

女子美跡地の草地植生とその立地環境について

速水 裕樹¹⁾

はじめに

我が国では草地植生、特に二次草地または半自然草原と呼ばれるものの衰退が顕在化している。これらは刈敷や堆肥などによる採草や放牧、火入れなど、人為的管理の下成立してきた歴史をもち、人々の生産活動の場であった。しかし、化学肥料の普及などにより次第に生産的価値を失った結果、植林地への転換や開発が進み、その面積を急激に減らした。また、開発をまぬがれた草地であっても、維持管理の停止後に植生の遷移が進行し、群落の中身そのものが変化してきている。これは、我が国が温暖多雨な気候条件であり、極相群落は自然草地ではなく森林となるためである(以上菅沼, 1996; 前中ら, 1997; 大窪ら, 1998)。

衰退著しい二次草地であるが、近年大陸系の生物の生息地としての役割が指摘され(村田, 1988; レッドデータブック近畿研究会, 1995)、生態系の多様性維持などにおいて、その重要性が認識されるに至った。そのため、保全対象となる生物種のリストアップや立地環境の記録など、基礎資料の蓄積が、二次草地の保全と持続可能な利用のために必要とされている。

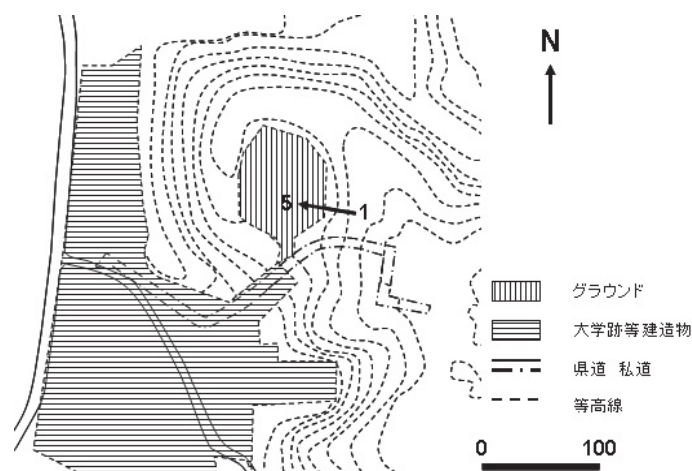


図1 調査地概要

茅ヶ崎市甘沼の私立女子美術大学跡地(以下女子美跡地)は、市内では珍しいまとまった草地環境がみられるため、市の特に貴重な自然環境を有する地域(コア地域)に指定されている(茅ヶ崎市, 2006)。今回当地の二次草地植生を観察する機会を得たので、植生とそれに影響を及ぼすと考えられる環境要因の記録を行った。また、二次草地の種組成と環境要因との関連性を明らかにすることで、二次草地の保全のための基礎資料を取得することとした。

調査地概要

1) 気候と立地

女子美跡地の所在する茅ヶ崎市は、夏季には高温多湿、冬季は空気が乾燥して晴天の続く表日本式気候を示す。2010年の辻堂における観測では、平均気温 16.4℃、降水量 1872.5mm であった(気象庁, 2011)。

茅ヶ崎市の北部は相模原台地の南端に位置し、その中で女子美跡地は堤坂下付近で駒寄川に流入する支谷の上流にあたる。当地とその周辺は、県道整備や大学、ゴルフ場の建設等による開発圧が高く、本来の地形が大きく損ねられている(図1)。具体的な例として、グラウンド跡地はその造成の際にかなり深く削平を受けており、表土は完全に失われ、ハードロームと呼ばれる緻密な土層が露出している(茅ヶ崎市教育委員会, 1996)。

当地は昭和42年から平成2年まで女子美術大学の茅ヶ崎校舎として利用されており、その移転後は現在まで特に利用されていない。また下草の刈り取り等、植生の管理は特に行われていないようである。

