

## 4. 三波川(サクラ)の保存に向けた調査研究(学術調査)

### 4.1. 現地の気象環境 (岩崎 博之)

#### 4.1.1. 気象観測装置から得られた現在までの気象データ

2023 年 3 月 9 日に桜山山頂に気象観測装置が設置されたが、バッテリー系統の不具合などの問題が生じたため、2023 年 10 月 31 日に、より好条件の場所に移設するとともにバッテリー系統の改修を行った。その後、図 35a に示すように、バッテリー電圧は 12V 以下になることはなく、安定しており、問題なく連続観測が行われている。

図 35b の赤点は気温の時系列である。興味深い特徴としては、1 年で気温が最も低い 2 月に +14~+20℃の高温な日が見られることである(図中の A と B)。毎年現れる現象なのか、桜山に特有な現象なのか、今後注目していきたい。

また、気温と湿度が同時計測されているため、土壌からの蒸発量を議論するために使われる大気飽差(VPD)の時系列も得られる(図 35b の青点)。

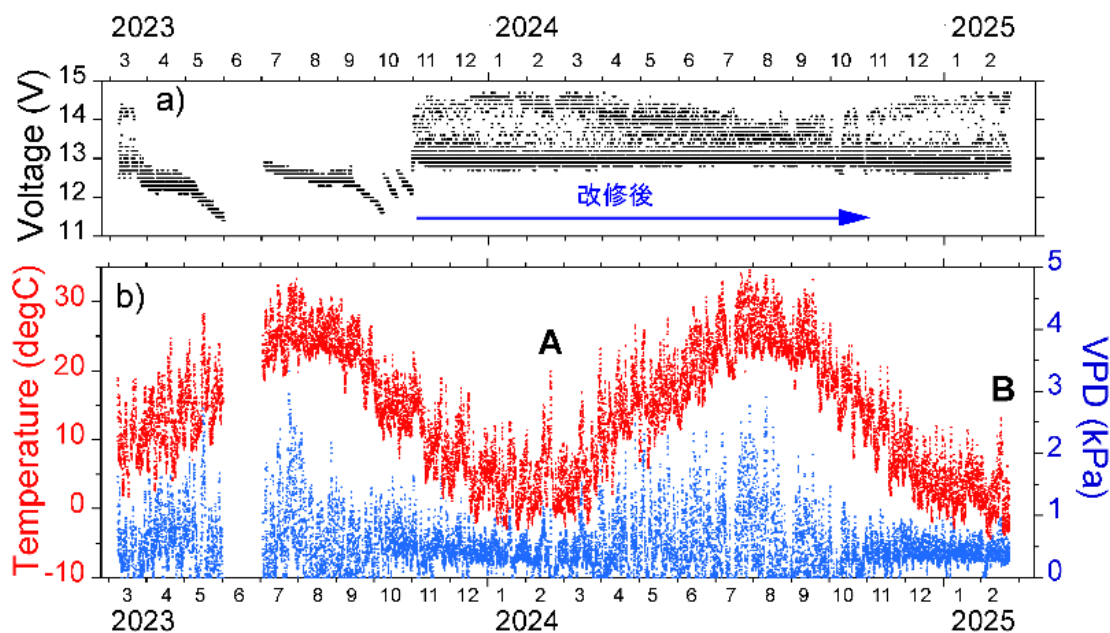


図 35 a)桜山気象観測装置のバッテリー電圧の 1 時間毎の時系列。

b) 桜山における気温(赤)と大気飽差(VPD:青)の 1 時間毎の時系列。

図中の A と B は、寒冷期の 2 月に +14℃以上の気温が観測された事例である。

#### 4.1.2. 桜山の気候の特徴: ミカン畑とリンゴ畑が隣接する風景

リンゴは年平均気温が 6-14℃の寒冷な地域で、ミカンは年平均気温が 15-18℃の温暖な地域で栽培されている(杉浦と横沢、2004)。また、ウンシュウミカンは低温に弱く、気温が-7℃を下回ると樹体の凍害が発生する(藤田と玉置、1981)。

別々の地域で栽培される印象が強いリンゴとミカンであるが、桜山の南斜面では写真 17 のように、リンゴ畑とミカン畑が隣接しており、秋にはリンゴとミカンが同時に実った風景を見ることができる。通年観測ができた 2024 年の桜山観測点の年平均気温は、13.9℃であり、杉浦と横沢(2004)の基準では、桜山観測点はリンゴ栽培に適するが、ミカン栽培の適正温度範囲より 1℃も低いことになる。低温に弱いミカンが、なぜ、この地域で栽培できるのかを桜山気象観測データから考える。

図 36 は、桜山観測点(赤/標高 589m)と神流 AMeDAS(青/標高 357m)における、晴天日が続いた冬期(2024 年 1 月 25 日-2 月 2 日)の気温の時間変化を示す。気温減率(-6.5℃/km)を仮定すると、標高の高い桜山の気温は、神流 AMeDAS よりも平均で 1.5℃低くなると期待され、図に見られる桜山の最高気温が低いのは、この標高の影響である。

一方、夜間から早朝の気温に注目すると、神流の最低気温が 0℃以下になる期間(1/26-2/1)では、逆に桜山の最低気温が神流よりも 3-6℃高いことが分かる。この期間の桜山の最低気温は、前橋地方気象台(標高 112m)で記録された最低気温とほぼ同じである。つまり、桜山の冬期の最低気温は標高の割には低くないのである。

冬型の気圧配置や移動性高気圧で覆われて晴天日が続く群馬県中部・南部の地面は、「放射冷却」によって冷却される。地面から冷えることで、冷気が大気下層に溜まる冷気湖が作られるため、夜間から早朝の地表付近の気温がとても低くなる。しかし、桜山は標高が高いため、冷気湖の上部に位置することになり、平地に比べて最低気温は余り低くない。

例えば、この「放射冷却」のため、2024 年 1 月 28 日の神流 AMeDAS の最低気温は-5.1℃であるが、桜山観測点の最低気温は 0.0℃となる。この効果により、標高の高い桜山の地形を利用して、冬期の凍害からミカンの樹木を守ることができる。これがリンゴ栽培に適した気象条件でありながら、同時に、ミカン栽培が行える理由の 1 つである。



写真 17 隣接するリンゴ畑(奥)とミカン畑(手前)(標高 515m). 赤いリンゴと黄色のミカンが実っている. 2023 年 10 月 8 日撮影.

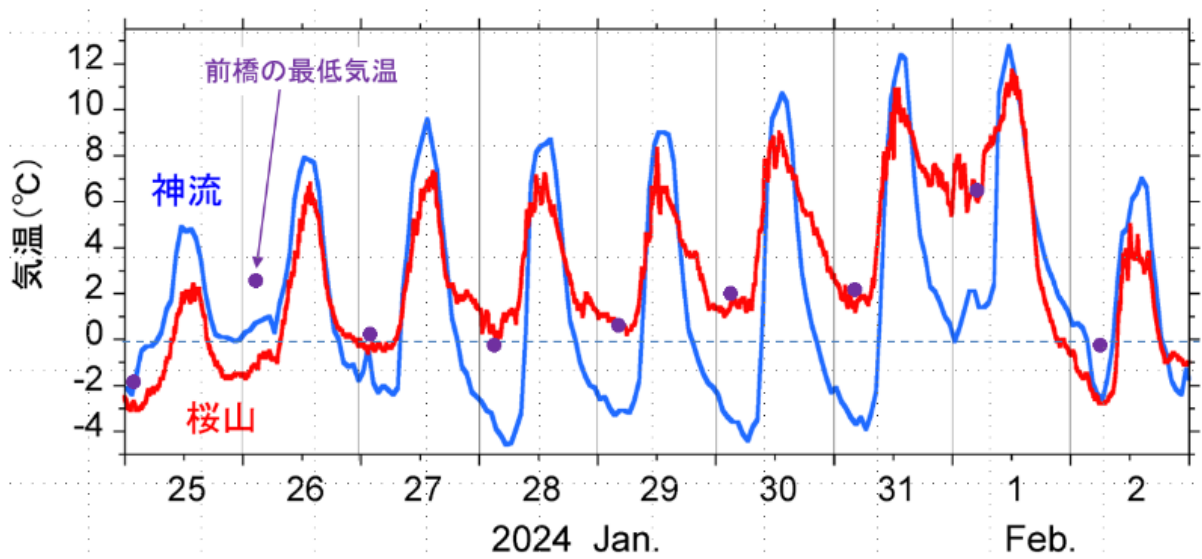


図 36 桜山観測点(標高 589m)と神流 AMeDAS(標高 357m)の気温の時間変化. ●は, 前橋 AMeDAS(標高 112m)の日最低気温を示している.

### 4.1.3. フユザクラ残存数と年降水量との経年変化

2020 年以降は、毎年 6-8 月に桜山のフユザクラの残存数が調査されている。2001 年と 2012 年の調査結果と合わせると、図 37 のようになる。2001 年には 730 本のフユザクラが確認されたが、その後残存数は減少を続け、2024 年には 159 本に減少している。現在の桜山はフユザクラの幼木が生まれ、成長する環境ではないので、今後もフユザクラの残存数は増加することなく、減少し続ける。

フユザクラの減少率に注目すると、2020 年以降の減少率に比べて、明らかに 2001-2012 年の減少率が大きい。この 2001-2012 年で見られる大きな減少率が気象要素(降水量と気温)の変動が原因なのか否かを概観する。なお、十分なフユザクラの残存数の記録や気象データが存在しないため、詳しい解析はできない。

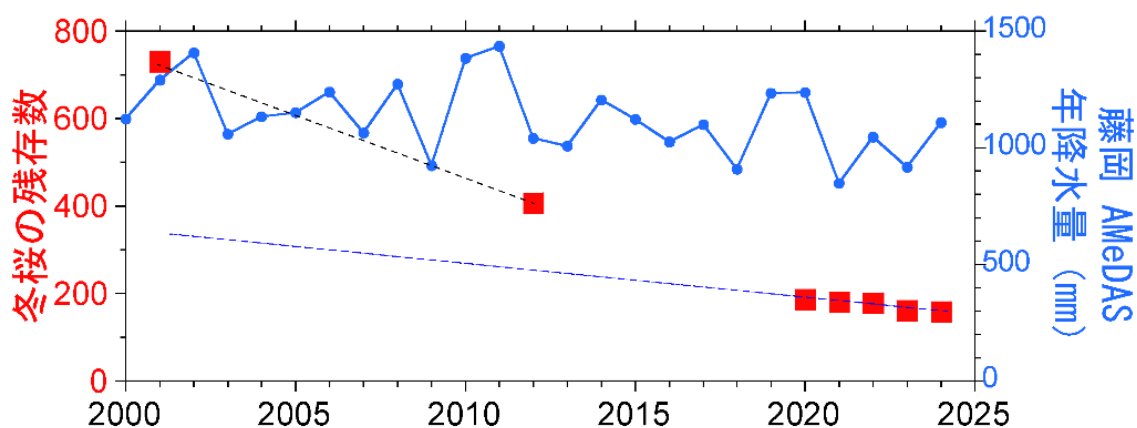


図 37 桜山のフユザクラ残存数(■)と藤岡 AMeDAS の年降水量の経年変化(●)。

#### 4.1.3.1. 年降水量との関係

桜山から北東に 5km 離れた藤岡 AMeDAS の年降水量の時系列を図 37 に示す。年降水量は 5%の有意水準で減少傾向にある。つまり、フユザクラの減少率が大きかった 2001-2012 年の期間は、近年よりも、降水量が多かったことを意味する。また、2001-2012 年の期間に、降水量が極端に少なかった年があった訳でもない。これは、年降水量がフユザクラの残存数を決めていないことを強く示唆している。

#### 4.1.3.2. 気温との関係

ヒノキ年輪から推定される樹勢と気象要素の関係 4.2 で解析結果を詳述するが、桜山の樹齢約 100 年のヒノキの年輪解析から、1990 年以降、解析対象のヒノキの年輪幅は増加傾向にあり(図 38 と図 39)、その年輪幅は暖候期の気温と有意な正の相関が示されている(図 40)。つまり、近年の平均気温は上昇しており、その温度上昇は、フユザクラにとっても高温障害が起きない範囲と思われる。従って、気温変動がフユザクラの成長に不利に働いているとは考え難

い。

しかし、植物は土壌水分を根から吸収している。近年の気温の上昇と降水量の減少の結果として、土壌水分量が減少する可能性もある。桜山では、2023 年 6 月から土壌水分量の連続観測が行われている。それ観測値を供試データに用いて、藤岡 AMeDAS の降水量を説明変数とした土壌水分量の推定式を作製することも選択肢の 1 つである。

## 4.2. ヒノキ年輪から推定される樹勢と気象要素の関係（岩崎 博之）

2000 年以降フユザクラの残存数は明瞭に減少し、樹勢も衰えているようである。では、そもそもフユザクラ以外の樹木は、樹勢が衰えているのだろうか？それを明らかにするために、2023 年夏に落雷の影響で枯れたヒノキを対象に、近年の樹勢の特徴と気象要素が与える影響について調べる。

### 1. 解析方法

写真 18 は、解析に用いたヒノキの断面図である。最も年輪が明瞭であった領域を選び、白線に沿って、年輪幅を測定した。樹木断面の写真を撮り、その拡大印刷された画像から各年輪幅を物差しで測定した。厳密な解析を行う場合には、偽年輪を特定する必要があるが、その技術を持ち合わせていなかったため、全て真の年輪と見なした。

解析にあたり、次の 2 つの仮定をした。

- 1) 春材(早材)と秋材(晩材)をまとめて、1 つの年輪幅とした。
- 2) 1 つの年輪は 1 年で形成され、最外部の年輪は 2022 年に形成された。

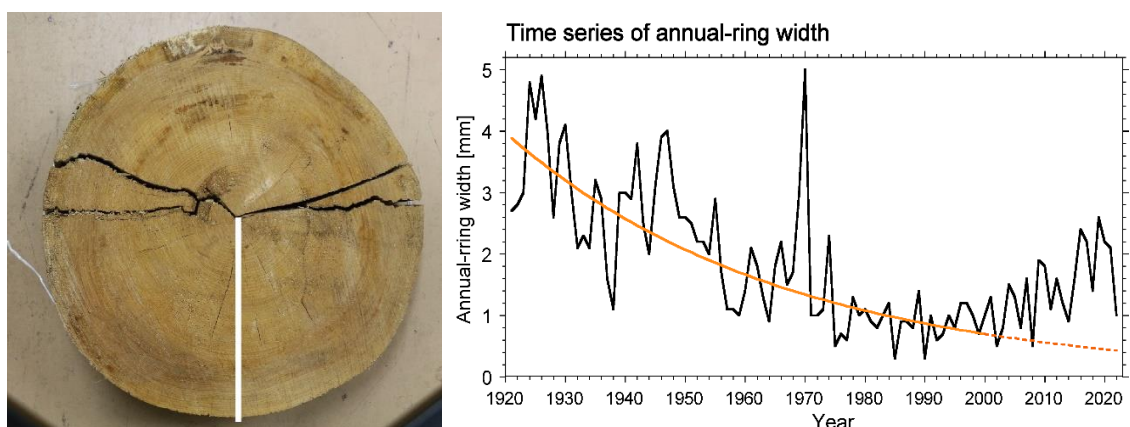


写真 18 解析に用いたヒノキの断面。白線に沿って年輪幅を測定した。断面の半径は約 18 cm である。

図 38 黒線はヒノキの年輪幅の時系列である。1920-2000 年の年輪幅の時系列を指数関数で近似し、その近似曲線を実線で示し、1990 年以降の外挿された近似曲線は破線で示している。

