

卒 業 論 文

題 名	群馬県内各地における外来植物の侵入・定着状況と 在来植物への影響に関する野外調査研究
-----	---

学籍番号	11602015
------	----------

氏 名	桑原 新
-----	------

指導教員名	石川 真一 教官
-------	----------

平成 27 年 1 月 21 日 提出

概要

近年、多くの国々の間で船舶や航空機による物資や人の運搬が大量、かつ日常的に行われるようになり、我が国においても国際化が進み、人々の暮らしは一見豊かになっているように思われる。しかしそれと同時に、生物種の利用を目的とした外来種の意図的導入、あるいは物資や人の運搬に伴う外来種の非意図的導入も発生しており、多様な外来種が大量に国内へ侵入してしまっている。

群馬県内においても多様な外来植物が侵入・定着し、その旺盛な生命力を持って分布を拡大し、生態系や人間活動に様々な影響を与えているが、定期的に外来種に対して広域調査を行うことによって最新の分布情報を得られれば、防除対策の策定に大きく貢献することができる。

そこで本研究ではハリエンジュ分布の未調査地であり、また高橋和雄（2001）によるオオブタクサ分布の広域調査から 14 年が経過した、利根川中流域の河川敷において侵入状況と分布範囲を解明した。またショカツサイも中嶋（2003）による前橋市内（旧市内）の広域調査から 10 年が経過するため、再度実施した。またショカツサイについては、5 段階の培養温度（30/15℃、25/13℃、22/10℃、17/8℃、10/6℃）で発芽実験を行い発芽の温度依存性について解析した。更に 4 段階の光強度（3%、9%、13%、100%（裸地））で栽培実験を行うことによって、ショカツサイの生長特性を解明し、野外での本種の分布パターンの成因を解析した。さらに、以前より外来植物が多数繁茂していると指摘されている、群馬大学荒牧キャンパス内で、初の外来植物広域調査を実施した。

利根川中流域の河川敷におけるハリエンジュの侵入状況と分布範囲の調査の結果、烏川との合流地点付近にある五料橋より上流部では 930 地点、下流部では 89 地点でハリエンジュの生育が確認された。五料橋より下流部には草丈の高い草本種が優先して生育しており、このような河川植生内では、ハリエンジュの実生が十分な光を獲得することができずに生育できないため、生育確認数が少なかったと考えられる。

オオブタクサについては、642 地点でその生育が確認された。また、調査を行った利根川中流域の河川敷のほぼ全域で生育が確認されたことから、利根川流域の中・下流部の多くの地点でオオブタクサの侵入・定着が起こっていると考えられる。

前橋市内におけるショカツサイの侵入状況と分布範囲の調査の結果、871 地点でショカツサイの生育が確認された。また、ショカツサイは北は赤城南面道路から南は国道 50 号までの地域で生育が確認され、赤城南面より標高の高い地域と、国道 50 号より南側の市街地では、ほとんど見られなかった。この結果は中嶋（2003）が 2002 年に同様の地域で行ったショカツサイの分布調査の結果と同様であり、この 12 年間、ショカツサイが継続して前橋市内の同様の地点で繁茂していると考えられ、少なくとも衰退はしていないか、拡大して

いるかもしれないと危惧される。

また、大学構内においてショカツサイの生育が確認できた地点数は 207 地点で、このうち 55 地点で他の植物と混生し、152 地点では純群落を形成されていた。

ショカツサイの種子発芽の温度依存性解析により、温度が高いほど発芽率が高く、かつ冷湿処理が行われた種子は著しく発芽率が低くなることが明らかになった。荒木（2011）らによる、ショカツサイを含む数種類のアブラナ科植物について冷湿処理が種子発芽に与える影響について解析した実験においても同様の結果が示されている。このことから、ショカツサイの種子が吸水した後に一定期間の低温に遭うと、2 次休眠が誘導される可能性が高い。これが、ショカツサイが土壌シードバンクの形成を可能とする一因と考えられる。

異なる光条件下で栽培したショカツサイの生長解析により、明るい光環境下でより良く生長することが明らかになった。群馬大学構内を含む前橋市内において、田畑沿いのような年中陽当たりが良い立地、あるいは落葉樹林の下部や林縁で冬から春にかけて陽当たりが良い立地で多く生育が確認されており、このことから、暗い光環境下ではショカツサイの生長が著しく悪いことが示唆された。

以上のようにハリエンジュ、オオブタクサ、ショカツサイは、既に群馬県内で広く分布しており、早急な対策を行わなければその分布は急速に広まってしまう可能性が高い。今後も、これら三種の外来種に対して、生態的特性、在来植物への影響、分布地について調査や実験を続け、データを収集、解析していく必要がある。

群馬大学荒牧キャンパスの構内北部ー中央部における植物相調査では、春の調査で生育・開花が確認された草本植物種は合計で 68 種、このうち越年草が 15 種、多年草は 34 種であった。外来種は 17 種であったので、全植物種数に対する外来植物種数の割合である帰化率は、約 25%であった。また、確認地点数の多い最上位 3 種がすべて外来種であることから、総じて、春の大学構内においては外来種が種間競争で優勢に立っていると推察される。更に、確認地点数の序列 4 位である在来種ナズナは、外来種オオイヌノフグリと 47 地点で同所的生育が確認され、また外来種ショカツサイとは 23 地点で同所的生育が確認された。ナズナを含めたこの 3 種は越年草であり、同一の生活史を有するため種間競争起こりやすい。確認地点数の序列 5 位である在来種のハコベなど、同一の生活史を有する在来種は他にも確認されており、これらが外来種によって多大な悪影響を与えられる可能性が高い。

秋の調査で生育・開花が確認された植物種は合計で 105 種、このうち越年草が 9 種、多年草は 39 種、木本は 22 種、ササタケ類が 1 種であった。外来種は 32 種であったので、帰化率は約 30%であった。また、確認地点数が多い上位 5 種のうち 4 種が在来種であったものの、最上位は外来種のコセンダングサである。1 年草であるために在来種への影響度は低い可能性があり、実際多くの地点で他の在来植物と同所的に生育が確認されたが、コセ

ンダングサはハリエンジュ林床や耕作地内を除く、秋の調査地点のほとんど全域で多数の生育が確認されており、また秋調査では春調査よりも高い外来植物の帰化率が確認されているため、現状を楽観的に評価することはできない。

本研究により、群馬県内各地において、既に広い範囲にわたって外来種が侵入・定着し、在来種の生育を阻害している可能性が高いことが明らかになった。この現状を放棄すれば、加速度的に外来種の分布範囲が拡大し、生態系に甚大な被害をもたらすと推察されるため、早急な対処が必要である。しかし、中途半端な草刈り管理が行われている社会情報学部駐車場周辺や北部の P10 駐車場において外来種のコセンダングサが極めて多く生育していることから分かるように、無計画な人為的攪乱は外来種の除去どころか、その侵入・定着を助長する可能性が高い。今後も、外来種の生態的特性や在来植物への影響、分布地について調査を続け、データを収集、解析し、それらの情報を精査した上での生態学的な理のある管理が必要である。

目次

はじめに.....	3
外来種問題とは何か.....	3
外来種とは.....	3
外来種侵入のメカニズム.....	3
攪乱とは.....	4
攪乱の位置づけ.....	4
攪乱依存種.....	5
群馬県の植生.....	6
外来種の法的規制.....	7
群馬県における外来植物の概況.....	8
本研究において取り上げる主な外来種の特徴.....	9
ハリエンジュの生態学的特性.....	10
オオブタクサの生態学的特性.....	11
ショカツサイの生態学的特性.....	12
群馬県内における先行研究例.....	12
研究目的.....	15
調査地概要.....	16
1.利根川自転車道.....	16
2.前橋市全域の国道、県道.....	16
3.桃の木川サイクリングロード.....	16
4.群馬大学荒牧キャンパス.....	17
材料および方法.....	18
1. 3種の外来植物の分布調査.....	18
2. 群馬大学荒牧キャンパス構内北部～中央部における植物相調査.....	18
3. 発芽実験.....	19
4. 光強度を調節したショカツサイの栽培実験.....	19
5. 生長解析.....	20
結果および考察.....	22
1. 3種の外来植物の分布状況.....	22
ハリエンジュ（要注意外来種）.....	22
オオブタクサ（要注意外来種）.....	22

ショカツサイ（群馬県指定県内危険外来種）	23
2. 群馬大学荒牧キャンパスの構内北部～中央部における植物相調査.....	24
春調査.....	24
秋調査.....	26
3. ショカツサイの種子発芽の冷湿処理・温度依存性	29
4. 異なる光条件下で栽培したショカツサイの生長解析.....	29
結論.....	31
謝辞.....	34
引用文献、引用 web ページ.....	35
写真.....	37
表	44
図	54

はじめに

外来種問題とは何か

世界には多種多様な生態系が存在している。そしてどの場所においても、生物間での食物連鎖、棲み分け、共生関係などによって多く生物が複雑に関わり合い、雑多に絡み合い、その土地独特の生態系を形成している。しかし海外との交流、交易が盛んに行われている今日、本来はそこに居なかった種によって、それらの、本来あるべき生態系が大きく改変させられている（自然環境研究センター 2008）。

近世以降、農耕地や市街地といった人為的干渉の大きい、それまで地球上に存在しなかった環境が急速に拡大し続けているが、それに乗じ、海外から多くの外来種が侵入してきている。侵入した外来種はその旺盛な生命力を持って分布を拡大し、生態系や人間活動に何らかの影響を及ぼすケースが増えてきている（自然環境研究センター 2008）。

外来種とは

そもそも外来種とは、過去、あるいは現在の自然分布域外に導入された種、亜種、変種などの分類群のことを指し、生存して繁殖のすることのできるあらゆる器官、配偶子、種子、卵、無性的繁殖子を含む。なんらかの理由で、移入あるいは侵入した外来生物が生態系や生物多様性へ被害をもたらす問題を外来種問題と呼んでいる。この問題は人間が行う開発による生息、生育地の破壊、分断・孤立化、乱獲や管理放棄などとともに、生物多様性を脅かす重要な問題の一つである（村上・鷲谷 2002）。

同一国内であっても他の地域から持ち込まれ、特に異なる生態系由来の生物が持ち込まれた場合には、国外から持ち込まれた場合と同様な悪影響が発生する危険性がある。この場合を「国内外来種」と称する（村上・鷲谷 2002）。本研究では、これらを除く国外からの外来生物である、「国外外来種」を研究対象とする。

外来種の侵入メカニズム

外来種の導入経路は、意図的導入と非意図的導入の二つに大別される。前者は明確な利用目的をもって、自然分布域外に意図的に移動および放逐する場合で、例として園芸・観賞・植林・家畜の牧草、食草としての導入が挙げられる。後者は利用の意図がない場合で、例えば輸入された穀物類や苗に混入しているものや、飛行機や船舶などの輸送手段に紛れ込んで持ち込まれた場合である（石川ら 2009）。

外国との間では船舶や航空機による物資や人の運搬が大量、かつ日常的におこなわれている今日、多くの外来種が我が国に侵入してきている。我が国以外もそれは同様であり、それによって地球規模での生物相の均質化が進行している。この現象は、侵入生物によってその土地固有の生物が全滅すること、少数のコスモポリタン（世界中どこにでも生息す

る動植物種のこと）と言える生物が世界中に分布を拡大することの両方によって進行する現象である（鷺谷 1996）。

この現象は、他の地域から多様な生物を大量に導入したこと、そして移動、輸送形態の変化に伴って非意図的に多種多様な生物が他の地域に侵入する機会が大幅に増大したことによってもたらされた結果である（鷺谷 1996）。

一般的に生物侵入は、侵入する生物と在来種の「生態学的特性」、侵入する生育場所の「生態的条件」、侵入の導入や分散の媒介を補助する「人為的条件」の3つが上手く合致して初めて可能となる。この3つを考察することにより、外来植物の侵入が何故成功し、そして今後どのような振る舞いを行う可能性があるかを推察することができる可能性がある。（鷺谷 1996）。

生物は、個体の生命維持、そして繁殖による個体群の維持のために様々な資源や環境条件を必要とする。それらに対する生物の要求性は、ニッチというやや抽象的な概念で表現することができる。このニッチというものをキーワードとして広く生物学的侵入の在り方を考えてみると、生物学的侵入は3つのタイプに区別できる。もともと空いていたニッチへの侵入、人による開発によって拓かれ、新しく作り出されたニッチへの侵入、そして在来種との競争によって奪ったニッチへの侵入である。この3つの中でも、競争によって奪われたニッチへの侵入は、その危険が見過ごされがちである（鷺谷 1996）。

攪乱とは

攪乱とは、「（混乱させる目的で）人びとが平穏無事に過ごしているところに刺激を与え、騒ぎを起こさせること」（新明解国語辞典 第5版 三省堂 1997）という意味である。そして植物相における攪乱とは、この「人びと」を「植物」あるいは「植物群集」と置き換えることで表現できる。すなわち「植物が平穏無事に過ごしているところに刺激を与え、騒ぎを起こさせること」である。この攪乱は、河川の氾濫などによる自然的なもの、人間の開発などによる人工的なものなど、大小、種類ともに様々な存在し、人間を含めた全ての生物の生き方に関与している（重定・露崎 2008）。

攪乱の位置づけ

攪乱は、動物による踏みつけなどの小規模なものから、ダム建設や火山噴火などの大規模なものまで、様々なものがありそれぞれに特性を持つため、個々に研究する必要があるが、たとえば「規模」、「頻度」、「強度」により特徴付けることにより、異なる攪乱間でもそれに対する植物の応答の比較が可能である（重定・露崎 2008）。

- ・規模

攪乱の規模は、おおまかにその攪乱を受けた面積と捉えて良い。これは、影響を受ける種数や生態系の回復速度を決定する（重定・露崎 2008）。

- ・頻度

頻度は、ある時間当たりにおける攪乱の発生回数を意味する。攪乱の起こる間隔が長ければ頻度は低く、逆なら高い。高い頻度の攪乱は、遷移において極相に達する前に再び改変され、極相に達しない状態で留まることになる。攪乱の間隔が不規則であればあるほど、攪乱発生時期の予測性は低くなる（重定・露崎 2008）。

- ・強度

強度は、同じ質の攪乱においても異なり、遷移の速度に影響する。森林火災を例にすると、森林の上部だけが燃えた火災と、土壌までもも高温で熱される程の火災とでは、後者の方が強度は大きい。また強度は、攪乱後の植物群集の回復様式にも大きく影響する。すなわち、土壌までも消失してしまえば、当然埋土種子は死滅し、外部からの侵入を待つ一次遷移的な回復となる（重定・露崎 2008）。

攪乱依存種

外来植物には繁殖力旺盛で種子散布能力が高い種が多く、主に工事や河川の氾濫によって荒らされた攪乱地に生育している。攪乱地に適応し生育している種を「攪乱依存種」と呼ぶが、その特性は栄養生長期間が短く、種子の時間的・空間的散布能力が大きい事であるが、この特性は多くの外来種の特性と合致する（石川ら 2009；村中ら{川田}2010）。

現在の攪乱というものは、自然に起こる攪乱よりも人為的攪乱の方が遙かに大きな影響を植物に与える。ヒトは、その生活域で踏みつけや刈り取りによる小規模で頻度の高い攪乱を引き起こしているが、そういった領域が地球上の多くを占める現状、植物はこのような攪乱に対して有効な戦略を持たなくてはならない。その戦略の第一が「種子繁殖力旺盛であること」である（鷲谷 1996）。

種子を大量に作ることは、植物が生存するための基本的な戦略の一つである。そのためには大量のバイオマスを蓄積する必要があるのだが、だからといって悠長に生長しては、種子を残す前に攪乱によって死んでしまう。そのため、多少なりともバイオマスを溜め込むことができれば即座に花を咲かせ、種子を作る事ができる種が繁栄することとなる。これが、短い栄養成長期間を可能とする繁殖力旺盛な種が攪乱頻度の高い環境で強い理由である（鷲谷 1996）。

そして第二は、「永続的土壌シードバンクの形成」である。種子は自ら移動することがで

きない。よって、親から離れ、着陸したその土地の環境によりその後の生育が大きく左右される。着陸した地点が発芽に適した条件を備えた土地であれば特に問題はないが、必ずしも好条件の土地に着陸するとは限らない。そこで、発芽もせず、かといって死ぬわけもなく、時と共に地面の下にそのまま潜っていくという選択が行われる場合がある。このような状況に至るために、種子は何らかの生理的な休眠状態である必要がある。このような状態にある種子の集団を「土壌シードバンク」という（鷲谷 1996）。

この土壌シードバンクの形成はそう珍しいことではない。それは種子が散布される時期と、その種子が発芽して実生を出現させる時期がずれている場合が多いからである。しかし、種子散布から実生発生までの季節のみという一年の間にその土壌シードバンクが役目を果たす、「季節的シードバンク」がそのほとんどを占める。この季節的シードバンクとは違い、発芽に適した季節を過ぎても土壌シードバンクから種子が発芽せずにそのまま残される事がある。このような土壌シードバンクを「永続的シードバンク」と呼ぶ。永続的シードバンクを土壌中に維持するためには、特別な休眠機構を持ち、加えて長い寿命をも持ち合わせなければならない（鷲谷 1996）。

もし攪乱によって地上の個体群が甚大な被害を受けたとしても、永続的シードバンクを形成することができれば全滅は免れる事ができる。攪乱のような突発的な悪条件から逃れる手段の無い植物にとって、土壌シードバンクの形成は空間だけでなく、時間を超えて悪条件から逃れる術であるともみることができる（鷲谷 1996）。

以上の、攪乱依存種としての特徴である二つの性質は、ほとんどの外来植物が持っている。それは、都市や港など、人為的な攪乱の大きい場所から生物学的侵入が行われることが圧倒的に多いからである。外来種はその関門を突破しなければ野生化は難しく、必然的に特別な事情が無い限り、攪乱依存種でなければ外来植物として繁栄できないと言えるだろう（鷲谷 1996）。

群馬県の植生

群馬県の地形は全体的に複雑かつ多様であり、それに伴い多種多様な植生が形成されている。群馬県の植物の種類数は面積に対して多く、「群馬県植物誌改訂版の植物目録」（戸部ほか 1987）では 3203 種類の植物が記録されている。また、地域によって植物相が大きく異なり、特に希少性の高い種の多くは、石灰岩や超塩基性岩などの特殊な立地に依存する種であったり、一つの地域で、かつ狭い範囲にしか生育しない種であったりする場合が多い（大森 2012）。

しかし、県の南部では東京近郊に位置するため開発が進んでおり、この地域に元々生育していた平地性の植物は壊滅的な被害を受け、多くの生育地が消失した。また、県内各地の山麓や丘陵地には別荘地、ゴルフ場などの大規模な観光施設も建てられてきたが、国立

