

なぜ、クロマツなのか？

—日本の海岸林の防災機能について—

近田 文弘¹

Why is it Japanese Black Pine ?

- The disaster prevention of the coastal forest in Japan -

Fumihiko KONTA¹

Abstract: The reason why I evaluate Japanese Black Pine as just one among many trees is explained for the disaster prevention of the coastal forest in Japan. This pine, maritime species native in Japan, is big tree growing up to 40m in height, with long roots growing vertically into soil, evergreen needles and thick bark tolerant against salty sea water, and stout thick trunk called hard pine. This pine is luxuriantly growing on dry and salty sand hill along the seashore by the activity of mycorrhizal fungi. Dense forest of this pine, therefore, has been used in the disaster prevention of maritime sand hills in Japan as just one.

1 はじめに

日本の海岸林の最も重要な防災機能は、かつて飛砂防止機能であった。この機能に付随して強風や潮風による塩害防止がある。近年、津波と高潮の減衰機能が加わった。これらの機能に対して、クロマツが最も優れている事を述べる。

2 クロマツの樹木特性

2.1 幹と枝

クロマツは常緑針葉樹である。地際から太い幹がやや斜上するように伸び、明瞭な単軸の幹を形成する。幹の成長は側生枝を出しながら主軸がそのまま伸び続ける単軸成長型である。幹の直径 2 m, 樹高 40 m に達する (林弥栄, 1969^[5])。樹齢は約 600 年に達する。幼齢木では、幹は垂直で、幹から毎年数本の枝が放射状に水平に伸び、主軸は 1 年に 70 cm も伸長し、成長の早い樹木である。成木では、幹を中心に水平、またはやや斜め下方に伸びた枝が多段状に広がり、全体に傘形の樹形を作る。クロマツは典型的な陽樹であり、傘形の樹形は、樹体全体が陽光を受け止めることができる形態である。最下段の枝は最も太く長く、力枝と呼ばれるが、葉の量が多く、光合成能力が大きい。また、樹体の重量バランスを保つ重要な働きがある。樹木が老成するにつれて、水平に伸びる大枝の先が下垂する傾向がある。幹を中心とする樹冠の広がり、直径 30 m にもなる。

幹を構成する材は、主に仮導管から成り、ハードパインと呼ばれる堅い材を形成する。材は重硬で、弾性と耐久力が大きい。材に松脂が多く、侵入する害虫を殺す。材の表面近くには樹皮を作る厚い周皮があり、樹皮であるコルク層を作る。樹皮は外側か

らつねに剥がれ落ちるが、亀甲状や繊維状に割れる厚い樹皮を維持し、外部からの塩水や強風、熱気を防ぐ。

2.2 葉

クロマツの葉は、上に述べたように常緑の針葉で、ごく短い鱗片葉と長い葉が 2 枚、短い枝 (短枝) の先についている。この形状から二葉松と呼ばれる (葉の数は必ずしも決まてはいない。一葉のクロマツもあり、一葉松という)。長い葉は長さ 5~20 cm, 幅 2.5 mm, 厚さ 2 mm ほどで、細長い円筒形の筒を縦に二分したような横断面をしている (図 1)。葉の中央から先の辺縁には微細な鋸歯があつてざらつく。葉は基部から先端に向けて数回捻れ、凸状の面と平面状の面の両面に気孔がある両面気孔型である。気孔は線状に並び、線は凸状の面に 8 本、平面状の面に 5 本ある。

マツ属に代表される常緑の針葉は、広葉樹に比べて格段に乾燥に耐えることができるので、乾燥し、かつ非常に寒い季節のある北半球に広く分布する (ラッセル, T.・カッター, C., 2003^[24])。クロマツの葉は (図 1)、表面が厚いクチクラで覆われ、表皮細

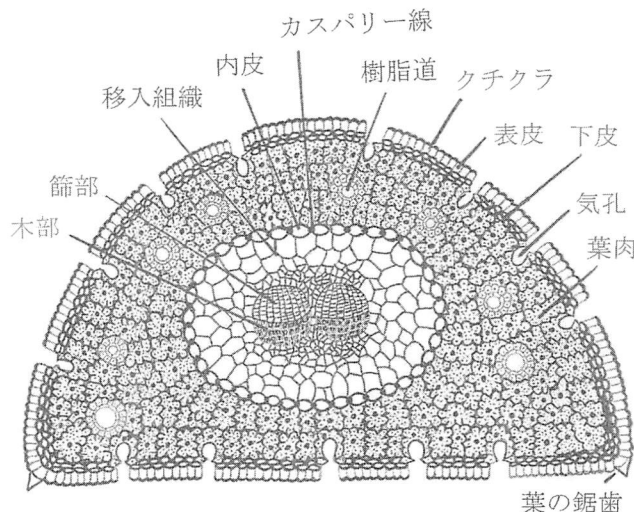


図 1. クロマツの葉の横断面

¹ 国立科学博物館名誉研究員, 日本海岸林学会評議員

Curator Emeritus of National Museum of Nature and Science, Councilor of the Japanese Society of Coastal Forest, 1360-48, Miwa, Okabe, Fujieda, Shizuoka, 421-1132 Japan

