

海岸クロマツ林におけるクロマツ大径木由来の実生の定着適地

藤原道郎¹・大藪崇司¹・澤田佳宏¹・岩崎寛²・山本聡¹

The suitable habitat for establishing of seedlings derived from old and large-sized Japanese black pine trees on the coastal sand pine forest

Michiro Fujihara¹, Takashi Oyabu¹, Yoshihiro Sawada¹, Yutaka Iwasaki² and Satoshi Yamamoto¹

Abstract: The suitable habitat for establishing of seedlings derived from old and large-sized Japanese black pine trees on the coastal pine forest was estimated. Germination rate of seeds of old and large-sized pine tree was high. It was considered that preserving seeds of old and large-sized pine trees and planting these seedlings would be effective in order to maintain pine forests which consisted of old and large-sized pine trees. Open habitat which were covered with sand was suitable for establishing low and thick pine seedlings, although the number of seedlings was low.

1 はじめに

海岸林は防風、防砂、防潮など様々な機能を有し海岸周辺の住民に必要な不可欠なものとなっている(田中, 1992; 河合, 1992). 代表的樹種であるクロマツ(*Pinus thunbergii* Perl.)は古くから植栽され, 多くは人為的な維持管理がなされている(たとえば小田, 1992). この海岸クロマツ林には共通の機能がある一方, 構成しているクロマツの樹形は各地で異なっていることも報告されている(浅見ら, 2003). 特に老齢個体はその地域の特徴を示すものであり, 地域性を維持するためには, その場に古くから生育している個体(地域個体)由来の稚樹の定着が必要であると考えられる. しかしそのような地域個体は老齢であるとともにマツザイセンチュウ病の蔓延により枯死が相次いでおり, 十分な種子の供給ができないことが考えられる. また林床の草地化や林分の広葉樹林化などにより, クロマツ個体群の天然更新が不十分である場合が多い(Taoda, 1988). その場合, 地域個体由来の苗木植栽も必要と考えられるが, 現存老齢木に種子生産能力があるのか, またその種子には発芽能力があるのか, どれくらいの発芽率があるかなど不明な点が多く, 現場に即したデータの蓄積が必要であると考えられる.

そこで, 地域特有の海岸クロマツ林維持のため, 地域個体由来の種子の発芽率および後継稚樹の生育適地の解明を試みた.

2 調査地

調査地の慶野松原は兵庫県淡路島の西南部に位置する海岸クロマツ林である(図1). 面積は95haで, 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にわたり続いている. 陸域側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. 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

マツの景勝地であり, 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で特徴づけられる(西淡町教育委員会, 2001). 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, これらが慶野松原の代表的クロマツ(図2)であるといえる(藤原・岩崎, 2006). 枯死個体の年輪解析をもとに推定された現存クロマツのうちの最高樹齢は350年であり, 年平均成長率は約1.8mmで若齢時から老齢時まで安定している(藤原ら, 2007).

多くの海岸クロマツ林と同様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く, 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, 最下葉群高の高い通直な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). 各地の海岸マツ林では, 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).



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・環境学科環境健康学領域 Department of Environmental Science & Landscape Architecture, Faculty of Horticulture, Chiba University, 648 Matsudo, Matsudo, Chiba 271-8510 Japan

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 $130.9^{\circ}\text{C}\cdot\text{月}$ 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.

調査地において実際にどのような立地が存在し、クロマツ実生が定着しているのかを確認するため、予備的調査として現地踏査により林床タイプの区分を行った. その結果、砂のみに覆われているタイプ、コケ層に覆われているタイプ、草本層に覆われているタイプに区分できた. そのうちクロマツ実生が定着している林床タイプは砂タイプとコケタイプであった. そこで砂タイプとコケタイプにおける種子発芽、実生定着の違いを明らかにすることとした.

3 調査方法

3.1 材料

本調査地を特徴付けている胸高直径が 60cm 以上で最下葉群高が枝下高より低い個体のうち球果の採取可能であったクロマツ大径木 (個体番号 A63) を材料採取対象木に選定した (図 3). 調査地に 40m 間隔で打ちこめられた杭 7E より N60W 方向 5.7m に位置し、個体サイズは樹高 9.0m, 胸高直径 68.0cm, 枝下高 3.3m, 最下葉群高 3.0m, 形状比 13.2 の個体であった.

