

# 卒業論文

題名

大型ビオトープとその周辺にある里地の  
植物相の保全生態学的研究

学籍番号

10602030

氏名

春原 悠樹

指導教員名

石川 真一 教官

平成 26 年 1 月 14 日 提出



## 概 要

過去 50 年にわたって、需要の急速な増大に対応するために、人類は歴史上かつてない速さで、大規模に生態系を改変してきた。この改変は地球上の生命の多様性という面で、莫大かつ概して不可逆的な喪失をもたらした。

生態系に加えられてきた改変は人間の福利と経済発展に大きく貢献し、多くの利益を生んだ。しかし、これらの利益は多くの生態系サービスの劣化、非線形的変化が生じるリスクの増加、そして人々の貧困の悪化という形の代償の増大とともに達成された。これらの問題を解決するための努力をしなければ、将来世代が得る利益は大幅に減少すると予測されている。

生物多様性の変化は生態系サービスの供給のみならずその回復力にも影響することから自然再生事業を行う企業も増えてきている。自然再生に対する科学的アプローチにおいて、「自ら再生していく自然の力を引き出す」ということが最も基本となる。可能な限り自然の回復力に任せ、人間は自然が自ら回復していく過程を手助けする程度が望ましい。その事業の一環がビオトープづくりである。

本研究では、大型ビオトープの育成管理において、外来植物を抑制あるいは駆除しつつ、在来植物の増加を促進する方策を検討するために必要な生態学的知見を、環境情報として蓄積することを目的に、アドバンテスト・ビオトープ及び周辺の矢場川、チノー・ビオトープ、男井戸川調整池において現地調査を行った。また、地域の生態系の再生という機能を果たし始めている各ビオトープについて、地域の絶滅危惧種の保護・増殖場所となる可能性を高めるために、群馬県内に生育する 2 種の国指定準絶滅危惧種（フジバカマ、アサザ）の繁殖・栽培方法の検討を行った。

アドバンテスト・ビオトープでは在来種 81 種、外来種 33 種の計 119 種の生育が確認された。近年の調査と比較すると総種数は動的平衡状態を保っているといえる。確認できた種の中には、フジバカマやミゾコウジュといった湿地性絶滅危惧種や、里山植物も多数含まれており、継続的な生育が確認できた。

チノー・ビオトープでは在来種 99 種、外来種 55 種の計 154 種の生育が確認された。本ビオトープでは一昨年度から継続して 150 種前後を確認している。生育が確認できた種の中には竣工直後から確認されている絶滅危惧Ⅱ類のコギシギシ、2011 年度から確認されている準絶滅危惧種のカワヂシャとミゾコウジュの生育が確認できた。竣工から目立っていた園芸種は引き抜き除去の継続により 2011 昨年度調査の 3 分の 1 以下に減った。

男井戸川遊水池では在来種 45 種、外来種 33 種の計 78 種の生育が確認された。昨年度より継続し絶滅危惧Ⅱ類のコギシギシと準絶滅危惧種のカワヂシャを確認し、本年度新たに絶滅危惧Ⅱ類のコイツネノボタンの生育を確認した。

大型ビオトープでは、育成管理のための経費・労力の規模も大きなものとなる。特に、外来植物の除去においては、相当の労力を費やすこととなるが継続的な育成管理が行われることにより、生物相、物理化学的環境条件の多様性が実現される。

谷田川とアドバンテスト・ビオトープで採取した種子を用いてフジバカマの発芽の培養温度依存性解析を行った。最終発芽率は 5 温度区で解析した谷田川産の種子で 55.3%-65.3% であり、2 温度区で解析したアドバンテスト・ビオトープ産の種子で 16.0%及び 30.0%であった。産地により差が認められたが後者は採取時から時間が経っており、種子が劣化したためと考えられる。最終発芽率にあまり差は見られなかったものの、いずれの種子も高温区である程、培養開始から日数を要さず発芽する傾向があった。

フジバカマ及びアサザを異なる光環境（相対光量子密度 3%、9%、13%、100%）の下栽培し、それぞれ光条件区ごとに生長解析を行ったところ、いずれも相対光量子密度 100%の裸地において栽培した個体群が最もよく生長した。すなわち、これらが旺盛に生長するためには他の植物に被陰されないように、それらを刈り取り除去するような管理が不可欠であるといえる。アドバンテスト・ビオトープのフジバカマ植栽地においては周辺の樹木が生長したことにより、枝が伸び、当地を被陰する傾向が見られた。従来行っている草刈り管理に加え、剪定を行うことが求められる。

フジバカマを施肥条件下及び気温上昇条件下において栽培し、生長解析を行ったところ、裸地で栽培した個体群と比較し、相対生長速度（RGR,  $\text{g g}^{-1}\text{day}^{-1}$ ）に有意差は認められなかった。すなわち、土壌中の養分が整っていれば施肥により生長は促進されることが判明した。気温上昇に対しては比葉面積（SLA,  $\text{m}^2\text{g}^{-1}$ ）を増大させることにより RGR の低下を緩和させていることが判明した。

本研究により、大型ビオトープは適切に育成管理することによって絶滅危惧種の保護や生物多様性の保全という機能を発揮できる可能性が高いことが明らかになった。ビオトープの育成管理は、地域の自然の自己回復力に人間が手を添えるという想像作業の一局面である。持続的な自然再生を実現するためには、見た目の奇抜さや公園利用価値のある庭園や緑地帯を目指して造るべきではない。地域特有の自然や立地環境の復元を目指してビオトープを育成管理し、持続的にモニタリングすることが不可欠である。

## も く じ

はじめに .....	3
生物多様性とは .....	3
生物多様性を守る意義 .....	3
生態系サービスとは .....	5
人類の経済と資源 .....	6
生物多様性の危機 .....	7
自然を再生するためには .....	9
ビオトープとは .....	10
人工ビオトープ .....	11
外来生物の駆除・抑制 .....	14
自然再生事業 .....	15
里山の生態系 .....	18
本研究の目的 .....	20
調査地概要 .....	22
アドバンテスト・ビオトープ .....	22
チノー・ビオトープ .....	23
男井戸川調整池 .....	23
調査・実験方法 .....	24
植物相調査 .....	24
相対光量子密度測定 .....	24
体積土壌含水率 .....	24
発芽の温度依存性実験 .....	24
栽培実験 .....	25
前栽培と初期サンプリング .....	25
異なる環境条件下における栽培実験 .....	26
生長解析 .....	27
結果及び考察 .....	29
植物相調査 .....	29
アドバンテスト・ビオトープ .....	29
チノー・ビオトープ .....	30
男井戸川調整池 .....	31

発芽の温度依存性実験 .....	32
フジバカマ (キク科、多年草、 <i>Eupatorium japonicum</i> ) .....	32
異なる環境条件下で栽培した絶滅危惧植物の生長解析 .....	33
フジバカマの越年苗の生長に対する光環境の影響 .....	33
フジバカマ実生の生長に対する光環境の影響 .....	34
フジバカマ実生の生長に対する施肥と気温上昇の影響 .....	35
アサザ (ミツガシワ科、多年草、 <i>Nymphoides peltata</i> ) の生長に対する光環境の影響 ..	35
アドバンテスト・ビオトープ内の環境測定 .....	36
フジバカマ植栽地の相対光量子密度 .....	36
体積土壌含水率 .....	37
結論 .....	38
謝辞 .....	41
引用文献・引用 web ページ .....	42
写真 .....	44
表 .....	54
図 .....	76

## はじめに

### 生物多様性とは

生物多様性とは、生物の種の多様性のみをさすのではなく、同じ種類の生物のなかに見られる個性を表す遺伝子の多様性、更には、多様な種の生活を保障する生態系の多様性なども含む、生物の豊かさを包括的に表す用語である。一般的な表現を使えば、それぞれの地域に多様な生物が生息し、それぞれが相互につながっていて、その結果、多様な自然が存在していることともいえる（鷺谷 2004；山田 2010）。

種の多様性とは、私たちが普段、生物の種類として認識しているものの多様性である。それらが絶滅するということが、種の多様性が損なわれたということを示す。

遺伝子の多様性とは、私たちが他人を性格、顔立ち、体つきなどでひとりひとり区別しているように、同じ種の動植物であっても、よく観察すると個性が見えてくる。それぞれの個性の違いをいう。

生態系の多様性とは針葉樹林、落葉樹林などの森林、草原、湿地、水田などの生態系のバリエーションをさす。一面同じように整備された水田ばかりが広がる近代化された農業景観に比べて、田畑があり、樹林があり、ため池があり、草地もある里山のほうがずっと多様性が高い。これについては、その景色を眺めれば誰もが容易に感じるができるだろう（鷺谷 2004）。

### 生物多様性を守る意義

例えば、多様な生物種が存在することで、特定の害虫や病気が発生・蔓延する確率を低く抑えることができる。干ばつなどの環境変化が起きても、それに耐性を持つ種や遺伝子が存在することで、総倒れを防がれているなど、リスクを分散させる効果をあげることができる。

このように生物多様性は生物自身の生き残りのために必要なのであるが、人間のためにも様々な役に立っている。例えば、植物は光合成を通じて二酸化炭素を吸収し、酸素を供給する。また、豊かな森林は洪水などの災害の発生を未然に防止し、清浄な淡水を供給するという機能をもっている。食糧や木材などの人間に必要な物質を供給したり、医薬品の原料となったり、さらには新しい技術のヒントを提供してくれることもある（足立 2010）。

このようなことをはじめ生物多様性はそれ自体に価値があるといえるが、特に 2002 年に公表された新・生物多様性国家戦略では人間と生物多様性の関係や保全の意味を整理し、次の 4 つの理念としてまとめている。

①人間生存の基盤： 地球上の生物は、生態系という環のなかで深くかかわりあい、つながりあって生きている。そして二酸化炭素の吸収、気温湿度の調整、土壌の形成、水源の

涵養など、さまざまな機能により、人間にとって欠くことのできない環境基盤を整えている。

②世代を超えた安全性・効率性の基礎： 生物多様性の保全是、自然性の高い森林を保全し、水源地を汚染することなく安全な飲み水を提供し、かつ、災害を未然に防ぐこととなり、世代を超えて人間生活の安全性を保証する。

③有用性の源泉： われわれの生活は、食糧、医薬品、燃料など、多様な生物を利用することにより成り立っている。多様な生物を育む自然は、教育・芸術・レクリエーションなど、有用な価値の源泉となる。

④豊かな文化の根源： 地域の文化は、地域の生物多様性に根ざしており、多様な生物や文化は、地域の遺産として、今後の地域活性化を支える鍵となる（堀上 2004）。

生物の特徴を参考にし、新たな製品開発を行うことをバイオミクリー（Biomimicry）と呼ぶ。私たちの身の周りにはこのような製品が数多く存在している。一例を以下 a~d に挙げた。

#### a. サメ肌

サメ肌には水の抵抗を減らす仕組みがある。更に鱗は付着物が付きにくい構造になっていることが知られている。こうした特徴を活かして、競泳水着への応用や、船舶用の塗料への応用の研究が進められている。

#### b. ひつつきむし

ひつつきむしは、動物の体や人の衣服にくっついて、種を遠くに運ぶために役立っている。これをヒントに 1950 年代に現在の「マジックテープ」の原型ができた。日本では、この「マジックテープ」をクラレが製品化し新幹線のヘッドレスカバーに採用したのを皮切りに、いまではカバンや靴など、私たちの身の回りによく利用されるようになっている。

#### c. カワセミのくちばし

カワセミは時速 100km ものスピードで獲物の魚めがけて水中に飛び込むが水しぶきはほとんど上げない。それは飛び込むカワセミのくちばしは、水や空気の抵抗を減らすために鋭い四角すいの形をしているからである。この形状は、研究者がコンピュータを駆使して計算し、やっとたどり着いた最も抵抗の少ない形とピッタリと一致していた。新幹線の先端に利用されている。

#### d. フクロウの羽

フクロウは最も静かに飛ぶ鳥といわれている。フクロウは、翼の前のふちに生えている「風切り羽」に普通の鳥にはない小さなギザギザがたくさんついている。これが空気の抵抗を減らす役割を有しており、音を立てず飛ぶことを可能にしている。このギザギザは新幹線のパンタグラフの設計に採用され、新幹線は騒音を抑えた高速運転ができるようになった（藤野 2010）。



生物多様性を損なうということは、すなわち製品の開発機会をも逃すことにつながる。

しかしながら、「生物多様性」という言葉の一般認知度について 2009 年に内閣府が行った調査によると、「聞いたことがある」という回答は 36.4%であり、認知が広がっているといえるものではなかった。また、聞いたことがありかつ「言葉の意味を知っている」と回答したのは全体の 12.8%にとどまっている。人間活動による生物多様性への負荷を低減していくためには、すべての人々が生物多様性という言葉の意味やその価値を認識し、実際の行動につなげていくことが重要である。それにも関わらず、一般には浸透していない点で問題があるといえる（環境省 HP 2011）。

地球上の生物で孤立し、単独で生きているというものは存在しない。互いにクモの巣（web）のように、網目状につながっている。複雑で密な網目のどこか 1 ヶ所が切れても、ほかのつながりがカバーしうる。このことも生物多様性のもつ意義である（足立 2010）。

### 生態系サービスとは

生態系サービスは生態系から人々が得る恵みであり、以下の 4 つのサービスから成る。環境の変化は、文化と科学技術により緩和される可能性があるが、人類は基本的に生態系サービスの供給に依存し生活することに変わりはない（Millennium Ecosystem Assessment 2007）。

#### ①供給サービス：人間に直接利益をもたらす商品の提供

食糧、繊維、燃料、淡水など、私たちは多くの資源を生態系から得ている。これらは経済的価値を持ち、市場で取り引きされる。

#### ②調節的サービス：人間にとって良好な状態に生態系を調節するサービス

森林は、空気の浄化、水源涵養、表土の安定化など私たちにとって有用な多くの調節機能を有する。また湿地は、窒素の除去（脱窒）という重要な機能がある。マングローブやサンゴ礁は、台風や津波などの災害から居住地を守る防災機能が高いことが、最近の災害から明らかになっている。また、花を訪れる昆虫は、作物や果樹を含む多くの植物の結実になくてはならない存在である。このような調節的サービスは、供給サービスと異なり、市場で評価されていない場合がほとんどである。このため、経済的な利益追求の結果、調節的サービスが失われるという状況が世界各地で起きている。

#### ③文化的サービス：人間にとって有用な非物質的な価値の提供

自然は、登山、バードウォッチング、釣り、潮干狩り、スキューバダイビング、エコツーリズムなど様々なレクリエーションに利用されている。そのような場の提供にも欠かせない。

#### ④基盤的サービス：上記のサービスを維持するための基盤

具体的には、水・物質循環、一次生産（植物や動物プランクトンが炭水化物を合成する

プロセス)、土壌形成作用(落ち葉などの分解を含む、土壌がつくられるプロセス)などをさす。基盤であるだけに経済的評価は難しい。市場では全く評価されないようである(矢原 2010)。

過去 50 年にわたって、主に食糧、淡水、木材、繊維および燃料の需要の急速な増大に対応するために、人類は歴史上かつてない速さで、大規模に生態系を改変してきた。この改変は地球上の生命の多様性という面で、莫大かつ概して不可逆的な喪失をもたらした。

生態系に加えられてきた改変は人間の福利と経済発展に大きく貢献し、多くの利益を生んだ。しかし、これらの利益は多くの生態系サービスの劣化、非線形的変化が生じるリスクの増加、そして人々の貧困の悪化という形の代償の増大とともに達成された。これらの問題を解決するための努力をしなければ、将来世代が得る利益は大幅に減少するであろう。

すべてではないが、いくつかの生態系サービスに対しては代替品が作られるかもしれない。しかし、その代替品のコストは一般的に高く、代替品も環境に他の影響を与える可能性も否定できない。たとえば、木材の代替品としてのビニール等のプラスチック類、金属は、近年の世界的な木材消費の成長速度を比較的遅くする役割を果たしてきた。しかし、代替品の利用可能性は特定の生態系サービスに対する圧力を減らすことはできても、環境に対して常に良い、正味の便益をもたらすとは限らない。

人間によって利用されている食糧や水、木材のように供給にかかわる生態系サービスの量は、20 世紀後半に急速に増加した。そのスピードは、一般的には経済成長よりも遅かった。しかし一方で、しばしば人口増加よりも速かった。そして、人間に利用される供給サービスの量は、いまなお増加を続けている。生態系が供給するいくつかのサービスの量が大幅に増加したことと、そのうち人間が利用できる割合が増えたことが組み合わさって、人間による供給サービスの利用の増加を可能にしてきた。世界の人口は 1960 年から 2000 年の間に 30 億人から 60 億人へと倍増しており、世界経済は 6 倍以上に成長した。この間に、食糧生産はおよそ 2.5 倍に増加し、水の利用は 2 倍、紙パルプ用の木材は 3 倍、木材生産は 60%増加した。

場所によって異なっているものの、いくつかのケースでは供給サービスは、持続不可能なスピードで利用されている。

また、生物多様性の変化が生態系サービスの供給のみならずその回復力にも影響することを忘れてはならない(Millennium Ecosystem Assessment 2007)。

## 人類の経済と資源

光合成にもとづく生物生産は太陽から地鏡面に到達する光のエネルギーに依存するため、地球表面の面積と比べることで明瞭な面積あたりの限界値を推定することができる。ワッカーネゲルらはその限界を推定し、2002 年 7 月にアメリカ合衆国科学アカデミー誌に「人

類の経済の生態学的赤字をたどる」と題した論文を発表した。その推定結果は、人間活動がすでに地球の限界を大きく超えつつあることを明確に示すものだからであり、当該論文は、持続可能性の確保に関心を寄せる人びとのあいだで大きな反響を呼んでいる。

具体的には、ワッカーネゲルらは、地域による生物生産性の違いを考慮しつつ人間活動に利用される土地の面積を積み上げて評価した。すると、主要な人間活動のための総面積需要は 1980 年代の前半に既に地球の面積を超過し、1999 年にはほぼ 20%の「赤字」になっていることが示された。赤字が可能なのは、現代の人類は地球の過去の遺産ともいえるべき化石燃料を急速に食いつぶしながら生きているからである（鷲谷 2003）。

このような石油などの化石燃料は、過去に蓄積された資源である。それらを「遺産資源」と呼ぶのに対し、太陽エネルギーは一般的に「循環資源」とされる。現在の物質的な豊かさを確保するためには、地球全体に降り注ぐ太陽エネルギーの 0.01%を確保するだけでよいという指摘もある（山脇 2004）。

遺産資源に頼る生活は、貯金を切り崩しながら生活しているようなもので、いつかは破産する。一方、生産資源を有効に活用する生活は、毎月の給料で生活するようなものである。賢く使えば貯金を増やすことができる（中島 2004）。

地球上に遍在する資源は、どれも有限である。

資源である自然を破壊して豊かになれるのは一時的なものにすぎない。使いすぎると、遅かれ早かれ資源はやがて枯渇する。そしていずれはその場に住めなくなる。メソポタミアやインダスなどの世界四大文明を含めて、かつての文明は、今では大半が砂漠の中に沈んでいる。

そこでキーワードとなるのが環境容量（*carrying capacity*）である。生物の生活は様々な資源に依存しなければ成り立たない。また、生活をするうえではそのための空間が必要であり、さらに、活動の結果による老廃物等の発生によりやはり様々な制約を受ける。環境容量とは、これらの資源・空間・機能などの制約による生物の増加の限界のことである。また、人間活動の結果生ずるさまざまな負荷を自然界が是正する能力の飽和量を示す概念としても用いられる。

近代化の過程において、このような環境容量を著しく超えた営為は、それこそ枚挙に暇がない（清水 2004；中島 2004）。

## 生物多様性の危機

新・生物多様性国家戦略や生物多様性国家戦略 2010 の中では、日本の生物多様性が直面している危機の原因として、以下の 3つを挙げている。

第一に、人間活動や開発が直接もたらす生態系の破壊、種の減少・絶滅である。例えば、日本の干潟は戦後、4割が消滅してしまった。生態系の分断・劣化を通じた生息・生育域

の縮小。消滅も問題である。

第二に里地里山などにおける人間の働きかけの減少による生態系バランスの崩れである。具体的には、耕作放棄地や手入れ不足の雑木林などがそれにあたる。背景には生活・生産様式の変化や人口減少もある。

第三に、外来種による生態系の攪乱である。人間活動によって持ち込まれた外来種が、地域在来の生物に対する脅威になってしまっているのである。

最近ではこれに、気候変動による危機が追加された。全球平均気温が  $1.5^{\circ}\text{C}\sim 2.5^{\circ}\text{C}$  上昇すると、世界の動植物種の 20~30%の絶滅リスクが上昇する可能性があるといわれている（堀上 2004；足立 2010）。

地球上の生物種の数は減少している。絶滅は、地球史において自然の現象である。今日生息している種のは数は 500 万~3000 万種の間だと見積もられている。ただし、研究が十分進んでいないグループ、たとえば深海生物や菌類、寄生虫を含む微生物などに現在推定されているよりも多くの種が存在するならば、全体の種数は 3000 万種よりも多くなり得る。今日生息している種は、これまでに地球史を通して生息していた全種数の 2~4%にすぎない。化石記録は主要な大量絶滅が 5 回あったことを示しており、最近では 6500 万年前に大量絶滅が起きたと見られている。

その 5 回の主要な大量絶滅を除くと、海洋と哺乳類の化石種から推定される絶滅の平均速度は 1 年間に百万種あたりおおよそ 0.1~1 種であった。過去 100 年間で記録のある鳥類・哺乳類・両生類の絶滅は、おおよそ 100 種である。これまでの地球史の絶滅速度と比較すると 50~500 倍速いことになる。記録のないまま絶滅した種を含むとこれまでの地球史の 1000 倍以上の速度にもなり得る。絶滅速度を積算するために使われたデータや手法は過去 20 年間で改善されてきているが、現在の絶滅速度を測定するうえでは依然大きな不確実性が存在する。その理由としては、記載されていない分類群の絶滅の程度がわからないこと、多くの記載された種の状態があまりよくわからないこと、希少種の最終的な絶滅を判定することが困難であること、そして絶滅の脅威の原因と、結果としての絶滅の間に時間的差があること、などがあげられる。

生態系の改変がもたらすものを明らかにし、生態系を管理することは困難である。なぜならば、効果はゆっくりと顕在化する場合が多いからである。その上に、それらは生態系の改変が行われた場所から離れた場所に主として現れることもあり、かつ生態系改変のコストと便益の利害関係者は往々にして異なるからである。

効果がゆっくりと顕在化するのには生態学システムには慣性（システムが攪乱に反応する際の遅延）が存在するためである。その結果、改変を引き起こす事象の発生時と改変の結果がすべて現れる時期との間に、しばしば長い時間差が存在することになる（Millennium Ecosystem Assessment 2007）。

ある生態系が改変されると、一般的に他の生態系サービスの変化も起こる。生態系サービス間のトレードオフはよくあることである。

生態系サービスに関連する多くのトレードオフは、悪化した場所から遠く離れた地域で現れることもある。たとえば、森林から農地への転換は、生態系が変化した場所の下流の水質や洪水頻度に影響を及ぼすことがある。また、農地へ施用する窒素肥料の増加は、沿岸の水質に影響を及ぼすことがある。

特定の場所からある種が失われたとき、あるいは新たな場所にある種が導入されたとき、その種に関連するさまざまな生態系サービスが変化する。一般的に、生息環境に変化があると、そこに存在する種に関連した一連の生態系サービスが変化する（鷲谷 2003）。

生態系で行われている改変は、生態系をしだいに非線形的に変化（加速度的な変化、突発的な変化、そして不可逆的な変化）させており、それは人間の福利に重要な影響を及ぼしている、ということは、不完全ではあるが立証されている。生態系の変化は一般的には徐々に進行する。しかし、非線形的変化を示す場合もある。すなわち、いったん臨界点を超えると、そのシステムは全く異なる状態に変化してしまう。そして、そうした非線形的変化は、時として突発的である。その場合、変化量は大きく、元に戻すことは困難だったり、元に戻すことはできても高い費用を要したり、そもそも元に戻すことが不可能だったりする（Millennium Ecosystem Assessment 2007）。

生物は一般に個体数がある程度まで減少すると、絶滅へ向けての悪循環に巻き込まれる。それは、個体数が減少すると生存や繁殖が難しくなり、さらに個体数が減少するという絶滅へ向けての悪循環である。そのような状況に陥った種の保全を図るためには、生息・生育に適した環境を取り戻すと同時に個体数の回復を図ることが必須である。単に、現在残されている個体を厳重に保護するだけで回復を実現することは困難である（鷲谷 2003）。

### 自然を再生するためには

絶滅に向けての悪循環に巻き込まれている種は、ほとんどの場合、その衰退があるひとつの特定の原因によってのみもたらされているわけではない。必ずといってよいほど、いくつもの原因が複合的に作用している。そのなか人為的によるものには、開発による環境改変、富栄養化、汚染、外来種の問題などが含まれているだろう。

従い、自然再生の事業においては、対策をたてやすい要因からそれらをひとつずつ取り除き、原因とその複合的作用に関する仮説を検証しながら、より有効な種や個体群の回復の手段を明らかにしていくことを要する。

まず、その種がおかれた生態的状況をできるだけ正確に把握し、絶滅要因の作用やその絡まりあいについての仮説をたてる。次に、その仮説を明瞭な形で検証できるような生育場所の再生や生育条件改善のための計画をたてる。それに基づき実施される事業は、その

仮説を検証するための実験に相当する。対象とする種、あるいは指標とする種の定着、成長、繁殖などをモニタリングしながら、その仮説の妥当性を見極める。その結果を整理し、評価を加えたうえで、新たな仮説をたてて次の計画に進む。

このように、自然再生事業によって絶滅危惧種の回復を図る際には、再生のための取り組みや保全策を仮説検証のための実験とみなし、科学的なモニタリングを通じてその結果を評価しながら進めることが必要である。またその過程には、研究者や行政の担当者だけではなく、その協同事業に参加する市民、NPO、企業などが参加することが望ましい。それは、ともに学びながら実践を進めるということでもあり、この手法は順応的管理と呼ばれている（鷲谷 2004）。

このように説明すると順応的管理は、時として単に「やり直してよい管理」として捉えられてしまう場合がある。確かに、順応的管理の過程では、事業の「やり直し」がされる場合が往々にしてある。しかし、十分な吟味のないやり直しは経費の無駄遣いである。科学的知見や先例からの教訓を事業の計画段階において十分に活かすとともに、後の事業に教訓を残すことができる取り組みを必要なのである（西廣 2010）。

## ビオトープとは

ビオトープは景観生態学、地域生態学から生まれた学術用語であり、ギリシャ語のビオス（Bios：生物）とトポス（Topos：場所）を合成したドイツ語である。生物学的な空間的不連続性で区切った景観単位のことをさす。

簡単に言えば「生物が生息している空間のすべて」である。地球の表面全体のことを対象としたものでその保護や管理を行うために、森、川、田んぼ、公園、都市のように、自然を生物の視点から整理、区分する考え方である。この考え方に基づけば建物や道も立派なビオトープのひとつである。生物には乏しいが、微生物まで含めた何かしらの生物が棲んでいるからだ。

ビオトープは個人から国際まで様々な視点から参加、取り組むことのできる環境保護対策のひとつである。その上、環境問題に取り組んだ効果をわかりやすく認識できる特徴もある。

どのような場所でも保護対策を行えるというのが、自然をビオトープとして整理することの利点である。身近な自然を少し良くする個人レベルのことから、大面積の保護や大規模な自然再生事業までと、その対策は広範にわたる。

