

谷止工周辺での森林表土の播きだしによる緑化

山瀬 敬太郎

Keitaro YAMASE

Slope greening utilizing soil seedbanks in the check dam

I はじめに

近年、生物多様性の保全に配慮した緑化植物の取り扱いが求められており（1）、緑化用外来牧草であるシナダレスズメガヤなどの外来種の逸出（2）や自生種であっても遠隔地からの移入による遺伝的攪乱（3）が問題となっている。こうした中、森林表土に含まれる埋土種子を利用した森林表土利用緑化工法は、地域固有の遺伝子プールを持つ自生種による植生の成立が期待できることから、地域生態系の保全に有効な工法（4）であると期待されている。このため、森林表土の吹き付けや播きだしによって、その中に含まれている埋土種子の発芽・定着による緑化が試みられている（5、6、7、8、9）。

本調査では、治山堰堤の建設時に発生する堰堤周辺の裸地において、森林表土の播きだしによる緑化を実施し、森林表土の播きだしを実施しない場合に成立した植物群落を構成する種のサイズや組成との比較を行うとともに、表土の採取方法の違いによる比較を行った。

日本海



図-1 調査地の位置

なお本調査の一部は、兵庫県農林水産部治山課の平成16年度委託事業「現地採取の表土と植物を用いた緑化試験」により実施したものである。

II 調査地

調査地は、神崎郡市川町谷（以下、市川調査地）と佐用郡佐用町中島（以下、佐用調査地）の治山事業地で（図-1）、市川調査地の年平均気温が13～14℃、年降水量が1,400～1,500mm、佐用調査地が15～16℃、1,500～1,600mmであり、いずれの調査地も概ね瀬戸内気候区の影響を受ける地域に属するが、沿岸部に比べると、気温の日・年較差が大きい地域である。

III 調査方法

1. 森林表土の採取

森林表土は、治山事業地に隣接したスギ林内から採取した（写真-1）。採取方法は、市川、佐用いずれの調査地においても、5cm程度の深さを目安に、人力による表土採取（以下、人力採取）と、0.7m³のバケツを装着した油圧ショベルによる表土採取（以下、機械採取）を行った。以下に記述する現地播きだし用の森林表土は、市川調査地が2004年4月30日、佐用調査地が2004年11月17日、播きだし発芽試験用の森林表土は、市川調査地が2004年4月30日、佐用調査地が2004年6月2日に採取した。

2. 森林表土の現地播きだし試験

森林表土の播きだしを行った場所は、市川調査地が海拔520m、斜面方位S70W、勾配15°、佐用調査地が海拔170



写真-1 森林表土採取地点（左/市川、右/佐用）

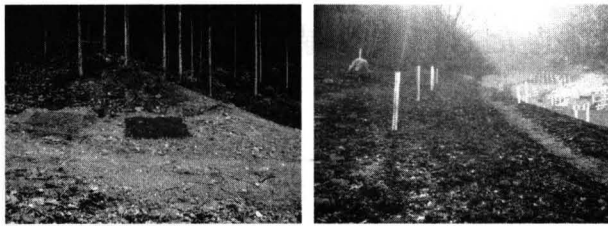


写真-2 森林表土播きだし地点（左/市川、右/佐用）

m、斜面方位N30W、勾配15°である（写真-2）。いずれの調査地とも、治山工事の谷止工の埋め戻し部分に、人力および油圧ショベルを用いて、約3m×3m、厚さ約5cmで播きだしを行った。また市川調査地では森林表土の播きだしを行わない対照区も設定した。なお播きだしは、森林表土採取後すぐに実施した。

3. 植生モニタリングの方法

森林表土の現地播きだしを実施した後、人力採取区、機械採取区、対照区（市川試験地のみ）のそれぞれに2m×2mの試験区画を設置し、播きだし後の植生モニタリングを実施した。植生モニタリングは、2004年（佐用試験地は2005年）から2007年にかけての毎年8月に行い、試験区画ごとに、出現した植物の種名と被度（%）、植物高および植被率（%）を記録した。また、得られた調査結果をもとに出現種の一覧を整理するとともに、積算優占度（ SDR_2 ）を次式により算出した。

