

霧ヶ峰高原における小丘地形の立地環境と植物群落との関係

藤間 峻亮*・齋藤 風菜*・大窪 久美子**・百原 新***・沖津 進***

Environmental factors controlling the distribution and structure of plant communities at small hills in Kirigamine Meadows, Nagano Prefecture, Central Japan.

Shunsuke Fujima*, Funa Saito*, Kumiko Okubo**, Arata Momohara***
and Susumu Okitsu***

Abstract: For the purpose of making to clearing the environmental factors controlling vegetation, semi-natural grassland communities were surveyed with soil conditions and vegetation of north-facing and south-facing slopes at small hills in Kirigamine Meadows, Nagano Prefecture, Central Japan. Soil characteristics of north-facing slopes were mesic with high water content and hard with high soil hardness and thick with soil depth. Those of south-facing slopes were xeric with low water content and soft with low soil hardness and shallow with soil depth. The distribution and structure of plant communities on North-facing slopes were different from those of South facing slopes. *Sasa chartacea* var. *nana* and *Calamagrostis longiseta* were the dominant species on South-facing slopes with low community heights. *Miscanthus sinensis* and *Eupatorium chinense* var. *sachalinense* were the dominant species on North-facing slopes with high community height. Each slope had a higher percentage of hemicryptophytes and cryptophytes than the other life-form spectrum. These differences in the distribution and structure of plant communities were caused by the differences in the topography between North-facing and South-facing slopes.

Key Words: semi-natural grassland, environmental factor, slope direction, plant succession, Kirigamine Meadows

キーワード：半自然草原、立地環境、斜面方位、植生遷移、霧ヶ峰高原

はじめに

霧ヶ峰高原は長野県のほぼ中央に位置しており（図 1）、流動性に富み流理構造の発達した溶岩によっておおわれ、西に緩く傾斜している（諏訪の自然を学ぶ会 2011）。この溶岩は、斜長石、単斜輝石、斜方輝石、角閃石の斑晶を含む安山岩であり（諏訪の自然を学ぶ会 2011）、その上に御岳火山の火山灰をかぶり、高原台地を形成したと言われている（山崎ら 1981）。標高約 1500～1900m の間に広がる草原は、古くから行われてきた刈取り、火入れなどによって森林の成立がはばまれてきた（沼田・岩瀬 1975）。

野口（1999）は、霧ヶ峰高原の植生分布は冬の積雪（卓越風）の影響を無視できないとしており、

人為的影響で草原が成立したことに加えて、地形的特徴が植物群落を規定していることを示唆している。Midorikawa, et al.（1964）は卓越風による積雪分布が植生を規定する大きな要因であるとし、南斜面や尾根の頂上付近でササ型群落、北斜面には主にススキ型・大型多年生草本型の群落が発達することを明らかにしている。Tsuchida（1982）は、乾いた尾根ではニッコウザサ（*Sasa chartacea* var. *nana*）、ヒゲノガリヤス（*Calamagrostis longiseta*）などが優占し、北斜面でイワノガリヤス（*Calamagrostis langsdorffii*）、ゴマナ（*Aster glehnii* var. *hondoensis*）などが優占することを示し、地形に対応して異なる植物群落が発達していることを示唆している。このように、霧ヶ峰高原では、一見すると同じように見える草原でも、地形の立地環境と植物群落との間に密接な関係があると考えられる。しかしながら、立地環境と植物群落との関係について比較した研究は少ない。植物群落の量的なデータは、西村ら（1997）、鈴木・矢野（1981）、Tsuchida（1982）で示され

* 千葉大学園芸学部 〒271-8510 松戸市松戸 648

** 信州大学農学学部 〒399-4598 上伊那郡南箕輪村 8304

*** 千葉大学大学院園芸学研究科 〒271-8510 松戸市松戸 648

ているだけである。Midorikawa, et al. (1964) は、南北斜面で土壌の厚さを比較したところ、ササ型の群落では A 層の厚さが約 50cm なのに対し、ススキ-高茎草本型では約 90cm という結果を得ており、南斜面で土壌が薄く、北斜面では厚いことが示唆されている。しかしながら土壌の厚さと植物群落との関係には触れていない。霧ヶ峰高原における植生分布の規定要因を明らかにするためには、地形の立地環境と植物群落の関係を把握することが必要である。

霧ヶ峰高原内には、車山 (1925m)、蝶々深山 (1836m)、南の耳 (1838m) などのいくつかの小丘地形が点在している。これらの小丘地形を踏査したところ、南北斜面で土壌環境に違いがあり、Midorikawa, et al. (1964) や Tsuchida (1982) が示したように、異なる相観の植物群落が成立していることが観察された。そこで本研究では、霧ヶ峰高原内に点在する小丘地形を対象に、南北斜面の立地環境と植物群落の特徴を明らかにすることを試みた。

