

河道変形，植生繁茂に考慮した堤防決壊ポテンシャルに関する研究

福島大学共生システム理工学類 非会員 ○星野 倭治
 福島大学大学院共生システム理工学研究科 学生会員 渡部 隼
 福島大学共生システム理工学類 正会員 川越 清樹

1. 序論

近年，気候変動に伴う降水量，および河川流量の増加が認められている．河川流量の増加は，越水による堤防浸透などを促す要因となり，堤防決壊リスクの増加を示唆するものである．東日本各地で最大降水量記録を更新させた令和元年東日本台風(令和元年台風 19 号)では，流量増加に伴い外水による洪水氾濫が頻発した．併せて洪水氾濫による洗堀を原因にした堤防決壊も多く認められた．なお，洪水氾濫の原因は単純な流量増加にとどまらず河川の地形変形や河川区域内の植生繁茂の状態も関わることが把握されている¹⁾．河道内の地形変形や植生繁茂は，河積減少を促す要因となり，洪水，および堤防決壊を誘発させる現象となりうる．

現在，令和元年東日本台風の被害を踏まえて流域治水プロジェクトが推進されており，特に甚大な被害を受けた阿武隈川では，「阿武隈川緊急治水対策プロジェクト」が実施されている．河道における対策の主要なオプションとして，河道掘削・築堤，法尻補強・堤防強化，護岸復旧が挙げられる．しかしながら，堤防決壊に寄与する地形変形や植生繁茂は，流出履歴に応じて生じる現象であるため，一時的な緊急対応で解消できる要因ではない．そのため，流量が増加した場合の地形や植生の特性を熟知していく取り組みを進めていくことも必要である．

これらの背景を踏まえて，本研究は，阿武隈川(福島側本川)を対象に，河道変形，樹林化，河積減少に着目した堤防決壊ポテンシャルの評価を試みた．この評価より，流量増加に対する地形，植生の特性を把握するとともに堤防決壊リスクの高まる領域を抽出することも可能になる．したがって，防災に貢献するため堤防決壊に対する対策整備を強化する基準と領域を求めることが本研究の目的となる．

2. 研究方法，およびデータセット

本研究では，特に重点化する地域を「①伊達市・福島市北部」「②郡山市・須賀川市」「③白河市」に分類して検討を進めた．研究方法とデータセットは以下に示す通りである．

2.1 衛星画像を用いた NDVI の導出

流量増加に対する植生の特性を空間情報により定量化するため，令和元年東日本台風発生時，およびその前後(2018,2019,2021 の 11 月)の衛星画像(Sentinel-2B,空間解像度:10m×10m)を用いて比較検討した．比較には，衛星画像より導出できる正規化植生指数 NDVI(以下 NDVI 値)を用いた．導出式

は式(1)の通りである．

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED) \quad (1)$$

ここで，NIR：近赤外の反射率，RED：可視域赤の反射率である．

2.2 NDVI と植生分布の重複化と比較

NDVI 値と河川環境データ(国土交通省 河川水辺の国勢調査 河川環境データベース)のデータを重複させて，河道内の植生群落状況に応じた NDVI 値データを作成した．また，このデータ作成により，群生による NDVI 値の特徴を把握し，流量増加時の生存性，消失性を求めた．なお，③白河市においては，河川環境データベース未整備地域であるため現地調査にて植生分布の傾向を把握し，同様の解析を進めた．

2.3 総合解析

植生の生存性，消失性の結果を踏まえて，生存性の高い地形に関する河道情報を整理した．この結果をもとに地形，植生に応じて河積を阻害する可能性の高い領域を，堤防決壊ポテンシャルのリスクが高い領域として評価した．

3. 研究結果

3.1 阿武隈川本川における河道内 NDVI 値の比較

図 1 は阿武隈川本川全域の各年の NDVI 値(NDVI_{ave}:平均値，NDVI_{std}:標準偏差)を示した結果である．この結果より令和元年東日本台風直後 2019 年の NDVI_{ave} の著しい低下が明らかにされた．ただし，NDVI_{std} は概ね近似した値を示すため，生存，消失の差が明瞭でない可能性を示唆している．

