

館山市平砂浦の砂丘固定による植生の遷移

NAKATA, Hiroyuki / 漆原, 和子 / 神谷, 振一郎 / 土方, 智
紀 / 中澤, 元 / 楠, 浩之 / 中田, 裕之 / 新川, 幹郎 /
URUSHIBARA-YOSHINO, Kazuko / KAMIYA, Shinichiro /
HIJIKATA, Tomonori / NAKAZAWA, Gen / KUSUNOKI, Hiroyuki /
SHINKAWA, Mikio

(出版者 / Publisher)

法政大学地理学会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

JOURNAL of THE GEOGRAPHICAL SOCIETY OF HOSEI UNIVERSITY / 法政地理

(巻 / Volume)

35

(開始ページ / Start Page)

25

(終了ページ / End Page)

36

(発行年 / Year)

2003-03-24

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00025912>

館山市平砂浦の砂丘固定による植生の遷移

漆原和子 神谷振一郎 土方智紀 中澤 元 楠 浩之 中田裕之 新川幹郎

千葉県平砂浦では砂丘固定のために、戦後からクロマツを主とした植栽による砂丘固定が行なわれている。クロマツの樹齢から推定した植栽後の経過時間を指標として用い、砂防林植生の遷移や土壌の生成・発達を時系列に沿って調査した。その結果、クロマツの樹齢が増すとともに、以下のような現象が明らかになった。時間経過によってもなつて植栽種以外の樹種の自然侵入が認められ、樹種が豊富になる。さらに樹木の階層構造が2層から3層になり、構成が複雑になる。また土壌はL層位、A層位が発達して厚くなる。クロマツの樹齢40年の調査地ではAC層位は30 cm~100 cmに達し、厚く発達する。

キーワード：クロマツ、砂防林、土壌生成、砂丘固定、遷移

Key words : *Pinus thunbergii*, sand brake, soil formation, stabilization of sand dune, succession

I はじめに

海岸部に吹く海水飛沫を含む海風は、背後の耕作地や生活空間へ塩害をもたらす。とくに砂浜海岸では塩害ばかりでなく耕作地への飛砂の堆砂による被害が大である。

房総半島南部の平砂浦では、河田杰によって確立された砂防の手法を用いて、1949年から砂防事業が行なわれている。砂防林には主としてクロマツ (*Pinus thunbergii*) を植栽し、アキグミ (*Elaeagnus umbellata*) などが混植されてきた。

平砂浦において1949年から今日にいたるまで植栽を繰り返し、砂丘固定を試みてきた。

本研究では、砂防林の植栽年代に対応して植生が遷移し、土壌の生成・発達が進行すると考え、その相互関係を明らかにすることを試みた。

II 砂丘固定に関する研究史

1. 砂丘固定の歴史

全国的な砂丘植栽は、江戸時代に各藩の有力者を事業主体として始まった。新田開発や耕地拡大を目的とし、海岸砂丘の飛砂防止あるいは潮害防備のために造林が行なわれた (立石, 1989)。大

社荒木浜や庄内砂丘では、「除砂垣」を設け、人工砂丘を築造する方法がとられ (原, 1960; 立石, 1984)、なかでも大社荒木浜では、アキグミ・ハマハギなどの低木を植栽し、砂留めをした後にクロマツを植付けた (田中, 1992)。しかし、明治時代以前の砂丘植栽は計画性に乏しく、また、方法が地域によって異なっていた。

明治時代以降、海岸砂丘林が国有林とされてからは、全国で造林事業が行なわれ、その報告書が各担当事業所から刊行された。1918年から1938年までの20年間には、那珂砂丘において、東京営林局による「海岸砂防林造成ニ関スル試験」事業が実施された。その成果は東京営林局 (1928)、茨城県内務部 (1932)、河田 (1931, 1934, 1940) によって報告された。海岸砂丘林に関する本格的な研究は、原 (1932) による『海岸造林ニ関スル研究』で技術論の体系化が行なわれてからである。同時期に、ニセアカシア (農林省山林局, 1933 a)、ネムノキ (農林省山林局, 1933 b)、ヒメヤシヤブシなど (農林省山林局, 1933 c) をクロマツの肥料木として混植する実験的な研究も行なわれた。

河田 (1940) は、前述の那珂砂丘における「海岸砂防林造成ニ関スル試験」事業をまとめて、『海岸砂丘造林法』を刊行した。これは汀線側に

堆砂工を施し、人工砂丘を築設してから造林を行なう方法である。森林生態学的手法も取り入れたという点で、明治以降の砂丘植栽にとって画期的な研究であった（立石，1989）。原（1950）は、砂丘土壌の性質、人工砂丘の築設法、堆砂工の施工法などの技術論を整理した『砂防造林』を著した。これは戦後の海岸砂丘における造林法の指針となった。

1953年、砂丘地開発を目的とした海岸砂地地帯農業振興臨時措置法が成立し、クロマツを主とした砂丘造林が一定の計画のもとに進展した（河口，2000）。これ以後、砂丘固定の技術についての実証的な研究がさらに進み、砂丘固定後の機能評価の報告が蓄積されていった。

末（1968）は、人工前砂丘と飛砂現象や局地風に関する研究を行ない、人工前砂丘の機能を明らかにした。また、最も造林が困難とされる前線飛砂地の固定に対して次のような試みがされた。鳥取砂丘では、原・田中（1954）や田中（1961）はアメリカカイガンソウを導入し、倉田（1956）は飛砂防止用草木類の導入を試みた。大神・長澤（1971）は、それまでのクロマツ単一樹種の海岸林に対して、マサキを海岸砂防樹種として試用・混植して良好な結果を得た。

