

特集「地域性系統の植物による緑化の必要性和その実践事例」

特集にあたって

緑化植物委員会／生態・環境緑化研究部会

1. はじめに

緑化において地域の生物多様性に配慮することは益々重要になってきている。日本緑化工学会は2019年5月に「生物多様性保全のための緑化植物の取り扱い方に関する提言2019」（以降、提言2019と言う）を公表し、今後重点的に取り組むべき短期ビジョンとして「地域性系統の植物による緑化の推進」や「外来植物による緑化におけるリスク管理の実施」を挙げた。

これらのビジョンの実現にあたっては様々な取り組みが必要になるが、緑化植物委員会は提言2019の実現に向けたガイドラインを策定するため、まず緑化植物材料選定の考え方から検討を始めている。2021年大会研究集会では、その経過報告として外国産在来種や外来牧草の生態系への影響についての解説と、緑化植物材料選定の考え方（案）の提案を行い、参加者から意見を収集した。

提言2019の短期ビジョン「地域性系統の植物による緑化の推進」については、生態・環境緑化研究部会も以前から積極的に活動を行っている。2021年大会研究集会では、阿蘇くじゅう国立公園で進めているススキを中心とした草原植物の活用の取り組みや、和歌山県における地域性種苗を使用した緑化のビジネスモデルの提案などの発表を行い、地域性種苗を地域資源として活用することによる持続可能な社会の醸成や地域経済の活性化の可能性について議論した。

2. 研究集会の概要

研究集会「実例・研究紹介—地域活性化、地域性種苗使用の主流化を進めるには」

日程：2021年9月10日（金）16：30～18：00

実施形態：Zoom ウェビナー

参加者：41名

主催：生態・環境緑化研究部会

研究集会「提言2019に対応した緑化植物材料選定の考え方（案）について」

日程：2021年9月12日（日）9：30～11：30

実施形態：Zoom ウェビナー

参加者：82名

主催：緑化植物委員会

3. 本特集の構成について

本特集は上記2つの研究集会をもとに構成した。前半の2報では緑化植物委員会主催の研究集会の発表内容に基づいて、緑化植物材料選定の考え方（案）を紹介するとともに、地域性系統の植物による緑化が必要となる背景や理由を外国産在来種と外来牧草の観点から解説している。次いで、後半の4報では、生態・環境緑化研究部会主催の研究集会の発表内容についてとりまとめている。まず、「研究集会「実例・研究紹介—地域活性化、地域性種苗使用の主流化を進めるには」開催報告」は、生態・環境緑化研究部会主催の研究集会について、ここでは主に、地域性種苗の活用等について発注者ならびに設計関係者に行ったアンケート結果を紹介するとともに、ススキやヤマハギ等の種子の採取時期と発芽率の変化について報告している。「地域性種苗の調達地域にもたらす波及効果」ならびに「地域性種苗を用いた「みどりの地産地消」緑化における和歌山型ビジネスモデル実現に向けた取り組み」では、地域性種苗の獲得に向けた先進的事例として、それぞれ熊本と和歌山での取り組み（地域連携）について紹介している。最後の「地域性種苗の抱えた課題 地域協働や文理融合の重要性」では、2022年時点での地域性種苗の抱えた課題を整理し、その解決に向けた研究部会の研究開発の最先端を示すとともに、地域性種苗の活用が脱炭素社会における成長分野になりつつある社会情勢についてまとめている。そのために必要な要素のひとつとして、地域協働と文系分野との連携を取り上げている。

以上の特集を通して、地域性系統の植物（地域性種苗）による緑化の必要性や緑化植物材料選定の考え方についての理解が深まるとともに、その緑化の実践における効果的な地域連携の手がかりが得られることを期待したい。

特集「地域性系統の植物による緑化の必要性和その実践事例」

地域性系統の植物による緑化の必要性 —外国産在来種の使用に伴う生態系への影響

今西純一* 大阪府立大学大学院生命環境科学研究科

1. 地域性系統の植物による緑化の必要性の高まり

生物多様性の概念は1992年に生物多様性条約が採択された頃から社会的に認知され始め、1995年には最初の生物多様性国家戦略が策定され、2004年には特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律（外来生物法）が、2008年には生物多様性基本法が公布された。そして、2010年に愛知県名古屋市で開催された生物多様性条約第10回締約国会議は、生物多様性保全の必要性が社会に広く知られる契機となった。

緑化分野においては、2011年に林野庁によって「林野公共事業における生物多様性保全に配慮した緑化工の手引き」が作成され、「緑化工に使用する植物は、遺伝的な由来に着目した分類や材料による差違についても注意を払うものとする」ことが記載された。2013年には国土交通省国土技術政策総合研究所資料No.722「地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工の手引き」において、地域の在来種を利用して緑化する方法がとりまとめられ公表された。また、2015年には環境省自然環境局による「自然公園における法面緑化指針」が策定され、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が示された。以上のように、近年は地域の在来種、特に地域性系統（在来種のうち、ある地域に共通する遺伝型をもつ集団のこと）の植物を使用する緑化が求められるようになってきている。

2. 緑化植物材料選定の考え方について

緑化植物委員会では「生物多様性保全のための緑化植物の取り扱い方に関する提言2019」¹⁾（以降、提言2019と言う）の実現のため、年10回に及ぶ会議を開催し、ガイドライン（案）の検討を重ねている。2021年大会の研究集会では、その経過報告として緑化植物材料選定の考え方（案）についての説明を行い、参加者から意見を収集した。

提言2019では、短期ビジョン「地域性系統の植物による緑化の推進」として、外国産在来種（国内の在来種と同種とされるが外国産であるもの）の使用によって遺伝的攪乱のリスクが生じていること等を踏まえて、生物多様性に特に配慮する必要のある地域を中心に可能な限り多くの地域において、生物進化のプロセスを尊重し、遺伝的多様性を損じるこ

とのないように、地域性系統の植物（地域性種苗）による緑化を推進することが掲げられている。そして、地域性系統の植物による緑化に必要な予算を確保するための仕組みとして、発注者が個々の事業について生物多様性への配慮の必要性の程度を判定し、事業ごとに適切な植物材料と緑化方法（緑化施工後の植生管理も含む）を定める発注方法となるように制度を整備する必要があることも記載されている。

研究集会では、生物多様性への配慮の必要性の程度を判定し、適切な植物材料を選定するための考え方の基本となる緑化水準（案）（表-1）の説明を行った。この緑化水準（案）には、生物多様性保全上重要な地域の現場に該当するか否かの目安や、使用できる植物材料の種類、必要とされるリスク管理や準備工、トレーサビリティ、植生管理工の種類が整理されている。また、緑化水準Ⅰの生物多様性保全上重要な地域の現場では地域性種苗のみを使用すること、緑化水準Ⅲの生態系の人為的攪乱を受けている地域で餌場リスクが許容できる地域の現場では地域性種苗に加えて在来種や外来牧草類等も使用できることなどが示されている。ただし、在来種の使用にあたっては、自然分布域内で採種・育苗されたものであり、現場に近い産地の種苗を選ぶなど、遺伝的地域性（同じ種であっても地域によって遺伝的に異なっている状態）への配慮を可能な範囲で求めている。また、外来牧草類等については生態系等への被害のリスクが低い種を選定すること、導入した緑化植物が野生動物の餌場となり獣害の発生・拡大につながるおそれがないことに配慮することを求めている。なお、生態系への影響が懸念されるため、逆輸入種子（日本で採取した種子をもとに外国で育成し、採取した種子を輸入するもの）を含め外国産在来種は使用不可としている。

3. 外国産在来種の使用に伴う生態系への影響

3.1 遺伝的攪乱のリスク

植物は多くの場合、同じ種であっても、地域によって遺伝的に異なる集団を形成している。しかし、外国産在来種を法面等に導入すると、在来集団との間で種内交雑が生じ、遺伝的攪乱を引き起こす。遺伝的攪乱には、在来集団内の地域環境に適応した遺伝子のセットを消失させ、長期的には種分化という生物進化のプロセスを妨げるという問題がある。また、導入した植物についても、地域環境に適応していないた

* 連絡先著者 (Corresponding author) : 〒599-8531 大阪府堺市中区学園町1-1 E-mail : imanishi@envi.osakafu-u.ac.jp

表-1 現場の緑化水準（案）（日本緑化工学会緑化植物委員会作成）

	【Ⅰ】	【Ⅱ】	【Ⅲ】
緑化水準	地域性が確保できる植物材料の使用が必要とされる現場	地域性が確保できる植物材料の使用が望ましいが、必要に応じて在来種まで許容される現場	地域性が確保できる植物材料の使用が望ましいが、必要に応じて在来種あるいは外来牧草類等まで許容される現場
該当現場の目安	地域生態系または生物多様性保全上重要な地域の現場	地域生態系または生物多様性保全上重要な地域に近接 ^{c)} する地域の現場	生態系的人為的攪乱 ^{e)} を受けている地域で、餌場リスク ^{d)} が許容できる地域の現場
緑化水準は、少なくとも(1)～(4)の項目について検討して判断する ^{a, b)}	(1)自然公園内の地域 (2)国交省の地域生態系の保全レベル「高」 ^{e)} に相当する地域 (3)林野庁の緑化水準「A」 ^{f)} に相当する地域 (4)環境省の植生自然度4～5、7～10に相当する地域	(1)自然公園に近接する地域 (2)国交省の地域生態系の保全レベル「中」 ^{e)} に相当する地域 (3)林野庁の緑化水準「B」 ^{f)} に相当する地域 (4)環境省の植生自然度4～8に相当する地域	(1)自然公園に近接しない地域 (2)国交省の地域生態系の保全レベル「低」 ^{e)} に相当する地域 (3)林野庁の緑化水準「C」 ^{f)} に相当する地域 (4)環境省の植生自然度1～7に相当する地域
使用できる植物材料 ^{g)}	地域性種苗 ^{h)}	地域性種苗 ^{h)} 在来種 ⁱ⁾ (外国産在来種 ^{j)} は不可)	地域性種苗 ^{h)} 在来種 ⁱ⁾ (外国産在来種 ^{j)} は不可) 外来牧草類等 ^{k)} (餌場リスク ^{d)} がある場合は不可)
リスク管理	使用する地域性種苗は、トレーサビリティが確保されていることを確認する。	在来種を使用する場合は、緑化水準Ⅰに相当する地域への逸出リスクを確認する。	外来牧草類等を使用する場合は、緑化水準Ⅰ～Ⅱに相当する地域への逸出リスクを確認する。
準備工	必要	種により必要	種により必要
トレーサビリティ	必要	種により必要	種により必要 (外来牧草類等は不要)
植生管理工 ^{l)}	植生誘導管理 監視的管理	植生誘導管理 監視的管理	植生誘導管理 監視的管理

- a) 緑化水準は、該当現場の目安に示した(1)～(4)の項目のほか、設計思想、現地調査結果、植生図、土地利用図、現場周辺の環境、災害復旧の緊急性などを総合して判断する。
- b) 緑化水準Ⅰあるいは緑化水準Ⅱに相当する地域において、災害復旧等の緊急性がありやむを得ず地域性種苗（緑化水準Ⅱの場合は在来種も含む）を準備する時間を確保できない場合は、緑化水準をそれぞれ1ランク下げることが考慮できる。
- c) 「近接」や「人為的攪乱」の程度は現場の置かれた環境で異なるので、案件ごとに判断する。
- d) 餌場リスクとは、導入した緑化植物が野生動物の餌場となり、獣害の発生・拡大につながるおそれをいう。
- e) 国土交通省国土技術政策総合研究所(2013)地域生態系の保全に配慮した法面緑化工の手引き、国土技術政策総合研究所資料 722
- f) 林野庁計画課施工企画調整室(2011)林野公共事業における生物多様性に配慮した緑化工の手引き
- g) 植物材料とは、植生工で使用する種子、苗木、挿木などを指し、表土もこれに含める。
- h) 地域性種苗とは、在来種のうち、現場周辺地域に共通する遺伝子型を持つ集団からなる植物材料をいう。たとえば、現場周辺地域で採取した種子や、それから育苗した苗木などがこれにあたる。
- i) 在来種とは、当該種が自然分布している地域内で採種・育苗された種をいう。ただし、遺伝的地域性を考慮して、北海道産の植物材料を九州で用いないなど、自然分布域内であっても産地を考慮する。
- j) 外国産在来種には逆輸入種子も含まれる。
- k) 外来牧草類等とは、従来から急速緑化に用いられているイネ科とマメ科の外来牧草類および修景緑化に使用されるその他の外来種（園芸品種を含む）をいう。ただし、生態系等への被害のリスクが低い種を選定する。
- l) 植生管理工の監視的管理には、植生工で形成させる初期緑化目標群落から最終緑化目標群落への遷移を図るだけでなく、初期緑化目標群落を遷移させずに維持する場合の管理も含まれる。

めに発芽率や定着率、成長率が低くなるという問題がある。

2007年の4省庁共同調査の結果では、法面緑化に使用される在来種の種子の98.9%は外国からの輸入であり、ほとんどが外国産在来種であることが明らかとなっている⁵⁾。例えば、在来種のヨモギでは、自生地から採取した個体は東日本と西日本間で遺伝的に分化していた一方で、緑化法面では西日本地域であっても東日本個体と類似した個体が多いことが明らかになっている¹⁶⁾。日本産種子をもとに中国で生産した逆輸入種子は東日本個体と近縁であったことから、東日本由来の緑化種子が日本全国の法面緑化に使用されたと推測されている。また、中国産の個体は、日本の自生個体とは遺伝的にも形態的にも分化しており、外国からの輸入種子の使用は望ましくないことが明らかになった。

