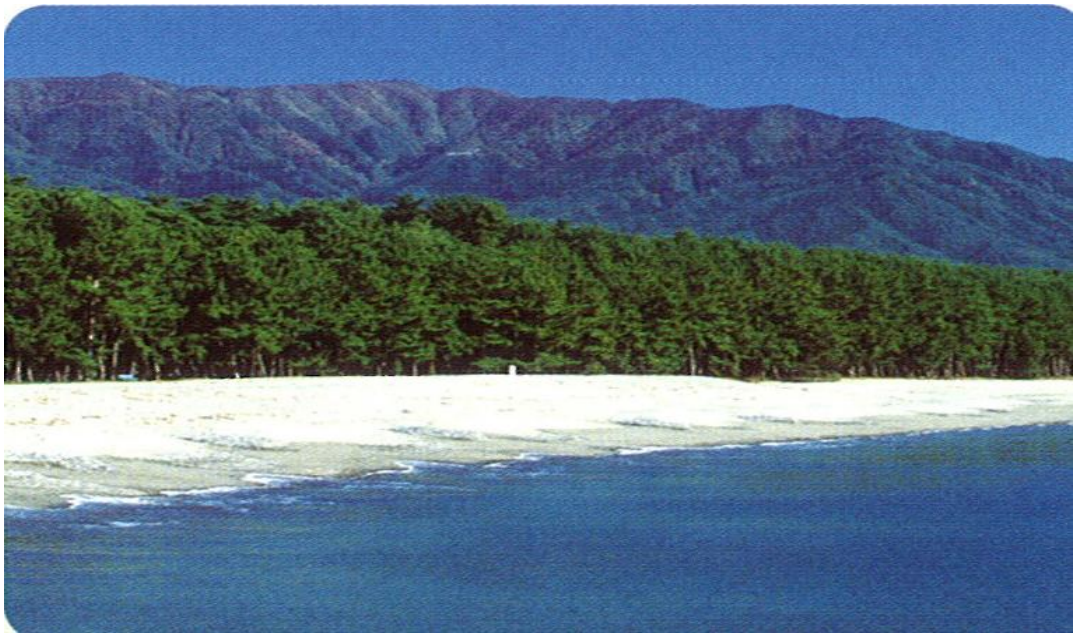
公益社団法人国土緑化推進機構

「緑と水の森林ファンド」事業助成

海岸林の役割と再生の考え方



森林保全・管理技術研究会

目　次

はじめに　---------- 1

第１章　クロマツと広葉樹　---------- 2
1.1　クロマツと広葉樹の立地環境と配置(ゾーニング)（吉崎真司・金子智紀）-- 2
1.2　被災地（岩手県・宮城県）の海岸林と地域特性　（小堤　裕）---------- 6
1.3　主要広葉樹の分布　（吉崎真司）　----------10

第２章.クロマツの植栽　(金子智紀)----------14
2.1　植栽の前に　----------14
2.2　植栽の準備　----------14
2.2.1　植栽に使う道具および材料の運搬　----------14
2.2.2　植え付けの目印　----------16
2.3　植栽　----------17
2.3.1　植え穴掘りと基肥　----------17
2.3.2　植え付け　----------17
2.4　後片付け　----------18

第３章　広葉樹の植栽(金子智紀)----------20
3.1　基本はクロマツと同じ　----------20
3.2　植栽　----------20
3.2.1　植え穴掘り　----------20
3.2.2　客土　----------20
3.2.3　植え付け　----------21
3.3　支柱の設置　----------21

参考文献・引用文献　----------23

表紙の写真は「高田松原ものがたり」より引用

はじめに

2011.3.11 に発生した巨大地震により千年に 1 度の確率といわれる大津波が発生し、太平洋沿岸の海岸林に未曾有の被害をもたらしました。この災害後、海岸林の大切さが改めて認識されました。

現在、各地で海岸林の再生に向け、森林ボランティアや NPO 等の団体が積極的に植栽活動に参加をしています。海岸林再生は始まったばかりですが、今後は国、県、市町村と各種団体が協力して取り組む必要があります。

この報告書は、岩手県や宮城県を中心として、被災した海岸林の再生を目指して植栽に参加する人々のために、海岸林の役割とクロマツや広葉樹の植栽に関する知識について専門家の手でやさしく解説しました。

この報告書が被災地の海岸林再生に少しでも役立つことを期待しています。

（被災後の貞山堀のマツ林）

執筆者
大橋信彦　　ゆりりん愛護会（名取市閖上）会長
吉崎真司　　東京都市大学環境学部長
金子智紀　　秋田県農林水産技術センター環境経営部長
小堤　裕　　宮城県森林整備課技術副参事
河合英二　　森林保全・管理技術研究会主任研究員

第１章　クロマツと広葉樹

1.1 クロマツと広葉樹の立地環境と配置（ゾーニング）

砂浜は潮の満ち引きや潮風、そして強風によって砂が飛んだりしていつも変化しています。図 1.1−１はそれらを模式的に示したものですが、図からわかるように汀線から内陸へ向かって

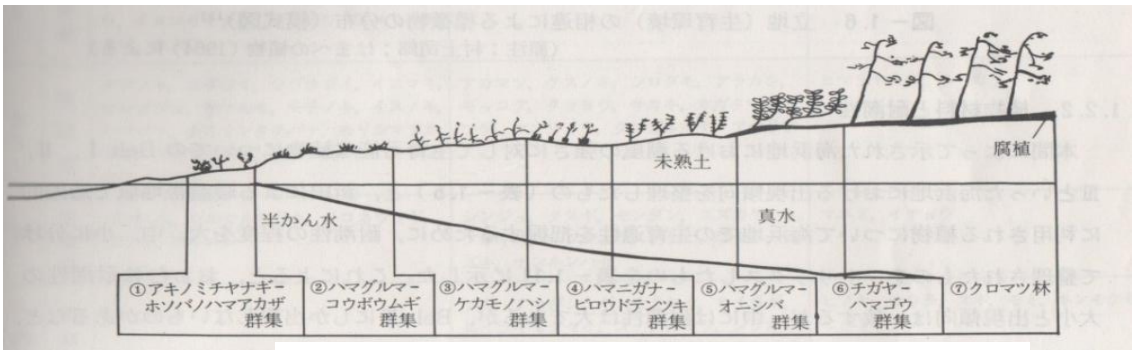


図 1.1−1　砂浜海岸の模式断面と植生配分

砂の大きさやしぶきなどの環境が変化し、それらの環境の程度に応じて、不安定帯、半安定帯、安定帯、低木林、高木林というふうに植物群落のようすも変化します（図 1.1−2）。

海岸の波打ち際から内陸に向かって、どのような植物が自然に生育しているのかを見ると、不安定帯から半安定帯では、まったく植生の無い砂浜から始まり、次いでハマグルマ、ハマヒ