技術専門用語としても 1970 年代頃から庭園や河川の自然管理の際に使われるようになった。現在では、日本を含めた世界中に浸透しつつある考え方である。

ヨーロッパでは、生態学的な価値の高いビオトープは共有地であることが多く、その維持管理には何らかの税金が投入されることが多い。いわば、インフラとしてビオトープの

健全性を維持しているといえる。民有地であっても、ビオトープの価値を下げない対策を税金でまかなうことは少なくない。環境に貢献できる森林から得た材木を優先的に高額で公共が買い取るというような間接的な資金投入が盛んで、ビオトープの健全化も「儲け」の中で行うことが民地での競争原理をも含めた対応と位置づけられているようだ。所有者はビオトープの健全化を経営努力の一端として、大きな負荷を伴うことなく行うことができてきている（中島 2004）。

## 人工ビオトープ

ビオトープでも特にその環境の作られるスタートが人の関与によってできたものを人工ビオトープという。

人工ビオトープを作り、管理する過程で材料の運搬や重機の使用など、多くの石油エネルギーを使用してしまうことがある。本来であれば、人工ビオトープ作りでは、可能な限り人力でその場の資源を活用することが望ましい。

ビオトープの寿命は私たちのそれよりもはるかに長い。従って、世代を超えた人びとの協力を得ることは、一時的にたくさんの注目を集めること以上に持続性を高め、そのことが望まれる。関係者同士の意識のすり合わせは重要で、同時に、共通目標を抽出することが求められる。

最初に自分たちが進もうとする方向性を決める。すなわち自分たちの望む姿や夢を語り合い、基本方針について整理する。実際に今、実現するということは必須条件ではない。未来をイメージする程度のことから始めればよい。

また、このビジョンは、状況によって見直してもよい。目標や方向性が大幅に変わるような見直しは避けたいところではある。しかし、相手が自然であるゆえに、イメージは何度も変わるのが普通であろう。そのような柔軟な対応は、行為と目標のズレをいち早く察知できることにつながり、目標の実現を容易にするばかりか、方向性を見直しも可能にし得る。

また、監視、視察（モニタリング）は対策の適切性の把握と、ビジョンや設定目標の見直しを助ける。

人工ビオトープですら、自然に任せればよいというほど単純なものではない。モニタリングを続けていれば、ビオトープが外来種の温床になってしまったり、守るはずだった生物種が絶滅したりしてしまうような、大きな失敗を避ける手助けになる。ドイツで定められているビオトープ整備の七原則にもモニタリングの重要性が論ぜられ、厳格な姿勢で取り組まれている（長谷川 2004）。

その整備の七原則であるが、具体的に以下のようなものである。

①整備対象地本来の自然環境を復元し、保全する。そのための自然環境の把握は必要条件

である（この復元の中には創造も含む。創造の場合は「この地本来」となる）。

②①の理由により、設計に際して利用する素材（生物も非生物も全て含む）はその地本来のものとする。

③回復・保全する生物の継続的な生存を実現するために、それ相応の水質の用水を確保する。

④純粋な自然生態系の保全・復元のために人が立ち入らない中核ゾーンを設定する。

⑤設計図面に基づき整備した当初のビオトープは完成半ばであると心得る。その後自然が仕上げて完成状態となる読みが設計技術には必要である。

⑥ビオトープ整備は行政の思惑のみで進めないで、何らかの形で市民参加を図る。

⑦ビオトープ・ネットワーク・システム構築のために、当該ビオトープの整備後のモニタリングを十分に行う。

この七原則は、ドイツにおけるビオトープづくりの歴史の中から確立されたものであり、本来のビオトープづくりには欠かすことのできない原則である（秋山 2000）。

しかし、特定の生物種の定着や増加のみを人工ビオトープの目標としてしまうことがある。その結果、目標種を増やすことだけに主眼が置かれ、自然であることが軽視されてしまうことも多い。

そのように主に人間が努力して「増えた」目標種をとりあげて、自然が復元したかのようにマスコミを賑わしていることがある。特に、個体数が多いほど、もてはやされる傾向にある。

しかし、このような増殖に関係する人為は、動物園や植物園での育成、飼育、栽培と同じことを、周辺から孤立したビオトープの中で行っているにすぎない。

自然では、直接的に増殖させなくても、多くの生物が生息し、食う一食われるの食物連鎖が成立するものである。そのなかで、欠くことのできな い一員としての地位を築いてきたものだけが生き残っているのである（根本 2004）。

すべての生物は種ごとに違った本能の下に活動して生きのびている。この本能の要求に基づいて餌を捕り、成長し子孫を絶やさずに、様々な生への営みを繰り返しているのである。こうした営みの要件のすべては、それぞれの生物自身によって確保可能 である環境が満たされていることがビオトープの条件といえるのである（秋山 2000）。

たしかに、目標種や指標種を設定すると、ビオトープの管理はしやすくなる。しかし、限られた種のみ目標を合わせすぎてしまうと、ほかの種のことを軽視してしまいがちになる。気が付くと、野外という自然の中で特定の生物を飼育（「エコひいき」）していたということは実際にはよくある。

エコひいきは環境条件の均質化を引く起こし、全体の多様性を下げる結果を招く。目標種や指標種を設定する場合、いろいろな自然環境、季節に生息する何種類かの種をピック



アップすることで、エコひいきを減らすことができる。

希少種の保護に目を奪われると、ある種に特化した目先の保護をすることになってしまうこともあるだろうし、次から次に希少種が出てくると、いずれ対応しきれなくなってしまう。

一方、普通種が当たり前に生息できる環境が整うと、希少種の保護も楽になるようだ。

普通種すら生息できないような場所では、微妙な環境変動に耐えられない希少種は姿を消すことが多い。

また、周囲の自然から孤立していない位置に造成することで、周囲の自然と調和できるようになる。そのために、人工ビオトープ内を生物が自らの力で生きていける条件に仕立てる。これは、人間がエサを与えないで生きられる条件を作ることを意味し、「食う一食われる」の食物連鎖の形成を意味する。

その一方、捕食者（食べる側）に食べられないための網を張るなどの行為は、偏った対策として極力避けることが適切である。捕食者に食べられて絶滅してしまうということは被捕食者（食べられる側）が生息するには面積が十分でないか、隠れる場所がなかったということを示している。

また、植物は群落を形成するため、数個体ずつ多品種が小面積に散在することは自然にはほとんどない。このような「多様な」植物を移植するという対応は、誘導を狙った動植物にエサを与えることと意味を持つ。可能な限り自然定着を狙わなければ、人工ビオトープは強く育たない（長谷川 2004）。

ビオトープづくりで重要なことはその多様性である。森林をはじめ、草地、崖地、海浜などに多様なビオトープがあつてこそ、多種多様な生物の種の存続が保証されるのである。さらに大切なことは、ビオトープが小動物の移動可能な範囲に点在することであり、それらをネットワークすることである。孤立したビオトープでは、移動できない生物にとっては種を持続させることができなくなってしまう（秋山 2000）。

管理において、既に存在しているビオトープから人間が手を引くという方法もある。「放置（静置）」という管理を行うならば、そのビオトープは、条件に「見合った」形へと勝手に遷移する。

「放置（静置）」はやすく実行できる反面、行き先が不明となりやすい。草の茂りすぎによる地表面の暗黒化や、生産と消費のバランスの崩れによる富栄養化や乾燥化を一時的に伴いやすいゆえである。

静置管理であっても、希少種は無理してでも一部で「保存」しておく方がよい。一度失ってしまうと、将来にわたって取り返せないことになるためである。

病気や害虫に強いビオトープというものは現地の環境条件が多様である。少々の問題はビオトープ自身でなんとかかしてしまう。自然というものは、何かの変化が起こると平衡状

態を保とうとして、化学変化や生物移動がおこるこのことを補完作用という。

多様な条件が備わったビオトープとはどのようなものかという、地形や条件が多様で複雑な形態（＝モルフォロジー）をしたビオトープである。モルフォロジーが複雑だと生物種も増える。同じ条件を好む種同士は競合するものだが、モルフォロジーが多様だと、棲み分けが可能になる。そのことによって競り合いも起きにくくなる。もともとの条件が複雑であることに加え、生物種が多いとなると様々な環境変動に際しての補完作用の潜在力が大きくなり、少々のことでは「へこたれない」ビオトープとなる。

モルフォロジーが複雑でない時の対応としては地面に穴を空けたり、土を盛ったりするような仕掛けを用意することもある。

しかし、問題の本質は、モルフォロジーが均質化されたことではない。均質化を引き起こした（している）原因の方である。多くは、コンクリートの使用や、取水による水量の減少などである（中島 2004）。

### 外来生物の駆除・抑制

ビオトープの管理で最も多大な労力を費やされるのは、外来植物の駆除・抑制である。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、あるいはそれ以下の分類群を指し、生存し繁殖することができるあらゆる器官、配偶子、種子、卵、無性的繁殖子を含むものをいう。そして、人間によって意図的もしくは非意図的に移入された外来生物が生態系、生物多様性などにもたらす望ましくない影響やそれによって生起する問題を外来生物問題とよんでいる。また、外来種のうち、その導入もしくは拡散が生物多様性を脅かすものを侵略的外来種という（村上・鷲谷 2002）。

外来生物問題は生息・生育環境の開発や分断・孤立化、乱獲・過剰採取、管理放棄などととも、生物多様性を脅かす重要な課題の 1 つとして認識されている。外来種と同様の意味で、導入生物、帰化生物、侵入生物という用語が用いられていたこともある。これらの用語は対象とする生物を移入目的と移入時期によって区別しようとして用いられたが、非常に混乱しやすい用法となってしまった。そこで今日では、特に問題を起こしている侵略的な生物のみを対象として、外来種もしくは外来生物という言葉に統一されており、結果的に日本においては、明治以降に持ち込まれた外国起源の生物が対象となっている（鷲谷・森本 1993）。

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は、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、これらの法制度では、ごく一部の外来種だけしか規制できておらず、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。同条約第8条で「生態系、生息地若しく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、2002年の第6回締約国会議では、15の指針原則がまとめられた。ここでは、予防が侵入後の対策と比べ効果的であり、優先的に取り組むべき対策であり、すでに侵入した種は、初期の発見と定着の防止を図ることが必要であるとしている。

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る被害の防止に関する法律」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育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育地がある生物を指す。

## 自然再生事業

自然再生法第2条に定められたところによると、『「自然再生」とは、過去に損なわれた生態系その他の自然環境を取り戻すことを目的として、関係行政機関、関係地方公共団体、地域住民、特定非営利活動法人、自然環境に関し専門的知識を有する者等の地域の多様な主体が参加して、河川、湿原、干潟、藻場、里山、里地、森林その他の自然環境を保全し、再生し、若しくは創出し、又はその状態を維持管理することをいう』とされている。

自然再生事業の対象は生態系である。それは、ある空間にすべての生物とその環境からなるシステムと定義される。すなわち、多様な生き物、それらの生活にさまざまな影響を与える物理的環境要因、それらのあいだの膨大な関係から成立するシステムである。自然再生事業は、その要素のすべてを把握することができないほど複雑なシステムを対象として実施される。従い、生態系に何らかの人為を加えることがもたらす影響の予測にはおのずと限界がある。人為が期待通りの効果をもたらすこともあるだろうが、予期しない出来事が起こる可能性も決して小さいとはいえないのではないだろうか。取り返しのつかない失敗を避けるためには先のような順応的な管理が求められる（西廣・鷲谷 2003）。

環境再生のために、どのような手段を選択するかにあたって重要なのは以下の3点である。その選択が、

- ①長期的に見て、将来のヒトのさまざまな必要性に応えることができるかどうか、
- ②生物多様性を十分に尊重しているかどうか、
- ③十分な節度と慎重さに裏付けられているかどうか、

これらを満たすことである。これらは事態に対する理解の限界や不確実性という制約がある場合においても、悔いなく、誤りを最小にする選択をするための規範とでもいうべきものである。

①は、持続可能性の確保と換言できる。これは、孫やひ孫にも祖父や曾祖父から受け継いだ自然の恵みを受け渡すことができるか、孫やひ孫を苦しめるような負の財産を遺すことはないか、という判断の基準である。

②の判断のためには、生物多様性読み書き能力（リテラシー）とでもいうべき司式や理解を要する。これまでの日本では、自然環境に関する教育・学習が軽視されてきた。これらを飛躍的に強化することなしには、生物多様性の必要性が広く理解されるのは難しいと推測される。

③は、征服的でない、共生型戦略すべてに共通する物事の進め方の基本の事項である（鷲谷 2004）。

自然再生に対する科学的アプローチにおいて、最も基本を成すことは、「自ら再生していく自然の力を引き出す」ということである。自然再生事業は、できるだけ自然の回復力に任せ、人間は自然が自ら回復していく過程を手助けするといった姿勢で取り組むことが望ましい。植生は、動物の生活のための資源や場を提供するため、その場所にふさわしい植生（疎らにしか植物が生えない状態も含め）を回復させることは自然再生全体の前提であるといえよう。しかし、現在では開発によって著しく生育環境が損なわれたため、既にその場からすっかり姿を消してしまった植物が少なくない。そのような植物を含む植生を回復させるには、土壌シードバンクが最後の望みの綱となる。

土壌シードバンクは土壌中の生存種子の集団である。種子のなかには寿命が長いものも多数あるため、多くの場合、土壌中には相当多くの生存種子がたまっている。シードバンクすなわち「種子の貯蔵庫」の名称の由来はそこにある（鷲谷 2003）。

都市における問題は、自然がどこにも移ろいで（遷移して）いけない状態にまで「してしまった」ことだろう。すなわち成立基盤の喪失である。

特に、コンクリートなどによる地表面と地下面の物理的な分断は水循環を極端に悪化させ、価値の高いビオトープの成立をほぼ不可能にしている。たとえ、コンクリートの上に土を盛っても、地下と地上の関係性は、やはり回復しない（中島 2004）。

社会に循環を生み出すためには、個々の取り組みや技術が自己完結しないことが重要である。取り組みが取り組みを連鎖的に生み出しながら、ネットワークが生成されるような展開が本来望ましく、必要であった。それによって、公共事業も分野の境界を超え、地域全体に波及効果を及ぼすことができるようになる。従来の公共事業などは個別型・自己完結型の典型である（飯島 2003）。

大規模な工事と平行して、家屋やその周囲の建造物のあらゆる部分に工業製品が導入されるようになった。例を挙げるならば、コンクリート、鉄、プラスチック、ビニール等の製品である。それらは比較的安価でもあり、丈夫で長持ちするという点で、従来の自然材による手づくりの製品、構造物をはるかにしのぐ利点を持っていた。そのためにそれらを

短期間に一掃してしまったのである。

これらの工業製品の特長をいうならば、多次元的構造をもたない、つまり単純構造であること、食害・腐朽などを受けないことである。これらは人間の利用観点から見れば極めて理想的な素材であるといえよう。しかしながら、それらの特徴は、人間以外の生物の生活にとって、まったく無意味なものであるということであり、それらによって構成される環境は生物にとっては極めて不利なものとなった。つまり、過去のいかなる時期にも人間と共存してきた生物群は、その生活の基盤が失われることによって大幅に共存を拒否されることになったのである（原 1995）。

もともと自然環境復元の運動は、純粋な科学的行為として始められたのではなく、人間側の要求を主体としたものも含むのであるから、自然環境復元のスローガンは科学的というよりはむしろ社会的な意味をもつものとしてとらえなければならぬだろう。そのようなスローガンを掲げた以上、復元する地域の生態系を、できるだけ過去に存在したものに近づける努力が必要であることはいままでもない。

自然再生事業の目標を設定するうえでは 3つの方法がある。

第一に、過去の写真が残されていれば、環境がどのように変化したかを知り、どのような環境を取り戻すべきかを判断するうえでは、それは非常に有用な資料となる。比較的汎用性のある情報源として、航空写真や衛星写真が挙げられる。過去に撮影された航空写真や衛星写真を比較することで、生育地面積の変化や、植生の変化、地形の変化などを把握することが可能になる。補助資料として、過去の地図や植生図を利用することも有効であろう。解像度や情報量の面で写真に及ばない面がありますが、写真が残されていない時期の状態を知るうえでは、かけがえのない資料となる。

第二に、過去の生物相に関する種のリストがあれば、どのような在来種が消失したか、またどのような外来種が侵入したかについて、判断することができるようになる。過去の写真や地図だけでは、種の組成の変化を知ることはできない。写真や地図によって生育地面積や地形などの変化をとらえるだけでなく、種のリストをもとに生物の変化を把握し、両者を関連づけることが重要である。

第三に、河川や湖沼などの水系に関しては、流量、水位、水質などの環境因子について、過去のデータが残されている場合が多い。これらの環境因子の変化を把握することが重要である。森林に関しては伐採歴、草原に関しては火入れなどの管理の歴史を、行政資料や聞き取り調査などによって把握することが重要だ。

しかし、とはいっても第二に挙げた過去の動植物名目のリストが最も有効な方法であろう。では、過去の調査による、そのような種名リストが存在していない場合にはどうしたらよいであろうか。

そのような場合には、宮脇昭博士が多くの地域において作成された潜在植生分布地図を

用いると良いであろう。これは、その地方が人為的な改変を受けなかった場合、自然条件、つまり、気性、地形、地質などの条件によってのみ成立すると想定される植物群落の分布状態を示した地図である。このような研究でも蓋然的であることの評価はまぬがれない。しかし、それが自然のまったく消滅した大都市域での自然環境復元に具体的な方針を与えると、この点で大きな役割を果たしたと断言して良いのではないだろうか（杉山 1995；矢原 2010）。

現状は、ある特定種に対するビオトープ造成と、まずはブルドーザーで大改変するような場面から始まる場合もある。そこで生育する生物たちは大変な迷惑に違いない。

当然、種多様性が高い残すべきところは残すべきではあるが、もちろん農村環境整備事業の現実からすれば、すべての農村でこれを実行するのは現実的ではない。しかし、せめて数少なく残された多様生態系が残されたホットスポットの農村ではいきなりブルドーザーを入れるのは不適である。なぜ生物多様性の高さが維持されたのか、まず見つめることから行すべきである。生息しているのか、していないのかもはっきりしないような生物たちに対して、無理矢理ビオトープを設置してしまう事業よりは、ホットスポットでこそ効率的な事業推進が可能となる（日鷹 1995）。

## 里山の生態系

環境条件や生物多様性というものは、長い間の偶然の積み重ねの結果でもある。

この偶然の積み重ねがあったことにより、風土も、生物の潜在性（ポテンシャル）も類似しているはずの近い場所であっても、ちょっとした「何か」の違いが生まれ、そのために環境条件が複雑に入り組んだように変化し、結果的に、狭い場所での多様性は高まったのである。

日本では、狭い土地を多くの人で分けあつたため、それぞれの行為の違いによって、複雑かつ微妙に入り組んだ「モザイク状」の景観になつたと言われている。近年は生活には不要となつた里山は放置され、近代農業が全国的に普及したことで、土地に与える人間の行為が日本国中で均質化され、微妙で絶妙な自然のバランスが失われた。そういう環境に依存した生物種は、次々と希少種になつていった（中島 2004）。

現在の普通種ですら、危機的な状況にあるとの指摘が後を絶たない。里山の放置によって希少種となつた生物種が絶滅することを危惧されている日本のレッドデータ生物の 7 割を占めていることでも、自然とのつき合いの変化がもたらした影響を想像できるのではないかと（長谷川 2004）。

里山のように、伐採や落ち葉掻きなど、人間による自然への攪乱が遷移の幅を狭くすることがある。前述の静置管理とは対を成すものである。田んぼのような農地の自然でも同じだ。そのような場所では、人間が直接（草が生えないようにするなど）あるいは間接に

遷移を止めてきた。しかも、毎年のように同じことが繰り返されたことで、そこで生活する生物にとって必須な生息条件を与え続けてきたのである（中島 2004）。

わが国の里山においては、豊富な自然環境のなかで、農業生産を中心とした経済的活動とそこで暮らす人々の生活の営みが自然と調和して行われていた。さらに環境の適切な維持管理により、二次的自然が形成・維持されてきた。

環境との調和への配慮に際しては、このような人と農の営みと自然との共生により形成・維持されてきた良好な環境を念頭に置いて地域ごとにその特性に応じた里山の環境を目標として描くことが必要である（多田 2004）。

かつての水田の周りには、灌漑用のため池や水路、肥料や燃料、建材などを得るための雑木林や草原が配されていた。ここでは、最近では里山として認識されるようになった多様な特性をもつ生息・生育場所からなるモザイク的な複合生態系がつくられていた。

そのような複合生態系は、物質循環の面から見ても優れたシステムとして再評価されつつあるが、生物多様性保全機能が高いこともその特徴である。水田やため池などの湿地環境が小規模にせよ森林環境と近接して存在することの意味は大きい。

元来、氾濫原にはわずかな高低差がある。それによって湿地、林地、一時的な止水域などが存在している。人の手が加わった後にも同様の生息・生育場所の条件が水田やため池として農業生産の場に残されたため、人々の営みの場でもありながら豊かな生物多様性を誇る複合生態系もそのまま維持された。対照的に、アメリカのプレーリーにおいては、本来の森林や草原のほとんどが広大な穀物畑に変えられ、その場所の生物多様性をほぼ完全に崩壊させた。

ウエットランドとしての水田やため池は、水草の宝庫でもあった。しかし、日本に生育する水草は、今では3分の1の種が絶滅危惧種になっており、そのなかにはかつては普通に見られたミズアオイなどの水田雑草が含まれ、更に、メダカなどの淡水魚、両生類、タガメなどの水生昆虫などにも絶滅危惧種が増えている（鷲谷 2004）。

かつて、わが国の農村環境は、二次的自然であるにもかかわらず、原生環境に勝るとも劣らない自然の豊かさを有していた。しかし、1960年代以降の農業・農村をめぐる社会経済の急速な変化や農業技術の近代化などにより、農業の生産性や農業者の生活は大きく向上した。一方で、日本国土の大宗を占める農村地域（里地里山を含む）の豊かな自然生態系や生物多様性は著しく損なわれてきた（中川・杉山 2004）。

里地・里山地域では、水田とともにため池が生物多様性維持に重要な役割を果たしてきた。ため池は、管理のために定期的に排水され、干しあげられる。そのことにより、自然の氾濫原に形成される一時的な水域に生息する、ある種の動植物の生活場所として重要な役割を果たしてきた。かつてのため池の管理も、もちろん水資源の利用を効率よく行うためのものであったが、それは同時に、ため池の植生遷移の進行をリセットする効果をもた

らす。今では治水の進展などにより、自然氾濫原が減少したため、氾濫原由来の動植物の生息・生育域が縮小してしまった。そのような環境を確保するためにはため池は欠かせない存在である。

これは雑木林や草原などでも事情は同じである。自然のままに放置するのではなく、柴刈りや落ち葉かきなど、ある程度人の手が入った時のほうが、多様性は高くなる。伝統的な管理は、図らずも生物多様性に貢献していたといえる。下草が刈られ、落ち葉が除去された雑木林は、上層の落葉樹の葉が繁る前の春先には地表面にまでよく陽光が差し込む。それは、春に明るい環境を必要とする春植物の生育に欠かせない条件である。また、下層にササなどが繁ることなく十分な空間が残されている雑木林であれば猛禽類などが餌を採ることが可能になる（鷲谷 2004）。

このように、里地里山は、様々な人間の働きかけを通じて環境が形成されてきた地域である。集落を取り巻く二次林と、それらと混在する農地、ため池、草原などで構成される地域概念がそれだ。この中間地域には二次林や農地の優占する里地里山のほかに人工林が優先する地域なども含まれる。里地里山の中核を成す二次林だけで国土の約 2 割、周辺農地などを含めると国土の 4 割程度と広い範囲を占めている（堀上 2004）。

里山の自然環境は、人間が自然に手を加え活用してきた歴史の経過のなかで維持される自然環境であり、従って、手をつけずに保護することによっては維持できない自然である（久保田 2004）。

農村閑居はその自然な面影にもかかわらず、完全に人間の手によってつくりだされ、維持・管理されてきた典型的な二次的自然である。そこにみられる生物の多くは、野生種であってもこのような特殊環境に適応してきたものであり、完全な原生環境を好むものではないことが多い。減反などによって水田が放棄され原生化への一歩を踏み出すと、これらの生物の姿は消滅するであろう。

農村生態系の保全のためには伝統的な農業あるいはそれに類した作業が行われなければならないことを示すものである。しかし、これを広域に及ぼすことは不可能であろう。里山に関しても同様なことがいえる。従って、かつて農村に存在したような豊富な生態系を取り戻すことは、ごく部分的にしか行い得ないであろう。しかし、それはそれで意味のないことではない。現在のまま状況が推移するならば、絶滅に瀕した生物種の多くは消滅の運命をたどるに違いないからである。これらの種をとりあえず保存するシェルターとして、できるだけ多くの農村環境保全地域の存在が欠かせないのではないか（杉山・中川 2004）。

## 本研究の目的

本研究では、大型ビオトープの育成管理において、外来植物を抑制あるいは駆除しつつ、在来植物の増加を促進する方策を検討するために必要な生態学的知見を、環境情報として



蓄積することを目標とした。また、ビオトープが地域の絶滅危惧種の保全場所となれるように、群馬県内に生育する 2 種の国指定準絶滅危惧種（フジバカマ、アサザ）の繁殖・栽培方法を、栽培・培養実験により解明することを試みた。

調査地は過去の研究を引き継ぎ、株式会社アドバンテスト群馬 R&D センタ 2 号館（群馬県邑楽郡明和町）敷地内に 2001 年 4 月に竣工した大型ビオトープ、株式会社チノー藤岡事業所（群馬県藤岡市森）敷地内に 2010 年に竣工した大型ビオトープ、及び群馬県伊勢崎市豊城町に 2012 年 3 月に竣工した男井戸川調整池とし、周辺生態系との比較のためにアドバンテスト・ビオトープに比較的近い矢場川（群馬・栃木県境；群馬県邑楽郡邑楽町・栃木県足利市羽刈町）（図 1）周辺の調査も新たに行った。

## 調査地概要

### アドバンテスト・ビオトープ（群馬県邑楽郡明和町）

群馬県邑楽郡明和町、株式会社アドバンテスト群馬 R&D センタ 2 号館敷地内に 2001 年 4 月に竣工した大型ビオトープである。本ビオトープは、半導体試験装置等の開発・製造業者であるアドバンテスト社が、環境保全活動の一環として、自然環境との共生をうたって構築したものである。本ビオトープの面積は約 17,000 m<sup>2</sup>と、民間企業所有としては国内最大級の規模のものである（図 2、写真 1,2）。ビオトープは工業団地の一角に位置しており、建設前の用地は、雑草がまばらに育成する程度の裸地であった。敷地周辺は水田が広がり、畑地、雑木林などが点在しており、敷地北側には谷田川が、約 2km 南には利根川が流れている。

本ビオトープは、「多様な生き物の生育空間の創出とネットワーク」、「失われつつある昔ながらの風景の再現」、「従業員の安らぎの場の創出」を目標として造成された。「多様な生き物の生育空間の創出とネットワーク」とは、地域の多様な生物種が生息できるよう、生態学的な知見に基づいた生育空間を創出し、R&D センタの北側に谷田川をはじめとする、周辺環境との連続性とネットワークを形成しようというものである。「失われつつある昔ながらの風景の再現」とは、ひと昔前には関東平野北部のどこにでも広がっていた広大な氾濫原、失われてしまった水辺、湿性環境、雑木林と空き地の草原などの風景の再生をめざし、周辺環境の保全を行なうというものである。「従業員の安らぎの場の創出」とは、工場内で働く従業員の人々に対して、自然と触れ合える安らぎの場を創出するものである。このように、本ビオトープは単純に緑地を創出しようというのではなく、本来の定義に沿ったビオトープの創出をめざしている。

