

流域勾配が大きな小規模田んぼを活用した 流出抑制機能向上方策に関する研究

STUDY ON MEASURES TO IMPROVE RUNOFF CONTROL FUNCTION OF SMALL-SCALE PADDY FIELD WITH LARGE GRADIENTS

成 岱蔚¹・湧川 勝己¹・川島 幹雄¹・若松 聡²・渡邊 昌夫³

奥山 泰河³・中村 大介⁴・高山 淳平⁵・小高 一宏⁶

Daiwei CHENG, Katsumi WAKIGAWA, Mikio KAWASHIMA, Satoshi WAKAMATSU, Masao WATANABE, Taiga OKUYAMA, Daisuke NAKAMURA, Jumpei TAKAYAMA and Kazuhiro ODAKA

¹正会員 工博 東京建設コンサルタント (〒170-0004 東京都豊島区北大塚1-15-6)

²非会員 工修 東京建設コンサルタント (〒170-0004 東京都豊島区北大塚1-15-6)

³非会員 千葉県 長生農業事務所(〒297-0026 千葉県茂原市茂原1102-1)

⁴非会員 千葉県県土整備部河川整備課一宮川流域浸水対策班(〒260-8667 千葉県千葉市中央区市場町1-1)

⁵非会員 千葉県 一宮川改修事務所 復興第一課(〒297-0026 千葉県茂原市茂原1102-1)

⁶非会員 茂原市 経済環境部 農政課(〒297-8511 千葉県茂原市道表1)

本研究は、一宮川の内水流域である梅田川流域を対象に、比較的流域勾配が大きくかつ営農規模が小さな田んぼの流出抑制機構を解明するために現地観測を行うとともに、その効果を最大化する調節方法について検討を行った。また、現地観測から得られた知見を流域に拡張し、分布型流出氾濫モデルを用いて田んぼを活用した流出抑制効果について、地先から本川合流地点までの評価地点に対して整理を行い、一宮川の流域治水対策推進のための貴重な資料とした。なお、流域治水対策に関する円滑な合意形成を図るため、流域治水対策等の計画への反映や営農継続への課題等についても検討・整理を行った。

Key Words: *Comprehensive flood management, Paddy field dam, Small and medium size river, Field survey, 2-D distributed runoff-inundation model*

1. はじめに

気候変動による降雨量の増加等に伴う浸水被害の多発問題に対処するため、近年、流域全体で浸水被害を防止・軽減することを目的とする流域治水が推進されてきている¹⁾。流域治水は、流域における雨水の一時的な貯留による流出抑制策による河川からの氾濫の防止と氾濫原における浸水に強いまちづくりによる被害軽減を併せて実施することにより流域全体の浸水被害の防止及び軽減を行うものである。

流域治水の展開において、わが国の河川下流域では市街地が発達し、上流域には耕作地が広がっている土地利用の特性を勘案し、上流域における雨水の一時的な貯留対策として田んぼを活用した流出抑制対策（以下、田んぼダムという）が着目されている。この田んぼダムは大河川へのピーク流入量を軽減するだけでなく、小河川や

水路からの氾濫を防止する効果も期待されているが、その効果を定量的に評価し、治水計画に反映した事例は少ない。田んぼダムの流出抑制効果の定量的な評価と流域治水対策としての位置づけが大きな課題となっている。

本研究は、令和元年10月に発生した水害を契機として検討が進められている一宮川水系流域治水対策²⁾の一助とするため、一宮川の内水流域である梅田川を対象とした田んぼダム等の流出抑制対策の定量的な流出抑制・被害軽減効果の検討を行ったものである。また、田んぼダムの流出抑制機構を解明し、定量的な流出抑制効果を明確にするために、現地観測を行い、得られた降雨量及び流出量、水路水位や田んぼ水位等を基に田んぼダムの流出特性を反映するモデル化方法について検討を行い、当該箇所における田んぼダムの流出抑制機構を表現する計算手法の提案を行った。さらに、検討対象流域である梅田川流域において田んぼダム等の流出抑制対策のモデル化を行い、分布型流出計算モデルを用いて流域対策の定量的な効果について検討を行った。