調査地

調査地は、小ピーク (標高 1792m)、南の耳 (標高 1838m)、蝶々深山 (標高 1836m) の 3 か所の小丘地形である (図 1)。南斜面として設置した調査区は、斜面方位が S4W ~ S42W で、傾斜角度が 6 ~ 14° だった。北斜面として設置した調査区は、斜面方位が N21E ~ N56E で、傾斜角度が 18 ~ 28° だった。

八島ヶ原湿原周辺での気象観測データによると、1985 ~ 2007 年の 23 年間の年平均気温は 5.9℃

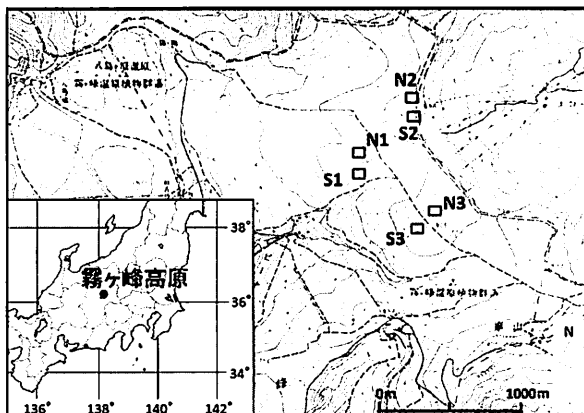


図 1. 調査地

国土地理院 (2002) 1:25000 地形図「霧ヶ峰」をもとに作成

図中の□は調査区を設置した場所を、S、N、は南斜面、北斜面の調査区であることを示す

であり、最寒月 (1 月) の平均気温は -6.5℃、最暖月 (8 月) の平均気温は 18.3℃、温量指数 (WI) は 51.7℃・月である (細田・田口 2009)。暖候期の雨量データと、積雪量から求めた水当量を加えた年間降水量は、1640mm 程度である (細田・田口 2009)。霧ヶ峰高原の草原はブナクラス域の上限、コケモートウヒクラス域の下限に成立しており、ススキ (*Miscanthus sinensis*) の生育環境としては最適域ではない (鈴木・矢野 1981)。

調査地周辺は、18 世紀後半頃には採草地として利用されており (栗原ら 2002)、1960 年頃には採草利用はほとんど停止したと考えられている (浦山 2006; 栗原ら 2002)。その結果、草原には樹木が侵入して遷移が進んでおり、今後は、草原の減少が広範囲に及ぶと予測されている (栗原ら 2001)。

調査方法

立地・土壌環境調査

小丘地形の南北斜面に、6 調査区を設けた (図 1)。1 調査区につき、8 コドラート、合計 48 コドラートを設置した。1 コドラートの大きさは 1m × 1m とした。各調査区の斜面方位及び各コドラートの傾斜角度をクリノメーターで計測した。

土壌含水率及び土壌硬度を土壌水分計 (Campbell Scientific 社製 Hydro Sense 土壌水分測定器)、土壌硬度計 (山中式土壌硬度計) を用いて各コドラート内でランダムに 5 か所、計測した。

植物の根が容易に伸長できる状態の土層を有効土層という (土壌物理研究会 1979)。有効土層の厚さを計測するため、各調査区で 3 コドラートを選択し、直径 3mm の金属の棒を地面に 10 回挿入した。地下 50cm を計測の限度とし、金属の棒が地中の障害物に当たった深さを記録した。50cm を超えた場合は、50cm と記録し、計測を終了した。

植生調査・解析方法

各コドラートにおける全出現種の被度、植被率、植物自然高 (最大値)、群落高を記録した。植生調査は植物の最大成長期となる 9 月中旬に行った。

植生調査から、被度を被度百分率に換算したデータを用い (被度 5 → 被度百分率 87.5%、被度 4 → 被度百分率 62.5%、被度 3 → 被度百分率 37.5%、被度 2 → 被度百分率 17.5%、被度 1 → 被度百分率

5.0%、被度 $\rightarrow$ 0.1%)、各種の被度百分率と植物自然高により積算優占度(SDR₂)と相対積算優占度(SDR₂')を算出した。

群落の種組成と構造を解析する際、生活形分類には Raunkiaer の休眠形を用いた。休眠形は「美ヶ原・霧ヶ峰の植物」(松田・土田 1986)と「改訂新版日本植生便覧」(宮脇ら 1983)を参考にした。群落の遷移段階の指標として、沼田の遷移度(DS)を算出した(沼田 1987)。遷移度は数値が高いほど、群落の遷移が進行していることを示す指数である。なお、植物名については、主に岩槻(1992)、佐竹ら(1981, 1982a, b, 1989a, b)に従い、一部で宮脇ら(1983)を用いた。

結果

南北斜面の土壌環境の違い

全調査区の土壌含水率の平均は 25 ~ 43% 程度だった(表 1)。S3 (34.5%) 及び N3 (43.0%) ではそれぞれの斜面で最も高い値を示していた。土壌含水率の平均が最も低かったのは S1 (24.8%) だった。南北斜面で比較した場合、南斜面の平均は 28.4%、北斜面の平均は 35.9% となり、有意な差があった($p < 0.001$, t 検定)。南斜面は乾燥しており、北斜面では湿潤だった。

