

「河川堤防における小動物被害の点検・評価・対策の手引き（案）」について ～対象動物の生態・巣穴被害特性を考慮した点検・評価・対策～

小柳 忠史¹

¹中国地方整備局 中国技術事務所 品質調査課 （〒736-0082 広島県広島市安芸区船越南2-8-1）

河川堤防の管理において、法面等にモグラ、キツネ等の巣穴やイノシシ等の掘起しによる被害（以下、「小動物等による巣穴被害」という）が発生し、堤防植生の衰退や堤防の弱体化につながる可能性があることが問題となっている。

本稿では、このような小動物等による巣穴被害に対し、早期発見による被害最小化、再発防止と発生抑制を図るため、要因である対象動物の特定方法、堤防機能の低下を判定する点検・評価方法、及び、効果的な補修や再発防止等の発生抑制対策等の検討を行い、「河川堤防における小動物被害の点検・評価・対策の手引き（案）」としてとりまとめた内容を報告する。

キーワード 河川堤防、小動物、河川管理施設点検、評価手法、予防保全、手引き

1. はじめに

中国地方整備局管内（以下、管内）の河川堤防では、小動物等による巣穴被害が度々発生し問題となっている。

これら小動物等の巣穴は、雨水や流水によって侵食が進み、陥没や法崩れ等を発生させる可能性がある。また、掘起しにより広範囲の植物根が荒らされることで、堤防植生の衰退・裸地化が進み、堤防弱体化の要因となる。

管内の各河川事務所では、日常的な巡視や出水期前・台風期の点検によって変状を確認・評価し、状態に応じた維持工事や応急補修を実施しているが、現状として、変状確認と被害規模に応じた補修・復旧の繰返しとなり、作業量・維持管理費増大の一因となっている。

巡視や点検で確認された巣穴は、要因動物が特定されない事が多く、被害規模の計測・記録方法も統一されていないため、被害規模の進行や堤防への影響程度に関する評価が難しくなっていることが課題となっている。

これらの問題を解決するために管内の直轄管理河川における小動物等巣穴被害の実態を把握した上で、河川堤防に被害を及ぼす小動物の特定方法、堤防の機能低下を判定する点検・評価方法、効果的な対策工法や再発防止する予防保全対策の検討を行い、手引きを作成した。

2. 堤防の巡視と点検

中国地方整備局では、「国土交通省 河川砂防技術基準 維持管理編（河川編）」に基づいて、河川の管理を行っている。

この技術基準では、「河川維持管理にあたっては、河川巡視、点検による状態把握、維持管理対策を長期間に

わたり繰返し、それらの一連の作業の中で得られた知見を分析・評価して、河川維持管理計画あるいは実施内容に反映していくというPDCAサイクル（図-1）を構築していくことが必要である。」とされている。

平常時の河川巡視は、河川維持管理の基本をなすものであり、定期的、計画的に河川を巡回し、その異常及び変化等を概括的に把握するために行っている。

そして、点検は点検対象とする河道や一つ一つの河川管理施設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して行っている。点検は、毎年、出水期前の適切な時期に河道の点検を行うことを基本としている。