2. 田んぼダムに関する先行研究

田んぼダムとは、田んぼの排水口にオリフィスなどの排水量を調節できる設備を設置することにより、降雨時における田んぼからの排水量を調節することを目的としたオンサイト型のものが一般的である。先行的な田んぼダムの実施事例は、信濃川流域の見附市等でみられ、吉川ら³⁾⁴⁾による田んぼに降った雨を貯留するオンサイト型の流出抑制効果に関する検討が行われている。吉川らの研究では、排水口を田面よりも下に設置することによって越流水深を大きくとり、小規模降雨時には排水量が大きく、規模の大きな降雨時には田んぼに降雨を貯留し、田んぼの流出抑制機能を大きくするオリフィスの設計法が中心であり、田んぼと接続する水路を不定流計算によって追跡することによってその効果を検証している。

一方、本研究が対象とする梅田川流域の田んぼは、流域勾配が 1/500 と比較的急な勾配の地域に位置し、一枚の田んぼ面積は小さいが、一農区が道路によって区切られているという地形的な特性を有するものである。

このような地形的な特性を最大限に活かして流出抑制効果を高める方法として、田んぼに降った雨だけを一時的に貯留するオンサイト型貯留機能に加え、大規模降雨時には上流からの流出量を道路面まで一時的に貯留するオフサイト型貯留機能を併せ持った田んぼダムとすることとした。

今までの治水計画検討では、貯留関数法等の水文学的な流出計算法が用いられ、比較的大規模な降雨を対象として流出計算に用いる定数を決定されてきた。言わば、田んぼにおける降雨貯留機能や田園部での氾濫による流量低減機能を併せて流域における貯留機能として検討が行われてきた。大流域における台風等の比較的規模の大きな気象擾乱に対する治水計画検討を行う際には、このような水文学的な流出計算手法を用いることによる問題は生じない。しかしながら、流域治水対策を住民等との合意形成を図りながら進めるためには、支川流域における降雨～小河川への流出～小河川の氾濫～大河川への流入といった降雨時の流出過程をなるべく正確に反映する流出計算手法を用い、流域対策の効果を地先の浸水軽減効果を含めて見える化する必要がある。

総合治水対策を実施している河川では、防災調節池等による流出抑制施設の本川ピーク流量低減効果に関する検討等は見られるものの、地先や小河川からの氾濫被害軽減効果までを含んだ効果について研究している事例は少ない。そこで、本研究では現地観測を基に、対象流域の地形特性と田んぼ状況を考慮できる貯留効果の評価手法を提案し、降雨規模を変化させて田んぼダムの流出制限効果を検討するとともに、梅田川流域における治水効果について検討を行った。

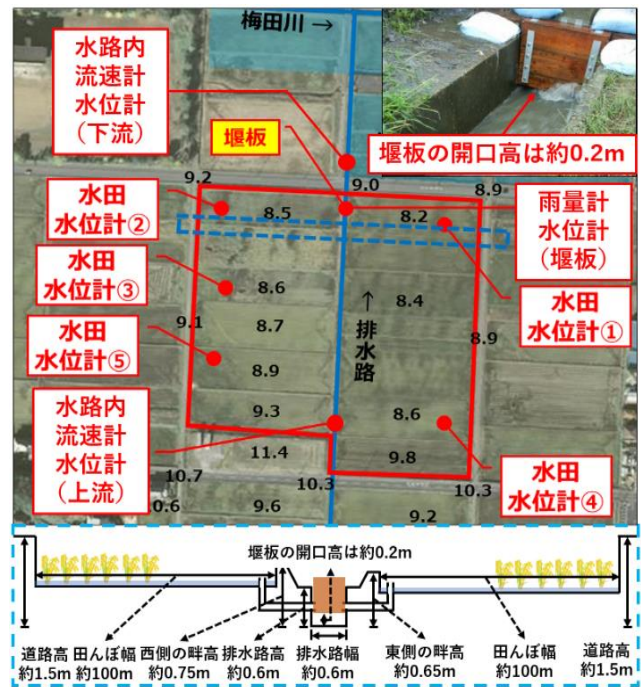


図-1 田んぼダムの現地観測等の概要

3. 田んぼダムの現地観測

(1) 現地観測の概要

検討対象としている梅田川流域は、一宮川の小規模な内水河川流域である。一宮川との合流点付近は低地地域となっているが、現地観測箇所である地区は、流域勾配が 1/500 程度と比較的勾配の大きく、田んぼと住居が点在している。田んぼ一枚の大きさは約 30 × 100 m と比較的小さいが、田んぼ数枚が道路(高低差約1m)に区切られ、約 200 × 200 m の一農区を形成している。

