

内湾埋立地の植栽林の評価

The Evaluation of Planting Forest on Land Reclaimed from Sea Shore In a Bay

広永 勇三*

Isami HIRONAGA*

1. はじめに

我が国では 1960 年代の後半から高度経済成長期に入り重化学工業が大規模に推進された。その中心は臨海部の巨大な製鉄所や石油化学コンビナートなどであったが、その排煙による大気汚染は深刻であった。そのような状況への対処として、事業工場の周囲や住宅地との境界部に緩衝緑地の樹林を設ける取組みが進められた。

大気汚染に対処できることがこのような樹林の要件であったため、葉が厚く大気汚染に耐性をもつ常緑広葉樹が好適であった。一方で、我が国の海岸地域から内陸にかけての地域は、タブノキ、スダジイ、コジイ、ヤブツバキを中心とする常緑広葉樹の生育適地であることから、これらの樹種はその土地の郷土の樹種でもあり、大気環境の改善の他に自然な樹林の形成も期待された。

このような樹林は、幼苗を一斉に植栽し早期にうっぺいを計ること、またうっぺいした樹林を維持するため初期管理以降は放置管理を基本とすることを特徴とした。実際、前迫 (1989) ¹⁾ は大阪府内で 10 年程度でうっぺいした樹林を確認した。このような樹林は、林冠部分は全体に枝葉が密生し林内への光の侵入が少ない。そのため、樹林の下層には植物量が少ない状況となっており、必ずしも周辺の既存の自然林の種類が十分林内に侵入しているようには見受けられなかった。そのため林内の植物について研究がなされ、多くのそのような研究では、周辺の自然林の種類と比較しながら工場緑地の樹林に出現した植物種を評価するという方法が採られた。

服部ら (2001) ²⁾ は関西や中部地方で、高野ら (2003) ³⁾ は愛知県伊勢湾や大分県別府湾で、阿部 (2004) ⁴⁾ は東京湾西部で、広永 (2004) ⁵⁾ は東京湾東部で、各々海岸埋立地の工場緑地等で調査を行った。また福岡県北九州市の巨大工場にも工場緑地が設けられている。このように、多くの樹林の調査はかつて四大工業地帯と呼ばれたところやその近傍で実施されており、埋立による海岸部の改変が最も著しいところにおいて樹林再生の調査が行われたということもできよう。このことは、国土レベルの自然再生を考えると、最も自然の改変されたところでの再生の評価として重要であろう。

また、これらの地域は、宮脇 (1994) ⁶⁾ によれば、本州から九州にかけての海岸付近に成立するヤブツバキクラスのイズセンリョウ-スダジイ群団の植生帯であり、ほぼ同一の植生である。従ってこれらの地域における自然林から工場緑地の樹林 (以下植栽林) へ侵入する植物種は類似性が高いと考えられる。このことは各研究の知見の相互の活用・検証を容易にする。

先の服部ら ²⁾、阿部ら ⁴⁾、広永 ⁵⁾ の研究によると、ほぼ共通して、植栽林に侵入したのは周辺が人為的地域であることから二次林種や先駆種、都市雑草などが多く、常緑広葉樹が優占する自然林の低木や草本の植物種は工場緑地の樹林に出現していない。これら自然林の植物種のうち長距離の散布には、大きく鳥散布の植物と風散布のシダ植物とがある。自然林の植物種が新たな樹林に侵入するには、繁殖体の搬入とそこでの発芽、およびその後の生育の 3 つの段階について注目することが必要である。これらについて考えるに当たり、今回、主として東京湾千葉県域の海岸埋立地の植栽林の既存データを用いて解析を行ったので報告する。

2. 研究の方法

(1) 使用データ

用いたデータは、広永 (2004) ⁵⁾ の植栽林と自然林についてのものである。この調査は、植栽林の周辺の自然林生育種が植栽林にどの程度侵入しているかを把握するために行われた。対象地域は千葉県市川市から富津市までと千葉県に近接する東京都東部であった (表-1)。

調査は 2000 年 4 月から 2002 年 7 月になされた。

このほか当時測定した林床光のデータを用いた。光量の測定は、各区内を 9 等分しそれぞれ地上 2m と 0.5m の二つの高さにおいて曇天日の 10~15 時の間で測定した。測定は、林内を移動して行うと同時に林外で定置して行った。測定には、小糸工業株式会社製光子センサー IKS-27/101 (0~3,000 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) と MEMORY SENSOR MES-101 を用いた。調査は、2002 年 7 月から 10 月に行った。

*千葉大学大学院自然科学研究科

*Graduate School of Science and Technology,
Chiba University

(2) 解析内容

解析と考察については、まずうっぺいしている樹林の生長量について示した。次にそのようなうっぺいした樹林における林床植生の種数や被度を示し、被度と光量との関係を解析した。

