

会 告

生物多様性に配慮した緑化植物の取り扱い方に関するガイドライン 2023（案）

日本緑化工学会*

*起草：緑化植物委員会

（委員長：今西純一，委員：入山義久，内田泰三，江川知花，川原田圭介，橘 隆一，吉田 寛）

The Japanese Society of Revegetation Technology: Guidelines for usage of revegetation plants in consideration of biodiversity 2023

1. ガイドラインの目的

生物多様性への意識の高まりを背景に，日本緑化工学会（以下，学会という）は 2002 年に「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」（以下，2002 年学会提言という）を公表した³⁷⁾。2002 年学会提言では，侵略的外来種による在来種の生育地消失や，外来種と在来種の種間交雑，外来系統の導入による地域性系統の遺伝的攪乱（種内交雑）といった問題に対応するために，緑化植物の取り扱いの基本的な考え方が示された。

その後，法律や指針等が整備されたものの，提言内容の実現が困難な状況が続いていることを受けて，2019 年に学会は 2002 年学会提言の基本的な考え方を継承しつつ，今後の目指すべきビジョンと取り組むべきアクションを「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」（以下，2019 年学会提言という）として公表した³⁸⁾。2019 年学会提言では長期ビジョンとして「地域の生物多様性に配慮した低リスクかつ高コストパフォーマンスの緑化と，緑化植物の適切な取り扱いの実現」を，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」と「外来植物による緑化におけるリスク管理の実施」の 2 つを掲げている。

「生物多様性に配慮した緑化植物の取り扱い方に関するガイドライン 2023」（以下，本ガイドラインという）は，これらのビジョンの実現に向けて，実務における緑化植物の取り扱い方の基本的方針を示すために作成したものである。本ガイドラインは，生物多様性に配慮した緑化植物の取り扱いのあり方を示すことによって，政策立案者や発注者，計画・設計者，種苗供給者，施工者，植生管理者等の緑化関係者に参考となる資料を提供すること，また，現行の予算確保，発注～施工等のプロセスの見直しや既存の手引きや指針等のアップデートを促すことを意図して作成した。

なお，本ガイドラインは，2019 年学会提言と同様に，生物多様性に配慮した緑化植物の適切な取り扱いの実現におい

て，より多くの課題があると考えられる法面等の粗放的な植生管理を行う場所（以下，法面等という）における緑化を対象にした。庭園や耕作地等のように日常的に綿密な植生管理を実施する場所における緑化は対象としなかった。

2. 用語解説

本ガイドラインに使用されている専門用語のうち，特に注意を要する用語について以下に解説する。

逸出：緑化のために導入した植物が施工現場以外の場所（施工現場周辺のみならず，施工現場から離れた地域を含む）で生育すること。

餌場リスク：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。

遺伝的攪乱：ある地域の在来集団にみられる特徴的な遺伝子構成が，他の地域の同種または近縁種と交雑することによって変化すること。

遺伝的地域性：地域によって遺伝的に異なる集団を形成している状態。

外国産在来種：外国産在来緑化植物と同義で用いられる，緑化植物材料の商取引上の呼称。

外国産在来緑化植物：緑化に使用される在来植物のうち，国外で採取または生産された植物。

外来系統の植物：ある地域（本ガイドラインでは施工現場周辺地域）の在来集団と遺伝的に異なる系統の植物。国内産在来緑化植物のうち，地域性系統の植物に該当しない植物は外来系統である可能性があるため，取り扱いに慎重を要する。

外来植物：ある地域（本ガイドラインでは施工現場周辺地域）において自然には分布していない植物。なお，国内であっても自然分布域外からの導入になる場合，導入植物は外来植物（国内由来の外来植物）として扱う。

外来牧草類：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。

1 外来牧草類等：従来から急速緑化に用いられているイネ科と
2 マメ科の外来牧草類、及び修景緑化に使用されるその他
3 の外来植物（栽培品種を含む）。
4 逆輸入種子：国内で採取した種子をもとに、国外で種子を生産
5 し、輸入したもの。逆輸入種子は外国産在来緑化植物に含
6 まれる。
7 国内産在来種：国内産在来緑化植物と同義で用いられる、緑化
8 植物材料の商取引上の呼称。
9 国内産在来緑化植物：緑化に使用される在来植物のうち、自然
10 分布している国内の地域で採取、生産された植物。
11 在来集団：ある地域（本ガイドラインでは施工現場周辺地域）
12 の自然生育地における、同種の在来植物の個体の集まり。
13 在来植物：ある地域（本ガイドラインでは施工現場周辺地域）
14 において人為によらず自然に分布している植物、あるい
15 はそれと同種の植物（亜種、変種、品種等、下位の分類で
16 考える場合もある）。
17 地域性系統の植物：ある地域（本ガイドラインでは施工現場周
18 辺地域）の在来集団に共通する遺伝子型を持つ植物。
19 地域性種苗：ある地域（本ガイドラインでは施工現場周辺地
20 域）の在来集団に共通する遺伝子型を持つ植物から、採
21 取、生産された種子及び苗。
22 定着：逸出した植物が自然繁殖し安定的に個体群を維持して
23 いる状態。

24 3. 緑化植物の使用に伴う生態系への影響

25 3.1 在来緑化植物の使用に伴う生態系への影響

26 3.1.1 外国産在来緑化植物の使用状況

27 本ガイドラインにおける外国産在来緑化植物の定義は、前
28 述（2 用語解説）の通りである。また、環境省自然環境局（2015）
29 『自然公園における法面緑化指針 解説編』^{19）}（以下、環境省
30 指針解説編という）における「外国産の在来緑化植物」と同義
31 である。緑化植物材料の商取引においては「外国産在来種」と
32 呼称されることもある。なお、本ガイドラインでは、国内で採
33 取した種子をもとに国外で生産した「逆輸入種子」も、供給者
34 の自主的な品質保証のみではリスク管理が不十分であるとの
35 観点から、外国産在来緑化植物に含めて扱う。

36 2007 年の 4 省庁共同の調査の結果では、法面緑化に使用さ
37 れる在来種の種子の 98.9%は外国から輸入されていることが
38 明らかとなっている^{20）}。近年になり、生物多様性保全への意
39 識の高まりから、トールフェスクを含む外来イネ科牧草の使
40 用量が減少したが、代わりにヨモギ等の外国産在来緑化植物
41 の使用量が増加した。ヨモギ等の在来植物は市場単価方式に
42 おける主体種子として従前から掲載されてきたが、主体種子
43 は外国産が前提であったため、外国産在来緑化植物（外国産在
44 来種）が使用されてきた。その後、国内産在来緑化植物（国内
45 産在来種）の流通や、一部では地域性種苗を活用した取り組み
46 も始まったが、価格の面から外国産在来緑化植物が多用され
47 ているのが現状である。

3.1.2 在来緑化植物の使用に伴う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。この状態を遺伝的地域性と呼
ぶ。そのため、外国産の在来緑化植物のみならず、国内産の在
来緑化植物であっても施工現場周辺地域の在来集団と遺伝的
に異なる系統（外来系統）の個体を法面等に導入した場合に
は、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。

例えば、在来種のヨモギは、自然生育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^{62）}。しかしながら、
緑化法面では西日本地域であっても東日本個体と遺伝的に類
似した個体が多く、西日本地域の在来集団との交雑による遺
伝的攪乱が懸念されている^{62）}。なお、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^{62）}。また、中国産の個体は、日本の自然
生育地の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避けるべきであることが明らかにな
っている^{62）}。

3.1.3 外国産在来緑化植物の種子輸入に伴う生態系への影響

緑化に使用される外来牧草類（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等が保証さ
れている^{73）}。しかし、外国産在来緑化植物は、アメリカ産の
メドハギ、ヤマハギ、ヤハズソウ、シバを除いて、主に中国か
ら輸入されており、輸出国の保証制度はない^{73）}。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
国産在来緑化植物の種子の輸入に伴って意図していない外来
植物や、在来種の外来系統の種子が混入して持ち込まれる場
合が多い。

外国産在来緑化植物の種子の輸入に伴う非意図的な侵入、
定着が報告されている外来植物の例は、表-1 の通りである。
表-1 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、在来種の外来系統の侵入、定着も発生している
ものと推測される。

これらの外来植物や、在来種の外来系統は、在来集団と交雑
して遺伝的攪乱を生じることが懸念されている。また、外来植
物が緑化地から逸出した先で在来植物と競合し駆逐すること
や、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。

3.2 外来牧草類による生態系への影響

外来牧草類の定義は、前述（2 用語解説）の通りである。外
来牧草類の多くは、一般的に、発芽率が高い、粗放管理下でも

表-1 外国産在来緑化植物の使用に伴う非意図的な侵入、定着の報告例 10, 11, 13, 32, 46-51, 61, 65, 68, 72)

外国産在来緑化植物	侵入、定着の報告のある外来植物（または在来種の外来系統）
イタドリ	カライタドリ
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系統）
ヤマハギ	オクシモハギ、（在来種チョウセンキハギの外来系統）
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、ケショウヨモギ、チシマヨモギ、ヒメヨモギ、ヤブヨモギ、キクタニギク、イワギク等の外来系統）

速やかに成長する等の特性を持つよう育種されている^{7, 12)}。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⁶⁴⁾、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安定して実現する上で有益なもので、自然災害で崩壊した斜面の復旧や、防災対策等、緊急性の高い緑化にも大きく寄与してきた。しかしながら、こうした外来牧草類の特性は、自然環境中で他種を退けて定着する上でも有利なものであり、かねてから外来牧草類による生態系への悪影響が懸念されてきた。

実際に、法面緑化に有用で古くから重用されてきたトールフェスクは、河川敷や氾濫原でしばしば大規模な優占群落を形成することが明らかになっている^{28, 31, 54)}。本種が増加したことにより、河原固有種で環境省レッドリスト絶滅危惧Ⅱ類のカワラノギクの生育が阻害された事例も報告されている²⁷⁾。トールフェスク同様、法面緑化上有用な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³¹⁾。ほか、海岸草原において在来植物を競争排除した例が報告されている⁵⁹⁾。また、チモシー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ている⁵⁹⁾。ケンタッキーブルーグラスは、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²⁹⁾。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の根の伸長や萌芽を阻害した例も確認されている⁵³⁾。このような競争や環境改変による影響に加え、一部の外来牧草類は、近縁の在来植物と交雑して雑種を形成する可能性も指摘されている。例えば、チモシーはミヤマアワガエリと、レッドトップは絶滅危惧種のヌカゴ属との交雑の可能性が危惧されている¹⁶⁾。こうした影響があることから、2015年に環境省及び農林水産省によって作成・公表された「生態系被