*Corresponding author: konta@ny.thn.ne.jp

胞は放射方向に長い短矩形で、ドーム状に盛り上がる。表皮の下には2~3層の硬膜細胞からなる下皮がある。また、気孔は葉の表面から深く陥没した穴の底にあり、下皮には蓋のような副細胞がある。葉肉は隙間のない均質な組織からなり、その細胞の壁は内側へ、敵のように陥入する。葉肉内には8個くらいの樹脂道があり、葉に傷が出来た時に修復する。葉の内部には空隙はない。葉の中央には大きな維管束の部分があり、カスパリー線を持つ内皮で囲まれている。この線は、水溶性の物質の受動的な流動を制限し、中心柱への流入を防ぐ働きがあり、海水の塩分を阻止する。維管束は二本あり、ハードパインに特長的である。維管束を取り囲んで移入組織とよばれる柔細胞の組織がある。維管束の内、木部は二次木部を作らないが、篩部は葉が生存する数年の間、二次篩部を作り続けると考えられる(ギフォードE・フォスターA., 2002^[3])。

ヨーロッパクロマツはトルコなど地中海沿岸の縄文時代の海進(6,500年前)の時に海岸であった地域を中心に分布するクロマツに似た樹木である。葉の形態はクロマツに非常に良く似ており、表皮細胞にもカスパリー線がある(ギフォードE・フォスターA., 2002^[3])。

このような複雑な葉の構造は、被子植物には見られないものである。強い外界の乾燥、塩分を含んだ水、激しい温度変化、強い紫外線、昆虫などの外敵の攻撃を防ぐ構造と考えられる。一方、被子植物で常緑広葉を持つタブノキの葉は、厚さ0.2mmで、クロマツの葉より明らかに薄い。表面の表皮の下に細長い細胞からなる密な二層の柵状組織があるが、その下方には大きな空隙のあるまばらな海綿状組織があり、葉裏の表皮へと繋がる。維管束は一本のみで、木部と篩部の組織が繊維細胞群に囲まれるクロマツよりはるかに簡単な構造をしている。気孔は表皮細胞と同じ面にあり、葉の裏面にのみある。また、アカマツの葉はクロマツより細く、弱い。樹木の耐塩風性という観点でクロマツに劣る(藤原宣夫, 1997^[2])。

塩分を含んだ潮風に大きな耐性があるクロマツの葉は、台風による海からの強風に対して、広葉樹の葉が赤茶色に変色、また枯れ木同然となる気象条件下でも耐えることが出来る。しかし、限界を越えた強風で葉に傷がつき、葉の防御装置が破壊された場合には、落葉する(林弥栄, 1969^[5])。最近の2ヶ年に襲った大型で強い台風により、枯死したクロマツ林も見られる。また5月頃20cm程に伸びた新梢が強風で吹き飛ばされ、8月の後半になって伸びた新葉が強風で短枝との接点から切れ落ちることがある。

マツ属の果実は、軸を中心に螺旋状に並んだスプーンのような種鱗の上に来る種子を持つ球果で、若い内は種鱗は堅く閉じて、松脂で守られ、外界の塩分や強風に耐える。クロマツの果実は春に授粉して翌年の秋によく成熟する。成熟後、種鱗が開いて長い翼のある種子が風に飛んで散布される。マツの仲間には、山火事がおきるまで決して種鱗が開かない種もある。

2.3 根

マツ属の根は、深根性、直根性、長大な水平根、

菌根が特長である。根系について広汎で深い研究をした刈住昇(1987^[11])は、高木の根系を、深根型、中間型、浅根型に区分し、クロマツを深根型の一つであるマツ型に分類した。その特長は、幹の直下に発達する長大な直根と垂下根、及び長い水平根が明瞭であり、細根は表層に集中分布し、根の広がり大きく、分岐は疎で、細根は分岐して疎生し、根毛は密生するものである。クロマツの実生では、杯軸から伸びる主根は真直ぐに地下に伸びる直根となる。この根はやがて地際から数本の側根を出す。これらの側根は、地下へ真直ぐ伸びる垂下根として発達する。その結果、直根性であり、かつ深根性の根系を持つことになる。アメリカのシェラ山脈にあるマツ類は地下15mに達する根を持つ(トーマス, P., 2005^[28])。

