

中学校理科における植生調査の教材化

— 外来植物について考える教材を目的として —

加 藤 美由紀*

Introducing Vegetation Survey to Lower Secondary Science Education
for the Purpose of Evaluating the Naturalization of Exotic Plants

Miyuki Kato

1. はじめに

平成29年中学校学習指導要領（文部科学省2018a）には、第4節 理科 第2分野（7）自然と人間 ア（ア）生物と環境（イ）自然環境の調査と環境保全に、「身近な自然環境について調べ、様々な要因が自然界のつり合いに影響していることを理解するとともに、自然環境を保全することの重要性を認識すること」とある。自然界のつり合いに影響している要因は、「人間の活動などの様々な要因」（文部科学省2018b）と考えられるが、その事例として、外来生物の問題が挙げられるであろう。外来生物については、平成20年中学校学習指導要領（文部科学省2008）に引き続き、「外来生物についても触れること」と記されており、平成20年度版の中学校理科第2分野教科書には、外来種の生物名や駆除の事例が記載されている。しかし、実際に外来生物の生息状況を調べ、自然と人間のかかわり方を考察する実習は中学理科教科書には見られない。山野井ら（2016）は、中学校理科教科書で扱われている外来動物と外来植物について高校生と大学生に調査し、高校生、大学生ともに外来植物よりも外来動物を外来種として認識していたと報告している。その調査によれば、セイヨウタンポポの認識率は7割あるものの、ハルジオン、ヒメジョオン、セイタカアワダチソウなどの認識率は5割以下であった。山野井ら（2016）は、これ以上日本に定着する外来植物の種数を増やさないためにも、中等教育においてこの事実を導入の経緯（園芸、栽培、混入・付着

等）とともに伝えることが必要であろうと提言している。村中（2008）は、文献による調査から、外来植物1807種の用途を明らかにしており、雑草1022種、次いで観賞863種であり、この2つの用途は、次に続く薬370種、食306種よりも多い。非意図的に持ち込まれた外来植物についても考えていく必要はあるが、中学生が自分の行動の及ぶ範囲において考えていかなければならないのは、観賞用の植物が野生化していることであろう。人間の活動により、導入した観賞用の植物が野生化して外来生物となる可能性、自然界のつり合いに影響を与える可能性があることについて、中学生に伝えていく必要があると考えられる。

外来植物についての植生調査を取り入れた初等中等教育のプログラムに関する先行研究は、外来植物のセイタカアワダチソウを小学生がモニタリングすることにより、小学生が身の回りの自然に起きている急激な変化を認識できるような総合学習のプログラム（畑田ら2006）が挙げられる。また、被度調査や分布調査が数社の教科書に取り上げられている高校での学習内容については、岩瀬（2004）が、校庭で方形枠を用いて雑草の種ごとの被度と高さを測定した事例等を示し、雑草の教材化を提唱している。谷本（2006）は、高校の実習農場地内の6区画において、1年草、2年草、多年草および木本の種数を毎月測定するとともに、帰化植物の種数の割合を求めた上で、継続的な植生調査が可能であるため、環境教育の場として有用であると述べている。児童生徒の環境評価能力を育成するフィールド学習

* 川村学園女子大学教育学部児童教育学科

の教材について、岩崎ら（2019）が、身のまわりの外来種に着目した自然体験学習プログラムを検討するための基礎資料として、大学農場の植生解析をし、教材となりうる外来種を特定し、外来生物の侵入と分布拡大の理解を促す学習プログラムについて検討している。

そこで、中学生が、身の回りにも外来植物が生育していることを認識し、観賞用として導入した園芸植物が野生化していることを考えるための実習教材を目的として、校内の植生調査を行った。

2. 学校教育での植生調査実習

高校の生物基礎の教科書には、生物多様性の保全の章に、探究活動として身近な植生と環境とのかかわりの調査（嶋田ら 2011）が挙げられている他、外来生物についての探究活動として、外来生物について、日本に入ってきた経緯や生態系への影響を調べる学習、セイヨウタンポポと在来種のタンポポを250mごとに調べた調査方法が記載されている（浅島ら 2012）。中学校では、平成20年度学習指導要領に準拠した教科書に記載されている身近な生物について調査する項目は、中学1年の最初に学習する（1）植物の生活と種類 ア生物の観察、中学3年の最後に学習する（7）自然と人間 ア生態と環境、イ自然環境の調査と環境保全である。中学1年の教科書には、（1）植物の生活と種類の章に、植物の生息している場所と環境条件を記録する植物地図をつくる実習がある。また、中学3年の教科書には、（7）自然と人間の章の自然界のつり合いの項目に、導入した生物により生物どうしのつり合いがくずれる内容（細谷ら 2017）や漁民がもちこんだカンジキウサギが野生化して自然界のつり合いに影響を与えたことをデータから考察する内容（有馬ら 2017）が記載され、自然環境の調査と環境保全の項目には外来生物の名前、生態系への影響、駆除の事例が示されているが、実際に外来生物の生息数を調べる実習は見られない。ペットや園芸植物などの身の回りの生きものの中にも外来生物となりうるものがあり、それらを自分自身の問題として認識するには、畑田ら（2006）が示したように、セイトカアワダチソウを地域に侵入してきた外来種として差別化し、定量的に評価する方法を実践することで、地域

の自然に起きている急激な変化を認識できるようにすることが効果的であると考えられる。高校だけではなく、中学校理科の実習として提案する余地があるように考えられる。生物多様性保全に関する記載が日本の理科教科書より充実しているオーストラリアの科学教科書 Science quest Year9 (Lofts & Evergreen 2018)(図1)には、コドラートを用いた植生調査と環境要因について考えさせる実習が記載されており、コドラートを用いた調査実習を中学校で取り入れることは可能であると考えられる。

