

河川総合研究所報告

2017

平成 29 年 12 月発行



- 堤防管理からみた堤防植生の新技術
- 堤防等河川管理施設の点検評価の現状と今後の課題
- 河川維持管理計画の改定について
- レーザー計測技術による新しい堤防点検の可能性
- No More 水難事故 2017

はじめに

近年、気候変動の影響が顕在化し、豪雨災害が多発しています。気候変動の影響への対応として、これまで緩和策を中心に対策が進められていますが、今後適応策の推進が重要な課題となっています。適応策の推進にあたって、「グリーンインフラ」が注目されています。「グリーンインフラ」の取り組みは、自然環境が有する多様な機能（生物の生息の場の提供、良好な景観形成、気温上昇の抑制等）を活用し、持続可能で魅力ある国土づくりや地域づくりを進めるものとされています。また、防災・減災の手法として、人工構造物と生態系インフラストラクチャーの双方の利点・欠点を勘案し、前者を後者の代替的、あるいは相補的な手法として検討、評価し、土地利用や自然再生の計画等に導入するものです。

一方、社会資本の老朽化への対応等の維持管理への社会的な関心が高まっています。河川の維持管理を進めていくにあたって「グリーンインフラ」の取り組みの強化が必要です。河川財団では、河川環境管理財団の時代から堤防法面や河道内に生育する植生・樹木の生態を調査し、これらが有する特性、機能を河川管理へ活用するための手法等を重点的に研究しております。加えて、維持管理に関する ICT 等技術の活用などの最新の研究成果を取り入れ、河川管理に関する課題及び水難事故への対応として、以下の調査研究を進めております。

- (1) 堤防植生管理に関する新技術
- (2) 堤防等河川管理施設の点検評価手法及び点検評価を支援するデータベースシステムの開発
- (3) 現場の実態に則した効率的・効果的な河川維持管理の実施
- (4) 状態把握の高度化に向けたレーザ測定の活用
- (5) 水難事故の防止

本報告は、上記の調査研究の成果を広く関係の方々にお知らせし、現場における技術的課題の解決に役立てていただくものとして、「河川総合研究所報告 第23号」としてとりまとめたものです。

第23号の発行にあたり、国土交通省をはじめ関係各位のご指導、ご支援に感謝し、ここに厚く御礼申し上げます。

今後も、わが国の河川の現状と国民のニーズを把握し、社会の要請に的確に応えるために一層の努力をして参る所存です。関係各位の暖かいご指導、ご支援をお願い申し上げます。

平成29年12月

公益財団法人 河川財団
理事長 関 克己

目 次

1. 堤防管理からみた堤防植生の新技術～堤防植生タイプ区分調査の提案～ 1
: 山本嘉昭、八木裕人、須田隼人、塩見真矢、平田真二

2. 堤防等河川管理施設の点検評価の現状と今後の展開 13
: 森永泰司、鈴木克尚、八木裕人

3. 河川維持管理計画の改定について 25
: 田島憲一、綿島敬太

4. レーザ計測技術による新しい堤防点検の可能性 37
: 河野隆治、小澤淳眞、八木裕人

5. No More 水難事故 2017～川の中や水際などの陸域における水難事故を防止するための対策～ 47
: 菅原一成、吉野英夫、鈴木篤、松尾珠巳子

堤防管理からみた堤防植生の新技術 ～堤防植生タイプ区分調査の提案～

NEW TECHNOLOGY OF EMBANKMENT VEGETATION MANAGEMENT
AS SEEN FROM THE LEVEE MANAGEMENT

— PROPOSAL OF EMBANKMENT VEGETATION TYPE CLASSIFICATION SURVEY —

山本 嘉昭*・八木 裕人**・須田 隼人***・塩見 真矢****・平田 真二*****

At the river management site, issues such as weakening of embankment functions due to invasion and proliferation of alien plants, obstacles to river patrols and the like are occurring.

In this paper, in order to solve the problem, we proposed an embankment vegetation type classification survey aimed at grasping the current state of the embankment vegetation. In addition, a concrete case where this embankment vegetation type classification survey was applied to the downstream section of the Tone River was shown.

KeyWords : *Levee management, The type classified survey method of embankment vegetation, Alien plants, Technique for controlling embankment vegetation*

1. はじめに

現在、河川堤防の維持管理において、堤防点検等による状態把握が行われている。この堤防点検等の環境整備のため、年2回（出水期前・台風期）を基本とした除草が実施されている¹⁾。

一方、築堤時に植栽されたシバは、年2回の除草による植生管理では、匍匐茎を十分に伸長することが出来ないだけでなく、外来植物の侵入・繁茂等により衰退する。また、外来植物の侵入・繁茂等は、堤防機能の弱体化、堤防点検や出水期間中の河川巡視等への視認性への支障、貴重な在来植物の減少等の問題を引き起こしている。

このような背景から、堤体の耐侵食機能の確保、堤体の状態（変状の有無）を把握しやすい草丈の維持及び良好な自然環境の維持・保全等の堤防植生に求められる機能を保持することを目的とした望ましい植生管理手法の検討が必要となっている。この検

討にあたっては、各河川における堤防植生の現状を把握することが、特に重要である。

河川における植生把握方法としては、全国109水系の直轄管理区間において実施されている河川水辺の国勢調査²⁾が挙げられる。本調査は、河川を環境という観点からとらえた定期的、継続的、統一的な基礎情報の収集整備を目的とし、堤外地側の堤防表法面より河川側を調査範囲とした河川環境基図作成調査が行われている。しかしながら、堤防法面（堤内側）の植生調査が行なわれていないこと、堤防管理と異なる目的の調査であることから、この調査結果を堤防植生管理に適用することは困難である。

本稿では、河川管理の観点から現状の堤防植生の課題を明らかにするとともに、現状把握に資する堤防植生タイプ区分を設定し、堤防植生に求められる機能に関する既往研究を整理した。次に、課題解決に向けて、堤防植生の現状把握を目的とした堤防植生タイプ区分調査手法の提案を行った。

*（公財）河川財団 河川総合研究所 上席研究員
**（公財）河川財団 河川総合研究所 副所長
***（公財）河川財団 河川総合研究所 研究員
****（公財）河川財団 河川総合研究所 研究員（現 日本工営株式会社 大阪支店 技術第二部）
*****（株）エコー 環境系事業部 河川・環境部 主幹技師

2. 堤防植生の現状と課題

本章では、堤防植生管理の実施内容を社会動向と併せて整理するとともに、堤防植生管理の現状と課題をとりまとめた。

2.1 堤防植生管理に関わる社会的背景

平成2年頃までの堤防管理では、年間の除草2～3回に加え、農薬の使用や野焼き等が行われていた。しかし、ゴルフ場農薬の問題から、河川管理者は堤防管理における農薬の使用について自主的に規制した。また、平成4年には、廃掃法の改正により野焼きが禁止となった。このような社会的動向を背景とし、平成22年以降は、現在の除草2回、集草1回となっている（表2・1）。

なお、社会資本全体の経年劣化や老朽化が懸念される中で、平成25年に河川法が一部改正され、河川管理施設及び許可工作物に関して、良好な状態に保つよう維持・修繕すべきことが明確化された。

河川管理施設等の維持又は修繕に関する技術的基準等に関わる河川法施行令では、河川管理施設等の点検は1年に1回以上の適切な頻度での実施が明記され、堤防点検において除草による状態把握のための視認性の確保が求められている。

表2・1 社会的動向に伴う堤防植生管理の変化

年代	除草工事の内容	社会的動向
～H2	除草2～3回 +農薬 (+野焼き)	H2.3 農薬の使用禁止 (事務連絡) H4.7 野焼きの禁止 (廃掃法の改正)
H3～H4	除草3～5回 (+野焼き)	
H5～H21	除草3～5回	
H22～	除草2回 (集草1回)	<u>H23.3 維持管理費の 地方負担の廃止</u>

2.2 堤防植生（シバ）の現状

築堤時に植栽されたシバは、草丈が低い植物であるため、定期的な除草を行わなければ、他の草丈の高い草種に年月とともに変化していく「遷移」と呼

ばれる生態的特徴を有している。

シバを維持するために必要な除草回数は年4回以上とされており、現在の年2回の除草では、養生が終わる築堤後3年目からシバが減少し、概ね10年で消失、他の草種に遷移する³⁾（図2・1）。

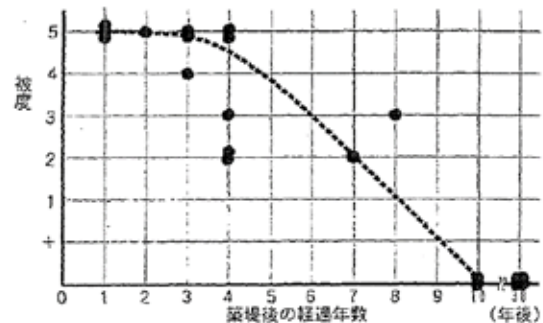


図2・1 シバの経年変化³⁾

2.3 堤防植生管理の課題

現状における年2回の除草では、シバが衰退し、外来植物の侵入・繁茂等の影響により、堤防機能の弱体化や堤防点検・出水期間中の河川巡視等への支障、貴重な在来植物の減少等が生じている。

さらに、平成22年以降の除草回数の減少による景観や環境悪化などに対して、沿川住民からの苦情が増加している。

3. 堤防植生に求められる機能

本章では、対象となる堤防植生について定義するとともに、堤防植生の種類（堤防植生タイプ）について解説する。また、堤防植生に求められる機能について概説し、各機能に関する既往研究で得られた成果を整理する。

3.1 堤防植生の定義

嵩上げ、拡幅等補強等を含む新堤防の築造後の法面保護には、通常、シバが用いられる。

シバは「①根の活着が早く、容易に生育すること、②入手が容易で、施工上の取扱いも容易であること、③草丈が低く、表層に広く根が張って、流水及び降雨の侵食に強い等の長所を有していること」⁴⁾の理

由により、堤防管理上望ましい植生である。

しかしながら、現在の堤防植生管理では、シバは維持できず、外来植物などに遷移している。

本稿では、シバや外来植物等を含めて「堤防法面の表面を覆う植生」を「堤防植生」と定義する（図3・1）。



図 3・1 堤防植生（法面を覆う堤防植生）

3.2 堤防植生の種類⁵⁾

堤防上に生育する植物の種類は300種を超える。そ

の種類によって、開花・結実・伸長・地上部の枯死等の生育状況が異なり、堤防植生は季節によりその構成が変化する。このため、代表的な堤防植生の草種を選定し、堤防植生の概況を把握する必要がある。

ここでは、「堤防植生タイプ」と称し、河川堤防に生育する植物を優占種や草丈、繁殖形態、刈取りに対する強さ等に注目し、堤防管理の視点から5タイプに区分した（図3・2）。

以降に、5つの植生タイプについて、タイプの考え方、特性等について記載する。

なお、シバ及びびチガヤタイプについては、優占率3割以上であれば回復するという経験上の観点から設定した。

a) シバタイプ

植栽されたシバが3割以上を優占するタイプである。

シバタイプは、深さ3cmまでの平均根毛量が多く、耐侵食

性に優れており、かつ、草丈が低いことから、堤防点検時に堤体の変状を発見しやすい。

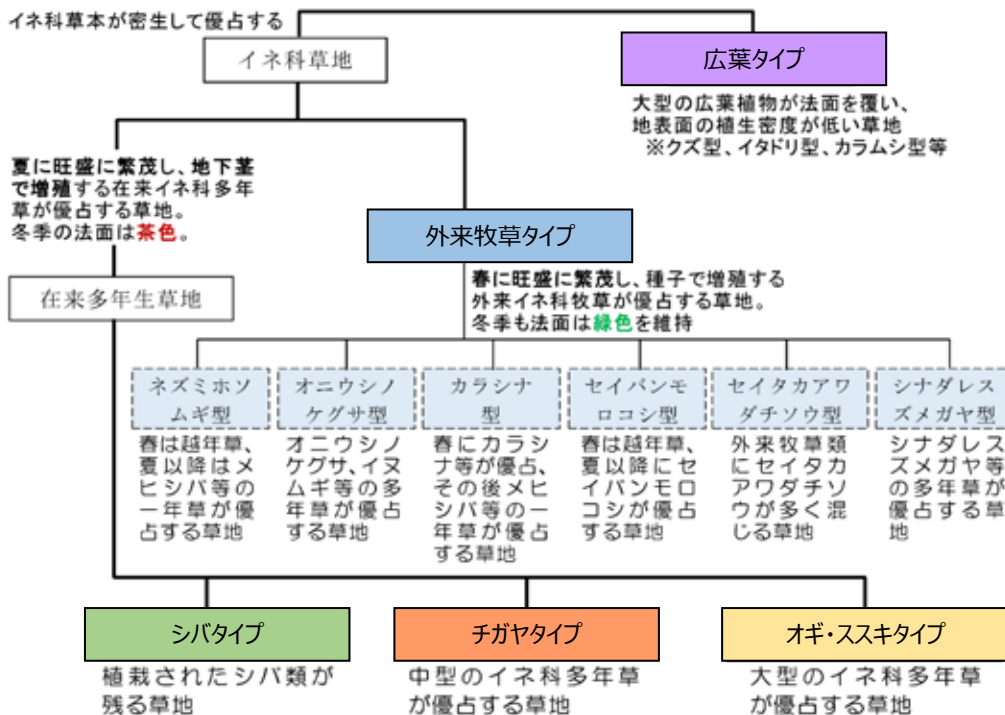


図 3・2 堤防管理の視点から区分した堤防植生タイプ

b) チガヤタイプ

春～秋に生長する中型イネ科多年草のチガヤ等が3割以上を優占するタイプである。



チガヤタイプは、シバタイプに次いで平均根毛量が多く、耐侵食性に優れている。しかし、成長度合いによって草丈が高くなり、河川巡視・堤防点検への支障となることがある。

c) 外来牧草タイプ

オニウシノケグサ等の外来牧草が優占するタイプである。



外来牧草タイプは、シバタイプ及びチガヤタイプに比べて平均根毛量が少ないことから、耐侵食性が低い。また、草丈が高いため、出水期間中の河川巡視等への支障となる。

d) オギ・ススキタイプ

オギ・ススキなどの大型のイネ科多年草が優占するタイプである。

e) 広葉タイプ

クズやイタドリ、カラムシなどの大型の広葉植物が法面を覆い、地表面の植生密度が低いタイプである。

3.3 堤防植生に求められる機能

堤防植生に求められる機能は、①治水機能、②環境機能である。

これら2つの機能を具体的に説明すると、a) 堤体の耐侵食性の確保、b) 堤体の状態を把握しやすい草丈の維持、そして c) 良好な自然環境の維持・保全などが挙げられる (図3・3)。

①治水機能

- a) 堤体の耐侵食性の確保
- b) 堤体の状態を把握しやすい草丈の維持



②環境機能

- c) 良好な自然環境の維持・保全



図3・3 治水機能・環境機能の区分

以下に、これら2つの機能に関する既往の研究成果を整理した。

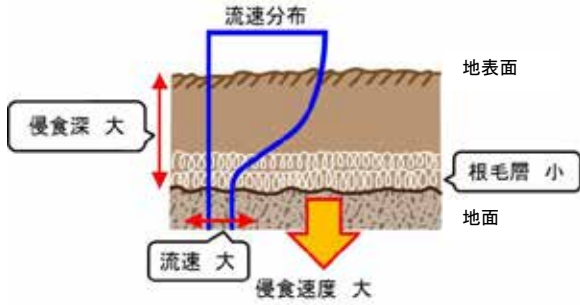
a) 堤体の耐侵食性の確保

土堤原則である堤防は、その堤体を流水や雨水等による侵食から保護するため、根張りが良く、緊縛力の高い根系を有する耐侵食性の高い植生で覆うことが求められる。

以下に、植生の耐侵食性に関する基礎研究成果を示す。

- ・シバやチガヤ等の草丈の低い植生の耐侵食性については、地表面の下に根毛や地下茎が密に分布している。これらが侵食に伴い、地表面に洗い出されて地表を覆う層を形成することで、根毛層下の土砂流出を低減する⁶⁾ (図3・4)。

イ) 根毛量が少ない場合



ロ) 根毛量が多い場合

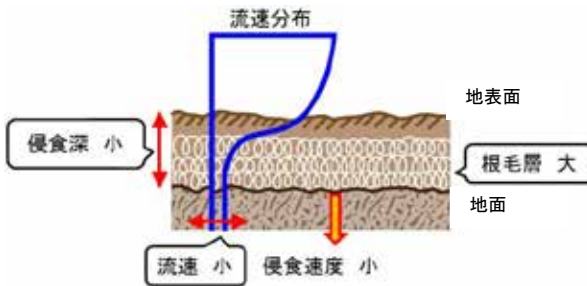
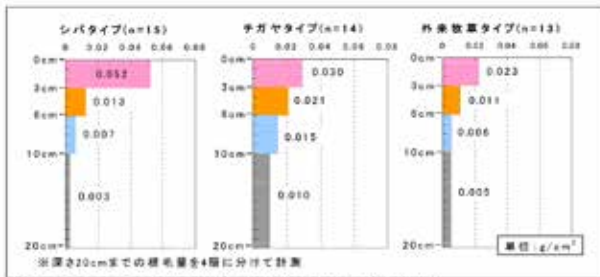
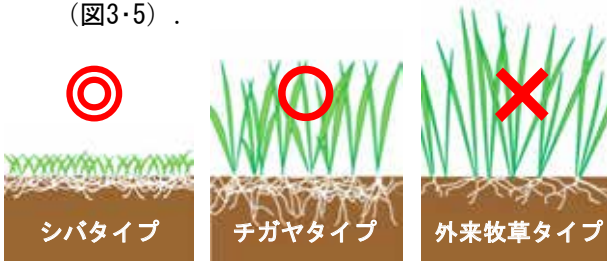


図 3-4 地表面近傍の根毛量と侵食速度の関係概念図⁶⁾

・侵食深が2 cm以上になると、法面の「破壊」現象が生じる傾向にある。これは、シバ・チガヤタイプでも植物の根毛層が地表面付近に集中し、表層3 cm以下ではその密度が激減することが要因であると推察される^{6) 7)}。

・シバとチガヤは、表層直下の平均根毛量が多く、耐侵食性が優れていることが明らかとなった⁵⁾ (図3-5)。



※広葉タイプ、オギ・ススキタイプは根系が均質でなく、評価の適用外

図 3-5 堤防植生の種類と平均根毛量(表 20cm)の分布図⁵⁾

・耐侵食性を表すパラメータとして平均根毛量(地表面から深さ 3 cm までの単位体積あたりの土中に含まれる根及び地下茎の重量)が耐侵食力の指標として有効であることが明らかにされ、これを用いた植生の耐侵食性の評価方法が提案されている⁶⁾ (図 3-6)。

$$z = \alpha u \cdot \log t = (-50 \sigma_0 + 9) u \cdot \log t$$

z --- は侵食深さ (cm)
 α --- は耐侵食性指標
 u --- は摩擦速度 (m/sec)
 t --- は通水時間 (min)
 σ_0 --- は表層3cmの平均根毛量 (gf/cm³)

*上式の適用条件
 ①植生はイネ科草地
 ②土壌はシルト～シルト混砂
 ③ u は約 27cm/s 以下
 ④ σ_0 は 0.02～0.12gf/cm³ 以内

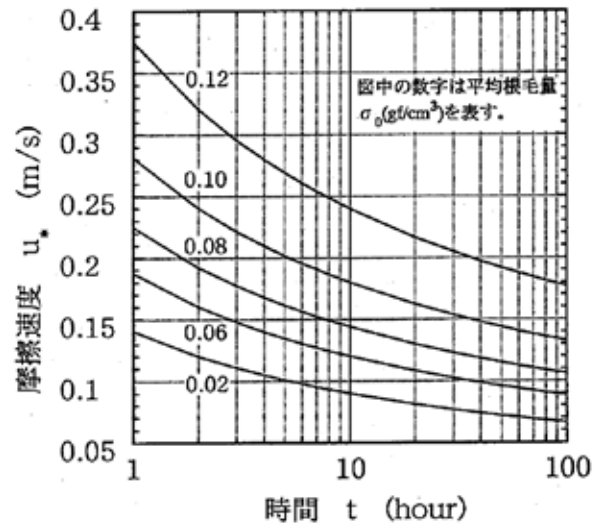


図3-6 植生の耐侵食性の評価図 (摩擦速度と時間の関係)⁶⁾

・労力のかかる根毛量測定に代わる、耐侵食性を表す簡易な測定方法として、表層の根毛量との相関性が高いことが検証されたベーン式根系強度計による法面の根系強度を測定する方法が提案されている⁶⁾。

・オギやヨシ等の草丈の高い植生の耐侵食性は、主に植生上部の葉・茎の抵抗によって地表面近傍の流速が低減されることにより発揮されることが知られているが、その機構を踏まえた評価はさらなる検討が必要である⁸⁾。

b) 堤体の状態を把握しやすい草丈の維持

堤防点検及び河川巡視等の状態把握では、堤体の変状を発見しやすい草丈を維持できる植生で覆うことが求められる。

状態を把握しやすい草丈については、堤防点検の環境整備として位置づけられている年2回(出水期

前・台風期)の除草において、草の刈取り高10 cm以下での施工が定められている⁹⁾。

なお、草丈と堤防の利用状況との関係⁵⁾では、堤防利用を積極的に行えるようにするためには草丈10 cm程度、法面を歩くには草丈30 cm以下に管理する必要がある。なお、景観との関係⁷⁾では、草丈70 cm以下にすることで景観上好ましいとされている。

c) 良好な自然環境の維持・保全

河川の堤防は洪水時の流水を河道内で安全に流下させる防災構造物であるが、多くの堤防はチガヤ群落等の草地環境であり、貴重な植物も生育している箇所もある。また、草地環境に依存した昆虫類の生息環境ともなっている(図3・7)。

このような良好な環境が成立している堤防においては、その環境の維持・保全も考慮する必要がある。



図3・7 チガヤ群落を基盤とした堤防植生

4. 堤防植生タイプ区分調査の提案

堤防植生管理の実施にあたっては、堤防植生の現状を把握することが基本となる。堤防植生タイプを情報として整理・理解することで、堤防植生による治水機能及び河川管理上問題がある植生が生育している区間の把握、草丈が最も成長した適正な除草タイミングの検討など、効果的・効率的な堤防植生管理に活用できる。

このため、現状の堤防植生の概況を把握する手法として、堤防植生タイプ区分調査手法⁵⁾を提案する。

4.1 調査方法

堤防植生タイプ区分調査は、調査員による目視によって、堤防植生の把握を行なうことを基本とする。

4.2 調査時期

堤防の植物は、季節により優占種や種構成が変化し、春に成長のピークがある春型植物と夏～秋に成長のピークがある夏～秋型植物に分類できる。

このため、春季(4～5月)及び秋季(8～9月)に調査を実施する(図4・1)。

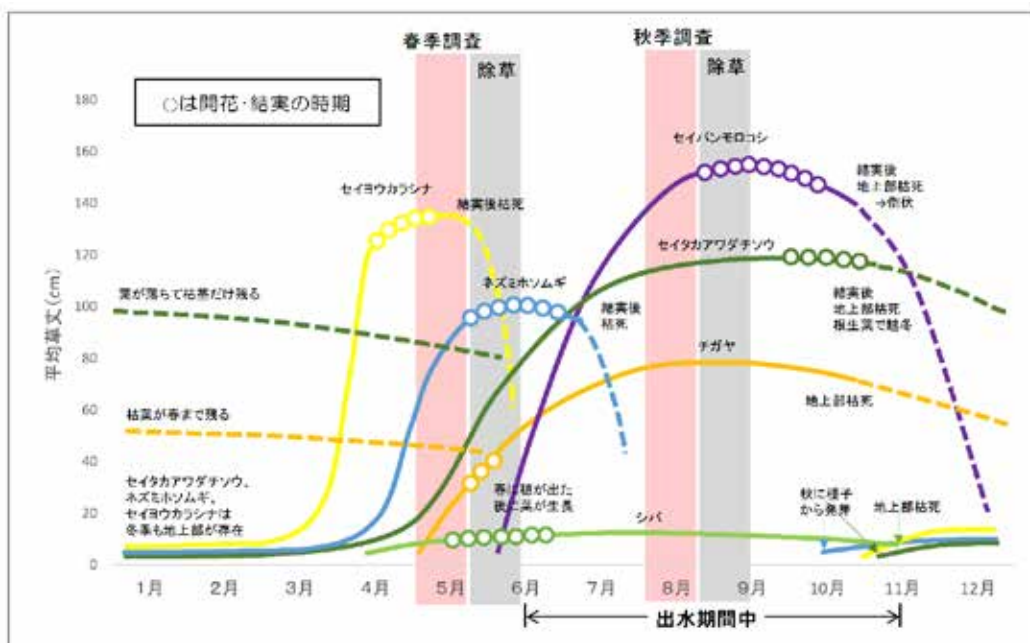


図4・1 堤防植生タイプの調査時期

また、堤防植生の生育状況を判別するためには、堤防除草前に実施することが基本となる。

なお、カラシナ・アブラナ類の生育が問題となっている河川においては、カラシナ等の開花時期となる3～4月の期間内に、これらに特化した調査を行うことが望ましい。

4.3 調査対象範囲

堤防植生調査は、管理区域内の有堤区間における全ての堤防法面（川表・川裏，小段含む）とする。この範囲は、河川管理者が実施する維持管理作業によりコントロールが出来る区域（占用範囲を除く）である（図4・2）。

