

河川総合研究所報告

第19号

平成26年8月

(公財)河川財団
河川総合研究所

はじめに

(財)河川環境管理財団は、公益法人制度改革に伴い平成25年3月21日に内閣総理大臣より公益財団法人として認定され、4月1日付で「公益財団法人 河川財団」として新たな道を歩みはじめました。前身である(財)河川環境管理財団は昭和50年9月に設立され、河川環境の整備・保全や適正利用等に関する総合的な調査研究、河川公園等の管理等のほか、河川愛護の普及啓発や河川美化・緑化事業を行ってまいりましたが、河川財団においても、これまで38年間培ってきた知的財産や人とのつながりを活かし、国土の利用、整備又は保全及び国民の心身の健全な発達を促進し、公共の福祉を増進することを目的として事業を行ってまいります。

平成4年に創設された河川環境総合研究所は河川財団への移行に伴い、河川環境総合研究所の研究第1部～第3部を統合して河川総合研究所として生まれ変わりました。河川総合研究所では引き続き、健全な河川生態系の保全・再生に関する調査研究や健全な水循環の保全再生に関する調査研究、災害を防止するための調査・研究、良好な水辺利用を促進するための調査・研究等について、北海道事務所、名古屋事務所、近畿事務所の地方事務所とも連携して進めてまいります。特に、わが国では高度経済成長期に集中的に整備された社会資本の老朽化が進行して戦略的な維持管理・更新が大きな課題となっていることから、河川における維持管理技術の体系化、基準化、人材育成やデータベースの構築等を含む戦略的河川管理システムの構築に関する調査・研究について、重点的に取り組むこととしています。

本報告は、当財団の調査研究の成果を広く関係の方々に活用していただき、社会還元を図るものであり、河川環境総合研究所における平成24年度の成果をとりまとめたものです。本報告をとりまとめられたのは、国土交通省をはじめ関係各位のご指導、ご支援の賜物であり、ここに厚く御礼申し上げる次第です。

今後、新たな河川総合研究所において、わが国の河川の現状と国民のニーズを十分把握し、社会の要請に的確に応えるべく、一層の努力をしてまいる所存ですので、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26年8月

公益財団法人 河川財団
理事長 関 克己

おことわり

(財)河川環境管理財団は、平成25年4月1日付で公益財団法人河川財団へと移行し、これに伴い河川環境総合研究所は河川総合研究所に名称を変更しました。本報告は、河川環境総合研究所が平成24年度に行った調査・研究成果について河川総合研究所がとりまとめたものです。このため、本号より「河川環境総合研究所報告」の名称を新たに「河川総合研究所報告」とし、「河川環境総合研究所報告」からの連番にて発行いたします。

目 次

1. 河川環境の機構解明に関する研究

- 1) 水制工設置による多様な水生生物の生息環境の創出について 1
: 中西史尚、井上勇樹

2. 「川に学ぶ」社会の実現支援

- 1) 「水教育ガイドライン」策定に関する研究
～子どもたちの感性から理性へ～ 11
: 吉野英夫、三輪準二、山本嘉昭、菅原一成
- 2) 市民等による水質調査結果の活用に関する研究 27
: 菅原一成、山本嘉昭、吉野英夫、江幡禎則
- 3) 河川に関する歴史資料の整理・公開手法に関する研究
～木曾三川下流域治水史年表中間報告～ 37
: 平光文男、小野正雄

3. 流域管理システムの構築

- 1) 生物多様性の豊かな堤防植生を創出させる緑化技術開発 ～第三報～ 55
: 山本嘉昭、中嶋大次郎、山田政雄、吉田高樹、河崎和明
- 2) 鬼怒川における泥岩・沖積粘性土層の河床低下について 65
: 中嶋大次郎、鈴木克尚、山本晃一
- 3) 河川特性に応じた防災施設整備の提案 ～烏川の事例～ 79
: 川畑理恵、原俊彦、河崎和明
- 4) 河川維持管理 DB システムの構築について 96
: 中村彰吾、原俊彦、鈴木克尚
- 5) 河川の維持管理行為の分析・評価及び効果的な周知方法について 104
: 鈴木克尚、吉田高樹
- 6) 現場における効率的・効果的な河川維持管理手法について ～大和川を事例にして～ 111
: 鈴木克尚、吉田高樹、河崎和明

1. 河川環境の機構解明に関する研究

水制工設置による多様な水生生物の 生息環境の創出について

中西史尚* 井上勇樹**

1. はじめに

淀川では、1995年1月17日に発生した阪神・淡路大震災を契機に京都―大阪間の緊急時の物資や人の輸送等の代替手段として舟運の復活が検討されてきた。その中で、枚方大橋付近より上流においては、渇水時に航路に必要な水深及び川幅が不足するなどの課題があった。その対策として、水制工（ケレップ水制）により航路を確保することとし、実施されてきている。

航路を確保する延長は10km以上にわたる為、河岸の生態系等への影響が懸念されている。一方、多様な水生生物の生息環境が創出されることが期待されている。国土交通省淀川河川事務所においては2006年度から2008年度に7基の水制工を試験的に設置して、それらが環境に及ぼす影響や効果、航路確保機能について検証している。本稿では、前島地区の水制工群の設置による多様な水生生物の生息環境の創出について調査・研究を行った。

2. 水制工設置条件と調査内容

水制工の構造は、低水路幅100m、水制工間隔100m、平水時水位からの比高50cmとされた。諸元を図2・1に示す。

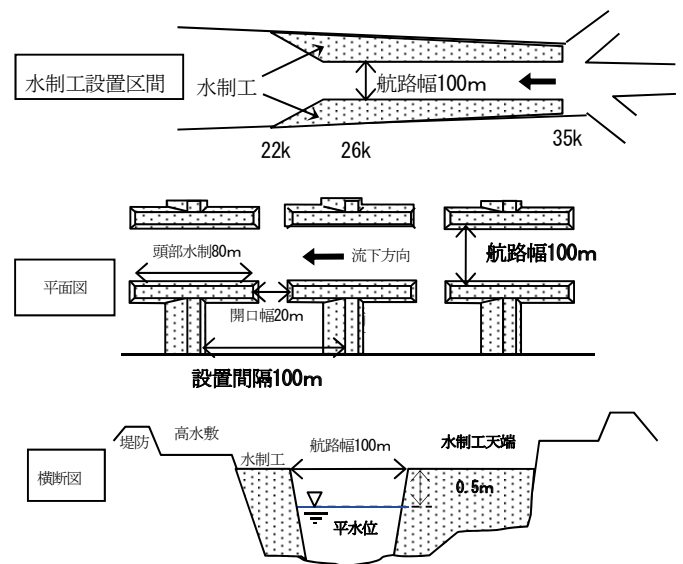


図2・1 航路確保のための水制工の諸元

水制工の設置は表2・1に示すとおり、2007年3月には右岸側1基が施工され、2008年3月および、2009年3月は右岸1基、左岸2基が完成した。

調査は、設置前が生態環境及び物理環境調査を2ヶ年、2006（平成18）年度、2007（平成19）年度にわたり実施し、設置後のモニタリングは2010（平成22）年度に1ヶ年実施している。

調査位置図を図2・2、図2・3に示す。図2・2は設置前から1基設置後、図2・3は3基設置後である。

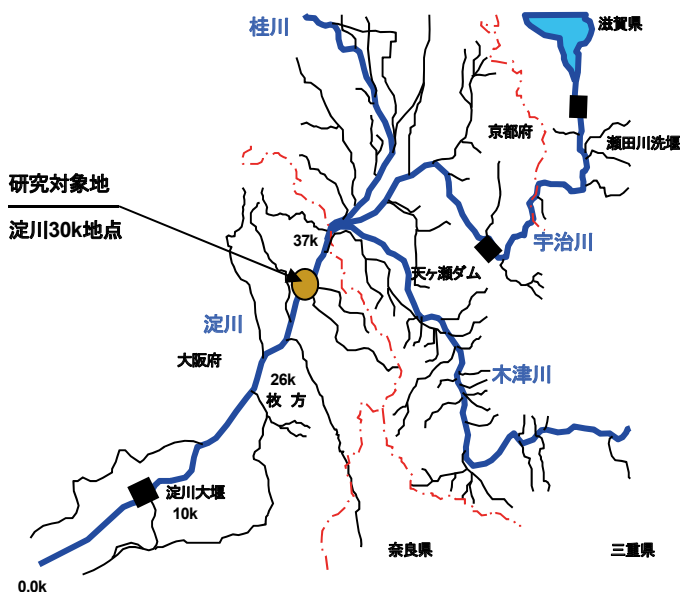


図1・1 淀川水系と研究対象地

*（公財）河川財団 近畿事務所 上席研究員

**（公財）河川財団 近畿事務所 研究員

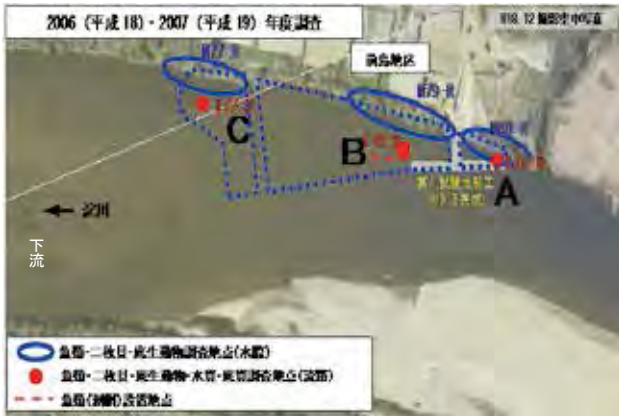


図 2-2 試験水制工の設置前から 1 基設置後



図 2-3 試験水制工の設置後

表 2-1 試験水制工の設置図

	2006	2007	2008	2009	2010
水制工		右岸1基	右岸1基 左岸2基	右岸1基 左岸2基	
調査	事前調査	事前調査			事後調査

3. 物理環境と生態環境の関係考察

3.1 水制工の有無と在来魚類との関係

表 3-1 に水制工の設置前、設置中及び設置後の魚類捕獲調査による魚類相の変化を示す。魚類個体数は調査地点 (A, B, C) の合計値である。各調査は夏季、秋季の 2 季実施されたものである。

表 3-1 前島地区における水制工が設置される前後の魚類相の変化

在来魚

No.	目名	科名	和名	流れ					捕獲個体数			重要種		
				淀み	ほぼ淀み	弱い流れ	流れている	やや強い流れ	2006 (H18) 年度	2007 (H19) 年度	2010 (H22) 年度	環境省 RL	大阪府 RDB	京都府 RDB
				1	2	3	4	5	水制なし	水制1基	水制3基			
1	コイ目	コイ科	コイ							4	1			
2			フナ属							5	5			
3			カネヒラ							5	5	要注目	絶滅寸前	
4			オイカブ						27	4	62			
5			モツゴ							7	3			絶滅危惧II類
6			ムギツク											要注目
7			カマツカ						9	11	54			
8			ニゴイ属							11	22			
9			スゴモロコ属						108	24	8			絶滅危惧II類
10			ドジョウ								5			要注目
11	ドジョウ科		カシマドジョウ中型種						1	2	2	準絶滅危惧	準絶滅危惧	
12	ナマズ目	ナマズ科	ナマズ						1	2	2			
13	サズキ目	アユ科	アユ								1			
14	スズキ目	ドン科	ドン						3	13	6			要注目
15	ハゼ科	カワアナゴ	カワアナゴ							4	1			情報不足
16		ウキゴリ	ウキゴリ							4	1			絶滅危惧II類
17		ゴクラクハゼ	ゴクラクハゼ							1				絶滅危惧I類
18		トウヨシノボリ(種不詳)	トウヨシノボリ							4				絶滅危惧I類
19		カワヨシノボリ	カワヨシノボリ							4	1			要注目
20	計	種数合計	種数合計						7	11	15			
21			淀みを好む魚類 種数	2	3	5								
22	どちらとも生息魚 種数	4	6	5										
23	流れを好む魚類 種数	0	0	3										
24	その他魚類 種数	1	2	2										

外来魚 (国内外来魚を含む)

No.	目名	科名	和名	流れ					捕獲個体数			外来種カテゴリー	
				淀み	ほぼ淀み	弱い流れ	流れている	やや強い流れ	2006 (H18) 年度	2007 (H19) 年度	2010 (H22) 年度	環境省	淀川河川事務所管内侵略的外来種ワースト100 (2011.7)
				1	2	3	4	5	水制なし	水制1基	水制3基		
1	カダヤシ目	カダヤシ科	カダヤシ							14	16	特定	影響甚大
2	タウナギ目	タウナギ科	タウナギ						1	4	3		
3	スズキ目	サンフィッシュ科	ブルーギル						5	18	83	特定	影響甚大
4	ハゼ科	オオクチバス	オオクチバス						26	42	35	特定	影響甚大
5		スマチヂブ	スマチヂブ						38	16	4		要注目
6	計	種数合計	種数合計						4	5	5		
7			淀みを好む魚類 種数	2	3	3							
8			どちらとも生息魚 種数	2	2	2							
9			流れを好む魚類 種数	0	0	0							
10			その他魚類 種数	0	0	0							

※調査方法：2006年 三枚網、投網、タモ網
2007年 地曳網(投網、タモ網)セルビン、刺し網
2010年 地曳網、投網、タモ網、刺し網

図 3-1 に在来魚類の総種数および流れの選好性毎の種数の経年変化を示す。水制工の基数が増えるにつれて在来魚の総種数が増加している傾向がみられる。

水制工設置前の 2006 (平成 18) 年度と水制工 3 基設置後の 2010 (平成 22) 年度を比較すると、設置後では、流れを好む魚類が 3 種新たに確認され、また淀みを好む魚類が 3 種、どちらとも生息する魚類が 1 種増加した。魚類の種別をみると、淀みを好むカネヒラ、ドジョウ、流れを好むアユ、カワヨシノボリ、ムギツク、その他のカワアナゴが新たに確認された。一方で設置後に確認されなかった種は、どちらにも生息するトウヨシノボリ、淀みを好むスジシマドジョウ中型種、ウキゴリ、その他のゴクラクハゼの 4 種である。

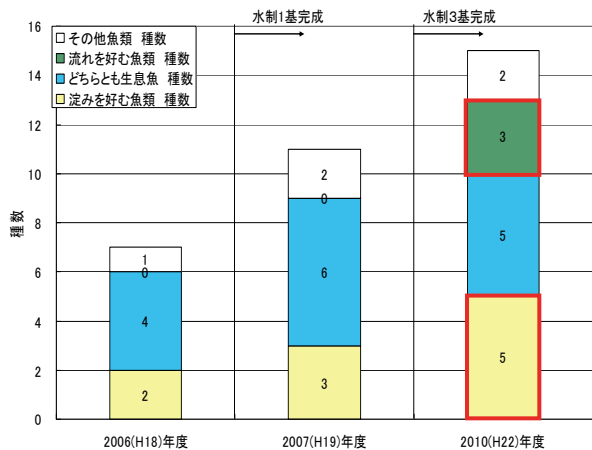


図 3-1 前島地区の在来魚類の総種数及び流れの好適性別魚類種数の経年変化

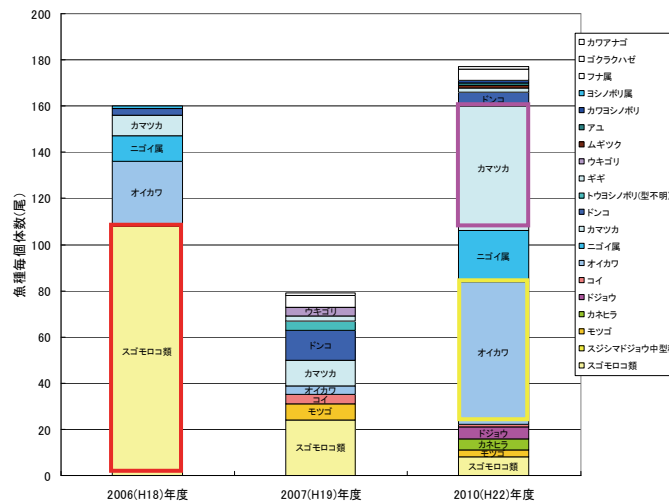


図 3-3 前島地区の在来魚類の種別個体数の経年変化

次に、在来魚類の構成種の割合と確認個体数をみると、水制工設置前の2006（平成18）年度には第1位スゴモロコ属、第2位オイカワで80%以上を占めていたが、水制1基が設置された2007年（平成19）年度には個体数総数が少なくなるとともに、淀んだ流れを好む種の個体数合計が減少した。また、水制工3基が完成した後の2010（平成22）年度には優占種が変わり、第1位オイカワ、第2位カマツカとなり、それらの2種が占める割合は60%となった。また、残りをその他の魚類で占める状況となり、多様な魚類でこの地区の環境を占めることとなった。（図3-2、図3-3参照）

以上のことから、水制工の設置により前島地区の在来魚類相が多様化していると考えられる。

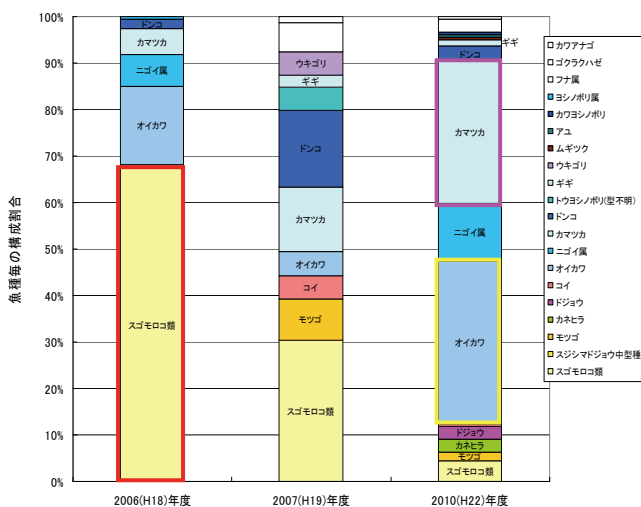


図 3-2 前島地区の在来魚類の構成種割合の経年変化

3.2 魚類と地形、底質との関係

魚類調査については、先に述べた全体的結果を、場所別、季節別に整理し、場所毎の微地形との関係について調べた。図3-4に場所別の水制工設置前後の魚種の変化を示す。

調査位置と在来魚類種数との関係においては、水制工が3基完成した後の2010（平成22）年においてB地区（ワンド地形）の魚種が多い結果となっている。

個体数では、2010（平成22）年夏はB地区が多くみられ、秋には下流側のC地区が多くみられた。

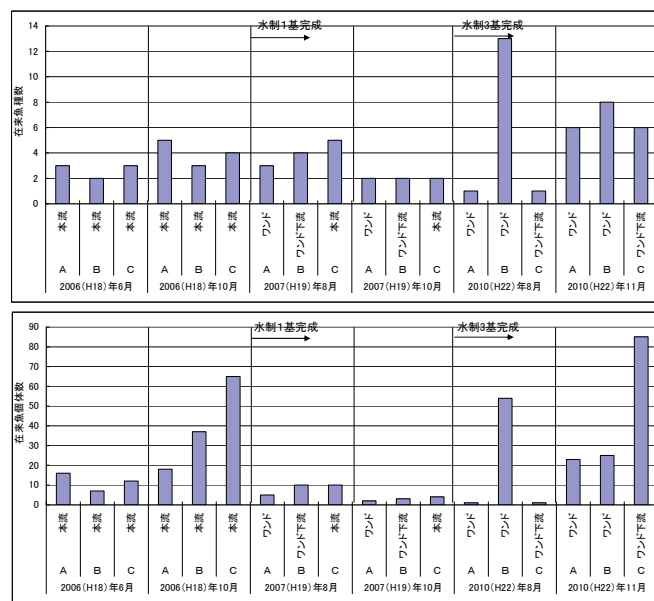


図 3-4 水制工設置前後の場所別の魚種の変化

次に、図 3-5 に水制工設置前後の場所別の底質材料の構成割合の変化を示す。水制工の下流部や水制工間（ワンド）については、礫、砂及びシルト・粘土の割合が変化し、水制設置前の 2006（平成 18）年度に砂、シルトを併せて 30%程度であった河床が水制 3 基設置後の 2010（平成 22）年度には 60%前後に増加し、比較的細粒分が堆積する傾向が示された。しかし、魚類種数が増加した 2010 年 8 月においては底質の変化がほとんどないため、ワンドの底質の変化と魚類数については明確な関係を見いだせなかった。むしろ、地形がワンド状となったことで、流速など流れの条件や河岸基質が変化したことによる影響も考えられる。

