

## 北海道の水路法面保全と外来草本植物の適正管理への留意点

Proper Management Using Introduced Herbaceous Plants  
for Slope Conservation of Canal in Hokkaido宗岡 寿美\* 木村 賢人\* 辻 修\*  
(MUNEOKA Toshimi) (KIMURA Masato) (TSUJI Osamu)

## I. はじめに

農業土木工事で施工する農業用排水路の通水断面（水路法面）では、①景観・自然保護、②茎葉部による表土（客土）の被覆・保持・侵食抑制、③根系の緊縛力による土壌補強効果を期待して、外来草本植物を用いた法面緑化工（とくに植生工）が長年実施されてきた。積雪寒冷地の北海道では、冬季を迎えるまでの間、施工初年度のうちに外来草本植物が十分に生育する期間を確保するため、施工適期（とりわけ「施工限界期」）を考慮した植生工の実施時期が法面施工・保全上の重要な事項の1つとされてきた。

他方、環境省が2005年に施行した「外来生物法」を契機として、北海道内の国営事業では植生工で混播する外来草本植物（3種類）のうち1種類が変更された（II.1.で後述）。このことに関連して、緑化植物の取扱いについても生物多様性保全と外来生物対策の観点からの配慮が求められるようになり、農林水産省などの4省庁では2005年から2006年に「生物多様性に配慮した緑化植物の取扱方針（案）」を取りまとめた。さらに、環境省では2009年の自然公園法改正をふまえ、遺伝的多様性の保全にも配慮した「自然公園における法面緑化指針」を取りまとめ「同解説編」をあわせて作成した。

このように、法面保全効果が期待できる土木材料として安価であり安定供給可能な外来草本植物を多量に使用する従来の法面緑化から、周辺の環境と調和した生態系・種・遺伝子レベルでの生物多様性の保全に配慮された法面緑化が求められる時代へとシフトしてきている。

この報告では、北海道の農業水利施設における水路法面の保全と外来草本植物の適正管理の視点から、植生工（播種工）の現状と今後の課題を整理した。その上で、外来草本植物・地域性種苗の生育状況および根系を含む土層（土供試体）のせん断特性に関する実験結果<sup>1)~6)</sup>をもとに法面保全効果を定量評価した。以

上より、農業土木工事に於いて周辺環境に調和した法面緑化と外来草本植物の適正管理に向けた留意点をまとめた。

## II. 北海道の法面緑化と外来草本植物

## 1. 播種工の現状—3種類の混播—

北海道内における播種工には、ケンタッキーブルーグラス（*Poa pratensis* L.; KBG）、クリーピングレッドフェスク（*Festuca rubra* L.; CRF）およびトールフェスク（*Festuca arundinacea* Schreb.; TF）など3種類の外来草本植物を混播する形で使用されてきた。北海道庁ではこの3種類が現在も植生設計施工要領（特記仕様書（案））に記載されている。

一方、2005年の「外来生物法」施行にともない、北海道開発局では周辺自然環境への影響を危惧して「要注意外来生物リスト」に記載されたTFの使用が控えられ、2012年度より代替種としてハードフェスク（*Festuca longifolia* Thuill.; HF）が使用されている。2015年の「生態系被害防止外来種リスト」の施行にともない、TFは産業管理外来種として利用上の留意点などが示されており、近年ではさらなる代替種の検討も進められている。

## 2. 地域性種苗の適用と今後の課題

北海道では、上記4種類以外にも官公庁で発注する各種土木工事もとより、法面緑化以外の分野でも公園・庭園・ゴルフ場など多くの民間需要に応じて多数の外来草本植物が使用されてきた。近年では、生物多様性の保全に配慮された法面緑化に向けて、北海道に在来する自生種植物（地域性種苗）の播種工への適用事例も散見される<sup>7)</sup>。

こうした地域性種苗を含めて、播種工で混播する各種草本植物の種類、周辺地域への生態的配慮、施工時期（生育適期）および播種数（植生密度）など、今後の水路法面保全と外来草本植物の適正管理への留意点を考える上で検討すべき課題は山積している。

