

遠賀川支川穂波川における再堆積を見込んだ 維持管理計画の検討

杉山 拓大¹・今井 勝一¹・津田 匠¹

¹九州地方整備局 遠賀川河川事務所 調査課（〒822-0013 福岡県直方市溝堀 1-1-1）

遠賀川支川穂波川流域では、平成15年7月の出水で二次支川である明星寺川の排水が滞ったことなどにより、飯塚市内で大規模な浸水被害が発生した。遠賀川河川事務所では、この出水を受けて遠賀川支川穂波川で「床上対策緊急特別事業」により、穂波川や下流の遠賀川で大規模な掘削を行った。その際、土砂堆積が進みやすい穂波川の河道特性を踏まえて、維持管理を長期的な視点に立って検討し、現在に至るまで継続して維持管理を重点的に行ってきた。

本稿では、遠賀川支川穂波川における今日まで取り組んできたサイクル型維持管理について報告し、それに加えて有用性、及び運用上の課題について、現場での実践結果から改めて整理し、今後の展開について考察していく。

Key Words: サイクル型維持管理, 維持管理グラフ, 河道管理計画, 河道掘削

1. はじめに

九州地方整備局では、平成19年3月に九州河道管理研究会を設置し、継続的に学識者や国土技術政策総合研究所と連携しながら、維持管理の事例研究を通じた技術検討や情報共有を実施している。研究会では、「河道管理基本シート」や、「維持管理グラフ」を考案し、これらのツールを適宜活用しながら、九州地方整備局管轄の各事務所は日常的な河道管理を実践している。

本稿は、その一環として遠賀川河川事務所が、平成15年7月出水への対応として実施した遠賀川支川穂波川（以下、「穂波川」）の河川改修と、前述した維持管理グラフを活用して行ったサイクル型河川管理について報告するものである。具体的には、河道掘削を行う際に、その後の再堆積を抑制して維持管理を行いやすいような河道形状の設計を検討し、また、それでもなお再堆積しやすい穂波川の特性を踏まえ、流下能力の維持管理目標を設定するなどの河道の維持管理計画を策定して、維持管理を実践している。

加えて、穂波川でこれまで取り組んできたサイクル型維持管理の有用性、及び運用上の課題についても、現場での実践結果から改めて整理し、今後のサイクル型維持管理の発展性についても提示するものである。

2. 遠賀川流域の概要

(1) 穂波川の概要

穂波川（図-1）は、福岡県北部を流れる一級河川の遠



図-1 遠賀川流域

賀川 33km 地点に合流する一次支川である。本川の遠賀川は、流域面積約 1,026km²、幹線流路延長約 61km、流域内人口約 62 万人（2010 年時点）である。また、流域内人口密度は約 603 人/km²（平成 27 年時点）と九州地整の管理する 20 水系の中で最も大きい。直轄管理する穂波川の約 6km の沿川も、本川と同じく多くの人口・資産が存在する。

穂波川の直轄管理区間は、セグメント 2-2 に分類され、低水路は蛇行し、湾曲内岸を中心に土砂が堆積しやすい。加えて、遠賀川本川 30k000 にある鯉田堰が河床や水位に影響を与えている。

穂波川では、平成 15 年 7 月の出水で、沿川の飯塚市で約 4,500 戸の家屋が浸水する甚大な被害が発生した。この区間では、直轄区間からの越水や堤防決壊はなかったものの、遠賀川本川と穂波川の水位が高かったため、穂波川 1k200 左岸で合流する二次支川明星寺川（福岡県管理）の排水が滞り、飯塚市街地中心部にまで及ぶ大規模な浸水の主要因の一つとなった（図-2）。なお、明星寺川の穂波川合流点に水門があり、穂波川の水位が高い間は閉鎖され、逆流は生じていない。

以上の平成 15 年 7 月出水の対策として、平成 16 年からおよそ 5 か年で「床上浸水対策特別緊急事業（以下、「床対事業」）（図-3）が採択され、穂波川でも中下流部の大規模な掘削を実施した。なお、床対事業完了直後の平成 21 年 7 月に平成 15 年 7 月出水と同程度の規模の出水が発生したが、家屋浸水被害を大幅に減少させることができた。