土壌硬度の平均は 11 ~ 15mm 程度だった(表 1)。土壌硬度の平均が最も高かったのは S3 (15.0mm)、最も低かったのは N1 (10.8mm) だった。南斜面では、平均が大きくばらついていた。南北斜面で比較したところ、南斜面の平均は 13.9mm、北斜面の平均は 11.8mm となり、有意な差があった($p < 0.001$, t 検定)。南斜面は硬く、北斜面で柔らかかった。

有効土層の平均は、15 ~ 50cm 程度だった(表 1)。有効土層の平均が最も高かったのは、N3 (49.9cm)、最も低かったのは S1 (14.9cm) だった。南斜面では、平均にばらつきがあった。南北斜面で比較すると、南斜面の平均は 23.3cm、北斜面の平均は 44.5

cm となり、有意な差があった($p < 0.001$, t 検定)。南斜面で土壌は薄く、北斜面で厚かった。

南北斜面の特徴種の違い

6 調査区 48 コドラートにおける植生調査の結果、全出現種数は 92 種だった。各調査区で全 8 コドラートの 50% 以上に出現した植物と、SDR₂' がいずれかのコドラートで上位 5 種までに入る 65 種を主要種として組成表を作成した(表 2)。主要種は全 10 種群に区分され、各調査区を特徴づけた。種群 1 群~種群 4 群に含まれる植物が南斜面を特徴づけ、種群 5 群~種群 9 群に含まれる植物が北斜面を特徴づけていた。種群 10 群(ハクサンフウロ(*Geranium yesoense* var. *nipponicum*))、アキノキリンソウ(*Solidago virgaurea* subsp. *asiatica*)、ハナチダケサシ(*Asilbe thunbergii* var. *formosa*)、ノハラアザミ(*Cirsium oligophyllum*)、ツリガネニンジン(*Adenophora triphylla* var. *japonica*)、シロスミレ(*Viola patrinii*)、ウスユキソウ(*Leontopodium japonicum*)、スズラン(*Convallaria keiskei*)、ヤマハハコ(*Anaphalis margaritacea*)、ノコギリソウ(*Achillea alpina*)は、全調査区の共通種群であった。

南斜面の組成的特徴は、種群 1 群(ニッコウザサ、ヒゲノガリヤス、ホソバヒカゲスゲ(*Carex humilis* var. *nana*)、チゴユリ(*Disporum smilacinum*)、ミツバツチグリ(*Potentilla freyniana*)、トダシバ(*Arundinella hirta*)、ニッコウキスゲ(*Hemerocallis dumortieri* var. *esculenta*)、ニガナ(*Ixeris dentata*)、イタドリ(*Reynoutria japonica*))の出現頻度が高かったことである。SDR₂' では、ニッコウザサが 10 ~ 30% 程度、ヒゲノガリヤスが 10 ~ 25% 程度と高い値だった。

調査区 S1 と S2 は、種群 2 群(タカトウダイ(*Euphorbia pekinensis*)、スミレ sp. (*Viola* sp.)、ワレモコウ(*Sanguisorba officinalis*)、マルバスミレ(*Viola keiskei*)、ハナイカリ(*Halenia corniculata*)、マツムシソウ(*Scabiosa japonica*))が共通種群であったが、調査区 S3 では種群 2 群の植物が出現しなかった。

表 1. 南北斜面の土壌環境

調査地	南斜面			北斜面		
	S1	S2	S3	N1	N2	N3
土壌含水率(%)	24.8 $\pm$ 5.0	25.7 $\pm$ 4.2	34.5 $\pm$ 3.5	33.8 $\pm$ 5.9	30.7 $\pm$ 5.3	43.0 $\pm$ 5.4
土壌硬度(mm)	12.3 $\pm$ 2.7	14.4 $\pm$ 1.9	15.0 $\pm$ 1.9	10.8 $\pm$ 1.9	12.6 $\pm$ 2.5	12.0 $\pm$ 2.9
有効土層(cm)	14.9 $\pm$ 9.4	31.1 $\pm$ 13.5	23.7 $\pm$ 17.1	34.4 $\pm$ 12.1	49.2 $\pm$ 3.8	49.9 $\pm$ 0.7

数字は平均と標準偏差を示す

調査区 S3 では、種群 1 群に含まれるニッコウザサ、ヒゲノガリヤスの SDR₂' が調査区 S1 と S2 に比べて高かった。調査区 S1 は種群 3 群（サクラシミレ (*Viola hirtipes*)、ノアザミ (*Cirsium japonicum*)、ヒメスゲ (*Carex oxyandra*))、調査区 S2 は種群 4 群（イブキジャコウソウ (*Thymus quinquecostatus*)、ネバリノギラン (*Alettris foliata*)、コウリンカ (*Senecio flammeus* subsp. *glabrifolius*)、スゲ sp. (*Carex* sp.)) で特徴づけられた。