2. 砂丘固定後の植生・土壌の研究史

近年まで、砂丘地における土壌生成についての研究は少ない（飯村ほか，1995）が、佐々木・松野（1956）は早くから砂丘性土壌について研究を行なった。そこでは北海道における、形成年代が不明な、砂丘上の腐植層の土壌特性を明らかにし、ポドゾル化について論議した。鳥取砂丘の腐植層の土壌特性を報告した飯村ほか（1995）、飯村ほか（2001）は、クロマツの樹齢とともに土壌の肥沃化が進むことを報告した。河崎・田中（1981）の鳥取砂丘の研究では、江戸時代の植林地域における林況・土壌発達を明らかにするため、植林後20年の地域と比較して報告した。それによると、江戸時代の植林地域では土壌の肥沃化が認められ、植物の自然侵入種が多数存在する一方、植林後20年の地域では、腐植層は薄く、

植物の自然侵入はないことを示した。宮脇（1986）は、那珂砂丘の人工クロマツ林における植生調査を行ない、その林相が土壌中の水分条件で変わることを指摘した。それによると水分条件の良い場所では、タブノキ・ヤブツバキ・ヒサカキ・トベラなどの常緑低木類が混在する。一方、水分条件の悪い場所ではマメ科の植物が特徴的に出現することを示した。玉井・山中（1997）は、人工クロマツ林内におけるA₀層と稚樹発生の関係を調べた。その結果、A₀層を除去した場合には、稚樹発生抑制の要因は乾燥害にあることを明らかにした。人工的な森林の遷移に注目した前河・中越（1997）は、海岸砂丘造林の際に混植された陽樹性の高いニセアカシアが、クロマツより優占する危険性を指摘し、人工クロマツ林の植生遷移の段階を明らかにする必要があるとした。

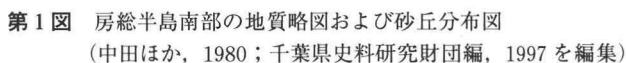
戦後、前述のように全国の海岸で砂丘固定が行なわれてから、土壌の生成・発達と植物動態と遷移の関係が考察されるようになってきた。この点を重要視している研究には、飯村ほか（1995）、飯村ほか（2001）、河崎・田中（1981）がある。しかし、飯村ほか（1995）、飯村ほか（2001）の研究は植物動態について、クロマツのみで判断しており、植生遷移の段階についての研究は不十分である。河崎・田中（1981）は、植林年代を異にする2例のクロマツ林についてのみ論じており、時系列的に土壌の生成・発達と植物動態を明らかにしたとはいえない。したがって、本研究では事例数を増やし、時系列に沿った土壌の生成・発達および植生の遷移を明らかにすることを試みた。

Ⅲ 地域概要

1. 地形・地質

房総半島南端の館山丘陵は、山稜部の標高110～140 mで開析が進んでいる。

この丘陵地の地質は、東部は三浦層群（中期中新世～中期鮮新世）、西部は千倉層群（後期鮮新世～前期更新世）と豊房層群（前期更新世～中期更新世）である（第1図）。地層の年代は南東ほど新しい。三浦層群は主に砂岩からなり、千倉層



平砂浦地域は房総半島の南西端部に位置している。館山丘陵の南縁および東縁には急崖が連なり、地震性隆起に伴う段丘が数段形成されている。それに対し、平砂浦地域には縄文海進期以降に形成された海岸平野が広がり（千葉県史料研究財団編，1997），ほとんどが砂丘地となっている。海岸線は西北西から東南東方向にのび、平砂浦を西から順に坂井川、布沼川、洲宮川、巴川などの河川が横切って流下している。

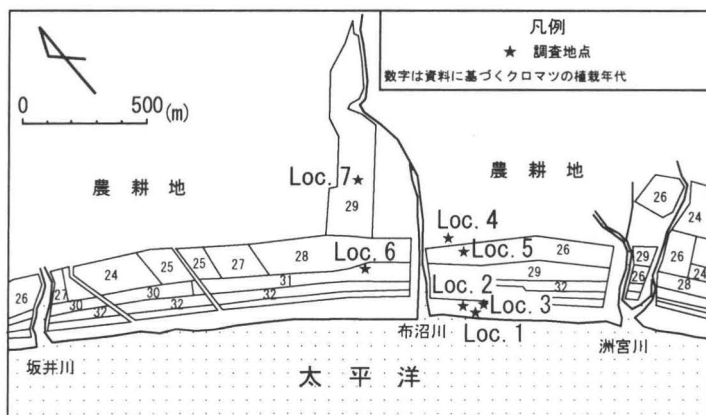
房総半島南部は温暖多雨な海洋性気候であり、気候区分は南海型となる（千葉県史料研究財団編，1996）。平砂浦に最も近い館山測候所の平年値（1971年～2000年）は、年降水量1,757.4 mmで、とくに梅雨季と秋季に多いが年間を通じて降水がある。年平均気温は15.7℃、1月の平均気温は6.1℃、7月の平均気温は24.5℃である。房総半島の中でも館山はとくに温暖であり、冬季の降雪も少ない。しかし、冬季には、風速15 m/s程度の南西季節風が1週間から10日間吹き荒れることがある強風地帯である。砂丘地の植栽を実施する前は、この強風によって砂丘砂が飛び、丘陵の麓にも砂が堆積していた。

房総半島南部は温暖多雨であるため、南方系の植生が多くみられる。自然林はスダジイ林で、二次林はシイやカシなどの常緑広葉樹となっている(千葉県史料研究財団編, 1997)。また江戸時代からマテバシイ (*Lithocarpus edulis*) が植林されたとされている(森岡, 1999)。海岸の代表的な草本としてはハマニンニク (*Elymus mollis*)、ハマヒルガオ (*Calystegia soldanella*)、コウボウムギ (*Carex kobomugi*) などがある。

館山丘陵には褐色森林土が広く分布する。海岸部には砂浜海岸がみられ、この地域では内陸側にも飛砂がおよぶ。広範囲にわたって表層が未固結の砂によって覆われているため、土壌の生成・発達 は弱い。

平砂浦では江戸時代から小規模な植栽がなされていた。しかし、現在のように平砂浦全域にわたって整備事業が計画され、植栽が実施されたのは、戦後の県営事業によるものである。

