

卒業論文

題名

里山地域に生育する希少植物種の分布と
発芽・生長特性に関する
生態学的モニタリング研究

学籍番号

10602023

氏名

小関 よう子

指導教員名

石川 真一 教官

平成 26 年 1 月 14 日 提出

概 要

里山では伝統的な農業により、長期間にわたって人と自然の共生関係が維持されてきた。里山は人為的攪乱によって維持されてきた半自然林によって多くの植物種が維持され、全体として、植物の多様性の高い生態系を構成するものとなった。しかし 1960 年代後半からの高度経済成長とともに、高齢化や里山地域の土地開発などにより環境が破壊され、生育する動植物は絶滅の危機にさらされ、里山地域自体も減少している。

このような状況の中、日本の里地里山のように農林水産業などの人間の営みにより長い年月にわたって維持されてきた持続可能な二次的自然地域の利用形態を世界に広めようと、生物多様性条約第 10 回締約国会議（COP10）に際し SATOYAMA イニシアティブと呼ばれる政策を提案した。ここでは、世界各地に存在する持続可能な自然資源の利用形態や社会システムを踏まえ自然共生社会の実現を目標に掲げている。この政策を実現させるためには、里山における種多様性がどのようにして形成、維持されているのかを解明することが不可欠である。

本研究では、里山の植物種多様性がどのように形成されるのかを、生育環境の多様性と植物の分布および種子生産・発芽実験・生長特性の多様性の関係を考察することによって解明する。また、西榛名地域、県立榛名公園のような里山的管理（長期的に人が管理している）地域における植物相調査、環境調査を行うことで里山の現状を解明する。また、生物多様性保全という観点から、里山地域における生物多様性の現状解明が必須であり、特に里山の生物多様性が高い理由の学術的解明、および絶滅危惧種・希少種の増殖方法の確立が急がれる。それを受け、県立榛名公園・西榛名地域に代表される植物（
、ナガミノツルキケマン、オミナエシ、カセンソウ、ユウスゲ）5 種について種子生産・発芽・生長特性の解明を行った。この結果から、今後減少傾向にある植物の効率的な保護・保全に役立つ。

本研究により、県立榛名公園では、コウリンカ、オミナエシ、スズサイコ、キキョウといった絶滅危惧植物種の生育が確認され、その周辺で開花または生育する在来種が計 60 種、国内外の外来種が計 10 種確認された。

コウリンカとオミナエシが近接して確認された地点が 14 調査地点中、5 地点と比較的多くあったことから、この 2 種の絶滅危惧種は類似の生育環境を好むと推察される。

これらの絶滅危惧種周辺ではアレチマツヨイグ、オニウシノケグサ、ハルジオンといった国外外来種や、ヨモギ、オオバコといった国内外来種が多数見られた。在来種、絶滅危惧種の保全のためには、外来種の駆除が不可欠といえる。

生長解析では、オミナエシ、ユウスゲ、ユウスゲ 2 年生苗共通する生長特性として、相対光量子密度が 100% の条件で最も生長が良く、13% 以下で著しく生長が阻害されることが明らかになった。オミナエシ、ユウスゲの生育地である県立榛名公園では、ビッチュウミヤコザサやススキなどが繁茂しており、これらによって被圧されると、生長阻害を受けると推察される。管理団体によりササ刈りや樹木伐採が行われていることは、この 2 種の植物の生長にプラスとなっていると考えられる。

温暖化の影響を解明する栽培実験の結果、オミナエシはコントロール区に比べて外気温 +3°C の区において生長が有意に阻害されたが、ユウスゲは有意な阻害を受けないことが明らかになった。すなわち、今後危惧される地球温暖化の進行により、オミナエシは生長阻害を受け、ユウスゲ生長阻害を受けにくいと考えられる。生長が阻害されれば種子生産量も少なくなり、オミナエシはさらに絶滅確率が増大するかもしれない。

発芽実験結果から、県立榛名公園に生育するカセンソウは、標高が高く寒冷な気候に適応して、冷湿処理が不要な種子発芽特性を有し、低温で種子の 30% 程度が発芽し高温では休眠すると推察された。このことから、将来的に地球の温暖化が進行してい

くと、本種の発芽率は低下し、絶滅の危険性が高まると考えられる。

県立榛名公園に生育するオミナエシでは、2ヶ月間の冷湿処理を施した種子の最終発芽率は平均 88%、冷湿処理を施していない種子の発芽率は平均 65%となった。冷湿処理によって発芽率上昇が見られていることから、本種は野外において冬を経験すると良く発芽するようになると考えられる。将来的に地球の温暖化が進行していくと、本種の種子は冷湿処理を受けにくくなって発芽率が低下し、絶滅の危険性が高まると考えられる。

現在世界各地で多くの在来種が絶滅の危機に瀕している。その原因は過度の開発（オーバーユース）、里山など農耕地の管理放棄（アンダーユース）、外来種の侵入、そして地球温暖化であるとされている。榛名公園や西榛名地域のように多くの絶滅危惧種・希少種が生育している里山地域もまた、これら「生物多様性 4 つの危機」に瀕していることが、本研究であらためて明らかにされたといえる。

資源の過剰利用、大量消費社会のあり方について我々が見直すことが必要であろう。

目次

はじめに.....	2
生物多様性と生態系サービス	2
生態系ネットワーク	3
種の絶滅と生物多様性の危機	4
里山とは	6
里山の生物多様性	6
里山の変化と重要性	6
SATOYAMA イニシアティブ	8
里山の水田が持つ生物多様性	9
生物多様性条約	9
レッドリスト・レッドデータブック	10
本研究の目的	11
調査地概要.....	13
県立榛名公園	13
材料及び実験方法.....	14
植物相・絶滅危惧種開花個体数調査	14
発芽率の冷湿処理・温度依存性実験	14
異なる環境条件下における栽培実験	15
光強度を調整した栽培実験	16
気温を約3℃上昇させた栽培実験	16
生長解析	16
結果および考察.....	18
植物相調査	18
発芽の冷湿処理・温度依存性	19
異なる相対光量子密度下で栽培した植物の生長解析.....	20
異なる温度条件下で栽培した植物の生長解析	22
結論.....	24
謝辞.....	26
引用文献・引用 WEB ページ	27
写真.....	29

はじめに

生物多様性と生態系サービス

生命の誕生以来、生物は数十億年の歴史を経て様々な環境に適応して進化し、今日、地球上には、多様な生物が存在するとともに、これを取り巻く大気、水、土壌等の環境の自然的構成要素との相互作用によって多様な生態系が形成されている（環境省 HP 2013）。

生物多様性条約では、生物多様性を「すべての生物（陸上生態系、海洋その他の水界生態系、これらが複合した生態系その他の生息又は生育の中のいかなを問わない。）の間の変異性をいうものとし、種内の多様性、種間の多様性及び生態系の多様性を含む。」と厳密な定義をしている（生物多様性政策研究会 2002）。

また、生物多様性条約では、様々な生き物が構成するいろいろなエネルギーのやりとりの様子（生態系の多様性）、姿・形・生活が異なる様々な生き物（種間多様性・種の多様性）、互いによく似ているが地域によって少しずつ違う生き物のグループ（種内多様性・遺伝子の多様性）の3つの段階に注目している。

生態系の多様性とは、それぞれの場所の環境に応じて成立している生態系の間の変異の多様さを指すが、木々の高さや川の形状など生態系の空間的構造や生物たちの関係の多様性も重要な要素である（環境白書 2010）。

種の多様性とは、通常ある地域内の生物の種数としてとらえられる。一般的に気候等の条件が厳しい環境や、変化しやすい環境においては、生息できる生物の種数は少なくなり、穏やかで安定した環境では多くの種が生息できるといわれている。生物の全種数として学問的に確認されているものは国連環境計画（UNEP）の「生物多様性評価（Global Biodiversity Assessment）」によると世界で約175万種である。しかし、実際の種数は恐らく1,000万種あるいは1億種を越えるとも言われている。確認されている種の割合は分類群によって大きく異なり、哺乳類や鳥類では、恐らく90%以上のものが確認されていると推定されているが、昆虫では10%以下しか確認されていないとされ、様々である（環境白書 2010）。

遺伝子の多様性とは、同じ生物種でも生息する地域ごとに色や形などの特徴が微妙に異なることが多い。これはそれぞれが持つ異なる遺伝情報が外見に現れた結果である。遺伝子の多様性の高い生物種は個体間で異なる遺伝情報を多く持っており、同じ種の中でも個体ごとに多様な性質や形状を持つことになる。種内における遺伝子の多様性は、その種の環境の変化に対する適応性を左右する（環境白書 2010）。

生態系サービスは、生物多様性がつくる生態系のはたらきを介して生み出される、人間社会にとってのあらゆる便益を指す。すなわち、自然の恩恵を広くさす言葉である（2011 鷲谷）。

ミレニアム生態系評価は、国連の主唱により2001年から2005年にかけて行われた、地球規模での生物多様性及び生態系の保全と持続可能な利用に関する科学的な総合評価の取組である。ここでは、生態系サービスを供給サービス・調整サービス・文化的サービス・基盤サービスの4つの機能に分類し、生物多様性の意義について紹介している。

供給サービスは食料、燃料、木材、繊維、薬品、水など、人間の生活に重要な資源を供給するサービスを指す。このサービスにおける生物多様性は、有用資源の利用可能性という意味で極めて重要である。

調整サービスは、森林があることによって気候が緩和されたり、洪水が起こりにくくなったり、水が浄化されたりといった、環境を制御するサービスのことを言う。このサービスの観点からは、生物多様性が高いことは、病気や害虫の発生、気象の変化等の外部からのかく乱要因や不測の事態に対する安定性や回復性を高めることにつながる

言える。

文化的サービスは精神的充足、美的な楽しみ、宗教・社会制度の基盤、レクリエーションの機会などを与えるサービスのことを言う。多くの地域固有の文化・宗教はその地域に固有の生態系・生物相によって支えられており、生物多様性はこうした文化の基盤と言う。

基盤サービスはサービスの供給を支えるサービスのことを言う。例えば、光合成による酸素の生成、土壌形成、栄養循環、水循環などがこれに当たる（環境省 HP 2013）。

生態系が機能し、これらのサービスが持続的に提供されるには、「生物多様性」が必要不可欠となる（日比・千葉 2010）。

生態系ネットワーク

日本の生物多様性の保全は、生物多様性国家戦略の中で「国土全体から地域までの様々なレベルにおいて、それぞれ多様な生態系及び動植物が保全され、持続可能な利用が図られること」を目指している。多様な生態系と野生生物すべてを、厳正な保護地域指定から緩やかな土地利用誘導まで組み合わせて、地域を複合生態系として保全するための方法の一つに「生態系ネットワーク」という考え方がある（生物多様性政策研究会 2002）。

この考えは、予想される地球温暖化による気候変化に生物が対応するための「避難路」を確保するという点で重視されている。

また、それぞれの生態系にはその構造と機能が確保されるために必要な規模があり、地域に生息・生育していくためには、必要な面積と生育地の組み合わせがある。多くの生物は生態系が維持されればその生育・生息が維持されるが、種によっては特別な条件を必要とする場合もある。これらは、個別の生態系の範囲の条件だけでなく、関連する各々の生態系間での生物の移動や物質の交換が生態系を成り立たせている。そのため、生態系ネットワークが必要となる（生物多様性政策研究会 2002）。

また、環境省は平成 20 年度に全国レベルのエコロジカル・ネットワーク（生態系ネットワーク）構想の検討を開始し、21 年度に「全国エコロジカル・ネットワーク構想」を取りまとめた。また、国有林野においては、保全すべき森林生態系の核となる「保護林」相互を連結する「緑の回廊」の設定を進めており、22 年 4 月現在、24 か所約 588 千 ha が設定され、生態系に配慮した施業やモニタリング調査等を実施している。そして、重要地域の保全として、自然環境保全法に基づき、国が指定する原生自然環境保全地域や都道府県が条例により指定する都道府県自然環境保全地域などがあり、これらの地域は生物多様性の保全にとって重要な役割を担っている。

平成 22 年 9 月、多様な主体による保全活用を国民的運動として展開することを目的として、「里地里山保全活用行動計画」が策定された。特別緑地保全地区等に含まれる里地里山については、土地所有者と地方公共団体等との管理協定の締結による持続的な管理や市民への公開などの取組が推進され、棚田や里山といった地域における人々と自然との関わりの中で形成されてきた文化的景観の保存活用のために行う調査、保存計画策定、整備、普及・啓発事業を補助する文化的景観保護推進事業が実施され、里山林等における森林保全活動や多様な利用活動への支援も実施された（環境省 HP 2011）。

このような活動を行うことで、そこに生息・生育する多様な生態系が生存していくことができる。つまり、生物多様性の要素である多様な種や生態系を個々ばらばらに維持するよりも、これらがつくる複雑な生命のネットワークを尊重することが重要である（鷲谷 2006）。

種の絶滅と生物多様性の危機

地球が誕生してから今日まで多くの種が生まれ、絶滅を繰り返してきた。これは、多細胞生物が様々な形態に進化を遂げてきた過程で、環境に適応することができなくなった種や別種との競合などにより絶滅した種がいる一方で、新しい種が誕生するという恒常的なサイクルが存在してきた。しかし、そのようなものとは別に地球上から多くの生物種が同時に消えてしまう「大量絶滅」と呼ばれる現象がこれまで地球上では起こってきた。環境の変化に対応できなかった種は絶滅し、適応することができた種は生息するためのたくさんの生態的空間ができ、その生態的空間で生き残った種が分化する適応放散が起こり、さらに様々な種へと進化していったのである（生物多様性政策研究会 2002）。

このように進化の歴史のなかでは種の絶滅も自然のプロセスであり、過去には多くの種が絶滅していった。これらの自然状態での絶滅は数万年～数十万年の時間がかかっており、平均すると一年間に 0.001 種程度であったと考えられている。一方で、人間活動によって引き起こされている現在の生物の絶滅は、過去とは桁違いの速さで進んでいることが問題である。1975 年以降は、一年間に 4 万種程度が絶滅しているといわれ、実際、人間は、あっという間に生物を絶滅させてしまう力をもっている（環境白書 2010）。

人間によって破壊された自然環境を示すものがある。それは「はげ山」である。はげ山は花崗岩のような粘着力の乏しい岩石の部分に発達しているが、地質との関係以外に、降水量が比較的少ない土地や、積雪量が多く地滑りしやすい土地など気象条件にも関係性が見られるものである（千葉 1991）が、人間の手によってはげ山となってしまったものも多く存在する。それが栃木県の足尾銅山である。

明治時代に起こった公害問題の原点ともいわれる「足尾銅山鉍毒事件」では、精錬所からの亜硫酸ガスが、周辺の山林を枯らし、銅山周辺に大きな被害をもたらした。事件以降、山の植生を復活させるため、緑化を続けている。この事件から 100 年以上経過した現在では、一部では緑化によって植生が回復し、ニホンカモシカなどの動物もみられるようになった（関東森林管理局 HP 2013）が、いまだに足尾の山々ははげ山として残り続けている。

また、全国的なはげ山型荒廃林地の分布を見ても、それが単なる自然的諸因子の作用として形成されたと見なすよりも、人為的作用が加わって発生したという見方を強める人間行為（長期的に行われた無理な森林伐採、野焼き）の記録や伝承、そしてそれを必然的にした社会条件も存在した（千葉 1991）。

2009 年、国際自然保護連合（IUCN）が発表した IUCN レッドリストによると、評価対象の 47,662 種のうち 17,285 種が絶滅危惧種とされ、前年の結果よりも 363 種増加していた。評価を行った哺乳類（5,490 種）のうち 21%、両生類（6,285 種）のうち 30%、鳥類（9,998 種）のうち 12%、爬虫類（1,677 種）のうち 28%、魚類（4,443 種）のうち 32%、植物（12,151 種）のうち 70%、無脊椎動物（7,615 種）のうち 35%が、絶滅の危機にさらされていることが分かった（環境省 HP2010）。

これらをうけて、生物多様性条約第 6 条及び生物多様性基本法第 11 条の規定に基づき、平成 7 年に最初の生物多様性国家戦略を策定し、そして、平成 22 年に 4 版目となる「生物多様性国家戦略 2010」を取りまとめ、「生物多様性総合評価検討委員会」が生物多様性評価報告を行った。これによると、日本では過去 50 年間で、すべての生態系で生物多様性の損失が及んでおり、これらの損失は「第一の危機」「第二の危機」「第三の危機」が要因であると報告した（環境白書 2010）。

「第一の危機」とは、人間活動や開発など、人が引き起こす負の要因による生物多様性への影響である。これらは主に 1950～70 年代の高度経済成長期やバブル期を中心起こった土地開発や改変、植物や生物の乱獲、工業・生活排水による水質汚濁が原因と

なり、多くの生物の生育・生息環境を破壊したことである。このことは「オーバーユース」と呼ばれ、今も続いている（生物多様性国家戦略 2010 パンフレット）。また、秋の七草のひとつとして知られる「キキョウ」は国のレッドリスト（2012）では、絶滅危惧Ⅱ類に指定されている。これは園芸用の採集や土地開発などのオーバーユースが原因とされている。同様に「ムラサキ」もオーバーユースによって絶滅の危機に瀕している。万葉集には「紫草」という植物を用いた歌があるが、これは「ムラサキ」というムラサキ科の多年草で、これも絶滅危惧ⅠB類としてランクされている（須賀ら 2012）。このように古くから日本で親しまれてきた植物がなくなろうとしているのである。

「第二の危機」は、第一の危機とは逆に、自然に対する人間の働きかけが減ることによる影響である。かつては、薪や炭、屋根葺きの材料などを得る場であった里山や草原が利用されなくなった結果、その環境に特有の生き物が絶滅の危機に瀕しており、その一方で、シカ、イノシシなどが分布を拡大して農林業被害や生態系への影響が発生するなど、さまざまな問題を引き起こしている。これらは「アンダーユース」と呼ばれ、生活様式・産業構造の変化、人口の減少など、社会経済の変化に伴って、里地・里山は減少、衰退し、種の減少が起こり、シカなどの野生動物は、様々なものを食い荒らし、人里に降りてくることによって農業への被害も増加していったのである（生物多様性国家戦略 2010 パンフレット）。しかし、多くの地域では取り組みに至ってはいない。

「第三の危機」は外来種や化学物質などを人が持ち込むことによる生態系の攪乱である。国内の他の地域から持ち込まれたものも含め、ブラックバスやマングースなどの外来種は、もといいた生き物を食べ、生息・生育場所やエサを奪い、近縁種と交雑し遺伝的な攪乱をもたらすなど、地域固有の生態系を脅かしている。また、化学物質の中には動植物への毒性をもつものがあり、生態系に影響を与えている（生物多様性国家戦略 2010 パンフレット）。植物についても、オオキンケイギクは北アメリカ原産の国外外来種であるが、これは元々園芸用として用いられたもので、これが様々なところで緑化の材料として利用されたことで繁殖し、在来種であるカワラサイコやカワラナデシコなどに影響を与えている（多紀 2008）。

また、3つの危機に加えて、地球温暖化による生物多様性への影響も深刻な問題である。IPCC（気候変動に関する政府間パネル）の第4次評価報告書（2007）によると、地球全体の平均気温が1.5～2.5℃以上あがると、約20～30%の動植物種の絶滅リスクが高まるだろうと予測されており、現在においても、すでに温暖化の影響とみられる事例が報告されており、生物の分布や植物の開花、結実の時期など生物季節に変化が生じている。また、動植物への影響だけでなく、米の収穫量や品質低下など米作への影響も予測され、私たちの食にも温暖化の影響が及んでいる（生物多様性国家戦略 2010 パンフレット）。

平成22年に愛知県で開催された「生物多様性条約第10回締約国会議（COP10）」では、条約締結各国は生物多様性に関する世界目標「愛知目標」の達成に向け、国別目標を設定し、生物多様性国家戦略に反映することが求められた。

しかし、東日本大震災を契機として、自然の持つ恵みと脅威の両面性とそうした自然と共生する知恵の重要性などを再認識したことや、人口減少の進展をはじめとした昨今の社会状況を踏まえ、人と自然との関係をいま一度見つめ直し、今後の自然共生社会のあり方を示すことが必要とし、「生物多様性国家戦略 2012-2020」では新たに「科学的基盤を強化し、政策に結びつける」ことを基本戦略の一つに設定した。そして、「愛知目標の達成に向けたロードマップ」の実現に向け、約700の具体的施策を記載し、50の数値目標を設定した。各省連携による広域レベルでの生態系ネットワークの形成に向けた方策の検討など、さまざまな施策を行っている（環境省 HP 2012）。