本ビオトープの設計にあたっては、関東平野の昔ながらの田園風景の復元をめざして、高低差 3m 程度の微地形と、大きく分けて水辺、樹林、草地からなる多様な環境が配置されている。これにより、エコトーンと呼ばれる性質の異なった 2 つの環境が接する推移帯が形成され、より自然に近い環境を創出し、多様な生物種が生息できる空間が確保されている。また、ビオトープ内には、ビオトープ装置（石積ビオトープ：2 地点、伐採木ビオトープ：4 地点、伐採竹ビオトープ：3 地点、砂礫ビオトープ：1 地点）が配置されており、多様な小動物種の生息を可能としている。周辺には、日本国内樹種（クス、シラカシ、ケヤキ等）の植栽木からなる既存の環境保全林を残し、さらに新たに北関東に育成する樹種からスダジイ、アラカシ、ヤブツバキ等を選定して植栽した。また、水辺に植栽したヨシは、近隣の放棄水田からの移植を行なったものである。

また、本ビオトープの北約 10km の地点には矢場川に架かる橋の西下河原橋（写真 3）があり、その周辺も調査対象とした。

### チノー・ビオトープ（群馬県藤岡市森）

群馬県藤岡市森、株式会社チノー藤岡事業所敷地内に造成された大型ビオトープである（図 3、写真 4）。本ビオトープは、記録計、調節計、温度センサー、データロガー、放射温度計など各種試験装置の製品とサービスを提供するサービスを提供するチノー社が、環境への取り組みの一環として自然環境との共生を目的に、2009年9月に新プロジェクトとして計画し、2010年10月に竣工したものである。本ビオトープの面積は約 10,119m<sup>2</sup>である。当地にはかつての水田が埋まっており、この土を掘り起こし、ビオトープ内に小規模な水域を造成して土を撒きだして「水田ビオトープ」が創出されている。本ビオトープの周辺には JR 高崎線、国道 17 号が走り、敷地内 600m 北側には烏川が、約 1km 西側には鑓川が流れている。

### 男井戸川調整池（群馬県伊勢崎市豊城町）

群馬県・伊勢崎市により、洪水に備えるため、利根川の支流である男井戸川に造成された遊水池である。2009年に県（河川管理者）としての技術的・行政的な検証を加えた最終的な利活用計画が確定した。これにより、本遊水池の一部を水生ビオトープとして整備することとなり、2012年3月に完成した（図 4、写真 5）。

2008年度に群馬大学社会情報学部情報社会科学科研究室で行われた現地調査により、遊水池予定地の一部に水を引いてつくられた湿地において、水田・湿地生在来種 23 種、畑地雑草 14 種、外来種 18 種が確認された。この中には直近の自生地（天野沼）から 2000 年代中頃に移植されたアサザをはじめ、オモダカ、カワヂシャ、シャジクモの計 4 種の絶滅危惧種が含まれている（高橋 2009）。こうした保護の重要性が高い植物相を水生ビオトープ内に再生するため、群馬県中部県民局・伊勢崎土木事務所によって、当地の表土の一部を別所に温存して遊水池整備後に再配置し、土壌シードバンクから植生ビオトープ内に再生する計画が実施されている。

## 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。そのため、植物種多様性の低い地域以外では見落とす種が多くなる。そこで、本調査では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、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集を行い、その後植物図鑑を用いて種の同定を行った。尚、この調査方法では、踏査により目視可能な種が対象となるために、比較的量の多い植物種をピックアップすることになる。

アドバンテスト・ビオトープ及びチノー・ビオトープにおいては植物の生育期間の月に1度、それぞれ計6回踏査を行った。また、男井戸川調整池については5月に2回調査を行い、矢場川は西下河原橋の周辺を1回踏査した。各植物相調査日の詳細は表1の通りである。

### 相対光量子密度測定

アドバンテスト・ビオトープ内せせらぎ下流の、フジバカマを植栽した2地点及びフジバカマが自生している1地点において、光量子センサー（IKS-20、koito）を用いて光量子密度を測定した。その結果をもとに、同ビオトープ内の裸地で測定した光量子密度との相対値を算出した。左岸では盛り土の斜面の上、下の計2か所（写真6）を各所4回測定し、平均値を算出した。この相対値が相対光量子密度であり、植物の生育・分布と強い相関関係があるとされている（村岡・鷺谷 1999）。測定日は2013年5月24日、6月28日、7月22日、9月25日である。

### 体積土壌含水率

アドバンテスト・ビオトープ内せせらぎ下流のフジバカマを植栽した2地点及びフジバカマが自生している1地点において、土壌含水率計（ThetaProbeTypeML, Delta-T社）を用いて土壌含水率を測定した。測定は各所3回ないし4回行い、その平均値から、含水率計付属の換算グラフ（ML1-UM-1 NOV.1995）を用いて体積含水率系を算出した。測定は原則、相対光量子密度の測定と同日に行ったが、9月25日については降雨のため行わなかった。測定日は2013年5月24日、6月28日、7月22日である。

### 発芽の温度依存性実験

フジバカマ（国指定準絶滅危惧種）の在来種の種子を用いた。種子は2011年にアドバンテスト・ビオトープ内で採取したものと、アドバンテスト・ビオトープの北部を近接して

流れる谷田川の土手（板倉町下五箇）において 2012 年に採取したものをを用いて発芽実験を行った。種子は実験開始まで保冷库に保管した上で健全なものだけを峻別し、実験に用いた。

種子は石英砂を敷いた直径 9cm のプラスチック製シャーレに 50 個ずつ入れ、各々のシャーレに蒸留水を約 20cc 注入し、シャーレごと温度勾配型恒温器（TG-100-ADCT, NK system）に入れ、培養を行った。同器内の温度は 30/15°C、25/17°C、22/10°C、17/8°C、10/6°C（昼 14hr、夜 10hr、昼間の光量子密度： $300 \mu \text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ）とし、各温度区で 3 シャーレを培養するものとした。なお、アドバンテスト・ビオトープで採取した種子は数が少なかったため 25/17°C 及び 17/8°C の 2 温度区のみで培養を行った。4 月 23 日に実験を開始し 1 日に 1 度、10 週間継続し種子を観察した。その際、肉眼で幼根が確認できたものを発芽種子とみなし、数を記録した上で取り除いた。また観察美ごとに蒸留水をつぎ足し、常時湿った状態を保った。こうして得られた最終的な積算発芽率を、最終発芽率とした。実験スケジュールは表 2 に示した。

## 栽培実験

フジバカマについては 2011 年に谷田川で採取した種から発芽させ、以後群馬大学荒牧キャンパス内の圃場においてポット植えで継続栽培している個体群と前述の発芽実験で芽生えた個体群を使用する。また、アサザについて伊勢崎市天野沼から男井戸川調整池に移植され、2009 年より男井戸川調整池の造成中の緊急保護対策として群馬大学荒牧キャンパス内の圃場で栽培している個体群を使用する。

これらすべてに対して光環境を調節した栽培実験を行い、そのうち発芽実験より芽生えた谷田川産のフジバカマに対しては気温を調節した栽培実験及び施肥実験を行った。

フジバカマの越年苗については相対光量子密度が 100%に近い裸地的環境でないと生長できない（浦野 2013）のでこれに対しては相対光量子密度 100%区と 13%区でのみ実験を行った。

栽培スケジュールを表 3 に示す。

## 前栽培と初期サンプリング

フジバカマについて前述の発芽実験で発芽した実生をゴールデンピートバン（サカタのタネ）に移植し、植物育成棚（白熱球を用いて 14L/10D の日長で昼の光量子密度を約  $380\text{-}400 \mu \text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  とし、室温は 25°C に調節）内で約 1-2 ヶ月間栽培した。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 200mL 容量に 1 個体ずつ）に植栽し、群馬大学荒牧キャンパス内の圃場で栽培した。栽培中は 2-3 日に 1 度水道水をポットから水が流れ出るまで十分灌水した。また、2011 年より継続栽培をしているフ

ジバカマについても同様の頻度、分量の灌水を行った。

アサザについては 2009 年より継続栽培している個体群から分株し、黒土を約 5cm 敷いたタライ（口径約 45cm、容量約 23L）に苗を 1 本ずつ植えた。栽培中は 2-3 日に 1 度水道水を用いて灌水を行うか、柄杓で水をすくい出すかし水位は 5cm 前後を保った。

初期サンプリングに際しては、苗の見かけの大きさが大きい順に並べ、これを順番に等区分し、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（・花）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 週間以上 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。

また、フジバカマは多年生で根茎が発達しやすいため、継続栽培を行っている個体群については個体保護を図り地上部のみを採集した。これにより当該植物のサンプリングは葉と茎のみとなっている。

葉面積はカラーキャナー（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 cm<sup>2</sup>あたり 2063162 ドットとした。

#### 異なる環境条件下における栽培実験

寒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 ないしタライを配置して、継続栽培のフジバカマは約 3 ヶ月、発芽実験より栽培開始したフジバカマ とアサザは約 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。

また、発芽実験から栽培した谷田川産のフジバカマについてはこれに加え肥料を与える処理区と日中の気温が外気温 + 3.2°C となるように調節した温室（以後 3°C 上昇区と称す）を用いた処理区を設けた。

施肥区において肥料は固形化学肥料（日本製油）と固形リン・カリ化成肥料（大熊商事）の混合肥料の 1000 倍濃度液を用いた。成分の組成は窒素 0.103g L<sup>-1</sup>・リン酸 0.071g L<sup>-1</sup>・カリウム 0.182g L<sup>-1</sup>である。この肥料を 1 週間に 1 度上記灌水の代わりに与えた。

3°C 上昇区において本実験に用いた温室は約 370×160×260[cm]のサイズであり、灌水や光条件は裸地栽培の環境と同様とした。

継続栽培のフジバカマは約 1-2 ヶ月に 1 度地上部のみサンプリングを行い、発芽実験より栽培開始したフジバカマ とアサザは栽培終了時に個体全体をサンプリングした。サンプリング後は前述と同様の処理を行って、各器官の乾燥重量と葉面積を求めた。

## 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。

$$RGR = (\ln(TW_2) - \ln(TW_1)) / (T_2 - T_1)$$

TW<sub>1</sub> : 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)

TW<sub>2</sub> : 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)

T<sub>1</sub> : 初期または当月サンプリング日

T<sub>2</sub> : 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。

$$NAR = (TW_2 - TW_1) (\ln(LA_2) - \ln(LA_1)) / (LA_2 - LA_1) / (T_2 - T_1)$$

TW<sub>1</sub> : 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)

TW<sub>2</sub> : 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)

LA<sub>1</sub> : 初期または当月における個体の葉面積 (m<sup>2</sup>)

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

T<sub>1</sub> : 初期または当月サンプリング日

T<sub>2</sub> : 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。

$$LAR = (LA_1/TW_1 + LA_2/TW_2) / 2$$

TW<sub>1</sub> : 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)

TW<sub>2</sub> : 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)

LA<sub>1</sub> : 初期または当月における個体の葉面積 (m<sup>2</sup>)

LA<sub>2</sub> : 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。

$$RGR \approx NAR \cdot LAR$$

$$LAR \approx SLA \cdot LWR$$

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



## 結果及び考察

### 植物相調査

#### アドバンテスト・ビオトープ

アドバンテスト・ビオトープでは、2013年度（4-10月）の計6回の調査により在来種81種、外来種38種の計119種の生育と開花が確認された（表4）。これまでの調査では、2009年度には在来種86種、外来種33種の計119種（鈴木 2010）、また、2010年度は在来種66種、外来種32種の計98種（青木 2011）、2011年度には在来種68種、外来種27種の計95種（松田 2012）、2012年には在来種59種、外来種23種の計82種（浦野 2013）の生育と開花が確認された。

2013年も2012年に引き続きフジバカマ（写真7）、ミゾコウジュ（写真8）といった湿地生絶滅危惧種や、里山植物も多数継続して生育が確認された。

フジバカマについては2010年まで生育個体数が減少し続けたとみられ、その年は2個体を確認しただけであった（青木 2011）。翌年の調査でも確認個体数は少なかったが（松田 2012）、主な生長期（7月）以前に草刈りを行い、光環境を整えたことで2012年は盛り土に移植した個体で初めて開花が確認されている（浦野 2013）。本年も植栽地での開花を確認した（写真7）。

人間が草刈りにより適切に手を加えたことで本種は旺盛に生長することができた。今後適切な管理をすることが求められる。

2012年9月20日に伊勢崎市の天野沼から移植し当研究室で栽培しているアサザをアドバンテスト・ビオトープ内に移植したが、同年10月25日には大雨による洪水で半分ほどが流されてしまっていることが確認されている。流失を防ぐためには定着するまでは植木鉢に植え、鉢ごと沈めておく等の工夫を要する（浦野 2013）。本年の場合、4月（写真9上）と10月（写真9下）を比較すると流失せず（あるいは流失が少なく）、十分に生長できたことがうかがえる。しかしながら、2013年は6月に1輪の開花を確認するに留まった。多くの花を咲かせるのは来年度以降に期待したい。

2013年の調査における帰化率（出現植物の総数に占める外来種の割合）は約31.9%であった。2012年度と2011年度の調査ではそれぞれ約28.0%と約28.4%であった（浦野 2013；松田 2012）。これまでの調査では約18.6%（2006年）～約45.1%（2002年）であったことから、依然平衡状態が続いていると言える。外来種には地下茎や種子により旺盛に繁殖するために完全な駆除が難しい種が存在する。そのなかで、セイタカアワダチソウとヒメモロコシは2011年度の調査から継続して確認されている。2011年度に確認され、2012年度には確認されなかったにもかかわらず、2013年度に確認したのはカモガヤとメリケンカルカヤであり、反対にワルナスビは2012年度と2011年度継続して確認されてい

たが、2013年度は確認されなかった。このような種に対しては引き抜き又は刈り取りによる勢力抑制が有効である。根絶は難しいものの、継続して勢力抑制を図る必要がある。

過去2年間確認されず、本年確認された種は30種であり、うち12種は外来種でその中で要注意外来種は4種であった。館林市の畑地、休耕田や湿地で確認されている植物や里山植物の生育が確認されていること（松澤ら1995）から周囲の環境に恵まれており、地域間での生物種の移動・流入が期待できる一方、このような外来種の侵入にも気を配らなければならない。

矢場川西下河原橋周辺では9月25日の調査で12種の植物が確認された（表7）が、内外来種はジュズダマの1種のみであり、極めて良好な状態であるといえる。西側には県絶滅危惧Ⅱ類のサクラタデが確認された。また、この橋のすぐ東側に湿地がある。現在は普通種のみが見られる状態であるが、今後希少種が生育することが有望であり、モニタリングを継続するべきである。

#### チノー・ビオトープ

チノー・ビオトープでは、2013年度（4-10月）の計6回の調査により在来種99種、外来種55種の計154種が確認された（表5）。2011年度の調査では在来種89種、外来種66種の計155種が確認され（松田2012）、2012年度の調査では在来種100種、外来種47種の計147種が確認されている（都丸2013）。2011年度からの出現種数に大きな変化はないと言える（図6）が、チノー・ビオトープ竣工直後（在来種53種、外来種22種の計75種；青木2011）に比べると約2倍の種数が継続して確認されていることになる。

チノー・ビオトープ内で生育が確認されている絶滅危惧種は絶滅危惧Ⅱ類のコギシギシ（写真10）、準絶滅危惧種のカワヂシャ、ミゾコウジュである。竣工直後から確認されているコギシギシ、2011年度から引き続き確認されているカワヂシャとミゾコウジュの以上3種については2013年度も生育が確認された。

2012年7月30日に前述のアサザをアドバンテスト・ビオトープ同様チノー・ビオトープにも移植した。アドバンテスト・ビオトープに移植した個体群との違いであるが、移植した時期、水深とそれに伴う水温変化が挙げられる。しかし、なによりもアオミドロが旺盛に生育していることからチノー・ビオトープ内の池の栄養価が高いということが推測でき、高い栄養環境のもと生育できた結果であると推察するが、今後の効果的な増殖のためにもできるだけ正確な要因を特定することが求められる。

また、2012年11月27日に当該ビオトープ内に植栽した都丸（2013）が2012年度挿し木をして育てたフジバカマであるが開花を確認し、9月には見事に咲き乱れていた（写真11）。アドバンテスト・ビオトープでの経験を活かし、適切な管理がなされた結果である。2012年度植栽した以上2種について、まず1年目である2013年は期待通りかそれ以上の

生長を見せたといつて良い。継続的に定着することを期待する。

2013年度のチノー・ビオトープにおける帰化率は約 37.1%であった。2012年度よりは高くなった（約 32.0%；都丸 2013）ものの、2011年度の値（約 42.6%；松田 2012）は下回った。また、2011年度で 17 種（松田 2012）、2012年度で 10 種（都丸 2013）と園芸種の生育が目についた当該ビオトープであったが、2013年度に確認したのは 5 種であった。引き抜き除去の継続の効果であるといえる。なお継続して確認された園芸種はナガミヒナゲシ、ユウゲシヨウ、ヤグルマギクの 3 種であるが、特に群馬県危険外来種のナガミヒナゲシについては今後一層の管理を要する。

#### 男井戸川調整池

男井戸川調整池では、2013年度（5月）の計 2 回の調査により在来種 45 種、外来種 33 種の計 78 種が確認され、うち 39 種は前回の調査から引き続き確認ができた（表 6）。2010年の植物相調査で生育が確認されたのは在来種 13 種、外来種 6 種の計 19 種（青木 2011）であり、2012年では在来種 37 種、外来種 27 種の計 64 種（浦野 2013）であった。当該調整池完成は 2012年 3 月であったが、2012年度に引き続き多様な植物が生育できる環境の形成は進んでいるといえる。

2012年 9 月に浦野（2013）らが当地に移植したアサザは 5 月 28 日の調査において 1 輪が開花していることを確認した。

当地は市街地と水田地の境にあり、周辺に水田が多く存在している。5km 南東には石田川があり、2009年の石田川流域・世良田周辺の調査では在来種 27 種、外来種 7 種の生育が確認された。うち 2 種が絶滅危惧種、希少種（ミズマツバ、ミズワラビ）であった。ミズワラビは農薬使用により全国的に個体数が減少しているが、世良田周辺の休耕田は雑草防除に農薬を使用していないため、生育が可能であったと考えられる（江方 2009）。このように当地は周辺の環境に恵まれ絶滅危惧種が生育しやすい環境にあり、生物保護上の重要性が高い地域であるといえる。

2013年度の調査では、前回の調査に引き続き絶滅危惧Ⅱ類のコギシギシを当地土手の斜面と川辺で確認することができ、川辺と開けた場所においては準絶滅危惧種のカワヂシャの生育を確認した。カワヂシャについては 2008年と 2010年の調査でも生育が確認されており（高橋 2009；青木 2011）、継続的な定着が推定される。開けた場所においては絶滅危惧Ⅱ類のコキツネノボタンを新たに確認した。

一方で、イヌムギ、キシウズズメノヒエ、オオキンケイギクなど前回から引き続き確認された要注外来種や特定外来生物は 8 種であり、群馬県危険外来種であるナガミヒナゲシも 2012年度から引き続き確認されている。また、今回の調査で生育を確認したオニウシノケグサとオオアラセイトウの 2 種は 2012年度確認されなかった種である。

絶滅危惧種が生育しやすい環境を整える一方で生態系に悪影響を与えるような外来種の侵入を防ぐことや繁茂を抑えることが今後の課題となる。

### 発芽の温度依存性実験

フジバカマ（キク科、多年草、*Eupatorium japonicum*）

本種は関東地方以西（本州、四国、九州）に分布し、増水時に灌水する半安定帯を中心に生息している。かつては秋の野草の代表として七草に含まれていたほど身近な植物であったが、そのような生息適地は河川改修により改修され、自然状態で残っている場所は少なくなってしまった（服部・田村・小舘 2000）。現在、国のレッドリスト（2007）では準絶滅危惧種に指定され、群馬県レッドリスト（2012）では絶滅危惧 IB 類に指定されている。

谷田川で採集した種子について、最終発芽率は 10/6°C 区で最も高く、63.3%であった。25/13°C 区及び 17/8°C 区で最も低く 55.3%となった（表 8、図 7）。一方、アドバンテスト・ビオトープで採集した種子においては 25/17°C 区で 30.0%、17/8°C 区で 16.0%となりいずれの区においても谷田川産のそれよりも低くなった（表 8、図 8）。

谷田川産の種子の結果は全体として各温度区間による最終発芽率のばらつきは小さく、温度条件による最終発芽率に与える影響は少ないようである。しかしながら培養開始 1 週間時点での発芽率を比較すると 30/15°C 区で 49.3%となっている一方、10/6°C 区においては発芽を 1 個体も確認できなかった。25/17°C 区で 42.0%、22/10°C 区で 24.0%、17/8°C 区で 12.7%となっていることから高温である方が発芽に要する日数が短くなる傾向が得られた。アドバンテスト産の種子についても同じ傾向を示し、25/17°C 区で 18.7%、17/8°C 区で 2.0%であった。

アドバンテスト・ビオトープに生育するフジバカマは、その起源と考えられる谷田川の個体群よりも種子の発芽能力あるいは稔実率事態が低くなっていると考えられている。その原因は、アドバンテスト・ビオトープのフジバカマは個体数が少ないことによる近親交雑あるいは花粉不足による種子の未熟や保存期間中の劣化によるものではないかと推察されている（松田 2012）。しかしながらアドバンテスト・ビオトープ内に継続的な移植を行ったことにより、近親交雑や花粉不足の問題が解消される傾向にあり、同一年に採取した浦野（2013）の発芽実験の結果では最終発芽率に産地による有意差は見られなかった

（25/13°C 区でアドバンテスト・ビオトープ産 50.7%、谷田川産 47.3%）。本実験においてアドバンテスト・ビオトープ産の種子の発芽率が谷田川産のそれより有意に低かったのは 1 年古い種子を用いたことによる劣化であると考えられる。

矢場川のフジバカマ自生地でも国が要注意外来種と定めるセイタカアワダチソウと競合している場面が見られた。本種は繁殖力が旺盛でフジバカマを日陰にしてしまい、生育を妨

げる恐れがあった。2012年はフジバカマの開花を確認できなかったが（浦野 2013）、2013年は開花を確認できた（写真 12）。これは平均気温、日照時間ともに平年並みであった 2012年と比較し、発芽期である 3-5月の気温は同程度であったが、日照時間が毎月 30 時間以上長く（表 17）、地温が上昇したためと考えられる。それにより、より早い時期に出芽しより早く生長することができ、セイタカアワダチソウとの競争に有利に働いたと推測する。

### 異なる環境条件下で栽培した絶滅危惧植物の生長解析

#### フジバカマの越年苗の生長に対する光環境の影響

フジバカマ越年苗の個体地上部乾燥重量は、4月の初回サンプリング時には 0.148g であった。5月のサンプリング時には 100%区で 0.714g、13%区で 0.359g であり、7月のサンプリング時には 100%区で 10.618g、13%区で 2.765g であった（表 9）。

フジバカマ越年苗の地上部の相対生長速度（RGR,  $\text{g g}^{-1}\text{day}^{-1}$ ）は相対光量子密度 100%区で 4-5月期では 0.059、5-7月期では 0.031 であった。対して 13%区においては 4-5月期で 0.031、5-7月期では 0.023 となり、100%区よりも低い値となった（表 10、図 9,10）。浦野（2013）の研究において 3%-13%区の 8月時のサンプルについて、初期サンプルはもとより 5月時のサンプルと比較しても個体地上部乾燥重量が小さいことも踏まえ、本種は裸地的な光環境のもとでしか安定的な生長ができないということが示された。

各個体の葉の厚みを葉面積/葉重量の比で表す比葉面積（SLA,  $\text{m}^2\text{g}^{-1}$ ）は、13%区で 0.035-0.039、100%区では 0.020-0.021 であった。SLA が大きいほど葉量に対して葉面積が大きいということであるから葉は薄いということになり、すなわち 13%区の個体の方が 100%区の個体に比べ薄い葉となっていたことを示している。これは光の少ない生育条件に対する適応反応として多くの植物にみられるもので、少ない光合成産物を用いて薄い葉を生産することで、より広い葉面積を得ようとする反応である。SLA は季節による大きな差はみられなかった。

浦野（2013）は 4月から 8月にかけて類似の実験を行い、フジバカマが最も生長するのは夏季の 7-8月であり、初夏の 5-7月にかけても生長期である、とした。当該実験において 4-5月の RGR が軒並み負の値となったがそれは初期サンプルの個体が大きすぎたためであるとしている。

本実験においては春季である 4-5月が初夏の 5-7月の値を 0.013-0.024 上回る結果となり、春季に良く生長することが示された。2012年度 4月と 5月の日照がそれぞれ 177.9 時間と 211.0 時間であったのに対し、2013年度は 225.6 時間と 257.0 時間であった。両月を合わせれば 93.7 時間本年度の方が日照に恵まれた。灌水の条件は 2012年度と同様であったことから矢場川の個体群と同様、日照により大きく成長が促進されたと考えられ、少なくとも春季における旺盛な生長には十分な日照が必要であると推測される。

## フジバカマ実生の生長に対する光環境の影響

本種の個体乾燥重量は初回サンプリング時に 0.072g (谷田川産) と 0.090g (アドバンテスト産) であった。約 2 ヶ月後の最終サンプリング時には谷田川産の実生で 0.066g (3%区) ~0.761g (100%区)、アドバンテスト産の実生で 0.216g (9%区) ~1.534g (100%区) となった (表 11)。尚、谷田川産 3%区で 9 個体中 4 個体が枯死 (枯死率 44.4%) し、アドバンテスト産 9%区で 6 個体中 1 個体 (枯死率 16.7%)、3%区で 6 個体全てが枯死 (枯死率 100%) した。これら枯死した個体はなかったものとし、数値算出の際に値には加えなかった。

本種実生の相対生長速度 (RGR,  $\text{g g}^{-1}\text{day}^{-1}$ ) は谷田川産の個体群において、相対光量子密度 3%区で-0.007、9%区及び 13%区では 0.031、100%区で 0.043 となった。また、アドバンテスト産の個体群においては 9%区で 0.012、13%区では 0.025、100%区で 0.050 となった (表 12、図 11,12)。越年苗同様に実生でも裸地的光環境下に近いほど高い値を示した。

各個体の相観総重量と葉面積の比率を表す葉面積比 (LAR,  $\text{m}^2\text{g}^{-1}$ ) は、谷田川産、アドバンテスト産いずれにおいても 100%区で最小 (それぞれ 0.016 と 0.015) となり、比葉面積 (SLA,  $\text{m}^2\text{g}^{-1}$ ) も 100%区で最小 (それぞれ 0.021 と 0.024) となった。特に SLA は各産地とも 2 番目に値が小さかった被陰区の値 (谷田川産 13%区の 0.045 とアドバンテスト産 9%区の 0.051) の半分以下という結果が得られた。

光合成活性を表す純同化率 (NAR,  $\text{g g}^{-1}\text{day}^{-1}$ ) は谷田川産、アドバンテスト産ともに 100%区で最も高い値が得られ (それぞれ 4.097 と 6.027)、相対光量子密度が低いほど、その値は低くなる傾向が見られた。その中でも 100%区は 13%区の値 (それぞれ 1.970 と 1.103) に比べ有意に高いものであった。

器官別重量比は谷田川産の個体群に関して葉の重量比である LWR は約 29.4%-約 37.7%、茎の重量比である SWR は約 27.2%-約 32.4%、根の重量比である RWR は約 30.0%-約 42.0% (いずれも全ての光条件区) となり (図 11,12)、相対光量子密度の違いによる差はあまりみられなかった。同様にアドバンテスト産の個体群であるが LWR は約 19.9%-約 34.7% (13%区が最大で 100%区が最小)、SWR は約 28.5%-約 48.4% (9%区が最大で 100%区が最小)、RWR は約 17.3%-約 50.7% (100%区が最大で 13%区が最小) であった。尚、重量比にして 1%未満であるが 100%区においては花が確認できた。

