

市街地に隣接した海岸クロマツ林における常緑広葉樹の侵入と成長

—新潟県新潟市の事例—

山口友平¹・中田 誠²

Growth Status of Evergreen Broad-leaved Trees in a Coastal

Pinus thunbergii Forest Adjacent to an Urban Area

—A Case Study in Niigata City, Niigata Prefecture—

Yuhei Yamaguchi¹ and Makoto Nakata²

Abstract: The growth status of evergreen broad-leaved trees was investigated in a coastal *Pinus thunbergii* forest adjacent to the urban area of Niigata City, Niigata Prefecture, Japan. Many evergreen broad-leaved tree and shrub species were found in the *P. thunbergii* forest, along with deciduous broad-leaved trees showing good regeneration and growth status. The development of this forest community was due to insufficient forest practices, increases in soil nutrients, and seed dispersal from surrounding residential areas. The *P. thunbergii* forest included several evergreen broad-leaved tree species growing beyond their native distribution, suggesting the influence of global climate change. These evergreen broad-leaved trees are expected to become more dominant due to improved light conditions resulting from the thinning of broad-leaved trees, especially deciduous trees, that grow from the middle to lower layers of the *P. thunbergii* forest. It is important to develop an ecologically sound coastal forest that has disaster-prevention and other functions by utilizing the evergreen broad-leaved trees that occur in *P. thunbergii* forests adjacent to urban areas.

1 はじめに

日本各地の海岸には、防風・飛砂防備などを目的とした海岸クロマツ林が造成され、背後の生活環境を守る重要な役割を果たしている。しかし、近年の海岸クロマツ林は、マツノザイセンチュウによるクロマツの枯損や、除間伐などの管理作業の遅れから形状比の高い林分が各地で見られ、防災機能の低下が懸念されている(河崎・田中, 1984; 河合, 2000)。一方、かつて海岸林で行われていた燃料や肥料としての落葉・落枝の採取や管理作業が減少したために植生遷移が進行し、広葉樹が自然侵入した林分が各地で見られる(河合, 2000; 中島, 2000)。このような遷移の進行したクロマツ林の管理については、針広混交林や常緑広葉樹林への転換が提唱され(河崎・田中, 1983, 1984; Taoda, 1988; 小田, 1992)、

各地で広葉樹導入のための樹種選定に関する研究や(宮田, 1984; 平尾・西垣, 1984; 八神, 2005)、海岸クロマツ林への広葉樹植栽試験が行われている(小田, 1987; 伊藤, 1999; 細田ら, 2005)。しかし、クロマツ林に侵入した広葉樹を利用した海岸林管理の例は少なく、海岸砂丘地での広葉樹の成長特性や防災機能の評価には不明な点が多く、広葉樹を利用した施業は慎重を期す必要がある。さらには、これからは地域の気象条件や将来の気候変動も考慮した海岸林施業が望まれる。

新潟市は日本海に面し、海岸沿いには長大なクロマツ林が造成されている。これまで新潟県は暖温帯性の常緑広葉樹の分布北限に近いとされてきたが(吉岡, 1973)、新潟市中央区の市街地に隣接した海岸クロマツ林には、タブノキやモチノキをはじめ、多数の暖温帯性常緑広葉樹が侵入し、旺盛に生育している。そして、侵入した広葉樹や低木類が過剰に繁茂していることから、広葉樹の除伐などの管理作業が必要になっている。また、近年は、海岸クロマツ林の役割は保健休養や自然教育の場(近田, 2001; 河合, 2001)、鳥獣の生息地としての生態系保全機能まで及び(由井, 1992)、海岸クロマツ林への要求は多様化している。そこで本研究では、市街地に隣接した海岸クロマツ林における常緑広葉樹の侵入と成

¹ 新潟大学大学院自然科学研究科 Graduate School of Science and Technology, Niigata University, 8050, Ikarashi 2-nocho, Nishi-ku Niigata, 950-2181, Japan

² 新潟大学大学院自然科学研究科准教授 Associate Professor, Graduate School of Science and Technology, Niigata University, 8050, Ikarashi 2-nocho, Nishi-ku Niigata, 950-2181, Japan

長の現状を明らかにし、林内に侵入した常緑広葉樹を用いた海岸林造成技術について検討することを目的とした。

2 調査地と調査方法

2.1 調査地の概況

調査地は、新潟県新潟市中央区にある海岸クロマツ林である。本調査地付近のクロマツ林の林帯幅は180~210mであり、海側の林縁から汀線までは50~80mである(図1)。この林分は道路によって海側と内陸側に分断されており、内陸側の林分は住宅地に隣接している。本調査地は西海岸公園と呼ばれる長さ約5kmにおよぶ公園内にあり、保安林に指定されているが、実質的な管理は新潟市が行っている。林内には遊歩道が整備され、文化施設があつて市街地に隣接しているため、利用者が多い。また、公園内には環境省が野鳥の標識調査を行うために「野鳥の森」として保護しているクロマツ林がある。

調査地から約3km離れた新潟地方気象台(北緯37°55′, 東経139°03′, 海拔2m)における年平均気温は13.6℃, 年降水量は1,788mm, 最深積雪深は37.5cmである(1970~2007年の平均値)。