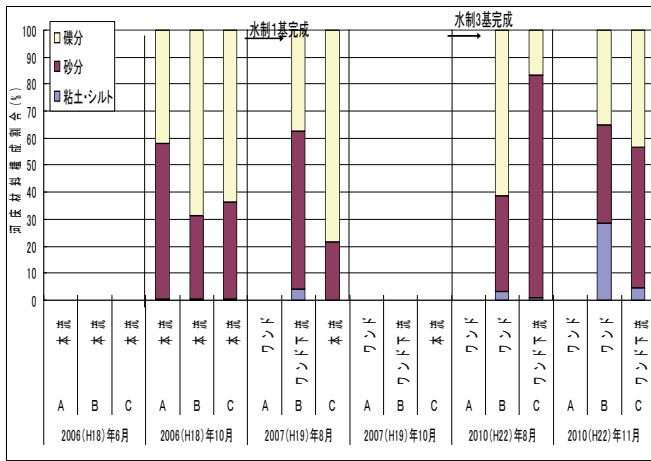


図 3-5 水制工設置前後の場所別の底質材料の構成割合の変化

次に、代表粒径と在来魚類の種数および個体数との関係を見た。図 3-6 に示すようにばらつきがあり、代表粒径と在来魚類の種数との関係性は見られなかった。

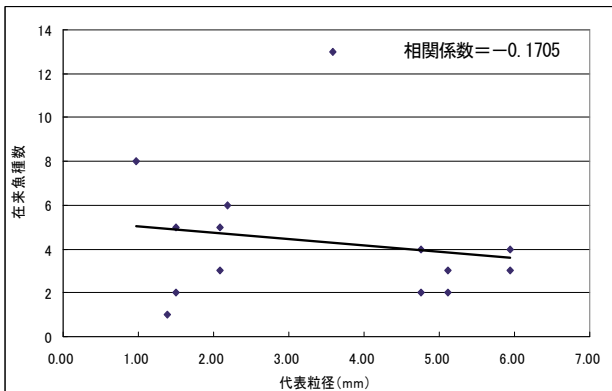


図 3-6 代表粒径と在来魚種数との関係

図 3-7 に在来魚類個体数と代表粒径との関係を見た。粒径の大きさに関係なくばらつきがあり、粒径と在来魚類との関係は見いだせなかった。強熱減量についても同様で図 3-8 に示すとおり関係性が見られるほどの傾向は得られなかった。

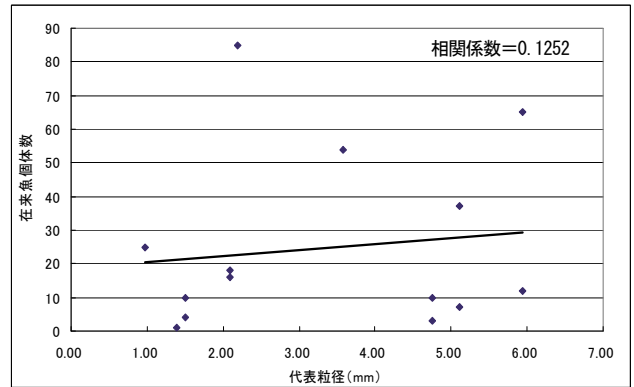


図 3-7 代表粒径と在来魚個体数との関係

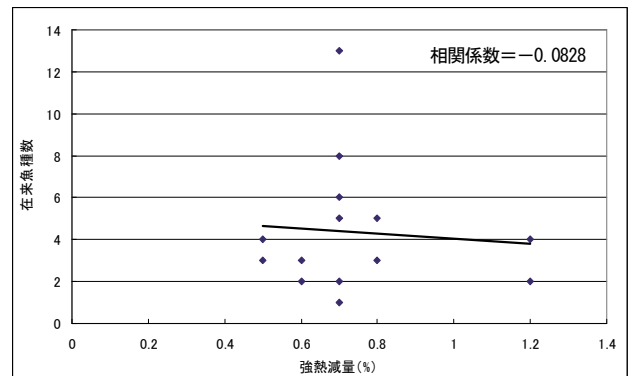


図 3-8 強熱減量と在来魚種数との関係

次に外来魚と底質の関係について整理した。

図 3-9 に示すように代表粒径の大きさと外来魚の個体数をみると、関係性が見られるほどの傾向は得られなかった。

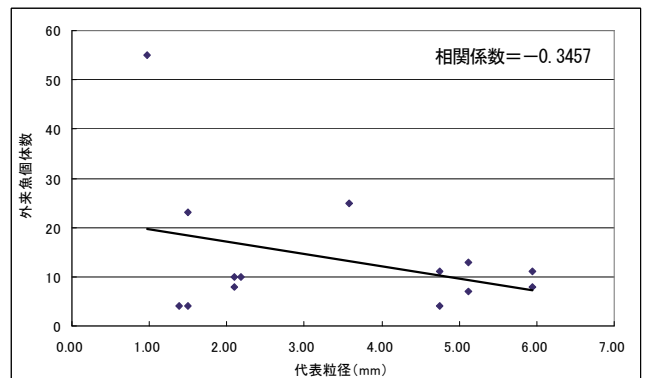


図 3-9 代表粒径と外来魚個体数との関係

また、細粒分（シルト・粘土分）の堆積が顕著であった場所において外来魚個体数が多かった。事例が少ないこともあり今後もデータの集積を図り、環境要因との相関性を分析していくことが重要である。

図 3・10 に粒度比率と外来魚個体数との関係を示す。一見、相関が高いように見えるが、グループ性のない一点を除いてみると相関性は殆ど見られなかった。

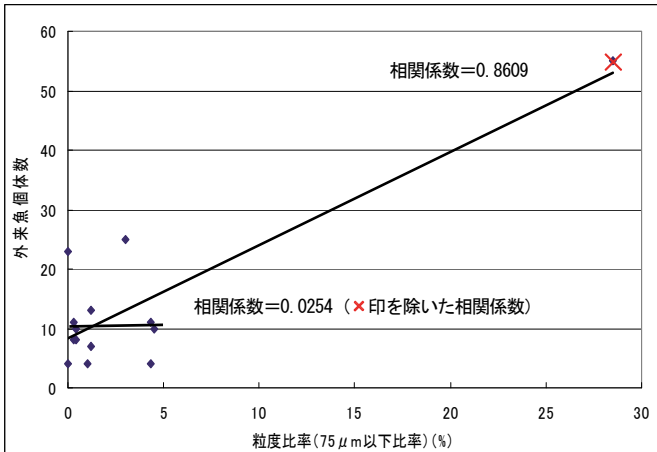


図 3・10 粒度比率（75 μm）と外来魚個体数との関係

3.3 水制工の有無と底生生物との関係

底生生物について、水制工設置前後の確認種について設置前の 2006（平成 18）年度、1 基設置後の 2007（平成 19）年度、3 基設置後の 2010（平成 22）年度の調査結果を表 3・2 に整理した。3 年間で 45 科 92 種の底生生物が確認された。設置前の 2006（平成 18）年度は 44 種、1 基完成後の 2007（平成 19）年度は 59 種、3 基完成後の 2010（平成 22）年度は 47 種であった。また、確認された底生生物を分類すると生活型および摂食型に整理したものが表 3・3 である。

生活型は、生息場所や河床構造、流れ環境条件と適応した体型や生活様式を反映した類型であり、摂食型は、餌の種類と摂餌方法による類型である。

各年度の確認種について生活型の分類毎の種数および種構成の変化をみると、図 3・11、図 3・12 に示すとおり、2006（平成 18）年度、2007（平成 19）年度ともに造巣掘潜型および匍匐（ほふく）型が優占しているのに対し、設置後の 2010（平成 22）年度においては、それらよりも自由掘潜型が優占型となっていることがわかる。

表 3・2 3 年における前島地区の底生生物確認種一覧

No.	綱	目	科	和名	生活型	摂食型	H18	H19	H22
1	ウズムシ	ウズムシ	サンカクアタマウズムシ科	ナミウズムシ	粘液匍匐型		0		
2				ナミウズムシ属	粘液匍匐型			0	
-				サンカクアタマウズムシ科	粘液匍匐型				0
-				ウズムシ目的一種	粘液匍匐型		0		
-				ウズムシ属の一種	粘液匍匐型		0		
3	磯足	モリアガイ	カワコザラガイ	カワコザラガイ	粘液匍匐型			0	
4			サカマキガイ	サカマキガイ	粘液匍匐型				0
5	圓形維管目	タニシ科	ヒメタニシ	ヒメタニシ	粘液匍匐型				0
6	二枚貝	イガイ	イガイ	カワヒバガイ	固着型		0	0	0
7		イシガイ	イシガイ	イシガイ	自由掘潜型				0
8				ドブガイ	自由掘潜型				0
9		ハマグリ	シジミ	マシジミ属	造巣掘潜型		0	0	0
10	ミズ	オヨギミズ	オヨギミズ	オヨギミズ科	自由掘潜型		0	0	0
11		ナガミズ	ミズミズ	ヤドリミズミズ属	自由掘潜型		0		
12				ミツゲミズミズ	自由掘潜型			0	
13				ヨコレミズミズ属	自由掘潜型			0	
-				ミズミズ科	自由掘潜型	採集食者	0	0	0
14				Limnodrilus属	自由掘潜型				0
15			イトミズ	エラムミズ	自由掘潜型			0	
16	ヒル	ウオビル	グロンフォニ	ヌマビル	匍匐型			0	
17				アタマビル	寄生型		0	0	
18	蝦	イシビル	イシビル科	イシビル	匍匐型		0		
19	甲殻	フナジムシ	ミズムシ	ミズムシ	匍匐型	採集食者	0	0	0
20		コエビ	キタヨコエビ	オオエソコエビ属	匍匐型				0
21				ナリタコエビ	匍匐型				0
22				マミズコエビ	フロリダマミズコエビ	匍匐型	0	0	0
23		エビ	テナガエビ	テナガエビ	匍匐型		0	0	0
24				スジエビ	匍匐型		0	0	0
25				ヌマエビ	ミナヌマエビ	匍匐型	0	0	0
26				イワガニ	モクスガニ	匍匐型	採集食者	0	
27				アメリカザリガニ	アメリカザリガニ	匍匐型			0
28	昆虫	カゲロウ	コカゲロウ	フタモンコカゲロウ	遊泳型		0		
29				ウスイロフトヒゲコカゲロウ	遊泳型			0	
30				クロフトヒゲコカゲロウ	遊泳型			0	
31				Dコカゲロウ	遊泳型		0	0	
32				Hコカゲロウ	遊泳型	摘取食者	0	0	
33				ミツオシカオフトハコカゲロウ	遊泳型	採集食者	0		
34				フタオカゲロウ	フタオカゲロウ属	遊泳型			0
35				トビイロカゲロウ	ヒメトビイロカゲロウ	匍匐型	採集食者	0	0
36				マダラカゲロウ	シリナガマダラカゲロウ	匍匐型			0
37					エラブタマダラカゲロウ	匍匐型		0	0
38					アカマダラカゲロウ	匍匐型	捕食者	0	0
39				ヒメシロカゲロウ	ヒメシロカゲロウ属	匍匐型		0	0
40			モンカゲロウ科	トウヨウモンカゲロウ	自由掘潜型				0
-									0
41			イトンボ	イトンボ科	遊泳型				0
42				Paracercion属	遊泳型				0
43			カワトンボ	アオハダトンボ属	匍匐型		0	0	0
44				ハダトンボ	匍匐型	捕食者	0		
45			サナエトンボ	ダビドサナエ属	自由掘潜型	捕食者			0
46				ホンサナエ	自由掘潜型			0	0
47				アオサナエ	自由掘潜型				0
48				オナガサナエ	自由掘潜型		0	0	
49				コオニヤンマ	自由掘潜型		0	0	
50				サナエトンボ科	自由掘潜型				0
51			エトトンボ	キイロヤマトンボ	自由掘潜型				0
52				コヤマトンボ	自由掘潜型		0	0	
53				オオヤマトンボ	自由掘潜型				0
54			トンボ	シオカラトンボ	自由掘潜型				0
55				コシアキトンボ	自由掘潜型				0
-				トンボ科	自由掘潜型				0

No.	綱	目	科	和名	生活型	摂食型	H18	H19	H22
54	カワゲラ	クワカワゲラ	クワカワゲラ科	クワカワゲラ	匍匐型	-		○	
55		アミメカワゲラ	クサカワゲラ属	クサカワゲラ	匍匐型	-		○	
56	カメシ	アメンボ	アメンボ科	アメンボ	遊泳型			○	○
57		ミズムシ	クロチビミズムシ	クロチビミズムシ	遊泳型				○
58			チビミズムシ属	チビミズムシ	遊泳型			○	
59	トビケラ	クダトビケラ	クダトビケラ属	クダトビケラ	携葉型		○	○	
60		ヤマトビケラ	ケシヤマトビケラ属	ケシヤマトビケラ	携葉型		○	○	
61		ヒメトビケラ	ヒメトビケラ属	ヒメトビケラ	携葉型		○	○	
62		シマトビケラ	コガタシマトビケラ属	コガタシマトビケラ	造網型		○	○	○
63			オオシマトビケラ	オオシマトビケラ	造網型	濾過食者	○	○	
64	ハエ	ガガンボ	ガガンボ属	ガガンボ	自由掘潜型			○	
65			ウスバガガンボ属	ウスバガガンボ	自由掘潜型			○	
66		ユスリカ	オオヌスリカ属	オオヌスリカ	造巢掘潜型	捕食者		○	
67			サワユスリカ属	サワユスリカ	造巢掘潜型	採集食者		○	
68			ツヤユスリカ属	ツヤユスリカ	造巢掘潜型	採集食者		○	
69			ヌカユスリカ属	ヌカユスリカ	造巢掘潜型	採集食者	○		○
70			エリユスリカ亜科	エリユスリカ	造巢掘潜型	採集食者	○	○	○
71			ユスリカ属	ユスリカ	造巢掘潜型	採集食者			○
72			ツヤムネユスリカ属	ツヤムネユスリカ	造巢掘潜型	濾過食者	○	○	
73			ハモニユスリカ属	ハモニユスリカ	造巢掘潜型	濾過食者	○	○	○
74			ナガレユスリカ属	ナガレユスリカ	造巢掘潜型	濾過食者		○	
75			ヒゲユスリカ属	ヒゲユスリカ	造巢掘潜型	濾過食者		○	○
76			モンユスリカ亜科	モンユスリカ	造巢掘潜型		○	○	
77			フユスリカ属	フユスリカ	造巢掘潜型			○	
78			ニセテムマクエリユスリカ属	ニセテムマクエリユスリカ	造巢掘潜型			○	
79			Orthocladus属	Orthocladus	造巢掘潜型				○
80			エダゲヒゲユスリカ属	エダゲヒゲユスリカ	造巢掘潜型		○	○	○
81			カマガタユスリカ属	カマガタユスリカ	造巢掘潜型			○	
82			スジカマガタユスリカ属	スジカマガタユスリカ	造巢掘潜型			○	
83			カワリユスリカ属	カワリユスリカ	造巢掘潜型			○	
84			アシマダユスリカ属	アシマダユスリカ	造巢掘潜型			○	○
85			コナユスリカ属	コナユスリカ	造巢掘潜型		○		
86			ユスリカ亜科	ユスリカ	造巢掘潜型		○	○	
87		オドリバエ	オドリバエ科	オドリバエ	-			○	
88		ハエ目	ハエ目	ハエ目	-			○	
89	コウチュウ	ゲンゴロウ	キベリマゲンゴロウ	キベリマゲンゴロウ	遊泳型				○
90		ヒメドロムシ	ヒメドロムシ亜科	ヒメドロムシ	匍匐型		○	○	
91		ヒラドロムシ	マルヒラドロムシ属	マルヒラドロムシ	匍匐型			○	
92	コナメシ	コナメシ	コナメシ	コナメシ	遊泳型		○		
92	コナメシ	コナメシ	コナメシ	コナメシ	固着型		○		
合計 8綱20目45科92種					種類数合計		44	59	47

注) 種名及び学名の表記, 配列については, 「河川水辺の国勢調査生物リスト [平成 17 年度 河川・ダム湖統一版]」(財)ダム水資源地環境整備センター) に準拠した。

生活型および摂食型については(「底生動物の生活型と摂食型機能による河川生態系評価」竹門康弘(2005)), ダムと環境の科学 I 池淵周一編著を参考に以下の型に分類, 集計した。

表 3-3 底生動物の生活型と摂食型による分類

生活型分類	生活型	説明
遊泳型	移動の際に主として遊泳しながら動く底生動物群	
固着型	強い吸着器官または鈎着器官をもって他物に固着している底生動物群	
造網型	分泌糸を用いて捕獲網を作る底生動物群	
滑行型	特に頭において河床表面を素早く移動する底生動物群	
粘液匍匐型	繊毛や粘液で這うように移動する底生動物群	
匍匐型	河床など脚で匍匐して移動する底生動物群	
携葉型	葉に入って生活する底生動物群	
滑行掘潜型	はまり石や載り石の砂底との隙間に入り込み石表面と隙間で生活する底生動物群	
自由掘潜型	砂または泥の中に潜って生活する底生動物群	
造巢掘潜型	細かい砂や泥、あるいは付着層の内部に分泌糸を巻き付けて巣を作り生活する底生動物群	
摂食型分類	摂食型	説明
刈取食者	主に付着藻類を刈り取って食べる方法で栄養を得ている主に付着藻類を刈り取って食べる方法で栄養を得ている	
収集食者	堆積した微細粒状有機物等を集める方法で栄養を得ている	
破砕食者	リター(落ち葉)などを破砕して食べる方法で栄養を得ている	
捕食者	他の動物を食する	
濾過食者	流れてくる有機物を網や体毛などで濾過する方法で栄養を得ている	

