

# 河川水辺空間のデザインに関する研究

## —内津川を対象として—

EC20009 岩田壮基

### 1. 背景と目的

本研究では、春日井市神領駅付近から内津川に沿って中部大学に続くまでの周辺都市域を対象にする。現在、内津川は三面張り護岸で囲まれた人工的な緑が少ない河川で、例えば現在の計画以上の降水があったと想定すると、春日井市出川町付近で内津川が洪水を起こしたときに浸水の被害にあう危険性が高い。さらに、神領駅から内津川を中心として中部大学までの周辺道路状況をみると、このエリアは河川と鉄道により道路動線が分断されていることもあり、春日井市と名古屋市・長久手市に至る道で数多くの渋滞が発生している、という複数の課題がある。

そこで、以上のような課題解決に向けて、1つ目は、春日井市の3Dモデルの作成2つ目は、内津川を自然豊かな多自然川にする、3つ目は、洪水時の浸水被害の抑制、治水機能の向上、4つ目は、渋滞の解消に向けた提案、の4点について研究した。

### 2. 解析手法

本課題では、UC-win/road という3次元大規模空間をPCで作成でき、多様なリアルタイム・シミュレーションが行えるソフトウェアを利用して解析を行った。まず、国土交通省地形データ及び衛星写真を本ソフトウェア上に取り込み対象都市域の二次元地図を作成した。その後、国土交通省の3D都市モデル（Project PLATEAU）春日井市のデータを取り込むことにより対象市街地を三次元化させた。

### 3. 提案

本研究の第一目的であったUC-win/roadを用いて、上述したような手法を使い、本研究対象地域を3D化することに成功した（図1）。作成した3Dモデルは建物配置、サイズ感は、現在の物とまったく一緒できている、しかし、地形の起伏や川のリアル感がないといった所が、まだもの足りないと感じる。作成した3Dマップに基づいて、本研究の目的である春日井市の街づくりへの提案を行っていく。

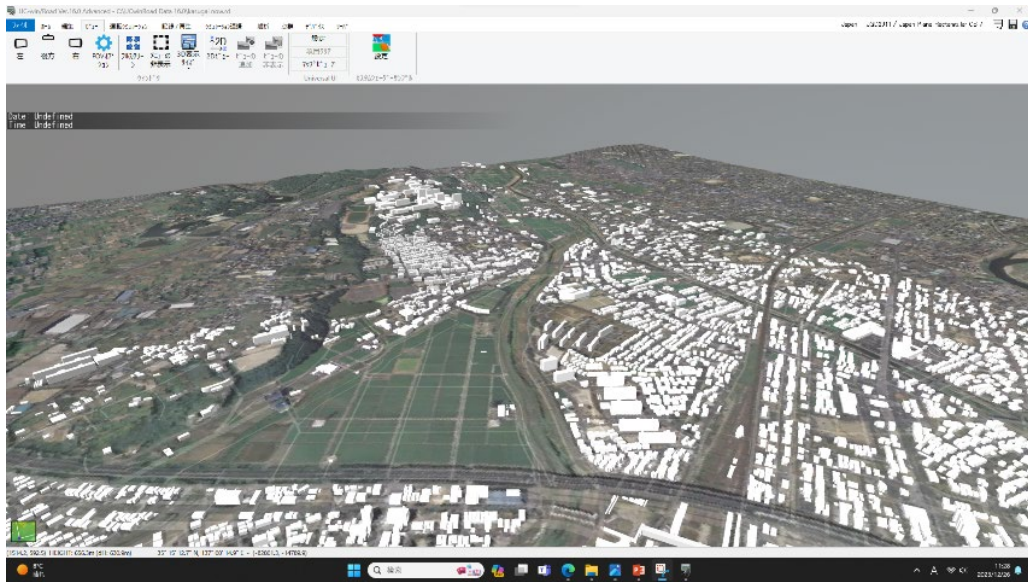


図1 春日井市 3Dモデル

### 3. 1 多自然川づくりへの提案

本ツールの編集の道路平面図とライブラリを用いて、建築物、道路構造物、木や植物を設置することができる。多自然川づくりを作っていく際に、国土交通省が多自然川づくりの優良事例として提案している景観を参考に、川の両岸に樹林を配置することによって多自然川になるような景観を提案した(図2、図3、図4)。建造物や道路構造物、木、人などは、UC-win/road にすでに入っている3Dデータを使うことによるモデル化できる。また、木や建物に求めている種類がないときはUC-win/roadの3Dデータを新しく入れることが必要となる

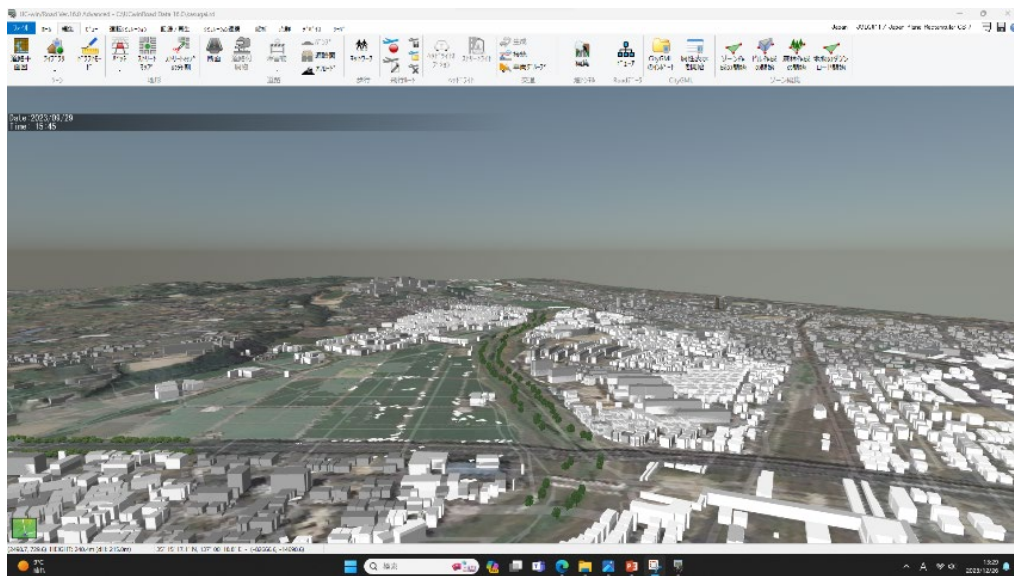


図2 神領駅





図3 神領駅から内津川放水路間



図4 内津川放水路

### 3. 2 治水機能の向上への提案

春日井市の町の移転案や治水機能の向上、浸水被害の抑制、洪滞の緩和と解消を考えるために、内津川が洪水を起こしたときに洪水浸水被害想定と市街化区域と市街化調整区域を調べた。内津川が洪水を起こしたときに浸水被害想定と市街化区域と市街化調整区域を調べた結果をふまえた上で内津川放水路の春日井市出川町に治水公園を設けて、内津川放水路の右側にアパートを移転案として出すことにした（図5）。

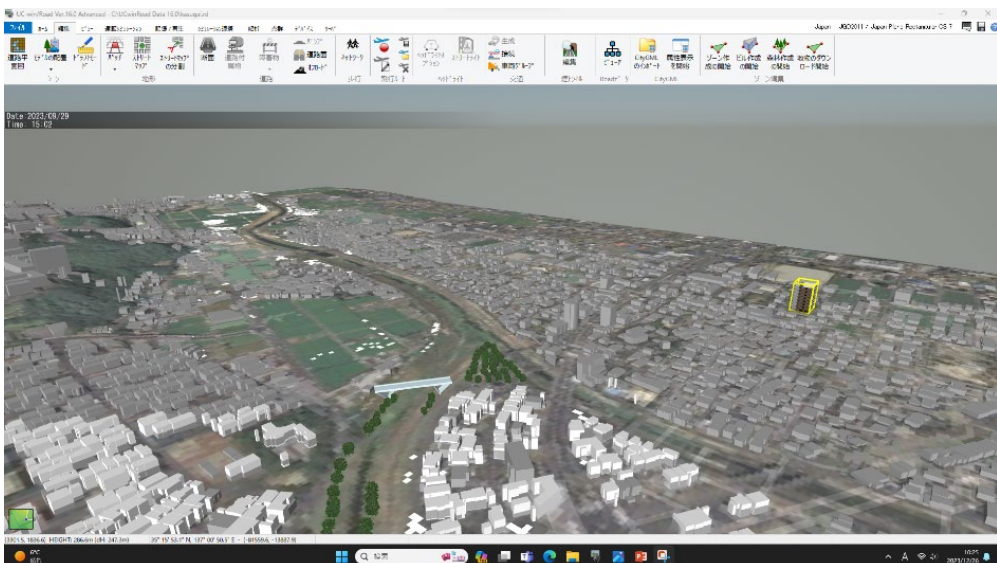


図5 治水公園とアパート移転案

### 3. 3 中部大学周辺の渋滞緩和に向けた提案

現状の交通網を見ると、本大学周辺の道路は内津川と鉄道が交錯することにより分断が生じている。そのため、155号線を中心に慢性的な渋滞が発生している状況である。そこで、新たな橋の建設を考えた。橋の建設には、市街化区域と市街化調整区域を確認して東側155号線上の渋滞緩和・消化に繋がり、市街化区域範囲内にできるように設置をした(図6)。

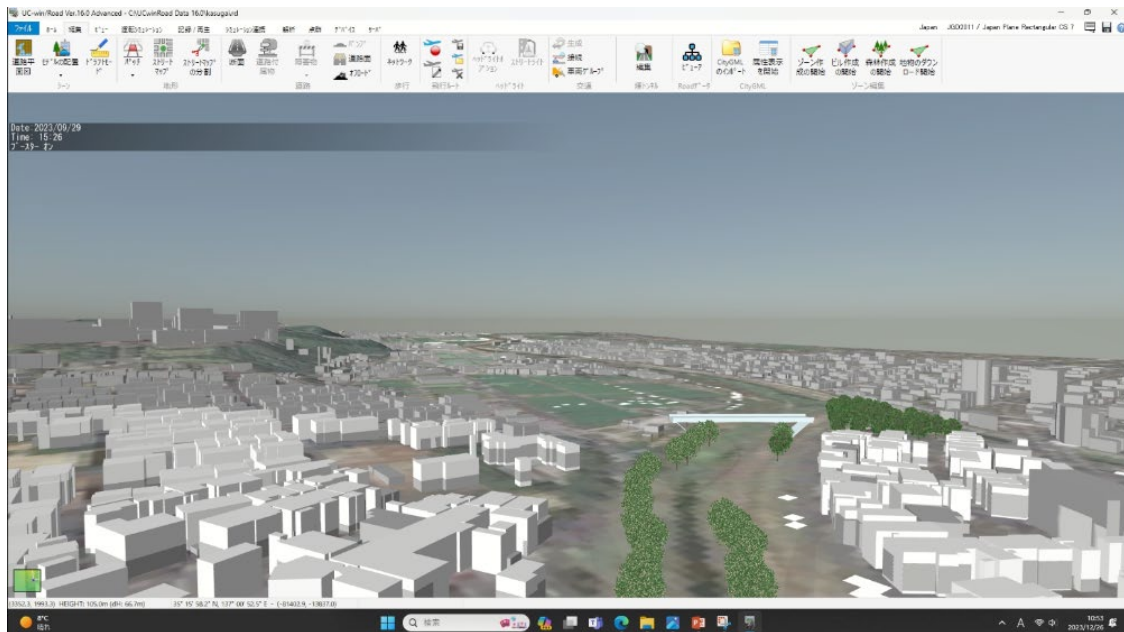


図6 内津川放水路に端の設置

### 結論

本研究では、春日井市神領駅付近から内津川に沿って中部大学に続くまでの周辺都市域を対象にして、地域の持つ課題解決に向けて、1)内津川を自然豊かな多自然川にする、2)洪水時の浸水被害の抑制、治水機能の向上、3)渋滞の解消に向けた提案、の3点についてUC-win/roadを用いて検討した。得られた主な結果を以下に示す。

- 1) UC-win/roadを用いて現在の春日井市を3D化させることができた。
- 2) 内津川の両岸に樹木を植えることによって、前よりも緑ある多自然川になる。
- 3) 内津川と放水路に分派する地点の本川側に橋をかけることを提案した。それにより、そこから東側155号線上の渋滞の緩和、解消に繋がると推測される。
- 4) 計画高水位を超える洪水での浸水リスクが高くかつ市街化区域であるのは春日井市出川町であった。ここを治水公園として、水害が起きた場合の被害抑制につながるよう配慮した。また、元々そこにお住まいの方達には、より浸水リスクの低い春日井市出川町の内津川の東側への移転を提案した。

### 参考文献

- 1)国土交通省.“多自然川づくり基本指針”(参照 2023-06-10)
- 2)国土交通省.3D都市モデル(Project PLATEAU)(参照 2023-07-30)
- 3)FORUM8(フォーラムエイト)(参照 2023-07-30)
- 4)MapExpert用途地域マップ(参照 2023-10-20)
- 5)GoogleEarth(参照 2023-10-25)

## 伝統的治水システムとしての霞堤に関する研究

EC20018 加藤稜人

### 1.目的

本研究では、豊川の霞堤の通常時や普通の雨が降った時の現状の把握と豪雨の時にどれほどの流量が来たら浸水をはじめなのか、またこれまでの歴史の中での過去最大流量が来た時のシミュレーションを行い、現状での被害の出る範囲と時間を明らかにしていくことを研究の目的とする。

### 2.研究対象地

愛知県東部を流れ三河湾に注ぐ一級河川である豊川を調査対象地とした。その中で観測地当古（とうご）を参考にデータを使用する。

霞堤とは堤防のある区間に開口部を設け、上流側の堤防と下流側の堤防が、二重になるようにした不連続な堤防のことです。役割として上流で水を溢れさせ下流を守るという役割があります。



図-1 研究対象地の豊川

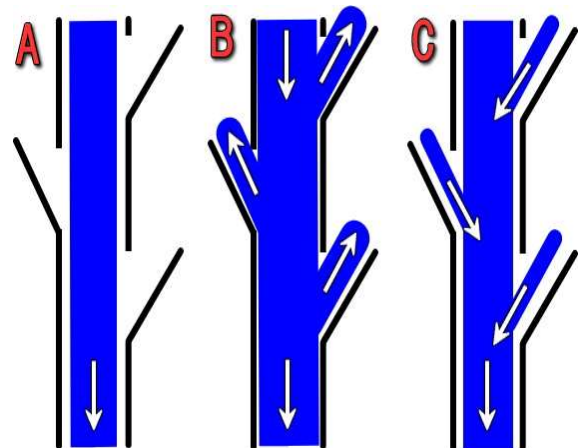


図-2 緩流河川型霞堤 (A-通常時,B-洪水時,C-洪水後)

### 3.解析方法

河川の流れ・河床変動解析ソフトウェアである iRIC を使用し、その中のアプリケーションである nays2D flood を活用する。iRIC 上にある国土地理院から実際の地形を読み込み現状の霞堤でのシミュレーションを行い豊川の霞堤の役割や洪水が起きた時の被害を調べる。豊川の流量について今回の解析では以下の4パターンを想定した。

1. 通常時 流水量  $11.64 \text{ m}^3 / \text{s}$  平水時の様子を見るため。
2. 小雨の時 流水量  $\text{MAX}33.83 \text{ m}^3 / \text{s}$  平水時から少し流量が増えるが霞堤は利用されない時。
3. 通常の雨の時 流水量  $\text{MAX}446.23 \text{ m}^3 / \text{s}$  流量が増え霞堤が利用される時。
4. 過去最大流量 流水量  $\text{MAX}4068.38 \text{ m}^3 / \text{s}$  流量が大幅に増え被害が出てしまう時。