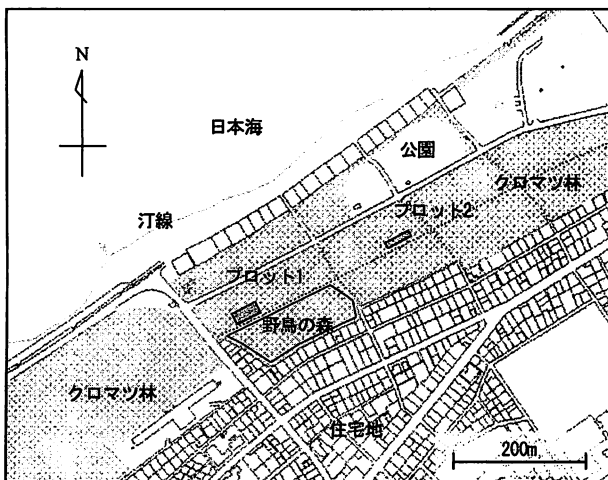


図1: 調査地

2.2 調査方法

西海岸公園のクロマツ林で、比較的広葉樹が多く侵入している場所で2カ所のプロットを設定した。

(プロット1: 20m×40m, プロット2: 10m×40m, 図1)。このうちプロット1では、高さ0.3m以上の木本植物を対象に毎木調査を実施した。ただし、本調査地で主要な常緑広葉樹と考えられたタブノキ、モチノキ、シロダモ、トベラ、カクレミノの5種については、全個体を調査対象とした。調査項目は、樹種、胸高直径(樹高1.3m未満の個体は根元直径)、樹高で、クロマツでは枝下高の測定も行った。プロット1の調査は2006年7~8月に行った。

プロット2は、広葉樹の間伐が行われることを受けて設定したプロットであり、樹高1.3m以上の個体を対象に、毎木調査を間伐前後に行った。間伐は2005年10月に実施しており、間伐前の調査を2005年8月に、間伐後の調査を同年11月に実施した。

樹齢調査は、プロット1のクロマツを除く直径約5cm以上の全樹木を対象に、2006年10月に成長錐を用いて行った。その際に、採取したコアの年輪数にその採取高と樹種の違いを踏まえて2~4年の樹齢補正を行った。

本調査地における主要広葉樹の樹高成長過程を解析するために、プロット2およびその周辺で常緑広葉樹のタブノキ、モチノキ、シロダモ、トベラ、カクレミノ、落葉広葉樹のオオシマザクラ、カスミザクラから、優勢木ないし準優勢木を2~3本ずつ選んで伐採し、樹幹解析を行った。その際に、伐採高である0.3m地点までの年数は一律に3年とした。樹幹解析の対象木の伐採は、2005年8~9月と2006年10~11月に行った。

新潟市における1970年以降の気象条件について、新潟地方気象台での観測値を使用して温量指数(暖かさの指数: WI, 寒さの指数: CI)の算出を行った。

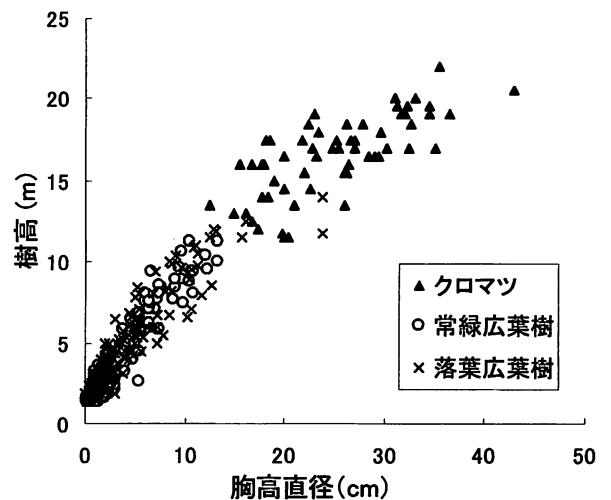


図2: プロット1における樹木の胸高直径と樹高の関係(樹高1.3m以上)

3 結果

3.1 クロマツ林の林分構造

プロット1・2での毎木調査で出現した木本植物の一覧を表1に示す。また、プロット1における樹高1.3m以上の樹木の胸高直径と樹高の関係を図2に、主要樹種の胸高直径および樹高階別の本数分布を表2、表3にそれぞれ示す。高木層を構成するクロマツは、胸高直径25~35cm, 樹高16~20mのものが多く、平均枝下高は約12mであった。クロマツの

表 1:プロット1 およびプロット2 に出現した木本植物

生育型 ¹⁾	種名	学名		
常緑針葉樹	高木	クロマツ	<i>Pinus thunbergii</i>	
		アカメガシワ	<i>Mallotus japonicus</i>	
		ニセアカシア	<i>Robinia pseudo-acacia</i>	
	高木	カスミザクラ	<i>Prunus leveilleana</i>	
		オオシマザクラ	<i>Prunus lannesiana</i>	
		ヤマグワ	<i>Morus australis</i>	
		エノキ	<i>Celtis sinensis</i>	
落葉広葉樹	小高木 ²⁾	ハゼノキ	<i>Rhus succedanea</i>	
		キンギンボク	<i>Lonicera morrowii</i>	
		ニワトコ	<i>Sambucus racemosa</i> subsp. <i>sieboldiana</i>	
	低木	ムラサキシキブ	<i>Callicarpa japonica</i>	
		エゾイボタ	<i>Ligustrum tschonoskii</i> f. <i>glabrescens</i>	
		コマユミ	<i>Euonymus alatus</i> f. <i>ciliatodentatus</i>	
		サンショウ	<i>Zanthoxylum piperitum</i>	
	常緑広葉樹	高木	モチノキ	<i>Ilex integra</i>
			ユズリハ	<i>Daphniphyllum macropodum</i>
			モッコク	<i>Ternstroemia gymnanthera</i>
		シロダモ	<i>Neolitsea sericea</i>	
		タブノキ	<i>Persea thunbergii</i>	
小高木 ²⁾		サングジュ	<i>Viburnum odoratissimum</i>	
		ヒイラギ	<i>Osmanthus heterophyllus</i>	
		カクレミノ	<i>Dendropanax trifidus</i>	
		シャリンバイ	<i>Raphiolepis indica</i> var. <i>integerrima</i>	
低木		トベラ	<i>Pittosporum tobira</i>	
	ネズミモチ	<i>Ligustrum japonicum</i>		
	ヤツデ	<i>Fatsia japonica</i>		
	ナワシログミ	<i>Elaeagnus pungens</i>		
	マサキ	<i>Euonymus japonicus</i>		
	アオキ	<i>Aucuba japonica</i>		