クロマツの根は深根性、直根性で地中深く根を張ることができ、乾燥した海岸の砂丘では、地中深く、根を伸ばす。しかし、地下水位の高い砂浜海岸の低地では、地下水による土壌の過湿の影響で、直根や垂下根を伸ばすことができず、浅根性の樹木のようになる。地下水が停滞する土壌では土壌中の鉄分が還元状態であるが、地下水位が下がった時には酸化状態となり鉄が酸化されて赤い斑点として土壌中に見いだされる斑鉄層となる。斑鉄層は繰り返し地下水位が上下する土壌で生じ、この過湿の土壌層でクロマツの根の伸長が止まることが、千葉県の九十九里海岸のクロマツ林で見出された(小田隆則, 2001^[20])。工藤ら(2006^[13])は、人工衛星を用いたリモートセンシングで、斑鉄層が存在する林地とクロマツ枯損木の位置が一致することを確かめた。

クロマツの根の大きい広がり、疎らな分岐、分岐疎生する細根、密生する根毛は、地面の表面に近い浅い地下に発達する「長大な水平根」に要約される要素である。クロマツは地中深く根を伸ばすことによって水分を確保すると共に、長大な水平根によって、地上の大きく、重い樹体を支えているのである。

一般に、樹木の根は幹の直下から垂直に伸びる主根と、地表面に近くに伸びる水平根、水平根から垂直に伸びる少し太めの垂下根から成っている。水平根は樹冠の2~3倍の長さまで伸びるが、幹から2m位で急に細く、柔らかな縄状になる。垂下根は幹から2mの範囲に集中しその深さは1~1.5mくらいである。つまり、幹から伸びる大きめの根は、直径4mほどの範囲に皿状の根系を作ることになる。大風で幹が揺すられた場合は、この皿が動き、激しく揺すられると、この皿の部分で、根返りすることになる(トーマス, P., 2005^[28])。しかし、クロマツは、この皿を越える深根性の直根と大きな水平根によって樹体を支えることが出来る根系を持っているのである。

刈住昇(1987^[11])は、タブノキの根系を、中間型の中のアカガシ型に分類したが、図示された根系は、上記のトーマス, P., (2005^[28])の皿状の根系の記述とよく一致する。刈住昇(1987^[11])は、タブノキの根系を「中・大径の斜出根・垂下根によって構成される。深さは中庸。広がり小。分岐は中庸。細根は繊細で小・中径根に疎生する。根毛は不明。小径根は直線的で針金状。」と記述した。

樹木の根は、常に遺伝的な成長パターンを示すの

ではない。むしろ地上の樹形よりはるかに可塑性に富んだ成長をする。長い直根と優れた水平根を持つマツ類は、浅い土壌でもよく成長する (トーマス, P., 2005^[28])。

クロマツは、菌根を持っていて、菌根菌と共生する。クロマツの根に関係する菌根菌は外生菌根菌で、担子菌類である。クロマツの若い根の周囲に菌鞘と呼ばれる菌糸の膜を作り、ここから菌糸が根の表皮細胞の隙間に侵入して変形し、ハルヒネットという特異な構造を作る。菌根菌はリンやミネラル、水分の吸収に関与して根に栄養と水を与えるが、それだけではなく、菌鞘に断熱効果があり、高温から根を守る。病原菌の侵入に対する抵抗があり、菌鞘が障壁となって根を保護する。海岸の砂丘地のクロマツ純林の維持に菌根は非常に重要な働きをしている (伊藤忠夫・近田文弘, 2001^[9]; 小川真, 1992^[22], 2007^[23])。

一方、独立樹として海岸砂地以外の場所で存在するクロマツの生育にも菌根が重要であることが分ってきた。伊藤忠夫 (2013a^[6], b^[7], c^[8]) は、東京都江戸川区の善養寺境内にある「影向の松」の樹勢回復に取り組み、菌根菌が生えることが出来る土壌条件を整え、根系の生育を促すことで、目的を達成した。影向の松はクロマツで、幹周囲 5 m、樹高 8 m、樹冠は東西 30 m、南北 27 m (樹冠面積 596 m², 日本一)、樹齢 600 年である。力枝である下段の 7 本の大枝と中心に多段の枝がある幹が直立する樹形は、人工的に作られたものであるが、傘形のクロマツの変形である。この松は、昭和 40 年代に境内の池の埋め立てを端緒に樹勢の衰退が生じていた。土壌は過湿で、空気が遮断されたために、鉄化合物が還元されたグライ層となった。このために、クロマツ本来の直下根や垂下根が失われていた。そこで、根系の改善を目指して土壌の改良工事が実施された。着目されたのは、外生菌根の形成に有利な通気、透水性など物理的性の良い土壌作りである。この一環として、木炭粉をピートモス、パーライト等と共に用い、旧土壌との入れ替えを行った。その結果、樹勢が回復した。

