

令和 4 年 6 月 24 日現在

機関番号：10106

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K04591

研究課題名（和文）寒冷地における植生工の補強効果とその限界に関する明示化

研究課題名（英文）Clarification of Reinforcement Effects and Limitations of Vegetation Works in Cold Regions

研究代表者

中村 大（NAKAMURA, Dai）

北見工業大学・工学部・准教授

研究者番号：90301978

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では植生工に期待される3つの補強効果（表層崩壊の抑制効果、雨水による侵食防止効果、切土のり面の風化抑制効果）を明らかにすることに取り組んだ。

定圧一面せん断試験から、根系が発達した供試体ほど、せん断抵抗が増加することが明らかとなった。また、凍結融解履歴がせん断強度に与える影響は小さいこともわかった。さらに、侵食抵抗試験から、侵食抵抗は植物の根系や茎葉によって増大し、侵食深が小さくなることが明らかとなった。ただし、侵食抵抗は凍結融解履歴によって低減することがわかった。最後に原位置計測から、少雪で寒冷な地域では植生工による切土のり面の風化抑制効果は小さいことがわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

植生工の効果や機能を定量的に評価する手法は確立されておらず、特に草本植物については、植物の種類や成長の度合いといった要素で評価された調査データや研究成果は極端に少ない。本研究では植生工の補強効果について、植物根系の発達状況との関係から評価することに取り組んだ。加えて、凍結融解履歴が植生工に与える影響についても検討を行った。このような研究事例は国内外に関わらず存在しておらず、他に類を見ない。

また、植生工に期待される3つの補強効果を網羅的に解明した研究事例は皆無であり、本研究で得られた成果は将来的に道路土工指針や河川堤防設計指針に反映され、周辺地域の地盤・河川防災に貢献できると考えられる。

研究成果の概要（英文）：In this study, we attempted to clarify the three reinforcement effects expected from vegetation works (i.e., prevention of surface failure, prevention of erosion by rainwater, and prevention of weathering of the cut slope).

Constant-pressure one-surface shear tests revealed that the shear resistance increased with a specimen with a well-developed root system. It was also found that the effect of freeze-thaw history on shear strength was small. Furthermore, the erosion resistance tests revealed that the erosion resistance was increased by the root system, stems and leaves of the plants, and that the erosion depth was decreased. However, erosion resistance was found to be reduced by freeze-thaw history. Finally, in-situ measurements indicated that the vegetation works had little effect on the weathering of cut slopes in areas with little snowfall and cold temperatures.

研究分野：地盤工学

キーワード：緑化学 植生工 植物根系 補強効果 風化抑制効果 せん断抵抗 侵食抵抗 凍結融解

### 1. 研究開始当初の背景

近年、我が国ではゲリラ豪雨や台風に伴う集中豪雨で、のり面崩壊や堤防の決壊といった災害が多発している。北海道においてもこのような災害は増加傾向にあり、平成 28 年 8 月北海道豪雨災害では観測史上初めて 1 週間に 3 個の台風が上陸して記録的な豪雨となり、国道の土砂崩れや堤防の決壊、橋梁の損壊などが発生して、甚大な被害がもたらされた（図 1）。近年の地球温暖化に伴う急激な気候変動を鑑みると、北海道ののり面や河川堤防といった土構造物も、本州同様に豪雨による浸食や崩壊、決壊の危険性が年々高まっており、北海道の土構造物の豪雨に対する耐力を向上させていくことは喫緊の課題であると言える。

上記のような豪雨による土構造物の崩壊を予防する手段としてはのり面保護工が有効であり、北海道開発局では自然環境に配慮して、植生工を優先的に採用することを推奨している。植生工はのり面に植物を繁茂させ、根系を侵入させることで表層地盤を補強する工法であり、主に期待される補強効果としては、①表層崩壊の抑制効果、②雨水による浸食防止効果、③切土のり面の風化抑制効果が挙げられている。

