

Effect of Slope Aspects on the Growth of Ground Cover Plants and Their Soil Conservation Abilities

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2019-03-22 キーワード (Ja): キーワード (En): ground cover plants, levee, slope aspects, soil conservation, weed, coverage, soil moisture, solar radiation 作成者: 大谷, 一郎, 渡辺, 修, 伏見, 昭秀 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24514/00001617

畦畔法面への利用を前提としたグラウンドカバープランツの 生育および土壌保全機能と植栽斜面方位との関係

大谷一郎・渡辺 修*・伏見昭秀

Key words : ground cover plants, levee, slope aspects, soil conservation, weed, coverage, soil moisture, solar radiation

目 次

I 緒 言	39	育との関係	47
II 材料および方法	40	IV 考 察	47
III 結 果	41	1 植栽斜面方位とグラウンドカバープランツの生育	47
1 グラウンドカバープランツの被度	41	2 グラウンドカバープランツの生育と雑草の発生	48
2 グラウンドカバープランツの地上部および地下部器官の乾物重, 推定葉面積指数	42	3 グラウンドカバープランツの生育と土壌流亡	49
3 雑草発生量	43	V 摘 要	50
4 積算日射量, 土壌水分	44	謝 辞	51
5 雑草発生とグラウンドカバープランツ生育との関係	44	引用文献	51
6 土壌流亡量	44	Summary	53
7 土壌流亡とグラウンドカバープランツ生育との関係	47		

I 緒 言

中山間地域の農村では農業従事者の高齢化の進展とともに、畦畔法面の雑草管理に要する労力を削減する技術の開発に対する期待が高まっている。畦畔法面は平地の水田では一般に狭いものの、中山間地域の傾斜が大きい地域では、大規模な場所があり、雑草管理に苦慮している。また、圃場整備によって新規に造成された畦畔法面は当初植生がないため、降雨によって表土が侵食されたり、部分的に崩壊する場合もみられる。畦畔植生の省力管理技術として、グラウンドカバープランツと呼ばれる植物を植栽して法面を被覆することで雑草の発生を抑制する技術

の研究が進んでいる。グラウンドカバープランツとは「公園、庭園をはじめとする様々な空間内の平坦地、法面などの地表面、さらには建築物壁面などの垂直面を修景その他の機能目的のために群植することによって密に被覆する植物の総称」と定義されており¹²⁾、近年畦畔法面においてセンチピードグラスやシバザクラを導入している地域もみられる。

畦畔法面の雑草管理は、通常年間3-4回の刈り払いが行われている。畦畔法面を草丈が低く、草刈りを軽減できるグラウンドカバープランツで被覆することにより、刈払いやその後の集草作業等の畦畔雑草の管理労力が削減できると考えられる。また、圃場整備を実施した直後の植被がない畦畔法面では、植生により被覆することで地下部器官による土

(平成18年5月22日受付, 平成18年9月27日受理)

カバークロープ研究近中四サブチーム

*現信州大学

壤の締め固め効果や降雨による侵食防止効果が期待できる。さらに、畦畔法面にグラウンドカバープランツを導入する副次的な効果として景観向上や斑点米カメムシ被害の防止効果も報告されている^{9, 20)}。

グラウンドカバープランツとして用いられている草種は、一般的に環境耐性が強く、長期間植生を維持できる草種が多い。畦畔法面の立地・環境条件は多様であるため、導入場所の条件に適した草種を利用することで植被を安定的に長期間維持し、期待した雑草防止機能や斜面の土壤保全機能が得られると考えられる。これまでグラウンドカバープランツの生育特性に関しては被覆速度や土壤保全機能の草種比較が行われているが^{3, 7)}、方位の異なる斜面間で草種間の生育を比較した報告はみられない。畦畔法面には、様々な方位の斜面があるが、斜面では方位によって受光量が異なるため、地温、土壤水分条件等にも違いがみられることから¹⁷⁾、斜面方位は植物の生育にも強い影響を与えるとされている²¹⁾。さらに、グラウンドカバープランツの生育だけではなく、環境条件の違いにより雑草の発生状況も異なると考えられ、両者の競合関係にも影響を与えていることが予想される。

本稿では北斜面と南斜面のみを検討しているが、これは植物の生育環境として日射条件が異なる両斜面で比較を行い、グラウンドカバープランツの生育が斜面の方位によって異なることが判明すれば、今後畦畔法面に利用する場合の草種選択の際に気候条件、土壤条件等以外に斜面方位を考慮すべきであることが明らかになる。さらに研究が進展することによって斜面方位別に適草種が明らかになれば植栽後に導入草種が枯死したり、期待した雑草抑制効果が得られないといった失敗が減少することが期待される。

そこで、グラウンドカバープランツを北斜面と南斜面に植栽し、被覆能力や植被の維持等の生育特性の違いや、雑草の抑制程度、土壤保全力の調査を行い、グラウンドカバープランツ利用による畦畔法面管理技術の確立に資する知見を得るために実験を実施した。

II 材料および方法

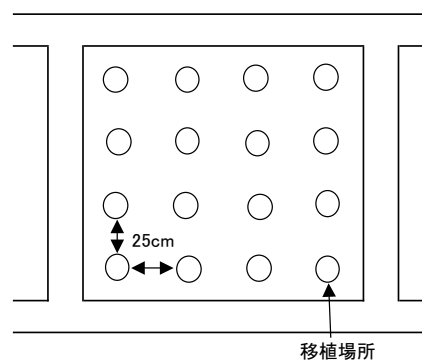
供試した草種は第1表に示す12草種である。用い

た品種はシバは朝萌、センチピードグラスはティフ・ブレア、宿根バーベナはテネラ、リシマキアはヌムラリアであり、他の草種は品種名は不明である。2001年5月に近畿中国四国農業研究センター(広島県福山市)の圃場において、東西方向に長さ16m、高さ約80cm、北斜面および南斜面の傾斜が畦畔法面の一般的な傾斜に近い32°の実験畦畔を造成した(写真1)。圃場の表土をバックホーで踏み固めながら積み、上に山土(マサ土)を積んで造成した。土壤のpHは4.8、全窒素含有率は0.03%、有効態リン酸含有率は2.0mg/100gである。圃場内に造成していることから、水田畦畔とは土壤の水分環境が異なる可能性がある。実験畦畔の北斜面および南斜面に6月15、18日にグラウンドカバープランツの市販のビニールポット苗を第1図のとおり25cm間隔に移植した。1区は1m×1mで、2反復で実施した。2002年以降、植栽をしない対照区を設けた。シバはセンターの圃場にて育成した苗を掘り取り、5cm×5cmの大きさに切断したソッドを25cm間隔に移植した。センチピードグラスは条播(条間20cm、播種量10g/m²)した。

調査は、約2週間間隔にグラウンドカバープランツの被度を調査した(12月から2月は除く)。2002

第1表 供試したグラウンドカバープランツ

No.	草種	学名	略称
1	シバ	<i>Zoysia japonica</i> Steud.	Zoy
2	センチピードグラス	<i>Eremochloa ophiuroides</i> (Munro) Hack.	Ere
3	アジュガ	<i>Ajuga reptans</i> L.	Aju
4	アークトセカ	<i>Arctotheca calendula</i> Levyns.	Arc
5	宿根バーベナ	<i>Verbena tenera</i> Spreng.	Ver
6	マツバギク	<i>Lampranthus spectabilis</i> Haw.	Lam
7	シバザクラ	<i>Phlox subulata</i> L.	Phl
8	ヒメワダレソウ	<i>Phyla podiflora</i> L.	Phy
9	リシマキア	<i>Lysimachia nummularia</i> L.	Lys
10	ポテンティラ	<i>Potentilla verna</i> L.	Pot
11	メキシコマンネングサ	<i>Sedum mexicanum</i> Britt.	Sed
12	ピンカ・マジョール	<i>Vinca major</i> L.	Vin