3.2 植生群落による生存性・消失性評価

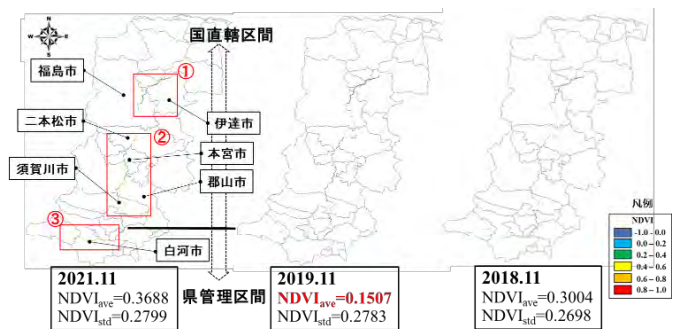


図 1 阿武隈川全域の NDVI 比較

① 伊達市~福島市北部

図 2, 3 に 2019 年前後で生存性，消失性の高い群落の NDVI 値を示す．赤字の群落は高木林であり，河積増加を阻害する群落である．図 2 より生存性の高い群類はモウソウチク植林，カラムシ群落，オビ

シバーアキメヒシバ群落，図 3 より消失性の高い群類はカワラヨモギーカワラハハコ群落，ホザキノフサモ群落，クヌギ群落という結果を得た。この領域の全体的な傾向として，イネ科や草類の生存性が高い特徴が明らかにされた。河積減少に大きな寄与はない一方で，異常出水時後も残存した結果から粗度係数の増加に寄与した洪水への影響が示唆される。

② 郡山市～須賀川市

図 4、5 に 2019 年前後で生存性，消失性の高い群落の NDVI 値を示す。図 4 より生存性の高い群類はコナラ群落，カラムシ群落，スギ・ヒノキ群落，図 5 より消失性の高い群類は，ミゾソバ群落，シダレヤナギ群落，ヤナギタデ群落という結果を得た。この領域の全体的な傾向として，高木林の生存性が高い結果を得た。そのため，河積減少に伴う異常出水時の流出阻害による洪水への影響が示唆される。

③ 白河市

現地調査により，この領域の概ねがイネ科や草類で構成されていること，社川との合流付近からマダケやシダレヤナギ，スギなどの高木林が多く群生していることが把握された(図 6 参照)。そのため，社川合流部では高木生存による異常出水時の流出阻害の影響が大きいことが示唆される。

4. 考察と今後の課題

相対的な傾向として，流量増加による NDVI 値の大小関係は，②郡山市・須賀川市，①伊達市・福島市北部，③白河市の順列になる。したがって，これらの領域で河川氾濫時の越水，洗堀による堤防決壊ポテンシャルの高い地域は郡山市・須賀川市と判定される。また，郡山市・須賀川市の範囲で生存率の高い高木林の群類はコナラ群落，スギ・ヒノキ群落であり，その空間分布を図 7 に示す。これらの群落は蛇行した河川の中でも左岸に集中して群生している特徴が認められた(赤線部)。また代表高木林以外も同様な河川屈曲部に群生している傾向を示した。郡山市・須賀川市の河川蛇行部は洪水の生じやすい地形にあわせて高木群生も分布するため，堤防決壊ポテンシャルが高い結果を示している。

今後の課題として，ポテンシャルが高い領域における樹林化形成プロセスが把握されていないことが挙げられる。洪水に寄与する樹林伐採計画のためにも形成プロセスの理解が必要なため，早急の対応が望まれる。

謝辞：本研究は(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費 S-18(JPMEERF20S11813),気候変動に伴う福島県の温暖化影響評価研究により実施されたものである。ここに謝意を示す。

参考文献：

- 1) 服部泰士 他：実測データベースに基づく 河川堤防の越流決壊・破損条件の検討 土木学会論文集 B1 (水工学) Vol.71(4), pp. I_1285-I_1290,2015.
- 2) 田中仁 他：令和元年台風第 19 号洪水による宮城県丸森町における堤防決壊に関する研究 土木学会論文集 B1

(水工学), Vol.76(1), pp.I_177-I_188,2020.

