

# 近畿地方に成立するアカマツ林の年輪解析

竹 中 則 夫  
本 村 直 美<sup>1)</sup>

## Summary

### Annual-ring Analysis of *Pinus densiflora* Forests

#### Developed in the Kinki District

Norio Takenaka and Naomi Motomura

From 1984 to 1986, we conducted annual-ring analysis of canopy *Pinus densiflora* (P.d.) trees and shrubby coppicing *Rhododendron reticulatum* (R.r.), *Lyonia ovalifolia* var. *elliptica* (L.o.) and *Vaccinium oldhamii* (V.o.) in 192 forests developed in the Kinki district of Japan. The average age of each species was 43.2 years for P.d., 30.1 for R.r., 27.5 for L.o. and 18.3 for V.o., and the life-span of the shrubs was estimated to be 20–30 years for V.o. and 30–40 years for R.r. and L.o.

Based on their age structure, the 192 forests were classified into five types: 1–Simultaneous P.d. invasion/simultaneous shrubs coppicing type; 2–Simultaneous P.d. invasion/shrubs disturbed and coppicing type; 3–Simultaneous P.d. invasion/repeated shrubs coppicing type; 4–Sporadic P.d. invasion/shrubs disturbed and coppicing type; and 5–Sporadic P.d. invasion/repeated shrubs coppicing type.

Growth analysis of *Pinus densiflora* revealed that the habitat condition (slope or ridge) and temperature were external factors in stem growth, while age was an internal factor.

Based on the results of growth analysis, the five forest types mentioned above were explained as follows: Type 1 forest was artificially disturbed (clear cutting, etc.) in very recent years and developed by simultaneous invasion of P.d. (incl. planting) in the richest habitat. Type 2 forest developed in a rather rich habitat, and after simultaneous invasion of P.d. (incl. planting) and the lapse of a fairly long amount of time, the forest floor was artificially disturbed (underscrubbing, etc.) in recent years. Type 3 forest developed by simultaneous invasion of P.d. (incl. planting) in a rather poor habitat and was left as it was. Type 4 forest developed in a rather rich habitat but the forest floor was artificially disturbed (underscrubbing, etc.) in recent years. Type 5 forest developed in the poorest habitat and hasn't been artificially disturbed in recent years, therefore almost reaching an edaphic climax.

## はじめに

花粉分析の結果から、マツ属の花粉は稲作が早くから行なわれていた西日本では古い時代から高い出現率を示し、アカマツ林の成立には人類の森林破壊が密接にかかわっている（安田，1980）と言われている。近畿地方のアカマツ林は土地的極相として成立している一部の地域を除き、その多くは古くから人為的影響下に成立している代償植生としての二次林である。吉岡（1948, 1958）は現存アカマツ林を発達形態の違いからアカマツの種子発芽を起因として発達した自然的発達林分，半自然的発達林分，及びアカマツの植林を起因とする植林的林分に分類している。これらアカマツ林の内，半自然的発達林分と植林的林分は都市近郊地や集落周辺部に多く見られ，過去における人の利用や管理下に発達した里山として位置付けられてきた。

しかしながら，近年のプロパンガスの普及や建築資材の変革に伴う里山としての利用価値の減少から，アカマツ林の管理形態が大きく変化し，多くは放置された状態で存在している。このような長期間の放置の結果，照葉樹林への進行遷移も一部では認められ（奥田・中根，1988），放置状態との因果関係は定かではないが，松枯れの拡大に関係するとも言われている。

代償植生として成立しているアカマツ林は自然植生と比べて林分への人的影響の大きいことが特徴的である。また，現存するアカマツ林の発達過程には人的介入だけではなく，立地，アカマツの侵入方法等の違いも植生に反映していると考えられる。しかしながら，アカマツ林に関する研究で，特に人的介入に対する影響について個々の調査林分ごとに解明し，検討された報告は極めて少ない。

そこで本研究では，兵庫県を中心として近畿地方に成立しているアカマツ林の主要構成種の年輪解析の結果を基に，樹齢からは過去の人影響について，成長量からはこれらアカマツ林の立地について検討した。検討の結果，個々の調査林分に内在する人的影響と立地について凡そ明らかにされたので報告する。

なお，現地調査では1984～1986年度竹中研究室に在籍の諸姉に協力を頂き，また，解析を行なうにあたり，神戸海洋気象台からは貴重な資料の提供を頂いた。ここに併せて深謝する。

## 調査地の概況

調査林分は Fig.1 に示された兵庫県を中心とする近畿地方のアカマツ林から選定された。調査は192林分で行なわれ，これらの多くは都市や集落の周辺部に成立し，近年まで人為的影響を比較的強く受けつつ発達してきた。また，これら192林分は気候的には暖温帯域に，植物社会学的にはヤブツバキクラス域に成立している。調査林分の気候は気象庁観測技術資料第36号（気象庁：1972）から各林分の最寄りの観測所を選定し，観測所の資料から気温については海拔更正（ $-0.6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ）を行ない，年降水量については最寄りの観測所の資料を調査林分の年降水量と見なして求められた。これらの結果，192林分は暖かさの指数（吉良：1945）で約 $93.8\sim 120.9^{\circ}\text{C}$