また、①表層崩壊の抑制効果には寒冷地で頻発する凍上現象による崩落の抑制も期待できると考えられており、平成 21 年に改定された「道路土工指針」では「凍上崩落抑制」と追記された。ただし、道路土工指針におけるのり面保護工の選定フローには、土質条件や湧水などに関する照査項目はあるものの、豪雨に対する項目は存在しない。このため、現在の植生工は豪雨を想定した設計・施工となっておらず、今後の気候変動に対応できていないと言わざるを得ない。これは、植生工の補強効果を定量的に評価する手法そのものが確立されておらず、植物根系による補強効果が斜面の安定性にどの程度寄与しているのかが明らかにされていないことが大きく影響しているものと考えられる。また、植生工でどの程度の降雨まで浸食に耐えることができるのか、さらには寒冷地で植生工を施工した場合に凍結融解等でその効果が低減しないのか、といった基本的な疑問も数多く存在する。

以上を背景として、植生工の補強効果を解明し、植生工の適用範囲とその限界を明示することができれば、よりの確な植生工の施工が実現でき、土構造物の豪雨に対する耐力向上に貢献できるのではないかとこの着想に至った。

### 2. 研究の目的

以上のような背景から、本研究では植生工に期待される 3 つの補強効果（①表層崩壊の抑制効果、②雨水による浸食防止効果、③切土のり面の風化抑制効果）を明らかにし、特に草本植物を用いた植生工の適用範囲とその限界について明示化することを最終目的とした。植生工の補強効果を明らかにしてその限界を示すことができれば、想定する雨量が決まった時に、その場所の重要性等を考慮して植生工の採用を回避し、構造物によるのり面保護工を選択するといった判断を積極的に行うことが可能になると考えられる。

また、先述したように、植生工の効果や機能を定量的に評価する手法は確立されておらず、特に草本植物については、植物の種類や成長の度合いといった要素で評価された調査データや研究成果は極端に少ない。そこで、本研究では植生工の補強効果について、植物根系の発達状況との関係から評価することに取り組む。根系の発達状況の把握には X 線 CT スキャナを用いるが、土中の根系を乱さずに観察・定量化できる研究手法はこの研究分野において画期的である。加えて、本研究では凍結融解履歴が植生工に与える影響についても検討を行う。このような研究事例は国内外に関わらず存在しておらず、他に類を見ない。

さらに、植生工に期待される 3 つの補強効果を網羅的に解明した研究事例は皆無であり、本研究で得られる成果は将来的に道路土工指針や河川堤防設計指針に反映され、周辺地域の地盤・河川防災に大きく貢献できると考えられる。

### 3. 研究の方法

本研究では、植生工に期待される 3 つの補強効果について、各種の室内試験や実物大模型実験、原位置計測で明らかにする。これらの補強効果は植物の成長の度合い、特に根系の発達状況（土中に含まれる根系量）との関係に着目して整理した。このため、X 線 CT スキャンを用いて根系を非破壊で観察し、解析ソフトを用いて根系量を定量的に求めることに取り組んだ。さらに、3 つの補強効果全てに対して、凍結融解履歴の影響についても検討を行っていった。室内試

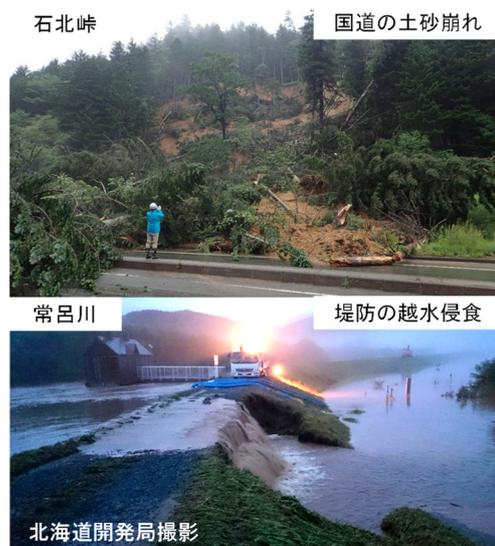


図 1 平成 28 年 8 月北海道豪雨災害における道路、堤防の被災状況

験に関しては地盤工学会基準に準じた凍上試験方法で、実物大模型実験と原位置計測については北海道の寒冷な環境を利用して、凍結融解履歴を与えた。以下に、それぞれの補強効果の研究手法についてまとめる。