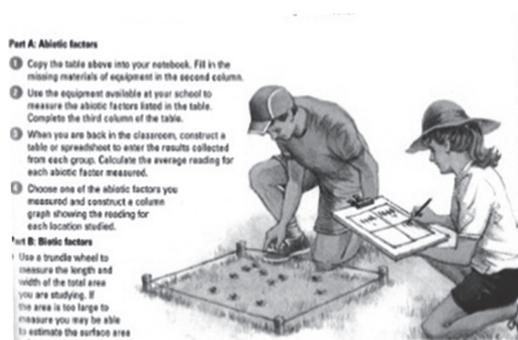


図1 Science quest9に記載されている植生調査の実習

3. 調査地と方法

3.1 調査地

調査は多摩丘陵に位置する神奈川県多摩区のA大学キャンパス内で行った。調査区をAとBの2か所設け、1m×1mのコドラートを設置した。調査区Aは、前方（東側）は道路に面して開けており、後方（西側）の一部はアラカシが生えている斜面である。1m×1mのコドラートを、前方に1か所（A-1）、後方に3か所（A-2、3、4）設定した。調査区Bは、道路側に桜の樹、その反対側には雑木林のある場所である。1m×1mのコドラートを3か所（B-1、2、3）設置した。

3.2 調査方法

1) 植被率の調査

大塚・倉本（2016）に倣い、コドラート内に見られる植物の種名と植被率を定期的に記録した。植被

率は1%以下、5%、以降10%刻みで記録した。調査はA1、A2については、2017年4月第4週目から2018年3月まで行い、4月第4週目から6月まで毎週、7月から1月まで隔週、2月3月は月1回測定した。A-3、A-4、B-1、B-2、B-3については、2017年9月から2018年3月まで測定を行った。この調査地では、調査を始める前まで定期的な刈り取りが行われていた。継続的調査の場合は、Londoの十進階級を用いることが推奨されているため（森林立地調査法編集委員会 2010）、1%以下、5%、以降は10%刻みで記録した。なお、全植被率については、面積計算ソフトAreaQを用いてコドラートの写真から計算した。それぞれの種の植被率は上から見た植被率であり、特に全植被率は写真上の植生を面積計算ソフトにより計算しており、一般的な植被率の測定とは異なる。

2) 外来植物の割合

中学校理科教科書においても、帰化植物は戦前から取り上げられ、主にその種名と在来の生態系に対する脅威について記述されているが、帰化率に対する記述は見られない。本調査では、白水・島野(2008)に倣い、帰化率として、外来植物の合計種数の全種数に対する割合と、全植被率に対する外来植物の植被率の割合を、各コドラートについてそれぞれ求めた。

3) 環境要因

光環境については12月、2月、3月に相対光量子束密度を求めた。相対光量子束密度は、小型メモリー光量子計DEFI2-Lを2台用い、1台は被陰のない校舎の屋上で、もう1台はコドラート内の地上から10cmの場所4か所において5分間隔で測定した。

2台の光量子計で測定した光量子束密度の商を求め、相対光量子束密度(%)を求めた。

温度の測定には、ティドビットv2防水温度ロガーを用いた。1時間ごとに測定するようセットし、調査日の地温を記録した。

4. 結果

4. 1 季節による植生の変化

表1～表3に、各コドラートに見られる植物の種名と植被率を示した。全植被率については、写真から面積計算ソフトにより計算しているため、写真を撮っていない日については空欄としている。多年草・越年草・一年草の別は『神奈川県植物2018』上下巻を参照した。また、外来種は、『日本帰化植物写真図鑑』(清水ら 2018)より調べた。植物の和名、学名は米倉、梶田(2003)に準拠した。

表1にA1とA2について4月から翌3月までの各植物の植被率と温度変化、種数、種数と植被率による帰化率を示した。植被率が20%を超えた月がみられた植物と、各コドラートに特徴的な植物を挙げると、A1は、アズマネザサ *Pleioblastus chino* (Franch. et Sav.) Makinoの植被率が5月から3月まで30～50%となった。4月の植被率が5%、5月1週が20%であるのは、調査を始める前まで定期的な刈り取りをしていたためと考えられる。5月から11月までオニドコロ *Dioscorea tokoro* Makinoが、10月までクズ *Pueraria lobata* (Willd.) Ohwi、チヂミザサ *Oplismenus undulatifolius* (Ard.) Roem. et Schult.が見られた。A1は他に、植被率は1～5%であったがセイタカアワダチソウ *Solidago altissima* L. 2株が1年を通して見られた。

A2もアズマネザサが8～9月にクズに被われた



図2 調査した場所 (左からコドラート A-1、コドラート A-2～4、コドラート B-1～3)

ことを除いて、5月から3月のほぼ1年を通して見られた。4月から5月にかけてカラスノエンドウ *Vicia sativa* L. subsp. *nigra* (L.) Ehrh. の植被率が高かった。ヘビイチゴ *Potentilla hebiichigo* Yonek. et H. Ohashi、ドクダミ *Houttuynia cordata* Thunb. も見られた。カラスノエンドウが枯れた時期は、クズの植被率が高くなり、7月から9月は50～60%となった。4月から12月前半までシダ植物が見られた。11月からヘビイチゴなど春の植物の萌芽が観察された。また、越年草であるカラスノエンドウの発芽は10月から観察され、2月から3月の植被率は40%となった。

A1、A2の植物の季節変化をたどると4月から5月に春から夏の植物へと変化していき、8月後半から秋の植物、10月11月から春の植物が見られた。

表2にA3とA4、表3にB1～B3について、9月から3月までの各植物の植被率、種数、種数と植被率による帰化率を示した。A3とA4はA2の両脇に設置したが、8月まで刈り取りをしていた場所である。A2と比較して、A3とA4には9月にキツネノマゴ *Justicia procumbens* L. var. *procumbens* やイノコゾチ *Achyranthes bidentata* Blume var. *japonica* Miq. が生育していたのが特徴的であった。A3は、ハルジオン *Erigeron philadelphicus* L. の萌芽が9月からみられ、10月から2月の植被率は30～60%であった。ノビル *Allium macrostemon* Bunge が12月から見られ、1月2月の植被率は20%であった。カラスノエンドウの発芽はA3A4ともに11月から観察され、12月の植被率は20%あり、1月に低くなるが、3月にはA3が40%、A4が30%となった。他に植被率は低いが、タチツボスミレ *Viola grypoceras*