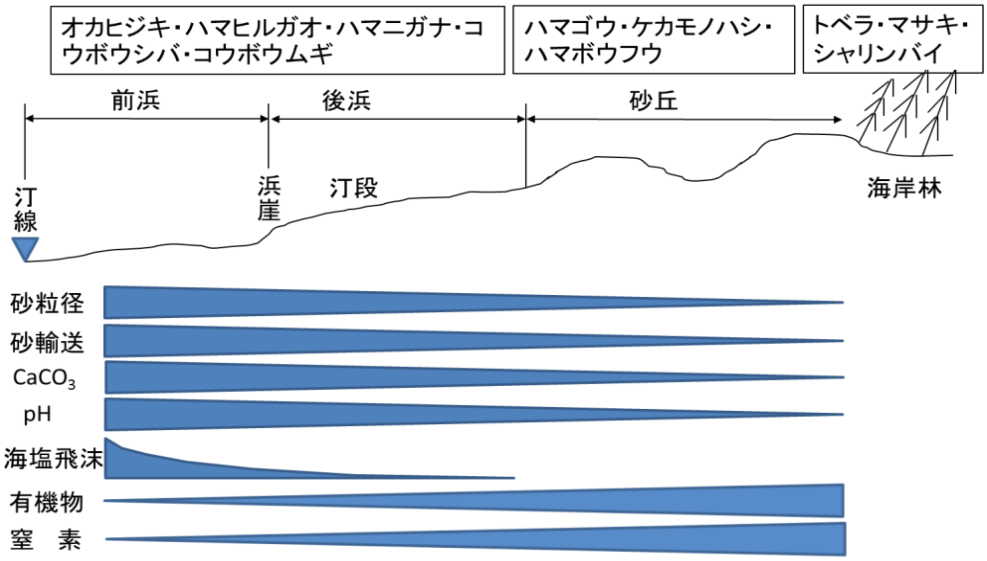


図 1.1−2　砂浜海岸における微地形と環境傾度及び植生の成帯性

（環境傾度は須田ほか（2002）砂浜海岸の生態学より作成）

ルガオやコウボウムギなどの海浜植物と呼ばれる砂草類が群落をつくっています。ついで、チガヤやハマゴウが生育する安定帯の内陸側ではマサキ、トベラ、シャリンバイ、ハマヒサカキなどの背丈の小さい低木群を見ることができます。更にその低木林帯の内陸側は、人の手によってつくられたクロマツ海岸林となっています。また、内陸側の比較的環境のよい場所では徐々にケヤキ、コナラやタブノキなど大木となる広葉樹が出現してきます。

ひとこと《砂浜の生き物　スナガニとハマボウフウ》

夏の浜辺でスナガニを追いかけて遊んだ経験をお持ちの方も多いことでしょう。砂浜に巣穴を掘って生活するスナガニは警戒心が強く、人の気配を感ずると素早く穴に逃げ込みます。その動きがあまりにも早いので人は追いつけず、穴の上から白い砂を流し込んでそれを頼りに掘り進んでいくのです。そうしてつかまえたスナガニを手に子どもらは英雄気取りでした。しかし、東北以南の海浜に生息するスナガニは、砂浜の浸食や護岸工事が影響して次第に生活の場を奪われ、その数も減少しています。鳥取県では、スナガニを海岸の生物多様性をはかる指標生物にしようと、その生態や個体数調査に取り組んでいます。

ハマボウフウという海浜植物をご存じでしょうか。濃い緑の葉と夏に咲く白い小花、深く伸びる根が特徴のこの植物は、日本のどこの海岸にも生育していたセリ科の多年草で、五月の浜辺で新芽を摘む風景は地域の風物詩ともなっていました。海浜植物にはハマニンニクやコウボウムギ、ハマヒルガオ、ハマニガナなど、たくさんの種類がありますが、それらは“砂草”と呼ばれ、砂浜に深く長く根を伸ばして砂の飛散を防ぐはたらきをしています。

これまで我が国の海岸には、防災林整備のためのクロマツの苗がたくさん植えられましたが、砂草たちはマツ苗を砂嵐から守るという大切な役目も果たしていたのです。

スナガニやハマボウフウは、宮城県では絶滅危惧種のひとつに挙げられています。わたしたちが手を差し伸べてやらないと種が途絶えてしまう生き物についても、一緒に考えてみませんか。

（大橋信彦）

スナガニ

ハマボウフウ

この順番は、潮風や乾燥、そして貧養な土壌環境に対する適応能力の差を表しているとともに、植物が環境傾度に応じて棲み分けしている姿と捉えることもできます。したがって、広葉樹の植栽では樹種毎に砂丘環境に対する耐性を知ることが重要となります。つまり、砂浜の環境はどこも同じというわけではなく、特に潮風が強いのが大きな特徴です。そのために海岸近くの強風地帯では、独特の断面をもつ樹林となります。それが「風衝形」と呼ばれるものです（写真 1. 1-1）。

樹木が新芽を出して成長しようとしても真直ぐ上に伸びることが出来ず、陸側へ枝葉を広げながら成長していくためにできる姿です。更に強風地帯では、樹幹自身も内陸側へ傾いた断面となります。このように、汀線から内陸へ向かって変化する風環境は樹木の生育にとって非常に大きな影響を及ぼします。

写真 1.1-1　クロマツ海岸林の風衝形

さて、私たちがつくろうとする海岸林は住居や農地、道路や色々な施設を災害から守るためのものですので、十分な高さと厚みを持ち、がっしりした樹形をもつ樹木でできた森でなければなりません。そのためには、汀線からの距離に応じて環境をいくつかに区分（ゾーニング）し、区分ごとの環境にも耐えて成長できる樹木、またその環境に適した樹木の種類を選ばなければなりません。私たちの先輩たちは、厳しい海岸環境にも耐えて育つことができる植物としてクロマツを見出し、江戸時代から数百年をかけてクロマツを主とする海岸林を全国で築いてきました。クロマツであれば飛砂や潮風に耐えながら、また砂地という土壌水分が少なく栄養分もない場所に森をつくることができると考えたのだと思います。

クロマツの根は菌根菌と呼ばれる菌類と共生していて、痩せ地でも元気に育つことができます。クロマツは潮風や痩せ地にめっぽう強く、しかも少ない年数で高さ（樹高）を稼ぐことができます。風や飛砂などを防ぐ機能は樹高が高いほど顕著に発揮されるので、これまで日本の多くの海岸ではクロマツが植えられてきました。しかし、松くい虫（マツノザイセンチュウ病）に弱いため松一辺倒だけでは防災機能を維持することができなくなる心配があり、クロマツに加えて広葉樹も一緒に植えていきましょうという考え方が出てきました。これは、クロマツがもし松くい虫によって枯れても広葉樹が残っていることで防災機能が少なからず維持されるからです。広葉樹を植えようとするもう一つの理由には、海岸域では産業用地や住宅地などとして開発が進み､海辺に棲む自然本来の動物や植物が少なくなってきていることがあげられます。広葉樹の植栽は、これら海辺の生き物の生息場所や移動・交流の場として、生態系の維持に重要な役割を果たすものと考えられています。

クロマツについては、病気に対して抵抗性をもつ松苗が生産されるようになり、松枯れが再び猛威を振るう可能性は低くなっています。そして松枯れ後の林内には多くの広葉樹が見られるようになりました。これはクロマツの落ち葉や枯れ枝が長年地表面に供給された結果、土壌の養分が多くなっているためと考えられますが、将来大きくなるような広葉樹の多くは砂浜のような乾燥して養分がすごく少ない場所ではうまく育つことができません。