里山とは

「里山」という言葉は古くは 1759 年、木曾材木奉行補佐格の寺町兵右衛門が筆記した『木曾山雑話』に「村里家居近き山をさして里山と申し候」と記されている(所, 1980)。このことから 250 年ほど前から里山という言葉は存在したということになる。

そして、里山という言葉が現代社会に蘇らせたのは、1960 年代前半、森林生態学者 四手井綱英であった。彼は「この語はただ山里を逆にしただけで、村里に近い山という意味として、誰にでも解るだろう。そんな考えから、林学でよく用いる『農用林』を『里山』と呼ぼうと提案した」(四手井, 2000)。農用林とは、伝統的な農村生活における樹木の役割を表現した言葉で、農業に不可欠な堆肥をつくるために必要な落枝・落葉や低木・下草を集めるための林のことである(武内ら 2001)。

そして、環境省の第一次環境基本計画によれば、里山は農林水産業など、様々な人間の働きかけを通じて環境が形成され、また、野生生物と人間とが様々な関わりを持ってきた地域で、ふるさとの風景の原型として想起されてきたという特性があると定義されている(重松ら 2010)。

里山の生物多様性

日本はモンスーン気候によってもたらされる、十分な降水量や多くの火山を擁する山がちな国土という農耕に適した環境条件の下、数千年もの間農耕を続けてきた(日本自然環境保護協会 2001)。また、昔の人々の暮らしは、植物資源の採集を衣食住を支える主要な営みとしつつ、農耕と定住を営む場としての里山と里地のシステムの原型を考える上できわめて示唆に富むものがある(武内ら 2001)。

人が古くから利用してきた森や林は、薪や炭の供給源であり、キノコ栽培のほだ木や肥料を得るために、間伐や下刈り、落葉かきのほか、定期的な伐採を 10~20 年周期で行うなどの植生管理を永年続けてきた。また、落葉広葉樹や針葉樹など、それぞれの樹木の特性を生かしながら植生管理を行うことで、萌芽更新が行われ、また新たな成林となるような更新システムがあった(日本自然保護協会 2001)。

このような人為的攪乱によって維持されてきた半自然林によって多くの植物種が維持され、全体として、植物の多様性の高い生態系を構成するものとなった。このように日本の自然環境と植生の適切な管理によって、日本の里山は維持されてきたのである。

また、特定の草本植物は地滑りや洪水などの自然攪乱が起こりやすい土地を好み、多くの種が生育するという特徴を持っている。これは、攪乱によって今までその土地にはなかった植物種の種子が新たに芽を出し、それが成長し繁殖するものや、これまでの優勢種が攪乱によって少なくなり、その他の種が生育できるようになるものなどがある(佐藤 2005)。このように、人間は大事な資源の再生を考えながら森を育ててきたのである。

里山の変化と重要性

1960 年代後半からの高度経済成長とともに、東京オリンピックや万国博覧会にともなって、名神高速道路や東海道新幹線が開通し、郊外の急速な開発が進められ、低山地や丘陵地の二次林を切り開いて、大都市の郊外地に大規模な住宅地開発が行われた(武内ら 2001)。これまで燃料の主流であった薪や炭に代わり、石油やプロパンガスが使われる、いわゆる燃料革命が起こり、そして、農耕地も急速な機械化が進み、肥料は堆肥や刈敷、木炭から化学肥料が使われるようになり、多くの農薬も使用されるようになった(日本自然保護協会 2001)。また、円高の定着、貿易自由化という流れの中で、外国産の木材や家畜飼料の輸入が急増した。

これらの結果として、以前は山藪の飼育林として使われてきた平地林の里山や、旧入

会地であった安曇野の共有林の里山は、建築材やパルプのチップとしての用材林化が進められ、天然林に多く成育していたクヌギ、コナラ林はごくわずかとなり、経済性の高いヒノキやスギなどの針葉樹を植えた、人工造林があちこちで行われた。また、バブル期になると、里山は別荘地やゴルフ場などのレジャー用地として転用が進められ、その姿を変えていった（犬井 2002）。

また、農村地の過疎化、高齢化も里山の変化に影響を及ぼしている。農業地域類型区別の人口分布をみると、平成 17 年（2005 年）には、都市的地域に全人口の 77%が集中する一方、平地農業地域では 11%、中間農業地域では 9%、山間農業地域では 3%となっている。高齢化率は、都市的地域では 18%であるのに対し、平地農業地域では 23%、中間農業地域では 27%、山間農業地域では 32%となっている。また、一般世帯に占める高齢者世帯（世帯員全員が 65 歳以上の高齢者である一般世帯）の割合は、都市的地域で 15%、平地農業地域で 14%であるのに対し、中間農業地域では 20%、山間農業地域では 25%となっている。このように、都市より農村で、農村のなかでも中山間地域で、より過疎化、高齢化が進行している状況にある（農林水産省 HP2010）。

里山地域の過疎化・高齢化が原因となって、農村やその周囲の山が放置され、ササやタケなどの限られた植物の繁茂によって他の植物の成長が阻害されるようになり、また、萌芽更新がおこなわれなくなったことによって多様な生態系が維持されなくなってしまったのである（犬井 2002）。

また、里山が放置されることによって、単純な照葉林への遷移が進み、種の多様性が低くなることもわかっている。かつての里山林が放置されることで、アカマツが枯死し、草刈りが行われないことでコナラやアベマキなどの亜高木や低木層が優占化すると、その繁茂が他の種の生育条件を悪くし、多様性が低下するのである（服部 2011）。

しかし、里山は、燃料・肥料・飼料・建築材という面からの利用価値が低下した現在でも様々な面で重要な場所となっている。

近年の温暖化や環境破壊の深刻化に伴い、人々の間で身近な自然保全への意識が高まり、造成地も自然の地形を生かし、里山の自然をできる限り残すというものに替わり、郊外に居住を始めた市民がボランティアとして樹木や水田の管理にのりだしている。また、里山への関心が高まり生態系サービスの面からみても、里山は多くのものを私たち人間に与えてくれる。そのなかでも、文化的サービスという面から里山は注目されている。レクリエーションの一環として里山と関わることで、この経験が日常生活と農山村との接点を考えるきっかけとなり、結果的に環境にやさしい暮らし、農山村を守る暮らしになるのである（重松ら 2010）。

また、イギリスやスウェーデンでは、バイオマス燃料として、木材が利用されている。これは木質バイオマス燃料をガス化し、ガスタービン回して発電する方法がとられ、木製チップを燃やした後の二酸化炭素は萌芽更新による新たな植物が吸収し、木灰はそれらの肥料として利用される。これは循環型社会に向けて、風力や太陽光発電と同様、注目されている（犬井 2002）。犬井はこれらを里山に放置されている落葉広葉樹やスギの植林地にある大量の未利用木質バイオマスが発電に利用可能であると述べている。

また、里山の最も重要な役割として、種の多様性を維持する空間であるということが挙げられる。日本列島の自然に特有な攪乱は種類も多く、それらの攪乱に適応した植物は、伐る、刈る、焼くなどの人間の干渉にあらかじめ適応しており、それぞれの地域に特有な自然に、私たちの祖先が生活と生産活動のために適度な働きかけを行って整備し、持続的に維持してきた多様な環境がモザイクをなすシステムを擁している。このモザイク性は、動植物の多様性のもっとも重要な要因とされている（武内 2001）。そして、種の多様性が維持できる空間だからこそ、絶滅危惧植物が多く生育する空間ともなっている。長野県の霧ヶ峰高原から車山高原にかけての一带には、本州で最大規模の広大な

半自然草原がある。ここでは、レンゲツツジやコバイケイソウ、ニッコウキスゲなどの花々の咲く雄大な景色は多くの観光客をひきつけている（須賀ら 2012）。ここでは景観維持のため、春に火入れを行い、シカによる食害防止の柵を設置するなどして保護している。

このように、日本は世界的に見ても生物相が豊かな地域であることから「生態系ホットスポット」としての評価がある。生態系ホットスポットとは、多様な生物が生息しているにもかかわらず、固有種が集中して分布し、絶滅に瀕した種も多く、その生息環境が危険にさらされている場所、いわば世界的な生物多様性重要地域の意味で使用されている（EIC ネット HP 2009）。

生態学者 湯本貴和氏によると、日本列島の生物相が多様となったのには、豊かな自然環境、過去の気候変動や地形形成、そして、人間による自然の持続的かつ「賢明な利用」があったためであるとされる（須賀ら 2012）。この賢明な利用とは、自然環境を利用しすぎない循環型社会として日本を指している。かつては、森林環境や水環境などいずれの環境にも「喰う、喰われる」の食物連鎖が成立するとともに、さらにそれを貫く、ワシ・タカ類やキツネ、クマなどの大型鳥獣を頂点とする生物ピラミッドも成立した。そして、日本の国土に生存する動植物のほぼ 50%が里地・里山にみられ、これら生態系の生活の場となっていることから、里地、里山の二次的自然環境の役割は極めて重要である（重松ら 2010）。

これら多くの生態系が里山で維持されてきた理由は、自然を破壊しない人間の生活様式が大きく関係している。里山では、生活用水に沢水や井戸水を使い、使った水はため池や水田へと流れ、生活で出た生ゴミや畑の草刈で刈り取った草などは畑の肥料や牛馬の餌に使用するなど、すべて人の暮らしと自然環境との間を循環していたため、水質汚濁などの環境問題も発生しなかった（養父 2009）。このように里地里山を構成する環境は、すべて、人の暮らしによる営みと自然環境との相互連環によって営々とつくりあげられたものである。人はそこで無駄のない循環型の生活を営み、永きにわたり世代を継承し、多様性に富む生態系を育ててきたのである（養父 2009）。これが環境負担を最小限にした暮らしとして、日本の伝統的な生活形態なのである。

SATOYAMA イニシアティブ

日本の里地里山のように農林水産業などの人間の営みにより長い年月にわたって維持されてきた二次的自然地域は世界中に見られるが、現在はその多くの地域で持続可能な利用形態が失われ、また、自然環境やそれが象徴する持続可能な慣行や知識は、都市化、産業化、地方の人口の急激な増減等により、世界の多くの地域で生物多様性が危機に瀕し、悪影響が生じている。これらの二次的自然環境を持続可能な形で保全していくために、その価値を世界で広く再認識するとともに、早急かつ効果的な対策を講じていくことが求められている。また、世界で急速に進む生物多様性の損失を止めるためには、保護地域などによって原生的な自然を保護するだけでなく、このような世界各地の二次的自然地域において、自然資源の持続可能な利用を実現することが必要である。

2010年10月の生物多様性条約第10回締約国会議（COP10）に際しSATOYAMAイニシアティブ国際パートナーシップを発足させ、こうした取り組みを促進させるための国際的な土台（プラットフォーム）を正式に設立した。日本で確立した手法に加えて、世界各地に存在する持続可能な自然資源の利用形態や社会システムを収集・分析し、地域の環境が持つポテンシャルに応じた自然資源の持続可能な管理・利用のための共通理念を構築し、世界各地の自然共生社会の実現に活かしていく取組を「SATOYAMAイニシアティブ」として、さまざまな国際的な場において推進している。国際機関や各国とも連携しながら、COP10（生物多様性条約第10回締約国会議）を契機として「SATOYAMAイ

ニシアティブ」を効果的に推進するための国際的な枠組みを設立し、その枠組みへの参加を広く呼びかけている（環境省 HP 2013）。

そして、SATOYAMAイニシアティブの長期目標は、自然のプロセスに沿った社会経済活動（農林水産業を含む）の維持発展を通じた「自然共生社会」の実現であり、生物資源を持続可能な形で利用・管理し、結果として生物多様性を適切に保全することにより、人間は様々な自然の恵みを将来にわたって安定的に享受できるようになる。そのため、SATOYAMAイニシアティブでは「社会生態学的生産ランドスケープ」と呼ぶ地域における、人と自然との係わり方を社会的及び科学的視点から見つめ直している（SATOYAMAイニシアティブ HP 2013）。

里山の水田が持つ生物多様性

里山は、田んぼやため池、小川などの水環境も豊富にあり、その周辺では多くの生態系が生存・生育している。その中でも、絶滅危惧に指定されている植物が多く生育する環境でもある。「デンジソウ」は第二次世界大戦から戦後直後に行われた笹原安夫の研究によると「全国害草」として水田雑草のリストに記さるほど全国の水田に生育していた。しかし、その後の雑草駆除法や耕起法、施肥法などの稲作技術の変化、作付け体型の変化（秋耕・裏作の廃止）、乾田化や圃場整備などの環境変化が組み合わさって、絶滅危惧種となり、水田の植物は大きな変化をしてきたものと考えられる（下田 2003）。

また、デンジソウと同様にかつては身近な植物であった「 」も絶滅の危機に瀕している。 は元々火山活動による攪乱によって生じる明るい立地に生育していた多年草であった。かつてはその分布がほぼ火山の周囲に限られ、野焼きや草刈などによって管理されてきた草原や落葉樹林の湿った生育場所のみ生育が認められていたが、伝統的な農業形態が残されている地域では用水路の縁や水田の脇などにも生育がみられる（鷺谷 2006）。 は園芸植物としても身近な存在であったが、もまた、生育地が開発され、スギやヒノキの植林が行われたこと、そして、外国の園芸植物が主体になった園芸の世界においても が注目されなくなったことが影響し、その数を減少させていった（鷺谷ら 2007）。

群馬県では 指定され、全国的にも準絶滅危惧種に指定されるほど、自生数がすくなくなっている。

また、かつては水田の畦や水路に生育していたドジョウやカエル、バッタなどの生物が農業水路のコンクリート化や乾田化、化学肥料や栄養塩の増加による河川の水質の悪化、流量の減少により、生存しにくい環境となることでその数が減少していった。それによって、それらを餌にしていた水鳥などの生物にとっても生きにくい環境となってしまったのである（重松ら 2010）。そして、河川の造成によって人為的改変が起こり、カララノギクをはじめとする河原依存の生物はハリエンジュなどの外来生物にとってかわられてしまった。

このように里山の水環境は生態系に大きな影響を与えており、多様な生態系が生育する場所となっているのである。

生物多様性条約

1980年代の熱帯林の急激な減少や生物種の絶滅への危機感が背景となって、1992年にリオ・デ・ジャネイロ（ブラジル）で開催された国連環境開発会議（地球サミット）で採択された条約。正式名称は「生物の多様性に関する条約」。翌1993年に発効された。この条約では、生物の多様性を「生態系」、「種」、「遺伝子」の3つのレベルで捉え、生物多様性の保全、その構成要素の持続可能な利用、遺伝資源の利用から生ずる利益の公正な配分を目的としている。

日本は 1992 年に署名、翌年加盟（受諾）。2006 年 2 月現在で 188 ヶ国が加盟している。条約事務局はカナダのモントリオールにある（EIC ネット HP）。

レッドリスト・レッドデータブック

IUCN（国際自然保護連合）の種の保存委員会（Species Survival Commission:SSC）は毎年「絶滅の恐れのある生物リスト（以下レッドリスト）」を作成しており、専門家データとして評価されている。IUCN は自然及び天然資源の保全に関わる国家、政府機関、国内及び国際的非政府機関の連合体として、全地球的な野生生物の保護、自然環境・天然資源の保全の分野で専門家による調査研究を行い、関係各方面への勧告・助言、開発途上地域に対する支援等を実施している。特に、ワシントン条約（絶滅のおそれのある野生動植物の種の国際取引に関する条約）とラムサール条約（特に水鳥の生息地として国際的に重要な湿地に関する条約）とは関係が深く、ワシントン条約については、附属書改正提案の検討に際し、締約国の意思決定に資する科学的な情報提供を行っている（外務相 HP 2013）。

日本では、野生生物の保全のためには、絶滅のおそれのある種を的確に把握し、一般への理解を広める必要があることから、環境省によって、レッドリスト（日本の絶滅のおそれのある野生生物の種のリスト）の作成・公表がされている。

最新版（2013 年 7 月公表）では、IUCN レッドリストデータベースに登録されたものは 70,294 種、うち 20,934 種が絶滅危惧種と評価されている（外務省 HP 2013）。このレッドリストに掲載された生物の分類・生態学的特徴と絶滅危険度の現状を取りまとめた刊行物がレッドデータブック（RDB）である。

IUCN では生物の減少率などの数値を用いた基準を使って絶滅のおそれのある種（絶滅危惧種）を選定し、カテゴリー区分している。

絶滅した種を EX（Extinct）、野生状態では絶滅しており、飼育下のみで生息している種を EW（Extinct in the Wild）、とし、絶滅のおそれがある種を CR（Critically Endangered）、EN（Endangered）、VU（Vulnerable）と三分類している。

環境省のカテゴリーは IUCN のものと基本的に似通っているが、絶滅（EX）、野生絶滅（EW）、絶滅危惧 IA 類・絶滅危惧 IB 類（CR, EN）、絶滅危惧 II 類（VU）、準絶滅危惧種（NT）、情報不足（DD）というカテゴリーを設けている（生物多様性政策研究会 2002）。

環境省では、昭和 61 年度より「緊急に保護を要する動植物の種の選定調査」を行い、その結果を踏まえて平成 3 年に、初めてとなる環境省版レッドデータブック「日本の絶滅のおそれのある野生生物－脊椎動物編」及び「日本の絶滅のおそれのある野生生物－無脊椎動物編」を作成した。そして、平成 25 年には第 4 次レッドリストが公表された（環境省 HP 2013）。

また、各都道府県でも個別にレッドデータブックをまとめており、群馬県でも、2001 年に発刊したレッドデータブックの植物編について、その後の変化への対応や、より現況に即した内容に見直すため、2008 年（平成 20 年度）に改訂準備に着手し、2012 年、初めての改訂を行った（群馬県 HP 2013）。

今回の改訂版では 633 種を評価対象として掲載し、このうち 274 種は前回（2001 年版群馬県レッドデータブック植物編）は掲載されていなかったが、今回新たに掲載された種である。内訳をみると、274 種のうち 161 種は絶滅危惧 IA 類と IB 類で 58.8% を占めた。これは、前回も掲載されていた 359 種のうち今回絶滅危惧 IA 類と IB 類が占めた割合（52.9%）を上回る結果となった。この中には、環境省のレッドデータブックやレッドリストに掲載されている種が過去 10 年の間に県内で新たに発見されたものや、全国的に減少傾向が著しく環境省でも 2007 年版のレッドリストで新たに掲載したものが多数含まれており、絶滅リスクが高いランクに集中する結果となった（群馬県 HP

2013)。今回の評価対象 633 種のうち、絶滅危惧 IA 類が 217 種と最多であった。これは、従来からの開発行為による生育地消失のほか、近年は農地や里山の管理放棄、動物による食害、外来種との競合など様々な要因によって生育環境が悪化し、深刻な状況に追いやられているためと考えられる（群馬県 HP 2013）。

本研究の目的

本研究では、里山の植物種多様性がどのように形成されるのかを、生育環境の多様性と植物の分布および種子生産・発芽実験・生長特性の多様性の関係を考察することによって解明する。また、西榛名地域、県立榛名公園のような里山的管理（長期的に人が管理している）地域における植物相調査、環境調査を行うことで里山の現状を解明する。この背景として、里山地域は伝統的な農業により、長期間にわたって人と自然の共生関係が維持され、里山地域の多様な植物生態系を維持してきたこと、そして、多くの絶滅危惧種・希少種が生育していることが挙げられる。しかし、高齢化や里山地域の土地開発などによりその生育環境が破壊され、里山地域自体も減少している。その状況下で、生物多様性保全という観点から、里山地域における生物多様性の現状解明が必須であり、特に里山の生物多様性が高い理由の学術的解明、および絶滅危惧種・希少種の増殖方法の確立が急がれる。それを受け、県立榛名公園・西榛名地域に代表される植物（、ナガミノツルキケマン、オミナエシ、カセンソウ、ユウスゲ）5種について種子生産・発芽・生長特性の解明を行った。この結果から、今後減少傾向にある植物の効率的な保護・保全に役立つ。