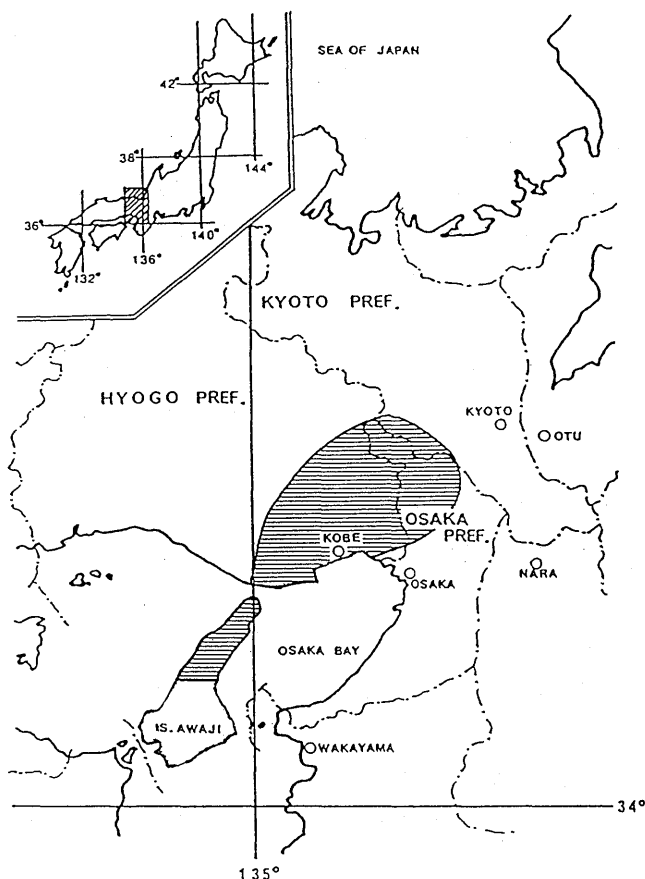


Fig. 1 Map showing the area studied in the Kinki district

・month, 年降水量約1350~1700mm の範囲にあった。調査林分の地質は中世代白亜紀の貫入生成による花崗岩地帯, 先第三紀に属する流紋岩地帯, 新生界に属し, 礫岩, 砂岩, 頁岩からなる神戸層群地帯であった。

## 研究方法

### 1. 現地調査

現地調査は1984~1986年に, 近畿地方に成立し, マツ枯れがほとんど見られないアカマツ林192林分について行なわれた。調査は Braun-Blanquet (1964) 法による植生調査と並行して, 年輪調査のための資料採取が行なわれ, 年輪調査のための資料採取は Table 1 に示されているように, 高木と低木について行なわれた。高木は林冠木を形成しているアカマツの根元部, 地上高約30cm の部位を南北方向に, 各林分2~3 本ずつ成長錐を用いてサンプルを抜取った。低木における年輪調査は, 複数の萌芽が見られるコバノミツバツツジ, ネジキ, ナツハゼについて行なわれ, 可能な限り1 林分当り各種3 株以上について, 各株毎に基部の最大直径を示す

Table 1 Data sampling method for annual-ring analysis

Species	Number of sampled trees and shrubs per stand	Selection standard	Sampling method
<i>Pinus densiflora</i>	2 or 3	Canopy tree	Using an increment borer at a height of about 30 cm above the ground
<i>Rhododendron reticulatum</i>	3 or more	Coppicing shrub	Cutting out a disk from the base of stem of max. diameter in each shrub
<i>Lyonia ovalifolia</i> var. <i>elliptica</i>	3 or more	Coppicing shrub	Same as above.
<i>Vaccinium oldhamii</i>	2 or more	Coppicing shrub	Same as above.

Number of stands: 192

萌芽の基部断面を採取した。これらの資料は研究室に持ち帰り解析を行なった。また、アカマツの抜き取り採取部の幹周についても現地にて測定した。

## 2. 室内作業

### a. 樹齢解析

アカマツ及びコバノミツバツツジ、ネジキ、ナツハゼの樹齢は、各サンプルについて、年輪の中心部を2年とし、外周方向に表皮を除く最外年輪まで年輪数を加算して求められた。尚、アカマツの樹齢に関しては、地上高約30cmの位置で資料採取されたために、若干の誤差が生じていると考えられる。

### b. 成長量解析

アカマツの成長量の測定は、採取サンプル535本の内、欠損サンプルを除く測定可能な473本のアカマツについて行なわれ、同一暦年間（1976年～1980年）での成長量について求められた。また、473本の内、花崗岩地帯に成立している林分のアカマツ202本については1986年度の年輪から幹の中心方向へ5年間隔に成長量の測定を行なった。これら成長量の測定はノギスを用いて行なわれた。

## 結果及び考察

### 1. 樹齢解析

樹齢解析はTable 2に示したように、アカマツ535本、コバノミツバツツジ543本、ネジキ339本、ナツハゼ200本について行なった。各種の平均樹齢を資料採取地の地質別に区分された地域毎に見ると、アカマツの平均樹齢は花崗岩地帯で34.0 (SD=13.5) 齢、流紋岩地帯で50.4 (SD

Table 2 Number of trees and shrubs sampled for tree-age analysis and average ages

Parent rock	<i>Pinus densiflora</i>		<i>Rhododendron reticulatum</i>		<i>Lyonia ovalifolia</i> var. <i>elliptica</i>		<i>Vaccinium oldhamii</i>	
	Sample number	Average age	Sample number	Average age	Sample number	Average age	Sample number	Average age
Granite	217	34.0 (SD=13.5)	186	29.7 (SD=12.6)	156	26.9 (SD=11.7)	70	16.6 (SD=6.3)
Rhyolite	147	50.4 (SD=22.4)	184	32.0 (SD=13.0)	77	29.4 (SD=12.1)	41	19.0 (SD=8.4)
Kobe strata	171	44.8 (SD=22.9)	173	29.2 (SD=12.6)	106	27.2 (SD=10.9)	89	18.8 (SD=7.1)
Total	535		543		339		200	
Average		43.2 (SD=20.7)		30.1 (SD=12.8)		27.5 (SD=7.2)		18.3 (SD=7.2)

