都市近郊の自然回復緑化地における微地形造成による 林床植生の初期変化 –特にシダ植物に着目して–

村上健太郎^{*1)}・森本幸裕²⁾・松井理恵³⁾・大藪崇司⁴⁾・大石善隆⁵⁾

1) 名古屋産業大学環境情報ビジネス学部 Fac. of Environment and Information Management, Nagoya Sangyo Univ.

2) 京都大学大学院地球環境学堂 Grad. Sch. of Global Environmental Stud., Kyoto University

3) パシフィックコンサルタンツ株式会社 Pacific Consultants Co. Ltd.

4) 兵庫県立大学大学院緑環境景観マネジメント研究科 Grad. Sch. of Landscape Design and Management, Univ. of Hyogo.

5) 信州大学農学部 Fac. of Agriculture, Shinshu Univ.

摘要: 大阪府吹田市の万博記念公園自然文化園林床において、シダ植物のハビタットとして小規模のトレンチを造成し、植生状況を3年間、モニタリングした。トレンチ造成前には、シダ植物は、ほとんど生育していなかったが、すべてのトレンチで、シダ植物の移入が確認され、トレンチ造成によってシダ植物の移入を促進させることができると考えられた。陰湿な環境にある常緑広葉樹林においては、トレンチ造成3年後には、優占種がシダ植物に変化した。落葉広葉樹林においては、比較的高い土壌水分量にあるにもかかわらず、ほとんど種組成に変化がなかった。シダ植物の移入を促進するための条件としては、高い土壌含水率と常緑広葉樹林であることが関係する可能性がある。また、北向きの斜面もシダ植物の移入に有利であることも示唆された。

キーワード: シダ植物, 林床植生, 微地形, エコロジー緑化

MURAKAMI, Kentaro, MORIMOTO, Yukihiro, MATUI Rie, OYABU, Takashi and OISHI, Yoshitaka: **Initial transition of understory vegetation by trench-type micro-landform creation in a reclaimed suburban forest. -With particular reference to ferns-**

Abstract: Migration of ferns into six small trenches was monitored for three years in the Natural and Cultural Gardens in Expo '70 Commemorative Park, Suita City, Osaka, Japan. The results showed that ferns migrated into all trenches after three years and that fern migration can be promoted by the development of trenches. The dominant species changed to ferns in the damp evergreen broad-leaved forest stands. However, species composition scarcely changed in the moist, deciduous broad-leaved forest indicating that high-soil water content and the evergreen broad-leaved forest type may be preferable for promoting fern migration. In addition, a preference for a north-facing slope was indicated.

Key words: ferns and fern allies, understory vegetation, micro landform, ecological greening technique

1. はじめに

万博記念公園は、1970年にわが国ではじめて開催された万国博跡地に造られた公園であり、この公園の自然文化園地区は、博覧会時にあったパビリオンなどが取り壊された後、造成された裸地面に人工的な森が造られたものである⁸⁾。自然文化園には、密生林、疎生林、散開林といった樹木の密度を変えた3つのタイプのゾーンがあるが¹³⁾、このうち最も面積

が大きいのが密生林である。密生林部分は、この土地本来の自然植生である照葉樹林の再現を意図したものである⁸⁾。また、ウバメガシ (*Quercus phillyreoides* A.Gray) を中心とした海岸林タイプの森の造成部分は、その後、1970年代から80年代に行なわれた「エコロジー緑化」のさきがけとも考えられ、照葉樹林苗木が密植されて造られたものである^{8, 9)}。しかし、これまで造成されたエコロジー緑化地は、早期に林冠形成を行うことを目的としているため、外観としての森林

* 連絡先著者 (Corresponding author) : E-mail : murakami@nagoya-su.ac.jp

〒488-8711 愛知県尾張旭市新居町山の田 3255-5 3255-5 Arai-cho-yamanota, Owariasahi City, Aichi 488-8711, Japan

図-1 調査地域 (①～③はトレンチの造成位置)

Fig. 1 Study area. 1, 2, and 3 denote the location of trenches.