このたび作成した手引きは、こうした巡視・点検のなかで活用することを目的としている。

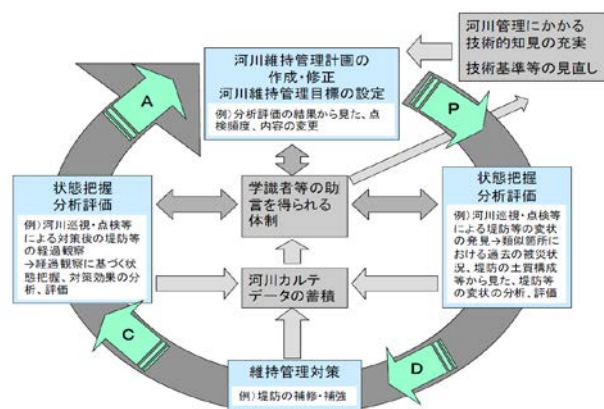


図-1 サイクル型維持管理体系のイメージ

3. 河川堤防における小動物等巣穴被害の実態把握

管内河川堤防における小動物等の巣穴被害について、過年度の点検・巡視結果の整理やアンケート調査、及び現地調査を行い、実態把握と課題抽出を行った。

(1) 管内全河川における小動物等被害実態の把握

a) 点検・巡視結果の整理

河川維持管理システム（RiMaDIS）を活用し、平成27～30年度の点検及び巡視の結果より小動物を原因とする変状を抽出し、水系や対象動物別の被害数を比較した。

河川巡視（新規）では、江の川（三次）、太田川、佐波川で被害件数が多い傾向が見られた（図-2）。特定された要因動物はモグラが最も多く、次いでイノシシ、その他はわずかであるがキツネ、シカであった（図-3）。

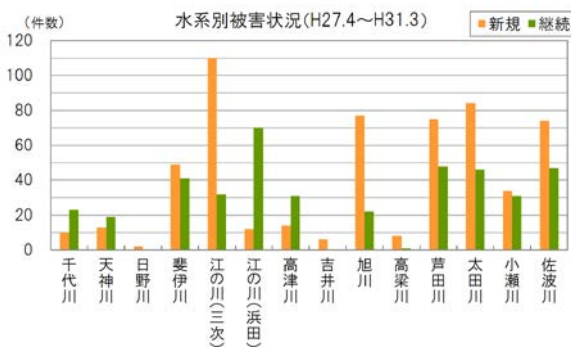


図-2 水系別被害件数（巡視記録）

対象動物別被害率（H27.4～H31.3新規のみ）

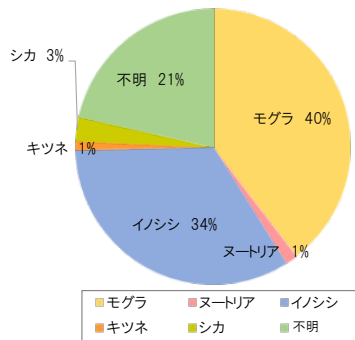


図-3 対象動物別被害率（巡視記録）

b) アンケート調査

管内全河川事務所を対象としたアンケート調査により、被害発生状況、点検・巡視や補修対策の実態を把握した。

小動物等による被害の問題点として、補修後の再発が最も多く（図-4）、要因動物種に応じた対策や生物的な習性を踏まえた予防技術の必要性等の意見が挙げられた。

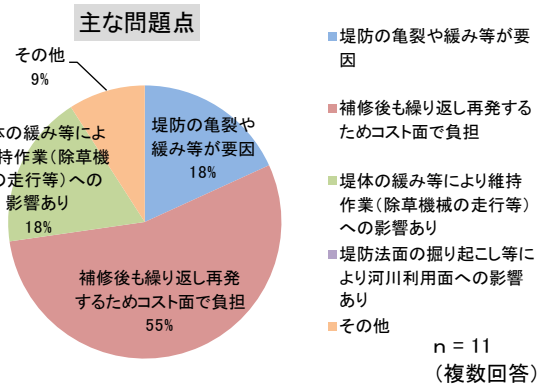


図-4 小動物等による被害の主な問題点

(2) 対象動物の生態特性把握

管内の被害実態より、小動物が要因となって発生する変状は、モグラ等の塚（穴）、キツネ等が掘る巣穴、イノシシ等による掘起しの3タイプに区分できる（表-1）。各タイプの代表種（モグラ等）に関し、既存文献に基づく知見や学識者ヒアリングにより生態特性を把握した。

