本州中部亜高山帯の半自然草原におけるヤナギラン群落の群落構造と立地環境

The Structure and Habitat Conditions of *Epilobium angustifolium* Communities on Semi-natural Grassland in the Sub-alpine Zone of Middle of Japan

森 有希* 大窪久美子**
Yuki MORI Kumiko OKUBO

Abstract : The purpose of this study was to clarify the structure and habitat conditions of *Epilobium angustifolium* communities for the sake of vegetation management on semi-natural grassland. Vegetation and soil conditions of *Epilobium angustifolium* communities were investigated at four study areas in the middle-southern part of Nagano Prefecture in central Japan. Five types of plant communities were distinguished at the third level of the TWINSpan classification, and at the fourth level, seven variations of one were distinguished. These vegetation types were related in various study areas. *Epilobium angustifolium* communities were formed at from man-made naked lands to *Miscanthus sinensis* type grasslands. Except for one type of *Epilobium angustifolium* community, all vegetation types were consisted of many characteristic species of Arundinello-Miscanthion sinensis alliance. The DCA axis 1 was related to the species diversity and gradient of the communities, on the other hand the DCA axis 2 was related to the soil moisture on the ones. It suggested that the habitat niche of *Epilobium angustifolium* is remarkably wide

Keywords: semi-natural grassland, *Epilobium angustifolium*, community structure, habitat condition

キーワード: 半自然草原, ヤナギラン, 群落構造, 立地環境

1. はじめに

ヤナギラン (*Epilobium angustifolium* L.) は夏緑広葉樹林から亜高山帯針葉樹林域の下限に分布するアカバナ科の多年生植物で、長野県では、標高約 900~2100m¹⁾ に生育することが報告されている。本種は森林伐採後など破壊された森林跡に成立する切り跡群落の代表構成種といわれ²⁾、北米では火事跡地で優占する種として知られている³⁾。しかし長野県においてヤナギラン群落は、刈り取りや放牧、火入れなどの人為的管理によって維持されてきた半自然草原としても成立している。このような半自然草原としてのヤナギラン群落やその種生態に関する既存の研究は少ない。

一方、ヤナギランは紅紫色の鮮やかな花色と群生する特性から、夏季の高茎草原景観を形成する点において優れている。スキー場や道路法面緑化において外来植物の利用が問題となる中、在来種であるヤナギラン群落の成立や個体群維持を可能とする植生管理方法が明らかになれば、景観資源の面からみても、その意義は大きい。特に既に外来植物による緑化工が施工されたスキー場法面においては、土壌侵食防止の面から在来種による植生に推移させていくことが重要であり⁴⁾、ヤナギラン等の高茎草原群落の有用性は高い。

そこで本研究では、ヤナギラン群落の成立及び維持のための植生管理に関する基礎的知見を得るため、長野県中南部亜高山帯における本群落の組成及び群落構造、立地環境を明らかにし、管理状況との関係性を考察することを目的とした。なお、長野県内のヤナギランをウスゲヤナギランとする見解¹⁾もあるが、本論文ではより一般的見解として、すべての標本同定をヤナギランとして扱った。

2. 調査地域

調査地域は長野県中南部の入笠山 (1955m)、八子ヶ峰 (1833m)、高ボッチ山 (1664m) 及び池山 (1774m) の中腹、標高

1500~1800m に位置する 4 つの半自然草原に設定した。聞き取り調査結果から各調査地域の半自然草原の管理状況を以下にまとめた。入笠山はカラマツ林に囲まれた小規模草原であり、1970 年代より草原景観維持のため、年 1 回秋の草刈りが行なわれている他、一部分の草原では山小屋管理者による選択的な刈り取りも随時行なわれてきた。八子ヶ峰は周辺の大規模草原と連続し、稜線を除いて冬期はスキー場として利用されており、1980 年代より年 1 回秋の草刈りが行なわれている。高ボッチ山では本調査地内では特に管理は行われていなかったが、過去には刈り取り管理が行われていたと考えられた。池山においては、地元有志らによるヤナギラン群落維持のための刈り取り管理が 1990 年より年 2 回春と秋に行なわれている。対象地の地質は、入笠山が四万十累帯、八子ヶ峰、高ボッチ山が第四紀火山岩類、池山が領家花崗岩類¹⁾である。長野県の中信高原を代表する霧ヶ峰車山 (1925m) の年平均気温は 2.5℃、年降水量は 1855mm⁵⁾であり、本データから 4 調査地の年平均気温を換算すると 3.1~4.8℃ (遞減率 -0.55℃/100m) の範囲となる。また車山湿原 (1780m) における WI は 44.5 月・℃、CI は -46.2 月・℃⁶⁾ でトウヒ・コケモモクラス域に含まれる。