公園、県立公園、自然環境保全地域などの開発や植物採取などの人為的攪乱を法令によって規制している地域は県北部の山地帯上部や亜高山帯に集中しており、低地や山地帯下部の植物にも大きな被害を与えられている（大森 2012）。

外来種の法的規制

日本では、人の健康に関わる種や経済的産業的被害が大きい種について、早くから対策法の整備がなされてきた。農業に有害な動植物の輸入を禁止する「植物防疫法」、家畜への伝染病の発生予防および蔓延の阻止を目的とする「家畜伝染病予防法」などがある。しかし、これらの法制度は一部の外来種だけしか規制しておらず、生物多様性の保全とは無関係に規制が行われている（村上・鷲谷 2002）。

1992年に生物多様性条約(CBD)が採択された後には、外来種への対策が進んでいった。同条第8条で「生態系、生息地若しくは外来種の防除のため日本の法制度は種を脅かす外来種の導入を防止し又はそのような外来種を制御し若しくは撲滅すること」と、基本的な方向性が盛り込まれた。2002年の第6回締約国会議では、15の指針原則が纏められた。そこでは侵入後の対策よりも、そもそも侵入させない予防が効果的であるとされ、優先的に外来種の侵入を防ぐ対策を打つべきとした。また、既に侵入した種に関しては初期の段階での発見と定着の防止を図ることが必要であるとした。

このような動きを受け、日本では2004年に「特定外来生物による生態系等に係わる被害の防止に関する法律」（これ以降「外来生物法」とする）が制定され、翌年施行された。外来生物法の対象となる「外来生物」は、海外から日本に導入されることで、その本来の生息地または生息地の外にいる生物と定義されている。一方、「在来生物」は日本にその本来の生息地または生息地がある生物を指す。

この法律では「特定外来生物」「要注意外来生物」「未判定外来生物」「種類名証明書の添付が必要な生物」といった区分が導入されている。国内起源の在来生物が、他の生態系からやって来て生態系を荒らすこともあるが、この法律で指定される種は、生態系にとってより危険な海外起源の外来種である。

「特定外来生物」は生態系や人の身体・生命、農林水産業に被害を及ぼす、又は及ぼす恐れがある可能性がある外来生物である。「要注意外来生物」は外来生物法による禁止や罰則規定の対象にならないが、取り扱いに注意が必要とされる外来生物のことである。「未判定外来生物」は被害を及ぼす恐れがある可能性を有した、若しくは実態が不明である外来生物のことである。これには特定外来生物の近縁種が指定されることが多い。「種類名証明書の添付が必要な生物」は、その名の通り、海外からの持ち込みなどで、種類名証明

書が必要な、特定外来生物に似ている種である。税関などで手続きを円滑に行うために指定されている。

特定外来生物に指定された外来生物は、輸入、国内での飼養、栽培、保管、運搬、譲渡などが禁止され、防除の対象となる。要注意外来生物、未判定外来生物に指定されたものには特に禁止事項や罰則はなく、特定外来生物の予備軍としての扱いである（池田 2006：日本農学会 2008）。

群馬県における外来植物の概況

・ 特定外来生物

2008 年に発行された「特定外来生物調査報告書」によると、特定外来生物に指定された 12 種の植物のうち、ミズヒマワリ、アレチウリ、オオフサモ、オオカワヂシャ、オオハンゴンソウ、オオキンケイギク、ボタンウキクサの 7 種が群馬県内に自生していることが確認されている。また、アメリカ大陸原産の浮遊性のシダ、アゾラ・クリススタータと思われるアカウキクサ類も確認された。在来種の生育阻害や景観の著しい劣化など、多くの問題を引き起こしている。

・ 要注意外来生物

環境省指定の要注意外来生物のうち 52 種が、群馬県内に定着し、多くの種が蔓延していると言わざるを得ない状況である。その中にはシナダレスズメガヤ、ハリエンジュ、コカナダモ、オオブタクサなど外来植物や生態系への被害事例が多数報告されており、特定外来生物と同等の生態リスクを持つ種も含まれている。

・ 県内危険外来種

群馬県では前記の指定外来種以外に、県内において生態系等に被害を及ぼす危険性の高い 11 種の植物を「県内危険外来種」として注意喚起を行った。セリバヒエンソウ、ナガミヒナゲシ、外来アブラナ科、ショカツサイ、ニワウルシ、タカサゴユリは栽培個体群を起源として野外で分布を拡大している。ナガミヒナゲシ、外来アブラナ科、ショカツサイは春に咲く美しい花が目的で播種されることが多く、しばしば大規模な個体群を形成している。ニワウルシは暖地を中心に河川敷や林縁に生育する樹木で、要注意外来生物のハリエンジュと同様に、根から多数出芽して高密度の樹林を形成している。ナヨクサフジは緑肥として導入され、河川敷などに密生個体群を形成している。この他局地的ではあるが、水田雑草として問題かしているウキアゼナ、県南東部に侵入したイケノミズハコベ、道端や堤防で高密度個体群を形成するヒゲナガスズメノチャヒキ、県南部から上武国道沿いに繁茂するヒメモロコシが県内危険外来種に指定された（石川ら 2009）。

本研究において取り上げる主な外来種の特徴

- ・ハリエンジュ (*Robinia pseudoacacia* マメ科 木本植物)

北アメリカ東部原産の要注意外来生物。別名ニセアカシア。マメ科の落葉高木で高さが20mに達する樹種である。葉は互生で長さ20cmほどの奇数羽状複葉で3cm程の楕円形の小葉で構成される。枝は托葉が変化した刺があり、樹皮は淡い褐色で深い縦の割れ目がある。5月頃に甘く香りの良い真白な総状花序を大量につけ、10月頃に7〜8cm程の豆果が熟し、裂開して種子を出す。

最初は公園緑化樹として植栽されたが、荒廃地緑化や海岸防災林としても植栽された。材は薪炭として使われ、花は養蜂の蜜源としても利用されるなど多様な利用目的があるため大量に導入された(崎尾 2009)。

導入初期の目的の一例として、肥料木としての例が挙げられる。マメ科であるハリエンジュは共生する根粒バクテリアの働きによって空気中の窒素を固定することができるため、栄養分の乏しいやせた土地でも良く成長する。同時にその窒素固定の恩恵は他の植物も受けられるため、肥料木として多く利用された(崎尾 2009)。

その肥料木としての特性を、防風、防砂の為に海岸線沿いに作られてきたクロマツ林に利用するようになった。クロマツ林植えられたハリエンジュは、栄養分の乏しい砂丘でも問題なく成長し、若木のうちは、当初の予定通りにクロマツの成長を助けた。しかし次第に大きく成長するにつれ、ハリエンジュがクロマツの成長を阻害するようになる。クロマツも比較的成長の早い種であるのだが、ハリエンジュはそれ以上に早く成長した。クロマツが十年で10mほど、ハリエンジュが12mほどである。そうなるとクロマツへの陽光は奪われ、クロマツ林はハリエンジュ林と化してしまう(近田・清水・濱崎 2006)。

上記のようにクロマツに取って代わったハリエンジュであるが、落葉樹であるため当然冬は葉が落ち、防風林としての機能は失われた(近田・清水・濱崎 2006)。

また、樹齢10〜20年になってくると生長速度が低下。かつ樹齢を重ねるにつれ垂直に下ろされた根が減少、水平根ばかりになり倒木の可能性が著しく増加するため、ハリエンジュがその構成の大部分を占める林分の場合、森の安定性という観点から見て問題が生じる可能性がある。原産地には天敵であるカミキリムシの一種が存在し、それによって幹に無数の孔を空けられ、強風や積雪でほとんど倒れてしまうのであるが、その天敵がいない事が日本でハリエンジュ林が多く形成される一因である(崎尾 2009)。

- ・オオブタクサ (*Ambrosia trifida* キク科 一年生草本)

北アメリカ原産の要注意外来生物。別名クワモドキ。キク科の大形な一年草。葉は対生

し、クワの葉のようになかほどまで3〜5回切れ込む。9〜10月ごろに開花、結実する。花穂は直立して、雄花は上部に下向きにつき、雌花はその下の葉のわきに数個つく。近縁のブタクサと共に花粉症の原因とされており、大量の花粉を風に乗せてまき散らし、猛威を振るっている（林 1983）。

初めてこの種が確認されたのは昭和20年代、その発生は食糧難対策のために大量にアメリカから輸入された穀物の運搬に起因していると思われる。その後急速に本州、四国、九州に広がったとされる（鷲谷 1996）。

早春に他の植物に先駆けて発芽することによって、明るい光環境を得て迅速に生長し、2mを超す高さに生長する。一年草であるが、発芽季節が早春（融雪期又は2月頃）と非常に早いので生育期間が長い（石川ら 2009）。

河川敷などの土壌含水率が比較的高い場所において、工事や河川の氾濫によって土砂攪乱された土地や、同様の理由で植生が一時的に消失した日当たりの良い裸地において、最も良く生育すると考えられている（石川ら 2009）。

・ショカツサイ (*Orychophragmus violaceus* アブラナ科 越年草)

中国原産の群馬県指定県内危険外来種。別名オオアラセイトウ、ハナダイコン。茎は直立し、10〜50cmになる。根生葉は羽状に裂け、裏面は白っぽい。3〜5月ほどに開花し、紅紫色、また淡紫色で2〜3cmの十字花を咲かせる（林 1983）。

この種が渡来したのは江戸時代であり、同時から園芸用に栽培されていたようだが、全国的に広がったのは第二次世界大戦後であり、1939年に南京紫金山より持ち出された種子が栽培され、戦後に愛好家によって全国へ頒布された。

種子が親の直下に散布される「重力散布」型であり、また発芽率が高いため、しばしば高密度個体群が形成される。更に秋冬の間に生長するため、その地点に生息する在来種である他の越年草、いわゆる「春植物」の生長を著しく阻害する（石川ら 2009）。

ハリエンジュの生態学的特性

ハリエンジュは、種子繁殖、損傷した幹からの萌芽、根萌芽という三つの繁殖方法を有している。

ハリエンジュの種子は堅固な種皮で被われ、その種皮に損傷が起こらないと発芽しないという硬皮休眠という性質を持っている。そのため、河川の氾濫によって土石流に揉まれたり、あるいは山火事などによって高温に晒されて種皮に傷が付けられなければ発芽しない。また、硬皮休眠中は水分を吸収せずに水に浮くため、洪水などによって遠方の土地まで流されることにより新たな生息地を開拓できる。つまりハリエンジュの種子は攪乱を前提とし、種子の散布を行っている。（崎尾 2009）

ハリエンジュは種子による繁殖以外にも、萌芽によるクローン成長によっても個体群を拡大することができる。数十年前まで行われていた薪炭林施業は、広葉樹を伐採しても萌芽の発生によって再び森林を形成する能力を利用してきたが、ハリエンジュも同様の能力で個体群を大きくしている。また、ハリエンジュは根萌芽を形成する能力を持つ。ハリエンジュの根は浅走性で、林床に長く遠くまでその根を伸ばすが、そこから芽を出し、個体群を拡大することができる。根萌芽をする樹種は少なく、このこともハリエンジュの勢力拡大を促している一因である（崎尾 2009）。

更にハリエンジュは窒素固定能力を有し、それによって周辺の土壌を富栄養化させ、在来植物に悪影響を与えていることが知られている。また、ハリエンジュの持つ他感作用（アレロパシー）が他の植物や土壌中の微生物に何らかの影響を与えている可能性がある（崎尾 2009）。

オオブタクサの生態学的特性

オオブタクサの特性を考えるに当たり、まず思いつくのはやはりその大きさである。もともと生長速度が高いこともあるが、早春での発芽によってその生長期間を延ばし、群馬県内での記録では草丈 4.5m、国内で 5m、原産地である北米では最大 6m にも達するような、巨体を手にしている（石川ら 2009）。

生物間の競争は資源の奪い合いであるから、戦いの激しい場面で有利となる性質は、優れた資源獲得能力である。植物にとって最も重要な資源の一つである光を得るために肝心なことは、他の植物の陰にならないようにすることである。それには生長速度が早く初めから高い位置に葉を広げることなどが肝要であり、オオブタクサはこの点において国内最高クラスと言える（鷲谷 1996）。

ただオオブタクサにも欠点があり、それは根の量が非常に少ないことである。このことは、重要な栄養素となる窒素の獲得に関係する。生長実験の結果、オオブタクサは土壌中の窒素が多いほど大きく生長し、また硝酸態窒素よりもアンモニア態窒素の方が成長促進効果が高いことが明らかになった。一般に河川敷のような含水率の高い土壌ではアンモニア態窒素が多くなり、また河川敷にはクズなどマメ科の窒素固定を行う在来植物が多く生育しており、かつ外来植物であるハリエンジュも同様に窒素固定能力を有しており、こうした高窒素環境を上手く利用して大きく生長していると言える。そのため、裸地であったとしても市街地の道端のような乾燥した立地においては、ほとんど分布しないか非常に生育の悪い状態となっている（石川ら 2009）。

また、発芽実験の結果、平均気温の低い立地で生産されたオオブタクサの種子は、より平均気温の高い立地で生産されたものよりも高温（30℃）下で発芽せずに休眠状態になる「種子の二次的休眠」を持つ割合が多くなることが明らかになった。また、低温（10℃）

下での発芽率は平均気温の低い立地で生産された種子の方が多く、これらの結果は、オオブタクサが侵入した立地の温度環境に応じた進化を続けている事を示していると考えられる。すなわち平均気温の低い立地に侵入した場合は、土壌シードバンクを形成し、発芽後により長く生長期間を獲得してより大きな個体へと生長することができるように進化しているようだ（石川ら 2009）。

鷲谷（1996）によれば、発芽直後の実生を引き抜くことが現在知られている中で最も効果的な除去方法である。ただ、オオブタクサは土壌中に長期にわたって生きた種子が蓄積される「永続的土壌シードバンク」を形成するため、この除去方法も長期間行わなければ効果がない。夏にある程度大きく育ってしまってから刈り取ったとしても、残された基部から出芽して秋にはサイズに関わらず開花、結実に至るため効果は低い。また、分布拡大の最大の要因は工事車両による土砂の移送（残土移送、タイヤの溝に填り込むなど）であり、これを食い止めることが分布拡大の防止にとって不可欠であると考えられる（石川ら 2009）。

ショカツサイの生態学的特性

前記の通り、ショカツサイの種の散布方法は「重力散布」型であり、親の周辺で高密度個体群を形成し、その地点における春先の相対光強度を 30%低下させる。この影響は大きく、実際に高密度で生育する場所では在来の春植物はほとんど確認できない。ただ、この「重力散布」型という点に着目すると、人の手が加わらない限り、要するに土壌の移動や人為的播種を制限することにより、効果的に分布拡大を抑制することができる（石川ら 2009）。

また、ショカツサイは土壌中に長期にわたって生きた種子が蓄積される「永続的シードバンク」を形成する可能性が高いとされる（石川ら 2009）。草体自体は簡単に引き抜くことができ、また冬に生育するために発見も容易であるため除去自体は難しくは無いが、期間を空けた断続的な除去では効果が低いことがわかる。防除を行う場合は継続的な除去が必要である（石川ら 2009）。

群馬県内における先行研究例

○高橋和雄（2001）「帰化植物オオブタクサによる利根川中流域のアメニティ破壊」

この研究では、群馬県内におけるオオブタクサの今後の分布拡大の可能性とその原因の検討を行うために、群馬県内の利根川中・上流域におけるオオブタクサの分布状況調査、および種子生産数の解析、更に採取した種子による一定の環境における発芽率の解析を行った。

○吉井弘昭（2002）「利根川中流域におけるオオブタクサの分布拡大要因の解析」

この研究では、分布北限域でのオオブタクサの生長様式、種子生産量の解明と利根川流域での分布拡大の可能性の解明のために、旧水上町と伊勢崎市内においてオオブタクサの個体群密度、生長速度、種子生産量などの計測を行った。また、水上町と伊勢崎市での生長パターン比較のため、水上の最北限の群落で採取したオオブタクサの実生を用いて一定条件下での発芽実験と栽培実験を行った。

○中嶋（2003）「帰化植物の分布・拡大を決めている環境要因の解析」

この研究では、近年日本で分布の拡大が確認されているオオブタクサとショカツサイ（ハナダイコン）の2種類について、帰化植物一般への対策基礎データとするために生態特性解析を行った。

オオブタクサについては、吉井（2002）と同様に、分布北限域でのオオブタクサの生長様式、種子生産量の解明と利根川流域での分布拡大の可能性の解明のため、旧水上町と伊勢崎市内に自生する個体群を用いて現地個体の生長解析、気温・土壌窒素成分の比較を行い、更に、分布と土壌窒素組成との因果関係を検証するために、水上、伊勢崎の調査地点からオオブタクサの実生を採取し、硝酸態窒素肥料を加えたもの、アンモニア態窒素肥料を加えたものと全く施肥しなかったものの3つの条件で栽培実験を行った。

ショカツサイについては、ショカツサイの分布と光環境との関係を解明するために、前橋市内の主要幹線道路付近において分布調査および分布地点の相対光強度の測定を行い、また前橋市で採取した種子を用いて、人工被陰下にて栽培し、生長解析を行った。

○今枝美香（2004）「外来植物の定着と分布を決める要因の探索と実験的検証」

この研究では中嶋（2003）と同様に、ショカツサイの分布と光環境との関係を解明するために、中嶋がショカツサイの調査を行った前橋市内の62地点のうちの50地点について再び相対光強度の調査および個体重量と種子数の測定を行った。また、異なる光強度の地点で採取された種子を用いて、温度特性を解析するために初夏、あるいは初秋をシミュレートした高温環境と初春をシミュレートした低温環境の2種類の温度環境における発芽実験、および異なる相対高強度が調整された異なる人工被陰下における栽培実験を行った。

○茅島一真（2005）「外来植物オオブタクサの分布拡大を決定づける環境要因の分析」

この研究では、オオブタクサの侵入地の環境条件に対する適応・進化の実態とメカニズムを解明するために、先行研究においても調査がなされた水上および伊勢崎のオオブタクサ個体群に対し、現地での生長解析と地温・気温測定、および土壌窒素態分析を行った。また、オオブタクサが河川敷に特に多いことと、土壌窒素態組成との因果関係を検証する

ために、水上および伊勢崎で採取されたオオブタクサの実生を用いて硝酸態窒素肥料を加えたもの、アンモニア態窒素肥料を加えたものと全く施肥しなかったものの3つの条件で栽培実験を行った。

