

河川基金助成事業

「小流域における耕作放棄水田を活用した地域 住民主導の河川管理手法の構築」

助成番号：2019 - 5211 - 061

徳島大学大学院社会産業理工学研究部

教授 鎌田 磨人

2019 年度

1. 研究目的

普通河川の管理手法に関する研究は非常に少なく、基礎的知見・事例の蓄積が急務である。また、普通河川をはじめとする小規模河川の管理主体の多くは地域住民であることが多く、簡便な河川管理の手法の開発が求められている。

兵庫県豊岡市田結川では、霞堤や耕作放棄水田内に設置された止水板等の小規模構造物を活用しながら地域住民によって河川管理が取り組まれつつある。また、河川周辺の耕作放棄水田を環境教育等に活用することで、湿性植物群落の維持を通じた生物多様性の保持に繋がっている。地域住民自らの手によって、小規模構造物を活用した簡便な治水手法を確立することに加え、河川周辺の耕作放棄水田の多面的機能を活かしつつ継続的に河川管理を行っていくためには、洪水時の氾濫特性を明らかにし、耕作放棄水田に成立する湿性植物群落との関係を把握しつつ、適正な管理手法を確立する必要がある。

そこで、①耕作放棄水田を活用した治水手法の基礎的検討、②小規模構造物が有する洪水緩和機能の評価、③氾濫特性からみた耕作放棄水田における湿性植物群落の分布特性の把握に取り組むことで、小流域における耕作放棄水田を活用した地域住民主導の河川管理手法の構築に向けた基礎的知見を得ることを目指した。

2. 研究対象地

本研究の対象地は兵庫県豊岡市田結川流域である(図2.1)。田結川流域における流域面積は2.7km²であり、流域の主な土地被覆は、森林と耕作放棄地で構成されている。谷底部は水田として活用されていたが、現在はすべての水田が耕作放棄されている。また、流域の下流域には、集落が形成されており、流域に降り注いだ雨は、田結川に集まり、集落の中を通りながら日本海へと放水される。集落付近の耕作放棄水田(以下、田結湿地)では、NPOや大学サークル、周辺小学校等様々な団体によって浅場の創成や水路づくり等の掘削活動が行われており、地表面が不均質に改変されている。一方、掘削活動等の湿地保全活動が行われていない区域も存在し、植生パッチの違いがみられる。洪水時には、田結川の合流部下流付近から氾濫水が流れ込むようになっている。

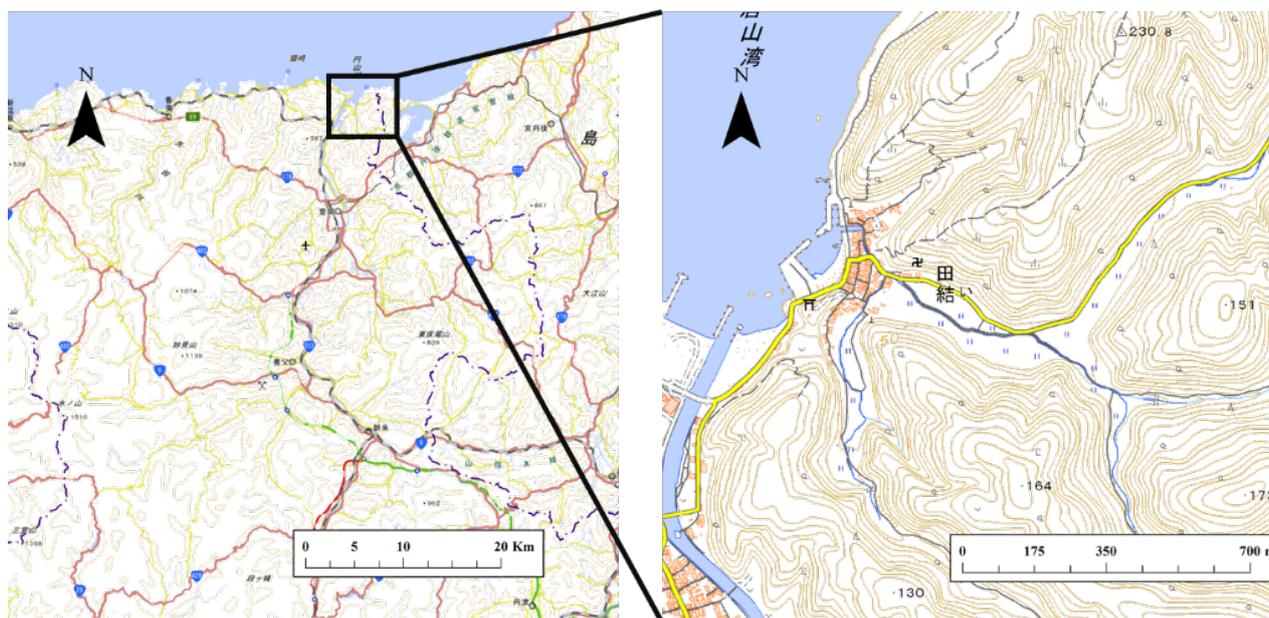


図2.1 研究対象地

3. 普通河川における耕作放棄水田を活用した治水手法の構築に係る基礎的検討

3.1 はじめに

普通河川等の小規模河川では洪水浸水想定区域図等のハザードマップは基本的に作成されておらず、対象流域においてどの程度洪水リスクが存在しているのかどうか把握されていない場合が多い。また、普通河川を有する流域内の集落・地区内での人口減少は急激に進んでいることが多く、堤防強化等の大幅な治水事業を行うことは難しいと考えられる。このような地形的・社会的条件を有する小規模流域は全国に数多く存在するため、気候変動に伴う洪水リスクの増加に適応していくためにも、総合治水の観点から河川周辺に存在する水田または耕作放棄水田をも活用しながら、治水安全度を高めていく手法を構築する必要がある。一方で、普通河川では、洪水時の氾濫形態や治水安全度を考えるうえで重要な地形データが不足していることが多い。特に河川横断測量については実施されていないことが多く、既存のデータとして、国土地理院から5mDEMや10mDEMが公開されているものの、小流域を流れる河川はこれらの解像度よりも狭く、氾濫形態を把握するために必要な地形データの作成が困難である。一方、UAVを用いた測量技術が近年発展してきており、これらを駆使することにより詳細な地形情報が把握できるようになっている。このような地形把握手法を用いつつ、洪水時の氾濫形態を適切に評価できる氾濫解析の手法を構築することは非常に重要である。そこで、本研究では、UAVを用いて小規模河川及び氾濫源の地形データを取得し、二次元氾濫解析を通して河川周辺の耕作放棄水田が遊水池としての機能を評価した普通河川の管理手法について検討することを目的とした。

3.2 方法

3.2.1 UAVを用いた地形測量

田結川流域では、10mDEMデータしか存在せず、河川における横断測量も実施されておらず、解像度の高い地形データが未整備な状況となっている。そのため、対象流域における地形データを以下の手順で作成した。Phantom 4 Pro (DJI社)を用い、高度80m、オーバーラップ80%、サイドラップ60%で2018年10月28日に垂直写真を撮影した。UAV測量によって得られた位置座標及び高度を補正するため、GCP (Ground Control Point)を5か所設置した。GCP上において、RTK-GNSS研究測量 (Topcon, GR-2100)を実施し、GCPの位置の座標及び標高を測定した。自動撮影により得られた静止画をSfMソフト (Agisoft社、Photoscan Pro, Ver1.2.6)で処理し、DSM (Digital Surface Model) およびオルソモザイク画像を作成した。SfMソフトでの処理パラメータは、Align Photosはhigh, Build Dense Cloudはhighとした。最後に生成されたDSM及びオルソモザイク画像をGISに取り込み、単木に覆われた部分のDSMを周辺の地形データより内挿 (Arcmap 10.2.2 IDWツール) することで補正し、0.1m解像度の数値標高モデルを作成した。

3.2.2 水位諸量の観測

田結川は普通河川であるため、水位や流量、雨量といった氾濫解析に必要な水理諸量が計測されていない。そこで、水位計については、2019年6月2日から現在まで、河道内に5箇所、湿地内に3か所設置し、計測を続けている。雨量計については、2019年8月12日に設置し、現在も計測中である。

3.2.3 氾濫解析

氾濫解析には既往のフリーソフトあるiRIC ver3.0のNays2D Floodを用いた。UAV測量及びGIS処理から得られたDEMを地形データとしてiRICに読み込んだ (図3.1)。計算格子については、河道及び氾濫原の氾濫挙動を表現する適切な格子サイズを検証するため、格子サイズの異なる3つのケースを検討した (表2.1)。