平砂浦砂防事業の初年度（1949年）には、河田により「千葉県安房郡神戸村地籍内砂丘造林計画書」が作成された。第2年度（1950年）以降は県営事業として引き継がれた。



第2図 調査地点位置図（千葉県農地農林部林務課，1958を編集）

初年度は29.6 haを千葉県が政府から買収し、神戸地区藤原（10.9 ha）および西岬地区坂井（5.0 ha）の、汀線から200～300 mの地域で植栽を実施した。植栽域は汀線と平行に長方形に設けられた（第2図）。以後毎年、内陸部から海岸部へ植栽域を前進させた。1957年までに147.4 haにわたって実施した。第2図にはその地域の最初の植栽年を元号（昭和）で示した。

砂丘固定の方法として、堆砂垣工と静砂垣工を用いた。いずれの方法も垣の一边が主風の方角に対して直角になるように造成した。さらに堆砂垣工の築設により形成された砂丘の両面にワセオバナ（*Saccharum spontaneum* var. *arenicola*）などの草本を植え付け、固定をした。

造林に際しては、砂地に幅0.16～0.20 m、深さ0.3 mの溝を掘り、18.5 mあたりワラ束11 kgを埋め込んだ。この溝の間に、深さ0.45 mの溝を掘り、下ワラを入れて、その上にクロマツ苗木を植栽した。クロマツ苗木は1回床替をし、満2年生で、樹高0.18 m以上、直径1.5 cm以上になったものを用い、0.9 m間隔で春季に植栽した。また、アキグミやニセアカシア（*Robinia pseudoacacia*）などを混植した（千葉県農地農林部林務課，1958）。

Ⅳ 調査方法

調査地点は、『平砂浦砂防史』（千葉県農地農林部林務課，1958）の植栽年代から調査候補地を選んだ（第2図）。しかし、後に補植が行なわれている地域が多いため、最初の植栽年代を時間の尺度とすることができない。したがって、現地に生育するクロマツの一定区画内の最高樹齢を時系列の尺度とみなし、時間間隔が空くように7地点を選定した。樹齢は節を数える方法を用いて測定した。現地調査は2002年4月から11月まで行なった。

Loc.1はクロマツの植林が行なわれていない人工浜堤上の砂地である。Loc.2とLoc.3は人工浜堤沿いの陸側に位置する。この2調査地点に生育するクロマツの最高樹齢はLoc.2は13年、Loc.3は14年であった。Loc.4は道路脇に位置し、クロマツの最高樹齢は29年であった。Loc.5はそれよりもやや内陸側へ入った地点で植栽年は昭和26年とされている。しかしクロマツの最高樹齢は35年であった。Loc.6は布沼川の北西側の砂防林に位置し植栽年は昭和28年とされているが、クロマツの最高樹齢は39年であった。Loc.7はゴルフ場間の林に位置し植栽年が昭和29年とされているが、クロマツの最高樹齢は40年で

あった。

植生の調査方法は、各調査地点について方形区を設定し、わく法による樹木と草本の調査を行なった。方形区は樹高に応じて、そのサイズを変えた。Loc.1では1m×1mの方形区を設定し、草本の調査を行ない植被状況を調べた。Loc.2とLoc.3では5m×5m、Loc.4からLoc.7では10m×10mの方形区を設定し、樹木の調査を行なった。また、各方形区において海側から丘陵側にかけての樹冠断面を観察した。

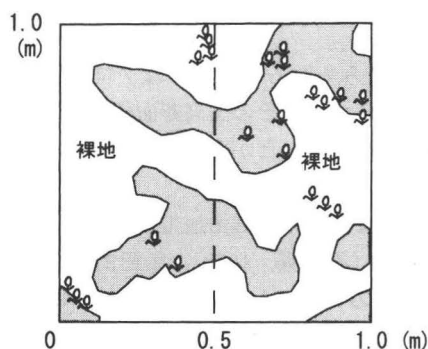
Loc.3からLoc.7では土壌断面を観察、調査した。土壌硬度の測定には山中式土壌硬度計を使用した。土色の決定には新版標準土色帖（農林水産省農林水産技術会議事務局，1999）を用いた。

V 調査結果および考察

1. 植生

植生調査のうち樹木部分の調査結果を以下に述べる。樹冠断面図は第4図から第9図に示した。樹木の種数、出現種、胸高断面積は第1表に示した。樹木は各地点の林内の階層構造から判断し、低木層、亜高木層、高木層に区分した。Loc.1からLoc.7まですべての地点で、低木層は樹高2m未満とした。Loc.2とLoc.3では樹高2m以上を高木層とした。Loc.4からLoc.6では樹高2～4mを亜高木層、樹高4m以上を高木層、Loc.7では樹高2～6mを亜高木層、樹高6m以上を高木層とした。

Loc.1における草本の植被状況を第3図と写真



第3図 Loc.1における植生観察図

1に示した。Loc.1は砂丘の最前列に相当し、クロマツの植栽はまだ行なわれていない。砂地にハマヒルガオとコウボウムギが這うように生育している。被覆率は約35%で、Penfound法の被度階級（林，1990）では被度2である。

Loc.2の樹冠断面図は第4図に示した。高木層は樹齢9～13年のクロマツが大半を占め、アキグミも見られる。低木層にはクロマツのほかにアキグミ、マサキ（*Euonymus japonicus*）、ノイバラ（*Rosa multiflora*）が混じる。樹木の出現種数は4種である。草本の出現種数は2種で、きわめて単純である。

Loc.3の樹冠断面図は第5図に示した。高木層は樹齢10～14年のクロマツ、低木層にはクロマツ、アキグミが混じる。樹木の出現種はこの2種のみである。草本の出現種数は5種である。

