用いた。独立した1樹のうち生育の揃った1亜主枝（総枝長約4 m、花芽数40～90個、葉芽数20～50個の太さの揃った枝を供試）を選定し、各区4反復で行った。シアナミド濃度1%区および無処理を設け、2011年11月8日にシアナミド剤を立木1樹全面に散布した。

2011年11月25日～2012年3月14日の期間、開花および落花した花芽数、展葉した葉芽数および枯死芽数を調査し、それぞれの割合を開花率、落花率、展葉率および枯死率と表した。

供試樹から開花直後と判断される花を採取し、採取後6時間以内に各区30花の花径および花色を調査した。両種ともシアナミド濃度1%区では2012年1月16日、無処理区では同年2月21日に調査を行った。花色については花弁中央部の色差を、色彩色差計（CR-200，コニカミノルタジャパン（株））を用いて測定した。

結果

実験1 枝別散布におけるシアナミド剤処理時期の影響

調査期間中における調査地点の日平均気温の推移を図3-1に示した。日平均気温は、11月には10～17℃で推移したが、12月には低下し、12月25日～2月3日にかけて10℃以下で推移した。2月12日には日平均気温が3.6℃と測定期間中で最も低くなったが、その後上昇し、2月17日以降は3月3日～4日を除き、8℃以上で推移した。

‘伊豆土肥’の開花開始日は、11月11日シアナミド濃度1%散布区（以下11月1%散布区）で12月22日であった他は、いずれの処理区でも1月17日以降となった。10月22日シアナミド濃度1%散布区（以下10月1%散布区）では1月17日から、これ以外の処理区では1月26日から開花が確認された（図3-2）。開花率が100%に達した日は、11月1%散布区では1月26日、その他の処理区では2月14日であった。

‘伊豆土肥’の11月1%散布区は、10月水散布区、11月水散布区および無処理区と比較して開花開始日が35日早まり、開花率が100%に達した日が19日早まった。

“土肥白花”の開花開始日は、11月1%散布区では12月22日、その他の処理区では1月26日であった。開花率が100%に達した日は、11月1%散布区では1月5日、10月水散布区および無処理区では2月14日、11月水散布区では3月3日、10月1%散布区では3月11日であった。“土肥白花”の11月1%散布区では、10月水散布区、11月水散布区および無処理区と比較して開花開始日が35日早まり、開花率が100%に達した日が40～57日早まった。

‘伊豆土肥’の落花開始日は、11月1%散布区では1月5日、その他の処理区では2月7日であった（図3-3）。落花

率が100%に達した日は、11月1%散布区では1月31日、11月水散布区では2月22日、10月水散布区および無処理区では3月3日、10月1%散布区では3月11日であった。‘伊豆土肥’の11月1%散布区では、10月水散布区、11月水散布区および無処理区と比較して落花開始日が33日早まり、落花率が100%に達した日が22～31日早まった。

“土肥白花”の落花開始日は、11月1%散布区では1月5日、その他の区では2月7日であった。落花率が100%に達した日は、11月1%散布区では1月11日、11月水散布区では3月3日、10月1%散布区、10月水散布区および無処理区では3月11日であった。“土肥白花”の11月1%散布区では、10月水散布区、11月水散布区および無処理区と比較して落花開始日が33日早まり、落花率が100%に達した日が51～59日早まった。

‘伊豆土肥’の観賞期間は、10月水散布区では23日間、11月1%散布区では22日間、その他の処理区では20日間であり、いずれの区もほぼ同等であった（図3-4）。

“土肥白花”の観賞期間は、11月1%散布区では10日間、その他の区では8日間であった。

品種間では、‘伊豆土肥’は“土肥白花”より12～15日間長く観賞することが可能であった。

‘伊豆土肥’の展葉開始日は、11月1%散布区では12月15日、10月1%散布区、10月水散布区および無処理区では1月26日、11月水散布区では1月31日であった（図3-5）。展葉率が100%に達した日は、11月1%散布区で1月31日、10月水散布区、11月水散布区および無処理区では2月22日、10月1%散布区では3月3日であった。‘伊豆土肥’の11月1%散布区では、10月水散布区、11月水散布区および無処

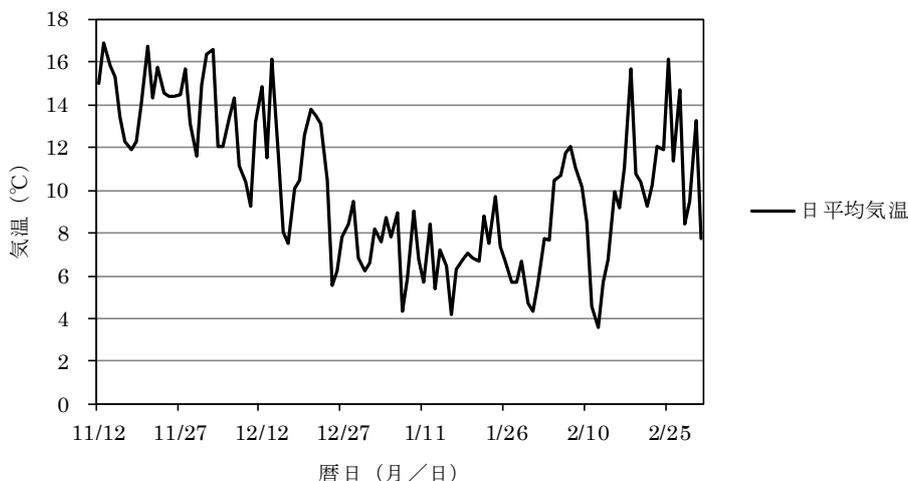


図3-1 2010年11月～2011年2月の伊豆市八木沢における日平均気温の推移

理区と比較して展葉開始日が42日早まり、展葉率が100%に達した日が22日早まった。

“土肥白花”の展葉開始日は、11月1%散布では1月5日、その他の区では2月22日であった。展葉率が100%に達した日は、11月1%散布では2月14日、10月1%散布区、10月水散布区および無処理区では2月22日、11月水散布区では3月3日であった。11月1%散布区以外の区では、2月22日にはほぼ一斉に展葉が確認された。“土肥白花”の11月1%散布区では、10月水散布区、11月水散布区および無処理区と比較して展葉開始日が48日早まり、展葉率が100%に達した日が8~17日早まった。

‘伊豆土肥’の芽の枯死率は、10月1%散布区では0.6%、11月1%散布区では1.1%、その他の区では0%であり、いずれの処理区においても有意な差はみられなかった（表3-1）。

“土肥白花”の芽の枯死率は、10月1%散布区では1.0%、11月1%散布区では8.0%、その他の区では0%であり、いずれの処理区においても有意な差はみられなかった。

実験2 立木全面散布におけるシアナミド剤処理の影響

調査期間中における調査地点の日平均気温の推移を図3-6に示した。日平均気温は、11月には10~21℃で推移したが、12月には低下し、1月12日~2月20日の期間は、1月22

日~23日、2月7日~8日および15日を除き、10℃以下で推移した。2月3日には日平均気温が3.8℃と測定期間中で最も低くなった。2月21日以降は2月28日および3月13日を除き、8℃以上で推移した。

‘伊豆土肥’の開花開始日は、11月8日シアナミド濃度1%散布区（以下11月1%散布区）では12月21日、無処理区では2月3日であった（図3-7）。開花率が100%に達した日は、11月1%散布区では1月11日、無処理区では2月21日であった。以上のように、11月に1%シアナミド剤を散布することにより、‘伊豆土肥’の開花開始日は44日早まり、開花率が100%に達した日は41日早まった。

“土肥白花”の開花開始日は、11月1%散布区では12月27日、無処理区では2月3日であった。開花率が100%に達した日は、11月1%散布区では1月16日、無処理区では2月28日であった。以上のように、11月に1%シアナミド剤を散布することにより、“土肥白花”の開花開始日は38日早まり、開花率が100%に達した日は43日早まった。

‘伊豆土肥’の落花開始日は、11月1%散布区では1月11日、無処理区では2月21日であった（図3-8）。落花率が100%に達した日は、11月1%散布区では2月9日、無処理区で3月14日であった。以上のように、11月に1%シアナミド剤を散布することにより、‘伊豆土肥’の落花開始日は41日早まり、落花率が100%に達した日は34日早まった。

表3-1 シアナミド剤散布時期が‘伊豆土肥’および“土肥白花”の芽の枯死率に及ぼす影響

品種・系統	散布日 ^z	散布濃度 (%)	枯死率 (%) ^y	調査芽数
伊豆土肥	10月22日	1	0.6 ± 0.1	157
		0 (水散布)	0	252
	11月11日	1	1.1 ± 0.1	279
		0 (水散布)	0	251
	無処理	—	0	271
分散分析 ^x	散布日		n.s.	
	散布濃度		n.s.	
	交互作用		n.s.	
土肥白花	10月22日	1	1.0 ± 0.1	304
		0 (水散布)	0	290
	11月11日	1	8.0 ± 1.8	200
		0 (水散布)	0	315
	無処理	—	0	281
分散分析	散布日		n.s.	
	散布濃度		n.s.	
	交互作用		n.s.	

^z 2010年10月22日および11月11日にシアナミド濃度1%希釈液および水道水を1枝当たり約0.25L、噴霧器を用いて散布した (n=3)

^y 開花終了時までには芽鱗に覆われたままの芽は枯死とみなした
枯死率 (%) = 枯死芽数 / 調査芽数 × 100, 各区3本の垂主枝の平均値 ± 標準誤差

^x n.s.は5%水準で有意差なし (arcsin変換後, 分散分析により検定)

分散分析

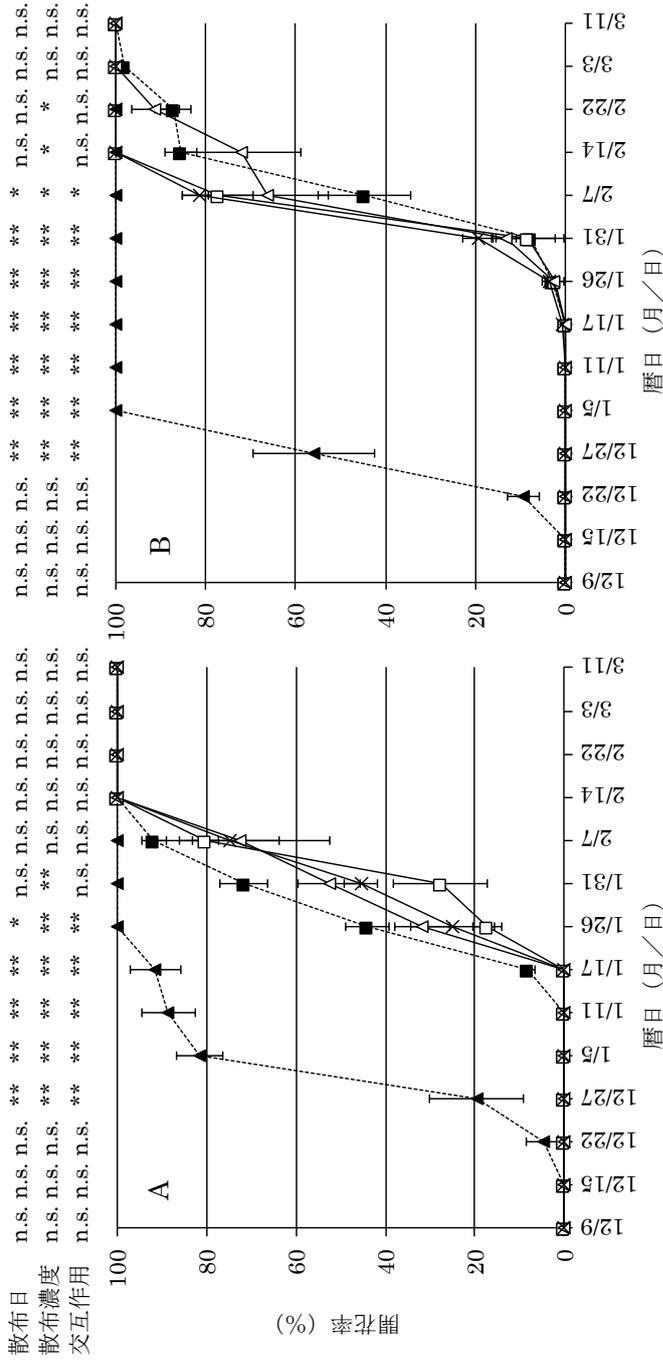


図3-2 シアナムド剤散布時期および濃度が‘伊豆土肥’ (A) および‘土肥白花’ (B) の開花率に及ぼす影響

図中の縦線は標準誤差を示す (n=3)
 2010年10月22日および11月11日にシアナムド濃度1%希釈液および水道水を1枝当たり約0.25 L、噴霧器を用いて散布した1個の花芽のうち小花の蕾が1輪でも開いた状態で開花とした
 開花率 (%) = 開花芽数 / (花芽数 - 枯死花芽数) × 100
 **は1%水準で有意差あり, *は5%水準で有意差あり, n.s.は5%水準で有意差なし (arcsin変換後, 二元配置分散分析により検定)
 分散分析は上から順に散布日, 散布濃度および散布日と散布濃度の間における交互作用の統計処理の結果を示す
 調査した花芽数は‘伊豆土肥’で各区66~167個, ‘土肥白花’で各区138~225個

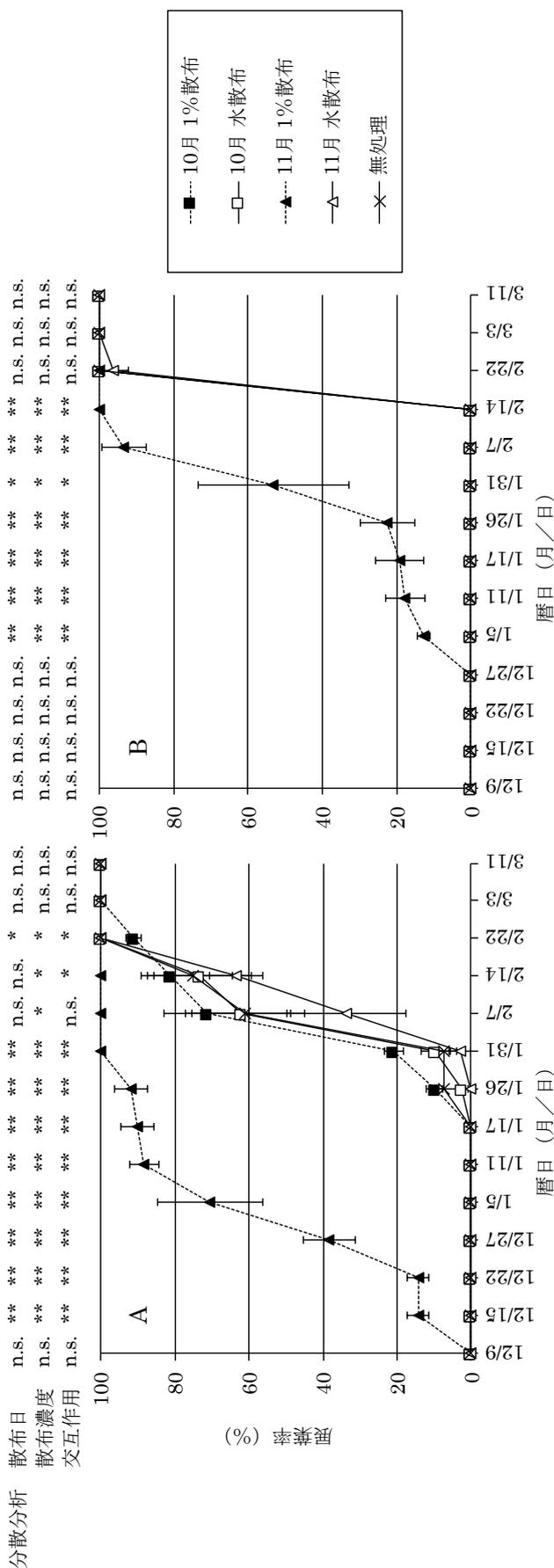


図3-5 シアナミド剤散布時期および濃度が‘伊豆土肥’ (A) および‘土肥白花’ (B) の展葉率に及ぼす影響

図中の縦線は標準誤差を示す (n=3)