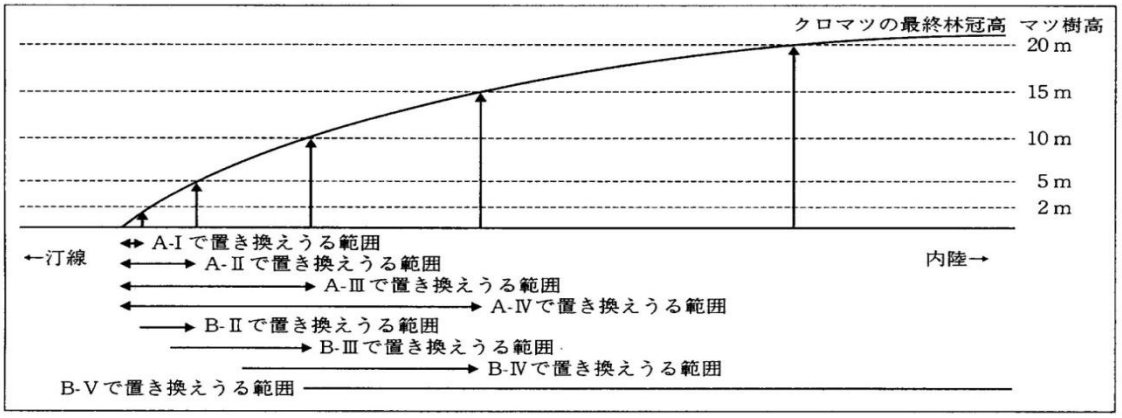


図 1.1-3　クロマツの最終林冠高を基準にしたゾーニングと対応する樹種との関係
（森林総合研究所 2011）

表 1.1-1　ゾーニングのための樹種区分（森林総合研究所 2011）

海岸での耐性			A：最前縁で耐性がある	B：最前縁で耐性がないが，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
	Ⅰ	2 m	マルバグミ，クコ	ヤツデ，ガクアジサイ	キハギ，ヤマハギ ノイバラ
最大樹高区分	Ⅱ	5 m	オオバマサキ，トベラ シャリンバイ，マサキ ハマヒサカキ，アキグミ	アズマネザサ ネズミモチ オオバイボタ	カマツカ，ニシキギ ニワトコ
	Ⅲ	10 m	ウバメガシ	サンゴジュ，ヤブツバキ ヒメユズリハ，ネムノキ	ヒイラギ
	Ⅳ	15 m	カシワ，ビャクシン	モッコク，カクレミノ シロダモ，ヒサカキ アカメガシワ，ユズリハ	
	Ⅴ	20 m 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，エゾイタヤ エノキ，コナラ ハリギリ，ミズナラ	ヤマモミジ，コブシ シラカシ，スギ ヒノキ，モミ

樹種区分の例．記されていない樹種も，適宜この表に当てはめて判断する．ゴシックは針葉樹，他は広葉樹．グレーの欄の樹種は，海岸防災林を作る上で，残す優先度は低い．この表に地域性は反映していない．

（独）森林総合研究所では、図 1.1-3、表 1.1-1 に示すように、汀線側から内陸へ向かって環境をいくつかに区分し、区分ごとに適した樹種を示しています。図 1.1-3 のゾーニングは、海岸林の高さが 2m、5m、10m、15m という具合に風衝形を形成し、その最も内陸側で樹林の高さが 20m に達することを想定して区分されています。20m あれば、その背後 200m～350m（樹林の高さ 20m の 10 倍から 15 倍）にわたって風を弱める効果が期待できます。表 1.1-１は図 1.1-3 の各ゾーンの環境を指標する樹種の一覧です。この表の樹種は地域性が反映されていないため、実際には地域に応じて具体的に考える必要がありますが、今後、ボランテイアの方々が広葉樹の導入を検討する場合には、これらの図表を参考に植栽予定地のゾーニングを行い、植える樹木の種類を選ぶのが良いと思います。

それでは、広葉樹をどのような場所に植えていったらよいのでしょうか。前にお話ししたように、広葉樹には砂丘環境に対する適応力（耐性）が樹種によって異なっており、樹高も小さなものから大きくなるものまで様々です。広葉樹の植栽では、基本的にはそうした耐性や成長などの特性を活かすことに加え、クロマツと一帯となってより優れた機能を発揮させていくような配置が大切となります。

図 1.1-4 をもとに、具体的な例をあげて説明しましょう。まず、A の部分ですが、ここは波打ち際に近いため樹木が生育するには大変厳しい環境です。もし、松くい虫で松が枯れたら潮風や砂が入ってきて大変なことになるため防災上もとても重要な場所です。しかし、ここに砂丘環境に強いトベラやマサキ、カシワなどを配置したらどうでしょう。クロマツ林帯の裾をガッチリと守るとともに、砂浜の生き物の保全にも役立つと考えられます。次に B の部分ですが、クロマツは成長に伴ってどうしても下枝が枯れ上がり、津波が来た場合には津波が通過しやすくなります。そこで、やや暗い所でも育つエゾイタヤやシロダモなどをクロマツの下に植え、２層構造の森林にすることによって津波に対する減災機能を高めることに貢献します。最後に C の部分ですが、海岸域では環境が最も良い場所となります。ここでは長寿命で大木となるケヤキ、コナラやタブノキなどを育てることによって直接人家などを保全するとともに、散策やリクリエーションなど健康や憩いの場としての活用も期待されます。

このように、広葉樹の砂丘環境に対する耐性や生育の特性を活かし、これをクロマツとうまく組み合わせて配置することによってより高機能の海岸林を造ることができます。

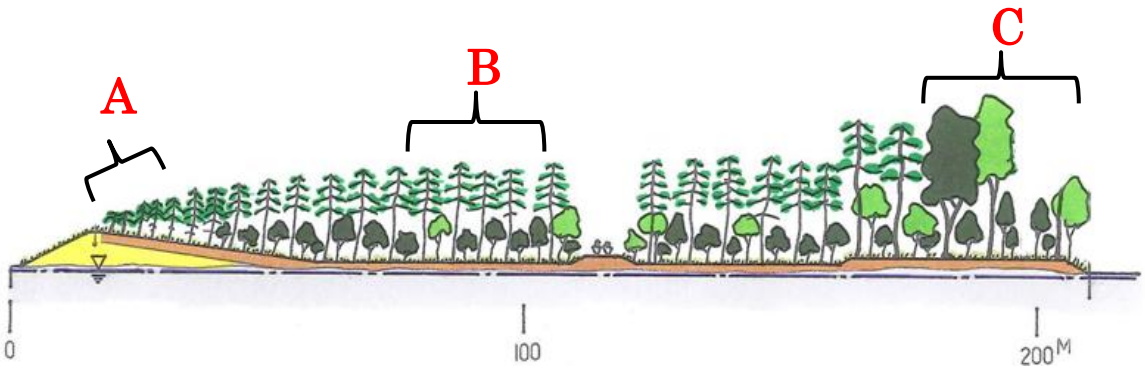


図 1.1-4　砂丘環境に対する耐性と機能を考慮した広葉樹の配置

1.2　被災地（岩手県・宮城県）の海岸林と地域特性

海岸林の歴史は古く，仙台平野においては，西暦 1600 年（慶長５年）仙台藩主伊達正宗公の命を受け，遠州浜松からクロマツの種子を取り寄せ苗畑を設け苗木を育成し，「潮除須賀松林」として造成を行ったのが始まりとされています。一方，「奇跡の一本松」として知られる岩手県の高田松原は，西暦 1667 年（寛文７年）高田の豪商・菅野杢之助によってクロマツ・アカマツが植えられたとされ，以後 400 年以上の長きにわたり 50m～400m の海岸林が造成され，飛砂，風害，ヤマセ等から背後地の人家・農地等を守り地域住民の手によって大切に守り育てられてきました。

写真 1.2-1　2011/3/11 16:07 頃　津波襲来（朝日新聞）

写真 1.2-2　被災後の状況

写真 1.2-3　被災前の高田松原

写真 1.2-4　被災後の状況（奇跡の1本マツが残った）

しかし，2011 年 3 月 11 日（金）に発生した「東北地方太平洋沖地震津波」により岩手県・宮城県では 2,817 ヘクタール（東京ドーム 435 個分）にわたり海岸林が浸水を受け，10mを越える大津波により，流失，幹折れ，倒伏するとともに、生き残ったと思われたマツも塩害うけ被災しました。

宮城県の海岸線の総延長は約 850 ㎞となっております。もちろんこれは金華山や大島など島嶼の周囲を含めたもので，全国で 9 位にランクされています。牡鹿半島から北側（石巻市～気仙沼）はリアス式海岸を呈し，気候は海洋性気候で，年平均気温が気仙沼市では 10.3℃と温暖であることから海岸線にはクロマツ・アカマツといった針葉樹のほか，タブノキを主体とした常緑照葉樹がみられます。また，海岸線の全域が「三陸復興国立公園」や「南三陸金華山国定公園」に指定され景勝地として知られています。石巻市から南側（石巻市～山元町）は概ね砂浜海岸となっており，その海岸線は約 75 ㎞に及び壮大な海岸林を呈し気候は海洋性気候で，年平均気温が名取市では 12.3℃と温暖であり，海岸線には先人たちが植栽したクロマツ・アカマツといった針葉樹が生育し地域は「特別名勝松島」や「仙台海浜県自然環境保全地域」に指定され，文化と自然が豊かな地域として知られています。