## 4.解析結果

### 4.1 結果1 通常時（平水流量 $11.64\text{m}^3/\text{s}$ ）

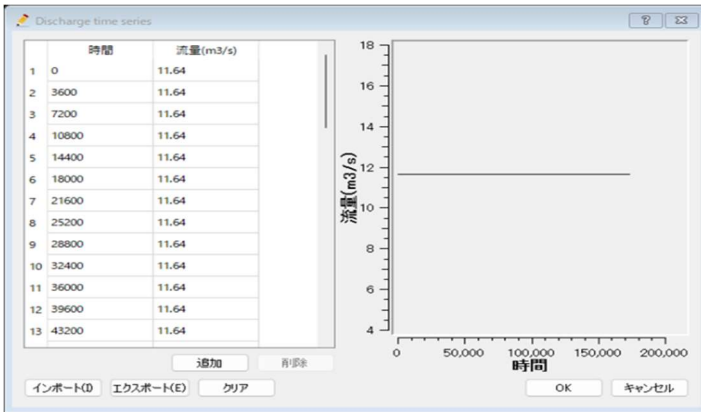


図-3 通常時の流入条件

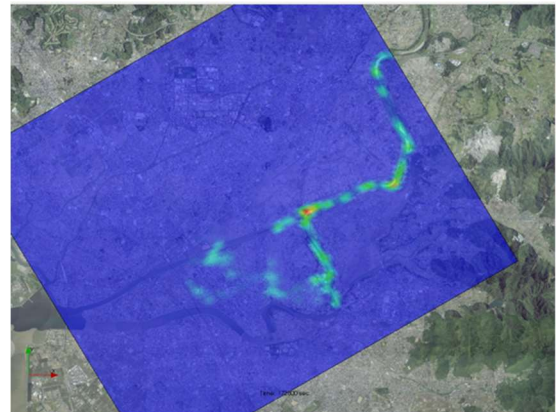


図-4 平水流量 $11.64\text{m}^3/\text{s}$ を流した結果

### 4.2 結果2 小雨の時（流水量 MAX $33.83\text{m}^3/\text{s}$ ）

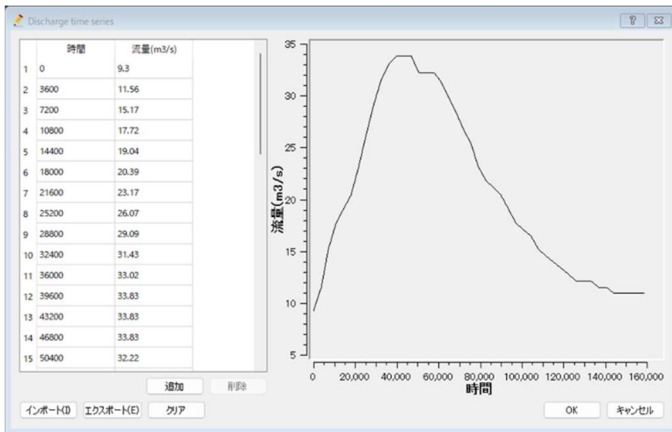


図-5 小雨時の流入条件

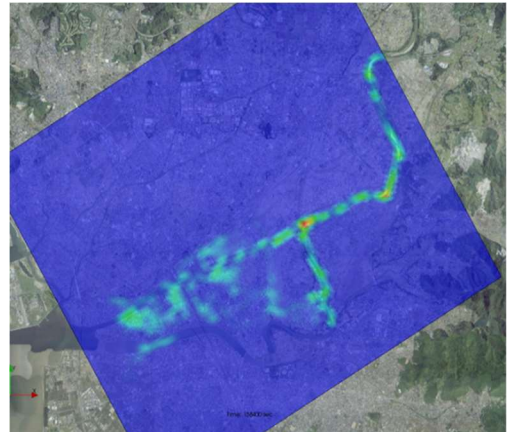


図-6 流水量 MAX $33.83\text{m}^3/\text{s}$ の結果

### 4.3 結果3 通常の雨の時（流水量 MAX $446.23\text{m}^3/\text{s}$ ）

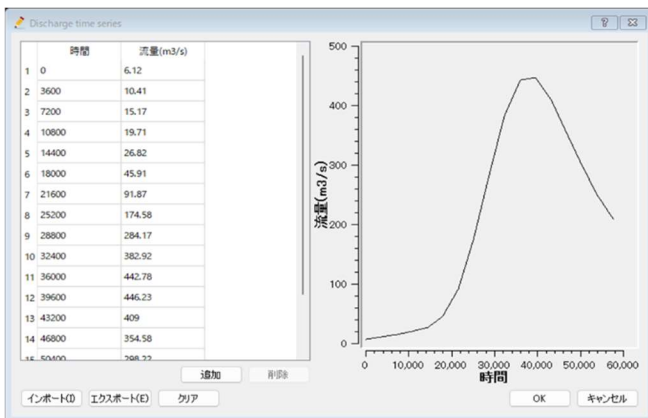


図-7 通常の雨の時の流入条件

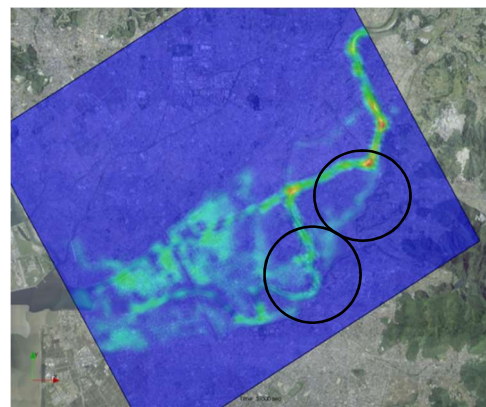


図-8 流水量 MAX $446.23\text{m}^3/\text{s}$ の結果

4.4 結果4 過去最大流量の時 (流水量 MAX4068.38m<sup>3</sup>/s)

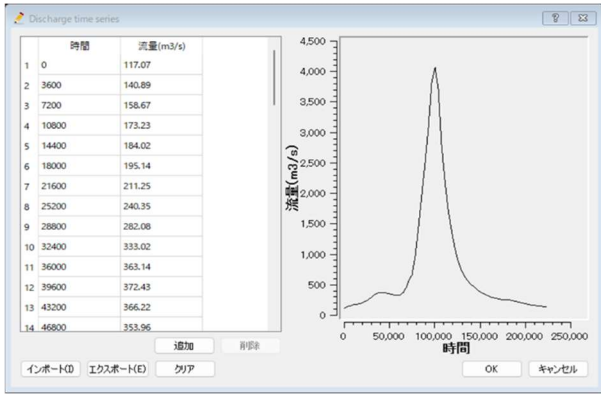


図-9 過去最大流量の流入条件

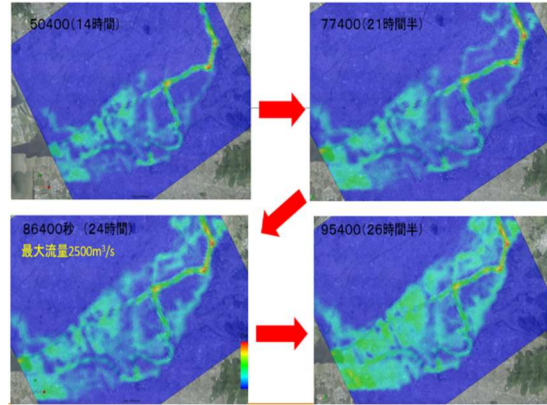


図-10 流水量 MAX4068.38m<sup>3</sup>/s の結果

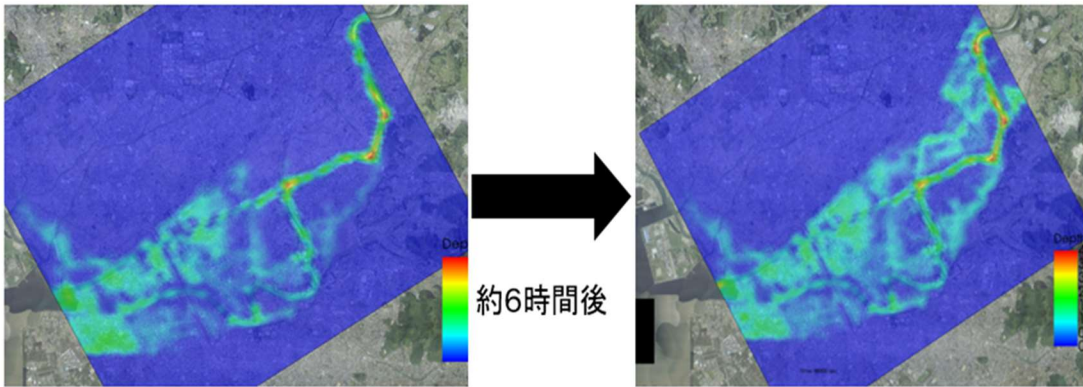


図-11 上流が溢れている6時間

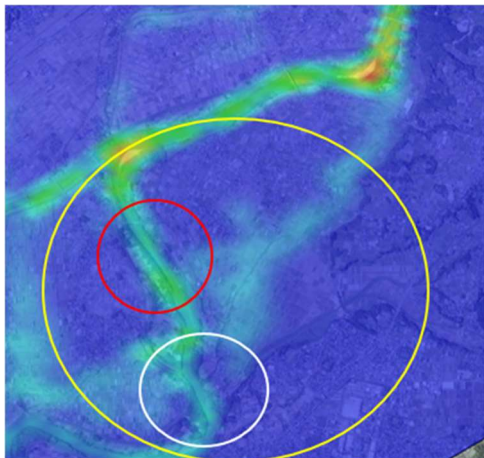


図-12 霞堤 (黄) と比較対象の上流 (赤) と下流 (白)

水位 (上流)	水位 (下流)	時間
2.08	1.04	68400
2.14	1.08	71400
2.21	1.11	74400
2.26	1.13	77400
2.29	1.15	80400
2.37	1.19	83400
2.47	1.24	86400
2.58	1.3	89400
2.67	1.34	92400
2.76	1.38	95400
2.85	1.43	98400
2.9	1.45	101400
2.9	1.45	104400
2.9	1.45	107400
2.9	1.45	110400

図-13 水位変動の数値

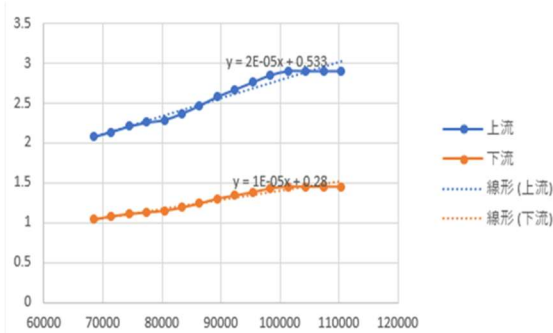


図-14 上流と下流の水位の上がり方

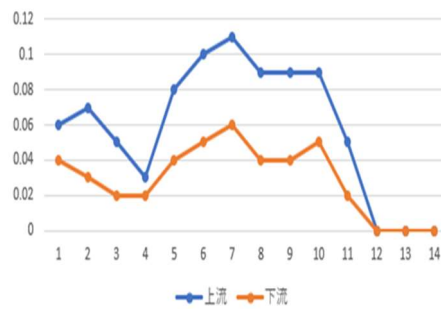


図-15 上流と下流の水位増加量の差

#### 4.5 結果の考察

##### ・結果1の考察

当然平水時は河川から溢れることなく,流れるという結果が出た.

##### ・結果2の考察

図-4を見ると下流が溢れて見えるが,用水路があり田んぼの水位が上がっているだけで被害は出ていない.つまり小雨時は霞堤を使わず河川が溢れることなく正常に機能していると考えられる.

##### ・結果3の考察

図-6の黒丸部分が霞堤であり霞堤に水が流れていることが確認できる.そして他の色がついている場所は結果2の時と同様に田んぼであることから今回の結果3は霞堤を利用したことで市街地に被害が出ることを防ぐことのできた例といえる.

##### ・結果4の考察

この結果から86400秒(図-8の左下)まで市街地に大きな被害がなく抑えられていることがわかる.この時の最大流量が $2500\text{m}^3/\text{s}$ であることから最大流量 $2500\text{m}^3/\text{s}$ の雨までは町が守られることが分かった.また,図-9の上流で溢れている時間が6時間であることから霞堤がなかったら6時間早く溢れていたということが推測できる.

##### ・霞堤の役割についての考察

図-11,12,13の比較結果から上流は下流の約2倍のペースで水位が増えていることがわかる.また,後半には増加量が上流も下流も同じになることから霞堤が溢れたタイミングで水位増加量はほぼ同じになると推測できる.

#### 5.結論

本研究は,豊川の霞堤に重点を置き,水質水門データベースから過去に起きた豪雨データをインポートし現時点での耐えられる水量や霞堤が果たす役割についての実態を明らかにすることを目的とした.得られた主な結果を以下に示す.

- 1) 結果1,2から平水時~小雨(流水量  $\text{MAX}33.83\text{m}^3/\text{s}$ )の時までは霞堤を使うことなく河川を流れることが分かった.そして結果3から通常の雨(流水量  $\text{MAX}446.23\text{m}^3/\text{s}$ )になると霞堤を利用し始め町に被害が出ないよう役割を果たし始めることが分かった.
- 2) 結果4から最大流量 $2500\text{m}^3/\text{s}$ の雨までは町が守られることが分かった.また,上流で溢れている時間が約6時間であることから霞堤が無かったら6時間も早く溢れ始め被害が出ていたと予測できる
- 3) 霞堤の役割についても結果4から上流と下流では水位が上がるペースが約2倍違うことから霞堤があることで下流の水位増加量を半分程度に抑える役割を果たしているといえる.

#### 参考文献

- (1) 国土交通省 水文水質データベース (river.go.jp) (参照日2023.09.16)
- (2) 流況検索結果 (river.go.jp) (参照日2023.09.16)
- (3) Nays2D\_Flood\_Examples\_ja\_3.0\_2021.pdf (i-ric.org) (参照日2023.06.07)
- (4) Nays2DFlood\_SolverManual\_ja.pdf (参照日2023.06.07)



## 流水型ダムの水理特性に関する研究

EC20035 澤田佳輝

### 1. 目的

流水型ダムは通常時は水を貯めず、洪水時にのみ貯留効果を発揮する洪水調節機能に特化した新しい形式のダムである。元来からある貯留型ダムは水を貯めることで下流への流量を制限することができるが、土砂も一緒に貯めてしまうため、洪水が起こる度にダム内の貯留量が減少してしまう。地域や水系によっては土砂を貯められる量が 50%も残っていないダムも存在する。また、河川を自然状態のとは異なる流れになるため魚類や周辺の自然環境に悪影響をもたらす。それと比較して流水型ダムは洪水でも水を流し続けるため、土砂をゆっくりと下流に送ることができるので、ダム内の貯留量の減少することがない。また、水を貯めないことで、水や土砂の流れや、魚類の移動など、自然の川に近い河川環境を維持することができる。ダム自体もコンパクトにできることから、建設コストも削減できるといった利点もある。近年、建設コストの削減や環境に対する配慮が求められているなかで、水型ダムが注目されている。

一方で、日本に既設されている流水型ダムは 10 基ほどであり、流水型ダムの実例が少なくため防災事例も少ない。そのためどのように治水できるのか分からない部分もあるため実際に、流水型ダムのモデルを作成し、流水型ダムの水理特性をみる。