害防止外来種リスト」には、トールフェスク、オーチャードグラス、チモシー、レッドトップ等、1属8種の外来牧草類が、利用にあたって適切な管理が必要な産業上重要な外来種である「産業管理外来種」として掲載されている。

在来植物への影響に加え、外来牧草類はシカの嗜好性植物であることもよく知られている⁶⁶⁾。シカの生育する環境に牧草が導入されると、そこはしばしばシカの重要な餌場として機能し、餌のほとんどを牧草に依存するシカが出現することもある⁵⁷⁾。外来牧草類は家畜の粗飼料としても用いられるように、在来野草よりも栄養価が高い。このため外来牧草類は、高栄養な餌の提供を介してシカ個体群の成長に寄与し、獣害の発生拡大に貢献している可能性も指摘されている^{57, 63)}。

外来牧草類は施工から数年で植生遷移によって消失することもあるが²⁵⁾、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長距離散布される可能性が生じる^{2, 22)}。このため、施工現場内では遷移によって外来牧草類が消失していたとしても、施工現場外に逸出・定着しているという事態が起こりうる。外来牧草類を使用する際は、導入した場所が種子の散布源となって外来牧草類が景観スケールで拡散し、生物多様性保全上重要な地域やそれに近接する地域に逸出・定着することのないよう、十分に配慮する必要がある。また、外来牧草類が獣害の発生拡大を引き起こさないよう注意する必要がある。

4. 生物多様性に配慮したこれからの緑化工の提案

4.1 緑化水準に基づく緑化工の計画・設計・施工・植生管理

4.1.1 緑化水準の概要

2019年学会提言では、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、生物多様性に特に配慮する必要が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が記載されている。

本ガイドラインでは、日本緑化工学会斜面緑化研究部会（2004）⁴⁰⁾の環境区分の考え方に改良を加えた緑化水準の設定を起点にして、緑化のために必要な予算を確保し、緑化植物を適切に使用、管理しながら事業を進めるための基本的方針を示している（表-2）。その手順の概要は次の通りである。

まず、生物多様性への配慮の必要性の程度に基づいて、施工現場が3つの緑化水準のうちのどの水準に該当するのかを判断する。次いで、当該緑化水準において使用できる植物材料や、当該緑化水準において求められる準備工、トレーサビリティ、植生管理工の内容を参照して、緑化の計画・設計・施工と

表-2 施工現場の緑化水準

	【 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、必要に応じて国内産在来緑化植物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、必要に応じて国内産在来緑化植物あるいは外来牧草類まで許容される現場
該当現場の目安	生物多様性保全上重要な地域の現場	生物多様性保全上重要な地域に近接する地域の現場	生態系が人為的攪乱 ^{a)} を受けている地域で、餌場リスク ^{d)} を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)} 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。	地域性種苗 ^{h)} 国内産在来緑化植物(産地に配慮 ⁱ⁾ 、外国産在来緑化植物 ^{j)} は不可)	地域性種苗 ^{h)} 国内産在来緑化植物(産地に配慮 ⁱ⁾ 、外国産在来緑化植物 ^{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)
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、災害復旧の緊急性等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の場合は国内産在来緑化植物も含む)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 ランク下げることを考慮できる。

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という。

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のり面緑化工の手引き。国土技術政策総合研究所資料 722, 193 pp.²⁴⁾

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保全に配慮した緑化工の手引き. 37 pp.⁵²⁾

g) 植物材料とは、植生工で使用する種子、苗、挿木等を指し、表土もこれに含める。

h) 地域性種苗とは、在来植物のうち、現場周辺地域の在来集団に共通する遺伝子型を持つ植物から採取、生産された種子及び苗をいう。例えば、現場周辺の自然地で採取した在来植物の種子や、それから育苗した苗木等がこれにあたる。

i) 国内産在来緑化植物とは、当該植物が自然分布している国内の地域で採取、生産された植物をいう。ただし、北海道産の植物材料を九州で用いない等、自然分布域内であってもできる限り産地に配慮する。

j) 外国産在来緑化植物(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、及び修景緑化に使用されるその他の外来植物(栽培品種を含む)をいう。

l) 植生誘導管理とは、導入植物の成立を促し、緑化目標群落を成立させるための管理をいう。監視的管理には、緑化目標群落から最終目標群落への遷移を図るだけでなく、最終目標群落の遷移状態を維持するための管理も含まれる。

1 植生管理を進める。

2 4.1.2 緑化水準の設定のあり方

3 緑化水準Ⅰは、地域性が確保できる植物材料の使用が必要

4 とされる現場であり、生物多様性保全上重要な地域の現場に

5 設定する。

6 緑化水準Ⅱは、地域性が確保できる植物材料の使用が望ま

7 しいが、必要に応じて国内産在来緑化植物まで許容される現

8 場である。緑化水準Ⅱは、生物多様性保全上重要な地域に近

9 接する地域の現場に設定する。

10 緑化水準Ⅲは、地域性が確保できる植物材料の使用が望ま

11 しいが、必要に応じて国内産在来緑化植物あるいは外来牧草

12 類等まで許容される現場である。緑化水準Ⅲは、生態系が人

13 為的攪乱を受けている地域、かつ餌場リスク（導入した緑化植

14 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

15 れ）を許容できる地域の現場に対して設定する。

16 施工現場がこれらの緑化水準のいずれに該当するかについ

17 ては、表-2「施工現場の緑化水準」の「該当現場の目安」に示

18 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、災害復旧の緊急性等を総合して

判断する。

4.1.3 緑化水準に基づく緑化工において評価するリスク

緑化水準に基づく緑化工では、必要に応じ、表-3 に示す 3

種類のリスクについて評価する。緑化工の流れの中で、それぞ

れのリスクを評価するタイミングは、図-1 の通りである。

餌場リスクは、前述（4.1.2 緑化水準の設定のあり方）の通

り、緑化水準を設定するタイミングで評価する。人為的に攪乱

された地域の現場で、シカの生息状況や獣害の発生記録等を

参照して本リスクが低いと判断された場合は、緑化水準Ⅲを

設定できる。

他の緑化水準に逸出するリスクは、緑化水準が設定された

後、使用する植物材料を選定するタイミングで評価する。本リ

スクの評価は、施工現場の状況（緑化水準のより高い地域との

水路や道路を介した連結性等）と用いようとする植物材料の

特性を総合的に勘案して判断する。例えば、自然公園内に流入

する河川周辺の緑化水準Ⅲの施工現場において、水による種

子散布が確認されているあるいは予想される国内産在来緑化

表-3 緑化水準に基づく緑化工において評価するリスク

リスクの種類	概要	評価方法	評価対象		
			施工現場及 びその周辺 の環境	候補とする 国内産在来 緑化植物	候補とする 外来牧草類 等
餌場リスク	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。	施工現場周辺に候補植物を餌とするシカ等の野生生物が生息しているかどうかや、個体数の多寡、獣害の有無等を確認し、リスクの有無を判断する。	○	—	—
他の緑化水準に逸出するリスク	候補とする緑化植物が、生物多様性保全上重要な地域（緑化水準Ⅰ）やそれに近接する地域（緑化水準Ⅱ）に逸出するおそれ。緑化水準Ⅲの現場で用いる外来牧草類等が緑化水準Ⅰ・Ⅱの地域へ逸出することや、緑化水準Ⅱの現場で用いる国内産在来緑化植物が緑化水準Ⅰの地域へ逸出する場合を含む。	施工現場と生物多様性保全上重要な地域やそれに近接する地域との連結性（水路や道路の数等が目安となりえる）及び候補植物の特性を確認し、総合的にリスクの有無を判断する。	○	○	○
施工現場外における生態系被害リスク	国内産在来緑化植物の場合：国内産在来緑化植物が施工現場外において、国内由来の外来植物となったり、交雑による遺伝的攪乱を起こしたりする等の生態系被害を及ぼすおそれ。	候補とする国内産在来緑化植物それぞれについて、施工現場が対象植物の自然分布域内であることを確認する。また施工現場周辺に生育する同種の個体と交雑した場合に遺伝的攪乱が生じないかを確認し、リスクの有無を判断する。	—	○	—
	外来牧草類等の場合：外来牧草類等が施工現場外において在来植物と競争したり、環境を改変したりする等の生態系被害を及ぼすおそれ。	候補とする外来植物それぞれの特性やこれまでに確認されている生態系被害に関する情報に基づき評価する。既存の雑草リスク評価手法を参考に評価することができる。詳細は4.3.3 参照。	—	—	○

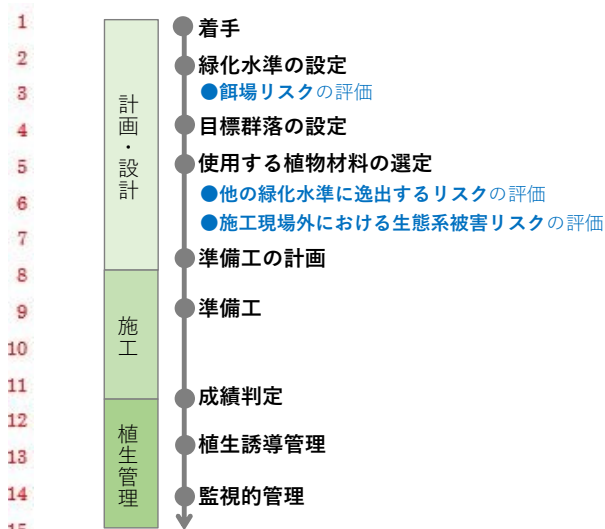


図-1 緑化水準に基づく緑化工においてリスク評価を実施するタイミング

植物、または外来牧草類等を用いることは、現場が自然公園と直接接していなかったとしても、生物多様性保全上重要な地域（緑化水準Ⅰ）やそれに近接する地域（緑化水準Ⅱ）への逸出リスクの観点からみると望ましくない。

施工現場外における生態系被害リスクの評価は、逸出のリスクと同じく、緑化水準が設定された後、使用する植物材料を選定するタイミングで評価する。国内産在来緑化植物の生態系被害リスクの評価では、まず、候補とする国内産在来緑化植物の自然分布域（種内に亜種・変種・品種といった下位の分類が知られている場合は、下位の分類で対象植物の自然分布域）を精査し、対象植物が施工現場付近で国内由来の外来種とならないことを確認する。さらに、可能な場合には、施工現場周辺に生育する同種の個体と交雑した場合に遺伝的攪乱が生じないことを、対象植物の地理的遺伝構造に基づいて確認する。一方、外来牧草類等の生態系被害リスクは、候補とする外来植物それぞれの種特性やこれまでに確認されている生態系被害に関する情報に基づき評価する。具体的な評価の方法については4.3.3に詳述する。

