

三瓶山ススキ草地の種多様性を指標する植物種の抽出

高橋 佳孝*・井上 雅仁**

Identifying plant indicator species to assess biodiversity in a *Miscanthus*-type grassland community at the base of Mt. Sanbe

Yoshitaka Takahashi and Masahito Inoue

Abstract: In this study, we aimed to assess potential plant biodiversity indicator species for a *Miscanthus* grassland community at the base of Mt. Sanbe and then examined the effectiveness of these indicators in evaluating biodiversity. Several plant indicator species that are used to represent the floristic quality of grassland communities under good or poor management were extracted from a database of 66 vegetation samples from burned, burned and mowed, and abandoned *Miscanthus* grasslands. The number of desirable indicator species was strongly positively correlated with plant species richness and diversity parameters including Shannon's diversity index and the proportion of grassland plant species in the community. In contrast, undesirable indicator species exhibited a highly negative relationship to plant species richness and a positive relationship to the proportion of woody plant species present. Thus, the indicator plant species identified in this study could be used effectively for assessing biodiversity in *Miscanthus*-type grassland communities.

Key word: semi-natural grassland, indicator plant, biodiversity, burning, abandonment

キーワード：半自然草地、指標植物、生物多様性、火入れ、放棄

1. はじめに

近年、二次的自然の生物多様性が見直される中、火入れ、採草、放牧など的人為的攪乱によって維持されてきた半自然草地が、希少な動植物の生息場所であることが明らかにされてきた（藤井 1999；井村 2008；兼子ら 2009）。また、半自然草地は、生物多様性保全上の重要性の他にも、広々とした風景や季節の移ろいの魅力、環境教育や展示の素材として（井上・高橋 2008）、あるいは貴重な文化財（大窪・土田 1998）としても価値が高いことなど、多様な機能や価値が見直されつつある。しかし、かつては里地里山の重要な構成要素であり、採草地や放牧地として身近に存在し

ていた半自然草地が、近年では草資源の利用の衰退とともに、全国的に減少の一途をたどってきた（氷見山 1995；小椋 2006）。そのため、半自然草地の保全や再生を目指した活動が、各地で盛んになってきた（高橋 2002；津田ら 2002；山内・高橋 2002；瀬井 2006；海老沢 2013；大西ら 2013）。

その一方で、優占種（相観）が同じ草地であっても、管理履歴や環境条件の違いにより種組成や種多様性が変化することが指摘されており（瀬井 2006；河野ら 2008；高橋ら 2014），本来の種多様性の高い半自然草地群落を保全していくには、適切な管理を指標する種を明確にすることが重要である（Koyanagi et al. 2013；Underwood 2014）。また、草原保全活動に市民ボランティアなど多様な主体が関わる機会が

* 西日本農業研究センター,〒694-0013 島根県大田市川合町吉永60

NARO Western Region Agricultural Research Center, 60 Yoshinaga Kawai, Ohda, Shimane, 694-0013, Japan

** 島根県立三瓶自然館, 〒694-0003 島根県大田市三瓶町多根 1121-8

The Shimane Nature Museum of Mt. Sanbe (Sahimel), 1121-8 Tane, Sanbe-cho, Ohda, Shimane, 694-0003, Japan

増えた今日（海老沢 2013；大西ら 2013；山内・高橋 2002），種多様性などの草地の質や状態を，農家や市民ボランティア自らが簡易に見分けられる指標が必要となる。欧州では，農家が識別しやすい草花を用いた草地の生物多様性評価が農業環境支払いのスキームに導入され，草地保全に活かされている（Wittig et al. 2006；野村 2014；Underwood 2014）。このように，種多様性の高さを指標する植物種を用いることで，簡易に草地の状態や保全目標の達成度を評価でき，また環境支払いなど今後の政策に繋がる可能性がある。

半自然草地における種多様性などを指標する植物種の抽出は，これまでにいくつかの研究事例がある。最近では，静岡県の茶草場や熊本県阿蘇地方のススキ草地において，数種類の植物によって群落の種多様性を指標することが可能であると報告されている（楠本ら 2010；第10回全国草原サミット・シンポジウム実行委員会 2015；高橋ら 2015a, 2015b）。その一方で，植物相や構成種は地域によって異なるため，地域ごとに指標種を設定する必要がある。

