東京湾岸浚渫埋立地におけるクロマツ (*Pinus thunbergii* Parl.) 群落とトウネズミモチ (*Ligustrum lucidum* Ait.) 群落の出現要因

飯島和子¹⁾²⁾・佐合隆一²⁾

1) 千葉県立衛生短期大学 Chiba College of Health Science

2) 茨城大学農学部 College of Agri. Ibaraki Univ.

摘要: 東京湾岸浚渫埋立地にある 24 年前開校した学校の校庭に、風散布種子を持つクロマツ (*Pinus thunbergii* Parl.) の優占する群落 (以下クロマツ群落, *Pinus thunbergii* community) と鳥散布種子を持つトウネズミモチ (*Ligustrum lucidum* Ait.) の優占する群落 (以下トウネズミモチ群落, *Ligustrum lucidum* community) が形成された。これらの群落は二次遷移の草本群落から木本群落への移行過程と考えられる。この校庭には緑化樹木として、クロマツとトウネズミモチが植栽されている。2つの植物群落の形成要因を明らかにするために、それぞれの群落の植生調査、土壌調査、優占種の特性の調査を行った。その結果、クロマツ群落はクロマツ、チガヤをおもな構成種とし、地下水位が低く、窒素、炭素、カリウム含量の少ない土壌であった。トウネズミモチ群落はトウネズミモチ、ヨシをおもな構成種とし、地下水位が高く、窒素、炭素、カリウム含量の多い土壌であった。クロマツの種子は土壌の含水率が少なくても発芽でき、高温条件で発芽し、遮光の生育への影響が大きいなどの特性を持っていたのに対して、トウネズミモチの種子は発芽に土壌の高い含水率が必要であり、暗条件でも発芽率が高く、低温で発芽し、遮光による生育への影響が少ないなどの特性を持っていた。2つの群落はそれぞれの優占種の特性に適した立地条件に形成された。

キーワード: クロマツ, トウネズミモチ, 風散布種子, 動物散布種子, 緑化樹木, 埋立地

IJIMA, Kazuko and SAGO, Ryuichi: **Factors affecting occurrence of *Pinus thunbergii* community and *Ligustrum lucidum* community on dredged reclaimed land in Tokyo Bay**

Abstract: *Pinus thunbergii* community and *Ligustrum lucidum* community were formed in the campus of school opened 24 years ago on dredged reclaimed land in Tokyo Bay. The current species, the soil nutrient and moisture about these plant communities, and the characteristics of the dominant species, such as seeds germination and the shade tolerance of seedlings were investigated. The seeds of *P. thunbergii* germinated in lowly soil moist and high temperature condition and the seedlings grew on high light condition. The seeds of *L. lucidum* germinated in highly soil moist, low temperature and dark condition and the seedlings grew on shading condition. The factors of formation these plant communities were adaptation of soil moisture, growing in the light and the temperature conditions. *Pinus thunbergii* community was formed in lowly moist soil and *Ligustrum lucidum* community was formed in highly moist soil.

Key words: *Pinus thunbergii*, *Ligustrum lucidum*, anemochory, zoochory, greenery, reclaimed land

1. はじめに

千葉県では、1960年代から東京湾岸の埋め立てを開始し^{4,5,6)}、青沼¹⁾の林業的手法、本間¹⁰⁾の造園的手法、宮脇²⁵⁾、宮脇・奥田²⁴⁾の生態学的手法に基づき、潜在自然植生と考えられる樹木の幼苗を植栽して、緑化された²¹⁾。将来的には人為的な管理をなくしても維持できるように自然林への移行を目指したものであった⁶⁾。しかし、造成してから7~8年後に緑化林の樹木が台風で倒壊し、枯死したときには、その枯れ跡にはパイオニア種といわれる雑草もほとんど生えず、しばらくは、植栽された常緑樹の枯死木のみが林立しており、栄養塩類の流失も見られたという⁶⁾。通常、自然林では、台風の被害などで裸地ができると、土壌中の埋土種子や周辺

の樹木から種子が供給されて、新たな植生が地表を被覆する³³⁾。しかし、埋立地では埋土種子も新たな種子の供給もほとんどなく、先駆種の侵入に時間がかかったのである。

このような緑化には遷移的植栽とよばれる手法が望ましいといわれている。それはいきなり極相樹種を植栽するのではなく、遷移初期段階の草本群落の形成から開始して、極相樹種に置き換わるのを待つ方法である⁶⁾。しかし、この方法についての研究例はほとんど見られない。