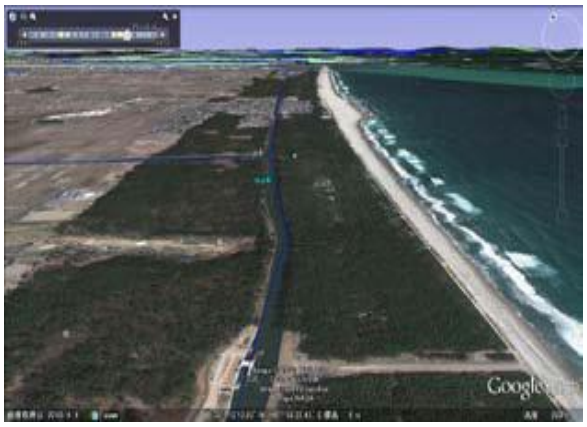


写真 1.2-5　被災前の仙台海岸

写真 1.2-6　被災前の気仙沼市（小田ノ浜）

また、岩手県の海岸線の総延長は約 708 ㎞となっており全国で 13 位にランクされています。宮古市から北側（宮古市～洋野町）は高い断崖をもつリアス式海岸を呈しています。宮古市から南側（宮古市～陸前高田市）は岬と深い湾が入り組んで，ノコギリの歯の様なリアス式海岸を呈し気候は海洋性気候で，宮古市では年平均気温 10.6 度，大船渡市では年平均気温 11.3 度と温暖であり，海岸線には先人たちが植栽したクロマツ・アカマツといった針葉樹が生育し地域は県内海岸全域が平成 25 年 5 月「陸中海岸国立公園」から「三陸復興国立公園」へ編入され風光明媚な海岸線が連なっています。

海岸林は潮害，飛砂，風害，ヤマセ等から背後地守るため，江戸時代から先人たちは防潮・飛砂防備に優れ，また，貧栄養の砂地地帯にも適応したクロマツを植栽してきました。クロマツは地域の海岸風景を形作る上で最もふさわしい樹種であることを歴史的・文化的視点「白砂青松」からも示しています。しかしながら，近年松くい虫被害によるマツ枯れが危惧されるとともに，生物多様性の保全等もクローズアップされているため，広葉樹を視野に入れた選択が必要です。

ひとこと《抵抗性マツの薬剤防除は必要ないか？》

マツノザイセンチュウ抵抗性マツの育成には時間と手間を要します。先ず、激害地に生き残っていたマツから、つぎ穂や種子を採取し、つぎ木苗、実生苗に人工接種（マツノザイセンチュウ）を 2 回繰り返します。生き残った苗木の種子から実生苗を育成し、抵抗性マツとして流通します。一部の県では、抵抗性マツ苗に、さらに人工接種し、枯れない苗だけを出荷しています。流通している抵抗性マツの抵抗性にはばらつきもあり、「枯れないマツ」ではなく「枯れにくいマツ」になります。九州の苗畑で、ある抵抗性苗に人工接種した結果、一般の実生苗の生存率が 17%に対し、抵抗性苗は 51%でした。また、現地での植栽試験では、17 年生時点で 70%が生存していたとの結果が報告されています。以上のように抵抗性マツ苗の植栽地でも適度な防除は必要とされています。現在、抵抗性品種同士を人工交配して得られた種子苗に接種検定を行い、より優れた抵抗性を持った品種（第 2 世代品種）の開発に成功しています。

（河合英二）

写真 1.2-7　北山崎（岩手県田野畑村）

写真 1.2-8　高田松原（岩手県陸前高田市）

宮城県が海岸林に適する樹種として選定した広葉樹は表 1.2-1 の通りです。海岸林に適した広葉樹種の選定に当たっては，現地調査を行い次の要件を考慮し樹種を選択する必要があります。

それぞれの樹種の耐候性等の特性

① 地域の海岸林での自生状況及び津波後の生存状況
② 地域での植生分布状況
③ 種子確保の容易性
④ 外来緑化植物の取扱いへの配慮及び広葉樹植栽における遺伝的攪乱の防止への配慮

岩手県ではこれまで古くから飛砂や潮風、寒風に強いクロマツ、アカマツを中心に再生を図っていくこととしています。広葉樹については、現在、マツ類と併せて、有望と思われるカシワ、イタヤカエデ、コナラ、クリ、ミズナラ、オオヤマザクラ、ケヤキの 7 種について被災した防潮林での植栽試験を行っており、こうした試験結果も踏まえて植栽樹種を選定する方針です。

表 1.2-1　樹種別適応表（宮城県での例）

樹　種	耐痩地	耐乾性	耐陰性	耐潮性	耐酸性	自生・生存の確認	県内の植生分布	種子確保の容易さ	総合判定
カシワ	○	○	○	◎	○	×	△	△	△
エゾイタヤ	△	△	○	△	○	×	△	△	△
ハリエンジュ	◎	◎	△	○	○	◎	○	○	×
コナラ	○	◎	△	△	○	○	◎	◎	◎
クリ	△	○	○	○	○	△	○	◎	○
ケヤキ	△	△	○	△	○	△	○	○	○
ヤマザクラ	△	○	△	○	△	◎	○	◎	○
タブノキ	○	○	◎	◎	△	×	△	△	△
トベラ	△	◎	◎	◎	△	×	△	△	△
アカマツ	◎	◎	△	△	○	○	◎	◎	◎
クロマツ	◎	◎	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	←――――――			―――――→		↓	↓	↓	↓
	凡例	◎	強い			多い	多い	容易	最適
		○	やや強い			やや多い	やや多い	やや容易	適
		△	やや弱い			少ない	やや少ない	やや劣る	避ける
		×	弱い			ない	ない	劣る	不適

※1　ハリエンジュ（ニセアカシア）北米原産で日本には 1873 年渡来した，先人が海岸林を造成する際に，肥料木としてクロマツと混植し，その適応性は上記のとおり良好である，繁殖力が旺盛でクロマツの生育を阻害するなど駆除対応に苦慮してきた経緯がある。（日本では外来生物法の「要注意外来生物リスト」において，「別途相互的な検討を進める緑化植物」の一つに指定されている。）

※2　カシワは耐陰性に優れ，防風効果が高い（葉が大きく枯れても枝から葉が落ちにくい）とされ，秋田県，山形県などの日本海側では海岸地域に自然植生していることからクロマツに替わる樹種として植栽されている。太平洋側に面する宮城県では，ある程度温暖な地域性から，海岸部における自然植生はまれである。宮城県では主に脊梁山脈の高標高地域（寒冷地）に点在している状況から種子の確保が困難である。

1.3　主要広葉樹の分布

日本列島には植物の分布に影響を及ぼす要因がたくさんあります。気温や降水量、地史的な要因や沿岸を流れる海流のほか、動物や人間活動によっても影響をうけます。その分布パターンは様々ですが、日本中どこでも見られる種、西南日本や東日本を中心に分布する種、関東や中部地方に限定して分布する種など、主に 10 パターンほどが知られています。東日本大震災でダメージを受けた本州太平洋岸の海岸林の再生に広葉樹を使用する計画がありますが、これらの場所は成立可能な森林の種類が大きく変わる場所でもあります。つまり岩手県中南部から北は落葉広葉樹林の成立域、南は常緑広葉樹林が成立する北限域に当たりますので、ボランテイ