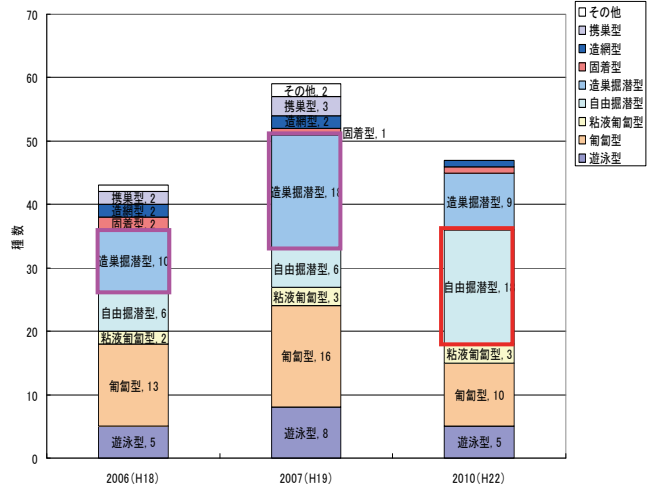


図 3-11 底生動物の全体種数および生活型別の種数の経年変化

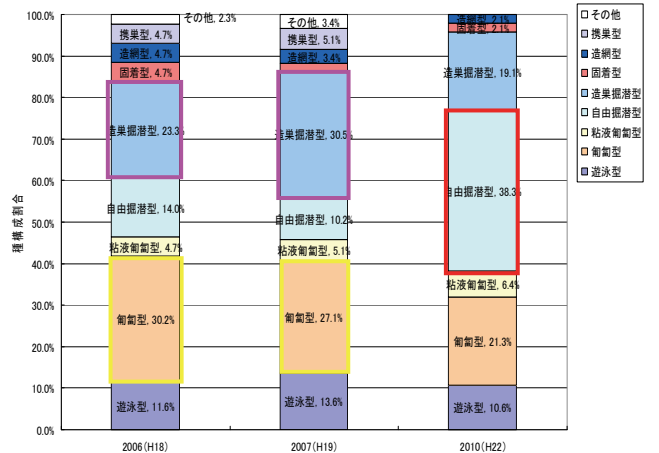


図 3-12 底生動物の全体種数および生活型別の種数の経年変化

次に, 水制工設置前のみ(1 基設置後を含む)で確認された種, 設置後のみで確認された種, その両方で確認された種に分けて整理し, さらに生活型毎での割合を整理した。

表 3-4 に水制工設置前後ともに確認された 16 科 27 種を示す。表 3-5 に設置前のみ(1 基設置後を含む)で確認された 24 科 52 種を示す。設置後新たに確認された種は表 3-6 に示すように, 13 科 19 種と少なかった。生活型毎に分類した内訳をみると, 図 3-13, 図 3-14 及び表 3-5 に示すように, 水制工設置前のみ(1 基設置後を含む)の構成はユスリカ科が多く占める造巢掘潜型およびカゲロウ目やカワゲラ目などの匍匐型が多くを占めた。

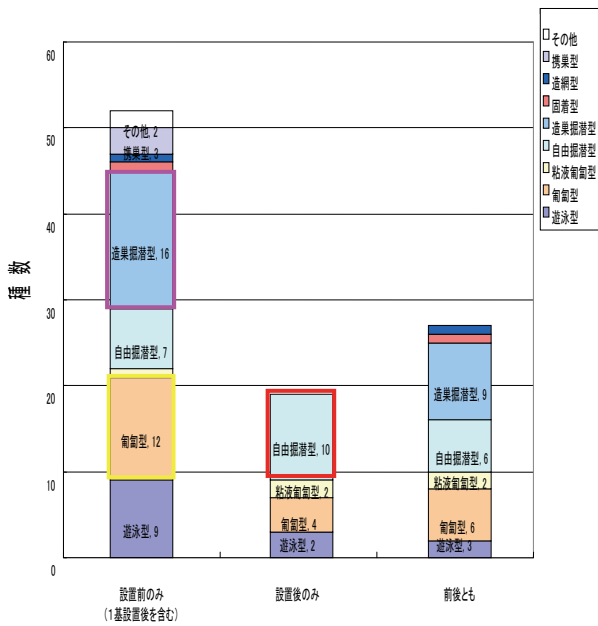


図 3-13 水制工設置前後の底生生物の全体種数および生活型別の種数の変化

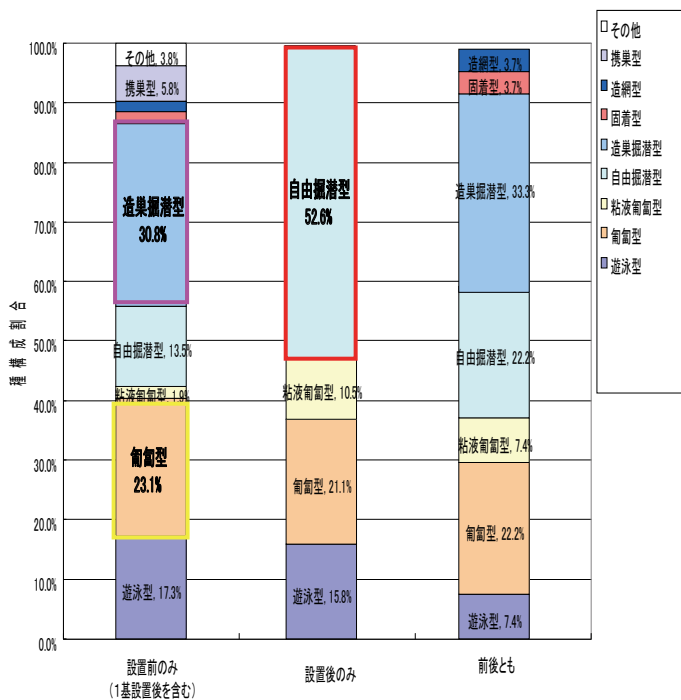


図 3-14 水制工設置前後の底生生物の生活型別の種数構成割合の変化

4. まとめ

本調査・研究は、前島地区において水制工の試験施工にあたり、水制工設置前後の環境を比較することにより、当地域近の環境の特性を整理した。設置後の調査は1年後の結果のみであったが、設置前と比較し、魚類、底生生物相に変化がみられ、その結果から次の傾向がうかがえた。

- ◆ 本流部に水制工を設置することによって、生物相にとってより良い環境が得られました。在来魚類種数も増えている。流れと淀み（ワンド）の両方に生息する種の個体割合が増加し、加えて流水を好む種も確認された。

水制工を設置することで多様な流れ環境になり、魚類相豊かな水域を創出することができる。

- ◆ 本流部に水制工を設置することによって、ワンドやその下流の底質粒径は礫・砂から、砂・シルト・粘土に変化し、相対的に小さくなる傾向にある。

水制工によって、新たな底質粒径の環境を創出し、底質の多様化をもたらすことができる。

- ◆ 水制工設置によってできたワンドやその下流においては、上述のような底質になることから、イシガイ科の二枚貝やサナエトンボ科などの自由掘潜型の底生生物が増加する傾向がある。

イシガイ科二枚貝は、タナゴ類の産卵母貝であることから、タナゴ類の生息場としての効果が期待できる。

5. 課題

本調査・研究は、舟運の為に航路確保のために水制工を試験的に前島地区に設置した。そこには、河川環境から見た良好な生態系が生成される副次効果が期待されていた。そこで、今後実施される水制工において、生態系から見た良好な環境を生成するための一助とすることを目的に調査・研究を実施した。

その結果を踏まえた、今後の課題を以下に述べる。

今回の調査は、設置前調査として生態環境及び物理環境調査を2ヶ年、2006（平成18）年度、2007（平成

19) 年度にわたり実施し，設置後は2010（平成22）年度に1ヶ年実施している．そのことから，設置後のデータ数が少なく全体に，水制工設置と環境との関係に明瞭な関係を見いだすことは出来なく，関係が良好であった項目についても，単年度（1回）のみで評価するには，短絡過ぎる．

そこで，水制工設置による多様な生物の生息環境が創出の状況には，生態環境，周辺環境が安定する，4～5年後の調査を行い検討を加え，評価を行うことが重要である．以上

参考文献

波多野圭亮・竹門康弘・池淵周一（2005）貯水ダム下流の環境変化と底生動物群集の様式，京都大学防災研究所年報第48号B.

2. 「川に学ぶ」社会の実現支援

「水教育ガイドライン」策定に関する研究 ～子どもたちの感性から理性へ～

吉野英夫*・三輪準二**・山本嘉昭***・菅原一成****

1. はじめに

「水」は、私たち人間をはじめ、地球上の全ての生き物の生命維持のために必要不可欠なものであり、私たちの日常生活や産業活動においても直接的・間接的に利用されて、生活や経済活動の基盤として社会を支えている。また、海、川、湖などの水辺環境は、多くの生物の生息の場、多様な景観、人々の遊び場等を提供し、私たちの生活に潤いや憩いを与えてくれている。

このような水、及び水辺環境の普遍的価値は、産業革命以降の人口増加と人間活動の飛躍的拡大の中で、人工的な部分が増大し、それに伴って、水に関わる様々な課題が生じてきた。水及び、水辺環境にまつわる課題は、身近な日常生活レベルから、地球規模レベルに拡大し、複雑化、深刻化してきている。

例えば、都市の拡大、工業地帯の出現、大規模農業による水の大量消費、深刻な水不足で安全できれいな飲み水にアクセスできない人が11億人もいること。気候変動に伴う局地的な豪雨、台風の大型化・強化による洪水・土砂災害・高潮、津波等、水関連の大規模災害の増加である。

このように私たちを取り巻く地域の水及び水環境について、単に家庭や地域社会で取り扱うのではなく、学校教育に於いて取り組まれることが望ましい。これまでにも、社会全体や家庭・地域へ働きかけて河川流域住民と児童を河川活動へ誘うよう努力が重ねられてきたが、川の専門家に任せきりであったり、危険である事を理由に、子どもたちを水環境から遠ざけてきた経緯がある。そこで、水教育を教育内容に取り入れ、「生きる力」で重視している思考力・判

断力・表現力を育成することが、水教育の認知を高めるために有効であると考えられる。

そこで、学校教育に「水教育」を普及させるためには、①学習指導要領に準拠した内容で水教育の体系化を図る。②簡潔明瞭で教育関係者に理解が容易な手引書を提供することが重要と考え、当財団では、教育関係者からなる「水教育ガイドライン検討委員会」を設置した。2年間の調査研究の成果として「水教育ガイドライン」をまとめたので、その概要について述べる。

2. 『川に学ぶ』社会をめざした取組

2-1. 川に学ぶ社会をめざした「河川環境教育」の取組み

平成9年5月、「河川法」が改正され、それまでの「治水」及び「利水」に加え「河川環境の整備と保全」が新たに法律の目的の一つとして位置付けされた。「河川法」の改正を受け、平成10年6月に「河川審議会」の「川に学ぶ小委員会」から『川に学ぶ』社会をめざしての報告が出された。この報告をまとめる議論の過程では、川に学ぶ社会をめざすには人と川との関わりを再構築するために「川を活かした環境教育として河川環境教育の取組みが必要とされた。そこでは、「川を活かした環境教育は、いわゆる“教育”ではなく、ちかづく・感じるといった広い意味であり、“川に学ぶ”姿勢を重視した議論」が行われた。

その後、『川に学ぶ』社会をめざしての報告に示された下記の4つの基本方針に沿って、さまざまな取組が進められてきている。

* (公財) 河川財団 子どもの水辺サポートセンター次長

** 国土交通省 水管理・国土保全局 水資源部水資源計画課 総合水資源管理戦略室長 (前 (公財) 河川財団 子どもの水辺サポートセンター長)

*** (公財) 河川財団 河川総合研究所 上席研究員

**** (公財) 河川財団 子どもの水辺サポートセンター 研究員

- ①「人々の関心を高める魅力ある川づくり」
- ②「正しく広範な知識・情報の提供」
- ③「川に学ぶ機会の提供」
- ④「川に学ぶ社会に向けて必要とされる主体的・継続的活動」

その具体的な取組みの一つとして、国土交通省、文部科学省、環境省の3省連携施策として、平成11年5月に『子どもの水辺』再発見プロジェクトがスタートした。

この施策は、教育関係者、河川管理者、市民団体などが連携して全国各地の河川等において「子どもの水辺」を選定・登録し、子どもたちの河川の利用を促進し、地域における子どもたちの体験活動の充実を図ろうというものである。さらに、平成14年5月には、『子どもの水辺』再発見プロジェクトの更なる推進について（通知）が出され、川や水辺をフィールドとして子どもたちが活動するにあたっての全国に向けた支援組織として、平成14年7月に財団法人河川環境管理財団（現在、公益財団法人河川財団）内に「子どもの水辺サポートセンター」が設置された。





また、平成12年9月には、人々を川に誘い安全に楽しく体験活動を指導できる知識とスキルを有する川の指導者育成を目的とした「川に学ぶ体験活動協議会（略称：RAC）」が、全国各地の川や水辺をフィールドとして活動するNPOや市民団体等を構成メンバーとして設立され、子どもの水辺サポートセンターと緊密な連携を図りながら河川環境教育の推進を担ってきている。

「河川環境教育」は、次世代を担う子どもたちを対象として、川や水辺における多様な自然について学ぶ「環境学習」や川を知り、川の楽しさや素晴らしさを体感し好きになってもらうための様々な「体験活動」を実践することと合わせ、それぞれの河川における歴史や文化、地域社会や流域の人々との関係やつながりについても学ぶこととしており、当然、「治水」対策のための河川整備や水資源開発のためのダム建設の重要性について学ぶ「利水」についても併せて学ぶ取り組みを行ってきたところである。

一方、世界においても、水に関わる川や水辺だけではなく様々な分野での自然環境に関する問題が取り上げられ、身近な自然環境から地球規模の環境問題までを見据えた環境教育の重要性が高まってきている。

くしくも、環境をテーマとした国際会議である「国連人間環境会議」において、環境教育の取り組みの必要性・重要性が議論され、1977年のトビリシで開催された「環境教育に関する政府間会議」において、環境教育の取り組みの目標として、子どもの成長や発達段階に応じ、段階的に5つの目標がトビリシ宣言の中に明示された。

その内容は、次のとおりとなっている。

- (1) **関心**：社会集団と個人が、環境全体及び環境問題に対する感受性や関心を獲得する（気づく）ことを助ける。

- (2) **知識**：社会集団と個人が、環境及びそれに伴う問題の中で様々な経験を得ること、そして環境及びそれに伴う問題について基礎的な知識を獲得することを助ける。

- (3) **態度**：社会集団と個人が、環境の改善や保護に積極的に参加する意欲と行動力を獲得することを助ける。

- (4) **技能**：社会集団と個人が、環境問題を確認したり、解決する技能を獲得することを助ける。

- (5) **参加**：環境問題の解決に向けたあらゆる活動に積極的に関与できる機会を、社会集団と個人に提供する。

「環境教育に関する政府間会議」において、明示された、関心・知識・態度・技能・参加という5段階の目標は、日本の教育における評価の基準、関心・意欲・態度、知識・理解、思考・表現、技能を身につけ、実践に結びつけることの出来る児童の育成を目標とする日本の学校教育の目標とほぼ同様であることが判明した。

2-2. 「河川環境教育」における「防災教育」

近年、局地的な豪雨による洪水や土砂災害の発生、

毎年繰り返される台風や梅雨前線による豪雨災害などの水に関する災害（水災害）の発生，そして，平成23年3月11日の東日本大震災による巨大な津波による激甚な災害を契機として，国民の防災に対する認識が大きく変化し，防災対策に関する意識や関心が高まってきている。

しかし，多くの国民は，天候不順でも河川敷でキャンプを行い，川の水が増量して中州に取り残され，救助される，大雨の後，水量の増した川で活動し，流れに吞まれる，震災時にも避難場所の選定などが不適切であったなど，水災害に関する知識や認識の不足から危険な状況に身を置いてしまうと言う事例はよく見られる。これは，「川遊び・水遊び」は，幼児にも手軽に楽しめるレジャーであり，防災意識のない若い親世代が自然を求めて気軽に出かけてしまう事が一因である。この様な事故が起こるのは，若い親世代に，水辺の安全教育，地形や天候による自然事象の変化に関する関心がないことに原因があると考えられる。

すなわち，川の活動家人口は決して少ないとは言えないが，構成員の年齢を調査すると，活発に活動している人材は高齢化しており，20代～40代といった，子どもの教育に携わる層が少ないことが明らかになった。平成9年からおよそ20年を経ているが，この間に，行わなければならない次世代教育が十分ではなかったと考えられる。

このような現状を踏まえ，今後は、『河川環境教育』から河川に関わる水災害に関連する「防災教育」も含め河川に関するさまざまなテーマについてより広範に学ぶ『河川教育』として取り組むことが重要であると考えたところである。防災教育については，「釜石の奇跡」と言われた事例を以下に紹介する

防災教育の重要性を再認識したのは，東日本大震災において多くの国民や世界からも注目を浴びた「釜石の奇跡」の事例がある。

「釜石の奇跡」では，津波という災害には，まず自分の命は自分で守るための行動を率先してできるように，繰り返し訓練した結果であり，自らの命を守ろうとして行動した子どもたちは，巨大津波発生

時にも，日頃から訓練しているごくごくあたりまえなことをただけで，特別な行動をとったとは思っていないとのことである。

釜石市の学校教育を中心とした津波防災教育の取り組みは，釜石市の行政，教育委員会，学校現場の関係者ならびに，津波防災教育の必要性を釜石市に働きかけ指導してきた片田敏孝群馬大学教授の話を総合すると，「いきなり津波の恐ろしさを教えるのではなく，子どもたちが日頃から身近にある海からの恵みや自然について学び，海に対する興味・関心を持たせることからはじめ，時には津波という災いを発生させることを常に認識してもらうこと」を，時間をかけて繰り返し行い，さまざまなケースを想定し避難訓練を実践し，習慣化することを行ってきた結果であったと報告されている。（下線は，平成23年度「川に学ぶ全国事例発表会」講演より引用）

以上のことから，川や水辺を活用した「河川環境教育」の中に「防災教育」を加え，川に対する理解や関心を高め，洪水や土砂災害などの水災害についての認識を深めて，災害時に自分の身を守る基礎的な知識やスキルを学ぶことが重要と考えている。

2-3. 「環境教育」から「学校教育」に

今後は，河川という環境の価値を「環境教育」「防災教育」に加えて「学校教育」で取り組む方略を見いだす必要がある。

本財団では，広く一般の方々を対象とした河川環境や水防災等に関するシンポジウムや講演会を多く開催してきたが，このような会に進んで参加する人々は，元来，河川活動に理解と造詣が深い人である。繰り返し開催しても同じ人が毎回参加し，新入会員の参入が少ない現状があり，より多くの人々への広がりを持たせるのは難しい現状となっている。

これは，川に学ぶ社会の活動に携わっている人が多かったことから，新会員の参入を必要としなかったため，河川活動に理解や造詣の深い人たちのみの活動で充足し，当時小・中・高校生，その親世代への働きかけが不十分であった。子どもたちは15年後

には大人になり、さらにもう10年経てば親世代になり、さらに自分の子どもを教育する立場になる。

このため環境、防災、に加えて、学校教育に於いて実施することが重要になる。とりわけ、このサイクルを維持していくためには、現在約1,000万人の児童・生徒が学ぶ小学校・中学校を対象に、学校教育の中に河川教育を取り入れていくことが重要であると考えられる。

しかしながら、河川をフィールドとして、河川教育を学校教育に組み込み、カリキュラム開発をして定着させるには、以下の様な困難な点があると考えられる。

- ・河川を教材とし、学校教育（特に小学校を対象とすると）の中で取り扱おうとすると、立地条件や安全対策への対応等から限定される。
- ・河川や水辺を活用した体験型学習活動の実践事例のほとんどが、学校の近くに活動しやすい河川や水辺が存在するという恵まれた環境にあり、子どもたちの移動や安全管理の面を考慮すると、地理的な制約などからある程度限定されている現状にある。
- ・河川を教材とした体験型学習の事例のほとんどは「総合的な学習の時間」で実践されている。しかし、「総合的な学習の時間」の活動内容は非常に幅広く、その設定は、それぞれの学校に任されていることから、「社会」や「理科」などの教科学習の関連する単元の学習素材として導入・活用してもらうことで、より多くの子どもたちに河川を教材とした学習の機会を提供することができると考えられる。
- ・これまでに収集した河川活動の事例は、単発的で、イベント型が多く、教科教育の目標を達成していないなど、継続発展が難しい。
- ・良い活動内容があったとしてもその知見が蓄積・研究されておらず、活用することが出来ない。
- ・そこで、河川や水辺の基は「水」であり、「水」を素材とすることで、対象となる学習の幅も広がり、教科学習への導入の可能性も高くなり、発展性があると考えられる。