さらに、自然林と植栽林の出現植物種や被度について植栽林と自然林との距離や植物種の散布型、生活形の点から検討を加え、自然林生育種の侵入により植栽林の評価を試みた。

3. 結果と考察

(1) うっぺいした樹林の高木の生長量

はじめに今回の樹林の生長の状況について示すため、各樹林の生長量を胸高断面積を用いて表わした。

表-2 に各調査区の 2m 以上の樹木の種類別胸高断面

積とその合計を示す。これらの平均値は $4,942 \pm 890 \text{ cm}^2/100\text{m}^2$ であった。

Lee ら (2007) は、植栽後 23 年経過しうっぺいした海岸埋立地の樹林において高木層がほとんど常緑樹のみの樹林と常緑樹を主体としながら落葉樹が混生する樹林とを比べ、高木の落葉樹の混生する樹林の低木層植生率が 3 倍程度多いことを示した。このことから林床植生の生育量の少なさはうっぺいした常緑広葉樹植栽林の特徴といえよう。その常緑樹林の胸高断面積は、 $5,590 \pm 968 \text{ cm}^2/100\text{m}^2$ とされている。この値に比べると今回の胸高断面積の平均値は 11.5% 小さい程度であり、高木層の生長量に関しては全体としてほぼうっぺいした樹林であると推察される。

また、手塚 (1975) は、千葉県内の 9 箇所の発達したタブノキ優占林を調査した結果、平均 $6,399 \pm 2,351$

表-1 植栽林調査地の所在地や規模等の概況

調査地	夢の島公園	新日本石油	セイコープレジジョン	葛張メッセ	稲毛海浜公園	JFEスチール	千葉火力発電所	五井火力発電所	袖ヶ浦火力発電所	新日本製鉄所君津工場	富津火力発電所	(平均) (標準偏差)
所在市区	東京都江東区	市川市	習志野市	千葉市美浜区	千葉市美浜区	千葉市中央区	千葉市中央区	市原市	袖ヶ浦市	君津市	富津市	(標準偏差)
本論文での略称	夢の島	市川	習志野	葛張	稲毛	蘇我	中央	五井	袖ヶ浦	君津	富津	
調査区番号		1区 2区 3区	1区 2区	1区 2区	1区 2区			1区 2区 3区		1区 2区	1区 2区	
樹林規模 幅 (m)	70	20 20	10 10	10	30 50	30 13	20 20	30 15	50 50	- -	- -	
長さ (m)	820	200 500	400 430	150	120 60	450 19	300 100	300 850	125 150	- -	- -	
面積 (ha)	5.78	0.4 1	0.4 0.43	0.15	0.36 0.3	1.35 0.02	0.6 0.2	0.6 1.28	0.63 0.75	0.89 ±1.36		
海岸からの距離 (km)	0.45	0.4 0.36 0.01	0.75 0.9	0.51 0.51	0.06 0.24	0.6 0.12	0.27 0.24 0.18	0.01 1.2 1.5	0.06 0.9	0.46 ±0.41		
最も近い放置性樹林	日本庭園	神社林	防風林	墓地林	防風林	旧スギ植林	旧スギ植林	神社林	斜面林	旧マテバシイ植林	防風林	- -
概占種	タブノキ	タブノキ	クロマツ	タブノキ	クロマツ	スギ	スギ	タブノキ	マテバシイ	マテバシイ	クロマツ	- -
面積 (ha)	3.8	5.5	1.9	4.4	9.9	1	1	1.1	9	6.2	3.8	4.3 ±3.11
距離 (km)	4.5	2.1 2.1 2.1	1.6 1.6	2.3 2.2	2.6 2.5	1.8 1.25	2.85 2.67 2.94	2.4 0.6 0.35	1.7 1.1	2.1 ±0.92		

表-2 各調査区における樹高2m以上の樹木の胸高断面積 (cm²/100m²)