3. 穂波川の河道設計と河道管理計画の検討

(1) 維持管理目標と河道横断面形状の設定

床対事業における河道掘削形状の設計には、過去に行った河道掘削でも土砂の再堆積が生じるなど、土砂堆積が進みやすい穂波川の河道特性を踏まえ、維持管理を組み込んだ検討を行った。その手順を以下に述べる。

まず、河道流下断面についての「維持管理目標」として、平成 15 年 7 月出水流量である $Q=748\text{m}^3/\text{s}$ を設定した。この流量が穂波川を流下した場合の、明星寺川合流点



図-2 平成 15 年 7 月出水での内水氾濫

（穂波川 1k200）における水位を、明星寺川左岸堤防高（TP+17.8m）より低くすることと定めた。これは、平成 15 年 7 月出水の被害及び国や福岡県の河川改修の進捗状況を踏まえて、地域の政治・経済の中心である飯塚市街地の浸水に直結するリスクを軽減する必要があると考えたためである。

次に、当事業における穂波川の河道形状として、再堆積の抑制や河川敷の利用等の維持管理しやすさの観点及び出水時の河川構造物の安全性の観点から、許容される最大限の掘削断面について検討を行った。その結果として設定された穂波川における床対事業での標準的な河道断面を図-4 に示す。以下に設計の具体的な考え方を記載する。