2010年10月22日および11月11日にシアナミド濃度1%希釈液および水道水を1枝当たり約0.25 L、噴霧器を用いて散布した
 苞葉の頂部から葉が確認できた状態で展葉とした

展葉率 (%) = 展葉芽数 / (葉芽数 - 枯死葉芽数) × 100

**は1%水準で有意差あり, *は5%水準で有意差なし (arcsin変換後, 二元配置分散分析により検定)
 分散分析は上から順に散布日, 散布濃度および散布日と散布濃度の間における交互作用の統計処理の結果を示す

調査した葉芽数は‘伊豆土肥’で各区91~177個, ‘土肥白花’で各区62~115個

“土肥白花”の落花開始日は、11月1%散布区では1月23日、無処理区では2月16日であった。落花率が100%に達した日は、11月1%散布区では2月9日、無処理区で3月14日であった。以上のように、11月に1%シアナミド剤を散布することにより、“土肥白花”の落花開始日は24日早まり、落花率が100%に達した日は34日早まった。

‘伊豆土肥’の観賞期間は、11月1%散布区では28日間、無処理区では20日間であり、11月に1%シアナミド剤を散布することにより8日間延長された(図3-9)。

“土肥白花”の観賞期間は、11月1%散布区では18日間、無処理区では13日間であり、11月に1%シアナミド剤を散布することにより5日間延長された。

‘伊豆土肥’の展葉開始日は、11月1%散布区では1月11日、無処理区では2月28日であり、11月に1%シアナミド剤を散布することにより48日早まった(図3-10)。展葉率が100%以上に達した日は、11月1%散布区、無処理区ともに3月9日であった。

“土肥白花”の展葉開始日は、11月1%散布区では2月3日、無処理区では2月28日であり、11月に1%シアナミド剤を散布することにより25日早まった。展葉率が100%に達した日は、11月1%散布区および無処理区ともに3月9日であった。

‘伊豆土肥’の芽の枯死率は、11月1%散布区では2.6%、無処理区では1.3%であり、有意な差はみられなかった(表3-2)。

“土肥白花”の芽の枯死率は、11月1%散布区では3.1%、無処理区では1.0%であり、有意な差はみられなかった。

花径は、‘伊豆土肥’および“土肥白花”の両種とも11

月1%散布区と無処理区で差はみられなかった(表3-3)。

花弁色差は、‘伊豆土肥’では11月1%散布区は無処理区よりL*が低く、a*およびb*が高かった。“土肥白花”では、シアナミド剤散布区は無処理区よりL*が低かった。JHSカラーチャートでは、‘伊豆土肥’は散布区、無処理区ともに紫ピンク(9203)であり、“土肥白花”は散布区、無処理区ともにピンク白(0101)であった。

考 察

実験1では、‘伊豆土肥’および“土肥白花”におけるシアナミド剤散布時期について検討した。第II章では‘カワヅザクラ’に対し、花芽の自発休眠覚醒期間中である11月17日および自発休眠覚醒後である12月16日にシアナミド剤散布を行い、11月17日散布は開花および展葉を促進し、12月16日散布は展葉のみを促進することを明らかにした。

‘伊豆土肥’および“土肥白花”は‘カワヅザクラ’より開花が早いため、自発休眠覚醒が‘カワヅザクラ’より早い可能性があると考えられたことから、実験1の散布時期を10月22日と11月11日に設定した。その結果、11月11日の散布では両種で開花促進効果が認められたが、10月22日の散布では‘伊豆土肥’でわずかに開花促進効果が認められたものの、“土肥白花”では開花促進効果は認められなかった(図3-2)。このため、10月22日時点において、‘伊豆土肥’はわずかに自発休眠覚醒期に移行し始めているが、“土肥白花”は自発休眠覚醒期に至っていない状態であると考えられた。サクラでは、花芽形成後、自発休眠覚醒から他発休眠への移行には低温遭遇時間が関与しており(五井, 1982; 佐藤ら, 2003), ‘カワヅザクラ’では

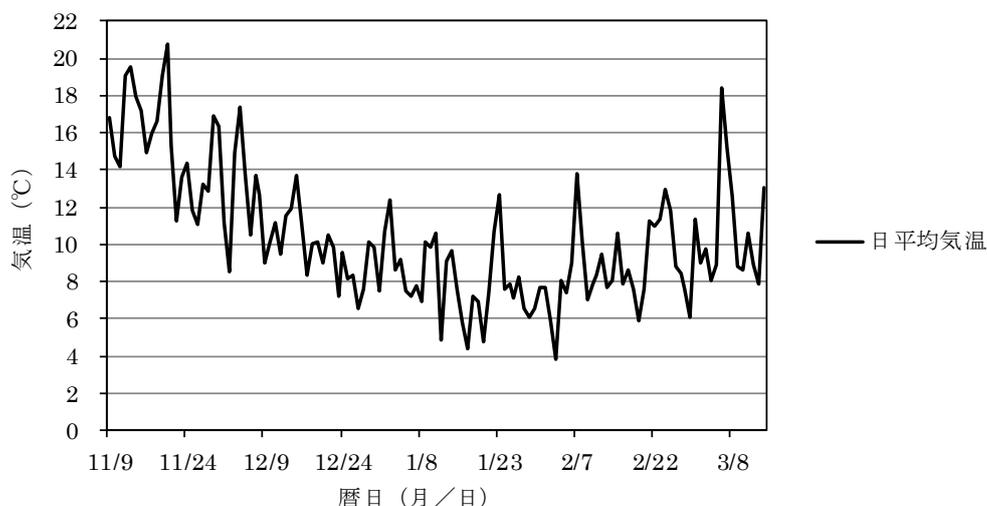


図3-6 2011年11月～2012年3月の伊豆市八木沢における日平均気温の推移

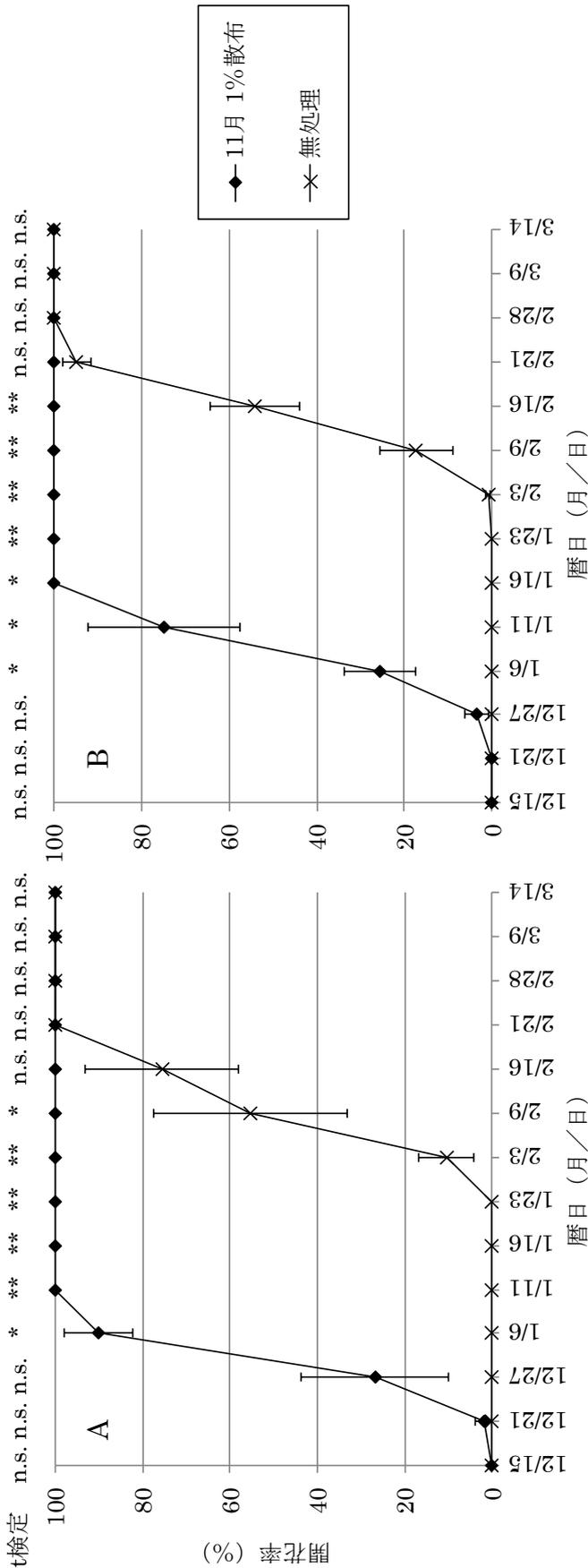


図3-7 シアナミド剤の立木全面散布が‘伊豆土肥’ (A) および‘土肥白花’ (B) の開花率に及ぼす影響

図中の縦線は標準誤差を示す (n=4)

2011年11月8日にシアナミド濃度1%希釈液を1樹当たり約25 L, 噴霧器を用いて散布した

1個の花芽のうち小花の蕾が1輪でも開いた状態で開花とした

開花率 (%) = 開花芽数 / (花芽数 - 枯死花芽数) × 100

t検定は, **は1%水準で有意差あり, *は5%水準で有意差あり, n.s.は5%水準で有意差なし (arcsin変換後, t検定)

調査した花芽数は‘伊豆土肥’で処理区310個, 無処理区226個, ‘土肥白花’で処理区313個, 無処理区327個

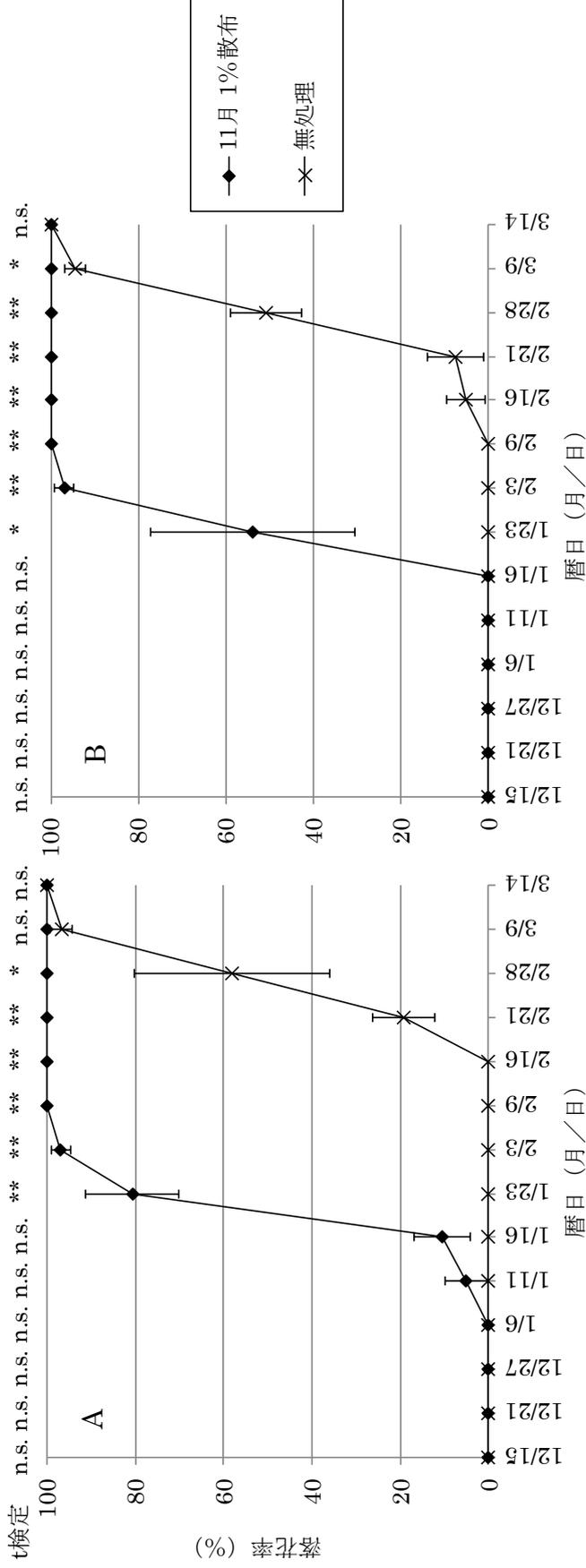


図3-8 シアナムド剤の立木全面散布が‘伊豆土肥’ (A) および‘土肥白花’ (B) の落花率に及ぼす影響

図中の縦線は標準誤差を示す (n=4)

2011年11月8日にシアナムド濃度1%希釈液を1樹当たり約25 L, 噴霧器を用いて散布した

1個の花芽のうち小花の花弁が1枚でも脱離した状態で落花とした

落花率 (%) = 落花芽数 / (花芽数 - 枯死花芽数) × 100

t検定は, **は1%水準で有意差あり, *は5%水準で有意差あり, n.s.は5%水準で有意差なし (arcsin変換後, t検定)