2004 年 11 月に成熟し茶色になりかけているが鱗片は開いていない球果 11 個を、高枝切を用いて採取した. 常温で 5 ヶ月間乾燥させた後、2005 年 3 月に球果の長さおよび重量の測定を行った. 各球果から種子を取り出し、種子数をカウントした. 翼を取り外し、種子の重量、翼の重量を計測した. 播種実験には採取できた種子のうちサイズが大きく充実した種子 120 個を用いた.

3.2 現地の立地環境調査

クロマツ実生定着と土壌の関係を明らかにするため表層近くの土壌の確認を行った. 表層が砂で覆われている立地において深さ約 20cm の土壌断面を取り、各層の深さを記録するとともに目視および触診で水分状態を確認した.

また、土壌水分の状況を明らかにするため、汀線から 50cm (PlotA), 100m (PlotB), 200m (PlotC), 300m (PlotD), 400m (PlotE), 500m (PlotF) 地点の地表から 10cm, 20cm, 40cm の深さでの pF 値を pF メータで計測した (図 3). pF 値の計測は比較的天候が安定していた 2006 年 10 月 16 日および 23 日に行った.



図 2. 慶野松原を特徴づけるクロマツ大径木.

クロマツ実生定着地の光環境を明らかにするためクロマツ大径木の林冠外縁部と主幹近接部 (PlotG), および高密度植栽クロマツ林 (PlotH, 立木密度 $57/100\text{m}^2$, 平均胸高直径 10.9cm, 樹高 9.0m) のいずれもクロマツ稚樹に近接した林床において日射フィルム (オプトリーフ R-2D: 株式会社大成イーアンドエル) を晴天であった 2006 年 9 月 26 日 900 から 27 日 1350 まで設置し、積算日射量の計測を行った (図 3).

3.3 実験条件の設定

播種実験には直径 14cm, 深さ 17cm の硬質プラスチック製ポットを使用した. ポットの底にひゅうが底石を約 2cm の厚さに敷き、その上部約 12cm の厚さに砂を入れただけの砂区と砂の上に砂が見えなくなる程度に厚さ約 1cm のコケ層を敷いたコケ区の 2 種類を設定した. 日射量に関しては明区として寒冷紗なし, 中陰区として寒冷紗 1 枚, 暗区として寒冷紗 2 枚の実験区を作製し、日射量の異なる 3 種類を設定した. 基質 (2 種類) \times 日射量 (3 種類) の組み合わせを行い、砂・明区 (0S), 砂・中陰区 (1S), 砂・暗区 (2S), コケ・明区 (0M), コケ・中陰区 (1M), コケ・暗区 (2M) を設定し、それぞれ 2 反復のポット、計 12 ポットを温室内に配置し播種実験に用いた. 結果は各実験区ごとに播種した 20 個に対する値として示した.

3.4 実験区の環境測定

発芽実験の期間中、各実験区において最高最低温度計を用いて、最高気温、最低気温、観測時の気温を記録した. また、照度計 (ミノルタ T1) を用いて、日積算照度、観測時の照度を記録した. 温室外の直達光の得られる場所においても日積算照度、観測時の照度を記録した. 得られた照度および積算照度は屋外の値および温室内の寒冷紗なしの値との相対値を算出し、相対積算照度とした. 積算日射量に関しては日射フィルム (オプトリーフ R-2D: 株式会社大成イーアンドエル) を晴天であった 2006 年 9 月 26 日 900 から 27 日 1350 まで設置し計測を行った.