このような地形的な特徴を生かした効果の高い田んぼダムを形成するため、県一宮川改修事務所、長生農業事務所、茂原市等の関係者で協議を行い、洪水時に一農区として貯留効果を発揮できるように図-1右上の写真に示したような堰板を水路に設置する構造とした。堰板の高さ(オリフィス開口高)は令和元年10月降雨においても下流側の道路を越流しない高さとして、0.2mに設定した。また、その貯留・流出抑制機構と定量的な流出抑制効果を把握するため、観測地区上下流の水路の水位、流速及び降雨量の計測を図-1に示したように設置するとともに、水路水位と田んぼ内の水位の関係を把握するため、田んぼ内に水位計を5つ設置した。また、貯留・減水時の目視観測によって農地等への影響把握を行った。

これらの観測結果を基に観測地区全体の水収支及び水位変化を整理し、観測地区における田んぼダムの流出抑制機構及びその効果について検討を行った。なお、検討に用いた降雨量は、近傍の茂原観測所の観測降雨と比較し、その妥当性を確認した上で、現地観測雨量を用いた。

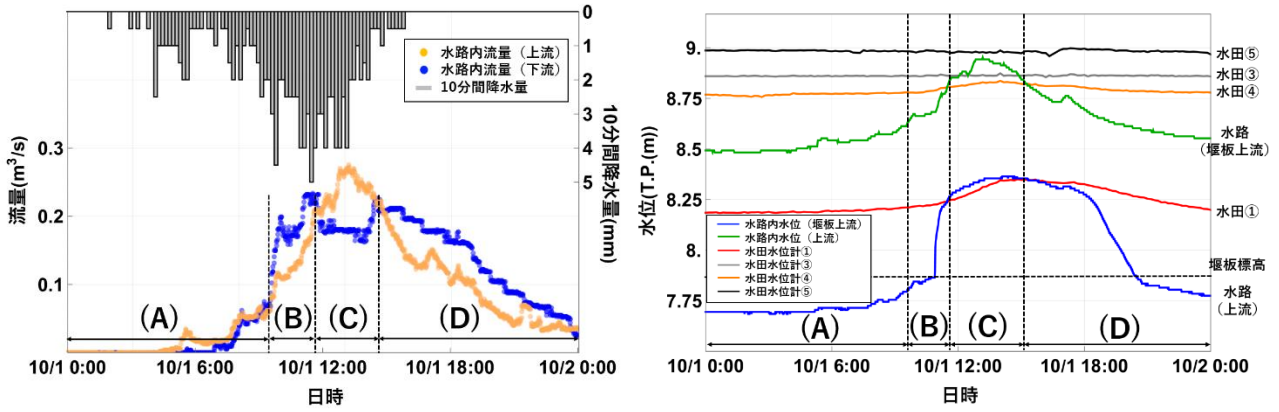


図-2 令和3年10月出水観測結果
(左：水路上下流端流量、右：排水路上下流端および水田の水位)

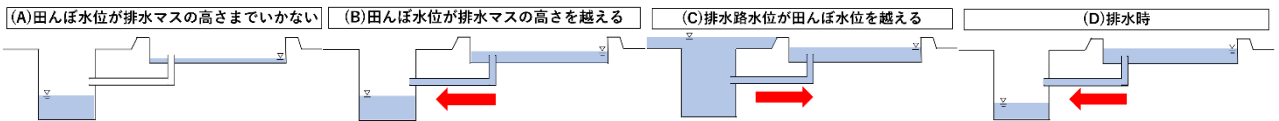


図-3 田んぼダムの貯留機構模式図

(2) 観測結果の概要と流出抑制機構

令和3年10月1日に総降雨量136.5mm(最大時間雨量23mm)の降雨が発生したので、現地観測を行った。現地観測を行った時の田んぼの状況は稲刈りが終わった後である。

