

名勝に指定されている海岸クロマツ林におけるクロマツ大径木の樹齢と年輪成長

藤原道郎¹・岩崎寛²・大藪崇司¹・澤田佳宏¹

The relationship between tree ring widths and age of the large-sized Japanese black pine trees established on the coastal sand pine forest preserved as a scenic beauty

Michiro Fujihara¹, Yutaka Iwasaki², Takashi Oyabu¹ and Yoshihiro Sawada¹

Abstract: Growth condition in the past and age of alive large-sized pine trees were estimated from radial growth of trunks of dead and fallen Japanese black pine trees in a coastal pine forest preserved as a scenic beauty. Annual radial growth of pine trees younger than 80 years old ranged from 2.0 to 6.0mm. On the other hand annual radial growth of pine trees older than 95 years ranged from 1.4 to 2.2mm. Correlation between age and diameter was extremely high with older than 95 years of dead pine trees. The age of oldest trees was estimated to be 350 years old. The growth condition seems to have been severe from 1650s to 1900s.

1 はじめに

兵庫県南あわじ市に位置する慶野松原は、瀬戸内海国立公園に属するとともに国指定の名勝にもなっている海岸クロマツの景勝地である。大径木のクロマツは磯馴松（そなれまつ）と呼ばれ、直径は大きく、樹高、枝下高、葉群高がともに低いことが特徴であり、海岸マツ林の重要な要素となっている（浅見ほか, 2002）。しかし、1970年代からのマツ材線虫病などにより、大径木を含むマツの大量枯死が続き、裸地が目立つようになってきた。そこで地元関係団体や有志を中心にマツ苗木の植栽活動が続いてきたが、植栽密度が高かったため、形状比、枝下高、最下葉群高の高い個体が増加するとともに、植栽木による大径木のクロマツの被陰も生じてきた（西淡町教育委員会, 2001）。多くの海岸マツ林では、遷移の進行により組成や構造が変化しているものも多く見られるが（杉本・浅川, 1989; Taoda, 1988; 藤田・中田, 2001）、本調査地においては、地元住民の落ち葉掻きなどの林床管理により松原が維持されている（木下, 1984; 全国森林病虫獣害防除協会, 1998）。

名勝に指定された海岸マツ林はそれぞれの立地に長い年月をかけて適応した独特の樹形をしたクロマツに特徴付けられており（浅見ほか, 2002）、長期的視点に立ち適切に維持管理を行う手法が求められている（藤原・岩崎, 2006）。そのためには名勝を特徴付けるクロマツ大径木の樹齢や成長過程などの情報が必要である。これらの情報は年輪解析から得られることが多いが、伐倒による樹木円盤採取や成長錐によるコア採取といった物理的破壊をともなう資料採取は、現状変更行為であること、および対象が生存老齢木であることから実施し難い。一方、近年のマツ材線虫病により枯死した個体を対象として伐倒駆除が行われており（西淡町教育委員会, 2001; 南

あわじ市, 2006）、枯死クロマツの地際円盤の計測は可能である。

そこで、名勝としての海岸クロマツ林保全のための維持管理手法および適切な空間配置を提案するために、伐倒されたクロマツ個体の年輪解析を行うことにより、クロマツ個体の樹齢と平均年輪幅との関係、発芽年代と年輪幅との関係、生育位置と平均年輪幅との関係を求めるとともに現存木の樹齢推定を行った。

2 調査地

調査地は兵庫県淡路島の西南部に位置する慶野松原である。瀬戸内海播磨灘に面して北北東から南南西に伸びる海岸線に沿って2.5kmにわたり続く面積95haの松原である（図1）。胸高直径約60cm以上（最大260cm）のクロマツ大径木が120個体生残し、名勝を特徴付けている（藤原・岩崎, 2006）。調査対象は、南部の海岸線から内陸部までの幅約100m、海岸線からの距離約500mまでの約5haと枯死大径木が集中した80×80mの0.64haの部分とした（図2）。周囲は南北に走る県道と住宅地に囲まれており、孤立したマツ林となっている。最も近い気象観測データのある洲本での月平均気温、年間降水量はそれぞれ15.8度および1494mmで（兵庫県2002）、暖かさの指数は130.9℃・月となりヤブツバキクラス域に属する（山中, 1979）。冬季に北西の季節風が卓越する。