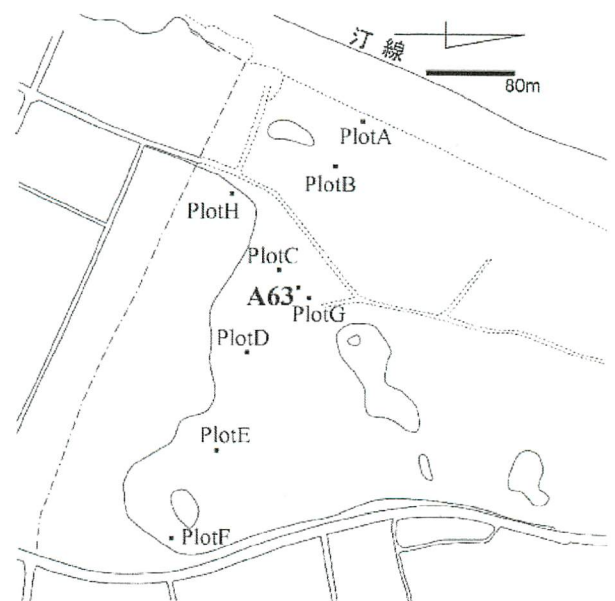


図 3. 球果採取木 (A63) および pF 値計測地点 (PlotA-F) および積算日射量計測地点 (PlotG, H).

3.5 播種

地域住民による育苗，植栽を目指すため，特殊な処理は行わず，水道水を用いて播種前に24時間浸水させた．2005年3月10日に各ポット10個ずつ均等に配置するように播種を行った．砂区においては，播種後，種子が見える程度に砂で表面を覆った．基質の表面が乾いた場合に，ポットの底から水が流れ出るまで灌水を行った．

3.5 発芽率および稚樹高の計測

発芽の有無，成長点（針葉の展葉前までは子葉の付け根部分）までの高さ，子葉先端部までの高さ，針葉先端部までの高さを記録した．測定間隔は基本的に2日ないし3日とした．稚樹高の変化が見られなくなった4月26日における，各実験区における播種数に対する発芽数を発芽率，発芽数に対する生残数を生残率として算出した．

4 結果

4.1 球果および種子サイズ

対象としたクロマツ個体から11個の球果を採取した．球果サイズは長さ 34.73 ± 3.61 mm（平均±標準偏差），最大42.00mm，最小29.00mmで，種子を含めた重量は 5.48 ± 1.33 g，最大8.03g，最小3.87gであった（表1）．種子は全体で354個採取でき，球果あたり 32.2 ± 11.3 個，最大50個，最小13個含まれていた．翼をはずした種子重量は 0.24 ± 0.09 gで，最大0.37，最小0.09gであった．

表1. 材料の球果および種子サイズ

	平均値	標準偏差	最大値	最小値
球果1個あたり				
長さ(mm)	34.73	3.61	42	29
幅(mm)	37.09	2.98	43	32
重量(g)	5.48	1.33	8.03	3.87
種子の個数(個)	32.18	11.25	50	13
種子1個あたり				
重量(翼付き)(g)	0.37	0.09	0.49	0.22
重量(翼なし)(g)	0.24	0.09	0.37	0.09

4.2 立地環境

砂で覆われた立地の土壌断面をみると表層から約20cmの深さまでに4層の土層が認められた（図4）．0-3cmまでが白色の乾燥した砂の層，3-5cmが黒色のやや湿った砂の層，5-12cmが黒色の湿った砂の層，12cm以深では黒色の湿った砂に茶色のシルトが混じった土壌層となっていた．3-5cmの層には乾いた砂と湿った砂がモザイク上になっている部分も見受けられた．クロマツの根系は5-20cmの範囲にみられた．

汀線から200m地点におけるpF値は地表から10cm，20cm，40cmのいずれの深さにおいても10月26日には1.7から2.0，10月28日には2.0から2.2と深さに関わらず一定であった（図5）．10月16日，28日ともに，各地点の20cm，40cmの深さにおけるpF値は共通していたのに対し，10cmの深さにおいては20cm，40cmとは異なる値を示した．

積算日射量は大径木林冠外縁部において 15.25 ± 3.13 MJ/m²，大径木の直下で 9.00 ± 0.27 MJ/m²，および高密度植栽クロマツ林下で 5.12 ± 1.16 MJ/m² となっていた（表2）．