## 2. 結果

102 個の年輪が確認されたため、このヒノキの樹齢は 102 年と推定できる。図 38 の黒線は年輪幅の時系列を示す。一般に、樹木の成長と共に年輪幅は狭くなる傾向があるが、その特徴が 1920-2000 年に見られる。興味深いことは、2000 年以降に年輪幅が増加していることであり、この特徴は測定線以外の場所でも目視で確認できる。

次に年輪幅が減少している期間について、年輪幅の経年変化を指数関数で近似し、(1) 式を得た。

$$y = 5.19 \times 10^{18} \times e^{-0.0217 \times \text{year}} \quad -(1)$$

年輪幅の解析には、偏差(測定値 - (1) 式から計算された近似値)を用いる。図 39 の青線が、その偏差の時系列になる。

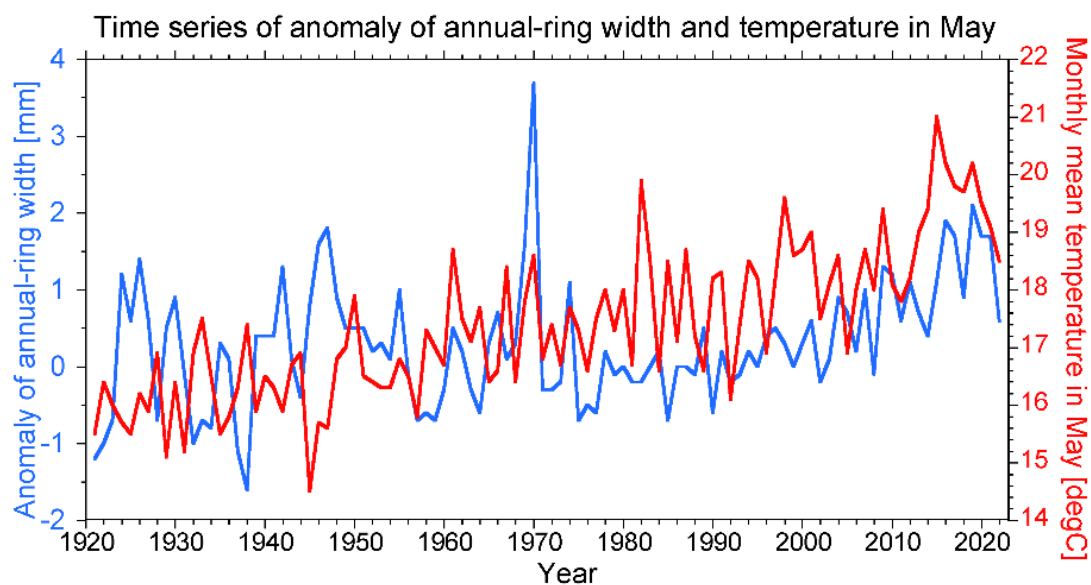


図 39 年輪幅の偏差の時系列(青)と最大の相関係数を示した 5 月の平均気温(赤)の時系列



#### 4.2.1. 月平均気温と月降水量と相関解析

102 年前からの年輪幅の変動に与える気象要素の影響を調べるために、前橋地方気象台の月平均気温(以降、気温と略記)と月降水量(以降、降水量と略記)のデータを用いる。図 39 の青線で示した年輪幅の偏差と月毎の気温および降水量の相関係数を求め、その季節変化を図 40 に示す。

暖候期(5-10 月)には、年輪幅と気温の変動に有意な正の相関が見られる。特に、5-6 月(春)と 9-10 月(夏～秋)に相関係数が高く、それぞれ春材と秋材が形成される期間に相当する。

一方、降水量については、2 月に有意な負の相関が認められるが、他の季節では有意な相関は認められない。

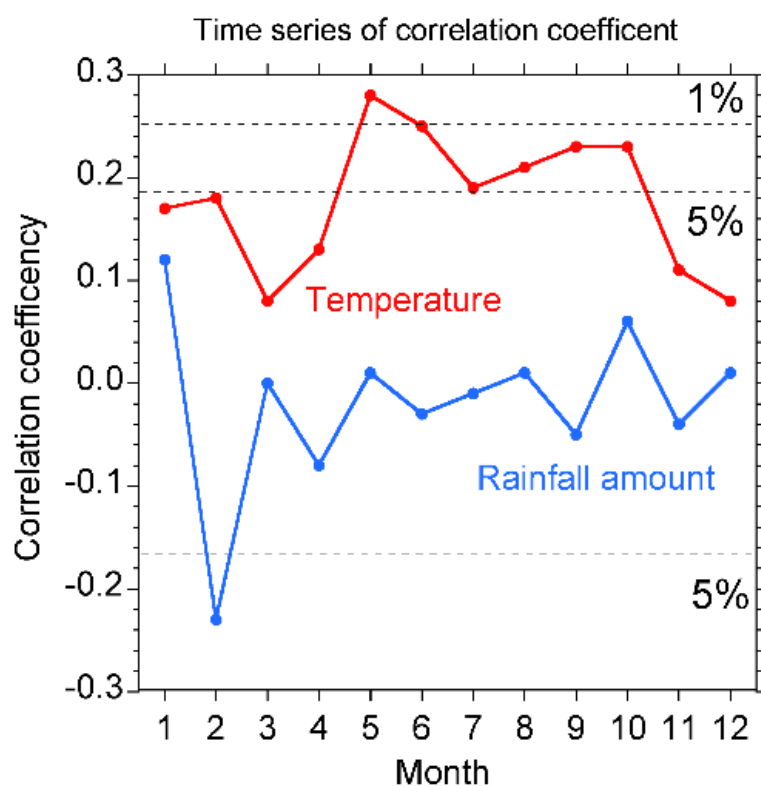


図 40 年輪幅の偏差と月平均気温および月降水量の相関係数の季節変化。

赤線と青線は、それぞれ、気温と降水量との相関係数を示し、点線は 1%と 5%の有意水準である。



#### 4.2.2. 年輪幅の偏差と気温の変動に見られる正の相関に寄与する時間スケール

解析においては、偽年輪の同定を行えなかった。そのため、年輪幅の年と気温・降水量が年単位で対応している保証はない。つまり、ここで計算された相関係数は数年スケール以上の変動を反映している事になる。

図 39 に示した年輪幅の偏差と 5 月の気温の時系列を見ると年輪幅が減少している期間(図 38 の 1920-1990 年)では、両者に対応関係は認めにくく、相関係数は 0.1 未満である。一方、年輪幅が増加している期間(図 38 の 1990-2022 年)では両者の対応は良く、相関係数は 0.64 と非常に高い。この傾向は、他の月でも認められる。

これらの事から、解析に用いたヒノキの年輪幅は、春期と秋期の気温と有意な相関が見られたが、それは気温の年々変動に対応した現象ではなく、近年の気温の上昇傾向に対応した現象と言える。言い換えれば、近年の気温上昇に伴いヒノキの年輪幅が増加した可能性を示唆している。

1990 年以降、この 1 本のヒノキの成長速度は増加していた。この結果が他の種類の樹木に当てはまるか否かは不明であり、より精密かつ広範な解析が求められる。しかし、近年の桜山周辺の環境変化が、全ての樹木の成長に不利に働いていると考えるのは危険であることを意味している。

謝辞: この解析に用いた年輪幅データは、太田 翔揮君(群馬大学教育学部 4 年生)の卒業論文の一環として計測されたデータを用いている。

#### 参考文献:

藤田聡と玉置磐彦,1981: 気温からみたウンシュウミカン栽培の好適・限界基準に関する研究(3), 四國農業試験場報告,177-183.

杉浦俊彦と横沢正幸. 2004: 年平均気温の変動から推定したリンゴおよびウンシュウミカンの栽培環境に対する地球温暖化の影響. 園芸學會雑誌, 73, 72-78.

### 4.3. ‘冬桜’の生育環境と生理特性調査（小田 あゆみ）

‘冬桜’（*Cerasus ×parvifolia* ‘Fuyu-zakura’）の樹勢衰退の原因の一つとして、植栽から 80 年が経過し土壌の養水分保持力の低下や温暖化、競合他種による被圧などにより‘冬桜’の生育環境が変化している可能性が指摘されている。そこで、‘冬桜’の生育環境を土壌水分と養分の点から調査するとともに、‘冬桜’と同所に生育する他樹種を含めた生理特性調査（水利用効率、光-光合成特性）を行った。また、異なる生育環境下における肥大生長のモニタリングも行った。機器の購入や測定条件の検討などの調査立ち上げに時間がかかったため、データが得られた期間としては十分でないが、これまでの調査結果について報告する。

#### 4.3.1. 土壌水分環境

2022 年 6 月に 4 地点を選び土壌水分センサー（SM150T:Delta-T Devices, Cambridge, UK）を地表から 10cm の深さに設置し（図 41）、1 時間に 1 回の頻度で記録した。その後、2023 年 10 月に実施された土壌代表断面調査の結果を踏まえ、樹木の根の分布が多い地表から 30 cm の深さに変更した。同時に、‘冬桜’が枯死した場所の土壌水分を知るため、設置地点を 2 地点追加した（地点⑤および⑥）。測定値は、Delta-T 社から提供されている換算式を用いて土壌体積含水率に換算した（日本環境計測株式会社 2022）。



図 41 土壌水分センサー埋設の様子とロガー設置状況

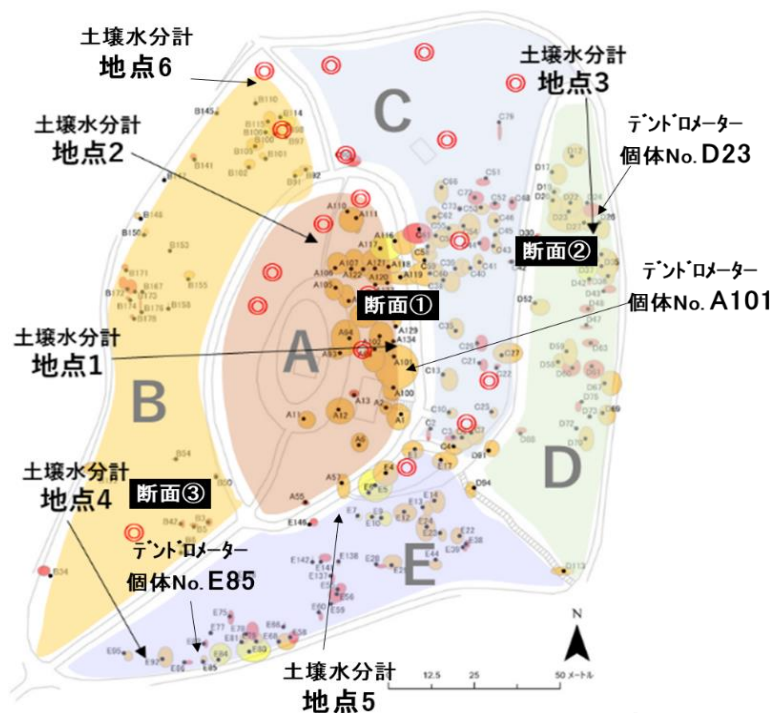


図 42 桜山公園名勝指定区域内的の‘冬桜’の分布状況と各計測の実施場所  
 土壌水分計およびデンドロメーターは各センサーおよびデータロガーの設置位置や個体番号を示す。断面①～③は 2023 年 10 月に土壌断面調査が行われた場所を示す。◎は表層土壌試料採取場所。



図 43 土壌水分計の設置環境



設置から2024年9月までの土壌体積含水率のデータを図44に示す。測定された2023年6～9月は土壌表層から深さ10cm位置にセンサーがあり、土壌含水率は梅雨明けの降雨が少ない時期に著しく低下していた(図44)。この期間に山頂部に設置された降水量計で測定された日降雨量は、最大で2.8mmであり(岩崎 私信)、地表から10cm地点の土壌含水率を変化させる降雨量ではなかった。

2023年10月に水分センサーの位置を地表から30cmの深さに変更したところ、2024年においても梅雨明け後に土壌水分が著しく低下する期間があったが、このときの土壌体積含水率は斜面方位や位置によって異なっていた。また、樹木による被覆がないエリアでは含水率が高いか、反対に著しく低いなど、指定範囲内の土壌水分環境にばらつきが大きいことが明らかになった。2023年10月に行われた土壌代表断面調査で明らかになった土壌の保水性は樹木の生育に適していたが、一時的に強い乾燥ストレスを受ける時期がある可能性はあるため、継続した土壌水分のモニタリングや、水分センサーで得られる体積含水率と、実際の土壌の水ポテンシャルやpF値との関係性について引き続き調査を行う必要があると考えられる。

