

# 草原性植物の絶滅危惧状況： 1997～2020年の環境省レッドリストと生息環境面積の変化から

Extinction Risk Status of Grassland Plants:  
Insights from Japan's Red Lists (1997-2020) and Changes in Habitat Area

富高まほろ、井上太貴、河合純、關岳陽、山本裕加、宮本和、芳澤あやか、金子冬美、  
田中健太

著者 所属：筑波大学山岳科学センター菅平高原実験所

責任著者 (Corresponding author)：田中健太 kenta@sugadaira.tsukuba.ac.jp

利益相反：本論文に関して開示すべき利益相反関連事項はない

## 【キーワード】

絶滅危惧種、環境省レッドリスト、生息地タイプ、草地、絶滅リスク、保全地

## 【要旨】

生物多様性の保全のために保全地を増やすことが国際的な課題となっている。こうした施策の実効性を高める上で優先的に保全すべき生息環境を明らかにすることは重要である。本研究は、維管束植物の1997年・2007年・2020年の環境省レッドリストを用いて、絶滅危惧種の保全にとって重要な生息環境を日本の全国規模で明らかにすることを試みた。絶滅危惧種の生息環境を図鑑等によって調べて「草地」「湿地」「海浜」「岩石地」「農地」「道路」「森林」「林縁」「水生」に分類した。生息環境ごとの絶滅危惧種数は森林が最も多く、次いで岩石地、湿地、草地、林縁、海浜、農地、水生、道路の順だった。非高木が優先する草原的環境のほうが、高木が優先する森林的環境よりも、絶滅危惧種数が多かった。絶滅危惧種の絶滅ランクが上がる割合は、林縁と海浜でやや高い傾向があったものの統計的な支持は得られなかった。生息環境ごとの面積あたりの絶滅危惧種密度は、1963年時点では草原的環境のほうが森林的環境よりも27倍高かった。この差は、近年になるにつれて草原面積が急速に減少していることにより、2020年時点には96倍になった。絶滅危惧種の密度およびその増加速度から、絶滅危惧種を保全する上での生息環境の重要性が、草原的環境の方が森林的環境よりも高いことが示唆された。

## 【はじめに】

生物多様性の損失は、「地球の臨界点」を越えるほどの差し迫った課題である

(Rockstorm et al. 2009)。生物多様性条約第 15 回締約国会議 (COP15) で採択された昆明・モンテリオール生物多様性枠組 (CBD-COP15 2022) では 2030 年までに世界の陸・海の 30% を生物多様性の保護区とする 30by30 が盛り込まれた。保護区拡大による生物多様性保全の実効性を高めるには、生息環境の種類ごとに十分な面積の保護区を確保する必要がある。しかし、どのような生息環境の保護区が特に重要であるかはよく分かっていない。

日本の絶滅危惧種の状況は、環境省がレッドリストとして公表している。維管束植物については、環境省は 1997 年に初めてレッドリストを公表し(環境庁 1997a)、その後 2007 年に 2 回目のレッドリストを公表した(環境省 2007)。さらに、2012 年に公表した 3 回目のレッドリストについて現在まで改訂を続けられており、その最新のものが「レッドリスト 2020」として公表された(環境省 2020)。これらのレッドリスト掲載種の生息環境を調べて生息環境の種類ごとに絶滅危惧植物の種数を比べることができる。しかしそうした種数を比較するだけでは、生息環境ごとに面積や絶滅危惧種の消失リスクが異なるため、特定の生息環境の重要性を的確に評価することは難しい(藤井 1999)。そのため、面積あたりの絶滅危惧種数(兼子ほか 2009)、ホットスポット解析(渡邊ほか 2014)、分布データによる絶滅リスク評価(井村 2008)などの様々な手法で、生息環境の重要性評価が試みられてきた。