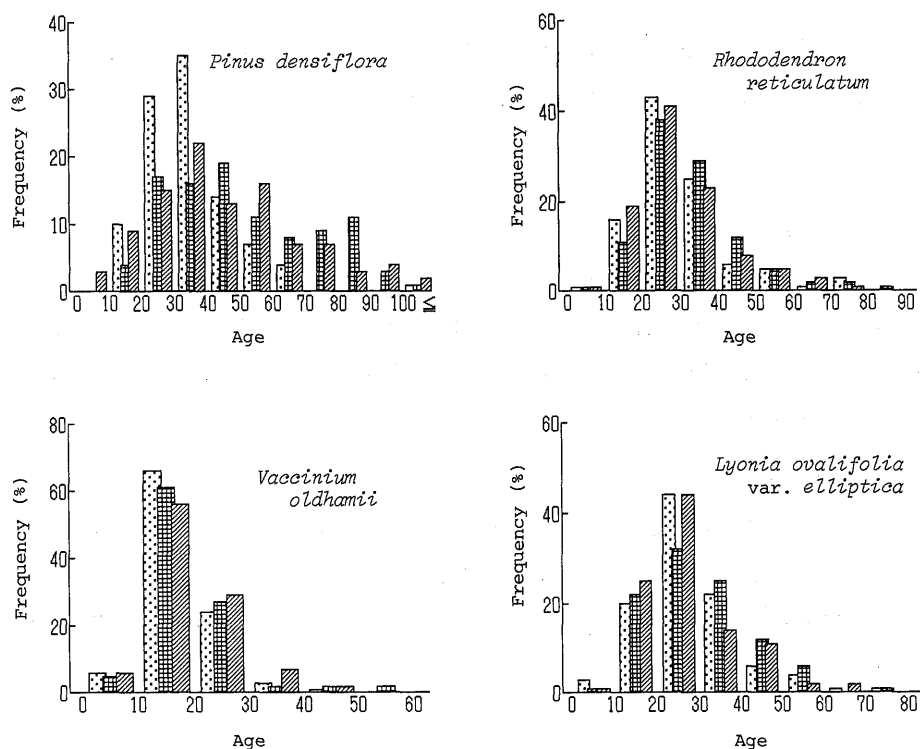


Fig. 2 Frequency distribution of tree/shrub ages by parent rock.

Dotted bars indicate granite, meshed bars indicate rhyolite and shaded bars indicate Kobe strata.

=22.4) 齡, 神戸層群地帯で44.8 (SD=22.9) 齡で, 流紋岩地帯の林分から採取されたアカマツの平均樹齡が最も高く, 花崗岩地帯のアカマツが最も若齡であった。しかし, コバノミツバツツジ, ネジキ, ナツハゼの平均樹齡に関しては地質別に区分された地域間では大差が見られ

なかった。一方、各種の樹齢を全体の平均でみると、アカマツが43.2 (SD=20.7) 齢と最も高齢で、ナツハゼが18.3 (SD=7.2) 齢と最も若齢であった。また、コバノミツバツツジの樹齢は30.1 (SD=12.8) 齢、ネジキの樹齢は27.5 (SD=11.6) 齢と、その差は2.7齢と僅差であった。

上記4種の樹齢階別分布について示したのがFig.2で、アカマツは花崗岩地帯や神戸層群地帯では30-40齢階で最多頻度を示したのに対し、流紋岩地帯では40-50齢階で最多頻度を示した。コバノミツバツツジ、ネジキは20-30齢階で、ナツハゼは10-20齢階で最多頻度を示し、立地の地質的差異による違いは見られなかった。

以上の結果から、アカマツの樹齢分布に限り立地の地質的差異による違いが見られたことと、萌芽性のコバノミツバツツジ、ネジキ、ナツハゼのうちナツハゼに限り若齢であることが解った。前者の理由として、土壤生成母岩(地質)の違いがアカマツ林の発達に影響を与え(高橋他,1985)、特にアカマツ林の発達の違いがアカマツ林の伐採周期等に違いを生じさせたことによると考えられる。一方、後者の場合、萌芽性のコバノミツバツツジ、ネジキ、ナツハゼはアカマツ林ではいずれも低木層を形成する主要木であり、下刈り等人為的行為に対しては同等の影響を受けると考えられることやナツハゼの樹齢分布を見ると、コバノミツバツツジやネジキでの最多頻度を示す30-40齢階、またはそれ以上の齢階での出現頻度が極めて低い(Fig.2)ことから、ナツハゼのみが若齢であったのは、多くの場合、萌芽性ナツハゼの寿命が20~30年であることによると考えられる。

## 2. 樹齢構成から見たアカマツ林の発達形態

現存アカマツ林を発達過程から見ると、吉岡(1948)の指摘のようにアカマツの種子発芽を起因とした林分と植林を起因とした林分に大別されることが明らかであろう。しかし、現存アカマツ林を相観的にこれら両者に区分することは極めて困難である。従って、本論では林冠を形成しているアカマツの樹齢構成と、低木層を形成し平均樹齢や樹齢の分布頻度がよく似ている萌芽性のコバノミツバツツジとネジキの樹齢構成から、アカマツ林の分類を試みた。調査林分ごとに、採取されたアカマツの最高樹齢と最低樹齢の差、採取されたコバノミツバツツジとネジキを併せての最高樹齢と最低樹齢の差、アカマツの平均樹齢とコバノミツバツツジとネジキを併せての平均樹齢との差を求めて、以下の基準に基づき調査林分を分類した(Fig.3)。

各調査林分毎に、採取されたアカマツの最高樹齢と最低樹齢の差が採取方法や樹齢測定の影響も認めて10年未満の林分は、現存のアカマツがほぼ一斉に侵入し(植林も含む)、発達した林分(一斉侵入型)と考えられ、樹齢差10年以上の林分はアカマツが時間をかけて随時侵入し発達した林分(随時侵入型)と考えられる。一方、コバノミツバツツジとネジキの樹齢構成はアカマツ林林床部への過去の人為的影響(下刈り等)の有無やその時期を反映していると考えられ、コバノミツバツツジとネジキを併せての最高樹齢と最低樹齢の差が10年未満の林分つまり林床部低木の樹齢がほぼ均一な林分は一斉攪乱(皆伐、下刈り等)後、現在再生中の林分(一斉攪乱再生型)であると考えられ、樹齢差が10年以上認められる林分の林床低木は萌芽の枯死再生を含む複数回におよぶ再生期にあると推定されることから、比較的長期間放置されている