降雨時の水路上・下流端流量を図-2(左)に、排水路及び田んぼの水位を図-2(右)に示し、田んぼの流出・貯留経過を図-3に示した4段階に分けて議論を行った。

- (A) 9:30 まで：排水路の上・下流端流量はほぼ同じで、観測地区内からの流出量はほぼ0である。(田んぼに降雨が貯留され、排水マスの高さになるまで田んぼからの排水は生じない。)
- (B) 9:30 ~ 12:00：上流端流量よりも下流端流量が上回り、排水路の水位が徐々に上昇している。(田んぼの貯留水位が排水マスの高さを上回ったため、田んぼから水路へ流出している。)堰板の開口高である0.2mに達した後に急激に上昇し、水田①、④の水位も排水路水位の上昇に従って上昇している。
- (C) 12:00 ~ 15:00：上流端流量が下流端流量を上回り、排水路から田んぼへ逆流が発生し田んぼに貯留されている。水田①の水位上昇が段階(B)より急になる。
- (D) 15:00 以後：降雨が終了し、排水路の上・下流端の流量が減少する。但し、上流端流量の減少に比べ下流端流量の減少が緩やかで、田んぼで貯留していた雨水が徐々に排水されている。

観測対象とした田んぼダムでは、西側の標高が東側より高いため、水田③、⑤の水位変化はない。また、田んぼに降った雨の一時的な貯留だけでなく上流からの流出量の一部も貯留し、一般的に言われている田んぼダムの流出抑制効果よりも、一農区の田んぼダムとした方が下流への流出抑制は大きいことが分かる。

4. 田んぼダムのモデル化と効果検証

(1) 田んぼダムの流出抑制効果を評価するモデルの構築

観測した田んぼダムの貯留プロセスを再現するため、道路に区切られた一農区全体を勾配のある調整池(道路面まで湛水すれば、農区全体の貯留量は約20,000m³になる。)とみなしたモデル化を行い、令和3年10月降雨時に観測した結果の再現計算結果(流量及び水位)を図-4に示した。なお、計算には観測雨量と流出量から損失降雨と流出係数($f=0.4$)を算定して用いた。

モデルの全期間流量に対するNash係数は0.87である。各貯留段階で計算値(青色実線)と観測値(青色点)と比較した結果：段階(A)は計算値と観測値が概ね一致している。段階(B)では、計算値は水路下流端水位が堰板に到達した後に急に上昇し、下流端の田んぼ(水田①)の水位まで上がると、上昇速度が緩やかになった経過を良く再現できている。段階(C)では、計算値は水位を再現できているが、流量は計算上で下流端の流量を堰の式で簡便化したため、実測値と異なった経過となるものの、流量のピーク値は概ね一致していた。段階(D)では、計算上で一農区全体を調節池と扱っており、田んぼ内の水が各排水マスを通し、排水する過程を反映できないため、排水時間が実測値より速くなっている。しかしながら、全体としては、観測地区の流出過程を再現できていると考えられる。

水路下流端に堰板を設置しない場合の流量と水位の計算結果を図-4の点線に示した。ピーク時0.4m³/sに対し、堰板を設置後のピーク流量が0.23m³/sになった。堰板の高さ(開口部の高さ)は、令和元年の降雨時においても下流の道路を越水しない高さとして0.2mを設定してい

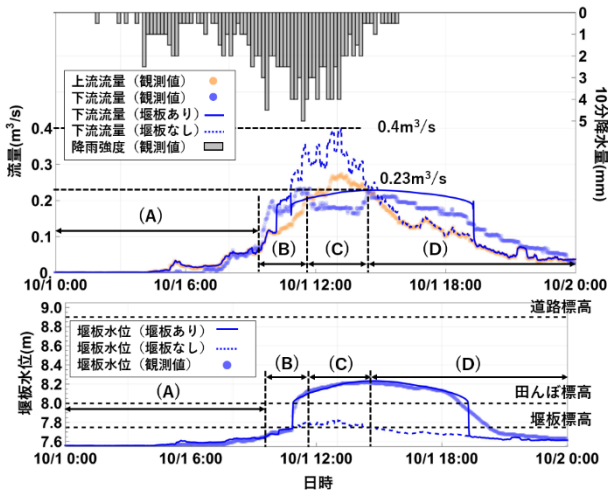


図-4 令和3年10月出水の再現計算結果

るが、梅田川における計画規模が 1/10 程度であることを勘案すると、もう少し開口部を絞ることにより流出抑制効果が高めることは可能となる。開口部の大きさなどについては、地元との合意形成等が重要となるので、これらの結果を基に最適な高さを決定することが望ましい。