著者は東京湾岸埋立地の遷移について、18年前に裸地化した調査地の継続的な植生調査から、一年生草本期 (スズメガヤ *Eragrostis cilianensis* Lutati) →越年生草本期 (オオアレチノギク *Erigeron bonariensis* L.) →多年生草本期 (チガヤ *Imperata cylindrica* Beauv. →ヨシ *Phragmites australis*

Trin. ex. Steud.)を経て、トウネズミモチ *Ligustrum lucidum* Ait.が侵入した木本期への変遷を観察し、報告している^{14), 17)}。調査の対象としたトウネズミモチ群落（以下トウネズミモチ群落 *Ligustrum lucidum* community とする）はトウネズミモチとヨシを優占種としており、前記の調査地における二次遷移の草本群落から木本群落への移行過程である。クロマツ群落（以下クロマツ群落 *Pinus thunbergii* community とする）はトウネズミモチ群落の隣接地に形成され、クロマツ *Pinus thunbergii* Parl.とチガヤを優占種としている。

本研究では、クロマツの優占する群落とトウネズミモチの優占する群落の土壌条件、構成種、優占種の特性を調査し、隣接地でも構成種の異なる植物群落が形成された要因を解析し、その結果から、遷移的植栽によって目標とする緑化林を造るために必要な条件を明らかにすることを目的とした。

2. 調査地と調査の方法

2.1 調査地の概要

調査地は約30年前竣工の東京湾岸浚渫埋立地に、24年前に開校した学校の校庭である。埋立地湿地植生のヨシ群落³¹⁾の校庭には排水溝が設けられ、グラウンド、芝生地が造られた。校庭の辺縁部には防風林として、クロマツ、トウネズミモチが植栽されている（図-1）。これらのクロマツ・トウネズミモチの樹齢はクロマツの枝分かかれから推定¹⁹⁾すると20年である。

トウネズミモチ群落の形成された場所は埋立地での植物群落の遷移を観察するために、18年前に芝生地の3m×10mのシバをはがし、20cmの深さまで掘り起こして植物体の地

上部と地下部を取り除き、攪拌して土壌を均一にし、人手を加えないで放置した場所である。トウネズミモチ群落が形成された周辺の芝生地は現在でも、降雨後はシバが冠水し、芝生内にはヨシの生育がみられるような湿潤な場所である。

クロマツ群落の形成された場所は、トウネズミモチ群落の形成された芝生地から約20m離れており、芝生地より約1m高い場所に造成されたグラウンドの一部である。クロマツとトウネズミモチからなる防風林とグラウンドのトラックの間で、管理が行き届かず、除草作業が行なわれていない場所である。クロマツ群落を構成しているクロマツ幼樹約120本は10m×20mの範囲に生えている。

2.2 調査の方法

2.2.1 群落の構成種の調査

トウネズミモチ群落は18年前にシバをはがして遷移調査地とした3m×10mを調査区とし、クロマツ群落はクロマツ幼樹が集中している10m×20mを調査区とした。それぞれの調査区内の植物について、種名、最大草高、植被率および開花・結実などの生活史を調べた。調査は2004年4月と10月に行なった。

2.2.2 群落内土壌条件の調査

トウネズミモチとクロマツ群落内の土壌中の養分量を比較するために、2004年5月に10cm×10cm×10cmの土壌をそれぞれの群落から3箇所ずつ採取し、交換性 K_2O 、有効態 P_2O_5 、全窒素、全炭素を測定した。対照として、常に除草されて裸地の状態と考えられるグラウンドのトラック内の土壌を同様に採取し、測定した。交換性 K_2O はpH4.8塩化ナトリウム-酢酸ナトリウム法で、有効態 P_2O_5 はブレイNo2法で、全窒素、全炭素はCNコーダー（島津製）で測定した。

図-1 調査地の配置模式図

Fig. 1 Location of study area.