\*帯広畜産大学



水路法面、外来草本植物、地域性種苗、せん断特性、法面保全効果、適正管理

### III. 外来草本植物がもたらす法面保全効果

#### 1. 根系を含む土供試体の一面せん断試験

筆者らはこれまでの間、外来草本植物・地域性種苗の生育状況および根系を含む土供試体のせん断特性に関する独自の実験結果を積み重ねてきた<sup>1)~6)</sup>。この報告では、北海道における播種工（とくに客土種子吹付工）を想定して、各種草本植物の種子を育苗箱内に点播・生育させた後、茎葉部・根系の生育状況および採取した土供試体の一面せん断試験結果をもとに、外来草本植物がもたらす法面保全効果を定量評価した。

(1) 材料および実験方法 この実験では、II.1.で前述した4種類の外来草本植物（KBG・CRF・HF・TF）に1種類の地域性種苗（北海道原産クサヨシ、*Phalaris arundinacea* L.; RCG）を加えた5種類のイネ科植物を対象とした。

市販の育苗箱（縦49.0 cm×横34.0 cm×高さ10.0 cm）に緑化用客土（火山灰質粘性土II型（VH<sub>2</sub>）、4.75 mmふるい通過分、自然含水比98.4%）を一定の乾燥密度（0.524 g/cm<sup>3</sup>）で充填し、表層（3 cm）には高度化成肥料（42%、10 kg/100 m<sup>2</sup>）を施用した。その上に1.5 cm間隔（期待発生本数2,500本/m<sup>2</sup>）で上記5種類の草本植物の種子を点播し、0.5 cmの厚さで覆土した。その後、北海道帯広市内に位置する帯広畜産大学実験圃場（平地）で生育させた。

生育後、茎葉部の生育状況を測定した後、吹付け客土と法面基盤土との境界面（地表面下3 cm）がせん断面となるように、育苗箱内の土層から不かく乱状態で円柱形（直径6.0 cm×高さ2.0 cm）に採取した土供試体の定圧一面せん断試験（JGS 0561-2009）を実施した。試験後、土供試体中から根系を取出して根長および乾物重（根系）を測定した。この間、実験圃場近傍では各種気象観測を実施した。ここで対象とした一連の実験結果<sup>3),5)</sup>をIII.2.(1)(2)に示す。

(2) 根系を含む土供試体の強度定数評価 5種類の草本植物の根系を含む土供試体のせん断特性はクロー

ンの破壊規準（図-1）による強度定数（粘着力 $c$ ・せん断抵抗角 $\phi$ ）を用いて評価した。なお、この実験では同一条件（同一パターンの土供試体）における試験回数をそれぞれ4回（生育2年目では3回）とし、そのときの垂直応力 $\sigma$ を2.5kN/m<sup>2</sup>、5.0kN/m<sup>2</sup>、7.5kN/m<sup>2</sup>および10.0kN/m<sup>2</sup>とした。

#### 2. 草本植物の根系を含む土供試体のせん断特性

筆者ら<sup>1),2)</sup>は、北海道十勝管内中央部における施工限界期<sup>8)~10)</sup>を考慮して、8月下旬~10月下旬の間（生育期間65~71日間：積算温度816.6~868.6℃・days）、2012年にCRF・RCGの2種類、2016年にはTF・HFの2種類を対象として異なる実験を実施した。

その結果、生育初年度・積算温度800℃・days台の環境下では、根系を含む土供試体の強度定数のうち粘着力 $c$ が顕著に増大するという知見が得られた。粘着力 $c$ の大きさは、覆土厚の違いにかかわらずCRF<RCG、法面方位の違いにかかわらずHF<TFの関係となった。RCG・TFでは、生育初年度に茎葉部・根系が早期に生育しており、このことが根系を含む土供試体の強度に影響を及ぼしていた。

