

卒業論文

題名

榛名山西部の里山地域に生育する希少植物種の
保全方法に関する生態学的研究

学籍番号

12602026

氏名

嶋方 里佳

指導教員名

石川 真一 教官

平成 28 年 1 月 19 日 提出

概 要

現在の環境省の定義によると、里山は、奥山と都市の中間に位置し、集落とそれを取り巻く二次林、それらと混在する農地、ため池、草原等で構成される地域概念である。こうした定義に該当する「里山」は国土の4割に達するとされる。二次的自然は、大規模な開発によって失われるが、他方で、放置したままでは自然が変質してしまう。里山が里山らしくあるためには、伝統的な農の営みで見られたような「管理」を通じての適正な人間の関与が必要とされる。里山の自然の豊かさは、本来の自然の豊かさに加えて、人間の営みにより、一層の多様性が増しているのである。

ところが1960年以降、燃料革命、肥料革命が広まり、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。ここから里山に管理の手が入らなくなり、放置されて植生遷移が進んだ結果、衰退した里山が増えてしまった。

こうした中で、植物のレッドデータブック(1989)が刊行された。里山に生育する植物の中にも絶滅危惧種が多いことが明らかになり、里山が生物多様性の保全に対して大きな役割を果たしていることが認識されるようになった。生物多様性の高い地域として里山の価値が見直されてきた現在では、多くの自治体、とくに都市域の自治体では里山を保全地域として指定し保護・保全している。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。絶滅危惧種の保全には、継続的なモニタリングを行い、問題が深刻化した場合に時期を逃がさず緊急対策を実施することが必須である。環境省のレッドリスト掲載種を見ても、その多くは、生態学的な現状が十分には把握されているとはいえない。全ての種について、客観的で科学的な現状のモニタリングを実施し、回復計画を策定する必要がある。

本研究では、里山地域には絶滅危惧種・希少種を含む多様な在来植物が生育することが明らかになりつつあり、この植物種多様性がどうやって形成されるのかを、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。そのため群馬県内で、長期間里山として維持管理されている地域（西榛名、榛名山北面）において、植物相調査、環境調査を行って里山の現状を解明する。また代表的な絶滅危惧植物・希少種について、現地調査、発芽実験や生長解析などを行い、開花・結実状況の解明、発芽・生長特性の解明を行った。

また絶滅危惧種Aの種子の発芽率が、種子の採取年、採取地、保存期間、実験者によって大きく異なる採取年や採取場所によって異なる原因を、複数の前処理と休眠解除方法を適用することによって解明し、併せて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。これらの結果をもとに、里山植物の科学的な保護・保全方法を考察する。

植物相調査の結果、

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、西榛名地域をはじめとする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構成種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。

本研究で調査した西榛名地域では、12種の絶滅危惧種・希少種を含む在来種124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。先に述べたような環境条件と農耕による人為的攪乱が長期にわたって維持されており、様々な植物に適した多様な生育環境が形成されているといえる。しかしながら、環境省より要注意外来種に指定されているオオブタクサ、アメリカセンダングサなど外来種の繁茂も確認された。このような外来植物が在来種の生育場所を奪ったり、異種交配により在来種の遺伝的多様性が脅かされる可能性があるため、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る必要がある。

発芽実験の結果では、西榛名地域で採取されたナガミノツルキケマンは、全ての温度区、処理条件で最終発芽率は0~4%であった。この結果から、福島（2015）の先行研究でも述べられた、本種子が何らかの生理的な深い休眠状態にあり、冷湿処理のみではその解除があまり促進されないことの再確認ができた。また、本種子の多くはほとんど吸水をしていない可能性も考えられるため、実験方法の新たな手段として、種皮を洗浄し吸水を促進させるなどの措置を講ずる必要がある。

西榛名地域で採取されたウバユリは、全ての温度区、処理条件で最終発芽率は0%であった。この結果から、吸水ができていなかった、あるいは種子を冷凍保存していたために種子が死んでしまった可能性が考えられる。今年度採取した種子を冷蔵保存のみで保管し、再度実験を行う必要がある。

栽培実験による生長解析を行った結果、里山植物である絶滅危惧種 A の生育特性と、実際の里山における生育地の環境条件との関係の一部を解明することができた。絶滅危惧種 A の相対成長速度 (RGR) は 3%区、13%区、100%区で低下する結果となり、本種がうっぺいした林床のような非常に暗い環境下では生育できないこと、また栽培実験期間中の気温が非常に高かったことから、高温下での生育に適さない植物であると考えられる。良好な生長のためには、里山において多様な生育環境を形成している、農耕や伐採といった人為的管理による中規模攪乱が必須であるといえる。

以上の結果より本研究では、里山地域に生育する絶滅危惧種・希少種の生態の一部が解明された。現在では里山地域が現存し、農耕や伐採といった営みが継続して行われている地域は極めて希少であり、今後も保全・管理し、多くの植物の生育環境を守ることが重要となる。持続可能な社会の実現のためには、人と自然が共生によって豊かな生物多様性を維持していくことを重要課題とし、社会全体で取り組んでいく必要がある。

目 次

はじめに	3
里山とは	3
生物多様性と生態系サービス	3
里山の生物多様性	5
水辺における生物多様性	6
生物多様性の危機	7
レッドリスト・レッドデータブック	9
里山の変遷と重要性	11
生物多様性条約	12
生物多様性保全の法的・施策的取り組み	13
SATOYAMA イニシアティブ	15
生物多様性モニタリング	16
本研究の目的	19
調査地概要	21
材料および方法	22
植物相調査	22
発芽実験	22
材料植物および種子の出所	22
種子発芽の冷湿処理・培養温度依存性	23
異なる光環境条件下におけるサクラソウの栽培実験	27
栽培時の環境測定	29
結果および考察	30
植物相調査	30
希少種の開花株数と分布マップ	30
種子発芽の冷湿処理・培養温度依存性	32

異なる光条件下で栽培した絶滅危惧種 A の生長解析	38
結論	40
謝辞	42
引用文献・引用 web ページ	43
写真・表・図	46

はじめに

里山とは

里山という言葉は、必ずしも学術的に定義された用語ではない。里山は、古くは 1759 (宝暦 9) 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。しかし、里山という言葉が現代社会に蘇らせたのは、森林生態学者の四手井綱英であり、それは 1960 年代前半のことであった (武内 2001)。現在の環境省の定義によると、里山は、奥山と都市の中間に位置し、集落とそれを取り巻く二次林、それらと混在する農地、ため池、草原等で構成される地域概念である。こうした定義に該当する「里山」は国土の 4 割に達するとされる。里山と対になる奥山とは、山菜取りや狩猟として利用されているものの、日常的には立ち入らない、人間の居住地から離れた樹林と定義される。一方、里山をより狭い意味でとらえることも多い。たとえば、里山を二次林や採草地を里山として定義し、環境省の定義する農村景観の概念を持つ用語としては「里地」が用いられる場合もある。このように、里山は幅広く解釈しうる用語である (山田 2010)。

かつての「里」は、遠隔地から流入する物資によってそこでの生活や人間活動が支えられる「町」とは異なり、その土地での生物生産がそこに住む人々の暮らしを支える比重の大きい場所であった (鷲谷 2011)。二次的自然は、大規模な開発によって失われるが、他方で、放置したままでは自然が変質してしまう。里山が里山らしくあるためには、伝統的な農の営みで見られたような「管理」を通じての適正な人間の関与が必要とされる。里山の自然の豊かさは、本来の自然の豊かさに加えて、人間の営みにより、一層の多様性が増しているのである (武内 2001)。

生物多様性と生態系サービス

「生物多様性」とは、簡潔に述べると「深海から高地まで、地球上のさまざまな環境に適応した多くの生物が生息していること」を指す。この言葉の中には次の 3 つの側面が含まれている。

1 つめは森林、河川、湿原、干潟、サンゴ礁といった地球上の様々な循環によって多様な環境がつくられている「生態系の多様性」で、水の循環、物質の循環、大気の循環などから成り立っている。こうした循環が特定の池や林という小さい単位から、それらが集まった流域という単位、いくつもの流域からなる列島や大陸という単位、さらに地球全体というように切れ目なく地球上の生態系が存在し、全く同一の生態系は存在しない。

2 つめは、地球上の様々な環境に適応して生物が進化した結果、未知の生物も含め、現在約 3,000 万種ともいわれる多様な生物が暮らしていることを指す「種の多様性」である。

生物種に多様性があると、被食・捕食関係、競争関係などの直接・間接的相互作用も多様化する。生態系が作り出す様々な物理環境が存在すること、生物と物理環境との関係や生物同士の関係といった様々な相互作用によって種の自然な淘汰が起きること、進化を引き起こすような遺伝的な差異があること、これらによって種に多様性が生まれているといえる。

3 つめは同じ種の中でも体の大きさや模様が異なったり、疾病への抵抗力に差があるなど、多様な遺伝的な差異がある「遺伝子の多様性」を指す。現在、私たちが見ている多様な生物は、長い進化の過程を経て生み出された。生物の個体の間に遺伝的な差異があり、その差が生存や繁殖に影響するとき、まさにそこで進化が起き、少しでも生き残りやすい性質が次の世代として広がっていく。どのような性質が生き残りやすいかは、生物の周辺環境によって左右され、異なった環境の下では違った性質が進化する。すなわち生物（個体）の間に存在する遺伝的な多様性（差異）は、生物の進化の源であり、今私たちが目にしている生物多様性は、遺伝的な多様性があるからこそ生まれたものといえる（環境省 2010）。

地球規模で進行している生態系の変化を捉えるために、「ミレニアム生態系評価」という地球規模の生態系に関する環境アセスメントが行われた。さまざまな国際機関、政府、企業、NGO や先住民などを巻き込み、95 か国から 1360 人の科学者が参加した。生態系の現状と動向、生態系保全やその持続可能な利用、人間の福利に対する貢献に関して、1950～2000 年までの 50 年間を振り返り、2000～2015 年までのシナリオを描いている。この取り組みでは、既に判明している研究結果や情報を体系的に集約し、専門家の中で話し合い、分散していた知識や科学的な根拠がまとめられ、2005 年に報告書が発表された（枝廣 2011）。

国連ミレニアム生態系評価によると、生態系サービスとは、大気の浄化、水源の涵養、土壌保持、自然災害の緩和、病害虫、疫病の抑制、CO₂ の吸収・固定、気候の安定、農水産物を含めた生態系の保持、さらには農林水産業・食品・工業製品の原材料やエコツーリズムの資源、そして景観的・審美的な価値や宗教的・倫理的価値など、人間が自然界から享受しているさまざまな財やサービスのことをいう。「自然の恵み」あるいは「生命の恵み」と言い換えることもでき、供給サービス、調整サービス、文化サービス、そしてそれらの元となる基盤サービスの 4 つに整理される（日比・千葉 2010）。

供給サービスは、毎日の食卓を彩る野菜などの食料はもちろん、新聞や本などの紙製品や医療品など、生物の遺伝的な情報、機能や形態も私たちの生活の中で利用されている。

調整サービスは豊かな森林や河川の保全は安全な水の確保や、山地災害の軽減、土壌流出防止など、私たちが安心して暮らせる環境の確保につながっている。

文化サービスは、地域性豊かな文化や自然と共生してきた知恵と伝統など、海に囲まれ、南北に長い国土と季節の変化に富む日本に文化の多様性をもたらす。

基盤サービスは酸素の供給、気温・湿度の調節、水や栄養塩の循環、豊かな土壌など、

生命の生存基盤は多くの生物の営みによって支えられている（生物多様性センターHP）。

この評価から得られたことは、地球の生態系は過去 50 年で大きく劣化しているということだった。先に述べた代表的な 24 種類の生態系サービスの現状を調査したところ、1950~2000 年の間に、実に 6 割に当たる 15 のサービスが劣化、あるいは持続不可能な形で利用されていることが判明した。この 50 年間に向上している生態系サービスはわずか 4 項目しかなく、うち 3 項目は食料生産関連で、他の生態系サービスを犠牲にして伸びていると考えられる（枝廣 2011）。大規模な農地整備や開発により生態系模様が一律になり、これまで人々が親しんできた里山の生物がその地域から次々に絶滅するような現状を生態系サービスという観点から考えれば、作物などの一部の生物生産性という特定の生態系サービスの利用の強化と引き替えに、基盤的なサービスを減退させ、他の多様な生態系サービスを利用する潜在的な可能性を失わせてしまったことを意味する（鷺谷 2011）。

里山の生物多様性

日本列島の豊かな自然と生物の多様性は、南北に長く、亜熱帯から亜寒帯までの気候帯が存在し、標高の高い山には高山ツンドラがみられるといった、気候的にみた広域的な環境の多様性、火山活動と活発な浸食堆積作用による地形・地質・水文からみた地域環境のモザイク的多様性、最終氷河の影響が少なかったことによる古い生物相の温存などの条件に加えて、火山の多い山がちな国土における、火山の噴火による泥流や野火の発生、地震による地滑り、モンスーン気候と急流河川ゆえの夏季の大雨や台風に伴う氾濫など、多様なタイプの自然の攪乱によってもたらされたものである（鷺谷 2001）。

特に里山では、雑木林やマツ林、鎮守の森（神社を囲む森）に屋敷林（家の敷地を囲む林）、竹藪や植林地といった林、茅場や採草地などの草地、それに、ため池や池沼や谷津田（台地と低地をつなぐ小河川の谷沿いにつくられた水田）、それらを結ぶ用水や水路、そして水田や畑など、人為的攪乱によって維持される多様な環境が、いろとりどりの陶片のモザイクのように組み合わせられている（鷺谷 2011）。

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）があるが（鷺谷 2011）、日本列島の自然は概して人間による植生管理を受け入れやすい自然であるといえる。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いるからである。伐られても切り株から新しい幹を伸ばして再生する萌芽性の強いコナラなどの樹林や、焼かれても刈られても季節とともに蘇るススキやオギなどがその代表的なものであろう（武内 2001）。また、管理された雑木林の林床植生における特徴的な植物は、光を好む春植物である。春植物を厳密に定義することは難しいが、一般的には、キンポウゲ科のイチリンソウ、ニリンソウ、フクジュソウ、ユリ科のカタクリ、アマナなどが挙げられる（山田 2010）。

水辺における生物多様性

里山には林や草原だけでなく、水田や水路のような水辺も重要な構成要素として存在する。水辺には、多様な水草や湿性の植物が、推進や水による攪乱の影響の大きさのちがいに応じて、帯状に分布する。そのような移行帯の植生には、環境の違いに応じて多種類の植物が生活している。植物の多様性は、同時に、植物を餌にする動物や、植物がつくる空間をすみ場所として生活する動物の多様性をも保障する（鷺谷ら 2005）。水辺と陸地の両方を生息場所とするカエルやサンショウウオなどの両生類、水田を主な繁殖の場とするトンボ類、タガメ、マツモムシ、アメンボ、ゲンゴロウ類、ヘイケホタルなどの水生昆虫も水田やため池をその生活場所としている（鷺谷 2006）。また、抽水植物や浮葉植物が特有の通気組織によって空気中の葉から根まで酸素を送ることにより、全体として嫌気的な底泥であっても根のまわりは好気的にある。その結果、硝化、脱窒などの作用を通じて物質循環を担う微生物にとっての環境も多様なものとなる（鷺谷ら 2005）。

しかし、治水や利水の効率性を高めるために、水辺はつぎつぎとコンクリート護岸化され、移行帯の植生の多くは喪失した（鷺谷ら 2005）。また、高度経済成長期に入った 1955 年頃より農業の近代化が急速に進み、農業機械が普及し、農薬や化学肥料の使用量が倍増し（下田 2003）、水田の乾田化が進められたため、今や水田の生物相はすっかり貧弱になり、カエル 1 匹飛び出さず、ウキクサも浮かんでいないような水田が珍しくない状態である。現在、絶滅危惧種とされるデンジソウ、スブタ、ミズアオイなどは、かつて「全国害草」と呼ばれるほどはびこっていた水田雑草であるし、昆虫のタガメやゲンゴロウも、かつては水田の普通種であった。農業の近代化は多くの動植物から生育・生息場所を奪い、消滅に追いやってきた（角野 2005）。

日本全国の水辺で生態系の再生・保全が求められる中、水田の氾濫原湿地としての機能に注目したさとやまの再生を目指した、宮城県大崎市田尻地区（旧田尻町）の蕪栗沼の取り組みを例に挙げる。わずかに残った雁たちの「最後の砦」のひとつともいえる田尻地区の蕪栗沼には、以前から、多くの雁が集中していた。冬を越しにシベリアから日本に渡ってくるマガンのうち相当部分ともいえる数万羽が、蕪栗沼で越冬する。しかし、1990 年代に、治水のために宮城県が蕪栗沼を全面的に掘削するという計画がもちあがった（鷺谷 2011）。そこで自然の豊かさを保ちながら、遊水池としての機能も十分に果たし、「人も鳥も大切」にした地域の農業者にも恩恵をもたらす方法の模索が始まった（岩渕 2006）。まず、耕作放棄されていた沼の近隣の白鳥地区の水田を、湿地に戻すこととした。治水の計画としては、洪水時に水を貯める遊水池として位置づけられた。沼を掘って治水に必要なだけの容量を確保するという通常のやり方ではなく、水田を湿地に戻すことで遊水池の働きを確保するという選択がなされた。それに加え、蕪栗沼の近隣で現在も耕作が続けられ

ている水田においても、冬期にも水鳥が利用できるように水を張る「ふゆみずたんぼ」の農法を用いて、湿地の機能を高め、越冬に訪れる雁のねぐらを提供するという画期的方法が考案された。ふゆみずたんぼであれば、冬の間も水が張られているため、微生物から水鳥まで、多様な生きものがそこを沼と同じように利用でき、生物多様性保全にとって大きな効果を期待できる。この新しい農法は、除草効果や施肥効果など、農業的なメリットも大きいということがわかってきた。今では、ふゆみずたんぼの農法は全国に広がっている。そして、同地域の蕪栗沼周辺の水田は、2005年、ラムサール条約登録湿地となった（鷺谷 2011）。水田も併せた登録は世界初であり、コスタリカでのラムサール条約会議 COP7 の際に、出席者から「先駆的である」として、国際的にも高い評価を得ている（岩渕 2006）。

生物多様性の危機

地球の歴史を振り返ると、これまでの大量絶滅の危機は 5 回あったといわれている。原因については、火山の噴火や気候の変化など諸説あり、5 回目の大量絶滅では、隕石の衝突が原因となり、恐竜たちが絶滅に追い込まれたと考えられている。現在地球上で起こっているのは、それに匹敵するほどの規模だという意味を込め、「第 6 次大量絶滅」ともいわれている（枝廣 2011）。人間活動による影響が主な要因で、地球上の種の絶滅のスピードは自然状態の約 100～1000 倍にも達し、多くの生物が危機に瀕している（生物多様性センターHP）。さらに問題なのは、最近になるほど絶滅速度が上がっているという事実である（鷺谷ら 2005）。

