

丘陵地の谷津田に接する下部谷壁斜面下端の草本植生の種組成と種の豊かさ

Species Composition and Species Richness of Herbaceous Vegetation on Lowermost Hillside-slopes in Hilly Yatsuda Landscape

北川 淑子* 大久保 悟* 山田 晋* 武内 和彦*
Yoshiko KITAGAWA Satoru OKUBO Susumu YAMADA Kazuhiko TAKEUCHI

Abstract : Embankments or levees of each paddy lot found in traditional agricultural landscapes have been focused as semi-natural grassland habitats with high species richness. In case of Yatsuda landscapes in hills, although there are several embankments or levee types, secondary forest verges to paddy fields on lowermost hillside-slopes are an important habitat not only for grassland plants but for well-managed forest species. We researched floristic compositions of the verges in the Kitsuregawa Hills, and understood how the differences of upslope forest vegetation and geomorphologic properties affect the species composition. In results, herbaceous vegetation of the verges consisted of several habitat-type plants such as specific species of forests and their margins, wetlands and grasslands. Species composition was drastically different in between valley-head-domain verges and crest-slope-domain ones. We concluded forest verges to paddy fields in hills were strongly influenced by upslope forest vegetation, and furthermore by periodic mowing: these could make species richness high.

Keywords: species richness, micro-scale landforms, secondary forest, vegetation management, Kitsuregawa Hills
キーワード: 種の豊かさ, 微地形, 二次林, 植生管理, 喜連川丘陵

1. はじめに

水田の畦畔草地は、刈取りなどの農作業による継続管理により、絶滅危惧植物を含む多様な草原生植物が生育する半自然草原として注目されており¹⁾、とくに水田の基盤整備や管理程度と関連付けた多くの研究が行われてきた^{2) 3) 4) 5)}。

大窪ら²⁾は、畦畔草地を「畦」と「採草地・法面」の2タイプに分類し、前者に比べ後者に多様性指数の高い群落が見られることを明らかにしているが、ここでは田面間の法面も二次林に続く法面も共に「採草地・法面」として扱っている。しかし、この2つの法面は、明らかに立地が異なる。丘陵地に注目すると、谷津田に接する二次林の法面、すなわち下部谷壁斜面⁶⁾の下端(以下、谷壁斜面端と呼ぶ)は、特異な畦畔法面として捉えられる。刈取りや火入れなど定期的な人為攪乱を受ける点については田面間の法面と同様であるが、谷壁斜面端は、適湿から過湿への環境移行帯にあり、急傾斜で頻繁に表土移動が起こる自然的攪乱も多い立地である⁷⁾。そのため、他の畦畔法面と比較して植物種多様性の高い場所であることが示されている⁸⁾。また、谷壁斜面端は、元来、樹林地あるいは林縁にあたる場所であることから、草原生や湿地生の植物種だけではない、多様な種組成を持つと予測される。

Kitazawaら⁸⁾および大久保ら⁹⁾が指摘するように丘陵地が谷津田と接する谷壁斜面端は、単に草原生植物の生育地として捉えられるばかりではなく、丘陵地の植物種多様性を維持・保全するうえで重要な立地と考えられるが、この立地の植物種多様性や種組成を精査した例は少ない。そこで本研究では、定期的に管理が行われている谷壁斜面端の植生に注目し、その種多様性や種組成を把握するとともに、谷壁斜面端の植物相が丘陵斜面上部の二次林植生の影響をどの程度受けるのか、について明らかにすることを目的とした。

2. 調査地および調査内容

(1) 調査地の設定

喜連川丘陵南東部は、標高130~170mのなだらかな丘陵地である。この丘陵地にある1つの一次流域(栃木県芳賀郡市貝町:北緯36°35', 東経140°7')を調査対象地とした。畦畔や水路は昔ながらの手作業による管理がなされている。谷津田を囲む丘陵斜面は尾根付近にアカマツの生育するコナラ・クリ等の落葉広葉樹二次林、一部がスギ・ヒノキの植林になっている。