(1) 表層崩壊抑制効果の解明

表層崩壊抑制効果については、土被り厚の小さいのり面表層の地盤内応力を模擬した低鉛直応力の定圧一面せん断試験を行うことで明らかにした。

図2は本研究に用いた植生工を模擬した供試体(根系含有土供試体)の一例であり、図3は一面せん断試験装置の概略図である。供試体は土供試体と、これに播種して植物を生育させ、根系を発達させた根系含有土供試体を用いた。本研究で播種した草本植物は、積雪寒冷地での採用実績の多いケンタッキーブルーグラスである。この実験ではまず、X線CTスキャンで根系の発達状況を確認しながらせん断試験を行い、土が根系によって補強されるのか否か明らかにした。次に、雨水が土中に浸透することでせん断強度がどの程度低下するのか、飽和度を変化させた実験を行うことで明らかにした。さらに、凍結融解履歴を与えた供試体を用いてせん断試験を行い、凍上崩壊抑制効果についても検証を行った。なお、凍結融解履歴については、地盤工学会基準に準拠した凍上試験方法で与えた。



図2 土供試体と根系含有土供試体の一例

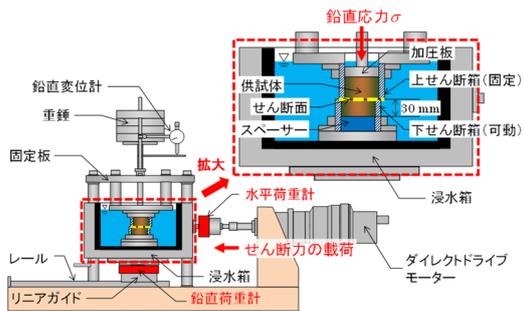


図3 一面せん断試験装置の概略図

(2) 侵食防止効果の解明

本研究では、侵食抵抗試験を実施することで雨滴の衝突に対する植生工の侵食抵抗を明らかにし、実物大模型実験で流水に対する侵食防止効果を求めることに取り組んだ。

① 雨滴の衝突に対する植生工の侵食抵抗

図4は本研究に用いた植生工を模擬した供試体(根系含有土供試体と茎葉部有土供試体)の一例であり、図5は侵食抵抗試験装置の概略図である。ここでは、土質工学会基準の洗掘抵抗試験を参考に、噴霧器を流用した室内侵食抵抗試験装置を作製した。試験結果の解釈にはX線CTスキャンを活用しており、X線CTスキャンから得られる縦断面画像から、侵食深や侵食速度を求めることを試みた。

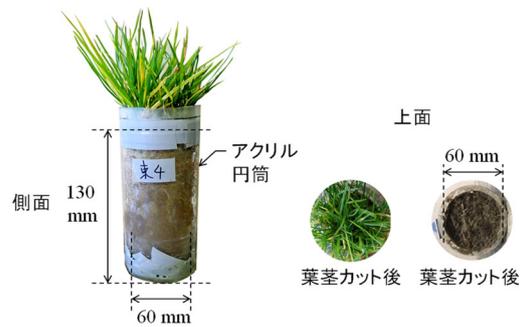


図4 根系含有土供試体と茎葉部有土供試体の一例

② 流水に対する植生工の侵食防止効果

図6は本研究で構築した模型盛土斜面の断面図である。大型の土槽内に模型盛土斜面を構築して2種類の植生工を施し、実物大模型実験を実施した。植生を施さない裸地斜面と、張芝工と植生基材吹付工が施工された斜面を比較することで、植生工が有する浸透抑制効果ならびに侵食防止効果の評価を行った。