Loc.4の樹冠断面図は第6図に示した。高木層は樹齢15～26年のクロマツが占め、亜高木層にはクロマツ、マサキ、エノキ（*Celtis sinensis* var. *japonica*）、トベラ（*Pittosporum tobira*）、ニセアカシアが見られる。低木層にはクロマツ、ヤマグワ（*Morus australis*）、マサキ、トベラ、ネズミモチ（*Ligustrum japonicum*）、エノキ、シャリンバイ（*Raphiolepis indica* var. *umbellata*）、ノイバラ、オオバグミ（*Elaeagnus macrophylla*）、アキグミ、ニセアカシア、ヒメユズリハ（*Daphniphyllum teijsmannii*）、ヤブニッケイ（*Cinnamomum japonicum*）が混じる。樹木の出現種数は上記の13種である。7調査地点のうち、最多の種数を示す。草本の出現種数は4種である。

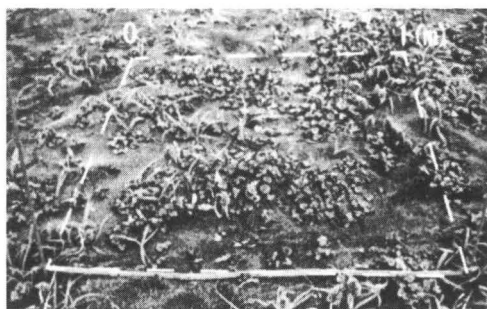
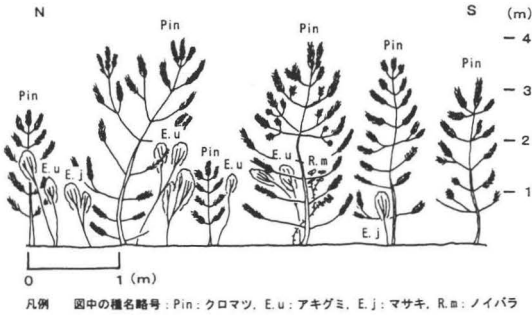
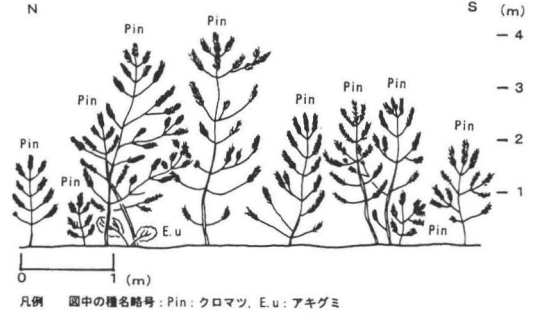


写真1 砂丘上の植被の状況（Loc.1）
（2002年4月30日撮影）



第4図 Loc.2における樹冠断面図



第5図 Loc.3における樹冠断面図

Loc.5の樹冠断面図を第7図に示した。高木層は樹齢12~35年のクロマツが大半を占め、アキグミ、マサキが混じる。亜高木層にはクロマツのほか、アキグミ、マサキ、アオキ (*Aucuba japonica*)、シャリンバイ、ノイバラが出現する。低木層にはクロマツ、アオキ、シャリンバイ、トベラ、マサキ、アキグミが混じる。樹木の出現種数は7種である。草本の出現種数は7種である。

Loc.6の樹冠断面図を第8図に示した。高木層は樹齢26~39年のクロマツが占め、亜高木層にはクロマツ、トベラ、ニセアカシア、マサキ、クマノミズキ (*Swida macrophylla*)、ハゼノキ (*Rhus succedanea*)、ヒメユズリハ、ネズミモチ、ヤマグワ、ノイバラが混じる。低木層にはクロマツ、ニセアカシア、トベラ、ネズミモチ、ヒメユズリハ、マサキ、ノイバラ、エノキ、ハゼノキ、ヤマグワ、クマノミズキが生える。樹木の出現種数は11種で、比較的豊富な樹種を示す。草本の出現種数は4種である。

Loc.7の樹冠断面図を第9図に示した。高木層は樹齢22~40年のクロマツが占め、亜高木層にはクロマツ、ニセアカシア、エノキ、トベラ、ノイバラ、シャリンバイ、ネズミモチ、ヒメユズリハが出現する。低木層には、ニセアカシア、トベラ、ノイバラ、マサキ、ヒメユズリハ、ネズミモチ、ハゼノキが混じる。樹木の出現種数は10種で比較的豊富な樹種を示す。草本の出現種数は7種である。

