

卒業論文

題名

里山地域に生育する希少植物種の
種子生産と発芽の規定要因に関する研究

学籍番号

09602008

氏名

大林 理沙

指導教員名

石川 真一 教官

平成 26 年 1 月 15 日提出

概 要

日本において、人々が古来より自然との共生的環境を維持してきた場として、里山という環境がある。里山では、伝統的な山間地農法が営まれ、二次林、水田、ため池、用水路、湿地など多様な立地条件が入り混じり、豊かな植物相が形成されてきた。しかしながら、高度経済成長期以降、産業の近代化や生活様式の変化による大規模な開発行為や、少子高齢社会において農業従事者が減少したことにより田畑の放棄などが行われ、里山は衰退していった。こうした里山環境の悪化に伴い、そこに生育する多くの動植物が絶滅の危機にさらされるようになった。日本には、固有の植物が数多く生育しているが、2012年に発表された環境省第4次レッドリストには、2,155種と多くの維管束植物が掲載されている。

このような状況の中、2010年10月には、生物多様性条約 COP10 名古屋会議が開催され、その中で日本は「SATOYAMA イニシアティブ」と呼ばれる生物多様性保全政策を実施することとなった。これは、世界各地にある、里山のような自然と人間が共生する社会をモデルとして、自然共生の知恵や課題を調査、共有し、各地域に応じた持続可能な自然資源の利用・管理を実現しようとするものである。これに伴って、里山における生物多様性の現状を明らかにし、里山の生物多様性が高い理由、そして絶滅危惧種・希少種の保全・増殖方法の確立が急がれる。

本研究では、里山における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・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。さらに、植物種多様性保全の一手段として、絶滅危惧植物種子の有効な長期保存方法を明らかにする。群馬県内には、多様な立地環境により構成される里山環境が残っており、このような地域では、それぞれの立地環境に異なる種構成で多くの在来種が生育している。そのため、長期間里山環境として維持されている、西榛名地域（東吾妻町、高崎市）において、植物相調査、環境調査を行うことにより、里山環境の植物種多様性の現状を把握し、そのような環境がどのように形成されるのかを調査し、現状を評価した。また、西榛名地域において代表的な出現植物であり、絶滅危惧植物種として指定されている絶滅危惧種 A の種子を用いて発芽実験を行い、生育環境の多様性と植物の発芽・生長特性の多様性の関係を解明する。さらに、今後の植物種多様性保全の一手段として人工的シードバンクの形成に役立てるため、絶滅危惧種 A 種子を用いて冷凍保存による長期的な種子保存の可能性を明らかにする。

植物相調査の結果、群馬県内には、絶滅危惧種 A やヒロハヌマガヤをはじめとする多数の絶滅危惧種・希少種が生育できる良好な里山環境が現存していることがわかった。今回、西榛名地域での植物相調査では、17種の絶滅危惧種・希少種を含む、在来種 162種が確認

された。西榛名地域では、伝統的な山間地農法が現在でも続いており、水田、ため池、ミョウガ栽培畑、二次林といった多様な立地環境が形成され、定期的な二次林の伐採、下草刈りなどの中規模な人為的攪乱が継続的に行われている。このように、伝統的山間地農業が営まれることによって多様な生育環境が形成され、里山地域の非常に多様な在来植物の生育が維持されてきたといえる。一方で、当地域では、アメリカセンダングサなどの要注意外来植物に指定された種をはじめとする外来植物の繁茂が多数確認された。外来植物の侵入は、在来植物の従来からの生育場所からの駆逐や遺伝的多様性の喪失をひきおこし、結果的に植物種多様性が失われる可能性があるため、今後早急に外来植物種の防除、駆除等の対策を検討する必要がある。また、今回の調査で、当地域が国内でも有数の絶滅危惧種 A の自生地であることがさらに詳細に解明された。絶滅危惧種 A は、生育地として湿地などの土壌含水率の高い場所を好むが、西榛名地域には溪流が多く存在し、一定以上の土壌含水率が維持されているため、絶滅危惧種 A の生育に適した環境が多いと考えられる。また、絶滅危惧種 A の花柱構成比調査、結実率調査から、花柱構成比、結実率には採取年による変動が大きいということがわかった。絶滅危惧種 A の花柱構成比については、長花柱花と短花柱花の割合が 1:1 近辺とならない地点が多く、今後遺伝的多様性や種子生産率が低下することが懸念される。また、結実率については、結実を阻害する病失・食失の割合が多く、正常に結実した割合が低かった。病失・食失といったマイナス要因は年変動が大きいと考えられる。さらに、花粉を運ぶ昆虫が少ないことで未熟の比率が増大したと推察され、引き続き注意してモニタリングを行っていく必要がある。

絶滅危惧種 A の発芽実験では、採取場所、採取年度によって発芽率に大きな違いが現れるということが明らかになり、また、複数回の冷湿処理を施すことにより発芽が促進されることがわかった。さらに、絶滅危惧種 A 種子は冷凍保存が可能であることが明らかとなった。冷凍保存した種子であっても冷蔵保存した種子と同様に発芽し、さらに、再冷湿処理後も発芽率が増加した。また、冷凍温度の違いによる発芽率の違いはほとんど見られなかった。絶滅危惧種 A 種子は採取から数年経つと経年劣化により発芽率が著しく低下するため、絶滅危惧種 A 種子の長期保存には冷凍保存が有効であると考えられる。今後は、様々な地点で採取された種子を用いたり、冷凍保存の期間を延長していくなど、様々な条件下での実験を行い、絶滅危惧種 A 種子の冷凍保存の可能性をさらに詳細に解明していかなければならない。絶滅危惧種 A の生育環境、発芽特性の解明と並行して、冷凍保存による人工的シードバンクの確立もまた、絶滅危惧種保全において重要な要素であると考えられる。

山地が広い面積を占め、地形が複雑に入り組んだ日本において、里山は、古来より生活に必要な生物資源の供給の場であった。それと同時に、このような地域では、そこで生活する人々が植物資源を利用することで自然環境に人為的攪乱が生じ、植物の多様な生育環境が形成されてきた。現在、西榛名地域のように、伝統的農耕によって多様な植物相が成

立し、多くの絶滅危惧種・希少種が生育している里山環境は、全国的に見てもきわめて稀であり、現存する里山地域をその地域の生態系も含めて保全していくことは急務となっている。そのためには、継続的な保全活動や、それらの活動をサポートするための条例や指針の整備が早急に求められる。環境保全活動は科学的知見が必要であると同時に、地域社会との関わりが重要な役割を持つ。南北に長く気候の変化に富む日本においては、地域ごとに特色のある生物相を有するため、地域の特長に合わせた保全活動を行うことが効果的であり、地域住民と密接にかかわりながら進められなくてはならないのである。近年、環境保全団体や NPO など、市民が主体となった団体による活動が増え、環境問題における地域住民の関心が高まっている。地域住民や環境団体の活動と学術的知見をもつ専門家、行政が連携することで、里山の管理・保全に携わる主体を拡大していき、より効果的な保全活動を長期にわたって行っていくことが望まれる。

目次

はじめに.....	3
生物多様性とその現状.....	3
生態系サービスと持続的利用.....	4
絶滅のおそれのある種のレッドリストと種の保存法.....	4
生物多様性条約.....	6
生物多様性保全に関する法的・政策的取り組み.....	7
里山と生物多様性.....	9
里山と絶滅危惧種 A.....	10
SATOYAMA イニシアティブ.....	11
生物学的モニタリング.....	12
絶滅危惧種 A の生態.....	13
本研究の目的.....	15
調査地概要.....	16
材料及び方法.....	17
植物相調査.....	17
絶滅危惧種 A の花柱構成比.....	17
絶滅危惧種 A の結実率.....	18
絶滅危惧種 A の結実率と等花柱花の関係.....	18
絶滅危惧種 A 生息地の環境測定.....	18
絶滅危惧種 A 種子の冷湿処理実験.....	18
絶滅危惧種 A 種子の冷凍保存の可否.....	19
結果及び考察.....	21
植物相調査.....	21
絶滅危惧種 A の花柱構成比.....	22
絶滅危惧種 A の結実率.....	22
絶滅危惧種 A の結実率と等花柱花の関係.....	23
絶滅危惧種 A の冷湿処理依存性.....	24
絶滅危惧種 A 種子の冷凍による長期保存の可能性.....	25

絶滅危惧種 A 生育地の環境条件.....	26
結論.....	27
謝辞.....	30
引用文献・引用 Web ページ.....	31
写真・表・図.....	34

はじめに

生物多様性とその現状

生物多様性条約においては、生物多様性を「すべての生物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」と定義しており（日比・千葉 2010）、生態系の多様性・種の多様性・遺伝子の多様性の3つのレベルで多様性があるとしている（生物多様性 HP）。

地球上には、すでに明らかになっている生物種だけで約 175 万種、未知のものを含めると 3000 万種の生物がいると考えられている。だが、種の減少は激しく、1 年間に約 4 万種の生物が絶滅しているといわれている（桑山 2009）。

現在、地球の生物多様性は地球生命史上もっともはやいスピードで失われており、その絶滅スピードは自然界で起こる絶滅の 1000 倍ともいわれている（日比・千葉 2010）。

生物多様性ホットスポットという概念がある。この概念は、イギリスの生態学者ノーマン・メイヤーが提唱したもので（福山 2009）、「地球規模での生物多様性が高いにもかかわらず、破壊の危機に瀕している地域」のことであり、1500 種以上の固有植物種を有するがその 70%以上が本来の生息地を喪失している地域を指す。世界中の多くの地域が「生物多様性ホットスポット」とされていることをみても、生物多様性の危機的状況は窺える（日比・千葉 2010）。2004 年には世界中から約 400 名の専門家の協力を得てホットスポットの再評価を行い、計 34 カ所に改めた。この際、日本列島もホットスポットの一つとなった（日比・千葉 2010）。世界の生物多様性喪失の主な原因は、その大部分が土地の農地への転用や都市開発などによる生息地の破壊、違法伐採などを含む生物資源の非持続的な利用、外来種の移入、そして気候変動であり、いずれも人間活動がその原因にある（日比・千葉 2010）。当然そこに存在しうる生態系も限られたものになり、そこで生活できる生物の種も限られてくる。また、雑木林、ため池、茅場など、多様な生育場所を含む伝統的な農業景観の喪失が、現在ではわが国における生物多様性衰退の最も大きな理由の一つとなっている（鷲谷 2006）。

問題は、上述のように生物多様性の喪失が急速に進むことによって、生態系サービスの質と量が劣化していることである（日比・千葉 2010）。生物の多様性は、システムの安定化を含む生態系のさまざまな機能を担い、それを通じてあらゆる「生態系サービス」の源泉となっている。それゆえに、人類社会にとって蔑ろにできない生活・生産の基盤としての重要性をもっている。生物多様性の喪失は一般的には不可逆的な変化であり、それを喪失前の状態に戻すことはむずかしい。また、その喪失は、種間関係を伝わる連鎖によって重大な生態系の機能不全を招く可能性がある（鷲谷 2007）。多くの絶滅危惧種の存在に象徴される生物多様性の喪失が、私たち人類、とくに後の世代の人々から、多様な価値の享

受の可能性を奪うだけでなく、生物間相互作用で結ばれた多様な生物のネットワークによって成り立っている生態系の機能不全を招いて人間の健全な生活、ひいては生存のための基盤さえ不可逆的に失わせる可能性が危惧される（鷲谷 2006）。

生物多様性は、遺伝子から景観までいくつもの生物学的階層にわたる多様性概念である（鷲谷 2006）。生物多様性の保全においては、取り返しのつかないことを回避するという意味で「予防的アプローチ」を重視しなければならない。それぞれの地域における、ローカルな固有種の尊重、つまり、それぞれの地域に独特な生態系や生息・生育場所、動植物の種などの喪失を防ぐこと（鷲谷 2007）が重要である。

生態系サービスと持続的利用

生態系サービスには、生態系がその機能を通じて提供する物質的、経済的、社会的、精神的などあらゆるサービスが含まれる。人間が生態系から受ける恩恵である生態系サービスは、食料、水、材木、繊維、遺伝子資源などの「資源供給サービス」、気候、洪水、水質、あるいは病気の制御といった「調節的サービス」、レクリエーション、美的な楽しみ、精神的な充足などの「文化的サービス」、そしてそれら全体を支える基盤的な機能ともいえる土壌形成、受粉、水循環、栄養循環などの「維持的サービス」にわたることができる（鷲谷 2007）。

2001年から、国連のよびかけで生態系や生態系がもたらすサービスの変化を調べる「ミレニアム生態系評価」が世界中で行われた。生態系によるサービスでは、調べた24項目のうち、4項目（穀物生産、家畜生産、水産養殖、気候調節）が向上しているが、15項目（漁獲量、木質燃料、遺伝資源、淡水、災害制御）が低下している。森林が伐採されて農地に転換され、海の浅瀬や干潟は埋め立てられた。動物の絶滅は加速し、今は長い地球の歴史の中でも有数の大絶滅時代となっている。農業や漁業ではギリギリまで生産力が高められた結果、地球の再生産力そのものの劣化が進んでいる（竹内 2010）。

持続的利用とは、自分たちの世代が享受している生物多様性からの恩恵を、孫子の世代も同じように享受できる状態に保全しながら利用しよう、という意味である。生物多様性の持続的利用を図るためには、自然を侵略的に開発することをやめ、自然を単に資源の供給先と考えるだけでなく、生命系の一要素である人が、自分を取り巻く自然環境と共生しながら生きる道を模索することが望まれる（岩槻 2010）。

絶滅のおそれのある種のレッドリストと種の保存法

種の大量絶滅を回避するためには、種ごとに絶滅リスク（その種が絶滅する確率）を科学的に評価し、優先的に対策を立てるべき種を特定して、効果的・効率的な対策を立案・実施する必要がある。そのような目的で、国際的な基準に基づく生物の絶滅リスクの評価

とレッドリスト(絶滅危惧動植物のランク付け)の作成が行われている(須田ほか 2009)。

レッドリストにおける絶滅危惧ランクは、絶滅リスクの高さに応じて、

絶滅危惧Ⅰ類(CR+EN:絶滅の危機に瀕している種)、

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)、

ⅠB類(EN:ⅠAほどではないが近い将来に絶滅する危険性が高いもの)、

Ⅱ類(VU:絶滅の危険性が増大している種)、

準絶滅危惧種(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)

に分けられる(生物多様性情報システム HP)。

日本においても、1991年に環境庁(当時)による全国版レッドリストの作成がされ、現在までにすべての都道府県および一部の市町村がレッドリストを作成している。(須田ほか 2009) 国というレベルで見た時には、なかなか見えてこない、地域ごとの野生生物の危機を明らかにする意味で、この各県版のレッドリストの意義は、非常に大きなものがある(WWFHP)。

日本の維管束植物については、2012年に発表された環境省第4次レッドリストによると評価対象種約7000種のうち、絶滅32種、野生絶滅10種、絶滅危惧種1779種、準絶滅危惧種297種がリストアップされている(環境省HP)。

絶滅危惧種は、残された個体群の数が減少しているだけでなく、生育場所の分断・孤立化、過剰採集、外来生物の影響などによる平均的な適応度の低下によりその個体群を小さくしている。そのため、小さな個体群特有のハンディキャップともいえる近親交配による近交弱勢が起こりやすい(鷲谷 2006)。近親交配やその極端なケースともいえる自殖では、同一の祖先から受け継いだ有害な突然変異遺伝子が発現する確率が高まり、それが近交弱勢、すなわち、近親交配の子孫の適応度の低下の主要な原因となる(鷲谷 2006)。それに加えて、孤立した生育場所の植物個体群では、さらに、花粉を運搬する送粉昆虫の喪失といった、繁殖に必要な生物間相互作用の喪失が個体群の遺伝的構造を変化させ、絶滅リスクをいっそう高めることが考えられる(鷲谷 2006)。

絶滅の危機に瀕する植物を保護する直接的な政策として「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」(以下、種の保存法と称す)がある。環境省ではレッドリスト掲載種の中でも、保護の優先度の高い種について、さらに詳細な調査を実施し「種の保存法」に基づく国内希少動植物の指定を行なっている(WWFHP)。

種の保存法は、1992年6月、野生生物が生態系の重要な構成要素であり、人類の生活に欠かせないものであるという立場から、絶滅の恐れのある野生動植物の種の保存を図る目的で制定された。種の保存法の対象となる「希少野生動植物種」は、「国内希少野生動植物」、「国際希少野生動植物」、「緊急指定種」の3つに分類される。国内希少野生動植物種とは、

日本に生息・生育する絶滅危惧種であって、政令で指定される生物種である(坂口 2005)。指定されると、その種については保護計画(個体保護、生息地保全、保護増殖)が策定され、野生個体を無許可に採集したりした場合には、罰則規定も用意される。しかし、国内希少動植物に指定された動植物は、2009年12月現在でわずかに82種と、環境省のレッドリストの掲載種数と比較すると、きわめて限られた数にとどまっている(WWFHP)。

これに対して、絶滅のおそれのある動植物種の保護について示唆に富む法律として、アメリカの「絶滅危惧種法」(Endangered Species Act of 1973)がある。指定されれば、行政官庁は、指定種を保全し、回復計画を作成しなければならない、さらに、指定種の保護措置には、捕獲の禁止だけでなく、その種の重要な生息地を破壊する行政官庁の活動までもが禁止となる(坂口 2005)。また、坂口によれば、絶滅危惧種法には対象種の指定に市民参加の規定が盛り込まれていること、全ての連邦行政に絶滅危惧種の保全を義務付け行政官庁の資金提供、承認、行政行為に際して指定種の生息・生育を危険にさらさず指定重要生息域を破壊しないこと、「捕獲」の概念を「生息地の改変または破壊」などまで広げていること、市民が絶滅危惧種、危急種、重要生息地の指定を求める訴訟規定などが含まれていることが、日本の種の保存法と異なる点である(坂口 2005)。

自然環境の劣化や、危機にある野生生物の増加は、今も年々深刻になっている。より多くの種が保護の対象に指定され、保護策が効果をもたらすようになることを、強く求めて行かねばならない(WWF HP)。また同様に、指定種の生息・生育地の保護区の指定も、生物種の生態や状況に応じて増やす必要がある(坂口 2005)。

なお、2013年6月に種の保存法が改正され、希少野生動植物種の違法取引に関する罰則の大幅強化、認定保護増殖事業の特例の追加などの変更がなされている。

生物多様性条約

生物多様性条約は1992年にリオデジャネイロで開催された国連環境会議(環境サミット)で採択され、日本は先進国ではカナダと並んで最初の批准国となり、その発効におおいに貢献し(岩槻 2010)、1993年12月に条約が発効した。この条約は、(1) 生物多様性の保全、(2) 生物多様性の構成要素の持続可能な利用、(3) 遺伝資源の利用から生ずる利益の公正かつ衡平な配分を目的とする(第1条)。(外務省 HP)

条約は生物多様性を、「生態系の多様性」、「生物種の多様性」、「遺伝子の多様性」の3つのレベルからとらえ、総合的に保護しながら、生物資源の持続可能な利用も進めようというもの(竹内 2010)であり、締約国に、生物多様性保全のための国家戦略の策定、保全重要な地域や種の策定、モニタリングなどを求めている。(竹内 2010) わが国は、平成7年に最初の生物多様性国家戦略を策定し、これまでに4度の見直しを行っている(生物多様性 HP)。2010年10月には、第10回締約国会議を愛知県名古屋市において開催した。中

長期目標（「自然との共生」）では、「2050年までに、生態系サービスを維持し、健全な地球を維持し全ての人に必要な利益を提供しつつ、生物多様性が評価され、保全され、回復され、賢明に利用される。」ことが合意され、「愛知目標」として採択された。（外務省 HP）また、日本が提案した「SATOYAMA イニシアティブ」も採択された（鷲谷 2011）。これにより、多様性に富んだ植物相を持つ里山の重要性が見直され、生物多様性の保全がさらに進んでいくことが望まれる。

生物多様性保全に関する法的・政策的取り組み

生物多様性国家戦略とは、生物多様性条約及び生物多様性基本法に基づく、生物多様性の保全及び持続可能な利用に関する国の基本的な計画（生物多様性 HP）である。生物多様性条約第6条では、締約国は生物多様性の保全及び持続可能な利用を目的とする国家的な戦略もしくは計画を作成することとされており、日本は、環境省を中心に関係省庁が連携しながら「生物多様性国家戦略」（1995年）、「新・生物多様性国家戦略」（2002年）、「第三次生物多様性国家戦略」（2007年）を作成した（谷津ほか 2008）。

生物多様性国家戦略では、生物多様性の危機として、4つの危機を挙げている（生物多様性 HP）。第1の危機は、開発や乱獲による種の減少・絶滅、生息・生育地の減少であり、鑑賞や商業利用のための乱獲・過剰な採取や埋め立てなどの開発によって生息環境を悪化・破壊するなど、人間活動が自然に与える影響である。第2の危機では、とくに中山間部で顕著に散見される里山の荒廃などの人間活動の縮小を問題視している。生活スタイルの変化や里山の経済的価値の減少の結果、二次林や二次草原が放置され、耕作放棄地も拡大し、人工的整備の拡大も重なり、里地・里山生態系の質の劣化が進行し、特有の動植物が消失したことが指摘されている（鬼頭 2007）。第3の危機では、外来種の問題を扱っている（鬼頭 2007）。日本に定着している外来生物の数は、維管束植物で1553種以上となっており、これらの外来生物の中には、生態系の影響を及ぼし、農林水産行や人の生命・身体に被害をもたらす「侵略的な外来生物」も含まれている。侵略的な外来生物による生態系への影響として、在来生物の捕食、在来生物との競合・駆逐、植性破壊、交雑による遺伝的な攪乱などがある。外来生物により追い込まれた「絶滅のおそれのある種」は、世界で植物が361種となっている。外来生物の問題は、産業活動のグローバル化に伴い、遠隔地から天然資源が工業先進国に次々に運び込まれ、地球全体の環境変化が進行し、さらに深刻化してきている（坂口 2005）。第4の危機では、地球温暖化や海洋酸性化といった「地球環境の変化による危機」を挙げている。地球温暖化により平均気温が1.5～2.5度上がると、氷が溶け出す時期が早まったり、高山帯が縮小されたり、海面温度が上昇したりすることによって、動植物の20～30%は絶滅のリスクが高まるといわれている（生物多様性 HP）。