丘陵地における落葉広葉樹二次林の種組成は微地形と対応しており、とくに頂部斜面や上部谷壁斜面と、谷頭凹地や谷頭平底で大きく異なる⁹⁾。そこで、本研究の目的の一つである、谷壁斜面端の上部にある二次林植生の違いが谷壁斜面端の種組成に及ぼす影響を明らかにするために、尾根型斜面が卓越する場所と谷型斜面が卓越する場所の2つを選定した。手順として、対象とする一次流域において、国土地理院撮影の約1:8000のカラー空中写真(1974年撮影)を基に垂小地形区分¹⁰⁾と相観植生区分を行ったうえで、落葉広葉樹林の広がる支尾根の頂部斜面から連なる部分(A調査地)と、支谷の谷頭凹地から連なる部分(B調査地)を選定した。いずれも北東向き斜面で、両者は水平距離で50m程度離れている。両調査地とも、丘陵斜面と谷津田の間に土水路(幅約30cm)をはさむ。両調査地周辺の谷津田は耕作されており、それにともない谷壁斜面端は、田面の日照を確保するため耕作水田に沿って幅約1~5mの帯状に刈取りが行われている。A調査地(以下、A)の谷壁斜面端は年1回春に、B調査地(以下、B)の谷壁斜面端は春と夏の年2回刈取りが行われている(地元農家への聞き取りによる)。

(2) 調査内容および解析手法

現地調査は2002年4月から2003年10月の間に6回、計10日間実施した。Aでは尾根線に、Bでは谷線に沿ってそれぞれ1本のラインを設置した。このラインに沿って、谷壁斜面端調査地内は20cmごとに、その上部から主尾根までは1mごとの傾斜角を記録し、地形断面の測量を行った。