3.2 種子輸入に伴う外来植物等の非意図的な侵入・定着

緑化に使用される外来草本類（芝草・牧草）は主に欧米から輸入されており、輸出国の保証制度で種子の純度などが保証されている²¹⁾。しかし、外国産在来植物は、アメリカ産のメドハギ、ヤマハギ、ヤハズソウ、ノシバを除いて、主に中国から輸入されており、中国に品質保証制度はない。また、中国では群生する自生個体から種子が採られており、目的とする種以外の植物種の種子が混入する可能性が高い。

そのため、外国産在来種の種子の輸入において、輸入を意図していない外来植物や在来種の外来個体の種子が混入して持ち込まれる場合が多く、これらの植物による生態系への悪影響が懸念されている。外来植物や在来種の外来個体が在来集団と交雑して遺伝的攪乱を生じることや、外来植物が緑化地から逸出した先で在来植物と競合・駆逐すること、外来植物の定着によって環境が変化することが懸念されている。

外国産在来種の種子の使用に伴う非意図的な侵入、定着が報告されている植物の例は表-2の通りである。表-2に挙げた植物は、専門家が種の同定を行い、文献上で公表したものに限定されるため、実際には表に掲載されていない外来植物や在来種の外来個体の侵入、定着も発生しているものと推測される。

カライトドリは、青森県八甲田山麓の道路法面で定着が見られ、生態系被害防止外来種リストの「その他の総合対策外来種」に選定されている。中国大陸においてイトドリとされてきた植物はカライトドリにあたると思われるが、中国の研究者は中国大陸にもカライトドリとともにイトドリが広く分布すると主張している¹⁸⁾。種の認識の相違がある中、中国からカライトドリがイトドリとして輸入されている。

中国のコマツナギは、日本のコマツナギとは別種のトウコマツナギやキダチコマツナギとされる場合もあるが、中国と日本のコマツナギは種レベルでは同一とする見解もある⁹⁾。しかし、中国から輸入したコマツナギ種子から成長した個体は、日本在来のコマツナギよりも背が高くなり、高さ4m⁹⁾から6m²⁰⁾に達するものもあり、両者の形質は異なる。外国産コマツナギの使用による遺伝的攪乱等の影響が懸念されている¹⁾。

中国から輸入したススキ種子にヨシススキ種子が混入して

表-2 外国産在来種の使用に伴う侵入、定着の報告例

外国産在来種	侵入、定着の報告のある外来植物 (または在来種の外来個体)
イトドリ	カライトドリ
コマツナギ	トウコマツナギまたはキダチコマツナギ（種レベルではコマツナギと同種とする見解もある）
ススキ	ヨシススキ
メドハギ	アカバナメドハギ、オオバメドハギ、カラメドハギ、トウクサハギ、ナガバメドハギ、 (在来種シベリアメドハギの外来個体)
ヤマハギ	オクシモハギ、(在来種チョウセンキハギの外来個体)
ヨモギ	クソニンジン、ハイイロヨモギ、タカヨモギ、 (在来種イワヨモギ、ケシヨウヨモギ、チシマヨモギ、ヒメヨモギ、ヤブヨモギ、キクタニギク、イワギクなどの外来個体)

引用文献 2)~4), 6), 9)~15), 17), 19)

いたことが原因で、ヨシススキの繁茂が九州、中国、近畿地方の道路法面、ダム建設法面、宅地造成法面など多くの法面で見られている¹⁷⁾。近接する法面だけでなく、農地にもヨシススキが見られ、法面を起点に周辺に拡大している。生態系被害防止外来種リストの重点対策外来種に選定されており、2016年7月から業界の自粛によりススキ種子の輸入が停止されているが、抜き取って根茎まで駆除する必要があり、非常に労力を要するため、多くの地域でヨシススキが定着したままである。

法面緑化のヨモギに、本来その周囲に自生しないヨモギ属の植物が混じることは、1990年頃から指摘されていた。その後、キクタニギクやイワギクがヨモギ類に混じって自生地外の各地で発見されるようになり、改めて注目されるようになった⁸⁾。ヨモギは当初国内産が使われていたが、1985年頃から韓国産の輸入ヨモギに切換えられ、その後中国東北部からも輸入されるようになった。これらの種子（瘦果）は山採りであったため、ヨモギ以外のヨモギ属やキク属が混入したものと推測されている。イワヨモギやキクタニギクは、これまで記録のない地域で新分布とみなされたり、希少種として県レッドリストに入れられたりしている例がある。

メドハギやヤマハギについても、中国からの輸入種子への混入を原因として、外来植物や在来種の外来個体の道路法面や林道沿線、造成地等への侵入、定着が報告されている^{2, 6), 9~14)}。

3.3 外国産在来種の使用に関する規制や注意喚起の現状

外国産在来種は、種レベルでは在来種と同一であることから、外来生物法の特定外来生物への指定による規制や、生態系被害防止外来種リストへの選定による注意喚起は行われていない。外国産在来種の輸入種子に混入する「在来種の外来個体」についても同様の状況にある。

外国産在来種の輸入種子に混入する「外来植物」に、外来生物法の特定外来生物に指定されている種はない。また、生態系被害防止外来種リストに選定されている種はカライトドリとヨシススキのみである。しかし、先述の通り、種の認識の相違がある中、カライトドリは中国からイタドリとして輸入されている。

以上のことから、外国産在来種の使用を禁止し、地域性系統の植物の使用を促進するための施策を講じる必要があると考えられる。

引用文献

- 1) 阿部智明・中野裕司・倉本 宣 (2004) 中国産コマツナギを自生のコマツナギとして扱ってよいか, 日本緑化工学会誌, 30(1): 344-347.
- 2) 五百川裕・大橋広好 (2007) マメ科オクシモハギの多雪地への帰化, 植物研究雑誌, 82(3): 175-177.
- 3) 一般財団法人自然環境研究センター (2019) 最新日本の外来生物, 平凡社, pp. 592.
- 4) 門田裕一・瀬戸口浩彰・副島顕子・東馬哲雄・中田政司・森田竜義・米倉浩司 (2016) キク科, 大橋広好ほか編, 改訂新版日本の野生植物 第5巻, 平凡社, pp. 198-369.
- 5) 環境省自然環境局・農林水産省農村振興局・林野庁・国土交通省都市・地域整備局・国土交通省河川局・国土交通省道路局・国土交通省港湾局 (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, p. 105.
- 6) Nemoto, T., Ohashi, H. and Itoh, T. (2007) A new species of *Lespedeza* (Leguminosae) from China and Japan, *Journal of Japanese Botany*, 82(4): 222.
- 7) 日本緑化工学会 (2019) 生物多様性保全のための緑化植物の取り扱い方に関する提言 2019, 日本緑化工学会誌, 44(4): 622-628.
- 8) 中田政司 (2002) ヨモギ属とキク属, 日本生態学会編, 外来種ハンドブック, 地人書館, p. 195.
- 9) 大橋広好 (2016) マメ科, 大橋広好ほか編, 改訂新版日本の野生植物 第2巻, 平凡社, pp. 240-306.
- 10) 大橋広好・伊藤隆之・大橋一晶 (2010) マメ科の帰化植物3種, 植物研究雑誌, 85(1): 47-50.
- 11) 大橋広好・村松正雄 (2008) 愛知万博尾張旭駐車場跡地に帰化した中国産メドハギ類, 植物研究雑誌, 83(6): 359-363.
- 12) 大橋広好・根本智行・伊藤隆之 (2003) ハギ属の帰化植物4種, 植物研究雑誌, 78(1): 50-54.
- 13) 大橋広好・根本智行・伊藤隆之 (2004) マメ科の新帰化種ナガバメドハギ (新称), 植物研究雑誌, 79(6): 378-380.
- 14) 大森威宏 (2008) 群馬県産の「オオバメドハギ」と「カラメドハギ」について, 群馬県立自然史博物館研究報告, 12: 55-57.
- 15) 植村修二ほか (2010) 日本帰化植物写真図鑑第2巻, 全国農村教育協会, 580 pp.
- 16) Wagatsuma, S., Imanishi, J., Suyama, Y., Matsuo, A., Sato, M.P., Mitsuyuki, C., Tsunamoto, Y., Tominaga, T. and Shimono, Y. (2021) Revegetation in Japan overlooks geographic genetic structure *Artemisia indica* var. *maximowiczii* populations. *Restoration Ecology*, e 13567: 1-10.
- 17) 山田 守 (2015) ヨシススキ (*Saccharum arundinaceum* Retz.), 日本緑化工学会誌, 41(2): 352.
- 18) 米倉浩司 (2013) 中国大陸におけるイタドリの記録と日本におけるカライトドリの記録, 日本植物分類学会要旨, 12: 32.
- 19) 米倉浩司 (2016) タデ科, 大橋広好ほか編, 改訂新版日本の野生植物 第4巻, 平凡社, pp. 84-104.
- 20) 吉田 寛 (2015) コマツナギ (*Indigofera pseudo-tinctoria* Matsum.), 中国産コマツナギ, キダチコマツナギ (*Indigofera* spp.), 日本緑化工学会誌 41(2): 351.
- 21) 吉原敬嗣 (2018) 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, 日本緑化工学会誌, 43(3): 445-448.

特集「地域性系統の植物による緑化の必要性とその実践事例」

地域性系統の植物による緑化の必要性 —外来牧草の特性と生態系への影響

江川知花* 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構
農業環境研究部門

1. はじめに

地域性種苗の利用促進は、外国産在来種による遺伝的攪乱の防止に加え、リスクの伴う外来緑化植物の利用を抑制する、という観点からも重要である。法面緑化ではこれまで、安価で入手しやすく、品質の確保がしやすい外来牧草が多く使われてきた。しかし、外来牧草は生物多様性に対して望ましくない影響を及ぼすおそれがあることから、多用することへの懸念も長らく指摘されてきた。2015年に環境省および農林水産省によって作成・公表された「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」¹⁰⁾には、トールフェスク (*Festuca arundinacea* Schreb.) やオーチャードグラス (*Dactylis glomerata* L.) など、市場単価の主体種子となっている外来イネ科牧草数種が「産業管理外来種」として掲載され、これらが「生態系に被害を及ぼさないよう適切な管理や利用の抑制・侵略性のない代替種の開発」を進める、という方針が明示された¹¹⁾。外来牧草に替えて、当該地域に自生する侵略性のない地域性系統の植物の利用を進めることは、この方針の実現に大きく寄与するものといえる。こうした動きを押し進めるため、日本緑化工学会は「生物多様性保全のための緑化植物の取り扱い方に関する提言 2019」²⁰⁾(以降、提言 2019 とする)において、「生物多様性に特に配慮する必要のある地域を中心に可能な限り多くの地域において」地域性系統の植物による緑化を推進することを短期ビジョンとして掲げた。本稿では、生物多様性保全上重要な地域、さらには可能な限り多くの地域において地域性系統の植物を利用すべき理由について、外来牧草が備える特性と実際に引き起こされた生態系影響の例を概観しながら今一度考えてみたい。

2. 外来牧草の特性と生態系への影響

緑化や畜産で利用される外来の牧草は、一般に、発芽率が高い、粗放管理下でも速やかに成長する、などの特性を持つよう育種されている^{6,9)}。さらに、低コストでの種子増殖を可能にするため採種性を考慮した選抜が行われることから³²⁾、高い種子生産性を備えていることも多い。このような特性は、法面等の早急な緑化を実現する上で有益なものであるが、同時に、自然環境中に侵入し、定着域を拡大する上で

有利となるものでもある²³⁾。ある外来植物が侵略性（ここでは、自然環境中や農耕地に侵入して害を引き起こす可能性を指す）を持つか否かを、それぞれの種が備える成長特性や種子の生産量などからスコア化して判断する、オーストラリア式雑草リスク評価モデル (weed risk assessment model)²²⁾を主要な外来牧草 5 種に当てはめてみると、いずれの草種の雑草リスクスコアも侵略的か否かを判断する基準となる点数である 10 点を大きく上回り (表-1)、“侵略性を有する”と判断される²¹⁾。すなわち、外来牧草が備える特性は、施工地以外の環境においては、潜在的に有害なもの、と捉える必要があるといえる。

では、“侵略性を有する”外来牧草は、具体的にはどのような影響を引き起こすのだろうか。表-1に、これまでに日本国内で報告されている生態系影響事例の一部を示す。前出の産業管理外来種トールフェスクは、河川敷や氾濫原に広く侵入し、しばしば優占群落を形成することを複数の文献が報告している^{16), 18), 25)}。本種は、河原固有種で環境省レッドリスト絶滅危惧Ⅱ類のカワラノギク (*Aster kantoensis* Kitam.) の生育を阻害することも示されている¹⁵⁾。トールフェスク同様、産業管理外来種オーチャードグラスも河川域において広大な面積の優占群落を形成している¹⁸⁾ほか、海岸草原においても在来植物を競争排除した例が報告されている²⁸⁾。産業管理外来種チモシー (*Phleum pratense* L.) もオーチャードグラスとともに海岸草原において繁茂し、在来植物の衰退をもたらした²⁸⁾。また本種は、花粉にアレロパシー作用をもち、他種の結実を阻害する場合があることがわかっている¹⁹⁾。産業管理外来種ではないが、ケンタッキーブルーグラス (*Poa pratensis* L.) は、攪乱を受けた海岸植生に広く侵入した例が報告されている¹⁷⁾。さらに本種は、根茎を発達させることによって地中に層を形成し、海浜に生育する在来種ハマナス (*Rosa rugosa* Thunb.) の根の伸長や萌芽を阻害した例も確認されている²⁴⁾。このような在来植物への影響に加え、外来牧草はシカの嗜好性植物であることもよく知られており³³⁾、餌の提供を介して野生動物の個体群動態に影響を与えていることも示唆されている³¹⁾。生態系影響以外にも、外来イネ科牧草は、花粉症の原因となるなどの健康影響をもつほか^{1,8)}、玄米を吸汁加害し斑点米を引き起こすカメムシの寄主植物と