2) 植生

女子美跡地の特色は、茅ヶ崎市内では珍しい、まとまった草地にある。草地は、主にグラウンド跡地とその南東の高台(庭園広場跡)において確認され

ている(茅ヶ崎市, 2006)。しかし, 今回の調査で草地を確認できたのはグラウンド跡地のみであり, 庭園広場跡は二次林に遷移していた。かつてはグラウンドに隣接する斜面林や尾根などにも草地に近い環境が分布していたようなので, 当地の草地植生は, 遷移の進行による縮小が続いていると考えられる。

グラウンド跡地の草地植生は, かつて近隣に広く存在した二次草地植生の残存群落と考えられ, その保全上の価値は高い。

調査方法

1) 植生調査

調査は, 女子美跡地グラウンドと, その東側に隣接する斜面林において行った。庭園広場跡から少し下った斜面(北緯 35° 21' 17.60" 東経 139° 25' 63.00")より北北西に 48m ラインを引き, 12m 毎に 4m²の調査区を 5 つ設置した(図 1 参照)。調査区は斜面林(1, 2), 斜面林と草地の移行帯(3), グラウンドの草地(4, 5)と配置したが, これは植生が環境傾度に沿って移り変わっていく状況を捉えるためである。調査は 2010 年 11 月 19 日に行い, 階層の区分, 維管束植物のリストアップとその被度階級(Braun-Blanquet, 1964)と草丈を記録した。また, 調査区の標高と傾斜方向, 傾斜角度を測定した。

2) 立地環境の記録

植生に影響を及ぼす環境要因として, 土壤環境や日照条件の違いが考えられた。特に土壤については, 深く削平を受けたグラウンド跡地とその周辺とでは性質が異なると考えられた。また植生の違いは土壤の生成と関係することが知られている。そこで, 各調査区において以下の調査を行った。

土壤環境の把握については, 検土杖やハンドオーガーを用いて, 簡易な土壤断面調査を行った。調査項目は層位, 土性, 緻密度, 根の分布であり, 層位は A₀ 層(堆積腐植層)と A 層, B 層, C 層の深さや厚さを記録し, 土性は小山(1961)に, 緻密度は斉藤(1978)に従い現地テストを行った。

日照条件については, デジタルカメラ(Nikon

Coolpix950)にフィッシュアイコンバータ(Nikon FC-E8)を装着し, 全天空写真の撮影を行った。撮影は階層ごとの日照条件について明らかにするため, 地表から 0cm, 50cm, 100cm の 3 階層で行った。天空率の算出には, 画像解析ソフト CanopOn2(竹中, 2009)を用いた。

3) データ解析

今回の調査は調査区数が少なく, 調査方法も簡便法であるため, 偶産種やはずれ値の影響から解釈を誤る恐れがある。一方で, 植生と環境要因について調査結果を述べるだけでは, これらに関連性があるのか, 偶然そう見えるだけか, その基準が無いため判断できない。そこで今回は, 以下のような手順でデータの解析を行い, 植生と環境要因との関連性を調べた。

(1) 相対優占度の算出

1) により得られた各出現種の被度(C_i)と草丈(H_i)より相対優占度(p_i)を算出した。なお, 被度は被度階級の中央値を用いた。

$$p_i = (C'' + H'') / 2 \times 100[\%]$$

$$C'' = (C_i / \sum_{i=1}^n C_i) \times 100[\%]$$

$$H'' = (H_i / \sum_{i=1}^n H_i) \times 100[\%]$$

(2) 序列化による植生データの配列

次に, 相対優占度を用いて除歪対応分析を行い, 調査区間の種構成の違いを少数の変数(軸)に要約した。解釈に用いる軸は, 軸のスコアと種構成間の自由度調整済み決定係数を算出した後, 累積寄与率 60%以上を目標に選んだ。さらに調査区, 出現種のスコアの配列から, 種組成の移り変わりを確認した。