調査した花芽数は‘伊豆土肥’で処理区310個, 無処理区226個, ‘土肥白花’で処理区313個, 無処理区327個

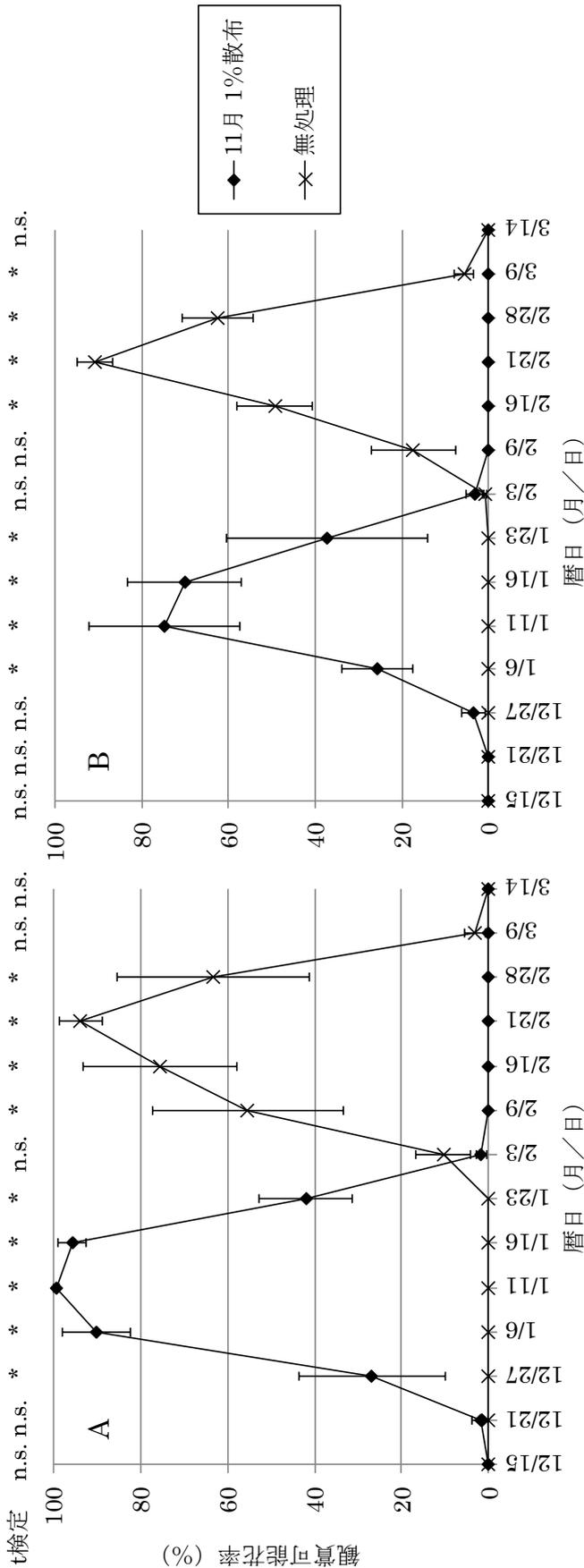


図3-9 シアナミド剤の立木全面散布が‘伊豆土肥’ (A) および‘土肥白花’ (B) の観賞可能花率に及ぼす影響

図中の縦線は標準誤差を示す (n=4)

2011年11月8日にシアナミド濃度1%希釈液を1樹当たり約25 L, 噴霧器を用いて散布した

1個の花芽のうち小花の蕾が1輪でも開いた状態で開花とし, 小花の花弁が1枚でも脱落した状態で落花とした

観賞可能花率 (%) = (開花芽数 - 落花芽数) / (花芽数 - 枯死花芽数) × 100

t検定は, *は5%水準で有意差あり, n.s.は5%水準で有意差なし (arcsin変換後, t検定)

調査した花芽数は‘伊豆土肥’で処理区310個, 無処理区226個, ‘土肥白花’で処理区313個, 無処理区327個

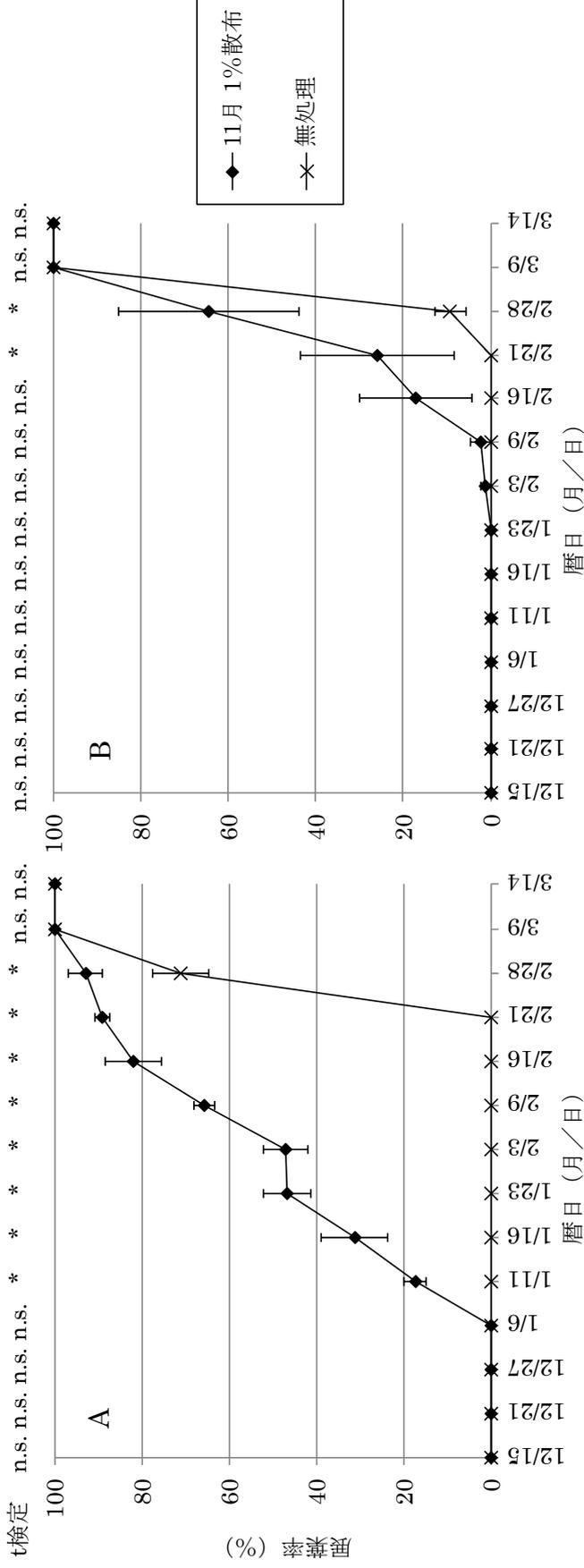


図3-10 シアミド剤の立木全面散布が‘伊豆土肥’ (A) および‘土肥白花’ (B) の展葉率に及ぼす影響

図中の縦線は標準誤差を示す (n=4)

2011年11月8日にシアミド濃度1%希釈液を1樹当たり約25 L, 噴霧器を用いて散布した

苞葉の頂部から葉が確認できた状態で展葉とした

展葉率 (%) = 展葉芽数 / (葉芽数 - 枯死葉芽数) × 100

t検定は, *は5%水準で有意差あり, n.s.は5%水準で有意差なし (arcsin変換後, t検定)

調査した葉芽数は‘伊豆土肥’で処理区113個, 無処理区179個, ‘土肥白花’で処理区98個, 無処理区87個

表3-2 シアナミド剤立ち木散布が‘伊豆土肥’および‘土肥白花’の芽の枯死率に及ぼす影響

品種・系統	散布日 ^z	散布濃度 (%)	枯死率 (%) ^y	調査芽数
伊豆土肥	11月8日	1	2.6 ± 1.4	423
	無処理	—	1.3 ± 0.9	405
t検定 ^x				
n.s.				
土肥白花	11月8日	1	3.1 ± 2.1	411
	無処理	—	1.0 ± 0.6	414
t検定				
n.s.				

^z 2011年11月8日にシアナミド濃度1%希釈液を1樹当たり約25L、噴霧器を用いて散布した (n=4)

^y 開花終了時までに芽鱗に覆われたままの芽は枯死とみなした
枯死率 (%) = 枯死芽数 / 調査芽数 × 100, 各区4本の亜主枝の平均値 ± 標準誤差
独立した1樹のうち1亜主枝を1区として各区4反復で行った

^x n.s.は5%水準で有意差なし (arcsin変換後, t検定により検定)

表3-3 シアナミド剤散布が‘伊豆土肥’および‘土肥白花’の花径および花色に及ぼす影響

品種・系統	散布日 ^z	散布濃度 (%)	花採取日	花径 (cm) ^y	花色			調査花数	
					(JHSカラーチャート)	L* ^x	a* ^x		b* ^x
伊豆土肥	11月8日	1	1月16日	2.7 ± 0.3	紫ピンク (9203)	62.1 ± 4.6	29.2 ± 5.4	-5.7 ± 1.3	30
	無処理	—	2月21日	2.6 ± 0.4	紫ピンク (9203)	66.3 ± 3.5	26.3 ± 4.3	-6.8 ± 1.4	30
t検定 ^w					n.s.			*	*
土肥白花	11月8日	1	1月16日	1.9 ± 0.2	ピンク白 (0101)	79.7 ± 4.2	7.6 ± 2.7	-0.7 ± 1.1	30
	無処理	—	2月21日	2.0 ± 0.3	ピンク白 (0101)	82.6 ± 3.4	6.1 ± 3.7	-1.1 ± 1.2	30
t検定					n.s.			*	n.s.

^z 2011年11月8日にシアナミド濃度1%希釈液を1樹当たり約25L、噴霧器を用いて散布した

^y 平均値 ± 標準偏差

^x 花卉中央部を色彩色差計 (CR-200, コニカミノルタジャパン (株)) により測定, 平均値 ± 標準偏差

^w *は5%水準で有意差あり, n.s.は5%水準で有意差なし (t検定)

自発休眠の覚醒に必要な8℃以下の遭遇時間は27～59時間と極めて少ないことが早咲きとなる一因と考えられている(村上ら, 2007b)。第II章において, ‘カワヅザクラ’では自発休眠覚醒後のシアナミド剤散布による開花促進効果は得られないことを明らかにしたが, ‘カワヅザクラ’より開花の早い‘伊豆土肥’および“土肥白花”においても12月以降の散布では開花促進効果が小さい可能性がある。また, ‘伊豆土肥’および“土肥白花”へのシアナミド剤散布は, ‘カワヅザクラ’とほぼ同時期である11月中旬の散布により開花促進効果が得られた。第II章の結果から, シアナミド剤散布による開花促進効果は自発休眠覚醒期間中しか得られないと考えられることから, 11月中旬の‘伊豆土肥’および“土肥白花”も自発休眠覚醒期間中であつたと考えられるが, 調査地点の温度条件などが異なるため, 一樣に比較することは難しい。今後は自発休眠覚醒期の調査と併せて, 最も効果的な散布時期についても検討する必要がある。加えて, ‘伊豆土肥’, “土肥白花”および‘カワヅザクラ’の自発休眠覚醒時期がほぼ同時期であるとすれば, 供試した‘伊豆土肥’および“土肥白花”と‘カワヅザクラ’との開花時期の違いが自発休眠覚醒時期の違いよりも, 自発休眠覚醒後の花芽の発育速度の違いによる可能性があることを示唆している。今後, 早咲きザクラの開花特性を明らかにするためには, 個々の品種の開花速度についても, 自発休眠覚醒時期とともに明らかにする必要がある。

第II章の実験の結果, ‘カワヅザクラ’ではシアナミド剤散布により, 開花が2～3週間早まった。実験1においてはシアナミド剤散布により, ‘伊豆土肥’は開花開始日が35日早まり, 開花率が100%に達した日が19日早まった。

“土肥白花”は開花開始日が35日早まり, 開花率が100%に達した日が40～57日早まった(図3-2)。同時に行つた実験ではないものの, これらの結果から, ‘伊豆土肥’および“土肥白花”へのシアナミド剤散布による開花促進効果は‘カワヅザクラ’より大きいと考えられる。ポジャナピモンら(2008)は, ブドウ7品種に対してシアナミド剤処理後に同一環境下に移して効果の確認を行つた結果, 低温遭遇量と品種によって休眠打破効果が異なつたことを報告している。本研究においても効果の違いがみられた要因として, 品種間のシアナミド剤感受性の違いや自発休眠の深さの違いなどが考えられるが, これ以外の要因として, 開花時期の気温の違いが影響している可能性も考えられる。すなわち, シアナミド剤の11月散布により‘伊豆土肥’および“土肥白花”は12月22日から開花が始まったが, 10月水散布区, 11月水散布区および無処理区では1月26日以降に開花が始まった(図3-2)。実験年の温度推移をみると,

平均気温は高低を繰り返しながら, 1月に向けて徐々に低下し, 2月以降に上昇に転ずることが示されている(図3-1)。10月水散布区, 11月水散布区および無処理区の花芽は, 1月の最も気温の低い時期に開花したため, 12月中に開花した11月散布区との開花開始日の差が大きくなつたと考えられた。また, シアナミド剤散布により開花開始日は‘伊豆土肥’および“土肥白花”とも同様に35日早まったが, 開花率が100%に達した日は‘伊豆土肥’で19日早まった一方で, “土肥白花”では40～57日早まり, 大きな違いがみられた。この違いは, 1月5日～1月26日の低温によるものと考えられる。この期間は日平均気温が10℃以下と低かつた。“土肥白花”の11月1%散布区は1月5日時点で既に開花率が100%に達していたため, 低温の影響を受けなかつたが, ‘伊豆土肥’の11月1%散布区は開花率が100%に達していなかつたため, 一部の花芽の開花が大きく遅れたと考えられる。

落花についても, 開花と同様に‘伊豆土肥’および“土肥白花”のいずれも11月散布では促進作用が認められたが, 10月散布では作用が小さいかもしくは認められなかつた(図3-3)。また, ‘伊豆土肥’および“土肥白花”へのシアナミド剤散布により, 落花は開花と同程度促進されること明らかになつた。よつて, ‘伊豆土肥’および“土肥白花”へのシアナミド剤散布は, 開花後の花の寿命に大きな影響を与えないと考えられた。

観賞期間については, ‘伊豆土肥’ではいずれの処理区においても20～23日であり, ほぼ同等であつた(図3-4)。“土肥白花”ではいずれの処理区においても8～10日とほぼ同等であり, シアナミド剤の枝別散布においては, ‘伊豆土肥’および“土肥白花”の花の観賞期間への影響は認められなかつた。一般的に, 花の鉢物や切り花では, 高温により花持ちが悪くなることが知られている(大川, 1995)。“伊豆土肥”の11月1%散布区および無処理区の観賞期間はそれぞれ12月27日～1月17日および1月31日～2月22日であり(図3-4), この期間の平均気温はそれぞれ7.1℃および7.5℃と(図表略), その差は0.4℃であつた。また, “土肥白花”の11月1%散布区および無処理区の観賞期間はそれぞれ12月27日～1月5日および2月7日～2月14日であり, この期間の平均気温はいずれも7.8℃であつた。両種において, 11月1%散布区と無処理区の観賞期間の気温の差が小さかつたため, 観賞期間にも大きな違いがみられなかつたと考えられる。なお, その他の区も観賞期間はほぼ同等であつた。

展葉については, ‘伊豆土肥’および“土肥白花”のいずれも11月散布では促進作用が認められたが, 10月散布では促進作用は認められなかつた(図3-5)。“伊豆土肥”

は、シアナミド剤の10月散布において、わずかに開花の促進効果が認められたが、展葉の促進作用は認められなかったことから、10月22日時点において、『伊豆土肥』の花芽はわずかに自発休眠覚醒期に移行し始めていたのに対し、葉芽は自発休眠覚醒期に至っていなかったと考えられた。