(2) 異なる降雨規模に対する流出抑制効果

前節のモデルを用いて、異なる規模の降雨に対して田んぼダムの流出抑制効果を検討した。検討対象とした降雨は令和元年 10 月降雨、計画規模 1/10、1/30、1/50 の中央集中型降雨である。計算条件は、ケース(ア)は現況、ケース(イ)は堰板(開口部高さ 0.2 m)を設置している場合であり、ケース(ウ)は田んぼが宅地化された場合(現在の流出抑制機能がない場合)である。

計算結果を表-1に示した。全てのケースと対象降雨に対して道路越水は発生していない。(ア)を見ると、水路に堰板を設置しなくとも、現在の農区は既に流出抑制効果を有していることが分かる。検討対象降雨によって農区内の水位が微妙に異なるため最大流出量が 0.51 ~ 0.6m³/s と幅はあるものの、概ね 0.6m³/s に制限され、降雨規模により全て宅地化された場合に比べて 38% から 73% の軽減効果がある。さらに、(ア)と(イ)とを比較すると、水路の出口に堰板を設置し、開口を 0.2 m とした場合には、流量が約 0.3m³/s に制限され、現況に比べて約 50% の軽減効果があることを確認した。なお、全ての洪水規模で下流の道路高を越えることはない。

今までの治水計画では、このような田んぼ貯留効果は分割された流域の貯留関数法の係数に反映されており、本川計画には反映されるものの、小さい流域に対する効果を表すことは難しいのが現状である。今後の流域治水対策の推進を念頭に置くと、本川への効果だけでなく地先の効果を分かりやすく説明する必要があり、流出計算に地形効果や小河川のはん濫現象を考慮することで、流域内の流出・貯留機構をより精度よく表現することができ、合意形成促進の一助になるものと考えられる。

表-1 田んぼダムによる異なる降雨規模に対する流出抑制効果

対象降雨	ケース(ア) (現状(堰板なし))	ケース(イ) (堰板を設置する)	削減率 (ア)から(イ)	ケース(ウ) (田んぼが宅地化された場合)	削減率 (ウ)から(ア) (ウ)から(イ)
中央集中型降雨(1/10)	0.51m³/s	0.26m³/s	-49%	0.82m³/s	-38% (-68%)
中央集中型降雨(1/30)	0.58m³/s	0.28m³/s	-52%	1.57m³/s	-63% (-82%)
中央集中型降雨(1/50)	0.6m³/s	0.29m³/s	-52%	2.18m³/s	-73% (-80%)
令和元年10月洪水	0.6m³/s	0.3m³/s	-50%	1.49m³/s	-60% (-80%)

※全洪水規模で下流の道路を越えることはない(道路越水なし)

(3) 営農への影響

今回現地観測を行った結果からは、畔の崩壊等が発生しておらず、営農への影響はほとんどないものと考えられる。また、今回実施した一農区を対象とした田んぼダムでは、降雨規模が大きくなった場合でも、地盤の低い下流側の田んぼから水路能力を上回る流量が貯留され、田んぼ水位が上昇することになるので、上流の田んぼからの落水高は小さくなることになり、落水エネルギーが軽減され、大きな被害は生じないものと考えられる。

但し、今回観測を実施したのは、稲刈りが終了した後であり、生育中の稲に対する影響は分からないので、田んぼの水管理の期別にあわせた問題点の整理及び影響について検討を行う必要がある。

5. 梅田川流域における流域対策効果の検討

(1) 梅田川流域の概要とモデル化

梅田川は、図-5に示すように流域面積 2.1 km²と小規模な茂原市管理の内水河川で、今までも幾度となく浸水被害を受けてきた。このような浸水被害の頻発に対処するため、茂原市は、「100 mm/h安心プラン」を作成し、千葉県と協調して早野排水機場の整備等を進めている。地形的には、上流部を山林(ため池が2か所存在する)が多く占め、1/500程度の流域勾配を有する中間地に道路によって区切られた田んぼが存在し、梅田川沿いに低地には田んぼが広がっている。