第1図 グラウンドカバープランツの植栽方法



写真1 実験畦畔



写真2 土壌流亡量の測定状況

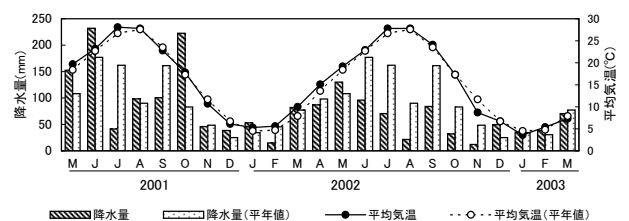
年10月8～11日に20cm×20cm、深さ20cmの土壌を掘り取り、地上部を切り分けて70℃で乾燥してグラウンドカバープランツの乾物重を測定した。また、地下部器官による土壌保全機能を評価するために土壌は深さ別に表層から深さ5cmまでと5cm以下の層に分けて水洗して地下部器官の乾物重を測定した。なお、シバについては、土壌中に生育しているほふく茎を地上部とした。また、グラウンドカバープランツの茎葉による日射の遮蔽が雑草の発生に及ぼす影響を検討するため葉面積指数をプラントキャノピーアナライザー (LI-COR社, LAI-2000) を用いて2001年7月25日および9月27日に算出した。雑草の発生の調査は、実験区中央 (50cm×50cm) において、雑草の発生本数を種類別に2001年は4回、2002年は6回調査し、調査後に雑草は除去した。また、被度を2001年8月13日と2002年4月9日に調査し、乾物重を2002年4月11日に測定した。グラウンドカバープランツによる日射の遮蔽が雑草の発生に及ぼす影響を検討するため、簡易日射計フィルム (大成化工株式会社, R-2D) を用いてグラウンドカバープランツ群落内の地表面の積算日射量を2001年10月9～12日に測定し、無植栽区との相対値を算出した。雑草の発生に及ぼす土壌環境の影響を検討するため、表土 (地表から深さ6cm) の含水率は、FDR土壌水分計 (大起理化工業, DIK-311A) を用いて2002年5月22日から7月29日に9回測定した。グラウンドカバープランツの植栽による斜面での土壌侵食防止機能を評価する目的で実施した土壌流亡量の測定は、写真2のとおり、実験区下方に掘

った溝に置いた容器に、実験区中央の幅60cmから降雨にともなって流出する土壌が堆積する装置を設置して行った。2002年4月9日から10月4日までと12月6日から2003年3月28日までに堆積した土壌重量 (風乾重量) を測定した。測定値は対照区 (無植栽) を100とした比率で示した。

Ⅲ 結 果

1 グラウンドカバープランツの被度

試験期間中の平均気温および降水量を第2図に示す。平均気温は、2001年は5月から7月まで、2002年は1月から5月まで平年値より高めに推移した。降水量は2002年の6月から11月まで平年よりも少なかった。



第2図 実験期間中の平均気温と降水量の推移

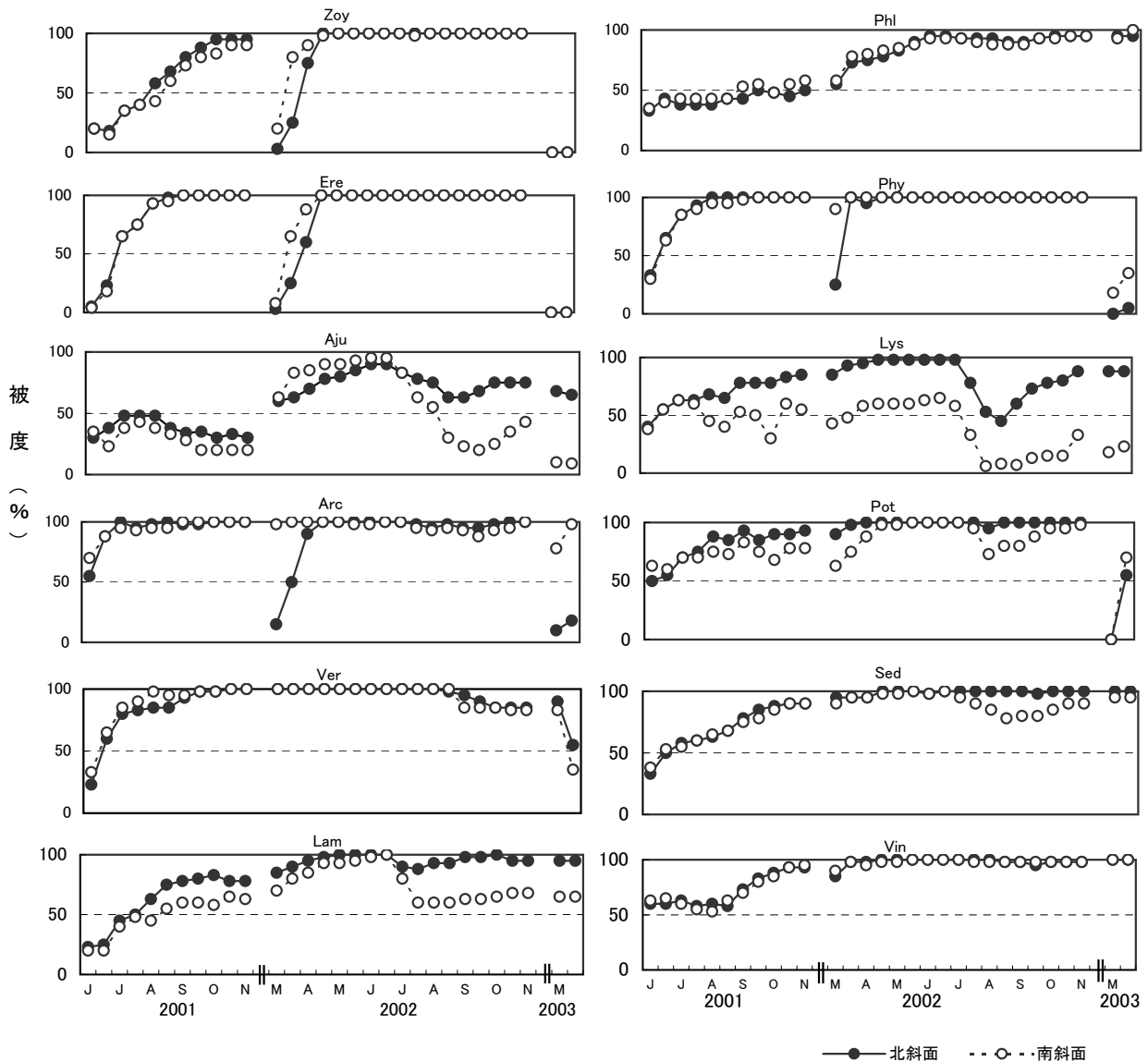
第3図に各草種の北斜面および南斜面における被度の推移を示す。アークトセカ、ヒメイワダレソウ、宿根バーベナは被覆速度が速く、7月17日には被度が80%以上になったのに対して、シバザクラは被覆