(3) 植生と環境要因との関連性の確認

植生と環境要因との関連性を明らかにするため, 軸スコアと環境要因との間で相関を求めた。

相関係数は Spearman の順位相関係数について求めた。これは, 正規性や等分散性を規定する必要の

表 1 植 生 調 査 結 果

調査票番号	1	2	3	4	5					
標高(m)	44	42	39	39	39					
方位(°)	NNW	NNW	NNW	-	-					
傾斜(°)	10	15	2	0	0					
高木層(B1)高さ(m)	12.0	15.0	-	-	-					
高木層(B1)植被率(%)	50	25	-	-	-					
低木層(S)高さ(m)	-	4.0	4	-	-					
低木層(S)植被率(%)	-	10	15	-	-					
第一草本層(K1)高さ(m)	2.5	1.0	1.2	0.8	0.6					
第一草本層(K1)植被率(%)	75	50	50	50	25					
第二草本層(K2)高さ(m)	0.5	0.5	0.4	0.5	0.2					
第二草本層(K2)植被率(%)	10	50	75	50	50					
第三草本層(K3)高さ(m)	-	-	-	0.2	0.1					
第三草本層(K3)植被率(%)	-	-	-	25	25					
調査面積(m ²)	4	4	4	4	4					
調査年月日	2010/11/19	2010/11/19	2010/11/19	2010/11/19	2010/11/19					
出現種数	17	14	30	21	14					
測定	被度/高さ	被度/高さ	被度/高さ	被度/高さ	被度/高さ					
ジャノヒゲ	<i>Ophiopogon japonicus</i> (L. fil.) Ker-Gawl.	K2	1	0.10						
タチツボスミレ	<i>Viola grypoceras</i> A. Gray	K2	1	0.10						
チヂミザサ	<i>Opismenus undulatifolius</i> (Arduino) Roemer et Schultes	K2	1	0.10						
サルトリイバラ	<i>Smilax china</i> L.	K2	1	0.20						
ツクバネウツギ	<i>Abella spathulata</i> Siebold et Zucc.	K2	1	0.20						
ハリギリ	<i>Kalopanax pictus</i> (Thunb.) Nakai	K2	1	0.50						
ヒヨドリバナ	<i>Eupatorium chinense</i> L.	K2	1	0.25						
ミズキ	<i>Swida controversa</i> (Hemsl.) Sojak.	B1	3	12.00						
アオキ	<i>Aucuba japonica</i> Thunb.	K1	1	1.50						
ヤブニツケイ	<i>Cinnamomum japonicum</i> Sieb. ex Nakai	K1	1	1.50						
ミツバアケビ	<i>Akebia trifoliata</i> (Thunb.) Koidz.	S		1	4.00					
		K1	2	1.70	1	1.00				
		K2	1	0.50						
ケヤキ	<i>Zelkova serrata</i> (Thunb.) Makino	K2	1	0.50	1	0.50				
エノキ	<i>Celtis sinensis</i> Persoon var. <i>japonica</i> (Planch.) Naka	K2	1	0.20	1	0.10				
キツタ	<i>Hedera rhombea</i> (Miq.) Bean	K2	1	0.10	1	0.10				
マンサク	<i>Hamamelis japonica</i> Sieb. et Zucc.	S		1	3.00					
		K2	1	0.20						
サクラsp.	<i>Prunus</i> sp.	B1		2	12.00					
		K2	1	0.10						
スゲsp.	<i>Carex</i> sp.	K2		3	0.20					
ニンドウ	<i>Lonicera japonica</i> Thunb.	K2		1	0.50					
フユノハナワラビ	<i>Botrychium ternatum</i> (Thunb.) Sw.	K2		1	0.30					
ヤマノイモ	<i>Dioscorea japonica</i> Thunb.	K1		1	2.00					
ユリノキ	<i>Liriodendron tulipifera</i> L.	B1		2	15.00					
アズマネザサ	<i>Pleioblastus chino</i> (Franch. et Savat.) Makino	K1	3	2.50	3	1.00	3	0.70		
		K2		2	0.50					
ハコネウツギ	<i>Weigela coraeensis</i> Thunb.	S		1	4.00	2	4.00			
		K2				1	0.20			
ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i> Anders.	K1			2	0.50				
		K2		1	0.50					
オオアレチノギク	<i>Conyza sumatrensis</i> Retz.	K1			1	1.00				
		K2			1	0.10				
オニシバリ	<i>Daphne pseudo-mezereum</i> A. Gray	K2			1	0.02				
カラスザンショウ	<i>Zanthoxylum ailanoides</i> Sieb. et Zucc.	K1			1	0.50				