本研究の一部（）は、大林理沙氏との共同研究である。このため、本稿に記載された結果に 個

植物相調査に関するものがあるが、その詳細については大林氏の卒業論文を参照されたい。

調査地概要

県立榛名公園

県立榛名公園は、群馬県のほぼ中央部に位置し、東日本火山帯に属する活火山「榛名山」にある自然公園である（写真1上）。元々は御料地の一つで、当時の皇太子御成婚記念として大正13年に払い下げされ、公園として設置された。榛名山は、活火山であることから、その周辺には温泉が数多く湧き出しており、伊香保温泉など全国的にも有名な温泉街がある。また、榛名山には榛名湖があり、県内では有名な観光地となっている（栗原 2009）。そして、榛名山は自然豊かな山であり、この豊かな自然は群馬県では観光資源として、利用されている。ここには、多くの生物・植物が生息・生育しており、多様な生態系が存在している。そこで、群馬県では県立の自然公園として管理することで生態系を護りながら、観光資源としても利用していくこととなった。2002年度の県の調査では、キキョウやオミナエシ等の絶滅危惧種も多く見られ、ここで記録された維管束植物は43科154種5変種となっており、生態系・種の多様性を維持するという面で非常に貴重な場所となっている（大森ら 2008）。この地域はビッチュウミヤコザサが繁茂しやすく、定期的に駆除しなければならない（写真1下）。また、木道を設置したことで、観光客による踏みつけや外来種の繁殖を防いでいる。そして、自然公園の職員などが巡回することによって盗掘の被害を少なくし、希少な植物を護っている（大森ら 2008）。

西榛名地域

榛名山西麓と浅間隠山から東に延びる山稜の末端部の間に位置し、南部は東吾妻町萩生と高崎市倉渕町権田の一部、北部は東吾妻町大戸に至る地域である（石川ら 2008；2009）。海拔は450～800mで、森林の大部分はコナラ・アカマツの二次林か、スギ・カラマツの植林地となっている。土地利用様式は、農耕地（ミョウガなど野菜類）および薪炭林や農用林として利用されてきた二次林が主で、これらが集落後背地に隣接して分布し、典型的な里山景観をなしている（写真2）。また、植物相では、シダ植物と種子植物が計113科768種、雑種・変種以上の分類群を含めると計813種類生育していることが確認された。この中には、国または県指定の絶滅危惧種（環境庁自然保護局野生生物課 2000、群馬県 2012）および県レッドデータブック公表後に発見された希少種が30種含まれている（大森ら 2008）。これらの貴重種の中には、当地の農耕特性に適応して繁殖していると推察されるものも数種ある。ミョウガ畑に保温のために周辺の二次林・草地からリターまたは植物体を集めて被せる、という農耕方法によって中規模攪乱が定期的に生じ、これにより数種の貴重種の繁殖が促進されている可能性があると考えられている（石川ら 2008；2009）。また、

このように里山地域において、伝統的農耕に伴って多様な植生・植物相が成立し、かつ、これだけ多くの貴重種が生育している現状は、全国的にみても極めて希である。したがって当地域は、群馬県の自然環境保全政策の根本にも関わる貴重な地域であるといえる。

材料及び実験方法

植物相・絶滅危惧種開花個体数調査

一般的に用いられるコドラート法による植物相調査は、限られた面積内の植物相について解明する手法であるので、植物種多様性の高い地域では見落とす種が多いことが問題として挙げられる。そこで広範囲にわたる生育植物種をリストアップする植物相調査を行った。各調査地を踏査し、開花している植物を中心として、デジタルカメラによる撮影・採取を行い、その後植物図鑑を用いて種の同定を行った。なお、この調査方法では踏査により視認可能な種が対象となるため、比較的量の多い植物種をピックアップすることになる。植物相調査日を表 1 にまとめた。

また一部の希少植物種、絶滅危惧種種については県立榛名公園内、西榛名地域での開花個体数または株数を数え、記録した。

・ 県立榛名公園

県立榛名公園内において、国のレッドリスト（2012）で絶滅危惧Ⅱ類に指定されているコウリンカ（写真 3 下）周辺を中心に、緯度経度をポータブル GPS (GPSmapSCx, GARMIN) を用いて測定し、これらの地点で生育する植物相を調査した。調査日は 2013 年 7 月 27 日および 8 月 20 日であった。

なお、本調査は、群馬県立公園条例の規定に基づき、県立榛名公園使用許可（群馬県指令自環第 3312-39 号）を取得して行った。

発芽率の冷湿処理・温度依存性実験

オミナエシ、カセンソウ、
、ナガミノツルキケマン、ユウスゲの計 5 種類の在来種の種子を用いた。各種の種子の採取日時・場所、前処理（冷湿処理）条件、実験スケジュール、培養日数を表 2 に示す。

いずれの種子も前処理開始まで冷蔵庫に保存し、健全なものだけを峻別し、実験に用いた。石英砂を敷いた直径 9 cm のプラスチック製シャーレに種子を 50 個ずつ入れ、各々のシャーレに蒸留水を約 20 c c 注入した。シャーレは各処理区あたり 3 つずつ用意した。

前処理である冷湿処理は、一般に冬を経験させることによって種子の休眠を解除し発芽を促進させる処理であり、多くの野生植物の種子でその促進効果が確認されている。

（荒木ほか 2003）本研究では、種子について、4℃の薬用保冷库（サンヨー、MEDICOOL MPR-504 (H)）で所定の期間保管することによって、5 種類の種子に対して 2 ヶ月の冷湿処理を施した。

前処理の終了後、温度勾配恒温器 (TG-100-ADCT, NK system) にシャーレを入れて培養した。温度勾配恒温器内の温度は30/15°C、25/13°C、22/10°C、17/8°C、10/6°C (昼 14hr、夜 10hr、昼間の光量子密度は約 $30 \mu \text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$) の5段階とし、カセンソウ、ナガミノツルキケマンは各温度区で1植物あたり3シャーレを培養した。については、高橋 (2009)、赤上 (2010) の先行研究により最適温度区が 25/13°Cであることが判明しているため、この温度区1つで培養を行った。オミナエシとユウスゲもバヤンサン プロフトルゴル (2012) の先行研究から、25/13°C区が最適な発芽温度であると考えられるため、本実験では、25/13°Cの温度条件でのみ培養を行った。

オミナエシ、カセンソウ、ユウスゲについては、冷湿処理の発芽促進効果を検証するため、冷湿処理を施さない区を設け、25/13°Cで培養した。

実験開始後1ヶ月間は毎日、その後は1-3日おきに種子を観察し、肉眼で幼根が確認できたものを発芽種子とみなして数を記録し、取り除いた。また、観察日ごとに蒸留水をつぎ足し、常時湿った状態を保った。また、新たに発芽が3日以上にわたって見られなくなるまで、培養を続けた。こうして得られた最終的な積算発芽率を、最終発芽率として算出した。

異なる環境条件下における栽培実験

前栽培

ユウスゲ (写真6上)、オミナエシ (写真6下) の発芽した実生をゴールデンピートバン (サカタのタネ) に移植し、グロースキャビネット (白熱球を用いて14L/10Dの日長で昼の相対光強度を約 $380\sim 400 \mu \text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ とし、室温 25°Cに調節した) 内で約1ヶ月~2ヶ月栽培した。実生が複数の本葉を有するようになった時点で、1本ずつプラスチック製苗ポット (約95ml容量) に植栽した。用土は黒土を用いた。これらの苗を1週間群馬大学荒牧キャンパス内の裸地で栽培した。

ユウスゲは2012年に発芽させ、圃場の裸地で栽培を開始した2年生苗についても栽培実験を行った。

栽培中は2-3日に1度水道水をポットから水が流れ出るまで十分に灌水した。

初期サンプリングに際しては、苗のみかけのサイズが大きい順に並べ、これを順番に処理区数+1で等区分して、区分ごとにサイズ分布と個体数がおおむね同等になるようにした。このうち1区分を初期サンプルとして採取し、残りの区分をそれぞれの処理区に供した。

サンプリングした苗は個体ごとに根・茎・葉に分けて紙袋に入れ、送風定温乾燥機 (FC-610, ADVANTEC・DRS620DA, ADVANTEC) に入れて1週間80°Cで乾燥させた後、電子式皿天秤 (BJ210S Sartorius) で乾燥重量を測定した。葉面積はカラスキャナー (GT-8700EPSON) を用いて解像度300dpi、16bitグレーでスキャンした後、ImageJ 1.41o (NIH) を用いてドット数を計測し、 148cm^2 あたり2074515ドットとして面積を算出した。

光強度を調整した栽培実験

ユウスゲ実生、ユウスゲ2年生苗、オミナエシ実生を用いて、ビッチュウミヤコザサやススキによる被陰の生長に対する影響を検証するため、相対光強度を3%、9%、13%、100%（裸地）に調節した4つの光条件区を、群馬大学荒牧キャンパス内の裸地に設けた。オミナエシ、ユウスゲについては、これらの処理区に苗ポットを配置して63日間栽培し、栽培期間の最終日にすべての個体をサンプリングした。ユウスゲ2年生苗については、これらの処理区に苗ポットを配置して129日間栽培し、栽培期間の最終日まで計4回すべての個体のサンプリングを行った（表2）。

気温を約3℃上昇させた栽培実験

ユウスゲ、オミナエシの生育地である県立榛名公園・沼ノ原は標高1,100mと高地である。このような高地は今後の地球温暖化の影響を受けやすく、そこの生育する植物種は、気温上昇の影響を受けると考えられる。そこで圃場の温室を用いて栽培温度を外気温から約3℃上昇させ、2種の植物の生長に対する気温上昇の影響を検証した。

初期サンプリング後のユウスゲ、オミナエシを温室内で45日間栽培し、栽培期間の最終日にすべての個体をサンプリングした。栽培中は、2-3日に1度水道水をポットから水が流れ出るまで十分灌水した。

生長解析

生長解析の各パラメータは、以下の式を用いて算出した。

- 相対生長速度（RGR:Relative Growth Rate）：各個体の乾燥重量ベースの生長速度を表す指標である。

$$RGR = (\ln(TW2) - \ln(TW1)) / (T2 - T1)$$

TW1：初期サンプリングにおける個体総乾燥重量（g）

TW2：最終サンプリングにおける個体総乾燥重量（g）

T1：初期サンプリング日

T2：最終サンプリング日

- 純同化率（NAR:Net Assimilation Rate）：各個体の光合成活性を表す指標である。

$$NAR = (TW2 - TW1) (\ln(LA2) - \ln(LA1)) / (LA2 - LA1) / (T2 - T1)$$

TW1：初期サンプリング日における個体総乾燥重量（g）

TW2：最終サンプリング日における個体総乾燥重量（g）

LA1：T1における個体の葉面積（m²）

LA2：T2における個体の葉面積（m²）

T1：初期サンプリング日

T2：最終サンプリング日

- 葉面積比（LAR:Leaf Area Ratio）：各個体の乾燥重量と葉面積の比率を表す指標である。

$$LAR = (LA1/TW1 + LA2/TW2) / 2$$

TW1：初期サンプリング日における個体総乾燥重量（g）

TW2：最終サンプリング日における個体総乾燥重量（g）

LA1：T1における個体の葉面積（m²）

LA2：T2における個体の葉面積（m²）

- 比葉面積 (SLA: Specific Leaf Area) : 各個体の葉の厚みを葉面積/重量ベースで表す指標である。

$$SLA=LA/TW$$

LA : 最終サンプリングにおける個体の葉面積 (g)

TW: 最終サンプリングにおける個体の葉乾燥重量 (g)

- 器官別重量比 : 光合成産物をそれぞれの器官にどのくらい配分したかを示す指標である。

- 葉重比 (LWR: Leaf Weight Ratio)

$$LWR=LW/TW$$

LW: 最終サンプリングにおける個体の葉乾燥重量 (g)

TW: 最終サンプリングにおける個体総乾燥重量 (g)

- 茎重比 (SWR: Stem Weight Ratio)

$$SWR=SW/TW$$

SW: 最終サンプリングにおける各個体の茎乾燥重量 (g)

TW: 最終サンプリングにおける個体総乾燥重量 (g)

- 根重比 (RWR: Root Weight Ratio)

$$RWR=RW/TW$$

RW: 最終サンプリングにおける個体の根乾燥重量 (g)

TW: 最終サンプリングにおける個体総乾燥重量 (g)

それぞれのパラメータ間には、以下のような関係がある。

$$RGR \approx NAR \cdot LAR$$

$$LAR \approx SLA \cdot LWR$$

これらの式によって、処理区間で RGR または LAR の変化があった場合、それがどのパラメータの差異によって引き起こされたかを確認することができる。

結果および考察

植物相調査 県立榛名公園

2013年7月27日および8月20日に行った調査で、国のレッドリスト(2012)で絶滅危惧Ⅱ類に指定されているコウリンカ (*Senecio flammeus* ssp. *glabrifolius*)、群馬県レッドデータブック(2012)で絶滅危惧Ⅱ類に指定されているオミナエシ (*Patrinia scabiosaefolia*) が諸処で確認され、また国指定準絶滅危惧種のスズサイコ (*Cynanchum paniculatum*)、および国指定絶滅危惧Ⅱ類のキキョウ (*Platycodon grandiflorum*) が各1地点で確認された。これらの絶滅危惧植物種の周辺で開花または生育が確認できた在来種は計60種、国内外の外来種は計10種であった(表3)。

コウリンカとオミナエシが近接して確認された地点が14調査地点中、5地点と比較的多くあったことから、この2種の絶滅危惧種は類似の生育環境を好むと推察される。

これらの絶滅危惧種周辺では、要注意国外外来種に指定されているアレチマツヨイグサ(アカバナ科二年草 *Oenothera biennis*)やオニウシノケグサ(イネ科多年草 *Festuca arundinacea*)、ハルジオン(キク科多年草 *Erigeron philadelphicus*)の生育が確認された地点が7地点と、半数の調査地点であり、国内外来種であるヨモギ(キク科多年草 *Artemisia indica* var. *maximowiczii*)も9地点で確認され、同じく国内外来種であるオオバコ(オオバコ科多年草 *Plantago asiatica*)が遊歩道沿いに多数見られた。

コウリンカは今回の調査で391個体確認され、特にGPSNO.70-74地点では個体密度(個体数/面積)は約0.35個体/m²、GPSNO.75-78では約0.30個体/m²と、高密度で生育していることが明らかになった(表4,図1)。

以上の結果から、コウリンカは県立榛名公園内においては、一部の限られた場所で比較的多く生育しているといえる。しかし、外来種が直近において確認されているため、これを駆除することが望ましい。

発芽の冷湿処理・温度依存性

- ・オミナエシ（オミナエシ科多年草草本、*Patrinia scabiosifolia*）

オミナエシは日本全国の草地に自生し、群馬県のレッドリスト（2012）では絶滅危惧II類に指定されている植物である。バヤンサン プロフトルゴル（2012）の先行研究から、本種は25/13℃区が最適な発芽温度であると考えられるため、本実験では、25/13℃の温度条件でのみ培養を行った。

2ヶ月間の冷湿処理を施した種子において、最終発芽率は平均で88%となった。それに対し、冷湿処理を施していない種子の発芽率は、平均65%となった。（表7、図7）

冷湿処理によって約23%の発芽率上昇が見られていることから、本種は野外において冬を経験すると良く発芽するようになると考えられる。これは野生植物の多くに見られる生存方法で、種子成熟直後の秋に発芽することを回避し、冬を越えた後に発芽することによって、実生の生存率をより高めていると考えられる。

- ・カセンソウ（キク科多年草草本、*Inula salicina* var. *asiatica*）

カセンソウは北海道一本州の山野に自生している多年草である。国のレッドデータには指定されていないものの、東京都や愛知県などでは絶滅危惧I類に指定されている希少種である（日本のレッドデータ検索システム 2012）。

2ヶ月間の冷湿処理を施した種子の最終発芽率は、30/15℃で12.6%、25/13℃で7.3%、22/10℃で22%、17/8℃で22%、10/6℃で30%と、低温の処理区で発芽率が最大となった（表7、図8）。以上の結果から、本種は標高が高く寒冷な気候に適応して、低温で発芽し高温では休眠すると推察される。このことから、将来的に地球の温暖化が進行していくと、本種の発芽率は低下し、絶滅の危険性が高まると考えられる。

冷湿処理を施していない本種の種子の発芽率は約11.3%（25/13℃）で、冷湿処理を施したもの（25/13℃で約7.3%）より高くなったが、誤差が大きいため統計学的有意差はないものと考えられる（表7、図9）。

- ・ナガミノツルキケマン（ケシ科1-越年草草本 *Corydalis raddeana*）

北海道、本州、九州の林内に自生する草本で、国のレッドデータブックでは準絶滅危惧種に指定されており、群馬県のレッドデータブック（2012）では準絶滅危惧種とされている。

高橋（2009）が行った発芽実験では、2ヶ月間の冷湿処理では発芽率が0%という結果となり、石川（2007）が行った発芽実験では、冷湿処理を3ヶ月間行ったところ、温度区に関わらず、20%-30%の発芽がみられた。

この結果を受けて、今回は2012年に西榛名で採取した種子を用い、冷湿処理を2ヶ月間行ったものを各温度区で62日間培養した。

2ヶ月間の冷湿処理を施した種子の最終発芽率は、30/15℃で24.6%、25/13℃で22%、22/10℃で17.3%、17/8℃で16%、10/6℃で12%と、より高温の処理区で発芽率が高くなった（表7、図10）。しかし処理区間の発芽率の差はあまり大きくないため、石川（2007）

が行った発芽実験結果と同様、本種の種子は温度区に関わらず、20%-30%発芽するものと考えられる。

・ ユウスゲ (ユリ科多年草草本 *Hemerocallis citrina* var. *vespertina*)

ユウスゲは本州、四国、九州の山野に自生する多年草である。国のレッドデータブックでは指定されていないものの、福井県などでは絶滅危惧 I 類に指定される植物である。2 ヶ月間冷湿処理を施した種子と、冷湿処理を施していない種子を 25/13°C の温度区で培養した結果、どちらも発芽率がおおよそ 30% と大きな差が見られなかった (表 7, 図 11)。したがって、本種の種子には冷湿処理による発芽促進効果が認められないと推察される。

異なる相対光量子密度下で栽培した植物の生長解析

・ オミナエシ

個体乾燥重量は、初期サンプリング時 (全個体 100% 区で前栽培) 平均が約 0.075 g であったものが、最終サンプリング時では、100% 区平均が約 1.2 g、3% 区平均では約 0.1 g といずれも増加した。

相対成長速度 (RGR、 $\text{g g}^{-1}\text{day}^{-1}$) は、相対光量子密度 100% 区で約 0.065、13% 区で約 0.043、9% 区で約 0.032、3% 区で約 0.007 となった (表 8、図 13)。明るい区ほど高くなり、最も低い 3% 区では著しく低下した。つまり、オミナエシは裸地などの非常に明るい所でよく生長するが、他の植物に被陰されたり、林床のような極端に暗い環境下では、生長が著しく悪くなると考えられる。

光合成活性を表す純同化率 (NAR、 $\text{g m}^{-2}\text{day}^{-1}$) は、100% 区で約 4.62、3% 区で約 0.27 と、相対光量子密度が高い区ほど NAR も高くなり、3% 区では著しく低い値となった (表 9、図 13)。

各個体の乾燥重量と葉面積の比率を表す葉面積比 (LAR、 $\text{m}^2 \text{g}^{-1}$) は、100% 区で約 0.016 と最も低く 9% 区で約 0.025 と最も高い値となった (表 9、図 13)。13% - 3% の LAR の値は約 0.003 の違いしか見られなかった。

以上の結果から、本種の RGR が光条件の明るい区ほど高くなった原因は、NAR の低下、すなわち光合成活性の低下であり、LAR は 13% 区以下で多少高くなったが NAR の低下は

補完できず、結果として RGR が暗い区で低下したと考えられる。

このような反応は、光が不足して光合成活性が低下した際に、より多くの葉を生産することによって、限られた光合成生産量を有効に葉面積の生産につなげるという、多くの植物に見られる特性と同じものである。しかし、オミナエシは、暗い環境下で LAR が大きく増加しないため、結果として NAR の低下を補うことができずに、RGR の著しい低下を引き起こしてしまうと考えられる。

器官別重量比は、100%区では、他の光条件区に比べ、SWR（茎重量）、RWR（根重量）の割合が高くなった。これは、ある程度葉が生長すると、葉で生成された光合成生産物は茎や根を太くするために使われるためと推察される。

