

# 海岸クロマツ林モニタリング調査（第1報）

—マツ材線虫病の被害を受けた海岸地域における森林再生技術の開発—

2010年度～2014年度

中島寛文・小笠原祐介

## 要 旨

マツ枯れ被害の進行により、公益的機能の低下が懸念されている渥美半島の海岸林において、海岸林造成技術の開発を目指す。そのため、まずは、海岸林の植生（植生調査）や、高木層を形成、あるいは、今後、形成し得る高木性樹種の生育状況等（高木性樹種モニタリング調査）を調査することで、海岸林の現状の把握を試みた。その結果、植生調査では、高木層、亜高木層にクロマツが多く生育している場所が多かった。このことから、現在のところ、海岸クロマツ林は十分に維持されていると考えられた。高木性樹種モニタリング調査では、内陸の調査区で、2010年時に生育していたクロマツの半数近くが枯死した場所があった。しかし、この調査区ではウバメガシの生育が著しく、今後、クロマツ林からウバメガシ林へと遷移が進んでいく可能性があると考えられた。以上から、渥美半島の海岸林の現状は、一部、マツ枯れ跡地で広葉樹林化が進んでいた場所があるものの、多くの場所が良好な状態で維持されたクロマツ林であることが分かった。海岸林の公益的機能を十分に発揮させる観点から、クロマツ林の維持を主体として考えつつ、広葉樹林化も含めた海岸林造成技術の開発を検討していく必要がある。

## I はじめに

海岸林は、景観・保養、魚つき・航行目標、災害防止など、様々な公益的機能を持つことが知られている（村井ら 1992）。これらのうち、人々の生活との結びつきが強い災害防止機能（防風（飛砂、飛塩）、防潮（津波、高潮）、防霧）は最も重要な機能の一つである（東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会 2012）。また、海岸林は、クロマツ（*Pinus thunbergii* Parl.）によって造成されている場合が多く、これは、海岸という過酷な環境下では、生育できる樹種が限られており（村井 1992）、その中で、防災機能を最大限に発揮させるには、クロマツが最適であると考えられているからである（Taoda 1988；近田 2001）。

ところが、マツノマダラカミキリ（*Monochamus alternates* Hope）（以下：カミキリ）が伝搬するマ

ツノザイセンチュウ（*Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Bnhrer) Nickle）（以下：ザイセンチュウ）によって引き起こされるマツ材線虫病、いわゆる“マツ枯れ”により、海岸林として造成されているクロマツの枯死被害が広がっている（村井ら 1992）。マツ枯れによって海岸クロマツ林が失われると、海岸林の有する公益的機能が著しく低下し、人々の生活に甚大な被害をもたらす可能性がある。

愛知県の渥美半島の海岸クロマツ林においても、マツ枯れは深刻な問題となっており、県や市の事業で薬剤の空中散布（羽化したカミキリ成虫の駆除）、樹幹注入（ザイセンチュウの増殖防止）、伐倒駆除（樹幹内のカミキリ幼虫の駆除）等の対策が講じられているものの、依然として鎮静化していない（愛知県 2009）。

本研究では、このようにマツ枯れ被害が深刻化している渥美半島の海岸クロマツ林において、マツ枯れ等の病虫害に強い海岸林の造成技術を開発することを目的とした。それには、まず、海岸林の現状（マツ枯れの発生状況等）を把握する必要がある。そこで、海岸林全体の概況を把握するための植生調査と、より詳細な状況を把握するための高木性樹種モニタリング調査を行った。第1報では、その結果について報告する。

## II 方法

### 1. 海岸クロマツ林の実態調査

#### (1) 調査地の概要

調査地は、愛知県田原市小中山町に位置する海岸林である。ここでは、約340haの海岸林が、海岸線に沿って約8km、帯状に延びている。調査地の海拔は0～2m、年平均気温は16.3℃、年平均降水量は1,575mmである（気象庁、2000年から2012年までの平均値）。

#### (2) 植生調査

海岸線から約90m離れた防潮堤を基点（0m）とし、海岸線と直角に10m×200～350mのベルト状の調査測線を4本（line 1、line 2、line 3、line 4）設定した（図-1）。その内、line 3、4では、薬剤の空中散布が行われている。なお、line 1の隣接地（北側）では、薬剤の地上散布が行われている。

測線を海側から内陸に向かって歩いて、植生が異なる度に10m×10mの調査地点を設置した。設置された各調査地点は、海側からline N. 1、line N. 2、line N. 3…（N=1、2、3、4）とした。調査地点に出現する全樹種について、階層別に優占度（ブラウン・ブランケ法；Braun-Blanquet 1964）を記録した。調査は、2011年8月に行った。