キンシロ	<i>Potentilla fragarioides</i> L. var. <i>major</i> Maxim.	K2			1	0.30				
クズ	<i>Pueraria lobata</i> (Willd.) Ohwi	K1			1	0.50				
ケヤマハノノキ	<i>Alnus hirsuta</i> Turcz.	K2			1	0.10				
セイタカアワダチソウ	<i>Solidago altissima</i> L.	K1			1	1.20				
		K2			1	0.30				
チドメグサ	<i>Hydrocotyle althorpioides</i> Lam.	K2			1	0.10				
ツユクサ	<i>Commelina communis</i> L.	K2			1	0.40				
ナワシロイチゴ	<i>Rubus parvifolius</i> L.	K2			2	0.40				
ノアザミ	<i>Cirsium japonicum</i> DC.	K2			2	0.10				
ノコンギク	<i>Aster ageratoides</i> Turcz. subsp. <i>ovatus</i> (Franch. et Savat.) Kitam.	K1			1	0.50				
マルバハギ	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i> Miq.	S			2	3.00				
		K1			1	0.70				
メマツヨイグサ	<i>Oenothera biennis</i> L.	K1			1	0.80				
ヤイトバナ	<i>Paederia scandens</i> (Lour.) Merrill.	K1			1	0.50				
		K2			1	0.40				
		K3				1	0.20			
ミツバツチグリ	<i>Potentilla freyniana</i> Bomm.	K2			2	0.30				
		K3					1	0.03		
ヤハズソウ	<i>Lespedeza striata</i> (Thunb.) Hook. Et Arn	K2			2	0.40	2	0.20		
メドハギ	<i>Lespedeza juncea</i> (L. fil.) Pers. var. <i>subsessilis</i> Miq.	K2			1	0.40	1	0.30		
カワラケツメイ*	<i>Cassia mimosoides</i> L. subsp. <i>nomame</i> (Sieb.) Ohashi	K1			1	0.50				
		K2					1	0.50		
キバナノマツバニンジン	<i>Linum virginianum</i> L.	K1			1	0.50				
		K2			2	0.05	1	0.50		
		K3				1	0.05	1	0.20	
オオフタバムグラ	<i>Diodia teres</i> Walt.	K2			1	0.40				
		K3					1	0.20	1	0.10
トダシバ	<i>Arundinella hirta</i> (Thunb.) C. Tanaka	K1			2	0.70			1	0.60
ニガナ*	<i>Ixeris dentata</i> (Thunb.) Nakai	K2			1	0.05				
		K3					1	0.10	1	0.02
ヒメハギ**	<i>Polygala japonica</i> Houtt.	K2			1	0.05				
		K3					1	0.04	1	0.04
ノジスミレ*	<i>Viola yedoensis</i> Makino	K2			1	0.05				
		K3					1	0.10	1	0.05
アリノトウグサ**	<i>Haloragis micrantha</i> (Thunb.) R. Br.	K2			1	0.02				
		K3					1	0.20	1	0.05
ヒメヤブラン	<i>Liriope minor</i> (Maxim.) Makino	K3					1	0.05		
イトハナビテンツキ [○]	<i>Bulbostylis densa</i> (Wall.) Hand.-Mazz.	K3					2	0.20		
シラン	<i>Bletilla striata</i> (Thunb.) Reichb. fil.	K2					1	0.20		
チチコグサ	<i>Gnaphalium japonicum</i> Thunb.	K3					1	0.10		
テリハノイバラ	<i>Rosa wichuraiana</i> Crép.	K2					1	0.20		
ヒメジョオン	<i>Stenactis annuus</i> (L.) Cass.	K3					1	0.20		
メリケンカルカヤ	<i>Andropogon virginicus</i> L.	K1					3	0.80	2	0.60
		K2			2	0.20	3	0.30	3	0.20
		K3						2	0.10	
カナビキノウ**	<i>Thesium chinense</i> Turcz.	K2					1	0.30		
		K3							1	0.10
ネジバナ	<i>Spiranthes sinensis</i> (Pers.) Ames var. <i>amoena</i> (M. Biebersohn) Hara	K3					1	0.10	1	0.03
ハマハナヤスリ**	<i>Ophioglossum thermale</i> Komarov.	K3					1	0.05	1	0.01
シバ	<i>Zoysia japonica</i> Steud.	K2					2	0.05		
		K3							2	0.03
ヒゲシバ [○]	<i>Sporobolus japonicus</i> (Steud.) Maxim.	K3							1	0.05