樹勢回復の工事で、着目したもう一つの重要なポイントは、pF 値である。地下の水は、雨水のような自由水として存在するだけでなく、土壌粒子に付着した状態でも存在する。後者による土壌水の状態を把握する指標として pF 値がある。pF 値は、土壌と水の結合力を、水の柱の水圧に相当する吸引圧とみなして、水柱高 (cm) の対数をとったものである。水柱高 10 cm が pF1.0、水柱高 100 cm が pF2.0、水柱高 1,000 cm が pF3.0 に相当する (有光一登, 2001^[11])。pF 値は土壌水の吸引力を示すものであるから、水柱高というプラスの表現より、吸引圧 10 cm が pF1.0、とした方が理解しやすい。pF 値は土壌水の状態を野外で把握することによって判定することができる。樹木の多雨による多湿状態とは逆に高温、寡雨による土壌の異常乾燥を知る手段として有効となる。工事中に異常な高温、寡雨の夏があり、影向の松の葉が黄変した原因解明に有効な手がかりとなった。樹木の根が吸収する水分は、地表からの雨水による浸透水だけでなく、毛細管現象によって地下から上昇する水分も重要であり、pF 値はこのような上昇水分と土壌との関わりを示すものでもある。

伊藤忠夫 (2013c^[8]) は、影向の松のような事例に関連して、土壌の堅密度や硬度と樹木の根の分布に深い関係があることにも配慮する必要性を指摘した。一般に、土壌は地下深くなる程、堅くなり、一定の硬度以上では樹木の根の発達是不可能となる。根が発達できる深さを有効土層深というが、多くの樹木はこの範囲に根系が存在する。さらに、樹木は土壌の基盤となっている母岩の存在によって根系の生育が左右されることにも注意する必要がある。

2.4 分類学的位置と生態

クロマツは日本と朝鮮半島南部に自生するマツ科、マツ属の常緑大高木である。マツ属は裸子植物の一員で、最近の植物分類学では花の咲く植物 (flowering plants) としては扱われず、「花のない樹木」あるいは「球果植物」とされる。マツ属はマツ科の中で最も古く、最古の化石は、後期ジュラ期 (15,000 万年前) ~ 前記白亜紀 (13,000 万年前) にまで遡る (ワルター, S., *et al.*, 2008^[32])。マツ属は現存する球果植物で最大の種数 (109) を持つ属である。しかも、マツ科の中で最も多様に進化し、北半球のツンドラから、塩分の多い北アメリカの熱帯の沿岸までの土地に様々な種が分布している (タッジ, C., 2008^[29])。

タッジ, C. (2008^[29]) は「マツ属のほとんどの種がやせ地でも育ち、根が菌根によって広がっていく。実際、ラトビアの広大なマツ林は、砂地に根づいている。ピルグリム・ファーザーズとして渡米し、ケーブコッドに定住した最初のヨーロッパ人が、豊かな土壌があると思いついでマツ林を伐採したところ、出てきたのは小麦栽培には最も不適な砂の小山だけだった。」と述べている。

クロマツは、照葉樹林帯に分布の本拠を持つ樹木で、照葉樹林帯をクロマツ帯とも呼ぶ (林弥栄, 1969^[5])。最終氷期の最寒冷期 (20,000 年前) には、屋久島以南に分布していたと考えられる。当時の瀬戸内海は陸地化し、冷温帯落葉広葉樹林が主体でマツ属では、亜寒帯のゴヨウマツが分布していた。ゴヨウマツは材が柔らかいソフトパインと呼ばれるマツ類の仲間で、堅い材を持つハードパインであるクロマツやアカマツなどの二葉松より北方に多い。晩氷期 (13,000 年~10,200 年前) は、温暖と寒冷の気候が交互する激動の時代で、温暖時の植生の分布 (安田喜憲, 1991^[30]) から、クロマツは伊豆半島の南端と御前崎から西の海岸の狭い帯状の地域にまで分布を北上させてきたと考えられる。晩氷期の終わりから縄文時代中期の 6,500 年前にかけて、地球の急速な温暖化が進み、海面は最終氷期最寒冷期より 100 m 以上も上昇した。6,500 年前の海面は現在より 3 m 高く、東京湾の海岸線は千葉県流山市や埼玉県越谷市辺りにあった。縄文の海進である。この海岸の砂浜にクロマツは天然林を形成したと考えられる。第四紀の 60 万年以降 4 回の氷期と間氷期が繰り返され、その度に海岸線は移動を繰り返した。海進時には海岸砂丘は現在より内陸に広がり、海退時には、現在の海底にあった (貝塚爽平, 2001^[10])。海退時には、海進時の砂丘上のクロマツ天然林は、気候条件に対応した広葉樹林となり、砂丘は広葉樹林に覆われたに違いない。縄文時代が始まる 1 万年前には、関東の海岸で貝塚を残した人々がいた。クロマツ天然林