(1) 生育初年度の法面保全効果—実験1— 北海道十勝管内中央部の施工限界期よりも生育開始時期を前倒し、2017年8月11日~10月22日の間（生育期間73日間：積算温度1,040.3℃・days）、合計5種類の草本植物を播種・生育させた（表-1）<sup>3)</sup>。

実験の結果、生育初年度・積算温度1,000℃・days以上の環境下では、根系を含む土供試体の強度定数のうち粘着力 $c$ はすべて増大し、RCG・HFではせん断抵抗角 $\phi$ も増大した。根系を含まない土供試体（ブランク、 $c_{\text{blank}}$ :0.85~1.00kN/m<sup>2</sup>、 $\phi_{\text{blank}}$ :21.7~24.3°）と比較した場合、粘着力 $c$ の増加量 $\Delta c$ はTF・RCGで1.13kN/m<sup>2</sup>と大きく、せん断抵抗角 $\phi$ の増加量 $\Delta\phi$ はRCG・HFで1.7~2.4°であった。

根系指標をみると、根長はTF・HFで798.8~871.9 cm、乾物重（根系）ではRCG・TFで0.300~0.364 gと大きな値を示した。一方、茎葉部に着目すると、KBG

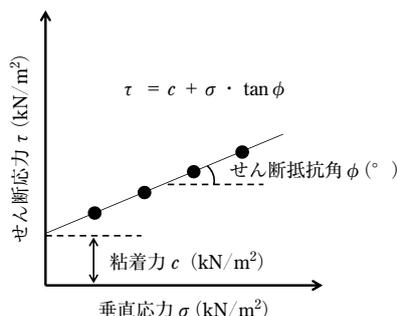


図-1 クローンの破壊規準と強度定数（ $c \cdot \phi$ ）

表-1 外来草本植物などの生育状況と根系を含む土供試体のせん断特性—生育初年度（生育1年目）—  
（生育期間73日間：2017年8月11日~10月22日）

	KBG	CRF	HF	TF	RCG
生育本数（本/育苗箱）	432	501	338	448	249
草丈（cm）	8.2	11.7	8.7	24.8	24.9
乾物重（茎葉部）（g/育苗箱）	19.6	46.9	30.9	70.4	62.9
植被率（%）	41.0	96.7	95.4	77.1	88.8
根長（cm/供試体）	459.7	680.1	798.8	871.9	656.7
乾物重（根系）（g/供試体）	0.079	0.211	0.238	0.300	0.364
粘着力 $\Delta c$ （kN/m <sup>2</sup> ）	0.39	0.66	0.75	1.13	1.13
せん断抵抗角 $\Delta\phi$ （°）	0.2	0.0	1.7	0.3	2.4

(41.0%) 以外の4種類で植被率は77.1~96.7%と高く、生育初年度における法面被覆効果が認められた。草丈・乾物重(茎葉部)ではRCG・TFでそれぞれ24.8~24.9 cm, 62.9~70.4 gであり、生育が良好であった。すなわち、茎葉部の生育にともない根系も発達し、土供試体の強度定数増加分( $\Delta c \cdot \Delta \phi$ )の土壌補強効果が発揮されたと考えられる。

このように、生育初年度における5種類の草本植物の法面保全効果はKBG < CRF < HF < TF  $\leq$  RCGの順に高いと評価された。生育初年度の外来草本植物を水路法面に早期定着させるには、TFは他の3種類よりも有効と考えられる。また、生物多様性への配慮から地域性種苗RCGを比較検討した結果、TFと同程度以上の法面保全効果が期待できる。

(2) 生育2年目の法面保全効果—実験2— 前述のIII.2.(1)と同じ5種類の草本植物を同日の2017年8月11日に播種し、翌年2018年8月10日までの間(生育期間365日間:1年目の積算温度1,179.4 $^{\circ}$ C $\cdot$ days, 2年目の積算温度1,788.8 $^{\circ}$ C $\cdot$ days)の2カ年にわたり長期間生育させた(表-2)<sup>5)</sup>。なお、冬期間の凍結指数(積算寒度の最大値)は890.6 $^{\circ}$ C $\cdot$ daysであった。