各調査地点における出現樹種の優占度を用い、

階層的クラスター解析（選択距離：ユークリッド距離、分類手法：群平均法）を行うことで、植生構造が類似する調査地点をクラスター化した。また、生態学的に意味のある指標性（指標種）を抽出できる IndVal 値を算出することにより、分類されたクラスター毎に指標種を選定した（Dufrene・Legendre 1997）。IndVal 値の高い樹種ほど、各クラスターを代表する標徴種であり、優占種であると言える。

ここで、IndVal 値の算出方法を示す。種  $i$  がクラスター  $j$  に集中している度合いを  $A_{ij}$ 、種  $i$  がクラスター  $j$  に出現する頻度を  $B_{ij}$  とすると、 $A_{ij}$ 、 $B_{ij}$ 、 $IndVal_{ij}$  は次式で表される。

$$A_{ij} = R_{ij} / R_i$$

$$B_{ij} = N_{ij} / N_j$$

$$IndVal_{ij} (\%) = A_{ij} \times B_{ij} \times 100$$

$R_{ij}$ : クラスター  $j$  における種  $i$  の平均出現率

$R_i$ : 全クラスターにおける種  $i$  の平均出現率の合計

$N_{ij}$ : クラスター  $j$  における種  $i$  の出現した調査地点数

$N_j$ : クラスター  $j$  における全調査地点数

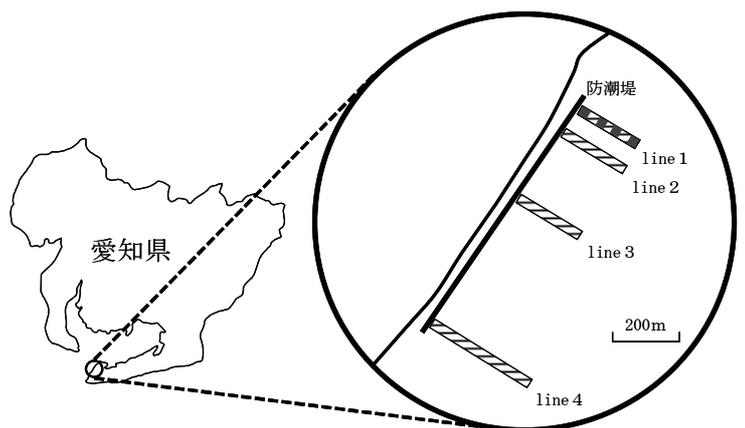


図-1 調査地

### (3) 高木性樹種モニタリング調査

line 1 上に 10m×10m の調査区を海側から 4 箇所 (1 : 30~40m、2 : 100~110m、3 : 130~140m、4 : 190~200m) 設定し (図-1)、樹高 1.2m 以上の全樹種において、毎木調査 (樹種、樹高 (H)、胸高直径 (D)、生死の記録 (マツ枯れの発生状況)) を行った。調査は、2012 年 6 月と 11 月に行った。

計測した樹高と胸高直径から、体積を表す指標として  $D^2H$  を求め、その相対成長速度 (RGR:  $\Delta \ln(D^2H) / \Delta t$ ,  $t$  は日数) を算出した。RGR を応答変数、樹種と調査区を固定因子とした一般化線形モデル (GLM) を構築し、赤池情報量基準 (AIC) に基づくステップワイズ法により、最適モデルを探索した。

本研究の解析には、統計ソフト R (2.15.2、R Development Core Team、2012) を用いた。

## III 結果

### 1. 海岸クロマツ林の実態調査

#### (1) 植生調査

クラスター解析によって、図-2 のデンドログラムが得られた。ユークリッド距離 0.6~0.7 で植生を区分し、A~F の 6 つのクラスターに分類した。以下で、A~F について、その指標種 (今回は、IndVal 値が 20 以上のもののみ抽出) と植生の特徴をまとめた。

クラスター A で最も IndVal 値の高い指標種は、草本層のトベラ (77.8%) であった。それ以外の階層の IndVal 値の高い樹種は、高木層ではクロマツ (40.4%)、低木層ではマルバシヤリンバイ (42.9%) であった。亜高木層に出現した樹種はなかった。下層では、トベラ、マルバシヤリンバイ、ウバメガシ等、常緑広葉樹の IndVal 値が高かった。また、高木層におけるクロマツの IndVal 値は、他のどのクラスターより高かった (表-1)。

