

# 卒業論文

題名

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

学籍番号

10602016

氏名

鍛冶川 和也

指導教員名

石川 真一 教官

平成 26 年 1 月 9 日 提出

## 概要

近年、外来種による生態系の破壊が問題となっている一般的に、外来種は繁殖力が旺盛で種子散布能力が高く、河川などの攪乱地に主として生息するといった生態特性がある。河川は、大雨による増水・洪水など、攪乱のホットスポットである。また、全国的に護岸工事や河川改修、橋梁建設などの強度の人為的攪乱によって、水辺の本来の植生が破壊されて、在来種・絶滅危惧種が衰退し、オオブタクサやシナダレスズメガヤなどの外来植物が繁茂してきているのである。

本研究では、河川敷等の水辺での繁茂が報告されている外来植物3種(オオブタクサ、キシウスズメノヒエ、シナダレスズメガヤ)を用いて、操作された環境条件下(温度、光量子密度)での発芽実験、生長解析を行うことにより、外来植物の旺盛な生長能力・繁殖能力の原因を明らかにし、それらの防除・駆除対策を考察することを目的とした。また、渡良瀬遊水池、矢場川において現地調査を行い、水辺の生態系への外来植物の侵入状況と分布範囲、また在来種の生育状況・分布範囲を解明した。

オオブタクサ、シナダレスズメガヤの2種を用いて、5段階の培養温度(30/15℃~10/6℃)で発芽実験を行い、発芽の温度依存性を解析した。また、オオブタクサ、キシウスズメノヒエ、シナダレスズメガヤの3種を用いて、人工的に光強度を制御した環境(100%~3%)を4つ、異なる温度条件の環境(3℃上昇区)を1つ設置し、栽培して生長解析を行った。

種子発芽の温度依存性解析により、オオブタクサは、最適発芽温度が低く、早い時期からの発芽によって他種よりも大きく生長し、土壌シードバンクを形成する可能性が示唆された。シナダレスズメガヤは、最適発芽温度が高く、土壌シードバンクを形成しない可能性が示唆された。それぞれの最適発芽温度の違いから、地球が温暖化した場合、オオブタクサは発芽率が下がり、シナダレスズメガヤは発芽率が上昇することが考えられる。

異なる光条件下(100%、13%、9%、3%)で栽培した外来植物の生長解析により、3種すべてが明るい光環境の下で良く生長することが明らかとなった。こうした特性を持つことから、これらの種が河川敷に繁茂していると考えられる。

異なる温度条件(3℃上昇区)で栽培した生長解析により、地球温暖化によってこれらの外来植物が受ける影響は大きくないということが示唆された。

渡良瀬遊水池、矢場川で行った植物相調査によって、水辺には貴重な在来種が数多く確認されたが、それらのすぐ近くには外来種の生育が確認され、近い将来には外来種が優先種となり、在来種を駆逐する危険性があることが考えられる。

外来植物は、旺盛な定着能力を持ち、他種との生存競争に勝つための特性を有していることが明らかとなった。しかし、同じ外来植物というくくりであっても、その生態特性は全く異なる可能性がある。希少な在来種の多い河川敷等の水辺の生態系の多様性を保全するためにも、外来植物の生態や防除・駆除方法を個別に研究し、データを蓄積していくことが不可欠であると考えられる。

## 目次

概要	2
目次	4
緒言	6
生態系とは	6
生態系サービス	7
生物多様性とは	7
生物多様性の保全	9
群馬県の植生	10
水辺の生態系	11
水田・ため池の管理の変化	12
水草の定義	13
河川生態系の保全・復元の意義	13
絶滅危惧種	14
希少種とその保全	15
外来種とは	17
河川への外来種の侵入	19
水生帰化植物の侵入経路	21
移入種はなぜはびこるのか？	21
群馬県における外来植物の概況	21
外来植物の生態特性	23
外来種の法的規制と課題・対策	27
本研究の目的	30
調査・実験方法	31
植物相調査	31
発芽実験	31
栽培実験	31
初期サンプリング	32
光強度を調節した栽培実験	32
気温を調節した栽培実験	32
生長解析	33
調査地概要	35
渡良瀬遊水池	35

矢場川 .....	35
結果・考察 .....	37
植物相調査の結果 .....	37
発芽の温度依存性実験結果 .....	37
異なる光条件下・3℃上昇区で栽培した植物の生長解析 .....	39
栽培実験中の環境条件 .....	41
結論 .....	42
謝辞 .....	43
引用文献・引用 web ページ.....	43
写真 .....	45
表.....	52
図.....	74

## 緒言

### 生態系とは

生態系とはシステムである。生態学では生態系を「ある空間で生活するすべての生物とその非生物的環境を含むシステム」と定義する。「生態系」という生態学の用語が具体的に指し示すものがどの程度の空間的な広がりを持つかは、その時々で異なり一様ではない。しかし、一般的には、ひとまとまりの森林、草原、湿原、サンゴ礁、湖、河川など、「生息・生育場所」程度の空間的な広がりを生態系の範囲とすることが多い。単に樹木の集まりとしてみた森林は、生態系とは呼ばない。森林を生態系としてみるということは、樹木だけではなく、そこで生活する植物、昆虫、脊椎動物、土壌微生物など、あらゆる生物、さらには土壌、空気、水などの無生物要素を含む複雑な相互作用のシステムとしてみるということである。湖の生態系といえば、湖水とそれに溶けている栄養塩、水中や水辺で暮らすさまざまな動植物や微生物など、さらにはそれらに影響を与える物理的・化学的要因のすべてを含めたシステムをさす。生態系は、要素として複数の生物種の個体群などの生物的要素を含み、その間には様々な種間の関係が結ばれ、その全体が非生物学的な環境の影響を強く受ける一方で、生物の活動が非生物学的な環境を作り出すという性格を持っている。エネルギーの流れや物質の循環などの機能面で捉える生態系は、生産者としての植物、消費者としての動物および分解者である微生物を主要な要素とするシステムである。しかし、エネルギーと物質の動きを重視した見方において生産者と呼ばれる植物は、生物間の関係においては、エネルギーの生態系への取り込みや有機物の合成を通じてすべての生物の生命を支えるだけではなく、棲み場所・隠れ場所、繁殖の場などを提供することによって動物の生活の基盤をつくり、また、菌類・細菌など分解者の生活を成り立たせる（鷲谷 1999）。

地球上には、科学的に判明しているだけでも175万種、未知のものも含めれば3,000万種にもものぼる多くの種類の生物が存在していると言われている。すべての生物は、地球の歴史の中で長い年月を経て現在の姿に至っており、自然環境を構成する一つの要素として互いに関係性を持ち、複雑なバランスの中で生存している貴重なものである。近年、歴史上かつてない速さで多数の種の生物が絶滅していることが指摘されている。その主な要因は、人の活動の影響によるものと言われており、開発行為による生息地の消失、乱獲や違法捕獲、人によって長年維持されてきた里山や農地などが管理放棄されることによる環境の急変、人の往来や物流の拡大により引き起こされた外来種の侵入、さらには地球温暖化による気候変動など様々な問題が複雑に関係しているものと考えられる。人の活動は自然からの恩恵を受けて成り立っており、また、同じ地球上に暮らす

人と野生生物は様々な関わり合いをもって共存しているが、往々にして、人は自然環境や野生生物に多大な負荷をかけつつ、過大な恩恵を求めてしまっている。良好な自然環境や豊かな野生生物を将来の世代へと引き継ぐためには、自然からの恵みを享受するだけでなく、保護や回復に取り組むことが求められる（群馬県・絶滅のおそれのある野生生物 植物編 2012）。

### 生態系サービス

例えば、水を清浄に保つ作用は、生態系の最も基本的なサービスの一つであり、湿原や干潟の生態系がそのような機能を提供する。湿原や干潟が世界的に減少する中で、その浄化作用も見直されつつある。例えば、潮がひいたときには砂や泥だけしかないように見える干潟には、膨大な量の小さなカニや貝、すなわち節足動物や軟体動物、さらにはおびただしい数の微生物が生活しており、ヒトが汚した河川の水が流れ込んできても、有機物を分解し窒素やリンを生物体の中に取り込むことによって浄化する。そのような機能が失われれば、過剰の栄養による赤潮、つまり植物プランクトンの大発生が起こって魚介類にも大きな被害が生じる。下水処理場を作って干潟と同様のサービスを果たさせようとするれば、膨大な費用がかかる。生態系の果たす機能はそれだけではない。干潟が豊かな海を育むゆりかごといわれるのはそのような意味からである。また、干潟にはその特有な環境に適応して生きるたくさんの生物が生活している。干潟の喪失は、生態系の多様な機能に基づくサービスと生物多様性の両方を大きく損ない、それに伴う価値の損失は計り知れない。今後、科学技術がいかに飛躍的に発展しようとも、生態系から提供される資源（有用物）と諸機能（サービス）、すなわち生態系の恵みに頼ることなしにヒトが生活できるようになることは考えられない。しかし、生態系がいつまでも人類に恩恵を与え続けてくれるという保証はない。それは、急速に進みつつある生物多様性の衰退を手遅れにならないうちに食い止めることができるか、その持続性を損ないつつある生態系をどれだけ適切に利用・管理することができるかにかかっている。この地球上では、いかなる資源も、利用可能な空間も、浄化能力も、すべてに限界があり、その限界を無視した利用や開発は生態系を大きく損なうことになるからである（鷲谷 1999）。

### 生物多様性とは

「生物多様性」は、種の絶滅の問題が地球環境問題の1つとして提示されるときに今では普通に使われる用語である。「生物多様性」は「地球サミット」（環境と開発に関する国際会議、リオデジャネイロ、1992年6月）において一躍脚光を浴び、その後社会に広く通用する言葉になった。生物多様性条約においては、生物多様性は、「すべての生

物(陸上生態系、海洋その他の水界生態系、これらが複合した生態系そのほかの生息または生育の場のいかんを問わない)の間の変異性をいうものとし、種内の多様性、種間の多様性及び生態系の多様性を含む」と定義されている。この語は、著者によって多少異なるニュアンスで用いられるが、遺伝子の多様性、個体群の多様性、種の多様性、生息・生育場所の多様性、生態系の多様性、景観の多様性、生態的プロセスの多様性などを広く含み、「生命の豊かさ」を包括的に表す概念である点では一致している。すなわち、単に種の多様性を意味する言葉ではなく、生物界の全般的な危機との関連において守るべき対象のすべてを包括する用語なのである。植物、動物、微生物を問わずあらゆる形の生物の、遺伝子、種、さらには生態系や景観まで、すべての生物学的階層における多様性を意味するのだが、要素の多様性だけでなく関係やプロセスの多様性をも含むものと定義されている。生物多様性は、地球上における 30 数億年の生命の歴史を通じ、同じ場所で生活する生物がたがいに淘汰圧を及ぼしあいながら自然淘汰による進化を重ねることによって発達してきたという歴史性もその特徴として重要である。

「生物多様性の危機」は、今日の最も深刻な地球環境問題の 1 つとして広く認識され、その保全は国際的にも国内的にも重要な社会的目標とされている。生物多様性の危機とは、人間活動の極めて大きな影響のもとで多くの生物の種の個体群が衰退するとともにその遺伝的な変異を失い、一方で生物の種類豊かな生態系が次々に消えていくという問題である。生物多様性の衰退は、私たちのすぐ身のまわりの生活域の二次的な自然から、熱帯雨林のような原生的な自然まで、至る所で広くしかも深く進行している。種の絶滅は、生物多様性の衰退の最も顕著な表れである。しかし、種が絶滅しないまでも、限られた個体群だけになったり、個体数が著しく減少したり、またそれに伴い遺伝的な変異も失われるという現象は、今では野生生物の多くの種で起こっている。個々の種の危機はそれぞれが個別にもたらされたものではない。多くの種の生息・生育の条件を一度に奪うような自然の生息・生育場所や生態系の喪失、多様な生息・生育場所や生態系を含む景観の喪失が地球規模で急速に進行している。景観はヒトの土地の利用のあり方を反映した空間的なパターンを意味するが、全地球的に、多数の野生生物が生活する豊かな自然の生態系を含む景観が失われ、市街地や農地や荒地ばかりからなる画一的な景観が優勢になりつつある。日本列島においても、里山の喪失にみられるように、地域の自然(風土)と調和し地方色豊かであった農村景観が、区画整理による市街地化、圃場整備など農業の近代化を目指す改変などによって画一的な面白みのない景観へと変えられつつある。そこに存在しうる生態系も限られたものとなり、生息できる動物、生育できる植物も限られてくる。雑木林、ため池、茅場など多様な生育場所を含む伝統的な里山をはじめとする農村景観の喪失は、現在では我が国における生物多様性衰退の最も大き



な表れの 1 つといえる (鷲谷 1999)。

## 生物多様性の保全

日本では、2002 年に生物多様性国家戦略が見直され、「新・生物多様性国家戦略」が閣議決定された。21 世紀にはいって、日本の生物多様性保全にかかわる政策にはめざましい進展が認められる。しかし、こうした政策が実際の生物多様性保全に有効に活かされ、確実に効果をもたらすためには、科学的な面から検討すべき課題も少なくない。

生物多様性保全に関する主要な課題は 3 つある。それは、「絶滅危惧種の保全」「外来種対策」「遺伝子組み換え生物の安全性」である。日本では、比較的最近まで豊かな生物相が維持されてきた。日本では、古来より近年にいたるまで、ヒトは多様な生物と生活場所を共有してきた。数千年にわたって日本の人々は、山がちな国土にあって限られた平野部を中心に高密度に暮らしながらも、自然を比較的良好に保全し、豊かな生物相を継承してきた。

ところが、そのようにして維持されてきた「普通種」の多くが、今では絶滅危惧種となっている。日本ではここ数十年は、「征服型」の開発戦略がとられるようになった。すさまじい土地改変と自然資源の収奪的利用が繰り返されたのである。その結果、身近な種に絶滅の危機が迫ったともいえる。絶滅危惧種をリストアップしたレッドリストには、現在では 2050 種以上の絶滅危惧種が掲載されている。すなわち、日本の国内で生息・生育する野生生物の約 4 分の 1 は、絶滅あるいはそのおそれがあると判定されているのである。これらの絶滅危惧種をいかに危機から救うかは、生物多様性の最重要課題である。

アメリカ合衆国で 1973 年に「絶滅の危機に瀕した種に関する法 (ESA; Endangered Species Act)」が制定された。一方、日本でもこれと同様に野生生物の種多様性の保全を目的とする「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 (種の保存法)」が制定されている。しかし、その実効性は ESA にはるかに劣るといわざるを得ない。それは、日本の法律が絶滅危惧種に関する過去の十分な実践の蓄積無しに制定されたことによる。日本では、「種の保存法」が制定される以前には野生生物の保護に関する法律は鳥類と哺乳類日部が対象とされる「鳥獣保護法」しかなかった。種の保存法は、1992 年にワシントン条約第 8 回締約国会議が京都で開催され、同年に生物多様性条約が採択されたことから、急遽制定されたものである。施行後 10 年余り経過した 2005 年 6 月の時点で、日本の種の保存法で指定されている希少野生動植物種は 80 種に満たない。しかも、その約 8 割が鳥類および種子植物である。ESA における指定種の数と比較すると、指定数そのものが桁違いに少なく、分類群にも偏りが著しいことは明白である。

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機を逃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量を見ても、その多くは生態的な現状が十分には把握されているとはいえない。すべての種について、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。モニタリング、回復計画の策定、計画の順応的な実施などは、仮説検証サイクルによって進められる科学的な研究として取り組む必要があり、それとかわる研究はもとより、計画や報告などの文書についても、科学的なピアレビューを受けた上で広く公表するようすべきであろう。絶滅危惧種の保全は科学に基づき社会から支持される実践として、科学性と透明性の両方を高めるための仕組みが保障される必要がある。一方、研究者はそのような具体的な課題に取り組むことを科学の発展の契機として活かす努力をすることが必要であろう。科学と実践の適切な相互作用を確立できるかどうか、絶滅危惧種の保全が成功するか否かの鍵を握っていると言えるからである（鷲谷ら 2005）。

## 群馬県の植生

群馬県は本州のほぼ中央部にあり、海拔約13mから森林限界を超える2578mまでの標高差を有する。県の北部には尾瀬から越後山脈を経て志賀・草津に至る脊梁山地が存在し、それに沿った地域は日本有数の多雪地であり、積雪量が少ない県南部や浅間山周辺とは対照的な降水パターンを示す。加えて、群馬県には関東山地や足尾山地などの中古生層からなる山地も活火山も存在する。また、県南東部や尾瀬には沖積地に湿地が発達する一方、急峻な断崖や峡谷も多く、地形は全体的に複雑かつ多様である。

このような気候や地形・地質を反映し、群馬県の植物の種類数は面積のわりに多く、群馬県植物誌改訂版の植物目録（戸部ほか 1987）では3203種類が記録されている。ただし、これらの中には軽微な形態的変異に基づき記載された品種や、種間交雑による雑種、外来種が含まれている。また、本州では分布地点が少ない種、本県や他県との隣接地域が分布限界となる種、石灰岩や超塩基性岩などの特殊な立地に依存する種など、もともと希少性が高い種が多い点も群馬県の植物相の特徴としてあげられる。県南東部を除いた群馬県の植物相をみると、関東地方の他の都県と比較して、北方系や山地性の植物が卓越する点に特徴がある。これらの種はしばしば南限種や隔離分布種となる。一方で、南方系の植物と湧水性の湿地や丘陵地の二次植生に特有の植物は、関東地方の他の都県に分布していても、群馬県には分布していないか、極端に局所的なものがある。これは、関東地方の他の都県に特徴的な洪積台地や丘陵とその間の沖積低地からなるいわゆる谷津地形が極めて局所的であること（群馬県の丘陵地の大部分は、年代的には三浦半島や房総丘陵に相当するものである）と関係があると考えられる。群馬県の植物相は、

地域間で大きく異なる地形や気候を反映して、地域間の異質性が極めて高い。

県北東部の利根沼田地域には、尾瀬や谷川岳、武尊山などの海拔2000m級の山岳が広く分布し、寒帯及び亜寒帯要素の植物が全国的にも集中する（堀田 1974）。この地域の亜高山帯や山地帯上部には高層湿原や超塩基性岩地、風衝地が存在し、貧栄養、低温など植物の生育にとって不利な環境となっている。

県北西部に位置する吾妻地域のうち、北部の山沿いは北方系の植物や日本海要素が多く分布する点で利根沼田地域と共通する。一方、吾妻地域の大部分を占める浅間山や四阿山の山麓の高原は中国の東北部やロシア極東部と共通する植物が多く分布している地域である。さらに、この地域にも北方系の植物が多く分布し、特異なものも多いが、利根沼田地域とは共通しない種が多い。

県南西部（本書の分布域区分図では西部地域とした）の北側から吾妻地域の南東部は、第三紀の凝灰角礫岩や火成岩からなる断崖が各所にみられ、そこには固有の分類群や全国的にみても分布域の狭い植物が分布する。西部地域の南側は中古生層からなる秩父山地の北縁に位置し、石灰岩地が存在する。西部地域はシダ植物を中心に日本の南西部から分布が連続する種が多く、石灰岩地に特有な稀産種も多い。

県南東部（本書の地域区分図では東部地域とした地域）に位置する足尾山地の植物相も全体的に関東山地に類似する。県南東端の一角には河川の氾濫により生じた後背湿地や台地下縁の湧水に由来する池沼や湿原が存在し、関東平野などの低地の氾濫原に特異的にみられる種が分布する。県南東部の湿地や河川湖沼には日本の南西部と共通する植物が多く分布し、利根沼田地域や吾妻地域とは対照的である。ただし、東部地域の湿生植物や水生植物には、既に絶滅した種も多い。

以上のように、群馬県は地域によって植物相が大きく異なり、絶滅危惧種の多くは一つの地域で、しかも、狭い範囲にしか分布していないものが多い。県の南部は東京近郊に位置し、人口が集中するため、都市開発によって工場や宅地、商業施設等が造成され、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が造られてきた。一方で、国立公園、県立公園、自然環境保全地域など開発や植物採取など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から亜高山帯に集中しているため、低地や山地帯下部、特に平地性の植物では開発により壊滅的な影響を受け、生育地が消失した事例も多い（群馬県・絶滅のおそれのある野生生物 植物編 2012）。

## 水辺の生態系

河川及びその周辺域は、流水及び流送土砂により侵食・堆積等の攪乱を受ける場所である。攪乱とは、生物の生息域の条件を不連続に変えてしまう外的な出来事及びその変

化した結果のことである(玉井 2000)。このような攪乱の形態と規模及び頻度は、河川及びその周辺域に生息する動物・植物等の生態系の構造と変動を規定しており、河川生態系の特徴となっている。河川の生態系は、陸域と水域の境界域エコトーンであることや、常に上流から下流への物質の流れの中にあるため、通常の森林や草原等の閉鎖的で比較的均質な生態系とは大きく異なる特性を持っている。河川の流量は、集水域の気象条件や地理的条件によって決まり、人間の影響等を受けるため、大きく変動する。このため、洪水による攪乱とそれによる不安定さは河川生態系にとって本来的・本質的なものである。この点でも他の生態系とは著しい違いを内在している。河川生態系は、狭義にとらえれば、川の流れ、流路の中の生態系であり、藻類、水生昆虫や魚類等の水生生物とその基盤となる水と川底の礫や砂等の物理的環境から構成されたものとなる(小倉ら 2005)。

### 水田・ため池の管理の変化

人間は古くから、水のある場所を住处として選んできた。飲み水としてはもちろん、洗濯やトイレ、農業用水、漁業の場などとして、人間は水を利用してきた。そのため、水草の生育地と人間の生活の場は隣り合わせることが多く、水辺環境は人間活動の影響を強く受けてきた。人間は、3世紀頃の古墳時代以降になると、河川の近くに住むようになり、河川を利用するようになった。河川の下流域には、本来自然に土砂が堆積して堤防(自然堤防)ができ、その外側には湿地や池が点在するような氾濫原ができる。自然堤防は大雨による増水などでしばしば決壊し、そのたびに氾濫原に水と土砂が流れ込み、池や湿地の場所が変わる。しかし、それでは人間が安心して住める環境にはならないので、河川が氾濫しないように、人口堤防をつくり、氾濫原を利用して用水路や水田をつくるようになった。これにより、頻繁に氾濫し湿地や池の場夜が変わるような場所は、水草の生態によく合っていて、治水前の氾濫原の湿地や池は水草の楽園であったと想像される。これが完全になくなっていけば、水草は急激に減少したはずだが、治水と同時に作られてきた水田や用水路が水草の「避難場所」となり、幸いにも生育し続けることができたのである。しかし、その避難場所すらもこの数十年で状況が変わってきてしまっている。稲作を行う水田は、この数十年の間に「乾田化」が進み、水草にとって住みにくい場所になってしまった。さらに、近年では米の収穫時期が早くなる傾向にあり、水草が種子をつける時期よりも前に水がなくなってしまい、ますます水草が住みにくい状況に拍車がかかっている。ため池についても同様に、灌漑設備の普及と減反などから、埋め立てや管理放棄によって減少している。さらに、人間が管理をやめると、枯れた植物などが堆積し、水田・ため池共通して、やがて陸地になってしまう。そのため、

使わない水田やため池は、水草の避難場所としては、やがて機能を失ってしまうのである(田中 2012)。

## 水草の定義

「陸上植物から再び水中生活に進化した植物であり、光合成をする器官(葉や茎)が常に、もしくは1年の数週間以上、水中にあるかまたは水面に浮いているもの」とする。水草は、水中と水上という全く異なる2つの環境の狭間で生活している。様々な水草の形態や生態を知る上で基本となる4つの生活形がスカルソープ(1967)によって提唱され、現在も水草の基本生活形として広く使われている。この4つの生活形は、1つの種が必ず1つの生活形に対応するとは限らない。例えば、水路などの生育するナガエミクリは、流れの緩やかな場所では抽水植物であるが、流れの速い場所では沈水植物の状態になっていることがある。この4形をその特徴とともに紹介する。

### (1) 抽水植物：水上に茎や葉を突き出しているもの

根や茎が地中にしっかりと伸びて体を支えている。空気中に出ている葉から取り込んだ空気や、光合成で生じた酸素などを体全体に送るための通り道(通気組織)が発達している。花は水上で開花する。

### (2) 浮葉植物：葉を水面に浮かべているもの

葉の表面には、陸上の植物と同様に乾燥を防ぐためのクチクラ層(ワックスのようなもの)ができ、裏面にはクチクラ層がない。一般的な陸上の植物と異なり、空気を取り込むための気孔は葉の表面に発達する。花は水上で開花する。

### (3) 沈水植物：葉や茎がすべて水中にあるもの

葉にクチクラ層や気孔はなく、水中の二酸化炭素や栄養分を葉の表面から取り込むことができる。さらに、葉を薄く細くして、表面積を大きくすることで、葉の表面からの取り込みを促進している。多くの種では花は水上に出るが、一部には水中や水面で開花して受粉を行う種がある。

### (4) 浮遊植物(浮漂植物)

「(固着せずに)浮遊する」ことが定義のため、ホテイアオイ、ボタンウキクサ、ウキクサのように水面に浮かんで浮遊しているものと、ムジナモやタヌキモのように水中で浮遊しているものが含まれる。ホテイアオイやボタンウキクサは細かい根がたくさんできるが、後者は根ができない(田中 2012)。

## 河川生態系の保全・復元の意義

1993年、環境基本法が制定され、翌年、これを受け建設省は環境政策大綱を制定し、

ここでは「健全で恵み豊かな環境を保全しながら、人と自然とのふれあいが保たれ、ゆったりとうるおいのある美しい環境を創造するとともに、地球環境問題の解決に貢献することが建設行政の本来の使命であるとの認識をすること、すなわち「環境」を建設行政において内部目的化する」と宣言した。

河川の風景は、周辺社会の表れであり、社会の指標である。社会の規範・価値観に左右されざるを得ないのである。人間は洪水という脅威を防ぎ、また河川水を生産材として引水し、土地生産性を高めてきた。河川と人間の関わりが文化なのであり、河川の風景なのである。現にある河川の風景は歴史的到達物であり、これを土台としてしか河川環境の復元はあり得ない。復元の方角とその程度は、周辺社会の価値観に従わざるを得ず、一足跳びに原自然には戻れないのである。「河川とは、物質循環の主要な構成要素であり、生態系を構成する単位(流域)であり、人間にとっては身近な自然でゆっくりと時間が重ね交流してきた地域の文化を育んできた存在」ととらえる中にこれからの河川管理の方角があるのである(小倉ら 2005)。

また、我が国における広い意味での水生の帰化植物は、その数は現在まで日本で帰化植物として記録されているもの(約800種)の割合からすると、意外に少ないように思われる。これは、水生といった生育環境から、おのずから制約を受けることと、その侵入条件が極めて特殊だからであると考えられる。このように種類そのものは、かなり限られているとはいえ、その分布状態や生育量などからすると、その与える影響は陸生のものとは別の意味で、大きなものがあるといえる。現在、我が国の自然環境の保全が、社会的にも大きな問題として取り上げられているが、我々の周囲におけるさまざまな人為的な環境破壊が、水生植物に対しても全く無縁なものとは言い切れない。これを防ぐには、これらの植物の生育・分布を可能にする条件、例えば湖沼や河川の汚染(富栄養化)などを、できるだけ避けるような配慮を忘れないことが必要である。それと同時に、その源となる植物体や種子の移動、侵入(増殖)に対しても、十分な予防的対策を計ることが肝要である。たとえ研究(実験)用や教材などとして使われるものであっても、くれぐれも野外へ逸出させないように、その移動や取り扱い(池や川などに廃棄しないなど)に、細心の注意を払いたいものである。身近な陸生の帰化植物だけでなく、水生のものについても、今後さらに関心を持ち、かけがえのない日本の植物相が、外国からの侵入者たちによって、侵略・破壊されないよう努めることが、現在われわれに与えられた課題である(浅井 1993)。