そこで本研究では，三瓶山麓の半自然草地のうちススキ型草地を対象として，種多様性が高い植生を指標する植物種の抽出を行った。さらに，指標種としての妥当性についても検証した。

2. 調査地および調査方法

(1) 調査地

調査地は，島根県中央に位置する三瓶山の西麓斜面（西の原），標高約450mに広がるススキ型草地で，過去10年以上管理が放棄された場所（放棄地）と現在まで火入れが継続されている場所（火入れ地）からなる（図1）。火入れ地は，1988年の山火事を契機に不審火による失火・延焼の防止と草原景観の維持を目的として，その後毎年3月に火入れが実施されており（高橋ら 2003），一部では刈り取りが行われている。植生相観をみると，放棄地は，ススキ以外にツル植物や灌木類が繁茂して群落高が高くなっている（図1）。火入れ地においては，ススキが優占する草丈の高い場所とトダシバが優占する丈の低い場所が混在しており，また，一部では刈り取りの影響によって草丈の短い場所もある。

調査地から約18km離れた観測地（飯南町赤名，標高約444m）での気象観測結果によると，年平均気温の平年値は11.5 °C，年降水量は2,034 mmであった。

(2) 植生調査

2006年から2009年にかけて2m × 2m の方形区を



火入れ実施地



火入れ放棄地

図1 調査地の代表的な植生と相観。

合計で66箇所設置し（火入れ地が44箇所，放棄地が12箇所），夏季（8-9月）に植生調査を行った。植生調査は，主に植物社会学的調査法（Braun-Blanquet 1964）を用い，調査枠内に出現したすべての種の種名，最大草高（m）および被度（%）を記録した。

(3) 解析方法

植生タイプと種群の分類を行うために，得られた植生データにTWINSPAN（Two-Way Indicator Species Analysis）（Hill 1979）を適用し，調査地点をグループ化した。すなわち，出現の有無（在・不在）により，種×地点のマトリクスを作成した。その際に，いずれも出現が1地点のみの種は解析から除外した。その後，TWINSPANによって分類された地点グループの特徴を比較するために，区分された地点グループごとに，種多様性の指標として出現種数と多様度指数（ H' ）を算出した。また，生育立地タイプをもとに草原生種の比率を，生活型より木本種の比率をグループごとに算出した。

さらに，指標種分析法であるINSPAN（Indicator Species Analysis）（Dufrene & Legendre 1997）を用いて，各出現植物の在・不在データから，各地点グループ別に各群落タイプとの結びつきの強さを表す

Indicator Value (IV, 0-100) を計算し, IV 値>25 を示す種を指標種候補として抽出した。その後、これらの候補種群の中から、見分けやすさ、開花時期などを考慮し、複数の指標植物を選出した。

3. 結 果

(1) TWINSPAN による分類と各地点グループの特徴

全66箇所の調査地点は、TWINSPAN による第2段階までの分割の結果、木本類であるノイバラを識別種とするM1(12地点)、多年生草本であるシラヤマギクを識別種とするM2(20地点)、およびメドハギ、アリノトウグサ、トダシバを識別種とするM3(34地点)の3つのグループに分類された(図2)。

これらの3地点グループの特徴を表1に示す。群落高は、M1およびM2が約1.5 mで、M3の0.9 mに比べて高い値を示した。平均出現植物種数および種多様度(H')は、M3で最も高く(22.8種/m², 2.52), 次いでM2(18.5種/m², 2.34), M1(8.7種/m², 1.84)の順に低くなった。また、M3における草原生種の比率は80.6%と3グループの中で最も高く、木本種の比率は15.0%と最も低かった。一方、M1は草原生種の比率が3グループ中で最も低く(17.1%), 木本種の比率は逆に最も高かった(55.4%)。M2のそれらは、M1およびM3の中間の値を示した(それぞれ70.7%, 25.8%)。

以上のように、出現種数や種多様度からみると、M3が最も種多様性の高い状態にあった。また、本グループは火入れが継続されており、木本種率が低く、かつ草原生種の比率が高いことから、ススキ型草地としての質が高い状態であると判断された。一方、M1には20年以上火入れが放棄された地点のすべてが含まれており(表1)、種多様性や草原生種の割合が低く、木本率が高いことから、草原としての質が低下した状態にあると判断された。