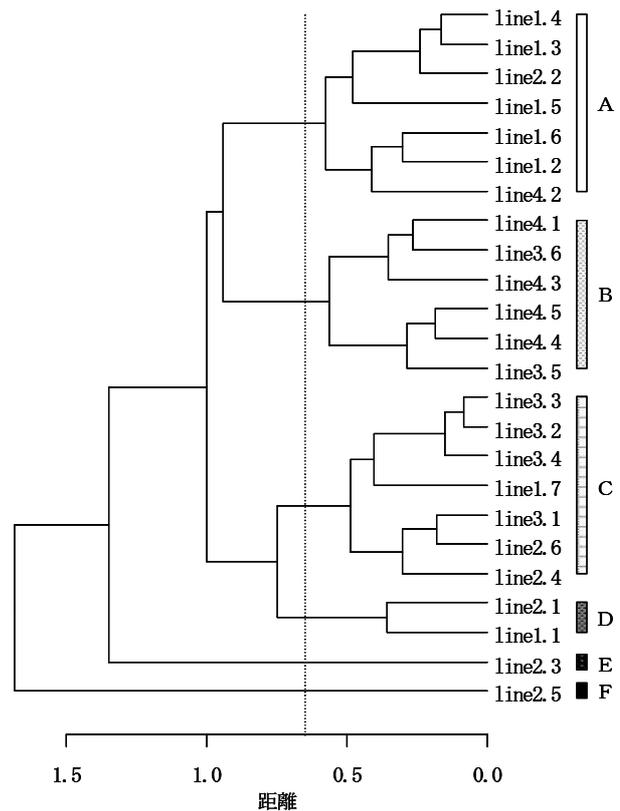


図-2 デンドログラム

点線はユークリッド距離 0.6~0.7 の位置を示す。この点線によって、植生を A~F の 6 つに分類した。

表-1 各クラスターに出現した指標種

クラスター	階層	樹種名	IndVal (%)
A	高木	クロマツ <i>Pinus thunbergii</i>	40.4
	亜高木	-	-
	低木	マルバシヤリンバイ <i>Raphiolepis umbellata</i>	42.9
		トベラ <i>Pittosporum tobira</i>	29.8
	草本	トベラ <i>Pittosporum tobira</i>	77.8
		ウバメガシ <i>Quercus phillyraeoides</i>	44.0
		ハイネズ <i>Juniperus conferta</i>	42.9
B	高木	クロマツ <i>Pinus thunbergii</i>	36.6
	亜高木	ハゼ <i>Toxicodendron succedaneum</i>	33.3
		クロマツ <i>Pinus thunbergii</i>	27.9
	低木	ネズミモチ <i>Ligustrum japonicum</i>	38.9
		トベラ <i>Pittosporum tobira</i>	23.9
		アカメガシワ <i>Mallotus japonicus</i>	96.3
	C	高木	ヤマウルシ <i>Rhus trichocarpa</i>
オオシマザクラ <i>Cerasus speciosa</i>			33.3
クロバイ <i>Symplocos prunifolia</i>		33.3	
ネズミモチ <i>Ligustrum japonicum</i>		26.9	
高木		クロマツ <i>Pinus thunbergii</i>	23.0
D	亜高木	-	-
	低木	クロマツ <i>Pinus thunbergii</i>	23.7
		ハマゴウ <i>Vitex rotundifolia</i>	68.1
	草本	クロマツ <i>Pinus thunbergii</i>	43.5
		ニセアカシア <i>Robinia pseudo-acacia</i>	30.9
E	高木	-	-
	亜高木	-	-
	低木	クロマツ <i>Pinus thunbergii</i>	27.6
	草本	ニセアカシア <i>Robinia pseudo-acacia</i>	42.5
F	高木	-	-
	亜高木	-	-
	低木	ニセアカシア <i>Robinia pseudo-acacia</i>	67.9
	草本	ウバメガシ <i>Quercus phillyraeoides</i>	65.6

クラスターBで最も IndVal 値の高い指標種は、草本層のアカメガシワ (96.3%) であった。それ以外の階層の IndVal 値の高い樹種は、高木層ではクロマツ (36.6%)、亜高木層ではハゼ (33.3%)、低木層ではネズミモチ (38.9%) であった (表-1)。このクラスターの高木層のクロマツの IndVal 値はクラスターAに続いて2番目に高かった。また、このクラスターでは亜高木層においてもクロマツが確認された (27.9%)。下層では、アカメガシワ等の陽樹の侵入が多く確認された。