### 2. 流水型ダムとは

流水型ダムとは、ダム堤体底部近くに放流口を有し、洪水時には自然調節されて貯水されるが、平常時には通常の河川の状態となり、河川の自然環境にも配慮したダムである。

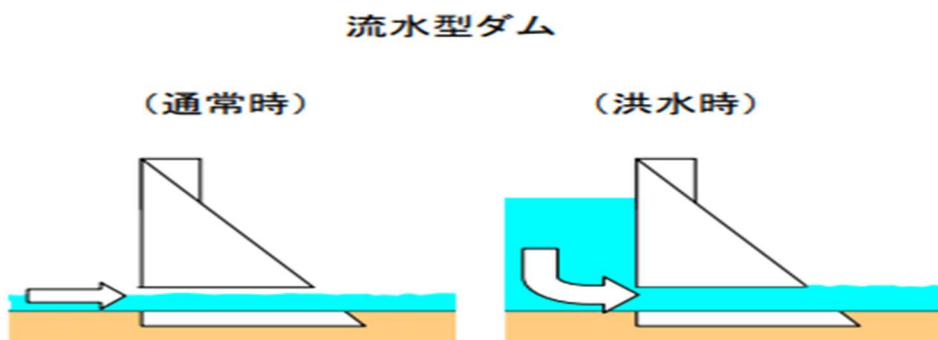


図1 横から見た流水型ダムの概形

ダムの底部にある放流口を常用洪水吐と呼ばれる場所から排水調節されている。流水型ダムは場所によってこの常用洪水吐の数や大きさが変わる。

### 3. 試験方法

ダムに治水効果があるのかを調べるため作成した流水型ダムのモデルを用いて上流と下流での流量を比較するモデルは iRIC cube によって作成し、時間ごとの流速と水位を求めて流量を算出し、比較を行い、流水型ダムに治水効果があるのか調べたものをハイδροグラフにする。また流量は一定に流すのではなく時間によって変化させて行った。ピーク流量  $30 \text{ m}^3/\text{s}$  の洪水が起こったものとして考え、図 2 のような流量の変化で試験を行った。

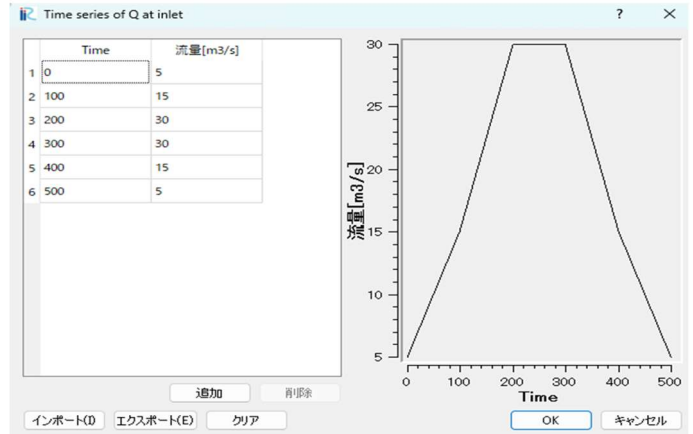


図 2 ハイδροグラフの設定

計算が終了すれば、図 3 のように河川を立体的に見ることができる。時間によって流水の変化を目で見ることができる。加えて時間や場所ごとの流速や水位の変化をグラフで確認することができるようになる。

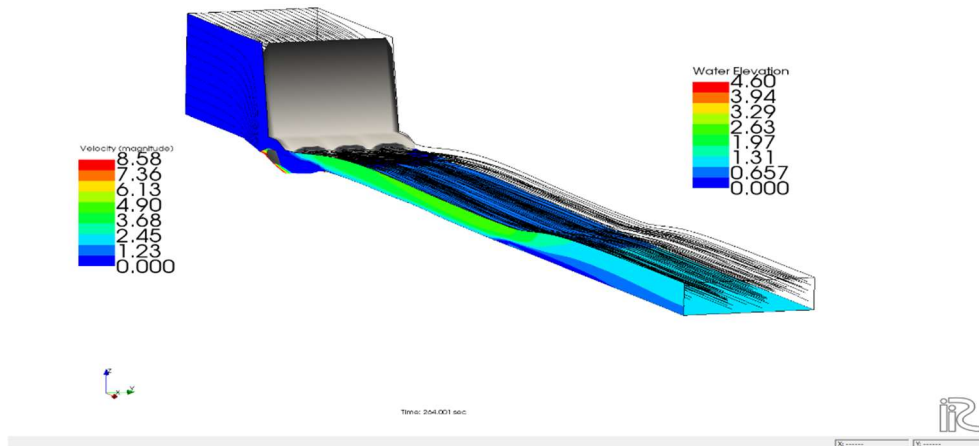


図 3 iRICcube の河川

### 4. 解析の結果

#### 4.1 3D モデルによる比較

流水型ダムの治水効果があるのかを調べるために実際の 3D モデルで洪水吐ごとの比較を行う。河川のモデルは平常時、ピーク時、ピーク終了時で分けて上からの平面図上と河川縦断方向へ横からみたものをそれぞれ図に示す。

#### 常用洪水吐 1

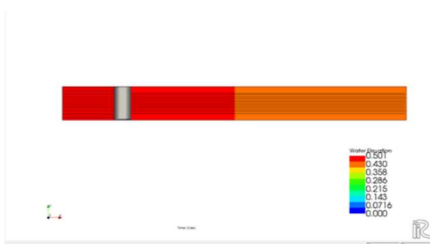


図 4 流量  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  の河川

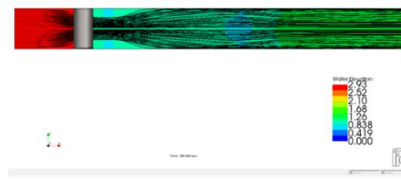


図 5 流量  $30 \text{ m}^3/\text{s}$  の河川



図 6 流量  $15 \text{ m}^3/\text{s}$  の河川

常用洪水吐 2



図 7 流量 5 m<sup>3</sup>/s の河川



図 8 流量 30 m<sup>3</sup>/s の河川



図 9 流量 15 m<sup>3</sup>/s の河川

常用洪水吐 3

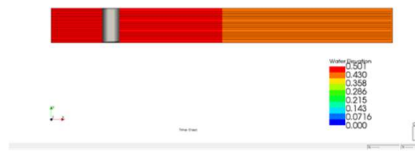


図 10 流量 5 m<sup>3</sup>/s の河川

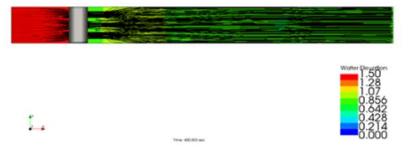


図 11 流量 30 m<sup>3</sup>/s の河川



図 12 流量 15 m<sup>3</sup>/s の河川

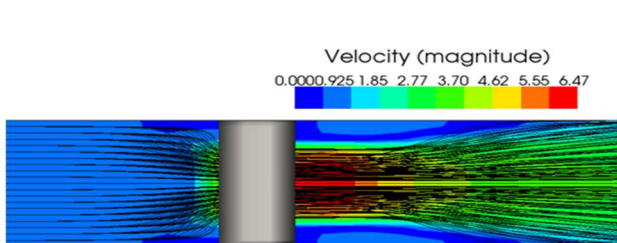


図 13 洪水吐 1 の流速を表した河川

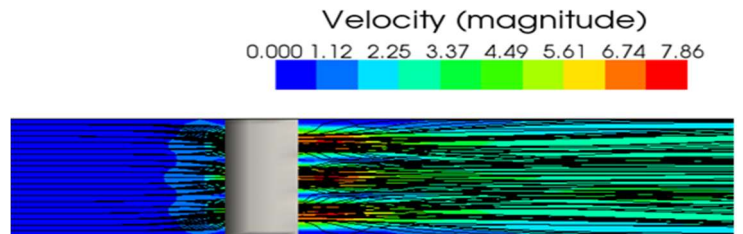


図 14 洪水吐 3 の流速を表した河川

4.2 ハイドログラフの比較

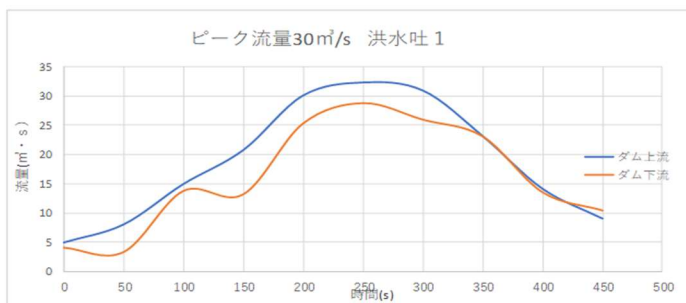


図 15 洪水吐 1 のハイドログラフ



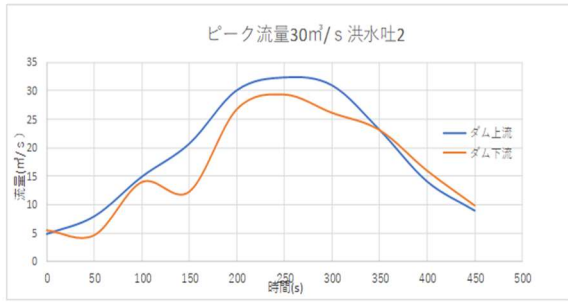


図 16 洪水吐 2 のハイドログラフ

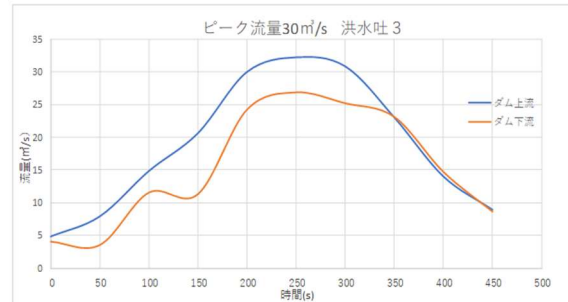


図 17 洪水吐 3 ハイドログラフ

### 4.3 結果のまとめ

3D グラフを横から見た図やハイドログラフを見ると、ピーク時の流量はダム上流と比べて約  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  ほど少なくなっているのがわかる。これは常用洪水吐の数に関係なく言えることである。このことから流水型ダムは治水効果があることがわかる。しかし、ハイドログラフを見てもわかるようにどの洪水吐でもピーク流量をすぎたあたり（350s～450s）はダムの上流と同じ流量が流れていた。洪水吐が 3 つの時は 1 つの時と比べてピークカット量が  $2 \text{ m}^3/\text{s}$  ほど大きかった。

## 5. 結論

本研究では、流水型ダムを対象として通常より大きな流量を受けた場合、どのような水理特性および治水効果があるのかを流水型ダムのモデルを作成し、流量の違いによる水理特性を比較することにより検討することを目的とした。得られた主な結果を以下に示す。

- ・ピーク時の流量は、流水型ダムによって約  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  ピークカット可能であることが明らかになり、治水効果があることが確認された。これは常用洪水吐の数に関係しない。
- ・ピーク流量を過ぎた時点から、下流側では時間が経つにつれ上流側と同じ流量が流下する。これは、貯留ダムのようにゲート操作ができないため、時間経過後に貯留分が流下してしまうことによるものである。
- ・常用洪水吐が 3 つの時は、1 つの時と比べてピークカットできる量が  $2 \text{ m}^3/\text{s}$  ほど大きかった。これは、下流の流速の違いが影響したものと考えられる。下流の流速の違いが出た理由として考えられるのは、洪水吐が 3 つの時、河川の水が 1 つに集中することなく分散されていたためである。流速が抑えられることによって得られるメリットとして洪水時に、流水を下流に一気に流すのを防ぐ点がある。実際の河川においても同様に洪水吐が多いほど下流に送る流量や土砂が緩やかになると推測できる。

## 参考文献

- 1) 国土交通省 water-c-dam.pdf (mlit.go.jp) (参照 2024-01-25)
- 2) 島根県 島根県：益田川ダム（流水型ダム）（トップ / 環境・県土づくり / 河川・治水・治山 / ダム / 益田川ダム（流水型ダム）） (shimane.lg.jp) (参照 2024-01-25)
- 3) 豊国工業株式会社 辰巳ダム放流設備 [治水専用ダム DRY DAM] - 豊国工業株式会社 (hokoku-kogyo.co.jp) (参照 2024-01-25)
- 4) 木村一郎「iRIC によるシミュレーション」 森北出版 2021. (参照 2024-01-25)

## 河川砂礫州での植物種子捕捉に関する研究

EC20038 杉尾 朱音

### 1. 目的

樹林化の早期対策のために、植生の初期ステージである種子の運搬・漂着形態の把握を必要がある。流水散布直後に種子がどのように運搬・堆積されていくのか解明されていない。そのため、本研究では流水散布後の様子を撮影し、河床材料の粒径、種子の種類、水深の3つの条件がどのように種子の運搬・堆積に関係していくのかを調査した。

### 2. 実験方法

#### 2.1 種子について

種子の性質把握のために、平均径、形状係数、沈降速度の3つのパラメーターを設定し、計測をした。本研究で使用した2種類の種子の平均径、形状係数、沈降速度の3つのパラメーターの値を表2.1に示す。また、実験で使用した種子は12時間以上水に浸している。

表 2.1 実験に使用する種子の特性

種子名	平均径 (mm)	形状係数	沈降速度 (cm/s)
丸型種子	6.26	0.75	11.51
扁平種子	3.78	0.33	0

#### 2.2 実験条件

本実験では、河床地点での水深を2cmと4cmの2つのパターンに設定した。その水深ごとの実験条件を表2.2、表2.3に示す。

表 2.2 水深小のときの実験条件

	丸礫大	丸礫小	角礫
河床材料粒径 (mm)	50	30	30
表面流速 (m/s)	0.06	0.12	0.16
流量 (L/s)	0.36	0.32	0.33
形状係数	0.74	0.57	0.43
勾配	1/500		

表 2.3 水深大のときの実験条件

	丸礫大	丸礫小	角礫
河床材料粒径 (mm)	50	30	30
表面流速 (m/s)	0.02	0.33	0.41
流量 (L/s)	2.38	2.01	2.12
形状係数	0.74	0.57	0.43
勾配	1/500		

#### 2.3 実験概要

本研究では、開水路実験装置を用いて種子の堆積量と堆積の仕方について評価する。下流から4mの区間に1種類の礫を河床に敷き、通水した。次に水路最上流部にあるバブルで調節をして下流での水深を条件の値にした。流水の水深が安定したら、流量と表面流速を計測した。今回は下流から3mを実験の対象区間として、下流から3mの地点で種子を200個散布した。その様子をPIVで撮影した。詳細はまた、ビデオカメラでも撮影をして、俯瞰的な様子を撮影した。

種子散布後 10 分通水状態を続けた。再浮上する種子がなくなったのを確認したのち水を止め、最下流に設置していた網目状のネットに種子がいくつ漂着しているか調べた。その後、回収した種子の数から最下流に落ちなかった率であるトラップ率を算出して、種子の河床への捕捉量を評価した。

### 2.4PIV について

PIV (Particle Image Velocimetry) とは、別名粒子画像流速測定法といい、流れ場における多点の瞬時速度を非接触で得ることができる流体計測法である。PIV Laser (カトウ光研製) から緑色のレーザーを放射させ、水にダイヤイオンを流した。すると、レーザーの下を通ると図 2.1 のようになり、撮影した映像を FlowExpert64 Ver.1.3.0 (カトウ光研製) で計算をすることで、ベクトルで流速や水の流れを可視化する。実際の水の流れを可視化したものを図 2.2 に示す。



図 2.1 実験時の様子

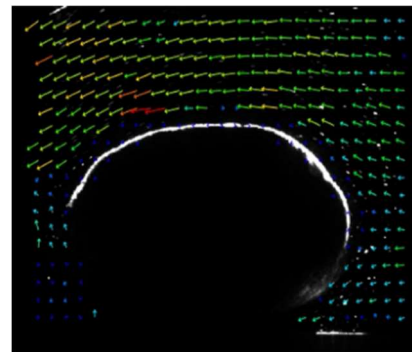


図 2.2 PIV 解析後の流速のベクトル

## 3. 実験結果と考察

### 3.1 実験結果

実験結果は表 3.1 に示す。丸型種子、扁平種子のともに形状係数が大きいほど、トラップ率が増加したことが分かる。また、丸型種子のほうがトラップしやすく、種子の形状によってトラップ率が変化することが分かる。一方、水深小の条件で同様に実験をしたが、全ての水深、種子でトラップ率が 100% となった。これは、種子を流した場所で大半が堆積してしまったため、流速が遅かったことが原因だと考える。

表 3.1 実験結果

	水深大		水深小	
	丸型種子	扁平種子	丸型種子	扁平種子
丸礫大	100	32.5	100	100
丸礫小	73	13.5	100	100
角礫	60.2	11	100	100