この梅田川流域における田んぼを活用した流域対策の効果量を把握するため、降雨流出・洪水流下・氾濫を一体的に扱う解析モデルを構築した。モデルの構成および表現手法は表-2にまとめた。

令和元年 10 月の洪水を対象としたモデルの妥当性検証の結果は、図-6(左)に示すとおりである。令和元年 10 月洪水では、梅田川の水位時系列は残っていないものの、茂原市内の浸水実績が残っていたので、浸水実績と今回のモデルで計算した浸水深と浸水域を比較したところ、概ね一致することから、その妥当性を確認した。

(2) 河川施設整備の効果検証

令和元年 10 月洪水では、早野排水機場は完成しておらず、早野川水門も閉められないことによる一宮川から

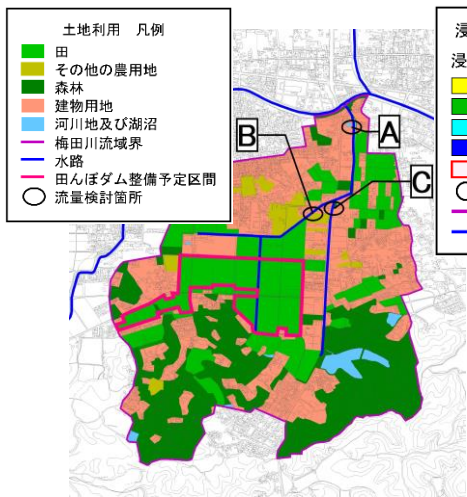


図-5 梅田川流域概要図

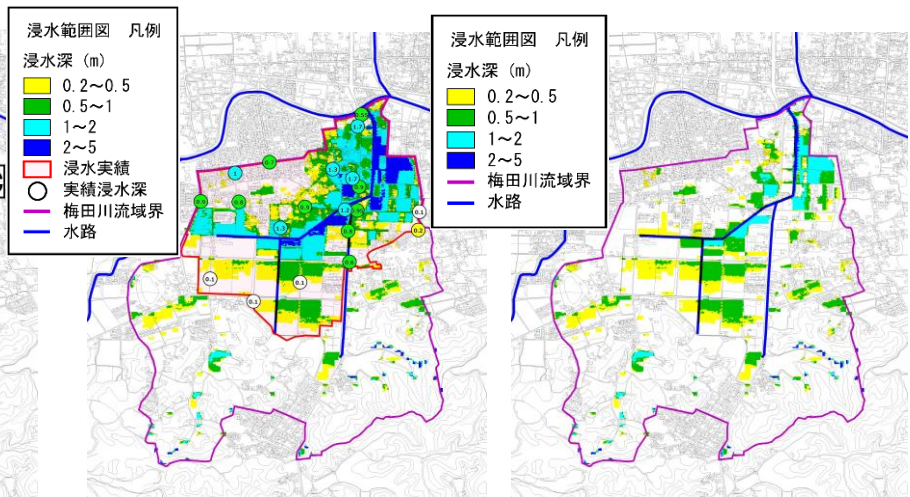


図-6 令和元年10月洪水の検証結果 (左：再現計算, 右：河川施設整備を考慮)

表-2 モデル構成および表現手法

モデル構成	表現手法
降雨流出	合理式で有効降雨を流出高に置き換える
河道洪水追跡	一次元不定流
氾濫追跡	平面二次元不定流 (25mメッシュ)
田んぼ貯留のモデル化	排水マスまでの貯留量を降雨損失だと扱う
田んぼダムのモデル化	田んぼ周囲の道路を盛り土構造物とし、堰板を設置する場所に流量を調節する。

の逆流と一宮川からの溢水によって広範囲に浸水が生じていると考えられる。その後、早野排水機場が整備されたことから、水門、排水機場の整備効果について、モデルを用いて検討し、図-6 (右) に示した。浸水面積は約 2/3 に、床上浸水戸数は 340 戸から 110 戸と約 1/3 に減少している。浸水面積の変化割合と浸水戸数の変化割合が異なるのは、宅地が比較的地盤が高いところに位置することによるものであり、一宮川合流点や梅田川沿いの低地 (田んぼなどの低未利用地) には、浸水が残ることがわかる。なお、本川水位が HWL を超過しているため排水規制による影響も受けている。