クラスターCで最も IndVal 値の高い指標種は、草本層のハマゴウ (68.1%) であった。それ以外の階層の IndVal 値の高い樹種は、高木層ではクロマツ (23.0%)、低木層でもクロマツ (23.7%) であった。亜高木層に出現した樹種はなかった。高木層のクロマツの IndVal 値はクラスターA、Bと比べると小さかった。草本層では、ハマゴウ以外にクロマツ (43.5%) とニセアカシア (30.9%) の IndVal 値も比較的高かった。このクラスターでは、亜高木層以外の階層でクロマツが生育していた (表-1)。

クラスターDで最も IndVal 値の高い指標種は、草本層のニセアカシア (42.5%) であった。それ以外の階層の IndVal 値の高い樹種は、低木層ではクロマツ (27.6%) であった。高木・亜高木層

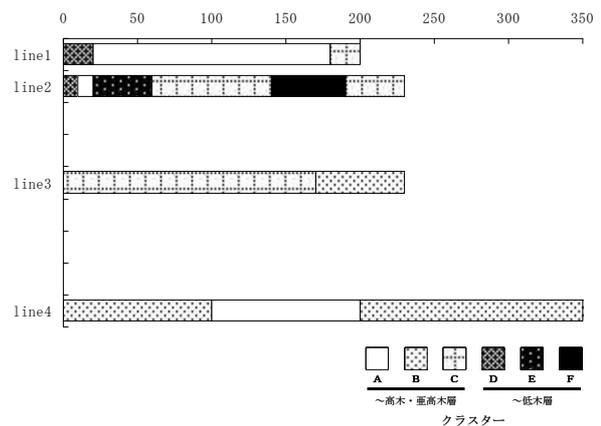


図-3 測線上における各クラスターの分布

に出現した樹種はなかった (表-1)。

クラスターEで最も IndVal 値の高い指標種は、低木層のクロマツ (47.3%) であった。その他の階層には、IndVal 値が 20 以上の樹種は見られなかった (表-1)。

クラスターFで最も IndVal 値の高い指標種は、低木層のニセアカシア (67.9%) であった。このクラスターにおいても、その他の階層には、IndVal 値が 20 以上の樹種は見られなかった (表-1)。また、唯一、全ての階層においてクロマツが出現していなかった。

line 1~4におけるクラスターA~Fの分布は、図-3のとおりであった。line 1では、クラスターA、C、Dが分布し、クラスターAが、最

表-2 各調査区の出現樹種と個体数 (11月)

調査区	階層	高木性			低木性		
		クロマツ <i>Pinus thunbergii</i>	ウバメガシ <i>Quercus phillyraeoides</i>	ニセアカシア <i>Robinia pseudo-acacia</i>	トベラ <i>Pittosporum tobira</i>	ネズミモチ <i>Ligustrum japonicum</i>	マルバシヤリンバイ <i>Rhaphiolepis umbellata</i>
1	高木	5	-	-	-	-	-
	亜高木	11	-	-	-	-	-
	低木	6	5	-	26	-	3
	草本	-	1	-	4	1	1
2	高木	9	-	-	-	-	-
	亜高木	4	-	-	-	-	-
	低木	3	1	-	1	1	-
	草本	2	-	-	6	3	1
3	高木	15	-	-	-	-	-
	亜高木	7	7	-	-	-	-
	低木	4	20	3	-	-	-
	草本	1	5	-	-	-	-
4	高木	3	-	-	-	-	-
	亜高木	4	4	-	-	-	-
	低木	6	21	-	-	-	-
	草本	1	1	-	-	-	-

も広く分布していた。line 2では、クラスターA、C、D、E、Fの5つの植生型が分布し、クラスターCが最も広く分布していた。line 3では、クラスターB、Cが分布し、クラスターCがより広く分布していた。line 4ではクラスターA、Bが分布し、クラスターBがより広く分布していた。line 1、2でクラスターD、line 2のみでクラスターE、Fといった高木層、亜高木層にクロマツ等が生育していないクラスターが確認された。

## (2) 高木性樹種モニタリング調査

まず、出現樹種とその個体数についての結果を表-2に示す。全出現樹種はクロマツ、ウバメガシ、ニセアカシア、トベラ、ネズミモチ、マルバシャリンバイの6種であった。この内、高木性の樹種は、造林樹種であるクロマツを除くと、ウバメガシとニセアカシアの2種であった。ウバメガシは全ての調査区で出現し、内陸の調査区3、4では、調査区1、2に比べ、生育個体数が多く、亜高木層まで生育した個体も認められた。ニセアカシアは調査区3において3個体が生育していただけであった。また、海側の調査区1、2では、低木性の樹種が生育していた。