日本の生物多様性は 4 つの危機にさらされている。第 1 の危機は、開発や乱獲など人が引き起こす負の影響要因による生物多様性への影響である。沿岸域の埋立てなどの開発や森林の他用途への転用などの土地利用の変化は多くの生物にとって生息・生育環境の破壊と悪化をもたらし、鑑賞用や商業的利用による個体の乱獲、盗掘、過剰な採取など直接的な生物の採取は個体数の減少をもたらした。中でも、干潟や湿地などはその多くが開発によって失われた。また、河川の直線化・固定化や ダム・堰などの整備、経済性や効率性を優先した農地や水路の整備は、野生動植物の生息・生育環境を劣化させ、生物多様性に大きな影響を与えた。

第 2 の危機は、第 1 の危機とは逆に、自然に対する人間の働きかけが縮小撤退することによる影響である。里地里山の薪炭林や農用林などの里山林、採草地などの二次草原は、以前は経済活動に必要なものとして維持されてきた。こうした人の手が加えられた地域は、その環境に特有の多様な生物を育ててきた。また、氾濫原など自然の攪乱を受けてきた地域が減り、人の手が加えられた地域はその代わりとなる生息・生育地としての位置づけもあったと考えられる。しかし、産業構造や資源利用の変化と、人口減少や高齢化による活力の低下に伴い、里地里山では、自然に対する働きかけが縮小することによる危機が継続・

拡大している。

第3の危機は、外来種や化学物質など人間が近代的な生活を送るようになったことにより持ち込まれたものによる危機である。まず、外来種については、野生生物の本来の移動能力を越えて、人為によって意図的・非意図的に国外や国内の他の地域から導入された生物が、地域固有の生物相や生態系を改変し、大きな脅威となっている。また、家畜やペットが野外に定着して生態系に影響を与えている例もある。特に、他の地域と隔てられ、固有種が多く生息・生育する日本のような島嶼の生態系などでは、こうした外来種による影響を強く受ける。化学物質については、20世紀に入って急速に開発・普及が進み、現在、生態系が多くの化学物質に長期間曝露される状況が生じている。化学物質の利用は人間生活に大きな利便性をもたらしてきた一方で、中には生物への有害性を有するとともに環境中に広く存在するものがあり、そのような化学物質の生態系への影響が指摘されている。化学物質による生態系への影響については多くのものがいまだ明らかになっていないが、私たちの気付かないうちに生態系に影響を与えているおそれがある。

第4の危機は、地球温暖化など地球環境の変化による生物多様性への影響である。地球温暖化のほか、強い台風の頻度が増すことや降水量の変化などの気候変動、海洋の一次生産の減少及び酸性化などの地球環境の変化は、生物多様性に深刻な影響を与える可能性があり、その影響は完全に避けることはできないと考えられている。さらに、地球環境の変化に伴う生物多様性の変化は、人間生活や社会経済へも大きな影響を及ぼすことが予測されている。地球温暖化の影響で平均気温が1.5～2.5度上がると、氷が溶け出す時期が早まる、高山帯の縮小、海面温度の上昇によって、動植物の20～30%は絶滅のリスクが高まるといわれている。IPCCの第4次評価報告書では、20世紀半ば以降に観測された世界平均気温の上昇のほとんどは、人間活動に伴う温室効果ガス濃度の増加によってもたらされた可能性が非常に高いとしている。こうした点は、第1の危機の一つの類型としてとらえることもできるが、生物多様性への影響の直接的な原因者を特定するのが困難なこと、影響がグローバルな広がりを持つことで第1の危機とは異なる。加えて、必ずしも人間活動の影響とは断定できない地球環境の変化による影響の可能性もあり、その場合は危機として捉えることが適当ではないが、それとは切り離せない複合的な要因であることなどの特殊性を踏まえ、第4の危機として整理する（生物多様性国家戦略2012-2010）。

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見ても、生物多様性の危機的状況は窺える。生物多様性ホットスポットとは、「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。

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ひとつとなった。この34地域

の総面積は地球上の陸地面積のわずか 2.3%だが、ここに全世界の 50%の維管束植物種と 42%の陸上脊椎動物種が生存している（日比・千葉 2010）。

日本列島では、多くの生きものを育む湿地や干潟の面積は、埋め立てや干拓などにより、ここ数十年の間に大きく減少し、生息・生育地の分断・孤立化が起こった。淡水生態系や沿岸域の生物多様性がきわめて危うい状態になっているのは、そのような開発がもたらした事態であるともいえる。このような生息・生育場所の縮小や分断・孤立化が生物の生活にもたらす影響については、これまで、開発が計画されるときに、ほとんどといってよいほど考慮されることがなかった。環境アセスメント（環境影響評価）が実施されても、生物の個体群の存続を保障するような対策がとられることは、ほとんどなかったようにみえる（鷲谷 2011）。

生物多様性の要素である多様な種や生態系を個々にばらばらに維持することよりも、そ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となる。そのネットワークの中には、ヒトという和名をもつ哺乳類である私たちも組み込まれている。ネットワークの保全には、生態系全体を視野に入れて適切な管理を行うことが必要であり、人間活動全般を自然と調和するものに代えていくことが求められる。生物多様性保全のためには「生態系アプローチ」ともいふべき、広く生態系全体に目を向けた保全策が有効である（鷲谷 2006）。

レッドリスト・レッドデータブック

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、国際的な基準にもと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（須田ら 2009）。

IUCN（国際自然保護連合）が設けたレッドリストによ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 A 類（CR）：ごく近い将来に絶滅する危険性が極めて高い種、

I B 類（EN）：CR ほどではないが近い将来に絶滅する危険性が極めて高い種、

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性は少ないが、生息条件の変化によっては上位ランクに移行する要素を持った種

とされる（須田ら 2009）。

これまでに存在が知られている生物の全種数は、およそ数万種といわれているが、そのうち哺乳類は 5,513 種、鳥類は 10,425 種を占めるにすぎない。2015 年度版の IUCN のレッドリストでは、哺乳類や鳥類の研究が進み、哺乳類では CR が 212 種、EN が 482 種、

VU が 506 種で計 1,200 種、鳥類では CR が 213 種、EN が 419 種、VU が 741 種、計 1,373 種がリストアップされている。この結果から、分類群全体の 1 割から 2 割が危機に瀕していることを物語っている。植物については全体で 307,674 種が確認されているが、評価種数は 17,218 種であり、その中で CR が 2,205 種、EN が 3,384 種、VU が 5,307 種、計 10,896 種が絶滅危惧種としてリストアップされた。どの分類群においても、レッドリスト改訂ごとに掲載種数が増えており、世界中で多くの生物が深刻な状況に置かれている。

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。（須田ら 2009）。これらの多くは、環境省のレッドリストの評価方法を使っており、それぞれ独自に県内の野生生物の危機を調査して、危機の度合いを調べ、まとめている。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。このレッドリストを参考にして、市民の参加も仰ぎながら、県や府が独自に野生生物の保護措置を取る先進的な例も、近年出始めている。一方、都道府県によっては、ほとんど活用されていない場合もある。インターネット上での公開をしていない、情報や調査の更新を行わず、一度作ったという既成事実だけで終わらせている地方自治体も少なくない。県が自ら絶滅危惧種と評価しておきながら、実際の開発に際しては、十分な配慮もなされないケースもある。レッドリストは、日本の各地域の多様な自然環境を保全してゆく上で、貴重な手がかりとなる情報を提供してくれる。自治体はもちろんのこと、市民や NGO も、開発などに際しての政策決定や意見交換に、レッドリストを活用してゆくことが重要となる（WWF ジャパン HP）。

群馬県版レッドリストも、2001 年に調査された植物編と 2002 年に調査された動物編について、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 年に改訂準備に着手し、2012 年に初の改訂が行われた。植物は 633 種を評価対象とし、このうち 274 種は新たに掲載された種である。評価された中で、CR が 217 種、EN が 134 種、VU が 122 種の計 473 種が絶滅危惧種として掲載されている。CR 種が最多となった理由として、本県の植物相がもともと地域間の差異が大きく分布地点の限られる希少種が多いことに加え、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ことが考えられる。前回より絶滅リスクが低い評価となった種は、前回評価が絶滅危惧 I 類または II 類だった 180 種（ただし今回評価対象外となった 4 種を除く）のうち 38 種だったが、これらは新たな産地が発見されたものがほとんどで、必ずしも個体数が減少から増加に転じたとは言えず、引き続き注視する必要がある（群馬県 HP）。

私たちの身のまわりにも絶滅危惧種となった生物種は少なくない。分類学の専門家の協

力を得て環境省が作成した日本のレッドリストによると、哺乳類、両生類、汽水・淡水魚類、カタツムリなど陸生および淡水の貝類では、いずれも四分の一くらいの種が絶滅危惧種となっている。そのなかにはかつての身近な動植物が数多く含まれている。たとえば、メダカやハマグリも、今では絶滅危惧種である。環境の変化に富み、比較的温暖で降水量に恵まれ、また多くの植物の局所的絶滅をもたらした最終氷河期の影響をあまり受けていない日本列島は、これまでは豊かな植物相を誇ってきた。しかし、現代になってその急速な貧困化が始まっている。現在では、維管束植物（種子植物とシダ植物）の絶滅危惧種は二割を超える。そのなかにはフジバカマ、キキョウ、サクラソウなど、かつてごく普通にみられた植物が多く含まれている（鷲谷ら 2005）。

里山の変遷と重要性

およそ近世から 1960 年代までの 400 年間、農家は地域の生物資源生産に大きく依存してきた。いわば自然エネルギーを用いた植物工場によって生産される生物資源のうち、穀物・野菜は食糧として、作物残滓や里山の下草や落葉は飼料や肥料、燃料として、里山で成長する木材は建築材として利用されていた（恒川 2001）。

ところが 1960 年以降、燃料革命、肥料革命が広まり、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。結果として、今日、農家はかろうじて米・野菜の生産の場として農地との関わりを維持しているが、1960 年以前に存在していた燃料、肥料、飼料、建築材の供給源としての里山の意義は薄れている（恒川 2001）。ここから里山に管理の手が入らなくなり、放置されて植生遷移が進んだ結果、衰退した里山が増えてしまった。

また、この頃の日本の自然保護は尾瀬に象徴されるような原生自然を守ることであった。白神山地や知床半島、あるいは屋久島などの保護はこのような流れの中にある。その時代には農業地帯は自然保護の対象ではなかった（高槻 2010）。その意味で里山は守るべき価値があるとは考えられていなかった。現に当時は里山の景色はどこにでもありふれていたため、その保護の優先度は低いものとならざるをえなかった。しかし、皮肉なもので、ありふれていたことが里山の消滅に拍車をかけた（高槻 2010）。

こうして里山はさまざまな形で消滅していった。最も直接的な破壊は里山に工場や宅地を造るために造成してしまうことだった。大都市の周辺の里山では丘陵地そのものを消滅させる大規模な「開発」が行われた。奥山に分布する比較的自然的性の高い森林が、少なくとも面積のうえで保持されてきたのに対し、都市周辺に分布する里山は、都市域の拡大の影響を受け、急激な減少を余儀なくされた（恒川・別所 2001）。また減反による水田の消滅も里山の景観を大きく変化させた。かつてイネが植えられていた水田にヨシが入り込み、あるいは水を抜いた場所ではセイタカアワダチソウなどが繁茂するようになった（高

槻 2010)。さらに管理放棄された里山では、竹林が拡大に拡大を重ねている。特に、段丘や丘陵地帯でその拡大が著しい。かつては竹材とタケノコの両方で収入になっていたが、竹材が売れなくなり、タケノコ生産による収入だけになると、1ヶ月強にわたる一家をあげてのきつい収穫の労働を嫌って、竹林の管理を放棄する人が多くなった。中国産をはじめ台湾やタイ産の安いタケノコ缶詰の輸入もそれに追い討ちをかけるようになった。その結果、人手の入らなくなった里山の竹林は、野生化し確実に分布を広げている（犬井 2002）。

里山は人と共存することによってはじめて存続できる、身近な、そして豊かな自然である。したがって里山を守り残すということは、里山を人が常に利用することを意味するが、現在の里山に、薪や炭、落ち葉堆肥などを利用していた時期と同じだけの生産的価値は期待できないし、まして従来の農林業的価値だけで里山を再生させることはできない（犬井 2002）。

しかし里山の機能として着目すべき点は、それだけではない。多くの生物の生存の場であり、人々に安らぎと憩いを与えるレクリエーションの場でもある。また、さまざまな伝統的な文化が里山を舞台に継承されてきた（恒川 2001）。日本における保護上重要な植物種及び群落に関する研究委員会種分科会（1989）によって植物のレッドデータブックが刊行され、里山に生育する植物の中にも絶滅危惧種が多いことが明らかになってから、里山が生物多様性の保全に対して大きな役割を果たしていることが認識されるようになった（倉本 2001）。生物多様性の高い地域として里山の価値が見直されてきた現在では、多くの自治体、とくに都市域の自治体では里山を保全地域として指定し保護・保全している。また、里山景観を保全しながら利用している都市公園も多く存在するようになった。現在、これらの保全地域や都市公園では里山管理を行うボランティアを組織しているところも多い（星野 2005）。

生物多様性条約

生物多様性条約は、気候変動枠組条約とともに、地球環境保全の両輪をなす条約である。1992年にブラジルのリオ・デ・ジャネイロで開かれた「環境と開発に関する国際連合会議（地球サミット）」で各国による署名が開始され（鷺谷 2011）、現在までに、194ヶ国とヨーロッパ連合（EU）、パレスチナが加盟している（外務省 HP）。条約の3つの目的は、①地球上の多様な生物を、その生育環境とともに保全する②生物資源を持続可能であるように利用する③遺伝資源の利用から生ずる利益を、公正かつ衡平に分配するという3つの目的を掲げている。つまり、この条約の特徴は、生物多様性そのものや、多様性を構成している要素を保護するだけでなく、いかに持続可能なかたちで生物を利用していか、さまざまな遺伝情報や、遺伝資源から得られる利益をどうやって公正に分けていくのか、

という「利用」の観点が含まれている（枝廣 2011）。生物多様性条約では、数値的な目標を挙げるのが難しいだけでなく、具体的な目標が誰にとっても明瞭であるとは言い難い。しかし、生物多様性の保全・持続的利用・再生という目標の曖昧さや指標選択のむずかしさは、生物多様性や生態系そのものの本質的な特質に起因している（鷲谷ら 2005）。

生物多様性保全の法的・施策的取り組み

2002年のCOP6で採択された「2010年までに生物多様性の損失速度を顕著に減少させる」との2010年目標は達成することができなかった。このためCOP10では、2010年以降の目標として、各国に積極的な行動を促す「明確」で「わかりやすい」世界目標の策定が目指された。COP10で採択された「愛知目標」は、2050年までに「自然と共生する」世界を実現するというビジョン（中長期目標）を持って、2020年までにミッション（短期目標）及び20の個別目標の達成を目指している。

愛知目標とともにCOP10で合意された、遺伝資源への“アクセスとその利用から得られる”利益の配分(ABS)「名古屋議定書」は、アクセスに係る事前同意(PIC: Prior Informed Consent)や相互合意条件(MAT: Mutually Agreed Terms)に基づく公正かつ衡平な利益配分を含め、生物多様性条約の規定に実効性を持たせるため締約国が実施すべき具体的措置を決めたものである。国境をまたいだり、事前同意を得ることができない遺伝資源の利用の場合に、利益配分のためのグローバルな多国間メカニズムの必要性も検討されることになった。法的拘束力のある国際約束の採択を受けて、各国国内法や規制の整備が進められていくことになる。遺伝資源へのアクセスと利益配分についてのルールの透明性や明確性が確保されることは、遺伝資源の提供国、利用国の双方にとって望ましく、今後の遺伝資源の活用の促進が期待される（外務省 HP）。

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である。わが国は、1995年に最初の生物多様性国家戦略を策定し、2002年3月に「新・生物多様性国家戦略」、2007年11月に「第三次生物多様性国家戦略」、2010年3月に「生物多様性国家戦略2010」、2012年9月に「生物多様性国家戦略2012-2020」と、これまでに4度の見直しを行った。

「生物多様性国家戦略2012-2020」は、2010年10月に開催された生物多様性条約第10回締約国会議(COP10)で採択された愛知目標の達成に向けた我が国のロードマップを示すとともに、2012年3月に発生した東日本大震災を踏まえた今後の自然共生社会のあり方を示すという目的のもと改訂された。この戦略のポイントは次の3点である。

1 つは愛知目標の達成に向けた我が国のロードマップを提示、年次目標を含めた我が国の別目標（13 目標）とその達成に向けた主要行動目標（48 目標）を設定するとともに、国別目標の達成状況を測るための指標（81 指標）を設定した。

2 つめは、2020 年度までに重点的に取り組むべき施策の方向性として「5 つの基本戦略」を設定した。これまでの生物多様性国家戦略の (1) 生物多様性を社会に浸透させる、(2) 地域における人と自然の関係を見直し・再構築する、(3) 森・里・川・海のつながりを確保する、(4) 地球規模の視野を持って行動する、の 4 つの項目に加えて、(5) 科学的基盤を強化し、政策に結びつける、の新規項目を追加した。

3 つめは、「愛知目標の達成に向けたロードマップ」の実現に向け、今後 5 年間の行動計画として約 700 の具体的施策を記載し、50 の数値目標を設定した（生物多様性センター HP）。

生物多様性条約を受けて、生物多様性保全の観点から国内でも法整備が行われた。1992 年に、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の立場から、「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」）が制定された（坂口 2005）。種の保存法の対象になる「希少野生動植物種」は、「国内希少野生動植物種」、「国際希少野生動植物種」、「緊急指定種」の 3 つに分類される。しかし指定種が少ないため、生物多様性保全の観点から増やす必要がある。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）。

2003 年に制定された「自然再生推進法」（以下「自然再生法」）は、自然再生に向けた動きが国際的・国内的にも高まっており、当時策定された新・生物多様性国家戦略の中でも自然再生が重要な課題に位置付けられたことをうけている。法律の内容では、行政機関、専門家、環境 NGO の参加の下に、それぞれ地域に固有の生態系を取り戻すことを目指すものであり、新たな規制措置は含まれていない（坂口 2005）。

さらに外来生物からの影響が深刻化してきたことに対し、特定外来生物の使用、栽培、保管、運搬、輸入を規制し、特定外来生物の防除を行い、生物多様性の保全・確保、人の生命・身体の保護、農林水産業の発展を目的として、2005 年に特定外来生物にとる生態系等に係る被害の防止に関する法律（以下「外来生物法」）が施行された（坂口 2005）。この法律の課題は、第一に特定外来生物の防除と管理には、税金を使うのではなく、原因者負担の原則を厳格に適用すべき点である。第二に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、遺伝子汚染を引き起こし、日本の生態系に被害を及ぼすおそ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。第三に、日本に導入される外来種は、同時に、その外来種の出産地における乱獲による生態系破壊を引き起こしていることにも注意が必要である。