2007年11月に策定された第3次生物多様性国家戦略は、第1部は、生物多様性の保全や、持続可能な利用に対する基本的な考え方や長期的な目標を明らかにし、その上で今後重点的に取り組むべき施策の方向性を示した「戦略」、第2部は、今後5年程度に取り組むべき具体的な施策毎に、実施主体を明記し、可能なものには数値目標を入れた「行動計画」（谷津ほか 2008）の2部構成となっている。この戦略では、生物多様性の重要性として①生命の存立基盤（酸素供給、豊かな土壌形成）、②将来を含む有用な価値（食物、木材、医薬品、遺伝情報）、③豊かな文化の根源（地域色豊かな文化、風土、自然観）、④暮らしの安全性（災害の軽減、食の安全確保）が挙げられている（谷津ほか 2008）。それらのなかで草地は、野生生物のレフュジア（非難場所）として、山と里のバッファゾーン（緩衝帯）として、草本バイオマス資源の循環利用を通じて、我が国の生物多様性保全に大きな役割を果たすことが期待されている。しかしながら、環境先進国である欧米の草原管理には環境ガイドラインのような指針を設けている国や地域が多いが、日本にはまだしっかりとしたものはない。（高橋佳 2009）我が国の生物多様性を保全するためには、しっかりと環境ガイドラインの策定が望まれる。

また、新・国家戦略を受けて、第1の危機（開発や乱獲による種の減少・絶滅、生息・生育地の減少）に対しては過去に損なわれた自然環境を再生する「自然再生推進法」（2002）、第3の危機である外来生物に対応するための「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律（外来生物法）」（2004）など生物多様性に関する課題に対応するための新しい法律も制定されている（谷津ほか 2008）。自然再生推進法は、行政機関、専門家、環境NGOの参加の下に、それぞれの地域に固有の生態系と取り戻すことをめざすものであり、自然再生事業として、「河川、湿原、干潟、藻場、里山、里地、森林そのほかの自然環境」を保全、再生、創出、維持管理（坂口 2005）を行う。この法律は、自然再生事業結果の評価は生物多様性の確保の視点から検討されること、国と地方の行政機関、地域住民、NPO、専門家など地域の「多様な主体が連携」とともに「透明性を確保」しながら自然再生を進めること、「地域における自然再生の特性」、「自然の復元力」および生態系の微妙な均衡を踏まえて、かつ「科学的知見」に基づいて自然再生を実施すること（坂口 2005）を基本理念とする。また、外来生物法は、生態系被害などを防止するために、特定外来生物の使用、栽培、運搬、輸入を規制し、特定外来生物の防除を行い、生態系を守り、生物多様性の確保、人の生命・身体の保護、農林水産業の発展に寄与することを目的として、2005年6月に施行された。この法律により、特定外来種の第1次指定に当たっては、37種が指定されたが、セイヨウオオマルハナバチのように、在来種との競合と圧迫、遺伝的汚染を引き起こし、日本の生態系に被害を及ぼす恐れがあるにもかかわらず、農業用に利用される種であることから指定されなかったものがある。生物多様性の保全と「予防原則の原則」に基づき、今後の指定拡大が望まれる（坂口 2005）。

さらに、第3次生物多様性国家戦略の策定、生物多様性に関連する国際会議の開催など国内外で生物多様性に関する大きな動きや、2010年のCOP10に向けて日本の生物多様性分野の取り組みを一層推進すべき状況の中で、生物多様性基本法が生まれた（谷津ほか2008）。生物多様性基本法は、生物多様性の保全と持続可能な利用に関する施策を総合的かつ計画的に推進し、生物多様性から得られる恵沢を将来にわたって享受できる自然と共生する社会の実現を図り、あわせて地球環境の保全に寄与することを目的として、2008年6月に施行された。この法律は、生物多様性分野の関連する個別法全体を束ねる基本法と位置づけられ、生物多様性の保全と持続可能な利用に関する施策を総合的に推進する（谷津ほか2008）という役割を持つ。基本法は、生物多様性の保全や持続可能な利用についての基本的な考え方、予防的・順応的取組方法、長期的な観点、地球温暖化対策との連携などの基本的な考え方を明示し、国への生物多様性国家戦略策定の義務付け、地方公共団体への生物多様性地域戦略策定の努力義務の規定など、推進のために国、地方公共団体、事業者、国民・民間団体について、それぞれの責務を具体的に規定している（谷津ほか2008）。さらに、国民及び民間団体の責務として、近年、NGO そのほかの民間団体が我が国の生物多様性を保全するために各地で積極的に活動を行っていることを、国民に加えてNGO その他の民間団体も生物多様性保全の主体と位置づけており（谷津ほか2008）、今後、市民の生物多様性保全、持続可能な社会への積極的な参加が期待される。

里山と生物多様性

里とは、簡単にいえば人による攪乱の結果できた生態系であり、生態系的に言えば不安定な生態系である（佐藤2005）。雑木林など、人里や農山村に隣接する丘陵地を総じて「里山」と称するが、草地もその重要な景観要素で、雑木林や水田と同様にふるさとの原風景である（高橋佳2009）。里山が里山であり続けるためには、人がそこに入り、枯れ枝や落ち葉を拾い、またさまざまな有用植物を採集するなどの行為—それらは攪乱と呼ばれる—を必要とする。山でのさまざまな生産活動が生態系に対する一定の攪乱として働き、そのことが里や里山という環境を維持する役割を果たしてきた（佐藤2005）。このような伝統的な草地管理の歴史は、草地環境に生息する様々な生きものを育ててきた。火入れや採草、放牧などによって植物間の競争が緩和されることでススキやササなどの独り勝ちが妨げられ、丈の低い多くの種類の植物が共存できたのである（高橋佳2009）。

生態学には、「中程度の攪乱には生物種の多様性を高める作用がある」という理論（仮説）があり、サンゴ礁、森林などの生物多様性の高さの説明に使われている。この理論は、野生の動物種を節度をもって利用する里山での人間活動が、生物の多様性を高めることを説明する、生態学の主要な原理のひとつである。採集や火入れによる適度な攪乱は、光をめぐる競争に強く、ほおっておくと大型になる植物を取り除き、地表面まで明るい環境を広

げる。また、採集や火入れは、植物体や落ち葉などの植物遺体を取り除くことによって土壌からリンなどの栄養塩を減らし、貧栄養で清潔な状態を維持する効果をもたらす。また、里山で多様な生物が育まれるもうひとつの理由は、そこでの土地利用によって、きめ細かい複雑な「生態系模様」が作りだされていることである。多様な生活の場所があれば多様な生物がそこで生きることができるのである（鷺谷 2011）。

しかしながら、日本では、近年、農村の過疎化・高齢化・化石燃料や化学肥料の導入に伴う里山の放置が進行し、調和的だった里山ランドスケープの人と自然のバランスが壊れつつある。その結果、多くの動植物が絶滅の危機にあり、特有の文化も失われようとしている（渡辺 2010）。

近年、我が国において最も失われた景観は、草地と湿原だといわれている。このような事実を反映してか、環境省の維管束植物レッドデータブックでも、絶滅危惧植物は草地や湿地に多い（環境省 2000）。すなわち、今現存している草原域が、まさに地域の生物多様性保全の重要な役割を担っているのである。その一方で、小さな面積の草原を維持することで多くの絶滅危惧種が守れ、しかもわずかな努力とコストでそれが達成できる。残り少ない草原を健全な形で保全管理することは、地域・県レベルでの生物保全にとってとても重要なことが分かる。草原から森林へと容易に遷移する日本では、火入れ、採草、放牧など的人為的攪乱が継続できるかどうか、草地の存続可能性を決定するカギとなる。そのためには、草を資源として利用するシステムの再構築や、担い手不足が深刻な農業のあおりを受けている草地を保全するマンパワーの不足への対応策が必要である（高橋佳 2009）。

里山と絶滅危惧種 A

日本の里地・里山では、かつて薪炭林、農用林、茅場などとして使われてきた里山を中心に、それらと連続して展開される耕作地、集落、ため池などのモザイク状の土地利用が機能的に結びついた複合的なランドスケープが形成されてきた（渡辺 2010）。

農林水産省生物多様性戦略では、農林水産業は、人間の生存に必要な食料や生活物資などを供給する必要不可欠な活動であるとともに、多くの生きものにとって、貴重な生息・生育環境の提供、特有の生態系の形成・維持など生物多様性に貢献（農林水産省 HP）すると述べられていることから、里山の生物多様性に与える影響は大きいものであることがわかる。

絶滅危惧種 A は、かつては、雑木林・牧や野・田畑のまわりなどで普通にみることができた。つまり、人間活動の影響を受けながらも自然が息づく「半自然環境」である里山に生える、身近な植物であった（鷺谷 2011）。絶滅危惧種 A の自生地は、火山山麓の溪流、湿原の周辺など、もともと自然の作用によって植生（植物の集合体）の発達が妨げられる場所、もしくは、人が木や草を伐ったり、刈ったり、焼いたりして利用・管理することで、

春先に明るい環境が維持されている樹林や草原などである。(鷺谷 2011) 残存している自生地も伝統的に利用管理されてきた草原や落葉樹林などが多い。落葉樹林のなかの溪流沿いなどは典型的な生育場所であるが、伝統的な農業生態系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認められる(鷺谷 2006)。本研究の調査地であり、絶滅危惧種 A が多数生息する西榛名地域も、これまでの調査により、主に水田耕作とため池、ミョウガ栽培、椎茸栽培、二次林の伐採、下草刈りなどの山間地農法が現在も継続されており(荒川 2012)、現地調査により、在来種 149 種、うち 15 種の絶滅危惧種・希少種の生育が確認されている(塚越 2013) ように、多くの絶滅危惧種・希少種が生育する地域であることがわかっている。

しかしながら、絶滅危惧種 A は、現在では、自生地の開発、スギやヒノキの植林、草原や落葉樹林の管理放棄などによって著しく衰退し、絶滅危惧種となっている(鷺谷 2007)。集落が小規模化し、さらに集落そのものがなくなるとなればこうした生態系に対する人の攪乱は消滅する。人による攪乱の種類や強さがちょっと変われば、里の姿は一変し、そこに棲む生き物たちは大きく変化する(佐藤 2005)。結果として、どこにでも見られた多くの生き物たちが急速に姿を消しつつあるのである。自然と対立する形でなく順応する形で自然に働きかけ、上手に利用し、循環を促進することによってその恵みを享受する生産活動(農林水産省 HP) が重要である。

SATOYAMA イニシアティブ

SATOYAMA イニシアティブは、2010 年 10 月に愛知県名古屋市で行われた、生物多様性条約第 10 回締約国会議において採択されたものである。

古くから人間が利用してきた自然の価値を認識し、そこでの自然資源の持続可能な利用を推進することを介して、生物多様性の保全と持続可能な利用という条約の目的の達成に寄与することを目的として、「さとやま」とそこでの営みに関する情報を収集し、それらを広く共有しようという提案である(鷺谷 2011)。

このイニシアティブでは、自然と共生的な社会のモデルとして、日本の里地里山における伝統的な自然-人間関係に注目した。こうした人と自然の共生的関係は、日本だけでなくアジアや世界各地にみられ、それぞれの地域における呼び名を持っている(渡辺 2010)。世界各地域の自然共生の事例に共通する点として、地形などの自然の特徴に応じて一律ではなく多様な形態の利用、自然の復元力の範囲内での利用、物質や生き物の循環などがあげられる(渡辺 2010)。このイニシアティブは、生物多様性の悪化傾向を止め、回復の方向に転換し、生物多様性の恵みを将来にわたって人類が受け取ることができるようにするためには、原生的な自然の保全強化に加えて、長年にわたる人の暮らしや営みとのかかわりのなかで形成されてきた、都市や農山漁村を取り巻く広大な二次的な自然地域を対象と

して、人と自然の調和的な関係を再構築することが不可欠という考え方に基づいている（渡辺 2010）。

SATOYAMA イニシアティブは、日本の里山ランドスケープを他の地域に押し付けるものではなく、各地域の特徴を尊重しながら、国内外の自然共生の知恵や事例、課題を調査、収集、共有し、それらをふまえて、持続可能な自然資源の利用・管理を実現するための長期目標、行動指針、視点、そして、各地域の実情に応じて効果的に適応するための手順や方法を、多くの国や多様なセクターの参加のもとに検討し、世界各地域での実践を推進していくものである（渡辺 2010）。世界各地域での実践を促進するためには、持続可能な土地や自然資源の利用・管理に関心を持つ、政府、地方自治体、市民社会、企業、NGO、教育・研究機関、国際機関などで構成されるパートナーシップの形成が重要である（渡辺 2010）。

生態学的モニタリング

ここでのモニタリング（monitoring）とは、対象の振る舞いをよりよく理解し、それへの対処や管理の方法をしだいによりよいものへと改善するための監視を意味する（鷲谷 2007）。

生物多様性条約では、生物多様性のための方策として、絶滅危惧種の保全、侵略的な種の影響排除、生態系の再生が重視されている。それらの現状および人間活動とのかかわりを把握することは、生物多様性モニタリングの主要なテーマとなる（鷲谷 2007。）私たちが保全・再生のために把握しなければならないのは、まず第 1 にそのシステムが人間活動や生態系サービスとの関連においてどのような状態にあるか、どのような点が健全あるいは不健全なのかということである。また、その状態に大きな影響をあたえている要素や関係はなにか、を明らかにする必要がある（鷲谷 2007）。

地球全体の生物多様性を維持していくためには、熱帯雨林のように明らかに多様性の高い地域の保全だけが大事なのではなくて、世界中のそれぞれの地域の特色ある生態系の保全が必要なことはいうまでもない。特に南北に長く気候の変化に富む日本列島では、地域的な種分化の見られる生物群も多く、それぞれの地域は特色ある生物相を持っている。各地域の生物相について、きちんと調べあげることが、多様性保全の基礎資料として重要な意義を持っているといえるだろう（浜口 2009）。地域の生物相について調べるためには、もっとも基礎的なこととして、3 つの視点「生き物リスト」、「生き物ごよみ」、「生き物地図」が挙げられる。「生き物リスト」については、希少種の動向を追跡したり、新しい外来種に注目する際に有効である。「生き物ごよみ」については、地球温暖化が話題になることが多い昨今、動植物の季節的な出現状況の変化は、注意深く目を向けなければいけない重要なテーマの一つであろう。そして、「生き物地図」については、通常の分布図とは違って、比較的小縮尺の地図に個々の分布地点をプロットしてあり、土地利用図や植物図と重ね合

わせることで、生育に必要な環境条件を読み取ったり、都市化による影響の有無を判断したり、あるいはその種の保全に必要な情報を得るのに有効である（浜口 2009）。

1990年代に入り、市民による身近な自然を守る活動、とくに里山の保全活動が各地で急速に広がりを見せた。活動内容は、自然観察会、雑木林・草地の維持管理、調査活動など9種類に大別された。本調査全体をとおして、活動の成果として、参加者の保全活動への意識の高まり、地域の人たちとのコミュニケーションの促進、活動への協力者の増加など、里山の保全意識の向上について、多くの報告がなされた（開発 2007）ほか、自然観察会や調査活動は、その場所の自然をモニタリングする役割も果たす。市民がNGOや研究者と協働して、その自然を科学的に調べ記録する方法、その結果から自然の変化を察知するデータの読み方などの手法を学び、継続的に調査を実施すれば、地域自然のモニタリングの担い手となるであろう（開発 2007）。

本研究の目的

本研究では、里山における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・生長特性の多様性の関係を解析することによって考察する。さらに、植物種多様性保全の一手段として、絶滅危惧植物種子の有効な長期保存方法を明らかにする。

伝統的農業が現在でも継続されている西榛名地域は、多くの絶滅危惧種・希少種が生育する地域であることがわかっている（塚越 2013）。西榛名における、2006–2007 年の群馬県の調査では、シダ植物と種子植物が計 113 科 768 種生育していることが明らかにされ（大森ほか 2008）、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 2007；群馬県 2012）が 30 種含まれている（大森ほか 2008）。このように、長期間里山として維持管理されている地域である西榛名地域において、植物相調査、環境調査を行い、里山環境における植物種多様性の現状を解明する。

また、この地域で代表的な種を用いて、発芽実験や生長解析などをおこない、種子生産・発芽・生長特性を解明する。絶滅危惧種 A の種子を用いた発芽実験では、絶滅危惧種 A の採取年や採取場所によって異なる発芽率や冷湿処理（人工的に冬を経験させる処理）の必要性を明らかにするとともに、種子の長期間の保存方法としての冷凍保存の可否を検討する。

以上の結果により、里山地域における植物種多様性がどのように形成されるのかを解明する。

なお、保護上の理由により、本稿の一部を非公開とし、白紙としている。また、盗掘防止の観点から、調査地の詳細な呼称の公表を控え、調査に用いているコードネームを使用し、正確な位置が特定されないように配慮した。

調査地概要

西榛名地域

西榛名地域は、群馬県の榛名山麓に位置し、東吾妻町と高崎市の一部を含む調査地である。海拔は450–800m、標高は400–800mで、大部分は農耕地と二次林が集落に隣接して立地している（石川ほか 2008）。ここに分布する森林の大部分は、コナラやアカマツなどの二次林やスギやカラマツの植林地である。土地利用様式は、農耕地（ミョウガやシイタケなどの野菜類）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1）。また植物相では、シダ植物と種子植物が計113科768種、雑種・変種以上の分布類を含めると計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 2001年度版公表後に発見された希少種が30種含まれている（大森ほか 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。ミョウガ畑に保湿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されている。（石川ほか 2009）。

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まれであり、今後も受け継いでいくべきものである。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。

材料及び方法

植物相調査

一般的に用いられるコドラート法による植生調査は、限られた面積内の植物相について解明する手段であるので、本調査地である西榛名地域のように、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あげられる。そこで今回は、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、デジタルカメラで撮影し、各植物種の一部を採取し、その後植物図鑑を用いて植物種の同定を行った。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。確認された植物は、地点ごとに植物リストにまとめた。

さらに、希少植物種、絶滅危惧種数種については、調査地内を踏査して、生育あるいは開花している個体数または株数を数えるとともに、GPS を用いて生育位置を記録し地図を作成した。

絶滅危惧種 A の花柱構成比

前述の通り、絶滅危惧種 A は異型花柱性という他殖促進のための特殊な繁殖システムを持っており、自家受粉も含めて同タイプの花の間の受粉では結実率が低い、異なるタイプ間の受粉ではよく結実するという性質（鷲谷 2006）が認められる。絶滅危惧種 A には、柱頭が高く葯が低い位置にある長花柱花(pin)、柱頭が低く葯が高い位置にある短花柱花(thrum)、そして、ごく稀にみられる、雄蕊と雌蕊を同じ高さに持ち、自殖能力の大きい等花柱花(homo)の 3 タイプのモルフ（花型）（写真 3）があり、昆虫による送粉が十分に行われている場合には、自殖回避、他殖促進のための進化の結果として、長花柱花と短花柱花の個体比が 1 : 1 となると考えられている。また、異型花柱性は昆虫を利用した繁殖システムであるため、送粉を行う昆虫が減少すると、自殖により種子生産を行う等花柱花個体が繁殖上有利となり、勢力を拡大すると考えられている（鷲谷 2006）。

2013 年 5 月 12 日、5 月 17 日に西榛名の 8 地点（CN・鷲谷ヒルズ入口、CN・鷲谷ヒルズ、CN・第二鷲谷ヒルズ、CN・夢の花園、CN・新桜台、CN・十二ヶ原墓場、CN・寺沢川右岸、CN・寺沢川左岸）において開花していた絶滅危惧種 A を 1 株につき 1 花ずつ採取し、90%アルコールに漬けて 4 ヶ月間固定した。その後、実態顕微鏡で観察して、花柱のタイプを長花柱花(pin)、短花柱花(thrum)、等花柱花(homo)の 3 類型に分類し、各採取地点別にその比率を算出した。

絶滅危惧種 A の結実率

絶滅危惧種 A が生育している西榛名の 8 地点（CN・鷲谷ヒルズ入口、CN・鷲谷ヒルズ、CN・第二鷲谷ヒルズ、CN・夢の花園、CN・新桜台、CN・十二ヶ原墓場、CN・寺沢川右岸、CN・寺沢川左岸）において、パッチあたり 1 個ずつ花茎を採取した。採取日は種子結実後の 2013 年 6 月 25 日、7 月 1 日、7 月 3 日、7 月 8 日である。採取した花茎を群馬大学荒牧キャンパス実験室に持ち帰り、果実を一つずつ肉眼で観察し、正常に結実しているもの（正常結実と称す）、結実しなかったもの（未熟と称す）、クロホ病と呼ばれる感染症により種子が消失したもの（病失と称す）、虫食いにより種子が消失したもの（食失と称す）の 4 類型の分類し、各採取地点別にその割合を算出した。また、正常に結実した果実については、採取地点ごとに種子を取り出し、今後の発芽実験用に保管するものとする。

絶滅危惧種 A の結実率と等花柱花の関係

2013 年調査による絶滅危惧種 A の花柱構成比と結実率の結果から、絶滅危惧種 A の結実率に影響を与えている要因は何であるかを考察する。絶滅危惧種 A は、等花柱花モルフが集団の中でその勢力を拡大し続けると、極端な場合には異型花柱性そのものが失われる可能性があるかと推測されており、このことが結実率にも影響するのではないかと考えられている。正常結実と等花柱花の割合を比較することで、等花柱花が結実率にどのような影響を与えるのかを検討する。

絶滅危惧種 A 生息地の環境測定

西榛名地域の絶滅危惧種 A 生育地において、植物相調査と同時に体積土壌含水率の測定を行った。絶滅危惧種 A は、火山山麓の溪流、湿原の周辺など湿度の高い土地を好んで自生するといわれているため、絶滅危惧種 A が多数生息する西榛名地域における生育環境を明らかにするべく、体積土壌含水率を計測した。測定は、6 月 14 日に行った。土壌含水率は含水率計(Theta probe typeML1, Delta)を用いて、各地点の林床植性の直下の土壌に含水率計を差し込み、各地点 3 回ずつ測定を行った。

絶滅危惧種 A 種子の冷湿処理実験

絶滅危惧種 A 種子の採取年度と採取地による発芽率の違い、さらに、絶滅危惧種 A 種子の 2 年目の発芽可能性を明らかにするため、2010 年、2011 年、2012 年に西榛名地域で採取した絶滅危惧種 A 種子を用いて実験を行った。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管し、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 個ずつ入れたも