と人間の関わりはここに始まったかもしれない。

現在のクロマツの自然分布は縄文海進の時代よりさらに北に広がって関東の北部の内陸まで広く分布し、日本海の海岸沿いに北上して青森県の竜飛岬と、太平洋の海岸沿いに岩手県の中中部までと、飛んで下北半島北部にある。関東における垂直分布は海岸の汀から標高400 mの山地に及び、九州では標高900 mに達する。クロマツの分布地域の年平均気温は8~21℃であり、降雨量は1,000~4,000 mmであるが、南海、九州、東海などの分布密度の高い地域では、より気候は温暖であり、降雨量は2,000~3,000 mmである。また、夏季に降雨が集中し、冬季に乾燥して晴天がつづく(林弥栄, 1969^[5])。クロマツは温帯モンスーン気候に適応し、生育期に多湿の夏季に生育最盛期があり、冬期でも常緑の葉で光合成をつづける暖地性マツといえることができる。また、すでに述べたように海岸の環境に適応した種である。

前述のように、クロマツはハードパインである。アカマツとの間にアカクロマツまたはアイグロマツと呼ばれる(林弥栄, 1969^[5])自然雑種がある。この雑種は両種がごく近縁であることを示している。アカマツの日本での分布は海岸から内陸の山地、北海道に及ぶが、中国大陸では、東部の海岸に近い平地に分布する。

マツ属の世界的な分布を概観すると、クロマツと同様に、二葉あるいは三葉を持つハードパインで、海岸の砂地や乾燥した岩場に分布の中心がある種が多く見られる。日本ではリュウキュウマツが琉球諸島に分布する。中国では、二葉の *Pinus massoniana* (馬尾松) と *Pinus taiwanensis* (黄山松) が台湾から中国東部の山地の尾根や岩場に分布し、両種はアカマツに良く似ている。ヨーロッパでは、クロマツと非常に似ていて、冬芽と球果の色、樹形が違う以外は同様に、地中海の沿岸を中心にヨーロッパに広く分布する *Pinus nigra* (ヨーロッパクロマツ) がある。その変種である *Pinus nigra var. laricio* (コルシカマツ) は、コルシカ島とイタリア半島南部の狭い地域にのみ自然分布域を持つ。コルシカマツとヨーロッパクロマツはクロマツとアカマツの関係に似ている。*Pinus pinea* (カサマツ)、*Pinus halepensis* (アレップマツ)、*Pinus pinaster* (カイガンマツ) はいずれも地中海沿岸に自然分布域の中心を持ち、砂丘や乾燥地に樹高20~40mに達する天然林を作る種である。アレップマツは、西アジアやアフガニスタンに分布域があり、非常に乾燥に強く、砂漠の土壌を安定させる目的で広く植林される。カイガンマツは、海岸に生育し、飛砂に対して大きな耐性があるので、フランス、スペイン、ポルトガルの各国の海岸に飛砂防備林として植林されている。カサマツは、防災をテーマとする本稿では余談になるが、地中海沿岸の景観の構成要素として欠かせないもので、白砂青松とクロマツの関係と見事に一致する(ラッセル, T. ら, 2003^[24])。北アメリカではどうであろうか。*Pinus rigida* (リギダマツ) は三葉松で、東部の海岸から内陸の一部に自然分布し、乾燥した砂丘から湿地まで広い生育環境に適応し、立地ごとに違った材質や樹形が異なる。アカマツに似ていて、日本でも植林される。*Pinus virginiana* (バージニアマツ) は、二葉松でリギダマツと同様な地域に分布し、多様な