藤井(1999)は、近畿地方・神奈川県・愛知県のレッドリストを対象に、高危険度率(「絶滅」、「絶滅?」もしくは「絶滅寸前」と判定された種数の合計がレッドリストの掲載種数に占める割合)を生息環境別に算出し、水湿地環境と草地環境は維管束植物の絶滅の危険性が特に高い場所であることを明らかにした。兼子ほか(2009)は、中国地方の各生息環境のレッドリスト記載植物種数を各生息環境の面積で割ることで絶滅危惧種の密度を求め、絶滅危惧種数の密度は草地で最も高いことを報告した。渡邊ほか(2014)は、環境省レッドリストの絶滅危惧植物を対象に減少要因や生息環境の種類ごとに保全効果の高い地図メッシュをホットスポットとして抽出したところ、火山性の地形が様々な減少要因・生息環境に対する共通のホットスポットであることを報告し、火山性地形に半自然草原が多く分布し、そこが開発と管理放棄の両方の脅威にさらされているからではないかと考察している。井村(2008)は、草原性チョウ類について全国都道府県のレッドリストに掲載された絶滅危惧のチョウを対象に、各県の絶滅危惧ランクを各県の面積で加重平均した絶滅リスク指数が、分布範囲が狭い種、草地性の種、単食性の種で高いことを示した。

2007 年版環境省レッドリスト掲載種の減少要因として最も多く挙げられたのは自然遷移であり、次いで捕獲・採集等、森林伐採、道路工事、土地造成と続いていた(環境省)。自然遷移による絶滅危機の多くは人為攪乱によって維持されてきた半自然草原や里山などの二次的自然を含む草地・湿地・林縁等の環境で起きているため、これらの生息環境の保全が喫緊の課題として指摘されている(大窪 2002, 矢原・川窪 2002)。しかし、絶滅危惧種を保全する上での草地・湿地等の生息環境の重要性を全国規模で定量的に評価した例はほ

とんどない。

本研究は維管束植物を対象とし、レッドデータブック及び図鑑情報をもとに1997年・2007年・2020年の環境省レッドリスト(維管束植物)に掲載されている種の生息環境を調べ、「草地」「湿地」「海浜」「岩石地」「農地」「道路」「森林」「林縁」「水生」の生息環境区分に分類し、さらに、非高木が優先する草原的環境と高木が優先する森林的環境を区別した。これらの生息環境について、(1)絶滅危惧種数、(2)絶滅危惧種の絶滅危惧ランクの変化率、(3)面積あたりの絶滅危惧種数(絶滅危惧種の密度)、(4)絶滅危惧種の密度の時間的変遷、を求めた。これらの指標に基づいて、絶滅危惧種を保全する上で特に重要な生息環境を考察した。

## 【方法】

### 生息環境の分類

1997年・2007年・2020年の環境省レッドリスト(維管束植物)に掲載されている種について、下記の図鑑等を調べて生息環境を表すキーワードを抽出し、生息環境を「草地」「湿地」「海浜」「岩石地」「農地」「道路」「森林」「林縁」「水生」の9つの区分に分類した(表1)。図鑑等として、「レッドデータブック2014(環境省2015)」、「改訂レッドリスト 付属説明資料 植物I(維管束植物)。(環境省2010)」、「改訂新版 日本の野生植物(大橋ほか2015, 2016a, b, 2017a, b)」のいずれかを用いた。これらの図鑑に記載がなかった種は「日本の野生植物(佐竹ほか1981, 1982a, b, 1989a, b; 岩槻1999)」を用いた。これらのいずれにも生息環境キーワードが記載されていない種については、生息環境を「不明」とした。生息環境を表す語句のうち、「山地」「丘陵地」「暖地」の語句や地名など、具体的な生息環境を絞り込むには不十分な語句しか記述されていなかった種についても生息環境を「不明」とした。

これらの9つの生息環境区分ごとに絶滅危惧種の種数を集計した。一つの種が複数の区分にまたがって生息する場合、それら全ての区分に重複して計数した。例えば、「草原や低木林の林内や林縁」という記述では、草原は「草地」の、林内は「森林」の、林縁は「林縁」のキーワードであるため(表1)、3つの生息環境区分に1種ずつ計数した。

「高地」「高山」はおおむね岩石地を指すと考えられるが(兼子ほか2009)、生息環境を示すその他のキーワードがない場合には「岩石地」に含め、その他のより明確なキーワードがある場合にはそのキーワードを優先した。例えば、「高山の湿地」という記述の場合、「湿地」のみに計数した。非高木が優占する「草地」「湿地」「海浜」を「草原的環境」としてまとめた。「岩石地」は優占植生がやや不明瞭だが非高木が優占している可能性があるため、岩石地を草原的環境に含めた場合の集計も行った。また、高木が優先する「森林」「林縁」を「森林的環境」としてまとめた。