植物種	夢の島	市川			習志野		葛張		稲毛		蘇我	中央	五井			袖ヶ浦	君津		富津		計	割合 %
		1区	2区	3区	1区	2区	1区	2区	1区	2区			1区	2区	3区		1区	2区	1区	2区		
タブノキ	4		296	2,151	1,106	1,853	126	1,328	624	341		2,103	4,699	2	1,384	4,634		1,755	2,947	486	25,639	26.1
クスノキ	2,671	3,254	3,022	2,451	982		2,766	2,014			2,232	241	1,536	354	999					407	22,929	23.2
マテバシイ				1,378	1,485	1,534	314	2,419	1,238		583	711	59	1,778	2,207	534	479	957	1,410	1,114	18,197	18.4
スダジイ				544	149	332	539	206						459		1,685	5,137	1,927		927	11,905	12.0
トウネズミモチ	329	21		250	397					1	777	41	43	237		1,058					3,154	3.2
オオシマザクラ	510		154					2,101													2,765	2.8
ウバメガシ	437	133			201			251	973					766							2,781	2.8
ヤマモモ				408	131		23	921						7					1,017		2,507	2.5
ユーカリ	1,698																				1,698	1.7
ヒマラヤスギ										1,205											1,205	1.2
サンゴジュ			13		59	103			262	357				1						42	837	0.8
ユズリハ					270	232		74												127	703	0.7
モチノキ											600										600	0.6
アラカシ					14						540										554	0.6
ヤブツバキ			19		98	14	3		79	134		111		11							498	0.5
トベラ		8		26	318	35							22	26					3		448	0.5
ネズミモチ					151	143	21	9						14					26		384	0.4
シロダモ							85	14										130			229	0.2
エノキ									199				22								221	0.2
クロガネモチ										201											201	0.2
マサキ				65		4	66														135	0.1
クロマツ													135								135	0.1
ムクノキ	8		17											105							130	0.1
ヒサカキ									119												119	0.1
ヤマハゼ																	109				109	0.1
アカメガシワ	101																				101	0.1
カイズカイフキ													76								76	0.1
ハリエンジュ	75																				75	0.1
ヤツデ		66											7								73	0.1
サザンカ				33									38								71	0.1
ヒイラギモクセイ					64																64	0.1
ハマビワ						29	10	23													62	0.1
ヒメユズリハ				54																	54	0.1
ハマヒサカキ				26																	26	0.0
アオキ							13														13	0.0
ヤマグワ	8																				8	0.0
アセビ										3											3	0.0
アキグミ						2															2	0.0
計	4,565	4,604	3,520	5,303	5,631	4,440	4,919	4,307	4,574	5,369	4,377	5,284	6,366	3,844	4,827	6,853	6,674	4,748	4,487	4,149	98,841	100.0
平均									4,942	±890												
種数	8	7	8	9	16	11	13	9	9	11	5	9	6	18	5	4	4	5	4	10	39	

cm²/100m²を得ている。今回の植栽林の平均値は手塚の値の77%に相当する。このことは、これらの植栽林が今後全体としてより大きく生長することを推察させる。

また、表-2 より今回の植栽林で最も合計の断面積の大きい樹種はタブノキで、全体の26.1%を占めた。これに次いで、クスノキ、マテバシイ、スダジイが多く、これら4種で全体の79.7%を占めた。

(2) 林床の植物種と被度

今回調査した植栽林の低木層と草本層を合わせ、実生と植栽された植物種の被度を表-3に示した。表-3では、種類の区分は、植栽されたものと調査区周辺300m程度までの植栽種の実生を植栽起源種とし、侵入種と分けて示した。また8種の植物種については、侵入した調査区と植栽された調査区とがあり、区分して掲載した。表-3をみると、植栽起源種の大部分が常緑種であり、一方全侵入種の約2/3は落葉種であった。

(3) 生活形組成

常緑広葉樹の高木を主体とした海岸埋立地の植栽林に関し、服部ら(2003)¹⁰⁾は大阪湾岸の自然林と生活形組成を比較し、植栽林には常緑低木、常緑つる植物、常緑多年生草本の生育が皆無であったとして問題視した。

そこで、今回の植栽林と自然林の植物種について服部と同様に生活形を区分し、組成を比較した(表-4)。

表-4 自然林と植栽林の生活形別種数(1区当たり)

区分	生活形	大阪湾岸(10)				東京湾岸(今回)			
		自然林		植栽林		自然林		植栽林	
		5区	9区	36区	20区	5区	9区	36区	20区
常緑	高木	5.6	25.7	8.1	37.9	4.5	21.1	6.4	32.5
	小高木	4.8	22.0	2.3	10.7	2.9	13.6	2.5	12.7
	低木・矮生低木	5.4	24.8	3.7	17.3	5.0	23.5	5.0	25.4
	つる植物	1.6	7.3	0.0	0.0	1.8	8.5	0.1	0.5
	地生多年草	1.6	7.3	0.0	0.0	1.4	6.6	0.2	1.0
落葉	高木	0.4	1.8	3.8	17.8	2.6	12.2	2.1	10.7
	小高木	0.2	0.9	0.0	0.0	0.6	2.8	0.3	1.5
	低木・矮生低木	0.8	3.7	0.2	0.9	0.5	2.3	0.2	1.0
	つる植物	1.2	5.5	0.2	0.9	0.6	2.8	1.3	6.6
	地生多年草	0.2	0.9	2.1	9.8	0.1	0.5	0.1	0.5
一年生植物		0.0	0.0	1.0	4.7	1.3	6.1	1.5	7.6
計		21.8	100.0	21.4	100.0	21.3	100.0	19.7	100.0

なお、服部らが生活形組成を示した自然林と植栽林については、前者は神戸市西区の太山寺の樹林であり、後者は大阪府住之江区南港の樹林である。

表では1区当たりの種数で各組成の量を表わしており、各区の全種数は19.7~21.8の間にあって、樹林間で大きな違いは見られなかった。

二つの自然林を比較すると、常緑小高木が大阪湾岸の自然林で多く、一方東京湾岸では落葉高木や一年生植物が多かった。この違いの原因としては、大阪湾岸で調査した自然林が山域の常緑広葉樹林として十分遷移の進んだ自然性の高い樹林であるのに比べ、東京湾岸の自然林は場所的に植栽林に近いことで選んだ都市内外の断続・孤立した樹林であり、必ずしも自然性の高い樹林ではなかったことが可能性として考えられる。しかし、服部らが問題とした常緑の低木と地生多年草については二つの