速度が遅く、移植翌年の5月に被度が80%を上回った。リシマキア、アジュガ、ポテンティラは、南斜面で夏季に枯死する個体がみられ、移植翌年にリシマキアは6%、アジュガは20%、ポテンティラは73%まで被度が低下した。一方、アークトセカは冬季に茎葉が枯れあがった後の春季の再生が北斜面よりも南斜面のほうが良好であり、早期に全面を被覆する傾向がみられた。マツバギクは南斜面よりも北斜面のほうが被度が高く推移したが(2001年は約20%、2002年8月以降は約30%)、南斜面の1反復に病害が発生して枯死株が生じたためであり、南斜面の他の反復は北斜面と同等の被度で推移した。シバ、センチピードグラス、ヒメイワダレソウは春季

の再生が南斜面のほうがやや早かった。南斜面では概ね4月上旬に再生したのに対し、北斜面では4月下旬であった。

2 グラウンドカバープランツの地上部および地下部器官の乾物重, 推定葉面積指数

移植翌年の10月のグラウンドカバープランツの乾物重を第2表, 移植当年の7月と9月の推定葉面積指数を第3表に示す。夏季に被度が低下した草種があったが、全草種が概ね地表面を全面被覆した時期に調査を実施した。地上部の乾物重は、宿根バーベナおよびマツバギクでは南斜面のほうが有意に多かった。また、リシマキア、アジュガでは枯死する個



第3図 グラウンドカバープランツの被度の推移

第2表 グラウンドカバープランツの地上部および地下部器官の乾物重

草種	地上部		地下部器官					
	北斜面	南斜面	北斜面			南斜面		
			0-5cm	5-20cm	合計	0-5cm	5-20cm	合計
Zoy	1718	1740	100	55	155	110	83	193
Ere	2180	2038	108	75	183	95	143	238
Aju	295	108	113	48	161	20	18	38 *
Arc	685	530	108	73	181	148	85	233
Ver	718	1483 *	140	108	248	288	145	433 *
Lam	915	1695 *	93	83	176	130	130	260
Phl	1493	1795	195	78	273	180	125	305
Phy	1123	1288	155	150	305	315	258	573 *
Lys	253	33	168	35	203	93	20	113
Pot	243	273	170	33	203	343	108	451 *
Sed	500	763	25	8	33	55	15	70
Vin	750	865	110	110	220	125	125	250

注1) 表中の数字の単位は g/m².

2) *を付した処理では斜面の方位間に5%水準で有意差あり.

3) 2002年10月8~11日に調査した.

第3表 グラウンドカバープランツの推定葉面積指数

草種	調査日	北斜面		南斜面	
		2001/7/25	2001/9/27	2001/7/25	2001/9/27
Zoy		1.67	3.50	1.34	1.96
Ere		2.12	6.61	2.46	5.60
Aju		2.74	3.87	2.79	6.12
Arc		4.48	2.77	4.40	3.77
Ver		1.98	4.12	2.43	5.90
Lam		2.18	3.31	2.10	2.27
Phl		1.37	1.36	1.42	1.01
Phy		2.17	5.77	1.87	5.93
Lys		2.31	2.86	1.94	1.13
Pot		2.43	4.42	2.30	3.30
Sed		2.07	4.33	2.34	4.96
Vin		2.54	3.69	2.11	2.37

注) プラントキャノピーアナライザー (LAI-2000) を用いて植被内において調査した.

体が多かったことから、南斜面での地上部重が顕著に劣っていた.

地下部器官重は宿根バーベナ、ヒメイワダレソウ、ポテンティラは北斜面よりも南斜面のほうが多く、アジュガは南斜面のほうが少なかった. 草種間で比較すると、メキシコマンネングサは両斜面とも地下部器官重が少なく、ヒメイワダレソウは反対に両斜面とも多かった. 畦畔法面の土壤保全機能に重要な役割を果たしている下層土への地下部器官の伸長について検討するため、深さ5cmから20cmの地下部器官重を調査したところ、ヒメイワダレソウが多く、20cmまでの地下部器官重に占める割合も49% (北斜面)、45% (南斜面)であったのに対して、メキシコマンネングサ、リシマキアは斜面の方位にかかわらず地下部器官重が少なく、深さ5cmから20cmの地下部器官の割合が24%以下と低かった.

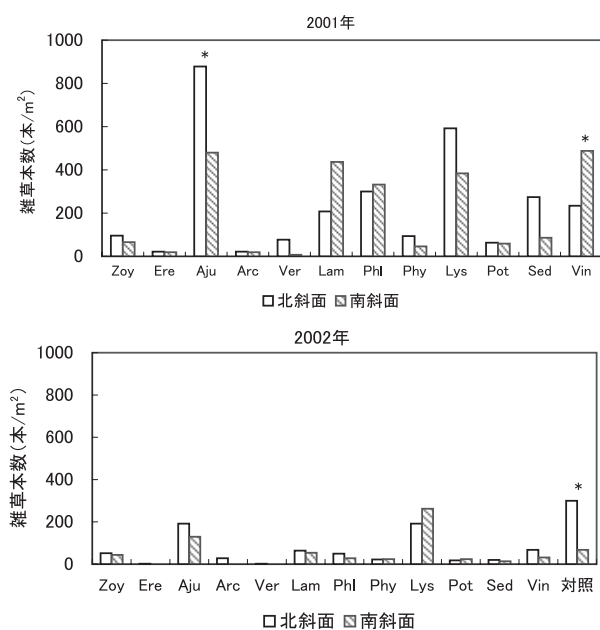
推定葉面積指数は、7月から9月にかけて増加し

た草種が多く、センチピードグラス、ヒメイワダレソウ等では5以上となった. アジュガの南斜面では夏枯れした個体が多かったが (1区平均11.5本)、生存株の部分で測定を行ったことから、高い値となった. この時期に全面への被覆が完了していないシバザクラと夏季に枯死株が増加したりシマキアの南斜面では2以下であり値が小さかった.

3 雑草発生量

第4図に雑草発生本数を2001年は4回、2002年は6回調査した値の年次毎の合計値を示す. 2001年7月9日から11月12日までに発生した雑草はグラウンドカバープランツ間で7本/m²から880本/m²と大きな差がみられ、アジュガおよびリシマキアの両斜面、ビンカ・マジオールおよびマツバギクの南斜面等で多かった. 2002年の12月19日までに発生した雑草は、2001年に比べて全草種で減少し、300本/m²以下となった. 草種を比較すると、リシマキア、アジュガで多かった. 草種および方位と雑草本数との関係は2001年と類似した傾向がみられ、両年の相関係数は0.752と有意であった. 斜面方位を比較すると、2001年はビンカ・マジオールは南斜面のほうが有意に多く、アジュガは北斜面のほうが有意に多かった. 2002年は対照では北斜面のほうが有意に多かったが、植栽区では斜面方位間で明らかな傾向はみられなかった.