¹⁾ 樹木の生育型区分は北村・村田 (1971, 1979) によった

²⁾ 小高木としたものには、生育型の記載が「低木または小高木」となっているものを含めた

樹齢は50~55年である。クロマツの樹冠層の直下には、胸高直径20cm前後で、樹高12~13mのオオシマザクラが2本混交しており、その下の8~12mの階層にはオオシマザクラ、エノキとともに、常緑広葉樹のタブノキが多かった。また、この階層には、モチノキやシロダモといった常緑広葉樹も少数ながら含まれていたが、タブノキを含めて胸高直径が15cmを超える常緑広葉樹はなかった。樹高8m以下の階層では、ヤマグワ、エノキといった落葉広葉樹と、タブノキ、カクレミノ、トベラ、その他の常緑広葉樹が非常に多く生育していた。そのため、クロマツ林の中~下層は非常に密で暗い環境になっていた。

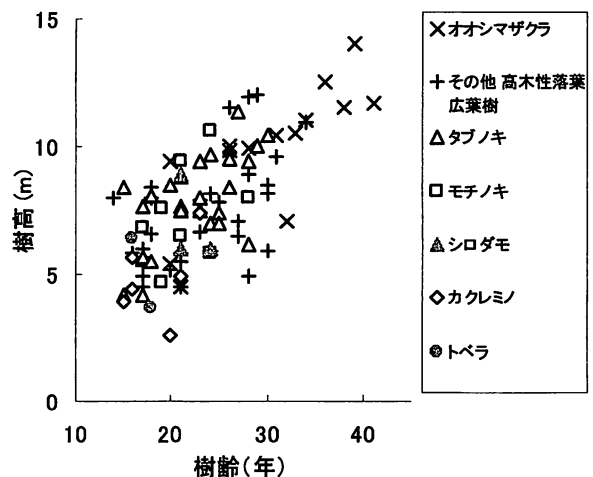


図 3:プロット1における広葉樹の樹齢と樹高の関係 (樹齢は2006年時点)

3.2 常緑広葉樹の侵入と成長

プロット1における2006年時点での広葉樹の樹齢と樹高の関係を図3に示す。本調査地における広葉樹の侵入は、まずオオシマザクラが40年ほど前

(1965年頃)から侵入し、その後10年ほど遅れて30年ほど前(1975年頃)からその他の落葉広葉樹や、

タブノキ、モチノキなどの常緑広葉樹が侵入していた。また、カクレミノ、シロダモ、トベラはやや遅

表 2:プロット 1 における主要樹種の胸高直径階別本数分布(樹高 1.3m 以上)

(単位は本/800 m²)

樹種	胸高直径階 (cm)							計
	~5	5~10	10~15	15~20	20~25	25~35	35~50	
クロマツ	0	0	2	16	11	28	4	61
オオシマザクラ	9	7	5	2	2	0	0	25
エノキ	22	11	7	0	0	0	0	40
ヤマグワ	143	10	1	0	0	0	0	154
その他 落葉広葉樹 ¹⁾	18	2	0	0	0	0	0	20
カクレミノ	34	5	0	0	0	0	0	39
トベラ	14	0	0	0	0	0	0	14
シロダモ	11	2	0	0	0	0	0	13
タブノキ	21	16	8	0	0	0	0	45
モチノキ	6	6	1	0	0	0	0	13
その他 常緑広葉樹 ²⁾	151	1	0	0	0	0	0	152
合計	429	60	24	18	13	28	4	576

¹⁾ その他 落葉広葉樹: アカメガシワ, ムラサキシキブ, エゾイボタ, キンギンボク, ヤマハゼ, コマユミ, サンショウ, ニワトコ

²⁾ その他 常緑広葉樹: ネズミモチ, アオキ, ヤツデ, マサキ, ヒイラギ, モッコク, ナワシログミ, シャリンバイ, ユズリハ

表 3:プロット 1 における主要樹種の樹高階別本数分布(樹高 1.3m 以上)

(単位は本/800 m²)

樹種	樹高階 (m)						計
	1.3~4	4~8	8~12	12~16	16~20	20~24	
クロマツ	0	0	4	19	36	2	61
オオシマザクラ	6	7	10	2	0	0	25
エノキ	9	21	10	0	0	0	40
ヤマグワ	130	24	0	0	0	0	154
その他 落葉広葉樹 ¹⁾	17	3	0	0	0	0	20
カクレミノ	32	7	0	0	0	0	39
トベラ	13	1	0	0	0	0	14
シロダモ	9	3	1	0	0	0	13
タブノキ	17	14	14	0	0	0	45
モチノキ	2	9	2	0	0	0	13
その他 常緑広葉樹 ²⁾	145	7	0	0	0	0	152
合計	380	96	41	21	36	2	576

