

熊本県における流域治水の取り組み

FLOOD CONTROL INITIATIVES IN WATERSHEDS OF KUMAMOTO PREFECTURE

渡邊淳平¹・吉田達生¹・倉吉一盛²・木村 隆浩²

Junpei WATANABE, Tatsuo YOSHIDA, Kazumori KURAYOSHI and Takahiro KIMURA

¹ 熊本県土木部河川港湾局河川課 (〒862-8570 熊本市中央区水前寺 6-18-1)

E-mail: watanabe-j-w@pref.kumamoto.lg.jp, yoshida-t@pref.kumamoto.lg.jp

² 株式会社建設技術研究所 九州支社河川部 (〒810-0041 福岡市中央区大名 2-4-12CTI 福岡ビル)

E-mail: kurayosi@ctie.co.jp, t-kimura@ctie.co.jp

1. はじめに

気候変動の影響により頻発する大規模な水災害を受けて、治水対策のあり方は、河川管理者のみで実施する従来のものから、集水域から氾濫域までの流域に関わるあらゆる関係者が協働して取り組む「流域治水」に方向転換している。この「流域治水」とは、従来の河川改修やダム整備に加え、①氾濫をできるだけ防ぐ・減らす対策、②被害対象を減少させるための対策、③被害の軽減、早期復旧・復興のための対策、の 3 つの柱により成り立つ。

一方、熊本県は九州山地の西側にあり、東シナ海から暖かく湿った空気が流れ込み、大雨や集中豪雨が発生しやすい地域であるため、近年の「平成 24 年 7 月九州北部豪雨」や「令和 2 年 7 月豪雨」をはじめ、幾度も大規模な洪水が発生し県内に甚大な被害をもたらしている。

そのため、古来より様々な治水対策が実施されており、例えば緑川の清正堤に見られるように、一部をあえて氾濫させることで熊本城への浸水を防ぐような、流域治水の先駆けともいべき取り組みがなされている（図-1）。

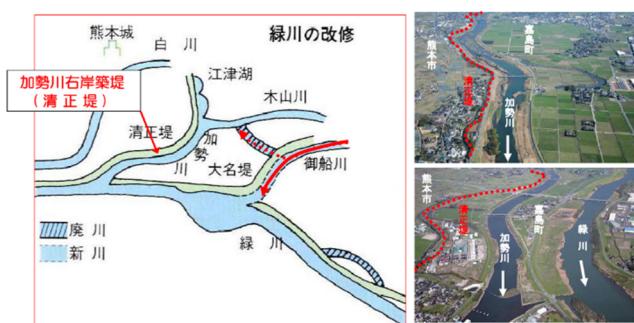


図-1 緑川での清正堤¹⁾

本論文は、近年の「流域治水」の先駆けともいべき黒

川遊水地群及び、「令和 2 年 7 月豪雨」で甚大な被害を出した球磨川流域で「緑の流域治水」という基本理念のもと進められている田んぼダムや遊水機能を有する土地等、熊本県での流域治水の取り組み例を紹介するものである。

2. 黒川遊水地群の取り組み

(1) 白川治水計画の概要²⁾

黒川が属する白川水系は、阿蘇カルデラに端を発し、中流部の河岸段丘を経て、熊本市街部を流下し、有明海に流れ込む一級河川である。オタマジャクシのような流域の形状をしており、流域面積の約 8 割を占める阿蘇カルデラ内の降雨が下流域の熊本市街地へ一気に流れ込むという特性を持つため、過去幾度も浸水被害が発生している。そのため、治水計画の経緯としては、昭和 28 年水害を契機として昭和 29 年に小瀬橋より下流が直轄管理区間となり、「白川改修基本計画」が策定された。その後、昭和 42 年に「白川水系工事実施基本計画」が策定され、昭和 55 年には、熊本市を中心とする市街地の拡大等に伴い、阿蘇立野ダムの整備を含め全面的に改定されている。