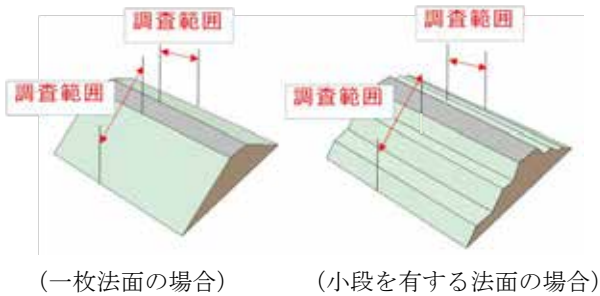


図 4-2 調査対象範囲

4.4 記録方法

調査員は堤防天端を自転車等で移動しながら、堤防を概観し、堤防植生タイプを50m区間毎に目視判別する。

この結果は、縮尺1/5,000程度の平面図に記録する。

4.5 結果整理方法

各季節の現地調査が完了した時点で、各々の堤防植生タイプ区分図を作成する。堤防植生タイプ区分図は、以下の2種類（詳細図，概要図）を作成する。

①詳細図

管理区間内の距離標に応じた詳細がわかるタイプ区分（図4・3）

②概要図

管内全域が一目でわかる500m区間毎のタイプ区分（図4・4）

また、春季・秋季の堤防植生タイプ区分図を用いて、通年の堤防植生タイプ区分図（総括図）を作成する。

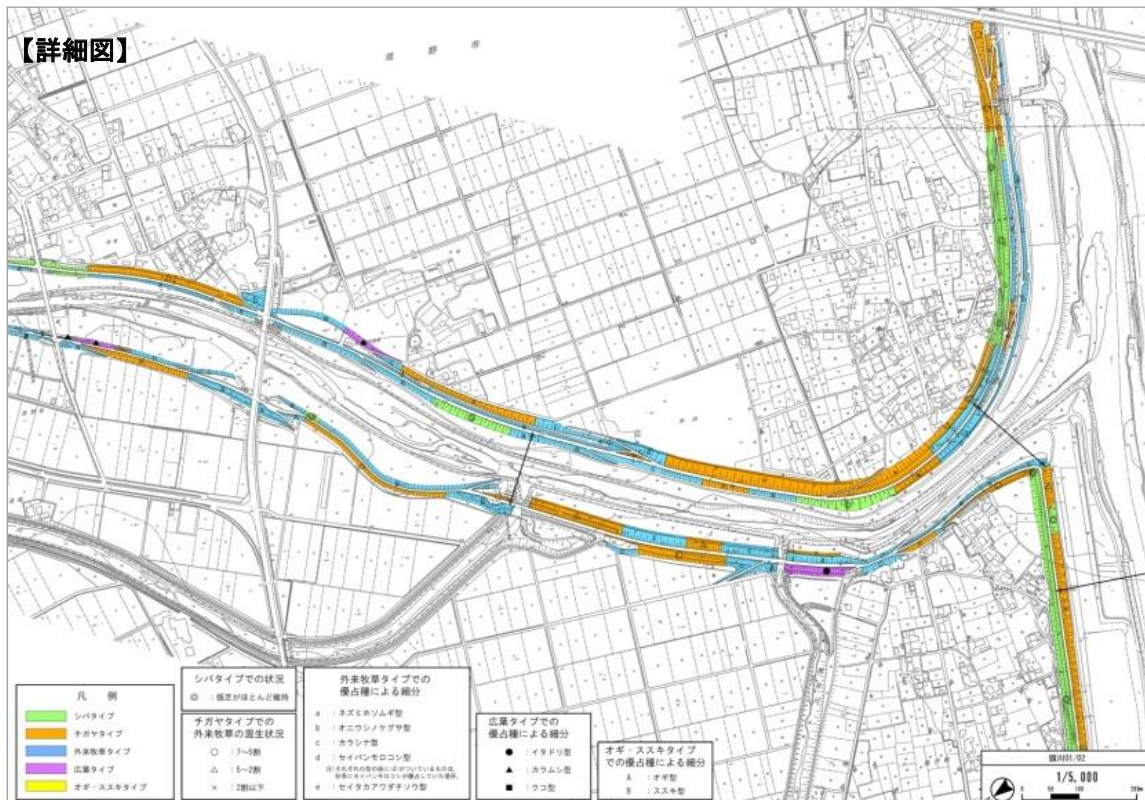


図 4-3 堤防植生タイプ区分調査結果（詳細図）

この理由としては、堤防植生は多年生草本の影響が大きいこと、堤防植生管理方針を決定するには、年間を通じた優占種の評価が適切であることが挙げられる。

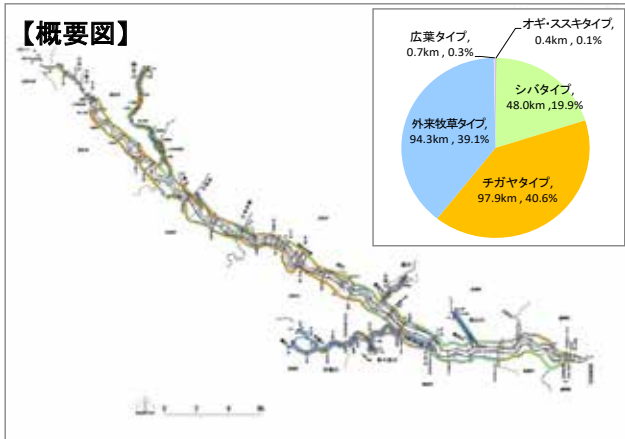


図 4-4 堤防植生タイプ区分調査結果 (概要図)

5. 利根川下流部をケーススタディとして

本章では、ケーススタディとして利根川下流部において堤防植生タイプ区分調査を実施し、堤防植生の現状把握を実施した。さらに、堤防植生タイプの活用方法として、堤防植生タイプに基づいた堤防植生管理のあり方と堤防植生管理基準（案）の考え方を提案した。

5.1 堤防植生タイプ区分図の作成

利根川下流部で確認した堤防植生タイプは 1/5,000 程度の平面図に下記に示した情報を記録し、堤防植生タイプ区分図として作成した (図 5-1)。



図 5-1 堤防植生タイプ区分図

5.2 利根川下流部の堤防植生の現状と課題

利根川下流部の堤防植生タイプ区分図を図 5-2、

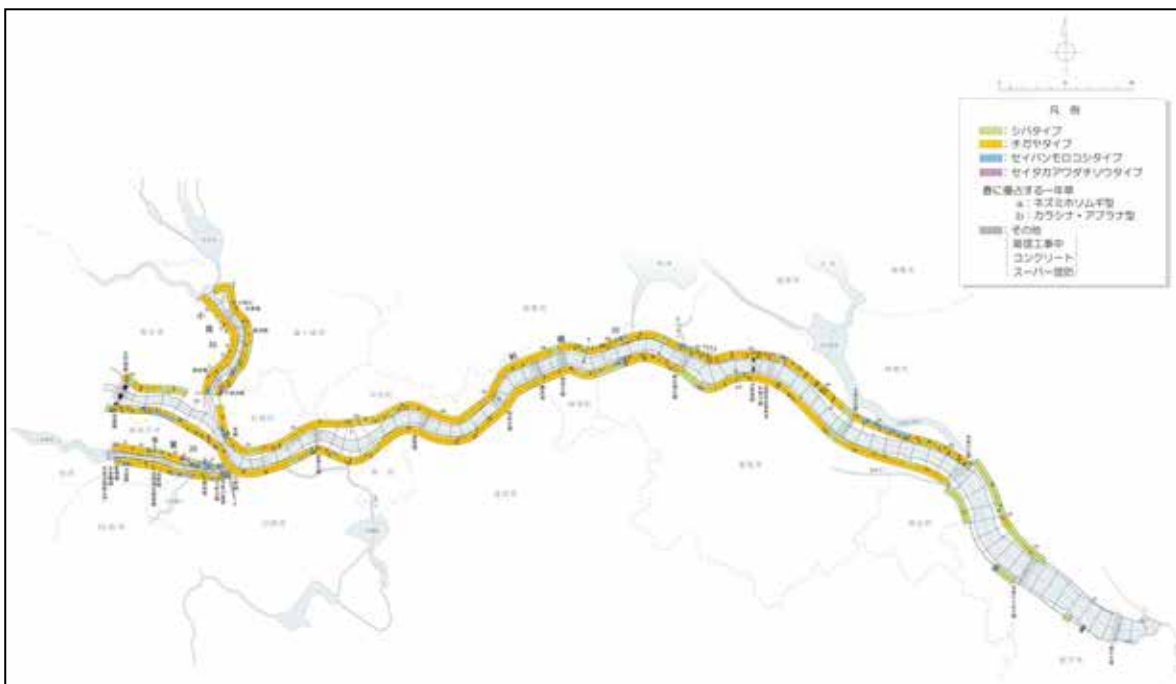


図 5-2 堤防植生タイプ区分図 (概要図)

堤防植生タイプの構成比を図5・3に示す。

利根川下流部では、7割を超える区間においてチガヤタイプが占めていた。シバタイプと合わせると、約9割の区間は堤防管理上好ましい植生タイプで覆われている。したがって、シバタイプの維持、チガヤタイプの草丈などの適切な管理をすることが課題である。

一方、春季において問題がある植物(ネズミホソムギ型、カラシナ・アブラナ型)の生育区間が約4割存在した。カラシナ等の堤防管理上問題のある外来植物は、全川的に確認されている。このため、各地域で堤防の弱体化を引き起こしている恐れがあり、利根川下流部の課題となっている。

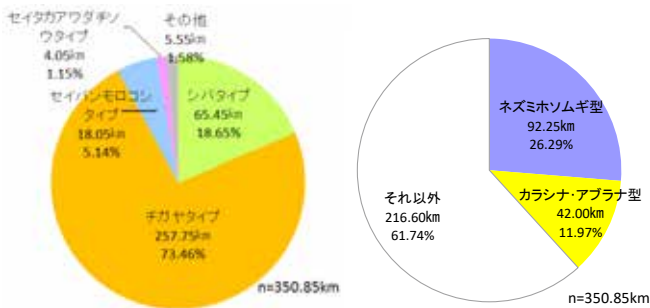


図5・3 利根川下流部の堤防植生タイプの構成比

5.3 利根川下流部の堤防植生管理のあり方

5.3.1 堤防植生管理基準(案)の考え方

利根川下流部における課題等を踏まえ、堤防植生管理を実施していく上での考え方を以下に示す。

①河川堤防は、年2回の堤防点検(出水期前、台風期)において、堤防表面における異常を確認しやすくするため、点検前に除草を実施する必要がある。

②年2回の除草では、外来植物の侵入・繁茂等の影響により、出水期間中の巡視・堤防点検への支障や堤防機能の弱体化等の問題が生じている。シバ等の在来植物が優占する堤防植生を維持すること、また巡視・堤防点検への支障の解決のため、堤防植生の生態的特徴及び利根川下流部における課題にて堤防除草・集草の実施回数及び実施時期を設定することが重要である。

5.3.2 堤防植生管理基準(案)の設定

堤防植生の生態的特徴に応じた除草の回数及び時期とする利根川下流部における堤防植生管理基準(案)を設定した。

(1) 堤防点検のための除草

堤防点検は、堤防の異常を目視確認するため、原則年2回除草(5・8月)・1回集草(5月)を基本とする。

(2) 堤防植生タイプの特徴に応じた実施回数・実施時期の設定

堤防植生タイプを構成する植物の生態に応じた植生管理(除草・集草)の実施回数及び実施時期を設定した。(表5・1)

表5・1 堤防植生タイプ別の生活史及び除草・集草時期

項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	生活史
堤防除草時期					■ ■ ■			■ ■ ■					
タイプ	シバ				☆ ☆ ○ ○ ○ ○			▽					・春から秋にかけて成長、冬季は地上部が枯死 ・年間を通じて草丈が低い、刈り込みに耐える
	チガヤ				☆ ☆ ○ ○ ○ ○			▽					・春から秋にかけて成長、発芽後に穂をつける。冬季は地上部が枯死 ・夏～秋に草丈が1m程度まで伸びる ・刈り込みに比較的強いが、刈り込むと草丈が低く発生する
	セイバンモロコシ					☆ ☆			○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○				・概ね6月頃に発芽し、急激に成長する ・開花期は秋で、その後地上部は枯死する ・夏～秋に草丈が1.5m程度まで伸びる
	セイトカアワダチソウ								○ ○ ○ ○ ○ ○			☆ ☆	・秋に発芽して越冬し、春～秋にかけて草丈が高くなる ・11月頃に地上部は枯死 ・夏～秋に草丈が2mまで伸びる
型	ネズミホソムギ					○ ○ ○ ○ ○ ○				☆ ☆			・秋に発芽する越冬草、春から急激に成長して開花する ・夏季に枯死する ・春に草丈が1m程度まで伸びる。8月頃に刈り込んでも再生する
	カラシナ・アブラナ				○ ○ ○ ○ ○ ○					☆ ☆ ☆			・秋に発芽して早春から急激に成長・開花する。5月中旬には、概ね枯死する ・春に草丈が1.5m程度まで伸びる、開花時期は、アブラナが早く、カラシナの方が遅くまで残る

☆	: 発芽	▽	: 堤防点検のための除草
○	: 開花・結実	▽	: 生活史に基づく除草
■	: 生育時期	▽	: 堤防点検のための集草
■	: 草丈が伸びる時期		
□	: 地上部枯死		

1) シバタイプ

シバタイプは高頻度に除草を行わなければ維持が難しいことから、除草を4回実施する。

実施時期は、堤防点検の実施前を含み、シバが成長する時期である5月、6月、7月、8月とする。

また、元々草丈が低い植生タイプである上、頻繁に除草することにより1回あたりの刈草量は少ないため、集草は原則実施しない。

2) チガヤタイプ

チガヤタイプの堤防は年2回の除草・1回の集草で維持管理が可能であるため、これを踏襲する。

実施時期は、堤防点検の実施前とし、5月に除草・集草、8月に除草を実施する。

川裏の人家連担部等、土地利用状況に応じて、2回目の除草後に集草を実施する。

3) セイバンモロコシタイプ

セイバンモロコシタイプでは堤防点検の支障を解決するため、堤防点検前の5月と8月の2回除草を実施する。また、刈草量が多く、堤防点検の支障になるため、5月と8月に集草を実施する。

なお、2回目の除草・集草は、セイバンモロコシタイプに含まれる植物種（セイバンモロコシ、オギ・ススキ、メヒシバ等）の開花時期と重なることからセイバンモロコシタイプの種子生産・分布拡大の抑制を目的とし、開花直前に除草を実施する。

4) セイタカアワダチソウタイプ

セイタカアワダチソウタイプでは堤防点検の支障を解決するため、堤防点検前の5月と8月の2回除草を実施する。また刈草量が多く、堤防点検の支障になるため、5月と8月に集草を実施する。

なお、2回目の除草・集草は、セイタカアワダチソウタイプの開花時期と重なることから、セイタカアワダチソウタイプの種子生産・分布拡大の抑制を目的とし、開花直前に除草を実施する。

5) ネズミホソムギ型

利根川下流部では、堤防沿いの住居や堤防上の

利用者が多い、ネズミホソムギはイネ科花粉症の原因となるが、現状では問題になっていないことから、ネズミホソムギ型を考慮した調整は実施しない。

6) カラシナ・アブラナ型

カラシナ・アブラナ型の植物は、2回目の除草後に芽生えて越冬し、1回目の除草以降は枯死するが、地下に残った根が腐食に至る。このため、堤防点検及び他の堤防植生タイプの除草とは別に除草を実施する必要がある。

カラシナ・アブラナの抑制を図るため、開花・結実前である3月に除草を1回追加する。

なお、カラシナ・アブラナの草丈が伸び始める前に除草を実施すると、茎が木質化する前であるので、飼料として再利用できる。

(3) 堤防植生管理基準（案）の設定

堤防植生タイプ別の堤防植生管理基準（案）をまとめると、以下のとおりとなる（表5・2）。

表5・2 利根川下流部における堤防植生管理基準（案）

	堤防植生タイプ			
	シバタイプ	チガヤタイプ	セイバンモロコシタイプ	セイタカアワダチソウタイプ
川表	除草4回 (5・6・7・8月) 集草0回	除草2回 (5・8月) 集草1回 (5月)	除草2回 (5・8月) 集草2回 (5月・8月(開花前))	
川裏		背後地の土地利用状況に応じて、集草回数を増加		

十 堤防弱体化、花粉症被害等が問題となっている場合、「型」に合わせて、除草を調整

	型	
	ネズミホソムギ型	カラシナ・アブラナ型
川表	調整を行わない	除草1回追加 (開花前の3月)
川裏		集草0回

6. 得られた成果と今後の課題

謝辞

6.1 得られた成果

本稿では、関東地方における堤防植生の現状に基づき、堤防植生タイプ区分を設定している。このため、それぞれの地域・風土によって異なる堤防植生の把握を行ない、それらの特性を十分に理解することが重要である。したがって、本稿での提案は、全ての河川にそのまま適応できるものではない

しかしながら、堤防植生タイプ区分調査手法の基本的な考え方を整理し、具体的な手法を明確にすることにより、河川における堤防植生管理の新たな基礎技術として提案することが出来た。

6.2 今後の課題

今後の課題として、以下の2項目が挙げられる。

6.2.1 堤防植生タイプ基準の見直し

堤防植生タイプ区分については、既往研究及び文献等を参考に設定した。

一方、シバ及びチガヤタイプについては、優占率3割以上あれば植生管理の仕方によって、シバやチガヤが回復するという経験上の観点から設定している。

このため、科学的根拠を探るとともに、堤防植生管理手法を考慮し、タイプ区分の基準設定方法を見直していくことが必要である。

6.2.2 簡易な堤防植生タイプ区分調査方法の確立

現在は、調査員による目視調査にて、堤防植生タイプを判断している。しかしながら、この作業は、調査員が持つ堤防植生の専門的な知識と経験が必要である。

このため、誰もが簡易に判断できる調査手法の検討が重要である。特に、堤防植生タイプを効率的に把握するために、UAV等を活用した撮影や画像解析技術による堤防植生タイプ区分の判断等、調査手法の開発に取り組むことも必要である。

貴重なデータを提供していただいた国土交通省関東地方整備局利根川下流河川事務所に対し、ここに深く謝意を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省 河川砂防技術基準 維持管理編（河川編），2015.
- 2) 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課：平成28年度版 河川水辺の国勢調査基本調査マニュアル【河川版】（河川環境基図作成調査編），H28.1改訂.
- 3) 北川明ほか：植生の遷移と堤防の管理，水工学論文集第39巻 1995.
- 4) 社団法人 日本河川協会：改定 解説・河川管理施設等構造令 財団法人国土開発技術研究センター編，2000，
- 5) 佐々木寧ほか：堤防植生の特性と堤防植生管理計画，河川環境総合研究所報告 第6号，2000.
- 6) 建設省土木研究所河川部河川研究室：洪水流を受けた時の多自然型河岸防護工・粘性土・植生の挙動，土木研究所資料第 3489号，1997.
- 7) 福岡捷二，藤田光一：堤防法面張芝の侵食限界，水工学論文集 第34巻 1990.
- 8) 福原直樹，森啓年，服部敦：河川堤防のり面から採取した大型供試体を用いた高茎草本植物の耐侵食性に関する実験的研究，土木学科論文集B1（水工学）Vol. 70, No. 4, 2014.
- 9) 国土交通省 関東地方整備局 土木工事共通仕様書，2015.

堤防等河川管理施設の点検評価の 現状と今後の展開

A CURRENT CONDITION OF ASSESSMENT WITH A PLANT OF RIVER AND FUTURE DEVELOPMENT

森永 泰司*・鈴木 克尚**・八木 裕人***

It is formulated that the assessment procedure of a plant of river will be carried out in March 2018. Therefore, an administrator appropriately needs to check and carry out maintenance for the river more than before. This paper shows improved points since last year's assessment procedure and issue of the operation. In addition, future development with RMDIS is a system of database on the estimated maintenance. As a result, it needs to put RMDIS online, further spread the RMDIS system and establish the analysis method of data storage.

keywords: *assessment, a plant of river, embankment, River Management Data Intelligent System (RMDIS)*

1. はじめに

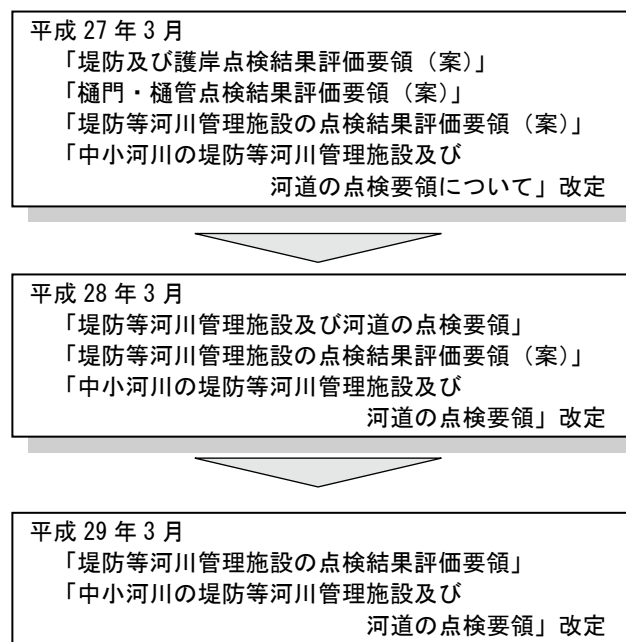
近年、社会資本の維持管理に対する社会的関心が高まっている。集中豪雨の頻発や巨大台風の襲来により多くの浸水被害が生じており、高度経済成長期に多数建設された河川管理施設は更新時期を迎えている。平成24年12月の笹子トンネルの落盤事故はインフラの老朽化が社会問題に発展した契機となり、それ以降、戦略的なメンテナンスの取組が社会的に求められている。

河川の維持管理においては、平成25年12月に河川法が一部改正され、河川管理施設及び許可工作物を良好な状態に保つよう維持または修繕の義務が明確になり、管理者が遵守すべき最低限の技術基準等が定められた。一方で、管理すべきストックの増大や老朽化の進行に伴う維持管理費用増加への対応等、河川維持管理を適切に進めていくための新たな仕組みの構築が求められている。

このような状況の中、表1-1に示すように平成27年度より「堤防等河川管理施設の点検結果評価要領(案)」の検討が進められ、平成29年3月に「堤防

等河川管理施設の点検結果評価要領」として策定された。これにより、堤防等河川管理施設の適正な維持管理に向けた本格的な運用が進められることとなった。

表 1-1 点検結果評価に関する要領の改定状況



* (公財) 河川財団 河川総合研究所 研究員

** (公財) 河川財団 河川総合研究所 上席研究員

*** (公財) 河川財団 河川総合研究所 副所長

本稿は、当財団が共同提案体（株式会社建設技術研究所・東京建設コンサルタントとの共同提案体）の代表者として受託した「河川の計画的維持管理に関する検討業務」のうち「堤防等河川管理施設の点検要領」、「堤防等河川管理施設の点検結果評価要領」に関する検討として実施した要領改定に関する検討内容（改定点）を示す。加えて、当財団が共同提案体（日本工営、八千代エンジニアリング、国際航業との共同提案体）の代表者として受託した「H28 河川維持管理 DB 運用検討業務」で改良を進める RMD I S（リマディス）との関係性を踏まえ、堤防等河川管理施設の点検評価結果への活用と今後の展開について述べるものである。

2. 点検結果評価要領（案）の試行運用

点検結果評価要領は、平成 27 年 3 月に策定された「堤防及び護岸点検結果評価要領（案）」、「樋門・樋管点検結果評価要領（案）」に基づいた試行運用の実施を端緒に、試行運用により得られた課題への対応として、平成 28 年 3 月に「堤防等河川管理施設の点検結果評価要領（案）」（以下、「H28 評価要領」）として改訂された。

本章では、「H28 評価要領」の主な内容と、試行運用結果から抽出された課題について述べる。

2.1 「H28 評価要領」の主な内容

「H28 評価要領」は、目視を基本とした点検結果を評価するものである。堤防の評価は、表 2・1 の変状種別に大別され、表 2・2 の 4 段階の評価区分によって評価される。

評価区分は、施設の機能の確実かつ効率的な確保のために予防保全型維持管理を基本としている。b 評価の「要監視段階」は変状に対し継続的に監視を行い、必要に応じて軽微な変状は補修する。また、応急措置や本措置後の変状のうち、経過観察が必要な変状も同様に b 評価となる。c 評価の「予防保全段階」は、変状の進行状況、損傷規模・経済性等を

表 2・1 点検結果評価区分（H28 評価要領）

施設区分	機能	機能低下の状態	変状
土堤	<ul style="list-style-type: none"> ・越流防止機能 ・耐浸透機能 ・耐侵食機能 	<ul style="list-style-type: none"> ・沈下 ・すべり破壊 ・パイピングの発生 ・侵食 	①亀裂
			②陥没や不陸
			③法崩れ
			④沈下
			⑤堤脚保護工の変形
			⑥はらみ出し
			⑦寺勾配
			⑧モグラ等小動物の穴
			⑨排水不良
			⑩樹木の進入
			⑪侵食（ガリ）・植生異常
			⑫漏水・噴砂
護岸 (堤防護岸, 高水護岸, 低水護岸※)	<ul style="list-style-type: none"> ・耐浸透機能 ・耐侵食機能 	<ul style="list-style-type: none"> ・護岸の損壊 ・漏水の発生 	⑬護岸の破損
			⑭はらみ出し
			⑮基礎部の洗掘
			⑯端部の侵食
鋼矢板護岸	<ul style="list-style-type: none"> ・耐侵食機能 ・土留め機能 	<ul style="list-style-type: none"> ・鋼矢板及び笠コンクリート等の傾倒 ・鋼矢板護岸からの吸出し（漏水） 	⑰鋼矢板の変形、はらみ出し、破損
			⑱鋼矢板の腐食（サビ、孔、肉厚の減少）
			⑲鋼矢板継手部の開き、欠損
			⑳背後地盤の沈下、陥没
			㉑笠コンクリートの変形、破損
			⑳鋼矢板護岸からの吸出し（漏水）

※低水護岸は原則として評価対象外とするが、堤防護ラインよりも堤防側に設置されており、土堤と一体となって防護しているものは評価対象とする。

表 2・2 変状箇所ごとの点検結果評価区分

区分	状態	変状確認	機能支障
a	異常なし	・堤防等河川管理施設の機能に支障が生じていない健全な状態（施設の機能に支障が生じていない軽微な変状を含む）	なし
b	要監視段階	・堤防等河川管理施設の機能に支障が生じていないが、進行する可能性のある変状が確認され、経過を監視する必要がある状態（軽微な補修を必要とする変状を含む）	あり
c	予防保全段階	・堤防等河川管理施設の機能に支障が生じていないが、進行性があり予防保全の観点から、対策を実施することが望ましい状態 ・詳細点検（調査を含む）によって、堤防等河川管理施設の機能低下状態を再評価する必要がある状態	あり
d	措置段階	・堤防等河川管理施設の機能に支障が生じており、補修又は更新等の対策が必要な状態 ・詳細点検（調査を含む）によって機能に支障が生じていると判断され、対策が必要なものも含む	あり

総合的に判断し、必要に応じて詳細調査を実施したうえで、適切な対策を計画的に実施する。緊急性は低いですが、対策の必要性が高い変状であり対策は概ね 5 年以内が目安とされる。なお、変状要因が不明等で詳細調査が必要な変状も c 評価とする。d 評価の「措置段階」は、速やかに補修等の対策を行う必要のある緊急性が高い変状である。

