

スマートフォンのパノラマ撮影機能を利用した年輪の簡易解析と「教養の松」の歴史についての考察

野呂 雄一・福田 知子

要 旨

「教養の松」は教養教育院のシンボリック存在の松の大木であったが、松枯れのため2021年1月に伐採された。本稿では、スマートフォンのパノラマ撮影機能を使って取得した年輪画像を独自に解析し、教養の松の歴史を辿った。その結果、松の年齢は83～87歳（1937～1933年生）と推定され、1955～1963年、1982～1988年の2つの期間に年輪の幅が狭く生育状態が不良と推定される時期がみられた。写真調査により、「教養の松」は1971年から現在の場所に立っており、教養教育院の建物ができる以前は上浜キャンパス造設前の松の防風林の一部であった可能性も推定された。

1 はじめに

「教養の松」は三重大学教養教育院1号館の西正面脇にあって、教養教育院のシンボリック存在であった（図1a）。しかし、松枯れにより2019年に西側の枝から枯れ始め（図1b）、2020年にはほぼ全ての葉が茶色に変色した。2020年には枯れた枝の伐採をおこなったり栄養剤を差し込んだりしたものの回復せず、2021年1月に伐採・伐根となった。根はしっかり張っており掘り上げるのに丸二日かかった（図1c）。

そのため、伐根作業中の切株の前を通る多くの教職員が、その年輪を見ることになり、この松がいつ



図1 a. 教養の松（2019年1月27日撮影） b. 教養の松（2019年12月25日撮影） c. トラックに積まれた根（2021年1月8日撮影）

たいいつ頃から植わっていてどの様な歴史を辿ってきたかに興味を持つに至った。そこで、伐採の際に入手した年輪サンプルを身近な機材を使って画像解析することによって、その歴史を辿ることを試みた。

2 教養の松と松枯れの原因

「教養の松」は、種名としてはクロマツ (*Pinus thunbergii* Parl.) である。山地によくみられるアカマツと異なり、海岸に多くみられる種で、樹皮が灰黒色で亀甲状の鱗片に剥がれ、冬芽の鱗片が白色、葉の樹脂道は3~11個あり、みな葉肉内にある等の特徴を持つ(大橋, 2015)。松枯れの原因は、比較的短期間に葉全体が枯れて茶色になったことから、マツノザイセンチュウの侵入によるものとみられる。「マツノザイセンチュウ」は「マツノマダラカミキリ」に寄生して移動し、マツノマダラカミキリがマツの樹皮を食べる際、かみ傷から侵入する。マツノザイセンチュウが侵入すると、マツ樹幹内では仮道管の空洞化がおこる。線虫を接種する実験(Kuroda, 1989)によると、接種して2週間後のクロマツの組織内では、疎水性のモノテルペン等の発生が観察された。以上のことから、松枯れが起きる過程は、線虫の移動や摂食活動による刺激によりマツの細胞が代謝異常を起こし、テルペンなどの揮発性の二次代謝産物を生成、その結果、木部の樹液内で気泡が発生し、通導組織に水が無くなる上に、通導阻害により水の吸い上げも起こりにくくなるために枯死する、という過程をたどる(Kuroda, 1989)と考えられた。つまり、線虫による刺激に対する抵抗反応として、樹体内でテルペン類が生産され、その結果、樹液に気泡が発生して水の供給が途切れることが原因ということである。マツの材線虫病は、明治の末に発生以来、日本のマツに大きな被害を与えており(真宮, 1990)、一旦被害に遭うと、回復は困難らしい。教養の松にも定期的に薬剤が施されていたようで、樹皮に樹幹注入による施薬の跡が残っていた。一度の注入で5~7年程度、効果が持続するということであるが、今回は、薬効が弱まった際にマツノザイセンチュウに侵入されてしまったようである。

3 サンプルの取得と目視による調査

伐採時に以下の3枚の年輪サンプル(図2a-c)を得ることができた。

■輪切りサンプル 「教養の松」は地上1~2mの所で二股に分かれていたため、切り倒した後、枝分かかれの下、胸高に当たる高さの輪切りを入手した。断面は二股に分かれる方向に張り出した楕円形であり、長径104cm、短径72cm、高さ約15cm、2人がかりでやっと持ち上がる重さであった。年輪も2つに分かれかけであり、両年輪の間の一部に割れ目が形成されていた。

■小板A 小板Aは輪切りサンプルに接する一部の破片であり、縦33cm、横33cm、年輪の中央部を含んでおり、中心部からの半径は最大29cmであった。

■小板B 小板Bは縦30cm、横45cmの破片であるが、やはり年輪の中央部を含んでいて、中心部からの半径は最大29cmであった。

これらのサンプルにはいずれも、樹皮外から注入したと思われる薬剤または栄養剤の跡が見られた。なお、マツノザイセンチュウによる松枯れの場合、材の断面の樹脂道に沿って乾燥による白斑が見られる場合がある(黒田, 1990)というが、これらのサンプルでは明瞭な白斑は確認できなかった。

上記3枚のサンプルについて年輪の数を数えた。具体的には年輪が最も明瞭に見える方向に、内側の年輪から数えるかマジックで印をつけていき最大・最小の本数を数えた。3枚のサンプルの測定結