表-1 主要な外来イネ科牧草の雑草リスク評価(Weed Risk Assessment; WRA)スコアと日本国内で報告されている生態系影響の例

牧草名	WRA スコア ¹	日本で報告されている生態系影響の例(アレロパシーについてのみ海外の事例も含む)
トールフェスク	20	<ul style="list-style-type: none"> ・全国 109 水系において 407 ha の優占群落形成¹⁸⁾ ・北海道の氾濫原・河床に高い被度で定着²⁵⁾、優占群落を形成¹⁶⁾ ・環境省レッドリスト絶滅危惧Ⅱ類のカワラノギクの生育阻害¹⁵⁾ ・アレロパシーをもち、実験環境でレタスの幼根伸長を著しく阻害²⁹⁾
オーチャードグラス	21	<ul style="list-style-type: none"> ・全国 109 水系において 1,039 ha の優占群落形成¹⁸⁾ ・国立公園小清水原生花園の海岸草原で、本種を含むイネ科牧草が在来植物と競合²⁸⁾
チモシー	—	<ul style="list-style-type: none"> ・全国 109 水系において 541 ha の優占群落形成¹⁸⁾ ・国立公園小清水原生花園の海岸草原で、本種を含むイネ科牧草が在来植物と競合²⁸⁾ ・アレロパシーをもつ。チモシーの花粉からのアレロパシーによってシバムギの結実率が 15-70% 減少¹⁹⁾
ケンタッキーブルーグラス	23	<ul style="list-style-type: none"> ・国立公園小清水原生花園の海岸草原で、本種を含むイネ科牧草が在来植物と競合²⁸⁾ ・攪乱された海岸植生に広く定着¹⁷⁾、根茎を発達させることでハマナスの生育と更新を阻害²⁴⁾ ・アレロパシーをもち、ケンタッキーブルーグラスに近い位置に生育するスズメノカタビラ個体は成長量が減少²⁷⁾
イタリアンライグラス	21	<ul style="list-style-type: none"> ・全国 109 水系において 20 ha の優占群落形成¹⁸⁾
レッドトップ	24	<ul style="list-style-type: none"> ・全国 109 水系において 205 ha の優占群落形成¹⁸⁾ ・国立公園小清水原生花園の海岸草原で、本種を含むイネ科牧草が在来植物と競合²⁸⁾

¹Nishida *et al.* (2009)²¹⁾において、オーストラリアの雑草リスク評価を当てはめて算出された雑草リスクスコア。10 点以上であれば侵略性（ここでは、自然環境中や農耕地や園地に侵入し害を引き起こす可能性を指す）を有すると判断される。

なってその発生を助長したり^{7, 13)}、麦作の雑草となる^{2, 26)}こともあり、畦畔や畑地に侵入すると間接的・直接的に農業生産上の問題を引き起こすことも指摘されている。

3. 外来牧草の生態系影響と緑化利用との関係

以上のような外来牧草による望ましくない影響は、必ずしも緑化利用に起因するものではない。前述のとおり、牧草は緑化以外に畜産でも利用されており、採草地や放牧地からの逸出が発端となって影響が生じることも考えられる。また、一部の外来牧草の種子は、輸入穀物や輸入乾草中に混入して持ち込まれることもあり^{3, 4)}、非意図的に導入された個体が自然環境中に侵入し、影響を引き起こすケースもあると推察される。このため、外来牧草による生態系影響と緑化利用を十把一絡げに結びつけることは適切ではない。しかし、外来牧草が侵略性を有することをふまえ、その緑化利用には望ましくない事態が生じるリスクが伴う、ということ認識することは重要といえる。

緑化の場面で懸念される事象として、外来牧草を導入した施工地が種子の散布源となり、外来牧草が景観スケールで拡散する拠点となる、ということがある。外来牧草は通常施工から数年で植生遷移によって消失するが²¹⁾、遷移が進行するまでの短期間でも、結実が起これば種子が車両や動物等に付着あるいは被食されて散布される可能性が生じてくる^{5, 12)}。Von der Lippe and Kowarik³⁰⁾は、車両への付着による外来種の長距離種子散布が日常的に生じていることを明らかにしている。これらをふまえると、施工地周辺で外来牧草の逸出個体が見られない場合であっても、施工地から離れた場所に種子が運ばれて定着に至っている可能性は十分ありえるといえ

る。牧草を導入した施工地から拡散が生じる可能性は、地域性系統の植物を利用した場合—すなわち、外来牧草の種子散布が起こる可能性がゼロの場合—と比較すれば、相対的な意味において高い。仮に施工地において植生遷移が進行せず、外来牧草が長期間残存した場合は、結実した種子が散布され定着に至る可能性は累積されてさらに高まる。

4. 地域性系統の植物による緑化の必要性和外来牧草の利用の方向性

外来牧草が侵略性を有すること、また外来牧草の緑化利用によってこれらの種子が不可測に拡散する可能性が生じることと対比すると、地域性系統の植物を利用することの生物多様性保全上の安全性や利点が改めて浮かび上がる。不特定多数の車両や動物による種子散布を制御することは困難であるため、保全価値の高いエリアで牧草による問題が生じるリスクを最小化するには、提言 2019 が示すとおり「可能な限り多くの地域において」地域性系統の植物を用いた緑化を行い、外来牧草の種子の供給源を広域スケールで減らす（これ以上増やさない）ことが、最も確実かつ効果的なアプローチといえる。

このように、外来牧草のリスクの観点から考えても、地域性種苗の利用を促進する必要性は明らかであるが、実際にそれを主流化するためには、コストや供給体制等の課題を解決する必要がある。直ちに全面的な導入を行うことは難しい現状がある。このため、現実的には、まずは現場スケールで生物多様性への配慮の必要性の程度を勘案し、外来牧草の利用に伴うリスクを現状では許容しうる現場と、リスクを完全に排除すべき現場を仕分け、後者から優先的に地域性種苗の導

入を徹底していくという進め方が想定される。このことをふまえ、現在緑化植物委員会では、それぞれの現場の仕分けの目安を示した緑化水準（案）の検討が進められている（詳細については、本特集前報の表-1を参照されたい）。委員会では、外来牧草の急速緑化上の効果をふまえ、緊急性のある災害復旧時等、リスクがあっても利用を検討した方がよいと考えられるスポット的なケースの取り扱いについても議論が行われている。このような検討や議論を通じ、最終的に目指すべき目標とそれに至るまでの現実的な道筋が関係者間で合意・共有され、一步一步着実に取り組みが進んでいくことが期待される。

引用文献

- 1) 安部裕介・柳内 充・長門利純・荻野 武・原測保明 (2005) 北海道における花粉症原因抗原の地域性, アレルギー, 54: 59-67.
- 2) 浅井元朗・興語靖洋 (2005) 関東・東海地域の麦作圃場におけるカラスミギ, ネズミミギの発生実態とその背景, 雑草研究, 50: 73-81.
- 3) 浅井元朗・黒川俊二・清水矩宏・榎本 敬 (2007) 1990年代の輸入冬作穀物中の混入雑草種子とその種組成, 雑草研究, 52: 1-10.
- 4) 浅井元朗・黒川俊二・清水矩宏・榎本 敬 (2009) 1995年に輸入された乾草中に混入していた雑草種子, 雑草研究, 54: 219-225.
- 5) Bartuszevige, A.M. and Endress, B.A. (2008) Do ungulates facilitate native and exotic plant spread?. Seed dispersal by cattle, elk and deer in northeastern Oregon. *J. Arid Environ.*, 72: 904-913.
- 6) Gravuer, K., Sullivan, J.J., Williams, P.A. and Duncan, R.P. (2008) Strong human association with plant invasion success for *Trifolium* introductions to New Zealand. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 105: 6344-6349.
- 7) 樋口博也 (2010) 斑点米被害を引き起こすカスミカメムシ類の生態と管理技術, 日本応用動物昆虫学会誌, 54: 171-188.
- 8) 伊藤幹二 (2021) 雑草リスク情報—その4: 知る人ぞ知る雑草花粉の脅威, 草と緑, 13: 38-48.
- 9) Jakubowski, A.R., Casler, M.D. and Jackson, R.D. (2011) Has selection for improved agronomic traits made reed canarygrass invasive? *PLoS ONE*, 6: e25757.
- 10) 環境省・農林水産省 (2015) “生態系被害防止外来種リスト”. 環境省ホームページ. https://www.env.go.jp/nature/intro/2_outline/iaslist.html (参照: 2022年1月10日).
- 11) 環境省・農林水産省 (2015) “生態系被害防止外来種リスト 補足資料 リーフレット【業者向け】”. 環境省ホームページ. https://www.env.go.jp/nature/intro/4_document/files/list_gyosha.pdf (参照: 2022年1月10日).
- 12) Khan, I., Navie, S., George, D., O'Donnell, C. and Adkins, S.W. (2018) Alien and native plant seed dispersal by vehicles. *Austral Ecol.*, 43: 76-88.
- 13) 菊池淳志・小林徹也 (2010) 畦畔等の植生がアカヒゲホソミドリカスミカメの増殖に及ぼす影響, 北日本病虫研報, 61: 107-110.
- 14) 近藤賢太郎・内田泰三・田中 淳 (2017) 桜島における導入外来牧草類の変遷と種子繁殖特性, 日本緑化工学会誌, 43: 207-210.
- 15) 倉本 宣 (1996) 川の生態系保全の留意点—カワラノギクの保全生物学的研究を中心に—, 日本緑化工学会誌, 23: 203-210.
- 16) Matsumura, C., Yokoyama, J. and Washitani, I. (2004) Invasion status and potential ecological impacts of an invasive alien bumblebee, *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae) Naturalized in Southern Hokkaido, Japan. *Glob. Environ. Res.*, 8: 51-66.
- 17) 松島 肇 (2012) 海岸砂丘における風力発電施設の建設が海浜植生に与える影響. 保全生態学研究, 106: 97-106.
- 18) 宮脇成生・伊川耕太・中村圭吾 (2014) 日本の河川域における外来植物群落の侵入, 日本緑化工学会誌, 40: 343-347.
- 19) Murphy, S.D. and Aarssen, L.W. (1995) Reduced seed set in *Elytrigia repens* caused by allelopathic pollen from *Phleum pratense*. *Canad. J. Bot.*, 73: 1417-1422.
- 20) 日本緑化工学会 (2019) 生物多様性保全のための緑化植物の取り扱い方に関する提言 2019, 日本緑化工学会誌, 44: 622-628.
- 21) Nishida, T., Yamashita, N., Asai, M., Kurokawa, S., Enomoto, T., Pheloung, P.C. and Groves, R.H. (2009) Developing a pre-entry weed risk assessment system for use in Japan. *Biol. Invasions*, 11: 1319-1333.
- 22) Pheloung, P.C., Williams, P.A. and Halloy, S.R. (1999) A weed risk assessment model for use as a biosecurity tool evaluating plant introductions. *J. Environ. Manage.*, 57: 239-251.
- 23) Pysék, P. and Richardson, D.M. (2008) Traits associated with invasiveness in alien plants: where do we stand? In: *Biological Invasions. Ecological Studies (Analysis and Synthesis)*, vol 193. (eds. Nentwig, W.). pp. 97-125, Springer, Berlin, Heidelberg.
- 24) 斎藤 満 (1987) オホーツク海沿岸におけるハマナスの生育と保全, 光珠内季報, 67: 17-22.
- 25) Saito, T.I. and Tsuyuzaki, S. (2012) Response of riparian vegetation to the removal of the invasive forb, *Solidago gigantea*, and its litter layer. *Weed Biol. Manag.* 12: 63-70.
- 26) 佐藤久泰 (1986) 麦作雑草防除の現状と問題点, 雑草研究, 31: 1-15.
- 27) 竹内安智・田中秀和・小笠原勝・近内誠登・竹松哲夫 (1995) スズメノカタビラに対する寒地型芝草の他感作用, 芝草研究, 24 (supplement 1): 46-47.
- 28) 津田 智・富士田裕子・安島美穂・西坂公仁子・辻井達一 (2002) 小清水原生花園における海岸草原植生復元のとりくみ, 日本草地学会誌, 48: 283-289.
- 29) 浦口晋平・渡邊 泉・久野勝治・星野義延・藤井義晴 (2003) 多摩川中流域の河川敷植生構成種の他感作用, 雑草研究, 48: 117-129.
- 30) Von der Lippe, M. and Kowarik, I. (2007) Long-Distance Dispersal of Plants by Vehicles as a Driver of Plant Invasions. *Conserv. Biol.*, 21: 986-996.
- 31) 矢部恒晶 (1995) 野生動物の生息地管理に関する基礎的研究: 知床半島におけるエゾシカの生息地利用形態と植生変化, 北海道大学農学部演習林研究報告, 52: 115-180.
- 32) 矢萩久嗣・廣井清真・杉田紳一 (2000) オーチャードグラスの採種量向上のための育種法に関する研究 1. 選抜指標の解明と高採種性素材について, 草地試験場研究報告, 59: 1-9.
- 33) 山田 守 (2019) 緑化斜面におけるシカ被害の現状と課題, 日本緑化工学会誌, 44: 470-474.

