

## セイタカアワダチソウを抑えて在来植生に戻す

生物多様性研究領域 平舘俊太郎

はじめに：

近年、外来植物に対する問題意識が高まり、在来植物の保全に向けた動きが加速している。とくに最近では、外来植物は好まれず在来植物は好まれるという傾向が、より強まったのではないだろうか。これは、2005年6月に施行された通称「外来生物法」による効果や、2010年10月に名古屋で開かれた生物多様性条約第10回締約国会議（COP10）開催による効果が大いと思われる。少なくとも1980年代後半は、農家にとって雑草は厄介者であり、外来であるか在来であるかにかかわらず、いずれも防除の対象であった。現在では、雑草を防除するにしても、農家は環境に配慮した方法を考えるようになり、また地域によっては、カワラナデシコ、オミナエシ、キキョウ（写真1）といったきれいな在来植物を農家自身の手で残していこうとする場面を見かける。また、農家の方々のみならず、都市に生活する人々までもが、在来植物の保全のための活動にボランティアとして参加する場面も多くなってきた。このように、世の中の価値観は変化し、外来植物の蔓延防止、在来植物の保全、そして適切な生物多様性の保全に対して、より多くの人々の注意が向くようになったということなのであろう。

このように、植物をとりまく人間の意識は変化したにもかかわらず、実際の日本の野外では外来植物は相変わらず蔓延し続けている。とくにセイタカアワダチソウ（写真1）は、現在でも猛威をふるって蔓延し続けている外来植物であり、環境省は要注意外来植物としてリストアップすることによって注意を呼びかけている。セイタカアワダチソウは、大型で生育が旺盛な多年生の草本（キク科）であり、一旦蔓延し始めるとその繁殖力はすさまじい。場所によっては、ほとんどセイタカアワダチソウのみから成る群落を作ることによって、他の植物に生育可能な空間をほとんど与えない。また、このような状態のセイタカアワダチソウ群落は、数年～十数年間は遷移しないことが多い。このように頑強で手強いセイタカアワダチソウに、小型で可憐な花を咲かせる在来の植物が住処を追われていると



カワラナデシコ

オミナエシ

キキョウ

セイタカアワダチソウ

写真1 きれいな花を咲かせる在来植物のカワラナデシコ、オミナエシ、キキョウ。  
蔓延が問題となっている在来植物のセイタカアワダチソウ。

なると、やはりセイタカアワダチソウは憎むべき存在に思える。秋が深まる頃に黄色い花を派手に咲かせるセイタカアワダチソウは、この様子が土地を独り占めにして高らかに勝利宣言しているようにも思えて、いっそう日本人の反感を買っているのかも知れない。

セイタカアワダチソウは、北アメリカ北東部が原産であり、日本に導入されたのは1897年頃とされている（多紀ら、2008）。北アメリカ北東部では、土壤環境の点で、日本とは大きく異なる。にもかかわらず、セイタカアワダチソウが土壤環境の大きく異なる日本において蔓延できるのは何故だろうか。逆に、日本の土壤環境で進化してきた在来植物が、その日本の土壤環境においてセイタカアワダチソウに負けてしまうのは何故だろうか。演者らは、まずこの点に疑問を感じ、植物の生育特性を土壤特性ごとに明らかにする研究に着手した。セイタカアワダチソウが蔓延する原因が突き止められれば、それに対する対策が立てられると考えたためである。ここでは、セイタカアワダチソウをはじめとする外来植物が蔓延する理由について、最近明らかになったことを中心に紹介し、これら外来植物の蔓延防止のために私たちがやらねばならないことを考察する。

#### 外来植物と在来植物の生育環境のちがい：

外来生物とは、一般に、もともとその地域を生息域としていなかった生物で、他地域から人為的に持ち込まれたものを指す。したがって、この定義では、日本国内における移動でも外来生物となるものがある。これに対して、外来生物法では、海外から入ってきた生物に焦点を絞り、また概ね明治時代以降に導入された生物を対象としている。これは、日本では明治時代に入って鎖国から開放され、それに伴って国境を越えた人や物の動きが活発化されたことを考慮に入れている。最近では、この後者の定義のもとで「外来生物」という用語が用いられる場合が多くなった。本稿でも、後者の意味で「外来生物」を用いる。