表-1 小動物等による巣穴被害のタイプ区分

要因動物タイプ	小型穴 (モグラ等の塚(穴))	大型穴 (キツネ等の穴)	掘り起こし等 (イノシシ等の掘り起こし)
要因生物	モグラ等	キツネ、ヌートリア等	イノシシ、シカ 等
イメージ図			

a) モグラ

モグラによる空洞は巣穴とトンネルからなる。地表に現れる土砂隆起（モグラ塚）は直径20cm～50cm程度で冬期は夏期に比べ大きい。縄張りを持ち、単独で生活をする。行動圏は70m～300m（トンネル総延長）程度である。

b) キツネ

巣穴は直径30cm程度で、深さは5mを超える場合がある。河川堤防のような開けた草原性の環境に、夏～冬期（8月～12月頃）に掘り、翌年1月～7月頃に育児に利用する（表-2）。世代を超え繰返し利用される傾向がある。

表-2 キツネ 生活史

種名		生活史・巣穴作成・利用時期等											
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
キツネ	巣穴作成	○	○	○		試掘り					繁殖		出産
	巣穴利用												

c) イノシシ

植物根等の採餌を目的として堤防表面を掘り起こす。餌が減る夏や冬に発生が多い。また、河道内竹林は、タケノコが餌となる上、住处としても利用される。

(3) 代表河川を対象とした現地調査

被害が頻発している5河川（斐伊川、芦田川、江の川、佐波川、吉井川）を対象とし、要因動物の巣穴特性や応急処置の実施状況を確認するため、現地調査を実施した。

a) モグラ

モグラ塚は直径20cm～50cmで、25㎡内に10個～30個確認された。また、地表付近のモグラ穴は直径4cm～6cmで、地表から10cm程度の深さに見られた。農地が近接している箇所によく発生し、補修対策は実施されていなかった。

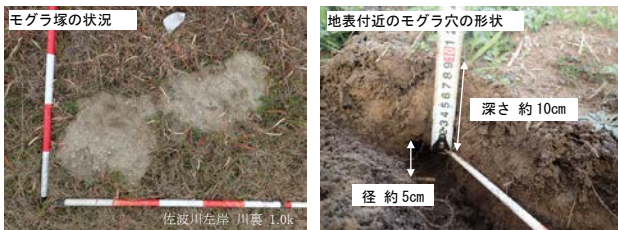


図-5 モグラ塚及びモグラ穴の形状（例）

b) イノシシ

掘起しは数m～数十mの範囲で、深さは10cm～50cmであった。周辺環境に農地が近接している箇所、又は河道内樹木（竹を含む）が繁茂している箇所が多かった。応急対策として、土砂埋め戻しやワラ芝工が実施されていた。



図-6 イノシシ掘起し箇所の補修例（わら芝工）

c) キツネ

巣穴は直径20cm～50cmで縦長形状、深さ0.8m～2.0mであった。入口部に、円錐状の掘削土の堆積が確認された。巣穴周辺には、隠れ場所となる高茎草本や低木が見られた。応急対策は、土砂埋め戻しやワラ芝工であった。



図-7 キツネ巣穴の形状（例）

4. 点検及び評価手法の検討

(1) 獣穴判別フロー（案）

現況の堤防点検では、確認された堤防変状は「モグラ等小動物の穴」と記録され、点検結果から要因生物の種類や規模に応じて対応を決定することになる。

小動物の穴は、モグラ等の塚（穴）、キツネ等の穴、イノシシ等の掘起しの各変状により堤防に与える影響が異なるため、判別を行うことにより生態特性及び堤防に与える影響を踏まえた対策を講じることができる。