のを各年度の採取地ごとに3個ずつ用意し、各々のシャーレに蒸留水を約20cc注入した。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（荒木ほか 2003）、絶滅危惧種Aもまた、種子が冬の低温にさらされると休眠が解け春に発芽する（鷲谷 2006）という性質を持つ。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25/13℃（昼14hr、夜10hr、昼間の光量子密度は約 $30 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ）とした。これは、高橋の先行研究（2009）により絶滅危惧種A種子培養の最適温度区が25/13℃であることが判明したことによる。実験開始後は、実験開始後1カ月間は毎日、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。新たな発芽が3日以上にわたって見られなくなるまで、培養を続けた。

さらに、一度の冷湿処理-培養実験において発芽しなかった絶滅危惧種A種子の“2年目の発芽可能性”を解明する。絶滅危惧種A種子は冬の低温期間を経ることで発芽が促進されることが分かっているが、冷湿処理の回数を増加させることにより絶滅危惧種A種子の発芽率にどのような変化があるのかを実験する。1度目の冷湿処理後の培養で未発芽の種子に対して再度、2ヶ月の冷湿処理を施し、その後、再び25/13℃に設定した温度勾配恒温器内で42日間の培養を行った。

この実験により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。

絶滅危惧種A種子の冷凍保存の可否

2012年に行われた塚越による絶滅危惧種Aの発芽実験によると、2010年産種子の発芽率4.7%~24.7%、2011年産種子の発芽率1.3%~48%と比較して、2006年産種子の発芽率は0%~0.7%と著しく低かった。これは、採取から5年以上経過して劣化が進んだためと考えられ、種子を長期間保存するためには冷蔵庫ではなく、冷凍庫での保管の必要性が推測（塚越 2013）された。しかしながら、種子の中には乾燥・冷凍によって発芽能力を失う難保存性種子（環境省 2009）も存在するため、絶滅危惧種A種子の冷凍保存が可能であるかを明らかにする。さらに、冷凍保存温度の違いによって発芽率にどのような違いが生じるかを明らかにするため、2種類の温度条件で冷凍保存した絶滅危惧種A種子を用いた発芽実験を行った。実験には2012年に西榛名地域のCN・第二鷲谷ヒルズにおいて採取した種子を用い、冷凍温度は-18℃と-80℃であった。絶滅危惧植物種子の収集・保存等に関するマニュアル（環境省 2009）によると、-20℃程度の冷凍保存により相当長期間の保存が可能とされており、また、含水率5%の種子の場合は、分子運動の面から老化を防ぐための推奨温度は-18℃であるとの報告がある。さらに、施設によっては-80℃で花粉の保存を行っている所（森林総合研究所

材木育種センター) もあり、20 年程度の花粉の保存が可能とされている。このことから、この実験では、冷凍温度を -18°C と -80°C の 2 種類とした。その後、種子を培養し発芽の有無を観察した。いずれの種子も、冷凍保存を開始するまでは冷蔵庫に保管し、健全なものだけを峻別し実験に用いた。種子の腐敗や発酵、種子害虫による被害、凍結に伴う体積の膨張により種子が機械的損傷を受けることを防ぐ(環境省 2009)ために、冷凍する種子は十分に乾燥させる必要があるため、絶滅危惧種 A 種子 0.1g に乾燥剤シリカゲル 1.5g を入れたものを 4°C の環境で 3 日間保存し、乾燥させた。シリカゲルは、種子に影響を与えずに使用でき、粒径が小さいので扱いやすく、吸湿後に色に変化する青色シリカゲルもあるなど、種子保存のためには最も適した乾燥剤(環境省 2009)である。その後、絶滅危惧種 A 種子を -18°C 、 -80°C に設定した冷凍庫で 2 週間冷凍した。冷凍終了後は、冷蔵保存した絶滅危惧種 A 種子と同様に 2 ヶ月間の冷湿処理を施し、 $25/13^{\circ}\text{C}$ に設定した温度勾配高温器内で培養し、観察を行った。また冷凍保存した絶滅危惧種 A 種子についても、未発芽の種子については、その後、再度 2 ヶ月の冷湿処理を施し、再冷湿処理後は再び温度勾配恒温器内で培養を行った(前述、絶滅危惧種 A 種子の冷湿処理実験を参照)。

これにより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。

結果および考察

植物相調査

・ 西榛名地域

現地調査によって、在来種 162 種、うち 17 種の絶滅危惧種・希少種の生育が確認された（表 3）。群馬大学社会情報学部・環境科学研究室は、2008 年から西榛名地域において、モニタリング調査を毎年継続して行っているが、CN・寺沢川右岸での調査は今回が初めてである。CN・寺沢川右岸では、環境省により準絶滅危惧種（NT）に指定されている絶滅危惧種 A の生育を新たに確認した。

地点別に見ると、棚田とため池、休耕田が混在する CN・大谷において、今回の調査地中最も多い、在来種 65 種を確認し、そのうち 9 種が絶滅危惧種・希少種であった。ナガミノツルクケマン（国・準絶滅危惧、群馬県・準絶滅危惧）、コマツカサススキ（群馬県・絶滅危惧 I B 類）、ヒメマツカサススキ（国・絶滅危惧 II 類、群馬県・絶滅危惧 I B 類）、ミズニラ（国・準絶滅危惧、群馬県・絶滅危惧 II 類）、クロイヌノヒゲ（国・準絶滅危惧、群馬県・準絶滅危惧）、シドキヤマアザミ（群馬県・絶滅危惧 II 類）などは昨年引き続き生育が確認された。また、農薬に弱いサジオモダカが生育していることから、当地点では、農薬の使用量が少ないと考えられる。このことが、休耕田やため池に多数の在来種が生育している原因であると推察された（高橋 2009）が、それから 4 年が経過した現在でも、サジオモダカなどの水田雑草の生育が多数見られ、引き続き良好な自然環境が継続していると考えられる。

しかしながら、環境省により要注意外来植物に指定された種を含む、外来植物の繁茂が、多数見られた。CN・大谷ではアメリカセンダングサ、キシウズズメノヒエ、CN・七曲川ではオオブタクサが生育していた。外来植物の中には、日陰を作ってしまうことで在来の植物の生活の場を奪ってしまったり、近縁の在来の種と交雑して雑種を作ってしまう在来種の遺伝的な独自性を失わせてしまう（環境省 HP）などの問題を引き起こす種が存在するため、今後、これらの外来植物の駆除や移入防止対策を早急に検討すべきである。

・ 絶滅危惧種 A の分布

本年の現地踏査によって、多くの絶滅危惧種 A の生育が確認された（表 4、図 1～4）。特に絶滅危惧種 A の開花が多く見られたのは CN・夢の花園であった。この地点では、引き続き良好な環境が維持されていると考えられる。また、CN・第二鷲谷ヒルズでは 100 株、今回初めて調査を行った CN・寺沢川右岸では 96 株の開花株を確認した。こうした結果から、かつては西榛名地域一帯に絶滅危惧種 A 個体群が生育していたのはいかと推測される。今後は、さらに調査範囲を広げて解明する必要がある。

絶滅危惧種 A の花柱型構成比

絶滅危惧種 A の生育地点である 8 地点（CN・鷺谷ヒルズ入口、CN・鷺谷ヒルズ、CN・第二鷺谷ヒルズ、CN・夢の花園、CN・新桜台、CN・十二ヶ原墓場、CN・寺沢川右岸、CN・寺沢川左岸）において花茎を採取し、花柱型の観察を行った（図 7）。CN・寺沢川右岸では今回が初めての調査となる。

CN・鷺谷ヒルズ、CN・夢の花園、CN・寺沢川右岸、CN・鷺谷ヒルズ入口では、長花柱花と短花柱花の割合が 1 : 1 から大きく外れ、CN・鷺谷ヒルズ、CN・夢の花園、CN・寺沢川右岸については、長花柱花の割合が 30～36%と低い値となった。また、CN・鷺谷ヒルズ入口では、短花柱花の割合が 31%と低かった。これらの地点では、2012 年の調査においては、長花柱花と短花柱花の割合はほぼ 1 : 1（塚越 2013）という結果を得ている。今回の調査では、CN・鷺谷ヒルズ入口で採取したサンプル数が 26 個体と、他地点では 40 個体以上のサンプルがあるのに比べて、サンプル数が少なかったことで、割合が偏ってしまった可能性がある。今後、十分なサンプル数を用意し、長花柱花と短花柱花の正確な割合を明らかにしていくことが必要である。一方で、CN・第二鷺谷ヒルズ、CN・新桜台、CN・十二ヶ原墓場、CN・寺沢川左岸では、長花柱花と短花柱花の割合は、1 : 1 から大きく外れることはなかった。塚越（2013）の 2012 年における同地点での研究でも、CN・鷺谷ヒルズ入口と今回新しく調査した CN・寺沢川右岸を除いて、ほぼ同様の結果を得ている。これらの結果から、各生育地点において、絶滅危惧種 A の花柱型構成比は、サンプリングした個体数や開花個体による年変動があると推察される。

等花柱花の割合は、CN・鷺谷ヒルズ入口で約 4%と、他の地点（6%～12%）に比べてより低かった。全体として、等花柱花が圧倒的な数を占める生育地点はなかったものの、等花柱花の割合がゼロである生育地点も存在しなかった。

個体数（パッチ数）、結実率の調査結果（後述）と併せて考えると、西榛名地域においては絶滅危惧種 A の遺伝的多様性や種子生産確率が顕著に低下していないにもかかわらず、多くの地点で一定の低い割合で等花柱花が存在することになる。このことは、従来の考察（鷺谷 2006）に反するものであり、今後引き続き検証する必要がある。

絶滅危惧種 A の結実率

絶滅危惧種 A の生育地である 8 地点（CN・鷺谷ヒルズ入口、CN・鷺谷ヒルズ、CN・第二鷺谷ヒルズ、CN・夢の花園、CN・新桜台、CN・十二ヶ原墓場、CN・寺沢川右岸、CN・寺沢川左岸）において花茎を採取し、調査を行った。CN・寺沢川右岸での調査は今回が初めてである。採取した花茎数は、CN・鷺谷ヒルズ入口で 16 個、CN・鷺谷ヒルズで 40 個、CN・第二鷺谷ヒルズで 80 個、CN・夢の花園で 47 個、CN・新桜台で 20 個、CN・十二ヶ原墓場で 58 個、CN・寺沢川右岸で 27 個、CN・寺沢川左岸で 14 個であった。これらの数字は、相対的に各採取地点の絶滅危惧種 A の開花パッチ数を表している。果実は、正常に結実しているもの（正常）、結実しなかったもの（未熟）、クロホ病感染で種子が

消失したもの（病失）、虫食いで種子が消失したもの（食失）の4種類に分け、その割合を算出した。（図8）

正常に種子が結実した果実の割合（正常）は、CN・第二鷺谷ヒルズ（66%）、CN・鷺谷ヒルズ入口（59%）、CN・寺沢川左岸（57%）で他の生育地と比べて高かった。CN・第二鷺谷ヒルズでは、塚越（2013）の2012年における同地点での研究でも正常結実の割合が77%と高くなっている。その他の地点では、正常結実の割合は39%～53%と低くなった。中でも、CN・十二ヶ原墓場、CN・夢の花園では、今回の正常の割合がそれぞれ40%、49%であるのに対して、2012年に塚越が同地点で行った研究結果では両地点において正常結実率は83%と非常に高く、今回と大きく異なる結果となった。また、CN・鷺谷ヒルズ入口、CN・鷺谷ヒルズ、CN・夢の花園、CN・新桜台での未熟の割合が20%～30%と高い割合であった（他の地点では0%～5%）。これは、パッチ数が少ないことが原因で自家不和合性が生じているか、あるいはトラマルハナバチなどの花粉を運ぶ昆虫が少ないことが原因であると推察される。

今回の調査では、全体的に正常結実した種子の割合（39%～66%）が2012年に同地点で行われた調査結果（56%～83%）（塚越 2013）よりも低かった。松村・鷺谷（2006）によると、種子生産には、交配相手の数や送粉者の訪花の他にも、食害や病害など多くの限定要因が働いており、今回の調査結果においては、病失と食失の割合が高いことが特徴的である。病失については、全ての調査地点を通して病失の割合が8%～36%となり、特にCN・十二ヶ原墓場、CN・寺沢川左岸では病失の値がそれぞれ36%と顕著であった。クロホ病は、前年に感染が見られた株では翌年も確実に感染が見られ、場所によってはクローン生長に伴って感染個体数が増えることもある（鷺谷 1998）ので、種子繁殖によって遺伝的に異なる個体が増えていかなければ、クロホ病の防除ができないばかりか、病気の個体数が拡大する危険性がある。CN・寺沢川左岸のように個体数の少ない生育地点では、クローン生長によりクロホ病の感染が拡大する可能性が高く、今後も注目していく必要がある。また、食失については、全調査地点を通して、3%～39%であり、2012年の同地点での調査結果（0%～8%）（塚越 2013）と比較して、食失の割合が高かった。病失、食失といったマイナス要因は年変動が大きいものと推察され、今後も継続的な調査が必要である。

絶滅危惧種 A の結実率と等花柱花

CN・第二鷺谷ヒルズ、CN・鷺谷ヒルズ入口、CN・寺沢川左岸では正常結実の割合がそれぞれ66%、59%、57%と他の生育地点と比べて高く、それに対して等花柱花の割合はそれぞれ6%、4%、7%と低かった。さらに、正常結実の割合が他の地点に比べて低かったCN・夢の花園（49%）、CN・新桜台（42%）、CN・十二ヶ原墓場（40%）では、等花柱花の割合はそれぞれ13%、10%、9%と高かった（図9）。しかしながら、CN・鷺谷ヒルズのように、正常結実の割合は53%と高いが、同様に等花柱花率も12%と比較

的高い結果となった地点も存在した。

以上の結果から、絶滅危惧種 A の結実率と等花柱花率の間には、明確な関係性は見られないといえる。したがって、絶滅危惧種 A における等花柱花は鷲谷 (2006) が推察したような異型花柱性の崩壊による種子生産の減少を補う仕組みではなく、一部とはいえ正常な種子繁殖の方法として存続している仕組みではないかと推察される。

発芽の冷湿処理依存性

絶滅危惧種 A (絶滅危惧種 A 科多年生草本) : 国・準絶滅危惧、群馬県・絶滅危惧 II 類

北海道、本州、九州に分布する。生育地の開発や園芸採取によって個体数が減少し (鷲谷 1998)、準絶滅危惧種として国のレッドリストに記載されている。群馬県のレッドリストでは絶滅危惧 II 類とされる。

今回の実験によって、本種の種子は採取年度、採取地点によって最終発芽率 A (一回目の冷湿処理後、培養により発芽した値) が大きく異なるという結果が得られた (図 5、表 5)。最終発芽率 A は、2012 年産の CN・夢の花園が 76.3% と最大であり、次いで 2012 年産の CN・十二ヶ原墓場が 67.3% と高かった。CN・夢の花園には 2000 株以上の絶滅危惧種 A が生育しており、また、CN・十二ヶ原墓場でも数百株の絶滅危惧種 A が確認されており、これらの地点に生育する絶滅危惧種 A は遺伝的多様性が高いと考えられる。絶滅危惧種 A は自家不和合性があるため (鷲谷 1998)、遺伝的多様性が高い CN・夢の花園、CN・十二ヶ原墓場で採取された種子の発芽率が高くなったと考えられる。

全体として、2010 年産種子で 0%~4%、2011 年種子で 1.3%~27.3%、2012 年産種子で 18.9%~76.3% の採取地点間変異があった。また、この変異には地点ごとの特異性は見られなかった。例として、CN・第二鷲谷ヒルズでは、2012 年産種子は 52.7% であったが、2011 年産は 27.3%、2010 年産では 2% であった。さらに、CN・夢の花園では、2012 年産では 76.3% であったが、2011 年産では 6%、2010 年産では 2% となり、採取年度、採取地点間の変異には一定の法則性が認められなかった。

また、最終発芽率 B (二回目の冷湿処理後、培養により発芽した値に、最終発芽率 A を加えた値) は、増加した地点が多かったものの、採取年度により大きな違いが出た。2012 年産種子については、全ての地点産種子で、最終発芽率 B の値が最終発芽率 A に比べて 3.4%~16.6% 高くなった (27%~79.7%)。これに対して、2010 年産、2011 年産の種子については、最終発芽率 B が、最終発芽率 A と比較して増加した地点がそれぞれの年で半数以下であった。2010 年産種子、2011 年産種子については、2012 年に塚越によって、同年・同地点産の種子を用いた同様の発芽実験が行われている (塚越 2013)。2012 年の最終発芽率 A (塚越 2013) では、2010 年産種子で 4.7%~24.7%、2011 年産で 1.3%~48% であり、これと比較すると、今回の実験結果では、2010 年産種子、2011 年産種子ともに最終発芽率 A は低く、それぞれ 0%~2% であった。塚越の研究 (2013)

によると絶滅危惧種 A 種子は採取から年数を経ることにより発芽率が低下するという実験結果があり、本研究に用いられた 2010 年、2011 年産種子の最終発芽率 A が低かった要因の一つには経年劣化の可能性がある。また、最終発芽率 B についても、2 度目の冷湿処理による変化があまり見られなかったことから、経年劣化した種子については、冷湿処理を複数回施しても発芽率は増加しないと推察される。種子を長期保存するためには、冷蔵庫ではなく、冷凍庫での保管が必要であると考えられる（後述）。

CN・鷲谷ヒルズ、CN・鷲谷ヒルズ入口の 2012 年産種子の最終発芽率 A については、それぞれ 35.2%、32.5%であり、最終発芽率 B ではそれぞれ 41%、48.9%まで増加した。塚越（2013）の結果、および荒川（2012）の結果では、一貫して低い発芽率となっており、大きく異なる結果となった。

これらの発芽率の大きな変異は、絶滅危惧種 A 種子の採取年間の気象条件、訪花昆虫量、各花柱タイプの株の開花のタイミングなどの違いや、採取地点間の個体群の遺伝的多様性、訪花昆虫量の違いなどが、種子の発芽能力に影響を及ぼすことを示していると推察される。

絶滅危惧種 A 種子の冷凍による長期保存の可能性

実験は CN・第二鷲谷ヒルズの 2012 年産種子を用いて行った。今回の実験で、採取した絶滅危惧種 A 種子の冷凍保存が可能であることがわかった。（表 6、図 6）

最終発芽率 A（一回目の冷湿処理後、培養により発芽した値）は、 -18°C 冷凍保存の種子で 63.3%、 -80°C 冷凍保存の種子で 64%となり、冷凍温度によって発芽率に大きな違いは見られなかった。ここで、冷蔵保存していた CN・第二鷲谷ヒルズの 2012 年産種子の最終発芽率 A（52.7%）と比較すると、発芽率は大きく増加している。絶滅危惧植物種子の収集・保存等に関するマニュアル（環境省 2009）によれば、種子を低温下で保存することで、充分低い含水率まで乾燥させることで得られる、老化を遅らせ、微生物や種子害虫の活動を抑制し、腐敗や虫害の防止に繋がるという効果をさらに増すことができる。このため、冷凍保存を経ても発芽率が高いままで保たれたと考えられる。また、冷凍温度の違いによって発芽率に顕著な違いが見られなかったことから、種子の冷凍保存温度については、種子内の分子運動や種子を劣化させる微生物の活動を抑制できる一定以下の低温環境を維持することが重要であり、2 週間程度の短期間であれば冷凍保存温度によって発芽率に与える影響は小さいと推察される。

最終発芽率 B（二回目の冷湿処理後、培養により発芽した値に、最終発芽率 A を加えた値）では、 -18°C 冷凍保存の種子で 72%、 -80°C 冷凍保存の種子で 71.3%であり、最終発芽率 A と比較して、それぞれ 8.7%、7.3%増加した。この結果から、冷凍保存後であっても、冷湿処理を施すことにより発芽率が増加し、冷蔵保存した種子と同様に発芽を促進させることができると推察される。

以上のことから、絶滅危惧種 A 種子は冷凍保存後でも発芽が可能であり、種子の長期

保存には冷凍保存が有効であると考えられる。しかしながら、今回の実験では、2012年産CN・第二鷺谷ヒルズの種子のみを用いた実験であったため、遺伝的多様性の異なる他の地点産の種子を用いて同様の実験を行うことにより、種子の冷凍保存の可能性をさらに確実なものにしていく必要がある。また、今後、冷凍保存によって絶滅危惧種A種子を長期保存することが想定される。今回の実験における2週間の冷凍保存では温度の違いにより発芽率に大きな違いは見られなかったが、保存期間が延長するにつれて、冷凍保存温度の違いにより発芽率に何らかの違いが生じる可能性がある。そのため、冷凍保存期間を2週間からさらに延長していくことで、発芽率の変化を明らかにしていくことが求められる。さらに、種子は適切に乾燥された後に冷凍保存下で管理されれば、理論上は超長期の種子保存が可能であっても、実際には、傷やカビなどによる種子の劣化、冷凍庫の開閉や霜取りによる温度の上昇などにより発芽能力の低下がおこる可能性がある（環境省 2009）ため、同じ冷凍保存条件下においても、引き続き経年による発芽率の変化を観察していかなければならない。

絶滅危惧種 A 生育地の環境条件

西榛名地域の絶滅危惧種 A 生育地 4 地点（CN・鷺谷ヒルズ入口、CN・鷺谷ヒルズ、CN・第二鷺谷ヒルズ、CN・夢の花園）において計測を行った。なお、CN・夢の花園については、絶滅危惧種 A の分布面積が広いため、3カ所で計測を行った。

土壌含水率は、CN・夢の花園（ピンクの川）では $0.78\text{m}^3\text{m}^{-3}$ 、その他の地点では $0.41\sim 0.49\text{m}^3\text{m}^{-3}$ と全計測地点を通して比較的高かった（表 7）。CN・夢の花園（ピンクの川）にはせせらぎがあり、そのために他地点よりも土壌含水率が高かったと考えられる。

また、2012年6月に同4地点で行った体積土壌含水率計測（塚越 2013）でも同様の結果を得ており、年によって各地点の体積土壌含水率に大きな変化は見られなかった。

今回の計測では、絶滅危惧種 A が生育する 4 地点全てで体積土壌含水率が $0.41\text{m}^3\text{m}^{-3}$ 以上となり、西榛名地域において絶滅危惧種 A は土壌含水率が比較的高い場所に分布・生育しているといえる。

