

照葉樹林の移動試験とそれに伴う林分構造の変化

中村 俊彦¹⁾・原 正 利¹⁾・大野 啓 一¹⁾・吉野 朝 哉²⁾

¹⁾ 千葉県立中央博物館

〒260 千葉市中央区青葉町 955-2

²⁾ (財)千葉県地域整備協会

〒260 千葉市中央区中央 4-17-3

要 旨 破壊の危惧される植物群落をなるべくそのままの状態で他に移す可能性についての研究の一つとして、森林群落を土壌を含め、移動させる方法、いわゆるコピー移植又は森林移植と呼ぶ方法を試みた。

千葉県鴨川市のアラカシ、スダジイ、ウラジロガシの優占する照葉樹林 230 m² を、現地における毎木調査や土壌調査の後、1988 年 7 月に 50 km 北に位置する千葉県立中央博物館の生態園の南向き斜面に移動した。直径 10 cm 以上の樹木については 1987 年 5 月に根廻しをおこなった。移植に際しては、高さ 1.3 m 以上の幹をもつ株についてできるだけ元の配置を再現するように植え付けた。林床群落は平箱に入れ、根土ごと移動させた。土壌は、落葉層、転石、上層、下層に分けて移した。

移植の結果、まず樹木に落葉現象がみられた。移植 2 ヶ月後の着葉率は全体で約 28% であった。移植 3 年後には、53% の株が枯死した。林分の胸高断面積合計は 10681 cm² が 8864 cm² と減少した。その減少率は常緑種に比べ夏緑種で大きかった。また、樹幹数は移植前の 324 本が、3 年後には 2 倍以上の 628 本に増加した。この増加は、ウラジロガシ、ヒサカキなどのように主幹の枯れた株からの萌芽幹の発生によるものとアカメガシワ、ヒメコウゾなどの新生個体によるものであった。後者は埋土種子起源の個体と推定された。林分の構成種数は移植前の 27 種から、移植 3 年後には 2 倍以上の 56 種に増加した。この増加は主に、埋土種子起源と推定される夏緑木本種によるものであった。

キーワード: 照葉樹林、移植、群落動態、自然復元、生態園。

生態学的視点から、既存の自然環境を保全することはもちろん、都市化等によって一度破壊された自然を再生・復元することも重要な課題である。千葉県立中央博物館生態園は、千葉市の中心にほど近い都市公園内にあって、この地の自然環境を活かしつつ、房総の代表的な自然の野外での再現を試みている博物館施設である。そしてこれは博物館における野外展示の場としてだけでなく、動植物の生態や自然の保全・復元等に関する調査研究をおこなうことも大きな目的としている。

生態園では、以前から存在していたイヌシデ、クヌギの優占する夏緑樹林(落葉広葉樹林)を保存しつつ、房総地域に代表的な植生タイプである、照葉樹林、針葉樹林、夏緑樹林(落葉広葉樹林)、草地、湿原などの復元、再生を試みている。この中の森林植生に関しては、最初の手だてとして、主に普通植栽、モデル植栽(コピー植栽)、普通移植、コピー移植(森林移植)の 4 つの方法が用いられた(中村, 1993)。その中のコピー移植とは、植物群落の一部を土壌を含め、できるだけそのままの状態で移動させる手法である。このような手法は、開発等によって破壊が危惧される、もしくはこれがさけられない植物群落をなるべくそのまま

の状態で他に移す可能性の検討や、また移動した場合、元の群落がどの程度変化するかを明らかにする応用生態学的研究の意味を含むものである。移植された林分については、群落構造や動植物相について様々な専門分野からのモニタリング調査が実施され現在も継続中である。今回は、この照葉樹林の移動試験の概要

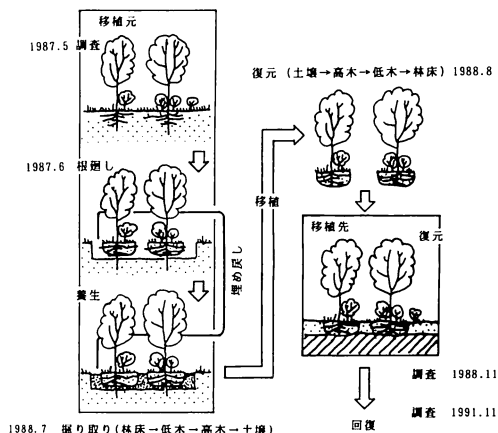


図 1. 照葉樹林の移植試験の方法。

表 1. 移植元、移植先の層位構造

地点	試料No.	層位	深さ (cm)	土色(7.5YR記号)			土性名	硬度 (山中式, mm)	備考
				湿時(現場土)	乾時(風乾土)				
移植元*	4	F-H	2~ 0	赤黒	2.5YR2/1	暗褐	10YR3/3	-	-
	5	A11	0~ 20	黒褐	7.5YR3/2	にぶい黄褐	10YR4/3	砂質壤土	8-11
	6	A12	20~ 35	黒褐	10YR3/2	にぶい黄褐	10YR4/3	砂質壤土	12
移植先*	16	A	0~ 5	暗褐	10YR3/4	褐	10YR4/4	軽塩土	7
	17	B	5~ 30	褐	10YR4/6	褐	10YR4/6	軽塩土	25-28
	18	II A	30~ 80	褐	10YR4/4	にぶい黄褐	10YR5/4	シルト質塩土	12-15
	19	II B	80以深	褐	10YR4/6	黄褐	10YR5/8	-	26-28