### 絶滅危惧種の絶滅危惧ランクの時間変化

環境省のレッドリストでは、IUCN(国際自然保護連合)によって発表されているレッドリストのカテゴリー(ランク)の考え方(IUCN(2001))をもとに、絶滅のおそれの程度に応じてランク分けして評価されている。絶滅ランクは、絶滅：EX(日本ではすでに絶滅したと考えられる種)、野生絶滅：EW(飼育・栽培下、あるいは自然分布域の明らかに外側で野生化した状態でのみ存続している種)、絶滅危惧ⅠA類：CR(ごく近い将来における野生での絶滅の危険性が極めて高いもの)、絶滅危惧ⅠB類：EN(ⅠA類ほどではないが近い将来における野生での絶滅の危険性が高いもの)、絶滅危惧Ⅱ類：VU(絶滅の危険が増大している種)、準絶滅危惧：NT(現時点での絶滅危険度は小さいが生息条件の変化によっては「絶滅危惧」に移行する可能性のある種)情報不足：DD(評価するだけの情報が不足している種)、絶滅のおそれのある地域個体群：LP(地域的に孤立している個体群で、絶滅のおそれが高いもの)に分けられている。

1997年～2007年および2007年～2020年の二つの期間について、その期間の始点・終点の両方のレッドリストに掲載されている種を対象に、絶滅ランクの変化を調べた。ただし、これらのランク変化の中には調査によって新たな集団が見つかった場合や判定基準が変更された場合(レッドデータブック2014, 環境庁1997b)など、既知集団の絶滅危惧状況の変化以外の場合が含まれるため、ランク変化の意味を正確に解釈することは難しい。そのため、ランクが上がった種の割合(ランクアップ率)とランクが下がった種の割合(ランクダウン率)を求めた。分類体系の変化(別種と考えられていたものが同種に改められる等)などの理由により異なる年のレッドリストの間で表記が変化した種は除外した。

## 面積あたりの絶滅危惧種数(絶滅危惧種の密度)とその時間的変遷

日本の国土の利用区分別面積(国土交通省「国土の利用区分別面積」[https://www.mlit.go.jp/kokudoseisaku/kokudoseisaku\\_fr3\\_000033.html](https://www.mlit.go.jp/kokudoseisaku/kokudoseisaku_fr3_000033.html), 2024年7月30日確認)に基づき、原野等(森林以外の草生地と採草牧草地の合計)、農地(耕地の目的に供される土地)、道路(一般道路、農道及び林道の合計)、森林(国有林と民有林の合計)の面積を、最も古い記録である1963年と最も新しい記録である2020年について収集した。このうち国土利用区分の「原野等」は生息環境区分の「草原的環境」に対応していると考え、国土利用区分の「森林」は生息環境区分の「森林的環境」に対応していると考えた。そして、1963年と2020年の時点における、2020レッドリスト掲載種の各生息環境区分あたりの種数を対応する国土利用区分の面積で割って絶滅危惧種密度を求めた。

### 【結果】

#### 生息環境区分ごとの絶滅危惧種数

1997年・2007年・2020年の維管束植物レッドリストにはそれぞれ、1901種・1690種・1790種(累計2325種)が記載されていた。このうち、それぞれ1500種・1321種・1414種の生息環境が判別できた。1997年・2007年・2020年のレッドリストにおける生

息環境ごとの絶滅危惧種数を求めたところ（表2）、絶滅危惧種数の多い生息環境区分の順序は年間で変わらず、多い順に森林・岩石地・湿地・草地・海浜・林縁・水生・道路・農地だった。非高木が優占する「草地」「湿地」「海浜」からなる「草原的環境」の絶滅危惧種数（956種）は「森林」「林縁」からなる「森林的環境」の絶滅危惧種数（796種）よりも多い傾向があった。この傾向は草原的環境に岩石地を含めると（1317種）より顕著だった。

### 絶滅危惧種の絶滅危惧ランクの時間変化

1997年から2007年にかけて絶滅危惧ランクが上がった種(情報不足(DD)を除く)は182種で、ランクが下がった種は470種だった。2007年から2020年にかけてランクが上がった種は57種で、ランクが下がった種は144種だった（表3）。絶滅危惧ランクが上がった種の割合(ランクアップ率)は、1997～2007年の期間の方が2007～2020年の期間よりも高い傾向があった。生息環境区分ごとに見ると、1997～2007年の期間には林縁・海浜・岩石地で高い傾向があり、2007～2020年の期間には湿地・水生で高い傾向があり、1997～2020年の期間全体では林縁・海浜で高い傾向があった。しかし、1997～2020年の期間全体におけるランクアップ率は生育地区分による有意差はなかった。 $(p=0.60)$ , カイ二乗検定)。道路と農地は期間によってはランクアップ率が高い傾向があったが、対象となる種が少なかった。

