

特集「緑化用種苗のトレーサビリティをいかに確保するのか —阿蘇における復元と種苗確保の取り組み—

研究集会「緑化用種苗のトレーサビリティをいかに確保するのか」 の概要および本特集の構成

生態・環境緑化研究部会

1. 研究集会の開催と熊本における活動について

生態・環境緑化研究部会では2017年9月に開催されたELR2017名古屋にて、研究集会「緑化用種苗のトレーサビリティをいかに確保するのか」を開催した。環境省の自然公園における法面緑化指針が示されるなど、地域性種苗の活用機運は拡大してきていると言える。しかし、実際に「地域性」の定義がはっきり決まっているわけではなく、取り扱いについても発注者や事業者がそれぞれ検討・確認するにとどまっているのが現状である。今後取り扱い方法を改善していくため、最新の研究内容を紹介し、現状と今後の方向性について下記の話題提供を中心に議論したいと考えた。

生態・環境緑化研究部会では、生物多様性に配慮した緑化事業の拡大、地域性種苗の普及や利用促進を目指し、種苗の実務に関わっているメンバーを中心に事業者、市民、住民など「実際に扱う」「実際に触れる」視点に重心を置いた活動を行っている。また、2016年熊本地震を受けて熊本県での現地見学会およびシンポジウム「熊本地震災害から学ぶ“緑”の役割とその再生」(2017年3月、概要は第42巻第4号に掲載)を行うとともに、その準備等で訪れた現地の関係各位との連携で始まった「阿蘇小規模崩壊地復元プロジェクト」、さらに自然公園周辺での種苗確保などに取り組んでいるところである。本特集はその中間報告としての内容を含んで構成したものである。研究集会およびプロジェクトへご協力を頂いた関係機関の皆様、あらためて深く感謝申し上げる。阿蘇の草原再生に関する問題を含め、研究部会として、そして学会として、これからも積極的に活動を継続、展開していきたいと考えている。

2. 研究集会の概要

日程：2017年9月23日(土) 13:30~15:30

※ELR2017名古屋の研究集会 C3 として開催

会場：名古屋大学 ES 館 ES ホール

プログラム：

I 話題提供

話題提供 1. 西野文貴 (株式会社グリーンエルム)

緑化植物調達の現状と規格・規制等について・苗木生産の立場から



話題提供 2. 吉原敬嗣 (紅大貿易株式会社)

緑化植物調達の現状と規格・規制等について・輸入種子
取り扱いの現場から

話題提供 3. 今西純一 (京都大学地球環境学堂)

外国産種子利用の問題と、遺伝的地域性の研究から実用
化が期待される技術について

話題提供 4. 津田その子 (中部電力株式会社)

現状で可能な発注方法などについての分析や提案

話題提供 5. 中村華子 (生態・環境緑化研究部会)

阿蘇小規模崩壊地復元プロジェクトと「熊本モデル」と
して試行する(予定の)公開在庫制度のご紹介

II 質疑応答・自由討論 司会：中島敦司 (生態・環境緑化研究部会長・和歌山大学)

なお、当日行われた質疑応答、意見交換の内容と話題提供者からの回答等について、当研究部会のホームページに、本特集および研究集会の報告とあわせて掲載する。

3. 本特集の構成について

標記の研究集会を受け、さらに阿蘇小規模崩壊地復元プロジェクトの経過報告を含めて本特集を構成した。内容は以下の通りである。

3.1 研究集会「緑化用種苗のトレーサビリティをいかに確保するのか」の概要および本特集の構成 (本稿)

3.2 話題提供の概要／報告(西野, 吉原, 今西, 津田, 中村)

3.3 阿蘇小規模崩壊地復元プロジェクトの2017年活動報告

3.4 阿蘇周辺自然公園の草原再生に関する種苗の使用範囲
についての見解 (生態・環境緑化研究部会)

特集「緑化用種苗のトレーサビリティをいかに確保するのか —阿蘇における復元と種苗確保の取り組み」

緑化植物調達の現状と規格・規制等について・苗木生産の現場から

西野文貴* 株式会社グリーンエルム

1. はじめに

今回、苗木生産者という立場で実績も踏まえながら話題提供を行った(図-1)。基本的には苗木生産を主として行っているのだが、植生調査を行える技術もあるため植生から見た地域性についての提案を行った。近年、このような話題は各方面から聞いてはいるものの、なかなかこれといった決定打が無いという背景がある。筆者からは過去に環境省などが植物の地域性について提案したものも交えながら話をした。



図-1 圃場の様子(一部)

2. トレーサビリティを確保した事例について

2.1 生産者が行なっているトレーサビリティについて

基本、生産者は自社が持つ圃場の近くで採取できる種から苗木生産を行う。他にも種子販売会社から購入することもあるが、購入を行うと苗木販売単価にも影響することから出来る限り自ら調達することが多い。また、木本植物の種子を同業者間で購入することもあるが、採取地域や年によって発芽率が大幅に変化する時もある。近年では演題にもあるようにトレーサビリティ要求の増加に伴い、生産者の中には種子採取を行った場所の位置情報をGPSなどで記録する者もいる。このような事が日常で行われることによって、緑化用種苗のトレーサビリティの質が向上すると思われる。今回の話題提供では筆者が今までに緑化用種苗のトレーサビリティについ

受注・発注の位置や流れについて



図-2 トレーサビリティを確保した事例3点について

て求められた事例をいくつかに分けて紹介した(図-2)。

2.2 トレーサビリティを確保した事例について

1つ目に大手ゼネコンからトレーサビリティを要求された事例があり、この場合は設計段階から話をいただいたので導入植物の市場調査を行い、その上で植物材料の入手・育苗を行なった(図-2)。どの地域から種子を採取するのが好ましいのか、種類によって地域性を分ける必要があるのか等の話を吟味することも可能であった。また、数年後に出荷する規格についての要求にも応える事が出来た。この事例については緑化用種苗のトレーサビリティを確保でき、今後もこのような早い段階から生産者などに伝えることで実現可能になると思われる。2つ目は地方ゼネコンからトレーサビリティを要求された事例があったが、前文に比べると出荷まで約1年期間が短いものであった(図-2)。木本植物については、同業者も含め圃場で現在生育させている苗木を中心に市場調査を行った。出荷する規格については現在圃場で育てているポット径よりも大きかったが、この事例ではポット径が大きいものに植え替える鉢替えという作業も可能であった(図-3)。草本植物については出荷までに発芽から育成までの期間が確保できたので、種子採取と播種を行い発芽率が悪い種類に関しては株分けなどを行った。草本植物は育成スケジュールが木本植物と違うので植栽計画を立てる際には注意が必要

*連絡先著者 (Corresponding author): 〒879-1505 大分県速見郡日出町大字川崎字辻の下 3125
E-mail: elm-1989@soleil.ocn.ne.jp



図-3 同じタブノキでも規格を変えて育成することができる



図-4 日頃から履歴の分かるような種子管理をする様子

である。草本植物は種類や規格にも左右されるが、ポット径が7 cm や9 cm などであれば早い段階で出荷する事が可能である。ポット苗の根が充実してないものは出荷が難しいが、今回のケースでは草本植物については種子採取から行い、根が充実しているポット苗を出荷する事ができた。木本植物の場合は各生産者の圃場で生育させている苗を調達するため、圃場で生育させている個体数が希望納入数に満たない場合はトレーサビリティが確保できない場合もある。3つ目に造園会社からトレーサビリティを要求された事例があり、この場合は出荷(植栽)までに時間が無く、トレーサビリティを要求されても応えられない事が多い(図-2)。例えば、長野県産のポット径10.5 cm で高さ50 cm のウツギが欲しいと言われても、受けた側としては長野県に圃場を持っている生産者に問い合わせをすることしかできない。その場合、2つ目の事例で行った鉢替えも出来ないため、規格は現状のまま出荷ということになる。また、種類によっては元々生産が少ないものもあるため、さらにトレーサビリティの確保が難しい時がある。このように、設計段階など出荷(植栽)までに期間が長く、余裕がある場合はトレーサビリティを確保しやすくなる。市場調査を行い植物材料がなくとも種子採取、株分け、挿し木などの栽培方法を行う事でトレーサビリティを確保することも可能である。それとは反対に植栽までに期間が短く、余裕が無い場合は市場に流通している苗でしか対応ができず、トレーサビリティを確保する事が困難である。

3. トレーサビリティ認定団体について

現在、様々な団体が地域性やトレーサビリティについて認定を行っているが、今回は筆者が依頼した「一般社団法人生物多様性保全協会」について話した。手順としては、制度の理解と必要資料と提出書類把握(事業者)、採取から出荷までの認定対象となる工程の記録(事業者)、申請書の作成(事業者)、申請書の提出(事業者から当協会(認定委員会)へ)、事業所認定審査(当協会審査員)、製品認定審査(当協会審査員)、認定書の発行(当協会(認定委員会)から事業者へ)となっている。この申請書の中では圃場の設備なども記載する必要があるが、最終的には審査員が直接圃場に来て判

断を行う。手続きとしては少し手間がかかると思う人もいるかもしれないが、トレーサビリティを第三者が認定するには、このような手順は最低でも必要であると思われる。近年では、この認定が公共事業の特記事項にも記載されることもあるので、生産者も含め各業者は留意しておくべきである。生産者として、「緑化用種苗のトレーサビリティをいかに確保するのか」について纏めると3つの項目が必要だと考えられる。1つ目としてGPSや採取写真など【採取地の情報】、2つ目として圃場の施設情報など【育成地の情報】、3つ目として生育中の情報など【育成中の情報】、従って日頃より履歴の分かる生産体制を整えておかなければならない(図-4)。

4. 地域性について

4.1 地域性区分について

近年、トレーサビリティと共に地域性については沢山の議論が交わされているが、今もお決定打が出ていないのが現状である。話題提供として、「地域性区分について」、「過去の地域性区分について」、「植物社会学を応用した地域性区分の提案」について話した。地域性区分については「何のために地域性を重視するのか、いつから樹木を移動させてきたのか、地域性を守らないことで何が起きるのか」の3点について話をした。1点目については、植栽後に健全な生育を促すため、他にも遺伝子の攪乱を防ぐためなど様々である。2点目は、古くは平安時代から移動させており、江戸時代では特に移動させていたとされる。3点目は、筆者も未だに確認できていないが想定外の事が起きるとされる。(例えばネズミモチとトウネズミモチが交雑する可能性があるかもしれない。図-5, 6)。過去の地域性区分については、平成19年度に作成された「地域性由来緑化植物の供給体制整備に関する検討調査委託業務報告書」を参考に話をした¹⁾。これはインターネット上で公開されており、その中の一部で過去にどのような地域性区分が行われていたか綺麗に整理されていたので紹介した。

4.2 過去の地域性区分について

過去の地域性区分として、「日本植物区系」、「林業種苗法種苗配布区域」、「生物多様性保全のための国土区分(試



図-5 葉 左：在来種ネズミモチ 右：外来種トウネズミモチ



図-6 種 左：ネズミモチ（溝無し） 右：トウネズミモチ（溝有り）

案)」、「植生帯のエリア」、「ESU の考え方に基づく日本の温帯性緑化用苗木適用のための国土区分試案」があげられている（図-7）。その区分に使用された主な指標は、「気候」、「地史」、「植生」、「遺伝子」である。この中でも、過去の地域性区分で全部に丸がついている「植生」に着目して話をした（図-8）。日本の植生は過去に隔々まで調査されており、ある環境にはそれに対応した植物群落が出現する傾向があることも判明している。これを体系化して纏めた学問として植物社会学が存在し、植生図にはじまり生態学的緑化や植生復元など、その活用と応用は多岐に渡り現在も発展し続けている²⁾。しかし、植生調査や組成表の作成・解析には植物同定能力や野外調査など技術と経験が必要なもの事実である。

4.3 植物社会学を応用した地域性区分の提案について

今回は組成表と植物社会学を活用した新しい地域性区分の提案について話をした。組成表は縦軸に調査区内で出現した植物名、横軸に調査箇所の標高や斜面方位などの立地環境を記載する。基本的に調査区内で出現した植物名を記載するため、植物の大まかな分布を読み解く事ができる。組成表は国や地域の違う組成表と組み合わせることで、植物地理学などにも応用することができる。野外に出現する多くの植物と植物群落は日本の多様な自然環境下に成立しており、今日までに幾度となく種分化と分布の拡大と縮小を行ってきた。組成表に記載されている植物と植物群落はそのような今までの変遷を反映しており³⁾。従って、その分布域内では植物たちは自ら移動する事ができると考えられ、現在も様々な種子散布