堤防の変状の種類とその形状・位置等より、要因生物を判定する判別フロー（案）及び生態特性判別表（案）を作成した（図-8、表-3）。

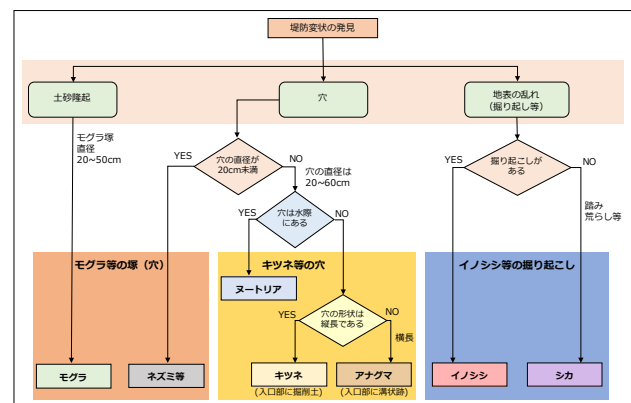


図-8 要因生物 判別フロー（案）

表-3 生態特性判別表（案）抜粋

分類	モグラ	キツネ	イノシシ
堤防の変状	モグラ塚(冬季)	穴	掘り起こし(スポット状)
	モグラ塚(夏季)		掘り起こし(カーペット状)
	【特徴】 ・地表に現れる土砂隆起（モグラ塚） ・塚は冬大きく、夏小さい	【特徴】 ・巣穴は25～30cm ・深さは5mを超える場合あり ・形状は縦長 ・入口部に掘削土 ・出入口1～10個以上	【特徴】 ・掘り起こしは数m～数十m ・深さは10～50cm ・形状はスポット状(植物根食痕)やカーペット状(昆虫食痕)
痕跡	モグラ塚		細長い跡2本、副跡2本
	ミミズ腫れ状隆起	体毛混じり先細り形状	塊のつながり
備考	・主にコウモグラ ・単独で生活 ・食性はミミズや昆虫類の土壌動物 ・行動圏は70～300m	・巣穴は育児用に3～7月頃に利用 ・食性は肉食傾向の強い雑食性（特に、ネズミ類を好み、モグラは好まない）	・食性は植物の根や茎、ミミズ類等の雑食性 ・餌が減る夏季及び冬季に植物の根を食するため、掘り起こしが発生

(2) 点検作業・記録方法（案）

堤防点検の記録では、具体的な計測方法や参考例が提示されておらず、被害程度の把握や効果的な補修対策に向けた正しい情報の蓄積ができていないのが現状である。

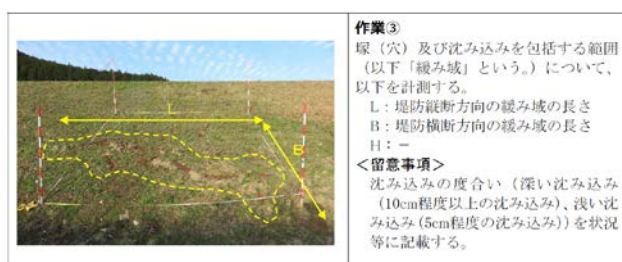
そこで、上記で区分した要因動物の巣穴の特徴に応じた計測方法と記録内容を設定した（a）～c）。