*1:厚さ約2cmのL-F層有り。またA12層の下は砂岩(黄褐色2.5Y5/6)のR層。*2:厚さ約3cmのL層有り。

表 2. 移植先土壌の物理的特性

地点	試料No.	三相分布 (%)			土壌水分量 (ml/100ml)			粗間隙 (ml/100ml)	有効水分 (ml/100ml)	飽和透水係数 (cm/sec)	粒径組成* (%)			
		気相	液相	固相	pF0	pF1.8	pF3.0				粗砂	細砂	シルト	粘土
移植元	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	20.5	42.3	37.2	60.3	44.7	30.7	15.6	14.0	2.8×10^{-3}	21	47	3	29
	6	15.6	41.9	42.5	52.6	40.0	28.6	12.6	11.4	1.9×10^{-3}	22	49	15	14
移植先	16	52.5	25.5	25.5	72.9	54.7	34.5	18.2	20.2	1.7×10^{-2}	10	21	34	35
	17	28.2	35.0	35.0	66.2	56.0	44.9	10.2	11.1	8.4×10^{-4}	15	27	28	30
	18	49.0	28.6	28.6	74.2	55.6	32.8	18.6	22.8	3.3×10^{-4}	15	21	49	15
	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* 粗粒 2-0.42mm, 細砂 0.42-0.074mm, シルト 0.074-0.005mm, 粘土 0.005mm以下。

表 3. 移植元、移植先の土壌の化学的特性

地点	試料No.	pH		塩基交換容量 (me/100g)	交換制塩基 (me/100g)		可給態鉄 (mg/100g)	腐植率 (%)	有機炭素 (%)	7.7YR7.5 窒素 (mg/100g)	硝酸態窒素 (mg/100g)	有効硝酸 (mg/100g)	硝酸吸収係数	可溶性7.7YR7.5 シリカ (mg/100g)	可溶性シリカ (mg/100g)	電気伝導度 (m/cm)	硫化物 (mg/100g)
		H ₂ O	KCl		K	Ca											
移植元	4	4.9	4.3	-	-	-	-	17.0	9.9	8.2	1.7	9.5	-	-	-	-	-
	5	5.0	3.7	22.9	0.57	3.56	5.60	8.0	4.7	0.5	0.1>	6.5	1596	88.1	4.2	0.02	0.7
	6	5.5	4.0	13.3	0.69	4.15	2.20	6.6	6.6	0.3	0.1>	5.7	1623	107.8	9.6	0.02	0.9
移植先	16	6.2	5.3	24.4	3.17	27.42	0.32	11.6	6.7	0.5	0.5	7.5	3297	240.2	41.1	0.08	1.4
	17	5.9	5.2	20.0	0.16	6.56	0.61	4.3	2.5	7.5	0.5	8.3	3570	404.1	49.0	0.04	0.7
	18	6.2	5.5	15.0	0.12	6.47	0.99	2.2	1.3	0.6	1.2	2.3	3470	415.9	51.9	0.05	0.7
	19	6.4	-	-	-	-	-	1.2	0.7	-	-	-	-	-	-	-	-

と実施前後の森林群落の変化を、特に低木層以上の林分構造を対象に報告するものである。なお、草本層群落については別途の報告(平田, 1994)にした。

試験地の概要

1. 移植元

移植元の林分については、1986年に千葉県内の開発予定地を中心に候補地の選定をおこなった。約10ヶ所の開発予定地を検討した結果、鴨川市広場小字中台峰2の102-2にある県有林内の標高約210m地点の照葉樹林に決定した。林冠はアラカシ、スダジイ、ウラジロガシが優占し、下層はヒサカキ、アラカシの稚樹の他、マルバウツギ、テイカカズラ、ヤブコウジ、マンリョウ、ミツバアケビ等が優占する植被率均10%の草本層がみられた(平田, 1994)。対象林分は林道に隣接し、小尾根の傾斜約20~30度の西北西斜面に位置する。この地は生態園の南方約50kmの房総丘陵の南側斜面に位置し、基盤は新生代新第三紀の三浦層群の砂岩から成る壮年期の地形である(千葉県

立中央博物館, 1989)。年平均気温は約14℃、年平均降水量は約2000mmと推定される(銚子地方気象台, 1988a)。

2. 移植先の立地

千葉市青葉町に位置する千葉県立中央博物館生態園内の傾斜約10度の南南東斜面で、房総南部の照葉樹林の再現予定地の一角である。標高は16mから19mの洪積台地のほぼ上部斜面である。なお、千葉測候所の気象記録による年平均気温は15.0℃、年平均降水量は1250mmである(気象庁, 1991)。

林分の移植の方法

移植対象としたのは230m²の林分である。森林群落及び土壌条件に関する事前調査の後、胸高直径10cm以上の幹を持つ全ての株27本について造園業者((株)東城園)に委託し、1987年6月12日~7月21日の期間に根廻し作業を実施した。これは、長い側根を切り株元近くに新しい根を発生させ、移植後の活着