今までの植生地域区分（平成19年度 地域性在来緑化植物の供給体制整備に関する 検討調査委託業務 報告書）

表 2.3 植生地域区分

区分名	発表年等	特 徴	区分の主な指標			
			気候	地史	植生	遺伝子
日本植物区系	- 前川文夫 1974 年 - 日本の植物区系（玉川大学出版部）	日本列島の地史的背景を基盤として現在の植物相を 9 地域に区分している。	○	○	○	
林業種苗法種苗配布区域	- 林業種苗法 （昭和四十五年五月二十二日法律第八十九号） - 平成一九年三月三〇日法律第八号	- 気候その他の自然条件からみて、概ね当該樹木としての生育に適すると認められる区域を配布区域として指定している - 生産事業者及び配布事業者は、種苗の配布区域が指定されているときは、当該配布区域以外の区域を受取地として種苗を配布してはならない。	○		○	
生物多様性保全のための国土区分（試案）	- 環境庁 - 平成 9（1997）年 12 月 - 平成 13（2001）年 10 月重要地域情報の再整理	- 日本列島の地史的成立経緯と生態系の基盤である植生に強く影響する気候的要素等に着目し、10 地域に区分している。 - 区域の生物学的特性を示す植生等、注目すべき生態系のタイプを定め「重要地域情報（試案）」として公表している。	○	○	○	
植生帯のエリア	- 国土技術政策総合研究所緑化生態研究室報告 - 平成 14（2002）年 1 月	- 気候要因等を基にエリア区分し、そのエリアを代表する植生やその構成種を類型化している。 - 地域の基本となる種を抽出し、種子等をストックすることで地域に即した緑化を計画的に進めることが可能となる。	○		○	
ESU の考え方に に基づく日本の 温帯性緑化 用苗木適用の ための国土区 分試案	- 小林達明・倉本宣 - 平成 18（2006）年 3 月 - 生物多様性緑化ハンドブック	- 植物の種内系統の分析結果による進化的重要単位（ESU）に基づき、温帯性木本植物の緑化用苗木を対象に 18 地域に区分している。 - 河原や湿原など隔離されたハビタットを持つ植物には、他の集団から独立して管理できる管理単位（MLU）の考え方にに基づき、水系など地形単位毎に地域性を設定する。			○	○

図-7 過去の地域性区分について

Tab. 10. ホツバカナワラビースタジイ群集 (i) およびミミズバイースタジイ群集 (ii)

Arachniodes-Castanopsisietum sieboldii (i) u. Symplocos glaucae-Castanopsisietum sieboldii (ii)		調査区												
Spalte:		調査区分		調査年月日										
Laufende Nr.:		調査区分		調査年月日										
Datum d. Aufnahme:		調査区分		調査年月日										
Ort d. Aufn. (Signal d. Präf.):		調査地 (県名)		調査年月日										
Größe d. Probe(he)s:		調査面積		調査年月日										
Höhe d. Meer(ess):		海拔高度		調査年月日										
Exposition:		方位		調査年月日										
Neigung(°):		傾斜		調査年月日										
Höhe d. Baum(schicht-1)(m):		高木第1層の高さ		調査年月日										
Deckung d. Baum(schicht-1)(%):		高木第1層被覆率		調査年月日										
Höhe d. Baum(schicht-2)(m):		高木第2層の高さ		調査年月日										
Deckung d. Baum(schicht-2)(%):		高木第2層被覆率		調査年月日										
Höhe d. Strauch(schicht-1)(m):		低木層の高さ		調査年月日										
Deckung d. Strauch(schicht-1)(%):		低木層被覆率		調査年月日										
Höhe d. Kraut(schicht-1)(m):		草本層の高さ		調査年月日										
Deckung d. Kraut(schicht-1)(%):		草本層被覆率		調査年月日										
Artenzahl:		出現種数		調査年月日										
Zahl d. Aufnahme:		調査区数		調査年月日										
Mittlere Artenzahl:		平均出現種数		調査年月日										
Kenn- u. Fremarten d. Ass.:		群集構成種および区分種		調査年月日										
Rhus succedanea		ニホハ		調査年月日										
Eucalyptus japonicus		ユーカリ		調査年月日										
Deutzia scabra		ツバキ		調査年月日										
Cephaelis harringtonia		ハナハコ		調査年月日										
Farfugium japonicum		ツバキ		調査年月日										
Elaeagnus macrophylla		ツバキ		調査年月日										
Clerodendron trichotomum		ツバキ		調査年月日										
Ardisia pusilla		ツバキ		調査年月日										
Ligustrum japonicum		ツバキ		調査年月日										
Symplocos glauca		ツバキ		調査年月日										
Ophiopogon obliquifolius		ツバキ		調査年月日										
Gardenia jasminoides f. grandiflora		ツバキ		調査年月日										
Symplocos pseudofolia		ツバキ		調査年月日										
Prunus spinulosa		ツバキ		調査年月日										
Meliosma rigida		ツバキ		調査年月日										
Artem. d. Camellileica japonicaci		ヤブコウジ		調査年月日										
Castanopsis cuspidata var. sieboldii		ツバキ		調査年月日										
Persaea thunbergii		ツバキ		調査年月日										
Trachelospermum asiaticum var. intermedium		ツバキ		調査年月日										
Ardisia crenata		ツバキ		調査年月日										
Camellia japonica		ツバキ		調査年月日										
Buxus japonica		ツバキ		調査年月日										
Maesa japonica		ツバキ		調査年月日										
Dryopteris erythrosora		ツバキ		調査年月日										
Cinnamomum japonicum		ツバキ		調査年月日										

図-8 ミミズバイースタジイ群集の組成表

例: 日本のスタジイ林の分布図(一部)



図-9 日本のスタジイ群集の分布図(一部)

などを通して移動している。例えば、スタジイは九州から東北地方まで自分達で移動して現在のスタジイ林を形成してきた。しかし、日本にあるスタジイ林の中でも地域によってスタジイ林内に出現する種類（種組成）が変化するため、地域によってスタジイ林から受ける雰囲気や印象が異なる。例えば、ミズバイースタジイ群集と名付けられた群集は太平洋側に出現する傾向にあり、ヤブコウジースタジイ群集は日本海側に出現する傾向がある（図-9）。それぞれの林分（群集）には特徴的に出現する種類があり、それは各植物の分布域と対応している。両方の群集に出現する種類（共通種）については、その分布域内であれば植物たち自ら移動できると考えられる。初期緑化目標群落、最終緑化目標群落のどちらかミズバイースタジイ群集になった場合、その植物群落の分布域内であれば群落を構成する植物たちは自ら移動することができるので、その分布域内で人間が植物を移動させても大きな問題はないと考えられる。これにより、今まで作成された植生図や組成表を活用できるだけでなく、日本の自然環境下で植物たち自ら決めた分布域を反映し守る事ができる（図-9）³⁾。さらに組成表には現在緑化植物として流通している種類の殆どが記載されており、活用するには適していると言える²⁾。

現在、様々な遺伝子から解析した植物の地域性について研

究が進められ、それを活用した植物の流通地域を制限する提案もあるが、生産者としてそれでは経済的に成り立たないことがある。また、例えばスタジイを九州内しか流通してはいけないとなった場合、よく円グラフで表される遺伝子情報は将来九州の遺伝子情報で大半が埋められる可能性がある。生物多様性の概念にある「生態系の多様性・種の多様性・遺伝子の多様性」を考慮すると、植物の流通（人為的影響）が上記を大きく変えなければ、範囲内であれば大きな問題ではないと思われる。むしろ、今までの様々な気候変動と天災を乗り越え何百年・何千年かけて生き残った植物が創り上げた自然に我々自ら足を運び、現場を元に考えなければいけない岐路に立っていると思われる。

引用文献

- 1) 環境省・自然環境局・国立公園課・国土交通省・都市・地域整備局・公園緑地課 (2008) 平成 19 年度地域自立・活性化事業推進費（調査分）平成 19 年度地域性在来緑化植物の供給体制整備に関する検討調査委託業務報告書：37～44.
- 2) 宮脇昭（編著），（1985）“日本植生誌 6.中部”，Tab 10.（別冊付表），至文堂，東京
- 3) 宮脇昭・奥田重俊（編）1990. 日本植物群落図説（別冊）. 至文堂，東京

特集「緑化用種苗のトレーサビリティをいかに確保するのか —阿蘇における復元と種苗確保の取り組み—

緑化植物調達の現状と規格・規制等について —輸入種子取り扱いの現場から

吉原敬嗣* 紅大貿易株式会社 緑化事業部

1. はじめに

生物多様性保全が重要であることは環境省の自然公園における法面緑化指針¹⁾にも示されているが、現状の緑化工事で使用される種子は主に外国産である。ELR2017名古屋の研究集会では、外国産緑化用種子の輸入時に関わる法令と国内での流通形態を紹介し、国内産在来種および地域性種苗の種子のトレーサビリティを確保する際の課題を述べた。本稿では、その内容とともに国内産在来種および地域性種苗の種子の普及に向けた意見を追記した。

2. 外国産緑化用種子と国内産緑化用種子の流通状況

農林水産省の植物防疫統計⁶⁾からは、外国産種子の一部について輸入数量が把握できる。データが公開されている植物種のうち主な緑化用種子について、2017年の数量が多い順に過去3年分を表-1にまとめた。統計資料の検査数量から廃棄数量を引いた数量を輸入数量とし、表中の品目名称は統計で使用されているまま記載した。ただし、個々の植物(種子)ごとに種子の純度や大きさが異なるため、数量(重量)順=種子粒数が多い順ではない。

輸入数量の上位は外来草本類(芝草・牧草)だが、数量にはゴルフ場等で芝生として利用されるものを含む。4省庁の報告「平成17年度外来生物による被害の防止等に配慮した緑化植物取扱方針検討調査²⁾」に記載された種子輸入会社か

らの供給先として、法面施工業者向け60~81%、法面資材業者向け3~19%とあることから、外来草本類(芝草・牧草)の輸入数量のうち、少なくとも半数は緑化工事に使用されていると推察できる。外国産在来種は緑化工事向け以外での使用は基本的にないことから、外来草本類(芝草・牧草)の使用量は外国産在来種のよりも多いと思われる。外来草本類(芝草・牧草)の緑化工事への使用が多い理由は、公共工事の市場単価における主体種子であること、世界的な流通量が多く、品質(発芽率・純度)が安定して高いこと、価格も在来種よりも安価で、緑化工事での使用時の各種リスクが少ないためと思われる。同様に市場単価の主体種子である外国産在来種の輸入数量は外来草本類(芝草・牧草)に続き多く、その理由は、「主体種子は外国産が対象」と明記されていること、同名植物の国内産在来種・地域性種苗よりも流通量が多く安価であるためと思われる。外来草本類(芝草・牧草)、外国産在来種に区分されない、イタチハギやエニシダなどの外来野草本類は過去に多く利用されていたが、近年の輸入数量は極めて少ない。

一方、緑化工事で使用される国内産種子(国内産在来種・地域性種苗)については、種類や数量の推移を推察または把握できる統計資料はない。4省庁の「平成18年度生態系保全のための植生管理方策及び評価指標検討調査(生態系保全のための植生管理方策検討調査)報告書⁴⁾」によると、当時の国内産在来種の供給量は4.26tで外国産在来種の供給量は389.74tとある。2017年現在、当社の国内産在来種の取扱量は当時と比べ増加傾向ではあるが、大幅な変化はない。その理由として市場単価制度など社会的な事情もあるだろうが、国内産種子は外来草本類(芝生・牧草)の様に、トレーサビリティを含めた流通形態が確立されていない事も一因であると思われる。

3. 外国産緑化用種子の流通形態

3.1 輸入時と国内流通時に関わる法令

種子の輸入には、ワシントン条約、カルタヘナ法、外来生物法、関税法、植物防疫法が関わる(食用種子向け食品関連の法令を除く)。現状で緑化工事に使用される主な緑化用種子は、ワシントン条約、カルタヘナ法、外来生物法で輸入等

表-1 主な緑化用種子の輸入数量(t)

品 目	2015	2016	2017
ホソムギ(ペレニアルライグラス)(その他)	994.9	743.7	786.1
ウシノケグサ属(その他)	505.7	448.0	552.6
ナガハグサ(ケンタッキブルーグラス)(その他)	249.2	236.8	234.8
シロツメクサ(その他)	164.6	153.2	203.8
ギョウギシバ(バミューダグラス)(その他)	83.8	71.4	86.4
ハギ属(その他)	98.0	63.1	34.7
ヨモギ(その他)	28.8	29.1	8.7
コマツナギ属(その他)	22.1	19.8	5.9
ヤシバシ(樹木)	0.7	1.4	0.3
ススキ(その他)	15.4	13.7	0
クロバナエンジュ(イタチハギ)(その他)	4.5	0	0

【商品名】 証 票	
トールフェスク	
【数量】 1	【単位】 kg
発芽率: 80%以上 検査年月: 2017年9月 生産地: アメリカ 採種年月: 2016年7月 備考:	
 Benidai 紅大貿易 株式会社 東京都千代田区神田司町2-8-3	

指定種苗の種子に
添付している証票例
(種苗法による表示義務あり)