A.Gray var. *grypoceras* やA2とA3ではキランソウ *Ajuga decumbens* Thunb. が見られた。

B1～B3は、アキノエノコログサ *Setaria faberii* R.A.W.Herrm.、メヒシバ *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler、ハルジオンの植被率が高く、2～3月になるとB1B2のステゲ、B3のアメリカフウロ *Geranium carolinianum* L. の植被率が20%を超える月があった。この他見られた植物は、B1のカタバミ *Oxalis corniculata* L.、ハコベ、B2のカントウヨメナ *Aster yomena* (Kitam.) Honda var. *dentatus* (Kitam.) H.Hara、カタバミであった。B1、B2、B3の特徴としては、アキノエノコログサ、メヒシバがみられたことである。アキノエノコログサの植被率はB1は10月から11月に20%、B2は10月後半から11月前半にかけて30%、B3は10月が50%、11月は30%であった。アキノエノコログサが枯れる頃、ハルジオンの植被率が増加し、B1、B2は11月に40%、B3は12月に40%となった。1月前半はハルジオンの植被率は10-20%に下がり、1月後半のB1B2B3は積雪のため測定できなかったが、2月にはB1が10%、B2が30%、B3が20%と一部が生育し続けた。

4. 2 環境要因

図3に各コドラートの相対光量子束密度を示した。12月22日の光量は、A1は13.94%、A2～A4の平均光量は14.9% (±5.6)、B1～B3の平均光量は56.4% (±1.8)、2月27日の光量は、A1は45.37%、A2～A4の平均光量は6.4% (±0.6)、B1～B3は73.6% (±5.8)、3月24日の光量は、A1は26.4%、A2～A4の平均光量は21.2% (±3.0)、B1～B3は65.7% (±1.6) であった。A1はイチヨ

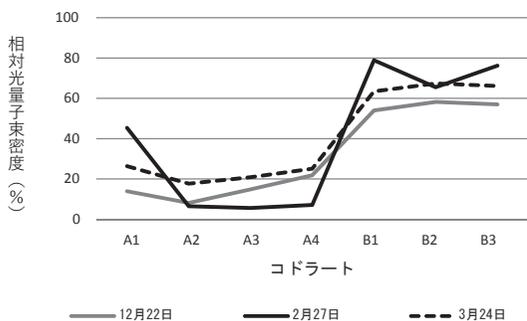


図3 各コドラートの光条件（相対光量子束密度）

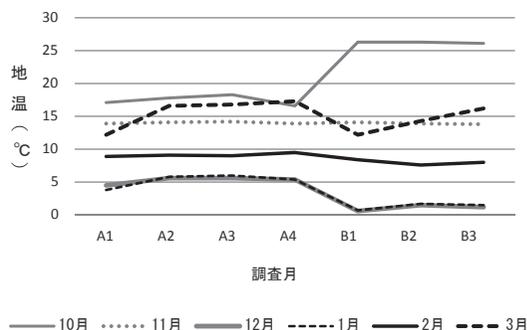


図4 各コドラートの温度条件（地温）

表1 コドラート A1A2 にみられる植物の種名と植被率の変化

コドラート A1																											
調査月	4	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	1	1	2	3	多年草
全植被率 (%)	40.3	57.8	67.5	69.7	68.7	89.2	87.9	91.9	—	100	—	100	—	100	—	99.1	99.5	—	81.8	50.8	51.4	57	—	53	61.3	57.6	越年草
種名																										一年草	
アズマネザサ	5	20	30	30	50	40	40	40	50	60	40	40	40	40	40	60	60	30	30	30	30	40	30	40	40	30	多年草
シダ	5	5	5	5	5	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	多年草
ニガナ	1	5	5	5	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	多年草
ノビル	5	5	5	5	5	1	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	10	10	5	5	10	5	多年草	
オニドコロ	—	5	5	20	20	20	10	10	10	10	20	20	20	20	20	10	10	10	5	—	—	—	—	—	—	—	多年草
クズ	—	—	—	5	5	—	10	20	10	10	10	10	10	10	5	5	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	多年草
ササガヤ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	一年草
ドクダミ	1	5	—	5	—	5	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	多年草
ヤブガラシ	—	—	—	5	10	5	5	10	5	10	5	5	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	多年草
ヤマノイモ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	多年草
イノコヅチ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	多年草
キツネノマゴ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	一年草
セイタカアワダチソウ	1	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	多年草
チヂミザサ	—	—	—	5	—	5	5	5	10	5	5	5	5	10	20	5	1	10	—	—	—	—	—	—	—	—	一年草
カラスノエンドウ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	多年草
ハコベ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	一年草
ヒメカンスゲ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	越年草
ヤビヅラミ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	1	1	5	多年草
種数	6	7	6	9	8	9	6	8	8	6	6	6	6	5	5	5	11	4	4	5	5	5	5	5	5	7	
種数 (%)	16.7	14.3	16.7	11.1	12.5	11.1	16.7	12.5	12.5	16.7	16.7	16.7	16.7	20	20	20	20	9.1	25	25	20	20	20	20	20	14.3	
種数 (%)	2.5	1.7	1.5	7.2	7.3	5.6	5.7	5.4	—	5	—	5	—	5	—	5	5	—	6.1	9.8	9.7	8.8	—	9.4	8.2	8.7	
種数 (%)	16.4	15.8	25.8	20.6	21.4	20.3	23.2	21.7	23.1	23	27.1	25.2	25.6	25.8	22.3	19.7	17.1	15.1	13.9	9.7	9.2	6.5	4.9	3.8	8.9	12.2	