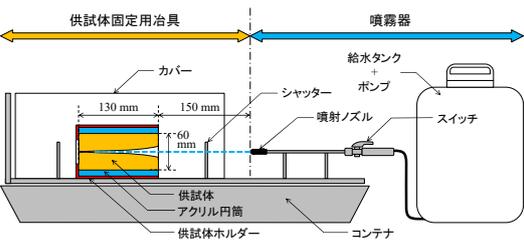


図5 侵食抵抗試験装置の概略図

(3) 切土のり面の風化抑制効果の解明

切土のり面の風化抑制効果については、実際に風化による脆弱化が著しい道路のり面において、凍結深さや凍上量、水分量を原位置計測することで明らかにした。また、切土のり面の風化の度合いについては、その強度をコーンペネトメータで計測することで評価を行った。

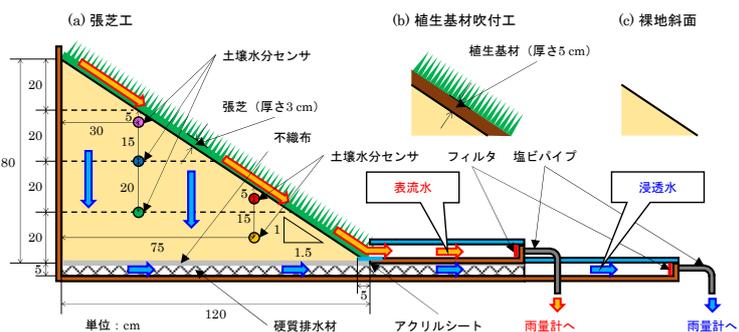


図6 模型盛土斜面の断面図

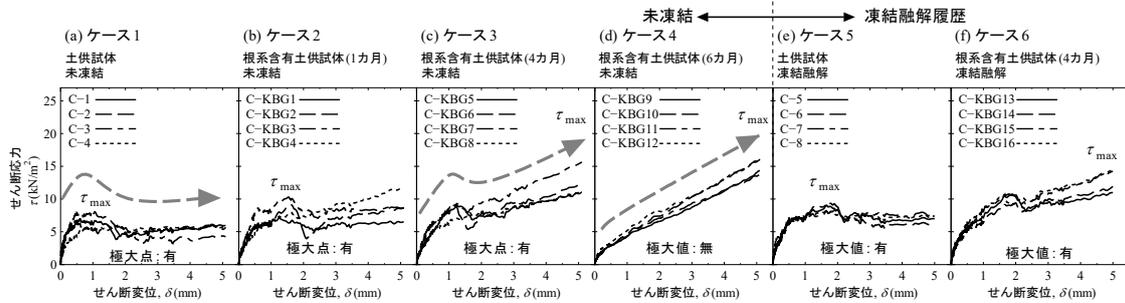


図7 定圧一面せん断時におけるせん断変位 $\delta$ に伴うせん断応力 $\tau$ の推移

#### 4. 研究成果

##### (1) 表層崩壊抑制効果の解明

図7は鉛直応力 $\sigma=10 \text{ kN/m}^2$ で実施した定圧一面せん断試験におけるせん断変位 $\delta$ とせん断応力 $\tau$ の推移をケースごとに比較したものである。凍結融解履歴を与えていないケースと比較すると、 $\delta$ が小さな領域(2 mm程度まで)では根系含有土供試体と土供試体のせん断挙動にそれほど大きな違いは見られないが、それ以降では大きな違いが見られ、根系含有土供試体では $\delta$ に伴って $\tau$ が上昇していることがわかる。また、生育期間が長いケース(図7(c),(d))の方が短いケース(図7(b))に比べて $\tau$ の上昇が顕著であり、根系が発達することで、特に $\delta$ が大きい領域(大変形時)でのせん断抵抗が大きくなっており、靱性を向上させていることが窺える。ただし、生育期間4ヵ月(図7(c))と6ヵ月(図7(d))に着目すると、これらの $\tau_{\text{max}}$ にそれほど大きな違いは見られない。凍結融解履歴を与えた2ケースを比較すると(図7(e),(f)),凍結融解履歴を与えていないケースと同様な傾向を示しており、根系の含有によるせん断抵抗の上昇が確認できる。また、凍結融解履歴によって根系が大きく損傷したような影響は確認できなかった。