トウネズミモチ群落とクロマツ群落周辺の地下水位を比較するために、2つの群落の隣接地に直径2 cm 深さ1 m の塩ビ管を地中に埋めて置き、降雨の翌日と1週間後の地下水位を測定した。

2.2.3 優占種の特性の調査

2.2.3.1 種子重量の調査

トウネズミモチとクロマツの種子重量を測定した。トウネズミモチは内果皮を取り除き種子のみとし、クロマツは翼を取り除いて、100粒の重量を3反復で測定した。

2.2.3.2 発芽条件の調査

トウネズミモチの果実は鳥による採食が頻繁に確認できた12月に採集し、クロマツの種子は風散布が確認できた11月に採集し、翌年の2月まで室温で保存した後、トウネズミモチは内果皮付きの種子、クロマツは翼を取り除いた種子を用いて、発芽と温度条件、明暗条件との関係について調査した。

直径8.5 cm、高さ1.5 cm のプラスチックシャーレに湿潤ろ紙を発芽床として、トウネズミモチとクロマツの種子を1シャーレあたり25粒4反復ずつ播種した。シャーレを4種の温度条件(10℃, 20℃, 30℃, 25℃ (12 h.)/15℃ (12 h.))と明暗条件(12時間明期2000 lux, 以下12 L)を設定した恒温器(Shin Maywa 製 VRB 13 C 形)に入れて置き、30日後に発芽数を調べた。なお、24時間暗期(以下24 D)はプラスチックシャーレをアルミニウムシャーレに入れてから恒温器内に置いた。

土壤水分と発芽率との関係を調べるため、直径11 cm、高

さ13 cm のプラスチックポットに赤玉土を入れ、ポット内の含水率を33% (市販の赤玉土の含水率)、56%, 67%, 78% (種子の冠水状態)の4条件に調整した後、トウネズミモチとクロマツの種子をそれぞれ1ポットあたり5粒ずつ3反復播種し、25/15℃12 L の恒温器内に置き、30日後に発芽数を調べた。隔日にポットの重量を測定し、減少した水分量を補充した。

2.2.3.3 遮光調査

トウネズミモチとクロマツの生育への遮光の影響を比較するため、畑土を入れた直径11 cm、高さ13 cm のプラスチックポットに、1ポットあたり10粒ずつ5反復ずつ播種した。約30日後、生育の確認できた個体を1ポットあたり5個体ずつ残して間引いた後、遮光区と対照区に5ポットずつ入れて置き、生育を観察した。遮光区は、寒冷紗を2重に被覆して、対照区の約90% 遮光とした。遮光開始から65日後に地上部の生体重を測定した。

2.2.4 ヒヨドリの糞に含まれる種子の調査

トウネズミモチの種子が鳥によって散布される^{11, 12, 22, 27, 29, 32)}ことから、本調査地での散布者と散布時期を確認するために、ヒヨドリの糞に含まれている種子の植物名と数を調べた。糞の採集はヒヨドリによる採食が確認できた12月から、樹上のトウネズミモチの果実がなくなった翌年の3月まで、月1回の調査を4回行なった。糞の採集場所はウバメガシの生垣沿いの約30 m の範囲(図-1)で行なった。糞数を測定後、1日水道水に浸した後、水を切り、種子1粒ずつを分離し、同定した。種子の同定は予め調査しておいた校

表-1 クロマツ群落の構成種

Table 1 The composition of plant species in *P. thunbergii* community

和 名	学 名	科 名	散布型	休眠型	2004年4月		2004年10月	
					草高(cm)	植被率(%)	草高(cm)	植被率(%)
クロマツ	<i>Pinus thunbergii</i>	マツ	D ₁	MM	400	50	400	40
タチバナモドキ	<i>Pyracantha angustifolia</i>	バラ	D ₂	M	150	+	250	+
ヤマモモ	<i>Myrica rubra</i>	ヤマモモ	D _{2,4}	MM	100	+	80	+
スイカズラ	<i>Lonicera japonica</i>	スイカズラ	D _{2,4}	M	150	5	200	3
トウネズミモチ	<i>Ligustrum lucidum</i>	モクセイ	D ₂	M	100	+	100	+
オオシマザクラ	<i>Prunus speciosa</i>	バラ	D ₂	M	80	+	100	+
チガヤ	<i>Imperata cylindrica</i>	イネ	D ₁	G	50	50		
セイトカアワダチソウ	<i>Solidago altissima</i>	キク	D ₁	Ch	30	10	250	20
ヨシ	<i>Phragmites australis</i>	イネ	D ₁	HH			300	5
ジシバリ	<i>Ixeris stolonifera</i>	キク	D ₁	Ch	10	10		
メドハギ	<i>Lespedeza cuneata</i>	マメ	D ₃	H	20	+	120	10
メリケンカルカヤ	<i>Andropogon virginicus</i>	イネ	D ₁	H			80	20
ヘラオオバコ	<i>Plantago lanceolata</i>	オオバコ	D _{2,4}	H	10	+		
カヤツリグサ	<i>Cyperus microiria</i>	カヤツリグサ	D ₄	Th	20	+		
メマツヨイグサ	<i>Oenothera biennis</i>	アカバナ	D _{4,1}	Th(w)	10	+		
ヘクソカズラ	<i>Paederia scandens</i>	アカネ	D _{2,4}	Ch			100	+