野外で身近な植物の分布を注意して観察してみると、植物が場所を選びながら住み分けられていると思われる現象をよく目にする事ができる。たとえば、畑地、畦畔、道沿いの小さな日なた、半自然草地（刈り取り、野焼き、放牧など、伝統的な人為的管理手法によ

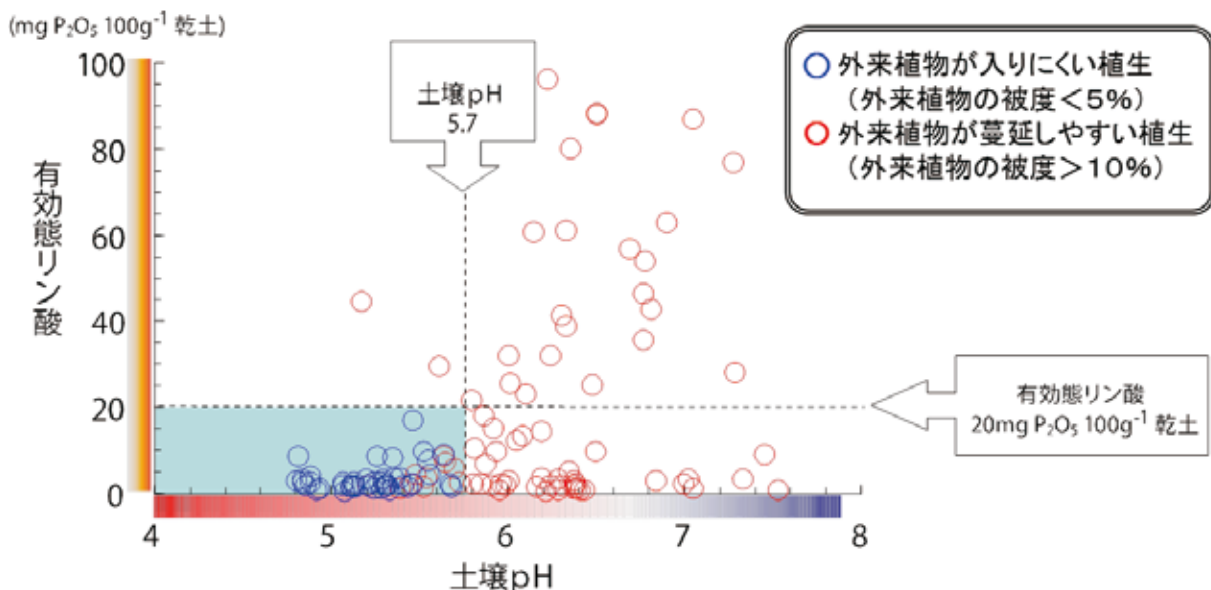


図1 北関東で見られる草地植生のタイプと土壤特性の関係（平館ら、2009；2010）

て維持されてきた草原) などでは、毎年同じように刈り取りによって管理していても、それぞれの場所には別々の植物種が生育し、しかもその植物種は長年入れ替わらない現象が見られる。具体的には、スベリヒユやシロザは農耕地の中に発生することが多く、セイタカアワダチソウは耕作放棄地や農地脇の開けた場所によく出現する。また、カワラナデシコ、オミナエシ、キキョウなど、現在では見ることの少なくなってしまった野草類は、昔から維持されてきた半自然草地によく出現する。演者らは、このような現象に土壤要因がどのように関与しているのかを明らかにするため、まず、北関東地域を中心に、植生と土壤の関係を調査した。その結果、とくに土壤 pH と土壤中有効態リン酸がその場所に成立する植物の群落タイプと深く関わりがあること、外来植物は土壤 pH が比較的高い土壤あるいは土壤中有効態リン酸が比較的高い土壤で蔓延しやすいことが明らかになった(図 1、平舘ら、2009 ; 2010)。このような現象は、北関東のような比較的若い火山灰土壤地帯に限らず、四国 (Kusumoto et al., 2012) や中国地方 (平舘ら、2011) の褐色森林土上の草地などでも広く認められた。さらに、セイタカアワダチソウとオミナエシに注目すると、セイタカアワダチソウは土壤 pH が高かつ土壤中の有効態リン酸も高い土壤に分布しやすく、これに対してオミナエシは土壤 pH が低かつ土壤中の有効態リン酸が低い土壤に分布する傾向が認められた (図 2)。