更に、管平、水上、沼田、伊勢崎にて採取したオオブタクサの種子を様々な温度条件下で発芽実験を行い、発芽の温度特性の適応進化の更なる検証を行った。

○慶野貴子（2005）「日本の生態系に対する外来植物の影響評価」

この研究では、ショカツサイ（ハナダイコン）とハリエンジュの二種をモデルケースとし、外来植物の生態的特性を解析した。

ショカツサイについては、ショカツサイの光条件に対する反応と分布地点での在来植物への影響を明らかにするために、群馬大学荒牧キャンパス構内におけるショカツサイの分布地点の光量子密度測定を行い、また光条件の差異によってショカツサイの生長・種子生産特性にどのような違いが見受けられるかを解明するために、測定地点で採取したショカツサイの乾燥重量測定、生産種子測定および採取した種子の制御温度条件下での発芽実験、更に人工被陰下での栽培実験を行った。

また、ハリエンジュについては、渡良瀬川流域におけるハリエンジュの分布状況の解明およびハリエンジュの分布と立地条件の関係を解析するための、渡良瀬川流域でのハリエンジュの分布調査、種子の発芽条件解明のための発芽実験、伐採や倒壊などの傷害を受けた際のハリエンジュの反応を解析するための年輪解析、更にハリエンジュ林の生長・生存動態を推定およびハナダイコンとの相互関係を解析するための樹高・胸高直径の測定を行った。

○河毛直也（2011）「発芽・初期生長過程における外来植物の定着能力の実験的評価」

この研究では、近年全国規模で繁茂が報告されている7種類の外来植物（オオキンケイギク、オオブタクサ、アメリカセンダングサ、ヒメモロコシ、イヌムギ、カモガヤ、ハリエンジュ）をモデル植物とし、外来植物の旺盛な生長能力・繁殖能力の原因を解明するために、温度、光量子密度、土壌窒素濃度が操作された環境条件下での発芽実験、生長解析を行った。

○高畠将哉（2012）「外来樹木ハリエンジュが在来植物の生育に及ぼす影響に関する生態学的研究」

この研究では、ハリエンジュが在来植物の生育環境を生育に及ぼす影響を解明することを目的とし、ハリエンジュのアレロパシーの影響を検証するための、ハリエンジュ林土壌と影響のない黒土の異なる培養土を用いた栽培実験や、以前除去実験の行われた渡良瀬川河川

敷での植物相調査および土壌窒素・リン濃度測定、群馬大学荒牧キャンパス内のハリエンジュ林と雑木林の林床の相対光量子密度測定を行った。

研究目的

上述の群馬県内における先行研究が行われてから時間が経過し、その後の各外来植物の県内における消長については研究がなされていない。また、県内のほとんどは未調査のままである。外来植物は繁殖力が強く、また種子による生育地の移動も頻繁に起こるため、防除対策を策定するための大前提として、定期的に広域調査を行って、できるだけ最新の分布情報を得る必要がある。

そこで本研究では、ハリエンジュ分布の未調査地であり、また高橋和雄（2001）によるオオバタクサ分布の広域調査から14年が経過した、利根川中流域の河川敷を調査対象とした。またショカツサイも中嶋（2003）による前橋市内（旧市内）の広域調査から10年が経過するため、再度実施することとした。さらに、以前より外来植物が多数繁茂していると指摘されている、群馬大学荒牧キャンパス内で、初の外来植物広域調査を行うこととした。またショカツサイについては、培養温度を変えた発芽実験、および光環境を変えた栽培実験を行って、種子発芽特性と生長特性の解明を行い、野外での本種の分布パターンの成因を解析することとした。

調査地概要

1. 利根川自転車道

ハリエンジュおよびオオブタクサの分布調査を行った利根川は、上越国境の大水上山を水源とし、多くの河川と合流、分岐し太平洋へ注がれる、全長約 322km、流域面積約 16,840km² の日本を代表する河川の一つである（山崎 1986）。広い河川敷を有し、雨で頻繁に増水、攪乱が起こっている。

利根川自転車道は、その利根川の河川敷沿いに設置されている、渋川市金井から行田市須加までを結ぶサイクリングロードである。一部の箇所を除き自動車や自動二輪は通行できないため、自転車や歩行者が安全に歩きやすい道となっている。このため河川敷を自転車で踏査し、河川敷植生を直接目視により調査しデジタルカメラで撮影することが可能である。

なお下流部では利根川の川幅と河川敷が広がっているため、自転車道と河川植生との距離が離れている場所があった。この場合、植生の直接視認が難しく、デジタルカメラで撮影し GPS で位置を記録した場合（後述）に、本来の位置とずれている可能性がありうる。

2. 前橋市全域の県道、国道

ショカツサイの分布調査を行った前橋市（旧市内）は、北部に赤城山南麓を有し、関東平野北西端である中央部から南部は工場や宅地、商業施設で構成されている。この地域の植生は、開発により壊滅的な影響を受け、植物の生育地が消失した事例も多い。北部の亜高山部は、県立公園や自然環境保全地域などに指定され、開発や植物採取などを法令によって規制している地域も多いが、その直下の低地や山地帯下部は、別荘地やゴルフ場などの大規模な観光施設が建設され、植生が大きく被害を受けている（群馬県環境森林部自然環境課 2012）。

本研究ではかつての先行研究（中嶋（2003）など）によってショカツサイの分布調査が行われた、県道、国道沿い、および、桃ノ木川サイクリングロードを自転車で踏査した。調査地の北限は、赤城山南麓の県道 4 号（標高約 900m まで）、および県道 16 号（標高約 700m 付近まで）であった。これは、これら北限の手前 3〜4 km から先で、ショカツサイが全くみられなかったためである。

3. 桃ノ木川サイクリングロード

ショカツサイの分布調査を行った桃ノ木川は、広瀬川から分かれ、広瀬川の 2 km ほど北側を並行に流れ、細ヶ沢川、大堰川、赤城白川、竜の口川、藤沢川、寺沢川など赤城南西麓の主な河川の受け皿となって、駒形町にて再び広瀬川と合流する全長約 17km、流域面積

約 120km²の河川である（群馬県 HP）。河川敷は狭く、木本はほとんど生育していない。

桃ノ木川サイクリングロードは、この桃ノ木川の河川敷に沿って設置されている。利根川自転車道と同様に、自転車や歩行者が安全に歩きやすい道となっている。このため河川敷を自転車で踏査し、河川敷植生を直接目視により調査しデジタルカメラで撮影することが可能である。

4. 群馬大学荒牧キャンパス

ショカツサイなど外来植物を含む植物相調査を行った群馬大学荒牧キャンパスは、北緯 36° 27′ 東経 139° 2′ に位置する、面積約 0.26km²のキャンパスである。構内にはハリエンジュ林、アカマツ林、アカマツ・コナラ・クヌギ・シラカシ混交林混交林、耕地、耕作放棄地、草刈り頻度の高い草原、草刈り頻度の低い草原、踏みつけ圧の高い未舗装駐車場など、人里の様々な立地環境が混在する。キャンパス中央部に位置するアカマツ林は、数年前まで下草の刈り取りが行われていたが、その後は樹木稚樹の育成のため行われていない。

本キャンパス内は、かねてより外来植物の繁茂が著しいと指摘されている。特に中央部に位置するハリエンジュ林、早春にキャンパス内で咲き乱れるショカツサイは、過去度々卒業研究の対象になるほど、極めて深刻な問題であるにもかかわらず、長い間放置されている。キャンパス南部はグラウンドや建物群となっているため調査対象とせず、キャンパスの北部ー中央部を踏査した。

材料および方法

1. 3種の外来植物の分布調査

ハリエンジュ、オオブタクサ、ショカツサイの3種の外来植物について、広域分布調査を行った。ハリエンジュおよびオオブタクサは、その主たる生育地である河川敷、特に利根川中流域の河川敷を対象として、分布調査を行った。ショカツサイは、その主たる生育地である道端、畑地を対象とするため、前橋市内（旧市内）を対象として、分布調査を行った。

ハリエンジュおよびオオブタクサは、調査者が自転車で利根川自転車道全体（図1）を走行して、目視により分布を確認し、記録した。

ショカツサイは、前橋市内（旧市内）の主要幹線道路および桃の木川サイクリングロード（図2）を調査者が自転車で走行して、目視により分布を確認し、記録した。

以上の調査の記録は、GPS機能付きデジタルカメラ（リコーイメージング株式会社、PENTAX WG-3 GPS）を用いて撮影することにより、位置情報と自動記録した。

調査においては目視で個体の有無を確認したため、小さな個体や木陰に隠れた個体、花を咲かせていない個体は見逃している可能性がある。

調査日はハリエンジュにおいては開花期である2014年5月23日および27日、オオブタクサにおいては開花・結実期である2014年9月16日および18日、ショカツサイにおいては開花期である2014年5月2日、4日、6日、9日、11日であった。

2. 群馬大学荒牧キャンパス構内北部～中央部における植物相調査

かねてより外来植物の繁茂が著しいと指摘されている、群馬大学荒牧キャンパス構内において、植物相調査を行った。キャンパス南部はグラウンドや建物群となっているため調査対象とせず、キャンパスの北部～中央部（図3）を踏査した。調査対象とした植物は主として開花中の草本維管束植物で、木本およびシダ類は、結果的に確認できた種のみを、解析に用いた。

調査者が徒歩で、目視により分布を確認し、記録した。調査の記録は、GPS機能付きデジタルカメラ（リコーイメージング株式会社、PENTAX WG-3 GPS）を用いて撮影することにより、位置情報と自動記録した。

開花植物種は季節により異なるため、調査は春期と秋期の2回行い、データ解析も2期別々に行った。春期の調査日は2014年4月9日、11日、17日、22日、29日、5月13日、18日であり、秋期の調査日は2014年10月4日、27日、30日、11月4日であった。春期の調査の前半は、外来種ショカツサイを中心に調査を行った。

以上の分布調査および植物相調査で得られた各植物の位置情報は、ジオタグとして写真ファイルに書き込まれている。これをPicasa ウェブアルバム、Google map、Garmin Base Campに順に取り込むことによって、ジオタグデータから各植物の分布図を作成した。また群馬大学荒牧キャンパス構内で撮影した写真に写っている全ての植物を、図鑑と照合することによって同定し、結果を各写真ファイルのファイル名として書き込んだ。これらファイル名を全てエクセルに読み込み、各植物の生育確認地点数、および同所的に生育する種との組み合わせごとの生育確認地点数を算出した。

3. 発芽実験

群馬大学荒牧キャンパス構内のフットサル場付近にて、2014年6月14日に採取されたショカツサイの種子を用いた。種子は採取後実験に供するまで、室温で風乾した。

石英砂を敷いた直径9cmのプラスチック製のシャーレに、成熟した種子を50個ずつ入れ蒸留水を注ぎ、温度勾配型恒温器（NK system、TG-100-ADCT）にシャーレを入れて培養した。温度勾配型恒温器内の温度は30/15℃、25/13℃、22/10℃、17/8℃、10/6℃（昼14hr、夜10hr、昼間の光量子密度は約 $30 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ）の5段階とし、各温度区3シャーレの培養を行った。

また冷湿処理の発芽に対する効果を検証するため、同様の種子を50個ずつ、3シャーレに入れ蒸留水を注ぎ、1ヶ月間4℃で冷湿処理を行った。その後25/13℃（昼14hr、夜10hr、昼間の光量子密度は約 $30 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ）で培養した。

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。冷湿処理しない種子は2ヶ月間（61日）、冷湿処理した種子は1ヶ月間（30日）培養・観察を行った。発芽の温度依存性実験のスケジュールを表1に示す。

4. 光強度を調節したショカツサイの栽培実験

群馬大学荒牧キャンパス構内のフットサル場付近にて、2014年6月14日に採取されたショカツサイの種子を、2014年8月21日、50粒ずつ、黒土を入れた直径30cmのプランターに播種した。種子を播種したプランターは15個用意し、群馬大学荒牧キャンパス内の裸地に配置し、1〜2日おきに水道水を与えた。この後約57日間、前栽培を行った。

寒冷紗を用いて光量子密度を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2014年10月17日、ショカツサイを前栽培したプランターを3つずつ配置し、際場実験を開始した。栽培中は、2-3

日に1度、水道水をプランターから水が流れ出るまで十分灌水した。施肥は行わなかった。

それぞれの光条件区での栽培実験開始時に、初期サンプリングを行った。その後約1ヶ月ごとに、11月および12月にサンプリングを行った。栽培スケジュールを表2に示す。

サンプリングした苗は個体ごとに根・茎・葉に分けて紙袋に入れ、送風定温乾燥機（FC-610, ADVANTEC・DRS620DA, ADVANTEC）に入れて1週間80℃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-8700 EPSON）を用いて解像度300dpi、16bitグレーでスキャンした後、ImageJ 1.41o(NIH)を用いて面積を測定した。今回は148 cm²あたり2063162ドットとした。

5. 生長解析

4で栽培したショカツサイの生長解析を行ったが、そのパラメータは以下の式を用いて算出した。

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

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

TW1：初期または当月サンプリングにおける個体総乾燥重量（g）

TW2：最終または次月サンプリングにおける個体総乾燥重量（g）

T1：初期または当月サンプリング日

T2：最終または次月サンプリング日

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

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

TW1：初期または当月サンプリング日における個体総乾燥重量（g）

TW2：最終または次月サンプリング日における個体総乾燥重量（g）

LA1：初期または当月における個体の葉面積（m²）

LA2：初期または当月における個体の葉面積（m²）

T1：初期または当月サンプリング日

T2：最終または次月サンプリング日

・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：初期または当月サンプリングにおける個体総乾燥重量（g）

TW2：最終または次月サンプリングにおける個体総乾燥重量（g）

LA1：初期または当月における個体の葉面積 (m²)

LA2：最終または次月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：最終または次月サンプリングにおける個体の葉面積 (m²)

TW：最終または次月サンプリングにおける個体の葉乾燥重量 (g)

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

○葉重比 (LAR：Leaf Weight Ratio)

$$LWR = LW / TW$$

LW：最終または次月サンプリングにおける個体の葉乾燥重量 (g)

TW：最終または次月サンプリングにおける個体総乾燥重量 (g)

○莖重比 (SWR：Stem Weight Ratio)

$$SWR = SW / TW$$

SW：最終または次月サンプリングにおける各個体の莖乾燥重量 (g)

TW：最終または次月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：最終または次月サンプリングにおける個体の根乾燥重量 (g)

TW：最終または次月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。

$$RGR = NAR \cdot LAR$$

$$LAR = SLA \cdot LWR$$

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

結果および考察

1. 3種の外来種の分布状況

・ハリエンジュ（要注意外来種）

利根川自転車道において、烏川との合流地点付近にある五料橋より上流部では 930 地点、下流では 89 地点でハリエンジュの生育が確認された（図 4）。調査した距離は五料橋より上流部が約 35km、下流部が約 26km であったので、上流部では約 38m 間隔で、下流部では約 291m 間隔でハリエンジュの樹林または単木が成立していることになる。すなわち利根川においては、五料橋より上流部で、より多くの地点でハリエンジュの侵入・定着が起こっていると考えられる。

通常の洪水や増水による自然攪乱が頻繁に起こる場合、河川敷にはヤナギやサワグルミなどの在来木本種や、オギ、ススキなど比較的草丈の高い在来草本種が生育する（星野・清水 2005）。五料橋より下流部でも同様に、オギ、ススキなど比較的草丈の高い在来草本種が河川敷の植生において優占している場所が多かった（写真 1）。

慶野（2005）による渡良瀬川流域でのハリエンジュ分布調査においても、草丈の高い在来草本植物が繁茂する渡良瀬川下流においては、ハリエンジュはほとんど確認されておらず、上流から中流にかけて多くのハリエンジュの生育が確認されている。

河毛（2011）はハリエンジュを異なる光環境下で栽培実験し、ハリエンジュの相対生長速度（RGR, $\text{g g}^{-1}\text{day}^{-1}$ ）は、相対光量子密度 3%区では約 0.0（有意な増加なし）、9%区では約 0.02、13%区では約 0.03、100%区では約 0.04 と、暗いところでは生長しないことを明らかにした。

以上の結果から、ハリエンジュは、草丈の高い草本種が優占している河川植生内では、十分な光が獲得できず実生が生育できないために、五料橋より下流部では生育確認数が少なかったと推察される。

・オオブタクサ（要注意外来種）

利根川自転車道沿いにおいて、642 地点でオオブタクサの生育が確認された。自転車道沿いのほぼ全域で生育が確認できたが、（図 5）特に烏川との合流地点付近の五料橋より下流では、面積が大きくかつ密集した群落が多数確認された（写真 3）。調査した距離は約 61km であったので、約 95m 間隔でオオブタクサ群落が成立していることになる。すなわち利根川においては、中・下流部の多くの地点でオオブタクサの侵入・定着が起こっていると考えられる。

石川ら（2003）は 2000 年 8 月から 10 月にかけて利根川流域を、明和町から水上町（源流から約 30km 下流）の範囲において、車で移動しながら目視調査した。その結果オオブタ

クサの大きな個体群が 30 地点で確認され、このうち最大のものは約 687 万個体からなり、年間約 17 億の種子を生産していると推定された。この結果は、車で移動しながら行ったため、河川敷への侵入経路が限られ、また非常に大きな個体群しか確認できなかったと考えられる。本研究では自転車で利根川沿いを走行しながら目視調査を行ったため、より精緻な分布調査結果となっているといえる。すなわち本研究の結果は、利根川流域の河川敷におけるオオブタクサの侵入・定着状況が、2000 年時点と比べて飛躍的に拡大したか、またはより精緻に調査できたため、石川ら（2003）の結果よりも極めて深刻な状況であることが検証されたことを示していると考えられる。

石川ら（2003）が確認したオオブタクサの侵入・定着地 30 地点は、すべて工事現場や採石場周辺などの、人為的攪乱地であった。本研究において調査した利根川流域は、頻繁に護岸工事や浚渫、橋梁工事などが行われている。こうした攪乱地では、早春から初夏にかけて陽当たりが良くなる。このことが、オオブタクサのような攪乱地依存型の植物が繁茂する一因となっているとされる。石川ら（2003）によると、オオブタクサの種子は冷湿処理後低温条件（15/7℃）下で 80%以上の最終発芽率となるため、野外では攪乱地で早春に発芽して長い生育期間を獲得し、開花・結実期の個体サイズが大きくなり、個体サイズが大きいほど種子生産数が多くなる。