図1. 調査地

¹ 兵庫県立大学自然・環境科学研究所／兵庫県立淡路景観園芸学校 Institute of Natural & Environmental Sciences, University of Hyogo/Awaji Landscape Planning and Horticulture Academy, 954-2 Nojimatokiwa, Awaji, Hyogo 656-1726 Japan

² 千葉大学園芸学部緑地・環境学科環境植栽学講座 Department of Environmental Science & Landscape Architecture, Faculty of Horticulture, Chiba University, 648 Matsudo, Matsudo, Chiba 271-8510 Japan

3 調査方法

比較的新しいクロマツの切り株 24 個体(地際直径 8~95cm)を選定し、2004年3月から8月にかけて伐倒切株中心の位置、直径、年輪幅、年輪数の計測を行った。伐倒切株の高さは地上高約 20 cm であり、直径、年輪幅、年輪数の計測も地上高約 20cm の高さで行い、高さによる樹齢等の補正は行わなかった。試料に用いたクロマツの枯死年は同一ではないが、腐朽が進んでいないので過去 5 年程度の間には伐倒されたものと考えられた。ここでは長期間の個体の成長過程の解明と環境変化の推定を行うことを目的としたので、クロスデーティング等の補正は行わないこととした。位置の計測は、調査区内に設置された 40m 間隔の杭のうち最も近いものから切株の中心までの方位と距離をクリノメーターおよび巻尺で計測することにより行われた。それらの値から各個体の位置座標を求め、地図上に落とし位置を決定した(図 2)。汀線からの距離は地図上で計測し実距離を算出した。直径は樹皮を含むもの、樹皮を含まないものの両方について、最も長い直径とそれに直交する方向の直径を測定し、平均値をその個体の直径とした。成長速度は樹皮を含まない直径を年輪数で割ることから算出した。生残木の樹齢算出には樹皮を含んだ直径を用いた。地形の影響はほとんどなく、比較的同心円状に成長していたため、年輪幅の計測は一方とした。年輪幅の測定は円盤中心を通る直線のうち、平均直径に近似する長さで同心円状に成長している方向で行った。毎年の年輪幅をスチール製のメジャーを用いて 0.1mm 単位で計測した。

4 結果

4.1 樹齢と地際直径の関係

成長速度を調べるために樹齢と樹皮なしの地際直径の関係を図 3 に示した。相関は高かった($y=0.26x+13.58$; $r=0.92$) が、樹齢 30-40 年程度の若齢木で関係式より大きな値を示すものが多く見られた。胸高直径 60cm 以上の生残木の樹齢推定を行うために、樹齢 95 年生以上の個体の樹齢と樹皮含んだ