さらに、平成 2 年 7 月水害を契機に、平成 12 年 12 月に白川水系河川整備基本方針、平成 14 年 7 月に河川整備計画をそれぞれ策定している。

なお、白川では、下流の熊本市を中心に都市化が著しく、河道改修のための用地取得や河川沿いの樹木保全に関する住民との合意形成等のため、洪水対策に時間を要している現状がある。そこで、上下流の治水バランスをとり、下流の熊本市街部の甚大な被害を軽減するため、ハード・ソフト併せた対策を推進する必要がある。



図-2 H24年水害の被害状況と対策メニューの位置²⁾



図-3 H24年激特事業の概要の現状（黒川）



図-4 跡ヶ瀬遊水地整備の方向性について

(2) 黒川遊水地群を含む治水対策の取り組みの変遷³⁾

黒川では、平成2年7月水害を契機として、熊本県がW=1/50規模を将来目標として流出抑制効果のある遊水地建設（全7遊水地）と流下能力確保のための河川整備に取り組んできた。

近年の黒川の治水対策の歩みとしては、平成24年までに、内牧遊水地（平成6年完成）、小野遊水地（平成17年完成）、無田遊水地（平成24年完成）の3遊水地を順次整備してきたが、W=1/50規模を超過する平成24年7月九州北部豪雨によって、黒川においても洪水氾濫による甚大な被害が発生したことから、河川激甚災害対策特別緊急事業（激特事業）に取り組むこととした。

(3) 事業計画の見直しと治水対策の現状及び今後の展開

平成24年7月九州北部豪雨は、黒川の将来計画規模を大きく超える未曾有の水害であった。

この水害を受けて、河川激甚災害対策特別緊急事業が平成24年11月に採択され、緊急的な河川整備が実施された。

黒川においても、阿蘇市街部の河川整備や小倉遊水地、手野遊水地の計画容量を拡張した2遊水地の整備（令和元年完成）を行うとともに、計画規模を上回る平成24年7月洪水等への対応として、河川における対策のみならず、宅地嵩上げや輪中堤整備等、流域全体で治水に取り組む対策メニューを新たに追加した（図-2）。

なお、小倉遊水地と手野遊水地では、優良農地を大きく消失することなく治水機能を確保できる「地役権方式」を導入した。

現在は、内牧地区の河川改修や小倉、手野遊水地、輪中堤、宅地嵩上げなど激特事業による治水整備が完成しており、小倉遊水地においては、令和元年6月と令和2年6月に越流堤を超えて河川から洪水が流入しており、下流への流量低減効果を発揮している（図-3）。

また、「白川水系河川整備計画」が令和2年1月に変更され、無田、小野、内牧、小倉、手野に続き、跡ヶ瀬、車帰の2遊水地及び河道掘削を進める予定である。

現在は跡ヶ瀬遊水地の整備に着手しており、旧川エリア

の重要種や阿蘇地域の景観に配慮した設計・施工を実施中である（図-4）。

3. 球磨川での「緑の流域治水」の取り組み

（1）球磨川と令和2年水害の概要

球磨川は、人吉・球磨盆地や山間部、八代平野を流れる、県下最大、九州でも流路延長が3番目の一級河川である（図-5）。



図-5 流域図・位置図⁴⁾

この球磨川では過去に度々大規模な水害が発生している。特に令和2年7月には梅雨前線により2日間で7月の平均雨量を超える420mmの大雨となり、各所で最高水位を記録し、中流にある山間狭窄部では、宅地嵩上げを実施した宅地も浸水する未曾有の被害が発生する等、流域全体で甚大な被害を記録した。

（2）「緑の流域治水」⁵⁾

この令和2年7月豪雨を受け、熊本県の蒲島前知事は、球磨川流域の治水の方向性として、河川整備だけではなく、遊水地の活用や森林整備、避難体制の強化を進め、さらに、

② “緑の流域治水”の推進と復旧・復興に向けた重点10項目

令和2年7月豪雨からの創造的復興を目指して



図-6 命と清流を守る「緑の流域治水」(熊本県)⁵⁾

自然環境との共生を図りながら、流域全体の総合力で安全・安心を実現していく「緑の流域治水」の考え方を表明した（図-6）。ここでは、この「緑の流域治水」の一環として県が進めている「田んぼダム」と「遊水機能を有する土地の確保・保全」について紹介する。