・ショカツサイ（群馬県指定県内危険外来種）

前橋市内の調査結果

2014 年 5 月 2 日から 11 日の間に行った調査の結果、ショカツサイの生育が確認できた地点数は、664 地点であった（図 6）。調査のため自転車で走行した範囲は約 311.64km²であったので、約 0.47km²間隔でショカツサイ群落が成立していることになる。特に群落が多く見られたのは、桃の木川サイクリングロード沿いで、この約 13km の間で 253 地点の生育地が確認された。前橋市内（旧前橋市内）全体を俯瞰すると、ショカツサイは北は赤城南面道路から南は国道 50 号までの地域で生育が確認され、赤城南面より標高の高い地域と、国道 50 号より南側の市街地では、ほとんど見られなかった。この結果は、中嶋（2003）が 2002 年に同様の地域で行ったショカツサイの分布調査の結果と同様であった。すなわちショカツサイはこの 12 年間、継続して前橋市内の同様の地点で繁茂していると考えられ、少なくとも衰退はしていないか、拡大しているかもしれないと危惧される。

今回ショカツサイの生育が確認された地点は、桃の木川サイクリングロード沿いや田畑・道路沿いのように年中陽当たりが良い立地、あるいは落葉樹の下部で冬から春にかけては陽当たりが良い立地がほとんどであった。これは中嶋（2003）と同様の結果であり、後述するように、ショカツサイの実生は暗い環境では生長できないことが原因であると考えられる。

国道 50 号より南側でショカツサイの分布がほとんど見られないのは、市街地で土壌の露出自体が少ないため当然であると思われる。

群馬大学荒牧キャンパス構内の調査結果

2014 年 4 月 9 日から 5 月 18 日の間に行った調査の結果、大学構内においてショカツサイの生育が確認できた地点数は、207 地点で（図 8）、このうち 55 地点で他の植物と混生し（表 4）、152 地点では純群落を形成していた。生育が確認された地点は、前橋市内調査の結果と同様、遊歩道沿いや田畑沿いの年中陽当たりが良い立地、あるいは落葉樹林の下部や横で冬から春にかけては陽当たりが良い立地がほとんどであった。

群馬大学荒牧キャンパスにおいては、頻繁に草刈り管理がなされている。ショカツサイも結実前に刈り取られる場合もある（石川 私信）。しかしこうした草刈り管理にもかかわらずこれだけ多くの地点でショカツサイの繁茂が見られることは、後述するように、本種が土壌シードバンクを形成することが一因と考えられる。すなわち地上部を結実前に刈り取っても、翌年以降に、土壌シードバンクから個体が再生され、種子が生産されると推察される。

大学構内では、ショカツサイが 152 地点で純群落を形成して地表を完全に覆っていることが確認された。このような状況下では、春先の数ヶ月にわたり相対光強度が 30%に低下し（石川ら 2009）、ショカツサイと同様に、秋に芽生え冬に生長して早春に開花する、在来種の春植物の生長を大きく妨げる危険性が高い。このことが、ショカツサイが 79 地点で純群落を形成している理由であると推察され、他の植物種と混生している地点においても、今後在来種が駆逐されかねないと危惧される。公的・教育機関である大学の構内でこのような状況が長年にわたり続いているのは、大問題である。

2 群馬大学荒牧キャンパスの構内北部～中央部における植物相調査

・春調査

2014 年 4 月 9 日から 5 月 18 日の間に行った調査の結果、大学構内において生育・開花が確認された草本植物種は合計で 68 種、このうち越年草が 15 種、多年草は 34 種であった。外来種は 17 種であったので、全植物種数に対する外来植物種数の割合である帰化率は、約 25%であった。

確認された生育地点数が多い上位 20 種が、どの種と同所的に生育しているかについて、一覧表を作成した（表 4）。生育地点数が最も多い 5 種は、外来種のセイヨウタンポポ（216 地点、図 7）、ショカツサイ（207 地点、図 8）、オオイヌノフグリ（200 地点、図 9、在来種のナズナ（129 地点、図 10）、ハコベ（124 地点、図 11）であった。これらの生態学的特性を以下に示す。

- ・オオイヌノフグリ (*Veronica persica* ゴマノハグサ科 越年草、外来種)

ヨーロッパ原産の外来植物。明治初期に渡来し、道端や畑で普通に見かけられる。茎は根本で枝分かれして四方に広がるように生え、葉は卵円形でふちに鈍い鋸歯がある。葉のわきに一個ずつ瑠璃色の花を咲かせる。しばし群生し、部分的に地面を覆い尽くす(牧野 2000)。

- ・セイヨウタンポポ (*Taraxacum officinale* キク科 多年草、外来種)

ヨーロッパ原産の要注意外来生物。近年、在来種であるカントウタンポポなどに替わり、日本各地の都市部を中心に広く分布している。葉は羽状深裂から深い鋸歯まで変化があり、主に3〜5月に黄色い花を咲かせる。種子には輪状にひらく絹状の白い毛が生えており、風に乗って遠くまで種子が運搬される(林 2009)。

セイヨウタンポポは踏みつけに強く、またアルカリ性・窒素土壌でも良く育ち、乾燥にも強いなど多くの点で在来種のタンポポよりも都市荒廃域での生育に適しており、都市部の拡大と共に在来種が生育地を失うなか、分布域を拡大していったと考えられる。また、単為生殖によって受粉せずに種子を作ることができるため、分布拡大の速度は速い。更に栄養繁殖を行うことができ、そのため根がちぎれても死なず、除去は難しい(林 2009)。

- ・ショカツサイ (*Orychophragmus violaceus* アブラナ科 越年草、外来種)

中国原産の群馬県指定の県内危険外来種。別名オオアラセイトウ、ハナダイコン。茎は直立し、10〜50cmになる。根生葉は羽状に裂け、裏面は白っぽい。3〜5月ほどに開花し、紅紫色、また淡紫色で2〜3cmの十字花を咲かせる(林 2009)。この種が渡来したのは江戸時代であり、同時から園芸用に栽培されていたようだが、全国的に広がったのは第二次世界大戦後であり、1939年に南京紫金山より持ち出された種子が栽培され、戦後に愛好家によって全国へ頒布された。

種子が親の直下に散布される重力散布型であり、また発芽率が高いため、しばしば高密度個体群が形成される。このため同所的に生育する在来草本種、特に同じ生活史を有する越年草、いわゆる春植物の生長を著しく阻害する危険性が高い(石川ら 2009)。

- ・ナズナ (*Capsella bursa-pastoris* アブラナ科 越年草、在来種)

道端や荒地、庭の隅に普通に生える越年草。春の七草の一つで食用や薬用に利用される。根生葉は羽状に分裂し、3〜6月にかけて白い小型の十字状花を多数咲かせる。果実特徴的な軍配型で、ショカツサイと同様の重力散布型である(牧野 2000)。別名にぺんぺん草という呼称があるが、荒地果てた様子を「ぺんぺん草が生える」という慣用句で表す

ように、荒廃した土壌であっても良く育つ。

・ハコベ (*Stellaria media* ナデシコ科 越年草、在来種)

国内の道端や田畑など至る所に生える越年草。ナズナと同様に春の七草の一つで、食用や薬用に利用される。葉は対生で卵形、春から秋にかけて白い小さな花を咲かせる。ハコベもショカツサイと同様に重力散布型である(牧野 2000)。別名にハコベラという呼称があるが、この呼称の由来の一つに蔓延る(はびこる)から来ているという説があり、それほどに至る所で生育している植物である。

以上の5種のうち最上位3種はいずれも外来種であり、下位2種は在来種である。いずれの5種も、攪乱地によく生育する種であり、このため大学構内や路傍のような草刈りや踏みつけといった人為的攪乱が多い立地、あるいは畑や落葉樹の周辺のような、季節的または継続的に明るい攪乱地が維持される立地に多いのだと考えられる。このように同様な生育条件を必須とする種間では、種間競争が起こりやすい。最上位種がすべて外来種であることから、総じて、春の大学構内においては、外来種がこの種間競争で優勢に立っていると推察される。

確認された生育地点数の序列4位である在来種ナズナは、外来種オオイヌノフグリと33地点で同所的な生育が確認された。また確認された生育地点数の序列5位である在来種ハコベは、外来種オオイヌノフグリと47地点で同所的な生育が確認され、さらに外来種ショカツサイとは23地点で同所的な生育が確認された(表4)。これらの種は全て越年草で、生活史、すなわち発芽・生長・開花のスケジュールが同一である。したがってこれらの種においては種間競争が起こりやすく、オオイヌノフグリまたはショカツサイといった上位の外来種によって、在来種のハコベやナズナが駆逐されることが危惧される。逆にこれらの外来種セイヨウタンポポと同所的な生育があまり見られない(ナズナで11地点、ハコベで6地点)ことから、本来の生育立地が異なり、競合しないと思われる。

・秋調査

2014年10月4日から11月4日の間に行った調査の結果、大学構内において生育・開花が確認された植物種は合計で105種、このうち越年草が9種、多年草は39種、木本は22種、ササタケ類が1種であった。外来種は32種であったので、全植物種数に対する外来植物種数の割合である帰化率は、約30%であった。

確認された生育地点数が多い上位20種が、どの種と同所的に生育しているかについて、一覧表を作成した(表6)。生育地点数が最も多い5種は、外来種のコセンダングサ(256地点、図12)、在来種のクズ(211地点、図13)、カナムグラ(91地点、図14)、ヤブガラシ(87地点、図15)、ヨモギ(69地点、図16)であった。これらの生態学的特性を以下に

示す。

・コセンダングサ (*Bidens pilosa* キク科 1 年草、外来種)

熱帯から暖帯に広く分布し、日本では本州中西部以南の河原や荒地でしばしば群生する南米原産の要注意外来生物。茎は直立し、枝は対性で細く、小枝も対性して 9～10 月にかけて先端に黄色い管状花を咲かせる。種子の先には 3～4 個の棘があり、これによって獣の毛や人間の衣服に付着し、あるいは雨に流されることによって伝播する (牧野 2000)。乾燥した場所で主に群生するが、土壌環境に対する適応性が高く、様々な生育環境に分布している (環境省 HP)。

・クズ (*Pueraria lobata* マメ科 つる性多年草、在来種)

山野の至る所で見受けられる大型のつる性多年草。葉は 3 小葉からなり、花は紅紫色。ツルは 10m 以上になることもあり、茎の基部は木質になる。根は多量のデンプンを含み、精製され葛粉として食用や薬用に利用されるが、根は太く大きいため、採取は大変な重労働となる (林 2009)。

クズは適応力が高く、非常に丈夫で生長も早い。かつてアメリカ合衆国へ牛馬の飼料用や砂防用に持ち出されたが、栽培されていたクズが次第に道端や河川敷へと次第に進出して大繁殖し、農作物や生態系に大きな被害をもたらした (浅井 1993)。

・カナムグラ (*Humulus lupulus* var. *cordifolius* クワ科 つる性 1 年草、在来種)

道端や荒地に多いつる性 1 年草。葉は掌状に深く 5～7 裂し、表面に荒い毛が生える。8～10 月にかけて花を咲かせるが、雌雄異株であり、雄花は枝先に大きな円錐状の花序をつけ、雌花穂は短く球花状になって垂れ下がる。(林 2009)

カナムグラのカナは鉄の意であり、ムグラは一面に生い茂ることからきている。名前が示すように、茎が堅く、更に本種同士で絡み合うことによってより一層強靱となり、また茎や葉に鋭い棘を持つため除去は比較的難しい (牧野 2000)。

・ヤブガラシ (*Cayratia japonica* ブドウ科 つる性多年草、在来種)

熱帯アジアから東アジアにかけて分布し、日本中の道端や林縁などに広く自生している。根は柔らかい紐状で、地中で伸びつつところどころに芽を出す。茎には葉と対性して巻きひげがあり、それで他の植物に絡みつくのだが、生長が早いので巻き付かれた植物はヤブガラシの葉や茎で覆われ、生長が阻害される。ヤブガラシ (藪枯らし) の名の通りしばしば林木の害草となる (牧野 2000)。

・ヨモギ (*Artemisia princeps* キク科 多年草、在来種)

山野で最も普通に見られる多年草。茎の高さは 50–100cm で多数に分岐し、根は横になってつる枝が出る。葉は互生し楕円状で羽状に裂け、夏から秋にかけて茎の先端に管状花からなる淡褐色の小さな頭花を多数つける。(牧野 2000)。

以上の 5 種のうち最上位 1 種が外来種であるが、下位 4 種はすべて在来種である。いずれの 5 種も、攪乱地によく生育する種であり、このため大学構内や路傍のような草刈りや踏みつけといった人為的攪乱が多い立地、あるいは畑や落葉樹の周辺のような、季節的または継続的に明るい攪乱地が維持される立地に多いのだと考えられる。このように同様な生育条件を必須とする種間では、種間競争が起こりやすい。しかし春の調査結果とは異なり、最上位種以外はすべて在来種であることから、総じて、秋の大学構内においては、春とは逆に、在来種がこの種間競争で優勢に立っていると推察される。

しかし、最上位となった外来種コセンダングサは、ハリエンジュ林床や耕作地内を除く、秋の調査地点のほとんど全域で多数の生育が確認され、予断を許さない状況である。コセンダングサの種子は動物の体表、ヒトにあっては衣服などに張り付いて散布されるので、大学構内のようにヒトの往来の多い地域では、生育地が拡大しやすいのだと考えられる。またコセンダングサは、大学構内では時々草刈りされる社会情報学部駐車場周辺や北部の P10 駐車場に極めて多いことから、中途半端な草刈り管理がコセンダングサの繁茂を助長しているといえる。草刈り頻度を高めるか、あるいは木本植物を植栽して日陰にするなど、生態学的な理のある管理が望まれる。

下位 4 種のうち 3 種は在来種ではあるが、すべてつる植物であり、他の植物にからみつき被圧し、ときに枯死させることもある。クズは大学構内においては、林縁および北部の P10 駐車場のフェンス周辺に極めて多いが、これはクズがつかまり立ちするものがあるからである。同様にヤブガラシは、大学構内においては林縁で多く生育し、他の植物を被圧していた。

カナムグラは、耕作放棄地において多数の生育が確認された。これはカナムグラの本来の生育地が肥沃で湿った河川敷のような立地であるためと考えられる。

確認地点数の序列 1 位の外来種コセンダングサは、その下位にある在来種と同所的に生育していることが非常に多かった。すなわち、コセンダングサはクズと 148 地点で、ヤブガラシと 66 地点で、カナムグラと 70 地点で、ヨモギと 49 地点で同所的に生育していた(表 6)。コセンダングサは 1 年草であっても他の在来植物よりも生長が早く、生育期間中の競争関係において優位に立つが、所詮 1 年草であるので下位にある在来種を駆逐するには至らないのかもしれない。

3. ショカツサイの種子発芽の冷湿処理・温度依存性

群馬大学荒牧キャンパス構内のフットサル場付近にて、2014 年 6 月 14 日に採取した種子を用いて実験を行った。

冷湿処理を行っていない種子では、最終発芽率は温度の高い区ほど高くなった。すなわち、10/6℃区で約 1%、17/8℃で約 6%、22/10℃で約 44%、25/13℃で約 64%、30/15℃で約 85%が発芽した（図 17）。

1 ヶ月の冷湿処理を行った種子では、25/13℃での培養の結果、最終発芽率は約 7%となり、冷湿処理を行わない種子（25/13℃で約 64%）と比べ、著しく低い値となった（図 18）。

荒木（2011）らはショカツサイを含む数種類のアブラナ科植物について冷湿処理が種子発芽に与える影響について実験を行い、本研究結果と同様に、ショカツサイの種子が冷湿処理によって著しく発芽率が低くなることを示している。以上の結果から、ショカツサイ、あるいはアブラナ科植物は、種子が吸水した後に一定期間の低温に遭うと、2 次休眠が誘導される可能性が、強く示唆される。

群馬大学荒牧キャンパスにおいては、頻繁に草刈り管理がなされているにもかかわらず、多くの地点でショカツサイの繁茂が見られた。これは本種が生産する種子の一部が、吸水後に発芽せずに低温に遭い、土壌シードバンクを形成することが一因と考えられる。

4. 異なる光条件下で栽培したショカツサイの生長解析

異なる光条件下において、ショカツサイの相対生長速度（RGR, $\text{g g}^{-1}\text{day}^{-1}$ ）は、相対光量子密度 3%区では約 0.009 および約 0.003（10-11 月期および 11-12 月期）、9%区では約 0.007 および約 -0.016、13%区では約 0.020 および約 0.001、100%区では約 0.021 および約 0.012 と、100%区で最も高くなった（図 19）。すなわち本種は明るい処でよく生長するが、林床のような暗い環境では生長が著しく悪くなると考えられる。このことは、本種が主に道路沿いや落葉樹の周辺といった、常に明るいか秋冬に明るい環境下に分布する理由の一つであると推察される。

光合成活性を表す純同化率（NAR, $\text{g m}^{-2}\text{day}^{-1}$ ）は相対光量子密度 3%区では約 0.291 および約 0.095（10-11 月期および 11-12 月期）、9%区では約 0.256 および約 -0.779、13%区では約 0.756 および約 0（有意な増加なし）、100%区では約 0.287 および約 0.600 と、100%区で最も高くなった（図 19）。各個体の乾燥重量と葉面積の比率を表す葉面積比（LAR, $\text{m}^2 \text{g}^{-1}$ ）は、暗い光条件の区ほど高くなった。

以上の結果から、本種の RGR が光条件の明るい区ほど高くなった原因は、NAR、すなわち光合成活性の変化であると考えられる。

各個体の葉の厚みを葉面積/重量ベースで表す SLA ($\text{m}^2 \text{g}^{-1}$) は、暗い光条件の区ほど高くなった。器官別重量比は大差なかったので、結果として LAR は 100%区では低くなったもの

と考えられる。

本種の器官別重量比は、生育光条件区間で大差がなく、特に葉への分配率はほとんど差がない（図 20）。このような生長特性は、陽当たりの良いところを主な生育地とする植物の特徴であり、耐陰性が低いことも示している。暗い環境下でも生存・生長できる耐陰性のある植物は、相対光量子密度の低い場所では資源の分配を葉へと集中させ葉を薄くする（SLA を増加させる）ことによって、LAR を増加させ、暗い環境下で少しでも光を獲得しようとする。しかしショカツサイは暗い環境下でも葉の重量比があまり変わらないため、SLA を高めて葉を薄くして LAR を増加させても、結果として NAR の低下を補えずに RGR の低下を招いたと考えられる。

