

## ドローンを活用した堤防植生劣化範囲の抽出と対策について

(国研) 土木研究所寒地土木研究所水環境保全チーム ○村上 泰啓  
(国研) 土木研究所寒地土木研究所水環境保全チーム 巖倉 啓子  
(国研) 土木研究所寒地土木研究所水環境保全チーム 佐藤 厚子

令和元年度の RiMaDIS データベースによれば、石狩川上下流の堤防点検で把握された変状の約 75%が堤防の変状に関連していた。治水安全度の維持・向上を図る上で、出水期前に堤防の高リスク事象を把握し、迅速な対策を講じておく必要がある。ここでは、堤防点検の効率化に向け、ドローンによる空撮で植生劣化箇所の形状や面積の抽出を試みたほか、堤防植生の回復に向けた土壌調査や改良方法のレビューを行った結果を報告する。

キーワード：河川巡視、堤防点検、UAV

### 1. はじめに

近年、河川の流下能力を超える洪水が頻発し、日本各所で越水による破堤、氾濫被害が相次いでいる。国土交通省では国土強靱化対策の一環として、河道掘削、河畔林伐採等を進めているほか、多目的ダムの整備、空間監視カメラの整備を行っている。またソフト対策としては、川の防災情報等のWEB配信、自治体・災害時の協定会社・樋門水位観測員を対象とした洪水時の訓練を行うなど、ソフト・ハード両面での防災体制の充実を図っている。

平成 25 年からは河川巡視、堤防点検で得られた情報をデータベース化する、RiMaDIS (River Management Data Intelligent System) が開始され、全国の点検データが本省に集積され、データの蓄積が進みつつある。

北海道には 14 水系の一級河川があり、管理延長、管理面積とも、全国の地方整備局中最大(図-1、図-2)である。近年、北海道でも豪雨災害が頻発しており、特に長大な管理空間を有する北海道においては、河川巡視や堤防点検を一層迅速に行う必要性が増大している。また、近年、全国で洪水流の越流による堤防の破堤事例が相次(例えば 1), 2) いており、堤防の耐侵食性の維持が重要になっている。

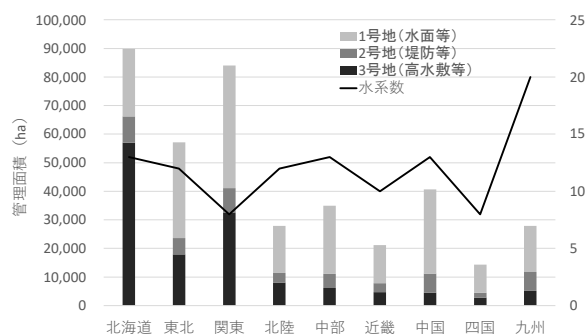


図-1 地方整備局別河川管理面積  
(H31. 4. 30 現在 民有地、不明含む)

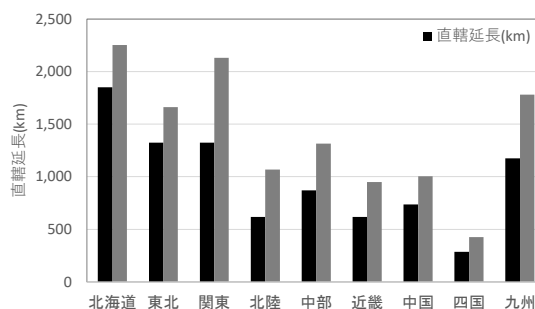


図-2 地方整備局別河川管理延長  
(H30. 3 現在)

既往研究<sup>3), 4), 5)</sup>で堤防植生の根毛量が耐侵食性に重要であることは指摘されてきたが、北海道では本州で使用される野芝が生育しないことから、牧草種が使用されてきた背景がある。谷瀬らは、北海