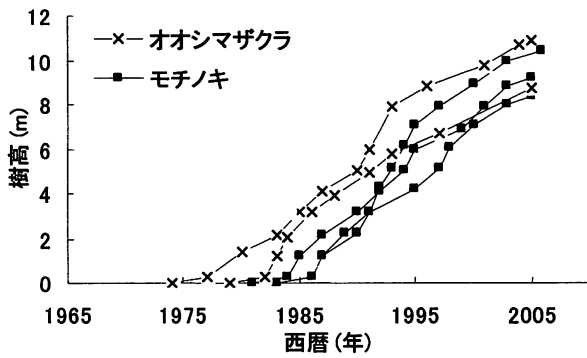
^{1), 2)} その他の内訳は表 2 と同じ

れて 25 年ほど前 (1980 年頃) から侵入を開始していた。

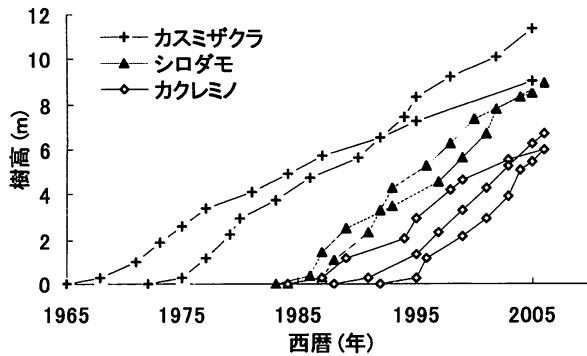
本調査地における主要広葉樹 7 種の優勢木ないし準優勢木を用いた樹幹解析による樹高成長経過を図 4 に示す。オオシマザクラ (図 4a) やカスミザクラ (図 4b) は 1970 年代 (最も古い個体は 1965 年) に侵入し、現在は樹高 9~11m に達していた。一方、タブノキはそれらよりも 10 年ほど遅れて侵入していたが、現在はサクラ類と同程度の樹高に達し、良好な樹高成長を示していた (図 4c)。タブノキと同じ頃に侵入したモチノキも樹高 8~10m に達していたが、近年の樹高成長はやや緩やかになっているようだった (図 4a)。シロダモの樹高成長は、4m 程度まではタブノキやモチノキに類似していたが、それ以降は成長がやや緩やかになり、現在は樹高 8~9m であった (図 4b)。小高木性の樹種であるトベラ (図

4c) やカクレミノ (図 4b) は、タブノキのような高木性常緑広葉樹に比べると成長が緩やかだったが、樹齢 20~25 年で樹高 6~7m に達しており、比較的良好な樹高成長を示していた。

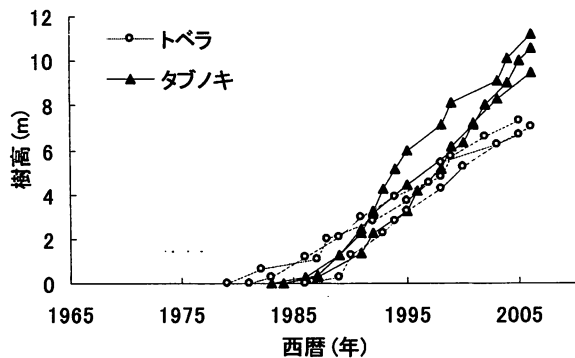
本調査地の林床には広葉樹の稚樹が多数見られ、良好な更新が行われていた。プロット 1 における主要常緑広葉樹 5 種の樹高階別本数分布を図 5 に示す。タブノキは樹高 1m 未満の稚樹がプロット (800 m²) 内で 80 本以上と多く、高さ 12m のものまで連続的な L 字型の分布を示しており (図 5a)、良好な更新が認められた。モチノキは樹高 4m から 11m のものまで、各樹高階に 2 個体前後と小数であるが、比較的均等な分布を示していた (図 5b)。しかし、モチノキは樹高 3m 以下の個体がなく、近年の更新が不良であった。シロダモは樹高 1m 未満の稚樹がプロット内に約 270 本と非常に多かったが、それより大きな個体は



(a)オオシマザクラ・モチノキ



(b)カスミザクラ・シロダモ・カクレミノ



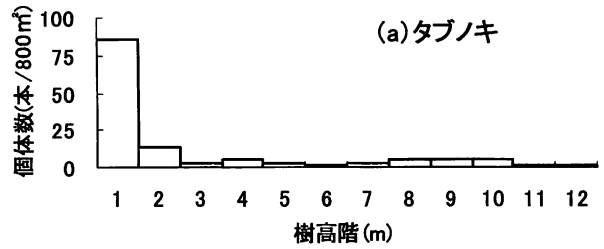
(c)トベラ・タブノキ

図4: 主要広葉樹の優勢木～準優勢木における樹高成長経過

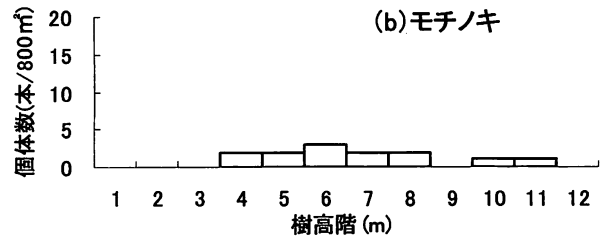
急激に減少しており (図 5c), 近年になって更新が急速に進行していると考えられた. トベラ (図 5d) とカクレミノ (図 5e) は, 樹高 1m 未満の稚樹がプロット内に 30~35 本あり, 樹高 7~8m のものまで徐々に本数が減少する連続的な分布を示しており, 比較的良好な更新が行われていると考えられた.

