

# 川内川虎居地区の激特事業における 建設発生材を活用した川づくりの評価

小林 清文<sup>1</sup>・島谷 幸宏<sup>2</sup>

<sup>1</sup>正会員 九州大学大学院工学府/櫛大進技術開発部 (〒895-0012 鹿児島県薩摩川内市平佐町1768,  
E-mail:k-kobayashi@net-daishin.co.jp)

<sup>2</sup>フェロー会員 工博 九州大学大学院工学研究院 (〒814-0395 福岡県福岡市西区元岡744,  
E-mail: shimatani@civil.kyushu-u.ac.jp)

鹿児島県薩摩郡さつま町虎居地区では、2006年7月川内川の氾濫により甚大な洪水被害が発生した。川内川の災害復旧事業は激甚災害対策特別緊急事業（以下、激特事業）として採択され、当該地では短期間かつ緊迫した状況下において、治水・利水・環境に配慮した住民主体による災害復旧の取り組みが精力的に行われ、2011年度に竣工した。その際、同事業の他工区で生じた大量の建設発生材を活用した石積み護岸の採用により、治水の安全性向上は基より、地域の歴史・文化を継承し、地域固有の景観デザインを創出している。本稿では、近年、九州地区で頻繁に発生している河川災害復旧時の建設発生材料の利用状況を調査するとともに、被災から約12年が経過した虎居地区の状況とを比較し、建設発生材利用の観点から評価した。

キーワード：激甚災害対策特別緊急事業・住民主体・建設発生材・石積み護岸  
地域固有の景観デザインの創出

## 1. はじめに

### (1) 研究の背景

近年、日本各地で毎年のように甚大な自然災害が発生し、その復興手法について、再度被災しないための治水優先の復旧か、地域の利水や環境にも配慮した整備を実施するか、被災感情が残る中での合意を形成し、その方向性を見出すことは厳しい現実に直面することが多い。

九州地区においても、昨年の九州北部豪雨では7月5日の昼頃から夜にかけて、福岡県から大分県にかけて観測史上最も多い記録的な雨量を観測した。日田雨量観測所では日降水量 336mm を記録し、平成 24 年九州北部豪雨（7月3日）の時と比べると、累加雨量は約2倍を記録し、九州北部の3水系（遠賀川、筑後川、山国川）では、氾濫危険水位を超える洪水が発生した。<sup>1)</sup> その中でも、大量の土砂や流木で埋塞した筑後川水系赤谷川等では現況の川でさえ確認できないほどの状況であり、流木対策や災害廃棄物の活用手法等も含め、あらたな復興手法の取り組みが現在進行中である。

一方、鹿児島県を流れる川内川流域では、2006年7月19日から23日の5日間で、薩摩地方北部を中心に年間降雨量の全国平均約7割に相当する1000mmを超す大雨となり、それに伴う外水氾濫によって川内川流域では

大きな被害を受けた。特に、川内川の中流域右岸に位置する薩摩郡さつま町虎居地区の被害は甚大であり、市街地部で計画高水位を3m程度超える未曾有の大水害となり、人的被害が死者1名・軽傷者3名、建物被害は全壊214棟・半壊367棟、床上・床下浸水が合わせて232棟であり、孤立した17名が自衛隊により救助された。

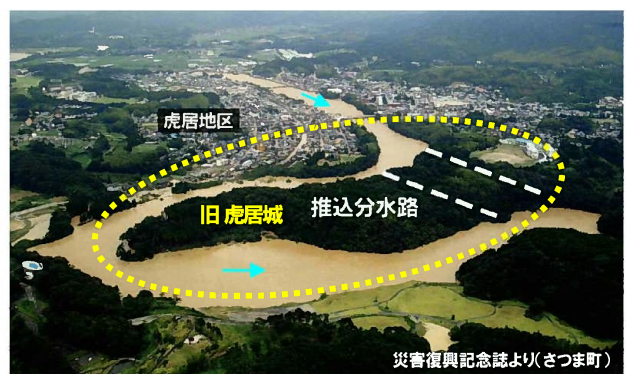


写真-1 さつま町虎居地区の被災状況

このような背景を受け、川内川は激特事業に指定され、特に被害が甚大であった虎居地区では、大きく蛇行した歴史的価値を有する「虎居城跡地」のショートカットや、延長2.0kmに渡る築堤・河道掘削などが計画された。