北斜面に位置する調査区の組成的特徴は、種群 5 群（ススキ、オオヤマフスマ (*Moehringia lateriflora*)、ヨツバヒヨドリ (*Eupatorium chinense* var. *sachalinense*)、ミヤマワラビ (*Thelypteris phegopteris*)、ツボシミレ (*Viola verecunda*)、イワアカバナ (*Epilobium cephalostigma*)、オトギリソウ (*Hypericum erectum*)、オオヒナノウスツボ (*Scrophularia kakudensis*)、コメガヤ (*Melica nutans*)、クルマバナ (*Clinopodium chinense* var. *parviflorum*)、ハンゴンソウ (*Senecio cannabifolius*)、ツクバトリカブト (*Aconitum tsukubense*)、カワラマツバ (*Galium verum* var. *asiaticum* f. *nikkoense*)) の出現頻度が高かったことである。SDR₂' では、ススキが 0 ~ 50% 程度、ヨツバヒヨドリが 0 ~ 30% 程度で高い値だったことも特徴である。

調査区 N1 と N2 は、種群 6 群（オオヨモギ (*Artemisia montana*)、ミヤマニガイチゴ (*Rubus koehneanus*)、チュウゼンジスゲ (*Carex tenuistachya*)、タガネソウ (*Carex siderosticta*)、ゴマナ、ヤナギラン (*Chamaenerion angustifolium*)、フユノハナワラビ (*Botrychium ternatum*)) が共通種群であったが、調査区 N3 では種群 6 群の植物が出現しなかった。調査区 N3 では、種群 5 群に区分されたススキの SDR₂' が調査区 N1 と N2 に比べて高く、種群 9 群（ミチノクホンモンジスゲ (*Carex stenostachys* var. *cuneata*)、サラシナショウマ (*Cimicifuga simplex*)、レンゲツツジ (*Rhododendron japonicum*)) の植物が特徴的に出現した。調査区 N1 は種群 7 群（ヤマヌカボ (*Agrostis clavata* subsp. *clavata*)、ヤマカモジグサ (*Brachypodium sylvaticum*)、ノリウツギ (*Hydrangea paniculata*))、調査区 N2 は種群 8 群（エゾボウフウ (*Aegopodium alpestre*)、メタカラコウ (*Ligularia stenocephala*)、アキカラマツ (*Thalictrum minus* var. *hypoleucum*)、キバナノヤマオダマキ (*Aquilegia buergeriana* var. *buergeriana* f. *flavescens*)、オオバショリマ (*Thelypteris quelpaertensis*)、トネアザミ (*Cirsium nipponicum* var. *incomptum*)、シシウド (*Angelica pubescens*)) で特徴

づけられた。

南北斜面の群落構造の違い

Raunkiaer の休眠形と SDR₂' を用いて、各調査区の生活形構成を比較した (表 3)。斜面方位に関わらず、半地中植物の割合が高く、全調査区において 60% 程度を占めていた。地中植物の割合も全調査区で高く、30 ~ 40% 程度を占めていた。この 2 つの生活形を合わせると、各調査区ともに、全体の 90% 以上を占めていた。小型地上植物は、両方の斜面に出現したが、南斜面で 1% 程度であることに対し、北斜面では 1 ~ 10% 程度と高い値だった。地表植物は、南斜面の S2 のみで出現した。一年生植物は南斜面のみで出現したが、S3 には出現しなかった。

全調査区の群落高の平均は、55 ~ 175cm 程度だった (表 4)。群落高の平均が最も高かったのは、N3 (176.1cm) だった。最も低かったのは、S2 (54.6cm) だった。南北斜面で比較すると、南斜面の平均は 64.3cm、北斜面の平均は 162.3cm であり、有意な差があった ($p < 0.001$, t 検定)。群落高は、南斜面で低く、北斜面で高かった。

出現種数の平均は、9 ~ 21 種程度だった (表 4)。出現種数の平均が最も多かったのは N2 (21.3 種)、最も少なかったのが S3 (9.1 種) だった。南北斜面で比較すると、南斜面の平均は 16.6 種、北斜面の平均は 16.5 種であり、有意な差はなかった ($p > 0.05$, t 検定)。S3 と N3 の平均出現種数は 10 種程度であり、他の調査区に比べて少なかった。

遷移段階の指標として今回用いた、遷移度の平均は 210 ~ 320 程度だった (表 4)。遷移度の平均が最も高かったのは N1 (317.9) で、最も低かったのは N2 (208.1) だった。南北斜面で比較すると、南斜面の平均は 263.0、北斜面の平均は 255.9 であり、有意な差はなかった ($p > 0.05$, t 検定)。S3 と N1 では 300 を超えており、他の調査区に比べて値が高かった。

考察

南北斜面の土壤環境

土壤含水率が南斜面で低く、北斜面で高かったのは、南斜面では北斜面に比べて日当たりが良く、より乾燥しやすい環境であるためと考えられる。加

[illegible]