3.3 間伐前後の林分構造の比較

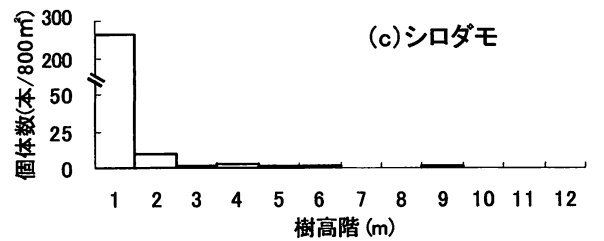
プロット 2 およびその周辺で, 広葉樹育成を目的とした間伐を中～下層木に対して行った. その際の選木基準は, 落葉性よりも常緑性の樹種を, 低木性よりも高木性の樹種を優先的に残すようにした. と



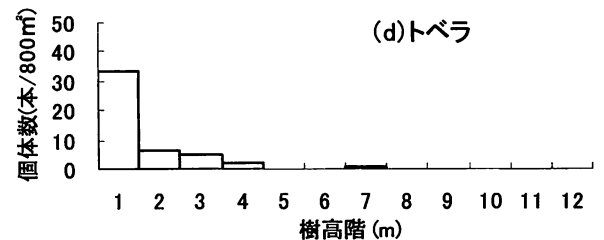
(a)タブノキ



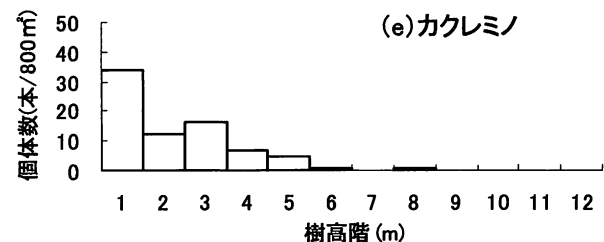
(b)モチノキ



(c)シロダモ



(d)トベラ



(e)カクレミノ

図5: 主要常緑広葉樹5種の樹高階別本数分布

くに, タブノキやモチノキといった高木性常緑広葉樹を最優先に残すようにした. また, 同樹種で競合する個体がある場合は, クロマツとの位置関係を考慮した上で, 原則として成長がより良好な個体を残すようにした. なお, クロマツの伐採は枯損木に対してのみ行った.

プロット 2 における間伐前後の樹高 1.3m 以上の樹木の胸高直径と樹高の関係を図 6 に示す. 広葉樹

間伐は下層を中心に行っており、樹高 1.3m 以上の全広葉樹に対する個体数で 84%、基底面積で 53%の間伐率であった (表 4, 表 5)。本プロットが公園内にあることを考慮して、サクラ類を数本残したが、それ以外の落葉広葉樹の間伐率は 100%であった。低木～小高木性常緑広葉樹に対しては、個体数および基底面積で 95%程度の強度の間伐を行った。この間伐後は、クロマツ林内の高さ 2~10m の階層に、タブノキとモチノキを中心に 800 本/ha の密度で常緑広葉樹が生育する状況になった。しかし、プロット 2 では、間伐後にクロマツ林冠が部分的に疎開しており、かつ常緑広葉樹の個体が存在しない比較的明るい場所が一部に見られた。

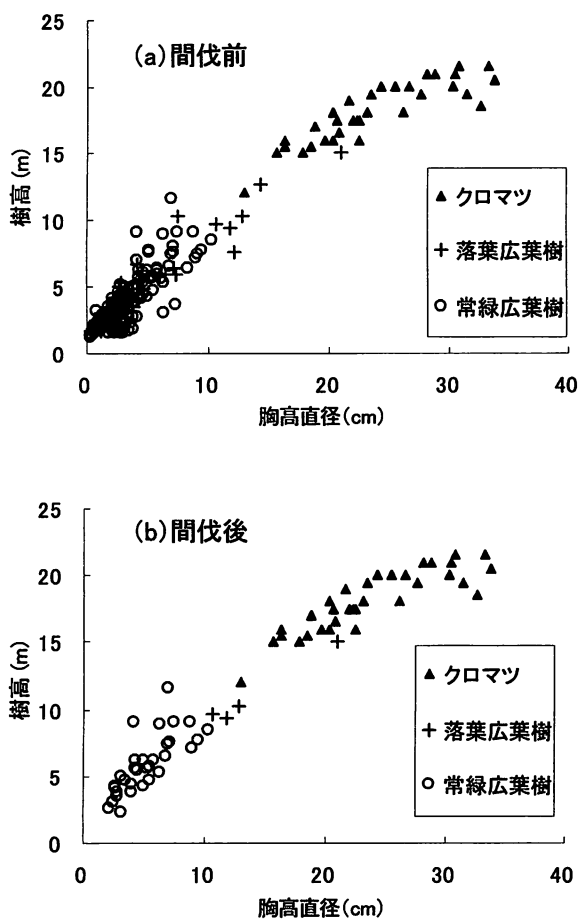


図 6: プロット 2 における間伐前後の樹木の胸高直径と樹高の関係(樹高 1.3m 以上)

4 考察

4.1 遷移進行の現状とその背景

本調査地には、常緑広葉樹を中心に多くの広葉樹が侵入し、旺盛な成長を示していることが明らかになった。このような遷移進行の要因として、肥料や燃料としての落葉・落枝の採取が行われなくなったことによる土壌の発達や、除間伐などの管理作業の遅れが挙げられる (河合, 2000 ; 中島 2000)。一方、

表 4: プロット 2 における間伐前後の樹木の本数と間伐率(樹高 1.3m 以上)