アの皆さんが海岸林を造成するために使用する苗木の種類も、これらのことをよく検討することが大切です。

ひとこと《コンテナ苗は活着しやすい》

苗木は、これまで苗畑で育ったものを掘り取る「裸苗」、と「ポット苗」が使用されてきました。裸苗は根を切る必要がありますが、ポットで育てた苗はポットを抜いて植え込むために根を切断することがなく、裸苗より活着率も高い利点があります。ただし、ポット内で直根が巻くいわゆるルーピングがしばしばみられます。このルーピング苗は、植栽後に根が十分に伸びないことがあります。最近注目を集めている苗木が、通称「コンテナ苗」です。コンテナとは「マルチ・キャビティ・コンテナ」を指し、樹脂製の多数の容器が一体成形されたものです。コンテナ苗はポット苗に比べ、作業効率の良さと根系の変形が少ない利点があります。細長いので、植え付け効率も上がります。さらに活着率、初期生長も優れているので、被災地の苗木として期待されています。

（河合英二）

コンテナ苗

コンテナ苗と裸苗の根系

佐々木ら(2013)は、沿岸域に自生する広葉樹の分布として以下のことを報告しています。

① 東北地方以南の温暖地での主要樹種は、高木類のスダジイ、タブノキ、低木類ではマサキ、トベラ、ハマボウ、ウバメガシ、ハマビワである。

② 常緑広葉樹類の内、スダジイは福島県相馬市まで、常緑性のカシ類（アカガシ、シラカシ、ウラジロガシ）は牡鹿半島の南、仙台平野までが自然分布の限界となっている。

③ タブノキ、シロダモ、ヤブツバキのほか、常緑性の低木類マサキ、トベラなどを利用できるのは、岩手県下閉伊郡山田町付近までということになる。

④ 東北地方以北の寒冷地の主要樹種は、高木類のミズナラ、コナラ、カシワ、低木類ではハマナスである。

⑤　山田町以北での地域では、もはや常緑広葉樹類はほとんど利用できず、コナラ、ミズナラ、カシワなどの夏緑性の広葉樹を主体にする必要がある。
⑥　以下に、海岸林を構成する主な樹木の自然分布を示します。

タブノキ：（クスノキ科常緑広葉樹）日本全体では、最寒月の月平均気温が１～11℃、海抜高が 3～600m の範囲に成立します。タブ林としての分布の中心は西南日本ですが、暖流の影響を受けて北限は太平洋岸では岩手県中部、日本海側では秋田県にまで及びます。日本でのタブ林の 90%は海岸線から 10km 以内の範囲に分布していますが、太平洋岸の北限域では海抜高 40m 以下、海岸からの距離 375m 以内に生育していることが知られています。同じ常緑広葉樹であるシイと比べると耐凍性はかなり低いと考えられるのですが、実際の分布はシイ類よりも北に分布することが知られています。これは、塩風害に対する耐性の違いではないかと考えられています。また、タブ林が見られる場所は南向き斜面が多いと言われていて、冬季の極度の低温環境が北限域のタブ林の分布を制限しているものと考えられています。
シラカシ：（ブナ科常緑広葉樹）日本では、太平洋側では宮城県、日本海側では福井県が自生北限です。また、植栽木の分布北限としては、太平洋側が岩手県陸前高田市、日本海側は山形県寒河江市となっていて、自生地よりも北に及んでいます。
スダジイ：（ブナ科の常緑広葉樹）日本国内では、本州の福島県と新潟県以南、四国、九州、及びそれらの周辺の島に分布する日本の常緑広葉樹を代表する樹木と言えます。タブノキと同じように分布の中心は西南日本ですが、日本海側、太平洋側ともにタブノキよりは北限が南にあり、最寒月の平均気温２℃の線と一致する傾向にあると言われています。
コナラ・ミズナラ：（ブナ科落葉広葉樹）コナラは、日本では北海道南部から本州、四国、九州（種子島まで）の冷温帯下部から暖温帯に分布する、代表的な二次林の構成種です。しかし、北海道から関東地方の北西部にかけては、北海道の胆振・日高地方を分布の北限として、関東地方北西部、阿武隈山地、北上山地中・北部、北海道日高地方にも自然性の高いコナラ林の存在が認められています。一方、ミズナラは、北海道から九州に至る、主に年降水量 700～3,000㎜、冬季降水量では 100～800㎜、暖かさ指数 40～80、寒さ指数－65～－20 の冷温帯を中心に分布しています。
カシワ：（ブナ科の落葉広葉樹）日本国内では北海道から九州にわたる広い範囲の、主に冷温帯から暖温帯にかけての山野に見られます。東北地方から北海道では、天然性海岸林の重要な構成種となっていて、強い潮風に曝されて、汀線から内陸へかけて樹高が高くなる風衝形をとる樹林が多く認められています。

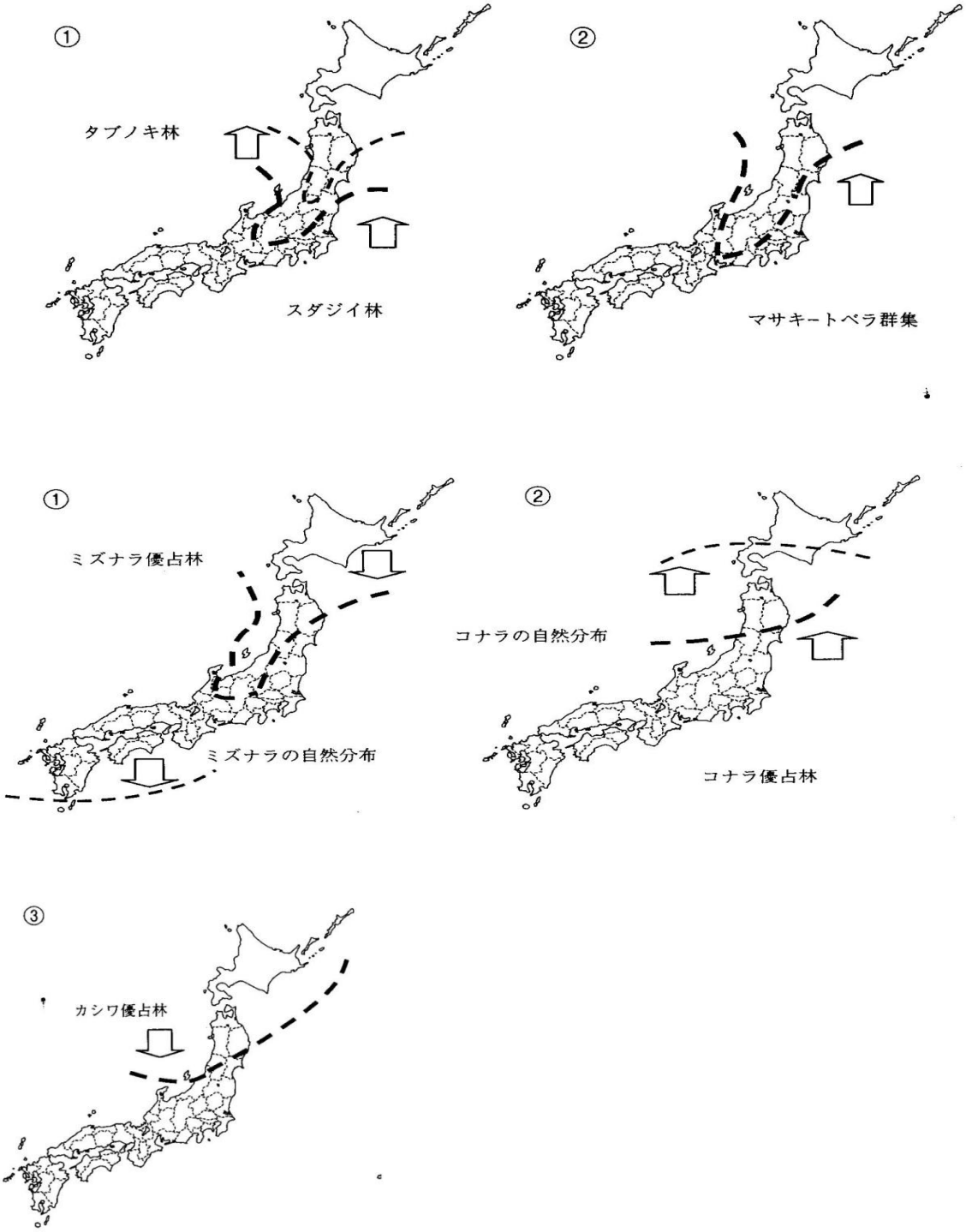


図 1.3-1　主要広葉樹の生育地分布図（佐々木ら（2013））

第２章　クロマツの植栽

2.1　植栽の前に

海岸砂丘地は、晴天時には強い日射しと照り返しがあり、強風時には砂や塩分を含んだ風が吹き荒れる厳しい環境にあります。このため、植林作業に適した身支度のほか、特に日射病や熱中症、飛砂に対する備えが必要です。帽子やタオル、軍手は必需品で、マスクや防塵ゴーグルなどもいざという時に便利なグッズとなります。また、余震による津波が押し寄せる可能性があるので、万が一に備えて自分の居場所を確かめておくとともに、逃げ道や避難場所なども頭の隅に入れておくことが大切です。