果は以下の通りである。

■輪切りサンプル

- 半径 #1 84 本。20～26 本目と 46～51 本目に年輪の幅が狭い箇所がみられた。

■小板 A

- 半径 #2 87 本。22～29 本目と 50～54 本目に年輪の幅が狭い箇所がみられた。
- 半径 #3 84 本。20～27 本目と 47～52 本目に年輪の幅が狭い箇所がみられた。
- 半径 #4 85 本。20～27 本目と 49～53 本目に年輪の幅が狭い箇所がみられた。

■小板 B

- 半径 #5 83 本。21～26 本目と 45～50 本目に年輪の幅が狭い箇所がみられた。

4 年輪画像の取得

目視による丹念な年輪の観察が基本と考えられるが、年輪が不明瞭な箇所では年輪数をカウントする際にどうしても個人差が生じてしまう。そこで、人間の判断が介在しにくい画像解析を援用する方法にも取り組むことにした。入手できたサンプルは年輪解析を前提に採取されたものではないため、表面性状が安定し、このような解析に一番適した小板 A のみを分析対象とした。

細かな年輪を解析するには断面全体または径方向の連続した高画質（高分解能）の画像が求められる。ただし、筆者らはそのための専用の機材を持ち合わせていないため、身近なデジタル機器であるスマートフォンのパノラマ撮影機能を使って年輪画像を取得することを考えた。例えば Apple 社の

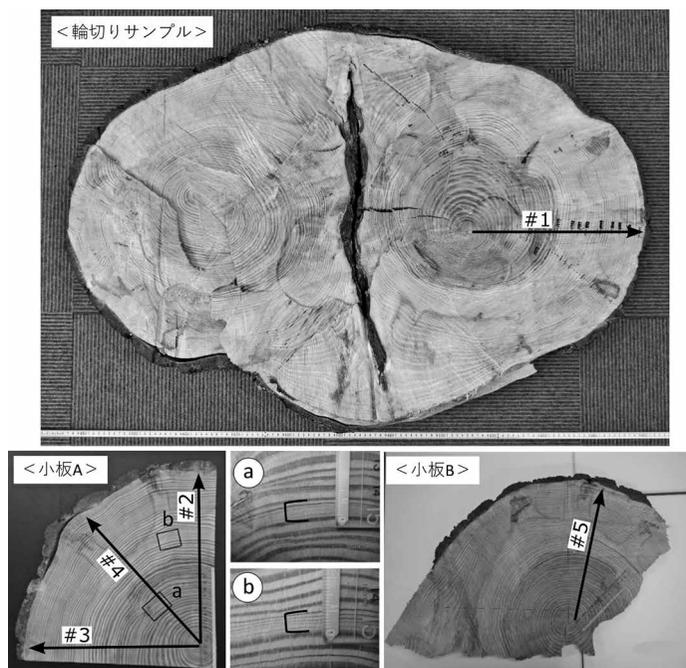


図 2 年輪サンプル。# 1～#5 は年輪を数えた箇所を示す。小板 A の a、b は年輪の幅が特に狭かった部分で、それぞれの年輪の様子を a、b の写真内のかぎかっこで示す。

iPhone 7 の標準の「カメラ」アプリには風景写真用に「パノラマ」モードが実装されており、カメラ画像を画面で確認しながらレンズの向きを一定方向に回転させていくことで長尺（横長）のパノラマ画像の撮影が可能である。今回は年輪の画像の取得するために、本機能を利用した。図3に示すように年輪観察の試料断面上でカメラを水平に約 10cm の距離を保ったまま径方向に直線的にスライドさせるための簡易的なレール（段ボール製）を設置した。

そして図4に示すように試料断面を 45 度間隔で 3 方向（図2の #2～#4）について、スマートフォンをゆっくりと手でスライドさせながら撮影した。これにより、得られた画像は最大 15000 × 4000 ピクセル程度の横長のものであり、ここから必要と思われる範囲を切り出して図5のように保存した。パノラマ撮影モードでは連続的に撮影された複数の画像を内部で繋ぎ合わせているものと考えられるが、その具体的な処理方法が不明であるため画像の解像度をレンズの焦点距離等から予め見積もることは不可能である。また、一定の解像度が保証されるのかも分からなかったため、撮影の際には直線定規（スケール）を年輪とともに写し込むことにした。

