

令和 5 年 6 月 15 日現在

機関番号：17201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K06300

研究課題名(和文) 農村インフラを活用した洪水緩和のクラスタ化と防災アシスト技術の確立

研究課題名(英文) Technical establishment of the flood mitigation utilize infrastructure in agricultural rural areas

研究代表者

阿南 光政 (Anan, Mitsumasa)

佐賀大学・農学部・准教授

研究者番号：80782359

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、ダムに極集中している洪水対策を農村インフラでクラスタ化することで豪雨災害時の防災対策をアシストする技術の確立を目指すものである。既往の水理公式に加えて、室内模型実験結果を反映することで、モデルの精度向上を図った。これらのモデルを用いて、過去に内水氾濫による被害が生じた一連降雨を対象に、内水位の再現及び農村インフラの個々の洪水緩和機能の発現度合いの違いによる防災効果のシミュレーションを実施した。その結果、降雨の多点観測、幹線排水路の事前放流、水田の雨水貯留機能の有効性を可視化することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来の流出解析モデルでは大規模な堰や幹線水路などの影響は反映できるが、流域内に多数点在する農村インフラの影響は考慮されていない。本研究では、農村インフラを点・面・線に分類することでそれぞれが有する洪水緩和機能を定量的に評価したうえで、この機能を考慮した流域全体の洪水流出過程を精度良く解明するための新たな手法を提案した点に学術的価値がある。これによって、農村インフラ個々の洪水緩和機能を連携して発揮させ、流域全体の洪水緩和能力の増幅が可能になる。防災施設建設のコスト縮減と人命損失の回避の両者に資するものである。

研究成果の概要(英文)：The aim of this study is to establish the technique to assist for disaster prevention measures at the time of the heavy rain disaster in dispersing flood control with infrastructure in agricultural rural areas. The analysis accuracy improved by introducing the hydraulic experiments using the reduced scale models in addition to existing hydraulic formulas. Using this model, the past inland waters flooding was reproduced and the disaster prevention effect that reflected flood mitigation functions of agricultural infrastructures was simulated. As a result, it was revealed that multi-point observation of the rain, the advance discharge of the main canal and the rainfall storage effect of paddy fields were effective for disaster prevention measures.

研究分野：農業工学

キーワード：農村インフラ 洪水緩和 流出解析 排水解析 水田欠口流出法

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

我が国の洪水対策は治水ダムに一極依存することが多いが、近年ではダムの洪水調節容量を超える集中豪雨が頻発しており、この際には緊急放流が必要となる。この操作は極めて困難で緊迫したものであり、下流部で急激な水位上昇を引き起こし、人命が危険に晒されることがある。一方で、ダム下流部の農業地帯に立地する農地や農業用水利施設等の「農村インフラ」には「洪水緩和機能」があるとされている。農村インフラの持つ洪水緩和機能を最大限引き出すには、農村インフラが有する洪水緩和機能を定量的に評価し、これを考慮して流域全体の洪水流出過程を解明することが必要であるが、こうした解析手法は確立されていない。

2. 研究の目的

本研究の目的は、ダムに一極集中している洪水対策を農村インフラで分散負担することで洪水時の防災対策をアシストする技術を確認することである。農村インフラには様々な種類、規模があるため、ダム流域から末端までを包括した洪水流出モデルにその機能を反映させると非常に複雑になる。本研究では、国営筑後川下流農業水利事業地区を対象として、地区内に立地する農村インフラを点・面・線に分類し、それぞれが有する洪水緩和機能を定量化することで、農村インフラ個々の洪水緩和機能を連携して発揮させる技術を確認することを目的とする。

3. 研究の方法

まず研究対象地区の水文特性を把握するため、既存の水文データを収集するとともに、地区内に観測機器を増設し、研究期間中におけるデータを蓄積した。これらのデータをベースに豪雨時の降雨の空間分布や降水帯の移動経路を検証し、当地区の降雨特性を分析した。さらに複数の流出解析手法を用いて降雨流出量を比較することで、基準雨量の処理の仕方や計算手法による降雨流出量計算値への影響を検証した。次に農業水利施設の洪水緩和機能を定量評価するために、豪雨時の現地観測に加えて、縮尺模型を製作し、室内水理実験を実施した。実験結果を基に数値モデルを構築し、現地観測結果との比較を行うことでモデルの妥当性の検証および改良を行った。さらにこれらのモデルを統合して排水解析モデルを構成し、豪雨時において農村インフラの洪水緩和機能を適切に発揮するための防災アシストシミュレーションを実施した。

4. 研究成果

(1) 対象地区の豪雨特性の把握と流出解析への影響評価

基準雨量の採用の仕方や計算方法の違いによる降雨流出量計算値への影響を評価するとともに、平地水田地帯からの降雨流出量を明示的に計算する手法の妥当性を検証した。対象地区の基準雨量は気象庁観測所データが用いられているが、本研究で対象地区内に雨量計を複数地点設置し、降雨の局所性について検証した。その結果、離隔距離約 15km 程度でも 3 日間累加雨量で約 1.4 倍の差が生じていること、また 10 分雨量で比較すると、30 分程度の時間差が生じている場合があることも確認された。さらに降雨データの取り扱いと種々の流出解析手法の比較を行ったところ、合理式は移動平均を取ることで豪雨時のピークカットおよび時間遅れを再現することが可能となり、排水計画における流出解析手法のひとつとしての可能性を明らかにした。

