

中小河川構造物の現状から見る対策シナリオと持続可能な水資源確保についての研究

高知工科大学 1170140 細川 壮司

指導教員 五艘 隆志准教授

1. 研究背景・目的

近年、一級河川を中心にダム建設や河川敷整備などが行われ、治水能力の向上、水資源の確保、水環境の向上が図られている。しかし、二級河川や準用河川、普通河川においては整備が行き届いていないものも山間部を中心に散見される。また、こういった河川では近年多発している自然災害への対策も不十分であることが危惧されると同時に、当該流域における洪水被害のほか、下流側の本川の水環境へ悪影響を与えることも懸念される。

山間部の河川は、自然状態をそのまま維持している箇所と、過去に治水・利水目的で整備された区間が混在している。後者には地域の過疎化に伴い、維持管理が十分でない状態の堰や護岸等が崩壊という形で荒廃しつつある。また、こういった箇所には人が立ち入らないので植生が繁茂し、さらに人が立ち入らなくなり、維持管理が行き届かないというスパイラルに陥っている。その結果、河川が存在が住民から遠く、興味も持たれない状況である。

本研究は、上述のような問題を具体的に整理し、解決策の方向性を見出そうとするものである。本研究では荒廃しつつある河川の現状を調査し、その危険性を定量的に評価する。その上で複数の解決シナリオを提示し、これを周辺住民と共有し、再度河川に興味を持ち、官民一体となり持続可能な仕組みを検討することを目的とする。

2. 中小河川の現状

2.1 後入川の概要

山間部の河川をケーススタディ対象として、高知県香美市土佐山田町佐岡地区に位置する一級水系物部川支川の後入川を選定した。当該河川は高知県が管理する河川である。河川管理者に確認したところ、河川調書には名称や河川延長、流域面積が記入されているが、その根拠となる図面等の情報は整理されていないとのことであった。河道線形や、始点・終点の座標等、河川の基本的な情報が整備されていない状況の河川である。

2.2 後入川の現状調査

文献調査の結果は上述のような状況であったことから、基本的なデータ取得を行うため後入川での現地踏査を実施した。踏査においては河川区域への進入路確認、下流端(物部川との合流点)の確認、GPS ロガーを用いた河道線形の確認、河川構造物の位置・状況の調査を行った。

踏査において、河川への進入路は下流端から約 80m 地点の右岸側に存在する進入路 1 と、新佐岡橋周辺の農道にある進入路 2 より進入が可能ということが確認できた。しかし、進入路 1 は耕作中の農地内の中心にある農道を通り、急な斜面にある竹林より明確な道のない箇所に進入せざるを得ない状況であった。進入路 2 は農地への進入路を用いる。河川区域付近は整備が不十分であるが、比較的進入が容易である。

後入川全体として、進入路が極めて限られている現状からも分かる通り、人が定期的に訪れている形跡は確認できなかった。時折、プライベートで魚やカニ等の漁をしている住民を見ることもあったが、基本的には周辺住民と後入川の物理的・心理的な距離は遠い状況であった。

2.3 河川構造物の現状

前述の通り、後入川は過去に治水・利水のために整備がされており、その後、放置されている施設も多い。現地踏査結果を整理した河川構造物の一覧を図 1 に示す。QGIS 上に位置情報、構造物情報(構造物情報や寸法)および写真のデータを保存し、位置情報とのリンクを行った。

現地踏査の結果、平成 7 年 11 月に建設された比較的新しい新佐岡橋建設時に整備された周辺を除いてどれも劣化が著しいものであった。図 2 は図 1 中の No. 1 の空石積み護岸の現状である。周辺から植生が発生しており、目視キーワード 中小河川、空石積み、堰、放置、地方創生

からでも構造的に安定している状態とは言い難い状況であった。図3は図1中のNo.7の新佐岡橋周辺の擁壁である。新設されたと考えられる構造物が一部存在する。構造物下縁は水流により浸食されている部分がある。これらの設計資料も管理者側に確認したところ、所在が確認できないという状況であった。