4.2 目標群落の設定

4.2.1 緑化目標の概要

緑化目標は「植生の復元・創造に当たっての目標とする植物群落の形態や構成をいう」と定義され³⁹⁾、古くは復元目標とも称された。この用語が緑化工の現場で用いられたのは、架空送電線建設跡地を対象とした『建設工事跡地緑化マニュアル』⁹⁾が初めてだと思われる。そこには、緑化工で形成する好ましい群落とは、1) 防災機能が高い群落、2) 自然景観と調和する群落、3) 自然回復能力の高い群落であり、復元目標を「森林型」「低木型」「草原型」の3つに類型化して設定する方法が示されている。また、同年にまとめられた法面緑化の手引き⁴⁵⁾にも、「高林型」「低林型」「草原型」に類型化する方法が示

されている。

その後1986年に、都市部等における造園的な緑化を想定した「特殊型」を加えた4つに類型化する方法が『荒廃裸地に対する植生復元の技術指針』⁹⁾に示された。そこには「復元目標は、本来は具体的な群落名を示すべきであるが、現段階では、多くの特定群落を確実に復元できるまでには研究が進んでいないので、ここでは復元目標の型を示す程度に留める。」と、緑化目標を類型化して設定する理由が記されている。また、同年には『道路土工のり面工・斜面安定工指針』（以下、道路土工指針という）が改定³⁴⁾された。しかし、緑化目標に関する記載は見当たらず、施工目的として侵食防止（草本による緑化）と永続性と環境保全を配慮（木本と草本の混生による緑化）の2つが示されるに留まっている。

その後、『のり面保護工の設計・施工の手引き』⁴³⁾にも「高木林型（森林型）」「低木林型（灌木林型）」「草地型（草本型）」「特殊型」に類型化する方法が示され、その改定版の技術書⁶⁷⁾への掲載等を経て、1999年の道路土工指針改定版³⁵⁾に初めて緑化目標の4類型とその設定に関する記載がなされた。これにより、緑化目標という概念が公共事業において周知されるようになり、現行の道路土工指針³⁶⁾に引き継がれて今日に至っている。

4.2.2 緑化目標群落のあり方

現在、道路土工指針に示されている緑化目標を群落の相観（外観）によって4類型化して示す方法が広く活用されているが、目標群落が緑化工で形成する初期段階の群落を指すのか、あるいは植生遷移が進んだ段階の群落を指すのか曖昧な概念となっている。地域生態系や生物多様性に配慮した地域性種苗を用いた緑化（以下、地域性種苗利用工という）は、外来牧草類等と比較して種子や苗等の調達に準備工のプロセスが必要な高価な植物材料を使用する。そのため、適用工法を適正に評価（成績判定）し、その後も必要に応じた植生管理を行って緑化目標を達成させるために、緑化工で形成させる緑化目標群落をできる限り明確に定めることが求められる⁷¹⁾。

こうした視点に立ち、2004年に日本緑化工学会斜面緑化研究部会から、緑化目標を緑化工で形成させる「初期緑化目標」と、初期緑化目標群落の形成後に植生遷移や植生管理で導く「最終緑化目標」の2つに分ける考え方が示された⁴⁰⁾。この考え方は、『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』⁵²⁾（以下、林野庁手引きという）や、『自然公園における法面緑化指針』¹⁸⁾（以下、環境省指針という）でも採用されたが、『地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工の手引き』²⁴⁾（以下、国交省手引きという）では、緑化目標とは法面に将来的に成立させる完成形とされ、どちらかという最終緑化目標に近い概念として捉えられている。

このように緑化目標の捉え方は各主体で異なるが、これらの手引きや指針は、外来種被害防止行動計画¹⁷⁾を実行する具体策として位置づけられ、緑化目標が緑化工事の重要な計画・設計事項であることを考えると、緑化目標の定義と示し方は

統一することが望ましい。

外来種被害防止行動計画に示されている地域生態系や生物多様性に配慮した緑化工法は、各主体ともに外来植物を使用しない緑化手法という点で共通し、具体的な工種として「地域性種苗利用工」「表土利用工」「自然侵入促進工」の3工法を挙げている。いずれの工法を採用するにしても、緑化工事の成績判定は竣工前に行われることから、その後の植生遷移を経て成立させる最終目標群落とは別に、緑化工で形成させる初期緑化目標を定める日本緑化工学会斜面緑化研究部会（2004）⁴⁰⁾の考え方には合理性がある。そのため、本ガイドラインでは、緑化工によって概ね施工3～5年程度以内を目途に形成させる植物群落を「緑化目標群落」、そして緑化目標群落が形成された後に、植生遷移と必要に応じた植生管理工を経て最終的に到達させる植物群落を「最終目標群落」と定義する。

緑化目標群落は、地域性種苗利用工を適用した場合は計画的に形成させる植物群落であり、表土利用工や自然侵入促進工では、事前の表土発芽試験や周辺環境の調査結果等から得られた情報を基に施工後初期に成立が予想される植物群落になる。緑化工技術の進歩により、法面緑化工の主要工種である播種工で在来植物群落を形成することが技術的に十分可能なレベルにまで達していること³⁸⁾を踏まえると、これまで40年近くにわたり用いられてきた緑化目標を4類型化して示す必要性は既に失われている。

これからの緑化工事の計画・設計において設定する緑化目標群落は、法面等を急速緑化する場合は「トールフェスクとクリーピングレッドフェスクを主体とする外来草本群落」、草本群落を形成する場合は「チカラシバとススキを主体とする在来草本群落」、先駆木本群落を形成させる場合は「アカメガシワ、ヌルデ、コマツナギ等を主体とする在来木本群落」、先駆樹種と遷移中後期種が混生する植物群落を形成させる場合は「シラカシ、ヤブツバキ、ヌルデ、アキグミ等の遷移中後期種と先駆樹種が混生する在来木本群落」等のように主要な導入種を明示する等して、できる限り具体的に示す方法に転換する必要がある。

同様に、最終目標群落も「ミズナラ林」「周辺と同様なスダジイ主体の常緑広葉樹林」「アカマツ・落葉広葉樹群落」等のように、できる限り具体的かつ明確に示す必要がある。また、例えば「ススキ群落」という緑化目標群落を継続的に管理して維持するようなケースもあるが、こうした場合は緑化目標群落と最終目標群落は同じになる。

このように、緑化目標群落と最終目標群落を具体的かつ明確に示すことにより、成績判定における適用工法の適正な評価と、緑化工事の竣工以降に法面植生を緑化目標群落から最終目標群落に導く植生管理を含めた緑化工の一連のプロセス（計画、設計、施工、管理）を合理的に連動させることが可能になる。

4.3 使用する植物材料の選定

4.3.1 各緑化水準で使用可能な植物材料

各緑化水準で使用可能な植物材料は、表-2「施工現場の緑化水準」に記載されている。

本ガイドラインにおける地域性種苗の定義は、前述（2 用語解説）の通りである。地域性種苗には、例えば、現場周辺の自然地で採取した在来植物の種子や、それから育苗した苗等がこれにあたる。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。地域性種苗はすべての現場（緑化水準Ⅰ～Ⅲ）で使用することができる。

本ガイドラインにおける国内産在来緑化植物の定義は、前述（2 用語解説）の通りである。国内であつても地域間に遺伝的地域性が存在することが多いため、北海道産の植物材料を九州で用いない等、遺伝的攪乱のリスクに配慮し自然分布域内であつても可能な限り産地に配慮することが望ましい。本ガイドラインにおいて国内産在来緑化植物は緑化水準ⅡまたはⅢで使用できるが、緑化水準Ⅰでは使用できない。また、国内産在来緑化植物を使用する場合は、緑化水準Ⅰに相当する地域への逸出リスクを確認する必要がある。逆輸入種子を含め外国産在来緑化植物（外国産在来種）はすべての現場（緑化水準Ⅰ～Ⅲ）で使用できない。なお、将来的には、種内交雑による遺伝的攪乱のリスクを低減する観点から、国内産在来緑化植物の植物材料区分を廃止し、地域性種苗の使用に移行することが望まれる。

本ガイドラインにおける外来牧草類等の定義は、前述（2 用語解説）の通りである。外来牧草類等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がない場合に緑化水準Ⅲで使用できる。しかし、緑化水準ⅠまたはⅡでは使用できない。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必要がある。また、施工現場外での生態系被害のリスクが低い種を選定する。

以上を各緑化水準で使用可能な植物材料の原則とするが、緑化水準Ⅰあるいは緑化水準Ⅱに相当する現場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の場合は国内産在来緑化植物も含む）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。

4.3.2 地域性種苗及び国内産在来緑化植物を使用する場合の植物材料の選定方法

1) 地域性種苗及び国内産在来緑化植物の使用における自然分布域の考慮

地域性種苗及び国内産在来緑化植物は、対象植物の自然分布域外の施工現場に使用することはできない。また、種内に亜種・変種・品種といった下位の分類が知られている場合は、下位の分類で対象植物の自然分布域を確認する必要がある。

2) 地域性種苗とみなす地理的範囲のあり方

2-1) 緑化に使用する植物の地理的遺伝構造が明らかな場合

対象植物の遺伝的変異の地理的分布が高い確度で明らかになっている場合には、その遺伝解析結果に基づいて、地域性種

苗とみなす地理的範囲を設定する。ただし、地域性種苗とみなす地理的範囲の判断には専門性を要することから、植物遺伝学の専門家の判断を得ることが望ましい。法面等の緑化に頻繁に使用される植物であり、かつ対象植物の遺伝的変異の地理的分布が高い確度で明らかになっている植物（例えば、全国スケールで多数の地点でサンプルが採取され、オルガネラ DNA と核 DNA の両方のデータが得られている種）については、学会ウェブサイト地域性種苗とみなす地理的範囲に関する参考情報を順次掲載する予定である（表-4）。また、津村・陶山（2015）『地図でわかる樹木の種苗移動ガイドライン』⁶⁰⁾には遺伝解析結果に基づく 47 種・分類群の樹木の種苗移動ガイドラインが示されている（表-5）。事業者は、植物遺伝学の専門家の判断あるいは学会や津村・陶山（2015）⁶⁰⁾が示す地域性種苗とみなす地理的範囲に関する参考情報に基づいて、施工現場が含まれる地理的範囲内で採取、生産された植物材料を調達することが望ましい。

なお、スギ、ヒノキ、クロマツ、アカマツについては、林業種苗法で定められた種苗の配布区域を遵守する必要がある⁴⁴⁾。

2-2) 緑化に使用する植物の地理的遺伝構造が不明な場合

緑化に使用する植物の遺伝的変異の地理的分布が高い確度では明らかになっていない場合は、施工現場の近くの在来集団から採取、生産された植物材料を調達することが望ましい。