コドラート A2																											
調査月	4	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	1	1	2	3	多年草
全植被率 (%)	99.4	94.4	82	89.5	73.7	67.8	78.3	91.2	—	89.6	—	95.4	—	100	100	—	96.6	—	89	86.5	58.5	54.4	—	51.9	71	86.5	越年草
種名																										一年草	
アズマネザサ	—	1	5	5	10	10	10	10	10	20	20	10	5	—	—	—	10	20	20	20	20	20	20	20	20	20	一年草
シダ	5	5	5	10	5	10	5	5	5	10	20	10	10	20	20	10	20	10	10	5	—	—	—	—	—	—	越年草
カラスノエンドウ	50	40	20	40	20	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	5	30	30	30	30	30	40	40	多年草
キランソウ	—	—	5	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	多年草
ドクダミ	5	5	5	10	5	10	10	20	20	20	10	10	10	5	5	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	5	多年草
ハルジオン	10	10	10	10	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	5	10	5	1	5	1	多年草
ヘビイチゴ	20	20	10	5	—	—	—	—	—	1	5	1	—	—	—	—	—	1	5	5	10	10	5	10	10	10	多年草
オニドコロ	—	—	—	5	5	5	—	10	—	—	—	—	—	—	5	5	10	—	10	—	—	—	—	—	—	—	多年草
カラスウリ	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	多年草
クズ	—	—	5	10	10	5	20	20	20	20	30	50	60	60	50	60	30	30	30	5	—	—	—	—	—	—	多年草
ササガヤ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	一年草
チヂミザサ	—	—	5	10	10	10	5	5	10	10	5	5	1	5	5	—	10	10	10	10	—	—	—	—	—	—	多年草
ツユクサ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	多年草
ヤマノイモ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	多年草
ヤブガラシ	—	—	—	5	1	5	—	5	5	5	—	1	5	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	多年草
ヘクソカズラ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	5	1	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	多年草
キツネノマゴ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	一年草
スゲ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	多年草
ノビル	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	5	5	5	多年草
種数	5	6	9	10	9	8	6	6	8	8	6	9	8	5	8	3	5	11	7	8	5	4	5	6	6	6	
種数 (%)	20	16.7	11.1	10	11.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.5	20	25	20	16.7	16.7		
種数 (%)	10.1	10.6	12.2	11.2	13.6	0	0	0	—	0	—	0	—	0	—	0	0	—	0	5.8	8.5	18.4	—	1.9	7	1.2	
種数 (%)	16.9	15.3	22.8	20.1	18.8	19.7	22.7	22	23	22.4	25.5	24.1	26.4	27.6	22.9	20	17.8	17.8	14.1	9.9	11.1	7	5.7	5.8	9.1	16.6	

表2 コドラート A3A4 にみられる植物の種名と植被率の変化

コドラート A 3												
調査月	9	10	10	11	11	12	12	1	1	2	3	多年草
全植被率 (%)	86.3	100	—	89	63	50.5	73.4	—	64.4	66.1	87.3	越年草 外来種 一年草
種名												
アズマネザサ	—	—	5	—	1	—	—	5	5	5	—	多年草
ドクダミ	—	—	5	1	—	—	—	—	—	—	—	多年草
カラスウリ	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	多年草
クズ	5	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	多年草 一年草
チヂミザサ	—	—	—	—	5	5	5	—	—	—	—	多年草
ツユクサ	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	一年草
イノコヅチ	10	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	多年草
キツネノマゴ	10	5	20	5	5	—	—	—	—	—	—	一年草
カラスノエンドウ	—	—	—	10	10	20	20	10	5	20	40	一年草 越年草
キランソウ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	多年草
スゲ	—	10	—	10	10	5	—	—	10	—	—	多年草
タチツボスミレ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	多年草
ノビル	—	—	—	—	10	10	20	—	—	20	10	多年草
ハルジオン	30	60	40	50	40	30	30	30	40	30	20	多年草 外来種
ヘビイチゴ	—	—	—	—	5	5	5	1	1	5	5	多年草
種数	4	4	6	6	7	6	5	5	5	6	5	
帰化率 種数 (%)	25	25	16.7	16.7	14.3	16.7	20	20	20	16.7	20	
帰化率 植被率 (%)	34.8	60	—	56.2	63.5	59.4	40.9	—	62.1	45.4	22.9	

コドラート A 4												
調査月	9	10	10	11	11	12	12	1	1	2	3	多年草
全植被率 (%)	92.7	100	—	76.7	50.4	33.8	37.9	—	51.5	58.2	81.6	越年草 外来種 一年草
種名												
シダ	—	5	1	5	1	—	—	—	—	—	—	多年草
ドクダミ	—	5	1	1	5	—	—	—	—	—	—	多年草
クズ	10	10	10	10	—	—	—	—	—	—	—	多年草
ササガヤ	—	—	5	1	—	—	—	—	—	—	—	一年草
チヂミザサ	—	5	5	5	5	1	—	—	—	—	—	多年草
ヘクソカズラ	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	多年草
ヤブガラシ	10	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	多年草
イノコヅチ	20	5	5	5	5	1	—	—	—	—	—	多年草
キツネノマゴ	—	30	5	1	1	—	—	—	—	—	—	一年草
クワクサ	—	—	—	5	—	1	—	—	—	—	—	一年草
セイタカアワダチソウ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	5	多年草 外来種
アラカシ	—	—	1	1	1	1	1	1	1	5	—	多年草
イモカタバミ	—	—	—	—	1	1	5	1	1	—	—	多年草 外来種
カラスノエンドウ	—	—	—	5	10	20	20	10	20	30	30	一年草 越年草
スゲ	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	多年草
タチツボスミレ	—	—	1	5	1	1	1	1	1	1	10	多年草
ノビル	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	多年草
ハルジオン	—	—	—	20	10	10	30	20	30	30	20	多年草 外来種
ヘビイチゴ	—	—	—	5	5	10	10	10	5	10	5	多年草
種数	3	6	12	14	11	9	6	6	6	6	7	
帰化率 種数 (%)	0	0	0	7.1	18.2	22.2	33.3	33.3	33.3	28.6	33.3	
帰化率 植被率 (%)	0	0	—	26.1	21.8	32.5	92.3	—	60.2	53.3	30.6	