図8は鉛直応力 $\sigma=40 \text{ kN/m}^2$ で、飽和度を変化させた供試体を用いて実施した定圧一面せん断試験の最大せん断応力 $\tau_{\text{max}}$ と飽和度 $S_r$ の関係を土質別にプロットしたものである。なお、図中には供試体の種類別の試験結果(土供試体と根系含有土供試体)から求めた近似線も示している。いずれの土質でも、 $\tau_{\text{max}}$ と $S_r$ の間には負の相関があることがわかる。 $S_r$ の増加に伴う $\tau_{\text{max}}$ の低下の度合いは、砂質土では緩やかであるが、粘性土では急であることが確認できる。このことから、降雨時には雨水が表層地盤に浸透することで、草本植物根系を含む土のせん断強度は少なからず低下し、特に粘性土の場合にはその影響が大きいと推察できる。ただし、土質の違いに関わらず、根系含有土供試体の試験結果から求めた近似線(緑色の点線)が土供試体の試験結果から求めた近似線(黒色の点線)の常に上方にあることや、近似線間の差が概ね一定であることから、草本植物根系を含む土のせん断強度の低下は土の強度低下であって、草本植物根系による補強効果そのものは失われていないと考えられる。

##### (2) 侵食防止効果の解明

##### ① 雨滴の衝突に対する植生工の侵食抵抗

図9はX線CTスキャンから得られた土供試体と根系含有土供試体、茎葉部有土供試体の供試体中心を通る縦断面画像から読み取った侵食深の経時変化である。ここでは、例として各ケース1供試体ずつ示している。いずれの供試体においても侵食が遅くなる、もしくは進まなくなる深さがあり、侵食深の経時変化において屈折する挙動を示していることがわかる。本研究ではこの屈折点を最大侵食深と定義して読み取った。なお、屈折点が複数となる場合は、後の点を最大侵食深として読み取った。まず、未凍結の供試体に着目すると、根系が無い供試体(C)は短時間で貫通していることがわかる。一方、茎葉および根系がある供試体(CL-KBG, C-KBG)では最大侵食深まで達した後、侵食深が概ね変化しておらず、侵食深が大幅に小さくなっていることがわかる。ただし、ここでは茎葉の有無による違いは小さく見える。次に、凍結融解履歴を与えた供試体に着目すると、土供試体(CF)、根系含有土供試体(CF-KBG)ともに、未凍結に比