次に、各出現樹種の成長量についての結果を図-4に示す。モデル選択の結果、相対成長速度(RGR)に影響を及ぼす要因は、樹種の違いのみであった。高木性樹種間の比較では、RGRの大きい順に、ニセアカシア、ウバメガシ、クロマツであり、特にニセアカシアは、全樹種で比較しても、最もRGRの値が大きかった。低木性樹種間の比較では、RGRの大きい順にネズミモチ、マルバシャリンバイ、トベラであった。なお、クロマツのRGRは全樹種の中で最も小さかった。

最後に、調査区1～4におけるマツ枯れの発生状況についての結果を図-5に示す。年度毎では、2010年に3本、2011年に7本、2012年に2本のクロマツが枯死し、過去3年では、2011年のマツ

枯れ被害が最も大きかった。また、最も内陸の調査区4で、毎年、最も多くのマツ枯れが認められた。調査区4のマツ枯死木の割合は41.7%であり、3年間で、調査区内のクロマツの半数近くが枯死した。

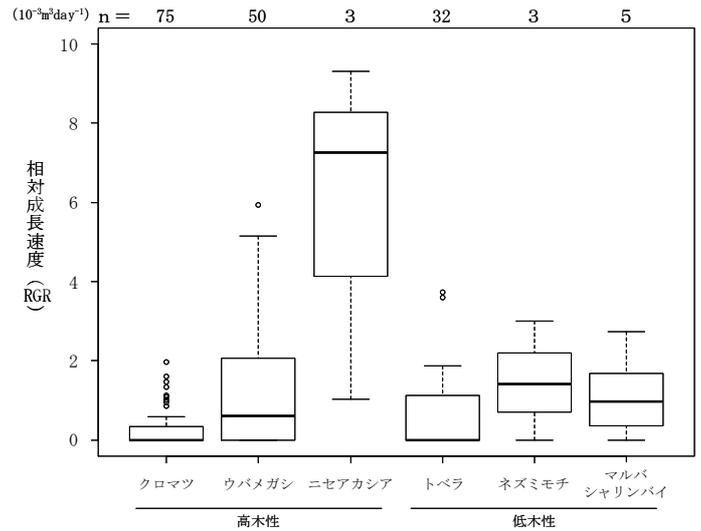


図-4 各樹種の相対成長速度

箱の値は下から順に第1四分位点、中央値、第3四分位点を、バーは最大値と最小値を、プロット点は外れ値を示す。

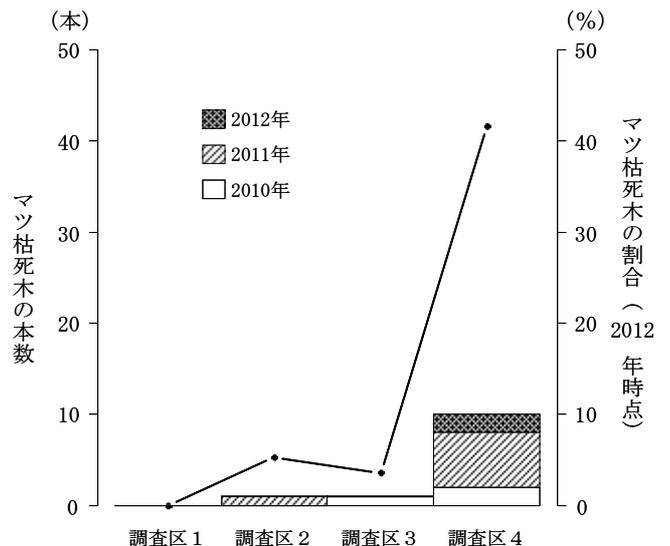


図-5 マツ枯れ被害の発生状況

棒グラフは各調査区で枯死したマツの年毎の本数を示し、折れ線グラフは2010年以前に健全であったマツの本数に対する2012年までに枯死したマツの割合を示す。

## IV 考察

### 1. 海岸クロマツ林の実態調査

#### (1) 植生調査

まず、高木層、亜高木層にクロマツ等が生育していたクラスターA、B、Cについて考察する。

クラスターAは、特に line 1 に広く分布しており、上層にクロマツが多く、下層に広葉樹が生育している植生型であった(表-1、図-3)。下層では、陽樹であるクロマツの更新は認められず、耐陰性の高い常緑広葉樹が多く生育していた(表-1)(只木 1996)。これは、下層が暗く、うっ閉された状態が維持されていることを示しており、即ち、このクラスターは、近年、マツ枯れ被害をほとんど受けていないと考えられる。海岸林の場合、防災機能の面、生育環境の悪化を防ぐ面から、うっ閉状態にあることが望ましいと言われているので(村井ら 1992)、クラスターAでは、良好なクロマツ林が維持されていると言える。