氾濫解析に用いる洪水イベントを捉えるために、水位計及び雨量計を設置したものの、河川が氾濫

するような洪水イベントは発生しなかった。そこで、出水時の氾濫形態を明らかにするために、田結川において実際に氾濫したことが地域住民によって確認されていた、2018年7月豪雨の際の降雨イベントを対象として、以下の手順で氾濫解析の境界条件に用いるハイドログラフを作成した(図3.1)。まず、2018年7月豪雨における一時間最大雨量と合理式を用いて、氾濫時における洪水ピーク流量を算出した。合理式における流出係数については、森林については、0.3を、放棄地については、0.2を用いた。流域面積については、計算範囲の境界部分より上流側の流域面積をArcGIS 10.2.2 (Esri社)を用いて本流と支流に分けて算出した。次に、2019年における小規模出水イベント時の水位グラフを基に、マニング式を用いてハイドログラフを作成し、ピーク流量が2018年7月豪雨時のピーク流量になるようハイドログラフを一律に引き延ばした。なお、マニングの粗度係数は0.03とし、河床勾配は、地形測量より得られた地形データから算出した。

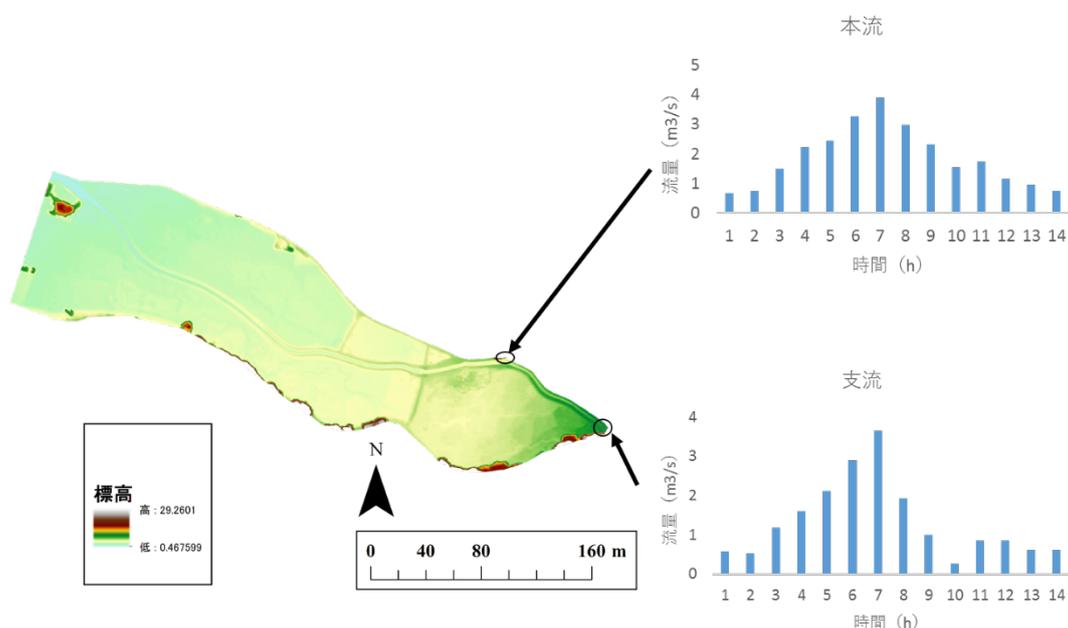


図3.1 氾濫解析に用いた標高データとハイドログラフ

3.3 結果及び考察

各ケースにおける計算に関するパラメータを表3.1に示す。各Caseにおける計算時間はそれぞれ、15.1時間、53.3時間、24.6時間であった。

表3.1 各ケースにおける計算に関するパラメータ

計算に関するパラメータ	Case1	Case2	Case3
縦断方向の格子の数 (I)	442	883	441
横断方向の格子の数 (J)	281	561	361
総メッシュ数	124202	495363	159201
氾濫原部分のメッシュ幅 (縦断方向)	0.90m~1.5m	0.34m~0.48m	0.75m~1.3m
氾濫原部分のメッシュサイズ (横断方向)	0.87m~0.9m	0.23m~0.43m	0.8m~1.2m
河道部分のメッシュサイズ (縦断方向)			0.2m~0.5m
河道部分のメッシュサイズ (横断方向)			0.4m~1.0m
計算時間	15.1時間	53.3時間	24.6時間
計算タイムステップ	0.02s	0.02s	0.015s
計算間隔	10分	10分	10分

図3.2に詳細メッシュモデルを用いた出水時における計算領域の最大浸水深を示す。田結川における氾濫状況として、河道については、合流部直下で水深が1mを超え、最も大きくなった。また、合流部の直下の堤防高さは約80cmとなっており、氾濫シミュレーションの結果からも、堤防を越え氾濫原へと氾濫する様子が確認できた。

図3.3に詳細メッシュモデルを用いたピーク流量直後における計算領域の流速を示す。氾濫原における流速は河道の流速よりも小さくなっていた。これらの結果は、2018年7月豪雨時に田結川の氾濫を確認していた地域住民の証言と一致し、田結川における氾濫形態を概ね捉えられていることを示しており、河川周辺の耕作放棄水田が洪水時に遊水池としての機能を果たしていることを示している。

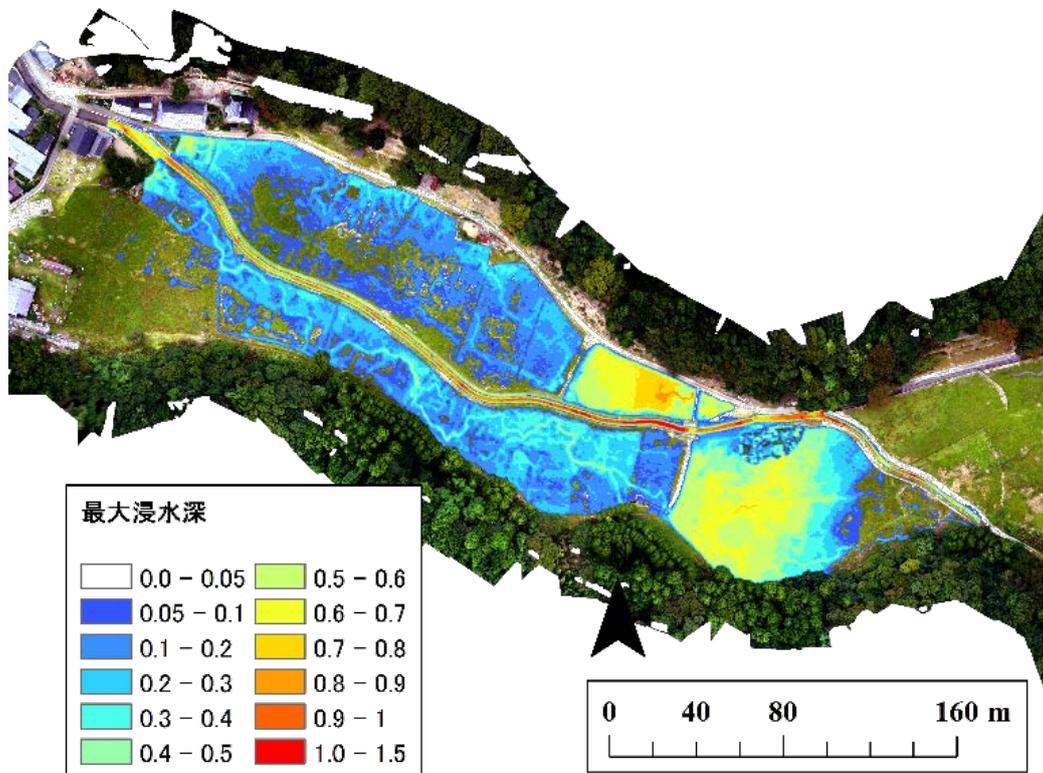


図3.2 洪水氾濫時における最大浸水深

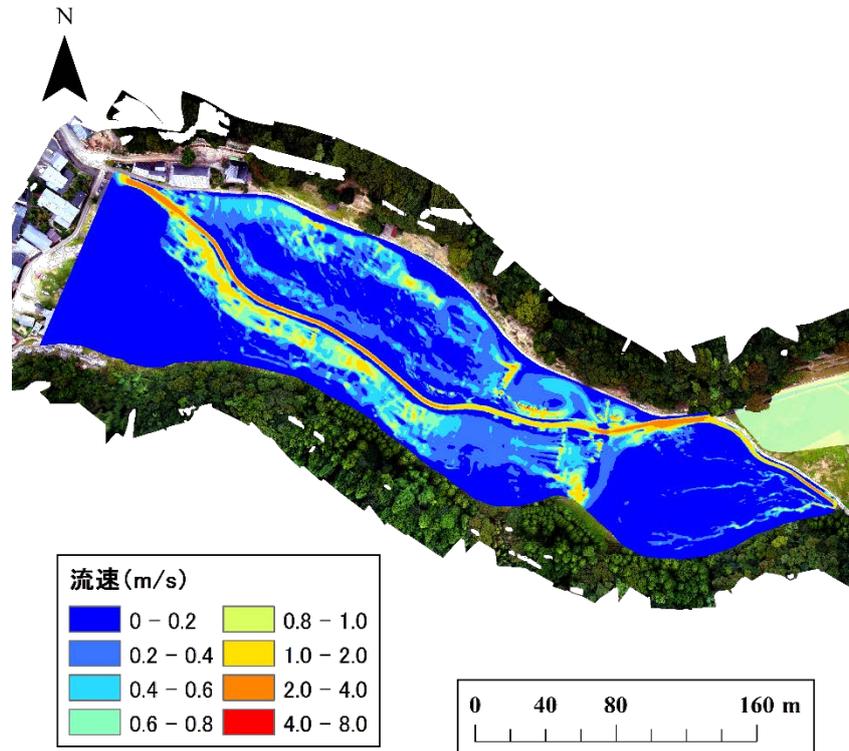


図3.3 洪水氾濫時における最大流速

図3.4は、最も計算精度が良いと考えられる詳細メッシュモデル (Case2) の最大浸水深から粗いメッシュモデル (Case1) 及び混合メッシュモデル (Case3) それぞれの最大浸水深の差分を取ったものである。詳細メッシュモデルと粗いメッシュモデルの最大浸水深を比較した結果、氾濫原部分では、大きな誤差はなく、適切に評価できていたものの、河道部分では、最大浸水深の値に大きな差がみられた (図3.4a)。一方、詳細メッシュモデルと混合メッシュモデルの最大浸水深を比較した結果、河道部分でも比較的小さかった (図3.4b)。