図-2 実験トレンチ設計図

Fig. 2 Plan of trenches for experiments

形成には成功している事例は多いものの、生育する森林植物の種多様度が低いという問題が指摘されている²⁾。

万博記念公園の林床植物については、造成後 35 年が経過した自然文化園の林床環境を評価する試みとして、2001 年頃から、森林植物（特にシダ植物）の調査が行われた⁷⁾。その結果、シダ植物は、自然文化園周囲の小規模二次林に比較すると種数は多かったものの、それらは園内の水路沿いや石垣など、特殊な立地に集中的に生育し、平坦な森林部では少ないことが明らかになった⁷⁾。また、排水不良解消のために造られた素掘り溝（小規模の崖）にだけ、ハカタシダ (*Arachniodes simplicior* (Makino) Ohwi) などの照葉樹林性シダ植物が確認され、微地形などのマイクロハビタットがシダ植物の生育に重要であることが示唆された⁷⁾。

ところで、森林植物の種多様性は、種子供給源からの距離¹⁾、微地形などのマイクロハビタットの多様性^{3, 5, 10)}、土壌硬度¹¹⁾など、さまざまな因子に影響を受ける。これらのうち、種子供給源の問題については、林内に母樹を植栽したエコロジー緑化地のモニタリング実験が行われている²⁾。しかし、これまで微地形の問題については、実験的な試みが行われたことがない。

そこで、本研究では、植物種の多様性が低いことが、微地形タイプの変異に乏しいことによるという仮説のもと、平坦林の地表面に変化をつけて、植物の種多様度が増進できるかどうかの実験的検証を試みた。より具体的には、自然文化園内の平坦林において、トレンチを造成し、トレンチ内壁の植生状況、植物の被度等をモニタリングし、平坦林における微地形造成効果を検証するための基礎的な実験を行った。

2. 調査方法

2.1 トレンチの造成

松井ら⁷⁾が報告した素掘り溝（幅・深さともに 1m～数十 cm 程度）を参考に、2008 年 2 月末～3 月初めにかけて、自

表-1 各プロットの概要と記号

Table 1 Outline and symbol of each plot

林分	トレンチ側面	plot	樹冠 (優占種)	方位	データ ロガー 設置
① 常緑 林縁	A-x	1A-x	クスノキ	北	○
	A-y	1A-y	クスノキ	南	
	B-x	1B-x	ウバメガシ	北	
	B-y	1B-y	アラカシ	南	
② 落葉 林内	A-x	2A-x	ギンドロ	東	○
	A-y	2A-y	ギンドロ	西	
	B-x	2B-x	ギンドロ	東	
	B-y	2B-y	ギンドロ	西	
③ 常緑 林内	A-x	3A-x	アラカシ	北	○
	A-y	3A-y	アラカシ	南	
	B-x	3B-x	アラカシ	北	
	B-y	3B-y	アラカシ	南

写真-1 実験トレンチ (1A) の様子

Photo 1 Trench 1A

然文化園内の 3 箇所に 2 本ずつ、計 6 本のトレンチの造成を行った (図-1)。各トレンチの大きさは幅 1.0 m×深さ 1.0 m×長さ 5.0 m で設計されたが (図-2)、実際には、やや大きめに造成され、長さが約 5.5～7.0 m である (写真-1)。トレンチ壁面の土壌基質は、基本的に砂質または砂礫質であるが、トレンチ最下部に粘土質を含む壁面もある。

2.2 植生調査

トレンチ造成後、各トレンチの壁面に 1.0m×5.0m のプロット (1.0m×1.0m のサブプロット) を設け (図-2)、サブプロットごとに 2008 年 5 月から 2011 年 3 月まで 2 ヶ月ごとに、継続的な林床植生モニタリングを行った。6 本のトレンチの両側に壁面があるため、プロットはトレンチに 2 箇所ずつあることとなり、計 12 箇所となる。本研究では、トレンチの位置・林分を 1～3 の数字で区分し、林分ごとに 2 本ずつあるトレンチを A, B の記号で区分した。またトレンチ内にある両側面のプロットを x, y の記号で区分して、各プロットを、3 つの組み合わせで 1A-x, 3B-y などと示した (表-1)。