実験の結果、2カ年にわたり生育期間を十分に確保すると根系を含む土供試体の強度定数( $c \cdot \phi$ )は5種類ともに生育1年目よりも増大した。ブランク( $c_{blank}$ : 0.86~1.34kN/m<sup>2</sup>,  $\phi_{blank}$ : 26.3~26.9 $^{\circ}$ )と比較した場合、RCG・TF・HFの3種類で $\Delta c$ は1.40~2.12kN/m<sup>2</sup>と顕著に増大し、 $\Delta \phi$ も4.3~6.2 $^{\circ}$ と大きな値を示した。

根系指標のうち、RCG・HF・CRFで根長は1,949.9~2,327.9 cm, 乾物重(根系)では0.285~0.604 gと大きかった。茎葉部では、KBG(27.6%)以外で植被率は71.0~91.9%であり、生育2年目も法面被覆効果は高い。草丈・乾物重(茎葉部)はHF・CRF・RCGでそれぞれ22.9~39.3 cm, 114.3~154.3 gであった。

このように、草本植物の生育期間を十分に確保する

ことで土層中の根系が発達し形状が変化するなど、多くの草本植物では生育2年目の法面保全効果がさらに高まった。しかし、生育2年目のTFは外来草本植物4種類の中で強度定数( $c \cdot \phi$ )が最大値を示した一方で、生育1年目のTFおよび生育2年目のRCG・HF・CRFよりも茎葉部・根系指標の値が下回るなど、現時点で不明な点がみられた(IV.2.(2)で後述)。

### 3. 強度定数( $c \cdot \phi$ )と法面保全効果

草本植物の根系を含む土供試体の強度定数のうち、粘着力 $c$ が増大する要因はせん断面と垂直方向に発達する種子根・節根の作用であると考えられる。一方、とりわけ生育2年目にせん断抵抗角 $\phi$ が増大する要因は節根に形成される側根の発達(形状変化)が関係すると現時点では推察している。

ここで土供試体の強度定数( $c \cdot \phi$ )と法面保全効果との関係を考える(図-2)。水路法面は大きな垂直応力 $\sigma$ を想定していないため、通常法面保全効果として粘着力 $c$ の増加(+ $\Delta c$ )が有効である。しかし、積雪寒冷地の北海道では冬期間になると法面上に積雪が過重として作用する。また、降雨・融雪などの出水時には水位の上昇にともない水路法面に荷重として水圧が作用する。このように、垂直応力 $\sigma$ が大きい場合を想定した法面保全効果としてはせん断抵抗角 $\phi$ の増加(+ $\Delta \phi$ )が有利である。よって、垂直応力 $\sigma$ の大きさにかかわらず、せん断応力 $\tau$ が土に大きくなるような法面保全効果を発揮する理想条件(+ $\Delta c \cdot \Delta \phi$ )を創出させたい。

今回、2カ年にわたり生育期間を十分に確保することで強度定数( $c \cdot \phi$ )はともに増大した。また、2019年6月初旬にCRF・RCGの2種類を播種して生育期間を十分に確保すると、生育初年度中に強度定数( $c \cdot \phi$ )はともに増大することも確認できた<sup>6)</sup>。

## IV. 水路法面保全と外来草本植物の適正管理

### 1. 生物多様性の保全と今後の法面緑化

今後の北海道内の農業土木工事において、農地を含

表-2 外来草本植物などの生育状況と根系を含む土供試体のせん断特性—生育2年目—  
(生育期間365日間:2017年8月11日~2018年8月10日)

	KBG	CRF	HF	TF	RCG
生育本数(本/育苗箱)	183	358	193	175	391
草丈(cm)	6.9	22.9	39.3	17.5	34.5
乾物重(茎葉部)(g/育苗箱)	20.0	117.2	154.3	40.0	114.3
植被率(%)	27.6	91.9	76.6	71.0	90.6
根長(cm/供試体)	1,085.3	1,949.9	2,078.4	771.4	2,327.9
乾物重(根系)(g/供試体)	0.076	0.387	0.285	0.161	0.604
粘着力 $\Delta c$ (kN/m <sup>2</sup> )	0.59	0.95	1.40	1.43	2.12
せん断抵抗角 $\Delta \phi$ ( $^{\circ}$ )	2.2	3.5	4.3	5.3	6.2