### 生息環境区分ごとの絶滅危惧種の密度とその時間的変遷

2020年レッドリストに掲載されている絶滅危惧種を対象に、各生息環境区分における種数を対応する土地利用区分の面積で割った絶滅危惧種密度は、1963年時点の面積に基づいた場合には草原的環境の密度が突出しており、森林的環境の27倍だった。1963年から2020年にかけて草原面積が約70%減少したことから、2020年時点の面積に基づいた絶滅危惧種の密度では草原的環境と森林的環境の差がさらに大きくなり、96倍となった(表4)。草原的環境に岩石地を含めると、絶滅危惧種の密度は森林に対して1963年には36倍、2020年には128倍だった。

#### 【考察】

維管束植物を対象とした1997年・2007年・2020年の環境省レッドリストのいずれかに掲載されている計2325種の生息環境を明らかにし、全国規模で絶滅危惧種の生息環境を整理することができた(表2)。最も単純に絶滅危惧種数を生息環境区分間で比較すると森林が最も多く(2020年版で681種)、次いで岩石地が多かった(572種)。非高木が優先する草原的植生(「草地」「湿地」「海浜」)の絶滅危惧種数は2020年版で956種と多く、掲載種1790種の約53%を占めていた(その他の生息環境区分にまたがって生息する種を含む)。このことは、絶滅危惧種を保全する上で草原的な生息環境が潜在的に重要であることを示し

ている。ただし、兼子ほか (2009) が指摘しているように、生息環境の種類によって面積や絶滅リスクが異なるため、これらを考慮した評価が必要である。

生息環境ごとの絶滅リスクを理解するために、絶滅危惧種が絶滅危惧ランクの階段を上げて絶滅に向かっていく速度の指標として絶滅危惧ランクが上がった種の割合 (ランクアップ率) を調べた。ランクアップ率は、1997~2007 年の期間には岩石地と海浜で高く、2007~2020 年の期間には農地・水生・湿地で高く、ランクアップ率が上位となる生息環境が期間によって逆転した (表 3)。また、1997~2007 年の期間の方が 2007~2020 年の期間よりも全般的にランクアップ率が高かった。そのため、絶滅危惧判定の基準やその運用、調査努力量などが、異なる年のレッドリスト間で変わった可能性がうかがわれる。両期間を通じた 1997~2020 年の全期間では、林縁・海浜のランクアップ率がやや高い傾向があったが、統計的には支持されなかった。いずれの期間においてもランクアップ率よりもランクダウン率の方が多かったことから、絶滅危惧ランクの判定基準の運用や判定のもとになった調査努力量が年間で変わったなどの影響が無視できない。生息環境ごとに調査努力量が必ずしも一定ではなく絶滅危惧種の実態の把握の程度に差がある可能性もある (渡邊 2014) ことから、今回の評価は生息環境の重要性に対して一定の知見を提供してはいるものの、その解釈については慎重を期する必要があるだろう。

絶滅危惧種にとっての各生息環境の重要性を評価するために、面積あたりの絶滅危惧種の密度を生息環境間で比較したところ、1963 年時点の面積に基づいた場合には、原野等の絶滅危惧種密度が森林の約 27 倍、2020 年時点の面積に基づいた場合には約 96 倍と突出していた (表 4)。現在指定されている絶滅危惧種が現在までに個体数を減らしてきた要因として、過去から現在までの生息環境面積の減少が考えられる。環境省 (2015) においても維管束植物の絶滅要因として最も多く挙げられたのは自然遷移であり、湿地や草地の植生遷移・森林化によってこれらの生息環境の植物種の絶滅リスクが高まっていると指摘されている。同様の分析を中国地方の 2002~2004 年のレッドリストに対して行った兼子ほか (2009) も、草地・湿地・海浜で絶滅危惧種の密度が特に高く、それぞれ森林の 40 倍・34 倍・37 倍であることを報告している。本研究は、これらの地域規模での傾向が、全国規模にも一般化できること、2020 年時点で面積減少による危機がさらに高まっていることを初めて示した。