早急な治水対策が求められる一方で、地域の「川の営

み」を継承してきた瀬や淵の保全、生態系への影響が最小限となる河川改修案を検討するとともに、同事業で先行実施された曾木分水路の岩盤掘削に伴う大量の建設発生材の活用手法について提案を行い、地域の歴史や川文化へ反映できる河川景観デザインの創出が必要とされた。

## (2) 過去の研究

以前の災害時の復興手法としては、再度被災しないこと、原型復旧を原則とした対処療法的処置が実施されてきたが、近年の想定を上回る自然災害の脅威への対策としては、被害リスクの規模や重要度を評価した予防保全対策の必要性が求められる。また、昨年の九州北部豪雨被災箇所に見られるように、河川・砂防・治山等の個別対応では対処が困難な状況下であり、流域を一体と捉えた「多自然川づくり基本指針」を河川事業者だけでなく、その連携強化を他事業者含めて浸透させる必要がある。

川内川の虎居地区が被災した同年の10月に国土交通省河川局より「多自然川づくり基本方針」が通知され、多自然川づくりをすべての川づくりの基本とすること、更に、「多自然川づくりとは、河川全体の自然の営みを視野に入れ、地域の暮らしや歴史・文化との調和にも配慮し、河川が本来有している生物の生息・生育・繁殖環境及び多様な河川景観を保全・創出するために、河川管理を行うことをいう」と定義付けられ<sup>2)</sup>、虎居地区では住民主体による災害復旧の取り組みが遂行された。

一方で、災害発生時に生じる「災害廃棄物」は、その被災形態により建設資材として直接的に有効利用できるかの評価が必要である。被災直後に治水の安全性確保、緊急性と迅速性、被害の拡大防止等を前提としながら、根固めブロックや大型土嚢等を使用した仮復旧による暫定的処置か、コンクリート二次製品や建設発生材を使用した恒久的処置かの判断が、限りある建設資材を活用した川づくりを進めるうえで重要な選択になってくる。

## 2. 研究の視点

近年の異常気象に伴う頻繁な河川災害等の発生に備え、災害廃棄物を建設資材として円滑に利用できる体制を構築していくこと、また、災害廃棄物の仮置き場の確保やその処理方法、さらに処理しきれないがれきを周辺市町村や他地域へ運ぶ広域処理についても円滑に対応できる体制を構築していくことが今後重要な課題である。<sup>3)</sup>

2006年7月に被災した川内川の激特事業では、同事業の曾木地区分水路で大量に岩盤掘削を生じる現場から、運搬距離の近い隣町の仮置き場へ運搬し、各粒径毎に分類してストックすることで、護岸材料として有効活用が行われた。粒径については、岩盤掘削する際に、石積み

護岸材料としての用途限定を行い、巨石の粒径を運搬や施工手法の容易な最大・最小粒径の制限をかけて持ち出しが実施された。また、河川工事の発注時期についても河道内工事が進められる非出水期を前倒し発注され、巨石運搬と粒径振分けの日程調整が図られ、円滑な工程管理に寄与された。(後記、写真-2、写真-3)

次に、2012年7月に被災した筑後川水系花月川の激特事業では、河道内に大量の玉石が堆積しており、初年度は、治水の安全性確保の観点から、埋塞した河道の掘削や被災を受けた護岸の復旧工事がコンクリートブロック等の二次製品を用いて実施された。次年度においては、周辺に玉石積みによる石垣等が存在する場所を選定し、建設発生材とみられるφ400内外の玉石による石張り護岸と石積み護岸が施工された。(後記、写真-4、写真-5)

以上の2事例のように、建設発生材の使用に関しては、直接的な資材活用は困難であり、掘削運搬、粒径選別、ストックの事前準備が必要である。しかし、事前に粒径分けされた建設発生材が各地に存在し、行政にてストック管理できれば、建設資材としての石材活用はその強度特性や経済性の面からも有効であると言える。

本稿では、近年、九州地区で頻繁に発生している河川災害復旧時の建設発生材の利用状況を調査し、被災から約12年が経過した虎居地区の状況とを比較し、建設発生材利用の観点から評価を行う。

## 3. 九州地区における近年の建設発生材の利用

### (1) 統計資料

近年の北部九州豪雨災害等、異常降雨に伴う洪水や土石流による河道埋塞の被害が全国レベルで頻繁に発生している。天然資源が極めて少ない我が国が持続可能な発展を続けていくためには、3R(リデュース、リユース、リサイクル)の取り組みを充実させ、廃棄物などの循環資源が有効に利用・適正処分される「循環型社会」を構築していくことが引き続き必要である。<sup>4)</sup>