表3 コドラート B1B2B3 にみられる植物の種名と植被率の変化

コドラート B 1														
調査月	9	10	10	11	11	12	12	1	1	2	3	多年草		
全植被率 (%)	95.4	—	—	61.7	57.8	60.5	62.6	—	—	52.8	57.6	越年草	外来種	
種名	一年草													
ドクダミ	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	多年草	
ヤブガラシ	1	5	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	多年草	
アキノエノコログサ	20	20	20	20	5	—	—	—	—	—	—	—	一年草	
イノコヅチ	10	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	多年草	
キツネノマゴ	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	一年草	
メヒシバ	10	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	一年草	
アメリカフウロ	—	—	1	—	—	10	10	5	—	5	10	—	一年草	外来種
カキドオシ	—	—	—	10	—	5	—	—	—	5	—	—	多年草	
カタバミ	—	—	5	5	5	—	—	—	—	—	—	—	多年草	
カラスノエンドウ	—	—	—	5	1	5	5	5	—	—	—	—	一年草	
スゲ	—	—	—	—	—	5	5	—	—	20	20	—	越年草	
スギナ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	多年草	
ツユクサ	—	—	5	—	1	—	—	—	—	—	—	—	一年草	
ノビル	—	—	—	—	—	5	—	5	—	—	10	—	多年草	
ハコベ	—	—	1	1	5	5	5	5	—	10	10	—	越年草	
ハルジオン	—	—	10	30	40	20	20	10	—	10	20	—	多年草	外来種
ヘビイチゴ	—	—	1	—	—	5	—	—	—	—	5	—	多年草	
ヒメオドリコソウ	—	—	—	—	1	5	—	5	—	5	1	—	越年草	外来種
種数	4	4	11	6	7	9	5	6	—	6	8			
帰化率 種数 (%)	0	0	18.2	16.7	28.6	33.3	40	50	—	50	37.5			
帰化率 植被率 (%)	0	—	—	48.6	70.9	57.9	47.9	—	—	37.9	53.8			

コドラート B 2														
調査月	9	10	10	11	11	12	12	1	1	2	3	多年草		
全植被率 (%)	98.8	—	—	57.1	43.2	58.7	40.2	—	—	37.2	58.3	越年草	外来種	
種名	一年草													
ドクダミ	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	多年草	
ヤブガラシ	10	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	多年草	
アキノエノコログサ	5	10	30	30	20	—	—	—	—	—	—	—	一年草	
イノコヅチ	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	多年草	
カントウヨメナ	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	多年草	
メヒシバ	20	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	一年草	
アメリカフウロ	—	—	—	—	10	—	—	—	—	5	10	—	一年草	外来種
カキドオシ	—	—	5	—	5	—	—	—	—	—	5	—	多年草	
カタバミ	—	—	5	10	5	5	5	—	—	—	—	—	多年草	
カラスノエンドウ	—	—	1	1	10	10	1	—	—	10	5	—	一年草	
スゲ	—	—	—	—	—	5	10	—	—	20	10	—	越年草	
ツユクサ	—	5	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	一年草	
ノビル	—	—	—	—	—	10	5	—	—	—	—	—	多年草	
ハコベ	—	—	—	—	—	5	1	1	—	10	5	—	越年草	
ハルジオン	—	10	20	20	40	40	40	20	—	30	30	—	多年草	外来種
ヘビイチゴ	—	—	—	1	10	5	5	5	—	5	5	—	多年草	
ヤブジラミ	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	越年草	
種数	3	5	9	5	7	7	7	4	—	6	8			
帰化率 種数 (%)	0	20	11.1	20	14.3	28.6	14.3	25	—	33.3	25			
帰化率 植被率 (%)	0	—	—	35	92.6	85.2	99.5	—	—	94.1	68.6			

コドラート B 3														
調査月	9	10	10	11	11	12	12	1	1	2	3	多年草		
全植被率 (%)	86.6	—	—	58.6	55.3	39.7	44.2	—	—	44.2	60.2	越年草	外来種	
種名	一年草													
ドクダミ	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	多年草	
アキノエノコログサ	10	50	50	30	30	—	—	—	—	—	—	—	一年草	
イノコヅチ	10	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	多年草	
メヒシバ	20	20	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	一年草	
アメリカフウロ	—	—	—	—	10	10	10	1	—	10	20	—	一年草	外来種
オオイヌノフグリ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	越年草	外来種
カキドオシ	—	10	10	1	10	10	—	—	—	—	10	—	多年草	
カラスノエンドウ	—	—	—	5	—	5	10	5	—	5	5	—	一年草	
スゲ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	多年草	
ノビル	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	多年草	
ハコベ	—	—	—	1	5	5	1	5	—	10	10	—	越年草	
ハルジオン	—	10	10	10	20	30	40	10	—	20	20	—	多年草	外来種
ヘビイチゴ	—	—	—	—	—	—	5	1	—	1	—	—	多年草	
種数	3	5	5	5	5	5	6	5	—	5	7			
帰化率 種数 (%)	0	20	20	20	40	40	33.3	40	—	40	42.9			
帰化率 植被率 (%)	0	—	—	17.1	54.2	100	100	—	—	67.9	74.8			

ウの樹の横、A2~A4はアラカシの樹の手前にあり、時間帯によっては光量が少ない。B1~B3はサクラの樹の横にあるが、12月から3月の光量は50%を超えていた。

地温については、図4に10月から3月までの各コドラートの地温を示した。10月は、A1は17.1℃、A2~A4の平均地温は17.6℃（±0.7）に対して、B1~B3の平均地温は26.2℃（±0.1）であった。12月のA1が4.5℃、A2~A4の平均地温は5.5℃（±0.1）、1月のA1は3.8℃、A2~A4の平均地温は5.8℃（±0.2）に対して、B1~B3の平均地温は12月は1.1℃（±0.4）、1月は1.3℃（±0.4）と低かった。

A1~A4とB1~B3の場所を比較すると、A1は道路に面している部分は光が入るが、アラカシの陰にあるA2~4は光量が少なく、一方、まわりの樹に遮られないB1~B3は光量が多く秋と冬の地温の差がA1~A4より大きい。A1~A4はアズマネザサやシダが見られた。B1~B3は、アキノエノコログサやメヒシバなどイネ科の雑草が見られた。B1.B2.B3は1月の積雪で積雪の下にあったが、ハルジオン、アメリカフウロ、カラスノエンドウ、ハコベ、ヘビイチゴなど11月から見られた萌芽や芽生えは、数には変動が見られたが、3月まで生育し続けた。