以上を総合し、本種は特に裸地的な光環境の元で旺盛に生長することが示された。各生長パラメータの中でも光合成活性、すなわちエネルギーの生産効率を表す NAR が 13%以下の区と比較し 100%区において際だって大きな値が得られたことからそのことが 推測される。

光環境においては被陰されなければよく生長することができるといえる。

### フジバカマ実生の生長に対する施肥と気温上昇の影響

光条件を変えた実験と同日程で施肥及び気温を上昇させて栽培実験を行った。実生はすべて谷田川産の個体を用いた。

初期サンプリング時に 0.072g であった個体総乾燥重量は、最終サンプリング時にはコントロール区で 0.761g、施肥区で 1.196g、気温 3°C 上昇区で 0.660g となった (表 11)。

相対生長速度 (RGR,  $\text{g g}^{-1}\text{day}^{-1}$ ) はコントロール区で 0.043 であったものが施肥区で 0.047、3°C 上昇区では 0.040 とわずかながら変化をみせたが、いずれも標準偏差内で有意な差とはいえなかった (図 13,14)。葉面積比 (LAR,  $\text{m}^2\text{g}^{-1}$ ) においても各処理区間で有意な差は認められなかった (コントロール区及び施肥区で 0.016、3°C 上昇区で 0.019)。

他方、純同化率 (NAR,  $\text{g g}^{-1}\text{day}^{-1}$ ) はコントロール区で 4.097、施肥区で 4.317 であったものが 3°C 上昇区で 2.758 となり、比葉面積 (SLA,  $\text{m}^2\text{g}^{-1}$ ) はコントロール区で 0.021、施肥区で 0.020 であったものが 3°C 上昇区で 0.033 となった (表 12)。

本研究において施肥は生長パラメータに有意な影響を与えなかった。すなわち、黒土中の成分 (合計窒素濃度約  $0.03\text{mg g}^{-1}$ , 全リン濃度約  $0.0001\text{mg g}^{-1}$ ; 高畠 2011) で生長には十分で、施肥により生長は促進されないことが判明した。また、気温の 3°C 上昇に対しては NAR を低下させることで RGR が低下するが、LAR 及び SLA を増加させることにより RGR の低下を緩和するということが判明した。

### アサザ (ミツガシワ科、多年草、*Nymphoides peltata*) の生長に対する光環境の影響

アサザは 2000 年の群馬県のレッドデータブックでは県内絶滅とされていたが、2000 年代の中頃に伊勢崎市の男井戸川遊水池 (当時は休耕田) 近くの天野沼池で復活していることが確認された。その後休耕田に移植され、遊水池の建設前に当研究室によって大学構内に移植・増殖させている。これを 2011 年 7 月にチノー・ビオトープ、2012 年 9 月にアドバンテスト・ビオトープと男井戸川遊水池にそれぞれ移植している。

本種の個体総乾燥重量は、8 月の初回サンプリング時に 0.636g であった。約 2 ヶ月後の最終サンプリング時にはそれぞれ 0.362g (3%区)、0.590g (9%区)、0.545g (13%区)、1.518g (100%区) となり、100%区でのみ重量の増加がみられた (表 13)。

アサザの相対生長速度 (RGR,  $\text{g g}^{-1}\text{day}^{-1}$ ) は相対光量子密度 100%区でのみ 0.016 と正の値を示したが、3%-13%区ではいずれも負の値を示し、特に 3%区で最小の -0.011 となった (表 14)。一方で浦野 (2013) の研究結果と比較すると、いずれの光条件区でも値は大きくなっている。すべての光条件区で著しく生長が悪く RGR の値が負になった原因として水深が深すぎたと推察されていた。水深を約半分にした本研究において生長に改善が見られたことは浦野氏の推察が正しかったことを示している。

光合成活性を表す純同化率 (NAR,  $\text{g g}^{-1}\text{day}^{-1}$ ) は 100%区でのみ 2.772 と正の値を得られ、3%-13%区においてはいずれも負の値となり、特に 3%区では-1.167 と最も小さい値となった。

比葉面積 (SLA,  $\text{m}^2\text{g}^{-1}$ ) は 100%区で最小の 0.042、3%区では最大の 0.074 であり、その値は裸地的光環境に近いほど小さくなり、すなわち葉が厚くなる傾向がえられた。光を得られなかったことに対する反応はフジバカマと同様であるといえる (図 16)。

以上からアサザの安定的な生長、増殖には裸地的な光環境が求められ、また水深が深すぎない必要があるということが判明した。

しかしながら本研究においては水深を浅くしたことにより、水温が上昇しやすくなり生長を妨げた可能性がある。水温上昇と生長の鈍化についての因果関係を今後解明する必要がある。

### アドバンテスト・ビオトープ内の環境測定

#### フジバカマ植栽地の相対光量子密度

アドバンテスト・ビオトープにおいてフジバカマを植栽したせせらぎにおける相対光量子密度は、測定期間内において 11.8%-95.8%の範囲であった (表 15、図 17)。しかしながら、9月25日の測定は曇天であったために上段、下段ともに90%を越す値を計測したと考えられる。同日の測定結果を除けば範囲は 11.8%-58.4%となり、上段のみの計測値は 11.8%-39.2%で下段のみの計測値は 55.3%-58.4%であった。

アドバンテスト・ビオトープ混合樹木林内の相対光量子密度は 2011年7月21日の計5地点の測定で 1.7%-24.5% (松田 2012)、2004年6月10日の計16地点の測定で 11.6%-41.9% (狩谷 2005)、2003年8月27日の計36地点の測定で 2.4%-89.4%となっている (星野 2004)。以上から林内と比較し当該フジバカマ植栽地の相対光量子密度は高く維持されている。

一方で浦野 (2013) は 2013年5月-10月の計5回、当該フジバカマ植栽地の相対光量子密度を測定しており、その値は 13.9%-100%の範囲であった。10月25日の測定で10%台を計測したものの、それを除けば最低値が 57.9%となっていた。

光環境は林内よりも恵まれているといえるが、2012年度よりも暗くなっている。下段と上段の測定値に20%程度以上 (最大43.5%) の差が見られた。上段と比較し下段の方が明るくなっていることは草刈り管理に問題があったとは言い難い。そうであれば、約1.5mの土盛りがなされている上段の方が明るくなるはずである。せせらぎの周りは林となっている。樹木が生長により枝を伸ばし、より近い上段側で光を遮られやすくなったと考える。即座に過去に測定された林床のような暗い環境になるとは考えにくい。前述のように、本種は生長において相対光量子密度100%に近い裸地的な光環境を要するので草刈りに加



え、周りの樹木の剪定を行うという周辺管理を行った方がよいであろう。

#### 体積土壌含水率

アドバンテスト・ビオトープ内のフジバカマ植栽地左岸側において測定した体積土壌含水率 ( $\theta$ ,  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ ) は 0.174-0.414 であった。7月 22 日の測定において盛り土上段のほうが下段よりもやや大きな値を示したものの、全体として有意な差は認められなかった (表 16、図 18)。

2010 年の調査においては上段 0.30-0.45・下段 0.28-0.44 (青木 2011)、2011 年では上段 0.22-0.27・下段 0.30-0.60 (松田 2012)、2012 年では上段 0.30-0.45・下段 0.28-0.44 (浦野 2013) となっていた。2013 年は過去のデータと比較し体積土壌含水率は低い傾向を示した。

6月 28 日の調査で 0.400 を超す値を計測したのは前々日に 72.5mm のまとまった降雨があったためであり、5月 24 日と 7月 22 日の調査においていずれも 0.250 以下の値となったのは測定日以前 10 日以上さかのぼっても 1 日あたり 10mm 以上の降雨がなかったためと考えられる (降水量は直近のアメダスがある館林市の値)。本年の測定値が低い傾向を示したのは特に測定日以前の降水量が少なかったためと推測される。

6月 26 日にまとまった降雨があったことを勘案すれば、測定期間における大きな季節変動は 2012 年度に引き続き認められなかった。

以上の結果よりフジバカマは比較的広い範囲の土壌含水率で生長可能であり (浦野 2013)、少なくとも継続的でない限りにおいて、ある程度乾燥していても生長可能であると考えられる。

## 結 論

本研究により、大型ビオトープは適切に育成管理することによって絶滅危惧種の保護や生物多様性の保全という機能を発揮できる可能性が高いことが明らかになった。本来その地に根付くべき地域生態系としての機能を大型ビオトープが有するようになるまでは、できるだけ人為的な在来生物の導入を行わず、自然に移入・定着できるように管理することが望ましい。そのようにして導入した生物が本来構築されるべき生態系を改変してしまう恐れがあるからだ。生物の自然移入や定着を促すためには、外来種の駆除及び物理化学的環境条件の多様化などを行う必要がある。そして、地域の絶滅危惧種の系統維持や生物多様性の保全を実現するために、移植などを行うことが想定される。その際には対象種の生態学的特性、すなわち結実、発芽、生長特性を解明し、自生地とビオトープの生育条件とを比較して移植後の健全な育成が実現するようにしなければならない。重要なことは周囲の自然から孤立させず、調和できるようにすることである。特定の種を特別扱いしすぎると全体の多様性が失われてしまう。ビオトープは、人為的な生物種の導入ではなく、在来種が自然に移入・定着するような管理と、外来種の積極的駆除といった二つの育成管理を同時に両立させていくことにより、生物多様性と地域特性を持つ自然を守ることが可能になるのである。

アドバンテスト・ビオトープでは在来種 81 種、外来種 33 種の計 119 種の生育が確認された。直近 3 年間は総種数 80-100 種の確認であり、それよりも多くなったが、2009 年度の調査と総種数は同数であり、動的平衡状態を保っているといえる。確認できた種の中には、フジバカマやミゾコウジュといった湿地性絶滅危惧種や、里山植物も多数含まれており、継続的な生育が確認できた。

発芽の温度依存性実験によりフジバカマの種子は十分灌水がなされていれば、高温である方が発芽に要する時間が短くなる傾向にあることが判明した。春季の十分な日照により地温が上昇すれば他の植物に先んじて発芽しやすくなり、生長に際して他の植物に被陰されにくくなることがわかった。一方で、生長解析によれば高温になると光合成活性を表す純同化率 (NAR,  $\text{g g}^{-1}\text{day}^{-1}$ ) は悪化する傾向 (コントロール区で 4.097、3°C 上昇区で 2.758) が見られた。すなわち、高温になるとエネルギーの生産効率が落ちることが判明した。また、肥料を与えても有意に成長が促進されることはなかった。アドバンテスト産実生において初期サンプリング時 0.090g であったものが最終サンプリング時に相対光量子密度 9% 区で 0.216g、100% 区で 1.534g、及び 3% 区で全滅した。このように光環境を変えた栽培実験により、顕著に本種は日当たりの良い場所を好む傾向が見られた。本ビオトープ内のフジバカマ植栽地が近くの樹木の枝により被陰される傾向にあるので従来 of 草刈りに加え、当該樹木の剪定を行うべきである。

チノー・ビオトープでは在来種 99 種、外来種 55 種の計 154 種の生育が確認された。本ビオトープでは 2011 年度から継続して 150 種前後を確認している（2012 年度 147 種：都丸 2013；2011 年度 155 種；松田 2012）ことになる。生育が確認できた種の中には竣工直後から確認されている絶滅危惧Ⅱ類のコギシギシ、2011 年度から確認されている準絶滅危惧種のカワヂシャとミゾコウジュの生育が確認できた。

確認できた種の内園芸種は 2011 年度で 17 種（松田 2012）と目立っていたが、今年度の調査では確認できた種は 5 種まで減った。引き抜き除去を継続した成果であり、今後も継続する必要がある。特に群馬県危険 外来種のナガミヒナゲシについては注視しなければならない。

男井戸川遊水池では在来種 45 種、外来種 33 種の計 78 種の生育が確認された。2012 年の調整池完成前の 2010 年の調査では 19 種を確認できたのみであり、多様な植物が生育できる環境の形成が進んでいる。また、2012 年度より継続し絶滅危惧Ⅱ類のコギシギシと準絶滅危惧種のカワヂシャを確認した。カワヂシャは高橋（2009）と青木（2011）の調査でも確認されており、定着が期待される。加えて、今年度新たに確認された絶滅危惧Ⅱ類のコキツネノボタン及びその他希少種が今後定着することを期待したい。

2012 年度アドバンテスト・ビオトープ、チノー・ビオトープ、男井戸川遊水池に移植したアサザであるが、特にチノー・ビオトープで旺盛に生長していることが確認できた。その他の移植地においても今年度は特に流失等しなかったので定着が期待できる。

本種を異なる光環境（相対光量子密度 3%、9%、13%、100%）で栽培し、生長解析を行ったところ、初期サンプリング時 0.636g であった個体総乾燥重量は 100%区でのみ増加がみられ、1.518g となった。浦野（2013）の研究においてはいずれの区においても重量は減少したが水深を約半分にしたことで改善され、本種は水深が深すぎると生長が難しくなるということが示された。

フジバカマ及びアサザの光強度を変えた実験においてはいずれの植物も裸地において最も生長が良くなった。すなわち、これらが旺盛に生長するためには他の植物に被陰されないように、それらを刈り取り除去するような管理が不可欠であるといえる。

このように、現地調査・植物実験を継続的に行うことにより、その地域に生育する植物の特性が明らかになってきた。

アドバンテスト・ビオトープにおいて、生物相、物理化学的環境条件の多様性が実現されているのは、造成時からの継続的な育成管理が行われてきたからである。

大型ビオトープでは、育成管理のための経費・労力の規模も大きなものとなる。特に、外来植物の除去においては、相当の労力を費やすこととなる。この点 2010 年に竣工したばかりのチノー・ビオトープは、持ち込んだ土壌が適切であったため外来種の個体数が少なく、良好なスタートをきることができている。つまり、大型ビオトープを造成するとき

には、移植する土壌にもともと外来種の少ない土壌を選ぶことが、その後の育成管理のための経費・労力を少なくするものと考えられる。

ビオトープの育成管理は、地域の自然の自己回復力に人間が手を添えるという創造作業の一局面である。持続的な自然再生を実現するためには、見た目の奇抜さや公園利用価値のある庭園や緑地帯を目指して造るべきではない。地域特有の自然や立地環境の復元を目指してビオトープを育成管理し、持続的にモニタリングすることが不可欠である。同時に、ビオトープ利用者や地域住民への情報提供を行えば、ビオトープに対する理解や関心を深め、今後の更なる成長を共に見守っていくことにつながり、ひいては一人一人の環境問題への意識が高まっていくことが期待される。

## 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・ご助言頂きました。

アドバンテスト・ビオトープの調査におきましては、株式会社アドバンテスト R&D 人事総務部長代理・藤田敏氏にご協力頂き、また、株式会社アドバンテストグリーン・代表取締役社長・荒木武氏、加賀谷孝一氏、砂川祐司氏、早野圭一氏、曾田まゆみ氏にご指導頂きました。

チノー・ビオトープの調査におきましては、株式会社チノー機器事業環境開発課・高橋哲夫氏、村田匡一氏にご協力いただきました。

男井戸川調整池の調査におきましては、群馬県議会議員・環境カウンセラー・臂泰雄氏、殖蓮地区自然環境を守る会・会長・膳福一氏、赤城自然塾・副代表・下城茂夫氏をはじめ、多くの会員の方々、地域の皆様にご指導・ご協力頂きました。

また、同時期に卒業論文に取り組んだ、鍛治川和也氏、小関よう子氏、大林理沙氏、穴沢貴耶氏をはじめとする、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

- 青木良輔（2011）大型ビオトープの“育成”に関する環境科学的研究．群馬大学社会情報学部卒業論文．
- 秋山恵二郎（2000）ビオトープ環境の創造．信山サイテック． 3,7,13,155.
- 足立直樹・藤野敬文・山田順之（2010）企業が取り組む「生物多様性」入門．  
企業が取り組む生物多様性研究会 著．日本能率協会マネジメントセンター．  
16-21,35,36,82.
- 浦野茜詩（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—東毛の2つの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．
- 狩谷文恵（2005）大型ビオトープにおける植物相の育成管理に関する基礎研究．  
群馬大学社会情報学部卒業論文．
- 高橋美絵（2009）里山の植物多様性の形成メカニズムに関する環境科学的基礎研究．  
群馬大学社会情報学部卒業論文．
- 高島将哉（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．
- 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．
- 杉山恵一・日鷹一雅・原剛（1995）ビオトープの形態学．朝倉書店． 4-6,25,26,98,99.
- 杉山恵一・中川昭一郎・久保田繁男・清水哲也・堀上勝・多田浩光（2004）農村自然環境の保全・復元．朝倉書店． 29,30,35,45,46,51,112,136,176,177.
- 中島敦司・長谷川明子・根本淳・山脇正俊（2004）環境復元と自然再生を成功させる101ガイドビオトープ．近自然研究会編．誠文堂新光社．  
8,11,12,15,20,23,32,46,48,82,83,98,204,114,128.
- 服部保・田村和也・小舘誓治（2000）フジバカマ生育地の現状と保全．日本造園学会研究発表論文集． 480.
- 星野利幸（2004）自然再生を目指した大型ビオトープの育成管理に関する基礎研究．群馬大学社会情報学部卒業論文．
- 松澤篤郎・星野好次・青木雅夫（1995）館林市の植物．館林市教育委員会． 38-43.
- 松田紗依（2012）大型ビオトープにおける植物種多様性と絶滅危惧植物の“育成”方法に関する環境科学的研究．群馬大学社会情報学部卒業論文．
- 村上興正・鷺谷いづみ（2002）外来種ハンドブック．日本生態学会． 3,11,12.
- 矢原徹一・西廣淳（2010）自然再生ハンドブック．日本生態学会編． 3,4,34,35.
- 鷺谷いづみ・森本信生（1993）日本の帰化生物．保育社． 18,19.

鷺谷いづみ（2004）自然再生 持続可能な生態系のために．中公新書．

24,25,97,98,104,105,144,145,176,177.

鷺谷いづみ・西廣淳・飯島博（2003）自然再生事業．鷺谷いづみ・草刈秀紀編．築地書館．

33,35,166,167.

Millennium Ecosystem Assessment（2007）生態系サービスと人類の将来．株式会社

オーム社． 2,6,17,18,62-64,75,78,80.

環境省 <http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h23/html/hj11010304.html>

閲覧日：2013年9月17日

群馬県 <http://www.pref.gunma.jp/contents/000187413.xls>

閲覧日：2013年9月29日

写 真



写真 1. アドバンテスト・ビオトープ（上）中庭と（下）池  
（上・下：2013年7月22日撮影）





写真 2. アドバンテスト・ビオトープ（上）林内からと（下）池  
（上：2013年7月22日撮影；下：2013年9月25日撮影）





写真 3. 矢場川西下河原橋（上）西側からと（下）すぐ東側の湿地、ミズワラビ  
（上・下：2013年9月25日撮影）





写真 4. チノー・ビオトープ（上）正面からと（下）池周辺、池右端はアサザが群生  
（上：2013年5月29日撮影；下：2013年9月18日撮影）





写真 5. 男井戸川調整池  
(上・下：2013年5月28日撮影)



写真 6. アドバンテスト・ビオトープ内フジバカマ植栽地とせせらぎ（奥側上流）

この場所において相対光量子密度と土壌含水率を測定した。

奥左：早野氏、右：加賀屋氏

（2013年5月24日撮影）





写真 7. アドバンテスト・ビオトープ内フジバカマ (2013年9月25日撮影)



写真 8. アドバンテスト・ビオトープ内ミゾコウジュ (2013年5月24日撮影)





写真 9. アドバンテスト・ビオトップ内のアサザ生長の比較  
(上：2013年4月19日撮影；下：2013年10月21日撮影)





写真 10. チノー・ビオトープ内コギシギシ群落（2013年4月23日撮影）



写真 11. チノー・ビオトープ内フジバカマ（2013年9月18日撮影）





写真 12. 矢場川に自生するフジバカマ（白桃色の花）  
セイタカアワダチソウに囲まれながらも生長した  
(2013年9月25日撮影)

表 1. 各調査地の調査日一覧

アドバンテスト・ビオトープ (計6回)	4月19日,5月24日,6月28日,7月22日,9月25日,10月21日
チノー・ビオトープ (計6回)	4月23日,5月29日,6月26日,7月29日,9月18日,10月15日
男井戸川調整池 (計2回)	5月1日,5月28日
矢場川西下河原橋の周辺 (1回)	9月25日

尚、調査はいずれも2013年に行った。

表 2. 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	種子採取日時	採取場所	実験開始日～終了日	実験期間	備考
キク科	フジバカマ	<i>Eupatorium japonicum</i>	多年草	2012年10月25日	谷田川川岸	4月23日～7月2日	70日間	栽培温度区は5段階
				2011年10月27日	アドバンテスト・ピオトープ			栽培温度区は25/13°C, 17/8°C

表 3. 栽培実験スケジュール一覧

科名	和名	学名	生活型	種子採取日時	採取場所	栽培開始日	サンプリング日	備考
キク科	フジバカマ	<i>Eupatorium japonicum</i>	多年草	2012年10月25日	谷田川川岸	2013年6月4日	2013年6月20日	異なる光, 栄養, 温度条件下で栽培
				2011年10月27日	アドバンテスト・ピオトープ		2013年8月15日	異なる光条件下で栽培
科名	和名	学名	生活型	使用した苗			サンプリング日	備考
ミツガシフ科	アサザ	<i>Nymphoides peltata</i>	多年草				2013年8月23日	異なる光条件下で栽培
				2009年度より継続栽培			2013年10月14日	
科名	和名	学名	生活型	使用した苗			サンプリング日	備考
キク科	フジバカマ	<i>Eupatorium japonicum</i>	多年草				2013年4月23日	裸地と13%被陰区で栽培
				2011年度より継続栽培			2013年5月26日	
							2013年7月24日	

表 4. アドバンテラスト・ピオトープにおいて開花・生育が確認された植物と生態的特性  
 2013年4月19日から2013年10月21日の間に調査で生育が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	植物名(和名)	植物名(学名)	生活型	花期	主な生育地	分布	備考	確認日
	アカネ科	ヘクリカズラ	<i>Paederia scandens</i> var. <i>mairei</i>	多年草	8-9月	野原	日本 全土		7月22日,10月21日
	アカネ科	ヤエムグラ	<i>Galium spurium</i> var. <i>echinospermon</i>	1~2年草	5-6月	野原、空き地	日本 全土		4月19日,5月24日
*	アカハナ科	アレチマツヨイグサ	<i>Oenothera biennis</i>	越年草	7-9月	道ばた、荒地	北米原産外来植物	国要注意外来種	5月24日,9月25日
*	アカハナ科	オオマツヨイグサ	<i>Oenothera striata</i>	2年草	5-8月	道ばた、荒地	南米原産外来植物	国芸種	9月25日
*	アカハナ科	ユウガシヨウ	<i>Oenothera rosea</i>	多年草	5-10月	道ばた、田畑	熱帯米原産外来植物	国芸種	4月19日
*	アヤメ科	キシヨウブ	<i>Iris pseudacorus</i>	多年草	5-6月	水辺	欧州原産外来植物	国要注意外来種	5月24日
*	アヤメ科	フリージア	<i>Freesia refracta</i>	多年草	2-4月	野原	南アフリカ原産外来植物		7月22日
	イネ科	アキメヒシバ	<i>Digitaria violascens</i>	一年草	8-10月	畑、道ばた	日本 全土		9月25日
	イネ科	アズマネササ	<i>Pleioblastus chinu</i>	多年草	4-5月	山野	北(西南部)、本(静岡・長野以北)		4月19日,6月28日
*	イネ科	アメリカスズメヒエ	<i>Paspalum notatum</i>	多年草	7-9月	道ばた、草地	熱帯米原産外来植物		9月25日,10月21日
*	イネ科	イヌムギ	<i>Bromus catharticus</i>	越年草	6-7月	道ばた、農耕地	南米原産外来植物	国要注意外来種	4月19日,5月24日,10月21日
	イネ科	エノコグサ	<i>Setaria viridis</i>	一年草	6-9月	道ばた、田畑	北、本、四、九		10月21日
*	イネ科	オオスズメノカタビラ	<i>Poa trivialis</i>	多年草	5-6月	畑地	欧州、西アジア原産外来植物		5月24日
*	イネ科	オニウシノケグサ	<i>Festuca arundinacea</i>	多年草	6-8月	道ばた、荒地	欧州原産外来植物	国要注意外来種	4月19日,5月24日
*	イネ科	カモガヤ	<i>Dactylis glomerata</i>	多年草	7-8月	道ばた、草地	欧州、西アジア原産外来植物		5月24日
	イネ科	カラスムギ	<i>Agropyron tsukushiense</i> var. <i>pransiens</i>	多年草	5-7月	道ばた、野原	日本 全土		5月24日
*	イネ科	キンエンゴコロ	<i>Avena fatua</i>	1~2年草	6-7月	道ばた、畑	欧州、西アジア原産外来植物		5月24日
	イネ科	スズメノカタビラ	<i>Setaria pumila</i>	一年草	3-11月	道ばた	日本 全土		5月24日
	イネ科	チガヤ	<i>Poa annua</i>	多年草	4-6月	野原	日本 全土		4月19日,5月24日,6月28日
	イネ科	チカラシバ	<i>Pennisetum alopecuroides</i>	多年草	8-11月	道ばた	日本 全土		9月25日,10月21日
	イネ科	チヂミササ	<i>Opismenus undulatifolius</i>	多年草	8-10月	山野	日本 全土		7月22日,9月25日,10月21日
*	イネ科	ナギサタガヤ	<i>Festuca myuros</i>	1~2年草	5-6月	海辺、河原	地中海沿岸原産外来植物		5月24日
	イネ科	ヌカキビ	<i>Panicum bisulcatum</i>	一年草	7-10月	野原、空き地	日本 全土		9月25日,10月21日
*	イネ科	ホズミムギ	<i>Lolium multiflorum</i>	1~2年草	7-8月	道ばた、野原	欧州原産外来植物	国要注意外来種	5月24日
	イネ科	ヒメアジサイ	<i>Sorghum halepense</i> f. <i>miticum</i>	一年草	9-10月	湿地	南アフリカ原産外来植物		9月25日,10月21日
*	イネ科	ヒメモロコシ	<i>Digitaria ciliaris</i>	多年草	7-11月	荒地	日本 全土	県危険外来種、牧草	10月21日
	イネ科	メヒシバ	<i>Andropogon virginicus</i>	一年草	9-11月	畑、道ばた	日本 全土		10月21日
*	イネ科	メリケンカルカヤ	<i>Boehmeria nipononivea</i>	多年草	7-9月	田畑、道ばた	北米原産外来植物	国要注意外来種	10月21日
	イラクサ科	カラムシ	<i>Boehmeria longispica</i>	多年草	8-10月	山野	北、本、四、九		9月25日
	イラクサ科	ヤブマオ	<i>Aralia cordata</i>	多年草	8-9月	山地	北、本、四、九		7月22日,9月25日,10月21日
	ウコギ科	ウド	<i>Rhus javanica</i> var. <i>roxburghii</i>	落葉小高木	8-9月	林縁	日本 全土		5月24日
	ウルシ科	ヌルデ	<i>Plantago virginica</i>	1~2年草	5-8月	道ばた、荒地	北米原産外来植物		4月19日
*	オオハコ科	ツボミオオハコ	<i>Oxalis corniculata</i>	多年草	5-9月	畑、道ばた	日本 全土		4月19日,9月25日,10月21日
	カタバミ科	カタバミ	<i>Oxalis corymbosa</i>	多年草	5-7月	道ばた	南米原産外来植物	国要注意外来種	6月28日
*	カタバミ科	ムラサキカタバミ		多年草	5-7月	道ばた	南米原産外来植物	国要注意外来種	6月28日