$$SDR_2 = (\text{植物高相対値} + \text{被度パーセント相対値}) / 2$$

4. 森林表土の室内発芽試験

現地播きだしに利用した森林表土にどのような発芽可能種子が含まれているかを明らかにするため、各調査地から採取した森林表土の一部を兵庫県宍粟市山崎町の兵庫県立農林水産技術総合センター森林林業技術センターに持ち帰り、コンテナ（43 cm×32 cm（0.7m²）、深さ12 cm）にその日のうちに播き出した。播き出しの厚さは、コンテナの底にパーミキュライト2 cmを敷き詰めた上に、表土の厚さを2cmとした。このような播きだし区を1試験区につき5回反復で設定した。灌水は原則的に1日1回以上行った。調査は、実生出現法（10）により発芽個体の種名と個数を試験区ごとに記録した。発芽の観察は2週間に1回程度とし、2005年4月まで観察を継続した。なお、外部からの飛散種子の混入を避けるために、調査はガラス室内で行った。

IV 結果と考察

1. 現地播きだし試験と室内発芽試験

森林表土の室内発芽試験の結果（表-1（市川調査地）、表-2（佐用調査地））、市川調査地では、スギの個体数

が最も多く、その他に木本種のヒメコウゾや草本種のオカトラノオ、コブナグサ、チヂミザサ、ホラシノブの個体数が多く、0.7m²における種数が31種、1Lあたりの個数が16.4±3.9個であった。また佐用調査地では、オオバタネツケバナが最も多く、木本種のカラスザンショウ、クマイチゴ、ヒサカキ、ヒメコウゾや草本種のアオスゲ、オカトラノオ、セイタカアワダチソウ、チヂミザサ、ヒメジョオンの個体数が多く、0.7m²における種数が32種、1Lあたりの個数が33.7±14.4個であった。

森林表土の現地播きだし結果との比較（表-1、表-2）では、いずれの試験地とも、室内試験で発芽を確認した植物種の多くが現地播きだしでも発芽・定着していたが、中には、佐用試験地のオオバタネツケバナのように、埋土種子密度が119個体（5コンテナの合計個数）と発芽した植物の中で個体数が最も多かつたにもかかわらず、現地播きだしではまったく定着していない植物種もみられた（表-2）。オオバタネツケバナの本来の生育地は水湿地や川辺である（11）ことから、谷止工の埋め戻し部分のような乾燥しやすい条件下では、定着出来なかったものと考えられる。

次に、森林表土の現地播きだしによる SDR_2 の経年変化をみると、市川調査地（表-3）のいずれの調査区とも、播きだし後2年目（対照区は播きだし後3年目）まではベニバナボロギクやタケニグサの草本種が最も優占するが、播きだし後4年目ではカラスザンショウやヒメコウゾの木本種に置き換わる傾向がみられた。一方、佐用調査地（表-4）の播きだし3年目では、木本種のタラノキが最も優占度が高かつたものの、播きだし2年目までは優占していなかったセイタカアワダチソウが、タラノキに次いで優占する傾向がみられた。セイタカアワダチソウは、室内発芽試験では佐用調査地のみでみられた植物種であることから、セイタカアワダチソウが埋土種子に含まれる場合は、この種が優占してしまい、他の植物の生育を阻害する可能性が高く、注意を要する。

2. 森林表土播きだしの有無の比較

市川調査地における森林表土の播きだしの有無による植被率（図-1）、出現種数（図-2）、群落高（図-3）を比較した。播きだし1～2年目の植被率は、森林表土を播きだした区（人力採取区と機械採取区、以下同じ）と比較して対照区はやや劣るものの、播きだし後3年目以降はほとんど差がみられなくなった（図-1）。一方、調査期間中を通じて、森林表土を播きだした区と比較して対照区は出現種数が低く（図-2）、森林表土を播きだした区で比較的高い被度でみられるアカメガシワやイヌザンショウ、カラスザンショウなどの木本種は、対照区ではみられなかった（表-1）。また群落高は、森林表土を播

表一 森林表土中の埋土種子個数と、現地播きだしにより成立した植生の被度パーセント(市川調査地、埋土種子個数は、5 コンテナの合計個数(実数)を示す)