以上の結果より、オミナエシの生育を沼ノ原で促進するためには、周辺のビッチュウミヤコザやススキを刈り取って、できる限り陽当たりを良くすることが重要であるといえる。明るい（100%）条件下では生長するが、暗い（3%）とほとんど生長しない。つまり、ビッチュウミヤコザやススキなどに覆われると、生長できなくなる危険性がある。また沼ノ原ではイノシシによるイネ科植物の引き倒しが多数見られるが、これはオミナエシなど特定の植物にとっては光環境の改善につながるかもしれない、ある程度は望ましいことなのかもしれない。

・ ユウスゲ

個体乾燥重量は、初期サンプリング時（全個体 100%区で栽培）では平均約 0.18 g であったものが、最終サンプリング時では、100%区が約 0.51 g、13%区平均が約 0.19 g、9%区平均が約 0.11 g、3%区平均では 0.05 g となった。つまり、相対光量子密度が 13%以下の条件では、生長が阻害されたといえる。

相対生長速度 (RGR, $\text{g g}^{-1}\text{day}^{-1}$) は、相対光強度 100%区で約 0.029、13%区で約 0.007、9%区で約 -0.001、3%区で約 -0.032 となった（表 10、図 14）。相対光量子密度が 9%以下という条件では RGR がマイナスの値となり、100%区と比較すると、著しく低下した。

光合成活性を表す純同化率 (NAR, $\text{g m}^{-2}\text{day}^{-1}$) は、100%区で約 3.56、13%区で約 0.48、9%区で約 -0.73、3%区で約 -2.62 となった（表 10、図 14）。RGR と同様、NAR も 9%以下では値がマイナスとなり、100%区と比較すると、著しく低下した。

各個体の乾燥重量と葉面積の比率を表す葉面積比 (LAR, $\text{m}^2 \text{g}^{-1}$) は、100%区で約 0.009、3%区では約 0.017（表 10、図 14）と、LAR の値が 100%区で最も低く、3%区で最も高くなった。

以上の結果から、本種の RGR が光条件の明るい区ほど高くなった原因は、NAR の低下、すなわち光合成活性の低下であり、LAR は 13%区以下で多少高くなったが NAR の低下は補完できず、結果として RGR が暗い区で低下したと考えられる。

このような反応は、光が不足して光合成活性が低下した際に、より多くの葉を生産することによって、限られた光合成生産量を有効に葉面積の生産につなげるという、多くの植物に見られる特性と同じものである。しかしユウスゲは 13%区より暗い環境下で NAR が大きく低下してマイナスとなってしまう、暗い光環境条件下では RGR の著しい低下を引き起こしてしまうと考えられる。

バヤンサン プロフトルゴル (2013) の研究でも、ユウスゲは NAR が 13%区以下で著しく低い値となった結果、RGR が著しく低下した。本研究結果は、これを再確認する結果となったといえる。

・ ユウスゲ (2年生苗)

ユウスゲの 1年生苗と 2年生苗の生長特性の違いを解明するため、ユウスゲ 2年生苗を用いて生育期間を通して栽培実験を行った。

ユウスゲの個体乾燥重量は、初期サンプリング時（全個体 100%区で栽培）では平均約 0.43 g であったが、最終サンプリング時には 100%区で平均約 6.77 g と 6 倍以上に増加した。

異なる光条件下において、ユウスゲ 2 年生苗の相対生長速度 (RGR、 $\text{g g}^{-1}\text{day}^{-1}$) は、相対光量子密度 100%区において、4-6 月は約 0.01、6-7 月は約 0.03、7-8 月は約 0.01 となった。一方 3%区では 4-6 月が約 0.001、6-7 月が約 -0.01、7-8 月が約 -0.02 となった (表 11、図 15)。また、6 月以降から、13%区以下における RGR の値がマイナスとなった。

光合成活性を表す純同化率 (NAR、 $\text{g m}^{-2}\text{day}^{-1}$) は、100%区において、4-6 月が約 4.22、6-7 月が約 6.07、7-8 月が約 3.26 となった。一方、相対光量子密度 13%以下の区において、NAR は 4-6 月に正の値であったが、その後著しく低下し、7-8 月にはマイナスの値となった (表 11、図 15)。

以上のことから、ユウスゲ 2 年生苗は相対光量子密度が 13%以下では NAR がマイナス、つまり、光合成生産ができなくなり、RGR がマイナスとなったと考えられる。13%以下では生長できなくなると考えられる。つまり、1 年生苗よりもさらに光条件の悪化に対して弱いといえる。

以上の結果より、ユウスゲもオミナエシと同様、相対光強度が高い生育条件下でのみ良好に生育できると考えられる。したがって現地において本種の生育を沼ノ原で促進するためには、周辺のピッチェウミヤコザやススキを刈り取って、できる限り陽当たりを良くすることが重要であるといえる。

異なる温度条件下で栽培した植物の生長解析

初期サンプリングを 2013 年 6 月 25 日に行い、その後 8 月 9 日までの 46 日間、気温を平均約 3.2°C 上昇させた温室内で栽培を行った。2013 年 7 月、8 月の前橋市の平均気温はそれぞれ 26.3°C、28.1°C であった (気象庁 2013) ことから、栽培中の温室内平均気温は 29.5°C から 31.3°C と推定される。本稿では、この栽培実験結果 (以後 +3°C 区と称する) と、前述の光環境を調節した栽培実験のうち 100%区の結果 (以後コントロール区と称する) を比較することで、気温 3°C 上昇が植物の生長に及ぼす影響を解析するものとする。

・ オミナエシ

相対生長速度 (RGR、 $\text{g g}^{-1}\text{day}^{-1}$) はコントロール区で約 0.065、+3°C 区で約 0.035 と、気温上昇により有意に低下した。また、光合成活性を表す純同化率 (NAR、 $\text{g m}^{-2}\text{day}^{-1}$) は、コントロール区で約 4.6、+3°C 区で約 2.2 と、気温上昇により有意に低下した (表 9、図 16)。一方、各個体の乾燥重量と葉面積の比率を表す葉面積比 (LAR、 $\text{m}^2 \text{g}^{-1}$) は、コントロール区で約 0.016、+3°C 区で約 0.017 と有意な差はなかった。

以上の結果から、本種の RGR が +3°C 区で低くなった要因は、NAR の低下、すなわち高温による光合成活性の低下であると考えられる。つまり、オミナエシは同一光条件下では、温暖化によって生長阻害を受けると考えられる。

バヤンサン プロフトルゴル (2013) の研究において、オミナエシは栽培温度が高い条件区のほうが NAR、RGR が高い、つまり生長が促進されるという結果となった。しかし、この実験では栽培温度は 15/10°C と 25/13°C であり、25°C 以上の温度条件下では栽培を行わなかった。本研究では、外気温 +3°C、つまり温室内平均気温は 29°C から 31°C とより高い気温で栽培を行った。以上の結果をまとめると、オミナエシの生長の最適気温は 25°C 程度であり、温暖化によりこれより高い気温にさらされると生長阻害を受けてしまうと推察される。

・ ユウスゲ

相対生長速度 (RGR、 $\text{g g}^{-1}\text{day}^{-1}$) はコントロール区で約 0.029、+3°C区で約 0.028 と、有意な差が見られなかった (表 10、図 17)。光合成活性を表す純同化率 (NAR、 $\text{g m}^{-2}\text{day}^{-1}$) は、コントロール区で約 3.56、+3°C区では約 2.82 と有意な差は見られなかった。また、各個体の乾燥重量と葉面積の比率を表す葉面積比 (LAR、 $\text{m}^2 \text{g}^{-1}$) についても 100%区と +3°C区で有意な差は見られなかった。

以上の結果から、ユウスゲは気温が+3°C温暖化しても、NARが低下しない、つまり光合成活性が低下しないため、RGRも低下せず、生長は温暖化の影響を受けにくいと推察される。

バヤンサン プロフトルゴル (2013) の研究において、オミナエシと同様、栽培温度 15/10°Cと 25/13°Cで実験が行われ、RGR、NARともに高い温度条件区で高くなった。以上の結果をまとめると、ユウスゲの生長の最適気温は 25°C-30°C程度と幅広く、温暖化により生長阻害を受けにくいと推察される。

結論

本研究により、県立榛名公園では、コウリンカ、オミナエシ、スズサイコ、キキョウといった絶滅危惧植物種の生育が確認され、その周辺で開花または生育する在来種が計 60 種、国内外の外来種が計 10 種確認された。

コウリンカとオミナエシが近接して確認された地点が 14 調査地点中、5 地点と比較的多くあったことから、この 2 種の絶滅危惧種は類似の生育環境を好むと推察される。

これらの絶滅危惧種周辺ではアレチマツヨイグ、オニウシノケグサ、ハルジオンといった国外外来種や、ヨモギ、オオバコといった国内外来種が多数見られた。在来種、絶滅危惧種の保全のためには、外来種の駆除が不可欠といえる。

生長解析では、オミナエシ、ユウスゲ、ユウスゲ 2 年生苗共通する生長特性として、相対光量子密度が 100% の条件で最も生長が良く、13% 以下で著しく生長が阻害されることが明らかになった。オミナエシ、ユウスゲの生育地である県立榛名公園では、ビッチュウミヤコザサやススキなどが繁茂しており、これらによって被圧されると、生長阻害を受けると推察される。管理団体によりササ刈りや樹木伐採が行われていることは、この 2 種の植物の生長にプラスとなっていると考えられる。

温暖化の影響を解明する栽培実験の結果、オミナエシはコントロール区に比べて外気温+3℃の区において生長が有意に阻害されたが、ユウスゲは有意な阻害を受けないことが明らかになった。すなわち、今後危惧される地球温暖化の進行により、オミナエシは生長阻害を受け、ユウスゲ生長阻害を受けにくいと考えられる。生長が阻害されれば種子生産量も少なくなり、オミナエシはさらに絶滅確率が増大するかもしれない。

発芽実験結果から、県立榛名公園に生育するカセンソウは、標高が高く寒冷な気候に適応して、冷湿処理が不用な種子発芽特性を有し、低温で種子の 30% 程度が発芽し高温では休眠すると推察された。このことから、将来的に地球の温暖化が進行していくと、本種の発芽率は低下し、絶滅の危険性が高まると考えられる。

県立榛名公園に生育するオミナエシでは、2 ヶ月間の冷湿処理を施した種子の最終発芽率は平均 88%、冷湿処理を施していない種子の発芽率は平均 65% となった。冷湿処理によって発芽率上昇が見られていることから、本種は野外において冬を経験すると良く発芽するようになると考えられる。将来的に地球の温暖化が進行していくと、本種の種子は冷湿処理を受けにくくなって発芽率が低下し、絶滅の危険性が高まると考えられる。

現在世界各地で多くの在来種が絶滅の危機に瀕している。その原因は過度の開発（オーバーユース）、里山など農耕地の管理放棄（アンダーユース）、外来種の侵入、そして

地球温暖化であるとされている。榛名公園や西榛名地域のように多くの絶滅危惧種・希少種が生育している里山地域もまた、これら「生物多様性4つの危機」に瀕していることが、本研究であらためて明らかにされたといえる。

資源の過剰利用、大量消費社会のあり方について我々が見直すことが必要であろう。

謝辞

本研究は、群馬大学社会情報学部・情報社会科学科・石川真一教授のご指導のもと、環境科学研究室において行われた研究であります。

本研究を進めるにあたり多くの方々にお世話になりました。石川真一教授には、最後まで大変熱心にご指導・ご助言していただきました。

西榛名地域での調査におきましては、群馬県自然環境調査研究会・小暮市郎氏、吉井広始氏、鈴木伸一氏、群馬県立青少年自然の家・群馬県自然環境調査研究会・増田和明氏、群馬県立自然史博物館・大森威宏氏に植物の同定などのご指導いただきました。

の発芽実験で使用した種子は、北群馬渋川郷土館・館長・小山宏氏にご提供いただきました。

また、同時期に卒業論文に取り組んだ鍛冶川和也氏、春原悠樹氏、大林理沙氏、関根博基氏、田口真也氏をはじめとする、研究室の学生の皆様のご指導、ご協力なしには決して完成しえなかったものであります。心から感謝し、厚くお礼申し上げます。

引用文献・引用 WEB ページ

- 荒川唯(2012) 里山地域における希少植物種の繁殖に関する生態学的基礎研究 群馬大学社会情報学部卒業論文
- 石井実監修財団法人日本自然保護協会(2005) 生態学からみた里やまの自然と保護 講談社 1-11
- 石井実・植田邦彦・重松敏則(1993) 里山の自然をまもる 築地書店 140, 141
- 石川真一・増田和明・大森威宏(2008) 西榛名地域貴重植物種モニタリング. 良好な自然環境を有する地域学術調査報告書(XXXIV). 199-201. 群馬県環境森林部自然環境課.
- 石川真一・増田和明・大森威宏(2009) 西榛名地域貴重植物種モニタリング II. 良好な自然環境を有する地域学術調査報告書(XXXV). 269-272. 群馬県環境森林部自然環境課.
- 大森威宏・増田和明・青木雅夫・須藤志成幸・小暮市郎・吉井広始・松澤篤郎・石川真一(2008) 3 植物(3) 植物相・植物目録, 里山地域(西榛名地域). 良好な自然環境を有する地域学術調査報告書(XXXIII). 19-41. 群馬県環境森林部自然環境課.
- 群馬県(2012) 群馬県の絶滅のおそれのある野生生物 植物編 2012年改訂版 群馬県レッドデータブック. 群馬県環境森林部自然環境課編.
- 犬井正(2002) 里山と人の履歴 新思索社 21-23, 171-174, 183-187
- 栗原久(2009) なるほど榛名学 榛名山をとことん知ろう 上毛新聞社 1, 82, 90
- 環境省 環境白書 平成22年度版 31
- 佐藤洋一郎(2005) 里と森の危機 暮らし多様化への提言 朝日新聞社 70-77
- 清水健美(2003) 日本の帰化植物 平凡社 12, 13, 132, 155, 174
- 高橋美絵(2009) 里山の植物多様性の形成メカニズムに関する環境科学的基礎研究 群馬大学社会情報学部卒業論文
- 多紀保彦監修 財団法人自然環境研究センター 日本の外来生物 平凡社 358, 359
- 重松敏則+JCVN(2010) よみがえれ里山・里地・里海 築地書館 2-5, 141-146, 215-225
- 下田路子(2003) 水田の生物をよみがえらせる 岩波書店 142-146
- 須賀丈・岡本透・丑丸敦史(2012) 草地と日本人 築地書館 32, 33, 46, 47
- 生物多様性政策研究会(2002) 生物多様性キーワード事典 中央法規出版 38, 78, 79, 162, 163
- 武内和彦・鷺谷いづみ・恒川篤史(2001) 里山の環境学 財団法人東京大学出版会 16, 17, 49
- 千葉徳爾 増補改訂 はげ山の研究 株式会社そしえて 53-55
- 塚越みのり(2013) 里地・里山地域における希少植物種の分布と繁殖の規定要因に関する生態学的基礎研究 群馬大学社会情報学部卒業論文
- 服部保 図説生物学30 講環境編1 環境と植生30 講 朝倉書店 63-70
- バヤンサン プロフトルゴル(2013) 群馬県の亜高山帯における自然観光資源としての植物の保全のための環境科学的研究 群馬大学大学院社会情報学研究科修士論文
- 日比保史・千葉知世(2010) 生物多様性条約 COP10 への期待 国際 NGO の視点, 森林環境 2010 生物多様性 COP10 へ. 森林環境研究会 編 森林文化協会 26-29
- 松澤篤郎・小暮市郎・青木雅夫・大森威宏・増田和明 良好な自然環境を有する地域学術調査報告書(XXXIX) 2003年3月 2 草地・草原地域 榛名山 127, 163,
- 養父志乃夫(2009) 里地里山文化論上 循環型社会の基層と形成 農山漁村文化協会 9-13

鷺谷いづみ(2006)序章-1 サクラソウ、サクラソウの分子遺伝生態学. 鷺谷いづみ編 東京大学出版会 7-11、81

鷺谷いづみ・鬼頭秀一(2007) 自然再生のための生物多様性モニタリング 東京大学出版 41-43

鷺谷いづみ(2011) さとやま 生物多様性と生態系模様 岩波ジュニア新書 111

EIC ネット

<http://www.eic.or.jp/ecoterm/?act=view&ecoword=%C0%B8%CA%AA%C2%BF%CD%CD%C0%AD%BE%F2%CC%F3>

EIC ネット ホットスポット

<http://www.eic.or.jp/ecoterm/?act=view&serial=1486>

外務省 ホームページ

<http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/kankyo/kikan/iucn.html>

環境省 ホームページ http://www.biodic.go.jp/rdb/rdb_f.html

環境省 [植物 I (維管束植物)] 環境省第4次レッドリスト (2012)

http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=20557&hou_id=15619

環境省 生物多様性国家戦略 2012-2020

http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=20662&hou_id=15694

気象庁 2013 ホームページ 前橋市平均月別気温

http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/monthly_s1.php?prec_no=42&block_no=47624&year=2013&month=&day=&view=pl

群馬県

<http://www.pref.gunma.jp/04/e2300266.html>

群馬県 植物レッドリスト (2012年改訂版)

<http://www.pref.gunma.jp/contents/000187557.pdf>

生物多様性国家戦略 2010 パンフレット

<http://www.biodic.go.jp/biodiversity/about/library/files/nbsap2010/nbsap2010.pdf>

SATOYAMA イニシアティブ ホームページ <http://satoyama-initiative.org/about>

日本のレッドデータ検索システム 2012

<http://www.jpnrdb.com/index.html>

農林水産省 ホームページ

http://www.maff.go.jp/j/wpaper/w_maff/h21_h/trend/part1/chap4/c4_01.html

林野庁 関東森林管理局 ホームページ

<http://www.rinya.maff.go.jp/kanto/policy/business/santi-saigai/ashio/asiokouhaiti.html>

写真



写真1 上 県立榛名公園(2013年7月27日撮影)
下 県立榛名公園のビチュウミヤコザサ(2013年7月27日撮影)



写真2 上 西榛名における里山風景(2013年9月20日撮影)
下 西榛名のコナラ二次林(2013年5月17日撮影)



写真 3

下 県立榛名公園のコウリンカ (2013 年 8 月 20 日撮影)



写真 4

下 県立榛名公園のカセンソウ (2013 年 8 月 20 日撮影)



写真6 上 県立榛名公園のユウスゲ(2013年7月27日撮影)
下 県立榛名公園のオミナエシ(2013年8月20日撮影)

表1 各調査日と調査内容、調査地一覧

調査日	調査内容	調査地
2013年4月27日	希少植物種、絶滅危惧種生育地の植物相調査	西榛名
2013年5月12日	希少植物種、絶滅危惧種生育地の植物相調査	西榛名
2013年5月17日	希少植物種、絶滅危惧種生育地の植物相調査	西榛名
2013年5月31日	希少植物種、絶滅危惧種生育地の植物相調査(カザグルマ)	北榛名
2013年6月14日	希少植物種、絶滅危惧種生育地の植物相調査	西榛名
2013年6月22日	希少植物種、絶滅危惧種生育地の植物相調査	西榛名
2013年6月25日	希少植物種、絶滅危惧種生育地の植物相調査	西榛名
2013年7月8日	カザグルマ種子採取	北榛名
2013年7月27日	希少植物種、絶滅危惧種生育地の植物相調査	県立榛名公園
2013年8月20日	希少植物種、絶滅危惧種生育地の植物相調査	県立榛名公園
2013年9月13日	植物種子採取	県立榛名公園
2013年9月20日	希少植物種、絶滅危惧種生育地の植物相調査	西榛名

表 2 各実験スケジュール

科名	和名	学名	生活型	採取日時	採取場所	冷蔵処理	実施温度区分						
							10/6℃	17/8℃	22/10℃	25/13℃	30/15℃	シャール数	
オミナエン科	オミナエン	<i>Patrinia scabiosifolia</i>	多年草	2010/10/24	県立榛名公園	2ヶ月			○				3
"	"	"	"	"	"	なし			○				6
キク科	カセンソウ	<i>Inula salicina</i> var. <i>asiatica</i>	多年草	2010/9/21	県立榛名公園	2ヶ月			○		○		各3
"	"	"	"	"	"	なし			○		○		3
ケン科	ナガミノツルキケマン	<i>Corydalis raddeana</i>	1~越年草	2012/11/15	西榛名	2ヶ月			○		○		各3
ユリ科	ユウスゲ	<i>Hemerocallis citrina</i> var. <i>vespertina</i>	多年草	2010/9/21	県立榛名公園	2ヶ月			○		○		3
"	"	"	"	"	"	なし			○		○		6