その他の変状が無い箇所や本措置の実施により問題が解消された変状は全て a 評価の「異常なし」となる。

2.2 試行運用結果から抽出された課題

平成 28 年度の出水期前点検において、各地方整備局および都道府県で実施された H28 評価要領の試行内容を分析した結果、以下の課題が明確となった。

- H28 評価要領における評価項目の未設定による記録のばらつきの発生
- 様式の記入ミスや未記入の多発

次にそれぞれの課題について詳細に述べる。

2.2.1 評価項目の未設定に関する課題

試行結果の分析により、特殊堤防で 276 件、高潮堤防で 5930 件の変状が確認された。また、これらの変状記録は、特殊堤・高潮堤防が「H28 評価要領」で個別の施設として区分されていないことから、従来の施設区分である土堤、護岸、鋼矢板護岸の評価項目に混在して記録された。

特殊堤および高潮堤防は、擁壁構造や三面張の被覆堤防構造が基本であり、土堤、護岸、鋼矢板護岸と構造が異なる。そのため、「H28 評価要領」の施設区分による評価では、点検者によって特殊堤・高潮堤防の記録方法が異なり、多数のばらつきが生じてしまっている。当然これらの構造物は、求められる機能も異なり、今後、分析評価を充実させていくために特殊堤・高潮堤防の施設区分は必要である。

2.2.2 様式の記入ミスや未記入に関する課題

様式の記入ミスや未記入は、単純な転記ミスから点検作業（様式作成含む）の経験不足、また、点検評価に関する知識不足などが原因であると思われる。

図 2・1 に単純な転記ミスによる事例を示す。図中の写真に示される通り、現場で確認している変状は鋼矢板護岸の「⑭笠コンクリートの変形、破損」である。しかし、図中下部に示す様式 1 の抜粋は、「⑬護岸の破損」としてデータが蓄積されており、同じ変状が異なる記録として蓄積されていることがわかる。なお、図には示されていないが変状の個表である様式 2 は、鋼矢板護岸としてデータが蓄積さ



点検箇所・項目	点検事項	評価項目(変状種別)	評価区分
高水・堤防護岸	笠コンクリートの破損	⑭笠コンクリートの変形、破損	c

区画	距離	変状	評価	小計	評価
1	0.72 ~ 2.14km (L=1.42 km)			2	B

護岸						
⑬	⑭	⑮	⑯	その他	小計	評価
2					2	C

⑬護岸の破損として記録されており、現場の記録と異なる。

図 2・1 単純な転記ミス事例



点検箇所・項目	点検事項	評価項目(変状種別)	評価区分
高水・堤防護岸	損傷・破損	⑬護岸の破損	b

図 2・2 点検評価に関する知識不足の事例



点検箇所・項目	点検事項	評価項目(変状種別)	評価区分
土堤の天端	亀裂	①亀裂	b

図 2・3 点検作業の経験不足の事例

れており、データの転記ミスが生じていることが少なからずあることが確認できた。

次に、図 2・2 に点検評価に関する知識不足の事例を示す。図中の写真に示される変状は、護岸が崩壊しており、護岸機能が喪失した状態であるため、堤防の耐侵食機能は極めて低下した状態であると見受

けられる。しかし、評価区分は要監視状態である b 評価として記録されており、対策の必要性は低いと判断されている。単純な記載ミスが原因である可能性もあるが、点検者の知識不足または技術力不足であるおそれが高い。さらに二次評価の際に、確認漏れが生じている可能性が懸念される。

図 2・3 では点検作業の不慣れな事例を示す。図中の写真に示される変状は、土堤（表法面）の⑩侵食（ガリ）・植生異常と思われる。しかし、この事例は図中下部に示すとおり、変状箇所が土堤（天端）の①亀裂となっており、点検評価を行うにあたり、点検箇所・項目、点検事項、評価項目（変状種別）の判断が誤っている。

以上のように、単純なヒューマンエラーが原因であるものから知識不足や経験不足に起因する記入ミスまで原因は様々である。しかし、点検時の現場における評価及びデータの入力は、二次評価や変状内容の再確認、対策方法の検討など、現場を直接確認できない際の検討において唯一の情報源となるため、記入ミス・未記入を防止することは解決すべき重要な課題といえる。

2.3 試行運用結果のまとめ

本試行においては、点検結果に関する課題として、下記のような点検評価体制等に起因する課題が比較的多いと考えられる。

- 一次評価である点検評価の現場で評価記号が未記入の場合がある。
（個別の評価は、現場で実施しないと対処が難しい。後々の写真による評価ではなく、現場における評価が最も重要である。）
- 総合的な評価として、評価会（横断的連絡調整会議等）での議論を経て評価を確定（二次評価）する必要があるが、評価回の実施が不明な場合が見受けられる。

点検者は、河川管理施設及び許可工作物の点検・評価の重要性を認識し、それらを良好な状態に保持するよう点検を継続的に実施する必要がある。そのために、河川管理施設の点検知識および経験を継続的に会得できるよう、経験ある技術者による点検評価手法の技術伝承を定期的実施することは重要である。

3. 点検結果評価要領の改定

前述の試行運用結果から抽出された課題に対して、「特殊堤・高潮堤の施設区分及び評価項目の追加」と「堤防の点検結果評価記録様式（様式 1）の変更」が行われ、平成 29 年 3 月の「堤防等河川管理施設の点検結果評価要領」（以下、「H29 評価要領」）に反映された。

3.1 特殊堤・高潮堤防の施設区分及び評価項目追加

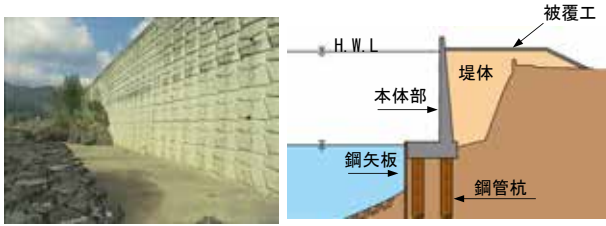
特殊堤・高潮堤防の施設区分及び評価項目の追加は、構造物に求められる機能と構造、変状事例等に着目して検討が進められた。

3.1.1 構造物に求められる機能

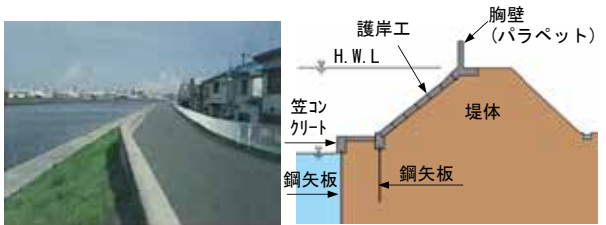
特殊堤・高潮堤防は、土堤部、護岸部、鋼矢板護岸部、構造物本体部が組み合わされた複合的な構造である。そこで、特殊堤・高潮堤防の点検項目の抽出にあたっては、「建設省河川砂防技術基準（案）設計編」を参考に、越水防止機能、耐浸透機能、耐侵食機能、土留め機能の 4 つの機能に着目した。

3.1.2 特殊堤・高潮堤防の構造

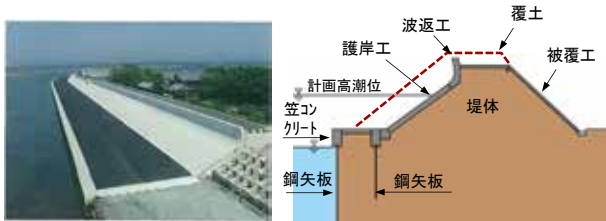
特殊堤・高潮堤防は大別すると図 3・1 に示す 3 種類であり、高潮堤防については盛土で被覆する場合もある。これらの評価にあたっては、それぞれの構造、部位に着目した評価が必要である。



(a) 自立式構造の特殊堤



(b) 胸壁（パラペット）構造の特殊堤

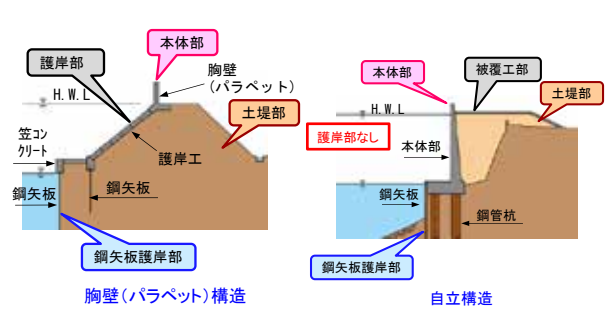


(c) 三面張構造の高潮堤

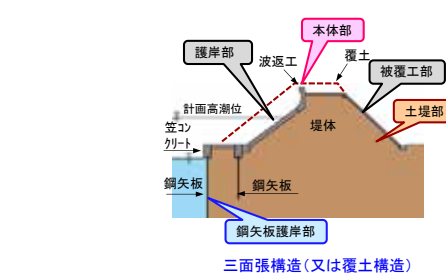
図 3-1 特殊堤・高潮堤防の構造例

構造タイプ	部位				備考
	土堤部	護岸・被覆工部	鋼矢板護岸部	本体部	
自立式構造	○	△	○	○	護岸部は鋼矢板護岸に含まれる
胸壁構造	○	○	○	○	
三面張構造	△ (天端のみ)	○	○	○	天端は土堤に準じて評価を実施
覆土構造 (三面張構造)	○	△	○	×	内部構造物は確認できないことから、土堤に準じて点検・評価を実施

○・・・確認可能、×・・・確認できない、△・・・部分的に確認できる場合がある



胸壁(パラペット)構造 自立構造



三面張構造(又は覆土構造)

図 3-2 特殊堤・高潮堤防の評価部位

3.1.3 特殊堤・高潮堤防の評価部位

特殊堤・高潮堤防は、土堤部と護岸部、鋼矢板護岸部、本体部それぞれの部位に着目して評価する必要がある。このうち、土堤部、護岸部、鋼矢板護岸部は「H28 評価要領」において評価項目が設定されており、特殊堤・高潮堤防については本体部の評価項目を追加した。

図 3-2 は、特殊堤・高潮堤防の評価部位について目視による確認が可能であるかに関して構造タイプ 3 種類（三面張構造のうち覆土構造は単独で整理）について整理したものである。

確認対象が土で覆われている覆土構造の本体部は、目視による確認が困難である。そのため、堤防点検では、目視で確認可能な覆土部を対象に土堤の評価項目に準じて点検・評価する。

また、目視により部分的に確認できる部位として、自立式構造の護岸・被覆工部、三面張構造の天端、

覆土構造の護岸・被覆工部がある。自立式構造の護岸・被覆工部は、自立式構造であるためいわゆる護岸部が存在しないという点で部分確認のみ可能として整理されており、鋼矢板護岸として点検・評価するとしている。三面張構造の土堤部は、一部構造において天端のみ確認可能である場合があるため、その場合は天端部のみ土堤に準じて点検・評価を行う。

覆土構造の護岸・被覆工部は、護岸部は覆土され確認できないが、裏法の被覆工部は確認可能の場合があるため部分的に確認可能とした。

3.1.4 評価項目の設定

特殊堤・高潮堤防の目視による評価可能部位を評価項目として設定した。

図 3-3 は、土堤、護岸、鋼矢板護岸、本体部の各部位に求められる機能に対して機能低下の状態とは

どういふものを整理した図である。図中の赤字は、「H28 評価要領」からの変更点であり、被覆工部と本体部の追加のみで評価項目が対応していることがわかる。ただし、特殊堤・高潮堤防の被覆工部においては、護岸工と構造が類似することから、護岸工の項目を準用することが可能である。

以上より、特殊堤・高潮堤防の評価項目は、本体部の追加のみ必要である。そこで、具体的な評価項目の設定のため、本体部に対する変状発生事例を分析し、機能低下の状態、発生する変状と主な原因について図3・4のとおり整理した。

追加する評価項目は、越水防止機能、耐侵食機能、土留め機能に対してコンクリートの欠損やひび割れ等により機能低下に繋がることから「本体の破損」を評価項目に追加した。また、耐浸透機能として、

目地の材料劣化や破断等の接合部の破損により機能低下に繋がることから「接合部の変形、破断」を評価項目に追加した（表3・1）。

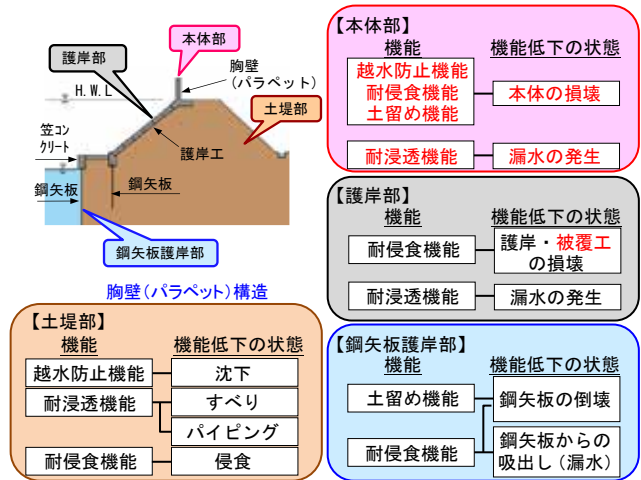


図3・3 各部位に求められる機能と機能低下の状態

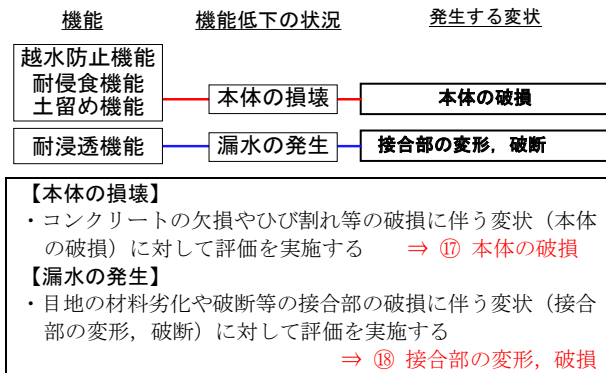


表3・1 点検結果評価区分改定内容

施設区分	機能	機能低下の状態	変状
土堤	・越流防止機能 ・耐浸透機能 ・耐侵食機能	・沈下 ・すべり破壊 ・パイピングの発生 ・侵食	[1] 亀裂
			[2] 陥没や不陸 [3] 法崩れ [4] 沈下 [5] 堤脚保護工の変形 [6] はらみ出し [7] 寺勾配 [8] モグラ等小動物の穴 [9] 排水不良 [10] 樹木の進入 [11] 侵食（ガリ）・植生異常 [12] 漏水・噴砂
護岸 (堤防護岸、高水護岸、低水護岸※)	・耐浸透機能 ・耐侵食機能	・護岸の損壊 ・漏水の発生	[13] 護岸・被覆工以外の護岸・被覆工の破損 鉄線籠型護岸 鉄線籠型護岸 [14] はらみ出し 護岸全般 [15] 基礎部の洗掘 根固工有り 根固工無し [16] 端部の侵食 連節ブロック以外の護岸 連節ブロック
特殊堤・高潮堤防	・越水防止機能 ・耐浸透機能 ・耐侵食機能 ・土留め機能	・本体の損壊	[17] 本体の破損 [18] 接合部の変形、破断
鋼矢板護岸	・耐侵食機能 ・土留め機能	・鋼矢板及び笠コンクリート等の傾倒 ・鋼矢板護岸からの吸出し（漏水）	[19] 鋼矢板の変形、はらみ出し、破損 [20] 鋼矢板の腐食（サビ、孔、肉厚の減少） [21] 鋼矢板継手部の開き、欠損 [22] 背後地盤の沈下、陥没 [23] 笠コンクリートの変形、破損

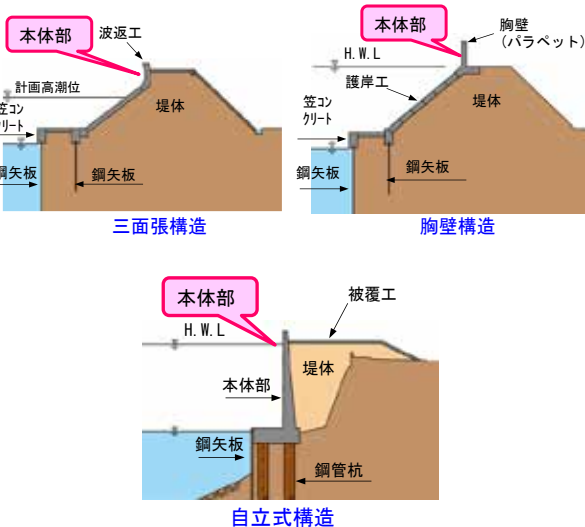


図3・4 本体部の機能低下と発生する変状

3.2 評価様式の改良

前述した特殊堤・高潮堤防の評価項目の新設と、試行運用結果の整理作業を踏まえ、点検結果評価様式の改良を行った。

堤防の点検結果評価様式（様式1，2，3）は、主に様式1について改良した。

様式1の主な改良内容を下記に示す。また、変更前後の様式1を図3-5に示す。

- ・ 特殊堤の評価項目を取り入れた（[17], [18]）
- ・ 総合的な評価の理由欄を新設
- ・ 左岸と右岸で記入する箇所を分けるよう配慮した（両岸や左右岸という記載の防止のため）

- ・ 管理区間延長の集計のため、河川合計に延長の合計も表示できるよう配慮した
- ・ 番号表記を○番号から [] 番号に変更した。

また、堤防の点検結果評価様式の改良に併せて、樋門・樋管、水門、堰の点検結果評価様式（様式2，3）についても施設諸元を構造物台帳と整合を図ることを目的に一部改良している。主な改良内容を下記に示す。

- ・ 本体構造や基礎形式、扉体面積等の構造諸元および所見の記入欄を新設（様式1）
- ・ 構造諸元の記入欄を構造物台帳と整合（様式2）
- ・ 部位ごとの変状に対して所見欄を追加（様式2）

↑ 改定前（様式1）

改定後（様式1） →

①, ②, ③...から[1], [2], [3]に変更

左岸, 右岸で記載欄を分割

特殊堤の評価項目を追加 ([17], [18])

河川延長の欄を追加

総合的な評価の理由欄を追加

図 3-5 堤防の点検結果評価様式 1 の変更

4. RMD I Sの活用

前述の試行運用結果から抽出された課題のうち、様式の記入ミスや未記入の多発については、ヒューマンエラーや知識不足、経験不足を要因とした課題であると述べた。その課題への対応として河川維持管理データベースシステムを活用することが検討され、システムの構築、改良を経て、現在、堤防点検の現場で本運用が開始されている。

本章では、河川維持管理データベースシステムとして開発されたRMD I S(リマディス)の概要、活用によるメリット、また、今後の展開について述べる。

4.1 RMD I Sの概要

河川維持管理データベースシステムであるRMD I S(リマディス)は、堤防点検現場の実態を踏まえ、データ蓄積の効率性などの現場に内在する課題を解消することを目的に開発された維持管理の効率化・高度化を図る河川管理行為支援システムである。

RMD I Sの目的は、大きく3つ挙げられる。⁶⁾

- ① 河川維持管理の現場における業務を着実に、かつ効率的に行うための業務支援
- ② P D C Aサイクルによるスパイラルアップの支援、また、業務の高度化に資する知見の効率的な集積
- ③ 河川維持管理に関する政策の企画立案に資する基礎的な情報収集の効率化と適切な管理

RMD I Sは、上記に示す目的のために、関東地方整備局で開発が進められていた河川維持管理支援システムをベースとして、平成25年に試行用β版が開発され、平成26年4月から全国统一版としてRMD I S Ver1.0が配布され試行運用が開始された。その後、システム改良を毎年継続して実施し、平成29年2月よりRMD I S Ver2.2として本運用が開始されたところである。

RMD I Sのシステム構成を図4・1に示す。RMD

《RMD I Sシステム構成》

① WEB システム

職員 PC を使用し、各地方整備局のイントラネットを介してデータベースの閲覧・編集を行うことが可能な WEB 上のシステム。

② ダウンロード・アップロードツール

タブレットと各地方整備局のデータベースを同期するためのツール。職員 PC とタブレットを USB で接続しダウンロードおよびアップロードを行う。

③ 河川点検巡視支援システム

現場にて、河川巡視または点検で発見した事象を登録・閲覧するためのタブレットアプリ。

④ 維持管理対策支援システム

現場にて、河川巡視または点検で登録した事象の維持管理対策結果を登録・閲覧するアプリ。

⑤ タブレットデータ確認・編集ツール

タブレットを使用し現場で入力した巡視・点検の記録を Excel の形式で帳票を出力、確認・編集するツール。巡視記録の場合は、巡視日誌として出力する。

各地方整備局本局



サーバ 各地方整備局でそれぞれサーバを設置。整備局管内のデータを一元管理

事務所 または出張所



職員
PC

- ① WEB システム
- ② ダウンロード・アップロードツール

↑ USB 接続

現場



タブレット

- ③ 河川点検巡視支援システム
- ④ 維持管理対策支援システム

↑ USB 接続

巡視業者



巡視員
PC

- ⑤ タブレットデータ確認・編集ツール

図 4・1 RMD I S Ver2.2 システム構成

I Sは、5つのシステムによって構成されており、記録したデータは、九州地方整備局を除く7つの地方整備局と北海道開発局に設置された計8つのサーバに管理されている。

具体的なシステム構成は、実際に現場でタブレットを使用し変状記録を入力、写真撮影を行うアプリ

システム（河川点検巡視支援システム，維持管理対策システムの2つのアプリにより構成）とパソコンを使用し登録したデータの閲覧，編集，整理を行うWEBシステムがあり，それぞれが現場作業とデータ整理作業の効率化に寄与している．さらに，アプリシステムを使用するタブレットとWEBシステムのデータ移行を行うダウンロード・アップロードツールおよび国交省職員以外の河川巡視員や現場技術員等が入力したデータ内容を確認するために使用するタブレットデータ確認・編集ツールで構成されている．

点検評価作業におけるRMD I S運用方法を下記に示す．

《事前準備》

点検前にRMD I Sを使用する事前準備として，アップロード・ダウンロードツールを使用しWEBシステムに登録されている過去記録をタブレットにデータコピーを行う．

《現場作業》

現場では，得られた点検結果（変状内容，長さ，幅，深さ等），評価結果，点検箇所の写真，状況等を現場でタブレットに入力（記録）する．

《点検終了後》

点検終了後は，現場で得られた変状記録をWEBシステムへアップロードする．

4.2 RMD I Sの活用によるメリット

効率的で効果的なサイクル型維持管理の実現は，確実なデータ蓄積によるビッグデータ化と適切な分析評価の実施，また，評価結果を次回点検へ反映し，

効果的な点検手法を導くスパイラルアップが必要となる．それらの実現には，効率的で効果的な点検作業・整理・記録蓄積，また，分析評価の高度化が必要不可欠であるが，従来の点検手法は，表4・1に示すように現場作業，室内作業，分析評価や公表のための作業においてデータ蓄積や整理作業の労力が大きいなどの課題があった．

上記に示す課題解決のため，点検評価に関する作業支援として河川維持管理DB（RMD I S）が開発された．河川維持管理の一部をデータベースシステム化したことによるメリットを下記に示す．

- ① 点検評価結果を現場で入力可能。
（再入力・再整理の排除）
- ② 事務所・出張所における点検評価結果の整理作業を容易化
- ③ 変状箇所の位置を自動入力可能
- ④ 翌年度以降の過去記録の追跡（特定）の容易化
- ⑤ 前回点検記録との比較の容易化
- ⑥ 本省，整備局，事務所，出張所のデータ共有一元化（集計作業の効率化）
- ⑦ データ蓄積による評価結果の分析の効率化・高度化

4.2.1 RMD I Sの活用による業務の効率化

RMD I Sは，上述した労力の負担軽減に寄与するため，現場作業での記録にタブレットを用いることによって，現場で発見した変状等の情報について位置・内容・写真を確実に記録し，また，メモなどの作業を不要とすることや記録の入力がプルダウン式で変状が記録可能であることによって点検作業者の負担軽減が期待できる．

また，図4・2に示すようにタブレットによる前回点検結果の参照が可能であるため，現場へ参考資料を持参する必要が少なくなり，過去の変状位置の特定や前回記録との比較が容易となった．

従来，現場で得た変状情報の整理作業は，写真の取り込み・整理や野帳に記載された情報の清書作業（Excel へのデータ化）が必要であった．RMD I Sは，それらの整理作業は全て不要であり，現場で

表 4・1 従来の点検手法との違い

作業	従来点検手法
現場作業 （巡視・点検）	・デジタルカメラで写真撮影 ・野帳へのメモ，記入 ・点検対象区間の地図，過去記録等の資料持参
室内作業 （記録・整理）	・写真の取り込み，Excel 様式への写真整理 ・野帳の整理
分析評価 公表	・Excel による評価の集計 ・公表様式への整理

タブレットに入力した情報をWEBシステム上にアップロードするだけで、写真や変状情報が規定の様式である点検結果評価様式（様式①，②，③）に整理される。また、点検結果評価様式が自動生成され、出力も可能であるため、様式作成の作業が大幅に削減され業務の効率化が期待できる。

4.2.2 RMDISの活用による分析の高度化

RMDISは、収集したデータの分析評価支援もメリットの一つとしている。最新のRMDIS Ver2.2は、各種変状データの集計、図表化が可能である（図4.3）。

将来、蓄積されるデータ数が増え、ビックデータ化が進むにつれて新たな分析評価手法が確立されると予想され、より複雑な分析評価に対応できると期待される。

以上のように、現場作業および室内作業の負担軽減、また、円滑な分析評価支援としてRMDISの活用は効果的である。

4.3 RMDISの今後の課題

RMDISは、平成26年4月の試行運用開始から毎年の改良を重ね、平成29年2月より本運用が開始されているが、いまだ発展途上のシステムであるといえる。全国の河川特性の違いにより現場で求められる機能が多種多様であり、全国から挙げられる種々の要望に応えられていないことが理由である。そこで、これまでのRMDISの運用実施状況等を踏まえ、RMDISの今後の課題について表4.2に整理した。

4.3.1 データの効率的な共有に対する課題

“データの効率的な共有”は、最も改良要望の多い課題のひとつである。現在のRMDISは、現場と室内のデータ共有に関して前述したダウンロード・アップロードツールを介して情報のやり取りをする必要があるオフラインシステムとなっている。しかし、現場で確認した情報を早急に関係者間で共有したいという声は多く改良が望まれる。また、RMDIS