結 論

本研究により、群馬県内には、絶滅危惧種 A やヒロハヌマガヤをはじめとする多数の絶滅危惧種・希少種が生育できる良好な里山環境が現存していることがわかった。また、県内の里山において二次林、水田、ため池、用水路、湿地など、多様な環境条件が形成されており、それぞれの立地ごとに異なる種構成で多くの在来植物種が生育していることが明らかになった。今後は、当地に関係する地域住民や学識者、行政が一体となって里山環境の保全に参加・協力することが、自然再生や環境の維持に向けた最も重要な要因であると考えられる。

本研究で調査した西榛名地域では、17 種の絶滅危惧種・希少種を含む、在来種 162 種の生育が確認され、植物種多様性の高い地域であることが明らかとなった。西榛名地域では、主に水田耕作、ため池、ミョウガ栽培、椎茸栽培、定期的な二次林の伐採、下草刈りなどの山間地農法が現在も行われている。このような多様な立地環境、およびこれらを利用・形成する山間地農耕によってこの高い植物種多様性が維持されていると推察される。これらの伝統的な農業活動によって定期的な人為的攪乱が発生することにより、様々な植物に適した多様な生育環境が形成され、長期にわたって維持されてきたと考えられる。このような生育環境の多様化により、里山地域は非常に多くの在来植物の生育場所として維持されているといえる。

西榛名地域の中でも、最も植物種多様性が高く、かつ最も多くの絶滅危惧種・希少種の生育が確認されたのは、棚田とため池、休耕田が混在する CN・大谷であった。CN・大谷では、湿地やため池、水田を生育地とする在来種が多かったのに対して、コナラ・ハルニレ二次林が生長途中にある地点（CN・夢の花園や CN・新桜台）や、道路沿いの草地（CN・ツルカメの森）などでは、山野を生育地とする在来種が多く、地点によって種構成と多様性に大きな違いが見られた。しかしながら、当地域では多様な在来種が生育する一方で、外来種の繁茂も確認された。CN・大谷では環境省により要注意外来種に指定されているキシウズメノヒエ、アメリカセンダングサ、CN・七曲川では要注意外来種オオブタクサの生育が見られた。繁殖力の強い外来植物が在来種の生育する環境に侵入することにより、在来種を駆逐したり、在来種の遺伝子的多様性が喪失してしまうおそれがあるため、豊かな植物種多様性を維持するためには、今後、早急に外来植物種の防除、駆除等の対策を検討する必要がある。

また、今回の調査で、当地域が国内でも有数の絶滅危惧種 A の自生地であることがさらに詳細に解明された。絶滅危惧種 A は、生育地として湿地などの土壤含水率の高い場所を好み、西榛名地域には溪流が多く存在し土壤含水率の高い環境が多いため、絶滅危惧種 A の生育に適した環境が多いと考えられる。また、絶滅危惧種 A の花柱構成比調査、結実率調査から、花柱構成比、結実率には採取年による変動が大きいということがわかった。絶滅危惧種 A の花柱構成比については、長花柱花と短花柱花の割合が 1 : 1 近辺

とならない地点が多く、今後遺伝的多様性や種子生産率が低下することが懸念される。また、結実率については、結実を阻害する病失・食失の割合が多く、正常に結実した割合が低かった。病失・食失といったマイナス要因は年変動が大きいと考えられる。さらに、花粉を運ぶ昆虫が少ないことで未熟の比率が増大したと推察され、引き続きモニタリングを行っていく必要がある。

絶滅危惧種 A の発芽実験では、採取場所、採取年度によって発芽率に大きな違いが現れるということが明らかになり、また、複数回の冷湿処理を施すことにより発芽が促進されることがわかった。

さらに、絶滅危惧種 A 種子は冷凍保存が可能であることが明らかとなった。2012 年 CN・第二鷲谷ヒルズ産の種子を用いた実験では、冷凍保存した絶滅危惧種 A の発芽率が、冷蔵保存種子の発芽率を上回り、さらに、再冷湿処理後にも発芽率が増加した。また、冷凍温度の違いによる発芽率の違いはほとんど見られなかった。絶滅危惧種 A 種子は採取から数年経つと経年劣化により発芽率が著しく低下するため、絶滅危惧種 A 種子の長期保存には冷凍保存が有効であると考えられる。しかしながら、今回の実験は、1 種類のみを種子を用い、冷凍期間も 2 週間と 1 つの条件下で行ったため、今後は実験に用いる種子の地点数を増やし、また様々な冷凍期間で実験を行い、絶滅危惧種 A 種子の冷凍保存の可能性をさらに詳細に解明していかなければならない。絶滅危惧種 A の生育環境、発芽特性の解明と並行して、冷凍保存による人工的シードバンクの確立もまた、絶滅危惧種保全において重要な要素であると考えられる。

山地が広い面積を占め、地形が複雑に入り組んだ日本において、里山は、古来より生活に必要な生物資源の供給の場であった。このような地域では、そこで生活する人々が植物資源を利用することで自然環境に人為的攪乱が生じ、植物の多様な生育環境が形成されてきた。これにより、里山における伝統的な農業生態系は、多様な生態系サービスを提供する生物多様性の高い場所となったのである。しかし、産業の近代化によって開発行為が進められ、農業においても効率的な生産を最優先とした近代化・機械化した農業へと変化していった。さらに、少子高齢化が急激に進行しつつある社会において、里山においても農業従事者が減少し田畑の放棄が深刻な問題となっている。このような社会の変化によって、伝統的な山間地農法、そして多くの里山が消失し、絶滅危惧種 A をはじめとする身近な存在であったはずの多くの在来植物が生育場所を失い、絶滅の危機に瀕する植物種が増加するという状況に至ったのである。

日本の国土の多くを占める里山地域における絶滅危惧種の増加は、人間が居住する範囲の身近な場所における生物多様性が急速に失われていることを示している。現在、里山地域において当地域のように、伝統的農耕によって多様な植物相が成立し、多くの絶滅危惧種・希少種が生育している場所は、全国的に見てもきわめて稀であり、現存する里地・里山地域をその地域の生態系も含めて保全していくことは急務である。今後は現存する里地・里山地域の生態系の保全活動を継続的に行うだけでなく、それらの活動を

サポートするための条例や指針の整備が早急に求められる。また、環境保全活動は科学的知見が必要であると同時に、地域社会との関わりが重要な役割を持つ。生物多様性の保全は、地域の特長に合わせて行うことが効果的であり、地域住民と密接にかかわりながら進められなくてはならない。里山は人の手が加わっていない原生的な自然とは異なり、人の手が加わることで初めて形成される二次的な自然である。そのため、里山保全に求められることは、里山の管理・保全に携わる主体を拡大していくことにある。近年では、環境保全団体やNPOなど、市民が主体となった団体による活動が増え、環境問題における地域住民の関心が高まっているといえる。このような地域住民や環境団体の活動と学術的知見をもつ専門家、行政が連携することで、より効果的な保全が可能になるであろう。

日本は高度経済成長期以降、生態系システムが破壊されることを省みず、自然資源を際限なく消費することで経済的な恩恵を享受してきた。その結果として、野生生物の絶滅をはじめとする様々な危機に直面し、環境問題は21世紀における人類の最大の課題と言われている。絶滅危惧種・希少種をはじめとする在来種の生育に適した環境の保全・再生は、言い換えれば、自然資源を消費しながらも持続的な生活を可能にする社会へと移行することである。持続可能な社会を実現するためには、経済的価値、物質的価値といった社会的な価値だけが優先されるのではなく、多くの社会的価値と同時に人と自然の共生もふくめて考慮されることが重要である。

謝 辞

本研究は、群馬大学社会情報学部情報社会学科・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。

また、同時期に卒業論文に取り組んだ鍛冶川和也氏、小関よう子氏、春原悠樹氏、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からも、温かい励まし・ご協力をいただきました。

本研究はこれらの皆様からのご指導、ご協力無しには決して完成し得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
- いがりまさし (2008) 四季の野の花図鑑/技術評論社
- 石川真一ほか (2008) 里山地域、良好な自然環境を有する地域学術調査報告書 (XXXIII)、群馬県自然環境課 編、14-52, 109.
- 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)、群馬県自然環境課 編、199-201.
- 石川真一ほか (2009) 板倉地域ウェットランド、西榛名地域貴重植物種モニタリング調査Ⅱ良好な自然環境を有する地域学術調査報告書 (XXXV)、群馬県自然環境課 編、269-272.
- 岩槻邦男 (2010) 森林環境 2010 生物多様性COP10 へ. 森林環境研究会 編、朝日新聞出版、8-13.
- 開発法子 (2007) 自然再生のための生物多様性モニタリング、鷲谷いづみ・鬼頭秀一 編、東京大学出版、73-76.
- 環境省 (2009) 「絶滅危惧植物種子の収集・保存等に関するマニュアル」 環境省
- 鬼頭秀一 (2007) 自然再生のための生物多様性モニタリング、鷲谷いづみ・鬼頭秀一 編、東京大学出版、25.
- 桑山朗人 (2009) 森林環境 2009 生物多様性の日本、森林環境研究会 編著、朝日新聞出版、23.
- 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
- 坂口洋一 (2005) 生物多様性の保全と復元. 坂口洋一 著、上智大学出版、13-15, 217-231.
- 佐藤洋一郎 (2005) 里と森の危機 暮らし多様化への提言. 佐藤洋一郎 著、朝日新聞社、78-89, 102-103.
- 須田真一ほか (2009) 森林環境 2009 生物多様性の日本、森林環境研究会 編著、朝日新聞出版、93-94.
- 高橋佳孝 (2009) 森林環境 2009 生物多様性の日本、森林環境研究会 編著、朝日新聞出版、25-35.
- 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
- 竹内敬三 (2010) 森林環境 2010 生物多様性COP10 へ. 森林環境研究会 編著、朝日新聞出版 5, 21-29, 40-45.
- 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

- る生態学的基礎研究. 群馬大学社会情報学部卒業論文
- 永井美穂子ほか (2006) 絶滅危惧種 A の分子遺伝生態学 エコゲノム・プロジェクトの黎明、鷺谷いづみ編、257
- 野田響ほか (2006) 絶滅危惧種 A の分子遺伝生態学 エコゲノム・プロジェクトの黎明、鷺谷いづみ編、115.
- 浜口哲一 (2009) 森林環境 2009 生物多様性の日本、森林環境研究会 編著、朝日新聞出版、83-87
- 日比保史・千葉知世 (2010) 森林環境 2010 生物多様性 C O P 10 へ. 森林環境研究会 編著、朝日新聞出版、26-29.
- 福山研二 (2009) 森林環境 2009 生物多様性の日本. 森林環境研究会 編著、朝日新聞出版、4-6.
- 松村千鶴・鷺谷いづみ (2006) 絶滅危惧種 A の分子遺伝生態学 エコゲノム・プロジェクトの黎明、鷺谷いづみ編、東京大学出版会、28.
- 鷺谷いづみ・大串隆之 (2006) 絶滅危惧種 A の分子遺伝生態学 エコゲノム・プロジェクトの黎明、鷺谷いづみ編、東京大学出版会、86-89.
- 谷津義男ほか (2008) 生物多様性基本法. 谷津義男・末松義規・北川知克・江田康幸・田島一成・村井宗明・盛山正仁 共著、株式会社ぎょうせい、12-17, 22-32.
- 鷺谷いづみ (2006) I. 絶滅危惧種 A の目 繁殖と保全の生態学. 鷺谷いづみ、地人書館、20, 54-55, 91-107, 132-138, 157, 210.
- II. 絶滅危惧種 A の分子遺伝生態学 エコゲノム・プロジェクトの黎明、鷺谷いづみ編、東京大学出版会、1-4, 7-12.
- 鷺谷いづみ (2007) 自然再生のための生物多様性モニタリング. 鷺谷いづみ・鬼頭秀一編、東京大学出版、5-8, 15, 43.
- 鷺谷いづみ (2009) 森林環境 2009 生物多様性の日本、森林環境研究会 編著、朝日新聞出版、7-14.
- 鷺谷いづみ (2011) さとやま 生物多様性と生態系模様. 鷺谷いづみ、岩波ジュニア新書、3, 17-18, 64-67, 145.
- 渡辺綱男 (2010) 森林環境 2010 生物多様性 C O P 10 へ. 森林環境研究会 編、朝日新聞出版、40-45.

環境省 絶滅危惧植物種子の収集・保存等に関するマニュアル

http://www.env.go.jp/garden/shinjukugyoen/1_intro/pdf/rdb-03.pdf

環境省 生物多様性センター

<http://www.biodic.go.jp/biodiversity/index.html>

外務省 生物多様性条約

<http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/kankyo/jyoyaku/bio.html>

環境省 生物多様性情報システム

http://www.biodic.go.jp/rdb/rdb_f.html

WWF <http://www.wwf.or.jp/>

農林水産省 生物多様性戦略

http://www.maff.go.jp/j/kanbo/kankyo/seisaku/s_senryaku/

群馬県 <http://www.pref.gunma.jp>

群馬県 植物レッドリスト

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

写真・図・表



写真1. 調査地風景

上：西榛名における里山風景（2013年9月20日撮影）

下：CN・大谷のため池（2013年9月20日撮影）

表 1. 各調査日と調査内容、調査地の一覧

調査日	調査地	調査内容
2013年4月27日	西榛名	希少植物種・絶滅危惧種生息地の植物相調査・環境測定
2013年5月12日	西榛名	希少植物種・絶滅危惧種生息地の植物相調査・環境測定
2013年5月17日	西榛名	希少植物種・絶滅危惧種生息地の植物相調査・環境測定
2013年6月14日	西榛名	希少植物種・絶滅危惧種生息地の植物相調査・環境測定
2013年6月25日	西榛名	希少植物種・絶滅危惧種生息地の植物相調査
2013年7月3日	西榛名	希少植物種・絶滅危惧種生息地の植物相調査
2013年9月20日	西榛名	希少植物種・絶滅危惧種生息地の植物相調査

表 2. 発芽実験スケジュール
 実験に用いた絶滅危惧種 A 種子の採取日、前処理（冷湿処理）条件、実験開始・終了日、培養日数の一覧。

種子採取日	採取場所	前処理条件	実験開始日	実験終了日	日数
2010.7.4	西榛名	2ヶ月冷湿	2013.6.26	2013.8.25	61
2011.7.4	西榛名	2ヶ月冷湿	2013.6.26	2013.8.25	61
2011.7.19	西榛名	2ヶ月冷湿	2013.6.26	2013.8.25	61
2012.7.5	西榛名	2ヶ月冷湿	2013.6.26	2013.8.25	61
2012.7.9	西榛名	2ヶ月冷湿	2013.6.26	2013.8.25	61
2010.7.4	西榛名	2ヶ月再冷湿	2013.10.26	2013.12.5	42
2011.7.4	西榛名	2ヶ月再冷湿	2013.10.26	2013.12.5	42
2011.7.19	西榛名	2ヶ月再冷湿	2013.10.26	2013.12.5	42
2012.7.5	西榛名	2ヶ月再冷湿	2013.10.26	2013.12.5	42
2012.7.9	西榛名	2ヶ月再冷湿	2013.10.26	2013.12.5	42

表 3. 西榛名地域において生育が確認された植物とその生態的特性
2013～の間にいった調査で生育を確認した植物種のリスト。

ON_ 鷲谷ヒルズ入口						
科名	種名	学名	生活型	花期	分布	生育地
イネ科	ヒロハスマガヤ	<i>Diarthra fauriei</i>	多年草	8～9月	本、東野、群馬	山地
キンポウゲ科	アズマイチガ	<i>Anemone raddeana</i>	多年草	3～5月	北、本、四、九	山地
ケシ科	ナガミノツルキケマン	<i>Corydalis raddeana</i>	二年草	8～10月	北、本、九	草原
ケマンソウ科	ヤマエンゴサク	<i>Corydalis lineariloba</i>	多年草	4～5月	本、四、九	山林
スイカズラ科	オニヒヨウタンボク	<i>Lonicera vidalii</i>	落葉低木	5月	本、福島、関東、中部、中国	深山
スミレ科	エイザンスミレ	<i>Viola eizanensis</i>	多年草	4～5月	本、四、九	山地
スミレ科	ケマムルハスミレ	<i>Viola kaiskei f. okuboii</i>	多年草	4～5月	本、四、九	人里、山野、森林、草
スミレ科	ヒゴスミレ	<i>Viola chaerophylloides var. sieboldiana</i>	多年草	4～5月	本(宮城県以南)、四、九	山地
フナ科	コナラ	<i>Quercus serrata</i>	落葉広葉樹	4～5月	北、本、四、九	高原
ON_ 鷲谷ヒルズ						
科名	種名	学名	生活型	花期	分布	生育地
スミレ科	エリノヂヂツボスミレ	<i>Viola acuminata</i>	多年草	4～6月	北、本(中部地方)	山地
ナデシコ科	ワタソウ	<i>Pseudostellaria heterophylla</i>	多年草	4～6月	本、九	山野、森林
リンドウ科	フヂリンドウ	<i>Gentiana zollingeri</i>	越年草	4～6月	北、本、四、九	山地、野原
ON_ 第二鷲谷ヒルズ						
科名	種名	学名	生活型	花期	分布	生育地
アカビ科	アケビ	<i>Akebia quinata</i>	落葉性ツル植物	4～5月	本、四、九	山地
アカビ科	ヨツバアケビ	<i>Akebia quinata</i>	つる性木本	4～6月	本、四、九	山地、林
イネ科	ヒロハスマガヤ	<i>Diarthra fauriei</i>	多年草	8～9月	本州(長野、群馬)	山地
ウコギ科	ウド	<i>Aralia cordata</i>	多年草	8～10月	北、本、四、九	山地、草原、林
ウコギ科	タノキ	<i>Aralia elata</i>	落葉低木	8～9月	日本各地	山林
ウコギ科	トチバニンジン	<i>Panax japonicus</i>	多年草	6～8月	北、本、四、九	山林
キク科	ツリガネニンジン	<i>Adenophora triphylla var. japonica</i>	多年草	8～10月	日本各地	山野
キク科	コウリナ	<i>Picris hieracioides var. glabrescens</i>	越年草	5～10月	本、福島、栃木、群馬、山梨、長野	草地、道端
キク科	シトキヤマアザミ	<i>Cirsium shidekimonatanum</i>	多年草	10月	本(福島、栃木、群馬、山梨、長野)	山野、林縁、湿地
キク科	タムランソウ	<i>Serratula coronata subsp. insularis</i>	多年草	8～10月	本、四、九	山地
キク科	ノハラアザミ	<i>Cirsium tanakae</i>	多年草	8～10月	本州	野原
キク科	ノブキ	<i>Adenocaulon himalaicum</i>	多年草	8～10月	北、本、四	林縁
キク科	ヤマニガナ	<i>Lactuca raddeana var. elata</i>	一年草	8～9月	北、本、四、九	山地
キンポウゲ科	アキカラマツ	<i>Thalictrum minus var. hypoleucum</i>	多年草	6～9月	北、本、四、九	人里、山野、河原、草
キンポウゲ科	マンセンカラマツ	<i>Thalictrum aquilegifolium var. sibiricum</i>	多年草	7～8月	本、四、九	山林、草地
キンポウゲ科	ヤマオダマキ	<i>Aquilegia buergeriana</i>	多年草	6～8月	北、本、四、九	深山