第4表に発生した雑草の種類を植栽したグラウンドカバープランツや方位による違いを明らかにするため、雑草の草種別の発生本数を夏雑草と冬雑草に



第4図 グラウンドカバープランツ植栽地の雑草発生本数
注) *を付した処理区では斜面方位間に5%水準
で有意差あり。

分けて示す。本試験を実施した実験畦畔は圃場の表土と山土を用いて造成したが、実験畦畔の周囲で発生がみられる雑草種が多く発生した。夏雑草はカヤツリグサが多く、冬雑草はスズメノカタビラとハコベが多かった。その他の草種としては夏雑草はメヒシバ、コニシキソウ、タカサブロウ、スベリヒユ、オヒシバ、イヌビユ等であり、冬雑草はミミナグサ、ナズナ、ホトケノザ等であった。年次間および方位間を比較すると2001年はカヤツリグサとスズメノカタビラが多く、コニシキソウは2002年に南斜面で発生が多い処理区がみられた。ハコベは北斜面で多く、南斜面では少なかった。グラウンドカバープランツの草種間差は、スズメノカタビラ、ハコベで大きく、2002年の南斜面ではコニシキソウおよびカヤツリグサにおいても認められた。

雑草の発生後の生育について検討するため、グラウンドカバープランツを移植後約3ヵ月の2001年8月と越冬後のグラウンドカバープランツ再生前時期である2002年4月の雑草の被度を第5表に示し、第6表に2002年4月の雑草の乾物重を示す。雑草の被度は、2001年8月はリシマキア、ビンカ・マジョール、シバザクラ、シバが高く、2002年はリシマキアが高かった。雑草の乾物重は、リシマキアの南斜面

が多く、続いてポテンティラの南斜面、リシマキアの北斜面の順であった。

4 積算日射量、土壌水分

グラウンドカバープランツによる日射の遮蔽が雑草の発生に及ぼす影響を検討するため、グラウンドカバープランツ群落下の積算日射量を第7表に示す。積算日射量はリシマキア、マツバギク、シバザクラの南斜面が他の処理区よりも高かったが、いずれの草種も対照（同斜面方位の無植栽区）に比べて低く、それぞれの斜面方位の対照の値に比較すると9.2-26.7%であった。斜面方位を比較すると、シバ、マツバギク、シバザクラ、ヒメイワダレソウ、リシマキアでは北斜面よりも南斜面のほうが日射量が多かった。なお、対照（無植栽）での積算日射量は南斜面が北斜面の約2倍であった。

グラウンドカバープランツ植栽地の表土の土壌含水率は、第8表に示すとおりであり、北、南斜面ともいずれの草種も対照区よりも植栽区のほうが高く、とくにアークトセカ、ヒメイワダレソウ、メキシコマンネングサが高かった。斜面方位を比較すると対照区、リシマキア、メキシコマンネングサでは南斜面よりも北斜面のほうが高かった。一方、マツバギク、ヒメイワダレソウ、ポテンティラは北斜面よりも南斜面のほうが高かったが、これらの処理区では南斜面のほうが地上部の乾物重が勝っており、グラウンドカバープランツの被覆により土壌含水率が高く維持されたと推察される。

5 雑草発生とグラウンドカバープランツ生育との関係

第5図に供試した全グラウンドカバープランツ種の北斜面および南斜面処理について、2001年と2002年の雑草発生本数とその時期のグラウンドカバープランツの被度の平均値との関係を示す。2001年、2002年では雑草本数が大きく異なっていたが、斜面方位別に両者の関係をみると平均被度が高いと雑草本数が少なく、いずれの方位、年次とも両者の相関係数は有意であった。

6 土壌流出量

2002年4月9日から10月4日までと、同年12月6

第4表 グラウンドカバープランツ植栽地の雑草の種類別発生本数

		夏雑草				冬雑草		
		カヤツグサ	ヒシバ	コシキソウ	その他	ハコベ	スズメノカタビラ	その他
2001年 北斜面	Zoy	36.0	2.0	5.0	22.0	16.0	16.0	8.0
	Ere	17.5	0.0	2.0	3.0	0.0	0.0	0.0
	Aju	45.0	0.0	0.0	11.5	52.0	742.0	30.0
	Arc	11.0	2.5	1.5	16.0	0.0	0.0	0.0
	Ver	62.0	2.0	0.0	11.0	0.0	2.0	0.0
	Lam	47.6	0.5	4.0	6.0	12.0	78.0	10.0
	Phl	75.0	0.0	4.0	13.0	30.0	160.0	16.0
	Phy	80.0	0.5	0.0	14.0	0.0	0.0	0.0
	Lys	40.6	7.0	0.5	64.6	126.0	310.0	98.0
	Pot	46.6	0.0	1.0	11.5	0.0	4.0	0.0
2001年 南斜面	Sed	87.6	0.5	3.0	13.0	10.0	152.0	8.0
	Vin	40.6	0.5	7.5	20.0	28.0	104.0	34.0
	Zoy	23.0	4.0	1.0	8.5	0.0	20.0	8.0
	Ere	16.5	0.0	0.5	2.0	0.0	0.0	0.0
	Aju	23.6	0.0	0.0	7.0	0.0	450.0	6.0
	Arc	14.0	2.0	0.5	8.5	0.0	2.0	0.0
	Ver	2.5	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	2.0
	Lam	15.5	2.5	0.0	7.0	2.0	390.0	20.0
	Phl	25.0	2.0	6.0	7.0	0.0	288.0	4.0
	Phy	30.6	2.0	0.0	9.5	0.0	4.0	0.0
2002年 北斜面	Lys	42.0	2.0	2.5	11.5	0.0	318.0	6.0
	Pot	44.6	0.0	0.0	2.5	0.0	10.0	2.0
	Sed	59.0	0.0	2.5	25.6	0.0	18.0	2.0
	Vin	52.6	0.0	2.5	5.0	8.0	386.0	34.0
	Zoy	0.0	0.0	0.0	12.0	20.0	18.0	2.0
	Ere	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0
	Aju	6.0	0.0	0.0	14.0	104.0	30.0	38.0
	Arc	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	6.0	6.0
	Ver	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0
	Lam	0.0	0.0	0.0	10.0	16.0	24.0	14.0
2002年 南斜面	Phl	0.0	6.0	0.0	12.0	4.0	14.0	14.0
	Phy	0.0	0.0	0.0	6.0	6.0	4.0	6.0
	Lys	2.0	0.0	0.0	18.0	86.0	50.0	36.0
	Pot	0.0	0.0	0.0	6.0	8.0	0.0	4.0
	Sed	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	10.0	4.0
	Vin	0.0	0.0	0.0	38.0	6.0	16.0	8.0
	対照	4.0	6.0	6.0	48.0	144.0	82.0	10.0
	Zoy	0.0	0.0	0.0	8.0	24.0	8.0	4.0
	Ere	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Aju	14.0	4.0	36.0	28.0	14.0	10.0	24.0
Arc	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Ver	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Lam	0.0	2.0	0.0	4.0	24.0	8.0	16.0	
Phl	4.0	0.0	0.0	14.0	2.0	2.0	0.0	
Phy	0.0	0.0	0.0	6.0	2.0	2.0	14.0	
Lys	26.0	2.0	48.0	16.0	2.0	164.0	4.0	
Pot	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	20.0	2.0	
Sed	4.0	0.0	2.0	6.0	0.0	2.0	0.0	
Vin	0.0	0.0	2.0	12.0	2.0	10.0	6.0	
対照	4.0	8.0	16.0	22.0	10.0	2.0	4.0	

注1) 表中の数字の単位は本/m².

2) 2001年は4回, 2002年は6回調査し, 年次毎に合計した。

第5表 雑草の被度

草種	調査日:	北斜面		南斜面	
		2001/8/13	2002/4/9	2001/8/13	2002/4/9
Zoy		25	15	15	10
Ere		4	0	7	0
Aju		13	10	4	7
Arc		3	1	4	0
Ver		4	1	0	0
Lam		8	5	10	13
Phl		23	4	18	1
Phy		8	3	5	7
Lys		30	15	18	23
Pot		15	4	15	17
Sed		20	1	30	1
Vin		28	3	30	2

注) 表中の数字の単位は%.