生育型 ¹⁾	本数 (本/400 m ²)		間伐率 (%)
	間伐前	間伐後	
クロマツ	33	33	0
落葉広葉樹 (サクラ類)	6	4	33
落葉広葉樹(サクラ類以外)	45	0	100
高木性常緑広葉樹	95	29	69
小高木性常緑広葉樹	27	1	96
低木性常緑広葉樹	55	2	96
全広葉樹	228	36	84

¹⁾ 生育型の区分は表 1 による

表 5: プロット 2 における間伐前後の樹木の基底面積と間伐率(樹高 1.3m 以上)

生育型 ¹⁾	基底面積 (cm ² /400 m ²)		間伐率 (%)
	間伐前	間伐後	
クロマツ	15663	15663	0
落葉広葉樹 (サクラ類)	954	677	29
落葉広葉樹(サクラ類以外)	367	0	100
高木性常緑広葉樹	1437	801	44
小高木性常緑広葉樹	151	7	96
低木性常緑広葉樹	273	13	95
全広葉樹	3182	1498	53

¹⁾ 生育型の区分は表 1 による

海岸クロマツ林では、広葉樹の生育は土壌条件に左右され (Taoda, 1988), とくに常緑広葉樹の成長には土壌の発達が不可欠である (鈴木, 1992)。海岸クロマツ林への落葉広葉樹の混交による土壌養分量の増加が、常緑広葉樹の侵入に寄与している可能性も指摘されている (藤田・中田, 2001)。

一方、海岸クロマツ林への広葉樹の侵入や分布の拡大は、種子の供給源に左右されるとともに (新井・紙谷, 2001), 種子の散布様式や自然林からの距離が強く影響している (Takahashi and Kamitani, 2004)。本調査地に侵入している常緑広葉樹には、タブノキ、モチノキ、カクレミノ、モッコク、ヤツデなど、民家の庭木や公園の植栽木として利用される樹種が多く見られた。本調査地は住宅地に隣接しており (図 1), さらに、本調査地が含まれる公園内には「野鳥の森」として保護されている区画があった。そのため、渡り鳥などの野鳥の飛来数が非常に多く、林内に生育する広葉樹の種子のほとんどが鳥散布様式であることから、住宅地の庭木や公園の植栽木が本調査地のクロマツ林内への種子供給源になっていると考えられる。

本調査地に侵入している広葉樹の中には、トベラ、カクレミノ、モッコク、ユズリハ、サンゴジュなど、

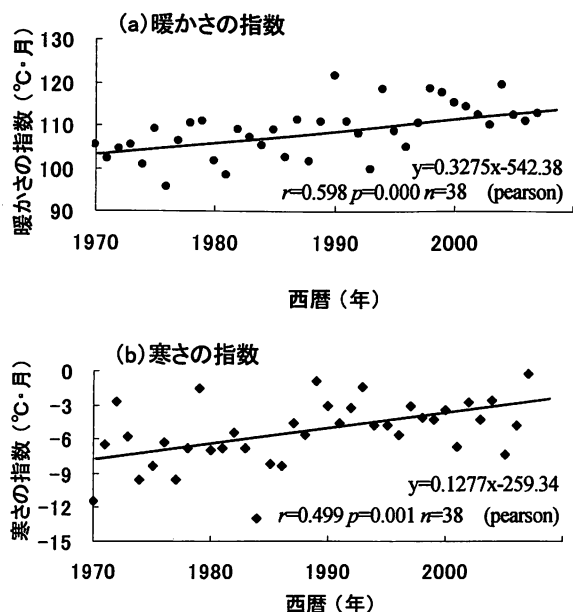


図 7: 新潟市における温量指数の変化

本来はこの地域に天然分布していない暖温帯性の常緑広葉樹が多数含まれていた。新潟市における温量指数は、WI、CI ともに有意な上昇傾向を示していた (図 7)。図 7(a) の回帰式から求めた新潟市における WI は、1970 年から 2006 年までの 36 年間で 102.8°C・月から 114.6°C・月へ 11.8°C・月上昇していた。常緑広葉樹林の分布する WI の範囲は 85~180°C・月であり (吉良, 1949), 新潟県はこれまで常緑広葉樹林の分布の北限に近いとされてきた (吉岡, 1973)。しかし、近年は気候温暖化の影響が着実に進行していることが明らかになった。また、常緑広葉樹の分布は年最低気温によって制限され (酒井, 1975), 関東平野における暖温帯性常緑広葉樹の分布は、CI が -10~-11°C・月の範囲まで見られると報告されている (吉野, 1968)。図 7(b) の回帰式から求めた新潟市における CI は、1970 年から 2006 年までの 36 年間で -7.8°C・月から -3.2°C・月へ 4.6°C・月上昇していた。さらに、新潟市では 1985 年以前に見られた -10°C や -8°C といった極端な低温が近年は観測されなくなっていた。本調査地における常緑広葉樹の侵入は、落葉広葉樹よりも 10 年ほど遅れてこの 30 年間 (1975 年以降) に起こっており、クロマツ林の管理や利用の問題だけでなく、気候変動や新潟市の都市化に伴う気温上昇が背景にあるものと考えられる。今後の気候温暖化によって、常緑広葉樹の生育の制限要因がさらに緩和され、その成長や分布域の拡大がいつそう促進される可能性がある。