【商品名】 証 票	
コマツナギ:日本産逆輸入種子	
【数量】 1	【単位】 kg
発芽率: 60%以上 検査年月: 2017年8月 生産地: 中国 採種年月: 2016年11月 備考:	
 Benidai 紅大貿易 株式会社 東京都千代田区神田司町2-8-3	

指定種苗ではない種子に
添付している証票例
(表示義務なし, 自主的)

【商品名】 証 票	
チカラシバ: 日本産	
【数量】 14.80	【単位】 kg
発芽率: 98% 検査年月: 2017年8月 採種地: 和歌山県伊都郡(高野山) 採種年月日: 2016年11月26日 備考:	
純度: 99.7%, g粒数: 165粒	
 Benidai 紅大貿易 株式会社 東京都千代田区神田司町2-8-3	

現状で地域性種苗の種子に
添付している証票例
(表示義務なし, 自主的)

図-1 緑化用種子に添付している証票例

の規制および禁止されている植物種に該当しない。また植物防疫法により輸入が禁止されている植物種にも該当しないが、輸入禁止植物や土壌が混入している種子は植物検疫不合格となり輸入できない。植物検疫に合格し、関税法に従い輸入申請を行い、条件を満たすと輸入許可となり、国内で流通が可能となる。なお関税法により輸入申請時には種子の産地情報が必要である。

種子の国内流通には、主要農作物種子法(2018年4月廃止)、林業種苗法、種苗法が関わる。主要農作物種子法の対象植物種に緑化工事で使用される主な緑化用種子はない。林業種苗法の対象植物種にアカマツ、クロマツがあるが現在の緑化工事では主に使用されていない。種苗法の対象植物種として、農林水産大臣が定める指定種苗⁵⁾には18種の芝草があり、緑化工事で使用される外来草本類(芝草・牧草)の多くが該当する。該当する外来草本類(芝草・牧草)を販売するには、見た目では判らない品質や生産地の表示などの義務があり、種苗業者の氏名又は名称及び住所、種類及び品種、生産地、採種の年月又は有効期限及び発芽率、数量、その他農林水産省令で定める事項を表示した証票を添付しなければならない(種苗法第五十九条)。具体的な表示方法の例として、指定種苗に該当するトールフェスクに添付する当社の証票を図-1(左)に示した。指定種苗のうち、花や野菜などについては証票に表示する発芽率の品質基準値が種苗法で定められているが、芝草の品質基準値はない。そのため一般社団法人日本草地畜産種子協会の「飼料作物種子証明規程」による牧草・飼料作物の種子品質基準(発芽率・純度)が緑化用種子にも便宜的に用いられている。唯一クリーピングベントグラスについては、指定種苗であるが牧草ではないため、草地畜産種子協会の品質基準が無く、後述する欧米の基準が適用されている。また、トレーサビリティに関係する産地の表示については外国産のものは国名、日本国内産のものは県までの表示義務がある。

なお指定種苗制度は、農業生産者を種苗の需要者としており、彼らを保護することを主な目的としているため、基本的には緑化用種子の使用者のための品質表示に関する法令では

ないと考えられる。そのため緑化工事においても使用される芝草は指定種苗に該当するが、専ら緑化工事でのみ使用される野草木類(外国産および国内産在来種、地域性種苗)についてはノシバを除き指定種苗に該当しない。指定種苗に該当しない植物種についての品質や産地等の法的な表示義務はなく表示は取扱業者により自主的に行われている(図-1の中と右)。

3.2 取扱業者による生産地を含む品質表示

緑化用種子を取り扱う業者が義務または自主的に添付する証票に記載する情報には、純度と粒数(1gの種子に含まれる種子数)の記載が無い。つまり緑化工事を行う際、使用する種子の数量を決定するために必要な情報が網羅されていない。そのため緑化用種子を取扱う業者は、図-2の様な種子の性状を記載した書類(種子品質証明書、種子検査証明書など各社で名称は違う)を発行し、緑化工事において必要な品質を表示している。この書類はミルシートと呼称されることが多い。緑化用種子の取扱業者では、発行するミルシートへ記載する種子の性状を確認するため、自ら品質確認検査を行ったり、第三者機関(種苗管理センターなど)へ検査を依頼している。第三者機関に緑化用種子全般を専門に検査する団体は無い。

2017年 4月 1日						
種 子 品 質 証 明 書						
_____ 殿						
 紅大貿易 株式会社 東京都千代田区神田司町2-8-3 TEL 03-3256-0051						
下記種子の性状は、記載された通りであることを証明いたします。						
商品名 (植物名・品種・規格)	生産地 (採種地)	発芽試験温度 (℃)	算定締切日 (日)	発芽率 (%)	純度 (%)	標準粒数 (粒/g)
1-872137	7798	20-30	14	80%以上	95%以上	400
・発芽試験温度(℃): (例)20-30は1日24時間のうち20℃を16時間、30℃を8時間の室温を試験開始から算定締切日まで繰り返す。 ・算定締切日: 発芽試験の基本的な試験期間 ・発芽率 = $\frac{\text{発芽粒数}}{\text{供試粒数}} \times 100$ ・純度率 = $\frac{\text{純度種子重量}}{\text{供試種子重量}} \times 100$ 品質確認試験はISTA(国際種子検査協会)の定めるISTA(国際種子検査規程)に準拠して実施しています。						
作成者: 種印						

図-2 種子の性状を記載した書類(ミルシート)

3.2.1 外来草本類（芝草・牧草）

前述の通り、指定種苗に該当する植物種については、出荷時に添付する証票とミルシートへ、種子性状や産地を表示している。また、外来草本類（芝草・牧草）は主に欧米から輸入されているが、産業種としての取り扱い年数が長いこと輸出の保証制度があり、輸入前に品質等を確認できる。アメリカでは AOSCA (Association of Official Seed Certifying Agencies) による種子の品質保証制度があり、ヨーロッパやオセアニアでは OECD (経済協力開発機構) の品質保証制度がある。発芽率や純度の他にも遺伝的な純度が保証されるなど、世界的に確立した制度のもとで種子が流通している。これらの外来草本類（芝草・牧草）は生産種子として流通しており、生産圃場の管理に関するルールもあるため、品質が安定している。品質確認方法についても国際種子検査協会 (ISTA) が定める国際種子検査規定 (IRST) に植物種ごとに記載がある。芝草・牧草として流通する指定種苗でない外来草本類（芝草・牧草）の記載も含まれるため品質確認が容易である。よって取扱い業者は、指定種苗でない外来草本類（芝草・牧草）についても指定種苗と同様に種子性状や産地などを証票とミルシートに表示している。なお、日本草地畜産種子協会の定める基準値には発芽率と純度はあるが粒数はない。外来草本類（芝草・牧草）の粒数は品種により異なることもあり、粒数の数値は取扱い業者がそれぞれ設定している。

3.2.2 外国産在来種

メドハギ、ヤマハギ、ヤハズソウ、ノシバの4種については、アメリカで飼料用途、芝生用途で種子が生産されている。日本国内で流通する種子の一部はこのアメリカ産が輸入されている（ハギ属とノシバの輸入数量と輸出国は植物防疫統計から確認できる）。生産種子であり、アメリカでの品質表示があるため、前項の外来草本類（芝草・牧草）と同様な取扱いができる（ノシバは種苗法による指定種苗に該当）。

上記の4種類の一部とその他の外国産在来種は主に中国から輸入されているが、群生する自生個体から採種されており、基本的に生産種子ではない。中国国内の緑化工事でも日本で流通する外国産在来種が使用されているが、緑化工事後年数の経過した緑化施工地から採種されることもあり、その場合まるで生産しているような状況だが、採種年や採種地による品質のばらつきが大きく、生産種子とは言い難い。そしてほとんどの外国産在来種の品質確認方法は国際種子検査規定で定められていないため、規定に準じた方法で品質確認検査が行われている。また、これらの外国産在来種は外来草本類（芝草・牧草）のように産業種として長く取り扱われていないため、中国国内の品質保証制度はない。緑化用種子以外の用途で利用されることがなく、他業界の定める基準値もないため、緑化用種子を取り扱う主要な業者が所属する一般社団法人日本種苗協会の芝・牧草部会にて、緑化用野草木種子の流通品質基準（目安）が設定されている。この基準値には目安となる発芽率・純度・粒数が含まれ、取扱い業者は自主的に指定種苗の表示方法と同様に証票とミルシートへ種子性

状や産地を表示している（図-1の中）。

ところで、外国産在来種の中には日本のある地域で採種した種子を原種子として海外で生産した生産種子が流通しており、ヨモギ、コマツナギ、イタドリなどがある。これらは生産種子であり、従来の外国産在来種よりも品質のばらつきが少なく、国内産在来種や地域性種苗よりも流通量が多い。

4. 国内産在来種、地域性種苗の品質表示における課題

第2章で示した通り、2006年頃の国内産在来種の平均流通量は4.26tという情報がある。また、環境省と国土交通省の「地域性在来緑化植物の供給体制整備に関する検討調査委託業務報告書³⁾」から、2007年頃の地域性種苗の流通量は約550kgと記載がある。現在の流通量は不明だが、当社の現在の流通量は過去よりも増えている。地域性種苗の流通に際し、図-1の右のように、他の種子と同様に証票を添付し、種子の性状や産地を表示している。場合により粒数を含めた品質確認検査の結果実数値を表示している。その際、トレーサビリティの明確化のため、産地情報をできるだけ細かく表示することもある。

しかし、地域性種苗を取扱う際には課題があると考えており、研究集会では2つの課題と留意すべき点を1つ述べた。

4.1 品質に関する課題

地域性種苗として多様な植物種が必要となる場合が多い。国内産在来種として既に流通の多い植物種であれば品質基準値の設定や品質検査は容易だが、取扱い実績の少ない植物種については、種子の品質に関わってくる採種方法、精選・加工方法、貯蔵方法が確立されていないことが多いため、品質基準値の設定が困難となる。また、品質検査方法自体も確立されていないことが多く、検査に時間を要する。

しかし現状の緑化工事においては、使用する種子の数量を算出するために、種子の発芽率、純度、粒数が必要とされ、品質検査結果の照合のためにも基準値が必要となる。

また、地域性種苗の種子は外国産在来種や国内産在来種と比較して品質のばらつきが大きい。夾雑物が多い場合など、ロット内の品質のばらつきも大きく、葉や茎など、種子よりも大きな夾雑物が多い場合、品質検査を実施するためのサンプリングが困難な場合もある。対応策として、ロット内の品質が均一になるよう再精選や攪拌作業などを行うと、種子価格が上がり、使用されにくくなってしまう。

4.2 地域性系統の証明に関する課題

本特集のタイトル通り、流通する地域性種苗のトレーサビリティを確保することは重要であり課題である。現状では取り扱う地域性種苗に対してできるだけ細かい採種場所を表示しているが、その場所の種子がその地域の地域性系統であるかは判断できない。採種した地域性種苗の種子を利用できる範囲に関する研究が進みつつあるが、基準は明確に示されていない。また、地域性種苗として採取した種子が他地域の地域性種苗と交雑している場合は許容されるのか、交雑している種子が混入している場合にはどの程度の割合であれば許容されるのかなど、課題は多くあると考える。実際に生物多様

性保全に配慮した緑化を現場レベルで行う際には、それらの基準の設定が求められる。

4.3 サンプル検査であることの留意

種子はその性質上、品質を確認するために全量を検査することは非現実的または不可能である。そのため、できるだけ信頼性の高い結果を得るためには、1つのロットに対しそのロットを代表するサンプルを採取することが重要である。これは遺伝子の地域性を検査する際の遺伝子分析も同じである。つまり全量検査でなくサンプル検査であるため、その結果をもって、その種子すべてが品質基準を満たし遺伝的地域性を有するとはいえない。この点について、検査方法が確立され、現在行われている検査についても、結果を利用する際に留意すべき事項と考える。

5. 課題解決のための意見

地域性種苗の普及には、前章の課題を解決する必要があると考え、本稿に意見を追記する。

前章の2点の課題を現在の緑化工事の運用方法（品質基準値や品質表示）に見合うかたちで解決しようとする、外国産種子よりも高価な国内産在来種および地域性種苗の種子の価格はさらに上がるだろう。安価であれば国内産在来種や地域性種苗の普及が進む可能性がある。地域性種苗を使用し、生物多様性に配慮した緑化を行い、緑化目的を達成する

ためには、品質および遺伝子情報の正確性は重要であるが、柔軟な基準値の設定や品質規格があっても良いと考える。具体的には、緑化施工をする上で支障がない程度に種子精選を簡素にし、純度は低くなるが種子1粒あたりの価格が安い低純度種子規格などを検討したい。

引用文献

- 1) 環境省自然環境局 (2015) 自然公園における法面緑化指針, 同解説編, 69 pp.
- 2) 環境省, (更新 2006 年 12 月 25 日). “平成 17 年度社会資本整備事業調整費 (調査の部) 「平成 17 年度外来生物による被害の防止等に配慮した緑化植物取扱方針検討調査」の結果について”. 環境省ホームページ.
<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=7857> (参照: 2017 年 1 月 16 日)
- 3) 環境省・国土交通省 (2008) 地域性在来緑化植物の供給体制整備に関する検討調査委託業務報告書, 263 pp.
- 4) 環境省・農林水産省・林野庁・国土交通省 (2007) 生態系保全のための植生管理方策及び評価指標検討調査 (生態系保全のための植生管理方策検討調査) 報告書, 217 pp.
- 5) 農林水産省. “指定種苗制度”. 農林水産省ホームページ.
<http://www.maff.go.jp/j/shokusan/tizai/syubyo/> (参照: 2017 年 1 月 16 日).
- 6) 農林水産省植物防疫所. “植物検疫統計”. 植物防疫所ホームページ. <http://www.maff.go.jp/pps/j/tokei/index.html> (参照: 2017 年 1 月 16 日).