科名	和名	学名	生活型	植え替え日	実験開始日	サンプリング日	実施光条件区				
							100%	13%	9%	3% 温度(±3℃)	
オミナエン科	オミナエン	<i>Patrinia scabiosifolia</i>	多年草	2013/6/6	2013/6/6	2013/6/24	○	○	○	○	○
ユリ科	ユウスゲ	<i>Hemerocallis citrina</i> var. <i>vespertina</i>	多年草	2013/6/6	2013/6/6	2013/8/9	○	○	○	○	○
ユリ科	ユウスゲ	<i>Hemerocallis citrina</i> var. <i>vespertina</i>	多年草		2013/4/23	2013/4/23	○	○	○	○	○
*ユウスゲ2回生苗を使用							2013/6/24	○	○	○	○
							2013/7/24	○	○	○	○
							2013/8/30	○	○	○	○

表3 県立榛名公園において生育が確認された植物とその生態学的特徴
2013年7月27日に行った調査で生育が確認できた植物種のリスト。

科名	種名	学名	生活型	花期	分布	生育地	確認日	備考・特徴
アカネ科	カワラマソウ	<i>Gallium verum</i> var. <i>asiaticum</i> f. <i>nikkeense</i>	多年草	6-8月	日本全土	山地の草地	2013年7月27日	
アカハナ科	アレチマツヨイグサ	<i>Oenothera biennis</i>	二年草	7-9月	日本全土	荒れ地、畑地、牧草地	2013年7月27日	国外外来種
アブラナ科	ヤマハダサオ	<i>Arabis hirsuta</i>	多年草	5-7月	北海道、本州、四国、九州	山地、草地	2013年7月27日	
アヤメ科	アヤメ	<i>Iris sanguinea</i>	多年草	4-5月	北海道、本州、四国、九州	山地、草地	2013年7月27日	
イネ科	オニシノケグサ	<i>Festuca arundinacea</i>	多年草	6-8月	北海道、本州、四国、九州	日当たりの良い荒れ地、畑	2013年7月27日	要注意国外外来生物
イネ科	ピッチユウミヤコザサ	<i>Sasa samanihana</i> var. <i>yoshinoi</i>	多年草	8-10月	本州、四国、九州	山野	2013年7月27日	
オトギリソウ科	オトギリソウ	<i>Hypericum erectum</i>	多年草	8-10月	日本全土	草地や山野	2013年7月27日	
オミナエシ科	オミナエシ	<i>Patrinia scabrisifolia</i>	多年草	8-10月	日本全土	草地	2013年7月27日	群馬県-絶滅危惧I類
ガガイモ科	スズサイコ	<i>Vincetoxicum pycnostelma</i>	多年草	7-8月	北海道、本州、四国、九州	日当たりの良い荒れ地、畑	2013年7月27日	
キキョウ科	ヤマホタルブクロ	<i>Campanula punctata</i> var. <i>hondoensis</i>	多年草	6-8月	本州	山野	2013年7月27日	
キク科	コウリナ	<i>Picris hieracioides</i> var. <i>glabrescens</i>	多年草	5-10月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年7月27日	
キク科	ニガナ	<i>Ixeridium dentatum</i>	多年草	5-7月	日本全土	山野	2013年7月27日	
キク科	ヒメジョオン	<i>Stenactis annuus</i>	1~2年草	6-10月	日本全土	荒れ地、畑地、草地	2013年7月27日	要注意国外外来生物
キク科	ヒヨドリバナ	<i>Eupatorium makinoi</i>	多年草	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年7月27日	
キク科	セイヨウタンポポ	<i>Taraxacum officinale</i>	多年草	4-9月	日本全土	畑地、放牧地、空き地	2013年7月27日	要注意国外外来生物
キジカクシ科	ヒメヤブラン	<i>Liriope minor</i>	多年草	7-9月	本州、四国、九州	日当たりの良い荒れ地、畑	2013年7月27日	
キンコウカ科	ノギラン	<i>Aletris luteoviridis</i>	多年草	6-8月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年7月27日	
キンポウゲ科	カラマツソウ	<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	多年草	6-8月	北海道、本州	山地	2013年7月27日	
サクラソウ科	オカラソウ	<i>Lysimachia clethroides</i>	多年草	6-7月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年7月27日	
サクラソウ科	クサレダマ	<i>Lysimachia vulgaris</i> var. <i>davurica</i>	多年草	7-8月	北海道、本州、四国、九州	湿地	2013年7月27日	
シソ科	ウツボグサ	<i>Prunella vulgaris</i> ssp. <i>asiatica</i>	多年草	6-8月	北海道、本州、四国、九州	山地、草地	2013年7月27日	
タデ科	アキノウナギツカミ	<i>Persicaria sagittata</i> var. <i>sibirica</i>	1年草	7-10月	北海道、本州、四国、九州	山地の湿地	2013年7月27日	
トウダイグサ科	イタドリ	<i>Fallopia japonica</i>	多年草	7-10月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年7月27日	国外外来種
ナデシコ科	トウダイグサ	<i>Euphorbia helioscopia</i>	二年草	4月-6月	本州、四国、九州	日当たりの良い荒れ地、畑	2013年7月27日	
バラ科	エゾカワラナデシコ	<i>Dianthus superbus</i> L. var. <i>superbus</i> L.	多年草	6-9月	北海道、本州	草原	2013年7月27日	
バラ科	キンミズヒキ	<i>Agrimonia pilosa</i> var. <i>japonica</i>	多年草	7-10月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年7月27日	
バラ科	シモツケ	<i>Spiraea japonica</i>	落葉低木	5-7月	本州、四国、九州	山地、草地	2013年7月27日	
バラ科	ノイバラ	<i>Rosa multiflora</i>	落葉つる性低木	5~6月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年7月27日	
バラ科	ミツモトソウ	<i>Potentilla cryptotaeniae</i>	多年草	7-9月	北海道、本州、四国、九州	山地の湿地	2013年7月27日	
ペンケイソウ科	ミズナラ	<i>Quercus crispula</i> Blume	多年草	5-6月	北海道、本州、四国、九州	山地	2013年7月27日	
マツムシソウ科	キンソウ	<i>Phegodium aizoon</i> var. <i>floribundus</i>	多年草	5-8月	北海道、本州、四国、九州	山地の日当たりの良い岩上	2013年7月27日	
マツムシソウ科	ヤマハギ	<i>Scabiosa japonica</i>	越年草	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山地	2013年7月27日	
ユキノシタ科	チダケサシ	<i>Lespedeza bicolor</i>	落葉性低木	7-10月	北海道、本州、四国、九州	草地や林縁	2013年7月27日	
ユキノシタ科	ノリウツギ	<i>Astilbe microphylla</i> Knoll	多年草	7-8月	本州	日当たりの良い草地	2013年7月27日	
ユキノシタ科	ヤマアジサイ	<i>Hydrangea paniculata</i>	落葉低木	6-7月	北海道、本州、四国、九州	日当たりの良い山地、草地	2013年7月27日	
ユリ科	オオハギボウシ	<i>Hosta montana</i>	多年草	7-9月	日本全国	山地の湿地	2013年7月27日	
ユリ科	コオニユリ	<i>Lilium leichthii</i> f. <i>pseudotigrinum</i>	多年草	7-9月	北海道、本州、四国、九州	湿地、草地	2013年7月27日	
ユリ科	ニッコウキスゲ	<i>Hemerocallis middendorffii</i> var. <i>esculenta</i>	多年草	7-9月	北海道、本州	山地、草地	2013年7月27日	
ユリ科	ユウスゲ	<i>Hemerocallis citrina</i> var. <i>vespertina</i>	多年草	7-9月	本州、四国、九州	山野	2013年7月27日	

表3 県立榛名公園において生育が確認された植物とその生態学的特徴

2013年8月20日に行った調査で生育が確認できた植物種のリスト。

科名	種名	学名	生活型	花期	分布	生育地	確認日	備考・特徴
アカハバ科	カワラマツバ	<i>Galium verum</i> var. <i>asiaticum</i> f. <i>nikkoense</i>	多年草	6-8月	日本全土	山地の草地	2013年8月20日	
アカハバ科	アレチマツヨイグサ	<i>Oenothera biennis</i>	二年草	7-9月	日本全土	荒地、畑地、牧草地	2013年8月20日	国外外来種
イネ科	オニウソノケグサ	<i>Festuca arundinacea</i>	多年草	6-8月	北海道、本州、四国、九州	日当たりの良い荒地、畑地、草地	2013年8月20日	要注意国外外来生物
オミカエシ科	オミカエシ	<i>Patrinia scabiosifolia</i>	多年草	8-10月	日本全土	草地	2013年8月20日	群馬県・絶滅危惧Ⅰ類
キキョウ科	ツリガネニンジン	<i>Adenophora triphylla</i> var. <i>japonica</i>	多年草	8-9月	北海道、本州、四国、九州	山地の草原	2013年8月20日	
キク科	アキノキリンソウ	<i>Ago virgurea</i> var. <i>asiatica</i>	多年草	8-11月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
キク科	コウブリナ	<i>Pteris hieracoides</i> var. <i>glabrescens</i>	多年草	5-10月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
キク科	コウリンカ	<i>Senecio flammula</i>	多年草	7-9月	本州	山地・低山、原野・草原	2013年8月20日	国・絶滅危惧Ⅰ類
キク科	ハルジオン	<i>Erigeron philadelphicus</i>	多年草	4-5月	日本全土	荒地、畑地	2013年8月20日	要注意国外外来生物
キク科	ヨモギ	<i>Artemisia indica</i> var. <i>maximowiczii</i>	多年草	9-10月	本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	国内外来生物
キンポウゲ科	アキカラムツ	<i>Thalictrum minus</i> var. <i>hypoleucum</i>	多年草	7-9月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
キンポウゲ科	カラマツソウ	<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	多年草	6-8月	北海道、本州	山地	2013年8月20日	
キンポウゲ科	ヤマオオタマキ	<i>Aquilegia buergeriana</i>	多年草	6-8月	北海道、本州、四国、九州	日当たりの良い高原、草地	2013年8月20日	
シソ科	ヤマカミマハナ	<i>Clinopodium chinense</i> subsp. <i>grandiflorum</i> var. <i>shibetschense</i>	多年草	7-9月	北海道、本州、四国、九州	湿地、草地	2013年8月20日	
トウダイグサ科	トウダイグサ	<i>Euphorbia helioscopia</i>	二年草	4月-6月	本州、四国、九州	日当たりの良い荒地、畑地	2013年8月20日	
ナデシコ科	エゾカラナデシコ	<i>Dianthus superbus</i> L. var. <i>superbus</i> L.	多年草	6-9月	北海道、本州	草原	2013年8月20日	
マツムシロ科	マツムシロ	<i>Scabiosa japonica</i>	越年草	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	
マメ科	ナンテンハギ	<i>Vicia unijuga</i>	多年草	6-10月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
ユリ科	コオニユリ	<i>Lilium leichlinii</i> f. <i>pseudotigrinum</i>	多年草	7-9月	北海道、本州、四国、九州	湿地、草地	2013年8月20日	
ユリ科	ユウスゲ	<i>Hemerocallis citrina</i> var. <i>vespertina</i>	多年草	7-9月	本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	

科名	種名	学名	生活型	花期	分布	生育地	確認日	備考・特徴
アカハバ科	アレチマツヨイグサ	<i>Oenothera biennis</i>	二年草	7-9月	日本全土	荒地、畑地、牧草地	2013年8月20日	国外外来種
イネ科	ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i>	多年草	8-10月	日本全土	山地	2013年8月20日	
イネ科	ツルヨシ?	<i>Phragmites japonica</i>	多年草	8-10月	本州、四国、九州	河原	2013年8月20日	
イネ科	ヤマアワ	<i>Calamagrostis epigeios</i>	多年草	7-9月	日本全土	山地の草原	2013年8月20日	
イラクサ科	クサコアカソ	<i>Boehmeria tricuspid</i> var. <i>unicuspis</i>	多年草	7-9月	本州 四国 九州	湿地、山野	2013年8月20日	
ウコギ科	ウド	<i>Aralia cordata</i>	多年草	8-9月	北海道、本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	
キク科	カゼソウ	<i>Inula salicina</i> var. <i>asiatica</i>	多年草	7-9月	北海道 本州	山野	2013年8月20日	
キク科	ノコギリソウ	<i>Aster microcephalus</i> var. <i>ovatus</i>	多年草	8-11月	本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
キク科	ノハラザミ	<i>Cirsium oligophyllum</i>	多年草	8-10月	北海道、本州	山地	2013年8月20日	
キク科	ヒヨドリバナ	<i>Eupatorium makinoi</i>	多年草	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
キンポウゲ科	オカトラノオ	<i>Thalictrum minus</i> var. <i>hypoleucum</i>	多年草	7-9月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
サクランボ科	ヤマトバラナ	<i>Lysimachia clethroides</i>	多年草	6-7月	北海道、本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	
シソ科	ヤマカミマハナ	<i>Clinopodium chinense</i> subsp. <i>grandiflorum</i> var. <i>shibetschense</i>	多年草	7-9月	北海道、本州、四国、九州	湿地、草地	2013年8月20日	
タデ科	イタドリ	<i>Fallopia japonica</i>	多年草	7-10月	北海道 本州 四国 九州	山野	2013年8月20日	
トウダイグサ科	トウダイグサ	<i>Euphorbia helioscopia</i>	二年草	4月-6月	本州、四国、九州	日当たりの良い荒地、畑地	2013年8月20日	

表 3 (続き) 県立榛名公園において生育が確認された植物とその生態学的特徴

科名	種名	学名	生活型	花期	分布	生育地	確認日	備考・特徴
バラ科	キンミズヒキ	<i>Agimonia pilosa var. japonica</i>	多年草	7-10月	北海道 本州 四国 九州	山野	2013年8月20日	
バラ科	ワレモコウ	<i>Sanguisorba officinalis</i>	多年草	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山地の草原	2013年8月20日	
マメ科	マルバハギ	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	落葉低木	8-10月	本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	
ユリ科	ユウスゲ	<i>Hemerocallis citrina var. vespertina</i>	多年草	7-9月	本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
リンドウ科	リンドウ	<i>Gentiana scabra var. buergeri</i>	多年草	9-11月	本州 四国 九州	山野	2013年8月20日	
ユリ科	ヤマアラシキョウ	<i>Allium thunbergii</i>	多年草	9-11月	本州・四国・九州・沖縄	山地、原野、湿地	2013年8月20日	
0484属辺								
科名	種名	学名	生活型	花期	分布	生育地	確認日	備考・特徴
オミナエ科	オミナエシ	<i>Patrinia scabiofolia</i>	多年草	8-10月	日本全国	草地	2013年8月20日	群馬県・絶滅危惧Ⅰ類
キク科	コウリンカ	<i>Senecio flammus</i>	多年草	7-9月	本州	山地・低山、原野・草原	2013年8月20日	国・絶滅危惧Ⅰ類
サクランボ科	クサレダマ	<i>Lysimachia vulgaris var. davurica</i>	多年草	7-8月	北海道、本州、四国、九州	湿地	2013年8月20日	
0504属辺								
科名	種名	学名	生活型	花期	分布	生育地	確認日	備考・特徴
アカバシ科	アレチマツヨイグサ	<i>Oenothera biennis</i>	二年草	7-9月	日本全国	荒地地、畑地、牧草地	2013年8月20日	国内外来種
イネ科	ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i>	多年草	8-10月	日本全国	山地	2013年8月20日	
キキョウ科	ツリガネニンジン	<i>Adenophora triphylla var. japonica</i>	多年草	8-9月	北海道、本州、四国、九州	山地の草原	2013年8月20日	
キク科	アキニキリンソウ	<i>Ago virgurea var. asiatica</i>	多年草	8-11月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
キク科	コウリナ	<i>Picris hieracioides var. glabrescens</i>	多年草	5-10月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
キク科	コウリンカ	<i>Senecio flammus</i>	多年草	7-9月	本州	山地・低山、原野・草原	2013年8月20日	国・絶滅危惧Ⅰ類
キク科	シラヤマギク	<i>Aster scaber</i>	多年草	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	
キク科	ハルシオン	<i>Erigeron philadelphicus</i>	多年草	4-5月	日本全国	荒地地、畑地	2013年8月20日	要注意国外来生物
キク科	ヒヨドリバナ	<i>Eupatorium makinoi</i>	多年草	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
キク科	ノコギリソウ	<i>Aster microcephalus var. ovatus</i>	多年草	8-11月	本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
キク科	ノハラアザミ	<i>Orsium oligophyllum</i>	多年草	8-10月	北海道、本州	山地	2013年8月20日	
キク科	ヨモギ	<i>Artemisia indica var. maximowiczii</i>	多年草	9-10月	本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	国内外来生物
キンボウゲ科	カラマツソウ	<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	多年草	6-8月	北海道、本州	山地	2013年8月20日	
タデ科	イタドリ	<i>Fallopia japonica</i>	多年生雑草	7-10月	北海道 本州 四国 九州	日当たりの良い荒地地、畑	2013年8月20日	
トウダイグサ科	トウダイグサ	<i>Euphorbia helioscopia</i>	二年草	4月-6月	本州、四国、九州	日当たりの良い荒地地、畑	2013年8月20日	
バラ科	キンミズヒキ	<i>Agimonia pilosa var. japonica</i>	多年草	7-10月	北海道 本州 四国 九州	山野	2013年8月20日	
フウロクワ科	ゲンジブヨウコ	<i>Geranium thunbergii</i>	多年草	7-10月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
マツムシソウ科	マツムシソウ	<i>Scabiosa japonica</i>	越年草	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	
マメ科	マルバハギ	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	落葉低木	8-10月	本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	
ユリ科	ユウスゲ	<i>Hemerocallis citrina var. vespertina</i>	多年草	7-9月	本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
0514属辺								
科名	種名	学名	生活型	花期	分布	生育地	確認日	備考・特徴
イネ科	ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i>	多年草	8-10月	日本全国	山地	2013年8月20日	
キキョウ科	ツリガネニンジン	<i>Adenophora triphylla var. japonica</i>	多年草	8-9月	北海道、本州、四国、九州	山地の草原	2013年8月20日	
キク科	コウリナ	<i>Picris hieracioides var. glabrescens</i>	多年草	5-10月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	