土壤特性は、刈り取りなど伝統的な管理手法によって維持されてきた場所では、雨の多い日本においては、低土壤 pH でかつ低有効態リン酸の土壤となる。しかし、とくに戦後に施された土壤改良や土木工事等の影響によって、土壤 pH が高い場所あるいは土壤中の有効態リン酸が高い場所がパッチ状の出現している。セイタカアワダチは、このような土壤改良や土木工事など人間によるかく乱が起った場所で蔓延することが知られているが、このようなかく乱が土壤特性を変化させ、それによってセイタカアワダチソウの生育に好適な状態に変化した可能性が考えられる。土壤は、私たち人間の目には同一に見えても、その化学的特性は大きく異なることがよくあり、その差は植物にとっては非常に大きいものであると考えられる。

植物は、種によってそれぞれ得意とする土壤環境がある。たとえば、貧栄養的な環境に適応しているものや富栄養的な環境に適応しているもの、低土壤 pH に適応しているものや高土壤 pH に適応しているもの (藤原ら、1998) などさまざまである。また、いくつかの植物については、なぜ低土壤 pH でも正常に生育できるのか、あるいはなぜ有効態リン酸が低い土壤でも正常に生育できるのか、そのメカニズムが解明されている。土壤 pH が低いと植物の生育が阻害されるのは、植物の生育を阻害するアルミニウムイオンが土壤か

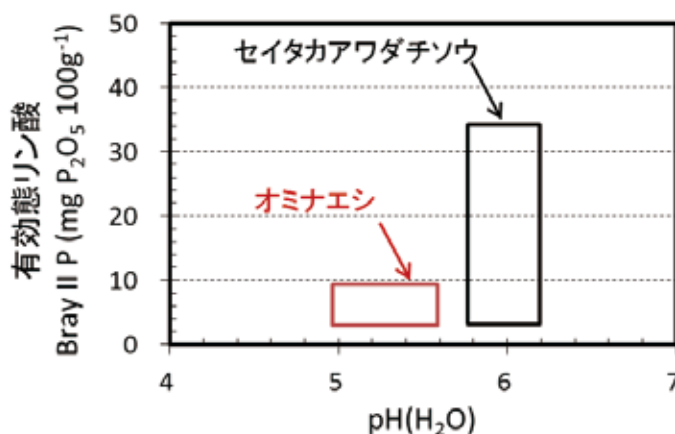


図2 セイタカアワダチソウ (□) とオミナエシ (○) の分布と土壤特性の関係。日本全国の草原植生を対象に、セイタカアワダチソウ (n=76) とオミナエシ (n=60) について、これらの植物が出現した地点の土壤 pH および土壤中有効態リン酸を調査し、それぞれの種が 50%出現する範囲を図中に示した。

ら溶出し、これによって植物がダメージを受けるためであるが、植物種によってはこのアルミニウムイオンの毒性を緩和するメカニズムを持っている。すなわち、アルミニウムイオンの毒性を解毒できるメカニズムを持っている植物はより強い酸性の土壌（より低 pH の土壌）に分布できる一方で、アルミニウムイオンに対する解毒機構を持っていない植物は酸性の強い土壌に分布することは難しいと考えられる。この、植物が持つアルミニウムイオンに対する解毒機構は、植物が進化の過程で強い酸性の土壌にも適応するなかで得た形質であると考えられる。すなわち、強い酸性土壌のもとで進化してきた植物はアルミニウムイオンに対する解毒機構を獲得している傾向が強いのだろうし、アルミニウムイオンが溶出しない弱酸性～中性～弱アルカリ性の土壌環境で進化してきた植物はアルミニウムイオンに対する解毒機構を持っていないと考えられる。ちなみに、土壌が酸性になるかアルカリ性になるかは、自然状態では概ね降雨量によって決まっており、雨が多い日本では強い酸性になりやすく、逆に乾燥地では土壌はアルカリ性に傾きやすい。このように、土壌の化学的特性は、植物の分布に大きな影響を及ぼす。このようなことから考えると、北アメリカ原産のセイタカアワダチソウは、アルミニウムイオンに対する解毒機構を持っていないか持っていたとしてもその能力は低く、そのため低土壌 pH 環境には適していないものと考えられる。これに対して、在来植物であるオミナエシは、酸性土壌において進化してきた履歴を持っていると思われ、アルミニウムイオンに対する解毒機構を持っており、そのため酸性が強い土壌（低 pH 土壌）でも生育可能であると考えられる。