主要種以外の出現種 S1: マルバハギ (*Lespedeza cyrtobotrya*)、イブキボウフウ (*Libanotis coreana*)、トモエシオガマ (*Pedicularis resupinata* var. *caespitosa*)、オトコヨモギ (*Artemisia japonica*)、ヤマラッキョウ (*Allium thunbergii*)、ナンテンハギ (*Vicia unijuga*)、ウマノアシガタ (*Ranunculus japonicus*)、ウメバチソウ (*Parnassia palustris* var. *multisetata*)、ワラビ (*Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*)、イブキトラノオ (*Bistorta major* var. *japonica*)、S2: イブキボウフウ、ナンテンハギ、タチコゴメグサ (*Euphrasia maximowiczii*)、オトコヨモギ、ウメバチソウ、マルバハギ、ワラビ、ノダケ (*Angelica decursiva*)、リンドウ (*Gentiana scabra* var. *buergeri*)、ヤマラッキョウ、S3: ハバヤマボクチ (*Synurus excelsus*)、ノダケ、マルバハギ、キク科 sp. (*Asteraceae* sp.)

N1: キオン (*Senecio nemorensis*)、ヘビノネゴザ (*Athyrium yokoscense*)、ヌカボシソウ (*Luzula plumosa* var. *macrocarpa*)、イトスゲ (*Carex fernaldiana*)、N2: シラヤマギク (*Aster scaber*)、イブキトラノオ、ハダヤマボクチ、トモエシオガマ、ヘビノネゴザ、ヤマホタルブクロ (*Campanula punctata* var. *hondoensis*)、イトスゲ、N3: タチツボスミレ (*Viola grypoceras*)、イネ科 sp. (*Poaceae* sp.)

表 3. 南北斜面の生活形組成

調査地	南斜面			北斜面		
	S1	S2	S3	N1	N2	N3
小型地上植物	1.1	0.6	0.0	10.0	3.1	1.3
地表植物	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0
半地中植物	63.8	58.3	58.8	63.4	62.4	65.7
地中植物	33.5	34.0	40.6	26.6	34.0	32.0
一年生植物	0.9	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0
不明種	0.7	1.9	0.6	0.0	0.5	1.0

数字は各調査区における、SDR₂'に基づく優占度百分率(%)を示す

表 4. 南北斜面の群落構造

調査地	南斜面			北斜面		
	S1	S2	S3	N1	N2	N3
群落高 (cm)	77.5±26.9	54.6±5.2	60.9±9.9	176.1±24.2	155.9±26.7	154.9±9.7
出現種数	20.9±4.5	19.8±3.4	9.1±2.0	18.3±2.1	21.3±3.0	10.0±1.5
遷移度	228.7±53.3	253.7±41.8	306.5±70.1	317.9±49.1	208.1±31.5	241.7±20.7

数字は平均と標準偏差を示す

えて、霧ヶ峰高原では、年間を通して南～西風が卓越していることから(細田・田口 2009; 小川 2000)、風衝斜面となる南斜面が乾燥しやすいことも考えられる。

土壌水分の増大によって、土壌の硬さが低下することが知られている(土壌物理研究会 1979)。本研究でも同様の傾向となり、南斜面で硬く、北斜面で柔らかいことがわかった。一般的に、根の伸長が抑制され始めるときの土壌の硬さは、山中式土壌硬度計の測定値で 17～20mm、伸長が停止するときは 25～27mm であるとされている(土壌物理研究会 1979)。本研究の土壌硬度の平均は、南斜面で 13.9mm、北斜面で 11.8mm だった。南北斜面の土壌は、ともに根の伸長が抑制される硬さではないが、北斜面の方が根の伸長がよりしやすい環境であると言える。

通常、植物根の伸長や水分移動を規制する、基岩、盤層、ち密層あるいは極端な礫層などの深さで有効土層が決まる(土壌物理学研究会 1979)。南北斜面で有効土層の厚さに違いを生んだ要因は、小丘上の周氷河地形が関わっていると考えられる。冬季の霧ヶ峰高原では、風衝斜面となる南斜面や尾根上の積雪は強風に吹き払われて少なく、地表面が大気の影響を受けやすい(野口 1999)。そのため、南斜面では土壌の凍結融解作用が働く(野口 1999)。風衝斜面では凍結融解作用によって斜面がなだらか

となり、風背斜面では雪が吹きだまり、雪食作用が働いて急斜面となる(岩田 1992)。霧ヶ峰高原に点在する小丘も同じ作用を受け、非対称の地形がつくられたと考えられている(羽田野・馬部 1963)。風衝斜面となる南斜面は、凍結融解作用による階状土の発達が見られるところもある(松本ら 1993)。したがって、南斜面は凍結融解作用によって礫が多く、礫の移動の影響などで、土壌は薄くなっていると考えられる。

風背斜面となる北斜面では、積雪の保護によって、土壌凍結の深さは風衝斜面の南斜面よりも浅くなる(Midorikawa, et al. 1964)。そのため、凍結融解作用の影響は小さく、南斜面に比べると礫が少ないと考えられる。Midorikawa, et al. (1964) は、南北斜面で土壌の A 層の厚さを比較したところ、ササ型の群落では約 50cm なのに対し、ススキー高茎草本型では約 100cm という結果を得ており、本研究と同様に、南斜面で土壌が薄く、北斜面では厚いことが示唆されている。これらを踏まえると、北斜面では礫が少なく、土壌は厚く堆積していると考えられる。