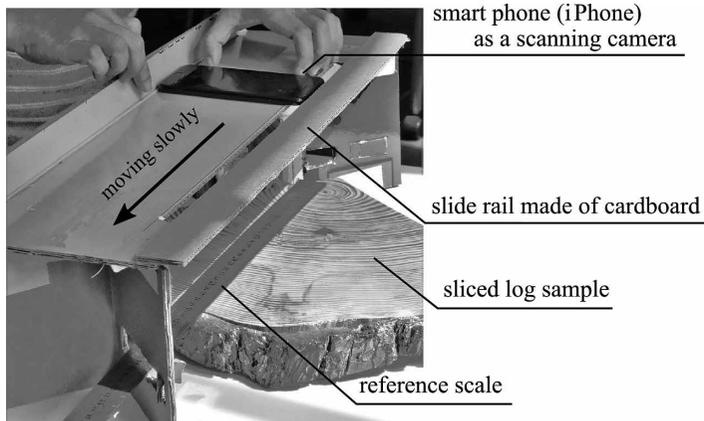


図3 年輪の撮影の様子

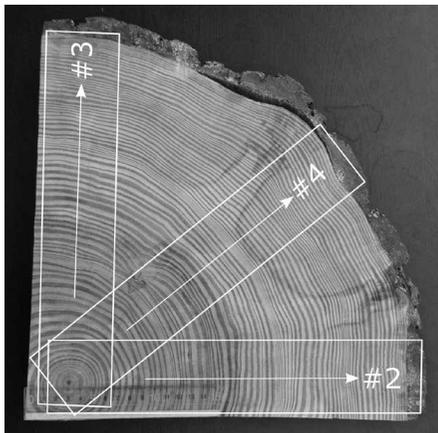


図4 年輪の撮影範囲

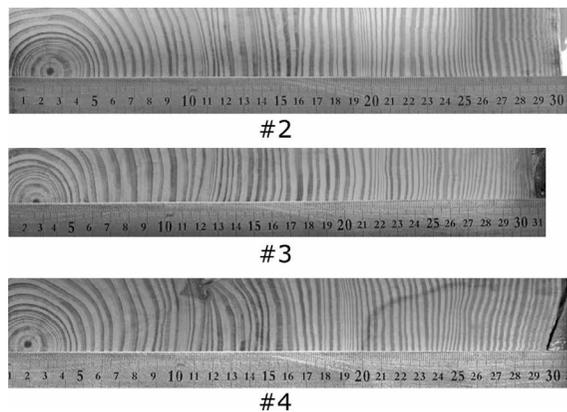


図5 撮影・保存した画像

5 撮影画像の解析

撮影画像を解析するための前処理として、まず画像の傾き補正と第一段階のトリミングを実施した。図5の#3の撮影画像を例に説明すると、処理前の画像は9336×1548ピクセルであり、同時に写し込んだ定規が水平になるように画像編集ソフトで傾きを補正した後、年輪の中心と定規の一部が残るようにトリミングを行った。トリミング後の画像サイズは9327×601ピクセルである(図6の2段階目)。この画像に写り込んでいる直線定規の目盛から判断したところ、1cm当たりの画素数は平均318ピクセルでほぼ一定であった。これを分解能に換算すると808dpiとなり、一般的なコピー機や複合機の読み取り解像度600dpiより高い値となっていることがわかった。

解像度を確定させた後は年輪の解析に必要な中心点から外層部に至る範囲を49ピクセル(約1.54mm)の幅でクリッピングした。クリッピングの画像はカラーのRGB形式(各色256階調)のデータである。信号処理用のフリーのプログラム言語であるOctaveに実装されているrgb2gray関数を使って画素毎にグレースケールの光度(intensity)の値(0~1)に変換した後、中心からの距離が同じ11ピクセル分(画像の縦方向)の平均値を算出した。

このようにして求めた光度(intensity)を縦軸に、年輪の中心点からの距離を横軸にしてプロットしたのが図7~9である。同図には確認のために横軸を揃えて処理画像も貼り付けている。年輪の画像と見比べると、色の薄い早材の部分は光度が高く、色の濃い晩材の部分は光度が低くなっていることが確認できる。分析対象の松は伐採時期が2020年の冬と確定していることから、年輪の最外層側から光度値の変化を観察しながら、グラフの光度の高い位置に年号(西暦)を描き入れた。57年前の1963年辺りまでは特に問題なく、3方向とも解析結果から年輪を辿ることができたものと判断される。

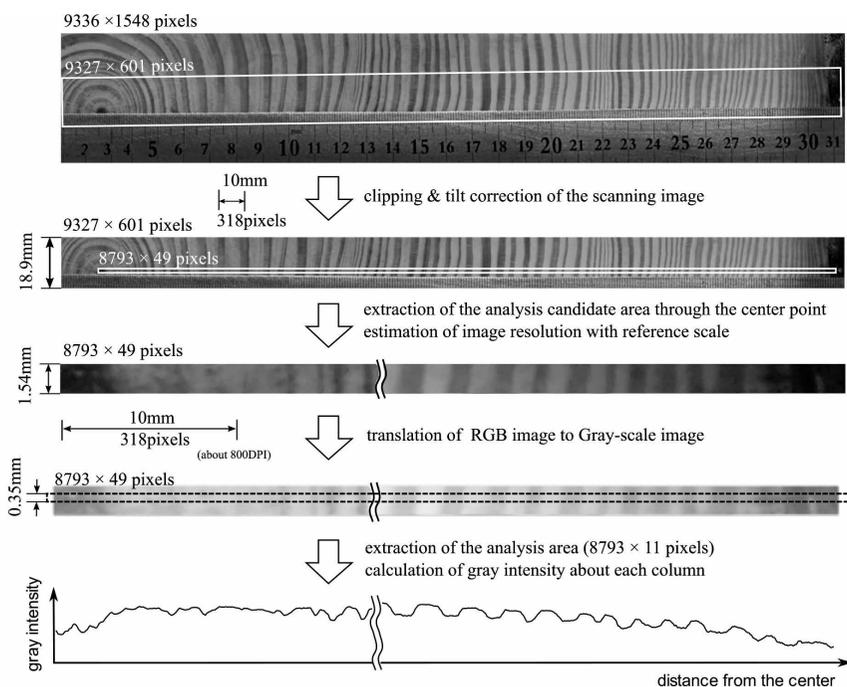


図6 撮影画像の前処理から分析までの流れ

6 解析結果のまとめと他の資料との比較

目視と考案した画像解析による解析結果を表1にまとめる。画像解析による結果は年輪画像を見ることなく光度値の変化の曲線の変化を読み取ったものであり、目視調査とは独立に実施したものであるが、おおむね目視結果と一致していることがわかる。