具体的な手順としては、環境省指針解説編¹⁹⁾（pp. 15-16）が参考になる。同資料には、状況に応じて植物材料を調達する地理的範囲を単位流域、同一河川流域、水系流域、同一公園内の同一国土区分（「生物多様性保全のための国土区分（試案）」¹⁴⁾の区分のこと（図-2））に順次拡大する手順が示されている。また、小林・倉本（2006）²³⁾が示した「進化的重要単位（evolutionary significant unit; 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図試案」（図-3）を参考に植物材料を調達することが望ましい。上記の参考資料に従った調達が困難な場合にあっては、同一国土区分内の施工現場に近い場所から植物材料を調達することに努める必要がある。特に、高山・亜高山の植物や隔離分布している植物を使用する場合は、専門家とともに植物材料を調達する地理的範囲を慎重に検討する必要がある。

3) 地域性種苗の採取及び調達における配慮

植物材料を採取する場合は、過去に遺伝的攪乱を受けた個体群から採取しないように配慮する必要がある。また、対象地域における対象植物の遺伝的多様性が十分に確保されるように、遺伝的多様性の高い個体群から多くの個体を選定し、植物材料を採取することが望ましい。採取に適した個体群であることは、遺伝解析結果に基づいて証明することが最も望ましい。なお、遺伝解析結果を入手できない場合には、同所に生育する植物の種類や、周辺環境、過去の土地利用履歴に関する情報を集めて、過去に遺伝的攪乱を受けた個体群である可能性が低いことを確認する必要がある。また、遺伝的多様性の高い

表-4 地域性種苗とみなす地理的範囲に関する参考情報の例

●植物名 ヨモギ (<i>Artemisia indica</i> Willd. var. <i>maximowiczii</i> (Nakai) H.Hara)
●自然分布域 本州～九州・小笠原諸島、朝鮮半島 ¹³⁾ 現在、ヨモギは北海道各地に分布しているが、本種がもとも北海道に分布していたのか、それとも人間の活動によって持ち込まれたのかについては議論がある ⁸⁾ 。
●地域性種苗とみなす地理的範囲 
※本図は文献に基づき、主要 4 島（北海道、本州、四国、九州）における当該植物の遺伝的変異の地理的分布の傾向を示している。破線で表示されている場合、境界線の位置や幅は厳密に確定しているものではない。研究の進展に伴って境界線が更新される可能性があるため、学会ウェブサイトで最新情報を確認する必要がある。
●解説 日本全国の国立公園の 28 集団、604 個体の葉緑体 DNA の 3 領域を解析した研究において、主に九州の個体から得られたハプロタイプは、祖先系統であると推定されている ⁵⁶⁾ 。また、日本全国 684 個体（自然生育地の 88 集団、434 個体を含む）のトータル DNA（主に核 DNA）から、MIG-seq 法によって取得された 2,617 の一塩基多型（SNPs）を解析した研究においては、日本列島の南西から北東方向に遺伝的多様性が低下していることが示されている ⁶²⁾ 。これらのことから、ヨモギは氷期にユーラシア大陸から九州に移入した後、遺伝的多様性を低下させながら北上したと推察されている ⁶²⁾ 。

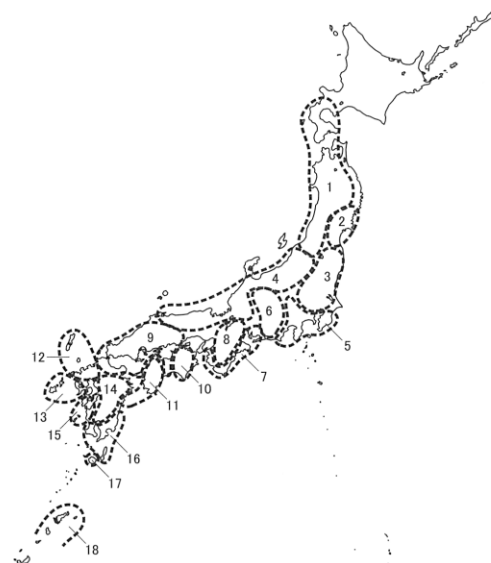
個体群である可能性については、個体群サイズ（個体群を構成する個体の数）が過去から現在まで安定して多数で維持されていたこと等から、ある程度推測することが可能である。これらの推測がどの程度可能かは対象地域によって異なるが、採取に適した個体群を選定し、個体群の持続に影響がない範囲で多数の個体から植物材料を採取するための努力がなされる必要がある。

海外では、将来の気候変動の影響を考慮して地域性種苗を調達する地理的範囲を決定する考え方もある。地域性種苗を調達する地理的範囲を決定する際に、施工現場が国土区分の境界線上にある等、複数の地域が候補となる場合には、将来の気候変動予測に近い環境の地域から地域性種苗を調達することが考えられる。

表-5 『地図でわかる樹木の種苗移動ガイドライン』⁶⁰⁾に掲載されている樹木

科名	種名等（掲載頁順）
マツ科	モミ、シラビソ、ウラジロモミ、トドマツ、オオシラビソ、カラマツ、エゾマツ・トウヒ、アカマツ、クロマツ、ゴヨウマツ類、ハイマツ、チョウセンゴヨウ
コウヤマキ科	コウヤマキ
ヒノキ科	ヒノキ、スギ
モクレン科	ホオノキ、シデコブシ
カツラ科	カツラ・ヒロハカツラ
ニシキギ科	ツリバナ・エゾツリバナ
ホルトノキ科	ホルトノキ
バラ科	バクチノキ、ウワミズザクラ、オオシマザクラ、ヤマザクラ、カナメモチ
ニレ科	ケヤキ
ブナ科	スダジイ、ブナ、イヌブナ、コナラ、ナラガシワ、ミズナラ、クヌギ、シラカシ、アラカシ
カバノキ科	ウダイカンバ、アカシデ、クマシデ
ジンチョウゲ科	コショウノキ
ムクロジ科	イロハモミジ、オオモミジ・ヤマモミジ
ツバキ科	ヤブツバキ
ウコギ科	ハリギリ

※区切りが「・」の表記になっている種名等は原書において同一頁で解説されている。



凡例：1；北東北～南北海道区域、2；宮城～南岩手区域、3；東福島～関東区域、4；北陸区域、5；関東・駿河沿岸～山梨区域、6；中部山岳区域、7；紀伊・三河沿岸区域、8；熊野・鈴鹿区域、9；中国～瀬戸内区域、10；東四国区域、11；西四国～北日向区域、12；対馬～筑紫区域、13；五島～長崎区域、14；中九州区域、15；天草～川内～藍（いしき）区域、16；南九州～種子島区域、17；屋久島区域、18；奄美区域
高山・亜高山植物はこの対象にはならない、隔離分布する植物は対象より除く。

図-3 進化的重要単位（evolutionary significant unit; 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図試案（『生物多様性緑化ハンドブック—豊かな環境と生態系を保全・創出するための計画と技術』²³⁾, p. 41 から許諾を得て転載）

4.3.3 外来牧草類等を使用する場合の植物材料の選定方法—施工現場外での生態系被害リスクの評価

1) リスク評価の目的

前述（3.2 外来牧草類による生態系への影響）の通り、外来牧草類には在来植物との競争や環境改変等の生態系被害を引き起こす可能性がある。同様の可能性は、修景緑化に使用される牧草以外の外来植物（栽培品種を含む）にもあてはまる。これら外来牧草類等による望ましくない事態が発生する可能性を最小に留めるため、緑化水準 III の現場において外来牧草類等を使用する際は、使用する可能性のある植物（候補植物）それぞれについてリスク評価を行い、リスクがより低い植物を選定する。

外来植物によって引き起こされる被害の程度は、環境に応じて変化すると考えられる。このため、ある地域で問題を起こした種が他の地域でも一律に同様の問題を引き起こすとは限らない。したがって、外来牧草類等のリスク評価は、施工現場ごとに実施することが望ましい。

2) リスク評価のあり方

2-1) リスク評価を行う際のポイント

外来牧草類等の生態系被害リスクを評価する際は、候補種それぞれの形質・特性やこれまでに確認されている生態系被害に関する科学的な知見・情報を収集し、これに基づき、施工

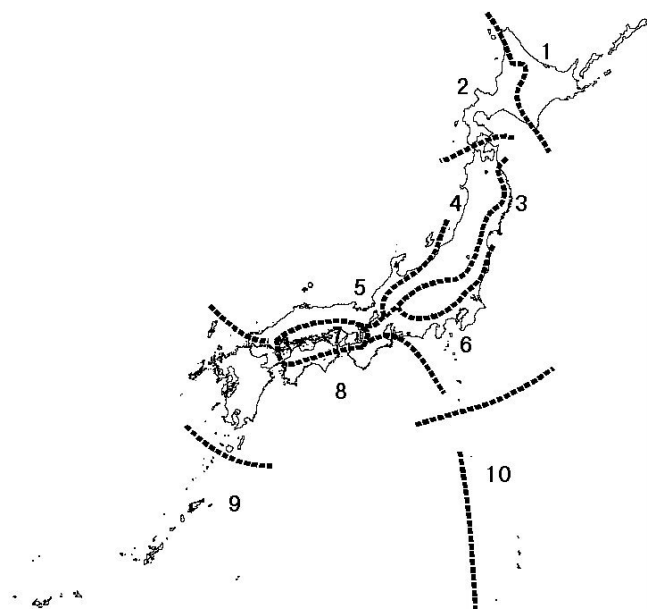


図-2 生物多様性保全のための国土区分（試案）（環境庁．“生物多様性保全のための国土区分（試案）及び区域ごとの重要地域情報（試案）について”．<https://www.env.go.jp/press/2356.html> ¹⁴⁾から許諾を得て転載）

表-6 外来植物の侵略的特性に関する質問と回答の選択肢及び配点 (Timmins & Owen (2001)⁵⁸⁾, 西田 (2007)⁴¹⁾を外来牧草類等への適用を想定して微修正)

質問		回答の選択肢と点数			
		0	1	2	3
成長	発芽・活着と成長速度		発芽や活着が悪く成長も遅い。	発芽や活着は悪いが成長は速い。あるいは発芽や活着は良いが成長は遅い。	発芽や活着がよく成長も速い。
	繁殖に達するまでの成長期間		種子を生産するまでに3年以上かかる。あるいは栄養成長の速度が非常に遅い。	2～3年以内に種子を生産する。あるいは栄養成長の速度が中程度。	1年以内に種子を生産する。あるいは栄養成長の速度が非常に速い。
繁殖	種子生産量	種子を生産しない。	種子の生産量は少ない。	1個体あたりの種子生産量が100～1,000個。	1個体あたりの種子生産量が1,000個を超える。
	栄養繁殖	栄養繁殖しない。	栄養繁殖するが、その重要度は低い。	重要度は中程度。茎が土壌に接触した場合に根を出す。あるいはひこばえで拡散する。	匍匐茎, 地下茎, むかご, あるいは他の栄養繁殖器官により自由に拡散する。
散布	散布媒体	散布されない。	散布体が重力あるいは人為活動により散布される。	散布体が風あるいは水により散布される。	非常に軽く風散布に適応した種子を付ける。あるいは散布体が鳥や野生動物により散布される。
	埋土種子集団の永続性	種子を生産しない。	種子の生存期間は1年未満。	種子の推定生存期間は1～5年。	種子の推定生存期間は5年を超える。