樹林の間に大きな違いは見られず、植栽林の比較対象として同様な樹林と考えられた。

一方、今回の植栽林については、常緑高木、常緑低木、落葉高木、落葉つる植物、落葉多年草で種数に違いが見られるが、全体的に大阪湾岸の植栽林とよく類似していた。常緑のつる植物、地生多年草、落葉の小高木、低木の種数が少ない点は、同様であった。また今回の植栽林を東京湾岸の自然林と比べると、大きな違いとしては、植栽林における常緑高木や落葉つる植物の多さの一方で常緑のつる植物や地生多年草の少なさがあげられる。

(4) 相対光量と被度との関係

植栽林における主要な問題の一つとされている林床植生の植物種や生育量の少なさについて検討するため、各調査区の林床の相対光量と林床全体の被度の関係について検討した(図-1)。ここで林床全体の被度は、低木層と草本層を合わせ種類毎の被度を積算した。

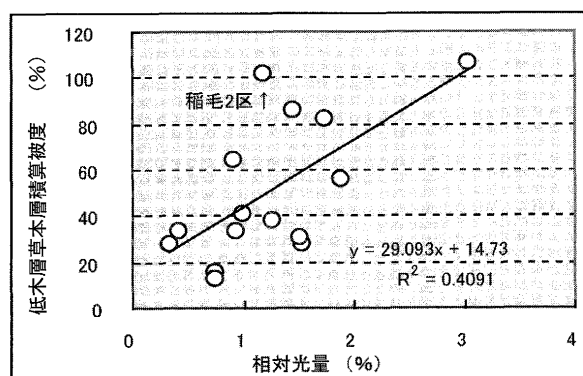


図-1 植栽林の林床の相対光量と被度の関係

図-1においては、相対光量(%)と積算被度(%)の間の直線回帰により、決定係数 R^2 が0.4091の直線が得られている。この値は相対光量(%)と積算被度(%)の間にゆるやかな相関関係があることを示している。特に、稲毛2区は相対光量の割に被度が多く、回帰直線から離れている。この区にはオオシマザクラの大きな木があり、Lee(2007)⁷⁾のいう落葉樹が林冠にあることによる林床植物の生育量の増加と思われる。また、その他のばらつきの要因としては側面樹木の伐採とそこからの建物等により太陽光の反射の影響が考えられる。このような光反射は、曇天時の計測では大きな値となっていなかったことが推察される。このような照射の時間は1日のうちわずかな時間かもしれないが、耐陰性の強い植物にとっては短時間の太陽光が生育に大きな影響を持つことが指摘されている(Pearcy, 1990)⁹⁾。工場緑地等では周囲に大型の構造物がある場合が多く、樹林への反射光などについても測定を検討していく必要があるだろう。

(5) 植栽林に出現した自然林生育種の生育する自然林の海岸からの距離と出現比の関係

自然林生育種の植栽林での出現に関係する要因として、

表-3 植栽林における低木層・草本層の種類組成と被度(%)および相対光量(%)