図4. 土壌断面の一部

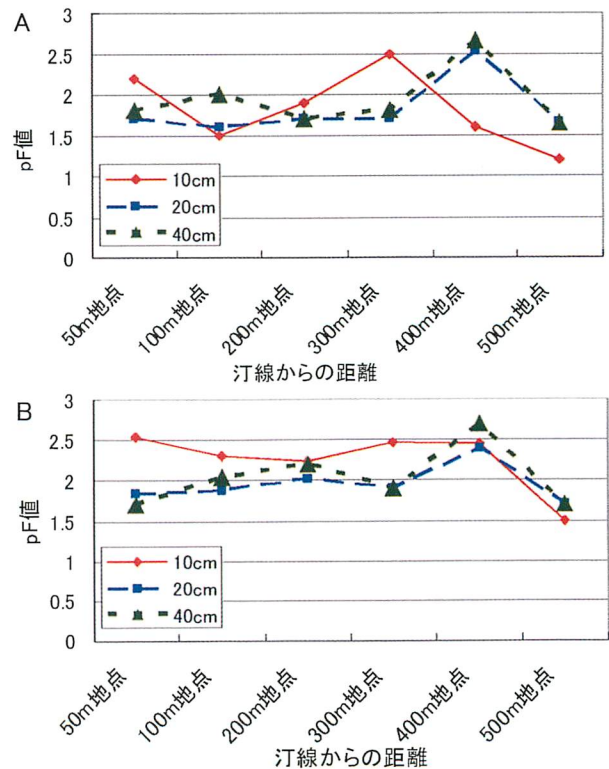


図5. 汀線からの距離および深さごとのpF値. A) 2006年10月16日. B) 2006年10月23日.

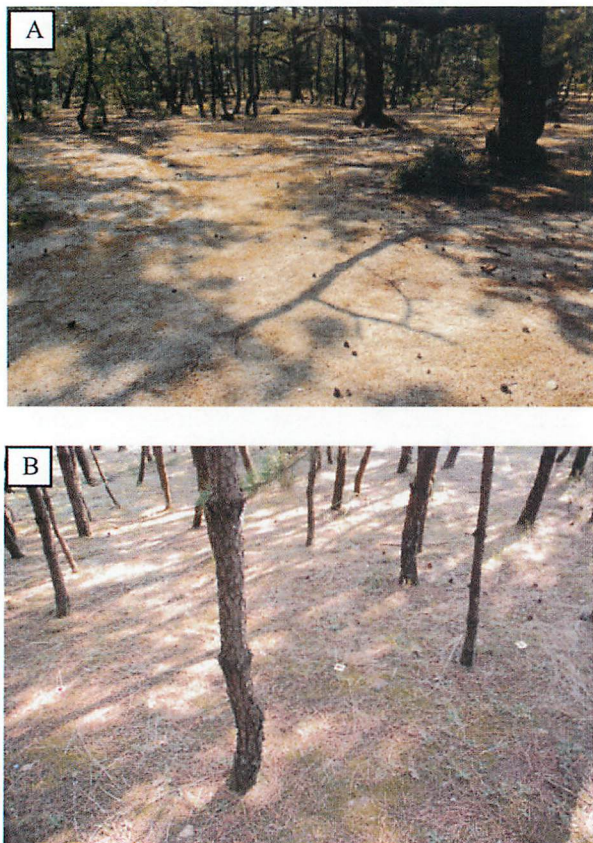


図 5. 現地での積算日射量測定位置. A) 大径木直下および周辺. B) 過密林分のコケ生育地.

表 2. 屋内実験区および野外での積算日射量(MJ/m²).

	平均	標準偏差
明区	7.39 ± 1.40	
中陰区	5.94 ± 0.35	
暗区	3.65 ± 0.57	
砂優占立地	15.25 ± 3.13	
大径木直下コケ生育地	9.00 ± 0.27	
過密林分コケ生育地	5.12 ± 1.16	

4.3 試験区の相対照度と気温

4月28日午前10時における屋外に対する相対照度は明区66.3%、中陰区40.2%、暗区11.6%であった。明区であっても屋外との相対照度は66.0%程度になっていた。7時から19時までの12時間の積算照度の屋外に対する相対積算照度は明区25.0%、中陰区14.1%、暗区3.4%とさらに屋外での値と比較して小さな値となった。午前10時における明区に対する相対照度は中陰区60.7%、暗区17.5%、12時間の積算照度は中陰区で56.2%、暗区で13.6%と実験区同士では照度、相対照度とも相対値は一定であった。気温は最高気温が暗区で低いことを除いて違いはなく、試験区では日照条件が主に違うことを示した。9月26-27日の積算日射量は明区で7.39±1.40MJ/m²、中陰区で5.94±0.35MJ/m²、暗区で3.65±0.57MJ/m²であった(表2)。