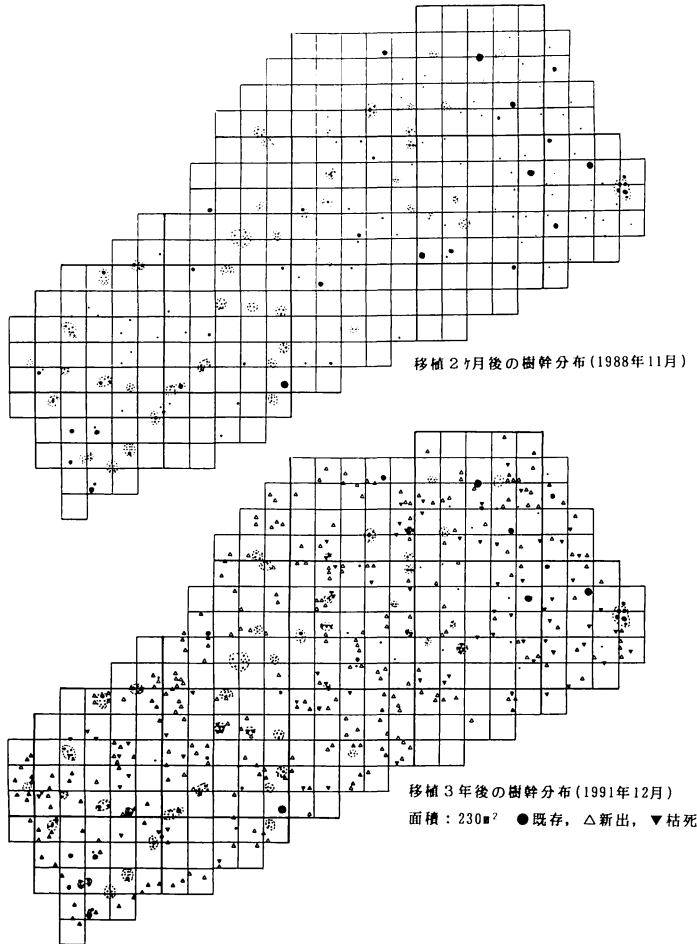


図 2. 照葉樹林の移植直後と 3 年後の樹幹分布。

を促すためのものである。

移動の実施概要を図 1 に示した。作業は、根廻し工事と同じ造園業者に委託し 1988 年 7 月 1 日から実施された。まず、林床の草本層群落を 7 月 7 日に採取し、平箱に根土ごと保存した。次に落葉落枝及び表土、岩石の採取を 7 月 9 日～7 月 10 日におこない、それぞれ別々に袋詰めした。中低木及び高木の掘り取りとその根巻き、そして根廻しした高木の掘り取りの作業を 7 月 14 日～7 月 23 日におこなった。これら採取された植物とその土壤については、乾燥しないよう随時灌水をおこなった。最後に下層の土壤を深さ約 30 cm まで採取した。

植物、土壤等の移動作業は、大型トラックを用い 7 月 18 日～7 月 29 日の期間におこなった。鴨川市の移植元から生態園までの運搬距離は約 104 km であった。

生態園の移植地では、移植作業に先立ちその範囲を約 40 cm の深さに掘り下げた。そして、低木層以上の

樹木の配置を移植元の状態と同じにするため、移植元の樹木配置図に基づき、各移植樹木の位置出しをおこなった。群落の復元作業については移植元の掘り取り作業とはほぼ反対の手順でおこなった。すなわち、まず高木層の樹木の植え付けと下層土壤の設置を 7 月 29 日～8 月 1 日におこない、次に中低木層の樹木の植え付けを 8 月 5 日までに完了させた。表土入れと草本層植物の植え付けを 8 月 6 日～8 月 17 日におこない、その後に落葉落枝及び岩石の設置を 8 月 31 日までに完了させた。

移植後の林分のまわりには、8 月 23 日～8 月 27 日に、黒の寒令紗で高さ 1 m の囲い柵を設置した。最後に林床保護のため、林床全面に敷き藁を 9 月 31 日までに施した。なお、移植作業中も植物や根土等が乾かないよう随時灌水した。

調査方法

移植対象林分の群落調査及び土壤の調査を 1987 年

表 4. コピー移植前後の林分内 (230 m²) の種数変化

類 別	移 植 前	移 植 後		
	1987年	消 失	新 出	1991年
常 緑 種	12	2	2	12
夏 緑 種	14	6	35	44
計	26	8	37	56

5月～8月に実施した。群落調査については根廻し作業の前の期間、5月13日～5月14日及び6月10日におこなった。胸高1.3m以上のすべての樹木幹については位置図を作成し、その種名を記録し、樹高、胸高直径(DBH)を測定した。

土壌については、まず、土壌断面の層位等についての記載を、6月10日に4ヶ所でおこなった。さらにこれとは別に、対象林分の中央付近の土壌について(株)クレアテラ及び(株)総合設計研究所に委託して、8月12日の現地での層位等の調査をおこなった。認識された各層について、100ccの無底円筒を用いて土の試料を採取し、その物理的性質(三相分布や土壌水分量など6項目)及び化学的性質(pHや塩基交換容量など14項目)についての分析をおこなった。この土壌調査については同じ方法で、生態園の移植予定地でも同年8月18日に実施した。

移植後の調査については、まず1988年11月8日に、その活着の状態をみるため低木層以上の全ての移植株について、葉の着葉率を調査した。またその際、萌芽、胴吹の有無も株毎に記録した。同様の調査を移植後約3年経過した1991年8月31日～9月3日にも実施した。1991年の11月29日～12月20日には、高さ1.3m以上の幹の全てについて位置図を作成し、各幹ごとに高さや胸高直径を記録した。

結 果

1. 移植元と移植先の土壌条件の比較

移植元及び移植先の土壌の層位構造及び物理的特性、化学的特性については表1, 2, 3に示した。鴨川市広場の移植元の林分は、小さな尾根の、やや急傾斜の斜面に立地し、砂岩の母盤上に、約30～70cmの土壌が堆積していた。この土壌は、斜面下部ほど厚くなる傾向にあった。詳しい土壌分析を実施した地点では、表面に約4cm程度の腐植層があり、上2cmは未分解のL-F層、下2cmは分解の進んだ赤黒色のF-H層となっていた。F-H層には植物根が極めて多かった。A層は砂質で腐植を多く含む黒褐色を呈し、粒状の上部と弱い塊状の下部の2層に分けられた。付近の森林地帯では褐色森林土の発達が見られたが、この林分の土壌については、まだ十分に発達した状況の褐色森林土ではなかった。

