

クロマツ海岸林に自然侵入した広葉樹の活用法

－松枯れから防災機能を守るための広葉樹林化－



独立行政法人 森林総合研究所
Forestry and Forest Products Research Institute

1 本冊子の目的と位置づけ

これまで海岸防災林は北海道や沖縄を除きクロマツの純林が主体であった。しかし、マツ材線虫病の蔓延によりクロマツ林の枯損が多発し防災機能の低下が懸念されている。一方、落ち葉掻き等の林床管理がおこなわれなくなり、広葉樹の自然侵入による植生の遷移も進行している。松枯れ防除のためには相当のコストがかかるため、クロマツ林の広葉樹林化または混交林化といった林相転換が各地で検討されるようになった。

本冊子の目的は、クロマツ海岸林に自然侵入した広葉樹等を活用して林相転換を図るための方法を示すことである。前半部分は現場での具体的な手引きである「クロマツ海岸林内に自然侵入した広葉樹を育成する管理指針」(5～21 ページ) とし、後半にその拠り所となる考え方を示した解説編「本手引きの考え方」(23～45 ページ) とした。

前半の「手引き編」は、現場での利用を考えて簡潔にした。また、具体的イメージが浮かぶように、できる限り数値を示すように努めた。ただし、これらの数値は現時点で妥当と考えられる当面の目安であり、今後、事例が増えることにより見直される可能性がある。

後半の「解説編」には、その拠り所となる考え方や根拠となる観測結果をまとめた。ぜひ「解説編」を併読し、基となる考え方を理解した上で現場に適用していただければ幸いである。

平成 26 年 3 月
独立行政法人 森林総合研究所

本冊子の見方

本冊子は以下のような構成となっている。まず、施業を考えている林分に本冊子の施業指針を適合できるかを確認し、そのうえで段階を踏んで施業を進めていくような流れとなっている。前ページで説明したように、本冊子は「手引き編」と「解説編」の構成となっているので、各施業の段階でどのページを見ればよいかについては、下のフローを参照されたい。

管理の流れ	手引き編のページ	解説編のページ
本冊子の目的と対象について	2.1(6ページ)	3、4(24～25ページ)
↓		
第Ⅰ段階：対象地の状況把握	2.2.1(7～12ページ)	
※広葉樹の選木方法	2.3(19～21ページ)	5(25～30ページ)、 付表1(43～45ページ)
↓		
第Ⅱ段階：施業区分	2.2.2(12～15ページ)	5.3(29ページ)、 6(30～33ページ)
↓		
第Ⅲ段階：1. 育成対象個体の間引き	2.2.3(15～16ページ)	6(30～33ページ)
2. 上木管理による育成対象 個体の成長促進	2.2.4(16～17ページ)	7(33～35ページ)
↓		
第Ⅳ段階：その後の育成対象個体の 保育	2.2.5(18～19ページ)	5、6、7(25～35ページ)
↓		
広葉樹林化または混交林化		

1	本冊子の目的と位置づけ	1
手 引 き 編		
2	クロマツ海岸林内に自然侵入した広葉樹を育成する手順	6
2.1	はじめに	6
2.1.1	林相転換の目的	6
2.1.2	対象林分	6
2.1.3	手順の概要	6
2.1.4	想定される利用者	6
2.2	手順の流れと具体的な方法	7
2.2.1	【第Ⅰ段階】対象地の状況把握	7
2.2.2	【第Ⅱ段階】施業区分図作成と管理方針の決定	12
2.2.3	【第Ⅲ段階の1】広葉樹個体の選木と除伐	15
2.2.4	【第Ⅲ段階の2】上木の管理	16
2.2.5	【第Ⅳ段階】育成対象個体の保育	18
2.3	広葉樹の選木方法	19
2.3.1	自生種と外来種	19
2.3.2	種ごとの最大樹高と汀線側での耐性	20
2.3.3	先駆性樹種と遷移後期種	20
2.3.4	空間配置と樹勢	21
2.3.5	その他	21
解 説 編		
	本手引きの考え方	24
3	林相転換の目的（2.1.1の補足）	24
4	なぜ自然侵入した個体を対象にするか	24
5	適切な広葉樹の選び方	25
5.1	まずゾーニングが必要	25
5.2	クロマツ樹高を指標に用いたゾーニング	26
5.2.1	クロマツの林冠高を基準にする理由	26
5.2.2	汀線から同距離にあるクロマツと広葉樹の樹高比較	26
5.2.3	海岸林における樹種の区分	28
5.3	目標林型の明確化	29

5.4	目標林型設定や選木にあたって参考となる情報源……………	29
5.4.1	海岸植物の県単位の分布情報……………	29
5.4.2	分布図の載っている文献……………	29
5.4.3	地域の植物誌・植生誌……………	30
6	広葉樹の密度について……………	30
6.1	将来の成林時を想定した適正な立木密度の考え方……………	30
6.2	侵入広葉樹の稚樹段階での簡便な密度評価の考え方……………	31
6.3	間隔法による立木密度調査……………	33
7	林床の光環境と広葉樹の生育……………	33
7.1	上木の扱いー侵入広葉樹の樹高が低い場合……………	33
7.2	上木の扱いー育成対象個体の樹冠が上木の 樹冠に接する場合……………	35
7.3	空けすぎることの弊害……………	35
8	おわりに……………	36
9	参考文献……………	37
	付表……………	43

手 引 き 編

2 クロマツ海岸林内に自然侵入した広葉樹を育成する手順

2.1 はじめに

2.1.1 林相転換の目的

マツ枯れ発生地域（マツ材線虫病被害地）のクロマツ一斉林を広葉樹林などに転換することにより、マツの枯損による防災機能の低下を軽減させることを目的とする。

2.1.2 対象林分

下記の3要件に該当する林分が適用対象である。

- ・広葉樹が自然侵入している林分、または林内に広葉樹が植栽され活着に成功している林分。
- ・クロマツ一斉林であるが、広葉樹林化あるいは混交林化を検討されている林分。
- ・すでに限界林冠高（上長成長の頭打ちにより風衝林形を呈したときの林冠高）*に達している林分。

2.1.3 手順の概要

マツ枯れの心配がない広葉樹林などに転換するため、クロマツ林内にすでにある広葉樹を、林冠層まで成長させるまでの手順を示す。

2.1.4 想定される利用者

- ・森林管理署、都道府県、市町村など海岸林の管理者。
- ・海岸林で活動している市民ボランティア団体、NPO など。

* 現場において限界林冠高に達したかどうかの厳密な判断は難しいが、実用上は樹形などから判断できる。

2.2 手順の流れと具体的な方法

全体のフロー

【第Ⅰ段階】対象地の状況把握（2.2.1）

- ①クロマツの林冠高分布
- ②広葉樹の侵入状況の把握
- ③生育阻害要因等の概況把握



【第Ⅱ段階】施業区分図作成と管理方針の決定（2.2.2）



【第Ⅲ段階】具体的な方法

- 1. 広葉樹個体の選木と除伐（2.2.3）
- 2. 上木の管理（2.2.4）



【第Ⅳ段階】育成対象個体の保育（2.2.5）

2.2.1 【第Ⅰ段階】対象地の状況把握

作業内容

- ・広葉樹林化や混交林化が可能かどうかを判断するために、目標林型や管理手法の設定など必要な情報を得る。
- ・具体的には、現地調査により対象地の林冠の状態、広葉樹の侵入状況、生育阻害要因等（地下水位の高い場所、ササやツルなど繁茂、食害、病虫害など）の概要を整理し、見取り図を作成する。

作業準備と手順

- ・作業の下図（作業図）用に、できるだけ縮尺の大きい地図（できれば5,000分の1以上の地図）を用意する。
- ・林冠高の情報が重要なため、測高竿または樹高測定器（ハグロフ社バーテックスなど）を用意する。
- ・現地で踏査しながら、次項の①②③の3つの視点から、作業図に概況を書き込んだ見取り図をつくる（図2～4）。

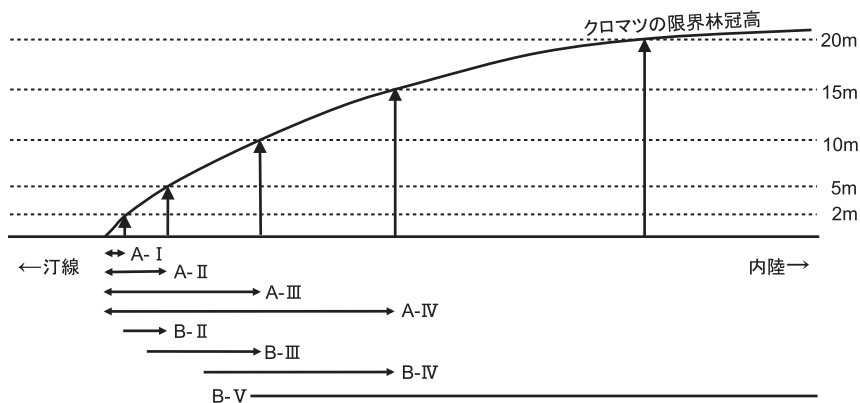


図1 クロマツの限界林冠高を基準にしたゾーニングと対応樹種との関係
A- I, II... B- Vの記号は、表1.を参照。

調査の項目

①クロマツの林冠高分布 (図2)