また、現場で点検・計測した記録の、RiMaDISタブレットを用いた登録方法を設定した（図-9）。

a) モグラ

モグラ等の塚（穴）の点検は、深さ50cm程度の土中に形成されるトンネルによって生じる堤防表層の緩みの範囲と度合いを確認することがポイントである（表-4）。

表-4 点検作業・記録方法（例：モグラ塚（穴））



b) キツネ

直径の大きい穴が、深さ1m以上に及ぶ可能性が高いため、穴の形状（最大直径、最大深さ）を確認する。

c) イノシシ

掘り起こしによる凹みと乱されることによる緩みを含めた深さと掘り起こしの範囲（堤防縦断方向の長さ、横断方向の幅（法長）、凹みの最大深さ）を確認する。

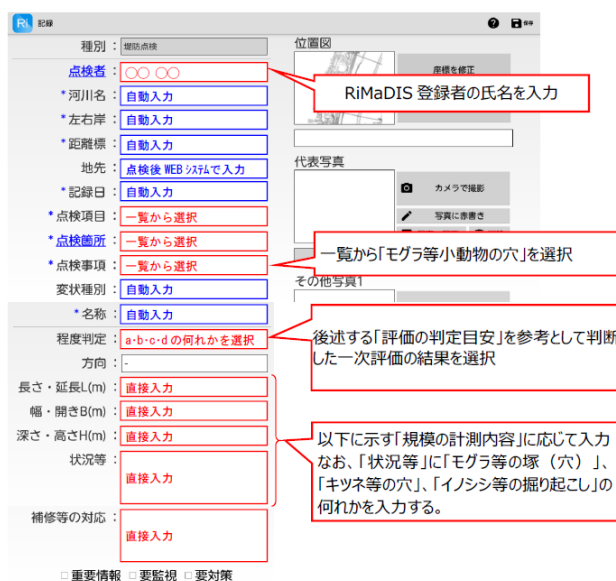


図-9 RiMaDISによる計測記録方法

(3) 点検評価区分（案）

点検・評価要領における判定目安はモグラ塚に関する評価が主体であり、大まかな目安であるため（表-5）、点検者により異なる判定が生じやすい内容となっている。

表-5 点検・評価要領における判定目安

変状種別 評価区分	[8] モグラ等の小動物の穴
a 異常なし	●変状なし
b 要監視段階	●モグラ等小動物の穴が確認できる。
c 予防保全段階	●モグラ等小動物の穴により、穴周辺部が崩壊に進展することが予想される。 ●モグラ塚の場合、塚周辺を歩き、大きく足が沈み込むなど。
d 措置段階	●モグラ等の小動物及びキツネなどの穴に起因して「亀裂、陥没や不陸、法崩れ、沈下の形状の変化」が現れ堤防機能に支障が生じている。又は穴が堤体深く掘られ、堤防機能に支障が生じる恐れがある。

巣穴等は要因動物によって種類や規模が異なり、土堤に及ぼす影響や対策工法が異なることを踏まえ、3タイプに区分した要因動物種別の判定目安により一次評価を実施することを提案した。

a) モグラ

堤防にモグラ等によるトンネルが存在する場合、表層の空洞化による弱体化によって陥没・法崩れに進展する可能性が高まる。したがって、モグラ等の塚（穴）の一次評価は、トンネルによる堤防表層の緩みの度合いと連続性に着目して実施する（表-6）。

表-6 一次評価判定目安（モグラ等の塚（穴））（案）

評価区分	状態	備考
a. 異常なし	変状なし（モグラ等の塚（穴）が確認できるが、周辺に踏み込みによる沈み込みが確認できない状態を含む）	
b. 要監視段階	モグラ等の塚（穴）周辺で、踏み込みによる沈み込みがあるが、連続して塚（穴）同士をつないでいない状態 モグラ等の塚（穴）周辺で、踏み込みによる沈み込みがあり、連続して塚（穴）同士をつないでいるが、沈み込みが浅い（5cm程度）状態 L：規定なし H：規定なし	
c. 予防保全段階	モグラ等の塚（穴）周辺で、踏み込みによる深い沈み込み（10cm程度）があり、連続して塚（穴）同士をつないでいる状態 モグラ等の塚（穴）が雨水や流水によって侵食（深さ20cm以上）を受けている状態 L：規定なし H：規定なし	
d. 措置段階	モグラ等の塚（穴）が陥没し、雨水や流水によって侵食が進み、法崩れが発生した状態	