土壌、乾燥した粘土質土壌地や石灰岩地に適応する。*Pinus palustris* (ダイオウマツ) は三葉松でフロリダなど東南部の海岸に分布、幼木の葉は世界一の長さ60 cmに達する。海岸の平地の表面が乾燥し、土層が厚く地下に湿り気が多い砂地に生える。直根性で細根が少なく移植が難しい。空中湿度が高い環境を好む(Greaseon, H. & Cronquist, H., 1993^[4])。林弥栄, 1969^[5])。いずれも、樹高20~40 mになる。

3 クロマツ海岸林の防災林としての特性

3.1 海岸砂丘に適応したクロマツ

前述したように、クロマツは砂浜の乾燥、高温、塩分を含む強風、貧栄養に対して広葉樹には見られない強い耐性があり、海岸の強い陽光の下で旺盛な成長をする陽樹で、単一樹種の天然林を形成する。直根を深く伸ばし、砂丘に最も適応した高木である。さらに、特有の菌根菌との共生で砂浜に適応する力がある。樹高は40mに達し、600年の樹齢木があり、幼鈴木から成長が早く、長年月に渡って成長する。

3.2 クロマツ林の飛砂防止機能

すでに、クロマツの樹木特性で述べたが、以下のクロマツの特性や生態が飛砂防止機能として重要である。クロマツの天然林は、傘形の樹形をした立木のやや疎らな林を作る。林床の砂地をクロマツの落ち葉と木漏れ日で生育する海岸植生が覆って飛砂の発生を止める。幹は太く、樹高は大きく、枝下高は低く、樹冠層は傘型で厚く、このようなクロマツが一定の林帯幅を持つことで、外部からの飛砂を止める働きがある。このような林相として小田隆則(2003^[21])は、「淡路国名所図絵」の吹上浜、雪舟の「天橋立図」を日本人のイメージする白砂青松の姿としているが、筆者はこれらがクロマツ天然林と重なるのではないかと思う。このような天然林を念頭に置くと、クロマツ人工林の本数調整伐はクロマツ林の機能を高めるものと期待される(坂本知己ら, 2007^[25])。

3.3 クロマツ林の塩害防止機能

クロマツの塩害防止機能も、すでに、クロマツの樹木特性で述べたが、以下の点が評価される。クロマツは耐塩性に優れる。幹や枝のコルク形成層を作る厚いコルク層の樹皮がある。コルク層には、スベリンとワックスが極めて多い。葉は針状で幅2.5mm、厚さ2mmあり、複雑な構造をした頑丈なつくりをしている。葉の表皮は厚く、クチクラで覆われ、維管束を包む内皮に塩分を通さないカスパー線を持つ。表皮の下の下皮は厚膜細胞が2~3層に並んだ組織で、その内側の葉肉は隙間無く詰まった複雑な形の葉肉細胞で出来ており、細胞間隙はない。葉が損傷した場合には樹脂道からの樹脂が傷口を塞ぐ。気孔は表皮から窪んだ穴の底にあり、それを副細胞が覆う。広葉樹のタブノキの葉は、厚さ0.2 mmで薄く、葉肉の細胞間隙が多く、気孔は表皮にあり、耐塩性はクロマツに比べて弱い(藤原宣夫, 1997^[2])。

クロマツの枝全体に密生する短枝から2枚が対になって出る針葉は毛足の長いブラシを密生させた塩分補足器であり、林分全体としての葉の表面の面積は、広葉樹より遥かに膨大となると考えられる。海岸林の飛塩補足は村井宏ら(1992^[17])で詳術されている。また、クロマツ林の膨大な葉の面積と幹や枝による塩害防止機能は、クロマツの成長と共に年々増大し、それが最大樹高40 mに達するまで期待される。タブノキの樹高30 mはこの点でもクロマツにおよばない。

3.4 津波被害の軽減機能

太く重い幹、高い樹高、地中深く張った直根と垂下根、密生する耐塩性の大きい針葉のクロマツの長が発揮される成長した立木から成るクロマツ林が津波や高潮の勢力の減衰に有効である。しかし、クロマツ林が津波や高潮を完全に止めることは出来ない。

クロマツ林は、周知のように、マツノザイセンチュウによる林分の消失(二井一禎, 2003^[14])、ニセアカシア等広葉樹の侵入による広葉樹林化(河合英二, 2006^[12], 崎尾均, 2009^[26])、海岸林の防災機能以外の社会機能を評価する考え(中島勇喜ら, 2011^[18])によって、様々の見解が出されている。その中には、防災林としての機能そのものを否定する意見もある(宮脇昭, 2013^[16])。それは、三陸沖地震の結果を踏まえて主張され、①クロマツは浅根性で津波により根返りを起こして機能しない、深根性のタブノキなど照葉樹を植えよ、②潜在自然植生の照葉樹を植えよ、③津波被害で出た瓦礫の上に土手を作り植林せよ、というものである。①は、クロマツは深根性であることを無視、根返りは、本来は深根性であるクロマツの根が、高い地下水位のために過湿障害を受けて根が浅くなり、そのために根返りが生じたことも無視、あるいは理解せず、タブノキは、本稿でも述べたように深根性では無く、幹や葉が潮風に強いわけでも無いことを無視して、深根性として宣伝、②は潜在自然植生の内容に疑義があり、③は、植栽木が枯死する危惧がある。