図4は図1中のNo.13 荒廃した田畑である。田畑を形成している石垣は放置され、植生が田畑や石垣中に繁茂し、構造上の問題も危惧される。河道に近い場所に存在し、小段があるとはいえ10m程度の高さがあるため、地震等で崩壊した場合は、河道閉塞に直結する危険性がある。

図5は図1中のNo.14 堰である。表面のコンクリートが破壊され、内部に積み上げられていた。石が流出している。これらは既に崩壊していると言っても良いと考えられる。同様に劣化した堰はもう一つ存在する。これらのように、後入川には人工構造物が多く存在した。しかし、いずれも長い間、維持管理等をされていない状況が明らかであり、劣化も著しい。

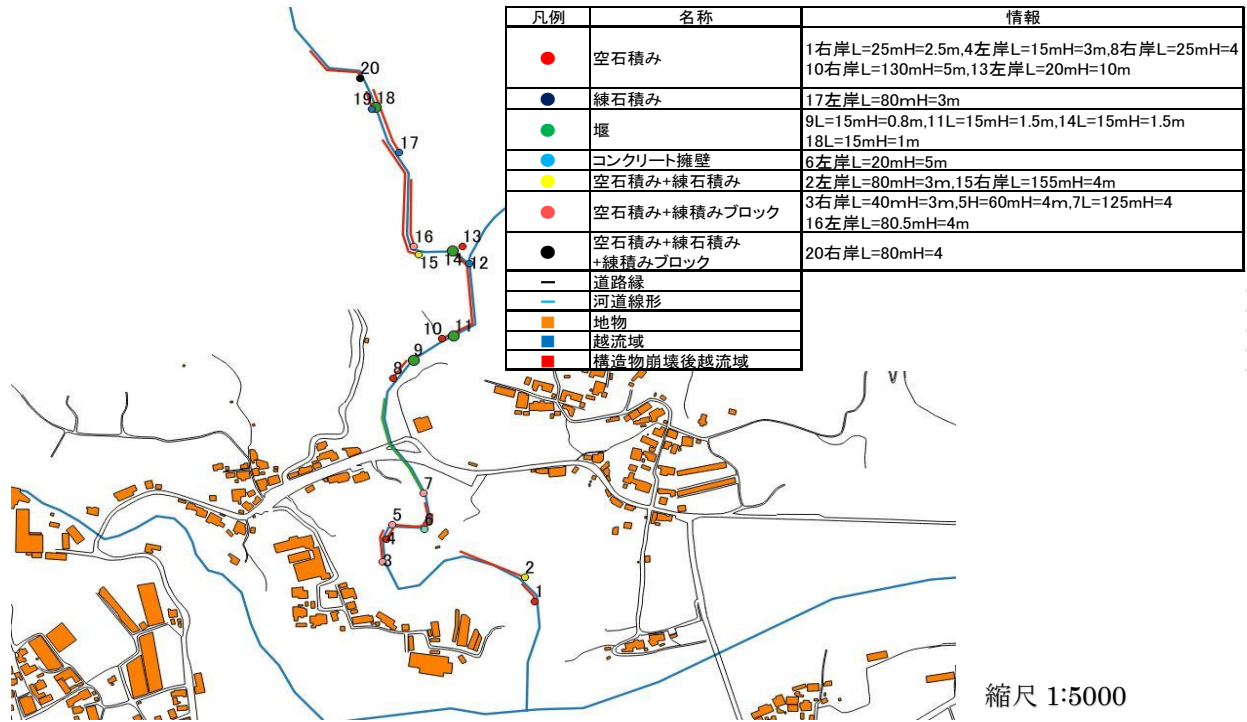


図1:QGIS上に整理した構造



図2:空石積み護岸



図3:新佐岡橋周辺擁壁



図4:荒廃した田畑の石垣



図5:半崩壊状態の堰

3. 安全性の検討

前章でも述べた通り、後入川に存在する人工構造物の劣化は著しい。本研究ではそのうち、石積み護岸、擁壁、堰の安全性について、現行の設計基準¹⁾²⁾などに基づき検討を行う。