そこで、九州地区の近年の災害復旧における建設発生材の利用状況について調査を実施したが、建設副産物の中で「廃棄物処理法に規定する廃棄物」であるコンクリート塊、アスファルト・コンクリート塊、建設発生木材、建設汚泥、建設混合廃棄物、及び「廃棄物処理法に該当しない」建設発生土の統計資料は存在するが、河川護岸や多自然川づくり等でそのまま原材料として活用できる礫・石材に関する統計資料は需要バランスが不明確であるせいか存在せず、その取り組みを確認することが出来なかった。参考として、図-1に九州地域の施工県別による「建設発生土」の有効利用率の推移<sup>5)</sup>を示すが、確実に再資源化の取り組みは実施されている。

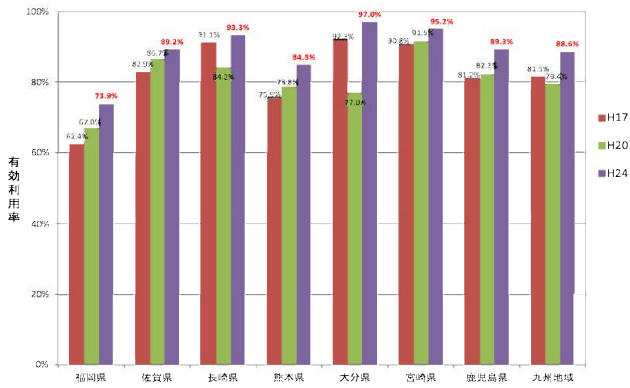


図-1 建設発生土の有効利用率推移 (施工別)

そのほか、九州地区においては大規模な工事等により大量の建設発生土等が発生することを踏まえ、建設発生土の工事間利用の促進及び適正管理を行っていくことが必要である。その中には、大量の礫・石材等も含まれていることより、その全てを再生クラッシュランとしてのリサイクルではなく、礫質や粒形等による適正な仕分けを行い、その賦存量等も含めた情報管理と物流管理、情報の共有化を行うことで、そのまま河川護岸等の原材料として使える再資源化が可能である。

以下に、九州地区の近年の災害復旧事業等における建設発生材（石材）を利用した整備事例を示す。

## (2) 建設発生材を利用した護岸事例

### a) 筑後川水系 花月川

2012年7月に被災し、激特事業にて建設発生材を使用して整備された石積み護岸（写真-2）と石張り護岸（写真-3）を示す。石積み護岸については、川なりから水衝部でもあり、既存の桜並木の保全と河畔散策路として活用に配慮したものである。使用された石材の粒径は通常のブロック積みと同程度のφ400内外であり、その積み方についても周囲の圃場などで確認される玉石（丸石）積みで施工された。被災した初年度で河道埋塞した石材を掘削し、次年度に粒径選別されたものである。

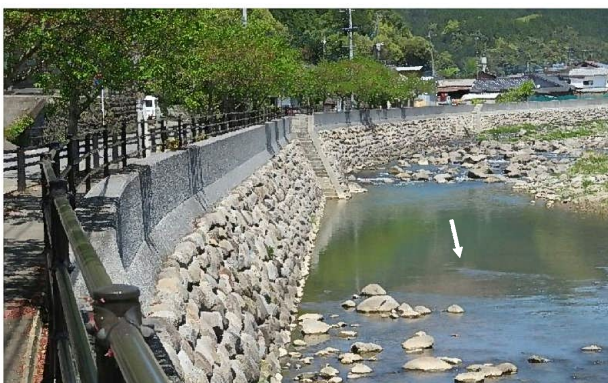


写真-2 花月川の石積み護岸（粒径φ400内外）

石張り護岸は、底盤コンクリートが先行打設されることより、粒径を揃えることが条件となるため、建設発生材の活用に関しては、石積み構造の方が制約が生じない。



写真-3 花月川の石張り護岸（粒径φ400内外）

### b) 川内川 虎居地区及び推込分水路

2006年7月に被災し、激特事業にて建設発生材を使用して整備された虎居地区の石積み特殊堤護岸（写真-4）と推込分水路の護岸（写真-5）を示す。同事業の曾木分水路の掘削に伴う建設発生材の使用で、掘削の段階より建設リサイクルを視野に入れたマネジメントが実施された事例である。使用された石材の粒径はφ500～φ2000内外であり、その積み方は、虎居城に残る布目積み崩しを採用された。前述した花月川と比較すれば、護岸高さや石材粒径とのバランスの重要性や積み方による地域らしさの演出の違いが明確である。次章より、建設発生材を活用した虎居地区について、被災より約12年が経過した過程も含め、その川づくりの評価を示す。