ここでの作業目的は、汀線から内陸に向かってクロマツの樹高を元にした分布図を作成することである。まず、クロマツの限界林冠高を基準に図2のように現地を区分する。そのために図1のように、クロマツの限界林冠高が2m、5m、10m、15m、20mで区分する。これはあとの手順で、表1、付表1を参考として、適切な樹種を選ぶためである(樹種選択については2.3.2、P.20を参照)。表1[†]は考え方を示すためにつくった表であるが(詳細説明は5.2.3参照、P.28)、付表1(P.43～45)には多くの樹種について示したので、それを参考に同様の表を作成する。

②広葉樹の侵入状況の把握 (図3)

自然侵入している広葉樹のうち、林相転換に使える広葉樹種(2.3、P.19を参照)について、種ごとに各サイズクラスの健全個体密度と

[†] 表1は考え方を説明するために簡単につくったものである。実際の現地では付表1を利用し判断されたい。

表 1 ゾーニングに対応して区分した樹種の一例

			A: 最前線で耐性がある	B: 最前線で耐性はないが、海側に樹木または工作物等があれば生育する	C: 海岸で生育困難
最大樹高区分	I	2m	マルバダミ、クコ、ハマナス、ハマゴウ、ハイネズ	ヤツデ、ガクアジサイ	キハギ、ノイバラ、ヤマハギ
	II	5m	オオバマサキ、シャリンバイ、トベラ、ハマヒサカキ、マサキ、マルバシャリンバイ、アキグミ	アズマネザサ、オオバイボタ、ネズミモチ	カマツカ、ニシキギ、ニワトコ
	III	10m	ウバメガシ	サンゴジュ、ヒメユズリハ、ヤブツバキ、ネムノキ	ヒイラギ
	IV	15m	カシワ、ビャクシン	モツコク、カクレミノ、シロダモ、ヒサカキ、ユズリハ、アカメガシワ	
	V	20m以上	クロマツ	アカガシ、クロガネモチ、スダジイ、タブノキ、モチノキ、オオシマザクラ、エゾイタヤ、エノキ、コナラ、ハリギリ、ミズナラ、ヤチダモ(湿性地)、ヤマザクラ、アカエゾマツ、アカマツ、トドマツ	ヤマモミジ、コブシ、シラカシ、スギ、ヒノキ、モミ

分布範囲を記録する。当年生のものは死亡率が高いので対象としない。図 3 のように大まかな見取り図でよく、分布範囲を地図上に区画して示す。

密度は区画ごとの本数から算出する。範囲が広く本数が多い場合には、間隔法 (6.3、P.33 参照) による測定法が簡便である。

サイズクラスは次のように区分する。

「小」：1m 未満

「中」：1m 以上でササ、高茎草本、低木など層をなして競合する植物はその高さまで。ただし、層をなす競合植物がない場合は便宜的に 2m とする。

「大」：「中」の高さを超えるもの「大」とする。

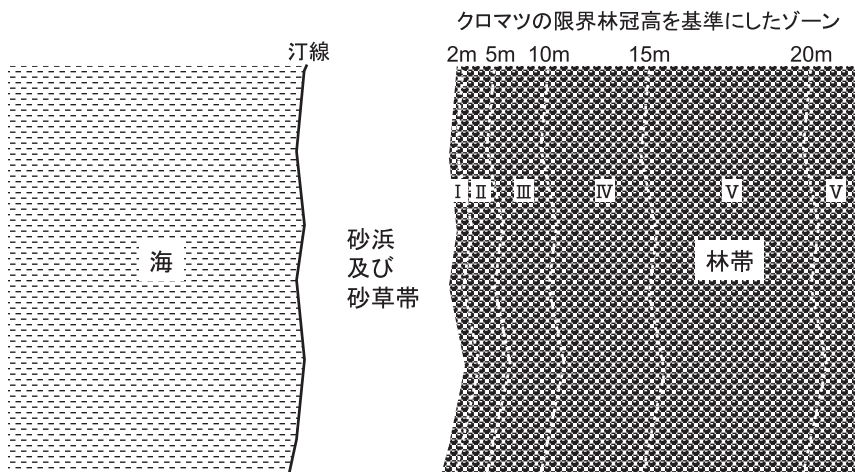


図2 見取り図①（クロマツの林冠高分布）の例

図中の破線はクロマツの限界林冠高が2m, 5m, 10m, 15m, 20mのラインを示す。

I～Vは、図1、表1、付表1と対応。

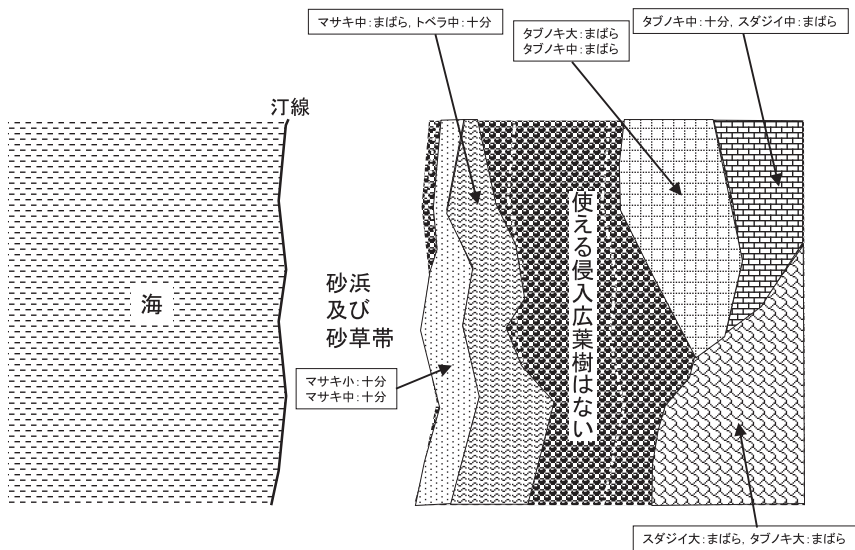


図3 見取り図②（広葉樹の侵入状況）の例

図中の破線はクロマツの限界林冠高が2m, 5m, 10m, 15m, 20mのラインを示す。

密度が十分かどうかの評価は平均的な立木間隔で行う。

密度の区分は次のように３段階とする。

「十分」：広葉樹だけでうっ閉させることができる

「まばら」：広葉樹だけでは不十分

「なし」：全くない場合。ただし「なし」の場合は表記不要

なお、密度が十分とする判定は次のように行う。

- ・林相転換に使える樹種（2.3を参照）の健全な個体が、サイズクラスにかかわらず、おおむね汀線側林縁からクロマツの林冠高が1mまでの範囲において1m間隔（1m²あたり1本）以下で分布している場合。
- ・または、クロマツの林冠高が3mまでの範囲ではサイズクラス「中」以上の個体が1m間隔以下であるか、それより内陸側では「中」以上が2m間隔（4m²あたり1本）以下でみられる場合。

以上のように、区画ごとに使える樹種の健全個体の密度を調査し、樹種転換の可能性について以下のように判定していく。

A：広葉樹だけで十分にうっ閉：自然侵入個体のみで完全に置き換え可能（広葉樹林化）。

B：広葉樹だけではうっ閉に不十分：自然侵入個体のみで部分的に置き換え（混交林化）。広葉樹林化を目指す場合は補植が必要。

C：広葉樹林化、混交林化のいずれも不可（健全な使える樹種の個体がほとんどない）：自然侵入個体による樹種転換は困難。

③生育阻害要因等の概況（図4）

→立地環境から見て問題があるかどうかの判定

- ・高茎草本、ツル植物、ササなど樹木の生育をおさえる植物が繁茂しているか。
- ・その他、例えば地下水位が高いなどの要因で樹木の成長が悪いところはあるか、シカ被害、病虫害など生物被害はあるか、などを調べる。

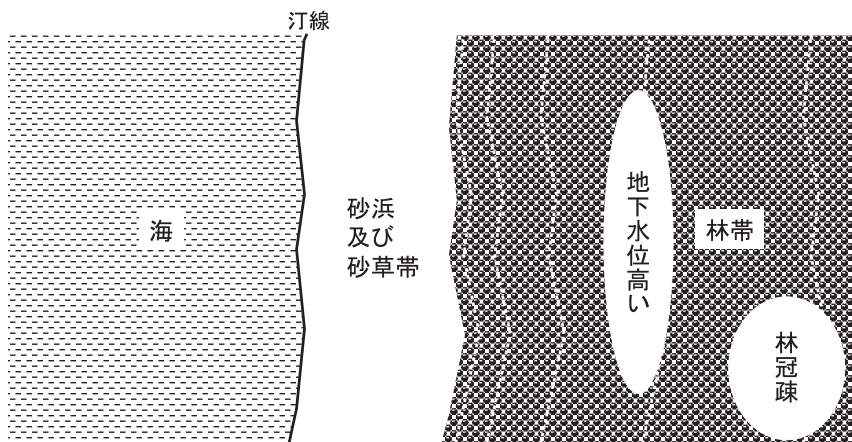


図4 見取り図③（生育阻害要因等の概況）

図中の破線はクロマツの限界林冠高が2m、5m、10m、15m、20mのラインを示す。

※対象地内において②、③の項目で問題が摘出された個所は、樹種転換の対象としない（2.2.2）。

2.2.2 【第Ⅱ段階】施業区分図作成と管理方針の決定

作業内容

- ・事前調査の結果から施業区分図をつくる。
- ・施業区分ごとの目標林型と管理方針を検討する。
- ・必要があれば施業区分を修正して、最終的な施業区分と管理方針を確定する。