特集「緑化用種苗のトレーサビリティをいかに確保するのか —阿蘇における復元と種苗確保の取り組み—

遺伝的地域性に配慮した種苗供給の必要性和トレーサビリティの確保

今西純一* 京都大学大学院地球環境学堂

1. はじめに

土木施設や建築物の建設等にもなって作られる人工的斜面である法面は、裸地状態のままであると、風雨や凍結融解による侵食、表層崩壊の危険が増すため、また、景観面においても周辺と調和しないことから、しばしば積極的に緑化が図られる。さらに近年は、開発によって劣化させてしまった地域の生態系を修復することも目的として、緑化が行われるようになっている。

法面緑化に使用される植物に関しては、費用や入手の容易さ、安定した発芽特性等の観点から外来牧草類が現在も多用されている。一方で、地域の生態系に配慮するために、在来植物が採用されることもある。しかし、国内産種子が比較的高価であることや、遺伝的攪乱等のリスクについてまだ十分には知られていないことから、外国産の種子が利用される事例が多い。

種としては在来種であっても、外国産であるものを外国産在来種という。外国産在来種の利用は、種レベルでは問題がないように見えても、遺伝子レベルでは問題となる可能性が高い。そのため、在来植物の利用にあたっては遺伝的地域性に配慮した種苗（地域性種苗）を選定する必要性を周知する必要がある。また、地域性種苗の供給体制の構築に関しても検討すべき課題が多い。本稿では、研究集会において話題提供した内容をもとに、遺伝的地域性に配慮した種苗供給の必要性和、トレーサビリティの確保における課題について述べたい。

2. 植物生育の観点からの遺伝的地域性への配慮の必要性

地域によって遺伝的に異なっている状態やその特徴のことを遺伝的地域性という^①。遺伝的地域性のわかりやすい例としては、スギ (*Cryptomeria japonica* (L.f.) D.Don, 別名オモテスギ) が挙げられる。日本海側のスギはウラスギ（または京都大学芦生演習林にちなみアシウスギ）と呼ばれ、雪を被って地についた下枝から発根して独立木になるという特徴によって、太平洋側のオモテスギの変種 (*Cryptomeria japonica* (L.f.) D.Don var. *radicans* Nakai) として区別されることがある^②。この特徴は、多雪環境に適応した性質であり、日

本海側のスギの地域集団に遺伝的に継承されている。

オモテスギとウラスギの例のように外見上の違いが顕著ではなくても、遺伝子レベルの地域的な変異を区別して扱うことは、植物を育成し利用するために重要である。かつて大規模な植林が行われ始めた頃、供給された種苗の品質に問題が生じたが、調査の結果、問題のある種苗は遠隔地由来であること等がわかってきたことから、1970年に林業種苗法が制定された^③。林業種苗法では有用林業樹種4種（スギ、ヒノキ、クロマツ、アカマツ）について、種苗の移動可能な範囲が定められている。この地域区分は当時の産地試験の結果と気象等の環境条件の類似性から定められたものであるが、現在の遺伝解析に基づく結果と比較しても、大きな矛盾のない結果が得られており^④、地域の環境に適応した有用な系統の保全に一定の役割を果たしている。なお、先のスギについては、太平洋側から日本海側への移動やその他の移動が制限されている。

ブナに関しても、日本海側の多雪地域と太平洋側の寡雪地域の各々に両地域の苗木を植栽し、その後の生育状況を調べた研究において、日本海側と太平洋側を区別して植栽することの重要性が示されている^⑤。多雪地域に寡雪地域の個体を植栽した場合は雪による幹折れの被害が多く見られ、寡雪地域に多雪地域の個体を植栽した場合は開芽のタイミングが早過ぎることが原因と思われる先枯れの被害が多く見られた。

また、遺伝的地域性への配慮の重要性は、木本植物だけでなく、草本植物にもあてはまると考えられる。著者が経験した例では、北海道産のメドハギを京都で育てた場合に、関東や中部、関西、四国地方の種子からは順調に生育したものの、北海道のメドハギは5個体の反復があり、他産地のメドハギとともに圃場内にランダムに配置されていたにも関わらず、北海道産の個体だけがうどんこ病に罹患し、生育不良となるか、枯死することがあった。

以上のように遺伝的地域性に配慮しない場合は、導入した植物の生育に問題の見られる場合のあることがわかる。

3. 外国産在来種の利用における問題

ススキ (*Miscanthus sinensis* Andersson) では、核DNAの21,207の一塩基多型 (Single Nucleotide Polymorphism;

* 連絡先著者 (Corresponding author) : 〒606-8502 京都市左京区北白川追分町 E-mail : imanishi.junichi.6c@kyoto-u.ac.jp

SNP)を調べた研究において、日本に自生するススキは、中国や韓国のススキと遺伝的に異なるクラスターに属することが示されている¹⁾。また、ヨモギについても、葉緑体DNAの3領域の塩基配列を調べた研究において、中国産や韓国産の緑化用種子の中には、国内の在来集団には見られなかったDNAタイプを有するものがあることが明らかとなっている⁴⁾。以上の例のように、外国産種子の導入は、異なる遺伝子を外部から持ち込むことになることが科学的に示されつつある。

緑化法面に外国産在来種の種子を導入した場合、地域の環境に適応していないために発芽率や成長率が低く、播種の効果がほとんど見られない場合があると推測される。また、通常は遺伝的交流のない外部から、異なる遺伝子が持ち込まれると、地域の在来集団の有している環境に適応した遺伝子のセットが、種内交雑によって失われるという遺伝的攪乱の問題もある。長期的には、このような遺伝的攪乱によって、地域集団間の遺伝的分化や、種の分化といった生物進化のプロセスを損なうことが懸念される。

外国産在来種の種子の利用には、上記の問題以外にも、混入によって他種を非意図的に導入してしまう問題や、同一種名のもとで近縁種の流通する問題、誤った種名で導入された近縁種と在来種の種間交雑の問題が危惧される。例えば、著者の経験では、中国産のメドハギ種子から、メドハギではなく、シベリアメドハギ (*Lespedeza juncea* (L.f.) Pers.) やオオバメドハギ (*Lespedeza daurica* (Laxm.) Schindl.) が発芽することがあった。また、道路法面に外国産メドハギの播種に由来すると思われるイヌハギ (*Lespedeza tomentosa* (Thunb.) Siebold ex Maxim.) の生育を確認したこともある。イタドリでは、中国産のイタドリ種子からカライタドリ (*Fallopia forbesii* (Hance) Yonek. et H. Ohashi) が発芽した。

地域生態系に配慮するために外来牧草類よりも高コストの在来植物を利用しているにも関わらず、外国産種子の利用によって地域生態系へのリスクを高めている現状には問題があると言える。

4. 遺伝的地域性に配慮した種苗のトレーサビリティの確保

地域生態系に配慮した緑化においては、地域性種苗利用工が選択肢の一つとなる。ここでトレーサビリティとは、生産から流通までの過程を追跡可能にする仕組みのことである。食品の場合は食の安全を確保するために導入されている。地域性種苗の場合にも、地域生態系の修復や保全のために安心して利用することできるように、トレーサビリティを確保する必要がある。

地域性種苗のトレーサビリティの確保のためには、まず遺伝的にはほぼ同質であると考えられる地域の範囲(遺伝的地域区分)を、全国規模の調査によって明らかにする必要がある。遺伝的地域区分については、バイオエネルギー資源として注目されているススキや、林業上有用な木本植物に関する知見

が蓄積されている。しかし、緑化によく利用される植物、特に草本植物についてはまだ十分に明らかになっていない種が多いため、早急に研究を進める必要がある。また、研究集会では身近な草本植物であるメヒシバ (*Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler) やオヒシバ (*Eleusine indica* (L.) Gaertn.)、チガヤ (*Imperata cylindrica* (L.) Raeusch.) を活用することについての意見もいただいた。これらの将来的に利用の広がる可能性のある植物についても、研究を進めることが望ましい。

トレーサビリティの確保の観点では、利用しようとする地域性種苗の採取や生産、加工、流通の場所や方法を記録する必要がある。また、流通させようとする地域性種苗が、地域の在来集団と同質の遺伝子を有するものであることを、定期的に確認し、認証する仕組みも必要であろう。

さらに、地域性種苗のそなえるべき遺伝的特性として、同区分内の代表的な遺伝子型を「集団」(個体の集合)として偏りなく含んでいることも挙げておきたい。たとえ地域の遺伝子を持つ種苗であっても、同一の遺伝子を持つ個体が大量に導入されれば、交配によって在来集団の遺伝的多様性が失われることにつながるため、集団としての遺伝的多様性の観点が重要になる。トレーサビリティの確保においては、どの遺伝子型の個体がどのくらいの割合で混ざっている集団であるのかを示すことが考えられる。このようなニーズに応えるための研究開発が求められている。

謝辞：紅大貿易(株)の吉原敬嗣氏、雪印種苗(株)の入山義久氏、木村浩二氏から種子サンプルを提供いただいたことに感謝申し上げます。

引用文献

- 1) Clark, L.V., Brummer, J.E., Glowacka, K., Hall, M.C., Heo, K., Peng, J., Yamada, T., Yoo, J.H., Yu, C.Y., Zhao, H., Long, S.P. and Sacks, E.J. (2014) A footprint of past climate change on the diversity and population structure of *Miscanthus sinensis*. *Ann. Bot.*, 114: 97–107.
- 2) 小山泰弘 (2015) 交互移植実験による遺伝子攪乱の検証—形態と成長にあらわれた効果。津村義彦・陶山佳久編、地図でわかる樹木の種苗移動ガイドライン、文一総合出版、pp. 35–40.
- 3) 大橋広好 (2015) ヒノキ科。大橋広好・門田裕一・邑田仁・米倉浩司・木原 浩編、改訂新版日本の野生植物第1巻、平凡社、pp. 37–41.
- 4) Shimono, Y., Hayakawa, H., Kurokawa, S., Nishida, T., Ikeda, H. and Futagami, N. (2013) Phylogeography of mugwort (*Artemisia indica*), a native pioneer herb in Japan. *J. Hered.*, 104(6): 830–841.
- 5) 津村義彦・陶山佳久 (2015) はじめに。津村義彦・陶山佳久編、地図でわかる樹木の種苗移動ガイドライン、文一総合出版、pp. 3–4.
- 6) 津村義彦・陶山佳久 (2015) 森林の成り立ちと遺伝的地域性。津村義彦・陶山佳久編、地図でわかる樹木の種苗移動ガイドライン、文一総合出版、pp. 7–14.