（3）流域での田んぼダムの効果検証

a) 球磨川での田んぼダム実証実験

「田んぼダム」とは、流域治水の一環として、近隣や下流域の浸水被害を低減するための取り組みであり、水田の落水口に流出量を抑制するための堰板や小さな穴の開いた調整板などの器具を取り付けることで、雨水の排水を遅らせ、水路や河川の水位の上昇を抑えるものである。

球磨川流域では「緑の流域治水」の一環として、人吉・球磨地域の7市町村を対象として、現地の水田を使った田んぼダム実証実験事業を令和3～5年度で実施し、一圃場あたりの貯留効果や農作物への影響を調査している。さらに、貯留効果を最大限発揮する堰板の放流孔のサイズの検討も行っている（図-7）。

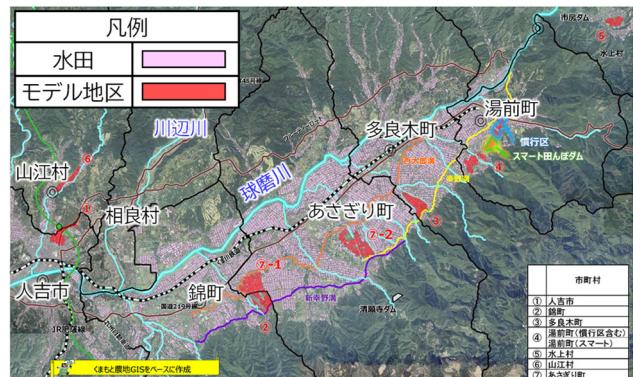


図-7 球磨川での田んぼダム実証実験地域⁶⁾

b) 河川に対する治水効果の検証

前述した実証実験は、あくまで圃場単位での「田んぼダム」の効果確認を目的としている。一方、広く「田んぼダム」に取り組めば、河川流量の低減や浸水の抑制等、地先だけでなく流域での治水効果の向上も期待できる。また、「田んぼダム」の治水効果は、洪水規模や畦畔（あぜ）、堰板の条件により異なると想定される。ただし従来の流域規模の田んぼダム効果検証では、洪水規模や施設等を特定条件に限定する等、簡略的な検討にとどまっている場合が多い。

そこで本検討では、田んぼダムの治水効果の定量化へ向け、球磨川中流部にある県管理河川の井口川を対象とし、前述した実証実験の結果を踏まえ、流域内にある田んぼダム候補地を広く活用した場合に、洪水規模別・施設種別の様々な条件下で流出解析・氾濫解析を実施し、田んぼダムの治水効果を検証することとした。

○田んぼダムの構造と今回の計算条件

田んぼダムの洪水調整に関する構造は図-8 に示す通りであり、①畦畔（あぜ）の高さ、②調整用堰板の諸元、③排水パイプのサイズにより調節効果が決まる。水田内の貯水位が畦畔高を超えると貯水位がオーバーフローし、貯留効果がなくなる。また、②堰板については、形式として通常時のかんがい操作のための機能と洪水調節のための機能を一体化した「機能一体型」と、それぞれを分けた「機能分離型」がある。「一体型」は従来の排水枠に設置可能であり安価であるが、排水量が水田内の貯水位に左右されるため洪水初期で多めに貯留し、水田が満水状態となりやすい。「分離型」は、排水枠の改良が必要となるため設置コストはかかるものの、洪水初期から一定量での排水が可能であり「一体型」に比べ水田が満水状態となりにくく貯留効果が見込まれる。