結論

本研究によって、利根川自転車道沿いのハリエンジュとオオブタクサ、及び前橋市内におけるショカツサイの分布状況が確認された。

利根川自転車道における烏川との合流地点である五料橋より上流部では、既にいたるところでハリエンジュの群落が形成されていたが、五料橋より下流部では上流部ほどのハリエンジュの生育を確認することはできなかった。河毛（2011）によってハリエンジュが暗いところでは生長できないことが確認されており、五料橋より下流部のような草丈の高い草本種が優占している河川植生内では、実生の段階で草丈の高い草本種によって被陰されて十分な光を得ることができないため、生育確認数が少なかったと考えられる。この結果は、慶野（2005）による渡良瀬川流域でのハリエンジュの分布調査の結果と類似しており、河川におけるハリエンジュの生育に草丈の高い草本種の生育状況が大きく関わっている可能性が高いことが示唆された。

今後も、ハリエンジュの分布情状況の調査に加え、河川植生とハリエンジュの生育の相互関係について調査を続けていく必要がある。

オオブタクサについては、今回の調査で利根川自転車道のほぼ全域でオオブタクサの生育が確認され、このことから利根川の中・下流部の多くの地点でオオブタクサの侵入・定着が起こっていると考えられる。利根川流域では頻繁に護岸工事や浚渫、橋梁工事などが行われており、この人為的攪乱によって早春から初夏にかけて陽当たりが良い地点が多く存在している。石川ら（2003）によると、オオブタクサの種子は冷湿処理後低温条件（15/7℃）下で 80%以上の最終発芽率となるため、攪乱地において早春に発芽することによって長い生育期間を獲得し、2mを超す高さへと生長する。更に個体サイズが大きいほど種子生産数が多くなり、そのために人為的攪乱の多い利根川流域で繁茂していると考えられる。

今回確認されたオオブタクサの侵入・定着状況は、石川ら（2003）による 2000 年時点での調査の結果に比べ飛躍的に拡大した可能性がある。今後も、人為的攪乱による河川植生への影響の解明、およびオオブタクサの分布状況の確認を行う必要がある。

ショカツサイについては、前橋市内において、北は赤城南面道路から南は国道 50 号までの地域で多数の地点でその生育を確認され、赤城南面より標高の高い地域と、国道 50 号より南側の市街地では、ほとんど見られなかった。中嶋（2003）が 2002 年に同様の地域で行ったショカツサイの分布調査においても今回と同様の結果が示されており、すなわちショカツサイはこの 12 年間、継続して前橋市内の同様の地点で繁茂していると考えられ、少なくとも衰退はしていないか、拡大しているかもしれないと危惧される。

赤城南面より標高の高い地域でショカツサイの生育が確認されなかったのは気温の低さに原因があると考えられ、国道 50 号より南側においては市街地で土壌の露出自体が少ない

ためであると考えられるが、生育が多く確認された地域に関しても、生育の確認されたほとんどの地点は桃の木川サイクリングロード沿いや田畑・道路沿いのような年中陽当たりの良い立地、あるいは冬から春にかけて陽当たりが良い落葉樹林の下部や林縁であり、暗い環境にはほとんど生育していなかった。更に今回の調査では光量子密度の計測を行わなかったが、先行研究である中嶋（2003）の調査によって相対光量子密度が 9%を下回る立地ではショカツサイがあまり分布しないことが確認されている。本研究における栽培実験で計測されたショカツサイの器官重量比は、生育光条件区間で大差は無く、特に葉への分配率に優位な差が確認されなかったため、葉を薄く（SLA を高める）して LAR（乾燥重量と葉面積の比率を表す葉面積比）を増加させても、結果として光合成活性（NAR）の低下を補えなかったと考えられるが、これはショカツサイの耐陰性の低さが示されている。実際に光条件の明るい区ほど高い相対生長速度（RGR）が確認されており、暗い環境では著しく生長が悪かった。このことが、暗い環境でショカツサイの生育が確認されなかった原因であると考えられる。

ショカツサイは今回の発芽実験の結果のように、生育地の気候が温暖であれば発芽率が比較的高く、またショカツサイは重力散布型で種子が親の直下に蒔かれるため高密度個体群を形成しやすく（石川ら 2009）、広範囲の土地が被陰されてしまい、在来種の生育を大きく阻害する。よって早急な除去が必要であるのだが、ショカツサイは発芽の遅れた種子が冬期の寒さによって二時休眠が起こり、土壌シードバンクが形成する可能性が高く、完全な除去には時間が掛かってしまい、その間にも土砂の運搬によって遠方へと分布範囲を拡大してしまう可能性が高い。ショカツサイの種子の散布方法は重力散布型であるため、人為的な他地域への運搬が為されなければ、急速な分布拡大の可能性は低く、現在のように多くの地点で生育が確認されるような自体には成り得なかったと考えられる。よって、既に侵入しているショカツサイへの対処も大事ではあるのだが、それよりもまずは新しく侵入してくるショカツサイの種子への対策を迅速に行う必要がある。

以上のようにハリエンジュ、オオブタクサ、ショカツサイは、在来生物への悪影響が強く、かつ早急な対策を行わなければその分布は急速に広まってしまう可能性が高い。今後、これら三種の外来種に対して、生態的特性、在来植物への影響、分布地について調査を続けていく必要がある。

また、群馬大学荒牧キャンパス構内北部～中央部における植物相調査の結果、春の調査では約 25%、秋の調査では約 30%と、比較的高い外来植物の帰化率であった。確認数地点数が多い上位 5 種は、春調査、秋調査のどちらに関しても攪乱地によく生育する植物であり、このため大学構内に多い路傍のような草刈りや踏みつけといった人為的攪乱が多い立地、あるいは畑や落葉樹の周辺のような、季節的または継続的に明るい攪乱地が維持される立地で多数確認されたのだと考えられる。

春の調査では最上位 3 種がすべて外来種であり、春の大学構内においては外来種が種間競争で優勢に立っていると推察される。また、ナズナやハコベといった在来植物が、外来種であるオオブタクサやショカツサイと多くの地点で同所的な生育が確認された。いずれの種も越年草であり、同一の生活史であるため種間競争起こりやすい。同一の生活史を有する在来種は他にも確認されており、これらが外来種によって多大な悪影響を与えられる可能性が高い。

秋調査に関しては、上位 5 種の内 4 種が在来種であったものの、最上位は外来種のコセンダングサである。1 年草であるために在来種の影響度は低い可能性があり、実際多くの地点で他の在来植物と同所的に生育が確認されたが、コセンダングサはハリエンジュ林床や耕作地内を除く、秋の調査地点のほとんど全域で多数の生育が確認されており、また秋調査では春調査に比べより高い外来植物の帰化率が確認されており、現状を楽観的に評価することはできない。

これらの外来種の侵入・定着を抑えるために、何らかの手立てを講じる必要があるが、中途半端な草刈り管理が行われている社会情報学部駐車場周辺や北部の P10 駐車場において外来種のコセンダングサが極めて多く生育していることから分かるように、無計画な人為的攪乱は外来種の除去どころか、その侵入・定着の助長する可能性が高い。在来種、外来種双方の生態を精査した上での生態学的な理のある管理が必要であると言える。

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。

また、同時期に卒業論文に取り組んだ、石田新太氏、福島彩氏をはじめとする、研究室の学生の皆様のご指導・ご協力なしには決して完成しえなかったものであります。心から感謝し、厚くお礼申し上げます。

引用文献、引用 WEB ページ

- 浅井康宏 (1993)「緑の侵入者たち 帰化植物のはなし」朝日新聞社
- 荒木結衣 (2011)「地球温暖化が植物多様性に及ぼす直接影響に関する実験研究」群馬大学社会情報学部卒業論文
- 石川真一・今枝美香・中島淳 (2007)「冬季一年生外来植物ショカツサイ (*Orychophragmus violaceus*) の分布と光環境の関係—アブラナ科外来植物の生態研究のモデルケースとして—」 群馬野外生物学会
- 石川真一・清水義彦・大森威宏・増田和明・柴宮朋和 (2009) 「外来植物脅威-群馬県における分布・生態・諸影響と防除方法」 上毛新聞社
- 石川真一・高橋和雄・吉井弘昭 (2003)「利根川中流域における外来植物オオブタクサ (*Ambrosia trifida* L.) の分布状況と発芽・生長特性」 保全生態学研究 8:11-24
- 池田清彦 (2006)「外来生物辞典」 東京書籍
- 今枝美香 (2004)「外来植物の定着と分布を決める要因の探索と実験的検証」 群馬大学社会情報学部卒業論文
- 大森威宏 (2012) 1. 群馬県の植物について. 「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」 群馬県環境森林部自然環境課
- 小倉紀雄・山本晃一 (2005)「自然的攪乱・人為的インパクトと河川生態系」技報堂出版
- 鍛冶川和也 (2014)「群馬県内の水辺の在来植物相と外来植物の侵入・定着状況に関する生態学的研究」 群馬大学社会情報学部卒業論文
- 茅島一真 (2005)「外来植物オオブタクサの分布拡大を決定づける環境要因の分析」 群馬大学社会情報学部卒業論文
- 河毛直也 (2011)「発芽・初期生長過程における外来植物の定着能力の実験的評価」 群馬大学社会情報学部卒業論文
- 慶野貴子 (2005)「日本の生態系に対する外来植物の影響評価」群馬大学社会情報学部卒業論文
- 近田文弘・清水健美・濱崎恭美 (2006)「帰化植物を楽しむ」 トンボ出版
- 崎尾均 (2009)「ニセアカシアの生態学」 文一総合出版
- 重定南奈子・露崎史朗 (2008)「攪乱と遷移の自然史——「空き地」の植物生態学」 北海道大学出版会
- 自然環境研究センター (2008)「決定版 日本の外来生物」平凡社
- 高橋勝雄 (2001)「山溪名前図鑑 野草の名前 春」 山と溪谷社
- 高畠将哉 (2012)「外来樹木ハリエンジュが在来植物の生育に及ぼす影響に関する生態学的研究」 群馬大学社会情報学部卒業論文

中嶋淳（2003）「帰化植物の分布・拡大を決めている環境要因の解析」 群馬大学社会情報学部卒業論文

日本農学会（2008）「シリーズ 21 世紀の農学 外来生物のリスク管理と有効活用」 養賢堂

林弥栄（2009）「増補改訂新版 山溪カラー図鑑 日本の野草」 山と溪谷社

星野義延・清水義彦（2005）「河川における自然的攪乱・人為的インパクトと河川固有植物・外来植物のハビタット」（小倉紀雄・山本晃一（2005）「自然的攪乱・人為的インパクトと河川生態系」） 技報堂出版

牧野富太郎（2000）「新訂 牧野新日本植物図鑑」 北隆館

村上興正・鷺谷いづみ（2002）「外来種ハンドブック」 地人書館

村中考司・石濱史子（2010）「外来生物の生態学 進化する脅威とその対策」（川田清和（2010）「コラム 1 なぜ外来雑草は河川で蔓延するのか」） 文一総合出版

山崎不二夫（1986）「明日の利根川 ゆたかな清流への提言」 社団法人農山漁村文化協会

吉井弘昭（2002）「利根川中流域におけるオオブタクサの分布拡大要因の解析」 群馬大学社会情報学部卒業論文

鷺谷いづみ（1996）「オオブタクサ、闘う 競争と適応の生態学」 平凡社

環境省HP 要注意外来生物リスト：植物（詳細）

http://www.env.go.jp/nature/intro/1outline/caution/detail_sho.html

群馬県HP 河川改修事業 広瀬川・桃ノ木川流域

<http://www.pref.gunma.jp/06/h4010185.html>

写真



写真 1,2 利根川の、鳥川との合流地点以南のハリエンジュ

上（写真 1）：孤立して立つハリエンジュと河川敷を埋め尽くす草本種

下（写真 2）：ハリエンジュ林

（上・下：2014 年 5 月 28 日撮影）



写真3 オオブタクサの群落と利根川自転車道に併走する車道
(2014年9月16日撮影)



写真4 桃ノ木川沿いで生育するショカツサイ
(2014年5月11日撮影)



写真 5 群馬大学荒牧キャンパス構内で撮影されたセイヨウタンポポ
(2014 年 4 月 29 日撮影)



写真 6 群馬大学荒牧キャンパス構内で撮影されたショカツサイ
(2014 年 4 月 9 日撮影)



写真 7 群馬大学荒牧キャンパス構内で撮影されたオオイヌノフグリ
(2014 年 4 月 9 日撮影)



写真 8 群馬大学荒牧キャンパス構内で撮影されたナズナ
(2014 年 4 月 11 日撮影)



写真 9 群馬大学荒牧キャンパス構内で撮影されたハコベ
(2014 年 4 月 11 日撮影)



写真 10 群馬大学荒牧キャンパス構内で撮影されたコセンダングサ
(2014 年 10 月 4 日撮影)



写真 11 群馬大学荒牧キャンパス構内で撮影されたクズ及びカナムグラ
 (円形状の葉がクズ、掌状に裂けた葉がカナムグラ) (2014 年 10 月 4 日撮影)



写真 12 群馬大学荒牧キャンパス構内で撮影されたヤブガラシ
 (卵形の葉がヤブガラシ。中央部の植物はヒナタイノコヅチ、細長い葉はアズマネザサ)
 (2014 年 10 月 30 日撮影)



写真 13 群馬大学荒牧キャンパス構内で撮影されたヨモギ
(2014 年 10 月 30 日撮影)

表 1. ショカツサイの発芽の温度依存性実験のスケジュール

種名	科名	学名	生活型	種子採取日	採取場所
ショカツサイ	アブラナ科	<i>Orychophragmus violaceus</i>	越年草	2014 年 6 月 14 日	群馬大学荒牧キャンパス内フットサル場付近

種名	冷湿処理	実験開始日	実験終了日	実験期間	備考
ショカツサイ	未処理	2014 年 10 月 22 日	2014 年 12 月 22 日	61 日間	異なる 5 つの温度条件下で栽培
ショカツサイ	1 ヶ月 (10 月 22 日～11 月 21 日)	2014 年 11 月 22 日	2014 年 12 月 22 日	30 日間	

表 2. ショカツサイの栽培実験スケジュール

種名	科名	学名	生活型	種子採取日	採取場所
ショカツサイ	アブラナ科	<i>Orychophragmus violaceus</i>	越年草	2014 年 6 月 14 日	群馬大学荒牧キャンパス内フットサル場付近

種名	前栽培開始日	実験開始日	実験終了日	実験期間	初期サンプリング日	第二サンプリング日	最終サンプリング日
ショカツサイ	2014 年 8 月 21 日	2014 年 10 月 17 日	2014 年 12 月 17 日	61 日間	2014 年 10 月 17 日	2014 年 11 月 17 日	2014 年 12 月 17 日

表 3. 群馬大学荒牧キャンパス構内北部～中央部において春調査で生育が確認された植物と生態的特性

2014年4月9日、11日、17日、22日、29日、5月13日、18日の7日間で行った調査で確認できた植物種のリスト。

科名の前にある○は、その種が外来種であることを示す。

外来種	科名	種名	学名	生活型	花期	主な生息地	分布	備考
	アカネ科	アカネ	<i>Rubia argyi</i>	つる性多年草	7～9月	山野、空き地	東アジアの温帯	
	アカネ科	ヘクソカズラ	<i>Paederia scandens</i>	つる性多年草	6～9月	山野、道端	東アジアの温帯	
	アカネ科	ヤエムグラ	<i>Galium pogonanthum</i>	1～越年草	5～6月	山野、空き地、道端	日本全土	
	アケビ科	ゴヨウアケビ	<i>Akebia pentaphylla</i>	つる性落葉木本	4～6月	山野	本州、四国、九州	
○	アブラナ科	シヨカツサイ	<i>Orychophragmus violaceus</i>	越年草	3～5月	空き地、道端、土手	日本全土	群馬県における県内危険外来種
	アブラナ科	スカシタゴボウ	<i>Rorippa islandica</i>	越年草	4～8月	田畑、湿地	日本全土	
○	アブラナ科	ダイコン	<i>Raphanus sativus</i>	越年草	4～8月	空き地、土手	外来植物(欧州)	
	アブラナ科	タネツケバナ	<i>Cardamine flexuosa</i>	越年草	4～6月	空き地、道端	日本全土	
	アブラナ科	ナズナ	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	越年草	3～6月	空き地、道端	日本全土	春の七草
	イグサ科	スズメノヤリ	<i>Luzula capitata</i>	多年草	4～5月	空き地	日本全土	
	イネ科	ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i>	多年草	8～10月	草原、道端	日本全土	
	イネ科	スズメノテッポウ	<i>Alopecurus aequalis</i>	1年草	4～6月	あぜ道、湿地	北海道、本州、四国、九州	
	ウコギ科	タラノキ	<i>Aralia elata</i>	落葉低木	8～10月	山野	東アジアの温帯	
	オオバコ科	オオバコ	<i>Plantago asiatica</i>	多年草	4～9月	空き地、道端	日本全土	
	ガガイモ科	ガガイモ	<i>Metaplexis japonica</i>	つる性多年草	6～8月	荒れ地	東アジアの温帯	
	カタバミ科	カタバミ	<i>Oxalis corniculata</i>	多年草	5～9月	空き地、道端	日本全土	
	キク科	オニタビラコ	<i>Youngia japonica</i>	1～越年草	5～10月	空き地、道端	日本全土	
○	キク科	カミツレ	<i>Matricaria chamomilla</i>	1～越年草	6～8月	園芸種	外来植物(欧州、西アジア)	
	キク科	カントウタンポポ	<i>Taraxacum platycarpum</i>	多年草	3～5月	空き地、道端	関東地方、静岡、山梨など	
○	キク科	コセンダングサ	<i>Bidens pilosa</i>	一年草	9～10月	空き地、道端、土手	外来植物(熱帯アメリカ)	国・要注意外来生物
○	キク科	セイタカアワダチソウ	<i>Solidago altissima</i>	多年草	10～11月	空き地、土手	外来植物(北米)	国・要注意外来生物、日本の侵略的外来種ワースト100
○	キク科	セイヨウタンポポ	<i>Taraxacum officinale</i>	多年草	9～6月	空き地、道端	外来植物(欧州)	国・要注意外来生物、日本の侵略的外来種ワースト100
	キク科	ノボロギク	<i>Senecio vulgaris</i>	一年草	1～12月	空き地、道端	日本全土	
○	キク科	ハルジオン	<i>Erigeron philadelphicus</i>	多年草	4～6月	空き地、道端	外来植物(北米)	国・要注意外来生物、日本の侵略的外来種ワースト100
	キク科	ハルノノゲシ	<i>Sonchus oleraceus</i>	1～越年草	3～10月	空き地、道端、土手	北海道、本州、四国、九州	別名ノゲシ