植物が種ごとに得意とする土壌環境を持っており、その土壌環境適性に従って分布を変化させているとすれば、土壌の化学的特性を調べることによって、そこにどんな植物が分布し、どんな植生が成立するのかを予測できるようになると考えられる。これまでの知見から、多くの外来植物は土壌が弱酸性～弱アルカリ性でかつ有効態リン酸が高い土壌環境に出現しやすいと言える。ただし、そうでない外来植物もいることも明らかになってきた。たとえば、外来植物であるハルガヤは強い酸性の土壌にも分布できる。このような植物は、外来植物ではあるが日本の自然環境にも適応しているものと考えられ、したがって、安易に導入すると蔓延する危険性が高いと考えられる。このように、植物の蔓延リスクを土壌環境適性の面から評価できる可能性がある。

#### セイタカアワダチソウの蔓延を防止するためには：

上記に示した研究結果は、セイタカアワダチソウは日本本来の土壌環境にはあまり適応しておらず、人間活動によって改変された土壌環境において蔓延していることを示唆している。すなわち、セイタカアワダチソウに蔓延するチャンスを与えているのは私たちの活動であり、土壌環境をもとに戻さずにセイタカアワダチソウを駆除しても、その次に入ってくる植物はやはりセイタカアワダチソウである可能性が高いと考えられる。このことを確かめるために、セイタカアワダチソウなど数種の草本植物を pH の異なる土壌において栽培したところ、セイタカアワダチソウは低土壌 pH では生育が極端に悪くなることが明らかになった。また、過去に実施された地力保全基礎調査や土壌環境基礎調査（定点調査）の結果をとりまとめたところ、少なくとも茨城県南部の農耕地では、戦後土壌 pH の上昇や富栄養化が進行した様子が明らかになった（森田ら、2007）。セイタカアワダチソウは、明治時代に導入された当初は蔓延しなかったが、1940 年代以降に急速に蔓延したとされて



いる（多紀ら、2008）。これは、土壤環境の富栄養化や土壤酸性の中和と関連しているのかもしれない。

それでは、ほんとうに土壤の化学的特性を変化させるだけで、セイタカアワダチソウの蔓延を防止することができるのだろうか。このことを確かめるために、著者らは、セイタカアワダチソウが蔓延する山口県山口市の果樹園跡地において、土壤特性の変化が植生におよぼす影響を調査した（平館・楠本、2011；森田ら、2010、2011ab；藤間ら、2012）。試験地の土壤は赤黄色土であり、試験開始前には、果樹園として利用されていた頃に多量の石灰を施用した影響で、表層土壤の pH は 7.4 まで上昇していた。これに対して、周囲の未かく乱地では土壤 pH は 4.7 であった。そこで、この野外実験では、土壤 pH を低下させる資材として塩化アルミニウム 6 水和物を選び、この果樹園跡地の表層土壤 0~10cm について pH を 7.4 から 4.5 程度まで下降させる量（1.25 kg m<sup>-2</sup>）を施し、土壤 pH を変化させない無処理区と植生の推移を比較した。なお、実験開始時は、処理区および無処理区ともに、実験圃場に生育していた植物の地上部を草刈り機によって刈り取り持ち出した。