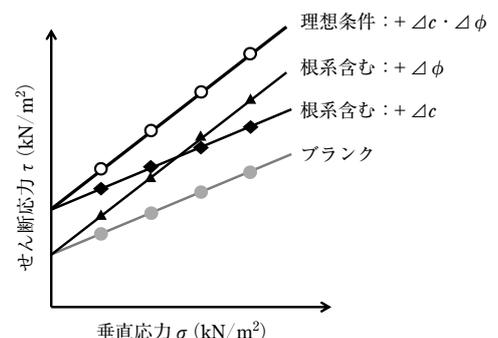


図-2 強度定数( $c \cdot \phi$ )と法面保全効果

む周辺環境に配慮した法面保全を実現する上で、長期的な視点から状況に応じて外来草本植物の使用を抑制・限定させていくことが望ましい。ただし、北海道内における農業土木工事等で毎年発生する広大な法面を早期に保全する上で、地域性種苗よりも安価であり安定供給可能な外来草本植物を用いた法面緑化を当面は継続していくことが現実的な対応となる。

外来草本植物は生育初年度から良好に繁茂するが、多くは数年～10年以内に衰退する。この間、周辺からのササなどの自然侵入や埋土種子の発芽など、地域性種苗を主体とした植物相へと遷移する形で最終的に法面を安定させる必要がある。このためには、水路法面周辺の土地利用や自生する各種植物の状況をふまえて、播種工における外来草本植物の種類・播種数・施工時期等に関する再検討を含めた議論が求められる。

農業土木工事として自然公園周辺における水路法面を施工する際には外来草本植物の使用を抑制し、比較的高価ではあるが供給量の少ない地域性種苗を播種工に適用することが重要である。とくに、遺伝的かく乱を回避するためには、外来草本植物よりもむしろ同種の外国産・地域性種苗をできる限り使用しない。こうした生態系・種・遺伝子レベルでの生物多様性の保全への配慮など、今後はとくに留意すべき事項を列記して個別具体的に検証していく必要がある。

## 2. 外来草本植物の適正管理への留意点

III.2.(1)(2)の実験で確認したように、地域性種苗を含めた草本植物がもたらす法面保全効果を発揮させながら、周辺の環境にも調和した今後の法面緑化を進める上で、農業土木工事における外来草本植物の適正管理に向け現時点で想定される留意点を以下に記す。

(1) **草本植物の混播の必要性** II.1.で前述したように、北海道では3種類程度の外来草本植物種子を混播して播種工に適用している。北海道の夏季は短期間であるため、施工後から冬季までの間に播種した外来草本植物の死滅（法面の裸地化）等を回避させる必要がある。このため、施工年の気象環境条件にかかわらず1種類以上が生育・定着できる可能性・確率を向上させる上で、それぞれ異なる特徴を有する地域性種苗も含めた3種類程度以上の草本植物（種子）の混播は今後も有効な方法であろう。

### (2) トールフェスク (TF) の効果と代替種の検討

II.1.で前述したように、北海道内の播種工で混播する3種類の外来草本植物のうち、北海道庁ではTFが現在も継続使用されている一方、北海道開発局では2012年度以降に代替種としてHFが使用されている。

筆者らの研究<sup>2)</sup>では、法面方位など生育環境条件の違いにかかわらず、生育初年度においてTFはHFよ

りも生育が早く法面保全効果が期待される。しかし、生育環境条件によっては、生育2年目のTFが良好に繁茂しない場合もみられた。たとえば、北向き法面では生育2年目のHFが旺盛に繁茂し、TFよりも根系を含む土供試体の強度定数 ( $c \cdot \phi$ ) は大きくなって<sup>4)</sup>。また、III.2.(2)の実験結果では、生育2年目のTFの茎葉部・根系指標の値が生育1年目よりも下回っていたにもかかわらず、根系を含む土供試体の強度定数 ( $c \cdot \phi$ ) はほかの外来草本植物よりも大きいなど、TFの根系を含む土供試体のせん断特性に関する経年評価にはいまだ不明な点も多い。