特集「緑化用種苗のトレーサビリティをいかに確保するのか —阿蘇における復元と種苗確保の取り組み—

地域性種苗の種子調達における課題と今後に向けた提案

津田その子* 中部電力(株)技術開発本部エネルギー応用研究所

1. はじめに

今回の話題提供では、「初めての地域性種苗利用工～種子集めからやってみた編～」と題し、筆者らが現在行っている地域性種苗の小規模試験で実際に経験している内容を紹介した。

地域性種苗利用工の進め方は、平成 27 年に環境省が公表した「自然公園における法面緑化指針（解説編）」の 18 ページに、「緑化の計画全体の基本的な流れ」として掲載されている。本試験も、基本的にこの手順を追いながら進めているが、これまでに経験したことのない作業もあり、計画どおりにはなかなか進まない中で試行錯誤しているところである。

なお、この試験は、特定の工事の準備として行っているものではなく、将来、地域性種苗を用いた緑化工事が必要となった際に、発注者あるいは受注者として適切な対応を取ることができるよう、グループ会社と協力して、課題の抽出と対策の検討を行っているものである。すべてのデータをお示しすることはできないが、地域性種苗利用工の課題を共有化し、誰もが容易に実施できる工法とするために、緑化工業界全体で取り組みが進むことを期待しご紹介させていただくとともに、これまで筆者らの研究グループが、地域性種苗の遺伝的評価に取り組んできた経緯を踏まえ、地域性種苗の種子の流通に関する提案をさせていただいた。

2. 小規模試験の概要

2.1 どのような在来種を使うか

試験では、路傍や空き地に生育するごく一般的な在来種を選定した（図-1）。これは、広い面積に対しても十分な量の種子が入手できなければ、緑化工事として現実的でないと考えてのことである。また、これらの在来種は、筆者らのグループによって、葉緑体 DNA ハプロタイプの分布図が作成されており^{1), 2)}（図-1）、遺伝子レベルで地域性に配慮した場所から種子を集めることが可能な植物として選定した。

2.2 種子をどこから集めるのか

前述の指針では、「可能な限り施工地に近い場所から、施工地と類似する環境に生育する種を採取することを基本」としていることから、本試験でも「試験地の周囲の生育場所を探して採取。見つからない場合は、葉緑体 DNA ハプロタイ

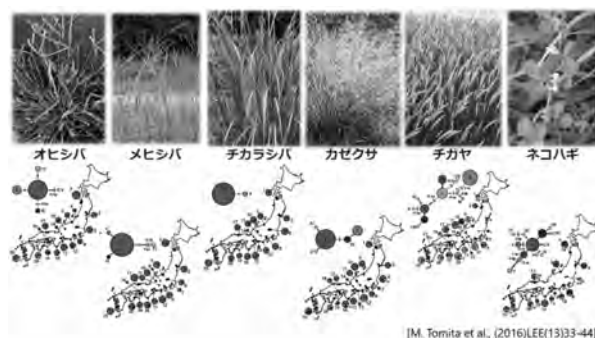


図-1 試験に用いた在来種とハプロタイプ分布

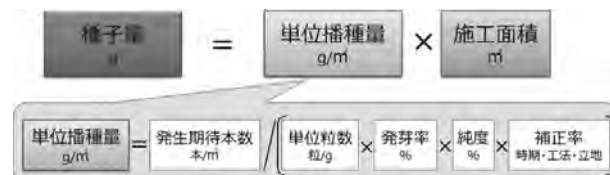


図-2 種子量を定めるパラメータ

プが混ざらない範囲から採取」とした。

2.3 どのくらいの種子量が必要か

ある面積の緑化に必要な種子量は、単位播種量（ g/m^2 ）× 施工面積（ m^2 ）で求められる。単位播種量は、発芽率や種子の純度などの品質、期待発生本数、季節や工法などの補正率をかけて決まる（図-2）。

市販されている種子であれば品質を示す数値が明らかになっているが、自力調達する種子では、純度や発芽率を予め決定しておくが必要になる。本試験では、集めた種子を数えたり、実験室や屋外環境での発芽試験を行い、それぞれの植物の品質を独自に調査する期間として 1 年以上を要した（図-3）。

2.4 種子の調達

できることなら種苗会社をお願いして、品質も明らかになった種子を購入したいところだが、本試験に用いる植物について、指定の地域で採取したことを示す産地証明をつけた種子の取り扱いが可能であるか複数の種苗会社に問い合わせたところ、対応が難しいという回答も多く、可能な場合でもすべての植物を集めることは難しかった。また、種子単

4. 地域性種苗利用工を実施しやすいものとするための提案

そこで、地域性種苗工を選択しやすくするための提案をしたい。

4.1 地域性種苗利用工向け在来種のリスト化

種子が実る時期のバラつきが小さい、落下しにくい、精製が容易、前処理が不要など、利用しやすい在来種を、地域性種苗利用工にお勧めの在来種とし、標準の単位播種量まで決めリスト化する。播種する季節や施工地の環境に合わせて数種を混播する必要があるのは、従来の牧草主体の緑化と同様なので、複数の候補種がラインナップされていれば、地域性種苗利用工の計画時にその候補から選ぶだけで済む。

4.2 遺伝子情報に基づく地域性区分の明確化

地域性種苗利用工は、遺伝子レベルの生物多様性を保全するための工法であり、遺伝的に近いことを期待し、施工地にできるだけ近い場所を基本に種子を集めることになっている。しかし、最近の研究では、草本の在来種の葉緑体 DNA の解析では、国内に大きな差異が認められない植物もあるという結果も出てきた^{1), 2)}。例えば、本州・四国・九州いずれも違いが認められなかったチカラシバや、東日本と西日本では違いが見られるカゼクサなどがあり、一方、ネコハギは国内各地域で異なっているといった知見が得られている。今後、こうした研究が進めば、遺伝子情報に基づいて、より広範囲から種子採取することも可能になるだろう。

4.3 地域性種苗の種子の商品化

地域性種苗として採取できる範囲が予め決まっていることで、種子の在庫を持つことは可能にならないだろうか。もちろん、ある程度まとまった量が使用されなければ採算が合わないが、全国で使えることが保証されている種子ならどうだろう。東日本と西日本くらいの分け方で大丈夫とすればどう



図-6 地域種苗利用工で使える種子が流通するとすれば

だろう (図-6)。地域性が明確な範囲内の大きな群落から毎年一定量の種子が採取可能となり、品質が揃った種子を商品として市場に流通するようになれば、地域性種苗利用工のハードルはぐっと下げられるのではないだろうか。

本学会には、遺伝子解析のできる研究機関、種子の品質を見極められる種苗会社、施工地の環境や緑化植物に合った工法を選定できる施工会社、ニーズを明確に示すことができるユーザーがいる。関係者間で実現性の高い仕組みづくりを是非進めていきたい。

引用文献

- 1) 津田その子・小林聡・富田基史・阿部聖哉・松木吏弓・河津かおり・花井隆晃・鈴木素弘・守谷栄樹・藤井義晴 (2014) 葉緑体 DNA ハプロタイプ分析による在来草本植物 10 種の地域性評価。日本緑化工学会誌, 40(1): 72~77.
- 2) Tomita, M., Kobayashi, S., Abe, S., Hanai, T., Kawazu, K. and Tsuda, S. (2016) Phylogeography of ten native herbaceous species in the temperate region of Japan: implication for the establishment of seed transfer zones for revegetation materials. Landscape and Ecological Engineering, 13 (1): 33~44.

特集「緑化用種苗のトレーサビリティをいかに確保するのか —阿蘇における復元と種苗確保の取り組み—

阿蘇小規模崩壊地復元プロジェクトの経緯と活動紹介

中村華子* 緑化工ラボ／生態・環境緑化研究部会

1. はじめに

日本緑化工学会生態・環境緑化研究部会では生物多様性に配慮した緑化の推進、地域性種苗の活用や普及等に取り組んでいる。また、2017年からは「阿蘇小規模崩壊地復元プロジェクト⁷⁾」として阿蘇カルデラの草原に生育する植物資材の活用と、小規模な表層崩壊地復旧を兼ねた活動に取り組んでおり、研究集会ではその経緯と概要を紹介した。このプロジェクトでは公開して活動を行うことで、トレーサビリティの確保できる種苗等の生物資材を取り扱う試みも検討している。本稿ではその内容を中心に、プロジェクト開始までの経緯と概要について報告する。

2. プロジェクトに至る経緯と背景

2.1 現地見学会およびシンポジウム「熊本地震災害から学ぶ“緑”の役割とその再生」の企画と実施

生態・環境緑化研究部会では現地見学会およびシンポジウム「熊本地震災害から学ぶ“緑”の役割とその再生」を2017年3月に企画し開催した⁶⁾。この行事は平成28年熊本地震および平成24年7月九州北部豪雨による被害を受けた地域を中心に見学し、災害の復旧から復興、さらに持続的な発展につなげるため、短期的／長期的な視点に分けつつ議論したものである。対象地域は阿蘇地域など自然公園の範囲を多く含んでおり、地域の景観、生態系の保全も重要であり、今後の事業の進め方がそれらに大きく影響することが考えられる。特に現地見学会では、2012年の豪雨と2016年の地震による表層崩壊箇所それぞれの植生再生の状況を比較した。

2.2 阿蘇地域の自然景観と資源

阿蘇カルデラといえば、草千里に代表される壮大な火山と草原の景観が思い浮かぶ。人工の牧草地を除いた半自然草地の面積は約15,000 ha²⁾といわれ、日本最大級の草原といえる。阿蘇は昭和9年に国立公園に指定された、日本を代表する景勝地のひとつでもある。自然の風景としてももちろんだが、草原生態系としても重要であり、およそ600種類の植物がみられ、そのうち2007年版環境省レッドリスト掲載種が86種分布すると報告されている^{2,5)}。

草原と共生して維持されてきた農畜産業は、2013年に国際連合食糧農業機関から「草原の維持と持続的農業—阿蘇地

域世界農業遺産」として世界重要農業遺産システム（世界農業遺産）に認定されており、地域一体となって農林業の生産振興と草原の利用拡大、自然環境・生物多様性・文化の維持・保全などの取組が進められている。

2.3 草原の現状と課題

シンポジウム、見学会の準備等で訪問していた現地機関や関係者とやりとりをする中で、かねてから草原の維持管理や植物の活用についての問題が多くあることを伺った。阿蘇の草原は多くが入会地として集落単位で共同管理されてきており、地域の資源でもある草原の持続的な利用、維持に大きく貢献してきた。しかし畜産農家の減少、農村の高齢化や過疎化により野焼き・輪地切り（防火帯づくり）などの管理作業に従事する人が減少し、草原の維持が難しくなってきた。そして地域全体での草原面積の減少、草原の構成種の変化などが進み、それに伴って景観が損なわれることや生物の多様性が失われることなどが課題となっていた。主に草丈が低い種による草原が保たれるとされる²⁾放牧地として利用されてきた牧野においても、農業機械の導入により耕作に使役する牛馬が不要となったこと、口蹄疫や牛肉の輸入自由化の影響により有畜農家が減少したこと（1998年から2003年までの5年間で約64%になった²⁾）、その他の原因も重なって放牧圧が減少して長草型化が進んだ箇所も多い（図-1）。草丈の増加により刈り払い、輪地切りなどにかかる労力が増加しており、延焼の危険が大きくなるなど近年の野焼きにおけ



図-1 放牧しているものの長草型化しつつある牧野。草丈は約2 m、矢印で示した箇所に牛が見え隠れしている。



図-2 放牧利用され、短草型が維持されている草原

る事故が増加していることの原因にもなっている。

図-1の牧野ではススキの株が大きくなり、所により草丈は2mを超えている。このような長草型化による影響として、草原構成種の減少、植生の単純化等が指摘されている²⁾。一方、ある程度採食圧が保たれていれば短草型が維持され、夏～秋に開花する草本も多く生育している(図-2)。

阿蘇周辺地域では、2016年に発生した熊本地震の影響により、草原に大小の亀裂や崩壊が発生した。さらにその後の降雨により拡大した箇所が多くあり、牧野の管理道路や歩道が被災して通れなくなったことなどから草原管理の継続にさらなる負担がかかることが危惧されている。グリーンストックが行ったアンケートや調査では、地震被害の影響により約1,200haで2016年の野焼きが実施できなかったこと、維持管理が当面できないもしくは継続への不安があったとした組合もあったことが報告されている³⁾。

2.4 草原再生・維持管理に関する取り組み

草原の維持管理が困難になっている状況から環境省や周辺自治体など関係者は「阿蘇の草原、資産の荒廃は従来の発想及びシステムではもはや阿蘇の広大な生命資産を活用・保全できなくなっていることを意味している」とし、1995年に「阿蘇の緑の大地(草原・森林・農地)を、広く国民共有の生命資産(グリーンストック)と位置付け、農村・都市・企業・行政四者の連携により後世へ引き継いでいく」ことを目的として阿蘇グリーンストック(図-3)を設立した¹⁾。グリーンストックは草原の維持に必要な野焼き、輪地切りの支援活動や水源涵養林の手入れなどの自然保全のほか、体験学習、調査研究、特産品販売、畜産農家への融資などを担っている。

また、自然再生推進法に基づく阿蘇草原再生協議会が2005年に設立され、阿蘇の草原再生の全体的な方向を定めるために阿蘇草原再生全体構想「阿蘇の草原を未来へ」(2007年、および第2期、2014年²⁾)を取りまとめている。構想では、「草原の恵みを持続的に活かせる仕組みを現代に合わせて創り出し、「かけがえのない阿蘇の草原を未来へ引き継ぐ」ことを目標に掲げている。その中で、担い手や支援の拡充、連携の強化などが緊急に必要であることが述べられている。



図-3 阿蘇グリーンストックのホームページ(部分)

3. 阿蘇小規模崩壊地再生プロジェクトの展開

3.1 プロジェクトの目的

熊本地震の復旧事業関係者などから話を伺うと、事業がどのような方針で進められるかは流動的で、緑化にどのような種苗を使用するかは未定、国立公園内で輸入種子が使えないと自然侵入促進工が多くなるかもしれない、等の話も一部で聞いた。内閣府が作成した復旧・復興ハンドブック⁴⁾では公共土木施設等の災害復旧について、災害復旧事業とは「災害に因って必要を生じた事業で、災害にかかった施設を原形に復旧する」ことを目的としている、と原則が定義されており、同時に留意点として、「環境との調和」が上げられ、その中では「近年は、地球環境から身近な自然環境まで、その保全や改善が社会資本整備においても重要な課題となっている。災害復旧事業もその例外でなく、事業の実施に当たって自然環境との調和や良好な環境づくりに努めることが求められており、そのための事業ガイドラインが作成されている。」とある。国立公園等の自然公園においては、環境省が2015年に発表した「自然公園における法面緑化指針」に沿って事業が行われることが期待される。景観や地域生態系に配慮した事業を採用する根拠は充分あると言えるであろう。