埋土種子個数	人力採取区				機械採取区				対照区				
	2004	2005	2006	2007	2004	2005	2006	2007	2004	2005	2006	2007	
アオスケ	1	0.02	5	5	20	0.05	20	30	90	0.5	5	10	40
アオツツ ^{ラフシ}			1	1	2								
アカソ							2	1	1				5
アカメカ ^{シウ}			3	4	5		1	5	8				
アキノケリンソウ	1		1	1						3	10	10	
アフ ^{ラチヤン}	1	0.1	1	1	1		1	1	1				
アレチウリ					3								
イヌサ ^{ンショウ}		0.1	3	5	5		0.5	1	3				
イヌツゲ	3												
イヌホオズ ^キ													1
ウト ^ク													
オカトラノオ	32		3	3	3		1	1	3	0.5	2	40	
オトコエシ	3												
オニタビ ^{ラコ}	2												
カタハ ^ミ								0.1	0.1				
カラスウリ			5	5	3								
カラスサ ^{ンショウ}	1	8	25	30	85	2	10	20	50				
キラソウ		1		1	1								
クサキ				5	15			10	5				
クマイチコ	7	1	5	10	10		10	10	10		10	5	
クワクサ	1												
コアソ													3
コナスピ	1	0.05	10	5	1	1							
コフ ^{ナク^サ}	87				0.1								
シハイスミレ	6												
ジ ^{ヤケツイハ^ラ}		1	5	5	3			0.5	0.5				
シュウブ ^{ンソウ}									2				
スキ	95	0.02				0.01	0.1	1					
スキ ^ナ							2	2					
スミレ													0.01
タケク ^サ	4		20	5	2	35	30	20	1	30	50	30	
タチツホ ^{スミレ}						0.02			0.1				
タチト ^{コロ}									0.01				
タニウツキ					2		2	2	5				
タラノキ	1	0.05				4	10	10	10	1	10	10	10
タンキリマメ									1				0.5
タ ^{ント^{ホ^{ロキ^ク}}}				1				1					
チチ ^{ミサ^サ}	12	1	3	5	10	0.1		2	5				
チト ^{メク^サ}		1.5	5	5	3								
ツタ				1									
ツユクサ				2	1								
ツルアリト ^{オシ}	1	2											
テイカカス ^ラ	3			1	0.5								
ト ^{ク^{タ^ミ}}													2
ナカ ^{ハ^{タチツホ^{スミレ}}}		0.1											
ナカ ^{ハ^{モミシ^{イチコ}}}	4					2	6	20	20	0.1	4	1	3
ナキリスケ		0.02	4	5	3				1				2
ニカ ^{イチコ}					10		3	3	5				
スルテ									4				
ノササケ					0.1								
ノフ ^{ト^ウ}	3	0.01		1	1					0.05			
ハシカク ^サ		0.05								2		10	0.5
ハハコク ^サ	1												
ヒサカキ	9			0.5	0.5								
ヒノキ					0.1	0.01							
ヒメコウソ	20	1	5	5	5	1	5	10	10	1	5	5	50
ヒメムカシヨモキ			2	2									
ヒ ^{ロート^{イチコ}}	2					0.05	1	5	5				
フシ							1	2	3				
フユイチコ					8		3	3	3				
ベ ^{ニハ^{ナホ^{ロキ^ク}}}	1	60		2		15		1					
ホラシノフ	16												
マツカセ ^{ソウ}					0.01				0.01	0.1	1	10	5
ムラサキシキブ	2	0.02			1	0.01	2	3	5				
ヤフ ^{ムラサキ}	2	0.1	5	5	5								
ヤマウルシ			2	2									
ヤマハキ			1	2	2								
ヤマハセ						0.01							
ヤマフ ^キ													5
ヨウシュヤマコ ^{ホ^ウ}										0.1			
ヨモキ										0.1	5	50	5
ラセンソウ	3												
リョウブ	1												
ワラビ				2									

表-2 森林表土中の埋土種子個数と、現地播きだしにより成立した植生の被度パーセント(佐用調査地、埋土種子個数は、5コンテナの合計個数(実数)を示す)