3.2 石積み護岸の安全性

後入川の護岸は石積み護岸で形成されている場所が多い。多くの箇所において高さは2m~4m程度である。護岸の延長ベースでは石積みの56.6%(720m/1272.5m)が空石積みである。石積み構造物の整備に関する現行の設計基準¹⁾では45°以上の勾配を有する斜面では、練石積みで施工することを求めている。また、空石積み護岸、練石積み護岸共に設計上の地震荷重は考慮されていない。植生の繁茂など、施工時点から見ても劣化が進行していることは明らかであり、安全性は低いものと考えられる。

3.3 堰の安全性

後入川には3つの堰(No. 11, 14, 18)があるが、内2つは図5に示すように半崩壊状態である。目視からも判断できるように、これらは安全な状態とは言えないと考えられる。また、堰を形成する際、内部に使用されていた石が露出しており、これらは流速が増加した際に流される危険がある。本研究では以下の式1²⁾を用いて、これらの石が流水によって移動する流速の試算を行った。

$$V_{max}^2 = D_m \cdot E_1^2 \cdot 2g \cdot \{(\rho_s / \rho_w) - 1\} \dots \text{式1}$$

V_{max} : 最大流速(m/s) D_m : 石の平均粒径(m) E_1 : 乱れの強さを表す実験係数(護岸の力学設計法より, $E_1=1.2$ とする)
 g : 重力加速度(m/s²) ρ_w : 水の密度(kg/m³) ρ_s : 石の密度(kg/m³) (護岸の力学設計法より, $\rho_s=2650\text{kg/m}^3$ とする)
 以上の式より算出された最大流速は平均粒径1mの場合、6.824m/s。平均粒径1.5mの場合、8.357m/sとなる。

岡田(2016)³⁾より、後入川における最大流速は7.084 m/sと推定されている。従って、直径1m程度の石は流される危険性がある。図6に示される石の多くは直径1m未満のものである。これにより、周辺の構造物を破壊する上、繰り返されると河道閉塞に繋がり、流量が増加した際に、水位上昇が発生し、周辺地域の浸水が危惧される。以上より、後入川にある堰の現状は安全ではないものと考えられる。

3.4 考える被害の推定

現状の後入川において溢水等の被害が生じた場合の被害を推定する。また、地震発生等により石積み構造物が崩壊し、河道閉塞発生時の水位上昇による被害額も推定する。推定範囲は、新佐岡橋から下流端までの範囲とした。

3.4.1 大雨による洪水発生

岡田(2016)より、後入川で発生した最大流量の条件において浸水する可能性のある区域は図6通りである。青く示した範囲の被害想定額を単位面積当たりの米収穫量を基に式2のように考える。

$$531\text{kg}/10\text{a} \dots \text{①}^4) \quad 14,959 \text{ 円}/60\text{kg} \dots \text{②}^5) \quad \text{①, ②より } (531\text{kg}/1000\text{m}^2) \times (14,959 \text{ 円}/60\text{kg}) \dots \text{式2}$$

132.387 円/m²となり、越流面積は1342.1m²である。従って、算出される被害推定額は177,677 円となる。

3.4.2 地震発生時における洪水発生

3.4.1と条件は同一で、石積み護岸が崩壊した場合、被害面積は3.4.1で想定した越流面積より増加する。増加した面積は図7で示す赤色の範囲である。面積は3192.7m²となり、算出される被害推定額は422,672 円となる。



図6:越流域



図7:構造物崩壊後越流域

4. 対策シナリオの検討

4.1 対策シナリオの概要

後入川において今後の方針を検討するためのシナリオを用意した。コストを算出し、最適な方針を決定する。表1において各シナリオに掛かる費用を算出した。

4.2 対策シナリオ

4.2.1 放置

現状のまま手を加えないというシナリオである。メリットとしては、現時点ではコストがかからない。また、放置した際の災害等の被害額は3.4で推定した通りである。新佐岡橋より下流側での予想では、周辺住民への直接的な被害は予想されないが、農地への浸水等は発生する。また、災害後の復旧には追加の費用が発生する。