## 絶滅危惧種

絶滅の危機にある生物種のことを絶滅危惧種と呼ぶ。ある判断基準のもとに絶滅の危

険性を評価して、絶滅危惧種を選定した結果はレッドリストに公表される。レッドリストをもとに、各種の生息情報、絶滅危惧の要因、保全対策などの情報を付記したものがレッドデータブックである。これらの最も基本となるのは、IUCN(国際自然保護連合)が公表しているIUCNレッドリストで、環境省がIUCNの基準を修正して、日本の生物について詳細に評価したものが環境省レッドリストである。さらに、都道府県や市町村が独自の調査を行って作成しているレッドリスト・レッドデータブック(以下、レッドリスト)も多くある。IUCN、環境省、各自治体のレッドリストには、それぞれに意味がある。例えば環境省レッドリストは、国内だけを見ているので、国内では絶滅の危機に瀕していても地球規模で見れば問題ないと評価されることもある。その場合、その種の存続はそれほど憂慮する状況にはないと考えられるかもしれない。しかし、日本にあるその種の個体群は海外のものと少し違う特性を持っているかもしれない。そのようなときに、各レベルのレッドリストがあれば、地域<国内<世界という中で対策の優先順位や保全指針の計画が立てやすくなるのである。以下に環境省レッドリスト(2007)の категорияとその基本概念を示す(田中 2012)。

- 絶滅(Extinct, EX) : 我が国ではすでに絶滅したと考えられる種
- 野生絶滅(Extinct in the Wild, EW) : 飼育・栽培下のみで存続している種
- 絶滅危惧(Threatened)
  - 絶滅危惧 I 類(CR+EN)
    - 絶滅の危機に瀕している種
  - 絶滅危惧 I A 類(Critically Endangered, CR)
    - ごく近い将来における野生での絶滅の危険性が極めて高いもの
  - 絶滅危惧 I B 類(Endangered, EN)
    - I A 類ほどではないが、近い将来における野生での絶滅の危険性が高いもの
  - 絶滅危惧 II 類(Vulnerable, VU)
    - 絶滅の危険が増大している種
- 準絶滅危惧種(Near Threatened, NT) : 存続基盤が脆弱な種
- 情報不足(Data Deficient, DD) : 評価するだけの情報が不足している種

### 希少種とその保全

種の絶滅は、生物多様性の衰退の最も明確な表れである。種の絶滅と、その分布のあり方や個体群の大きさとの間には何らかの一般的な傾向が認められるだろうか。一般に、個体数や分布の限られた種、すなわち希少種は、個体数が多く分布の広い種よりも絶滅

しやすいと考えられてきた。しかし、一概に希少種といっても、その中にはいろいろな性格の種が含まれる。生態学における希少種とは、①「地理的な分布が狭い」 ②「利用可能な生息・生育場所の範囲が狭い」 ③「同じ生息・生育場所で生活する種の個体数が少ない(個体群が小さい)」という条件の1つ以上に該当するものを指す。希少性の程度は、3つのカテゴリーの内のいくつに当てはまるか、さらには、それぞれのカテゴリーにおける「狭さ」や「少なさ」の程度に応じて決まる。地理的な分布が狭い種は、別の言葉でいえば、地理的な固有性の高い種であり、分布域が狭ければ狭いほど、その地域での絶滅が地球規模での絶滅につながりやすい。利用できる生息・生育場所の範囲が狭い種は、多くの場合、希少な特殊な生息・生育場所に生きる種である。塩性湿地など特殊な湿地、カンラン岩など特殊な母岩からなる山系に生育する植物など、生息・生育場所が限定されている種の保全は、それらの生息・生育場所が失われたり、その条件が変化することのないように配慮することが特に重要である。「個体数が少ない」という希少性には、いろいろなケースが考えられる。保全との関わりで重視しなければならないことは、長期にわたって安定的に個体数が少ない状態が持続しているのか、かつては大きな個体群であったものが最近になって個体数が減少したものなのかによって、絶滅しやすさが大きく異なるということである。生物の中には、自然で恵まれた環境条件の下でも個体数が少ないものがある。生活史のいずれかの段階で存在量の少ない資源に依存する生物は、地域個体群の大きさの上限は、その資源の存在量による制限を越えることができない。そのような種は希少であることがむしろ自然な状態であり、安定的にその状態が続いてきたのであれば、絶滅の心配も少ない。それに対して、かつては大きな個体群を成していたものが、何らかの原因で急に衰退して小さな個体群となった場合には、絶滅の危険性が大きいと考えなければならない。希少であることによる繁殖上の不利益の洗礼を受けていないからである。そのような個体群には、様々な決定論的、確率論的な絶滅要因が作用する可能性が大きい。

今日では多くの生物種が、単に保護区を設定するだけでは個体群やそれが包含する遺伝的な多様性を維持することが困難なほど危機的な状況におかれている。そのため、種の保全のためには、科学的な調査のデータに基づき、絶滅を防ぐための適切な人為的援助や管理を施すことが必要となってくる。野生生物の個体群では、通常、個体数の時間的変動がみられるのが普通である。絶滅との関連で問題としなければならないのは、世代間での個体数の一貫した減少傾向とあまりにも大きな個体数の変動である。衰退傾向は、脂肪と出生のバランスが死亡の方に偏るような条件のもとで起こる。そのような個体群の衰退の原因を明らかにするためには、出生すなわち繁殖や死亡に影響を与え、個体群の生長率に大きな影響を与える可能性のある環境要因や内的な要因、あるいはそれ



らの間の相互作用を検討することが必要となる。

日本列島では、氾濫原の自然、里山、干潟など、ヒトの生活域での生物多様性の喪失が著しい。例えば、川の周りや水田、あるいは湖沼やため池に残っていた氾濫原の名残りの自然は、この数十年間に日本列島で実施された大小様々の公共事業により、また、環境全般の悪化や管理放棄の影響を受けて大きく失われた。植物では、生活域のかつての「普通の」植物の多くのもがレッドリストの掲載される一方で、ひと昔前には目にすることの少なかったような侵入植物が蔓延している。このように大きく変質した生活域においては、単に自然を壊すのをやめるだけでは生物多様性の衰退を食い止めることは難しい。生活域の自然、特に河川や湖沼などについては、現状はすでに持続性が失われており、できる限りの復元を試み、次の世代に引き渡す前に持続性を回復することが生活域の生物多様性の保全のために必要とされる復元である（鷲谷 1999）。

## 外来種とは

過去あるいは現在の自然分布域外に人間が導入した生物種をいう。その中でも起源が国外で、日本の生態系への影響が大きいものを「国外侵略的外来種」と呼ぶ。外来植物のほとんどが明治時代以降に人間によって導入されており、今日の研究や駆除の対象となっている。

外来植物の導入経路は、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持って、自然分布域外に意図的に移動及び放逐する場合で、例として園芸・観賞や、植林、家畜の飼料・牧草として導入することが挙げられる。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、電車、コンテナなどの輸送手段に紛れ込んで持ち込まれる場合である（石川ら 2009）。

外国との間での物資やヒトの高速移動が日常的に行われている今日、我が国にこれまで生息していなかったよその国の生物が入ってくるチャンスはいくらでもある。それは我が国に限ったことではなく、生物学的侵入、すなわち、それまでその地域や生態系には生育・生息していなかった生物が外部から入ってきて野生化することは、今では地球全体で頻繁に起こり、それによって、地球規模での生物相の均質化（地域ごとに特徴のあった生物相が次第に似通ったものとなって行く現象）が進行している。それは、ヒトがさまざまな利用目的で、他の地域から多様な生物を大量に導入するようになったこと、およびヒトや物資の高速・大量輸送に伴って多様な生物が人知れず他の地域に侵入する機会が飛躍的に増大したことによってもたらされた、生物界の異変である。外来生物の帰化は、我が国では農耕が伝えられたころからすでに始まっていたと考えられるが、開国に伴って侵入の機会が増大し、その侵入を信頼に足る証拠によって立証できる明治時

代以降に渡来した生物に限って、帰化生物と呼ぶのが普通である。一般に、生物的侵入は、①侵入する生物の侵入にかかわる生物学的特性 ②侵入を許す生育場所の生態的条件 ③侵入を助ける導入や分散の媒介などの人為的条件の3つが程良くそろって初めて可能になる。生物は、個体はその生命を維持し、繁殖によって個体群を維持していくために、さまざまな「資源」や環境「条件」を必要とする。資源も生物にとっての環境の構成要素ではあるが、利用に伴って消費されてしまい、場合によっては枯渇することもあるという大きな特徴がある。資源として重要なものは、植物ならば光合成のための光・水・栄養塩などである。ただし、生物の種類に応じてさらに特殊な資源を必要とするものもあり、どのような資源をどのくらい必要とするかという資源の要求性は、生物の種に特有なものである。そして、その要求性はニッチ（生態的地位という訳語が与えられることもある）というやや抽象的な概念で表現できる。ニッチをキーワードとして広く生物学的侵入のありかたを考えてみると、生物学的侵入には3つのタイプのものを区別することができる。その3つの侵入のタイプとは、①従来から存在していた生育場所(生態系)にもともと存在する「空いている」ニッチへの侵入 ②ヒトが新たに作り出したために豊富な空きニッチを含む生育場所への侵入 ③競争による在来種との置きかわり、つまり在来種のニッチを奪うことによる侵入である。生物学的侵入は、時として侵入先の生物多様性を大きく侵害することが知られている。世界中の海洋島、つまり大陸と陸続きにならなかったことのない島、ハワイやガラパゴスでその生物多様性を脅かしている生物学的侵入は、①のタイプのものである。大陸から離れた島では、そこへたどりつくことの生物が限られているために、空いているニッチがたくさんある。例えば、長時間空を飛ぶことや海を泳ぐことのできない動物が、自然分散によって島に植民することは考えられない。そのため、陸地から遠く離れた海洋島では、地上生の大型の動物、つまり捕食者となる肉食動物や草食動物のニッチが空いているのが普通である。それらをヒトが持ち込むと、難なく空いていたそのニッチに納まり、食べ尽くしの悲劇が生じる。小笠原におけるヤギによる植生破壊がその代表的な例である。そして、①のタイプの侵入とともに地域の生物多様性にとって大きな脅威となるのは③のタイプの侵入であり、植物に多くの例がみられる。オオブタクサはこのタイプの侵入者になりうる植物である。しかも、①に比べてその影響は目立たず、重大な結果を引き起こすまで見過ごされたり、その危険は気づかれない。影響は深く潜行して、ときには環境を大きく変えてしまう。しかし、その危険性は一般にはなかなか理解されない。それは、「緑ならば質を問わず何でも歓迎」という風潮と関連しているように思われる（鷲谷 1996）。

明治時代には約100種類程度にすぎなかったものが、大正時代には約150種に増え、そして第二次大戦の末期には400種を数えるまでになっている。そして大戦後には、従来

見られなかったような、極めて急激な増加ぶりを示している。その主な原因として、当時、我が国の深刻な食糧難を緩和するため、主にアメリカ合衆国などから緊急援助されたさまざまな輸入穀物（主に小麦や大豆、グリーンピースなど）の量と、決して無縁ではないのである。これらの輸入物質に混じって、実にたくさんの外国生まれの雑草たちの種子が侵入し、あちこちで芽生えたのであった。どっとばかりに侵入した異国の雑草たち、いわば進駐軍（一時帰化状態）は、やがて駐留軍（広範囲定着状態）へと変身していったのである。そして、その後も次々と新顔のエイリアンたちが世界各地から侵入し、現在では何と800種以上にものぼる帰化植物たちが、この日本から記録されている状態である（浅井 1993）。

### 河川への外来種の侵入

河川は攪乱のホットスポットである。普段はおとなしそうな様相をしているが、大雨で増水した河川による大規模な攪乱は、圧倒的なパワーを見せつける。増水すると川の様子は一変し、ゴルフの練習場や野球場あるいはサッカー場として使われているような広い河川敷も、たちまち茶色の濁流にのみ込まれてしまう。また、河川工事という小規模の攪乱も局地的に生じている。堤防斜面や橋の周辺では河川管理のための定期的な除草も、物理的に植物体の地上部を破壊することから攪乱の1つであるといえる。このように、さまざまな種類の攪乱による破壊と更新を繰り返しながら平衡状態を保っているのが、河川生態系の特徴である。

外来植物には、繁殖力が旺盛、種子散布能力が高い、「攪乱地」に主として生息するといった生態特性がある（石川ら 2009）。このように、攪乱環境に適応して生育している種のことを「攪乱依存種」という。攪乱依存種は、特定の分類群に限定されることはなく、栄養成長期間が短く、種子の時間的・空間的散布能力が大きい生育特性を持つような種のことを指している。特にこのような特性は、種子を短期間にたくさん生産する一年生草本植物に多い。多くの攪乱依存種は、河川のような攪乱頻度の高い生育環境に適応し、個体群を維持している。河川環境に侵入しやすい外来雑草もまた攪乱依存種が多く、攪乱依存的な特性が顕著な外来雑草ほど蔓延力も高いと考えられる。また最近では、本来なら越冬できないはずの外来雑草が、工場から温排水が出てくる場所で越冬していたという興味深い報告されている。これは、人間によって変えられた河川環境に外来雑草が適応していることを示しており、河川の利用方法によっては外来雑草の侵入をさらに助長する事態を招くことを示唆している（川田 2010）。

また、攪乱依存の植物は、多くのものが土壤中にシードバンク（休眠種子集団）を形成する。一般に親植物によって生産され、分散された種子は、遅かれ早かれ地表面に着陸

する。種子の運命はそこから3つに分かれる。第一の道は、適度の湿り気と温度に恵まれた時にいち早く発芽してしまうことである。ただし、この道を進むことになる種子は、落ちた場所が種子発芽に適した条件を備えた場所であったという好運に恵まれなければならない。運悪く土壌動物に食べられたり、カビに腐らされたりして死んでしまうというのが第二の道である。攪乱依存種は一個体が、ときには何万、何十万もの大量の種子を生産する場合もあるのに、その植物の芽生えで地上が埋め尽くされることがないのは、この運命をたどる種子が意外に多数派であることを暗示している。そして、第三の道は、発芽もせず、かといって死ぬわけでもなく、時が流れるうちに、落ち葉やそれが分解されてできる腐植に混ざって次第に地面の下に潜って行くというものである。それは、ミミズなどの土壌動物の土をかき混ぜる作用によることもある。発芽もせず、死にもせず、時を過ごすためには、種子は何らかの生理的な「休眠（発芽に適した環境条件のもとでも内的な要因によって発芽が抑制されていること）」の状態にあることが必要である。眠りながら地表面の下で待機している種子の集団のことを土壌シードバンクという。なお、種子が分散された季節から発芽に適した季節までの期間だけ、土壌中にシードバンクができる場合にはそれを季節的シードバンクと呼ぶ。種子が生産されて分散する季節と種子が発芽して実生を出現させる季節は、普通はずれているので、季節的な土壌シードバンクをつくらない植物はあまり多くはない。ところが、発芽に適した時期を過ぎても種子が土壌シードバンクに残されていることもある。それが永続的シードバンクである。永続的シードバンクを土壌中に維持するためには、種子は特別の休眠機構を持つだけでなく、長い寿命を持たなければならない。攪乱に依存した生活をする一年草の中には種子の寿命がとても長いものが知られている。もし、攪乱により地上の個体群が何らかの理由によって壊滅的な打撃を受けたとしても、永続的な土壌シードバンク、すなわち季節を問わず存在し続ける土壌中あるいは地表面の種子集団を持っていれば、種子の形で多くの個体が地下あるいは地表面で生き残るので、個体群は絶滅を免れる。攪乱の激しい生育場所では土壌シードバンクを形成する能力なしに、植物は個体群を存続させることは難しい(鷲谷 1996)。

日本の河川に見られる外来植物は、セイタカアワダチソウ、ハリエンジュ、シナダレスズメガヤ、オオブタクサ、オランダガラシ等の多数がある。最近でもユウゲシヨウ、コゴメバオトギリ、オオカワヂシャ等の新たな外来植物の成育が次々と確認されている。一般に外来植物の侵入は、在来種が優先していない攪乱を受けたオープンなハビタット(小生息場)に侵入する傾向があり、この点で頻繁な攪乱を受け、開けた環境が形成される河川は外来植物の侵入を受けやすいといえる。しかし、外来植物の侵入は、必ずしもこうした環境に限られるものではなく、閉鎖した森林の林床にも侵入することもある

(小倉・山本 2005)。

### 水生帰化植物の侵入経路

- (1) 観賞用として輸入、栽培されたものにより由来。
- (2) 食用として輸入、栽培されたもの由来。
- (3) 教材(実験)用として輸入されたもの由来。
- (4) 主に熱帯魚のアクアリウム用などに輸入された水草、あるいは小型の水生動物、魚類などに付着して侵入したもの。
- (5) 水鳥(主に渡り鳥)などに由来。
- (6) 通常帰化植物の範囲に含まれるもの。すなわち、種々の輸入物資に、種子が混じって侵入するもの(浅井 1993)。

外来水生植物も生態系と生物群集に大きな影響を与える。水生植物はさまざまな栄養繁殖の手段を持ち、また植物体断片からの再生力が大きいために水域のような比較的均一な環境では異常繁茂という事態が起こりやすい。ホテイアオイやボタンウキクサなどの浮遊性水生植物が河川の入り江や湖沼を覆い尽くすと光が水中に届かなくなる。その結果、沈水植物や植物プランクトンが生育できなくなり、その光合成による酸素供給が失われて水中や底泥は低(無)酸素状態となる。このような環境では多くの魚や貝類などの底生生物が生息できなくなる(角野 2010)。

### 移入種はなぜはびこるのか？

生物種は多かれ少なかれ、周辺の生物相を含めた環境と相互に関係を持ちながら進化してきた。その歴史の中で、その水草種を食べる生物もいれば、それを宿主とする菌類もいるかもしれない。他の水草とは光や養分を取り合う競争をしながら生きている。そのような複雑なバランスの中で現在の姿があるのである。それが、突然全く縁のない土地に入った場合、その環境に対応できず、生きることができない場合も多いだろうが、それを食べる敵がいなかったり、生活パターンの違いによってほとんど競争相手がいないという場合も考えられる。つまり、外来種の多くが定着できずに消滅していく中で、後者のような「はまった」生物が、旺盛な繁殖をして広がっていると考えられる(田中 2012)。

### 群馬県における外来植物の概況

#### 1. 特定外来種

2008年に発行された『群馬県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・クリスタータと思われるアカウキクサ（アゾラ）類の生育も確認された。ミズヒマワリ、オオフサモ、オオカワヂシャの 3 種は主に平野部に分布する水草で、群馬県では 2000 年頃から急増し、大規模な個体群も確認されている。ボタンウキクサは熱帯原産の水草であるが、太田市（旧新田町）で越冬していることが確認された。オオハンゴンソウは、主に県北部や山岳域に分布し、草原や林縁に密生した個体群を形成している。榛名山では、2007 年からオオハンゴンソウの駆除活動が行われている。オオキンケイギクは園芸用に販売されていたが、野外では主に道端や河川敷で見られ、山地を含めた県内全域に分布している。アレチウリは輸入飼料や穀類に混入した種子が起源と考えられ、河川敷や耕作地周辺を覆い、在来種の生育阻害や景観の著しい劣化などの問題を引き起こしている（石川ら 2009）。

## 2. 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に対する被害事例が多数報告され、特定外来種と同等の高い生態リスクを持つ種も含まれている。また、全国的には深刻な農業被害を引き起こしている種であるイチビ、シヨクヨウガヤツリ、ハリビユの 3 種は現時点では分布が少数地点に限られているが予断を許さない状況である。2000 年以降伊勢崎市や邑楽・館林地域で急激に増加し、湿地を主生育地とする植物への悪影響が危惧されるメリケンガヤツリとともに、今後の動向を継続してモニタリングしていく必要がある（石川ら 2009）。

## 3. 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」として注意を喚起した。セリバヒエンソウ、ナガミヒナゲシ、外来アブラナ科、シヨカツサイ、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、シヨカツサイは、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。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。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ある。要注意外来

種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。このほか局地的ではあるが、水田雑草として問題化しているウキアゼナ、県南東部に侵入した水生植物のイケノミズハコベ、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、県南部から上部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)。

## 外来植物の生態特性

### 1. 特定外来種

アレチウリ (*Sicyos angulatus* ウリ科 一年生つる植物)

北米原産で、河川敷及び河川敷に近い湿潤な畑地で旺盛に生育する。砂質の河川敷や堤防に繁茂するが、丸石河原にはほとんど分布しない。一年生植物だが、野外では5月から10月頃まで断続的に発芽し、生長する。旺盛につるを伸ばして巻きひげで他の植物にからみついてよじ登り、大きな葉を数多くつける。8月下旬から10月まで開花し、多数の大型の種子を作る。本種は土壤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、地上に生育する個体の除去だけでは駆除の効果はないとされている。本種は他の植物にからまり、また大きな葉を数多くつけることにより、他の植物を日陰にして衰退させる「被圧」を引き起こす。この被圧により、本種は各地の河川敷で在来植物種・植生に被害を与えている(石川ら 2009)。

オオフサモ (*Myriophyllum aquaticum* アリノトウグサ科 多年生水生植物)

ブラジル原産で、本種は茎葉が水中から水上に出る「抽水植物」である。土中あるいは水中にほふく茎を伸ばし、マット状の高密度個体群を形成する。雌雄異株だが、雄株はまだ国内では発見されていない。主として平野部の中小河川の河川敷や池沼に生育するが、大河川の河川敷の池や川辺の流れの弱い場所でも見られる。抽水植物であるが、植物体が水に浸かかっていなくても生長し、泥が完全に干上がらなければ生育可能である。切れた茎は水流によって運ばれ、これが泥上に達すると速やかに発根して定着する。マット状の高密度個体群を形成するため、在来の沈水植物(葉が完全に水没して生育する植物)や浮葉植物(葉が水上に浮かんで生育する植物)を日陰にして生育に悪影響を及ぼすおそれがある。また、河川敷の内陸側に繁茂した場合には、同様に在来湿性植物の生育を妨げたり、在来一年生植物の発芽を阻害したりする危険性が高い(石川ら 2009)。

オオカワヂシャ (*Veronica angallis-aquatica* ゴマノハグサ科 多年生草本)

ユーラシア大陸原産で、用水路や中小河川の泥質の川岸や、大河川の流れの緩い流路

に生育する。茎は地をはってよく分岐し、巨大な株を形成することが多いが、流れが速い流路には少ない。ひとたび根を下ろすと、水深 30cm を超えても水中から茎葉を出して生育する。草丈が 1m を超えることもまれではなく、草丈にかかわらず開花・結実し、大量の種子を生産する。種子は 25℃ の温度下では、4 日以内にほぼ 100% 発芽する。また、伸びた茎が根を下ろして増殖し、この茎が切れて流され、下流の泥質の川岸に流れ着けば、やはり根を下ろして分布を拡大する。本種は草丈が 1m ほどにもなる高密度個体群を形成するので、河川の水際に分布している在来植物を日陰にして、その生育に悪影響を及ぼすおそれがある。特に、近縁の在来種で準絶滅危惧種に指定されているカワヂシャにとっては脅威である。両種は生育環境・分布可能域が重複し、オオカワヂシャの方が草丈が高くてより広がるため、カワヂシャが日陰にされて駆逐される危険性がある(石川ら 2009)。

#### ミズヒマワリ (*Gymnocoronis spilanthoides* キク科 多年生草本)

中南米原産で、利根川水系で水深の浅い水路や大河川の水際、河川敷の水たまりに生育する。流れがないか緩やかな流れの泥質の水辺を好み、近畿地方などでは池や湖岸からの記録もある。草丈は1mに達し、高密度個体群を形成する。生長は極めて早く、小さな植物体が発見後わずか2年で直径3.5mの高密度個体群へと成長を遂げた例もある。泥中に枝分かれする太い地下茎をはわせ、しばしば岸辺の陸上側にまで到達する。生長が早いことから、水中の汚染物質を速やかに吸収すると期待され、水質浄化のために利用されたことがあった。原産地は熱帯であるが、群馬県では冬季に枯れるのは地上部のみで、地下部は枯れずに越冬することが確認されている。花期は 8 月から 11 月で、群馬県内でも種子を生産することが確認されている。茎葉の再生能力が極めて高く、ちぎれると速やかに根を出して新たな個体となる。草丈が1mほどにもなる高密度個体群を形成するので、河川の水際に分布している在来植物を日陰にして、その発芽と生育に悪影響を及ぼすおそれがある(石川ら 2009)。

## 2. 要注意外来種

#### ハリエンジュ (*Robinia pseudo-acacia* マメ科 木本植物)

北米原産で、毎年 4 月から 6 月に強い香水のような香りのする扇状の白花をつけ、多くの種子を生産する。これらの種子が散布され、河川敷で土壌のある場所に繁茂するが、丸石河原や砂地の河川敷にはあまり生育しない。幹の強度が弱くて根張りが比較的に浅いため、樹齢 30 年程度を超えるとしばしば幹が折れたり根返りしたりして倒壊する。しかし、その後残存する幹からの出芽、根からのルートサッカー(萌芽)によって速やかに



再生する場合も多い。本種の純林の林床には、非常に少数の草本植物種しか生育していない。すなわち本種が樹林化することで、他種の絶滅及び河畔生態系の生物多様性の生態を引き起こすと考えられる。本種が河川敷で樹林化する際には、地中の比較的浅い所に横に太い根を伸ばしてルートサッカーを多数形成し、高密度で幹が立ち上がる。こうして形成された高密度の樹林は、直接河道をふさいだり、また土砂を捕獲して河道をふさぐことで、洪水の危険性を高めてしまう。また、河川敷に生育している個体は、幹や枝に巨大で剛直な刺を無数につけているため、接触しただけで切り傷を負う。まして高密度で幹が立っている樹林の場合には怪我をする危険性が非常に高く、親水活動、釣りなど河川敷を利用した諸活動に際して、水辺へのアクセスが阻まれることとなる（石川ら 2009）。

オオブタクサ (*Ambrosia trifida* キク科 一年生草本)

北米原産で、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利用して迅速に生長し、9月下旬から10月に開花・結実する。一年草だが、発芽季節が早春（融雪期または2月）と非常に早いので生育期間が長い。河川敷など土壤含水率の比較的高い場所において、工事などによって人為的に土砂が攪乱された「攪乱地」や、植生が一時的に消失した日当たりの良い立地である「裸地」において、最も良く生育すると考えられる（石川ら 2009）。オオブタクサの種子は大きく、大きな種子はいったん地に落ちると動きにくいので分散力は小さい。オオブタクサが河川沿いに広がっているのは、増水時に種子が水で散布されるためであると考えられる。しかし堤防を越えて河原から外に出ていくのは容易なことではない。というよりは自力ではまず無理だと考えるべきであろう。しかし、オオブタクサの土壤シードバンクを含んだ土がヒトによって運ばれれば、堤防を越えるどころか、どのような長距離であろうと、いとも簡単に移動することができる。オオブタクサは、本来は川の氾濫原の植物である。シッケルスとシンプソンが原産地である北アメリカの東部、デラウェア川河口付近で行った移植実験からは、オオブタクサは潮汐の影響でしばしば冠水する氾濫原のなかでも、土手や河畔林の林縁など比較的水はけのよい場所を生育場所として好む植物であることが示された。水はけのよいそれらの場所に芽生えが移植されると、極めて旺盛に生長することができるが、河道近くや冠水時間の長い過湿地では死亡率が高く、また生長も振るわないという実験結果が得られている（鷲谷 1996）。