その結果、無処理区では相変わらずセイタカアワダチソウが優占する植生が維持された

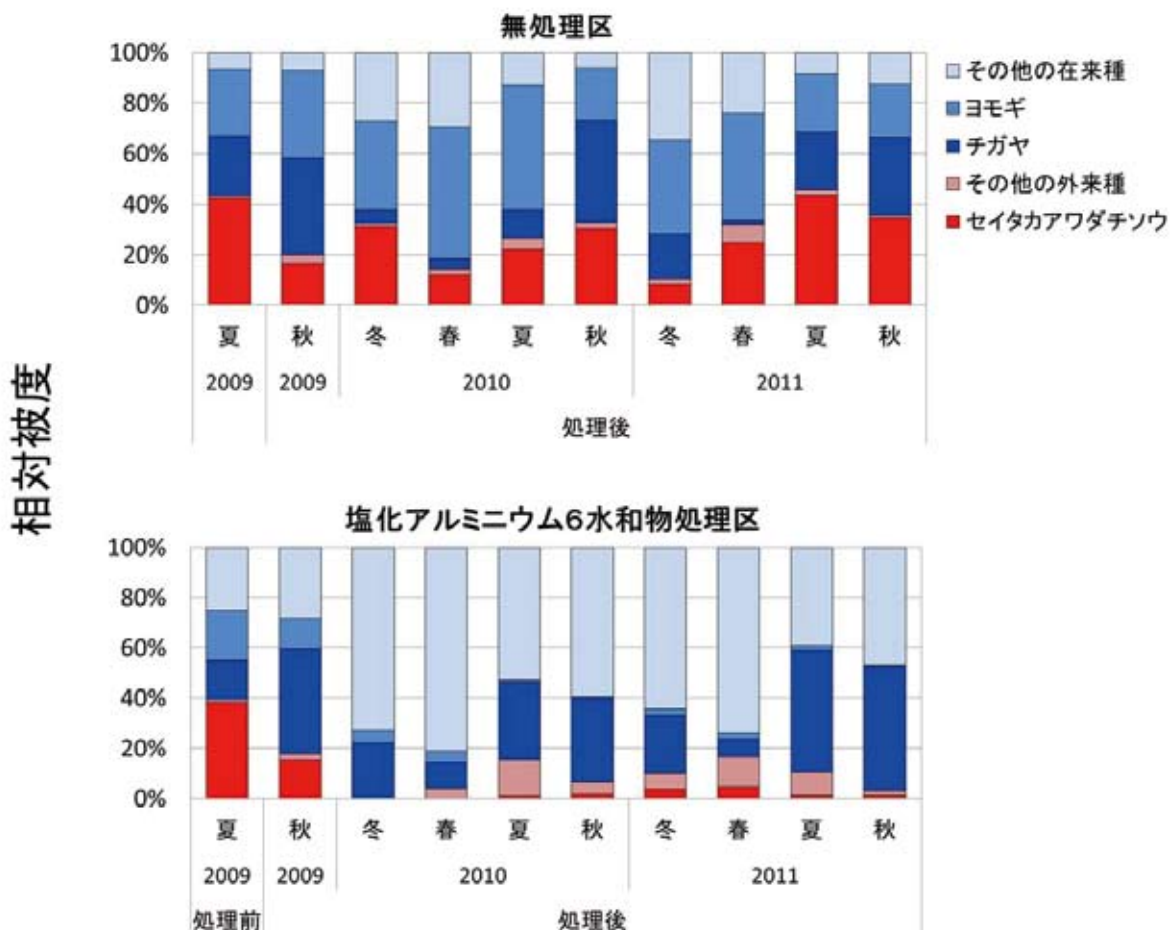


図3 野外圃場におけるセイタカアワダチソウの抑草実験結果

2009年夏に、処理区・無処理区ともに地上部を刈り取り、処理区では塩化アルミニウム6水和物を処理し、無処理区では何も処理せず、その後の植生の推移を調査した。2009年夏のデータは、刈り取り前のもの。

のに対して、塩化アルミニウム処理区では2年以上にわたってセイタカアワダチソウの被度が非常に低い状態に抑えられ、代わりに在来植物であるチガヤが優占する植生に推移した(図3)。また、実験期間中に観察された在来植物の出現種数は、無処理区では22種であったのに対して、塩化アルミニウム処理区では31種であった。一方、外来植物の出現種数は、いずれの区でも7種と同数であったが、無処理区では外来植物の生育量が大きかったため、外来植物：在来植物のバイオマス比は、無処理区で41：59であったのに対して、塩化アルミニウム処理区では2：98と圧倒的に在来植物が優占する植生となった。このように、塩化アルミニウム処理区では外来植物の蔓延が防がれ、同時に在来植物の生育にとって好ましい環境が誘導されたと考えられる。