表3 (続き) 県立榛名公園において生育が確認された植物とその生態学的特徴

科名	種名	学名	生活型	花期	分布	生育地	確認日	備考・特徴
0574属辺								
キク科	コウリンカ	<i>Senecio flammeus</i>	多年草	7-9月	本州	山地・低山、原野・草原	2013年8月20日	国・絶滅危惧I類
キク科	ヒヨドリバナ	<i>Eupatorium makinoi</i>	多年草	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
キク科	ノハラアザミ	<i>Cirsium oligophyllum</i>	多年草	8-10月	北海道、本州	山地	2013年8月20日	
キク科	ヨモギ	<i>Artemisia indica var. maximowiczii</i>	多年草	9-10月	本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	国内外来種
タデ科	イタドリ	<i>Fallopia japonica</i>	多年生植物	7-10月	北海道、本州、四国、九州	日当たりの良い荒れ地、畑	2013年8月20日	
トウダイグサ科	トウダイグサ	<i>Euphorbia helioscopia</i>	二年草	4月-6月	本州、四国、九州	日当たりの良い荒れ地、畑	2013年8月20日	
マツムシソウ科	マツムシソウ	<i>Scabiosa japonica</i>	越年草	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	
ユキキンタネ科	チダケサシ	<i>Astilbe microphylla</i> Knoll	多年草	7-8月	本州	日当たりの良い草地	2013年8月20日	
ユリ科	オオバキボウシ	<i>Hosta montana</i>	多年草	7-9月	日本全国	山地、草地	2013年8月20日	
0574属辺								
アカハタ科	アレチマツヨイグサ	<i>Oenothera biennis</i>	二年草	7-9月	日本全国	荒れ地、畑地、牧草地	2013年8月20日	国内外来種
イネ科	ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i>	多年草	8-10月	日本全国	山地	2013年8月20日	
キク科	コウリンカ	<i>Senecio flammeus</i>	多年草	7-9月	本州	山地・低山、原野・草原	2013年8月20日	国・絶滅危惧I類
キク科	シラヤマギク	<i>Aster scaber</i>	多年草	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	
キク科	ノハラアザミ	<i>Cirsium oligophyllum</i>	多年草	8-10月	北海道、本州	山地	2013年8月20日	
キク科	ヨモギ	<i>Artemisia indica var. maximowiczii</i>	多年草	9-10月	本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	国内外来種
キンポウゲ科	カラマツソウ	<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	多年草	6-8月	北海道、本州	山地	2013年8月20日	
ツツジ科	レンゲツツジ	<i>Rhododendron japonicum</i>	落葉低木	4-6月	北海道、本州、四国、九州	湿地、草地	2013年8月20日	
トウダイグサ科	トウダイグサ	<i>Euphorbia helioscopia</i>	二年草	4月-6月	本州、四国、九州	日当たりの良い荒れ地、畑	2013年8月20日	
マツムシソウ科	マツムシソウ	<i>Scabiosa japonica</i>	越年草	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	
マメ科	マルバハギ	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	落葉低木	8-10月	本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	
0534属辺								
キク科	オトギリソウ	<i>Hypericum erectum</i>	多年草	8-10月	日本全土	草地や山野	2013年8月20日	
キク科	アキノキリンソウ	<i>Ago virgaurea var. asiatica</i>	多年草	8-11月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
キク科	アキノノゲシ	<i>Lactuca indica</i>	1~3越年草	8-11月	日本全国	山野	2013年8月20日	国内外来種
キク科	シラヤマギク	<i>Aster scaber</i>	多年草	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	
キク科	ヒヨドリバナ	<i>Eupatorium makinoi</i>	多年草	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
キク科	ノハラアザミ	<i>Cirsium oligophyllum</i>	多年草	8-10月	北海道、本州	山地	2013年8月20日	
キク科	ヨモギ	<i>Artemisia indica var. maximowiczii</i>	多年草	9-10月	本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	国内外来種
タデ科	イタドリ	<i>Fallopia japonica</i>	多年生植物	7-10月	北海道、本州、四国、九州	日当たりの良い荒れ地、畑	2013年8月20日	
ツツジ科	レンゲツツジ	<i>Rhododendron japonicum</i>	落葉低木	4-6月	北海道、本州、四国、九州	湿地、草地	2013年8月20日	
バラ科	ズミ	<i>Malus tozono</i>	多年草	9-10月	日本全土	荒地や湿地	2013年8月20日	
バラ科	フシモコウ	<i>Sanguisorba officinalis</i>	多年草	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山地の草原	2013年8月20日	
バラ科	(ナントカ)イチョゴ	<i>Quercus crispula</i> Blume	多年草	5-6月	北海道、本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	
ブナ科	ミズナラ	<i>Scabiosa japonica</i>	落葉樹	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	
マツムシソウ科	マツムシソウ	<i>Scabiosa japonica</i>	越年草	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	
マメ科	ヤマハギ	<i>Lespedeza bicolor</i>	落葉性低木	7-10月	北海道、本州、四国、九州	草地や林縁	2013年8月20日	

表3 (続き) 県立榛名公園において生育が確認された植物とその生態学的特徴

科名	種名	学名	生活型	花期	分布	生育地	確認日	備考・特徴
ユキノシタ科	チダケサシ	<i>Astilbe microphylla</i> Knoll	多年草	7-8月	本州	日当たりの良い草地	2013年8月20日	
ユリ科	オオバキボウシ	<i>Hosta montana</i>	多年草	7-9月	日本全国	山地、草地	2013年8月20日	
ユリ科	ヤマラッキョウ	<i>Allium thunbergii</i>	多年草	9-11月	本州、四国、九州、沖縄	山地、原野、湿地	2013年8月20日	
ユリ科	ユウスゲ	<i>Hemerocallis citrina var. vespertina</i>	多年草	7-9月	本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
ササツ属								
イネ科	ササ?							
イネ科	ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i>	多年草	8-10月	日本全国	山地	2013年8月20日	
キク科	ツリガネニンジン	<i>Adenophora triphylla var. japonica</i>	多年草	8-9月	北海道、本州、四国、九州	山地の草原	2013年8月20日	
キク科	ヒヨドリバナ	<i>Eupatorium makinoi</i>	多年草	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
キク科	ヨモギ	<i>Artemisia indica var. maximowiczii</i>	多年草	9-10月	本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	国内外来種
キク科	エシシロネ	<i>Lycopus uniflorus</i>	多年草	8-9月	北海道、本州、四国、九州	山地、湿地	2013年8月20日	
マツムシソウ科	マツムシソウ	<i>Scabiosa japonica</i>	越年草	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	
マメ科	ヤマハギ	<i>Lespedeza bicolor</i>	落葉性低木	7-10月	北海道、本州、四国、九州	草地や林縁	2013年8月20日	
ユリ科	コオニユリ	<i>Lilium leichlinii f. pseudotigrinum</i>	多年草	7-9月	北海道、本州、四国、九州	湿地、草地	2013年8月20日	
ユリ科	ユウスゲ	<i>Hemerocallis citrina var. vespertina</i>	多年草	7-9月	本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
0623属								
イネ科	ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i>	多年草	8-10月	日本全国	山地	2013年8月20日	
キク科	コウリンカ	<i>Senecio flammus</i>	多年草	7-9月	本州	山地・低山、原野、草原	2013年8月20日	国・絶滅危惧種
キク科	ヒヨドリバナ	<i>Eupatorium makinoi</i>	多年草	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
キク科	ヨモギ	<i>Artemisia indica var. maximowiczii</i>	多年草	9-10月	本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	国内外来種
キンボウケ科	カラマツソウ	<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	多年草	6-8月	北海道、本州	山地	2013年8月20日	
タデ科	イタドリ	<i>Fallopia japonica</i>	多年生植物	7-10月	北海道、本州、四国、九州	日当たりの良い荒地、畑	2013年8月20日	
トウダイグサ科	トウダイグサ	<i>Euphorbia helioscopia</i>	二年草	4月-6月	本州、四国、九州	日当たりの良い荒地、畑	2013年8月20日	
バラ科	ズミ	<i>Malus terio</i>	落葉低木	9-10月	日本全土	荒地や湿地	2013年8月20日	
ブナ科	ミズナラ	<i>Quercus crispula</i> Blume	落葉樹	5-6月	北海道、本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	
マツムシソウ科	マツムシソウ	<i>Scabiosa japonica</i>	越年草	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	
マメ科	レンゲソウ	<i>Astragalus sinicus</i>	越年草	4-5月	日本全土	土手、道端	2013年8月20日	
ユリ科	ヤマラッキョウ	<i>Allium thunbergii</i>	多年草	9-11月	本州、四国、九州、沖縄	山地、原野、湿地	2013年8月20日	
ユリ科	ユウスゲ	<i>Hemerocallis citrina var. vespertina</i>	多年草	7-9月	本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
0644属								
アカネ科	カワラマツバ	<i>Gallium verum var. asiaticum f. nikkoense</i>	多年草	6-8月	日本全土	山地の草地	2013年8月20日	
アカバナ科	アレチマツヨイグサ	<i>Oenothera biennis</i>	二年草	7-9月	日本全国	荒地、畑地、牧草地	2013年8月20日	国内外来種
イネ科	ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i>	多年草	8-10月	日本全土	山地	2013年8月20日	
キキョウ科	ツリガネニンジン	<i>Adenophora triphylla var. japonica</i>	多年草	8-9月	北海道、本州、四国、九州	山地の草原	2013年8月20日	
キク科	コウリンカ	<i>Senecio flammus</i>	多年草	7-9月	本州	山地・低山、原野、草原	2013年8月20日	国・絶滅危惧種

表3 (続き) 県立榛名公園において生育が確認された植物とその生態学的特徴

科名	種名	学名	生活型	花期	分布	生育地	確認日	備考・特徴
キンポウゲ科	カラマツソウ	<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	多年草	6-9月	北海道、本州	山地	2013年8月20日	
タデ科	イタドリ	<i>Fallopia japonica</i>	多年生植物	7-10月	北海道、本州、四国、九州	日当たりの良い荒地、畑	2013年8月20日	
トウダイグサ科	トウダイグサ	<i>Euphorbia helioscopia</i>	二年草	4月-6月	本州、四国、九州	日当たりの良い荒地、畑	2013年8月20日	
バラ科	サダケサシ	<i>Astilbe microphylla</i>	多年草	7-8月	本州、四国、九州	草原や湿原	2013年8月20日	
バラ科	ノイバラ	<i>Rosa multiflora</i>	落葉つる性低木	5~6月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
マツムシノウ科	マツムシノウ	<i>Scabiosa japonica</i>	越年草	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	
マメ科	マルバハギ	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	落葉低木	8-10月	本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	
マメ科	ヤマハギ	<i>Lespedeza bicolor</i>	落葉性低木	7-10月	北海道、本州、四国、九州	草地や林縁	2013年8月20日	
ユリ科	ユウスゲ	<i>Hemerocallis citrina var. vespertina</i>	多年草	7-9月	本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
0684属近								
イネ科	ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i>	多年草	8-10月	日本全土	山地	2013年8月20日	
オミエン科	オミナエシ	<i>Patrinia scabiosifolia</i>	多年草	8-10月	日本全国	草地	2013年8月20日	群馬県・絶滅危惧I類
キク科	アキノキリンソウ	<i>Ago virgaurea var. asiatica</i>	多年草	8-11月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
キク科	コウリンカ	<i>Senecio flammeus</i>	多年草	7-9月	本州	山地・低山、原野・草原	2013年8月20日	国・絶滅危惧I類
キク科	シラヤマギク	<i>Aster scaber</i>	多年草	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	
キク科	ヒヨドリバナ	<i>Eupatorium makinoi</i>	多年草	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
タデ科	イタドリ	<i>Fallopia japonica</i>	多年生植物	7-10月	北海道、本州、四国、九州	日当たりの良い荒地、畑	2013年8月20日	
トウダイグサ科	トウダイグサ	<i>Euphorbia helioscopia</i>	二年草	4月-6月	本州、四国、九州	日当たりの良い荒地、畑	2013年8月20日	
バラ科	ノイバラ	<i>Rosa multiflora</i>	落葉つる性低木	5~6月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
マツムシノウ科	マツムシノウ	<i>Scabiosa japonica</i>	越年草	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	
マメ科	マルバハギ	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	落葉低木	8-10月	本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	
ユリ科	ユウスゲ	<i>Hemerocallis citrina var. vespertina</i>	多年草	7-9月	本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
0709~0743属近								
アカネ科	カワラマツバ	<i>Galium verum var. asiaticum f. nikkoense</i>	多年草	6-9月	日本全土	山地の草地	2013年8月20日	
アカハバ科	アレチマツヨイグサ	<i>Oenothera biennis</i>	二年草	7-9月	日本全国	荒地、畑地、牧草地	2013年8月20日	国内外来種
イネ科	ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i>	多年草	8-10月	日本全土	山地	2013年8月20日	
オミエン科	オミナエシ	<i>Patrinia scabiosifolia</i>	多年草	8-10月	日本全国	草地	2013年8月20日	群馬県・絶滅危惧I類
キキョウ科	ツリガネニンジン	<i>Adenophora triphylla var. japonica</i>	多年草	8-9月	北海道、本州、四国、九州	山地の草原	2013年8月20日	
キク科	アザミの仲間	<i>Ago virgaurea var. asiatica</i>	多年草	8-11月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
キク科	カセンソウ	<i>Inula salicina var. asiatica</i>	多年草	7-9月	北海道、本州	山野	2013年8月20日	
キク科	キツネアザミ	<i>Hemistepta lyrata</i>	越年草	5-8月	本州、四国、九州	道端	2013年8月20日	国内外来種
キク科	コウリンカ	<i>Senecio flammeus</i>	多年草	7-9月	本州	山地・低山、原野・草原	2013年8月20日	国・絶滅危惧I類
キク科	シラヤマギク	<i>Aster scaber</i>	多年草	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	
キク科	タムラソウ?	<i>Serratula coronata subsp. insularis</i>	多年草	8-10月	本州、四国、九州	山地の草原	2013年8月20日	
キク科	ノハラアザミ	<i>Cirsium oligophyllum</i>	多年草	8-10月	北海道、本州	山地	2013年8月20日	
キク科	ヨモギ	<i>Artemisia indica var. maximowiczii</i>	多年草	9-10月	本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	国内外来種

表3 (続き) 県立榛名公園において生育が確認された植物とその生態学的特徴

科名	種名	学名	生活型	花期	分布	生育地	確認日	備考・特徴
キンポウゲ科	カラマツソウ	<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	多年草	6-8月	北海道、本州	山地	2013年8月20日	
タデ科	イドリ	<i>Fallopia japonica</i>	多年生植物	7-10月	北海道、本州、四国、九州	日当たりの良い荒地、畑	2013年8月20日	
ツツジ科	レンゲツツジ	<i>Rhododendron japonicum</i>	落葉低木	4-6月	北海道、本州、四国、九州	湿地、草地	2013年8月20日	
トウダイグサ科	トウダイグサ	<i>Euphorbia helioscopia</i>	二年草	4月-6月	本州、四国、九州	日当たりの良い荒地、畑	2013年8月20日	
バラ科	ボケ?		落葉低木					
バラ科	ワシモコウ	<i>Sanguisorba officinalis</i>	多年草	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山地の草原	2013年8月20日	
マツムシソウ科	マツムシソウ	<i>Scabiosa japonica</i>	越年草	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	
マメ科	マルハハギ	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	落葉低木	8-10月	本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	
ユキシダ科	チダケサシ	<i>Astilbe microphylla</i> Knoll	多年草	7-8月	本州	日当たりの良い草地	2013年8月20日	
ユリ科	オオハギボウシ	<i>Hosta montana</i>	多年草	7-9月	日本全国	山地、草地	2013年8月20日	
ユリ科	コオニユリ	<i>Lilium leichlinii</i> f. <i>pseudotigrinum</i>	多年草	7-9月	北海道、本州、四国、九州	湿地、草地	2013年8月20日	
ユリ科	ヤマラツキヨウ	<i>Allium thunbergii</i>	多年草	9-11月	本州・四国・九州・沖縄	山地、原野、湿地	2013年8月20日	
ユリ科	ユウスゲ	<i>Hemerocallis citrina</i> var. <i>vespertina</i>	多年草	7-9月	本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
リンドウ科	リンドウ	<i>Gentiana scabra</i> var. <i>buergeri</i>	多年草	9-11月	本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
0753~0768群								
アカネ科	カウラマツバ	<i>Gallium verum</i> var. <i>asiaticum</i> f. <i>nikkoense</i>	多年草	6-8月	日本全土	山地の草地	2013年8月20日	
アカハシ科	アレンチマツヨイグサ	<i>Oenothera biennis</i>	二年草	7-9月	日本全国	荒地、畑地、牧草地	2013年8月20日	国内外来種
イネ科	ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i>	多年草	8-10月	日本全土	山地	2013年8月20日	
オミナエシ科	オミナエシ	<i>Patrinia scabiofolia</i>	多年草	8-10月	日本全国	草地	2013年8月20日	群馬県・絶滅危惧Ⅰ類
キキョウ科	ツリガネニンジン	<i>Adenophora triphylla</i> var. <i>japonica</i>	多年草	8-9月	北海道、本州、四国、九州	山地の草原	2013年8月20日	
キク科	キツネアザミ	<i>Hemistepta lyrata</i>	越年草	5-6月	本州、四国、九州	遺蹟	2013年8月20日	国内外来種
キク科	コウリンカ	<i>Senecio flammulus</i>	多年草	7-9月	本州	山地・低山、原野、草原	2013年8月20日	国・絶滅危惧Ⅰ類
キク科	ノハラアザミ	<i>Cirsium oligophyllum</i>	多年草	8-10月	北海道、本州	山地	2013年8月20日	
キク科	ヒヨドリバナ	<i>Eupatorium makinoi</i>	多年草	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
キク科	ヨモギ	<i>Artemisia indica</i> var. <i>maximowiczii</i>	多年草	9-10月	本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	国内外来生物
キンポウゲ科	アキカラマツ	<i>Thalictrum minus</i> var. <i>hypoleucum</i>	多年草	7-9月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
キンポウゲ科	ヤマオダマキ	<i>Aquilegia buergeriana</i>	多年草	6-8月	北海道、本州、四国、九州	日当たりの良い高原、草地	2013年8月20日	
サクラソウ科	オカトラノオ	<i>Lysimachia clethroides</i>	多年草	6-7月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
シソ科	エゾシロネ	<i>Lycopus uniflorus</i>	多年草	8-9月	北海道、本州、四国、九州	山地、湿地	2013年8月20日	
トウダイグサ科	トウダイグサ	<i>Euphorbia helioscopia</i>	二年草	4月-6月	本州、四国、九州	日当たりの良い荒地、畑	2013年8月20日	
バラ科	キンミズヒキ	<i>Agrimonia pilosa</i> var. <i>japonica</i>	多年草	7-10月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
バラ科	スミ	<i>Melus torriro</i>	落葉低木	9-10月	日本全土	荒地や湿地	2013年8月20日	
マツムシソウ科	マツムシソウ	<i>Scabiosa japonica</i>	越年草	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	
ユキシダ科	チダケサシ	<i>Astilbe microphylla</i> Knoll	多年草	7-8月	北海道、本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	
ユリ科	ヤマラツキヨウ	<i>Allium thunbergii</i>	多年草	9-11月	本州、四国・九州・沖縄	山地、原野、湿地	2013年8月20日	
ユリ科	ユウスゲ	<i>Hemerocallis citrina</i> var. <i>vespertina</i>	多年草	7-9月	本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	

表 3 (続き) 県立榛名公園において生育が確認された植物とその生態学的特徴

科名	種名	学名	生活型	花期	分布	生育地	確認日	備考・特徴
キク科	アキノキリンソウ	<i>Ago virgurea</i> var. <i>asiatica</i>	多年草	8-11月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
キク科	ノハラアザミ	<i>Cirsium oligophyllum</i>	多年草	8-10月	北海道、本州	山地	2013年8月20日	
バラ科	キンミズヒキ	<i>Agrimonia pilosa</i> var. <i>japonica</i>	多年草	7-10月	北海道、本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	
バラ科	ズミ	<i>Malus tozigo</i>	落葉低木	9-10月	日本全土	荒地や湿地	2013年8月20日	
ブナ科	ミズナラ	<i>Quercus crispula</i> Blume	落葉樹	5-6月	北海道、本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	
マツムシクワ科	マツムシクワ	<i>Scabiosa japonica</i>	越年草	8-10月	北海道、本州、四国、九州	山地	2013年8月20日	
ユリ科	オオハギボウシ	<i>Hosta montana</i>	多年草	7-9月	日本全国	山地、草地	2013年8月20日	
ユリ科	ユウスゲ	<i>Hemerocallis citrina</i> var. <i>vespertina</i>	多年草	7-9月	本州、四国、九州	山野	2013年8月20日	

表 7 各植物の最終発芽率

植物名	採取日時	採取場所	冷湿処理	培養期間	発芽率				
					10/6°C	17/8°C	22/10°C	25/13°C	30/15°C
オミナエン	2010/10/24	県立榛名公園	2ヶ月	62日間					88%
"	"	"	なし	48日間					65%
カセンノウ	2010/9/21	県立榛名公園	2ヶ月	62日間		30%	22%	22%	7.3%
"	"	"	なし	48日間					11.3%
ナガミツルギク	2012/11/15	西榛名	2ヶ月	62日間		12%	16%	17.3%	22%
ユウスゲ	2010/9/21	県立榛名公園	2ヶ月	62日間					30.6%
"	"	"	なし	48日間					31.30%