植栽予定地に着いたら、周りの風景を眺めてみましょう。ほぼ平らに整地された砂丘が遠くまで広がり、波打ち際には防潮堤、その背後には風を遮るための柵（防風柵）や砂の移動を防ぐための垣根（静砂垣）が整然と並んでいます。これらの施設は、これから植えよとする小さなクロマツ苗を潮風や飛砂から守るためのもので、山地での植栽と大きく異なる点の一つです。クロマツは、防砂・防風対策が講じられているとはいえ、ほかの樹木が容易に育つことができない苛酷な環境に植栽されるので、しっかりと丁寧に植えるよう心がけましょう。

写真 2.1-１　防風柵と静砂垣（秋田県由利本荘市）

ひとこと《炭の導入》

クロマツが海岸砂丘地で元気に育つことのできる理由の一つとして、乾いた砂からでもわずかな水分や養分を探し出し、それを巧みに取り込む「技」を持っているからです。そして、それは細い根の働きによるものであることが知られています。実は、クロマツは根にキノコの菌を飼っていて（菌根菌といいます）、それが水分やミネラル分を吸収してクロマツに与えてくれているのです。そのお礼として、クロマツは光合成で得た養分を菌根菌に返してやり、お互いが共に支え合う関係で生活しています。この関係を「共生関係」といいますが、近年、この関係にヒビ割れが生じてきています。昔、海辺に住む人々はクロマツ林から松葉や枯れ枝を集め、家庭の燃料として利用していました。しかし、石油をはじめとする化石燃料が使われるようになってからは生活スタイルが一変し、燃料としての松葉や枯れ枝を集める必要がなくなってしまいました。この結果、地表には落ち葉が厚く堆積してしまい、菌根菌が住みにくい環境になってしまったのです。クロマツにとって水分とミネラル不足は大きな痛手で、病気に罹りやすくなる原因の一つとも考えられています。そこで、落ち葉掻きなどの対策がとられるようになりましたが、もっと効果的な方法が行われています。それは、落ち葉掻きの後、根の部分に炭を入れる方法です。炭は多孔質で吸着性に富むため、土壌の通気性や保水性を改善して細い根の再生を促すほか、菌根菌などの微生物の増殖や活性化に役立つといわれています。加えて、不足している菌根菌を増やすためキノコ（菌根性）の胞子を撒く方法、植樹の際には炭とともにあらかじめ苗木に菌根菌を感染させてから植える方法なども試されています。炭は肥料ではないため、幹が太くなったとか、樹勢が回復したとか目に見えた効果がわかりにくいものです。しかし、土の中では根の生育環境を整えて活力の増進に貢献しており、クロマツを健康な状態で長生きさせるためにはこうした地道な取り組みが重要であると考えられています。

（金子智紀）

2.2　植栽の準備

2.2.1　植栽に使う道具および材料の運搬

それでは植栽の準備にとりかかります。まず、道具や材料の確認です。主なものとして、植え穴を掘るためのスコップや唐鍬、基肥となるバーク堆肥、養分供給のための化成肥料、堆肥や化成肥料を運ぶためのバケツや計量カップ、土壌の乾燥を防ぐための被覆材（チップや敷藁など)、そして苗木です。現地の資材置き場で道具や材料を確認し、そこから植栽する場所まで運搬します。特に注意する点として、苗木は根を乾燥させると急激に弱ってしまうため、運んだ後はすぐに根元まで土をかぶせて仮植します。

写真 2.2.1-1　植栽の道具

写真 2.2.1-2　基肥

写真 2.2.1-3　仮植した苗木

2.2.2　植え付けの目印

クロマツの植栽では、クロマツと肥料木の 2 種類の木を植えるのが通常の方法です。肥料木とは、根粒菌などによって土壌に養分を供給し、クロマツの生育を助ける役目を果たす木のことをいいます。植え付け本数は、両者を合わせて 1 ha 当たり 5,000～10,000 本が標準的で、苗木の間隔にするとおよそ 1.0～1.4m になります。また、植栽の配列は方形もしくは千鳥足の形とします。苗木の種類や配列を考慮しながら効率よく植えるためには、あらかじめ植栽する場所に目印をつけておくと便利です。一例として、割り箸の頭部分に苗木の種類別に色分けしたペンキでマーキングし、間隔やや配列に合わせて植栽位置に差し込む作業を行います。なお、材料の運搬や目印の設置作業は、既に主催者側で完了している場合があります。

写真 2.2.2-1　計測して目印を付ける作業

2.3　植栽

2.3.1　植え穴掘りと基肥

いよいよ植栽を始めます。植栽位置を示した目印を取り外し、スコップや唐鍬で砂地表面を

覆う雑草や石、枯れ葉などを取り除きます。スコップの耳に足をかけて体重を乗せ、深く差し込みながら砂を掘っていきます。腕力だけに頼るとすぐに疲れてしまうので、足と腰を使って掘りましょう。掘り上げた砂は植え穴の周りにまとめて置き、石やガレキなどが出てきたら掘り上げた砂とは別の場所にまとめて置きます。植え穴の大きさは縦・横・深さともに 30cm が目安です。植え穴掘りのポイントは、深く掘りすぎないこと、中から出てきた根やガレキなどは埋め戻しには使えないので別に区分して置くことです。

植え穴掘りが終わったら、基肥を入れます。指示のあった数量（宮城県の場合、苗木１本当たり 500g のバーク堆肥が標準）を計測して植え穴に入れ、スコップでかき混ぜながら穴底になじませます。この時、中央部が少し盛り上がるような形にすると良いでしょう。そして、基肥が完全に見えなくなるくらいまで埋め戻します。

2.3.2　植え付け

仮植えされていた場所から苗木を取り出してきます。この時、まれに貧弱な苗木が混じっていることがあるので、その場合は別の苗木と交換します（苗木は予備も含めて多めに用意されています)。中央部を盛り上げて埋め戻した砂の上に根を広げた状態で苗木を置き（片手で支えながら)、もう一方の片手で苗木が倒れなくなるまで埋め戻します。さらに苗木の根元部分までしっかり埋め戻したら、苗木を真上から軽く引っ張りながら根元の際とその周囲を足で踏みつけます。埋め戻しでは枯れ葉やガレキなどが入らないように気をつけます。また、踏みつけでは強く圧密しないようにし、体重をかける程度にとどめます。

踏みつけが済んだら肥料を施します。化成肥料は固形と粒状の２種類があり、固形肥料では根元から 20～30cm 離した場所に円形均等になるように１個ずつ置きます。粒状では 50～150g 程度の量を根元から 20～30cm 離した周囲に輪状に散布し、これで植え付けは完了です。

すべての植栽作業が終わったら、うまく植えられているかどうかを確認します。樹種の配置が違っていないか、苗木がまっすぐ植えられているかどうかなどを見て回り、不具合があれば掘り起こして手直しします。