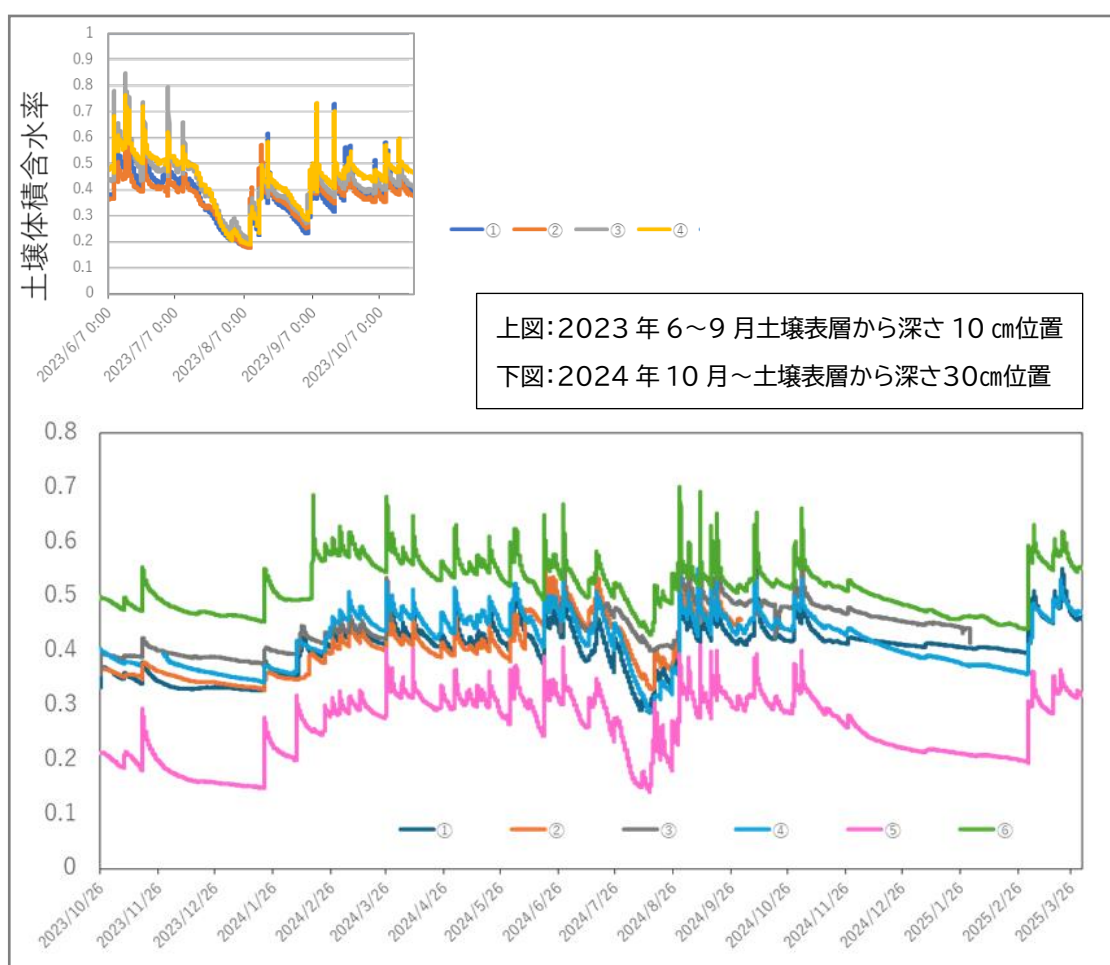


図 44 土壌水分計による体積含水率の変化

①～⑥は地点1～6を示す。

## 4.3.2. 土壌養分環境

### 4.3.2.1. 表層土壌の養分

一般的に土壌養分量は表層土壌に多いことから、2021 年 12 月に指定範囲内 18 地点から表層土壌を採取し(図 42)、土壌:抽出液の比を 1:5 として 2 mol L<sup>-1</sup> の塩化カリウム溶液で土壌中の窒素を抽出した。窒素は植物の生育に多量に必要となる栄養素であり、不足すると成長や光合成が阻害される。土壌中では植物遺体などの有機物が分解され、窒素をはじめとする養分が放出される。有機物が分解される過程では、風化や微生物の働きによりまずはアンモニア態窒素が生成され、さらに微生物の働きで硝酸態窒素に分解される。アンモニア態窒素は土壌に吸着される性質がある一方で、硝酸態窒素は水に溶けやすく、降雨とともに流亡する特徴がある。そこで、抽出液の窒素濃度について、アンモニア態窒素はサリチル酸法、硝酸態窒素はバナジウム還元 Griss 法で発色させ、マイクロプレートリーダーで測定した。窒素含量の測定とは別に、1 mol L<sup>-1</sup> の酢酸アンモニウム溶液で陽イオンを土壌抽出液中の Ca、Mg、K の濃度を原子吸光法で測定した。その際、干渉抑制剤としてストロンチウムが 1,000 ppm の濃度で共存するように調整して測定した(土壌環境分析法編集委員会 1997)。

その結果、斜面方位により土壌窒素含量に大きな違いがあった。アンモニア態窒素は北側斜面に多い傾向があったが、硝酸態窒素は東斜面に多い傾向があった(図 45)。また、調査地点間でばらつきが大きかった。採取地点と硝酸態窒素濃度を図 46 に示す。‘冬桜’が生残している地点では土壌の硝酸態窒素濃度が高い傾向があった。また、土壌中の陽イオンである Ca、Mg、K の値に地点間の違いはなかった。今回は、土壌を採取した時期が 12 月であり、樹木をはじめとする植物の窒素吸収活性は低いと考えられ、硝酸態窒素濃度が高いことが直接樹木の養分吸収量を反映している訳ではない。硝酸態窒素は土壌に吸着されず、降雨等によって流亡しやすい養分であり、斜面下部に流下することが知られていることから、土壌水分の移動と関連して変化している可能性がある。

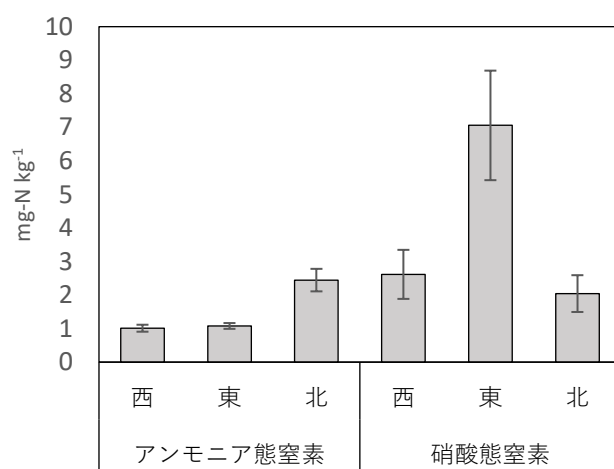


図 45 斜面方位別の土壌中の無機態窒素濃度

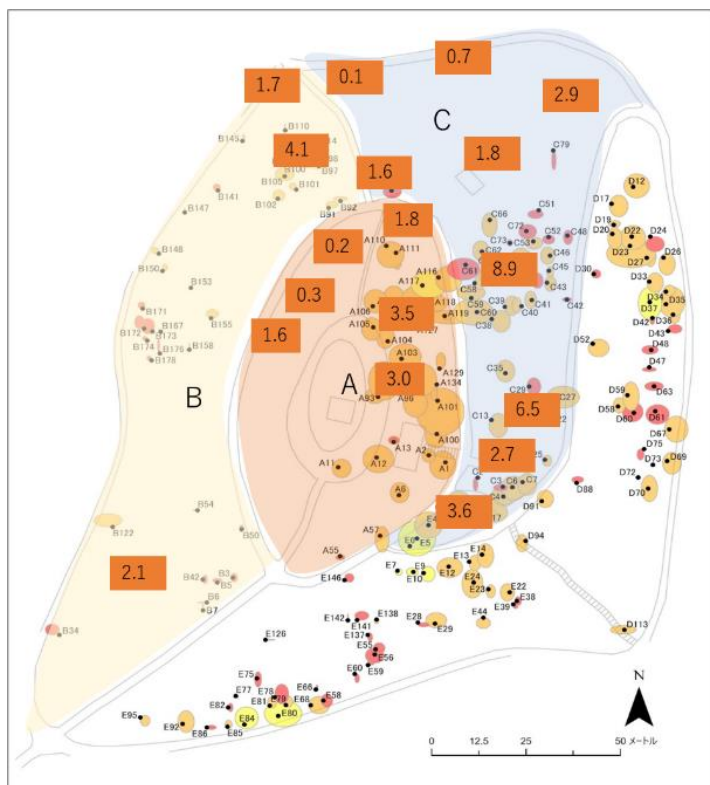


図 46 指定範囲内の表層土壌における硝酸態窒素含量(mg-N kg-1)

#### 4.3.2.2. 土壌深度別の養分量

2023 年 10 月に公園内 3 か所において土壌断面調査が実施されたため、土壌断面から層位別に土壌を採取して土壌化学性の調査を行った(図 42)。土壌中の窒素は表層土壌と同様に測定した。その結果、A 層土壌の養分量は樹木の生育に問題がないか、やや多い場所もあった。A 層の厚さが斜面方位により異なるため、A 層が薄い地点では土壌養分量も低い。

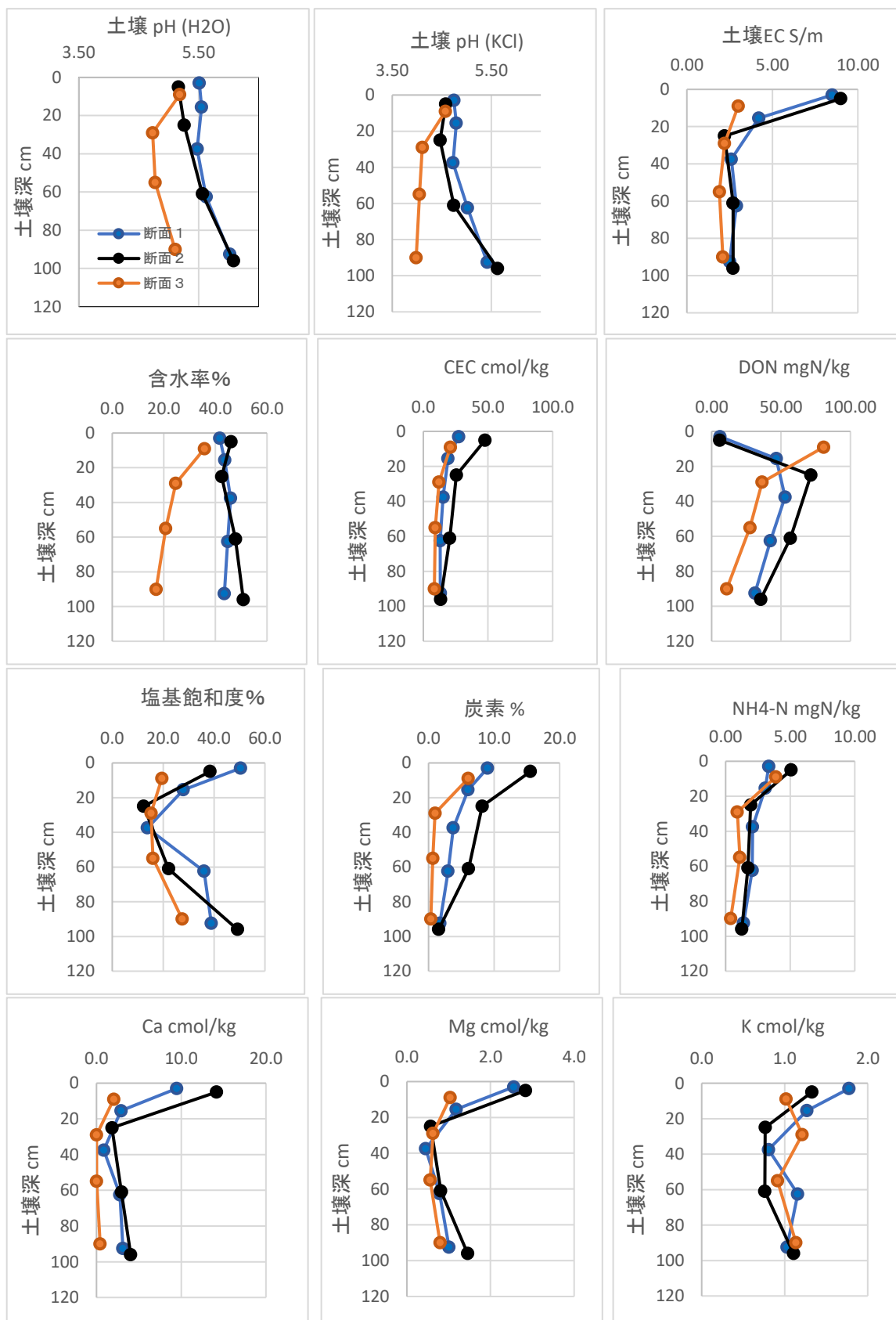


図 47 土壌代表断面の深さ別土壌養分量



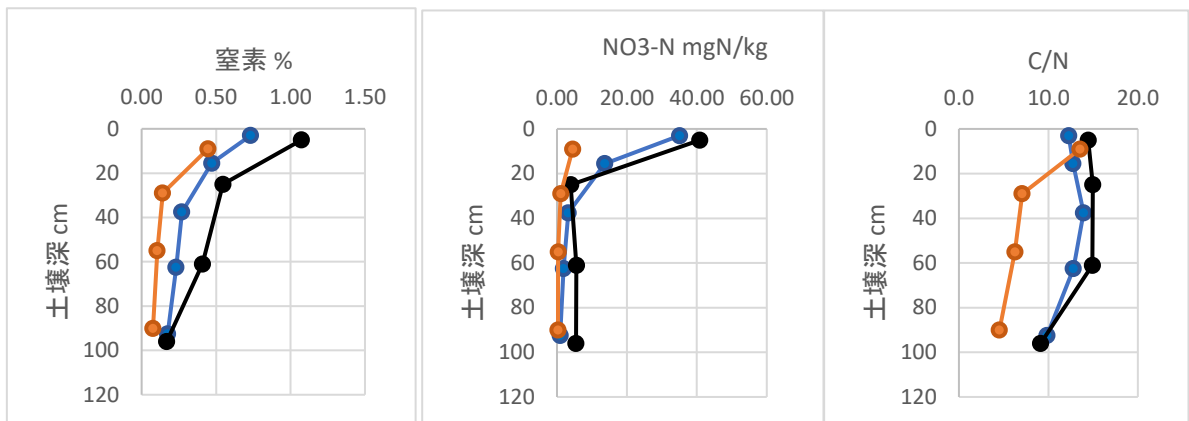


図 24 続き 土壌代表断面の深さ別土壌養分量

### 4.3.2.3. 養分生成速度の調査

長期的な窒素動態を知るため、イオン吸着樹脂を封入したカラムを作成し、土壌中に約 1 年間埋設し、水分移動とともにカラム内を通過するイオンを吸着させた。カラムは、直径 5cm、高さ 2cm のポリ塩化ビニル製のリングの底部に防根透水シートを接着し、イオン交換樹脂（アンバーライト MB-1、オルガノ）を湿重で約 40g 入れた吸着カラムに、下方からのイオンの吸着を防ぐため石英砂を入れたカラムを連結して作成した（浦川 2018）。2022 年 8 月に土壌水分計地点 3 と 4 の近傍に土壌表層から 10cm の深さに埋設した（図 42）。埋設の際、鉛直方向と斜面に対し水平方向の 2 個 1 セットとして 3 セットを埋設した。カラムは 2023 年 9 月～10 月に回収し、樹脂 4g（湿重）に対し、1mol L<sup>-1</sup> の KCl 溶液を 40ml 添加し、2 回抽出した溶液を合わせて 100ml に定容し、土壌抽出液と同様に無機態窒素の分析を行った。

イオン交換樹脂で長期的に硝酸態窒素を捕集した結果においても、傾斜の急な E ブロックの斜面に設置したカラムに比べ、斜面傾度の緩やかな C・D ブロックで硝化速度が高く、斜面方向に流下する水分とともに移動する硝酸態窒素の量も多かった。