第三次生物多様性国家戦略策定の翌 2008 年には、生物多様性の保全を目的とした「生物多様性基本法」が施行された。その目的は、生物多様性の保全と持続可能な利用を推進

し、「自然と共生した社会」を実現することにある。生物多様性基本法が以前制定された「鳥獣保護法」「種の保存法」「外来生物法」などの個別法と異なる点は、野生生物や生息環境、生態系全体のつながりを含めて保全することが規定されたことだ。個別の取り組みから包括的な取り組みへ、という国際的な流れがようやく日本でも具現化された法律といえる(枝廣 2011)。

SATOYAMA イニシアティブ

2010年に日本の愛知県名古屋市で開催された COP10 では、2020年までに達成すべき目標として愛知目標が定められ、同時に日本が提案した「SATOYAMA イニシアティブ」も採択された。

SATOYAMA イニシアティブは、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標として、里山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(鷲谷 2011)。

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、ため池等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。こうした里山ランドスケープは、何千年にもわたって多様な生態系サービスを提供してきた。土砂崩れなどの災害防止、水資源の枯渇や土壌劣化の防止、自然資源の持続的な提供、農作物の花粉媒介、野生生物の生息場所の提供、郷土意識・文化の醸成など、様々な役割を果たしてきた。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)。

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。一方、多くの途上国では人口の増加、食料やエネルギー需要の増加に伴い、過剰な森林伐採や単一的なプランテーション開発などの土地利用が拡大し、自然と調和した資源利用の知恵やシステムの損失、生物多様性の劣化などの問題が生じている。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 (Vision)、行動指針 (Approach)、視点 (Perspective)、そして、各地域の実情に応じて効果的に適用するための手順や方法を、多くの国々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)。

生物多様性モニタリング

現在の里山は、身近な自然としてふれあいの場であると同時に、希少なあるいは絶滅の危機に瀕した生物の生息・生育場所である。このため、里山では、環境教育やレクリエーションとして利用する場合でも、生物の生息・生育状況の確保を前提とした利用をすることが求められる（星野 2005）。

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難しい。自然再生の取り組みによって、生態系の機能の一部またはその大部分を回復させることができたとしても、いったん絶滅した種や個体群は戻ってこない。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（鷲谷 2007）。絶滅危惧種の保全には、継続的なモニタリングを行い、問題が深刻化した場合に時期を逃がさず緊急対策を実施することが必須である。環境省のレッドリスト掲載種を見ても、その多くは、生態学的な現状が十分には把握されているとはいえない。全ての種について、客観的で科学的な現状のモニタリングを実施し、回復計画を策定する必要がある（鷲谷ら 2005）。

生物多様性モニタリングに関しては、これまで、市民を中心とする NGO が大きな役割を果たしてきた。生物多様性モニタリングを実施している主体をインターネットで検索してみると、研究者や行政組織よりも市民を主体とする NGO が圧倒的に多い。欧米では多くの NGO が強力な独自の生物多様性モニタリングを実施して、社会的にも大きな影響を与えている。

今日では、生物多様性の保全や自然再生をおもな目的とする活動、あるいはそれを意識した取り組みは、社会全体に広がりつつある。企業の社会貢献活動（CSR）においても、欧米では生物多様性がすでに重要なテーマとなっており、日本でも若干その兆しがみえるようになってきた。農業分野でも生物多様性を意識した取り組みが広がりつつある。そのため、生物多様性モニタリングも、従来から自然庇護に関心を寄せてきた市民、NGO、行政分野にとどまらず、社会のさまざまなセクターにとっての関心事となりつつある（鷲谷 2007）。

日本では、環境省が全国にわたって 1000 ヶ所程度のモニタリングサイトを設置し、基礎的な環境情報の収集を長期にわたって継続して、日本の自然環境の質的・量的な劣化を早期に把握する「モニタリングサイト 1000」というプロジェクトを行っている。環境省生物多様性センターでは、自然環境の調査や野生生物の保全に関わっている各種団体を通じて、大学、研究機関、専門家、地域の NPO、ボランティアなどに呼びかけ、モニタリングサイト 1000 を推進するためのネットワークを構築、2014 年 1 月 1 日時点で 1019 の地点（暫定サイト含む）で調査が行われている。この中で市民調査員が占める割合はかなり高

く、地域の特性をよく知る市民と専門家である研究者が共同でモニタリングを継続している。

本研究の目的

本研究では、里山地域には絶滅危惧種・希少種を含む多様な在来植物が生育することが明らかになりつつあり、この植物種多様性がどうやって形成されるのかを、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。

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てきた。おそらくこのことが原因で、里山地域は植物種多様性が非常に高く、また多くの絶滅危惧種・希少種が生育していることが報告されている。しかし、高度成長期以降の産業構造の変化、とりわけ農業の衰退と少子高齢化により、里山地域の環境は衰退の一途をたどり、植物種多様性が低下し、絶滅危惧種・希少種の衰退が起こっている。特に、個体数の減少と生育地の分断化・縮小が、遺伝的多様性を減少させ、自家不和合性によって種子繁殖を困難にしている可能性が高い。この政策実現のためには、里山における生物多様性の現状の解明が必須であり、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。

そこで、長期間里山として維持管理されている地域（西榛名、榛名山北面）において、植物相調査、環境調査を行って里山の現状を解明する。また代表的な絶滅危惧植物・希少種について、現地調査、発芽実験や生長解析などを行い、開花・結実状況の解明、発芽・生長特性の解明を行った。

また絶滅危惧種 A の種子の発芽率が、種子の採取年、採取地、保存期間、実験者によって大きく異なる採取年や採取場所によって異なる原因を、複数の前処理と休眠解除方法を適用することによって解明し、併せて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。これらの結果をもとに、里山植物の科学的な保護・保全方法を考察する。

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。

本研究の一部（榛名山北面の絶滅危惧種 A 分布調査）は、田村一志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北榛名の絶滅危惧種 A 調査に関するものがあるが、併せて田村氏の卒業論文を参照されたい。

調査地概要

西榛名地域

西榛名地域は、群馬県の榛名山西麓に位置し、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、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・変種以上の分布類を含めると計 813 種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）。

北榛名地域

北榛名地域は、群馬県の榛名山麓北面、群馬県吾妻郡東吾妻町大字岩井に位置する、寺沢川流域の調査地である。海拔は 700-800m で、農耕地とスギ植林の間に集落が点在している。

2011 年（荒川 2012）から群馬県自然環境課のレッドデータブック改訂用調査の一環として、群馬大学社会情報学部環境科学研究室が調査を行っている。

材料および方法

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ため、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挙げられる。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。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（スマートフォン）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。

さらに、希少植物種・絶滅危惧種（ ）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、ポータブル GPS（GPSmap62SCJ, GARMIN）を用いて生育位置を記録した。

開花

個体数と開花個体ごとの花数を数え、ポータブル GPS（GPSmap62SCJ, GARMIN）と、スマートフォン（iPhone）の GPS 機能を用いて内蔵カメラで撮影することにより生育位置を記録した。

発芽実験

材料植物および使用種子の出所

- ・ナガミノツルキケマン（ケシ科）

2014年10月8日に西榛名地域において採取し、シリカゲルを用いて約1ヶ月間以上十分乾燥させた直後より、-80℃のディープフリーザー（MDF-U384, Panasonic）内で冷凍保存されている種子を用いた。

- ・ウバユリ（ユリ科）

2012年11月15日に西榛名地域において採取し、シリカゲルを用いて約1ヶ月間以上十分乾燥させた直後より、4℃の薬用保冷庫において約1年間冷蔵保存された後、2013年

より-80℃のディープフリーザー内で冷凍保存されていた。

種子発芽の冷湿処理・培養温度依存性

ナガミノツルキケマンおよびウバユリの種子のうち健全なものを峻別し、実験に用いた。石英砂を敷いた直径 9cm のプラスチック製シャーレに種子を 50 個ずつ入れ、蒸留水を約 20cc 注入した。ナガミノツルキケマンおよびウバユリは前処理として、4℃の薬用保冷庫 (MEDICOOL MPR-504 (H), SANYO) で湿らせた状態で 2 ヶ月間保存する冷湿処理を施した。これにより種子に冬を経験させたものと、冷湿処理を施さないものを用意した。この前処理によって、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、発芽を促進させる効果がある (荒木ほか 2003)。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。器内の温度は 5 段階 (30/15℃、25/13℃、22/10℃、17/8℃、10/6℃) とし (昼 14hr、夜 10hr、昼間の光量子密度は $30 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)、各温度区・各処理区で 1 植物種あたり 3 シャーレを培養した。冷湿処理を施さない種子は、25/13℃ 区にて培養した。

実験開始後は、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して記録し、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、約 2 ヶ月培養を続けた。

発見できなかった

株もあり、結実率は発見できた個体のみで算出した。

異なる光環境条件下における絶滅危惧種 A の栽培実験

発芽実験で発芽した実生を寒天培地（1.5%寒天+ハイポネックス 1000 倍溶液をプラスチックシャーレに入れたもの）に移植し、本葉が出始め根が十分に伸びた段階でピートバン（サカタのタネ）に移植した。この間はグロースキャビネット（MLR-350T, SANYO, LED 球を用いて 14L/10D の日長で昼の光量子密度を約 $380\sim 400 \mu \text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ とし、庫内温度 $25^{\circ}\text{C}/20^{\circ}\text{C}$ に調整した）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、施肥は行わなかった。これらの苗を約 2 週間群馬大学荒牧キャンパスの裸地で前栽培した。

寒冷紗を用いて相対光量子密度を 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。これらの処理区に苗ポットを配置して 1 ヶ月栽培し、栽培期間の最終日に全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流れ出るまで十分灌水した。

初期サンプリングに際しては、苗の見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、送風低温乾燥機

(DRS620DA, ADVANTEC) に入れて 1 週間 80°C で乾燥させた後、電子式上皿天秤 (BJ210S, Sartorius) で乾燥重量を測定した。葉面積はカラスキャナー (GT-S640, EPSON) を用いて解像度 300dpi、16bit グレーでスキャンした後、ImageJ1.4lo (NIH) を用いてドット数を計測した。今回は 148cm²あたり 2098075 ドットとした。栽培スケジュールは表 4 に示す。

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。

・ 相対成長速度 (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示す指標である。

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

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)

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)

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 (m²)

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期間にどれ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。

$$RGR \cong NAR \cdot LAR$$

$$LAR=SLA \cdot LWR$$

これらの式によって、処理区間で RGR または LAR の差異があった場合、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。

栽培時の環境測定

群馬大学荒牧キャンパス構内において温度データロガー(TR52, T&D Corporation)を用いて、裸地および各光強度区の気温を栽培実験期間中 15 分おきに連続測定した。なお、センサー先端部分をアルミニウムカバーで覆い、直射日光が当たるのを避けた。

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 124 種、うち 12 種が絶滅危惧種・希少種の生育が確認された（表 5）。西榛名地域においては、群馬大学社会情報学部・環境科学研究室が 2008 年よりモニタリング調査を継続して行っている。

今回の調査では、棚田・ため池・休耕田の混在する地点から二次林の管理されている地点まで地点ごとの区切りをつけず踏査を行った。

しかし、環境省により要注意外来植物に指定されたオオブタクサ、アメリカセンダングサを含めた 4 種の外来種の生育・繁茂が確認された。現地では、これらの種が大群落を形成し、在来植物の生育環境に悪影響を及ぼしかねない状態もみられた。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る必要がある。

希少種の開花株数と分布マップ

種子発芽の冷湿処理・培養温度依存性

・ナガミノツルキケマン（ケシ科 1 年草または越年草草本、*Corydalis raddeana*）

北海道、本州、九州の山地に生育する草本で、国のレッドデータブックおよび群馬県のレッドデータブック（2012）では準絶滅危惧種に指定されている。

2ヶ月の冷湿処理後の発芽実験での最終発芽率は、30/15℃区で3.3%、25/13℃区で0%、22/10℃区で4.0%、17/8℃区で0.7%、10/6℃区で1.3%となった（図10）。また、冷湿処理を施さなかった種子での発芽実験（25/13℃区）でも最終発芽率は0%だった（図11）。これは、高橋美絵（2009）をはじめとする先行研究と比べても低い結果となった。この結果から、福島（2015）の先行研究でも述べられた本種子が何らかの生理的な深い休眠状態にあり、冷湿処理のみではその解除があまり促進されないことの再確認ができた。また、本種子の多くはほとんど吸水をしていない可能性も考えられる。そのため、実験方法の新たな手段として、種皮を洗浄し吸水を促進させるなどの措置を講ずる必要がある。

・ウバユリ（ユリ科多年草草本、*Lilium cordatum*）

本州の宮城県以南、石川県以西、四国、九州の山地に生育する多年草で、国のレッドデータには指定されていないものの、東京都で絶滅危惧Ⅱ類、千葉県と鹿児島県で準絶滅危惧種に指定されている（日本のレッドデータ検索システム 2015）。

2ヶ月の冷湿処理後の発芽実験の最終発芽率は、全ての温度区間で0%であった（図12）。同様に、冷湿処理を施さなかった種子での発芽実験（25/13℃区）も最終発芽率は0%であった（図13）。この結果から、吸水ができていなかった、あるいは種子を冷凍保存していたために種子が死んでしまった可能性が考えられる。今年度採取した種子を冷蔵保存のみで保管し、再度実験を行う必要がある。

異なる光条件下で栽培した絶滅危惧種 A の生長解析

異なる光条件下において栽培した結果、絶滅危惧種 A の相対成長速度 (RGR, $\text{g g}^{-1}\text{day}^{-1}$) は、相対光量子密度 3% 区では約 -0.003 と生長せずほとんどの個体が枯死した。これより明るい区では、9% 区で約 0.022 と最大になり、13% 区で約 0.018、100% 区で約 0.002 と、明るくなるほど低下した。(図 20)

赤上 (2011) により 2010 年に行われた同様の研究では、絶滅危惧種 A は 100% 区で最もよく生長した。この際は栽培を 6 月中旬から 7 月中旬の日平均気温が 25°C をほとんど越えない時期に行った。本研究では絶滅危惧種 A の実生の生育が遅れ、野外での栽培は 7 月～8 月となり、この期間の群馬大学荒牧キャンパス構内の気温が連日 35°C 前後であった(図 21)。そのため春植物である絶滅危惧種 A の生長には適さず、阻害するような環境だったと推察される。3% 区において生長せずほとんどの個体が枯死したことは、赤上 (2011) の結果と同様であり、絶滅危惧種 A は他の植物に被陰された暗い環境下では生長が悪くなり、特にうっぺいした林床のような非常に暗い環境下では生長できないと考えられる。

光合成活性を表す純同化率 (NAR, $\text{g m}^{-2}\text{day}^{-1}$) は、3% 区で約 -0.099、100% 区で約 0.088 と相対光量子密度が高い区ほど高くなり、特に 3% 区では著しく低い値となった。3% 区で絶滅危惧種 A が生長せずほとんどの個体が枯死した原因は、光不足で光合成が行えなかったことといえる。

各個体の乾燥重量と葉面積の比率を表す葉面積比 (LAR, m^2g^{-1}) は、100% 区で約 0.018 と低くなったが、それ以外の区では約 0.025~0.030 の範囲にあった。

各個体の葉の厚みを葉面積/重量ベースで表す比葉面積 (SLA, m^2g^{-1}) は、100% 区で約 0.033 と低くなったが、それ以外の区では約 0.06~0.078 の範囲にあった。器官別重量比のうち葉重量比は処理区間で有意な差はなかったので、結果として LAR が 100% 区で低くなったものと考えられる。

SLA のこのような変化は、光が不足して光合成活性が低下した際に、より薄い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を同じものである。しかし暗い環境下で LAR が増加しても、NAR の低下を補うことができずに、結果として RGR の著しい低下を起こしてしまうと考えられる。

100% 区の NAR の値は赤上 (2011) の研究の際の値 (約 2.40) の 1/3 程度となったことから、100% 区で RGR が低くなった原因は、高温のため光合成活性が阻害され、呼吸活性が促進されて NAR が低下したためだと考えられる。

以上の結果より、本種は、明るい環境下自体は好む (赤上 2011) が、春植物のため気温が高すぎる環境では生長できないと考えられる。このことは、本種が主に春先の溪流沿いといった、土壌含水率が高く光がよく差し込む場所に分布する原因の一つになっている

と推察される。そのため、春先に光が差し込むよう生育地の草刈りなど適切な管理が必要とされる。

結 論

本研究により、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、西榛名地域をはじめとする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構成種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、当地の生物多様性や植物種に関心を寄せ、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、12種の絶滅危惧種・希少種を含む在来種124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。先に述べたような環境条件と農耕による人為的攪乱が長期にわたって維持されており、様々な植物に適した多様な生育環境が形成されているといえる。しかしながら、環境省より要注意外来種に指定されているオオブタクサ、アメリカセンダングサなど外来種の繁茂も確認された。このような外来植物が在来種の生育場所を奪ったり、異種交配により在来種の遺伝的多様性が脅かされる可能性があるため、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る必要がある。

発芽実験の結果では、西榛名地域で採取されたナガミノツルキケマンは、全ての温度区、処理条件で最終発芽率は0~4%であった。この結果から、福島(2015)の先行研究でも述べられた、本種子が何らかの生理的な深い休眠状態にあり、冷湿処理のみではその解除があまり促進されないことの再確認ができた。また、本種子の多くはほとんど吸水をしていない可能性も考えられるため、実験方法の新たな手段として、種皮を洗浄し吸水を促進させるなどの措置を講ずる必要がある。

西榛名地域で採取されたウバユリは、全ての温度区、処理条件で最終発芽率は0%であった。この結果から、吸水ができていなかった、あるいは種子を冷凍保存していたために種子が死んでしまった可能性が考えられる。今年度採取した種子を冷蔵保存のみで保管し、再度実験を行う必要がある。

栽培実験による生長解析を行った結果、里山植物である絶滅危惧種 A の生育特性と、実際の里山における生育地の環境条件との関係の一部を解明することができた。絶滅危惧種 A の相対成長速度 (RGR) は 3%区、13%区、100%区で低下する結果となり、本種がうっぺいした林床のような非常に暗い環境下では生育できないこと、また栽培実験期間中の気温が非常に高かったことから、高温下での生育に適さない植物であると考えられる。良好な生長のためには、里山において多様な生育環境を形成している、農耕や伐採といった人為的管理による中規模攪乱が必須であるといえる。

里山地域では、伝統的農法などによる人と自然の共存が成立し、中規模攪乱による生態系の多様性が維持されてきた。しかし高度経済成長以降、かつて日常の風景であった里山地域は衰退し、そこに生育する植物の絶滅が危惧されている。現在では里山地域が現存し、農耕や伐採といった営みが継続して行われている地域は極めて希少であり、今後も保全・管理し、多くの植物の生育環境を守ることが重要となる。そのためには、行政による条例の制定やサポートをはじめ、地域住民の当地域に対する関心や保全意識の向上、専門家や学者による調査・指導などを連携させ、一体となって取り組まなければならない。特に地域の特長を熟知する地域住民は保全活動の主体となる存在であり、より多くの住民の継続的参加が望まれる。持続可能な社会の実現のためには、人と自然が共生によって豊かな生物多様性を維持していくことを重要課題とし、これに向けた方策や行動指針を実行していく必要がある。

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、環境科学研究室内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。

北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・大平満氏にご協力いただきました。

また、同時期に卒業論文に取り組んだ足助直紀氏、関拓也氏、田村一志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これらの皆様からのご指導・ご協力な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

- 赤上裕章 (2011) 「里山における希少植物種の生育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
- 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情報卒業論文
- 犬井正 (2002) 「人と里山の履歴」新思索社.26、274-275.
- 岩渕成紀 (2006) ラムサール条約湿地「蕪栗沼・周辺水田」のふゆみずたんぼ「地域と環境が蘇る 水田再生」(鷲谷いづみ編著) 家の光協会.72-73、77.
- Ueno,S. (2011) Generation of expressed sequence tags, development of microsatellite and single nucleotide polymorphism markers in *Primula sieboldii* E. Morren(Primulaceae) for analysis of genetic diversity in natural and horticultural populations. *Breeding Science* 61:234-243
- 枝廣淳子 (2011) 「私たちにたいせつな生物多様性のはなし」かんき出版.74、90、118、134.
- 大林理沙 (2014) 「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」群馬大学社会情報学部卒業論文
- 環境省 (2010) 「平成 22 年度版 環境白書」環境省.66-67.
- 倉本宣 (2001) 1.3 市民運動から見た里山保全「里山の環境学」(武内和彦、鷲谷いづみ、恒川篤史) 東京大学出版会.23.
- 小関よう子 (2014) 「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」群馬大学積迦情報学部卒業論文
- 坂口洋一 (2005) 「生物多様性の保全と再生」ぎょうせい.8、217-218、226-227、229.
- 下田路子 (2003) 「水田の生物をよみがえらせる」岩波書店.40-41
- 須田真一・角谷拓・鷲谷いづみ (2009) トンボの危機を市民研究者が評価する「生物多様性の日本」(森林環境研究会編) 朝日新聞出版.93-94.
- 角野康郎 (2005) 水辺の生態学的評価「生態学からみた里やまの自然と保護」(石井実監修、(財)日本自然保護協会編)
- 高槻成紀 (2010) 動物からみた身近な自然「身近な自然の保全生態学」(根本正之編著) 培風館.7-8.
- 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
- 武内和彦 (2001) 1.1 二次林としての里地・里山「里山の環境学」(武内和彦、鷲谷いづみ、恒川篤史) 東京大学出版会.1-2.