セイタカアワダチソウは、成長速度が速く、また大型であるため、他の草本植物は太刀打ちできないと思われがちである。また、強靱で生命力の強い地下茎を持ち、耕起等によって細断しても細断された地下茎それぞれから植物体の再生が起るため、一旦はびこると排除することは容易ではない。たとえ除草剤によってその個体群を死滅させることができたとしても、数年後にまた別のセイタカアワダチソウ個体群がはびこるケースが後を絶たないため、非常に厄介な存在となっている。野外実験においては、このようなセイタカアワダチソウが、塩化アルミニウムを処理した場所だけには入ることができず、そこには草丈の低いチガヤが優占している様子が観察され(写真2)、またこのような状況が2年以上にわたって安定的に持続されている様子から、土壤環境が植生におよぼす影響の大きさが数字以上に実感された。

#### セイタカアワダチソウが教えてくれること：

上記の野外実験は、どのような植生タイプが出現するかを決めるうえで土壤環境は重要な要因になっていることを実証していると考えられる。また、塩化アルミニウムによる土壤特性の制御は、セイタカアワダチソウのような外来植物が優占する植生からチガヤのような在来植物が優占する植生へと誘導するための有効な技術となる可能性を示唆している。このような技術は、農地周辺のオープンスペースに限らず、国立公園のような生物多様性の保全上重要な場所や道路法面などさまざまな緑化場面でもニーズが増してきていると思



写真2 野外試験の様子

セイタカアワダチソウが蔓延していた場所も、塩化アルミニウムを処理した場所(黄色い枠内)は、在来植物であるチガヤの草原へと推移した。

われる。現在、この技術に関しては多くの問い合わせをいただいている。

セイタカアワダチソウが蔓延できないような土壌環境、あるいは在来植物が自然に生育できるような土壌環境は、一見理想的に思える。しかし、このような土壌環境は、農地における農作物の生産性の観点から見れば好ましくない状況であることに注意していただきたい。すなわち、農地における農産物の生産性の観点からは、富栄養的かつアルミニウムイオンによる生育障害が発生しないような弱酸性～中性の土壌が理想的である。そして、セイタカアワダチソウが蔓延しやすいのはまさにこのような土壌環境であり、逆にセイタカアワダチソウが生育しにくいような土壌環境を誘導するという事は、多くの場合、農作物の生産性も低下するという事を意味している。つまり、セイタカアワダチソウは、多くの農作物に近い土壌環境適性を持っており、私たちが農作物の生産性を向上させるために改良した土壌を選んで蔓延していると考えられる。実際、セイタカアワダチソウは、葉の中に含まれる窒素およびリンの含量は、いずれもオミナエシよりも高く、したがって体内の養分要求量は野草類よりも大きいと考えられる。また、前述したように、土壌が酸性になると極端に生育が悪くなる植物でもある。

このようなセイタカアワダチソウの特性から判断すると、セイタカアワダチソウが日本のあちこちで蔓延し問題となっているのは、セイタカアワダチソウが危険な性質を持っているからというよりは、セイタカアワダチソウが蔓延しやすい環境を広げてしまった私たちに原因があるように思われる。日本では、農地から農作物として持ち出す窒素やリンの量の倍もの量の窒素やリンを、毎年農地内に投入し続けている。その投入量は、農業生産のために必要だから投入されているわけでは必ずしもなく、慣行的に投入し続けられているケースも多い。その影響で、農地ばかりではなく、農地周辺も土壌環境が改変され、セイタカアワダチソウが蔓延する事態を招いているケースもあると考えられる。近年は、肥料価格の高騰もあり、農地に投入する肥料成分量の低減が図られているところではあるが、家畜を飼育するための穀物飼料はほとんどが海外からの輸入に頼っていることもあり、日本全体として見ると窒素およびリンは依然として流入過剰の状態にある。