ススキ型草地の植生データ

計66地点

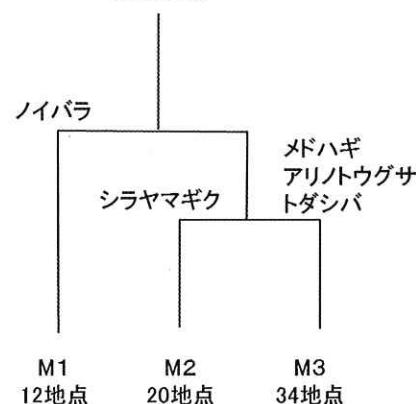


図2 TWINSPAN による分割過程と各グループの識別種。

表1 火入れ型草地における各地点グループの特徴と指標種

地点 グループ	調査地点数			平均出現植物種数(種/4m ²)			多様度 H'	指標種候補	
	火入れ 高茎	火入れ 低茎	放棄 ¹	全種	草原生種	木本種		IV>50 ³	50>IV>25
M1			12	8.7 (100.0) ²	1.5 (17.1)	4.8 (55.4)	1.84	アオツヅラフジ, クズ, ノイバラ, ヤマノイモ, クサイチゴ	ボタンヅル, ヘクソカズ ラ, キンミズヒキ, ツル ウメモドキ
M2	18	2		18.5 (100.0)	13.1 (70.7)	4.8 (25.8)	2.34	シラヤマギク, ススキ, ツクシハギ, ヤマハッ カ	フシグロ, ヒカゲスゲ, カワラナデシコ, ツリガ ネニンジン, ミツバツチ グリ, ナワシロイチゴ, オカトラノオ, 他3種
M3	14	20		22.8 (100.0)	18.4 (80.6)	3.4 (15.0)	2.52	サワヒヨドリ, アリノ トウグサ, ヒメハギ, メドハギ, ミツバツチ グリ, ネコハギ, ニガナ, スミレ, 他4種	アキノキリンソウ, ニオ イタチツボスマレ, オミ ナエシ, リンドウ, オト ギリソウ, ツリガネニン ジン, 他6種

¹ 放棄: 約20年火入れを放棄。² 括弧内は比率(%)。³ IV: Indicator value (0-100).

(2) INSPANによる指標種の抽出

INSPAN分析の結果、M1の指標種候補 ($p < 0.05$, $IV > 25$) として、ノイバラ、クズ、アオツヅラフジ、ヤマノイモ、ヘクソカズラなど合計8種が抽出され、1種（キンミズヒキ）を除き、いずれも林縁生の植物であった。M2では、シラヤマギク、ノブドウ、ワラビ、ススキ、オニドコロ、オカトラノオなど合計12種が抽出され、うち草原生の種が8種を占めた。M3では、メドハギ、トダシバ、アリノトウグサ、ニガナ、サワヒヨドリ、ヒカゲスゲなど、草原生の種（20種）を中心とし合計25種の植物が抽出された（表1）。

前述した各地点グループの植生の特徴からみて、種多様性が高く、良好な状態にあるM3、ならびに種多様性が低く、劣悪な状態と見なされるM1の指標種候補群の中から、それぞれ良好な状態の指標種、劣悪な状態の指標種4種ずつを選定することとした。良好な状態の指標種選定に当たっては、1) 専門家でなくとも識別しやすい花をもつこと（この時点で単子葉類は除外）、2) 草原生の種であること、3) 夏から秋に開花する高茎植物であることなどを、また、好ましくない状態の指標種の選定に当たっては、1) IV値が大き

いこと、2) 夏から秋に花や実をつけることなどを考慮した。

その結果、種多様性の高いススキ型草地の指標種（好みい指標種）として、サワヒヨドリ、オミナエシ、ツリガネニンジン、オトギリソウを選定した。また、種多様性の低い状態の指標種（好みくない指標種）としては、IV値の大きなノイバラ、クズ、アオツヅラフジ、ヤマノイモの4種を選定した。

(3) 指標種と種多様性の関係

植生調査を実施したすべての地点（66箇所）において、上記の指標種が存在するか否かを、また、何種の指標種が含まれているかを検証した。さらに、各地点に出現した指標種の数と草原生植物の種数との関係性を解析した。