各サブプロットにおける調査内容は、1) 出現する維管束植物のうち、根元からの植物体高 1.5 m 以下の植物全種の被度（ブラウンプランケの被度階級）の記録；2) コケ植物全体の被度の記録；3) シダ植物の個体数の記録の 3 項目であり、結果はプロットごとに集計（1）、2)については平均値を計算し、3)については合計を計算した。なお、被度については、ブラウンプランケの被度階級を百分率に変換（5: 87.5%; 4: 62.5%; 3: 37.5%; 2: 17.5%; 1: 5.5%; ±: 0.55%）して計算した。また、トレンチ造成前の 2007 年 12 月にも、各トレンチが実際に造成される予定箇所に、2m×5m の方形区を設定し、同様に、植生調査（出現する維管束植物全種の被度階級を記録）を行った。

2.3 土壌水分調査

トレンチを造成した 3 林分の土壌水分・EC・土中温度をデータロガー内蔵型の土壌水分・EC・温度計によって継続的に計測し、3 林分の土壌環境を把握した。設置した箇所については、表-1 の通りである。計測には DAIKI 社製 DIK-360B を用い、表層 30cm の土壌水分・EC・地温を毎時 0 分に計測した。この調査は、2008 年 4 月から 2009 年 1 月にかけて行われた。

また、よりミクロな環境の土壌水分率を把握するために、上記調査とは別に、TDR 土壌水分計（Campbell Scientific 社製 Hydrosense）を用いて、土壌含水率を計測した。即ち、サブプロットごとに、壁面上部から 20~30cm 程度の箇所にランダムに 3 箇所ずつ計測を行い、平均値をとって、土壌の乾湿を把握した。この値はプロットごとに集計した。センサー部のプローブ長は 12cm を採用した。この調査は、2010 年 9 月と 2011 年 2 月の 2 回、降雨が 5 日以上ない日を選んで行った。

2.4 光環境調査

2009 年 10 月（秋期・落葉前）及び 2011 年 2 月（冬期・落葉期）に魚眼レンズ付きデジタルカメラを用いた全天空写真撮影を行った。カメラをトレンチ底面からの高さ 60 cm、壁面からの距離 20cm のところで、三脚で固定し、サブプロットごとに撮影した。カメラには GR DIGITAL II（RICOH 製）を用い、アダプターをかませ、魚眼レンズ（NIKON 製 Fish Eye Converter FC-8）を装着した。また、撮影した画像を、フリーソフト（CanopOn¹²⁾）を用いて、サブプロットごとの樹冠の空隙率を得た。本研究では、この調査で得た値をトレンチごとに平均し、明るさの指標と見なした。

3. 結果

3.1 土壌環境

データロガー内蔵型の土壌水分・EC・温度計が取得した値のうち、2008 年 5 月 1 日から 12 月 31 日までの値を用いて、各林分の土壌環境を比較した（表-2）。その結果、土壌含水率および EC は林分 3 > 2 > 1 の順に小さくなった（ANOVA $p<0.01$; HSD 検定はすべての組み合わせで $p<0.01$ ）。地温

表-2 各林分の土壌環境

Table 2 Soil environment of each forest stand

	土壌 含水率(%) ±SD	EC (電気伝導度) ±SD	地温(°C) ±SD
1(常緑・林縁)	28.5(±5.04)	0.07(±0.02)	18.1(±5.75)
2(落葉・林内)	33.7(±7.33)	0.16(±0.05)	17.6(±5.54)
3(常緑・林内)	46.3(±1.58)	0.31(±0.01)	16.7(±5.04)

* 2008年5月1日から12月31日までのデータロガー取得値を平均した値(各データロガーのN=5880)

図-3 各プロットの土壌含水率（エラーバーは±SD）

Fig. 3 Soil water content in each plot (Error bars means ± SD)

図-4 各トレンチの林冠空隙率（エラーバーは±SD）

Fig. 4 Canopy gap ratio in each trench (Error bars means ± SD)

は逆に 1 > 2 > 3 の順に小さくなった（ANOVA $p<0.01$; HSD 検定はすべての組み合わせで $p<0.01$ ）。

TDR 土壌水分計を用いたプロットごとの土壌含水率の調査では、調査した両時期ともに同じ傾向があり、林分 1 のトレンチ内の土壌含水率は林分 2, 3 に比較すると低い傾向が見られた（図-3; ANOVA $p<0.01$; HSD 検定は林分 1 と林分 2, 林分 1 と林分 3 の組み合わせで $p<0.01$ ）。この傾向は、おお