キショウブ (*Iris pseudacorus* アヤメ科 多年生植物)

ヨーロッパから西アジア原産で、日本には 1987 年ごろに観賞用として導入された。

その後、ビオトープに植栽されたり水質浄化などのために栽培されることも多く、現在では全国的に分布している。主として日当たりが良く底が泥質の池沼や平地の河川の流れが緩やかな場所、水田の周辺などに生育するが、畑地に群生することもある。春から夏にかけて花茎を出して、数個の黄色い一日花をつけて多数の種子を生産し繁殖する。また横にはう根茎が分岐して出芽し、高密度個体群を形成する。鮮やかな黄色の花が好まれるため、いったん定着すると外来植物としての影響が理解されずに、周辺住民に保護される場合も多い。しかし、本種は高密度個体群を形成することから、水辺の在来植物種を日陰にして、発芽と生長を阻害し駆逐するおそれが高いと考えられる。また、本種は水路において高密度個体群を形成して、水流を妨害するおそれもある（石川ら 2009）。

#### シナダレスズメガヤ (*Eragrostis curvula* イネ科 多年生草本)

南アフリカ原産で、現在では世界的に分布している。河川敷や道端といった強光下でよく生育する。村中・鷺谷 (2001;2003) により、本種が河川敷においてしばしば巨大な超高密度個体群を形成し、これが砂を捕獲して微地形を改変する事が明らかにされている (石川ら 2009)。原産地ではやや湿った砂質土壌の森林の伐採跡地やギャップなどに分布するものの耐乾性が高く、むしろ過湿土壌では生育が悪い。また、野火に対する耐性が高い。生産された種子(果実)には冠毛がなく、十分な水分があれば秋もしくは春に発芽する。オーストラリアではすでに強害雑草として認識されており、他にもイギリス、北アフリカ、温帯・熱帯アジア、ニュージーランド、熱帯アメリカ、太平洋諸島などのさまざまな地域に侵入し問題となっている (村中 2010)。シナダレスズメガヤは、その旺盛な繁殖力で河川空間を占有し生物多様性を減じるだけでなく、洪水時には株背後に多量の土砂を堆積させる (八木澤・田中 2006)。最近の河原でのシナダレスズメガヤの分布拡大は、本種が砂や水の移動に対する耐性を持つことに加え、洪水時の砂の堆積がその生育適地を増加させていることが原因と考えられている (村中・鷺谷 2003)。

#### キシユウスズメノヒエ (*Paspalum distichum* var. *distichum* イネ科 多年生草本)

北アメリカ原産で、日当たりのよい水田、湿地など及びその周辺に生育し、特に土壌が肥沃な立地では巨大個体群を形成する。そうになると茎がマット状に広がり、地面や水面を広く覆い、他の植物を日陰にして衰退させる。巨大個体群になると用水路をふさぐほどの密度と量になる。湿地や河川敷への侵入・拡大が進行中であることから、水域・水辺を生育地とする絶滅危惧種・希少種を数多く産する群馬県においては、特に悪影響が大きいと考えられる (石川ら 2009)。

### 3. 県内危険外来種

ニワウルシ(*Ailanthus altissima* ニガキ科 落葉小低木)

中国原産で、日当たりのよい場所を好み、平野や丘陵地の河畔や築堤、道端、丘陵の林縁や耕作放棄地に生育する。野外で分布が拡大し始めた当初は主として暖地で拡大していたが、近年は長野県松本市などの寒冷地においても至る所で見られるようになった。果実は大型だが扁平で翼状の付属物があるため、風によって良く散布される。ハリエンジュと同様に、横に伸びる根から出芽して増殖するルートサッカーを多数出すので、しばしば帯状の密林を形成する。種子の生産量はそれほど多くないが、いったん定着するとルートサッカーによって速やかに個体数を増やし、密林上の個体群を形成する。このため、在来植物を日陰にして、その発芽と生長に悪影響を及ぼすおそれがある（石川ら 2009）。

イケノミズハコベ(*Callitriche stagnalis* アワゴケ科 多年草)

ヨーロッパ原産で、水田や用水路、小規模河川に分布する。茎が無数に分岐し、しばしば何重にも水面を被覆するまでに繁茂する。茎から容易に発根し、ちぎれた茎も発根して増殖する。春から初夏にかけて開花し、種子によっても繁殖する。水面を厚く被うため、水生の在来植物を日陰にして、その発芽と生育に悪影響を及ぼすおそれがある。水際の湿地においても、葉の小さな陸生型となって生育することが可能で、湿地性の在来植物に対しても同様の悪影響を及ぼすおそれがある（石川ら 2009）。

ヒメモロコシ(*Sorghum halepense* f. *muticum* イネ科 多年生草本)

南アフリカ原産で、道端などの強光環境下で旺盛に生育する。草丈は2mに達し、分株と地下茎からの出芽で良く増えて超高密度個体群を形成する。また、種子発芽率が10℃で約70%、17℃~30℃でほぼ100%と非常に高い。強光環境下において在来植物種を日陰にして、その発芽と生育に悪影響を及ぼすおそれがある（石川ら 2009）。

### 外来種の法的規制と 課題・対策

#### ●外来生物法(特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律)

この法律の目的は、特定外来生物による生態系、人の生命・身体、農林水産業への被害を防止し、生物の多様性の確保、人の生命・身体の保護、農林水産業の健全な発展に寄与することを通じて、国民生活の安定向上に資することである。そのために、問題を引き起こす海外起源の外来生物を特定外来生物として指定し、その飼養、栽培、保管、

運搬、輸入といった取扱いを規制し、特定外来生物の防除等を行うこととしている。特定外来生物は、生きているものに限られ、個体だけではなく、卵、種子、器官なども含まれ、外来生物（海外起源の外来種）であって、生態系、人の生命・身体、農林水産業へ被害を及ぼすもの、又は及ぼすおそれがあるものの中から指定される。特定外来生物とは別に、生態系、人の生命・身体、農林水産業へ被害を及ぼす疑いがあるか、実態がよく分かっていない海外起源の外来生物は未判定外来生物に指定され、輸入する場合は事前に主務大臣に対して届け出る必要が生じる。特定外来生物に指定されたものについては、飼育、栽培、保管及び運搬することや輸入することが原則禁止される。また、野外へ放つ、植える及びまくこと、譲渡、引渡し、販売などをすることが禁止される。これらに違反した場合には、非常に重い罰則が課せられる。

#### ● 要注意外来生物リスト

外来生物法の規制対象となる特定外来生物や未判定外来生物とは異なり、外来生物法に基づく飼養等の規制が課されるものではないが、これらの外来生物が生態系に悪影響を及ぼしうることから、利用に関わる個人や事業者等に対し、適切な取扱いについて理解と協力を求めるものである。また、被害に係る科学的な知見や情報が不足しているものも多く、専門家等の関係者による知見等の集積や提供を期待するものである。これらの外来生物は、その特性から大きく以下の4つのカテゴリーに区分されている。

##### (1) 被害に係る一定の知見があり、引き続き指定の適否について検討する外来生物

専門家会合等において、生態系等に対する被害があるかそのおそれがあるとされ、指定に伴う大量遺棄のおそれなどの生物ごとの様々な課題があることから、現時点で外来生物法に基づく特定外来生物等の指定対象となっていないもの。今後も特定外来生物の指定の適否について検討することとしている。現在 16 種類の外来生物が選定されている。

##### (2) 被害に係る知見が不足しており、引き続き情報の集積に努める外来生物

専門家会合等においても生態系等に対する被害のおそれ等が指摘されているが、文献等の被害に関する科学的な知見が不足しているもの。引き続き情報の集積に努め、その状況を踏まえて指定の必要性について引き続き検討するとともに、利用に当たっての注意を呼びかけていく必要があるとされた外来生物。現在 116 種類の外来生物が選定されている。

##### (3) 選定の対象とならないが注意喚起が必要な外来生物（他法令の規制対象種）

他法令による規制があることから、外来生物法に基づく特定外来生物や未判定外来生物の選定の対象とはならないが、特に利用に当たっての注意喚起が必要な外来生物。現在植物防疫法の規制対象となっている 4 種の外来生物が選定されている。

#### (4) 別途総合的な取組みを進める外来生物（緑化植物）

緑化に用いられる外来植物は、災害防止のための法面緑化など様々な場で用いられることから、被害の発生構造の把握と併せて代替的な植物の入手可能性や代替的な緑化手法の検討等を含めて環境省、農林水産省及び国土交通省の 3 省が連携して総合的な取組みについて検討をすすめることとしている。現在文献等で被害に係る指摘がある緑化植物として 12 種類の緑化植物が選定されている（環境省 自然環境局 外来生物法 WEB ページ）。

日本には、現在2000種を超える外来種がすでに定着していると推測されている。それは絶滅危惧種の数と定着した外来種の数ほぼ同じであることを意味する。これを受け、日本でもようやく外来生物が生物多様性に及ぼす影響への関心が高まり、それを防止するための法制度の整備が始まろうとしている。すでに不可逆的な変化を生態系にもたらしつつある外来種も少なくないため、有効な制度や取り組みが緊急に求められている。2004年には、「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律(外来種対策法)」が成立した。この法律を、外来種の生物多様性や生態系への影響の防止、軽減、回復を通じた生態系の再生に活かすには、運用の基本的な方針や特定外来種の指定など、科学的な視点を重視して検討すべき課題が多く残されている（鷲谷ら 2005）。

また、現在の日本には、ある植物が国内に存在するか否かを調べられるデータベースはない。これは、新たな種の導入に関して、基本的には何の規制もないためであるが、外来種の管理を考える上では必要不可欠な情報である。データベースに最低限必要な項目としては、在来種か外来種か、外来種であれば野外での確認例があるかである。既存の種について情報の収集と整理を一刻も早く行い、新たに入ってくる種に備える必要がある。有害な化学物質については、企業には環境中への排出量を行政機関に届ける義務がある。このような制度ができてまだ10年ほどしか経っていないのだから、外来植物についても取り扱う外来植物の種類や量を記録し、行政機関に届け出る仕組みの制定も夢物語ではないだろう。そのためにも、外来雑草問題に取り組む者は、一般の関心を高め外来植物への監視に同意が得られるよう努力すべきであろう。非意図的な持ち込みや、野外での定着確認は、調査に人手がかかる。非意図的に導入される植物の監視体制の実

現は今すぐには難しいかもしれないが、幸いなことに日本には植物愛好家が大勢おり、昨今のインターネットを介しての情報収集技術の進歩は目覚ましい。市民ボランティアの能力を十分に活用できる体制を整えば、公的なデータベースに記載できるような信頼性の高い情報が得られるだろう。これらの基礎資料の整備に加えて、特定外来生物に指定されたものについては、分布情報、防除活動とその成果など防除主体にとって有効な情報を一元的に供給・収集できる双方向の情報システムが求められる（西田 2010）。

## 本研究の目的

本研究では、河川敷で特に多く確認されているオオブタクサ、キシユウスズメノヒエ、シナダレズズメガヤの3種類の外来植物をモデル植物として用いて、温度条件・光条件を操作して発芽実験、栽培実験を行い、生長解析を行うことによって、これらの外来植物の発芽・生態特性を解明して防除方法を検討する。これらの外来植物は、河川改修の後にしばしば繁茂することがある。そのため、これらの外来植物の生態的な特徴を明らかにすることで、広い意味における河川流域の自然再生のプロセスを明らかにすることを目的とする。また、絶滅危惧種にランクされる希少種も少なくない矢場川流域、渡良瀬遊水池及びその周辺地域で現地調査を行い、植物リストを作成することによって、強度人為的攪乱後の河川敷の植物相を調査し、絶滅危惧種及び外来植物の生育範囲を解明し、絶滅危惧種を外来植物の侵略から保全していくためにどのような対策を講じるべきであるかということ考察する。

## 調査・実験方法

### 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法であるので、植物種多様性の低い地域以外では見落とす種が多い。そこで、広範囲にわたる生育植物種をリストアップする植物調査を行った。各調査地域を踏査して、開花・結実している植物を中心として、目視、デジタルカメラによる撮影または採取を行い、その後植物図鑑を用いて種の同定を行った。なおこの調査方法では、踏査により視認可能な種が対象になるため、比較的量の多い植物種をピックアップすることになる。

調査日は矢場川流域の調査が 2013 年 8 月 27 日、8 月 28 日、8 月 29 日、渡良瀬遊水池の調査が 2013 年 5 月 26 日であった。

### 発芽実験

前橋(2011 年 11 月 1 日)、菅平(2010 年 10 月 11 日)、西榛名(2008 年 10 月 23 日)にて採取されたオオブタクサの種子、群馬県前橋市内グリーンドーム西側を流れる利根川の河川敷(2013 年 4 月 11 日)にて採取したシナダレスズメガヤの種子を用いて発芽実験を行った。

実験方法は、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、それぞれのシャーレに蒸留水を 20cc 注入した。その後、全てのシャーレを温度勾配型恒温器(TG-180-5L NK system)に入れて培養した。温度は、30/15°C、25/13°C、22/10°C、17/8°C、10/6°C(昼 14hr、夜 10hr、昼間の光量子密度は約  $30 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )の 5 段階とし、各温度区で 1 植物あたり 3 シャーレを培養した。実験開始後 1 ヶ月間は毎日、その後は 1-3 日おきに種子を観察し、肉眼で幼根が確認できたものを発芽種子と見なしてその数を記録し、取り除いた。また、観察微ごとに蒸留水をつぎ足し、常時湿った状態を保った。なお、オオブタクサ(前橋、菅平、西榛名)については発芽実験開始前の 4 月 11 日-5 月 16 日までの 35 日間、冷湿処理を施した。発芽の温度依存性実験のスケジュールを表 1 に示す。

### 栽培実験

前述の発芽実験で発芽した実生をゴールドエンピートバン(サカタのタネ)に移植し、植物育成棚(白熱球を用いて 140L/10D の日長で昼の光量子密度を約  $380-400 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  とし、室温 25°C に調節した)内で約 1-2 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、プラスチック製苗ポット（約 95mL 容量）に植栽した。用土は黒土を用いた。その後、これらを用いて光環境を調節した栽培実験を行った。栽培スケジュールを表 2 に示す。ただし、オオブタクサ（西榛名）については、種子の発芽率が悪く、栽培実験は行わなかった。また、キシウスズメノヒエは発芽実験を行わず、2013 年 5 月 1 日に伊勢崎市男井戸川で採取したものを群馬大学荒牧キャンパス内で培養し、実験に使用した。

### 初期サンプリング

初期サンプリングに際しては、前述のプラスチック製苗ポット（約 95mL 容量）に植栽した苗の見かけのサイズが大きい順に並べ、これを順番に等区分して、区分ごとにサイズ分布と個体数がおおむね同等になるようにした。このうち 1 区分を初期サンプルとして採取し、残りの区分をそれぞれの処理区に供した。

サンプリングした苗は個体ごとに根・茎・葉に分けて紙袋に入れ、送風定温乾燥機（FC-610, ADVANTEC・DRS620DA, ADVANTEC）に入れて 1 週間 80°C で乾燥させた後、電子式上皿天秤（BJ210S Sartorius）で乾燥重量を測定した。

キシウスズメノヒエのみ、初期サンプル段階では葉と茎の測定のみとなっている。

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 113.03 cm<sup>2</sup> あたり 1607285 ドットとした。

### 光強度を調節した栽培実験

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圃場に設けた。これらの処理区に苗ポットまたはバケツを配置して、オオブタクサ、キシウスズメノヒエ、シナダレスズメガヤをそれぞれ約 2 ヶ月栽培した。栽培中は、前述と同様の灌水管理を行った。

### 気温を調節した栽培実験

また、群馬大学荒牧キャンパス内に農業用ビニール温室（サイズはおよそ 370×160×260[cm]）を設置し、中の気温を調節して、外気温と比べて 3°C 上昇区とし、オオブタクサ、キシウスズメノヒエ、シナダレスズメガヤをそれぞれ約 2 ヶ月栽培した。栽培中は、前述と同様の灌水管理を行った。



## 生長解析

生長解析の各パラメータは、以下の式を用いて算出した。

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

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

TW1 : 初期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 (m<sup>2</sup>)

LA2 : 初期または当月における個体の葉面積 (m<sup>2</sup>)

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 (m<sup>2</sup>)

LA2 : 最終または次月における個体の葉面積 (m<sup>2</sup>)

・ 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 (m<sup>2</sup>)

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）

・茎重比（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茎乾燥重量（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。

## 調査地概要

### 渡良瀬遊水池

渡良瀬遊水池は面積 33 平方キロメートルという日本で 6 番目、本州では 1 番目に大きな湿地帯である。渡良瀬川・思川・巴波川の流量を調整し、洪水を防ぐことを目的としている(板倉町ホームページ参照)が、実際には足尾鉍毒事件で下流に流出した水や土壌に含まれている鉍毒を沈殿させることも目的とされていたようである(澤口 2000)。その足尾地域と関連して、2000 年から「わたらせ未来プロジェクト」と称する渡良瀬川流域を対象とした自然再生事業が行われ、足尾地域の自然再生活動に渡良瀬遊水池で採取したヨシを利用するなどさまざまな試みがなされている(飯島 2003)。本研究では、渡良瀬遊水池の群馬県側およびその周辺において植物相調査を行った。

### 矢場川

矢場川(やばがわ)は、栃木・群馬両県境付近を流れる利根川水系渡良瀬川支流の一級河川である。太田市市場町字八幡林を源に発し、上流は足利市を流れる。その後は栃木・群馬両県境を流れ 邑楽町大字藤川付近で藤川を、館林市木戸町付近で多々良川を併せ、同市下早川田町付近で渡良瀬川に合流する。

矢場川の流域は、渡良瀬川、渡良瀬遊水池、利根川、谷田川、及びその周辺に位置する池沼群からなる「板倉ウエットランド地域」へと繋がる。これら群馬県南東部に位置するウエットランド地域は、河川蛇行域の氾濫原が発達した地域で、自然堤防に挟まれた後背湿地や河跡湖がみられる。群馬の水郷地帯とも呼ばれ、県内で最も低い標高 10m から 20m の低地帯である。そのため、浸水被害対策の排水施設が各地に存在し、沖積低地、あるいは洪積台地の浸食谷に出来たウエットランドが集中する県内唯一の地域である。ウエットランドは生物相の豊かさ、高い生産能力、そして健全な地球環境維持のための重要な生態的役割を有し、森林や海洋と並ぶ重要な環境の一つであるといえる(青木 2009)。本地域では、数多くの湿地性植物が見られ、その宝庫となっており、絶滅危惧種にランクされる希少種も少なくない(板倉町教育委員会 2005)。こうしたことから 2011 年、板倉町は関東で初めて、国選定の重要文化的景観「利根川・渡良瀬川合流域の水場景観」に選定された。このなかに重要な構成要素が 67 カ所挙げられているが、それらの多くが利根川、谷田川、渡良瀬川などの河川とその堤防、ため池である(板倉町教育委員会 2011)。

「板倉ウエットランド地域」は 2009 年に群馬県自然環境課・自然環境調査研究会に

よる調査が行われ、池沼群からオニバス、ミズアオイ、サンショウモ、オオトリゲモなど多数の絶滅危惧種が発見された地域であり（青木 2009）、継続的なモニタリングが必要である地域の一つである。

このような豊かな生物多様性を有するウエットランドに繋がる 矢場川は、国土交通省渡良瀬河川工事事務所の所管で、「河川緑の国勢調査」の対象とされてきた。2008年および 2009年に同調査が行われ、複数の水生および水辺の絶滅危惧植物の生育が確認されている。本年2013年は、同調査を再び行うこととなったので、これに同行し植物相調査を行った。

河川管理は、利水・治水と、自然環境の保全という、いわば諸刃の剣の性質を有している。矢場川についても、一部流路の比が高くなり、またハリエンジュ・ヤマグワ・ハンノキなどの樹林化が進んだため、河床面の掘り下げと樹林の伐採を行うこととなった。2013年4月から6月にかけて、多々良川合流点より約200m上流において、およそ300mの河床面が掘り下げられ、樹林の伐採が行われた。このような比較的規模の大きな河川改修行われた後には、残存する土壌中の土壌シードバンク、および残存根茎から植物が再生してくることが期待される。しかし単純に表土を除去し、土木工事用重機で蹂躪してしまうと、その跡にはしばしばオオブタクサやシナダレスズメガヤといった外来植物が繁茂することとなる。そこで渡良瀬河川工事事務所と協議し、河川改修前の表土を保存し、改修後新に形成された河床面および段丘上に撒いてもらうことにした。また、本地点に生育するハンノキ林は、この地域の生物多様性の保全上極めて重要な位置にあると考えられたため、成木を切らずに残してもらうこととした。

本研究では、以上のように残されたハンノキ林、および新たに造成されたが、そこにもともとあった表土を撒いた場所において、2013年8月に植物相調査を行った。この調査は、今後中期的に続く、広い意味での自然再生のプロセスを明らかにするための、第1年目の調査と位置づけられる。

## 結果・考察

### 植物相調査の結果

#### ・渡良瀬遊水池

2013年5月26日の調査により、外来種が7種、在来種が28種確認された。また、11種の絶滅危惧種が確認された。確認した植物のリストを表3に示す。

渡良瀬遊水池・西部では、  
、ミゾコウジュ、ノカラマツといった希少な絶滅危惧種の生育を確認することができた。こうしたことから、これまでの自然再生事業が成功しつつあると考えられる。しかし、それらの直近にはオオブタクサ、ネズミムギ、ヒメモロコシといった外来植物が繁茂しており、特にオオブタクサは狭い範囲に密集して群生している地点が多々確認された。絶滅危惧種を保全するためにも、こうした外来植物の駆除を早急に行う必要があると考える。

朝日乃池では、ミゾコウジュ、コギシギシ、カワヂシャといった絶滅危惧種が数多く確認することができた。特にミゾコウジュは、群生している地点も確認することができた。しかし、ここにも何種類かの外来植物の生育が確認された。まだ、それほど数は多くないが、これ以上数を増やさないように対策を行い、絶滅危惧種の保全を行っていく必要がある。

#### ・矢場川流域

河川改修を行い、生物多様性保全の対策を行ってから、初めての第1年目の調査が2013年8月27日、28日、29日の3日間行われた。この3日間の調査で、外来種が29種、在来種が104種確認され、11種の絶滅危惧種を確認した。かなり多くの在来種を確認することができたが、オオブタクサやヒメモロコシといった外来植物が絶滅危惧種の近くに群生している地点が多くあった。また、アレチウリも数多く確認された。確認した植物のリストを表4に示す。

今回の調査では、水田・湿地性植物、道ばた・畑・空き地・河川に生育する雑草などを数多く確認した。その中には、イチョウウキゴケやフジバカマ、ササバモ、ナガレコウホネ、ナガエミクリ、チスジノリといった貴重な種もあった。こういった絶滅危惧種を外来植物の侵略から守るためにも、早急な対策及び継続的なモニタリング調査が必要になると考える。

### 発芽の温度依存性実験結果

それぞれ3種の外来植物の発芽の温度依存性実験の結果を表5に示す。

#### ・オオブタクサ

本研究では、標高の異なる3地点(前橋:150m、西榛名800m、菅平:1500m)で採取した種子を用いて発芽実験を行った。また、発芽実験開始前に約1カ月の冷湿処理を行った。これはオオブタクサの種子休眠の解除のために、1カ月程度の冷湿処理が必要であるためである(荒木 2011)。

前橋で採取した種子の最終発芽率は 30/15°Cで 20.0%、25/13°Cで 28.7%、22/10°Cで 53.3%、17/8°Cで 57.3%、10/6°Cで 54.7%となった。

西榛名で採取した種子の最終発芽率は 30/15°Cで 1.3%、25/13°Cで 1.3%、22/10°Cで 4.7%、17/8°Cで 3.3%、10/6°Cで 3.3%となった。遠山(2011)も同様の実験を行っているが、その結果と比べると、西榛名の発芽率は低い値となっている。これは種子の劣化により、発芽能力が低下していたと考えられる。

菅平で採取した種子の最終発芽率は 30/15°Cで 15.0%、25/13°Cで 19.2%、22/10°Cで 19.3%、17/8°Cで 35.8%、10/6°Cで 33.1%となった。

過去の研究結果においても、本種は 10/6°C-22/10°Cの広い温度で高い発芽率となるが、これらより高温下では発芽率が低くなるということが示されている(河毛 2011)。以上のことから、オオブタクサの種子休眠の解除には1カ月以上の冷湿期間が必要であり、比較的低い温度区が発芽最適温度域であると推察される。こうした特性を持つため、本種は早春に先駆けて発芽することができ、明るい生育環境と長い生育期間を得ることで巨大な草体に生長することができるものと考えられる。また、17°C以下の低温で良く発芽しているため、本種は土壌シードバンクを形成するものと考えられる。

また、オオブタクサは低い温度区が発芽最適温度であるため、温暖化した場合には発芽率が下がることが考えられる。しかし、今後地球の平均気温がさらに上昇していけば、オオブタクサがその環境に適応するという可能性は大いにあり得る。

#### ・シナダレスズメガヤ

最終発芽率は 30/15°Cで 71.3%、25/13°Cで 72.7%、22/10°Cで 63.3%、17/8°Cで 38.7%、10/6°Cで 6.0%となった。本種は 22/10°C-30/15°Cで極めて高い発芽率となっており、比較的高い温度区が本種の最適発芽温度となっている。このことから、将来的に地球の温暖化が進行していくと、本種の発芽率は上昇し、絶滅危惧種等の在来種の生育を脅かす存在になると考えられる。この発芽適性は、本種が南アフリカ原産であることも1つの要因であると考えられる。

また、最適発芽温度が高いことから、春から初夏にかけて発芽し、土壌シードバンクを作らないタイプの植物であると考えられる。

### 異なる光条件下・3°C上昇区で栽培した植物の生長解析

異なる光条件下、3°C上昇区で栽培した植物の生長解析の結果を表 6-表 11、図 4-図 15 に示す。

#### ・オオブタクサ(前橋産)

異なる光条件下において、オオブタクサの相対生長速度(RGR,  $\text{gg}^{-1}\text{day}^{-1}$ )は、相対光量子密度 3%区では 0.004、9%区では 0.041、13%区では 0.044、100%区では 0.051 となった。すなわち、本種は明るい環境においてよく生長するが、光のあまり当たらない暗い環境では生長が著しく悪くなることが考えられる。本種が主に道路沿いや河川敷といった明るい環境に多く分布していることは、このような特性を持つためであると推察される。

光合成活性を表す純同化率(NAR,  $\text{gm}^{-2}\text{day}^{-1}$ )は、3%区では 0.167、9%区では 1.585、13%区では 1.990、100%区では 4.827 で、相対光量子密度が高い処理区ほど値も高くなった。