道の牧草種、野生の草本種を対象に高速循環水路を使った通水実験を行い、植生の根毛度が高いほど、耐侵食性が向上すると指摘<sup>6)</sup>している。RiMaDIS データベースには、全国統一の河川巡視規定例<sup>7)</sup>、堤防点検規定<sup>8)</sup>により巡視・点検結果の情報が記録されており、筆者らはこの内、堤防植生の耐侵食性に関する異常について、北海道開発局より RiMaDIS データベースから石狩川中流部に絞ってデータの提供を頂き、実際に UAV で上空から撮影した画像をもとに、地被分析を行い、植生劣化周辺の土壌調査結果も交え、堤防植生の保全方法について考察を試みた。

## 2. 現地調査

北海道開発局より提供を受けた令和元年度の RiMaDIS データベースの値を用い、植生がコケに変化した箇所について、図-3 の調査位置で調査を行った。現地踏査の結果、調査地点1 のコケ化箇所（写真-1）では、RiMaDIS に記録されたコケの繁茂が見られており、地表を剥がすと、草本にあるような細根は認められない（写真-2）。元々コケには細根が無いため、洪水流への耐侵食性といった視点では、必ずしも高い耐侵食性があるとは考えられない。このため、実態としてどの程度の領域がコケ化したのかを調査するため、個々の調査位置で、無人航空機を用いた撮影と画像解析（教師付き分類）、土壌採取と pH 計測を行った。

## 3. UAV による堤防植生の撮影と地被分類

堤防植生のコケ化の実態を把握するため、UAV による堤防周辺の撮影と堤防土壌の採取を令和3年10月13日に行った。使用した UAV を写真-3、撮影コースと撮影諸元を図-4、表-1 に例示する。撮影した画像は PhotoScan でモザイク処理を行い、その結果の一部を図-5 左に示す。次に、フリーウェアの MultiSpec を用いて、地被の教師付分類を用いた。図-5 左の画像を MultiSpec に読み込み、画像上で教師領域を個々に手動で設定することで、教師付分類を行う事が可能になる。図-5 右は教

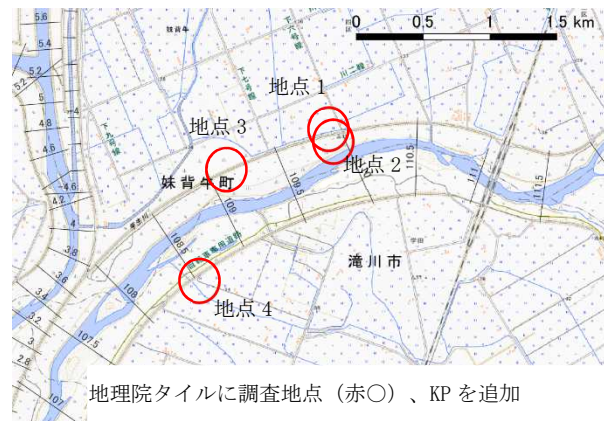


図-3 調査位置（赤丸）



写真-1 植生のコケ化の事例



写真-2 コケを剥がした様子（根が無く、直下に土壌が確認できる）

師付分類で分類された地被状態が描画されている。使用した画像は RGB の3原色のみであったが、農地、コケ、舗装面、植生（良好）、植生（劣化の兆候）は概ね、良好に分類されていると考えられる。特にコケ領域については、15m×80m 程度の規模で広がっていることが把握され、令和元年の RiMaDIS で得られた範囲と概ね重なっていたことが把握さ



写真-3 マルチコプター型 UAV

(AutelRobotics 社製 EVO II Pro 6K)

れた。今後 UAV で撮影・画像解析した地被の判別精度の向上に当たっては、コケの種類や反射特性も考慮して検討していく必要がある。次に、調査地点 1～4 における土壌調査を行った結果を述べる。