表 9 オミナエシの栽培実験における生長解析の結果一覧

相対光強度	平均					標準偏差						
	RGR (g/g/day)	LAR (m ² /g)	NAR (g/m ² /day)	SLA (m ² /g)	RGR (g/g/day)	LAR (m ² /g)	NAR (g/m ² /day)	SLA (m ² /g)	RGR (g/g/day)	LAR (m ² /g)	NAR (g/m ² /day)	SLA (m ² /g)
3%	0.007	0.024	0.272	0.048	0.003	0.003	0.003	0.144	0.006	0.003	0.003	0.006
9%	0.032	0.025	1.263	0.045	0.009	0.003	0.003	0.250	0.010	0.003	0.003	0.010
13%	0.043	0.022	1.922	0.040	0.008	0.002	0.002	0.344	0.004	0.002	0.002	0.004
100%	0.065	0.016	4.621	0.021	0.010	0.001	0.001	0.527	0.001	0.001	0.001	0.001
+3°C	0.035	0.017	2.205	0.025	0.006	0.001	0.001	0.403	0.002	0.001	0.001	0.002

表 10 ユウスゲの栽培実験における生長解析の結果一覧

相対光強度	平均					標準偏差						
	RGR (g/g/day)	LAR (m ² /g)	NAR (g/m ² /day)	SLA (m ² /g)	RGR (g/g/day)	LAR (m ² /g)	NAR (g/m ² /day)	SLA (m ² /g)	RGR (g/g/day)	LAR (m ² /g)	NAR (g/m ² /day)	SLA (m ² /g)
3%	-0.032	0.017	-2.627	0.049	0.010	0.006	0.006	1.172	0.013	0.010	0.006	0.013
9%	-0.001	0.012	-0.737	0.038	0.012	0.005	0.005	1.972	0.006	0.012	0.005	0.006
13%	0.007	0.010	0.481	0.032	0.010	0.003	0.003	1.040	0.008	0.010	0.003	0.008
100%	0.029	0.009	3.563	0.025	0.012	0.004	0.004	1.070	0.004	0.012	0.004	0.004
+3°C	0.029	0.011	2.827	0.031	0.008	0.002	0.002	0.537	0.004	0.008	0.002	0.004

表 11 ユウスゲ2年生苗の栽培実験における生長解析の結果一覧（栽培期間別）

相対光強度	4-6月							
	平均			標準偏差				
	RGR(g/g/day)	LAR(m ² /g)	NAR(g/m ² /day)	SLA(m ² /g)	RGR(g/g/day)	LAR(m ² /g)	NAR(g/m ² /day)	SLA(m ² /g)
3%	0.001	0.006	0.352	0.025	0.011	0.001	1.765	0.008
9%	0.003	0.007	0.680	0.021	0.010	0.002	1.539	0.005
13%	0.012	0.006	2.219	0.018	0.005	0.001	1.115	0.004
100%	0.018	0.005	4.229	0.016	0.011	0.002	3.790	0.005

相対光強度	6-7月							
	平均			標準偏差				
	RGR(g/g/day)	LAR(m ² /g)	NAR(g/m ² /day)	SLA(m ² /g)	RGR(g/g/day)	LAR(m ² /g)	NAR(g/m ² /day)	SLA(m ² /g)
3%	-0.016	0.009	-1.867	0.036	0.010	0.001	1.125	0.003
9%	0.013	0.010	1.270	0.027	0.010	0.001	0.947	0.005
13%	-0.001	0.008	0.040	0.025	0.014	0.002	1.572	0.006
100%	0.033	0.006	6.070	0.015	0.009	0.001	1.435	0.001

相対光強度	7-8月							
	平均			標準偏差				
	RGR(g/g/day)	LAR(m ² /g)	NAR(g/m ² /day)	SLA(m ² /g)	RGR(g/g/day)	LAR(m ² /g)	NAR(g/m ² /day)	SLA(m ² /g)
3%	-0.028	0.007	-4.028	0.039	0.004	0.000	0.551	0.006
9%	-0.022	0.008	-2.563	0.028	0.011	0.000	1.299	0.003
13%	-0.017	0.006	-3.016	0.023	0.006	0.000	1.096	0.000
100%	0.012	0.004	3.269	0.013	0.009	0.000	2.046	0.001

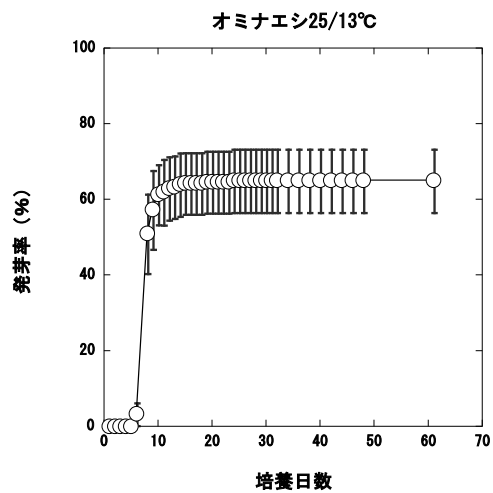
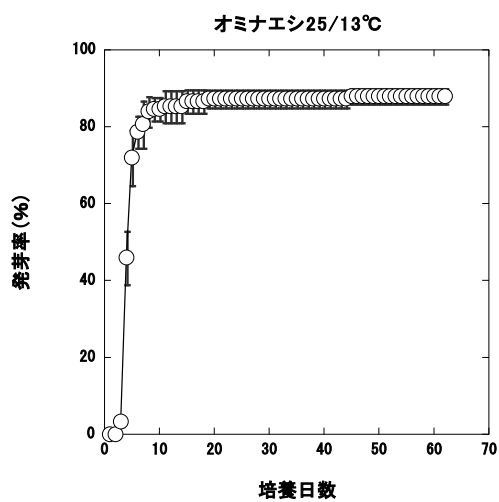


図7 左 冷湿処理を施したオミナエシ種子の発芽率の経時変化 (62日間)
 右 冷湿処理を施していないオミナエシ種子の発芽率の経時変化 (48日間)

温度条件を 25/13°C (昼/夜) に設定した温度勾配型恒温器内でそれぞれ培養した。縦軸は積算発芽率を、横軸は培養開始時から起算した日数を表す。縦棒は標準偏差。n=3。

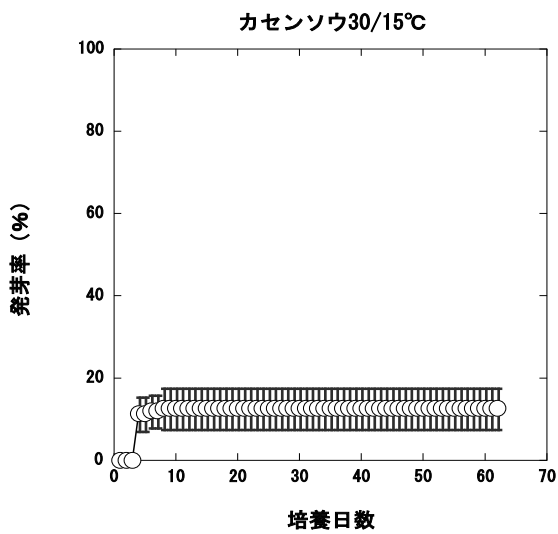
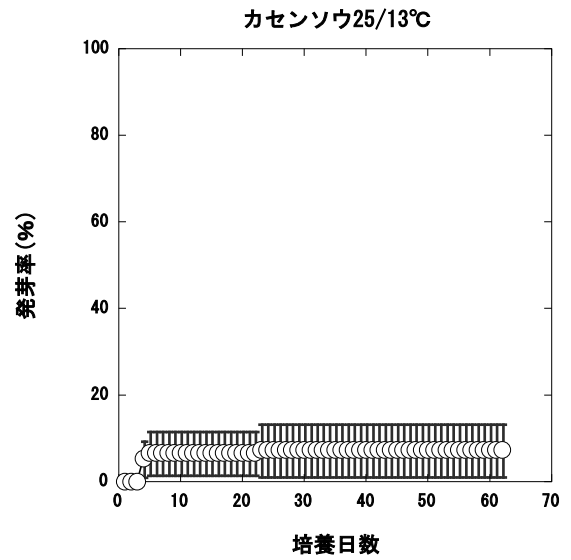
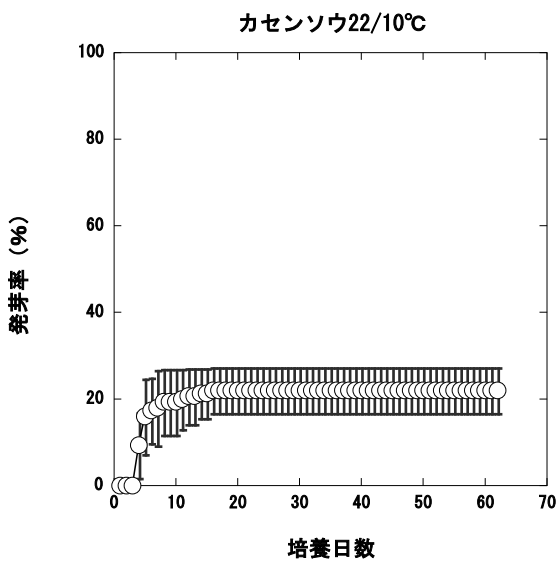
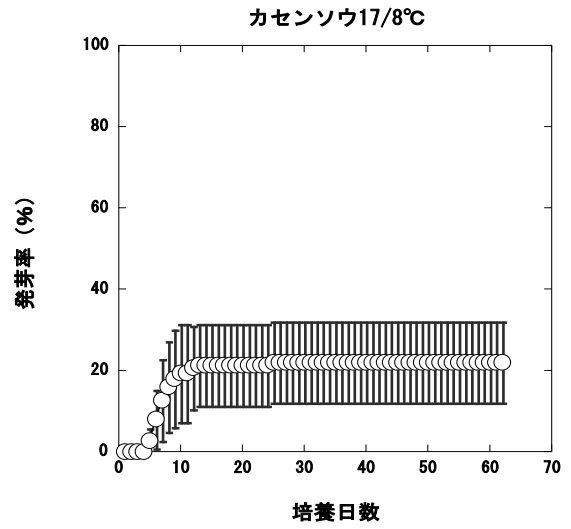
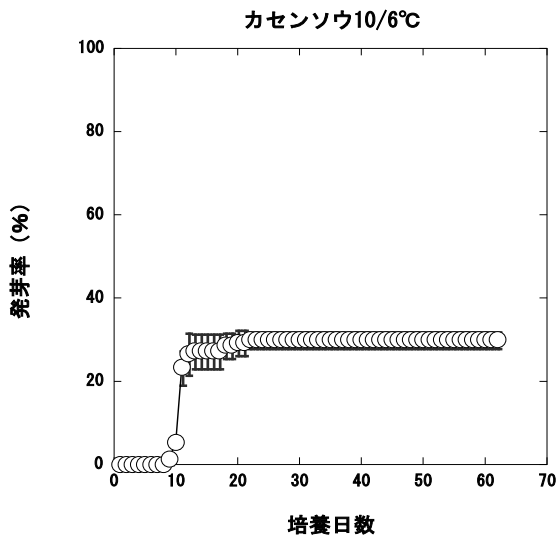


図 8 冷湿処理を施したカセンソウ種子の発芽率の経時変化

温度条件をそれぞれ 10/6°C、17/8°C、22/10°C、25/13°C、30/15°Cに設定した温度勾配型恒温器内で62日間培養した。縦軸は積算発芽率を、横軸は培養開始時から起算した日数を表す。縦棒は標準偏差。n = 3。

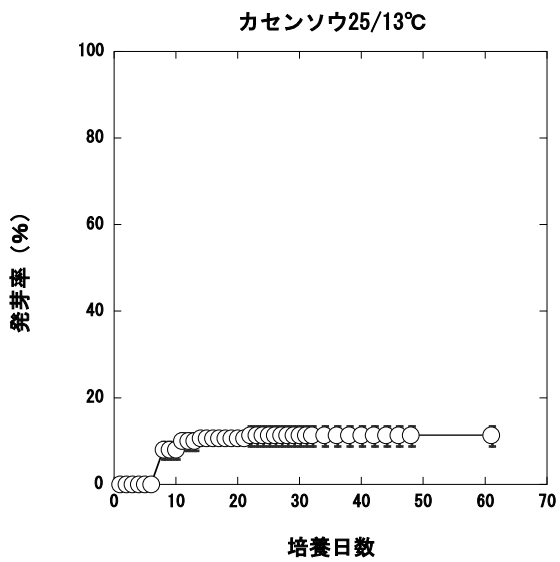


図9 冷湿処理を施していないカセンソウ種子の発芽率の経時変化

温度条件を 25/13°C（昼/夜）に設定した温度勾配型恒温器内で 48 日間培養した。縦軸は積算発芽率を、横軸は培養開始時から起算した日数を表す。縦棒は標準偏差。n=3。

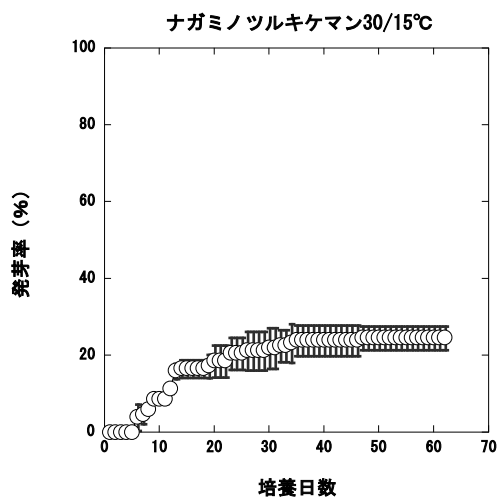
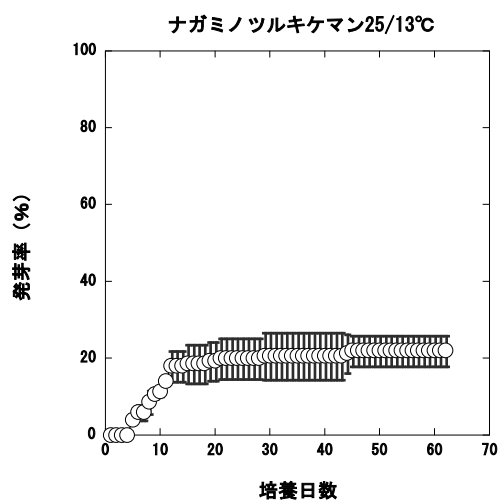
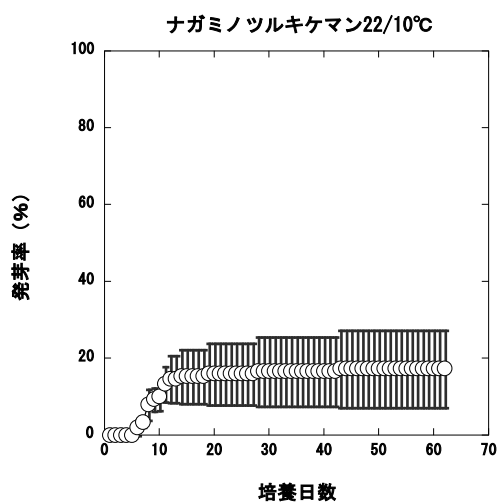
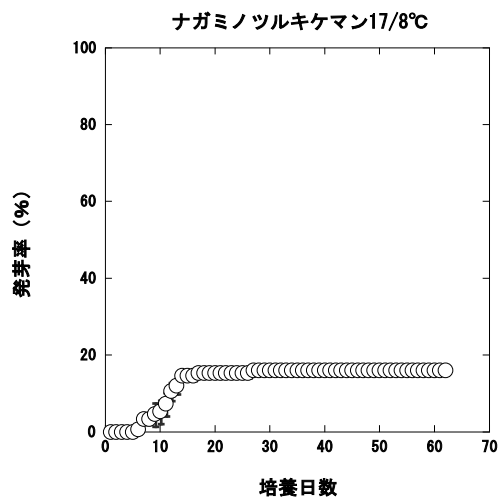
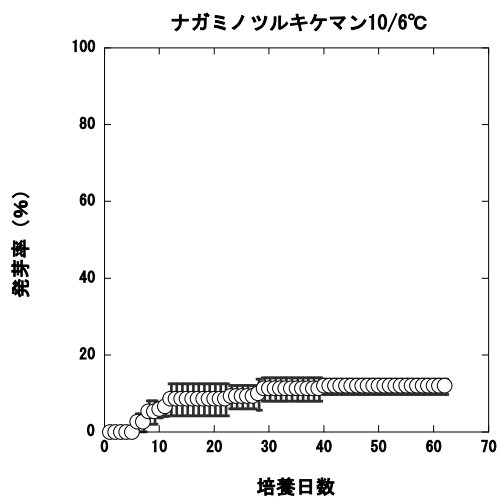


図10 冷湿処理を施したナガミノツルキケマン種子の発芽率の経時変化

温度条件をそれぞれ 10/6°C、17/8°C、22/10°C、25/13°C、30/15°Cに設定した温度勾配型恒温器内で62日間培養した。縦軸は積算発芽率を、横軸は培養開始時から起算した日数を表す。縦棒は標準偏差。n = 3。

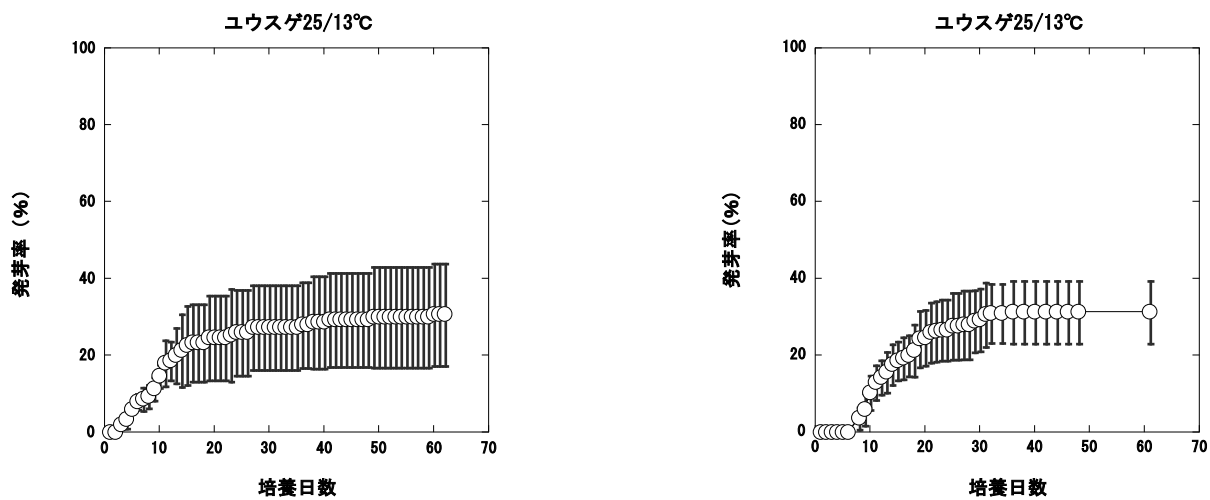


図 11 左 冷湿処理を施したユウスゲ種子の発芽率の経時変化 (62 日間)

右 冷湿処理を施していないユウスゲ種子の発芽率の経時変化 (48 日間)

温度条件を 25/13°C (昼/夜) に設定した温度勾配型恒温器内でそれぞれ培養した。縦軸は積算発芽率を、横軸は培養開始時から起算した日数を表す。縦棒は標準偏差。n=3。