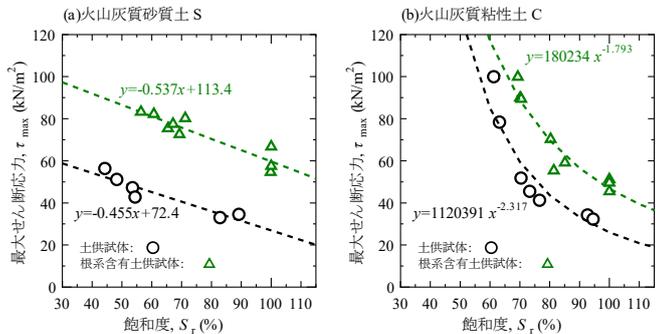


図8 最大せん断応力 $\tau_{\text{max}}$ と飽和度 $S_r$ の関係

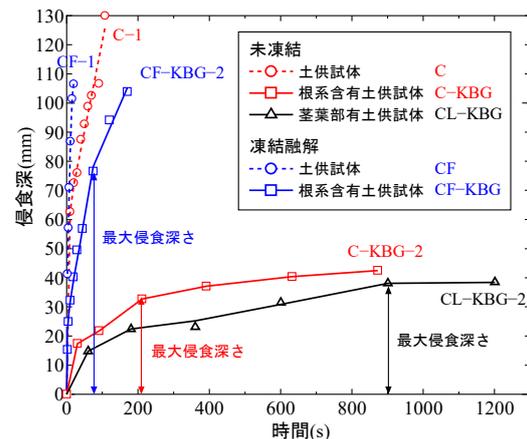


図9 侵食深の経時変化

べて、侵食に要する時間が短くなっていることがわかる。特に、根系含有土供試体では明らかに侵食速度が大きくなっており、凍結融解によって、植物根系の侵食防止効果が低下していることが窺える。

図10は最大侵食深と根系乾燥質量との関係をプロットしたものである。図中には未凍結の供試体(CとC-KBG)の試験結果、凍結融解履歴を与えた供試体(CFとCF-KBG)の試験結果から求めた近似線も示している。図から、茎葉がある供試体(CL-KBG)は未凍結の供試体の試験結果を近似した直線(赤線)よりも下方に外れてプロットされている。根系量が少ないにも関わらず、侵食深が小さいことから、茎葉は大きな侵食防止効果を有していると言える。一方、凍結融解を受けた根系含有土供試体(CF-KBG)は、1点を除いて、近似線(赤線)よりも上方にプロットされており、侵食深が大きくなる傾向を示している。このことから凍結融解履歴が植物根系の侵食防止効果に与える影響は小さくないことが窺える。

### ② 流水に対する植生工の侵食防止効果

図11は3種類の模型盛土斜面における表流水と浸透水の経時変化について比較した一例である。まず、表流水に着目すると、張芝工と植生基材吹付工を施工した模型盛土斜面では表流水(赤線)が、降雨の挙動(降雨波形)に追従して、上下動していることがわかる。一方で、裸地斜面においても表流水の発生は確認できるが、その量は植生工に比べて少ない。このことから、生育した植物の茎葉が雨水を表流水として流下させ、盛土深部への浸透を抑制していると考えられる。ただし、その量はのり面に降った雨の総量に比べると少なかった。次に、浸透水(青線)に着目すると、3種類の模型盛土斜面の挙動に大きな差異は確認できない。

表1は3種類の模型盛土斜面において、2020年9月15日から11月11日の2カ月間で発生した流出土砂量についてまとめたものである。表から明らかなように、植生工を模擬した模型盛土斜面では裸地斜面に比べて、明らかに流出土砂量が少なく、植生工の侵食防止効果が確認できた。なお、植生基材吹付工においては植生基材の細粒分の流出しか発生せず、模型盛土斜面を構成する砂質土の流出は確認されなかった。

### (3) 切土のり面の風化抑制効果の解明

図12は実際の道路のり面の風化深度を求めるために実施したコーン貫入試験結果の一例である。対象とした岩盤の岩種は、強度の低い、軟質な泥岩であったが、未凍結状態であれば貫入抵抗が大きく、最大でも4cmしかコーンは貫入しなかった。しかしながら、凍結融解履歴を受けることで岩石が土砂化し、明らかに最大貫入深さが深くなっていることがわかる。2019年4月17日の結果に着目すると、最大貫入深さは概ね最大凍結深さと一致しており、この結果から、凍結融解履歴が岩盤斜面の風化に対して、極めて大きな影響を及ぼしていることがわかる。次に、5月18日以降の結果を見ると、最大貫入深さは徐々に浅くなっているが、これは降雨等による表流水の発生で、土砂化した岩盤表層が流されるためと考えられる。以上の結果と現地において植生工の滑落が散見されていることから、寒冷で凍結深さが大きく、凍上性を有する岩盤斜面では、植生工による切土のり面の風化抑制効果は小さいものと考えられる。