表 3. (続) 西榛名地域で確認された植物リスト

科名	種名	学名	生活型	花期	分布	生育地	確認日	備考・特徴
クワ科	コウソク	<i>Broussonetia kazinoki</i>	落葉低木	4~5月	本、四、九、沖	山野	2013年7月3日	
サクラソウ科	オカトラノオ	<i>Lysimachia clethroides</i>	多年草	6~7月	北、本、四、九	丘陵地の林、藪	2013年7月3日	
サトウモロコシ科	キハナアキギリ	<i>Arisaema serratum</i>	多年草	4~5月	日本各地	森	2013年7月3日	
シソ科	キハナアキギリ	<i>Salvia glabrescens</i>	多年草	7~10月	本、四、九	林	2013年7月3日	
シソ科	テンニンソウ	<i>Leucoscepttrum japonicum</i>	多年草	8~10月	北、本、四、九	山地	2013年7月3日	
シソ科	エノダツツボスミレ	<i>Viola acuminata</i>	多年草	4~6月	北、(中部地方)	山地	2013年7月3日	
スミレ科	オオツツボスミレ	<i>Viola grypoceras</i>	多年草	3~5月	日本各地	野原、山林	2013年5月17日	
センリョウ科	ヒトリシズカ	<i>Chloranthus japonicus</i>	多年草	4~5月	日本各地	山野	2013年5月17日	
センリョウ科	フクリシズカ	<i>Chloranthus serratus</i>	多年草	4~6月	北、本、四、九	山林	2013年7月3日	
タデ科	イタドリ	<i>Reynoutria japonica</i>	多年草	7~10月	日本各地	丘陵	2013年7月3日	
バラ科	ノイバラ	<i>Rosa multiflora</i>	落葉つる性低木	5~6月	北、本、四、九	林、河原	2013年7月3日	
マメ科	ノダフジ	<i>Wisteria floribunda</i>	落葉つる性低木	4~6月	本、四、九	山地	2013年7月3日	
ヤマノイモ科	カエデトコロ	<i>Discorea quinqueloba</i>	多年草	7~10月	本(中部地方以西)、四、九、沖	山地	2013年7月3日	
ユキクサ科	ヤマアジサイ	<i>Hydrangea serrata</i>	落葉低木	6~7月	本(福島以西)、四、九	山地、沢	2013年7月3日	
ユリ科	ウハユリ	<i>Cardiocrinum cordatum</i>	多年草	7~8月	本(東北南部以南)	藪、林	2013年7月3日	
ユリ科	オオナルコユリ	<i>Polygonatum macranthum</i>	多年草	5~7月	北、本、四、九	山地	2013年7月3日	
ユリ科	コハキボウシ	<i>Hosta albo-marginata</i>	多年草	6~8月	北、本、四、九	湿地、草地	2013年7月3日	
ユリ科	シロハナエンレイソウ	<i>Trillium tschonoskii</i>	多年草	4~6月	北、本、四、九	山林	2013年5月17日	別名:ミヤマエンレイソウ
ユリ科	チゴユリ	<i>Disporum similiacinum</i>	多年草	4~5月	北、本、四、九	山地、丘陵	2013年5月17日	
ユリ科	ハルアユキザサ	<i>Smilacina robusta</i>	多年草	5~7月	本(関東~中部)	山地	2013年7月3日	
ユリ科	ヤブカンゾウ	<i>Hemerocallis fulva form. kwanso</i>	多年草	7~8月	北、本、四、九	道端、土手	2013年7月3日	
ユリ科	ユキザサ	<i>Smilacina japonica</i>	多年草	5~7月	北海道、本州、四国、九州	山地、森	2013年5月17日	
CN 第二驚益ヒルズ下湿地帯								
科名	種名	学名	生活型	花期	分布	生育地	確認日	備考・特徴
カバノキ科	ハソノキ	<i>Alnus japonica</i>	落葉高木	12~2月	日本各地	山野、湿地、沼	2013年7月3日	
カヤツリグサ科	アブラガヤ	<i>Scirpus wichurae</i>	多年草	7~10月	北、本、四、九	湿地	2013年7月3日	
キク科	アメリカセンダングサ	<i>Carex curvicolis</i>	多年草	4~6月	北、本、九	山地	2013年7月3日	
キク科	オタカラコウ	<i>Bidens frondosa</i>	一年草	9~10月	日本各地	水田	2013年7月3日	国・要注意外来種
キク科	タマアザミ	<i>Ligularia fischeri</i>	多年草	8~10月	本(福島以南)、四、九	湿地	2013年7月3日	
キク科	ハルシオン	<i>Chrysom nipponicum var. incomptum</i>	多年草	9~11月	本(関東)	山地	2013年7月3日	別名:トキアザミ
キンポウゲ科	ヤマオダマキ	<i>Erigeron philadelphicus</i>	多年草	4~5月	日本各地	道端	2013年7月3日	国・要注意外来種、日本の優勢的外来種ワースト100(日本生態学会)
シソ科	アキノタムラソウ	<i>Aquilegia buergeriana</i>	多年草	6~8月	北、本、四、九	深山	2013年7月3日	
シソ科	テンニンソウ	<i>Salvia japonica</i>	多年草	7~11月	本、四、九	山地	2013年7月3日	
タデ科	イタドリ	<i>Leucoscepttrum japonicum</i>	多年草	8~10月	北、本、四、九	山地	2013年7月3日	
タデ科	ミソソバ	<i>Reynoutria japonica</i>	多年草	7~11月	北、本、四、九	山地	2013年7月3日	
ツリフネソウ科	ツリフネソウ	<i>Polygonum thunbergii</i>	一年草	7~9月	日本各地	湿地	2013年7月3日	
バラ科	ズミ	<i>Malus torii</i>	落葉小高木	4~6月	北、本、四、九	山地、荒れ地、湿地	2013年7月3日	
ユキノシタ科	オオクサシ	<i>Rosa multiflora</i>	落葉つる性低木	5~6月	北、本、四、九	林、河原	2013年7月3日	
ユキノシタ科	オオクサシ	<i>Astilbe microphylla</i>	多年草	7~8月	本、四、九	湿原、林縁、草原	2013年7月3日	

表 3. (続) 西榛名地域で確認された植物リスト

CN 夢の花園前						
科名	種名	学名	花期	分布	生育地	確認日
キク科	アキタブキ	<i>Petasites japonicus</i> var. <i>giganteus</i>	4~5月	北、本(北郡)	草地、森林、湿地	2013年6月14日
キク科	ニガナ	<i>Ixeris dentata</i>	5~7月	日本各地	山野、野原、道端	2013年6月14日
CN 夢の花園入口						
科名	種名	学名	花期	分布	生育地	確認日
イネ科	チヂミザサ	<i>Oplismenus undulatifolius</i>	8~10月	日本各地	山地、野原、道端	2013年9月20日
イネ科	ヒロハヌマガヤ	<i>Diarrhena fauriei</i>	8~9月	本(長野、群馬)	山地	2013年9月20日
キク科	アキノキリンソウ	<i>Solidago virga-aurea</i>	8~11月	北、本、四、九	山地	2013年9月20日
キク科	ノコンク	<i>Aster ageratoides</i> ssp. <i>Ovatus</i>	8~11月	本、四、九	林縁	2013年9月20日
キク科	ノブキ	<i>Adenocaulon himalaicum</i>	8~11月	北、本、四	低山	2013年9月20日
キク科	ヤクシソウ	<i>Youngia denticulata</i>	一、二年草	日本各地	低山	2013年9月20日
サトイモ科	マムシグサ	<i>Arisaema serratum</i>	4~5月	日本各地	森	2013年9月20日
シソ科	キハチアキギリ	<i>Salvia glabrescens</i>	8~10月	本、四、九	山地	2013年9月20日
セリ科	アマノウ	<i>Angelica edulis</i>	7~8月	北、本	山野	2013年9月20日
分節科	ハナタデ	<i>Polygonum caespitosum</i> var. <i>laxiflorum</i>	8~11月	日本各地	山林	2013年9月20日
分節科	ミノソバ	<i>Polygonum thunbergii</i>	8~10月	北、本、四、九	小川、湖岸	2013年9月20日
ツリフネソウ科	ツリフネソウ	<i>Impatiens textori</i>	7~9月	日本各地	湿地	2013年9月20日
ナデシコ科	フシグロセンノウ	<i>Lychnis miqueliana</i>	7~10月	本、四、九	山地	2013年9月20日
ハナ科	タイコンソウ	<i>Geum japonicum</i>	7~8月	北、本、四、九	山地、丘陵	2013年9月20日
マメ科	ケヤフハギ	<i>Desmodium podocarpum</i> subsp. <i>fallax</i>	7~8月	本、四、九	草地、道端	2013年9月20日
ユリ科	ウハユリ	<i>Cardiocrinum cordatum</i>	7~8月	本(雪域、石川県以西)、四、九	山地	2013年9月20日
CN 夢の花園						
科名	種名	学名	花期	分布	生育地	確認日
イネ科	ヒロハヌマガヤ	<i>Diarrhena fauriei</i>	8~9月	本(長野、群馬)	山地	2013年5月12日
ムラサキ科	ツルカメハソウ	<i>Trigonotis icumae</i>	5~6月	本(中部地方以北)	山地	2013年5月12日
CN 一ノカ原湯場						
科名	種名	学名	花期	分布	生育地	確認日
クワ科	カラハハソウ	<i>Humulus lupulus</i> var. <i>cordifolius</i>	8~9月	北、本(中部地方以北)	山地	2013年5月17日
ハナ科	ヤマブキ	<i>Kerria japonica</i>	4~5月	北、本、四、九	山林	2013年5月17日
CN 新松台						
科名	種名	学名	花期	分布	生育地	確認日
イネ科	アジホリ	<i>Microstegium vimineum</i> var. <i>polystachyum</i>	9~10月	日本各地	湿地	2013年9月20日
イネ科	ヒロハヌマガヤ	<i>Diarrhena fauriei</i>	8~9月	本(長野、群馬)	山地	2013年9月20日
イネ科	ヒロハノハチマギヤ	<i>Orthorhaphium coreanum</i> var. <i>kengii</i>	8~10月	本、四、九	山地、草原	2013年9月20日

表 3. (続) 西榛名地域で確認された植物リスト

科名	種名	学名	生活型	花期	分布	生育地	確認日	備考・特記
ウコギ科	トチハニンジン	<i>Panax japonicus</i>	多年草	6~7月	北、本、四、九	山地	2018年9月20日	
オミナエシ科	オミナエシ	<i>Patrinia villosa</i>	一年草	8~10月	北、本、四、九	草原、道端	2018年9月20日	
キク科	オナモミ	<i>Xanthium strumarium</i>	一年草	8~10月	日本各地	道端、荒地	2018年9月20日	国・絶滅危惧Ⅱ類(VU)
キク科	シラヤマギク	<i>Aster scaber</i>	多年草	8~10月	北、本、四、九	山地、丘陵	2018年9月20日	
キク科	シロヨメナ	<i>Aster leiophyllus</i>	多年草	9~11月	本、四、九	山地、林、河原	2018年9月20日	
キク科	セイタカトウモロコシ	<i>Saussurea tanakae</i>	多年草	9~10月	本(岡山以南)	山地	2018年9月20日	
キク科	コノギク	<i>Aster ageratoides var. ovatus</i>	多年草	7~11月	北、本、四、九	山地	2018年9月20日	
キク科	ノハラアザミ	<i>Cirsium tanakae</i>	多年草	8~10月	本州	野原	2018年9月20日	
キク科	ノブキ	<i>Adenocaulon himalaicum</i>	多年草	8~10月	北、本、四	林縁	2018年9月20日	
キク科	ヤマニガナ	<i>Lactuca raddeana var. elata</i>	一年草	8~9月	北、本、四、九	山地	2018年9月20日	
キク科	ユウガギク	<i>Kalimeris pinnatifida</i>	多年草	7~10月	本(東北、関東、中部)	草地	2018年9月20日	
キンポウゲ科	アスマレイジンソウ	<i>Aconitum pterocaulum</i>	多年草	8~10月	本(東北、関東、中部)	山地	2018年9月20日	
キンポウゲ科	キンポウゲ	<i>Aquilegia buergeriana</i>	多年草	6~8月	北、本、四、九	山地、森林、林縁	2018年9月20日	
クワ科	カナムグラ	<i>Humulus japonicus</i>	一年草	7~10月	北、本、四、九	里山、藪	2018年9月20日	
クワ科	ナガミソノリキケマン	<i>Corydalis ochotensis var. raddeana</i>	二年草	8~10月	北、本、九	草原	2018年9月20日	国・準絶滅危惧(NP)、群馬県・準絶滅危惧
サトイモ科	マムシグサ	<i>Arisaema serratum</i>	多年草	4~5月	日本各地	森	2018年9月20日	
シソ科	アキノタムラソウ	<i>Salvia japonica</i>	多年草	7~11月	本、四、九	山地	2018年9月20日	
シソ科	イヌトウバナ	<i>Clinopodium micranthum</i>	多年草	8~10月	北、本、四、九	山地	2018年9月20日	
シソ科	キハナアキギリ	<i>Salvia glandulosa</i>	多年草	8~10月	本、四、九	山地	2018年9月20日	
セリ科	アマニユ	<i>Angelica edulis</i>	多年草	7~8月	北、本	山野	2018年9月20日	
セリ科	シラネセンキュウ	<i>Angelica polymorpha</i>	多年草	9~11月	本、四、九	山地	2018年9月20日	
セリ科	フクリシズカ	<i>Chloranthus serratus</i>	多年草	4~6月	北、本、四、九	山林	2018年9月20日	
タデ科	イヌタデ	<i>Polygonum longisetum</i>	一年草	6~11月	日本全土	道端、草地	2018年9月20日	
タデ科	ハナタデ	<i>Polygonum caespitosum var. laxiflorum</i>	一年草	8~10月	日本各地	山野	2018年9月20日	
ハエドクソウ科	ハエドクソウ	<i>Phytolacca leptostachya varasiatica</i>	多年草	7~8月	北、本、四、九	山地	2018年9月20日	
ハハコ科	ダクソウ	<i>Geum japonicum</i>	多年草	7~8月	北、本、四、九	山地、丘陵	2018年9月20日	
ハハコ科	ヒメキンミズヒキ	<i>Agrimonia nipponica</i>	多年草	7~9月	北、本、四、九	田畑、山地、河原	2018年9月20日	
マメ科	ケヤクハギ	<i>Desmodium podocarpum subsp. fallax</i>	多年草	7~8月	本、四、九	草地、道端	2018年9月20日	
ユリ科	ウハユリ	<i>Cardiocrinum cordatum</i>	多年草	7~8月	本(雪域、石川県以西)、四、九	山地	2018年9月20日	
ユリ科	シオデ	<i>Smilax riparia var. ussuriensis</i>	多年草	7~8月	北、本、四、九	山野	2018年9月20日	
ユリ科	シユロソウ	<i>Veratrum nigrum</i>	多年草	7~8月	北、中部以北	山地	2018年9月20日	

CN 七曲川		種名	学名	生活型	花期	分布	生育地	確認日	備考・特記
オオハコ科	イヌアフリ	<i>Veronica polita var. ilachia</i>	越年草	3~5月	本、四、九、沖	道端	2018年4月27日	2018年4月27日	国・絶滅危惧Ⅱ類(VU)
キク科	オオボタウサ	<i>Ambrosia trifida</i>	一年草	8~9月	北、本、四、九	河川敷	2018年4月27日	2018年4月27日	国・要注意外来種、日本の侵略的外来種ワースト100(日本生態学会)
ゴマノハグサ科	オオオノノアフリ	<i>Veronica persica</i>	越年草	3~5月	日本各地	道端	2018年4月27日	2018年4月27日	外来種
ハハコ科	オオボタウサ	<i>Prunus apetala</i>	落葉低木	3~4月	本、九	山地	2018年4月27日	2018年4月27日	国・絶滅危惧ⅡB類(EN)、群馬県・絶滅危惧Ⅱ類
ムラサキ科	ソノカマハソウ	<i>Trigonotis icuimae</i>	多年草	5~6月	本(中部地方以北)	山地	2018年4月27日	2018年4月27日	
ユリ科	ユキザサ	<i>Smilacina japonica</i>	多年草	5~7月	北、本、四、九	山地、森	2018年4月27日	2018年4月27日	

表 3. (続) 西榛名地域で確認された植物リスト

ON 七曲川右岸上流						
科名	種名	学名	生活型	花期	分布	生育地
キン科	ムラサキケマン	<i>Corydalis incisa</i>	根年草	4~6月	日本各地	山野
スミレ科	アカネスミレ	<i>Viola phaleocarpa</i>	多年草	4~6月	北、本、四、九	山地
スミレ科	オカネスミレ	<i>Viola phaleocarpa</i> Maxim. f. <i>glaberrima</i> (W.Becker) F.Maek.	多年草	4~5月	北、本、四、九	山地、林、道端
ニレ科	ハルニレ	<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	落葉高木	3~4月	北、本	山地
バラ科	チヨウジザクラ	<i>Prunus apetala</i>	落葉低木	3~4月	本、九	山地
ON 道踏脇						
科名	種名	学名	生活型	花期	分布	生育地
アカネ科	ヘクソカズラ	<i>Paederia scandens</i>	つる性多年草	7~9月	日本各地	林縁、藪
イネ科	ウンノケウサ	<i>Festuca ovina</i>	多年草	5~6月	北、本(中部以北)	山地、海岸、高山
イネ科	チヂミザサ	<i>Opismenus undulatifolius</i>	多年草	8~10月	日本各地	山地、野原、道端
ウコギ科	タラノキ	<i>Aralia elata</i>	落葉低木	8~9月	日本各地	山林
カタハミ科	カタハミ	<i>Oxalis corniculata</i>	多年草	4~10月	日本各地	田畑
キク科	アキノナシ	<i>Lactuca indica</i> var. <i>laciniata</i>	一、二年草	8~12月	日本各地	田畑、空き地、道端
キク科	コウソリナ	<i>Pteris hieracifolia</i> var. <i>glawrescens</i>	多年草	5~10月	北、本、四、九	山野
キク科	セイヨウタンポポ	<i>Taraxacum officinale</i>	多年草	3~6月	日本各地	荒地、道端、田畑、
キク科	タイアザミ	<i>Cirsium nipponicum</i> var. <i>incomptum</i>	多年草	9~11月	本(関東)	山地
キク科	ヒメジョオン	<i>Erigeron annuus</i>	一年草	5~8月	日本各地	山地
キク科	ヤマニガナ	<i>Lactuca raddeana</i> var. <i>eleita</i>	一年草	8~9月	北、本、四、九	山地
キク科	ヨモギ	<i>Artemisia princeps</i>	多年草	9~10月	日本各地	山野、道端
キンポウゲ科	ケキツキノボタン	<i>Ranunculus cantoniensis</i>	多年草	3~7月	本、四、九、沖	野原、河原、草地、
クワ科	コウゾ	<i>Broussonetia kazinoki</i>	落葉高木	4~5月	本、四、九、沖	山地
クワ科	カナムグラ	<i>Humulus japonicus</i>	一年草	7~10月	北、本、四、九	山地
ケシ科	タケニガサ	<i>Macleaya cordata</i>	多年草	7~8月	本、四、九	山地
スミレ科	タチツボスミレ	<i>Viola gyroceras</i>	多年草	3~5月	日本各地	野原、山林
タデ科	ナガバギンギン	<i>Rumex crispus</i>	多年草	6~8月	日本各地	荒地、道端
ツユクサ科	ツユクサ	<i>Commelina communis</i>	一年草	6~9月	日本各地	田畑、道端
バラ科	ミツモトノウ	<i>Potentilla cryptotaeniata</i>	多年草	7~9月	北、本、四、九	山地、谷治い、草地
フウロソウ科	モミジイロコ	<i>Rubus palmatus</i> var. <i>coptophyllus</i>	落葉低木	4~5月	北、本(中部地方以北)	山地、荒地、道端
フウロソウ科	ゲンノシヨウコ	<i>Geranium thunbergii</i>	多年草	7~10月	北、本、四、九	山野
フナ科	クヌギ	<i>Quercus acutissima</i>	落葉高木	4~5月	本(岩手、山形県以南)、四、九、沖	山地、里山
マメ科	ムラサキツメクサ	<i>Trifolium pratense</i>	多年草	5~10月	日本各地	田畑、河原、草地、市
マメ科	メトハギ	<i>Lespedeza cuneata</i>	多年草	8~10月	日本各地	草地、道端
マメ科	ヤブハギ	<i>Desmodium podocarpum</i> ssp. <i>oxyphyllum</i> var. <i>mandshuricum</i>	多年草	8~9月	北、本、四、九	山地、林縁、湿地
ミカン科	イヌナシヨウ	<i>Fagra manshurica</i>	落葉低木	7~8月	本、四、九	山林、道端
ユリ科	チヨウユリ	<i>Disporum smlacinum</i>	多年草	7~8月	北、本、四、九	山地、丘陵
ユリ科	ヤブカンゾウ	<i>Hemerocallis fulva</i> form. <i>kwanso</i>	多年草	7~8月	本、四、九、沖	野原、藪、林縁
ユリ科	ヤマガサユウ	<i>Smilax sieboldii</i>	落葉つる性木	5~6月	本、四、九	山地、林縁

表 3. (続) 西榛名地域で確認された植物リスト

科名	科名	学名	生原型	花期	分布	生育地	確認日	備考・特徴
オモダマ科	オモダマ	<i>Hypericum laxum</i>	一年草	7~8月	日本各地	湿地	2013年9月20日	
オモダマ科	オモダマ	<i>Sagittaria trifolia</i>	多年草	8~10月	日本全土	水田、浅い池	2013年9月20日	
オモダマ科	オモダマ	<i>Alisma plantago-aquarica L. var. orientale Samuels.</i>	多年草	8~10月	北、本(中部以北)	水田	2013年9月20日	群馬県・絶滅危惧 I B 類
オモダマ科	オモダマ	<i>Sagittaria trifolia f. longiloba</i>	多年草	8~10月	日本各地	水田、湿地	2013年9月20日	
カヤツリグサ科	ウシカグ	<i>Cyperus orthostachyus</i>	一年草	8~10月	北、本、四、九	水田、湿地	2013年9月20日	
カヤツリグサ科	タマヤツリ	<i>Cyperus difformis</i>	一年草	8~10月	日本各地	湿地	2013年9月20日	
カヤツリグサ科	ヒトリコ	<i>Fimbristylis miliacea</i>	一年草	8~11月	本、四、九	耕地	2013年9月20日	
カヤツリグサ科	アメリカセンダングサ	<i>Bidens frondosa</i>	一年草	9~10月	日本各地	水田の畔、田畑	2013年9月20日	国・要注意外来種
キク科	コマナモミ	<i>Sigesbeckia glabrescens</i>	一年草	9~10月	北、本、四、九	山野	2013年9月20日	
キク科	タウコキ	<i>Bidens tripartita</i>	一年草	8~10月	日本各地	湿地	2013年9月20日	
キク科	タカサブロウ	<i>Eclipta prostrata</i>	一年草	7~9月	本、四、九、沖	水田、湿地	2013年9月20日	
コマノハグサ科	アゼトウガラシ	<i>Lindernia micrantha</i>	一年草	8~10月	北、本、四、九	水田	2013年9月20日	農薬使用の少ない水田に生育
シソ科	ヒメサルダヒコ	<i>Lycopus ramosissimus</i>	多年草	8~10月	北、本、四、九	湿地	2013年9月20日	
シヤンクモ科	シヤンクモ	<i>Chara braunii</i>	多年草	8~9月	日本各地	池沼	2013年9月20日	
タデ科	アキノウナギツガミ	<i>Persicaria sieboldii</i>	一年草	7~10月	北、本、四、九	湿地	2013年9月20日	
タデ科	イヌタデ	<i>Persicaria longisetata</i>	一年草	6~10月	日本全土	原野、放棄地	2013年9月20日	外来種
タデ科	ミノソバ	<i>Persicaria thunbergii</i>	一年草	8~10月	北、本、四、九	小川、湖岸	2013年9月20日	
ツユクサ科	イボクサ	<i>Murdannia keiskei</i>	一年草	8~10月	本、四、九、沖	湿地	2013年9月20日	
ミズアオイ科	コナギ	<i>Monochoria vaginalis var. plantaginea</i>	一年草	7~10月	日本各地	水田	2013年9月20日	農薬使用の少ない水田に生育