4.3 外来植物の割合

コドラート内に見られた植物のうち、「我が国の生態系等に被害を及ぼす外来種リスト」（環境省2015b）に記載された外来種は、セイタカアワダチソウのみであった。平成27年に要注意外来生物は発展的に解消されており（環境省2015a）、要注意外来生物であったハルジオンは外来種リストには記載されていない。しかし、「人間の活動などの様々な要因が自然界のつり合いに影響を与えていること」について考えるために、観賞用に導入した外国産の植物のうち日本で野生化している植物を対象とした。『日本帰化植物写真図鑑』（清水ら2018）に記載されている植物は、ハルジオン、セイタカアワダチソウ、アメリカフウロ、オオイヌノフグリ *Veronica persica* Poir.、イモカタバミ *Oxalis articulata* Savigny、ヒメオドリコソウ *Lamium purpureum* L. の6種である。このうち、観賞用として導入された植物は、侵入生物データベース（国立環境研究所）に

より、ハルジオンとセイタカアワダチソウの2種であった。外来生物は、人間の活動によって他の地域から入ってきた生物のことであり、国内外来種も含まれるが、観賞用に導入した外国産の植物の野生化について考えることを目的としているため、外国から意図的・非意図的に導入され、野生化した植物を対象とする。コドラート内の帰化率を、外来植物の種数の割合と、全植被率に対する外来植物の植被率の割合について求め、A1,A2は4月から3月、A3~B4は9月から3月までの種数と植被率による帰化率を図5に示した。B3の12月については、各植被率を測定する過程で繰り上げているため100%を超えるが、100%に収めている。また、全植被率の記録のない測定日の帰化率は図5に示していない。

図5の帰化率は、A1A2は種数の方が植被率よりも高い値であるが、A3A4及びB1~B3は植被率の方が種数よりも高い値であった。4月から刈り取りをしていないA1はアズマネザサの植被率が高く、外来植物はセイタカアワダチソウ1種であり、種数について10~25%の帰化率であった。A2は、4月~6月と11月~3月はカラスノエンドウ、5月~10月はクズの植被率が高く、外来植物はハルジオン1種で、6月から11月前半まで0%であった。

隣接する場所にあるA2~A4の9月以降の外来植物の植被率の割合を比べると、A2の植被率が0~18.4%と低いが、A3は22.9~63.5%であり、A3の外来植物の植被率は高い値であった。A4はハルジオン、セイタカアワダチソウ、イモカタバミがみられ、11月から3月までの外来植物の植被率は21.8~92.3%であった。A2のクズは7月~9月には50~60%被っていたが、A3とA4は刈り取られたため、ハルジオンの植被率が高くなったと考えられる。図6に示すように、右側のクズとアズマネザサ以外ほとんどがハルジオンであった。B1~B3は、9月10月に植被率が高かったアキノエノコログサが枯れる頃、10月から12月はハルジオンの植被率が高くなった。1月から3月はハルジオンの植被率は10~30%と下がったが、A3とA4のようにカラスノエンドウの植被率が30~40%にならず、アメリカフウロ、ヒメオドリコソウ、オオイヌノフグリなどが見られた。秋から冬にかけて全植被率が低くなると、種数による帰化率よりも、植被率による帰化率の方が、値が高くなる傾向がみられた。