今回、河川での田んぼダムの治水効果を算出にあたって

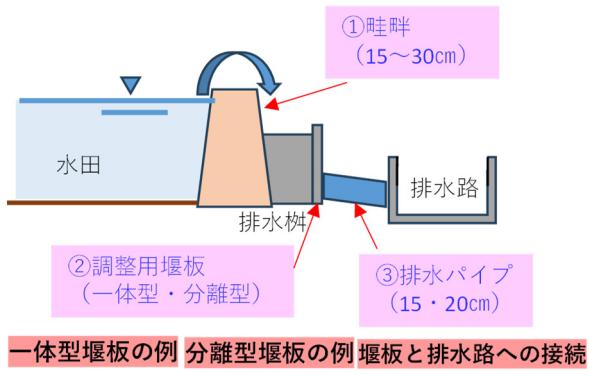


図-8 田んぼダムの調節効果イメージ⁶⁾

は、農林水産省の手引き⁷⁾に基づき流出計算で算出するものとし、後述する氾濫計算には流出計算結果を外力として与えることで田んぼダムの効果を反映することとした。また、田んぼダムの効果を検証する条件としては、確認するにあたっての条件として、①畦畔高については、現況の平均的な畦畔高の 15 cm、比較的容易に整備可能な畦畔高 20 cm、圃場整備の標準である 30 cm を踏まえ、15 cm, 20 cm, 30 cm の 3 ケースとした。②堰板については、事前の予備検討により設定した最適な放流孔サイズ（分離型 φ70mm、一体型 B125mm・H75mm）とした。③排水パイプは現地で設置されている 15・20 cm とした。以上をまとめ、今回の田んぼダム施設条件は全 6 ケースとした（図-9）。なお、畦畔高 15 cm で分離型・一体型堰板、20 cm で一体型堰板のケースを入れてないのは予備検討で流量低減効果がまったくなかったからである。

また、流出計算の際には水田には初期湛水位として 10 cm を見込むものとした。

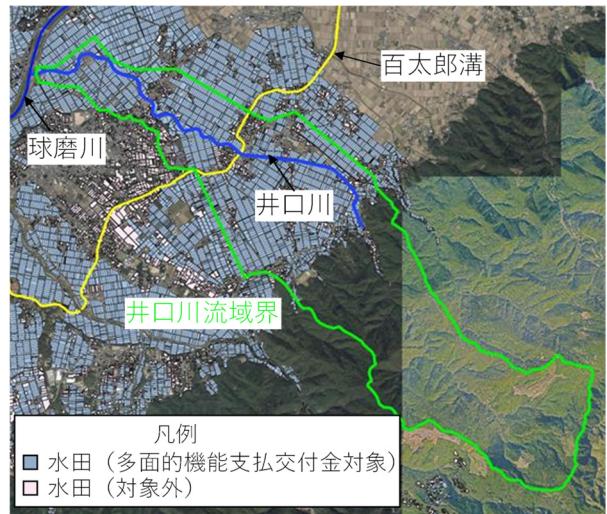


図-10 検討対象流域及び水田（井口川）

ケース名	検証ケース	①畦畔高	②堰板の諸元		③排水パイプ径
			形式	切り欠きまたは流出孔	
C-1	現況：畦畔15cm・堰板なし	15cm（現在の平均的高さ）	なし	—	
C-2	畦畔20cm・堰板なし	20cm（比較的容易に整備可能な高さ）	なし	—	■排水管のサイズ φ150mm (15a未満) φ200mm (15a以上)
C-3	畦畔20cm・分離型堰板あり		機能分離型	井口川・残流域： φ70mm	■排水路のサイズ 1/10確率雨量
C-4	畦畔30cm・堰板なし		なし	—	
C-5	畦畔30cm・一体型堰板あり		機能一体型	井口川・残流域： B:125mm, H:75mm	
C-6	畦畔30cm・分離型堰板あり		機能分離型	井口川・残流域： φ70mm	■分離型堰板 ■一体型堰板 ■排水パイプ径 ■堰板の諸元 ■流量抑制箇所 ■落水栓 ■水田側 ■排水路側 ■排水路 ■堰板 ■排水栓 ■排水路への接続 ■放流孔のサイズ ■器具の例と取り付け位置 ■器具の例と取り付け位置 ■流量抑制箇所 ■落水栓 ■水田側 ■排水路側 ■排水路への接続