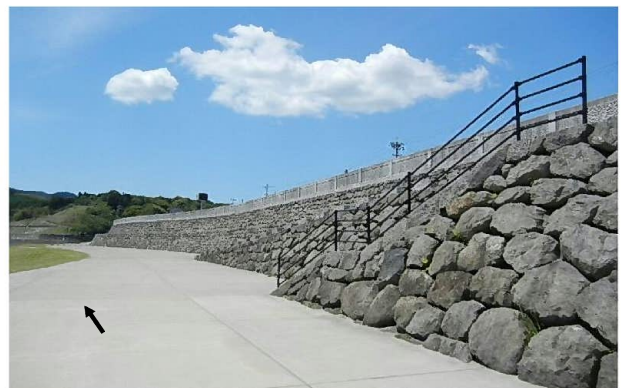


写真-4 虎居地区の石積み特殊堤護岸



写真-5 推込分水路の直高9mの石積み護岸

#### 4. 虎居地区における建設発生材の利用

虎居地区及び推込分水路の計画では、同事業にて同時進行した曾木分水路掘削に伴う建設発生材の石材を当該地区まで運搬し、有効活用することが前提とされた。

虎居地区における石積み護岸の必要性について意識の統一が必要であり、写真-6に示す虎居城跡の既存石積みや、写真-7に示すさつま町永野地区に残る西郷隆盛の子、菊次郎が鉱業館長を勤めた薩摩興業株式会社跡の石積み



写真-6 虎居城跡の石積み 写真-7 薩摩興業跡の石積み

を基調とした「布目積み崩し」を採用した。

また、多自然川づくりの設計思想を施工へ伝達するための手法として、以下の対策を行った。

##### a) 施工要領図の作成

石積みについては、「穴太の石積み<sup>6)</sup>（平野隆彰著）」を参考に、「品」の字を基本形として積み上げる目地を通さない「布目積み崩し」とし、構造的には練積みで補強するが、外観的には控長を大きくすることで、胴込めコンクリートの露出を最低限に抑えて「空積み」に見せる構造とした。図-2にその施工要領図を示す。

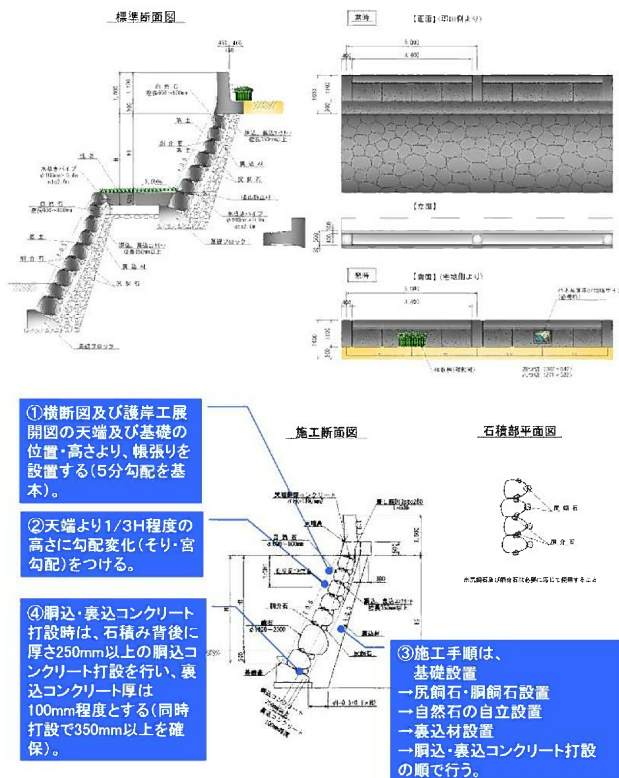


図-2 石積み特殊堤護岸の施工要領図（一部抜粋）

##### b) 工事監理連絡会の開催

景観設計した図面だけでは現場にその設計思想が伝わらないことより、景観模型やイメージパース図、施工要領図等による写真-8の工事監理連絡会を開催し、発注者、設計者、施工者間の意見交換・情報共有を図った。