TFには生育初年度の法面保全効果が期待できる。しかし、産業管理外来種としてこれまで以上の需要拡大は促進できない。今回、TFと同等以上の法面保全効果が確認できた地域性種苗RCGなど、代替種の検討に向けて今後さらなる情報収集が不可欠である。

(3) **法面緑化と水路機能の確保** III.2.(1)の実験結果より、施工限界期よりも生育開始時期を前倒し、8月中旬より農業用排水路などの法面に播種工を施工した場合、生育初年度における外来草本植物の早期定着を可能とし、水路法面の侵食抑制効果および表層の土壌補強効果が認められた。しかし、通水断面が小さい場合、降雨出水など増水時における水路としての機能を確保する上で、外来草本植物の過繁茂状態による通水障害を回避・抑制するための対策が求められる。

現実問題として、法面緑化後の農業用排水路を対象とした草刈りなどの定期的な管理が必要となる。農林水産省では「多面的機能支払交付金」を通じて農村地域の共同作業を支援している。こうした制度を通じた継続的な支援は農村地域を活発化させるのみならず、水路法面の保全にとっても有効な対策の1つである。

他方、播種工の施工時期（生育開始時期）に応じて外来草本植物の種類・播種数（植生密度）などを適正管理することにより、翌年度以降の過繁茂を抑制しながら周辺植物の侵入を促進する手法を今後考えていく必要がある。しかし、施工初年度における外来草本植物の法面への早期定着も重要であるため、北海道農政部における植生工の品質管理（施工完了後、日平均気温5℃以上×60日間、草丈15cm以上、植被率80%以上）のような施工初年度の十分条件を担保することが前提となる。同時に、翌年度以降を視野に入れた外来草本植物の生育状況および根系を含む土供試体のせん断特性に関する研究事例<sup>4),5)</sup>は有用な情報となる。

(4) **作物の生育障害への対応** 農業地域で水路法面に播種工を施工した場合、周辺農地への外来草本植物の侵入による営農活動の障害を回避・抑制するため、法面緑化に用いる外来草本植物の種類を選定にも

留意する必要がある。

たとえば、北海道内の河川事業あるいは牧草としても利用されていた外来草本植物リードカナリーグラス (*Phalaris arundinacea* L.) が雑草として採草地に繁茂し、他品種の牧草の収量・品質のみならず収穫作業効率を低下させている。目下、こうした雑草群落の推定に関する新たな研究も進められている<sup>11)</sup>。外来草本植物の種類選定には、水路周辺の農業的土地利用などを確認した上での配慮が求められる。

## V. おわりに

この報告では、北海道の水路法面保全を視野に入れて、外来草本植物・地域性種苗の生育状況および根系を含む土供試体のせん断特性に関する独自の実験結果をもとに、法面保全効果を定量評価した。その結果、生育期間を十分に確保することで根系を含む土供試体のせん断特性に関する強度定数 ( $c \cdot \phi$ ) をともに増大できるなど、地域性種苗を含めた草本植物がもたらす法面保全効果に関する有用な知見が得られた。

今後、緑化工技術の見地から、外来草本植物がもたらす法面保全効果と生物多様性保全への配慮との両立が急務の課題である。そのためには、外来草本植物の適正管理と地域性種苗を含めた法面緑化への適用に関する“北海道ガイドライン”の構築に向けて、今後さらなる情報収集と有用な知見にもとづく建設的な議論を進めていく段階にきている。