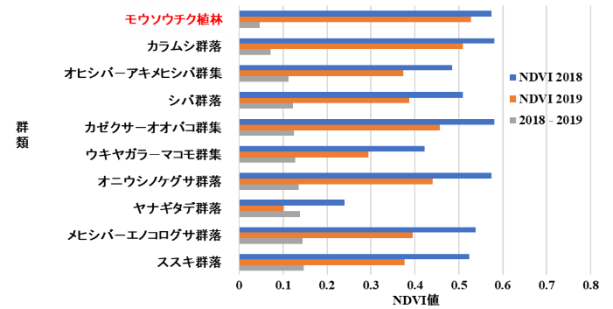


図 2 伊達市～福島市北部の NDVI 値(生存性が高い)

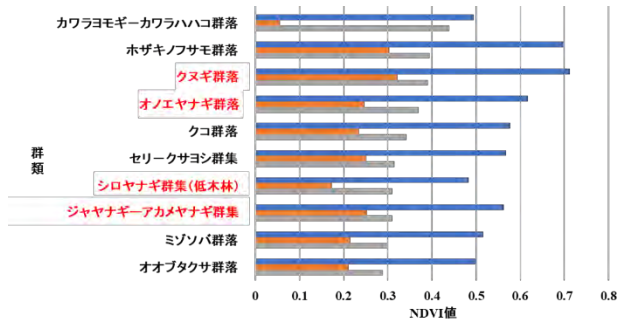


図 3 伊達市～福島市北部の NDVI 値(消失性が高い)

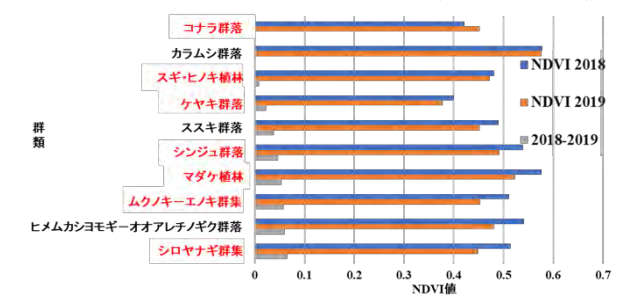


図 4 郡山市～須賀川市の NDVI 値(生存性が高い)

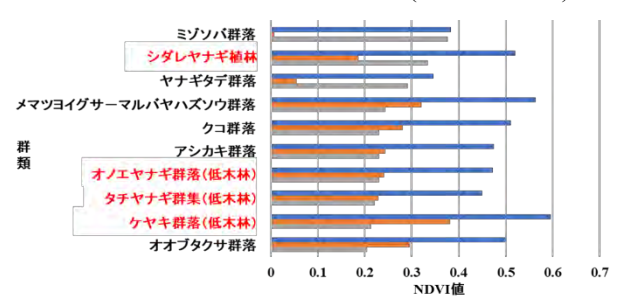


図 5 郡山市～須賀川市の NDVI 値(消失性が高い)

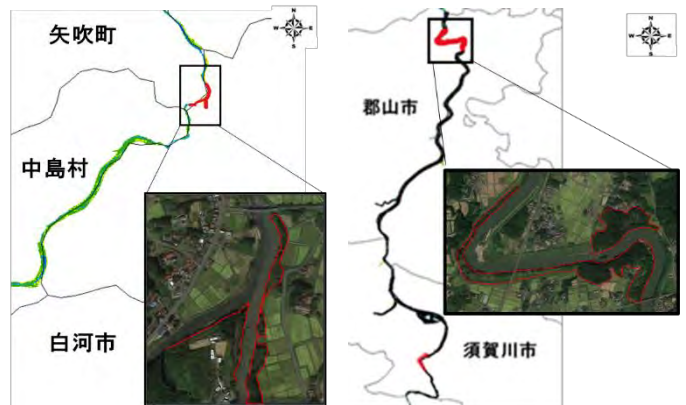


図 6 社川合流部

図 7 高木林が多い領域