各個体の乾燥重量と葉面積の比率を表す葉面積比(LAR,  $\text{m}^2\text{g}^{-1}$ )は、3%区では 0.029、9%区では 0.026、13%区では 0.023、100%区では 0.016 となり、光条件が明るい処理区ほど低い値となった。

以上の結果から、本種の RGR が光条件の明るい処理区ほど高くなった原因は、NAR が光条件の明るい処理区ほど高い値であったことであると考えられる。

各個体の葉の厚みを葉面積/重量ベースを表す SLA( $\text{m}^2\text{g}^{-1}$ )は、3%区では 0.070、9%区では 0.065、13%区では 0.061、100%区では 0.028 と相対光量子密度の高い処理区ほど低くなり、特に 100%区では著しく低い値となった。3°C上昇区では 0.034 であった。器官別重量比は、光条件の明るい処理区ほど葉の比率(LWR)が低下しており、その結果 LAR の値が光条件の明るい区ほど低くなったと考えられる。

#### ・オオブタクサ(菅平産)

異なる光条件下において、オオブタクサの相対生長速度(RGR,  $\text{gg}^{-1}\text{day}^{-1}$ )は、相対光量子密度 3%区では -0.008、9%区では 0.038、13%区では 0.046、100%区では 0.045 となった。オオブタクサ 前橋と同じく 3%条件区では著しく低い値となった。

光合成活性を表す純同化率(NAR,  $\text{gm}^{-2}\text{day}^{-1}$ )は、3%区では -0.304、9%区では 1.381、13%区では 2.044、100%区では 3.799 で、相対光量子密度が高い処理区ほど値も高くなった。

各個体の乾燥重量と葉面積の比率を表す葉面積比(LAR,  $\text{m}^2\text{g}^{-1}$ )は、3%区では 0.028、9%区では 0.028、13%区では 0.025、100%区では 0.018 となり、光条件が明るい処理区ほど低い値となった。

以上の結果から、本種の RGR が光条件の明るい処理区ほど高くなった原因は、NAR が

光条件の明るい処理区ほど高い値であったこと、LAR の変化であると考えられる。

各個体の葉の厚みを葉面積 / 重量ベースを表す SLA ( $\text{m}^2\text{g}^{-1}$ ) は、3%区では 0.070、9%区では 0.068、13%区では 0.057、100%区では 0.028 と相対光量子密度の高い処理区ほど低くなり、特に 100%区では著しく低い値となった。器官別重量比は、光条件の明るい処理区ほど葉の比率 (LWR) が低下しており、その結果 LAR の値が光条件の明るい区ほど低くなったと考えられる。

#### ・キシウスズメノヒエ

異なる光条件下において、キシウスズメノヒエの相対生長速度 (RGR,  $\text{gg}^{-1}\text{day}^{-1}$ ) は、相対光量子密度 3%区では  $-0.001$ 、9%区では 0.016、13%区では 0.021、100%区では 0.041 となった。すなわち、本種は明るい環境においてよく生長するが、光のあまり当たらない暗い環境では生長が著しく悪くなることが考えられる。このような特性から、本種が河川敷に多く分布していると考えられる。

光合成活性を表す純同化率 (NAR,  $\text{gm}^{-2}\text{day}^{-1}$ ) は、3%区では  $-0.114$ 、9%区では 1.003、13%区では 1.754、100%区では 6.205 で、相対光量子密度が高い処理区ほど値も高くなった。特に 100%区では著しく高い値となった。

各個体の乾燥重量と葉面積の比率を表す葉面積比 (LAR,  $\text{m}^2\text{g}^{-1}$ ) は、3%区では 0.015、9%区では 0.017、13%区では 0.014、100%区では 0.012 となり、各光条件区でそれほど値は変わらなかった。

以上の結果から、本種の RGR が光条件の明るい処理区ほど高くなった原因は、NAR が光条件の明るい処理区ほど高い値であったことであると考えられる。

各個体の葉の厚みを葉面積 / 重量ベースを表す SLA ( $\text{m}^2\text{g}^{-1}$ ) は、3%区では 0.054、9%区では 0.058、13%区では 0.046、100%区では 0.032 となり、特に 100%区ではより低い値となった。器官別重量比は、100%区で最も葉の比率 (LWR) が低くなっており、その結果 LAR も 100%区で最も低い値になったと考えられる。

#### ・シナダレスズメガヤ

異なる光条件下において、シナダレスズメガヤの相対生長速度 (RGR,  $\text{gg}^{-1}\text{day}^{-1}$ ) は、相対光量子密度 3%区では  $-0.002$ 、9%区では 0.004、13%区では 0.011、100%区では 0.020 となった。すなわち、本種は明るい環境においてよく生長するが、光のあまり当たらない暗い環境では生長が著しく悪くなることが考えられる。本種が主に河川敷のような明るい環境に多く分布していることは、このような特性を持つためであると推察される。

光合成活性を表す純同化率 (NAR,  $\text{gm}^{-2}\text{day}^{-1}$ ) は、3%区では  $-0.337$ 、9%区では 0.498、13%



区では 1.599、100%区では 4.783 で、相対光量子密度が高い処理区ほど値も高くなった。特に 100%区では著しく高い値となった。

各個体の乾燥重量と葉面積の比率を表す葉面積比 (LAR,  $\text{m}^2\text{g}^{-1}$ ) は、3%区では 0.006、9%区では 0.007、13%区では 0.007、100%区では 0.005 となり、各光条件区でそれほど値は変わらなかった。

以上の結果から、本種の RGR が光条件の明るい処理区ほど高くなった原因は、NAR が光条件の明るい処理区ほど高い値であったことであると考えられる。

各個体の葉の厚みを葉面積/重量ベースを表す SLA ( $\text{m}^2\text{g}^{-1}$ ) は、3%区では 0.019、9%区では 0.022、13%区では 0.021、100%区では 0.014 となり、100%区ではより低い値となった。器官別重量比は、9%区、13%区でやや大きい値となり、LAR の値と同様の傾向が見られた。

3°C上昇区で栽培した結果については、いずれの植物においても、相対生長速度(RGR)の値は100%区の結果と比べてみてもほとんど変わらず、純同化率(NAR)が低下し、葉面積比(LAR)と葉面積/重量ベース(SLA)が上昇するという結果が得られた。NARの低下を補うために、LARが上昇したものと考えられる。これらの結果を総合すると、いずれの外来植物の生長速度や個体の大きさに対しても、地球温暖化が与える影響は大きくないということが推察される。

### 栽培実験中の環境条件

栽培実験中(6月-10月)の群馬大学荒牧キャンパス内の裸地における気象状況を表12に示す。気温もほとんど平年並みとなり、植物の生長にとっておおむね適当な条件であったと考えられる。

## 結論

本研究により、オオブタクサ、キシユウスズメノヒエ、シナダレスズメガヤの3種の外来植物は定着能力が高く、他の種との生存競争を勝ち抜くような強い特性を持ち、河川敷のような明るい光環境に良く繁茂することが明らかになった。河川敷のような場所は、河川改修工事や洪水などの攪乱もあり、そのことも外来植物の繁茂の一因になっていると考えられる。

種子の発芽温度依存性実験の結果から、オオブタクサ、シナダレスズメガヤともに、高い発芽率を持ち、それぞれに異なる最適発芽温度があることが判明した。その結果から、オオブタクサは土壌シードバンクを形成し、シナダレスズメガヤは土壌シードバンクを形成しない可能性が示唆された。そのため、オオブタクサを駆除するためには、長期間にわたって除去作業を継続して行うことで駆除することができると考えられる。シナダレスズメガヤに関しては、除去作業を続けていけば、比較的短期間での駆除が可能であると考えられる。

異なる光条件下で栽培した外来植物の生長解析によって、オオブタクサ、キシユウスズメノヒエ、シナダレスズメガヤのいずれも、明るい光環境の下で良く生長することが示された。いずれの種においても、相対光量子密度が高い区ほど相対生長速度(RGR)が高くなり、その要因は光合成活性(NAR)の増加であると考えられる。このような特性から、明るい光環境である河川敷等の水辺の生態系への侵入が進んでいると推察される。また、オオブタクサは最適発芽温度が比較的低いために、早春から他の在来種に先駆けて発芽し、より早く・大きく生長し、他種を圧倒する優先種となると考えられる。

3°C上昇区での外来植物の栽培の生長解析によって、オオブタクサ、キシユウスズメノヒエ、シナダレスズメガヤのいずれの種においても、RGR(相対生長速度)等に大きな変化は見られなかった。しかし、比較的高い最適発芽温度を持つシナダレスズメガヤについては、平均気温が上がることで、発芽率が上昇し、将来的に、現在よりも在来種にとって脅威的な存在になる可能性が考えられる。

以上のように、本研究によって外来植物の強い定着能力・特性が示された。しかし、同じ外来植物というくくりであっても、その生態特性は全く異なる可能性がある。希少な在来種の多い河川敷等の水辺の生態系の多様性を保全するためにも、外来植物の生態や防除・駆除方法を個別に研究し、データを蓄積していくことが不可欠である。また、外来植物を一気に駆除するという事は困難であると考えられるため、長期的・継続的な駆除が必要となる。

## 謝辞

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

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

矢場川流域の調査におきましては、いであ株式会社・鈴木敏弘氏、国土交通省渡良瀬河川事務所・由井修二氏、町井悟氏にご協力・ご指導いただきました。

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

## 引用文献・引用 web ページ

- 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
- 田中法生(2012) 異端の植物「水草」を科学する ベレ出版
- 石川真一・清水義彦・大森威宏・増田和明・柴宮朋和(2009) 外来植物の脅威 - 群馬県における分布・生態・諸影響と防除方法 上毛新聞社 34~38 45~49
- 種生物学会(2010) 外来生物の生態学 進化する脅威と対策 文一総合出版
- 群馬県・絶滅のおそれのある野生生物 植物編(2012)
- 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
- 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
- 鷺谷いづみ(1999) 生物保全の生態学 共立出版株式会社
- 浅井康宏(1993) 緑の侵入者たち 帰化植物のはなし 朝日選書
- 八木澤順治・田中規夫(2006) シナダレスズメガヤの繁茂量の違いを考慮した土砂移動限界の変化および洪水時流失条件の評価
- 村中孝司・鷺谷いづみ(2003) 侵略的外来牧草シナダレスズメガヤ分布拡大の予測と実際
- 青木雅夫(2009) 地域の概況 板倉ウエットランド, 良好な自然環境を有する地域学術調査報告書 (X X X IV) . 群馬県 自然環境課 編 1.
- 飯島博(2003) 自然再生事業. 鷺谷いづみ+草刈秀紀編. 築地書館.
- 板倉町教育委員会 (2005) 渡良瀬遊水池と谷田川下流域の自然環境 2005. 板倉町教育委員会 編 板倉町教育委員会

板倉町教育委員会 (2011) 波紋 vol. 14. 板倉町教育委員会 編 板倉町教育委員会

澤口宏(2000) 利根川東遷 上毛新聞社

大滝末男・石戸忠 (2007) 復刻版 日本水生植物図鑑 北隆館 33、121、169、175、199、  
267、273

林弥栄(2009) 日本の野草 山と溪谷社 25、28、46、47、173、214、215、222、268、412、  
542、590

591

谷城勝弘(2007) カヤツリグサ科入門図鑑 全国農村教育協会 186、195

都丸希美(2013) 大型ビオトープとその目標となる植物相に関する生態学的研究 チ  
ノー・ビオトープを中心とした解析 群馬大学社会情報学部卒業論文

柴宮朋和(2009) 外来植物が生態系に及ぼすリスクの生態学的解析 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

遠山里希(2011) 地球温暖化が数種の外来草本植物とブナ科木本植物に及ぼす直接影  
響に関する研究 群馬大学社会情報学部卒業論文

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

環境省 自然環境局 外来生物法 <http://www.env.go.jp/nature/intro/index.html>

三河の野草 <http://mikawanoyasou.org/index.htm>

植物図鑑・獲れたてドットコム <http://www.plantsindex.com/>

野の花賛花 <http://hanamist.sakura.ne.jp/index.html>

侵入生物データベース <http://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/>

木のぬくもり・森のぬくもり <http://www.geocities.jp/greensv88/jumokuF.htm>

植物生態研究室(波田研) <http://had0.big.ous.ac.jp/index.html>

日本の水草 [http://www.yoshiwo.jp/japan\\_plants/index91.htm](http://www.yoshiwo.jp/japan_plants/index91.htm)

大阪府立環境農林水産総合研究所 <http://www.kannousuiken-osaka.or.jp/>

西宮の湿性・水生植物 <http://plants.minibird.jp/index.html>

杉並の自然学 <http://sas2005.eco.coocan.jp/index.html>

写真



写真 1. 渡良瀬遊水池・西部 (2013 年 5 月 26 日撮影)

写真 2



写真 3. 朝日乃池 (2013 年 5 月 26 日撮影)



写真 4. 朝日乃池に自生するミゾコウジュ (2013 年 5 月 26 日撮影)



写真 5. 矢場川水門 (2013 年 8 月 27 日撮影)



写真 6. 矢場川水門付近調査風景 (2013 年 8 月 27 日撮影)



写真 7. 落合橋付近 (2013 年 8 月 27 日撮影)





写真 8. 矢場川のオオブタクサ・コセンダングサ群生地 (2013 年 8 月 27 日撮影)



写真 9. 矢場川のフジバカマ自生地確認地点 (2013 年 8 月 28 日撮影)



写真 10. 矢場川のアレチウリ確認地点 (2013 年 8 月 28 日撮影)



写真 11. 上矢場川 ナガレコウホネ (2013 年 8 月 29 日撮影)



写真 12. 上矢場川アレチウリ確認地点 (2013 年 8 月 29 日撮影)

表 1. 発芽の温度依存性実験スケジュール一覧

科名	和名	学名	生活型	採取日時	採取場所	処理	実験開始日～終了日	実験期間	備考
キク科	オオブタクサ	<i>Ambrosia trifida</i>	一年草	2011年11月1日	前橋市関根町利根川河川敷	約1ヶ月(4月11日～5月16日)	2013年5月17日～7月20日	65日間	5段階の温度区で栽培
				2008年10月23日	西條名		2013年5月17日～7月20日	65日間	5段階の温度区で栽培
				2010年10月11日	長野県真田町菅平		2013年5月17日～7月20日	65日間	5段階の温度区で栽培
イネ科	キシウスズメノヒエ	<i>Paspalum distichum</i>	多年草	2013年5月1日	伊勢崎市男井戸川	×	×	×	×
イネ科	シナダレスズメノヒエ	<i>Eragrostis curvula</i>	多年草	2013年4月11日	前橋市関根町利根川河川敷	なし	2013年4月26日～6月28日	64日間	5段階の温度区で栽培

表 2. 栽培実験スケジュール

科名	和名	学名	生活型	採取日時	採取場所	植え替え日	栽培開始日	サンプリング日	備考
キク科	オオブタクサ	<i>Ambrosia trifida</i>	一年草	2011年11月1日	前橋市関根町利根川河川敷	2013年6月4日	2013年6月19日	2013年8月12日	異なる4つの光条件下、1つの異なる気温条件下で栽培
				2008年10月23日	西條名	×	×	×	×
				2010年10月11日	長野県真田町菅平	2013年6月4日	2013年6月19日	2013年8月12日	異なる4つの光条件下、1つの異なる気温条件下で栽培
イネ科	キシウスズメノヒエ	<i>Paspalum distichum</i>	多年草	2013年5月1日	伊勢崎市男井戸川	2013年6月19日	2013年6月19日	2013年8月12日	異なる4つの光条件下、1つの異なる気温条件下で栽培
				2013年4月11日	前橋市関根町利根川河川敷	2013年6月19日	2013年8月23日	2013年10月13日	異なる4つの光条件下、1つの異なる気温条件下で栽培

表3. 渡良瀬遊水池において開花・生育が確認された植物と生態的特性  
 2013年5月26日に行った調査で生育が確認できた植物種のリスト。  
 科名の前に○がある種は、その種が外来種であることを示す。

渡良瀬遊水池 西部(002~003) 2013/5/26

外来	科名	種名	学名	生活型	生育地	分布	GPS番号	備考
	シソ科	ミソコウジュ	Salvia plebeia	越年草	湿地	本州、四国、九州、沖縄	001	国準絶滅危惧
○	イネ科	ホズミムギ	Lolium multiflorum	越年草	道ばた、野原	外来植物	001	要注意外来種
	キク科	ヒレアザミ	Carduus crispus	多年草	山地	四国、九州	001	
○	タデ科	ナガバギシギシ	Rumex crispus	多年草	道ばた、荒地	外来植物	001	
	セリ科	オヤブジラミ	Torilis scabra	越年草	道ばた	本州、四国、九州、沖縄	001	
○	イネ科	カラスムギ	Avena fatua	越年草	道ばた、畑	帰化植物	001	
	イネ科	カモジグサ	Agropyron tsukushiense var. transiens	多年草	道ばた、野原	日本全土	001	
○	キク科	オオブタクサ	Ambrosia trifida	一年草	河原、荒地	外来植物	027~031	要注意外来種
	キンポウゲ科	カラマツ	Thalictrum simplex var. brevipes	多年草	草地	本州、四国、九州		国絶滅危惧I類
	トウダイグサ科	トウダイグサ	Euphorbia helioscopia	越年草	畑、道ばた	本州、四国、九州、沖縄		
	アカネ科	ハナムグラ	Galium tokyoense	多年草	湿地、河原、田畑	本州		国絶滅危惧I類
	シソ科	シロネ	Lycopus lucidus	多年草	湿地	本種、四国、九州		
	バラ科	ヘビイチゴ	Duchesnea chinysantha	多年草	高山、深山、草地	日本全土		
	トクダミ科	ハンゲシヨウ	Saururus chinensis	多年草	湿地	本州、四国、九州、沖縄		国準絶滅危惧
	ラン科	オニノヤガラ	Gastrodia elata	多年草	山野	北海道、本州、四国、九州	032	

2013/6/26

朝日乃池

科名	属名	学名	生活型	生育地	分布	GPS番号	備考
シソ科	ミソコウジュ	Salvia plebeia	越年草	湿地	本州、四国、九州、沖縄	083 084 088~042 045~060 062~085 088~084 086 088~071	国準絶滅危惧
ゴマノハグサ科	カラヂシヤ	Veronica undulata	越年草	水辺、水田	本州、四国、九州、沖縄	035 037	国準絶滅危惧
タデ科	コギンギク	Bumex nipponicus	多年草	川原、低湿地	本州(関東以西)、四国、九州		国絶滅危惧I類
○	アヤ科	キンショウア	多年草	水辺	外来植物	043	
○	カヤツリグサ科	カヤツリグサ	一年草	耕地、路傍、湿地	本州、四国、九州	044	
○	オネハコ科	シホミオネハコ	一二年草	道ばた、荒地	外来植物	061	
○	サクラソウ科	コハシコナスビ	多年草	道ばた、荒地	外来植物	087 089	

表3(続). 渡良瀬遊水池において開花・生育が確認された植物と生態的特性  
 2013年5月26日に行った調査で生育が確認できた植物種のリスト。  
 科名の前に○がある種は、その種が外来種であることを示す。

外来	科名	種名	学名	生育型	生育地	分布	GPS番号	備考
	キク科	フジバカマ	<i>Rupatorium fortunei</i>	多年草	野原	本州(関東地方以西)、四国、九州		国産絶滅危惧
	キョウチクトウ科	チョウジソウ	<i>Aconitum ellipticum</i>	多年草	水辺	北海道、本州、九州		
	キンポウゲ科	カサガサ	<i>Clematis patens</i>	多年草	山地	本州、四国、九州		
	シソ科	ミノコウジュ	<i>Salvia plebeia</i>	多年草	湿地	本州、四国、九州、沖縄		国産絶滅危惧
	スミレ科	タチスミレ	<i>Viola rostrata</i>	多年草	湿地	本州(関東地方)		国産絶滅危惧
	ミズアオイ科	ミズアオイ	<i>Monochoria korakowii</i>	一年草	水田、池沼	本州(関東地方)		
	サクラソウ科	サクラソウ	<i>Primula sieboldii</i>	多年草	山野	北海道、本州、四国、九州		
	ペンケイソウ科	タコノアシ	<i>Penthorum chinense</i>	多年草	湿地	北海道、本州、九州(奄美大島以北)		
	オトギリソウ科	トモソウ	<i>Hypochaeris ascyron</i>	多年草	山地	北海道、本州、四国、九州		
	キンポウゲ科	アサギ	<i>Hypochaeris polita</i>	多年草	池沼	本州、四国、九州		
	キンポウゲ科	ノカクマツ	<i>Thalictrum simplex</i> var. <i>brevipes</i>	多年草	草地	本州、四国、九州		絶滅危惧I類
	ラン科	シラン	<i>Bletilla striata</i>	多年草	山地、低湿場	本州		国産絶滅危惧
	カヤツリグサ科	ニコシガヤ	<i>Carex neurocarpa</i>	多年草	草地、低湿場	本州		絶滅危惧I類
	タデ科	ノダイオウ	<i>Rumex longifolius</i>	多年草	山地、河原、草原、湿地	北海道、本州		
	コマノハグサ科	カラヂシヤ	<i>Veronica undulata</i>	多年草	水田、水田	本州(中部地方以西)、四国、九州、沖縄		国産絶滅危惧
	コマノハグサ科	オキアブナ	<i>Gratiola japonica</i>	一年草	湿地	本州、四国、九州		絶滅危惧I類

表 4. 矢場川流域において開花・生育が確認された植物と生態的特性

2013年8月27日、8月28日、8月29日の3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	科名	種名	学名	生活型	生育地	分布	GPS番号	備考
	ウラボシ科	コキリシユク	<i>Actinostemma lobatum</i>	一年草	水辺、河岸	本州、四国、九州		
○	キク科	コセンシツクサ	<i>Bidens pilosa</i> L. var. <i>pilosa</i>	一年草	林縁	本州、四国、九州		
	アカザ科	シロヤ	<i>Chenopodium album</i>	一年草	河原、荒地	本州、四国、九州		
○	アカハタ科	チヨウシヤクサ	<i>Ludwigia epilobioides</i>	一年草	道ばた、荒地	北海道、本州、四国、九州		
	マメ科	クサ	<i>Pueraria lobata</i>	多年草	水田、休耕地、用水路	日本全土		
	イネ科	チガヤ	<i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i>	多年草	池、草場、河口	日本全土		
	ブドウ科	ヤブガラシ	<i>Cayratia japonica</i>	多年草	道ばた、林縁、荒地	北海道(南西部)、本州、四国、九州		
○	ヒユ科	ヒメモロコシ	<i>Sorghum halepense</i> Pers. f. <i>mitis</i> Hubb	多年草	道ばた、荒地	本州、四国、九州		
	ヒユ科	ヒナタイノコソウ	<i>Achyranthes bidentata</i> var. <i>tomentosa</i>	多年草	道ばた、林縁、荒地	本州、四国、九州		
	マメ科	アカツメクサ	<i>Trifolium pratense</i>	多年草	野原、畑	日本全土		
○	トウダイグサ科	ニコシキソク	<i>Chamaejasme maculata</i>	一年草	畑、荒地	本州、四国、九州		
○	キク科	セイタカアワダチソク	<i>Solidago altissima</i>	多年草	荒地	本州、四国、九州		
	ガガイモ科	カガイモ	<i>Metaplexis japonica</i>	多年草	野原	北海道、本州、四国、九州		
○	アカハタ科	アレチマツヨイグサ	<i>Oenothera parviflora</i> L.	多年草	路傍、荒地	本州、四国、九州		
○	キク科	ヒメムカシヨモギ	<i>Erigeron canadensis</i>	一年草	河原、荒地	日本全土		
○	クワ科	カナムグラ	<i>Humulus scandens</i>	一年草	河原、荒地	本州、四国、九州		
○	キク科	オオアザクラ	<i>Ambrosia trifida</i>	一年草	河原	本州、四国、九州		
	イネ科	オキ	<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	多年草	河川敷	本州(中部地方以南)		
○	マメ科	ハリエンジュ	<i>Robinia pseudoacacia</i>	落葉高木	山際	本州、四国、九州		
	クワ科	カシノキ	<i>Broussonetia papyrifera</i>	落葉高木	河原、道ばた	本州、四国、九州		
○	ネナシカズラ科	アメリカネナシカズラ	<i>Quercus coccinea</i>	一年草	野原、道ばた	本州、四国、九州	002	
	キツネノマゴ科	キンノマゴ	<i>Jurattia procumbens</i> var. <i>procumbens</i>	一年草	荒地、河原	本州、四国、九州		
	マメ科	ホムノキ	<i>Albizia julibrissin</i>	落葉高木	低山、林縁	北海道(南西部)、本州(中部以北)		
	イネ科	アズマネギサ	<i>Pletholaelus chinensis</i>	多年草	山際、林縁	本州、四国、九州		
	クワ科	クワ	<i>Morus bombycis</i>	落葉高木	山際	本州、四国、九州		
	ウラボシ科	スズメウラボシ	<i>Neochloa japonica</i>	一年草	草地、水辺	本州、四国、九州		
	ウラボシ科	カラスウラボシ	<i>Trichosanthes cucumeroides</i>	多年草	雑木林、竹やぶ	本州、四国、九州		
	クマツヅク科	クマツヅク	<i>Clerodendrum trichocommum</i>	落葉高木	河原、林縁、川岸	本州、四国、九州		
	ウルシ科	ウルシ	<i>Rhus javanica</i>	落葉高木	道ばた、空き地	北海道、本州、四国、九州		
	イネ科	ヨシ	<i>Phragmites communis</i>	多年草	湖岸、河川	日本全土		
	イネ科	ノグサ	<i>Wisteria floribunda</i>	落葉高木	山際	日本全土		
	マメ科	メハジキ	<i>Leucaena sibirica</i>	落葉高木	河川	本州、四国、九州		
	シソ科	シソ	<i>Tripterygium regelii</i>	一年草	道ばた、荒地	本州、四国、九州		
	ニシキギ科	クワ		落葉性低木	山地	本州、四国、九州		カイコノ原