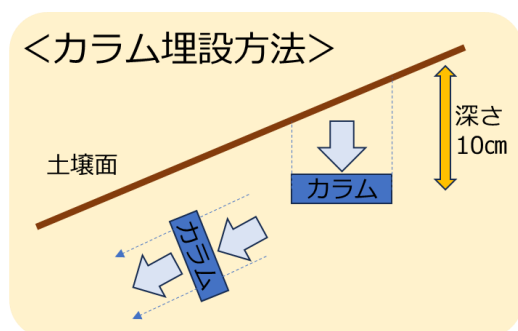


図 48 イオン交換樹脂カラムの埋設方法

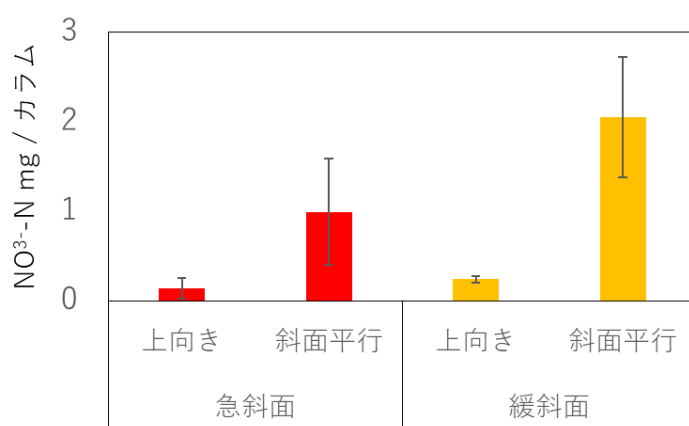


図 49 急斜面・緩斜面それぞれに埋設したイオン交換樹脂カラム内に捕集されていた硝酸態窒素量

### 4.3.3. 生理特性調査

#### 4.3.3.1. 水利用効率の測定

2022 年 8 月と 2023 年 9 月に‘冬桜’から葉を採取し、水利用効率の指標となる炭素同位体比の測定を行った。樹木の水利用効率を示す炭素安定同位体比の値は、‘冬桜’では-29‰前後であり、染井吉野などの他のサクラ類と同程度であった(図 50)。公園内の生育場所による違いも小さかった(図 51)。

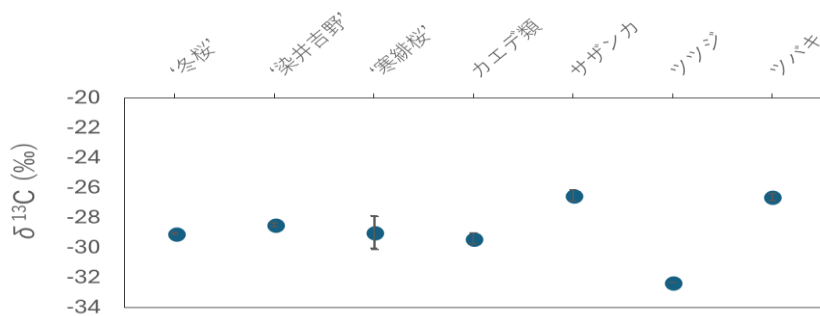


図 50 樹種ごとの炭素安定同位体比(平均±SE)

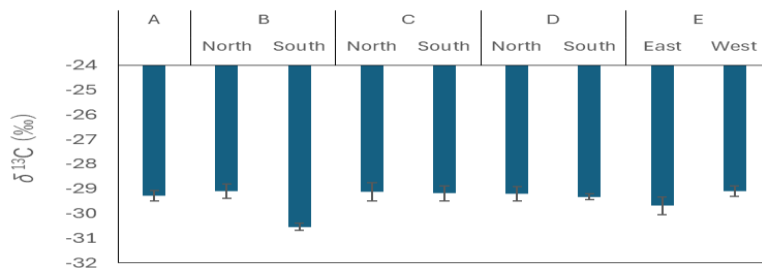


図 51 区域内の各ブロックに生育する‘冬桜’の炭素安定同位体比(平均±SE)

#### 4.3.3.2. 光-光合成特性の調査

樹種間の光合成能力を比較するため、2024 年 7 月に携帯型光合成測定装置(Li-6400、Li-cor)を用いて‘冬桜’とその周辺に生育する‘染井吉野’及びカエデ類の光-光合成曲線を作成した。光合成速度は‘冬桜’とその周辺に生育する‘染井吉野’は同程度であり、カエデ類の約 1.5 倍の最大光合成速度を示した。一方で、光合成速度が高い分、呼吸速度も大きく、光補償点はカエデ類よりも低かった。このことから、‘冬桜’は、他のサクラ類と同様に生育に十分な光を必要とすると考えられ、樹勢回復には適度な明るさを確保しつつ、土壤水分を維持する必要があると考えられた。また、新規植栽の場合は、事前に植栽環境を把握し、例えば、西側斜面では乾燥を防ぐために十分な根圏環境を整えるなどの対策が必要と考えられた。

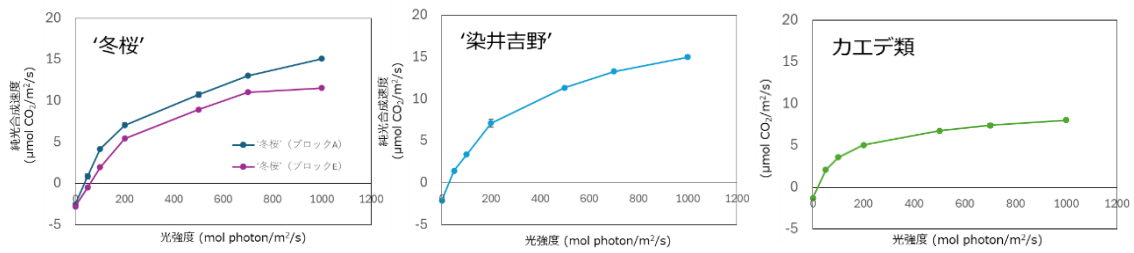


図 52 各樹種の光-光合成曲線

#### 4.3.3.3. デンドロメーターによる肥大状況調査

生育環境による肥大生長速度の違いを明らかにするため、ブロック A、D、E からそれぞれ‘冬桜’1 個体ずつを選び、2023 年 6 月に非破壊ベルト式デンドロメーターを設置した。同日に指定範囲外の樹齢の若い 2 個体に打ち込み式デンドロメーターを設置し、比較対象とした。



写真 19 デンドロメーター設置の様子

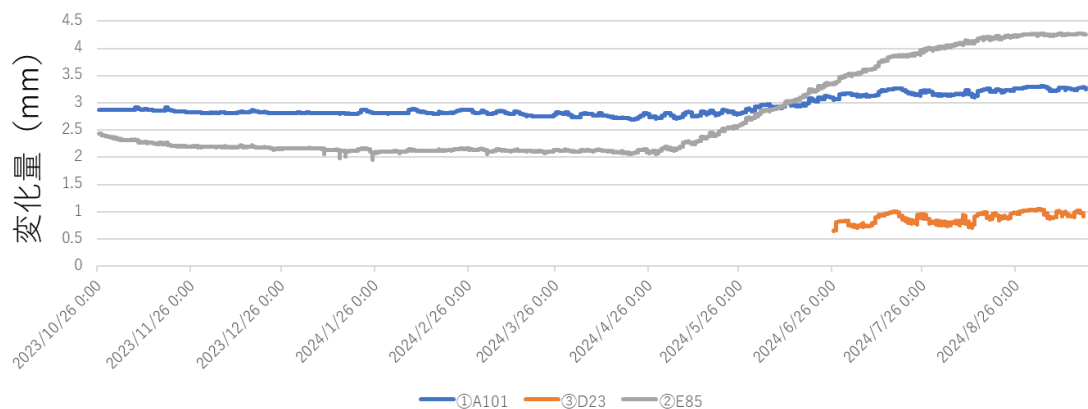


図 53 2023年秋から2024年9月のデンドロメーターの計測値

#### 4.3.4. まとめ

桜山公園指定区域内の‘冬桜’の生育環境を明らかにするため、土壌養水分環境の調査を行ったところ、山頂部という立地特性により養水分の流亡が起こりやすく、斜面方位や斜度の違い等により生育環境の違いが大きいと考えられることが明らかになった。また、土壌水分の測定から、‘冬桜’が生残している場所の土壌水分環境は似通っており、枯死した場所の水分環境は極度の多湿もしくは乾燥環境であった。ただし、水分が高かった地点では、水道の水漏れがあった可能性もあり、今後の確認が必要である。かつて‘冬桜’が植栽された正確な位置はわからないものの、全域に植栽したと記録されており、現在生育している個体の生育環境と枯死が発生した地点の環境を比較することで、‘冬桜’の生理特性に適する生育環境を明らかにできる可能性がある。

また、‘冬桜’の生理特性は、同所に存在する‘染井吉野’などの他のサクラ類と共通しており、葉の光合成速度は高く、呼吸速度も高いため明るい環境を好むと考えられた。一方で、‘冬桜’は‘染井吉野’などのように樹高が高くなる樹種ではなく、被圧の影響を受けやすい。‘冬桜’の生理特性の調査を進め、最適な光環境を明らかにして管理に活かす必要があると考えられる。今後は、‘冬桜’の生理生態的な樹種特性と生育環境との関係についても調査を行い、より生育に適した環境づくりのための知見を収集することが重要である。

#### 引用文献

土壌環境分析法編集委員会(1997)土壌環境分析法. 博友社.

日本環境計測株式会社(2022)土壌水分センサー校正方法.  
<https://environment.co.jp/wp/wp-content/uploads/2022/10/soil-moisture-sensor-calibration-manual.pdf>(2024年7月9日閲覧)



#### 4.4. 土壌断面調査（高橋正通:国際緑化推進センター）

群馬県藤岡市桜山公園の地形・土壌を概査し、3 か所で土壌代表断面調査を行った。3地点は公益財団法人日本花の会「三波川(サクラ)樹勢調査業務委託報告書 2021 年 2 月」の調査 p.3 上に星印と番号で示した(図 54)。

調査地は標高 591mの山頂を中心とした山地で、三波川変成帯にある。山頂から東向き斜面は火山灰母材の土壌が厚く堆積しており、山頂付近は黒色土、斜面では火山灰を母材とする褐色森林土が分布していた。一方、西向き斜面は変成岩母材の土層が浅い褐色森林土が分布し、東西で土壌型に大きな違いがあった。それらの土壌型の分布範囲までは調査で確認できなかった。また、土壌の水分・養分環境も東西斜面は大きく異なると考えられるが、土壌分析により確認する必要がある。

各土壌断面では形態と特徴を記載した。土壌型は林野土壌分類を用いて分類した。参考として、農研機構土壌インベントリ参照して包括的土壌分類第一次試案も調べた。断面記載後、土壌分析用試料を採取し、現状を回復した。

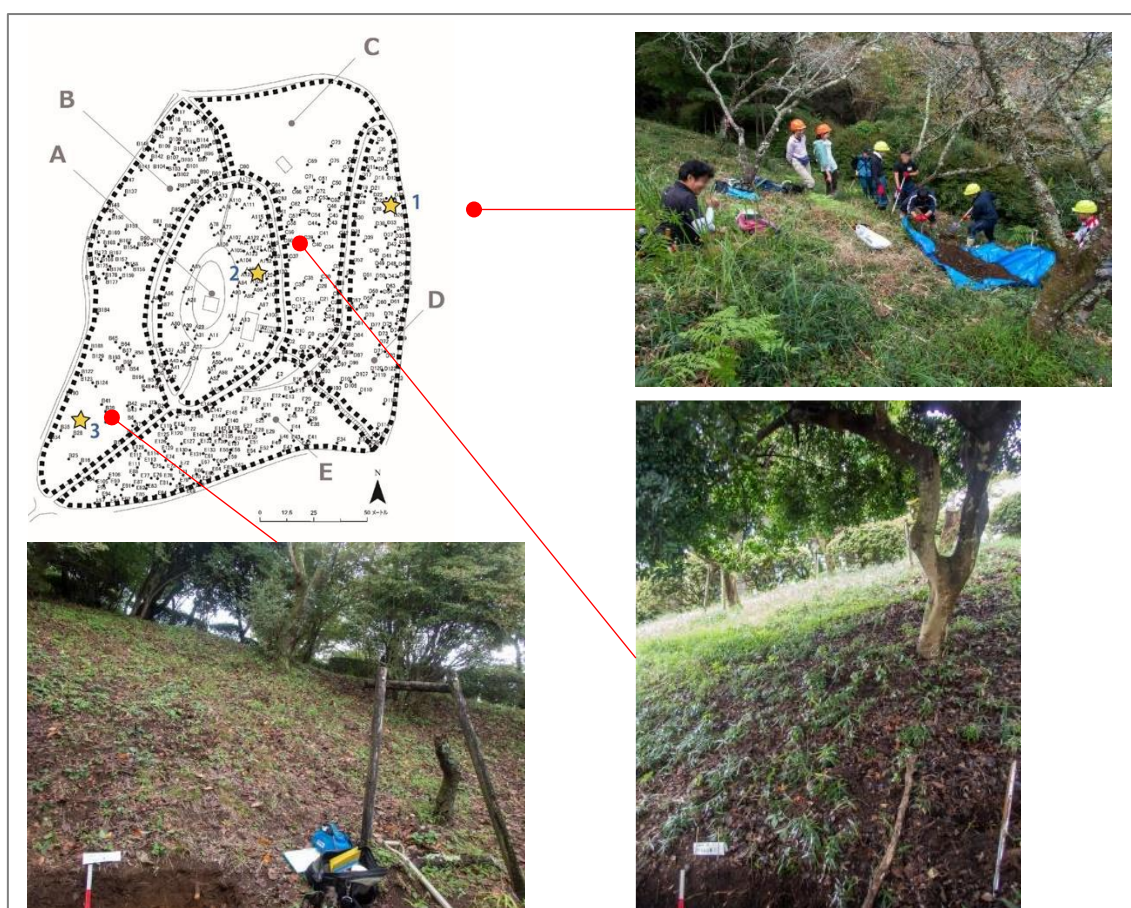


図 54 調査位置及び概況

土壌断面：さくら山公園 1



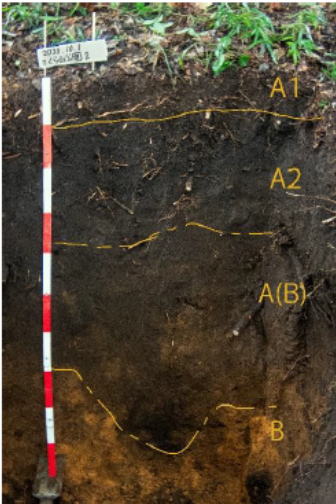
特徴：東向き斜面中腹やや凹地形でシダやイネ科が混じる。斜面遷急点上部にあたり、歩道下は急斜面となる。火山灰母材で土層は十分に深い。柔らかい A1 層は薄くササ根系が密生。A2 層はやや緻密。AB 層は柔らかくササ木本の中根多く分布。B1 層から堅密度は上がり、B2 層は堅だが山中式硬度は 20mm 程度で根の伸長は可能な範囲にある。B2 層の水湿状態は湿である。断面の特徴からは土壌養分・水分とも大きな問題はないと推察される。