4.2 常緑広葉樹を利用した海岸林の造成

海岸クロマツ林における広葉樹の管理に関しては、海岸の環境への適応力や樹種ごとの成長特性を考慮

して樹種を選定し、管理していくことが重要と考えられる。新潟県の北部や佐渡島の沿岸部には、比較的規模の大きなタブノキ群落が分布している (服部, 1993)。本調査地に生育する高木または小高木性常緑広葉樹の中では、タブノキの個体数が最も多く、かつ径級の比較的大きな個体が含まれていた。そのため、本調査地の海岸クロマツ林での広葉樹の管理において、タブノキは中心的な役割を果たす樹種と考えられる。また、クロマツの林冠下に達するようなタブノキは、今後は母樹として機能すると考えられる。しかし、タブノキは耐陰性の比較的低い樹種であり (Sato et al., 1994; Tanouchi et al., 1994), 遷移初期のクロマツ林のような、光環境の比較的良好な場所で旺盛な成長を示し (中田・林田, 1998), おもにギャップや林縁部で更新するとされている

(Yamamoto, 1992; 中田・林田, 1996)。本調査地の林内は非常に密で暗い環境になっており、林床に分布するタブノキの稚樹や幼樹の成長が阻害されると考えられる。そのため、クロマツ林の下層で広葉樹間伐を行って、光環境を改善する必要がある。なお、本調査地周辺のクロマツ林内には、かなり以前に人工的に植栽されたタブノキが存在している。これらのうちの大きな個体は胸高直径 25~30cm, 樹高 14~15m 程度であることを現地を観察している。そのため、本調査地周辺の現在の気候や土壌条件のもとでは、タブノキの樹高成長は 14~15m 程度が限界と考えられ、林冠層におけるクロマツとの競合は起こらないと推察される。

本調査地では、タブノキ以外にも、モチノキ、シロダモ、モッコクなどの、おもに暖温帯の海岸付近に天然分布する高木性常緑広葉樹が多数生育しており、本調査地周辺の海岸林構成樹種として、今後は重要な役割を担うと考えられた。また、クロマツ林の中~下層には、カクレミノ、シャリンバイ、マサキ、ネズミモチ、ヤツデなどの小高木~低木性の常緑広葉樹が多数生育していた。これらの樹種にも海岸の環境に適応しているものが多く、クロマツ林内を吹き抜ける風を軽減するのにある程度の効果があると考えられる。さらに、本調査地は公園内にあつて、新潟市民の文化・保健休養の場となっていることから、多様な樹種が生育することが望ましい。一方、低木ないし小高木性の常緑広葉樹であるトベラは、林内では樹高成長を優占させて細長く成長し (甲田, 2004), 強風や積雪による樹幹の曲がりが多い個体で観察された。そのため、トベラはクロマツ林内での利用に不向きと考えられるが、高い耐塩性を有しており (倉内, 1956), 本州の太平洋側の地域では、海岸の植栽樹種としてよく用いられている (日本林業技術協会編集部, 1991; 細田ら, 2005)。そのような樹種特性と、本調査地周辺ではトベラの更新

が順調に行われていることを考慮すると、林縁などの光環境のよい場所においてトベラを活用できると考えられる。

プロット2で行われた間伐後の林分は、常緑広葉樹が全体的に低密度な状態であったが、間伐後に懸念された強風による倒木被害はほとんど発生しなかった。本調査地においては、タブノキやモチノキなどの高木性常緑広葉樹が防災上最も有効と考えられ、これらの樹種によってクロマツ林冠下の空間を補完することが望ましい。しかし、その樹高がクロマツ林冠下に達する個体はまだ少ない。また、プロット2の内部にもクロマツ林冠が部分的に疎開し、かつ常緑広葉樹の個体が存在しない比較的明るい場所があり、夏季には雑草木が繁茂し、ニセアカシアの稚樹が侵入していた。そのため、今後の間伐においては、タブノキやモチノキなどの比較的大きい個体を残存させるだけでなく、小高木～低木性の常緑広葉樹や高木性常緑広葉樹の稚樹や幼樹をできるだけ多く残存させ、林床が明るくなり過ぎないように注意する必要がある。しかし、残存させる常緑広葉樹の密度など、具体的な間伐目標については、防風効果や樹種特性を調査し、さらに検討する必要がある。また今回は、林冠を構成するクロマツを伐採の対象に含めなかったが、今後は常緑広葉樹の育成とクロマツ自体の管理を総合的に行うための研究を進めることが重要と考えられる。

5 おわりに

現在、日本各地で海岸クロマツ林への広葉樹導入の試験が行われているが、常緑広葉樹の導入には客土や敷き藁を用いるなど、集約的な施業が必要とされている(日本林業技術協会編集部, 1991)。しかし、本調査地のように市街地に隣接して、種子散布源の存在やその後の成長に有利な条件が整い、既に常緑広葉樹が多数侵入している場所においては、その常緑広葉樹を適切に管理していくことが、防災機能の維持とともに費用や労力の面からも有効と考えられる。しかし、広葉樹の生育に適さない、より汀線に近い林分や、常緑広葉樹の混交が見られない林分については、従前どおりのクロマツによる林帯の維持が必要である。このように、今後の海岸林管理においては、クロマツ林やクロマツと広葉樹の混交林など、それぞれの場所にあった管理方法を確立することが重要である。

謝辞

本研究を進めるにあたり、新潟大学大学院自然科学研究科や農学部生産環境科学科の院生・学生の協力をいただいた。また、現地での間伐作業には、NPO法人ウッドィ阿賀の会の皆さんに協力をいただいた。

本研究は、新潟大学大学院自然科学研究科地球温暖化地域学寄附講座(東京電力)による研究助成、および新潟大学超域研究機構「田園都市における生物多様性回復のためのネットワーク形成」による研究助成を受けて実施したものである。これらの援助に対して感謝の意を表す。