第1表ならびに第3図から第9図をもとに考察すると次のことが明らかになった。i) クロマツ

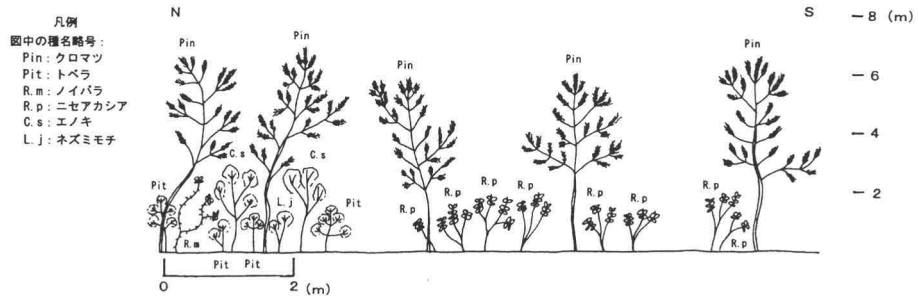
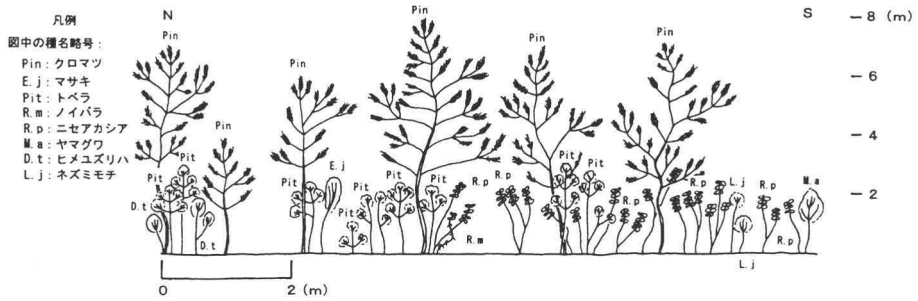
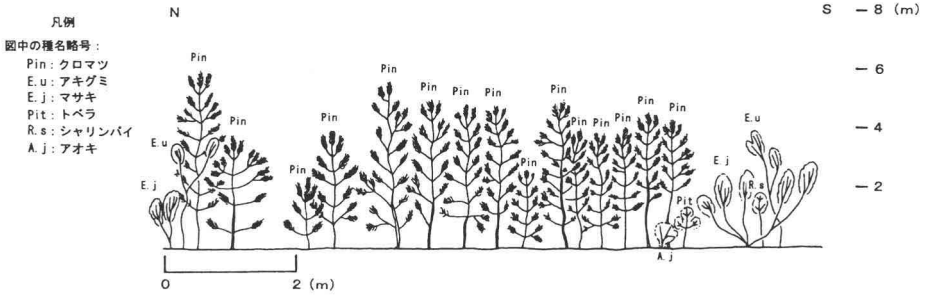
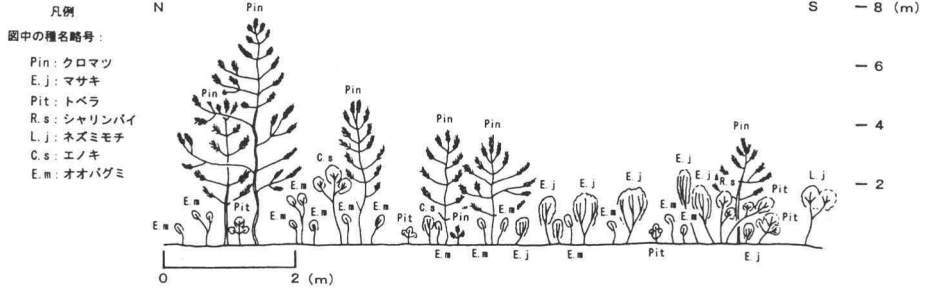
の最高樹齢が増加するとその樹高が高くなり、その樹冠下で生育する樹木に変化がみられる。ii) クロマツの最高樹齢が若い Loc.2 と Loc.3 では、植栽したアキグミが入る。その他にマサキ、トベラなどの樹種が低木層に見られる。iii) クロマツの最高樹齢が増し、樹高が高くなる Loc.4 から Loc.7 では亜高木層が形成される。とくに最高樹高が9.0 mになる Loc.6 と Loc.7 ではクロマツのほかにもマサキ、トベラ、エノキが高木層を構成し、調査地点内にアキグミは出現しなくなる。iv) 低木層において、Loc.2 から Loc.4 ではクロマツが優占種であるのに対し、Loc.5 から Loc.7 ではアオキやニセアカシアが優占種となる。

クロマツ、アキグミ、ニセアカシアは1949年の砂防事業開始時に植栽された種である。現在の砂防事業でクロマツ、マサキ、トベラ、シャリンバイが植栽されていることが確認された。また、クロマツの最高樹齢が若い Loc.2 と Loc.3 には植栽種以外の樹種がほとんどみられない。これらのことから、植栽種以外の種は自然侵入であると考ええる。

Loc.2でみられるノイバラはクロマツの推定樹齢が増すにつれ、その胸高断面積が増すという明瞭な傾向を持つことから、先駆的な種と考えられる。

エノキは、海岸から山地帯に生育するが、耐塩性は弱く (沼田編, 1978)、陽樹的で湿潤地を好む種であるため、Loc.4, Loc.6, Loc.7 にしか出現しない。クロマツの最高樹齢40年の Loc.7 では、低木層にクロマツの稚樹が認められなかつ