- 1) 低水路幅は、拡幅しすぎると中小の出水時の掃流力が低下や、平水時に中州が形成されやすくなる

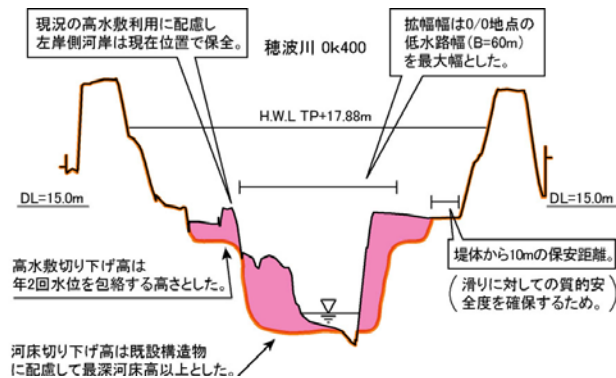


図-4 床対事業での河道断面設定（穂波川）

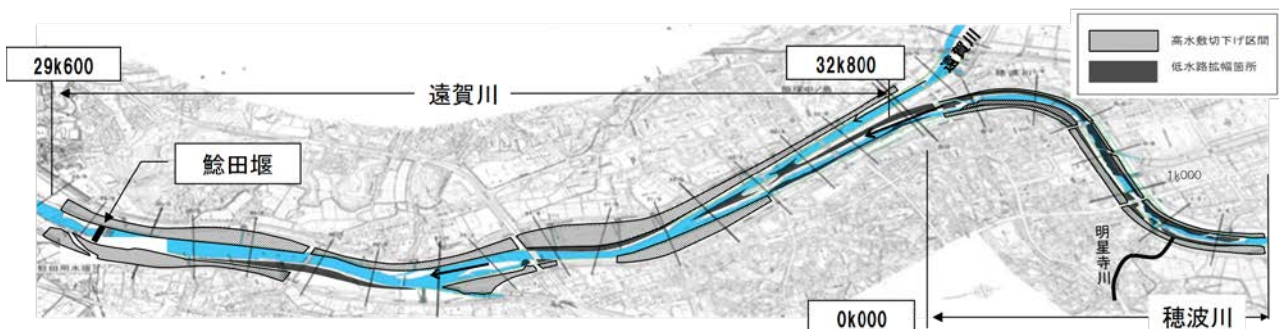


図-3 床対事業実施区間

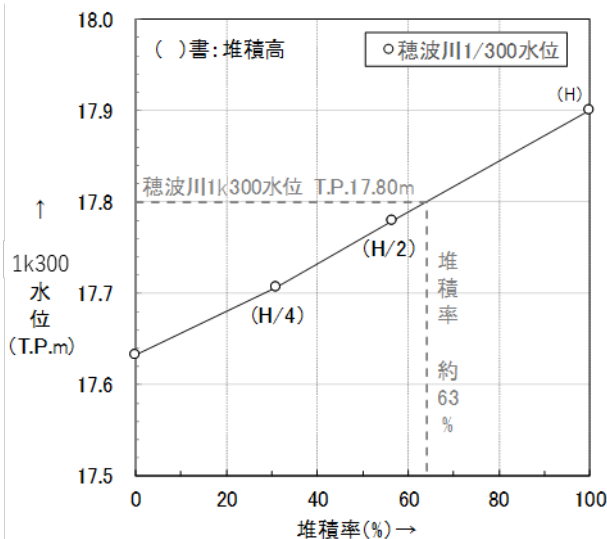


図-5 維持管理目標の設定

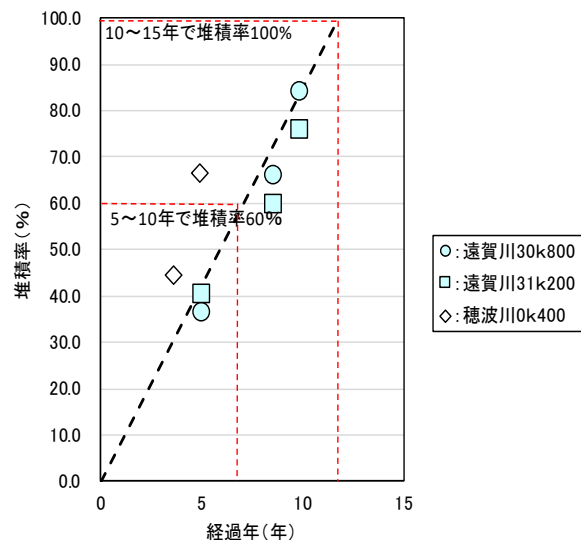


図-6 土砂堆積速度の予測

など多くの悪影響がある。そこで、一連区間の中で最も低水路幅の広い状態で維持されている穂波川0k000断面の低水路幅である60mを最大幅として拡幅することとした。ただし、河岸の位置については現況の高水敷利活用を十分に配慮することとした。

- 2) 高水敷切り下げ高については、樹林化を抑制する等の観点から、占用等の日常的な高水敷利活用を出来るだけ継続することや、出水時の高水敷の冠水頻度が高くなると土砂堆積速度が大きくなることを勘案し、冠水頻度が年2回程度以下になる高さを切り下げの下限とした。ただし、法すべりに対する堤防損傷リスクを考慮し、基本的に堤防法尻から10mの保安距離を確保することとした。
- 3) 河床の切り下げ高は、既設構造物（護岸、堰、橋梁等）の基礎の沈下を生じさせないように、最深河床高以上と設定した。

次に、河道の維持管理の現実性という観点から、土砂堆積等による流下能力の低下速度について検討を行った。図-5に、管理目標を設定した穂波川1k200地点において、再堆積の進行と水位の上昇との関係を整理した結果を示す。ここで、堆積率0%が前述した最大限の掘削断面、100%が掘削前の河道を指し、H/4は掘削断面の高さ1/4まで土砂堆積が進んだ状態、H/2は掘削断面の高さ1/2まで土砂堆積が進んだ状態を仮定し、水理計算を行った結果を記したものである。これを見ると、最大掘削断面に対して土砂堆積率が約60%まで達した時、水位が目標であるT.P.+17.8mとなることが分かった。

更に最大限の掘削をしてから、土砂堆積率が60%に達するまでの期間について見通しを得るため、参考として近傍の遠賀川で河道掘削を行った後の土砂堆積率を縦横

断測量成果から整理した（図-6）。これを見ると、遠賀川の掘削区間では、5~10年の間で、土砂堆積率が60%に達したことがわかる。5~10年毎に掘削を行うことは、高い頻度ではあるが、当該区間が掘削後に再堆積しやすい河道特性にあることを考えると、やむを得ない。結論として、河道掘削断面としては、前述した最大限の掘削を行い、定期的に掘削をして管理目標以上に流下能力を維持することとした。