谷壁斜面端の植生調査は、調査地域に接する畦とほぼ同等の高

*東京大学大学院農学生命科学研究科

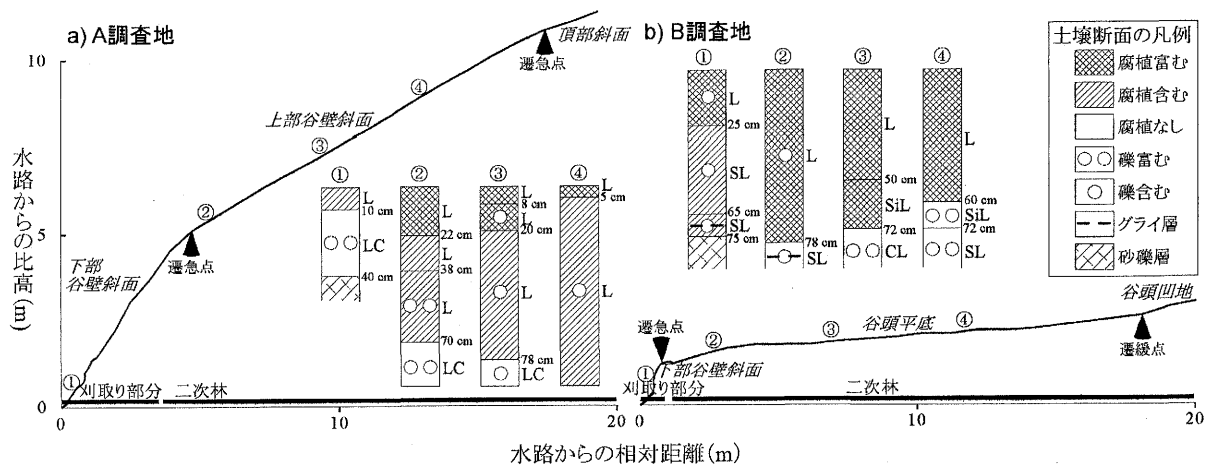


図-1 各調査地の地形および土壌断面図

さから上部に、1×1mのコドラートを設置した。コドラートは、上記ラインを中心に、下部谷壁斜面の水平断面型が変化するまで1mおきに設けた。そのためAでは10個、Bには9個のコドラートとなった。さらに、谷壁斜面端の植生と比較するため、上部斜面に位置する二次林内に10×10mのコドラートをA、B両調査地に1個ずつ設置した。このコドラートは、上記ラインを中心に下部谷壁斜面上端の遷急線から上部に設置した。谷壁斜面端は2002年の春と秋の2回、上部の二次林は2003年の春と晩夏の2回、植物社会学的植生調査を行った。谷壁斜面端に設置したAとBあわせて19個の1×1mコドラートで得られた植生データをもとに、TWINSPAN¹¹⁾を用いて類型化を行った。分類の際に各出現種の被度階級を用いて、6段階に区切って解析した。調査は各コドラートで春と夏の2回行ったが、各出現種の被度は2時期の調査で大きい方を採用し、2回の調査結果を1つにまとめて解析した。また、谷壁斜面端と二次林に出現した全種を、「改訂版日本植生便覧」¹²⁾および「とちぎの植物I」¹³⁾を参考に、現地周辺での分布状況も考慮して、樹林生、林縁生、草原生、湿地生、畑地・路傍の5つの生育立地タイプ別に分類し、各タイプの割合を谷壁斜面端と二次林について求め、2調査地間の比較を行った。同様に、全種を生活形(休眠型)のタイプ別に分類した。

その他に、各調査地の土壌断面調査を行った。設置したライン上付近の谷壁斜面端1ヵ所と、その上部二次林内に設置したコドラートの上部、中部、下部の3ヵ所で、検土杖を用いて深さ90cmまで断面記載を行った。

3. 結果

(1) 調査地の立地特性

2つの調査地における地形・土壌断面と、微地形区分の配列状況を図-1に示す。Aは、谷壁斜面端のコドラート内の傾斜が平均50度、上部に位置する二次林のコドラート内の傾斜は平均24度であった。設置したラインに沿って、頂部斜面、上部谷壁斜面、谷壁斜面端を含む下部谷壁斜面と続く微地形配列で、下部谷壁斜面の斜面長は9mと長い。土壌については、谷壁斜面端では、表面から10cmほどは腐植に富む過湿な火山灰ローム層に覆われており、その下40~50cmくらいまでは粘土質の火山灰ローム層、それ以下は過湿な砂礫層であった。この砂礫層は対象地域の帯水層となっている。また上部谷壁斜面は、地下90cmまですべて火山灰ローム層に覆われており、表層20cm位までは腐植に富んでいる。上部谷壁斜面に設置した二次林の植生調査区は、クリやコナラを中心にリュウブヤネジキ、コシアブラの多い落葉広葉樹林である。

一方Bは、頂部斜面、谷頭急斜面、谷頭凹地、谷頭平底、下部

谷壁斜面と続く地形配列である。Aと比較して、下部谷壁斜面の長さは短く、1.5m程である。谷壁斜面端の土壌は、Aに比べて腐植に富むローム層が表面から約20cmと厚く、明らかな帯水層である砂礫層は70cm程度の深さにある。上部斜面の谷頭平底では、ち密度の低い腐植に富んだ火山灰ローム層が深さ80cm位までを覆っており、全体に湿った状態にある。下部谷壁斜面に近い場所では、その直下にグライ化した砂質の火山灰ロームが見られる。谷壁斜面端のコドラート内の傾斜は平均53度、上部二次林の傾斜は平均5度で、コナラ、エゴノキを中心にウリカエダ、アオハダ、ヤマウルシの目立つ林で、植林によるスギ2本が認められた。

(2) 植生調査

(i) 上部二次林：二次林に設けた10×10mコドラートの出現種は、Aは69種、Bは58種であった。生育立地タイプ別では両コドラートとも樹林生の種が大半を占め、畑地・路傍に生育する種は出現しなかった。生育立地タイプの割合は2調査地間で異なり、上部谷壁斜面に位置するAでは樹林生が突出しているが、谷頭平底に位置するBでは湿地生の種の割合がAと比べ多い結果となった(表-1)。

(ii) 谷壁斜面端域：A、Bの谷壁斜面端に設置したコドラート19個分(19m²)に出現した種は137種であった。各コドラートの植被率の平均は、A、Bともに約73%と同程度であった。Aの谷壁斜面端に設置したコドラート10個(10m²)の出現種は89種で、Bの谷壁斜面端に設置したコドラート9個(9m²)に出現した種は109種であった。Aのコドラートを単位とした総出現種数の平均は約29種、Bは約37種であった(図-2)。谷壁斜面端によって分類したところ、AとBの各谷壁斜面端域が、分割の第1段階で明確に区分される結果となった(表-2)。Aはハリガネワラビを区分種として、ミヤマカンスゲ、フキ、モミジイチゴ、ヌルデ、ミゾソバ、セリ、アキノウナギツカミ等で特徴づけられ、湿地生の植物種が目立つ結果となった。Bはニガナ、イヌシダ、ガマズミ、ヤマカモジグサ、オオバギボウシ、スギ、サルトリイ