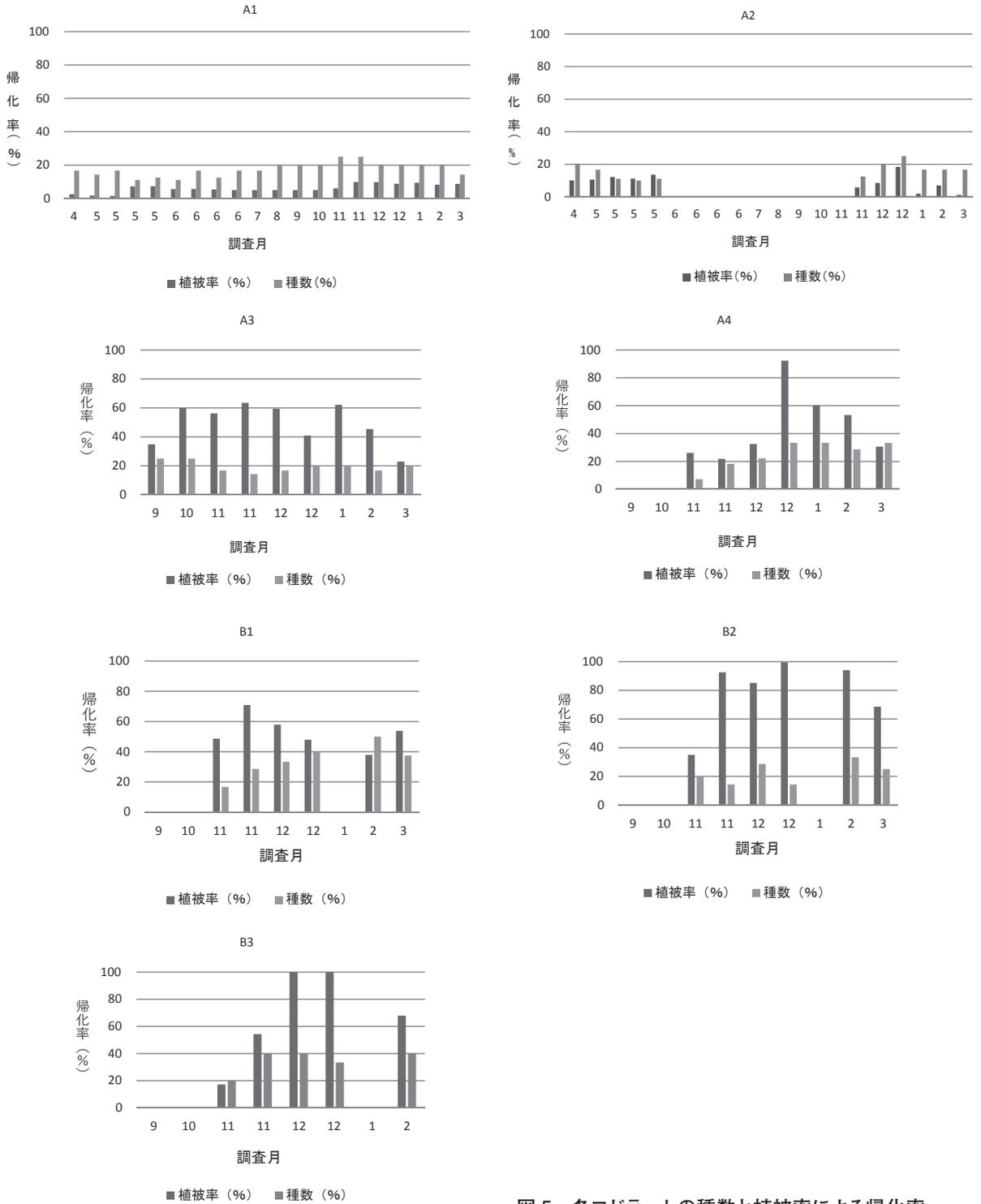


図5 各コドラートの種数と植被率による帰化率



図6 10月のコドラート A3

右に見えるクズとアズマネザサ以外はほとんどハルジオンである。

5. 考察

5.1 季節を通しての植生調査

中学校の校庭の植生調査の実習は、可能性として年間計画に組み込めるのは、自然界のつり合いを学習する「自然と人間」の章である。最終章である「自然と人間」の章は、3学期の1～2月に学習することになるが、この時期は植物が少ない。1年間を通した植物の調査により、冬の植生調査について、多年草の萌芽や一年草の発芽を調べる実習を計画することは可能であると考えられる。

5.2 野外実習をする前の刈取りについて

隣接するA2とA3を比べると、A2でハルジオンの見られなかった9月10月に、A3のハルジオンの植被率は30～60%であった。A1は、アズマネザサの植被率が高く、ハルジオンはほとんど見られなかった。B2、B3は10月以降にアキノエノコログサが枯れるにつれ、ハルジオンは30～40%と植被率が高くなった。特に、隣接した場所であるA2とA3について、A2は4月から刈取りを行わなかった場所であるのに対し、A3は8月まで刈取りを行っていた。1年を通して刈取りを行わない場所は、種数はそれほど変わらないが、1種類の植物の植被率が高く、他の植物の植被率は低かった。本調査の場合、8月まで刈取りをした場所の方が、秋の植物や冬の萌芽や発芽が観察しやすかった。「多年生植物によつて構成されている植生は、棲み分け

関係のすすんだ比較的安定した植生であり、帰化種の侵入すべき余地は少いと考えられる」（沼田ら1953）と述べられている。また、淡路島北部地域における水田畦畔法面の二次草原について、管理放棄された年数が大きいほど種数が減少しており、積算被度が大きいほど種数が少ない傾向がある（松村・武田2008）と報告されている。本調査でも4月から刈取りを行わなかったA1,A2の場所より、8月まで刈取りを行ったA3,A4の場所の方が種数が多く、ハルジオンの植被率が高い。中学校で外来植物の分布を調べる際に刈取りを行っている場所で観察すると外来植物の観察が可能になる場合がある。

5.3 場所による植被率の違い

A3～A4はハルジオンの植被率が高く、3月の植被率はカラスノエンドウが40%と高かった。B1～B3は、9月10月はアキノエノコログサ、10月から12月はハルジオンの植被率が高く、アキノエノコログサが枯れるにつれハルジオンの植被率が40%となった。1月から3月はハルジオンの植被率が10～30%であった。3月に観察された種数はA3は5種、A4は6種であるが、B1、B2は8種、B3は7種であった。

B1～B3の方が平均光量はA2～A4より大きく、10月の地温が26℃と、A2～A4の平均気温より10度近く高い場所である。B1,B2,B3は、9月から11月までアキノエノコログサ、メヒシバが見られたことが特徴であった。本調査から、環境要因と植生との関係は導き出せないが、傾向としては中学生に考えさせることはできると思われる。

5.4 種数による帰化率と植被率による帰化率

帰化植物について、沼田ら（1953）は、「帰化植物は本来、外国産の植物が何らかの機縁で本土に渡来し、既存の植生の中に侵入繁殖したもの」と帰化植物を定義し、帰化率については、矢野が「かつて、ある地域の雑草の総目録のうち幾種類の帰化植物を含んでいるかを百分率であらわし、これを帰化率とよんだ。」と定義している。帰化率については、「これはある立地に対する帰化種の侵入の度合を示すフロラ的な尺度としてたしかに有用である。しかし、そこには近代的な標本論のうらづけが与えられ

ていない」と批判し、市街地、住宅地、台地住宅地、台地畑地、南部水田、台地寄水田、河原草原、台地草原、林地の9地区に層化し、帰化率を比較している。「以上は種類についてのみの帰化率であるが、個体数や被度などの量的測度による解析を加えて帰化率を求めたならば、より以上の結果が期待されよう。」と述べている。

これらの文脈からすると、種数による帰化率だけでは指標として不十分で、個体数や被度などの量的測度による解析と併用することが望ましいということになる。松村・武田(2008)は被度と種数について報告しており、白水・島野(2009)は、種数と被度による帰化率を示していた。本調査では、外来植物の種数は少ないが、ハルジオンの植被率が高い値であった。植被率により外来植物の割合を求める方が視覚による情報に沿う場合もあり、初めて植被率を調べる中学生には、種数よりも植被率による帰化率の方が望ましいと考えられる。なお、中学生に実習を行うときには、山本ら(2008)が示したように1m四方の調査地点に占める面積割合を示すことを今後検討する必要がある。

6. 植生調査実習の中学校理科への可能性と今後の課題

中学校の校庭の植生調査の実習は、年間計画に組み込めるのは、最終章である「自然と人間」の章である。1年間を通じた植物の調査により、多年草の萌芽や一年草の発芽を調べる実習を組み立てることは可能である。秋冬に雑草の植生調査の実習を行う場合は、適切な時期に刈り取りを行っている場所の方が観察が可能となる。