具体的な手順

④施業区分図の作成

- ①林冠高分布、②広葉樹の侵入状況、③立地環境の調査結果を重ね合わせて、施業の方針や方法を考えるための区分（施業区分）を図化（施業区分図）する。施業区分の最小単位は面積 100m^2 以上とする（図5）。

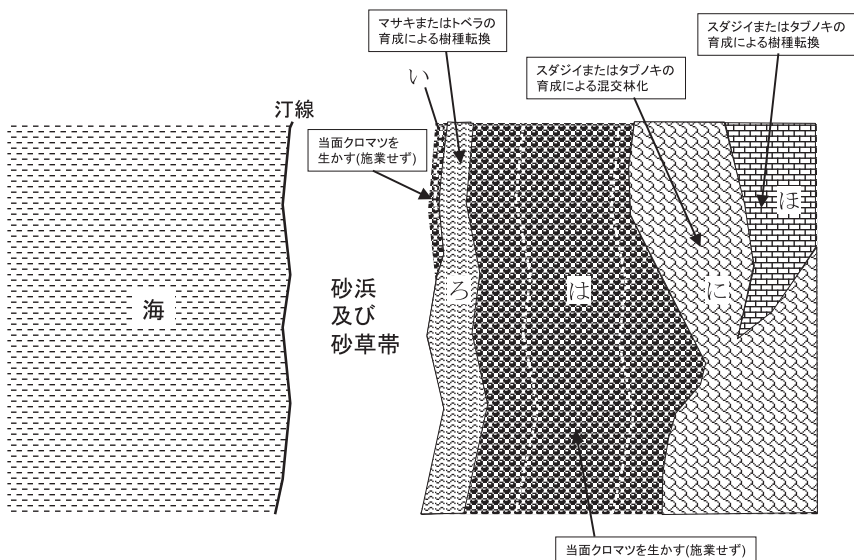


図5 施業区分図の例

⑤施業区分ごとの目標林型と管理方針の検討

施業区分ごとに目標とする林型（広葉樹林化、混交林化）と、管理の方針について、次の点を検討する。

- ・第Ⅰ段階②で把握した自然侵入個体の中で林相転換に使える種の個体密度がどの程度か。
- ・図6に示したフローにより選木した育成対象個体の施業区分ごとの密度（2.2.1の②参照、P.8）から広葉樹林化または混交林化を判定する。

汀線側のクロマツ林冠高3m以下の部分は、上木を伐採すると風の吹き抜けなどのリスクが発生するため、安全のため密度管理は行わない。

自然侵入個体が少なく、適した広葉樹樹種の植栽が技術的に難しい場合は、樹種転換は行わずクロマツ林を維持する（第Ⅰ段階Cのケース、2.2.1、P.11）。

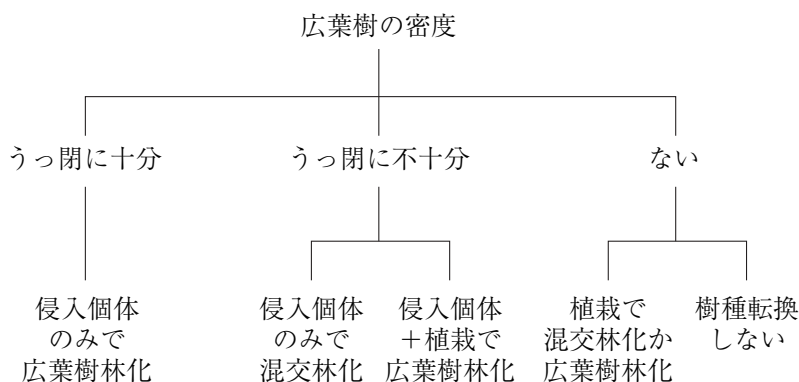


図6 管理方針を決めるためのフロー

例として作成した施業区分図（図5）の各施業区分（い～ほ）を説明する。

い：「広葉樹の密度」は「ない」ため、樹種転換の施業はせずクロマツを活かす。

ろ：使える樹種であるマサキまたはトベラは「うっ閉に十分」なので、侵入個体のみで広葉樹林化が可能。

は：「広葉樹の密度」は「ない」ため、樹種転換の施業はせずクロマツのままとする。混交林化・広葉樹林化のためには植栽が必要だが、地下水位が高いため困難と予想される。また、この中で「ろ」に近い部分ではトベラが十分侵入しているが、ここでの林冠高は5～15mのゾーンであるため、最大樹高が5mのトベラでは林冠に届かず、クロマツから転換できない。

に：スダジイまたはタブノキがまばらにある程度で、「広葉樹の密度」は「うっ閉に不十分」だが、侵入個体のみで混交林化までは可能であり、両種を育成する部分。

ほ：タブノキが十分、スダジイがまばら。両種を合わせると、「広葉樹の密度」は「うっ閉に十分」なので、侵入個体のみで広葉樹林化が可能。

なお、図 6 では考えられる選択枝を網羅するため、植栽も選択枝として示したが、海岸域での広葉樹の植栽については現在のところ技術的な課題が多い。このため、具体的な植栽については扱わない。

2.2.3 【第Ⅲ段階の1】広葉樹個体の選木と除伐

作業内容

樹種転換を行うことにした施業区画ごとに以下の手順で行う。

- ・広葉樹個体の選木と除伐。
- ・必ず残したい個体と必ず除去する個体にマーキングをする。
- ・マーキングをもとに除伐作業を行う。

※第Ⅱ段階で決めた目標林型（広葉樹林化または混交林化）にかかわらず基本的な考えは同じで、以下に作業手順を示す。

具体的な手順

選木

- ・2.3 の手順（P. 19）で育成する個体を選ぶ。
- ・残したい個体（以下、育成対象個体とする）には、残すためのマーキング（例えば赤テープをまく）をする。
- ・同じ階層の広葉樹で、残したい個体の成長を阻害すると判断される競合個体は除去のマーキング（例えば黄テープをまく）をする（考え方については6.1 参照、P. 30）。残したい個体の成長を阻害する個体がない場合は、除伐作業はしなくてもよい。
- ・共倒れになる可能性がなければ必要以上には除去対象としない。特に複数種が混在している場合、将来どの樹種が最後まで残るか予測できないので、迷う場合は残す。
- ・外来種や国内外来種のように駆除が望ましい種は除去の対象とする。

除伐

- ・ 除去のマーキングをされた個体を伐る。
- ・ 作業にあたっては、残すためのマーキングをした育成対象個体を傷つけないように行う。
- ・ 作業の支障になる場合は、マーキングしていない個体を伐ってもよいが、最小限にとどめる。

2.2.4 【第Ⅲ段階の2】上木の管理

作業内容

- ・ 育成対象個体（第Ⅲ段階の1で残した個体）の生育状況をみて、上木を管理する（必要がなければ上木に手を入れない）。

具体的な手順

育成対象個体の生育状況をみて、上木を伐るかどうかを判断する。

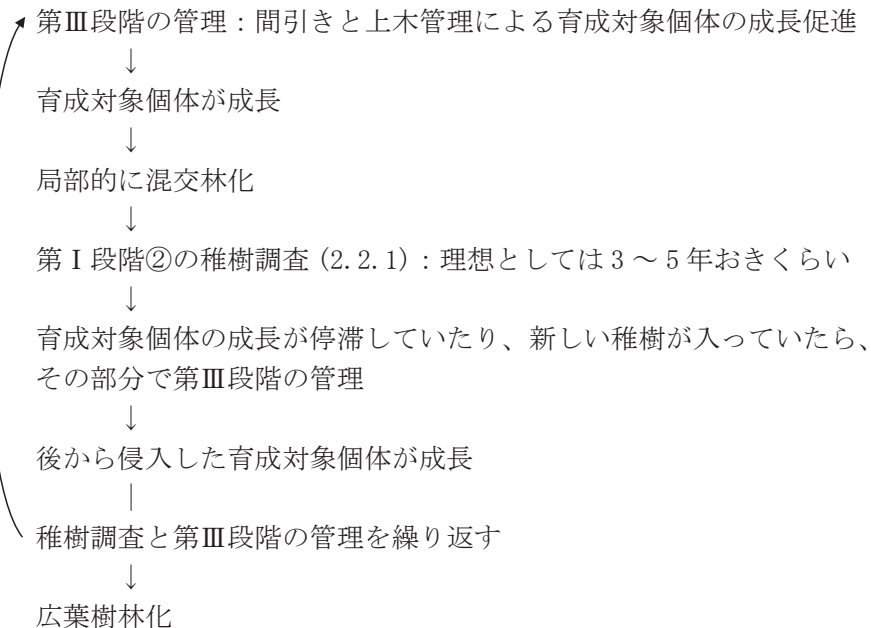
- ・ 上木を伐らない場合
 - ・ 樹高が1mを超えているが林冠木の枝下には接してなく、健全に生育している育成対象個体については、基本的に上木を伐る必要はない。林床に自然侵入できるだけの光環境であれば、十分生育は可能である。むしろ、空けすぎると（直径20m以上のギャップ）、乾燥害が生じる恐れがある。
 - ・ 以下の観点から判断するとよい。
 - ・ 直近3～5年の樹高成長：順調に成長していれば光は足りている。
 - ・ 待機樹形：樹形が傘型（上長成長していない形態）でなければ、光は足りている。
 - ・ 葉の変色や病変：自然侵入個体で葉の変色や病変のあるものは、健全に生育する見込がうすく育成対象とならないので（2.3.4 参照、P.21）、上木は伐らなくてよい。
- ・ 上木を伐る場合
 - ・ 育成対象個体の樹冠が林冠木の枝下に接している場合。
 - ・ 病変などのない育成対象個体の直近3～5年の樹高成長が停滞