植物種 (●:常緑種)	散布型	区 数	夢の 島	市川			習志野		幕張		稲毛		蘇我	中央	五井			袖ヶ浦	君津		富津		計	植栽被 割合%	全体で の割合 %
				1区	2区	3区	1区	2区	1区	2区	1区	2区			3区	1区	2区		1区	2区					
ヤツデ	●	8	0.5	10.5	5.0						18.0	22.5			6.0	0.5		0.5					63.5	23.9	5.9
アズマネザサ	●	6	5.5		0.5				5.0			17.5						1.0	0.5				30.0	11.3	2.8
ドクダミ	●	9	5.0	17.5	0.5		0.5											0.5					24.0	9.0	2.2
ヘクソカズラ	●	14	0.5	0.5	1.0		1.0	1.0	5.0	5.5	0.5		0.5	0.5			0.5	1.0		0.5	0.5		18.5	7.0	1.7
ムクノキ	●	13	6.0	0.5	0.5			0.5	0.5	0.5		0.5	0.5		0.5	0.5	5.0	0.5	0.5	0.5			16.5	6.2	1.5
ヤマゲタ	●	9	5.5	0.5	0.5								0.5	0.5	0.5	5.5	0.5		1.0				15.0	5.6	1.4
シュロ	●	9	0.5	5.0		0.5			5.0	0.5			0.5		0.5	1.0	0.5						14.0	5.3	1.3
シロダモ	●	5		5.5	0.5						5.5	0.5						1.0					13.0	4.9	1.2
エノキ	●	8	0.5	0.5			0.5	0.5					0.5		5.0	0.5		0.5					8.5	3.2	0.8
モチノキ	●	3		0.5											5.5				0.5				6.5	2.4	0.6
イヌビロ	●	3											0.5					0.5	5.0				6.0	2.3	0.6
ミツバアケビ	●	1																	5.0				5.0	1.9	0.5
ヤブカラシ	●	8	1.0	0.5	0.5	1.0		0.5	0.5	1.0				0.5									5.5	2.1	0.5
ヤブニッケイ	●	5			0.5		0.5						0.5					1.0	1.0				3.5	1.3	0.3
トベラ	●	4		1.5	1.0					0.5									0.5				3.5	1.3	0.3
シャリンバイ	●	4		0.5	1.0	0.5			0.5														2.5	0.9	0.2
イヌマキ	●	3		0.5	0.5						0.5												1.5	0.6	0.1
ヒイラギ	●	3							0.5	0.5					0.5								1.5	0.6	0.1
キツタ	●	3		0.5			0.5						0.5										1.5	0.6	0.1
ナウシログミ	●	2		0.5		0.5																	1.0	0.4	0.1
ハリエンジュ	●	2		0.5							0.5												1.0	0.4	0.1
カクレミノ	●	2			0.5						0.5												1.0	0.4	0.1
ノイバラ	●	2		0.5	0.5														0.5		0.5		1.0	0.4	0.1
スイカズラ	●	2																					1.0	0.4	0.1
ツユクサ	●	2	0.5														0.5						1.0	0.4	0.1
ナキリスゲ	●	2			0.5								0.5										1.0	0.4	0.1
アカメガシワ	●	2	0.5									0.5											1.0	0.4	0.1
デジミザサ	●	2	0.5									0.5											1.0	0.4	0.1
ミズキ	●	1			0.5																		0.5	0.2	0.0
サルトリイバラ	●	1																0.5					0.5	0.2	0.0
ヤマハゼ	●	1								0.5													0.5	0.2	0.0
イノコヅチ	●	1	0.5																				0.5	0.2	0.0
ヒヨドリジョウゴ	●	1	0.5																				0.5	0.2	0.0
計			27.5	46.0	14.0	2.5	3.0	2.5	17.0	8.5	1.0	28.5	44.5	2.0	1.5	28.0	2.5	1.5	8.0	13.5	0.5	1.0	251.5	94.5	23.6
種数			14	17	16	4	5	4	7	6	2	8	11	4	3	6	5	3	11	8	1	2	(31種)		
自然林生育種以外の侵入種																									
ススキ	●	1																5.5					5.5	2.1	0.5
ギンラン	●	4					0.5	0.5			0.5								0.5				2.0	0.8	0.2
ノブドウ	●	2	1.0		0.5															0.5			1.5	0.6	0.1
キンラン	●	2									0.5												1.0	0.4	0.1
カタバミ	●	2	0.5							0.5													1.0	0.4	0.1
ヒメジョオン	●	1			0.5																		0.5	0.2	0.0
スギナ	●	1					0.5																0.5	0.2	0.0
ニッケイ	●	1													0.5					0.5			0.5	0.2	0.0
イヌホオズキ	●	1													0.5								0.5	0.2	0.0
コブシ	●	1									0.5												0.5	0.2	0.0
エビツル	●	1	0.5																				0.5	0.2	0.0
イボタノキ	●	1																0.5					0.5	0.2	0.0
計			2.0	9.0	1.0	0.0	0.5	1.0	0.0	0.5	1.0	0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.5	5.5	1.0	0.5	0.0	14.5	5.5	1.4
種数			3	0	2	0	1	2	0	1	2	1	0	0	1	0	0	1	1	2	1	0	(12種)		
侵入種																									
計			29.5	46.0	15.0	2.5	3.5	3.5	17.0	9.0	2.0	27.0	44.5	2.0	2.0	28.0	2.5	2.0	13.5	14.5	1.0	1.0	266.0	100.0	25.0
種数			17	17	19	4	6	6	7	7	4	9	11	4	4	6	5	4	12	10	2	2	(43種)		
植栽																									
トベラ	●	18	5.5		6.0	10.5	10.0	5.0			5.0	10.0	1.0	0.5	1.0	19.5	5.5	0.5	10.0		17.5	1.0	107.5	13.4	10.1
トウネズミモチ	●	14	5.0	5.5	18.5	5.5		1.0			1.0	5.0	0.5	5.0	18.0	18.0	0.5	5.0	0.5				89.0	11.1	8.3
タブノキ	●	19	1.0	5.5	5.5	0.5	1.0	5.0	5.5	0.5		5.0	0.5	5.5	1.0	8.0	5.0	17.5	1.0	5.5	0.5	0.5	72.5	9.0	6.8
マデバシ	●	17		0.5			5.5	5.0	5.5	5.0	0.5	5.0	5.0	5.5	0.5	8.0	1.0	0.5	18.0	0.5	0.5	5.0	69.5	8.7	6.5
ヤブツバキ	●	12			1.5		5.5	0.5	5.0	5.0	18.0	5.5		18.0	0.5	0.5		0.5	0.5				61.0	7.8	5.7
サンゴジュ	●	9	5.5	0.5	1.0	0.5					17.5	18.5				5.5		0.5			0.5		50.0	6.2	4.7
アオキ	●	8							22.5	5.0	0.5	18.0	0.5			0.5	0.5	0.5					48.0	6.0	4.5
セイヨウバクテノキ	●	1	37.5																				37.5	4.7	3.5
クスノキ	●	7	5.5	0.5	17.5											10.5	0.5	0.5			0.5		35.5	4.4	3.3
ウバメガシ	●	4		22.5	5.0		5.0									0.5							33.0	4.1	3.1
マサキ	●	9		5.0	0.5	0.5	5.5		5.0	5.0		0.5	5.0				0.5						27.5	3.4	2.6
ネズミモチ	●	7					8.0	1.0	5																