(3) 田んぼダムの効果

梅田川は内水河川であるため、一宮川本川との水位関係で浸水被害が大きく異なる。田んぼダムなどの流域治水対策の地先における浸水低減効果を把握するため、まずは、一宮川本川からの影響を考慮せず、梅田川を単独河川として扱い、梅田川下流端の水位を等流水深で与え、効果量の算定を行った。なお、現状でも道路で区切られた一農区は貯留機能を有していることが、現地観測から判明したので、現状では一農区からの排水は、 0.6×0.6 m のボックスカルバートから行われ、田んぼダム化した場合には、 0.6×0.2 m のオリフィスから行われるものとして計算を行った。また、千葉県での田んぼダムは、営農に影響を与えない稲刈り後～代掻き前非かんがい期としていることから、水田では排水マスの設置高 (150 mm) を考慮し、 $Rsa = 150$ mm, $Fsa = 1.0$ として計算を

表-3 田んぼダムによる流出抑制効果

降雨規模	1/10			1/30			1/50		
地点	A	B	C	A	B	C	A	B	C
ピーク流量 (m ³ /s)	5.7	2.2	1.1	10.2	7.3	1.8	14.1	10.1	2.3
田んぼダムなし									
田んぼダムあり	5.7	2.2	1.1	9.8	6.8	1.8	13.7	9.7	2.3
低減量 (m ³ /s)	0	0	0	0.4	0.5	0.0	0.4	0.4	0
(低減率)	(0)	(0)	(0)	(4%)	(7%)	(0)	(3%)	(4%)	(0)

行った。田んぼダムとした水田は圃場整備が行われ道路で区切られた農区となっている図-5の赤色枠で示した水田とし、その面積は 0.2 km²で流域全体の 10% である。降雨規模は 1/10, 1/30, 1/50 の中央集中型波形とした。

その結果は表-3に示すとおりである。地点 C の集水域に田んぼダムがないため、低減量は 0 である。合流する前の B 地点が最も田んぼダムの効果が大きく、最大で 1/30 規模で約 7% のピークカット効果が得られている。さらに大きな 1/50 規模では約 4% と低減率は減少している。つまり、降雨規模により田んぼダムの効率は変化し、この流域の場合には 1/30 程度の規模の効率が良い。また、A 地点では田んぼダムの無い水路が合流し B 地点より効果は小さくなっており、田んぼダムから離れるに従い効率は悪くなる。なお、1/10 規模では水田の初期貯留 ($Rsa = 150$ mm) により水田からの流出が小さく田んぼダムの効果が表れていない。

(4) 施設整備効果に関する検討

梅田川流域は内水河川流域であることから、水門、排水機場の整備により大きく浸水被害を軽減できることが明らかとなった。これは、内水氾濫による被害軽減を意味している。また、田んぼダムの整備によって最大で 7% 程度の流量低減効果があることが分かった。田んぼダムの効果が小さく表れているのは、現況の道路に区切られた一農区が流出抑制効果を既に有しているからであり、流域対策計画等の策定においては、流域基本高水の設定を行うなど、現況の一農区が有している効果を含めた表記方法等について検討を行う余地がある。

6. おわりに

一宮川の内水河川流域である梅田川の田んぼダムの現地観測、梅田川全体を対象とした田んぼダムの検討から得られた知見は、概ね以下の示したようである。

- ・今回の検討対象としている一農区の田んぼダムでは、調節池として扱った計算を行うことによって、その効果を表現できる。
- ・田んぼの位置や地形的な特性によって、降雨・洪水の貯留形態は多様であり、流域対策施設として有効活用する際には、地形的な特性を反映した調節方法等の検討が必要である。
- ・流域対策を含んだ整備計画を策定する際には、地形特性に起因する降雨の貯留、洪水に流下特性を極力詳細に表現できる降雨流出・洪水流下・氾濫を一体的に扱う解析モデルを使用することが望ましい。