土壌型：適潤性褐色森林土 BD

調査断面		さくら山公園 1									
調査日		2023/10/1（掘削9/30）		曇り/小雨							
植生：フユザクラ（衰退）林床植生：ササ（下刈りで刈り込み）、シダ、ススキ？								地点：D27？フユザクラ枯れ付近（小田プロット斜面下部）			
局所地形：頂部550m 堆積様式：残積土				母材：火山灰		斜面方位 S80E		傾斜：18°		土壌型：適潤性褐色森林土BD（普通アロフェン質黒ボク土）	
特徴：東向き斜面中腹やや凹地形、遷急点上部、斜面下部は急峻。火山灰母材で深い土層。AB層ササ木本中根多い。A1層薄く、A2層やや緻密。B2層緻密だが山中式硬度20mm程度											
層位	層深cm	層界	土色	石礫	石礫率	土性	構造	堅密度(硬度計)	水湿状態	根	その他
L	0.5										ササ、下刈り
A1	6	平坦明瞭	10YR2/2	なし	0	壤土L	塊状、団粒状	3,3,9,12,3	潤	細根含む	ササ根系密
A2	25	波状判然	10YR2/3	なし	0	壤土L	強塊状	17,16,13,11,6	潤	細根まれ、中根まれ	
AB	50	平坦明瞭	10YR3/3.5	なし	0	壤土L	弱塊状	10,7,10,6,12	潤	細根まれ、中根まれ ～含む	ササ中根目立つ
B1	75	平坦明瞭	10YR3/4	なし	0	壤土L～埴質 壤土CL	弱塊状	14,14,12,11,12	潤	細根まれ、	
B2	110		7.5YR4/4			埴質壤土CL		20,20,22,21,20	湿		
	+160		7.5YR4/6						湿		検土杖確認



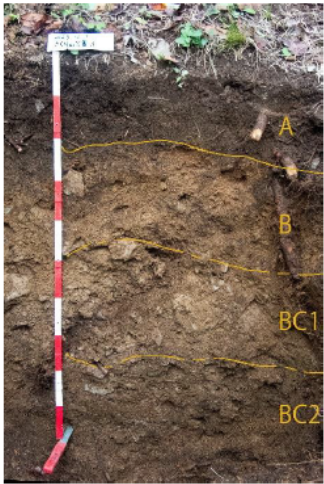
土壌断面：さくら山公園 2



特徴：頂部東屋の北東側 20m ほどの緩傾斜。黒色の火山灰が厚く黒色土（黒ボク土）に該当。この黒色土分布域は頂部緩斜面の狭い範囲と思われるが、確認必要。黒色（2/2）の A 層は 40cm と厚く有機物に富む。中根は A2 層に多く、A(B)層にも分布。A(B)層は層位が乱れて土色がスポット状に分布するが黒味は強い。A 層上部には乾燥で発達する堅果状構造がみられる。山頂にあり乾燥ぎみの立地であるが、孔隙量が多く腐植に富む黒色土のため養水分が極度に不足することはないと推察される。  
土壌型は乾性黒色土 BIB

調査断面	さくら山公園2											
調査日	2023/10/1		曇り/小雨									
植生：フユザクラ（枯れ）、サザンカ？				林床植生：ササ		地点：A102フユザクラ枯れの横（小田プロット斜面上部）						
局所地形：頂部590m		堆積様式：残積土		母材：火山灰		斜面方位：E		傾斜：18°		土壌型：乾性黒色土BIB（普通アロフェン質黒ボク土）		
特徴：頂部の東側の緩傾斜は火山灰が厚く黒色土。黒色土分布域は頂部緩斜面のみ（要確認）。A層からB層は層位が乱れている。根はA2層に多い。A層上部に構造明瞭だが腐植のためあまり硬くない。												
層位	層深cm	層界	土色	石礫	石礫率	土性	構造	堅密度(硬度計)	水湿状態	根	その他	
L	1										下刈りされていると思われるが、樹冠下で暗い。	
F	2											
A1	10	平坦明瞭	7.5YR2/2	なし	0	埴質壤土CL	堅果状、塊状	19,14,12,11,14	潤	細根含む、中根まれ	堅果状（亜角塊状）構造目立つがあまり硬くない	
A2	40	波状判然	10YR2/2	なし	0	埴質壤土CL	塊状、弱粒状	17,12,14,18,14	潤	細根まれ、中根まれ ～含む	中根目立つ	
A-(B)	75/90	波状(不連続)判然	10YR4/3 10YR3/4	なし	0	埴土C	弱塊状	16,12,15,16,12	潤	細根まれ、中根まれ	A層とB層がスポット状に分布	
B	110+		10YR5/8	なし	0	埴土C～埴質 壤土CL		21,14,24,14,14	潤			
	+140										検土杖確認（緻密なB層）	

土壌断面：さくら山公園3



特徴：西側斜面は火山灰が薄く、A層に混じる程度で土色は明るい。植生は貧困でA0層は薄い。B層は3～10cm大の角礫を含み、さらに下層は礫の割合が増すのでBC層とした。BC層は未風化角礫質だが隙間の土壌の硬度は硬くない。実際BC1層には中根の腐った跡がみられ、細根が分布している。この土壌は尾根付近で土層が浅く岩礫が多いため土壌の保水量が小さい。さらに西向き斜面なので乾燥しやすいと考えられる。他の断面に比べA層が浅く、養分も少ないと推察される。  
土壌型は乾性褐色森林土BB

調査断面	さくら山公園3										
調査日	2023/10/1		曇り/小雨								
植生	フユザクラ(枯れ)、ソメイヨシノ、林床植生：					地点：B28?フユザクラ枯れ付近			土壌型：乾性褐色森林土BB（礫質普通褐色森林土）		
局所地形	尾根下570	堆積様式	残積土	母材	片岩（点紋緑泥片岩）	斜面方位：N80W			傾斜：23°		
特徴：西側斜面は火山灰が薄く、A層に混じる程度で明色の岩礫の多いB層が浅くから出現、さらに未風化岩礫の多い層BC層となる。礫質だが土壌硬度は硬くない。植生が貧弱でA0層は発達していない。											
層位	層深cm	層界	土色	石礫	石礫率	土性	構造	堅密度(硬度計)	水湿状態	根	その他
L	1										さくら落葉等、下刈り
A	18	波状明瞭	10YR3/2	未風化、細～小角礫、<5%	5	埴質壤土CL	弱粒状	14,17,13,12,11	潤	細根含む、中根まれ	地表に細小角礫散見、火山灰質土壌
B	40	波状判然	10YR4/3	未風化、細角礫5%、小角礫10%	15	埴質壤土CL	弱堅果状、弱粒状	16,11,17,13,14	潤	細根まれ、中根まれ、大根まれ	
BC1	70	平坦判然	10YR4/4	未風化、小角礫20%、中角礫30%	50	埴土C	なし	17,14,18,18,16	潤	細根まれ、中根まれ	腐根あとに沿って細根分布 20x10x10cmブロックサンプリング
BC2	110+		10YR4/6	未風化、小角30%、中核20%	50	埴土C	なし	18,14,19,17,17	潤	細根まれ	土色は石礫の色を反映しやすんでいる。 20x10x10cmブロックサンプリング

#### 4.5. 土壌分布調査

2023 年の土壌調査により傾斜方向によって土壌の状態が異なることが判明したため、同一斜面で‘冬桜’の生育に差異が見られるD区とE区において簡易的な土壌断面調査を実施した。

D区では‘冬桜’が枯死しているNo.10～12 には黒ボクの分布はなく有効土層も少なかった。E 区には黒ボクが分布しておらず、D 区に比べて有効土層が少なく‘冬桜’が枯死しているNo.4、6 で特に有効土層が少ないことがわかった。また、直近で枯死した‘冬桜’（E95:土壌分布調査No.1付近）の根の分布状況を調べたところ、ナラタケモドキのような土壌病害への感染は確認できなかった。地表面に近い太根はかなり前に枯れて脆くなっており、細い根が斜面下方の地中に向けて伸長していたことが確認できた。

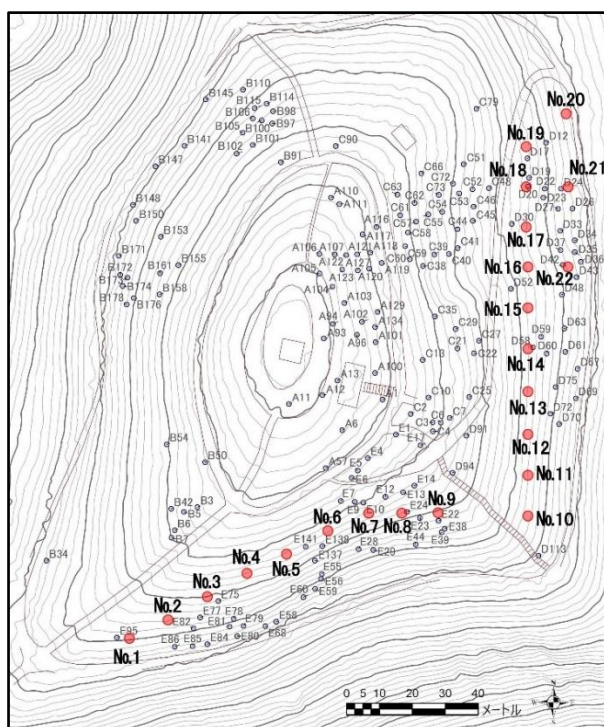


図 55 土壌調査位置



写真 20 簡易的土壌断面調査



写真 21 枯死株(E95)の根 左:掘削した状態、右:古い枯死根を除去した状態

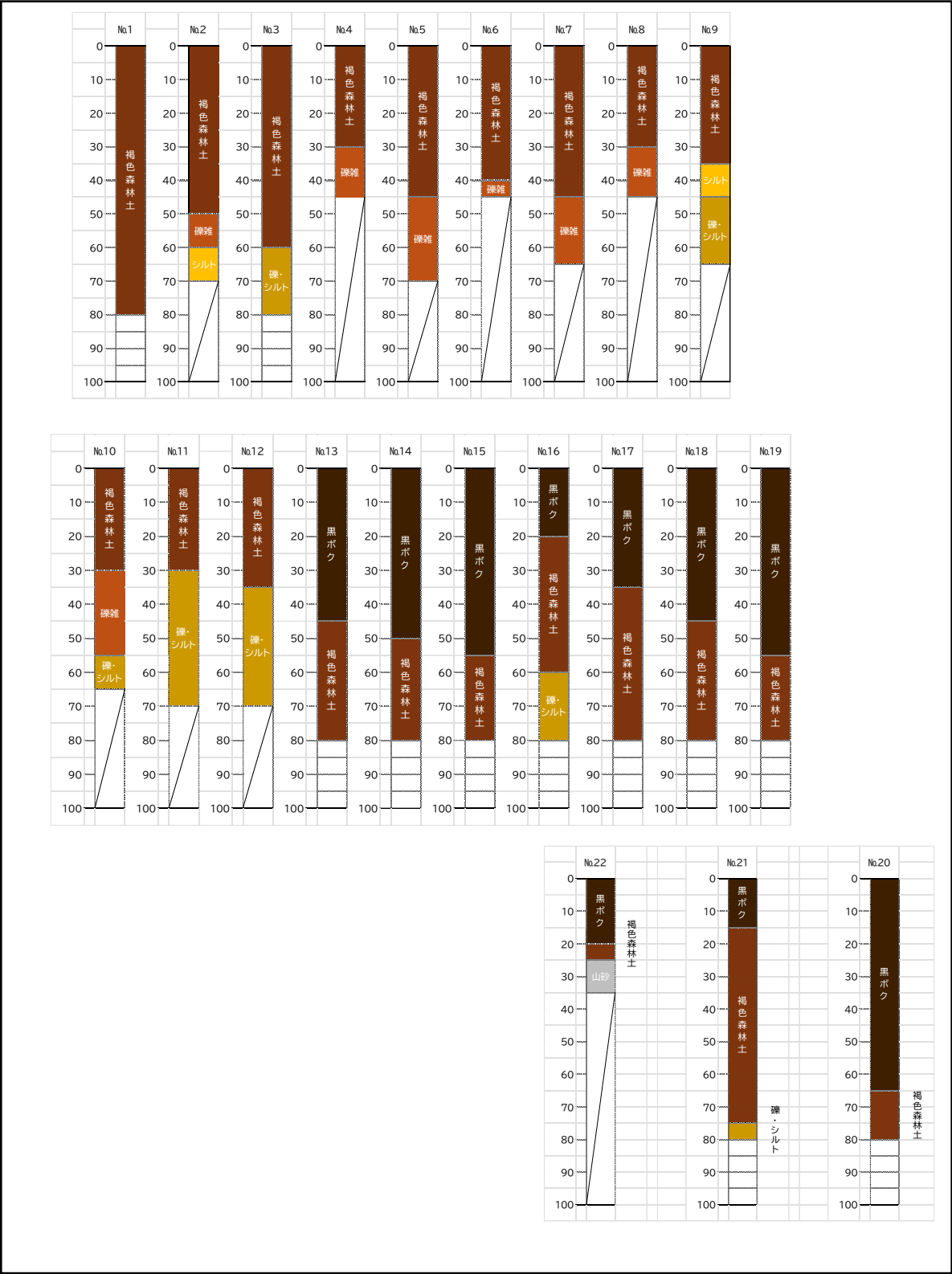


図 56 簡易土壌断面



## 4.6. ‘冬桜’生育地における土壌の物理的特性（太田 祐子）

群馬県藤岡市桜山公園の‘冬桜’生育地における土壌の物理的特性

### 1. はじめに

群馬県藤岡市桜山公園の‘冬桜’の樹勢の衰退要因として、病虫獣害、冬桜の特性および樹齢、周辺環境の変化、土壌環境など、複数の要因の関与が指摘されており(日本花の会 2021)、各項目の調査が進行している。本研究では、指定区域内の土壌条件の異なる 3 か所において土壌断面を作成し、各土壌層の物理性を調査することによって、土壌物理性の‘冬桜’の衰退への関与を明らかにすることを目的とした。

### 2. 材料と方法

群馬県藤岡市桜山公園の指定区域は標高 591 m の山頂を中心とした山地である。地形・土壌を概査し、3 か所(桜山 1:D 地区、桜山 2:A 地区、桜山 3:B 地区、図 57)で土壌代表断面調査を行った(高橋正通氏による取りまとめ結果参照)。桜山 1 は東向き斜面中腹やや凹地形で、桜山 2 は頂部東屋の北東側の緩傾斜面で、桜山 3 は西側斜面である。各調査地点の層位別に 100 mL ステンレス円筒で土壌試料を 2 個ずつ採取した。本研究では土壌の物理特性を評価するため、定水位法による透水試験と、砂柱法・加圧板法による pF 試験を実施した。