特集「地域性系統の植物による緑化の必要性和その実践事例」

研究集会「実例・研究紹介—地域活性化, 地域性種苗使用の主流化を進めるには」開催報告

中村華子^{*1)}・津田その子²⁾・入山義久³⁾

- 1) 生態・環境緑化研究部会 (所属: 緑化工ラボ)
- 2) 中部電力株式会社
- 3) 雪印種苗株式会社

1. 研究集会の開催と阿蘇における活動について

生態・環境緑化研究部会は2021年9月に開催された第52回大会にて, 研究集会「実例・研究紹介—地域活性化, 地域性種苗使用の主流化を進めるには」を開催した。地域性種苗, 地域産の農業・造園資材など, 現場周辺で地域生態系由来の資材の調達を行い, 産業・事業に使用することは持続可能な地域社会の醸成, 地域経済の活性化にも寄与する可能性がある。生態・環境緑化研究部会では2017年より熊本県において「阿蘇小規模崩壊地復元プロジェクト」を開始し, 形を変えながら継続している。このプロジェクトは阿蘇くじゅう国立公園周辺における先進的事例をつくる実践的取り組みとして行っているもので, 緑化事業において地域性種苗の利用が主体となるような道筋をつけ, 地域環境や地域生態系(おもに牧野として管理されている半自然草原)の保全・維持管理, さらに地域社会の活性化とともに実現する一助となることを目的とした活動である。研究集会では阿蘇地域の現在の状況やプロジェクトに関わる研究成果に加え, 和歌山で推進中のビジネスモデルを紹介して頂き, 地産資材の活用から地域の活性化, 持続可能な社会に如何につながっていくか, 議論した。

2. 研究集会プログラム

2.1 趣旨説明と活動紹介/話題提起

話題提供の前に, 研究部会幹事よりこれまでの活動紹介と今日の話題提供の関連性について順に説明させて頂いた。

- (1) 中村華子「生態・環境緑化研究部会の紹介・今日の流れの説明」,
- (2) 今西純一「地域性系統の植物による緑化の必要性について」,
- (3) 内田泰三「研究部会と地域との関わり」,
- (4) 中島敦司「本研究集会からの展望」

2.2 話題提供

話題提供 1. 山下淳一(環境省阿蘇くじゅう国立公園管理事務所)「阿蘇くじゅう国立公園における地域性種苗による緑化普及に向けた取組」

話題提供 2. 杉万裕一(株式会社一成)「発注者・設計関係者アンケート: 地域性種苗の活用や自然公園緑化指針の運用について(中間報告)」

話題提供 3. 小澤怜奈(東京農業大学)「熊本県阿蘇地域におけるススキ種子の採取時期による発芽率の変化について(中間報告)」

話題提供 4. 小野幸菜(東興ジオテック株式会社)「熊本県阿蘇地域におけるヤマハギ, およびコマツナギ種子の採取時期による発芽率の変化について(中間報告)」

話題提供 5. 古野正章(九州産業大学)「阿蘇地域における地域性種苗の調達(阿蘇モデル)」

話題提供 6. 亀井 碧(和歌山大学)「地域性種苗を用いた『みどりの地産地消』緑化における和歌山型ビジネスモデル」

2.3 質疑応答・自由討論

司会および記録: 津田その子(生態・環境緑化研究部会幹事・中部電力株式会社), 入山義久(雪印種苗株式会社)

3. 話題提供および質疑応答の概要

当日の話題提供および質疑応答の概略を以下, 報告する。なお本研究集会の話題提供のうち5. 古野, および6. 亀井の両者からの報告内容については, 本特集に別稿を掲載しているため, そちらをご参照願いたい。

3.1 話題提供の概要/報告

3.1.1 阿蘇くじゅう国立公園における地域性種苗による緑化普及に向けた取組/発注者・設計関係者アンケート: 地域性種苗の活用や自然公園緑化指針の運用について, 中間報告(山下淳一, 杉万裕一)

まず環境省阿蘇くじゅう国立公園管理事務所の山下氏より, 現在進めている地域性種苗による緑化普及に向けた取組とその背景が紹介された。

自然公園の生物の多様性の確保に寄与することを前提として, 地域性種苗による緑化や具体的な緑化手順, 地域性系統の地理的範囲等を示した「自然公園における法面緑化指針」(以降, 「指針」という)が2015年10月に策定された。2020

年5月、同指針の運用状況を把握するため、生態・環境緑化研究部会により2017年度及び2018年度の間、阿蘇くじゅう国立公園阿蘇地域において自然公園法の手続きが行われた緑化工事に関する実態調査を実施したところ、当該指針で基本としている地域性種苗利用工、自然侵入促進工、表土利用工の3工法を採用した工事は6.6%に留まり、指針の運用については改善の余地が多いことが示唆された。自然公園内において、生物多様性を確保していくためには、地域性種苗による緑化を推進していくことが重要であり、指針を活用した緑化の普及に取り組む必要があると考えられた。そこで阿蘇くじゅう国立公園管理事務所では、「阿蘇くじゅう国立公園における地域性種苗による緑化普及検討業務」に取り組まれており、この業務に生態・環境緑化研究部会では全面的に協力している。2021年度は、前年業務の調査結果をもとに、さらに地域性種苗の活用を推進するため、主に2つの事業に取り組まれている。(1)地域性種苗を使用した緑化事業・製品開発の可能性を把握するため事業の発注者／受注者へのさらなる聞き取り調査を実施すること、(2)地域性種苗の供給体制構築に向けた実証試験としていくつかの牧野で緑化植物の採取可能量の現地調査を実施すること、の2つである。

(1)の発注者への調査は、九州管内の自然公園（国立／国定公園）の工事に関わる各県関係部局（道路、治水、治山）を対象として、アンケートおよび直接聞き取る調査を実施した。この調査の中間報告については、請負業者の株式会社一成の杉万氏から、中間報告として概要をご報告頂いた（後述）。

山下氏からは、阿蘇の草原の維持管理に関わる現状が背景として紹介され、(1)草原面積の減少が進行していること（1900年から2007年の草原面積の推移が示され、過去100年で草原面積が半減した、図-1）、中でも近年30年で1/4程度（7,500 ha）減少したことが紹介された。さらに現在行われている生業による維持管理の体制のままであれば、30年後に草原面積は40%程度になる可能性があること（図-2）が説明された。そのような現状において、阿蘇草原再生協議会では第3期全体構想（2007年～2014年第1期、2014年～第2期の次に取り組む構想とアクションプラン）が議論されており、協議会では次世代に残すべき姿として、30年後の目標を議論し「6割の草原面積減少もあり得る中で『今と変わらない規模の草原を残す』ことを目標に設定」することになった。そしてそのためには「長年続いてきた生業による草原維持への支援を強化する必要があるとともに様々な形での草原の維持、活用を検討していく必要がある」ことが共通認識となっているということであった。

続いて杉万氏から、緑化事業の発注者（九州管内の各県関係部局）に対して行ったアンケート調査の中間報告内容が紹介された。以前行ったとおり、指針の認知度が高いとはいえないものの、直接聞き取り調査を行うと、自然公園内での取り決めや指導内容がはっきりしていれば、対応できる可能性があることが示唆されることが紹介された。しかしその場合、現在用いている検査内容との整合性、必要な立地条件な

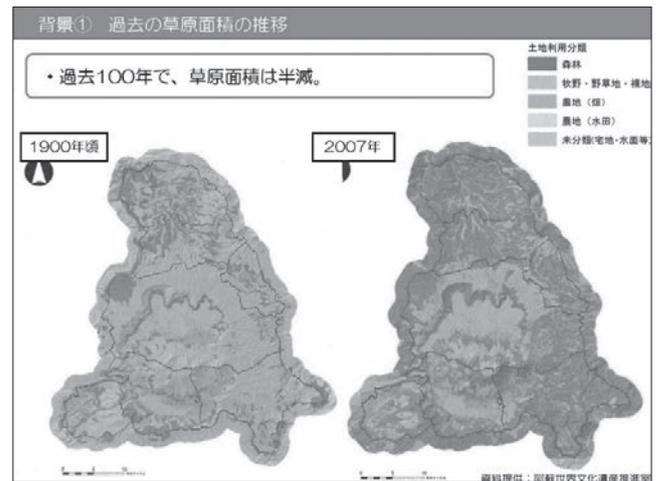


図-1 過去の草原面積の推移：1900年からの100年間で草原の面積は半減した（山下氏資料）

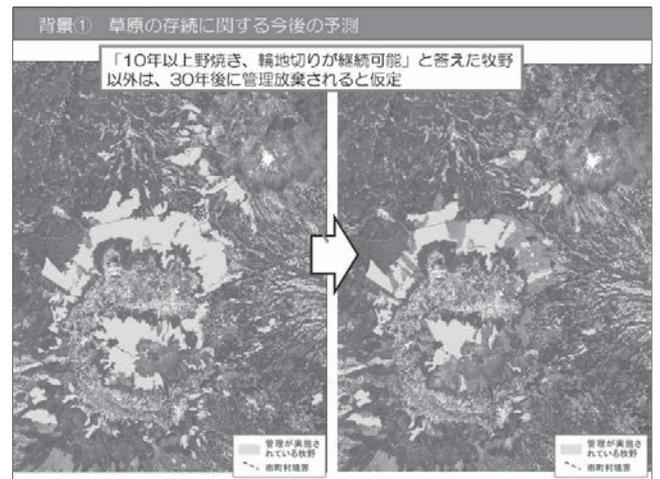


図-2 草原の存続に関する今後の予測：10年以上維持管理ができると答えた牧野以外は30年後に管理放棄されると仮定すると60%減少する（山下氏資料）

ど、さらに使用実績もしくは根拠がないと採用され難いのではないかと、といった回答が複数あったことが報告された。杉万氏は、聞き取り調査を進めている経験から、地域性種苗の採用を今後多くしていくためには、製品の単価や仕様がわかる情報の整理をすすめること、関係機関と連携した普及促進の取組み等が必要であろうと述べられた。

3.1.2 熊本県阿蘇地域におけるススキ、コマツナギ、ヤマハギ種子の採取時期による発芽率の変化について（小澤怜奈、小野幸菜）

小澤氏および小野氏からは、プロジェクトに関連して進めている阿蘇で採取した緑化植物（ススキ、コマツナギ、ヤマハギ）種子の成熟、採取時期による発芽率の変化に関する試験について、概要と経過が報告された。

小澤氏からは、2020年11月1日、22日、12月12日の3回採取したススキ種子（図-3）について、採取日、採取地ごと、さらに温度条件ごとに発芽率を調べていることが紹介さ

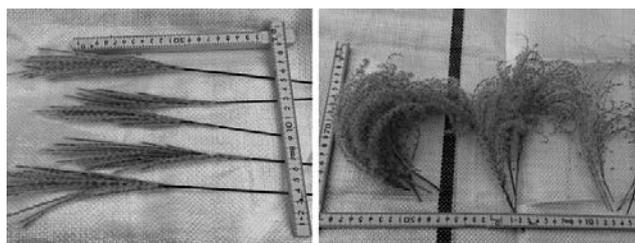


図-3 2020年に採取したススキの穂写真(例)

〈供試種子〉
 熊本県阿蘇市のススキ (*Miscanthus sinensis*)
 採取日 : 2020年11月1日、11月22日、12月12日
 採取場所 : 荻岳山頂、山腹付近
 シイナを除去 50粒×3繰り返し

〈温度・光条件〉
 15°C、20°C、25°C恒温、
 25/15°C変温(明12hr-暗12hr)
 明条件 : 照度3300lux

〈測定日〉
 5月10日から6月7日までと
 6月18日から7月16日までの28日間

写真1: 発根・発芽しているススキ種子
 撮影: 2021年6月1日小澤伶奈

図-4 ススキ発芽試験の方法と種子サンプル(小澤氏資料)

表-1 2020年採取ススキ種子の調査結果(一部)

採取地	採取月日	発芽率	採取地	採取月日	発芽率
荻岳 A	11月1日	47%	荻岳 B	11月22日	59%
	11月22日	67%		12月12日	47%
	12月12日	53%		12月12日	71%*

*基毛が開き飛散しかけている状態の穂から選別した種子

れた(図-4)。結果としては、種子成熟に伴って発芽率は上昇している様子であること、温度による発芽率の差は採取日によって異なる傾向が見られることが紹介された。また、種子の成熟後は発芽率の高い状態が継続することが考えられるものの(表-1)、穂が開くと風等により充実種子の散布/飛散が進んでしまい、採取効率が落ちることが考えられるため、最適な採取時期については様々な条件を考慮した検討が必要であることが示された。

小野氏は、小澤氏と同じ時期に採取したマメ科低木のコマツナギとヤマハギ種子の発芽率を、早期発芽力検定法を用いて調査した結果を紹介し(図-5)、11月中旬以降に採取した種子の発芽率は安定していると考えられることを報告した(表-2)。調査結果は、道路土工指針で設定されている発芽率(コマツナギ80%、ヤマハギ70%)よりも高い数値であり、工事で問題なく使用できる品質といえるのではないかと、との報告があった。

阿蘇産2020年度採取種子

- コマツナギ(皮取) A
11月22日採種(52.4g)
- コマツナギ(皮取) B
12月13日採種(36.2g)
- ヤマハギ(皮付)
11月23日採種(555.9g)



調査方法

- 手法 : 早期発芽力検定法
- 期間 : 2021年6月18日~22日
- 播種数 : 40粒×3反復
- 播種条件 : 23°C定温,
明所 (PHC製グローブスチャンパー内)

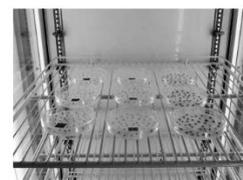


図-5 2020年に採取したコマツナギ、ヤマハギ種子(例)および調査方法(小野氏資料)

表-2 2020年採取種子の調査結果(一部)

種名	採取地	採取月日	早期発芽力検定値
コマツナギ A	荻岳	11月22日	92.8%
コマツナギ B	荻岳	12月13日	87.3%
ヤマハギ	波野	11月23日	85.2%

3.1.3 阿蘇地域における地域性種苗の調達(阿蘇モデル)(古野正章)

プロジェクトの現地活動、地域連携に精力的に取り組んでいる古野氏からは、阿蘇モデルを完成させるためには「地域との信頼関係の構築」が不可欠であることが報告された。特に地域性種苗など、その地域に生育している植物を現地で採取したり保存、使用したりしようとする場合は、地域の理解や協力が欠かせないと考えられ、そのような考え方に基づいて、阿蘇のプロジェクトで地域の方々と一緒に取り組んでいる事例、体験を報告した。