### 3.2 種子の堆積傾向

実験の様子を観察すると、種子の堆積の仕方には大きく 2 つあることが分かった。1 つ目は散布後少しづつ落ちていき隙間に堆積するパターンであり、図 3.1 のように間隙比が大きい河床材料によくみられる。また、河床材料に種子が跳ねて隙間に入るのも観測できた。2 つ目は河床材料に引っかかり、堆積してしまうパターンである。図 3.2 のようになり、水深が浅く、形状係数が小さい種子が堆積するときに観測しやすくなる。





図 3.1 隙間に堆積する様子



図 3.2 礫に引っ掛かり，堆積する様子

### 3.3 河床材料による流線の比較

河床材料の違いによる水の流れを PIV で可視化した。図 3.3 は丸礫大のときの流線，図 3.4 は角礫のときの流線である。丸礫大では，上部は比較的まっすぐ横に水が流れているが，下部の礫の隙間では流線が円を描いており，渦が発生していることが分かる。一方，角礫は全体的に流線が一直線であり，種子が流れていきやすくなっている。これらのことから，礫の形によって水の流れが変化するため，トラップ率に影響を与えることが分かった。



図 3.3 丸礫大のときの流線



図 3.4 角礫のときの流線

### 3.4 河床材料の凸凹程度の比較

河床表面の凸凹を評価するためにウェーブシリコンゴムと硬化剤を用いてほぼ同径の丸礫，角礫の河川材料の型取りをし，凸凹を数値化した。左端からの距離 (mm) を横軸，上辺からの凸凹高さ (mm) を縦軸として図 3.5 に示す。

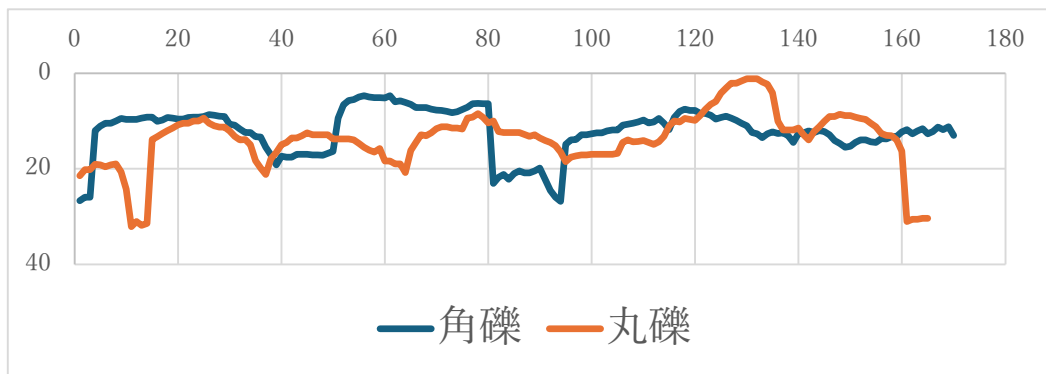


図 3.5 河床表面の凸凹

丸礫と角礫について比べると、角礫より丸礫のほうが、礫の形が分かりやすくグラフに表れている。そのため、丸礫は礫の間に隙間が多くあることが分かる。

河床材料の凸凹の指標として加藤ら(2008)は式 (3.1) に示す平均粗さ  $R_a$  を用いて、相対的に表すこととした。ここでの  $L$ : 基準の長さ,  $f(x)$ : 断面の曲線,  $R_a$ : 平均粗さである。

$$R_a = \frac{1}{L} \int_0^L |f(x)| dx \quad (3.1)$$

式 (3.1) から導いた平均粗さを先行研究である佐藤ら (2022) の砂州における種子の捕捉特性に関する研究と滝戸ら (2023) の河川砂州における種子捕捉特性に関する研究と比較をする。図 3.6 に示す。

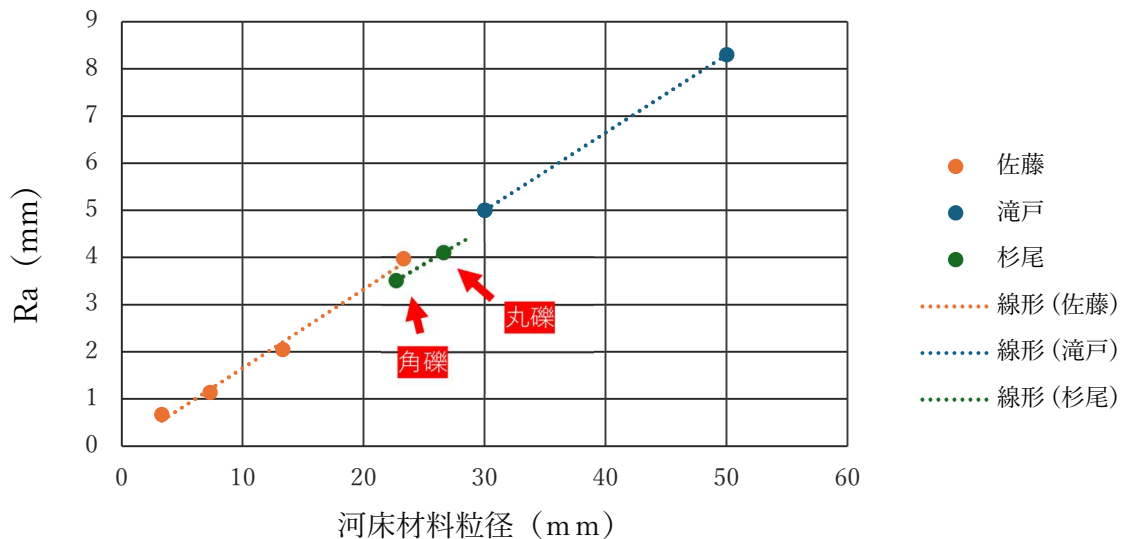


図 3.6 Ra と河床材料粒径の比較

佐藤らと滝戸らの値と比べると少し下の値となった。角礫については佐藤氏の近似直線に乗ることが分かり、河床材料粒径と  $R_a$  は一定の関係性があることが分かる。

#### 4. 結論

本研究では流水時における砂礫州上での種子の捕捉量および種子捕捉特性を調査した。水深、河床材料、種子の種類の変えて開水路実験を行い、その様子を PIV を用いて解析した。その結果以下のことが明らかになった。

- 1) トラップ率は形状係数が大きい河床材料ほど増加する傾向にあり、流速もトラップ率に關与する。
- 2) 種子の堆積のされ方には大きく二つのパターンがある。一つ目は河床材料に当たった衝撃で隙間に入り、堆積するパターンである。二つ目は河床材料に引っ掛かりそこで堆積するパターンである。
- 3) 丸礫は礫間で渦が発生しやすい。渦が発生するため、礫間に入り込みやすくなる。

#### 参考文献

- 1) John S. Mcnown, Jakil Malaika(1950) : Effect of particle shape on settling velocity at low Reynolds numbers, American Geophysical Union, Volume31, Number1
- 2) 加藤敬, 本間新哉, 北村浩二, 今泉眞之(2008) : 開水路における壁面の凹凸から水路の粗度係数を求める試み, 農工研技報, 207, pp183-193
- 3) 佐藤健太 (2022) : 砂州における種子の捕捉特性に関する研究
- 4) 滝戸凌我 (2023) : 河川砂州への種子捕捉特性に関する研究

# 横断構造物が河川生態系へ与える影響に関する研究

EC20055 豊田剛士

## 1. 目的

本研究は、流水型ダムである辰巳ダムを対象とし、ダム周辺の生態系調査「犀川辰巳治水ダム建設事業 調査業務委託報告書」のデータを基に、流水型ダムの生態系への与える影響を明らかにする事が目的である。また流水型ダムは、「平常時には水を流下させ、洪水時にのみ貯留するダムであるため、平常時には通常の河川の状態となることから、魚類等の遡上・降河や土砂の流下など河川の連続性の確保等の観点から、貯留型ダムと比べ環境に与える影響は小さいと考えられる 1)」ことが本研究の背景にある。

## 2. 研究対象地

石川県金沢市相合谷町上辰巳町を流れるに位置し、犀川にまたがる辰巳ダムを調査対象地とし、辰巳ダムが跨る犀川石川・富山県境付近の奈良岳に源を発し、北西に流れ、金沢市西部で日本海に注ぐ犀川の図 2-1 が示す上流部を調査対象地とした。図 2-1 の範囲は上流に、既に上寺津ダムと、犀川ダムの 2 つのダムが存在されているため、3 つのダムに挟まれる今回の決定範囲が、犀川の中でもダムの影響を一番受けているのではないかと考えたからである。さらにこの研究範囲は H17 年以降に、H13 年の一度しか調査が行われていないため、生態系に関するデータが不十分と考え、本範囲に定めた。

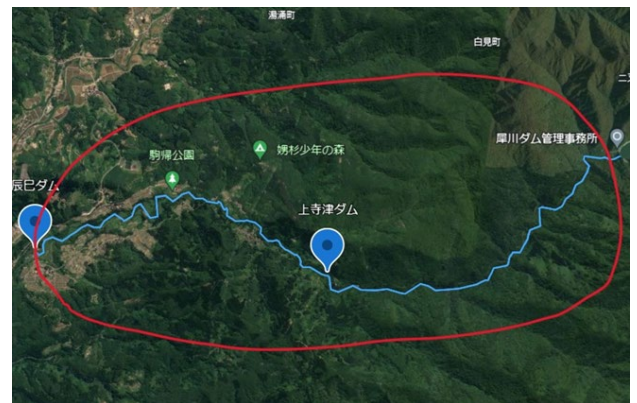


図 2-1 研究対象地域

## 3. データの収集

データの収集方法は、石川県河川課の辰巳ダム周辺の生態系調査資料「犀川辰巳治水ダム建設事業 調査業務委託報告書」より、犀川の生態系の個体数のデータ収集を行った。またダムの運用やダム建設による影響は水質の変化や、流れの変化などがあげられるため、魚類が一番影響を受けやすいと考えたため、そのため本研究では集めるデータは魚類だけとした。以上を行い、流水型ダムが魚類に与える影響の考察を行う。

## 3. データの整理・グラフ化

本研究では個体数のデータをまとめて、ダムの建設が生態系に与える影響をグラフにして可視化し、考察を行う。グラフで生態系の変化を可視化していく前にまず、表に個体数を調査年度ごとにまとめる。また表の横軸は調査年度、縦軸を個体数とする。データを表にまとめていく際に、調査年度によって生態系調査を行っている箇所数が違う場合があったため、全資料で条件を統一するため、以下の(式-3.1)で求める平均の数値を使用していく。上記のように個体数をまとめた後に、個体数のデータのグラフ化を行う。今回は Excel でデータをグラフ化していき、グラフの形式は個体数の増減が分かりやすいように、折れ線グラフを使用する。



(式-3.1) 確認個体数 ÷ 調査地点数 = 平均個体

4.研究結果

石川県の辰巳ダム周辺の調査資料から、犀川の生態数をまとめた結果を（表-4.1）に示す。

グラフは、調査の資料で毎年捕獲されていた、アブラハヤ、カワヨシノボリ、カジカ、ウグイの4種類をグラフ化した。アブラハヤ（図-4.1）、カジカ（図-4.3）を見てもらうと、近年では増加傾向であることが分かった。また反対にカワヨシノボリ（図-4.2）と、ウグイ（図-4.4）この2種は減少傾向であることが分かった。しかしどの魚種も調査で捕獲できていない以外の年で数が0になっていないことから、辰巳ダムは河川の生態系の著しく大きな悪影響を与えていないと考えた。そのため魚種ごとの生態系、魚類の生息地などと、ダムの建設による影響をどのように受けているのかを、魚種ごとに分けて次項で考察を行う。

図-4.1 アブラハヤの個体数

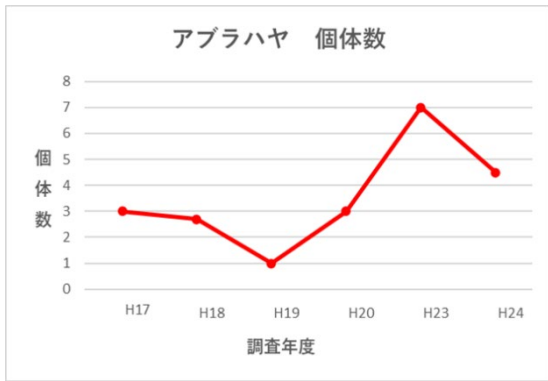


図-4.2 カワヨシノボリの個体数

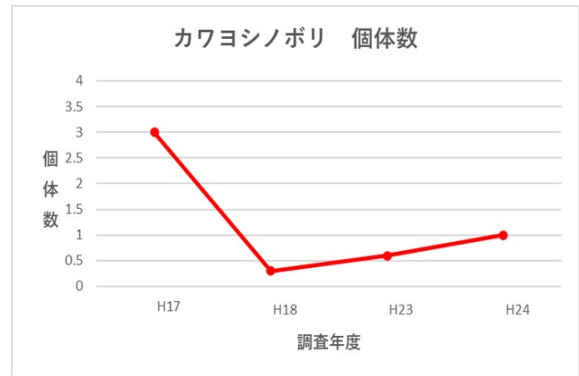


図-4.3 カジカの個体数

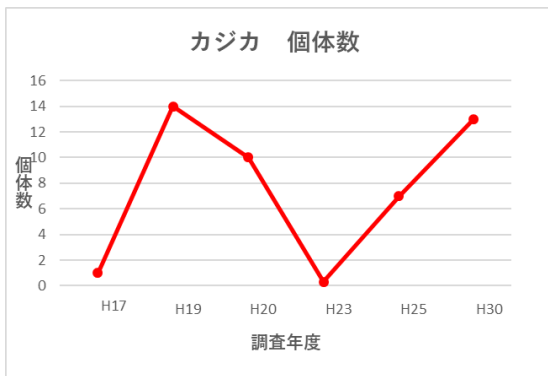


図-4.4 ウグイの個体数

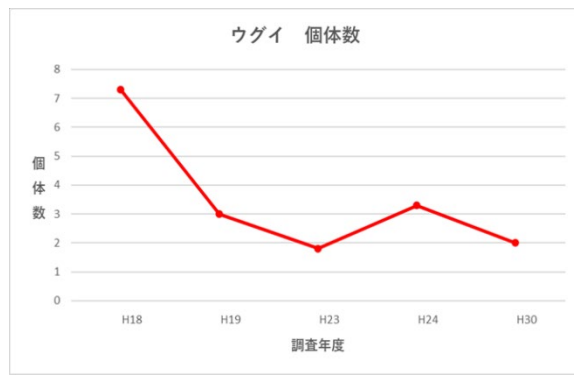


表-4.5 辰巳ダム上流部における魚類の種別個体数

	H17	H18	H19	H20	H23	H24	H25	H30
コイ		0. 7	0. 5					
アブラハヤ	3	2. 7	1	3	7	4. 5		
ドジョウ	4					3	0	
ヤマメ	5	1. 3			17. 8			
カジカ	1		14	10	0. 3		7	13
カワヨシノボリ	3	0. 3			0. 6	1		
ヨシノボリ sp	11	1. 3				3. 8		
ウグイ		7. 3	3		1. 8	3. 3		2
ヌマチチブ		0. 3						1

注 1) 黒線の位置を辰巳ダム運用開始の H24 年 6 月とする。—→

## 5.考察

1) アブラハヤの個体数のグラフ(図-4.1)をみると全体的に増加傾向であるが、個体数が増減しているのが分かった。しかし平成20年ごろには辰巳ダムは「転流工」と呼ばれる、水流が工事の妨げにならないよう、主にトンネルなどを使い川の流を一時的に変える作業が行われている。そのため工事の影響により、個体数は減少すると考えられるが、増加傾向である。これは「護岸工事などに比較的強い」というアブラハヤの性質より、アブラハヤについて辰巳ダムは、あまり影響を与えていないと考えた。