表 5. 移植前後の幹数 (本数/230 m²) の変化

類別	種名	移植前 1987	移植後		
			枯死	新出	1991
常 緑 種	アラカシ	91	36	104	159
	ヒサカキ	88	62	6	32
	ウラジロガシ	33	1	12	44
	スダジイ	17	6	9	20
	アサキ	8	4	4	8
	アセビ	5	4		1
	シロダモ	4	4	3	3
	ヤマモモ	3			3
	テイカカズラ	2		11	13
	クマ	2		1	3
夏 緑 種	モチノキ	2	2		
	シャヤンボ	1	1		
	ヤブニッケイ			1	1
	ネズミモチ			1	1
	小計	256 (79%)	120	152	288 (46%)
夏 緑 種	カマツカ	15	11		4
	オオモシジ	10	5		5
	カキノキ	7	2	7	12
	フジ	7	4	8	11
	マルバアオガモ	6	4	1	3
	ムラサキギク	2	2	2	2
	ハコネツグキ	1	1	40	40
	キヨズミイボク	1		3	4
	ミツバアケビ	1	1	1	1
	マルバウツギ	12	12		
	ウリカエデ	2	2		
	ヤマツツジ	2	2		
	コナラ	1	1		
	クリ	1	1		
	ギョウシ			33	33
	ミズキ			27	27
	ヒメコウジ			26	26
	アカガシ			22	22
	コゴウツギ			16	16
	コナラ			15	15
	ヤマザクラ			13	13
	クサイチゴ			12	12
	モミジイチゴ			10	10
	アブラナ			10	10
	マルバ			9	9
	クマイチゴ			9	9
	ニギイチゴ			7	7
	ムクノキ			6	6
	イキリ			5	5
	クロモジ			5	5
	ハゼノキ			3	3
	エノキ			3	3
	エンコウカエデ			3	3
	クマノミズキ			2	2
	クナギ			2	2
	ゴズイ			2	2
	クサキ			2	2
	アブラヤシ			2	2
	ガマズミ			2	2
	ウツギ			2	2
	ヤマウルシ			2	2
	カラスギンショウ			1	1
	ネムノキ			1	1
	ヤブムササキ			1	1
	ノイバラ			1	1
	カミズクラ			1	1
	エゴノキ			1	1
	ウミズサクラ			1	1
	ヤマテリノイバラ			1	1
	小計	68 (21%)	48	320	340 (54%)
合計		324 (100%)	168	472	628 (100%)

表 6. 移植前後の樹高階別頻度 (本数/230 m²) の変化

類別	種名	移植前 1987年の樹高階 (m)														計	移植後 1991年の樹高階 (m)														計
		1- 2- 3- 4- 5- 6- 7- 8- 9- 10- 11- 12- 13- 14-	1- 2- 3- 4- 5- 6- 7- 8- 9- 10- 11- 12- 13- 14-																												
常	アサギ	1	10	12	16	9	9	5	2	1	8	1	5	9	3	91	83	34	7	4	7	5	2	3	2	5	4	2	1	159	
	ヒメタ	16	26	26	10	9	1									88	12	9	6	2	3									32	
	ウツギ ロシ					3	4	2	1	1	1	4	3	2	7	33	7	8	4	5	3	2	3	1	1	1	7	2		44	
	スダジイ	3	2	2	1	2	2	1	3			1		3		17	9	3	1		1	1	1	1			2	1	20		
	アサ	1	5	1	1											18	5	3												8	
	アサ		5													5		1												3	
	シロガモ	1	1		1						1					4	3													1	
	ヤマト				3											3						1	1							3	
	イハナラ						1					1				2	1	1		4	2	4				1				13	
	クサ												1	1		2	1					1	1							3	
ササ	1		1												2															0	
緑	シロシロ	1													1	0														0	
	ヤマト														1	0														1	
	ササ														1	0														0	
	ササ														1	0														0	
	ササ														1	0														0	
	ササ														1	0														0	
	ササ														1	0														0	
	ササ														1	0														0	
	ササ														1	0														0	
	ササ														1	0														0	
小計	24	51	42	32	23	17	8	6	3	10	6	9	15	10	256	123	59	18	16	16	12	6	7	5	7	11	4	3	1	288	
夏	アカ	1	3	5	3	2	1								15	1	2	1												4	
	アカ							1				3		2	4	10				1	1	1					2			12	
	アカ		1						2	1					7	5	2						3							5	
	アカ		1			2	1			1		1	1		7			2												11	
	アカ		1	1	2				1	1					6	1		1	1		3	2	1	1		2				3	
	アカ							1	1						2	2			1											2	
	アカ		1												1	36	4													40	
	アカ		1												1	1	3													4	
	アカ										1				1					1										1	
	アカ	5	7												12															0	
	アカ			1		1									2															0	
	アカ	2													2															0	
	アカ												1		1															0	
	アカ				1										1															0	
	アカ														0	32	1													33	
	アカ														0	22	4	1												7	
	アカ														0	9	11	6												26	
	アカ														0	5	10	6		1										22	
	アカ														0	16														16	
	アカ														0	9	6													15	
	アカ														0	12	1													13	
	アカ														0	12														12	
	アカ														0		10													10	
	アカ														0	5	4	1												10	
	アカ														0	5	1	3												9	
アカ														0	8	1													9		
アカ														0	7														7		
アカ														0	4	2													6		
アカ														0	3	2													5		
アカ														0	5														5		
アカ														0		3													3		
アカ														0	3														3		
アカ														0	2	1													2		
アカ														0	2	2													3		
アカ														0	2														2		
アカ														0	1	1													2		
アカ														0	2														2		
アカ														0	2														2		
アカ														0	2														2		
アカ														0	2														2		
アカ														0															1		
アカ														0															1		
アカ														0	1														1		
アカ														0	1														1		
アカ														0	1														1		
アカ														0	1														1		
小計		6	17	7	6	6	2	3	4	4	2	3	1	3	4	68	222	74	22	1	6	3	2	4	0	2	0	0	3	1	340
合計		30	68	49	38	29	19	11	10	7	12	9	10	18	14	324	345	133	40	17	22	15	8	11	5	9	11	4	6	2	628