(2) 水利施設の既存流出モデルの改良

豪雨災害が頻発する昨今において、農村インフラの防災機能を発揮するには、随所に設置された制水ゲートを適正に操作する必要があるが、加えて再現性の高い排水解析モデルの構築が求められる。本研究では、対象地区における既往の排水解析モデルの精度向上を図るべく、ゲート部の解析過程に着目し、室内回流水槽を用いて、ゲート流量計算の実験的検証を行った。回流水槽内に、当該地区内に実在するゲートおよび暗渠部の縮小模型を設置し、水槽内に回流を発生させ、定常状態に達した後、水理諸元を測定した。水槽内の流量や水位、模型ゲートの開度を変動させながら実験を繰り返し、得られた諸元と流量から、流量係数 C を逆算した。模型実験で得られた流量係数とゲート上下流水深の関係をプロットしたものを図 1 に示す。実験結果は水門の流出計算に一般に用いられている流量係数(土木学会, 1990)と類似した曲線傾向を示していることがわかる。また自由流出が出現する条件は、下流に比べて上流側の流速が著しく早い状況下で発生することが明らかとなった。また本実験によって得られた流量係数を実際の農業水利施設での流出計算に適用した。制水ゲート部の実測水位データを用い、現行の解析手法を CASE1、および模型実験より算定した流量係数による計算流量を CASE2 とし、直近で九州北部において洪水被害が発生した 2016 年 6 月豪雨と 2017 年 7 月豪雨を対象に、ハイドログラフを比較した。実測水位から算定した制水ゲートの排水流量ハイドログラフを図 2 に示す。なお比較対象としてゲート上流側の幹線水路部の諸元より manning 式で算定した流量を CASE3 として併せて示している。両洪水に対して、CASE2 と CASE3 はハイドログラフが類似していることが確認できる。一方、CASE1 は期間を通して CASE3 を上回っている。CASE3 はゲートに接続する水路の流量であり、ゲート流出流量と類似することは妥当であり、CASE1 は再現性が劣ることを明らかにした。

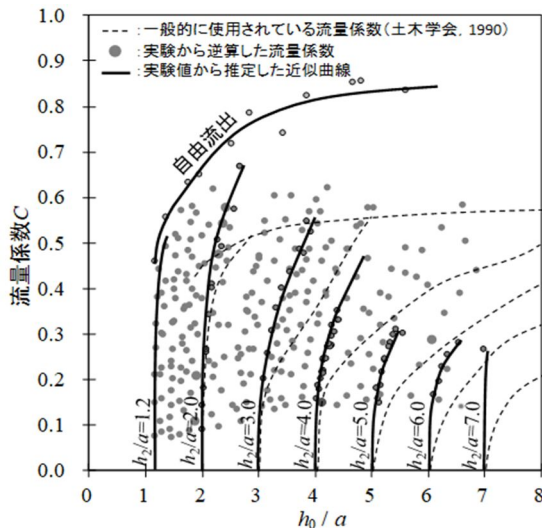
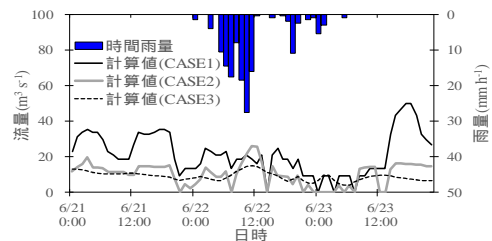
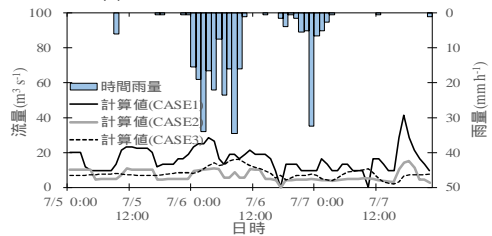


図1 模型実験によるゲート流出時の流量係数



(a) 2016年6月豪雨時の再現



(b) 2017年7月豪雨時の再現

図2 制水ゲートの排水流量計算結果

(3) 水田の雨水貯留効果の定量評価

本研究の対象地区を含む平地水田地帯では、度重なる内水氾濫による豪雨災害を受け、水田の排水口（水田欠口）に一般的に使用されている長方形の堰板に対して、調整板と呼ぶ三角堰タイプの板を設置する田んぼダム対策に取り組んでいる。これらの取り組みによる雨水貯留効果の実態を把握するため、実測時間雨量を用いて実証圃場（調整版の設置）および対照圃場（従来の堰板）それぞれで流出解析を行った。さらに本モデルを用いて、当地域において著しい豪雨災害が発生した湛水深シミュレーションを実施した（図3）。その結果、通常の堰板に比べて直角三角堰の調整板を設置したほうが貯留効果は高くなることが確認できる。いっぽうで、降雨継続時間が長くなると、その効果の差は徐々に縮小する傾向が明らかとなった。