**謝辞** この報告の作成にあたり、国土交通省北海道開発局農業水産部および北海道農政部農村振興局より植生工に関する情報をご提供いただいた。また、一連の研究の実施にあたり、雪印種苗(株)入山義久氏、(有)開成舎 福田尚人博士には III.2.(1)(2)の実験<sup>3),5)</sup>に使用した5種類の草本植物の種子をご提供いただき、帯広畜産大学の学生各位(当時)には法面保全効果に関する各種実験にご尽力いただいた。なお、2018年度からの3年間、農地防災研究協議会(十勝)より筆者らの法面保全・防災に関する研究にご支援いただいた。以上の各位に対して心から感謝の意を表す。

## 引用文献

- 1) 宗岡寿美, 山崎由理, 小俣悟得, 石川玲奈, 福田尚人, 木村賢人, 辻 修: 外来草本植物と地域性種苗の根系を含む土供試体のせん断特性と覆土厚との関係, 日本緑化工学会誌 42(4), pp.494~502 (2017)
- 2) 宗岡寿美, 菅原大貴, 山崎由理, 木村賢人, 辻 修: 法面方位の違いを考慮した2種類の外来草本植物の根系を含む土供試体のせん断特性, 日本緑化工学会誌 43(1),

pp.15~20 (2017)

- 3) 宗岡寿美, 下田誠也, 山崎由理, 木村賢人, 辻 修: 10種類の草本植物の根系を含む土供試体のせん断特性, 日本緑化工学会誌 44(1), pp.9~14 (2018)
- 4) 宗岡寿美, 高橋幸志, 山崎由理, 木村賢人, 辻 修: 法面方位の違いを考慮した2種類の外来草本植物の根系を含む土供試体のせん断特性に関する経年評価, 地盤工学会誌 67(1), pp.20~23 および口絵写真 (2019)
- 5) 宗岡寿美, 新田祥吾, 山崎由理, 木村賢人, 辻 修: 10種類の草本植物の根系を含む土供試体のせん断特性に関する経年評価, 第50回日本緑化工学会大会—50回記念大会—研究交流発表会要旨集, p.8 (2019)
- 6) 宗岡寿美, 佐藤龍則, 山崎由理, 木村賢人, 辻 修: 2種類の草本植物の根系を含む土供試体のせん断特性と生育期間・植生密度の検討, 第51回日本緑化工学会大会—岩手 Web 大会—研究交流発表部門要旨集, pp.27~28 (2020)
- 7) 福田尚人, 辻 修: 少雪寒冷地域農道切土法面緑化における自生種植物初期導入の効果, 日本緑化工学会誌 42(4), pp.520~528 (2017)
- 8) 佐々木晴美: 寒冷地ののり面保護工, 土木技術資料 22(8), pp.18~23 (1980)
- 9) 北海道開発局 道路建設課, 土木試験所, 関係開発建設部: 植生のり面保護工の施工適期に関する調査について, 第13回(昭和44年度)北海道開発局技術研究発表会論文集, pp.77~89 (1969)
- 10) 環境庁自然保護局: 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, pp.118~126 (1982)
- 11) 辻 修, 米山真結, 木村賢人, 宗岡寿美: 小型 UAV を用いた採草地の雑草群落範囲の推定, 水土の知 85(10), pp.27~30 (2017)

[2020.9.17.受理]

## 略 歴

**宗岡 寿美** (正会員・CPD 個人登録者)



1968年 北海道に生まれる  
1995年 北海道大学大学院修士課程修了  
1998年 帯広畜産大学助手  
その後、講師・准教授を経て、  
2018年 帯広畜産大学教授  
現在に至る

**木村 賢人** (正会員)



1977年 茨城県に生まれる  
2010年 北海道大学大学院博士課程修了  
帯広畜産大学助教  
2017年 帯広畜産大学准教授  
現在に至る

**辻 修** (正会員・CPD 個人登録者)



1955年 香川県に生まれる  
1980年 帯広畜産大学大学院修士課程修了  
1982年 帯広畜産大学助手  
その後、助教授・准教授を経て、  
2009年 帯広畜産大学教授  
現在に至る