6.1 気象データとの比較

津の気候と比較するため、気象庁のデータベースのページから津市の気温・降水量、日照時間をダウンロードし、その推移を年輪の特徴と比較した(図10)。第一狭幅箇所と相当すると考えられる1955～1963年については、気候、降水量、日照時間とも特に幅狭の原因となるような変化はみられなかった。第二狭幅箇所と相当する推定年1982～1988年においては、降水量が通常よりやや低い傾向がみられた。

6.2 過去の写真・航空写真との比較

三重大学の過去の写真から転写したものを図11に掲載する。1971年、1987年、1993年、1999年出版のアルバムやその他の写真集の教養教育院の建物脇に「教養の松」とみられる木が写っていた(図11赤枠内)。1965年の写真(図12d)では、上浜キャンパスの現在の建物はみられず、防風林らしい松と思われる並木が見られた。

国土地理院の航空写真で、「教養の松」周辺の画像を探すと、1979～1983年と、1961～1969年の地図が得られ、1979～1983年の地図には「教養の松」らしい松が写っていた(図12c)。1961～1969年の地図(図12b)は上浜キャンパス造成工事前とみられ、上記の1965年の写真(図12d)の様子と似ていた。そこで、1979～1983年の地図の「教養の松」の位置(北緯34度44分43.99秒、東経136度31分28.53秒:図12a)の場所を、1961～1969年の地図上で確認すると、並木が直角に曲がる付近となった(図12b)。これは図12c、dの矢印の位置であった。

資料調査に依れば「教養の松」が現在のような建物脇の位置に立っている写真は1971年まで辿れた。

上浜キャンパスの第一次造成工事が1969年に着手された(三重大学50年史)ことを考えると、1971年の写真(図11d)は上浜キャンパスが成立して間もなくの写真と考えられ、「教養の松」はすでにその当時から今の場所に立っていたことが分かる。それ以前の写真は1965年となる(図12d)。1965年

表1 年輪測定値と推定される誕生年、狭幅箇所に相当する期間

サンプル	計測箇所	計測方法	年輪本数 (本)	推定誕生年 (年)	第一狭幅箇所		第二狭幅箇所	
					(中心からの本数)	(年)	(中心からの本数)	(年)
輪切り	#1	目視	84	1936	20-26	1956-1962	46-51	1982-1987
		画像	87	1933	22-29	1955-1962	50-54	1983-1987
小板A	#2	目視	86	1934	23-29	1957-1963	48-52	1984-1987
		画像	84	1936	20-27	1956-1963	47-52	1983-1988
	#3	目視	84	1936	20-27	1956-1963	47-52	1983-1988
		画像	84	1936	21-27	1957-1963	45-53	1984-1988
#4	目視	85	1935	20-27	1955-1962	49-53	1984-1988	
	画像	83	1937	20-26	1957-1963	47-51	1984-1988	
小板B	#5	目視	83	1937	21-26	1958-1963	45-50	1982-1987