南北斜面の群落組成

南斜面を特徴づける種群 1 群～4 群には、スズランーススキ群集の標徴種あるいは区分種であ

る、ニッコウザサ、タカトウダイが含まれた（宮脇 1985）。北斜面を特徴づける種群 5 群～種群 9 群には、スズラン・ススキ群集の標徴種あるいは区分種である、ヨツバヒヨドリが含まれた（宮脇 1985）。南北斜面の共通種群である種群 10 群には、スズラン・ススキ群集の標徴種あるいは区分種である、シロスミレ、スズランが含まれた（宮脇 1985）。このことから、調査地の群落構成種には、スズラン・ススキ群集の標徴種あるいは区分種を含むことが分かった。スズラン・ススキ群集は、霧ヶ峰高原の標高 1500m 以上の地域に広範囲に成立している。したがって、調査地の植物群落は、霧ヶ峰高原の代表的な植物群落であると考えられた。

霧ヶ峰高原では、冬季の卓越風にさらされる南斜面には、ミヤコザサやマツムシソウ、ニッコウキスゲが優占するササ型の群落で成立し、雪の吹き溜まりができるような北斜面には、ススキやヤナギラン、ノコンギクなどを構成種とするススキ・高茎草本型の群落で成立している（Midorikawa, et al. 1964）。霧ヶ峰高原の主峰車山（1925m）では、乾燥した尾根の群落ではニッコウザサやヒゲノガリヤス、ニッコウキスゲが主要な構成種であり、積雪の多い北斜面ではイワノガリヤスやウド、ゴマナなどの高茎草本が優占している（Tsuchida 1982）。本研究でも、小丘地形の南北斜面で植生が異なっていることが明らかとなり、地形の立地環境の違いが植物群落を規定していると示唆された。

南斜面を特徴づける種群 1 群～4 群には、タチコゴメグサ変群集の区分種であるトダシバや（鈴木・矢野 1981）、日当たりが良い岩地などに生育する、ハナイカリ、イブキジャコウソウ、イブキボウフウが含まれた（佐竹ら 1981）。南斜面における平均群落高は 64.3cm であり、北斜面に比べて低茎の群落となっていることが分かる。その要因は、南斜面の立地環境が、卓越風の影響を強く受けることや、乾燥した浅い土壌環境であることなどが考えられる。平均出現種数は 16.6 種だったが、調査区 S3 では 9.1 種であり、南斜面の他の調査区に比べて少なかった。S3 では、ニッコウザサやヒゲノガリヤスの優占度が高かったため、優占種による被陰の影響が強かったことが考えられる。

北斜面を特徴づける種群 5 群～種群 9 群には、ヤナギラン・オオヨモギ群落の識別種である、ヤナギラン、メタカラコウ、オオヨモギや（鈴木・矢野 1981）、湿った環境に生育するツボスミレ、イワアカバナ、コメガヤ、ハンゴンソウ、ヤマヌカ

ボ、エゾボウフウ、メタカラコウ、ミチノクホンモンジスゲ、サラシナショウマなどが含まれた（佐竹ら 1982a, b）。北斜面における平均群落高は 162.3 cm であり、南斜面に比べて高茎植物の群落となっていることが分かる。その要因は、北斜面は風背斜面となっており、強い風にさらされることが少なく、湿潤で厚い土壌環境が成立していることなどが考えられる。平均出現種数は 16.5 種だったが、調査区 N3 では 10.0 種であり、北斜面の他の調査区に比べて少なかった。N3 では、ススキの優占度が高かったため、優占種による被陰の影響が強かったことが考えられる。

南斜面では表層土が薄く、乾燥した立地に成立するタチコゴメグサ変群集の構成種や、岩地のような場所を好む植物が見られ、北斜面では湿性の立地に成立するヤナギラン・オオヨモギ群落の構成種や湿潤な土壌環境で生育する植物が見られた。したがって、小丘地形の南北斜面では、土壌環境に合わせて、異なる植物群落で成立していることが明らかとなった。さらに、同じ方角に面した斜面でも、調査区の違いで種組成や優占度に違いが見られたことから、小丘地形単位で種組成や優占度に違いがあることが考えられる。

南北斜面の群落構造

生活形組成では、斜面方位に関わらず、半地中植物と地中植物が優占していた。中野（1944）によると、霧ヶ峰高原における草原の生活形は、主として半地中植物、地中植物であり、特に半地中植物の割合が大きいという。Tsuchida（1982）も SDR₂ による重みづけによって、霧ヶ峰高原では半地中植物の割合が 50～70%、地中植物の割合が 30%程度という結果を得ている。本研究でも、これらの研究結果と同様の傾向が示された。同じ霧ヶ峰高原での調査だが、中野（1944）や Tsuchida（1982）とは異なる調査地であり、生活形の分類も異なる可能性がある。したがって、単純な比較はできないが、霧ヶ峰高原では、70 年近くが経過していても、生活形組成は大きく変化していない可能性が高い。