散布型³⁰⁾

D₁: 風, 水散布 D₂: 動物散布 D₃: 機械散布 D₄: 重力散布 +は植被率1% 以下を示す

休眠型³⁰⁾

Th: 一年草 Th(w): 越年草 G, H, Ch: 多年草 M: 小高木, 小型地上植物 MM: 中高木・大高木, 中型・大型地上植物 HH: 水湿植物多年草

庭とその周辺に植栽されている木本植物¹⁵⁾や自生している草本植物¹⁶⁾を考慮して、浅間²⁾、浅野³⁾、石川¹⁸⁾を参考にして行った。

3. 結 果

3.1 クロマツ群落とトウネズミモチ群落の構成種

クロマツ群落とトウネズミモチ群落の構成種をそれぞれ表-1、表-2に示した。クロマツ群落の4月の調査では、クロマツ、チガヤ、セイタカアワダチソウ (*Solidago altissima* L.) など木本種6種、草本種7種から構成されていた。10月の調査では木本種6種、メリケンカルカヤ (*Andropogon virginicus* L.) など5種から構成されていた。トウネズミモチ群落の4月の調査ではトウネズミモチ、タチバナモドキ (*Pyracantha angustifolia* C.K. Schneid.) など9種の木本種とヨシ (*Phragmites australis* Trin. Ex Steud), ススキ (*Miscanthus sinensis* Andersson), セイタカアワダチソウなど10種の草本種、10月の調査では8種の木本種と5種の草本種から構成されていた。

2004年4月の構成種について、種子散布型³⁰⁾の種数の割合をみると、クロマツ群落は風散布 (D_1) が43.75%, 動物散布 (D_2) が37.5%, 機械散布 (D_3) が6.25%, 重力散布 (D_4) が12.5% で、 D_1 の優占する群落であった。また、休眠型³⁰⁾の種数の割合をみると、中型・大型地上植物 (MM) が12.5%, 小型地上植物 (M) が25%, 多年草 (G, HH, Ch, H など) が50%, 一年草 (Th) と越年草 (Th(w)) が

それぞれ6.25% で、木本植物と多年草の優占する群落であった。トウネズミモチ群落は種子散布型の D_1 が35%, D_2 が50%, D_3 が5%, D_4 が10%, 休眠型の MM が25%, M が25%, 多年草が40%, Th(w) が10% で、種子散布型 D_4 の木本植物と多年草が優占する植物群落であった (表-3)。

群落内で見られたクロマツとトウネズミモチの生活史は (表-4), トウネズミモチの発芽の時期が11月, クロマツが4月, 種子散布開始時期はトウネズミモチが12月, クロ

表-3 クロマツ群落とトウネズミモチ群落構成種の生活型の種数の割合

Table 3 The species nutrient of life-form in *L. lucidum* community and *P. thunbergii* community

生 活 型	クロマツ群落	トウネズミモチ群落
散布型	%	%
風散布 (D_1)	43.75	35
動物散布 (D_2)	37.5	50
機械散布 (D_3)	6.25	5
重力散布 (D_4)	12.5	10
休眠型		
中型・大型地上植物 (MM)	12.5	25
小型地上植物 (M)	25	25
多年草 (G, HH, Ch, H など)	50	40
一年草 (Th)	6.25	0
越年草 (Th(w))	6.25	10