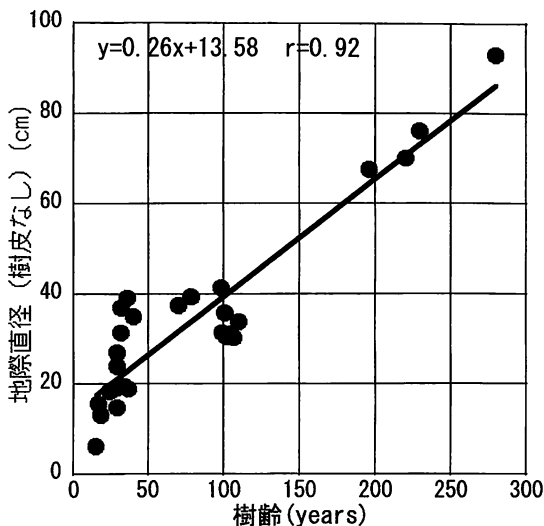


図 3. 樹齢と地際直径の関係。

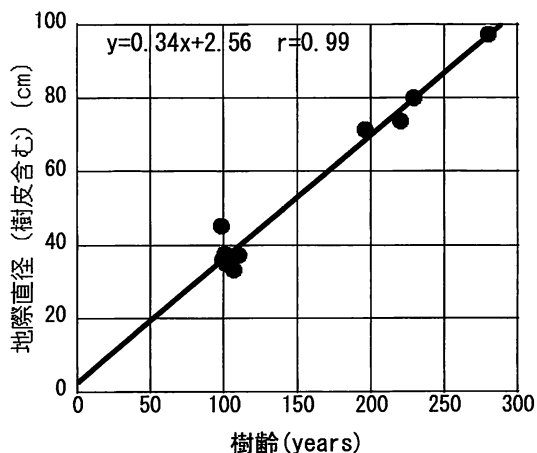


図 4. 95 年生以上の個体の樹齢と地際直径の関係。

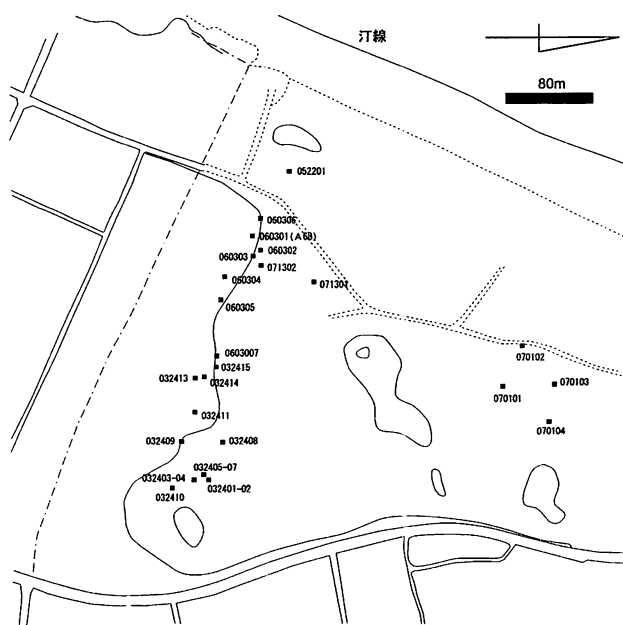


図 2. 調査対象木の位置。

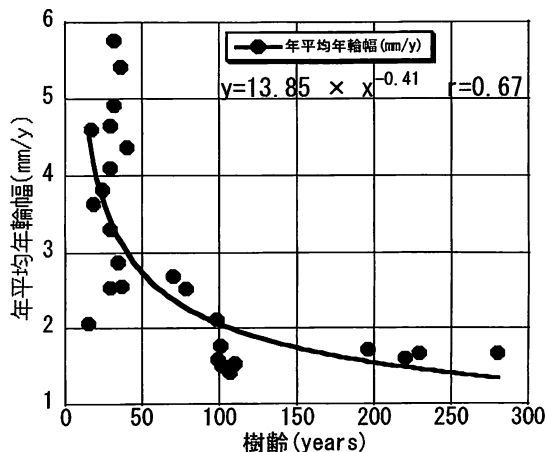


図 5. 樹齢と年平均年輪幅の関係。

地際直径との関係を図4に示した。相関はさらに高く $r=0.99$ となり、直径と樹齢の関係を示す一次式 ($y=0.34x+2.56$)が求められた。

4.2 樹齢と年輪幅との関係

樹齢と年平均年輪幅の関係を求めたところ $y = 13.85 \times x^{-0.41}$ ($r=0.67$) の関係式が得られたが、老齢木と若齢木とでの差が大きいものであった (図5)。95から280年生個体の年平均年輪幅は1.4から2.2mmと小さい値で一定であるのに対し、20から80年生個体では2.0から6.0mmと個体差が大きく、ほとんどの個体が老齢木よりも年平均年輪幅が大きく肥大成長速度は速いといえた。

4.3 発芽年代と年輪幅との関係

樹齢と発芽から10年ごとの年平均年輪幅との関係を図6に示した。100年生以上の老齢木は初期の10年間の成長速度も遅く、年平均年輪幅の変動は小さかった。それに対し、樹齢が若い個体ほど発芽後10年ごとの各年代の年輪幅が大きかった。発芽から後21から30年の10年間の年平均年輪幅が大きく、1から10年の10年間の年平均年輪幅が小さい値となっていた。

4.4 生残木の樹齢算出

図4の樹皮を含んだ地際直径と樹齢の関係の一次式を用いて胸高直径60cm以上(最大値250cm)の老齢の生残木(120個体)の樹齢推定を行った。算出された樹齢の頻度分布を図7に示した。170-180年生が45個体と最も多く、逆J字型に個体数は減少した。300年生以上の個体が3個体生残り、生残木の最高樹齢は約350年であると算出された。

4.5 個体位置と年輪幅との関係

クロマツ個体の生育立地と成長速度の関係として汀線からの距離とクロマツ個体の年平均年輪幅との関係を求めたが、全体での明確な関係は見出せなかった (図8)。しかし、樹齢が大きい個体に関しては汀線からの距離には関係なく年平均年輪幅1.4-2.2mmと低い値となっていた。