表-1 2つの調査地における生育立地タイプ別の総出現種数

	面積 (m ²)	樹林生	林縁生	草原生	湿地生	畑地・ 路傍	不明	合計
A調査地								
樹林地	100	52	8	8	1	0	0	69
谷壁斜面端	10	20	19	23	21	4	2	89
B調査地								
樹林地	100	34	12	7	5	0	0	58
谷壁斜面端	9	38	22	27	18	4	0	109
樹林地合計	200	59	13	12	5	0	0	89
谷壁斜面端合計	19	42	27	33	27	6	2	137

表-2 TWINSpan による谷壁斜面端コドラートと種の分類

種名	生活型	生育立地タイプ	第一分割		種
			グループ1	グループ2	
モシイソコ	N	林縁生	+++++	+	1
タガネソウ	H	樹林生	+++		1
ススキ	H	草原生	2+		1
スルデ	M	林縁生	+1+	+	1
ヤマユリ	G	草原生	+	+	1
フキ	G	湿地生	+++	+	1
ハリガネソウ	H	樹林生	23321	+++12	1
ウツキ	N	林縁生	+	+	1
ミヤマカンスゲ	H	湿地生	+	+13	1+
ミソソバ	Th	湿地生	+	+	++
ヒトリハナ	H	草原生	++		1
タムソウ	H	草原生	+	+	1
セリ	HH	湿地生	+	++	1
アキノウナギ	Th	湿地生	+	+++	1
キバナアキギリ	H~G	樹林生	2	21	1
オオアブラソウ	H	草原生	+	+	+
ヘビノネゴサ	Ch	樹林生	+2	++3	+
ハッコヤナギ	M	湿地生	2	1+1	++
チダケサシ	H	草原生	+++++	++1	+++
コバノカモメヅル	G	草原生	++	+	+
トクダミ	G	畑地・路傍	+++++1	2212	+++++
アズマナサ	N	草原生	+31	1+	+++++
ノハラアザミ	H	草原生		+	+
ケツネノボタン	HH	湿地生	+		+
ノハラ	N	林縁生	+		+
エゴノキ	MM	樹林生	+		+
アオツツアソ	N	林縁生	+		+
ヒメシダ	H	湿地生	+2++	+1111	+++23++
レンゲツツジ	N	樹林生	++	1+	2++
ミツハアケビ	M	林縁生	+	3+	+++++
コチチミササ	H	林縁生	+	+	++
ヤマウルシ	M	樹林生	+	+	12
サリシロギク	HH	湿地生	+	++	232+
フジ	MM	林縁生	++		++
シシガシラ	H	樹林生	++		11
サワセリ	HH	湿地生	+		++
ウリカエデ	M	樹林生	++		+++
ヤマツツジ	N	樹林生	++	1+	12++
ホソバシケンダ	H	湿地生	+		++
グリ	MM	樹林生	+		+1+
アキノキリンソウ	H	草原生		+	++
テリハノハラ	N	林縁生		+	1
タカトウゲ	G	草原生	+		++++
ワレモコウ	H	草原生	++		2+++
ツリガネソウ	H	草原生	+		++++
コナヒ	H	林縁生	+		+++
リンドウ	H	草原生			++
ムラサキシキブ	M	樹林生			++
ノドウ	M	林縁生			++
トボシガラ	H	林縁生			++
カタハミ	Ch	畑地・路傍			++
シケンダ	H	湿地生			++
サルトリイバラ	N	林縁生			++
イヌシダ	H	湿地生	+		++1++
ヤマカモシクサ	H	樹林生			++
ニガナ	H	草原生	+		+++++
スキ	MM	樹林生			++
コマユミ	N	樹林生			++
ヤマラッキョウ	G	草原生			++
サワラ	MM	樹林生			++
ガマズミ	N	樹林生	+		+++
オオハキボウシ	G	湿地生			+++
ヒメシロネ	HH	湿地生			++
スカボ	H	草原生			++
ナラシダ	H	樹林生			++