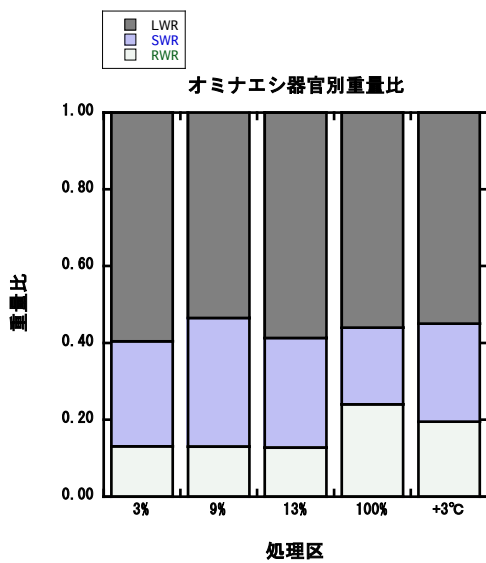
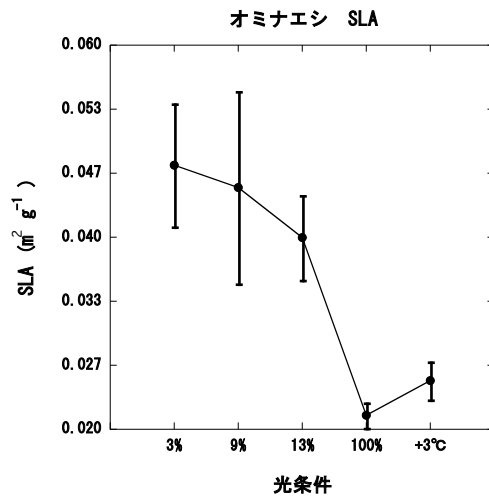
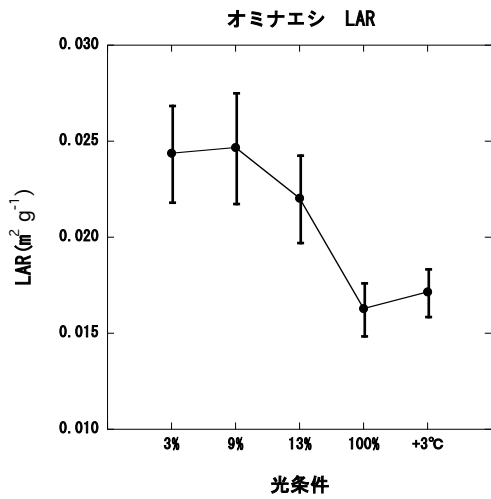
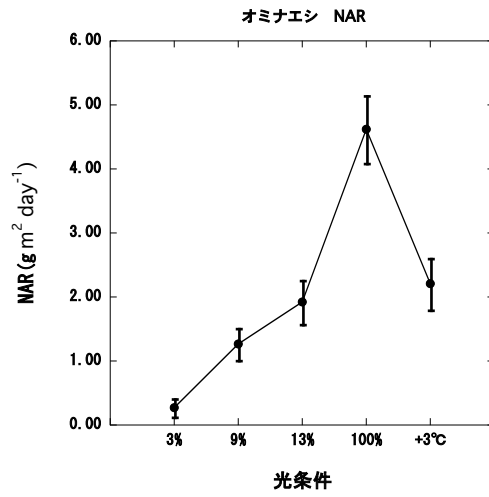
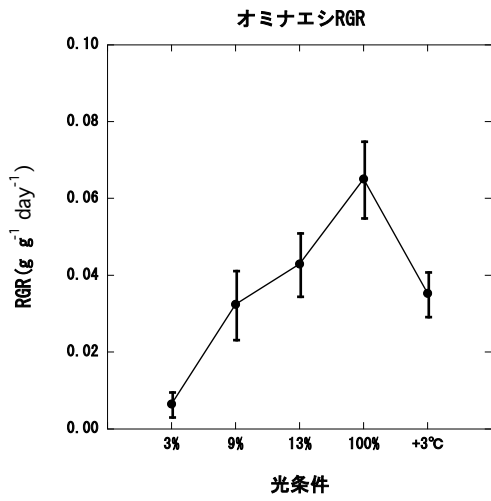
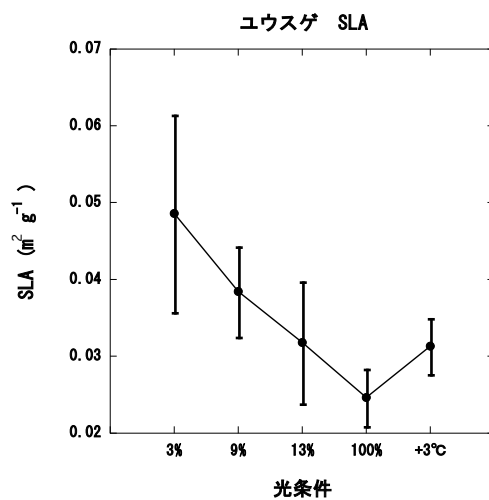
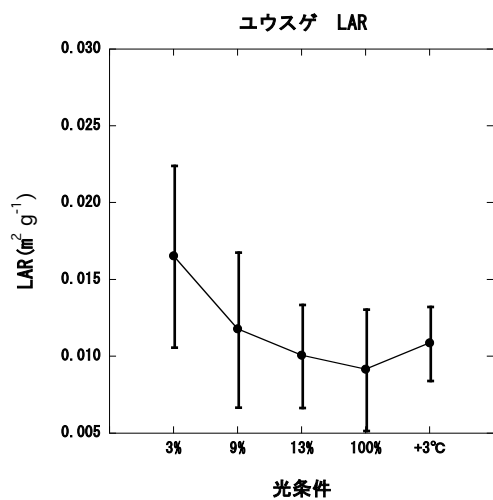
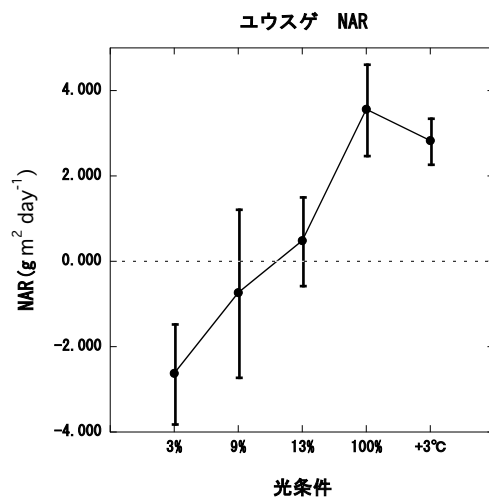
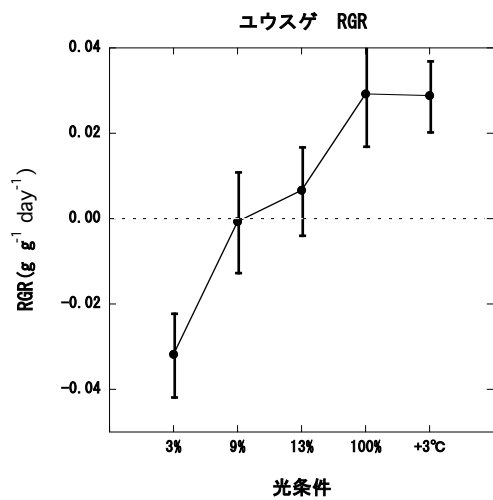


図13 異なる相対光量子密度下で栽培したオミナエシの生長解析結果

群馬大学荒牧キャンパス構内の裸地に設置した異なる光条件区(相対光量子密度3%、9%、13%、100%)内でポット植えにした苗を約2ヶ月間栽培した。相対生長速度(RGR)、純同化率(NAR)、葉面積比(LAR)、比葉面積(SLA)、器官別重量比(WR)を示す。縦軸は標準偏差。n=6。



■ LWR ■ SWR □ RWR

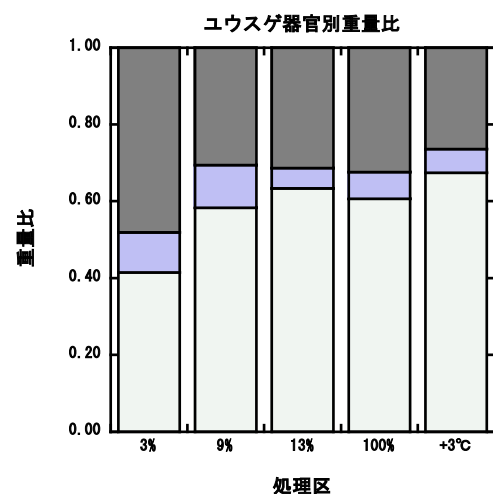


図 14 異なる相対光量子密度下で栽培したユウスゲ 1 年生苗の生長解析結果

群馬大学荒牧キャンパス構内の裸地に設置した異なる光条件区 (相対光量子密度 3%、9%、13%、100%) 内でポット植えにした苗を約 2 ヶ月間栽培した。相対生長速度 (RGR)、純同化率 (NAR)、葉面積比 (LAR)、比葉面積 (SLA)、器官別重量比 (WR) を示す。縦軸は標準偏差。n=6。

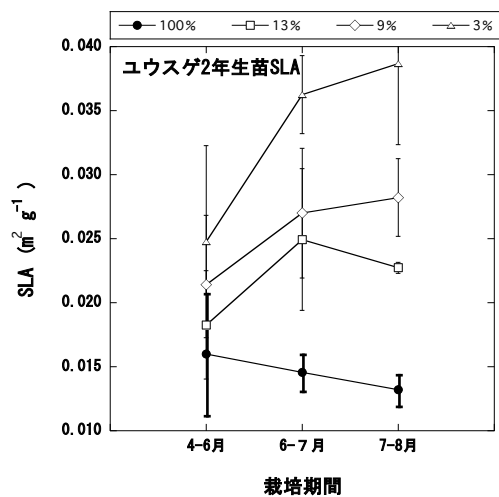
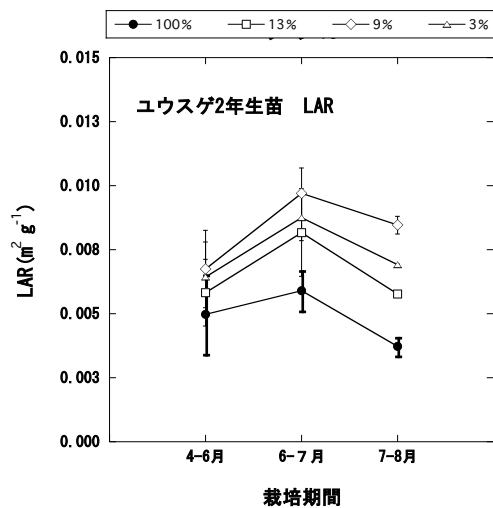
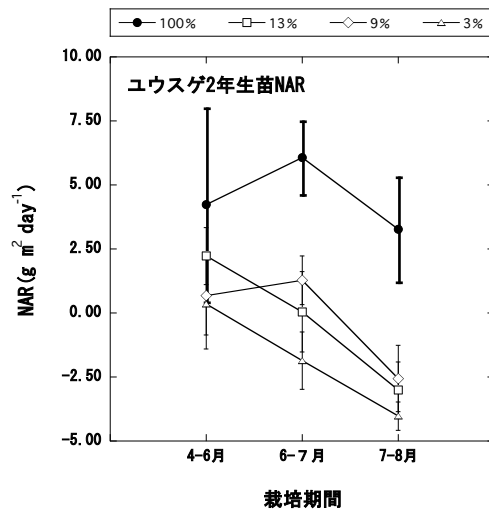
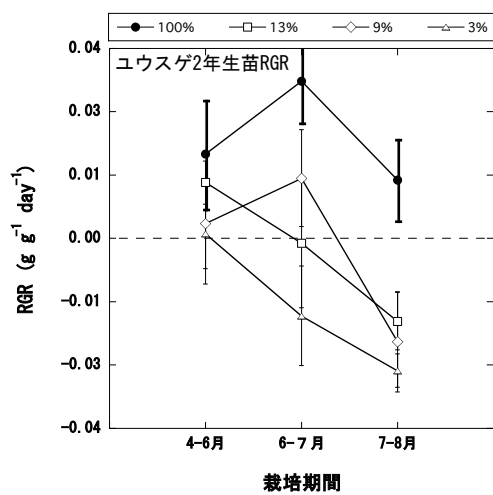


図 15 異なる相対光量子密度下で栽培したユウスゲ2年生苗の生長解析結果
 群馬大学荒牧キャンパス構内の裸地に設置した異なる光条件区（相対光量子密度 3%、9%、13%、100%）内で2012年に発芽・ポット植えにした苗を約4ヶ月間栽培した。相対生長速度（RGR）、純同化率（NAR）、葉面積比（LAR）、比葉面積（SLA）、器官別重量比（WR）を示す。縦軸は標準偏差。n=6。

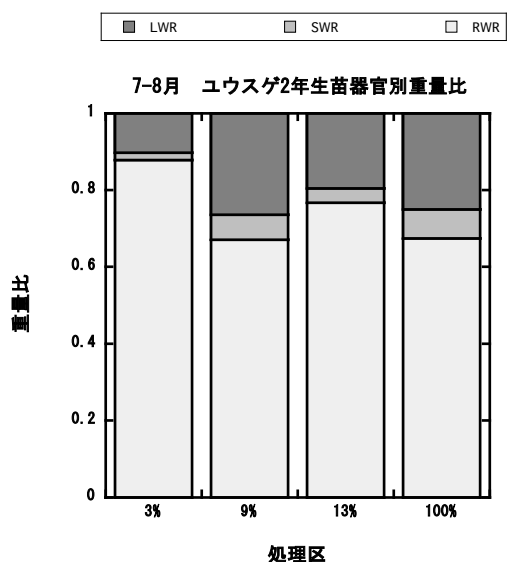
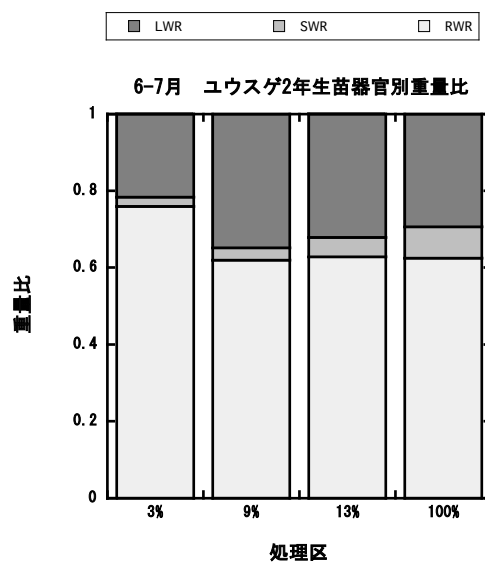
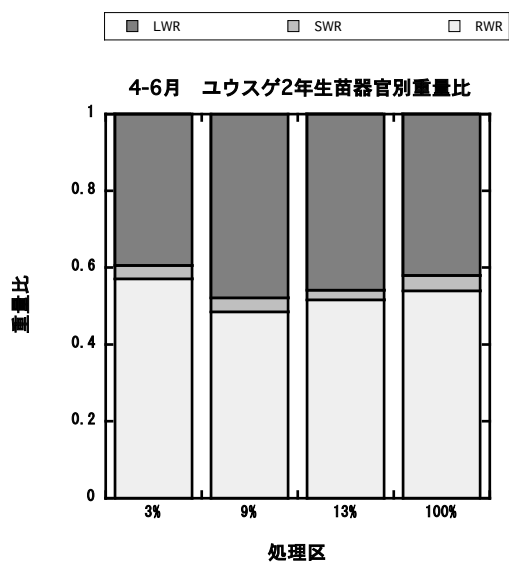


図 15 異なる相対光量子密度下で栽培したユウスゲ2年生苗の生長解析結果 (続)

群馬大学荒牧キャンパス構内の裸地に設置した異なる光条件区 (相対光量子密度 3%、9%、13%、100%) 内で 2012 年に発芽・ポット植えにした苗を約 4 ヶ月間栽培した。器官別重量比 (WR) を示す。縦軸は標準偏差。n=6。

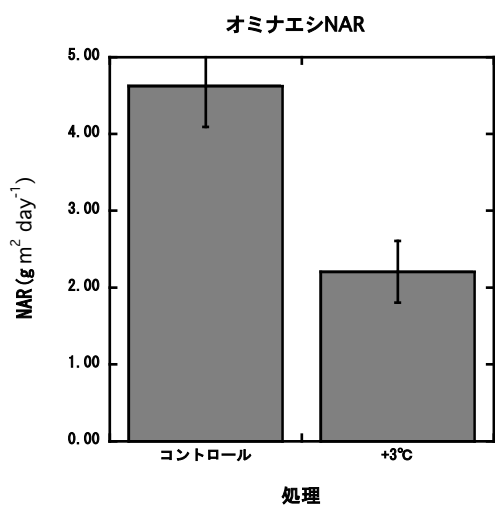
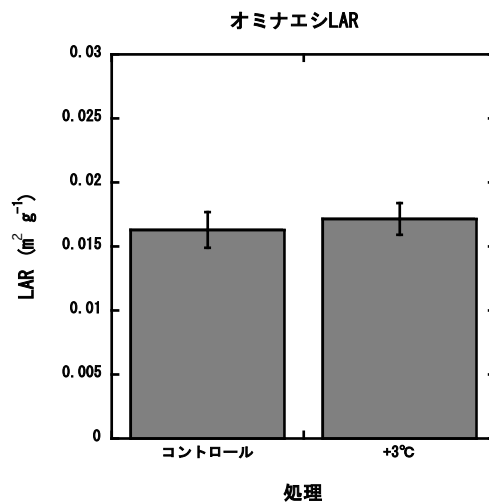
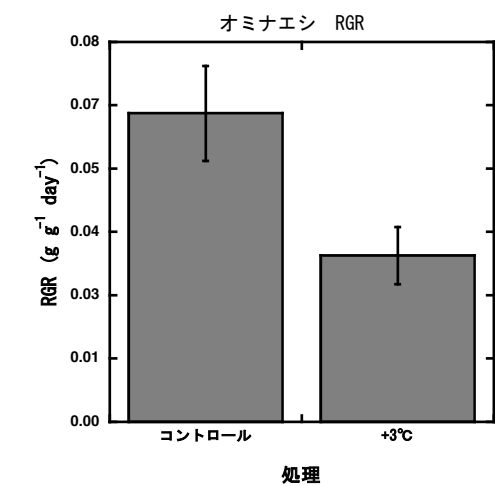


図 16 異なる温度条件下で栽培したオミナエシの生長解析結果

群馬大学荒牧キャンパス構内の裸地(相対光強度 100%)にポット植えにした苗と、キャンパス構内に設置した温室(外気温+3°C)内で約 2 ヶ月間栽培したものの相対生長速度 (RGR)、純同化率 (NAR)、葉面積比 (LAR) を示す。縦軸は標準偏差。n=6。

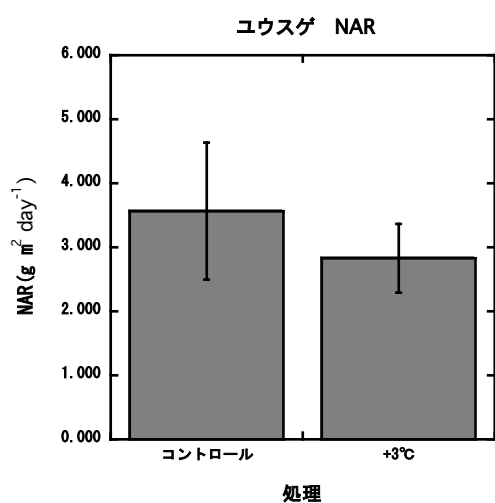
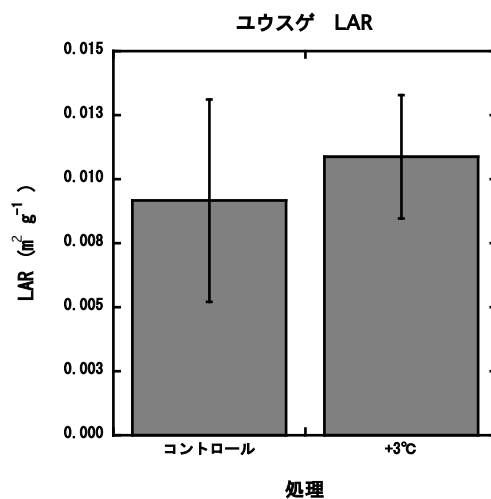
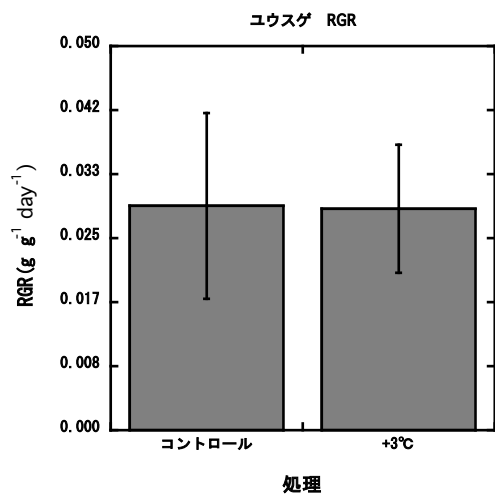


図 17 異なる温度条件下で栽培したユウスゲ 1 年生苗の生長解析結果

群馬大学荒牧キャンパス構内の裸地(相対光強度 100%)にポット植えにした苗と、キャンパス構内に設置した温室(外気温+3°C)内で約 2 ヶ月間栽培したものの相対生長速度 (RGR)、純同化率 (NAR)、葉面積比 (LAR) を示す。縦軸は標準偏差。n=6。