以上のような問題点を踏まえ、学校教育に幅広く河川教育を展開していくためには、子どもたちに「水」を教材とした学習をさせ、諸感覚（いわゆる五感だけでなく第六感も含めた人間の持つさまざまな感覚を言う。）を伸張する。その学習の中で広範な河川に関連する知識や認識を深める。これらの学習に併せて、発達段階に応じ、「河川環境」や「水防災」に対する知識を深める段階的な学習の取組みを「水」という切り口で統合し、カリキュラム化することが必要である。

「水」を教材化することで、学校種による導入にも可能性が広がると考えられる。すなわち、幼稚園、小学校、中学校、に「河川環境」や「水防災」を教材とし、発達段階に合わせた学習プログラムのもとに教育が展開されることが重要であり、身近な存在としての「水」を、学習教材として指導計画を開発・作成することができれば、「総合的な学習の時間」だけではなく、「社会」、「理科」、「家庭」、「生活」さらには「国語」などの教科学習の中に導入・活用することが出来ると考えている。

2-4. 「水教育ガイドライン」の策定へ

「河川教育」を推進・展開していくためには、中長期的展望に立ち、次世代を担う子どもたちが学ぶ学校教育現場への継続的な働きかけをしていくことが重要となる。そのためには、河川の基底となっている「水」を学習の素材やテーマとすることで、学習の幅も広がり、学校現場でより取り扱いやすくなることが考えられる。

私たちにとって最も身近で重要な存在である「水」を教材とした「水教育」を学校教育（今回の調査研究は、小学校を対象とする。）の「総合的な学習の時間」をはじめ、生活、国語、社会、理科、家庭などの教科学習の中に取り込んでいくにはどのようにすればよいのか、これまでの取り組みの中では深く検討してこなかったのが実情である。

このため、現在の学習指導要領をはじめとする教育制度ならびに学校現場での実情や学習内容等を踏まえ、水教育を実践するうえでの指針や目標を体系化し、これまでの実践事例を踏まえたカリキュラム

作成を含めた「水教育ガイドライン」を策定し、これをもとに関係機関や教育関係者に働きかけていくことが必要と考えた。

以上のことを踏まえ、教育関係の有識者をメンバーとする「水教育ガイドライン検討委員会」を当財団内に設置し、2年間の調査研究の結果を整理し、「水教育ガイドライン」として取りまとめたところである。

	氏名	所 属
委員長	角屋 重樹	文部科学省 国立教育政策研究所 教育課程研究センター基礎研究部 部長
副委員長	金沢 緑	広島修道大学人文学部人間関係学 科 元海田町立海田東小学校長
委員	石井 雅幸	大妻女子大学 家政学部准教授
々	後藤 良秀	町田市立鶴川第二小学校
々	佐原 和久	元さいたま市立南浦和小学校校長
々	丸 節子	三鷹市立北野小学校長
々	三田村 裕	府中市立府中第五小学校長
々	渡邊 和子	豊島区立富士見台小学校長
々	河崎 和明	(財)河川環境管理財団参事
アドバイザー	遠藤 瞳	大妻女子大学家政学部学生

水教育ガイドライン委員
(所属は作成当時)

3. 「学習指導要領」と「水教育」との関連

「学校教育の中で水教育を導入・実践していく」ためには、学校教育における仕組みや学校現場の実情を十分考慮する必要がある。そこで、最初の取組として、学校教育の基本となっている「学習指導要領」と「水」とが関連すると思われる内容等につい

て抽出・整理した。

「小学校学習指導要領」では、教科毎・学年毎に目標及び内容等が示されている。

小学校の教科等は、各教科（「国語」、「社会」、「算数」、「理科」、「生活」、「音楽」、「図画工作」、「家庭」、「体育」）及び「道徳」、「外国語活動」、「総合的な学習の時間」、「特別活動」となっている。

特に、教育の初期段階となる小学校の学習指導要領においては、基礎的な知識や技能を身に付け（知識や理性）させ、自ら考え、判断し、表現する力を育み、学習する意欲を養うとしている。基礎的な知識や技能（理性や知識）を身に付けさせるためには、子どもたちの成長に合わせそれぞれの発達段階に応じ、人間として本来有する諸感覚を十分に活用し、気づきや興味・関心を持たせる感性や感覚を育み・高めさせることが重要となる。

調査のはじめに、平成20年3月改訂の現行の「小学校学習指導要領」から抽出・整理した教科毎・学年毎の目標について整理した。

参考として「社会」、「理科」、「生活」の3つの教科について明示されている目標の一部について整理した。（表3-1. 参照）

さらに、各教科の目標に明示されている中から子どもたち（児童）が獲得する能力や態度等に関わるキーワードを抽出し、「感性や感覚」及び「理性や知識」に類するものとして分類・整理した。（表3-2. 参照）

表3-1. 3～6学年における「社会」、「理科」及び1～2学年の「生活」の目標

	社会	理科	生活
教科の目標	○社会生活についての理解を図り、我が国の国土と歴史に対する理解と愛情を育て、国際社会に生きる平和で民主的な国家・社会の形成者として必要な公民的資質の基礎を養う。	○自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行ない、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに、自然の事象・現象についての実感を持った理解を図り、科学的な見方や考え方を養う。 ※A 分野・・・物質・エネルギー (各学年は1. に対応・記述) ※B 分野・・・生命・地球 (各学年は2. に対応・記述)	○具体的な活動や体験を通して、自分と身近な人々、社会及び自然とのかかわりに関心をもち、自分自身や自分の生活について考えさせるとともに、その過程において生活上必要な習慣や技能を身に付けさせ、自立への基礎を養う。

<p>3学年 の目標</p>	<p>《社会：第3～4学年》</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 地域の産業や消費生活の様子，人々の健康な生活や良好な生活環境及び安全を守るための諸活動について理解できるようにし，地域社会の一員としての自覚を持つようにする。 2. 地域の地理的環境，人々の生活の変化や地域の発展に尽くした先人の働きについて理解できるようにし，地域社会に対する誇りと愛情を育てるようにする。 3. 地域における社会的事象を観察，調査するとともに，地図や各種の具体的資料を効果的に活用し，地域社会の社会的事象の特色や相互の関連などについて考える力，調べたことや考えたことを表現する力を育てるようにする。 	<p>《理科：第3学年》</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 物の重さ，風やゴムの力並びに光，磁石及び電気を働かせたときの現象を比較しながら調べ，見いだした問題を興味・関心をもって追求したりものづくりをしたりする活動を通して，それらの性質や働きについての見方や考え方を養う。 2. 身近に見られる動物や植物，日なたと日陰の地面を比較しながら調べ，見いだした問題を興味・関心をもって追求する活動を通して，生物を愛護する態度を育てるとともに，生物の成長のきまりや体のづくり，生物と環境とのかかわり，太陽と地面の様子との関係についての見方や考え方を養う。
<p>4学年 の目標</p>		<p>《理科：第4学年》</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 空気や水，物の状態の変化，電気による現象を力，熱，電気の働きと関係付けながら調べ，見いだした問題を興味・関心をもって追求したりものづくりをしたりする活動を通して，それらの性質や働きについての見方を養う。 2. 人の体のづくり，動物の活動や植物の成長，月や星の位置の変化を運動，季節，気温，時間などと関係付けながら調べ，見いだした問題を興味・関心をもって追求する活動を通して，生物を愛護する態度を育てるとともに，人の体のづくりと運動，動物の活動や植物の成長と環境とのかかわり，気象現象，月や星の動きについての見方や考え方を養う。
<p>5学年 の目標</p>	<p>《社会：第5学年》</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 我が国の国土の様子，国土の環境と国民生活との関連について理解できるようにし，環境の保全や自然災害の防止の重要性について関心を深め，国土に対する愛情を育てるようにする。 2. 我が国の産業の様子，産業と国民生活の関連について理解できるようにし，我が国の産業の発展や社会の情報化の進展に関心を持つようにする。 3. 社会的事象を具体的に調査するとともに，地図や地球儀，統計などの各種の基礎的資料を効果的に活用し，社会的事象の意味について考える力，調べたことや考えたことを表現する力を育てるようにする。 	<p>《理科：第5学年》</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 物の溶け方，振り子の運動，電磁石の変化や働きをそれらに関わる条件に目を向けながら調べ，見いだした問題を計画的に追究したりものづくりをしたりする活動を通して，物の変化の規則性についての見方や考え方を養う。 2. 植物の発芽から結実までの過程，動物の発生や成長，流水の様子，天気の変化の条件，時間，水量，自然災害などに目を向けながら調べ，見いだした問題を計画的に追究する活動を通して，生命を尊重する態度を育てるとともに，生命の連続性，流水の働き，気象現象の規則性についての見方や考え方を養う。
<p>6学年 の目標</p>	<p>《社会：第6学年》</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 国家・社会の発展に大きな働きをした先人の業績や優れた文化遺産について興味・関心と理解を深めるようにするとともに，我が国の歴史や伝統を大切にし，国を愛する心情を育てるようにする。 2. 日常生活における政治の動きと我が国の政治の考え方及び我が国と関係の深い国の生活や国際社会における我が国の役割を理解できるようにし，平和を願う日本人として世界の国々の人々と共に生きていくことがたいせつであることを自覚できるようにする。 3. 社会的事象を具体的に調査するとともに，地図や地球儀，年表などの各種の基礎的資料を効果的に活用し，社会的事象の意味をより広い視野から考える力，調べたことや考えたことを表現する力を育てるようにする。 	<p>《理科：第6学年》</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 燃焼，水溶液，てこ及び電気による現象についての要因や規則性を推論しながら調べ，見いだした問題を計画的に追求したりものづくりをしたりする活動を通して，物の性質や規則性についての見方や考え方を養う。 2. 生物の体のづくりと働き，生物と環境，土地のづくりと変化の様子，月と太陽の関係を推論しながら調べ，見いだした問題を計画的に追求する活動を通して，生命を尊重する態度を育てるとともに，生物の体の動き，生物と環境のかかわり，土地のづくりと変化のきまり，月の位置や特徴についての見方や考え方を養う。

表 3-2. 小学校学習指導要領の各教科等における目標に明示されている児童が獲得する能力や態度等に関わるキーワードの抽出及び分類

	児童が獲得する能力や態度等に関わるキーワード		備考
	感性や感覚に類するもの	理性や知識に類するもの	
各教科の目標に明示されているキーワード	<ul style="list-style-type: none"> ・思考力（国語） ・想像力（国語） ・言語感覚（国語） ・国語を尊重する態度（国語） ・国土と歴史に対する愛情（社会） ・楽しさや良さに気付く（算数） ・生活や学習に活用しようとする態度（算数） ・自然を愛する心情（理科） ・自然の事象・現象の実感を伴った理解（理科） ・自分と身近な人々，社会や自然とのかかわりに関心をもつ（生活） ・自分自身や自分の生活について考えさせる（生活） ・習慣や技能を身に付けさせる（生活） ・自立への基礎（生活） ・音楽を愛好する心情（音楽） ・音楽に対する感性（音楽） ・豊かな情操（音楽，図画・工作） ・感性を働かせながらつくりだす喜びを味わう（図画・工作） ・造形的な創造活動の基礎的な能力（図画・工作） ・家庭生活を大切にする心情（家庭） ・生活をよりよくしようとする実践的な態度（家庭） ・道徳的な心情，判断力（道徳） ・実践意欲と態度などの道徳性（道徳） ・コミュニケーションを図ろうとする態度（外国語） ・主体的，創造的，協同的の取り組む態度（総合的な学習の時間） ・心身の調和のとれた発達と個性の伸長（特別活動） ・自主的，実践的な態度（特別活動） 	<ul style="list-style-type: none"> ・理解する能力（国語） ・伝え合う力（国語） ・国土と歴史に対する理解（社会） ・公民的資質（社会） ・筋道を立てて考える（算数） ・筋道を立てて表現（算数） ・問題解決の能力（理科） ・科学的な見方や考え方（理科） ・音楽活動の基礎的な能力（音楽） ・日常生活に必要な基礎的・基本的な知識及び技能（家庭） ・道徳的価値の自覚（道徳） ・自己の生き方についての考え（道徳） ・道徳的実践力の育成（道徳） ・コミュニケーション能力の素地を養う（外国語） ・自ら課題を見付け，自ら学び，自ら考え，主体的に判断し，よりよく問題を解決する資質や能力（総合的な学習の時間） ・学び方やものの考え方（総合的な学習の時間） ・自己の生き方を考えることができる（総合的な学習の時間） ・自己の生き方についての考えを深める（特別活動） ・自己を生かす能力（特別活動） 	

「学校教育の中で水教育を導入・実践していく」ためには、学校教育を取り巻くしくみや学校現場の実情を十分考慮する必要がある。そこで、「学習指導要領」と「水」とが関連すると思われる内容等を抽出・整理した。(アンダーラインは関連の深い箇所)

3-1. 学習指導要領(平成20年3月改訂)の基本方針

21世紀は、新しい知識・情報・技術が政治・経済・文化をはじめ社会のあらゆる領域での活動の基盤として飛躍的に重要性を増す、「知識基盤社会」の時代であると言われている。このような知識基盤社会化やグローバル化は、アイデアなど知識そのものや人材をめぐる国際競争を加速させる一方で、異なる文化や文明との共存や国際協力の必要性を増大させている。このような状況において、確かな学力、豊かな心、健やかな体の調和を重視する「生きる力」をはぐくむことがますます重要になっている。

—中略—

このため、平成17年2月には、文部科学大臣から、21世紀を生きる子どもたちの教育の充実を図るため、教員の資質・能力の向上や教育条件の整備などと併せて、国の教育課程の基準全体の見直しについて検討するよう、中央教育審議会に対して要請があり、同年4月から審議を開始した。この間、教育基本法改正、学校教育法改正が行われ、知・徳・体のバランス(教育基本法第2条第1号)とともに、基礎的・基本的な知識・技能、思考力・判断力・表現力等及び学習意欲を重視し(学校教育法第30条第2項)、学校教育においてはこれらを調和的にはぐくむことが必要である旨が法律上規定されたところである。中央教育審議会においては、このような教育の根本にさかのぼった法改正を踏まえた審議が行われ、2年10か月にわたる審議の末、平成20年1月に「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について」答申を行った。この答申においては、

- ①改正教育基本法等を踏まえた学習指導要領改訂
- ②「生きる力」という理念の共有

③基礎的・基本的な知識・技能の習得

④思考力・判断力・表現力等の育成

⑤確かな学力を確立するために必要な授業時数の確保

⑥学習意欲の向上や学習習慣の確立

⑦豊かな心や健やかな体の育成のための指導の充実を基本的な考え方として、各学校段階や各教科等にわたる学習指導要領の改善の方向性が示された。

—中略—

⑦の豊かな心や健やかな体の育成のための指導の充実については、徳育や体育の充実のほか、国語をはじめとする言語に関する能力の重視や体験活動の充実により、他者、社会、自然・環境とかかわる中で、これらとともに生きる自分への自信を持たせる必要があるとの提言がなされた。

この答申を踏まえ、平成20年3月28日に学校教育法施行規則を改正するとともに、幼稚園教育要領、小学校学習指導要領及び中学校学習指導要領を公示した。小学校学習指導要領は、平成21年4月1日から移行措置として算数、理科等を中心に内容を前倒しして実施するとともに、平成23年4月1日から全面实施する。

教育基本法の改正の内容は、次のとおりである。

《参考：学校教育の基本となる法律「教育基本法」》

◆教育基本法(抜粋)(平成18年12月22日、法律第120号)

(教育の目標)

第2条 教育は、その目標を実現するため、学問の自由を尊重しつつ、次に掲げる目標を達成するよう行われるものとする。

- 1 幅広い知識と教養を身に付け、真理を求める態度を養い、豊かな情操と道徳心を培うとともに、健やかな身体を養うこと。
- 2 個人の価値を尊重して、その能力を伸ばし、創造性を培い、自主および自立の精神を養うとともに、職業及び生活との関連を重視し、勤労を重んじる態度を養うこと。
- 3 正義と責任、男女の平等、自他の敬愛と協力を重んずるとともに、公共の精神に基づき、主体的に社会の形成に参画し、その発展に寄与する態度を養うこと。

4 生命を尊び、自然を大切にし、環境の保全に寄与する態度を養うこと。

5 伝統と文化を尊重し、それらをはぐくんできた我が国と郷土を愛するとともに、他国を尊重し、国際社会の平和と発展に寄与する態度を養うこと。

(生涯学習の理念)

第3条 国民一人一人が、自己の人格を磨き、豊かな人生を送ることができるよう、その生涯にわたって、あらゆる機会に、あらゆる場所において学習することができ、その成果を適切に生かすことのできる社会の実現が図られなければならない。

(義務教育)

第5条 国民は、その保護する子に、別に法律で定めるところにより、普通教育を受けさせる義務を負う。

2 義務教育として行なわれる普通教育は、各個人の有する能力を伸ばしつつ社会において自立的に生きる基礎を培い、また、国家及び社会の形成者として必要とされる基本的な資質を養うことを目的として行なわれるものとする。

3 国及び地方公共団体は、義務教育の機会を保障し、その水準を確保するため、適切な役割分担及び相互の協力の下、その実施に責任を負う。

4 国又は地方公共団体の設置する学校における義務教育については、授業料を徴収しない。

(家庭教育)

第10条 父母その他の保護者は、子の教育について第一義的責任を有するものであって、生活のために必要な習慣を身に付けさせるとともに、自立心を育成し、心身の調和のとれた発達を図るよう努めるものとする。

教育基本法では、4 「生命を尊び、自然を大切にし、環境の保全に寄与する態度を養うこと。」5 「伝統と文化を尊重し、それらをはぐくんできた我が国と郷土を愛するとともに、他国を尊重し、国際社会の平和と発展に寄与する態度を養うこと。」に水教育との関連がうかがえる。自然とは、日本の国土であり、山や川、海や湖といった自然環境である。また、そこにはぐくまれる生命を尊ぶこと、水にまつわる伝統や文化を通して我が国と郷土を愛する態度をはぐむことが求められている。

特に第10条が新設され、保護者が第一義的責任を有するとされたことは、学校と連携して子の教育に

当たるという新しい視点である。

《参考：「学校教育法（抄）》

◆学校教育法（抜粋）（平成19年6月27日法律第96号）

第2章 義務教育

第21条 義務教育として行われる普通教育は、教育基本法（平成18年法律第120号）

第5条第2項（義務教育として行われる普通教育は、各個人の有する能力を伸ばしつつ社会において自立的に生きる基礎を培い、また、国家及び社会の形成者として必要とされる基本的な資質を養うことを目的として行われるものとする。）に規定する目的を実現するため、次に掲げる目標を達成するよう行われるものとする。

- 1 学校内外における社会活動を促進し、自主、自立及び協同の精神、規範意識、公正な判断力並びに公共の精神に基づき主体的に社会の形成に参画し、その発展に寄与する態度を養うこと。
- 2 学校内外における自然体験活動を促進し、生命及び自然を尊重する精神ならびに環境の保全に寄与する態度を養うこと。
- 3 我が国と郷土の現状と歴史について、正しい理解に導き、伝統と文化を尊重し、それらをはぐくんできた我が国と郷土を愛する態度を養うとともに、進んで外国の文化の理解を通じて、他国を尊重し、国際社会の平和と発展に寄与する態度を養うこと。
- 4 家族と家庭の役割、生活に必要な衣、食、住、情報、産業その他事項について基礎的な理解と技能を養うこと。
- 5 読書に親しませ、生活に必要な国語を正しく理解し、使用する基礎的な能力を養うこと。
- 6 生活に必要な数量的な関係を正しく理解し、処理する基礎的な能力を養うこと。
- 7 生活にかかわる自然現象について、観察及び実験を通じて、科学的に理解し、処理する基礎的な能力を養うこと。
- 8 健康、安全で幸福な生活のために必要な週間を養うとともに、運動を通じて体力を養い心身の調和的発達を図ること。
- 9 生活を明るく豊かにする音楽、美術、文芸その他芸術について基礎的な理解と技能を養うこと。
- 10 職業についての基礎的な知識と技能、勤労を重んずる態度及び個性に応じて将来の進路を選択する能力を養うこと。