5 考察

95から280年生のクロマツの年平均年輪幅の個体間変異は小さかった。また、年輪幅の発芽から各10年間の年輪幅の変動も小さく、低い値で安定して成長していたと考えられた。直径と樹齢の相関も高く一次式で示された。そこで直径より推定された生残木の樹齢は精度が高いものと考えられた。それによると現在の慶野松原に生残しているクロマツ個体の最高樹齢は350年となり、1650年頃に定着した個体と算定された。1600年代の記述に松原の記載があるので(西淡町史, 1980)、当時より松原であった可能性が極めて高い。300年生以上の老齢木は3個体残存していた。しかし、慶野松原全体には本調査には含まれなかった大径木伐倒切り株も多く存在しており、マツ枯れ以前は老齢木が、多く存在していたと考えられる。

年輪成長は若齢木で大きく加齢と共に年輪幅が減少することが一般的である(品田, 1984)。しかし、本研究の結果では、若齢木の年平均年輪幅が大きいものに対し、老齢木の年平均年輪幅の変動は小さいことが示された。このことは老齢木では発芽初期の若齢期における成長が押さえられていたことによる考

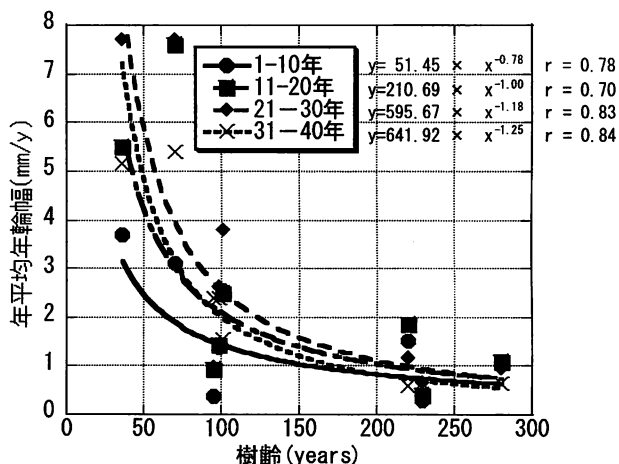


図6. 樹齢と発芽から10年ごとの年平均年輪幅の関係。

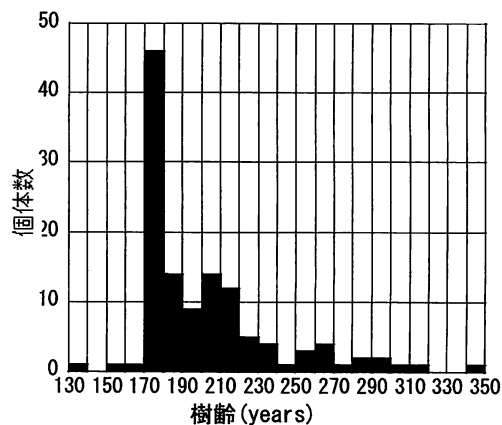


図7. 推定された樹齢頻度分布。

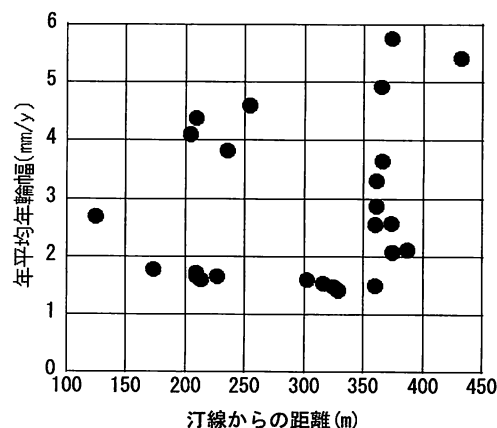


図8. 汀線からの距離と年輪幅の関係。

えられる。95年生以上のマツが定着した時期には、マツの個体数も少なく、風、砂の移動が激しく、マツの成長は制限されていたと考えられる。それに対し、80年ほど前から現在までは、マツの密度も高くなり、防風効果が大きく、風、砂の移動さらに乾燥の影響も少なくなったために、若齢期の成長速度が大きかったと推察された。比較的若齢期の年輪幅が大きかつ年変動が大きいことは、安定した立地になったためと考えられる。マツ枯れ後の植栽が盛んになったのは1970年代以降であり、1970年代以降に補植によるクロマツ密度の増大が、年々生じた可能性は高い。しかし、老齢木との年輪幅変動の違いは明瞭である。