表-3 トレンチ造成前の植生状況

Table 3 Vegetation before trench creation

トレンチ設置箇所 (被度階級)	優占種 (被度階級)	その他の種 (被度階級)	種数	植被率
1A	ヒメオドリコソウ (2)	ヤエムグラ (1), カラスウリ (+), ヤブガラシ (+) ほか	11	25.8%
1B	—	トウネズミモチ (+), ウバメガシ (+), アラカシ (+)	6	1.7%
2A	ナキリスゲ (2)	アレチヌスビトハギ (1), エノキ (1), チヂミザサ (+) ほか	28	35.7%
2B	ナキリスゲ (3)	イヌビワ (1), イボタノキ (1), オオハナワラビ (+) ほか	21	54.0%
3A	チヂミザサ (1)	トウネズミモチ (+), エノキ (+), アラカシ (+), ムクノキ (+) ほか	23	9.4%
3B	チヂミザサ (1)	エノキ (+), ムクノキ (+), ナンテン (+), ヤブニツケイ (+) ほか	13	9.4%
	トウネズミモチ (1)			

表-4 トレンチ造成後の優占種の変化

Table 4 Transition of the dominant species after trench creation

plot	2009年3月 優占種 (被度%)	2010年3月 優占種 (被度%)	2011年3月 優占種 (被度%)
1A-x	ヤエムグラ (5.8%)	フラサバソウ (3.3%)	ヤエムグラ (8.3%)
1A-y	フラサバソウ (0.1%)	フラサバソウ (2.4%)	ヤエムグラ (3.4%)
1B-x	アラカシ (0.1%)	アラカシ (0.1%)	ヘクソカズラ (0.2%)
1B-y	トウネズミモチ (0.1%)	トウネズミモチ (0.1%)	カタバミ (1.1%)
2A-x	ナキリスゲ (1.2%)	ナキリスゲ (15.1%)	ナキリスゲ (10.3%)
2A-y	ナキリスゲ (1.3%)	ナキリスゲ (19.1%)	ナキリスゲ (12.7%)
2B-x	ナキリスゲ (1.2%)	ナキリスゲ (5.8%)	ナキリスゲ (3.4%)
2B-y	ナキリスゲ・ギンドロほか (0.1%)	ナキリスゲ (3.5%)	ナキリスゲ (1.2%)
3A-x	アラカシ (0.2%)	アラカシ (0.5%)	シラカシほか (0.5%)
3A-y	アラカシ (0.2%)	—	シダ不明種* (2.4%)
3B-x	シダ不明種* (0.3%)	シダ不明種* (0.6%)	シダ不明種* (5.6%)
3B-y	シダ不明種* (0.1%)・トウネズミモチ (0.1%)	トウネズミモチ (1.3%)	シダ不明種* (14.0%)

*シダ不明種の多くは、微小な個体であるので、同定が困難であるが、複数の種が含まれている可能性が高い。

むねデータロガーによる計測と一致していたものの、林分 2 と 3 の差違は、有意ではなかった (HSD 検定 $p>0.05$)。

3.2 林内の明るさ

各トレンチの林冠空隙率について、図-4 に示した。冬期、秋期ともに林冠の空隙率が最も低かったのは、常緑樹林林内区のある 3B であり、全トレンチの中で、最も暗いと考えられた。トレンチごとの差違については、落葉期のほうが明瞭であり、2A, 2B の落葉樹林林内と 1A の常緑樹林林縁については、冬期の空隙率が 15% を越え、比較的明るい傾向が強かった。

3.3 トレンチ造成前の植生状況

トレンチ造成前の植生調査結果を整理したものを表-3 に示した。植生調査前は、2B 以外のトレンチでは、全く、シダ植物の生育は確認されなかった。2B では、オオハナワラビ (*Botrychium japonicum* (Prantl) Underw.) が 1 個体のみ確認された。1A は外来種のヒメオドリコソウ (*Lamium purpureum* L.) が最も多く、1B は、ほとんど林床植生が見られなかった。また、2, 3 はそれぞれナキリスゲ (*Carex lenta* D. Don var. *lenta*)、チヂミザサ (*Oplismenus undulatifolius* (Ard.) Roem. et Schult.) が優占種となっていた。なお、表-3 に示した植生状況は、トレンチ造成によって失われたことになるが、造成後、トレンチの周囲に見られる植生も、表-3 に示した状況とほぼ同様の状況にある。