調査した植栽林が海岸付近にあることから自然林の海岸からの距離についてとりあげた。

用いた広永 (2004) ⁵⁾ の自然林のデータは、36 区の調査区のうちで 3 区以上出現したとされたものである。

各植物種の出現した自然林の旧海岸から平均距離と出現比 (= 植栽林出現率 / 自然林出現率) とを表-5 に示し、図-2 にその関係を示す。旧海岸から自然林までの平均距離は 1.22km (±1.02) であった。自然林の海岸からの距離について旧海岸からとしたのは、自然林は一般に安定した植物群落であり、当該海岸で大規模な埋立が始まって以後の 40 年程度の期間ではかつて海岸近辺であった植生に大きな変化は起こっていなかったであろうと想定したことによる。現在の海岸線からの距離で植栽林と自然林とを比較すると、自然林までの平均距離は

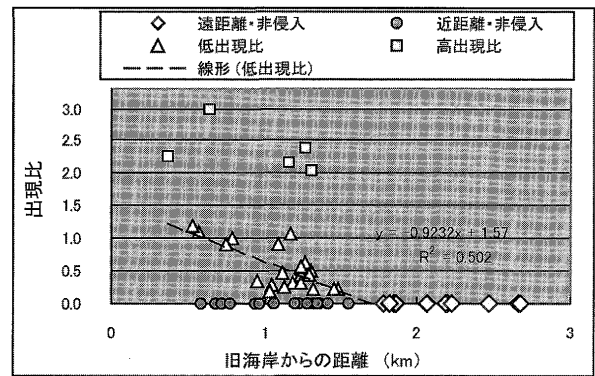


図-2 各種類の出現した自然林の旧海岸からの平均距離と出現比の関係

2.39km (±1.13)、植栽林までの平均距離は 0.46km (±0.41) で、その差は 1.93km である。

図-2 においては、海岸からの平均距離と出現比の分布において大きく 4 つのまとまりがあるようにみえたことから、以下のように種群を区分して表示した。

一つ目は、出現比 2 以上で他の植物種に比べ著しく高い種群、次いで出現比が低い種群、3 番目は前出の出現比の低い種群と同程度の旧海岸からの距離の範囲にありながら出現比が 0 の種群である。4 番目はこれら 3 つの種群より遠方の (平均距離約 1.8km 以上) にあって出現比が 0 の種群である。以上の 4 つの種群を順番に、「高出現比」「低出現比」「近距離・非侵入」「遠距離・非侵入」と呼ぶ。なお、「低出現比」に関し、距離 (x) と出現比 (y) に関し直線回帰を行ったところ x の係数が負の数で決定係数 $R^2=0.502$ の直線が得られた。このことは、距離が増すとともに出現比が低下する関係がゆるやかであることを示している。

これらのうち、「高出現比」は出現比が 2.0 以上あり、自然林の出現率に比べて植栽林で 2 倍の出現率を示した植物種である。それらは、シャリンバイ、トベラ、ヘクソカズラ、ヤブガラシ、ヤマグワの 5 種であり、林縁などに自然に生育するつる植物や植栽で多用される常緑の低木の植物が多い。すべて鳥散布の植物種である。

他の 3 つの種群の「低出現比」「近距離・非侵入」「遠距離・非侵入」のそれぞれの特性を把握するため、各種群の生活形と散布型の組成の種数に関し、構成比の違いの有無をみる「独立性の検定」と、各組成量が全体の構成比と違いがあるかどうかをみる「残差分析」をそれぞれ行った (表-6、表-7)。

「独立性の検定」では、生活形については 5%水準で有意差はなく、一方散布型については 1%水準で有意差があった。このことから、これら 3 つの種群の違いに関しては生活形でなく散布型が影響していると考えられる。

また、生活形の「残差分析」では、「遠距離・非侵入」のシダ植物が 1%水準で、また同じく「遠距離・非侵入」の小高木が 5%水準で有意に異なることが示された。「遠距離・非侵入」のシダ植物については、出現種数 3