(2) 穂波川における河道の維持管理計画

これまで述べたとおり穂波川の土砂堆積速度は大きい。このような中、維持管理目標を常に下回らないよう管理するためには、定期的なモニタリングが必要である。また、河道の設計に当たって、周辺河道区間の堆積実績等をもとに仮説を立てて設計に反映させたが、実際の掘削区間の応答を踏まえて、管理精度を上げるPDCAサイクルを回していく必要がある。そこで、設計時の検討内容を踏まえて、具体性のある河道の維持管理計画を定め、これに基づくサイクル型の河道管理を行うこととした。

以下に、その主要な内容を記載する。

- 1) 管理目標とする穂波川1k200より下流部区間で土砂堆積率が60%に達すると見込まれる場合には（およそ5~10年を想定）、該当箇所を維持掘削を実施する。
- 2) 土砂堆積率を把握するために、穂波川直轄管理区間において、継続的に巡視や測量等のモニタリングを実施する。大規模出水後等にも適宜測量等を実施する。
- 3) 経年的な数値の変化を視覚的に把握しやすいよう、測量成果から維持管理グラフを作成する。

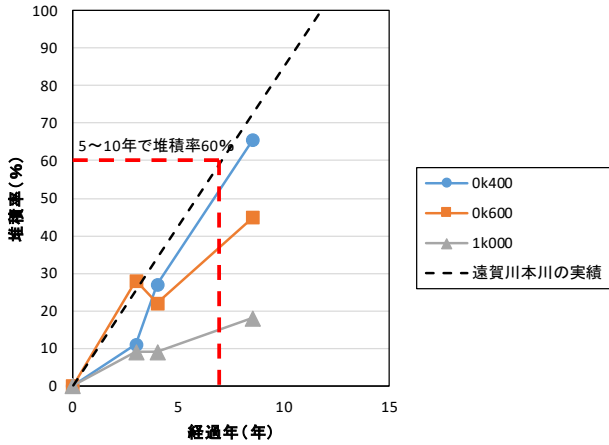


図7 土砂堆積速度の状況

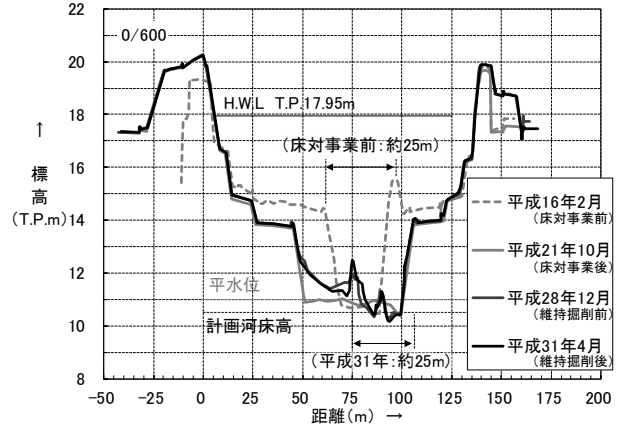


図8 河道断面の経年変化 (0k600)



図9 経年的な堆積実態 (0k400)

- 4) 穂波川1k200地点1地点の水位だけを維持管理目標ことは、流下能力を縦断的に管理しなければならないこと及び流量観測との関係がわかりにくいことを考えると、現場での管理になじみにくい。そこで、穂波川1k200地点の水位と流量との関係から、穂波川の維持管理目標流量を $910\text{m}^3/\text{s}$ と設定した。
- 5) 管理の実践を通して常に次回維持掘削に向けた改善点(計画そのものや河道断面等)を検討し、穂波川でのサイクル型河道管理の更なる効率化を図る。

4. 河道の維持管理計画を踏まえた管理の実施

(1) 掘削後のモニタリング結果

床対事業完了後、河道の維持管理計画に基づいて、河川管理を実践している。平成21年から平成31年度までのモニタリング結果として、図7に土砂堆積速度の経年変化、図8に0k600地点の河道断面の経年変化、図9に写真からみる0k400地点の経年的な土砂堆積実態、図10に維持管理グラフを示す。