日本の草原面積は近年急速に減少しており、57 年間で 70% 以上が減少していた (国土交通省)。同期間に原野等 (草原) の絶滅危惧種密度は 8.27 種/10000ha から 29.87 種/10000ha と 3.6 倍に高まっている。一方で、森林面積は 1963~2020 年の期間を通じて国土の 66.2%~66.3% の範囲で極めて安定しており (国土交通省)、この間の絶滅危惧種の密度も 0.31 種/10000ha に安定している。草原面積の減少は 100 年前頃から始まっており、最近 100 年間では 90% 以上の面積の草原が消失したと報告されている (小椋 2006)。したがって、草原的な生息環境における絶滅危惧種密度の高まりは、過去 100 年間の期間では一層顕著だったはずである。種の絶滅は、多くの場合は生息地を喪失してから一定時間後に起こるため、現

在は絶滅していなくても潜在的に今後絶滅する可能性を持つ「絶滅の負債」が懸念される (Kuussaari et al. 2009, Tilman et al. 1994)。急激な面積減少が起きている原野等では特に絶滅の負債が蓄積していて、これから将来にかけて急速な絶滅が進行する懸念がある。

以上より、絶滅危惧種の密度および、密度の時間的な増加速度という観点からは、絶滅危惧を保全する上で原野等(草地・湿地・海浜等)が特に重要な生息環境であることが示唆された。今後の課題として(1)絶滅危惧ランクの特に高い種の割合の生息環境区分による違い、

(2)絶滅危惧種の参照として、非絶滅危惧を含む植物相全体における種の密度の生息環境区分による違い、(3)社会・経済状況が大きく変化した最近 100 年間の国土の利用区分ごとの絶滅危惧種密度の変化、(4)複数の生息環境にまたがるジェネラリストと特定の生息環境に依存するスペシャリストによる絶滅リスクの違い、が明らかにできれば様々な生息環境の重要性をより詳しく理解できるだろう。絶滅危惧種の消失要因は開発・汚染・管理放棄など地域ごとに異なるため(渡邊 2014)、それぞれの地域で直面している課題に対する保全策を検討するためには、地域ごとに発行されているレッドリスト等の情報をもとに、より詳細なスケールで検討することも重要である。全国の絶滅危惧の現状を把握して生息環境ごとの保全優先度を検討したうえで、地域ごとの詳細な絶滅リスク評価を組み合わせることで、より具体的な保全目標を定めるための有効な指針となることが期待される。

#### 【謝辞】

本研究は、環境省・(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費 (JPMEERF20234005)により実施した。

表1 生息環境区分ごとのキーワード。「高地」・「高山」はその他の情報がない場合のみ岩石地とした。

生息環境区分	キーワード
草地	草地, 草原, 原野, 野原, 高原, 山野, 草本帯, 平野, 氾濫原, 低木群落(低木林内), 荒地, 陽地, 日あたりのよい, 向陽, 開けた, 明るい, 乾燥地
湿地	湿地, 湿原, 河川, 河岸(川岸), 川原, 河岸, 地沼(沼), 池, ため池, 泥炭地, マングローブ, 川沿い, 湿潤, 沢, 湿った, 谷間, 流れの縁(淵), 溪流沿い, 水際, 水辺, 川沿岸, 河口
海浜	海浜, 海岸, 砂地, 砂浜, 沿海地, 海側地域, ラグーン, サンゴ(珊瑚礁), 海に近い
岩石地	岩石地, 岩壁, 岩場, 岩上, 露岩, 崖, 岩地, 礫, 岸壁, 風衝地, 風穴, 砂質地, 崩壊地, 稜線, 岩盤, 岩の裂け目, 岩の上, 裸地, 高山, 高地
農地	農地, 水田, 畑, 畔(あぜ), 石垣, 耕作地
道路	道路, 路傍, 道端
森林	森林, 樹林, 林下, 林内, 林床, 樹幹, 山中, 深山, 林中, 竹林, 樹木, 樹上, 樹陰, 日陰, 日照が遮られる, 茂み, 落ち葉の間, 陰地, 高木, 山林, 自然林, 天然林, 人工林, 二次林, 産地の林, 老木上, 暖温林
林縁	林縁, 木陰, 疎林, 林の縁
水生	水生, 水中, 水草, 抽水, 沈水, 海底, 海中, 潮下帯