2) カワヨシノボリの個体数のグラフ(図-4.2)を見ると、近年は増加傾向であるが、全体的に減少傾向だと分かった。また H18 年に数が大きく減少していることが分かるが、H18 年に行われた辰巳ダムの工事の内容についての資料が見つからなかった。そこでカワヨシノボリの生態について調べると、「河川がダム湖などの止水域になるといなくなる」という性質を持っていることから、姿がいなくなる考えた。しかし辰巳ダムの運用が開始された H24 以降の H30 年のデータ(図-5.1)を見てみると、辰巳ダム周辺で捕獲されている点から、ダムができてカワヨシノボリの姿が見られていることより、カワヨシノボリの「河川がダム湖などの止水域になるといなくなる」に反していると考えられる。つまり辰巳ダムのような流水型ダムは、貯留型ダムと違い、平常時は河川の役割をしっかりと果たしていることが分かり、流水型ダムは河川に与える悪影響は少ないと、カワヨシノボリのデータから分かった。

図-5.1 H30 年のカワヨシノボリの確認個体数 ※赤枠の数字が、辰巳ダム周辺の個体数

35	カワヨシノボリ	純粋水魚							2	2	6	26	13	32	39
----	---------	------	--	--	--	--	--	--	---	---	---	----	----	----	----

3) カジカの個体数のグラフ(図-4.3)を見ると、H20 から減少傾向が始まり、H23 年に個体数が大きく減少し、その後辰巳ダムが運用開始された後は、数が増加傾向であることが分かった。カジカは、村岡らの論文によると「カジカは底生魚の仲間で、アユなどの浮遊性の遊泳形態をとる魚に比べて移動能力が乏しいため河道内の横断工作物による移動阻害の影響を受けやすい。そのため河道内の横断工作物による移動阻害の影響を受けやすいとされ、例えばカジカ科のハナカジカは河川改修やダム建設の影響により激減したといわれる 2)。」という点から、犀川のカジカも H20 年から始まった転流工事などの、ダム建設工事の影響を大きく受けていることが分かった。しかしカジカの個体数のグラフ(図-4.3)を見ると、辰巳ダム運用開始後の H25、H30 年は大きく増加傾向である。つまりカジカは、ダムなどの河道内の横断工作物に弱いという性質を持っているが、ダム運用開始後に大きく増えているため、辰巳ダムはダムではあるが、カジカに与えている影響は非常に少ないと考えた。このことより辰巳ダムは、犀川の生態系に与えている影響は少ないと分かった。そのため辰巳ダムは、通常時は河川としての役割をしっかりと果たせていると考えた。

4) ウグイの個体数のグラフ(図-4.4)を見ると、大きく減少傾向であることが分かった。しかしウグイの個体数が大きく減少している原因が、今回集めた資料での特定は難しかった。ウグイはダム湖などの土砂が大きく流れ込んできているような、水質の悪い場所でも生きていけるため、数は減らないと考えたが数が減っている。そのことからダム建設の工事が影響しているのではないかと考えた。しかしウグイも、辰巳ダムが運用開始後の H24 以降の個体数(図-4.4)を見てみると、大きく変化はないことが分かった。そのため辰巳ダムの運用開始による影響は少ないと分かった。しかしウグイに対して、影響を与えた工事の内容を、今回は明らかにできなかった。そのためウグイについてはまだまだ調査を続ける必要があると考えた。

## 6.結論

各魚種の調査結果の4つのグラフより共通して辰巳ダムが運用開始された、H24 年以降のグラフをみるとどのグラフのデータも大きな減少が見られていないことより、流水型ダムが使用開始されたことによる、生態系への影響は、非常に小さいことが明らかになった。しかし全結果のグラフをみるとダム運用開始の H24 以前に数の変化があることが多かったことより、ダムの工事の方が生態系への影響が大きいと考えられる。つまり工事の仕方を見直すことで、流水型ダムによる生態系への影響をより少なくできる可能性が高い。

## 参考文献

- 1)角哲也 [https://www.jstage.jst.go.jp/article/suirikagaku/57/3/57\\_12/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/suirikagaku/57/3/57_12/_pdf) 水理化学 No.332 2013
- 2)村岡敬子 山下慎吾 篠塚由美 三輪準二 (2011): 分布域南限付近のカジカの生息環境と水利用、学会 第 66 回年次学術講演会講演概要集  
石川県辰巳ダム建設事務所: H17~H19、H23~H25、H30 犀川辰巳治水ダム建設事業 調査業務委託報告書

# 庄内川流域の水質形成に関する研究

EC20057 中根 剛志

## 1. 目的

本研究の調査対象場所である庄内川本川とその支流の水質環境の違いを明らかにする。

都市河川である庄内川流域において都市における様々な人間生活からの排出物が含まれている。それらの影響がどれほどのものか、またどの地域において影響が大きいのか明らかにすることを目的とする。

## 2. 研究対象地

愛知県春日井市内を流れる一級河川である庄内川本川とその支流について調査対象地とした。データ解析の結果から 5 か所を研究対象地として定めた。

表 2 庄内川本川における水質データ

庄内川本川	単位	①庄内新川橋	②枇杷島橋	③水分橋	④大留橋	⑤城嶺橋	⑥天ヶ橋	⑦多治見橋
水温	°C	22.4	20.1	19.7	18.1	17.1	16.9	19.5
PH		7.5	7.5	7.7	7.6	7.6	7.6	7.5
BOD	mg/L	1.5	3	2.2	1.2	0.9	1	0.8
COD	mg/L		6.8	6.9	3.4	3.1	3.2	3.6
SS	mg/L	5	5	5	3	2	2	3
溶存酸素量 (DO)	mg/L	8.3	10.2	10.5	11.4	11	11	11
濁度 (TUBR)		3.7	2.7	2.6	1.8	1.8	1.9	2
総リン	mg/L		0.149	0.107	0.121	0.099	0.12	0.12
アンモニウム態窒素	mg/L		0.26	0.1	0.19	0.05	0.07	0.15
亜硝酸態窒素	mg/L		0.172	0.104	0.163	0.013	0.01	
硝酸態窒素 (NO3-N)	mg/L		1.19	0.87	0.76	0.65	0.7	
総窒素	mg/L		3.35	2	1.61	1.06	1.1	0.84

水分橋付近かつ流量の多い矢田川下流 (図 2 赤-1), データにおいて大きな差が出ていた水分橋と大留橋の間にある支流である八田川 (図 2 赤-2), 内津川 (図 2 赤-3), 大留橋より上流にある水野川 (図 2 赤-4) を研究対象地とした。



図 2 研究対象地 庄内川河川事務所図を 改変



### 3. 計測方法

多項目水質計（東亜ディーケーケー製,WQC-24）を使用した.多項目水質計の電源を入れ,測定値の川に挿入し,数値が安定するまで待つ.pH,溶存酸素量（DO）,電気伝導率（COND）,水温（TEMP）を計測した.また,室内実験のために現地で採水を行った.イオン分析計（東亜ディーケーケー製,IA-300）を使用し,リン酸態リン（PO4-P）,硝酸性窒素（NO3-N）,の計測をした.

### 4. 水質分析の結果

#### 4.1 水質項目比較

庄内川流域における現地観測,また愛知県の水質データベースよりまとめたデータは以下の表3の通りである.ただし,内津川は下流で枯れており,今回は目的にそわないためデータは記載していない.

表 4.1 庄内川水域における水質データ

庄内川水域	単位	①庄内新川橋	②枇杷島橋	③橋（矢田川下流）	③水分橋	八田川	④大留橋	⑤城嶺橋	水野川	⑥天ヶ橋	⑦多治見橋
PH		7.5	7.5	7.9	7.7	6.9	7.6	7.6	7.9	7.6	7.5
DO	(mg/L)	8.3	10.2	12	10.5	6.9	11.4	11	11	11	11
BOD	(mg/L)	1.5	3	3	2.2	5.6	1.2	0.9	2.2	1	0.8
COD	(mg/L)		6.8	6.5	6.9	21	3.4	3.1	4.6	3.2	3.6
SS	(mg/L)	5	5	4	5	9	3	2	5	2	3
硝酸性窒素	(mg/L)		1.19	2.2	0.87	1.97	0.76	0.65	1.99	0.7	
リン酸態リン	(mg/L)		0.149	0.012	0.107	0.008	0.121	0.099	0.027	0.12	0.12

#### 4.2 データ解析

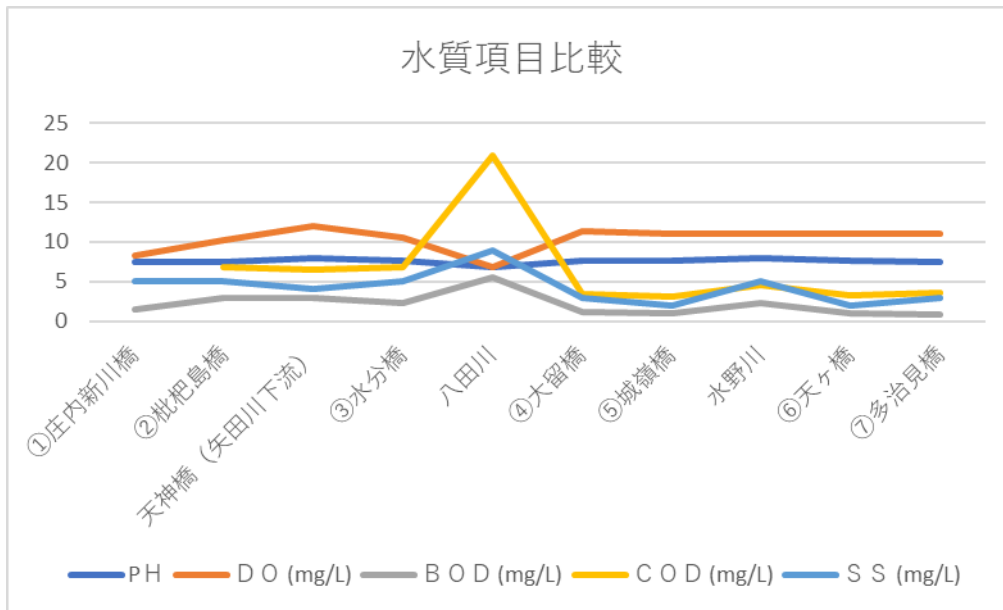


図 4.2.1 水質項目グラフ

グラフの結果から支川の合流地である前後の観測地点のデータと比較すると,矢田川は DO が大きいのがわかりますがほかの数値は比較しても特に大きな違いが見られません.

八田川は全体的に水質項目の値が悪くなっており,DO の値も小さくなっていることがわかります.特に COD が 21 と突出していることが目立ちます.

水野川は DO の値は得に異常は感じられませんが,水質項目が全体的に近くの庄内川本川と比べて異常があることがわかります.

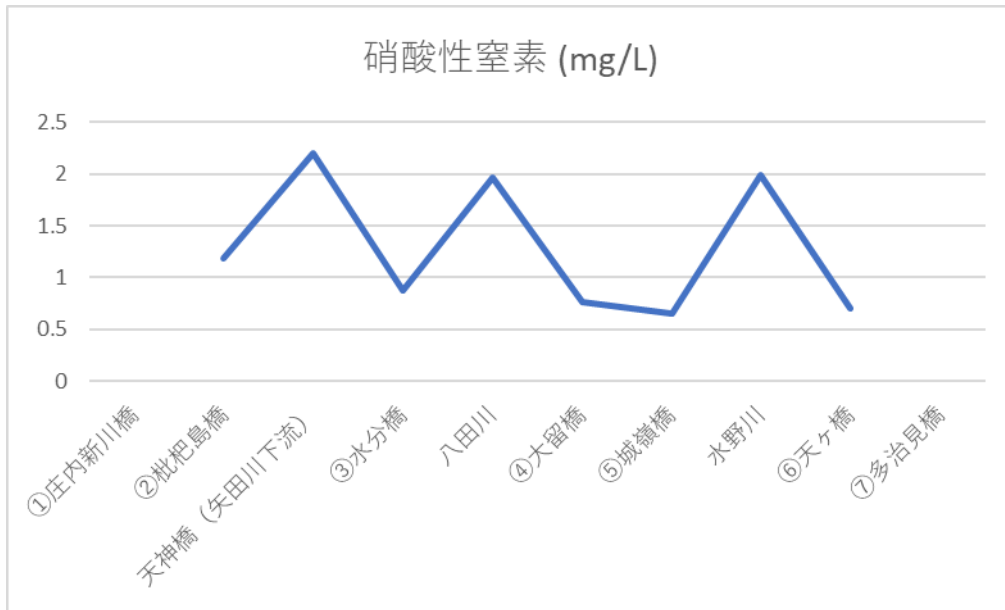


図 4.2.2 硝酸態窒素(NO<sub>3</sub>-N)

硝酸態窒素 (NO<sub>3</sub>-N) は、アンモニウムイオン・亜硝酸イオンの酸化により生成し、酸素の多い水中に安定に存在する。きれいな上流の河川水・地下水・湧水中の窒素化合物は主に硝酸態窒素の形で存在している。また、硝酸態窒素 (NO<sub>3</sub>-N) が多いということは生活排水汚染が多いことも示され、その要因としては、汚染源が肥料などの混入によることもある。また、地質的なこともあり環境汚染と関係ない場合もある。これも富栄養なため藻類などの繁殖の原因になっている。

グラフから調査した矢田川、八田川、水野川すべてで庄内川本川よりも多く含まれていることがわかる。これらは河川の汚染の可能性は高いが、下流であるため高くなっている可能性も高いと考えられる。

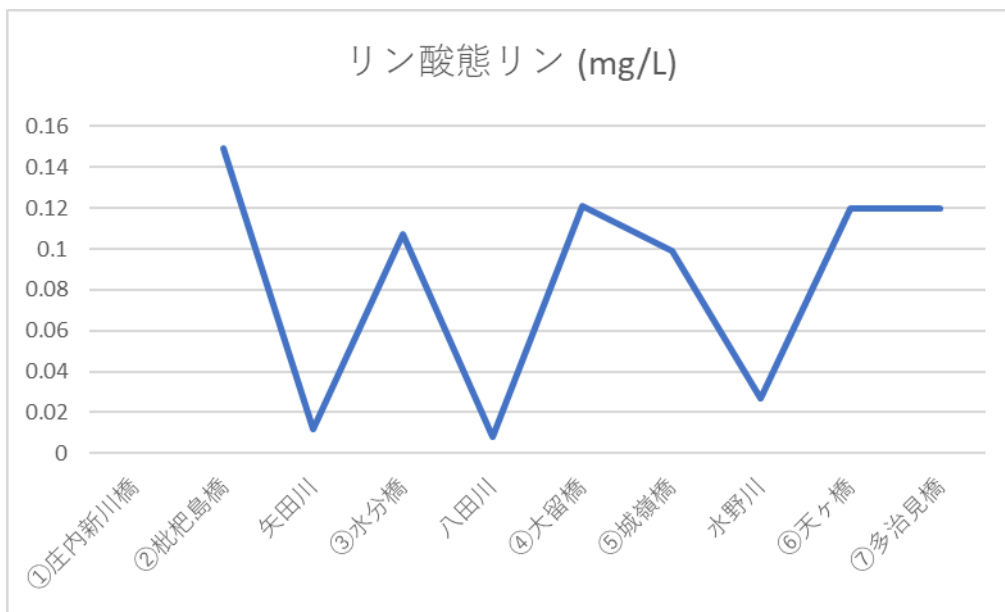


図 4.2.3 リン酸態リン (PO<sub>4</sub>-P)

リン酸性リンとはリン酸の形をしたリン分である。リン酸イオンは肥料や合成洗剤、食品など広範囲に含まれているイオンで、この数値が高いほど富栄養化していて、赤潮などの原因となるとされている。

グラフから水質汚濁に関する項目や硝酸態窒素と比べても異なり、支川の方が小さくなっているのがわかる。

#### 4.5 結果のまとめ

分析結果から支川と本川を比較しどのような影響が出ているのか検討する。

グラフの結果から見ても矢田川,八田川,水野川は全体的にみて庄内川本川よりも水質汚濁が見られる。矢田川は付近の本川を見ると矢田川付近の庄内川本川の水質項目に影響が出ていると考えられる。

八田川は水質汚濁の項目が庄内川本川よりも明らかに大きいことが見て取れる。特に COD は非常に大きな値となっている。生活雑排水には,COD 値を大きくする有機物が多く含まれている現地では水位が非常に低かったこともあるが,近くで工事などを行っていることも見られなかったため,生活排水がながれこんでいるのではないかと考えられる。しかし付近の庄内川本川の水質データを見るとあまり大きな影響を考えているとは考えずらい,これは流量の少ない河川であったためだと考えられる。