表 3. 基質別、日射量別の種子発芽率と生残率

	明区		中陰区		暗区	
	発芽率 (%)	生残率 (%)	発芽率 (%)	生残率 (%)	発芽率 (%)	生残率 (%)
コケ区	90.0	100.0	100.0	80.0	95.0	94.0
砂区	85.0	76.5	90.0	100.0	100.0	100.0

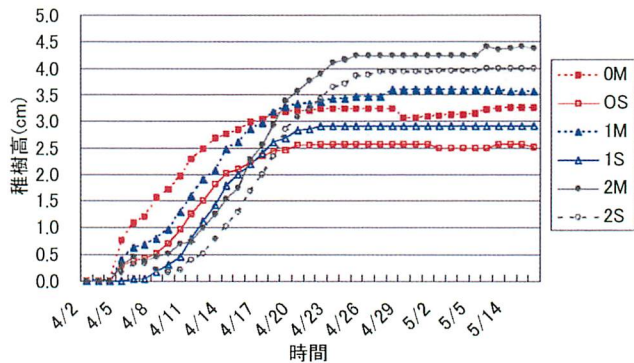


図 6. 基質別、日射量別の平均稚樹高の変化. 0M: コケ明区, OS 砂明区, 1M コケ中陰区, 1S 砂中陰区, 2M: コケ暗区, 2S: 砂暗区を示す.

4.4 基質・日射量と発芽率および生残率との関係

発芽率は砂・明区で85.0%と最も低い値であったが、コケ・明区および砂中陰区で90.0%、コケ・暗区で95.0%、コケ・中陰区、砂・明区で100.0%であった。コケ区、砂区ともに明区で最も低い値となったが、いずれも発芽率は高いものとなった(表3)。その後の生残率は砂・明区で76.5%と最も低く、コケ・中陰区で80.0%、コケ・暗区で94.0%中陰区と続き、コケ・明区、砂・中陰区、砂・暗区では100.0%と発芽したすべての個体が実験期間中生残した。

4.5 基質および日射量と稚樹高との関係

図6に時間経過に伴う各実験区における発芽個体の平均稚樹高の変化を示す。3月10日の播種から21日後の4月1日にコケ・明区、砂・明区での発芽が認められた。コケ・明区では最初の種子発芽7日後の4月8日には最終的に発芽しなかった2個を除く全ての種子の発芽が確認された。播種から発芽までに要した時間は明区が最も短く、中陰区、暗区の順で長くなった。

稚樹高が一定となるまでに播種から要した日数および稚樹高は、明区で40-43日および2.5-3.2cm、中陰区で43-48日および2.7-3.2cm、暗区で46-48日および3.9-4.5cmとなり、日射量が少ないほど成長に要する時間は長く、稚樹高は高くなった(図6)。

5. 考察

二葉マツ類の発芽率は一般に高く約95%程度とされるが(山中, 1975)、本研究に用いた大径木(老齢木)から得られた種子の発芽率も実験に使用した種子では85%以上と高く、十分発芽能力は維持していると考えられた。したがって本調査地の慶野松原に長期にわたり生育してきたクロマツの維持は可能であると考えられた。マツの種子は成熟するとともに乾燥し、成熟の最終段階では急速に水分を失い、

含水率が 5%まで低下する。このような含水率の低い種子は貯蔵性が高く、10 年以上発芽能力を維持する（畑野・佐々木，1998）。したがって、クロマツ大径木から種子を採取しておき、当該年の播種に用いなかった種子を貯蔵しておくことは、磯馴松維持に効果的であると考えられる。