表-2 トウネズミモチ群落の構成種

Table 2 The composition of plant species in *L. lucidum* community

和 名	学 名	科 名	散布型	休眠型	2004年4月		2004年10月	
					草高 (cm)	植被率 (%)	草高 (cm)	植被率 (%)
トウネズミモチ	<i>Ligustrum lucidum</i>	モクセイ	D_2	M	400	30	400	40
タチバナモドキ	<i>Pyracantha angustifolia</i>	バラ	D_2	M	300	10	300	10
オオシマザクラ	<i>Prunus speciosa</i>	バラ	D_2	MM	300	5	300	3
ケヤキ	<i>Zelkova serrata</i>	ニレ	D_1	MM	400	2	400	2
ウバメガシ	<i>Quercus phillyraeoides</i>	ブナ	$D_{2,4}$	M	120	2	130	2
ユズリハ	<i>Daphniphyllum macropodum</i>	ユズリハ	D_2	M	30	+	30	+
エノキ	<i>Celtis sinensis</i> var. <i>japonica</i>	ニレ	D_2	MM	20	+	20	+
マサキ	<i>Euonymus japonicus</i>	ニシキギ	D_2	MM	20	+	20	+
クスノキ	<i>Cinnamomum camphora</i>	クスノキ	D_2	MM	20	+	30	+
スイカズラ	<i>Lonicera japonica</i>	スイカズラ	$D_{2,4}$	M	100	+		
ヨシ	<i>Phragmites australis</i>	イネ	D_1	HH	150	30	250	40
セイタカアワダチソウ	<i>Solidago altissima</i>	キク	D_1	Ch	100	20	100	5
ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i>	イネ	D_1	H	50	10	200	20
スギナ	<i>Equisetum arvense</i>	トクサ	D_1	G	30	10	30	2
ヘクソカズラ	<i>Paederia scandens</i>	アカネ	$D_{2,4}$	Ch	100	+	100	+
カラスノエンドウ	<i>Vicia angustifolia</i>	マメ	D_3	Th(w)	100	10		
イヌムギ	<i>Bromus unioloides</i>	イネ	D_4	G	100	+		
ヨモギ	<i>Artemisia indica</i> var. <i>maximowiczii</i>	キク	D_1	H	50	+		
ノゲシ	<i>Sonchus oleraceus</i>	キク	D_1	Th(w)	30	+		
ヒメオドリコソウ	<i>Lamium purpureum</i>	シソ	D_4	G	10	+		

散布型, 休眠型は表-1と同じ

表-4 トウネズミモチ・クロマツの生活史

Table 4 The phenology of *L. lucidum* and *P. thunbergii*

植物名	科名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
トウネズミモチ	モクセイ	△	△	△	△	△ ○	△ ○	△ ○	△ ○	△	△	△ ↑	△
										●	●	●	● ◎
クロマツ	マツ	△	△	△	△ ↑	△ ○	△ ○	△	△	△	△	△	△
		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	● ◎

↑:発芽 △:芽生え ○:開花 ●:結実 ◎:種子散布開始時期

マツが10月であった。どちらも一年中、芽生えがみられた。種子の結実時期はどちらも秋であったが、クロマツは開花から結実まで1年半を要する²⁸⁾ので、球果が1年中樹木についていた。

3.2 土壌の養分量と地下水位

グラウンドとクロマツ群落内、トウネズミモチ群落内の土壌中の交換性 K_2O 、有効態 P_2O_5 、全炭素、全窒素量を表-5に示した。遷移の進行を示すとされる⁸⁾交換性 K_2O 、全炭素、全窒素量はグラウンド、クロマツ群落、トウネズミモチ群落と増加した。地下水位はクロマツ群落周辺では6月の降雨の翌日が地表面下70 cm あったが、その他の月は降雨の翌日も1週間後も地表面下100 cm 以下だった。トウネズミモチ群落周辺の地下水位は一年を通して地表面下0-30 cm であった。

3.3 優占種の発芽特性と生育特性

3.3.1 種子重量調査

100粒を3反復測定したトウネズミモチの種子重量は 2220 ± 2.0 mg、クロマツの種子重量は 65.0 ± 2.0 mg であった。

3.3.2 発芽条件調査

トウネズミモチの種子は10℃、20℃、25℃/15℃の温度条件で、12 Lと24 Dのどちらの明暗条件でも発芽したが、30℃では12 L、24 Dのどちらの明暗条件でも発芽しなかった。クロマツの種子は20℃、30℃、25℃/15℃の温度条件

で、12 Lと24 Dのどちらの明暗条件でも発芽したが、10℃の条件ではどちらの条件でも発芽しなかった (図-2)。

トウネズミモチの種子の発芽率は発芽床の土壌含水率が33%では0%、含水率56%の発芽率は40%、67%では100%だった。種子の冠水状態である含水率78%の発芽率は含水率67%より低く、50%であった。クロマツ種子の含水率33%の発芽率は8%であり、含水率が56%では100%だった。種子の冠水状態である含水率78%の発芽率は含水率67%の発芽率より低かった (図-3)。

図-2 クロマツ・トウネズミモチの温度・明暗条件と発芽率

Fig. 2 The germination rate of *P. thunbergii* and *L. lucidum* under different temperature and light conditions. (Lは明条件, Dは暗条件を示す) (L: light, D: dark)

図-3 発芽床の土壌水分量とクロマツ・トウネズミモチ種子の発芽率

Fig. 3 The germination rate of *P. thunbergii* and *L. lucidum* under different soil moisture conditions.