引用文献

- [1] 新井伸昌・紙谷智彦(2001): 海岸林に発生し分布を拡大するシロダモ, 新潟県海岸林研究会会報, 1, pp. 4-7.
- [2] 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), pp. 1-4.
- [3] 藤田恵美・中田 誠(2001): 海岸砂丘地のクロマツ林における広葉樹の混交による立地環境の変化, 日本林学会誌, 83(2), pp. 84-92.
- [4] 服部 保(1993): タブノキ型林の群落生態学的研究Ⅱ. タブノキ型林の地理的分布と立地条件, 日本生態学会誌, 43, pp. 99-109.
- [5] 平尾勝男・西垣真太郎(1984): 海岸林の実態調査からクロマツに替る樹種選定について, 林業試験場試験研究報告, 27, pp. 23-31.
- [6] 細田浩司・引田裕之・横堀 誠(2005): 海岸クロマツ林の針広混交林への誘導—林内に植栽した広葉樹苗木の生存率と成長量—, 日本森林学会関東支部大会発表論文集, 56, pp. 125-128.
- [7] 伊藤 聡(1999): 多様な樹種による海岸防災林造成方法の研究(1)—海岸防災林の造成に関する植栽樹種の初期生長特性—, 山形県森林研究研修センター研究報告, 27, pp. 5-10.
- [8] 河合英二(2000): 海岸防災林の最近の問題点, 山林, 10, pp. 58-65.
- [9] 河合英二(2001): 海岸林の役割の変化, 海岸林学会誌, 1(1), pp. 17-20.
- [10] 河崎弥生・田中一夫(1983): 海岸防災林の保育, 更新に関する基礎的研究(第1報), 砂丘研究, 30(2), pp. 223-247.
- [11] 河崎弥生・田中一夫(1984): 海岸防災林におけるクロマツの成長と土壌の時系列的推移に関する研究, 鳥取大学農学部演習林報告, 14, pp. 59-125.
- [12] 吉良竜夫(1949): 日本の森林帯(林業解説シリーズ17), 日本林業技術協会, 東京, 36pp.
- [13] 甲田芳昭(2004): 現場から—海岸防災林に植栽された常緑広葉樹の生育状況—, 治山, 49, pp. 4-8.
- [14] 倉内一二(1956): 塩風害と海岸林, 日本生態学会誌, 5(3), pp. 123-127.
- [15] 宮田弘明(1984): 新しい海岸防災林の樹種選定に関する研究, 高知県林業試験場研究報告, 12, pp. 65-87.

- [16] 中島勇喜 (2000): 海岸林の現状と課題, 日本砂丘学会誌, 47(2), pp.128-135.
- [17] 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(1), pp.9-14.
- [18] 中田香玲・林田光祐 (1998): 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幼樹の成長と光環境, 東北森林科学会誌, 3(1), pp.45-48.
- [19] 日本林業技術協会編集部 (1991): 神奈川県湘南海岸の砂防林, 林業技術, 593, pp.17-20.
- [20] 小田隆則 (1987): 海岸クロマツ林への広葉樹導入試験(I)ー現地植栽試験8年後の現況ー, 日本林学会論文集, 98, pp.625-26.
- [21] 小田隆則 (1992): 保育・密度管理・更新技術, (村井 宏・石川政幸・遠藤治郎・只木良也編, 日本の海岸林ー多面的な機能とその活用ー, ソフトサイエンス社, 東京), pp.395-408.
- [22] 酒井 昭 (1975): 日本における常緑及び落葉広葉樹の耐凍度とそれらの分布との関係, 日本生態学会誌, 25(2), pp.101-111.
- [23] Sato, T., Tanouchi, H., and Takeshita, K. (1994): Initial regenerative processes of *Distylium racemosum* and *Persea thunbergii* in an evergreen broad-leaved forest, Journal of Plant Research, 107, pp.331-337.
- [24] 鈴木 清 (1992): 植生導入技術, (村井 宏・石川政幸・遠藤治郎・只木良也編, 日本の海岸林ー多面的な機能とその活用ー, ソフトサイエンス社, 東京), pp.377-394.
- [25] Takahashi, K., and Kamitani, T. (2004): Effect of dispersal capacity on forest plant migration at a landscape scale, Journal of Ecology, 92, pp.778-785.
- [26] Tanouchi, H., Sato, T., and Takeshita, K. (1994): Comparative studies on acorn and seedling dynamics of *Quercus* species in an evergreen broad-leaved forest, Journal of Plant Research, 107, pp.153-159.
- [27] Taoda, H. (1988): Succession of *Pinus thunbergii* forest on coastal dunes, Hitotsuba Coast, Kyushu, Japan, Hikobia, 10, pp.119-128.
- [28] 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選定, 石川県林業試験場研究報告, 37, pp.1-8.
- [29] Yamamoto, S. (1992): Gap characteristics and gap regeneration in primary evergreen broad-leaved forests of western Japan, The Botanical Magazine, Tokyo, 105, pp.29-45.
- [30] 吉野みどり (1968): 関東地方における常緑広葉樹の分布, 地理学評論, 41, pp.674-694.
- [31] 吉岡邦二 (1973): 植物地理学(生態学講座 12), 共立出版, 東京, 84pp.
- [32] 由井正敏 (1992): 海岸林に棲む野鳥, (村井 宏・石川政幸・遠藤治郎・只木良也編, 日本の海岸林ー多面的な機能とその活用ー, ソフトサイエンス社, 東京), pp.338-351.

[受付 平成20年3月17日, 受理 平成20年6月20日]