これらの結果から、田結川のような比較的川幅が狭い河川では、氾濫解析時には、河道の幅を考慮したメッシュサイズを基準に設定しながらも、氾濫原部分のメッシュサイズを簡素化することで、計算精度を担保しつつ、河道計算に要する時間を省略することができると考えられる。

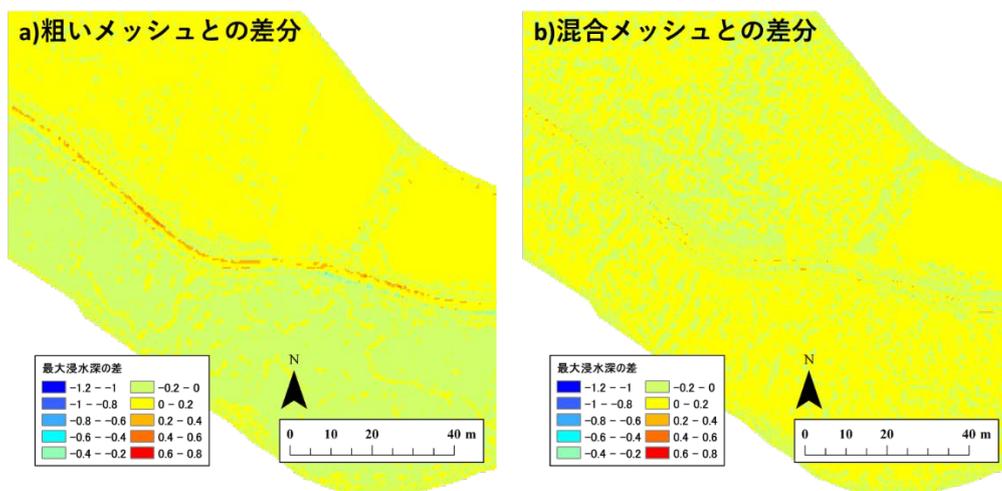


図3.4 詳細メッシュモデルと粗いメッシュモデル (a) 及び詳細メッシュモデルと混合メッシュモデル (b) との最大浸水深の差分を示す。

3.4 まとめ

本研究では、兵庫県豊岡市田結川を対象として普通河川における氾濫形態の評価手法について検討した。実際に洪水氾濫が確認されている2018年7月豪雨の洪水イベントを対象とし、氾濫解析を行った結果、河道から氾濫原への溢水状況が実際に再現でき、氾濫原上の耕作放棄水田が遊水地として機能することが示された。また、河道幅が最大2m程度と極めて狭い、田結川の河道特性を反映した詳細メッシュモデルで計算した結果、計算に要した時間は二日弱（53.3時間）であった。本研究では、比較的狭い計算領域（約450m x 250m）を対象としたため、問題はなかったものの、計算時間を短縮するためには、本研究で検討した混合メッシュモデルを用いることが有効かもしれない。ただし、計算領域においてメッシュサイズを大きく変化させる場合、計算が不安定になるため、計算時間の最適化に関する手法をより一般化していくためには、さらなる検討が必要であると考えられる。

今後は、本研究で得られた知見を活用しながら、下流端の潮位変動や降雨の影響も組み込みつつ、下流端の集落への洪水リスクを適切に評価する方法を構築していく予定である。

4. 小規模構造物が有する洪水緩和機能の評価

4.1 はじめに

兵庫県豊岡市田結川では、河道の一部に霞堤が現存しており、出水時には、河道から耕作放棄地へ洪水が流入する。また、田結湿地では、地域住民やNPO団体等による湿地保全活動の一環として、湿地内の数か所に止水板を設置し、止水環境を造り出している。今後の河川管理手法の構築や下流端に存在する集落の治水安全度を高める上で、これらの小規模構造物が有する洪水緩和機能の評価していくことは非常に重要である。そのため、田結川における霞堤や止水板の位置や構造を現地調査によって明らかにするとともに、氾濫解析を実施することにより、霞堤や止水板等の小規模構造物が有する洪水緩和機能について明らかにすることを目的とした。

4.2 方法

4.2.1 現地調査

二次元氾濫解析モデルに霞堤及び止水板の情報を組み込むために、現地踏査及び地区住民に協力を得ながら、霞堤および止水板の位置及び構造をハンディメジャーとGPSを用いて記録した。

4.2.2 氾濫解析

耕作放棄水田上に設置された止水板が有する洪水緩和機能の評価するために、二次元氾濫解析を行った。二次元氾濫解析の解析対象地域を図4.1に示す。二次元氾濫解析には、既往のフリーソフトである、iRIC ver3.0のNays2DFloodを用いた。現地調査の結果、止水板は概ね30cmの高さで右岸側の耕作放棄水田上に設置されていたものの、その数は少なかった(図4.1a, b)。そのため、本研究では、現状の設置状況を分析することに加え、止水板を右岸左岸両方にまんべんなく配置したパターンについても検討した(図4.2)。

氾濫解析に用いた地形データは2章の分析で得られたDEMデータを用い0.2mメッシュでiRICに格納し、上流端の境界条件については、2章で算出した2018年7月豪雨時のピーク流量を想定したハイドログラフ(case1)に加え、2018年7月豪雨時のピーク流量を1.5倍した場合のハイドログラフ(case2)についても検討した(図4.3)。

次に、霞堤が有する洪水緩和機能の評価するために、二次元流れ解析を行った、二次元流れ解析の解析対象地域を図4.4に示す。氾濫解析には既往のフリーソフトあるiRIC ver3.0のNays2DHを用いた。現地調査の結果、霞堤は、田結川本川に二か所存在していた(図4.4a, b)。ここでは、現在の霞堤が有する洪水緩和機能の評価するために、2か所の霞堤が閉じられた場合についても検討した。流れの解析に用いた地形データは2章の分析で得られたDEMデータをiRICに格納し約0.4mの計算格子を作成し、上流端の境界条件については、2章で用いた手法を同様に用いて2018年7月豪雨時における計算領域上流端のピーク流量を想定したハイドログラフを作成した(図4.5)。なお、マンニングの粗度係数は0.03とし、河床勾配は、地形測量より得られた地形データから算出した。

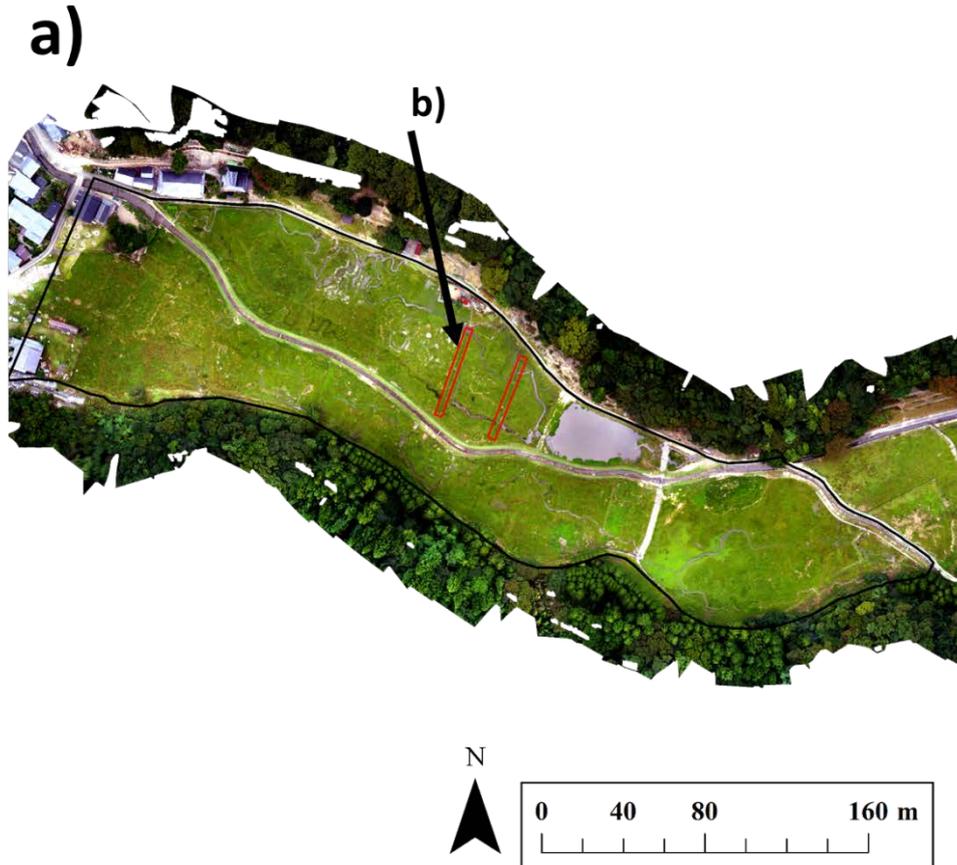


図 4.1 止水板の効果を検証するために二次元流れ解析を実施した対象地域(黒枠)と止水板の位置(赤枠) (a) 及び湿地内に設置されている止水板の例 (b)