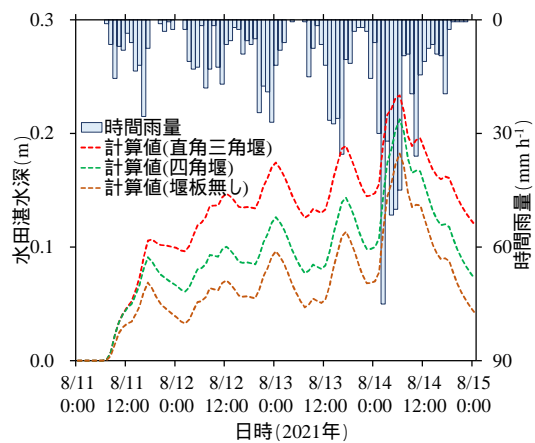


図3 豪雨時の湛水深シミュレーション結果

(4) 農村インフラの防災アシストシミュレーション

本研究において流出モデルの改良を図った点的インフラ（制水ゲート）および面的インフラ（農地）の洪水緩和機能を反映した排水解析モデルを構築し、農村インフラを有効活用することで洪水被害を軽減する防災アシストシミュレーションを実施した。シミュレーション条件として、施設管理者への聞き取りによる現状の操作条件（CASE1）と豪雨発生前に幹線水路の事前放流を行っていた場合（CASE2）で検証した結果を図4に示す。降雨がピークに達する過程においてCASE1とCASE2は同様に水位が上昇するものの、上流部、中流部、下流部のいずれの地点においてもCASE1よりCASE2の方が低い水位で推移することが確認できた。またCASE1とCASE2ともに、下流部のほうが湛水深は深い傾向にあるもののCASE1に比べてCASE2では湛水深は最大0.28m低下、湛水時間は最大10時間減少できることが示された。これらシミュレーション結果は、図5に示すように、バーチャルリアリティ(VR)技術を用いて3次元空間に再現することで、農村インフラの洪水緩和効果を可視化した。

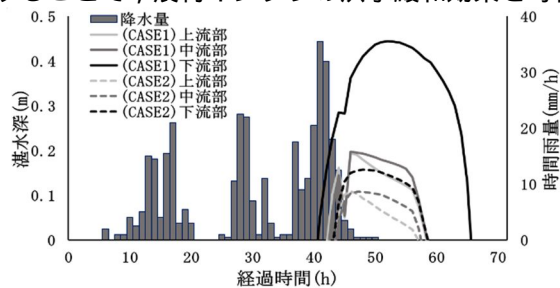


図4 防災アシストシミュレーション結果



図5 VR技術による洪水緩和効果の可視化

< 引用文献 >

土木学会（1990）：水理公式集，p254-255，丸善出版(株)，東京

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 阿南光政, 原初花, 弓削こずえ	4. 巻 28(2)
2. 論文標題 水田欠口流出法を用いた平地水田地帯の雨水貯留効果の評価	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of rainwater catchment systems	6. 最初と最後の頁 65-71
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 松元美里, 上野大介, 阿南光政, 佐藤克久, 長裕幸	4. 巻 51(6)
2. 論文標題 におい嗅ぎGC(GC-0)を用いた農業用排水路における臭気物質分析の技術的提案	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 におい・かおり環境学会誌	6. 最初と最後の頁 346-352
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 阿南光政, 原初花, 弓削こずえ
2. 発表標題 平地水田地帯における豪雨時の流出量および算定手法の評価
3. 学会等名 2022 年度 (第71 回) 農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 原初花, 阿南光政, 弓削こずえ
2. 発表標題 筑後川下流右岸地域の地理的条件が降雨流出に及ぼす影響
3. 学会等名 令和4年度農業農村工学会九州沖縄支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 野田泰史, 阿南光政, 弓削こずえ
2. 発表標題 六角川流域水田地帯における田んぼダム機能の実証調査
3. 学会等名 令和4年度農業農村工学会九州沖縄支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 阿南光政, 弓削こずえ, 平嶋雄太
2. 発表標題 筑後川下流地区排水計画における制水ゲート部流出解析モデルの検証
3. 学会等名 2021年度農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 原初花, 阿南光政, 弓削こずえ
2. 発表標題 筑後川下流右岸地域の降雨特性が流出過程に及ぼす影響評価
3. 学会等名 令和3年度農業農村工学会九州沖縄支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 阿南光政, 弓削こずえ, 平川晃
2. 発表標題 島嶼部畑地灌漑地帯における地下水流動モデル構築と農業用水資源の評価
3. 学会等名 2020年度農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 阿南光政, 弓削こずえ, 平嶋雄太
2. 発表標題 筑後川下流地区排水解析におけるゲート流量係数の実験的検証
3. 学会等名 令和2年度農業農村工学会九州沖縄支部大会
4. 発表年 2020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	弓削 こずえ (Yuge Kozue) (70341287)	佐賀大学・農学部・教授 (17201)	

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
---------	---------