していたり、待機樹形をとっている場合は光不足。

- 上記に該当する場合は、直上を覆うクロマツ個体を間引く。または被っている大枝を落とす。
- ただし、上木を伐った際にササ、低木種、高茎草本などの繁茂が予想される場合、上木の樹高を直径とする円より大きなギャップを作らない。

2.2.5 【第Ⅳ段階】育成対象個体の保育

第Ⅲ段階の管理まで行ったら、以下のフローにしたがって長期的に育成対象個体の保育を行っていく。



・第Ⅲ段階の管理

上木のチェックと管理

育成対象個体が成長して樹冠が林冠木の枝下と接するようになったり、育成対象個体の上方が閉じてきて成長が鈍ったら、直上を覆う個体を伐採する。または被っている大枝を落とす(2.2.4 第Ⅲ段階の2 参照、P. 16)。

育成対象個体の本数調整

育成対象個体が成長して双方の林冠が拡がり、互いに成長を阻害しあうと判断された場合は2.2.3 (P. 15) の考え方で改

めて選木を行い、残したい個体を減らして間引く。

- ・その他

施肥の必要はないが、落葉採取はしない。

クロマツの枯損によって汀線側が空いてしまうと、耐性を持たない樹種(ランク B の樹種)は枯れ下がる。それを防ぐためには、最前線で耐性を持った樹種 (2.3.2 で説明するランク A の樹種、P. 20) が汀線側で十分成長し、現在のクロマツの樹高に達するまでは、汀線側のクロマツが枯れないように維持する。または、工作物で代替する必要がある。

2.3 広葉樹の選木方法

自然侵入している樹種を 2.2.3 で選木する際は、以下の 4 つの観点で順次選別する。

2.3.1 自生種と外来種

地域の生態系に配慮し、自然侵入している樹種の中から、できるだけ自生種を優先して残す。自生種は残されている自然植生から推定することが基本であるが、各地にある地域植生誌も参考となる(植生学会 <http://www.sasappa.co.jp/shokusei/> の「群落研究」、「植生情報」など)。

外来種(帰化種)は、原則的に除去の対象とする。なかでも生態系に著しい影響を与える侵略的外来種(ハリエンジュなど)、特に特定外来生物、要注意外来生物にリストされたものは積極的に除去する。(外来種ハンドブック(日本生態学会編、2002)、侵入生物データベース <http://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/index.html> などに掲載されている外来種リストを参照)

国内外来種、すなわち国内産であってもその地域に本来分布しない種は原則的に除去する。特にオオシマザクラなどのように繁殖力が強く、生態系に影響を及ぼすおそれのある種は除去する。

- ・付表 1 には地域区分を載せている。これにない種について、情報

源として 5.4 (P. 29) の資料が利用できる。

2.3.2 種ごとの最大樹高と汀線側での耐性

自然侵入している樹種を付表 1 の海岸における耐性ランクと、種として到達しうる最大樹高区分をもとに、利用可能かどうかを判定する。この判定作業を、クロマツの樹高に基づいて分けたゾーンごとに行い、適正な広葉樹を選ぶ (図 1)。

例えば、クロマツの樹高が 2 m までの最前縁では A- I ~ IV の樹種を選択できる。また、2 ~ 5 m までの範囲では A- II ~ IV に加えて、海側に林帯または工作物で保護されている場合には B- II ~ III の樹種も選択できる。なお、クロマツの樹高が 2 m までの最前縁において A- I と A- II の樹種が混成している場合には A- II の樹種を優先して選択する。ランク B については、汀線側の置き換え可能範囲の限界を明瞭には線引きできないが、最大樹高区分が 1 ランク小さいランク A の樹種より内陸側から適用する。

以上のように、まず適正な樹種を選んでから、適正でない樹種を次の考え方で間引く。

- ・汀線に近い側 (クロマツ樹高 4m 以下) では、侵入している樹種同士が競合している場合、最前線で耐性がある樹種を優先する。
- ・汀線から遠い側 (クロマツ樹高 5m 以上) では、侵入している樹種同士で競合している場合、防災機能を考え、樹高の高い種を優先する。

2.3.3 先駆性樹種と遷移後期種

付表 1 における先駆性樹種は初期成長が早く早期に林冠をつくることができるが、比較的寿命は短い。そのため、自然侵入している樹種が混み合っていたり、または将来的に混み合う可能性がある場合には、遷移後期種を先駆性樹種が被圧してしまうおそれがある。このような場合、競合する先駆性樹種を間引き、寿命が長い遷移後期種を活かす。

2.3.4 空間配置と樹勢

- ・上記 2.3.1 ～ 2.3.3 の観点で侵入樹種から残す樹種を選定したのちも、まだ混みすぎていて共倒れになりそうなところは、空間配置と樹勢をみてさらに間引く（2.2.3、P.15）。
- ・ただし、遷移後期の種が先駆性樹種と競合しているときでも、遷移後期種の方の樹勢が弱く林冠に達する前に枯死しそうな場合は、将来の林冠にギャップを生じるおそれがあるので先駆性樹種を除伐しない。

2.3.5 その他

西日本から北陸地方では、カシノナガキクイムシによるナラ枯れがひろがっており、東北地方日本海側まで拡大しつつある。これらの地域ではナラ枯れに感受性のあるブナ科樹種（カシワ、ミズナラ、コナラなど）は注意が必要ある。最新のナラ枯れ情報に基づいて育成対象にするかどうかを判断する。

解 説 編

本手引きの考え方

「クロマツ海岸林の管理の手引き」の背景となる考え方やその根拠をここで解説する。前半部分は、現場における調査実務のための“クイックガイド”の位置づけである。後半の解説編で理解を深めることにより、現場の状況にあわせて、より柔軟に対応されることを期待する。

3 林相転換の目的（2.1.1の補足）

クロマツ海岸林は、近年マツ枯れの被害が進行し、防災機能の低下が危惧されている。現在、北海道と青森県以外のすべての都府県で、マツ材線虫病による被害の可能性が常にともなっている。マツ枯れの防除にはコストがかかることから、抵抗性マツが開発され一部は植栽されているが、さまざまな対策の一つとして広葉樹林化も有効である。ここではクロマツを、すでに侵入している広葉樹と置き換えることにより、防除の負担を軽減しつつ防災機能を維持することを目的とし、そのための指針を示すこととした。

クロマツ海岸林には、しばしば自然侵入した広葉樹がみられる。しかし、かつてはクロマツを純林として維持するため、また生活燃料等の利用のために、広葉樹は除伐されてきた。これらを適切に育成し、林相を転換すれば、松枯れ防除の負担を軽減できる。

4 なぜ自然侵入した個体を対象にするか

クロマツ海岸林を広葉樹等へ積極的に樹種転換する方法として、以下のような手法が考えられる。

- ①広葉樹等の苗木を植栽または播種し、人工的に導入する。
- ②上層木の伐採および下刈りや地かき等により、広葉樹等の侵入を誘導する。

③すでに広葉樹等が侵入・定着している場所を選び、育成する。

①については、各地で植栽試験が行われている（北海道、秋田、山形、福島、茨城、千葉、新潟、石川、京都、島根、高知、長崎、宮崎、鹿児島、沖縄など）。しかし、広葉樹が自然侵入しているところと同じ樹種を植栽しても、なかなか育たない実態がある。海岸への広葉樹植栽はクロマツと比較して技術的に困難なのが現状である。各地の実例による知見も集まりつつある（河合、2012 など）が、技術的には確立していない。

②については、海岸林で実際に行われている例はほとんどない。また、クロマツの純林では広葉樹等の十分な種子供給源がない場合が多く、現時点で侵入広葉樹が見られない林分では、今後も広葉樹の侵入が期待できない。

よって、以上の①と②は本手引きでは扱わないこととする。

③に関して、旧来のクロマツ海岸林は、下刈りや落葉採取が行われていたが、燃料革命以降これらは停止した。このため自然侵入した樹種が生育・混交しているクロマツ海岸林が増えてきている。このような自然侵入した個体を利用すれば、難易度の高い植栽をせずにする。自然侵入した個体の育成法が確立できれば、植栽した場合の育成法にも応用できるものと考えられる。よって、まず自然侵入した個体の育成手法を確立することが重要である。

5 適切な広葉樹の選び方

5.1 まずゾーニングが必要

クロマツのように強い潮風など海岸の厳しい環境下でも生育でき、かつ最大樹高が大きい樹種は他に知られていない。実際、自然性の広葉樹海岸林は汀線から内陸に向かって環境に対応して樹種が交替しながら成林している（品田、1996 など）。従って、クロマツ林を広葉樹等に置き換える場合、単一樹種でクロマツと同等の樹高をもった海岸防災林をつくることは難しい。そのため、潮風や埋砂等に対する耐性