②に関しては、筆者は以下のように考える。潜在自然植生は、八杉龍一ら編(1996^[31])では、「ある地域の代償植生を持続させている人為的干渉が全く停止されたとき、今その立地が支えることができると推定される自然植生。したがって、正確には“今日の潜在自然植生”のように時点を限定する。」と書かれている。また、沼田真編(1974^[19])では、「今、人間の影響を一切停止したとき、その立地に生じると判定される自然植生」とある。宮脇昭(1969^[15])は、「現在の潜在自然植生」と表現している。しかし現在、宮脇昭(2013^[16])は、「人間の影響を全停止したと仮定した時、その土地の自然環境の総和が究極的に支え得る自然植生という」。

「今」や「現在」が無くなって、代わりに「究極的に支えうる」となり、植物に関しては、ふつうは特定の植物群落や群集などの生育環境をしめす専門用語である「立地」が、一般的に大地や土を表す「土地」に変わっている。これでは植生の「今日」と「立地」という重要キーワードが生かされず、本来の意味が変わってしまう。砂浜のクロマツ人工林に関しては、クロマツ林が消えた「今日」の砂浜の「立地」にどのような自然植生ができるかが問題なのではないだろうか。宮脇昭(2013^[16])は日本の潜在自然植生図を掲げ、仙台市以南では照葉樹林域であることを示し、さらに北の三陸海岸でも、そこは潜在自然植生図では照葉樹林では無く、寒冷な地域に広がる落葉広葉樹林の分布域であるにも拘らず、タブノキなど暖地の照葉樹林域の樹木の植栽が可能という。この植生図は大縮尺で、個々の植物群落の「立地」は平均化され、「今日」の条件が満たされていない。また、この植生図で意味するのは、上に述べたように、60万年前以降4回の寒冷期と温暖期が繰り返されその度に海岸線は移動を繰り返し、海退時には、海進時の砂丘上のクロマツ天然林は、気候条件に対応した広葉樹林となり、砂丘は広葉樹林に覆われたに違いない(貝塚爽平, 2001^[10])という地質学的時間レベルの話であって、我々が直面する今日の海岸林をどうするかという話ではない。筆者はクロマツ林の潜在自然植生は無植生か、コウボウシバ・ハマニガナ群落ではないかと思う。筆者は、宮脇昭(2013^[14])の言うような潜在自然植生に惑わされてはいけないと思う。それは、面積が狭隘で海岸という特殊な立地にある海岸林では宮脇昭(2013^[16])の主張する潜在自然植生の考えは、時間的側面だけでなく、立地のサイズの面でも適用できないからである。

③に関しては、筆者は以下のように考える。宮脇昭(2013^[16])の主張する瓦礫とは、木質がれき、レンガ、コンクリートの破片である。このような瓦礫の上に盛り土をしてタブノキを植えた場合、幾つかの問題が指摘される。瓦礫が地下水の上下の動きを遮断する危険性があることは、その一つである。地表から地下に向かって浸透する雨水が瓦礫で停滞した場合には、樹木の根の成長が阻害される危惧があり、逆に上方向の水分の移動が遮断された場合も問題である。特に植物の根が利用できる水に関するpF値を考慮すべきで、盛り土の過乾燥が瓦礫によって上昇する土壌粒子に付着する水分の不足を招き、植栽樹が枯死することが危惧される。また、瓦礫に達した樹木の根はそこで成長がとまり、その結果、植栽樹の成長が止まることも危惧される。

宮脇昭(2013^[14])は「マツ林が日本人の感性にあっているということで安易に単植林にしたと思われるが、エコロジカルな知見が欠落していたのではな

いだろうか。」と述べている。これこそ、400年以上に亘って我が国の先達が営々と苦勞を重ねてきたクロマツ海岸林育成の歴史（立石友良，1989^[27]）と、現在の科学的知見を無視する安易な考えであると思う。また、前述したように、クロマツが単一樹種の天然林を作るというエコロジカルな知見が欠落している。海岸林の歴史に関しては稿を改めて述べたい。