- 塚越みのり (2013) 「里山・里地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
- 恒川篤史 (2001) 2.1 日本における里山の変遷「里山の環境学」(武内和彦、鷺谷いづみ、恒川篤史) 東京大学出版会.49.
- 恒川篤史・別所力 (2001) 2.2 関東における里山の変貌「里山の環境学」(武内和彦、鷺谷いづみ、恒川篤史) 東京大学出版会.
- 西廣淳・鷺谷いづみ (2006) 種子の空間的・時間的分散と実生の定着(鷺谷いづみ編)「サクラソウの分子遺伝生態学」東京大学出版会.100.
- 日比保史・千葉知世 (2010) 生物多様性 COP10 への期待「生物多様性 COP10 へ」(森林環境研究会編) 財団法人森林文化協会.26-28.
- 福島彩 (2015) 「里山地域に生育する希少植物種の保全方法に関する生態学的研究」群馬大学社会情報学部卒業論文
- 星野義延 (2005) 里やま保全のとりくみ「生態学からみた里やまの自然と保護」(石井実監修、(財) 日本自然保護協会編) 講談社. 178、184.
- 山田晋 (2010) 里山と谷津田の生物多様性「身近な自然の保全生態学」(根本正之編著) 培風館.49-50.
- 鷺谷いづみ (2001) 「生態系を蘇らせる」日本放送出版.212.
- 鷺谷いづみ・武内和彦・西田睦 (2005) 「生態系へのまなざし」東京大学出版会.38、134、155-156、219-220、291.
- 鷺谷いづみ (2006) 生物多様性と農業「地域と環境が蘇る 水田再生」(鷺谷いづみ編著) 家の光協会.11、21.
- 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) 東京大学出版会.5-7
- 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.7-9、14、59、66-67、114、145、170-175.
- 渡辺綱男 (2010) 生物多様性条約 COP10 と SATOYAMA イニシアティブ「生物多様性 COP10 へ」(森林環境研究会編) 財団法人森林文化協会.37、40-41

環境省 HP

http://www.biodic.go.jp/biodiversity/about/biodiv_crisis.html

群馬県レッドリスト

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

WWF ジャパン

<http://www.wwf.or.jp/activities/wildlife/cat1014/cat1085/>

群馬県 HP

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

環境省・生物多様性センター モニタリングサイト 1000

<http://www.biodic.go.jp/moni1000/moni1000/index.html>

日本自然保護協会 モニタリングサイト 1000 里地調査

<http://www.nacsj.or.jp/project/moni1000/about.html>

日本のレッドデータ検索システム 2015

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

生物多様性国家戦略 2012-2020

http://www.biodic.go.jp/biodiversity/about/initiatives/files/2012-2020/01_honbun.pdf

外務省 HP

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



写真1 西榛名地域における里山風景 1
谷戸に広がる棚田。2015年9月7日撮影。



写真 2 西榛名における里山風景 2

上 棚田の間に点在する溜め池。2015年9月7日撮影。

下 棚田横に生育するハルニレの二次林。2015年11月4日撮影。



写真 3 調査地域に生育する絶滅危惧種 1

上 北榛名地域の絶滅危惧種 A。2015 年 5 月 17 日撮影。

下 西榛名地域のナガミノツルキケマン。2015 年 9 月 7 日撮影。

写真 4 調査地域に生育する絶滅危惧種 2

上 2015 年 6 月 13 日撮影。

下 2015 年 4 月 22 日撮影。

写真 5

写真 6

表 1 野外調査の日程・調査内容・調査地一覧

表 2 絶滅危惧種 A の冷蔵・冷凍保存期間の一覧

表 3 発芽実験スケジュール一覧

発芽の温度依存性実験スケジュール一覧							実施温度区分					培養期間
科名	種名	採取日時	採取場所	冷湿処理	実験開始日	実験終了日	10/6℃	17/8℃	22/10℃	25/13℃	30/15℃	
ケシ科	ナガミノツルキケマン	2014年10月8日	西榛名	2ヶ月	2015年6月9日	2015年8月8日	○	○	○	○	○	59日間
ケシ科	ナガミノツルキケマン	2014年10月8日	西榛名	なし	2015年4月9日	2015年6月8日				○		60日間
ユリ科	ウバユリ	2012年11月15日	西榛名	2ヶ月	2015年6月9日	2015年8月8日	○	○	○	○	○	59日間
ユリ科	ウバユリ	2012年11月15日	西榛名	なし	2015年4月9日	2015年6月8日				○		60日間

表 3 (続き) 発芽実験スケジュール一覧

表 3 (続き) 発芽実験スケジュール一覧

表 4 絶滅危惧種 A の栽培実験スケジュール

表 5 西榛名地域において生育が確認され植物とその生態学的特徴

調査日は 2015 年 4 月 22 日、5 月 8 日、6 月 13 日、9 月 4 日、11 月 4 日であった。

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	アカネ	<i>Rubia argyi</i>	多年草	8~9月	本、四、九	山野、道端	2015年9月4日	
アゼナ科	アゼナ	<i>Lindernia procumbens</i>	一年草	8~10月	本、四、九	田の畦	2015年9月4日	
アブラナ科	キレハイヌガラシ	<i>Rorippa sylvestris</i> Besser	多年草	4~7月	北、本(中部以北)	道端、湿地	2015年9月4日	外来種、別名:ヤチヌガラシ
アブラナ科	スカシタゴボウ	<i>Rorippa islandica</i>	越年草	5~7月	日本各地	道端、畦	2015年9月4日	
アブラナ科	タネツケバナ	<i>Cardamine flexuosa</i>	越年草	3~6月	北、本、四、九	田の畦、水辺	2015年9月4日	
イグサ科	アオコウガイゼキショウ	<i>Juncus papillosus</i>	多年草	8~9月	北、本、四、九	湿地	2015年9月4日	別名:ホソバノコウガイゼキショウ
イネ科	イヌビエ	<i>Echinochloa crus-galli</i>	一年草	7~9月	日本各地	畑地、空き地、水田の畦	2015年9月4日	
イネ科	キンエノコロ	<i>Setaria pumilla</i>	一年草	8~9月	日本各地	空き地、道端、畑地	2015年9月4日	
イネ科	コブナグサ	<i>Arthraxon hispidus</i>	一年草	8~9月	日本各地	耕地、水田の畦	2015年9月4日	
イネ科	チゴザサ	<i>Isachne globosa</i>	多年草	6~8月	北(西南部)、本、四、九、沖	水辺、水縁、畦道	2015年9月4日	
イネ科	チヂミザサ	<i>Oplismenus undulatifolius</i>	多年草	8~10月	日本各地	山地、野原、道端	2015年9月4日	
イネ科	ヒロハヌマガヤ	<i>Diarhena fauriei</i>	多年草	8~9月	本(長野、群馬)	山地	2015年9月4日	長野県・絶滅危惧Ⅱ類、群馬県・絶滅危惧Ⅱ類
イネ科	ヒロハノハネガヤ	<i>Stipa coreana</i> var. <i>kengii</i>	多年草	8~10月	本、四、九	山地、草原	2015年9月4日	
イバラモ科	イトリゲモ	<i>Najas japonica</i>	一年草	6~9月	日本各地	ため池、水田、水路	2015年9月4日	国・準絶滅危惧(NT)、群馬県・絶滅危惧ⅠA類
イラクサ科	アオミズ	<i>Pilea pumila</i>	一年草	7~10月	北、本、四、九	湿地	2015年9月4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	2015年9月4日	
ウコギ科	タラノキ	<i>Aralia elata</i>	落葉低木	8~9月	北、本、四、九	丘陵、荒地	2015年9月4日	
オトギリソウ科	オトギリソウ	<i>Hypericum erectum</i>	多年草	7~8月	北、本、四、九	草地	2015年9月4日	
オトギリソウ科	コケオトギリ	<i>Hypericum laxum</i>	一年草	7~8月	日本各地	湿地	2015年9月4日	
オトギリソウ科	トモエソウ	<i>Hypericum ascyron</i>	多年草	7~8月	北、本、四、九	山地の草原	2015年9月4日	
オミナエシ科	オトコエシ	<i>Patrinia villosa</i>	多年草	8~10月	北、本、四、九	山地、道端	2015年9月4日	
オモダカ科	オモダカ	<i>Sagittaria trifolia</i>	多年草	6~10月	日本各地	水田、浅い池	2015年9月4日	
オモダカ科	サシオモダカ	<i>Alisma plantago-aquatica</i> var. <i>orientale</i>	多年草	6~10月	北、本(中部以北)	水田	2015年9月4日	群馬県・絶滅危惧ⅠB類
オモダカ科	ホソバオモダカ	<i>Sagittaria trifolia</i> f. <i>longiloba</i>	多年草	8~10月	日本各地	水辺、湿地	2015年9月4日	
カバノキ科	ケヤマハンノキ	<i>Alnus pendula</i>	落葉高木	4月	北、本、四、九	山野の湿地	2015年9月4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	2015年9月4日	
カヤツリグサ科	カヤツリグサ	<i>Cyperus microiria</i>	一年草	8~10月	本、四、九	道端、田畑	2015年9月4日	
カヤツリグサ科	カヤツリグサ	多年草	8~10月	本、四、九	湿原、湿地	2015年9月4日	群馬県・絶滅危惧ⅠB類	
カヤツリグサ科	ヒメクグ	<i>Cyperus brevifolius</i> var. <i>leiolepis</i>	多年草	7~10月	北、本、四、九	道端、畑地	2015年9月4日	
カヤツリグサ科	ホタルイ	<i>Scirpus juncooides</i>	多年草	7~9月	日本各地	湿地	2015年9月4日	
キキョウ科	ツリガネニンジン	<i>Abenophora triphylla</i> var. <i>japonica</i>	多年草	8~10月	北、本、四、九	山地、土手	2015年9月4日	
キキョウ科	バアソブ	<i>Codonopsis ussuriensis</i>	多年生つる草	7~9月	北~九、東アジアの温帯	山地の原野・林内	2015年9月4日	群馬県・絶滅危惧ⅠB類
キク科	アキノキリンソウ	<i>Solidago virgaurea</i> var. <i>asiatica</i>	多年草	8~11月	北、本、四、九	山地	2015年9月4日	
キク科	アキノノゲシ	<i>Lactuca indica</i> var. <i>indica</i>	一、二年草	8~12月	日本各地	田畑、空き地、道端	2015年9月4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	水田の畦、田畑	2015年9月4日	国・要注意外来種
キク科	オオブタクサ	<i>Ambrosia trifida</i>	一年草	8~9月	北、本、四、九	河川敷	2015年9月4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)
キク科	ガンクビソウ	<i>Carpesium divaricatum</i>	多年草	6~10月	本、四、九	山地	2015年9月4日	
キク科	コメナモミ	<i>Sigesbeckia glabrescens</i>	一年草	9~10月	北、本、四、九	山野	2015年9月4日	
キク科	キク科	多年草	10月	本(福島、栃木、群馬、山梨、長野)	山野、林縁、湿地	2015年9月4日	2006年に群馬県初記録、群馬県・絶滅危惧Ⅱ類	
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	2015年9月4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	2015年9月4日	
キク科	セイタカトウヒレン	<i>Saussurea tanakae</i>	多年草	9~10月	本(岡山以北)	山地	2015年9月4日	
キク科	タウコギ	<i>Bidens tripartita</i>	一年草	8~10月	日本各地	湿地	2015年9月4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	2015年9月4日	

表 5 (続き) 西榛名地域において生育が確認された植物とその生態学的特徴

キク科	タムラソウ	<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i>	多年草	8~10月 本、四、九	山地の草原	2015年9月4日
キク科	トキンソウ	<i>Centipeda minima</i>	一年草	7~10月 日本各地	庭、道端、畑地	2015年9月4日
キク科	ナンブアザミ	<i>Cirsium nipponicum</i>	多年草	8~10月 北、本(中部以北)	山野、林縁	2015年11月4日 日本固有種
キク科	ノコンギク	<i>Aster ageratoides</i> ssp. <i>ovatus</i>	多年草	8~11月 本、四、九	山野	2015年9月4日
キク科	ノハラアザミ	<i>Cirsium oligophyllum</i>	多年草	8~10月 本州	野原	2015年9月4日
キク科	ノブキ	<i>Adenocaulon himalaicum</i>	多年草	8~10月 北、本、四	林縁	2015年9月4日
キク科	ハキダメギク	<i>Galinosoga ciliata</i>	一年草	6~11月 本(関東以西)、四、九	空き地、道端	2015年9月4日 外来種
キク科	モミジガサ	<i>Cacalia delphiniifolia</i>	多年草	8~9月 北、本、四、九	山地	2015年9月4日
キク科	ヤクシソウ	<i>Youngia denticulata</i>	一、二年草	8~11月 日本各地	低山	2015年9月4日
キク科	ヤマニガナ	<i>Lactuca raddeana</i> var. <i>elata</i>	一年草	8~9月 北、本、四、九	山地	2015年9月4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	2015年9月4日
キツネノマゴ科	キツネノマゴ	<i>Justicia procumbens</i>	一年草	8~10月 本、四、九	野原、道端	2015年9月4日
キンボウゲ科	アキカラマツ	<i>Thalictrum minus</i> var. <i>hypoleucum</i>	多年草	7~9月 北、本	山野	2015年9月4日
キンボウゲ科	キツネノボタン	<i>Ranunculus silerifolius</i>	多年草	4~7月 北、本、四、九	道端、野原	2015年9月4日
キンボウゲ科	キバナヤマオダマキ	<i>Aquilegia buergeriana</i> f. <i>flavescens</i>	多年草	6~8月 北、本、四、九	山地の草地、林縁	2015年9月4日
キンボウゲ科	サラシナショウマ	<i>Cimicifuga simplex</i>	多年草	8~10月 北、本、四、九	山地、草原	2015年9月4日
キンボウゲ科	センニンソウ	<i>Clematis terniflora</i>	常緑つる性半低木	8~9月 日本各地	道端、林縁	2015年9月4日
キンボウゲ科	マンセンカラマツ	<i>Thalictrum aquilegifolium</i> var. <i>sibiricum</i>	多年草	6~8月 本、四、九	山地の草地、林縁	2015年9月4日
クマツヅラ科	ムラサキシキブ	<i>Callicarpa japonica</i>	落葉低木	6~8月 北(南西部)、本、四、九	山野	2015年9月4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	2015年9月4日
クワ科	カラハナソウ	<i>Humulus lupulus</i> var. <i>cordifolius</i>	多年草	8~9月 北、本(中部以北)	山地	2015年9月4日
ケシ科	タケニグサ	<i>Macleaya cordata</i>	多年草	7~8月 本、四、九	山地	2015年9月4日
ケシ科	ナガミソツルケケマン	<i>Corydalis raddeana</i>	一、越年草	8~10月 北、本、九	草原	2015年9月4日 国・準絶滅危惧(NT)、群馬県・準絶滅危惧
ゴマノハグサ科	コシオガマ	<i>Phtheirospermum japonicum</i>	半寄生一年草	9~10月 北、本、四、九	草地	2015年9月4日
			多年草	4~5月 北、本、九	山野	2015年5月8日 国・準絶滅危惧(NT)、群馬県・絶滅危惧Ⅱ類
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	2015年9月4日
シソ科	イヌトウバナ	<i>Clinopodium micranthum</i>	多年草	8~10月 本、四、九	山地	2015年9月4日
シソ科	イヌハッカ	<i>Nepeta cataria</i>	多年草	6~9月 北、本、四、九	山地	2015年9月4日
シソ科	エゾシロネ	<i>Lycopus uniflorus</i>	多年草	8~9月 北、本、四、九	山地の湿地	2015年9月4日
シソ科	キバナアキギリ	<i>Salvia nipponica</i>	多年草	8~10月 本、四、九	山地	2015年9月4日
シソ科	ハッカ	<i>Mentha arvensis</i> var. <i>piperascens</i>	多年草	8~10月 北、本、四、九	湿地、溝地、田の畦	2015年9月4日
シソ科	ヒメジソ	<i>Mosla dianthera</i>	一年草	9~10月 北、本、四、九	林縁、道端	2015年9月4日
シソ科	ヒメシロネ	<i>Lycopus maackianus</i>	多年草	8~10月 北、本、四、九	放棄水田、湿地	2015年9月4日
セリ科	ウマノミツバ	<i>Sanicula chinensis</i>	多年草	7~9月 日本各地	山地	2015年9月4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	2015年9月4日
セリ科	セリ	<i>Oenanthe javanica</i>	多年草	7~8月 日本各地	湿地、溝の中	2015年9月4日
センリョウ科	フタリシズカ	<i>Chloranthus serratus</i>	多年草	4~6月 北、本、四、九	山林	2015年9月4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	2015年9月4日
タデ科	アキノミチヤナギ	<i>Polygonum polyneuron</i>	一年草	9~10月 北、本、四、九	海岸	2015年9月4日
タデ科	イヌタデ	<i>Persicaria longiseta</i>	一年草	6~10月 日本各地	原野、放棄地	2015年9月4日
タデ科	ハナタデ	<i>Polygonum caespitosum</i> var. <i>laxiflorum</i>	一年草	8~11月 日本各地	山林	2015年9月4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	2015年9月4日
ツユクサ科	イボクサ	<i>Murdannia keissak</i>	一年草	8~10月 本、四、九、沖	湿地	2015年9月4日
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	2015年9月4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	2015年9月4日
トウダイグサ科	エノキグサ	<i>Acalypha australis</i>	一年草	8~10月 日本各地	畑地、道端	2015年9月4日