表2 レッドリストに記載された生息環境区分ごとの絶滅危惧種数

生息環境区分	1997年	2007年	2020年	国土の利用区分
草地	285	317	349	
湿地	437	488	513	
海浜	124	146	159	
岩石地	515	540	572	
草原的環境*	762	859	926	
草原的環境 (岩石地含む)*	1080	1188	1237	原野等
農地	42	48	48	農地
道路	6	10	12	道路
森林	543	611	681	
林縁	118	134	163	
森林的環境	609	686	773	森林
水生	30	40	39	—
不明	401	369	376	—
総計	2501	2703	2912	
総計(重複除く)	1901	1690	1790	

\*草原的環境は「草地」「湿地」「海浜」の累計、草原的環境(岩石地含む)は「草地」「湿地」「海浜」「岩石地」の累計を示す。

表3 生息環境ごとの絶滅危惧ランク推移確率（期間の始点・終点の両方のレッドリストに掲載されている種を対象とし、情報不足(DD)を除く）

生息環境区分	ランクアップ率(%)			ランクダウン率(%)			対象となる絶滅危惧種数		
	1997-2007	2007-2020	1997-2020	1997-2007	2007-2020	1997-2020	1997-2007	2007-2020	1997-2020
草地	12.4	2.8	11.2	38.0	7.5	38.6	242	321	241
湿地	10.1	5.4	10.4	38.5	7.4	41.4	358	484	355
海浜	16.0	1.4	15.2	28.0	5.6	30.3	100	143	99
岩石地	14.5	1.7	13.9	28.4	7.9	33.7	422	534	418
草原的環境*	11.7	3.9	11.3	37.1	7.2	39.1	693	939	688
草原的環境 (岩石地含む)*	12.7	3.1	12.3	33.8	7.5	37.1	1115	1473	1106
農地	12.5	6.3	18.8	31.3	8.3	31.3	32	48	32
道路	25.0	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0	4	10	4
森林	13.4	3.7	13.0	28.2	6.3	31.5	464	602	461
林縁	17.0	1.5	15.9	29.5	9.2	33.0	88	130	88
森林的環境	13.9	3.3	13.5	28.4	6.8	31.7	552	732	549
水生	9.1	5.3	20.0	22.7	13.2	35.0	22	38	20
合計	12.4	2.9	12.6	32.1	7.4	35.5	1464	1955	1446

\*草原的環境は「草地」「湿地」「海浜」の累計、草原的環境(岩石地含む)は「草地」「湿地」「海浜」「岩石地」の累計を示す。

表4 生息環境ごとの単位面積あたりのレッドリスト2020掲載種数

生息環境区分	1963年面積 (ha)	2020年面積 (ha)	絶滅危惧種数 /10000ha (1963年)	絶滅危惧種数 /10000ha (2020年)	増加率 (倍)
草原的環境*	112万	31万	8.27	29.87	3.61
草原的環境 (岩石地含む)*			11.04	39.90	3.61
農地	609万	437万	0.08	0.11	1.39
道路	79万	142万	0.15	0.08	-
森林的環境*	2508万	2503万	0.31	0.31	1.00

\*草原的環境の絶滅危惧種数は「草地」「湿地」「海浜」の累計、草原環境(岩石地含む)の絶滅危惧種数は「草地」「湿地」「海浜」「岩石地」の累計、森林環境の絶滅危惧種数は「森林」「林縁」の累計を示す。