また、事業の性格上、多工区に分かれた同時施工となるため、施工品質の差異を無くすためにも有効であった。



写真-8 工事監理連絡会の様子

##### c) 施工指導（プレ施工・勉強会）の実施

工事監理連絡会後に、曾木地区より運搬してきた石材のストックヤードにて、石積みのプレ施工・勉強会を実施した。全施工業者が参加し、事前に従来の石積みで施工して頂き、その後に、石工による設計思想を交えた石積みの指導を受け、実際に体験施工することで、技術的課題の抽出や石積みの仕上がりイメージの統一性を図った。図-3に、研修後と研修前の石積みを示す。

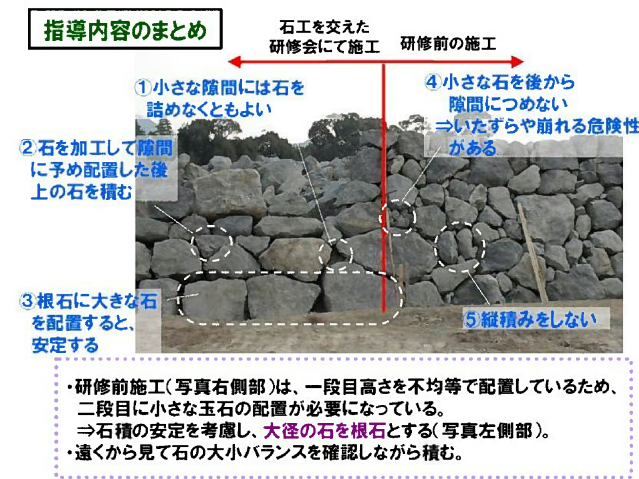


図-3 研修後（左側）と研修前（右側）の石積み

#### 5. 石積みの利用の観点から見た虎居地区の評価

##### (1) 治水効果の発現

当該地区では、築堤及び河道掘削、推込分水路等を施工し、2011年5月末に概成した。推込分水路については、完成後間もない6月11日の出水にて初の洪水分流を行い、当該計画区間の中流部に位置する宮之城水位観測所にて約50cmの水位低減効果が発現された。同年7月には引続

き、2回の洪水分流が確認され、当該事業の治水効果が検証されている。現在までの約7年間に於いて、年平均で4～5回程度の洪水分流が確認され、石積みによる河道拡幅と推込分水路による治水効果が検証されている。写真-9に推込分水路より整備区間全景、写真-10に洪水分流時の状況（2011.6.11：初分流時）を示す。



写真-9 推込分水路より整備区間全景（2011.5空撮）



写真-10 洪水分流時の状況（2011.6.11：初分流時）

## (2) 設計思想の現場への反映

景観デザインの実践として、景観水理模型や部分模型、イメージパース図、施工要領図、工事監理連絡会、プレ施工、現場施工、施工指導の一連の流れで、多自然川づくりとして、設計思想がどれだけ現場へ反映されたかを、部分模型と対比させながら写真-11と写真-12へ示す。



写真-11 石積み護岸工の比較（左：模型，右：現場）



写真-12 推込分水路の比較（左：模型，右：現場）

## (3) 建設発生材を活用した地域景観の創造

2006年7月の洪水で風景観の破壊を余儀なくされた虎居地区が約5年間の激特事業による多自然川づくりを経て、2018年現在までの時間経過により、どのように創造されたかを、被災直後の写真と比較して検証を行う。

当時の虎居地区は、川船等による水産業は盛んであったが、人家の裏側の河川というイメージが強く、河川沿いを頻繁に散歩している風景には程遠いものであった。そこで、改修計画のコンセプトとして、①治水の安全性確保、②水際や瀬・淵、河畔林等の河川環境保全、③川文化を継承する地域デザインの創出、④河畔散歩路による上下流動線の確保、⑤流域も連携した地域振興への寄与等を掲げ、その結果として朝夕の河畔散歩者や地域・商工会・NPO等によるイベント開催の増加等、「まちの表の顔」として、創造的復興手法の成果が出始めている。