3. 調査方法

(1) 植生調査

入笠山、八子ヶ峰及び池山については 2002 年 8~9 月、高ボッチ山については 2003 年 8 月に、それぞれヤナギランが生育する群落を中心に、計 184 個のプロット (2m×2m) を設定し、全出現種の被度、群度、植物高を測定した。

(2) 立地環境調査

植生調査と同時にプロットの傾斜、斜面方位、植被率を測定した。また土壌含水率は、各年 9 月に、Campbell 社 Hydrosense (似 TDR 式) を用いて、各プロット内で 9 箇所ランダムに測定し、その平均値を求めた。

*信州大学大学院農学研究科 **信州大学農学部

4. 結果

(1) TWINSPLAN 解析

全出現種は 225 種であった。被度百分率と植物高より相対積算優占度 (SDR₂')⁷⁾ を算出し、TWINSPLAN 解析⁸⁾ を行った。Cut level は 0.0, 2.0, 5.0, 10.0, 20.0 の規定値を用いた。

群落データは第 3 分割までで 5 型が、さらに第 4 分割で 7 型に分類された (図-1)。第 1 分割ではイタドリ、アオスゲ、ミヤコザサ及びミツバツチグリ、ミヤマニガイチゴによって、E 型 (池山) とその他に分かれた。

第 2 分割では、ハクサンフウロ、チゴユリ、ナツトウダイ、ワレモコウを指標種として A 型 (八子ヶ峰中部) と B 型 (八子ヶ峰上部、稜線部)、C 型 (入笠山、高ボッチ山等) と D 型 (八子ヶ峰下部) に、第 3 分割では、オカトラノオ、オニツルウメモドキ、コウシンヤマハッカを指標種として A 型と B 型が分かれた。

図-1 全調査区の TWINSPLAN 解析結果のデンドログラム

注) 種名 indicator species
N: Negative group P: Positive group
cut level: 0.0, 2.0, 5.0, 10.0, 20.0

同じくマルバヤハズソウを指標種として D 型と C 型が分かれた。

さらに第 4 分割において、B 型はヤマハハコ、アキノキリンソウを指標種として B-1 型 (八子ヶ峰上部) とヤナギランを指標種として B-2 型 (八子ヶ峰稜線部) に、C 型はクガイソウ、アキノキリンソウ、イタドリ、ミツバツチグリ及びホソバヒカゲスを指標種として C-1 型 (入笠山) と C-2 型 (高ボッチ山等) に分かれた。

これらの結果、調査群落は大きく A, B, C, D, E の 5 群落型に分類された。そのうち B, C の 2 群落において、2 つの亜群落型に分類された。群落型は、主に調査地の違いに対応していた。

(2) 種群

TWINSPLAN の種群の分類より、5 群落型の出現種について、模式図を作成した (図-2)。ただし、出現頻度 3 % 以下の種は省略した。5 群落型の共通種群 (I 群) では、ヤナギラン (出現頻度 79.9%) の他、出現頻度 30% 以上の種としては、ススキ、ヨツバヒヨドリなどのトダシバーススキ群団の標徴種⁹⁾ や、ヒメシダ、ホソバヒカゲスゲ、オオヤマフスマ、イタドリ、ワラビ、ヨモギなどの多年生草本植物、木本植物のレンゲツツジ等が認められた。E 型以外での群落型の共通種群 (II 群) としては、ミヤマニガイチゴやスズラン、クガイソウなどの他、ミツバツチグリ、ツリガネニンジン、ワレモコウ、カワラマツバ、ノコンギク、ノアザミ、アキカラマツ、チダケサシなど計 15 種のトダシバーススキ群団の標徴種が認められた。また A, B 型に出現が偏るものの、タチツボスミレ、オトギリソウについても、同様であり、II 群に分類された種の 43.75% がトダシバーススキ群団の標徴種であった。またこれら出現した標徴種のほとんどは多年生草本であった。