移植先である生態園の土壌表面は、ブタクサなど草本植物のリター層が約 3 cm 堆積していた。A 層は薄く約 5 cm で、腐植を多く含み暗褐色で固粒状になっていた。その下の B 層は壁状で、土壌硬度が高かった。表面からの深さ約 30 cm 以下には、埋没土壌の旧 A 層が発見された。これは厚さが約 50 cm ある褐色のシルト質埴土壌で、塊状構造を呈していた。深さ約 80 cm 前後からは、壁状で土壌硬度の高い旧 B 層の関東ローム層となる。このような移植先の土壌は、全体に粘質な土壌の黒ボク土壌タイプに分類された。

土壌タイプは移植元が未発達な褐色森林土壌に対し

移植先は黒ボク土壌と、両者は異なっていた。土質的には、母盤の影響を受け、全体的に移植元が砂質なのに対し移植先は粘質土壌であった。pHは、移植先でやや高い、可給態鉄が移植元で高いのに対し、磷酸吸収係数、可溶性アルミ、可溶性珪酸については移植先の方が高かった。

2. 移植前後での林分構造の変化

1) 種構成の変化

移植前後の低木層以上の種数の変化を表4に示した。移植前の林分は、常緑木本12種、夏緑木本14

表7. 移植前後の胸高直径 (DBH) 階別頻度 (本数/230 m²) の変化

[illegible]

種、計 26 種の種が低木層以上を構成していた。これが、移植後約 3 年経過した 1991 年には、常緑 12 種、夏緑 44 種の計 56 種と移植前の 2 倍以上に増加した。これは、移植後に常緑 2 種、夏緑 6 種の計 8 種が消滅したものの、常緑 2 種に加え、夏緑が 35 種、計 37 種もの新出種があったためである。特に夏緑種の新出が著しかった。

2) 樹幹数の変化

移植直後と移植3年後の樹幹分布の状態を図2に示した。移植によって枯死した幹、また新出した幹の分布は林分全体に分散しており、特に大きな片寄りと

いったものは認められなかった。

移植前後で幹数の変化を、枯死・新出別、樹高階別、DBH 別にまとめ、それぞれ表 5, 6, 7 に示した。移植した樹幹は 160 株で幹数は 324 本である。これが、3 年後には 628 本に増加した。これは、168 本という枯死した幹に対して 472 本という新出幹の多さによるものである。

新出幹が最も多かったのは常緑樹のアラカシの 104 本で、夏緑低木のハコネウツギがこれに次いだ。さらにキブシ、ミズキ、ヒメコウゾ、アカメガシワなど移植前には見られなかった夏緑低木の発生も多かった。

表 8. 移植前後の胸高断面積 ($\text{cm}^2/230 \text{ m}^2$) の変化

類別	種名	移植前 1987	移植後 1991	増減 '91BA-87BA
常	ウラジロガシ	1745.73	1989.90	244.17
	ヤマモモ	213.12	255.52	42.40
	テイカカズラ	3.53	16.29	12.76
	ヤブニッケイ		0.13	0.13
	スズミヅ		0.03	0.03
	シヤンソバ	1.77		-1.77
	イチノキ	7.26		-7.26
	アセビ	23.16	4.91	-18.25
	クワ	279.91	257.24	-22.66
	アサキ	46.12	13.13	-32.99
緑	シロガモ	35.72	0.58	-35.14
	スダジイ	2133.72	1989.54	-144.17
	ヒサカキ	662.83	158.15	-504.68
	アラカシ	3608.37	2999.73	-608.64
	小計	8761.23 (82%)	7685.15 (87%)	-1076.09
種	アサギ		81.21	81.21
	ヒメコウ		67.06	67.06
	スズ		27.66	27.66
	アブラギ		18.20	18.20
	コアカ		12.80	12.80
	ハコネウツギ	3.14	15.94	12.80
	ミズキ		9.97	9.97
	イイギ		7.27	7.27
	フジ	90.46	97.47	7.01
	クマシ		6.74	6.74
夏	キアシ		6.38	6.38
	スズ		4.91	4.91
	カスミ		4.52	4.52
	コメ		3.47	3.47
	ハビ		3.05	3.05
	ヤマギ		2.65	2.65
	ヤマウ		2.40	2.40
	クノミ		1.92	1.92
	アブラ		1.73	1.73
	ムク		1.73	1.73
緑	キヨミ	0.79	2.38	1.59
	クサ		1.45	1.45
	クサ		1.26	1.26
	ニギ		1.16	1.16
	モミ		1.11	1.11
	クサ		1.10	1.10
	ノイ		0.64	0.64
	エン		0.61	0.61
	ゴ		0.57	0.57
	ウツ		0.41	0.41
種	ヤマテ		0.38	0.38
	クロ		0.24	0.24
	ヤマ		0.20	0.20
	ウミ		0.20	0.20
	エ		0.19	0.19
	ガ		0.14	0.14
	エ		0.03	0.03
	カ		0.03	0.03
	ミ	0.79	0.20	-0.59
	ミ	3.53		-3.53
夏	マル	13.74		-13.74
	マル	52.21	19.22	-32.99
	ウ	49.06	0.00	-49.06
	カ	53.81	2.39	-51.43
	ク	56.72		-56.72
	ム	69.87	0.27	-69.60
	コ	143.07		-143.07
	カ	734.37	451.08	-283.29
	オ	648.21	316.15	-332.06
	小計	1919.77 (18%)	1178.49 (13%)	-741.28
合計		10681.00 (100%)	8863.64 (100%)	-1817.37