### 3. 結果と考察

山頂から東側の斜面に位置する桜山 1,2 については、土壌型は黒ボク土で、A 層における飽和透水係数は  $10^{-1} \sim 10^{-3}$  cm/ sec の範囲であり、久馬ら(1993)によると植物の生育に問題のない「普通」ランクに相当した。桜山 1、2 の B 層では  $10^{-3}$  cm/ sec を示し透湿度はやや低かった。桜山 1、2 の A 層における保水性は、pF 水分曲線により、有効水・保水力共に「普通」であったが、B 層では保水力は普通であったものの有効水はやや少なかった。山中式土壌硬度計で測定した土壌硬度は B 層でも 20mm 程度であり根の伸長は可能な範囲にあった(表1)。桜山 1、桜山 2 は、A 層も厚く、土壌水分環境は良好と考えられる。山頂から西側に位置する桜山 3 は、土壌型は褐色森林土で、透水係数は A 層 B 層ともに  $10^{-3}$  cm/ sec を示しやや低かった。A 層は薄く B 層が厚く、B 層には 3~10cm 大の角礫を含み、さらに下層は礫の割合が増した。有効水、保水力ともにやや低く、土壌水分環境が良好とはいえなかった。山中式土壌硬度計の値は 11-19 mm の範囲で土壌硬度には問題ないことを確認した(表 12)。本調査の結果、桜山の土壌物理性が斜面方向により大きく異なることが明らかになった。桜山 1,2 では土壌条件には大きな問題がなかったが、衰退が進んでいることから、特定の土壌物理性が桜山全域の‘冬桜’の衰退要因とは考えにくく、区域に分けた検討が必要と考えられた。

本報告は第 29 回樹木医学会大会の太田らがポスター発表した要旨及び図表の一部を改変し示したものである。

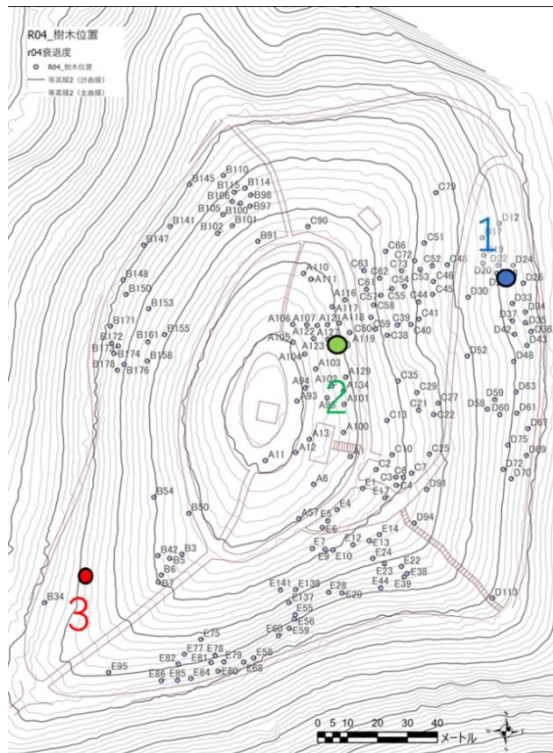


図 57 土壌サンプル採取地点

この 3 地点はそれぞれ高橋によって土壌断面調査が行われ、土壌層が記録されている。地図は西山正大提供

表 12 各地点の各土壌層の堅密度、透水係数、固相率

1				2				3			
層位	堅密度(硬度計)	透水係数 (cm/sec)	固相率	層位	堅密度(硬度計)	透水係数 (cm/sec)	固相率	層位	堅密度(硬度計)	透水係数 (cm/sec)	固相率
A1	3,3,9,12,3	$2.45 \times 10^{-2}$ , $5.11 \times 10^{-2}$	14.9, 15.2	A1	19,14,12,11,14	$5.01 \times 10^{-2}$ , $2.15 \times 10^{-2}$	18.4, 17.0	A	14,17,13,12,11	$3.86 \times 10^{-2}$ , $5.82 \times 10^{-2}$	26.4, 24.2
A2	17,16,13,11,6	$1.93 \times 10^{-1}$ , $1.28 \times 10^{-2}$	11.7, 17.7	A2	17,12,14,18,14	$2.84 \times 10^{-2}$ , $2.91 \times 10^{-2}$	17.2, 14.6				
AB	10,7,10,6,12	$1.49 \times 10^{-2}$ , $6.61 \times 10^{-2}$	16.1, 8.8	A-(B)	16,12,15,16,12	$8.33 \times 10^{-3}$ , $3.85 \times 10^{-3}$	16.0, 16.4				
B1	14,14,12,11,12	$7.83 \times 10^{-3}$ , $1.48 \times 10^{-3}$	13.9, 15.2	B	21,14,24,14,14	$5.60 \times 10^{-3}$ , $7.51 \times 10^{-3}$	11.6, 12.4	B1	16,11,17,13,14	$7.84 \times 10^{-3}$ , $7.66 \times 10^{-3}$	32.1, 31.6
B2	20,20,22,21,20	$4.34 \times 10^{-3}$ , $2.45 \times 10^{-3}$	14.5, 16.3					B2		$2.65 \times 10^{-3}$	41.2
								BC1	17,14,18,18,16		
								BC2	18,14,19,17,17		

## 4.7. ナラタケモドキ生息状況調査（太田 祐子）

群馬県藤岡市桜山公園天然記念物区域内のナラタケモドキ生息状況調査

### 1. はじめに

群馬県藤岡市桜山公園の‘冬桜’衰退には、樹齢、立地条件、環境変化、病虫害等の複数の要因が候補として挙げられている(日本花の会 2021)。天然記念物区域内では 2001～2003 年にかけて‘冬桜’の根や地際からナラタケモドキ子実体が確認された(小野里 2009)ことから、ならたけもどき病の関与も疑われている。根株および根、土壤中に生存するナラタケ属菌およびナラタケモドキ(本稿では以降ナラタケの仲間とする)を、捕捉し検出する方法として、杭捕捉法が用いられる。そこで本研究では、‘冬桜’の衰退に対するならたけもどき病の影響を評価するため、‘冬桜’生存個体を対象に捕捉法を用いてナラタケの仲間の検出を行った。

### 2. 材料と方法

群馬県桜山公園の天然記念物指定区域内に生存する‘冬桜’185 本(2023 年 7 月時点)のうち 59 本を調査木とした。これらは、天然記念物区域内の斜面方位の異なる 5 地区(A～E 地区、図 58)から満遍なく各 10、11、14、13、11 本選抜した。捕捉杭は、神奈川県藤沢市で採取したコナラの切り枝(直径 1.5～4cm×長さ 10cm)590 本を用いた。2023 年 7 月 31 日に、調査木 1 本あたり 10 本の杭を、根株に接するように約 10cm の深さで設置し、2 か月間後に回収した。回収した捕捉杭は、土を洗い流し風乾させた。樹皮上の根状菌糸束からは 1% 次亜塩素酸ナトリウム水溶液を用いた表面殺菌法により、樹皮下に見られた菌糸体からは直接分離法により菌の分離を行った。得られた菌株の、菌叢の形態的特徴からナラタケの仲間を選抜し、rDNA ITS 領域および *tef1* 領域の塩基配列に基づいて種を同定した。

### 3. 結果と考察

回収した捕捉杭 590 本のうち、21 本の捕捉杭からナラタケの仲間の菌糸体が分離された。これらの捕捉杭は、A 区 2 本、B 区 2 本、C 区 5 本、D 区 4 本、E 区 1 本の‘冬桜’計 14 個体に設置された杭であった(図 59)。DNA 塩基配列の分析の結果、得られた菌はワタゲナラタケに属し、ナラタケモドキは検出されなかった。ワタゲナラタケは腐生性といわれている。また、現時点で調査した‘冬桜’生存個体においては、ならたけもどき病に罹病した場合の特徴的な病徴および標徴は見られていない。以上より、桜山公園の天然記念物区域内の‘冬桜’の衰退におけるならたけもどき病の関与は低い可能性が示された。

本報告は第 29 回樹木医学会大会の秋田らがポスター発表した要旨および図表の一部を改変して示したものである。



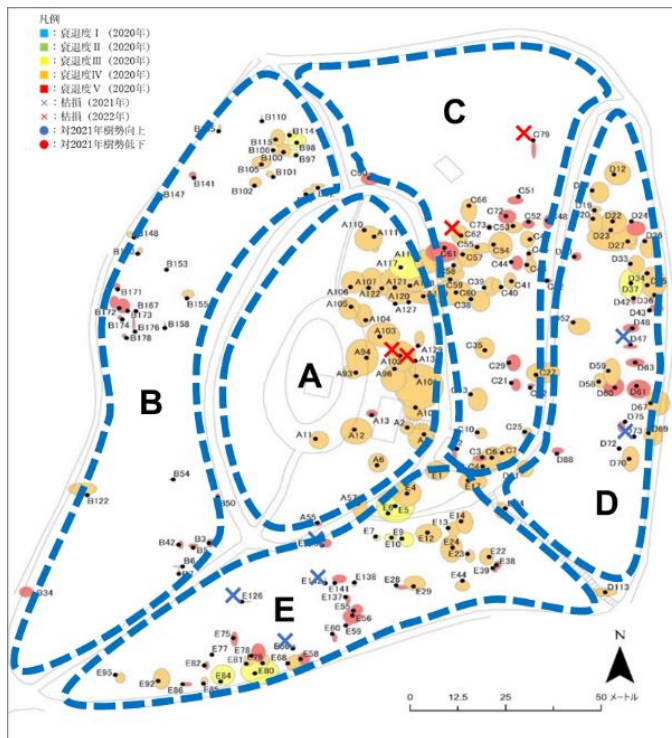


図 58 ‘冬桜’の2022年時点での衰退状況とAからEエリアの位置

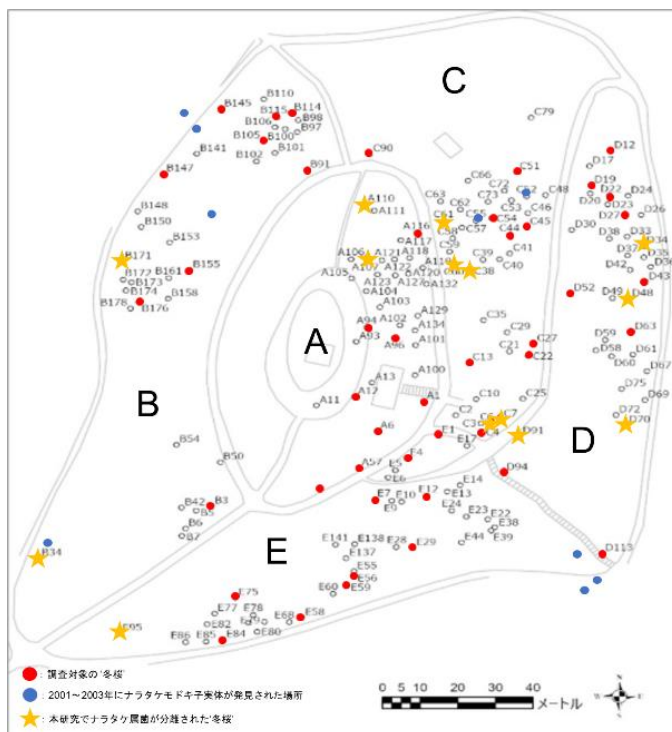


図 59 *Armillaria gallica*(ワタゲナラタケ)が検出された ‘冬桜’の植栽位置と過去にナラケモドキ子実体が発見された場所

## 4.8. 増生症に関する調査（廣岡 裕吏）

### 1. はじめに

我々は、群馬県藤岡市桜山公園の‘冬桜’の衰退の原因解明に向けて複数年における病害調査を行った結果、枝にこぶや潰瘍が形成される増生症状を多数観察し、その罹病部から *Diaporthe* 属菌を分離した（布施川ら 2022）。サクラ類に発生する *Diaporthe* 属菌の病害は、小口ら（1974）が報告した *Diaporthe eres* によるフォモプシス枝枯病がある。一方で、*Diaporthe* 属菌は以前から様々な植物の内生菌としても良く知られている。本研究では、桜山公園の‘冬桜’の外観健全部と増生症状が観察された罹病部の組織から *Diaporthe* 属菌の分離を行うとともに、その所属を明らかにすることで本病害の原因菌の特定、ひいては‘冬桜’の衰退抑制に貢献することを目的とした。

### 2. 材料および手法

健全部からの分離菌は、杉山ら（2023）の 2022 年に当年及び二年枝から分離した 405 菌株を用いた。一方、増生症状が観察された罹病部からの分離菌は、布施川ら（2022）の 2021 年に四年生枝以上の罹病部等から分離した 58 菌株及び 2022～2023 年に採取した罹病枝内部の褐変部位から分離した 196 菌株を用いた。既存の *Diaporthe* 属菌との比較は、菌叢により本属菌と判断した分離菌の DNA 領域を用いて、分子系統解析を行った。形態観察は、PDA 培地上に形成された菌叢、分生子殻、分生子等を用いた。

### 3. 結果と考察

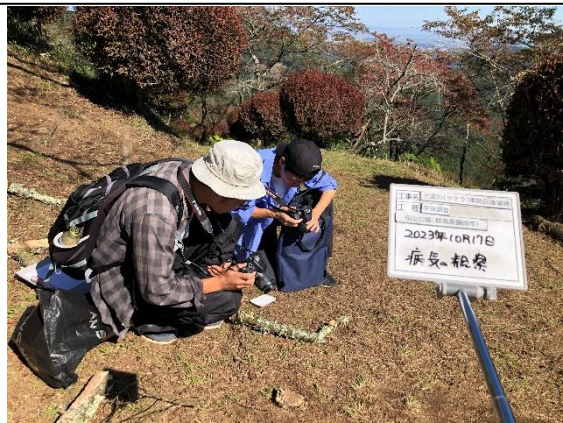
外観健全部からは 405 菌株中 198 菌株、罹病部からは 254 菌株中 40 菌株の *Diaporthe* 属菌を分離した。そこで、菌叢等により選抜した合計 19 の代表菌株を用いて、分子系統解析を行った結果、外観健全部から分離された菌株は全て *Diaporthe eres* 種複合体に含まれた。一方、増生症状から分離された *Diaporthe* 属菌は *D. amygdali* 種複合体および *D. eres* 種複合体に含まれた。また、今回の系統解析の結果からは、外観健全部と罹病部から分離された菌における明確な遺伝的差異を確認することはできなかった。形態観察の結果、*D. amygdali* 種複合体と *D. eres* 種複合体は菌叢等で違いが確認されたが、それぞれの種複体内における菌株間の明確な違いについてはより詳細な検討が必要と考えられた。