第6表 雑草の乾物重

草種	北斜面	南斜面
Zoy	10.4	21.8
Ere	0.1	0.0
Aju	5.7	26.0
Arc	0.3	0.0
Ver	0.1	0.5
Lam	3.9	14.3
Phl	4.8	0.4
Phy	1.3	4.8
Lys	31.1	124.7
Pot	3.0	48.7
Sed	0.2	1.2
Vin	6.3	13.8

注1) 表中の数字の単位はg/m².

2) 2002年4月11日に調査した。

日から翌年3月28日までに斜面から流亡した土壌量の測定値を第6図に示す。4月9日から10月4日までの土壌流亡量は対照区では北斜面が1,018 g/m²、南斜面が2,451 g/m²であり、南斜面のほうが多かった。土壌流亡量の調査は4月から10月までは約1ヵ月間隔で土壌重量の調査を実施したが、対照区ではいずれの調査時期も北斜面よりも南斜面のほうが多かった。この原因としては対照区では北斜面の方が雑草が多かったことが影響した可能性が考えられる。植栽区は対照区よりも顕著に流亡量が少なかったが、流亡量が多かった処理区は、リシマキアの南斜面、次いでシバザクラの南斜面であった。2002年12月6日から翌年3月28日までの流亡量は、対照区

では北斜面が68 g/m²、南斜面が273 g/m²と4月から10月よりも減少した。植栽区では、アジュガやリシマキアの南斜面、アークトセカの北斜面等で多かったが、いずれも100 g/m²以下であった。

第7表 植被下の積算日射量

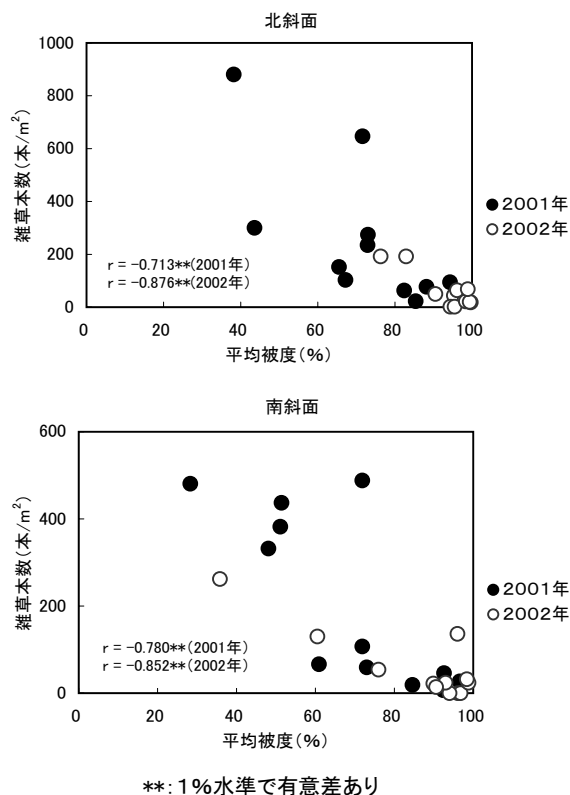
草種	北斜面		南斜面		
	日射量 (MJ/m ² /day)	相対値 (%)	日射量 (MJ/m ² /day)	相対値 (%)	
Zoy	1.6	21.3	2.2	14.4	*
Ere	1.4	18.7	1.6	10.5	
Aju	1.6	21.3	1.4	9.2	
Arc	1.3	17.3	1.8	11.8	
Ver	1.8	24.0	1.7	11.1	
Lam	1.8	24.0	3.0	19.6	*
Phl	2.0	26.7	2.7	17.6	*
Phy	1.6	21.3	2.1	13.7	*
Lys	1.6	21.3	3.3	21.6	*
Pot	1.6	21.3	1.8	11.8	
Sed	1.4	18.7	1.6	10.5	
Vin	1.5	20.0	1.8	11.8	
対照	7.5	-	15.3	-	*

- 注1) *を付した草種では斜面方位間に5%水準で有意差あり。
 2) 2001年10月9～12日に簡易日射計フィルム (R-2D) を用いて群落内の地表面において調査した。

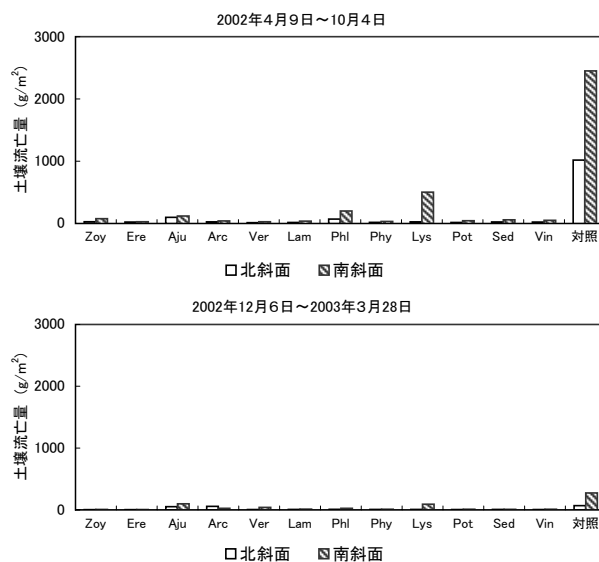
第8表 グラウンドカバープランツ植栽地の土壌含水率

草種	北斜面	南斜面
Zoy	10.7	9.8
Ere	12.4	12.6
Aju	11.3	11.6
Arc	14.1	13.7
Ver	10.8	11.0
Lam	13.1	15.2
Phl	10.4	10.7
Phy	13.7	14.5
Lys	12.0	8.6
Pot	12.4	13.1
Sed	15.3	13.7
Vin	10.3	10.7
対照	10.1	8.3

- 注1) 表中の数字の単位は%。
 2) 2002年5月22日～7月29日にFDR土壌水分計 (DIK-311A) を用いて深さ6 cm までの含水率を9回測定した平均値。



第5図 グラウンドカバープランツの平均被度と雑草発生本数との関係



第6図 植栽地からの土壌流亡量

7 土壤流亡とグラウンドカバープランツ生育との関係

第7図に全グラウンドカバープランツ種の北斜面および南斜面処理について、緑葉期間である2002年4月から10月までの土壤流亡量とその時期のグラウンドカバープランツの被度の平均値との関係を示す。北斜面と南斜面では対照である無植栽区の土壤流亡量が大きく異なっていたことから、斜面方位別に示す。北斜面ではアジュガおよびシバザクラ、南斜面ではリシマキア、シバザクラ、アジュガ、マツバギク以外の草種は概ね近い場所に位置していたが、両者の間には北斜面では -0.806 、南斜面では -0.861 の有意な負の相関関係が認められ、グラウンドカバープランツの被度が高い処理区で流亡量が少なかった。