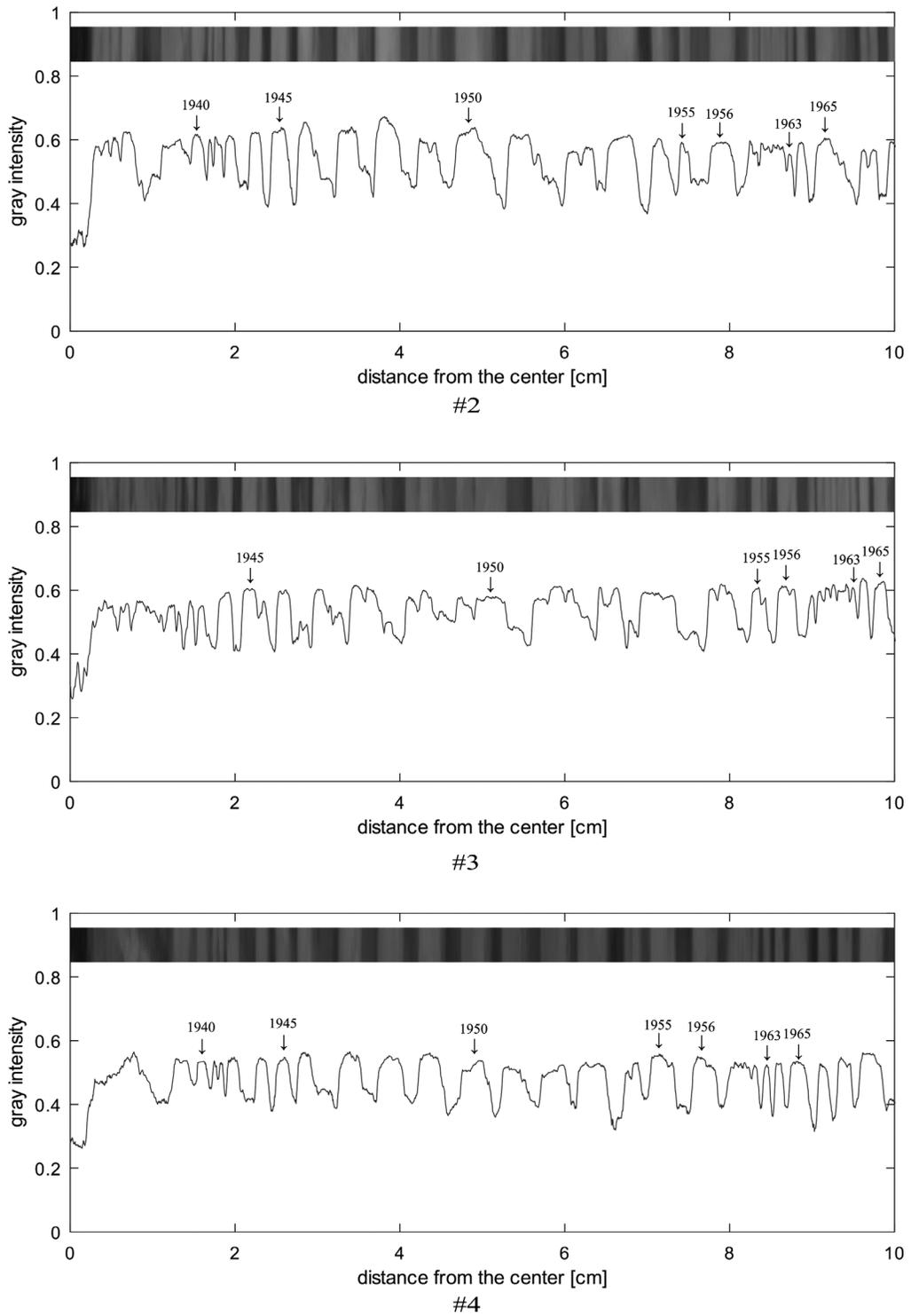


図7 分析・読み取り結果 (1)