各群落型の特徴として、B 型では、上記に加えてニガナ、スミレ、ウツボグサ、リンドウ等 (III 群) のトダシバーススキ群団の標徴種が多く出現した。C 型では、木本植物のズミやシラカンバ、ミヤマタタビ、ミヤマイボタ、ユモトマユミ、イボタノキと、亜高山帯針葉樹林の林床植物であるマイヅルソウやベニバナイチャクソウが、D 型では緑化材に用いられるマルバヤハズソウやシロツメクサが構成種として認められた。E 型はミヤコザサ等の IV 群の出現と、II 群のトダシバーススキ群団の標徴種を欠くことで特徴づけられた。

図-2 TWINSPLAN 解析による種群分類の模式図 (出現頻度 3 % 以下は省略)

■ はトダシバーススキ群団の標徴種

図-3 各群落型の出現種数・植被率・群落高・土壌含水率

(3) 出現種数・植被率・群落高・土壌含水率

TWINSPAN 解析で得られた各群落型の出現種数, 植被率, 群落高, 土壌含水率を図-3に示した。また群落型間の比較をシェフェの多重比較検定によって行った(表-1)。出現種数は, A,B型がそれぞれC,D,E型より, C-1型がC-2,E型より有意に多かった($p<0.05$)(図-3)。植被率は, C-1型がA,B,C-2型より, D型がその他より有意に低かった。群落高は, A型がB,C-1,D型より, C-2型がB,C-1,D型より高かった。土壌含水率は, C-1型がその他より, C-2型がE型より有意に少なく, D型がその他より有意に高かった。

(4) DCA 序列化

DCA 序列化法¹⁰⁾は反復平均法を改良した序列化方法で群落の組成的な変化と環境要因との対応関係をみるものである。全調査区を各種の相対積算優占度を用いて, DCA 序列化法によって分析した(図-4)。表-2にはDCA各軸のスコアと環境条件との相関関係を示した。第I軸(固有値0.555)では, 各群落型はB-1型,A型・B-2型・D型,C-1型,C-2型,E型の順に左から右に配列された。第I軸は群落の傾斜度で正の, 出現種数で負の有意な相関がみられ($p<0.05$), 左から右に傾斜度が高くなるとともに群落の多様性が低下することを示す軸として考えられた。第II軸(固有値0.483)では, 各群落型はC-1型, C-2型・B-2型, B-1型, A型, E型, D型の順に下から上に配列された。第II軸は土壌含水率で正の, 出現種数と植被率で負の有意な相関がみられた($p<0.05$)。下から上に土壌含水率が高くなる環境傾度を示す軸として考えられた。

5. 考察

ヤナギラン生育地周辺の群落は主に5つの群落型に分類され, これらは調査地に対応した。各群落型の特徴については表-3に

表-1 各群落型の出現種数・植被率・群落高・土壌水分の Scheffe 法による多重比較

出現種数							
平均値	A	B1	B2	C1	C2	D	E
A	26.24	◆	0.797	0.987	0.001**	0.000**	0.042*
B1	28.85	—	◆	0.996	0.000**	0.000**	0.000**
B2	27.76	—	—	◆	0.000**	0.003**	0.000**
C1	19.99	—	—	—	◆	0.000**	0.998
C2	14.04	—	—	—	—	◆	0.417
D	18.75	—	—	—	—	—	◆
E	12.67	—	—	—	—	—	◆
植被率							
平均値 (%)	A	B1	B2	C1	C2	D	E
A	95.65	◆	1.000	0.015*	1.000	0.000**	0.192
B1	94.35	—	◆	1.000	0.006**	0.000**	0.185
B2	95.91	—	—	◆	0.004**	1.000	0.000**
C1	79.32	—	—	—	◆	0.003**	1.000
C2	94.68	—	—	—	—	◆	0.147
D	33.75	—	—	—	—	—	◆
E	80.72	—	—	—	—	—	◆
群落高							
平均値 (cm)	A	B1	B2	C1	C2	D	E
A	201.18	◆	0.001**	0.007**	0.000**	0.000**	0.160
B1	128.15	—	◆	1.000	0.870	0.001**	0.875
B2	133.33	—	—	◆	0.738	0.007**	0.969
C1	110.59	—	—	—	◆	0.000**	0.993
C2	193.00	—	—	—	—	◆	0.229
D	94.88	—	—	—	—	—	◆
E	151.22	—	—	—	—	—	◆
土壌水分							
平均値 (%)	A	B1	B2	C1	C2	D	E
A	33.64	◆	1.000	0.197	0.000**	0.162	0.000**
B1	32.80	—	◆	0.279	0.000**	0.226	0.000**
B2	28.52	—	—	◆	0.009**	1.000	0.000**
C1	22.90	—	—	—	◆	0.002**	0.000**
C2	28.61	—	—	—	—	◆	0.038*
D	45.72	—	—	—	—	—	◆
E	34.59	—	—	—	—	—	◆