図3は、縦軸に単位面積当たりの出現植物種数、草原生種および木本種の割合を、横軸には上記の指標植物の種数をとったものである。その結果、火入れ型草地では、好みい指標種が存在し、しかもそれらの数が多い場所ほど、平均出植物種数や草原生植物比率が増し、種多様性が高くなる傾向が認められたが、木本

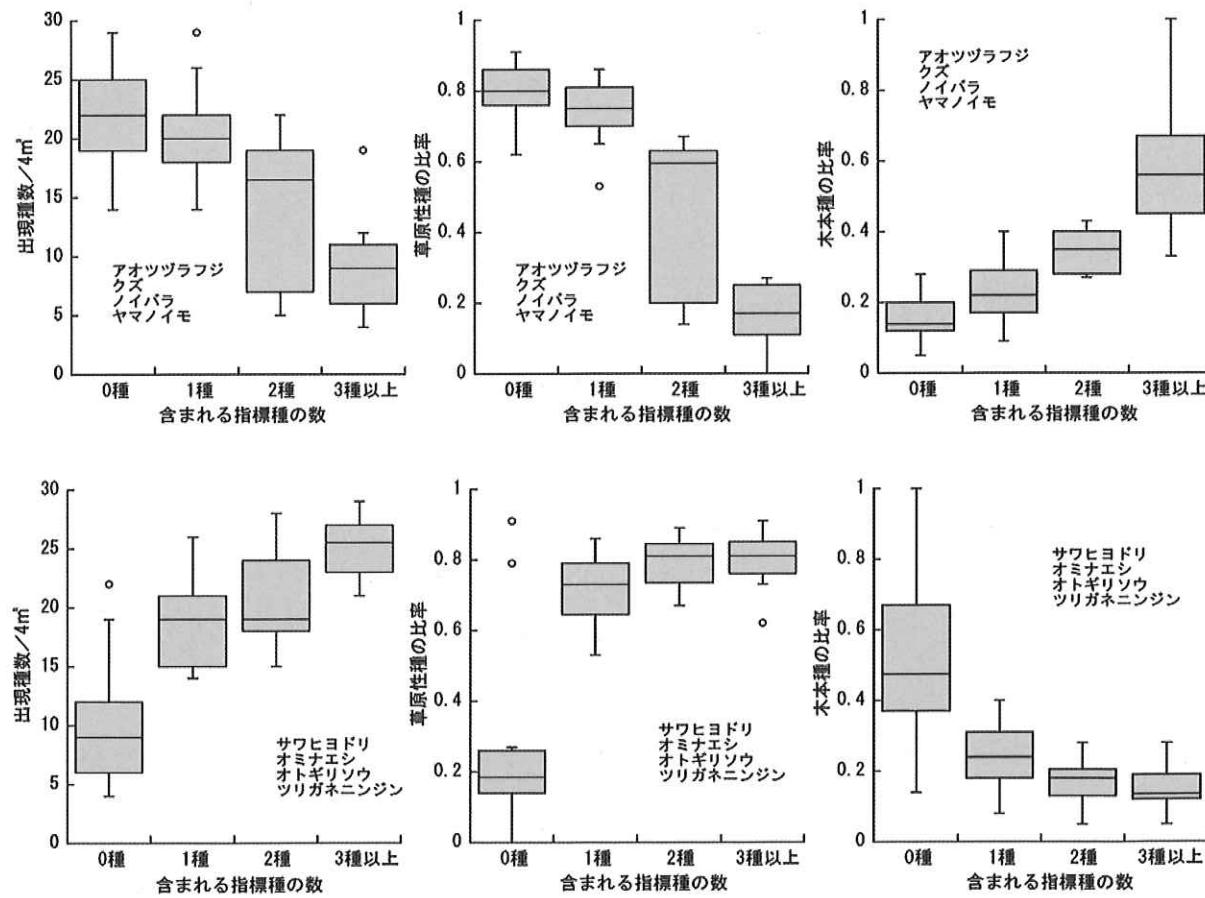


図3 火入れ型草地の調査地に含まれる指標種の数と平均出現植物種数、草原生種および木本種の比率との関係。

種比率は逆に低下した。一方、好ましくない状態の指標種が多い場所ほど、木本の比率が高まり、出現植物種数や草原生植物の比率は少なくなる傾向にあった。

4. 考 察

本研究の目的は、種多様性の観点からススキ型草地の状態を診断できる指標種とそのリストを提示することである。指標種の選定に当たっては、利便性の観点から農家や市民になじみ深く、また、同定の容易な種を選ぶことが望ましい。この理由から、有毒植物や外来雑草種、目立たない植物やイネ科植物は排除されるべきとされている (Matzdrf et al. 2008)。本報においても、夏～秋の時期に花（もしくは実）をつけ、専門家でなくとも容易に識別できることを考慮して、好ましい状態の指標植物4種（サワヒヨドリ、オミナエシ、ツリガネニンジン、オトギリソウ）と好ましくない状態の指標4種（ノイバラ、クズ、アオツヅラフジ、ヤマノイモ）を選定した。