表 4 (続). アドバンテス・ピオトープにおいて開花・生育が確認された植物と生態的特性  
 2013年4月19日から2013年10月21日の間に行った調査で生育が確認できた植物種のリスト。  
 科名の前にある\*は、その種が外来種であることを示す。

外来	科名	植物名(和名)	植物名(学名)	生活型	花期	主な生育地	分布	備考	確認日
	カバノキ科	ヤマハシノキ	<i>Alnus hirsuta</i> var. <i>sibirica</i>	落葉高木	4月	山地、河岸	北、本、四、九		5月24日
	カヤツリグサ科	カヤツリグサ	<i>Cyperus microiria</i>	一年草	8-10月	畑、荒れ地	本、四、九		9月25日
	キキョウ科	ホタルブクロ	<i>Campanula punctata</i>	多年草	6-7月	山野	日本全土		7月22日
	キク科	アキノゲン	<i>Lactuca indica</i> var. <i>indica</i>	一～二年草	8-11月	山野	日本全土		9月25日
*	キク科	オオアレチタンゴサ	<i>Bidens frondosa</i>	一年草	9-11月	道ばた、空き地	北米原産外来植物	国要注意外来種	9月25日
*	キク科	オオアレチノギク	<i>Erigeron sumatrensis</i>	二年草	7-10月	道ばた、荒れ地	南米原産外来植物	国要注意外来種	10月21日
*	キク科	オオジババ	<i>Ilex debilis</i>	多年草	4-5月	野原	日本全土		4月19日, 5月24日
	キク科	オオアザミ	<i>Ambrosia trifida</i>	一年草	8-9月	河川敷	北米原産外来植物	国要注意外来種	5月24日, 9月25日
	キク科	オニヂビロ	<i>Youngia japonica</i>	一～越年草	5-10月	道ばた	日本全土		4月19日, 5月24日, 9月25日
	キク科	コウゾリナ	<i>Picris hieracioides</i> var. <i>glabrescens</i>	越年草	5-10月	山野	北、本、四、九		5月24日
*	キク科	コセンダングサ	<i>Bidens pilosa</i>	一年草	9-10月	道ばた、荒れ地	熱帯米原産外来植物	国要注意外来種	9月25日, 10月21日
*	キク科	セイカタアワダチソウ	<i>Solidago altissima</i>	多年草	10-11月	荒れ地	北米原産外来植物	国要注意外来種	6月28日, 9月25日, 10月21日
*	キク科	セイヨウタンポポ	<i>Taraxacum officinale</i>	多年草	3-5月	道ばた、野原	北米原産外来植物		4月19日
	キク科	ノコンギク	<i>Aster ageratoides</i> var. <i>ovatus</i>	多年草	8-11月	山野	本、四、九		10月21日
*	キク科	ハルシオン	<i>Erigeron philadelphicus</i>	多年草	5-7月	田畑、道ばた	北米原産外来植物	国要注意外来種	4月19日
	キク科	ハルノゲン	<i>Sonchus oleraceus</i>	一～二年草	3-10月	道ばた、畑	北、本、四、九		4月19日
*	キク科	ヒメジョオン	<i>Erigeron annuus</i>	一～二年草	6-10月	野原、道ばた	北米原産外来植物		4月19日
	キク科	フジバカマ	<i>Eupatorium japonicum</i> Thunb.	多年草	8-9月	野原	本、四、九		4月19日
	キク科	ユウガキ	<i>Kalimeris pinnatifida</i>	多年草	7-10月	山野、道ばた	本(近畿以北)	国準絶滅危惧 I B類	5月24日, 10月21日
	キク科	ヨモギ	<i>Artemisia princeps</i>	多年草	9-10月	山野	本、四、九		9月25日, 10月21日
	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、四、九、沖		9月25日, 10月21日
	クワ科	カゾノキ	<i>Broussonetia papyrifera</i>	落葉高木	5-6月	山野	四、九、沖		5月24日
	クワ科	クワクサ	<i>Fatoua villosa</i>	一年草	9-10月	道ばた、畑	本、四、九、沖		9月25日
*	ゴマノハグサ科	タチイヌアザミ	<i>Veronica arvensis</i>	一～越年草	4-6月	道ばた、畑	北米原産外来植物		4月19日
*	ゴマノハグサ科	マツハウンラン	<i>Linaria canadensis</i>	一～越年草	4-6月	道ばた、空き地	北米原産外来植物		4月19日
	ゴマノハグサ科	ムラサキサキゴケ	<i>Mazus miquelii</i>	多年草	4-6月	野原	本、四、九		4月19日
*	シソ科	イヌトウハナ	<i>Clinopodium micranthum</i>	多年草	8-10月	山地の木陰	北、本、四、九		9月25日
	シソ科	ヒメドリコソウ	<i>Lamium purpureum</i>	越年草	4-5月	山野	北米原産外来植物		4月19日
	シソ科	ミソコウジュ	<i>Salvia plebeia</i>	越年草	5-6月	湿地	本、四、九、沖	国準絶滅危惧種	4月19日, 5月24日
	シソ科	メバシキ	<i>Leonurus japonicus</i>	二年草	7-8月	道ばた、荒れ地	本、四、九、沖		9月25日, 10月21日
	スミレ科	タチツボスミレ	<i>Viola grypoceras</i>	多年草	3-5月	道ばた、山野	日本全土		4月19日
	セリ科	セリ	<i>Oenanthe javanica</i>	多年草	7-8月	湿地、水田	日本全土		5月24日, 7月22日, 10月21日
	セリ科	ヤブジラミ	<i>Torilis japonica</i>	越年草	5-7月	野原	日本全土		5月24日, 6月28日
	ゼンマイ科	ヤマドリゼンマイ	<i>Osmunda cinnamomea</i> var. <i>fokiensis</i>	シダの仲間		湿った草原	北、本、四、九		9月25日
	タデ科	イヌタデ	<i>Persicaria longisetata</i>	一年草	6-10月	道ばた、野原	日本全土		9月25日
	タデ科	スイバ	<i>Rumex acetosa</i>	多年草	5-8月	草地、田圃	北、本、四、九		4月19日, 10月21日

表4 (続). アドバンテスタ・ピオトーブにおいて開花・生育が確認された植物と生態的特性  
 2013年4月19日から2013年10月21日の間に行った調査で生育が確認できた植物種のリスト。  
 科名の前にある\*は、その種が外来種であることを示す。

外来	科名	植物名(和名)	植物名(学名)	生活型	花期	主な生育地	分布	備考	確認日
*	タデ科	ナガバキシギシ	<i>Rumex crispus</i>	多年草	6-8月	道ばた、荒地	欧州原産外来植物		4月19日,5月24日
	タデ科	ヤナギタデ	<i>Panicum hydropiper</i>	一年草	7-10月	水辺、湿地	日本全土		7月22日
	ツククサ科	ツククサ	<i>Commelina communis</i>	一年草	6-9月	畑、道ばた	日本全土		9月25日,10月21日
	ツククサ科	ヤブミヨウガ	<i>Pollia japonica</i>	多年草	7-9月	山地	本(関東以西)、四、九		7月22日,9月25日
	トウダイグサ科	アカメガシワ	<i>Mallotus japonicus</i>	常緑低木	7月	山野	本、四、九、沖		6月28日
*	トウダイグサ科	オオニシキンウ	<i>Euphorbia maculata</i>	一年草	6-10月	畑、道ばた	北米原産外来植物		7月22日,9月25日,10月21日
	トウダイグサ科	トウダイグサ	<i>Euphorbia helioscopia</i>	越年草	4-6月	畑、道ばた	本、四、九、沖		4月19日
	トウサ科	スギナ	<i>Equisetum arvense</i>	多年草	3-5月	道ばた、野原	日本全土		10月21日
	トウタミ科	ドクダミ	<i>Houttuynia cordata</i>	多年草	6-7月	道ばた、野原	本、四、九、沖		5月24日,6月28日,9月25日
*	ナス科	アメリカイヌホオズキ	<i>Solanum americanum</i>	一年草	7-9月	畑、道ばた	北米原産外来植物		10月21日
	ナデシコ科	ウシハコベ	<i>Stellaria aquatica</i>	越~多年草	4-10月	山野	北、本、四、九		4月19日,5月24日,9月25日,10月21日
*	ナデシコ科	オランダミミナグサ	<i>Cerastium glomeratum</i>	一年草	4-5月	畑、道ばた	欧州原産外来植物		4月19日
	ナデシコ科	ミミナグサ	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	一年草	3-6月	道ばた、田畑	日本全土		4月19日
	ナデシコ科	ノミノアスマ	<i>Stellaria alsine var. undulata</i>	一~二年草	4-10月	畑、荒地	日本全土		4月19日
	バラ科	オヘビイチゴ	<i>Potentilla kleiniana</i>	多年草	5-6月	野原	本、四、九		5月24日
	バラ科	キンミズヒキ	<i>Agrimonia pilosa</i>	多年草	7-10月	山野	北、本、四、九		9月25日,10月21日
	バラ科	ノイバラ	<i>Rosa multiflora</i>	落葉低木	5-6月	山野	北、本、四、九		5月24日
	バラ科	ヘビイチゴ	<i>Duchesnea chinysantha</i>	多年草	4-6月	道ばた	日本全土		4月19日,5月24日,6月28日
	バラ科	ワレモコウ	<i>Sanguisorba officinalis</i>	多年草	8-10月	山野	北、本、四、九		9月25日,10月21日
	ヒガンバナ科	ヒガンバナ	<i>Lycoris radiata</i>	多年草	9月	田のあぜ、土手	日本全土		9月25日
	ヒユ科	ヒナタイコソチ	<i>Achyranthes fauriei</i>	多年草	8-9月	道ばた、荒地	本、四、九		9月25日,10月21日
*	ヒルガオ科	ホシアサザオ	<i>Ipomoea triloba</i>	一年草	7-9月	野原、河原	北米原産外来植物		9月25日
*	フウソウ科	アメリカアワロ	<i>Geranium carolinianum</i>	一年草	5-6月	畑、道ばた	北米原産外来植物		4月19日
	ブドウ科	エビヅル	<i>Vitis ficifolia</i>	落葉つる性	6-8月	山野	本、四、九		7月22日
	ブドウ科	ヤブガラシ	<i>Cayratia japonica</i>	多年草	6-8月	畑、荒地	北(西南部)、本、四、九、沖、小笠原		9月25日,10月21日
*	マメ科	オニタビ	<i>Actinidia chinensis</i>	落葉つる性	5-6月	山地	中国原産外来植物	栽培種の果実は「キウイ」食用	6月28日,7月22日
*	マメ科	アカツメクサ	<i>Trifolium pratense</i>	多年草	5-8月	空き地、道ばた	欧州原産外来植物		5月24日,10月21日
	マメ科	カラスノエンドウ	<i>Vicia angustifolia</i>	越年草	3-6月	野原	本、四、九、沖		4月19日
	マメ科	クサネム	<i>Aeschynomene indica</i>	一年草	7-10月	湿地、水田	日本全土		7月22日
	マメ科	クズ	<i>Pueraria lobata</i>	多年草	7-9月	山野	日本全土		9月25日,10月21日
*	マメ科	コマツブツメクサ	<i>Trifolium dubium</i>	多年草	5-9月	道ばた、荒地	欧州原産外来植物		4月19日
*	マメ科	シロツメクサ	<i>Trifolium repens</i>	多年草	5-10月	道ばた、荒地	欧州、北アフリカ原産外来植物		4月19日,10月21日
	マメ科	スズメノエンドウ	<i>Vicia hirsuta</i>	二年草	4-6月	道ばた、畑	本、四、九、沖		4月19日
	マメ科	ソルマメ	<i>Glycine max ssp. soja</i>	一年草	8-9月	野原	北、本、四、九		9月25日
	マメ科	ネコハギ	<i>Lespedeza pilosa</i>	多年草	8-10月	山野	日本全土		6月28日,7月22日,9月25日,10月21日
	マメ科	メドハギ	<i>Lespedeza cuneata</i>	多年草	9-10月	野原	日本全土		9月25日

表4 (続). アドバンテラスト・ビオトープにおいて開花・生育が確認された植物と生態的特性  
 2013年4月19日から2013年10月21日の間に行った調査で生育が確認できた植物種のリスト。  
 科名の前にある\*は、その種が外来種であることを示す。

外来	科名	植物名(和名)	植物名(学名)	生活型	花期	主な生育地	分布	備考	確認日
	マメ科	ヤハズソウ	<i>Kummerowia striata</i>	多年草	8-10月	道ばた	日本全土		9月25日,10月21日
	マメ科	ヤブツルアズキ	<i>Vigna angularis</i> var. <i>nipponensis</i>	一年草	8-10月	野原	本、四、九		9月25日,10月21日
	マメ科	ヤママメ	<i>Amphicarpaaea edgeworthii</i> var. <i>Japonica</i>	一年草	9-10月	林縁、草地	本(関東以西)、四、九		9月25日
	マメ科	ヤマハギ	<i>Lespedeza bicolor</i>	落葉低木	7-9月	林縁、草地	北、本、四、九		9月25日
	ムラサキ科	キユウリグサ	<i>Trigonotis peduncularis</i>	越年草	3-5月	畑、道ばた	日本全土		4月19日
	ユリ科	ジャノヒゲ	<i>Ophiopogon japonicus</i>	多年草	7-8月	山野	北、本、四、九		6月28日
	ユリ科	チゴユリ	<i>Disporum smilacinum</i>	多年草	4-6月	山野	本、四、九		9月25日
	ユリ科	ノビル	<i>Allium grayi</i>	多年草	5-6月	道ばた、野原	日本全土		5月24日
	ユリ科	ヤブカンゾウ	<i>Hemerocallis fulva</i> var. <i>kwanso</i>	多年草	7-8月	林縁、土手	北、本、四、九		5月24日,6月28日,7月22日
	ユリ科	ヤブラン	<i>Liriope platyphylla</i>	多年草	8-10月	山地	本、四、九、沖		6月28日
	ラン科	ネジバナ	<i>Spiranthes sinensis</i> var. <i>amoena</i>	多年草	4-9月	野原	北、本、四、九		6月28日

表5. チノー・ピオトープにおいて開花・生育が確認された植物と生態的特性  
 2013年4月23日から2013年10月15日の間に調査で生育が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	植物名(和名)	植物名(学名)	生活型	花期	主な生育地	分布	備考	確認日
*	アオイ科	イチビ	<i>Abutilon theophrasti</i>	一年草	7-9月	荒地	インド原産外来植物		7月29日
*	アオイ科	スイフヨウ	<i>Hibiscus mutabilis f. versicolor</i>	落葉低木	7-10月	谷沿いの林縁	中国原産外来植物	園芸種	10月15日
*	アカザ科	コアカザ	<i>Chenopodium ficifolium</i>	一年草	6-8月	道ばた、荒地	欧州、アジア原産外来植物		5月29日
*	アカザ科	シロザ	<i>Chenopodium album</i>	一年草	9-10月	畑、荒地	ユーラシア原産外来植物		5月29日、6月26日、7月29日、9月18日
	アカネ科	ヘクソカズラ	<i>Paederia scandens var. mairei</i>	多年草	8-9月	野原	日本全土		7月29日
	アカネ科	ヤエムグラ	<i>Galium squirium var. echinospermon</i>	1-2年草	5-6月	野原、空き地	日本全土		4月23日、5月29日
*	アカハナ科	アレチマヨイグサ	<i>Oenothera biennis</i>	越年草	7-9月	道ばた、荒地	北米原産外来植物	国要注意外来種	6月26日、7月29日
*	アカハナ科	コマツヨイグサ	<i>Oenothera lacinata</i>	二年草	7-8月	海岸、河原	北米原産外来植物		6月26日
*	アカハナ科	ユウゲシヨウ	<i>Oenothera rosea</i>	多年草	5-10月	道ばた、田畑	熱帯米原産外来植物	園芸種	5月29日、6月26日、7月29日
	アケビ科	ミツハアケビ	<i>Akebia trifoliata</i>	落葉つる性	4-5月	山野	北、本、四、九		6月26日、7月29日
	アブラナ科	イヌガラシ	<i>Rorippa indica</i>	多年草	4-9月	野原、道ばた	日本全土		5月29日
*	アブラナ科	オランダガラシ	<i>Nasturtium officinale</i>	多年草	4-6月	水辺、清流中	欧州原産外来植物	いわゆる「クレソン」、国要注意外来種	4月23日、5月29日、6月26日、7月29日
*	アブラナ科	キャベツ	<i>Brassica oleracea var. capitata</i>	1-2年草	7-9月	山地、明るい草地	欧州、地中海原産外来植物	栽培種は野菜として食用	5月29日
*	アブラナ科	キレハイスガラシ	<i>Rorippa sylvestris</i>	多年草	7-8月	道ばた、空き地	欧州原産外来植物		4月23日
	アブラナ科	スカシタゴボウ	<i>Rorippa islandica</i>	1-2年草	4-10月	水田、道ばた	日本全土		7月29日
	アブラナ科	ナズナ	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	越年草	3-6月	道ばた	日本全土		4月23日
*	アブラナ科	マメゲンバイナズナ	<i>Lepidium virginicum</i>	1-2年草	5-6月	道ばた、荒地	北米原産外来植物		7月29日
	アリトウグサ科	ホサキノフサモ	<i>Myriophyllum spicatum</i>	多年草	5-10月	池沼、河川	日本全土	水草	10月15日
	イネ科	アキノエノコログサ	<i>Setaria faberi</i>	一年草	9-11月	道ばた、空き地	日本全土		7月29日、9月18日
	イネ科	アキヒシバ	<i>Digitaria violascens</i>	一年草	8-10月	畑、道ばた	日本全土		9月18日
	イネ科	イヌビエ	<i>Echinochloa crus-galli</i>	一年草	8-10月	湿地	本、四、九、沖		6月26日、7月29日、9月18日、10月15日
*	イネ科	イヌムギ	<i>Bromus catharticus</i>	越年草	6-7月	道ばた、農耕地	南米原産外来植物	国要注意外来種	4月23日、5月29日
	イネ科	エノコログサ	<i>Setaria viridis</i>	一年草	6-9月	道ばた、田畑	北、本、四、九		6月26日、7月29日
	イネ科	オギ	<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	多年草	9-10月	水辺、河原	北、本、四、九		6月26日、9月18日、10月15日
	イネ科	カズノコグサ	<i>Beckmannia syzigachne</i>	1-2年草	6-7月	水田、あぜ	北、本、四、九		5月29日
	イネ科	カゼクサ	<i>Eragrostis ferruginea</i>	多年草	8-10月	道ばた、あぜ	本、四、九		7月29日
	イネ科	カモジグサ	<i>Agropyron tsukushiense var. pransiens</i>	多年草	5-7月	道ばた、野原	日本全土		5月29日
	イネ科	キンエノコロ	<i>Setaria pumilla</i>	一年草	8-10月	道ばた	日本全土		9月18日
	イネ科	ケイスイエ	<i>Echinochloa crus-galli var. caudata</i>	一年草	8-10月	湿地、水田	本、四、九		7月29日
*	イネ科	コウライシバ	<i>Zoysia matrella</i>	多年草	4-5月、10-11月	日当たりのよい草地	中国原産外来植物	園芸種	7月29日
	イネ科	ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i>	多年草	7-10月	山野	日本全土		9月18日
	イネ科	スズメノカタビラ	<i>Poa annua</i>	一年草	3-11月	道ばた	日本全土		4月23日
	イネ科	スズメノテトツボウ	<i>Alopecurus aequalis</i>	越年草	4-6月	水田、畑	北、本、四、九		5月29日
	イネ科	チガヤ	<i>Imperata cylindrica var. koenigii</i>	多年草	4-6月	野原	日本全土		9月18日
	イネ科	ヌカキビ	<i>Panicum bisulcatum</i>	一年草	7-10月	野原、空き地	日本全土		9月18日
*	イネ科	ネズミムギ	<i>Lolium multiflorum</i>	1-2年草	7-8月	道ばた、野原	欧州原産外来植物	国要注意外来種	5月29日



表5 (続). チノー・ビオトープにおいて開花・生育が確認された植物と生態的特性  
 2013年4月23日から2013年10月15日の間に調査を行った調査で生育が確認できた植物種のリスト。  
 科名の前にある\*は、その種が外来種であることを示す。

外来	科名	植物名(和名)	植物名(学名)	生活型	花期	主な生育地	分布	備考	確認日
*	イネ科	ヒメロコソウ	<i>Sorghum halepense fimuticum</i>	多年草	8-10月	荒れ地	南アフリカ原産外来植物	県危除外来種	6月26日,7月29日
	イネ科	メシバ	<i>Digitaria ciliaris</i>	一年草	7-11月	畑、道ばた	日本全土		7月29日
*	イネ科	メリケンカヤ	<i>Andropogon virginicus</i>	多年草	9-11月	田畑、道ばた	北米原産外来植物	国要注意外来種、県危除外来種	9月18日
	ウルシ科	ヌルデ	<i>Rhus javanica var. roburghii</i>	落葉小高木	8-9月	林縁	日本全土		5月29日
	オミナエシ科	オトコエシ	<i>Patrinia villosa</i>	多年草	8-10月	山野	日本全土		9月18日,10月15日
	オモダカ科	オモダカ	<i>Sagittaria trifolia</i>	多年草	8-10月	水田、沼	日本全土		9月18日
	カガイモ科	カガイモ	<i>Metaplexis japonica</i>	多年草	7-8月	山野、丘陵、野原	北、本、四、九		7月29日,9月18日
	カタバミ科	カタバミ	<i>Oxalis corniculata</i>	多年草	5-9月	畑、道ばた	日本全土		4月23日,6月26日,9月18日
*	カタバミ科	ムラサキカタバミ	<i>Oxalis coarctata</i>	多年草	5-7月	道ばた	南米国原産外来植物	国要注意外来種	6月26日,9月18日
	カマ科	ガマ	<i>Typha latifolia</i>	一年草	6-8月	池沼	北、本、四、九		5月29日,7月29日,10月15日
	カヤツリグサ科	カヤツリグサ	<i>Cyperus microiria</i>	多年草	8-10月	畑、道ばた	本、四、九		9月18日
	キク科	アキノナゲシ	<i>Lactuca indica var. indica</i>	一〜二年草	8-11月	山野	日本全土		9月18日
*	キク科	アメリカセンダングサ	<i>Bidens frondosa</i>	一年草	9-11月	道ばた、空き地	北米原産外来植物	国要注意外来種	6月26日,7月29日,9月18日
*	キク科	イトハキク	<i>Schulthia pinnata var. abrotanoides</i>	一年草	夏	日当たりの良い場所	メキシコ原産外来植物		7月29日
*	キク科	イヌキクイモ	<i>Helianthus strumosus</i>	多年草	7-9月	山野、荒地	北米原産外来植物		9月18日
	キク科	オオバコ	<i>Ixeris debilis</i>	多年草	4-9月	山野	日本全土		5月29日,7月29日
	キク科	オニタビラコ	<i>Youngia japonica</i>	一〜越年草	5-10月	道ばた	日本全土		4月23日
	キク科	キツネアザミ	<i>Hemistepta lyrata</i>	越年草	5-6月	畑、道ばた	本、四、九、沖		5月29日
	キク科	コウブリン	<i>Picris hieracioides var. glabrescens</i>	越年草	5-10月	山野	北、本、四、九		4月23日,5月29日,6月26日,7月29日,10月15日
*	キク科	コセンダングサ	<i>Bidens pilosa</i>	一年草	9-10月	道ばた、荒地	熱帯米原産外来植物	国要注意外来種	5月29日,7月29日,9月18日
	キク科	ジンハシ	<i>Ixeris stolonifera</i>	一年草	4-9月	道ばた	北、本、四、九		4月23日
*	キク科	セイヨウタンポポ	<i>Solidago altissima</i>	多年草	10-11月	荒地	北米原産外来植物		9月18日,10月15日
*	キク科	セキソウ	<i>Taraxacum officinale</i>	多年草	3-9月	道ばた、野原	北米原産外来植物	国要注意外来種	4月23日,6月26日
	キク科	タカサブロウ	<i>Eclipta prostrata</i>	一年草	8-9月	水田、あぜ	本、四、九、沖		9月18日
	キク科	ノコンギク	<i>Aster ageratoides var. ovatus</i>	多年草	8-11月	山野	本、四、九		6月26日,10月15日
*	キク科	ノボロギク	<i>Senecio vulgaris</i>	一〜二年草	通年	畑、道ばた	欧州原産外来植物		4月23日
*	キク科	ハキダメギク	<i>Galinsoga ciliata</i>	一年草	6-11月	畑、河岸	北米原産外来植物		7月29日
*	キク科	ハルノゲシ	<i>Erigeron philadelphicus</i>	多年草	5-7月	田畑、道ばた	北米原産外来植物	国要注意外来種	4月23日,5月29日
	キク科	ハルノゲシ	<i>Senecio phaeocephalus</i>	一〜二年草	3-10月	道ばた、畑	北、本、四、九		4月23日,5月29日,6月26日
*	キク科	ヒメジョオン	<i>Erigeron annuus</i>	一〜二年草	6-10月	野原、道ばた	北米原産外来植物		5月29日,6月26日
*	キク科	ヒメムシヨモギ	<i>Erigeron canadensis</i>	二年草	8-10月	道ばた、荒地	北米原産外来植物	国要注意外来種	6月26日,7月29日,9月18日
	キク科	ヒヨドリバナ	<i>Eupatorium makinoi var. oppositifolium</i>	一〜二年草	8-10月	山野	日本全土	観音山由来	7月29日,9月18日,10月15日
	キク科	フジバカマ	<i>Eupatorium japonicum Thunb.</i>	多年草	8-9月	野原	本、四、九	国準絶滅危惧種、県絶滅危惧 I B 類	4月23日
	キク科	ヤクシソウ	<i>Youngia denticulata</i>	多年草	8-11月	山野	北、本、四、九		10月15日
*	キク科	ヤグルマギク	<i>Centaurea cyanus</i>	一〜越年草	4-9月	道ばた、空き地	欧州原産外来植物	園芸種	5月29日
	キク科	ヨモギ	<i>Artemisia princeps</i>	多年草	9-10月	山野	本、四、九		5月29日