表 5 (続き) 西榛名地域において生育が確認され植物とその生態学的特徴

トウダイグサ科	タカトウダイ	<i>Euphorbia pekinensis</i>	多年草	6~7月	本、四、九	山地、草原	2015年9月4日
ナデシコ科	フシグロセンノウ	<i>Lychnis miqueliana</i>	多年草	7~10月	本、四、九	山地	2015年9月4日
ハエドクソウ科	ハエドクソウ	<i>Phryma leptostachya</i> var. <i>asiatica</i>	多年草	7~8月	北、本、四、九	山地	2015年9月4日
ハナヤスリ科	フユノハナワラビ	<i>Botrychium ternatum</i>	冬緑性シダ植物	-	本、四、九	山野	2015年9月4日
バラ科	キンミズヒキ	<i>Agrimonia japonica</i>	多年草	7~9月	日本各地	山野	2015年9月4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	2015年9月4日
バラ科	ミツバツチグリ	<i>Potentilla freyniana</i>	多年草	4~6月	北、本、四、九	丘陵	2015年9月4日
バラ科	ワレモコウ	<i>Sanguisorba officinalis</i>	多年草	7~11月	北、本、四、九	草原	2015年9月4日
ヒエ科	イノコヅチ	<i>Achyranthes bidentata</i> var. <i>japonica</i>	多年草	8~9月	本、四、九、沖	路傍、林内	2015年9月4日 日本固有種
ヒルムシロ科			多年草	6~8月	日本各地	湖沼、ため池、水田	2015年9月4日 国・準絶滅危惧(NT)、群馬県・絶滅危惧 II 類
フウロソウ科	ゲンノショウコ	<i>Geranium thunbergii</i>	多年草	7~10月	北、本、四、九	山野	2015年9月4日
ブドウ科	ノブドウ	<i>Ampelopsis glandulosa</i> var. <i>heterophylla</i>	落葉つる性木本	7~8月	日本各地	山野	2015年9月4日
ホシクサ科			一年草	8~9月	北、本、四、九	山地	2015年9月4日
ホシクサ科	ヒロハイヌノヒゲ	<i>Eriocaulon robustius</i>	一年草	9~10月	北、本、四、九	水田、湿地	2015年9月4日
			多年草	4~6月	北、本、四、九	山地	2015年6月13日 国・絶滅危惧 II 類(VU)、群馬県・絶滅危惧 I A類、トツブシークレット
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	2015年9月4日
マメ科	ネコハギ	<i>Lespedeza pilosa</i>	多年草	7~9月	本、四、九	草地	2015年9月4日
マメ科	ナンテンハギ	<i>Vicia unijuga</i>	多年草	6~10月	北、本、四、九	山地、草地	2015年9月4日
マメ科	ヌスピトハギ	<i>Desmodium podocarpum</i> subsp. <i>oxyphyllum</i>	多年草	7~9月	日本各地	山地の草地、道端、林縁	2015年9月4日
マメ科	ミスヒキ	<i>Antenoron filiforme</i>	多年草	8~10月	日本各地	林縁、藪縁	2015年9月4日
マメ科	ヤブツルアズキ	<i>Vigna angularis</i> var. <i>nipponensis</i>	一年草	8~10月	本、四、九	野原	2015年9月4日
マメ科	ヤブマメ	<i>Amphicarpaea bracteata</i> subsp. <i>edgeworthii</i> var. <i>japonica</i>	一年草	9~10月	日本各地	林縁	2015年9月4日
マメ科	ヤマハギ	<i>Lespedeza bicolor</i>	落葉低木	7~9月	北、本、四、九	草地、林縁	2015年9月4日
ミカン科	イヌザンショウ	<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	落葉低木	7~8月	本、四、九	山林、道端	2015年9月4日
ミズアオイ科	コナギ	<i>Monochoria vaginalis</i> var. <i>plantaginea</i>	一年草	7~10月	日本各地	水田	2015年9月4日 農業使用の少ない水田に生育
ミソハギ科	ヒメミソハギ	<i>Ammannia multiflora</i>	一年草	9~11月	日本各地	水田、湿地	2015年9月4日
メギ科	ルイヨウボタン	<i>Caulophyllum robustum</i>	多年草	4~6月	北、本、四、九	林	2015年9月4日
ヤマノイモ科	ヤマノイモ	<i>Dioscorea japonica</i>	多年草	7~8月	日本各地	山野	2015年9月4日
ユキノシタ科	チダケサシ	<i>Astilbe microphylla</i>	多年草	7~8月	本、四、九	湿原、林縁、草原	2015年9月4日
ユリ科	ウバユリ	<i>Lilium cordatum</i>	多年草	7~8月	本(宮城、石川県以西)、四、九	山地	2015年9月4日 日本固有種
ユリ科	コバギボウシ	<i>Hosta sieboldii</i> f. <i>lancifolia</i>	多年草	7~8月	北、本、四、九	湿地	2015年9月4日
ユリ科	チゴユリ	<i>Disporum smilacinum</i>	多年草	4~5月	北、本、四、九	山地、丘陵	2015年9月4日
			多年草	4~5月	北、本、四、九	山地	2015年4月22日 国・絶滅危惧種 I B類(EN)、群馬県・絶滅危惧 I B類
ユリ科	ヤマジノホトトギス	<i>Tricyrtis affinis</i>	多年草	7~10月	北(南西部)、本、四、九	山地、林縁	2015年9月4日 日本固有種
ユリ科	ユキザサ	<i>Smilacina japonica</i>	多年草	5~7月	北、本、四、九	山地、森	2015年9月4日
ラン科			多年草	5~6月	北、本、四、九	山地	2015年6月13日 群馬県・絶滅危惧種 II 類
リンドウ科	アケボノソウ	<i>Swertia bimaculata</i>	越年草	9~10月	北、本、四、九	谷間の湿地	2015年9月4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、四、九	丘陵、草地	2015年11月4日

表 6 西榛名で確認された希少種・絶滅危惧種

個体数または株数を数えられたものはその数を記載した。

表 7 発芽実験におけるナガミノツルキケマン、ウバユリの最終発芽率一覧

科名	種名	採取日時	採取場所	冷湿処理	温度区	最終発芽率(%)	標準偏差
ケシ科	ナガミノツルキケマン	2014年10月8日	西榛名	2ヶ月	30/15℃	3.3	1.2
ケシ科	ナガミノツルキケマン	2014年10月8日	西榛名	2ヶ月	25/13℃	0	0
ケシ科	ナガミノツルキケマン	2014年10月8日	西榛名	2ヶ月	22/10℃	4	2
ケシ科	ナガミノツルキケマン	2014年10月8日	西榛名	2ヶ月	17/8℃	0.7	1.2
ケシ科	ナガミノツルキケマン	2014年10月8日	西榛名	2ヶ月	10/6℃	1.3	1.2
ケシ科	ナガミノツルキケマン	2014年10月8日	西榛名	なし	25/13℃	0	0
ユリ科	ウバユリ	2012年11月15日	西榛名	2ヶ月	30/15℃	0	0
ユリ科	ウバユリ	2012年11月15日	西榛名	2ヶ月	25/13℃	0	0
ユリ科	ウバユリ	2012年11月15日	西榛名	2ヶ月	22/10℃	0	0
ユリ科	ウバユリ	2012年11月15日	西榛名	2ヶ月	17/8℃	0	0
ユリ科	ウバユリ	2012年11月15日	西榛名	2ヶ月	10/6℃	0	0
ユリ科	ウバユリ	2012年11月15日	西榛名	なし	25/13℃	0	0

表 8 発芽実験（生存検定：ジベレリン処理）における絶滅危惧種 A の最終発芽率の一覧

表 9 発芽実験（冷湿処理）における絶滅危惧種 A の最終発芽率の一覧

図1 CN・ワシタニヒルズ入口、CN・ワシタニヒルズに生育する絶滅危惧種 A の開花株マップ

2015年5月8日に、ポータブルGPSを用いて開花株の位置を記録し、番号を付した。図中の番号は株番号を示す。

図2 CN・第二ワシタニヒルズに生育する絶滅危惧種 A の開花株マップ

2015年5月8日に、ポータブルGPSを用いて開花株の位置を記録し、番号を付した。
図中の番号は株番号を示す。

図 2 (続き)

第二ワシタニヒルズ (裏山) に生育する絶滅危惧種 A の開花株マップ

2015 年 5 月 8 日に、ポータブル GPS を用いて開花株の位置を記録し、番号を付した。図中の番号は株番号を示す。なお、裏山の絶滅危惧種 A は開花株の確認のみ行い、花柱構成比調査と結実率調査は行っていない。

図 3 CN・新桜台に生育する絶滅危惧種 A の開花株マップ

2015年5月8日に、ポータブルGPSを用いて開花株の位置を記録し、番号を付した。図中の番号は株番号を示す。

図4 CN・長藤開拓に生育する絶滅危惧種 A の開花株マップ

2015年5月8日に、ポータブルGPSを用いて開花株の位置を記録し、番号を付した。図中の番号は株番号を示す。

図 5 西榛名地域に生育する絶滅危惧種 A の開花株のサイズ（直径, m）のヒストグラム
CN・ワシタニヒルズ（入口含む）（左）および CN・第二ワシタニヒルズ（右）において、
2015 年 5 月 8 日に開花株の直径を目視により測定した結果。

図 6 西榛名地域に生育する絶滅危惧種 B の分布マップ

CN・ケヤキ林にてポータブル GPS を用いて開花株の位置を記録した。2013 年 6 月 14 日 (●) および 2015 年 6 月 13 日 (●) の調査結果を示す。青線は 2015 年 6 月 13 日の調査者の移動経路を表す。

図 7 西榛名に地域に生育する絶滅危惧種 B の開花株における 1 株あたり開花ラメット数（上左図）、未開花ラメット数（上右）、合計ラメット数（下左）のヒストグラム、および開花数と未開花数の関係（下右）

CN・ケヤキ林にて 2015 年 6 月 13 日に調査した結果。

図8 西榛名地域に生育する絶滅危惧種Cの開花個体の1個体あたりの花数のヒストグラム
CN・七曲川において2015年4月22日に調査した結果。

図9 西榛名地域に生育する絶滅危惧種 C の分布マップ

2015年4月22日にポータブルGPS (●) およびiPhone5 (●) で位置を記録した。の調査結果を示す。番号は個体番号を示し、GはポータブルGPS、iはiPhone5による記録であることを示す。

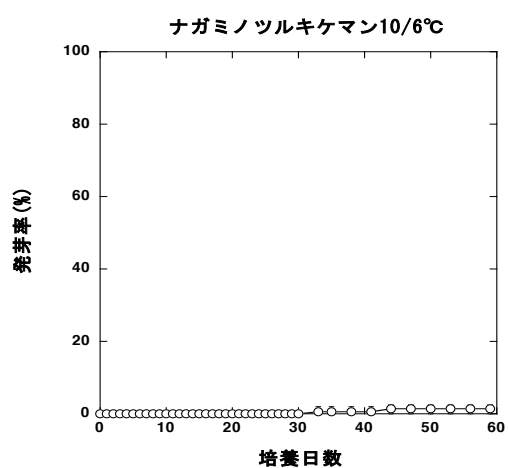
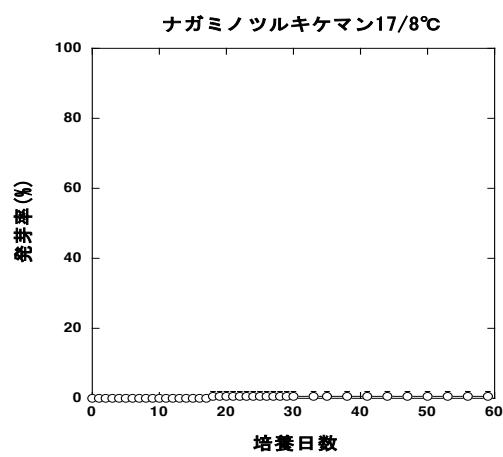
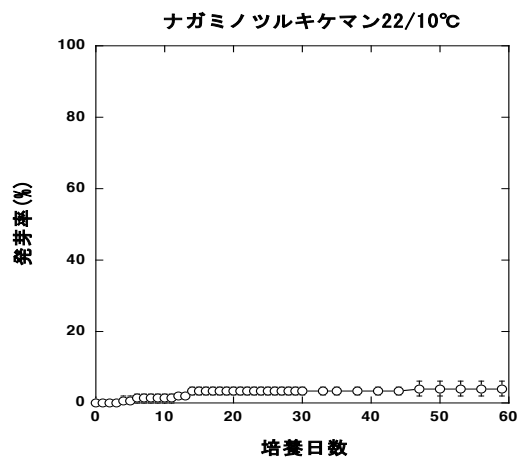
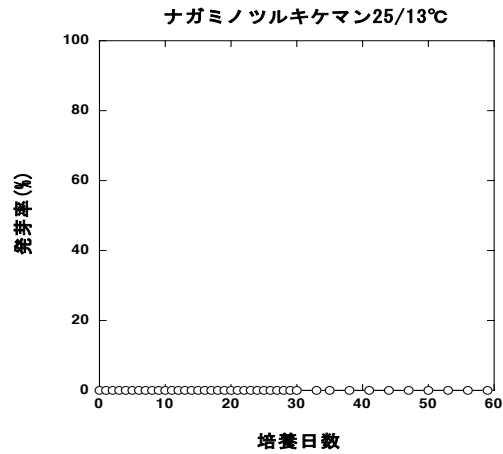
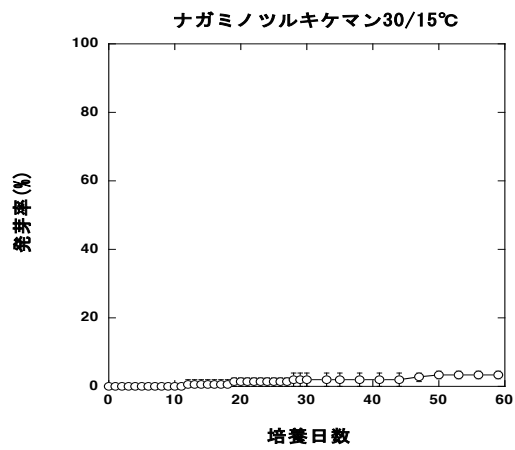


図 10 冷湿処理を施したナガミノツルキケマンの種子の発芽率の経時変化

温度条件をそれぞれ 30/15°C、25/13°C、22/10°C、17/8°C、10/6°C (昼/夜) に設定した温度勾配型恒温器内で 2 ヶ月間培養した。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。

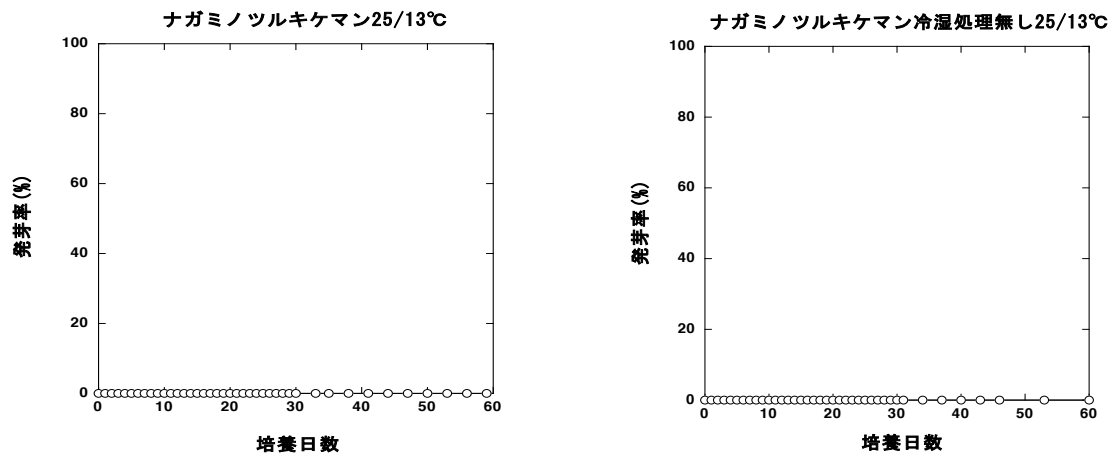


図 11 冷湿処理を施したナガミノツルキケマンの種子（左）と冷湿処理を施さなかったナガミノツルキケマンの種子（右）の発芽率の経時変化

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 2 ヶ月間培養した。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。