調査したコドラート内の外来植物の種数は1~3種であったが、調査した場所では、種数より植被率による帰化率の変化を示す方が、ハルジオンが枠内に広がっている視覚的印象に沿ったものであり、中学生には分かりやすいと考えられる。ただし、今回の調査は植物体の高さを考慮しておらず、上から見た一面的なデータである。授業に取り入れる際には、そのことを踏まえる必要がある。

畑田ら(2008)が小学生に向けて考案したプログラムについて述べているように、外来植物を実際に定量的に調査することは、自然を見る目を養い、外

来種問題についての普及啓発の効果が期待できる。また、谷本(2006)が実習農場での植生調査結果により報告したように、1年間を通じた調査は生徒の植生に関する理解の上では大切な視点である。本報告の基礎調査をもとに、教材の性質を考慮に入れながら、継続的な植生調査の教材について検討している。

調査した場所での外来植物の中で、ハルジオンが9月から分布を広げていることが観察されたが、ハルジオンは、観賞用として導入され、野生化したものである。私たちの身の回りの植物の中には、園芸植物が野生化して外来植物となったものがいくつか見受けられる。中学生が実際に身の回りの植生調査実習を行うことで、身の回りの外来植物に気づき、自分自身の環境問題として考えることが大切である。園芸植物を育てる時に逸出について配慮することが、生物多様性保全につながることを、中学校理科第2分野最終章の「自然と人間」の章において示していく必要があるのではないかと考える。

謝辞

本調査に関して、明治大学農学部倉本宜教授にご助言を頂きましたことに感謝の意を表します。

附記

本調査は、JSPS 科研費 17K01048 の助成を受けています。

文献

- 畑田彩・平野浩一, 2006, 「中山間地域における外来種モニタリングを利用した総合的な学習プログラム」, 『保全生態学研究』, 11: 115 - 123
- 岩崎好亮・荒木祐二・横尾哲生, 2019, 「埼玉大学教育学部大久保第2農場の植生解析 - 都市近郊林の外来植物に着目したフィールド実習の提案に向けて - 」, 『埼玉大学紀要 教育学部』, 68 (1): 175 - 189
- 岩瀬徹, 2004, 「雑草を素材とした自然観察教育の方法の研究と普及」, 『雑草研究』, 49 (3): 202-205
- 神奈川県植物誌調査会編, 2018, 『神奈川県植物誌 2018 (上)』 神奈川県植物誌調査会
- 神奈川県植物誌調査会編, 2018, 『神奈川県植物誌

- 2018（下）』神奈川県植物誌調査会
環境省, 2015a, 要注意外来生物リスト https://www.euv.go.jp/nature/intro/2outline/list/list_sho.pdf (2018年8月24日閲覧)
- 環境省, 2015b, 我が国の生態系等に被害を及ぼすおそれのある外来種リスト<植物> <https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/list/list.pdf> (2018年8月24日閲覧)
- 国立環境研究所 侵入生物データベース
<https://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/index.html> (2018年8月24日閲覧)
- 松村俊和・武田義明, 2008, 「水田畦畔法面の二次草原における管理放棄後の年数と種組成・種数との関係」, 『植生学会誌』, 25: 131-137
- 文部科学省, 2008, 『中学校学習指導要領』, 東山書房.
- 文部科学省, 2018a, 『中学校学習指導要領』, 東山書房
- 文部科学省, 2018b, 『中学校学習指導要領解説理科編』, 学校図書.
- 村中孝司, 2008, 「外来植物の侵入年代・原産地とその用途との関連性」, 『保全生態学研究』, 13: 89-101
- 沼田眞・大野景德, 1953, 「歸化植物の生態学的研究 I」, 『生態学会報』, 2 (3): 117-122
- 大塚勇哉・倉本宣, 2016, 「春植物の地上部消失後の植生と光環境」, 『日録工誌』, 42 (1): 80-85
- 清水矩宏・森田弘彦・廣田伸七, 2018, 『日本帰化植物写真図鑑 - Plant invader600種 -』, 全国農村教育協会, 第7刷
- 森林立地調査法編集委員会, 2010, 『森林立地調査法』, 博友社
- 白水由希・島野光司, 2009, 「千曲川、梓川の河畔植生とその環境条件」, 『日本生態学会誌』, 59: 1-12
- 谷本忠芳, 2006, 「農業高校での授業における植生調査対象地としての実習農場利用の可能性」, 『日本農業教育学会誌』, 37 (2): 97-111
- 山本勝利・楠本良延・徳岡良則・井出任, 2008, 「水田景観における外来植物の蔓延状況とその影響」, 『農業技術』, 63 (5): 209-213
- 山野井貴浩・渡邊俊季・谷津潤, 2016, 「高校生と

- 大学生の外来種の認識に関する予備的調査 - 外来動物と外来植物の比較 -」, 『白鷗大学教育学部論集』, 10 (1): 277 - 285
- 米倉浩司・梶田忠, 2003, 「BG Plants 和名-学名インデックス」(YList), <http://ylist.info> (2020年1月7日).

資料 調査した教科書

- 中学教科書
- 有馬朗人ほか62名, 2017, 『新版理科の世界1』『新版理科の世界3』, 大日本図書
- 霜田光一ほか25名, 2015, 『中学校科学1』『中学校科学3』, 学校図書
- 細谷治夫・養老孟司・丸山茂徳ほか27名, 2017, 『自然の探究中学校理科1』『自然の探究中学校理科3』, 教育出版
- 塚田捷・山際隆・森一夫・大矢禎一ほか57名, 2015, 『未来へひろがるサイエンス1』『未来へひろがるサイエンス3』, 新興出版社啓林館
- 岡村定矩・藤嶋昭ほか48名, 2015, 『新しい科学1年』『新しい科学3年』, 東京書籍
- Lofts, G. & Evergreen, M. J. 2018, "*Science Quest9 Victorian Curriculum Revised Edition*", Jacaranda
- 高校教科書
- 浅島誠ほか20名, 2012, 『生物基礎』, 東京書籍
- 嶋田正和ほか12名, 2011, 『新編 高校生物基礎』, 数研出版