バラ、トボシガラ等で特徴づけられ、生育立地タイプは草原・湿地・樹林・林縁生と様々であった。

次にA・B両地域ごとの生育立地タイプ別の種組成をみると、Aでは、不明2種を除くと、樹林生20種、林縁生19種、草原生23種、湿地生21種とほぼ同程度ずつ出現しており、畑地・路傍等に生育する種は4種を数えるのみであった。一方Bでは、樹林生38種、林縁生22種、草原生27種、湿地生18種、畑地・路傍生は4種で、樹林生の種がやや突出しており、草原生の種もやや多い数字となった。ただし、A・Bのコドラート数に違いがあるため、コドラートを単位とした生育立地タイプ別の平均種数を比較した(図-2)ところ、AB間で有意差があったのは、樹林生

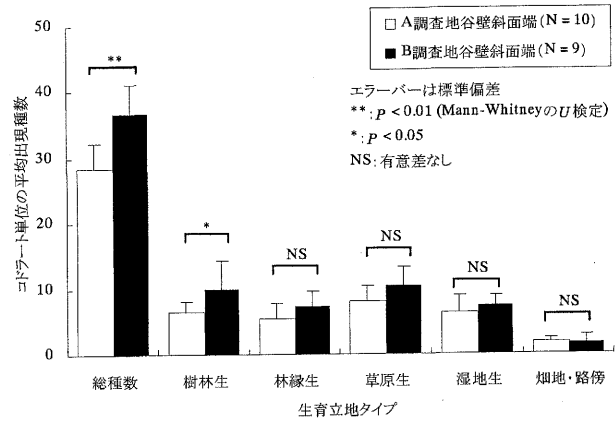


図-2 谷壁斜面端におけるコドラート単位の総出現種数と生育立地タイプ別出現種数

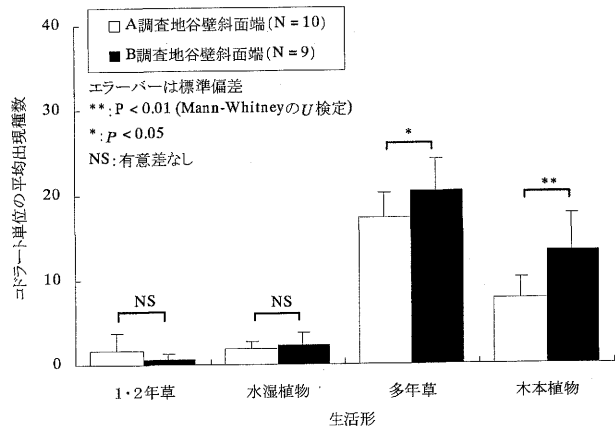


図-3 谷壁斜面端におけるコドラート単位の生活形別出現種数 (1・2年草: Th, 水湿植物: HH, 多年草: GとHとCh, 木本植物: NとMとMM)

の植物種についてのみで、B調査地に有意に多いという結果になった。なお、同様に生活形別の出現種数を比較したところ、1・2年草、水湿植物についてはAB間に有意差は認められず、多年草と木本植物は、B調査地に有意に多い結果となった(図-3)。

なお、両調査地に出現した137種のうち、多年草および木本種の実生や幼樹は128種、1・2年草は9種でそのうち2種は帰化植物⁴⁾であった。

(iii) 谷壁斜面端と上部二次林の共通種: A, Bの谷壁斜面端と上部二次林との共通種について、生育立地タイプ別に種名を示したのが、表-3である。Aでは、上部二次林に出現した69種の

表-3 樹林地と谷壁斜面端に共通した生育立地タイプ別種群

生育立地タイプ	種名
A・B調査区ともに共通した種	
樹林生(8種)	コナラ, グリ, エゴノキ, ウリカエデ, ヤマウルシ, ヤマツツジ, ガマズミ, チョコレ
林縁生(6種)	フジ, ミツハアケビ, ニガイソコ, コチチミササ, ヤマノイモ, オオドコロ
草原生(3種)	アズマナサ, ナガケ, センマイ
湿地生(1種)	コハキボウシ
A調査地のみで共通した種	
樹林生(5種)	レンゲツツジ, コアシサイ, タガネソウ, ヒカゲスゲ, ハリガネソウ
林縁生(0種)	
草原生(3種)	アキノキリンソウ, ツリガネソウ, コバノカモメヅル
湿地生(0種)	
B調査地のみで共通した種	
樹林生(11種)	スキ, クリミササ, カマツカ, マユミ, ムラサキシキブ, オトコヨウメ, サワフ
林縁生(4種)	キ, ヘビノネゴサ, ヤマシノホトギス, キバナアキギリ, シオデ
草原生(4種)	ツルウメドク, サルトリイバラ, スイカズラ, ノササゲ
湿地生(4種)	クサボク, ノカンゾウ, チダケサシ, タチツボシ
	メギ, シケンダ, ヒメシダ, ホソバシケンダ