これらの夏緑木本種の新たに発生した結果、移植前は常緑種の幹の方が圧倒的に多かったのが、移植3年後には、常緑種288本(46%)に対し夏緑種340本(54%)と夏緑種の幹の方が多くなった(表5)。またサイズの、常緑種及び夏緑種とも、高さ3m以上またはDBH2cm以上の幹が減少しているのに対し、これ以下の幹については増加した(表6,7)。

3) 胸高断面積(BA)の変化

移植前後のBAの変化を表8に示した。移植前のBAが最も大きかったのはアラカシで、次いでスダジイ、ウラジロガシ、ヤマガキと続いた。移植3年後では、やはりアラカシのBAが最も大きく、ウラジロガシ、スダジイ、ヤマガキと続いた。すなわち優占順位の2位と3位のウラジロガシとスダジイが入れ替わっただけで、移植によって優占種にそれほど大きな変化は見られなかった。

BAの合計は、移植前には10681 cm^2 ($/230 \text{ m}^2$)であったが、移植3年後には8863 cm^2 ($/230 \text{ m}^2$)に減少した。そして、この減少の値は常緑種の方が高かったが減少率では夏緑種の方が高かった。BAにおける常緑種と夏緑種の割合は、移植によって常緑種が82%から87%と増加する結果となった。

BAの減少が大きかったものは、常緑種ではアラカシ、ヒサカキ、スダジイなど、夏緑種ではオオモミジ、ヤマガキ、ヒサカキなどである。反対に、増加したものは常緑種では少なくウラジロガシ、ヤマモモ、テイカカズラなどである。また、夏緑種のBAの増加は、既存種で増加したハコネウツギやフジなどもあったが、ほとんどは新出種の増加によるものであった。

4) 移植木の活着状況

株を単位とした主な移植樹木の活着状況について表9に示した。株数についてみると、3年後まで生存していた株は移植株の46.9%と半分足らずであった。しかし根廻株の生存率についてみると、全体で96.3%に達していた。種別ではウラジロガシやアラカシ、スダジイ、ヤマガキの生存率が高く、根廻しされた株が多い樹種ほど移植3年後の生存率が高い傾向にあった。

移植した樹木は、ほとんどのものが、多かれ少なかれ葉を落とし、移植2ヶ月後には、全調査木の葉の着葉状況は平均27.5%であった。移植3年後の生存木の着葉率は平均で40%であったが、枯死木を除いて調査しているにもかかわらずウラジロガシやアラカシ、スダジイの着葉率は、移植直後に比べさらに減少していた。

萌芽と胴吹の状況についてみると、移植2ヶ月後に萌芽する株はなかったが、胴吹きは常緑種を中心に9.3%の株にみられた。3年後には、萌芽株は全体で57.3%になり、胴吹きした株も69.3%に達した。株の萌芽率が高い種はアラカシ、アオキ、スダジイ、ウ

表 9. 主な移植木（8 株以上のすべての種）の活着状況

種 名	移植株数		平均着葉率(%)		萌芽率(%)		胴吹率(%) ^{*5}		3年後生存率(%)	
	根廻株 ^{*1}	全株 ^{*2}	2ヶ月後 ^{*3}	3年後 ^{*4}	2ヶ月後 ^{*3}	3年後 ^{*4}	2ヶ月後 ^{*3}	3年後 ^{*4}	根廻株 ^{*1}	全株 ^{*2}
ウラジロガシ	5	7	61.4	27.9	0	57.1	42.9	100.0	100.0	100.0
アラカシ	11	35	33.0	28.9	0	92.3	14.3	80.8	90.9	74.3
カキノキ	3	7	47.1	60.0	0	40.0	0	80.0	100.0	71.4
スタジイ	5	10	50.1	49.5	0	57.1	30.0	100.0	100.0	70.0
アオキ	0	7	28.6	2.5	0	75.0	0	25.0	-	57.1
カマツカ	0	8	3.8	+	0	25.0	12.5	0	-	50.0
ヒサカキ	0	43	22.1	50.9	0	36.4	2.3	81.8	-	25.6
常緑種	23	115	32.2	36.4	0	66.7	11.4	78.3	95.7	52.6
夏緑種	4	45	15.9	54.6	0	20.0	4.3	33.3	100.0	32.6
全 種	27	160	27.5	40.0	0	57.3	9.3	69.3	96.3	46.9

*1 移植約1年前に根廻し作業をした株.

*2 すべての移植株.

*3 枯死した株を確認することはできず, すべての移植株に対する率.

*4 枯死した株は除き, 生存株に対する率.

*5 一つ以上の幹に胴吹が認められていた株の発生率.



写真 1. 移植元の林分.



写真 3. 作業が完了した移植元の現場.



写真 2. 移植作業において高木を搬出.



写真 4. 移植のため根巻した樹木.