引用文献

- [1] 有光一登 (2001): pF, 日本林業技術協会編, 『森林・林業百科事典』, 丸善, 東京.
- [2] 藤原宣夫 (1997): 海浜地の緑化と植栽基盤の整備[1] 砂浜海岸, 岩田進午・岡高明・喜田大三・鈴木清編, 『土の環境圏』, PP735-741.
- [3] ギフォード E. ・ フォスター A. 著, 長谷部光泰・鈴木武・植田邦彦訳 (2002): 『維管束植物の形態と進化』, 文一総合出版, 東京.
- [4] Greason, H. & A. Cronquist (1993): 『Manual of Vascular Plants of Northern United States and Adjacent Canada』, New York Botanical Garden, New York.
- [5] 林弥栄 (1969): 『有用樹木図説』, 誠文堂新光社, 東京.
- [6] 伊藤忠夫 (2013a): 「影向の松」を甦らせる<1>生育基盤の診断と維持管理について(その1)—国指定天然記念物「影向の松」の土壌改良—, グリーン・エージ, 469, PP25-28.
- [7] 伊藤忠夫 (2013b): 「影向の松」を甦らせる<2>生育基盤の診断と維持管理について(その2)—国指定天然記念物「影向の松」の気象被害と対策—, グリーン・エージ, 470, PP40-43.
- [8] 伊藤忠夫 (2013c): 「影向の松」を甦らせる<3>生育基盤の診断と維持管理について(その3)—国指定天然記念物「影向の松」の樹勢回復事業総括—, グリーン・エージ, 471, PP32-35.
- [9] 伊藤忠夫・近田文弘 (2001): 『海岸林を守る』, 北羽新聞社, 能代市.
- [10] 貝塚爽平 (2001): 『東京の自然史』, 紀伊國屋書店, 東京.
- [11] 刈住昇 (1987): 『新装版・樹木根系図説』, 誠文堂新光社, 東京.
- [12] 河合英二 (2006): 海岸砂丘地に導入したニセアカシア(ハリエンジュ)の影響, 海岸林学会誌, 5, PP21-24.
- [13] 工藤勝輝ら (2006): 房総半島クロマツ海岸林の衛生リモートセンシングに関する研究, 海岸林学会誌, 6, PP7-14.
- [14] 二井一禎 (2003): 『マツ枯れは森の感染症』, 文一総合出版, 東京.
- [15] 宮脇昭 (1969): 植物群落の分類, 沼田真(編), 『図説 植物生態学』, 朝倉書店, 東京.
- [16] 宮脇昭 (2013): 『瓦礫を活かす森の防波堤』, 学研パブリッシング, 東京.
- [17] 村井宏ら編 (1992): 『日本の海岸林』, ソフトサイエンス社, 東京.
- [18] 中島勇喜, 岡田穰編著 (2011): 『海岸林との共生』, 山形大学出版会, 山形市.
- [19] 沼田真編 (1974): 『生態学辞典』, 築地書館, 東京.
- [20] 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, 千葉県森林研究センター特別研究報告, 3, PP.1-78.
- [21] 小田隆則 (2003): 『海岸林を作った人々』, 北斗出版, 東京.
- [22] 小川真 (1992): 生態的活性化法, 村井宏ら編, 『日本の海岸林』, PP.409-427, ソフトサイエンス社, 東京.
- [23] 小川真 (2007): 『炭と菌根でよみがえる松』, 築地書館, 東京.
- [24] ラッセル, T. ・ カットラー, C., (2003): 『The World Encyclopedia of Trees』, Lorenz, London.
- [25] 坂本知己ら (2007): クロマツ海岸林における本数調整手法の提案, 海岸林学会誌, 6, PP.1-6.
- [26] 崎尾均編 (2009): 『ニセアカシアの生態学』, 文一総合出版, 東京.
- [27] 立岩友男 (1989): 『海岸砂丘の変貌』, 大明堂, 東京.
- [28] トーマス, P., 著, 熊崎実・浅川澄彦・須藤彰司訳 (2005): 『樹木学』, 築地書館, 東京.
- [29] タッジ, C. 著, 渡会圭子訳 (2008), 『樹木と文明』, アスペクト, 東京.
- [30] 安田喜憲 (1991): 『環境考古学事始』, 日本放送出版協会, 東京.
- [31] 八杉龍一ら編 (1996): 潜在自然植生, 『岩波生物学事典』, 第4版, 岩波書店, 東京.
- [32] ワルター, S., et al. (2008), 『Plant Systematics』 Sinauer, Sunderland.

〔受付 平成25年8月22日, 受理 平成25年12月10日〕