

マツ材線虫病被害履歴復元における年輪年代学の有用性

西暦 2009 年 3 月 自然環境学専攻 076725 玉利優行

指導教員 福田健二 教授

キーワード；マツ材線虫病、防除、年輪年代学、レスポンスファンクション

1. 緒言

マツ材線虫病はアカマツなどのマツ類に感染し、その年の夏から秋にかけて枯死させる樹病である。本病は日本および東アジア各地で流行しており、その防除が世界的な課題となっている。マツ材線虫病の進行には環境因子が影響するため、材線虫病の拡散速度には地域差があると考えられる。したがって、効果的な防除を行うためには、被害の拡大過程を正確に把握すること（被害履歴の復元）が必要である。そこで本研究では、マツ材線虫病被害林の被害履歴の復元における年輪年代学の適用可能性と枯死年の推定精度を検証、評価した。

2. 実験方法

2.1. 試験地および供試木

本研究では、試験地として本州中央部に位置する筑波山において、1999～2004年に毎木調査が行われた3つのプロット（30m×20m）を対象とした（図1）。プロット内のアカマツ（*Pinus densiflora*）の健全木24個体と枯死年が明らかな枯死木70個体から年輪試料を採取した。

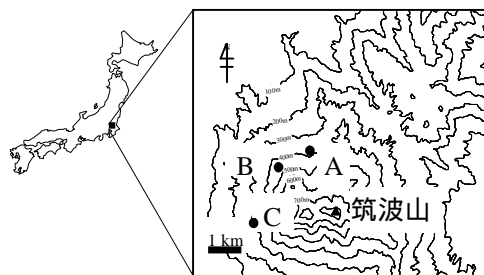


図1. 試験地の位置

2.2. 年輪幅マスタークロノロジーの作成 1プロットあたり8個体、全体で24個体のアカマツ健全木からコアサンプルを採取し、COFECHAプログラムおよびARSTANプログラムを用いて年輪幅マスタークロノロジーを作成した。

2.3. 各気象因子との統計的解析 年輪幅マスタークロノロジーの年輪幅指数値を目的変数、各気象因子を説明変数として単相関分析を行った。ただし、本研究ではマツ材線虫病被害による林内環境の変化が残存木の年輪幅変動に影響を与えているかを明らかにするため、被害の影響が含まれていないと考えられる1990年までを対象として解析を行った。単相関分析で有意な相関を示した気象データを説明変数、年輪幅指数値を目的変数としてレスポンスファンクション解析を行い、得られた関数を1991年以降を含む全期間に当てはめた。

2.4. 枯死木の枯死年推定 枯死木の円盤を採取し、年輪幅を測定し、マスタークロノロジーと照合することにより、それぞれの枯死年を推定した。推定枯死年を毎木調査で明らかになっている枯死年と照合した。

3. 結果と考察

3.1. マツ材線虫病被害林における年輪年代学の適用可能性

図2に年輪幅マスタークロノロジー（実測値）とレスポンスファンクション解析により算出された年輪幅指数値の理論値を示す。試験地では1990年代からマツ材線虫病の被害が広がり、林内の光環境などが変化した。しかし、1990年以降の実測値と理論値の変動はよ

く一致しており、被害後の年輪幅の変動も気象因子で説明可能であった($r^2=0.876$)。したがって、マツ材線虫病被害林分に年輪年代学的手法は適用可能であると考えられる。

3.2.推定枯死年の信頼性

本研究では8個体の枯死木の枯死年を推定することができ、その中の5個体で毎木調査の枯死年と一致した。一方、-3年、+1年、+3年ずれている個体がそれぞれ1個体ずつ見られた。この結果より、年輪年代学的手法は、ある程度は可能であったが、一定の誤差も生じることが示された。小さな林分内の被害履歴を復元するには問題があるが、広域を対象とすれば、このような枯死年の推定誤差が与える影響は小さいと考えられる。

3.3.年輪年代学の有用性と腐朽状態の関係

枯死年が2000~2003年の個体において、年輪幅の測定が可能および不可能であった個体数とその割合を図3に示す。

図3から、枯死してからの年数が経過するほど腐朽が進行し、年輪幅の測定が不可能な個体が多くなった。日本のような温暖湿潤な気候では、腐朽の進行が早いため、マツ材線虫病被害を受けてから5~6年以上経過している林分では、枯死年を推定することは困難と考えられた。

本研究では腐朽状態が年輪年代学の有用性を大きく左右することが示唆された。近年、ポルトガルへのマツ材線虫病の侵入が報告されており、ヨーロッパの乾燥し、低温な地域では腐朽の進行が遅いため、本研究で確立された手法はより有用であろうと考えられる。