このような状況から、塩化アルミニウムを施すことによるかつての土壌環境の回復は、それだけでは根本的な問題解決にはならないと考えている。見直すべき点は、窒素、リン、石灰など、肥料や土壌改良資材の日本における使い方や、その管理方法などではないだろうか。セイタカアワダチソウは、もちろん好ましい植物ではないが、蔓延する原因が私たち人間の活動に由来するものであり、セイタカアワダチソウはそれに反応して生育しているだけであるならば、セイタカアワダチソウはむしろ哀れな存在に思える。セイタカアワダチソウが蔓延していたら、富栄養化など土壌環境の変化をもたらした私たちの活動を反省すべきなのかもしれない。

#### 謝辞：

この記事の中で紹介した研究の一部は、環境省・環境研究総合推進費「野草類の土壌環境適性の解明と再生技術の開発」(H22～24)の予算により行われたものであり、ここに謝意を表します。

## 引用文献：

- 藤原俊六郎・安西徹郎・小川吉雄・加藤哲郎（編）. 1998. 新版土壌肥料用語辞典. 農山漁村文化協会.
- 平舘俊太郎・楠本良延. 2011. 外来植物のセイタカアワダチソウを衰退させ在来植物を中心とする植生に誘導する：土壌環境をコントロールしてセイタカアワダチソウの蔓延を防ぐ. プレスリリース（独立行政法人農業環境技術研究所）、2011年12月19日.
- 平舘俊太郎・楠本良延・森田沙綾香. 2009. 外来植物の侵入は土壌pHと有効態リン酸に関連している. 平成20年度研究成果情報（第25集）、独立行政法人農業環境技術研究所、30-31.
- 平舘俊太郎・楠本良延・吉武 啓・馬場友希. 2010. 土壌が支える生物多様性. 身近な自然の保全生態学：生物の多様性を知る（根本正之編著）、p. 131-148, 2010, 培風館.
- 平舘俊太郎・白川勝信・森田沙綾香・小柳知代・中西亮介・楠本良延・太田陽子・大竹邦暁・佐久間智子・堤 道生・高橋佳孝. 2011. 半自然草地における植物の分布と土壌特性の関係：広島県雲月山における放牧地と非放牧地の比較. 日本生態学会第58回全国大会、P1-023.
- Kusumoto, Y., Koyanagi, T., Morita, S., Hiradate, S., Shirakawa, K., Inoue, M., Yokogawa, M., Chibu, T., Ohta, Y., Tsutsumi, M., Takahashi, Y., and Ishikawa, S. 2012. The relation between species diversity of semi-natural grassland and chemical property of soil in Shiozuka plateau, Japan. 日本生態学会第59回全国大会、P3-174J.
- 森田沙綾香・平舘俊太郎・楠本良延・山本勝利・藤井義晴. 2007. 南茨城に分布するアロフェン黒ぼく土の化学的特性に対する人為的インパクトの影響. 日本ペドロジー学会2007年度大会講演要旨集、p. 24.
- 森田沙綾香・藤間 充・太田陽子・楠本良延・平舘俊太郎. 2010. 土壌環境制御による植生管理法の開発：第1報：土壌酸性化処理とそれにともなう植生変化. 日本土壌肥料学会講演要旨集第56集、p. 156.
- 森田沙綾香・小柳知代・藤間 充・太田陽子・楠本良延・平舘俊太郎. 2011a. 土壌環境制御による植生管理法の開発：第2報：土壌酸性化処理後1年間の植生モニタリング. 日本生態学会第58回全国大会、P3-260.
- 森田沙綾香・小柳知代・藤間 充・太田陽子・楠本良延・平舘俊太郎. 2011b. 土壌環境制御による植生管理法の開発：第3報：山口県と茨城県で実施した土壌酸性化処理とそれにともなう植生変化. 日本雑草学会第50回講演会講演要旨、56(I), p. 158.
- 多紀保彦（監）、財団法人自然環境研究センター（編集）. 2008. 日本の外来生物. 平凡社. 東京.
- 藤間 充・三浦雅史・泉 玄氣・平舘俊太郎・楠本良延・太田陽子・森田沙綾香・小柳知代. 2012. 土壌環境制御による植生管理法の開発：第4報：土壌酸性化処理による土壌の理化学性の変化. 日本土壌肥料学会講演要旨集第58集、p. 146.