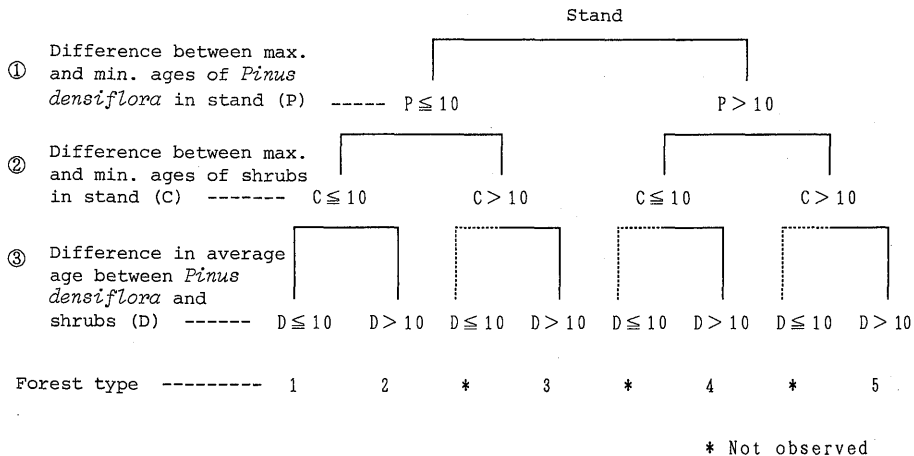


Fig. 3 Classification of *Pinus densiflora* forests into five types based on age difference.

- ① : Invasion type of *Pinus densiflora*  
 ( $P \leq 10$ : Simultaneous invasion,  $P > 10$ : Sporadic invasion)
- ② : Growth condition of shrubs, i. e., *Rhododendron reticulatum* and *Lyonia ovalifolia* var. *elliptica*  
 ( $C \leq 10$ : Disturbed and coppicing,  $C > 10$ : Repeated coppicing)
- ③ : Forest floor condition after invasion of *Pinus densiflora*  
 (At  $C \leq 10$ ,  $D \leq 10$ : Simultaneous coppicing,  $D > 10$ : Disturbed and coppicing)

Forest type:

- 1-Simultaneous P. d. invasion and simultaneous shrubs coppicing type  
 2-Simultaneous P. d. invasion, shrubs disturbed and coppicing type  
 3-Simultaneous P. d. invasion and repeated shrubs coppicing type  
 4-Sporadic P. d. invasion, shrubs disturbed and coppicing type  
 5-Sporadic P. d. invasion and repeated shrubs coppicing type  
 P. d.: *Pinus densiflora*

林分（複数回再生型）と考えられる。上記アカマツの樹齢差から求められた2つの基準とコバノミツバツツジとネジキ併せての樹齢差から求められた2つ基準との組合せから、調査林分は4つのタイプに分類される。しかし、一斉攪乱再生型の林分、即ち、コバノミツバツツジとネジキ併せての樹齢差が10年未満の林分に関しては、コバノミツバツツジやネジキがアカマツ林の皆伐等による攪乱後そのまま放置された状態の再生期にあるか、アカマツ林の成立後、後に下刈り等時期を同じくした攪乱を受けその後の再生期にあるかは特定できない。従って、皆伐等の後アカマツが一斉侵入し、アカマツの侵入前またはその後一斉攪乱され、現在再生中の林分に関しては、アカマツの平均樹齢とコバノミツバツツジとネジキ併せての平均樹齢との差から、さらに二分した。つまり、アカマツの平均樹齢とコバノミツバツツジとネジキ併せての平均樹齢との差が10年未満の林分をアカマツの一斉侵入後林床部も放置され、アカマツとほぼ同樹齢で低木が再生中の林分（同時再生型）、平均樹齢の差が10年以上の林分をアカマツの一斉侵入後下刈り等の一斉攪乱を受けた林分（攪乱後再生型）とした。

以上の結果から、調査林分は1. 一斉侵入－同時再生型、2. 一斉侵入－攪乱後再生型、3. 一斉侵入－複数回再生型、4. 随時侵入－攪乱後再生型、5. 随時侵入－複数回再生型の5タイプに分類された。

Table 3 には、上記5タイプのアカマツ林に属する調査林分数と各樹林タイプに属する調査



Table 3 Number of stands forest type and by parent rock, and average age of sampled trees and shrubs

Forest type	1	2	3	4	5
Number of stands					
Parent rock Granite	42 (56.8)	6 ( 8.1)	6 ( 8.1)	12 (16.2)	8 (10.8)
Rhyolite	17 (27.9)	8 (13.1)	10 (16.4)	10 (16.4)	16 (26.2)
Kobe strata	25 (43.9)	2 ( 3.5)	10 (17.5)	5 ( 8.8)	15 (26.3)
Total	84 (43.8%)	16 ( 8.3%)	26 (13.5%)	27 (14.1%)	39 (20.3%)
Average age (years)					
<i>Pinus densiflora</i>	30.6	49.8	54.3	47.1	57.6
<i>Rhododendron reticulatum</i>	29.8	27.5	29.2	27.9	32.5
<i>Lyonia ovalifolia</i> var. <i>elliptica</i>	25.2	21.4	30.9	29.0	32.7
<i>Vaccinium oldhamii</i>	17.7	21.7	17.3	16.8	19.3

林分から採取されたアカマツ、コバノミツバツツジ、ネジキ、ナツハゼの平均樹齢について示した。全調査林分のうちタイプ-1の林分が最も多く（43.8%）、次いでタイプ-2（20.3%）で、これら両者で全調査林分の約3分の2を占めていた。

これら5タイプのアカマツ林での上記4種の平均樹齢について見ると、タイプ-1の林分でのアカマツの樹齢が他タイプの林分のアカマツの樹齢と比べて際立って若齢（30.6齢）であることと、タイプ-5の林分ではいずれの種も僅かではあるが最高齢を示していることが解った。