\*本文は第 28 回樹木医学会大会で佐野らが発表した要旨を改変したものである。





病気の発生状況の確認(7月19日)



病気の発生状況の確認(10月17日)



枝枯れ及び樹液の漏出(5月21日)



穿孔褐斑病(7月19日)



増生症状の推移(9月6日)



増生症状の推移(10月18日)

写真 22 地上部の病害に関する調査

#### 4.9. ‘冬桜’ 増生症状に関わる *Diaporthe* 属菌の生態 (太田 祐子)

‘冬桜’ 増生症状に関わる *Diaporthe* 属菌の生態—若齡枝における内生段階の挙動—

##### 1. はじめに

群馬県桜山公園の‘冬桜’ (*Cerasus* × *parvifolia* ‘Fuyu-zakura’) の衰退には枝や幹の増生症状が原因の一つとして関わっている可能性がある。布施川ら(2022)において、増生症状を現した‘冬桜’の4年生以上の枝の病患部および外観上無症状の枝から、様々な樹木で病害を引き起こすことが知られる *Diaporthe* 属菌が複数分離された。矢部ら(2023)は‘冬桜’の増生症状の病患部から分離した *D. eres* の2つの遺伝型を用いた接種試験により、‘冬桜’に樹液の流出や、枝の膨らみなどの、増生症状に現れる症状の一部を再現した。以上から、*Diaporthe* 属菌は‘冬桜’増生症状の重要な病原のひとつと考えられた。しかしながら、*Diaporthe* 属菌の‘冬桜’への感染時期と、病徴が現れるまでの若齡枝内における挙動は不明である。そこで本研究では、*Diaporthe* 属菌の生態解明を目的として桜山公園の‘冬桜’の健全な若齡枝から菌の分離を行い、*Diaporthe* 属菌の内生段階の挙動を調査した。

##### 2. 材料と方法

調査木は、群馬県桜山公園内の増生症状がみられる‘冬桜’16年生3個体、8年生1個体とし、枝の採取は2022年6月から2023年4月までの期間中、2か月に1回行った。採取日ごとに各調査木から病徴のみられない枝を2本ずつ採取した。当年枝と二年枝から1cm程度の枝片をそれぞれ5片ずつ裁断し、1%次亜塩素酸ナトリウム水溶液を用いた表面殺菌処理を行い、乾燥後に菌の分離を行った。分離株のうち、菌叢の形態的特徴が *Diaporthe* 属菌に類似するものについて、rDNA ITS 領域の塩基配列に基づく分類群の推定を行い、感染時期および出現数の経時的变化を調査した。

##### 3. 結果と考察

本研究で分離された806菌株のうち、366菌株が *Diaporthe* 属菌だった。*Diaporthe* 属菌の割合は、当年枝では6月に83%、二年枝では4月に79%で最も高かった。10月から2月にかけては、当年枝、二年枝ともに *Diaporthe* 属菌の分離率が45%を下回った。本研究で分離された *Diaporthe* 属菌は、*D. eres* complex、*D. amygdali* complex、*D. sojae* complex の3分類群に分けられた。*Diaporthe eres* complex には8-11と8-31の2系統がみられ、いずれも布施川ら(2022)で分離されたものと一致した。いずれの分類群も、当年枝の6月までに感染が確認された。当年枝2月から二年枝4月の間に *D. eres* 8-11は約2.3倍、*D. eres* 8-31では約6.8倍の大幅な増加がみられ、冬季と比較し春季に活動が高まる可能性が示された。本研究の結果から、*Diaporthe* 属菌は6月までに‘冬桜’の当年枝に感染したのち、二年枝では病徴を現さずに内生して潜伏し、感染後3年目以降に増生症状を引き起こすと推察された。

\* 本文は第29回樹木医学会大会で杉山らが口頭発表した要旨を改変したものである。



#### 4.10. ‘冬桜’の古木

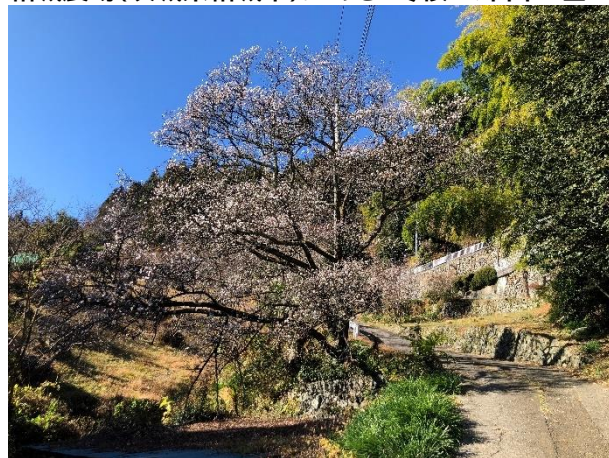
‘冬桜’の生理的な寿命を把握するため、‘冬桜’の古木の情報を収集した(写真 23 写真 23 ‘冬桜’の古木)。結城農場(茨城県結城市)には桜山公園から導入されたとされる‘冬桜’が存在する。樹齢は山火事後に植栽されたものと同等であった。また三波川地区には、三波川(サクラ)と同時に植栽されたとされる個体が存在した。いずれも特に問題ない生育を示しており、日照障害を受けていない場所では、枝張は樹高と同程度まで広がる樹形が確認できた(表 13)。

表 13 結城農場(茨城県結城市)の‘冬桜’(2023 年 10 月 16 日時点)

個体番号	No.92	No.99
植栽年	1981 年 12 月	同左
樹高(m)	9.0	8.0
幹周(cm)	99.5	93.1
枝張EW・SN(m)	10.72、7.75	8.08、8.73



結城農場(茨城県結城市)にある‘冬桜’の古木 左:No.92 右No.99



旧三波川村の古木にある‘冬桜’の古木

写真 23 ‘冬桜’の古木

## 5. 調査のまとめ

### 5.1. 三波川(サクラ)の樹勢衰退及び枯死の原因に関する考察

本調査が始まった当初、‘冬桜’の樹勢衰退及び枯死の原因として、ナラタケモドキへの罹病や増生症、‘冬桜’自体の寿命が懸念されていた。しかし、本調査を進めるにあたり、特定の病害虫による影響ではなく、環境変化が影響していることが示唆された(図 60)。

#### 5.1.1. ナラタケモドキの影響

ナラタケモドキは桜を立ち枯れさせる代表的な病害であり、既報でも本菌の発生していた記録や主原因の可能性が指摘されていた。しかし、本年度までの調査で本菌は天然記念物指定範囲内では検出されなかった。したがって、この数年間に限れば、本菌は‘冬桜’の樹勢衰退及び枯死の主原因ではないと判断できた。但し、天然記念物指定範囲に隣接する場所では、枯死した‘冬桜’から本菌の子実体が発生していることを確認していることから、天然記念物指定範囲内での本菌の動態を把握しておくこと(枯死した‘冬桜’が本菌に罹病していないことの確認を含む)は本菌の感染を予防する上でも今後の課題といえる。また、本菌の調査の過程で根に根こぶが多数形成されていることが確認できた。根こぶについてはネコブセンチュウの寄生が原因と考えられ、寄生数の多さから‘冬桜’も樹勢衰退に少なからず影響していることが考えられた。したがって、ネコブセンチュウの同定や‘冬桜’に及ぼす被害程度の把握も今後の課題として挙げられる。

#### 5.1.2. 増生症の影響

増生症については、‘冬桜’において特異的に発生している枝枯性の症状である。桜山公園においては殆ど全ての個体で同症状が確認された。同症状については既報に記載があるが、そもそも病原菌の特定にも至っていなかった。本調査の結果、同症状の病原菌である可能性が高い菌(*Diaporthe* 属菌)が分離でき、本菌は‘冬桜’の枝に内生しており3年生程度の枝で発病することが示唆された。サクラ類てんぐ巣病と同様に発症後の枝を放置すると発症個体が枯死する可能性はあるが、施肥により新梢が再生できることも確認できていることから、増生症についても‘冬桜’の樹勢衰退及び枯死の主原因ではないと判断できた。同症状については、未だ有効な防除方法を検討できるほどの情報が得られていないため、病原菌としての特定や *Diaporthe* 属菌の動態を把握することが今後の課題として挙げられる。

#### 5.1.3. 寿命の影響

‘冬桜’の樹齢に関しては、山火事後に捕植された個体の多くが枯死した一方で、山火事を逃れたと考えられる個体が山頂付近に分布していることから、‘冬桜’の生理的特性としての寿命が枯死の主原因ではないと判断できた。また三波川地区内の別の場所で樹齢50年を超す個体

が存在しており、当会の結城農場にも三波川(サクラ)が由来とされる樹齢40年を超す個体が存在する。これらの個体は被圧や競合を受け難い立地に植栽されており、樹高や枝張、幹周が三波川(サクラ)よりも大きいことから、‘冬桜’の先天的な寿命ではなく植栽された立地環境の影響を強く受けていることが示唆された。

#### 5.1.4. 立地環境の影響

当初懸念されていた特定の病害虫の蔓延や寿命が‘冬桜’の樹勢衰退及び枯死の主要原因ではないと判断された一方で、三波川(サクラ)は斜面の傾斜方向によって生育環境が大きく異なり、この違いが主原因である可能性が示唆された。

A区は土壌には大きな問題はないが、地上部を他の樹木に覆われていた。その影響を受け西側はほとんど枯死し、東側は何とか生き残っているが、日照を求めて樹高が高くなり樹体サイズに比較して枝葉量が十分でない状態にある。枝葉が少ないことからサクラ類てんぐ巣病や増生症による枝枯で直接的な被害を受けやすく、ネコブセンチュウなどの病虫害の加害が致命的なダメージになっていると考えられる。また山頂に位置するため乾燥害を受けやすい状況にある。競合や被圧の影響を改善するために周辺樹林を整理する必要があるが、古木は急激な環境変化の影響を受けやすい。したがって、対象個体の反応を見ながら徐々に環境を変化させていくことが今後の課題として挙げられる。

B区は特に樹勢衰退や枯死率が高かった。全体的に上部が他の樹木に覆われており、この被圧が多く個体を枯死させた原因と考えられる。残存する個体はB地区の北側斜面上部に集中しているが、これらの個体は他に比べてもサイズが小さい。有効土層が薄いため十分に根が張れていない可能性が高く、北西向きであるため西日や北風に晒されて地上部が乾燥しやすいことが生育に影響していると考えられる。一方で、同斜面の下部は他の場所に比べると土壌水分が多い結果が得られた。本調査期間の後半に山頂部で一時的な漏水も確認できており、今回計測された土壌水分が‘冬桜’に利用できる状態にあるかの検証が今後の課題として挙げられる。

C・D・E区は樹林化が進む近くでの枯死が顕著である一方、日照を阻害する樹木がない場所でも樹勢衰退や枯死が進行していた。同区は場所によって傾斜が急で有効土層が薄いところが存在することが判明した。これらの場所では土壌の養水分が不足している可能性が考えられる。生育環境が厳しい位置の個体は既に枯死しており、比較的生育環境が良い場所に生育している個体のみが現存していると予想された。これらの残存個体もギリギリの状態では生育しており、気候変動の影響を受けている可能性が高く、ネコブセンチュウや増生症、サクラ類てんぐ巣病などへの罹病が最終的に枯死に至らせていると考えられた。データが不足しているため確証は持てないが、2023年の枯死率が高さは同年の土壌含水率が影響している可能性があった。

現地では、既報にあるこやく病、台風・降雪による幹・枝折れの他、シカやコスカシバの食害、つる植物の絡みや刈払機の傷なども確認できた。これらも‘冬桜’の樹勢を衰退する要因の一つである。厳しい生育環境におかれた‘冬桜’にとっては、これらの影響も無視はできないと考えられる。



表 14 樹勢衰退の要因

要因	影響度	補足	関連要因
樹齢	△	年々、活力が低下	—
病虫害	△	主要因ではないが、樹勢に影響	管理・樹勢・気象
土壌水分	○	表層や斜面の向きにより不足	管理・気象・光環境
土壌養分	○	不足(流亡、'冬桜'の要求度)	管理
光環境	◎	枯死の原因	管理
管理	◎	上記の改善のために必要	病虫害・土壌水分・土壌養分・光環境

表 15 斜面別にみた環境の違い

	北側	西側	山頂	東側	南側
有効土層厚	薄い	薄い	厚い	薄い～厚い	薄い～厚い
光環境	やや不足	不足	不足	十分	やや過剰
傾斜	ややきつい	ややきつい	緩い	ややきつい	きつい
水分	かなり少ない	かなり少ない	普通	やや少ない	少ない
養分	かなり少ない	かなり少ない	やや少ない	少ない	少ない