が重要なゾーンと、高い樹高が必要なゾーンに区分して、ゾーンごとに適切な樹種を選ぶ必要がある。

5.2 クロマツ樹高を指標に用いたゾーニング

5.2.1 クロマツの林冠高を基準にする理由

クロマツ林を広葉樹林に置き換えが可能かどうかについて判断するにあたり、まずクロマツ林を広葉樹林化させた場合に、同等の林冠高を維持できるか（防災上必要な林冠高を維持できるか）について予想する必要がある。その際、樹高を決定する要因である気候条件、微地形、方位、風向・風速、飛砂の発生状況、土地利用や工作物などの状況は海岸ごとに異なる。樹種ごとの樹高は、上記のような様々な環境要因で決まるので、単純に汀線から内陸に向かった距離に基づいて林冠高の変化を予測できるものではない。

そこで、その場の限界樹高[‡]に達しているクロマツの樹高を、海岸の環境要因を評価する生物指標として用いれば、地形や周辺状況を考慮することなく、簡便でかつ汎用性のある広葉樹選木の指針化が可能であると考えられる。

5.2.2 汀線から同距離にあるクロマツと広葉樹の樹高比較

上述の考えに基づいたゾーニングとゾーンごとに適した樹種を検討するため、クロマツの樹高が海風環境によって制限を受けている場所において、クロマツ林の林冠に達している広葉樹の樹高と近傍のクロマツの樹高を対で測定した。測定は、林冠高が低い場所から高い場所までいろいろな場所で実施し両者の関係を比較した（島田ほか、2010）。

このような現地調査を北海道檜山郡江差町の砂坂海岸林（調査地1）、山形県酒田市浜中の庄内海岸（同2）、新潟県胎内市の桃崎浜（同3）、神奈川県藤沢市辻堂の湘南海岸砂防林（同4）、愛知県田原市小塩津町～日出町の表浜海岸（同5）で行った。以上の調査地から得ら

[‡] 前述（2.1.2）したように、現場で限界樹高に達したかどうかの厳密な判断は難しいが、実用上は問題のない程度で決定できる。

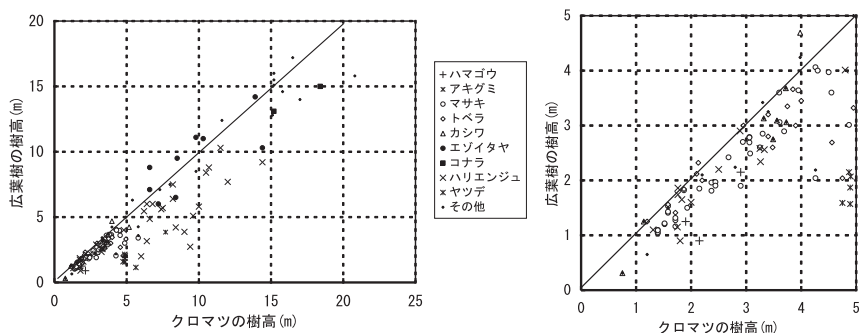


図7 汀線から同距離にあるクロマツと広葉樹の樹高比較
左：全体図 右：樹高5mまでを拡大

れたデータをもとに、クロマツの樹高をx、広葉樹の樹高をyとして、散布図を作成し、同一環境下で広葉樹がクロマツと同等の生育をしているかどうかを検討した（図7）。

図7は調査した5箇所のデータをすべて使ったもので、地域性の違いは考慮していない。調査地1～3の日本海側ではカシワやエゾイタヤなどの樹種が多く、カシワは汀線に近くクロマツの樹高が5m以下の場所からみられる。エゾイタヤは汀線に近い部分ではみられないものの、樹高5m以上の場所でクロマツと同等以上の樹高を示した。一方、調査地4～5の太平洋側ではハマゴウ、トベラ、マサキ、ヤツデなどの樹種が多かった。ハマゴウ、トベラ、マサキは汀線に近い場所で多くみられたが、クロマツの樹高5m以上の場所ではみられなかった。ヤツデは最大樹高が低く、しかもクロマツ樹高が4m以下の汀線側の場所ではみられなかった。アキグミ、コナラと外来のハリエンジュは太平洋側でも日本海側でもみられた。

また、ハリエンジュ[§]の樹高は、同じクロマツ樹高に対して大きくばらついたが、これは汀線側に樹木または工作物等がないと樹高が高

[§] 最前縁で耐性はないが汀線側に樹木または工作物等があれば生育する種として、個体数が多くデータの得やすいハリエンジュを例示した。ただし、この種は侵略的な外来種であり管理の際には除去対象となる。

くならないからで、汀線側の条件の違いを反映したものである（島田ほか、2009）。

以上の調査から、クロマツの限界樹高が低い場所から高い場所まで幅広く、クロマツと同等の樹高に達している広葉樹があることが確認できた。また、クロマツの限界樹高の低い部分と高い部分では、対応する広葉樹の種類が異なることも確認できた。これらの結果から、その場の限界樹高に達しているクロマツ樹高を基準にして、場所ごとに適した広葉樹を選択することができると考えられる。

5.2.3 海岸林における樹種の区分

以上の考えに基づき、現地調査および文献調査をもとに、潮風、潮水、堆砂、埋砂に対する耐性や、種としての最大樹高について、樹種ごとに特徴を整理した。文献により記載内容に差異がある種は、著者らの未発表データ、信頼性の高い私信など各種情報を参考に判断した。なお、立地は砂地の海岸林を基準にした。

まず、既存の文献から、耐潮風（塩風）性（倉内、1971；本間、1976；宮田、1984；津田ほか、2008）、塩害発生率（清水、2005）、台風後の被害（谷口、1954）、葉の耐性（倉内、1956）、耐塩水性（堀江、1966；宮田 1984）、津波による塩浸水被害（中野ほか、1962）、土壤中塩分耐性（本間、1976）に関する評価を参照し、潮風や潮水に対する耐性を区分した。また、堆砂や埋砂に対する耐性は、長澤ほか（1975）、長澤・高木（1976）、青沼（1977）に基づき判断した。種としての最大樹高については、倉田（1964；1971；1973；1976）、日本林業技術協会編（1968）、竹内（1975）、沼田・吉沢編（1975）、浅野・桑原編（1990）、谷本（1990）の成果を利用した。

これらから、海岸での耐性を 3 ランクに区分した。A は、最前縁で耐性がある。B は、最前縁で耐性はないが、汀線側に樹木または工作物等があれば生育する。C は、海岸で生育困難とした。種としての到達しうる最大樹高は 5 ランクに整理した（表 1、付表 1 に掲載）。なお、表 1 は考え方を説明するためにつくった簡単な表で地域性は考慮していないので、現地での判断には付表 1 を利用されたい。

表1に示したように、最前線で耐性があるランクAに属し、かつ最大樹高が20m以上のランクVの樹種（以下A-Vのように表記する）はクロマツ以外確認できなかった。また、最大樹高区分がもっとも低いランクIでかつ最前線における耐性がないランクBの樹種（B-I）や、そもそも海岸で生育困難なランクCの樹種が見られることがあるが、これは周辺からの逸出で林内に実生が発生したと考えられ、その後の生育が期待できないので、広葉樹林化を目的とする育成対象にはならない。

付表1には、海岸林に侵入しうる主な樹種の樹種特性を都道府県ごと（北海道は広いので地域に区分）に整理した。

5.3 目標林型の明確化

目標林型としてどのような樹種から構成されるかを明確に定めておかないと、一貫性をもった管理をすることはできない。現地の状況から、十分な密度で広葉樹の自然侵入が確認された場合は、自生種（付表1参照）を中心にした目標林型を定めるとよい。これは、植生が自然に遷移していく方向に逆らわない方が海岸林をつくりやすいからである。

5.4 目標林型設定や選木にあたって参考となる情報源

- ・書誌情報は9を参照

5.4.1 海岸植物の県単位の分布情報

澤田ほか（2007）には、日本の海岸植物280種（草本も含む）について県単位の分布情報が載っている。

5.4.2 分布図の載っている文献

樹種ごとの分布図により、対象地に出現するかどうかがわかる。

- ・日本産針葉樹の分類と分布（林、1960）
- ・原色日本林業樹木図鑑1～5巻（倉田、1964～1976；日本林業技術協会編、1968）
- ・Atlas of the Japanese Flora I、II（堀川、1972；1976）

- ・日本樹木誌 1（日本樹木誌編集委員会編、2009）

5.4.3 地域の植物誌・植生誌

各地域で作られている植物誌・植生誌は、目標林型を明確化する際に地域の植生を知る情報源として有用である。植生誌には付表がついており、これを参照すれば調査地点ごとの出現種がわかる。

- ・日本植生誌 1～10 巻（宮脇編著、1980～1989）
- ・各県や地方で発刊されているものは多い。これらについて、植生学会 <http://www.sasappa.co.jp/shokusei/> の「群落研究」、「植生情報」などが利用できる。

6 広葉樹の密度について

6.1 将来の成林時を想定した適正な立木密度の考え方

クロマツの適正な立木密度については 2011 年に公表した手引き（坂本ほか、2011）の 2 章で詳細に説明されている。広葉樹の適正な立木密度については、厳密には樹種ごとに検討しなければならない。しかし、現時点