数字はP値 ** : $P < 0.01$ * : $P < 0.05$

まとめた。A,B型(八子ヶ峰中部, 上部)は出現種数が平均値25種以上と多く, 植被率も平均値90%以上と高い。これは調査地域が隣接する霧ヶ峰や車山高原と連続する大規模な半自然草地であり, 地域全体として亜高山帯半自然草原の構成種が多く分布する植物地理的要因が考えられた。高茎草原の構成種となるススキトダシバ群団の標徴種が多く出現することからも, 目標とすべき在来の半自然草原として示唆された。A,B型では秋に年一回の刈り取りが行われており, ヤナギランを含むこれらの群落型維持には同等の管理が必要であることが示唆された。

それに対して, C-1型(入笠山)は亜高山帯針葉樹林の木本植物や林床植物の種群IV群の出現によって特徴付けられるが, 出現種数はA,B型より少なく, 植被率も低い。I群とII群以外のトダシバーススキ群団の標徴種を欠いており, 組成的には多様性が低く評価された。これは前述のとおり, 草原がカラマツ林に囲まれて面積的に小さいこと, また土壌含水率が低く, 乾燥化が影響していることが考えられた。前述した年1回の刈り取りに加えた選択的な刈り取り管理が多様性低下に与える影響も示唆された。

C-2型(高ボッチ山と入笠山, 八子ヶ峰の一部)はC-1型と同じく種群I群とII群以外のトダシバーススキ群団の標徴種を欠いており, IV群の出現によって特徴づけられ, 出現種数はA,B,C-1型より少なく, 多様性は低かった。高ボッチ山では群落の上層を被覆する木本植物のズミの優占度が高く, これが光環境を低下させ, 多様性を低下させる原因になっていると考えられた。ヤナギラン生育地や半自然草原維持のために, 年一回の刈り取り管理が必要であると考えられた。また他にC-2型には, 牧草由来と考えられたオニウシノケグサが優占する調査区(入笠山)やミヤマウラジロイチゴの優占する調査区(八子ヶ峰)が含まれた。特定の種が著しく優占するため, これが出現種数を減少させる要因の一つであると考えられた。特定の種の優占は前者では牧草を用いた緑化工が, 後者では偏向遷移に移行したことが原因である。これらの群落をA,B型へ移行させるためには, 在来種の種子供給や, 刈り取りを除く人為行為の停止など長期にわたる維持管理が

表－2 DCA 第1軸と第2軸の各スコアと環境条件の相関関係

	DCA第1軸スコア	DCA第2軸スコア	傾斜度	出現種数	植被率	群落高	土壌含水率
傾斜度	0.20**	-0.06	◆	-0.03	-0.06	0.13	-0.14
出現種数	-0.69**	-0.47**	—	◆	0.08	0.00	0.03
植被率	-0.04	-0.29**	—	—	◆	0.43**	-0.05
群落高	0.04	-0.05	—	—	—	◆	0.29**
土壌含水率	-0.04	0.40**	—	—	—	—	◆

値はピアソンの積率相関係数。 ** : P < 0.01

表－3 各群落型の特徴

群落	種多様性	群落高	管理状況	種群の特徴
A	高	高	秋年一回刈り取り	ススキートダシバ群団の標徴種の出現
B-1	高	低	秋年一回刈り取り	ススキートダシバ群団の標徴種の出現
B-2	高	低	秋年一回刈り取り	ススキートダシバ群団の標徴種の出現
C-1	中	低	秋年一回、選択的刈り取り	亜高山帯針葉樹林の木本植物や林床植物の出現
C-2	低	高	特になし	木本植物の侵入、牧草由来のイネ科の優占
D	中	低	秋年一回刈り取り	カモガヤ、シロツメクサなどの緑化材の出現
E	低	中	春秋年二回刈り取り	ミヤコザサの優占