クラスターBは、特に line 4 に広く分布しており、上層にクロマツやハゼ、下層にアカメガシワ等の陽樹が認められた植生型であった(表-1、図-3)。亜高木層まで成長したハゼが存在していることから、過去にマツ枯れ被害を受けてギャップが生じ、侵入したハゼが亜高木層まで成長したと考えられる。一方、草本層でアカメガシワの侵入が顕著であることから、最近になっても、マツ枯れによって一部のマツが枯死し、ギャップが形成された可能性があると考えられる。しかし、高木層のクロマツの IndVal 値は 36.6%でクラスターAにおけるクロマツの値 40.4%より少し劣る程度なので、クロマツの生育状況は良好であり、マツ枯れ被害は非常に軽微なものであると考えられる。即ち、クラスターBにおいても十分クロマツ林は維持されていると言える。

クラスターCは、line 2、3に広く分布しており、上層から下層にかけて、段階的にクロマツの

更新が認められた植生型であった(表-1、図-3)。この植生型は、おそらく、高木層のクロマツの一部が枯死してギャップが生じ、その場所でクロマツが更新するという過程を繰り返した結果、形成されたものであると考えられる。言い換えると、このクラスターでは、定期的にマツ枯れが生じているということである。マツ枯れ跡地では、広葉樹林化が進み公益的機能が低下する場合があると懸念されているが(近田 2001)、クラスターCでは、上層から下層にかけてクロマツが生育していること、下層ではクロマツによる更新が盛んに行われていることから、現在のところ、クロマツ林として良好であると考えられた。ただ、ここで問題なのは、草本層においてニセアカシアの更新も盛んに行われていることである。侵略的外来種に選定されているニセアカシアはクロマツが利用する菌根菌種を変化させ、クロマツ実生の枯死を促進させる可能性がある(日本生態学会 2002; 二井ら 2012)。また、ニセアカシアは落葉樹であるため、冬季の落葉期に海岸林の防風機能が低下する恐れがある(Geiger 1951)。このように、海岸林においては、ニセアカシアの存在は好適でない。ニセアカシアの増加に伴い、次第にクロマツが更新できなくなると、その後高木層のクロマツが枯死した際に、ニセアカシア林へと移行する可能性が高いと考えられる。ニセアカシア林へと移行することで、公益的機能の低下が懸念されるため、今後、遷移がどのように進むかに注意が必要であり、場合によっては、ニセアカシアの除伐を検討する必要があるだろう。

次に、高木層、亜高木層にクロマツ等が生育していなかったクラスターD、E、Fについて考察する。これらのクラスターでは、マツ枯れの進行により高木層、亜高木層のクロマツが失われた可能性がある。高木層、亜高木層に樹木が生育していない場所では、公益的機能が低下している可能

性が高く (e.g. 谷 1952)、このような場所では、早期に高木層、亜高木層まで樹木を成長させる必要がある。

クラスターDは、line 1、2に分布しており、下層にニセアカシアが多く生育する植生型であった (表-1、図-3)。ここでは、クロマツの補植が行われており (樹齢：約 11 年)、低木層に生育するクロマツは植栽木であると考えられる。今後、これらの植栽木が高木層まで成長することで、公益的機能の回復が期待できる。ただ、このクラスターは最も海岸に近い場所に分布しているため (図-3)、海からの強風によるクロマツの成長阻害 (村井ら 1992)、更に、ニセアカシアがクロマツに及ぼす影響を考えると (二井ら 2012)、防風柵の設置や (山野井ら 2001)、ニセアカシアの除伐を実施することが望ましいだろう。

クラスターEは、line 2のみに分布し、実生更新によるクロマツが低木層に多く生育する植生型であった (表-1、図-3)。ここでは、クロマツ林が回復していく可能性があると考えられる。

クラスターFも、line 2のみに分布し、ニセアカシア、ウバメガシの広葉樹のみから成る植生型であった (表-1、図-3)。周囲には母樹となり得るクロマツが多く存在しているのにも関わらず、このクラスターではクロマツの更新が行われていないことから、クロマツの生育に不適な状態にある場所だと考えられる。これは、前述したように、ニセアカシアの存在によりクロマツの実生が生育できない状態になっているからかもしれない。また、その他に、クロマツの実生が生育できるかどうかには、地下水位の影響が指摘されており、地下水位が高いと湿地性の植物 (チガヤ等) が繁茂することでクロマツが更新できない可能性が示唆されている (小笠原 2012 ; 小川ら 2012)。このような場所では、例えば、盛土等を行い、湿地性の植物等が侵入できないように土壌環境を整える