平砂浦の植生遷移



第1表 調査地点の植生および土壌断面

地点名	Loc. 1	Loc. 2	Loc. 3	Loc. 4	Loc. 5	Loc. 6	Loc. 7
クロマツの最高樹齢(年生)	—	13	14	29	35	39	40
高木層のクロマツの樹齢(年生)	—	9～13	10～14	15～26	12～35	26～39	22～40
クロマツの最高樹高(m)	—	3.8	4.0	7.5	7.2	9.0	9.0
海岸からの距離(m)	50	100	100	375	275	300	525
樹木の種数	0	4	2	13	7	11	10
樹木の種名(高木層)：各地点での出現種を＊で示した。数字は胸高断面積(cm ²)							
クロマツ (<i>Pinus thunbergii</i>)		＊(279.85)	＊(164.46)	＊(1247.95)	＊(1830.42)	＊(3154.68)	＊(1919.83)
アキグミ (<i>Elaeagnus umbellata</i>)		＊(41.00)			＊(19.63)		
マサキ (<i>Euonymus japonicus</i>)					＊(7.07)		
樹木の種名(亜高木層)：各地点での出現種を＊で示した。数字は胸高断面積(cm ²)							
クロマツ (<i>Pinus thunbergii</i>)				＊(587.37)	＊(332.25)	＊(50.24)	＊(102.25)
アキグミ (<i>Elaeagnus umbellata</i>)					＊(116.77)		
マサキ (<i>Euonymus japonicus</i>)				＊(45.68)	＊(36.50)	＊(15.90)	
ノイバラ (<i>Rosa multiflora</i>)					＊(0)	＊(0.07)	＊(1.92)
トベラ (<i>Pittosporum tobira</i>)				＊(15.90)		＊(58.23)	＊(2.27)
ニセアカシア (<i>Robinia pseudoacacia</i>)				＊(0.79)		＊(22.49)	＊(15.46)
シャリンバイ (<i>Rhaphiolepis indica</i> var. <i>umbellata</i>)					＊(2.55)		＊(1.54)
アオキ (<i>Aucuba japonica</i>)					＊(3.34)		
エノキ (<i>Celtis sinensis</i> var. <i>japonica</i>)				＊(19.63)			＊(12.95)
ヤマグワ (<i>Morus australis</i>)						＊(0.38)	
ヒメズリハ (<i>Daphniphyllum teijsmannii</i>)						＊(2.01)	＊(1.13)
ネズミモチ (<i>Ligustrum japonicum</i>)						＊(0.79)	＊(1.54)
クマノミズキ (<i>Swida macrophylla</i>)						＊(3.93)	
ハゼノキ (<i>Rhus succedanea</i>)						＊(3.14)	
樹木の種名(低木層)：各地点での出現種を＊で示した。数字は胸高断面積(cm ²)							
クロマツ (<i>Pinus thunbergii</i>)		＊(6.28)	＊(16.68)	＊(57.98)	＊(1.00)	＊(3.14)	
アキグミ (<i>Elaeagnus umbellata</i>)		＊(3.73)	＊(1.37)	＊(0)	＊(0)		
マサキ (<i>Euonymus japonicus</i>)		＊(0.20)		＊(4.46)	＊(0.50)	＊(1.83)	＊(1.26)
ノイバラ (<i>Rosa multiflora</i>)		＊(0.20)		＊(0.38)		＊(1.44)	＊(1.64)
トベラ (<i>Pittosporum tobira</i>)				＊(1.66)	＊(2.00)	＊(5.93)	＊(3.96)
ニセアカシア (<i>Robinia pseudoacacia</i>)				＊(0)		＊(9.55)	＊(5.68)
シャリンバイ (<i>Rhaphiolepis indica</i> var. <i>umbellata</i>)				＊(0.50)	＊(2.50)		
アオキ (<i>Aucuba japonica</i>)					＊(5.50)		
エノキ (<i>Celtis sinensis</i> var. <i>japonica</i>)				＊(0.59)		＊(0.20)	
ヤマグワ (<i>Morus australis</i>)				＊(4.78)		＊(0)	
ヒメズリハ (<i>Daphniphyllum teijsmannii</i>)				＊(0)		＊(2.68)	＊(1.13)
ネズミモチ (<i>Ligustrum japonicum</i>)				＊(0.71)		＊(2.79)	＊(0.71)
オオバグミ (<i>Elaeagnus macrophylla</i>)				＊(0.07)			
ヤブニツケイ (<i>Cinnamomum japonicum</i>)				＊(0)			
クマノミズキ (<i>Swida macrophylla</i>)						＊(0)	
ハゼノキ (<i>Rhus succedanea</i>)						＊(0.20)	＊(0.20)
草本の種数	2	2	5	4	7	4	7
土壌断面形：カッコ内は各層の層厚(cm)							
		A ₁₁ (0-30) C (30-60+)	L (+2-0) A ₁₁ (0-4) A ₁₂ (4-17) A ₁₃ (17-32) AC(32-55+)	L (+3-0) A ₁₁ (0-10) A ₁₂ (10-45) AC(45-60+)	L (+4-0) A ₁₁ (0-4) A ₁₂ (4-22) A ₁₃ (22-35) AC(35-70+)	L (+4-0) A ₁₁ (0-4) A ₁₂ (4-14) A ₁₃ (14-30) AC ₁ (30-55) AC ₂ (55-100+)	

た。植栽されたクロマツが40年を経ると、他の樹種が優占することで、クロマツの稚樹が育たなくなり、クロマツの更新が行なわれなくなると考えた。

Loc.4は、Loc.5, Loc.6, Loc.7と比較すると、樹種が多く、時間軸に沿った林相の発達からみると連続性が悪い。Loc.4は1958年の時点では農耕地であったために、人為の影響が強いと考えた。

2. 土壌

Loc.3からLoc.7までの土壌断面の観察結果を以下に記載する。

Loc.3

A₁₁: 0~30 cm, 黒褐色 (7.5 YR 3/1~7.5 YR 3/2), 有機物あり, 土壌構造は発達していない, 土壌硬度 0.56 kg/cm², 細根あり, 石英砂含む, 貝殻片あり, 湿, 層界波状漸変。

C: 30~60 cm+, 黒褐色 (7.5 YR 3/1), 土壌構造は発達していない, 土壌硬度 0.46 kg/cm², 湿。

Loc.4

L: +2~0 cm.

A₁₁: 0~4 cm, 黒褐色 (7.5 YR 2/2), 中粒状構造発達, 土壌硬度 0.24 kg/cm², 細根密, 乾燥, 層界波状漸変。

A₁₂: 4~17 cm, 黒褐色 (10 YR 2/2), 有機物あり, 土壌硬度 0.56 kg/cm², 細根密, 中根あり, 中湿, 層界波状漸変。

A₁₃: 17~32 cm, 黒色 (10 YR 2/1), 有機物あり, 土壌硬度 1.40 kg/cm², 細根あり, 丸い貝殻の小片あり, 石英小亜円礫および石英小亜角礫あり, 中湿, 層界波状漸変。

AC: 32~55 cm+, 黒褐色 (7.5 YR 3/1), 土壌硬度 1.11 kg/cm², 中根あり, 貝殻片含む, 石英小亜角礫, 中湿。

Loc.5

L: +3~0 cm.

A₁₁: 0~10 cm, 黒褐色 (5 YR 2/2), 中粒状構造発達, 土壌硬度 0.92 kg/cm², 細根富む, 中湿, 層界波状漸変。

A₁₂: 10~45 cm, 黒色 (10 YR 2/1), 土壌構造は発達していない, 土壌硬度 0.48 kg/cm², 細根, 中根, 大根あり, 中湿, 層界波状漸変。

AC: 45~60 cm+, 黒色 (10 YR 1.7/1), 土壌構造は発達していない, 土壌硬度 0.58 kg/cm², 植物根なし, 中湿。

Loc.6

L: +4~0 cm.