表 2 林冠高に対応した目標本数密度（形状比70の場合、坂本ほか(2011)より）

林冠高	平均 胸高 直径	立木本数	
		相対密度 55 %	相対密度 65 %
m	cm	本/ha	本/ha
3.0	4.3	8,300	9,800
3.5	5.0	6,500	7,700
4.0	5.7	5,300	6,200
4.5	6.4	4,400	5,200
5.0	7.1	3,700	4,400
5.5	7.9	3,200	3,800
6.0	8.6	2,800	3,300
6.5	9.3	2,400	2,900
7.0	10.0	2,200	2,600
7.5	10.7	2,000	2,300
8.0	11.4	1,770	2,100
8.5	12.1	1,610	1,900
9.0	12.9	1,470	1,740
9.5	13.6	1,350	1,590
10.0	14.3	1,240	1,470
10.5	15.0	1,150	1,360
11.0	15.7	1,070	1,270
11.5	16.4	1,000	1,180
12.0	17.1	930	1,100
12.5	17.9	880	1,040
13.0	18.6	820	970
13.5	19.3	780	920
14.0	20.0	730	870
14.5	20.7	690	820
15.0	21.4	660	780
15.5	22.1	620	740
16.0	22.9	590	700
16.5	23.6	570	670
17.0	24.3	540	640
17.5	25.0	520	610
18.0	25.7	490	580

では十分な情報がないので、樹高に対して必要な樹冠幅は広葉樹とクロマツと大きくは変わらないと仮定して、クロマツの密度管理を準用する。

最終的に想定する林冠高に対して適正な目標立木密度は、表2のようになる。この表は形状比を70、相対密度を55%(目標)ならびに65%(上限)とした場合の、林冠高に応じた立木密度を示したものである。すなわち、相対密度55%に対応する立木本数密度を目標とし、多くなったとしても相対密度65%の値を超えないように密度管理を行うという考え方である。

密度管理のために間引く場合の考え方は、2011年の指針（坂本ほか、2011）の4.4.3のやり方にならう。すなわち、まず残したい木を選び、その生育を阻害する木を伐採するという方法である。

6.2 侵入広葉樹の稚樹段階での簡便な密度評価の考え方

針葉樹人工林を広葉樹により林相転換するため、どのサイズの広葉樹がどれくらい必要なのかについて、これまでの研究例からは明らかになっていない（島田、2010）。そこで、現時点の知見で考える実用的な方法を示す。

広葉樹稚樹のサイズクラス区分は、次を閾値とする（2.2.1）。

- ・クロマツ海岸林の林床の光環境で生き残れると考えられる樹高1m（7.1参照）
- ・林床で層をなす競合植物の高さを超え、より生残率が高まると考えられる高さ

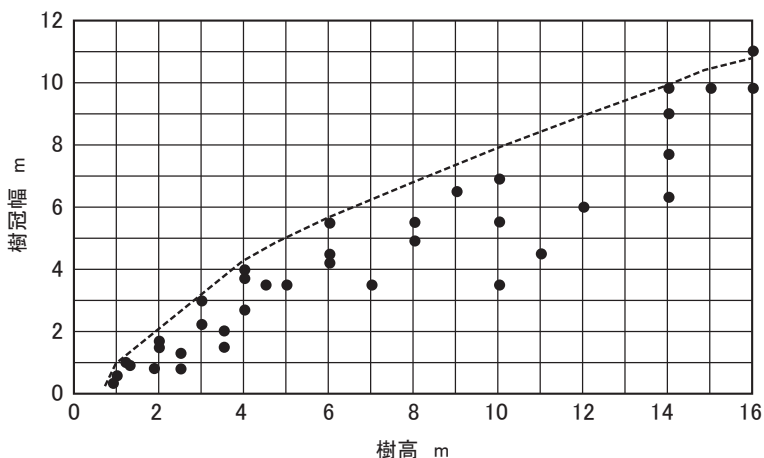


図8 広葉樹の樹高と樹冠幅の相対成長関係
(島田 (1991) より作成)

広葉樹の密度の評価については、2.2.1では個体間の間隔をうっ閉に必要な広葉樹の密度の指標とする簡便化した方法を用いる。この方法の根拠は次のようなものである。

島田 (1991) による樹高と樹冠幅の相対成長関係 (図8) から、1個体の木が健全に生育するために必要とする樹冠幅**を推定して最終的な密度を想定する。さらに、そこまで成長するまでに枯死個体が出ることを想定し、安全を考慮して個体間隔をきめる。すなわち、図8は個体ごとの実測値を点で落としたものであるが、点の散らばりの上限ライン (破線) が、健全に育つために必要な樹幹幅を示していると考えられる。例えば、樹高を6mにしたいと考えると、健全に生育するために必要な樹冠幅は5m程度と考えられる。そのため、立木間隔も5m程度 (400本/ha相当) となる。ただし、この数値は表2で示したものと一致しない。この違いは、表2に出した値は形状比を

** 樹冠幅は1本の木の枝張りであるが、隣接木との個体間隔に読み替えた。

70、相対密度を 55%（目標）ならびに 65%（上限）と設定して算出したのに対し、ここで出した値は形状比を考慮せず、まずはうっ閉すればよいという考えで求めたものだからである。確実にうっ閉させるためには、残す木の密度を樹冠の重なる分だけでなく、枯死する分を見込んで設定する必要がある。早期にうっ閉させるためには、さらに密度が必要である。これらを考慮した実用的かつ簡便なめやすとして、ここでは樹高 1m 以上の個体が林内の光環境で生き残れることをめざし、樹高 2m を超えればうっ閉する間隔は 2m（2,500 本 /ha）、限界林冠高が 2m より低い汀線側では 1m 間隔（10,000 本 /ha）であれば十分とした。

6.3 間隔法による立木密度調査

個体間の距離（立木間隔）を測ることで構成種や林分全体の密度などを推定できる（森下、1979；奥富・伊藤、1967 など）。間隔法にはいくつかのやり方があるが、調査範囲内の任意の個体をランダムに選び、その個体から最も近い個体との距離を測る最近接個体法が簡便である。ランダムに選ぶ個体は、少なくとも 10 個体は必要である。

7 林床の光環境と広葉樹の生育

7.1 上木の扱い—侵入広葉樹の樹高が低い場合

本冊子の対象は前述したように自然侵入した個体である。自然侵入した広葉樹個体に対して、上木を開ける必要があるかどうかについては次の調査によって検討した（島田ほか、2012）。

調査は千葉県千葉市美浜区にある幕張海浜公園内のクロマツ人工林で行った。この林分は1980～1981年に造成されたもので、調査地の林冠高は7m～15mであった。大半はクロマツ林であるが、一部では広葉樹も植栽されている。調査は林内を踏査し、樹高2m以下の健全な広葉樹稚樹を対象に（タブノキ116個体、トベラ107個体）、樹種、樹高、直近3年分の主軸の伸長量を測定した。また、光環境の評価は、全天写真を用いて行った。全天写真はニコンC00LPIX950にフィッシュアイコンバーターFC-E8（等距離射影方式）を装着して、測定対象個体から極力近い位置の0.6～1.6mの高さで撮影した。撮影した全天写真の分析には、国立環境研究所の竹中明夫氏作成のフリーソフトCanopOn2（<http://takenaka-akio.org/etc/canopon2/index.html>）を利用し、平均的な空隙率、全天からの散乱光の透過率を計算した。

その結果、直近3年の平均年伸長量と樹高との間には強い相関がみられたが、平均年伸長量と空隙率および散乱光の透過率（UOC）との関係は弱い相関しか示さなかった（図9）。これは、すでに侵入してい

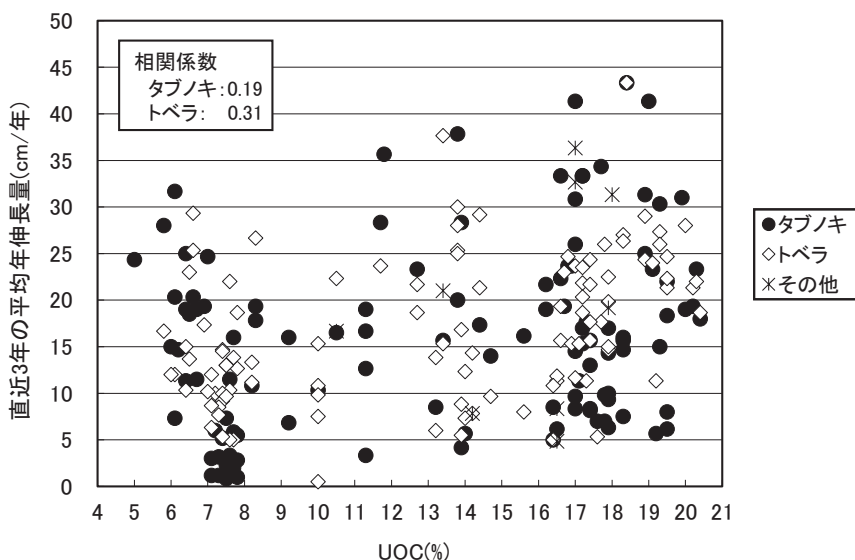


図9 光環境と伸長量
(島田ほか (2012) より作成)

る広葉樹稚樹の伸長に対して、光環境の違いは、個体サイズとの関係とよりも小さいことを示している。すなわち、すでにクロマツ林内に広葉樹が自然に侵入してある程度の樹高（1m くらい）に達している場合、広葉樹の生育は光環境の影響をあまりうけないと考えられる。

武田・金子（2007）は、耐陰性が高い常緑広葉樹を林内に植栽する場合、旺盛な樹高成長を期待するためには開空度 10 ～ 20%、相対光量子密度 20 ～ 30% 程度へ光環境を改善することが望ましいとしている。私たちの結果からは、必ずしもそこまでの光環境の改善は必要ないと考えられた。