表5 (続). チノー・ビオトープにおいて開花・生育が確認された植物と生態的特性

2013年4月23日から2013年10月15日の間にに行った調査で生育が確認できた植物種のリスト。

科名の前にある\*は、その種が外来種であることを示す。

外来	科名	植物名(和名)	植物名(学名)	生活型	花期	主な生育地	分布	備考	確認日
	キンポウゲ科	ケギツネノボタン	<i>Ranunculus cantoniensis</i>	多年草	4-6月	道ばた、田畑	日本全土		5月29日
	クワ科	カジノキ	<i>Broussonetia papyrifera</i>	落葉高木	5-6月	山野	四、九、沖		6月26日
	クワ科	カナムグラ	<i>Humulus japonicus</i>	一年草	8-10月	道ばた、荒れ地	日本全土		7月29日、9月18日
*	クワ科	マグル	<i>Morus alba</i>	落葉高木	4-5月	人里	中国原産外来植物		9月18日、10月15日
	クワ科	クワクサ	<i>Fatous villosa</i>	一年草	9-10月	畑、道ばた	本、四、九、沖		9月18日
	クワ科	ヤマグワ	<i>Morus australis</i>	落葉高木	4-5月	山地	北、本、四、九		5月29日、6月26日
	クワ科	タケニグサ	<i>Macleaya cordata</i>	多年草	7-8月	荒れ地	北、本、四、九		6月26日、7月29日、9月18日
*	ケシ科	ナガミヒナゲン	<i>Papaver dubium</i>	越年草	4-5月	道ばた、荒れ地	地中海地方原産外来植物	県危険外来種、園芸種	4月23日、5月29日
*	ゴマノハグサ科	オオイスノブダリ	<i>Veronica persica</i>	二年草	3-5月	畑、道ばた	ユーラシア、アフリカ原産外来植物		4月23日、6月26日
*	ゴマノハグサ科	オオカワヂシャ	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	越年草	4-5月	湿地	欧州、アジア原産外来植物	国特定外来生物	4月23日、5月29日
	ゴマノハグサ科	カワヂシャ	<i>Veronica undulata</i>	多年草	5-6月	水辺、水田	本(中部地方以西)、四、九、沖	国準絶滅危惧種、県絶滅危惧Ⅰ類	4月23日、5月29日
	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	野原	本、四、九		5月29日
	サクラソウ科	オカトラノオ	<i>Lysimachia clethroides</i>	多年草	6-7月	日当たりのよい丘陵	北、本、四、九		6月26日、7月29日
*	シソ科	アオシソ	<i>Perilla frutescens var. crispata</i>	一年草	8-10月	日当たりの良い場所	中国原産外来植物		7月29日
*	シソ科	アッブルミト	<i>Mentha suaveolens</i>	多年草	7月	日当たりの良い場所	地中海沿岸、欧州原産外来植物		5月29日
	シソ科	カキドオシ	<i>Glechoma hederacea var. grandis</i>	多年草	4-5月	野原、道ばた	北、本、四、九		4月23日、6月26日
*	シソ科	ヒメドリコンソウ	<i>Lamium purpureum</i>	越年草	4-5月	山野	欧州原産外来植物		4月23日
	シソ科	ホトケノザ	<i>Lamium amplexicaule</i>	越年草	3-6月	畑、道ばた	本、四、九、沖		4月23日
	シソ科	ミソコウジュ	<i>Salvia plebeia</i>	越年草	5-6月	湿地	本、四、九、沖	国準絶滅危惧種	5月29日、6月26日
	スイカズラ科	スイカズラ	<i>Lonicera japonica</i>	半落葉つる性	5-7月	山野、空き地	北、本、四、九		5月29日
	スイカズラ科	ニフトコ	<i>Sambucus racemosa ssp. Sieboldiana</i>	落葉小高木	3-5月	山野の林縁	本、四、九		7月29日
*	スミレ科	アメリカスミレサイシン	<i>Viola sororia</i>	多年草	4-5月	畑、道ばた	北米原産外来植物		9月18日
	スミレ科	タチツボスミレ	<i>Viola grypoceras</i>	多年草	3-5月	道ばた、山野	日本全土		4月23日
	セリ科	オヤブラム	<i>Torilis scabra</i>	二年草	5-7月	林縁、道ばた	日本全土		6月26日、7月29日
	セリ科	センダン	<i>Melia azedarach</i>	落葉高木	5-6月	海岸近く	四、九、沖		6月26日
	ソテツ科	ソテツ	<i>Cycas revoluta</i>	常緑低木	夏	海岸の風衝地	九(南部)、沖		9月18日
	タデ科	イヌタデ	<i>Persicaria longisetata</i>	一年草	6-10月	道ばた、野原	日本全土		5月29日、7月29日
*	タデ科	エゾノギシギシ	<i>Rumex obtusifolius</i>	多年草	6-8月	畑、道ばた	欧州原産外来植物	国要注意外来種	4月23日、7月29日
	タデ科	オオイスノブ	<i>Persicaria lapathifolia</i>	一年草	6-10月	道ばた、荒れ地	北、本、四、九		5月29日、6月26日、7月29日、9月18日
	タデ科	コギシギシ	<i>Rumex nipponicus</i>	多年草	4-5月	河原、海岸、低湿地	本、四、九	国絶滅危惧Ⅰ類、県準絶滅危惧種	4月23日、5月29日、6月26日
*	タデ科	ナガバギシギシ	<i>Rumex crispus</i>	多年草	6-8月	道ばた、荒れ地	欧州原産外来植物		4月23日、5月29日
	タデ科	ミソソバ	<i>Polygonum thunbergii</i>	一年草	7-10月	水辺、あぜ	北、本、四、九		7月29日、9月18日
	ツツクサ科	アソツツクサ	<i>Ooococcus trilobus</i>	落葉つる性	7-8月	道ばた、林縁	北、本(関東以西)、四、九、沖		6月26日
	ツツクサ科	イボクサ	<i>Anellama keisak</i>	一年草	8-10月	湿地	本、四、九、沖		9月18日
	ツユクサ科	ツユクサ	<i>Commelina communis</i>	一年草	6-9月	畑、道ばた	日本全土		6月26日
	トウダイグサ科	アカメガシワ	<i>Mallotus japonicus</i>	常緑低木	7月	山野	本、四、九、沖		6月26日

表5 (続). チノー・ピオトープにおいて開花・生育が確認された植物と生態的特性

2013年4月23日から2013年10月15日の間に行った調査で生育が確認できた植物種のリスト。  
科名の前にある\*は、その種が外来種であることを示す。

外来	科名	植物名(和名)	植物名(学名)	生活型	花期	主な生育地	分布	備考	確認日
	トウダイグサ科	エネキグサ	<i>Acalypha australis</i>	一年草	8-10月	畑、道ばた	日本全土		6月26日
*	トウダイグサ科	オオニシキソウ	<i>Euphorbia maculata</i>	一年草	6-10月	畑、道ばた	北米原産外来植物		7月29日,9月18日
	トウサ科	スギナ	<i>Equisetum arvense</i>	多年草	3-5月	道ばた、野原	日本全土		4月23日,10月15日
	ドクダミ科	ドクダミ	<i>Houttuynia cordata</i>	多年草	6-7月	道ばた、野原	本、四、九、沖		5月29日,6月26日
*	ナス科	アメリカイヌホオズキ	<i>Solanum americanum</i>	一年草	7-9月	山野	北米原産外来植物		7月29日,9月18日
	ナス科	イヌホオズキ	<i>Solanum nigrum</i>	一年草	7-10月	畑、道ばた	日本全土		9月18日
*	ナス科	ワルナスビ	<i>Solanum carolinense</i>	多年草	6-10月	畑、荒地	北米原産外来植物	国要注意外来種	5月29日
	ナス科	ウシハコベ	<i>Stellaria aquatica</i>	越~多年草	4-10月	山野	本、四、九		6月26日
*	ナデシコ科	オランダミミナグサ	<i>Cerastium glomeratum</i>	越年草	4-5月	畑、道ばた	欧州原産外来植物		4月23日
*	ニガキ科	ニワウルシ	<i>Ailanthus altissima</i>	落葉高木	6月	土手、河原	中国原産外来植物		5月29日
	ニレ科	エネキ	<i>Celtis sinensis</i>	落葉高木	4-5月	山地、沿海地	本、四、九、沖		6月26日
*	バラ科	オキヅムシロ	<i>Potentilla supina</i>	多年草	5-6月	野原	本、四、九		5月29日,6月26日
	バラ科	オヘビイチゴ	<i>Potentilla kleiniana</i>	多年草	7-10月	山野	北、本、四、九		7月29日
	バラ科	キンズヒキ	<i>Agrimonia pilosa</i>	一~二年草	5-7月	水田のあぜ	中国、朝鮮半島原産外来植物		5月29日
*	バラ科	コバサキジムシロ	<i>Potentilla amurensis</i>	多年草	7-8月	山地、丘陵	本、四、九		7月29日
	バラ科	ダイコンソウ	<i>Geum japonicum</i>	多年草	4-6月	道ばた	日本全土		4月23日,6月26日
	バラ科	ヘビイチゴ	<i>Duchesnea chrysantha</i>	落葉低木	4月	山野、林縁	本(中部以北)		6月26日
	ヒユ科	アオビユ	<i>Rubus palmatus</i> var. <i>coptophyllus</i>	一年草	6-10月	道ばた、畑	北米原産外来植物	別名「アオゲイトウ」	7月29日
*	ヒルガオ科	アメリカアサガオ	<i>Ipomoea hederacea</i>	多年草	8-10月	道ばた、河原	熱帯米原産外来植物		7月29日,9月18日
	ヒルガオ科	コヒルガオ	<i>Calystegia hederacea</i>	多年草	5-8月	道ばた、野原	日本全土		5月29日,7月29日
	ヒルガオ科	ヒルガオ	<i>Calystegia japonica</i>	多年草	7-8月	道ばた、野原	本、四、九		5月29日,6月26日
*	ヒルガオ科	ホシアサガオ	<i>Ipomoea triloba</i>	一年草	7-9月	道ばた、草地	北米原産外来植物		7月29日
*	ヒルガオ科	マアサガオ	<i>Ipomoea lacunsa</i>	一年草	7-9月	道ばた、草地	北米原産外来植物		9月18日
*	ヒルガオ科	マルバアサガオ	<i>Ipomoea purpurea</i>	一年草	8-9月	道ばた、荒地	熱帯米原産外来植物		6月26日,9月18日
*	ヒルガオ科	マルバルコウ	<i>Quamoclit coccinea</i>	多年草	7-9月	道ばた、空き地	熱帯米原産外来植物		7月29日,9月18日
*	フトウ科	エビモ	<i>Potamogeton crispus</i>	多年草	6-8月	湖沼、ため池、河川	世界各地原産外来植物		9月18日,10月15日
	マメ科	ヤブガラシ	<i>Cayratia japonica</i>	越年草	3-6月	野原	本、四、九、沖		5月29日,6月26日,7月29日
	マメ科	カラスノエンドウ	<i>Vicia angustifolia</i>	多年草	7-9月	山野	本、四、九		4月23日
	マメ科	クズ	<i>Pueraria lobata</i>	多年草	5-10月	道ばた、荒地	欧州、北アフリカ原産外来植物		6月26日,7月29日
*	マメ科	シロツメクサ	<i>Trifolium repens</i>	越年草	4-6月	野原	本、四、九、沖		4月23日
	マメ科	スズメノエンドウ	<i>Vicia hirsuta</i>	多年草	7-9月	山野	日本全土		9月18日
	マメ科	スズビトハギ	<i>Desmodium oxphyllum</i>	落葉高木	6-7月	河岸、原野	本、四、九、沖		6月26日,7月29日,9月18日
	マメ科	ネムノキ	<i>Albizia julibrissin</i>	落葉藤本	4-7月	山野	本、四、九		7月29日
	マメ科	ノダフジ	<i>Wisteria floribunda</i> DC.	多年草	9-10月	野原	日本全土		7月29日,9月18日
	マメ科	メドハギ	<i>Lespedeza cuneata</i>	多年草	9-10月	野原	日本全土		7月29日,9月18日

表5 (続). チノー・ピオトープにおいて開花・生育が確認された植物と生態的特性

2013年4月23日から2013年10月15日の間に行った調査で生育が確認できた植物種のリスト。

科名の前にある\*は、その種が外来種であることを示す。

外来	科名	植物名(和名)	植物名(学名)	生活型	花期	主な生育地	分布	備考	確認日
	マメ科	ヤブツルアズキ	<i>Vigna angularis</i> var. <i>nipponensis</i>	一年草	8-10月	野原	本、四、九		9月18日
	マメ科	ヤブマメ	<i>Amphicarpeaea edgeworthii</i> var. <i>japonica</i>	一年草	9-10月	林縁、草地	本(関東以西)、四、九		9月18日
	マメ科	ヤマハギ	<i>Lespedeza bicolor</i>	落葉低木	6-9月	山地	北、本、四、九		6月26日, 7月29日, 9月18日, 10月15日
	マメ科	クサネム	<i>Aeschynomene indica</i>	一年草	7-10月	湿地、水田	日本全土		7月29日
	ヤマノイモ科	ヤマノイモ	<i>Dioscorea japonica</i>	多年草	7-8月	草やぶ	本、四、九、沖		6月26日, 7月29日
	ヤマモモ科	ヤマモモ	<i>Myrica rubra</i>	常緑高木	3-4月	山野	本(関東南部以西)、四、九、沖		6月28日
*	ユリ科	チャイブ	<i>Allium schoenoprasum</i>	多年草	5-7月	野原	欧州原産外来植物	別名「セイヨウアサツキ」	7月29日
	ユリ科	ノビル	<i>Allium grayi</i>	多年草	5-6月	道はた、野原	日本全土		5月29日
	ユリ科	ヤブカンゾウ	<i>Hemerocallis fulva</i> var. <i>kwanso</i>	多年草	7-8月	林縁、土手	北、本、四、九		5月29日
	ユリ科	ヤブラン	<i>Liriope platyphyla</i>	多年草	8-10月	山地	本、四、九、沖		7月29日

表6. 男井戸川調整池において開花・生育が確認された植物と生態的特性

2013年5月1日及び2013年5月28日に行った調査で生育が確認できた植物種のリスト。

科名の前にある\*は、その種が外来種であることを示す。

外来	科名	植物名(和名)	植物名(学名)	生活型	花期	主な生育地	分布	備考	確認場所	確認日
*	アカザ科	コアザ	<i>Chenopodium ficifolium</i>	一年草	6-8月	荒地、道ばた	ユーラシア原産外来植物		土手	5月1日,5月28日
*	アカザ科	シロザ	<i>Chenopodium album</i>	一年草	9-10月	道ばた	ユーラシア原産外来植物		土手	5月1日,5月28日
	アカネ科	ヤエムグラ	<i>Galium squirium var. echinospermon</i>	一〜越年草	5-6月	野原、空き地	日本全土		土手、川辺	5月1日
*	アカバナ科	コマツリグサ	<i>Oenothera lacinata</i>	二年草	7-8月	海岸、河原	北米原産外来植物		川辺	5月28日
*	アカバナ科	ユウゲンショウ	<i>Oenothera rosea</i>	多年草	5-10月	道ばた、田畑	熱帯米原産外来植物	園芸種	川辺	5月28日
*	アブラナ科	セイヨウアブラナ	<i>Brassica napus</i>	越年草	4-5月	野原	欧州原産外来植物		土手、川辺	5月1日,5月28日
	アブラナ科	イヌガラシ	<i>Rorippa indica</i>	多年草	4-9月	野原、道ばた	日本全土		土手	5月1日
	アブラナ科	イヌナズナ	<i>Draba nemorosa</i>	二年草	3-6月	道ばた、草地	北、本、四、九		川辺	5月1日
*	アブラナ科	オランダガラシ	<i>Nasturtium officinale</i>	多年草	4-6月	水辺、清流中	欧州原産外来植物	いわゆる「クレソン」、国要注意外来種	川辺	5月1日,5月28日
*	アブラナ科	オオアロセイトウ	<i>Orychophragmus violaceus</i>	越年草	3-5月	野原	中国原産外来植物	別名「ショカツサイ」、県危険外来種	土手、川辺	5月1日
	アブラナ科	スカンタコボウ	<i>Rorippa islandica</i>	一〜越年草	4-10月	水田、道ばた	日本全土		開けた場所	5月28日
	アブラナ科	タネツケバナ	<i>Cardamine flexuosa</i>	越年草	4-6月	水田、湿地	日本全土		土手、川辺	5月1日
	アブラナ科	ナズナ	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	越年草	3-6月	道ばた	日本全土		川辺	5月1日
*	アヤメ科	ニワゼキショウ	<i>Sisyrinchium atlanticum</i>	多年草	5-6月	芝生、道ばた	北米原産外来植物	園芸種	川辺	5月1日
*	イネ科	イヌムギ	<i>Bromus catharticus</i>	越年草	6-7月	道ばた、農耕地	南米原産外来植物	国要注意外来種	土手、川辺	5月1日,5月28日
*	イネ科	オニウシノケグサ	<i>Festuca arundinacea</i>	多年草	6-8月	道ばた、荒地	欧州原産外来植物	国要注意外来種	川辺	5月1日
	イネ科	カズノコグサ	<i>Beckmannia syzigachne</i>	一〜二年草	6-7月	水田、あぜ	北、本、四、九		川辺	5月28日
	イネ科	カタハミ	<i>Eragrostis ferruginea</i>	多年草	8-10月	道ばた、あぜ	本、四、九		川辺	5月1日,5月28日
	イネ科	カモジグサ	<i>Dactylis glomerata</i>	多年草	7-8月	道ばた、草地	欧州、西アジア原産外来牧草		川辺	5月28日
	イネ科	カラズムギ	<i>Agropyron tsukushiense var. pransiense</i>	多年草	5-7月	道ばた、野原	日本全土		川辺	5月28日
*	イネ科	キシウスズメヒエ	<i>Avena fatua</i>	一〜越年草	6-7月	道ばた、畑	欧州、西アジア原産外来牧草		川辺	5月28日
	イネ科	クサヨシ	<i>Paspalum distichum</i>	多年草	7-9月	湿地	熱帯原産外来植物	国要注意外来種、県危険外来種	川辺	5月1日,5月28日
*	イネ科	シナダレスズメグサ	<i>Phalaris arundinacea</i>	多年草	5-6月	水田、湿地	北、本、四、九		川辺	5月28日
	イネ科	スズメノカタビラ	<i>Eragrostis curvula</i>	一年草	3-11月	道ばた	南アフリカ原産外来植物		開けた場所	5月28日
	イネ科	スズメテツボウ	<i>Poa annua</i>	越年草	4-6月	水田、畑	日本全土		川辺	5月1日
	イネ科	チガヤ	<i>Imperata cylindrica var. koenigii</i>	多年草	4-6月	野原	北、本、四、九		川辺	5月1日,5月28日
	イネ科	ツルヨシ	<i>Phragmites japonica</i>	多年草	8-10月	河原、水辺	日本全土		開けた場所	5月28日
*	イネ科	ネズミムギ	<i>Lolium multiflorum</i>	一〜二年草	7-8月	道ばた、野原	欧州原産外来植物	国要注意外来種	川辺	5月1日,5月28日
	イネ科	ガマ	<i>Typha latifolia</i>	多年草	6-8月	池沼	北、本、四、九		川辺	5月1日,5月28日
	カヤツリグサ科	アゼナルコ	<i>Carex dimorpholepis</i>	多年草	5-6月	河岸、あぜ	本、四、九、沖		開けた場所	5月28日
	カヤツリグサ科	サンカクイ	<i>Scirpus triquetar</i>	多年草	7-10月	池沼、河岸	日本全土		川辺	5月1日
	カヤツリグサ科	ミノシガヤ	<i>Carex neurocarpa</i>	多年草	5-6月	草地、河岸	本(近畿以北)	県準絶滅危惧種	開けた場所	5月28日
	キク科	アキノリゲン	<i>Lactuca indica var. indica</i>	一〜二年草	8-11月	山野	日本全土		土手	5月1日

表6 (続). 男井戸川調整池において開花・生育が確認された植物と生態的特性

2013年5月1日及び2013年5月28日に行った調査で生育が確認できた植物種のリスト。

科名の前にある＊は、その種が外来種であることを示す。

外来	科名	植物名(和名)	植物名(学名)	生活型	花期	主な生育地	分布	備考	確認場所	確認日
*	キク科	アメリカセンダングサ	<i>Bidens frondosa</i>	一年草	9-11月	道ばた、空き地	北米原産外来植物	国要注意外来種	川辺	5月1日
*	キク科	イヌキクイモ	<i>Helianthus strumosus</i>	多年草	7-8月	山野、荒れ地	北米原産外来植物		川辺	5月28日
*	キク科	オオキクイモ	<i>Coreopsis lanceolata</i>	多年草	5-7月	海岸、道ばた	北米原産外来植物	国特定外来生物	開けた場所	5月28日
*	キク科	オオバタクサ	<i>Ambrosia trifida</i>	一年草	8-9月	河川敷	北米原産外来植物		開けた場所	5月28日
*	キク科	オニタビラコ	<i>Youngia japonica</i>	一～越年草	5-10月	道ばた	日本全土		土手、川辺	5月28日
*	キク科	コツネアザミ	<i>Hemistepta lyrata</i>	越年草	5-6月	畑、道ばた	本、四、九、沖		土手、川辺	5月1日、5月28日
*	キク科	コセンダングサ	<i>Bidens pilosa</i>	一年草	9-10月	道ばた、荒れ地	熱帯米原産外来植物	国要注意外来種	土手	5月28日
*	キク科	セイタカアワダチソウ	<i>Solidago altissima</i>	多年草	10-11月	荒れ地	北米原産外来植物	国要注意外来種	土手、川辺	5月1日、5月28日
*	キク科	セイヨクタンポポ	<i>Taraxacum officinale</i>	多年草	3-5月	道ばた、野原	欧州原産外来植物		土手	5月1日
*	キク科	ノボロギク	<i>Senecio vulgaris</i>	一～二年草	通年	畑、道ばた	欧州原産外来植物		土手	5月1日
*	キク科	ハハコグサ	<i>Gnaphalium affine</i>	越年草	4-6月	道ばた	日本全土		川辺	5月1日、5月28日
*	キク科	ハルジオン	<i>Erigeron philadelphicus</i>	多年草	5-7月	田畑、道ばた	北米原産外来植物		川辺	5月1日
*	キク科	ハルノリゲン	<i>Sonchus oleraceus</i>	一～二年草	3-10月	道ばた、畑	北、本、四、九		土手、川辺	5月1日
*	キク科	ヒメジョオン	<i>Erigeron annuus</i>	一～二年草	6-10月	野原、道ばた	北米原産外来植物		土手、川辺	5月28日
*	キク科	ボロギク	<i>Senecio nikoensis</i>	多年草	6-8月	湿った場所、林床	北、本、四、九	別名「サウギク」	開けた場所	5月28日
*	キク科	ヨモギ	<i>Artemisia princeps</i>	多年草	9-10月	山野	本、四、九		土手	5月1日
*	キンポウゲ科	ケツネノボタン	<i>Ranunculus cantoniensis</i>	多年草	4-6月	道ばた、田畑	日本全土		土手、川辺	5月1日、5月28日
*	キンポウゲ科	コキツネノボタン	<i>Ranunculus chinensis</i>	越年草	6-8月	日当たりのよい湿地	本、四、九	国絶滅危惧Ⅱ類、県絶滅危惧ⅠA類	開けた場所	5月28日
*	キンポウゲ科	タガラン	<i>Ranunculus sceleratus</i>	二年草	4-5月	水田、溝	日本全土		川辺	5月28日
*	クワ科	カナムグラ	<i>Humulus japonicus</i>	一年草	8-10月	道ばた、荒れ地	日本全土		土手	5月1日
*	クワ科	クサノオウ	<i>Chelidonium majus var. asiaticum</i>	二年草	4-7月	道ばた、林縁	北、本、四、九		開けた場所	5月28日
*	クワ科	ナガミヒナゲシ	<i>Papaver dubium</i>	越年草	4-5月	道ばた、荒れ地	地中海地方原産外来植物	県危険外来種	川辺	5月28日
*	ゴマノハグサ科	オオイヌノフグリ	<i>Veronica persica</i>	二年草	3-5月	畑、道ばた	ユーラシア、アフリカ原産外来植物		川辺	5月28日
*	ゴマノハグサ科	カワヂシャ	<i>Veronica undulata</i>	越年草	5-6月	水辺、水田	本(中部地方以西)、四、九、沖	国準絶滅危惧種、県絶滅危惧Ⅱ類	川辺、開けた場所	5月1日、5月28日
*	ゴマノハグサ科	タチイヌノフグリ	<i>Veronica arvensis</i>	一～越年草	4-6月	道ばた、畑	欧州原産外来植物		土手、川辺	5月28日
*	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	野原	本、四、九		川辺	5月1日、5月28日
*	シソ科	ホトケアザ	<i>Lamium amplexicaule</i>	越年草	3-6月	畑、道ばた	本、四、九、沖		土手	5月1日
*	セリ科	オヤブジラミ	<i>Torilis scabra</i>	二年草	5-7月	林縁、道ばた	日本全土		川辺	5月1日
*	セリ科	セリ	<i>Oenanthe javanica</i>	多年草	7-8月	湿地、水田	日本全土		川辺	5月1日
*	タデ科	エゾノキンギン	<i>Rumex obtusifolius</i>	多年草	6-8月	畑、道ばた	欧州原産外来植物		土手、川辺	5月1日
*	タデ科	オオイヌタデ	<i>Persicaria lapathifolia</i>	一年草	6-10月	道ばた、荒れ地	北、本、四、九		土手	5月28日
*	タデ科	コキンギン	<i>Rumex nipponicus</i>	多年草	4-5月	河原、海岸、低湿地	本、四、九	国絶滅危惧Ⅱ類、県準絶滅危惧種	土手、川辺	5月1日、5月28日
*	タデ科	ナガバキンギン	<i>Rumex crispus</i>	多年草	6-8月	道ばた、荒れ地	欧州原産外来植物		川辺	5月28日
*	ナデシコ科	ウシハコベ	<i>Stellaria aquatica</i>	越～多年草	4-10月	山野	北、本、四、九		土手	5月1日

表 6 (続). 男井戸川調整池において開花・生育が確認された植物と生態的特性

2013年5月1日及び2013年5月28日に行った調査で生育が確認できた植物種のリスト。

科名の前にある\*は、その種が外来種であることを示す。

外来	科名	植物名(和名)	植物名(学名)	生活型	花期	主な生育地	分布	備考	確認場所	確認日
*	ナデシコ科	オランダミミナグサ	<i>Cerastium glomeratum</i>	越年草	4-5月	畑、道ばた	欧州原産外来植物		土手、川辺	5月1日
	ナデシコ科	ミノフスマ	<i>Stellaria alba var. undulata</i>	一〜二年草	4-10月	畑、荒地	日本全土		川辺	5月1日, 5月28日
	ナデシコ科	ハコベ	<i>Stellaria neglecta</i>	一〜二年草	3-9月	野原、道ばた	日本全土		土手、川辺	5月1日
	ヒルガオ科	コヒルガオ	<i>Calystegia hederacea</i>	多年草	5-8月	道ばた、野原	日本全土		土手	5月28日
*	フウロソウ科	アメリカフウロ	<i>Geranium carolinianum</i>	一年草	5-6月	畑、道ばた	北米原産外来植物		土手、川辺	5月1日, 5月28日
	ベンケイソウ科	コモチマンネングサ	<i>Sedum bulbiferum</i>	多年草	5-6月	道ばた、あぜ	本、四、九、沖		土手、川辺	5月1日, 5月28日
	マメ科	カラスノエンドウ	<i>Vicia angustifolia</i>	越年草	3-6月	野原	本、四、九、沖		川辺	5月1日
*	マメ科	シロツメクサ	<i>Trifolium repens</i>	多年草	5-10月	道ばた、荒地	欧州、北アフリカ原産外来植物		川辺	5月1日, 5月28日
	マメ科	スズメノエンドウ	<i>Vicia hirsuta</i>	越年草	4-6月	野原	本、四、九、沖		川辺	5月1日
	ムラサキ科	キュウリグサ	<i>Trigonotis peduncularis</i>	越年草	3-5月	畑、道ばた	日本全土		土手、川辺	5月1日, 5月28日

表 7. 矢場川西下河原橋において開花・生育が確認された植物と生態的特性

2013年9月25日に行った調査で生育が確認できた植物種のリスト。

科名の前にある\*は、その種が外来種であることを示す。

外来	科名	植物名(和名)	植物名(学名)	生活型	花期	主な生育地	分布	備考	確認日
	キク科	タカサブロウ	<i>Eclipta prostrata</i>	一年草	8-9月	水田、あぜ	本、四、九、沖		9月25日
	シソ科	イヌゴマ	<i>Stachys riederi</i> var. <i>intermedia</i>	多年草	7-8月	湿地の草むら	北、本、四、九		9月25日
	タデ科	ヤナギタデ	<i>Persicaria hydropiper</i>	一年草	7-10月	水辺、湿地	日本全土		9月25日
	ツルクサ科	イボクサ	<i>Ancilema keisak</i>	一年草	8-10月	湿地	本、四、九、沖		9月25日
	マメ科	ヤブマメ	<i>Amphicarpaea edgeworthii</i> var. <i>japonica</i>	一年草	9-10月	林縁	日本全土		9月25日
	ミズワラビ科	ミズワラビ	<i>Ceratopteris thalictroides</i>	一年草	9-10月	水田、沼沢地	本(関東以西)、四、九、沖		9月25日
	ミンハギ科	ヒメミンハギ	<i>Ammannia multiflora</i>	一年草	9-11月	水田、湿地	日本全土		9月25日
西側	科名	植物名(和名)	植物名(学名)	生活型	花期	主な生育地	分布	備考	確認日
	イネ科	マコモ	<i>Zizania latifolia</i>	多年草	8-10月	池沼、水路、河岸	日本全土	水草	9月25日
*	イネ科	ジュズダマ	<i>Coix lacryma-jobi</i>	多年草	9-11月	水辺	熱帯アジア原産		9月25日
	タデ科	サクラタデ	<i>Polygonum conspicuum</i>	多年草	8-10月	水辺、湿地	本、四、九、沖	県絶滅危惧Ⅱ類	9月25日
	ヒガンバナ科	ヒガンバナ	<i>Lycoris radiata</i>	多年草	9月	田のあぜ、土手	日本全土		9月25日
	マメ科	ヤブハギ	<i>Desmodium podocarpum</i> subsp. <i>Oxyphyllum</i> var. <i>mandshuricum</i>	多年草	7-9月	山地、林縁	日本全土		9月25日