A₁₁: 0~4 cm, 極暗褐色 (7.5 YR 2/3), 中粒状構造発達, 土壌硬度 0.28 kg/cm², 細根あり, 中湿, 層界波状漸変。

A₁₂: 4~22 cm, 黒褐色 (10 YR 3/2), 土壌硬度 0.70 kg/cm², 細根富む, 石英小亜角礫および小円礫あり, 中湿, 層界波状漸変。

A₁₃: 22~35 cm, 黒褐色 (10 YR 2/2), 土壌硬度 0.60 kg/cm², 細根, 中根あり, 砂粒子 3 mm, 石英小亜角礫および小円礫あり, 貝殻片あり, 中湿, 層界波状漸変。

AC: 35~70 cm+, 黒褐色 (10 YR 3/1), 土壌硬度 0.81 kg/cm², 中根あり, 石英小亜円礫および小亜角礫あり, 中湿。

Loc.7

L: +4~0 cm.

A₁₁: 0~4 cm, 極暗赤褐色 (5 YR 2/3), 有機物富む, 粒状構造発達, 土壌硬度 0.24 kg/cm², 細根富む, 石英粒子あり, 乾燥わずかに湿, 層界波状漸変。

A₁₂: 4~14 cm, 灰黄褐色 (10 YR 4/2), 有機物が団子状に連なる, 土壌硬度 0.47 kg/cm², 細根富む, 中根あり, 丸い貝殻片あり, わずかに湿, 層界波状漸変。

A₁₃: 14~30 cm, にぶい黄褐色 (10 YR 4/

3), 灰黄褐色 (10 YR 4/2), 有機物が鎖状に連なる, 土壤硬度 0.31 kg/cm^2 , 細根あり, 貝殻小片あり, わずかに湿, 層界波状漸変。

AC₁: 30~55 cm, 灰褐色 (7.5 YR 4/2), 有機物あり, 土壤硬度 0.70 kg/cm^2 , 細根, 中根あり, 1~5 mm の貝殻片あり, 石英粒子亜円あり, わずかに湿, 層界波状漸変。

AC₂: 55~100 cm+, 黒褐色 (10 YR 3/1), 土壤硬度 1.64 kg/cm^2 , 植物根なし, 貝殻小片あり, 石英粒子円形および亜角形富む, 中湿。

いずれの土壤断面においても, 土壤層位の境界は不明瞭で波状漸変していること, B 層位は発達していないことが共通している。

クロマツの樹齢の若い Loc.3 では土壤の発達が弱く, L 層位は無く, A₁₁ 層位, C 層位のみがみられる。また, C 層位はこの地点では最も浅く, 深さ 30 cm 以下で確認された。C 層位には土壤構造は見られない。

Loc.4 から Loc.7 の各地点では, 深さ 60 cm 前後までの間に A₁₁ 層位から AC 層位まで発達する。C 層位はさらに下部にあると考えられる。また, A₁₁ 層位には粒状構造がよく発達する。Loc.7 では 100 cm 深でもなお AC 層位で, C 層位はさらに深いと思われる。

樹木の構成から人為の影響が考えられた Loc.4 は, とくに A₁₃ 層位, AC 層位できわめて土壤硬度が高く, 他の土壤断面とともに時系列に沿って発達した土壤断面と考えることが困難である。何らかの人為による影響, たとえば耕作あるいは造園などが施されたことが考えられる。

Loc.5 では A₁₃ 層位が発達していない。また, 貝殻片も見られなかった。

Loc.7 は他の地点に比べ有機物含量が高い。土壤層位もよく発達し, A₁₁ 層位, A₁₂ 層位, A₁₃ 層位が見られる。また, 貝殻片も A₁₂ 層位以下の各層位に含まれる。

Loc.5 から Loc.7 では, 土壤層位がよく発達す

る。クロマツの最高樹齢が高いほど, L 層位は厚くなり, A₁₁ 層位ばかりでなく A₁₂ 層位や A₁₃ 層位も厚くなり, 植物根が密になっている。

VI 砂丘固定に伴う植生の遷移と土壤の発達

本稿では, それぞれの調査地点におけるクロマツの最高樹齢を, 時系列を示す指標として考察した。その結果, 以下のことがわかった。

i) クロマツの最高樹齢が 14 年の地点 (Loc.3) では, アキグミ, マサキ, トベラのみが生育し, 土壤は A₁₁ 層位のみ発達し, L 層位はみられない。

ii) クロマツの最高樹齢が 35 年の地点 (Loc.5) になると, さらにノイバラ, シャリンバイ, アオキが生育し, 樹高は最大 7.2 m に達する。土壤は L 層位がよく発達し, A₁₁ 層位, A₁₂ 層位が発達する。

iii) クロマツの最高樹齢が 39 年の地点 (Loc.6) ではアキグミがみられなくなり, トベラ, ニセアカシア, ヒメユズリハ, ハゼノキが混じる。最高樹高はクロマツが占め, 9.0 m に達する。土壤は L 層位, A₁₁ 層位, A₁₂ 層位, A₁₃ 層位が発達する。

iv) クロマツの最高樹齢が 40 年の地点 (Loc.7) では, 亜高木層にエノキも混じり樹種は豊富である。また, 最高樹高は 9.0 m に達する。土壤層位は L 層位, A₁₁ 層位, A₁₂ 層位, A₁₃ 層位がよく発達し, A₁₃ 層位下部で 1.0 m 以上の深さに達する。

v) Loc.4 (クロマツの最高樹齢 29 年) は時系列的不連続性を示す。樹種は不連続的に増加し, 土壤硬度もきわめて高く, 硬く, しまった土壤であることを示す。したがって, Loc.4 は砂防の植栽以外の, 何らかの人為による影響が強くあった地点と考える。

vi) Loc.4 を除くと, 時系列に沿って一定の方向性がある。すなわち, クロマツの最高樹齢の増大に伴い, 以下のことが明らかになった。樹木の階層構造が 2 層から 3 層になる。植栽種以外の自然侵入種が増え, 樹種が豊富になる。初期の砂地