科名	科名	学名	生原型	花期	分布	生育地	確認日	備考・特徴
アサ科	コナムグサ	<i>Humulus japonicus</i>	一年草	7~10月	北、本、四、九	里山、藪	2013年9月20日	
イネ科	コフナグサ	<i>Arthraxon hispidus</i>	一年草	9~11月	日本各地	田畑、水田、湿地	2013年9月20日	
イネ科	ヌカキヒ	<i>Panicum bisulcatum</i>	一年草	7~10月	日本各地	野原、空き地	2013年9月20日	
イラクサ科	クサコアカソ	<i>Boehmeria gracilis</i>	多年草	7~9月	本、四、九	山野	2013年9月20日	
オモダマ科	オトコエシ	<i>Patrinia villosa</i>	多年草	8~10月	本、本、四、九	草原、道端	2013年9月20日	
カヤツリグサ科	ヒメマツカサスキ	<i>Scirpus kanizawensis</i>	多年草	8~10月	本(群馬、長野、山梨)	湿原、湿地	2013年9月20日	国・絶滅危惧 II 類(VU)、群馬県・絶滅危惧 I B 類
キク科	アメリカセンダングサ	<i>Bidens frondosa</i>	一年草	9~10月	日本各地	水田	2013年9月20日	国・要注意外来種
キク科	ノハラアザミ	<i>Cirsium oligophyllum</i>	一、二年草	8~10月	本州	野原	2013年9月20日	
キク科	ヤクシソウ	<i>Youngia denticulata</i>	多年草	8~11月	日本全土	低山	2013年9月20日	
キク科	ユウガキク	<i>Kalimeris pinnatifida</i>	多年草	7~10月	本(東北、関東、中部)	草地	2013年9月20日	
クワ科	カシノキ	<i>Broussonetia papyrifera</i>	落葉高木	5~6月	本(東北、関東、中部)	山地	2013年9月20日	
クワ科	ナラハナソウ	<i>Humulus lupulus var. cordifolius</i>	多年草	8~9月	北、本(中部地方以北)	山地	2013年9月20日	
ケシ科	ナガミツルキケマン	<i>Corydalis raddeana</i>	二年草	8~10月	北、本、九	草原	2013年9月20日	国・準絶滅危惧(NT)、群馬県・準絶滅危惧
シソ科	アキノタムラソウ	<i>Salvia japonica</i>	多年草	7~11月	本、四、九	山地	2013年9月20日	
シソ科	イヌトウバナ	<i>Clinopodium micranthum</i>	多年草	8~11月	北、本、四、九	山地	2013年9月20日	
シソ科	ヒメジソ	<i>Mosla dianthera</i>	一年草	9~11月	北、本、四、九	林縁、道端	2013年9月20日	
セリ科	シラネセンキュウ	<i>Angelica polymorpha</i>	多年草	9~11月	本、四、九	山地	2013年9月20日	
タデ科	アキノウナギツガミ	<i>Persicaria sieboldii</i>	一年草	7~10月	北、本、四、九	湿地	2013年9月20日	
タデ科	ミノソバ	<i>Persicaria thunbergii</i>	一年草	8~10月	北、本、四、九	小川、湖岸	2013年9月20日	
ツリフネソウ科	ツリフネソウ	<i>Impatiens textori</i>	一年草	7~9月	日本各地	湿地	2013年9月20日	
バラ科	ダイコンソウ	<i>Geum japonicum</i>	多年草	7~8月	北、本、四、九	山地、丘陵	2013年9月20日	
マタタビ科	マタタビ	<i>Actinidia polygama</i>	落葉藤本	6~7月	北、本、四、九	山地、林縁	2013年9月20日	
ユリ科	コナギホソウ	<i>Hosta sieboldii f. lancifolia</i>	多年草	7~8月	北、本、四、九	湿地	2013年9月20日	

表 3. (続) 西榛名地域で確認された植物リスト

CN 2番目のため池						
科名	種名	学名	花期	分布	生育地	確認日
オモダカ科	サシオモダカ	<i>Alisma plantago-aquatica</i> L. var. <i>orientale</i> Samuels.	6~10月	北、本(中部以北)	水田	2013年9月20日
ジャコウモ科	シャジクモ	<i>Chara braunii</i>	8~9月	日本各地	池沼	2013年9月20日
フウロソウ科	ケンシヨウコ	<i>Geranium thunbergii</i>	7~10月	北、本、四、九	山野	2013年9月20日
CN 2番目のため池脇の斜面						
科名	種名	学名	花期	分布	生育地	確認日
イネ科	ヤマアワ	<i>Calamagrostis epigeios</i>	6~9月	北、本、四、九	山地、草地、湿地	2013年9月20日
イラクサ科	アカン	<i>Boehmeria sylvestris</i>	7~9月	北、本、四、九	山地、草原	2013年9月20日
イラクサ科	クサコアカソ	<i>Boehmeria gracilis</i>	7~9月	本、四、九	山野	2013年9月20日
イラクサ科	ウハミソウ	<i>Elatostema umbellatum</i> var. <i>majus</i>	4~9月	北、本、四、九	山地	2013年9月20日
ウコキ科	タラシキ	<i>Aralia elata</i>	8~9月	日本各地	山林	2013年9月20日
カヤツリグサ科	ウシクグ	<i>Cyperus orthostachyus</i>	8~10月	北、本、四、九	水田、湿地	2013年9月20日
キク科	アメリカセンダングサ	<i>Bidens frondosa</i>	9~10月	日本各地	水田	2013年9月20日
キク科	ハラアザミ	<i>Cirsium oligophyllum</i>	8~10月	本州	野原	2013年9月20日
キク科	ヤクシソウ	<i>Youngia denticulata</i>	8~11月	日本全土	低山	2013年9月20日
キク科	ユウガキク	<i>Kalimeris pinnatifida</i>	7~10月	本(東北、関東、中部)	草地	2013年9月20日
セリ科	シラネセンキュウ	<i>Angelica polymorpha</i>	9~11月	本、四、九	山地	2013年9月20日
タデ科	アキノウチキツカミ	<i>Persicaria sieboldii</i>	7~10月	北、本、四、九	湿地	2013年9月20日
タデ科	ハナタデ	<i>Polygonum caespitosum</i> var. <i>laxiflorum</i>	8~10月	日本各地	山野	2013年9月20日
タデ科	ミノソバ	<i>Persicaria thunbergii</i>	8~10月	北、本、四、九	小川、湖畔	2013年9月20日
ツリフネソウ科	ツリフネソウ	<i>Impatiens textori</i>	7~9月	日本各地	湿地	2013年9月20日
ホシクサ科	イトイヌヒゲ	<i>Eriocaulon decemflorum</i>	8~9月	北、本、四、九	山地	2013年9月20日
マメ科	ケヤフハギ	<i>Desmodium podocarpum</i> subsp. <i>fallax</i>	7~8月	本、四、九	草地、道端	2013年9月20日
ユキノシタ科	チダケサシ	<i>Astilbe microphylla</i>	7~8月	本、四、九	湿地、林縁、草原	2013年9月20日
ユリ科	コバギボウシ	<i>Hosta sieboldii</i> f. <i>lancofolia</i>	7~8月	北、本、四、九	湿地	2013年9月20日
CN 3番目のため池						
科名	種名	学名	花期	分布	生育地	確認日
イネ科	コフナグサ	<i>Arthraxon hispidus</i>	9~11月	日本各地	田畑、水田、湿地	2013年9月20日
オモダカ科	サシオモダカ	<i>Alisma plantago-aquatica</i> L. var. <i>orientale</i> Samuels.	6~10月	北、本(中部以北)	水田	2013年9月20日
カヤツリグサ科	アブラガヤ	<i>Scirpus wichurae</i>	7~10月	北、本、四、九	湿地	2013年9月20日
カヤツリグサ科	ヒヅリコ	<i>Fimbristylis nilivaca</i>	8~11月	本、四、九	耕地	2013年9月20日
シソ科	ハンカ	<i>Merittha arvensis</i> L. var. <i>piberascens</i> Maliniv	8月~10月	北、本、四、九	湿地、水田	2013年9月20日
ホシクサ科	イトイヌヒゲ	<i>Eriocaulon decemflorum</i>	8~9月	北、本、四、九	山地	2013年9月20日
CN 3番目のため池わきの斜面						
科名	種名	学名	花期	分布	生育地	確認日
キキョウ科	ツリフネニンジシ	<i>Adenophora triphylla</i> var. <i>japonica</i>	8~10月	日本各地	山野	2013年9月20日
キク科	ニガナ	<i>Ilexis dentata</i>	5~7月	日本各地	山野、野原、道端	2013年9月20日
キク科	ノコンギク	<i>Aster ageratoides</i> var. <i>ovatus</i>	7~11月	北、本、四、九	山地	2013年9月20日
キク科	ハラアザミ	<i>Cirsium oligophyllum</i>	8~10月	本州	野原	2013年9月20日
キク科	ヤクシソウ	<i>Youngia denticulata</i>	8~11月	日本全土	低山	2013年9月20日
キク科	ユウガキク	<i>Kalimeris pinnatifida</i>	7~10月	本(東北、関東、中部)	草地	2013年9月20日

表 3. (続) 西榛名地域で確認された植物リスト

科名	種名	学名	生活型	花期	分布	生育地	確認日	備考・特徴
タケニグサ科	タケニグサ	<i>Macleya cordata</i>	多年草	7~8月	本、四、九	山地	2013年9月20日	
ツリフネソウ科	ツリフネソウ	<i>Imatiensia textori</i>	一年草	7~9月	日本各地	湿地	2013年9月20日	
トウダイグサ科	トウダイグサ	<i>Euphorbia helioscopia</i>	二年草	4~6月	本、四、九、沖	田畑、荒地	2013年9月20日	
ハナダ科	ハナダ	<i>Sanguisorba officinalis</i>	多年草	8~10月	北、本、四、九	山野	2013年9月20日	
フウロソウ科	ゲンノシヨウコ	<i>Geranium thunbergii</i>	多年草	7~10月	北、本、四、九	山野	2013年9月20日	
マダ科	ナンテンハギ	<i>Vicia unijuga</i>	多年草	6~10月	北、本、四、九	山地、草地	2013年9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
イバラモ科	イトドリガモ	<i>Najas japonica</i>	一年草	6~9月	日本各地	ため池、水田、水路	2013年9月20日	国・準絶滅危惧ⅠA類
オモダ科	オモダカ	<i>Sagittaria trifolia</i>	多年草	8~10月	日本全土	水田、浅い池	2013年9月20日	
シヤクモ科	シヤクモ	<i>Chara braunii</i>	多年草	8~9月	日本各地	池沼	2013年9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
イネ科	キヌユウスズメヒエ	<i>Paspalum distichum</i>	多年草	7~9月	本(関東以南)南、四、九	生育地	2013年9月20日	国・要注意外来種
カヤツリグサ科	コマツカサススキ	<i>Scirpus furenoioides</i>	多年草	8~10月	本、四、九	湿原、湿地	2013年9月20日	群馬県・絶滅危惧ⅠB類
カヤツリグサ科	タマガヤツリ	<i>Oyperus difformis</i>	一年草	8~10月	日本各地	湿地	2013年9月20日	
キク科	アメリカセンダングサ	<i>Bidens frondosa</i>	一年草	9~10月	日本各地	水田	2013年9月20日	国・要注意外来種
キク科	タウコギ	<i>Bidens tripartita</i>	一年草	8~10月	日本各地	湿地	2013年9月20日	
シソ科	ヒメシソ	<i>Mesla dianthera</i>	1年草	9~10月	北、本、四、九	林縁、道端	2013年9月20日	
セリ科	チドメグサ	<i>Hydrocotyle sibthorpioides</i>	多年草	6~10月	本、四、九、沖	道端	2013年9月20日	
タデ科	アキノウナギソウ	<i>Persicaria sieboldii</i>	一年草	7~10月	北、本、四、九	湿地	2013年9月20日	
タデ科	イズタデ	<i>Persicaria longiset</i>	一年草	6~10月	日本全土	原野、放棄地	2013年9月20日	
タデ科	ハナタデ	<i>Polygonum caespitosum var. laxiflorum</i>	一年草	8~10月	日本各地	山野	2013年9月20日	
タデ科	ミノソバ	<i>Persicaria thunbergii</i>	一年草	8~10月	北、本、四、九	小川、湖岸	2013年9月20日	
タデ科	ヤナギタデ	<i>Persicaria hydropiper</i>	一年草	9~10月	日本各地	湿地、水辺	2013年9月20日	
ツユクサ科	イボクサ	<i>Murdannia keiskei</i>	一年草	8~10月	本、四、九、沖	湿地、水辺	2013年9月20日	
フウロソウ科	ゲンシヨウコ	<i>Geranium thunbergii</i>	多年草	7~10月	北、本、四、九	山野	2013年9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	チウジタデ	<i>Ludwigia epilobioides</i>	一年草	8~10月	日本各地	水田、湿池、休耕田	2013年9月20日	
イバラモ科	イトドリガモ	<i>Najas japonica</i>	一年草	6~9月	日本各地	ため池、水田、水路	2013年9月20日	国・準絶滅危惧ⅠA類
オモダ科	サツオモダカ	<i>Alisma plantago-aquarica L. var. orientale Samuels.</i>	多年草	6~10月	北、本(中部以北)	水田	2013年9月20日	群馬県・絶滅危惧ⅠB類
ガマ科	ガマ	<i>Typha latifolia</i>	多年草	6~8月	日本全土	池沼	2013年9月20日	
カヤツリグサ科	ウシクグ	<i>Oyperus orthostachyus</i>	一年草	8~10月	北、本、四、九	水田、湿地	2013年9月20日	
カヤツリグサ科	エマツカサススキ	<i>Scirpus karuzawensis</i>	多年草	8~10月	本(群馬、長野、山梨)	湿原、湿地	2013年9月20日	国・絶滅危惧Ⅱ類(VU)、群馬県・絶滅危惧ⅠB類
キク科	アメリカセンダングサ	<i>Bidens frondosa</i>	一年草	9~10月	日本各地	水田	2013年9月20日	国・要注意外来種
シソ科	ヒメシソ	<i>Lycopus maackianus</i>	多年草	8~10月	北、本、四、九	放棄水田、湿地	2013年9月20日	
シヤクモ科	シヤクモ	<i>Chara braunii</i>	多年草	8~9月	日本各地	池沼	2013年9月20日	
タデ科	ハナタデ	<i>Polygonum caespitosum var. laxiflorum</i>	一年草	8~10月	日本各地	山野	2013年9月20日	
タデ科	ミノソバ	<i>Persicaria thunbergii</i>	一年草	8~10月	北、本、四、九	小川、湖岸	2013年9月20日	
ホシクサ科	イトイヌノヒゲ	<i>Enocaulon decemflorum</i>	一年草	8~9月	北、本、四、九	山地	2013年9月20日	
ホシクサ科	クロイヌノヒゲ	<i>Ericaulon atrum</i>	一年草	7~9月	北、本、四、九	水田、湿地	2013年9月20日	国・準絶滅危惧ⅠA類
ミスズ科	ミスズ	<i>Isoetes japonica</i>	多年草	6~9月	北、本、四、九	池沼、泥地	2013年9月20日	国・準絶滅危惧ⅠA類

表 3. (続) 西榛名地域で確認された植物リスト

CN 6番目のため地		学名	花期	分布	生育地	確認日	備考・特記
科名	種名						
イネ科	イネカキビ	<i>Panicum bisulcatum</i>	7~10月	日本各地	野原、空き地	2013年9月20日	
カヤツリグサ科	コマツガサススキ	<i>Scirpus furenoides</i>	8~10月	本、四、九	湿原、湿地	2013年9月20日	群馬県・絶滅危惧 I B類
カヤツリグサ科	ヒメコマツガサススキ	<i>Scirpus karuzawensis</i>	8~10月	本(群馬、長野、山梨)	湿原、湿地	2013年9月20日	国・絶滅危惧 II 類 (VU)、群馬県・絶滅危惧 I B類
ツクシ科	イボクサ	<i>Murdannia keiskei</i>	8~10月	本、四、九、沖	湿地	2013年9月20日	
CN 6番目のため地わきの斜面							
科名	種名	学名	花期	分布	生育地	確認日	備考・特記
キク科	シトキヤマアザミ	<i>Cirsium shidokimontanum</i>	10月	本(福島、栃木、群馬、山梨、長野)	山野、林縁、湿地	2013年9月20日	2008年に群馬県初記録、群馬県・絶滅危惧 II 類
キンポウゲ科	ナガミツルキケマン	<i>Corydalis raddeana</i>	8~10月	本、四、九	草原	2013年9月20日	国・準絶滅危惧 (NT)、群馬県・準絶滅危惧
シソ科	イストウバタ	<i>Clinopodium micranthum</i>	8~10月	北、本、四、九	山地	2013年9月20日	
タデ科	アキノナナギツタミ	<i>Persicaria sieboldii</i>	7~10月	北、本、四、九	湿地	2013年9月20日	
タデ科	ミノソバ	<i>Persicaria thunbergii</i>	8~10月	北、本、四、九	小川、湖畔	2013年9月20日	
ツリフネソウ科	ツリフネソウ	<i>Impatiens textori</i>	7~9月	日本各地	湿地	2013年9月20日	
フクロソウ科	ゲンシソウ	<i>Geranium thunbergii</i>	7~10月	北、本、四、九	山野	2013年9月20日	
CN ため地から藪の花園の間							
科名	種名	学名	花期	分布	生育地	確認日	備考・特記
イネ科	チヂミ草	<i>Opismenus undulatifolius</i>	8~10月	日本各地	山地、野原、道端	2013年9月20日	
イネ科	ヒロハヤマカヤ	<i>Diarrhena fauriei</i>	8~9月	本(長野、群馬)	山地	2013年9月20日	長野県・絶滅危惧 II 類、群馬県・絶滅危惧 II 類
ウコギ科	トチバナニンジン	<i>Panax japonicus</i>	6~8月	本、四、九	山林	2013年9月20日	
キク科	ツリガネニンジン	<i>Adenophora triphylla</i> var. <i>japonica</i>	8~10月	日本各地	山野	2013年9月20日	
キク科	シラヤマギク	<i>Aster scaber</i>	8~10月	北、本、四、九	山地、丘陵	2013年9月20日	
キク科	シロメナ	<i>Aster ageratoides</i> ssp. <i>Leioophyllus</i>	9~10月	本、四、九	山道	2013年9月20日	
キク科	ノコンギク	<i>Aster ageratoides</i> ssp. <i>Ovatus</i>	8~11月	本、四、九	山野	2013年9月20日	
キク科	ノハラアザミ	<i>Cirsium oligophyllum</i>	8~10月	本州	野原	2013年9月20日	
キク科	ヤクシソウ	<i>Youngia denticulata</i>	8~11月	日本全土	低山	2013年9月20日	
キク科	ユウガギク	<i>Kalimeris pinnatifida</i>	7~10月	本(東北、関東、中部)	草地	2013年9月20日	
キンポウゲ科	アキカラマツ	<i>Thalictrum minus</i> var. <i>hypoleucum</i>	7~9月	日本各地	草原、道端	2013年9月20日	別名: カトウグサ
ケンシ科	ナガミツルキケマン	<i>Corydalis raddeana</i>	8~10月	北、本、四、九	草原	2013年9月20日	国・準絶滅危惧 (NT)、群馬県・準絶滅危惧
シソ科	アキノタムラソウ	<i>Salvia japonica</i>	7~11月	北、本、四、九	山地	2013年9月20日	
シソ科	キバナアキギリ	<i>Salvia nipponica</i>	8~10月	本、四、九	山地	2013年9月20日	
セリ科	アマニユウ	<i>Angelica edulis</i>	7~8月	北、本	山野	2013年9月20日	
タデ科	シラネセンキュウ	<i>Angelica polymorpha</i>	9~11月	本、四、九	山野	2013年9月20日	
タデ科	ハナダテ	<i>Polygonum caespitosum</i> var. <i>laxiflorum</i>	8~10月	日本各地	山野	2013年9月20日	
ハエドクソウ科	ハエドクソウ	<i>Phytolacca eschscholzii</i> var. <i>asiatica</i>	7~8月	北、本、四、九	山地	2013年9月20日	
バラ科	ダイコンソウ	<i>Geum japonicum</i>	7~8月	北、本、四、九	山地、丘陵	2013年9月20日	
バラ科	ヒメキンミズヒキ	<i>Agrimonia nipponica</i>	7~8月	北、本、四、九	山地、丘陵	2013年9月20日	
バラ科	フレモコウ	<i>Sanguisorba officinalis</i>	8~10月	北、本、四、九	田畑、山地、河原	2013年9月20日	
フウロソウ科	ゲンシソウ	<i>Geranium thunbergii</i>	7~10月	北、本、四、九	山野	2013年9月20日	
マメ科	ケヤフハキ	<i>Desmodium podocarpum</i> subsp. <i>fallax</i>	7~8月	本、四、九	山地、道端	2013年9月20日	
マメ科	ナンテンハギ	<i>Vicia uniloba</i>	6~10月	北、本、四、九	山地、草地	2013年9月20日	