表-5 各種類の生育する自然林の旧海岸からの平均距離と出現比 (平均距離が短い順に配列)

植物種	旧海岸からの平均距離 (km)	自然林		植栽林		出現率 (%)	出現比
		出現区数 (全36)	出現率 (%) A	非植栽区出現区数	非植栽区出現率 (%) B		
シャリンバイ	0.37	8	22.2	8	4	50.0	2.25
スイカズラ	0.53	3	8.3	20	2	10.0	1.20
ナツシログミ	0.57	5	13.9	13	2	15.4	1.11
オニドコロ	0.59	4	11.1	20	0	0.0	0.00
トベラ	0.64	12	33.3	4	3	75.0	2.25
サンゴジュ	0.68	6	16.7	9	0	0.0	0.00
クサギ	0.72	4	11.1	20	0	0.0	0.00
チヂミザサ	0.75	4	11.1	20	2	10.0	0.90
ニワトコ	0.77	3	8.3	20	0	0.0	0.00
エノキ	0.79	16	44.4	18	8	44.4	1.00
ビワ	0.93	6	16.7	20	0	0.0	0.00
ミズキ	0.95	5	13.9	20	1	5.0	0.36
アケビ	0.96	6	16.7	20	0	0.0	0.00
マサキ	1.03	17	47.2	11	1	9.1	0.19
モチノキ	1.05	21	58.3	18	3	16.7	0.29
トウネズミモチ	1.06	19	52.8	5	0	0.0	0.00
ヒイラギ	1.08	6	16.7	20	3	15.0	0.90
アズマネザサ	1.11	23	63.9	20	6	30.0	0.47
ミツバアケビ	1.12	7	19.4	20	1	5.0	0.26
ヘクソカズラ	1.15	10	27.8	20	12	60.0	2.16
イヌマキ	1.17	5	13.9	20	3	15.0	1.08
ヤブニッケイ	1.18	31	86.1	19	5	26.3	0.31
ムラサキシキフ	1.20	4	11.1	20	0	0.0	0.00
アオキ	1.22	34	94.4	12	0	0.0	0.00
タブノキ	1.22	36	100.0	1	1	100.0	1.00
シュロ	1.23	32	88.9	20	8	40.0	0.45
ヤツデ	1.23	26	72.2	20	8	40.0	0.55
イヌビワ	1.24	12	33.3	20	2	10.0	0.30
ヤブガラシ	1.27	6	16.7	20	8	40.0	2.40
ムクノキ	1.27	34	94.4	20	12	60.0	0.64
ヤブラン	1.28	8	22.2	20	0	0.0	0.00
シロダモ	1.29	30	83.3	14	5	35.7	0.43
アカメガシワ	1.30	7	19.4	20	2	10.0	0.51
ヤマグワ	1.31	7	19.4	20	8	40.0	2.06
ジャノヒゲ	1.31	23	63.9	19	0	0.0	0.00
カクレミノ	1.32	17	47.2	20	2	10.0	0.21
フジ	1.35	4	11.1	20	0	0.0	0.00
ヤブツバキ	1.36	23	63.9	8	0	0.0	0.00
ヒサカキ	1.41	11	30.6	19	0	0.0	0.00
ネズミモチ	1.46	13	36.1	13	1	7.7	0.21
キツタ	1.48	27	75.0	19	3	15.8	0.21
マデバシイ	1.55	8	22.2	3	0	0.0	0.00
サネカズラ	1.78	11	30.6	20	0	0.0	0.00
ヤブコウジ	1.81	10	27.8	20	0	0.0	0.00
オモト	1.82	4	11.1	20	0	0.0	0.00
オクマワラビ	1.82	4	11.1	20	0	0.0	0.00
ケヤキ	1.84	8	22.2	20	0	0.0	0.00
アスカイノデ	1.86	6	16.7	20	0	0.0	0.00
ベニシダ	2.06	11	30.6	20	0	0.0	0.00
マンリョウ	2.18	7	19.4	20	0	0.0	0.00
テイカカズラ	2.19	8	22.2	20	0	0.0	0.00
スダジイ	2.20	13	36.1	10	0	0.0	0.00
イタビカズラ	2.22	4	11.1	20	0	0.0	0.00
ツルグミ	2.23	3	8.3	20	0	0.0	0.00
アカガシ	2.47	4	11.1	20	0	0.0	0.00
シラカシ	2.67	4	11.1	20	0	0.0	0.00
センリョウ	2.68	3	8.3	20	0	0.0	0.00

種であったが「低出現比」と「近距離・非侵入」がともにシダ植物が全く出現していなかったため、有意差が現れたものと思われる。遠方の自然林で小高木種の出現比が0であった原因は不明である。