** 茅ヶ崎市レッドデータ絶滅危惧種 *茅ヶ崎市レッドデータ準絶滅危惧種 ○神奈川県では比較的希少と考えられる種

表 2 自由度調整済み決定係数

	Axis		
	1	2	3
Increment	0.60	-0.18	-0.06
Cumulative	0.60	0.42	0.36

表 3 調査区，出現種の第 1 軸スコア

調査地点	Axsis 1	種名	Axsis 1
1	669.9	キジムシロ	245.1
2	536.7	クズ	245.1
3	230.3	ケヤマハンノキ	245.1
4	30.3	セイタカアワダチソウ	245.1
5	0.0	チドメグサ	245.1
		ツクサ	245.1
		ナワシロイチゴ	245.1
		ノアザミ	245.1
		ノコンギク	245.1
		マルバハギ	245.1
		メマツヨイグサ	245.1
		ヤイトバナ	211.2
		ミツバツチグサ	210.9
		ヤハズソウ	182.4
		メドハギ	159.7
		カワラケツメイ	136.3
		キバナノマツバニンジン	120.5
		オオフタバムグラ	79.0
		トダシバ	72.7
		ニガナ	60.3
		ヒメハギ	56.7
		ノジスミレ	42.0
		アリノトウグサ	24.2
		ヒメヤブラン	-30.8
		イトハナビデシツキ	-30.8
		シラン	-30.8
		チチコグサ	-30.8
		テリハノイバラ	-30.8
		ヒメジョオン	-30.8
		メリケンカルカヤ	-41.6
		カナビキソウ	-63.7
		ネジバナ	-66.1
		ハマハナヤスリ	-66.9
		シバ	-70.6
		ヒゲシバ	-97.6

表 4 現地調査結果（環境要因）

調査地点	A ₀ 層		A層				B層			
	緻密度	緻密度	粘着性	可塑性	土性	土性	緻密度	粘着性	可塑性	土性
1	5.0	14.5	弱	弱	L	L	26.5	弱	弱	L
2	5.0	14.5	弱	弱	L	L	26.5	弱	弱	L
3	-	26.5	弱	弱	L	L	26.5	弱	弱	L
4	-	26.5	弱	弱	L	L	26.5	弱	弱	L
5	-	-	-	-	-	-	26.5	弱	弱	L