『伊豆土肥』および“土肥白花”の11月1%散布区では、展葉開始日は10月水散布区、11月水散布区および無処理区と比較して42~47日早まった。『伊豆土肥』および“土肥白花”で展葉開始日の促進作用が開花開始日の促進効果よりやや大きい傾向があり、これは『カワヅザクラ』と同様であった。展葉開始後、『伊豆土肥』は1月5日までは展葉率が急激に上昇した(図3-5)が、それ以降1月26日までは上昇がゆるやかになった。また、“土肥白花”でも同じ期間に展葉率13~23%で推移し、その後上昇した。この期間は日平均気温が10℃以下と低かったことから、『伊豆土肥』と“土肥白花”の展葉速度が緩慢になったものと推察される。また、無処理区における『カワヅザクラ』や『伊豆土肥』の展葉は、開花率が100%に至る前から確認されたが、“土肥白花”の展葉は開花率が100%に至った8日後に確認された。加えて、“土肥白花”は11月1%散布区以外の区では、2月22日にほぼ一斉に展葉が確認されている。これらの結果から、“土肥白花”の葉芽は、展葉に必要な自発休眠覚醒後の有効積算温度が『カワヅザクラ』や『伊豆土肥』より大きいと考えられた。“土肥白花”はこれに加え、一定以上の温度条件下では一斉に展葉する特徴があることから、温度管理により展葉速度を制御しやすい系統であると考えられ、今後切り枝による産地育成に利用する際にも、特に有望な系統であると考えられた。

シアナミド剤散布時の芽の枯死については、オウトウや『カワヅザクラ』で報告されている。オウトウではシアナミド濃度1.4%で正常開花率が低くなり(渡辺ら, 2006)、カワヅザクラでは、シアナミド濃度1.0%では芽の枯死率は低く抑えられたものの、シアナミド濃度2.0%で芽の枯死が多くなった(表2-2)。実験1ではシアナミド剤散布による芽の枯死率は低く抑えられていたことから(表3-1)、土肥桜に対するシアナミドの散布濃度は1%で問題ないと考えられた。

実験2では、立木全面散布について検討した。開花については、『伊豆土肥』および“土肥白花”ともにシアナミド剤散布による促進効果が認められたことから(図3-7)、立木散布においても枝別散布と同様に11月中旬散布が効果的であると考えられた。

落花についても、『伊豆土肥』および“土肥白花”ともにシアナミド剤散布による促進作用が認められた(図3-8)。落花は開花と同程度促進され、枝別散布と同様の傾

向を示した。

観賞期間については『伊豆土肥』および“土肥白花”ともにシアナミド剤散布により、やや長くなる傾向が認められた(図3-9)。気温は、1月に向けて徐々に低下し、2月に上昇に転じた(図3-6)。「伊豆土肥」の11月1%散布区および無処理区の観賞期間はそれぞれ12月27日~1月23日および2月9日~2月28日であり(図3-9)、この期間の平均気温はそれぞれ8.3℃および9.0℃と(図表略)、11月1%散布区が0.7℃低かった。また、“土肥白花”の11月1%散布区および無処理区の観賞期間はそれぞれ1月6日~1月23日および2月16日~2月28日であり、この期間の平均気温はそれぞれ8.0℃および9.3℃と、11月1%散布区が1.3℃低かった。実験1と異なり、両種において無処理区より11月1%散布区の観賞期間の気温が低かったことが、11月1%散布区における観賞期間の延長に影響したと考えられる。

展葉開始日は、『伊豆土肥』では11月1%散布により48日早まったが(図3-10)、1月23日~2月3日は展葉率が上昇しなかった。“土肥白花”では11月1%散布により展葉開始日が25日早まったが、2月9日まで展葉率はほとんど上昇しなかった。1月23日、2月7日および2月8日はそれぞれ日平均気温が12.6℃、13.8℃および10.1℃と高かったものの、1月24日~2月9日のそれ以外の日はいずれも日平均気温9℃以下と低かった。実験1と同様に、この期間の低温により、『伊豆土肥』と“土肥白花”の展葉速度が緩慢になったものと推察される。

芽の枯死率については、立木全面散布においても枝別散布とほぼ同様の結果が得られたことから(表3-2)、シアナミド剤1%濃度での散布による立木への影響はないと考えられた。

花径については、『伊豆土肥』および“土肥白花”の両系統とも11月1%散布区と無処理区で差はみられなかった(表3-3)。佐藤ら(2005)は、『ケイオウザクラ』に対する温湯処理後のシアナミド1.0%処理により、花卉の萎縮などの薬害が起きたことを報告しているが、本実験においては花卉の異常は確認されなかった。花卉色差では、『伊豆土肥』については、11月1%散布区において無処理区と比較して L^* が低く、 a^* および b^* が高かった。“土肥白花”については、11月1%散布区において無処理区と比較して L^* が低かった。バラやスプレーギクでは、気温が下がるほど花のアントシアニン量が増加し、花色が濃くなることが知られている(野崎ら, 2005, 2006; 志佐・高野, 1964)。本実験では、11月1%散布区で1月16日、無処理区で2月21日に花を採取したが(表3-3)、1月16日は2月21日より気温が低い(図3-6)。このため、シアナミド剤散布により散布区の開花が早まり、無処理区よりも気温が低

い時期を経て開花したことが花色の変化につながった可能性があるが、カラーチャートでの差はみられなかったことから（表3-3）、観賞するうえでは問題ないと考えられた。

以上の結果から、‘伊豆土肥’および“土肥白花”において、‘カワヅザクラ’とほぼ同時期である11月中旬の1%濃度シアナミド剤散布により、‘伊豆土肥’で35～44日、“土肥白花”で35～38日、開花時期が早まることが明らかとなった。‘伊豆土肥’および“土肥白花”は‘カワヅザクラ’より開花が早いことが現地で認められているが（山田・勝呂，2007）、いずれもほぼ同時期のシアナミド剤散布により開花促進効果が認められた。このことから、両種の自発休眠覚醒時期は‘カワヅザクラ’とほぼ同時期と考えられ、‘カワヅザクラ’との開花時期の違いは、自発休眠覚醒後の花芽の発育速度の違いによるものであることが示唆された。本技術の導入により、‘伊豆土肥’および“土肥白花”の年内開花が可能となることから、今後の観光面での活用だけでなく、年末年始に需要が多い切り枝出荷による産地育成の可能性も見いだされた。また、‘伊豆土肥’および“土肥白花”への観賞期間延長のためのシアナミド剤散布は、‘カワヅザクラ’と同時期に行うことができるため、省力的かつ効率的に観光の振興が図られると考えられた。

第IV章 シアナミド剤散布が‘カワヅザクラ’の花芽発達および花の形質に及ぼす影響

第I章で述べたように、南伊豆地域では10年以上前から開花を早めた‘カワヅザクラ’の切り枝を観賞用として駅や旅館で利用したいとする要望があった(村上ら, 2008)。更に近年では、‘カワヅザクラ’の切り枝を早期に出荷することで観光振興につなげようとする動きがある。

サクラの切り枝栽培は‘ケイオウザクラ’が一般に利用され、産地での計画的な出荷のため休眠打破に必要な低温処理、温湯処理およびシアナミド剤の活用が検討されている(佐藤ら, 2005)。「カワヅザクラ」は‘ケイオウザクラ’より低温要求量が小さいため(村上ら, 2007b)、これらの処理なしに切り枝利用ができる可能性がある。第II章では、‘カワヅザクラ’立木へのシアナミド剤散布による開花促進の検討を行い、1) 12月中旬散布では効果がなく、11月中旬に0.75~1%シアナミドを立木へ散布すると開花が2週間早まること、2) 2%シアナミドを立木へ散布すると展葉が早まり、芽の枯死率が高まること、を明らかにした。しかし、切り枝のシアナミド剤散布による開花促進効果については調べられていない。今後、‘カワヅザクラ’の切り枝利用に向けて、シアナミド剤散布後の花芽の発達過程や開花速度を詳細に明らかにする必要がある。

そこで、本研究では‘カワヅザクラ’の観光利用の促進や切り枝利用技術の開発を目的として、現地における花芽発達過程と花芽発達開始前および後における気温の関係について調査するとともに、シアナミド剤散布後の花芽の温度反応および、立木散布における花の形質について調査した。

材料および方法

実験1 南伊豆町青野川堤防における‘カワヅザクラ’の花芽発達過程

現地の自然条件下における‘カワヅザクラ’の花芽発達過程および開花と気温の関係について、2011年および2012年に調査した。花芽発達過程は、村上ら(2007a)に従い、ステージ1: 鱗片葉が割れて緑色が見え始めた状態、ステージ2: 芽の緑色の部分が半分以上になった状態、ステージ3: 芽の頭部が割れ始めた状態、ステージ4: 芽の頭部が完全に割れた状態、ステージ5: 花色が見え始めた状態、ステージ6: 萼筒が現れた状態、ステージ7: 開花の7段階に分類した。村上ら(2006)の調査地点8か所のうちの1か所である、南伊豆町青野川堤防にある、村上ら(2006)と同一樹における花芽発達過程を、12月から翌年3月にかけて、およそ1週間に1回ずつ調査した。開花状況は1~3月にかけて継続的に調査した。

気温は、サーモレコーダー(RT-30S, エスペックミック(株))により1時間間隔で計測した。なお、2011年9月1日~10月12日の温度データは欠測したため、気象庁の最寄りの調査地点(石廊崎)の気温データで代替した(気象庁, <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>, 2017年10月21日参照)。得られた気温データから、Richardsonら(1974)により提案されたサクラと同じPrunus属に属するモモのチルユニット(表4-1)の積算値を算出した。チルユニット積算の起算日は、丸岡・伊藤(2009)および杉浦ら(2010)に従い、各年で9月1日からの積算値が最小と

表4-1 チルユニットと気温の関係

気温 (°C)	チルユニットによる 重みづけ ²⁾
≤1.4	0
1.5-2.4	0.5
2.5-9.1	1.0
9.2-12.4	0.5
12.5-15.9	0
16.0-18.0	-0.5
18.1≤	-1.0

²⁾ チルユニットによる重みづけには、Richardson et al. (1974) がPrunus属(モモ)について提案したものを使用した

なった日とした。

実験2 シアナミド剤散布が花芽発育速度、花芽発達過程および花の形質に及ぼす影響

静岡県賀茂郡南伊豆町下賀茂に露地植栽されている20年生以上の‘カワヅザクラ’4樹を用いた。2011年11月15日に、シアナミド剤を希釈した1%シアナミドを、噴霧器で樹あたり25Lずつ樹全体に散布した。

花芽発育速度は、村上ら(2008)の方法を改変して測定した。すなわち、2011年12月2日にシアナミド剤散布区と無処理区から15cmに調整した枝を採取し、花芽数を記録するとともに花芽に個別番号を付与した。切り枝は、枝物用水揚げ剤(ハイフローラ/BRC, パレス化学(株))の50倍希釈液に水挿しし、5、10または15℃の恒温器(MTI-201, EYELA)に置いた。2~5日に1回ずつ花芽発達過程を実験1と同様に記録した。花芽の鱗片葉が開きはじめて日から、各花芽中の最初の花が開花した日までの日数(到花日数)を花芽ごとに求めた。到花日数の逆数をそれぞれの処理温度における発育速度とした。加えて、開花した芽数と調査芽数から開花率を算出した。開花率はBonferroni法による多重比較を行い、到花日数は二元配置の分散分析を行った後に、Tukey-Kramer法による多重比較を行った。供試樹木の立木における開花盛期(シアナミド剤散布区は2012年1月23日、無処理区は同年3月9日)に、開花直後と判断される花を散布区および無処理区それぞれ30花採取し、花径を測定後、花卉中央部の色を色彩色差計(CR-200, コニカミノルタジャパン(株))を用いて測定した。花径および花色は検定による解析を行った。

結果

実験1 南伊豆町青野川堤防における‘カワヅザクラ’の花芽発達過程

2011年および2012年に、南伊豆町青野川堤防の‘カワヅザクラ’の花芽発達過程(図4-1)、開花時期(表4-2)、10月下旬~3月中旬の旬平均気温の推移(図4-2)、チルユニット積算値(表4-3)を調べた。

ステージ1は、2011年は1月4日、2012年は1月23日から確認された(図4-1)。開花時期をみると2011年の2分咲き

が2月16日、5分咲きが2月21日、満開が3月2日であり、2012年は2分咲きが2月23日、5分咲きが2月26日、満開が3月9日と、5~7日の違いがあった(表4-2)。

旬平均気温については、いずれの年も1月上旬~2月中旬は7℃以下で推移し、1月中旬に最も低くなった(図4-2)。2012年は、10月下旬~11月中旬、1月上~下旬および3月上旬が2011年より高く推移した。

チルユニットは、2010年は11月3日から起算が始まり、11月15日、12月2日および12月15日時点でそれぞれ29.5、145.5、246.0であった。2011年は11月21日から起算が始まり、12月2日および12月15日時点でそれぞれ90.5および232.0であった(表4-3)。

実験2 シアナミド剤散布が花芽発育速度、花芽発達過程および花の形質に及ぼす影響

シアナミド剤散布の有無が‘カワヅザクラ’切り枝の開花率および到花日数に与える影響を調べた(表4-4)。

開花率は、シアナミド剤散布区の10および15℃処理が、その他の区より高かった(表4-4)。

到花日数は、処理温度が高いほど短く、5℃処理ではシアナミド剤散布区のほうが無処理区より短かった(表4-4)。

蕾がステージ1に達した日からステージ7に達する日までの日平均気温の積算(表4-5)は、実験1では、2011年は250℃・日、2012年は244℃・日であった。切り枝を使った実験2では、積算温度が実験1より高く、シアナミド剤散布により積算気温が低下した。

恒温器搬入後の花芽の発達過程をFig.3に示した。シアナミド剤散布区では5、10および15℃処理でそれぞれ恒温器搬入20、7、および5日後からステージ1が確認され、恒温器搬入126、80および67日後に全ての花芽がステージ7に到った(図4-3)。無処理区では5、10および15℃処理でそれぞれ55、39および24日後からステージ1が確認され、恒温器搬入後146、89および59日後に全ての花芽がステージ7に到った。いずれの処理温度においても、シアナミド剤散布区では無処理区よりステージ1に到る日数が早まった。シアナミド剤散布区と無処理区において最初にステージ1が確認された日数には、5、10および15℃でそれぞれ35、32

表4-2 南伊豆町青野川堤防における‘カワヅザクラ’の開花期

調査年	2分咲き日	5分咲き日	満開日	2~5分咲きの期間	5分咲き~満開の期間	2分咲き~満開の期間
2011	2月16日	2月21日	3月2日	5日	9日	14日
2012	2月23日	2月26日	3月9日	3日	12日	15日

および19日の違いがあった。ステージ7に到る日数は、5および10℃ではシアナミド剤散布区が無処理区より早かったが、15℃では無処理区がシアナミド剤散布区より早かった。

花芽の発育速度と処理温度との関係を図4-4に示した。花芽の発育速度（/日）をY，処理温度（℃）をXとして、5～15℃の範囲で回帰分析を行った。その結果、シアナミド剤散布区および無処理区でそれぞれ回帰式 $Y = 3.0 \times 10^{-3}X - 2.5 \times 10^{-3}$ ($R^2 = 0.61$, $F = 128.5$, $P < 2.2 \times 10^{-16}$) および $Y = 2.1 \times 10^{-3}X + 1.7 \times 10^{-3}$ ($R^2 = 0.92$, $F = 211.0$, $P = 5.1 \times 10^{-11}$) が得られた（図4-4）。花芽の発育速度は、シアナミド散布区と無処理区で明確な差はみられなかった。シアナミド剤散布が‘カワヅザクラ’の花径および花色に及ぼす影響を表4-6に示した。花径は、シアナミド剤散布区で33 mm，無処理区で32 mmと有意な差は認められなかった（表4-6）。