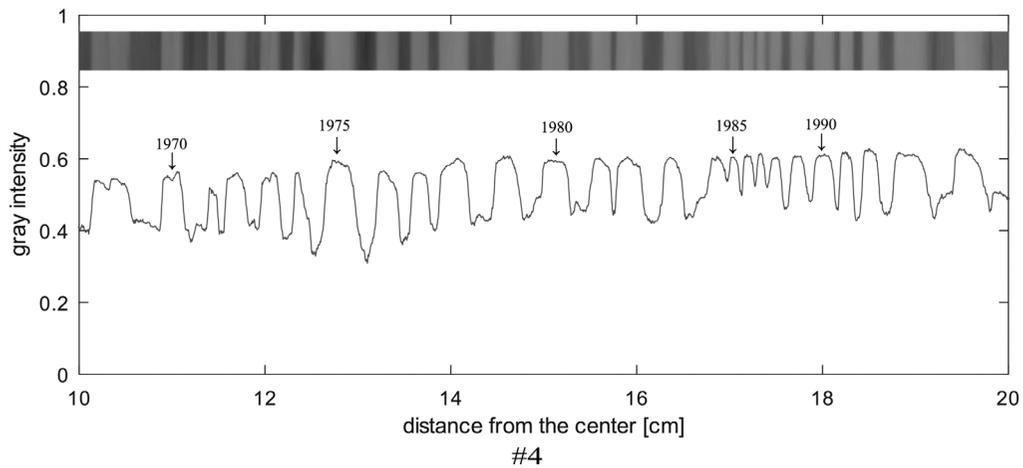
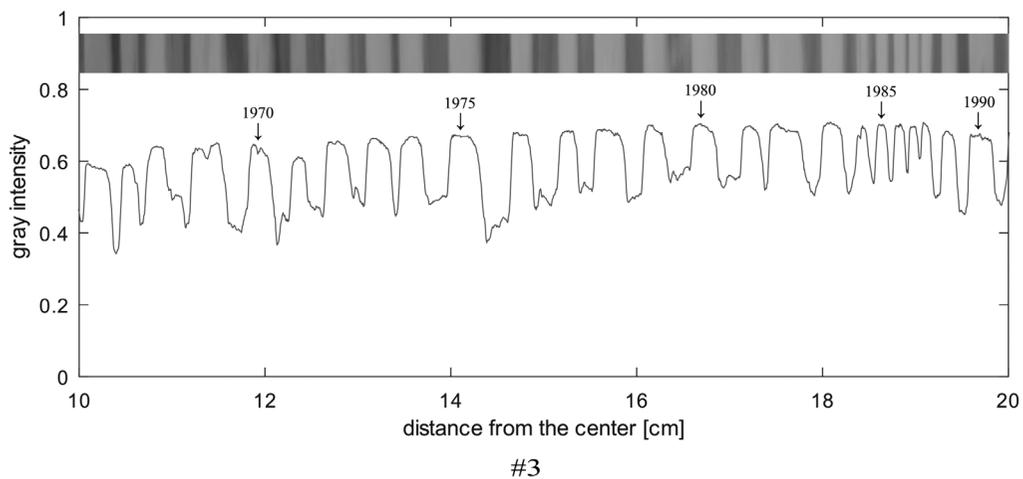
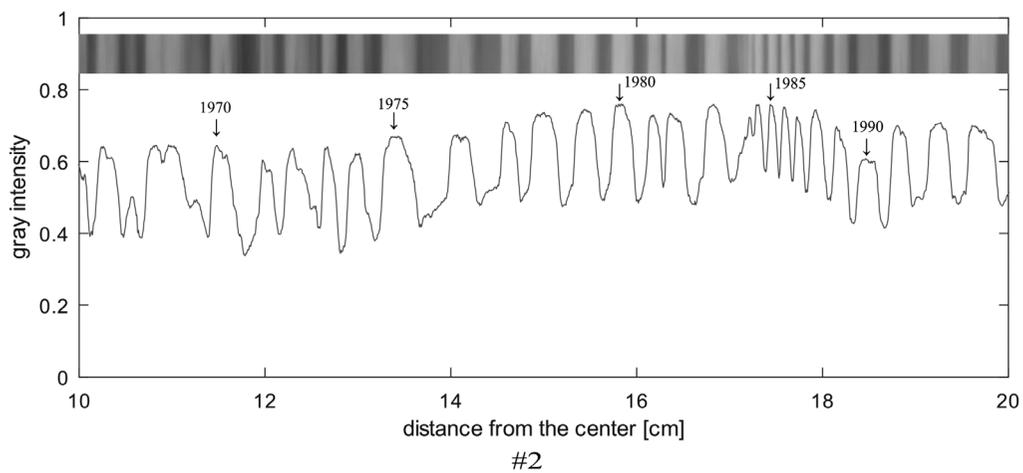
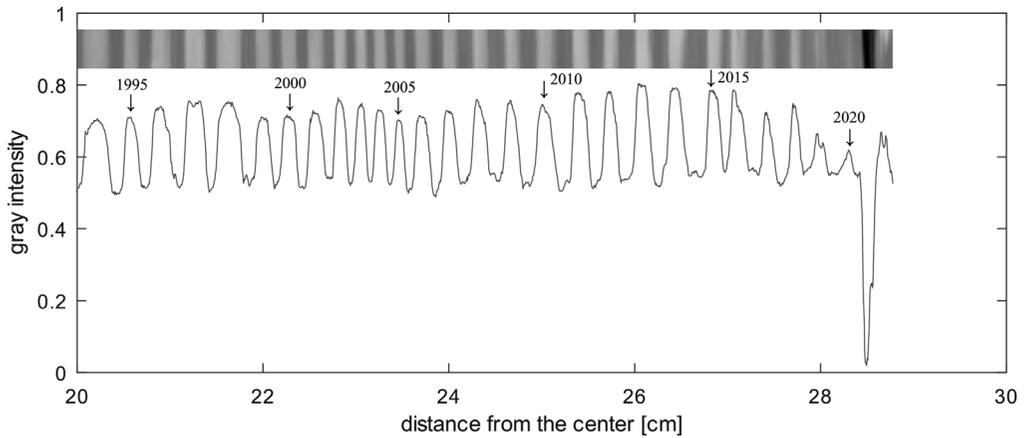
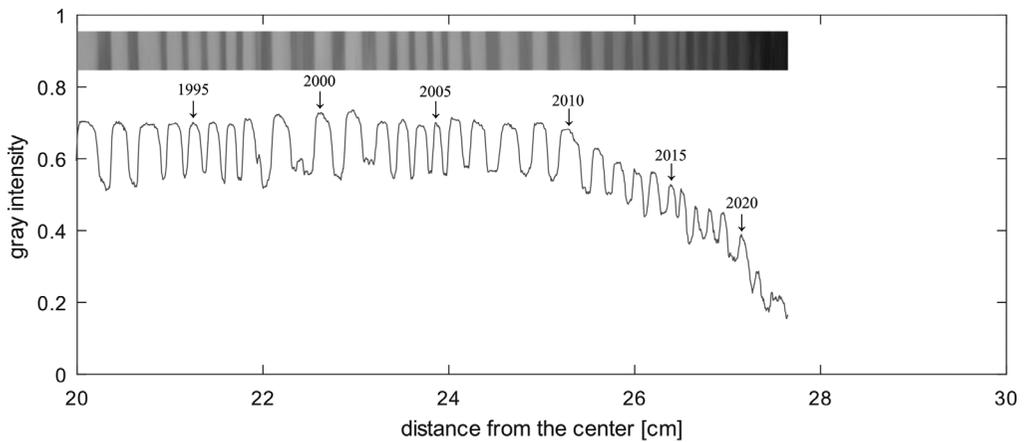


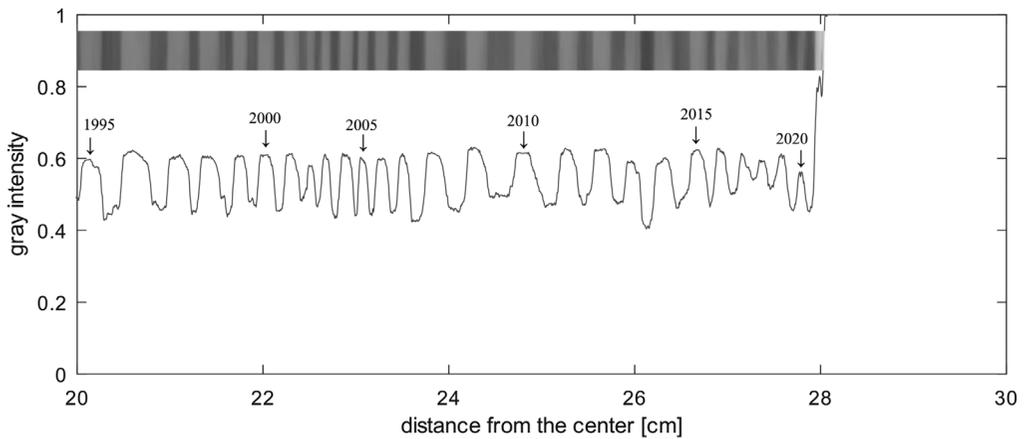
図8 分析・読み取り結果 (2)