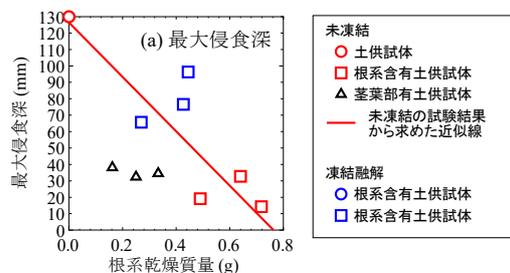


図10 最大侵食深と根系乾燥質量との関係

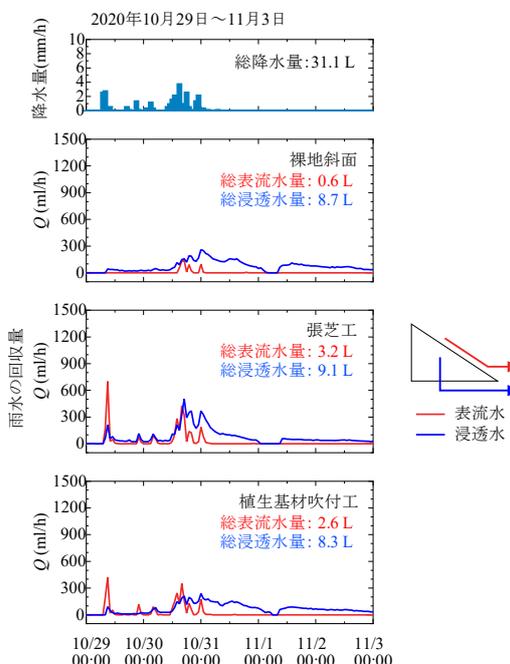


図11 3種類の模型盛土斜面における表流水、浸透水の経時変化の比較

表1 3種類の模型盛土斜面における流出土砂量の比較

模型盛土斜面の種類	裸地斜面	張芝工	植生基材吹付工
流出した盛土材料の乾燥質量 (g)	911.37	0.67	0.00
流出した緑化資材の乾燥質量 (g)	-	0.00	33.70