また、タイプ-3とタイプ-5は複数回再生型の林分であり、林床部の放置期間が最も長い林分であると考えられるにもかかわらず、ここでのコバノミツバツツジとネジキの平均樹齢はいずれも約30齢前後にあった。これは萌芽性コバノミツバツツジとネジキの寿命を暗示し、Fig.2の樹齢階分布からも40-50齢階でかなり減少していることから、これら両種の萌芽の寿命は平均で30~40年と考えられ、両種は多くの場合30~40年周期に萌芽更新を行なっていると推定される。

### 3. アカマツの成長量解析

#### a. 同一暦年間での成長量

気候的影響を排除し、林分ごとのアカマツの成長量を比較するために、192林分のうち、成長量測定が可能な176林分の473本のアカマツについて、同一暦年間当たりの成長量解析を行なった。各アカマツについて1976年時の樹齢と1976~1980年の5年間の成長量が求められた。サンプリングされたアカマツの年輪の中心は多くは北側に片寄り、成長量の測定は年輪の中心より北側で行なう場合と南側で行なう場合とでは極めて大きな誤差が生じる。そこで、1976~1980年間の成長量は、これらの誤差を極力排除するために、1976~1980年間の実測成長量を年輪の中心から表皮までの距離に対する比率として求め、これをサンプリング部の幹周を円と見なし求められた直径に乗ずることによって直径的相対成長量（以降直径的成長量）として求めら

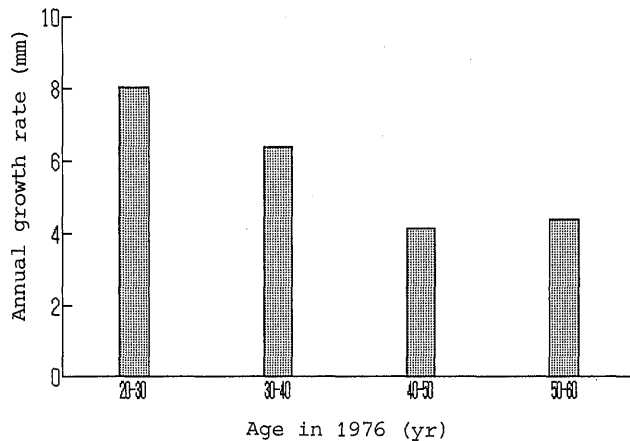


Fig. 4 Annual growth rate of *Pinus densiflora* by age group. Growth rates are values proportionally divided on diameter basis. Calculations were based on the data for 473 measurable samples in 176 stands. Each bar represents the mean for the same calendar years (five years from 1976 to 1980).

れた。これら直径的（年平均）成長量と1976年時の樹齢との関係について示したのは Fig.4 である。Fig.4 から1976年～1980年間の直径的成長量は若齢木で大きく、老齢木で小さくなる傾向が認められた。

#### b. アカマツの成長要因

土壌母材の影響をできる限り排除するために、花崗岩地帯に成立しているアカマツ林70林分を選定し、林冠木を形成しているアカマツ202本について5年間隔で成長量解析を行なった。成長量は前項と同様に直径的成長量として求められた。これらアカマツの5年間隔での直径的成長量は常に一定ではなく、5年間ごとに変動が認められ、何等かの要因がアカマツの成長に影響を及ぼしていると推定される。これらの要因を明らかにするために、外的要因として立地（気候及び地形）、内的要因としてアカマツの樹齢を挙げ以下に検討する。

##### ① 外的要因

外的要因の1つとして挙げられた気候については温度と降水量に限定して検討する。アカマツの5年間当りの年平均直径的成長量と同じ生育暦年代に当る（5年間）の年平均気温及び年平均降水量との関係について示したのが Fig.5, Fig.6 である。ここで用いられたアカマツの資料は成長量に対する樹齢の影響、地質的影響をできるだけ排除するために花崗岩地帯に生育する最も資料数の多い樹齢30～40歳のアカマツ77本に限定した。Fig.5 からアカマツの直径比に対する5年間当りの年平均成長量の変動は5年間当りの年平均気温の変動と似た変動を示しているのに対し、Fig.6 から5年間当りの年平均降水量の変動とはほとんど無関係であった。これらのことからアカマツの直径的年成長量に及ぼす外的要因として温度要因が挙げられる。なお、これら気候の資料は神戸海洋気象台から提供された。

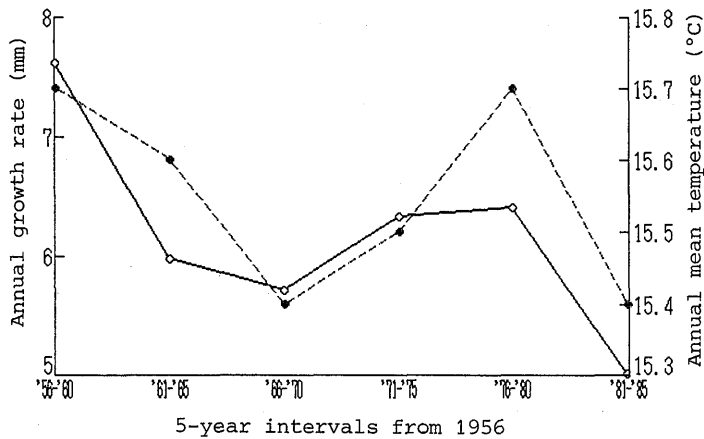


Fig. 5 Temperature curve and growth curve of *Pinus densiflora*. Growth rates are values proportionally divided on diameter basis. Calculations were based on the data for 77 trees, 30-40 years old, in the granite belt, selected to eliminate the influence of age or parent rock. Each curve represents the mean for five years. The broken line with solid circles is the temperature curve and the solid line with open circles is the growth curve.