表-5 グラウンド・クロマツ群落・トウネズミモチ群落内の土壌の養分量

Table 5 The nutrient content of soil formed in *P. thunbergii* community and *L. lucidum* community and ground

養分	グラウンド	クロマツ群落	トウネズミモチ群落
	%	%	%
全窒素	0.098±0.002	0.124±0.0003	0.587±0.03
全炭素	0.861±0.011	1.327±0.146	6.632±0.325
交換性 K_2O	0.006±0.0003	0.013±0.001	0.093±0.002
有効態 P_2O_5	0.009±0.0004	0.008±0.0009	0.021±0.0003

表-6 90% 遮光条件下で 65 日間育てたクロマツとトウネズミモチの生体重

Table 6 The flesh weight of *L. lucidum* and *P. thunbergii* on growing 65 days under 90% shading condition

実験区	トウネズミモチ	クロマツ
	mg/個体	mg/個体
遮光区	164±34.4	68.4±4.7
対照区	180±33.5	180±21.2
遮光日数	65 日	65 日

1 ポットあたり 5 個体 5 反復

3.3.3 遮光調査

90% 遮光条件下で 65 日間育てたトウネズミモチ 1 個体あたりの生体重は遮光区 164±34.4 mg と対照区 180±33.5 mg で、有意水準 5% で差がみられなかったが、クロマツ 1 個体あたりの生体重は遮光区 68.4±4.7 mg と対照区 180.0±21.2 mg で、有意水準 5% で差がみられた (表-6)。

3.4 ヒヨドリの糞に含まれる種子の植物名とその数

トウネズミモチ群落周辺で採集できたヒヨドリの糞は 12 月が最も量が多く約 50 個であった。時間の経過とともに採集数は少なくなり、3 月には約 10 個であった。糞に含まれていた種子の植物名とその数は表-7 のようであった。糞にふくまれていたトウネズミモチの種子の数は 12 月が最も多く、時間の経過とともに減少し、3 月には全く含まれていなかった。

4. 考 察

埋立地では種子の供給が少ないため、植物群落の形成には時間がかかるといわれる¹⁰⁾が、本研究の調査地のように埋め立ててからある程度経過し、緑化されたところでは、播種、植栽を行なわなくても、多種からなる植物群落の形成が可能であった。

トウネズミモチは鳥による種子散布の有効距離が約 100 m

表-7 ヒヨドリの糞に含まれていた種子の植物名と数

Table 7 The composition and number of seeds in droppings of *Hypsipetes amaurotis*

植物名	採集年月			
	2002.12	2003.1	2003.2	2003.3
	粒	粒	粒	粒
トウネズミモチ	156	18	6	0
クロガネモチ	113	110	15	38
タチバナモドキ	15	0	5	3
ユズリハ	3	1	0	2
イヌツゲ	0	19	0	0
サンゴジュ	0	2	1	0
ヘクソカズラ	0	0	27	10
クスノキ	0	0	2	0
不明	0	0	56	0

との調査結果があること²⁷⁾から、防風林として植栽されたトウネズミモチの種子が鳥に運ばれ、果肉が除かれて、発芽率が高められて散布されることで、定着した。重量が重いため、散布された種子はすぐ地表面に落下する。暗条件でも高い発芽率である、10℃ の低温で発芽する、遮光による成長への影響が少ないなどの特性を持つことから、ヨシ群落の下層部のような光の少ないところでも発芽・生育が可能であった。

クロマツの種子は表-8 に示したように、冬の北風により防風林の南側に数多く散布されることが推測されるが、防風林の南側はスダジイなどの緑化樹が植栽され、林冠を覆われた状態であるため、クロマツは生育しにくい。南側に比べると種子の飛散数は少ないが、11 月、3 月、4 月の南西風によってグラウンド周囲に散布された種子が発芽した。クロマツは土壌の含水量が少なくても発芽でき、生育には光が必要であったことから、乾生的土壌で日当たりのよいグラウンド周囲でも発芽・生育が可能であった。