表 8. フジバカマの発芽実験における最終発芽率一覧

フジバカマの種子を 30/15°C, 25/13°C, 22/10°C, 17/8°C, 10/6°C (昼 14hr, 夜 10hr) に設定した温度勾配型恒温器内で 10 週間 (70 日間) 培養した。

尚、アドバンテラスト・ビオトープ産の種子は数が少なかったために温度区を限定して培養を行った。

温度	採集場所	最終発芽率(%)	SD
30/15°C	谷田川	60.7	11.0
	谷田川	55.3	6.1
25/13°C	アドバンテラスト・ビオトープ	30.0	5.3
	谷田川	60.0	7.2
17/8°C	谷田川	55.3	4.2
	アドバンテラスト・ビオトープ	16.0	8.0
10/6°C	谷田川	63.3	4.2

表 9. フジバカマ越年苗の個体地上部乾燥重量一覧

2013年	個体地上部乾燥重量		SD	
	13%区	100%区	13%区	100%区
4月23日	0.148	0.148	0.209	0.209
5月26日	0.359	0.714	0.039	0.239
7月24日	2.765	10.618	0.615	5.039

表 10. フジバカマ越年苗の生長解析結果一覧

相対光子密度 100%	平均		SD	
	RGR(g/g/day)	SLA(m <sup>2</sup> /g)	RGR(g/g/day)	SLA(m <sup>2</sup> /g)
4-5月	0.059	0.02	0.017	0.001
5-7月	0.031	0.021	0.006	0.001

相対光子密度 13%	平均		SD	
	RGR(g/g/day)	SLA(m <sup>2</sup> /g)	RGR(g/g/day)	SLA(m <sup>2</sup> /g)
4-5月	0.036	0.035	0.006	0.001
5-7月	0.023	0.039	0.003	0.001

表 11. フジバカマの個体乾燥重量一覧

2013年	個体総乾燥重量						SD		
	3%区	9%区	13%区	100%区	3%区	9%区	13%区	100%区	
6月20日	0.072	0.072	0.072	0.072	0.034	0.034	0.034	0.034	
8月15日	0.066	0.409	0.398	0.761	0.017	0.217	0.148	0.264	

アドバンテス産

2013年	個体総乾燥重量						SD		
	3%区	9%区	13%区	100%区	3%区	9%区	13%区	100%区	
6月20日	0.090	0.090	0.090	0.090	0.038	0.038	0.038	0.038	
8月15日	—	0.216	0.360	1.534	—	0.131	0.120	0.677	

2013年	個体総乾燥重量						SD		
	コントロール区	施肥区	3°C上昇区	コントロール区	施肥区	3°C上昇区			
6月20日	0.072	0.072	0.072	0.034	0.034	0.034			
8月15日	0.761	1.196	0.660	0.264	0.859	0.396			

表 12. フジバカマの生長解析結果一覧

アドバンテスト産		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%	0.050	0.015	6.027	0.024	0.001	0.001	1.151	0.002	
13%	0.025	0.023	1.103	0.064	0.003	0.002	0.224	0.006	
9%	0.012	0.018	0.771	0.051	0.006	0.003	0.771	0.012	
3%	—	—	—	—	—	—	—	—	

谷田川産		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%	0.043	0.016	4.097	0.021	0.004	0.003	0.540	0.003	
13%	0.031	0.019	1.970	0.045	0.003	0.003	0.558	0.006	
9%	0.031	0.023	1.415	0.055	0.004	0.003	0.248	0.003	
3%	-0.007	0.022	-0.319	0.060	0.002	0.005	0.063	0.012	
施肥	0.047	0.016	4.317	0.020	0.008	0.002	1.125	0.003	
3°C上昇	0.040	0.019	2.758	0.033	0.006	0.003	0.959	0.005	

アドバンテスト産3%被陰区においては全個体が枯死した。

表 13. アサザの個体乾燥重量一覧

2013年	個体総乾燥重量				SD			
	3%区	9%区	13%区	100%区	3%区	9%区	13%区	100%区
8月23日	0.636	0.636	0.636	0.636	0.234	0.234	0.234	0.234
10月14日	0.362	0.590	0.545	1.518	0.132	0.133	0.183	0.701

表 14. アサザの生長解析結果一覧

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%	0.016	0.006	2.772	0.042	0.004	0.000	0.586	0.002
13%	-0.003	0.009	-0.330	0.064	0.003	0.001	0.332	0.009
9%	-0.001	0.010	-0.096	0.071	0.004	0.001	0.408	0.005
3%	-0.011	0.010	-1.167	0.074	0.002	0.002	0.305	0.012

表 15. アドバンテスタ・ビオトープにおける相対光量子密度一覧

アドバンテスタ・ビオトープ内のフジバカマが生育しているせせらぎ下流において測定した。

左岸盛り土の斜面の上下各所 4 回ずつ測定し、直近の裸地での測定値を 100%として各地点の光量子密度を相対値で表した。

2013年	光量子密度 ( $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )			SD			相対光量子密度 (%)	
	裸地	上段	下段	裸地	上段	下段	上段	下段
5月24日	1726.5	384.8	1008.8	12.1	363.9	804.9	22.3	58.4
6月28日	740.3	290.3	417.8	99.0	50.7	46.7	39.2	56.4
7月22日	1535.3	181.5	850.5	31.3	3.0	393.8	11.8	55.3
9月25日	270.8	246.0	258.0	3.8	6.5	12.7	90.9	95.3

表 16. アドバンテスタ・ビオトープ内のフジバカマ植栽地の体積含水率季節変化

アドバンテスタ・ビオトープ内のフジバカマが生育しているせせらぎ下流において測定した。

左岸盛り土の斜面の上下各所 3 ないし 4 回ずつ測定し、平均値から体積含水率を算出した。

2013年	体積土壌含水率 ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ )			SD	
	上段	下段	上段	下段	下段
5月24日	0.215	0.247	0.021	0.022	
6月28日	0.414	0.406	0.018	0.011	
7月22日	0.216	0.174	0.015	0.019	

表 17. 館林市の平均気温と日照時間の平年との比較

気象庁 HP(<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/>)に公表されている資料より  
抜粋、編集

	平均気温(°C)			日照時間(hr)		
	2013年	2012年	平年	2013年	2012年	平年
1月	3.3	2.7	3.7	249.3	213.6	204.6
2月	4.2	3.7	4.5	204.5	189.3	186.8
3月	10.6	7.5	7.9	209.9	178.5	185.8
4月	13.5	13.5	13.6	205.7	178.1	191.1
5月	19.4	19.0	18.3	256.5	224.3	182.3
6月	23.0	21.4	21.8	128.2	140.9	130.8
7月	26.6	26.5	25.4	172.2	159.6	144.3
8月	28.7	29.2	26.9	218.7	260.1	173.3
9月	24.0	25.5	22.9	167.4	170.6	125.6
10月	18.8	18.1	17.0	121.8	190.0	142.8
11月	10.8	10.6	11.0	197.5	169.7	168.2
12月	5.9	5.1	6.0	213.7	194.3	198.1

ここでの平年は平均気温で1981年-2010年の平均、日照時間で1987年-2010年の平均を表す  
当該自生地に最も近いアメダスとして館林を選択した

表 18. 2013年の植物栽培実験期間中の前橋市の気象状況

気象庁 HP(<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/>)に公表されている資料より  
抜粋、編集

	降水量 (mm)	気温(°C)					日照時間 (hr)
		日平均	日最高	日最低	月最高	月最低	
4月	120.0	12.7	18.6	7.4	25.4	2.2	225.6
5月	31.0	19.0	24.9	13.7	30.3	5.8	257.0
6月	109.5	22.7	27.7	18.8	31.9	13.5	125.2
7月	88.5	26.3	31.5	22.7	37.6	20.3	151.1
8月	183.5	28.1	33.5	23.7	38.9	19.3	224.8
9月	178.0	23.3	27.8	19.6	34.8	12.8	155.9
10月	200.5	18.2	22.5	14.7	30.8	7.4	127.8



図 1. 各調査地点地図





図2. アドバンテスタ・ビオトープ見取り図  
 図内★印は本研究で相対光子密度及び土壌含水率を測定したフジバカマ植栽地を表す。

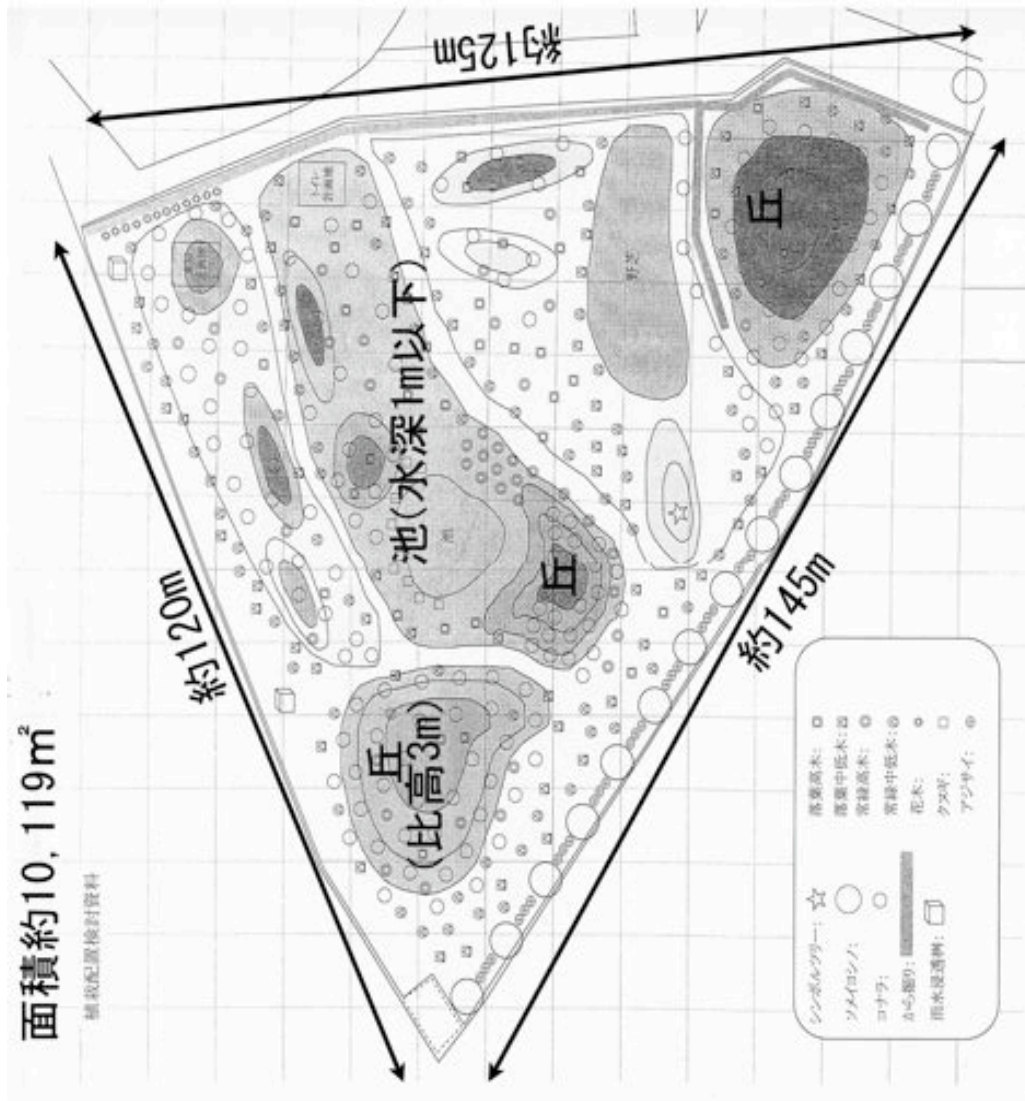


図3. チノー・ビオトープ見取り図





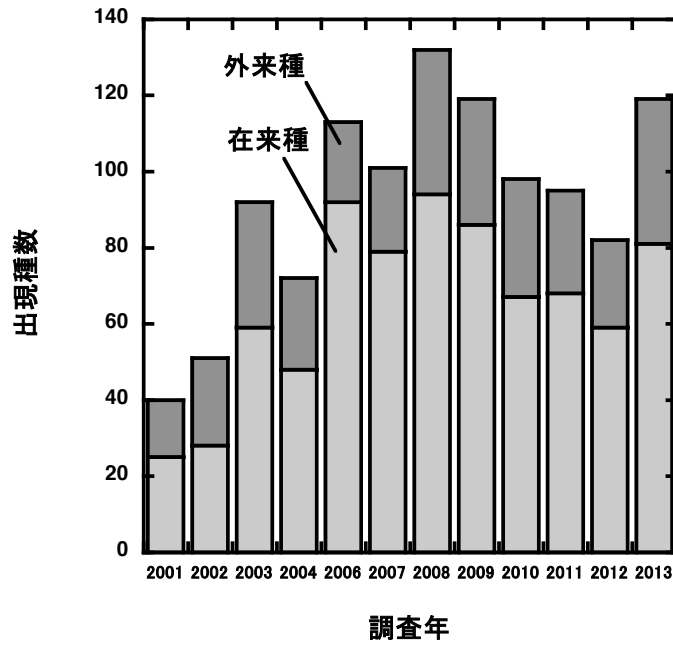


図 5. アドバンテス・ビオトープにおいて生育が確認された在来植物と外来植物の種数の年変化

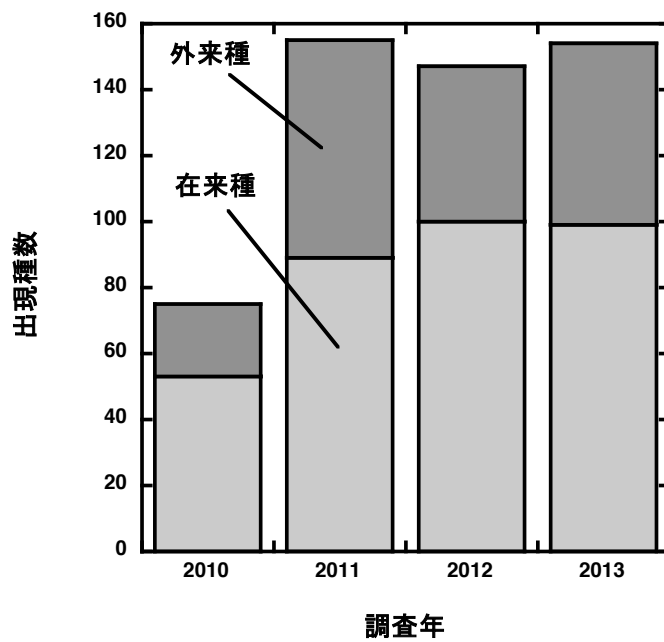


図 6. チノー・ビオトープにおいて生育が確認された在来植物と外来植物の種数の年変化

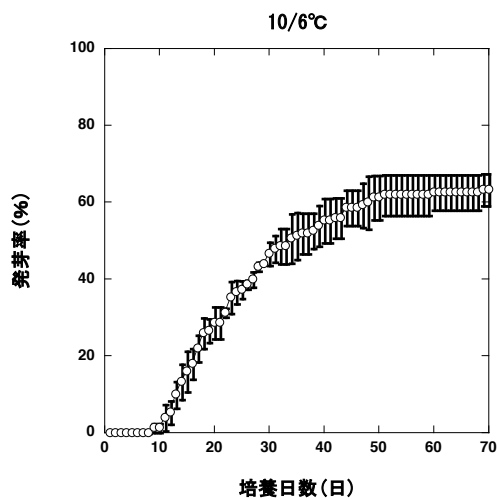
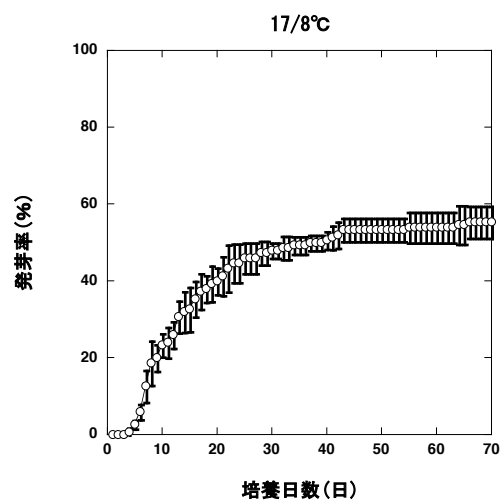
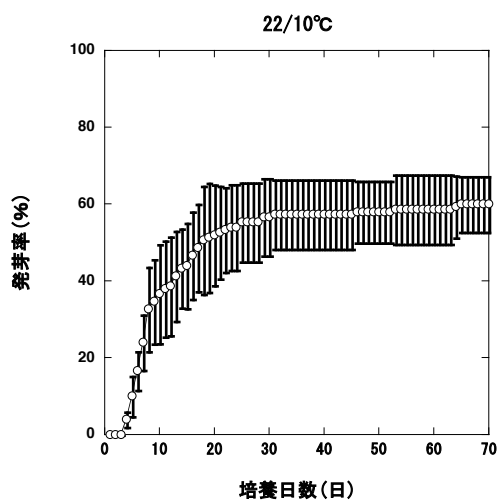
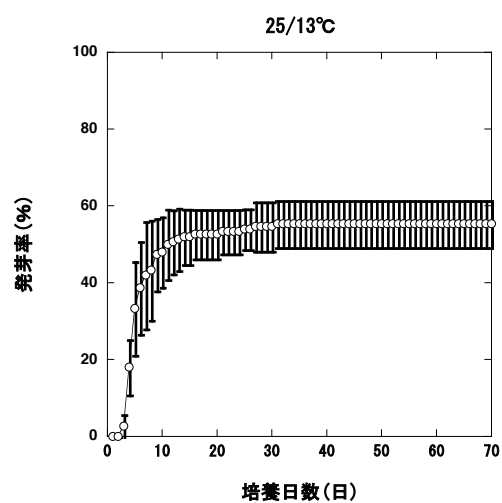
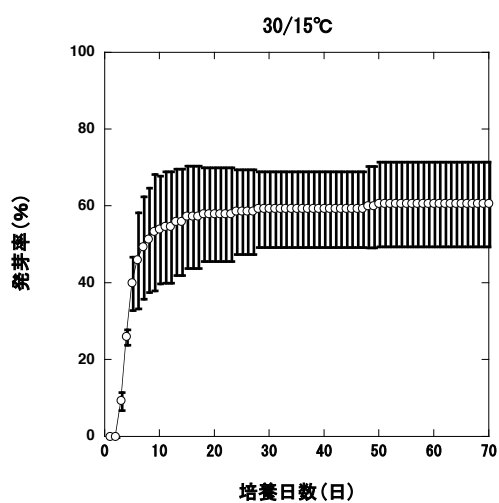


図7. 谷田川産フジバカマ（2012年採集）  
種子の発芽率の経時変化

種子を各温度条件に設定した温度勾配型恒温器内で70日間培養した。

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

n=3。

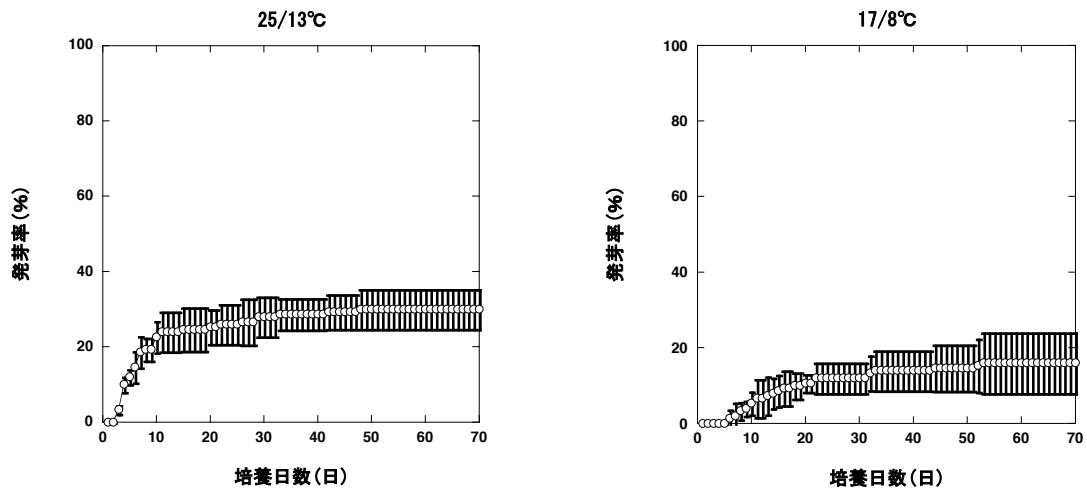


図 8. アドバンテスト・ビオトープ産フジバカマ（2011年採集）種子の発芽率の経時変化

種子を各温度条件に設定した温度勾配型恒温器内で 70 日間培養した。

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

n=3。

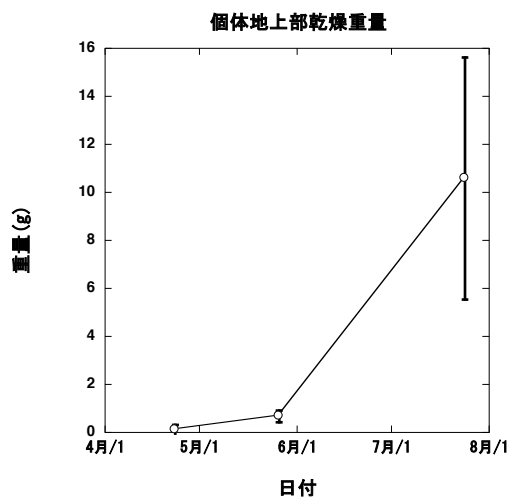
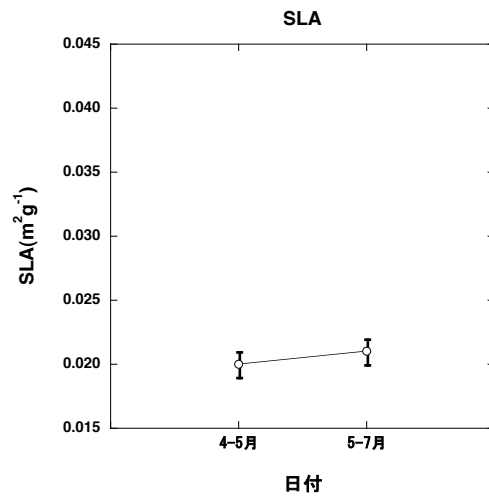
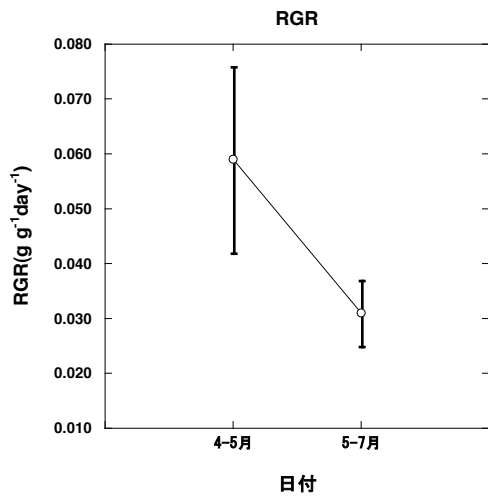


図 9. 裸地で栽培したフジバカマの生長解析結果

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 2013 年 4 月-8 月の約 4 ヶ月間、2012 年に発芽・ポット植えにした苗を継続栽培した。

相対生長速度（RGR）、比葉面積（SLA）、個体地上部乾燥重量を示す。縦棒は標準偏差。n=3。

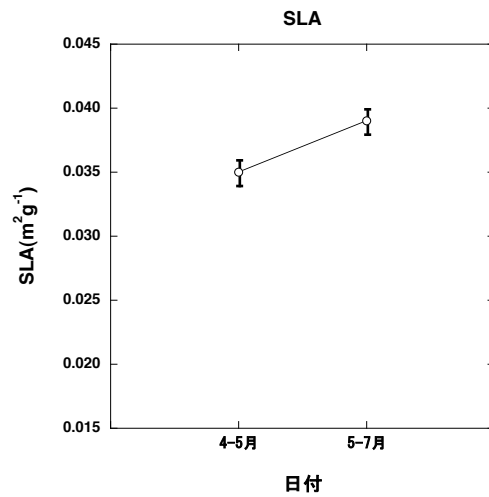
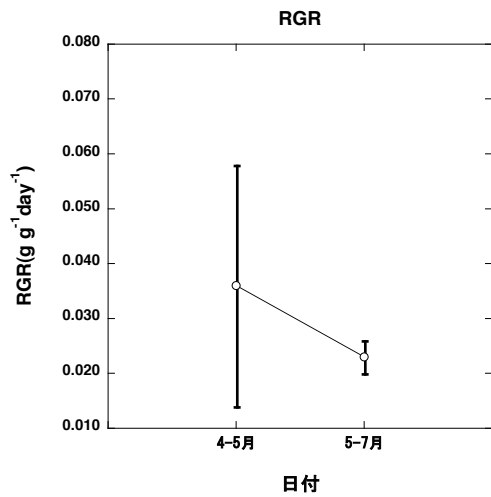
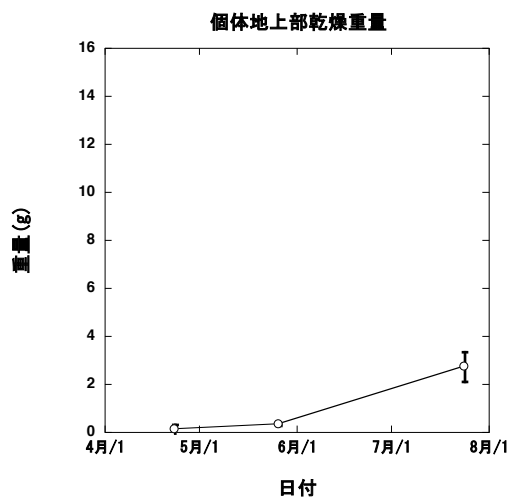


図 10. 相対光量子 13%で栽培したフジバカマの生長解析結果



群馬大学荒牧キャンパス構内の寒冷紗内（相対光量子密度 13%）で 2013 年 4 月-8 月の約 4 ヶ月間、2012 年に発芽・ポット植えにした苗を継続栽培した。相対生長速度（RGR）、比葉面積（SLA）、個体地上部乾燥重量を示す。縦棒は標準偏差。n=3。