と、クロマツの実生更新を促進させることができる可能性がある。一方、クロマツの植栽により森林再生を行う場合においては、表土と根株や根を全て取り除き、砂の層が現れるまで徹底的に地拵えを行わなければ、植栽木は数年で枯れると言われている (小川ら 2012)。

最後に、各調査測線における各クラスターの分布について考察する。

line 1、3、4では、クロマツ林の十分維持されているクラスターA、B、Cの分布がその大半を占めていた (図-3)。これは、line 3、4では、薬剤の空中散布、line 1では、隣接地で行われている薬剤の地上散布によって、カミキリの個体数密度を低く抑えることができているからかもしれない (e.g. 曾根ら 2009)。また、line 2では、高木層にクロマツ等の樹種が生育していないクラスターD、E、Fの分布が、全測線の中で最も広がったものの、良好なクロマツ林であるクラスターA、Cの分布の方が広がった (図-3)。

以上のことから、全体をまとめると、現状では、全ての測線において、クロマツ林が十分に維持されているクラスターA、B、Cが広く分布していたので (図-3)、クロマツ林全体では、良好な状態が維持されていると考えられた。

## (2) 高木性樹種モニタリング調査

まず、調査区内に出現した樹種とその個体数、及びその成長量 (RGR) について考察する。

出現した高木性樹種は、クロマツ以外では、ウバメガシとニセアカシアのみであり、相対成長速度 (RGR) はウバメガシに比べニセアカシアの方が大きかった (図-4)。ニセアカシアは全出現樹種の中でも最も RGR が大きく、早期に森林を再生させるという点では、好適な樹種である。しかし、前述したとおり、ニセアカシアはクロマツに対し悪影響を及ぼす可能性があるだけでなく、冬期の防風機能の低下をもたらす可能性もあることから、

海岸にニセアカシア林が形成されることは、望ましくない。本調査では、ニセアカシアは調査区3で3個体確認されただけであるため(表-2)、現状では、クロマツや防風機能への影響は少ないと考えられるが、今後の成長や生息域の拡大に注視していく必要はあるだろう。一方、ウバメガシは、全ての調査区で生育が確認されたこと、内陸の調査区3、4で、亜高木層まで成長した個体が見られたこと、RGRは、林冠を形成しているクロマツよりも大きいことから、今後も亜高木層まで発育する個体は徐々に増加し、クロマツの後続の樹種として成長していく可能性がある。つまり、ウバメガシは、海岸林の広葉樹林化を考えた場合の候補木となり得ると考えられる。低木性の樹種については、トベラ、ネズミモチ、マルバシャリンバイが確認され、これらは、海に近い調査区1、2のみで出現していた(表-2)。この場所では、上層にクロマツ、下層に低木性樹種が繁茂することで、防潮機能の上昇が見込まれる(中野ら1962; 農林省山林局1935)。即ち、海側では、津波、高潮に強い構造の海岸林が形成されていると言える。

次に、マツ枯れの被害状況について考察する。

マツ枯れ被害は、最も内陸の調査区4で最も甚大で、調査区内のクロマツの半数近くが枯死していた(図-5)。これと同様の結果が樋尾ら(2008)においても得られており、その原因として、内陸では、土壌の肥沃化が進むことでクロマツの病害に対する抵抗性が弱まること(明間2005ab)を挙げている。更に、土壌の肥沃化は広葉樹の侵入を促進させ、広葉樹の定着と被圧により、クロマツの更新が行えなくなることが示唆されている。実際に、調査区4では、クロマツよりウバメガシが多く生育しており(表-7)、ウバメガシ林が形成されつつあると考えられる。マツ枯れが進行した場所では、公益的機能の低下が懸念されるが、調査区4のようにウバメガシが亜高木層まで発達