汀線からの距離と年輪幅の関係は明瞭ではなかったが、95年生以上の個体に関する汀線からの距離に関係なく一定の値を示していた。これは比較的同じ環境が海岸線近くから内陸部まで続いていたことを示すと考えられる。また上述のように年輪幅は狭く一定であったことを考えると、海岸部から内陸部までクロマツの年輪成長が制限するような環境であったと考えられる。すなわちクロマツ疎林であり生育立地一様に強風や乾燥の影響があったのではなからうか。

年輪幅の変化から慶野松原の履歴を考えてみる。1650年代当時はクロマツの疎林であり、内陸部まで乾燥や風の影響が強く、成長が制限されていたと考えられる。それに対し1900年代クロマツ密度の増加により防風機能が増し、成長速度が増したものと考えられた。1970年代以降のマツ枯れにより、一旦はマツ個体が減少したもののその後の植栽により、個体密度が増加し、さらに砂の移動は押さえられ年輪成長の増大をもたらしたと考えられる。

海岸の名勝マツ林を代表するクロマツは樹高が低く、胸高直径が大きく下枝が低い個体である(藤原・岩崎, 2006)。伐倒されたクロマツ大径木も生存していた時には、同様の磯馴松と呼ばれるマツであった。そのような個体の年輪幅は狭く変動は小さいことが明らかになった。年輪成長が大きいことは樹木の活性に関する重要な指標の一つであるが、成長速度が小さい個体が名勝を特徴づけるクロマツになりうると考える。

マツ枯れ後に植栽された個体は苗木業者から購入したもので由来は明確でないが、慶野松原に生育していた個体ではない。樹形は通直であり、磯馴松と呼ばれるものとは大きく異なっている。今回の年輪資料木のうち30年生未満の若齢木に関してはこのような個体が含まれている可能性もあり、若齢木の年輪成長の早さは個体の性質の違いを反映している可能性もある。年輪成長パターンと個体の系統的性質に関しては今後の課題としたい。

6 謝辞

兵庫県西淡町(現南あわじ市)教育委員会阿萬野和夫氏、榎本暉重氏には慶野松原維持管理計画策定にあたり資料提供、地元住民代表との意見交換の設定、調査にあたっての準備など一方ならぬ御協力をいただきました。心から感謝いたします。

なお、本研究は兵庫県立淡路景観園芸学校個人研究ならびに東京情報大学学術フロンティア推進研究「東アジアにおける陸圏・水圏を統合した環境情報システムの研究」の成果の一部である。

引用文献

- [1]浅見佳世・赤松弘治・松村俊和・辻秀之・田村和也・服部保(2003):松原の植生景観の保全に与える管理の影響。ランドスケープ研究 66: 555-558.
- [2]藤原道郎・岩崎 寛(2006):名勝としての海岸マツ林を構成する個体の分布、サイズ構造および被陰状況。日本景観生態学会誌 10: 81-88.
- [3]藤田恵美・中田誠(2001):海岸砂丘地のクロマツ林における広葉樹の混交による立地環境の変化-新潟県下越地方における事例-。日本林学会誌 83: 84-92.
- [4]木下稔(1984):淡路島慶野松原のマツ保存対策。森林防疫 33: 66-70.
- [5]兵庫県企画管理部企画管理局統計課編(2002):兵庫県の統計書。382pp. 兵庫県企画管理部企画管理局統計課。
- [6]南あわじ市教育委員会(2006):名勝「慶野松原」整備事業報告書-。86pp. 南あわじ市教育委員会。
- [7]西淡町教育委員会(2001):2001年度策定名勝「慶野松原」-名勝「慶野松原」保存管理計画書-。48pp. 西淡町教育委員会事務局。
- [8]品田泰(1984):アカマツ年輪の生態学的研究 I.アカマツ年輪幅の時系列変動の検討。ヒコビア 9: 155-163
- [9]杉本和永・浅川澄彦(1989):マツクイムシ被害をうけた海岸クロマツ林の植生遷移について-三重県七里御浜国有林の事例-。玉川大学農学部研究報告 29: 88-101.
- [10]Taoda, H. (1988): Succession of *Pinus thunbergii* forest on coastal dunes, Hitotsuba Coast, Kyushu, Japan. *Hikobia* 10: 119-128.
- [11]山中二男(1979):日本の森林植生。219pp. 築地書館, 東京。
- [12]全国森林病虫獣害防除協会(1998):平成10年度森林病害虫等防除活動優良事例コンクールの発表。森林防疫 47: 193-194.

[受付 平成19年5月1日, 受理 平成19年6月23日]