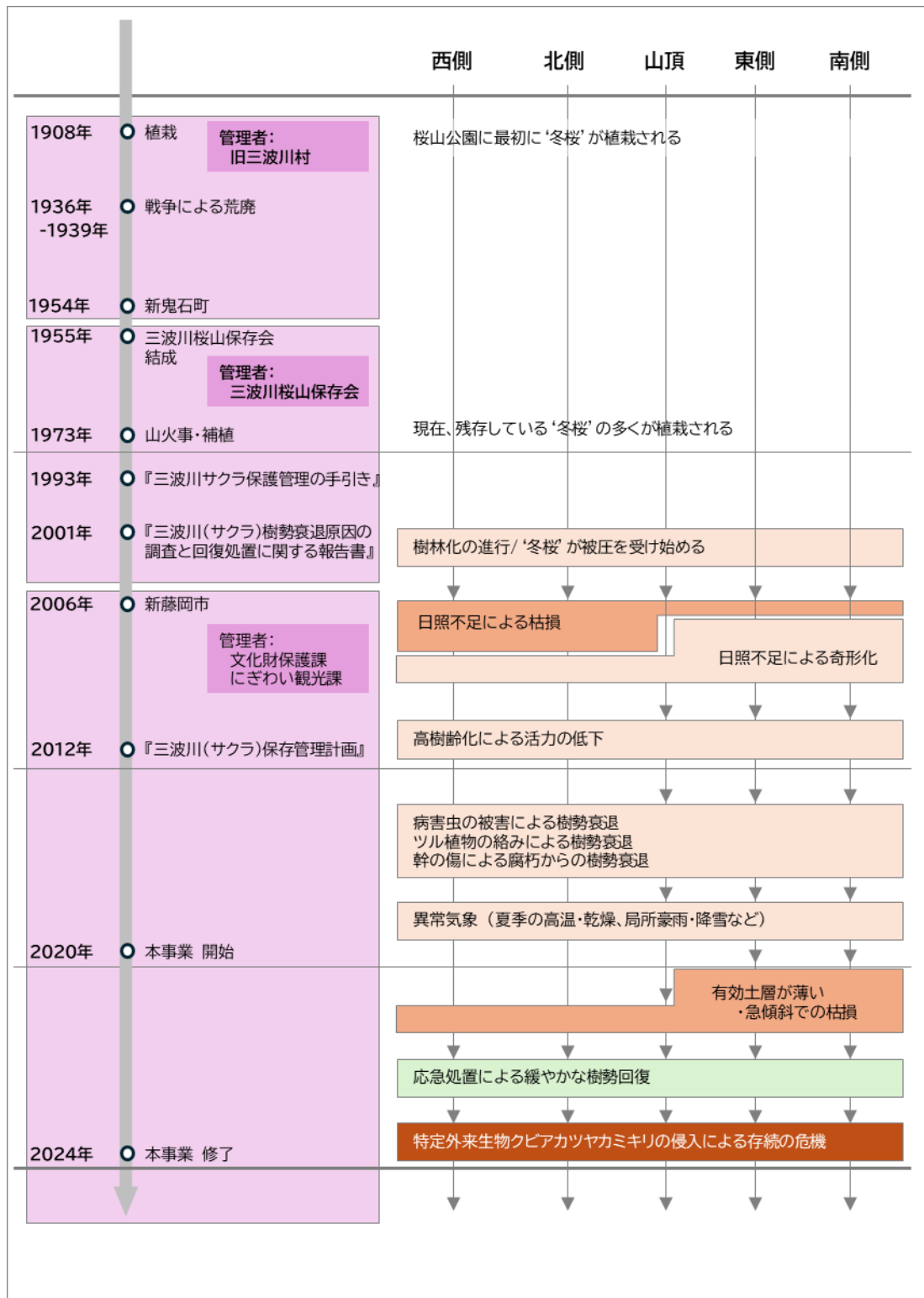


図 60 ‘冬桜’が樹勢衰退から枯死に至るまでの考察

## 5.2. 三波川(サクラ)の保全に向けた課題

### 5.2.1. 特定外来生物クビアカツヤカミキリ

2023 年に鬼石地区でクビアカツヤカミキリのフラスを初確認した。同地区内から天然記念物指定範囲内への同種の侵入を予防するため、被害を受けている個体の処置を進めていた。しかし、2024 年に天然記念物指定範囲内のヤマザクラにおいて同種の疑いが強いフラスの発生を確認した。同種の防除は初動が重要になる。同種の繁殖を一度許してしまうと、駆除するためには多大な労力や費用を要する必要があるため、現状では同種の幼虫が穿孔した個体は伐採するのが最善の対策である。天然記念物指定範囲外を含めたより広範囲での一刻も早い防除体制づくりが必要である。

### 5.2.2. 気象データの継続取得

施肥や土壤灌水によって‘冬桜’の樹勢回復の兆しが見られた。現地の土壤環境は傾斜方向で異なり、特に土壤水分は気象条件の影響を強く受け、今後、より厳しい状況になることも予想される。また、被圧を解消するための周辺樹木の伐採は‘冬桜’の生育環境の変化、特に乾燥化を招くことが予想されるため、立地に応じた有効な樹勢回復手法の検討が必要となる。これらを実現するためには、本調査で得られたデータではまだ十分とは言えず、継続してデータを収集して分析する必要がある。特に気象環境については、桜山公園の周辺と比べても特異的な環境にあることが予想され、得られたデータを基に過去データを推測することで‘冬桜’が樹勢衰退及び枯死した理由がより鮮明になると考えられる。また、これらのデータを土壤水分と連携させることが今後の樹勢回復手法の検討にも有用になると考えられる。

### 5.2.3. 積雪による被害

本事業の最終年度である 2025 年 2 月～3 月、例年に無い積雪量が記録された。この積雪により、多数の‘冬桜’において大枝の折損が確認できた。応急処置として折損部分の切り戻し作業は実施したが、枝の整理をする剪定までは実施できていない。本調査期間の他年にも積雪はあったが、その時は‘冬桜’の枝折れなどは殆ど確認できなかった。春先の降雪は湿度を含むことから重量が増し、枝の折損を生じたものと考えられる。今後、春先の降雪が頻繁に発生するかは知る由がないが、稀に発生する降雪だからこそ、日頃から枝の整理を実施しておくことが‘冬桜’への甚大な被害から守るための手段となる。

### 5.2.4. ‘冬桜’の生育特性

‘冬桜’は‘染井吉野’と同様に日照を好む性質がある一方、小型であり二季咲きという性質が示すように一般的な桜と生理的な差異があると考えられた。‘冬桜’の枝の伸長量・太さの計測ではマイナス成長が確認されており、暖冬により‘冬桜’が強制睡眠に入っていない状態が続い

た場合、本来は翌春に枝葉を充実させるために残しておく澱粉を冬期の開花や樹体の維持のために消費してしまっている可能性がある。その他、被圧を解消するための周辺樹木の整理についても‘冬桜’が必要とする最低限の光条件を知ることで最適な処置方法の検討が可能になる。

#### 5.2.5. ナラタケモドキ及びネコブセンチュウ

本年度までの調査でナラタケモドキは天然記念物指定範囲内では検出されず、本菌は‘冬桜’の樹勢衰退及び枯死の主原因ではないと判断できた。しかし、天然記念物指定範囲に隣接する場所では、枯死した‘冬桜’から本菌の子実体が発生していることを確認していることから、天然記念物指定範囲内での本菌の動態を把握しておくこと(枯死した‘冬桜’が本菌に罹病していないことの確認を含む)は本菌の感染を予防する上でも今後の課題といえる。また、本菌の調査の過程で根に根こぶが多数形成されていることが確認できた。根こぶについてはネコブセンチュウの寄生が原因と考えられ、寄生数の多さから‘冬桜’も樹勢衰退に少なからず影響していることが考えられた。したがって、ネコブセンチュウの同定や‘冬桜’に及ぼす被害程度の把握も今後の課題として挙げられる。

#### 5.2.6. 増生症

本年度までの調査で、増生症状の病原菌の候補である菌(*Diaporthe* 属菌)が分離でき、本菌は‘冬桜’の枝に内生しており3年生程度の枝で発病することが示唆された。本菌については、未だ有効な防除方法を検討できるほどの情報が得られていないため、病原菌としての特定や *Diaporthe* 属菌の動態を把握することが今後の課題として挙げられる。

#### 5.2.7. コスカシバ対策

本事業が始まった当初はコスカシバの幼虫による被害は僅かであった。しかし、2022 年頃から同種の幼虫による幹の食害痕が目立つようになってきた。施肥の効果により樹勢が回復してきたことで、同種の食餌対象として認識されるようになってきたと推察される。同種の対策は、これまでは応急処置としての優先度が低い項目であったが、今後は対策する対象としてフェロモン剤の活用が望まれる。



クビアカツヤカミキリのフラス



降雪による枝折 A94 作業前



降雪による枝折 A94 作業後



降雪による枝折 C60 作業前



降雪による枝折 C60 作業後

写真 24 三波川(サクラ)の保全にむけた課題



### 5.3. 三波川(サクラ)の再生に向けた課題

#### 5.3.1. 三波川(サクラ)の価値の再確認

三波川(サクラ)は天然記念物に指定された当初に比べて、‘冬桜’の植栽本数が大幅に減少した。往年の景観を復元するには、既存の‘冬桜’を保全することに併せて、‘冬桜’を補植する必要がある。既報にも対策の一つとして補植が挙げられているが、本格的な実行にはまだ至っていない。

本委員会において、補植の可否を検討した結果、三波川(サクラ)の天然記念物への指定要件(図 61)及び山火事後の再指定から鑑みて、その再生に向けた補植を実施すること自体は認められた。一方で、天然記念物指定当時に比べて、現在は‘冬桜’に関する科学的な新たな知見が蓄積されてきている。そこで、補植用の苗木を導入するにあたっては、三波川(サクラ)について、その価値を再度整理した上で個体を選別することが要求された。また、本調査で「三波川(サクラ)」の樹勢衰退や枯死の原因は苗木が植栽された局所的な立地環境の影響が強いと考えられた。既に枯死してしまった場所においては、被圧の改善や灌水などの何らかの処置で‘冬桜’の生育が将来的に望めるか否かの検証が必要と考えられる。

#### 【‘冬桜’の新規植栽における課題】

- 補植する‘冬桜’の素性(三波川(サクラ)に由来がある個体)
- ‘冬桜’の増殖方法(最適な増殖方法の選択)
- 植栽位置の選定
- 植栽する立地(傾斜の向き)に応じた植栽・管理方法
- 病害・虫害・獣害に対する対策(いや地の対策)
- 育成体制の構築

### 5.3.2. 天然記念物の指定の要件

国指定名勝及び天然記念物の三波川(桜)に関して、指定や保存要件を以下にまとめた。

#### ■ 指定説明

「櫻山ノ頂上ニアリ樹種ハ冬櫻及染井吉野ニシテ其ノ數約千株ニ達シ日露戦役記念ノ爲明治四十一年頃栽植セル所ト云フ冬櫻ハ珍稀ノ種類ニシテ此ノ山上ニ於ケル如ク密生シ殊ニ冬期ニ開花スル光影ハ櫻ノ名勝トシテ此類ナキノミナラス其ノ中花部ノ變異ヲ呈スルモノアルヲ見ルハ學術上有益ナリ」

#### ■ 指定事由

「保存要目名勝ノ部第三及天然記念物中植物ノ部第一ニ依ル」

#### ■ 保存要件

「公務上必要已ムヲ得サル場合ノ外現場ノ變更ハ勿論冬櫻染井吉野以外ノ移植ハ之ヲ許可セサルコトヲ要ス」

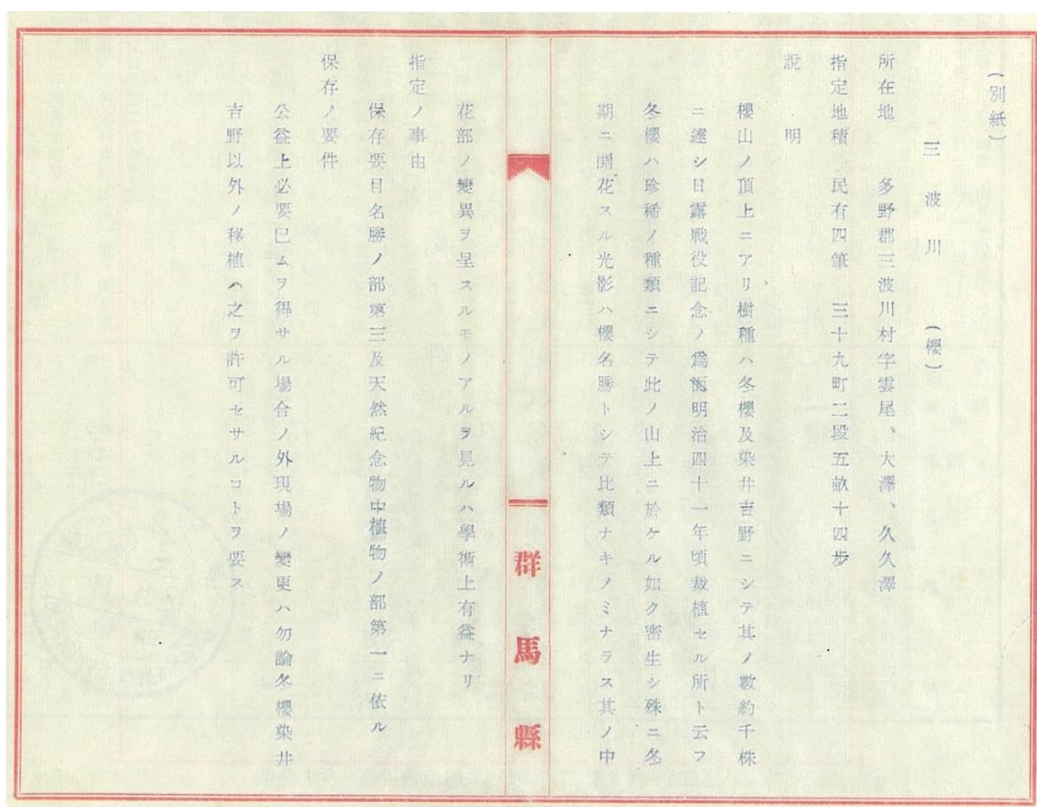


図 61 指定説明原文 昭和 12 年 5 月 6 日(平成 25 年三波川(サクラ)保存管理計画より

## 5.4. 三波川(サクラ)の未来に向けた検討項目

### 5.4.1. 桜の管理体制の事例

‘冬桜’に限らず、桜の保全には手入れが不可欠である。桜山公園においては、旧三波川村時代には「村民全員」、旧鬼石町時代には「三波川桜山保存会」が管理主体であった。現在は公園全体を「にぎわい観光課」、天然記念物指定範囲を「文化財保護課」が管轄する発注業務によって維持管理が行われている。

昨今、気候変動の影響や特定外来生物の侵入などにより桜の存続が懸念され始めている。これらの対策には早期の対処が求められる。つまり、日頃からの桜を観察し、早期に異変に気付いて即座に処置を施すことができる体制づくりが今後は益々重要になってくる。本公園では「三波川桜山保存会」がその存在と成り得ると考えられるが、メンバーの高齢化や社会情勢の変化に合わせた現在の行政組織とも連携した新たな体制づくりが望まれる。以下に、桜の名所を抱える自治体における管理体制の事例を参考としてまとめた。

表 16 桜の維持管理に関する体制の事例

■ 独自の部署を設置している自治体	
さくら課(茨城県日立市)	かみね公園、平和通り、他市内全域
ヤマザクラ課(栃木県桜川市)	国指定天然記念物「桜川のサクラ」、他市内全域
■ 管轄部署に桜の維持管理に関する専門職員を配置している自治体	
チーム桜守(青森県弘前市 公園緑地課)	弘前(鷹揚)公園
(秋田県仙北市 文化財保護課) ※観光課→文化財課→仙北市さくらアドバイザー	国指定天然記念物「角館のシダレサクラ」、 桧内川桜並木
■ 外郭団体に桜の維持管理に関する専門職員を配置している自治体	
桜守/伊那市振興公社(長野県伊那市) ※旧高遠町の取組みを新伊那市でも展開	高遠城址公園、他市内全域
えどがわ環境財団(東京都江戸川区) ※現在は体制が変わる	区内全域
■ 会計年度任用職員として桜の維持管理に関する専門職員を配置している自治体	
新潟県上越市	高田城址公園
■ 樹木の専門家に年数回の現地指導を外部委託している自治体	
長野県須坂市	臥竜公園
■ 住民ボランティア・NPO(桜守など)に桜の維持管理作業の一部を外部委託している自治体	
NPO 法人幸手権現堂桜堤保存会(埼玉県幸手市)	県営権現堂公園
NPO 法人さくら百華の道(神奈川県座間市)	相模が丘仲よし小道
さがみはら桜守の会(神奈川県相模原市)	市内の公園各所