なお、土壌の乾燥を防ぐため、植栽終了後に苗木の根元や植栽地全面にチップなどを敷くことがあります。

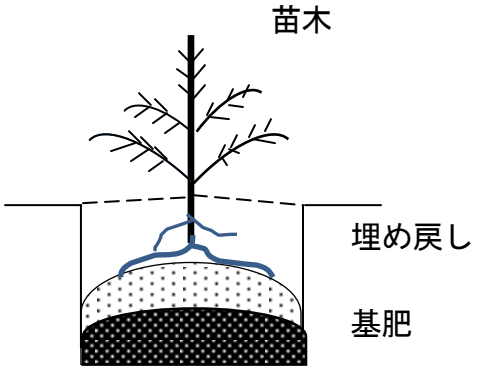


図 2.3.2-１　植え付けの断面図

写真 2.3.2-1 苗木を軽く引っ張りながら踏む

2.4　後片付け

最後に、使用したスコップや唐鍬などの道具類を一箇所にまとめ数量を確認します。また、苗木などを縛ったビニールひもや肥料の空袋などを指定された場所に集めます。この際、風で散乱しやすいものは石で押さえるなどの処置をしておきましょう。これでクロマツ植栽の全行程が終了しました。

ひとこと《ショウロ》

よく整備された海岸のクロマツ林にはショウロが出ます。今や“まぼろしのキノコ”といわれるショウロは「松露」とも書き、雨上りの松の雫が落ちるあたりによく出るといわれてきました。戦後、まだ電気釜もガス釜もなかった頃、ご飯やみそ汁はどこの家庭でも“かまど”で煮炊きをしていました。その燃料となったのが松葉や薪でした。貴重な燃料であった松葉は、それを束ねて売りものにしたり、管理人を置いて盗難を防いだりもしたのです。そのように常にきれいに整備された松林ではショウロがたくさん採れました。春と秋の二度ショウロは発生しますが、自然の恵みを求めて地域の人は海岸に行き、採ってきたショウロを炊き込みご飯にしたりお吸い物にしたりして季節の味を楽しんでおりました。しかし電気やガス、石油などの新しいエネルギーの出現によって松葉や薪はその役目を終え、それに伴って松林の手入れも疎かになっていきました。その結果、きれいな環境を好むショウロの発生率も低くなり、“まぼろしのキノコ”と呼ばれるようになったのです。けれども今、ショウロを新たな視点で捉える動きが出てきました。それはマツの根と菌根菌の関係を明らかにし、共生する両者と媒介としての炭のはたらきに注目した新しい研究と実践です。菌根菌の一種であるショウロ菌をマツの根に付着させ、炭を入れた植栽地でそれを育てるという手法でマツの育成と樹勢回復に取り組んでいます。東日本大震災で大きなダメージを受けた海岸林の再生にショウロがその力を発揮してくれるか、期待したいものです。

（大橋信彦）

ひとこと《ボランテアの誕生とゆりりんの森》

宮城県名取市の閖上（ゆりあげ）海岸に「ゆりりんの森」が生まれたのは、平成 16 年 6 月のことでした。不審火がもとで焼け野原になっていた海岸林の一画を復元しようと、地域の人たちが宮城県にはたらきかけてそれは実現しました。県の林業振興部ではユニークな海岸の学習林をつくろうと、クロマツに加えて 7 種類の樹木の苗 1300 本を用意しました。植林に参加したのは地域内の小中学校の児童生徒と先生、それに地域住民と行政、教育機関の皆さんでした。多くの人の協力の下で苗は順調に成長し、花が咲き、珍しい野鳥の姿も見られるようになりました。そして、海岸の学習林には“ゆりりん”という愛称がついたのです。そこではシーズンごとに枝落としや松葉かきなどの整備作業が行われ、作業の後では森の教室をはじめ、音楽会やキノコ鍋などの催しも開催されるようになりました。地域の人みんなが「ゆりりんの森」の成長を喜びあいました。そんな時、突然に東日本大震災は起きました。まちはその姿を留めず、海岸林は壊滅状態となり、ゆりりん愛護会の何人かも帰らぬ人となりました。しかし、辛く悲しい時間が過ぎていく中で、わたしたちは行動を起こしました。生き残った「ゆりりんの森」のマツカサを京都の府立緑化センターに送り、その種子から苗を育ててもらったのです。そして今年 4 月、里帰りした幼いマツの苗をボランティアの手で市内高舘の畑に植えました。いつの日か、大きくなったマツの子どもたちは、ふるさとの閖上海岸で訪れる人を優しく迎えてくれることでしょう。

（大橋信彦）

ゆりりん森の教室

生き残ったマツカサ

第3章　広葉樹の植栽

3.1　基本はクロマツと同じ

植栽の準備作業から植え穴掘り、植え付け、埋め戻しなどの基本作業はクロマツと同じです。したがって、植栽に用いる道具や材料の運搬、植え付けの目印はクロマツの章（2.2.1、2.2.2）を参照してください。

ここでは広葉樹植栽の特徴的な部分や留意点を中心に植栽の仕方を紹介します。

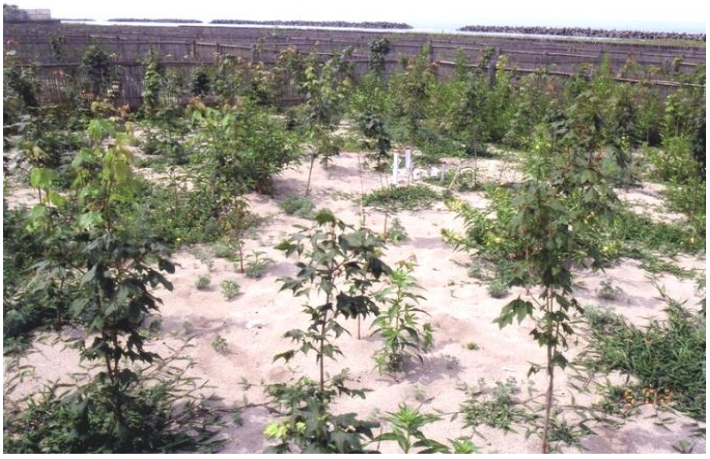


写真 3.1-1 広葉樹の植栽（秋田市）

3.2　植栽

3.2.1　植え穴掘り

広葉樹の苗木のサイズは、クロマツの苗長およそ 20～30cm に対して、苗長 30～100cm サイズのものが多く用いられています。その分、根の量も多いため広葉樹の植え穴はクロマツの植え穴よりも一回り大きくする必要があります。苗木のサイズ 100cm の場合では縦・横・深さともに 40cm を目安とします。穴掘り作業中に出てくるガレキや石などはクロマツと同様、埋め戻す時に使う砂とは別の箇所に区分して置くとともに、植え穴を深く掘るにつれて崩れやすくなるので慎重に掘り上げます。掘り過ぎは禁物です。なぜなら、植え付け時の根の位置が周囲の高さよりも低くなってしまい、その分埋め戻しの砂の量が多くなって根が呼吸困難になる恐れがあるからです。

3.2.2　客土

植え穴掘りが終わったら、基肥を入れます。指示のあった数量を計測して植え穴に入れ、スコップでかき混ぜながら穴底になじませ、中央部が少し盛り上がるような形にします。ここで、クロマツでは掘りあげた砂で埋め戻しますが、広葉樹ではさらに客土を入れる場合があります。客土とは養分に富み、水分を多く保つことのできる土壌のことをいいます。秋田県では苗木１本当たり 0.03m^3 の客土を標準としており、苗木の活着や成長の促進、被害を受けた枝や葉の再生に効果があるとされています。