現場外で問題を引き起こす可能性が低いと考えられるものを選定する。緑化で用いる外来植物のリスク評価手法については、2007年の4省庁共同の調査において、関連情報の収集と検討が行われているが、具体的な手法の提案には至っていない。このため、実際にどのように評価を行うかは事業者に委ねられるが、いずれの方法を用いる場合も、科学的な根拠に基づいて判断を行うことが重要である。

2-2) 導入後雑草リスク評価を参考にした例

定着済みの外来植物が持つ生態系への被害リスクの評価は、海外では一般的に導入後雑草リスク評価 (post-border weed risk assessment) と呼称される。導入後雑草リスク評価は、科学的知見に基づき、複数の種のリスクを客観的に比較するためのツールで、諸外国では様々な評価方法が開発・採用されている²⁶⁾。これらの手法は、外来牧草類等のリスクを評価する際にも参考になる。以下では、緑化現場で評価を行う際の参考として、ニュージーランド自然保護省 (The New Zealand Department of Conservation) が用いている導入後雑草リスク評価^{41), 58)}の手順を、外来牧草類等への適用を想定し微修正して示す。

この導入後雑草リスク評価では、評価対象とする種のリスクの大きさを点数として表す。評価者は、対象種それぞれについて、「侵略的特性をどのくらい備えているか (侵略的特性)」及び「どの程度深刻な被害をひき起こすか (被害の程度)」に関する計9つの質問に対し、文献やデータベース等から情報を収集して4択で回答する。選んだ答えに応じて点数が加算

され、合計点が高い種ほどリスクが大きいと判断される。収集する情報を、施工現場と類似する環境や周辺地域のものに限定することにより、施工現場の環境・気象条件を考慮した評価を行うことができる。

(A) 侵略的特性の評価

侵略的特性は、対象とする種がどのような成長・繁殖・散布特性をもっているか、に関する6つの質問で評価される (表-6)。各質問に対し、研究論文・書籍・図鑑・データベース・報告書・栽培試験結果等を参照しながら適当な答えを選択する。侵略的特性のスコアが高い種は、理論上、施工現場外に逸出・定着する可能性が高いとみなされる。

表-6の質問項目中では環境条件を限定していないが、「被陰された樹林地」や「オープンスペース」等、特定の環境に着目した結果を得たい場合は、環境条件を絞り込んで情報を収集し、回答する。ただし、一般的に侵略的特性については特定の環境や地域に限定した情報を得ることは難しいため、環境・地域を限定せずに評価せざるを得ないこともある。

矮性品種や収量性の低い品種、雄性不稔性の品種を評価する場合は、成長速度や種子生産量の点数が通常の品種よりも低く算出されるはずである。

(B) 被害の程度の評価

被害の程度は、評価対象種が在来植生に対してどのような影響をもたらすか、またその影響はどのくらい持続するか、に関する3つの質問により評価される (表-7)。収集する被害事例の情報は、施工現場と類似の環境や施工現場周辺地域のもの

表-7 外来植物による被害の程度に関する質問と回答の選択肢及び配点 (Timmins & Owen (2001)⁵⁸⁾, 西田 (2007)⁴¹⁾を外来牧草類等への適用を想定して微修正)

質問	回答の選択肢と点数			
	0	1	2	3
在来植物群落の種組成と構造への影響	群落の優占種に影響を与えない(そのような例がない)。	優占種の組成に小さな影響をもたらした例がある。群落の基本構造に小さな変化をもたらした例がある。	植物群落の組成あるいは構造に中程度の影響を及ぼした例がある。	植物群落の組成あるいは構造に重大な変化をもたらした例がある。
在来種の更新への影響	大きな影響を及ぼさない(そのような例がない)。	いくつかの種に影響を及ぼした例がある。	いくつかの種に重大な影響を及ぼした例がある。あるいは優占種の更新に影響を及ぼした例がある。	多数の種に重大な影響を及ぼした例がある。あるいは優占種に重大な影響を及ぼした例がある。
持続性	短い。	生存期間は5年未満。	生存期間は5～50年。	生存期間は50年を超えるか、永続的な単一群落を形成した例がある。

コラム 外来植物の逸出・定着に対する散布体圧の影響

外来牧草類等の中で、導入後雑草リスク評価の結果、侵略的特性のスコアが低く算出された種は、施工現場外に逸出・定着する可能性が相対的に低いとみなされる。しかし、リスクが低いと判断された種であっても、実際には多くの逸出個体が観察される場合がある。これは、外来植物の「逸出の起こりやすさ」が各種の備える特性のみならず、「その種の種子や個体がどれだけ多く導入されたか」にも影響されるためである。種子や個体の導入量や導入頻度は、散布体圧 (propagule pressure) と呼ばれる。多くの研究で、外来植物の逸出や定着の成功率は散布体圧が大きくなるほど高まることが確認されている^{3,4)}。例えば、ドイツで外来園芸植物の定着と栽培地点数の関係を調べた研究では、定着に成功した外来園芸植物は、定着しなかった種に比べて栽培地点数が多い(すなわち導入数が多い)という結果が得られている³⁰⁾。このため、いくらリスクが低い種であっても、大量に播種・植栽すれば逸出・定着が起こりやすくなることに留意する必要がある。

のに限定することが最も望ましい。研究論文・書籍・図鑑・データベース・報告書・栽培試験結果等に加えて、必要に応じ、科学的な記事や信頼できるインターネット情報を参照してもよい。被害の程度のスコアが高い種は、理論上、施工現場外に逸出・定着した場合により大きな被害をもたらすものとみなされる。

ここで評価すべき「影響」には、外来植物と在来植物間の直接的な競争によってもたらされるもののみならず、外来植物による環境改変によってもたらされる間接的な影響や、交雑による雑種形成等も含まれる。評価において、何をもちて影響を小さい・中程度・重大とするかについては、収集した情報に

基づき評価者が判断する。

(C) 評価の結論

上記(A) 侵略的特性と(B) 被害の程度の結果を合算し、当該種の総合的なリスクスコアを算出する。ニュージーランド自然保護省では、質問項目数の違いを考慮し、総合的なリスクスコアを (A) + (2×(B)) という式で算出し、点数が36～29の種をAグループ、28～26の種をBグループ、25～21の種をCグループ、20以下をDグループと区分して植生管理計画に活かしている。一方、日本において外来牧草類等の評価を行う場合には、施工現場の立地特性等を考慮し、スコアの合算式を適宜変更して差し支えないと考えられる。

4.4 準備工の計画・実施

4.4.1 準備工

準備工は、計画された緑化工に必要なとなる使用材料等の準備を行うものである。地域性種苗を使用する場合は、現地の種子をあらかじめ採取しておくことや、苗を育成しておくことが必要となる。その準備工の具体的方法については、国交省手引き²⁴⁾にまとめられている。なお、現時点では国内産在来緑化植物の流通は一部に限られているため、準備工を必要とする場合がほとんどである。したがって、施工現場に使用できる地域性種苗または国内産在来緑化植物の種苗が市場流通しているかを調査し、市場流通がある場合には、事前に取り扱っている種苗の種類や産地、数量を把握して、利用可能性や適否を確認しておく必要がある。一方、市場流通がない場合には、事前に使用する種子を採取、貯蔵し、また種子からの育苗、挿し木や株分けによる増殖(挿し木や株分けを行う際は、遺伝子の偏りが無いよう配慮が必要)を行う必要がある。

準備工では、種子の採取時期に制限があり、また育苗場所の確保、育苗期間、施工時期との調整等の条件が加わるため、事

前に種子採取計画と種子貯蔵計画を、苗を使用する場合は、さらに育苗計画を立案する必要がある。

1) 準備工の項目と実施時期

地域性種苗利用工（ここでは国内産在来緑化植物を使用する場合も含める）における準備工は、使用する材料を事前に採取・精選・貯蔵することや、その種子から苗を育苗するものである。準備工の実施時期は、播種用であれば施工の少なくとも1年前までに種子採取を行い、施工までに発芽率が低下しないように貯蔵する必要がある場合には適切な環境下で種子の貯蔵を行う。特に木本植物の結実率は年による豊凶差が大きいので、準備工の実施期間を定める際に考慮しておく必要がある。一方、苗用であれば播種から育苗に2年程度を要するため、施工の3～4年前には種子採取を行う。

2) 種子の採取

地域性種苗利用工は、地域性種子を直接、あるいは育苗して使用するため、種子採取が最も重要な作業に位置づけられる。そのため、植物種毎の結実時期や採取可能量等は、事前に現地調査で把握しておく必要がある。特に、結実時期は植物種や生育場所によって異なるため、採取計画の際に重要な情報となる。

一般的に多くの植物種は秋に結実するが、秋以外の季節に結実する植物種もあるため、事前に植物種毎の結実期を把握し、成熟した種子を採取する。また、植物種によっては年毎に豊凶となるものもあるため、そのような植物種が対象となる場合には、複数年かけて種子を採取する必要がある。

地域の在来集団に共通する遺伝子型を持つ種苗であっても、同一の遺伝子型を持つ個体が大量に導入されれば、交雑によって遺伝的多様性が失われることにつながる。このため、地域性種苗が備えるべき遺伝的特性として、施工現場内の代表的な遺伝子型を、集団として偏りなく含んでいること（集団としての遺伝的多様性）が重要になることから、採取する個体はできるだけ複数とし、遺伝子型の偏りが生じないように配慮することが望ましい。

採取は、結実後に自然落下する前に摘み取る方法や地上に自然落下した種子を集める方法があるが、植物種により適した方法で行う。

3) 種子の精選

採取した種子は、必要に応じて、枝等から脱粒し、果肉や種子、翼、綿毛等の夾雑物を取り除き、種子のみに精選する。なお、植物種によっては、精選すると発芽が促進されるものがある一方で、精選すると発芽能力が低下するものや種子の長期貯蔵に適さなくなるものがあるため、精選には十分な注意が必要となる。

一般的には、乾燥後に脱粒・風選を行うが、果肉がある植物種は水浸漬後に水洗して精選することが多い。なお採取した種子は、外見上で正常にみえても発芽に必要な胚や胚乳が発達していない未熟種子（シイナ）もあるため、未熟種子を精選で除去する。