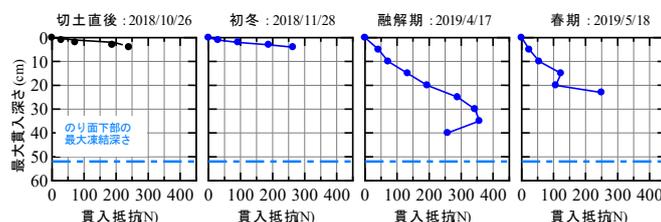


図12 コーン貫入試験結果

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 中陳実咲希, 中村大, 川口貴之, 川尻峻三, 山下聡, 宗岡寿美	4. 巻 26
2. 論文標題 凍結融解履歴が植物根系を含む土の侵食抵抗に及ぼす影響に関する基礎的研究	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 河川技術論文集	6. 最初と最後の頁 455-460
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11532/river.26.0_455	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 中陳実咲希, 中村大, 川口貴之, 川尻峻三, 山下聡, 山口滉平	4. 巻 55
2. 論文標題 X線CTスキャンを活用した土の侵食抵抗試験に関する基礎的研究	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 河川技術論文集	6. 最初と最後の頁 505~511
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11532/river.25.0_505	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 山口滉平, 中村大, 川口貴之, 川尻峻三, 山下聡, 中陳実咲希	4. 巻 45
2. 論文標題 土質の違いが植物根系の補強効果に及ぼす影響	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本緑化工学会誌	6. 最初と最後の頁 9~14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7211/jjsrt.45.9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 五郎部生成, 中村大, 川尻峻三, 川口貴之, 中陳実咲希, 宗岡寿美	4. 巻 47
2. 論文標題 飽和度の違いが草本植物根系を含む土のせん断強度特性に及ぼす影響	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本緑化工学会誌	6. 最初と最後の頁 57-62
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7211/jjsrt.47.57	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 中村大, 宗岡寿美, 川口貴之, 川尻峻三, 山口滉平, 米村和城	4. 巻 47
2. 論文標題 飽和度の違いが草本植物根系を含む土のせん断強度特性に及ぼす影響	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本緑化学会誌	6. 最初と最後の頁 45-50
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7211/jjsrt.47.45	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また, その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 中村大, 川口貴之, 川尻峻三, 乾勇二, 宗岡寿美	4. 巻 47
2. 論文標題 植生工を模擬した砂質土からなる模型盛土斜面の降雨浸透特性	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本緑化学会誌	6. 最初と最後の頁 51-56
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7211/jjsrt.47.51	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また, その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Dagvadorj Otgonjargal, 中村大, 川口貴之, 渡邊達也, 川尻峻三, 宗岡寿美	4. 巻 55
2. 論文標題 泥岩からなる岩盤斜面の凍上被害とその対策例	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of MMIJ	6. 最初と最後の頁 69-78
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2473/journalofmmij.137.69	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また, その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Miura Naoki, Dai Nakamura, Takayuki Kawaguchi, Shunzo Kawajiri	4. 巻 22
2. 論文標題 Investigation and stability analysis of slope failure at extremely shallow layer after snowmelt in snowy cold regions	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of GEOMATE	6. 最初と最後の頁 109-115
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21660/2022.92.gxi371	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また, その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 中陳 実咲希, 中村 大, 川口 貴之, 川尻峻三, 宗岡 寿美
2. 発表標題 凍結融解履歴を与えた土の侵食抵抗試験
3. 学会等名 地盤工学会北海道支部 第61回地盤工学会北海道支部年次技術報告会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中陳実咲希, 中村大, 川口貴之, 川尻峻三, 山口滉平, 宗岡寿美
2. 発表標題 X線CTスキャンを活用した植物根系を含む土供試体の侵食抵抗試験に関する基礎的研究
3. 学会等名 地盤工学会 第55回地盤工学研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中陳実咲希, 中村大, 川口貴之, 川尻峻三, 山口滉平, 宗岡寿美
2. 発表標題 X線CTスキャンを活用した土の侵食抵抗試験方法の開発
3. 学会等名 地盤工学会北海道支部
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Dagvadorj Otgonjargal, 中村大, 川口貴之, 川尻峻三, 宗岡寿美, 山下聡
2. 発表標題 泥岩からなる岩盤斜面の凍上による変状事例
3. 学会等名 地盤工学会北海道支部
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山口滉平, 中村大, 川口貴之, 川尻峻三, 中陳実咲希, 宗岡寿美
2. 発表標題 浸水条件の違いが植物根系を含む細粒土のせん断強度特性に及ぼす影響
3. 学会等名 地盤工学会北海道支部
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Otgonjargal Dagvadorgi, Dai Nakamura, Takayuki Kawaguchi, Sunzo Kawajiri
2. 発表標題 Deformation Caused by Frost Heave on a Rock Slope of Mudstone
3. 学会等名 2021 Regional Conference on Permafrost & 19th International Conference on Cold Region Engineering (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

#### 6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	川口 貴之 (KAWAGUCHI Takayuki) (20310964)	北見工業大学・工学部・教授  (10106)	
研究分担者	川尻 峻三 (KAWAJIRI Shunzo) (80621680)	北見工業大学・工学部・准教授  (10106)	
研究分担者	宗岡 寿美 (MUNEOKA Toshimi) (50301974)	帯広畜産大学・畜産学部・教授  (10105)	

#### 7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------