水野川も八田川と同様に水質汚濁の項目が庄内川本川よりも明らかに大きいことが見て取れる。水野川は水位は低かったものの下流でも高低差が大きく,流れが速かった。

硝酸態窒素は支川の方が大きくなり,リン酸態リンは本川の方が大きい傾向にあることは興味深い。硝酸性窒素は,アンモニウムイオン・亜硝酸イオンの酸化により生成し,酸素の多い水中に安定に存在する。きれいな上流の河川水・地下水・湧水中の窒素化合物は主に硝酸性窒素の形で存在しているため,DO の値が高かったのが影響していると考えられる。

リン酸態リンは生活排水に多く含まれているため,支川の方が生活排水の影響を多く受けているのだと考えられる。

#### 5.結論

本研究は, 庄内川本川の水質と支川の水質から愛知県を通る代表的な都市河川である庄内川の環境と支川が与える影響について検討することを目的とした。得られた主な結果を以下に示す。

支川は, 庄内川本川とは異なる水質を形成していることが確認された。

支川の水質は本川に比べて汚濁が進んでいるものも確認されたが, 流量の関係から本川には大きな影響を与えていないと考えられる。

硝酸態窒素は支川の方が大きくなり, リン酸態リンは本川の方が大きい傾向にある。

#### 参考文献

- 1) 鳥谷明弘. 傳谷卓也 “水質データ基礎知識”.ISAHAYA HIGATA NET.  
[www.isahaya-higata.net/isa/libr/lb971030suishitu.html](http://www.isahaya-higata.net/isa/libr/lb971030suishitu.html), (参照 2024-01-10)
- 2) 東亜ディーケーケー株式会社.“溶存酸素 (DO) のはなし : 溶存酸素について”  
<https://www.toadkk.co.jp/support/useful/useful041.html>, (参照 2024-01-10)
- 3) 国土交通省.“水文水質データベース”  
<http://www1.river.go.jp/>, (参照 2024-01-25)
- 4) 愛知県の河川,湖沼,海域,地下水などの状況  
<https://www.pref.aichi.jp/soshiki/mizutaiki/0000063715.html>  
(参照 2024-01-25)

# ダム構造に着目した流水型ダムの堆砂に関する研究

EC20064 長谷川篤人

## 1. 目的

貯留型ダムでは平常時・洪水時ともに河川の水をためているため、洪水時浮遊砂の多くは下流へ流れるが砂、礫の多くは貯水池内に留まり下流へ流れる土砂量が減る。堆砂は貯水容量を低下させ、利水、治水の機能を阻害し、環境に及ぼす影響も少なくない。堆砂容量は約 100 年をめぐりに想定されているが日本の河川は土砂が多いという特徴があり、多くのダムにおいて想定を上回る堆砂量を記録しているのが現状である。一方で、流水型ダムでは水を貯めない設計から、土砂も流れることが想定されており、これは貯留型ダムと比べて大きな利点とされている。しかし、河川上にダム堤体や減勢工(副ダム)などの構造物を建造するにあたり少なからず影響はあるはずである。また、現在完成し運用されている流水型ダムは少数であり、運用年数も短いものが多いが、今あるデータから流水型ダムの堆砂要因、何が影響しているのかを明らかにすることを目的とする。

## 2. 研究対象ダム

研究対象とする流水型ダムの概要を表 2.1 に示す。

流水型ダムの堆砂に関する研究(塚原駿,卒業論文 2022)から引き継いで、現在完成している流水型ダムの中から運用年数が5年以上経過しておりかつデータの揃っている流水型ダムを研究の対象とする。

表 2.1 研究対象とする流水型ダム一覧

	都道府県	河川名	ダム名称	総貯水容量	堆砂容量	竣工年度
1	島根県	益田川	益田川ダム	6750 千 m <sup>3</sup>	250 千 m <sup>3</sup>	2005 年
2	石川県	犀川	辰巳ダム	6000 千 m <sup>3</sup>	200 千 m <sup>3</sup>	2012 年
3	鹿児島県	新川	西之谷ダム	793 千 m <sup>3</sup>	75 千 m <sup>3</sup>	2012 年
4	長野県	浅川	浅川ダム	1100 千 m <sup>3</sup>	40 千 m <sup>3</sup>	2017 年

## 3. 西之谷ダムの堆砂率について

流水型ダムの堆砂に関する研究(塚原駿,卒業論文 2022)より、西ノ谷ダムの堆砂率に他流水型ダムに見られない大きな変化があったため、西之谷ダムに着目し堆砂要因を探る。

西之谷ダムの堆砂率の推移(図 3.1)を見たときに、2014 年から 2018 年までの堆砂率は 2015 年から 2016 年の間で約 2 倍に増加していることを除けば、比較的緩やかな増加傾向であることが見て取れる。しかし、2018 年から 2019 年の間で約 2.5 倍となり急激に増加している。また、2019 年から 2020 年の増加率も 2014 年から 2018 年までに比べて増加している。そこで、堆砂量の変化に降雨が関係しているとし、西之谷ダムのある鹿児島県鹿児島市の年間降水量をグラフ(図 3.2)に示した。図 3.2 から堆砂率が 2019 年に急激に増加しているのに対し、年間降水量が最大となっている年は 2015 年であり、他の年の年間降水量も関連性はあまり見られない。しかし、堆砂率の大きな増加がみられる 2015 年と 2019 年の降水量は例年より高くなっていることが分かる。このことから堆砂率と降水量には少なからず関係があると考えられる。



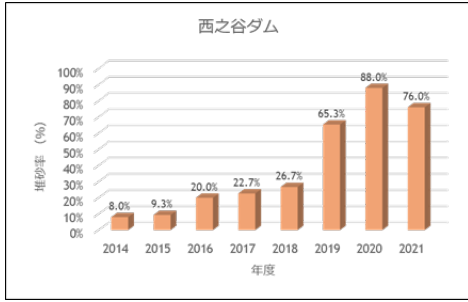


図 3.1 西之谷ダムの堆砂率の推移

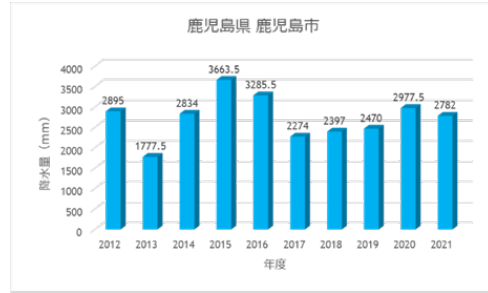


図 3.2 鹿児島県鹿児島市の年間降水量

### 3.1 鹿児島県鹿児島市の各月の降水量

堆砂率と降水量の関係を見るために年間降水量の値が大きかった 2015 年と 2019 年の日最大降水量のグラフ(図 3.3 図 3.4)を示す。

2015年	降水量 (mm)			
	合計	最大		
		日	1時間	10分間
1月	156.5	51	34	12.5
2月	79	39	11.5	3
3月	105.5	17.5	7.5	6
4月	199	55.5	31	9
5月	234.5	64.5	26	9.5
6月	1300.5	160	42.5	18
7月	529.5	114	29.5	9
8月	385.5	83	29.5	15.5
9月	227	69	40	11
10月	48.5	25	15.5	13
11月	183	74.5	24.5	11.5
12月	215	126.5	53.5	18.5

図 3.3 2015 年日最大降水量

2019年	降水量 (mm)			
	合計	最大		
		日	1時間	10分間
1月	34.5	14	7	3.5
2月	158	49	15	6.5
3月	169	35	17.5	10
4月	130	49	29	9.5
5月	132.5	43	6	2
6月	253.5	76.5	20	8
7月	1005.5	375	39.5	14.5
8月	186	37.5	26	10
9月	86.5	27.5	11	5.5
10月	100.5	30	16	8.5
11月	73.5	42.5	29	7.5
12月	40.5	32.5	22	7.5

図 3.4 2019 年日最大降水量

2015 年と 2019 年の表を比較すると、2019 年に比べて 2015 年の方が月毎の最大降水量は 2015 年の方が多  
い。また、日最大降水量を見ると、2015 年は 100 mmを超える月が三月あるのに対し、2019 年では 100 mmを超  
える雨が降る月はひと月しか無い。しかし、2019 年の日最大降水量は 2015 年の日最大降水量に対し、2 倍以上の  
値となっている。これらのことから、2019 年の急激な堆砂量の増加は短期間で多量の雨が降ったことが原因で  
あることが考えられる。

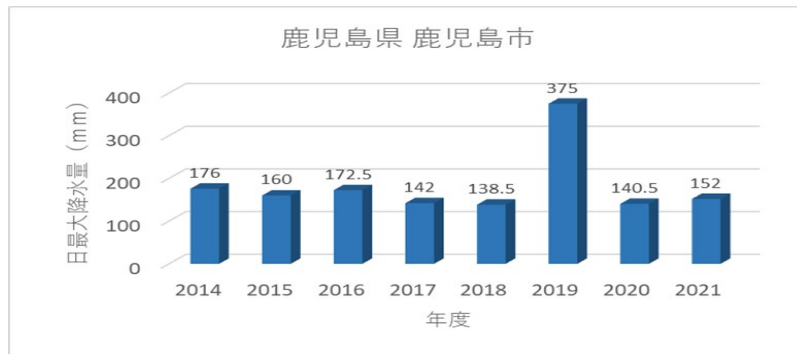


図 3.5 各年の日最大降水量

図 3.5 から 2019 年の日最大降水量が最も高いことが分かる。図 3.1 の堆砂率の推移のグラフで 2020 年も  
2019 年ほどではないが 20%以上の堆砂率の増加がみられる。しかし、日最大降水量の値を見ると 140.5 mmと低  
い値を示している。また、図 3.2 から 2020 年の年間降水量は 2017 年以降で最大の値を示していることが分か  
る。これらのことから、2019 年の大雨によって緩んだ地盤や残留土砂が 2020 年の多量な降雨によって流された  
ものがダムサイト内に溜まったのではないかと考えられる。

#### 4. 西之谷ダムの流況

降水によって実際にどれだけの量の水がダム内に流れ込んでいるのかをみるため、西之谷ダムの流況についての表 4.1 に示す。

表 4.1 西之谷ダムの流況

		最大	最小	年平均	年総量
2018	流入量m <sup>3</sup> /s	17.216	0	2.367	74.640百万m <sup>3</sup>
	放流量m <sup>3</sup> /s	14.114	0.344	2.367	74.640百万m <sup>3</sup>
2019	流入量m <sup>3</sup> /s	101.216	0	4.659	146.930百万m <sup>3</sup>
	放流量m <sup>3</sup> /s	21.903	0.426	4.659	146.920百万m <sup>3</sup>
2020	流入量m <sup>3</sup> /s	156.634	0	10.347	327.200百万m <sup>3</sup>
	放流量m <sup>3</sup> /s	23.65	5.245	10.346	327.180百万m <sup>3</sup>
2021	流入量m <sup>3</sup> /s	131.399	0	6.533	206.030百万m <sup>3</sup>
	放流量m <sup>3</sup> /s	20.286	1.224	6.534	206.040百万m <sup>3</sup>

最大流入量では日最大降水量の値が大きく関わってくると考えていたが、実際には関係性は薄く、年間降水量のグラフとの整合性があることが読み取れる。よって、流況から堆砂率の増大の様子を見て取る事ができずすべての年で関連性を見られるわけではなかった。

#### 5. 西之谷ダムの地質について

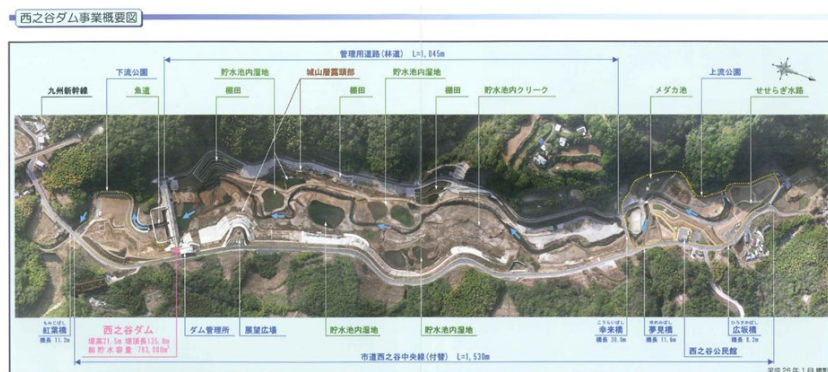
鹿児島県鹿児島市にある西之谷ダムは火山活動により噴出した火砕流（高温の火山灰や岩塊等が高速で山の斜面を流下する現象）によって形成されたしらす台地に建てられている。

鹿児島県ではしらす台地であるがゆえに今までに何度も地すべりや土砂崩れなどの土砂災害が発生しており、しらすという地質と降雨の多さが他の流水型ダムでは見られない急激な堆砂の増加に影響しているのではないかと考えられる。また、急激な堆砂率の増加がみられた 2019 年の大雨で土砂災害が発生したことにより西之谷ダム内に大量の土砂が流れ込んだものと考えられる。

#### 6. 西之谷ダムの環境に配慮した取り組み

西之谷ダムは他流水型ダムでは見られない自然環境対策を行っている。西之谷ダムの事業概略図を図 6.1 に示す。

図 6.1 西之谷ダムの事業概略図



西之谷ダムは従来の田園風景や自然環境が損なわれてしまう可能性があることから、平常時は自然河川と変わらない流水型ダムの特徴を生かし、自然環境に与える影響を減らすために貯水池全体を湿地として再生している。貯水池内の整備として貯水池内底面には、素掘りの湿地、クリーク、棚田等が造られており、多様な生物が生息する湿地環境が成り立っている。湿地帯の植生であったり、人工的に造られた棚田等が大規模な降水の際に土砂の移動を阻害してしまう可能性があるのではないかとされる。

## 7. 流水型ダムの洪水吐について

流水型ダムの洪水吐の比較から堆砂要因について探るため対象である4つのダムの設計概要を表7.1に示す。

表 7.1 対象の流水型ダムの洪水吐の設計

ダム名 (事業主体)	河川名	堤高 (m)	堤頂長 (m)	堤体積 (千m <sup>3</sup> )	流域面積 (km <sup>2</sup> )	総貯水容量 (千m <sup>3</sup> )	常用洪水吐				非常用洪水吐		
							高さ m	幅 m	門数	合計断面積 m <sup>2</sup>	高さ m	幅 m	門数
1 益田川ダム (島根県)	増田川	48.0	169.0	106.0	87.6	6,750	3.40	4.45	2	30.3	3.30	11.50	7
2 辰巳ダム (石川県)	犀川	47.0	195.0	154.0	77.1	6,000	上段 4.5 下段 2.9	4.50	1	37.1	3.50	13.00	6
							2.90	2					
3 西之谷ダム (鹿児島県)	新川	21.5	135.8	32.3	6.8	793	1.60	1.90	1	3.0		12.00	4
4 浅川ダム (長野県)	浅川	53.0	165.0	141.0	15.2	1,100	1.45	1.30	1	1.9	1.80	13.00	6

常用洪水吐はダムの規模に応じて門の数、門の合計断面積に違いがあり、辰巳ダムに関しては常用洪水吐が上段に1門と下段に2門と他の流水型ダムとは異なる構造を持っている。非常用洪水吐では一般的に自由越流式が用いられているため、門の幅は4つのダムで大きな差はない。また、門の高さは規模の小さい浅川ダムに対して約7倍の総貯水容量を持つ益田川ダム、辰巳ダムでは約二倍の高さとなっている。洪水時に非常用洪水吐から排出されるのは軽い浮遊砂であり、砂や石礫などは常用洪水吐からの排出が基本となる。