図7に示す通り、モニタリングを開始してから約7年が経過した平成28年に、穂波川0k400地点で土砂堆積率

が60%に達する見込みとなった。以下に、土砂堆積について整理する。

- 1) 図-8を見ると、平成21年から平成28年にかけて、右岸から約25mまでの区間を除いて年々土砂が堆積している。
- 2) 図-9から、その土砂堆積プロセスが分かる。掘削時に河床を平坦に掘削しているが（床対事業後）、出水を経て湾曲内側に平水位より高い砂州が形成され（H21年8月）、砂州上には植物が生え（H23年6月）、植物が密になっていき（H26年12月）、土砂が堆積して砂州が高くなっていく（R1年10月）。H30年の低水路幅は約25mという数値は、床対事業前（平成16年）の低水路幅と一致している。当該地区はゆるやかな湾曲部で内岸に砂州が形成されやすい状況はあるものの、その他の地点にも同様に水面上に露出砂州が形成されている。このことからあらためて、穂波川は低水路幅を拡幅しても、一定期間で拡幅前の低水路幅に復元しようとする傾向にあることが分かる。
- 3) 図-10は維持管理目標を設定した穂波川1k200の流下能力を時系列に整理した図（維持管理グラフと呼んでいる）であるが、大きな出水のあった平成24年は流下能力が著しく低下していることが分かる。その一方で、平成25年～平成28年の期間においては流下能力の低下スピードは緩やかになっている。期間全体としては7年で維持管理掘削が必要になったことを考えると、土砂堆積速度は当初の想定（5～10年）に近いものであった。このような周辺での再堆積実績を基に維持管理を計画することの有用性が確認された。

(2) 維持掘削での改善とその後の土砂堆積状況

モニタリングの結果、維持管理目標に達する見込みとなったことから、特に土砂堆積が著しい穂波川0k400～0k600の区間について維持掘削を実施している。

土砂堆積の速度は、想定した程度であったものの、今後の維持管理の軽減を目指し、平成28年12月に実施した維持掘削では、低水路内の土砂堆積が見られる箇所（図-8横断距離の50-75m地点）に、洪水等によって堆積した土砂がフラッシュされやすくなることを狙った水路のような形状で行うこととした。その後継続して実施しているモニタリングにおいて、工夫を行った維持掘削箇所については13年が経過した時点でも水路が維持されている。今後とも効果を確認していきたい。

ただし、図-10より、現時点の流下能力において、維持管理目標ぎりぎりとなっており、更なる維持管理掘削について検討している。なお、観測史上最も雨量が多かった平成30年出水を経ても、平成24年出水ほどの流下

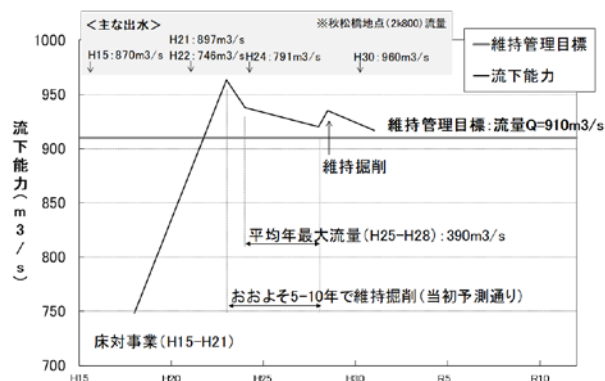


図-10 維持管理グラフ（穂波川）

能力の低下は見られなかったことにも着目している。

(3) 今後の方針

床対事業後のモニタリングを踏まえ、少しでも土砂堆積速度を抑える河道断面設計や管理方法について検討していくこととした。また、一部低水路内では堆積と洗掘の二極化が進行しており、その原因についても検討していく予定である。現在、iRICという河床変動解析や氾濫解析など様々な数値シミュレーションができるフリーソフトを用いて穂波川の特性を理解する取り組みを進めている。