## 5. 堤防法面の土壌調査

ここでは、UAV で撮影した石狩川中流部の 4 地点 (図-3) において、コケ化箇所及び近接する健全な草本箇所の土壌の平均含水比、pH (リトマス試験紙) を図-6 の位置で調査し、結果の一部を表-2 に示した。結果、コケ化箇所、健全と思われた植生箇所の土壌はいずれも pH5 程度の酸性化傾向を示していることが把握された。しかしながら、コケ化箇所とトールフェスクが繁茂した箇所での土壌の pH の差は見られず、コケ化した箇所のみが必ずしも土壌の pH が低いという訳では無かった。

## 6. 堤防植生の劣化原因

一般的に農地の作物生育不良の原因としては、

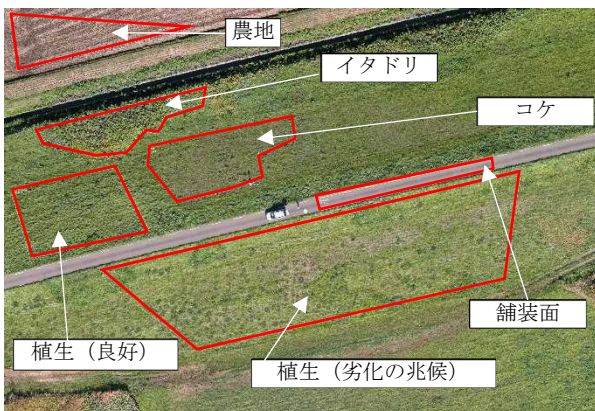


図-5 UAV 撮影画像から分類した地被状態 (黒破線の楕円はコケ化領域と想定)

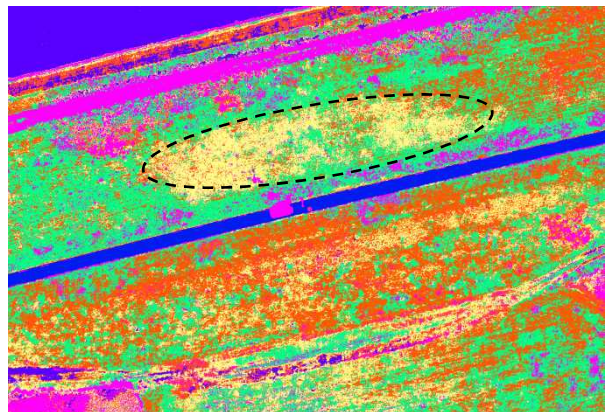


図-4 UAV 撮影コース (R3.10.13)

表-1 UAV の撮影条件

飛行高度、速度	120m、18km/h
解像度	1.54cm
飛行時間	11 分 47 秒
飛行面積	63266m <sup>2</sup>
撮影枚数	94
ラップ率	前後 80%

Ca・Mg・K など塩基の不足、可給態 P の不足、低 pH により可溶化する Al・Fe・Mn の害作用、低 pH そのもの、微生物の種類・活性の異常などが指摘<sup>9)</sup>されている。今回把握された堤防土壌の酸性化が、植生のコケ化にどのように寄与したのか、現段階では不明ではあるが、なんらかの原因で植生が衰退し、コケの繁茂に適した環境になったことは否定できない。参考まで、北海道内の牧草地では、定期的な炭酸カルシウム等の散布により、牧草の品質低下を防いでいるほか、概ね 30 年に 1 度、雑草の侵入による牧草の品質低下のため、草地全体を更



新している。堤防植生を更新しないまでも、適切なモニタリング・対処を行う事で、堤防植生を適切に長期間維持できる可能性はあると考えられる。

## 7, おわりに

堤防植生は、洪水流からの耐侵食性機能が期待されているにもかかわらず、現在、性能についての規定が無いのが実態である。今後、水理実験などで北海道に適合した堤防植生種とその耐侵食性機能を評価し、その上で堤防植生の性能規定を定めることが重要である。そうすることで、より具体的に堤防植生の維持管理目標・方法が設定できると考えられる。また、今後はより広範囲の領域の画像から、堤防植生の診断を定量的かつ自動的に行う方法についての検討を進める必要があるほか、低コストな堤防植生の維持・保全方法についても検討していく必要がある。