3.1.4 地域性種苗を用いた『みどりの地産地消』緑化における和歌山型ビジネスモデル(亀井 碧)

和歌山県、紀伊半島において地域性種苗の研究や活用に取り組まれている亀井氏からは、試行錯誤を繰り返す中でとり着いた和歌山型の地産地消モデルが紹介された。地域性種苗の活用において問題となる種苗(作業)コストの問題を乗り越える方法について、現在の取り組みから考えていること、さらなる課題等についてご紹介頂いた。

3.2 質疑応答および参加者意見の概要

各発表者に対し、口頭とチャットを通じて多くのご質問・ご意見をいただいた。主な内容について以下にご紹介したい。

3.2.1 話題提供 1, 2 について

「指針」の認知度に関して、公園事務所等担当官の理解は進んでいるものの、施工者側には認知されていないという状況が紹介された。一方で、この5年間で、環境省の指導を受けたという話を聞く機会も増え、年々浸透していると実感述べた事業者の声も聞かれた。

このプロジェクトで使用したススキは自然公園外で採種されているが「地域性の範囲」として問題ないのかという質問には、「指針」の厳密性に言及しつつ、その本質は「種及び遺伝子レベルで共通の地域性系統の植物を使用すること」であり、同じ阿蘇の草原内であれば問題ないとの見解が示された。ススキについては、既研究で遺伝子レベルの解析が行われ、九州内は同一のハプロタイプ区分であることが科学的に示されていることを書き添える。

地域性種苗はコストがかかるという面があるが、周辺住民からの指示やニーズにより小規模から始めていけるのではというコメントがあった。阿蘇では地域の農家で構成される牧野組合との協業が重要で、種子供給に見合う収入の重要性にも言及があった。

3.2.2 話題提供 3, 4 について

ここでは種子供給に関する専門的な意見交換がなされた。

ススキは外来牧草のように収穫後の追熟ができないと考えられ、完熟して飛び始めるタイミングが最も発芽率が高く、収量も得られる。熟期の変動も大きいので観察しながら適期を見極める必要性が紹介された。一方、適期に収穫し精選された種子は扱いやすく、在来種の中では抜群に種子量確保が容易であるという意見もあげられた。

また、木本種子の安定供給に欠かせない品質検査技術である「早期発芽力検定法」は、深い休眠種子にも応用できること、現在 227 樹種について検定法が開発され、今後も拡大していくことも紹介された。

3.2.3 話題提供 5 について

地域との協業における種子のトレーサビリティに関しては、採取日と採取場所を指定して、確保している実績が紹介された。

4. 研究集会を終えて

会場からいただいた意見を踏まえると、地域性系統の植物による緑化への関心は非常に高いが、地域性系統を用いた緑化事例が少なく、事例の蓄積と共有化が望まれていることを痛感した。阿蘇くじゅう国立公園周辺における緑化事例については、地域性種苗を地元で生産し、地域の緑化に活用する地産地消の取り組みに多くの関心が寄せられた。種子の採取適期は、種子の状態が発芽に最も良いとされる時期であり、そのためには現地で観察して確認することが重要である。これまでに蓄積された文献上の情報も参考となるが、自然を相手にし、得たい答えはやはり現地・現場にある。このため、改めて地域共同、産・官・地域との信頼関係の構築の重要性を感じた。

一方で、本研究集会を通し、生態・環境緑化研究部会には多くの期待も寄せられた。具体的には、種子の安定供給体制の構築、コスト削減、効率化（機械化）が挙げられ、また斜面防災や生物倫理観なども引き続き検討すべきとの意見もあった。これらの事項は、地域性種苗の使用を主流化させるためには、今後解決しなければならない課題であると捉えた。今後も産・官・学が一体となって行動できる当学会の特徴を活かし、現場レベルでの課題を解決し、地域性種苗の利用推進を進めていきたいと考える。本研究集会は今後も継続するが、現場に即した最新技術の情報が集まる場として、有効に活用していただきたい。

以上

(生態・環境緑化研究部会：今西亜友美，今西純一，入山義久，内田泰三，小野幸菜，橘 隆一，津田その子，中島敦司，中村華子，日置佳之，吉原敬嗣)

特集「地域性系統の植物による緑化の必要性とその実践事例」

地域性種苗の調達が地域にもたらす波及効果

古野正章¹⁾・内田泰三^{*2)}・中村華子³⁾

1) 九州産業大学大学院工学研究科

2) 九州産業大学建築都市工学部

3) 緑化工ラボ

摘要：生態・環境緑化研究部会では、熊本地震からの復旧、復興に寄与する活動として、2017年に現地見学会およびシンポジウムを熊本にて開催した。この中で、災害復旧が地域の生物多様性に与える影響を懸念する声が多数あがった。これを受けて、同部会では「阿蘇小規模崩壊地復元プロジェクト」を立ち上げ、波野において、地域性種苗の調達から導入するまでの一連のプロセスを実践している。花暦の作成、写真展や自然観察会の開催などの活動も始まっており、地域経済や地域社会の活性化にもつながっている。現在では、波野に加えて新たな地域での活動も展開している。

キーワード：地域性種苗, 熊本モデル, 阿蘇, 地域協働, 地域活性, 経済活性

近年、自然公園などの特に生物多様性への配慮を必要とする地域で緑化を行う場合、地域性系統の植物の種苗（地域性種苗）の利用が望まれている。そこで、生態・環境緑化研究部会では、地域性種苗を利用した緑化の普及に向けたスキームを整えるための活動を全国各地で行っている。

そのうちの1つに、阿蘇波野における活動があり、熊本地震や九州北部豪雨によって発生した草原の小規模崩壊地の復旧に取り組んでいる。ここでは、中江牧野組合ならびに町古閑牧野組合からフィールドの提供を受け、ススキ (*Miscanthus sinensis* Andersson) やヤマハギ (*Lespedeza bicolor* Turcz.) などの種子を採取している。さらに、採取した種子の精選、発芽率の把握、そして上記の小規模崩壊地に導入するといった一連のプロセスを実践している。種子の採取においては、地域の方々から採取のおすすめスポットを教えてもらったり、対象種の出穂や開花状況（採取適期を判断する情報）をリアルタイムにLINEやメールで教えてもらったりもしている。このように、我々の波野における活動は、地域の協力のもとに成り立っている。

一方、我々が現地で行う際の宿泊や、採取した種子の仮置の場には、地域の施設を積極的に利用している。2019年には地域の方々を対象に種子の委託採取も実現できた。このような地域との関わりの中で、草原の短草型化（夏季の刈取り）、花暦の作成、写真展の開催など新たな活動も

生まれている。国際ボランティア NICE と協力して、登山遊歩道の修復や地域の子どもたちを対象とした自然観察会も行っている。このように、波野における地域性種苗の調達は、地域経済ならびに地域社会の活性化を促す一助となっていると言える。

以上、我々と地域の間に関係ができてきた。つまり、緑化における地域性種苗の利用は、イコール地域の生



写真-1 波野の方々との集合写真（上段：中江牧野「荻岳」、下段：町古閑牧野「箱石峠」）

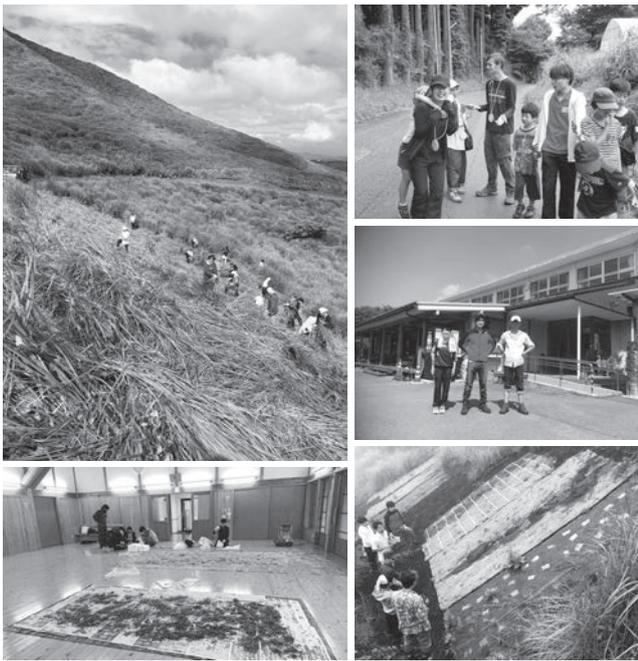


写真-2 波野における活動(上・中段：波野の方々との活動、下段：波野で採取した種子と小規模崩壊斜面への導入)



写真-3 南小国における活動(上段：南小国の方々による地域の抱える事情の説明、下段：ススキの種子採取)

物多様性保全であり、また、緑化における地域性種苗の利用は、イコール地域の活性化でもあると実感している。

今年から南小国でも地域性種苗の調達に向けた新たな動きが始まっている。来春からは、烏帽子岳（阿蘇五岳の1つ）においても環境省阿蘇くじゅう国立公園管理事務所と協働で行っていくこととなっている。

一方で、地域はそれぞれ異なる事情を抱えており、一律の活動では先に述べた波野のような関係は構築できないことも分かってきた。それぞれの地域に寄り添い、地域に根差した活動を行っていくことが重要であり、こういったことが様々な地域での地域性種苗の調達、地域経済ならびに地域社会の活性化につながっていくだろう。

(阿蘇ワーキングチーム：今西純一、入山義久、内田泰三、小野幸菜、橋 隆一、田中 淳、津田その子、中島敦司、中村華子、吉原敬嗣、学生メンバー)

引用文献

- 1) 古野正章・中村華子・内田泰三(2020) 地域との協働に支えられた地域性種苗の調達, 日本緑化工学会誌, 45(4): 428-429.
- 2) 中村華子(2018) 阿蘇小規模崩壊地復元プロジェクトの経緯と活動紹介, 日本緑化工学会誌, 43(3): 454-456.
- 3) 中村華子(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
- 4) 中村華子(2020) 阿蘇小規模崩壊地復元プロジェクトの2018年活動報告, 日本緑化工学会誌, 45(4): 424-427.
- 5) 日本緑化工学会 生態・環境緑化研究部会 中島敦司・今西純一・入山義久・内田泰三・小野幸菜・橋 隆一・田中

淳・津田その子・中村華子・吉原敬嗣(2020) 地域植物資源の活用と保全の試み・阿蘇小規模崩壊地復元プロジェクト, 自然保護助成基金助成成果報告書, 28: 247-262.

- 6) 日本緑化工学会 生態・環境緑化研究部会 中島敦司・今西純一・入山義久・内田泰三・小野幸菜・橋 隆一・田中淳・津田その子・中村華子(2020) 地域連携による資源活用と保全の試み・阿蘇小規模崩壊地復元プロジェクト, 自然保護助成基金助成成果報告書, 29: 373-384.
- 7) 日本緑化工学会. “熊本・阿蘇プロジェクト”. 日本緑化工学会ホームページ. http://www.jsrt.jp/tech/ASO_project.html (参照：2021年12月31日).

沿革

2016年4月	平成26年(2016年)熊本地震発生
2017年3月	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」の開催
2017年3月	阿蘇波野の牧野組合と打合せ
2017年4月	種子採取候補地の選定
2017年8月	自然観察会の開催
2017年8月	崩壊地復元作業試行実施
2017年11月	種子採取およびプロット調査
2017年11月～	種子の精選, 発芽率の測定, 小規模崩壊地への導入
2018年4月	花暦の作成に向けた現地調査・観察
2018年5月	花暦の作成に向けた現地調査・観察

2018年7月	花暦の作成に向けた現地調査・観察
2018年8月	登山遊歩道の修復活動
2018年8月	草原短草化活動
2018年10月	種子採取およびプロット調査
2018年10月～	種子の精選, 発芽率の測定, 小規模崩壊地への導入
2018年10月	花暦の作成に向けた現地調査・観察
2019年4月	花暦の作成に向けた現地調査・観察
2019年4月	採取した種子の現地での生育試験(施工)
2019年5月	採取した種子の現地での生育試験(施工)
2019年5月	花暦の作成に向けた現地調査・観察
2019年7月	採取した種子の現地での生育試験(調査)
2019年8月	自然観察会の開催
2019年8月	崩壊地復元作業試行実施
2019年8月	草原短草化活動
2019年8月	花暦の作成に向けた現地調査・観察
2019年10月	採取した種子の現地での生育試験(調査)
2019年10月	花暦の作成に向けた現地調査・観察
2019年10月	種子採取およびプロット調査
2019年10月～	種子の精選, 発芽率の測定, 小規模崩壊地への導入
2020年1月	花暦の作成に向けた現地調査・観察
2020年4月	花暦の作成に向けた現地調査・観察
2020年7月	花暦の作成に向けた現地調査・観察
2020年8月	花暦の作成に向けた現地調査・観察
2020年8月	草原短草化活動

2020年9月	花暦の作成に向けた現地調査・観察
2020年10月	採取した種子の現地での生育試験(調査)
2020年11月	種子採取およびプロット調査
2020年11月	花暦の作成に向けた現地調査・観察
2020年12月	種子採取
2020年12月～	種子の精選, 発芽率の測定, 小規模崩壊地への導入
2020年12月	花暦の作成に向けた現地調査・観察
2021年3月	花暦の作成に向けた現地調査・観察
2021年5月	花暦の作成に向けた現地調査・観察
2021年7月	花暦の作成に向けた現地調査・観察
2021年8月	花暦の作成に向けた現地調査・観察
2021年10月	採取した種子の現地での生育試験(調査)
2021年10月	種子採取および調査(第1回)
2021年10月	花暦の作成に向けた現地調査・観察
2021年11月	種子採取および調査(第2回)
2021年11月	花暦の作成に向けた現地調査・観察
2021年11月	種子採取および調査(第3回)
2021年11月	花暦の作成に向けた現地調査・観察
2021年12月	種子採取および調査(第4回)
2021年12月～	種子の精選, 発芽率の測定, 小規模崩壊地への導入
2021年12月	花暦の作成に向けた現地調査・観察
2022年1月	花暦の作成に向けた現地調査・観察