図 4.2 変状登録・位置情報画面（タブレット）

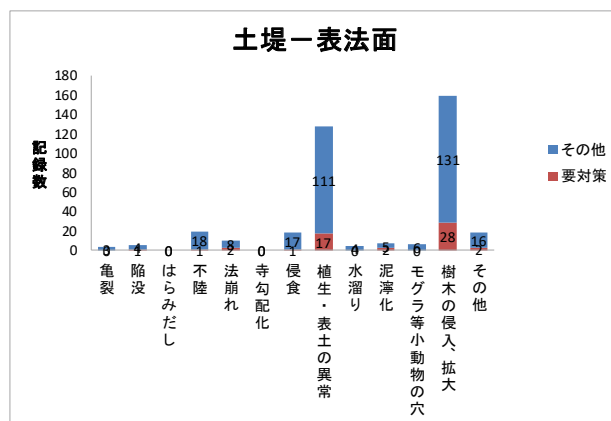


図 4.3 データ集計・図表化事例
（点検事項別記録数）

表 4.2 RMDIS 活用当たりの課題

課題	要因
・データの効率的な共有	・現場で記録したデータは、タブレット内に一時的に記録した後、アップロードする必要があるため、リアルタイムな情報共有が出来ない。 ・オフラインであるため、事前にダウンロードしていない情報は、現場で確認ができない。
・RMDISの運用体制の構築	・RMDISを用いることを前提とした堤防点検実施体制が構築されておらず、RMDISの効果を最大限生かせていない。
・使用者の熟練度向上	・現場の点検者がRMDISの機能を十分に理解できておらず、RMDISの効果を最大限生かせていない。
・GPSの精度向上	・GPSの精度が低く、位置情報の特定に対し、適切な情報収集に寄与していない。 ・GPSの反応速度が遅く、操作の効率化に寄与していない。
・タブレット機種本体の改善	・タブレットの耐用年数が短い ・タブレットの使用可能機種が限定されている。 ・高温の夏日や雨天時に、機能が正常に作動しない場合がある。 ・日中晴天時は、タブレット画面に日光が反射するためタブレットの視認性が悪く、操作の効率化に寄与していない。
・機能の不具合解消および最適化	・一部機能で、エラーが発生するなど作業の効率化を妨げる事象が生じている場合がある。 ・求められている機能の不足や過剰な機能搭載などがあり、RMDISの普及促進を妨げる原因となっている。

のメリットのひとつとして、参考資料の持参が不要であることが挙げられるが、事前にダウンロードしていない情報については現場で確認することができず、ネットワーク接続等によるオンラインでの情報確認についても要望は多い。

4.3.2 適切な運用体制の構築に対する課題

現状のRMD I Sは、現場におけるタブレットへの入力の手書きに比べて時間がかかるため、全体の点検作業行程を止めてしまうという欠点がある。これは、RMD I Sの課題というより、運用の問題である。そのため、“RMD I Sの運用体制の構築”は、今後取り組むべき最も重要な課題のひとつであるといえる。

この課題は、RMD I Sを用いることを前提とした堤防点検実施体制が構築されていないため、十分な作業効率化に繋がっていないというものである。上述した通り、RMD I Sを導入するとタブレットへの入力時間を要因として、現場での作業時間が増える事例が多く報告されている。

課題への対応として、入力時間を考慮した1日の点検工程計画を策定することが考えられる。また、一部の出張所では、複数台のタブレットを使用し複数班体制で同じ区間を点検することにより、入力時間を補完し合う運用がされており、現場での作業時間は、従来の点検手法と遜色ない運用がなされている事例もある。

運用面の課題は、現場での作業後に行う膨大な資料整理の効率化とは次元の異なる問題であることから、よりよい運用の仕方なども試行錯誤し提案する必要がある。

4.3.3 使用者の熟練度に対する課題

上述した課題と同様に作業効率化に関わる課題として、“使用者の熟練度向上”が挙げられる。現場の点検者が十分にRMD I Sの入力方法や機能を理解できていないため、現場での作業時間が従来の点検手法と比較して増加し、十分な作業効率化に繋がっていないというものである。特に、堤防点検は出水期前点検、台風期点検の年2回の実施が基本である

ため、RMD I Sの使用回数が少なく理解が進まないといった問題や、河川管理者である職員が2年から3年で異動することにより、RMD I Sの作業が未経験等の問題がある。

4.3.4 その他の課題

その他の課題は、GPSの精度やタブレットの動作不良などタブレット本体に関わる課題や、システムエラーなどシステム構築の問題が作業効率化の妨げになっているケースである。これらは、RMD I Sの最大限の効果を享受するために重要な機能であることから、今後の機能改良は必要不可欠であるといえる。

5. 今後の展開

今後は、「H29 評価要領」に基づいた点検が実施される中で、その支援としてRMD I Sに残る課題の解消に向け継続してバージョンアップを進めていく予定である。RMD I Sにおける今後の展開は以下のとおりである。

5.1 オンライン化及びデータの一元管理

要望が多い課題であるデータの効率的な共有に対応し、RMD I Sのオンライン化を進めることにより、リアルタイムでの情報共有が可能となり、さらなる効率的・効果的な点検が可能になると考えられる。

また、現在、各地方整備局毎に設置されているデータサーバをクラウド化することでデータの一元化、データ共有の容易化、システム維持の省力化を実現できると考えられる。

なお、オンライン化およびクラウド化は外部からのネットワークアクセスを可能とすることから、セキュリティの強化等に留意する必要がある。

5.2 運用面の課題に対する検討

RMD I Sの運用方法が十分に理解されていない現状では、作業効率化に十分に寄与していないと考

えられる。この課題への対応として、RMD I Sの最適な運用方法を整理した上で、運用方法が記載された利活用マニュアルの作成や、運用に特化した説明会の実施などRMD I Sの普及促進に努めることが重要である。

5.3 機能面の課題に対する対応

現状のRMD I S Ver2.2は、多機能であるがゆえ理解が進まないとの指摘があるため、運用面の課題に対する検討と並行して、機能の最適化を図ることが重要である。機能の最適化として、利用頻度の少ない機能の統合や削除といった全体機能のスリム化、タブレット入力に時間がかかっている実情を踏まえた現場の点検作業フローに合ったデータ入力方法やキーボードによる文字入力の減少など、作業時間の効率化に向けたユーザインターフェースの改良が必要である。さらに、点検作業を妨げることはないよう各機能のシステムエラーに対する改良を実施することで、RMD I Sの理解向上に資するよう機能を極力増やすことなく、さらなる作業効率化の実現を目指すことが重要である。

5.4 分析評価手法の確立

RMD I Sは、円滑で確実なデータ蓄積を実現するための支援システムであり、サイクル型維持管理のPDCAのうち、Do(点検)、Check(分析評価)に関与している。しかし、試行運用以降、データの蓄積が始まっているが、分析評価手法は確立されていない。

適正な評価のためには、点検評価者による評価のバラつきを抑制しデータの品質を向上する必要がある。分析評価の一例を図5・1に示す。全国で蓄積されたデータ(変状内容、変状規模(長さ、幅、深さ等)、評価結果)を分析し、各変状に対する規模毎の評価目安を「見える化」といった経験の少ない点検評価者への補助ツールの作成・運用を進め、蓄積データの品質を向上させることが考えられる。

《蓄積データの活用イメージ》

- 評価結果(変状規模・評価)をグラフ化。
 - b評価、c評価の目安値が「見える化」される。
- ⇒経験が少ない点検評価者への補助ツールとして活用。

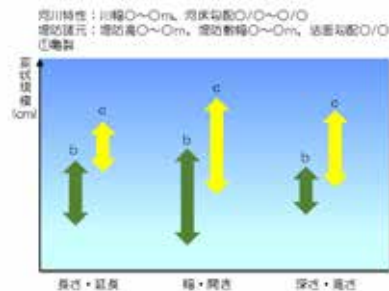


図 5・1 蓄積データの活用イメージ

謝辞

貴重なデータを提供していただいた国土交通省水管理・国土保全局 河川環境課, 関東地方整備局 河川管理課, 関東地方整備局 関東技術事務所に対し、ここに深く謝意を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局 河川環境課 堤防及び護岸点検結果評価要領(案) 平成27年3月26日
- 2) 国土交通省水管理・国土保全局 河川環境課 樋門・樋管点検結果評価要領(案) 平成27年3月26日
- 3) 国土交通省水管理・国土保全局 河川環境課 堤防等河川管理施設及び河道の点検要領 平成28年3月31日
- 4) 国土交通省水管理・国土保全局 河川環境課 河川保全企画室 流水管理室 堤防等河川管理施設の点検結果評価要領(案) 平成28年3月31日
- 5) 国土交通省水管理・国土保全局 河川環境課 河川保全企画室 流水管理室 堤防等河川管理施設の点検結果評価要領(案) 参考資料 平成28年3月31日
- 6) 鈴木 克尚・河崎 和明(2014) 河川維持管理の高度化に向けた河川維持管理DBシステムの拡充について 河川総合研究所報告, 第20号, p. 50-57

河川維持管理計画の改定について

REVISION OF RIVER MAINTENANCE AND MANAGEMENT PLAN

田島 憲一*・綿島 敬太**

The maintenance and management was carried out according to the Plan for River Maintenance and Management that covered 5 years (2011-2016). The current plan should be revised.

In this study, the confirmation matters, attention points, and relevant regulations will be explained for revision. In addition, a useful method of analysis will be introduced. Finally, the problems for optimizing the maintenance and management will be discussed.

KeyWords : *River Maintenance and Management Plan, Technical Criteria for River Works, Overview manner organize, Task decomposition, RMDIS Data analysis*

1. はじめに

近年、全国的な豪雨・洪水被害が多発していること、社会インフラ全体の経年劣化による老朽化が顕在化していることを受け、持続可能で効果的・効率的な河川維持管理のあり方が模索されてきた。

現在、多くの河川では平成 24 年に公表された「河川維持管理計画」により維持管理が進められている。「河川維持管理計画」は平成 23 年 5 月に策定された『河川砂防技術基準 維持管理編（河川編）』（以降、『H23 河砂基準』と略記する）に基づいて作成されたものである。

『H23 河砂基準』には、維持管理計画として記載する具体的な内容について、その対象期間を概ね 5 年とすること及び各施設の状況、維持管理の実績、社会情勢の変化等に応じて適宜見直しを行うことを基本とする旨が明記されている。そのため、5 年が経過した平成 29 年から順次、計画の改定が進められている。

改定に至る 5 年間には、大規模な洪水被害等が全国各地で発生し、国民の水防災に対する意識も変化してきたことから、河川管理施設の維持管理は従来よりさらに重要なものとなってきた。

しかし、実際の河川維持管理を実施している現場では様々な課題を抱えている。当初公表された「河川維持管理計画」は、それらの課題を十分に踏まえているとは言えず、記載内容も河川毎の特徴を十分に反映したものとはなっていない。

本稿では、複数の河川事務所における「河川維持管理計画」改定検討を参考として河川維持管理に関する課題とその解決手法、併せて効果的な維持管理を行うために有効と考えられる対応について検討した内容を報告する。

2. 河川維持管理計画の策定と改定の経緯

「河川維持管理計画」は、平成 18 年 7 月に社会資本整備審議会から答申された『安全・安心が持続可能な河川管理のあり方について』において、サイクル型維持管理体制の構築が提言されたことを受けて、平成 19 年 4 月に河川局長より通達された『効果的・効率的な河川の維持管理の実施について』に基づいて試行された。

その後、『H23 河砂基準』が策定され、平成 24 年に全国の直轄河川から正式に公表された。

* (公財) 河川財団 河川総合研究所 主任研究員

** (公財) 河川財団 河川総合研究所 研究員

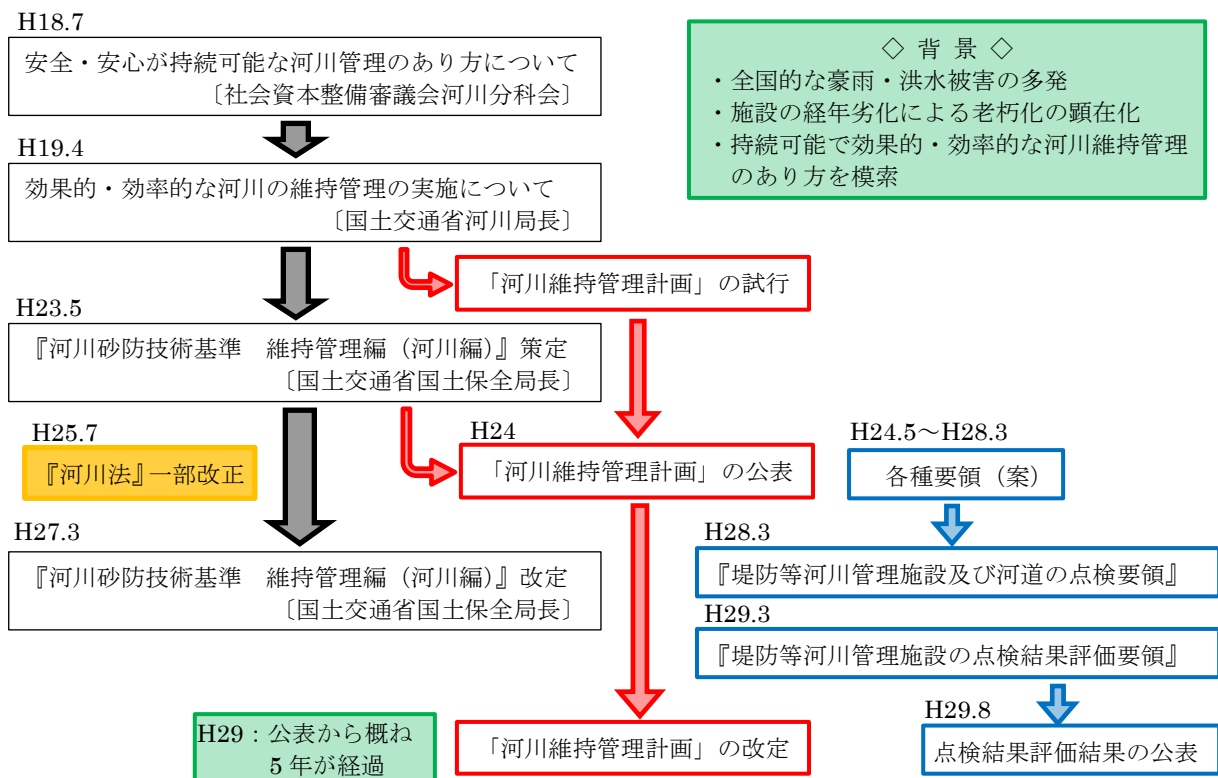


図 1・1 河川維持管理の周辺動向及び計画の試行～改定の経緯

一方、平成 25 年 7 月には『河川法』が水防法とともに一部改正され、「河川管理施設を良好な状態に保つように維持し、修繕し、もって公共の安全が保持されるように努めなければならない」（法第 15 条の 2）ことが明記された。これに追従して『H23 河砂基準』が、平成 27 年 3 月に改定（以降、『H27 河砂基準』¹⁾と略記する）された。

堤防等の点検及びその評価については、平成 24 年 5 月に公表された『堤防等河川管理施設及び河道の点検要領（案）』が、それまでの点検の実施状況等を踏まえて平成 28 年 3 月に改定²⁾された。

また、平成 27 年 3 月に公表された『堤防及び護岸点検結果評価要領（案）』及び『樋門・樋管点検結果評価要領（案）』は、平成 28 年 3 月に『堤防等河川管理施設の点検結果評価要領（案）』として統合³⁾され、さらに平成 29 年 3 月に『堤防等河川管理施設の点検結果評価要領』に改定された。

3. 計画改定にあたっての課題

前述のとおり平成 24 年に公表された「河川維持管理計画」は『H23 河砂基準』に基づいた内容となっているが、記載項目や内容は画一的で、かつ各河川の特徴や維持管理行為の実施状況についての記述が十分ではない部分がある。

計画改定にあたっては『H27 河砂基準』に準拠しつつ、可能な限り現状で実施されている維持管理行為に対応した記載に改める必要がある。

そのため、計画改定の前提として、河川維持管理に関する法や技術基準、要領等について整理するとともに、維持管理行為の実施状況についても把握すること（3.1 に記載）が必要となる。

また、維持管理において把握が必要な各河川の特性について整理すること（3.2 に記載）及び河川の状態把握について客観的な分析評価を行い、サイクル型維持管理の効率化に資すること（3.3 に記載）も重要と考える。

なお、本稿では法及び技術基準等の整理（3.4 に

記載) について、河川維持管理に関わるものとして『河川法』、『水防法』及び「技術基準の改定」、「大規模氾濫減災協議会等の設置」に着目して記載する。

3.1 維持管理行為の実施状況把握

実際に行われている維持管理行為を調査し「河川維持管理計画」と比較した結果、各維持管理行為の実施時期や頻度、実施方法等について、必ずしも一致しない内容が見られた。

一方、複数の河川管理者等へのヒアリングから、具体的な維持管理を行っている現場では以下のような問題が顕在化していることが明らかになった。

- ① 管理が必要な施設の種類、延長及び施設数並びに実施すべき維持管理行為が膨大である。
- ② 維持管理に従事する職員が少なく、現場の技術職員の不足が顕在化している。
- ③ 現在の「河川維持管理計画」を基本とした管理体制に移行してからの期間が短いため、維持管理計画の内容理解が十分でない。
- ④ 複数の部署が、それぞれ独自の管理を実施していることから維持管理の全体的把握が困難である。
- ⑤ 各現場（出張所）で独自の判断や維持管理手法が行われている。

これら現場における諸問題は「河川維持管理計画」と実際に行われている維持管理行為との差異が生じる要因になっていると考えられる。

このような状況を俯瞰的に把握するために、維持管理として求められている項目及びその内容を整理するとともに、各維持管理行為の実施状況を把握し比較・検証する必要がある。

3.2 具体的な維持管理内容の反映

複数の河川管理者へのヒアリングにより、維持管理の現場では「河川維持管理計画」に河川毎の特徴が十分に反映されていないため、参照されていない実態が明らかとなっている。

そのため、維持管理の対象となる河川管理施設や河道の状態だけでなく、河川の特徴として、巡視点検より把握される維持管理内容を具体的に計画に反映することが重要である。

3.3 維持管理行為の客観的分析

従来の維持管理は、現場担当者の経験により行われてきた。また、河川巡視・各種点検等により状態把握に関するデータも収集されていたが、その整理が十分に行われておらず、データがサイクル型の維持管理に結びつくような効果的な活用がなされてこなかった。

さらに、技術職員の人員減少により維持管理に関わる技術の伝承が困難な状況であることから、点検等の体系化やデータベース整備によって効率的な維持管理を実施していくことが求められている。

このような課題に対しては、平成 26 年度から試行され平成 28 年度から運用が始まった河川維持管理支援データベースシステム (RMDIS) を有効活用することにより、河川管理施設等の状態把握を客観的かつ効率的・効果的に分析することが可能となってきている。

3.4 河川法及び技術基準等

平成 24 年の「河川維持管理計画」公表後、維持管理に関係する法改正や技術基準の改定が実施されている。計画改定にあたっては、それらと合致するよう記載内容を修正する必要がある。

ここでは、計画改定にあたって特に重要と考えられる「河川法の改正」、「水防法の改正」、「技術基準の改定」及び「大規模氾濫減災協議会等の設置」について留意すべき内容を整理する。

3.4.1 河川法の改正

平成 25 年 7 月に改正された『河川法』は、河川管理施設の老朽化対策等適切な維持管理の実現を目指して、前述のとおり河川管理施設及び許可工作物に

関する維持修繕の義務とともに、管理者が遵守すべき技術基準を政令によって定めること、及び河川協力団体の指定等が明記された。

このうち、技術基準は後述する『河川砂防技術基準 維持管理編（河川編）』であり、維持管理計画の検討にあたっては参照が必須である。

また、「河川協力団体の指定」については、今回の改定で加筆が必要な内容となっている。

3.4.2 水防法の改正

河川法とともに一部改正された『水防法』は河川管理者の水防活動への協力として「洪水予報等の情報提供」及び「水防活動への協力」等が明記された。

当該各事項については、予め河川管理者と水防管理者（都道府県知事又は指定管理団体）で協議により同意することとされているほか、水防協力団体の指定対象を建設会社等の民間企業や大学、自治会、ボランティア団体等に拡大することが記載された。

一方、浸水想定区域内の地下街、高齢者等利用施設、大規模工場等においては、自主的な避難確保や浸水防止への取組促進が求められており、従前より地域連携を強化することが求められている。

なお、『水防法』は、平成 27 年 5 月には「大規模降雨や内水、高潮を考慮した浸水想定区域」や「下水道管理者と連携した水防活動による内水対策」等について、平成 29 年 6 月には「逃げ遅れゼロ実現のための多様な関係者の連携体制の構築」及び「社会経済被害の最小化のための既存資源の最大活用」等に対応した一部改正が行われている。

3.4.3 技術基準の改定

『河川法（平成 25 年 7 月）』第 15 条の 2 第 2 項では、「河川管理施設又は許可工作物の維持又は修繕に関する技術的基準その他必要な事項は、政令で定める」としており、さらに第 3 項では「技術的基準は、河川管理施設又は許可工作物の修繕を効率的に行うための点検に関する基準を含むものでなければならない」としている。

これらを具体的に記載した技術基準が『河川砂防

技術基準 維持管理編（河川編）』である。

同基準は、平成 23 年 5 月に策定されたのち、前述した『河川法』の改正に対応するために平成 27 年 3 月に改定された。

『H27 河砂基準』について『H23 河砂基準』からの改定内容を見ると“計画に定める事項”（第 2 章 1. 2）には大きな変更がない。

しかし、基準内容が＜考え方＞、＜必須＞、＜標準＞及び＜推奨＞等に分類され、適用上の位置づけが明確になったことや大河川と中小河川に書き分けられたこと等から、計画改定にあたっては、従前より具体的に記載することが求められている。

3.4.4 大規模氾濫減災協議会等の設置

平成 27 年 9 月に発生した関東・東北豪雨災害を踏まえ、国土交通大臣から社会資本整備審議会に対して「大規模氾濫に対する減災のための治水対策のあり方について」が諮問され、平成 27 年 12 月『大規模氾濫に対する減災のための治水対策のあり方について～社会意識の変革による「水防災意識社会」の再構築に向けて～』が答申された。

この答申では「施設の能力には限界があり、施設では防ぎきれない大洪水は必ず発生するもの」と意識を変革し、社会全体で洪水に備える必要があるとされ、『水防災意識社会 再構築ビジョン』⁴⁾が平成 27 年 12 月に策定された。

同ビジョンに基づき河川管理者、都道府県、市町村等からなる協議会を設置し、ハード・ソフト対策を一体的・計画的に推進することが求められた。

国管理河川においては、平成 28 年度までに「大規模氾濫減災協議会」等の設置により 5 年間の取組内容を「地域の取組方針」としてとりまとめることとされている。3.4.2 に記載した平成 29 年 6 月の「水防法等の一部改正」も、同ビジョンの取り組みによるものである。

4. 課題への対応方針

本章では、「3. 計画策定にあたっての課題」に記

載した各課題に対応するための基本的な考え方（対応方針）を記載する。

4.1 維持管理行為の実施状況把握

維持管理行為の実施状況を俯瞰的に把握するためには、「総覧的整理」及び「タスク分解」を用いた整理が有効な手法と考える。

「総覧的整理」は、河川維持管理に関連する法令や技術基準等で要求される基本的な維持管理項目とその内容を列記・整理することで、それらを総覧的に確認するとともに、実際に行っている維持管理行為の実施状況と対照することで、それらの過不足を明確化するものである。

「タスク分解」は、各維持管理行為について、関連する主な規則、要領及びマニュアル等から最少となる作業・行動単位（タスク）とその内容を整理することで、具体的な改善策を検討するための課題・問題点を抽出するものである。

4.1.1 総覧的整理

総覧的整理は『H27 河砂基準』及び『河川砂防技術基準 調査編』（平成26年4月）並びに各基準に記載された関連通知等を参考として、表4・1に示す「河川維持管理計画」に記載が必要な9つの行為をさらに24に分類して整理したものである。

各維持管理行為は、水文・水理等観測、測量から河川巡視及び各種点検、河川カルテの作成に至るまで多種多様であり、河川維持管理が複雑かつ容易でないことを示唆している。

表4・2に総覧的整理の一例として、河川巡視及び各種点検等に関して維持管理行為ごとに目的、作業の概要、具体的内容及び時期・頻度を整理した一覧表を示す。これと同様に24分類した全ての維持管理行為について整理を行う。

この総覧的整理と現場における維持管理行為の実施状況、実施場所及びそれらの時期や頻度等を整理し、対照させることで維持管理行為の実施状況を客観的に確認・評価することができる。

また、現行の「維持管理計画」に記載されている内容と対照させて修正が必要な内容を精査することも可能となる。

4.1.2 タスク分解

タスク分解は、維持管理行為を実施するにあたり遵守する必要がある主な規則、要領、マニュアル等を参考として表4・1で24分類した維持管理行為について具体的な作業内容を整理したものである。

表4・3にタスク分解の一例として、出水期前及び台風期の点検について、タスク及びその内容（作業概要）、実施状況（確認事項）並びに改善すべき課題・問題点、また、実施状況の確認にあたっての留意事項、他の維持管理行為やタスクとの関連性等を備考として整理した一覧表を示す。

維持管理行為に含まれるタスクは、表4・1に示す主な規則、要領、マニュアル等の記載から動作・行動として捉えられる最少単位を抽出した。

例えば、平常時巡視の場合は、計画、巡視、記録、注意喚起・連絡、応急措置、報告、結果の活用、その他（地域協働等）の8タスク、出水期前及び台風期点検の場合は、移動、点検、計測、写真撮影、記録及び程度判定（一次評価）の6タスクとした。

各タスクの実施状況については、各行為を実施するための計画書、当該業務の特記仕様書及びRMDISデータベース等を基に整理した。

また、河川事務所及び各出張所等へのヒアリングにより把握される維持管理行為の実施状況や具体的な課題は、維持管理計画の改善に有効かつ重要な情報となる。

4.1.3 改善策の検討

計画改定及び維持管理行為の改善または適正化にあたっては、タスク分解によって抽出される課題・問題点の解決に必要となる事項を改善方針として整理する必要がある。

例えば表4・3に示す出水期前及び台風期点検に関しては、以下の改善方針が提案される。

【改善方針】例

- ・ 点検に関する項目、変状の分類に関する標準を作成する。
- ・ 各種変状の計測標準を作成する。
- ・ 堤防点検等における現場写真の撮影標準を作成する。
- ・ 各種変状の一次評価に関する参考指標を設定する。

