桜島での長寿命化計画における要対策施設の優先順位に関する一考察

国土交通省　九州地方整備局　大隅河川国道事務所　加藤　仁志，野田　信幸，泊　直久
砂防エンジニアリング株式会社　外山　泉，飽田　恵介，○植　弘隆

1 はじめに

『砂防関係施設の長寿命化計画策定のガイドライン（案）』[1]（以下，ガイドラインと示す）では，「砂防関係施設の健全度，流域の荒廃状況，保全対象との位置関係，施設の重要度，過去の災害履歴，修繕，改築，更新の工法，これに係るコスト等により対策の優先順位を検討し，年次計画を策定する。」とされている。

桜島では，砂防堰堤・床固工，流路工，導流堤，護岸工等が多数整備されている。砂防堰堤等の築造年数は 30 年以下が大半であるが，土石流が頻繁に発生し摩耗損傷の進行が速い劣化特性がある。そのため，要対策と評価される砂防設備が 24 基と多く，概ね 9 割は土砂移動が活発な野尻川，持木川，有村川，黒神川に集中している。

長寿命化計画においては，同じ要対策と評価される砂防設備であっても，諸条件から修繕対策優先度が異なる場合がある。効率的な砂防設備の維持管理のためには，流域の荒廃状況，保全対象等を踏まえた総合的な優先度を設定する必要がある。

本報告では，桜島の特性を踏まえた修繕対策優先順位の確立を目的として，評価項目と優先度評価手法を検討した。

2 評価項目

前述のとおりガイドラインでは優先順位の検討として多数の項目があげられているが，本検討では，これらの評価項目を健全度，施設重要度，対策コスト，保全対象，流域特性の 5 つに集約して，砂防設備健全度の要対策施設を評価した。各評価項目に関連する桜島の主な特性としては，下記の事項があげられる。

①健全度：土石流が頻発するため，補修履歴がある施設が多い。
②施設の重要度：多量の土砂が流出するため除石の実績が多い。
③対策コスト：管理用道路が未整備の箇所がある。
④保全対象：火山地形のため尾根形状が不明瞭で流路との比高差が小さい箇所があり，谷出口以外での氾濫の危険性があるトラブルスポットを有する。
⑤流域特性：桜島山系における河川のうち，南岳や昭和火口を源頭とする南部河川の土砂移動が活発である。

上記の特性を踏まえた評価項目の概要を表-1 に示す。

3 優先度評価の検討方法

総合的な対策優先度を検討する場合，重要度に応じた各評価項目の重み付けが必要になる。本検討では，優先度評価の検討方法として AHP 手法を用いた。評価項目の関係を階層構造化し，表-2，表-3 に示すように，どの項目をどれだけ重視しているかを一対比較して，各評価項目の重み付けを行った。

表-1　要対策施設の修繕対策優先度評価項目の概要

階層レベル I	階層レベル II	評価項目の採用理由
1.健全度	主施設と副施設の評価	主施設の健全度が，施設の機能低下への影響が大きいため優先する。
	補修履歴の有無	補修履歴がある施設は，土石流の影響を受けやすく，今後も損傷する可能性が他の施設よりも高いため優先する。
2.施設重要度	工種	管内の砂防設備（堰堤，流路工，導流堤，護岸工，山腹工，落石防護柵工等）のうち，土砂整備効果の高い工種から優先する。
	砂防計画上の重要度（効果量）	効果量が大きい施設を優先する。
	除石等の維持管理上の重要度（除石実績有無）	除石実績があり，効率的に維持管理ができる施設を優先する。
3.対策コスト	対策工のコスト	同程度の劣化状況で，対策コストが低い施設は，修繕対策時の費用対効果が大きくなるため優先する。
	工事用道路・管理用道路の有無	工事用道路・管理用道路がある施設は，修繕対策時の仮設費用が低く抑えられ，費用対効果が大きくなるため優先する。
4.保全対象	下流の保全対象（被害額）	保全対象の種類と数を反映した被害額が大きい施設を優先する。
	施設周辺のトラブルスポット（谷出口以外の氾濫開始点）の有無	土石流氾濫計算結果より，対象施設下流にトラブルスポットがある施設は，土石流氾濫防止への影響が大きいため優先する。
5.流域特性	土砂移動状況	河川毎の土砂移動実績（土石流発生回数や土砂変動量等）と土砂移動ポテンシャル（植生，降灰，地質，流域面積等）から土砂移動の活発性を活発・不活発で評価。土砂移動が活発な河川を優先する。
	砂防設備状況	河川毎に現状の劣化施設の多少，堰堤の年平均摩耗速度，補修実績の多少より施設劣化のしやすさを劣化の大小で評価。劣化大の河川を優先する。

4 検討結果

4．1 評価項目の重要度

評価項目の各階層レベルにおける重み付け結果を図-1，図-2 に示す。保全対象の重要度が全体に対して概ね半分を占める結果となった。また，保全対象に次いで，施設重要度，健全度の順で重要度が大きい結果となった。

表-2　一対比較の評価数値

判 断	項目の評価基準	評価
A>>>>B	AがBよりもきわめて重要	9
A>>>B	AがBよりも非常に重要	7
A>>B	AがBよりも重要	5
A>B	AがBよりもやや重要	3
A=B	AとBが同じくらい重要	1
A<B	BがAよりもやや重要	1/3 (≒0.33)
A<<B	BがAよりも重要	1/5 (≒0.20)
A<<<B	BがAよりも非常に重要	1/7 (≒0.14)
A<<<<B	BがAよりもきわめて重要	1/9 (≒0.11)