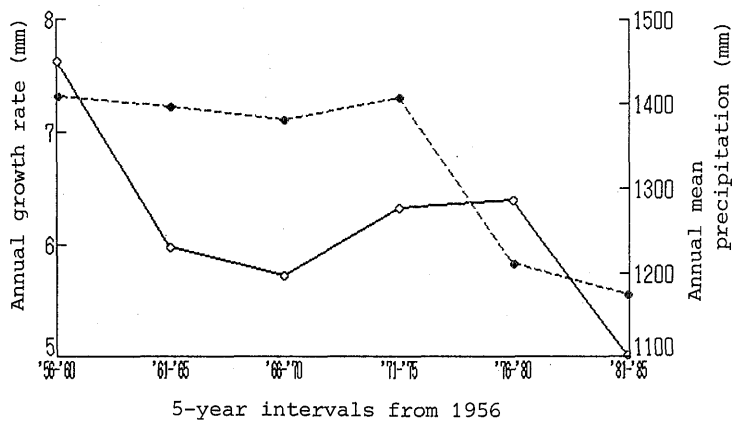


Fig. 6 Precipitation curve and growth curve of *Pinus densiflora*. Growth rates are the same values as in Fig. 5. Calculations were based on the data for 77 trees, 30-40 years old, in the granite belt. Each curve represents the mean for five years. The broken line with solid circles is the precipitation curve and the solid line with open circles is the growth curve.

一方、外的要因の1つである地形的要因に関しては、地形的尾根部と斜面部に生育するアカマツについて検討する。ここで用いられたアカマツも上記と同様の条件に生育する30~40年生

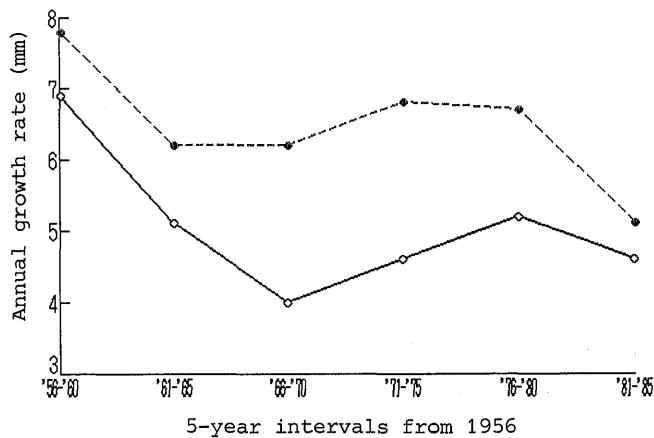


Fig. 7 Growth curves of *Pinus densiflora* in ridge stands and in slope stands. Growth rates are values proportionally divided on diameter basis. Calculations were based on the data for 77 trees, 30–40 years old, in the granite belt; 17 in ridge stands and 60 in slope stands. Each curve represents the mean for five years. The broken line with solid circles is the growth curve of trees in slope stands and the solid line with open circles is that of trees in ridge stands.

のアカマツが用いられた。これら77本のアカマツは、17本が尾根部に成立しているアカマツ林から、60本が斜面部に成立しているアカマツ林から得られた資料である。これら両者の成長量について、5年間当り年平均直径的成長量の変動として示したのが Fig.7 である。Fig.7 から尾根部に生育するアカマツと斜面部に生育するアカマツの間には相対的に成長量の違いが認められ、斜面部に生育するアカマツの方が尾根部に生育するアカマツに比べて明らかに高い年平均成長量を示した。ここでの地形的差異は、間接的ではあるが、土壤の発達状態等土地的な立地の差異を示していると考えられる。また、これら両者の年平均成長量の変動は Fig.5 と同様に、年平均気温の変動と極めて似た変動を示した。

以上のことから、アカマツの直径的成長量に及ぼす外的要因として、相対的成長量に関しては地形（土地）的要因が、年毎の成長量の変動に関しては気温要因が挙げられる。

## ② 内的要因

内的要因として挙げられたアカマツの樹齢と成長量との関係について、花崗岩地帯のアカマツ林から採取されたアカマツ202本の内、根元周の大きさに上位2樹及び下位2樹のアカマツの成長量を比較して検討する。根元周の大きさ上位2樹及び下位2樹のアカマツの年平均直径的成長量と樹齢との関係について、1936年から1985年までの5年間隔における年平均直径的成長量として示したのが Fig.8 である。Fig.8 から、根元周の大きさ上位2樹は下位2樹と比べて相対的に年平均成長量が大きく、年平均成長量が多いアカマツほど、高齢になるにつれ年平均

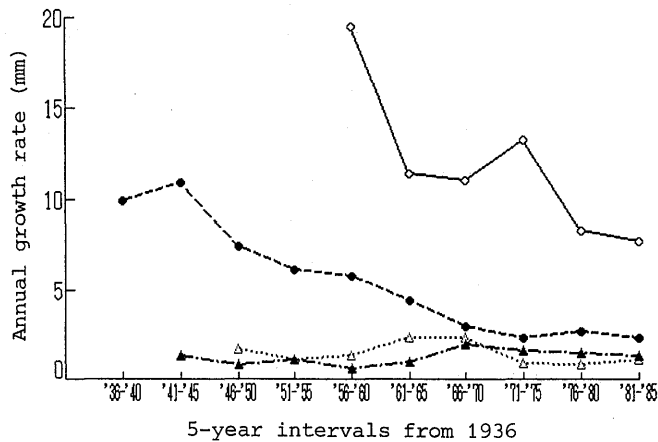


Fig. 8 Growth curves of *Pinus densiflora*. Growth rates are values proportionally divided on diameter basis. Calculations were based on the data for the two trees with the maximum and next largest stem-base circumference, 1200 mm (open circle) and 1145 mm (solid circle), and the two trees with the minimum and next smallest stem-base circumference, 190 mm (solid triangle) and 195 mm (open triangle) at about 30 cm above the ground, among 202 trees in the granite belt. Each curve represents the mean for five years.