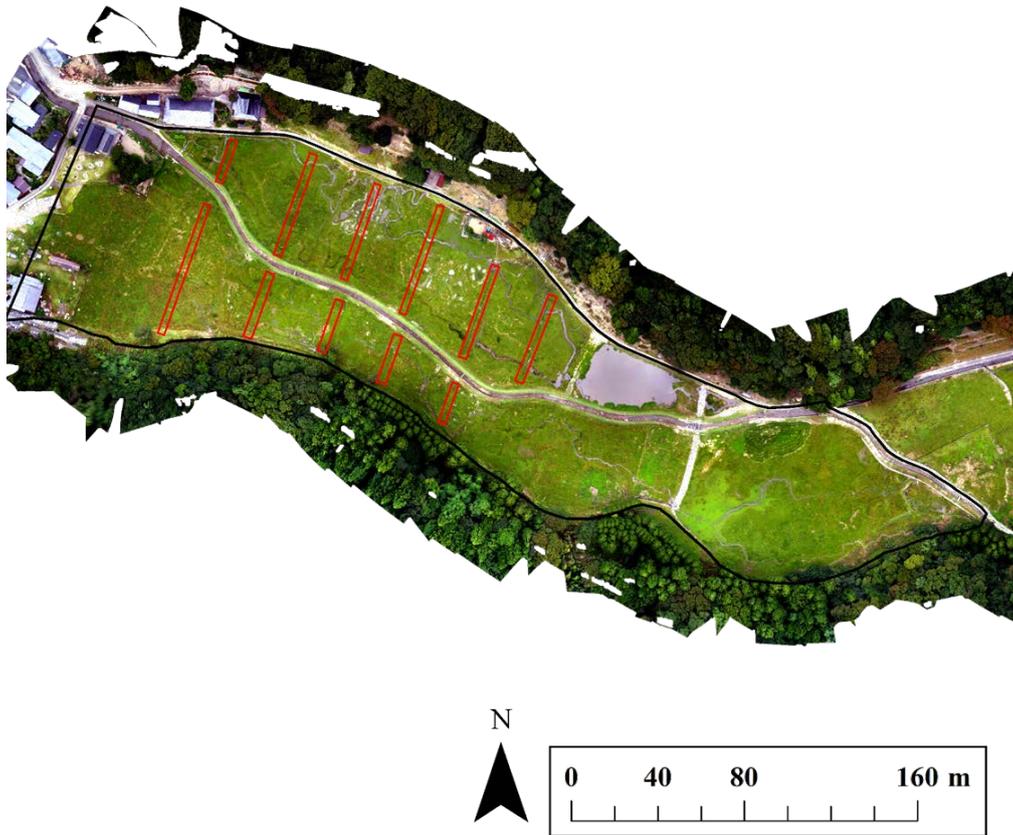


図 4.2 止水板を増設した場合における止水板の位置（赤枠）

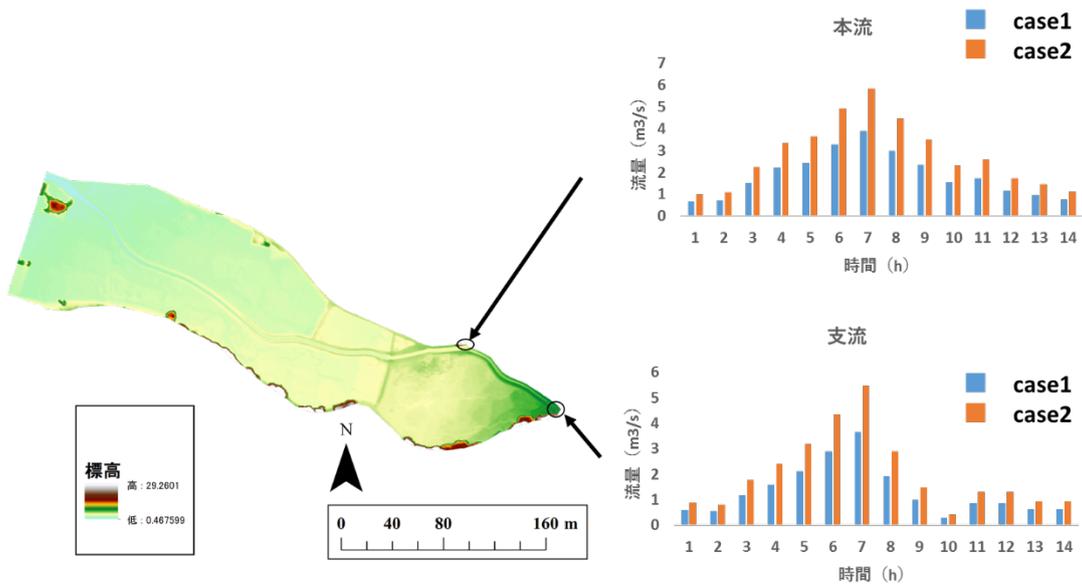


図 4.3 止水板の効果を検証するために氾濫解析を実施した対象地域の地形データと上流端に与えたハイドログラフを示す。

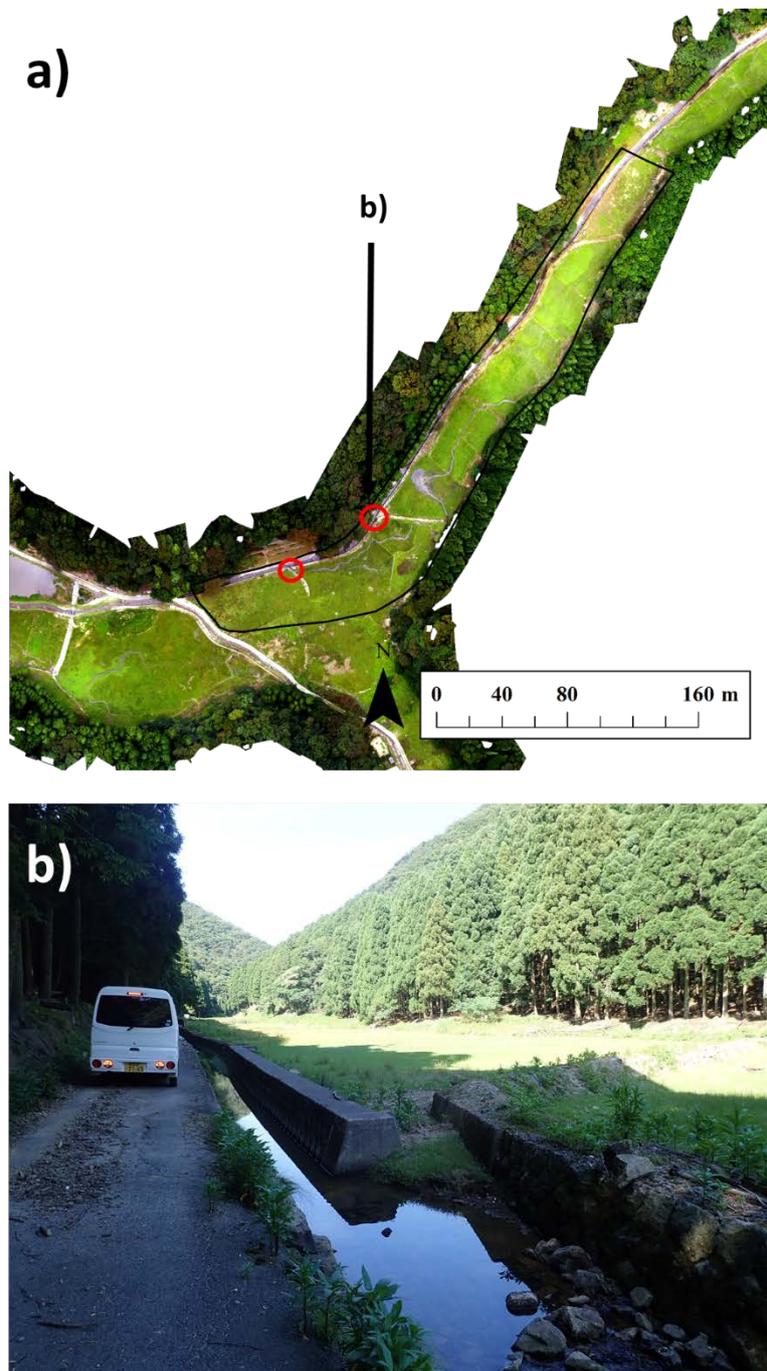


図 4.4 霞堤の効果を検証するために二次元流れ解析を実施した対象地域(黒枠)と霞堤の位置(赤丸)
(a) 及び現存する霞堤の例 (b)