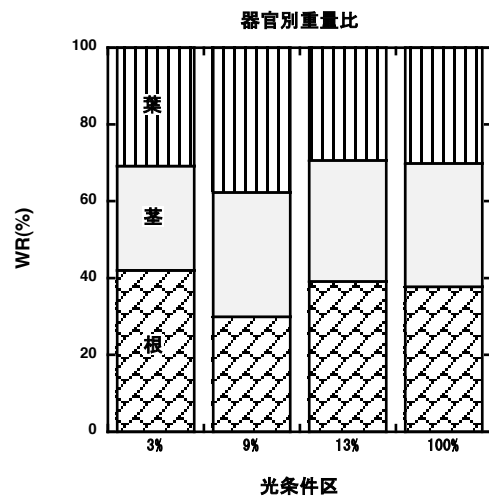
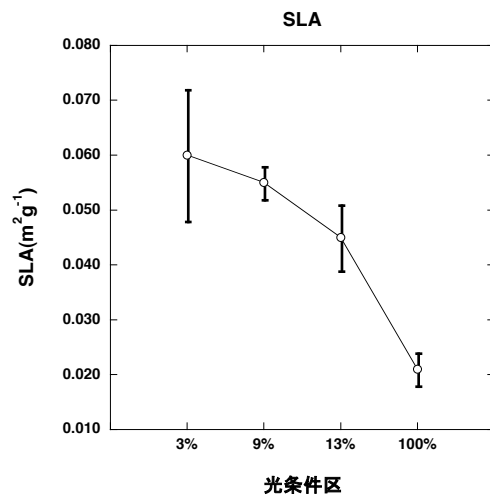
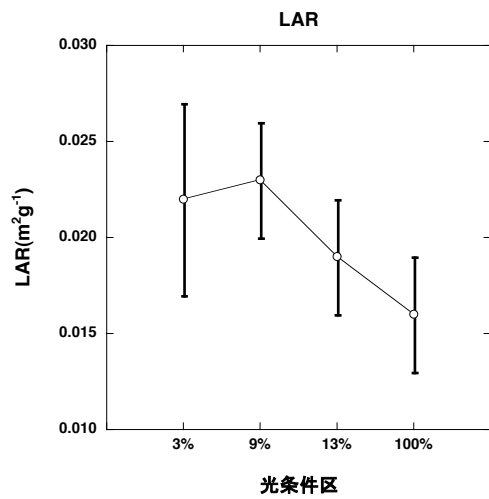
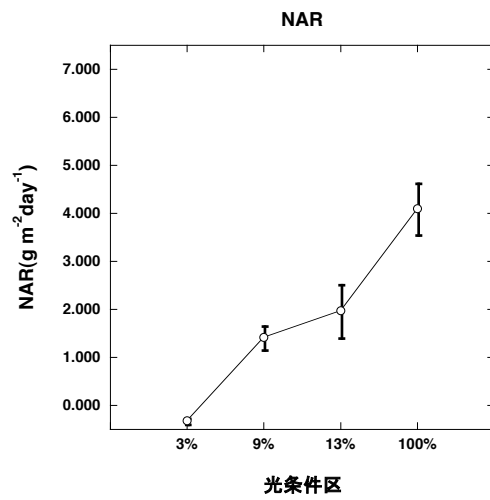
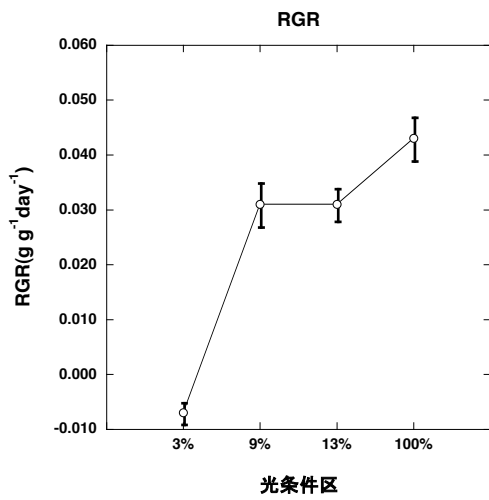


図 11. 異なる光条件下で栽培したフジバカマ（谷田川産）の生長解析結果

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%）で 2013 年 6 月-8 月の約 2 ヶ月間栽培した。相対生長速度（RGR）、純同化率（NAR）、葉面積比（LAR）、比葉面積（SLA）、器官別重量比を示す。縦棒は標準偏差。n=9。

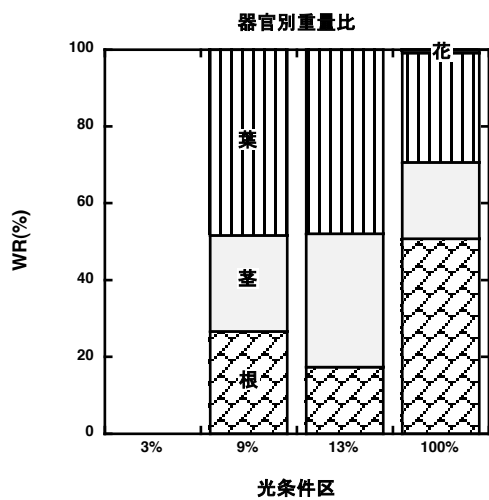
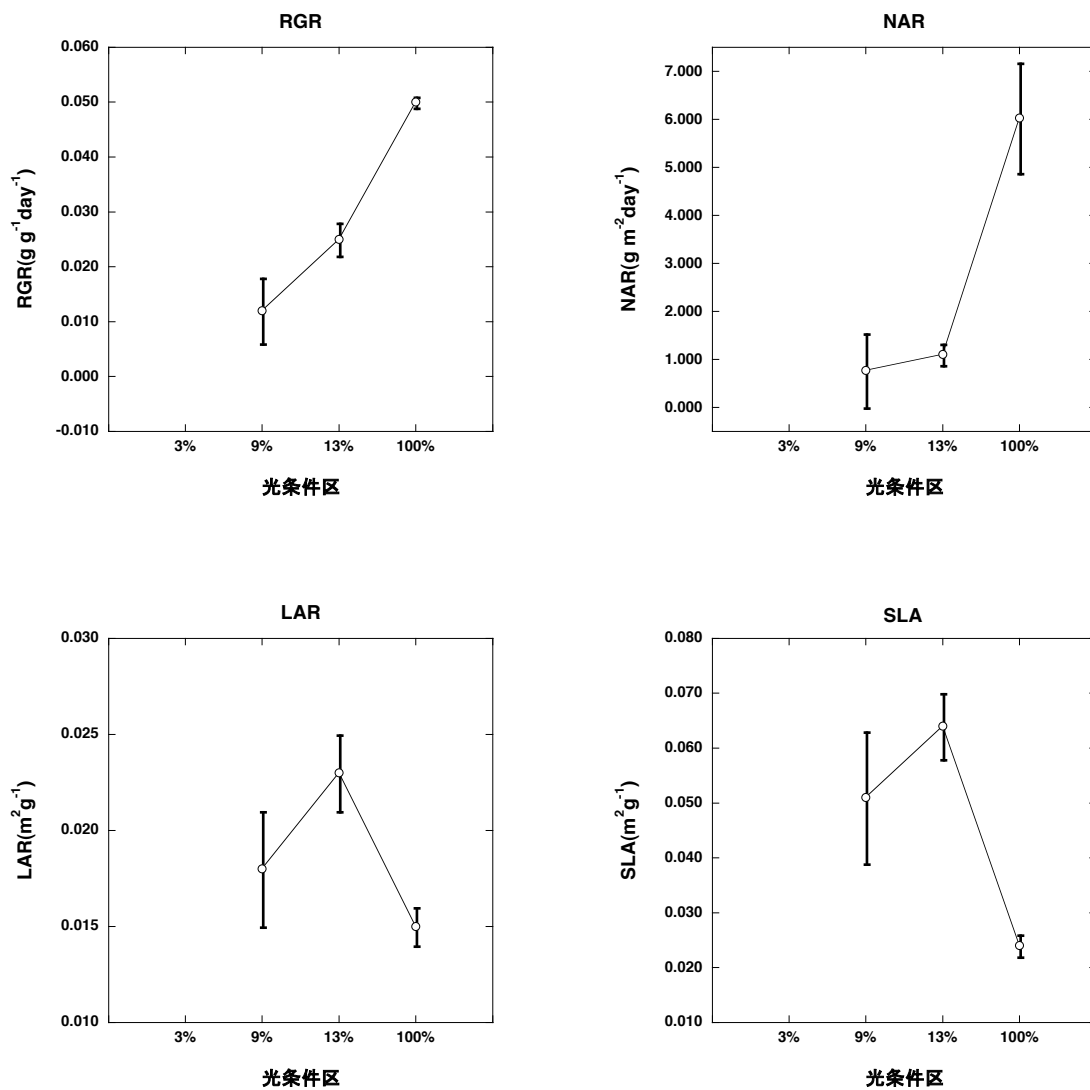


図 12. 異なる光条件下で栽培したフジバカマ (アドバンテスト・ビオトップ産) の生長解析結果

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%) で 2013 年 6 月-8 月の約 2 ヶ月間栽培した。相対生長速度 (RGR)、純同化率 (NAR)、葉面積比 (LAR)、比葉面積 (SLA)、器官別重量比を示す。縦棒は標準偏差。n=6。

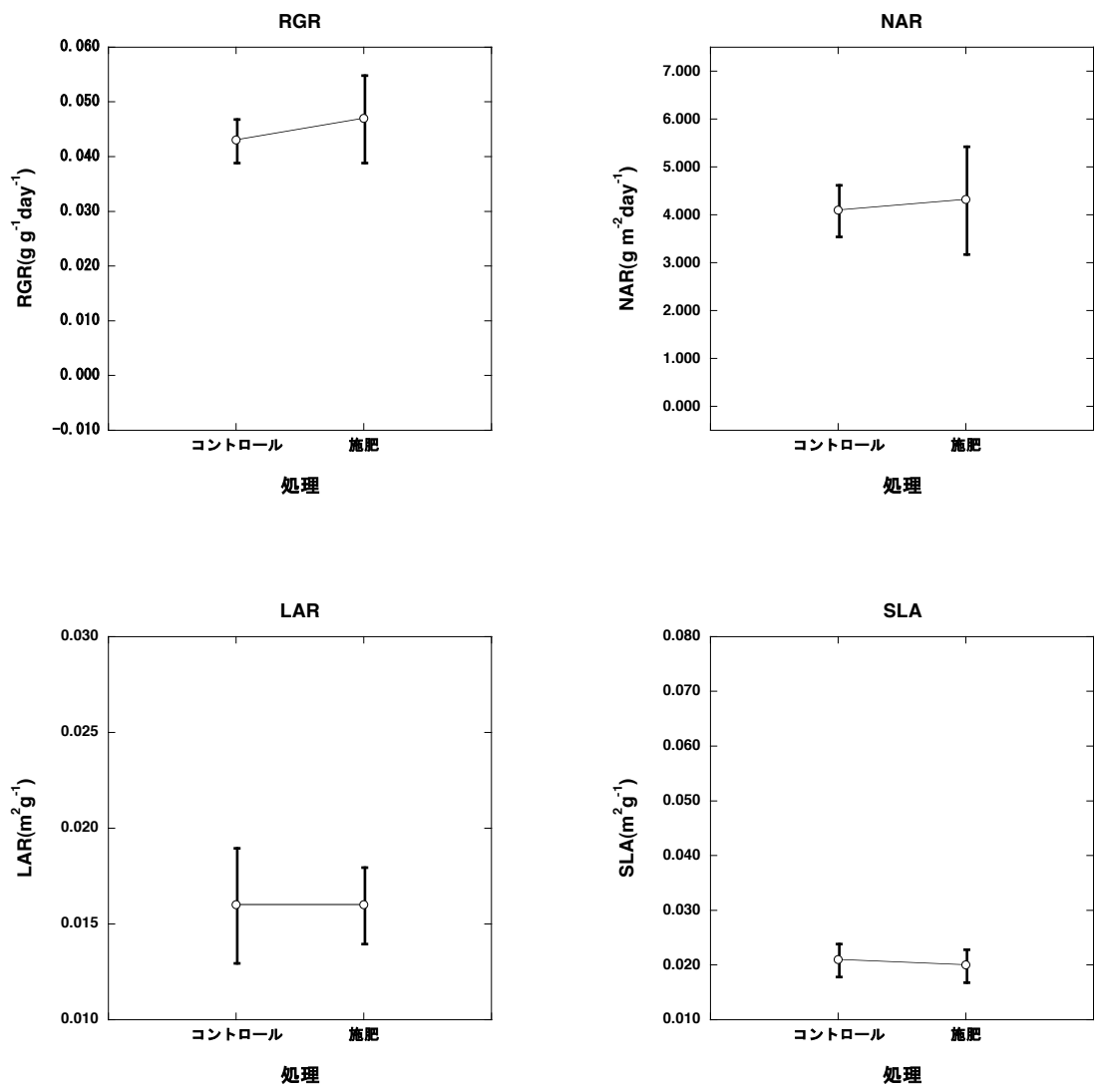


図 13. 施肥条件下で栽培したフジバカマ（谷田川産）の生長解析結果

群馬大学荒牧キャンパス構内の裸地（相対光量子密度 100%）で施肥条件区の個体群には週に1度指定の肥料を与え、2013年6月-8月の約2ヶ月間栽培した。相対生長速度(RGR)、純同化率(NAR)、葉面積比(LAR)、比葉面積(SLA)、器官別重量比を示す。縦棒は標準偏差。n=9。

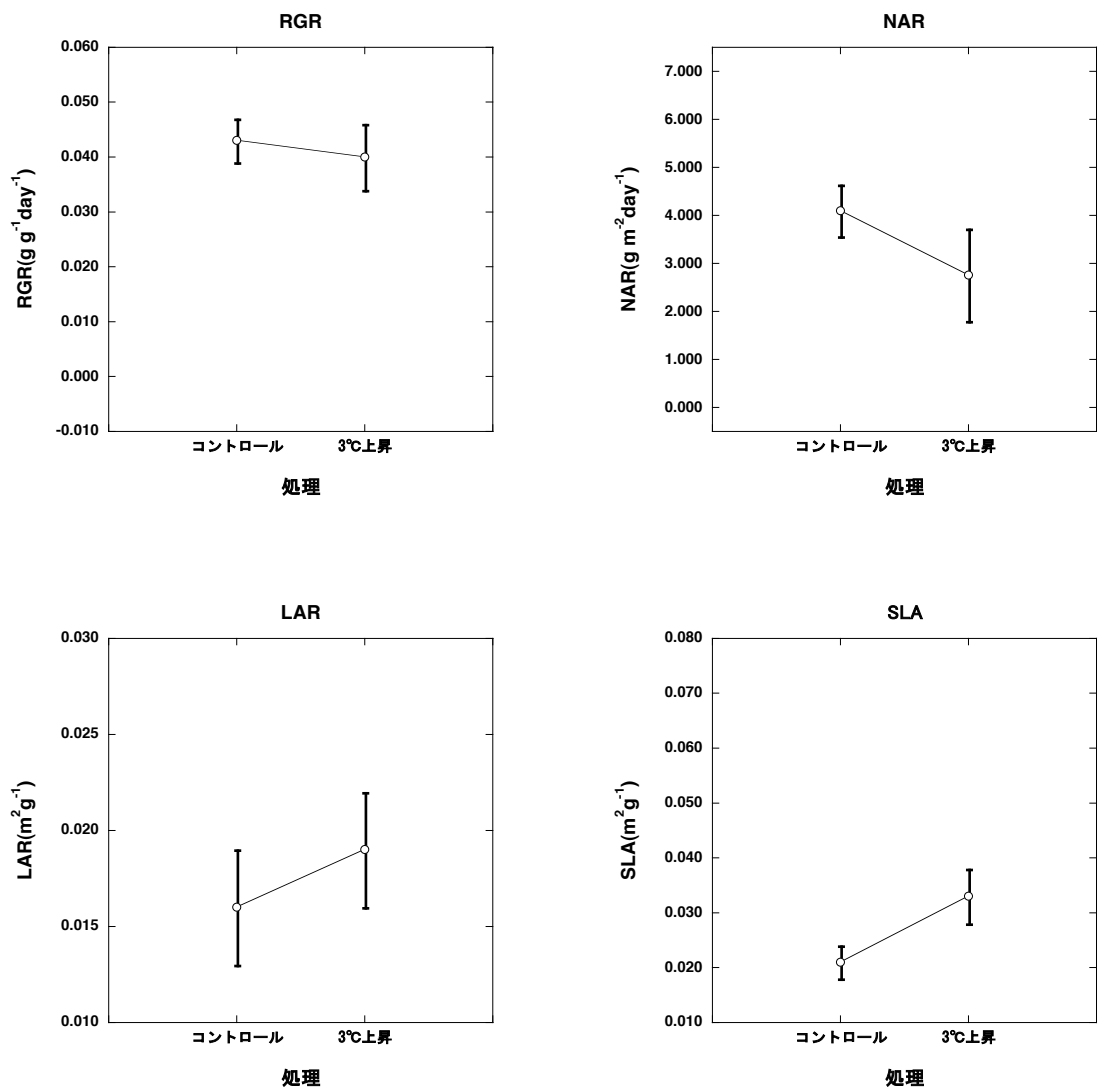


図 14. 3°C上昇条件下で栽培したフジバカマ（谷田川産）の生長解析結果

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 上昇条件区の個体群は温室内で、2013 年 6 月-8 月の約 2 ヶ月間栽培した。相対生長速度(RGR)、純同化率(NAR)、葉面積比 (LAR)、比葉面積 (SLA)、器官別重量比を示す。縦棒は標準偏差。n=9。

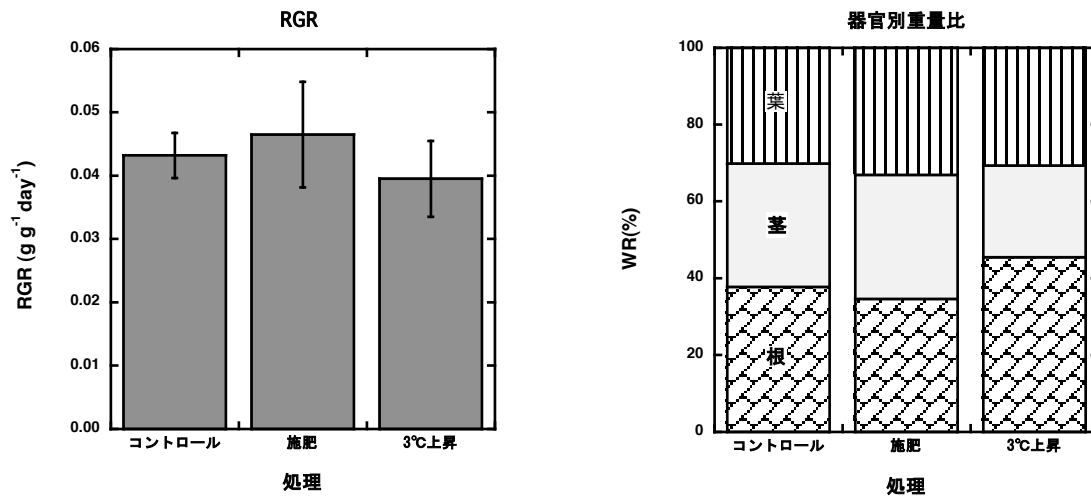


図 15. 異なる環境条件下で栽培したフジバカマ（谷田川産）の生長解析比較

相対生長速度（RGR）と器官別重量比（WR）を示す。

RGR の縦棒は標準偏差。n=9。

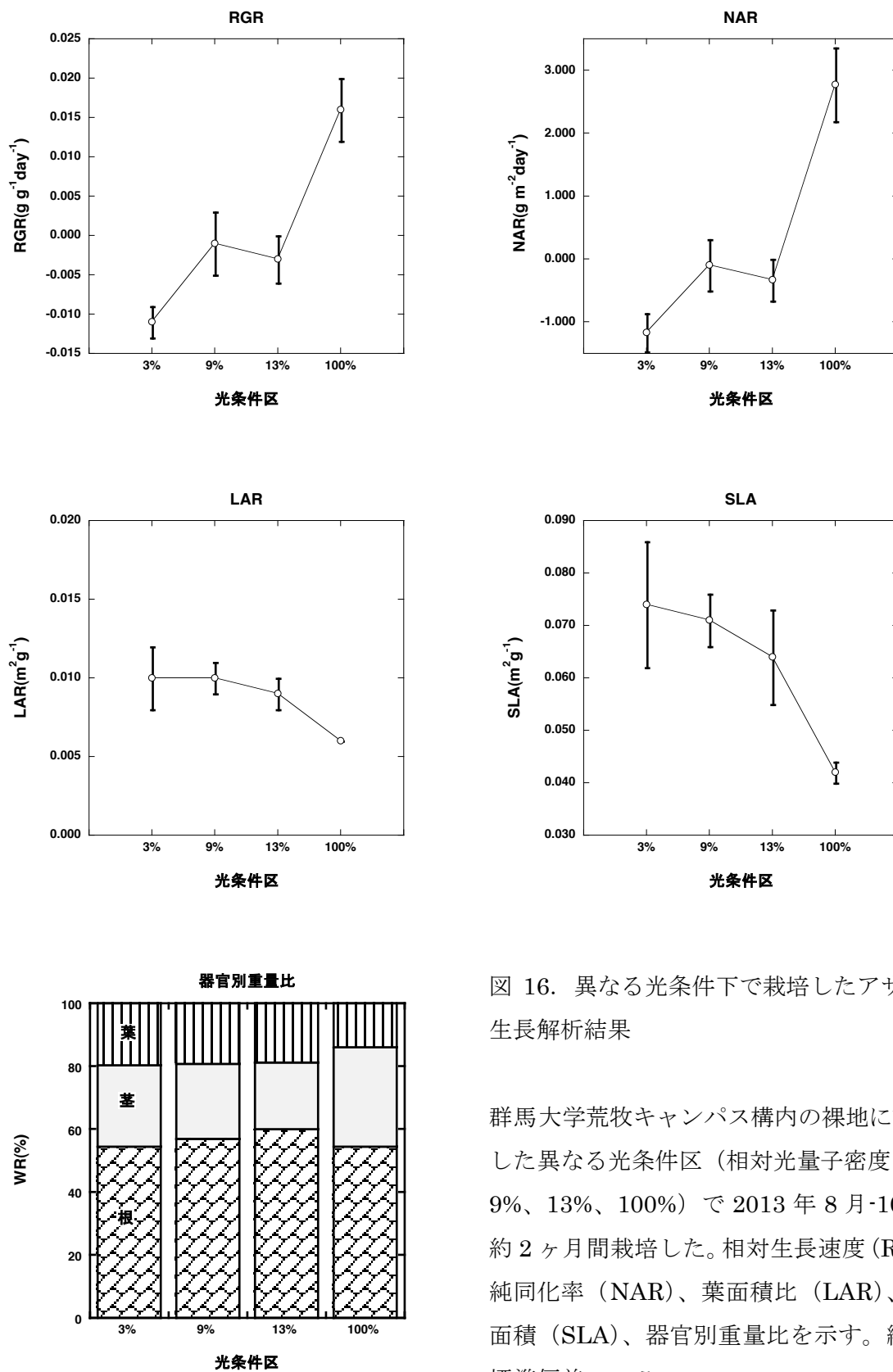


図 16. 異なる光条件下で栽培したアサザの生長解析結果

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%）で 2013 年 8 月-10 月の約 2 ヶ月間栽培した。相対生長速度 (RGR)、純同化率 (NAR)、葉面積比 (LAR)、比葉面積 (SLA)、器官別重量比を示す。縦棒は標準偏差。n=5。

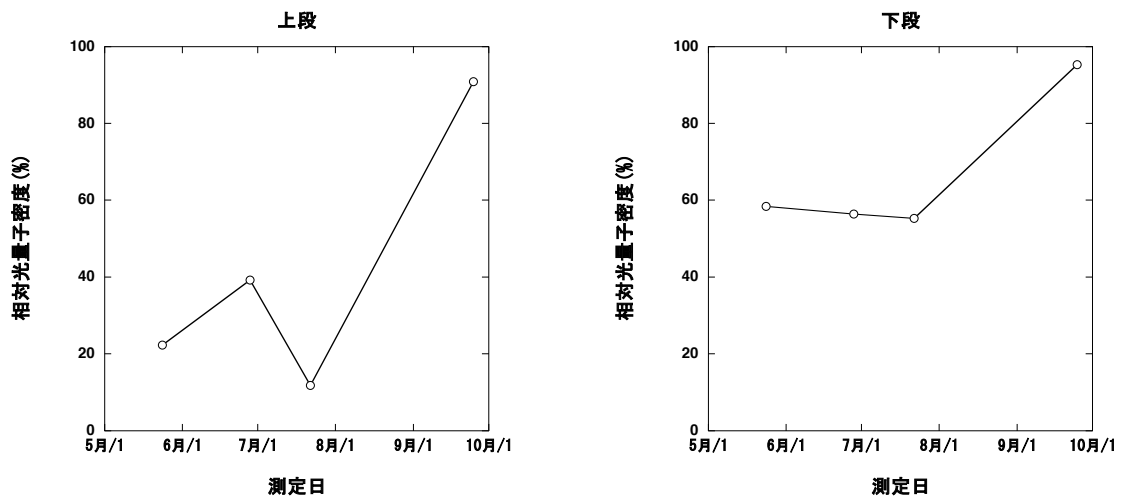


図 17. アドバンテスト・ビオトープ内のフジバカマ生育地における相対光量子密度の変化

アドバンテスト・ビオトープ内のフジバカマを植栽した地点（左岸側）において光量子密度を測定した。各地点 4 回ずつ測定し、平均値を算出した。

各地点での光量子密度測定の前に同ビオトープ内の裸地で光量子密度測定を行い、裸地の測定値を 100%として各地点の光量子密度との相対値を算出した。

フジバカマを植栽している盛り土の上を上段、その下を下段と示した。 n=4。

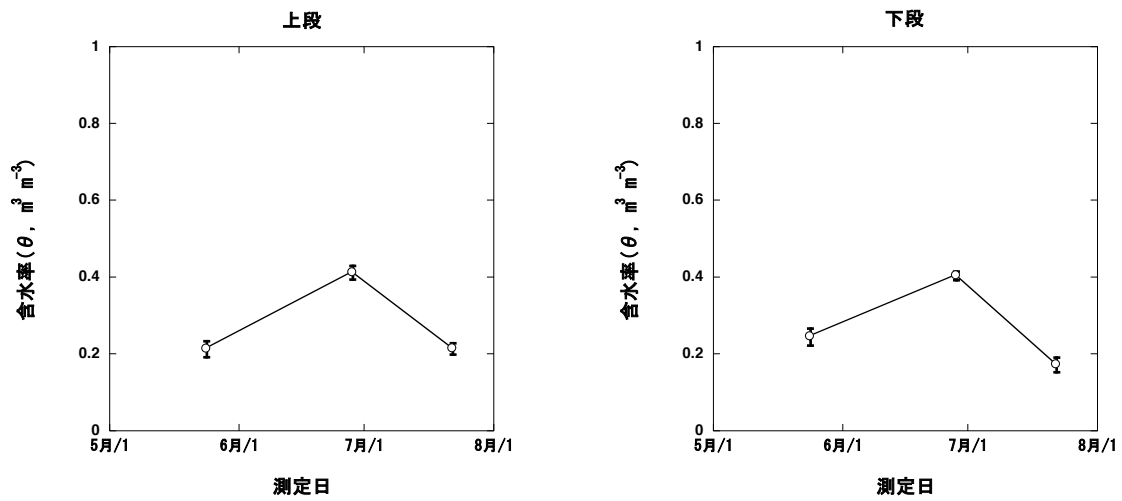


図 18. アドバンテスト・ビオトープ内のフジバカマ生育地における体積土壌含水率の変化

アドバンテスト・ビオトープ内のフジバカマを植栽した地点（左岸側）において土壌含水率を測定した。各地点 3 ないし 4 回ずつ測定し、平均値を算出した。フジバカマを植栽している盛り土の上を上段、その下を下段と示した。縦棒は標準偏差。 n=3-4。