花色は、L*，a*，b*のいずれもシアナミド剤散布区と無処理区で有意な差は認められなかった。

考 察

実験1では、2011年および2012年の2年間、現地の花芽発達過程および開花期と、気温との関係について調査した。両年を比較すると2012年は2011年よりも花芽発達が遅れステージ1の日で19日（図4-1），2分咲き日で9日，満開日で7日の差があった（表4-2）。

開花期を決める要因としては、花芽発達開始前の気温と、花芽発達開始後の気温の2つの要因があると考えられる。このうち、村上ら（2006）は後者の要因が開花時期に影響していることを報告している。すなわち、南伊豆地域の‘カワヅザクラ’における開花期と気温との関係を調査し、2分咲き開花前の51～70日以降の気温との相関が高いことを明らかにした。

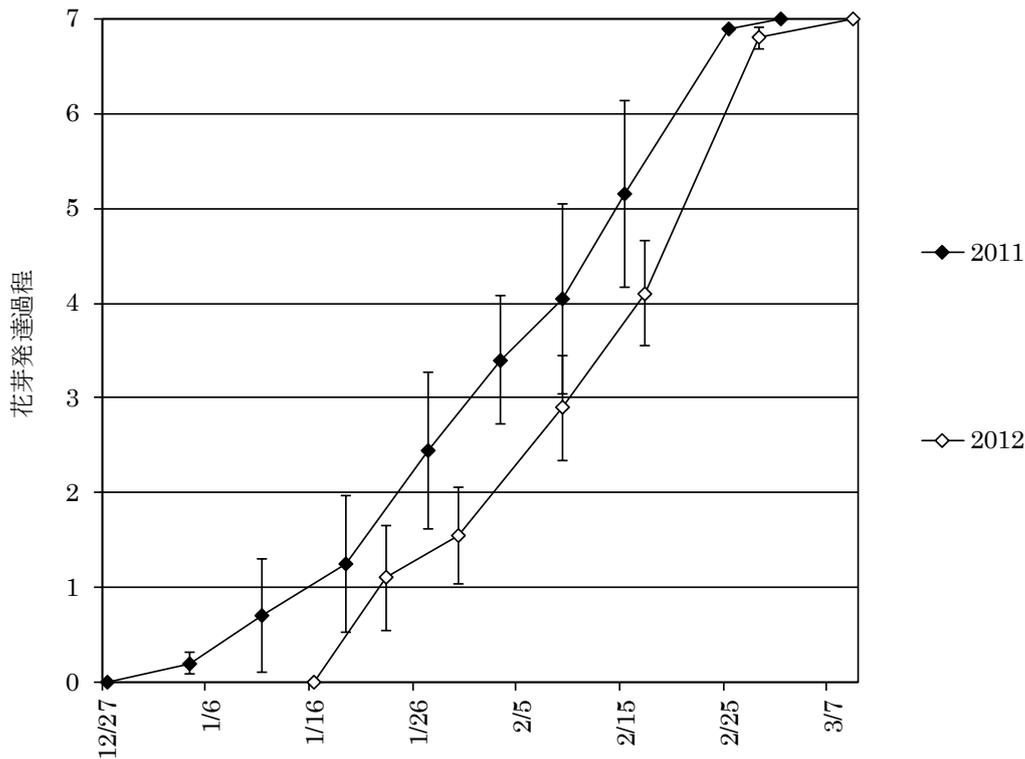


図4-1 南伊豆町青野川堤防の‘カワヅザクラ’における花芽発達過程の推移

図中の縦線は標準偏差を示す

調査した花芽数は各年20個

花芽発達過程は村上ら（2007）に従い分類した

1：鱗片葉が割れて緑色が見え始めた状態

2：芽の緑色の部分が半分以上になった状態 3：芽の頭部が割れ始めた状態

4：芽の頭部が完全に割れた状態 5：花色が見え始めた状態

6：萼筒が現れた状態 7：開花

実験1では、ステージ1から7までの積算温度を測定した。2011年の積算温度は250°C・日、2012年は244°C・日であり、到花日数は41日、37日であった。村上らは同一の植栽樹を2004年と2005年に調査しており、その結果によるとそれぞれの積算温度が234°C・日、259°C・日であり、到花日数は35日、32日であった。このように到花日数が32日から41日と差が大きかったのに対して、積算温度の差は小さかった。ステージ1から7までの積算温度が毎年ほぼ一定であるため、低温の年においては発達過程の移行が緩慢に進む可能性がある。これらの結果は、花芽発達開始後の気温が開花時期に影響しているという村上ら（2006）の仮説を支持する。しかし、実験1で2分咲きから満開までの日数は14～15日であり（表4-2）、開花期間の年次間差は小さいと考えられる。

2012年の2分咲き開花日（2月23日）は、村上ら（2006）が報告した2002～2005年の平均開花日（2月7日）から2週間以上遅れており、2011年の開花日（2月16日）と比較しても1週間以上遅れている。この理由として花芽発達開始前の気温が影響していることが考えられ、その中でも特に自発休眠覚醒期間中の温度条件の影響が考えられる。‘カワヅザクラ’の自発休眠覚醒時期について、村上ら（2006）は11月下旬～12月上旬頃と示唆し、その後の詳細な研究により12月上旬と推定した（村上ら、

2007b）。2011年と2012年における‘カワヅザクラ’の自発休眠覚醒期間（10月下旬～12月上旬）（村上ら、2007b）の中で11月上中旬に着目して平均気温を比較すると、2012年が2011年より2.6～3.8℃高く推移していた（図4-2）。また、このことから2012年は11月～12月上旬の期間、チルユニットの積算が少なかった（表4-3）。このため、2012年は休眠覚醒期間初期の低温遭遇が不足した結果、自発休眠の覚醒が12月中旬頃まで遅れたために、その後の開花も遅れたと推察されたことから、花芽発達開始前の気温も開花期に大きく影響していると考えられた。

実験2ではシアナミド剤散布後の切り枝の開花における温度の影響を検討した。第Ⅱ～Ⅲ章では、早咲きザクラへのシアナミド剤の立木散布の時期を検討し、自発休眠から他発休眠への移行時期である11月中旬が適することを見出した。‘カワヅザクラ’においては、自発休眠が終了する12月上旬（村上ら、2007b）のシアナミド剤の散布では開花時期への影響はみられない。このことを踏まえ、12月2日に採取した枝を供試して、シアナミド剤散布が‘カワヅザクラ’の到花日数および花芽の発育速度に及ぼす影響について検討した。

シアナミド剤の散布により、5°Cでは到花日数が有意に短縮し、10および15°Cでは、開花率が有意に高まった（表4-4）。自発休眠から他発休眠への移行期間（11月中旬）

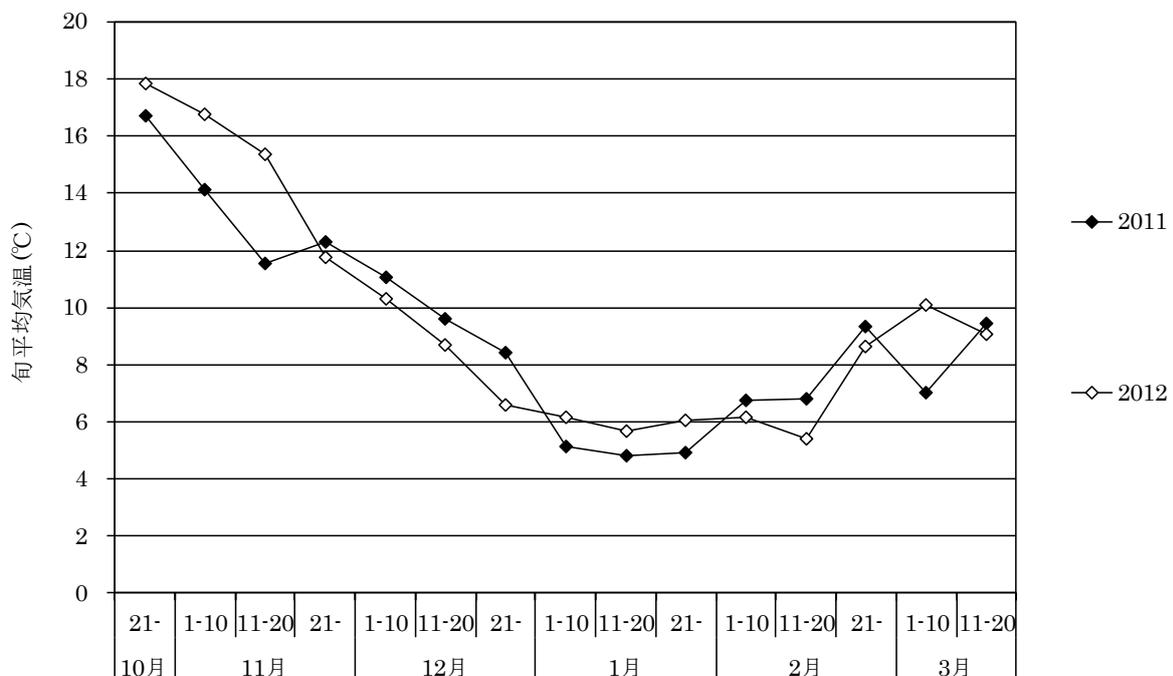


図4-2 南伊豆町青野川堤防における旬平均気温の推移

におけるシアナミド剤散布は、自発休眠覚醒を促進して花芽の動きだしを早めるが、実験2においてもシアナミド剤散布により全ての処理温度で花芽の動きだしが早まり、5および10℃においては花芽発達過程の進行が早まった(図4-3)。

恒温器搬入からステージ1の段階までの日数に着目すると、いずれの処理温度においてもシアナミド剤散布区が無処理区よりも早かった(図4-3)。落葉果樹においては、シアナミド剤散布は自発休眠を打破して花芽の萌芽を早めることが知られている(黒木ら, 2013; ポジャナピモンら, 2008; 吉川ら, 2014)が、これと同様に‘カワヅザクラ’でも花芽の動き出しが早まる。これを処理温度別に比較すると、恒温器搬入からステージ1が確認できるまでの日数は5, 10および15℃でそれぞれ35, 32および19日と、処理温度が高いほど短かった。しかし、ステージ1以降の花芽の発育速度は、シアナミド散布区と無処理区で明確な差はみられなかった(図4-4)ことから、シアナミド剤による開花促進は、自発休眠の終了時期を早めることで花芽の動き出しを早める効果によるものが主であり、花芽の発育速度を高める効果はないと推測された。また、シアナミド剤の立木散布後に枝を切断しても、シアナミド剤による開花促進効果は発現することが明らかになった。実験2の花芽発育速度は、村上ら(2008)の報告と比較して遅く(図4-4)、また日平均気温の積算も露地の立木と比較して高かった(表4-5)。この理由は不明であるが、上述の、枝採取(12月2日)時点で自発休眠が覚醒していなかったことが影響していると考えられる。

実験2を実施した2012年の満開日はシアナミド剤散布区で2月23日、無処理区で3月9日と約2週間の違いがあった

(表4-2)。実験1で示したとおり2011年10~11月の平均気温が比較的高めに推移し(図4-2)、自発休眠の覚醒が遅れていたと考えられるが、シアナミド剤を11月15日に散布することで、開花時期は無処理区より約2週間早くなった。すなわち、‘カワヅザクラ’へのシアナミド剤散布は、花芽形成終了後の自発休眠覚醒期間中に行うことにより開花促進効果が得られるが、その後の開花期については、自発休眠覚醒期間における低温遭遇量による年次変動の影響を受けるものと推定された。

シアナミド剤散布が立木における‘カワヅザクラ’の花径および花色に及ぼす影響について検討した。花径については、シアナミド剤散布の有無による差はみられなかった(表4-6)。これは、早咲きの‘伊豆土肥’や“土肥白花”で行った結果と同様であったことから、シアナミド剤散布は‘カワヅザクラ’の花径には影響を与えないと考えられた。花色についてみると、L*, a*およびb*のいずれにおいてもシアナミド剤散布の有無による差は認められなかった。‘伊豆土肥’および“土肥白花”へのシアナミド剤散布では、開花が早まり無処理区より気温が低い時期に開花したことで、色彩色差計上の数値では花色が濃くなった。しかし、目視によるカラーチャート上での差はみられず、観賞上の問題はないと考えられる。本実験2ではシアナミド剤散布区と無処理区で花の採取日が大きく異なるにもかかわらず(表4-6)、色彩色差計上の数値では花色に違いはみられなかった。このことから、シアナミド剤の散布およびそれに伴う開花の早期化は、‘カワヅザクラ’‘伊豆土肥’および“土肥白花”の花色に大きな影響は与えないと考えられる。

表4-3 南伊豆町青野川堤防におけるチルユニット

調査年	チルユニット 起算日 ^z	チルユニット ^y		
		11月15日 ^x	12月2日 ^w	12月15日
2010	11月3日	29.5	145.5	246.0
2011 ^v	11月21日	—	90.5	232.0

^z チルユニットの起算日は各年で9月1日からの積算値が最小となった日とした

^y チルユニットによる重みづけには、Richardson et al. (1974) が *Prunus* 属 (モモ) について提案したものを使用した

^x 2011年11月15日にシアナミド濃度1%希釈液を1樹当たり約25L、噴霧器を用いて散布した

^w 第IV章では2011年12月2日に一部の枝を切り取り、恒温器に搬入した

^v 2011年9月1日~10月12日の温度データは欠測したため、気象庁の最寄りの調査地点(石廊崎)の気温データで代替した

表4-4 シアナムド剤散布が‘カワヅザクラ’の開花率および到花日数に及ぼす影響

散布日 ^z	散布濃度 (%)	処理温度 (°C)	供試花芽数	正常開花花芽数	開花率 (%) ^y	到花日数 ^x
11月15日	1	5	93	11	11.8 a ^w	68 ± 11 a ^v
		10	93	41	44.1 b	43 ± 14 b
		15	91	33	36.3 b	24 ± 5 c
無処理	—	5	125	11	8.8 a	83 ± 12 d
		10	128	5	3.9 a	49 ± 2 b
		15	126	3	2.4 a	30 ± 3 bc
分散分析 ^u	シアナムド剤散布					*
	処理温度					**
	交互作用					n.s.