表 4-1 維持管理行為の分類と主な規則、要領及びマニュアル等

維持管理行為	分類	主な規則、要領及びマニュアル等
水文・水理等観測	降水量, 水位流量観測	「水文観測業務規程」平成 29 年 3 月
	低水・高水流量観測 等	「水文観測業務規程細則」平成 29 年 3 月
	水質調査	「河川水質調査要領 (案)」平成 17 年 3 月
	地下水位観測	※水位流量観測と同様
測 量	縦横断測量	「国土交通省公共測量作業規程」平成 28 年 3 月
	地形測量 (平面測量)	
	空中写真測量	
河道の基本データ	河床材料調査	—
	河道内樹木調査	「河川区域内における樹木の伐採・植樹基準について」平成 10 年 6 月
河川環境の 基本データ	河川水辺の国勢調査	「河川水辺の国勢調査実施要領」平成 27 年 7 月
	空間利用実態調査	
	多自然川づくりの追跡調査	—
観測施設, 機器の点検	水文・水理観測所 等	※水位流量観測と同様
堤防点検等のため の環境整備	除草	—
	集草及び処理	—
河川巡視	平常時 (一般、目的別)	「平常時河川巡視規則」※1
	出水時	「出水時河川巡視規則」※1
点検	出水期前及び台風期	「堤防等河川管理施設及び河道の点検要領」平成 28 年 3 月 「堤防等河川管理施設の点検結果評価要領」平成 29 年 3 月
	出水後	「機械設備及び電気通信施設の評価手順」平成 29 年 3 月
	地震後	「地震後の河川管理施設等の点検要領」※2
	親水施設 等	「河川 (水面を含む) における安全利用点検の実施要領 (改訂)」平成 21 年 3 月
	機械設備, 電気通信施設	「河川用ゲート設備点検・整備・更新マニュアル (案)」平成 27 年 3 月 「電気通信施設点検基準 (案)」平成 28 年 11 月 「河川用ポンプ設備点検・整備・更新マニュアル (案)」平成 27 年 3 月
	許可工作物 (履行検査)	「許可工作物に係る施設維持管理技術ガイドライン」平成 26 年 3 月
河川カルテ		「河川カルテの作成要領」平成 24 年 5 月

注記 ※1: 「河川巡視規則例」平成 23 年 5 月に準じた各地方整備局の規則

※2: 「標準的な地震後の点検要領例」平成 21 年 2 月に準じた各地方整備局の要領

「—」は、現時点で公表されている規則、要領及びマニュアル等がないもの

表 4-2 維持管理行為の総覧的整理【河川巡視、点検等】例

維持管理行為	分類	目的	作業概要	具体的内容	時期	備考
堤防点検等のための環境整備	除草	河川巡視や堤防点検などによる河川の状態把握のための環境整備及び堤防の強度を保持し、降雨及び流水等による侵食や法崩れ等の発生を防止することを目的とする。	—	除草の方法は、経済性に優れた機械除草方式を基本とする。除草後には、機械の乗り入れ等によって轍や裸地等の変状が生じないようにする。	年2回	堤防点検に支障がないよう出水期前及び台風期の堤防点検に合わせ実施する。
	集草等処理	芝の生育への支障や土壌の富栄養化、火災等の問題を生じさせないことを目的とする。	—	河川管理上あるいは廃棄物処理上支障がなく刈草を存置できる場合を除いて、刈草は集草等により適切に処理する。	—	
河川巡視	平常時(一般)(目的別)	定期的・計画的に河川を巡回し、その異常及び変化等を総合的に把握することを目的とする。	河道及び河川管理施設等の状況把握 河川区域内における不法行為の発見 河川空間の利用に関する情報収集 河川の自然環境に関する情報収集	河岸、河道内の堆砂、河口閉塞、樹木群、堤防、護岸・根固工、堰・水門等について日視により確認可能な比較的規模の大きな変状を発見する。 土地の占用や工作物の設置状況に関し、違法・違反行為がないか確認する。 日常の河川の利用状況を把握する。 瀬、淵、みお筋の状態、砂州の位置、魚類当の産卵場となる河床の状態、鳥類の繁殖場所となる河道内の樹木の状況、樹木の洪水への影響、魚道の状況、堤防や河川敷地の外来植物の状況等について確認する。	週2回以上	必要に応じて、休日・夜間の河川巡視を実施する。 河川協力団体、市民団体等と連携した巡視を行うことが望ましい。
	出水時	出水時に適切な措置を迅速に講じる必要があるため、時々刻々と変化する状況を把握することを目的とする。	堤防からの漏水や護岸の崩壊等、異常の発見・状況の把握	堤防、洪水流、河道内樹木、河川管理施設等、堤内地の浸水等の状況を総括かつ迅速に把握する。 水防作業状況及び内水排除状況についても把握する。 河川管理施設の構造又は維持若しくは修繕の状況、河道の状況、河川管理施設の存する地域の気象の状況その他の状況を勘案して、徒非等による日視その他適切な方法により実施する。	はん濫注意水位を上回る規模の洪水発生	出水時に撤去すべき許可工作物について事前に把握する。
点検	出水期前 台風期	点検対象とする河川管理施設や河道の治水上の機能について異常及び変化等を発見・観察・計測等することを目的とする。	堤防、護岸、水制、根固工、床止めの変状の把握、樋門、水門、堰等の損傷やゲートの閉閉の支障となる異常等の把握	河川管理施設の構造又は維持若しくは修繕の状況、河道の状況、河川管理施設の存する地域の気象の状況その他の状況を勘案して、徒非等による日視その他適切な方法により実施する。	出水期前 台風期	点検結果は、河川法施行規則第7条の2第2項に従い保存する。
	出水後	出水後、高潮後、津波後等の、河道及び河川管理施設の変状等を把握することを目的とする。	河道の状態把握 洪水痕跡調査 河川管理施設の状態把握	河床の洗掘、堆積、河岸の侵食、樹木の倒伏状況、流木の発生状況、生物の生息、繁殖等の状況を把握する。 顕著な規模の出水が生じ、堤防等に連続した痕跡が残存する際の実施する。 出水を受けた堤防等の河川管理施設の変状に関して目で変状を確認する。	出水後 (はん濫注意水位を越える等)	維持すべき堤防の耐侵食、耐浸透機能に支障をきたす変状の把握を行い、河川カルテ等に適切に記録・整理する。
	地震後	一定規模の地震発生後に、河川管理施設等の状況を把握することを目的とする。	1次点検 2次点検	各施設の異常の有無とその状況について、日視による外観点検を行う。 各施設の異常の有無とその状況について、詳細な外観点検を行うとともに、必要に応じて計測による点検を行う。	地震発生後	

※主に「河川砂防技術基準(調査編)」及び「河川砂防技術基準 維持管理編(河川編)」平成27年3月を整理・記載している。一部、関連通知等を参照している。

表 4-3 維持管理行為に関するタスク分解【点検（出水期前、台風期及び出水後）】例

タスク	タスクの内容（作業概要）	実施状況（確認事項）	改善すべき課題・問題点	備考
移動	点検は徒歩で実施することを基本とし、状況に応じて自転車等を使用することができる。	点検は徒歩により実施している。 ・堤防上の天端、法面（川表、川裏）などの部位ごとに分かれて点検している。	・特になし	
点検	点検は目視点検を基本とし、必要に応じて、スケール等による計測を実施する。 点検には、河川カルテ等を携帯する。	・目視によって変状箇所等を確認している。 ・必要に応じて、重要水防箇所に関する資料、管内河川図等を携行している。	・点検内容のパラッキが大きき、同程度の変状でも記録の有無、評価が異なっている。 ・「堤防等河川管理施設の点検結果評価要領（案）」等の点検評価の参考となる資料を携行していない。	
計測	計測方向は、幅、長さ及び深さの3方向を基本とし、変状の種類や規模に応じて適切に設定する。 変状箇所は現地でマーキングするなどにより、経過観察が容易となるようにしておくことが望ましい。	・規模が大きい変状については、メジャー等で計測されている。	・計測結果（変状の規模）が未記載の箇所が多くなる。 ・変状ごとに計測方法が統一されていない。	
写真撮影	変状の全体的な規模を確認できる全景写真と、変状の程度を確認できる近景写真の撮影を実施する。 前回点検時の写真等と比較して変状の形態変化を把握できるよう、同様の撮影角度・範囲等で撮影する。 変状の程度が分かるようにメジャーやポール等を併用する。	・状況写真は、RMDIS（タブレット）を利用して撮影されている。 ・必要に応じて、アングルや撮影範囲を変えて複数枚の写真が撮影されている。	・写真記録による状況把握が以下の理由により十分にできない。 ・箇所を特定する全景写真がない ・変状を把握する近景写真がない ・現場での写真確認が不十分で、撮影者の指や保護カバー等が写り込んだ写真がある。 ・メジャーやポール等を含まないため規模の確認ができない箇所がある。	状況写真は、評価要領様式-2及び様式3で確認できる。
記録	点検により把握された変状や異状については、河川カルテ等に記録する。	・点検結果は、全てRMDISデータベースに登録されている。 ・堤防等点検結果評価要領様式-1～3が整理されている。	・RMDISへの登録内容について、点検項目、点検箇所、点検事項の分類（選択）が不適当なものがある。 ・評価要領様式は、手作業で作成されておりRMDIS web システムからの出力機能が利用されていない。 ・河川カルテの更新は、一部を除いて平成27年7月以前以降に実施されていない。	RMDIS データベースからの csv 出力で確認できる。
変状の評価（一次評価）	機能低下の状態や進行性を考慮し、a～dまでの4段階で評価する。	・RMDISデータベースの登録内容から管理課が事後評価している。	・多くの変状について、現場での一次評価が行われていない。 ・点検評価要領で設定されていないc評価としている記録がある。	

※タスクの内容は、「堤防等河川管理施設及び河道の点検要領」平成28年3月による。

ただし、変状の評価については、「堤防等河川管理施設の点検結果評価要領（案）」平成28年3月を参照している。

※実施状況（確認事項）及び改善すべき課題・問題点は、RMDIS（csv データ）、点検結果評価要領様式-2、3並びに河川事務所及び各出張所へのヒアリング結果による。

改善策の検討では、単に「河川維持管理計画」の記載内容の変更のみでなく維持管理行為の実務にも着目し、計画と実務が乖離しないよう配慮する必要がある。

例示した改善方針から検討される具体的な改善策の一部を以下に例示する。

【計測標準】例

- ・ 記録する変状は、長さ、幅、高さ（深さ）を m 単位で各方向の最大規模として計測する。
 - ① **長さ** 縦断方向
 - ② **幅** 横断方向（法面は斜長）
 - ③ **高さ（深さ）** 鉛直方向
- ・ 効果：変状の規模計測を統一することで、記録される長さ、幅、高さ等、計測データの客観性と分析評価の精度の向上が期待される。

【撮影標準】例

- ・ 現場状況を記録する写真には以下を含むこと。
 - ① **遠景** 場所が特定できる対象物
 - ② **近景** 変状の種別・状態
 - ③ **詳細** 規模の確認
- ・ 可能な限り同一の方向、画角で撮影すること。
- ・ 効果：適正な写真記録により、次回点検での場所特定を容易なものにするとともに、二次評価、あるいは経年変化を確認する際の重要な資料としても活用できる。

上記では、文章のみを示しているが、これに事例となる写真や図を補足することで、現場での点検実施や程度判定を助け、目視観察による点検者の考え方や主観によって生じる変状の分類や程度判定等のバラツキを最小限に抑えることが可能となる。

4.2 具体的な維持管理内容の反映検討

『H27 河砂基準』では、河川維持管理計画で具体的に定める事項として、維持管理の目標、河川の状態把握の頻度や時期等を挙げている。これらについ

て、各河川の特徴を考慮した具体的な維持管理内容を記述するための検討事例を示す。

4.2.1 河道の状態把握

『H27 河砂基準』では、「横断測量」による河道の状態把握として、過去の断面との重ね合わせにより顕著な堆積に伴う流下阻害、局所洗掘、河岸侵食等危険箇所の発生や変化の状態を把握すること、また「航空写真測量」では過去の成果との重ね合わせにより、みお筋、平面形状、河道内の樹木等の変化を把握することを挙げている。

図 4・1 は A 河川において、過去の測量断面を重ね合わせ（経年変化横断面図）により、局所的な深掘れ抽出事例を示したものである。この深掘れは、今後出水により河岸侵食を助長し、高水敷利用者への危険性を増加させる懸念がある。

図 4・2 は、B 河川において過去の航空写真の経年変化を示すことで樹林化状況の変遷を整理したものである。この樹林化状況は現況流下能力に影響を及ぼすほど密な繁茂状況ではないが、今後樹林化が進行すると流下能力の低下が懸念される。

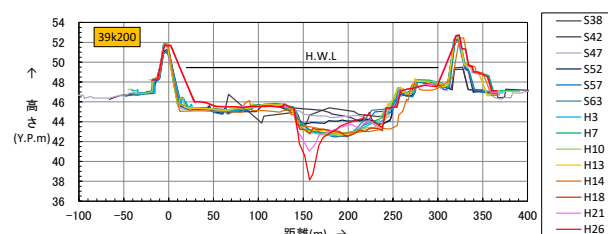


図 4・1 経年変化横断面図（A 河川）



図 4・2 航空写真の経年変化（B 河川）

このような河道の状態把握を基に、河道の特徴、目的別巡視や出水後等の点検等の頻度・時期及び場所について、根固工や樹木伐採等の維持管理対策の実施内容を河川維持管理計画に記述することが望ましい。

4.2.2 河川巡視による状態把握

「河川巡視」は、河道及び河川管理施設等の異状及び変化の把握、不法行為の発見、河川空間の利用状況、自然環境の状態把握のために行うことを目的としている。

図 4.3 は A 河川において、河川巡視による堤防の動物による被害報告数を整理したものである。この結果から、異状・変状が特定の地域（出張所）・時期に発見される特徴が把握できる。

このような河川の特徴を受け、堤防変状の特徴や目的別巡視として頻度・時期及び場所、必要に応じた被害箇所における維持管理対策の実施内容を、維持管理計画に記述することが望ましい。

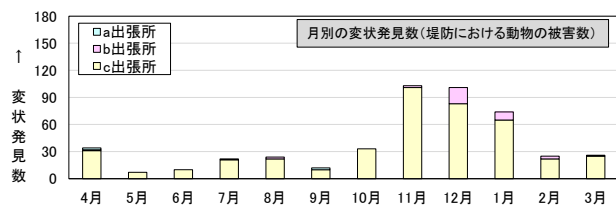


図 4.3 河川巡視による月別変状発見数 (A 河川)

これらの具体的な維持管理内容の記述により、現場でも参照可能な維持管理計画となると考える。

4.3 維持管理行為の客観的分析の実施

維持管理行為を客観的に分析し、効率的な維持管理を実施するために、平成 26 年度から運用が開始された河川維持管理データベース (RMDIS) を用いることが有効であると考えられる。

RMDIS データは、河川巡視や点検の変状の位置を緯度経度情報として有していることから、GIS ソフトを用いて、平面図または航空写真に登録されている箇所を表示させることが可能である。

この表示データを用いた分析方法として、図 4.4 に示すように 100×100m 程度のメッシュ範囲を作成し、メッシュ内に存在する変状個数を計測する。

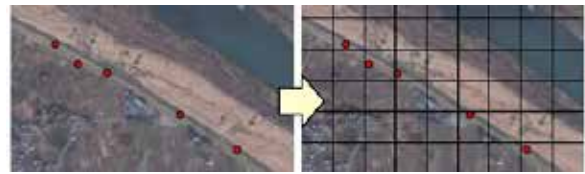


図 4.4 メッシュ作成イメージ図

さらに、メッシュ内に存在する個数を階調表示させ、空間的な特徴を見える化することができる。

図 4.5 は、B 河川において河川巡視の違法行為データを表示したものである。B 河川では橋梁等の構造物周辺に巡視報告数が多いという空間的な特徴が確認できる。

これらの分析をもとに河川巡視の頻度・時期及び重点的に監視する箇所を適切に定めることで、効率的かつ効果的な維持管理が実施可能と考える。



図 4.5 河川巡視結果の見える化 (B 河川)

4.4 法改正、技術基準改定等への対応

「3.4 河川法及び技術基準等」に示した計画策定後に実施された法改正や技術基準の改定を踏まえ、「河川維持管理計画」に反映すべき内容を以下に整理する。

4.4.1 『河川法』

『河川法施行令』第 9 条の 3 に基づき、河川管理施設等の巡視、点検、除草等の実施時期について、点検にあつては年 1 回以上の実施とする旨を明記す

べきである。また、地域との協働等に関して、従来の自治体、NPO、市民団体等に加えて“河川協力団体”について追記する必要がある。

4.4.2 『水防法』

河川管理者としての水防活動への協力として「洪水予報等の情報提供」及び「水防活動への協力」に関する記載を充実させることが望ましい。

具体的には、「市町長からの避難勧告の発令等の判断に際して助言を求められた場合、その掌握事務に関し必要な助言を行う」ことや『水防法』に基づく「想定し得る最大規模の洪水に係る浸水想定区域」について追記することが挙げられる。

4.4.3 技術基準の反映

『H27 河砂基準』に記載された基準内容の分類及び位置付け（3.4.3 参照）を考慮し、「河川維持管理計画」に記載する内容・文章を修正する必要がある。

具体的な記載に当たっては、河川管理目標、河川の状態把握、具体的な維持管理対策等で内容の重複や齟齬が無いように、また可能な限り抽象的な表現を避けるように配慮するべきである。

4.4.4 大規模氾濫減災協議会等の設置

「重要水防箇所」あるいは「河川管理上留意すべき事項」において、水防災意識社会再構築ビジョンの取扱い及び河川管理者、気象庁、関連する自治体、市町村、水防管理団体等で構成された「大規模氾濫減災協議会」の設置等について追記すべきである。

5. まとめと今後の課題

「河川維持管理計画」の改定は、『H27 河砂基準』に基づき、また「4. 課題への対応方針」に記載した様々な手法を適用することで計画の改善や適正化を図ることが可能と考える。

しかし、「河川維持管理計画」は、概ね5年という一定の期間に実施する内容を網羅するとともに、その間の維持管理をより柔軟に対応するため、実務的

かつ具体的な実施方法について詳しく記載することが難しい。

一方、維持管理行為の実施状況確認やデータ分析から得られた個々の改善すべき内容（例えば、巡視や堤防等河川管理施設の点検等）では、体制、資機材、計測方法、その他手順及び点検結果の分析・評価方法について、明確な実施手法で統一することにより、堤防等河川管理施設の状態把握を適正化しサイクル型維持管理の実現を推進することができると考える。

このような現場における実務例及び具体的な実施方法（例えば、変状の種別や程度判定に関する事例写真やしきい値の例示、巡視・点検等の記録に係るRMDIS入力方法の標準化、各点検結果の総合評価に係る手順の標準化等）については、「河川維持管理計画」とは別に「実務マニュアル」等として整理して河川維持管理の効率的な実施を図っていくことが望ましい。

また、今後 RMDIS 等のデータベース情報の蓄積が進むことにより、河川管理施設に関する分析評価の客観性と信頼性が向上することが期待される。

なお、本稿で取り上げた検討手法は、あくまでも一例であり、各河川の特徴に合った様々な方法により適切な分析・評価を検証することが望ましい。

さらに、今後は、河川特性や維持管理行為の実施状況の反映のみではなく、点検評価結果に基づく計画的な補修・対策の実施について「河川維持管理計画」に記載していくことが望ましいと考える。

参考文献

- 1) 国土交通省 水管理・国土保全局 河川砂防基準 維持管理編（河川編）平成 27 年 3 月
- 2) 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 堤防等河川管理施設及び河道の点検要領 平成 28 年 3 月 31 日
- 3) 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 河川保全企画室 流水管理室 堤防等河川管理施設の点検結果評価要領（案）平成 28 年 3 月 31 日
- 4) 国土交通省 水管理・国土保全局（2015.12）水防災意識社会 再構築ビジョン
<http://www.mlit.go.jp/river/mizubousaivision/>

レーザ計測技術による 新しい堤防点検の可能性

POTENTIAL OF NEW EMBANKMENT INSPECTION BY LASER MEASUREMENT TECHNOLOGY

河野 隆治*・小澤 淳真**・八木 裕人***

A rapid development of laser measurement technology has taken place in recent years and it is expected that this technology will be widely applicable for measuring and inspections of the river embankment. In the current research, we evaluated the applicability of laser measurement technology for the embankment inspection as an alternative to the conventional visual inspection methodologies. Furthermore, regarding various laser measurement systems, we performed the observations by utilizing airborne laser, Mobile Mapping System (MMS), terrestrial laser, and UAV. We organized the gathered information for the restriction on inspection site, inspection time and applicability of the target variation.

KeyWords : *Laser measurement technology, Deformation of river embankment*

1. はじめに

現在の堤防点検は、「堤防等河川管理施設及び河道の点検要領（平成 28 年 3 月 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課）」¹⁾に基づき、平均 5・6 人といった多くの点検員が堤防を徒歩により、目視による変状確認を行っている。点検による変状箇所の発見や評価は点検員の技術経験に依存しており²⁾、また、把握する変状の基準も数 mm から 10cm 程度と、目視で把握することが困難な変状も存在する。

近年、目視で把握困難な変状を発見する手段として、レーザ計測技術の研究が行われている。レーザ計測技術の動向については、レーザ照射数の増加（データ取得密度の増加）、機器の小型化、精度の向上、計測後のデータ処理技術の向上などにより、ますます利用分野が拡大している³⁾。計測手段も、航空機に始まり、今では、ヘリコプター、車両、UAV (Unmanned Aerial Vehicle) と多様化している。さらに、当初はレーザ（近赤外線）の特徴から水中の計測は困難であったが、グリーンレーザの登場により、河川や

海岸分野でのレーザ技術の活用が加速化している⁴⁾。

このような背景の中で、堤防点検における効率化・高度化を図るため、レーザ計測技術の活用が求められている。当財団ではこれらレーザ計測技術の活用に関する研究⁵⁾を進めており、本研究では、これらの研究に加え、目視による変状評価のばらつきをレーザ技術の普遍的な特性による代替技術とし、また、目視では把握困難な微小変状の取得⁶⁾を目的として、レーザ計測技術の誤差や最適な照射密度を整理し、検出できる変状の大きさと計測間隔の関係を評価する手法として、簡易シミュレーションの提案を行った。また、簡易シミュレーションの現地検証の結果を報告するとともに、現在測量分野で広く使用されているレーザ計測システム（航空レーザ、MMS (Mobile Mapping System)、地上型レーザ、UAV) について、点検現場の制限や点検時期、対象とする変状の適用性を整理し、河道管理も含めた今後の展開について述べるものである。

* (公財) 河川財団 河川総合研究所 主任研究員

** 前 (公財) 河川財団 河川総合研究所 主任研究員 (現 (株)パスコ 中央事業部 河川技術室 主任技師)

*** (公財) 河川財団 河川総合研究所 副所長

2. 目視点検の代替技術としてのレーザ計測の可能性の検討

レーザ計測による点検を目視点検の代替技術とするには、目視点検の内容を網羅し且つ目視点検で困難な微小変状を把握する点検を行う必要がある。本章では、レーザ計測の特徴を整理した上で、レーザ計測と目視点検との比較によって、各々の長所を明らかにするとともに、目視点検の代替技術としてのレーザ計測の可能性について検討した。

2.1 レーザ計測の特徴

レーザ計測は、計測装置からレーザ光を照射し、物体で反射されて戻ってくるまでの時間を計測することで、2点間の距離を計測するものである。表 2・1 は、代表的なレーザ計測機の精度について示したものである。いずれも精度は数 cm 以内（標準偏差 1σ ）となっており、数 cm 程度の変状であれば検出することが可能と考えられる。

表 2・1 代表的なレーザ計測機の精度

計測種別	精度	備考
LP（航空レーザ）	2～3cm (1σ)	参考文献 ⁷⁾
MMS	0.5cm (1σ)	VQ-450 (RIEGL社)
地上型レーザ	0.3cm (1σ)	VZ-400i (RIEGL社)
UAVレーザ	2.5cm (1σ)	VUX-1 (RIEGL社)

計測したデータは、図 2・1 のようにランダムに照射したレーザの当たった箇所の点群データになり、離散的な不均一なデータとなる。よって、特定の変化点を計測したい場合でも、目的の場所にレーザが当たらず、変化を検出できない可能性もある。

また、レーザ計測点には、計測点ごとに誤差を持っている。この誤差は、一定ではなく、計測点毎に偶然発生する誤差であり、変状を計測した場合、レーザ計測機の性能、計測点密度によっては、その変状を正しくとらえられない可能性があり、その誤差のばらつきは一般的に正規分布に従うと考えられる。そのため、図 2・2 のように、まったく凹凸の無い平坦な平面をレーザ計測しても、レーザ計測点はある

程度の誤差を持ち、ばらつくことになる。

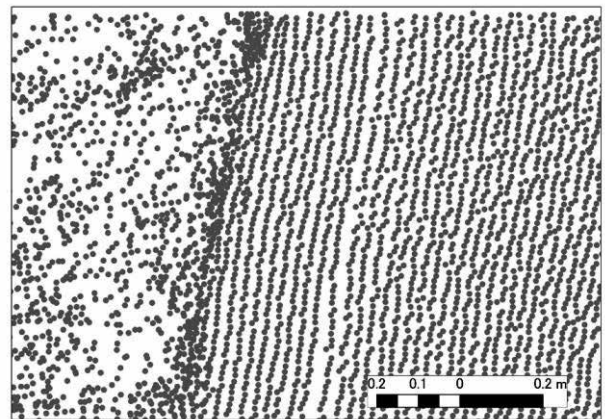


図 2・1 レーザ計測による堤防天端の点群データ

レーザ計測にて、誤差に影響されない変状を検出する場合には、計測点数、計測点間隔を適切に設定することが重要になる。

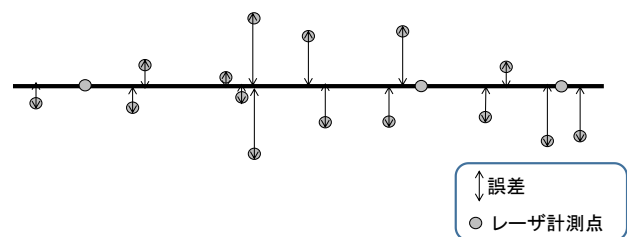


図 2・2 レーザ計測における誤差のイメージ

2.2 変状検出における目視とレーザ計測の比較

レーザ計測の特徴を踏まえて、変状を検出する際の長所や留意点について、目視点検との比較整理を表 2・2 に示す。

表 2・2 から、それぞれの長所として、目視点検は、ポールやコンベックスによる計測で点検自体の容易さ、変状を把握するまでの迅速性が大きな特徴といえる。また、レーザ計測は、微小な変状を把握可能なところである。