図-9 検討する田んぼダムの施設ケース

○田んぼダムとして活用する水田

今回、井口川流域で「田んぼダム」として活用を見込む水田としては、今後、畦畔整備や調節板設置が実施される可能性が高い箇所として、「多面的機能支払交付金」416.4haでの補助対象箇所を選定した（図-10）。

○治水効果を確認する洪水規模

洪水規模による治水効果の違いを確認するため、令和2年7月洪水、河川の計画規模である1/30、中小規模の出水として1/20と1/10の計4通りとした。

○流量低減効果の確認

流出低減効果は、井口川の治水計画で使用されている以下の貯留関数による流出モデルで行った（図-11）。

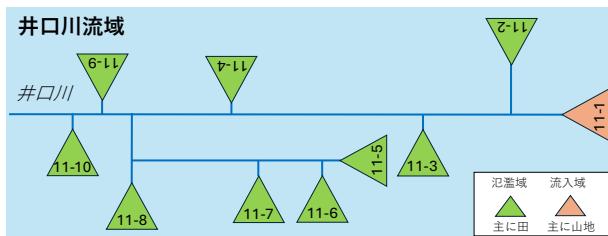


図-11 井口川の流出計算モデル

まず令和2年7月洪水に対する流出計算結果を図-12に示す。これによると、ケースC-1～C-3では堰板の有無に関わらずピークに対する流量低減効果はほとんどないが、ケースC-4～C-6では堰板の有無や種別により異なるものの1～2割程度の流量低減を果たしている。これは畦畔高30cm未満の場合では洪水ピーク前に水田内の湛水位が畦畔高を超えてオーバーフローし、水田の貯留効果がなくなる

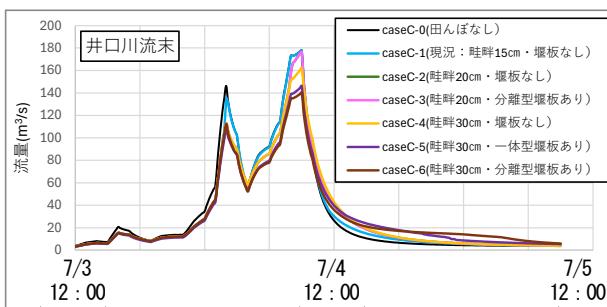


図-12 田んぼダム流量低減計算結果 (R2.7 洪水：井口川)

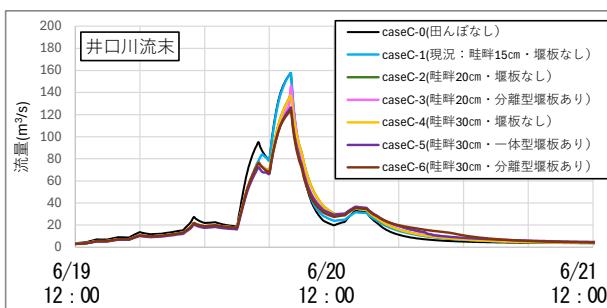


図-13 田んぼダム流量低減計算結果 (1/10 洪水：井口川)

ためである。

また、中小規模洪水として1/10洪水での流出計算結果を図-13に示す。これによると、畦畔高15cm（ケースC-1）ではやはり流量低減効果はないが、畦畔高20cm（ケースC-2, C-3）では1割前後、畦畔高30cm（ケースC-4, C-5, C-6）では1～2割程度の流量低減を果たしている。

この結果から、各ケースでの流量低減効果は洪水規模により異なるものの、いずれも畦畔高が現況15cmではピーク時に洪水がオーバーフローするため流量低減効果がなくなり、畦畔高20cmにすれば中小規模では効果を発揮し、30cmまで嵩上げすれば最大2割程度までピーク流量の低減を果たすことが分かった。