阿蘇には広大な草原が広がっている。見方によっては種苗プールが現地に存在するとも言える。今回モデルケースとなるような事例をつくることで、各地の取り組みの参考として頂けないかと考え、地域の主体と協力しながら地域資源を活用する活動を検討することにした。阿蘇周辺に分布する草原の植物をはじめとする地域の生物資源を活用することにより、多様性豊かな草原生態系の再生、草原構成種の多様化、地産資材や地域性種苗等の活用による地域の活性化に寄与することを目標としている。

3.2 活動の内容

研究部会のメンバーが中心となり、研究フィールド、学生



図-4 左：対象牧野の崩壊地，右：2017年8月の修復作業

の実習などを兼ねながら緩やかな形式の活動をできないか考えた。そして地域の方にはまず、阿蘇の草原の魅力、草原の植物やその活用方法についてより多く知ってもらうため、フィールド・ワークショップを行うことで多少なりとも貢献できるのではないかと考えた。阿蘇市の体験施設「なみの高原やすらぎ交流館」などと協力して現地からの参加者を募集して頂き観察・体験会を行うことにした（2017年8月に市内の小中学生を対象に実施）。

組合に立ち入り、採取等のご協力を頂く牧野では、小規模な表層崩壊地については、手作業で可能な修復作業を実施、もしくは体験してもらうことにした（2017年8月に協働して実施、図-4）。牧野を活用した草本植物の調査研究のフィールドとしてサンプル採取や調査に利用させて頂くとともに、今後行われる復旧事業で緑化等に使用できる種子が採取できるかどうか試行採取を行う（2017年11月に種子採取を実施）。採種できれば種子の採取量、性状調査を実施する。

初年度に行う予備調査からさらなる調査内容や採取対象を検討し、遺伝的変異のサンプル採取や分析などができれば、得られた成果をできるだけ早く公開して社会へ提供する。種子採取等とあわせ、地域性種苗・植物材料の活用に必要な情報として、例えば種子の性状調査、採種効率の調査を行い、その結果を情報公開していくことで流通、地域性種苗利用/採用の促進に寄与できる可能性もあると考えた。

3.3 現地における植物利用の活性化

継続的な草原の維持管理のためには、植物資源の利用を促進することが重要である。牧野組合や地域組織が活用拡大を希望する場合は協働やアドバイスを行う等、種苗会社や施工会社の技術者である会員と協力して地域性種苗の確保・活用の取り組みにつなげていきたいと考えている。

4. おわりに

草原を構成する地域資源の活用と草原の維持管理は熊本地震以前から地域が抱える課題であり、さらには国内各地の問題と共通する課題でもある。今回の事例が各地の取り組みの参考になることを目指して活動を継続する予定である。

なおプロジェクトの概要について、本研究集会を開催したELR2017名古屋においてポスター発表で一部内容を紹介させて頂いた（図-5）ことを書き添える。

発表タイトル：地域性植物材料を活用する「熊本モデル」



図-5 ELR2017名古屋の発表ポスター

構想を目指した“阿蘇小規模崩壊地復元プロジェクト”の取り組み、発表者：吉原敬嗣、内田泰三、入山義久、小野幸菜、橘 隆一、今西純一、中村華子、中島敦司。

謝辞：中江牧野組合には牧野の草本植物に関する情報を頂いたほか、現地活動に多大なるご協力を頂いた。なみの高原やすらぎ交流館の望月館長はじめ皆様には牧野組合、関係各位へのご紹介、現地活動にご協力頂いた。そのほか、活動に参加、ご協力頂いた各位へ改めて御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 阿蘇グリーントック. <http://www.asogreenstock.com/>
- 2) 阿蘇草原再生協議会. (2007年3月, 第2期:2014年3月). “阿蘇草原再生全体構想「阿蘇の草原を未来へ」”. 環境省ホームページ. <http://www.env.go.jp/nature/saisei/law-saisei/index.html>. 阿蘇草原再生協議会ホームページ. <http://www.aso-sougen.com/kyougikai/>
- 3) 熊本県企画振興部地域振興課 (2017) 阿蘇草原維持再生基礎調査, 6pp.
- 4) 内閣府防災担当 (2016) 公共土木施設等の災害復旧, 復旧・復興ハンドブック, pp. 129-171.
- 5) 瀬井純雄・高沢智嗣・藤井紀行 (2015) 阿蘇の草原フロアを探る～成立過程・大陸遺存種・草原再生～, 日本植物分類学会第13回大会 (熊本) 公開シンポジウム講演記録. 分類, 15: 21-27.
- 6) 生態・環境緑化研究部会 (2017) 熊本地震災害から学ぶ“緑”の役割とその再生報告. 日本緑化工学会誌, 42: 560-567.
- 7) 生態・環境緑化研究部会. “阿蘇小規模崩壊地草原復元プロジェクト”. http://www.jsrt.jp/tech/ASO_project.html

特集「緑化用種苗のトレーサビリティをいかに確保するのか —阿蘇における復元と種苗確保の取り組み—

阿蘇小規模崩壊地復元プロジェクトの2017年活動報告

生態・環境緑化研究部会* 阿蘇ワーキングチーム

1. プロジェクトの概要

日本緑化工学会生態・環境緑化研究部会では、2016年に現地見学会とシンポジウムを企画、開催したことが契機となり2017年に「阿蘇小規模崩壊地復元プロジェクト」を開始した。活動までの経緯については別稿「阿蘇小規模崩壊地復元プロジェクトの経緯と活動紹介」をご参照頂きたい。ここでは、2017年に行った活動の概要を報告する。

1.1 目的

草原と地産資源を活用することにより、多様性豊かな草原生態系、草原構成種再生に寄与する。熊本地震の復旧需要を視野に入れた草原の植物資材活用を検討する。また、学会員の継続的な活動のためにも、実習や調査地としての活用を兼ねた活動を検討し、実施する。

1.2 2017年に計画した活動内容

2017年から、主に波野地区の中江牧野組合の管理草原(図-1)および阿蘇市のやすらぎ交流館を拠点に活動させて頂くことになった。中江牧野では有畜農家は現在1件、他地区の農家から委託された牛とあわせて20頭あまりの放牧が行われている。草原管理としては秋季の防火帯づくり(輪地切り)と早春季の野焼きを行っているが、それ以外の時期には特に手入れはしていないとのことであった。当面の活動として崩壊地の侵食拡大防止を行いながら、草原内の植物の利用拡大を検討することとした。地域資源の有効活用の一環として、草本種子の採取～地域性種子として流通・使用拡大を試行することとした。採取できる質、量によっては採取種子の保管・性状確認等を行い、その情報を公開することで使用、採用機会の拡大を目指す。半自然草原(野草地)からの採取種子の利用拡大、地域性種苗利用工等への活用ができれば地域生態系の保全に寄与し、さらに草原の有効利用につながる可能性もある。

2. 2017年の活動報告

2016年12月から2017年、本プロジェクトに関連して行った活動と担当者、参加者を表-1にまとめた。

2.1 種子採取地について

2017年11月、ススキを中心に、中江牧野組合の管理草地にて種子採取の試行実施。荻岳南展望所付近(32.917907,

131.242940)、南西斜面尾根付近(32.915471, 131.241510)を採種地とした。今回、現地では概ね順調に採取作業を行うことができた。

2.2 採取種子について

採取したススキ種子(花穂ごと)は最終日に取りまとめた重量で37kgあった。現地から宅配便にて雪印種苗株式会社へ配送、乾燥させ、調整終了次第、採取量測定、採種効率の分析等に供することとした。2018年1月~2月に精選作業を終了するように作業中である。種子は精選重量でおよそ20kgとなる見込みであり、当年度の現地作業参加者に、作業日数に応じた人工分を種子重量で振り分け、実費で引き渡しすることとした。

なお、実際に試験、工事等で使用して頂けるよう、研究部会幹事が所属する種苗会社(入山義久幹事/雪印種苗株式会社および吉原敬嗣幹事/紅大貿易株式会社)により引き取り後の作業を行っているところである。出荷時には研究部会幹事発行の証明を添付する。

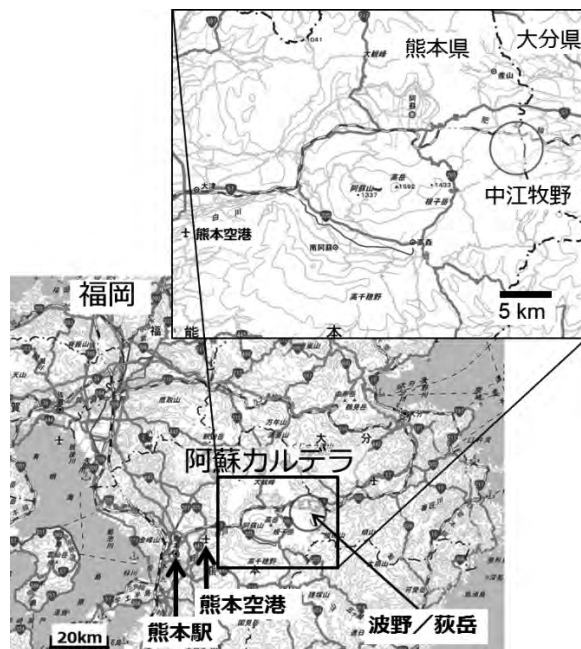


図-1 阿蘇周辺の地図と2017年の活動/採取地の中江牧野(国土地理院地図に加筆)

表-1 阿蘇小規模崩壊地復元プロジェクト 2017 年現地活動／ススキ種子の採取現地活動日程および担当者・参加者

日 程	人・日	活動内容	プロジェクト担当者	備考
2016 年 12 月 24-26 日	5	見学会準備のため 現地調査および関係団体との情報交換	中村	
2017 年 3 月 17, 20 日	6	シンポジウム前後日程にて波野地区の施設や牧野組合との打ち合わせ, 現地調査および資料収集	内田, 中村, 吉原	
2017 年 4 月 15-16 日	8	採取対象候補地の牧野において生育種の予備調査	内田, 中村	
2017 年 8 月 9-10 日	3	阿蘇市内の小学生を対象にした観察会の実施 (なみの高原やすらぎ交流館主催行事へ協力)	中村	
2017 年 8 月 11 日	7	崩壊地復元作業試行実施(牧野組合, 国際ボランティアと共同実施)	中村	
2017 年 9 月 30 日	1	採種予定地にて, ススキ等種子の結実状態を確認	内田	写真-1
2017 年 11 月 9 日	3	荻岳の状況視察, 翌日の採取場所決定, 備品・消耗品購入	内田, 吉原	
2017 年 11 月 10-12 日	15.5*	中江牧野組合様管理地にてススキ採取およびプロット調査	内田, 橘, 吉原	写真-2
2017 年 11 月 13 日	1	発送分の種子が雪印種苗に到着・受入, 入庫作業等	入山	
(種子到着後)		乾燥後, 重量測定 → 精選作業, 精選後測定, 試験等	入山, 吉原	写真-3
2018 年 1-2 月 (予定)		採取した種子の精選作業, 種子の性状調査, 発芽試験	入山, 吉原	写真-4
2018 年 3 月 (予定)		2017 年 11 月採取種子の配布, 郵送	入山, 吉原	

*参加会員名 (部分参加を含む): 麻生 嘉, 大内田知己, 上 直人, 田中 淳, 西野文貴, 二見肇彦, 山口 勉

なお, 今回採取した種子の性状調査, プロット調査の結果, 発芽試験の結果については, 次号以降の誌面 (2018 年 5 月を予定), およびプロジェクトホームページで報告する予定であることを申し添える。

2.3 残余分の種子について

2017 年の活動参加者から希望に応じて分配, 配送し, 残余分の種子について 2017 年 3 月までの問い合わせ分については, 研究部会が活動で行った事前調査などの費用を含めず種子採取以降部分だけの経費を取り出して計算した実費にて引き渡しすることとした。

3. 今後の活動予定

2018 年はまだ検討中ではあるものの, 継続して活動を行いたいと考えている。予定している活動内容を以下に記す。

- 本特集が刊行され次第, 官庁や地方自治体へ案内を行う (パンフレットか配布用解説文書を作成)
- 小規模崩壊地の復元作業 (牧野組合との協働作業)
- 阿蘇草原再生協議会へ事業内容の報告をする
- 種子採取については, ススキ以外の種の採取も検討したい



写真-1 結実状況の調査 (2017 年 9 月 30 日, 内田撮影)