※2022年1月現在

※日々の打合せ, 現地下見は割愛

特集「地域性系統の植物による緑化の必要性和その実践事例」

地域性種苗を用いた「みどりの地産地消」緑化における和歌山型ビジネスモデル実現に向けた取り組み

亀井 碧* 和歌山大学大学院システム工学研究科

1. はじめに

地域性種苗を用いた緑化が普及しない主な要因は、種子の採取や品質の問題、なにより種苗単価が外来種や外国産在来種に比べて高いことが挙げられる⁶⁾。地域性種苗の活用に対する様々な課題に取り組むため、2013年に和歌山県で「わかやま地域植物緑化研究会（通称：わちけん）」（以下、当研究会）が発足した。当研究会では、地域の研究者、施工会社、資材業者が共同で地域性種苗を用いた法面緑化を研究しており、活動を通して地域生態系の保全と生物多様性の保全に寄与することを目的としている。

さらに、当研究会では「みどりの地産地消」というビジネスモデルの実現も目指している。「みどりの地産地消」とは、種子と緑化の地産地消のことである。地域に生えている植物の種子を、地域で採取（生産）し、地域の業者が、地域の緑化工事を実施する。地域で産出した資源を地域で活用することは、地域の自立的な経済システムの構築にも関わり、地域貢献や地域活性化にもつながることが期待できる。

こういった考えのもと、当研究会では緑化工事や種子生産において地域性種苗のコストを削減できるか、その可能性を探ってきた。ここでは、その取り組みを紹介し、試行錯誤するなかで考えられたこと、さらなる課題について報告する。

2. 施工コスト削減に対する取り組み

当研究会では、自然侵入促進工と地域性種苗の後播き（追加播種）を組み合わせた技術⁶⁾や少量播種の技術の開発を行っている。この取り組みのなかで、ニホンジカ（以下、シカ）による食痕が少なかったチカラシバやススキが試験区に多く残存していることを確認した³⁾。この結果を踏まえて、中島からはシカ不嗜好性を持つ地域性種苗の活用が法面緑化のシカ被害対策に有用である可能性が報告されている⁴⁾。

また、地域性種苗の発芽率を高くさせる最適な採種時期や播種時期、保存方法は不明であることが多い。しかし、発芽率を安定させる技術を確立できれば、少ない播種量で緑化が可能になる。そこで、当研究会では、在来種のなかでまず、チカラシバやススキの種子発芽を整理するため、発芽実験を実施してきた^{1,2)}。

3. 生産コスト削減に対する取り組み

2の取り組みによって施工コストを削減できたとしても、種子の流通を拡大させ、生産コストを下げられなければ、種苗の単価は高いままである。そこで、当研究会では種苗単価を下げるため、採種機の開発や種子栽培の可能性を検討した。

3.1 採種機の開発

現在、地域性種苗の採取はほとんど手作業で行われている。しかし、種苗単価を安くするには、多くの種子を早く大量に採取できるように機械化することが望ましい。そこで、まずはチカラシバとススキを対象に採種機の開発を行った。

充電式ブロワーのモーターを逆回転させて吸引できるようにし、試行錯誤を重ねた。その結果、吸引口部分で穂を挟み、挟んだ状態で穂を引っ張って種子を脱落させ、その脱落した種子を回収するという方法をとった。試作した採種機は背負うかたちをとり、軽量で女性でも高齢者でも簡単に操作できるものになった（写真-1）。

また、発芽実験の結果から、チカラシバやススキは種子（小穂）からノギや基毛、包穎を除去して穎果の状態にすると発芽率が高くなることがわかった。そこで、採種機の吸引力を調整し、採取時に種子（小穂）のノギや基毛、包穎が除去された穎果を回収することが可能になった（写真-2）。しかし、採取機の吸引力を強くしすぎると種子が割れたり、傷ついてしまい、種子の発芽に影響がでる可能性があった。そのため、現在、種子の損傷が発芽にどう影響するか実験を行っている。

3.2 種子栽培の可能性

自生種が生えているところは平坦でなく、斜面地など種子を採取するには困難で、作業効率が悪く、危険を伴う場合も考えられる。そういった場所では大型な採種機を導入することが難しく、時間や労力が多くかかる可能性もある。また、植物の種類によっては採取地の確保自体も難しい。そこで、当研究会では採取効率をあげるため、種子栽培の可能性を検討した。種子の栽培にはどのくらいの時間や労力がかかるのか、採取が容易で、風によって飛ばされない種子であるチカラシバを対象に栽培実験を実施した。

2016年春期に、当研究会に参加している企業の敷地内を整備し、圃場を設けた。圃場には防草シートを敷き、シート



写真-1 採種機を用いた種子採取

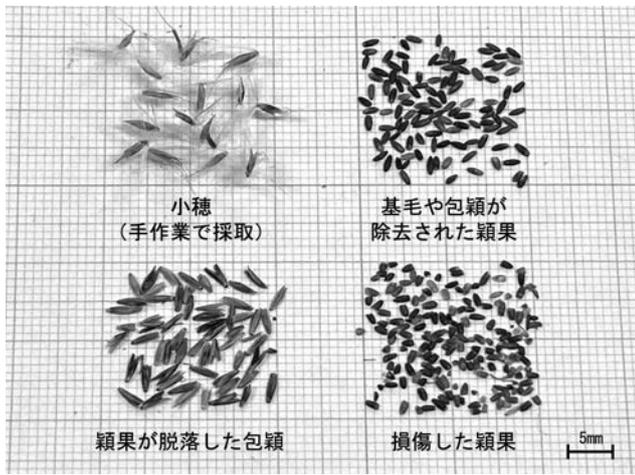


写真-2 採取機により選別された穎果や包穎

表-1 チカラシバ栽培と水稲栽培における収益の比較 (チカラシバの販売単価を 1,120 円/kg と仮定した場合)

	チカラシバ栽培	水稲栽培 ⁵⁾
反収 (kg)	100	517
販売単価 (円/kg)	1,120	2,000
収入 (円/反)	112,000	112,000
変動費* (円/反)	3,000	60,000
限界利益 (円/反)	109,000	52,000
年間労働時間 (時間/反)	100	810

*人件費を除く

に等間隔で穴を開け、そこにあらかじめ育てた苗を植えた。実験の結果、水稲栽培では1反につき年間810時間の作業が必要であることに対し⁵⁾、チカラシバの栽培では100時間と短時間の作業で種子が採取できることがわかった(表-1)。

また、水稲と同じ反収となる価格は1,120円/kgと計算され、これは、価格的にかなりの安価とみられる。チカラシバは動物散布型の種子であるため、圃場の外へ逸出することが少ない。さらに、チカラシバは多年生であるため、2年目以降はより少ない作業時間で種子を収穫できる可能性がある。これはコストダウンにもつながる。

作業の手間がかからないことから、高齢の農業従事者でも栽培が容易であり、人の手が届いていない遊休農地や耕作放棄地に圃場を拡大することで、農業における課題の解決も期待できる。しかし、本特集で中島らも述べているように、緑化植物の種子は農作物の規定からは外れてしまい、現状、緑化植物を農地で栽培することは法律上できないといった社会に対する課題がある。また、栽培に際して、施肥の有無や収穫しやすい植え方、圃場の環境条件の検討も必要である。

4. 「みどりの地産地消」を目指して

地域性種苗を用いた緑化を普及させるには、施工面、生産面のどちらにおいても新たな技術や制度の見直しが求められる。それらの課題に対しては、地道に解決していくしかない。当研究会では、課題を分解して組み合わせた結果、「みどりの地産地消」というビジネスモデルを構造化させ、各プロセスでの課題をひとつずつ解決することに挑戦している。地域性種苗の利用は、地域で産出した資源を地域で活用する「みどりの地産地消」として地域の自立的な経済システムの構築にも関わり、地域再生・地域活性化への貢献も期待できる。そのためにも、今後も社会全体で技術を革新し、人間社会と自然界との関係性の再生を行っていく必要があると考える。

引用文献

- 1) 亀井 碧・中島敦司・川中一博・井上裕介・吉原敬嗣・湯崎真梨子・山田 守 (2020) 採取時期および予措条件の違いがチカラシバ *Pennisetum alopecuroides* (L.) Spreng. の種子発芽に及ぼす影響. 日本緑化工学会誌, 46(1): 111-114.
- 2) 亀井 碧・中島敦司・川中一博・山田 守 (2021) ススキ *Miscanthus sinensis* Andersson の種子重量および採取時期が発芽に及ぼす影響. 日本緑化工学会誌, 47(2), 292-297.
- 3) 亀井 碧・友田誠也・上野山公基・川中一博・井上裕介・吉原敬嗣・湯崎真梨子・中島敦司・山田 守 (2017) 地域性種苗の播種量の違いが緑化草地における植被に及ぼす影響. 日本緑化工学会誌, 43(1): 195-198.
- 4) 中島敦司 (2017) 生態系保全とニホンジカによる食害への対応からみた地域性種苗緑化の優位性. 日本緑化工学会誌, 44(3): 482-486.
- 5) 荻野隆史 (2011) 日本の稲作農業. フコク生命マンスリーエコノミックレポート6月号.
- 6) 山田 守 (2016) 生物多様性保全に配慮した緑化の考え方と先進事例の紹介. 日本緑化工学会誌, 41(4): 445-447.

特集「地域性系統の植物による緑化の必要性和その実践事例」

地域性種苗の抱えた課題 地域協働や文理融合の重要性

中島敦司^{*1)}・亀井 碧²⁾

- 1) 和歌山大学システム工学部
- 2) 和歌山大学システム工学研究科

摘要: 本稿では、地域性種苗を取り巻く課題を再整理し、その解決に向けての取り組み事例の概要をまとめた。その結果、種子流通、特に採種方法と種子選別、これらに関する信頼できるビジネスモデルの不在と、技術開発が進んでいないことが明らかになった。また、地域性種苗を取り扱う施工技術のコストダウンの取り組みも十分とは言えなかった。このため、本学会として取り組まなければならない課題は、1) 発芽を安定化させる種子の取り扱い技術の開発、2) 低密度播種工や種子付枝条播き工法など簡易播種工の開発、3) 取り扱える植物種を増やす、これらの事例を積み上げることで社会信用を高めることが考えられた。種子流通のコストダウンも課題であり、4) 種子採種の高精度化、5) 種子生産/流通のビジネスモデル化、そのための地域協働が重要で、今後は農村社会学や地域経済学の研究との文理融合や地域との協働の必要性はさらに増すとみられた。

キーワード: 地域性種苗, 発芽, 採種機, 種子栽培, 地域協働

1. はじめに

地域性種苗の重要性は、緑化工学会の中では共通認識になりつつある。2002年には地域性種苗に関係する提言⁵⁾を発表し、その後も普及、啓発に努めてきた。しかし、広く普及している状況にあるとは言えず、技術課題も山積している。

そこで本稿では、これまでの本学会での経緯を踏まえ、2022年時点での関連分野の抱えた課題を再整理し、地域性種苗の普及を阻んでいる要因の解決を目指した事例の概要をまとめた。最新の情報とするため、全国大会の研究集会などで情報提供されたものの、論文としては未発表の内容の一部が含まれている。特集の趣旨から、それらの概要もあえて記載したが、筆者文責ということでお許しいただきたい。

2. 進まない社会での認知度

生態・環境緑化研究部会では、阿蘇プロジェクトの活動の一環として、2021年に地域性種苗の認知度に関するアンケート調査を実施した。詳細は次号以降で発表する計画であるので割愛するが、大枠では以下のような結果になった。

まず、受注者となる施工業者において、地域性種苗のことはほぼ認知されていなかった。また、発注者となることの多い行政担当官においても、あまり高くなかった。特に、地方

行政担当官における認知度は、非常に低くなった。アンケートを実施する前は、行政担当官は、認識をしてはいるが価格面などの諸問題があつて地域性種苗の採択が容易でない、という認識であることを期待したが、そうはならなかった。なお、2016年に国立公園における緑化指針を発表した環境省の担当官の認知度は総じて高かった。生物多様性を攪乱させないことや外来種問題への対応として制度化することは、認知度向上はもちろん、活用拡大において重要であることは確かだと言えよう。

一方、徐々にではあるが、地域性種苗を活用した緑化工、自然再生工の事例が増えているのも事実である。その採用理由を同調査のヒアリングで追跡したところ、地域性種苗の重要性を強く意識した行政担当官の存在があつた。ある行政担当官は「地域性種苗の使用を指定するなど許認可を活用すれば事例を増やすことはできる。不安なことは、地域性種苗を用いても発芽率や生育が安定しない事例もあり、目標植生に到達しない可能性もある。技術の安定化も重要な課題である」とも指摘していた。仮に地域性種苗の認知度が高まったにしても、それを扱う方の技術が、いまだ手探り状態にあることへの指摘だと受け止められる。

また、地域性種苗の活用を認識していない状態にある行政担当官に対し、強く勧める民間技術者の存在もあつた。資材メーカー、種苗会社はもちろん、設計業者からの提案で採用された事例も少なくない状態であつた。中には、施工業者からの提案であつたことも散見された。

このような状況から分かることは、業界全体で問題意識を共有化し、確実な技術をもって社会信用を高めることが必要だということだ。しかしながら、前述の行政担当官が指摘したように、技術の不安定さを残した状態では、採用を決断したことが裏目になってしまう危険性もあり、技術課題の多くが放置されてきた過去を認識する必要がある。

3. 非構造化状態にある課題の克服

地域性種苗を緑化工に導入することに対しては、様々な課題が山積している。まず、播種工を事例に整理する。当たり前のことであるが、播種工を安定させるためには、1) 優良