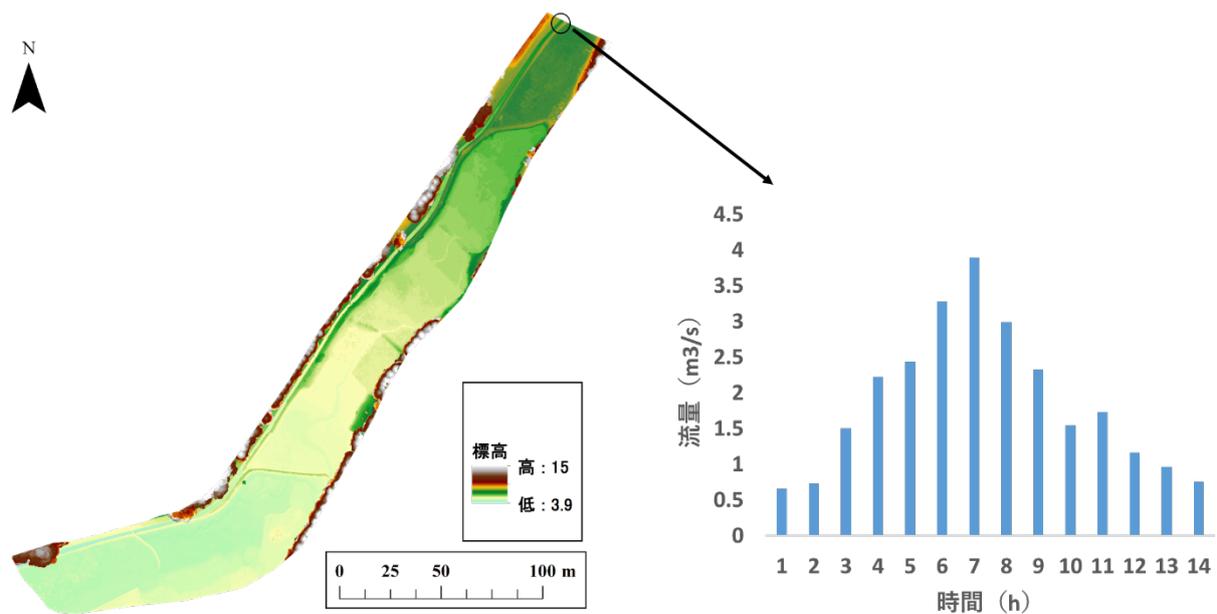


図 4.5 霞堤の効果を検証するために二次元流れ解析を実施した対象地域の地形データと上流端に与えるハイドログラフを示す。

4.3 結果及び考察

4.3.1 止水板が有する洪水緩和機能

2018年7月豪雨時の洪水量(case1)を再現して氾濫解析を行った結果、現状の止水板の接地状況及び増設した場合はほとんど氾濫時の流れに変化は見られなかった。現状の止水板の設置状況と増設した場合においてcase2の出水イベントを想定した結果を図4.6及び図4.7に示す。現状の止水板の設置状況では、耕作放棄水田の上部および下流端付近にのみ洪水流が停滞していたものの、止水板を増設した場合には、耕作放棄水田全体に洪水流が湛水していた(図4.6,7)。また下流端付近の耕作放棄水田では、止水板を増設した場合の方が、浸水深さが小さくなっており、下流端における水位も約10cm小さかった。これらの結果は、2018年7月豪雨よりも大きいような大規模出水時は、止水板を増設することで耕作放棄水田内の洪水緩和機能を強化されることを示している。

2018年7月豪雨の洪水を想定した場合における霞堤の現状と霞堤が閉じられた状況を比較した結果、本川中流部では、霞堤を閉じた場合では、耕作放棄水田内の浸水深が大きくなった(図4.9,10)。また、本川合流部付近では、霞堤を閉じた場合では、霞堤直下の河道において浸水深が約10cm高くなった(図4.11a,b)。これらの結果は、本川中流部の霞堤よりも下流部付近の霞堤が田結川本川の洪水緩和に貢献していることを示している。