また、群落レベルの種多様性の評価に良好な状態の指標種（正の指標種）の数を適用した結果、それらの指標種の数と多様性パラメータ（種の豊富さ、草原生植物の割合）との間に正の関係性が認められた（図2）。このことから、花を見つけるという比較的単純な作業（指標植物の特定）によってススキ型草地の種多様性を診断することに一定の信頼性が得られた。

本研究で抽出された良好な状態の指標種のうち、オミナエシやツリガネニンジンは三瓶山地域を含む全国各地で盆花としてよく利用される植物（湯浅 1993；松岡 2007）で、オトギリソウ、サワヒヨドリ、ツリガネニンジンの仲間（サイヨウシャジン）も阿蘇地方では盆花として利用されると記載されている（大滝 1976, 1982）。高橋ら（2015a）は、阿蘇北外輪の採草型草地303箇所の植生データにおいて、盆花の種数と草原生植物の種数（種の豊富さ）との間に高い正の相関を認めている。人々になじみ深い盆花を指標種ととらえると、盆花という地域に伝わる草原文化の再評価にも結びつく可能性がある。

一方、好ましくない指標種（負の指標種）は植物種の貧弱さを反映しており、管理の放棄に伴う草地植生の劣化や草地管理の不備をモニタリングするのに有効と考えられる。それにより、好ましい指標種が消失することで検知されるよりも早く、管理の変化（悪化）を感じることが可能であろう。

しかしながら、指標の数4つが妥当かどうかは検討の余地が残されている。特定する指標種の数が少ないと（すなわち評価の閾値が低ければ）、種の豊

富な草地では植生の劣化を見逃してしまう可能性がある (Matzdrf et al. 2008; Underwood 2014)。Underwood (2014) は、種の豊富な草地の場合には6-8種の指標植物を採用することを提唱している。今後、種多様性の高い群落においては、指標種の数を増やすなどの配慮が必要になろう。

また、本試験で正の指標として抽出された植物は、簡単なトレーニングによって農家や市民でも容易に同定できるので、保全意識の芽生えや向上に役立つと考えられる（富岡 2011；野村 2014）が、実際の運用に当たっては、現地で指標植物を識別するプロトコル（ガイドライン、マニュアルなど）を整備し、そのための適正な調査区のサイズ、調査場所の選定方法などを確立しておく必要がある。

植生の評価基準としての種多様性の採用は、常に草地の形状や調査場所の面積に依存している。均質な植生においてさえ、種多様性は調査面積の対数値と直線的な関係にあることが多いとされる（Williams 1950）。方形区による調査は、限られた予算や人員の中で実施可能な方法であるが、4つの指標種を見つける機会は小さい調査区よりも大きな調査区において高くなる。小さな方形区を数多く調査するのか、あるいは大きな方形区を調査するのかについて、利便性や費用対効果の観点から今後検討を加える必要がある。

以上のように、今後に残された問題点は多いものの、今回抽出された指標種は、三瓶山周辺のススキ型草地の種多様性を判定する上で有効であろう。その一方で、ある特定の群落の種多様性は、その場所の環境要因（土壌、地形、向きなど）と管理様式の両方を反映しており（Marini et al. 2007; Marini et al. 2009; Koyama et al. 2016），指標植物種の出現もそれらの影響を受けることとなる（Kaiser et al. 2010）。本報では、TWINSPANによって分類された地点グループのうち、良好な状態の指標種が存在し、種多様性の高かったM3のグループは、火入れ管理がなされていることと低茎であることで特徴づけられる（表1）。このような低茎パッチは、一部には火入れのみの場所にも存在し、また、一部には刈り取りが実施されている場所に相当していた。前者は主にもともとの環境要因の劣悪さ（たとえば、土壌の薄さや堅さ）を反映し、後者は主に管理の方法（刈り取り）が関与していると推察されるが、それらの因果関係については現段階では確認できていない。