表-3　優先度評価項目階層レベルⅠの重要度設定

評価		項目・B						
		1:健全度	2:施設重要度	3:対策コスト	4:保全対象	5:流域特性	幾何平均	重要度
項目・A	1:健全度	1.00	0.33	5.00	0.20	3.00	1.00	0.1462
	2:施設重要度	3.00	1.00	5.00	0.33	3.00	1.72	0.2513
	3:対策コスト	0.20	0.20	1.00	0.20	1.00	0.38	0.0557
	4:保全対象	5.00	3.00	5.00	1.00	5.00	3.27	0.4785
	5:流域特性	0.33	0.33	1.00	0.20	1.00	0.47	0.0683
						合計	6.84	1.000

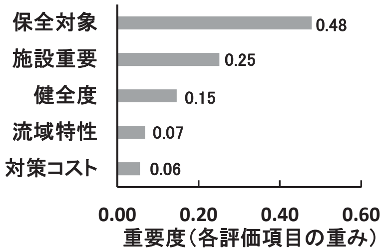

図-1　桜島での優先度評価項目階層レベルⅠの重要度

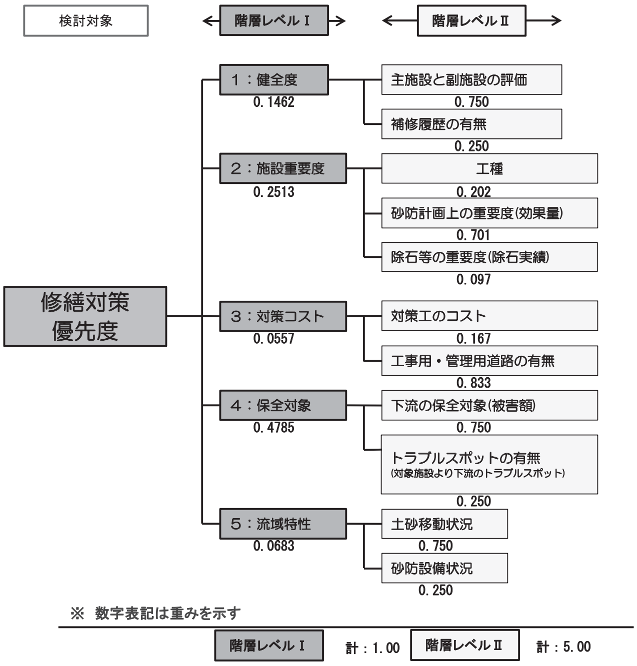

図-2　桜島における優先度評価項目の重要度検討結果

4．2 重要度検討結果の妥当性検証

修繕対策優先度項目の重み付け検討結果の妥当性を既往研究の検討結果と対比することで検証した。

既往研究[2)]における研究者ら10名による優先度項目の内容を表-4に，重要度検討結果を図-3に示す。今回の検討結果と比較すると，今回追加した流域特性以外の 4 項目の内容と重要度の傾向は，施設重要度と健全度の内容を除き，概ね同じであった。

表-4　既往研究[2)]と本検討の評価項目の内容

	既往研究	本検討
保全対象	施設損傷等による保全対象までの土砂到達等の直接被害の可能性により評価	下流の保全対象(被害額)、施設周辺のトラブルスポット(谷出口以外の氾濫開始点)の有無を評価
施設重要度	保全対象家屋数の程度により評価	工種(土砂整備効果の高さ)，砂防計画上の重要度(効果量)，除石実績の有無を評価
施設健全度	変状レベル(部位毎・評価値)により評価	要対策施設を対象とし，主施設と副施設の評価(機能低下の場合の影響)，補修履歴の有無を評価
対策コスト	対象箇所までのアクセスに関する容易性により評価(仮設の種類，用地問題など)	対策工のコスト，工事用道路・管理用道路の有無を評価
流域特性	－	土砂移動状況(活発性)，砂防設備状況(劣化状況など)を流域で評価

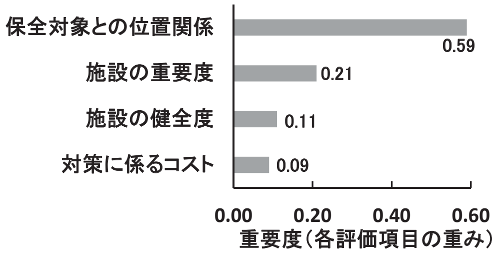

図-3　既往研究における優先度評価項目の重要度[2)]

5 おわりに

本報告では，AHP 法により評価項目の重要度に応じた重み付けを行い総合的な優先度を検討した

修繕対策における優先度検討方法について，今後の課題として次の 2 項目があげられる。

①評価項目の選定：現検討段階で妥当と判断される評価項目を設定したが，今後，より妥当な評価項目を設定できる可能性がある。検討結果の継続的運用，新規項目の設定により，ブラッシュアップを行う必要がある。

②評価項目の重要度判断者の選定：評価項目重要度は，判断者により傾向が異なる場合がある。そのため，砂防設備管理者，学識経験者，熟練技術者等によるワーキンググループの開催などを行うなど，多角的な検討が必要である。

引用文献

1) 国土交通省水管理・国土保全局砂防部：砂防関係施設の長寿命化計画策定ガイドライン（案），2014 年

2) 原田紹臣・小杉賢一朗・里深好文・水山高久：老朽化した砂防関係施設の健全度及び対策優先度に関する定量的な評価手法の提案，河川技術論文集，第 21 巻，2015 年