(続) 表 3. 群馬大学荒牧キャンパス構内北部～中央部において春調査で生育が確認された植物と生態的特性

2014年4月9日、11日、17日、22日、29日、5月13日、18日の7日間で行った調査で確認できた植物種のリスト。

科名の前にある○は、その種が外来種であることを示す。

外来種	科名	種名	学名	生活型	花期	主な生息地	分布	備考
○	キク科	ヒメジョオン	<i>Stenactis annuus</i>	1～越年草	6～10月	空き地、道端	外来植物(北米)	国・要注意外来生物、日本の侵略的外来種ワースト100
	キク科	フキ	<i>Petasites japonicus</i>	多年草	2～4月	山地、道端	東アジアの温帯	
○	キク科	ヤグルマギク	<i>Centaurea cyanus</i>	1～越年草	5～10月	空き地、道端	外来植物(欧州)	
	キク科	ヨモギ	<i>Artemisia princeps</i>	多年草	9～10月	山野、空き地	北海道、本州、四国、九州	
	キンポウゲ科	センニンソウ	<i>Clematis terniflora</i>	つる性多年草	9～10月	山野、空き地	北海道、本州、四国、九州	
	クワ科	クワ	<i>Morus bombycis</i>	落葉高木	4～5月	山野	本州、四国、九州	カイコの餌
○	ゴマノハグサ科	オオイヌノフグリ	<i>Veronica persica</i>	越年草	3～5月	空き地、道端、土手	外来植物(欧州)	
○	ゴマノハグサ科	タチヌノフグリ	<i>Veronica arvensis</i>	越年草	3～5月	空き地、道端	外来植物(欧州)	
	ゴマノハグサ科	ムラサキサギゴケ	<i>Mazus miquelii</i>	多年草	4～6月	空き地、道端、土手	北海道、本州、四国、九州	
	サクラソウ科	コナスビ	<i>Lysimachi japonica</i>	多年草	5～6月	山野、道端	日本全土	
	シソ科	カキドオシ	<i>Glechoma hederacea</i> var. <i>grandis</i>	多年草	4～5月	空き地、道端	北海道、本州、四国、九州	
○	シソ科	ヒメオドリコソウ	<i>Lamium purpureum</i>	越年草	3～5月	空き地、道端、土手	外来植物(欧州)	
	シソ科	ホトケノザ	<i>Lamium amplexicaule</i>	越年草	3～6月	空き地、道端	本州、四国、九州	
	スイカズラ科	スイカズラ	<i>Lonicera japonica</i>	つる性常緑小低木	5～6月	山野	北海道南部、本州、四国、九州	
	スミレ科	スミレ	<i>Viola mandshurica</i>	多年草	4～5月	空き地、道端	日本全土	
	スミレ科	タチツボスミレ	<i>Viola grypoceras</i>	多年草	5～8月	山野、空き地、道端	日本全土	
	セリ科	ヤブジラミ	<i>Torilis japonica</i>	越年草	5～7月	空き地	日本全土	
	タデ科	イタドリ	<i>Reynoutria japonica</i>	多年草	7～10月	山野、空き地	北海道、本州、四国、九州	世界の侵略的外来種ワースト100
○	タデ科	エゾノギシギシ	<i>Rumex maritimus</i>	多年草	6～9月	空き地	外来植物(欧州)	国・要注意外来生物
	タデ科	スイバ	<i>Rumex acetosa</i>	多年草	5～8月	空き地、道端	日本全土	
○	タデ科	ナガバギシギシ	<i>Rumex crispus</i>	多年草	6～9月	空き地、道端	外来植物(欧州、西アジア)	
	トクサ科	スギナ	<i>Equisetum arvense</i>	多年生シダ植物	3～4月	山野、道端	北海道、本州、四国、九州	
	ナデシコ科	ウシハコベ	<i>Stellaria aquatica</i>	越～多年草	4～10月	道端	日本全土	
○	ナデシコ科	オランダミミナグサ	<i>Cerastium glomeratum</i>	越年草	4～5月	空き地、道端	外来植物(欧州)	
	ナデシコ科	ノミノツヅリ	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	越年草	4～6月	山野、空き地、道端	日本全土	

(続) 表 3. 群馬大学荒牧キャンパス構内北部～中央部において春調査で生育が確認された植物と生態的特性

2014年4月9日、11日、17日、22日、29日、5月13日、18日の7日間で行った調査で確認できた植物種のリスト。

科名の前にある○は、その種が外来種であることを示す。

外来種	科名	種名	学名	生活型	花期	主な生息地	分布	備考
	ナデシコ科	ハコベ	<i>Stellaria negiecta</i>	越年草	3～9月	空き地、道端	日本全土	春の七草
	ナデシコ科	ミミナグサ	<i>Cerastium holosteoides</i> var. <i>hallais</i>	越年草	4～6月	空き地、道端	日本全土	
	バラ科	オヘビイチゴ	<i>Potentilla sundaica</i> var. <i>robusta</i>	多年草	5～6月	空き地	本州、四国、九州	
	バラ科	キジムシロ	<i>Potentilla fragarioides</i> var. <i>major</i>	多年草	5月	空き地、道端	日本全土	
	バラ科	ナワシロイチゴ	<i>Rubus parvifolius</i>	ほふく性落葉小低木	7～8月	山野	東アジアの温帯	
	バラ科	ノイバラ	<i>Rosa multiflora</i>	つる性落葉低木	5～6月	山野、土手	日本全土、朝鮮	
	バラ科	ヘビイチゴ	<i>Duchesnea chrysantha</i>	多年草	4～6月	空き地、道端	日本全土	
	ヒルガオ科	コヒルガオ	<i>Calystegia hederacea</i>	つる性多年草	6～9月	空き地、道端	アジア東部、南部の温帯	
○	フウロソウ科	アメリカフウロ	<i>Geranium carolinianum</i>	1～越年草	5～8月	空き地、道端	外来植物(北米)	
	ブドウ科	ヤブガラシ	<i>Cayratia japonica</i>	多年草	6～9月	空き地、道端	熱帯アジア～東アジア各所	
	マメ科	アカツメクサ	<i>Trifolium pratense</i>	多年草	5～10月	空き地、道端	外来植物(欧州)	
	マメ科	カラスノエンドウ	<i>Vicia sepium</i>	1～越年草	3～6月	山野、空き地、道端	日本全土	
	マメ科	クズ	<i>Pueraria lobata</i>	つる性多年草	7～9月	山野、空き地	北海道、本州、四国、九州	
○	マメ科	シロツメクサ	<i>Trifolium repens</i>	多年草	5～10月	空き地、道端	外来植物(欧州・北米)	
	マメ科	スズメノエンドウ	<i>Vicia hirsuta</i>	1～越年草	4～6月	空き地、道端	日本全土	
	ムラサキ科	キュウリグサ	<i>Trigonotis peduncularis</i>	越年草	3～5月	山野、空き地、道端	日本全土	
	ユリ科	ノビル	<i>Allium grayi</i>	多年草	5～6月	山野、空き地	日本全土	
	ユリ科	ヤブカンゾウ	<i>Hemerocallis fulva</i> var. <i>kwanso</i>	多年草	7～8月	空き地、道端	日本全土	

表 4. 春の群馬大学荒牧キャンパスにおいて生育・開花が確認され草本植物とその同所的生育種の関係。

2014 年 4 月 9 日から 5 月 18 日の間に行った調査の結果、確認数地点数が多い 20 種が、どの種と同所的に生育しているかを表す。種名の後の*印は、外来種であることを表す。

植物種	セイヨウタンポポ*	シヨカツサイ*	オオイヌノフグリ*	ナズナ	ハコベ	ホトケノザ	クズ	ヨモギ	キュウリグサ	カラスノエンドウ	ノミソツリ	オニタビラコ	カタバミ	セイトカアワダチソウ*	スイバ	ハルジオン*	ヤエムグラ	ヤブガラシ	ナガバギシンギン*	ガガイモ
セイヨウタンポポ*	—	2	29	11	6	7	20	19	20	6	18	42	16	12	8	6	4	2	6	2
シヨカツサイ*	2	—	15	1	23	13	6	8	3	4	0	1	2	1	0	2	1	1	2	4
オオイヌノフグリ*	29	15	—	33	47	46	16	9	25	11	20	8	7	11	10	1	1	3	4	2
ナズナ	11	1	33	—	22	16	0	0	8	3	0	1	0	0	0	0	0	0	10	0
ハコベ	6	23	47	22	—	21	2	4	17	5	1	1	4	2	4	1	3	2	1	5
ホトケノザ	7	13	46	16	21	—	1	3	7	5	0	0	0	0	3	0	3	0	1	0
クズ	20	6	16	0	2	1	—	19	13	4	22	14	9	17	7	5	6	4	4	3
ヨモギ	19	8	9	0	4	3	19	—	1	11	4	5	10	12	16	12	2	7	2	8
キュウリグサ	20	3	25	8	17	7	13	1	—	9	19	10	5	9	3	7	2	2	1	1
カラスノエンドウ	6	4	11	3	5	5	4	11	9	—	8	2	1	4	1	2	6	0	0	5
ノミソツリ	18	0	20	0	1	0	22	4	19	8	—	12	11	9	4	5	1	2	2	0
オニタビラコ	42	1	8	1	1	0	14	5	10	2	12	—	6	6	3	1	0	0	3	0
カタバミ	16	2	7	0	4	0	9	10	5	1	11	6	—	5	5	5	2	6	2	4
セイトカアワダチソウ*	12	1	11	0	2	0	17	12	9	4	9	6	5	—	1	3	7	5	1	3
スイバ	8	0	10	0	4	3	7	16	3	1	4	3	5	1	—	5	1	2	2	3
ハルジオン*	6	2	1	0	1	0	5	12	7	2	5	1	5	3	5	—	1	4	1	1
ヤエムグラ	4	1	1	0	3	3	6	2	2	6	1	0	2	7	1	1	—	1	1	8
ヤブガラシ	2	1	3	0	2	0	4	7	2	0	2	0	6	5	2	4	1	—	3	2
ナガバギシンギン*	6	2	4	10	1	1	4	2	1	0	2	3	2	1	2	1	1	3	—	0
ガガイモ	2	4	2	0	5	0	3	8	1	5	0	0	4	3	3	1	8	2	0	—
生育地点数	他の種あり	150	55	175	96	107	71	88	88	76	59	76	59	60	56	46	30	28	32	25
	他の種なし	66	152	25	33	17	19	0	0	10	25	7	14	11	0	7	9	4	0	0
	計	216	207	200	129	124	90	88	88	86	84	83	73	71	56	53	39	32	32	25

表 5. 群馬大学荒牧キャンパス構内北部～中央部において秋調査で生育が確認された植物と生態的特性

2014 年 10 月 4 日、27 日、30 日、11 月 4 日の 4 日間で行った調査で確認できた植物種のリスト。

科名の前にある○は、その種が外来種であることを示す。

外来種	科名	種名	学名	生活型	花期	主な生息地	分布	備考
○	ヒユ科	イヌビユ	<i>Amaranthus lividus</i>	1年草	7～10月	畑、道端	外来植物(不明)	
	ウルシ科	ヌルデ	<i>Rhus javanica</i> var. <i>roxburgii</i>	落葉小高木	8～9月	山野	日本全土・朝鮮・中国・台湾	
	ナス科	イヌホオズキ	<i>Solanum nigrum</i>	1年草	8～11月	畑、道端	南北両半球の熱帯、温帯	
	アカネ科	アカネ	<i>Rubia argyi</i>	つる性多年草	7～9月	山野、空き地	東アジアの温帯	
	アカネ科	ヘクソカズラ	<i>Paederia scandens</i>	つる性多年草	6～9月	山野、道端	東アジアの温帯	
○	アブラナ科	ショカツサイ	<i>Orychophragmus violaceus</i>	越年草	3～5月	空き地、道端、土手	外来植物(中国)	群馬県における県内危険外来種
	アブラナ科	ナズナ	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	越年草	3～6月	空き地、道端	日本全土	春の七草
○	アブラナ科	マメグンバイナズナ	<i>Lepidium virginicum</i>	1～越年草	5～6月	空き地、道端	外来植物(北米)	
	イネ科	アキメヒシバ	<i>Digitaria violascens</i>	1年草	8～10月	空き地、道端	日本全土	
	イネ科	アズマネザサ	<i>Pleiblastus chino</i>	多年生竹	4～5月	山野	北海道、本州	
○	イネ科	イヌムギ	<i>Bromus catharticus</i>	越年草	6～7月	道端	外来植物(南米)	
	イネ科	エノコログサ	<i>Setaria viridis</i>	1年草	8～11月	空き地、道端	日本全土	
○	イネ科	オニウシノケグサ	<i>Festuca arundinacea</i>	1年草	6～8月	空き地、道端	外来植物(欧州)	国・要注意外来生物
	イネ科	オヒシバ	<i>Eleusine indica</i>	1年草	8～10月	路傍	日本全土	
	イネ科	シバ	<i>Zoysia japonica</i>	多年草	5～6月	草地、空き地	日本全土	
	イネ科	ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i>	多年草	8～10月	草原、道端	日本全土	
	イネ科	チガヤ	<i>Imperata cylindrica</i>	多年草	4～6月	河原、畑、野原	日本全土	世界の侵略的外来種ワースト100
	イネ科	チヂミザサ	<i>Oplismenus undulatifolius</i>	多年草	8～10月	山野	日本全土	
	イネ科	メヒシバ	<i>Digitaria ciliaris</i>	1年草	7～8月	空き地、道ばた	北海道、本州、四国、九州	
	イラクサ科	カラムシ	<i>Boehmeria nivea</i> ssp. <i>nipponivea</i>	多年草	7～8月	道端	日本全土	別名クサマオ
	イラクサ科	クサコアカソ	<i>Boehmeria gracilis</i>	多年草	7～8月	山野	東アジアの温帯	
	イラクサ科	ヤブマオ	<i>Boehmeria longispica</i>	多年草	8～10月	山野	北海道、本州、四国、九州	
	ウコギ科	キツタ	<i>Hedera rhombea</i>	つる性常緑低木	11～12月	山野	東アジア	
	ウコギ科	タラノキ	<i>Aralia elata</i>	落葉低木	8～10月	山野	東アジアの温帯	
	ウリ科	カラスウリ	<i>Trichosanthes cucumeroides</i>	つる性1年草	8～9月	山野	本州、四国、九州	
	ウリ科	スズメウリ	<i>Neochamandra japonica</i>	1年草	8～9月	空き地、水辺	本州、四国、九州	
	オオバコ科	オオバコ	<i>Plantago asiatica</i>	多年草	4～9月	空き地、道端	日本全土	
	ガガイモ科	ガガイモ	<i>Metaplexis japonica</i>	つる性多年草	6～8月	荒地	東アジアの温帯	

(続) 表 5. 群馬大学荒牧キャンパス構内北部～中央部において秋調査で生育が確認された植物と生態的特性

2014 年 10 月 4 日、27 日、30 日、11 月 4 日の 4 日間で行った調査で確認できた植物種のリスト。

科名の前にある○は、その種が外来種であることを示す。

外来種	科名	種名	学名	生活型	花期	主な生息地	分布	備考
	カタバミ科	カタバミ	<i>Oxalis corniculata</i>	多年草	5～9月	空き地、道端	日本全土	
○	カタバミ科	ムラサキカタバミ	<i>Oxalis corymbosa</i>	多年草	6～9月	道端	外来植物(南米)	国・要注意外来生物
○	キク科	アキノノゲシ	<i>Lactuca indica</i> var. <i>indica</i>	1～越年草	9～11月	空き地、道端、土手	外来植物(中米)	
○	キク科	アメリカセンダングサ	<i>Bidens frondosa</i>	1年草	9～10月	空き地、道端	外来植物(北米)	国・要注意外来生物
○	キク科	ウラジロチチコグサ	<i>Gnaphalium spicatum</i>	越年草	5～6月	空き地、道端	外来植物(南米)	
○	キク科	オオアレチノギク	<i>Coryza sumatrensis</i>	越年草	7～10月	空き地、道端	外来植物(南米)	国・要注意外来生物、日本の侵略的外来種ワースト100
	キク科	オニタビラコ	<i>Youngia japonica</i>	1～越年草	5～10月	空き地、道端	日本全土	
	キク科	キク	<i>Chrysanthemum</i> × <i>morifolium</i>	多年草	9～11月	空き地	本州、四国、九州	
○	キク科	コセンダングサ	<i>Bidens pilosa</i>	1年草	9～10月	空き地、道端、土手	外来植物(南米)	国・要注意外来生物
	キク科	ジシバリ	<i>Ixeris stolonifera</i>	多年草	4～7月	畑、空き地、道端	日本全土	
○	キク科	セイタカアワダチソウ	<i>Solidago altissima</i>	多年草	10～11月	空き地、土手	外来植物(北米)	国・要注意外来生物、日本の侵略的外来種ワースト100
○	キク科	セイヨウタンポポ	<i>Taraxacum officinale</i>	多年草	3～5月	空き地、道端	外来植物(欧州)	国・要注意外来生物、日本の侵略的外来種ワースト100
○	キク科	タチチチコグサ	<i>Gnaphalium calviceps</i>	1～越年草	5～9月	空き地、道端	外来植物(北米)	
○	キク科	ハキダメギク	<i>Galinsoga ciliata</i>	1年草	6～10月	道端、土手	外来植物(南米)	
○	キク科	ヒメジョオン	<i>Stenactis annuus</i>	1～越年草	6～10月	空き地、道端	外来植物(北米)	国・要注意外来生物、日本の侵略的外来種ワースト100
○	キク科	ブタクサ	<i>Ambrosia artemisiaefolia</i> var. <i>elator</i>	1年草	7～10月	空き地、道端	外来植物(北米原産)	国・要注意外来生物
	キク科	ヨモギ	<i>Artemisia princeps</i>	多年草	9～10月	山野、空き地	北海道、本州、四国、九州	
	キク科	ハハコグサ	<i>Gnaphalium affine</i>	越年草	4～6月	道端	日本全土	
○	キク科	ヒメムカンヨモギ	<i>Erigeron canadensis</i>	1～越年草	7～10月	空き地、道ばた	外来植物(北米原産)	国・要注意外来生物
	キツネノマゴ科	キツネノマゴ	<i>Justicia procumbens</i>	一年草	8～10月	山野	本州、四国、九州、沖縄	
	キンボウゲ科	センニンソウ	<i>Clematis terniflora</i>	つる性多年草	9～10月	山野、空き地	北海道、本州、四国、九州	
	クスノキ科	クスノキ	<i>Cinnamomum camphora</i>	常緑高木	5～6月	山野	本州(関東南部以西)、四国、九州、朝鮮半島	
	クマツヅラ科	ムラサキシキブ	<i>Callicarpa japonica</i>	落葉低木	6～7月	山野	東アジア	
	クマツヅラ科	クサギ	<i>Clerodendrum trichotomum</i>	落葉小高木	8～9月	山野	東アジアの温帯	
	クワ科	カジノキ	<i>Broussonetia papyrifera</i>	落葉高木	5～6月	山野	東アジアの温帯	
	クワ科	カナムグラ	<i>Humulus japonicus</i>	つる性1年草	4～6月	荒地	日本全土	
	クワ科	クワ	<i>Morus bombycis</i>	落葉高木	4～5月	山野	本州、四国、九州	カイコの餌