学校内外とは、学校敷地内の他、校区の自然環境を指す。道路、橋、山、川、滝、河川敷、小川、溝、池、沼、田んぼ、畑、あぜ道、上下水道、堰、ダムなどがある。

これらの自然にはぐくまれる生命は、トンボ、チョウ、バッタ、カマキリ、ガなどの昆虫とその幼虫、卵、ミズカマキリ、ミズスマシ、ゲンゴロウ、タガメ等の水生昆虫とその幼虫、卵、ハヤ、コイ、フナ、ヨシノボリ、メダカ、ドジョウなどの魚、ヌマエビ、カワエビ、サワガニなどの甲殻類、カメ、カエル、イモリ、ヤモリ、トカゲなどの両生類やは虫類とその幼生がいる。さらに、それらの生命をはぐくむ水質の違いなど子どもたちが探求したくなる素材にあふれている。

《参考：「学習指導要領」平成20年3月改訂》

平成20年3月に改訂された学習指導要領の基本的なねらいは、下記の3つとなっている。（※平成20年8月、小学校学習指導要領解説「総則編」から）

- ①教育基本法改正等で明確となった教育の理念を踏まえ「生きる力」を育成すること。
- ②知識・技能の習得と思考力・判断力・表現力等の育成のバランスを重視すること。
- ③道徳教育や体育などの充実により、豊かな心と健やかな体を育成すること。

さらに、新しい学習指導要領における教育課程編成の一般方針ならびに改訂の基本方針の概要については、次の通りである。

◆学習指導要領（幼稚園、小学校、中学校）
（平成20年3月改正）
（※平成20年8月、小学校学習指導要領解説「総則編」から）

1. 教育課程編成の一般方針
（※平成20年3月、学習指導要領の第1章教育課程編成の一般方針から）

学校の教育活動を進めるに当たっては、各学校において、児童に生きる力を育むことを目指し、創意工夫を生かした特色ある教育活動を展開する中で、基礎的・基本的な知識技能を確実に習得させ、これらを活用して課題を解決するために必要な思考力、判断力、表現力その他の能力を育むとともに、主体的に学習に取り組む態度を養い、個性を生かす教育の充実に努めなければならない。

2. 改訂の基本方針（抜粋）

- ①教育基本法改正等で明確となった教育の理念を踏まえ「生きる力」を育成すること。
- ・「生きる力」とは、変化の激しい社会を担う子どもたちに必要な力とは、基礎・基本を確実に身に付け、いかに社会が変化しようと、自ら課題を見つけ、自ら学び、自ら考え主体的に判断し、行動し、よりよく問題を解決する資質や能力、自らを律しつつ、他人とともに協調し、他人を思いやる心や感動する心などの豊かな人間性、たくましく生きるための健康や体力である。

—中略—

- ・今回の改正により、教育の理念として、新たに「公共の精神を尊ぶ」、「環境の保全に寄与する」、「伝統や文化を尊重し我が国と郷土を愛する」、「他国を尊重し国際社会の平和と発展に寄与する」ことが規定された。

- ②知識・技能の習得と思考力・判断力・表現力等の育成のバランスを重視すること。
- ・各教科において基礎的・基本的な知識・技能の習得を重視するとともに、観察・実験やレポートの作成、論述などの知識・技能の活用を図る学習活動を充実する。
 - ・総合的な学習の時間を中心として行なわれる、教科等の枠を超えた横断的・総合的な課題について各教科等で取得した知識・技能を相互に関連付けながら解決するといった探究活動の質的な充実を図ることなどにより思考力・判断力・表現力等を育成する。

—中略—

- ③道徳教育や体育などの充実により、豊かな心や健やかな体を育成すること。
- ・道徳教育については、道徳の時間を要として学校の教育活動全体を通じて行なうものであることを明確化した上で、発達段階に応じた指導内容の重点化や体験活動の推進、道徳教育推進教師（道徳教育の推進を主に担当する教師）を中心に全教師が協力して道徳教育を典型することの明確化、先人の伝記、自然、伝統と文化、スポーツなど児童が感動を覚える教材の開発と活用などにより充実させる。

—後略—

3-2. 学習指導要領に示された各教科学習の目標（教育効果）

学習指導要領では、教科毎・学年毎に目標が示されている。小学校においては、各教科（国語、社会、算数、理科、生活、音楽、図画工作、家庭、体育）、道徳、外国語活動、総合的な学習の時間、特別活動である。

平成20年3月の小学校学習指導要領から抽出・整理した教科毎・学年毎の目標のうち、水教育に関連する事項を抜粋すると、「表3-2-1. 新学習指導要領の各教科の目標（小学校）」のとおりである。

3. 教育内容改善のポイント

（※平成22年8月、文部科学省）

①言語の力をはぐくみます

言語活動は、知的活動（理論や思考）、コミュニケーション、感性、情緒の基盤となるものです。子どもたちの思考力・判断力・表現力等をはぐくむために、たとえば

- ・体験から感じ取ったことを表現する
- ・事実を正確に理解し伝達する
- ・概念・法則・意図などを解釈し、説明したり活用したりする
- ・情報を分析・評価し、論述する
- ・課題について、構想を立てて実践し、評価・改善する
- ・互いに考えを伝え合い、自らの考えや集団の考えを発展させる

②理数の力をはぐくみます

国際的に通用するカリキュラムにするとともに、新しい科学的知見を取り入れるなどの観点から教える内容を充実します。たとえば、

- ・小学校理科では、身近な自然の観察（3年生）等

③外国語教育を充実します

小学校における「外国語活動」の導入をはじめとして、小・中・高等学校を通して、外国語（英語）教育の充実を図っています。

- ・小学校5・6年生で「外国語活動」を導入します。

④伝統や文化に関する教育を充実します

国際社会で活躍する日本人の育成を図るため、各教科において、我が国や郷土の伝統や文化を受け止め、それを継承・発展するための教育を充実します。

⑤体験活動を充実します

子どもたちの生活や学習が豊かになるためには豊かな体験活動が必要です。他者や社会、自然や環境の中での直接体験のきっかけづくりを行ないます。

たとえば、

- ・学校行事（特別活動）において、自然の中での集団宿泊活動の推進（小学校）

⑥道徳教育の充実

小学校、中学校における道徳教育は、道徳の時間（年間35時間、週1時間）を要として、学校の教育活動全体を通じて行なわれます。たとえば、小学校では

- ・自立心や自立性、自他の生命の尊重する心を育てます。（全学年）
- ・あいさつなどの基本的な生活習慣、人間としてしてはならないことをしないことを学びます。（低学年）
- ・集団や社会のきまりを守ることを学びます。（中学年）
- ・法やきまりの意義の理解、相手の立場を理解し、支え合う態度、集団における役割と責任を学びます。（高学年）

⑦健やかな体を育てます

生涯にわたって運動に親しみ、健康を保持増進し、豊かなスポーツライフを実現できるように、一人一人に応じた体力の向上を目指します。また、学習したことを実生活、実社会において生かすことを重視し、学校段階間の接続や発達段階に応じて、児童生徒に指導する内容を整理し、体系化を図りました。

⑧社会の進展に対応した教育を行ないます

環境教育の充実：持続可能な社会をつくることの重要性について、たとえば

- ・小学校の社会では、節水や節電などの資源の有効利用（3・4年生）
- ・小学校の理科では、身近な自然の観察（3年生）
- ・小学校の家庭では、自分の生活と身近な環境とのかわりについての気付き、物の使い方などの工夫（5・6年生）

⑨さらに、次のような内容も充実します

- ・社会では、情報化した社会の様子や自然災害防止の取組みを学習します。（小学校5年生）

4. 「水教育」を通して獲得する力

このように各教科における「水」に関連したキーワードを抽出することによって、基礎的な知識や技能を習得する小学校教育の学習素材として活用できるものである。そこで、小学校現場において「水」を素材として教科学習や総合的な学習の時間等で

の導入・実践を目指した「水教育」について検討を行った。

水教育の活動範囲は、「水」が存在する屋内の水槽からプール、そして身近な水辺や河川をフィールドとして行うことである。こうした場で諸感覚を通して感性を育むとともにさまざまな事象に気づき、自ら調べ・学ぶことを繰り返し体験することを通して、「理性（知識）」を獲得できると考えた。

小学校低学年段階では、上記の「理性（知識）」に区分される内容が多く含まれているが、人間として本来有する諸感覚を通して育まれる「感性（感覚）」を高めることも大切と考えている。

そこで、「水教育」の中で「水」に触れ、諸感覚を通しての好奇心や気づきから探究心へ、そして、さまざまな学びや体験の中から得られた理性（知識）を含めた獲得される力を検討した。これらを「感性」、「知識」、「態度」、「技能」のカテゴリーで分類してみる。

「感性」

- ・水の冷たさや美しさなどの感性
- ・流れる水の力を実感しながら水の力に関する感性

「知識」

- ・生物の多様な生き様（生態や生息環境）に関する知識

「態度」

- ・他者への視点
- ・他者への配慮
- ・集団で協力する
- ・自分の意思を決定するという主体性
- ・注意事項を守り、活動に取り組むという安全性
- ・公共のものを大切に、集団活動のルールを守るという社会性
- ・目的や目標を達成しようとする挑戦や向上心

「技能」

- ・水に関する知識や技能

以上の分類では、態度の項目が多く、評価基準を示しにくいという特徴がある。それは、これまで態

度目標を掲げ、子どもたちにつけたい力を明確にすることなく活動に終始してすることが多かったという事を表している。

そこで、今後は、トリビシ宣言に明示された「関心」・「知識」・「態度」・「能力」・「技能」・「参加」の項目を参考に日本の学習指導要領でに照らして以下の点について下位項目の検討を行う。

- ・「水と関わる体験活動を通して得られる感性」
- ・「水中の生物と関わることから得られる知識・技能」
- ・「知識を得るために用いる能力」
- ・「人と関わることから得られる態度」

4-1. 水と関わる体験活動を通して得られる感性

子どもたちは、身近な自然の河川や水辺に出かけ、水を見たり、水に触れたりする中で様々なことを感じ取っていくと考えられる。たとえば、春に水辺にいくと、心地よい水の流れる音にふれるといった経験もする。夏に川や水辺に来た子どもたちは、水に触れ、水の冷たさ、気持ちよさや心地よさを感じる。また、水辺が太陽の光で輝く様子を見て美しさやまぶしさを感じていくと考えられる。冬の寒い日に川原に行くと肌を刺すような寒さを感じ、こうした中で、水に触れると水が温かく感じることもある。こうした河川教育の中で、子どもは水や水辺の心地よさ、美しさ、気持ちよさ、厳しさ、冷たさなどの感性を獲得していくと考えられる。

①快・不快の感覚

身近に存在するプール、校庭などの水たまり、川や池、田んぼ、雨水、水道などの水に触れる、手足を洗う、泳ぐ、水遊びなどの体験をすることで、清潔な水、汚れた水を体感・認識することで快・不快の感覚を育むことができると考えられる。

②周りの風や水に包まれる感覚

身近な川や水辺の自然の中に身をおき、川のせせらぎや力強い流水の音を聴く体験やライフジャケット

トを着用した川の流れ体験やボートやイカダに乗って水面を移動する体験などから、子どもたち自身が風や水に包まれる感覚を体験し表現させることができる。

③対象を制御する感覚

水を素材としたさまざまな遊びを通して、水・泥・砂・雪などを自分の意思のもとに制御（自由にコントロール）するという以下のような体験をし、表現させることができると考えられる。

④具体的な活動

- ・水と泥や砂を使って、いろいろなものを造ったり壊したりする
- ・水鉄砲で、水を遠くに飛ばす
- ・水の流れを利用して水車を回す
- ・コップ等で水を汲んだり、運んだり、流したりする
- ・雪だるま作りや雪合戦などの体験・体感する活動

⑤畏敬の念、限界、謙虚さ

身近な川という自然は、平常時には、さまざまな生き物が生息する場であり、日常生活や社会経済活動に不可欠な水の源として、私たち人間に大きな恵みを与える存在となっている。

一方、東日本大震災による未曾有の津波被害等を教訓とするとともに、台風や集中豪雨時の洪水による整備された堤防の破壊、都市部での冠水や地下街等への浸水被害について学ぶことを通して、自然に対する畏怖の念や科学における技術や予測に限界があることをとらえるようになることが考えられる。

4-2. 水中の生物と関わることから得られる知識・技能

①知識

子どもは、「魚とり」、「虫とり」や「草花を見ること」を好む。そこで、生き物を見つけたり追いかけたり採集したりする中で、水中や水辺にはいろいろ

な生物がいること、食べ物や生息場所、生物の多様な生態や生息環境に関する知識を獲得することができると考えられる。

②具体的な活動

- ・植物の葉などの水滴（凝集力、表面張力）
- ・水の流れから感じる力（圧力＝水力）
- ・水の流れてくる方向や流れてゆく方向（上流＝高い、下流＝低い）
- ・水の流れの速さ（川の形状により流速が変化）
- ・水に浮く（浮力）
- ・水面の波の広がり（波の伝搬）
- ・水に濡れることでの冷たさ（気化熱、熱伝導）

4-3. 知識を得るために用いる能力

子どもたちは、水中の生物を見るとき、既習の昆虫と比較しながら情報を得る、また、生き物が生息している環境と生き物の大きさや数とを関係づけて考えたりどんな条件があるのかを調査する。得られた情報を整理して多面的に推論する能力も培われると考えられる。

①他者という視点を獲得して知を作る

川や水辺の観察・調査で採取した植物や“がさがさ”や“魚とり”などの体験活動で捕まえた生き物（ザリガニや魚）をプランターや水槽で育てる継続した活動をとおして、育てている生き物を「他者という視点」でとらえる「能力」や自然を大切にする「態度」が育成されると考えられる。

②部分と全体の関係で対象をとらえ知を作る

自分たちが遊び、活動した身近な川の存在を通して上流や下流の存在にも興味・関心を持つことから、地図を使った川全体を読み取る活動を通して、部分（身近に存在する川）と全体（上流や下流にも目を向ける自分たちの活動）の関係についての認識を深め、対象（身近な川）を全体と部分でとらえるようになると考えられる。

③弁別する力

身近な河川等の観察や水質調査活動を通じ、水質汚濁とその改善に向けた取り組み等を比較させることで、対象を弁別することができるようになると考えられる。

④言語力の育成

「寝耳に水」「我田引水」など、水に関する諺（ことわざ）や故事成語はたくさんある。例えば、「我田引水」の故事を知ることによって、人間にとって水がどのようなものだったかを理解するように、さまざまなことわざを理解することを通して、水をいろいろな側面からとらえるようになると考えられる。

水に関する言葉のもつ意味や内容を理解することから、言葉で表現された川や水辺などの自然がもつ様々な豊かさ・美しさ・力強さ等を感じ取り、水のもつ多様な表情を区別して認識するようになると考えられる。

すなわち、我が国の伝統文化である和歌や俳句を用いれば、「学習指導要領」の改訂により小学生も親しむようになり、身近な川などの自然の景物を詠んだり、水と人との関わりを捉えて述べさせるなど効果的な教材であるといえる。例えば、「五月雨をあつめて早し最上川」という俳句のように、水の情景を理解するとともに、そこに暮らす人々の生活にも思いをはせることができると考えられる。

4-4. 人と関わることから得られる態度

①共同して学ぶ態度

河川で行う個別の探究活動は、情報を交換する仲間を求め、体験を交流させて新しい探究の方法を考えだし、判断して決定し・実行する能力を育む。

すなわち、砂遊びや礫河原等での人工水路づくり体験、イカダづくりとイカダ乗船体験などである。

また、Eボート組立・乗船・撤収を通じた体験などを理解・認識することで、自ら進んで行動する態度を身に付けることができると考えられる。子どもは、川や水辺をフィールドとして、クラス単位や仲間同士のグループで体験活動を行うことができる。たとえば、10人乗りのEボート（空気を注入する

大型のゴムボート）を活用した体験活動事例では、つぎのような力を獲得できると考えられる。

- ・Eボートを組み立てたり、水面への運搬・移動させたり、操船したりすることを一緒に活動する仲間やメンバーに対する気配りから「他者への配慮・気遣い」
- ・グループで共同してEボートを操船するという同一の目的・目標に向けて取り組み達成するために、「集団で協力する」という人間関係の大切さを認識
- ・Eボートの組み立てでは、グループ内で役割分担しながら協力して作業を進める必要があることから、自分は何をどのように行動すべきであるかという、自己の意思を決定するという「主体性」
- ・川や水辺に内在する危険に対処することができる態度や行動、さらに、一人一人が常に安全な活動のための注意事項を守り活動に取り組むという「安全性」
- ・河川施設や公共の水面、みんなが使うEボートなどの公共のものを大切に、集団活動のルールを守るという「社会性」
- ・いままでに経験したことのない体験を通して、より高次の目的や目標を設定し、その目的や目標を達成しようとする「挑戦や向上心」

②自己と他者を関係づけて学ぶ態度

川や水辺の生き物とそれらの生息環境との関係を調べる活動から、生物や場所による違いを比較したり、生き物固有の生活の仕方を見いだす活動から、生活環境と生き方とを関係づけたりするようになると考えられる。

5. おわりに

平成10年の「河川審議会・川に学ぶ小委員会」の報告『川に学ぶ』社会をめざして以降、次世代を担う子どもたちを対象とし、川や水辺をフィールドとした体験活動を主体とした「河川教育」を推進し、「川に学ぶ」社会の再構築をめざし、さまざまな取組を行ってきたが、より多くの子どもたちに「河川教育」の機会を提供するという目標達成の限界も感じてきた。

そこで、全ての子どもたちが学ぶ学校教育現場の総合的な学習の時間や教科学習の中で、河川教育につながる「水」を素材とした「水教育」学習を導入することができれば、子どもたちへの学習や体験活動の機会を提供することができると考えている。

水教育ガイドライン検討委員会において、「水教育」の教育効果や子どもたちが成長する上で必要な感性を育み・高め・深めることから獲得できる能力や理性（知識）について、学校教育の基本となっている「学習指導要領」の内容を踏まえて整理・体系化した。

本調査研究の成果としてまとめた「水教育ガイドライン」が、河川整備基金助成事業の「河川教育」部門の助成を受けた小学校等を中心とした学校関係者をはじめ、川をフィールドとして活動する市民団体等の指導者などの関係者の皆様に利活用されることを期待するとともに、検討会に参加し専門的な立場から積極的なご議論と貴重なご意見をいただいた諸先生方に感謝申し上げます。