表 5 データ解析に使用した環境要因

調査地点	植物根の分布(cm)	A ₀ 層の厚さ(cm)	A層の厚さ(cm)	緻密度	天空率(%)		
					0cm	50cm	100cm
1	100.0	6.0	48.0	20.3	12.4	18.3	20.3
2	50.0	4.0	18.0	21.3	16.1	22.3	28.3
3	30.0	0.5	3.0	26.5	40.6	43.1	42.1
4	10.0	1.0	3.0	26.5	60.5	65.0	67.3
5	5.0	0.0	0.0	26.5	61.8	69.2	70.8

無いノンパラメトリックな手法であり，はずれ値や曲線相関の影響を受けづらい。なお，解析に用いた緻密度は，植物根の分布した層位の平均値とした。

今回のデータ解析では，除歪対応分析は小林(1995)を，相関係数は石居(1975)を参考とした。

結果

1) 植生データの配列

植生調査の結果，62 種の維管束植物が確認された(表 1)。除歪対応分析で得られた 1～3 軸のスコアと種構成間の自由度調整済み決定係数は，順に 0.60，-0.18，-0.06 であった(表 2)。第 1 軸の決定係数が 60%となっており，これを後の解釈に用いた。

第 1 軸における調査区スコアは，調査区 1 と 5 を両端にして，斜面林からグラウンド跡地に向かい減少した。また出現種のスコアも，斜面林に出現したジャノヒゲやタチツボスミレで最大となり，草地植物のシバやヒゲシバでは低い値となった(以上表 3 参照)。このことから，第 1 軸は斜面林から草地への変化を表現していると考えられる。

2) 植生と環境要因との関連性の有無

次に，現地調査で得られた環境要因のデータを表 4，5 に，第 1 軸スコアと表 5 に示した環境要因間の相関行列を表 6 に，その散布図を図 2 に示す。各環境要因と DCA 第 1 軸間の相関係数は， $p < 0.1$ で統計上有意であった。また，図 2 から各環境要因と DCA 第 1 軸との直線的または曲線的な増減傾向が読み取れ，それらの関連性が認められた。また，表 6 の各環境要因間についても互いに関連性が認められた。

3) 群落の組成，構造，立地環境

①斜面林

ミズキやサクラ類が高木層を形成し，その下にアズマネザサが繁茂し，アオキやマンサクを交える構造となっていた(表 1)。陽樹が多く，林床にケヤキ，エノキ，ハリギリなど高木の幼樹を含む。ユリノキ

表 6 相 関 行 列 (Spearman の 順 位 相 関 係 数)

変数	Axis1	植物根の分布	A ₀ 層の厚さ	A層の厚さ	緻密度	天空率(0cm)	天空率(50cm)	天空率(100cm)
Axis1	1							
植物根の分布	1.0 **	1						
A ₀ 層の厚さ	0.9 *	0.9 *	1					
A層の厚さ	1.0 **	1.0 **	1.0 **	1				
緻密度	-0.9 *	-0.9 *	-0.9 *	-0.9 *	1			
天空率(0cm)	-1.0 **	-1.0 **	-0.9 *	-1.0 **	0.9 *	1		
天空率(50cm)	-1.0 **	-1.0 **	-0.9 *	-1.0 **	0.9 *	1.0 **	1 *	
天空率(100cm)	-1.0 **	-1.0 **	-0.9 *	-1.0 **	0.9 *	1.0 **	1.0 **	1