うち、谷壁斜面端に出現した種は26種で、約38%が共通した。A調査地のみで共通に出現した種は樹林生5種と草原生3種であった。Bでは、樹林地に出現した58種のうちの41種、約71%が谷壁斜面端に出現した。Bのみでの共通種は、樹林生11種、林縁生4種、草原生4種、湿地生4種であった。

4. 考察

今回、喜連川丘陵における谷壁斜面端の植生構造を調査した結果、次のような特徴が明らかになった。

(1) 谷壁斜面端の植生について

(i) 種の豊富さ：AとBの谷壁斜面端に設置した1×1m コドラート19個の平均出現種数は33種で、基盤整備の行われていない伝統的な畦畔草地の平均種数²³⁾と同様の結果が得られた。今回は調査区数が19個と少ないうえ、田面間の法面は未調査であるため、谷壁斜面端の出現種の特徴を明らかにすることができなかった。今後の継続調査および田面間の法面の調査が必要である。また、出現総種数137種の99%が在来種で、帰化種は1%という結果から、定期的に刈取りの行われている伝統的の畦畔の一型である谷壁斜面端は、帰化植物の少ない在来種の優占する立地であるといえよう。

なお、A調査地の1×1m コドラート10個の平均出現種数は29種、Bでは9個の平均が37種と両地点で差があった。後述するように、両調査地の微地形構造の差によるところが大きいのと思われるが、Bに多年草が有意に多かったことから、A、Bの刈取り回数の差も要因の一つとして考えられる。

(ii) 種組成について：畦畔法面として年1、2回の継続的な刈取りが行われているため、草原生植物が数多く生育すると予測されたが、ABの斜面端19㎡に出現した137種のうち、樹林生が42種、林縁生が27種、草原生が33、湿地生27種、畑地・路傍に生育する種が6種、不明が2種記録された。畑地・路傍種、不明種を除き、やや樹林生の種が多いが、ほぼ同等の高い割合で様々な立地に生育する植物種が出現した。樹林生の種が多く出現したのは、林縁生の種の出現も含め、谷壁斜面端が本来二次林域に位置しており、上部斜面の植生の影響を受けるためと考えられる。草原生の種については、刈取りによる継続的な植生管理が行われてきたことが要因になっていると思われる。湿地生の種については、谷壁斜面端が、谷底低地の水湿地と隣接する植生推移帯としての性格を持つ立地であるからといえよう。

(2) 谷壁斜面端の植生と上部二次林の関係について

AB各々の谷壁斜面端と上部二次林に出現した共通種(表-3)を比較すると、Aでは二次林の出現種69種中、谷壁斜面端に出現したのは26種で約38%、Bでは二次林の58種中、谷壁斜面端に出現したのは41種で約71%となり、丘陵斜面の植生が、直下の谷壁斜面端の植生に影響を及ぼしているといえるだろう。しかし、AとBではその影響に大きな差がみられる。相違をもたらした原因には、次のようなことが考えられる。

同一の一次流域の開析谷に位置し、斜面方位を同じくする距離的にも近い2ヶ所の谷壁斜面端であるにもかかわらず、それに続く丘陵斜面上部の二次林の種組成や植生からの影響に差があったのは、Aは支尾根系列に位置し、Bは支谷系列に位置するという微地形条件の違いによる。

Aでは下部谷壁斜面が長く、谷壁斜面端から上部谷壁斜面に位置する二次林調査地下端までの距離が9mと長い。Bでは、その1/6の1.5mで短い。そのため、BはAに比して上部二次林からの種子の供給を受けやすいと考えられる。また、Aは、上部および下部谷壁斜面ともに有機質土層が薄いことから推察されるように、侵食の卓越する斜面である。一方Bは、谷壁斜面端の上部は谷頭平底で、土壌断面からわかるように下部谷壁斜面にも崩積性