b) キツネ

キツネ等の穴の一次評価は、巣穴の特徴、雨水や河川水の堤体への浸透及び堤体強度への影響に留意し、穴の深さに着目して実施する（表-7）。

表-7 一次評価判定目安（キツネ等の穴）（案）

評価区分	状 態	事例写真
a. 異常なし	－	－
b. 要監視 段階	深さが 10cm 以上 50cm 未満の穴が掘られている状態 L：－ B：20cm 以上 H：10cm 以上 50cm 未満	
c. 予防 保全 段階	深さ 50cm 以上の穴が掘られている状態 L：－ B：20cm 以上 H：50cm 以上	
d. 措置段階	穴が雨水や流水により侵食を受け、陥没した状態	

c) イノシシ

イノシシ等の掘り起こしの一次評価は、雨水の堤体への浸透及び堤体の侵食に留意し、掘り起こしによる緩みの厚さも含めた深さに着目して実施する（表-8）。

表-8 一次評価判定目安（イノシシ等の掘り起こし）（案）

評価区分	状 態	事例写真
a. 異常なし	－	－
b. 要監視 段階	緩みの厚さを含め、深さ 30cm 未満の掘り起こしが確認できる状態 L：規定なし B：規定なし H：30cm 未満	
c. 予防 保全 段階	緩みの厚さを含め、深さ 30cm 以上の掘り起こしが確認できる状態 L：規定なし B：規定なし H：30cm 以上	
d. 措置段階	イノシシ等の掘り起こしが雨水や流水により侵食を受け、法崩れが発生した状態	

5. 応急補修対策及び再発防止対策の検討

(1) 応急補修対策

モニタリング調査結果を踏まえ、評価区分、要因動物に応じた応急補修対策（案）をとりまとめた（表-9）。

補修対策は、各要因動物の生態特性を考慮した効果的な時期に実施することが望ましい。例えば、キツネは巣穴利用に季節性があり、夏～冬期（8月～12月頃）に掘削し、同じ穴を引き継いで使用するため、巣穴形成や拡大を未然に防ぐためには、夏～初冬期の対策が望ましい。

表-9 応急補修対策 概要

要因生物 評価区分	モグラ等の塚（穴）	キツネ等の穴	イノシシ等の掘り起こし
b：要監視段階	①踏み込み等による締め固め		
	②土のう等による閉塞・埋め戻し	②土のう等による閉塞・埋め戻し	②土のう等による閉塞・埋め戻し
		③上記②＋わら芝（又は、張芝）	③上記②＋わら芝（又は、張芝）
c：予防保全段階 d：措置段階	①掘削＋盛土＋張芝（改良芝）	①掘削＋盛土＋張芝（改良芝）	①掘削＋盛土＋張芝（改良芝）
		②上記①＋保護シート等の敷設	②上記①＋保護シート等の敷設

(2) 再発防止策の検討

河川堤防における小動物等の被害のうち、特に移動範囲の広いキツネやイノシシ等の再発防止策として、除草・清掃の実施や緩衝帯の整備等の周辺整備対策の実施が挙げられる。



図-10 再発防止対策例（緩衝帯の整備）

6. 手引き（案）

以上の検討結果を基に、河川堤防における小動物等の巣穴被害の発生防止、堤防への影響最小化に向けて、①早期発見・最小化、②効果的な補修、③予防保全の推進、及び④点検・巡視・記録の平準化・高度化を図ることを目的とした「河川堤防における小動物被害の点検・評価・対策の手引き（案）」を作成した（図-11）。