3.4 トレンチ造成後の植生状況

3.4.1 優占種の推移

図-5 トレンチ造成後の被度の变化

Fig. 5 Transition of the coverage of understory vegetation after trench creation

トレンチ造成後の植生調査の結果 (表-4), 優占種は基本的に、トレンチ造成前に生育していた植物種が中心であることが多かったが、林分 3 では、造成 3 年後にはプロット 3A-y, 3B-x, 3B-y で、優占種がシダ不明種となった。ただし、植生調査において、シダ不明種とした個体は、同定できないシダ植物の幼個体全種が含まれるため、実際には、多種類のシダ植物が含まれている可能性がある。なお、1B-x, 3A-x, 3A-y など、アラカシ (*Quercus glauca* Thunb.) などの大型の種子を持つ木本植物が優占種となっているが、被度値が示す

表-5 トレンチ造成後のシダ類の個体数の変化

Table 5 Transition of the number of individuals of ferns after trench creation

		2008				2009				2010				2011					
プロット No.	林分 (樹林タイプ)	5/1	7/1	9/1	11/1	1/2	3/1	5/6	7/10	9/7	11/24	1/21	3/23	5/1	7/6	9/18	11/6	1/29	3/22
1A-x	常緑・林縁	0	0	0	3	5	29	16	26	60	86	71	111	64	125	139	76	90	69
1A-y	常緑・林縁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1B-x	常緑・林縁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	1
1B-y	常緑・林縁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	18	18	7	4	6
2A-x	落葉・林内	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	3
2A-y	落葉・林内	0	0	0	0	2	0	0	0	2	3	3	2	0	0	5	4	3	6
2B-x	落葉・林内	0	0	0	1	2	0	1	5	1	6	4	3	6	0	2	2	3	4
2B-y	落葉・林内	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
3A-x	常緑・林内	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	4	4	1	1
3A-y	常緑・林内	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	16	15	168	132	152
3B-x	常緑・林内	0	0	0	0	18	17	17	19	45	123	88	93	121	95	149	161	74	91
3B-y	常緑・林内	0	0	0	0	9	8	9	44	187	204	247	184	313	924	902	1357	901	913

表-6 記録されたシダ類のリスト

Table 6 List of ferns recorded

種名 (和名)	学名	科名	1A-x	1A-y	1B-x	1B-y	2A-x	2A-y	2B-x	2B-y	3A-x	3A-y	3B-x	3B-y
オオハナワラビ	<i>Botrychium japonicum</i>	ハナヤスリ科							○					
イノモトソウ	<i>Pteris multifida</i>	イノモトソウ科	○			○						○	○	○
ホウライシダ	<i>Adiantum capillus-veneris</i>	ホウライシダ科	○											
タチシノブ	<i>Onychium japonicum</i>	ホウライシダ科	○											
トラノオシダ	<i>Asplenium incisum</i>	チャセンシダ科	○										○	○
イワヒメワラビ	<i>Hypolepis punctata</i>	コバノイシカグマ科	○											○
フモトシダ	<i>Microlepia marginata</i>	コバノイシカグマ科	○									○	○	○
リョウメンシダ	<i>Arachniodes standishii</i>	オシダ科	○											○
ヤブソテツ ¹⁾	<i>Cyrtomium</i> spp.	オシダ科	○				○					○	○	○
オシダ属 ²⁾	<i>Dryopteris</i> spp.	オシダ科	○									○	○	○
イノデ	<i>Polystichum polyblepharum</i>	オシダ科	○									○	○	○
イヌワラビ	<i>Athyrium niponicum</i>	イワテンダ科	○											
イヌケホシダ	<i>Thelypteris dentata</i>	ヒメシダ科	○											
シダ植物 (不明種)			○		○	○	○	○		○	○	○	○	○
種数 計			13	0	1	2	1	3	1	1	1	6	7	9