被災直後  
2006.10

約12年



現在  
2018.05

写真-13 宮之城橋（37/400付近）下流右岸の変遷



被災直後  
2006.10

約12年



現在  
2018.05

写真-14 宮之城橋（37/400付近）上流右岸の変遷



被災直後  
2006.10

約12年



現在  
2018.05

写真-15 宮都大橋（37/900付近）下流右岸の変遷

また、虎居地区では河積拡大に伴い、川沿いに面した被災された宅地を撤去し、石積みによる特殊堤護岸を採用したことで、歩道兼用河川管理用通路から川の風景が直視できるようになり、かわとまちを一体化する新たな風景が創造された。以下に、その代表断面を示す。



写真-16 37/400付近(左)と37/300付近(右)の変遷



写真-17 37/500付近(左)と37/600付近(右)の変遷

#### (4) 経年変化に伴う素材のエイジング効果

多自然川づくりにおいては、素材選定は地域景観を創出する上で重要なファクターであり、虎居地区では同事業で先行施工された曾木分水路からの建設発生材を活用できたことは、経済性からみても大きな効果である。

また、地域景観の創出と素材選定の費用は、一般的にトレードオフの関係にあり、事業関係者や設計者の採配に委ねられる現状化にある。虎居地区でも事業の性格上、治水の安全性を確保しながら、緊急性やコスト面での縛りがあり、できるだけ低廉で外力に対する強度を備え、経年変化に伴う自然再生やエイジング効果を見据えた素材選定が施工された。以下に、その代表例を示す。

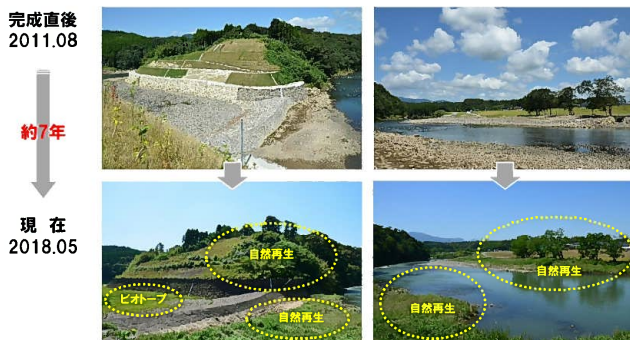


写真-18 経年変化に伴う水際や分水路法面の自然再生

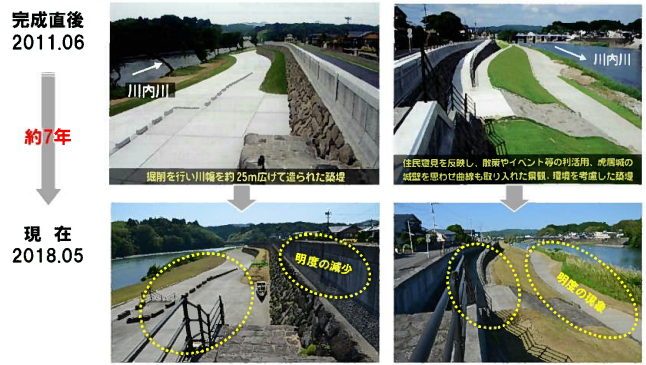


写真-19 石積みやコンクリートのエイジング効果



写真-20 水際の自然再生や石積みのエイジング効果

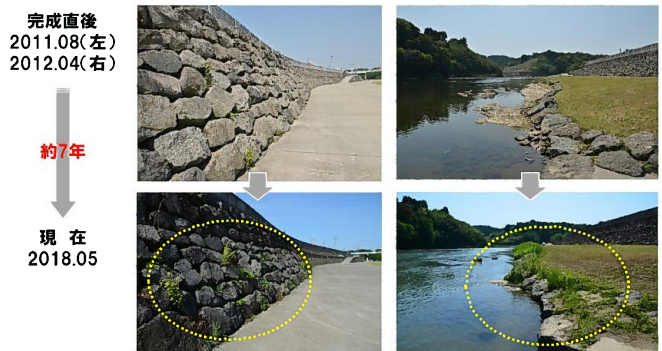


写真-21 石積み護岸及び水際の自然再生

#### (5) 水辺へ人を誘い地域に親しまれる河川デザイン

河川事業を推進する上で、まず第一に必要なことが治水の安全性確保であるが、年間365日の中では僅かな比率であり、むしろ残りの平常時にどれだけの地域住民が川を活用し、親しめる整備ができたが評価される。