埋土種子個数	人力採取区			機械採取区			
	2005	2006	2007	2005	2006	2007	
アオスケ	17	1	2	20	0.05	2	3
アオツツラフジ			0.1				
アキノキノソウ	5						
アメリカセンダングサ	8			5	1		
イタドリ	2						
イノコヅチ		0.3	1	2			0.1
ウツキ	1						
ウト							15
エビヅル			0.3				1
オオハタネツクハナ	119						
オカタツナミソウ	1	1	1	0.3	1	0.3	1
オカトラノオ	15	1		0.1	1	0.3	1
オトギリソウ			0.01	0.3		0.1	
オトコエシ	1		1	1		1	2
カマスミ		1	1	1			
カヤツリクサ					1		
カラスサンショウ	21	2	0.1	0.3	1		
キランソウ				0.1	0.1		
クナイチコ		0.1					
クマイチコ	14						5
クワクサ	3						
コシキイチコ		1	1	1	2	0.3	1
コナスビ		3	0.3		5	0.3	1
コブナクサ	5						
サクラタテ		1	5		0.3	3	
ササクサ				1	2		10
ササユリ		1	1	1			
シヤノヒゲ				0.3	0.1		0.3
シライトソウ				0.3			
ススキ						2	0.3
スマレ		5	5	10	5	5	2
セイケアワタチソウ	12		1	25	0.3	3	30
タチトコロ		0.1		0.1			
タラノキ	6	7	30	30	2	10	35
ダントホロキク		1	3		1	10	
チコユリ	4						
チヂミササ	10	4	4	6	2	2	1
ツタ		0.3		0.1	1	1	0.3
ツユクサ		3	10	1	0.1		
テイカカズラ					0.3	0.03	0.3
ナカハモミシイチコ		1	2	2	1	2	5
ヌスビトハギ		0.05	0.3	1		2	3
ヌルテ		0.3	1	2	0.03	1	1
ネムノキ	3	1	9	17	0.5		
ノゲシ	5						
ノササゲ				0.3			
ノブトウ	1	1	1	1	1	1	1
ハシカグサ		4					
ヒサカキ	25						
ヒメコウゾ	49	0.2	1	3	0.3	2	5
ヒメシヨオン	28				0.3	1	
ヒメトコロ				0.3			0.5
ヒメムカシヨモギ		0.5	1		4	1	
フジ				0.1			
フユイチコ		0.05	0.05	1			
ヘニハナホロキク	4						
ホウキク	1						
ホシノフ	2						
マダタヒ	1						
ミスヒキ		1	1		1	2	
ミツハツチク		0.3	0.3	0.05	1	4	3
ムクノキ		1		0.3			
ムラサキシキブ				2			0.3
メリケンカルカヤ		1	1				
ヤマウルシ	9	0.3					
ヤマハギ	1			6			
ヤマハッカ					10	45	
ヨウシュヤマゴホウ	1	2	15				
ヨツハムク			1	1			
ヨモギ				1			
ラセンソウ	4						
リュウブ	1						

表-3 積算優占度 (SDR₂) の経年変化 (市川調査地)

	2004		2005		2006		2007	
	種名	SDR2	種名	SDR2	種名	SDR2	種名	SDR2
人力採取区	ヘニハナホロキク	100.0	タケノコサ	90.0	カラスサシヨウ	100.0	カラスサシヨウ	100.0
	カラスサシヨウ	30.3	カラスサシヨウ	87.1	クマイチゴ	52.1	クサキ	49.9
	ジヤケツイハラ	21.7	クマイチゴ	28.1	タケノコサ	43.8	クマイチゴ	24.6
	イヌサシヨウ	12.4	ヒメコウゾ	24.2	ヒメコウゾ	39.6	イヌサシヨウ	23.7
	ヒメコウゾ	11.3	ヤブムラサキ	24.2	ヤマハキ	30.4	ヒメコウゾ	19.0
機械採取区	タケノコサ	71.8	タケノコサ	100.0	カラスサシヨウ	100.0	カラスサシヨウ	77.8
	ヘニハナホロキク	71.4	クマイチゴ	41.7	ナガハモミシイチゴ	73.3	アオスケ	55.7
	カラスサシヨウ	19.7	カラスサシヨウ	41.0	アオスケ	57.5	タラノキ	47.6
	タラノキ	16.2	アオスケ	38.0	タラノキ	45.0	アカメカシワ	40.8
	ナガハモミシイチゴ	9.2	タラノキ	26.1	ヒメコウゾ	41.7	クマイチゴ	39.6
対照区	タケノコサ	100.0	タケノコサ	100.0	ヨモギ	88.0	ヒメコウゾ	100.0
	タラノキ	22.3	クマイチゴ	36.1	タケノコサ	80.0	タラノキ	52.7
	ナガハモミシイチゴ	14.3	タラノキ	33.9	オカトラノオ	42.0	アオスケ	45.5
	マツカセソウ	13.2	アキノキノソウ	26.5	マツカセソウ	42.0	アキノキノソウ	44.4
	アオスケ	12.8	ヨモギ	24.6	タラノキ	40.0	アカリ	26.9