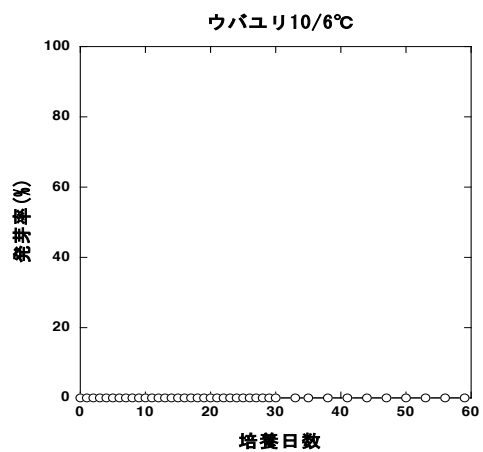
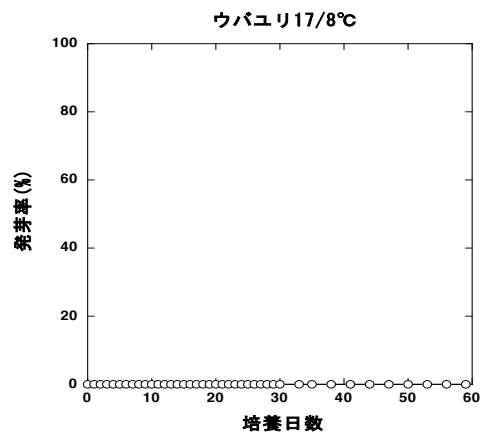
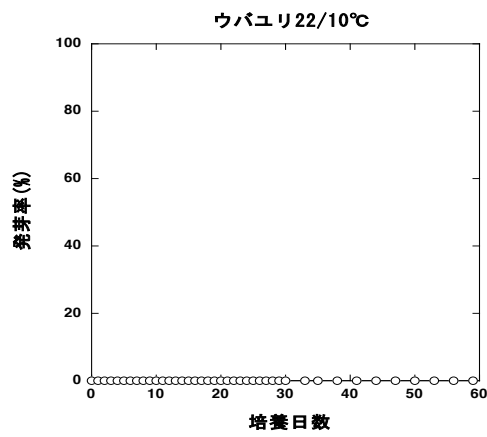
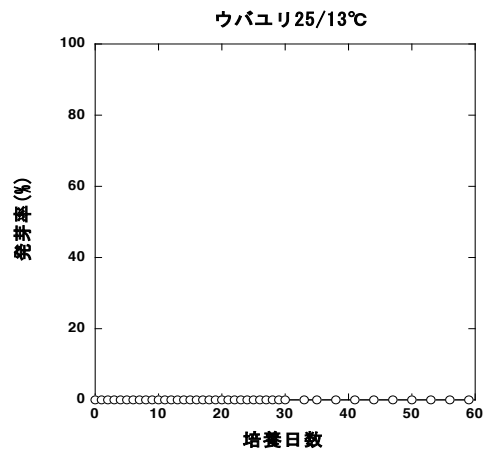
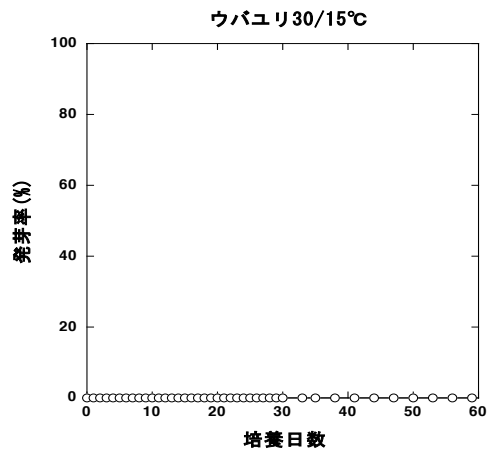


図 12 冷湿処理を施したウバユリの種子の発芽率の経時変化

温度条件をそれぞれ 30/15℃、25/13℃、22/10℃、17/8℃、10/6℃（昼/夜）に設定した温度勾配型恒温器内で2ヶ月間培養した。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。

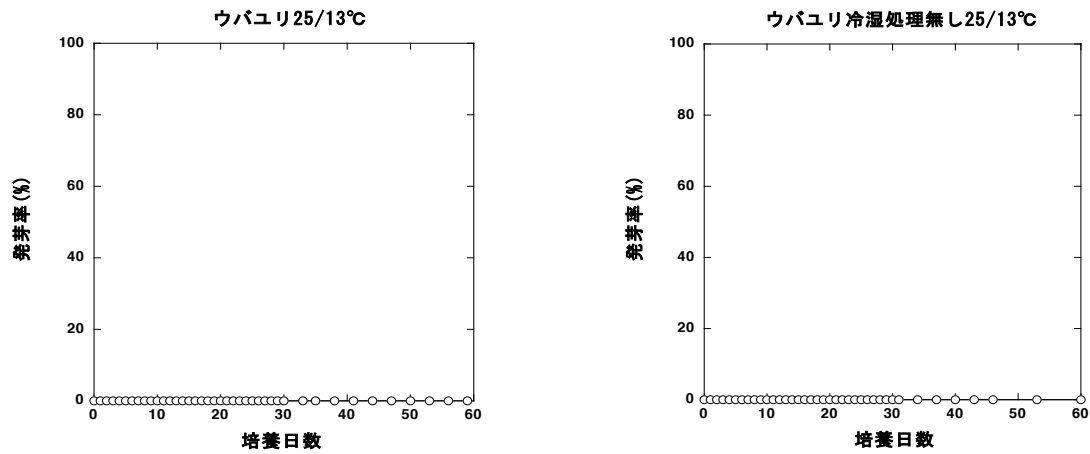


図 13 冷湿処理を施したウバユリの種子（左）と冷湿処理を施さなかったウバユリの種子（右）の発芽率の経時変化

温度条件を 25/13℃（昼/夜）に設定した温度勾配型恒温器内で 2 ヶ月間培養した。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。

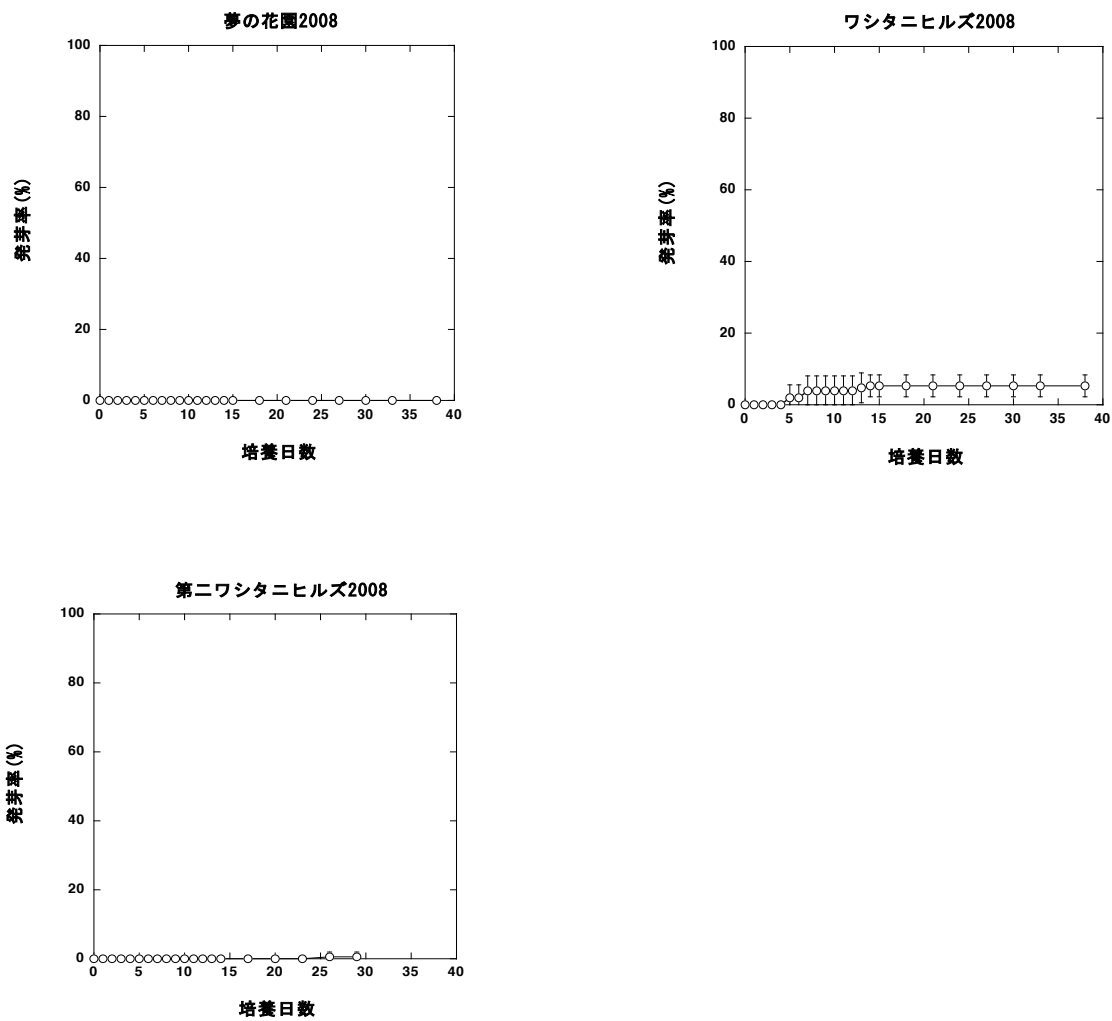


図 14 西榛名・北榛名地域で採取しジベレリン処理を施した絶滅危惧種 A の種子の発芽率の経時変化（生存検定）

種子をアルコールで2分または5分間洗浄し、ジベレリンで強制休眠解除処理を施した後、温度条件を25/13℃に設定した温度勾配型恒温器内で1ヶ月間培養した。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。

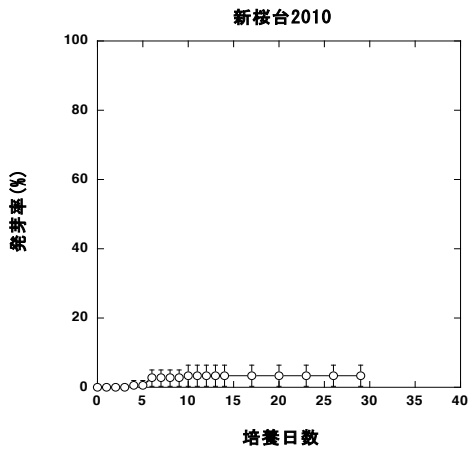
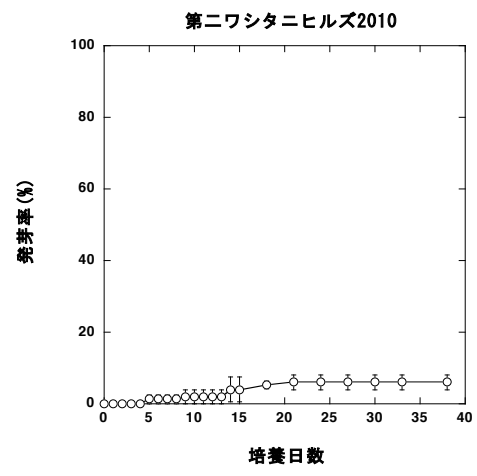
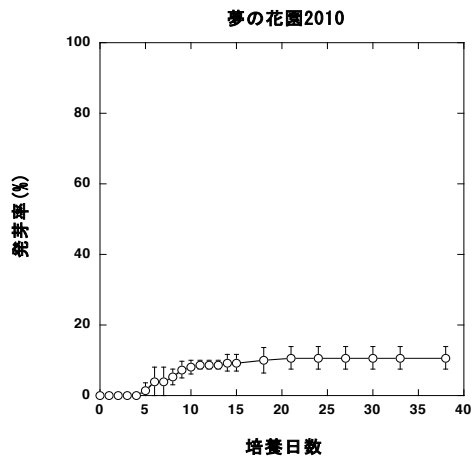


図 14 (続き・2010 年産)

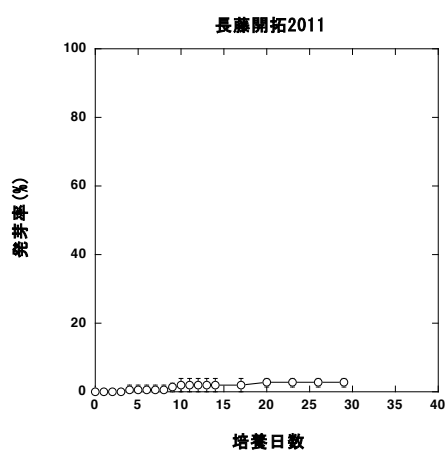
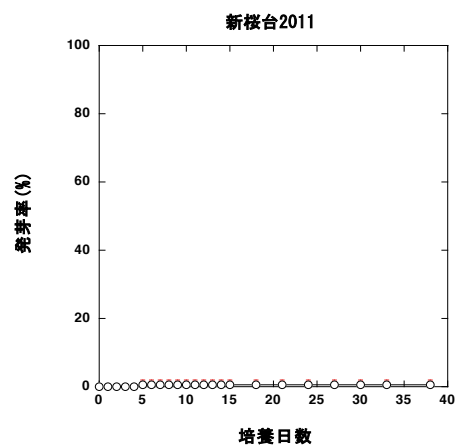
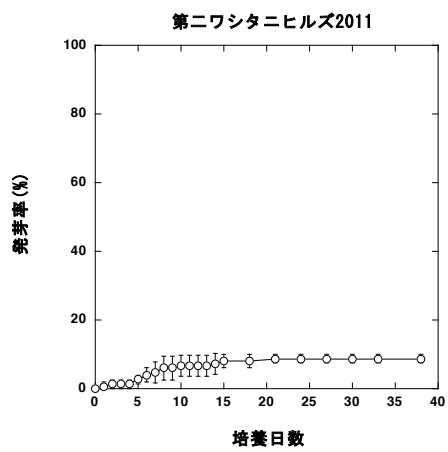
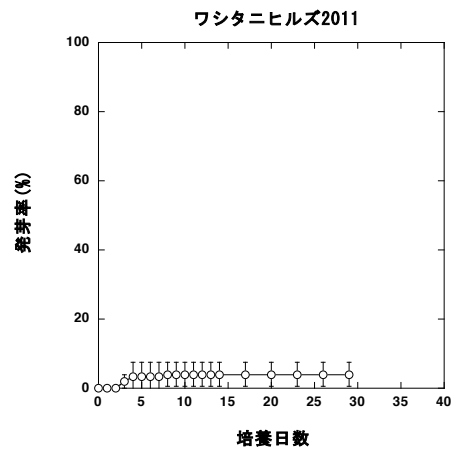
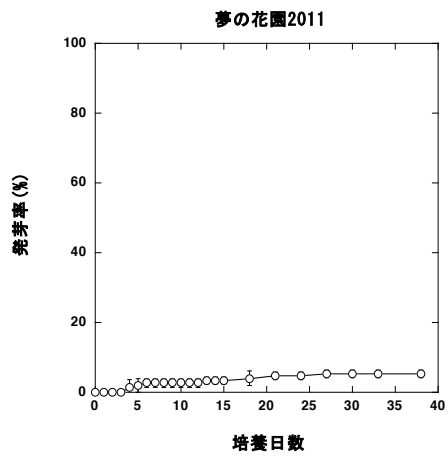


図 14 (続き・2011 年産)

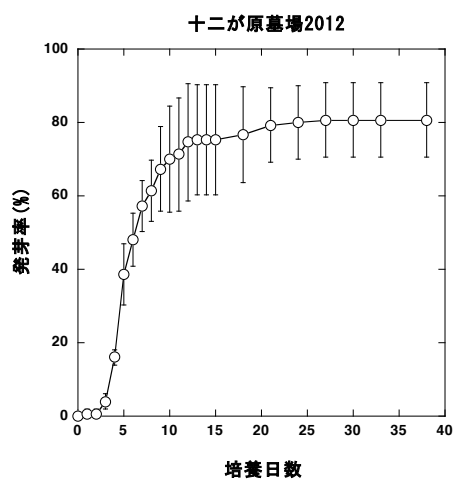
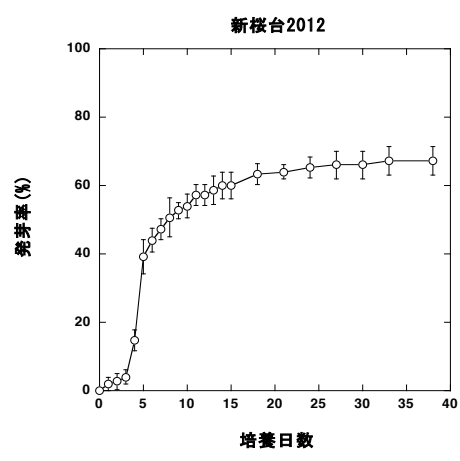
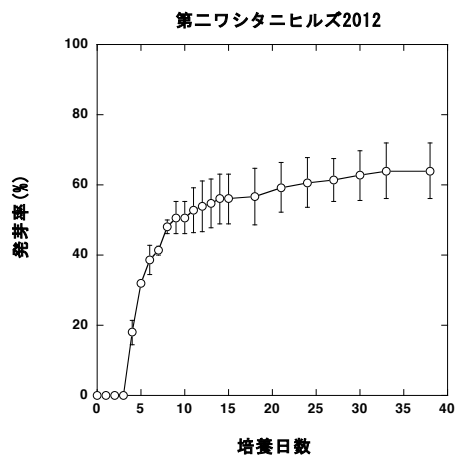
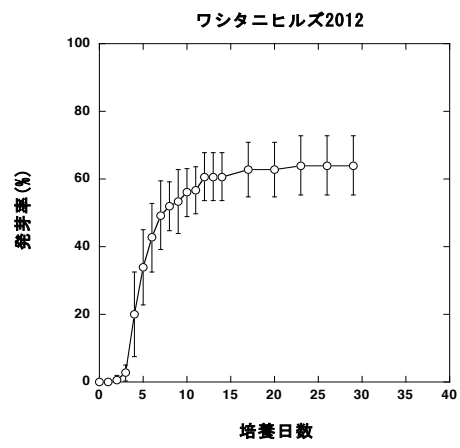
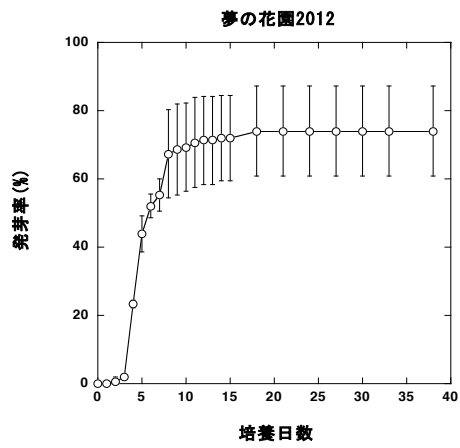


図 14 (続き・2012 年産)