図-11 手引き（案）の目的イメージ

手引き（案）の構成は以下に示す通りである（図-12, 13）。

目次	概要
はじめに	手引き作成の背景、目的等を記載
第1章、総則	手引き(案)の目的、適用範囲を記載
1.1 目的	被害の①早期発見・最小化、②効果的な補修、③予防保全の推進、④点検・巡視・記録の平準化・高度化を図る
1.2 適用範囲	中国地方整備局管内の河川堤防のうち、土堤部（表法面、裏法面、小段、裏法尻）
第2章、河川堤防における被害実態	河川堤防における小動物による被害実態・要因生物
2.1 点検・巡視と被害実態	要因生物別被害率と被害件数
2.2 要因生物の生態特性と影響	要因生物の生態特性と堤防への影響
第3章、【点検記録・評価編】	点検記録方法及び評価方法
3.1 点検	点検記録方法（計測方法・撮影方法等）
3.2 評価	要因生物別 一次評価の判定目安
3.3 経過観察	対策実施箇所・自然回復箇所における経過観察方法
第4章、【対策編】	補修対策及び予防保全対策内容、対策情報の記録方法
4.1 補修対策	要因生物別・評価別の補修対策内容
4.2 予防保全対策	予防保全対策内容
4.3 対策情報の保存・蓄積	対策情報の記録方法
第5章、地域連携対策	地域連携対策内容
5.1 地域連携対策の概要	地域連携対策の概要
5.2 地域連携対策一覧	地域連携対策一覧

図-12 手引き（案）各章の構成

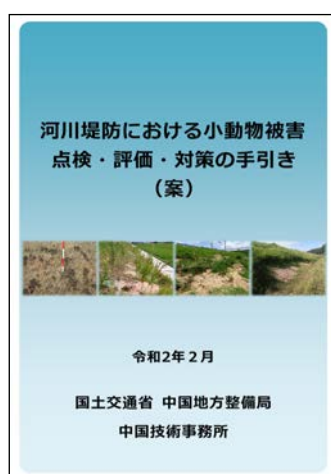


図-13 手引き（案）表紙

7. 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。

(1) 手引き（案）の試行によるデータ蓄積

作成した「河川堤防における小動物被害 点検・評価・対策の手引き(案)」は、効率的・効果的な小動物被害対策とその予防保全に向け、河川管理における点検・評価手法の改善及び統一化を図るものである。したがって、管内各河川事務所・出張所において試行的な運用を

推進し、データの蓄積を図ることが必要不可欠である。本格運用に向けてのロードマップ（案）を下記に示す。

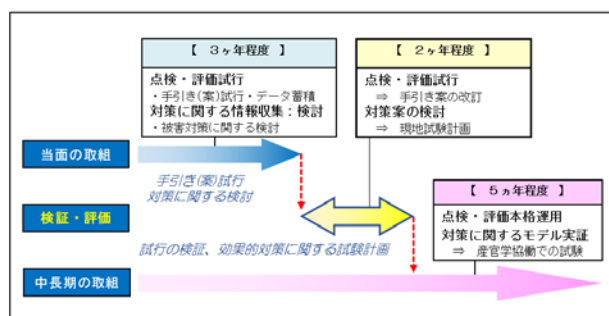


図-13 本格運用に向けてのロードマップ（案）

(2) 手引き（案）の改訂

上記（1）の試行によりデータ蓄積を図り、点検・評価手法の確立や再発防止技術の向上等があった場合は手引き（案）の改訂を行っていく。

謝辞：本稿を進めるにあたり、岡山大学竹下祐二教授、富山大学横畑泰志教授、山口大学細井栄嗣准教授、麻布大学塚田英晴准教授には、貴重なご意見等を頂きました。また、中国地方整備局岡山河川事務所、福山河川国道事務所、山口河川国道事務所、出雲河川事務所、及び三次河川国道事務所の各担当者の方々には、多大なご協力を頂きました。ここに謹んで感謝の意を表し、厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課：堤防等河川管理施設及び河道の点検・評価要領、平成 31 年 4 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・評価要領 参考資料、平成 31 年 4 月
- 3) 田島憲一、鈴木克尚、平田真二、倉島慶太：動物の巣穴・掘り起こしに関する種ごとの特徴と影響度を考慮した河川堤防の点検・評価手法、河川技術論文集、第 25 巻、2019 年 6 月
- 4) 村瀬勝彦、野坂正、佐藤博志、野中裕二、亀山直幸、川原輝久、土井美智子：河川堤防における小動物の巣穴対策について、国土交通省 国土技術研究会資料