○氾濫抑制効果の確認

続いて平面二次元不定流計算モデルを用いた氾濫計算により氾濫抑制効果を確認した。

その結果として、ケースC-1（畦畔高15cm・堰板なし現況）での最大浸水深分布と、それに対するC-2, C-4, C-6での浸水深変動分布図を示したものを図-14に示す。これによると畦畔高20cm（C-2）ではわずかながら浸水深の軽減が見られるが、畦畔高30cm（C-4）とすると10cm以上浸水深軽減し、さらに畦畔高30cmに分離型堰板を設置（C-6）すれば20cm以上の浸水深の軽減が見られた。

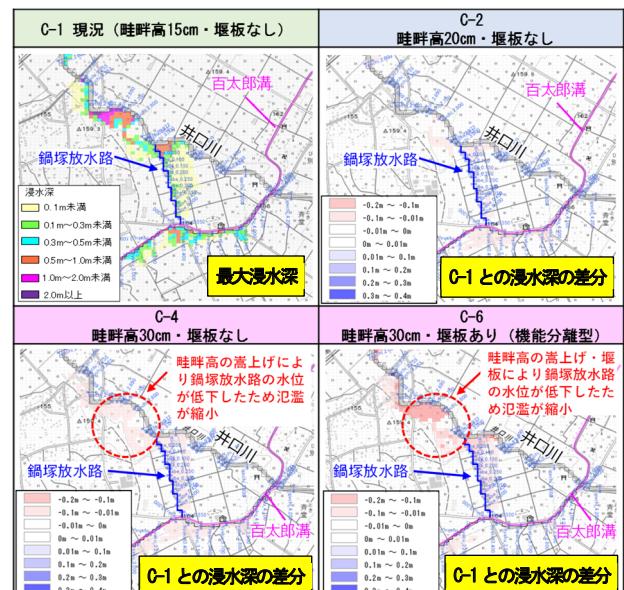


図-14 井口川の氾濫計算結果例

また、各ケースでの氾濫抑制効果を整理したものを表-1に示す。これによると洪水規模が小さくなるほど、浸水抑制効果は大きくなるが、いずれの場合でも畦畔高30cmまで嵩上げすることで10cm以上の浸水深低減が確認できる。

表-1 洪溢抑制効果まとめ

河川	対象洪水	caseC-1 (現況)	caseC-2	caseC-3	caseC-4	caseC-5	caseC-6
		畦畔高 15cm	畦畔高 20cm	畦畔高 20cm	畦畔高 30cm	畦畔高 30cm	畦畔高 30cm
		堰板なし	堰板なし	分離型 堰板あり	堰板なし	一体型 堰板あり	分離型 堰板あり
井口川	R2年7月洪水	—	やや 効果あり	やや 効果あり	効果あり	大きく 効果あり	大きく 効果あり
	W=1/30 気候変動考慮	—	効果あり	効果あり	効果あり	大きく 効果あり	大きく 効果あり
	W=1/20 気候変動考慮	—	大きく 効果あり	大きく 効果あり	効果あり	大きく 効果あり	大きく 効果あり
	W=1/10 気候変動考慮	—	大きく 効果あり	大きく 効果あり	効果あり	大きく 効果あり	大きく 効果あり

: やや効果あり (現況に対し浸水深の低減が最大10cmで、浸水軽減範囲が限局的)
 : 効果あり (現況に対し浸水深の低減が最大10cm以上で、浸水軽減範囲が広い)
 : 大きく効果あり (現況に対し浸水深の低減が最大20cm以上で、浸水軽減範囲が広い)

(4) 遊水機能を有する土地の確保・保全

a) 検討概要

遊水機能を有する土地とは、河道に隣接し、洪水時に河水があふれるか又は逆流して洪水の一部を貯留し、自然に洪水を調整する作用を有する池、沼沢、低湿地等のことである⁸⁾。今回、井口川の左岸3km付近にある一定の広さを有する水田に対し、遊水機能を有する土地として活用した場合の効果を算定することとした(図-15)。