した状態であれば、公益的機能の低下を抑えることができるだろう。

### (3) 海岸林の概況と造成技術の検討

海岸林の防災機能を考えると、クロマツ林を維持していくことが望ましいとされている(近田2001)。本調査地では、概ね良好な海岸クロマツ林が維持されていたので、防災機能も十分維持されていると考えられた。ただ、クロマツ林のように単一樹種のみによって造成された海岸林では、マツ枯れのような病虫害が蔓延すると、森林とその公益的機能が一斉に失われる可能性がある。海岸林の広葉樹化が進むことにより、防災機能の低下が懸念されているが(近田2001)、森林の一斉消失を考慮すると、単一樹種のみからではなく、多様な森林を形成することが望ましいと考えられる。本調査地では、クロマツ林からニセアカシア林へ、クロマツ林からウバメガシ林への2つの遷移の進行が想定されるが、ニセアカシアはクロマツに悪影響を及ぼすだけでなく、海岸林としての機能も十分に発揮できないため、本調査地での広葉樹林化はウバメガシによって検討される必要がある。しかし、一旦、広葉樹林化を進めた場所で、再度クロマツ林を再生させようとする、広葉樹の萌芽により、植栽木との間に競合が生じ、成林までには大きな困難を伴うと指摘されている(伊藤・近田2001)。つまり、現段階でクロマツ林が維持されているところでは、今後もクロマツ林を維持していかなければならないだろう。

マツ枯れ被害を軽減していくために、病虫害に強い多様な海岸林の造成とマツ材線虫病に強い抵抗性クロマツによる海岸林の造成を検討し、海岸林造成技術を開発していく必要がある。

### 引用文献

愛知県(2009) 渥美半島の海岸林造成と防災の歴史. 102pp

- 明間民央 (2005a) 松林と菌根菌. グリーンエー  
ジ **32 (3)** : 8-10
- 明間民央 (2005b) 人工クロマツ林における菌根  
の発達度と斜面上の部位およびマツ材線虫  
病被害との関係. 日本森林学会誌 **87 (3)** :  
272
- Braun-Blanquet J (1964) Pflanzensoziologie :  
grundzüge der vegetationskunde. Zweite,  
umgearbeitete und vermehrte Auflage.  
Springer-Verlag : Wien. 865pp
- Dufrene M, Legendre P (1997) Species  
assemblages and indicator species : The  
need for a flexible asymmetrical  
approach. Ecological Monographs **67 (3)** :  
345-366
- 二井一禎・竹内祐子・山崎理正 (2012) 微生物生  
態学への招待—森をめぐるミクロな世界. 京  
都大学学術出版会, 353pp
- Geiger R (1951) Der Kunstliche Windschutz als  
meteorologisches Problem. Erdkunde V,  
Lfg **2** : 106-114
- 東日本大震災に係る海岸防災林の再生に係る検討  
会 (2012) 今後における海岸防災林の再生に  
ついて. 25pp
- 伊藤忠夫・近田文弘 (2001) 海岸林を守る—「風  
の松原」からの発信—. 北羽新報社, 124pp
- 近田文弘 (2001) 日本の海岸林の現状と機能. 海  
岸林学会誌 **1 (1)** : 1-4
- 村井宏・石川政幸・遠藤治郎・只木良也 (1992)  
日本の海岸林—多面的な環境機能とその活  
用—. ソフトサイエンス社, 513pp
- 中野秀章・高橋啓二・高橋敏男・森沢萬佐男 (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. 林試研報  
**140** : 1-88
- 日本生態学会 (2002) 外来種ハンドブック. 地人  
書館, 390pp
- 農林省山林局 (1935) 津波災害予防林 (防潮林)  
造成に関する技術的考察. 22pp
- 小笠原祐介 (2011) 海岸クロマツ林モニタリング  
調査. 愛知県森林セ報 **48** : 36-37
- 小笠原祐介 (2012) 海岸クロマツ林モニタリング  
調査. 愛知県森林セ報 **49** : 51-52
- 小川真・伊藤武・栗栖敏浩 (2012) 海岸林再生マ  
ニュアル. 築地書館, 74pp
- 曾根晃一・畑邦彦・永野真一朗・中野寛之・林崎  
泰・森田茂 (2009) MEP-MC の空中散布による  
マツノマダラカミキリ成虫の死亡率の推定.  
日林誌 **91** : 377-381
- 只木良也 (1996) 森林環境科学. 朝倉書店, 164pp
- 谷信輝 (1952) 防風障の機能に関する研究. 農業  
気象 **7** : 134-136
- Taoda, H. (1988) Succession of *Pinus*  
*thunbergii* forest on coastal dunes.  
Hitotsuba Coast, Kyushu, Japan. *Hikobia*  
**10** : 119-128
- 槌尾健・高橋輝昌・野原咲枝・小平哲夫 (2008)  
千葉県九十九里浜におけるクロマツ林の枯  
損要因の検討. 日緑工誌 **34 (1)** : 257-260
- 山野井克己・河合英二・溝口康子・工藤哲也・松  
岡廣雄 (2001) 海岸林の樹高成長に及ぼす間  
伐材防風柵の効果. 日林誌 **83 (2)** : 143-149