7.2 上木の扱い—育成対象個体の樹冠が上木の樹冠に接する場合

下層にある広葉樹は、上木の枝下に樹冠が近づくと、樹高成長が停滞することが指摘されている（田内ほか、2012）。下層の広葉樹の成長停滞を防ぐためには、2.2.5 のフローの中で示したように、育成対象個体が上木に接する前に上木を伐採する必要がある。

7.3 空けすぎることの弊害

海岸林における林冠の開け方と下層木の成長に関する研究は少ない。ヒノキ林樹下植栽の場合（藤堂ほか、2010）を例に、樹高とギャップの関係をみると、植栽木の生存率が高いのは林冠高の長さより直径が小さいギャップであり、植栽木の成長が良いのは林冠高より大きいギャップであった。ただし、林冠高の 2 倍のギャップサイズになると、先駆性樹種によって植栽木が被圧された。大きいギャップにおいて植栽木の成長がよいのにもかかわらず生存率が低下するのは、新たな競合植物が侵入するためである。この結果から、林冠高と同程度のギャップサイズが成長量と生存率からみて最適と考えてよさそうである。大きく空けすぎると、草本やつる植物との競合も危惧される。

林冠を開けすぎることの弊害は、競合植物の増加だけではない。武田（2007）によると、海岸林は砂質未熟土で乾燥しやすく、日当たりのよい環境では著しく成長が悪くなる。実際、土壤の乾燥により生残率が低下することが示唆されている（武田・金子、2007）。

8 おわりに

2011年に発行した「クロマツ海岸林の管理の手引きとその考え方」の中で、クロマツ林に侵入した広葉樹を活用して林相転換するための選木法について提言した。本冊子は、その後の知見を合わせ、クロマツ林に侵入した広葉樹を活用するための広葉樹の育成方法について整理したものである。

本冊子を作成するにあたっては、秋田県森林技術センターの金子智紀氏、山形大学の林田光祐氏、石川県農林総合研究センター林業試験場の八神徳彦氏、山形県森林研究研修センターの渡部公一氏をはじめ多くの方々から貴重なご意見・情報・ご協力をいただきました。心より感謝いたします。

本冊子の作成にあたっては、独立行政法人森林総合研究所エンカレッジモデルによる研究支援を受けました。

島田和則	森林総合研究所多摩森林科学園
坂本知己	森林総合研究所気象環境研究領域
野口宏典	森林総合研究所気象環境研究領域
鈴木 覚	森林総合研究所気象環境研究領域
後藤義明	森林総合研究所気象環境研究領域
萩野裕章	森林総合研究所九州支所

9 参考文献

- 青沼和夫 (1977) 京葉臨海埋立地における樹木植栽に関する試験 (Ⅷ)
ー富浦町における砂浜に広葉樹導入の試みー, 千葉県林業試験場
報告, 1, 1-5
- 浅野貞夫・桑原義晴編 (1990) 日本山野草・樹木生態図鑑 シダ類・
裸子植物・被子植物 (離弁花) 編, 664pp., 全国農村教育協会,
東京
- 伊藤 聡 (2000) 山形県の海岸地帯に植栽した広葉樹の初期成長特性.
東北森林科学会誌, 5 (2), 105-109
- 今井辰雄・川口知穂・大槻晃太・渡辺 治 (2001) クロマツ海岸林
の保育管理と防災効果. 福島県林業研究センター研究報告, 34,
29-43
- 奥富 清・伊藤秀三 (1967) 分析的測定. 「生態学実習書」, 朝倉書店,
生態学実習懇談会編, 50-68
- 小田隆則・伊沢勝利 (1988) 海岸クロマツ林への広葉樹導入に関する
検討ー生育阻害因子についてー. 千葉県林業試験場業務報告, 22,
35
- 金子智紀・金澤正和 (2000) 海岸林の健全化技術に関する研究. 平成
11 年度秋田県森林技術センター業務報告, 33-34
- 金子智紀・田村浩善 (2003) 広葉樹を活用した海岸防災林造成技術
の開発. 平成 14 年度秋田県森林技術センター業務報告, p14
- 金子智紀・田村浩善 (2007) 広葉樹を活用した海岸防災林造成技術の
開発. 秋田県森林技術センター研究報告, 17, 37-60
- 紙谷智彦・川口米美・箕口秀夫・武田 宏 (1991) 北陸から東北南部
の海岸砂丘マツ林への広葉樹の侵入. 「平成 2 年度科学研究費補
助金 (一般研究 C) 研究成果報告書『松枯れ進行中の海岸林への
広葉樹の侵入様式と分布域拡大の機構』」, 紙谷智彦編, 1-5
- 川口知穂・大槻晃太 (1998) クロマツ海岸林の保育管理と防災効果.
福島県林業試験場業務報告, 31, 34
- 川口知穂・大槻晃太 (1999) クロマツ海岸林の保育管理と防災効果②

- 広葉樹導入試験. 福島県林業試験場業務報告, 32, 40
- 川口米美・紙谷智彦・丸山幸平・箕口秀夫・武田 宏 (1991) 「砂山
国有林における植生. 平成2年度科学研究費補助金(一般研究C)
研究成果報告書『松枯れ進行中の海岸林への広葉樹の侵入様式と
分布域拡大の機構』, 紙谷智彦編, 6-10
- 河合英二 (2012) 海岸防災林の津波減災効果と森林の再生問題. フォ
レストコンサル, 128, 25-31
- 倉内一二 (1956) 塩風害と海岸林. 日本生態学会誌, 5 (3), 123-127
- 倉内一二 (1971) 伊勢湾台風の被害と回復、10年間の変化－塩風害
と海岸林6－. 愛知の植物 1971, 107-118
- 倉田 悟 (1964) 原色日本林業樹木図鑑第1巻, 331pp., 地球出版,
東京
- 倉田 悟 (1971) 原色日本林業樹木図鑑第3巻, 259pp., 地球出版,
東京
- 倉田 悟 (1973) 原色日本林業樹木図鑑第4巻, 223pp., 地球出版,
東京
- 倉田 悟 (1976) 原色日本林業樹木図鑑第5巻, 238pp., 地球出版,
東京
- 国土緑化推進機構 (2013) ボランティアのための海岸林植栽の手引書,
20pp., 森林保全・管理技術研究所, 東京
- 斎藤新一郎 (1984) 寒冷地方の海岸平野における防災林の造成方法に
関する研究. 北海道林業試験場研究報告, 22, 131-235
- 坂本知己・島田和則・野口宏典・萩野裕章・鈴木 覚・後藤義明 (2011)
クロマツ海岸林の管理の手引きとその考え方ー本数調整と侵入広
葉樹の活用ー. 54pp., 森林総合研究所 第2期中期計画成果24(安
全・安心ー14)
- 澤田佳宏・中西弘樹・押田佳子・服部 保 (2007) 日本の海岸植物チ
ェックリスト, 人と自然, 17, 85-101
- 品田 泰 (1996) 海岸緑化技術の検討ー自然海岸林の耐潮風構造, 農
業電化, 49 (12), 11-16
- 島田和則 (1991) 高尾山自然林における先駆性高木種の分布・生育

- からみた種特性. 99pp., 東京農工大学修士論文
- 島田和則 (2009) 海岸林の植生. 「森林大百科事典」, 朝倉書店, 森林総合研究所編, 141-143
- 島田和則・坂本知己・後藤義明 (2009) 新潟県下越地方の海岸林におけるクロマツとハリエンジュの樹高比較, 関東森林研究, 60, 187-190
- 島田和則・後藤義明・萩野裕章・鈴木 覚・野口宏典・坂本知己 (2010) 松枯れ発生地域におけるクロマツ海岸林の樹種転換のためのゾーニングの試案ークロマツ樹高を指標にした侵入樹種の適切な選択ー, 海岸林学会誌, 9, 25-30
- 島田和則・小平哲夫・小森谷あかね・坂本知己 (2012) 千葉市幕張海浜公園のクロマツ林に自然侵入した広葉樹稚樹の伸長量と光環境. 日本森林学会大会学術講演要旨集, 123, A15
- 島田博匡 (2010) その人工林は広葉樹林化できるのか? ～三重県のスギ・ヒノキ人工林～. 森林技術, 817, 24-27
- 清水 一 (2005) 海岸地域に適した緑化樹選び (II) ー塩風で枯れやすい樹種と枯れにくい樹種ー. 光珠内季報, 140, 9-13
- 森林総合研究所 (2011) 広葉樹の種苗の移動に関する遺伝的ガイドライン. 20pp., 森林総合研究所 第2期中期計画成果 20 (安全・安心ー 11)
- 田内裕之・田中 浩・平田晶子編 (2010) 広葉樹林化ハンドブック 2010 ー人工林を広葉樹林へと誘導するためにー. 36pp., 森林総合研究所 第2期中期計画成果 22 (林業・木材利用ー 5)
- 田内裕之・田中 浩・平田晶子編 (2012) 広葉樹林化ハンドブック 2012 ー人工林を広葉樹林へと誘導するためにー. 48pp., 森林総合研究所 第3期中期計画成果 1 (森林・林業再生ー 1)
- TAODA Hiroshi (1998) Succession of *Pinus thunbergii* forest on coastal dunes, Hitotsuba Coast, Kyushu Japan. *Hikobia*, 10, 119-128
- 竹内 亮 (1975) 図説・広葉樹の見分け方ー葉形の見分けによるー, 249pp., 農林出版, 東京