また、今後、流域対策の計画を策定し、関係者の協力の下に対策を推進していくための課題として、以下にあげたような課題整理を行う必要があると思われる。

(1) 計画論上の課題

流域対策計画の検討において、田んぼダムなどの河川管理者以外が整備する流域対策施設の治水計画上の位置付けと流出調節方法の検討が重要となる。

合理的な流域貯留施設の配置計画とし、関係者の合意形成を図るためには、少なくとも地形特性を反映し、地形特性を有効に活用した貯留施設の検討を行うとともに、降雨～流出～氾濫を一体的に捉えた検討を行う必要がある。また、人口減少や高齢化の進行等の社会動向を勘案した流域の将来フレームも考慮し、現実的で持続的な将来の流域の姿・状態を設定し、検討を行う必要がある。

その際には、田んぼダムを流域対策の計画に位置付けた場合の検討条件の設定が重要となる。

田んぼでは、稲の生育状況等に応じた水管理が行われる。天候による蒸発散量なども考慮し、一般的には水深5～7 cmとなるように浅水管理が行われており、梅雨期と台風期では田んぼの水深が異なる。水深の違いは、田んぼからの流出のタイミングや量が異なるので、流域内に田んぼの面積が多い場合には、大きな影響を与える。

また、田んぼからの流出抑制効果を高めるために、吉川ら⁵⁾の研究等を参考とした最適なオリフィスの設計等が重要である。

(2) 流域治水対策推進にあたって

1) 流域整備計画や流域水害対策計画の策定

一宮川流域治水に関係する者で、支川毎に流域水害対策の対象降雨及び流域基本高水を定め、浸水被害を最小化するための対策をとりまとめる必要がある。

また、支川毎に検討された対策が一宮川流域全体の浸

水被害軽減にどの程度寄与するかを把握し、必要に応じてフィードバックしていくような計画策定のプロセスが重要である。その検討の際には、現状有している流域の機能を適切に評価するとともに、持続性のある対策内容となるように配慮することも必要である。

なお、田んぼダムに対する理解・協力を得るため、その効果と併せて、他の貯留対策や土地利用規制なども含めた対策の組合せの合理性を示す必要があり、最適な組み合わせを求める方法及びそれら効果の見える化、合意形成プロセスを検討する必要がある。

2) 農家の被害救済策の検討

田んぼダムなどの流域対策施設の設置は、基本的には農地等を活用した降雨の貯留、小河川等からの氾濫水の貯留場所として活用しようというものである。流域全体の被害軽減方策としては妥当性を見出すことはできるが、継続的な対策としていくためには、雨水や氾濫水の貯留によって被害を受けた農家への補償の問題についても検討を行う必要がある。大規模な農家は水稲共済等の制度に加入しているが、小規模な農家では必ずしも加入義務がなく、水害による被害補償制度が機能しない恐れがある。従って、流域全体で被害を軽減するための基金制度等の被害補償スキームを検討し、合意形成の促進を図る必要がある。

3) 施設の維持・運用

今回検討を行った田んぼダムは、稲刈り後の田んぼの道路によって区切られた一農区を効果的に活用するために、既存水路に堰板を設置した一時的な施設である。その設置に多くの時間を要さないで、例えば、水害対応タイムラインに位置付け、ダムの事前放流と同じように、大規模な降雨が発生すると予想される場合には、堰板を設置するなどの方策についても検討することが望ましい。

参考文献

- 1) 国土交通省：「今後の治水対策のあり方に関する有識者会議」会議関係資料，国土交通省，https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/tisuinoarikata/index.html (参照：2022/03/03)，2009～2016。
- 2) 中村 大介，角井 政則，岡安 徹也，朝日向 猛，竹内 康彦，加藤 孝明：千葉県一宮川流域における流域治水に関する取組と展開に関する一考察，河川技術論文集，Vol.27，pp.535-540，2021。
- 3) 吉川 夏樹，椿 一雅：田んぼダムの持続性を支える施策スキーム，農業農村工学会誌，Vol.84，No.4，pp.271-274，2016。
- 4) 吉川 夏樹，長尾 直樹，三沢 眞一：田んぼダム実施流域における洪水緩和機能の評価，農業農村工学会論文集，Vol.77，No.3，pp.273-280，2009。
- 5) 吉川 夏樹，小出 英幸，三沢 眞一：田んぼダムの落水量調整に求められる要件と垂直設置型調整板の適切な流出孔形状，農業農村工学会論文集，Vol.78，No.4，pp.273-279，2010。

(2022. 3. 25受付)