## 8. 結論

本研究では、堆砂率に大きな変化がみられる西之谷ダムに着目し、西之谷ダムの特徴や環境から堆砂に関わる要因を明らかにすることを目指した。得られた結果を以下に示す。

- 1) 西之谷ダムの堆砂率の増加は長期的な雨ではなく、短期間で多量の降雨によるものであると考えられる。
- 2) 西之谷ダムは鹿児島県の6割を占めるしらす台地に建造されており、その土地の性質上土砂災害による土砂の流出が堆砂率の急激な増加に関わっている。
- 3) 流水型ダムの排砂には常用洪水吐が大きな役割を担っており、各ダムで比較を行ったが、西之谷ダムの堆砂率を理由づけるような特徴は見られなかった。
- 4) 流水型ダムの排砂を妨げる要因として、洪水吐に多量の流木やごみが溜まることが挙げられる。したがって、ダム周辺の植生等も堆砂に関わってくると考えられる。

### ・参考文献

島根県ホームページ：益田川ダム（流水型ダム）

石川県ホームページ：辰巳ダム

鹿児島県 鹿児島地域復興局 建設部 河川港湾課：新川河川総合開発事業 西之谷ダム

長野県ホームページ：浅川ダムの紹介

国土交通省：全国のダム堆砂状況のデータ（2014年から2021年）

国土交通省：流水型ダムについて

気象庁ホームページ：過去の気象データ（2014年から2021年）

ダム便覧 2022 ダムの書誌あれこれ(107) 鹿児島県の川辺ダム、大和ダム、西之谷ダム

ダム諸量データベース

鹿児島県大学理学部地学教室応用地質額講座ホームページ

国土交通省 九州地方整備局

## 三重県一級河川流域での降雨特性と災害発生個所に関する研究

EC20081 諸岡大雅

### 1. 目的

近年、日本では台風による雨の影響や集中豪雨などによる豪雨災害によって年間の雨量が増加傾向にあり、気候変動や都市化の影響も相まって、河川での氾濫が日本各地で見られる。本研究では、三重県の一級河川流域を対象として、今後の河川氾濫を減らすために、過去に計画高水位以上となった事例および越水や破堤が起こった河川災害を抽出し、既存のデータを用いて、それらの災害が発生した時の降雨特性や水位変動、災害発生場所を明らかにし、各々の特徴を明らかにすることを試みる。

### 2. 研究方法

本研究では、三重県の一級河川流域のうち雲出川流域、櫛田川流域、宮川流域を対象とする。それらの流域の中で、過去 20 年を遡り、氾濫危険水位を大きく上回った事例(三重河川国道事務所)を抽出した。その時の、降雨データや時系列の河川水位データを国土交通省水門データベースから収集し、エクセルを利用し発生した災害と雨量、最高水位をまとめた表と累計降水量、水位を表した図を作成した。各流域での災害に繋がる降雨特性やそれに対応した水位上昇の特徴を検討し、作成した図を利用して降水量や水位等の比較を行い、どこでどれくらいの雨が降ると現段階では、計画高水位を超えてしまうのかを河床勾配や台風の進路等を交えながら予測する。

本研究では、流域平均降雨ではなく台風による被害で起きた氾濫時の雨量を対象とし、観測所のデータを元に研究を進めた。

### 3. 三重県一級河川での降雨特性と水位の関係

#### 3.1 雲出川流域

雲出川流域での台風による豪雨で氾濫危険水位を大きく上回った河川は、中流域で本川に合流する右支川の波瀬川である。表-1 に波瀬川での氾濫危険水位 3.40m 以上を記録した時の降雨特性を示す。総雨量に最大 2.5 倍程度の差はあるが、時間最大雨量はいずれも約 60mm 前後である。さらに、氾濫危険水位を超えなかったものの総雨量が 400mm 近く降った H23 での降水量と水位の比較を行った(図-1, 2)。これを見ると、H23 では長時間の継続降雨であるが最大雨量は 40mm に及んでいないのに対して、H24 では短時間降雨で最大雨量が H23 の 1.5 倍に及んで氾濫危険水位を超過している。つまり、波瀬川では総雨量より時間雨量が大きい方が氾濫に効いている。

表-1 雲出川水系波瀬川 計画高水位超過年<sup>1)</sup>

雲出川水系 波瀬川 下川原橋水位観測所						
年	日付	豪雨要因	最高水位	総雨量	1時間最大雨量	被害状況
H26	8月9日	台風11号	3.7m	539mm	61mm	×
H24	9月30日	台風17号	4.15m	220mm	57mm	氾濫
H21	10月8日	台風18号	4.00m	226mm	64mm	氾濫
H16	9月29日	台風21号	4.28m	421mm	67mm	氾濫

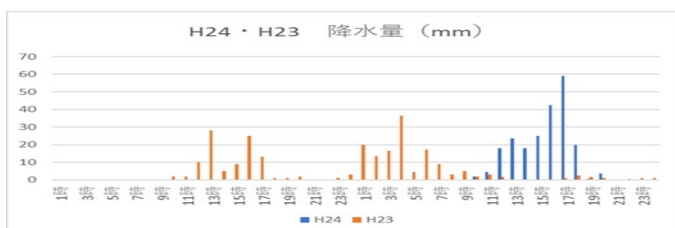


図-1 H23・H24 降水量比較図<sup>2)</sup>

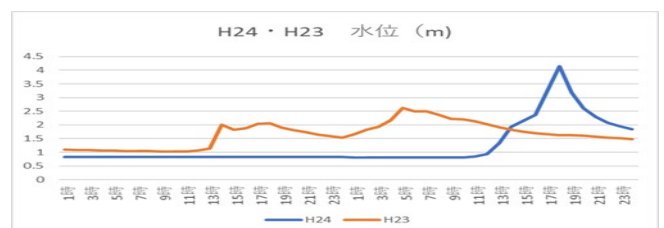


図-2 H23・H24 水位比較図<sup>2)</sup>



次にH21, H16では計画高水位を超えていたのにH24, H26では超えなかった河川(右支川中村川, 本川雲出川)があったため原因を分析した(表-2, 3). H16とH24を比較すると, 中村川, 雲出川ともに時間最大雨量に20mmほどの差があった. 雲出川, 中村川では台風の進路が影響しているのではないかと予想し, それぞれの年の台風の進路についても調べた. 計画高水位を超えたH16では河川の北側を通っていた, 超えなかったH24では河川の南側を通っていた. 台風は暖かく湿った空気を南から北へ吹き上げるため, 進行方向の前面や右側では, 早くから大雨が広い範囲で降り, 雨量も多い傾向にあることから, 台風の経路が降雨特性に与える影響は大きい.

表-2 雲出川大仰水位観測所<sup>1)</sup>

計画高水位を超えた年				
雲出川 大仰水位観測所				
年	災害要因	最高水位	時間最大雨量	被害状況
H16	台風21号	6.57m	64mm	氾濫
H21	台風18号	6.52m	75mm	氾濫
計画高水位を超えなかった年				
H26	台風11号	5.99m	54mm	
H24	台風17号	5.64m	46mm	

表-3 中村川島田橋水位観測所<sup>1)</sup>

計画高水位を超えた年				
中村川 島田橋水位観測所				
年	災害要因	最高水位	時間最大雨量	被害状況
H16	台風21号	4.37m	63mm	氾濫
H21	台風18号	3.91m	74mm	氾濫
計画高水位を超えなかった年				
H26	台風11号	3.25m	49mm	
H24	台風17号	2.62m	42mm	

### 3.2 櫛田川流域

櫛田川流域では, 主に下流で本川に合流する右支川の佐奈川が氾濫危険水位 3.20m を超過しやすい傾向にある. 佐奈川では時間最大雨量もちろん関係しているが, 波瀬川に比べて総雨量が大きいことも影響していることが分かる(表-4). 佐奈川は河川幅が狭いため, 短時間で多量の雨が降ると水位が急上昇しやすいが, 下流付近に位置している河川であるため, 長時間降った後に多量の雨が短時間で降っても, 勾配がゆるいことから少しずつ時間をかけて水位が上がる傾向がある(図-3, 4参照). つまり, 短時間の集中的な降雨よりも長時間の継続的な降雨の方が河川氾濫に支配的であることが推察される.

表-4 櫛田川水系佐奈川 計画高水位超過年<sup>1)</sup>

櫛田川水系 佐奈川 西山橋水位観測所						
年	日付	豪雨要因	最高水位	総雨量	1時間最大雨量	被害状況
H29	10/22~23	台風21号	3.87m	485mm	50mm	×
H27	8/25~26	台風15号	3.38m	214mm	57mm	×
H26	8/9~10	台風11号	3.37m	401mm	45mm	×
H16	9/29~30	台風21号	3.36m	348mm	67mm	越水



図-3 H29 降水量・水位<sup>2)</sup>



図-4 H27 降水量・水位<sup>2)</sup>

### 3.3 宮川流域

宮川流域では, 本川である宮川が氾濫危険水位 8.20m を上回った事例がある(表-5 参照). 宮川岩出水位観測所では, H23とH16に計画高水位を上回り, H23では最高水位 10.08m を記録, H16では, 最高水位 10.16m を記

表-5 宮川水系宮川 計画高水位超過年<sup>1)</sup>

宮川水系 宮川 岩出水位観測所						
年	日付	災害	最高水位	総雨量	1時間最大雨量	被害
H23	8/30~9/5	台風12号	10.08m	883mm	47mm	越水
H16	9/29~30	台風21号	10.16m	753mm	119mm	越水

録し過去最高水位となった。どちらの年も氾濫危険水位を大きく上回ったため越水を起こし浸水被害が発生した。

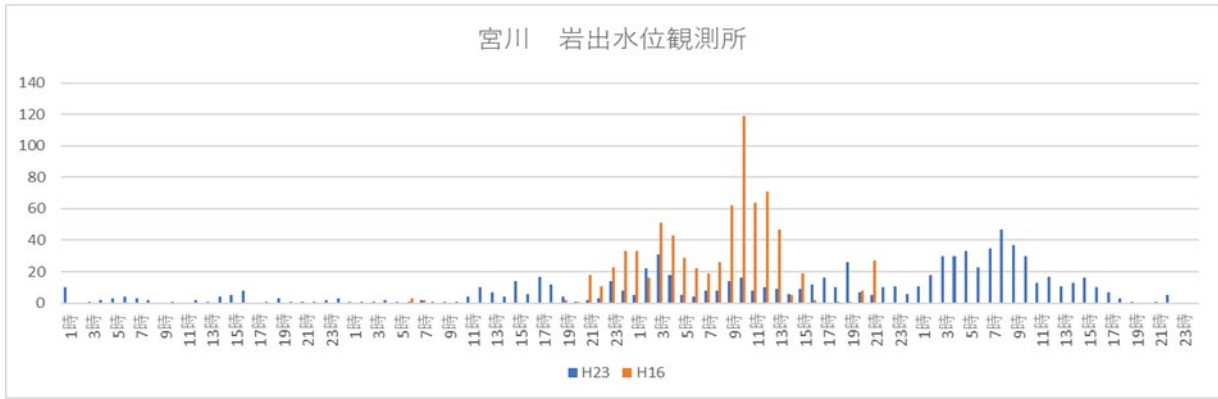


図-5 宮川 H23, H16 降水量比較図<sup>2)</sup>

図-5 を見てみると、H23 は数 mm~40mm の雨が長時間降り続けていて、山なりのような形で何度も続いていることが分かる。宮川下流部はほぼ水平であるため河床勾配が緩くなっている。そのため洪水流が流下しにくい状態になっているため、何度も雨が降ることによって、河川に雨水が溜まっていき、短い時間で 50mm や 100mm を超えるといった雨が降らなくても氾濫危険水位を超えてたと考えられる。逆に H16 では短い時間で多量の雨が降り氾濫危険水位を超えた。時間最大雨量は H23 と比較すると約 3 倍の 120mm が降っている。降水量の結果だけを見てみると、宮川では総雨量、時間雨量どちらでも氾濫危険水位を超える可能性があるのではないかと予想される。

図-6 で H23、図-7 で H16 の時の水位の上がり方を表してみたが、H23 は緩やかに水位が上がっているのに対して、H16 では急激に水位が上がっている。H23 では何時間か 10mm 前後の雨が続き、水位が徐々に上がってきている。また長時間雨が降っていたため、水位が下がりづらくなってしまい、30mm~40mm の雨が続き、水位が上がりやすくなっていると考えられる。H16 は、H23 の時間最大雨量に近い雨が続き後にそれ以上の雨が降ったため水位が急上昇している。さらにその数時間後に 100mm 以上の雨が降り氾濫危険水位を超える被害となった。このことから、本川宮川では溜まった雨水が流れにくいため、長時間の少量の雨でも短時間の多量の雨でも氾濫危険水位を超えると予測される。また、支川の数も多いため、本川に降った雨だけでなく、支川で溜まった雨水も流れてくるためそれらも大きな影響を与えている。

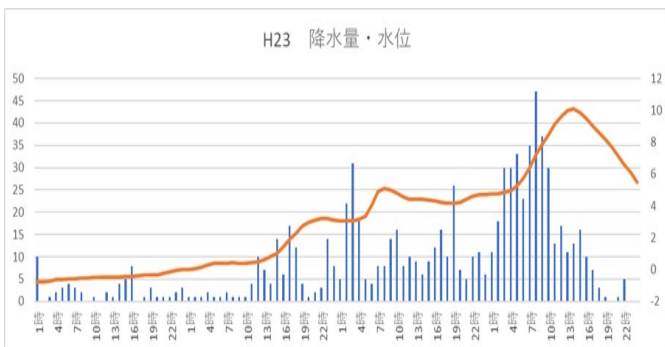


図-6 H23 降水量・水位<sup>2)</sup>

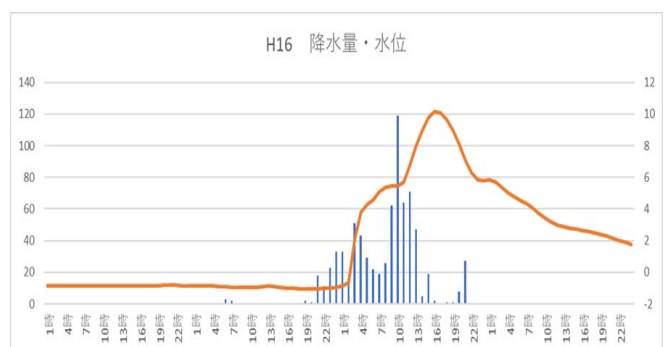


図-7 H16 降水量・水位<sup>2)</sup>

表-6 勢田川 計画高水位超過年<sup>3)</sup>

次に宮川の支川である勢田川の過去の災害事例について調べた。勢田川は波瀬川や佐奈川と比べ、氾濫危険水位を超えたケースはあまり見られなかったが、平成 29 年の 10 月に起こった台風 21 号により大きな被害をもたらした(表-6)。

年	宮川水系		勢田川 岡本水位観測所			被害
	日付	災害	最高水位	総雨量	1時間最大雨量	
H29	10/22~23	台風21号	3.69m	665mm	80mm	越水

宮川流域全体で総雨量が大きい洪水となったが、勢田川岡本水位観測所では特に総雨量が大きい結果となった。この時の雨量は昭和 57 年にあった洪水時と比較すると、時間最大雨

量は同等であるが、累積雨量は超過した。勢田川は本川である宮川とは三角州の大湊で接しているに過ぎないため、宮川からの流水がない。勢田川は海に近いので、満潮と台風による高潮、大雨が重なった影響もあり、氾濫危険水位を超過してしまい堤防高不足部分により越水を起こし氾濫が発生してしまった。勢田川では、昭和 49 年と昭和 57 年に大きな浸水被害が発生し堤防高の見直しや強化が行われたが、今回の洪水では堤防を超える結果となってしまった。

#### 4 結果

表-7 河川の特徴

河川	勾配(特徴)	川幅(特徴)	降雨特性(どのような特性に弱いかわ)
雲出川水系波瀬川	上流はかなり急峻で下流での流れも速い	支川であり狭い	短時間雨量
櫛田川水系佐奈川	波瀬川と比べて緩やかな流れ	支川であり下流域にあるためかなり狭い	総雨量
宮川水系宮川	ほぼ水平で流れは遅い	本川であるため広い	短時間雨量/総雨量