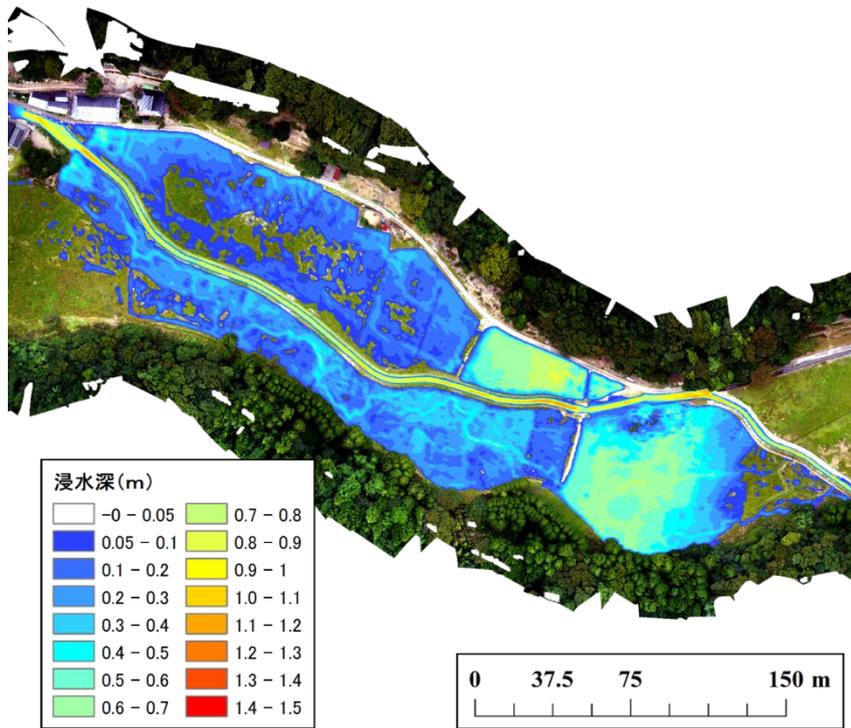


図 4.6 現状の湿地状況での case2 におけるピーク流量直後の浸水深

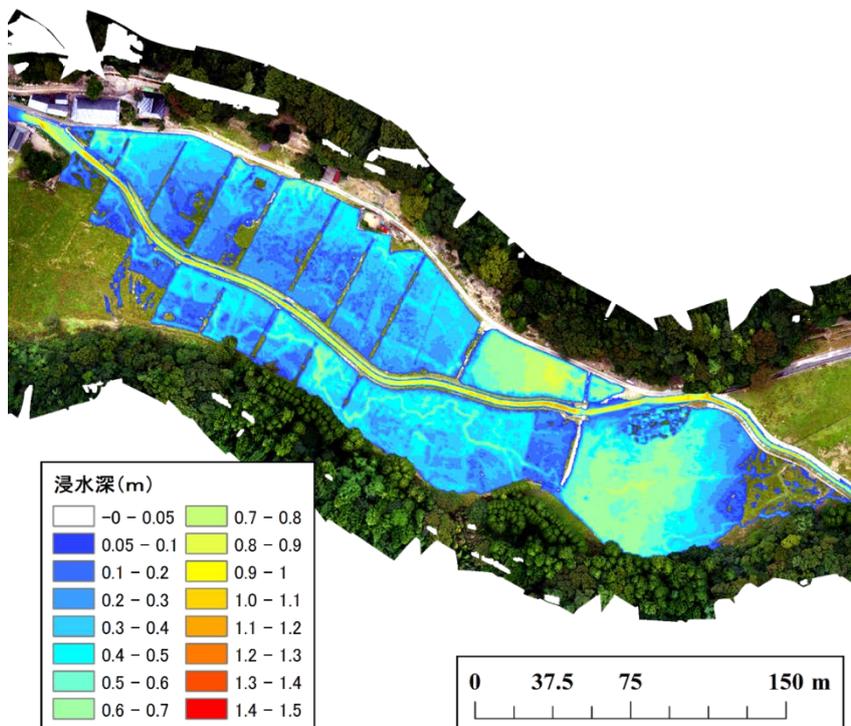


図 4.7 湿地内に止水板を増設した場合における case2 におけるピーク流量直後の浸水深

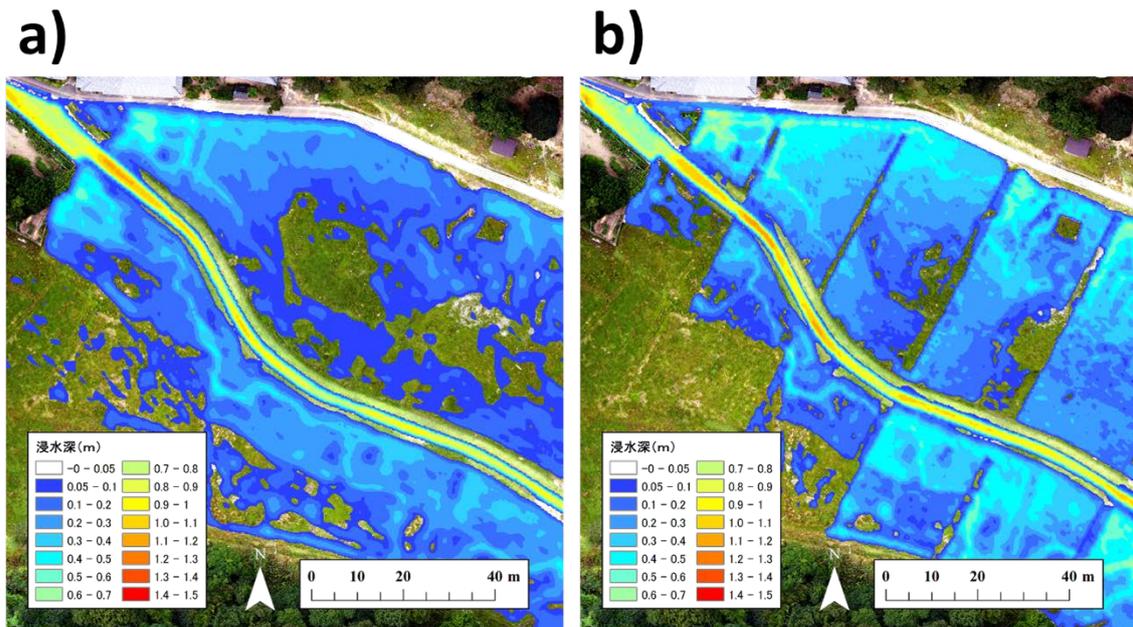


図 4.8 case2 における現状の湿地状態 (a) と止水板を増設した場合 (b) とのピーク流量直後の浸水深の比較

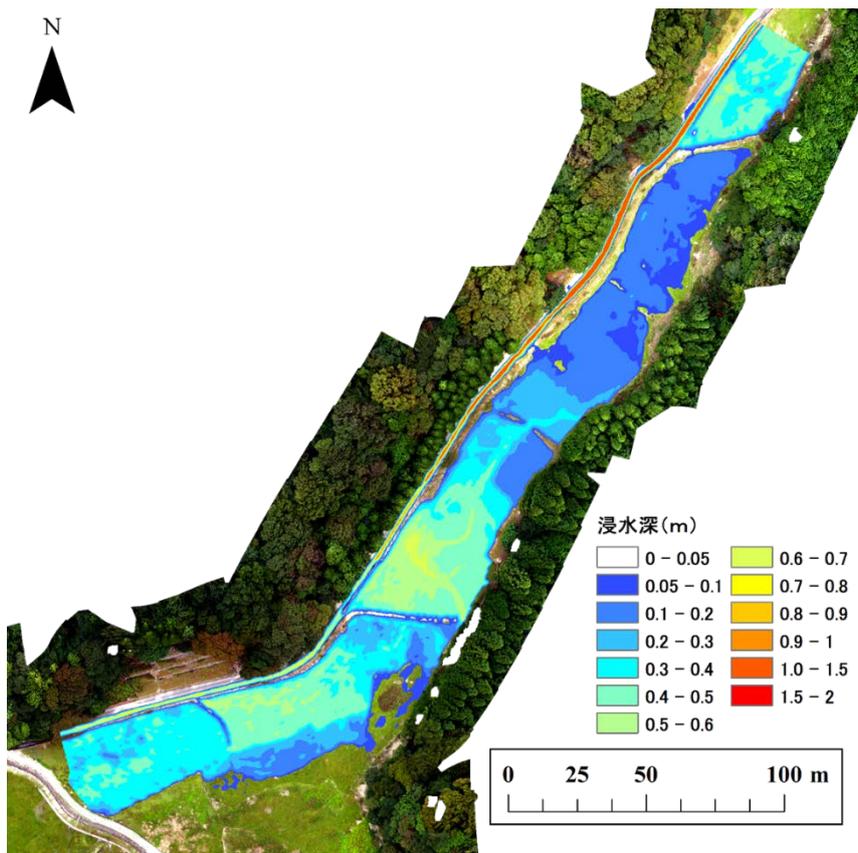


図 4.9 現状の霞堤の状態におけるピーク流量直後の浸水深

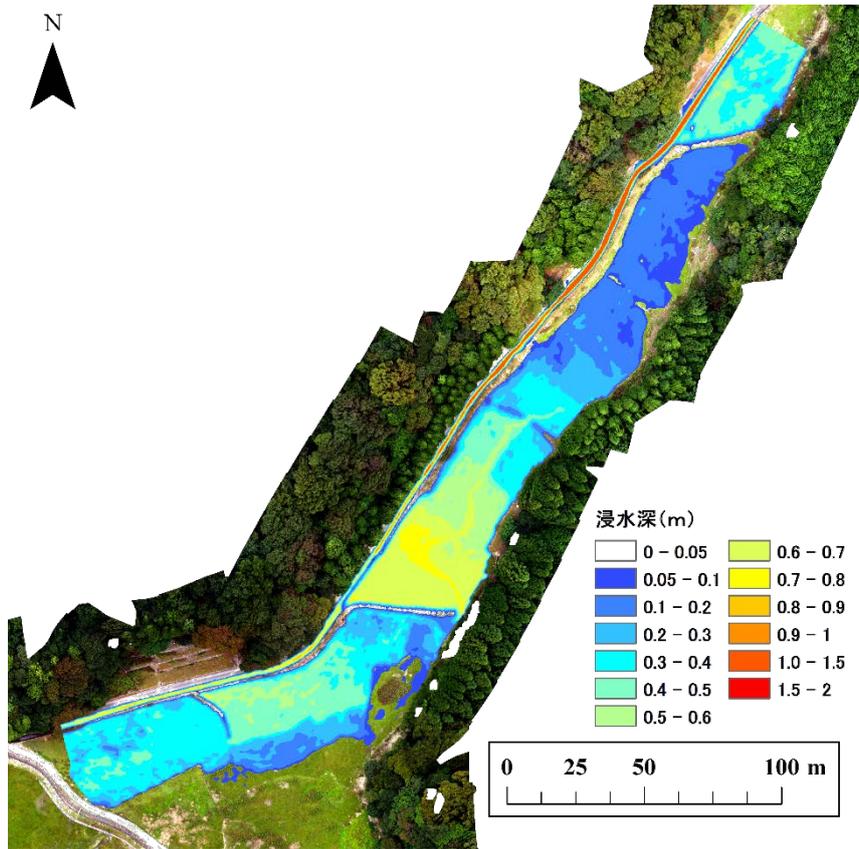


図 4.10 霞堤を閉じた場合におけるピーク流量直後の浸水深

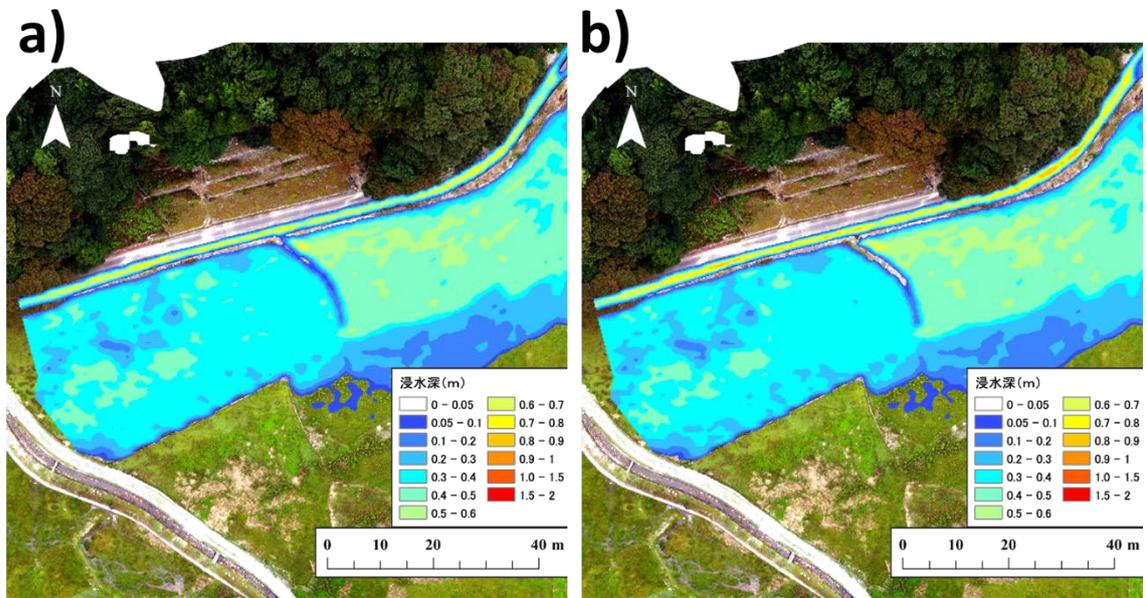


図 4.11 現在の状況 (a) と霞堤を閉じた場合 (b) とのピーク流量直後の浸水深の比較

4.4 まとめ

本研究では、兵庫県豊岡市田結川を対象として河川周辺の耕作放棄水田に設置された止水板や現存する霞堤が持つ洪水緩和機能について、評価した。その結果、耕作放棄水田に設置された止水板は現状では効果は認められなかったものの、止水板を増設した場合かつ大規模な出水が生じたときには、下流端の水位の上昇を抑制する効果がみられた。また、霞堤については、現状でも洪水緩和機能を発揮しており、霞堤が閉じられた場合には、本川合流部付近において水位が高くなることが明らかになった。なお、本研究では、氾濫解析時に用いた出水イベントを定性的に扱ったため、今後は、確率降雨規模と出水パターンを合わせて整理しつつ実測データとの検証を実施し、止水板や霞堤等の小規模構造物が有する洪水緩和機能を定量的に評価していく予定である。

5. 氾濫特性からみた耕作放棄水田における湿性植物群落の分布特性の把握

5.1 はじめに

兵庫県豊岡市田結川に隣接する田結湿地では、地域住民やNPO団体等によって湿性植物の観察会が継続的に行われ、また、浅場の創成等の湿地保全活動がなされており、湿地として維持されている。そこで、本研究では田結湿地において、湿性植物の管理について、効率的に耕作放棄後に出現している植物相について把握し、氾濫特性と対応付けながら把握することを目的とした。

5.2 方法

5.2.1 植生調査

田結湿地の下流域を対象に103地点の調査区を設置した（図5.1）。調査区は1mx1mの方形区とし、対象地域を網羅するように設置した。植生調査は2019年9月14日～16日に各調査区について一度行い、方形区内に出現した種、被度及び代表草丈を記録した。また、後の解析で使用する環境要因として、田結湿地内の水路の位置を現地踏査により把握し、各方形区における水路からの距離をGISを用いて計測した。加えて、地域住民等へのヒアリングを通して、湿地保全活動が行われた場所についても把握した（図5.1）。

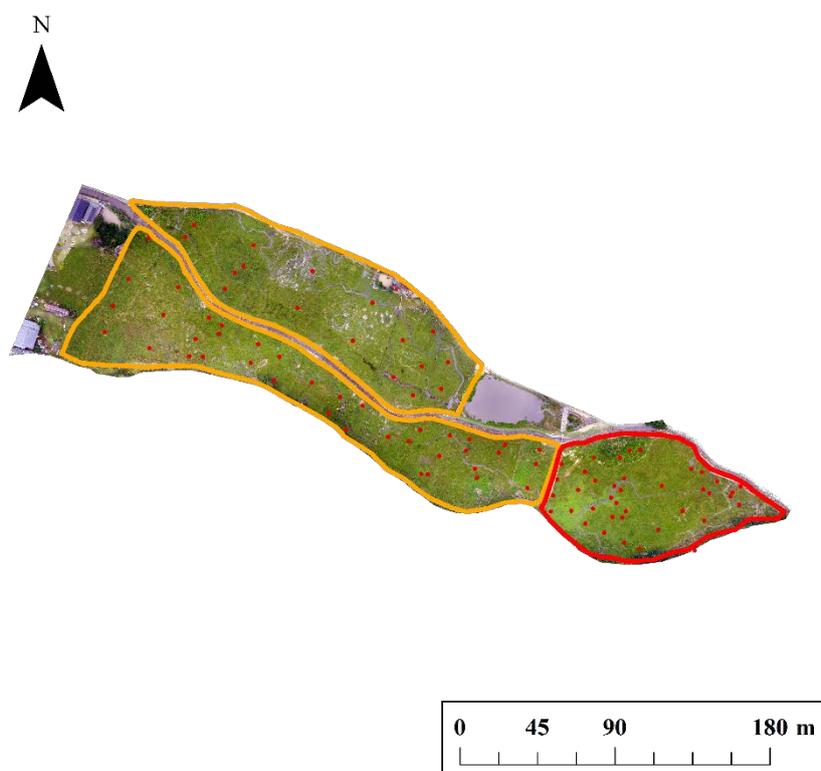