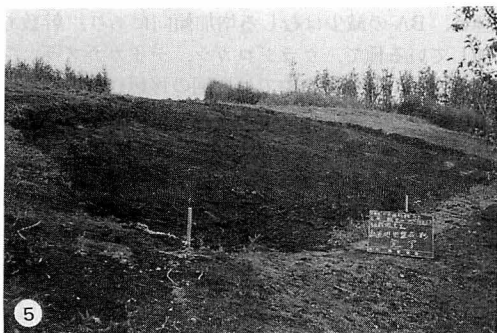


写真5. 移植先の立地。



写真9. 移植木への支住取付作業。



写真6, 7, 8. 移植先での樹木の植え付け作業。

ラジログシであり、また、胴吹率の高い種はウラジログシ、スダジイ、ヒサカキ、アラカシ、ヤマガキで、萌芽、胴吹きともに常緑種で発生率が高かった。



写真10. 平箱に入れ移動した林床群落。



写真11. 移植作業の完了後に林床保護のため敷き詰められた藁。

考 察

1. 移植に伴う森林群落への影響

生態学や自然の保全・復元に関する学術的な試験研究としての意味合いを重視し実施された照葉樹林の移植作業であるが、移植直後の状況でまず認識された林分の変化は、移植木の落葉現象である。これは特に大径幹で著しく、2ヶ月後の着葉率は全体の平均で3割を下まわっていた。夏緑種については、落葉の時期が早まった感はあるが、常緑種については、葉や枝部分の枯死によるものと考えられる。その結果、林冠層は



写真 12. 移植作業の完了した林分.

ギャップ形成と同様な状態に疎開されてしまった。また、完全に枯死した幹や株も多く、林分から姿を消してしまった木本種もあった。しかしながら、一方では多くの若い幹が発生、生長している状況がみられた。ほとんど落葉して枯死してしまったかのように見えた株からも胴吹き現象や萌芽幹の発生がみられた。また、夏緑種を中心に移植前の林分からは確認されていなかった新しい種の出現も著しかった。この新しく出現した夏緑種については、そのほとんどが移植先周辺にはみられないものであり、発生状況及び種構成からみて、多くは埋土種子起源と推察された。

岩瀬(1988)は、今回移植試験を実施した林分の土壌中の埋土種子集団について調査しているが、これによると、土壌中から発芽した種はヤツデやヒサカキ、ベニバナボロギク、ケスゲ、アカメガシワなど同定されたものだけで約 30 種、それ以外にも種名は不明ではあるが多くの種の発芽が確認されている。一般に、林床の埋土種子は、土中で長い間休眠状態にあり、その生存年数は小沢(1950)によれば、イイギリとカラスザンショウは約 10 年以上、アカメガシワやネムノキ、ヌルデは約 20 年以上に達する。このような埋土種子集団は、森林群落の高木層を構成する樹幹の枯死、倒伏等によって林冠が疎開された場合に、光や温度等の環境条件の変化によって休眠が破られ、その結果、埋土種子を起源とする新たな個体群が林床に成立し、これが森林群落の動態において重要な役割を果たしていることが知られている(Naka and Yoda, 1984; Nakagoshi, 1985; 中越・和田, 1992)。

移植後 3 年経過した時点において、この林分を構成していた種の挙動について BA と幹数の変化に基づき次の 4 つのグループに類別された。すなわち(1)衰退種、(2)萌芽再生種、(3)順増種、(4)埋土種子新出種である。(1)衰退種とは、BA、幹数ともに減少し、種によっては消滅したもので、ヒサカキ、アセビ、マルバウツギ、カマツカ、オオモミジなどであった。(2)萌芽再生種は幹の枯死等によって BA は減少したが、萌芽の発生によって幹数が増加した種で、アラカシ、スダジイ、ヤマガキの 3 種はこのグループに入る。(3)順増

種は、BA の減少はむしろ増加傾向にあり、幹数も増加している種で、ウラジロガシ、テイカカズラ、フジであった。既存種の中では今回の移植作業の影響が最も小さかったグループである。(4)埋土種子新出種は、移植によって新しく発芽、生長した種でハコネウツギ、キブシ、ヒメコウゾ、アカメガシワ、コゴメウツギ、コアカソ、モミジイチゴ、アブラギリ、ヤマザクラ、クマノミズキなどである。もちろんこれらの種すべての発生個体が移動してきた土壌中の埋土種子起源とは断定できる状況ではない。

2. 移植に影響した諸条件

一般に、植栽や移植を行う場合、7 月～9 月の夏の時期を避けるのが普通である。それにもかかわらず、今回の照葉樹林の移植作業は、ちょうどこの不適な時期にかかってしまった。当初の計画では 6 月に始め 7 月中には全ての作業を完了する予定であったが、予算の執行等の問題で工事の開始が遅れ、盛暑の時期にまで作業が伸びてしまったものである。

今回の作業に際して、いくつか幸いしたこともあった。その一つは、移植元の土壌条件である。偶然にも移植先の土壌に埋没した A 層が存在し、しかもこの肥沃な土がちょうど多くの移植木の根部にあたるところに位置していたことである。本来であればこの位置に B 層土壌の関東ローム土の占めるところであった。

今回の移植の中で最も幸いしたことは、この年の天候である。気象庁(1991)及び銚子気象台(1988b, 1988c)発表の千葉測候所の気象記録によると、1988 年の 7 月の平均気温は 21.7℃ と平年値よりも 2.6℃ 低く、千葉測候所の観測史上 7 月の平均値としては最低の記録であった。また、日照時間は 70.2 時間、日照率は 16% でこれも最低記録である。降水量については平年の値を上回る 131 mm を記録している。8 月については、平均気温が 26.3℃ と平年並みであったものの降水量は平年の 3 倍以上の 323 mm であった。日照率についても 35% と、平年の 44% に比べてかなり低い値であった。