そのため、レーザ計測を、目視点検の代替技術とするには、目視の長所に加え、今まで目視点検では把握できなかった変状を把握する必要がある。

表 2.2 変状検出における目視とレーザ計測の比較

	目視	レーザ計測
点検データ	<ul style="list-style-type: none"> 人間の視認性の特徴に左右される 点検時の意識等に左右される 	<ul style="list-style-type: none"> 点群による離散的な情報となる 各計測点には誤差が含まれる
空間一様性	<ul style="list-style-type: none"> 点検者の経験や知見に基づき、取得する変状に差があり、一定基準で変状取得はされない 	<ul style="list-style-type: none"> 点検対象の全範囲に対して、一律なデータ取得が可能である
環境条件	<ul style="list-style-type: none"> 視認性が重要となるため、光量が少ない中での点検は精度に影響が出る可能性がある 豪雨等、点検者の状態に悪影響を及ぼす場合は、点検精度に影響が出る可能性がある 	<ul style="list-style-type: none"> 外部の光量条件には左右されない 一般的なレーザ計測機で使用されているレーザ光は近赤外レーザであり、水に吸収される特性があるため、雨天日の計測は不可
対象物	<ul style="list-style-type: none"> 目視では認識できない微小な形状変化は取得不可 広範囲の変化（広域の地盤沈下等）を認識することは不可 	<ul style="list-style-type: none"> 微小な変化を捉えることは可能 表面に水がある場合は欠測する可能性が高い 反射率の低い物質（黒色の物質等）はレーザ光が反射されず、計測できない可能性がある
容易性	<ul style="list-style-type: none"> ボール等の道具があれば、簡単に実施可能 	<ul style="list-style-type: none"> 計測までの準備に時間がかかる
最終成果までの処理	<ul style="list-style-type: none"> 現場での点検結果そのものが最終成果となる場合が多く、特別な処理を必要としない場合が多い 	<ul style="list-style-type: none"> データ処理に多くの時間を要する 得られたデータから変状部を抽出する標準的な手法は確立されていない

2.3 目視点検の代替技術としてのレーザ計測の可能性

レーザ計測技術をこれまでの目視点検の代替技術とするには、目視で発見できる変状を確実に取得するとともに、処理時間の短縮、迅速性の向上が必要である。

レーザ計測の進歩により、より高密度でデータ取得が可能となった。しかし、変状のない広範囲の堤防等を計測した場合、過剰な点データを取得することになり、計測後に行うデータ処理工程のデータ処理速度を低下させてしまう。

また、データ処理速度の低下を回避しようと計測した点データを過剰に間引いてしまうと変状を見逃す可能性も出てくる。

さらに、微小な変状を捉えるにあたっては、レーザ計測における誤差の問題もある。そのため、ある計測点間隔から、どの程度の規模の変状まで計測できるのかを評価する方法が必要となる。

3. 計測点間隔と変状検出の関連性の評価

前述の課題へ対応するため、本章では、変状の規模に対する要求水準と、レーザ計測機器自体が持つ性能を与条件として、過不足の無い最適な計測点間隔を推定する手法の確立を検討した。

その際、評価を容易にするため、レーザ計測機器の精度は、メーカーのカタログ表を使用し、最適な計測点間隔の推定には、図 3.1 に記した簡易的なシミュレーションを使用することとした。

この利点は、今後新しいレーザ計測機器が出るたびに機器の検証を行う必要がなくなることである。

3.1 簡易シミュレーションによる評価

簡易的なシミュレーションは、最適な計測点間隔と抽出可能な変状を推測するためのものである。

図 3.1 に概要として検出フローを示す。

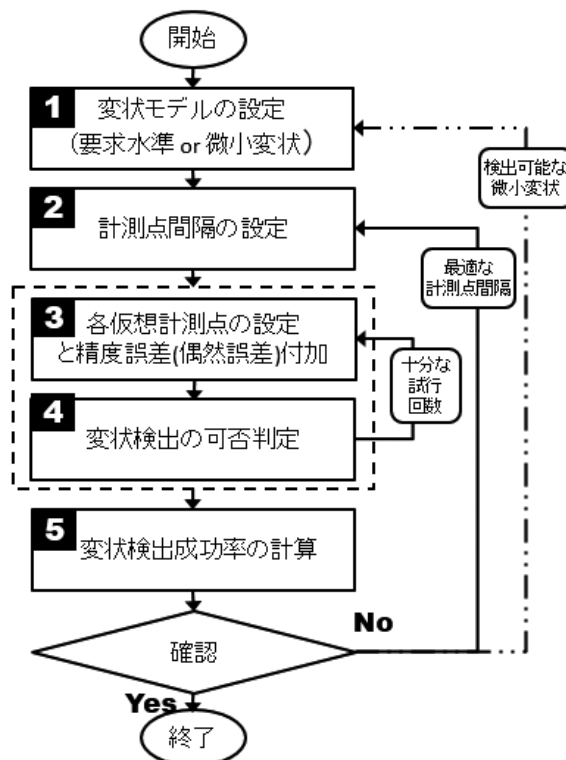


図 3.1 簡易シミュレーションのフロー

① 要求水準を満足する変状を設定する（本研究では、図 3.2 に記した 40 cm 四方の領域で、高さの

違いを1cmとした).

- ② その変状が発生している場所(領域A)および変状が発生していない場所(領域B)に適当な計測点間隔を設定する(本研究では、15cm・20cm・30cm・40cmで実施).
- ③ 設定した間隔で計測点を発生させ、それぞれの計測点に、レーザ計測機の性能表に記載のある精度誤差(表3・1の条件)を与える.
- ④ この状態で、領域Aと領域Bのレーザ計測点の高さ方向の平均値をそれぞれ計算し、その差が設定した変状の高さ以上である場合は抽出成功、そうでない場合は抽出失敗とする.
- ⑤ ③と④について十分な回数を行い、変状検出が成功する確率を求める.

表3・1 簡易シミュレーションの設定条件

変状モデル	領域A(縦×横×高さ) : 40cm×40cm×1cm
	領域B(縦×横×高さ) : 40cm×40cm×0cm
機器性能 (図2.2のMMSに使用されているVQ-450を想定)	高さ方向に0.5cm(1σ)
試行回数	1,000回

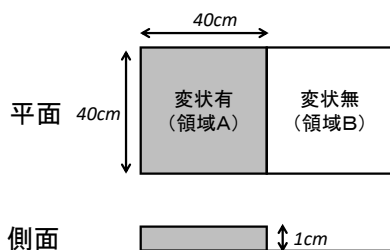


図3・2 簡易シミュレーションで設定した変状

変状モデルでの簡易シミュレーションの結果より、計測点間隔を20cm以下にした場合は、過剰なデータ取得となり、データ処理に時間がかかる可能性があり、間隔を20cm以上にした場合は、変状を見逃す危険性があることが明らかになった。

表3・2のとおり、1cm程度の形状変化を伴う変状を把握することを考えた場合、最適な計測点間隔は計測点間隔20cmであることが確認できた。

表3・2 簡易シミュレーションの結果

計測点間隔	検出成功率
15cm間隔に1点 (領域A、Bにそれぞれ9点程度)	100.0%
20cm間隔に1点 (領域A、Bにそれぞれ4点程度)	100.0%
30cm間隔に1点 (領域A、Bにそれぞれ2点程度)	98.5%
40cm間隔に1点 (領域A、Bにそれぞれ1点程度)	94.5%

3.2 実現象による簡易シミュレーション結果の検証

簡易シミュレーションの結果を検証するため、条件設定に合わせた検証用の人為的な変状を、舗装路面上に設置してレーザ計測を行った。

レーザ計測には、MMSにより計測した点群データを用いて、簡易シミュレーション結果の妥当性について検証を行った。

検証用変状の大きさは、簡易シミュレーションの設定時と同じ40cm×40cmの正方形で、高さは1cmとした。

今回提案した簡易シミュレーションから推定された変状検出成功率は、表3・3及び図3・3のように、実際にレーザ計測した点群データを使った場合に比べ、若干高くなっているものの、比較的良く一致していることが確認できた。

以上から、今回提案した簡易シミュレーションを用いることで、要求水準を満たす最適なレーザ計測点間隔を設定することが可能であることが明らかになった。

表3・3 MMS実測データを用いた検出成功率の検証

計測点間隔	簡易シミュレーションによる検出成功率	MMS計測結果による検出成功率
15cmに1点	100.0%	100.0%
20cmに1点	100.0%	98.6%
30cmに1点	98.5%	93.1%
40cmに1点	94.5%	86.3%

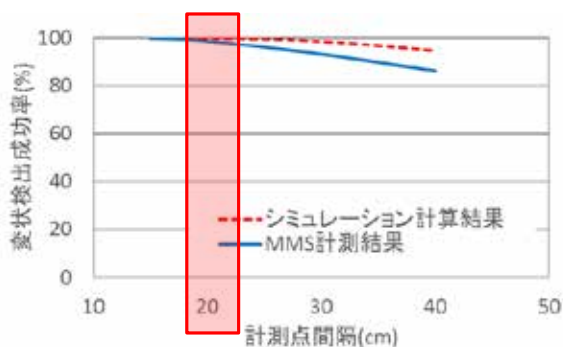


図 3-3 簡易シミュレーションの検証結果

4. レーザ計測技術の点検業務への適用

レーザ計測を点検実務へ適用するにあたって、現場の制約等による計測システムの適用可能性を整理する。

現在、測量等の分野で広く利用されている LP（航空レーザ）、MMS、地上型レーザ、UAV の各レーザ計測システムを点検実務へ適用させる際、点検の時期や対象となる変状について整理を行う。

4.1 レーザ計測システムの適用範囲

主に計測分野で使用している 4 種類の各種レーザ

表 4-1 レーザ計測システムの特徴

レーザ計測システム	LP (航空レーザ)	MMS	地上型 レーザ	UAV
特徴	航空機やヘリコプターで、500~2500mの高度から計測	車両から計測	三脚で位置固定し、周囲を計測	UAVで、30~150m程度の高度から計測
長所	地表状況に影響されない 短時間に広範囲を面的に計測	短時間に線状に長い距離を計測 上空の気象状況（雲や風）の影響なし	同じ場所で、計測機器を回転させて計測するため、非常に高密度な計測	地形的な条件、安全面の影響を受けず計測
短所	飛行できないと計測不可 飛行できても、雲の影響で計測不可	車両が走行できないと計測不可	計測は位置固定のため、広範囲は不可	強風は不可 1回あたりの飛行時間は短い
計測点間隔の特徴	飛行高度で計測間隔を調整	走行速度で計測間隔を調整	複数計測で計測間隔を調整	ホバリングなどで計測間隔を調整
河川点検の適用範囲	河道を含め面的な監視	堤防天端や法面（線状物）	河川構造物 重点監視区間	車両や人の進入不可の箇所 重点監視区間

計測システムについて、表 4-1 のとおりレーザ計測システムの適用範囲を明確にするため、特徴や長所、短所について整理を行った。また、前述までの変状取得に関する検討において、計測点間隔が重要な要素となることが示されており、この項目にも留意し、河川の点検の適用範囲を整理した。

LP（航空レーザ）は、天候や雲など計測条件が多くあるが、空中から広範囲に均一の精度で計測することが可能であり河道全体の監視に有効である。

MMS は、車両からの計測のため、車両の走行の可否で計測の可否が決定される。雲や風の影響を受けないが、車両からの一定の範囲が計測対象となるため、線状に計測が必要な堤防の計測に有効である。

地上型レーザは、三脚で固定して計測するため、ある特定箇所を高密度で計測する際有効であり、樋管の抜けあがりなどの適用が考えられる。

UAV は、飛行時間や風が計測に影響するが、車両や人が近づくことができない危険な箇所などの計測や手軽に計測できる利点がある。

それぞれ長所・短所を総合的に判断し、計測の対象とする範囲や車両や人の進入可否から最適な計測システムを選択することで、レーザ計測技術を活用した点検の最適化が可能となる。

4.2 レーザ計測システムの点検時期に応じた最適化

レーザ計測システムの堤防点検への活用に対して、現場においては、緩慢に進行する変状や急激に進行する変状があり、変状の的確な把握には点検時期（タイミング）が重要であり、点検時期に応じたレーザ計測システムを選択する必要がある。

ここでは、平常時（巡視）・出水時（出水後）・地震後の実施時期でその最適化を試みた。

平常時は、点検の容易さから、目視点検を基本とし、特に注意すべき区間（重点監視区間等）は、必要に応じてレーザ計測により微小な変状の把握を行うのが最適と考える。その際、注意すべき区間の対象範囲や地理的条件によって、MMS、地上型レーザ、UAV を選択するとともに、把握すべき変状の規模により、今回提案した簡易シミュレーションから最適な計測点間隔（照射密度）を立案することができる。

出水時は、水の影響によりレーザ計測結果が適切に得られないため、目視点検あるいは写真撮影等の別の方法をとる必要がある。レーザ計測が可能になったとしても、堤体自体の強度が低下している可能性があるため、堤防を走行するMMSによる点検には注意が必要である。また、出水時はパイピング等⁶⁾、進行しつつある堤防の機能低下の状態を捉えることも、レーザ計測の重要な役割と考える。そのため、目視等で地表面の状態変化に注意し、地上型レーザやUAVにより、微小な地面の変位を捉えることが重要となる。

また、出水後には、一定の水深の範囲であれば、UAV（図4・1）にグリーンレーザを搭載してレーザ計測することで、陸地から川底まで一連で計測でき、深掘れや砂州の変化など河道の点検や護岸や水制の点検が可能となる。

地震後の点検では、目視点検の他、河川構造物や重点監視区間など局所的な箇所を対象に、地上型レーザ及びUAVによる計測を行い、堤体の安全性が確認されたのちMMSにより広域な範囲の計測を行うのが適切と考える。

さらに、河川管理の予防保全の観点から、経年進行性の変状を把握する必要があり、河川定期縦横断測量業務に合わせて5年に1回程度、河道あるいは堤防のレーザ計測により、変状が発生していないか点検することも必要と考える。

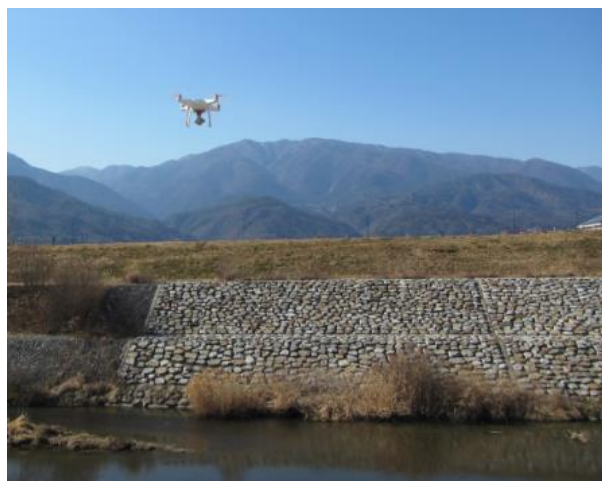


図4・1 レーザ計測の状況（UAV）

4.3 点検の対象変状

当財団では、河川の維持管理の対象となる河道、堤防、護岸に対して、頂上事象を破堤の形態によって越水、侵食、すべり、パイピングと、河川の点検において対象となる変状を「形状」、「内部状態」「表面状態」に分類し、図4・2のフォールトツリー⁸⁾に整理している。

その中で、平常時に把握することのできる変状（機能低下の進行過程）は、土砂の堆積、樹木繁茂、洗掘や吸出し、天端高の沈下やはらみだしの変形と定義している。また、それらの変状は目視点検に加え計測データが必要と位置付けている。

これらの変状発見には、レーザ計測により取得された3次元データを継続的に監視することで、把握できる変状であり、目視のみでの把握は困難である。

また、当財団では、「堤防等河川管理施設及び河道の点検要領（平成28年3月 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課）」¹⁾に記載のある変状に対して、点検時期ごとに計測技術を含めた効率な点検方法の整理を行っている（表4・2）。出水時・出水後は、

堤防の機能低下につながる変状や、目視の検出が困難な広範囲で緩やかな変状が発生するリスクもあるため、MMS や UAV といったレーザ計測が、陥没・法崩れ・沈下といった変状の検出に有効であり、その点群情報は高度な河川管理(監視)に必要とされる。その際にも、今回提案した簡易シミュレーションはその変状の種類毎に、計測点の間隔を設定し、レーザ計測仕様を作成することができる。要求は、数 cm オーダーであり、河川管理には、必ずしも高密度な点データは必要ない。

表 4.2 レーザの堤防点検への適用(変状)

変状	総点検	出水時	出水後
亀裂	—	UAV	—
陥没	MMS/UAV	UAV	MMS/UAV
法崩れ	MMS/UAV	UAV	MMS/UAV
泥濘化	—	UAV	MMS/UAV
沈下	MMS/UAV	—	MMS/UAV
漏水	UAV	UAV	—
噴砂	UAV	UAV	UAV

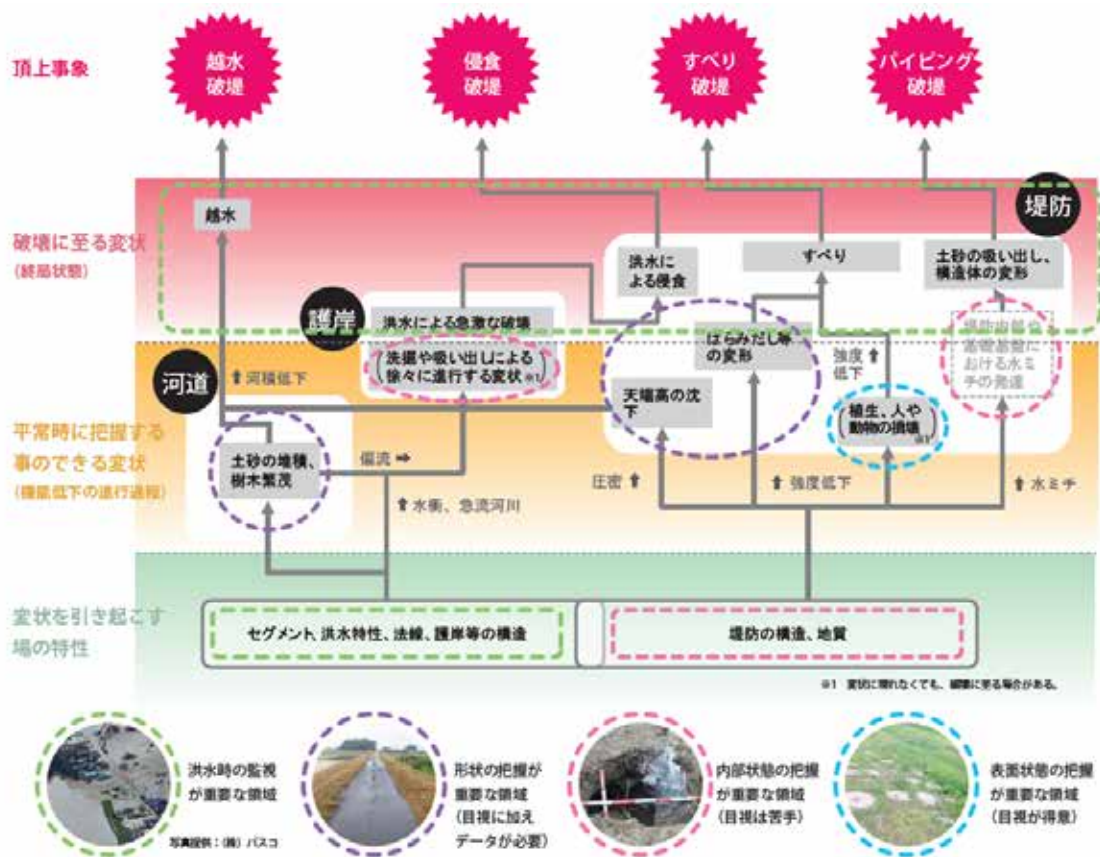


図 4.2 フォールトツリー図

5. まとめ

堤防等の点検でレーザ計測技術に求められる役割は、目視点検の代替技術となることと、機能低下メカニズムの解明等を目的とした変状を抽出することであり、従来の目視点検では、把握が困難であった変状に対する新たな点検の方法である。

計測点間隔と検出可能な変状規模の関連性につ

いては、簡易シミュレーションで関連性を評価し、要求水準にあったレーザ計測仕様を決定することが可能となった。これは、河川毎、点検区間ごとにレーザ計測仕様を変えることができ、目的に応じた仕様を決めることができることを意味している。

レーザ計測機器の点検時の適用範囲は、平常時、出水時(出水後)、地震後の各点検時期の要求水準に合わせて、各レーザ計測機器の優位性を考慮し、最

適な計測システムを選択することで、点検の効率化、高度化につながる事が明らかとなった。

6. 今後の課題

今後は、これらレーザ計測技術を用いて、堤防点検を行うだけでなく、河道全体または流域全体の点検や監視にレーザ計測を活用していくことが期待される。ただし、活用する際には、計測範囲や計測時期に、費用面での評価を加えてレーザ計測の優位性を検討していくことが必要である。

また、新技術であるグリーンレーザ（ALB）の市

場投入と UAV の機能向上により、UAV にグリーンレーザ機器を搭載した UAV-ALB による計測が可能となった。この計測システムは、堤防から河床まで連続して標高計測が可能であり、低水護岸の点検や水際の点検に特に有効である。UAV-ALB は、今後、堤防や高水敷の樹木化の評価や植生の判読、砂州形状の把握、深掘れなど、重要区間や早急に把握が必要な箇所などの計測ができるため、従来の点検の範囲や内容が大きく広がる事が考えられる。

加えて、堤防の縦横断測量に代わる技術になることが期待される（図 6・1）。

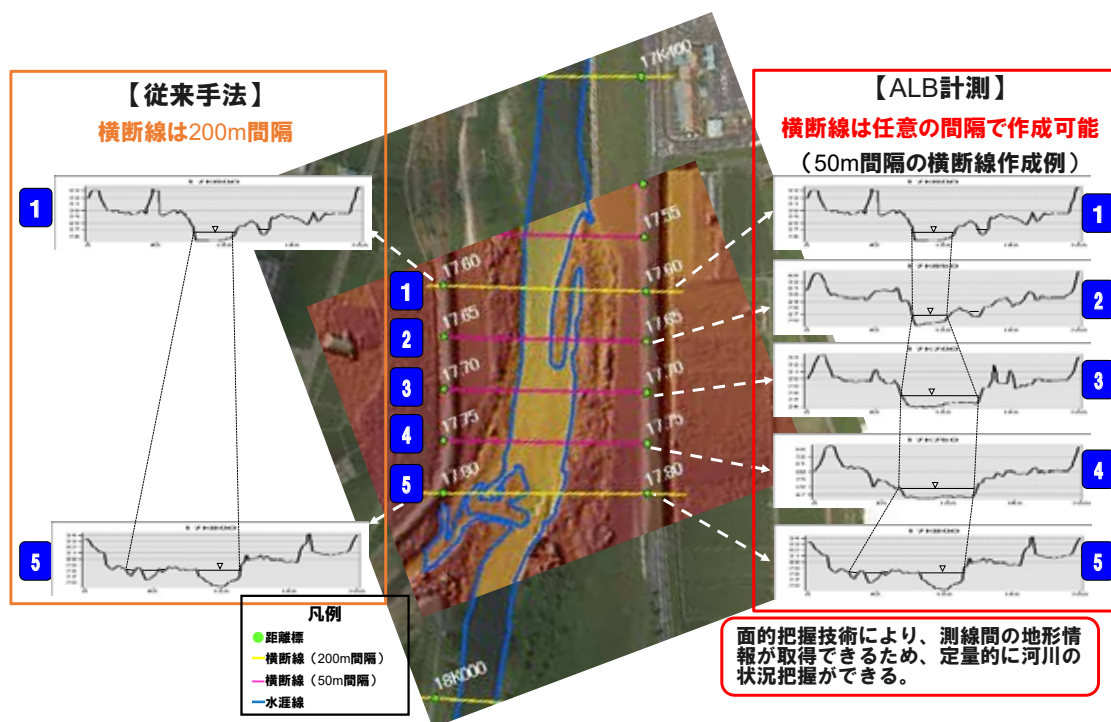


図 6・1 ALB による任意位置での断面作成（イメージ）

参考文献

- 1) 堤防等河川管理施設及び河道の点検要領（平成 28 年 3 月 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課）
- 2) 八木裕人・鈴木克尚（2017）河川の点検要領と河川維持管理データベースシステム 平成 29 年度 第 1 回 河川研究セミナー
- 3) 山崎崇徳・岡部貴之・森田真一・堀内成郎（2016）

- MMS（Mobile Mapping System）による河川管理の効率化・高度化について 第 4 回河川堤防技術シンポジウム
- 4) 中村圭吾・福岡浩史・小川善史・山本一浩（2017）グリーンレーザ（ALB）による河川測量とその活用 RIVER FRONT Vol. 84
- 5) 小澤淳眞・安達孝実・吉田高樹・関克己・岡部貴之・山崎崇徳（2017）レーザ計測技術の点検実務

への適用に関する検討 河川技術論文集 第23
巻

- 6) 倉田大輔・笹岡慎吾・福原直樹・森啓年・服部敦・
佐々木哲也・石原雅規・吉田直人 (2014) 河川堤
防の進行性破壊における前兆となる地表変位の
把握 第3回地盤工学から見た堤防技術シンポ
ジウム
- 7) 齋藤和也監修 図解航空レーザ計測 財団法人
日本測量調査技術協会
- 8) いつか来る、その日に備える-河川の戦略的な維
持管理- (2015) 河川財団 NEWS No. 47

No More 水難事故 2017

～川の中や水際などの陸域における水難事故を防止するための対策～

BASIC SURVEY TO PREVENT WATER ACCIDENTS IN RIVERS 2017

菅原 一成*・吉野 英夫**・鈴木 篤***・松尾 珠巳子****

The River Foundation has been collecting more detailed data about water accidents in rivers from news on television and newspaper. Based on this data, we sort out and analyze the basic and effective information to figure out and consider measures for preventing water accidents in rivers. In this survey we propose specific measures against risk, based on information accumulated during the 14 years from 2003 to 2016.