^z 2011年11月15日にシアナムド濃度1%希釈液を1樹当たり約25L, 噴霧器を用いて散布した

^y 開花率 (%) = (正常開花花芽数 / 供試花芽数) × 100

^x 鱗片葉が開き始めた日から各花芽中の最初の一輪が完全に開き終わった日までの日数
平均値 ± 標準偏差

^w Bonferroni法により, 異なる符号間には5%水準で有意差あり

^v Tukey-Kramer法により, 異なる符号間には5%水準で有意差あり

^u 二元配置分散分析により, **は1%水準で有意差あり, *は5%水準で有意差あり, n.s. は5%水準で有意差なし

本実験2を‘ケイオウザクラ’の切り枝出荷基準と比較すると、枝あたり1~2輪開花した段階で箱詰めおよび出荷となる（小野，1994；佐藤，1994）ため、‘カワヅザクラ’では花芽発達過程の平均値がステージ4~5前後から、早い花芽では開花がはじまる（ステージ7に到る）ことから、箱詰めおよび出荷の適期にあたると考えられる（図4-3）。このため、シアナミド散布後12月上旬に枝を採取し10~15℃で処理することにより20~30日後には花芽発達過程の平均値がステージ4~5に達すると考えられ、年末年始の切り枝出荷に間に合うだけでなく、観光キャンペーンでの利用も可能となる。

なお、本実験では全ての区で開花率が50%以下となったが、この理由として、2012年度の10~11月の温度推移から自発休眠の覚醒が遅れたためと推察される。今後は、シアナミド散布前後の気温の計測や、‘カワヅザクラ’に適合したチルユニットの開発をして切り枝の採取時期を設定することで開花率を高め、実用性を向上させることができると考えられる。しかし、切り枝への処理に当たっては、鈴木ら（1993）がウメの切り枝による実験において確認している水揚げの悪化による花蕾の枯死にも注意が必要と考

えられる。

以上の結果から、‘カワヅザクラ’の開花期の早晚には、花芽発達開始後の気温だけでなく、花芽発達開始前の気温も影響しており、特に自発休眠覚醒期間中の気温が大きく影響していることが明らかになった。また、花芽発達過程のステージ1から7までの日平均気温の積算は、234~259℃の範囲内であり、毎年ほぼ一定であった。シアナミド剤散布による開花促進効果は、主に花芽の動き出しが早まることによるものであることが明らかになった。また、シアナミド剤の立木散布後に枝を切断しても、シアナミド剤による開花促進効果は発現することが明らかになった。低温遭遇量が不足し、開花が遅れた場合でも11月中旬にシアナミド剤を散布することで約2週間の開花促進効果を得られることが示唆された。加えて、シアナミド剤散布は、‘カワヅザクラ’の花径や花色への影響は認められなかった。切り枝での利用にあたっては、11月中旬に立木にシアナミド剤散布を行い、12月上旬に枝を採取して10~15℃で温度処理すれば年末年始の切り枝出荷や観光キャンペーンへの利用が可能となる。さらに、シアナミド剤の立木散布による花径や花色への影響は認められなかったことから、

表4-5 ‘カワヅザクラ’花芽の動き出しから開花に到るまでの日平均気温の積算

調査年	調査環境	シアナミド剤 散布濃度 (%) ^z	芽の動き出し~開花 の期間における 日平均気温の積算 ^y	調査 花芽数
2004 ^x	露地立木	—	234 ± 28	30
2005	露地立木	—	259 ± 39	40
2011	露地立木	—	250 ± 29	20
	露地立木	—	244 ± 30	20
	恒温器 5℃ ^w	1	341 ± 58	11
	恒温器 10℃	1	433 ± 144	41
2012	恒温器 15℃	1	375 ± 126	33
	恒温器 5℃	—	410 ± 66	11
	恒温器 10℃	—	488 ± 16	5
	恒温器 15℃	—	445 ± 43	3

^z 2011年11月15日にシアナミド濃度1%希釈液を1樹当たり約25L、噴霧器を用いて散布した

^y 鱗片葉が開き始めた日から各花芽中の最初の一輪が完全に開き終わった日までの日平均気温の積算値

平均値 ± 標準偏差

^x 2004および2005年の数値は村上ら（2007）から引用した

^w 2011年12月1日に枝を切り取り、恒温器に搬入した

観賞への影響はないと考えられる。本研究は、‘カワヅザクラ’へのシアナミド剤の立ち木散布が、観賞だけでなく切り枝利用への道を拓くものであり、今後の産業利用において有益であると考えられる。

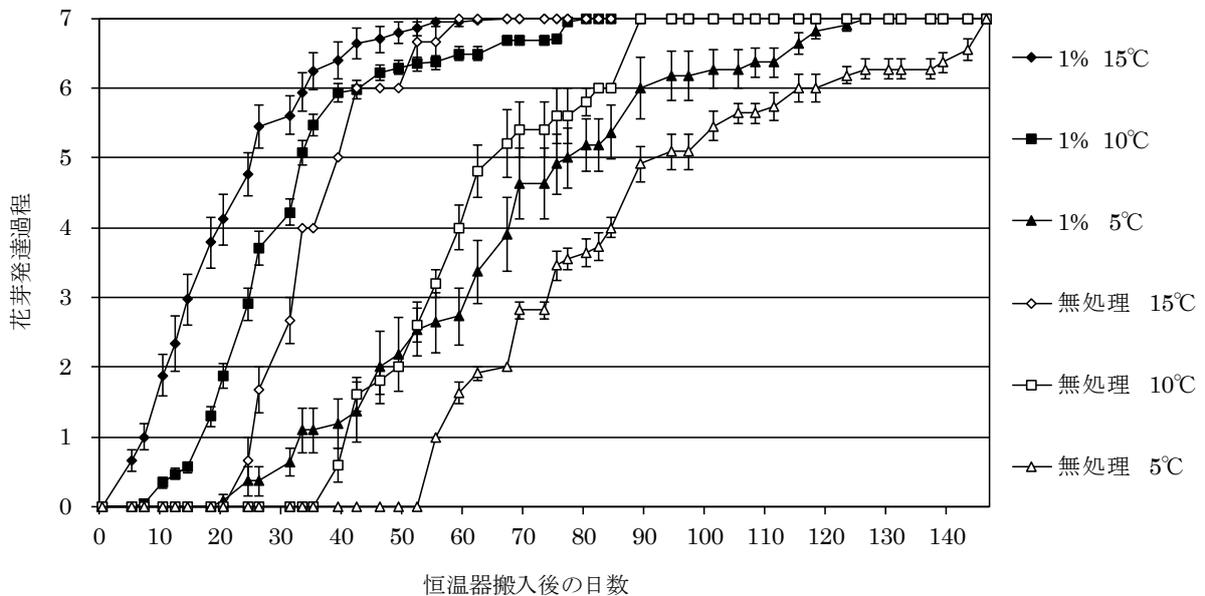


図4-3 シアナミド剤散布が‘カワヅザクラ’の花芽発達過程に与える影響

図中の縦線は標準誤差を示す

調査した花芽数は各区91~128個

2011年11月15日にシアナミド濃度1%希釈液を1樹当たり約25 L噴霧器を用いて散布した後、12月2日に枝を採取し恒温器に搬入した

花芽発達過程は村上ら（2007）に従い分類した

- 1：鱗片葉が割れて緑色が見え始めた状態
- 2：芽の緑色の部分が半分以上になった状態
- 3：芽の頭部が割れ始めた状態
- 4：芽の頭部が完全に割れた状態
- 5：花色が見え始めた状態
- 6：萼筒が現れた状態
- 7：開花

表4-6 シアナミド剤散布が‘カワヅザクラ’の花径および花色に及ぼす影響

散布日 ^z	散布濃度 (%)	花採取日	花径 (cm) ^y	花色 ^x		調査 花数		
				(JHSカラーチャート)	L*		a*	b*
11月15日	1	1月23日	3.3±0.2	淡ピンク (9502)	70.5±3.2	18.2±3.1	-5.7±0.8	30
無処理	—	3月9日	3.2±0.2	淡ピンク (9502)	72.1±3.4	17.6±3.4	-5.4±1.2	30
t検定 ^w			n.s.		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

^z 2011年11月15日にシアナミド濃度1%希釈液を1樹当たり約25L, 噴霧器を用いて散布した

^y 平均値±標準偏差

^x 花卉中央部を色彩色差計 (CR-200, コニカミノルタジャパン (株)) により測定

^w t検定により, n.s.は5%水準で有意差なし

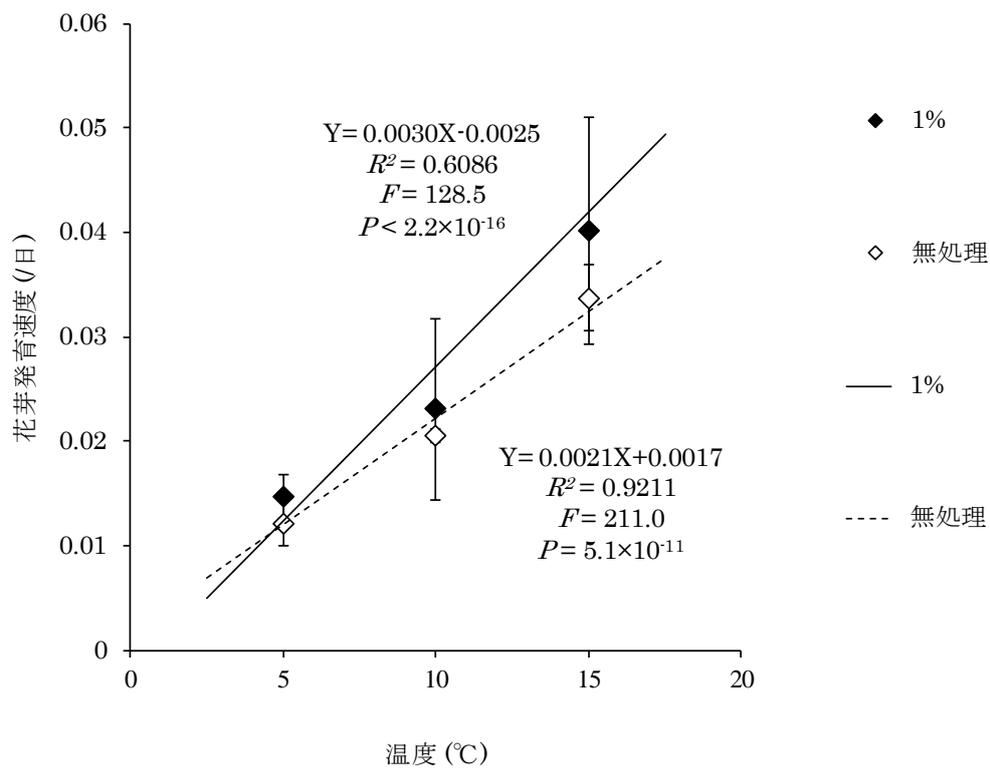


図4-4 シアナミド剤散布が‘カワヅザクラ’の花芽発育速度に与える影響
 図中の縦線は標準偏差を示す

第V章 総合考察

本研究では、伊豆地域特有の早咲きザクラである‘カワツザクラ’，‘伊豆土肥’および“土肥白花”に対するシアナミド剤の開花促進効果を明らかにした。加えて、その開花促進効果は、主に花芽の動き出しが早まることによるものであることを明らかにした。また、シアナミド剤の観光利用法に加え、切り枝による農業利用法についても検討した。以下に、本研究による明らかになった早咲きザクラの開花促進法、観光および農業利用法について考察する。

早咲きザクラの開花時期とシアナミド剤の開花促進効果について

本研究に供試した早咲きザクラ‘カワツザクラ’，‘伊豆土肥’および“土肥白花”の開花期はそれぞれ2月上旬～3月上旬，1月中旬～2月中旬および1月下旬～2月下旬である。露地立木にシアナミド剤を散布することにより，‘カワツザクラ’は14～21日，‘伊豆土肥’および“土肥白花”は35日以上の開花促進が可能となった。

また、シアナミド剤によるこれらの開花促進効果は、自発休眠の終了時期を早めることで花芽の動き出しを早める効果によるものが主であり、花芽の発育速度を高める効果はないと推測された。

シアナミド剤の利用による早咲きザクラの開花促進のポイント

シアナミド剤の散布時期はいずれも11月中旬が最も効果が高く、この時期は供試した3種のザクラのいずれにおいても自発休眠覚醒期間中であると考えられた。このため、他のザクラにおいても自発休眠覚醒期間中にシアナミド剤の散布を行うことで、開花促進が可能と考えられる。ただし、‘カワツザクラ’への12月散布および‘伊豆土肥’，“土肥白花”への10月散布では開花促進効果が認められなかったため、効果を得られる散布期間は長くないと考えられる。

‘カワツザクラ’では、シアナミド剤散布濃度1.00%以下の範囲においては、濃度が高いほど開花が早まる傾向がみられた。しかし、2.00%では展葉の開始が早まる傾向がみられたことに加え、芽の枯死率が著しく増加した。このため、散布濃度は0.75または1.00%が適していると考えられた。

早咲きザクラの観光利用におけるシアナミド剤の活用について

本研究により得られたシアナミド剤の開花促進効果は開花の遅れた年においても同様であり、安定的な開花促進が

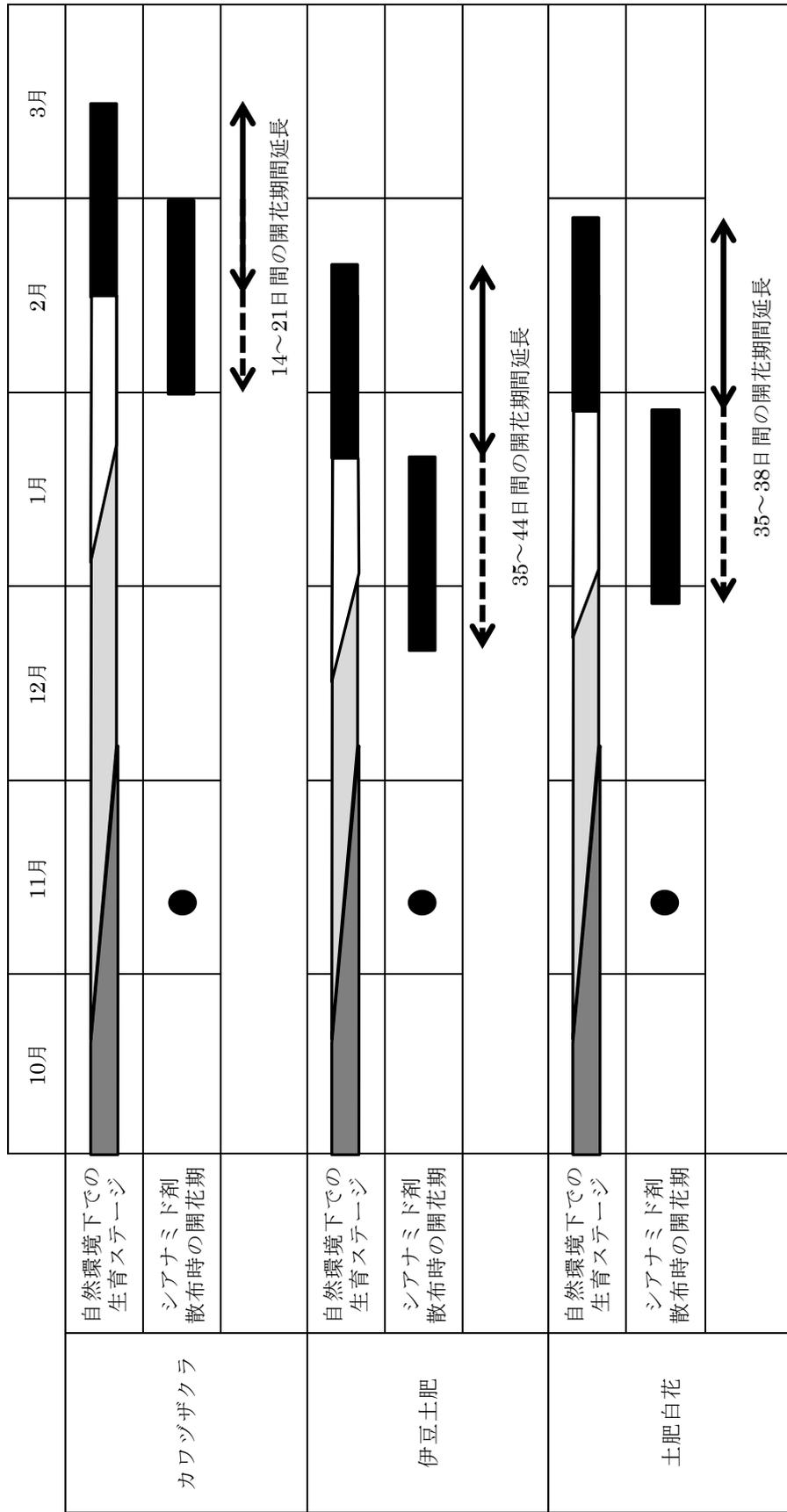
可能となったと言える。旅行会社等では、伊豆地域への旅行の予約は年内から始めているが、現在の‘カワツザクラ’の開花予測システム(村上ら, 2009)では、年明けまで開花時期を予測することができない。そこで、シアナミド剤を一部のザクラに散布しておくことで、開花の遅れた年にも通常通りの観賞が可能となる。また、一部のザクラを早く開花させることで、観光キャンペーンにも活用することができると考えられる。特に‘伊豆土肥’および“土肥白花”は年内の開花が可能になったため、今後は年末年始の集客も可能になると考えられる。これに加え、シアナミド剤散布により開花促進された樹と自然開花した樹を併せると、早咲きザクラの観賞期間を大幅に延長できることが示唆され、この実験結果は早咲きザクラの観光資源としての価値を高めることにつながるものであると考えられる。また、‘伊豆土肥’および“土肥白花”への観賞期間延長のためのシアナミド剤散布は、‘カワツザクラ’と同時期に行うことができるため、省力的かつ効率的に観光の振興が図られると考えられる(図5-1)。