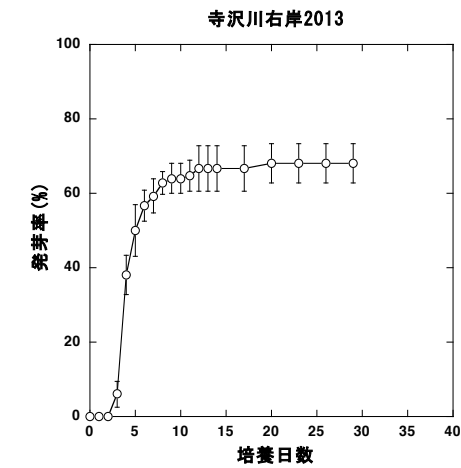
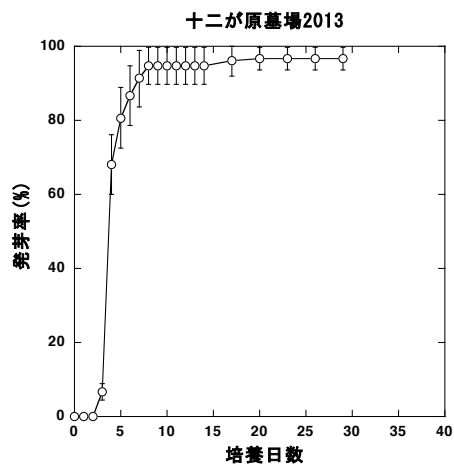
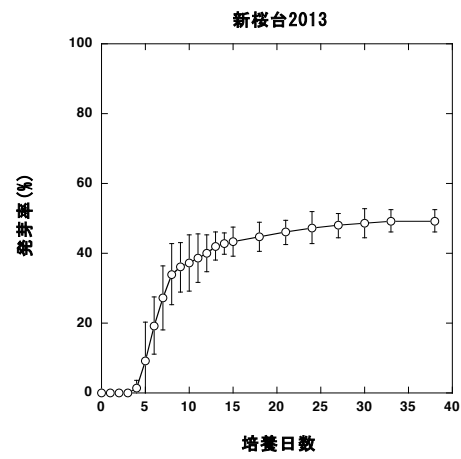
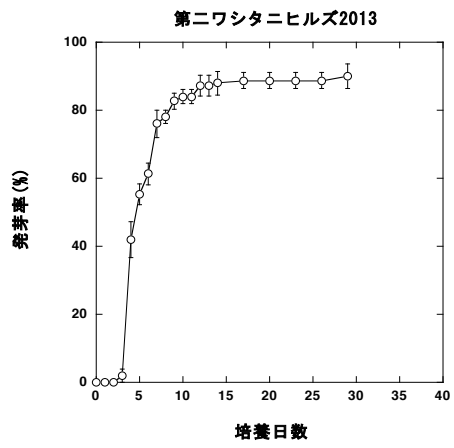
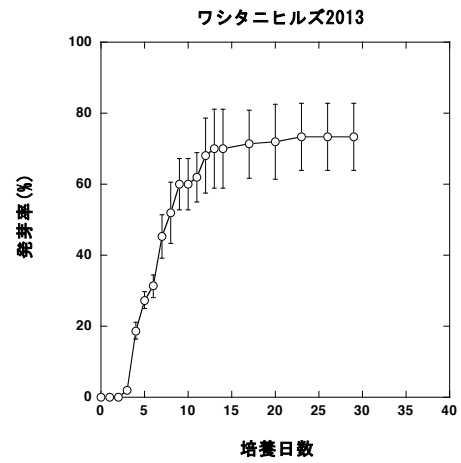
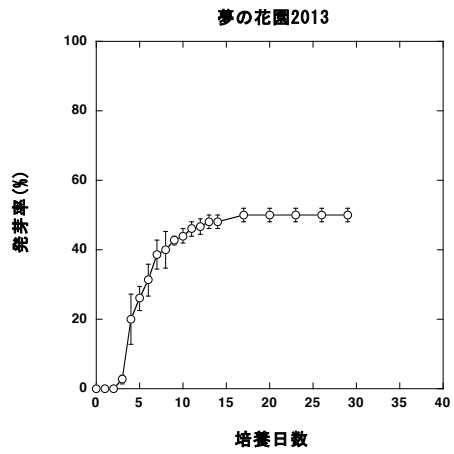


図 14 (続き・2013 年産)

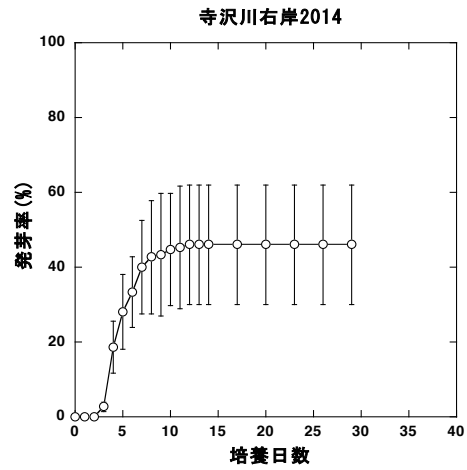
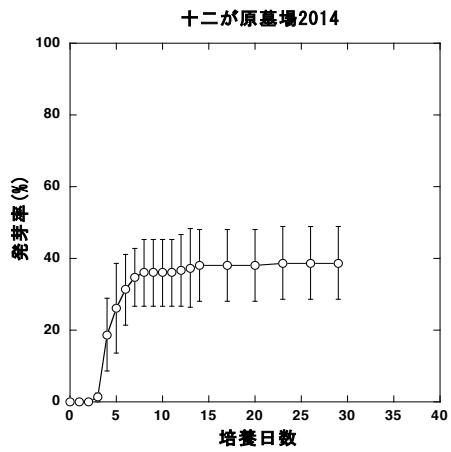
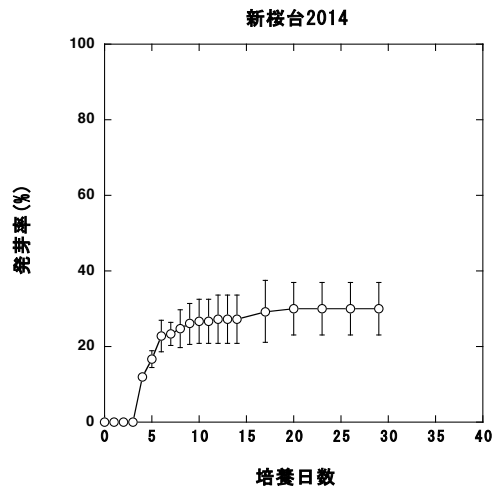
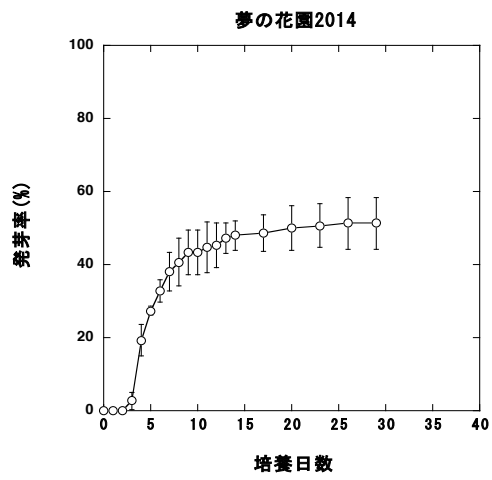


図 14 (続き・2014 年産)

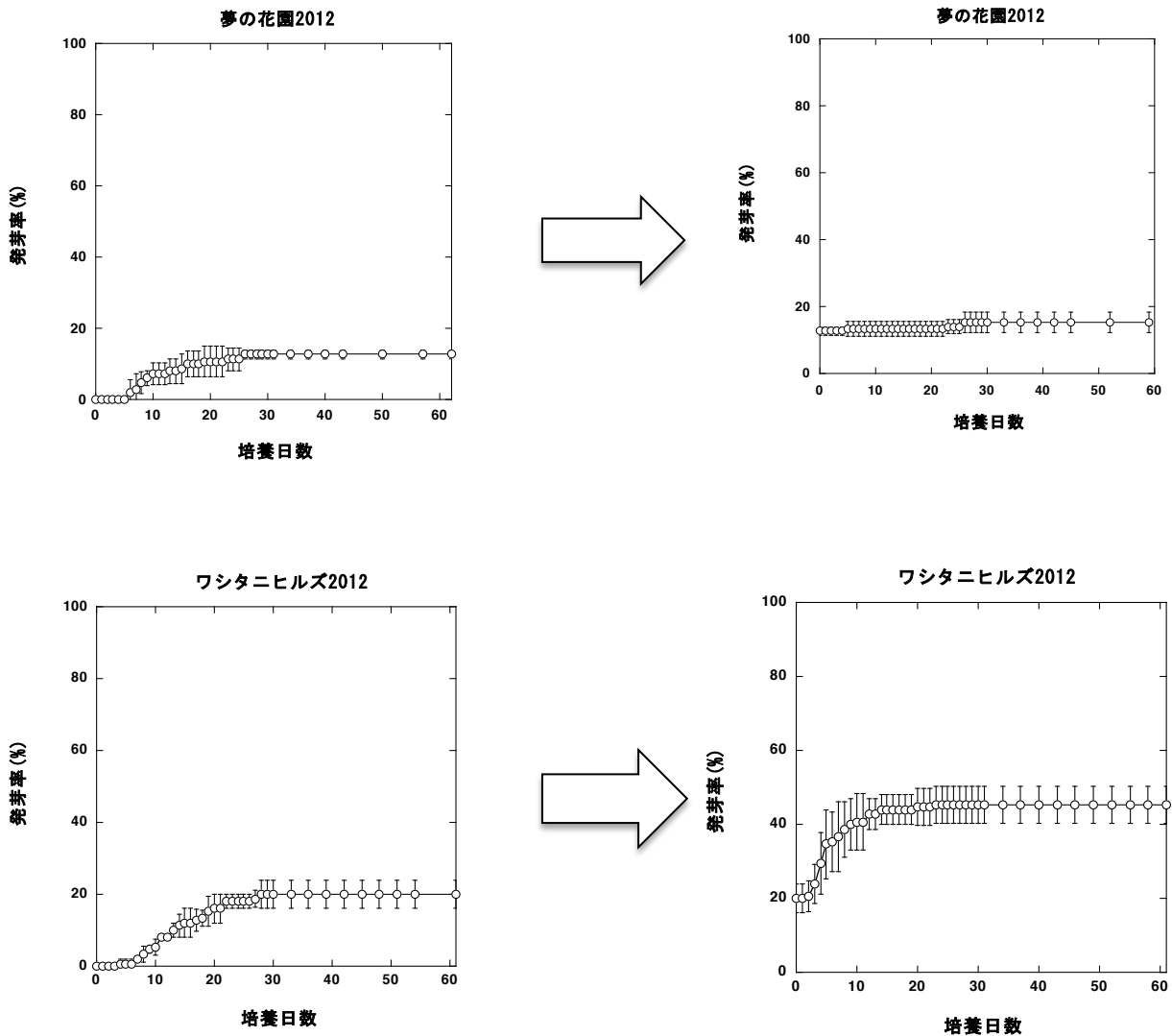
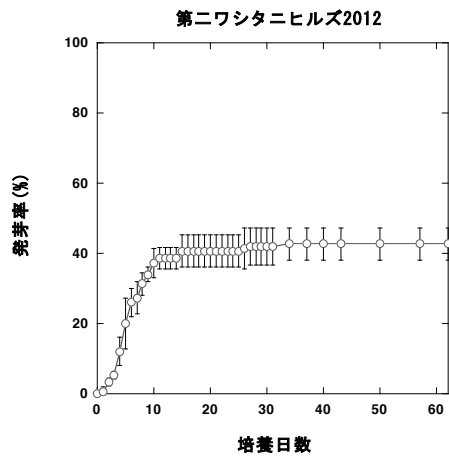
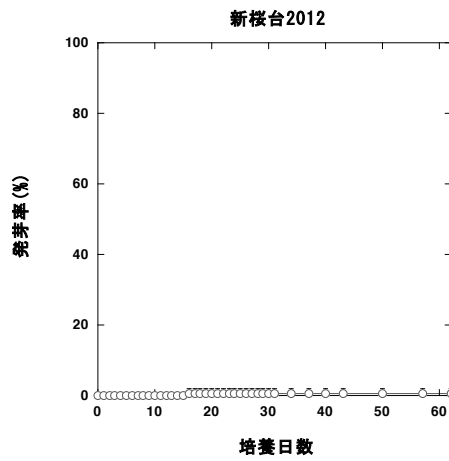
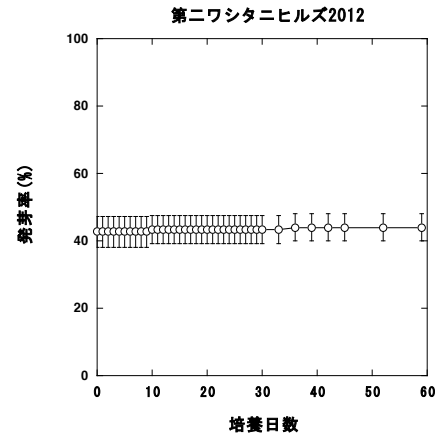


図 15 西榛名・北榛名地域で採取し冷湿処理を施した絶滅危惧種 A の種子発芽率の経時変化

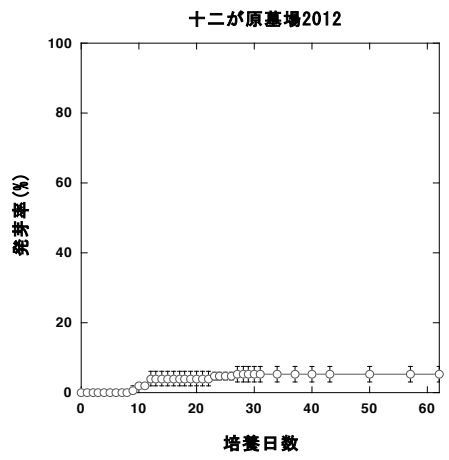
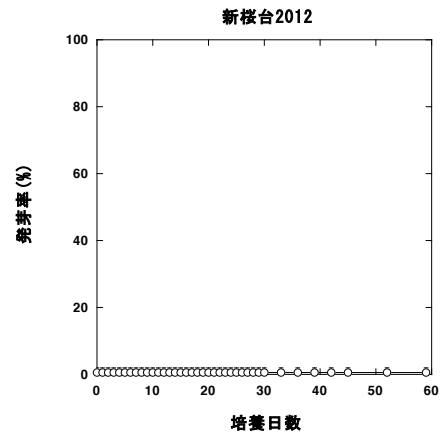
種子をアルコールで 2 分または 5 分間洗浄し、2 ヶ月間冷湿処理をした後、温度条件を 23/13℃の設定した温度勾配型恒温器内で 2 ヶ月間培養した。その後に 4℃の冷蔵庫内で約 2 ヶ月間冷湿処理を行った後、再び同じ条件で 2 ヶ月間培養した。縦軸は積算発芽率を、横軸は培養開始時から起算した日数を表す。縦棒は標準偏差。n=3。



再冷湿



再冷湿



再冷湿

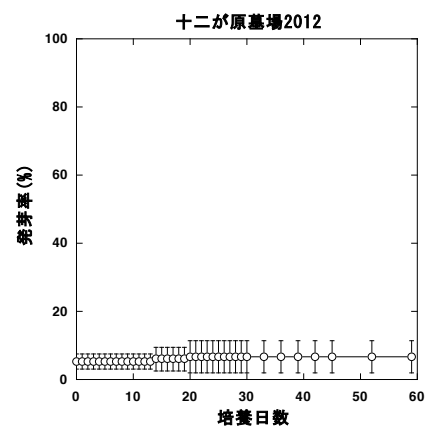
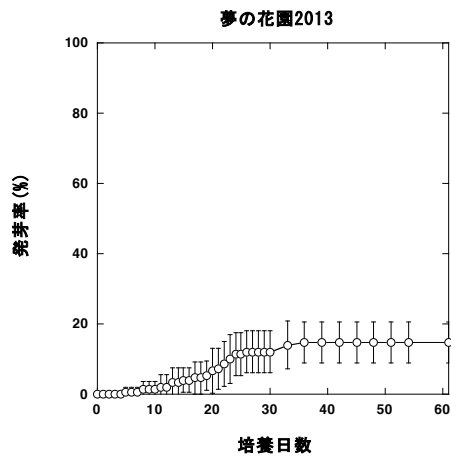
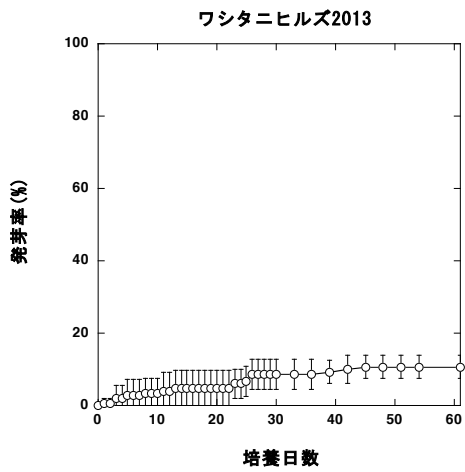
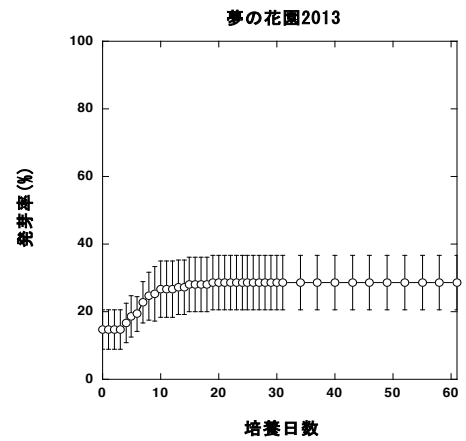


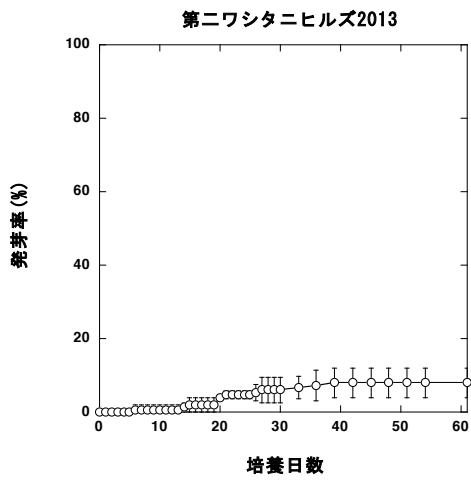
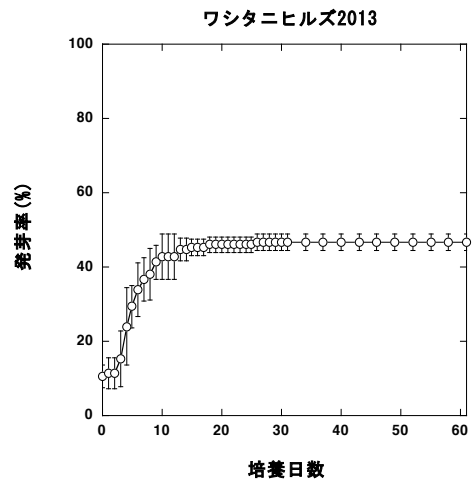
図 15 (続き・2012 年産)