4) 種子の貯蔵

採取して精選した種子は、貯蔵することなくすぐに使用することが最適である。施工まで貯蔵する必要がある場合には、植物種毎に適した方法で種子を貯蔵する必要があるが、乾燥あるいは湿潤状態で、低温あるいは冷暗所で貯蔵する等、植物種毎に発芽率を維持できる最適な貯蔵方法を選択する。また、播種工で種子を使用する場合は、出荷前に発芽率と単位粒数を明らかにして種子配合設計に供する必要がある。種子の貯蔵は夾雑物を含む状態で行われる場合もあり、この場合は純度の表示は省略する。

5) 育苗

施工に苗を用いる場合は、採取した種子から育苗を行う。採取した種子は、植物種毎に適切な時期に箱播きする。芽生えた苗が高さ5～10cmまで生育した段階で、ポット（直径9cm程度）等の栽培容器に3本程度ずつ移植する。その後、成長が良好な1本を選抜して間引きを行い、施工時期まで育成する。

播種に際しては、栽培用の土壌として他植物の種子が混入していない市販の赤玉土や鹿沼土等を使用することが、その後の雑草抜き取り等が省力化できる面から望ましい。また、播種した植物種が識別できるようにラベル等で種名を表示する。育苗期間中は、必要により灌水や雑草の抜き取りを行う。地域性種苗は、苗を早期に成長させる必要が無いため、施肥は特に必要としない。また、薬剤は病虫害の大量発生があった場合に必要最低限の散布とするが、鳥やネズミ等に食害されないように対策を施しておく必要がある。

6) 種子の増殖

あらかじめ自生地から種子を採取し、その種子から育苗した個体から種子を採取して用いる場合（つまり、種子を増殖して用いる場合）には、種子の世代が進むために、遺伝子型の偏りや他遺伝子型との交雑が生じないように十分な配慮が必要となる。このため、地域ごとに自然環境や地域の事情に応じたルール作りが行われ、適切な体制を構築できるように検討を進めるべきである。

4.4.2 トレーサビリティ

トレーサビリティとは、生産から流通、消費までの過程を追跡可能にする仕組みのことである⁹⁾。使用する地域性種苗が、種子の採取から施工現場に播種されるまでの期間、あるいは育苗して施工現場に植付けされるまでの期間に、識別貯蔵・保管や隔離を適切に行い、遺伝的なコンタミを防ぎ、地域の在来集団と同じ遺伝子構成であることを定期的に確認し、認証する仕組みが重要である。現在、一般社団法人生物多様性保全協会や一般社団法人日本植木協会等が、地域性種苗のトレーサビリティの認定を行っている⁴²⁾。

トレーサビリティの確保の観点では、使用する地域性種苗の種子について、採取の情報（種名、採取場所の位置情報、採取年月日）を記録し、保存する。さらに種子から育苗する場合は、採取の情報のほかに播種の情報（生産者名、生産圃場の位置、播種年月日）、育苗の情報（間引き・鉢上げ年月日、発生

病虫害・使用農薬名・散布量)、流通の情報(移動年月日・移動先の生産圃場の位置)等を記録し、保存する。記録の保管については、GPS データやデジタル画像等も活用する。

なお、地域性種苗の生産過程の記録内容が正しいものであるかを、発注者が定期的に検査することも、トレーサビリティ確保の観点では重要なことである。

トレーサビリティシステムの構築にあたっては、登録した生産初期の基礎的情報に加え、認定生産者がその後の栽培履歴を情報登録するとともに、出荷した際には、各個体に応じた出荷情報をデータベースに登録する。また、使用者は、納入された植物材料に付与される ID により、登録されている各種情報を参照できるようにすることが望ましい²¹⁾。

4.5 成績判定

4.5.1 成績判定の概要

播種工の成績判定方法は、外来牧草類を用いた急速緑化方式の普及期⁶⁹⁾である 1979 年に初版が発行された道路土工指針³³⁾に、全面播種の場合の標準発芽数が示されたことに始まる。植生の評価は「理想状態」「平均」「最低線」の 3 ランクで行われ、理想状態とは 60 日後に 5,000 本/m²、120 日後に 3,000 本/m²で、「発芽直後から全面被覆にみえる(のり面から 10 m 程度離れるとのり面全体が「緑」にみえる)」状態と記されている。また、1982 年に初版が発行された『国立公園内における法面緑化基準の解説』¹⁵⁾には「検査」の章があり、面状工法の最低植被率の目安は、外来草を主とする場合は 80 %、郷土草を主とする場合は 60 %とされ、このほか植栽工を適用した場合に補植が必要な活着率の目安が示されている。

その後、技術書¹⁾に、種子配合が「外来草本のみ」「外来草本+郷土草本」「外来草本+郷土草本+木本」の場合について工種別の平均最小成立株数(引用元には「株数」とあるが本数と同じ意味で用いられている)、最低植被率、施工時期別の検査時期が掲載された。この考え方をベースに、緑化目標の目標型と工種別に「草本種」「補全種」「主構成種」の平均最小成立株数が定められ⁴⁵⁾、さらに『荒廃裸地に対する植生復元の技術指針』⁶⁾には、「在来草本」「外来草本」の最小成立本数と最大成立本数が示された。

早期樹林化方式によるマメ科低木林形成の普及期⁶⁹⁾に入ると、道路土工指針改定版³⁴⁾に安保(1983)¹⁾を修正した工種別の成立本数と植被率の検査の目安と時期が掲載された。この目安はさらに修正が加えられ、『のり面保護工—設計・施工の手引き』⁴³⁾に「草本類のみ」と「草本類と木本類を混播した場合」の植生状態を「優」「良」「可」「不可」の 4 ランクで判定する方法が掲載され、さらに木本群落を形成する場合の各ランクの目安に植被率と成立本数の数値基準を加えた改定版が技術書⁶⁷⁾に掲載された。これをベースとして、木本群落型と草地型の緑化目標を「可」「判定保留」「不可」の 3 ランクで判定する方法が 1999 年の道路土工指針改定版³⁵⁾に採用され、現行の道路土工指針³⁶⁾にもこの生育判定方法が引き継がれ今日に至っている。

4.5.2 地域性種苗利用工の生育判定のあり方

地域生態系や生物多様性に配慮した緑化工法(地域性種苗利用工、表土利用工、自然侵入促進工の 3 工法)の成績判定方法は、2009 年に表土利用工と自然侵入促進工の目安が初めて道路土工指針に掲載された³⁶⁾。また、2015 年にまとめられた外来種被害防止行動計画¹⁷⁾に記されている 3 省庁の手引きや指針をみると、林野庁手引き⁵²⁾の地域性種苗利用工の検査基準では、道路土工指針(2009)の播種工と植栽工の成績判定の目安が準用されているが、国交省手引き²⁴⁾には同指針を改変した地域性種苗利用工の播種工と植栽工を 3 ランクで評価する検査基準が示されている。その一方で、環境省指針の解説編¹⁹⁾には、旧版¹⁵⁾の解説に記載されていた「検査」の章は見当たらない。これは、自然公園内の法面緑化の成績判定は、実質的に各発注主体の成績判定の準用を意味していると思われる。

現行の道路土工指針³⁶⁾に記されている播種工の生育判定方法は、外来牧草類を主体とする急速緑化と、外来種や外国産在来種のマメ科低木林を主体とする早期樹林化方式の緑化を対象として長年活用されてきた経緯がある。そのため、外来牧草類の使用を前提としている従前の緑化工の生育判定方法をそのまま地域性種苗利用工に準用することは適切とはいえず、地域性種苗利用工を適正に評価するためには、設定した緑化目標群落がその後達成できるかどうかを適切に判定できるものでなければならない⁷⁰⁾。地域性種苗利用工を普及させていくためには、各主体において共有できる地域性種苗利用工の成績判定の目安を提示することが求められる。

地域性種苗利用工の播種工の成績判定方法の検討にあたり参考となる数値基準として、これまでに 600 件を超える国内産の在来木本植物を用いた播種工の施工実績がある民間の斜面樹林化技術協会の生育判定の目安がある⁵⁵⁾。これは、成立本数による評価を主に、植被率を従として植生状態を評価する方法で、さまざまなバリエーションがある種子配合を一つの数値基準で判定する難しさはあるが、1996 年から成績判定で実用されてきたことを考慮すると、一般的な目安として参考となる。

これらの施工実績等をもとに、国交省手引き²⁴⁾に示されている地域性種苗利用工の成績判定の目安を改良した地域性種苗利用工(ここでは地域性種苗あるいは国内産在来緑化植物の播種工と植栽工をいう)の成績判定の目安を、それぞれ表-8 と表-9 に示す。また、地域性種苗利用工の播種工の判定時の植生状況の一例として、緑化目標群落が木本群落の場合を写真-1 に、草本群落の場合を写真-2 に示す。

表-8 では、緑化目標群落が木本群落の場合の植被率の基準を従来の外来牧草類を使用する緑化と比較して低く抑えている。これは、緑化工の侵食防止機能を軽視しているのではなく、木本群落を形成する場合は草本類を抑えて発芽生育の遅い木本類への被圧を防ぐ必要があるため、地域性種苗利用工は、施工後の植被率が低くても容易に侵食を受けない工法の

表-8 地域性種苗利用工の播種工[※]の成績判定の目安（※地域性種苗または国内産在来緑化植物を用いた場合）

適用工法	評価	施工 3 か月後の状態	対応策
播種工 （緑化目標群落 が木本群落 の場合）	可	遷移中後期種のみを配合した場合、生育基盤の流亡が認められず、その成立本数が合計 3 本/m ² 以上である。さらに草本類を配合した場合は、その平均植被率が 10%以上である。	—
		遷移中後期種と先駆樹種を配合した場合、生育基盤の流亡が認められず、その成立本数が遷移中後期種は合計 3 本/m ² 以上、先駆樹種は合計 5 本/m ² 以上である。さらに草本類を配合した場合は、その平均植被率が 10%以上である。	
		先駆樹種のみを配合した場合、生育基盤の流亡が認められず、その成立本数が合計 5 本/m ² 以上である。さらに草本類を配合した場合は、その平均植被率が 10%以上である。	
	判定保留	生育基盤の流亡は認められず、配合した木本類・草本類の発芽は確認できるが、「可」の状態を満足していない。	判定時期が春期・夏期の場合は翌春、秋期・冬期の場合には翌秋まで様子をみる。
	不可	生育基盤の流亡は認められないが、配合した木本類の発芽が確認できない。	配合した木本類を追播する。
		草本類を配合した場合、それにより配合した木本類が被圧を受けている。	草本類を刈取り、様子をみて対策を講じる。
播種工 （緑化目標群落 が草本群落 の場合）	可	生育基盤の流亡が認められ、配合した木本類が成立する見込みがない。	再施工する。
		配合した草本類の平均植被率が 70%以上である。	—
	判定保留	生育基盤の流亡が認められず、配合した草本類の平均植被率が 30～70%、または少なくとも合計 10 本/m ² 程度の発芽が確認できる。	判定時期が春期・夏期の場合は翌春、秋期・冬期の場合には翌秋まで様子をみる。
	不可	配合した草本類の平均植被率が 30%未満である。	配合した草本類を追播する。
		生育基盤の流亡が認められ、配合した草本類が成立する見込みがない。	再施工する。