- 阿蘇市内の小学生／家族連れを対象にした草原の観察会 (なみの高原やすらぎ交流館との共催で企画)

- 採取地周辺で草本類のサンプルを採種し, 遺伝子分析により地域性を検討する (詳細方法は検討中)

- 近隣地域にある種苗会社・苗木会社との連携などを考えており, 今後も地域資源の活用をはかる取り組みを現地の関係各位と共に進める所存である。

このプロジェクトは社会性が重要であると考えており, 多くの方の意見を聞く機会を作りながら継続, 実施したいと考えている。会員各位にも関心を持って頂き, ご参加, ご協力頂ければ幸いである。



写真-2 ススキ種子の採取 (2017 年 11 月 10 日, 橘撮影)



写真-3 乾燥中のススキ種子 (左) および

写真-4 篩選中の種子 (右, 2018 年 1 月 12 日, 入山撮影)

特集「緑化用種苗のトレーサビリティをいかに確保するのか —阿蘇における復元と種苗確保の取り組み—

阿蘇周辺自然公園の草原再生に関する種苗の使用範囲について の見解

生態・環境緑化研究部会*

1. はじめに

阿蘇地域では、これまでも、白川水害(1953)や一宮水害(1990)等による大規模な斜面崩壊が発生してきた。昨今では平成24年7月九州北部豪雨、平成28年熊本地震によるものが記憶に新しい。

平成24年7月九州北部豪雨で発生した斜面崩壊地に関していえば、5年経った現在においても未だ植物の侵入・定着がほとんどなく、裸地の状態となっているところも少なくない(写真-1)。こういったところでは、修景上の問題をはじめ、風雨や土壤凍結等による被害の拡大、そしてこれに伴い生態系の改変が閾値を超えるようなことになれば、外来種の侵入も危惧される。

「緑化」は、上記したような崩壊地の植生遷移を促すきっかけとして有効な手段になるわけだが、立地や地域によっては地域性種苗の利用がつつよく望まれる。阿蘇地域の多くもそれに該当する。そこで、「阿蘇小規模崩壊地復元プロジェクト」では、阿蘇地域の斜面崩壊地の緑化に向けて、中江牧野組合ならびになみの高原やすらぎ交流館の協力のもと、荻岳(阿蘇波野)においてススキ種子の採取を行ってきた。また、阿蘇の地域資源の有効活用の一環として、これらのススキ種

子を平成28年熊本地震で被災した全ての地域、さらには平成29年7月九州北部豪雨の被災地(たとえば福岡県朝倉市や大分県日田市)など、より広い地域にも提供できればと考えている。

本稿では、まず、阿蘇における災害と自然再生および緑化目標について触る。次いで、阿蘇波野で採取したススキ種子の使用可能範囲について、既往の遺伝的知見を踏まえてその見解を述べてみたい。

引用・参考文献

- 1) 大丸裕武(2013) 2012年7月の九州北部豪雨によって阿蘇地域で発生した土砂災害. 水利科学 331: 1-12.
- 2) 森本淳子・内田泰三(2014) 外来種と植生管理. 日本緑化工学会誌 40(2): 301.
- 3) 吉田 寛(2016) 環境区分をベースとする斜面緑化の計画検討の必要性. 日本緑化工学会誌 42(2): 352-3525.
- 4) 日本緑化工学会生態・環境緑化研究部会(2018) 阿蘇小規模崩壊地復元プロジェクトの2017年活動報告. 日本緑化工学会誌 43(3): 457-458.

(以上文責: 内田泰三)



写真-1 阿蘇ススキ草原における斜面崩壊地



2. 阿蘇における災害と自然再生および緑化目標について

2.1 平成24年7月九州北部豪雨および平成28年熊本地震による被害と対策、復興への取り組みについて

阿蘇地域は東西に約18 km、南北に約25 km、面積約380 km²のカルデラ地形であり、カルデラ底部の標高は約400 m～500 m、カルデラ壁は約300 m～600 mの比高を持つ急崖地形を呈している。

2012年7月11日から14日にかけて九州北部を中心に発生した平成24年7月九州北部豪雨（以降、2012年豪雨という）では、熊本県内で多くの被害や土砂移動が発生した¹⁰⁾。2012年豪雨は記録的な降雨となり、(1) 太平洋高気圧が普段より西側に張り出し、その縁を回るように吹いた南西風が多量の水蒸気を九州北部に運び込み次々と積乱雲を発達させる「バックビルディング現象」により豪雨が阿蘇谷を含む九州北部に発生したこと、(2) 気象庁阿蘇乙姫アメダス観測所では1時間雨量108.0 mm、最大24時間雨量507.5 mmを観測するなど阿蘇谷内では観測史上最大規模の降雨がもたらされたこと、(3) 気象庁阿蘇乙姫アメダス観測所では80 mm超の豪雨を4時間連続で観測するなど阿蘇谷において短期間で猛烈な集中豪雨がもたらされたこと、(4) 災害発生前の6月の雨量は平年値及び平成2年の一の宮災害の際の雨量よりも大きく、豪雨発生前から地盤自体が多量の地下水を含む状況にあったこと、が、災害多発の誘因となったと報告されている。

2012年豪雨では、特に阿蘇地域（阿蘇市、高森町、南阿蘇村）においては土石流やがけ崩れなどの土砂災害が多発し、熊本県内で発生した108件の土砂災害のうち85件が阿蘇地域で発生した。カルデラ壁の急斜面の崩壊を源頭部とする土石流が発生するとともに、中央火口丘の北側斜面においては牧野を源頭部とする多数の表層崩壊が発生した。特に火山灰を主体とするカルデラ内の草地、林地の斜面において表層崩壊が発生したと報告されている^{8,10)}。阿蘇カルデラでは、中央火口丘群の中腹は牧草地として土地利用がなされている。牧草地内では表層崩壊が多く発生し、その崩壊土砂の一部が土石流化した。

また、2016年には平成28年熊本地震が発生した。4月14日にマグニチュード6.5の地震（前震）が、4月16日にはマグニチュード7.3の地震（本震）が発生、これらの地震ではいずれも最大震度7を観測した。国土交通省の調査では⁷⁾、地震に伴う土砂災害発生件数は190件（土石流等：57件、地すべり：10件、がけ崩れ：123件）と報告されており、その後の6月19日から25日に発生した梅雨前線豪雨により被害が更に拡大した。熊本県のとりまとめでは、公共土木施設（国・県・市町村管理）の被害は道路2,097箇所、河川636箇所、下水道410箇所、橋梁169箇所など計3,406箇所であったと確認されている⁹⁾。国は熊本地震を激甚災害に指定し、さらに災害関連緊急傾斜地崩壊対策事業、災害関連地域防災がけ崩れ対策事業の採択要件を緩和し、土砂災害に対して直轄1箇所、補助331箇所、合計332箇所（2017

年3月8日現在）の災害関連緊急事業を実施している。

阿蘇くじゅう国立公園阿蘇地域でも地震による草原、湧水・温泉等への被害が報告されており、公園内の被害状況や地元住民の意向・要望等に関する調査が環境省九州地方環境事務所により行われた⁵⁾。空中写真の判読による草原等における土砂移動、亀裂分布図の作成、牧野組合長を通じた被災状況と復旧・復興に関する意向把握調査、関係者ヒアリング等による湧水・温泉への影響把握などを行った。調査では全体の64%の牧野組合が、地震により牧野に被害が出たと回答した。

阿蘇地域の自然景観や文化財を含めた観光資源、道路や鉄道、宿泊施設にも被害が発生しており、住民の生活に影響があったことももちろん、観光産業をはじめとする地域経済にも大きな影響があった。草原の斜面崩壊や地割れ、飼養施設や牧野道の被害による農畜産業や草原景観の維持への影響も懸念される。地震からの復興にむけて、“国立公園「阿蘇」みらい創造懇談会”がまとめた提言書⁴⁾では「阿蘇の観光も人の営みによって形づくられた広大な草原景観によって支えられていることから、これをしっかりと維持するため、これまでの草原再生の取り組みを継続することはもちろん、さらに将来につながる発展的な取り組みに挑戦していくことが重要である。」と述べられている。また、熊本県が策定した「平成28年熊本地震からの復旧・復興プラン」⁹⁾では“新たな熊本創造に向けた概ね4年間の取組み”の施策が13項目上げられ、その中のひとつ、“未来へつなぐ資産の創造”で「くまもとの誇りの回復と宝の継承—熊本城や阿蘇神社など文化財の修復、および、阿蘇の草原再生・地下水と土を育む取組みの推進」をあげている。

これまで進められてきた、農畜産業の継続や草原の維持、再生について、多様な草原環境を取り戻そうとしてきた阿蘇草原再生協議会による「野草地保全・再生事業実施計画」²⁾や、阿蘇地域世界農業遺産推進協議会¹⁾による「GIAHSイニシアティブアクションプラン」などにより提唱され、取り組んできた活動を維持、拡大していくことが望まれている。

2.2 阿蘇の草原における自然再生について

阿蘇の草原再生に関わる指針として、阿蘇草原再生全体構想（以降構想という、阿蘇草原再生協議会）、第二期阿蘇草原自然再生事業 野草地保全・再生事業実施計画（以降実施計画という、環境省九州地方環境事務所）の内容から自然再生および緑化に関わる部分を紹介する³⁾。

実施計画は、阿蘇草原再生協議会において検討され、環境省九州地方環境事務所が野草地の維持管理を行っている牧野組合、土地所有者である地元市町村及び公園管理団体である（公財）阿蘇グリーンストックと協働で、計画・事業の実施を行うために取りまとめて平成25年3月に発表されたものである。

2.2.1 「阿蘇の草原」について

実施計画「第2章 野草地保全・再生事業の対象となる区域と対策の方向性、2-1. 阿蘇地域の自然環境の概要、では（部分引用）阿蘇の草原は、人が手を入れることにより維

持されてきた半自然草地（二次草原）である。総面積は概ね22,000 ha（2011年阿蘇草原維持再生基礎調査/熊本県）であり、約7割はススキやネザサなど元々この地方に生育する植物により形成されている野草地である。」と述べられている。阿蘇カルデラ周辺地域に分布する半自然草原、野草地については大枠ではこの「阿蘇の草原」が二次的な現植生、周辺植生であると言える。

2.2.2 阿蘇の草原における自然再生の対象地域

阿蘇草原再生の対象植生として、人工草地を除き、「野草地」の保全・再生・維持管理を目指すとしている（構想第1章）。また草原再生の対象区域は「阿蘇郡市内の草原」とし、活動対象区域（「阿蘇草原地域」）は熊本県阿蘇市及び阿蘇郡（南小国町、小国町、産山村、高森町、西原村及び南阿蘇村）内の草原及びその周辺で、過去に草原だった場所を含むとしている（図-1、実施計画p3）。

また、計画2-3.では対象区域について「本計画では、「阿蘇草原再生全体構想」で定められた対象区域のうち阿蘇草原再生協議会に参加する牧野組合が管理する野草地を対象区域とする。」としている。ここに示された「保全対象区域」内が「阿蘇の草原」再生対象地域の範囲ということになる。

2.3 阿蘇地域における自然再生、緑化方針について

阿蘇の再生対象地域の多くが阿蘇くじゅう国立公園に含まれる地域である。また、今回熊本地震の影響を受けた地域や近隣には耶馬日田英彦山国定公園や金峰山などいくつかの県立自然公園がある。これらの地域やその周辺で事業を行う際には、環境省により2015年に作成された「自然公園におけ

る法面緑化指針³⁾（以降指針という）を参照することが望まれる。指針の4. 基本理念に基づく方針の中では前提条件として、「地域固有の生態系に配慮し、植物を導入する場合は原則として地域性系統の植物のみを使用すること。」とされている。

生態・環境緑化研究部会が行っている阿蘇小規模崩壊地復元プロジェクトやその他の植物を利用、活用する目的で植物材料、種子等を採取して地域内で使用する場合、地域性系統と言えるかどうかの判断資料が必要となる。また、対象地域における目標植生等について、阿蘇周辺地域、阿蘇の草原再生に適用するとした場合の内容について、指針に沿って整理した。

2.3.1 最終緑化目標

指針では最終緑化目標として、「施工対象地域の植生と同様・同質の植物群落（施工対象地域に自然分布する個体群のみからなる植物群落）を最終緑化目標として設定すること。」とされている。阿蘇周辺地域の草原を対象地域とする場合、緑化目標となる植生群落は構想および実施計画にある「保全対象区内にある阿蘇の野草地と同質の植生」になると考えられる。

2.3.2 初期緑化目標

指針では初期緑化目標として、「施工対象地域に自然分布する種、および在来の自然侵入種で形成され、外来植物が過度に繁茂することなく、最終緑化目標に向けた遷移が見込める植物群落を初期緑化目標として設定すること。」とされている。阿蘇周辺地域では、「阿蘇の草原に自然分布する個体由来から構成される植物群落」が初期緑化目標となると考えられる。