再冷湿



再冷湿



再冷湿

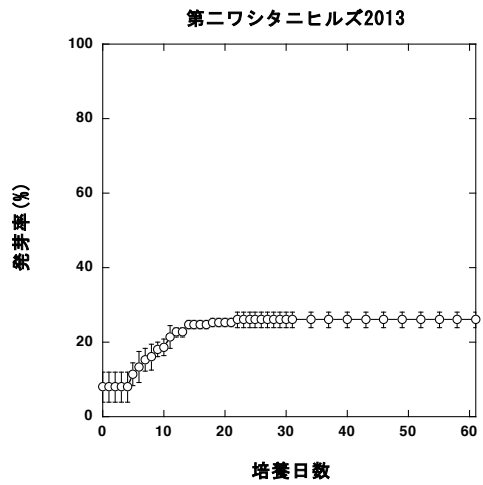
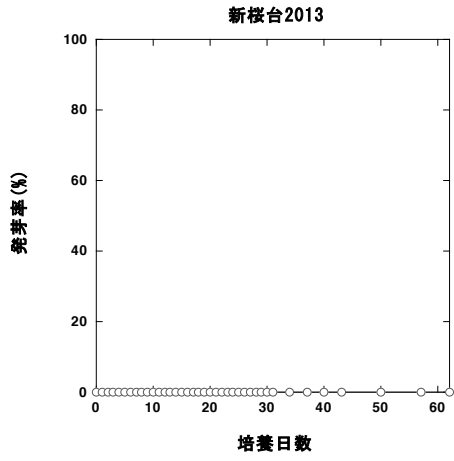
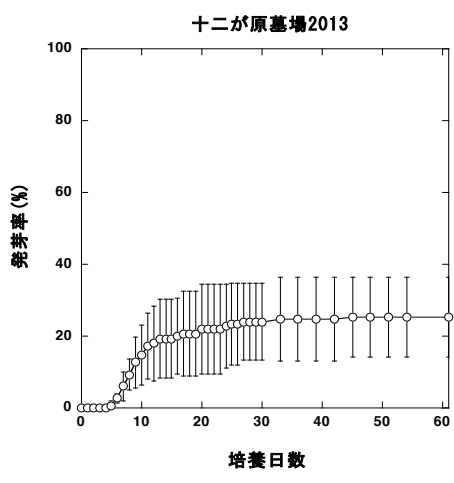
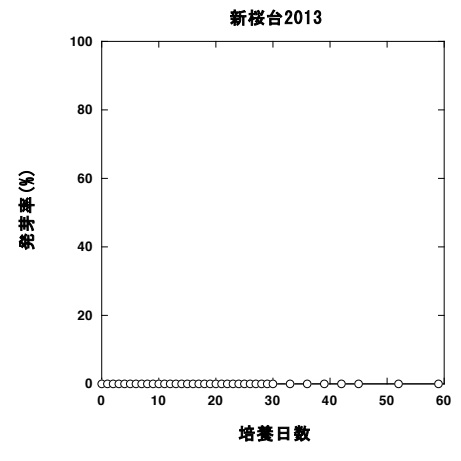


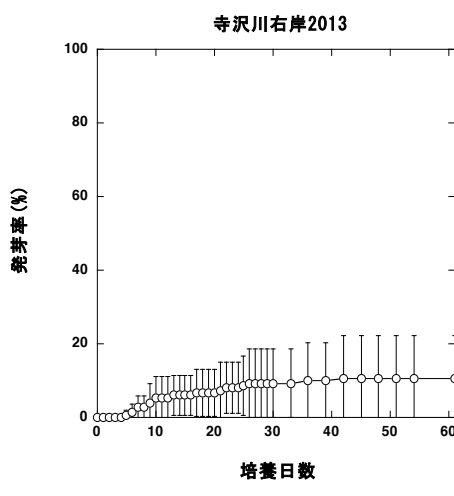
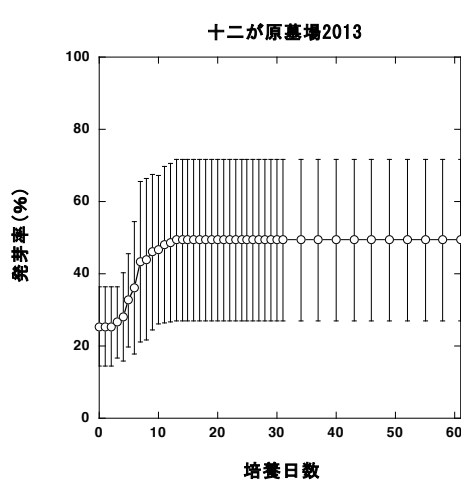
図 15 (続き・2013 年産)



再冷湿



再冷湿



再冷湿

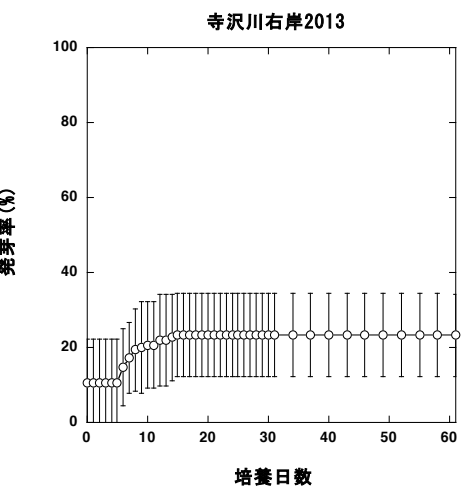
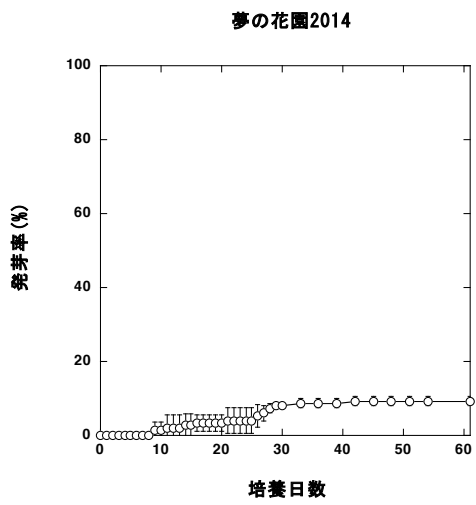
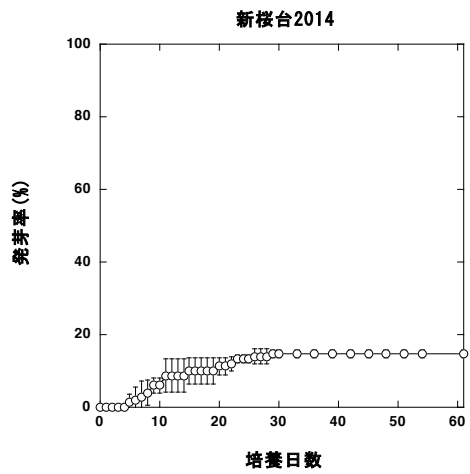
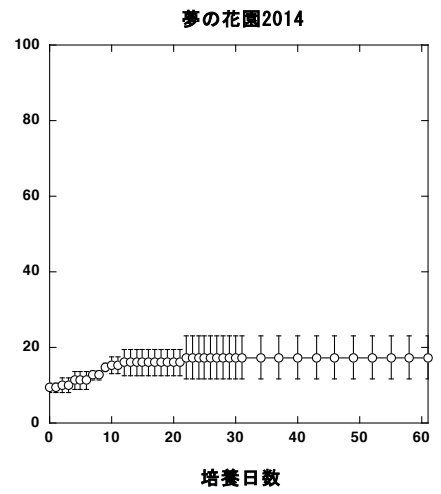


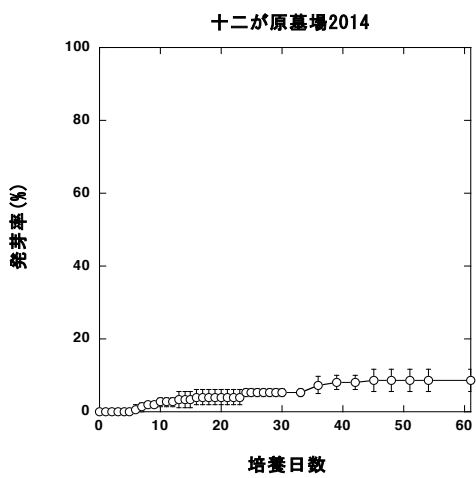
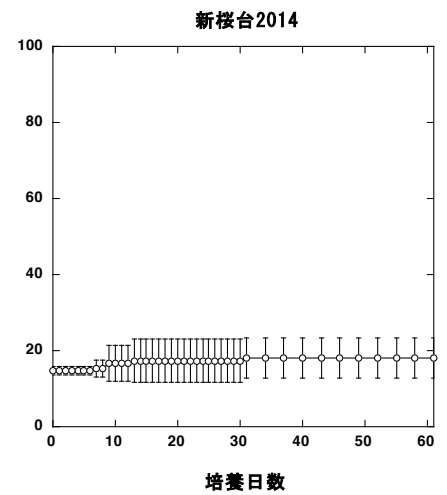
図 15 (続き・2013 年産)



再冷湿



再冷湿



再冷湿

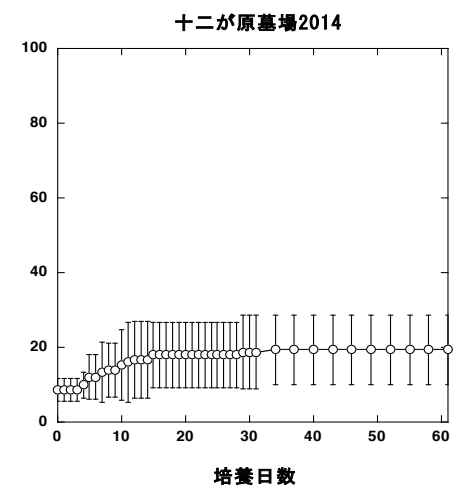


図 15 (続き・2014 年産)

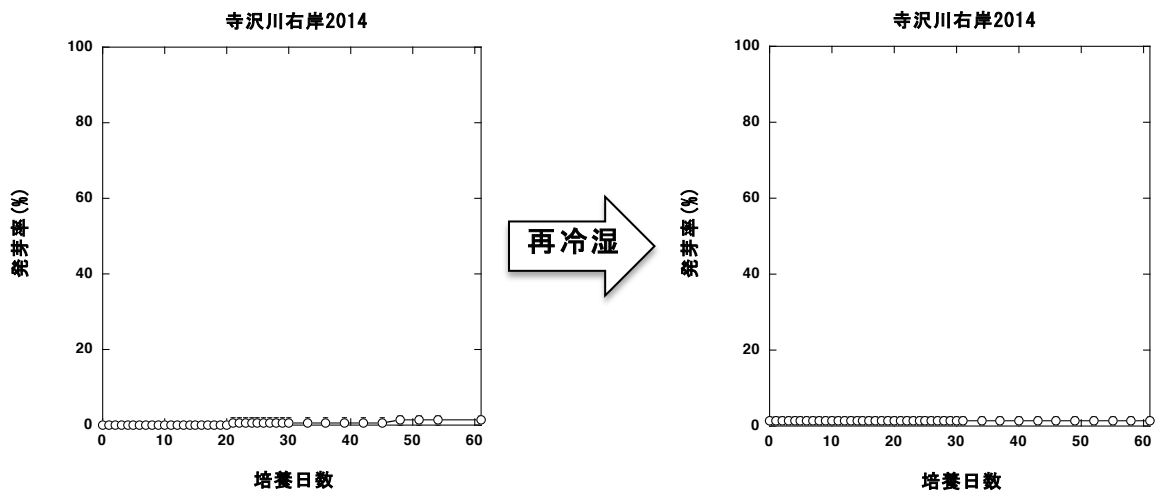


図 15 (続き・2014 年産)

図 16 絶滅危惧種 A の花柱構成比 (2015)

2015 年 5 月 8 日に西榛名地域の 6 地点、5 月 17 日に北榛名の 2 地点で開花していた絶滅危惧種 A の株ごとに花茎を 1 本 (1~5 花で構成されている) ずつ採取し、群馬大学荒牧キャンパス内実験室に持ち帰ったのち、ピンセットで花を開き、花柱を確認した。顕微鏡と肉眼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。

図 17 絶滅危惧種 A の結実率 (2015)

2015年7月3日および4日に、各生育地点から採取した結実花茎を、群馬大学荒牧キャンパス内実験室に持ち帰ったのち、一つずつ肉眼で確認し、正常結実、未熟、食失、病失、散布済みと称する5種類に分け、その割合を算出した。

図 18 絶滅危惧種 A の花茎回収率

開花時期に株番号を記録した地点において、結実率調査時にどれだけの株から花茎を採取できたかの割合を算出した。

図 19 絶滅危惧種 A の正常結実率と等花柱花率の関係

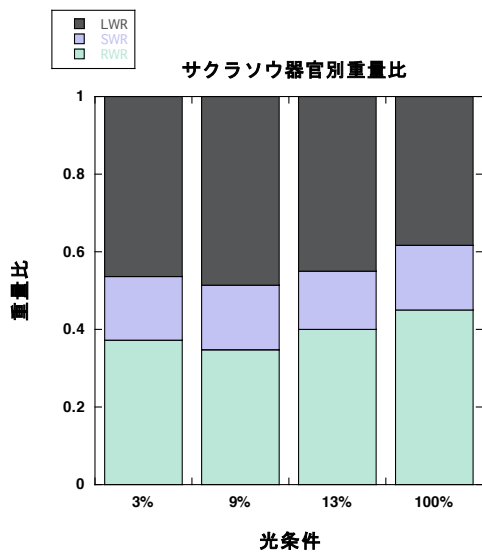
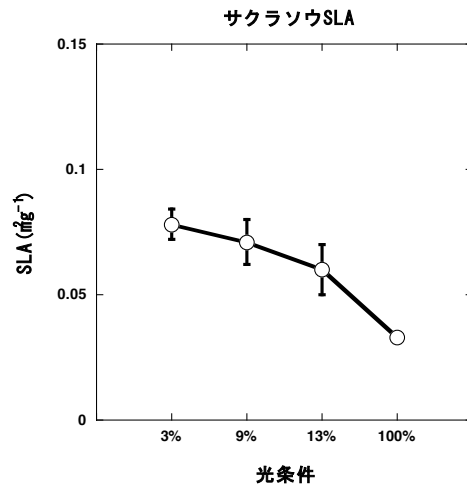
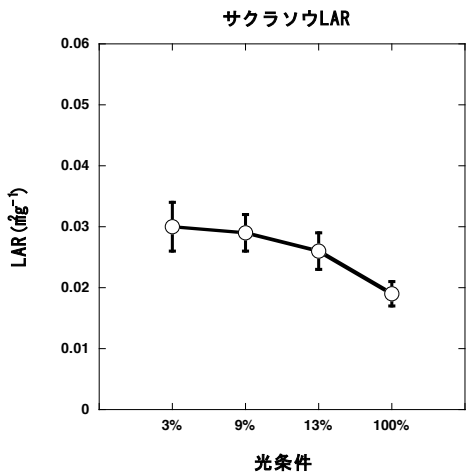
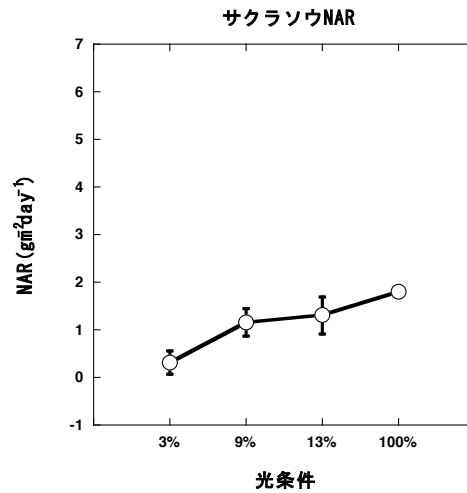
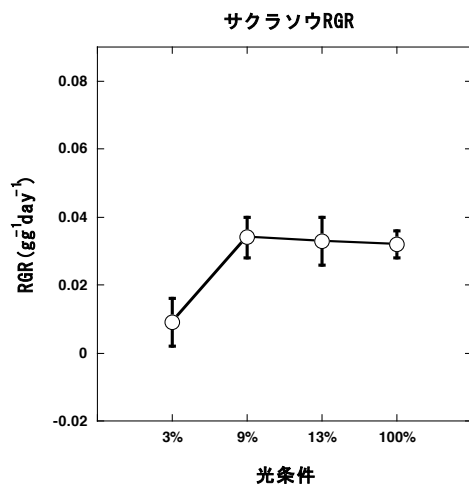


図 20 異なる相対光量子密度下で栽培した絶滅危惧種 A の生長解析結果

群馬大学荒牧キャンパス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 1 ヶ月半栽培した。相対成長速度 (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。縦棒は標準偏差。n=3~6。

栽培実験期間の気温 2015

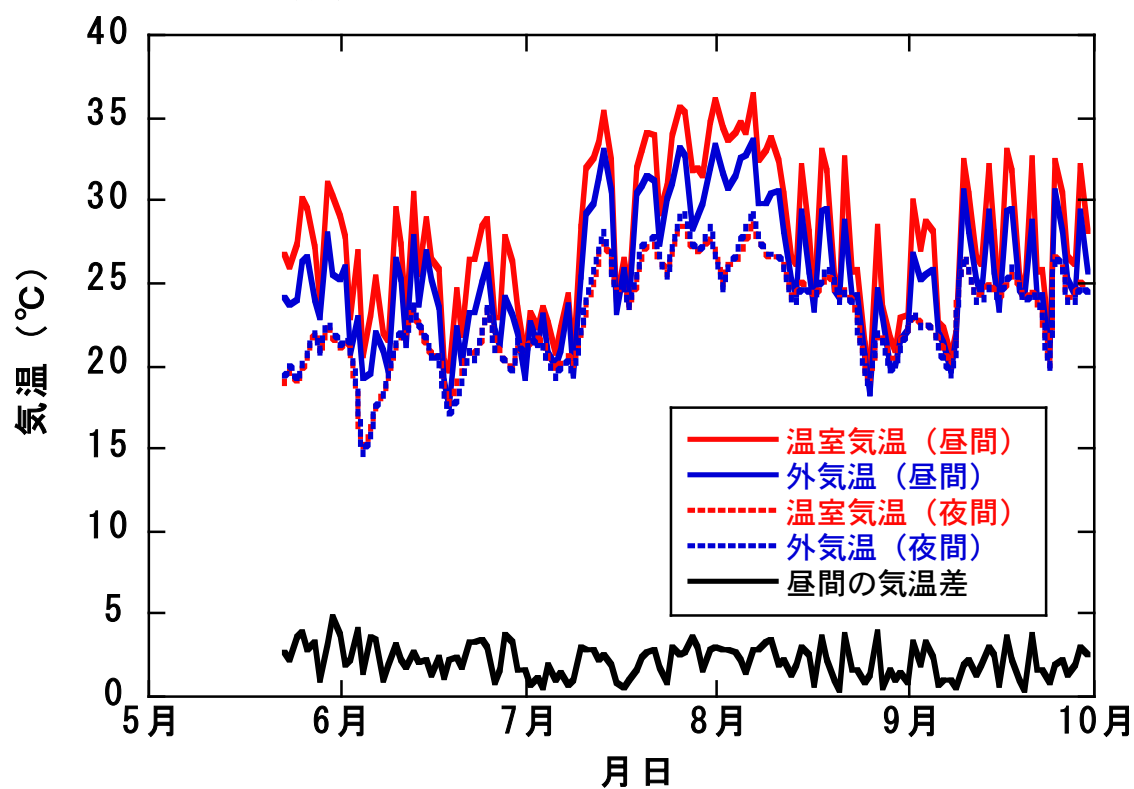


図 21 群馬大学荒牧キャンパス内における栽培実験期間中の気温

2015年5月23日から9月30日までの間、群馬大学荒牧キャンパス内圃場および温室で気温を測定した。昼間の温室気温、昼間の外気温、夜間の温室気温、夜間の外気温、昼間の気温差を示す。