クロマツ群落は 13 種、トウネズミモチは 20 種の植物から成り立っていた。このように、多数の植物種で構成されている植物群落は、ある種の植物が風水害などで倒壊されたとしても、他の種によって、植生の回復のできることが推察される。

本研究の結果から、埋立地を遷移的植栽によって緑化する方法は次のように考えられる。まず、草本群落を造る。その際、緑化林の目標とする樹木の発芽、生育に適した立地条件 (土壌水分量、土壌栄養塩類含量、光など) を整える。

草本種、木本種とも種子の供給源が近くになれば、播種または幼苗を植栽することになるが、立地条件に適していれば、発芽、生育は容易であり、将来的には多くの管理を要しない緑化林の形成が期待できる。

今回の調査地では地下水位の違いによる土壌水分量の違いが、トウネズミモチとクロマツという優占種の異なる植物群落を形成したと考えられる。

暖温帯の埋立地では本来はクロマツ群落が形成されるとされる^{5,6,9)}が、本調査地ではトウネズミモチ群落も形成された。トウネズミモチは庭木・緑化樹として多用された種が、

表-8 統計期間 16 年間の各月の 6 時と 15 時の千葉市 (アメダス地点) における最多風向

Table 8 The greatest number of the direction of a wind at 6 and 15 o'clock per month in Chiba-city

月	6 時	15 時
10	北北東	北北東
11	北	南西
12	北	北西
1	北西	北西
2	北北西	北西
3	北北東	南西
4	北北東	南南西

千葉県の自然誌⁹⁾による

都市で増加しているヒヨドリ、ムクドリなどに種子散布され、異常繁殖しているといわれており^{11, 21)}、緑化林の種構成を偏ったものにするという影響も出ている^{7, 13, 34)}。今回調査したクロマツ群落でもトウネズミモチが構成種となっていることから、今後、増加することも考えられる。緑化樹種の選定も考慮しなければならない問題である。

5. おわりに

防風林としてクロマツとトウネズミモチが植栽されている浚渫埋立地の校庭に、クロマツ群落とトウネズミモチ群落が隣接して形成された。隣接して優占種の異なる群落が形成された要因として、土壌の養分や水分などの環境条件の違い、土壌の水分条件に対する種の適応性、芽生えの耐陰性の違いなどが考えられた。均一に埋め立てられた埋立地でも土壌条件が異なるため、隣接地でも、構成種の異なる植物群落の形成されることが明らかになった。

謝 辞

土壌の分析は茨城大学農学部卒業生平野ちひろ氏にお世話になった。また、研究を進めるにあたり、千葉県立衛生短期大学橋本健一教授、松井恭平教授、内藤準哉教授にご指導、ご援助いただいた。深く感謝する。