南北斜面の遷移度の平均は 210～320 程度であり、斜面方位によって有意な差は認められなかった。したがって、遷移の進行については南北斜面で同程度であると考えられる。Numata（1969）によると、日本におけるササ草原の遷移度は 800 が最頻値であり、ススキ草原では 500 が最頻値であるという。

本研究の結果と比べると、本調査地では一般的なササ草原やススキ草原と比べて明らかに低い値であることがわかる。

霧ヶ峰高原は長い年月の採草が広範囲にわたり継続された草原である。それによって、樹木の侵入が抑制されてきたことや(沼田・岩瀬 1975)、透水良好で草原が成立しやすい立地条件であることなどから(早川 1996)、遷移の進行は非常に遅いと言われている。

Tsuchida (1982)によると、本州中部亜高山帯において、採草によって成立したヒゲノガリヤス群落は、放置されることで、ササ主体の群落に移行している。本研究では小丘地形の南斜面でニッコウザサの優占が確認された。高岡(1993)は、宗谷丘陵北部のササ草原が、強風の影響を受けて成立していると考察している。本調査地においても、年間を通じて南～西風が卓越している。したがって、南斜面では、卓越風の影響を受けてニッコウザサ中心の草原が成立していると考えられる。山梨県甘利山の草原では、ササの被陰による低木の生育不良が報告されている(久保・長池 2007)。過去の調査事例との比較では、採草利用の停止がニッコウザサの分布が拡大しているようであるが(西村ら 1993)、霧ヶ峰高原でも、ササの優占が遷移の停滞を引き起こしていることが考えられる。さらに、霧ヶ峰高原はススキの生育環境としては最適域ではないこと(鈴木・矢野 1981)も遷移進行の遅れに関係していると考えられる。

栗原ら(2001)は、霧ヶ峰高原の草原内には小規模な樹林が形成されており、今後、草原の消滅が加速度的に進むと予想している。尾関ら(2006)も、今後は草原内で広く樹林化が進行することが懸念されると述べている。これらの研究が示す通り、霧ヶ峰高原は採草利用が停止してから50年ほどが経過しているため、一部では、樹木の侵入による植生遷移が進んでいると考えられる。しかしながら、本研究の結果から、霧ヶ峰高原の遷移進行は極めて遅いということが明らかとなり、霧ヶ峰高原は潜在的に草原が維持されやすい立地環境であると考えられた。

謝辞

本研究は霧ヶ峰生物多様性研究会の調査として行った。調査を許可していただいた長野県諏訪地方事務所、貴重なご意見をいただいた長野県自然保護

センター、下諏訪町立八島ビジターセンターの職員の方々に、厚く御礼申し上げます。

要旨

長野県霧ヶ峰高原に点在する小丘地形において、南北斜面の立地環境と植物群落との関係を明らかにするために、土壌調査と植生調査を行った。南北斜面の土壌を調査したところ、南斜面の土壌は乾燥し、硬く、浅かった。一方、北斜面の土壌は湿潤で、柔らかく、厚かった。植生調査の結果、南斜面には、ニッコウザサ、ヒゲノガリヤスが優占し、ハナイカリ、イブキジャコウソウなど、日当たりがよく、岩地のような場所に生育する低茎の植物が見られた。北斜面にはススキ、ヨツバヒヨドリが優占し、ハンゴンソウ、メタカラコウ、サラシナショウマなど、湿潤な土壌に生育する高茎の植物が見られた。霧ヶ峰高原は人為的影響によって草原が維持されてきたが、群落の組成や構造は一様ではなく、様々な地形によって土壌環境に差異が生じ、それに対応した群落が成立していた。生活形組成と遷移度を南北斜面で比較したところ、生活形組成は、斜面方位に関わらず、半地中植物と地中植物の割合が高かった。過去の研究と比較したところ、70年ほど前から生活形組成の割合が変化していない可能性が考えられた。遷移度は南北斜面で有意な差はなく、本調査地では、一般的なササ草原やススキ草原に比べて遷移度が低かった。霧ヶ峰高原の一部では、樹木の侵入による遷移の進行が見られるが、本調査地周辺では、遷移の進行は極めて遅く、潜在的に草原が維持されやすい立地環境であることが示唆された。

引用文献

- 土壌物理研究会(1979)土壌の物理性と植物生育。養賢堂, 東京。
- 羽田野誠一・馬場正久(1963)霧ヶ峰の周氷河地形について。地理学評論, 36:744。
- 早川康夫(1996)フォッサマグナおよびその周辺の草原草地の立地, 霧ヶ峰と上信越火山群など, 2, 日本草地学会誌, 42(1):30-35。
- 細田浩・田口信(2009)長野県霧ヶ峰八島ヶ原湿原周辺の気候学的特性。法政地理, 41:3-20。
- 岩田修二(1992)山稜の形, (小泉武栄・清水長正編)山の自然学入門:4, 古今書院, 東京。
- 岩槻邦男編(1992)日本の野生植物 シダ。平凡社,

東京.