図 5.1 植生調査の対象地。赤丸は方形区調査を実施した地点を示す。各枠はそれぞれ保全活動実施区域（活動区：橙枠）及び非実施区域（保護区：赤枠）を示す。

5.2.2 統計解析

耕作放棄後の湿地に成立している湿性植物群落と水理特性との関係性を把握するため、階層型クラスター分析を行った。即ち、植生調査より得られた各方形区における種の被度を用いて、Bray-Curtisの類似度指数を算出し、Ward法を用いて類型化し、水理特性との関係性を把握した。耕作放棄後の湿地における種数と湿地内の環境要因との関係性を明らかにするため、一般化線形モデル(GLM)を構築した。各方形区における種数を目的変数とし、2章で得られた2018年7月豪雨における氾濫時の最大浸水深、水路からの距離、立地場所、湿地保全活動の有無を説明変数とした。また、湿地保全活動の有無

と氾濫時の最大浸水深、水路からの距離との交互作用及び立地場所と氾濫時の最大浸水深、水路からの距離との交互作用をそれぞれ考慮した。氾濫時の最大浸水深及び水路からの距離の2乗項についても考慮した。耕作放棄後の湿地における種多様性と湿地内の環境要因との関係性を明らかにするため、線形モデル (LM) を構築した。すなわち、各方形区におけるShannon-Wienerの多様度指数を目的変数とし、氾濫時の最大浸水深、水路からの距離、立地場所、湿地保全活動の有無を説明変数とした。また、湿地保全活動と氾濫時の最大浸水深、水路との距離との交互作用及び立地場所と氾濫時の最大浸水深、水路との距離との交互作用をそれぞれ考慮した。氾濫時の最大浸水深及び水路からの距離の2乗項についても考慮した。解析には統計解析ソフトR ver. 3.4.4 (R Development Core Team 2008)) を使用した。

5.3 結果及び考察

植生調査の結果、田結湿地では87種が出現した。階層性クラスター分析の結果、各方形区は5つのクラスターに分類された (図5.2)。クラスター毎に氾濫時の最大浸水深及び水路からの距離を集計した結果、水路からの距離は各クラスターによって差が見られなかったものの、氾濫時の最大浸水深は、各クラスターによって異なっていた (図5.3)。この結果は、田結湿地に生育する湿性植物は、氾濫時の最大浸水深と対応していることを示唆している。線形モデル (lm) の結果、Shannon Winnerの多様度指数は、左岸側よりも右岸側で高く、活動区よりも保護区で大きくなった (図5.4および表5.1)。田結湿地では、NPO団体等によって湿地の陸生化を防ぐため掘削活動が行われ湿性環境が創出されているものの、これらの結果を踏まえると、種の多様性保全の観点からすると、必ずしも効果的な保全には至っていないことが考えられる。氾濫時の最大浸水深や水路からの距離については、明確な傾向は見られなかった。一般的に湿性植物は、水分条件に対応して生育することが知られていることから、種多様性と水理条件との間に明確な関係性は見られなかったと考えられる。一般化線形モデル (GLM) を用いた解析の結果、各方形区の平均種数は、最大浸水深との間に負の関係がみられた (表4.1)。田結湿地では、比較的水耐性の強いヨシやガマをはじめとする抽水植物や沈水植物がほとんど確認されなかったため、本モデルの結果はこのような種組成の偏りを反映しているものと思われる。