表 3. (続) 西樺名地域で確認された植物リスト

科名	種名	学名	生活型	花期	分布	生育地	確認日	備考・特徴
ON ツルカメの森								
イネ科	チヂミササ	<i>Oplismenus undulatifolius</i>	多年草	8~10月	日本各地	山地、野原、道端	2013年9月20日	
イラクサ科	クサコアカリ	<i>Boehmeria gracilis</i>	多年草	7~9月	本、四、九	山野	2013年9月20日	
キク科	オオブタクサ	<i>Ambrosia trifida</i>	一年草	8~9月	北アメリカ原産	河川敷	2013年9月20日	
キク科	シロヨメナ	<i>Aster ageratoides ssp. Leioophyllus</i>	多年草	9~10月	本、四、九	山道	2013年9月20日	
キク科	ユウガキク	<i>Kalimeris pinnatifida</i>	多年草	7~10月	本(東北、関東、中部)	草地	2013年9月20日	
キク科	ユモギ	<i>Artemisia princeps</i>	多年草	9~10月	日本各地	山野、道端	2013年9月20日	
クマツヅラ科	ムラサキシキブ	<i>Calliandra japonica</i>	落葉低木	6~8月	北(南西部)、本、四、九	山野	2013年9月20日	
クワ科	カシノキ	<i>Broussonetia papyrifera</i>	落葉高木	5~6月	本(中部地方以西)、四、九、沖	山野	2013年9月20日	
ケシ科	タケニグサ	<i>Macleaya cordata</i>	多年草	7~8月	本、四、九	山地	2013年9月20日	
ケシ科	ナガミソウルキケマン	<i>Corydalis raddeana</i>	二年草	8~10月	本、四、九	草原	2013年9月20日	国・準絶滅危惧 (NT)、群馬県・準絶滅危惧
サクラソウ科	オオトラノオ	<i>Lysimachia clethroides</i>	多年草	6~7月	日本各地	湿地、山道沿い	2013年9月20日	
シソ科	キハチアキギリ	<i>Salvia nipponica</i>	多年草	8~10月	本、四、九	山地	2013年9月20日	
セリ科	ウマノミツバ	<i>Sanicula chinensis</i>	多年草	7~9月	日本全土	山地	2013年9月20日	
タデ科	アキノウナギツカミ	<i>Persicaria sieboldii</i>	一年草	7~10月	北、本、四、九	湿地	2013年9月20日	
タデ科	オオイタドリ	<i>Reynoutria sachalinensis</i>	多年草	7~9月	北、本(中部地方以北)	高山	2013年9月20日	
タデ科	ミソソバ	<i>Persicaria thunbergii</i>	一年草	8~10月	北、本、四、九	小川、湖岸	2013年9月20日	
バラ科	キンズミヒキ	<i>Agrimonia japonica</i>	多年草	7~9月	日本各地	山野	2013年9月20日	
バラ科	ヘビイチゴ	<i>Duchesnea chrysantha</i>	多年草	4~6月	日本各地	山野、道端	2013年9月20日	
バラ科	モミジイチゴ	<i>Rubus palmatus var. coptophyllus</i>	落葉低木	4~5月	北、本(中部地方以北)	山野、荒地、道端	2013年9月20日	別名: キイチゴ
フウロソウ科	ゲンシヨウゴ	<i>Geranium thunbergii</i>	多年草	7~10月	本、四、九	山野	2013年9月20日	
フウロソウ科	ヤブソウアズキ	<i>Vigna angularis var. nipponensis</i>	一年草	8~10月	本、四、九	野原	2013年9月20日	
マメ科	ヤブハギ	<i>Desmodium podocarpum ssp. oxypphyllum var. mandshuricum</i>	多年草	8~9月	本、本、四、九	山林	2013年9月20日	
ユキノシタ科	チダケサシ	<i>Astilbe microphylla</i>	多年草	7~8月	本、本、四、九	湿原、林縁、草原	2013年9月20日	
ON ミヨウガ畑跡のケヤキ林								
科名	種名	学名	生活型	花期	分布	生育地	確認日	備考・特徴
シソ科	クサギ	<i>Chlorodendron trichotomum</i>	落葉小高木	8月	日本各地	道端、藪	2013年6月14日	
セリ科	フタリシズカ	<i>Chloranthus serratus</i>	多年草	4~6月	北、本、四、九	山林	2013年6月14日	
タデ科	イタドリ	<i>Reynoutria japonica</i>	多年草	7~10月	日本各地	丘陵	2013年6月14日	
ミカン科	サンシヨウ	<i>Zanthoxylum piperitum</i>	落葉低木	4~5月	北、本、四、九	林	2013年6月14日	
ユリ科	ウハユリ	<i>Lilium cordatum</i>	多年草	7~8月	本(宮城、石川県以西)、四、九	山地	2013年6月14日	

表 5. 西様名で採取した絶滅危惧種 A 種子の発芽実験における最終発芽率一覧

地名 (CN)	採取年度	温度区 (°C)	一回目終了後 (%) A		二回目終了後 (%) B	
			最終発芽率 (%)	標準偏差	最終発芽率 (%)	標準偏差
鷺谷ヒルズ入口	2010年産	25/13°C	0.0	0.0	0.0	0.0
鷺谷ヒルズ						
第二鷺谷ヒルズ	2010年産	25/13°C	2.0	1.0	2.7	1.2
夢の花園	2010年産	25/13°C	2.0	1.0	4.0	1.7
新桜台	2010年産	25/13°C	4.0	0.0	4.0	0.0
十二ヶ原墓場						
長藤開拓						
寺沢川養豚場						
寺沢川道沿い						
地名 (CN)	採取年度	温度区	一回目終了後 (%) A		二回目終了後 (%) B	
			最終発芽率 (%)	標準偏差	最終発芽率 (%)	標準偏差
鷺谷ヒルズ入口	2011年産	25/13°C	5.3	2.5	5.3	2.5
鷺谷ヒルズ	2011年産	25/13°C	1.3	6.0	1.3	0.6
第二鷺谷ヒルズ	2011年産	25/13°C	27.3	7.0	29.3	5.7
夢の花園	2011年産	25/13°C	6.0	1.7	6.7	2.1
新桜台	2011年産	25/13°C	6.0	1.0	6.0	1.0
十二ヶ原墓場	2011年産	25/13°C	1.3	0.6	1.3	0.6
長藤開拓	2011年産	25/13°C	4.0	0.0	4.0	0.0
寺沢川養豚場						
寺沢川道沿い						

表 5. (続) 西様名で採取した絶滅危惧種 A 種子の発芽実験における最終発芽率一覧

地名 (CN)	採取年度	温度区 (°C)	一回目終了後 (%) A		二回目終了後 (%) B	
			最終発芽率 (%)	標準偏差	最終発芽率 (%)	標準偏差
鷲谷ヒルズ入口	2012年産	25/13°C	32.3	2.1	48.9	3.5
鷲谷ヒルズ	2012年産	25/13°C	35.2	3.2	41.0	3.1
第二鷲谷ヒルズ	2012年産	25/13°C	52.7	3.2	59.3	2.3
夢の花園	2012年産	25/13°C	76.3	2.5	79.7	2.6
新桜台	2012年産	25/13°C	60.2	4.2	66.3	2.5
十二ヶ原墓場	2012年産	25/13°C	67.3	1.2	70.7	1.2
長藤開拓						
寺沢川養豚場	2012年産	25/13°C	18.9	2.3	27.0	2.9
寺沢川道治い	2012年産	25/13°C	31.7	4.0	44.7	3.8

表 6. 冷凍保存した絶滅危惧種 A 種子の発芽実験における発芽率一覧

地名 (CN)	採取年度	冷凍保存温度 (°C)	培養温度区	一回目終了後 (%) A		二回目終了後 (%) B	
				最終発芽率 (%)	標準偏差	最終発芽率 (%)	標準偏差
第二鷲谷ヒルズ	2012年	-18°C	25/13°C	63.3	3.1	72.0	3.5
第二鷲谷ヒルズ	2012年	-80°C	25/13°C	64.0	1.0	71.3	1.5
第二鷲谷ヒルズ	2012年	冷凍保存なし	25/13°C	52.7	3.2	59.3	2.3

表 7. 西榛名の絶滅危惧種 A 生育地の体積土壌含水率結果一覧
 西榛名の絶滅危惧種 A が生育する 4 地点において土壌含水率を測定した。各地点 3 回の測定を行い、その平均値から体積土壌含水率を算出した。CN・夢の花園においては 3 地点計測を行った。

地点名	鷺谷ヒルズ入口	鷺谷ヒルズ	第二鷺谷ヒルズ	夢の花園 (ピンクの川)	夢の花園 (丘の上)	夢の花園 (北側)
計測日	2013年6月14日	2013年6月14日	2013年6月14日	2013年6月14日	2013年6月14日	2013年6月14日
体積土壌含水率(m ³ m ⁻³)	0.41	0.44	0.46	0.78	0.45	0.49
標準偏差	0.03	0.03	0.04	0.01	0.02	0.01

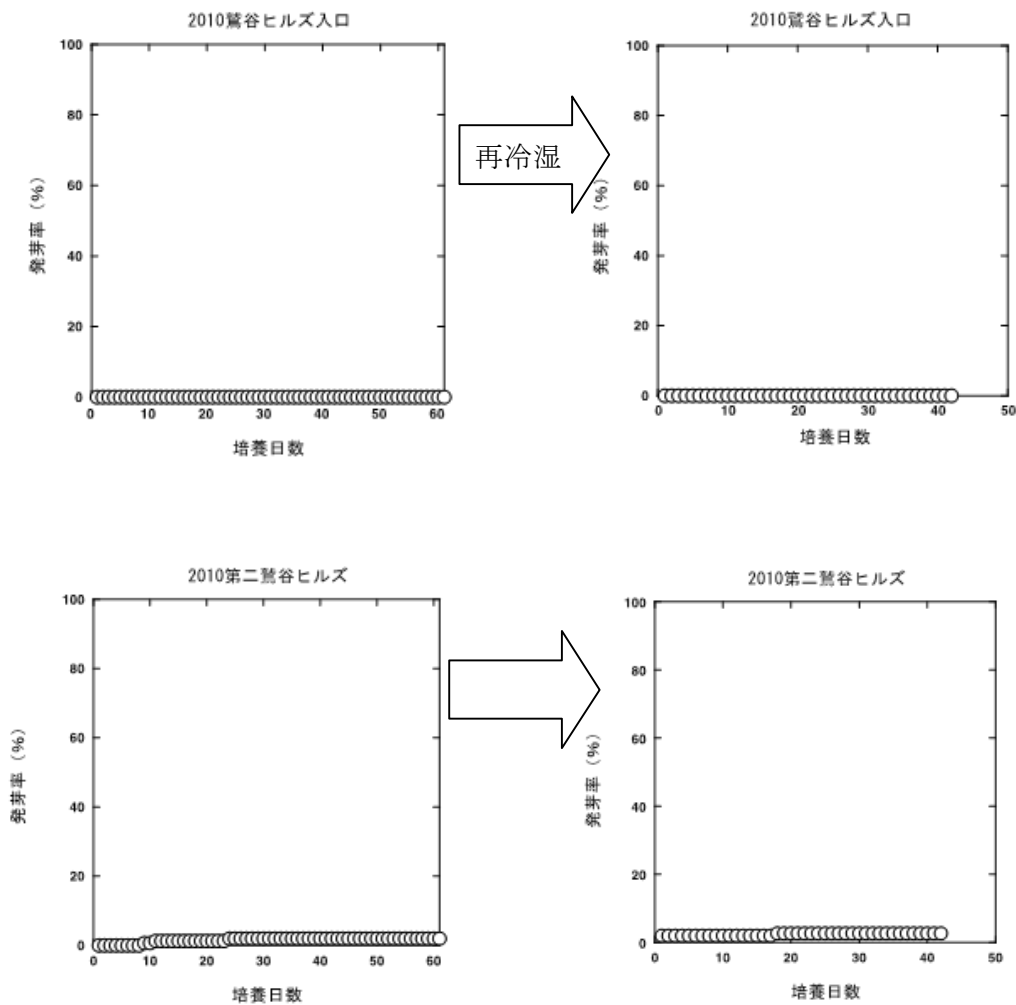


図 5. 西榛名で採取した絶滅危惧種 A 種子の発芽率の経時変化

種子を 2 ヶ月間冷湿処理した後、25/13℃に設定した温度勾配型恒温器内で 2 ヶ月間培養した。その後、未発芽の種子を 4℃の冷蔵庫内で約 2 ヶ月間の冷湿処理を行った後、再び同じ条件で約 1 ヶ月間培養した。