(続) 表 5. 群馬大学荒牧キャンパス構内北部～中央部において秋調査で生育が確認された植物と生態的特性

2014 年 10 月 4 日、27 日、30 日、11 月 4 日の 4 日間で行った調査で確認できた植物種のリスト。

科名の前にある○は、その種が外来種であることを示す。

外来種	科名	種名	学名	生活型	花期	主な生息地	分布	備考
○	ゴマノハグサ科	オオイヌノフグリ	<i>Veronica persica</i>	越年草	3～5月	空き地、道端、土手	外来植物(欧州)	
	ゴマノハグサ科	トキワハゼ	<i>Mazus pumilus</i>	1年草	4～10月	畑、道端	北海道、本州、四国、九州	
	サクラソウ科	コナスビ	<i>Lysimachi japonica</i>	多年草	5～6月	山野、道端	日本全土	
	シソ科	ホトケノザ	<i>Lamium amplexicaule</i>	越年草	3～6月	空き地、道端	本州、四国、九州	
	スイカズラ科	スイカズラ	<i>Lonicera japonica</i>	つる性常緑小低木	5～6月	山野	北海道南部、本州、四国、九州	
	センダン科	センダン	<i>Melia azedarach</i>	落葉高木	5～6月	山野、海岸付近	東アジアの温帯	
	タデ科	イタドリ	<i>Reynoutria japonica</i>	多年草	7～10月	山野、空き地	北海道、本州、四国、九州	世界の侵略的外来種ワースト100
	タデ科	イヌタデ	<i>Persicaria longiseta</i>	1年草	6～10月	空き地、道端	日本全土	
○	タデ科	エゾノギンギシ	<i>Rumex maritimus</i>	多年草	6～9月	空き地	外来植物(欧州)	国・要注意外来生物
	タデ科	ギンギシ	<i>Rumex japonicus</i>	多年草	6～7月	原野、道端	日本全土	
	タデ科	スイバ	<i>Rumex acetosa</i>	多年草	5～8月	空き地、道端	日本全土	
○	タデ科	ナガバギンギシ	<i>Rumex crispus</i>	多年草	5～7月	空き地、道端	外来植物(欧州、西アジア)	
	ツバキ科	ヤブツバキ	<i>Camellia japonica</i>	常緑高木	2～4月	山野、海岸付近	東アジアの温帯	
	ツユクサ科	ツユクサ	<i>Commelina communis</i>	1年草	6～9月	畑、道端	日本全土	
	トウダイグサ科	エノキグサ	<i>Acalypha australis</i>	1年草	8～10月	畑、道端	日本全土	別名アミガサソウ
○	トウダイグサ科	オオニシキソウ	<i>Chamaesyce nutans</i>	1年草	6～10月	空き地、道端、土手	外来植物(北米)	
	トクサ科	スギナ	<i>Equisetum arvense</i>	多年生シダ植物	3～4月	山野、道端	北海道、本州、四国、九州	
○	ナス科	アメリカイヌホオズキ	<i>Solanum americanum</i>	1年草	7～9月	空き地、道端	外来植物(北米)	
○	ナス科	トマト	<i>Lycopersicon esculentum</i>	1年草	6～7月	園芸品種	外来植物(南米)	
○	ナデシコ科	オランダミミナグサ	<i>Cerastium glomeratum</i>	越年草	4～5月	空き地、道端	外来植物(欧州)	
	ナデシコ科	ハコベ	<i>Stellaria negiecta</i>	1～越年草	3～9月	空き地、道端	日本全土	
○	ニガキ科	ニワウルシ	<i>Ailanthus altissima Swingle.</i>	落葉高木	7～8月	山野	外来植物(中国)	群馬県における県内危険外来種
	ニレ科	エノキ	<i>Celtis sinensis</i>	落葉高木	4～5月	山野	本州、四国、九州	
	ニレ科	ケヤキ	<i>Zelkova serrata</i>	落葉高木	4～5月	山野	東アジアの温帯	
	ハナワラビ科	フユノハナワラビ	<i>Botrychium ternatum</i>	多年性シダ植物	10～12月	空き地、草地	本州、四国、九州	
	バラ科	ナワシロイチゴ	<i>Rubus parvifolius</i>	ほふく性落葉小低木	7～8月	山野	東アジアの温帯	
	バラ科	ノイバラ	<i>Rosa multiflora</i>	つる性落葉低木	5～6月	山野、土手	日本全土、朝鮮	

(続) 表 5. 群馬大学荒牧キャンパス構内北部～中央部において秋調査で生育が確認された植物と生態的特性

2014 年 10 月 4 日、27 日、30 日、11 月 4 日の 4 日間で行った調査で確認できた植物種のリスト。

科名の前にある○は、その種が外来種であることを示す。

外来種	科名	種名	学名	生活型	花期	主な生息地	分布	備考
	ヒユ科	ヒナタイノコヅチ	<i>Achyranthes bidentata</i> var. <i>tomentosa</i>	多年草	8～9月	原野、路傍	本州、四国、九州	
○	ヒルガオ科	マルバアサガオ	<i>Pharbitis hederacea</i> (Jacq.) Choisy	1年草	7～10月	空き地、道端	外来植物(南アメリカ)	
○	フウロソウ科	アメリカフウロ	<i>Geranium carolinianum</i>	1～越年草	5～8月	空き地、道端	外来植物(北米)	
	ブドウ科	ノブドウ	<i>Ampelopsis glandulosa</i> var. <i>heterophylla</i>	つる性落葉低木	7～8月	山野、空き地	東アジア	
	ブドウ科	ヤブガラシ	<i>Cayratia japonica</i>	つる性多年草	6～9月	空き地、道端	熱帯アジア～東アジア各所	
○	マメ科	アカツメクサ	<i>Trifolium pratense</i>	多年草	5～10月	空き地、道端	外来植物(欧州)	
	マメ科	クズ	<i>Pueraria lobata</i>	つる性多年草	7～9月	山野、空き地	北海道、本州、四国、九州	
○	マメ科	シロツメクサ	<i>Trifolium repens</i>	多年草	5～10月	空き地、道端	外来植物(欧州・北米)	
	マメ科	ノダフジ	<i>Wisteria brachybotrys</i>	落葉藤本	4～7月	山野	本州、四国、九州	
○	マメ科	ハリエンジュ	<i>Robinia pseudoacacia</i>	落葉高木	5～6月	山野、土手	外来植物(北米)	国・要注意外来生物、日本の侵略的外来種ワースト100
	マメ科	スズメノエンドウ	<i>Vicia hirsuta</i>	1～越年草	4～6月	空き地、道端	日本全土	
	マメ科	ヤブツルアズキ	<i>Vigna angularis</i> var. <i>nipponensis</i>	一年草	8～10月	野原	本州、四国、九州	
	ミカン科	イヌザンショウ	<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	落葉低木	7～8月	山野	東アジアの温帯	
	ミツバウツギ科	ミツバウツギ	<i>Staphylea bumalda</i>	落葉小低木	6～7月	山野	北海道、本州、四国、九州	
	ヤブコウジ科	ヤブコウジ	<i>Ardisia japonica</i>	常緑小低木	7～8月	山野	東アジア	
○	ヤマゴボウ科	ヨウシュヤマゴボウ	<i>Phytolacca americana</i>	多年草	6～9月	空き地、道端	外来植物(北米)	
	ヤマノイモ科	オニドコロ	<i>Dioscorea tokoro</i>	つる性多年草	7～8月	山野	日本全土	
	ヤマノイモ科	ヤマノイモ	<i>Dioscorea japonica</i>	つる性多年草	7～9月	山野	東アジアの温帯	
	ユリ科	ニラ	<i>Allium tuberosum</i>	多年草	8～10月	山野	アジアの温帯	
	ユリ科	ノビル	<i>Allium grayi</i>	多年草	5～6月	山野、空き地	日本全土	
	ユリ科	ヤブカンソウ	<i>Hemerocallis fulva</i> var. <i>kwanso</i>	多年草	7～8月	空き地、道端	日本全土	

表 6. 秋の群馬大学荒牧キャンパスにおいて生育・開花が確認され草本植物とその同所的生育種の関係。

2014 年 10 月 4 日から 114 日の間に行った調査の結果、確認数地点数が多い 20 種が、どの種と同所的に生育しているかを表す。

なおこの表には、クワ、エノキ、ニワウルシ、アズマネザサという草本植物以外の植物も含まれている。これは、これらの植物の出現地点が多かったためである。種名の後の*印は、外来種であることを表す。

植物種	コセンダングサ*	クズ	カナムグラ	ヤブガラシ	ヨモギ	ヒナタイノコヅチ	アキメシバ	カタバミ	セイタカアワダチソウ*	アズマネザサ	エノコログサ	オオイヌノフグリ*	ヘクソカズラ	オオバコ	ガガイモ	スイバ	ニワウルシ*	クワ	エノキ	ホトケノザ
コセンダングサ*	—	148	70	66	49	40	37	22	25	23	28	12	17	7	14	14	14	16	17	4
クズ	148	—	83	52	32	30	23	9	25	15	19	4	9	1	7	5	14	11	10	2
カナムグラ	70	83	—	10	6	5	0	0	0	3	5	0	0	0	0	0	5	2	0	0
ヤブガラシ	66	52	10	—	13	24	16	15	10	16	11	5	6	2	10	7	10	8	10	6
ヨモギ	51	35	8	15	—	9	13	8	17	9	11	2	11	1	7	4	4	12	7	1
ヒナタイノコヅチ	40	30	5	24	9	—	6	5	7	14	3	0	5	0	6	0	10	6	9	0
アキメシバ	37	23	0	16	13	6	—	7	8	4	14	5	3	2	7	6	2	3	2	3
カタバミ	22	9	0	15	8	5	7	—	0	5	3	8	2	6	5	5	1	1	3	8
セイタカアワダチソウ*	25	25	0	10	17	7	8	0	—	4	6	0	5	0	5	2	4	11	2	0
アズマネザサ	23	15	3	16	9	14	4	5	4	—	0	0	2	1	5	0	5	3	6	0
エノコログサ	28	19	5	11	9	3	14	3	6	0	—	1	3	2	3	5	1	3	2	0
オオイヌノフグリ*	12	4	0	5	2	0	5	8	0	0	1	—	2	8	2	5	0	0	0	7
ヘクソカズラ	17	9	0	6	11	5	3	2	5	2	3	2	—	2	1	1	1	5	4	0
オオバコ	7	1	0	2	1	0	2	6	0	1	2	8	2	—	1	4	0	0	0	1
ガガイモ	14	7	0	10	7	6	7	5	5	5	3	2	1	1	—	3	4	3	1	2
スイバ	14	5	0	7	4	0	6	5	2	0	5	5	1	4	3	—	0	0	1	7
ニワウルシ*	14	14	5	10	4	10	2	1	4	5	1	0	1	0	4	0	—	0	2	0
クワ	16	11	2	8	12	6	3	1	11	3	3	0	5	0	3	0	0	—	3	1
エノキ	17	10	0	10	7	9	2	3	2	6	2	0	4	0	1	1	2	3	—	0
ホトケノザ	4	2	0	6	1	0	3	8	0	0	0	7	0	1	2	7	0	1	0	—
生育地点数	他の種あり	251	211	91	87	68	54	52	47	40	35	34	26	26	24	23	22	22	21	16
	他の種なし	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	計	256	211	91	87	69	54	52	47	40	35	34	26	26	25	23	22	22	21	16

図

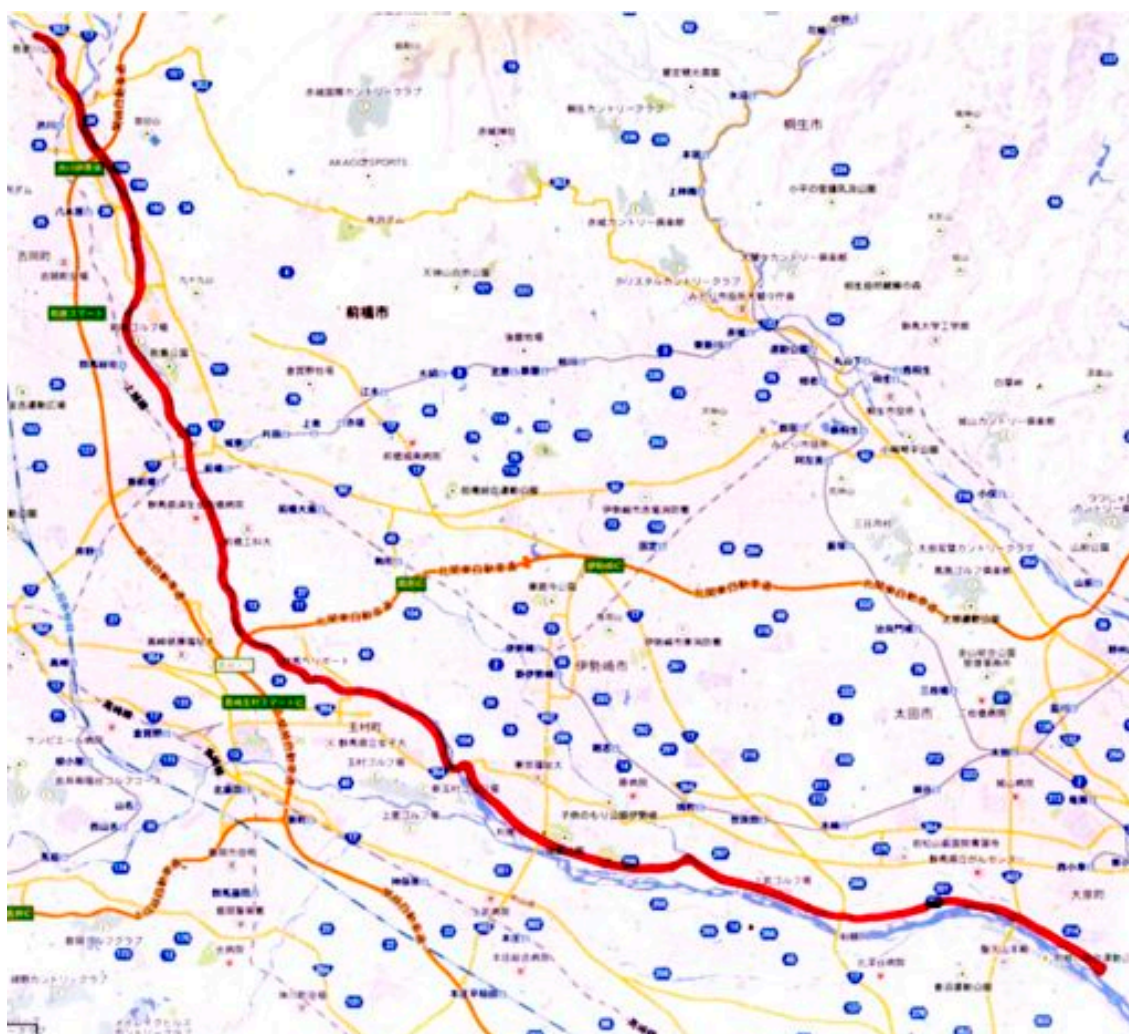


図1 利根川流域におけるハリエンジュおよびオオブタクサの分布調査経路
2014年5月および9月に、利根川自転車道を自転車で踏査した。赤線が踏査した部分。



図2 前橋市内（旧市内）におけるショカツサイの分布調査経路

2014年5月に、主要幹線道路、利根川自転車道および桃の木川サイクリングロードを自転車で踏査した。赤線が踏査した部分。

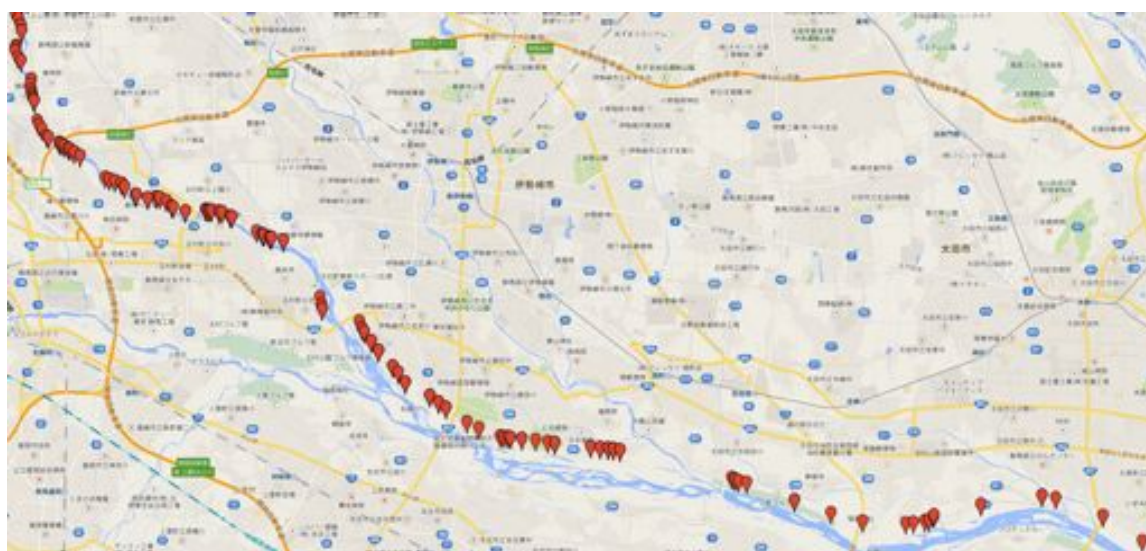


図3 群馬大学荒牧キャンパス構内における植物相調査範囲

赤線で囲まれた範囲について、徒歩により調査を行った。調査日は2014年5月～9月であった。目視により植物を確認し、GPS付きカメラ（RICOH WG-III）で撮影することにより、位置情報を記録した。



図4 利根川自転車道
沿いで確認されたハリ
エンジュの分布図
調査日は2014年5月23
日および27日であっ
た。
目視によりハリエン
ジュを確認し、GPS 付
きカメラ（RICOH
WG-III）で撮影するこ
とにより、位置情報を記
録した。