図-15 遊水機能を有する土地の確保・保全

b) 遊水機能を有する土地の確保・保全

遊水機能を有する土地の候補地の地盤高コンターを以下に示す(図-16)。下流側と上流側で高低差が3.5m程度あるため、土地を上下流に分割することとした。また、地盤高について、ケース1：掘込みなし、ケース2：掘込み、ケース3：掘込み(旧河川存置)の3案を対象とした(図-17)。さらに、越流堤を上流側に設置する場合と下流側に設置する場合を比較検討した。

c) 検討条件

遊水機能を有する土地の洪水調節効果は、流出解析により確認するものとし、前述した貯留閑数を用いた。また、遊水地の洪水調節効果量は、越流堤の高さによって異なるた

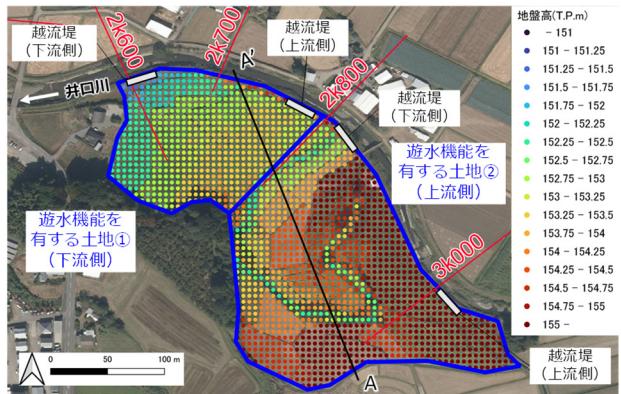


図-16 遊水機能を有する土地の地盤高

A測線

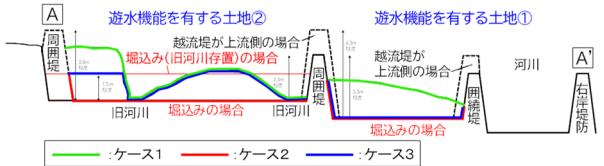


図-17 遊水機能を有する土地の横断図(イメージ)

め、洪水調節効果が最大となる越流堤高を5cm刻みでトライアルし越流堤高を設定した。対象洪水は、令和2年7月洪水、及び計画流量波形(平成30年6月洪水)(W=1/30気候変動考慮)とした。そのほかの検討条件は以下の通りである(表-2)。

表-2 遊水機能を有する土地の計算条件一覧

項目	条件	備考
計算手法	河道内水位 不等流計算HQより算定	球磨川合流点の水位の影響がないことを確認の上、不等流計算を採用
	越流量 河道内水位と貯水地内水位を用いて越流公式より算定	
対象洪水	・R2.7洪水	
	・計画流量波形(H30.6洪水)(W=1/30気候変動考慮)	「球磨川水系河川整備計画検討(高水計画)業務委託他合併」より
遊水機能を有する土地の諸元	周囲堤の高さ 越流堤が上流側の場合 ⇒154.84(T.P.m)(2k800の堤防高) 越流堤が下流側の場合 ⇒153.54(T.P.m)(2k600の堤防高) 【遊水機能を有する土地①】 越流堤が上流側の場合 ⇒156.16(T.P.m)(3k000の堤防高) 越流堤が下流側の場合 ⇒154.84(T.P.m)(2k800の堤防高)	【2k600】 堤防高 : 153.54(T.P.m) 堤内地盤高 : 151.49(T.P.m) 【2k800】 堤防高 : 154.84(T.P.m) 堤内地盤高 : 152.85(T.P.m) 【3k000】 堤防高 : 156.16(T.P.m) 堤内地盤高 : 155.20(T.P.m)
	越流堤幅 越流箇所の川幅見合いで設定 →20.0(m)	河道幅を考慮し、越流堤幅20mを設定
	越流堤高 カット効果が最大となる越流高を5cm刻みでトライアルし設定	