このようなシアナミド剤による開花促進は、新たな品種育成を省略できる利点もあると言える。伊豆地域では、更なる早咲き品種を求める要望もあるが、新品種の育成や新たな遺伝資源の探索には多大な労力や時間を要する。また、河津町では既に‘カワツザクラ’が町内全域に植栽されており、新たにザクラを植栽できる空間はほとんど無い。このような場合でも、シアナミド剤を用いることで、開花時期を簡易に早めることができ、同一品種でも開花時期に早晚をつけることが可能となるため、観光面での活用の幅を広げることができる。

また、本研究により‘カワツザクラ’においては、自発休眠覚醒時期の気温も開花時期に大きく影響していることが明らかになった。今後は、この要素も組み込んだ開花予測システムを作成することで、より早い時期からの予測が可能になると考えられる。

早咲きザクラの切り枝利用について

‘カワツザクラ’は、村上ら(2007b)および本研究の結果を用いることで、シアナミド剤の散布時期、切り枝時期、温室搬入時期および出荷時期が確立され、切り枝利用について一定の目途がついたと言える。すなわち、11月中旬に立木にシアナミド剤散布を行い、12月上旬に枝を採取して10～15℃で温度処理を行えば20～30日後には花芽発達過程の平均値がステージ4～5(芽の頭部が完全に割れた



自発休眠期
 他発休眠期
 花芽発達期
 開花
 シアナミド剤散布

図5-1 シアナミド剤を用いた‘カワゾザクラ’，‘伊豆土肥’および‘土肥白花’の観光利用モデル

状態～花色が見え始めた状態)に達すると考えられ、年末年始の切り枝出荷や観光キャンペーンへの利用が可能となる。‘伊豆土肥’および“土肥白花”は、シアナミド剤を散布した場合、加温することなく年内出荷が可能となるため、より省力的に切り枝利用を行うことができると考えられる(図5-2)。今後は、これらの切り枝利用に向けて、早期成園化技術や枝管理技術を確立する必要がある。

シアナミド剤散布が早咲きザクラの花や芽の形質へ与える影響(薬害)について

本研究の結果から、シアナミド剤散布は‘カワヅザクラ’、‘伊豆土肥’および“土肥白花”の花径、花色および花の寿命(観賞期間)に影響を与えないことが明らかになった。‘カワヅザクラ’では、シアナミド剤散布濃度2.00%で芽の枯死率が著しく増加したため、高濃度での使用には注意が必要である。なお、南伊豆町下賀茂において、‘カワヅザクラ’の立木に3年間連続してシアナミド剤全面散布をおこなったが、芽の枯死や樹勢の低下などの薬害は確認されていない(データ略)。このことから、農薬登録の範囲内での使用であれば薬害等の問題は起こらないと考えられる。

以上のことから、本研究において明らかになった早咲きザクラへのシアナミド剤散布技術は、省力的に早咲きザ

クラの開花時期を早めることができることから、伊豆地域の観光業および農業の双方に大きく寄与する技術であると結論づけられる。

今後の課題

観光面では、本研究により、これまでより早い時期からの早咲きザクラの観賞が可能となったが、‘伊豆土肥’や“土肥白花”など今後普及が期待される早咲きザクラでは、開花時期の予測ができない状態であるため、開花予測法を開発する必要がある。また、今後の地域内での普及をより一層促進するため、効率的な増殖方法の開発についても検討する必要がある。‘カワヅザクラ’では開花予測法が開発されているものの、予測が可能となるのは年明け以降であるため、より早期からの予測法の開発が望まれる。本研究の結果から、自発休眠覚醒時期の気温も開花時期に影響を与えていることが明らかになったため、今後は自発休眠覚醒時期の気温も要因として取り込んだ予測法の開発が可能と考えられる。このためには、早咲きザクラの花芽発達と気温との関係について、これまでより早い時期からのデータ集積が必要と考えられる。

切り枝については、本研究により、シアナミド剤の散布時期、その後の切り枝時期および温室搬入後の温度反応が明らかになった。本研究に供試した早咲きザクラは‘ケイ

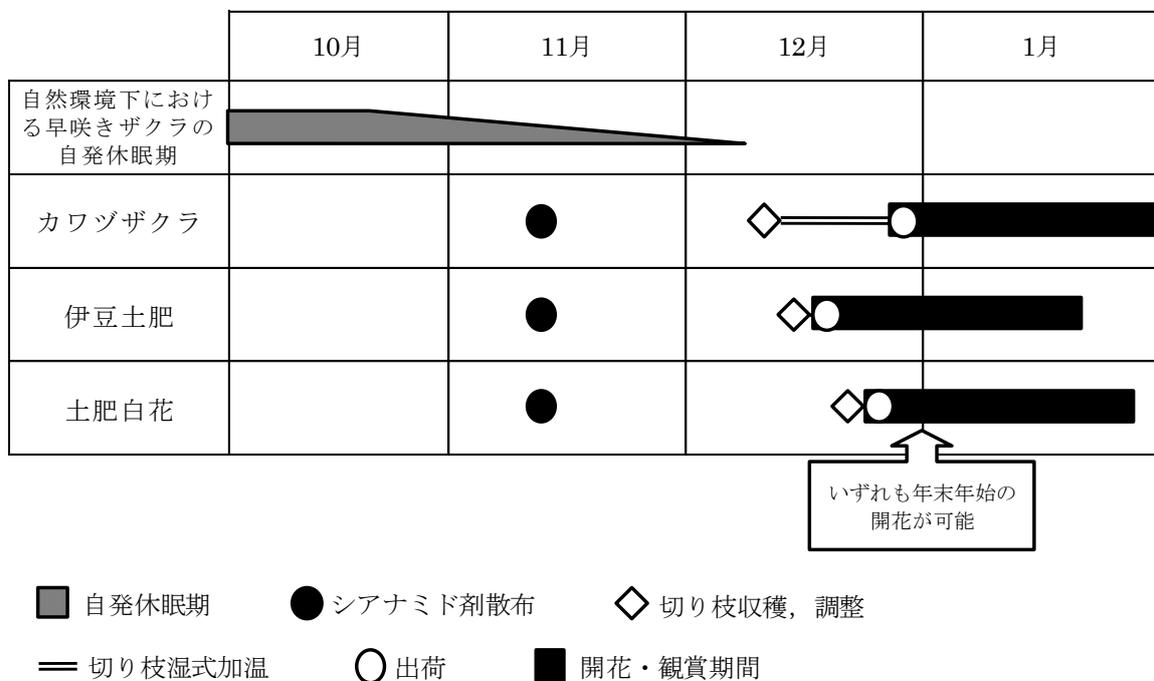


図5-2 シアナミド剤を用いた‘カワヅザクラ’、‘伊豆土肥’および“土肥白花”の切り枝利用モデル

オウザクラ'と比較して、樹形が開張し枝が太くなる特徴があり、花は花径が大きく、花柄も長い。このため立木では観賞価値が高いものの、自然樹形では切り枝に適さず、輸送の際に花が傷む可能性がある。こうしたことから、今後は早期成園化技術や整枝技術、収穫方法、輸送のための梱包方法などについても検討する必要がある。

Summary

Studies on Promotion of Blooming of Early Flowering Cherry Trees by Spraying Hydrogen Cyanamide

Kentaro MATSUDA

'Kawazu-zakura' (*Prunus lannesiana* Wils.), 'Izutoi' (*Prunus* sp.), and Line "Toizakura Shirobana" (*Prunus* sp.) are early-bloom cherry blossom trees that are endemic to the Izu area. In this study, to develop a flowering acceleration method, we investigated the effects of spraying hydrogen cyanamide (H_2CN_2) on flowering, vegetative bud sprouting and blossom characteristics of these cherry blossom trees and investigated their optimum spraying time and spraying concentration. In addition, we investigated the effects of spraying hydrogen cyanamide on floral bud development of 'Kawazu-zakura' and its flower bud development rate. Further, we investigated the use of early-bloom cherry blossoms for the promotion of tourism and as cut flowers.

Effects of Hydrogen Cyanamide Spraying on Blooming and Leafing of 'Kawazu-zakura' (*Prunus lannesiana* Wils.) Cherry Trees

To extend the ornamental period by acceleration of flowering of 'Kawazuzakura', we investigated the effects of hydrogen cyanamide on blooming and vegetative bud sprouting of 'Kawazu-zakura' cherry trees. In experiment 1, dormant branches were sprayed with 0.75% and 1.00% hydrogen cyanamide on November 17 and December 18, 2008. On the branches sprayed with hydrogen cyanamide on November 17, blooming and leafing occurred more than 2 weeks earlier than in the control. In experiment 2, dormant branches were sprayed with 0.75%, 1.00%, and 2.00% hydrogen cyanamide on November 16, 2009. At lower concentrations of 0.75% and 1.00%, the acceleration of blooming and leafing by hydrogen cyanamide increased with higher concentrations. At the highest concentration, vegetative buds showed a blooming failure rate of approximately 40%. In experiment 3, whole trees were sprayed overhead with 0.75% hydrogen cyanamide on November 18, 2009. For trees sprayed with hydrogen cyanamide, blooming and leafing occurred more than 2 weeks earlier than in the control. These results were similar to those obtained in experiment 1, wherein dormant branches were sprayed. When 'Kawazu-zakura' trees were sprayed with hydrogen cyanamide in November, 0.75% or 1.00% hydrogen cyanamide induced blooming 2–3 weeks earlier than the natural blooming time. Thus, the blooming period of 'Kawazu-zakura' can be extended to 32–39 days, by hydrogen cyanamide application, as compared with its natural blooming period (approximately 18 days).

Effects of Hydrogen Cyanamide Spraying on Blooming, Leafing, and Blossom Characteristics in 'Izutoi' and Line "Toizakura Shirobana" Cherry Blossom (*Prunus* spp.) Trees

The effects of hydrogen cyanamide on blooming, vegetative bud sprouting, ornamental period, and characteristic blossom form of 'Izutoi' and Line "Toizakura Shirobana" cherry blossom (*Prunus* spp.) trees were investigated. In experiment 1, dormant branches were sprayed with 1.0% hydrogen cyanamide on October 22 and November 11, 2010. After hydrogen cyanamide spraying was carried out on November 11, blooming occurred 35 days earlier in both strains as compared to the control. There was no difference between the two cultivars in terms of the effect of spraying hydrogen cyanamide during the ornamental period. In experiment 2, whole trees were sprayed overhead with 1.0% hydrogen cyanamide on November 8, 2011. In 'Izutoi', blooming occurred 44 days earlier than in the control. In "Toizakura Shirobana", blooming occurred 38 days earlier than in the control. Spraying both whole trees and only branches with 1.0%

hydrogen cyanamide yielded similar results. No significant difference was observed in the diameter of the blossoms. In contrast, a significant difference was observed in the petal color. In conclusion, spraying 'Izutoi' and Line "Toizakura Shirobana" cherry blossom trees with 1.0% hydrogen cyanamide in mid-November promoted blooming to the greatest extent.

Effects of Hydrogen Cyanamide Spraying on Floral Development and Blossom Characteristics in 'Kawazu-zakura' (*Prunus lannesiana* Wils.) Cherry Blossom Trees

We investigated the relationship between temperature and the flowering period of *Prunus lannesiana* Wils. 'Kawazu-zakura' cherry blossom trees planted in the Minamiizu-cho Aono river embankment. We also studied the acceleration of flowering owing to the effect of hydrogen cyanamide spraying for the improvement of ornamental value, promotion of tourism, and production of cut flowers. In 2011, 20%, 50%, and 100% blooming was reported on February 16, February 21, and March 2, respectively. In 2012, 20%, 50%, and 100% blooming was reported on February 23, February 26, and March 9, respectively. There was a difference of 5–7 days in flowering date between 2011 and 2012. The cumulative temperature with the number of days between "green tip" and "full bloom" in the floral bud development process was within 234–259 degree days, and it remained fairly constant throughout the years evaluated. However, the average temperature from early November to mid-November, before the beginning of flower bud development, was 2.6–3.8°C higher in 2012 than that in 2011. It was suggested that the temperature after the initiation of flower bud development, in addition to the temperature during endodormancy termination, greatly affects the flowering period of 'Kawazu-zakura'. After spraying with hydrogen cyanamide, the branches were cut and transferred to a thermostatic chamber, where flower bud development began 35, 32, and 19 days earlier at 5°C, 10°C, and 15°C, respectively, as compared to those in the control. However, there was no difference in the flower bud development rate. Thus, flowering was accelerated by the treatment, mainly owing to the early development of flower buds. No effects of hydrogen cyanamide spraying on floral diameter and petal color were observed.

This study made it possible to accelerate the flowering time of early-bloom cherry blossoms using hydrogen cyanamide, thus resulting in reduced labor. In conclusion, the results of this study can be used for both open field standing trees and cut flowers and greatly contribute to tourism and agriculture in the Izu area.