平成15年の出水を受けた床対事業完了から10年近くが経過し、当初のサイクル型河道管理を計画した時点よりも遠賀川本川、明星寺川の改修も進んでいる。また、長年の懸念事項であった鯉田堰の改築も現在検討されており、治水安全度は今後も向上することが予想されている。加えて、近年気候変動に伴う異常気象が顕在化していることから、全国的に治水計画を見直す動きがあるなか、遠賀川河川事務所でも気候変動を踏まえた河川整備計画を現在検討している。以上の状況変化に合わせて、維持管理目標の設定をはじめとした穂波川におけるサイクル型河道管理において、河道管理計画と同様に見直し、より効率の良い河道管理を今後検討していく予定である。

5. おわりに

穂波川の事例を通して明らかとなったサイクル型河道管理の有用性等について、最後に河川管理の現場での感想も含め、以下に記載する。

- 1) 河川そのものの特徴やこれまでの土砂堆積傾向等を踏まえて河道の設計（Plan）、施工（Do）を行い、設計での検討成果を踏まえて状態を把握（Check）し、事業の改善を図る（Action）という一連のサイクル型維持管理を行うことにより、何に注目すべきかという問題意識が明確化されると同時に、河川の計画、施工、管理を行う一連

の担当者間で問題意識が共有されている。そのため、日常の河川管理をする上での担当者間でのコミュニケーションが円滑に進みやすく、結果として河川管理の業務もスムーズに遂行することができると考えられる。穂波川の事例においては、事前に維持管理目標として水位・流量・土砂堆積率を設定していたため、土砂堆積率が60%を超過する恐れがあることを確認した年度内に維持掘削まで行うことができた。

- 2) サイクル型維持管理を設定する時点において、あらかじめ維持管理が必要となるタイミングを具体的に予測することが求められた。具体的に把握することによって、当初の予測と異なる挙動を示した際に気が付きやすく、その後の対処を検討する上でも有用な情報になると考えられる。また、あらかじめ維持掘削が必要となる年次を予測できることは、河川を管理している事務所の予算運用上も非常に有益である。
- 3) 特に穂波川のサイクル型河道管理においては、維持管理グラフなどにより数値が見える化されているため、誰もが直感的に過去の傾向・現状・今後の予測を理解しやすかった。サイクル型河道管理は、一定水準の河川の維持管理の知識を有していれば、だれもが河川の維持管理を実施しやすい手法であり、汎用性が高いと考えられる。

一方、サイクル型河道管理の課題や発展性等について、下記の通り整理する。

- 4) サイクル型河道管理は、当初の予測と異なる挙動を示したこと自体には気づきやすいものの、その対処法を検討するとなると、ある程度の知識や経験が必要となる。その一方で、日常的に当初決め

られた通りの維持管理を実施している場合、自身の思考を停止させる危険性も孕んでいる。定期的に個人の技術を養成する機会を整備し、自身の思考を停止させないような仕組みと併せてサイクル型河道管理を導入することで、よりよいサイクル型河道管理を実施し、そのシステムの改善にまでつなげることが可能になると考えられる。

今後、気候変動等の影響により大規模出水が多発する可能性が指摘されている。このような大規模出水時の対応においては、迅速な対応が求められるため、サイクル型河道管理を導入している場合、“改善”を十分に検討できないまま事業が展開するケースが今後多発する可能性が考えられる。そのため、今後のサイクル型河道管理においては、通常の維持管理だけではなく、大規模出水等が発生した場合における対処法についても事前に検討し、サイクルの中に盛り込む等の工夫が必要となると考えられる。

ここまで、穂波川におけるサイクル型管理について見てきたが、維持管理自体は比較的うまくいっているが、そのあと、よりよい河道を作る点においては、穂波川の流路幅が元に戻ってしまうなど課題が山積している。土砂の堆積問題は一進一退で容易に解決できるものではないことが改めてわかった。これからもPDCAのサイクルを守りつつ引き続き取り組まなければならない。また、今後はより幅広い目線で対象の箇所にとどまらず上流の支川などにも視野を広げ、裾野の広い維持管理計画の中に今回のような取り組みを入れ込んでいければいいのではないかと考えた。加えて、予算や人員が減っていくことが今後とも予想されるので、それらをかけなくてすむ維持管理のあり方を簡単ではないが模索していくべきである。