- 1) 植被率と出現種数は、植物の生育が法面全体の植生を代表する 3 か所程度の平均値とする。
- 2) 落葉期の成績判定は避け、立地条件や気象条件等により発芽生育が左右される点を考慮して総合的に判断する。
- 3) 休眠性を有する種子は、施工翌年以降に発芽する可能性があることを考慮して総合的に判断する。
- 4) 外来牧草類を使用した場合は、従来の播種工の成績判定の目安等を準用して総合的に判断する。

表-9 地域性種苗利用工の植栽工[※]の成績判定の目安（※地域性種苗または国内産在来緑化植物を用いた場合）

適用工法	評価	竣工検査時点の状態	対応策
植栽工	可	活着率が 100%である。	—
	判定保留	（判定保留に該当する状態はない）	—
	不可	支柱やマルチング等の補助工法は適切に施工されているが、活着率が 100%未満である。	枯死した個体を除去して補植する。
		支柱やマルチング等の補助工法が適切に施工されていない。	再施工する。
苗木設置 吹付工	可	苗木の活着率が 70%以上である。さらに生育基盤に草本種子を配合した場合は、生育基盤の流亡が認められず、その平均植被率が 10%以上である。	—
	判定保留	苗木の活着率は 70%以上であるが、草本種子を配合した場合は、生育基盤の流亡が認められず、その平均植被率が 10%未満であるが、少なくとも合計 10 本/m ² 程度の発芽が確認できる。	判定時期が春期・夏期の場合は翌春、秋期・冬期の場合には翌秋まで様子をみる。
	不可	苗木の活着率は 70%未満であるが、生育基盤の流亡が認められず、補植による対応が可能である。	生育基盤を崩さないように補植する。
		生育基盤の流亡や根鉢の剥離等が認められ、苗木が確実に固定されていない。	苗木の固定部分を再施工する。
		生育基盤に草本種子を配合した場合、生育基盤の流亡は認められないが、発芽が確認できない。	配合した草本類を追播する。
		苗木の活着率が 70%未満で、生育基盤が流亡して補植による対応は困難である。	再施工する。
		生育基盤に草本種子を配合した場合、生育基盤の流亡が認められ、配合した草本類が成立する見込みがない。	

- 1) 植被率と出現種数は、植物の生育が法面全体の植生を代表する 3 か所程度の平均値とする。
- 2) 落葉期の成績判定は避け、立地条件や気象条件等により発芽生育が左右される点を考慮して総合的に判断する。
- 3) 休眠性を有する種子は、施工翌年以降に発芽する可能性があることを考慮して総合的に判断する。
- 4) 生育基盤に木本種子を配合した場合は、地域性種苗利用工（播種工）の成績判定の目安を準用して総合的に判断する。
- 5) 生育基盤に表土を配合した場合や、自然侵入促進工を組み合わせた場合は、表土利用工や自然侵入促進工の成績判定の目安を準用して総合的に判断する。
- 6) 草本種子に外来牧草類を使用した場合は、従来の播種工の成績判定の目安等を準用して総合的に判断する。



(a) 可



(b) 判定保留

写真-1 地域性種苗利用工の播種工（緑化目標群落が木本群落）の成績判定時（施工3か月後）の植生状況の一例



(a) 可



(b) 判定保留

写真-2 地域性種苗利用工の播種工（緑化目標群落が草本群落）の成績判定時（施工3か月後）の植生状況の一例

表-10 表土利用工の成績判定の目安

（日本道路協会（2009）³⁶⁾を改変）

適用工法	評価	施工6か月後の植生の状態	対応策
表土 利用工	可	吹付工法の場合、生育基盤の流亡が認められず、平均植被率が10%以上で、出現種が5種/m ² 以上である。	—
		マット系の工法の場合、マットの大きな損傷や地山の侵食が認められず、平均植被率が10%以上で、出現種が5種/m ² 以上である。	
	判定保留	吹付工法の場合、生育基盤の流亡は認められないが、「可」の状態を満足していない。	判定時期が春期・夏期の場合は翌春、秋期・冬期の場合には翌秋まで様子を見る。
		マット系の工法の場合、マットの大きな損傷や地山の侵食は認められないが、「可」の状態を満足していない。	
	不可	吹付工法の場合、生育基盤の流亡が認められ、法面の侵食が拡大する可能性がある。	原因を追究し、工法を再検討した上で再施工する。
		マット系の工法の場合、マットの大きな損傷や地山の侵食が認められ、法面の侵食が拡大する可能性がある。	
		吹付工法の場合、植物の生育が認められず、生育基盤の土壌硬度（山中式土壌硬度計）が27mm以上であり、将来的にも植物の発芽生育が期待できない。	

- 1) 植被率と出現種数は、植物の生育が法面全体の植生を代表する3か所程度の平均値とする。
- 2) 落葉期の成績判定は避け、立地条件や気象条件等により発芽生育が左右される点を考慮して総合的に判断する。
- 3) 生育期を3か月以上経過していない時点で判定する場合は、将来の植物の出現可能性に配慮する。
- 4) 表土を撒き出す工法の場合は、吹付工法に準じて判断する。

表-11 自然侵入促進工の成績判定の目安

(日本道路協会 (2009) ³⁶⁾を改変)

適用工法	評価	施工 6 か月後の植生の状態	対応策
自然侵入促進工	可	吹付工法の場合、生育基盤の流亡が認められず、平均植被率が 5 %以上である。	—
		マット系の工法の場合、マットの大きな損傷や地山の侵食が認められず、平均植被率が 5%以上である。	
	判定保留	吹付工法の場合、生育基盤の流亡は認められないが、「可」の状態を満足していない。	判定時期が春期・夏期の場合は翌春、秋期・冬期の場合には翌秋まで様子を見る。
		マット系の工法の場合、マットの大きな損傷や地山の侵食は認められないが、「可」の状態を満足していない。	
	不可	吹付工法の場合、生育基盤の流亡が認められ、法面の侵食が拡大する可能性がある。	原因を追究し、工法を再検討した上で再施工する。
		植物の生育が認められず、生育基盤の土壌硬度（山中式土壌硬度計）が 27mm 以上であり、将来的にも植物の発芽生育が期待できない。	

- 1) 植被率と出現種数は、植物の生育が法面全体の植生を代表する 3 か所程度の平均値とする。
- 2) 落葉期の成績判定は避け、立地条件や気象条件等により発芽生育が左右される点を考慮して総合的に判断する。
- 3) 生育期を 3 か月以上経過していない時点で判定する場合は、将来の植物の出現可能性に配慮する。

適用が前提となることによる。

また、地域性種苗利用工以外の地域生態系や生物多様性に配慮した緑化工法である表土利用工と自然侵入促進工の成績判定の目安は、道路土工指針 ³⁶⁾に掲載されているが、これらについても施工実績等を踏まえた検討を併せて行った。表土利用工と自然侵入促進工の成績判定の目安を、それぞれ表-10 と表-11 に示す。

表土利用工、自然侵入促進工とも、初期の緑化の速度は非常に遅いので、容易に侵食を受けたり、ネットが破損したりしない工法の適用が前提となる。道路土工指針 ³⁶⁾には、自然侵入促進工の成績判定の目安に植被率は示されていないが、本ガイドラインでは、実務における追跡調査事例等を基に、植被率 5%以上という数値基準を設定した。また、表土利用工の成績判定をあえて 3 か月後とする必要性もないことから、自然侵入促進工と同様に施工 6 か月後の状態を示す形に改めた。

これまで緑化工で採用されてきた成績判定の目安が緑化工の実務の中で生み出され、その後も改良が加えられながら今日に至っている。こうした経緯を踏まえると、今後の地域生態系や生物多様性に配慮した緑化工法（地域性種苗利用工、表土利用工、自然侵入促進工）を適用した現場において本ガイドラインで示した成績判定の目安を適用して実績を積み重ね、蓄積した知見をフィードバックして成績判定の目安を改善していくことが望ましいあり方といえる。

4.6 緑化目標達成に向けた植生管理工

4.6.1 植生管理工の概要

植生管理工は、期待する目標群落の創出のための、必要な管理作業のことである。目標群落は、植生工等による種子配合の計画で成立を期待する「初期の目標群落（緑化目標群落）」と、

植生遷移を踏まえた「長期的な目標群落（最終目標群落）」の 2 つの視点が必要である（表-12）。

4.6.2 緑化目標群落達成に向けた植生誘導管理のあり方（概ね 3～5 年後）

緑化目標群落の形成過程では、植生工等の出来形検査の後、成立を期待する植物種による群落形成を促し、植生誘導管理を行う必要がある。そのため、成立を期待しない植物種の侵入や、それらの群落が形成されないよう、5 年程度は必要な植生管理工を行う。

植生誘導管理の段階では、一般的に侵入植物種が少なく、監視的管理の段階より、植生管理は容易ではあるものの、外来植物等の駆除等の実施は早期に処置することが重要である。なお、外来植物等の侵入状況は、群落調査等によって確認し、必

表-12 目標群落に応じた植生管理の視点

目標群落	植生管理の視点
緑化目標群落	● 緑化目標群落の形成過程では、植生工の種子配合等で期待する植物種による群落形成を促すために、植生誘導管理を行う。 ● 外来植物等、期待する植物種とは異なる植物種の侵入が認められた場合は、適期作業により早期処置となる植生管理工を行う必要がある。
最終目標群落	● 最終目標群落の形成過程では、緑化目標群落への到達後、植生遷移に委ねながらも、最終目標群落に向かうよう、必要に応じて植生管理工を伴う監視的管理を行う。 ● 最終目標群落に到達したことを確認できた後も、その植生状態を維持するための植生管理工を行う必要がある。