摘 要

本研究では、伊豆地域の早咲きザクラである‘カワツザクラ’，‘伊豆土肥’および“土肥白花”のシアナミド剤処理による開花促進法開発のため、シアナミド剤散布が‘カワツザクラ’の開花および展葉に及ぼす影響について調査を行い、最適な散布時期や散布濃度について検討した。また、シアナミド剤散布が‘伊豆土肥’および“土肥白花”の開花、落花、展葉および花の形質に及ぼす影響について調査を行った。加えて、シアナミド剤散布が‘カワツザクラ’の花芽発達過程の推移、花芽発育速度および花の形質に及ぼす影響について調査を行い、早咲きザクラの更なる観光活用や切り枝での活用について検討した。

シアナミド剤散布が‘カワツザクラ’の開花および展葉に及ぼす影響

‘カワツザクラ’の開花促進による観賞期間延長のため、シアナミド剤の散布時期、散布濃度および立木への全面散布が開花および展葉に及ぼす影響について検討した。散布時期は11月中旬が最も効果が高く、11月17日散布で14～21日の開花促進効果が認められた。散布濃度は、1.00%以下の範囲では、濃度が高いほど開花が早まる傾向がみられた。しかし、2.00%では展葉の開始が早まる傾向がみられたことに加え、芽の枯死率が著しく増加したため、実用の際の散布濃度は0.75または1.00%が適していると考えられた。また、立木全面散布が開花および展葉に及ぼす影響について検討し、枝別散布と同等の促進効果が認められた。以上の結果から、‘カワツザクラ’では、11月中旬に立木へのシアナミド剤濃度0.75または1.00%での散布により自然開花期と比較して2～3週間の開花促進効果が得られることが明らかとなった。また、シアナミド剤散布により開花促進された樹と自然開花した樹を併せると、南伊豆地域における‘カワツザクラ’の観賞期間を従来の18日程度から、32～39日程度まで延長できると考えられた。

シアナミド剤散布が‘伊豆土肥’および土肥桜白花系統の開花、展葉および花の形質に及ぼす影響

‘伊豆土肥’および土肥桜白花系統に対するシアナミド剤の効果を明らかにするために、シアナミド剤散布が開花、展葉、観賞期間および花の形質に及ぼす影響について検討した。散布時期は11月中旬が最も効果が高く、11月11日の濃度1%散布で‘伊豆土肥’，土肥桜白花系統ともに35日の開花促進効果が認められた。また、観賞期間についてはシアナミド剤散布の有無による差は認められなかった。立木への全面散布では、‘伊豆土肥’は44日、土肥桜白花系

統は38日の開花促進効果が確認された。その他の結果についても垂主枝への散布とほぼ同等の効果が得られることが見いだされた。また、シアナミド剤の散布により、花径には有意差は認められなかったが、花色には一部有意差が認められた。これらのことから、‘伊豆土肥’および土肥桜白花系統への11月中旬のシアナミド剤の散布により、開花促進による年内開花が可能となった。

シアナミド剤散布が‘カワツザクラ’の花芽発達および花の形質に及ぼす影響

‘カワツザクラ’の観光利用と切り枝としての活用のため、南伊豆町青野川堤防に植栽されている‘カワツザクラ’の開花と気温の関係、およびシアナミド散布による開花促進効果について調査した。2011年と2012年の開花時期を比較すると、2011年の2分咲きが2月16日、5分咲きが2月21日、満開が3月2日であり、2012年は2分咲きが2月23日、5分咲きが2月26日、満開が3月9日と、5～7日の違いがあった。花芽発達過程の芽が割れて緑色が見える状態から開花までの日平均気温の積算は、両年とも234～259℃・日の範囲内であり、ほぼ同じであった。一方、花芽発達開始前である11月上中旬の旬平均気温は、2012年が2011年より2.6～3.8℃高く、‘カワツザクラ’の開花期の早晩には、花芽発達開始後の気温だけでなく、自発休眠覚醒期間中の気温が大きく影響していることが示唆された。また、シアナミド剤を散布後に枝を切り、恒温室に搬入したところ、無処理区よりも5、10および15℃でそれぞれ35、32および19日、花芽の動き出しが早まった。しかし、花芽の発育速度に違いはみられなかった。このことから、シアナミド剤散布による開花促進効果は、主に花芽の動き出しが早まることによるものであることが明らかになった。加えて、花の形質について検討した結果、シアナミド剤の散布による花径および花色への影響は認められなかった。

総括

本研究により、シアナミド剤を用いて省力的に早咲きザクラの開花時期を早めることが可能となった。本研究の結果は露地立木および切り枝の双方に利用可能であり、伊豆地域の観光業および農業に大きく寄与する技術であると結論づけられる。

謝 辞

本論文をとりまとめるにあたり、岐阜大学副学長 福井博一博士には、本論文の構想についてご指導いただいた。岐阜大学応用生物科学部教授 山田邦夫博士には終始懇切なるご指導とご鞭撻をいただき、かつご校閲賜った。岐阜大学応用生物科学部教授 嶋津光鑑博士、静岡大学農学部准教授 中塚貴司博士にはご校閲の労をとっていただいた。元静岡大学農学部教授 大野 始博士には、本論文の構想についてご指導いただいた。共同研究者の静岡県農林環境専門職大学短期大学部教授 稲葉善太郎博士には、本研究の試験設計からとりまとめに至るまで終始にわたりご指導いただいた。ここに深く感謝の意を表する。

元静岡県農林技術研究所研究統括官 堀内正美氏、元静岡県西部農林事務所農業振興部長 竹内常雄氏、元静岡県病害虫防除所長 五十右 薫氏、静岡県農林技術研究所長 新田明彦氏、静岡県農林技術研究所企画調整部長 山田栄成氏、静岡県病害虫防除所長 池田雅則氏には、本論文の実験期間およびとりまとめの期間中、数々のご配慮ならびにご激励をいただいた。ここに心より感謝の意を表する。元伊豆農業研究センター研究主幹 末松信彦氏、静岡県経済産業部農芸振興課主査 村上 覚博士には、早咲きザクラの生態について御教示いただいた。共同研究者である静岡県東部農林事務所主査 石井ちか子氏、静岡県くらし・環境部環境局水利用課主査 山際 豊氏、静岡県経済産業部農業局農芸振興課みかん特産班長 武藤浩志氏、静岡県農林技術研究所伊豆農業研究センターわさび科長 馬場富二夫博士には研究へのご協力およびご指導をいただいた。元静岡県農林技術研究所伊豆農業研究センター技能長 山本宏道氏には実験および調査の実施にあたり多大なる労力を提供していただいた。静岡県病害虫防除所班長 鈴木幹彦氏、同上席研究員 芳賀 一氏、同主任 大石剛裕氏、同研究員 大住太良氏、同研究員 丸山美咲氏には執筆期間中多大なご迷惑をおかけしたにもかかわらず、励ましのお言葉をいただいた。元静岡県工業技術研究所沼津工業技術支援センター長 加藤公彦博士、静岡県農林環境専門職大学教授 外側正之博士、静岡県農林技術研究所茶業研究センター上席研究員 内山 徹博士、同上席研究員 市原実博士、静岡県農林技術研究所上席研究員 外山祐介氏、同主任研究員 豊泉友康博士、北海道立総合研究機構上川農業試験場 佐々木大介氏には執筆期間中多くのご助言をいただいた。ここに深く感謝申し上げます。

本研究の遂行にあたり、多くの調査や材料収集を行った

河津町、南伊豆町および伊豆市の観光関係者に多大なるご支援をいただいた。河津町役場産業振興課主任主事 山本博雄氏、南伊豆町産業観光課主任主事 斎藤基良氏、伊豆市土肥支所支所長 潮木 信氏、同市観光経済部観光商工課 山口雄一氏、河津町観光協会 島崎博子氏、南伊豆町観光協会 山口絹江氏、同 山本照彦氏には、実験材料となる‘カワヅザクラ’、‘伊豆土肥’および“土肥白花”を提供していただくとともに、現地の情報を提供していただいた。また、河津町の土屋光示氏をはじめとする多くの方々から早咲きザクラに関する有益な情報をいただいた。日本カーバイド工業株式会社 富山政之氏には供試薬剤をご提供いただいた。ご協力に深く感謝申し上げます。

引用文献

- 江崎幾朗・高瀬輔久. 2003. ブドウ「ロザリオピアンコ」に対するシアナミド剤の処理方法及び芽傷との組合せ処理が発芽, 着花に及ぼす影響. 愛知農総試研報. 35 : 123-130.
- 五井正憲. 1982. 温帯花木の花芽形成ならびに開花調節に関する研究. 香川大農紀要. 4 : 1-120.
- 広瀬正純・加来端英・藤田義明・渡辺久能・安野智江・小関洋介・中尾茂夫. 2000. ブドウ, モモ, ナシの自発休眠完了に必要な低温要求量と休眠打破技術. 大分農技セ研報. 30 : 1-13.
- 岩佐亮二. 1988. サクラ類の園芸文化史. 園芸植物大事典 2 キク〜スイ. 346-349. 小学館. 東京.
- 金澤弓子・亀山慶晃・李 景秀・濱野周泰・鈴木貢次郎. 2016. 早咲きのサクラ品種とカンヒザクラ地域集団の遺伝的關係. 園学研. 15 : 129-138.
- 勝木謙蔵. 1989. サクラ枝物の早期促成に関する研究. 山形園試特研報. 4 : 1-63.
- 勝木俊雄. 2015. 桜. 1-37. 岩波書店. 東京.
- 黒井伊作. 1976. ブドウ促成栽培における石灰窒素処理の効果. 農業および園芸. 8 : 51-56.
- 黒井伊作. 1985. カルシウム・シアナミド及びシアナミドがブドウ「巨峰」の芽の休眠打破に及ぼす効果. 園学雑. 54 : 301-306.
- 黒木克翁・竹村佳弘・松本和浩・武田 誠・富山政之・田村文男. 2013. シアナミド処理がニホンナシ主要品種の自発休眠打破および開花期に及ぼす影響. 園学研. 12 : 179-185.
- 丸岡知浩・伊藤久徳. 2009. わが国のサクラ(ソメイヨシノ)の開花に対する地球温暖化の影響. 農業気象. 65 : 283-296.
- 水戸喜平. 2002. 南伊豆地域における自生植物の利活用. 農業および園芸. 77 : 468-474.
- 水戸喜平. 2016. サクラ. 柴田道夫編著. 花の品種改良の日本史. 260-288. 悠書館. 東京.
- 村上 覚・石井ちか子・稲葉善太郎・中村新市. 2009. 他発休眠期の発育速度による「カワヅザクラ」(*Prunus lannesiana* Wils. 'Kawazu-zakura') の開花日予測モデル. 植物環境工学. 21 : 24-28.
- 村上 覚・加藤智恵美・稲葉善太郎・中村新市. 2007b. 「カワヅザクラ」(*Prunus lannesiana* Wils. 'Kawazu-zakura') における自発休眠覚醒期. 植物環境工学. 19 : 132-136.
- 村上 覚・加藤智恵美・稲葉善太郎・中村新市. 2008. 「カワヅザクラ」(*Prunus lannesiana* Wils. 'Kawazu-zakura') の他発休眠期における発育速度モデルの作成ならびに切り枝での開花および花の品質に及ぼす気温の影響. 園学研. 7 : 579-584.
- 村上 覚・末松信彦・水戸喜平・中村新市. 2006. 南伊豆地域における「カワヅザクラ」(*Prunus lannesiana* Wils. 'Kawazu-zakura') の開花期. 園学研. 5 : 331-336.
- 村上 覚・末松信彦・水戸喜平・中村新市. 2007a. 「カワヅザクラ」(*Prunus lannesiana* Wils. 'Kawazu-zakura') の花芽形成と発達. 植物環境工学. 19 : 27-33.
- 村田治重. 1997. 南伊豆の早咲きサクラ. 静岡農試研報. 42 : 67-75.
- 村田治重・進士和雄・山本章吾・渡辺 栄・水戸喜平・末松信彦・中村新市・村上 覚・石井ちか子・山本宏道. 2012. 南伊豆地域における早咲きサクラの探索, 増殖, 生態解明および観光資源としての利用への貢献. 園学研. 11 : 433-438.
- 中尾佐助. 1986a. 花と木の文化史. 119-127. 岩波書店. 東京.
- 中尾佐助. 1986b. 花と木の文化史. 108-111. 岩波書店. 東京.
- 野崎香樹・深井誠一・高村武二郎. 2005. ピンク色花系スプレーギクの花色および開花に及ぼす栽培時期の影響. 園学研. 4 : 197-201.
- 野崎香樹・村本智香・高村武二郎・深井誠一. 2006. アプリコットおよび覆輪花系スプレーギクの花色に及ぼす作期と栽培温度の影響. 園学研. 5 : 123-128.
- 大川 清. 1995. 花卉園芸学総論. 165-184. 養賢堂. 東京.
- 太田 智・村上 覚・勝木俊雄・石井ちか子・稲葉善太郎・山本俊哉. 2011. 核および葉緑体DNA多型に基づく静岡県伊豆地域のサクラの解析. 園学研. 10 : 151-159.
- 小野恵二. 1994. サクラ類 栽培の基礎. 農業技術大系花卉編. 11. 花木/観葉植物. 115-132. 農文協. 東京.
- ポジャナピモン チャイワット・福田文夫・久保田尚浩. 2008. 四倍体ブドウ7品種の芽の休眠打破に及ぼす低

温遭遇量と化学物質の影響. 園学研. 7 : 261-268

Richardson, E. A., Seeley, S. D., and Walker, D. R., 1974. A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peach trees. HortScience, 9: 331-332.

盧 貞吉. 1916. 実験 花卉園藝 上巻. 246-247. 裳華房. 東京.

佐藤裕則. 1994. <ケイオウザクラ>1~4月出荷. 農業技術大系花卉編. 11. 花木/観葉植物. 133-139. 農文協. 東京.

佐藤裕則・佐藤武義・小野恵二. 2003. サクラ '啓翁桜' の休眠覚醒の年次変動と地域間差. 東北農研. 561 : 243-244.

佐藤武義. 2002. 「啓翁桜」を主体にしたサクラの栽培・出荷の基本技術. 農耕と園芸. 10 : 170-173.

佐藤武義・高橋佳孝・西村林太郎・佐藤裕則・小野恵二. 2005. サクラ '啓翁桜' の早期促成における温湯処理併用によるジベレリンおよびシアナミドの休眠打破処理効果. 山形園研報. 17 : 65-73.

志佐 誠・高野泰吉. 1964. バラの花色発現に及ぼす温度ならびに光の影響. 園学雑. 33 : 140-146.

杉浦俊彦・阪本大輔・朝倉利員・杉浦裕義. 2010. モモ '白鳳' の花芽における温度と自発休眠覚醒効果との関係. 農業気象. 66 : 173-179.

鈴木 登・王 心燕・井上 宏. 1993. 温度条件の相違がウメの冬芽の発達と新梢生長に及ぼす影響. 園学雑. 62 : 527-531.

筑波常治. 1973. 花譜・菜譜 (貝原益軒). 31-33. 八坂書房. 東京.

渡辺 伸・須藤佐蔵・佐々木恵美・安孫子裕樹・野口協一・佐藤健治・工藤 信. 2006. オウトウの薬剤による休眠打破法. 山形園研報. 18 : 49-57.

山田和彦・勝呂信哉. 2007. 伊豆土肥. 品種登録15225.

八坂安守. 1988. サクラと日本文化. 園芸植物大事典. 349-350. 小学館. 東京.

吉川瑛治レオナルド・Yamamoto, R. R.・Petri, J. L.・Hawerth, F. J.・山根健治・本條 均. 2014. 休眠期のシアナミド処理がニホンナシ '幸水' および '豊水' の発芽・開花に及ぼす影響. 園学研. 13 : 143-153.