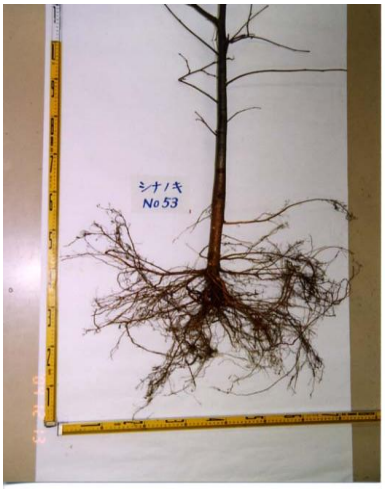


写真 3.2.2-1　客土を実施した根

写真 3.2.2-2　客土無しの根

3.2.3　植え付け

広葉樹は､数種類を組み合わせて植栽するのが一般的です｡例えば海側から１列目はケヤキ、２列目はヤマザクラ、３列目はコナラ、４列目はタブノキなどのケースです。しかし、植栽配置が決まっていても苗木の区別がつきにくい場合があります。特に開葉前（落葉した）の広葉樹は見分けが難しいので、目印と植栽樹種とを間違わないよう確認しておきます。

基肥を砂で埋め戻した後、苗木の根を良く広げて植え付け、さらにその上に砂を被せていきます。客土がある場合も同様に土を被せていきますが、客土だけでは植え穴が満たされないことがあります。この場合には一端埋め戻し用の砂を入れて植え穴を満たし、砂と客土を攪拌してから再度植え付けに適した深さまで掘り下げ、改めて植栽し直すようにします。これは深植えを避けるためのポイントです。苗木の根元部分までしっかり埋め戻したら、苗木を真上から軽く引っ張りながら根元の際とその周囲を足で踏みつけます。また、化成肥料は、クロマツと広葉樹では配合が異なっており、広葉樹用の肥料を確認してから使うようにします。散布の方法や量は、クロマツの章（2.3.2）を参照してください。

3.3　支柱の設置

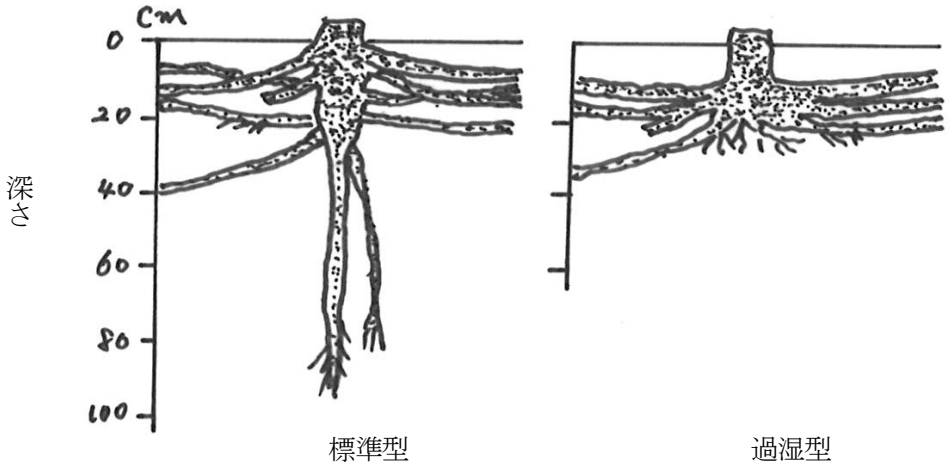
風の影響を受ける場所で、大きい苗木を使用する場合には、支柱が必要となります。苗木の大きさは通常 100cm サイズ以下なので１本タイプの支柱を使用します｡最初に支柱を打ち込み、その後でシュロ縄などで支柱と苗木を固定します。苗木を結ぶ場合は、風などで揺れたとき幹が締め付けられないような結び方が重要です。きつく縛ると縄が幹に食い込んだり、その部分から折れたりします｡結び方については事前に会得しておくとスムースに行うことができます。以上で、広葉樹の植栽は完了となりますが、クロマツと同様に土壌の乾燥防止を目的に、植栽後苗木の根元や植栽地全面にチップや藁などを敷くことがあります。最後に植え付けした苗木の状態の確認し、道具や空袋などを片付けて全行程を終了します。

海岸砂丘地への広葉樹植栽の歴史や経験は、クロマツと比べて非常に浅く、植栽技術は十分に確立されているとはいえません。また、地域によって植栽に適する樹種や用いる資材等が異なる場合があります。したがって、現地で不明な点は自己判断にまかせず、植樹担当者に指導を仰ぐようにしましょう。

ひとこと《過湿地の樹木根系は浅くなる》

2011.3.11 の大津波被害の際、過湿地のクロマツは根返りをして、内陸側に多数流失しました。流失したクロマツの根系は深さ方向に 70～90ｃｍ前後しかありませんでした。本来、クロマツは深く根を伸ばしますが、湿地帯では地下水の影響で伸びた根も枯死し、水平に伸ばします。過湿地で根が浅いのは広葉樹も同じで、根は地下水位の上部までしか伸びません。広葉樹のハンノキやヤチダモは、新しい根や不定根をつくり、表層近くに新しい根を張ることにより、他の樹木よりも過湿地で生育できると考えられています。

乾燥した砂丘地のクロマツの根は樹齢 50 年生では 3m近くになります。盛土を海抜 2～3m以上として植栽基盤を造成すれば、クロマツ、広葉樹を問わず、樹木は本来の深さまで根を伸ばすことができます。



クロマツの標準型と過湿型の根系

参考文献・引用文献

岩手県ホームページ:岩手県プロフィール(岩手県の位置・気候)〈http://www.pref.iwate.jp/〉(2013.6.4アクセス)

小田隆則(2001):海岸砂丘低湿地における植栽木根系の滞水反応と樹林帯造成法に関する研究,千葉県森林センター, pp.1-78

金子智紀・田村浩喜 (2007) : 広葉樹を活用した海岸防災林造成技術の開発,秋田県森技研報 17,37-60

神奈川県藤沢土木事務所(2009) : 湘南海岸砂防林管理・育成指針、神奈川県

苅住昇 (1979) : 樹木根系図説, 1140pp., 誠文堂新光社

河合英二(2012):海岸防災林の津波減殺効果と森林の再生問題,フォレストコンサル128,25-31

気象庁ホームページ : 気象統計情報<http://www.jma.go.jp/jma/index.html〉 (2013.6.4アクセス)

佐々木寧・田中規夫・坂本知己 (2013) : 津波と海岸林、共立出版株式会社, 209pp.

佐々木松男 (2011) : 高田松原ものがたり―消えた高田松原―,高田活版,39pp.

須田有輔・早川康博訳 (A.C. ブラウン・ A. マクラーン著) (2002) : 砂浜海岸の生態学、東海大学出版会,448pp.

独) 森林総合研究所 (2011) : クロマツ海岸林の管理の手引きとその考え方―本数調子と侵入広葉樹の活用―森林総合研究所第2期中期計画成果24 (安全・安心-14), 55pp.

中島勇喜・岡田穣(2011) : 海岸林との共生, 山形大学出版会, 218pp.

日本樹木誌編集委員会編(2009) : 日本樹木誌Ⅰ, 日本林業調査会, 762pp.

原 寛・金井弘夫 (1958) : 日本種子植物分布図集, 第１集. 100 maps.+ 14 pp. 井上書店

原 寛・金井弘夫 (1959) : 日本種子植物分布図集, 第２集. 100 maps.+ 96 pp. 井上書店

フリー百科事典(ウィキペティア)ホームページ:陸前高田市〈http://ja.wikipedia.org/wiki/〉(2013.6.4アクセス)

藤澤義武 (2009) : マツノザイセンチュウ抵抗性種苗の普及, グリーン・エージ426, 21-24

宮城県森林整備課 (2012) : 海岸防災林に適した植栽樹種に関する調査報告書

宮城県治山林道協会 (1995) : 海岸林を語る

渡邉敦史 (2009) : マツノザイセンチュウ抵抗性品種開発の最新研究, グリーン・エージ426, 17-20

平成 25 年 6 月 30 日　発行

編集・発行　森林保全・管理技術研究会
（事務局）　一般社団法人　森林技術コンサルタンツ協議会
〒102-0085
東京都千代田区六番町 7 番地　日林協会館 4 階
TEL 03-6737-1236