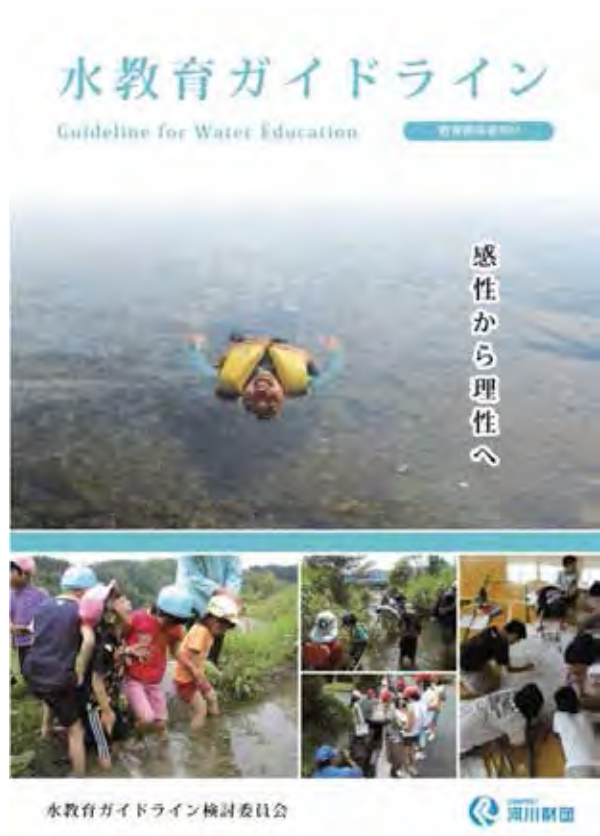
当財団としては、「水教育」及び「河川教育」の展開に向け、更なる調査・研究の必要性を考えている。

「水教育ガイドライン」は、「当財団・子どもの水辺サポートセンター」のホームページに公表している。

<http://www.mizube-support-center.org/contents/guideline.html>



水教育ガイドライン検討委員会



「水教育ガイドライン」の構成

目 次

1. はじめに	04
2. 学習指導要領の内容と「水」との関連性	06
2-1. 学習指導要領（平成20年3月改訂）の基本方針	07
2-2. 小学校学習指導要領に示された各教科学習の目標（教育効果）	15
2-3. 小学校学習指導要領解説における各教科の各学年の目標及び内容に記述されている「水」との関連性	24
2-4. 小学校の教科書における「水」との関連性	28
3. 「水教育」を通して子どもが獲得できる力	37
3-1. 水と関わる体験活動を通して得られる感性	40
(1) 水の冷たさや美しさなど水に触れる（感覚）事から得られる感性	40
(2) 水の力に関する感性	40
3-2. 水中の生物と関わる事から得られる力	41
3-3. 人と関わる事から得られる力	42
4. 「水」を素材とした教育的価値	43
4-1. 感覚から感性	44
4-2. 感覚から知識	45
4-3. 活動から能力	45
4-4. 生活環境と他者の生き方との関係づけ	46
4-5. 弁別する力	46
4-6. 限界、畏敬の念、謙虚さ	47
4-7. 知識や能力、態度からの理性	47
5. 「水」に関する学習の体系化について	49
資料1 「水教育ガイドライン」策定の経緯	53
1. 「川に学ぶ」社会の再構築に向けた「河川環境教育」の取組み	54
2. 子どもの水辺サポートセンターにおける河川環境教育の取組み	56
3. 「河川環境教育」から「河川教育」への取組み	58
4. 「河川教育」は「学校教育」における「水教育」から	61
5. 「水教育ガイドライン」策定へ	63
資料2 「水」を素材とした指導計画と活動例	65
1. 初任教員による1年生「生活科」での取り組み例	66
2. 学校内での「子どもの水辺安全講座」の実践事例	76
3. 学校を離れた「川を活かした体験活動」の実践事例	81
4. 学校全体で取り組む「川のカリキュラム」例	91

市民等による水質調査結果の活用に関する研究

菅原一成*・山本嘉昭**・吉野英夫***・江幡禎則****

1. はじめに

近年、水環境に対する意識の高まりを受け、現在全国各地の河川等で、NPO 法人や学校などといった数多くの市民等による水質調査が実施されている。

このような取り組みは、人々の水環境に関する理解と関心、流域の連携を深めるという効果があるばかりか、きめ細かに面的な水質把握をすることができるという特徴がある。

その特徴を活かし、市民等による水質調査を、河川管理に活用することにより、より広く水環境を把握することができるのではないだろうか。もちろん、市民等による調査結果は河川管理者等により一部公開されているものもあるが、それらの調査結果はより実務的に河川管理に活用でき得るのではないだろうか。

そういった視点から、本研究はこれまでに蓄積された市民等による水質調査事例の収集・整理及び調査結果の評価を行い、よりの確に水環境を把握する方策等を検討することを目的として研究を行った。

2. 市民等による水質調査活動の例

現在、数多くの市民等による水質調査が全国各地の河川等で実施されているが、それらの取組のなかでも、平成16年にスタートした「身近な水環境の全国一斉調査」は、毎年6月初旬の日曜日に全国一斉で水質調査を行い、市民自らの手によって身近な水環境の実態を把握するという取り組みであり、調査数や参加人数が多く、市民等による水質調査の代表的な事例と言える（当財団はその一斉調査のスタ

ート時点から参画し、活動を支援している）。

調査項目としては、パックテスト等の簡易法によるCOD及び水温等の測定を基本項目として実施しているが、団体によっては様々な項目追加を実施している。機材を用いた科学的な水質調査や感覚的に水環境を調べる方法等、様々な側面から調査を行うことが、水辺環境を総合的に診断する上で求められている。

我が国では、水質汚濁に係わる環境基準としてCODやBODが用いられているが、BODの測定は5日間を要するなど複雑なため、簡易法ではCODがしばしば用いられている。

図1・1で示すように、「身近な水環境の全国一斉調査」は、国土交通省や当財団も関係者として加わった「身近な水環境の全国一斉調査実行委員会」でまとめた「水辺環境を総合的に診断する」という大きな目標のもと、少なくともCODを共通項目として調査を継続して行っている。

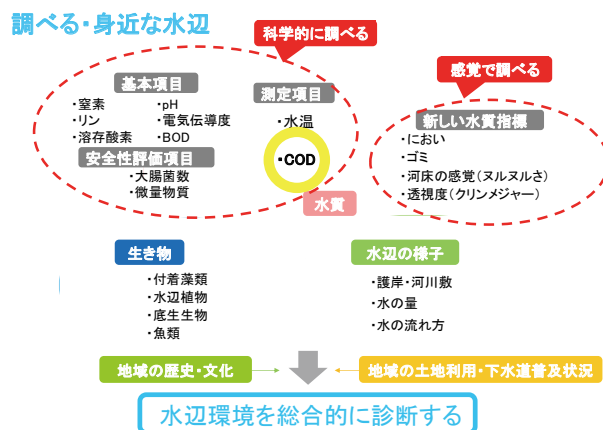


図1・1「調べる・身近な水辺」

(出典：身近な水環境の全国一斉調査資料)

* (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 河川総合研究所 上席研究員

*** (公財) 河川財団 子どもの水辺サポートセンター 次長

**** 飛鳥建設株式会社 首都圏土木支店 技術部長 (前 財団法人 河川環境管理財団 河川総合研究所 研究第二部 担当部長)

図1・2で示すように「身近な水環境の全国一斉調査」は2004年の第1回調査から2013年の第10回調査まで、累計で全国のべ52,400地点以上がのべ71,000人以上の参加者により調査されている。(参加者数についての報告があった団体のみ集計しているため、実際の調査人数は公式発表数より多い。)

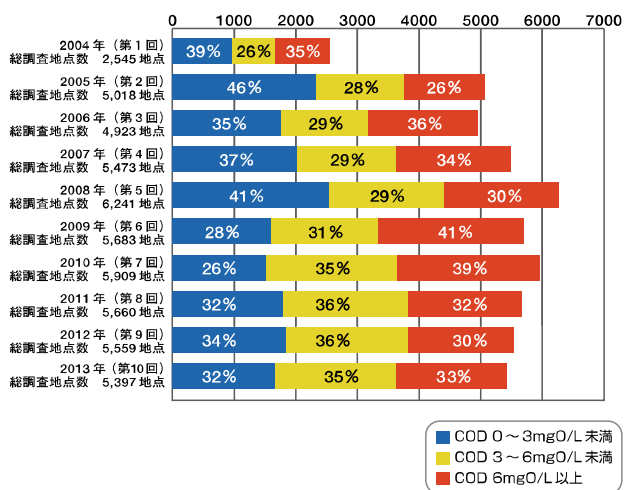


図1・2 調査地点数と結果の推移

(出典：身近な水環境の全国一斉調査資料)

これらの取り組みは、多くの人たちが調査に参加することにより、きめ細やかにかつ面的につながりのある結果を得ることができる。図1・3で多摩川流域の水質マップを例として示す。同一日に同じ河川の上流と下流などで調査すれば、相互に比較できる等の結果を得ることができ、また多くの参加者の間で連携の意識が生まれる。

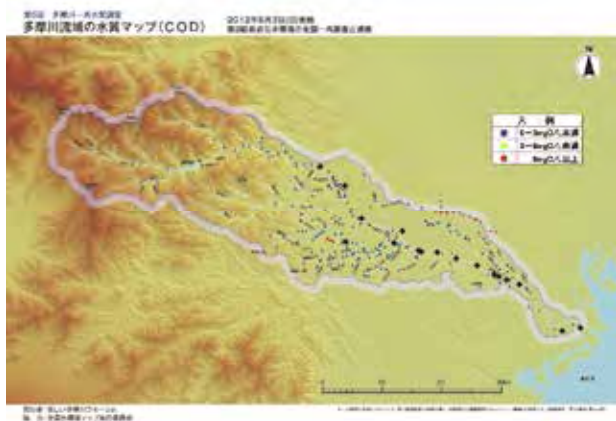


図1・3 多摩川流域の水質マップ(COD) 2012年6月
(出典：身近な水環境の全国一斉調査資料)

このような面的な広がりに加え、同一の定点箇所を継続的に調査することにより、図1・4で示すように水質の経年変化を明らかにすることができる。

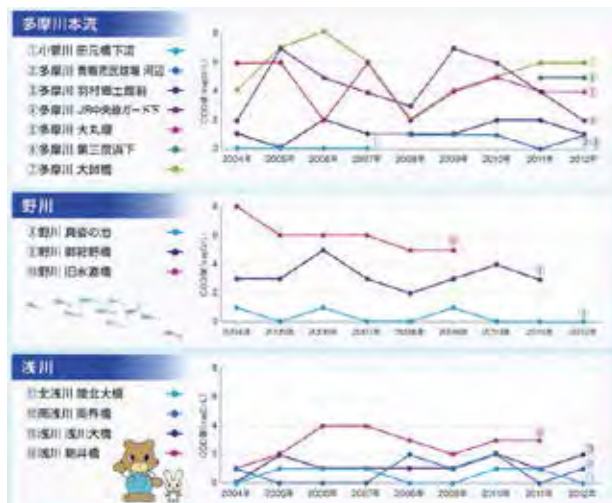


図1・4 水質の経年変化グラフの例

(多摩川水系多摩川・野川・浅川)

(出典：身近な水環境の全国一斉調査資料)

さらに図1・5では国土交通省水水文質データベースに掲載されている多摩川の「水質・底質観測所」全17箇所の位置も追加した。赤い丸で囲った部分が「水質・底質観測所」の位置となる。市民等による水質調査地点がいかに流域全体で行われているかが分かる。

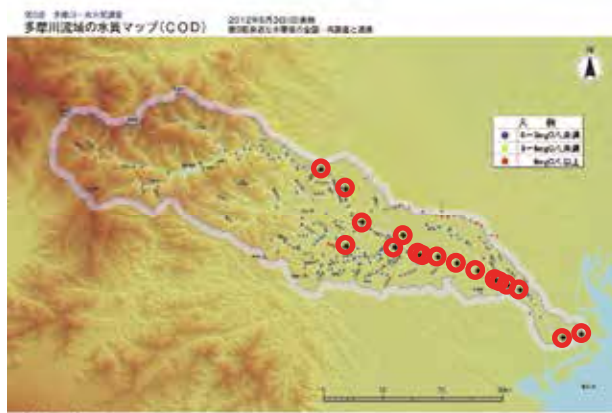


図1・5 多摩川流域の水質マップ(COD) 2012年6月
(出典：身近な水環境の全国一斉調査資料を改変)

また、全国規模のマップも国土交通省のウェブサイト等で見る事ができるが、図1・3で示した多摩川流域の水質マップは「美しい多摩川フォーラム」という任意団体が作成しており、現状ではこのように市民の手によって多くのマップが公開されている。

「身近な水環境の全国一斉調査」の目的と意義を表1・1に示す。これらの調査は統一したマニュアルに基づき、精度管理を行うことで、結果を他の場所や過去のデータと比較する事ができる（この場合の精度管理は3回測定することによる異常値の排除やデータのバラツキを抑えるなどの方法がある）。また、その過程で水の汚れの原因を調べ、考え、実践活動に結びつけることができる。

そして、定点調査を継続することにより水質の経年変化が明らかになり、将来を予測することにつながる。

さらに、子どもたちが調査に参加することにより、その活動を将来に引き継ぐことができる。

「身近な水環境の全国一斉調査」の取り組みは、こういった水環境に対する市民の理解と関心の拡大・向上に貢献している点や次世代を見据えた活動の継続性（「100年の眼」）などが評価され、2012年の第14回日本水大賞における国土交通大臣賞を受賞している。

表1・1 身近な水環境の全国一斉調査「目的と意義」
（出典：身近な水環境の全国一斉調査資料）

・身近な水環境を自ら調べ、実態をすぐに知ることができる
・他の地点や過去のデータと比較することにより、 身近な水環境の状態を理解し、評価することができる
・水の 汚れの原因を考えるきっかけ となる
・水環境の保全・修復のための 実践活動に結びつける ことができる
・子どもたちの参加により、 将来に活動を引き継ぐ ことができる

3. 市民等による水質調査活動の現状

この研究の目的である、これら市民等による水質調査結果を河川管理へ活用するためには、データの信頼性が重要となる。そこで、これらの水質調査活動の現状を述べる。

これら市民等による水質調査活動の実情や河川管理者等との連携状況を把握することを目的に、長年一斉調査を行っている67団体を選定して、表3・1で示す項目でアンケート調査を行った。

表3・1 アンケート調査項目

設問	内容
設問1. 調査項目	必須項目および独自項目の実施状況
設問2. 独自調査の実施項目	具体的な実施項目(12項目)
設問3. 独自調査の実施状況	一斉調査と同時、あるいは別途調整
設問4. 測定精度管理の取り組み	マニュアル、講習会等の活用
設問5. 精度確保のための指導	指導者の有無
設問6. 指導者の属性	教育関係者、行政関係者
設問7. 水質調査の実施状況	定点を設定した継続箇所の実施
設問8. 水質調査の実施地点数	一斉調査、独自調査の実施地点
設問9. 調査手法・調査結果の集計	調査手法、調査結果の集計・整理
設問10. 調査地点の整合	一斉調査と公定法との同地点の有無
設問11. 調査日の整合	一斉調査と公定法との同地点の有無
設問12. 調査結果の活用	独自の活用事例
設問13. 調査実施時の連絡先	他団体・河川管理者との連携状況
設問14. 他の市民団体との連携方法	具体的な連携方法、連携のメリット
設問15. 学校関係との連携方法	具体的な連携方法、連携のメリット
設問16. 企業との連携方法	具体的な連携方法、連携のメリット
設問17. 河川管理者との連携方法	具体的な連携方法、連携のメリット
設問18. 関係行政機関との連携方法	具体的な連携方法、連携のメリット
設問19. 調査結果の測定精度の評価	測定精度の評価・分析にあたり、河川管理者の水質データの活用
設問20. 具体的な情報、入手方法など	具体的な情報、入手方法、河川管理者のデータの活用方法
設問21. 継続する上での課題など	一斉・独自調査を継続する上での課題・問題点、河川管理者に対する要望・期待
設問22. 課題等への考え方など	課題や問題点に対する考え方、対応状況
設問23. 自由意見	

図3・1で示すように「水質調査の測定精度を確保するための取り組み」に関する設問では、回答があった56団体中、4団体を除き、「マニュアル」・「事前講習会」・「取扱説明書の活用」・「独自調査マニュアルの作成」が実施している取り組みとして挙げられており、各団体において何らかの精度管理の取り組みが行われていることが分かった。

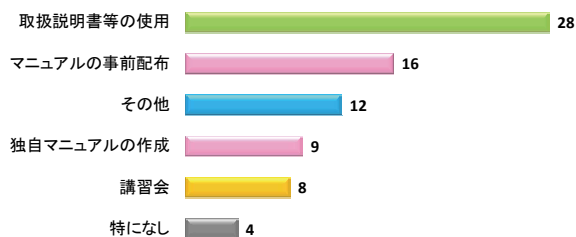


図3・1 問4「測定精度の信頼性を確保するために、具体的にどのような取り組みを行っているか」に対する回答（重複回答有り）（N=56）

次に、測定精度の確保・管理を行なっている団体に対し、「専門的な知識やスキルを有する指導者の有無」に関する設問を設定した。

その結果、図3・2で示すように約8割の団体において「指導者が団体内にいる」もしくは「外部から招聘している」と回答しており、各団体において専門的な知識やスキルを有する人材を確保していることが明らかとなった。

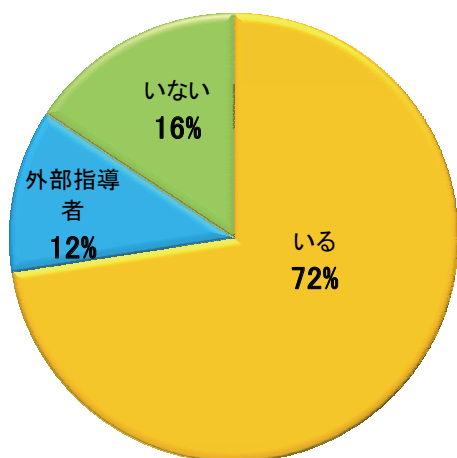


図3・2 問5「団体内や参加者等に対する講習会等を実施・指導する専門的な知識やスキルを有する指導者がいるか」に対する回答（N=51）

更に図3・3で示すように問5の回答における「専門的な知識やスキルを有する指導者」についての設問では、「長年にわたり水質調査に取り組んでいる市民団体の指導者」が31団体と回答団体の約2/3を占めていることも明らかとなった。次いで「大学関係者」「研究機関関係者」「学校関係者」との回答となっており、河川管理者が指導を行っている事例は少ないことが分かった。

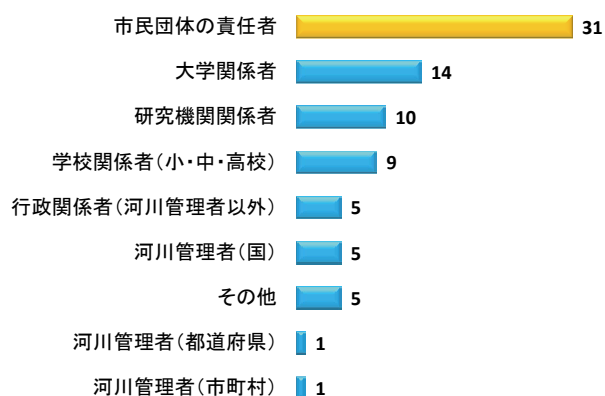


図3・3 問6「問5での指導者はどのような方か」に対する回答（重複回答有り）（N=48）

また、図3・4で示すように、調査を実施するにあたり、14団体を除く37団体は様々な主体と何らかの連携関係を構築していることが分かった。

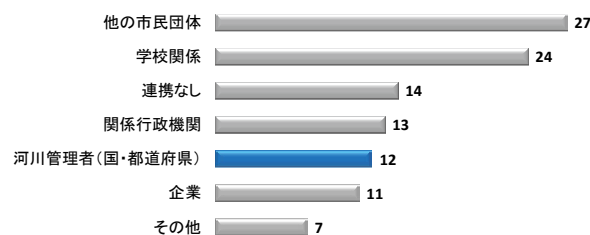


図3・4 問13「調査を実施するにあたり、他団体や河川管理者等と連携を取っているか」に対する回答（重複回答有り）（N=57）

図3・5で示すように、河川管理者との連携では「国との連携」が13団体であり、また実際の調査時に「河川管理の担当者が参加」していると返答したのは10

団体であった。

これらの調査からみると、連携状況ではあまり活発ではないようだが、河川管理者と連携するメリットとして、市民からは「調査活動の情報発信・広報、広範な情報収集」が他の設問の回答で挙げられている。