図－4 DCA 序列化法による各群落型の序列づけ

必要であると考えられた。

また、A,B 型と同じ八子ヶ峰に成立する D 型は、組成として種群Ⅱ群とⅢ群を欠き、緑化材に用いられるカモガヤ、シロツメクサやマルバヤハズソウ等の V 群の出現で特徴づけられた。D 型はスキー場内リフト下の人工裸地の群落で、出現種数が少なく、また植被率は低く、粘土質土壌のため土壌含水率が高かった。ヤナギランは生育しているものの、著しい矮化個体群で、これは土壌条件に因るものであると考えられ、種組成からも成立目標には適さない群落型であると評価された。ヤナギランは、森林土壌に成立する A,B 型から粘土土壌の造成裸地に成立する D 型まで個体群を形成することから、本種の生育ニッチの幅は広いことが示唆された。またリフト造成時やスキー場としての利用による人為攪乱が大きいと考えられ、緑化材として使われた外来植物の侵入、定着が問題であり、同じ人為が働けば、A,B 型の半自然草原に移行することは難しいと考えられた。

池山の E 型は半自然草原の面積が小規模で、周囲にシードソースとなる草原植生のないことが、全体的に出現種数が少ない要因と考えられた。また、刈り取り管理の回数が年 2 回と他の調査地よりも多く、春に刈り取ること、ヤナギランなどの多年生草本の競合種であるミヤコザサの優占度の高い区が存在することも、出現種数の減少に影響すると考えられた。

既存の植物社会学的研究ではヨツバヒヨドリ－ヤナギラン群集³⁾は山地高茎広葉草原としてオニシモツケ－オオヨモギクラスに位置付けられており、ヤナギランを標徴種、ワラビ、シモツケ、ミヤマナルコユリなどを区分種としている。その構成種には、ヨモギ、イタドリ、ノコンギク、ダイコンソウ、ハンゴンソウ、ヤマドリゼンマイ、ウドなど本研究で出現が確認された種が多くあげられている。したがって、今回得られたヤナギラン群落も基本的にはヨツバヒヨドリ－ヤナギラン群集に含まれると考えられた。

しかし本研究の結果、ヤナギランの生育する群落は、刈り取りなどの維持管理を受けることによって構成種にトダシバススキ群団の標徴種を多数含む多様性の高い群落型から木本植物が優占する群落型や偏向遷移が進行している群落型まで多くの群落型の存在することが明らかになった。各群落型は周辺植生との関係性や草原の地理的条件、土壌水分条件、管理条件と密接に関係することが示唆された。また一方で、本調査からヤナギランは人工裸地からススキ型草地までの幅広いニッチに生育する種特性を有することが明らかになった。

ヤナギラン群落の植生管理については、群落の成立や維持のためには、競合種である木本植物及びササ類を抑制するための刈り取り管理等が必須であると考えられるが、具体的な管理の頻度や時期については対象地ごとに群落の現状を把握し、検討しなければならない。また植物地理的背景や周囲の植生環境が異なれば、同様の管理を他地域で行ったとしても、誘導される群落型は異なり、管理目標を検討する場合には、これらの条件を考慮に入れ、目標群落を設定する必要性のあることが指摘された。

さらに外来植物を用いた緑化工によりこれらの植物種が定着した群落型や偏向遷移が進行した群落型をヤナギランなどの在来半自然草原に移行していく手法の確立もこれからの課題である。

引用・参考文献

- 1) 長野県植物誌編纂委員会 (1997) : 長野県植物誌 : 信濃毎日新聞社, 1735pp
- 2) 宮脇昭編 (1977) : 日本の植生 : 学習研究社, 272pp
- 3) 津田智 (1991) : 火と植物群落 (ファイアーエコロジー, 飯泉茂編著) : 東海大学出版会, 192pp
- 4) 露崎史朗 (1991) : 北海道におけるスキー場植生の現状と推移－地表改変・播種により造成維持されている場合－ : 日本生態学会誌 41(2), 83-91
- 5) 松田行雄・土田勝義 (1985) : 美ヶ原・霧ヶ峰の植物 : 信濃毎日新聞, 263pp
- 6) 諏訪市教育委員会 (1981) : 霧ヶ峰の植物 : 諏訪市教育委員会, 18pp
- 7) 沼田眞 (1965) : 草地の状態診断に関する研究Ⅱ－種類組成による診断 : 日本草地学会誌 12(1), 29-36
- 8) Hill, M. O. (1979) : TWINSPLAN－A FORMAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes : Cornell University Press, 99pp
- 9) 宮脇昭 (1985) : 日本植生誌中部 : 至文堂, 604pp
- 10) Hill, M.O. and Gauch, H.G. (1980) : Detrended correspondence analysis, an improved ordination technique : Vegetatio 42, 45-58