謝辞：牧草地の収量改善のための土壌改良材の散布や草地の更新について、ホクレンの丹羽氏に概要を伺った。北海道開発局より、一級河川の管理面積、管理延長、RiMaDIS データの一部をお借りした。滝川河川事務所には、現地調査の許可を頂いた。ここに記して謝意を表する。

## 参考文献

- 1) 平成27年9月 鬼怒川決壊の概要, 国土交通省, <http://www.cbr.mlit.go.jp/mie/river/conference/saigai/pdf/miyai/siryou-1.pdf> [2021. 1. 14確認]
- 2) 前田俊一, 島田友典, 矢部浩規：堤防決壊の事例をもとに考察した背水区間での堤防の決壊現象について, 河川技術論文集, 第25巻, 2019年6月
- 3) 洪水流を受けた時の多自然型河岸防御工・粘性土・植生の挙動, 土木研究所資料第 3489 号, 1997. 1.
- 4) 福岡捷二, 渡辺和足, 柿沼孝治：堤防芝の流水に対する侵食抵抗, 土木学会論文集第 491 号/Ⅱ-27, pp. 31-40, 1994.
- 5) 笹岡信吾, 鈴木淳史, 上野俊幸, 諏訪義雄：河川

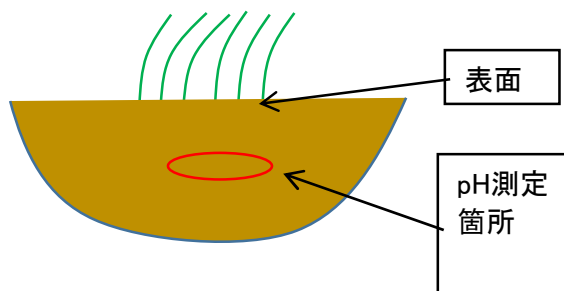


図-6 土壌調査位置

表-2 土壌調査結果

	土壌採取位置	地表からの深さ	平均含水比(%)	pH
地点1	こけ上	こけ直下	23.22	未計測
	こけ下	10cm	13.86	5
	TF	10cm	14.23	5
地点2	こけ下	10cm	11.98	5
	TF	10cm	8.36	5
地点3	こけ下	10cm	欠測	5
	TF	10cm	16.58	5
地点4	こけ下	10cm	26.11	5
	TF	10cm	25.80	5

TF：トールフェスク

堤防の築堤材料や管理状況等が越流時の侵食耐力に与える影響についての考察, 河川技術論文集 Vo 1. 24, pp. 601-606, 2018.

- 6) 谷瀬敦, 村上泰啓, 中陣実咲希, 中村大, 加藤一夫, サムナー圭希：寒冷地堤防植生の流水に対する耐侵食性評価実験, 第8回河川堤防技術シンポジウム, 公益社団法人土木学会 地盤工学委員会 堤防研究小委員会, 2020年12月14日
- 7) 河川巡視規定例, 国土交通省河川局, [https://www.mlit.go.jp/river/shishin\\_guideline/kasen/pdf/kasen\\_junsikiteirei\\_h230511.pdf](https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kasen/pdf/kasen_junsikiteirei_h230511.pdf) [2021. 1. 14確認]
- 8) 堤防等河川管理施設及び河道の点検・評価要領, 国土交通省 水管理・国土保全局, 平成31年4月, [https://www.mlit.go.jp/river/shishin\\_guideline/kasen/pdf/01\\_teibou\\_tenkenhyouka\\_youryou.pdf](https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kasen/pdf/01_teibou_tenkenhyouka_youryou.pdf) [2021. 1. 14確認]
- 9) 宝示戸雅之, 佐藤辰四郎, 高尾欽弥：草地土壌の酸性化に伴うアルミニウム溶出と牧草生育, 北海道立農業試験場集報, 50号, pp43-53, ISSN04410807, 1983年12月