一方、散布型の「残差分析」では、「低出現比」は鳥散布が5%水準で有意に多くまた重力散布と風散布が5%水準で有意に少ないことが示された。このことは、同様の旧海岸からの距離であるが植栽林に侵入していなかった「近距離・非侵入」との違いとして重要である。しかし「近距離・非侵入」の鳥散布の植物種の中には、ヒサカキ、アオキ、ヤブラン、ジャノヒゲといった当地域の常緑広葉樹の自然林の主要な種類が含まれている。これらが散布されない理由について今後解明して行く必要がある。

また「遠距離・非侵入」は鳥散布が1%水準で有意に少なく風散布が5%水準で有意に多いことが示された。このことは、「遠距離・非侵入」の種群が侵入していない原因としては、距離が遠いことのほか、風散布の多さと鳥散布の少なさといった散布型の違いが関係していることを示している。

表-6 各種類の出現した自然林の旧海岸からの平均距離と出現比の関係により区分した4つの種群の生活形別種数

生活形	低出現比	近距離・ 非侵入	遠距離・ 非侵入	高出現比	計
高木	8	3	4	1	16
小高木	5	3	0*	0	8
低木	4	4	4	2	14
草本	1	2	1	0	4
シダ類	0	0	3**	0	3
つる類	3	3	3	2	11
計	21	15	15	5	56

注) は残差分析の対象。有意水準； **：1%、*：5%

表-7 各種類の出現した自然林の旧海岸からの平均距離と出現比の関係により区分した4つの種群の散布型別種数

散布型	低出現比	近距離・ 非侵入	遠距離・ 非侵入	高出現比	計
鳥	19*	12	7**	5	43
重力	0*	3	3	0	6
風	0*	0	5**	0	5
栄養	1	0	0	0	1
付着	1	0	0	0	1
計	21	15	15	5	56

注) は残差分析の対象。有意水準； **：1%、*：5%

4. おわりに

以上のように、植栽林への自然林生育種の侵入においては鳥散布が重要で、その侵入量は自然林から離れるとともにゆるやかに低下する傾向がみられた。また、林床の光量の増加とともに被度がゆるやかに増加し、光による植物種の侵入や生育への影響の可能性が示唆された。

服部ら(2001)²⁾は二次林に隣接した植栽林で二次林種の鳥散布の侵入が多いことを確認したが、今回は周辺自然林生育種の鳥散布の侵入について確認できた。

しかし一方で、今回、「近距離・非侵入」の種類などいくつかの自然林の主要な鳥散布種が侵入していない状況が示された。今回の植栽林には自然林と共通の常緑の高木種の実生や低木の植栽木が多く生育しており(広永(2004)⁵⁾、自然林種が全く生育できない環境とは考えにくい。鳥散布がなされていないとしたら、その理由は何であろうか。あるいは自然林でのこの程度の生育量では植栽林への十分な散布はなされないのであろうか。

海岸埋立地の樹林への鳥の飛来に関しては、阿部ら(2004)⁴⁾は、冬鳥で果実食のシメが飛来しないのは樹林の階層構造が単純なためと推察した。今回、いくつかの植栽林では林床に植被が多かったが、上記の自然林の鳥散布の種類は出現していなかった。Leeら(2007)⁷⁾は東京都品川区の海岸埋立地の公園の樹林において、高木層に落葉樹が多く下層植生の多い樹林と、高木層は常緑広葉樹がほとんどで下層植生の少ない樹林とで鳥の飛来を比べたところ、後者で森林性の鳥が多かった。この違いの重要な原因として落葉樹の混在する樹林の規模が小さかったことが推察されている。この調査地は公園であり、人影が多く森林性の鳥にとって静穏ではなかったのかもしれない。林内の植被量や周辺環境も合わせ、植栽林への鳥散布について今後も探ることが必要であろう。

参考文献

- 1) 前中久行(1989)：エコロジー緑化の特徴と背景：「最先端の緑化技術」：ソフトサイエンス社、286-294
- 2) 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
- 3) 高野朝子・藤原一繪(2003)：潜在自然植生の創造を目指して～環境保全林と周辺残存林との種組成の比較～：春夏秋冬 29, 23-30
- 4) 阿部聖哉・原田洋(2004)：工場立地に造成された環境保全林の植物相および鳥類相の解析：春夏秋冬 32, 1-8
- 5) 広永勇三(2004)：東京湾千葉県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
- 6) 宮脇昭(1994)：改定新版日本植生便覧：至文堂
- 7) LEE Juyoung, HOSONO Tetsuo, FUJII Eijiro and NAKAMURA Toshihiko(2007)：The role of deciduous species in the structural development of a restored warm temperate forest in Japan：Landscape Research Japan 70 (5), 429-434
- 8) 手塚映男(1975)：千葉県森林植生(1)-暖温帯性極相林の組成と構造：新版千葉県植物誌, 40-56
- 9) PEARCY, R. W. (1990)：Sunflecs and photosynthesis in plant canopies：Annual Review of Plant Physiology and Molecular Biology 41, 421-453
- 10) 服部保他・南山典子・川村真紀子・小野由起子・石田弘明(2003)：照葉人工林の種多様化に関する研究：ランドスケープ研究 66 (5), 509-512