#2



#3



#4

図9 分析・読み取り結果 (3)

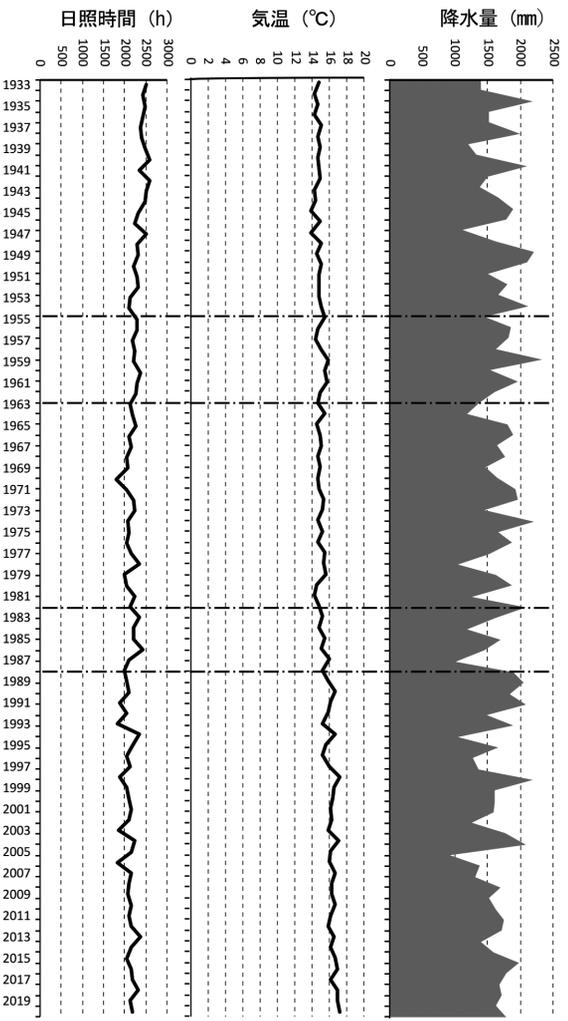


図 10 津市の気象データ。気象庁のサイトからダウンロードした年平均降水量、気温、日照時間を示す。年輪の幅が狭くなった2つの期間を一点破線で示す。

の写真は造成工事前の写真であり、手前に当時の正門や今は残っていない建物群がみられ、現在の教養教育院の建物の場所は図 12c、d の赤枠の敷地内に相当する。国土地理院の 1961～1969 年の地図上で、「教養の松」の位置がどこに来るかを、1979～1983 年の地図の「教養の松」の位置に対応させた結果、図 12a、b のようになり、この場所は同図 c、d の赤い矢印で示した並木の曲がり角の辺りとなった。このことから、1 つの可能性として、元々あった松並木のうちの角に近いマツの 1 本が、上浜キャノンバス整備時に残されて、「教養の松」となった可能性がある。

年輪調査の結果、1955～1963 年頃に年輪の幅が目立って狭い期間が見られた。これは、1969 年の上浜キャノンバス造成工事の 6～14 年前となる。この期間に特に気候の影響があったわけではないことを考えると、この時期に気候以外のストレスがかかったと推定される。例えば、この時期に「教養の松」は別の場所から防風林をつくるためにこの場所に移植された可能性も想像できる。一方、造成工事前後の期間には年輪の幅が特別狭くなる傾向は見られなかったことから、この頃には定着し順調に生育していたと推定される。2 回目の年輪の幅が狭い期間は 1982～1988 年頃に相当する。この時期の気候データによると降水量がやや低い傾向があり、そのために生育が抑制された可能性もあるが、その他の原因があった可能性も排除できない。しかし、1987 年の写真集の写真 (図 11c) がその時期に撮られたものとする、外見上は生育上の目立った不調は見られず、その後の生育にはあまり影響がなかったようである。

7 まとめ

スロートフオンを利用して撮影した高解像度の年輪画像の解析結果は肉眼による年輪の観察結果ともよく符合しており、「教養の松」は 1933～1937 年に誕生したと推定された。年齢では、83～87 歳に