表-4 積算優占度 (SDR₂) の経年変化 (佐用調査地)

	2005		2006		2007	
	種名	SDR2	種名	SDR2	種名	SDR2
人力採取区	ツクサ	67.6	タラノキ	67.3	タラノキ	99.3
	タラノキ	66.1	タントホロキク	54.3	セイカアワダチソウ	78.8
	ササユリ	55.8	ヨウシュヤマゴホウ	48.3	ネムノキ	73.2
	ヨウシュヤマゴホウ	53.5	ヒメムカシヨモギ	41.8	ヤマハキ	56.0
	スミレ	47.8	メリケンカルカヤ	30.0	ノブトウ	45.6
機械採取区	アメリカセンタングサ	67.6	ヤマハッカ	65.2	タラノキ	68.4
	ヒメムカシヨモギ	67.4	タントホロキク	54.6	セイカアワダチソウ	54.8
	ヤマハッカ	60.0	ヒメムカシヨモギ	50.5	ヒメコウゾ	34.3
	ナガハモミシイチゴ	47.5	ススキ	28.3	ヒメトコロ	31.8
	タントホロキク	34.7	ミスヒキ	22.1	ウト	31.3
				ササクサ	31.3	

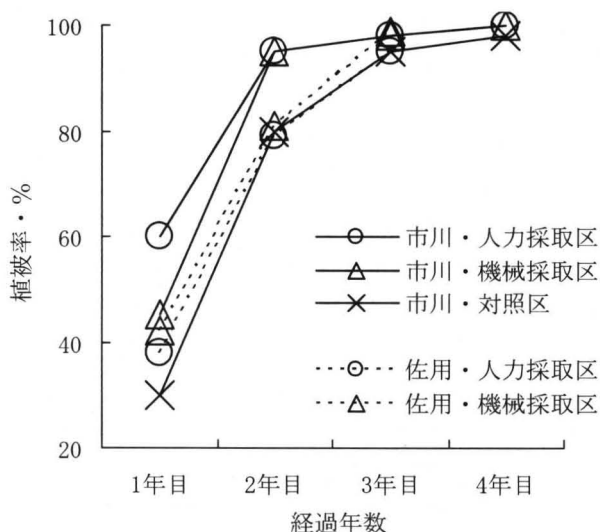


図-1 植被率の経年変化 (市川・佐用)

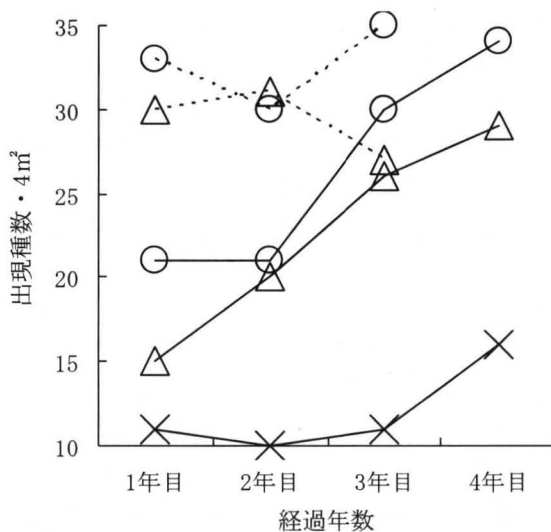


図-2 出現種数 (4m²) の経年変化 (市川・佐用)
(凡例は、図-1に同じ)

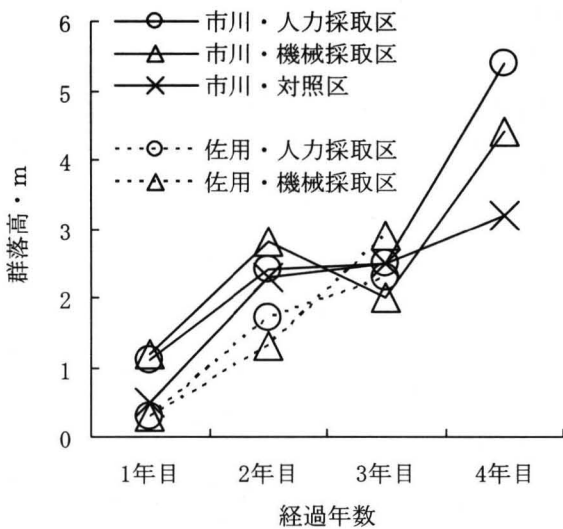


図-3 群落高の経年変化(市川・佐用)