な種子を、2) 適切な時期に播種し、3) 天候によって過乾燥にも過湿にもならない基盤で、4) かつ豪雨などで流亡しない施工とし、5) 発芽後の成長が安定する基盤、とすれば高い確率で成功する。では、地域性種苗ではどうであろうか？課題を構造化させ、一個ずつ片付けるプロセスを経ないことが技術精度を上げていけない理由であるのならば、それは大きな問題である。

3.1 優良な種子の獲得

播種工では、優良な種子を得ることは非常に重要なポイントであることは言うまでもない。では、優良な種子とは、どういうものになるのでしょうか？それは、いつ播種しても、劣悪な環境下でも発芽勢、発芽率ともに高く、病気の悪影響を受けていない種子が理想となる。このため、種子を流通させる種苗会社は、取引のたびに事前に発芽実験を行い、理想環境における発芽率を品質保証として提示することが少なくない。それでも野外での高い発芽率を保証できないため、かなり低めの数値を示すこともある。

一方、種子の獲得については、その大半が自生地からの採種に頼っている。このため、優良な種子であるかどうかは、採種してからでないと分からない、に近い状態になっている。優良な種子であるかどうかは種子の成熟/登熟の度合いに依存するため、採種時期の影響を大きく受けることは当然のことである。優良な種子を確実に得るためには、自生地における結実状態、成熟の度合いをモニタリングし、適期に採種することが望ましい。ルーチン化できているレベルでビジネス展開しているならばコスト的にモニタリングもできようが、そうでない多くの場面では、最も採種適期と予想される時期をかなり前に予想し、関係者のスケジュール計画を立てて対応している。言ってしまうと、人間の都合や事情で採種時期を決めていることになり、このために、採ってみないと分からない、という状態はなかなか改善されていかない。

筆者もよくやるのであるが、採種適期を把握する目的で、数種の地域性種苗に対し、同じ採種地で、毎年のように時期を違えて採種し、発芽率を求めている。しかし、このデータをどれだけ積み重ねても、安定して発芽率の高い種子群を獲得できる時期の特定に成功していない。それは、結実してからの種子の生理変化まで把握できていないからだ。時期を違えることの効果は、大枠では、和歌山県における採種地では、例えばススキの場合、11月では早すぎ、12月以降では発芽率は高くなるが、1月になると種子の多くが風で飛散してしまい採種効率が著しく低下する。ところが、年変動もあり、12月で早すぎることも、遅すぎることもある。そこで、経時的にススキ種子の重量を測定し、発芽率との相関をみたところ、当然の結果ではあるが、種子重量が大きい種子群では発芽率が高くなった²⁾。生理状態までは把握されていないが、登熟が進むほど発芽能が高くなるということだと判断される。

発芽率に影響する種子の成熟の度合いは、時期のことだけでなく、生育している土地の土壌や日当たりなどの環境条件の影響も受け、条件によってフェノロジーも異なるため、

自生地において計画的に優良な種子を獲得する、しかも経年的に継続することは容易ではない。本学会内の阿蘇プロジェクトでは、結実後のモニタリングのプロセスを住民に委ねる方法を採用し、一定の成果を得ることに成功している。しかし、このような住民参加の方法は、ビジネスとしては小規模であり、あるいは、自然再生へのボランティア志向性、特に保護したい場所が具体的でないという側面がある。さらに、山村人口や自然保護に対するボランティア人口の高齢化の問題から、継続性が心配される。

地域性種苗として活用されている種子の品質が不安定なことは、自生地で採種することも影響している。よく、施工の計画段階から事業を開始できれば種子採種もうまくいく、という話を聞くが、必ずしも正しくない。自生地から種子を得ている状態に違いがないからである。採種候補地の選定や、獲得種子量の見込みが立てやすさだけの話である。モニタリングしながら品質の良い種子を獲得し、その後に種子選別しないと高い発芽率が期待できず、結果はお天道様任せ、という状態に陥ることもある。

3.2 ノギ(芒)や基毛の除去

緑化工で用いられる外来牧草の種子は、イネ科ではノギや基毛などが除去された状態で流通しているのが普通である。これは、それらを除去することでの播種作業上での優位性があることと、大量に流通している実績、経済性から収穫時に機械的にノギや基毛を除去するコストを飲み込める規模でビジネス展開できていることが大きな理由である。ところが、地域性種苗においては、それらの除去技術は確立されていない。このため、ノギや基毛が付いたままの種子を施工に用いることも少なくない。

例えばススキでは、基毛が除去されていないと、特に表面播種しても播種の最中でも、置床後でも風で飛ばされてしまうことなどがあり、施工者は取り扱いに戸惑うことになる。基盤材に混入して吹付け播種できる場面ではノギや基毛が除去されてなくても対応できるが、例えば、施工不良で追加播種が必要となった場面の表面播種では少なくとも基毛を除去する必要性が発生する。このようなことがあり、種苗会社では、地域性種苗であっても流通させる際に、施工現場の状況によらずノギや基毛を除去させてから流通させるか、発送前に発注者に除去の必要性について問い合わせている。除去する必要性が生じた場合、多くの場合で手作業に近い状態で対応している。これではコストを上げるばかりである。

このような状況に対し、筆者も参加している「わかやま地域植物緑化研究会(通称:わちけん)」では、後述する採種機を開発する過程で、ノギや基毛の除去を収穫時に実現できる装置の開発に成功した。詳細は、本特集の亀井氏の報告をご参照いただきたいが、大幅なコストダウンを期待している。

3.3 傷入れ

硬実であることが多いマメ科植物では、播種前に種皮に傷をつけ、吸水を誘導する方法が用いられることが多い。レンゲなどでは一般化している。傷入れは、砂などの硬いモノと一緒に攪拌して物理的に種皮に傷を付け、その後に種子だけ

を取り出す方法が一般的。その他には、薬品や温湯で種皮を軟化させる方法もある。温湯法は、山火事後にマメ科種子が一斉発芽する自然現象を模した技術である。温湯ではなく、煎り付けるなど直火を用いる方法もあるが、焦がしてしまうこともあり、温度管理が容易な温湯法の方が失敗は少ない。

マメ科に限らず、イネ科でも種皮への傷入れによって吸水が誘導され、発芽が早まることがある。亀井らがススキ、チカラシバにおいて、実用化の話は無視して顕微鏡とピンセットを用いて種皮の一部を除去して発芽実験を実施したところ、除去していない種子より発芽率、発芽勢ともに上昇した。ただ、カビが生えやすくなるなど別の問題もあった。

ここで傷入れの話述べた意図であるが、上記のノギの除去を強度に施すことで種子への傷入れも同時に起こったということがあったからである。現在は、どの程度の傷入れが良いのか、あるいは傷を入れない方が結果的に発芽に有利になるのか実験中である。本件は、結果が出次第、本誌にて報告する計画である。

3.4 種子の選別

採種できる種子の発芽能が不安定であるのなら、種子選別によって優良な種子群を後から得る方法もある。選別すると、採種した種子の一部を廃棄することになるので、ある意味もったいないことではあるが、発芽を安定させるためには不可欠な工程となっている。

イネでは、塩水選によって比重を指標に発芽勢の高い種子を選別する方法が確立されている。これに対し、地域性種苗における選別法は、ほぼ全くと言っても良いくらいに確立できていない。誰も確かめていないか、情報が発信されていない。このような中、亀井らは⁴⁾、水よりも低比重であるススキ、チカラシバ種子をアルコールで選別し、発芽率の高い種子群の獲得に成功している。これらの種子は水よりも比重が小さく、低比重の溶液でないと選別できなかったため、アルコールを使用した。殺菌効果も期待される。

ところが、選別の効果は認めたものの、イネの塩水選のように最適比重を明らかにするまでには至っていない。種子選別は、発芽に対して利用上で不都合な種子だけを排除できることが最高効率になるが、廃棄分はなるべく減らしたい。つまり、重い種子群の方が発芽率は高くなるが、どこまで重ければ最適かという問いに対する答えは出ていない。過去の数少ない文献を検索しても、種子重量の重要性に関する情報はあるものの、具体的な数値までは記載されていない。

3.5 播種適期

地域性種苗の中でも播種工の現場での話として「施工スケジュールの中で播種適期に蒔かせてもらえない」という愚痴に近い話を良く耳にする。確かに、野生の植物の種子を年度末に近い2月など寒冷期に播種しても、すぐには発芽してこないことは当然のことである。では、その後、春になって発芽してくるかという、そうである場合も、そうでない場合もある。となると、そうでない場合は、播種した時期の問題ではないことがわかる。発芽が遅れたことで群落形成前に基盤が崩れてしまったのなら話は変わるが、発芽を誘導でき

なかった際の言い訳に播種適期の話が使われているに過ぎないこともある。

では、例えば地域性種苗のひとつ、ススキの播種適期はいつなのであろうか？ 自然の状況を見ると、種子が風に飛ばされ、あるいは重力落下して地面に置床するのは、冬季である。それから数ヶ月、あるいは2年後に発芽してくる。実験的には採り播きした種子でも発芽するので、置床してから一定の時間を経ないと発芽できないわけではない。しかし、自然においては、冬季に置床しても速やかには発芽はしてこない。となると、求められる適期とは何に対する適期になるのであろうか？ 発芽能を持った種子ならば、いずれ発芽してくるのだから、播種適期は存在しないことになる。となると、播種適期とは、播種後、速やかに発芽し、苗が枯損しない時期ということになる。少なくとも低温期や高温乾燥期は発芽適期ではない。しかし、後になっても一定以上が発芽してこないなら、それは播種時期の問題ではなく、種子か播種方法あるいは施工方法の問題である。

とは言いながら、施工スケジュールの関係で、冬季播種、年度内の完成検査までに初期緑化が実現できることが求められることは多い。このニーズに応える方法も開発する必要がある。地域性種苗が導入されない障壁は、外来牧草のように早期、特に年度内に緑地が造成されない、ということもあるからだ。積雪寒冷地以外では、寒地型の外来牧草なら低温期播種でも比較的容易に緑地を早期造成できる。地域性種苗を同じに扱うことにはそもそも無理があるのだが、冬季であっても事前に発芽誘導しておいた種子を播種することで年度内の緑地造成ができないか？ に答えるためには、発芽を誘導する前処理（予措）が必要と考え、様々な実験を実施した。

当初、最も望ましい結果につながる予措の方法は、もしも種子が休眠しているのなら、低温処理によって発芽可能最低温度をより低温側に拡大させることだと考え、数種の地域性種苗の種子に対し、時期、期間、低温処理温度、それらを組み合わせた多数の処理区を設け、何年間も発芽実験を繰り返した。結果は「分からない」であった。ある時は2週間以上の5℃湿層処理で発芽勢が上がったかと思えば、繰り返し実験では再現できなかったりした。このため、供試した植物種の種子は休眠する性質を持たないと結論づけそうになったが、筆者の実験設定の不足が後になってから分かり、発表を見送った経緯がある。

本来の実験目的は、種子が休眠していると仮定し、低温処理によって発芽可能最低温度を下げるができるか、を確かめるものであった。それならば、低温処理後の置床温度も例えば5℃や10℃に設定し、冬季から早春にかけての温度条件下での発芽の動向を見なければならなかった。しかし、置床温度を20℃や25℃としてしまったため、初夏～盛夏に播種する場合に低温処理が有効か？ を確かめる実験になってしまっていた。

本稿を執筆している段階では、修正実験を実施している最中なので結論は出せないが、中間経過をみる限りでは採種した種子は休眠している可能性があり、結果が出たら本誌に発

表する。このように、ススキ一種をみても分かっていないことがある。なお、種子休眠すると整理している報告はある¹⁾。しかし、低温処理後の置床温度は高温条件であり、本質を判定できない温度設定で得た結果を元に考察されていたことを付記しておく。ススキもそうかも知れないが、様々な植物の中には種子休眠するものもあり、その情報は不足している。

3.6 追加播種（年度またぎ播種）

播種適期の話にも関係するが、良好な種子ならば、春季以降に播種すると、よほどの乾燥気候の年でない限り、順調に発芽し、初期群落を造成できる。緑化工で春（以降）播種を困難にしている主因は、発注者の会計上の問題であり、技術の問題ではないことが多い。

また、播種期によらず、成績が芳しくなかった場合は追加播種が必要となる場面もあるが、どの規模で実施するかは状況によって変わってくる。例えば、道路の法面を対象とした場面では、片側通行止めを行える場合とそうでない場合がある。路肩だけをコーンで制限できる場合もある。片側通行止めを行える場合は、機械を持ち込み、再吹付けなどを実施できるが、路肩だけの制限や、車線制限ができない際には、追加播種は基本的に手蒔きになってしまう。となると、播種は表面播種に限定されるため播種した種子を基盤に固定することは困難であり、種子への水分の供給は不安定で、斜面条件では種子が風雨で流亡してしまうことも心配される。

筆者も参加する「わちけん」では、追加播種のことを想定した技術開発に取り組んでいる。最初は、群落が形成されない自然侵入促進工の失敗法面に、手蒔きでススキ種子を表面播種した。その際、種子が流亡しないよう粘着性の溶液に種子を混入、溶液ごと法面の小段から下に向かってヒシヤクで蒔散らす方法とした。溶液には保水性物質も混入させ、種子が短期間で乾燥しないよう配慮した。播種は初夏に実施したが、非常にうまくいき、半年後にはススキの密生群落を造成できた³⁾。手作業では、あまりにも非効率であるため、次は、種子を混入した粘着性溶液を、法面小段から薄く広く垂れ流す方式の小型ポンプを製作した。溶液の拡散はうまくいったが、システム全体の小型化に成功しておらず、現在は小型化を目指して装置を再試作している状態にある。