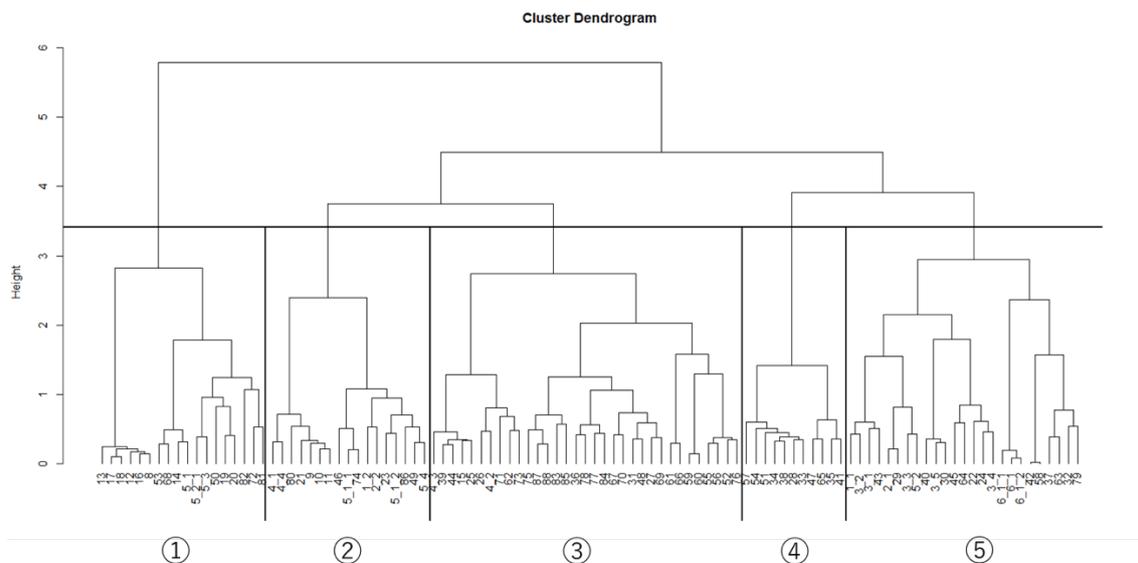


図 5.2 クラスタ分析の結果。デンドログラム下部の番号は、分類されたクラスターの番号を示す。

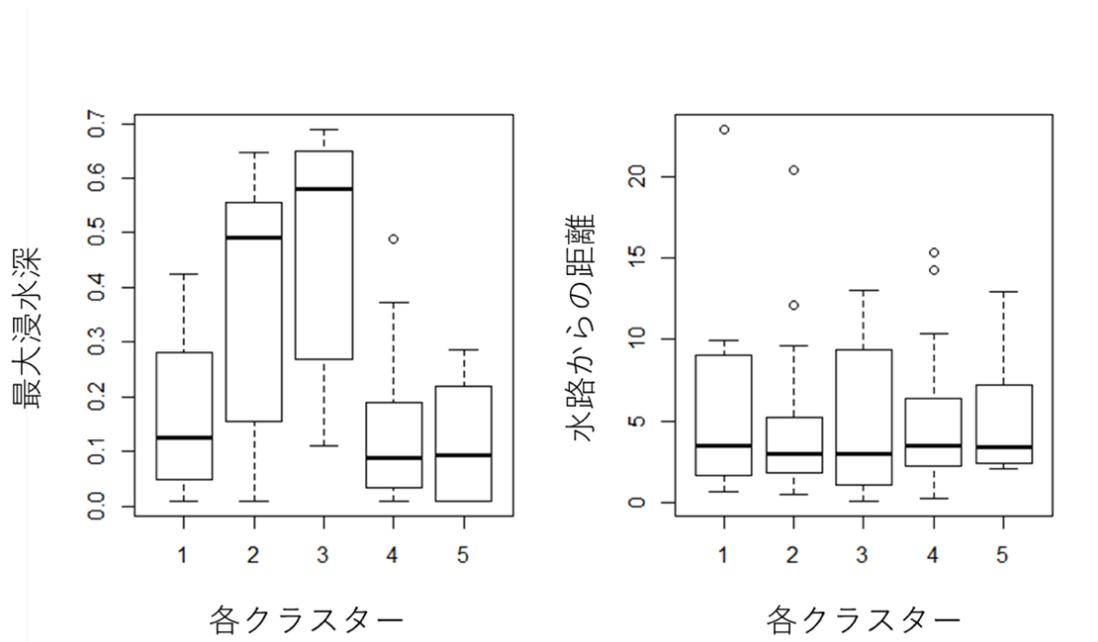
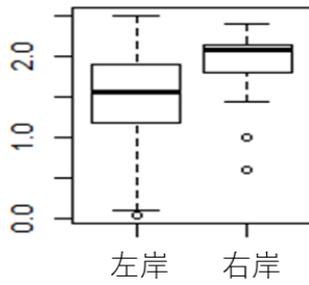


図 5.3 各クラスターにおける最大浸水深と水路からの距離との関係性

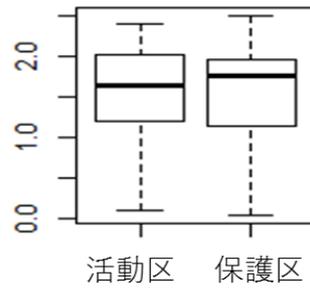
表 5.1 モデル解析の結果

目的変数	各説明変数の係数の推定値	
	Shannon-winnerの多様度指数	平均種数
最大浸水深	-0.464(1.161)	-1.431(0.701)*
水路からの距離	-0.007(0.042)	-0.048(0.026)
立地場所(右岸)	1.033(0.405)	-0.061(0.239)
立地特性(保護区)	0.551(0.268)*	0.038(0.157)
最大浸水深(2乗項)	3.778(2.424)	1.648(1.470)
水路からの距離(2乗項)	0.001(0.002)	0.002(0.001)
最大浸水深×立地場所(右岸)	-2.896(2.348)	-0.038(1.426)
最大浸水深×立地特性(保護区)	-2.468(1.200)*	0.262(0.737)
水路からの距離×立地場所(右岸)	-0.050(0.053)	0.029(0.030)
最大浸水深×立地特性(保護区)	-0.011(0.029)	0.002(0.018)

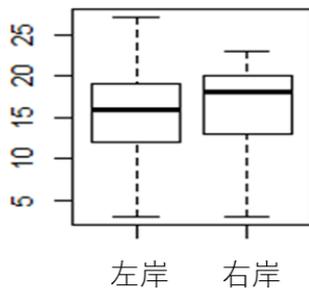
Shannon Winner の多様度指数



Shannon Winner の多様度指数



総種数



総種数

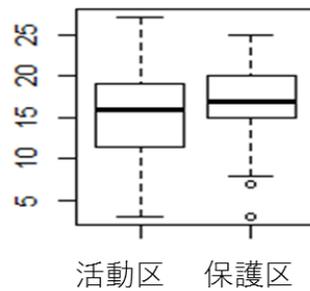


図 5.4 各方形区における多様度指数と総種数の集計値

5.4 まとめ

本研究は兵庫県豊岡市田結湿地を対象として、耕作放棄後の湿地に成立する湿性植物群落と洪水時の氾濫特性との関係性を把握した。クラスター分析の結果、田結湿地に成立する植物相は、洪水時の氾濫特性と対応していることが示唆された一方で、湿性植物の種多様性については、NPO 団体等による湿地保全活動に影響を受けていることが明らかになった。今後は定期的に行われている保全活動に着目してモニタリングをしつつ、時空間的に変化する氾濫特性との関係性を整理しながら、湿性植物の群落の多様性を高めるような湿地管理手法の構築にむけて、知見を集積していく予定である。

助成事業者紹介

鎌田磨人

現職：徳島大学大学院社会産業理工学研究部・教授（学術博士）

主な著書

Kamada, M., Woo, H., & Takemon, Y. (2004). Ecological engineering for restoring river ecosystems in Japan and Korea. In *Ecological Issues in a Changing World* (pp. 337-353). Springer, Dordrecht.

Kamada, M. (2008). Process of willow community establishment and topographic change of riverbed in a warm-temperate region of Japan. In *Ecology of Riparian Forests in Japan* (pp. 177-190). Springer, Tokyo.

財団法人河川環境管理財団 編 [楠田哲也・山本晃一 監修] (2008). 「河川汽水域，その環境特性と生態系の保全・再生」，技法堂出版，東京

研究分担者

三橋弘宗

現職：兵庫県立人と自然の博物館自然環境マネジメント研究部/生態研究グループ・主任研究員

主な著書

Katano, I., Mitsunashi, H., Doi, H., Isobe, Y., & Oishi, T. (2017). Distribution and drift dispersal dynamics of a caddisfly grazer in response to resource abundance and its ontogeny. *Royal Society open science*, 4(1), 160732

丹羽英之・三橋弘宗(2018) 河川植生の存在データを用いた流域スケールの流程区分. *保全生態学研究*, 22(2), 257-264

西廣淳

現職：国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター(気候変動影響観測・監視研究室)/主任研究員

主な著書

Osawa, T., Ueno, Y., Nishida, T., & Nishihiro, J. (2020). Do both habitat and species diversity provide cultural ecosystem services? A trial using geo-tagged photos. *Nature Conservation*, 38, 61.

Fukumori, K., Ishida, S., Shimoda, M., Takenaka, A., Akasaka, M., Nishihiro, J., Takamura, N., & Kadoya, T. (2019). Incorporating species population dynamics into static prioritization: Targeting species undergoing rapid change. *Journal of applied ecology*, 56(2), 450-458.