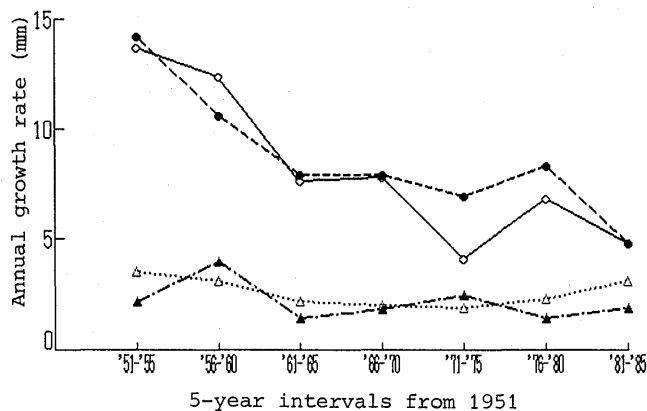


Fig. 9 Growth curves of *Pinus densiflora*. Growth rates are values proportionally divided on diameter basis. Calculations were based on the data for the two trees with the maximum (open circle) and next largest (solid circle) stem-base circumference, and the two trees with the minimum (solid triangle) and next smallest (open triangle) stem-base circumference at about 30 cm above the ground, among 10 trees, 38 and 39 years old, in 1986 in the granite belt, which were most frequently sampled. Each curve represents the mean for five years.

均成長量が減少する傾向が見られた。なお、根元周の大きさ1200mmの第1位のアカマツは32歳、第2位の1145mmのアカマツは58歳、最小周190mmのアカマツは48歳、下位第2位の195mmのアカマツは45歳であった。一方、成長量に及ぼす樹齡的影響を排除するために、近樹齡にあり、最もサンプル頻度の高い1986年時38、39歳のアカマツを選定し、これらのうち根元周の大きさ上位2樹、下位2樹について5年間当たりの年平均成長量の継年変動を見たのがFig. 9である。Fig. 9からも、Fig. 8の結果と同様に相対的に根元の周的成長量が多いアカマツほど若齡時(15歳以下)に最大成長量を示し、高齡になるにつれて年平均成長量が減少する傾向が見られた。これは林分の樹高や林冠被覆量の増加により、6~13年で最大成長量に達し、以降漸減すると指摘している品田(1984)の結果と一致した。

#### 4. 樹林タイプ別アカマツの成長量

上記樹齡解析による樹林タイプ別に、アカマツの成長量を比較するために、アカマツのサンプル採取時に測定された地上30cm部での幹周を基に得られた直径( $D_{30}$ )と樹高(H)から $D_{30}^2H$ を求めた。アカマツ1本当りの $D_{30}^2H$ 、 $D_{30}^2H$ による年成長量( $D_{30}^2H/yr$ )について、樹林タイプ別に平均値で示したのがTable 4である。アカマツの $D_{30}^2H$ について見ると、樹林タイプ-2の林分で値が最も高く、大差が見られないタイプ-1, 3, 4, 5林分における値の約1.5倍の値を示した。一方、 $D_{30}^2H$ に対する年平均成長量はタイプ-1, 2, 4の林分で比較的に大きい値を示し、タイプ-3, 5で小さくなっていた。タイプ-1の林分でのアカマツの平均樹齡は30.6歳、タイプ-2で49.8歳、タイプ-3で54.3歳、タイプ-4で47.1歳、タイプ-5で57.6歳(Table 4)と、若齡の樹林タイプの林分ほど年平均成長量が大きくなる傾向が認められた。これは幹周に対する成長量(林, 1943; 品田, 1984)や樹高に対する成長量(林, 1943)で、若齡期に大きく、老齡期に減少する傾向があるとする結果と一致した。しかし、上記の結果からでは樹林タイプ毎の平均樹齡が異なり樹齡により成長量も異なることから樹林タイプ別に相対的成長量を比較することができない。そこで、花崗岩地帯のアカマツの測定結果(5年間隔に測定された成長量)から各アカマツの樹齡20~25歳時の年平均成長量を求め、樹林タイプ別に平均値で比較したのがFig. 10である。Fig. 10からタイプ-1, 2, 4の林分での年平均成長量はタイプ-3, 5の林分よりも大きいことが解った。たとえタイプ-1, 2, 4の林分での平均樹齡がタイプ-3, 5の林分の平均樹齡よりも若齡であるとしても、ほぼ同齡時における成長量の比較(Fig. 10)から、タイプ-1, タイプ-2, タイプ-4, タイプ-3, タイプ-5の順に相対的成長量が多いことが解った。

#### 5. 樹林タイプの概要

上記の結果から、アカマツの相対的成長量(Fig. 10)が大きいタイプ-1, 2, 4のアカマツ林は同時再生型や攪乱後再生型で、調査時から平均で約30年前(Table 2のコバノミツバツツジ、ネジキの平均樹齡)に皆伐(タイプ-1)や下刈り(タイプ-2, 4)等人的攪乱を受けた林分であり、アカマツの相対的成長量の小さいタイプ-3, 5のアカマツ林は複数回再生型の林分で比較的長期間人為的攪乱を受けていない林分であると考えられる。これらのことから相対的成長

Table 4 Annual growth ( $D_{30}^2H$ ) of *Pinus densiflora* by forest type.  
 $D_{30}$ : Diameter derived from the circumference of tree  
about 30 cm above the ground  
H : Average height of trees

Forest type	Average age (yr)	H (m)	$D_{30}$ (m)	$D_{30}^2H$ * (m <sup>3</sup> )	Annual growth *	
					H/yr (cm)	$D_{30}^2H$ /yr (cm <sup>3</sup> )
1	30.6	11.3	0.20	0.62	38.2	184
2	49.8	11.9	0.23	0.93	27.9	169
3	54.3	10.4	0.21	0.63	21.4	111
4	47.1	10.5	0.20	0.57	26.8	134
5	57.6	10.1	0.21	0.56	19.9	103

\* Mean value obtained from the calculations with individual trees.