播種実験において、樹冠下の立地環境を想定したコケ層で覆われた試験区での発芽率および生残率が高い値を示した。クロマツ実生の天然更新立地としては、地表面がコケで覆われた立地は適していると考えられた。一方砂質試験区では発芽率はコケ区と遜色なかったものの生残率は明区においてコケ区より低い値を示した。したがって砂区においても発芽はするがその後の枯死しやすいことが示された。現地においても降雨さえあれば発芽は可能であろう。しかしその後の乾燥により枯死するものと考えられた。慶野松原の現地での土壌断面の結果、深さ 3-5cm の層は乾いた砂と湿った砂がモザイク上になっている部分も見受けられ降水によりその厚さと水分量は変動するものと思われたのに対し、5cm 以下は比較的湿っておりクロマツの根系もみられることから、吸収根を 5cm 以下の層に到達させることが実生の生残に重要であると考えられた。一方 10cm, 20cm, 40cm の深さでの pF 値をみると、20cm と 40cm の値は近く、比較的安定していると考えられたことから、直根を 20cm 以深に到達させることが安定した成長には必要のように思われた。

コケ区での発芽率および生残率は高いながら、個体サイズをみてみると稚樹高が高く細い個体となっていた。そのまま成長すると形状比の大きい個体となり、磯馴松の樹形と異なってくる可能性がある。それに対し砂区の稚樹の樹形は太く稚樹高が低くなっており、形状比の小さい個体に生育する可能性が高いと考えられる。

実験区における積算日射量は寒冷紗なしの明区であっても $7.39 \pm 1.40 \text{ MJ/m}^2$ と野外の大径木の主幹直下の $9.00 \pm 0.27 \text{ MJ/m}^2$ よりも低い値であり、現地では日射量の増加にともない乾燥も激しく生残率はさらに低いものと考えられた。高密度植栽クロマツ林床は $5.12 \pm 1.16 \text{ MJ/m}^2$ と寒冷紗 1 枚の中陰区 $5.94 \pm 0.35 \text{ MJ/m}^2$ と近い値となっており、コケ・中陰区の実生段階での植物体高は高密度クロマツ植栽林床のクロマツ稚樹の成長を示すと考えられた。

現地における分布特性をみると、クロマツ樹幹下に稚樹の生育が観察され、クロマツ大径木を母樹とした実生の定着は可能と考えられた。砂質土壌においてもクロマツ実生は確認されるが、個体数はコケ区と比較して極めて少ない。発芽後の枯死率が高いものと推測される。またこの立地は落葉掻きなどがなされている立地であるため、定着した多くのクロマツ実生は人為的に取り除かれることと考えられ、このこともクロマツ実生が少ない原因と考えられる。砂区においてはクロマツ樹幹下と比較して形状比の小さい低木が見られた。したがって砂区に生残する実生の維持を行うことも重要となる。磯馴松の密度が低い部分では、落葉掻き等の実施は慎重に行うなどにより定着したクロマツ実生の生育を維持し、将来の磯馴松育成を目指すことも必要と考えられる。以上を元に管理手法の提案を考えると以下のような（図 7）。クロマツ個体の少ないゾーンではコケ層上部の林冠木の伐採によりコケ層での日射量の増大を図る。磯馴松の生育が求められるゾーンでは、クロマツ稚樹を避けた落葉掻きを行うか、落葉

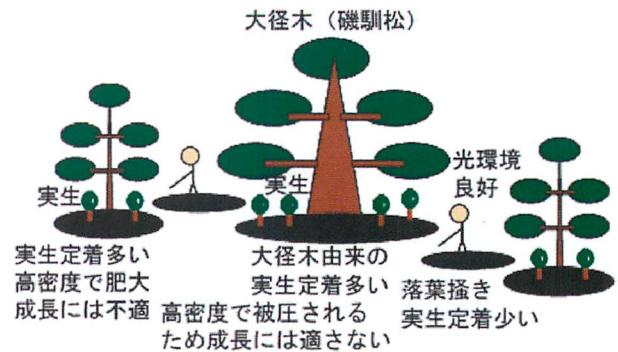


図 7. 各段階の個体の生育立地

掻き停止区域を設置することが有効であると思われる。しかし落葉掻きを永続的に停止してしまうと進行遷移が生じるため、これらの区域設定は現場の状況に即して行う必要がある。