1) ヤブソテツ (*Cyrtomium fortunei* var. *fortunei*) やナガバヤブソテツ (*Cyrtomium devexiscapulas*) などが含まれると推定される。

2) ペニシダ (*Dryopteris erythrosora*) やオクマワラビ (*Dryopteris uniformis*) などが含まれると推定される。

ように、これは全体の植被率が低いプロットでのものであり、個体数はきわめて少ない。

3.4.2 被度の変化

種子植物、コケ植物、シダ植物の被度の3年間の変化を3林分ごとにそれぞれ示した(図-5)。種子植物については、春季・秋季に被度が高くなり、冬季には被度が低くなる傾向が造成1年目から続いており、大きな変化は見られない。コケ植物については、やや増減を繰り返しながらも、3年間を通して全林分で増加傾向にあった。一方、シダ植物の被度については、常緑広葉樹林林縁区・林内区では、トレンチ造成2年目以降、徐々に増加した。特に、常緑樹林林内区では、2011年3月の時点で、6.4%に達した。落葉樹林林内区では、シダ植物の被度は非常に低い状態で推移し、増加する傾向が見られなかった。

3.4.3 シダ植物の個体数の推移

シダ植物の個体数の推移について、プロットごとに整理した(表-5)。表に示したように、シダ植物の幼個体は造成後、約8ヶ月が経過した2008年11月に初めて確認された。以降、程度の差はあるものの、多くのプロットで個体数は増加しており、3年間で1個体もシダ植物が確認できなかったプロットは1箇所のみであった。しかし、シダ植物の個体数はプロ

ットによって差が大きく、常緑広葉樹林林内区の3B-yでは2010年11月に1,300個体以上が確認されたのに対し、落葉樹林林内区は全体的に個体数が少なかった。個体数の多いプロットは明らかに常緑広葉樹林に偏っていた。一方、常緑広葉樹林の中でも1A-y、1B-x、1B-yなどは記録された個体数が少なかった。特に、1A-yはシダ植物の移入が全く確認されなかった。

3.4.4 移入したシダ植物

今回の植生モニタリングでは、シダ植物は幼個体であり、多くは同定困難であったため、現時点での種数は不明であるが、2011年3月時点で確認されたシダ植物種のリストを表-6に示した。現時点では、1A-xに13種が記録されており、最も多かった。

4. 考察

本実験において、シダ植物の移入が確認されたプロットは12箇所中11箇所(91.6%)であった。また、トレンチごとに考えた場合には、すべてのトレンチで、シダ植物の移入が確認された。今回、実験に用いた林床は、もともとシダ植物が見られなかった箇所であることから、トレンチ造成によって、シダ植物の移入を誘導することについては、ある程度、

成功したと言える。未同定個体が多いため、種多様性に関する議論は難しいが、自然文化園内にも、それほど個体数が多いリョウメンシダ (*Arachniodes standishii* (T.Moore) Ohwi) やホウライシダ (*Adiantum capillus-veneris* L.) が移入したことは、注目すべきである。

シダ植物の移入個体数が多かったプロットは 3B-y, 3A-y, 3B-x, 1A-x であった。4 箇所の共通点は、すべて常緑広葉樹林であることである。特に常緑広葉樹林内区である林分 3 では、多くの個体数のシダ植物が確認された。林分 3 は林分 1,2 に比べて、土壤含水率が高く、EC も高かった。また、樹冠が最も鬱閉し、地温も最も低かった。これらの条件が、シダ植物の移入に好適な条件であったと考えられる。林分 3 では、トレンチ造成以降、種子植物の被度はきわめて低い値で推移した一方、シダ植物の被度や個体数は 3 年間で大幅に増加した。これは、林分 3 の条件では、種子植物の移入が限定され、結果として、シダ植物の好適なハビタットとなったことを示していると考えられる。これについては、土壤を保持するための編柵工において、ほぼ垂直な傾斜を持ったネット面に多くのシダ植物が生育していることを確認した黒田ら⁶⁾も、同様の考察を行っている。