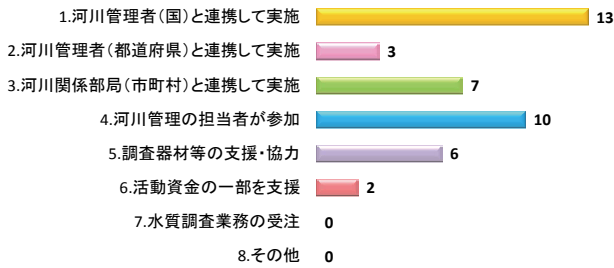


図3・5 問17「河川管理者との連携状況」に対する回答（重複回答有り）（N=57）

次に、図3・6で示すように自分たちが調査したデータの評価・分析を行うに当たって、約3割の（17団体）の団体が河川管理者の水質調査結果を活用している一方、7割近い団体（33団体）が「活用していない・または情報の入手方法がわからない」という現状にあることが分かった。

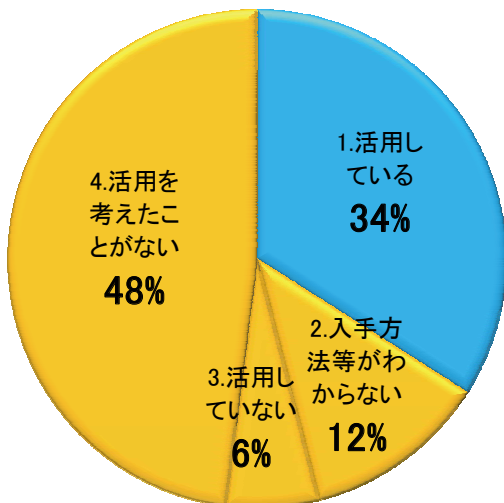


図3・6 問19「河川管理者（国・都道府県）が実施している水質調査のデータ等の活用状況」に対する回答（N=50）

また、図3・7、図3・8、図3・9で示すように、問19で「活用している」と答えた団体のうち、河川

管理者からの入手データは「水質」が多く、入手方法は「ホームページ」となっており、河川管理者と「協働による水質調査」や「情報交換の機会」は少ない状況にある。また、活用内容としては「精度管理」「啓発資料の作成」などとなっており、一部の団体では調査地点のデータを、毎年度河川管理者のデータとの比較に活用していることが分かった。

このように長年一斉調査に係わっている団体でも、河川管理者との連携やデータの活用状況は多くないことが明らかとなった。

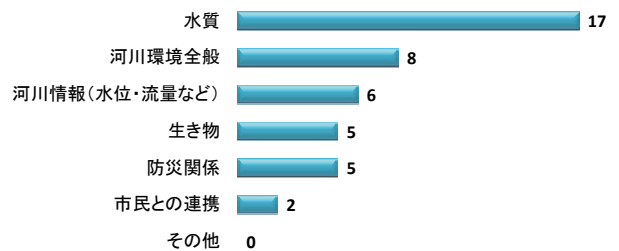


図3・7 問20-1「具体的な情報」に対する回答（重複回答有り）（N=17）

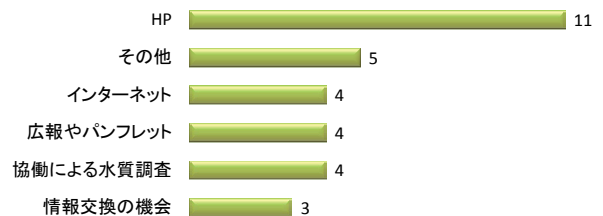


図3・8 問20-2「情報の入手方法」に対する回答（重複回答有り）（N=15）

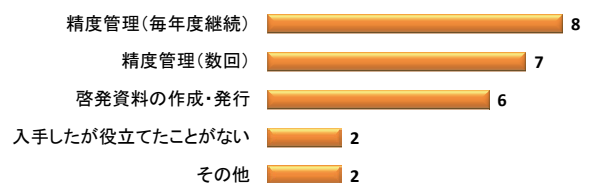


図3・9 問20-3「データの活用内容」に対する回答（重複回答有り）（N=20）

4. 市民等による水質調査結果の信頼性評価

次にその多くの市民等による水質調査結果の信頼性を評価・検証するために、河川管理者が行った調査データとの比較を試みた。

はじめに、市民等の調査地点と同じ場所で、河川管理者が調査を行っている地点があるかどうかについて質問したところ、図4・1で示す通り「ない・わからない」と回答したのは8割(43団体)となっており、長年「身近な水環境の全国一斉調査」に継続して参加している団体でも河川管理者の水質調査の実施について十分認識していないことが分かった。

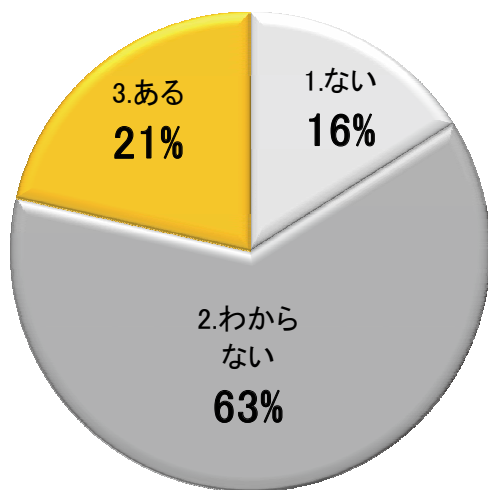


図4・1 問10「調査地点の中で、河川管理者(国・都道府県)の公定法による調査地点と同じ場所があるかどうか」に対する回答(N=56)

また図4・2で示すように、「同一地点がある」と答えた団体でも、実際はその1/4しか河川管理者と同一日に調査を行っていないことが明らかとなった。

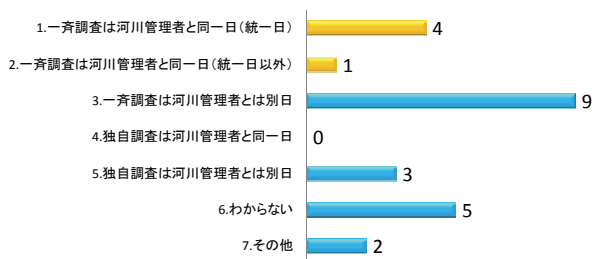


図4・2 問11「河川管理者(国・都道府県)の調査と同じ日に実施しているかどうか」に対する回答(N=20)

次に、これらの回答者の調査地点と同じ場所で、河川管理者が実施した一斉調査データがあるかどうかを探してみた。

図4・1で示す表の上の上段が河川管理者による調査データで、下段が市民等による調査データとなる。

確かに河川管理者による調査データと市民等による調査データの緯度経度はほぼ同一地点となっているが、採水日、つまり調査日が異なっている。周知のとおり、同じ調査地点であっても採水日が異なると、COD値を変化させる多くの要因が存在するため、正確な比較をすることができなくなる。

表4・1 同一地点における河川管理者と市民等による調査データ：東京都世田谷区兵庫橋(多摩川)

区分	緯度(度)	緯度(分)	緯度(秒)	経度(度)	経度(分)	経度(秒)	採水日	時間	当日天候	前日天候	気温	現地水温	試水温	SS(コ)	SS(ミ)	SS(ビ)
A	35	36	42	139	37	29	2012/6/5	10:20	曇	晴	23.5	21.5	21.5	5	6	5
B	35	36	42	139	37	30	2012/6/3	9:50	曇	曇	22	20.5	22	6	4	3

A：河川管理者による調査データ B：市民等による調査データ

また、調査日時が同一としても、図4・3で示すように、調査地点同士は近いが正確な比較をすることができない場合がある。

青色は市民などによる水質調査データ、黄色はテレメーターによる河川管理者のデータとなっており、調査地点は比較的近いものの、両地点の間に別の支川が流入しているような場合は、データを比較することができない。



図4・3 河川管理者と市民等による調査位置の検証例(電子国土データを使用)

そこで、簡易法による調査結果の信頼性を評価するために京浜河川事務所で行った「河川管理者がパックテストと公定法の両方で調査したデータ」を用いることにした。

この調査結果は「第9回一斉調査」が実施された2012年6月5日に採水された試水を使用しており、表4・2で示す値の現地測定はパックテスト、室内測定は公定法（工場排水試験法（JISK0102））により実施されている。

表4・2 河川管理者による現地測定値と室内測定値の比較（出典：国土交通省京浜河川事務所）

	多摩川						浅川		大栗橋	
	地点名	調布橋	永田橋	拝島橋	日野橋	関戸橋	是政橋	鶴巻橋	高幡橋	報恩橋
COD (mg/l)	現地測定	0	0	0	6	2	6	0	4	4
	室内測定	1.1	1.0	1.2	3.6	2.1	4.4	1.2	1.8	2.5

これらの同一地点および同一日時の現地測定値と室内測定値を用いて相関図を作成し、図4・4で示すように相関関係を把握することとした。

この結果、パックテストによる測定値と公定法による測定値の相関性は高いことが分かった。

また、全国一斉調査で用いている簡易型水質調査結果の信頼性については、これまでにいくつかの文献等により精度評価が行われている。

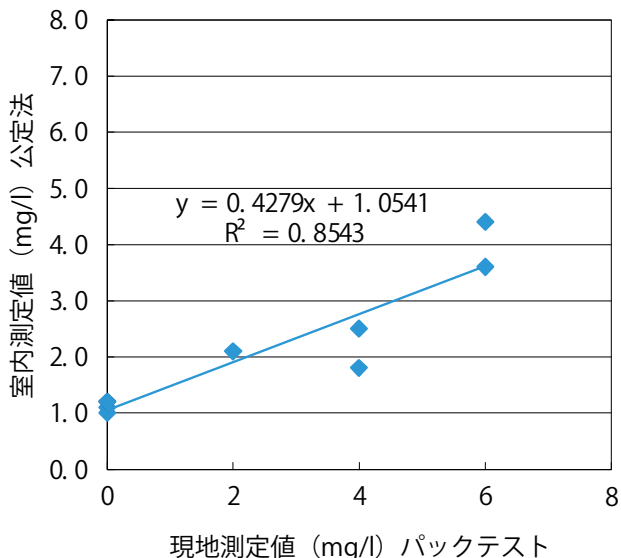


図4・4 現地測定（パックテスト）と室内測定による水質調査結果の相関関係（出典：国土交通省京浜河川事務所）

図4・5及び図4・6で示す風間ふたば氏及び国土交通省の文献では、パックテストは公定法による測定値と相関関係にあることが示されており、公定法のCOD測定値の代替として利用できる有効な方法としている。

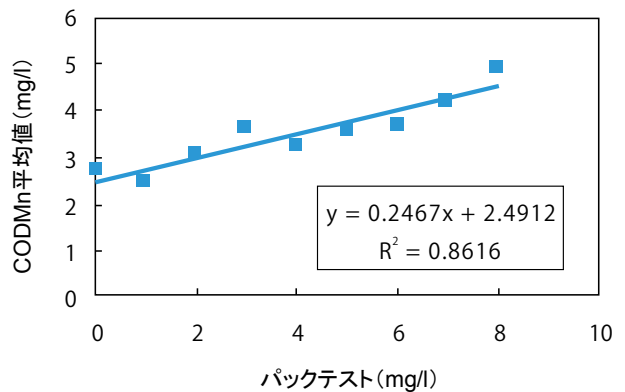


図4・5 CODMn 平均値との相関図（出典：市民参加型河川水質調査における簡易水質分析法の精度評価，風間ふたば，2004）

公定分析法とパックテストの値をくらべてみました

呼びかけ機関では、公定分析法を実施した45地点で、みなさんと同じようにパックテストをおこないました。2つの調査方法は良い相関にありますが、全体的にプロットが上側になっています。このことから、専門知識をもった技術者が測定しても、パックテストの値は実際のCOD値より高くなる傾向がありました。なお、公定分析法はCODMn法という試験方法を採用しています。パックテストはCODOH法と呼ばれる方法で、水質によっては異なる結果を示す場合があります（※）。

もう少しうれしいデータの見方を勉強してみよう!

たとえば、パックテストのCODが6.0のデータの場合、公定分析法のCODは5.0になっているんだ...

※CODの試験方法の中で、過マンガン酸カリウムを酸化剤に用いて測定する場合は、酸度を酸性で安定させる方法がCODMn法、酸度をアルカリ性で安定させる方法がCODOH法です。

図4・6 公定分析法とパックテストの測定値比較（出典：吉野川流域一斉水質調査2006，国土交通省ほか，2006年）

ただし、簡易法の測定は公定法で求められる値とイコールではないことも明らかになっている。

さらに、市民が実施する水質調査結果の信頼性の評価を確認すべく、有識者への意見聴取を実施した。表4・3の質問項目で行った学識者へのヒアリング

では、「身近な水環境の全国一斉調査では実施手順がマニュアルとして整備されており、一定の基準を満たす調査結果が得られるように精度管理が行われていることから、信頼性が確保できている」と評価された。

ただし「調査を正確に実施しないとデータの信頼性は得られない。初めて調査に参加する方も、長年実施されている方も必ずマニュアルに沿って実施することが重要」といった課題に関する意見も得ることができた。

5. 信頼性評価のとりまとめと課題

「4. 市民等による水質調査結果の信頼性評価」を踏まえ、市民等による水質調査データの信頼性を確保するにはやはり精度管理を行い、その精度を評価する上で、当面は河川管理者データとの比較を行うことが重要となる。

そのためには、河川管理者の行ういくつかの調査地点と市民等が行う調査地点を合致させるように調査を行う必要がある。

そしてその調査地点を合わせるための前提条件として、河川管理者と市民などによる調査地点の緯度経度の情報をお互いにオープンにして情報を共有することが必須となる。

その後、経年的なデータを得るためには、市民等による水質調査場所をある程度同一とし、継続的に調査を実施する必要がある。

こうした観点から、河川管理者が毎月1回行っている常時監視地点と同じ場所で市民等が水質調査を行うことや、河川管理者と市民とが同一地点・同一日・同一時間に調査を行うこと等が今後両者のデータを比較検証する上で望まれる。

河川管理者にとっても、市民等による調査がしっかりと精度管理の下で実施されれば、流域全体のデータをより広範囲に得られることから、常時監視地点の無い地点での市民等によるモニタリングは、河川管理上、有効なデータとなると考えられる。

6. 河川管理への活用方策

河川管理者が市民などの調査データを活用するための手順をまとめると、図6・1で示すように4つのステップがあると考ええる。

最初のステップは情報共有の円滑化である。河川管理者の行っている水質調査結果について、誰でもわかりやすいように情報提供を行い、流域内の市民とコミュニケーションを図ることが必要となる。

そしてステップ2として、市民と連携ならびに信頼関係を構築し、日頃から連携を深めることが求められる。

さらにステップ3として、市民と河川管理者でそれぞれの調査の日時を合わせたりするなど、協働で水質調査を行ったり、精度管理について確認を行うことが必要となる。

最後にステップ4として市民等による水質調査結果を「河川水質調査計画」における水質調査内容(調査地点、調査項目、調査時期、調査手法等)に活用するなどを行い、水環境の保全・改善に向けた取組みの広範な展開と協働による適切な河川管理の継続に努めることが望まれる。

管理区間外の流域や水系全体を広範囲に数多くの調査地点において、市民団体等が適切な精度管理の下で水質調査を継続して実施し、信頼性が確保された場合の水質調査結果を活用することができれば、「河川水質調査計画」の見直しの際の参考データや補完資料となると考えられる。

こういった課程を通じて、市民等による水質調査データを活用するには精度管理と信頼性の確保が不可欠であることを指導者ならびに参加者に十分理解してもらう必要がある。

そのため、市民などによる水質調査データを活用するには、表6・1で示すように河川管理者としては事前研修を行うなど、精度管理に関する認識を市民にもってもらうような啓発活動や情報提供を行う必要がある。

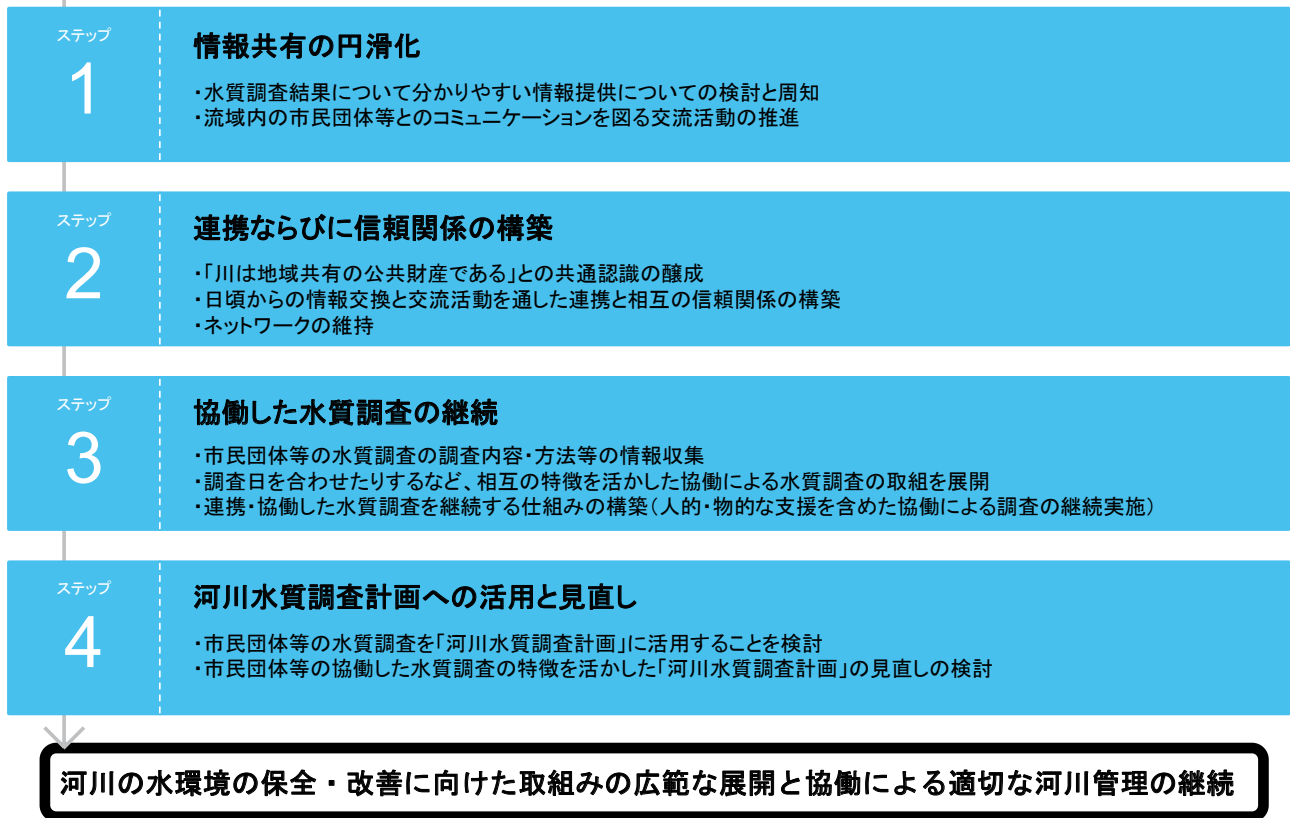


図 6・1 市民等による水質調査データの活用に向けた手順

表 6・1 市民等の水質調査に対する精度管理・信頼性の評価に向けて必要な事項

・測定器材や機器の信頼性と品質確保
・調査・測定の一貫マニュアルの活用
・調査参加者の知識ならびに測定技術の向上と熟練度の確保
・水質調査目的ならびに測定技術の指導者の確保
・調査参加者(測定者)への事前研修等の実施
・調査参加者(測定者)への指導者による現地指導
・調査地点の選定と同一地点の継続調査
・河川管理者の水質調査結果との比較・検証