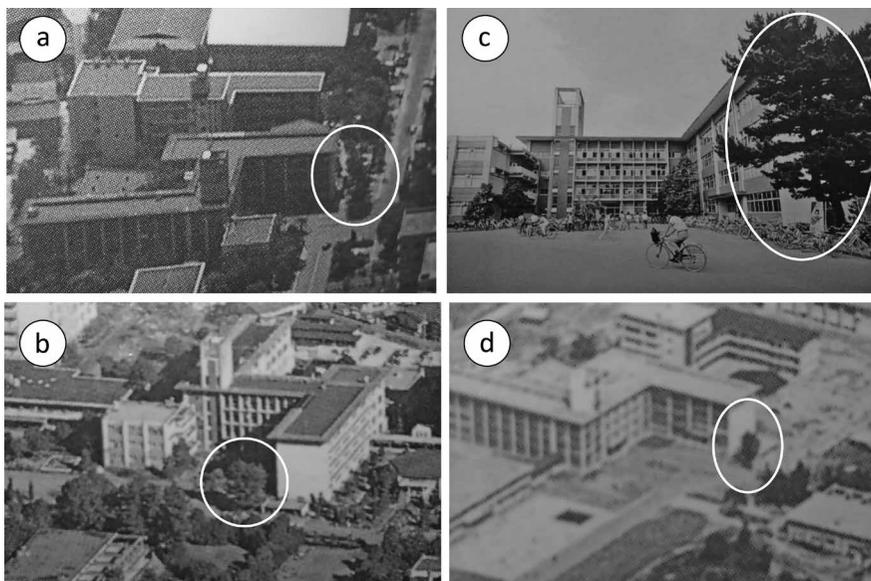


図 11 古写真に写る教養の松（赤枠内）。a. 1999 年アルバムより、b. 三重大学 その現状と課題 1993 年より、c. 農学部の想いで（昭和 62 年= 1987 年）より、d. 1971 年三重大学五十年史 通史図 5。



図 12 a. 地理院地図 1979～1983 年、b. 同 1961～1969 年。ポインター（+）は上下とも、教養の松の位置（34 度 44 分 43.99 秒、136 度 31 分 28.53 秒）を示す。下の図ではポインターは防風林の角周辺に落ちる。c. 地理院地図 1961～1969 年の教養の松の位置拡大。矢印が教養の松と思われる。d. 「拡張直前の上浜キャンパス（1965 年）（三重大学五十年史より一部拡大）」。正門から海岸方面をのぞむ。矢印が教養の松の位置。

相当する。また、解析結果から 1955～1963 年と 1982～1988 年頃に年輪の幅が目立って狭い期間が見られたが、その原因を気象データや地歴の変遷などから特定するには至らなかった。

一方、過去の写真等の資料調査により、「教養の松」が現在のような建物脇の位置に立っている写真は 1971 年まで遡れた。それ以前については、国土地理院の過去の空中写真との比較等から、元々暴風林として植えられていた松並木の中の 1 本が上浜キャンパス整備時に残されて「教養の松」となった可能性が示唆された。「教養の松」はこのように防風林に起源を持つ可能性が考えられるが、この地は元々昔からクロマツが多かったという。1929 年、三重大学開校記念のマツ植樹の背景には、松林が写っており、1940 年頃の農場の風景には松が非常に多くみられる。上浜キャンパスができる前の津市上浜町～安芸郡栗真村の様子は、「所々砂丘や泥沼が存在し、随所に松が疏林し、バラ科植物が至る所に繁茂している荒地であった」と述べられている（三重大学 50 年史）。しかし、1965 年の写真（図 12d）では、防風林の並木のみが目立ち、これらの木はこの時期までにかかなり整理されたようである。

クロマツは現在でも開校記念のマツ植樹の周辺、正門付近、第一食堂周辺など、あちこちにみられ、いくつかは当時の植生または防風林の生き残りと思われる。しかし、キャンパス内には現在クスノキなどの植樹が優勢であり、クロマツは減っていく一方と思われる。三重大学独特ともいえる海沿いの原風景を維持するためにも、今後、キャンパスに残るクロマツを、「教養の松」のように松枯れさせることのないように守っていくことが必要と思われる。

謝 辞

「教養の松」の伐採時、年輪サンプル切り出しに協力してくださいました（有）舟橋明楽園の作業員の方々にお礼申し上げます。

参考文献

- [1] Kuroda, K. (1989) Terpenoids causing tracheid-cavitation in *Pinus thunbergii* infected by the pine wood nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*). 日本植物病理学会報 55, 170-178.
- [2] 黒田慶子 (1990) マツ材線虫病の発病および病徴進展にかかわる通水障害. 日本農芸化学会誌 64:1258-1261.
- [3] 真宮靖治 (1990) マツノザイセンチュウの樹体内動態とマツの発病経過. 日本農芸化学会誌 64:1243-1246.
- [4] 三重大学開学 50 周年記念誌刊行専門委員会編 (1999) 三重大学五十年史 通史編・資料編. 三重大学開学 50 周年記念事業後援会. 津市.
- [5] 三重大学自己点検・評価委員会編集 (1993) 三重大学 その現状と課題 1993. 三重大学庶務部庶務課. 津市.
- [6] 三重大学農学部教職員組合, 三重大学農学部親和会 [編] (1987) 農学部の想いで (昭和 62 年). 三重大学農学部教職員組合. 津市.
- [7] 大橋広好 (2015) マツ科 大橋他編『日本の野生植物 第 1 巻』 平凡社. pp.25-33.

A Simple Analysis of Annual Rings using the Panoramic Photography Function of Smartphones and a Discussion about the History of a Pine Tree “Kyoyo no Matsu”

Yuichi NORO and Tomoko FUKUDA

Abstract

The pine tree “Kyoyo no Matsu” was a symbolic large pine tree of the College of Liberal Arts and Sciences in Mie University, but it was cut down in January 2021 due to pine dying. In this paper, we traced the tree’s history by independently analyzing the annual ring images acquired using the panoramic photography function of smartphones. As a result, the age was estimated to be 83-87 years old (planted in 1933-1937). There were two periods, 1955-1963 and 1982-1988, when the annual rings were narrow, and the growth condition was estimated to be poor. A photographic-based survey revealed that the pine tree stood in its location since 1971 and estimated that it was used as a part of a windbreak for the Kamihama Campus before the Liberal Arts buildings were constructed.