- 久保満佐子・長池卓男 (2007) 山梨県甘利山におけるレンゲツツジ *Rhododendron japonicum* の開花と萌芽の生残に及ぼす要因. 日本緑化工学会誌, 33 (2): 352-358.
- 栗原雅博・井内正直・古谷勝則 (2001) 霧ヶ峰草原における樹林化の把握と保全手法に関する研究. 環境情報科学論文集 15: 215-220.
- 栗原雅博・中野浩平・熊田章子・古谷勝則 (2002) 霧ヶ峰高原の二次草原における伝統的土地利用方法とその衰退に関する研究. 環境情報科学論文集 16: 115-120.
- 松田行雄・土田勝義 (1986) 美ヶ原・霧ヶ峰の植物. 信濃毎日新聞社, 長野.
- 松本繁樹・菊池勝義・岡本正彦 (1993) 霧ヶ峰の階状土とその形成に関する若干の考察. 静岡大学教育学部研究報告 (人文・社会科学篇), 43: 29-52.
- Midorikawa B., H. Iwaki and K. Hogetsu (1964) Studies on the Productivity and Nutrient Element Circulation in Kirigamine Grassland, Central Japan I. Climate, Soil and Vegetation of Mt. Kirigamine. Bot. Mag. Tokyo 77: 260-269.
- 宮脇昭・奥田重俊・望月睦夫 編 (1983) 改訂新版 日本植生便覧. 至文堂, 東京.
- 宮脇昭編 (1985) 日本植生誌 中部. 至文堂, 東京.
- 中野治房 (1944) 草原植物の生活形及水度, 9, 草原の研究: 95-117, 岩波書店, 東京.
- 西村格・曾我友紀子・津田智・西條好廸・莫文紅 (1997) 霧ヶ峰亜高山草原における標高によるイネ科草本の種組成変化. 日本草地学会誌, 42 (4): 324-334.
- Numata, M. (1969) Progressive and retrogressive gradient of grassland vegetation measured by degree of succession—Ecological judgement of grassland condition and trend IV, Vegetatio, 19: 96-127.
- 沼田真・岩瀬徹 (1975) 草原, 図説日本の植生: 110-117, 朝倉書店, 東京.
- 沼田真編 (1987) 植物群落の遷移, III, 植物生態学論考: 269, 東海大学出版, 東京.
- 野口泰生 (1999) 長野県中信高原・霧ヶ峰の気候環境—第二次世界大戦中の山岳測候所資料と最近の現地観測から—, 国士舘大学文学部人文学会紀要, 32: 47-68.
- 小川肇 (2000) 霧ヶ峰—落葉広葉樹とカラマツの偏形, 日本の気候景観—風と樹 風と集落—, 2. 7: 51-55, 古今書院, 東京.
- 尾関雅章・堀田昌伸・川上美保子・大塚孝一 (2006) 霧ヶ峰草原における植生変化の実態把握, (長野県環境保全研究所編) 長野県環境保全研究所研究プロジェクト成果報告, 4, 霧ヶ峰における自然環境の保全と再生に関する調査研究: 17-24.
- 佐竹義輔・原寛・亘理俊次・富成忠夫編 (1989a) 日本の野生植物 木本 I. 平凡社, 東京.
- 佐竹義輔・原寛・亘理俊次・富成忠夫編 (1989b) 日本の野生植物 木本 II. 平凡社, 東京.
- 佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亘理俊次・富成忠夫編 (1981) 日本の野生植物 草本 III. 平凡社, 東京.
- 佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亘理俊次・富成忠夫編 (1982a) 日本の野生植物 草本 I. 平凡社, 東京.
- 佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亘理俊次・富成忠夫編 (1982b) 日本の野生植物 草本 II. 平凡社, 東京.
- 諏訪の自然を学ぶ会編 (2011) 霧ヶ峰の大地の成り立ち, (土田勝義監修) 霧ヶ峰の自然—自然観察ハンドブック—: 11-26, ほおずき書籍, 長野.
- 鈴木兵二監修・矢野悟道編 (1981) 草原の植生, 霧ヶ峰の植生: 157-168, 諏訪市教育委員会, 長野.
- 高岡貞夫 (1993) 宗谷丘陵北部における二次植生の形成過程. 日本生態学会誌, 43: 69-82.
- Tsuchida, K. (1982) Types and structures of grasslands in the subalpine zone, Central Japan, J. Fac. Lib. Arts, Shinshu Univ., Nat. Sci. 16: 107-138.
- 浦山佳恵 (2006) 霧ヶ峰における伝統的な草原の利用・管理とその変遷, (長野県環境保全研究所編) 長野県環境保全研究所研究プロジェクト成果報告, 4, 霧ヶ峰における自然環境の保全と再生に関する調査研究: 11-16.
- 山崎君男・小松正夫・今井建樹 (1981), 霧ヶ峰地域, (諏訪の自然誌・植物編 編集委員会編) 諏訪の自然誌・植物編: 359-368, 諏訪教育会, 長野.