今回の研究対象河川のそれぞれの勾配や川幅の特徴、研究結果から得た情報(どのような降雨特性に弱いかわ)を表-7 に簡易的にまとめた。雲出川水系は波瀬川が氾濫危険水位を最も超えやすく、短時間での強い雨(50mm を超える雨)が原因になりやすいということが分かった。櫛田川水系の佐奈川は短時間で多量の雨が降った場合でも氾濫危険水位を超えてしまうが、波瀬川よりも河床勾配が 2 倍近く緩いため、雨水が流れきらず長時間の雨量で水位が徐々に上昇してしまい、氾濫危険水位を超えてしまうと今回の研究結果から分かった。宮川の勾配はほぼ水平のため雨水が流下しにくく長時間雨が降ると氾濫の危険性が高まってしまう。勾配が緩く河川の流れが遅いことから短時間の雨でも 50mm 以上降れば水位が急上昇し 100mm を超える雨が降れば氾濫危険水位を超えてしまうことが研究結果から推察される。

#### 5 まとめ

過去の災害事例に基づいて、三重県一級河川流域にてそれらが発生した時の降雨特性や水位変動、災害発生場所との関係を分析した。その中でも、計画高水位を上回る回数と被災が顕著であった雲出川水系波瀬川と櫛田川水系佐奈川、宮川水系宮川を抽出し災害要因を分析した。H16 に起きた台風 21 号はほとんどの河川で氾濫危険水位を超えた浸水被害が起きている。台風は、三重県の北側を通過したため、各河川での時間最大雨量や累計雨量は非常に大きな結果となっている。台風 21 号は最低気圧 940hPa、最大風速 45m/s で日本を横断した。H16 と同等またはそれ以上の洪水が発生した場合、大きな被害を繰り返すこととなってしまったため、この結果を基準とした対策が必要になってくる。

本研究での結果は観測所からの数値を基に行ったため、おおよその結果となっている。今後各観測所からの数値を集め、シミュレーションソフトを利用しより正確な数値を得ることを今後の課題とする。

#### 参考 URL

- 1) 三重河川国道事務所-過去の出水状況 (参照日:2023/6/1)  
([https://www.cbr.mlit.go.jp/mie/disaster/river-disaster/post\\_flood.html](https://www.cbr.mlit.go.jp/mie/disaster/river-disaster/post_flood.html))
- 2) 国土交通省水門データベース (参照日:2023/10/2)  
(<http://www1.river.go.jp/>)
- 3) 宮川水系勢田川台風第 21 号の出水概要と今後の取り組み (参照日:2023/11/4)  
([https://www.cbr.mlit.go.jp/mie/river/conference/ryuiki/pdf/20th/20th\\_shiryuu-03.pdf](https://www.cbr.mlit.go.jp/mie/river/conference/ryuiki/pdf/20th/20th_shiryuu-03.pdf))

# 流域治水における水田貯留の役割に関する一考察

## (－最近の研究事例を対象にして－)

EC20086 渡邊平

### 1. 目的

本研究では、近年の流域全体を俯瞰して集水域から氾濫域を一つの流域として捉え、その河川全体の関係者が協議していく流域治水への転換が進められている。そのなかで、「氾濫をできるだけ防ぐ・減らす対策」として近年注目がされている水田貯留に着目する。本研究では、ここ数年で発表された水工学関連論文集掲載の論文を用いて、それらのレビューに基づき、地域性を考慮した水田貯留に必要な指標の抽出と効果的なメニューの作成を目的とした。

### 2. 水田貯留について

水田貯留とは、食料を生産する本来の機能に加え、水田に 5cm 程度余分に雨水を貯め、川に排水することで、農地や市街地の洪水被害を軽減させることを目的とした流域治水である<sup>1)</sup>。水田貯留は洪水防止機能を強化するため、水田の排水口に小さな穴の開いた調整板などの簡単な器具を水田の排水口に設置して水の流出抑制を行い、雨水を一時的に水田に貯め徐々に排水することで洪水を防止・軽減する取組である(図-1 参照)。これにより、多くの農地・農作物への浸水被害防止の他、住宅等への洪水被害軽減が期待できる。また、大規模な施設を造成する必要がなく、低コストで短期間に治水安全度を向上させることのできる大きな特徴であり、各地で取組が広がりつつある。

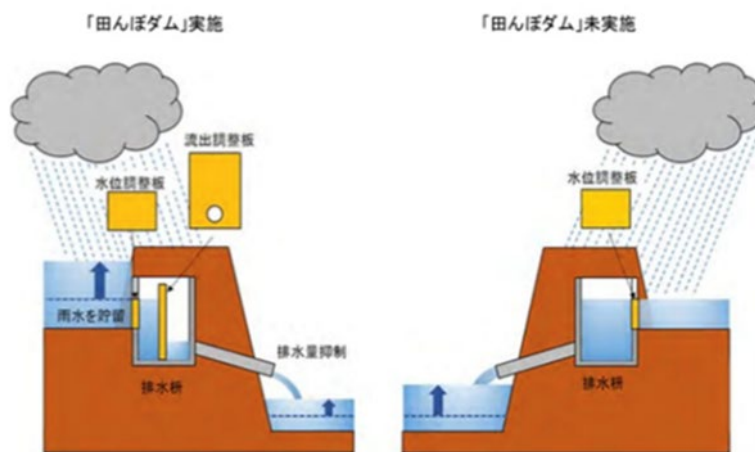


図-1 「水田貯留」を実施している水田の排水イメージ<sup>1)</sup>

ここで水田の貯留効果があるという点を従来の水田貯留を例に取り説明する。新潟県新潟市では江南区天野地区をモデル地区に設定し、天野地区内の田んぼで田んぼダムの効果を調べた<sup>2)</sup>。この天野地区内のモデル地区での田んぼダムの取り組みは(総雨量 254.5mm 時間最大 97mm)の平成 10 年 8 月新潟豪雨を対象降雨に設定し、あぜの高さを 30cm にして漏水対策をした場合の水田貯留による流失抑制効果をシミュレーションしたものである。このシミュレーションの結果、浸水面積は田んぼダムを実施しない場合よりも 226.1ha



から 170.0ha と 22.8%の減少を示した。加えて、天野地区の市街地における浸水面積では 24.6%の減少、浸水量では 38.0%の減少を示している。

次に、水田貯留の導入におけるデメリットを説明する。水田貯留は田んぼに通常時よりも多くの水を貯留し、流失抑制を行うことで治水効果を発揮している。そのため、水田貯留を維持していくためには畦道の強度を保つ必要がある。また、個人による増水前後の調節板の設置や撤去作業の排水柵の管理が煩わしいことや調節板や排水柵の改良に伴う公的支援が必要となることが挙げられる。

### 3. 研究手法

#### 3.1 研究論文について

今回は 2022 年度以降の工水田貯留に関する論文を水工学論文集・河川技術論文集から挙げていく。実際に 2022 年度・第 67 回水工学論文集、2023 年度・水工学論文集、2022 年度・河川技術論文集から水田貯留に関する論文を 6 編挙げる。(表-1)

表-1水田貯留に関する論文集

	タイトル	著者	年度	論文
3.1	農事暦を考慮した背水による農地への積極的洪水導水の検討* <sup>3</sup>	上野 陽平ら	2022年	第22回河川技術論文集
3.2	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* <sup>4</sup>	成 岱蔚ら	2022年	第23回河川技術論文集
3.3	白川水系黒川流域における田んぼダム導入による流出抑制効果の予測評価* <sup>5</sup>	鹿児島 昂大ら	2022年	第67回水工学論文集
3.4	高梁川水系軽部川における田んぼを活用した流域治水対策の検討* <sup>6</sup>	赤穂 良輔ら	2022年	第67回水工学論文集
3.5	宮城県大崎市米袋排水機場流域におけるスマート田んぼダムの効果検証* <sup>7</sup>	嶋 堯希ら	2022年	第67回水工学論文集
3.6	流域治水に向けた田んぼダムの効率的解析法の提案と現地適用* <sup>8</sup>	赤穂 良輔ら	2023年	第68回水工学論文集

#### 3.2 研究手法について

各論文の目的・対象流域の概要・方法・結果・考察・まとめを読み解いていき、6 編の論文をまとめて整理することによって、導入にあたりメニューを作成することを目的とした。

### 4. 結果

#### 4.1 各論文から得られる重要指標

上記の 6 編の研究論文を概観したことにより、水田貯留の適用にあたり重要となる指標を本章で抽出する。農事暦を考慮すると生育段階に応じて田んぼの水管理の状態は異なることが示される。田んぼに水を張って貯め続けている 8 月中旬の登熟期や稲の刈り取りが終わった水を入れたり抜いたりする間断間水期の終わった 9 月下旬から 10 月は洪水を導水できる時期のため、田んぼダムの効果が大きく発揮されると示唆され、7 月下旬から 8 月上旬までの穂ばらみ期は特に田んぼダムの効果が小さくなることが示される。

降雨量による田んぼダム導入による効果とし、田んぼが適切に貯留できる範囲での降雨に対しては流失抑制効果が大きくみられ、浸水面積や浸水深の減少も示唆されている。また、田んぼの貯留量を超過する降水に対しては流失抑制効果が小さく、田んぼダム導入による浸水面積や浸水深の減少は示されなかった。

流失孔による違いでは田んぼが適切に貯留できる範囲での降雨に対して田んぼダムは流失抑制効果を示し、特に 50mm の流失孔が最も効果を示すことが示唆され、田んぼの貯留量を超過する降雨に対しては孔径による違いは見られなかった。これは、田んぼが貯留できる範囲を超過する降雨では畦畔越流や排水位上昇による影響が大きくなることで田んぼダムの流出抑制効果が小さくなる可能性が示唆され、大きな降雨量に対して田んぼダムはあまり効果がないことが示される。

地形勾配による違いを比較すると、地形勾配が大きくなるほど背水が生じづらく、冠水水田面積の割合が小さくなる。地形勾配が小さくなるほど背水が生じやすく、冠水水田面積の割合が大きくなることが示される。

畦道の嵩上げは田んぼの貯留量を増加させることで、田んぼへの流入量を抑制することができ、田んぼダムの治水安全度を高めることができると示される。

スマート田んぼダムによる通常の田んぼダムに比べて高い治水安全度を示されたが、排水基準を超過する降雨の場合には従来の田んぼダムより治水安全度は低下することが示される。また、スマート田んぼダムは最大降雨までの到達が遅くなるにつれて最大降雨中に排水基準に達することで、流出抑制効果が喪失してしまい、効果を発揮しづらくなる。しかし、最大降雨が速くなると排水基準に達するタイミングが遅くなることで、浸水量を軽減できると示される。

これらのことから、田んぼダムの導入に必要なメニューをまとめたものを下記の図に示す（図-2 参照）。

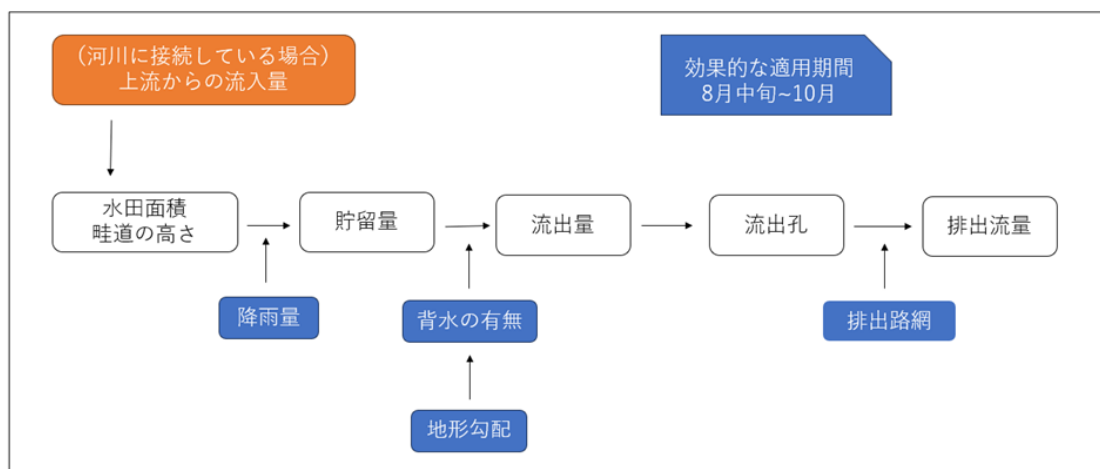


図-2 水田貯留の必要条件

水田の貯留量は水田面積が大きく、畦道が高くなるほど大きくなり、その地域に降る降雨量が小さくなるほど治水対策として有効であると示される。また、地形勾配が大きくなるほど背水が生じづらくなるため流出量を小さくすることができると示される。

#### 4.2 まとめ

田んぼダムによる適切な貯留量の判別として、田んぼの面積やその土地の降雨量が重要だと考えられ、田んぼダムの効果を精度良く評価するためには排水路網の解析が重要であると示唆される。

流失孔は水田貯留の流出抑制効果に影響してくることから、その土地の想定する降雨にあった流出量調節器具が必要であると考えられる。

上流からの流入量や田んぼ地区の地形勾配、背水の影響力等を考慮することが田んぼダムの導入において必要だと示唆される。

### 5. 結論

本研究は、ここ数年で発表された水工学関連論文集掲載の論文を用いて、それらのレビューに基づき、地域性を考慮した水田貯留に必要な指標の抽出と効果的なメニューの作成を目的とした。得られた主な結果を以下に示す。

- 1)各論文のレビューをすることによって水田貯留に必要となる水の流れに基づいた重要指標の抽出を検討した。重要指標として、降雨量・降雨時期・水田面積・勾配・背水の有無・畦道の強度や高さがあると示唆された。
- 2)理想的な水田貯留の条件として、上流からの流入量がなく、勾配が大きく背水が生じづらい土地で瞬間的な降雨量の少ない地域であり、面積が大きく畦道が高く、強度のある水田であることが必要だと示唆される。
- 3)水田貯留における提案されている対策として、畦道の嵩上げや適切なポンプ排水、排水路網の詳細な測量、農家の自発性を促す補償等を考える必要があると示唆される。

## 参考文献

- 1)国土交通省 水管理・国土保全局 「流域治水」の基本的な考え方.(01\_kangaekata.pdf (mlit.go.jp) (参照 2023-10-11)
- 2)新潟県新潟市 農林水産部農村整備課. (tanbodamu-PR.pdf (niigata.lg.jp) (参照 2023-10-26)
- 3)上野陽平, 手計太一, 小山直紀, 松浦拓哉, 乃田啓吾, 木口雅司, 沖大幹 (2022) 農事暦を考慮した背水による農地への積極的洪水導水の検討, 河川技術論文集, 第 22 巻, PP.373-378 (参照 2023-11-21)
- 4)成 岱蔚, 湧川 勝己, 川島 幹雄, 若松 聡, 渡邊 昌夫, 奥山 泰河, 中村 大介, 高山 淳平, 小高 一宏 (2022) 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, 河川技術論文集, 第 22 巻, PP.403-408 (参照 2023-11-21)
- 5)鹿児島 昂大, Shakila KAYUM, 皆川 朋子 (2022) 白川水系黒川流域における田んぼダム導入による流出抑制効果の予測評価, 水工学論文集, 第 67 巻, PP. I\_247-I\_252 (参照 2023-11-28)
- 6)赤穂 良輔, 池尻 悠人, 前野詩朗 (2022) 高梁川水系軽部川における田んぼを活用した流域治水対策の検討, 水工学論文集, 第 67 巻, PP. I\_253-I\_258 (参照 2023-11-28)
- 7)嶋 堯希, 宮津 進, 佐藤 一浩, 小泉 慶雄 (2022) 宮城県大崎市米袋排水機場流域におけるスマート田んぼダムの効果検証, 水工学論文集, 第 67 巻, PP. I\_259-I\_264 (参照 2023-11-28)
- 8)赤穂 良輔, 宅野 智紀, 松井 大生, 前野 詩朗 (2023) 流域治水に向けた田んぼダムの効率的解析法の提案と現地適用, 水工学論文集, 第 68 巻, PP.073-073 (参照 2023-11-28)