d) 洪水調節効果検討結果

洪水調節効果検討結果を以下に示す（表-3）。

これによると、当然ながら最も貯水量を多く確保できる「ケース 2 堀込み（越流堤：上流側）」の場合が、流量低減効果も最大となり、井口川流末でピーク流量を 1 割以上低減できる。ただし、この条件では越流堤を上流に配置することで遊水地の周囲堤も高くなり、掘削土量も掘削パターン 3 ケースで最大となるなど、整備コストが増加する。ここではコストや効果等を総合的に勘案し、「ケース 3 堀込み（旧河川存置）（越流堤：下流側）」を採用することとした。

表-3 洪水調節結果

	遊水地	越流堤	遊水機能を有する土地の調節				井口川 流末の 流量 (m³/s)
			土地① (m³/s)	土地② (m³/s)	計 (m³/s)	計 (%)	
R2.7.3 洪水	洪水調節なし		-	-	-	-	176.8
	ケース1: 堀込みなし	上流側	5.0	5.6	10.6	6.0%	166.2
		下流側	0.7	2.4	3.0	1.7%	173.8
	ケース2: 堀込み	上流側	7.2	14.4	21.6	12.2%	155.2
		下流側	3.5	9.8	13.2	7.5%	163.6
	ケース3:堀込み (旧河川存置)	上流側	6.9	6.8	13.6	7.7%	163.2
		下流側	3.8	3.2	7.0	4.0%	169.9
H30.6.19 洪水 (w=1/30気候変動考慮)	洪水調節なし		-	-	-	-	180.0
	ケース1: 堀込みなし	上流側	6.3	7.4	13.7	7.6%	166.3
		下流側	1.1	2.9	4.0	2.2%	176.0
	ケース2: 堀込み	上流側	9.1	18.8	28.0	15.5%	152.0
		下流側	5.0	13.1	18.1	10.0%	161.9
	ケース3:堀込み (旧河川存置)	上流側	9.5	8.6	18.0	10.0%	161.9
		下流側	5.2	3.8	9.0	5.0%	171.0

4. おわりに

ここまで熊本県での流域治水の実施例として、黒川遊水地や球磨川での取り組みを紹介してきた。本県では、本年（令和 7 年）8 月でも、線状降水帯の影響で記録的な大雨となり、110 ミリ以上の大雨で発表される「記録的短時間大雨情報」が 15 回も発表され、県内各地の二級河川等で氾濫が生じ、甚大な被害が発生した。このような状況のもと、従来型の治水対策だけでは限界があるため、今回検討を行った河川対策以外の取組みや結果の見える化に努め、あらゆる関係者が協働し、流域全体の総合力で水害を軽減する流域治水を推進し治水安全度向上に取り組む必要性がある。

謝辞:本調査に際しては、あさぎり町に災害資料を提供していた
だいたい。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 國土交通省九州地方整備局熊本県：緑川水系河川整備計画【國交通大臣、熊本県知事管理区間】(変更), 2025.
- 2) 阿蘇市：九州北部豪雨阿蘇市災害記録誌
- 3) 國土交通省九州地方整備局熊本県：白川水系河川整備計画(変更)【大臣、知事管理区間】，2020 年。
- 4) 國土交通省九州地方整備局：球磨川水系河川整備計画【国管理区間】，2022 年。
- 5) 熊本県企画振興部球磨川流域復興局：＜“緑の流域治水”の推進と復旧・復興に向けた重点 10 項目＞, 2021 年。
- 6) 熊本県農村計画課：第 7 回田んぼダム効果等検証委員会, 2023 年。
- 7) 農林水産省農村振興局整備部：「田んぼダム」の手引き, 2022.
- 8) 熊本県：球磨川水系河川整備計画【県管理区間】，2022 年。

(2025. 10. 20 受付)