4.2.2 撤去

後入川に存在する堰・護岸を崩壊前に撤去するというシナリオである。現在、役割を担っていない構造物は複数ある。これらを撤去する事で、崩壊後の河道閉塞を防止する。

4.2.3 撤去・再構築

撤去・再構築することにより、機能は維持される。また、災害等にも対応できる設計を行うため、周辺住民の暮らしは守られる。しかし、表1のようなコストが掛かる。期待される効果とコストを十分に考慮する必要がある。

4.3 対策シナリオの考察

各シナリオからコストを算出した場合、放置が適切な策であるという結果である。しかし、この考え方は経済的視点からのみの判断であり、図4のような荒廃地が地方に増加することになる。安全な国土を保つという趣旨は置き去りとなる。そこで、経済的視点から放置が最も良いとされた場所でのシナリオを以下のように再検討する。

過疎化が進行する地方では、人口比率や各種経済指標などの数値のみをもって政策判断をするとした場合、上述の「放置」シナリオのような「安楽死」的な施策をとる方向となってしまう。しかし、経済指標データを用いた論理のみでは語りえない価値が存在する。例えば、その地で生まれた文化や伝統である。また、山河の自然の営みが存在することそれ自体も価値である。地方創生を目指す地域においては、少子高齢社会においても人と自然が持続可能となり、これらの価値を維持できるような、新たな仕組みを考案することが必要である。一例として教育機関との連携を提案する。先人の知識や技術は座学だけの取得は難しく、地域での実体験が学びとなる。例えば、川での遊び方や漁の仕方などが挙げられる。これらは生まれ育った地域を知ることと繋がり、郷土愛などを育てるきっかけとなる。また、地域においては、若者が入ることで新たな利用方法の創出や定期的な資源活用に繋がる。香美市においては多様な教育機関が存在するため、有効な案であると考えられる。これらの活動を起動するためには最小限のインフラ整備が必要となる。前述の通り後入川へのアクセス路は極めて限られており、まずはアクセス路の整備が必要となる。また、アクセスした先では水に親しむ活動をすることから、水辺の整備等が考えられる。また、そのために進入路1を整備する等、安価でも効果のある整備が求められる。

対照的に、人々が使わなくなった領域は自然に返すというシナリオも考えられる。今後、消滅する地域も増加すると考えられる。その際、既存の人工構造物が荒廃し、水資源の消滅や災害を増大させることが危惧される。従って、適切な形で自然に返すための検討が必要である。

	堰		護岸	
	費用	災害時の被害	費用	災害時の被害
放置	0円	・石の流出に伴う河道閉塞	0円	・既設護岸の崩壊 ・3192.7m ² の田畑浸水(423千円)
撤去	1,202千円	・なし	6,545千円	・3192.7m ² の田畑浸水(423千円)
撤去・再構築	2,316千円	・なし	84,898千円	・なし ※河道拡幅も同時に実施



図8:教育機関との連携

5. 結論

中小河川の構造物は劣化が進行しており、危険な状況である。また、それらを管理する体制も万全ではない。今後、全てを公的機関が管理することは難しいと考える。そこで従来のように、周辺住民が意識をもち、関わり続けることが大切であると考えられる。そこで、構造物の現状把握や被害想定などを行う経済的視点だけでなく、心理的価値も踏まえて判断する必要がある。

6. 参考文献

- 1) 国土交通省 河川局 河川環境課:「河川の景観形成に資する石積み構造物の整備に関する資料」, P. 1, 2006. 8
- 2) (財)国土開発技術研究センター:「護岸の力学設計法」, 山海堂, P. 26, 1999. 2. 26
- 3) 岡田諒:「中小河川における複合災害を想定したリスク評価と対策」, 2016
- 4) 農林水産省:「平成 28 年産水稻の 10a 当たり平年収量」, <http://www.maff.go.jp/j/press/tokei/seiryu/160316.html>, (2017.2.14 アクセス)
- 5) 農林水産省:「H28 年産米の取引価格・数量(平成 28 年 12 月)」, 高知県コシヒカリ価格, <http://www.maff.go.jp/j/seisan/keikaku/soukatu/attach/pdf/aitaikakaku-27.pdf>, (2017. 2. 14 アクセス)