追加播種で構想したスキームは、年度内に基盤造成まで終えておき、新年度になってから管理工の一端として（追加）播種を実施するというものである。これならば、播種適期の課題から開放され、地域性種苗であっても早期に群落形成されるという成功イメージの定着が実現できると考えたことによる。課題は、管理工で済む小スケールで播種を実施する手法あるいはシステムの開発である。

4. そこらへんの草

地域性種苗の普及を妨げている要因の中で最も大きなものは、何をしても種子獲得の問題、特に高いコストである。種苗会社から購入する場合に、あまりにも高額さに導入できなかった、という話はよく聞く。前述のように、自家採種や地域協働での採種にしても、かなりのコストがかかる上、

品質を安定化させることは容易ではない。「高額だから導入できない」と「普及が進まないから種子流通をルーチン化できない、種子をストックできない」の対立構造は、地域性種苗の重要性が主張され始めてから未だに解決できていかない大きな課題、普及の障壁となっている。

対策は、実はいたってシンプルだ。1) 高額であることが当然という社会にするか（なるか）、2) 種子のコストを下げるか、である。理論的には、3) 施工そのものの考え方を変えることで、種子が高額のままでも工法としてはコストダウンできることも可能であるとみられる

地域性種苗の種子のコストを高めている要因をあげると、主に自生地から採種していることが多くを占める。採草地（旧地含む）、河川敷や堤防、耕作放棄地、ゴルフ場などが採種地に選ばれることが多いが、平坦地ではない場合は手作業での採種が中心となり、機械を導入できる場面も限られる。外来の牧草種子が、採種圃場つまり農業的に、しかも大規模に生産され、機械中心に作業が進められていることは対照的である。

また、自生地では、採種する種子を目視で選択しながらの作業を強いられることも少なくなく、作業効率はさらに下がる。自生植物が病気に感染していることもあり、それを避けながら、となると、さらにコストは上がる。その上、自生地では、毎年、同じような品質の種子が同一面積内から得られるとは限らない。豊凶の年変動は小さくない。筆者の参加する「わちけん」でも、和歌山県内の4箇所の自生地から数種の地域性種苗の種子を採種し、実験に用いる他に、主に県内での施工現場に種子提供することがあるが、時おり採種困難な量の種子提供を依頼されることがあり、特に不作年において必要量を採種するのに四苦八苦することがある。これも、ビジネスでならコストアップの要因になる。

地域性種苗は、地域系統を重視することから、当初は流域内採種が理想とされていた。このため、施工のたびに、流域内で採種可能な自生地を探すところから始まり、見つかったら、次に地権者に交渉し、許可を得て初めて採種できるということになっている。これは今も変わらないし、コストを上げる（下げない）要因となっている。阿蘇草原のように広大な面積の自生地があると、いくらでも資源があるように感じる人は少なくない。賦存量としては、確かにその通りである。しかし、それぞれの土地には地権者が居て、施工関係者が自由に採種できるわけではない。地権者にとっては「そこらへんの草」に過ぎない植物種子の採種許可を得るために、何度も説明しないと意図を理解してもらえない場面も少なくない。これもコストアップの要因になる。

なお、自生地での採種に関し、特に許可においては地元との協力関係があるとスムーズに進む。ただ、良好な関係づくりは容易なものではなく、事例ごとにいちいち関係を作っていられないかも知れない。ボランティアの活用で採種のコストダウンを目指す話や構想もよく聞くが、これは、支払いコストが安く済むだけの話で、実際的なコストダウンではない。また、ボランティア人口の高齢化の問題があるため、ボ

ランティア頼りの発想は、技術者の態度としては課題解決の先送りに過ぎない。地域住民が当事者意識をもって対応しようという気運になってこそ地域協働であることは言うまでもないが、自生地からの採種が山村ビジネスになるならば、違う展開も期待できる。

繰り返すが、自生地での採種のコストは、採種行為そのものが人力（手採種）に近いことが、コストを上げている要因になっている。ススキ草原のように単一種で構成された自生地では機械による収穫も含め、コストダウンの余地もあるが、専用機械がないため、特に効率を上げないこともある。筆者が参加する「わちけん」では、手始めにイネ科草本の背負い式の採種機を試作した。機能を欲張っているため最終形には至っていないが、手採種における手の動きを模することで、収穫速度を大幅に上げることに成功している。

一方、近年になり、津田ら⁸⁾、今西ら²⁾によって「そこらへんの草」に過ぎないと扱われていた地域性植物（種苗）の遺伝子研究が進み、流域内使用の原則を緩和しても問題が小さいことが明らかになりつつある。これらは、種子を保有する場所から、欲しい場所へと種子供給できる可能性を示した研究であり、大幅なコストダウンにつながる有用な研究と位置づけられる。

5. 農産物ではない？

地域性種苗の大半は、前述のように世間的にみれば「そこらへんの草」である。このため、自生地からの採種が当たり前の行為だと映る人も少なくない。技術者も同様である。しかし、一定量以上の種苗を、安定的に活用、流通させる目的においては、自生地から採種するだけでなく、種子を栽培するという視点もありうる。前述の津田ら⁸⁾、今西ら²⁾の遺伝子研究の結果は、その可能性をさらに高めた。

そこで、筆者も参加する「わちけん」では、参加企業の敷地内に試験圃場を整備し、そこでチカラシバの種子生産の可能性を検討する栽培実験を実施した。その結果、他の農産物の収益性を大きく超える可能性が高いという試算結果を得た。農地で生産できるのであれば、自生地で収穫する際にコストを上げていた要因の多くを削減でき、機械化の可能性をさらに高めることができる。コストダウンの実現である。

ところが、調べていて分かったのであるが、「そこらへんの草」に過ぎない植物を農地で生産することは、厳密には農業には該当しないと解釈される状態にある。そこで収益を得る場合、農地を雑種地などに転用しないと法律違反になることもある。「わちけん」では、過疎化が深刻な山村における耕作放棄地での種子生産をビジネスモデルとして構想していたが、現行の法律が後押ししてくれないことに当惑した。

考えてみると、長い歴史の中では、ほぼすべての農産物が、最初は「そこらへんの草」であった。それらの中で人間にとって有用なものを選抜し、効率的に獲得しようとしたのが農である。産業化させたら農業である。となると、今は「そこらへんの草」に過ぎない地域性種苗を、有用植物へと利用面での地位を上げる社会啓発が必要になる。その際に使

えるネタは、生態系保全や自然再生はもちろんのことだが、シカ不指向性なども社会理解を得るための材料となる。あるいは、種子は緑化材料として活用し、茎葉はバイオマス資源として二次利用することも考えられる。

一方では、「そこらへんの草」を栽培、つまり増殖させることに対し、農家として同意し難いという心情が小さくないことも分かった。ふたつの側面がある。ひとつ目は、農地にわざわざ「雑草」を持ち込むことは、仮にそこが耕作放棄状態であっても、それは農地を荒らす行為であり、容認し難いという。耕作放棄地に「雑草」が繁茂することは「やむを得ないこと」だが、わざわざ持ち込むことは許し難いというという心情だ。害虫や害獣の発生源になる可能性も不安材料と扱われる。ふたつ目は、「雑草」の種子の移出は容認できないというものである。特に、風散布種の栽培は、現行耕作地の近隣では絶対に容認できないという。

6. 発想の転換

以上では、地域性種苗の、特に種子のコストダウンの可能性について整理した。一方では、種子のコストダウンが実現できなかった場合、次にコストダウンできる工程は、施工時ということになる。

緑化工における播種工では、外来牧草を用いた場合、例えば発生期待本数 2,000 本/m² を超える苗立ち密度が一般的だったりする。これを基準とするならば、種子単価が安いことが絶対条件になる。また、たくさんの種子を発芽させたのだから、発芽直後にすでに初期群落が形成されたかのように映る。安価に、早期に、群落を形成させる技術ということになる。ところが、その中で、実際に群落を維持する残存個体は、その何十分の1か、もっと少ない。ほとんどの個体は生き残れない。ある意味、種子の浪費である。

ここで発想を変えてみると、播種数が少なくても、例えば1年後に密生群落形成できていれば良し、とするならば、発芽数も播種量も少なく済む。例えば、ススキでは、発生期待本数 50~100 本/m² 程度で播種しても密生群落が造成でき、その後の残存個体密度は数個体/m² だったりする。筆者が参加する「わちけん」が和歌山県の高野山で実施した実験地では、少量播種で造成したススキの密生群落における3年後の残存個体密度は最少で3個体/m³ であった³⁾。このような低密度であっても、大型個体がしっかりと地表面を被覆し、法面の表層を安定化させている。

課題は、少量播種でも十分に緑地造成できるという根拠の積み重ね、その情報の提示不足である。発生期待本数 2,000 本/m³ のような高密度播種でなくても大丈夫だ、ということへの社会信用を高めるためには、たくさんの成功事例を示す必要がある。残念なことに、議論は深まっておらず、また、事例も少ない。山間部の林道での播種工においては少量播種に対して否定的な見解もある。

一方、種子コストを下げながらも施工でのコストダウンは構想できる。例えば、結実した自生植物を茎葉ごと切り取ってきて、養生した造成地に敷き並べる工法である。非常

に安く実施できる。しばらくすると発芽し、群落を形成し、茎葉はやがて分解して土壌の養分になる。これは、種子付枝条播き工法⁹⁾として古くから知られている方法である。大きな普及をみるまでには至らなかったが、そのシンプルな発想の適切性を再評価する時期が来ていると、筆者は考える。それは、コストダウンに挑戦した過去の工法を再評価し、普及できなかった理由を解決する方が近道かも知れないからだ。「地域性種苗は高いものなのだから仕方ない」と我々自身が居直っていないなかったか、今更ながらに反省させられる。

7. 気候変動の影響

近年は、気候変動の問題が広く認識されるようになってきた。温暖化、多雨化、頻発する豪雨、いずれをとっても緑化工にとっての驚異である。このため、すでに起こっている、これから起こりうる事態への対策が技術面でも求められるようになりつつある。「(気候変動への) 適応」技術の開発、高精度化である。地域性種苗は、在来植物か史前帰化植物で構成されているため、その場で生き残ってきたという実績がある。これは、長い歴史の中での環境変動に対して遺伝子群として淘汰、順応させてきた結果であり、地域性種苗の活用そのこと自体が「適応」技術と位置づけられる。

一方では、例えば外来牧草の種子の多くがアメリカから輸入されているが、気候変動によってアメリカで頻出することになった山火事の影響で、現地での種子生産が大ダメージを受ける事態に陥っている。このため、種苗会社は外来牧草の種子の確保が困難になっている。価格も上昇している。つまり、地域性種苗の活用は、緑化材料の自給化の意味も含んでおり、気候変動下での国土保全に対する防衛策にもなりうる。

8. おわりに

以上の話を総括すると、本学会として取り組まなければならない課題は、1) 発芽を安定化させる種子の取り扱い技術の開発、2) 低密度播種工や種子付枝条播き工法など簡易工法の開発、3) 取り扱える植物種を増やす、これらの事例を積み上げることで社会信用を高めることがあげられる。しかしながら、このテーマでの研究事例は、むしろ減っており、若手研究者、技術者の育成、支援は極めて重要である。

並行して、種子流通のコストダウン化も重要な課題であり、それを実現するためには、4) 種子採種の高精度化、5) 種子生産/流通のビジネスモデル化、そのための地域協働が

重要となる。このためには、自生地や種子生産「農地」のポテンシャルを有する農山村との連携が効果的と位置づけられ、今後は農村社会学や地域経済学の研究との融合の必要性はさらに増す。使い古された言葉だが、文理融合が求められる。

長年の技術開発の積み上げは、外来牧草を用いた播種工法のコストを限界にまで低下させることに成功した。このことが、今となっては地域性種苗の展開をコスト面で妨げる方向に作用している。日本経団連の十倉雅和会長は、2022年の1月のNHKの取材に対し、脱炭素の話題と並行し、生態系を豊かにする社会への転換こそが日本経済の発展につながる、ビジネスチャンスが到来していると展望された⁷⁾。そういう意味では、緑化学会は、新時代の経済社会の最先端を取り扱っていると位置づけられる。ベテラン研究者、技術者は、これまで牽引してきたという自負を持ち、社会の期待を背にして成長分野に振り返り始めていると再認識され、自信を持って若手の育成と技術移転に取り組んでいただきたい。

引用文献

- 1) Erik John Christian (2012) Seed development and germination of *Miscanthus sinensis*, Iowa State University Capstones, Theses and Dissertations, pp 75 e
- 2) J. Imanishi, A. Imanishi, Y. Suyama and Y. Isagi (2021) MIG-seq analysis of the genetic characteristics of *Lespedeza cuneata* in natural habitats, revegetated slopes and revegetation seeds, 2021 ICLEE Conference Taiwan, Online
- 3) 亀井 碧・友田誠也・上野山公基・川中一博・井上裕介・吉原敬嗣・湯崎真梨子・中島敦司・山田 守 (2017) 地域性種苗の播種量の違いが緑化草地における植被に及ぼす影響. 日本緑化学会誌, 43(1), 195-198.
- 4) 亀井 碧・中島敦司・川中一博・山田 守 (2022) ススキ *Miscanthus sinensis* Andersson の種子重量および採取時期が発芽に及ぼす影響, 日本緑化学会誌 42(2), 292-297
- 5) 亀山 章・倉本 宣・小坂橋延弘・小林達明・中野裕司・則久雅司・藤原宣夫・森本幸裕・山田一雄 (2002) 生物多様性保全のための緑化植物の取り扱い方に関する提言, 日本緑化学会誌 27(3), 481-491
- 6) 倉田益二郎 (1979) 緑化工技術, 森北出版, pp 289
- 7) NHK (2022) おは Biz 経団連会長と日本経済を展望, https://www.3.nhk.or.jp/news/contents/ohabiz/2022_0106.html (2022年1月25日確認)
- 8) 津田その子他 (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, 日本緑化学会誌 41(1), 72-77