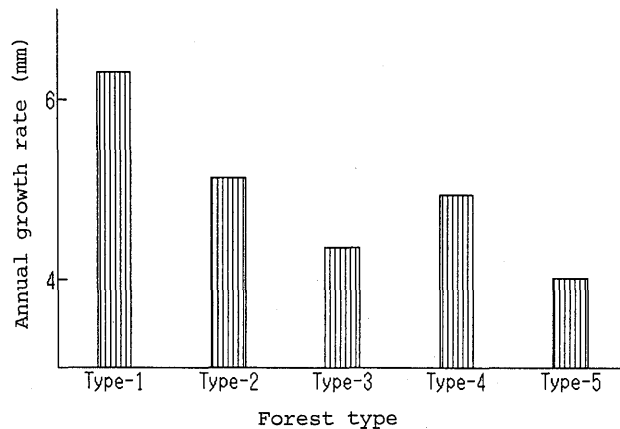


Fig. 10 Growth rate of *Pinus densiflora* over a period of 20 to 25 years old by forest types. Growth rates are values proportionally divided on diameter basis. Calculations were made with the data of 185 trees in the granite belt. Each bar represents the mean for five years.

量の大きい林分（タイプ-1, 2, 4）では人為的攪乱を受けた後、調査時までの経過時間が短く、相対的成長量の小さい林分（タイプ-3, 5）では前者に比べて人為的攪乱を受けた後の経過時間がより長いと考えられる。これらのことから、各樹林タイプについて土地的要因と人的要因を基に以下に概説する。

タイプ-1 : 最も土地的に良好な（アカマツの相対的成長量が多い）立地に成立し、最も近年皆伐等の人的攪乱を受けた後、アカマツの一斉侵入（植林も含む）によって成立した林分。

タイプ-2 : 比較的良好な（アカマツの相対的成長量が比較的大きい）立地に成立し、アカマツの一斉侵入（植林も含む）後、かなり長期間経過しているが、近年下刈り等林床部で人為的攪乱を受けた林分。

タイプ-3 : 比較的瘦悪な（アカマツの相対的成長量が少ない）立地にアカマツが一斉侵

入（植林も含む）し、その後放置状態にある林分。

タイプ-4 : 現在土地的にやや良好な（アカマツの相対的成長量がやや大きい）立地に成立しているが、近年下刈り等林床部で人的攪乱を受けた林分。

タイプ-5 : 最も土地的に痩悪な（アカマツの相対的成長量が小さい）立地に成立し、人的攪乱も近年受けていない土地的極相に近い状態にある林分。

以上のように、近畿地方に成立しているアカマツ林を土地的な立地要因と人的要因を基に、大きく5タイプに分類することができた。相観的には同じように見えるアカマツ林でも、それぞれの林分で異なった来歴を有している。多くのアカマツ林は代償植生であり、その二次性つまり人的影響の強弱やその手法の多様性が植生に影響を及ぼし、アカマツ林の植生学的研究をより困難にしてきた。本研究はまだまだ十分とは言えないが、アカマツ林を研究する上での若干の指針を得ることができた。今後、本研究や前著（竹中、1983,1992）を基にアカマツ林の遷移に関する研究を継続していきたい。

#### 註

- 1) 旧姓清原：1986年度卒

#### 摘要

1. 1984年から1986年にかけて、兵庫県を中心として近畿地方に成立するアカマツ林192林分のアカマツ、コバノミツバツツジ、ネジキ、ナツハゼの年輪解析を行なった。
2. 樹齢解析の結果、林冠を形成しているアカマツの平均樹齢は43.2歳、萌芽性のコバノミツバツツジ、ネジキ、ナツハゼは30.1歳、27.5歳、18.3歳であった。
3. 萌芽性ナツハゼの寿命は20～30年、萌芽性コバノミツバツツジ、ネジキの寿命は30～40年と推定された。
4. 林分ごとのアカマツの樹齢構成とコバノミツバツツジ、ネジキの樹齢構成から調査林分は1. 一斉侵入－同時再生型、2. 一斉侵入－攪乱後再生型、3. 一斉侵入－複数回再生型、4. 随時侵入－攪乱後再生型、5. 随時侵入－複数回再生型の5タイプに分類された。
5. 調査林分の43.8%はタイプ-1（一斉侵入－同時再生型）の林分であった。
6. アカマツの幹の成長量に及ぼす外的要因として、地形（土地）的要因と気温要因があげられ、内的要因として、樹齢的要因が認められた。
7. アカマツの相対的成長量は樹林タイプ-1, 2, 4の林分で大きく、樹林タイプ-3, 5の林分では小さかった。

#### 引用文献

- BRAUN-BLANQUET J. 1964. Pflanzensozio-logie. 3. Aufl. 865 pp., Wien.
- 林 泰治. 1943. 朝鮮に於けるアカマツ林施業上の諸問題. 赤松林施業法研究論文集, 365-389. 日本林学会, 東京.
- 吉良竜夫. 1949. 日本の森林帯, 林業解説シリーズ17. 36pp. 日本林業技術協会, 東京.
- 気象庁編. 1972. 気象庁観測技術資料第36号, 全国気温・降水量月別平年値表. 209pp. 気象庁, 東京.
- 奥田敏統・中根周歩. 1988. ランドサットMSSデータの植生解析への応用－福岡県北西部の例－. 日本生態学会誌, 38: 85-97.
- 品田 泰. 1984. アカマツ年輪の生態学的研究. 1. アカマツ年輪幅の時系列変動の検討. ヒコピア, 9:



155-163.

- 高橋竹彦・増田隆史・西川 清. 1985. 六甲山地再度山永久植生保存地における植物群落の遷移と土壌の理化学性との関係.「再度山永久植生保存地調査報告書」第3回, 9-60+2pp. 神戸市土木局公園緑地部, 神戸.
- 竹中則夫. 1983. 照葉樹林構成種群の分布要因の解析, VI-アカマツ林低木林から照葉樹林-. 神戸女学院大学論集, 30(1): 63-88+1pp.
- . 1992. 近畿地方におけるアカマツ林の遷移, I. 遷移的指標軸の設定とスタンドの位置付けについて. 神戸女学院大学論集, 39(2): 107-124+1pp.
- 吉岡邦二. 1948. 日本松林の群落型と発達について. 生態学研究, 11: 204-216.
- . 1958. 日本松林の生態学的研究. 198pp. 日本林業技術協会, 東京.
- 安田喜憲. 1980. 環境考古学事始 日本列島2万年. 270pp. 日本放送出版協会, 東京.

(原稿受理1994年9月9日)