きだした区で、播きだし2~3年目にかけて、草本種から木本種の優占種の交代に伴う群落高の減少がみられるものの、播きだし4年目の群落高は対照区で最も低かった(図-3)。以上のことから、森林表土の播きだしは、植物種の多様性を高めるとともに、いち早く先駆性樹種で構成される樹林群落を成立させるのに効果があると考えられる。

3. 人力採取と機械採取の比較

人力採取と機械採取による植被率(図-1)、出現種数(図-2)、群落高(図-3)を比較した。今回の調査では、市川調査区、佐用調査区とも、植被率や群落高で大きな差がみられないものの、播きだし3年目以降の出現種数で、機械採取区よりも人力採取区で上回る傾向がみられた。埋土種子の深さ別分布は、深さ0~5cmまでの土壤中に80%以上の種子が存在することがわかっており

(12)、この表層部の土壌を採取することが重要である。今回の0.7 m³のバケツを装着した油圧ショベルによる機械採取では、埋土種子が少ない5cmより深い土壌を採取してしまったために、単位面積における出現種数に換算した場合、出現種数が少なくなってしまうものと考えられ、森林表土の機械採取によって、生物多様性の確保を目的とする場合には、今回用いたバケツより小さいものを使用したり、オペレーターに出来る限り表層の土壌を採取するよう指示するなどの注意が必要であろう。一方、植被率や群落高は採取方法による違いがほとんどみられなかったことから、初期緑化を目的とした利用には、機械採取でも支障がないものと考えられる。

本調査を実施するにあたり、兵庫県農林水産部治山課、中播磨県民局姫路農林水産振興事務所および西播磨県民局上郡農林水産振興事務所の皆様には、大変お世話になりました。厚くお礼申し上げます。

引用文献

- (1) 日本緑化工学会(2002) 生物多様性保全のための緑化植物の取り扱い方に関する提言. 日本緑化工学会誌27(3): 481-491.
- (2) 村中孝司(2005) 外来種の侵入が在来種の生育や生物多様性に及ぼす影響について. 植生情報9: 79-87.
- (3) 津村義彦・岩田洋佳(2003) 遺伝的変異性を考慮した緑化とは. 日本緑化工学会誌28: 470-475.
- (4) 細木大輔(2006) 緑化における森林の土壌シードバンクの利用. 「生物多様性緑化ハンドブック」(亀山章監修): 197-199, 地人書館, 東京.
- (5) 細木大輔・米村惣太郎・亀山章(2004) 関東森林の土壌シードバンクにおける緑化材料としての利用可能性とその測定方法. 日本緑化工学会誌29: 412-422.
- (6) 陣門泰輔・佐藤治雄・森本幸裕(2000) 森林表土播きだしによる荒廃地緑化に関する研究. 日本緑化工学会誌25: 397-402.
- (7) 久保満佐子・川西基博(2007) 山梨県本栖湖岸の治山堰堤における森林土壌を用いた緑化事例. 植生学会誌24: 65-69.
- (8) 梅原徹・永野正弘・麻生順子(1983) 森林表土のまきだしによる先駆植生の回復法. 緑化工技術9: 1-8.
- (9) 山瀬敬太郎・関岡裕明・河島章二郎・久保繁夫(2004) 現地表土を用いた埋土種子による法面緑化. 日本緑化工学会誌30: 316-319.
- (10) 浜田拓・倉本宣(1994) 実生出現法によるコナラ林の埋土種子集団の研究およびその植生管理への応用. ランドスケープ研究58: 76-82.
- (11) 佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亘理俊次・富成忠夫(編)(1982) 日本の野生植物草本II 離弁花類. 318pp, 平凡社, 東京.
- (12) 中越信和(1981) 再度山の森林群落における埋土種子集団の研究. 再度山永久植生保存地調査報告書第2回: 69-94.