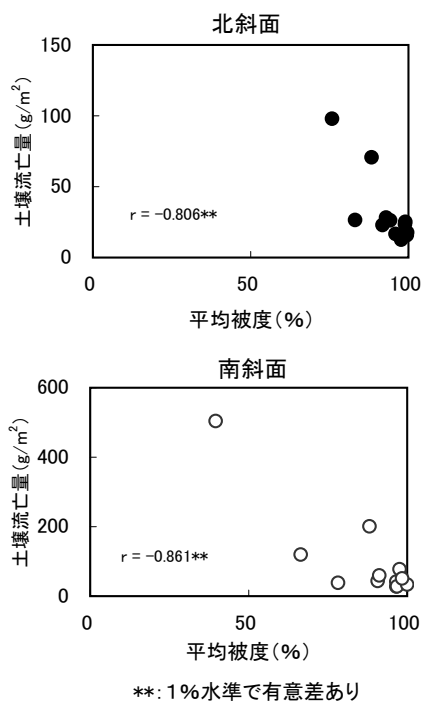
IV 考 察

水田畦畔植生の省力管理技術として利用されているグラウンドカバープランツには、現在多くの種類の草種がある。グラウンドカバープランツは草種によって耐寒性、耐暑性等の生育特性の変異が大きいことから、適切な草種の選定が永続性やその後の維

持管理の容易さに影響すると考えられる。畦畔法面は斜面の方位は様々であるが、斜面はその方位と傾斜度によって日照時間が異なり⁴⁾、日中の地温は南斜面が高く、土壤水分含有率は南斜面が低いといわれている¹⁷⁾。そのため、斜面方位によって植物の生育が異なるといわれており、パヒアグラスでは北斜面よりも南斜面のほうが地下部器官重、茎数が多いと報告されている²¹⁾。グラウンドカバープランツは一般に環境耐性に優れた草種が用いられているが、植栽する斜面の方位による生育の違いについては十分に検討されておらず、植栽に適した方位、不適な方位があるのかは明らかではない。また、法面での雑草の発生抑制作用について、グラウンドカバープランツの生育との関連や方位の違いによる影響については十分に検討されているとはいえない。同様に法面での土壤侵食防止機能についてグラウンドカバープランツ草種間の比較や侵食防止に有効な生育特性等については福嶋らの報告³⁾がみられるのみであり知見が少ない。そこで、今後普及を図るためには、斜面方位別に適草種を選定する際に役立つ知見が必要となっている。

1 植栽斜面方位とグラウンドカバープランツの生育

本研究では南斜面で夏季にリシマキア、アジュガ、ポテンティラの枯死がみられ、被度が低下した。これらの草種はヨーロッパ原産であり、アジュガ、リシマキアは耐乾性が強くないといわれている³⁾。枯死した原因については、土壤の乾燥によるのか、暑さによるものかは本実験の結果からは明らかではないが、土壤水分が南斜面のほうが低い傾向が観察されたことから、土壤の乾燥が強く影響したと推察される。アークトセカについては、冬季に枯れ上がり、春季に生き残った部分から再生する生育状況がみられたが、北斜面の方が生存部分が少なく、春季の被覆の速度は南斜面よりも遅れた。実験を実施した圃場の冬季の最低気温の極値は、2001年から2002年にかけては -3.2°C 、2002年から2003年にかけては -4.8°C であったが、当草種は耐寒性が弱く、冬季に地上部のほとんどが枯死したという報告があり^{7, 18)}、冬季の気温が本実験以下まで低下する地域においてはアークトセカの利用は厳しいと考えられた。一方、



第7図 グラウンドカバープランツの平均被度と土壤流亡量の関係

シバザクラは、耐寒性が強いが被覆を形成するまで長い期間を要すと報告されており⁷⁾、本実験でも被覆に時間がかかり、その期間の雑草発生がやや多かった。なお、方位による生育差がみられなかったのは、耐寒性が強く北斜面でも生育が抑制されなかったためと推察される。また、シバ、センチピードグラス、ヒメイワダレソウ等の冬季に地上部が枯れ上がる草種については、北斜面よりも南斜面のほうが春季の再生が早く、日射および気温の影響が伺われた。センチピードグラスは、本実験では耐寒性が強い品種として販売されている「ティフ・ブレア」を用いた。当草種は、南九州では5～6葉の幼植物は、越冬が難しいが、9月までに植え付け主茎7～8葉期以上に生育すると越冬できるという研究がある²³⁾。新潟県では長年にわたり越冬するという報告があり⁵⁾、造成初年目に前述の葉期以上に生育が進んだ状態で越冬すれば、利用可能な地域は広いと考えられる。

北斜面は積算日射量が南斜面の半分程度であったが、春季から秋季にかけてのグラウンドカバープランツの生育が強く抑制されることはなかった。メキシコマンネングサ、ツルマンネングサでは白色蛍光灯の1,000–2,000Lxの照度条件下においても十分に生育したと報告されている²⁴⁾。本実験でもこの期間の北斜面での各草種の生育には問題はなく、北斜面であっても照度不足による生育悪化は生じないと考えられた。

地下部器官の生育は、草種間差が大きい。地下部器官量が多く土壌下層への伸長量も多いヒメイワダレソウ等は土壌保全機能が高い一方、地下部器官の伸長が悪いメキシコマンネングサは法面での土壌の緊縛力が弱く、傾斜が強く法長の長い法面に植栽した場合は崩壊の危険性があると考えられた。方位間を比較すると、アジュガ、リシマキアを除いて北斜面よりも南斜面のほうが地下部器官重が多かった。アジュガ、リシマキアについては、夏季に南斜面で枯死が多く発生したため、地下部器官重が少なかったと考えられた。南斜面で地下部器官の生育が良好となる草種が多かった原因として日射量の多いこと、土壌の水分量が少ないことが影響したと推察される。シバの生育を傾斜、方位別に検討したところ、傾斜角が15°よりも27°のほうが劣り、方位別では南

斜面が最も高かったという報告があり¹⁶⁾、水分が不足しない条件では、南斜面での生育は良好であると考えられる。

2 グラウンドカバープランツの生育と雑草の発生

本試験ではグラウンドカバープランツの草種および斜面方位の違いが雑草の発生、生育に及ぼす影響について、雑草発生本数の2年間の調査、1年目の夏季と翌春の再生前の雑草の被度、再生前の雑草の乾物重の調査から検討した。また、雑草の発生、生育への環境条件の影響を解析するため、グラウンドカバープランツ植被内の積算日射量、土壌含水率を調査するとともに、グラウンドカバープランツの推定葉面積指数の測定を実施した。雑草の調査は、発生については本数で把握し、発生後の生育については被度および乾物重から検討を行った。各調査項目間の関連についてみると、第5表の被度については2001年8月の値が高い処理区は第4表の2001年の夏雑草の本数が多く、2002年4月の値が高い処理区は2002年の冬雑草の本数が多かった。また、第6表の乾物重の値は第4表2002年の冬雑草の本数が多い処理区で高く、本数と被度、乾物重の間には関連が認められた。

一年生夏雑草および越年生雑草のなかでロゼットで越冬する雑草は、相対照度5.8%以下で発生が抑えられ、グラウンドカバープランツにより地表に達する日射が遮蔽されることにより雑草の発生が減少するといわれている¹⁰⁾。本実験ではグラウンドカバープランツにより日射が遮蔽される場所が時間の経過とともに移動することから一定期間の積算値による測定が望ましいと考え、積算日射量を調査した。植栽地では無植栽の北斜面が17.3–26.7%、南斜面が9.2–21.6%であったが、グラウンドカバープランツ植栽による雑草の発生抑制作用が認められた。照度と日射量は定義が異なり、測定する波長域が異なるため、値を直接比較することはできないが、川崎ら¹⁰⁾は、シロツメクサとマツバギクの植栽地では相対照度が0.1%であり、雑草の発生が抑えられたと報告している。本実験で雑草の発生が多い処理区は裸地の割合が多い処理区であり、雑草の発生を抑えるためにはグラウンドカバープランツの被覆により裸地が生じないような管理を行うことが有効であった。し