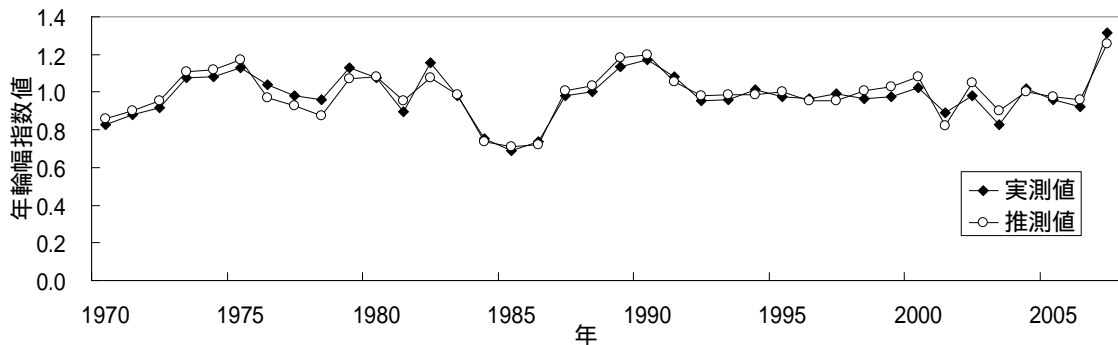


図2.年輪幅指数値の実測値と推測値の比較

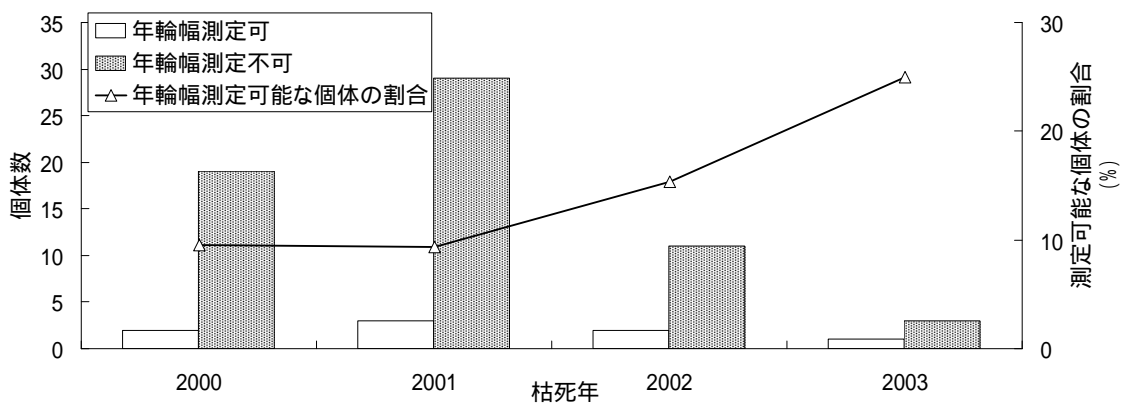


図3.年輪幅測定可能および不可能な個体数と測定可能な個体の割合

Applicability of the dendrochronology in the reconstruction of pine-wilt damage history in pine forests

Mar. 2009, Department of Natural Environmental Studies, 0076725 Masayuki TAMARI

Supervisor; Professor , Kenji FUKUDA

Keywords ; pine wilt disease, Prevention, dendrochronology, response function analysis

1. Introduction

Pine wilt disease caused by *Bursaphelenchus xylophilus* is the most serious epidemic in pine forests, and its control is a global issue. The effective prevention methods are varied among areas, because the spreading speed of the pine wilt disease is affected by environmental factors. Therefore, the reconstruction of the damage history in each area is necessary. This study examines applicability of the dendrochronology in the reconstruction of the pine wilt disease damage history. Response function analysis and estimations of the year of death were conducted by dendrochronological technique.

2. Methods

2.1. Study area and sample trees

In three plots (30m × 20m) in Mt. Tsukuba (Fig 1) , where damage history was recorded from 1999-2004, 24 living trees and 70 dead trees of the *Pinus densiflora* were sampled.

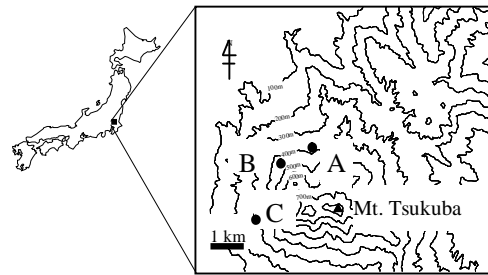


Fig 1. Study area

2.2. Tree ring width master chronology

Core samples were taken from eight living trees per site. Tree ring width master chronology was established by COFECHA and ARSTAN programs.