の土壌が厚く積もっており、上部の二次林調査地の位置する谷頭平底と土壌構成が似ている。そのため上部の二次林と谷壁斜面端の生育環境が似かよって、斜面上部から供給される種子がAと比べて堆積しやすく、生育もしやすい状態にある。

(3) まとめ

ABの谷壁斜面端の種数や種組成の違いや上部二次林との共通種の差は、各々の微地形条件、上部二次林からの種子供給、刈取り回数の差など、さまざまな要因が複雑に重なっており、原因を特定することはできないが、生育立地の多様性を包含する谷壁斜面端の植物種多様性を保つうえで、上部斜面の形状と二次林植生からの種の供給は大きな意味を持つと考えられる。今後さらに、方位や上部の微地形や植生の異なる谷壁斜面端の比較調査を積み重ねる必要がある。

謝辞

本研究を進めるにあたり、東京大学大学院農学生命科学研究科樋口広芳教授には、調査地での便宜を図っていただいた。調査地の選定には、同じく加藤和弘助教授、酒井すみれ、武田麻里の両氏にお世話になった。現地調査には、井本郁子、鈴木孜、光高徳美の各氏にご協力いただいた。また、市貝町の小森瑞男氏には、地域の情報をご提供いただくなど、お世話になった。ここに厚くお礼申し上げる。本研究の実施には、平成13年度ニッセイ財団環境問題研究助成金(研究代表者：樋口広芳)、科学研究費補助金(若手研究B、研究代表者：大久保悟、#14760014)を一部使用した。

引用文献

- 1) 大窪久美子(2002):日本の半自然草地における生物多様性研究の現状。草地学と保全2。草原生物多様性の保全の現場:日本草地学会誌48(3), 268-276
- 2) 大窪久美子・前中久行(1995):基盤整備が畦畔草地群落に及ぼす影響と農業生態系での畦畔草地の位置づけ:ランドスケープ研究58, 109-112
- 3) 大黒俊哉・松尾和人・根本正之(1996):山間地における放棄水田と畦畔のり面の植生動態:日本生態学会誌46, 245-256
- 4) 山戸美智子・服部保・浅見佳代(1999):兵庫県三田市の基盤整備地と非整備地における畦畔法面上のチガヤ群落の比較:雑草研究44(3), 170-179
- 5) 飯山直樹・鎌田磨人・中川恵美子・中越信和(2002):棚田畦畔の構造および刈取りの差異が植物群落に及ぼす影響:ランドスケープ研究65, 579-584
- 6) 田村俊和(1987):湿潤温帯丘陵地の地形と土壌:ペドロジスト31(2), 29-40
- 7) Nagamatsu, D. and Miura, O. (1997): Soil disturbance regime in relation to micro-landforms and its effects on vegetation structure in a hilly area in Japan: Plant Ecology 133, 191-200
- 8) Kitazawa, T. and Ohsawa, M. (2002): Patterns of species diversity in rural herbaceous communities under different management regimes, Chiba, central Japan: Biological Conservation 104, 239-249
- 9) 大久保悟・神山麻子・北川淑子・武内和彦(2003):多摩丘陵におけるコナラ二次林および林縁の草本層種組成と微地形との対応:ランドスケープ研究66, 537-542
- 10) Tamura, T. (1982): Multiscale landform classification study in the hills of Japan II - application of the multiscale landform classification system to pure geomorphological studies of the hills of Japan: Science Reports of the Tohoku University 7th Series (Geography) 31, 85-153
- 11) Hill, H.O. (1979): TWINSPLAN, a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes: Cornell University Press, Ithaca, New York.
- 12) 宮脇昭・奥田重俊・望月睦夫編(1983):改訂版日本植生便覧:至文堂, 東京, 872pp
- 13) 栃木県自然環境調査研究会植物部会(2003):栃木県自然環境基礎調査とちぎの植物I:栃木県林務部自然環境課, 栃木, 534pp
- 14) 長田武正(1976):帰化植物について 原色日本帰化植物図鑑:保育社, 東京, VI-XVI