なお、本報では絶滅危惧種のような保護上重要な種は考慮していない。絶滅危惧種は、草地植生における種の豊富さの評価には他の種ほどの重要性はないものの、当該草地の保全価値という観点からみれば、これらの種が国や地域レベルでの生物多様性への貢献度

が高いことは考慮されるべきである (Duelli & Obrist 2003)。したがって、保護上重要な種については別の方法（基準）で評価し、価値付けに加えておく必要がある (Duelli & Obrist 2003; Kaiser et al. 2010)。最も望ましいのは、本報で評価したように普通種の多様性が重要種の多様性（個体数や種数）をも反映していること (Wittig et al. 2006; Matzdrf et al. 2008) であるが、重要種は一般的に出現頻度が低く、この点を検証するにはデータ数が不足している。今後さらにデータを集め、検証しておく必要がある。

謝 辞

本試験の実施にあたり、植生調査では西日本草原研究グループのメンバー各位の協力をいたしました。また、島根県自然環境課、大田市農林課（現在、農林水産課）、三瓶牧野委員会には、調査等の便宜をはかりていただきました。この場をかりて厚くお礼申し上げる。

引 用 文 献

- Braun-Blanquet J (1964) Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Aufl. Springer, Wien, p1–86 (in German)
- 第10回全国草原サミット・シンポジウム実行委員会 (2015) 第10回全国草原サミット・シンポジウム in 阿蘇 報告書。第10回全国草原サミット・シンポジウム実行委員会、阿蘇、p20–23. <http://sogen-net.jp/wp-content/uploads/2016/01/summit10-1.pdf> [2016年11月1日参照]
- Duelli P, Obrist MK (2003) Biodiversity indicators: the choice of values and measures. *Agr Ecosyst Environ* 98: 87–98
- Dufrene M, Legendre P (1997) Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecolo Monogra* 67: 345–366
- 海老沢秀夫(2013)旧入会地の茅場を復活 群馬県みなかみ町「コモンズ村・ふじわら」の試み、森林環境2013 特集・地域資源の活かし方一人・自然・ローカルコモンズ（森林環境研究会編著・松下和夫・井上 真責任編集）。森林文化協会、東京、p105–117
- 藤井伸二 (1999) 絶滅危惧植物の生育環境に関する考察。保全生態学研究 4: 57–69
- Hill MO (1979) TWINSPAN, 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, p1–90
- 氷見山幸夫 (1995) アトラス－日本列島の環境変化。朝倉書店、

- 東京, 1–187
- 井村 治 (2008) レッドリスト分析による草原性チョウ類保全のための評価。日草誌 54: 45–56
- 井上雅仁・高橋佳孝 (2008) 博物館における野外展示物としての草原性植物の開花状況と刈り取り管理との関係。ランドスケープ研究 71: 869–872
- Kaiser T, Rohner M-S, Matzdorf B, Kiesel J (2010) Validation of grassland indicator species selected for result-oriented agri-environmental schemes. *Biodivers Conserv* 19: 1297–1314
- 兼子伸吾・太田陽子・白川勝信・井上雅仁・堤 道生・渡邊園子・佐久間智子・高橋佳孝 (2009) 中国5県のRDBを用いた絶滅危惧植物における生育環境の重要性評価の試み。保全生態学研究 14: 125–129
- 河野円樹・福住早苗・梅森一義・石川慎吾・三宅 尚 (2008) 四国山地塩塚高原における半自然草地植生の種多様性に及ぼす管理様式の影響。 *Hikobia* 15: 205–215
- Koyanagi T, Kusumoto Y, Hiradate S, Morita S, Yokogawa M, Takahashi Y, Sato C (2013) New method for extracting plant indicators based on their adaptive responses to management practices: application to semi-natural and artificial grassland data. *Appl Veg Sci* 16: 95–109
- 楠本良延・岩崎亘典・平館俊太郎・稻垣栄洋 (2010) 農業活動により維持される茶草地の景観生態学的研究と生物多様性評価。2010年度日本地理学会春季学術大会抄録 ID: S1409, https://www.jstage.jst.go.jp/article/ajg/2010s/0/2010s_0_37/_article/-char/ja/ [2016年11月1日参照]
- Marini L, Scotton M, Klimek S, Isselstein J, Pecile A (2007) Effects of local factors on plant species richness and composition of Alpine meadows. *Agr Ecosyst Environ* 119: 281–288
- Marini L, Fontana P, Klimek S, Battistia A, Gaston KJ (2009) Impact of farm size and topography on plant and insect diversity of managed grasslands in the Alps. *Biol Conserv* 142: 394–403
- 松岡元気 (2007) 三瓶山麓民族誌－生業・信仰の生成環境に着目して－。近畿大学大学院芸術研究科修士論文、p1–149
- Matzdorf B, Kaiser T, Rohner M-S (2008) Developing biodiversity indicator to design efficient agri-environmental schemes for extensity used grassland. *Ecol Indic* 8: 256–269
- 野村久子 (2014) EUにおける農業環境支払制度と草地農業のもつ多面的機能の保全。草地農業の多面的機能とアニマルウェルフェア（矢部光保編著）。筑波書房、東京、p128–152
- 小椋純一 (2006) 日本の草地面積の変遷。京都精華大学紀要 30: 159–172
- 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、東京、p432–476
- 大西 舞・松下京平・白川勝信・鎌田磨人 (2013) 地域住民によ