の状態から土壌が生成・発達し、A 層位の分化がよく行なわれ、A 層位が厚くなる。

謝辞

本研究は2002年度の法政大学大学院地生態学演習(漆原和子担当)のゼミの研究として行ない、法政大学大学院の2002年度の大学院教育研究補助金を使用した。駒澤大学清水善和教授には植物の同定、調査方法をご教示いただいた。千葉県南部林業事務所の鈴木秀吉氏には砂防林内での調査を許可していただいた。千葉県館山市役所と安房農業協同組合神戸支店には貴重な資料を閲覧させていただいた。館山カントリークラブの泉山和光氏には調査に際して便宜を図っていただいた。以上の方々の御協力に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 飯村康二・本名俊正・山本定博・岡崎宏樹・沖田 智 (1995): 鳥取県の砂丘における土壌生成—I 砂丘土壌の断面及び理化学的特性—I。ペドロジスト, 39 (2), 73-83.
- 飯村康二・本名俊正・山本定博・岡崎宏樹・沖田 智・川上健太郎 (2001): 鳥取県の砂丘における土壌生成-II 砂丘土壌中の粘土鉱物について-I。ペドロジスト, 45 (2), 84-93.
- 茨城県内務部 (1932): 茨城県の海岸砂防林。
- 大神又三・長澤 喬 (1971): 海岸砂防樹種としてのマサキの試用について (7報)。砂丘研究, 18 (1), 66-71.
- 河口智志 (2000): 海岸砂丘における海岸砂防林の研究に関する変遷について。日本砂丘学会誌, 47 (2), 121-127.
- 河崎弥生・田中一夫 (1981): 老齢海岸砂防林におけるクロマツの生長と土壌の肥沃化について。砂丘研究, 28 (2), 76-83.
- 河田 杰 (1931): 海岸砂地造林試験成績の一端。日本学術協会報告, 6.
- 河田 杰 (1934): 海岸砂地造林試験成績の一端。日本学術協会報告, 9 (1).
- 河田 杰 (1940): 海岸砂丘造林法。養賢堂, 54 p.
- 倉田益二郎 (1956): 飛砂防止用草木の早期増殖に関する研究。応用試験研究報告書 (林野庁), 1-33.
- 佐々木清一・松野 正 (1956): 北海道に於ける砂丘性土壌に就いて。日本土壌肥科学雑誌, 27 (2), 63-68.
- 末 勝海 (1968): 海岸砂防工に関する基礎的研究。九大農演報, 43, 1-120.

- 立石友男 (1983): 庄内砂丘における砂防植栽と人工砂丘の形成。地理誌叢, 24 (2), 1-9.
- 立石友男 (1984): 砂防施設の築設にともなう海岸砂丘の人工改変。地理誌叢, 25 (2), 41-62.
- 立石友男 (1989): 海岸砂丘の変貌。大明堂, 214 p.
- 田中一夫 (1961): 海岸砂丘地におけるアメリカンビーチグラスの飛砂固定機能について。鳥大農演報, 3, 25-45.
- 田中一夫 (1990): 海岸砂防の歴史について。砂丘研究, 37 (2), 1-8.
- 田中一夫 (1992): 概説。砂防学会監修: 砂防学講座7-2 土砂災害対策-崩壊・地すべり・落石・飛砂対策 (2)-。山海堂, 160-164.
- 玉井重信・山中啓介 (1997): 砂丘クロマツ林におけるA₀層除去がクロマツ稚樹の消長に与える影響。日本砂丘学会誌, 44 (2), 6-14.
- 千葉県史料研究財団編 (1996): 千葉県の自然誌 本編1-千葉県の自然-I。789 p.
- 千葉県史料研究財団編 (1997): 千葉県の自然誌 本編2-千葉県の大地-I。823 p.
- 千葉県農地農林部林務課 (1958): 平砂浦砂防史。157 p.
- 東京営林局 (1928): 村松海岸砂防林概要。
- 中田 高・木庭元春・今泉俊文・曹 華龍・松本秀明・菅沼 健 (1980): 房総半島南部の完新世海成段丘と地殻変動。地理学評論, 53 (1), 29-44.
- 日本自然保護協会編 (1994): 自然観察ハンドブック。平凡社, 426 p.
- 沼田 真編 (1978): 植物生態の観察と研究。東海大学出版会, 275 p.
- 農林省山林局 (1933 a): にせあかしや樹砂防植栽成績。
- 農林省山林局 (1933 b): ねむのきと砂防植栽成績。
- 農林省山林局 (1933 c): ひめやしやぶし及やしやぶしと砂防植栽。
- 農林水産省農林水産技術会議事務局 (1999): 新版標準土色帖。
- 八田洋章 (1998): 木の見かた、楽しみかた。朝日新聞社, 294 p.
- 林 一六 (1990): 植生地理学。大明堂, 269 p.
- 原 勝 (1932): 砂丘造林ニ関スル研究。鳥取高農学術報告, 1 (3), 99-274.
- 原 勝 (1950): 砂防造林。朝倉書店, 257 p.
- 原 勝・田中一夫 (1954): 海岸砂丘地におけるアメリカ海岸草の植栽試験 (第1報)。日林講, 63, 227-229.
- 原 勝 (1960): 海岸砂防の歴史について。砂丘研究, 6 (2), 1-8.
- 前河正昭・中越信和 (1997): 海岸砂地においてニセア

- カシア林の分布拡大がもたらす成帯構造と種多様性
への影響. 日本生態学会誌, 47, 131-143.
- 水戸営林署 (1932, 1936): 海岸砂防林造成試験概要.
- 宮脇 昭 (1986): 日本植生誌 [7]. 至文堂, 641 p.
- 森岡節夫 (1999): トウジイの歩いた道. 千葉県農業改良協会, 154 p.