2.3.3 阿蘇の草原再生における留意点

なお、阿蘇カルデラには良好に残された草原植生が存在し、周辺からの種子の侵入が期待できる対象地も多くあるため、自然の改変を最低限にとどめるとともに、現地の状況に応じて現地採取土壌を活用する、周辺に生育する草本を活用するなど、周辺植生との調和をはかりながら柔軟に資材や工法を検討することも重要である。また事業計画にあたっては、指針3. 基本理念に「3) 自然回復の順序を尊重する。」とあるとおり、遷移の段階に応じた環境修復を図ることが望ましく、そのためには植物材料を確保するための準備工を策定・実施する、複数年にわたる計画を立てて事業を行う、自然侵入促進工+次年度の追播工の組み合わせを行うなど、段階的な施工等柔軟性のある事業の実施を計画し、適応的に実施することが好ましいと言える。

引用・参考文献

- 1) 阿蘇地域世界農業遺産推進協議会。（2013年5月）“GIAHS イニシアティブアクションプラン” <http://www.giahs-aso.jp/>
- 2) 環境省（2013年3月）阿蘇草原自然再生事業 野草地保全・再生実施計画。および（2014年3月）阿蘇草原再生全体構想（第2期）、九州地方環境事務所、環境省自然再生推進法。 <https://www.env.go.jp/nature/saisei/law-saisei/>

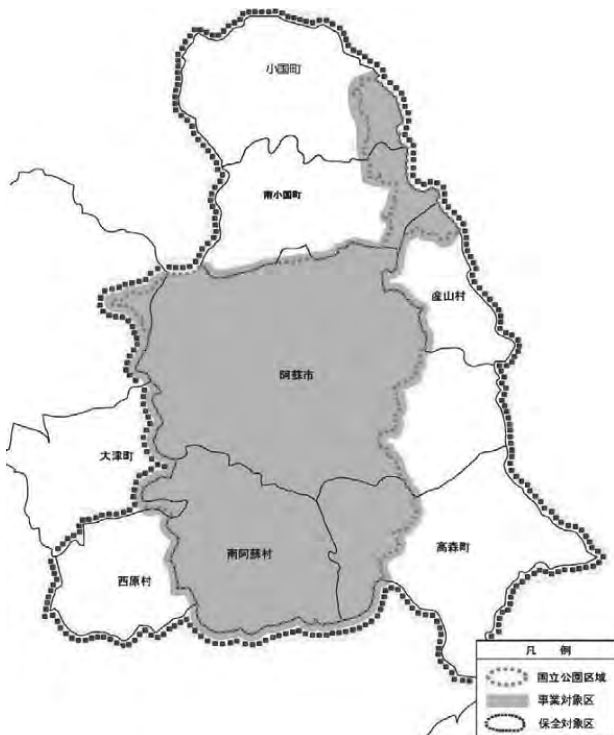


図-1 保全対象の地域 阿蘇草原自然再生事業 野草地保全・再生事業実施計画²⁾より

index.html

- 3) 環境省. (2015 年 10 月 27 日) “自然公園における法面緑化指針の策定について”. 環境省ホームページ. <http://www.env.go.jp/press/101554.html>.
- 4) 環境省九州地方環境事務所. (2016 年 7 月 15 日) “国立公園「阿蘇」みらい創造懇談会からの提言について”. 環境省ホームページ. http://kyushu.env.go.jp/to_2016/post_63.html.
- 5) 環境省九州地方環境事務所. (2016 年 7 月 28 日) “平成 28 年熊本地震による土砂移動及び亀裂分布図のダウンロードについて”. 環境省ホームページ. http://kyushu.env.go.jp/to_2016/28_2.html.
- 6) 国土地理院. (2016 年 7 月 27 日) “平成 28 年熊本地震・空から見た (航空写真判読による) 土砂崩壊地分布図”.

- 国土地理院平成 28 年熊本地震に関する情報. <http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H27-kumamoto-earthquake-index.html>.
- 7) 国土交通省. (2016 年 9 月 14 日) “平成 28 年熊本地震による土砂災害の概要 (H 28. 9. 14 時点)”. 国土交通省ホームページ. http://www.mlit.go.jp/river/sabo/jirei/h28_dosha/h28_kumamotojisin.html
- 8) 久保田哲也ほか (2012) 平成 24 年 7 月九州北部豪雨による阿蘇地域の土砂災害. 砂防学会誌, 65(4): 50-61.
- 9) 熊本県. (改訂: 2016 年 12 月 27 日) “平成 28 年熊本地震からの復旧・復興プラン”. 熊本県ホームページ. http://www.pref.kumamoto.jp/kiji_16643.html
- 10) 熊本県土木部 (2013) 阿蘇地域土砂災害対策検討委員会報告書. 熊本県, 74 pp.

(以上文責: 中村華子, 橘 隆一)

3. 既存の知見から考察する草原構成種ススキの「地域性」についての見解

環境省 (2015) 「自然公園における法面緑化指針」(以降、指針と書く) においては、地域性系統の植物とは、「在来植物のうち、気候や地形などの影響により遺伝子型を共有する集団で、遺伝子型とともに、形態や生理的特性などの表現型や生態的地位にも類似性、同一性が認められる集団をさす。」と定義されている。また、「遺伝的変異の大きさや変異が生じている地理的な距離は種によって異なり、また、遺伝的変異が明らかにされていない種が多いため、植物個別の地域性を考慮して共通する地理的範囲を統一的に示すことは、現時点では困難である。そのため、本指針では、地域性系統の植物の地理的範囲は「当該自然公園内の可能な限り施工地に近い場所から、施工地と類似する環境に生育する種を採取する」ことを基本とする」と書かれている。

具体的な採取範囲の設定については、「流域区分による地理的範囲の考え方」として、まずは同一単位流域内で採取することを優先し、不足する場合は同一河川流域内、さらに不足する場合は同一水系流域内へと範囲を徐々に広げる方法が提示されている。ただし、地域性系統の植物とみなす最大の地理的範囲は、「同一公園内の同一国土区分」内とされている。また、地理的範囲に加え、地形や植生などを考慮して、施工地と同様の立地条件となる場所で採取することが図内に補記されている。

上記の「流域区分による地理的範囲の考え方」は、生態系への影響を可能な限り低減するための予防的思想に基づいており、対象植物の遺伝的地域性に関する情報が不足している場合には合理的であると考えられる。一方で、対象植物の遺伝的地域性に関する科学的情報が豊富な場合には、科学的知見に基づいて採取範囲を検討することも十分に可能であると考えられる。実際、2015 年には遺伝解析結果に基づいて、有用樹種を中心とする 43 種の木本植物を対象とした種苗移動ガイドライン⁹⁾が発行されており、これらの樹種に関しては遺伝的多様性に配慮した種苗移動の検討が容易になっている。阿蘇草原の自然再生の場合、草原を構成する多くの種に

ついては遺伝的地域性に関する情報が不足している一方で、ススキ (*Miscanthus sinensis* Andersson) については地域性系統を検討するための科学的情報が比較的豊富にそろっており、遺伝解析結果に基づいて地域性系統の地理的範囲を検討することが可能であると考えられる。

現在得られているススキの遺伝的地域性に関する科学的知見は下記の通りである。

日本全国の国立公園 26 集団と国立公園外の沖縄県の 3 集団から採取された約 600~700 個体のサンプルについて、葉緑体 DNA の 4 領域や、核リボソーム DNA の ITS 領域を解析した研究において、トカラ海峡付近を境に琉球諸島に祖先的系統、日本本土 (トカラ海峡以北) に派生的系統が分布する傾向のあること、日本列島の南から北に連続的な遺伝的変異の存在することが明らかになっている^{5,8)}。また、日本全国から採取された 667 個体のサンプルについて、RAD-seq 法により得られた核 DNA の 20,704 の一塩基多型 (SNPs) と、葉緑体 DNA の 10 領域のマイクロサテライトを解析した研究においては、核 DNA の Structure 解析と主成分判別分析 (discriminant analysis of principal components; DAPC) の結果からは日本の主要 4 島 (北海道、本州、四国、九州) は西日本、中日本、東日本の 3 地区に分かれること、核 DNA の空間的主成分分析 (spatial principal component analysis) や葉緑体 DNA のハプロタイプの空間的分布の検討結果からは、日本アルプスや津軽海峡が種子散布の障壁となっている可能性や、葉緑体 DNA については九州地方とその他の西日本でハプロタイプの分布が異なっていることが示されている³⁾。

一方で、ススキは自殖率が極端に低い自家不和合性であり⁷⁾、風により長距離散布される花粉と種子を持つため、広範囲にわたって集団間の遺伝的交流が行われること^{3,5,6,8)}や、日本に入った時期が 14,000 年前と比較的近いこと²⁾から、ススキの遺伝的多様性は比較的低く、集団間の遺伝的分化程度も低いこと^{5,6,8)}や、空間的主成分分析において約 80% の遺伝的変異が説明されなかったこと³⁾が考察されている。

以上から、島嶼部を除く日本の主要 4 島におけるススキの遺伝的地域区分については、Structure 解析と DAPC によ

り得られた3地区、あるいは日本アルプスや津軽海峡が障壁として機能している可能性や九州地方のハプロタイプが異なっていることを考慮して6地区に区分することが妥当であると考えられる。阿蘇草原は3地区に分けた場合は西日本地区に、6地区に分けた場合は九州地区に属することになる。そのため、「阿蘇草原再生全体構想」で定められた保全対象区内で採取されたススキを、同区内で自然再生のために利用することについては系統地理学的な観点からは基本的に問題ないと考えられる。ただし、日本全国に分布するススキの開花時期は北方系統が早く、南方系統が遅いという緯度に沿った勾配があり、生態的に異なる地域系統の存在が知られている⁴⁾。また、同一の山において高標高のススキは低標高の個体よりも早く開花することが報告されている¹⁾。同一地域における高標高と低標高の開花時期の違いが遺伝的変異に基づくものであるかについては現時点では未解明であることから、保全対象区内であっても標高の著しく異なる集団間でススキの開花時期に差異が観察される場合には、それらの集団間の移動を避けることが望ましいと考えられる。

なお、上記の地理的範囲を検討する前提条件として、良好に残された草原等の在来集団から種子等を採取する必要がある。また、地域性系統の地理的範囲内であっても、種子等の供給を大規模に行う場合（個々のプロジェクトは小規模であっても累積的に大規模になる場合を含む）には、導入される遺伝子型に偏りが生じないように、複数の採取地を設定する等の配慮のなされることがより望ましいと考えられる。

引用・参考文献

- 1) 足立昇造 (1958) ススキ属植物の飼料作物化に関する育種学的基礎研究。三重大学農学部学術報告, 17: 1-120.
- 2) Clark, L.V., Brummer, J.E., Glowacka, K., Hall, M.C., Heo, K., Peng, J., Yamada, T., Yoo, J.H., Yu, C.Y., Zhao, H., Long, S.P. and Sacks, E.J. (2014) A footprint of past climate change on the diversity and population structure of *Miscanthus sinensis*. *Annals of Botany*, 114: 97-107.
- 3) Clark, L.V., Stewart, J.R., Nishiwaki, A., Toma, Y., Kjeldsen, J.B., Jørgensen, U., Zhao, H., Peng, J., Yoo, J.H., Heo, K., Yu, C.Y., Yamada, T. and Sacks, E.J. (2015) Genetic structure of *Miscanthus sinensis* and *Miscanthus sacchariflorus* in Japan indicates a gradient of bidirectional but asymmetric introgression. *Journal of Experimental Botany*, 66(14): 4213-4225.
- 4) 早川宗志 (2017) 外来および在来ススキの系統地理学および分類学的研究。雑草研究, 62(2): 58-61.
- 5) Hayakawa, H., Akasaka, M., Shimono, Y., Kurokawa, S., Nishida, T., Ikeda, H. and Wakamatsu, T. (2014) Phylogeography based on the nuclear ribosomal DNA internal transcribed spacer region of native *Miscanthus sinensis* (Poaceae) populations in Japan. *Weed biology and management*, 14(4): 251-261.
- 6) 早川宗志・下野嘉子・赤坂舞子・黒川俊二・西田智子・池田浩明・若松徹 (2014) 日本在来ススキの地理的遺伝構造と遺伝的多様性。日本草地学会誌, 60(2): 124-131.
- 7) 平吉功・西川浩三・加藤鐸三 (1955) 飼料植物の細胞遺伝学的研究 (IV) ススキ属植物の自家不和合性。育種学雑誌, 5(3): 167-170.
- 8) Shimono, Y., Kurokawa, S., Nishida, T., Ikeda, H. and Futagami, N. (2013) Phylogeography based on intraspecific sequence variation in chloroplast DNA of *Miscanthus sinensis* (Poaceae), a native pioneer grass in Japan. *Botany*, 91: 449-456.
- 9) 津村義彦・陶山佳久編 (2015) 地図でわかる樹木の種苗移動ガイドライン, 文一総合出版, 176 pp.
(以上文責：今西純一)