虎居地区では、建設発生材を活用した川づくりが完成した後、川舟を活用した水産業は継承されるとともに、朝夕の河畔散策者の増加、地域住民による歩こう会、近隣の小学校による河川敷での持久走大会、商工会による川祭り・花火大会、自治体とNPOが連携したさかなつかみ取り大会・飛び込み体験・川流れ体験、いかだ下り等、地域の再建に寄与できる活動が経年的に開催されている。

水辺へ「人を誘う」ことは、地域の歴史や川文化を継承し、地域ニーズが計画に反映された成果であり、当事業による河川景観デザインが地域に受け入れて頂けたと評価できる。以下、写真-22にその開催状況を示す。



写真-22 整備後の水辺でのイベント開催状況

2014年5月、虎居地区被災者協議会も解散され、被災された地域住民の方々も今回の事業を理解して頂くとともに、新たな地元の川として感謝の意を込めて受け入れて頂いた。写真-23に虎居地区の自治会の方々に、2013年より植栽された「芝桜護岸」の今年の開花状況を示す。



写真-23 宮之城橋の上下流約1kmに及ぶ芝桜護岸 (2018.3)

#### (6) 流域連携による自然体験型地域振興の兆し

川内川流域については、宮之城島津家の虎居城だけでなく、薩摩藩征伐に豊臣秀吉が川内川下流部に陣を張り、薩摩川内市の泰平寺にて和睦合意を締結後、さつま町・伊佐市へと川内川を上った歴史的経緯が確認されている。

また、川内川流域では現在、地元自治体や観光協会・商工会、NPO(河川協力団体)等による自然体験型のイベントも盛んに行われるようになり、水系一体となったかわまちづくり事業の登録も完了し、整備進行中である。

加えて、さつま町～大鶴湖～伊佐市を連携した自然体験型DMOも発足し、鶴田ダム再開発事業や川内川激特事業等を活用したインフラツアー、鹿児島県の観光課も含めた地域振興等(写真-24)が動き出している。



写真-24 さつま町の蛍舟遊覧と伊佐市の秋の水辺探検隊

## 6. 考察

本論では、鹿児島県薩摩郡さつま町虎居地区を流れる川内川を対象とし、激特事業に伴う建設発生材を活用した川づくりの評価について報告した。

本事業では、計画の初期段階より、同事業の曾木分水路掘削が先行していたことで、建設発生材を有効に活用した建設マネジメントが遂行された。計画区域に地域の歴史的資源である虎居城跡地と、その城壁とみられる石積みが存在していたことも、地域の個性を浸透させる上で重要な役割を担ったと言える。

また、石積み手法を正確に伝えるために、施工要領図及び模型の作成、工事監理連絡会議の開催、プレ施工・勉強会の実施等の工夫がなされた。これらの工夫によって、発注者、設計者、施工者間の意見交換・情報共有が可能となり、虎居城跡地に残る石積み手法の思想・意図は正確に伝えられるとともに、改修区間全体での地域デザインの統一性やディテールの仕上がりに関して多大な成果が得られた。

2006年に計画高水位を3mも超える大水害に襲われた当該地は、2011年度で激特事業も竣工し、現在は地域住民らが参加する河川活動等も盛んに行われている。

今後は、建設発生材より地域景観を創造し「水害を克服した街」として、全国の復興を目指す先進地となるよう、地域住民や商工会、NPO等との連携・協働を強めながら、多種多様な恵みを与えてくれる川内川と共生し、自立できる地域づくりへの展開が期待される。

### 謝辞

本研究は、当時、国土交通省九州地方整備局川内川河川事務所調査課長竹下真治氏、同調査課平岡博志氏、東京工業大学教授桑子敏雄先生、被災直後から現在まで地域の復興に尽力頂いたNPO法人ひっ翔べ！奥さつま探検隊故小牧紘一理事長、外地元住民の方々の多大なご協力によって成り立っているものです。

心より謝意を表します。

### 参考文献

- 1) 国土交通省九州地方整備局、平成29年7月九州北部豪雨災害に関する情報、1.平成29年7月九州北部豪災害概要
- 2) 国土交通省河川局通達、多自然川づくり基本方針、2006年10月
- 3) 九州地方建設副産物対策連絡協議会、九州地方における建設リサイクル推進計画2014、p5、2015.3
- 4) 九州地方建設副産物対策連絡協議会、九州地方における建設リサイクル推進計画2014、p2、2015.3
- 5) 九州地方建設副産物対策連絡協議会、九州地方における建設リサイクル推進計画2014、p18、2015.3
- 6) 平野隆彰、穴太の石積、あうん社、2007