2.3. Statistical analysis with weather factors

Single correlation analysis of weather factors and tree ring width master chronology was conducted for years before 1990 when the pine wilt disease had not affected this area. Response function analysis of master chronology and weather factors that showed meaningful correlation for a single correlation analysis was conducted, and the ring width estimation was made for all years including after 1991.

2.4. Estimation of the year of death

Disks were taken from dead trees and measured for annual ring width. The year of death was estimated by collating with master chronology. The estimated year of death was collated with the survey record.

3. Result and discussion

3.1. Application possibility of the dendrochronology in the pine wilt disease damage forest

Fig 2 shows the theoretical values calculated by response function analysis of tree ring width master chronology. The damage of the pine wilt disease spread from 1990's in this area, whereas survey values and the theoretical values after 1991 have many according parts ($r^2=0.876$). Therefore, it is thought that the technique of the dendrochronology can be applied to the stands

damaged by pine wilt disease.

3.2. Reliability of the estimated years of death

This study could estimate the year of death for eight samples. In five samples, the estimation was correct, while there were gaps between estimated year and record in three samples. In small forests, such error will give significant influence; however, this method can be applied to regional spread of damage in larger scale.

3.3. Relationship of availability of dendrochronology and rot state

Figure 3 shows the number of samples that the measurement of tree ring width was possible or impossible, and ratio of possible samples. After 5-6 years, most of dead trees decayed to make tree ring chronology impossible.

Therefore, wood decay speed was shown to be the key factor for the applicability of the dendrochronology.

Recently, pine wilt disease is spreading to northern part of Japan and was also introduced in Portugal. In European countries, wood decay progresses slower than in this study site as the climate is cool or dry. In such areas, dendrochronological technique should be more useful.

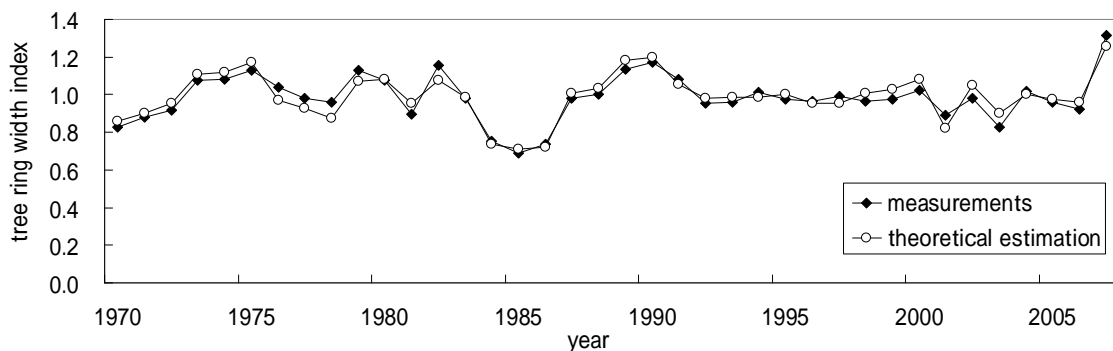


Fig 2. Comparison of measured and theoretically estimated tree ring width indices

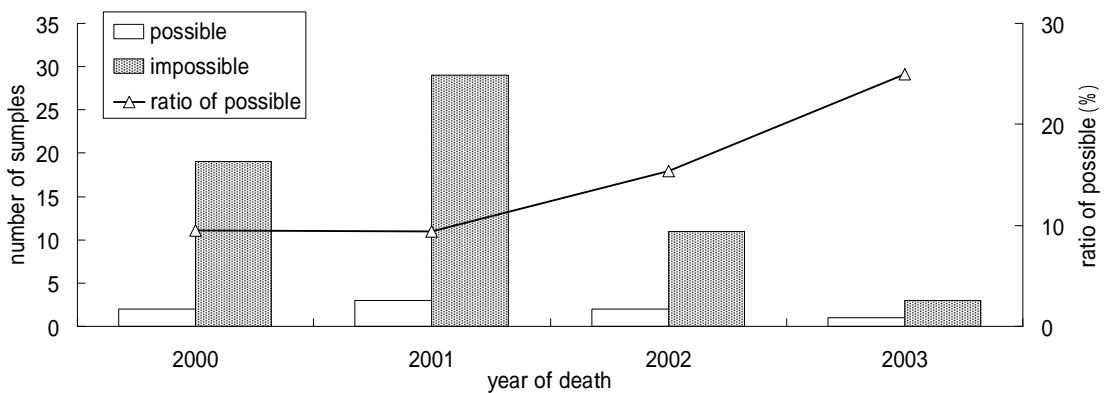


Fig 3. Number of samples that the measurement of tree ring width was possible or impossible and ratio of possible samples