3. 植物群落の移植の問題点

今回実施した森林群落の移植は、多くの幹を枯らし、林冠を壊し、対象となった林分にとって大きなダメージを与える結果となった。しかしそんな状況の中でも、幹が枯れても株は生き残り萌芽や胴吹きを発生させ、また、移動してきた土壌からは、埋土種子起源と推定される新たな種及び個体の発生も確認された。これらの再生、新出は、移植作業で受けたダメージを今後少しずつ回復させる力となるものと予想される。

現在、都市化の進行に伴う土地開発と自然環境の保護・保全との関係がいろいろな所の中で問題となっており、場合によっては、今回のように植物群落を移動

させなければならない状況も想定される。しかし、あくまでも自然環境の保護・保全はその現場で実施されてのみかなえられるものであり、今回の移植試験のような手段が自然破壊の代替となるものではないことは、本調査結果からも明かである。

謝 辞

今回の移植試験を実施するに当たっては、東京大学千葉演習林及び千葉県農林部南部林業事務所、千葉県教育庁文化課、(財)千葉県都市公社の皆様に数々の御便宜、御鞭撻をいただいた。また、現地の植物調査に当たっては、千葉県立中央博物館の遠藤泰彦博士と吹春俊光博士に御協力いただいた。各位に対し、厚く御礼申し上げる。

引用文献

- 千葉県立中央博物館. 1989. 千葉県立中央博物館常設展示解説書, 121 pp.
- 銚子地方気象台. 1988a. 千葉県気象年報: 昭和 63 年, 26 pp. (財)日本気象協会千葉支部. 千葉.
- 銚子地方気象台. 1988b. 千葉県気象月報: 昭和 63 年 7 月, 19 pp. (株)日本気象協会千葉支部. 千葉.
- 銚子地方気象台. 1988c. 千葉県気象月報: 昭和 63 年 8 月, 19 pp. (財)日本気象協会千葉支部. 千葉.
- 岩瀬 徹. 1988. 植生移植地における埋土種子の調査. (沼田眞編) 昭和 62 年度千葉県立中央博物館(仮称)設置に係わる自然誌資料の所在調査及び収集事業報告書, pp. 71-74. 千葉県教育委員会.
- 平田和弘. 1994. 照葉樹林の移動試験に伴う草本層群落の経年変化. 中村俊彦・長谷川雅美(編), 生態園の自然誌 I: 整備経過と初期の生物相の変化. 千葉県立中央博物館自然誌研究報告特別号 1: 141-150.
- 気象庁. 1991. 日本気象表その 1: 月別年平均・極値, 478 pp. (財)日本気象協会, 東京.
- Naka, K. and Yoda, K. 1984. Community dynamics of evergreen broadleaf forests in south-western Japan II: Species composition and density of seed buried in the soil of a climax evergreen oak forest. Bot. Mag., Tokyo 97: 61-79.
- Nakagoshi, N. 1985. Buried viable seeds in temperate forests. In: J. White (ed.), The population structure of vegetation. pp. 551-570. Dr. W. Junk, Dordrecht.
- 中越信和・和田秀次. 1992. 温帯林の植物群集の構造と動態. 個体群生態学会会報 49: 98-106.
- 中村俊彦. 1993. 都市の中のビオトープ千葉県立中央博物館生態園: 構想, 設計, 整備のあゆみ. ビオトープ: 復元と創造, pp. 114-123. 信山社サイテック, 東京.
- 小沢準二郎. 1950. 土中に埋もれた材木種子の発芽力. 林業試験集報 58: 25-43.

Transfer Effect on the Growth Performance of an Evergreen Broad-leaved Forest Stand.

Toshihiko Nakamura¹⁾, Masatoshi Hara¹⁾, Keiichi Oono¹⁾ and Tomoya Yoshino²⁾

¹⁾ Natural History Museum and Institute, Chiba, 955-2 Aoba-cho, Chuo-ku, Chiba 260, Japan

²⁾ Chibaken Chiikiseibi Kyokai, 4-17-3 Chuo, Chuo-ku, Chiba 260, Japan

An evergreen broad-leaved forest community, native to the southern Boso Peninsula, was restored at the Ecology Park, Natural History Museum and Institute, Chiba. The original stand, dominated by *Cyclobalanopsis* and *Castanopsis*, covered 230 m² in area. The entire stand, including trees and shrubs, ground-cover plants, litter, boulders and 40 cm of soil, was carefully removed and trucked 50 km to the Ecology Park. The community was installed on the south-facing slope, with great care taken to retain the unity of the system.

324 stems, belonging to 26 woody species were recorded in the original stand. The total basal area was 4500 cm²/100 m² and the maximum tree height was 14 m. After the transplanting, a large number of leaves and branches withered, and so the stand canopy was partly destroyed. Over a two years period 168 stems and 8 of the original woody species disappeared. On the other hand, 37 additional woody species, totaling 472 stems newly emerged. The number of stems thus increased up to 628, but the total basal area decreased. Most of the new species were deciduous trees and shrubs that most likely grew from seeds buried in the original soil.

The original stand represented a dense mature forest of tall evergreen broad-leaved trees. The transfer process disturbed the forest canopy, creating an opportunity for pioneer deciduous species to gain a foothold. In the future this restored forest will be clearly monitored to observe the patterns of succession and interaction between these two groups of trees.