- る雲月山草原の経済価値評価. 農村計画学会誌 32 (特別号) : 191-196
- 大滝典雄 (1976) 阿蘇谷周辺の盆花について. 熊本記念植物採集会誌 BOTANY 26 : 51-58
- 大滝典雄 (1982) 山東原野の先祖祭りにおける盆花について. 熊本記念植物採集会誌 BOTANY 32 : 11-18
- 瀬井純雄(2006)阿蘇の草原植物の現状. 日本植物学会第70回(熊本)大会公開シンポジウム「九州の植物が危ない」. 熊本大学, 熊本, p13-20
- 高橋佳孝 (2002) 萌芽的な草原保全活動に期待する (巻頭言にかえて). 日草誌 48 : 264-267
- 高橋佳孝・米屋宏志・大滝典雄 (2003) 放牧牛を用いた火入れ草地の防火帯作り. 日草誌 49 : 406-412
- 高橋佳孝・井上雅仁・堤 道生 (2014) 三瓶山の火入れ管理下にあるススキ (*Miscanthus sinensis*) 草地の植生に及ぼす放牧の影響. 日草誌 60 : 102-108
- 高橋佳孝・渡辺雄一郎・竹原真理 (2015a) 阿蘇草原の生物多様性評価指標の選定と評価－阿蘇北外輪山地域の採草地の例－. 農及園 90 : 977-984
- 高橋佳孝・渡辺雄一郎・竹原真理 (2015b) 阿蘇草原の生物多様性調査マニュアルの作成と活用－阿蘇北外輪山地域の採草地の例－. 農及園 90 : 1071-1078
- 津田 智・富士田裕子・安島美穂・西坂公仁子・辻井達一 (2002) 小清水原生花園における海岸草原植生復元のとりくみ. 日草誌 48 : 283-289
- 富岡昌雄 (2011) 環境農業直接支払い施策におけるコントロールの実際－ドイツ・バーデン・ヴュルテンベルク州のMEKA プログラムを例に－. 生態調和の農業形成と環境直接支払い (横川 洋・高橋佳孝編著). 青山社, 相模原, p293-300
- Underwood E (2014) Result indicators used in Europe: Results-based Payments for Biodiversity - Supplement to Guidance Handbook. Institute for European Environmental Policy, London, p1-49, <http://ec.europa.eu/environment/nature/rbaps/handbook/docs/result-indicators.pdf> [2016年11月1日参照]
- Williams CB (1950) The application of the logarithmic series to the frequency of occurrence of plant species in quadrats. J. Ecol. 38: 107-138
- Wittig B, Kemmermann AR, Zacharias D (2006) An indicator species approach for result-orientated subsidies of ecological services in grasslands - A study in Northwestern Germany. Biol Conserv 133: 186-197
- 山内康二・高橋佳孝 (2002) 阿蘇千年の草原の現状と市民参加による保全へのとりくみ. 日草誌 48 : 290-298
- 湯浅浩史 (1993) 植物と行事－その由来を推理する. 朝日選書 478. 朝日新聞社, 東京, p159-165