表 4 (続). 矢場川流域において開花・生育が確認された植物と生態的特性  
 2013年8月27日、8月28日、8月29日の3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	科名	種名	学名	生活型	生育地	分布	GPS番号	備考
	スミレン科	ナガレコホネ	<i>Nepeta × flammula</i> Shizu & Kadono	多年草	池沼、河川	日本全土	004	都内諸島高良工業
○	マメ科	クズ	<i>Pueraria lobata</i>	多年草	荒地	本州、四国、九州		
○	キク科	セイヨウタンポポ	<i>Bidens pilosa</i> var. <i>pilosa</i>	一年草	道ばた、河原	帰化植物		
○	アカハネ科	チヨウジタマ	<i>Solidago altissima</i>	多年草	荒地	北海道、本州、四国、九州		
	タデ科	オオイトマダ	<i>Ludwigia epilobioides</i>	一年草	水田、休耕田、用水路	北海道、本州、四国、九州		
	カヤツリグサ科	カヤツリグサ	<i>Pennisetia lanthifolia</i>	一年草	道ばた、荒地	本州、四国、九州		
	ミスワラビ科	ミスワラビ	<i>Opreus microiria</i>	一年草	幹根、路傍、湿地	本州(東北地方の南部以西)、四国、九州、沖縄		
○	ゴマノハダ科	アメリカアゼナ	<i>Lindernia dubia</i> subsp. <i>major</i>	一年草	水田、池沼	帰化植物		
	キク科	タマカサブロウ	<i>Eclipta thermalis</i>	一年草	水田、湿地	北海道、本州、四国、九州		
	ゴマノハダ科	アゼナ	<i>Lindernia procumbens</i>	一年草	水田、休耕田、湿地	日本全土		
	カヤツリグサ科	タマカサツリ	<i>Opreus difformis</i> L.	一年草	水田、水田	日本全土		
	ゴマノハダ科	カワラサヤ	<i>Veronica undulata</i>	越年草	水田、湿地	本州(中部地方以西)、四国、九州、沖縄		
	タデ科	イシネカリ	<i>Pericaria perfoliata</i>	一年草	河原、道ばた	北海道、本州、四国、九州		
	ウリ科	スズナワリ	<i>Neochandra japonica</i>	一年草	河原、荒地	本州、四国、九州		
○	クワ科	カナムグラ	<i>Humulus scandens</i>	一年草	水田、道ばた	日本全土		
	イネ科	ヨシ	<i>Phragmites communis</i>	多年草	湖岸、河川	日本全土		
	キンギョ科	センニンソウ	<i>Clematis terniflora</i>	多年草	道ばた、林縁	北海道、本州、四国、九州		
	ウルシ科	ハゼノキ	<i>Rhus succedanea</i>	つる性半灌木	山地	本州、四国、九州		
	トウダイグサ科	アガメグシ	<i>Mallotus japonicus</i>	雑草灌木	灌叢、山地	本州、四国、九州、沖縄		
	バラ科	ノイバラ	<i>Rosa multiflora</i>	雑草低木	原野、河原、道ばた	北海道(南西部)、本州、四国、九州		
	イネ科	ホシ	<i>Miscanthus sinensis</i>	多年草	原野、河原	日本全土		
	ブドウ科	ヤブガラシ	<i>Cayratia japonica</i>	多年草	道ばた、林縁、荒地	北海道(南西部)、本州、四国、九州		
	フナ科	クヌギ	<i>Quercus serrata</i>	雑草灌木	山地	本州、四国、九州		
	ガガイモ科	ガガイモ	<i>Metaplexis japonica</i>	多年草	原野	本州、四国、九州		
	キク科	ヨモギ	<i>Artemisia indica</i> var. <i>maximowiczii</i>	多年草	灌叢、荒地	日本全土	005	
○	キク科	オカバタ	<i>Ambrosia trifida</i>	一年草	河原、荒地	帰化植物	006	
○	キク科	セイヨウタンポポ	<i>Solidago altissima</i>	多年草	荒地	帰化植物	007	
	マメ科	ホムノキ	<i>Albizia julibrissin</i>	雑草灌木	荒地、河原	本州、四国、九州	008	
	イネ科	アズマヤナヒ	<i>Pleurotus chinensis</i>	多年草	庭山、林縁	北海道(南西部)、本州(中部以北)	009	
○	イネ科	ヒメモロコシ	<i>Sorghum halepense</i> Pers. f. <i>mitis</i> Hubb	多年草	道ばた、荒地	帰化植物	010	
○	ウリ科	アレチウリ	<i>Sicyos angulatus</i>	一年草	河原、湖岸、庭縁	帰化植物		帰化植物
	サクラソウ科	イヌマツリノオ	<i>Lysimachia x piliphora</i>	多年草	水田、湿地	本州(中部以北)		帰化植物



表 4(続). 矢場川流域において開花・生育が確認された植物と生態的特性  
 2013年8月27日、8月28日、8月29日の3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	科名	種名	学名	生活型	生育地	分布	GPS番号	備考
	ミズワラビ科	ミズワラビ	<i>Cerastotis thalictroides</i>	一年草	水田、溝沼	本州(東北地方の南部以西)、四国、九州、沖縄		
	ブナ科	クヌギ	<i>Quercus acutissima</i>	雑草樹木	山地	本州、四国、九州、沖縄		
	ガガイモ科	ガガイモ	<i>Metopoxis japonica</i>	多年草	河原	北海道、本州、四国、九州		
	オモミカ科	オモミカ	<i>Sagittaria trifolia</i>	多年草	水田、沼、灌叢	北海道、本州、四国、九州		
	クワ科	クワ	<i>Morus bombycis</i>	雑草樹木	山際	本州、四国、九州		
	トウダイグサ科	アカメダシワ	<i>Millettis japonica</i>	雑草樹木	灌叢、山際	本州、四国、九州、沖縄		
	キンギョク科	センニンソウ	<i>Clematis tenuiflora</i>	つる性半常木	道ばた、林縁	北海道、本州、四国、九州		
○	キク科	ヒメシロバナ	<i>Bidens pilosa</i> L. var. <i>pilosa</i>	一年草	河原、荒地	雑化植物		
○	イネ科	ヒメシロバナ	<i>Sorghum halepense</i> Pers. f. <i>miticum</i> Hubb	一年草	道ばた、荒地	雑化植物		
○	ヒユ科	アオビユ	<i>Amaranthus viridis</i> L.	一年草	畑、道ばた	雑化植物		
	ミズアオイ科	ウツギ	<i>Nymphoides pinnatifida</i>	一年草	水田	本州、四国、九州		
	ウラボシ科	フシムスビ	<i>Neochlamis bebbiana</i>	多年草	荒地、水辺	本州、四国、九州		
	ハナコソウ科	ヨモギ	<i>Samolus officinalis</i>	多年草	草場	日本全土		
	キク科	オオバコ	<i>Artemisia indica</i> var. <i>maximowiczii</i>	一年草	畑、草場	日本全土		
○	スイカズラ科	ヤマモミ	<i>Viburnum sibiricum</i>	雑草樹木	低地、丘陵地	雑化植物	011	
	クワ科	ヤマモミ	<i>Morus australis</i>	雑草樹木	山地	本州、四国、九州		
	ブドウ科	ヤマモミ	<i>Cayratia japonica</i>	多年草	道ばた、林縁、荒地	本州、四国、九州		
○	ヒユ科	ヒメシロバナ	<i>Achyranthes bidentata</i> var. <i>tomentos</i>	一年草	原野、灌叢	北海道(南西部)、本州、四国、九州		
	ウラボシ科	ノモンヅク	<i>Aster ageratoides</i> ssp. <i>ovatus</i>	多年草	河原、湖岸、花菜畑	本州、四国、九州		
	キク科	ノモンヅク		多年草	山際	本州、四国、九州		

外来	科名	種名	学名	生活型	生育地	分布	GPS番号	備考
	イネ科	ヒメシロバナ	<i>Sorghum halepense</i> Pers. f. <i>miticum</i> Hubb	多年草	道ばた、荒地	雑化植物		
○	キク科	クヌギ	<i>Rhizophora suberosa</i>	多年草	河川敷、草場	雑化植物		要注外来生物
○	ウラボシ科	アオバコ	<i>Sicyos angulatus</i>	一年草	河原、湖岸、花菜畑	雑化植物		特定外来生物
○	キク科	オオバコ	<i>Amorpha fruticosa</i>	一年草	河原、荒地	雑化植物		
	キク科	フジバネ	<i>Eupatorium fortunei</i>	多年草	河原	本州(東北地方以西)、四国、九州	012 013	国産絶滅危惧
○	キク科	ヒメシロバナ	<i>Bidens pilosa</i> L. var. <i>pilosa</i>	一年草	河原、荒地	雑化植物		
○	クワ科	ヤマモミ	<i>Solidago altissima</i>	多年草	荒地	雑化植物		
	クワ科	クワ	<i>Morus australis</i>	雑草樹木	山地	本州、四国、九州		
	キク科	ノモンヅク	<i>Morus bombycis</i>	雑草樹木	山際	本州、四国、九州		
	ガガイモ科	ガガイモ	<i>Aster ageratoides</i> ssp. <i>ovatus</i>	多年草	山際	本州、四国、九州		
	ブドウ科	ヤマモミ	<i>Metopoxis japonica</i>	多年草	河原	北海道、本州、四国、九州		
	カバノ木科	カバノ木	<i>Cayratia japonica</i>	多年草	道ばた、林縁、荒地	本州、四国、九州		
	クワ科	イタドリ	<i>Alnus japonica</i>	雑草樹木	山際	日本全土		
	ヒユ科	ヒメシロバナ	<i>Reynoutria japonica</i>	多年草	河原、荒地	本州、四国、九州、沖縄		カバノ木の類
○	クワ科	カナムヅク	<i>Achyranthes bidentata</i> var. <i>tomentos</i>	多年草	原野、灌叢	本州、四国、九州		
	クワ科	カナムヅク	<i>Humulus scandens</i>	一年草	河原、荒地	日本全土		

表 4 (続). 矢場川流域において開花・生育が確認された植物と生態的特性  
 2013年8月27日、8月28日、8月29日の3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	科名	種名	学名	生活型	生育地	分布	GRS番号	備考
	カバノキ科	ハンノキ	<i>Alnus japonica</i>	落葉高木	山野	日本全土	014	
	カヤツリグサ科	カヤツリグサ	<i>Cyperus microrrhiza</i>	一年草	静地、路傍、湿地	本州、四国、九州		
	ツユクサ科	ツユクサ	<i>Comolima communis</i>	一年草	畑、道ばた	日本全土		
○	アカハナ科	オノノミヤクサ	<i>Persicaria lapathifolia</i>	一年草	道ばた、荒地	北海道、本州、四国、九州		
○	キク科	オノノミヤクサ	<i>Oenothera parviflora</i> L.	多年草	河原、空き地	帰化植物		
○	イネ科	オノノミヤクサ	<i>Abronia trifida</i>	一年草	河原、荒地	帰化植物		
○	マメ科	クズ	<i>Secaria viridis</i>	一年草	荒地、畑	日本全土		
○	キク科	ハルノノダン	<i>Pueraria lobata</i>	多年草	荒地、空き地	日本全土、支那帰化植物		
	ウリ科	スズクサリ	<i>Sonchus oleraceus</i>	一年草	菜場、水辺	本州、四国、九州		
	ウルシ科	ヌルデ	<i>Neochandra japonica</i>	一年草	道ばた、空き地	日本全土		
	ミズウラボシ科	ミズウラボシ	<i>Rhus javanica</i>	落葉高木	水田、池沼	本州(東北地方の南部以西)、四国、九州、沖縄		
	マメ科	シロツメクサ	<i>Cercopteris thalictroides</i>	一年草	畑、道ばた	帰化植物		
	シソ科	ヒメシソ	<i>Trifolium repens</i>	多年草	山野、道ばた	本州、四国、九州		
	ニレ科	エノキ	<i>Mois diandra</i>	一年草	山野	本州、四国、九州		
	トウダイグサ科	アカメギシク	<i>Celtis sinensis</i>	落葉高木	海岸、山場	本州、四国、九州、沖縄		
	バラ科	ヘビイチゴ	<i>Malloca japonica</i>	多年草	高山、深山、草地	日本全土		
	クワ科	ヤマブドウ	<i>Duchesnea caryocarpa</i>	多年草	山場	本州、四国、九州		
○	キク科	コセンダングサ	<i>Morus australis</i>	一年草	河原、荒地	帰化植物		
○	カヤツリグサ科	カミギヤツリ	<i>Bidens pilosa</i> L. var. <i>pilosa</i>	一年草	畑、河原	北海道、本州、四国、九州		
○	サクラソウ科	オカトラノオ	<i>Cyperus papyrus</i>	多年草	山野	本州、四国、九州		
	ウリ科	アレチカサ	<i>Lysimachia clethroides</i>	一年草	河原、湖岸、牧草地	帰化植物		
	イネ科	イヌヒエ	<i>Sisypus angulatus</i>	一年草	水田、道端、河川敷	帰化植物		
	ヒユ科	ヒナタイノコソウ	<i>Bohnicola crur-galli</i> var. <i>caudata</i>	一年草	山野	北海道、本州、四国、九州		
	ヒユ科	メヒシバ	<i>Achyranthes bidentata</i> var. <i>tomentosa</i>	一年草	原野、道ばた	本州、四国、九州		
○	イネ科	アメリカイノコソウ	<i>Digitaria ciliaris</i>	一年草	空き地、道ばた	北海道、本州、四国、九州		
	イネ科	アズマネギサ	<i>Achyranthes bidentata</i> var. <i>japonica</i>	一年草	森林や竹林の日陰	本州、四国、九州		
	タデ科	イネシカ	<i>Petalostemum chinense</i>	多年草	高山、林床	北海道(釧路)、本州(岩手以北)		
	マメ科	ヤブツルアズキ	<i>Persicaria perfoliata</i>	一年草	河原、道ばた	本州、四国、九州		
	タデ科	イタドリ	<i>Vigna angularis</i> var. <i>nipoensis</i>	一年草	原野	本州、四国、九州		
	シソ科	ヤブタン	<i>Reynoutria japonica</i>	多年草	静地、荒地	本州、四国、九州、沖縄		
	ユリ科	ノイバラ	<i>Gleichenia hederacea</i> var. <i>grandis</i>	多年草	草地、やぶ	北海道、本州、四国、九州		
○	ナス科	アメリカイヌホオズキ	<i>Liriodendron chinense</i>	多年草	林床、林道	本州(関東地方以西)、四国、九州		
○	ヤマゴボウ科	アメリカヤマゴボウ	<i>Rosa multiflora</i>	落葉高木	原野、河原、道ばた	北海道(青森)、本州、四国、九州		
	キク科	ヨモギ	<i>Solanum americanum</i>	一年草	空き地	帰化植物		
			<i>Phytolacca americana</i>	多年草	道ばた	帰化植物		
			<i>Artamisia indica</i> var. <i>maximowiczii</i>	多年草	畑、草地	日本全土		有糖

表 4 (続). 矢場川流域において開花・生育が確認された植物と生態的特性  
 2013年8月27日、8月28日、8月29日の3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	科名	種名	学名	生活型	生育地	分布	GRS番号	備考
	シソ科	イヌゴマ	<i>Stachys riederi</i> var. <i>intertexta</i>	多年草	草場	日本全土	018	
	カヤツリグサ科	カヤツリグサ	<i>Cyperus microstria</i>	一年草	幹線、路傍、湿地	本州、四国、九州		
	ツユクサ科	ツユクサ	<i>Comolima communis</i>	一年草	畑、道ばた	日本全土		
	アトシクサ科	ヤブガラシ	<i>Cyrtia japonica</i>	多年草	道ばた、林縁、荒地	北海道(南西部)、本州、四国、九州		
	ガヤ科	ガヤ	<i>Typha latifolia</i> L.	多年草	池沼、水辺	北海道、本州、四国、九州		
	ゴマノハグサ科	アザナ	<i>Lindernia procumbens</i>	一年草	水田、灌漑地	日本全土		
	ゴマノハグサ科	トキワハヒ	<i>Morus pumilus</i>	一年草	畑、道ばた	北海道、本州、四国、九州		
○	スベリヒユ科	スベリヒユ	<i>Portulaca oleracea</i>	多年草	畑、路傍、荒地	帰化植物		
	ニレ科	エノキ	<i>Celtis sinensis</i>	常緑高木	山際	本州、四国、九州		
	タデ科	オオイヌタデ	<i>Persicaria lapathifolia</i>	一年草	道ばた、荒地	北海道、本州、四国、九州		
	イネ科	エノコログサ	<i>Setaria viridis</i>	一年草	草場、畑	日本全土		
	ミズワラビ科	ミズワラビ	<i>Cerastotis thalictroides</i>	一年草	水田、池沼	本州(東北地方の南端以西)、四国、九州、沖縄		
	クワ科	クワグサ	<i>Pterocarya villosa</i>	一年草	道ばた、畑	本州、四国、九州、沖縄		
	アカザ科	シロザ	<i>Chenopodium album</i>	一年草	道ばた、荒地	北海道、本州、四国、九州		
○	キク科	オオアザミ	<i>Ambrosia trifida</i>	一年草	河原、荒地	帰化植物		
○	ヒユ科	アオビユ	<i>Amaranthus viridis</i> L.	一年草	畑、道ばた	帰化植物		
○	ヤマゴボウ科	アメリカヤマゴボウ	<i>Physaloca americana</i>	多年草	道ばた	帰化植物		有毒
	トウダイグサ科	アケミソウ	<i>Malilotus japonicus</i>	雑草耐性木	海岸、山地	本州、四国、九州、沖縄		
	カヤツリグサ科	フトイ	<i>Scirpus tabernaemontani</i>	一年草	湖岸、沼沢地	日本全土		
	タデ科	イシミカド	<i>Persicaria perfoliata</i>	多年草	河原、道ばた	北海道、本州、四国、九州		
	イネ科	ツルヨシ	<i>Panicum japonica</i>	多年草	河原	本州、四国、九州		
○	ナス科	アメリカイヌナスビ	<i>Solanum americanum</i>	一年草	空き地	帰化植物		

表 4 (続). 矢場川流域において開花・生育が確認された植物と生態的特性

2013年8月27日、8月28日、8月29日の3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	科名	種名	学名	生活型	生育地	分布	CFR番号
	シソ科	イヌゴマ	<i>Stachys riederi</i> var. <i>intermedia</i>	多年草	草場	日本全土	019
	タデ科	オオオヌタデ	<i>Persicaria lapathifolia</i>	一年草	道ばた、荒地	北海道、本州、四国、九州	
	イネ科	ヨシ	<i>Phragmites communis</i>	多年草	湖畔、河川	日本全土	
	カキツリグサ科	タマガヤツリ	<i>Cyperus difformis</i> L.	一年草	水田、休耕田、湿地	日本全土	
	ミズワラビ科	ミズワラビ	<i>Ceropteris thalictroides</i>	一年草	水田、池沼	本州(東北地方の南部以西)、四国、九州、沖縄	
	ゴマノハグサ科	アゼナ	<i>Lindernia procumbens</i>	一年草	水田、灌木	日本全土	
	ツユクサ科	ツユクサ	<i>Comelina communis</i>	一年草	畑、道ばた	日本全土	
	カキツリグサ科	カキツリグサ	<i>Cyperus microtrichia</i>	一年草	耕地、路傍、湿地	本州、四国、九州	
	タデ科	イシミカワ	<i>Persicaria perfoliata</i>	一年草	河原、道ばた	北海道、本州、四国、九州	
	アカバナ科	チョウジタデ	<i>Ludwigia epilobioides</i>	一年草	水田、休耕田、用水路	北海道、本州、四国、九州	
	ガマ科	ガマ	<i>Typha latifolia</i> L.	多年草	池沼、水辺	本州、四国、九州	
	ミソハコベ科	ミノハコベ	<i>Elatine triandra</i>	一年草	水田、休耕田	北海道、本州、四国、九州	
○	キク科	アメリカセンダングサ	<i>Bidens frondosa</i>	一年草	道ばた、荒地	北海道、本州、四国、九州	
	ゴマノハグサ科	ホキワハゼ	<i>Manis pumilus</i>	一年草	畑、道ばた	北海道、本州、四国、九州	
○	クワ科	カナムグラ	<i>Humulus scandens</i>	一年草	河原、荒地	北海道、本州、四国、九州	
	イネ科	マコモ	<i>Zizania latifolia</i>	多年草	河川、ため池	日本全土	
	キク科	タカサブロウ	<i>Eclipta thormalis</i>	一年草	水田、湿地	北海道、本州、四国、九州	
	アブラナ科	スカシタゴボウ	<i>Rorippa islandica</i>	越年草	水田、道ばた、湿地	北海道、本州、四国、九州	
○	アカバナ科	アメリカミズキンバイ	<i>Ludwigia decurrens</i>	一年草	水田、休耕田	北海道、本州、四国、九州	

表 4 (続). 矢場川流域において開花・生育が確認された植物と生態的特性  
 2013年8月27日、8月28日、8月29日の3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	科名	種名	学名	生活型	生育地	分布	GPS番号	備考
	トウダイグサ科	アカマダシロ	<i>Mollis japonica</i>	雑草灌木	海岸、山地	本州、四国、九州、沖縄		
○	ヒユ科	アオビユ	<i>Amaranthus viridis</i> L.	一年草	畑、道ばた	帰化植物		
○	スベリヒユ科	スベリヒユ	<i>Portulaca oleracea</i>	多年草	畑、路傍、荒地	帰化植物		
○	ナメ科	アメリカカイヌホオズキ	<i>Solanum americanum</i>	一年草	空き地	帰化植物		
	クワ科	ヤマクワ	<i>Morus australis</i>	雑草灌木	山地	本州、四国、九州		
	イネ科	アスマネササ	<i>Pleiochlaeta chinensis</i>	一年草	低山、林床	北海道(南端)、本州(中部以北)		
	カヤツリグサ科	カヤツリグサ	<i>Cyperus microiria</i>	一年草	幹線、路傍、湿地	本州、四国、九州		
	アザミ科	シロアザミ	<i>Chenopodium album</i>	一年草	道ばた、荒地	北海道、本州、四国、九州		
○	ヒユ科	イヌヒユ	<i>Amaranthus lividus</i>	一年草	畑、道ばた	帰化植物		
	マメ科	クサネム	<i>Aeschynomene indica</i>	一年草	水田、田畔地、河川	北海道、本州、四国、九州		
	キク科	タカサゴフクロ	<i>Eclipta thymalis</i>	一年草	水田、湿地	北海道、本州、四国、九州		
	クワ科	クワ	<i>Pavonia villosa</i>	一年草	道ばた、畑	本州、四国、九州、沖縄		
○	キク科	コセンダングサ	<i>Bidens villosa</i> L. var. <i>pilosa</i>	一年草	河原、空き地	帰化植物		
○	アカハタ科	アレチマツヨイグサ	<i>Oenothera serriflora</i> L.	多年草	荒地、空き地	帰化植物		
○	キク科	ハルノグサ	<i>Sonchus oleraceus</i>	一年草	荒地、空き地	日本全土、史前帰化植物		
	イネ科	エノコグサ	<i>Setaria viridis</i>	一年草	荒地、畑	日本全土		国産雑穀品
	シソ科	ミンコウシュ	<i>Salvia plebeia</i>	一年草	畑、道ばた	本州、四国、九州、沖縄		
	ゴマノハダ科	トキワハダ	<i>Morus pumilus</i>	一年草	畑、道ばた	北海道、本州、四国、九州		
	ヤマゴボウ科	アメリカヤマゴボウ	<i>Phytolacca americana</i>	多年草	道ばた	帰化植物		
○	マメ科	ハリエンジュ	<i>Robinia pseudoacacia</i>	雑草灌木	河川傍	帰化植物		
	タデ科	オオイスダサ	<i>Persicaria lapathifolia</i>	一年草	道ばた、荒地	北海道、本州、四国、九州		
	イネ科	ヨシ	<i>Phragmites communis</i>	多年草	湖岸、河川	日本全土		
○	キク科	オオバブクサ	<i>Ambrosia trifida</i>	一年草	河原、荒地	帰化植物		
	タデ科	イヌダサ	<i>Persicaria longisetis</i>	一年草	道ばた、田畔	日本全土		
○	ナメ科	チヨウセンアサガオ	<i>Isurus metelii</i>	一年草	草地、空き地	帰化植物		
	ヒカムシロ科	ササバネ	<i>Potamogeton malianus</i>	多年草	湖沼、河川、ため池	北海道、本州、四国、九州		
	ミクリ科	ミクリ	<i>Sagittaria arifolia</i>	多年草	水田、水際	北海道、本州、四国、九州		
	ヒカムシロ科	ユゼキ	<i>Potamogeton crispus</i>	多年草	湖沼、河川、ため池	日本全土		
	アリノトウグサ科	ホゾキノアサギ	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	多年草	河川、ため池	日本全土		
	イネ科	マコモ	<i>Zizania latifolia</i>	一年草	水田、作野田	日本全土		
	ウキゴケ科	イチヨウウキゴケ	<i>Ricciocarpos natans</i> (L.) Corda	一年草	水田、湧池	日本全土	021	国産雑穀品
	ホトケアザミ科	ホトケアザミ	<i>Sagittaria trifolia</i> f. <i>longiloba</i>	多年草	水田、湧池	日本全土	022	国産雑穀品
	トウカガミ科	ミスオオバコ	<i>Oxalis japonica</i>	一年草	水田、溝	本州、四国、九州		

表 4 (続). 矢場川流域において開花・生育が確認された植物と生態的特性  
 2013年8月27日、8月28日、8月29日の3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	科名	種名	学名	生活型	生育地	分布	GPS番号	備考
	カヤツリグサ科	カヤツリグサ	<i>Cyperus microiria</i>	一年草	新堀、新堀、湿地	本州、四国、九州		
	カヤツリグサ科	タマガヤツリ	<i>Cyperus difformis</i> L.	一年草	水田、休耕田、湿地	日本全土		
	ゴマノハダ科	アゼナ	<i>Lindernia procumbens</i>	一年草	水田、湿地	日本全土		
	キク科	タカサブロウ	<i>Belipte thomalis</i>	一年草	水田、湿地	北海道、本州、四国、九州		
○	スベリヒユ科	スベリヒユ	<i>Portulaca oleracea</i>	多年草	畑、路傍、荒地	帰化植物		
○	ヒユ科	イヌヒユ	<i>Amaranthus lividus</i>	一年草	畑、道ばた	帰化植物		
	アカハタ科	チヨウジグサ	<i>Ludwigia epilobioides</i>	一年草	水田、休耕田、用水路	北海道、本州、四国、九州		
	カヤツリグサ科	ヒヅリコ	<i>Fimbristylis millinaea</i> (L.) Vahl	一年草	水田、休耕田、河川敷、湿地	日本全土		
				2013/8/29				
外来	科名	種名	学名	生活型	生育地	分布	GPS番号	備考
	オモダ科	カリカワ	<i>Sagittaria pygmaea</i>	多年草	水田	日本全土	024 025	
	オモダ科	オモダカ	<i>Sagittaria trifolia</i>	多年草	水田、湿地	日本全土	026	
	ミズアオイ科	コナギ	<i>Monochoria vaginalis</i> var. <i>plantaginosa</i>	一年草	水田	本州、四国、九州	026	
	トウカガミ科	ミズオオハコ	<i>Ottelia japonica</i>	一年草	水田、溝	本州、四国、九州	027	
	チヌシノリ科	チヌシノリ	<i>Thoreo oludai</i>	一年草	河原、荒地	帰化植物	028	日本産産
○	キク科	オホアブタガサ	<i>Ambrosia trifida</i>	一年草			029	
外来	科名	種名	学名	生活型	生育地	分布	GPS番号	備考
	ゴマノハダ科	キクモ	<i>Limonophila sessiliflora</i>	多年草	湿地	本州(関東地方以西)、四国、九州、沖縄	030	
	ミズアオイ科	ミズウラボ	<i>Ceratopteris thalictroides</i>	一年草	水田、池沼	本州(東北地方の南限以西)、四国、九州、沖縄		
	ウキコケ科	イチヨウウキコケ	<i>Ricciocarpos natans</i> (L.) Corda	一年草	水田、休耕田	日本全土		国産産産産
	オモダ科	ホソハネオモダカ	<i>Sagittaria trifolia</i> f. <i>longiloba</i>	多年草	水田、湿地	日本全土		国産産産産産