引用文献

- 青沼和夫 (1987) 京葉臨海埋立地における農林業技術に応用した緑地帯造成-1, 森林立地, 18(1): 20-30.
- 浅間茂・中安均 (2003) 野外観察ハンドブック 校庭の生き物ウォッチング, 全国農村教育協会, pp. 125-135.
- 浅野貞夫 (1995) 原色図鑑芽生えとたね, 全国農村教育協会, 東京, pp. 110, 214, 223, 234, 251, 258.
- 千葉県史料研究財団 (1999) 千葉県の自然誌, 本編 3 千葉県の気候・気象 県史シリーズ 42 千葉県, pp. 112-116.
- 千葉県史料研究財団 (1999) 千葉県の歴史, 別編地誌 2 地域誌 県史シリーズ 37 千葉県, 44 pp.
- 千葉県史料研究財団 (2001) 千葉県の自然誌, 千葉県の植物 2 植生 県誌シリーズ 44 千葉県, pp. 1-21, 525-560.
- 服部保・小野由紀子・鍛冶清・石田弘明・鈴木武・岩崎正浩 (2001) 臨海部における照葉人工林の種多様性と種子供給源の関係, ランドスケープ研究, 64(5): 545-548.
- 林一六 (2003) 植物生態学, 古今書院, pp. 75-86.
- 広永勇三 (2004) 東京湾千葉県域の海岸埋立地の植栽林における自然林生育種の出現要因の検討, ランドスケープ研究, 67(5), 527-530.
- 本間啓 (1973) サンドボンパ法による臨海埋立地における緑地植物の植栽に関する研究-京葉臨海埋立地を中心として-, 緑地学研究, 4: pp. 1-127.
- 星野義延・笠原聡・奥富清・亀井裕幸 (1996) 東京湾臨海埋立地の草原植生への樹木の侵入と定着, 森林立地 38(1), 62-72.
- 福井晶子 (1993) 被食種子散布における動植物の相互関係-ヒヨドリによる種子散布-, 「動物と植物の利用しあう関係」, 鷲谷いずみ・大串隆之編, 平凡社, pp. 222-235.
- 井手任・原田直國・守山弘 (1994) 孤立二次林における種子供給が下層植生に与える影響, 造園雑誌 57(5), 199-204.
- 飯島和子 (2000) 校庭内での植物群落における二次遷移初期過程の観察, 生物教育, 41(1): 9-18.
- 飯島和子 (2000) 千葉県立衛生短期大学構内でみることのできる植物, 千葉県立衛生短期大学紀要, 18(2): 27-30.
- 飯島和子 (2001) 千葉県立衛生短期大学構内でみることのできる草本植物, 千葉県立衛生短期大学紀要, 19(2): 33-42.
- 飯島和子・佐合隆一 (2005) 埋立地の二次遷移過程に出現した優占種の特性-東京湾沿岸埋立地の客土した校庭内での事例-, 雑草研究, 50(3): 184-192.
- 石川茂雄 (1994) 原色日本植物種子写真図鑑, 石川茂雄図鑑刊行委員会, pp. 82, 252, 561, 731, 795, 1203, 1434.
- 岩瀬徹・川名興 (2002) 野外観察ハンドブック 校庭の樹木, 全国農村教育協会, 18, 24, 39, 105 pp.
- 勝田柁・森徳典・横山敏孝 (1998) 日本の樹木種子 広葉樹編, 林木育種協会, pp. 356-361.
- 小平哲夫 (1998) 東京湾東部の浚渫埋立地における環境保全林造成に関する基礎的研究.千葉県林業試験場特別研究報告第2号, 61 pp.
- 小南陽亮 (2000) 鳥類に食べられて運ばれた種子の空間分布.上田恵介編著「種子散布助け合いの進化論〈1〉〈鳥が運ぶ種子〉」, 築地書館, pp. 27-36.
- 宮脇昭・鈴木邦雄 (1974) 千葉市の植生-都市の環境保存のための植物社会学的研究-, 千葉市, 92 pp.
- 宮脇昭・奥田重俊・鈴木邦夫 (1986) 日本植生誌 関東, 至文堂, 641 pp.
- 宮脇昭 (2005) いのちを守るドングリの森, 集英社, pp. 35-43, 110-128.
- 中島敦・養父志乃夫・山田宏之・駒走宏之 (1998) 湾岸工場地での「エコロジー緑化」植栽地における施工 18 年目の林分構造, ランドスケープ研究, 61(5): 505-510.
- 中西弘樹 (1994) 種子はひろがる-種子散布の生態学, 平凡社, pp. 93-123, 21-54.
- 中川重年 (1994) 検索入門 針葉樹 保育社, pp. 90, 92.
- 野間直彦 (2000) 鳥とけもの照葉樹林 動物による種子散布の生態, 種子散布 助け合いの進化論〈2〉〈動物がつくる森〉上田恵介編著, 築地書館, pp. 1-10.
- 沼田眞 (1990) 日本山野草・樹木生態図鑑, 全国農村教育協会, pp. 9-16.
- 沼田眞・岩瀬徹 (2004) 図説日本の植生, 講談社, pp. 138-141, 168-171.
- Okamoto, M. and Kitajima, A. (1992) Fruit presentation pattern and dispersal by birds in fleshy fruit tree species cultivated garden, Bulletin of the Osaka Museum of Natural History, 46: 25-44.
- 大塚俊之 (1998) 温帯と熱帯における二次遷移初期群落先駆種の生活史特性.日本生態学会誌, 48: 143-157.
- 吉永知恵美・亀山章 (2001) 都市におけるトウネズミモチ (*Ligustrum lucidum* Ait.) の分布拡大の実態, 日本緑化工学会誌, 27(1): 44-49.

(2005. 12. 8. 受理)