KeyWords : *water accidents in rivers, Personal flotation device(PFD), Learning from rivers, risk of river edge and flowing river, secure safety of river activities*

1. はじめに

「子どもの体験活動の実態に関する調査研究¹⁾」によれば「子供の頃の自然体験」が多いほど、「思いやり、やる気、人間関係能力等の資質・能力が高い」という結果が示されている。子どもたちの成長期における自然体験活動を通じた学びの有益性や効果から、様々な団体や学校が、子どもたちに「生きる力」を身に付けさせようと様々なフィールドで活動を行っている。自然体験活動のフィールドとして河川での学びが有益であることは河川で活動する多くの市民団体や学校等で認識されている一方で、水が流れ、多くの動植物が息づく川は、人間の意のままにならない自然そのものであり、内在するリスクも高いという一面を持つ。

水辺の事故は毎年発生し、尊い命が失われている。様々な啓発活動や技術の進歩等により交通事故の死者数は年々減少傾向にあるが、河川における水難事故の死者数は10年前とほとんど変わっておらず、毎年のようにマスコミ等で水難事故に関するニュースが大きく報道されている。水難事故を防止することは、交通事故を防止することと同様、国民共通の課

題である。

河川財団は、「河川に関する調査・研究」及び「環境整備」並びに「河川への理解を深めるための活動」に対する助成並びにその実施を行っている。河川への理解を深めるための活動の一環として行われる水辺の体験活動では、安全に関する知識及び技能が不可欠である。水難事故に関する情報を共有することは、同じような事故を防ぐことにつながり、適正な河川利用を進めていく上で重要だと考える。そこで当財団では、2003年よりマスコミ等で報道された河川等における水難事故事例から、原因や具体的な防止対策を考える上で有効となる基礎情報の整理・分析を行い、安全確保に役立つ情報の提供等を行っている。

本研究は「川に学ぶ」社会の基盤となる「人と川の良好な関係の構築」に寄与することを目的とし、その成果を河川利用者や河川管理者等の各主体が活用することにより、事故の発生を未然に防止するための対策案を提案するものである。

* (公財) 河川財団 子どもの水辺サポートセンター 研究員
** (公財) 河川財団 子どもの水辺サポートセンター 特命研究員
*** (公財) 河川財団 子どもの水辺サポートセンター センター長
**** (公財) 河川財団 子どもの水辺サポートセンター 主任研究員

2. 水難事故全体の概況

2.1 1年間の水難死亡事故の1/3は河川・湖沼等で発生

警察庁の「平成28年における水難の概況」²⁾によると2016年の水難事故発生件数は1,505件で死者・行方不明者は816人である(図2・1参照)。そのうち、河川・湖沼池に限ると、死者・行方不明者は294人(36.0%)となる。1年間の水難死亡事故の1/3は河川・湖沼等で発生しているのである。

	1年間の発生件数 (水難事故全体)	海	川	湖沼池	用水路	プール	その他
1,505件		●	●	●	●	●	●
816人 (内、子ども31人)	1年間の死者・ 行方不明者 (水難事故全体)	●	●	●	●	●	●
294人 (内、子ども23人)	1年間の死者・ 行方不明者 (河川・湖沼池)		●	●			

図2・1 平成28年における水難の概況
(H28 警察庁資料より河川財団作成)

また、場所別水死者数の推移をみると、水難事故全体では、年により増減がある。

ただし、河川における水死者・行方不明者数は概ね横ばいである。河川における水難事故は毎年同じような事故が繰り返し起きているという課題がある。

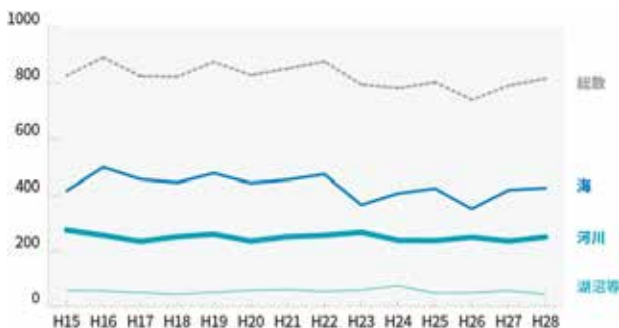


図2・2 場所別水死者総数
(H15-H28 警察庁資料より河川財団作成)

2.2 子どもの水難死亡事故の約6割は「川」と「湖」

2003-2016年の間の場所別の水死者総数(中学生以下の「子ども」)によると約6割は河川や湖沼等で亡くなっている(図2・3参照)。これは海で亡くなった人数の2倍以上である。このように、川などは子どもにとって身近であるとともに不慮の事故に遭いやすい場所と言える。

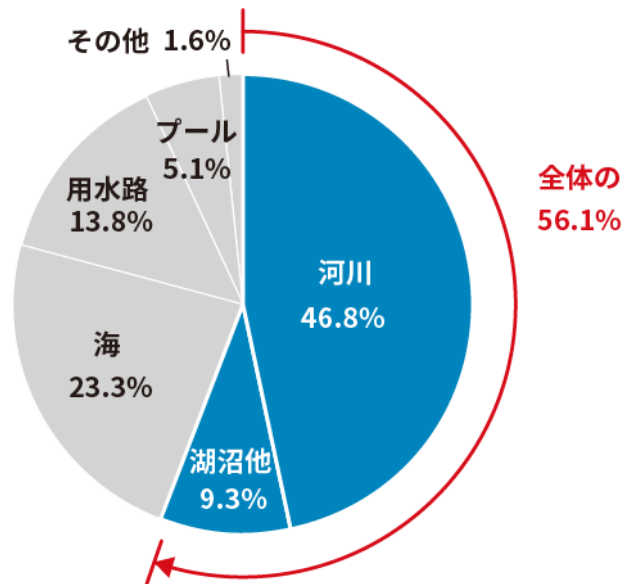


図2・3 場所別水死者総数(子ども)
(H15-H28 警察庁資料より河川財団作成)

2.3 子どもの不慮の事故死「交通事故」に続く上位が「溺死(屋外)」

消費者庁が平成22年から26年まで5年間に全国の0~14歳の子どもが死亡した不慮の事故を分析した資料³⁾がある。この資料は厚生労働省「人口動態調査」の調査票情報を基に、厚生労働省が事故防止策を検討するために作成したものである。分析結果からは14歳以下の子どもの不慮の事故死の内、溺死(屋外)は5年間で189件発生し、夏期の発生が多いことがわかる。

さらに、図2・4で示すように「不慮の事故」の死因のうち、「交通事故」は1歳以上で全て1位であるが、3歳から14歳までの多くの年齢において「交通事故」に次いで多いのは、「溺水(屋外):海・川・池等の自然の水域」である。

	1 =	2 =	3 =	4 =	5 =
0歳	窒息(窒息時) 32%	窒息(胃内容物の誤嚥) 23%	窒息(詳細不明) 11%	窒息(食物の誤嚥) 10%	交通事故 6%
1歳	交通事故 28%	溺水(浴槽内) 23%	窒息(胃内容物の誤嚥) 9%	窒息(食物の誤嚥) 8%	窒息(窒息) 5%
2歳	交通事故 43%	窒息(胃内容物の誤嚥) 8%	溺水(その他原因) 7%	窒息(食物の誤嚥) 6%	窒息(詳細不明) 4%
3歳	交通事故 37%	建物からの転落 16%	溺水(浴槽内) 9%	溺水(浴槽内) 7%	窒息(食物の誤嚥) 5%
4歳	交通事故 36%	建物からの転落 13%	溺水(浴槽内) 8%	溺水(その他原因) 8%	溺水(屋外) 6%
5歳	交通事故 47%	溺水(屋外) 14%	溺水(浴槽内) 7%	溺水(その他原因) 5%	建物からの転落 3%
6歳	交通事故 50%	溺水(屋外) 19%	溺水(その他原因) 6%	溺水(浴槽内) 4%	建物からの転落 4%
7歳	交通事故 59%	溺水(屋外) 20%	溺水(その他原因) 6%	建物からの転落 3%	その他の転落 2%
8歳	交通事故 57%	溺水(屋外) 17%	溺水(その他原因) 5%	窒息(食物の誤嚥) 4%	建物からの転落 4%
9歳	交通事故 45%	溺水(屋外) 17%	建物からの転落 7%	溺水(その他原因) 7%	不慮の首つり・絞首 5%
10歳	交通事故 52%	溺水(浴槽内) 11%	溺水(屋外) 9%	窒息(食物の誤嚥) 5%	不慮の首つり・絞首 4%
11歳	交通事故 37%	溺水(屋外) 21%	建物からの転落 8%	溺水(浴槽内) 7%	溺水(その他原因) 5%
12歳	交通事故 46%	溺水(屋外) 16%	溺水(浴槽内) 13%	窒息(詳細不明) 7%	窒息(胃内容物の誤嚥) 3%
13歳	交通事故 44%	溺水(屋外) 17%	溺水(浴槽内) 13%	建物からの転落 7%	窒息(食物の誤嚥) 3%
14歳	交通事故 39%	溺水(屋外) 19%	溺水(浴槽内) 12%	建物からの転落 10%	溺水(詳細不明) 4%

図 2・4 年齢別に多い死亡事故

(14歳以下の子どもの不慮の事故死)

「消費者庁が、厚生労働省「人口動態調査」調査票(平成22年～26年の5年間分・事故発生時の状況等の詳細情報を含む)を入手・分析したデータ」より

2.4 警察庁資料は全国の水難事故統計情報を掲載

警察庁による水難事故の統計資料は、警察庁生活安全局地域課が全国の都道府県警察からの報告をとりまとめたものとして公表されている。(毎年6月頃に前年分の概況を公表)

ただ、警察庁の統計情報は、海やプールなどで発生した事故を含めた「海や水の事故」全般を扱っており、河川で発生した水難事故だけを対象としたものではない。また、これらのデータは統計資料としてまとめられており、事故原因などの詳細は公表されていない。

3. 河川財団調査データ

3.1 河川財団では、報道された水難事故データを収集・整理し、独自に分析

水難事故に関する情報を共有することは、同じよ

うな事故を防ぐことにつながり、安全な河川利用を進めていく上で重要である。このことから、5W(When, Where, Who, What, Why)に基づいた水難事故の情報整理・分析が必要であると考えた。

そこで当財団では、2003年より新聞・テレビ等の媒体で報道された水難事故事例を対象として、発生状況や事故パターンごとに整理するとともに、原因把握や解析によって得られた知見に基づいて、具体的な事故防止対策を検討し、水難事故を防止するために有効な基礎情報・基礎資料として取りまとめを行っている。

本調査で収集した事例は新聞社や放送局等の報道機関各社によって報道された水難事故に限られているため、発生したすべての水難事故を網羅したものではない。ただし、これらの情報から水難事故の発生場所・時期や時間、被災程度、属性、行動区分、同行者の有無等の情報を整理することで、水難事故の全体傾向が分析でき、その具体的な対応策を立案することができると考えている。

3.2 河川財団の水難事故事例収集数は、14年間で2,420件

本研究は2003年から2016年間の2,420件の事故事例をマスコミ等の報道情報をもとに収集・整理している。初期の3年間は収集件数が限られていた。これは水難事故に関する情報は全国紙の地方版、地方紙やローカルニュース等で小さく扱われる場合が多く、事故の詳細を把握しにくい状況にあったためである。しかし、2007年頃より、NHKや全国紙などの報道機関によりインターネットでローカル情報の充実化が図られ、収集事例数も増加した。

一般的には、猛暑等で河川利用の機会が増えると水難事故も増加する傾向にあり、事故の発生件数が増大すれば、報道される機会も増えるものと考えられる。

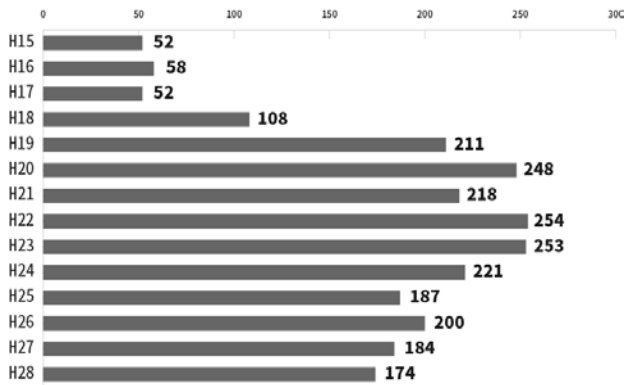


図 3-1 報道された水難事故情報から、河川財団が収集した事例の収集数（件数）

3.3 河川財団収集データは河川・ダム湖・湖沼等に特化

図 3-2 に示すグラフは、本調査で収集した事故事例に限定して、発生場所ごとに区分して整理したものである。

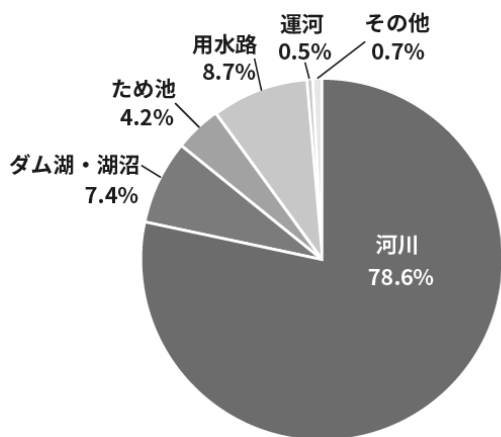


図 3-2 発生場所別の事故発生状況 (2003-2016 年) 【n=2,420 (件数)】

3.4 収集した被災者総数 3,728 人の約 6 割は「死亡・行方不明」

一般に、報道記事では、軽微な事故は報道されにくい傾向にある。本調査では事例を報道記事に求めているため、死亡事故や行方不明者の割合が高くなっていると推察される。ただし、水難事故が発生すると、死亡や重体などの重大な結果を招くケースがかなりあり、事故を未然に防止することの重要性が伺える (図 3-3 参照)。

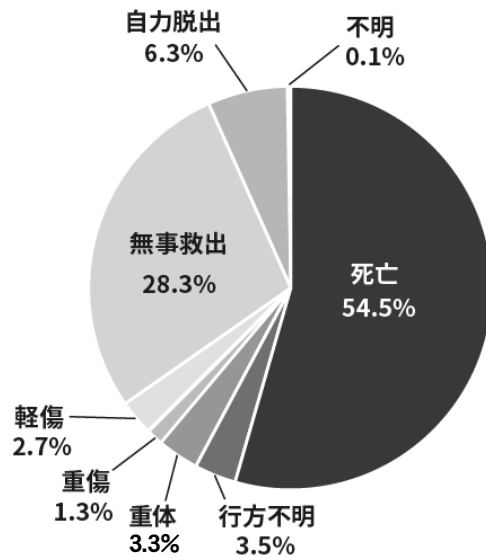


図 3-3 被災程度別の被災者数 (2003-2016 年) 【n=3,728 (人数)】

3.5 水難事故件数の約半数は 7-8 月に集中

水難事故は、7-8 月の 2 か月程度の限られた期間に、年間事故件数の約 50-60%が集中して発生している。夏期に事故が多発するのは、夏休みやレジャー等で河川利用の機会が増えるからである。

また、5 月は GW 等でカヌー等の川下りの事故、6 月と 9 月はアユ釣りや悪天候による増水等の事故が見受けられる。

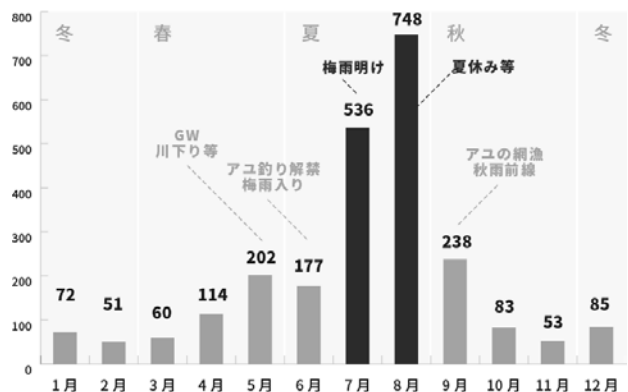


図 3-4 月別の事故発生状況 (2003-2016 年) 【n=2,420 (件数)】

3.6 水難事故の発生件数は午後の時間帯に集中

水難事故の過半数は午後に発生しており、なかでも 14 時~15 時前後をピークとして 13 時から 17 時

までの4時間に事故が集中している。(図3-5 参照)
 昼食後の眠気、暑さ、疲労、飲酒等が考えられる原因である。

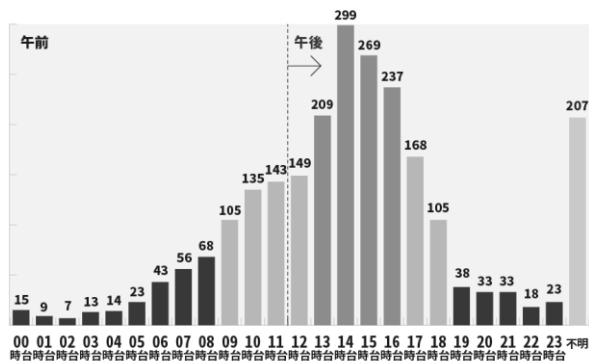


図3-5 時間帯別の事故発生状況
 (2003-2016年)【n=2,420(件数)】

3.7 水難事故発生上位は都市部からのアクセスが良好な河川

河川別の発生状況は図3-6で示すとおり、最も事故件数の多い長良川に続き、琵琶湖、多摩川、相模川、木曾川、荒川などが上位を占めている。

水難事故発生件数の多い河川の多くは、大都市圏あるいは地方の中核都市からのアクセスも良く、川遊びや釣りなどのレクリエーションやレジャーの場としてよく利用されている河川である。

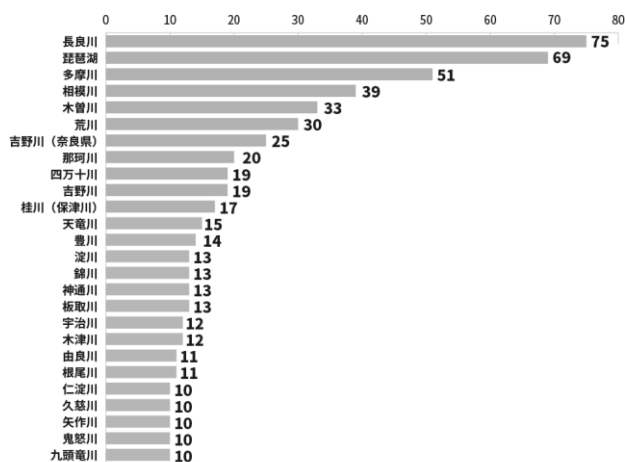


図3-6 水難事故が多発している主な河川
 (2003-2016年)【n=2,420(件数)】

このことは、利用者の絶対数が多いことに加え、

都市域の住民は川遊びの経験が少ないことが背景にあると考えられる。実際に最も事故件数の多い長良川は、川遊びやバーベキュー等でよく利用されているが、多発している事故の大半は地元住民ではなく、他の市町村や愛知県など県外から訪れた利用者によるものである。(図3-7 参照)

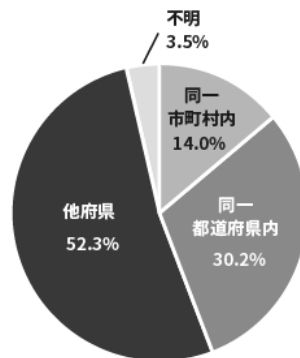


図3-7 長良川における住居地別の水難者数
 (2003-2016年)【n=86(人)】

3.8 水難事故が多発している地点がある

2003年から2016年までの14年間にほぼ同じ場所で死亡事故が3件以上発生している地点(一部2件の場合でも過去に同様の事故履歴があると思われる箇所は含めている)を本研究では「水難事故多発地点」と呼ぶこととし、その数は日本全国で38箇所ある。これらの場所の特徴として、川遊びやバーベキュー等でよく利用される中流域や上流域のキャンプ場等付近が「水難事故多発地点」の大半を占めている。(図3-8及び表3-1参照)

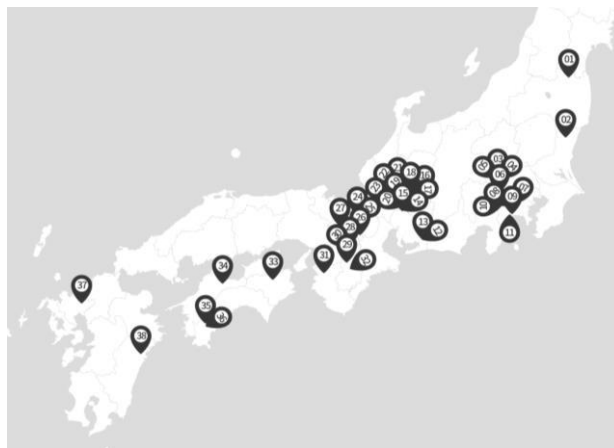


図3-8 「水難事故多発地点」の位置図
 (2003-2016年 38箇所)

表 3-1 水難事故多発地点一覧

(2003-2016年 38箇所)

	水系名	河川名	流程
1	阿武隈川水系	摺上川	上流
2	那珂川水系	那珂川	中流
3	荒川水系	荒川	上流
4	荒川水系	荒川	上流
5	荒川水系	荒川	上流
6	多摩川水系	多摩川	中流
7	相模川水系	相模川	中流
8	相模川水系	相模川	中流
9	相模川水系	相模川	河口
10	相模川水系	道志川	上流
11	花水川水系	花水川	河口
12	豊川水系	豊川	中流
13	豊川水系	豊川	中流
14	木曽川水系	木曽川	中流
15	木曽川水系	木曽川	中流
16	木曽川水系	付知川	上流
17	長良川水系	吉田川	中流
18	長良川水系	長良川	中流
19	長良川水系	長良川	中流
20	長良川水系	長良川	中流
21	長良川水系	板取川	中流
22	長良川水系	板取川	中流
23	揖斐川水系	根尾川	中流
24	淀川水系	琵琶湖	湖西
25	淀川水系	琵琶湖	湖西
26	淀川水系	瀬田川	中流
27	淀川水系	桂川(保津川)	中流
28	淀川水系	木津川	中流
29	紀の川水系	吉野川	上流
30	紀の川水系	吉野川	上流
31	紀の川水系	貴志川	中流
32	新宮川水系	天ノ川	源流
33	吉野川水系	鮎喰川	中流
34	加茂川水系	加茂川	下流
35	四万十川水系	四万十川	中流
36	四万十川水系	四万十川	中流
37	筑後川水系	城原川	上流
38	五ヶ瀬川水系	祝子川	下流

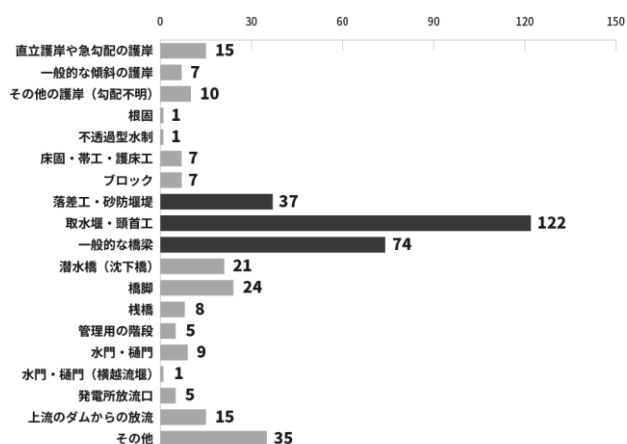


図 3-9 河川工作物付近の事故発生状況

(2003-2016年)【n=404(件数)】

3.10 水難事故の被災者の約7割は男性

水難事故の被災者の大半は男性であるという特徴がある。ただし、「統計からみたスポーツの今昔」(平成24年総務省)によると、1年間に水泳を実施した人の男女比には大きな差は見受けられない⁴⁾。

なお、性別「不明」は複数人数のグループで河川利用中に事故にあったケースなど、報道記事から個々の性別に関する詳細情報を得ることができなかった被災者である。

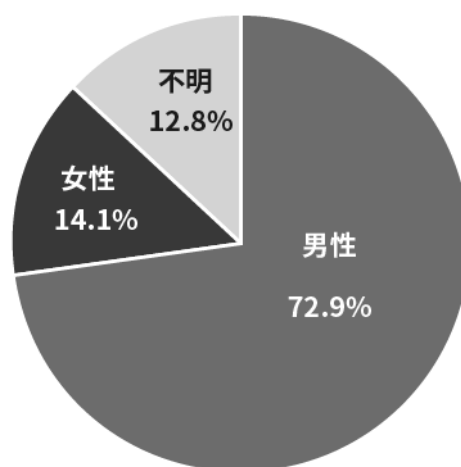


図 3-10 性別の水難者数

(2003-2016年)【n=3,728(人数)】

3.9 河川工作物付近はリスクが高い

河川工作物と関連する事故も多く発生し、水難事故全体の約16%(2,420件中404件)を占めている。特に取水堰付近の事故が122件発生しており、砂防堰堤や一般的な橋梁を含めると河川工作物が関連する事故の約半数を占めている。

3.11 中学生以下の子どもの水難者数は約3割

年齢属別で最も多いのは、年齢幅が広い「大人」

で被災者総数の約4割を占めている。

また、警察庁の統計⁵⁾では中学生以下を「子ども」と定義しており、その「子ども」に相当する「幼児」から「中学生」までの各年齢層の合計は全体の約3割となる。

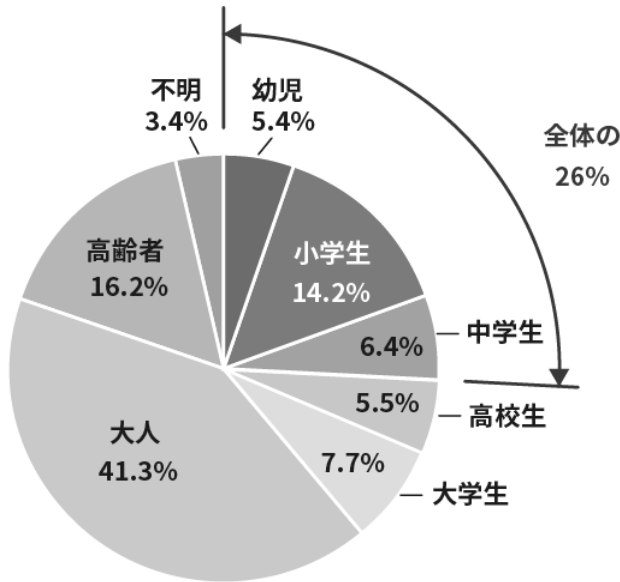


図 3-11 年齢層別の水難者数 (2003-2016年) 【n=3,728 (人数)】

3.12 幼児・小学生・中学生の川遊びに見受けられる事故パターン

中学生以下の子どもだけでの川遊びにおける事故については、これまでの調査における事例の整理から、よく見受けられるケースとして、パターンに類型化した(図 3-12)。ただし、被災者の年齢層は、事故事例を概観した定性的な印象を示したものであり、定量解析の結果を示したものではない。

子どもの事故でよく見受けられる事故パターンは、河岸から転落しておぼれてしまうケースである。幼児や小学生では、一人で遊んでいて岸から転落したり、流れや深みにはまっておぼれたり、落としたボール等を拾おうとしておぼれたケースがよく見受けられた。

幼児や小学校低学年の児童が一人で遊んでいて転落した場合は、初期対応や救助行動ができないケースが多く、転落が死亡事故に直結した事例が多く見

受けられる。

一方、中学生ぐらいの年齢層では、友達同士で増水時に川遊びをしておぼれたり、対岸への渡河や、滝や堰堤で飛び込みをしておぼれたりするケースが目立つようになる。幼児や小学校低学年と異なり、中学生では転落による事故は少なくなるかわりに危険度の高い遊びや増水時の川遊びによる事故が目立つようになる。