- 武田 宏 (2007) 海岸防災林における常緑広葉樹の植栽成績. 林業に
いがた, 657
- 武田 宏・金子岳夫 (2007) 海岸防災林における常緑広葉樹の植栽成
績. 新潟県森林研究所研究報告, 48, 103-114.
- 谷口森俊 (1954) 台風 13 号及び異常高潮に依る植物の被害調査報告,
植物生態学会報, 3, 282-289
- 谷本丈夫 (1990) 森林からのメッセージ⑤広葉樹施業の生態学,
245pp., 総文, 東京
- 田村浩喜・陶山佳久 (2008) 海岸砂防用広葉樹の選抜と更新技術に関
する研究—海岸林造成に使用された苗木の産地と造成に用いられ
たカンワのフェノロジー. 秋田県森林技術センター研究報告, 18,
84-93
- 津田裕司・細田浩司・横堀 誠 (2008) マツ材線虫病に強い海岸林の
造成に関する研究—針広混交林化に適する樹種と苗木植栽前の土
壌改良—, 茨城県林業技術センター研究報告, 28, 1-30
- 藤堂千景・谷口真吾・乾雅 晴・伊東康人・山瀬敬太郎 (2010) ギャ
ップサイズがヒノキ人工林の広葉樹林化に与える影響. 日本森林
学会大会学術講演集, 121, 550
- 中川重年 (2004) 森づくりテキストブック. 223pp, 山と溪谷社, 東京.
- 中田香玲・林田光祐 (1996) 北限域のタブノキ成熟林とその周辺
のクロマツ林におけるタブノキの更新. 東北森林科学会誌, 1,
9-14
- 中野秀章・高橋啓二・高橋敏男・森沢万佐男 (1962) 岩手・宮城両県
下防潮林のチリ地震津波時における実態・効果と今後のあり方,
林業試験場研究報告, 141, 1-83
- 長澤 喬・末 勝海・中島勇喜・高木正城 (1975) 堆砂がクロマツの
生長におよぼす影響 (I), 日本林学会大会講演集, 86
- 長澤 喬・高木正城 (1976) 堆砂埋砂がマサキの生長におよぼす影響,
砂丘研究, 22 (2), 11-13
- 日本生態学会編 (2002) 外来種ハンドブック, 390pp., 地人書館, 東
京

- 日本樹木誌編集委員会編（2009）日本樹木誌 1, 760pp., 日本林業調査会, 東京
- 日本林業技術協会編（1968）原色日本林業樹木図鑑第 2 巻, 265pp., 地球出版, 東京
- 沼田 真・岩瀬 徹（1975）図説日本の植生, 178pp., 朝倉書店, 東京.
- 沼田 真・吉沢長人編（1975）新版・日本原色雑草図鑑, 414pp., 全国農村教育協会, 東京
- 林 弥栄（1960）日本産針葉樹の分類と分布, 202pp., 農林出版, 東京
- 林田光祐（1999）タブノキ稚樹の成長と光. 日本海沿岸北部海岸林の潜在植生導入による保全技術, 中島勇喜編, 平成 8～10 年度文部省科学研究費補助金基盤研究（B）（2）研究成果報告書（課題番号 08456073）, 184-190
- 北海道立林業試験場（2003）北海道の日本海沿岸北部における海岸林の造成. 36pp, 北海道立林業試験場, 美唄.
- 細田浩司・山野辺隆・高木よし子（2001）本県以外の海岸林の現状把握－千葉県の事例－. 茨城県林業技術センター業務報告, 38, 44-45
- 堀江保夫（1966）植物の耐塩水性（2）－防潮林構成樹種選定のための実験－. 林業試験場研究報告, 186, 113-133
- 堀川芳雄（1972）Atlas of the Japanese Flora -an introduction to plant sociology of East Asia-, 500pp., 学研, 東京
- 堀川芳雄（1976）Atlas of the Japanese Flora II -an introduction to plant sociology of East Asia-, 501-862, 学研, 東京
- 本間 啓（1976）特殊環境地の植物, 遺伝, 30（2）, 41-46 前川文夫（1977）日本の植物区系, 178pp., 玉川大学出版部, 町田
- 宮田弘明（1984）高知県林業試験場研究報告, 12, 65-87
- 宮脇 昭編著（1980）日本植生誌 1. 屋久島, 376pp., 至文堂, 東京
- 宮脇 昭編著（1981）日本植生誌 2. 九州, 484pp., 至文堂, 東京
- 宮脇 昭編著（1982）日本植生誌 3. 四国, 539pp., 至文堂, 東京
- 宮脇 昭編著（1983）日本植生誌 4. 中国, 540pp., 至文堂, 東京

- 宮脇 昭編著 (1983) 日本植生誌 5. 近畿, 569pp., 至文堂, 東京
- 宮脇 昭編著 (1985) 日本植生誌 6. 中部, 604pp., 至文堂, 東京
- 宮脇 昭編著 (1985) 日本植生誌 7. 関東, 641pp., 至文堂, 東京
- 宮脇 昭編著 (1987) 日本植生誌 8. 東北, 605pp., 至文堂, 東京
- 宮脇 昭編著 (1988) 日本植生誌 9. 北海道, 563pp., 至文堂, 東京
- 宮脇 昭編著 (1989) 日本植生誌 10. 沖縄・小笠原, 676pp., 至文堂, 東京
- 村井 宏・石川政幸・遠藤治郎・只木良也編 (1992) 日本の海岸林—多面的な環境機能とその活用—, 513pp., ソフトサイエンス社, 東京
- 森下正明 (1979) 間隔法による個体群密度の推定. 「森下正明生態学論集第二巻」585pp., 思索社, 東京, 95-105
- 八神徳彦 (2005) 石川県における海岸林植生と樹種転換に適した樹種の判定. 石川県林業試験場研究報告, 37, 1-8
- 八神徳彦 (2006) 人工砂丘後背地及び静砂垣内における植栽広葉樹の樹高成長. 石川県林業試験場研究報告, 38, 5-9
- 山中典和・川崎絵里子・玉井重信 (2005) 鳥取県における海岸クロマツ林の林分構造と広葉樹の侵入状況. 森林応用研究, 14, 27-33
- 横浜市環境創造局みどりアップ推進課 (2012) 横浜市森づくりガイドライン, 135pp., 横浜市環境創造局みどりアップ推進課, 横浜
- 吉崎真司 (2011) 海岸林の機能と津波に対する樹木の応答について. 日本緑化工学会誌, 37, 281-285
- 和田 覚・白沢芳一 (1998) 秋田県における海岸広葉樹林の林分構造. 東北森林科学会誌, 3 (2), 9-12

付表 1 海岸林樹種整理表 (1/3)

樹種名	生活型	針葉樹	先駆性樹種	海岸での耐性ランク	最大樹高区分	北海道	青森県	秋田県	山形県	宮城県	福島県	茨城県	千葉県	東京都	神奈川県	新潟県	富山県	石川県	福井県	山梨県	長野県	大分県	熊本県	鹿児島県
アオギリ	夏緑		○	B	V																			
アカエゾマツ	常緑	○		B	V																			
アカガシ	常緑			B	IV																			
アカメガシ	夏緑		○	B	IV																			
アキミ	夏緑		○	A	II																			
アコウ	常緑			B	V																			
アベマキ	常緑			B	V																			
アラカシ	常緑			C?	V																			
イスノキ	常緑			B	V																			
イスビワ	常緑			B	II																			
イヌマキ	夏緑		○	B	V																			
イブキ	常緑			B	V																			
イボタノキ	半常緑	○		A	II																			
ウバメガシ	常緑			A	IV																			
ウワミズザクラ	夏緑			B	V																			
エノキ	夏緑			B	V																			
オオハヤシ	半常緑		○	B	I																			
オオハヤシ	常緑			A	II																			
オオハヤシ	常緑		○	B	III																			
オガタマノキ	常緑			B?	V																			
オニグルミ	夏緑			C	V																			
オヒョウ	夏緑			B	V																			
カクアジサイ	夏緑		○	B	I																			
カクレミノ	常緑			B	IV																			
カゴノキ	常緑			B?	IV																			
カシワ	常緑			A	IV																			
カスミザクラ	夏緑			B	V																			
カマツカ	夏緑			C	II																			
カラスザンショウ	夏緑		○	B	V																			
キハギ	夏緑		○	C	I																			
クサギ	夏緑		○	B	III																			
クスドイデ	常緑			B	II																			
クスノキ	常緑			B	V																			
クロガネモチ	常緑			B	V																			
ケヤキ	夏緑			B	V																			

本文 2.3.2 の選木のために必要な樹種特性と都道府県ごとの分布を、海岸林に生育しうる主な樹種について整理した。この表の「海岸での耐性ランク」と「最大樹高区分」は表 1、図 1 と同じである。なお、この表には不完全な部分がある。

付表 1 海岸林樹種整理表 (2/3)

[illegible]

付表 1 海岸林樹種整理表 (3/3)

[illegible]



独立行政法人 森林総合研究所 多摩森林科学園
〒193-0843 東京都八王子市廿里町1833-81

編集・発行 多摩森林科学園
発 行 日 2014(平成26)年3月31日
お問い合わせ先 編集刊行係
電 話 029-829-8135
e-mail: kanko@ffpri.affrc.go.jp

※本誌掲載内容の無断転載を禁じます。