** : p<0.05 * : p<0.1

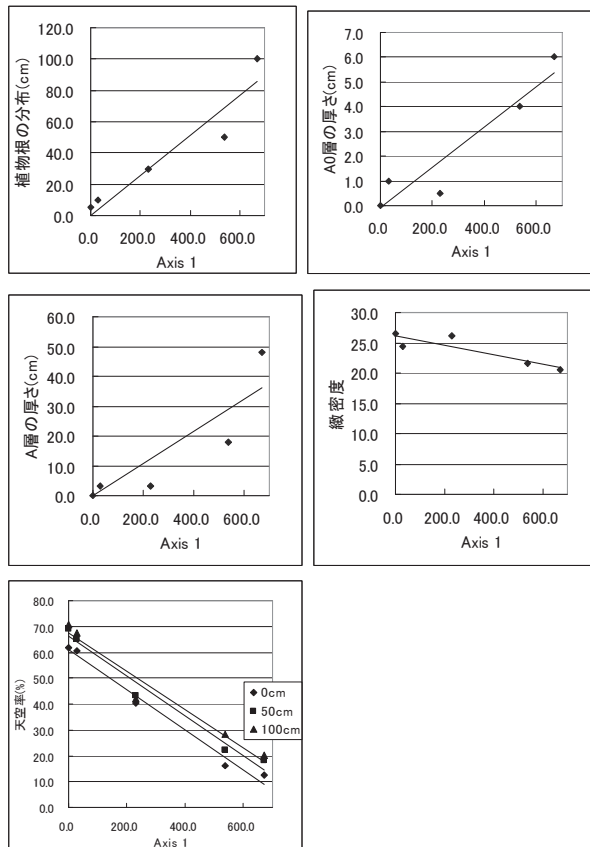


図 2 第 1 軸スコアと環境要因に関する散布図

など植栽されたと考えられる種も多く見られた。ヒヨドリバナやススキ、アオスゲ類(スゲ sp.)などの草地植物が一部含まれていることから、草地植生の二次遷移が進んだものと考えられた。

当群落は北北西に 12~15° 傾斜した面に発達しており(表 1)、土壌層位は明確に A₀層、A 層、B 層に区別された(表 4)。A、B 層とも土性は壤土(L)であり、緻密度は B 層が A 層より高い値を示した。A₀層や植物根はグラウンド跡地と比較して発達しており、緻密度は全体的に低い(以上表 4 参照)。

天空率は各層ともグラウンド跡地と比較して低

く、傾向として下層から上層に向かい値が高まる(表 5, 図 2)。これは、50cm 以上の階層に高茎草本層や低木層、高木層が発達するためである(表 1)。

②グラウンド跡地

高木層を欠き、メリケンカルカヤやススキ、トダシバなどが上層を、カナビキソウやミツバツチグリ、シバなどがその下層を占める草本植物群落となっていた(表 1)。茅ヶ崎市のレッドデータリストに掲載された種や、神奈川県において分布の限られる種が複数記録された(表 1)。

グラウンドの中心に向かい、種数や群落の高さ、植被率が減少する傾向が見られた(表 1)。具体的に述べると、調査区 3 にはアズマネザサなど斜面林と共通する種、マルバハギやハコネウツギといった低木、ススキ、ノコンギクといった大型の草本が繁茂し、調査区 4、5 ではシバやハマハナヤスリといった矮小な草本が多く存在した(表 1)。

地形はほとんど傾斜しておらず、土壌層位は A₀層と A 層を欠くか、存在したとしてもわずかであった。A、B 層とも土性は壤土(L)であり、それぞれ緻密度に差はみられなかった(以上表 4 参照)。斜面林と比較して、土壌の緻密度が高く、根は浅く 5~30cm までしか存在しなかった(表 5)。

天空率は各層とも斜面林と比較して高く、50cm 以上の階層では値に差が少ない(表 5)。これは、50cm 以上を覆う層をほとんど欠くためと考えられる(表 1)。

考察

以下に表 6 の結果と既往の研究をふまえ、考察を行う。

田村ら (1993)は、黒ボク土壌に発達した草地植

生の二次遷移が土壤環境に及ぼす影響について研究を行い、遷移の進んだ植生ではA₀層(F+H層)が発達し、植物根がより深くまで分布すること、緻密度が低くなることを報告した。女子美跡地においても同様の傾向が確認でき、これらは草地植生の二次遷移に共通する特徴と考えられる。一般に緻密度は、土壤の通気性や透水性と関連性があり、植物根の成長にも影響するとされる。グラウンド跡地では、土壤の緻密度が高いため、植物の根の発達が阻害され、その結果二次遷移の進行が進まず草地植生が今日まで維持されていると考えられる。また、当地で観察された緻密度の変化は、草地植生による土壤生成作用ではなく、グラウンド造成時の削平と表土の除去による点で特徴的である。(茅ヶ崎市教育委員会, 1996)