キーワード	事故パターン	被災者の年齢層		
		幼児	小学生	中学生
【一人遊び】	ひとりで遊んでいて河岸から転落したケース	●	○	
【深み】	川遊びで低水路や流れに立ち入り、深みにはまっておぼれたケース	●	●	●
【速い流れ】	川遊びで流れに立ち入り、速い流れに流されておぼれたケース	○	●	●
【拾おうとする】	落としたボールなどを拾おうとしておぼれたケース	●	●	○
【助けようとする】	おぼれた弟や妹を助けようとして二次災害を併発したケース	●	●	○
【急な増水、中州】	急な増水で中州などに取り残されたケース		○	●
【増水時】	増水時に川遊びをしておぼれたケース		●	●
【渡ろうとする】	比較的大きな川を泳いだり歩いたりして対岸に渡ろうとしておぼれたケース		○	●
【河口で流される】	河口付近で川遊びや遊泳をして海に流されたケース		●	●
【飛び込み遊び】	滝や堰堤で飛び込み遊びをしておぼれたケース		○	●
【別行動】	家族や大人と一緒に川を訪れたものの大人と別行動し、子どもだけで川に立ち入っておぼれたケースなど	●	●	

【凡例】 ●：よく見受けられる被災者の年齢層
○：時々見受けられる被災者の年齢層

図 3-12 幼児・小学生・中学生の川遊びに見受けられる事故パターン

3.13 グループで行動中の事故件数は約6割

同行者ありの事故、例えばグループで川遊びをしていて発生した事故は、全体の約6割を占めている(図 3-13)。グループでも多くの事故が起こりうる

ため、複数人で行動すれば安全だと思い込んだり、油断したりすることには注意が必要である。

一方、同行者なし（単独行動）の事故では、ひとりで行動中に川に転落したりすると救助の手だてがなく、ちょっとした転落がそのまま人的被害につながるケースも多いと推察される。

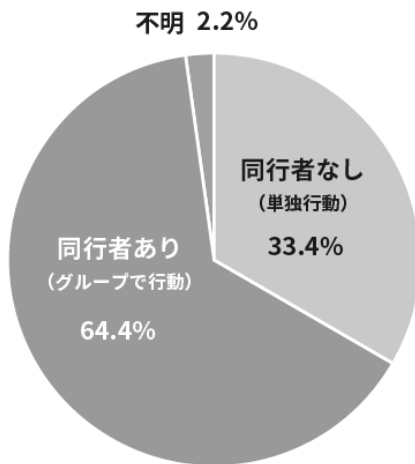


図 3・13 同行者の有無別の事故件数 (2003-2016 年) 【n=2, 420 (件数)】

3.14 グループに大人がいても事故数は多い

2003-2016 年間の「同行者あり（グループで行動）」中の事故を、同行者の構成別にみた場合、最も多いのは「大人のグループ」で、全体の 1/3 (37%) を占めている。

家族連れなど大人に引率されたグループでも事故が多く発生していることから、グループに大人がいても安心ではなく、大人・子ども共に安全管理を行うことが重要である。

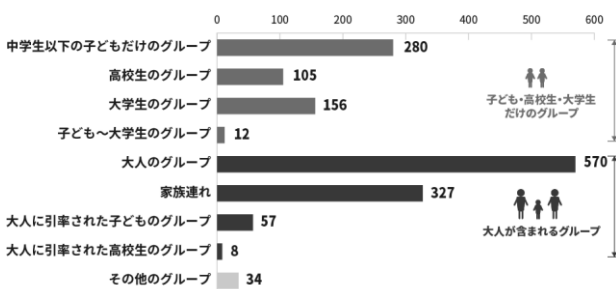


図 3・14 同行者の構成別の事故件数 (2003-2016 年) 【n=1, 549 (件数)】

3.15 水難事故件数の約半数で水難救助行動が行われず、水難救助行動中も二次災害が発生

事故直後に同行者やその場に居合わせた人などによって救助行動がとられているのは水難事故全体の 4 割程度である。溺れているのに気がつかなかった、気がついたが救助行動ができなかった等、水難事故の約半数では水難救助行動は行われなかった。

また、居合わせた人による水難救助行動があった事故の約 14%で、水難救助行動を行おうとした人が事故に遭う二次災害が発生している。

ただし、ここで対象とする「水難救助行動」とは、事故発生時または発生直後にその場に居合わせた人による水難救助行動に限定している。そのため、事故発生の通報を受けてしばらくして駆けつけた消防や警察による救助活動、及び事故発生から数時間～数日経過した時点でのいわゆる「探索活動」は含まない。

なお、「増水に遭遇して中州に取り残された事故事例」に関しては、事故発生時の被災者や現場の状況が数時間にわたって同じ状態で継続するケースが多いことから、発生直後から数時間後の救助活動も「水難救助行動あり」とみなしている。

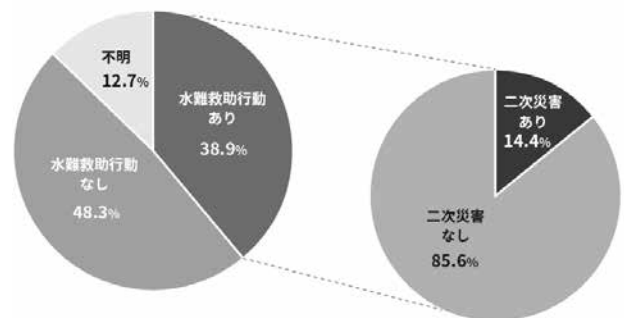


図 3・15 (左円グラフ) 水難救助行動の有無別の事故件数 (2003-2016 年) 【n=2, 420 (件数)】 (右円グラフ) 水難救助行動中の二次災害の発生状況 (2003-2016 年) 【n=942 (件数)】

3.16 助けようとした人の被害も大きい

二次災害の約 8 割が、死亡、行方不明、重体・重傷といった致命的な被害となっている。

一般に、報道記事では、軽微な事故は報道されに

くい傾向にある。本調査では事例を報道記事に求めている関係で、死亡事故や行方不明者の割合が高くなっていると推察されるが、助けようとした人の被害が大きいことがわかる。

また、二次災害発生時の一次災害被災者状況からは、死亡、行方不明、重体・重傷という致命的な被害は約4割となっている。

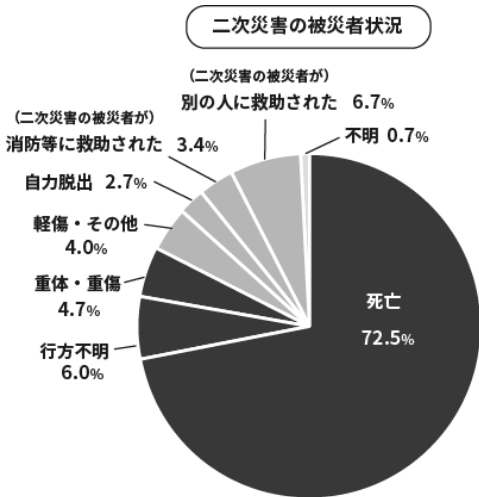


図 3-16 二次災害の被災者状況 (2003-2016年) 【n=136 (件数)】

身が被害にあうケース (二次災害) を以下3つに分類した。

- ① 大人が子どもを助けようとしたケース
- ② 大人が大人を助けようとしたケース
- ③ 子どもが子どもを助けようとしたケース

その結果、二次災害のうち、子どもや孫を助けようとして親・祖父母が被害にあったケースは約3割であった。

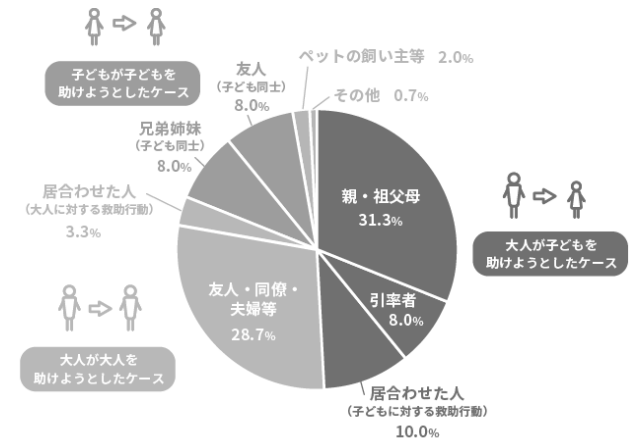


図 3-18 二次災害の被災者属性 (2003-2016年) 【n=136 (件数)】

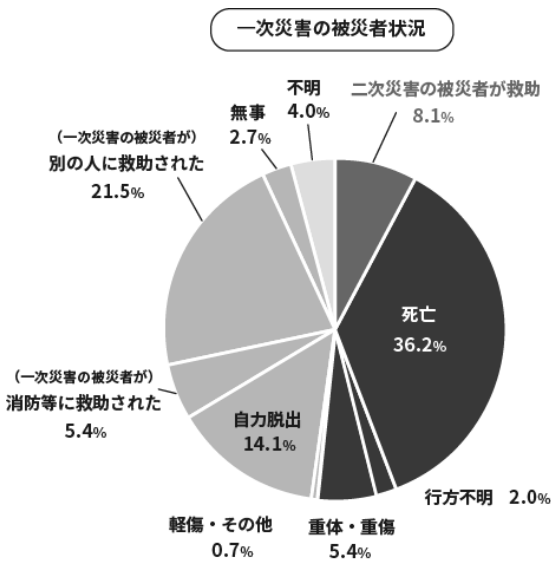


図 3-17 二次災害発生時の一次災害被災者状況 (2003-2016年) 【n=136 (件数)】

3.17 二次災害が発生した際の被災者属性

子どもや孫、友人・同僚を助けようとして自分自

3.18 川の中だけでなく水際等の陸域にもリスクがある

利用行動別の被災者数を概観すると、水面を利用したり、川の中に立ち入ったりする行動ほど水難事故にあうリスクは高くなる。これらの行動は水難者数全体の約6割を占める。

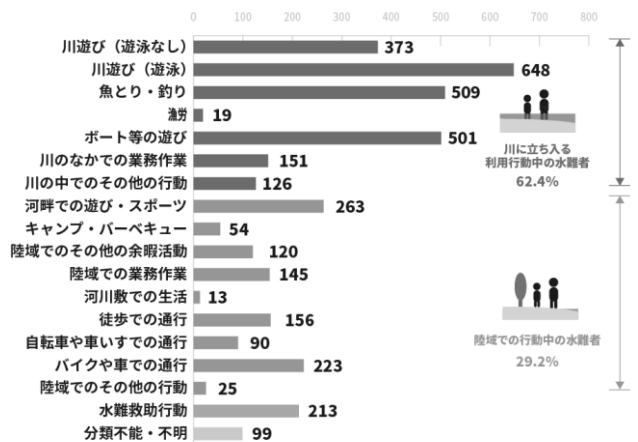


図 3-19 行動区分別の水難者数 (2003-2016年) 【n=3,728 (人)】

一方、水際などの陸域を利用している時や通行中の事故も水難者全体の約3割を占めている。これらは河岸や堤防天端、橋などから不用意に転落したり、不安定な河岸で滑落したりして事故に至る場合がみうけられる。

4. 川や水辺に内在する様々なリスク

川は自然そのものであるがゆえに、内在する様々なリスクがある。川や水辺を安全に利活用するためには、これらのリスクを知っておくことが水難事故を防止する上で、重要である。その中の基本的かつ重要な事項として川そのものの特徴である「水」と「流れ」の中に内在するリスクに注目する。

4.1 水の中に内在するリスク

4.1.1 水中では呼吸ができない

「水」のリスクとして最も大きなものとしては、人は水中では呼吸することができないという点がある。致命的な外傷や低体温症などを除き、死因の最も大きな要因を占めるのは、息ができないことによる溺死である。

溺れないためには、呼吸できるように水面上に顔を出し、常に呼吸できるような姿勢を確保することが必要となる。ただし、川には流れがあり、また、鉛直方法に引っ張られる流れが発生している場合もあり、バランスをとることが難しいフィールドでもある。

4.1.2 体温の低下

多くの河川の水は体温に比べかなり低いのが一般的である。また熱伝導率を比較すると水は空気に対し20倍以上熱を奪いやすい性質をもつ。従って、流れの中では時間とともに急激に体温が奪われ低体温症（ハイポサーミア）を引き起こしてしまうこととがあり、悪化すると命に関わる事態を引き起こしてしまう。

4.1.3 川の中が見えづらいリスク

水面は光を反射するなどし、一般的に川の中は陸

上からは見えにくく、川の浅い深いが分かりづらいことがある。

水の中は、陸上に比べ各段にリスクが高くなる。一見浅そうに見えても、川には急に深みがある場合もある。


きれいな水の流れでは川底の様子を確認することが出来るが、川底は石が積み重なっていたりして凹凸も多く不安定となっている。さらに、コケなどで滑りやすく、ときには危険なゴミなどが潜んでいることもある。特に、濁っている場合には川底の様子を確認することが出来ないことからさらにリスクが増大する。

4.2 流れの中に内在するリスク

4.2.1 流される

学校のプールと違い、川では、水が流れている。転んだりして流れに巻き込まれてしまった場合、流されることになる。数秒で陸上からは手が届かない場所へ移動してしまうため、流れの速い溪流などでは周りの人が気づき助けようとしても、下流や川底に流されて対処できない状況となってしまう場合もある。

4.2.2 流れの中では圧力を受ける（動水圧）

川の流れの中に入ったことのある人は、脚や体に常に圧力（動水圧）がかかっていることを実感した経験があるであろう。川の中では、流れの速さが2倍になれば、受ける水圧は4倍となる。大人が歩く程度の流速でも、自身が流れの中で何かに引っかかると1人の力ではどうすることもできないほどの動水圧を受けることがある。このような状況で、 4・1で示すように川底の石の間に足が挟まり転倒した場合には、流れの圧力で川底に押し込まれてしまい、水面上に顔を上げることが難しくなる。このような事故は、歩行できるような浅い場所で発生することが多いと言われている。流れのある場所では、立たずに浮くことが重要である。

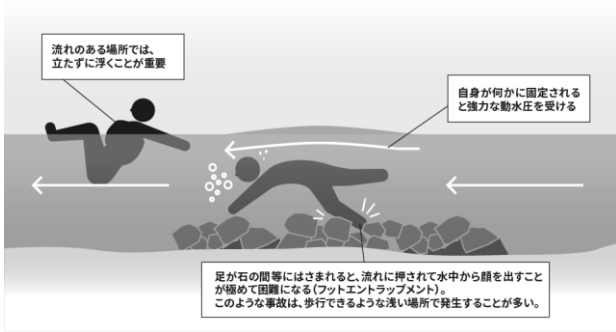


図 4.1 流れの中のリスク

川の流れは、川の形状や川底の地形、流量により複雑に変化する。特に屈曲部の外側は洗掘による深みが存在している。この深みでは、水面は穏やかに見えるが、水中では川底に引き込むような目に見えない複雑な流れが存在する。このような場所は全国各地にあり、日頃の川の様子を知らない他地域から訪れた人による事故が発生している。

4.3 水際のリスク

当財団では報道情報をもとにした水難事故事例収集のほか、全国の川の体験活動の指導者から水辺で「ひやり」とした事例を収集している。最も多い事例は「滑る」で、全事例の 2 割を占めている。続いて「流される」、「落ちる」の行為による事例が「ひやりはっと」の上位 3 位を占めている（図 4.2 参照）。

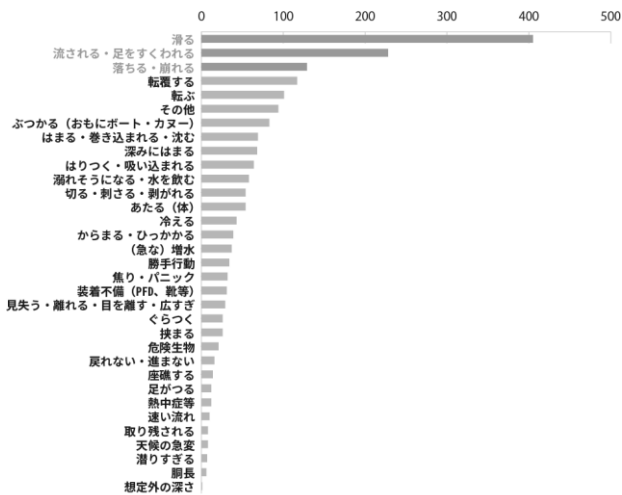


図 4.2 水辺のひやりはっと
(2003-2017 年)【n=1,938 (件数)】

RAC (NPO 法人川に学ぶ体験活動) で展開する川の指導者養成講座等で研修を受けた方々の協力に基づき収集された事例

このように、水辺に入る・近づく際には予期せぬ事態が起こりうるため、活動の際には装備を整え、活動する場所に存在する危険を予見することが重要である。

4.4 活動場所の天候変化によるリスク

天候 (降雨) によるリスクとして注意すべき事項として、上流の雨による急な増水がある。活動場所では天気良くても上流の地域の天候が現在地の河川の水位や流量に影響を与えるのである。

5. リスクへの対策

川や水辺での活動では、「溺れる」、「流される」というリスクへの対処としては、指導者が活動の参加者 (特に、子どもたちには) に対して事前に基本的なリスクについて分かりやすく説明し、一人一人に認識 (心構えを醸成) してもらうことと併せ、しっかりと準備をしてリスクに対処することが必要となる。

ここでは、前述した内在するリスクへの対策について提案する。

5.1 「ライフジャケット」の着用

一般的な人間 (空気を肺に吸い込んだ状態) の比重は 0.98 と言われている⁶⁾。すなわち、河川においては身体の 2%程度しか水面に出ず、残りの 98%は水面下にあるため呼吸をするための頭部 (特に口と鼻) が水没する。

当然ながら水の中で活動しようとするためには、常に頭部を水面から出して呼吸をする必要がある。また、水を飲むなどして溺れる、あるいは助けを呼ぼうとして肺の空気が抜ければその分浮力が減少する。

このような川の環境下で頭部を水面上に出し続けるには人間の持つ浮力だけでは限界があり、何らかの形で浮力を補う必要がある。

その最も効率的で有効な手段がライフジャケットを着用することである。ライフジャケットを正しく装着することで、体重の約 10%程度の重さである頭部を水面から上に出すことができる。これにより、常に口と鼻が水面上にあり容易に呼吸をすることができ、両手が自由になることによって、助けを呼ぶこともできるのである。

ライフジャケットには大きく分けて、固定式と膨張式がある。膨張式は落水時に膨らむタイプのため、常時水に入る活動には固定式が向いている。

固定式のライフジャケットは、ホームセンターやアウトドアショップ等やインターネットでも購入することができる。ただし、中には浮力・構造・強度等の問題から川での活動には向いていないものも見受けられる。そのため、浮力や強度はもとより、流れの中での活動でも体にしっかりとフィットし、脱げにくい構造であること、川での活動などで動きやすく、泳ぎやすいこと等の基準を満たした、川遊び用として推奨できる「安全基準」に関する認証制度の認定を受けた製品を買うことが推奨される(図 5.1 参照)。

ライフジャケットは、幼児用、子ども用、大人用など各種サイズが市販されており、年齢や体の大きさ、用途等に合わせたものを選ぶことが重要である。小さな子どもが大きなライフジャケットを着用しても、脱げてしまう、あるいはライフジャケットの浮力が身体に正しく伝達されない場合等がある。実際に着用して、ベルト等を締めるなど、ライフジャケットが身体に固定されるまでフィットさせること、幼児用及び子ども用においては股下ベルトがあること等が重要である。

水の中の活動はもちろん、水際での活動でも落水等のリスクもある。特に小さな子どもにおいては予期せぬ行動をとることもあり、親や引率者が目を離すあるいは手が届かない位置にいる場合等のリスクは十分想定される。



図 5.1 ライフジャケットの例

5.2 リバーシューズやヘルメットの着用

川底は不安定で滑りやすい石やゴミなどがある。これらのリスクに対する対処として、水の中に入る場合は、脱げにくいリバーシューズや運動靴などを履き、足裏等を守ることが挙げられる。また、転倒した時に大事な頭部を保護するためのヘルメットを着用することも推奨される。

5.3 服装は乾きやすいものを着用

水の中に入る場合の服装は、濡れても乾きやすい化学繊維の素材が体温の低下を少なくする効果がある。

また、水の中での活動には体温低下を防ぐウエットスーツを着用することで、体の表面をある程度保温・保護することができる。

5.4 バックアップ体制の確保

流されるリスクに対し、グループなどの多くの参加者での活動には、必要な知識とスキルを有した指導者のバックアップ体制を確保する必要がある。活動範囲の上流には見張り役(スポッター)、下流には複数の指導者(バックアップ)、全体を見渡せる移置にリーダーを配置することが望まれる。

5.5 情報を得る

水辺で活動する際には、自身による安全管理が最も重要であることから、当財団では「水辺の安全ハンドブック」等の冊子（図 5・2）や映像資料等による紹介（図 5・3）、この研究成果のアウトプットの一つである「全国の水難事故マップ」の公表（図 5・4）、「水辺のひやりはっと」の紹介、ライフジャケットを普及する活動の推進（図 5・5）等を行っている。

川や水辺で活動しようとするときは、この他にも参加者の属性や活動場所の環境に合わせ様々なリスクを予見し、必要な対処をする必要がある。

川や水辺は日常生活と異なる環境であり、安全に楽しく活動するためには、活動現場を事前に十分下見し、内在するリスクを予見し必要な準備とリスクへの対処に心がけることが重要である。



図 5・2 冊子等で水辺での活動ポイントを紹介



図 5・3 映像による水辺での活動ポイントの紹介



図 5・4 水難事故の発生箇所を WEB 上で紹介



図 5・5 ライフジャケットを普及する活動の展開

5.6 川の事故は瞬間的に発生し、すぐに致命的な状況になる

川の事故は瞬間的に発生する。そして息ができなければ、約 1 分で致命的な状況になる。消防隊が到着するまでには数分が必要である。

一般に水の中にいる人を救助するのは困難を極めると言われている。さらに、川では流れがあることから刻一刻と状況が変化するため、事故が起きないようにすることが何よりも重要となる。

浮いてさえいれば、救助の時間を稼ぐことができる。川や水辺で活動する際には、立ち入る可能性のあるすべての範囲において①流れがある、②深みがある、③増水する恐れがある等によるリスクが 1 つでも予見できるのであれば、ライフジャケットを正しく着用しかつ適切に対処を行うことで溺水（屋外）に対する危険度を大きく下げることができる。

リスクを認識し、個人個人で対処することで水難事故の多くは防ぐことができると考えられる。

6. おわりに

川や水辺は、豊かで多様な自然の宝庫である。子どもたちはもちろん大人にとっても魅力的な空間であり、川や水辺を利活用した活動には、様々な形態がある。

特に暑い夏には、水の冷たさが心地よく、水遊び、魚などを捕まえるガサガサ体験、泳ぐ、ライフジャケットを着用し、流れに身を任せる川の流れ体験、ボート体験、川辺のキャンプやレジャーなど様々な楽しい活動がある。

川と触れ合うことで、多くの事を学ぶことができる。決して意のままにならない川の自然や生物と向き合うことで、子どもたちの感性が磨かれ、創造力が養われる。

一方で川や水辺を利活用した活動に際しては、一人一人が自分の身を自分で守ることが求められる。

恵み多い川の活動を行うためには、川にひそむ様々な危険を知り、事前の準備と安全管理をすることが重要である。そのためには、地域の河川の特性に合わせた学びの提供や安全管理を行うスキル・ノウハウをもった指導者が欠かせない。河川財団はNPO 法人「川に学ぶ体験活動協議会」との連携により指導者の育成・拡大を行っている。

広く国民が河川に関する基本的な知識や知見を学び、川や水に関する情報や事象への基礎的なリテラシーを高めるための河川教育推進の取組みとして、河川財団は、川での体験活動の推進を大きな柱として行ってきた。川は、人格の基礎を培う原体験の場であり、環境教育の場として優れたものである。川での体験活動に加え、川や流域を題材とした学習などを通じ、人々が川の恵みと災いを知ることによって日本の川と人がさらにより良い関係となることを願っている。

引用・参考文献

- 1) 独立行政法人国立青少年教育振興機構 (2010) : 「子どもの体験活動の実態に関する調査研究」報告書
- 2) 警察庁生活安全局地域課 (2017) : 「平成 28 年中における水難の概況」
- 3) 消費者庁消費者安全課 (2016) : 平成 28 年 11 月 2 日「第 2 回子供の事故防止 関係府省庁連絡会議」資料『子供の事故防止関連「人口動態調査」調査票分析～事故の発生傾向について～』
- 4) 総務省 (2012) : 「統計トピックス No. 64 統計からみたスポーツの今昔 - 「体育の日」にちなんで-」
- 5) 大学共同利用機関法人 自然科学研究機構 国立天文台 (2016) : 「理科年表 平成 29 年 (第 90 冊)」
- 6) 田村祐司・安倍淳 (2016) : 子どもたちが学ぶべき watersafety としたの” uitemate” と ” uitemate” により津波から生還した少女の事例 (学校水泳研究会 第 16 回研究会 講演資料)」

本報告書は、河川行政への貢献を目的とする当財団の公益事業として、調査研究で得られた知見を河川行政の現場等に社会還元するために発行しております。

本報告書には、国土交通省をはじめとする関係機関から許諾を得て利用している内容を含んでおりますので、転載等の利用にあたっては、著作者である河川財団までご相談下さい。

河川総合研究所報告第23号

平成29年12月

編集・発行 公益財団法人 河川財団 河川総合研究所

〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町11番9号

TEL 03-5847-8304 FAX 03-5847-8310

<http://www.kasen.or.jp/>

E-mail info@kasen.or.jp

印刷・製本 (株)サンワ 〒102-0072 東京都千代田区飯田橋 2-11-8 TEL 03-3265-1816 FAX 03-3265-1847



公益財団法人

河川財団

本部

〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町 11-9 住友生命日本橋小伝馬町ビル 2F

E-mail : info@kasen.or.jp

河川総合研究所 TEL : 03-5847-8305 FAX : 03-5847-8310

子どもの水辺サポートセンター TEL : 03-5847-8307 FAX : 03-5847-8314

名古屋事務所

〒463-0068 愛知県名古屋市守山区瀬古 3-710

E-mail : info-n@nagoya.kasen.or.jp TEL : 052-388-7891 FAX : 052-388-7918

近畿事務所

〒540-6591 大阪府大阪市中央区大手前 1-7-31 OMM13F

E-mail : info-o@osaka.kasen.or.jp TEL : 06-6942-2310 FAX : 06-6942-2118