表-13 緑化目標群落及び最終目標群落の達成に向けた植生管理工

植生管理工	管理内容	留意点
草刈（機械式）	草刈機を用いて目的の植生となるまで刈取を繰り返す作業。	種子繁殖力の強い植物種、多年草等の駆除では作業の時期や頻度の工夫が必要。
草刈（人力）	人力で目的の植生となるまで刈取を繰り返す作業。必要に応じて根茎の除去も行う。	狭い面積では実施可能であるが、労力がかかるため、広い面積では現実的な管理方法ではない。
下草刈	苗木による植栽工を行う場合、苗木が被圧されない程度に成長するまで刈払う作業。	病害虫による被害のおそれがある場合は、病害虫に対応した薬剤散布も行う。
つる切り	苗木による植栽工を行う場合、苗木等に絡みついたつる性植物種を刈払う作業。	萌芽力の強い植物種は、薬剤の散布、または塗布の併用が必要。
薬剤散布	除草剤等の薬剤散布により、駆除対象の植物種を枯殺する作業。	成立を期待する植物種と同系統の植物種を駆除する場合は、個別に塗布作業を行う必要がある。

表-14 最終目標群落の長期的な管理計画に必要となる植生管理工

植生管理工	管理内容	留意点
間伐	疎林型の樹林の維持のような、下層植生の光環境の維持を目的に行うための作業。密度管理により下層植生を維持する。	萌芽力の強い植物種は、伐採後に枯殺用の薬剤散布、または塗布が必要。
除伐	最終目標群落で侵入を期待しない種や、樹林型の植生に移行しないよう、不要な木本類等を伐採する作業。	萌芽力の強い植物種は、伐採後に枯殺用の薬剤散布、または塗布が必要。

要な植生管理工を計画することが望ましい。

実施する植生管理工は、草刈等の物理的な作業と、除草剤等の薬剤散布による化学的な作業に大きく分けることができる（表-13）。

植生管理計画は、成立を期待する植物種の成長や、駆除対象となる植物種の侵入状況を踏まえて検討する。具体的には、駆除対象となる植物種の生活史を把握し、草刈後、駆除対象となる植物が再成長し結実する前に薬剤散布を行う等、植生管理工の組合せ・時期・頻度等について効果的な植生管理計画を検討する。

4.6.3 最終目標群落達成に向けた監視的管理のあり方（概ね5年後以降）

緑化目標群落への到達後は、監視的管理により最終目標群落の形成を促す。実施する植生管理工は、植生誘導管理で行う植生管理工（表-13）に加え、最終目標群落への到達後の状態を維持するため、必要に応じて樹林の間伐や除伐等を組合せて、長期的な植生管理計画を検討する（表-14）。

引用文献

- 1) 安保 昭 (1983) のり面緑化工法, 土木特殊工法シリーズ 3. 森北出版, 196 pp.
- 2) 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.
- 3) Cassey, P., Delean, S., Lockwood, J. L., Sadowski, J. S. and Blackburn, T. M. (2018) Dissecting the null model for biological invasions: A meta-analysis of the propagule pressure effect. *PLoS Biology*, 16: 1-15.
- 4) Dehnen-Schmutz, K., Touza, J., Perrings, C. and Williamson, M. (2007) A century of the ornamental plant trade and its impact on invasion success. *Diversity Distrib.*, 13: 527-534.
- 5) 道路緑化保全協会編 (1985) 建設工事跡地緑化マニュアル. 道路緑化保全協会, 120 pp.
- 6) 道路緑化保全協会編 (1986) 荒廃裸地に対する植生復元の技術指針. 道路緑化保全協会, 120 pp.
- 7) 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.
- 8) 五十嵐 博 (2016) 北海道外来植物便覧—2015 年版—. 北海道大学出版会. p. 140.
- 9) 今西純一 (2018) 遺伝的地域性に配慮した種苗供給の必要性とトレーサビリティの確保. *日本緑化工学会誌*, 43(3): 449-450.
- 10) 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. 592 pp.
- 11) 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.
- 12) 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.
- 13) 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 (2017) キク科. 大橋広好ら編. 改訂新版 日本の野生植物 第5巻. 平凡社. pp. 198-369.
- 14) 環境庁. (更新: 1997 年 12 月 25 日) “生物多様性保全のための国土区分(試案)及び区域ごとの重要地域情報(試案)”について. 環境省ウェブサイト. <https://www.env.go.jp/press/2356.html> (参照: 2022 年 12 月 19 日).
- 15) 環境庁自然保護局監修 (1982) 自然公園における法面緑化基準の解説. 道路緑化保全協会, 195 pp.
- 16) 環境省・農林水産省 (2015) “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 掲載種の付加情報(根拠情報)<植物>”. 環境省ウェブサイト. <https://www.env.go.jp/>

nature/intro/2outline/list/fuka_plant.pdf (参照: 2022 年 12 月 20 日).

- 17) 環境省・農林水産省・国土交通省 (2015) 外来種被害防止行動計画～生物多様性条約・愛知目標の達成に向けて～. 116 pp.
- 18) 環境省自然環境局 (2015) 自然公園における法面緑化指針. 2 pp.
- 19) 環境省自然環境局 (2015) 自然公園における法面緑化指針解説編. 69 pp.
- 20) 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. 217 pp.
- 21) 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. 310 pp.
- 22) 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.
- 23) 小林達明・倉本 宣 (2006) 生物多様性保全に配慮した緑化植物の取り扱い方法―「動かしてはいけない」という声にこえて. 小林達明・倉本 宣編. 生物多様性緑化ハンドブック―豊かな環境と生態系を保全・創出するための計画と技術. 地人書館. pp. 13-57.
- 24) 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のり面緑化工の手引き. 国土技術政策総合研究所資料 722, 193 pp.
- 25) 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.
- 26) Kumschick, S. and Richardson, D.M. (2013) Species-based risk assessments for biological invasions: Advances and challenges. *Diversity Distrib.*, 19: 1095-1105.
- 27) 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.
- 28) 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.
- 29) 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.
- 30) Maurel, N., Hanspach, J., Kühn, I., Pyšek, P. and van Kleunen, M. (2016) Introduction bias affects relationships between the characteristics of ornamental alien plants and their naturalization success. *Global Ecol. Biogeogr.*, 25: 1500-1509.
- 31) 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.
- 32) Nemoto, T., Ohashi, H. and Itoh, T. (2007) A new species of *Lespedeza* (Leguminosae) from China and Japan. *J. Jap. Botany*, 82(4): 222.

- 33) 日本道路協会編 (1979) 道路土工のり面工・斜面安定工指針. 日本道路協会, 309 pp.
- 34) 日本道路協会編 (1986) 道路土工のり面工・斜面安定工指針. 日本道路協会, 434 pp.
- 35) 日本道路協会編 (1999) 道路土工のり面工・斜面安定工指針. 日本道路協会, 470 pp.
- 36) 日本道路協会編 (2009) 道路土工一切土工・斜面安定工指針. 日本道路協会, 521 pp.
- 37) 日本緑化工学会 (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. *日本緑化工学会誌*, 27(3): 481-491.
- 38) 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.
- 39) 日本緑化工学会編 (1990) 緑化技術用語事典. 山海堂, 268 pp.
- 40) 日本緑化工学会緑化研究部会 (2004) 法面における自然回復緑化の基本的考え方のとりまとめ. *日本緑化工学会誌*, 29(4): 509-520.
- 41) 西田智子 (2007) 雑草リスク評価: オーストラリアとニュージーランドの事例を中心として. 種生物学会編, 農業と雑草の生態学: 侵入植物から遺伝子組み換え作物まで, 文一総合出版, pp. 121-136.
- 42) 西野文貴 (2018) 地域性種苗とトレーサビリティが日本の苗市場を変える. *日本緑化工学会誌*, 43(4): 571-573.
- 43) 農業土木事業協会編 (1990) のり面保護工―設計・施工の手引―. 農山漁村文化協会, 306 pp.
- 44) 農林水産省. (更新: 2010 年 4 月 1 日) “林業種苗法第二十四条第一項の規定に基づく農林水産大臣の指定する種苗の配布区域”. 農林水産省ウェブサイト. https://www.maff.go.jp/j/kokuji_tuti/kokuji/k0000559.html (参照: 2022 年 12 月 19 日).
- 45) 農用地整備公団東北支社 (1985) 高標高地における法面保護工法の調査研究. 131 pp.
- 46) 大橋広好 (2016) マメ科. 大橋広好ら編, 改訂新版日本の野生植物 第 2 巻, 平凡社, pp. 240-306.
- 47) 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.
- 48) 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.
- 49) 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.
- 50) 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.
- 51) 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.
- 52) 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保全に配慮した緑化工の手引き. 37 pp.
- 53) 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.
- 54) 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.
- 55) 斜面樹林化技術協会編 (2021) 斜面樹林化工法技術資料 第8版. 106 pp.
- 56) Shimono, Y., Hayakawa, H., Kurokawa, S., Nishida, T., Ikeda, H., Futagami, N. (2013) Phylogeography of mugwort (*Artemisia indica*), a native pioneer herb in Japan. *J. Heredity*, 104(6): 830-841.
- 57) 高槻成紀 (2001) シカと牧草—保全生態学的な意味について—. *保全生態学研究*, 6: 45-54.
- 58) Timmins, S. M. and Owen, S.-J. (2001) Scary species, superlative sites: Assessing weed risk in New Zealand's protected natural areas. In: *Weed Risk Assessment* (eds. Groves, R. H., Panetta, F. D. and Virtue, J. G.). pp. 217-227, CSIRO Publishing, Collingwood.
- 59) 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.
- 60) 津村義彦・陶山佳久 (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, 170 pp.
- 61) 植村修二ら (2010) 日本帰化植物写真図鑑 第2巻. 全国農村教育協会, 580 pp.
- 62) Wagatsuma, S., Imanishi, J., Suyama, Y., Matsuo, A., Sato, M. P., Mitsuyuki, C., Tsunamoto, Y., Tominaga, T. and Shimono, Y. (2022) Revegetation in Japan overlooks geographical genetic structure of native *Artemisia indica* var. *maximowiczii* populations. *Restoration Ecol.*, 30(7): e13567.
- 63) 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.
- 64) 矢萩久嗣・廣井清貞・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.
- 65) 山田 守 (2015) ヨシススキ (*Saccharum arundinaceum* Retz.). *日本緑化工学会誌*, 41(2): 352.
- 66) 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.
- 67) 山寺喜成・安保 昭・吉田 寛 (1993) 自然環境を再生する緑の設計—斜面緑化の基礎とモデル設計—. 農業土木事業協会, 169 pp.
- 68) 米倉浩司 (2016) タデ科. 大橋広好ら編, 改訂新版日本の野生植物 第4巻, 平凡社, pp. 84-104.
- 69) 吉田 寛 (2005) 播種工による法面緑化とモニタリング手法. *日本緑化工学会誌*, 30(3): 532-540.
- 70) 吉田 寛 (2009) 斜面緑化における播種工の成績判定のあり方. *日本緑化工学会誌*, 34(3): 459-465.
- 71) 吉田 寛 (2013) 法面緑化の目的・目標・評価はどうあるべきか. *日本緑化工学会誌*, 38(3): 348-352.
- 72) 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.
- 73) 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.