縦軸は積算発芽率、横軸は培養開始から起算した日数を表す。縦棒は標準偏差。N=3。

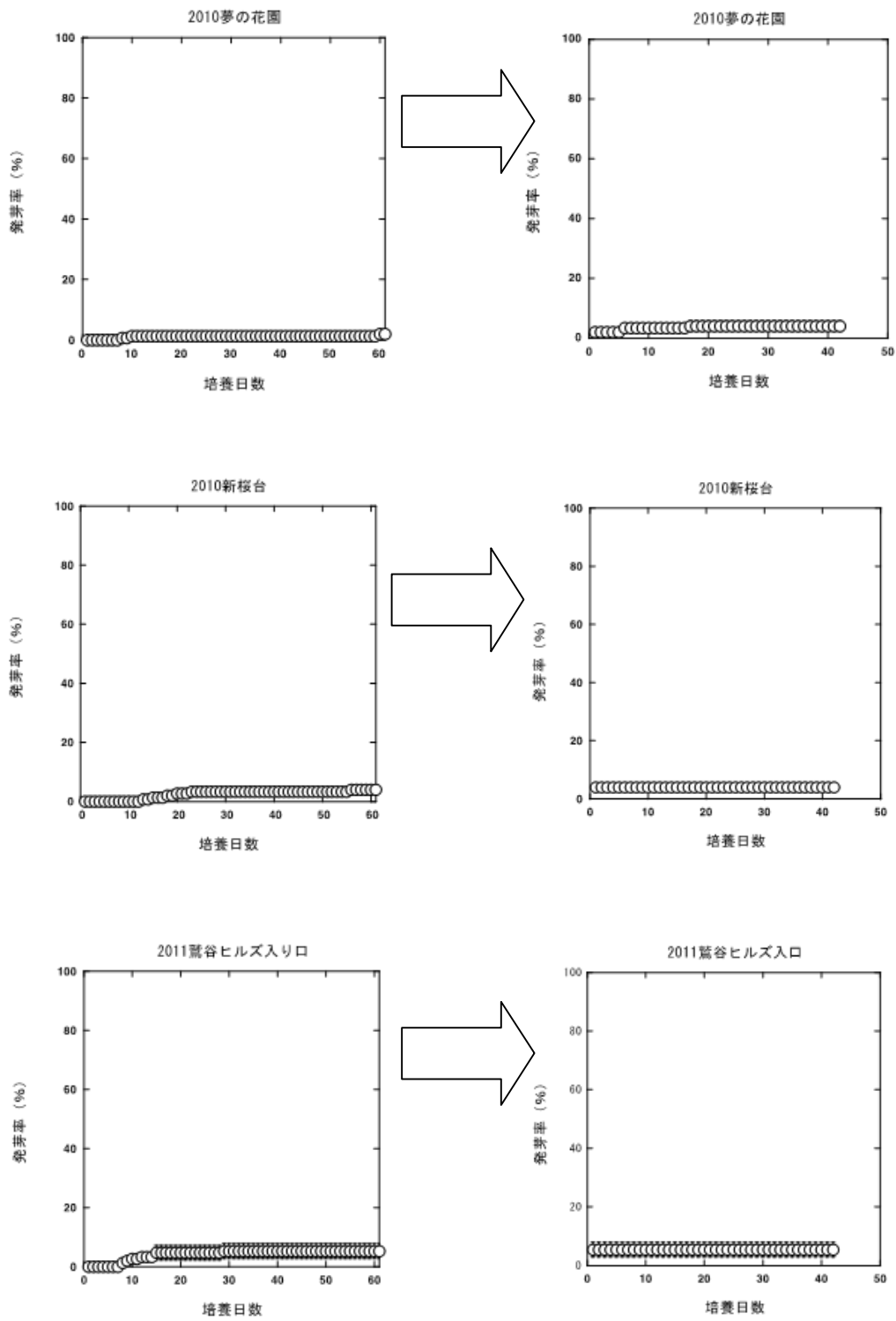


図 5. (続) 西榛名で採取した絶滅危惧種 A 種子の発芽率の経時変化

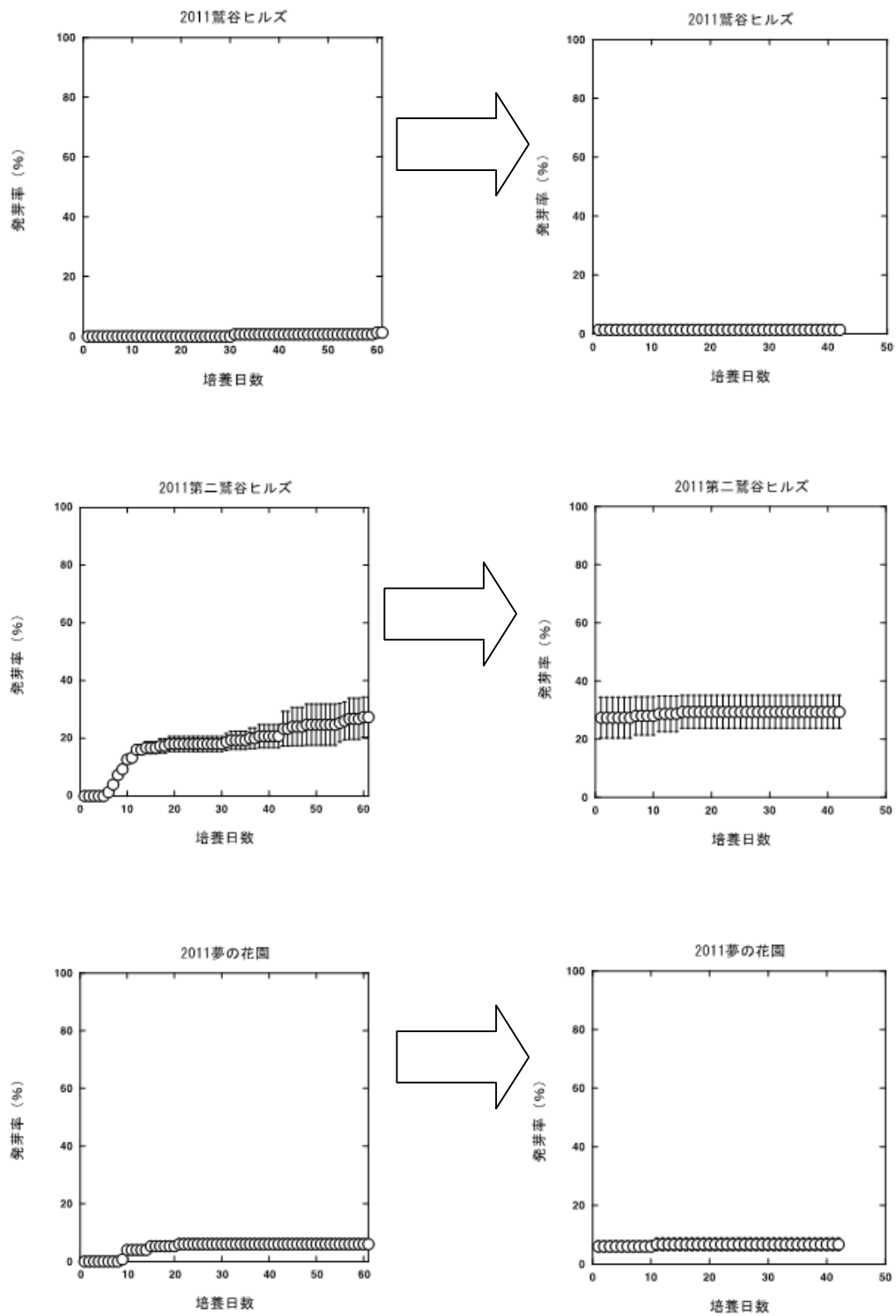


図 5. (続) 西榛名で採取した絶滅危惧種 A 種子の発芽率の経時変化

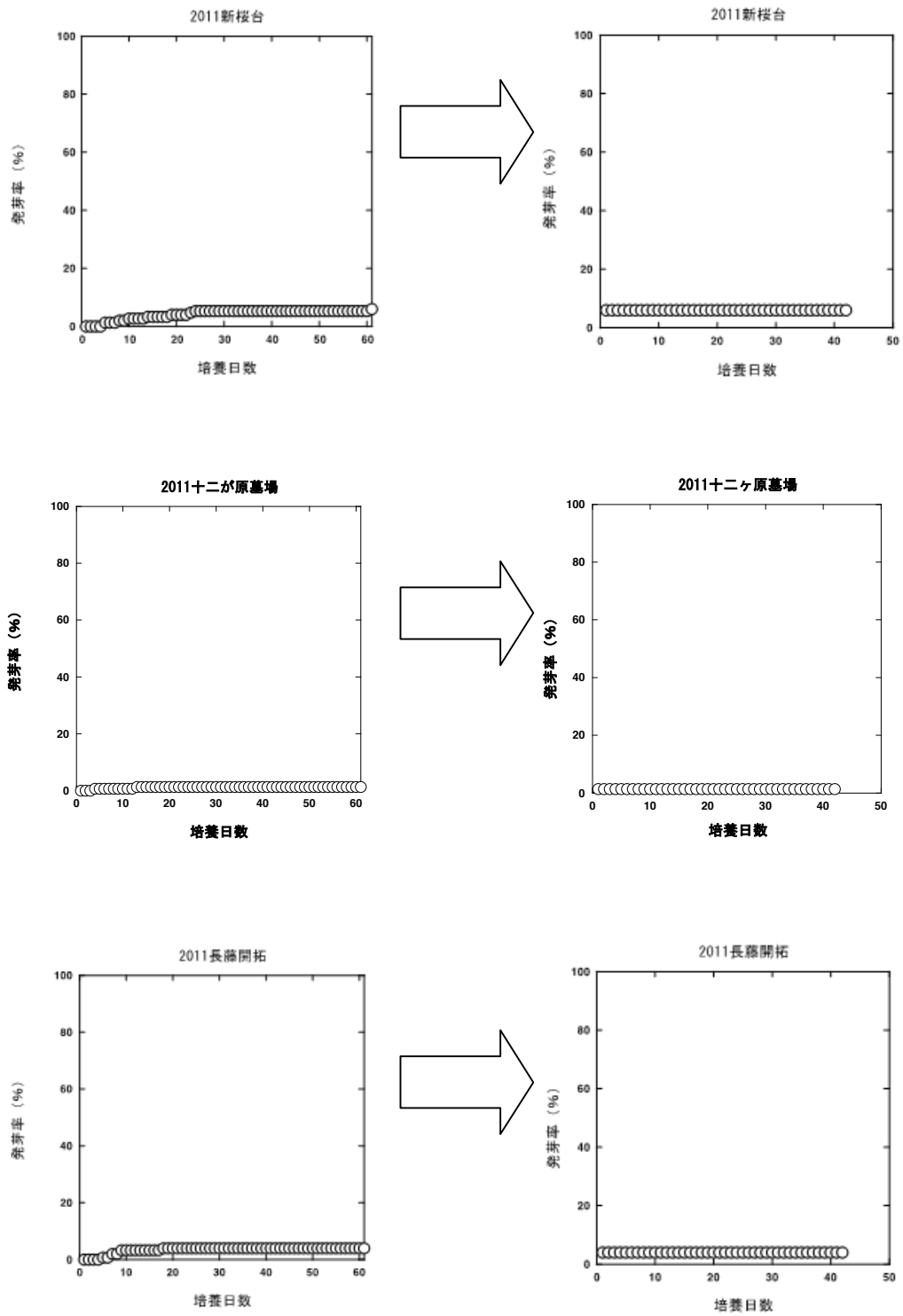


図5. (続) 西榛名で採取した絶滅危惧種 A 種子の発芽率の経時変化

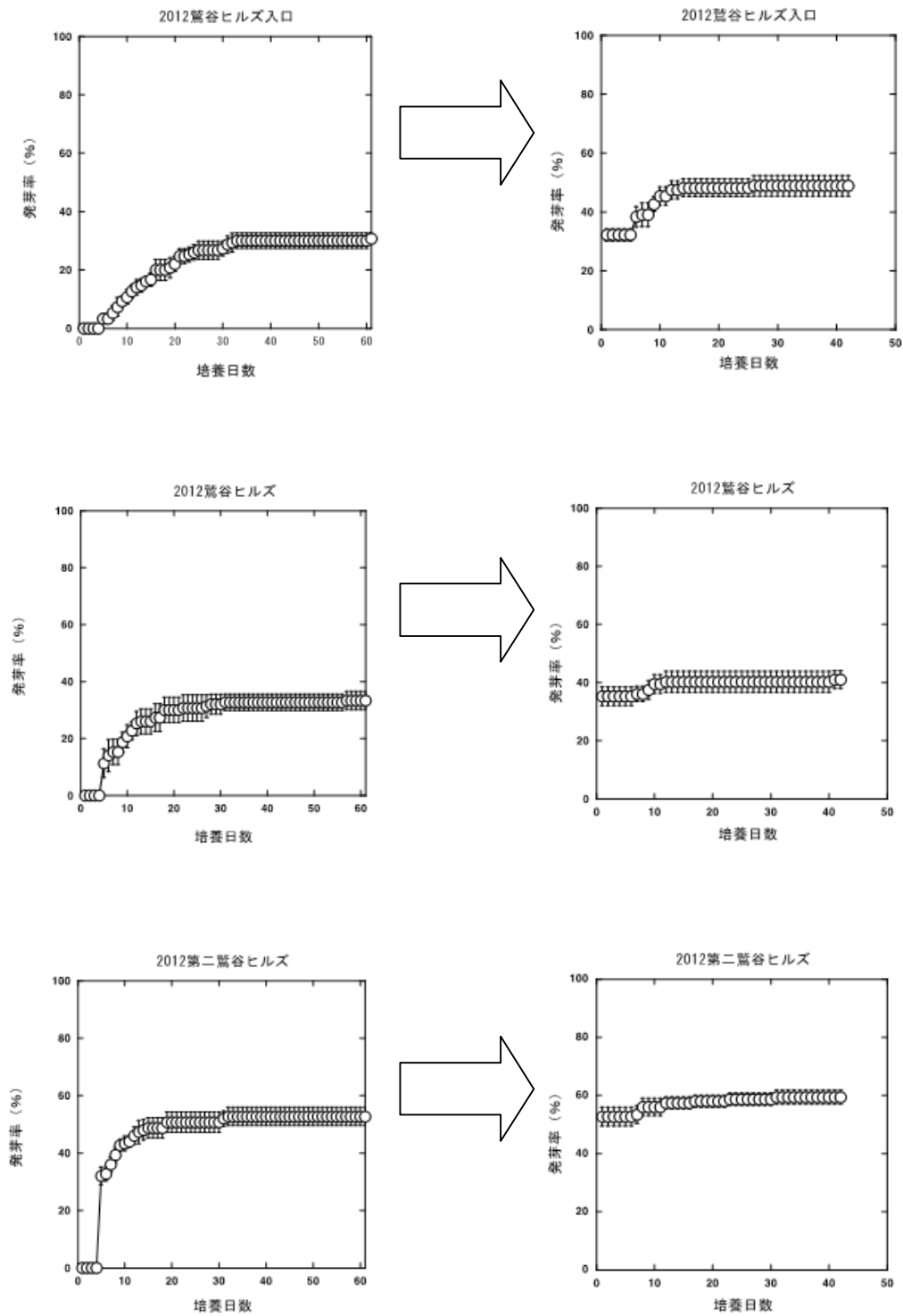


図 5. (続) 西榛名で採取した絶滅危惧種 A 種子の発芽率の経時変化

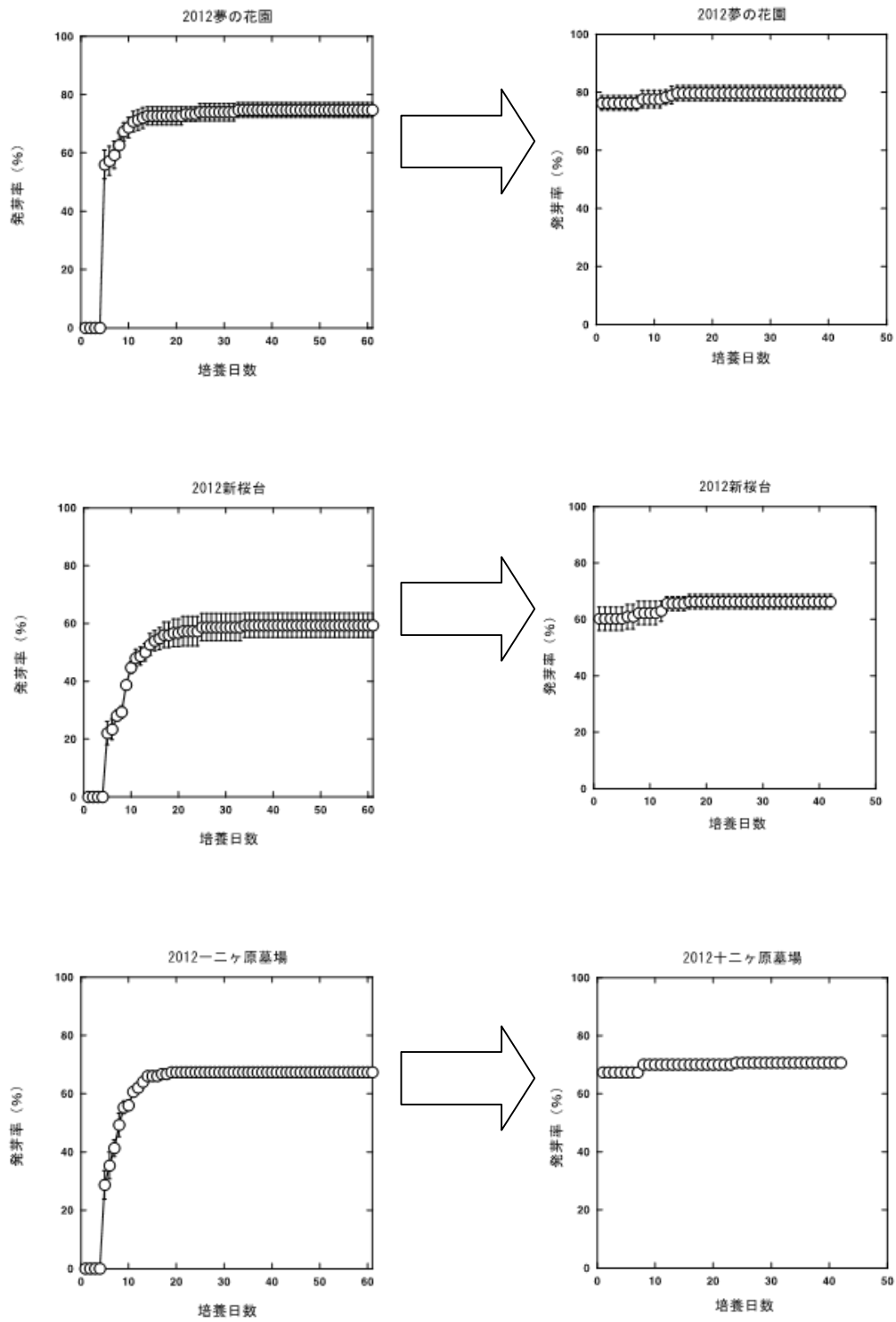


図 5. (続) 西榛名で採取した絶滅危惧種 A 種子の発芽率の経時変化

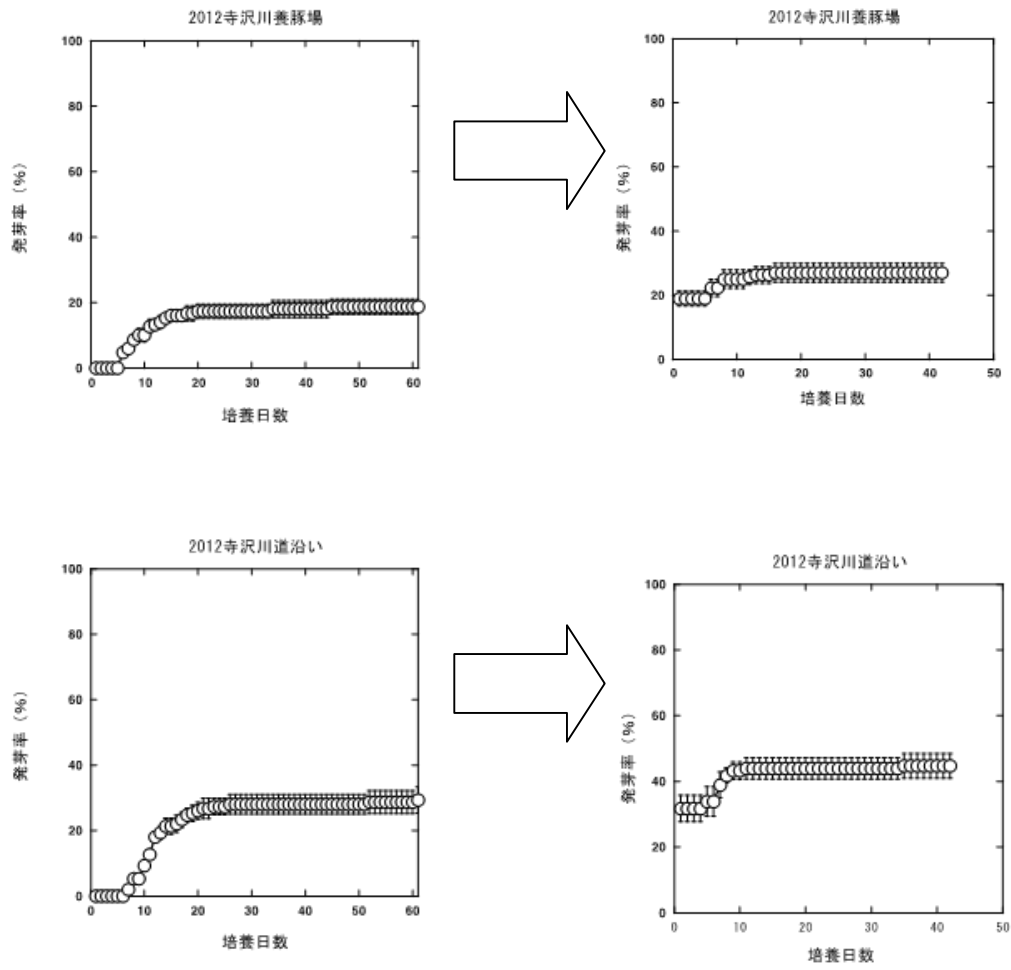


図 5. (続) 西榛名で採取した絶滅危惧種 A 種子の発芽率の経時変化

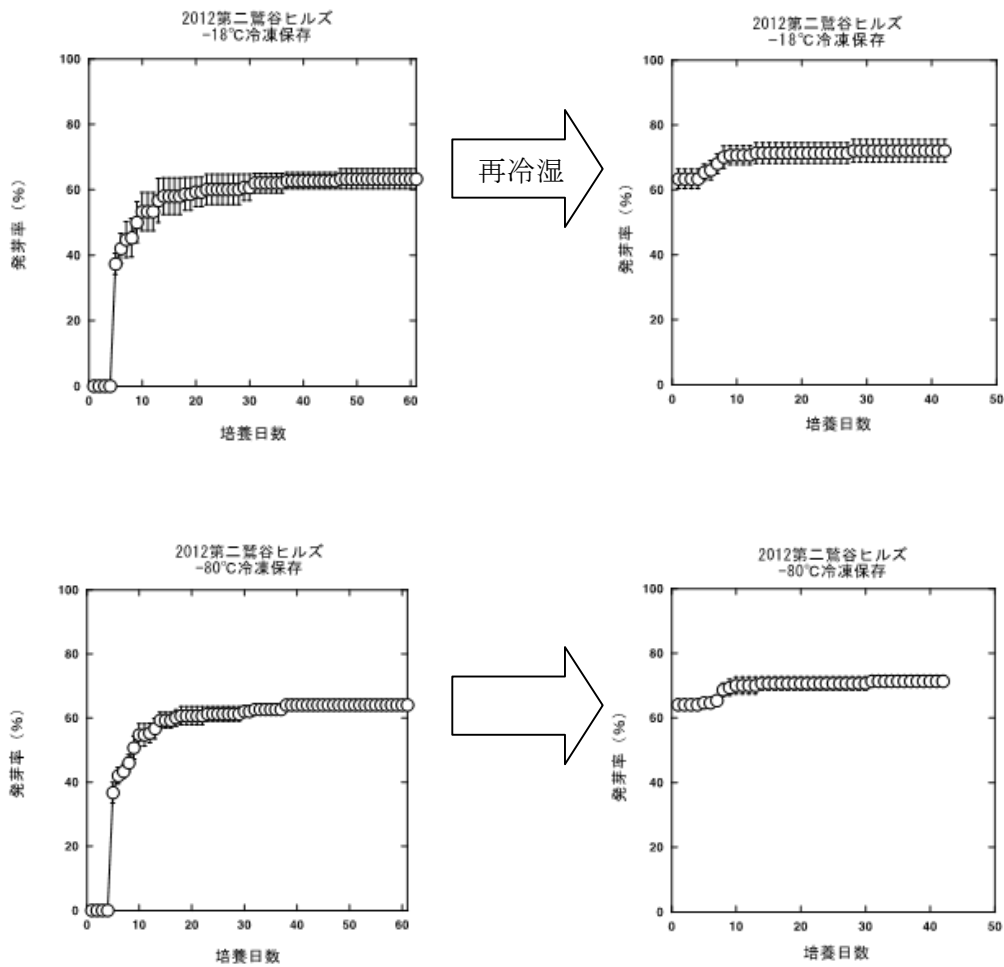


図 6. 冷凍保存した絶滅危惧種 A 種子の発芽率の経時変化

-18°C、-80°Cの2つの温度条件下で2週間冷凍保存した種子を2ヶ月間冷湿処理した後、25/13°Cに設定した温度勾配型恒温器内で2ヶ月間培養した。その後、未発芽の種子を4°Cの冷蔵庫内で約2ヶ月間の冷湿処理を行った後、再び同じ条件で約1ヶ月間培養した。

縦軸は積算発芽率、横軸は培養開始から起算した日数を表す。縦棒は標準偏差。N=3。

花柱構成比2013

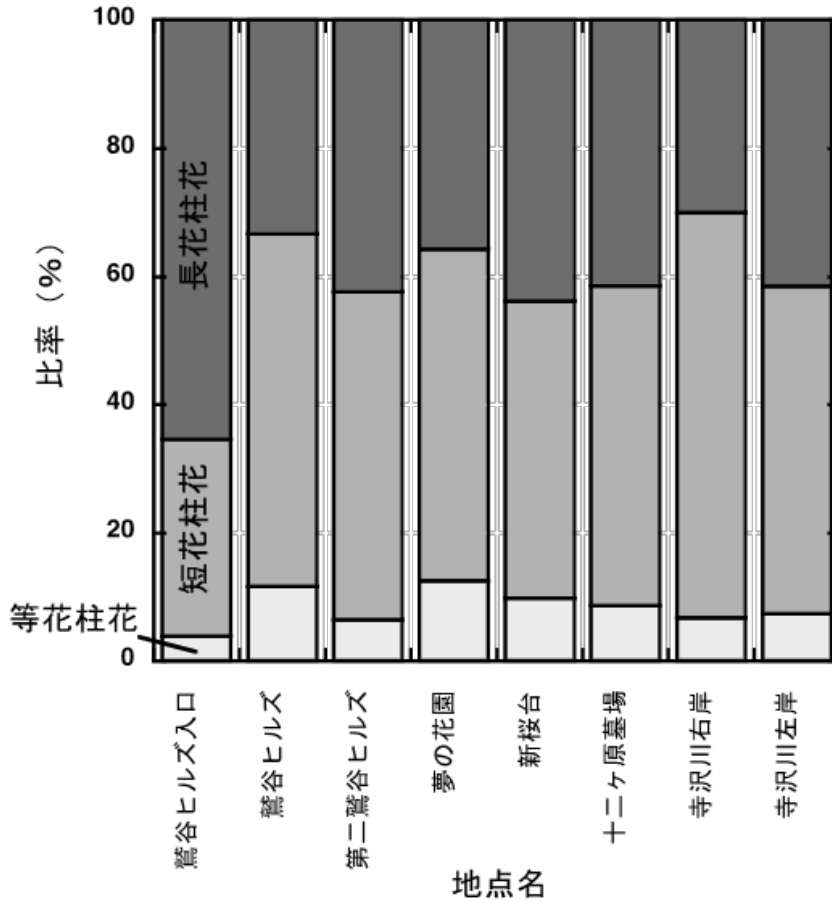


図 7. 絶滅危惧種 A の花柱構成比 (2013 年)

2013年6月25日から7月8日の間、西榛名の8地点において開花していた絶滅危惧種Aを1株1花ずつ採取し、90%アルコールに漬けて固定した。各地点の採取日は、2013年6月25日にCN・夢の花園、CN・第二鷺谷ヒルズ、2013年7月1日にCN・十二ヶ原墓場、2013年7月3日にCN・鷺谷ヒルズ入口、CN・鷺谷ヒルズ、CN・新桜台、2013年7月8日にCN・寺沢川右岸、CN・寺沢川左岸である。その後、実態顕微鏡で花柱のタイプを長花柱花 (pin)、短花柱花(thrum)、等花柱花(homo)の3種類に分け、その割合を算出した。

グラフ内の、濃灰色部分が長花柱花、灰色部分が短花柱花、薄灰色部分が等花柱花を表す。

結実率2013

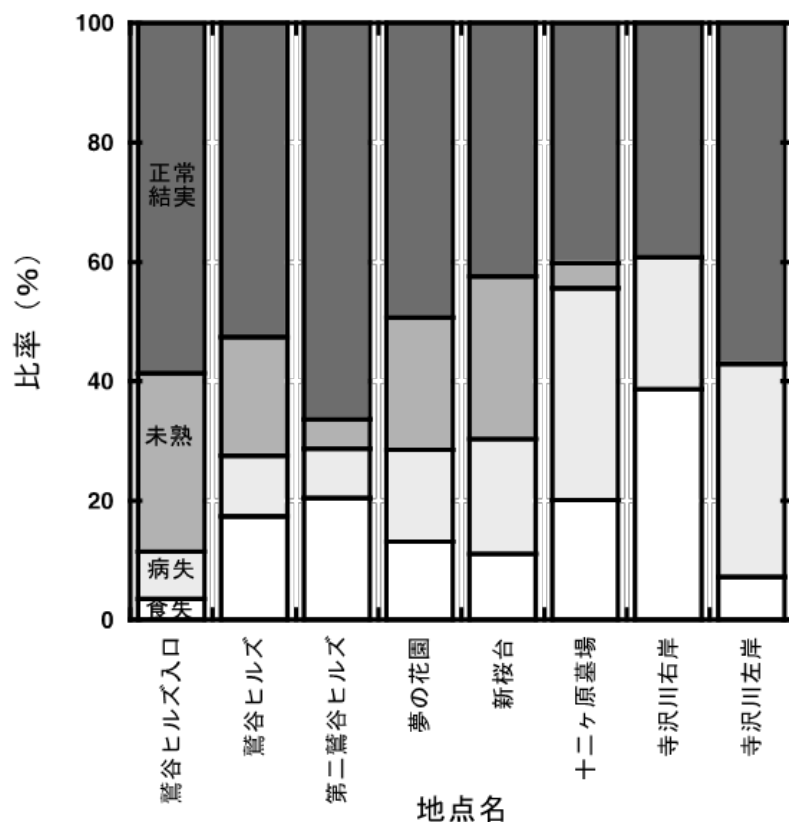


図 8. 絶滅危惧種 A の結実率 (2013 年)

採取した花茎数は、CN・鷲谷ヒルズ入口で 16 個体、CN・鷲谷ヒルズで 40 個体、CN・第二鷲谷ヒルズで 80 個体、CN・夢の花園で 47 個体、CN・新桜台で 20 個体、CN・十二ヶ原墓場で 58 個体、CN・寺沢川右岸で 27 個体、CN・寺沢川左岸で 14 個体であった。

各地点から採取した花茎を、群馬大学荒牧キャンパス実験室に持ち帰り、一つずつ肉眼で確認し、正常結実、未熟、病失、食失と称する 4 類型に分け、その割合を算出した。

グラフ内の、濃灰色部分が正常結実、灰色部分が未熟、薄灰色部分が病失、白い部分が食失の割合を表す。

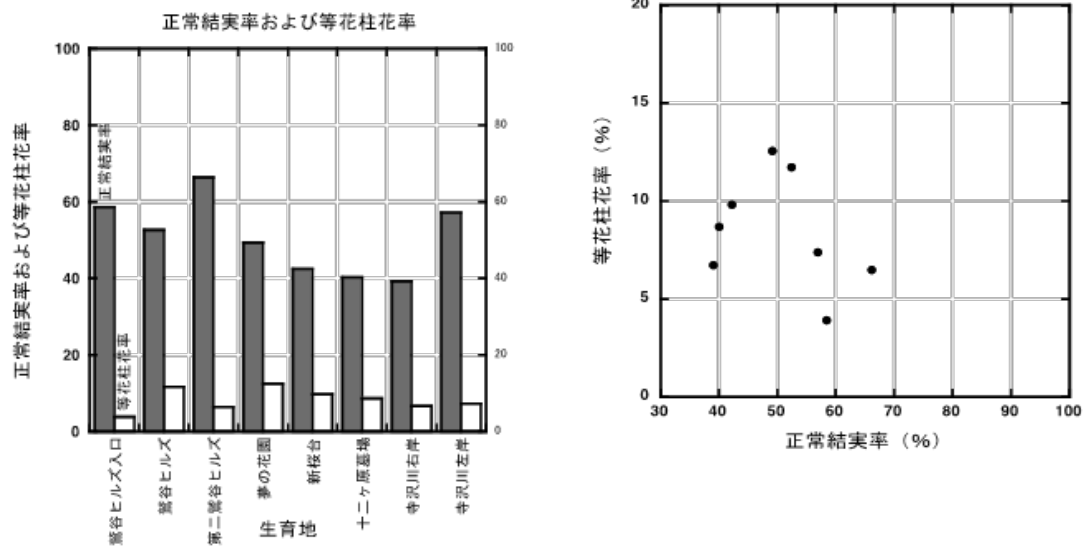


図 9. 絶滅危惧種 A の正常結実率と等花柱花率の関係
各生育地点の値 (左図)、および両者の関係 (右図) を表す。