表 4 (続). 矢場川流域において開花・生育が確認された植物と生態的特性

2013年8月27日、8月28日、8月29日の3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	科名	種名	学名	生相型	生育地	分布	GPS番号	備考
	スイレン科	ナガレコウホネ	<i>Najas x fluminalis</i> Shiga & Kadono	多年草	瀬川、河川	北海道、本州、四国、九州		第1種絶滅危惧Ⅰ類
	ミクリ科	ミクリ	<i>Sparganium erectum</i>	多年草	水田、水溝	北海道、本州、四国、九州		国準絶滅危惧
	ミクリ科	ナガエミクリ	<i>Sparganium japonicum</i> Roehart	多年草	川、水溝、たこ池	北海道、本州、四国、九州		国準絶滅危惧
	イネ科	マコモ	<i>Zizania latifolia</i>	多年草	河川、たこ池	日本全土		
	イラクサ科	カタムシ	<i>Boehmeria nivea</i> var. <i>nipponiviva</i>	多年草	山際	北海道、本州、四国、九州		
	カバノキ科	ハンノキ	<i>Alnus japonica</i>	雑草灌木	山際	日本全土		
	ミクリ科	オオイヌタヂ	<i>Sparganium erectum</i>	多年草	水田、水溝	北海道、本州、四国、九州	032	国準絶滅危惧
	タヂ科	オオイヌタヂ	<i>Persicaria lapathifolia</i>	一年草	道ばた、荒畑	北海道、本州、四国、九州	033	国準絶滅危惧
○	アヤメ科	キシヨウアブ	<i>Iris pseudacorus</i>	多年草	水辺	北海道、本州、四国、九州	034	国準絶滅危惧
	トクダミ科	ハンクレンヨウ	<i>Sarcurus chinensis</i>	多年草	灌地	本州、四国、九州、沖縄		国準絶滅危惧
	トクダミ科	ハンクレンヨウ	<i>Sarcurus chinensis</i>	多年草	灌地	本州、四国、九州、沖縄		国準絶滅危惧
	イネ科	マコモ	<i>Zizania latifolia</i>	多年草	河川、たこ池	日本全土	036	国準絶滅危惧
	タヂ科	オオイヌタヂ	<i>Persicaria lapathifolia</i>	一年草	道ばた、荒畑	北海道、本州、四国、九州		
	ガマ科	ガマ	<i>Typha latifolia</i> L.	多年草	池沼、水辺	北海道、本州、四国、九州		
	ミスワラビ科	ミスワラビ	<i>Ceratopteris thalictroides</i>	一年草	水田、池沼	本州(東北地方の南部以西)、四国、九州、沖縄		
	キク科	タカサブロウ	<i>Eclipta thymalis</i>	一年草	水田、灌地	北海道、本州、四国、九州		
	カヤツリグサ科	タマガヤツリ	<i>Cyperus difformis</i> L.	一年草	水田、休耕田、田畑	日本全土		
	カヤツリグサ科	コゴメガヤツリ	<i>Cyperus iris</i>	一年草	水田、休耕田、田畑	北海道、本州、四国、九州		
	キク科	オグルマ	<i>Inula britannica</i>	多年草	灌地、休耕田、水田	本州、四国、九州		
	マメ科	クサネム	<i>Aeschynomene indica</i>	多年草	水田、荒畑、河川	北海道、本州、四国、九州		
	シソ科	イヌゴマ	<i>Stachys riedereri</i> var. <i>intermedia</i>	一年草	草場	日本全土	037	国準絶滅危惧
	ゴマノハクサ科	ウリクサ	<i>Lindernia amagallii</i>	一年草	畑、道ばた	北海道、本州、四国、九州		国準絶滅危惧
	タヂ科	サカタカヂ	<i>Persicaria conspicua</i>	多年草	水辺	日本全土		国準絶滅危惧
	ミクリ科	ナガエミクリ	<i>Sparganium japonicum</i> Roehart	多年草	川、水溝、たこ池	北海道(南西部)、本州、四国、九州		国準絶滅危惧
	イネ科	マコモ	<i>Zizania latifolia</i>	多年草	河川、たこ池	日本全土		
○	アリノトウグサ科	オオアサモ	<i>Mriophyllum aquaticum</i>	多年草	瀬川、河川、たこ池、水溝	熊本県		特定外来生物

表 4 (続). 矢場川流域において開花・生育が確認された植物と生態的特性  
 2013年8月27日、8月28日、8月29日の3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		2013/8/29		2013/8/29		2013/8/29	
科名	種名	学名	生相型	生育地	分布	GPS番号	備考
ミクリ科	ナガエミクリ	<i>Sparganium japonica</i> Roehart	多年草	川、水溜、たど池	北海道(青森県)、本州、四国、九州	039	国準絶滅危惧 県準絶滅危惧
ドクダミ科	ハンゲシロウ	<i>Saururus chinensis</i>	多年草	湿地	本州、四国、九州、沖縄	040	
キク科	セイタカアワダチソウ	<i>Solidago altissima</i>	多年草	荒地	本州、四国、九州		
キク科	ノコンゲク	<i>Aster ageratoides</i> ssp. <i>ovatus</i>	一年草	山際	本州、四国、九州		
クワ科	コセンダングサ	<i>Bidens pilosa</i>	一年草	道ばた、荒地	本州(中部地方以南)		
クワ科	カジノキ	<i>Broussonetia papyrifera</i>	雑草樹木	山際	北海道、本州、四国、九州		
クルミ科	オニタリミ	<i>Juglans mandshurica</i>	雑草樹木	山際	本州(関東地方以西)		
ニレ科	ムクノキ	<i>Aphananthe aspera</i>	雑草樹木	山際	本州、四国、九州		
ニガキ科	ニワカトル	<i>Ailanthus altissima</i> Siebold	雑草樹木	山際	本州、四国、九州		
ニレ科	エノキ	<i>Celtis sinensis</i>	雑草樹木	山際	本州、四国、九州		
外来		2013/8/29		2013/8/29		2013/8/29	
科名	種名	学名	生相型	生育地	分布	GPS番号	備考
イワタバコ科	ナンバンカラムシ	<i>Boehmeria nivea</i> (L.) Gauch. var. <i>nivea</i>	多年草	山際、湿地	日本全土	041	
イワタバコ科	コクヤワラビ	<i>Oclolea sensibillis</i>	多年草	山際、湿地	北海道、本州、九州		
イネ科	ジュズガヤ	<i>Coix lacustris</i> - <i>johi</i>	多年草	原野、道ばた	日本全土		
ブナ科	クヌギ	<i>Quercus acrotisium</i>	雑草樹木	山際	本州(伊予島以南)、四国、九州、沖縄		
ミクリ科	ミクリ	<i>Sparganium erectum</i>	多年草	水田、水溜	北海道、本州、四国、九州	042	国準絶滅危惧 県準絶滅危惧
ミクリ科	ナガエミクリ	<i>Sparganium japonica</i> Roehart	多年草	川、水溜、たど池	北海道(青森県)、本州、四国、九州		
キク科	アメリカセンダングサ	<i>Bidens frondosa</i>	一年草	道ばた、荒地	本州、四国、九州		
外来		2013/8/29		2013/8/29		2013/8/29	
科名	種名	学名	生相型	生育地	分布	GPS番号	備考
ヘルムンロ科	ササハネ	<i>Potamogeton malinicus</i>	多年草	湖沼、河川、たど池	北海道、本州、四国、九州	043	県準絶滅危惧 国準絶滅危惧
ミクリ科	ナガエミクリ	<i>Sparganium japonica</i> Roehart	多年草	川、水溜、たど池	北海道、本州、四国、九州		
トウカガミ科	オオカナンダモ	<i>Egeria densa</i>	多年草	湖沼、河川、たど池	北海道(青森県以西)、本州、四国、九州		
アリノトウグサ科	ホウキソウサモ	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	多年草	河川、池沼、たど池	日本全土		
ウリ科	アレチウリ	<i>Sisypsis angustatus</i>	一年草	河原、湖岸、放棄地	本州、四国、九州		特定外来生物



表 4 (続). 矢場川流域において開花・生育が確認された植物と生態的特性  
 2013年8月27日、8月28日、8月29日、8月29日の3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	科名	種名	学名	生活型	生育地	分布	GPS番号	備考
	ヒルムシロ科	エビモ	Potamogeton crispus	多年草	湖沼、河川、ため池	日本全土		
○	ヒルムシロ科	ササバモ	Potamogeton malianus	多年草	湖沼、河川、ため池	北海道、本州、四国、九州		県誌掲載なし
	トウカガミ科	オオカナダモ	Egeria densa	多年草	湖沼、河川、ため池	本州(関東以西)、四国、九州		
		田中瀬鱒 (045)		2013/8/29				
外来	科名	種名	学名	生活型	生育地	分布	GPS番号	備考
	ミクリ科	ナガエミクリ	Sparganium japonica Bohart	多年草	川、水郷、ため池	北海道(青森)、本州、四国、九州		国誌掲載なし
○	トウカガミ科	オオカナダモ	Egeria densa	多年草	湖沼、河川、ため池	本州(関東以西)、四国、九州		
	マメ科	木ノキ	Albizia julibrissin	落葉高木	湖沼、河川	本州、四国、九州		
	ヒルムシロ科	エビモ	Potamogeton crispus	多年草	湖沼、河川、ため池	日本全土		
		庚申鱒 (046)		2013/8/29				
外来	科名	種名	学名	生活型	生育地	分布	GPS番号	備考
	ミクリ科	ナガエミクリ	Sparganium japonica Bohart	多年草	川、水郷、ため池	北海道(青森)、本州、四国、九州		国誌掲載なし
	イネ科	マコモ	Zizania latifolia	多年草	湖沼、河川、ため池	本州(関東以西)、四国、九州		
	ブナ科	クヌギ	Quercus acutissima	落葉高木	湖沼、河川、ため池	日本全土		
		西毛鱒 (047)		2013/8/29				
					山崎	本州(関東以西)、四国、九州、沖縄	048	

表 4 (続). 矢場川流域において開花・生育が確認された植物と生態的特性  
 2013年8月27日、8月28日、8月29日の3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。

大町圃 (049)					
外来	科名	種名	学名	生相型	生草場
	ミクリ科	ナガエミクリ	<i>Spergulum japonica</i> Robert	多年草	川、水際、たか池
	アリノトウグサ科	ホザキアサモ	<i>Mycophyllum apiculatum</i> L.	多年草	河川、池沼、たか池 日本全土
					分布
					本州(関東地方以西)、四国、九州、沖縄
					本州、四国、九州
					本州、四国、九州、沖縄
					日本全土
					日本全土
					本州(東北地方の南部以西)、四国、九州、沖縄
					本州、四国、九州
					060
					061
					062
					063
					064

外来	科名	種名	学名	生相型	生草場
	キク科				
	ゴマノハグサ科	キクモ	<i>Limnophila sessiliflora</i>	多年草	湿地
	ミズアオイ科	コナギ	<i>Monochoria vaginalis</i> var. <i>plantaginosa</i>	一年草	水田
	ツユクサ科	イボクサ	<i>Murdannia keiskei</i>	一年草	水田、休耕田、湿地
	ゴマノハグサ科	アセナ	<i>Lindernia procumbens</i>	一年草	水田、湿地
	カヤツリグサ科	タマガヤツリ	<i>Oyperus difformis</i> L.	一年草	水田、休耕田、湿地
	ミズワラビ科	ミズワラビ	<i>Ceratopteris thalictroides</i>	一年草	水田、池沼
	サンショウウオ科	サンショウウオ	<i>Salvinia natans</i>	一年草	池、水田
					本州(東北地方の南部以西)、四国、九州、沖縄
					本州、四国、九州
					060
					061
					062
					063
					064

外来	科名	種名	学名	生相型	生草場
	トウカガミ科	ミズオオバコ	<i>Ottelia japonica</i>	一年草	水田、溝
	ミズワラビ科	ミズワラビ	<i>Ceratopteris thalictroides</i>	一年草	水田、池沼
	ミズアオイ科	コナギ	<i>Monochoria vaginalis</i> var. <i>plantaginosa</i>	一年草	水田
					本州、四国、九州
					本州(東北地方の南部以西)、四国、九州、沖縄
					本州、四国、九州
					060
					061
					062
					063
					064

外来	科名	種名	学名	生相型	生草場
	ミズワラビ科	ミズワラビ	<i>Ceratopteris thalictroides</i>	一年草	水田、池沼
					本州(東北地方の南部以西)、四国、九州、沖縄
					060
					061
					062
					063
					064

表 4 (続). 矢場川流域において開花・生育が確認された植物と生態的特性  
 2013年8月27日、8月28日、8月29日の3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		2013/8/29		生草種		分布		GRS番号		備考	
科名	種名	学名	生活型	生草種	分布	GRS番号	備考				
ミズアオイ科	ミズワラビ	<i>Monochoria vaginalis</i> var. <i>plumetiana</i>	一年草	水田	本州、四国、九州	065					
ホシクサ科	ホシクサ	<i>Ceratopteris thalictroides</i>	一年草	水田、池沼	本州(東北地方の南部以西)、四国、九州、沖縄		異地産危険種				
ホモダカ科	カリカワ	<i>Eriocaulon cinereum</i>	一年草	水田、湿地	本州、四国、九州						
ホモダカ科	ホソバキモダカ	<i>Sagittaria pygmaea</i>	多年草	水田、湿地	日本全土						
カヤツリグサ科	クマダヤツリ	<i>Sagittaria trifolia</i> f. <i>longiloba</i>	多年草	水田、池沼、湿地	日本全土						
ゴマノハダ科	アセナ	<i>Oyperus difformis</i> L.	一年草	水田、池沼、湿地	日本全土						
カヤツリグサ科	ヒツリコ	<i>Lindernia procumbens</i>	一年草	水田、池沼、湿地	日本全土						
ミソハネ科	キカシグサ	<i>Fimbristylis mollisosa</i> (L.) Vahl	一年草	水田、休耕田、河川敷	日本全土						
		<i>Rottala indica</i> var. <i>uliginosa</i>	一年草	水田、休耕田	日本全土						
2013/8/29											
外来		2013/8/29		生草種		分布		GRS番号		備考	
科名	種名	学名	生活型	生草種	分布	GRS番号	備考				
ミズワラビ科	ミズワラビ	<i>Ceratopteris thalictroides</i>	一年草	水田、池沼	本州(東北地方の南部以西)、四国、九州、沖縄	065					
ゴマノハダ科	アセナ	<i>Lindernia procumbens</i>	一年草	水田、湿地	日本全土						
2013/8/29											
外来		2013/8/29		生草種		分布		GRS番号		備考	
科名	種名	学名	生活型	生草種	分布	GRS番号	備考				
ヒシ科	八重笠沼										
イバラ科	オニビシ	<i>Trapa natans</i> L. var. <i>japonica</i> Nakai	一年草	湖沼、たまり池	本州、四国、九州	067					
ホモダカ科	ホソバキモダカ	<i>Nejia ogunensis</i>	一年草	湖沼、たまり池	本州、四国、九州、沖縄	068					
ミズワラビ科	ミズワラビ	<i>Sagittaria trifolia</i> f. <i>longiloba</i>	多年草	水田、湿地	日本全土		異地産危険種				
サンショウ科	サンショウ	<i>Ceratopteris thalictroides</i>	一年草	水田、池沼	本州(東北地方の南部以西)、四国、九州、沖縄		異地産危険種				
ホシクサ科	ホシクサ	<i>Salvinia natans</i> (L.) All.	一年草	水田、池沼、小川	本州、四国、九州		異地産危険種				
		<i>Eriocaulon cinereum</i> R.Br.	一年草	水田、湿地	本州、四国、九州、沖縄		異地産危険種				

表 5. オオブタクサ、シナダレスズメガヤの発芽実験における最終発芽率一覧

オオブタクサは種子に約1ヶ月間の冷湿処理を施した後、温度条件を30/15℃、25/13℃、22/10℃、17/8℃、10/6℃(昼14hr、夜10hr)に設定した温度勾配型恒温器内で65日間栽培した。冷湿処理なしのシナダレスズメガヤは64日間栽培した。

冷湿処理あり

	採取場所	温度	最終発芽率(%)	SD
オオブタクサ	前橋市関根町利根川河川敷	30/15℃	20.0	8.7
		25/13℃	28.7	9.5
		22/10℃	53.3	12.1
		17/8℃	57.3	6.1
		10/6℃	54.7	6.4
	西機名	30/15℃	1.3	1.2
		25/13℃	1.3	2.3
		22/10℃	4.7	3.1
		17/8℃	3.3	1.2
		10/6℃	3.3	3.1
	長野県真田町菅平	30/15℃	15.0	1.7
		25/13℃	19.2	5.6
		22/10℃	19.3	11.2
		17/8℃	35.8	2.0
10/6℃		33.1	3.4	

冷湿処理なし

	採取場所	温度	最終発芽率	SD
シナダレスズメガヤ	前橋市関根町利根川河川敷	30/15℃	71.3	22.0
		25/13℃	72.7	7.6
		22/10℃	63.3	6.4
		17/8℃	38.7	21.4
		10/6℃	6.0	2.0

表 6. オオブタクサの個体乾燥重量一覧

前橋

	個体乾燥重量 (g)					SD				
	3%区	9%区	13%区	100%区	3℃上昇区	3%区	9%区	13%区	100%区	3℃上昇区
2013年8月12日	0.203	1.115	1.341	1.789	1.633	0.095	0.617	0.803	0.707	0.863

菅平

	個体乾燥重量 (g)					SD				
	3%区	9%区	13%区	100%区	3℃上昇区	3%区	9%区	13%区	100%区	3℃上昇区
2013年8月12日	0.137	0.864	1.311	1.655	1.456	0.040	0.364	0.582	1.163	0.716

表 7. オオブタクサの生長解析の結果一覧

前橋

相対光量子密度	平均				SD			
	RGR (g/g/day)	LAR (m <sup>2</sup> /g)	NAR (g/m <sup>2</sup> /day)	SLA (m <sup>2</sup> /g)	RGR (g/g/day)	LAR (m <sup>2</sup> /g)	NAR (g/m <sup>2</sup> /day)	SLA (m <sup>2</sup> /g)
100%	0.051	0.016	4.827	0.028	0.002	0.003	0.927	0.002
13%	0.044	0.023	1.990	0.061	0.004	0.002	0.423	0.006
9%	0.041	0.026	1.585	0.065	0.003	0.003	0.233	0.008
3%	0.004	0.029	0.167	0.070	0.006	0.004	0.229	0.020
3℃上昇区	0.049	0.018	3.831	0.034	0.003	0.003	1.133	0.008

菅平

相対光量子密度	平均				SD			
	RGR (g/g/day)	LAR (m <sup>2</sup> /g)	NAR (g/m <sup>2</sup> /day)	SLA (m <sup>2</sup> /g)	RGR (g/g/day)	LAR (m <sup>2</sup> /g)	NAR (g/m <sup>2</sup> /day)	SLA (m <sup>2</sup> /g)
100%	0.045	0.018	3.799	0.028	0.003	0.003	0.691	0.004
13%	0.046	0.025	2.044	0.057	0.006	0.004	0.242	0.007
9%	0.038	0.028	1.381	0.068	0.006	0.004	0.138	0.007
3%	-0.008	0.028	-0.304	0.070	0.004	0.003	0.163	0.012
3℃上昇区	0.046	0.021	2.959	0.037	0.004	0.004	0.552	0.005

表 8. キシュウスズメノヒエの個体乾燥重量一覧

	個体乾燥重量(g)					SD				
	3%区	9%区	13%区	100%区	3℃上昇区	3%区	9%区	13%区	100%区	3℃上昇区
2013年8月12日	0.219	0.448	0.563	1.733	1.510	0.118	0.173	0.187	0.808	0.900

表 9. キシュウスズメノヒエの生長解析の結果一覧

相対光量子密度	平均				SD			
	RGR (g/g/day)	LAR (m <sup>2</sup> /g)	NAR (g/m <sup>2</sup> /day)	SLA (m <sup>2</sup> /g)	RGR (g/g/day)	LAR (m <sup>2</sup> /g)	NAR (g/m <sup>2</sup> /day)	SLA (m <sup>2</sup> /g)
100%	0.041	0.012	6.205	0.032	0.008	0.002	1.947	0.006
13%	0.021	0.014	1.754	0.046	0.003	0.001	0.385	0.010
9%	0.016	0.017	1.003	0.058	0.004	0.002	0.370	0.008
3%	-0.001	0.015	-0.114	0.054	0.007	0.003	0.590	0.020
3℃上昇区	0.039	0.014	3.504	0.046	0.005	0.002	1.077	0.009

表 10. シナダレスズメガヤの個体乾燥重量一覧

	個体乾燥重量(g)					SD				
	3%区	9%区	13%区	100%区	3℃上昇区	3%区	9%区	13%区	100%区	3℃上昇区
2013年10月13日	0.645	0.620	1.084	1.763	1.921	0.098	0.126	0.199	0.540	0.485

表 11. シナダレスズメガヤの生長解析の結果一覧

相対光子密度	平均				SD			
	RGR(g/g/day)	LAR(m <sup>2</sup> /g)	NAR(g/m <sup>2</sup> /day)	SLA(m <sup>2</sup> /g)	RGR(g/g/day)	LAR(m <sup>2</sup> /g)	NAR(g/m <sup>2</sup> /day)	SLA(m <sup>2</sup> /g)
100%	0.020	0.005	4.783	0.014	0.002	0.001	1.004	0.002
13%	0.011	0.007	1.599	0.021	0.003	0.001	0.495	0.002
9%	0.004	0.007	0.498	0.022	0.002	0.001	0.281	0.003
3%	-0.002	0.006	-0.337	0.019	0.002	0.001	0.386	0.003
3℃上昇区	0.022	0.006	3.858	0.017	0.002	0.001	0.461	0.001

表 12. 2013 年の植物栽培実験期間中の前橋市の気象状況

気象庁ホームページ(<http://www.jma.go.jp/jma/index/html>)に公表されているものから抜粋した。

月	降水量(mm)	気温(°C)					日照時間(h)
		日平均	日最高	日最低	月最高	月最低	
6	109.5	22.7	27.7	18.8	31.9	13.5	125.2
7	88.5	26.3	31.5	22.7	37.6	20.3	151.1
8	183.5	28.1	33.5	23.7	38.9	19.3	224.8
9	178.0	23.3	27.8	19.6	34.8	12.8	155.9
10	200.5	18.2	22.5	14.7	30.8	7.4	127.8



表 13

☒

☒ 1.

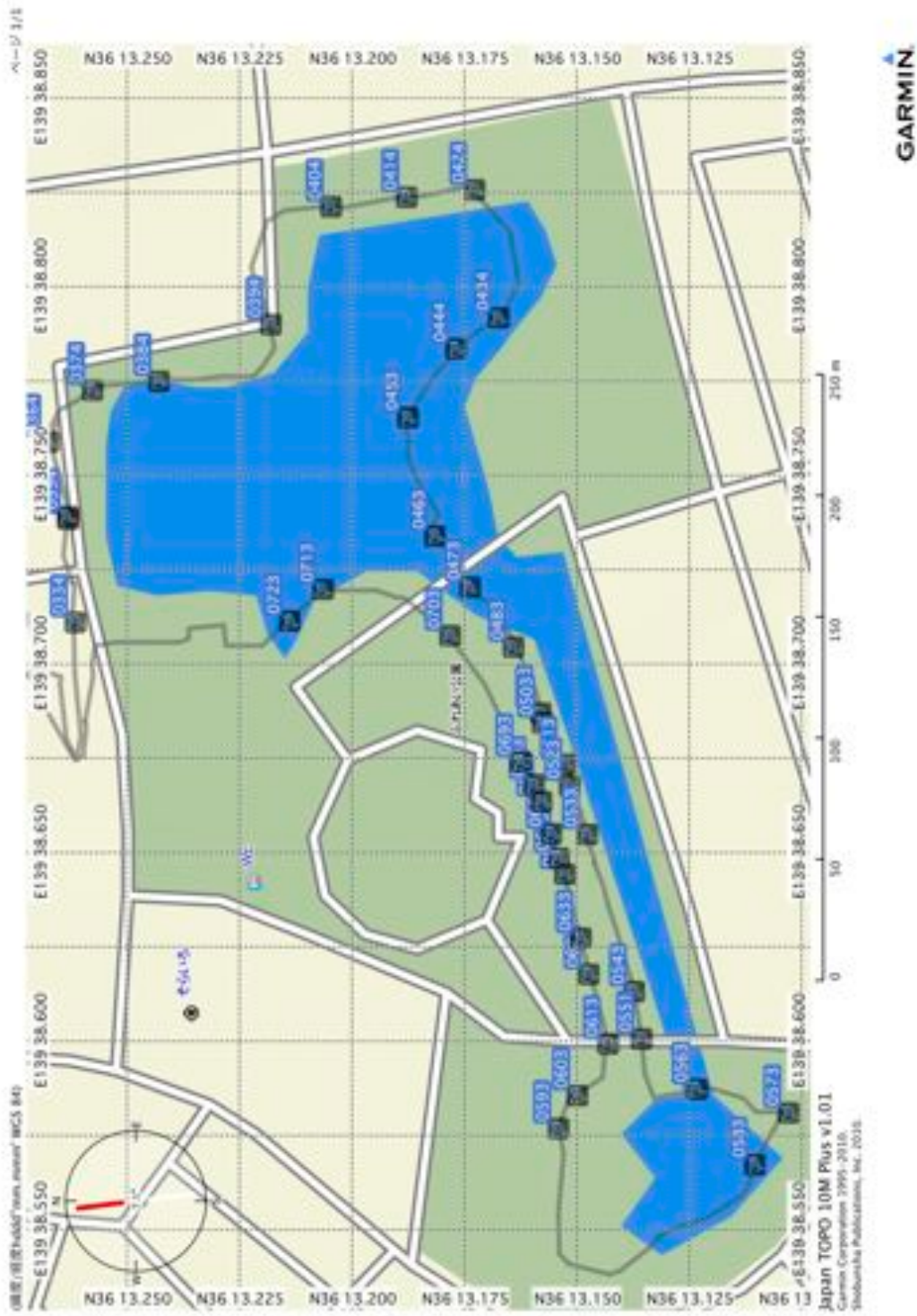


図 2. 朝日乃池 地図 (2013 年 5 月 26 日 調査)