一方、防風林としてのクロマツは比較的通直な個体の密植が効果的であるため、外部由来の通直な個体の植栽は海岸沿いおよび道路沿いに行うことが、適切であると考えられる（藤原・岩崎 2006）。また海岸から内陸までの連続性（海—砂—砂浜—クロマツ低木林—クロマツ高木林）も松原全体の生態系維持には重要である（南あわじ市教育委員会 2006）。これを具体的に実施するためには、適切なゾーニングと関係者の理解による適切な実施が必要である。現在、ゾーニング案を策定中であり、地域住民ははじめ広く理解してもらうことが大切である。

かつては生活に必要な資源を得ることが海岸林の管理とつながっていたが、現在は管理自体が目的とならざるを得ない場合が多い。長期的視点に立って維持管理を行うためには、生態学的な知識や技術も必要となってくる。研究者、行政、地元住民等多様な関係者の意思疎通と現場での状況に応じて順応的管理を行える地域リーダーの養成が重要であると考えられる。

これまで海岸林造成を目的とした植栽個体に対する研究は多く、密度管理についての報告はあるが（紙谷，2005；坂本ら，2007 など）、天然更新に関する知見は多くはない。地域特有の景観を維持するためにも、各地の事例研究の蓄積が必要であると考えられる。

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、垣本義博氏には行政組織として異動の多い中、慶野松原維持管理計画策定および実施にあたり資料提供、地元住民代表との意見交換の場の設定、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。慶野松原を美しくする会ははじめ地元関係者の方々の日頃の慶野松原維持活動にも感謝いたします。現地調査および球果採取にご協力いただいた AGN（NPO 法人アルファグリーンネット）の方々にも御礼申し上げます。また兵庫県立淡路景観園芸学校の勝瀬真理子氏（現：かみかつ里山倶楽部）、本江美智子氏（現：ウエスコ株式会社）、小林八恵子氏には種子および実生サイズ計測にご協力いただきました。松本あゆみ氏、池辺美佐枝氏には実験にご協力いただきました。深謝いたします。

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, pp. 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, pp. 81-88.
- [3] 藤原道郎・岩崎寛・大藪崇司・澤田佳宏 (2007) : 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, 日本海岸林学会誌, 6, pp. 19-22.
- [4] 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, pp. 84-92.
- [5] 畑野健一・佐々木恵彦(1998) : 樹木の生長と環境, 383pp, 養賢堂, 東京.
- [6] 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.
- [7] 紙谷智彦 (2003) : 海岸クロマツ林の間伐指針の策定に係わる調査研究, 7pp, 付図 20 葉, 新潟大学.
- [8] 河合英二 (1992) : 解説 海岸林の防災機能と維持管理の問題点, 森林立地, 35 (2), pp. 25-38.
- [9] 木下稔 (1984) : 淡路島慶野松原のマツ保存対策, 森林防疫, 33, pp. 66-70.
- [10] 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.
- [11] 小田隆則 (1992) : 保育・密度管理・更新技術, 日本の海岸林 (村井宏・石川政幸・遠藤治郎・只木良也編), pp. 395-408, ソフトサイエンス社, 東京.
- [12] 坂本知己・萩野裕彰・野口宏典・島田和則 (2007) クロマツ海岸林における本数調整手法の提案, 日本海岸林学会誌, 6, pp. 1-6.
- [13] 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.
- [14] 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, pp. 88-101.
- [15] 田中一夫 (1992) : 海岸林の沿革, 日本の海岸林 (村井宏・石川政幸・遠藤治郎・只木良也編), pp. 2-15, ソフトサイエンス社, 東京.
- [16] Taoda, H. (1988) : Succession of *Pinus thunbergii* forest on coastal dunes, Hitotsuba Coast, Kyushu, Japan, *Hikobia*, 10, pp. 119-128.
- [17] 山中寅文 (1975) : 植木の実生と育て方, 256pp, 誠文堂新光社, 東京.
- [18] 山中二男 (1979) : 日本の森林植生, 219pp, 築地書館, 東京.
- [19] 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, pp. 193-194.

[受付 平成19年10月22日, 受理 平成19年12月20日]