一方、林分 2 (落葉広葉樹林・林内区) のトレンチ 2A, 2B については比較的、土壤水分率が高い状況にあったものの、いずれもシダ植物の移入個体数は少なかった。本研究の落葉広葉樹林は、早期緑化に用いられたギンドロ (*Populus alba* L.) の優占林である。よって、特殊な森林条件であるため、これがすべての落葉広葉樹林で一般化できるかどうかは分からないが、本研究では、比較的湿った条件であっても、落葉広葉樹林の林床植物をトレンチ造成によって、大きく変化させることはできなかったと言える。

なお、林分 1 (常緑広葉樹林・林縁区) の 1A-x (北向き) は、比較的多くのシダ植物が移入したが、その対面の 1A-y (南向き) には全くシダ植物の移入が確認されなかったことにも着目すべきである。この両プロットは、方位以外のすべての条件がほぼ同じであることから、シダ植物群落の成立には、斜面方位 (これに伴う日射量の違い) が重要であり、北面のほうがシダ植物の移入に有利な可能性がある。本研究では、日射量を直接計測しなかったが、斜面方位によって植生が変わる例はよく知られている⁴⁾。しかし、本研究では、その他のプロットについては、方位による大きな差は見られないため、今後、より多くの事例の検討を要する。

5. おわりに

本研究では、微地形造成の最も簡易な方法として、トレンチ造成を試みた。ほぼ垂直な急斜面、樹冠の鬱閉度の高い常緑広葉樹林、高い土壤含水率、北側斜面などの条件をそろえれば、シダ植物の移入を促進できる可能性があると考えられた。しかし、現状では、未同定のシダ植物の個体が多いことや、シダ植物の被度は高い林分でも 6%程度であり、今後、

より被度が高くなる可能性が高い。よって、まだ種多様性についての十分な議論を行うことはできない。種子植物も含めた森林植物の種多様性を高めるための条件については、実験トレンチの動向を引き続きモニタリングして、今後、検討していきたい。

謝辞: 本研究の研究費の一部は、受託研究「平成 21~24 年度自然文化園自立した森づくり調査」(独立行政法人日本万国博記念機構)による。

引用文献

- 1) 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.
- 2) 服部保・南山典子・川村真紀子・小野由紀子・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.
- 3) 石田弘明・服部保・武田義明・小舘誓治 (1998) 兵庫県南東部における照葉樹林の樹林面積と種多様性, 種組成の関係, 日本生態学会誌, 48(1): 1-16.
- 4) 菊池多賀夫 (2001) 地形植生誌, 東京大学出版会, 220pp.
- 5) 黒田有寿茂・服部保 (2008) 木製ブロック法留工の施工地におけるシダ群落の成立とその緑化への応用, ランドスケープ研究, 71(5): 581-584.
- 6) 黒田有寿茂・澤田佳宏・小舘誓治・服部保 (2009) 法面保護工の施工された植栽林下層植生の種組成と構造: シダ植物の定着とその要因に着目して, 保全生態学研究, 14(1): 55-65.
- 7) 松井理恵・村上健太郎・森本幸裕 (2003) 都市近郊における大規模造成樹林地の自然回復度評価—シダ植物を指標として—, 日本緑化工学会誌, 29(1): 119-124.
- 8) 森本幸裕・夏原由博 (2003) いのちの森 生物多様性の理論と実践, 京都大学出版会, 397pp.
- 9) Morimoto, Y., Njoroge, J., Nakamura, A., Sasaki, T. and Chihara, Y. (2006) Role of the EXPO '70 forest project in forest restoration in urban areas, Landscape and Ecological Engineering, 2: 119-127.
- 10) Murakami K., Maenaka, H. and Morimoto Y. (2005) Factors influencing species diversity of ferns and fern allies in fragmented forest patches in the Kyoto city area., Landscape and Urban Planning, 70(3-4): 221-229.
- 11) 根本淳・養父志乃夫 (1997) 武蔵野台地におけるコナラ二次林の林床植生と土壌硬度の関係. ランドスケープ研究, 60(5): 531-534.
- 12) 竹中明夫 (2009) 全天写真解析プログラム CanopOn 2, <http://takenaka-akio.org/etc/canopon2/index.html> (2012 年 2 月 1 日閲覧)
- 13) 吉村元男 (2004) 森が都市を変える—野生のランドスケープデザイン, 学芸出版社, 255pp.

(2012.6.24 受理)