たがって、移植後早期に被覆が完了し、その後夏枯れ等で枯死や被度の低下がみられない草種が有利であった。本実験では、アジュガの雑草量が多かったが、近藤ら¹³⁾もアジュガでは植栽初期に雑草が多く、その後被覆率が高まると雑草が減少すると報告しており、その原因としてポット内の肥料の持ち込みや植栽による微気象の緩和効果が影響したと推察している。大嶺ら¹⁵⁾は、被覆植物の高密度の被覆により土壤水分が高く保持されると報告しており、本実験でも同様の傾向がみられ、グラウンドカバープランツの被覆による土壤水分保持作用が雑草の発芽を促進した一因と考えられる。

雑草の発生、生育に及ぼす環境要因の影響については、日射と土壤水分について検討した。本実験の南斜面のように土壤の乾燥が著しく、雑草の発芽が抑制される場合には、グラウンドカバープランツの被覆による土壤水分の保持作用が雑草の発芽を促すと考えられるものの、グラウンドカバープランツが日射を遮蔽することによる雑草の発生抑制が明らかに認められている。したがって、グラウンドカバープランツの環境要因を介しての雑草への影響は、地表への日射を遮蔽することによる雑草の発生抑制作用が強いと考えられる。

本試験では、カヤツリグサは1年目に多発したが、2年目は裸地が多い処理区でのみ発生がみられた。1年目に発生が多かったのは、造成土壤に埋土種子が多く含まれていたためと考えられるが、川崎ら¹⁰⁾はカヤツリグサ等の夏生1年生雑草は光感受性が強く、被覆によって発生が抑制されると報告しており、本試験の2年目の結果も同様であった。また、シバザクラで被覆することによって抑制できる雑草として夏生1年生雑草のメヒシバ、コニシキソウ等、越年草としてスズメノカタビラ等が挙げられている¹¹⁾。スズメノカタビラについては、本試験では発生本数の処理間差が大きく、グラウンドカバープランツの被覆による発生への影響が認められ、また、コニシキソウについては2年目において南斜面の裸地が多い処理区で発生本数が多く、グラウンドカバープランツの被覆の影響を受けたと推察される。ハコベはグラウンドカバープランツの草種間差がみられたが、北斜面で多く、南斜面では少なかったことから、土壤水分条件が発芽に影響したと考えられる。

本試験では1年目は対照区（無植栽区）を設定していなかったため、グラウンドカバープランツ移植後の無植栽区との雑草発生量の比較ができなかった。グラウンドカバープランツ植栽区では2年目よりも1年目のほうが雑草の発生が多いことから、無植栽区を設置していれば1年目の雑草量が多かったことが予想されるが、1年目は植栽処理における草種間差および斜面方位間差の検討のみ行った。

一方、グラウンドカバープランツと雑草との競合にはアレロパシー物質が強く関与していて、マツバギクやシバザクラは活性が高いと報告されており²⁾、本実験での雑草発生にも何らかの影響があったのではないかと推察される。

3 グラウンドカバープランツの生育と土壤流亡

斜面からの土壤流亡量は、グラウンドカバープランツ植栽によって顕著に減少した。これは、グラウンドカバープランツの茎葉により、雨滴の衝撃が緩和されて流亡量が減少するとともに、茎葉や地下部器官によって流亡した土壤の下方への流出が止められたと考えられる。これまで斜面での土壤侵食と植生との関連については、年間を通じて植被が発達している牧草は、雨滴の衝撃力から土壤を守り、地下部器官が土壤を把握するといわれており¹⁹⁾、シバについては斜面での土壤流出を防止する効果が確認されている^{6, 25)}。また、法面の崩壊については、圃場法面の法面上部の侵食または土壤の水分飽和によると推察されており²²⁾、侵食を防ぐことは畦畔の崩壊防止からも重要である。さらに、畦畔の崩壊は、越流水、浸透水、強度不足により生じ、越流水と強度不足には植生による被覆が有効であるといわれている¹⁴⁾。植生を利用した斜面保護に関しては、在来植物による土砂流出防止効果やチガヤの地下茎による保全効果の報告¹⁾のほか、引抜強度からワイルドフラワーの法面における侵食防止効果を評価した報告がみられる⁸⁾。本実験は小規模の実験であり、斜面の崩壊への影響は未検討であるが、地下部器官による締め固め作用のほかに表土流亡防止作用が崩壊防止機能に大きく作用すると考えられる。グラウンドカバープランツの草種間差は、雑草の発生量と同様に被覆の遅い草種や枯死がみられた草種で流亡量が多い傾向があり、地表の被覆を維持し、地表を

露出させないことが重要であった。グラウンドカバープランツ31種類の被覆率と法面土壌の流亡量との相関は高く、初期生育が良く早期に土壌面を覆う種類は概ね流亡量が少ないと報告されており³⁾、本実験の結果も同様であった。また、冬季については、グラウンドカバープランツは立ち枯れ状態で越冬する草種が多かったが、裸地が多かった処理区以外は土壌流亡量は少なく、侵食は十分に抑えられていた。したがって、冬季も立ち枯れた茎葉が地表を覆っていれば斜面の土壌侵食は抑えられるものと考えられた。

以上のように、グラウンドカバープランツの生育は斜面方位により差がみられ、雑草の発生や土壌流亡量についてもグラウンドカバープランツの生育との関連が認められた。一般的な傾向として、耐乾性・耐暑性の弱い草種は南斜面で夏季に枯死株が増加し、耐寒性の弱い草種は北斜面で冬季の越冬割合が少なかった。また、被度が低下した草種や被覆速度が遅い草種では雑草の発生が多く、土壌の流亡量が多い傾向がみられた。このため、南斜面では耐乾性・耐暑性の強い草種を植栽し、北斜面では耐寒性の強い草種を用いたほうが良好な植生を維持しやすく、雑草の発生を抑えられ、土壌の侵食も少ないと考えられる。しかし、実際の畦畔法面は土壌の水分環境や養分条件が大きく異なるところもあり、また、気温等の気象条件が大きく異なる地域では本実験の結果を一概に当てはめることが難しいと考えられる。また、本実験は新規に造成された畦畔法面を想定し、植生が存在しない法面で実験しており、既存雑草が生育する畦畔法面にグラウンドカバープランツを導入する場合では結果が異なる可能性がある。既存畦畔においては、除草剤で既存植生を枯死させてから導入するのが一般的な方法であるが、新規造成畦畔とは埋土種子量やリターの存在が異なり、雑草との競合関係にも違いが生じることが予想され、今後の研究が必要である。

一方、グラウンドカバープランツの造成にあたっては、防草シート等のマルチング資材で地表面を覆う方法が多く用いられている。これらの補助手段により、グラウンドカバープランツが被覆するまでの雑草発生が減少するとともに土壌の侵食が防止でき

る。このため、コストや造成時の施工労力が増加するものの、施工後のグラウンドカバープランツの生育が良好で、雑草の繁茂による失敗が減ることから利用する機会が多い。地表面をマルチ資材で覆うことは地温や土壌水分等への影響があることから、グラウンドカバープランツの生育も影響を受けると考えられ、今後検討を行う必要がある。