また山田ら(2005)は、多摩丘陵の谷戸谷壁斜面において、刈り取り草地の植生と環境要因について研究を行い、相対日射量と草地植生には密接な関係があるとした。女子美跡地においても、天空率とDCA第1軸に関連性がみられることから、日射量は植生の変化に影響していると考えられる。

先に述べたように、当地の草地植生は縮小傾向にあり、その質の低下が懸念される。グラウンド跡地に現存する草地植生は、高い土壤緻密度によって遷移が抑制され、日射量などの環境要因が適切な状態に保たれてきた結果、維持されていると考えられる。今後はその植生を維持するために、木本植物の侵入や種組成の変化に注意を払う必要がある。また斜面林などかつて草地であった場所では、刈り取り等の人為的な管理によって日射量を確保し、二次遷移を抑制することで、残存する草地植物の保全や草地植生の復元に努めるべきである。

謝辞

今回の調査を行うにあたり、学校法人小関学院、茅ヶ崎市景観みどり課、茅ヶ崎市文化資料館の須藤格氏、馬谷原武之氏にご協力いただいた。厚くお礼申し上げます。

文献

- Braun-Blanquet, J (1964) *Pflanzensoziologie*. 3 Aufl. Springer, Wien/New York, pp. 865.
- 石居進(1975) 生物統計学入門-具体例による解説と演習-, 培風館, pp. 288.
- 小林四郎(1995) 生物群集の多変量解析, 蒼樹書房, pp. 194.
- 小山正忠(1961) 土壤肥料講座 2, 朝倉書店, p. 206-230.
- 大窪久美子, 土田勝義(1998) 半自然草原の自然保護, 自然保護ハンドブック(沼田真 編), 朝倉書店, p. 432-476.
- レッドデータブック近畿研究会編(1995) 近畿地方の保護上重要な植物-レッドデータブック近畿-, 関西自然保護機構, pp. 121.
- 斉藤万之助(1978) 土壤調査法, 博友社, p. 187-224.
- 菅沼孝之(1996) 草地保全と景相生態, 景相生態学(沼田真 編), 朝倉書店, p. 160-166.
- 前中久行, 大窪久美子(1997) 人間の影響下に成立する生物的自然, 草本植生のダイナミクス, 雑草の自然史(山口裕文 編), 北海道大学図書刊行会, p. 46-61.
- 村田源(1988) 大陸要素の分布と植生帯, 日本の生物 2(6), p. 21-25.
- 田村憲司, 永塚鎮男, 大羽裕(1993) 黒ボク土の一般理化学性に及ぼす植生遷移の影響, 日本土壤肥料学雑誌 64(2), p. 166-176.
- 茅ヶ崎市(2006) 茅ヶ崎市自然環境評価調査概要報告(環境部環境政策課環境政策担当 編), 茅ヶ崎市, pp. 42.
- 茅ヶ崎市教育委員会(1996) 茅ヶ崎市埋蔵文化財調査報告書 9 長谷B遺跡, 社会教育部社会教育課編, pp. 26.
- 山田晋, 大久保悟, 北川淑子, 武内和彦(2005) 丘陵地谷底水田に接する下部谷壁斜面下端の刈り取り草原における植物種組成と環境要因との対応, ランドスケープ研究 68(5), p. 675-678.

参考 web サイト

- 気象庁(2011) 気象統計情報 過去の気象データ検索
URL(<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>)
- 竹中明夫(2009) 全天写真解析プログラム Canop0n2
URL(<http://takenaka-akio.cool.ne.jp/etc/canopon2/>)

¹⁾ 日本大学大学院生物資源科学研究科