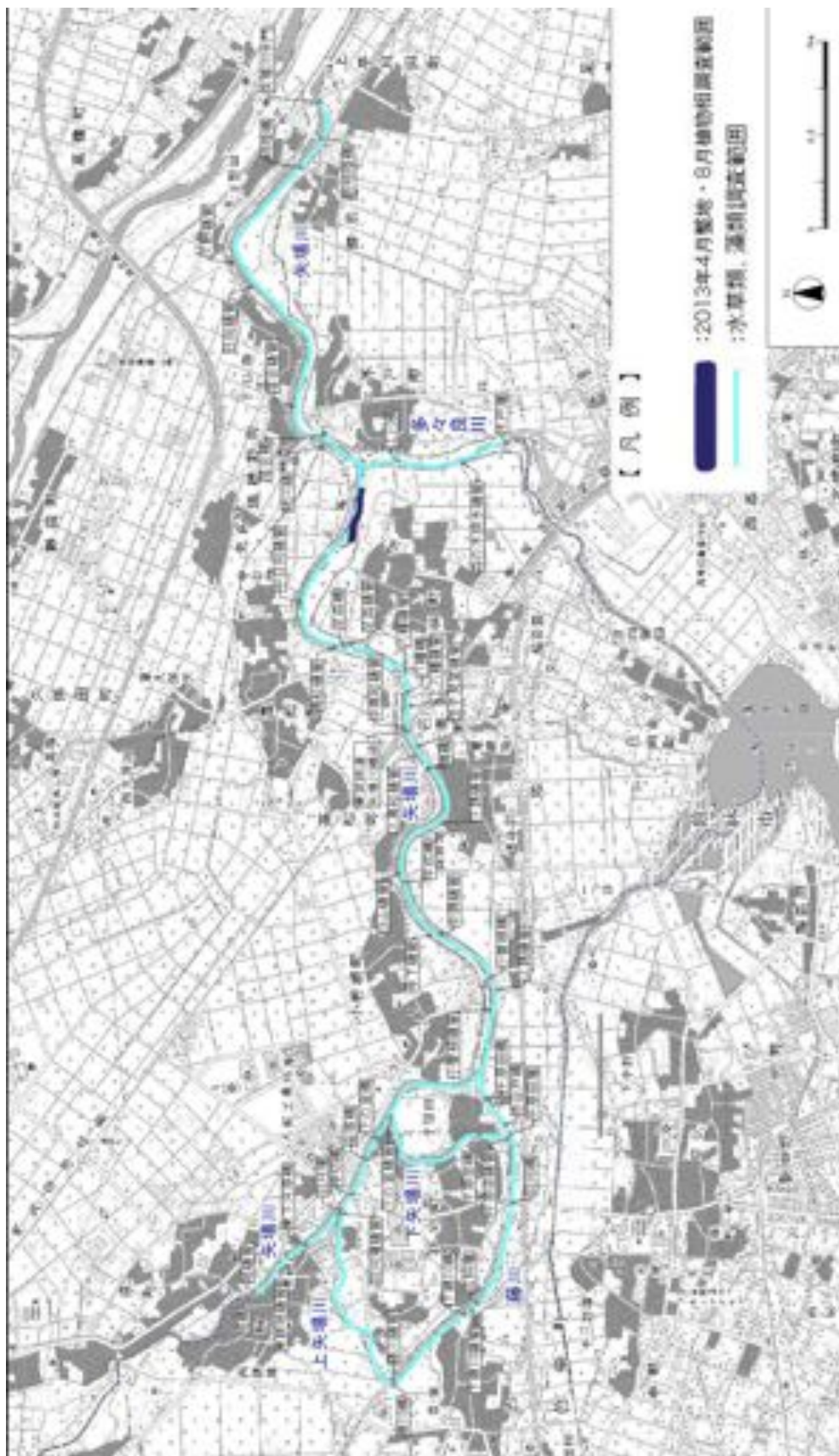


図3. 矢場川調査範囲 (2013年8月27日～8月29日調査)

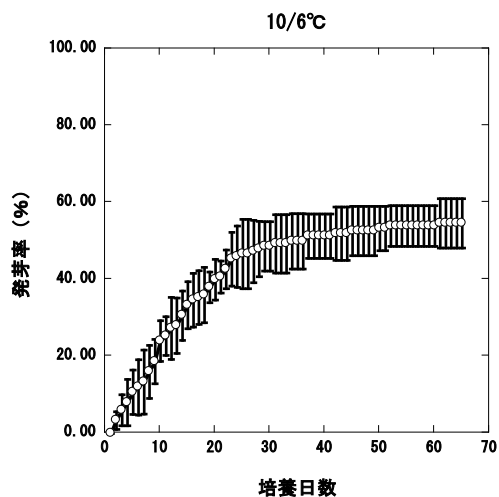
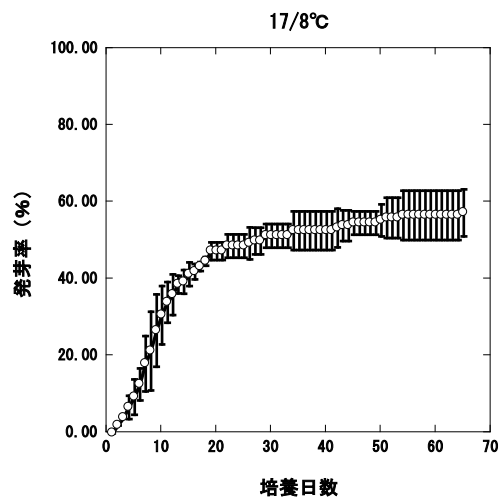
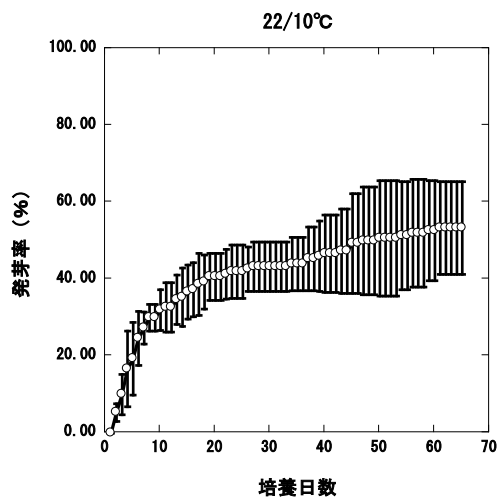
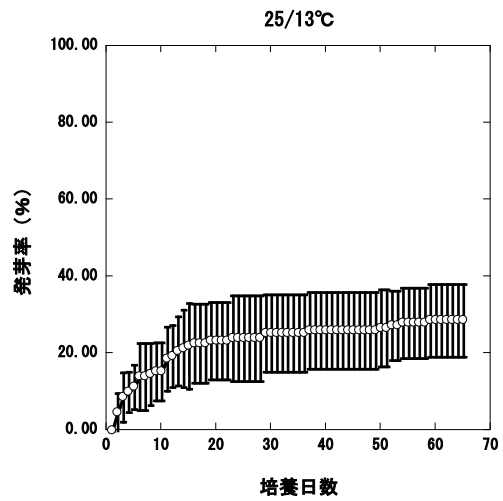
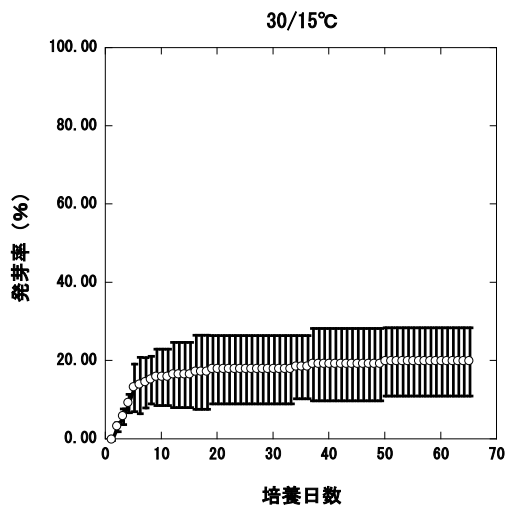


図 4. 1 ヶ月冷湿処理を施したオオブタクサ前橋の種子の発芽率の経時変化

群馬県関根町利根川河川敷で、2011年11月1日に採取した種子に36日間冷湿処理をした後、温度条件を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65日間培養した結果である。縦軸は積算発芽率、横軸は培養日数を表し、縦棒は標準偏差。n=3。

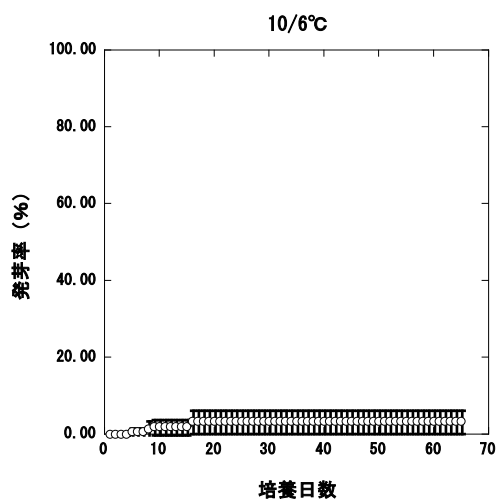
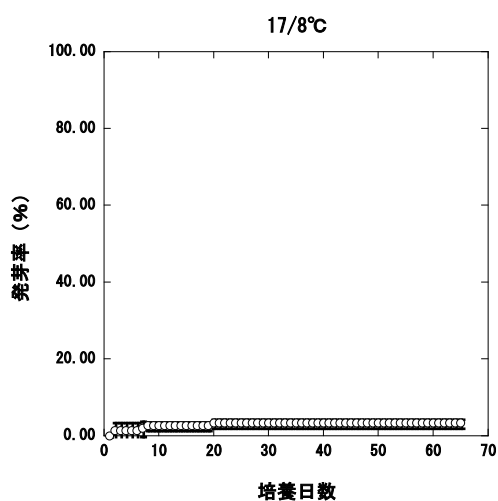
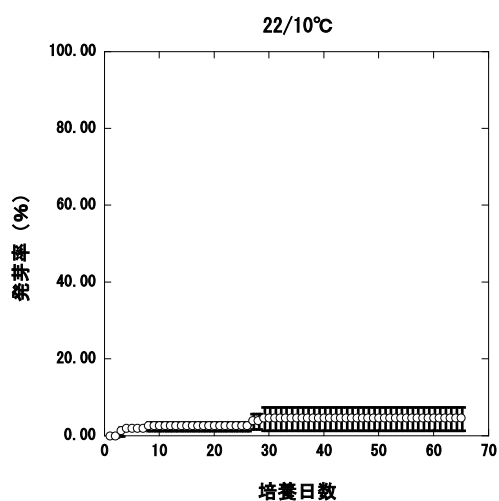
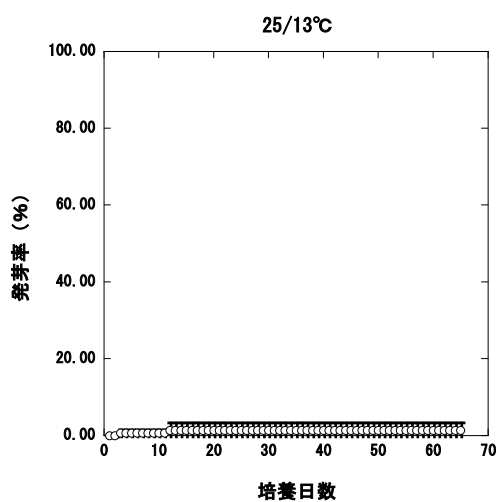
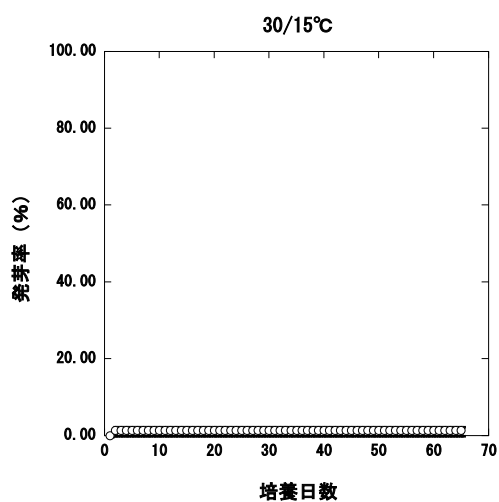


図 5. 1 ヶ月冷湿処理を施したオオブタクサ西榛名の種子の発芽率の経時変化

群馬県西榛名地域で、2008年10月23日に採取した種子に36日間冷湿処理をした後、温度条件を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65日間培養した結果である。縦軸は積算発芽率、横軸は培養日数を表し、縦棒は標準偏差。n=3。

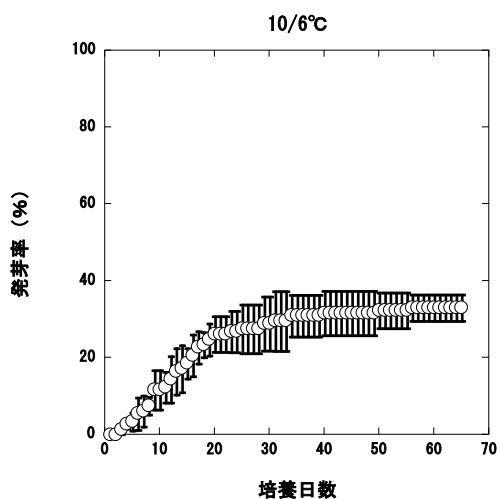
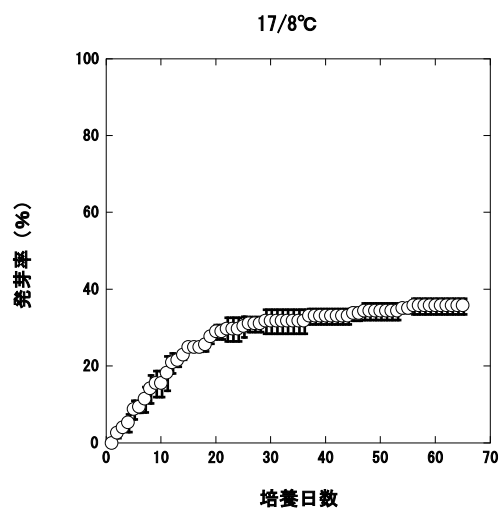
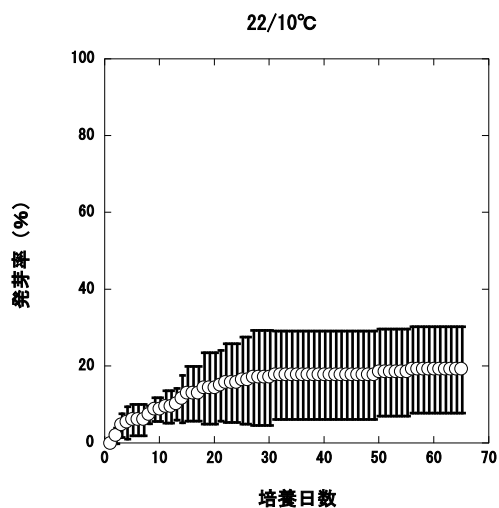
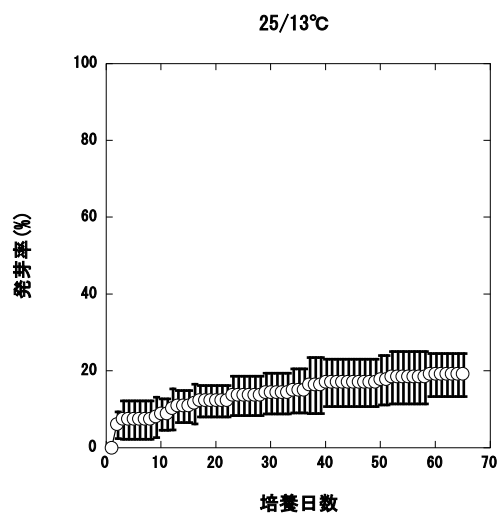
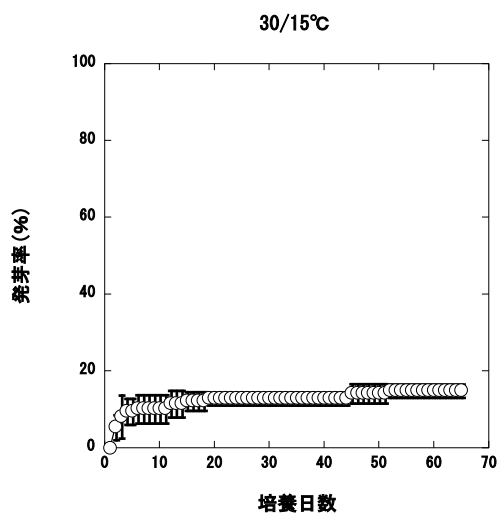


図 6. 1 ヶ月冷湿処理を施したオオブタクサ  
菅平の種子の発芽率の経時変化

長野県真田町菅平で、2008年10月23日に採取した種子に36日間冷湿処理をした後、温度条件を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65日間培養した結果である。縦軸は積算発芽率、横軸は培養日数を表し、縦棒は標準偏差。n=3。

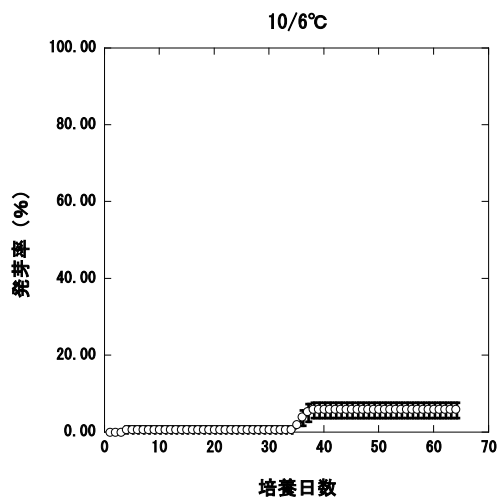
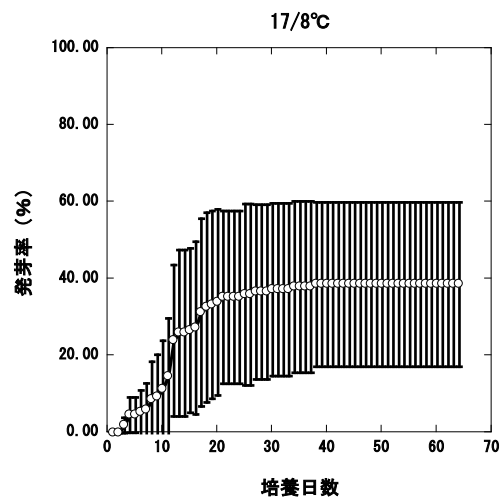
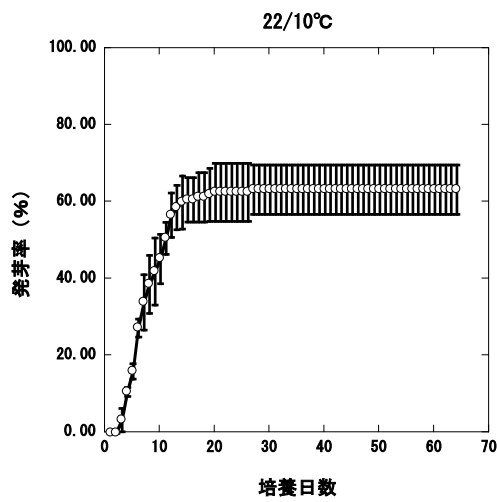
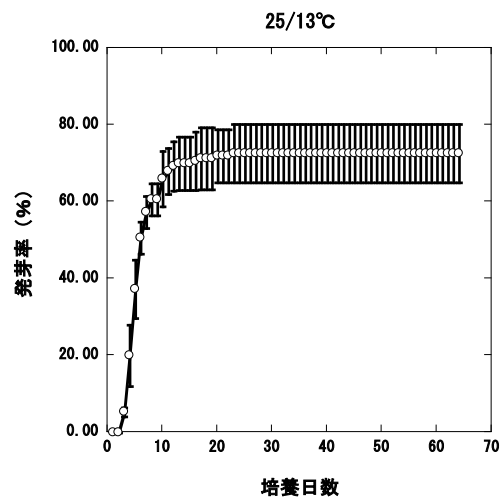
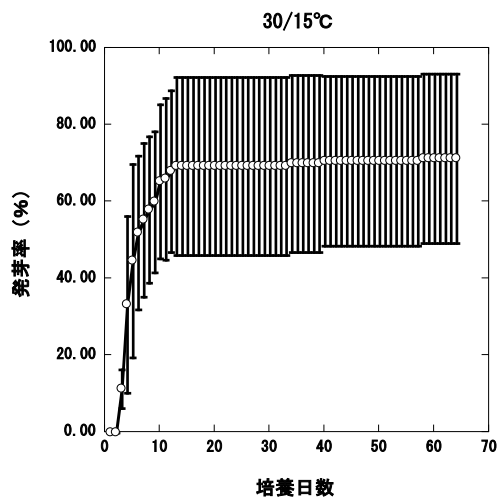


図7. シナダレスズメガヤの種子の発芽率の経時変化

群馬県前橋市関根町利根川河川敷で、2013年4月11日に採取した種子を用いて、温度条件を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65日間培養した結果である。縦軸は積算発芽率、横軸は培養日数を表し、縦棒は標準偏差。n=3。



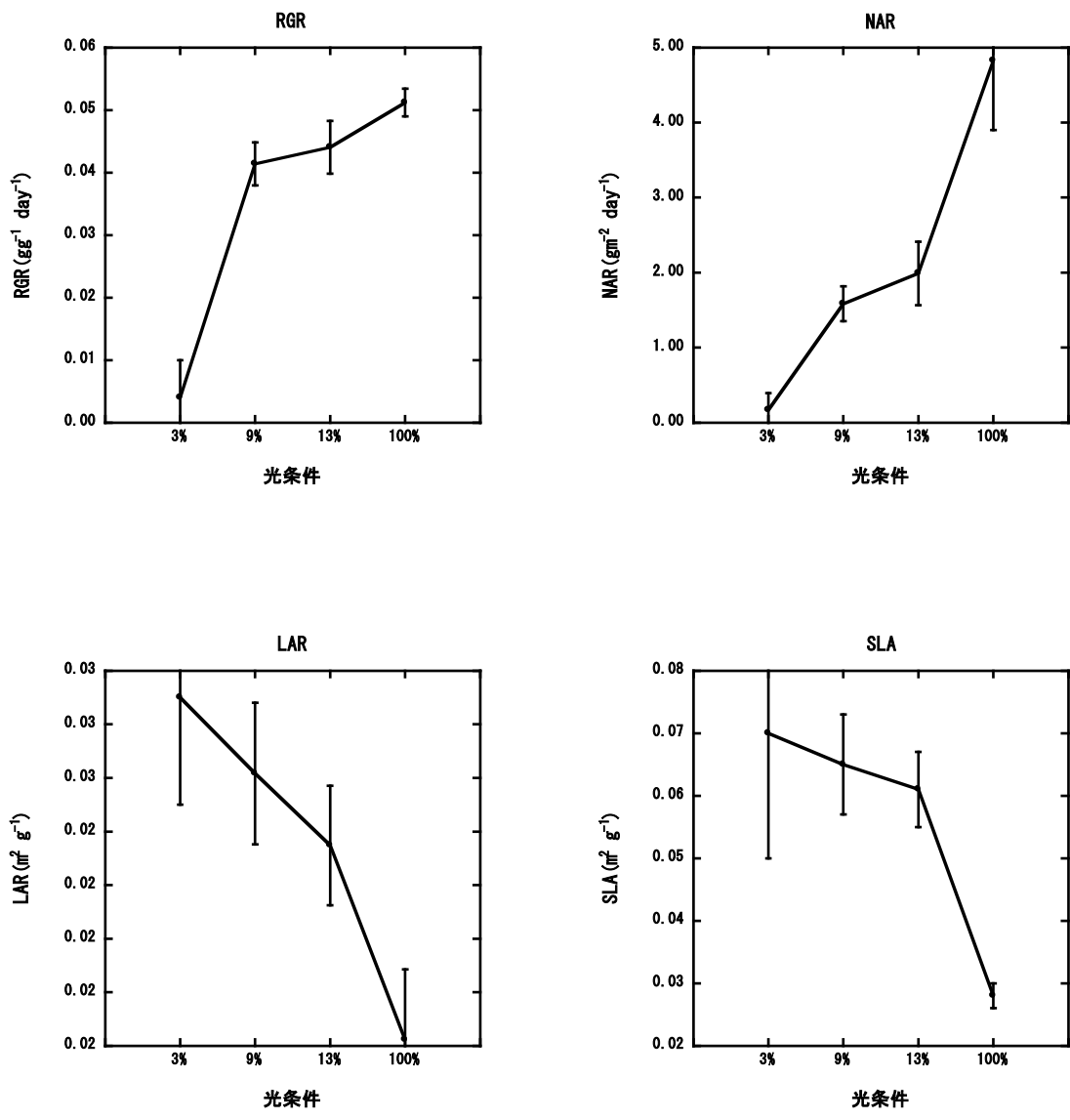


図 8. 異なる光条件下で栽培したオオブタクサ 前橋の生長解析結果

群馬大学荒牧キャンパス内に設置した異なる光条件区 (3%、9%、13%、100%) 内で、ポット植えた苗を約 2 ヶ月間栽培した。相対成長速度 (RGR)、純同化率 (NAR)、葉面積比 (LAR)、比葉面積 (SLA) を示す。縦棒は標準偏差。n=5-11。

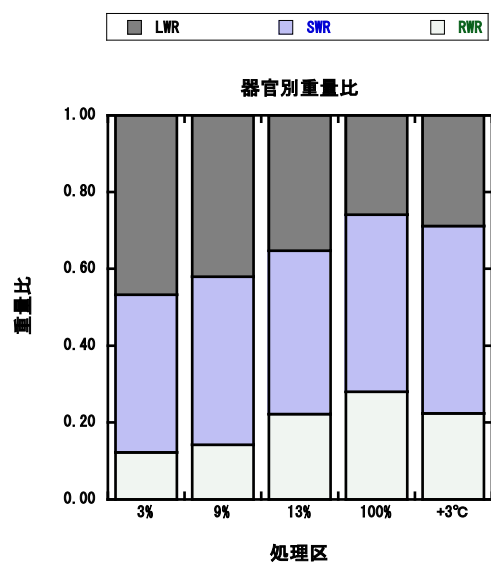
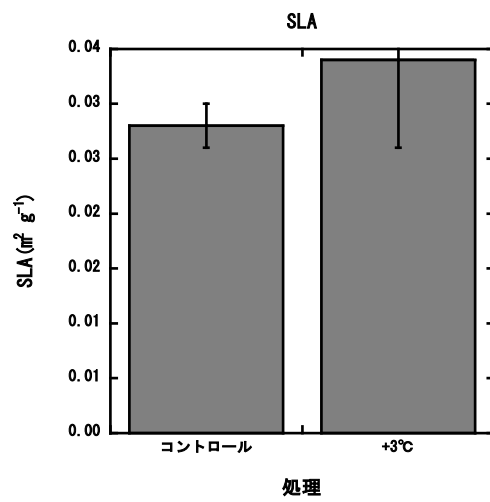
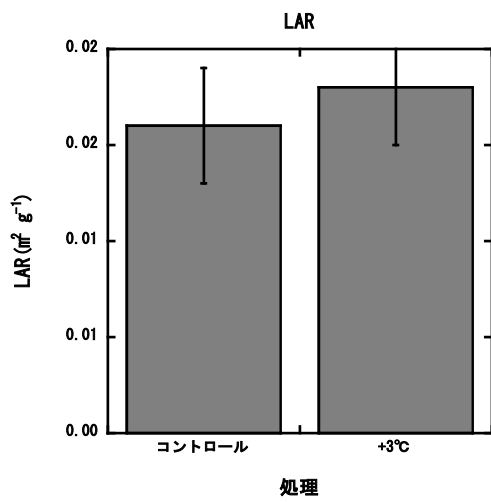
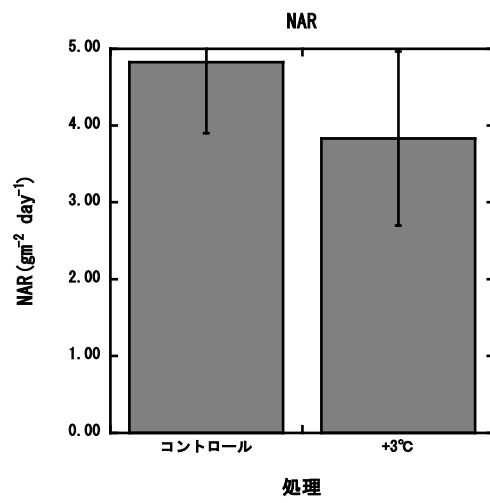
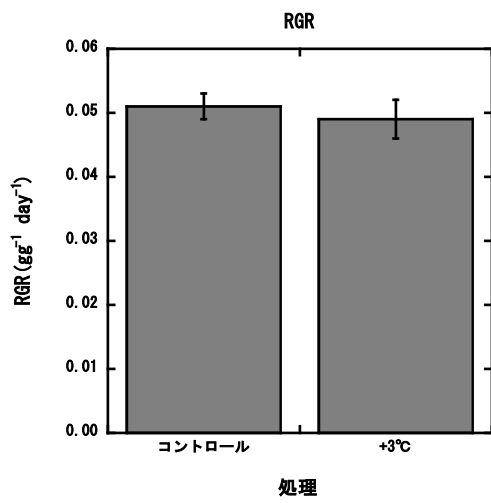