グラウンドカバープランツとして利用されている草種は、大部分が外来の草種である。平成17年6月1日より特定外来生物被害防止法が施行され、我が国の生態系や農林水産業等に被害を及ぼす恐れのある生物については栽培・飼養、輸入等が禁止されている。グラウンドカバープランツについては、これまで特定外来生物に指定された草種はなく、要注意外来植物にも挙げられていない。畦畔法面の植生としては本来、我が国在来の草種で管理するのが望ましいものの、中山間地域の農村の困窮した現状から外来の草種であっても省力化に有効な草種であれば利用することはやむを得ないと考える。とくに圃場整備によって大規模化した畦畔法面は、従来の草刈り管理によって維持することは困難をとめない、省力化の方策が不可欠である。当然、グラウンドカバープランツについては雑草リスクを評価し、問題がないとされた草種を利用すべきである。グラウンドカバープランツの雑草リスクについてはこれまで研究は行われていないが、本実験に用いられた草種については、導入場所から外部に逸出している状況は確認されておらず、今後強害雑草として問題になる可能性は低いと考えられる。

V 摘 要

グラウンドカバープランツの生育、土壌流亡防止作用の斜面方位による違いについて検討した。

1 リシマキア、アジュガ、ポティンティラは、南斜面のほうが北斜面よりも夏季に枯死する個体が多く、アークトセカは、北斜面のほうが春季の再生が不良であった。また、一部の草種では南斜面のほうが、春季の再生開始時期が早かった。

2 地下部器官重は、草種間差が大きく、宿根バーベナ、ヒメイワダレソウ、ポティンティラでは北斜面よりも南斜面のほうが多かった。

3 植栽地に発生した雑草本数は、グラウンドカバープランツの草種間差が大きく、グラウンドカバープランツの被度が高いと雑草本数が少なかった。

4 植栽地から流亡した土壌量は、無植栽地からの流亡量に比べて顕著に少なかった。グラウンドカバープランツの被度が高い処理区で、流亡量が少なかった。

謝 辞

本実験の遂行に当たり、当農業研究センター研究支援センター業務第1科の皆様には多大なご助力をいただいた。厚く感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 江崎次夫 1993. 雑草を利用した緑化保全. 日本雑草学会第10回シンポジウム講演要旨: 37-53.
- 2) 藤井義晴・国方一郎・高橋道彦 1996. 畦畔の雑草管理のための被覆用草花類の他感作用の検索—サンドイッチ法, プラントボックス法による検索と小規模圃場試験—. 雑草研究(別) 41: 76-77.
- 3) 福嶋 昭・岩本 豊 1998. のり面に植栽したグラウンドカバープランツの生育特性と土壤侵食防止. 兵庫農技研報(農業) 46: 57-61.
- 4) 林 陽生・黒瀬義孝 1991. 農業環境研究におけるメッシュデータと気象情報の利用(11). 中山間地域を対象としたメッシュ図の利用と局地気象(1). 農業および園芸66(6): 46-52.
- 5) 広田秀憲・小林正義・関東良公・上田一之 1987. センチピードグラスの生育と栽培法. 芝草研究15(2): 5-11.
- 6) 本多 侖 1975. 芝草の環境保全機能について. 芝草研究4(2): 15-19.
- 7) 保科 亨・前田光裕 1998. 地被植物の植栽による畦畔植生省力管理法. 第1報 利用可能な草種の選定 雑草研究(別) 43: 170-171.
- 8) 角幡 朝・近藤三雄 1991. ワイルドフラワーによるのり面緑化の可能性に関する実験的研究. 日本緑化工学会誌16(3): 58-63.
- 9) 川口佳則・湯浅和宏・秋田重誠 2004. ホソヘリカメムシによる斑点米発生にペニーロイヤルミントがおよぼす影響. 関西病虫研報46: 75-76.
- 10) 川崎哲郎・杉山英治・河内博文・佐藤晃一 1997. 地被植物植栽地における光環境と雑草の発生. 農土誌65: 165-170.
- 11) 川崎哲郎・杉山英治・河内博文 2001. シバザクラ, アジュガ, マツバギクによる農地斜面の雑草制御. 農土論集69(3): 143-148.
- 12) 近藤三雄 1987. グラウンドカバープランツに関する研究並びに利用の現状と今後の課題. 芝草研究16(2): 53-60.
- 13) 近藤哲也・榎本博之 1997. セイヨウジュウニヒトエ (*Ajuga reptans* L.) による雑草抑制と除草時間の短縮. 雑草研究42(3): 268-276.
- 14) 三原真智人・安富六郎・饗庭直樹 1994. 水田畦畔における土壤構造の変化を考慮した斜面保護対策. 農業土木会誌62(4): 27-31.
- 15) 大嶺 隆・沖 陽子 1998. 雑草種の被覆植物としての適合性および土壤保全能力の検討.(2) 供試雑草の群落構造および地下部の発達と土壤物理性との関係 雑草研究(別) 43: 164-165.
- 16) 大谷一郎・圓通茂喜・山本直之・高橋佳孝 1997. 地下水位, 日射条件の違いおよび斜面の方位, 傾斜がシバの生育に及ぼす影響. 近畿中国農研94: 56-60.
- 17) 杉本安寛・平田昌彦・上野昌彦・仁木巖雄 1987. 植生と土壤の理化学性に及ぼす斜面方位の影響.—阿蘇斧岳の調査例—. 宮崎大農研報34: 297-304.
- 18) 高橋栄一 1999. 栃木県における水田畦畔に導入するカバークロップの選定. 雑草とその防除36: 67-69.
- 19) 谷山一郎 1993. 農業生態系の環境保全機能.—土壤侵食防止機能—. 農業技術48(8): 32-36.
- 20) 寺本憲之 2001. 水田畦畔の雑草管理による斑点米カメムシ類の発生抑制と斑点米軽減. 植調35(6): 22-35.
- 21) 上野昌彦・杉本安寛・平田昌彦 1985. バヒア

- グラス (*Paspalum notatum* Flügge) の根の生長に及ぼす斜面方位の影響. 日草誌31 (1): 104-109.
- 22) 山下恒雄 2000. 圃場法面の形状と崩壊の実態について. 一高知県土佐町周辺の圃場法面一. 四国農試資料18: 17-29.
- 23) 沈 益新・池田 一・伊藤浩司・野崎牧代 1998. センチピードグラス3系統の生育特性の比較. 日本緑化工学会誌23 (4): 61-65.
- 24) 養父志乃夫・中島敦司・河村 止 1992. 白色蛍光灯を光源とする人工日照条件下におけるグラウンドカバー植物数種の生育に関する研究. 日本緑化工学会誌18 (2): 22-29.
- 25) 吉村義則・鈴木慎二郎・須山哲男 1983. 降雨装置による草地の表面流出について. 1. モデル実験によるシバ草地の表面流出. 日草誌 (別) 29: 145-146.

Effect of Slope Aspects on the Growth of Ground Cover Plants and Their Soil Conservation Abilities

Ichirou OTANI, Osamu WATANABE* and Akihide FUSHIMI

Summary

Ground cover plants are useful for the management of levee vegetation. In order to elucidate the effects of slope aspects on the growth of ground cover plants and their soil conservation abilities, 12 kinds of ground cover plants were grown on north- and south-facing slopes. *Lysimachia nummularia* L., *Ajuga reptans* L. and *Potentilla verna* L. died in summer on south-facing slope, and the regrowth of *Arctotheca calendula* Levyns. in spring was worse on north-facing slope. The dry weights of underground organs of *Verbena tenera* Spreng., *Phyla nodiflora* L. and *Potentilla verna* L. were greater on south-facing slope than on north-facing. Weed number of treatment area were few as the coverage of ground cover plants was high. The soil erosion from the slope where ground cover plants covered was few compared to bare slope. The amount of soil erosion from the slope was few as the coverage of ground cover plants was high.