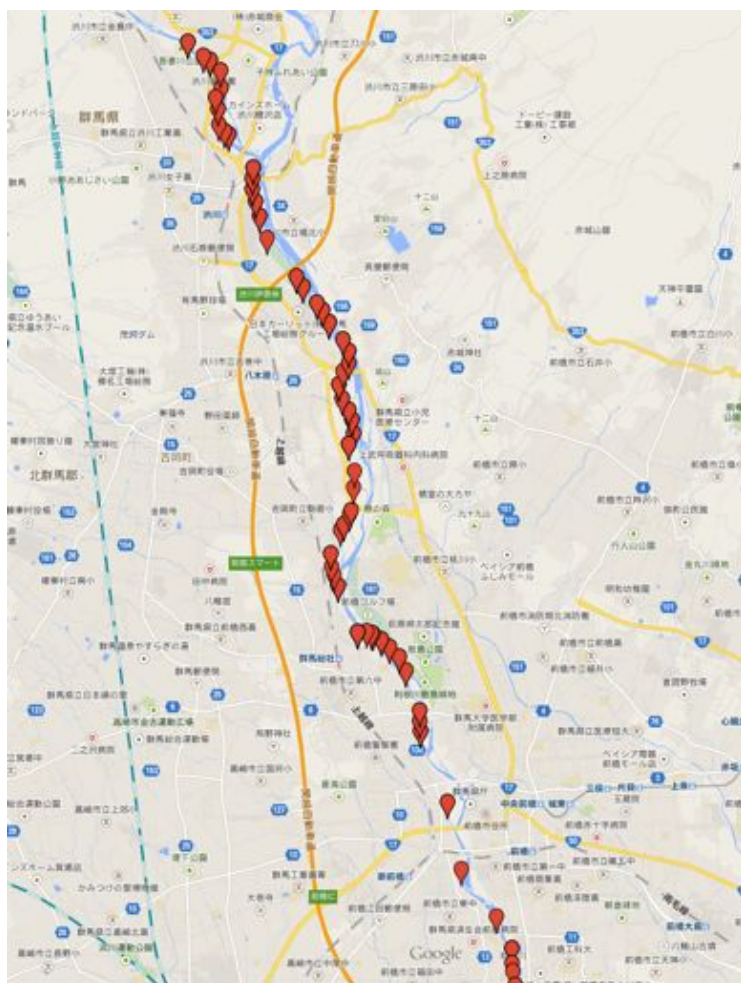


図 5 利根川自転車道沿いで確認されたオオブタクサの分布図

調査日は 2014 年 9 月 16 日
および 18 日であった。

目視によりオオブタクサを確認し、GPS 付きカメラ
(RICHO WG-III) で撮影することにより、位置情報を記録した。

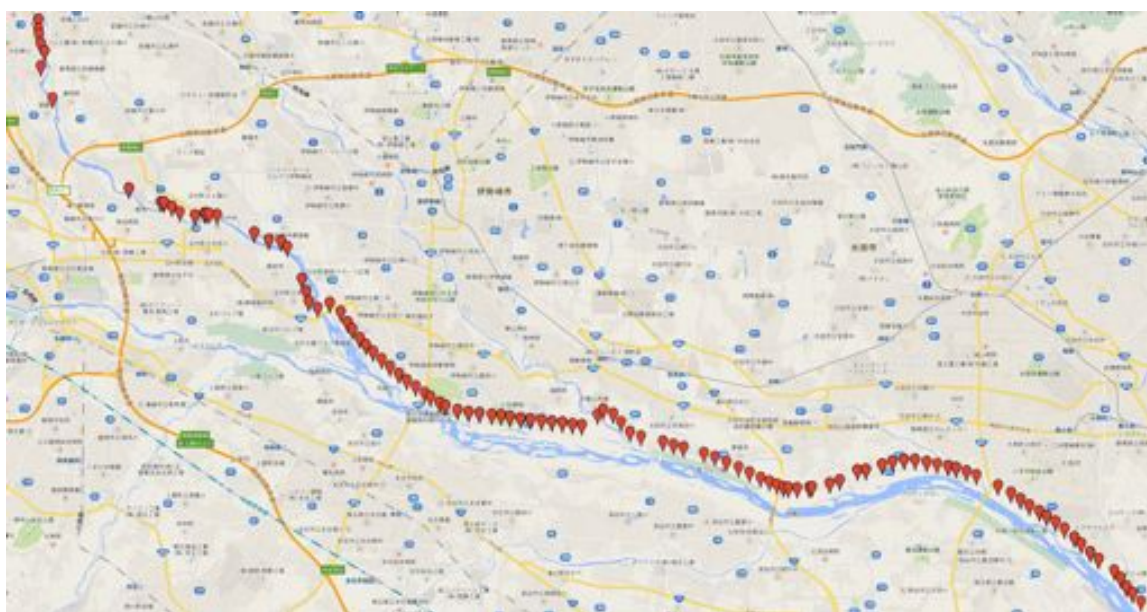




図 7 群馬大学荒牧キャンパス構内における植物相調査で確認された外来種セイヨウタンポポの分布

2014年4月9～5月18日に、図3で示された範囲で行った調査の結果、216地点で生育が確認された。



図 8 群馬大学荒牧キャンパス構内における植物相調査で確認された外来種
ショカツサイの分布

2014年4月9～5月18日に、図3で示された範囲で行った調査の結果、207
地点で生育が確認された。



図 9 群馬大学荒牧キャンパス構内における植物相調査で確認された外来種オオイヌノフグリの分布

2014 年 4 月 9～5 月 18 日に、図 3 で示された範囲で行った調査の結果、200 地点で生育が確認された。



図 10 群馬大学荒牧キャンパス構内における植物相調査で確認された在来種ナズナの分布

2014 年 4 月 9～5 月 18 日に、図 3 で示された範囲で行った調査の結果、129 地点で生育が確認された。



図 11 群馬大学荒牧キャンパス構内における植物相調査で確認された在来種ハコベの分布

2014年4月9～5月18日に、図3で示された範囲で行った調査の結果、124地点で生育が確認された。



図 12 群馬大学荒牧キャンパス構内における植物相調査で確認された外来種
コセンダングサの分布

2014 年 10 月 4～11 月 4 日に、図 3 で示された範囲で行った調査の結果、
256 地点で生育が確認された。



図 13 群馬大学荒牧キャンパス構内における植物相調査で確認された在来種クズの分布

2014 年 10 月 4～11 月 4 日に、図 3 で示された範囲で行った調査の結果、211 地点で生育が確認された。



図 14 群馬大学荒牧キャンパス構内における植物相調査で確認された在来種
カナムグラの分布

2014 年 10 月 4～11 月 4 日に、図 3 で示された範囲で行った調査の結果、
91 地点で生育が確認された。



図 15 群馬大学荒牧キャンパス構内における植物相調査で確認された在来種ヤブガラシの分布

2014 年 10 月 4～11 月 4 日に、図 3 で示された範囲で行った調査の結果、87 地点で生育が確認された。



図 16 群馬大学荒牧キャンパス構内における植物相調査で確認された在来種ヨモギの分布

2014 年 10 月 4～11 月 4 日に、図 3 で示された範囲で行った調査の結果、69 地点で生育が確認された。

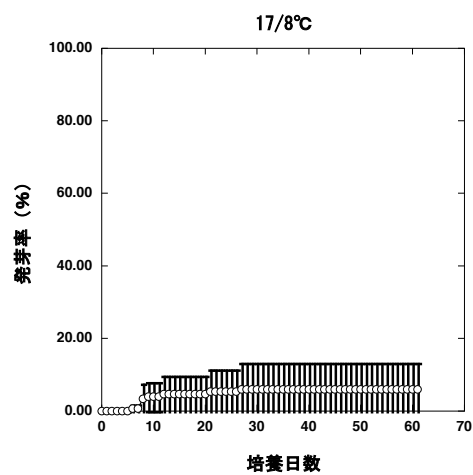
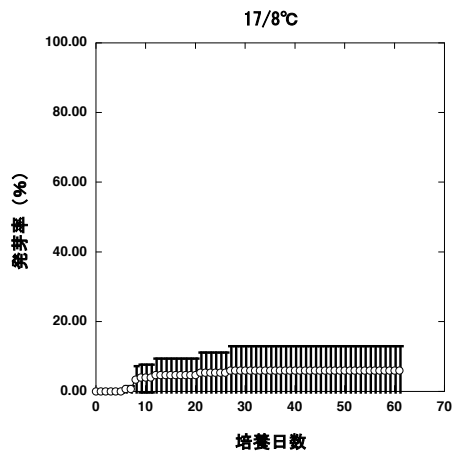
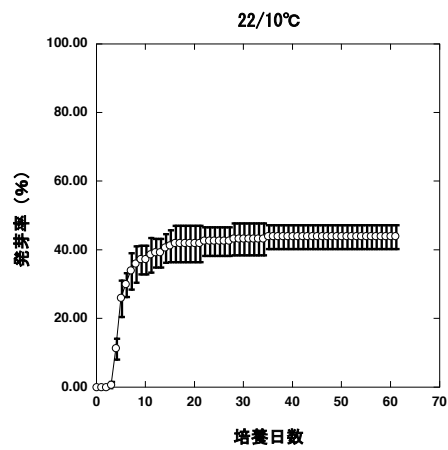
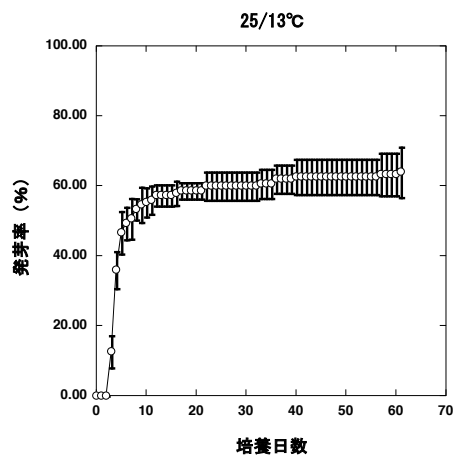
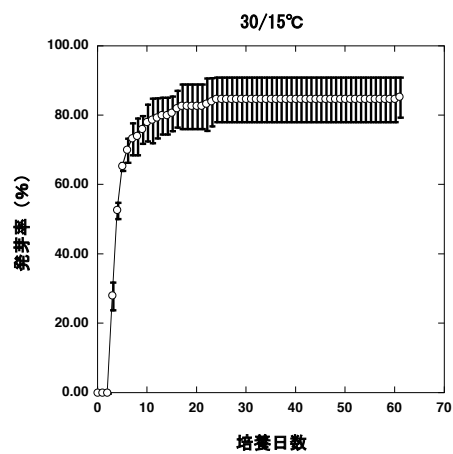


図 17 冷湿処理を行わないショカツサイの種子の発芽率の経時変化
群馬大学荒牧キャンパス内で2014年6月14日に採取した種子を、10月22日から30/25°C、25/13°C、22/10°C、17/8°C、10/6°C（昼/夜）に設定した温度勾配型恒温器内で61日間培養した。縦棒は標準偏差。n=3。

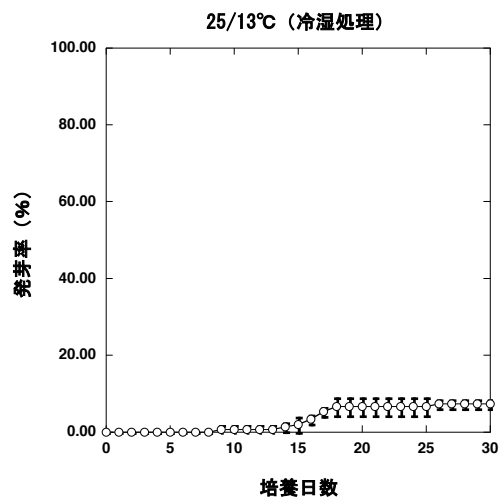


図 18 冷湿処理を行ったショカツサイの種子の発芽率の経時変化

群馬大学荒牧キャンパス内で 2014 年 6 月 14 日に採取した種子に、10 月 22 日から 1 ヶ月間冷湿処理を行い、その後 25/13℃（昼/夜）に設定した温度勾配型恒温器内で 30 日間培養した。縦棒は標準偏差。n=3。

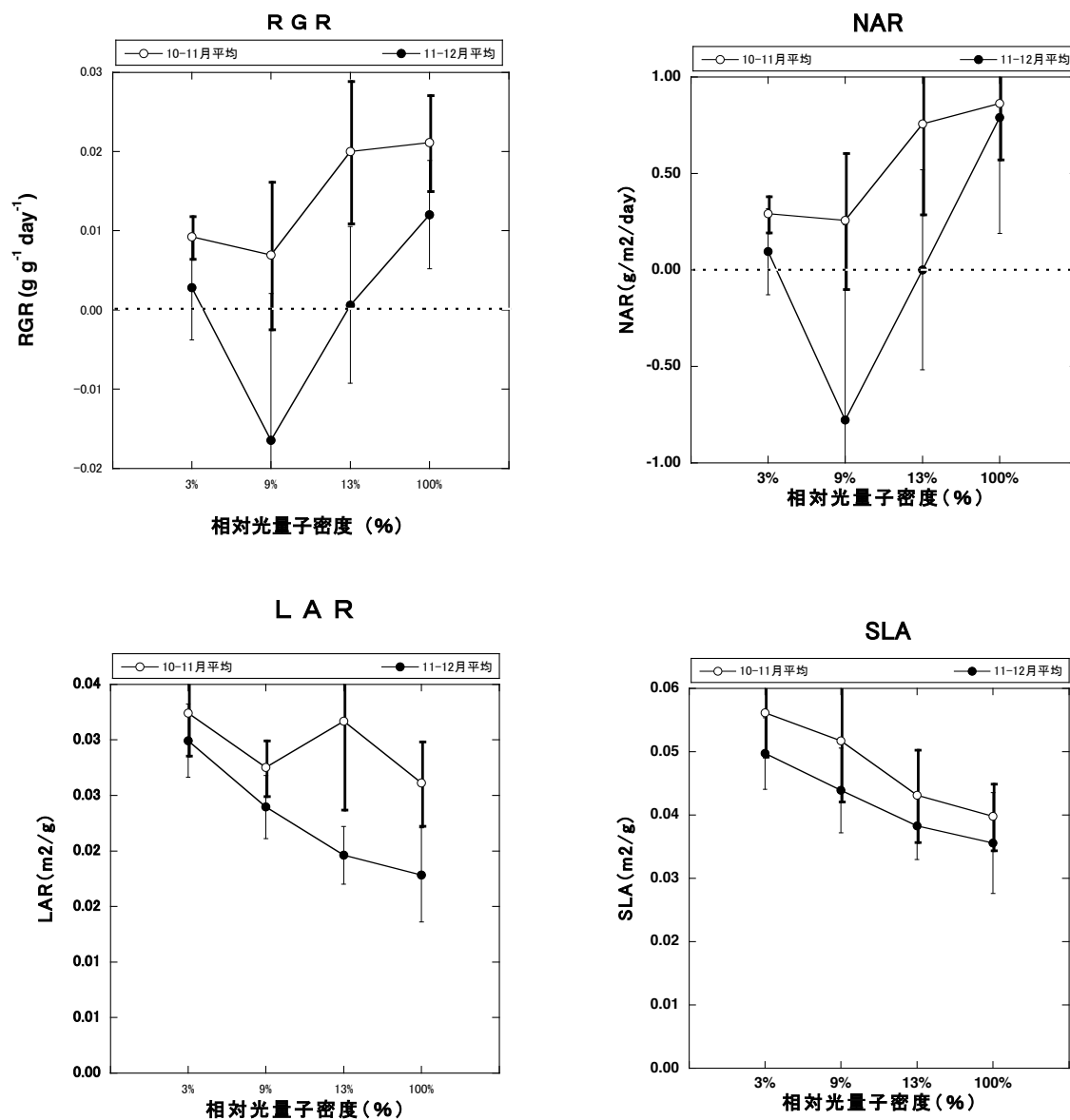


図 19 異なる光条件下で栽培したショカツサイの生長解析結果

群馬大学荒牧キャンパス構内の裸地に設置した異なる光条件区（相対光量子密度 3%、9%、13%、100%）内で、2014 年 10 月から約 2 ヶ月間栽培し、約 1 ヶ月ごとにサンプリングした。10-11 月期（○）および 11-12 月期（●）における相対生長速度（RGR、左上）、純同化率（NAR、右上）、葉面積比（LAR、左下）、比葉面積（SLA、右下）を示す。縦棒は標準偏差。n=7-9。

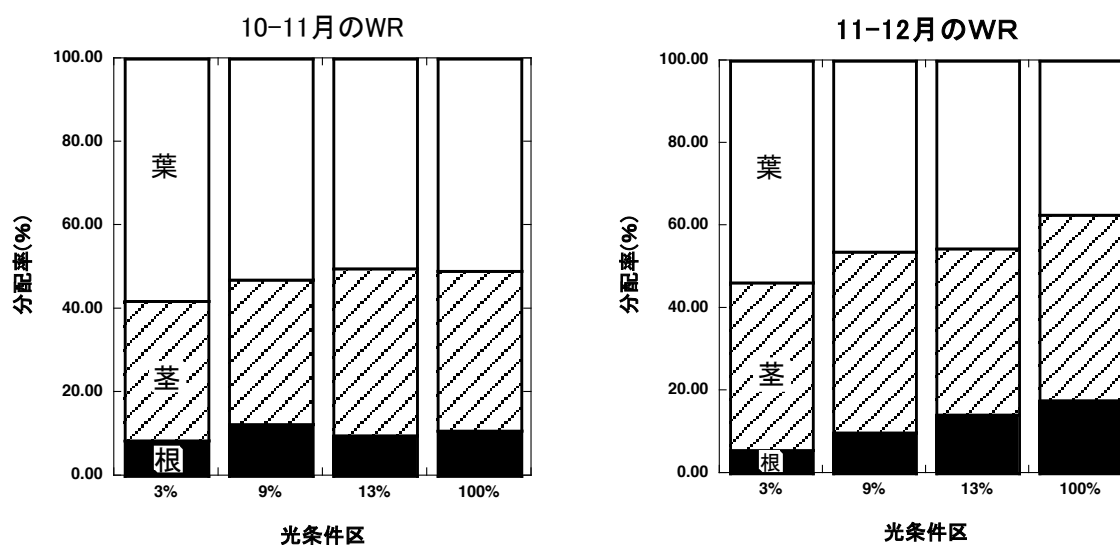


図 20 異なる光条件下で栽培したショカツサイの器官別重量比

群馬大学荒牧キャンパス構内の裸地に設置した異なる光条件区（相対光量子密度 3%、9%、13%、100%）内で、2014 年 10 月から約 2 ヶ月間栽培し、約 1 ヶ月ごとにサンプリングした。11 月（左）および 12 月にサンプリングされた個体の、葉（白）を、茎（斜線）、根（黒）の全乾燥重量に対する割合を示す。n=7-9。