図9. 3°C上昇区で栽培したオオブタクサ 前橋の生長解析結果

群馬大学荒牧キャンパス構内の裸地（相対光量子密度 100%）で 3°C 上昇区を設置し、ポット植えした苗を約 2 ヶ月間栽培した。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=5-11。

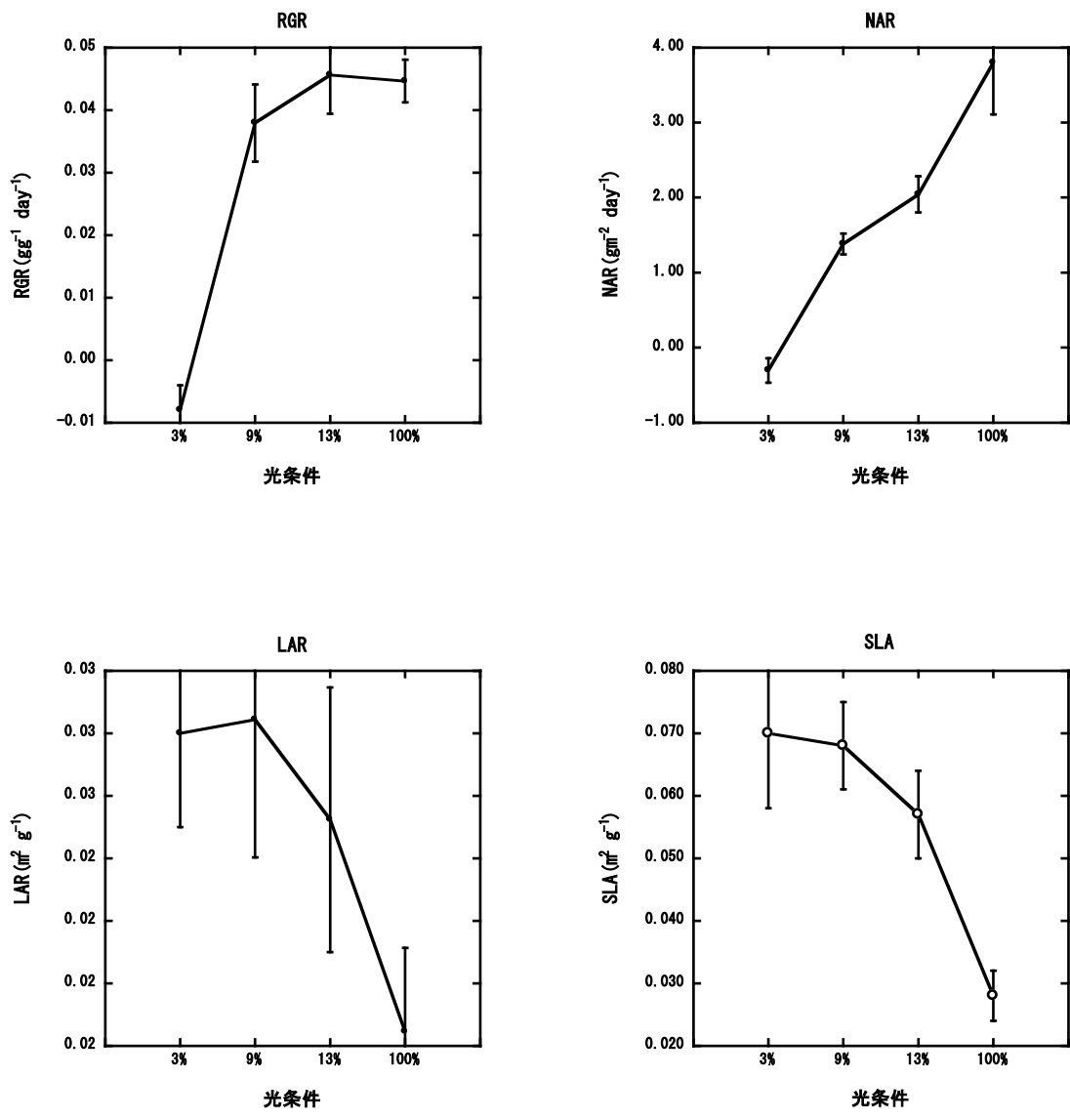


図 10. 異なる光条件下で栽培したオオブタクサ 菅平の生長解析結果

群馬大学荒牧キャンパス内に設置した異なる光条件区 (3%、9%、13%、100%) 内で、ポット植えた苗を約 2 ヶ月間栽培した。相対成長速度(RGR)、純同化率(NAR)、葉面積比(LAR)、比葉面積 (SLA) を示す。縦棒は標準偏差。n=3-9。

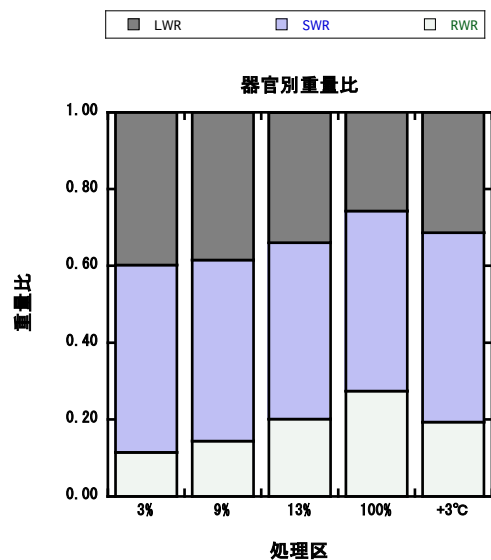
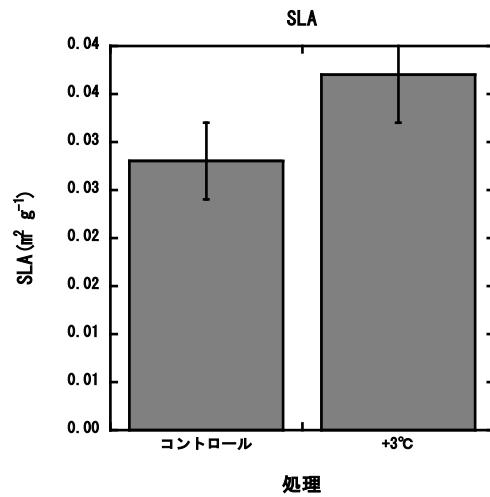
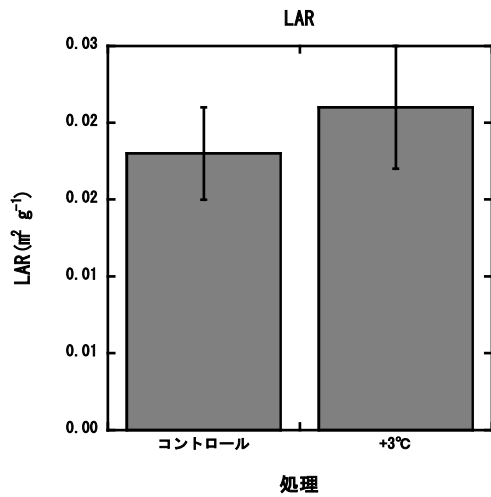
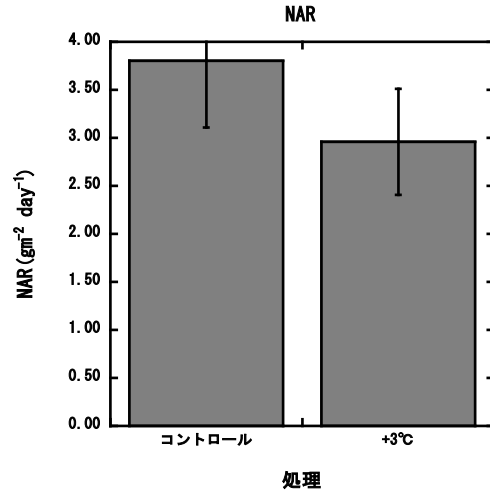
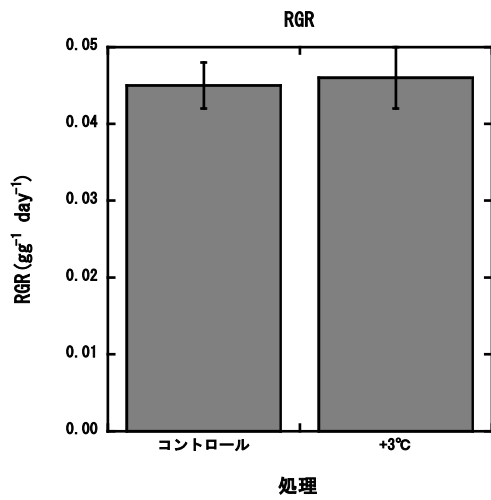


図 11. 3°C上昇区で栽培したオオブタクサ菅平の生長解析結果

群馬大学荒牧キャンパス構内の裸地（相対光量子密度 100%）で 3°C 上昇区を設置し、ポット植えた苗を約 2 ヶ月間栽培した。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=3-9。

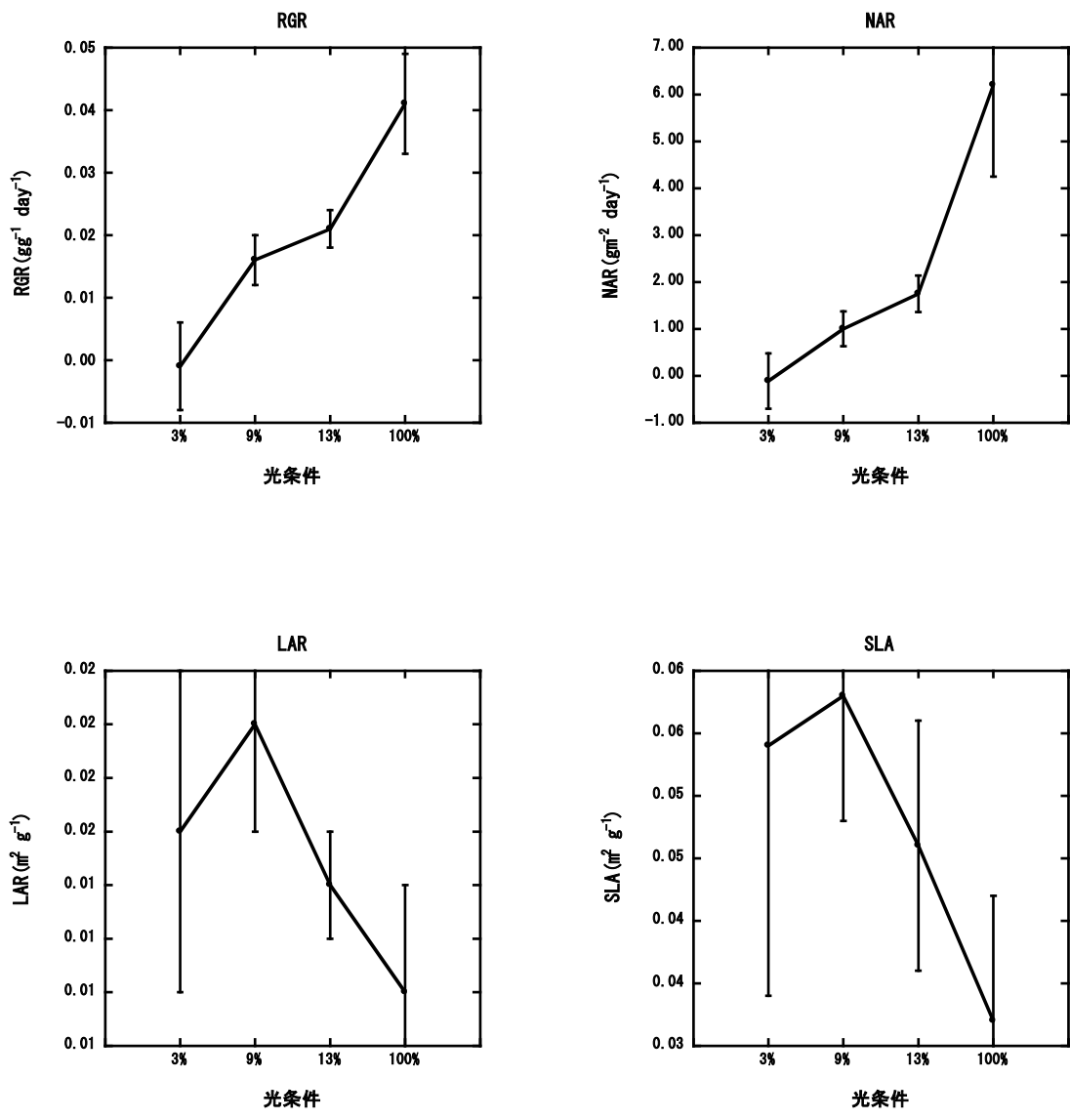


図 12. 異なる光条件下で栽培したキシウスズメノヒエの生長解析結果

群馬大学荒牧キャンパス内に設置した異なる光条件区 (3%、9%、13%、100%) 内で、ポット植えた苗を約 2 ヶ月間栽培した。相対成長速度 (RGR)、純同化率 (NAR)、葉面積比 (LAR)、比葉面積 (SLA) を示す。縦棒は標準偏差。n=5-11。

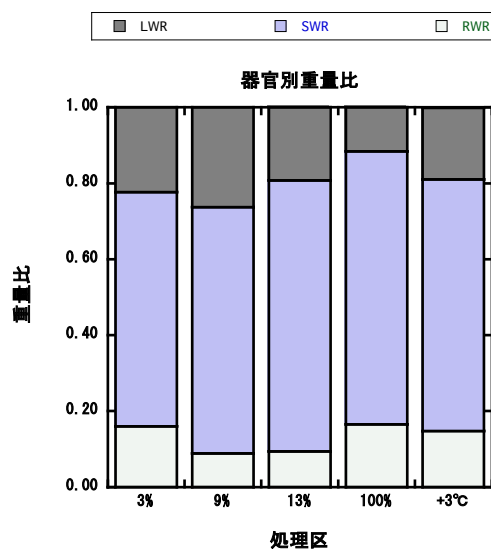
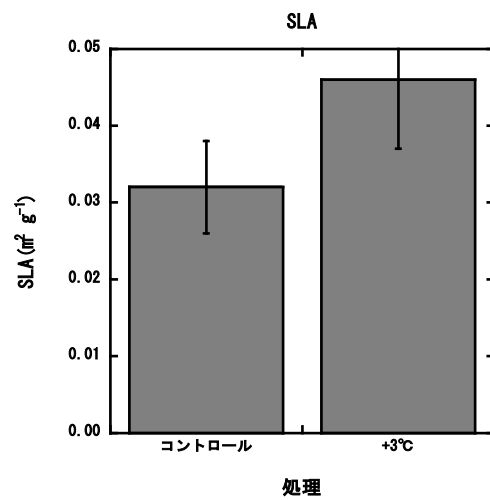
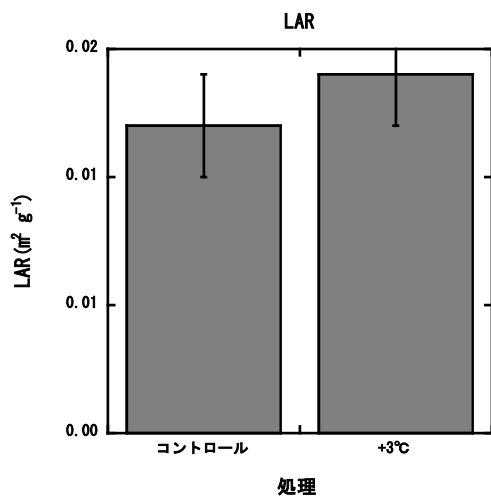
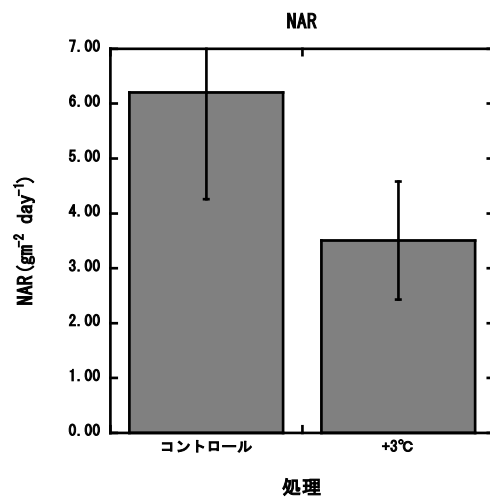
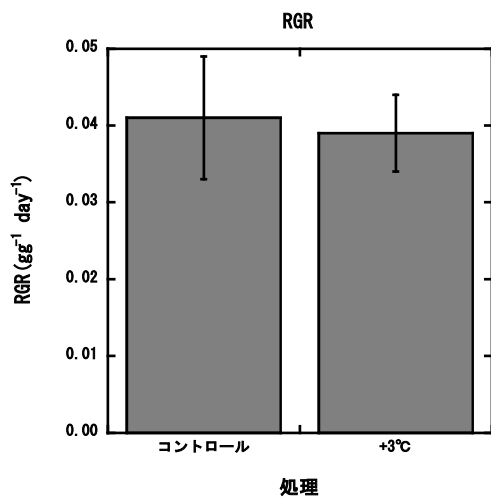


図 13. 3°C上昇区で栽培したキシウスズメノヒエの生長解析結果

群馬大学荒牧キャンパス構内の裸地（相対光量子密度 100%）で 3°C 上昇区を設置し、ポット植えした苗を約 2 ヶ月間栽培した。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=5-11。

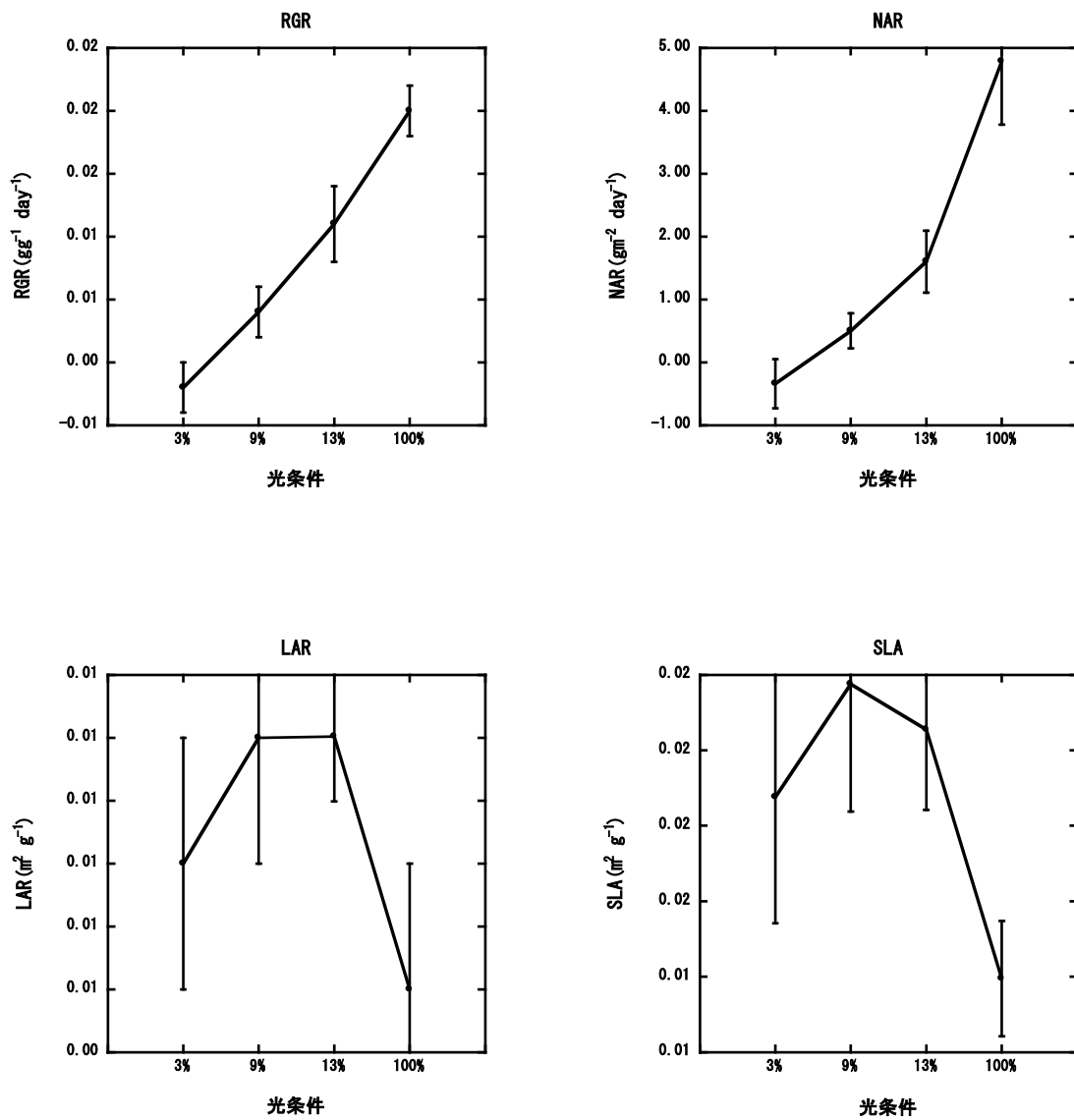


図 14. 異なる光条件下で栽培したシナダ雷斯ズメガヤの生長解析結果

群馬大学荒牧キャンパス内に設置した異なる光条件区 (3%、9%、13%、100%) 内で、ポット植えた苗を約 2 ヶ月間栽培した。相対成長速度 (RGR)、純同化率 (NAR)、葉面積比 (LAR)、比葉面積 (SLA) を示す。縦棒は標準偏差。n=7-10。

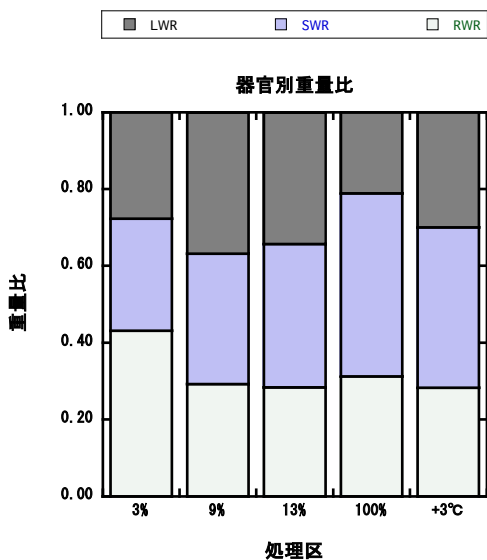
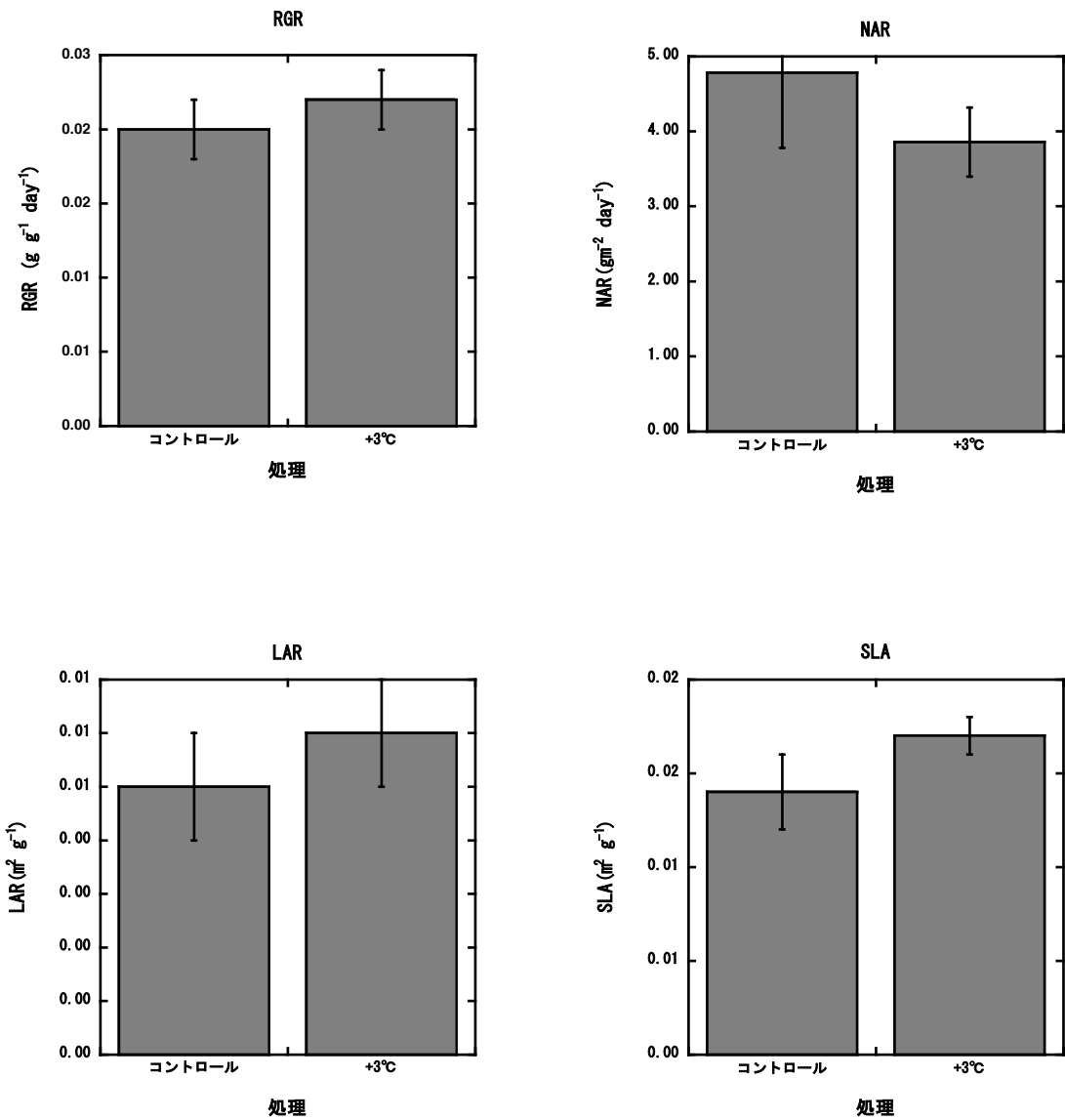


図 15. 3°C上昇区で栽培したシナダレスズメ  
ガヤの生長解析結果

群馬大学荒牧キャンパス構内の裸地（相対光量子密度 100%）で 3°C 上昇区を設置し、ポット植えした苗を約 2 ヶ月間栽培した。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=7-10。