## 【引用文献】

- CBD-COP15 (2022) Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework, United Nations Biodiversity Conference of the Parties (COP15) to the UN Convention on Biological Diversity (CBD), Montreal, Canada.
- 藤井伸二 (1999). 絶滅危惧植物の生息環境に関する考察 (レッドリスト関連). *保全生態学研究*, 4(1), 57-69.
- 井村治 (2008). レッドリスト分析による草地性チョウ類保全のための評価. *日本草地学会誌*, 54(1), 45-56.
- IUCN (2001) IUCN Red List Categories and Criteria (version 3.1). IUCN, Gland, <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/RL-2001-001.pdf> 2024年7月30日確認
- 岩槻邦男 (1999) 日本の野生植物 シダ. 平凡社, 東京
- 兼子伸吾, 太田陽子, 白川勝信, 井上雅仁, 堤道生, 渡邊園子, ... & 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息環境の重要性評価の試み (保全情報). *保全生態学研究*, 14(1), 119-123.
- 国土交通省 国土の利用区分別面積.  
[https://www.mlit.go.jp/kokudoseisaku/kokudoseisaku\\_fr3\\_000033.html](https://www.mlit.go.jp/kokudoseisaku/kokudoseisaku_fr3_000033.html) 2024年7月30日確認
- Kuussaari, M., Bommarco, R., Heikkinen, R. K., Helm, A., Krauss, J., Lindborg, R., ... & Steffan-Dewenter, I. (2009). Extinction debt: a challenge for biodiversity conservation. *Trends in ecology & evolution*, 24(10), 564-571.
- 環境省 (2007). 環境省レッドリスト 2007 :  
[https://ikilog.biodic.go.jp/rdbdata/files/redlist/redlist\\_sy21.csv](https://ikilog.biodic.go.jp/rdbdata/files/redlist/redlist_sy21.csv) 2024年7月30日確認
- 環境省 (2010). 改訂レッドリスト 附属説明資料 植物 I (維管束植物).  
[https://ikilog.biodic.go.jp/rdbdata/files/explanatory\\_pdf/21plant1.pdf](https://ikilog.biodic.go.jp/rdbdata/files/explanatory_pdf/21plant1.pdf) 2024年7月30日確認
- 環境省 (2015). レッドデータブック 2014 -日本の絶滅のおそれのある野生生物- 8 植物 I (維管束植物). 株式会社ぎょうせい, 東京
- 環境省 (2020). 環境省レッドリスト 2020 :  
[https://ikilog.biodic.go.jp/rdbdata/files/redlist2020/redlist2020\\_ikansoku.csv](https://ikilog.biodic.go.jp/rdbdata/files/redlist2020/redlist2020_ikansoku.csv) 2024年7月30日確認
- 環境省 資料2-2(1) 代表的な減少要因 (環境省第3次レッドリストの点検).  
[https://www.env.go.jp/council/content/i\\_09/900433048.pdf](https://www.env.go.jp/council/content/i_09/900433048.pdf) 2024年7月30日確認
- 環境庁 (1997a). 環境庁レッドリスト 1997 :  
[https://ikilog.biodic.go.jp/rdbdata/files/redlist1997-2000/redlist1997-2000\\_ikansoku.csv](https://ikilog.biodic.go.jp/rdbdata/files/redlist1997-2000/redlist1997-2000_ikansoku.csv) 2024年7月30日確認

環境庁 (1997b) レッドデータブックカテゴリー.

<https://www.env.go.jp/content/900526077.pdf> 2024 年 7 月 30 日確認

小椋純一 (2006). 日本の草地面積の変遷. *京都精華大学紀要*, 30, 160-172.

大橋広好・他 (編) (2015) 改訂新版 日本の野生植物 第 1 巻. 平凡社, 東京.

大橋広好・他 (編) (2016a) 改訂新版 日本の野生植物 第 2 巻. 平凡社, 東京.

大橋広好・他 (編) (2016b) 改訂新版 日本の野生植物 第 3 巻. 平凡社, 東京.

大橋広好・他 (編) (2017a) 改訂新版 日本の野生植物 第 4 巻. 平凡社, 東京.

大橋広好・他 (編) (2017b) 改訂新版 日本の野生植物 第 5 巻. 平凡社, 東京.

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 (< 特集> 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.

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin III, F. S., Lambin, E., ... & Foley, J. (2009). Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and society*, 14(2).

佐竹義輔・他 (編) (1982a) 日本の野生植物 草本 I 単子葉類. 平凡社, 東京.

佐竹義輔・他 (編) (1982b) 日本の野生植物 草本 II 離弁花類. 平凡社, 東京.

佐竹義輔・他 (編) (1981) 日本の野生植物 草本 III 合弁花類. 平凡社, 東京.

佐竹義輔・他 (編) (1989a) 日本の野生植物 木本 I. 平凡社, 東京.

佐竹義輔・他 (編) (1989b) 日本の野生植物 木本 II. 平凡社, 東京.

Tilman D, May RM, Lehman CL, Nowak MA (1994) Habitat destruction and the extinction debt. *Nature* 371:65–66. <https://doi.org/10.1038/371065a0>

渡邊絵里子, 斎藤昌幸, 林直樹, & 松田裕之 (2014). 日本のレッドデータブックに掲載された維管束植物種の絶滅リスクに基づく生物多様性ホットスポット解析. *保全生態学研究*, 19(1), 53-66.

矢原徹一, & 川窪伸光 (2002). 保全と復元の生物学. 野生生物を救う科学的思考, 種生物学会編, 保全生物学における生物地理学の役割, 文一総合出版, 199-201.