市民等の水質調査データの活用方法とその具体的な取り組み方策については、「水系全体の水環境・水質状況の把握」や前述の「河川水質調査計画」への活用を行うほか、流域住民への啓発活動の取り組みに活用する事が考えられる。

さらに、市民等と連携・協働した水質調査を継続することが流域住民の河川整備や河川管理への理解と意識の向上につながるということを認識する必要

があると考えられる。

「身近な水環境の全国一斉調査」でも、参加者の固定化や高齢化・マンネリ化等が課題として挙がっているが、自分たちが調査したデータが評価され、河川管理に活用されることは、活動を継続していく大きなモチベーションとなり、河川管理者にとっても有用で効果的な水質調査の継続につながると考えられる。そのため、河川管理者もこの活動がまさに100年続いていくよう、支援及び活用を行っていく必要があると考えられる。

謝辞

本研究は国土交通省水管理・国土保全局河川環境課からの委託業務の成果を引用しており、引用の許可を頂いたことに深く感謝いたします。

なお、本研究を進めるにあたり、身近な水環境の全国一斉調査事務局をはじめとしたアンケート等の水質調査事例の収集にご協力いただいた関係者の皆様、信頼性評価に関するヒアリングにご協力いただ

いた有識者の皆様に深く感謝申し上げます。

引用・参考文献

- 1) 全国水環境マップ実行委員会（2004）身近な水環境の全国一斉調査「笑顔でつなぐゆたかな水辺」詳細マニュアル
- 2) 全国水環境マップ実行委員会（2007）身近な水環境の全国一斉調査ハンディマニュアル
- 3) 風間ふたば（2004）市民参加型河川水質調査における簡易水質分析法の精度評価
- 4) 国土交通省ほか（2006）吉野川流域一斉水質調査 2006

河川に関する歴史資料の

整理・公開手法に関する研究

—木曾三川下流域治水史年表中間報告—

平光 文男*・小野 正雄**

1. はじめに

木曾三川の治水事業は、本格的な土木事業として現在に伝えられているものに、天正14年（1586）の木曾川大洪水による尾張国の荒廃を救うため、豊臣秀吉による文禄2年（1593）から始められた「文禄の治水」がある。

その後、江戸時代に入り、徳川御三家筆頭の尾張藩を水害から守るため、木曾川の左岸、現在の犬山市から同じく弥富市に至る約47kmに亘る「御囲堤」が築堤された。この「御囲堤」のため、右岸側の美濃の国側では常習的な洪水の氾濫に見舞われ、ひとたび三川が氾濫すれば「四刻八刻十二刻」と言われ、先ず揖斐川が氾濫し、次に長良川、木曾川の氾濫と続き、湛水は長時間に及んだ。そのため、美濃の国では、16世紀からつくられてきた輪中がさらに発達することになった。その後、江戸幕府が外様大名の薩摩藩に御手伝普請を命じた宝暦治水が、宝暦4年（1754）から始まった。

時代が下がって明治時代に入り、オランダ人技師ヨハネス・デ・レーケの計画による明治改修事業が、明治20年（1887）に始まり明治45年（1912）に完成した。これらの治水事業については、様々な文献により窺い知ることができる。

去る平成24年（2012）は、明治45年の明治改修事業が完成し、100年が経過した年にあたる。

（公財）河川財団 名古屋事務所では、この記念の年に、近代から現代にかけて100年間の木曾三川の治水事業と治水に関わる様々な事象について、自主事業として取り纏めることとした。

対象とした100年の期間は、大きな治水事業が行われたのではなく、木曾川上流域を中心とした治山・治水事業計画を作成し、その事業の進捗を図ってきたが、一方、洪水は頻繁に発生し、幾度かの計画の見直しが余儀なくされた期間であった。また、戦後の高度経済成長、とりわけ工業を中心とする産業の発達が原因と言える地下水の過剰な汲み上げにより、濃尾平野での広域的な地盤沈下が発生した。この地盤沈下に伴う治水計画の練り直しなども生じている。

産業の発展は、その原動力として電気の需要を高め、包蔵水力の多い木曾川では、発電ダムの建設が多く進んだ。さらに、名古屋市を中心とする都市部の急激な人口の増加に伴う水需要の増加に対し、水道用水の開発も活発となった。また、農業用水の合理化、発電施設の建設、都市用水の開発のために必要な法制度が合わせて整備された。

一方、産業の発展は、負の側面である公害をもたらした。木曾川流域では前述の広域的な地盤沈下が発生し、そのため工業用水などとして用いる地下水の汲み上げの制限が行われた。その後、水質汚濁や水質の悪化を監視する体制や法制度が整備される

*（公財）河川財団 名古屋事務所長

**（公財）河川財団 名古屋事務所 調査係長

と、国民は自然との調和や豊かさ、親水や景観などを河川に求めるようになった。

このように治水と治水に絡む利水、環境、防災等の事象は、明治以降は川の流れのようにそれぞれの事象の進展が速まったり、止まったり、また、相互に交わって現在に至っている。この流れを時代の変化とともに捉え、公開することを目的に、本研究を行った。

2. 治水事業の経緯

木曾三川の治水事業の経緯について、その概要を明治改修の前後に分けて整理した。

まず、明治改修前であるが、前述のとおり、天正の大洪水により木曾川は大きく流れが変わった。さらなる変化を避けるために始まったのが文禄の治水である。ただし、文禄の治水については、その内容

について史料が見出せず、以下の図面の一部(図 2・1の天正大洪水)を用いた概要を記すのみである。

その直後に徳川家康の命による「御囲堤」の築堤が行われたと云われ、言い伝えによれば、犬山から弥富まで築堤されたとあるが、これも詳細な史料が見出すことができない。これらの図面を図 2・1に示す。

次の史実に名高い改修事業は「宝暦治水」である。

宝暦治水については、木曾三川を分流することを目的として、揖斐川・長良川・木曾川の洪水が、発生の際にそれぞれ別々に河口まで早く流下させるために、締切堤防、洗堰、水制などを造った。

時代は下り宝暦治水の130年後に、オランダ人技師ヨハネス・デ・レイケの指導による「明治改修」事業が明治20年から始まった。この明治改修は、江戸時代に着手した木曾三川下流部の分流を完全に行うものであった。



図 2・1 明治改修までの木曾三川下流部の主な治水事業

治水効果を抜本的に高めた明治改修事業の完成前後の木曾三川下流部の地形図を図 2・2に示した。

明治24年と大正9年の地形図は、明治改修が始まる前と完成直後の状態を示している。この2枚の図面を詳しく観ると、木曾三川の流路が大きく変わってい

るのに気づく。それに対して次の2枚の図面では川の形はほとんど大正9年と変わっていない。これは、明治改修直後から100年を経過した現在までに大きな改修事業が行われなかったことを示すものである。

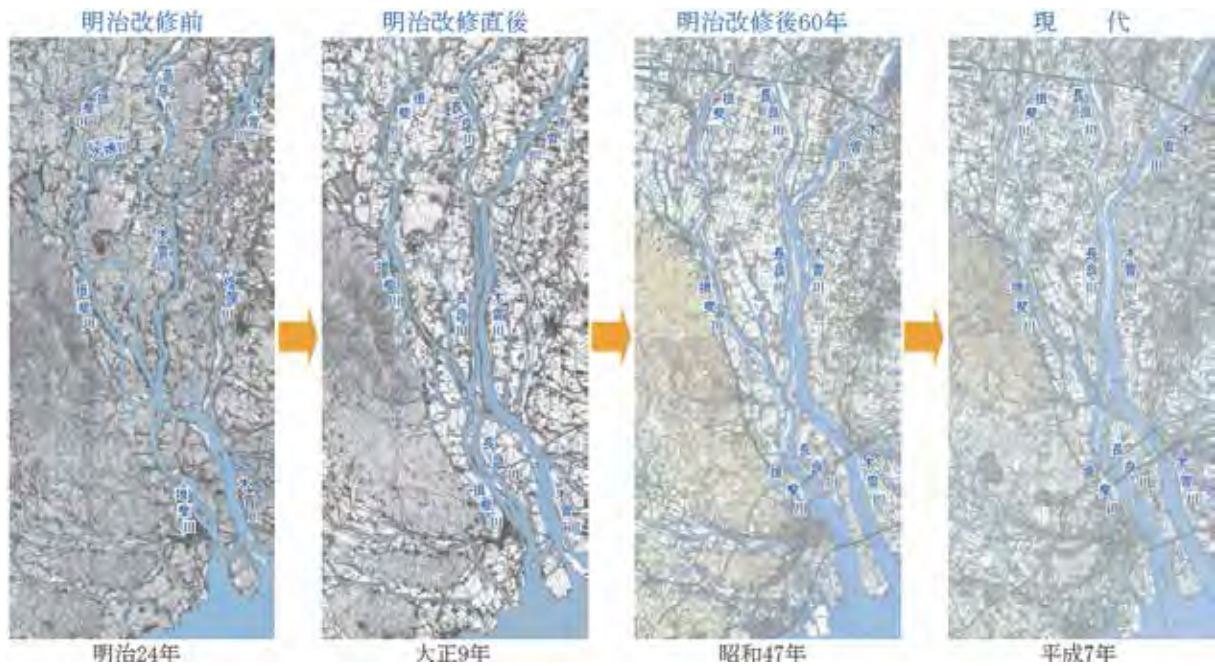


図 2-2 明治改修から現代までの木曽三川下流部の変化

3 治水史年表作成方法

3.1 治水史年表作成の手順

治水史年表の作成にあたっては、「木曽三川下流域における治水史とりまとめ手法研究委員会」を平成23年秋に設立した。委員会では、治水事業や治水事業に関わる事象について、様々な出来事（本資料では「インデックス」と云う）を検索し、それを分類した後に重要性の評価を行った。さらに、利用者に「見やすく使いやすい方法」について研究を進めた。本研究の流れを図 3-1に示す。なお、委員会のメンバーは、学識者、行政経験者、さらに行政の現職の者から5名を選任した。

以下に本研究の経過の概要を示すが、治水史作成の方針等は全て委員会に図り決定した。

①インデックスの抽出

年表の対象期間は、明治改修開始から100年間としたが、その前段からみる必要があることから、明治元年にさかのぼり、現在（平成23年）までとした。

インデックスは、木曽三川下流域を中心とする治水事業と治水事業に絡む記事を抽出した。

②インデックスの分類

インデックスは、「治水」「利水」「環境」「防

災」さらに「社会情勢」の5分類でカテゴリ化した。

③インデックスの評価

インデックスは、年表で見やすくするために重要度のランク付けの評価を行うこととした。当初インデックスの評価は、「重要」「普通」「その他」の3分類としていたが、治水史年表の見せ方の議論の中で、「重要」と判断されるものから、さらに治水史のターニングポイントとなるような注目される事象を特別に抽出した方が、利用者が治水史の流れを捉え易いのではないかと云う合意を得て、「最重要」として抽出することとし、4分類とした。

④見せ方

見せ方について、以下の点に留意し議論を行った。

- ・対象者は地域と関わりのある一般の人とする。
- ・インデックスの表示方法を工夫して、時代の流れや背景が分かり易いようにする。
- ・分類の選択により、分類に関する記事を容易に閲覧できるようにする。
- ・利用者の汎用性と操作性に配慮し、ソフトはEXCELを採用した。ただし、最終成果は現時点でのセキュリティの関係から閲覧のみとしPDFデータで作成した。
- ・成果品は、CD-Rに収納して、さらに、年表作成の経緯や凡例を盛り込むことにした。

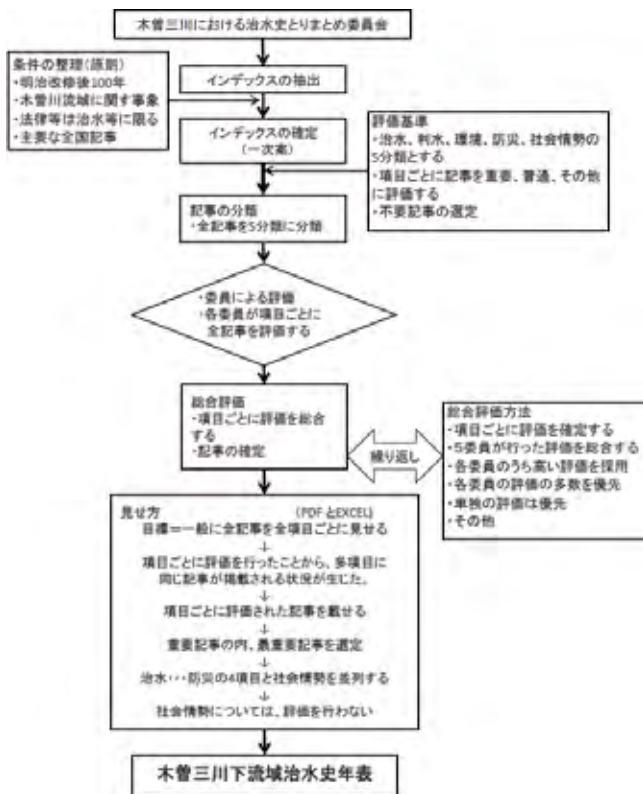


図 3.1 木曾三川下流域治水史年表作成の手順

3.2 治水史年表の組み立て

治水史年表は、第一ステップとして、5分類毎に纏めることとし、分類毎に時代の流れとともに治水事業等が取組まれたことが分かるようにする。第二ステップでは、利用者が関心を持った分類項目ごとに自由に並べ替え、それぞれの項目間の関連を見ながら治水事業の流れが分かるようにする。

以上の手順により研究を進めたが、時間の制約等により完成できず、本報告では第一ステップの5分類別にインデックスを分類評価した段階(図 3.2参照)までを報告する。その後、社会情勢については、全国または世界の動きもインデックスとして取り入れ、時代の流れを示す指標のみとして示すこととした。つまり、「治水」「利水」「環境」「防災」の4分類に、時代背景として「社会情勢」を並列して年表をまとめた(図 3.3参照)。

図 3.2 分類別インデックスの評価

治水分類の例

年(年号)	治水インデックス	社会情勢
1927年(大正16年)	重要インデックス ・治水事業の推進 ・治水事業の推進 ・治水事業の推進	社会情勢 ・社会情勢 ・社会情勢
1928年(昭和3年)	最重要インデックス ・治水事業の推進 ・治水事業の推進 ・治水事業の推進	社会情勢 ・社会情勢 ・社会情勢
1929年(昭和4年)	普通のインデックス ・治水事業の推進 ・治水事業の推進 ・治水事業の推進	社会情勢 ・社会情勢 ・社会情勢
1930年(昭和5年)	その他のインデックス ・治水事業の推進 ・治水事業の推進 ・治水事業の推進	社会情勢 ・社会情勢 ・社会情勢

図 3.3 4分類と社会情勢の年表(治水の例)

ここで、見せ方について議論した際に、利用者の汎用性と容易に時代の流れがつかめる方法として操作性の良いEXCELを採用することとし、それにより整理した内容を次に述べる。

①データベースの作成

今回のデータは、図 3・4のインデックスの欄と属性の年代・分類・重要性をデータベースとして蓄積したが、利用者がさらに発展的に年表を活用することが可能となるように、図に示すようにユーザーにより記事の追加ができるようにした。

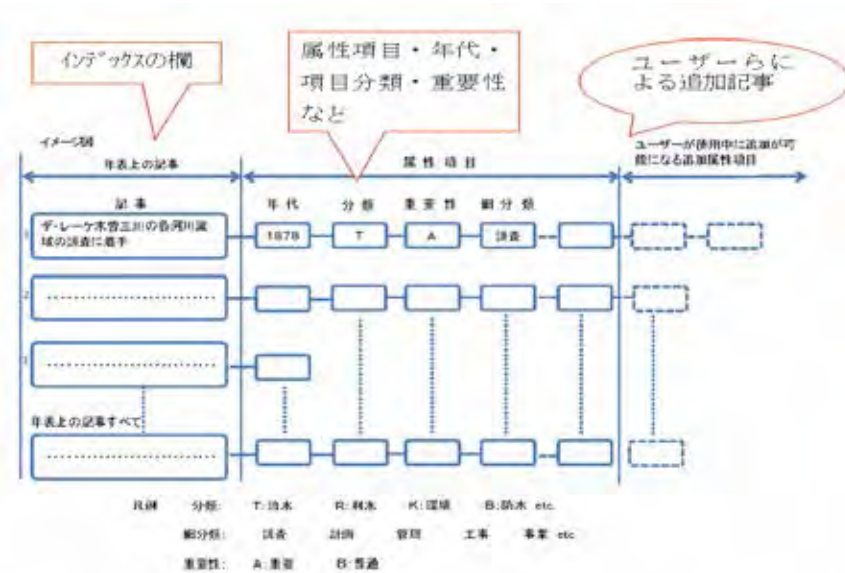


図 3・4 データベースのイメージ

②データベースの位置付け・並び替え・作成

年表として見やすく表示するため、大量にあるインデックスに年代・分類・重要性の位置付けを行い、

自動的に並べ替える作業を委員会で確定したデータベース内で行うようプログラミングを行った(図 3・5参照)。

The screenshot shows an Excel spreadsheet with multiple tables. The top part contains a table with columns for 'No.', '西暦', '項目', '分類', and '重要性'. Below it is a table with columns for 'No.', '西暦', '項目', '年代', '分類', '重要性', and '副分類'. At the bottom, there is a table titled '年内の並び替え作業' (In-year reorganization work) with columns for '開始', '年次', 'rank', 'order', '100+', '年次', 'code', '重要性', '分類', '副分類', and 'その他'.

図 3・5 データベースの位置付け

次の図 3・6に、年表の作成の手順を示す。
これは治水と社会情勢を並列させた例であり、データベース上の位置付けをさらに年表形式にするものであり、年代ごとに重要性で評価された順に並べ、インデックスを重要度に応じてインデントを下げて

表示させた。年表は合計 2 列で分類別にインデックスを表示させるようにし、一列目と二列目で表示させたい分類は変更することができ、また表示させたい重要度項目もフィルターをかけることができる。

The screenshot shows a spreadsheet interface with a table of historical events. The table has columns for 'Year (Year No.)', 'Water Control', and 'Social Situation'. The 'Year (Year No.)' column is filtered to '1868 (Meiji 2nd Year)'. The 'Water Control' column is filtered to 'All' (すべて). The 'Social Situation' column is filtered to 'All' (すべて). The table content includes events from 1868 to 1872, such as the establishment of the Ministry of Education and the Meiji Restoration.

Below the table, there are four red-bordered text boxes with white text:

- Font・Text size・Indent・Underline setting.
- Year
- Year table article: 1st column classification can be selected.
- Year table article: 2nd column classification can be selected. This time, the social situation was published as an indicator of the era.

図 3・6 年表の作成

3.3 治水史年表

今回の成果としての治水史年表は、治水と社会情勢、利水と社会情勢、環境と社会情勢、防災と社会情勢の 4 種類の年表として整理した。図 3・7に治水と社会情勢の例を示す。見やすさを考慮し分類毎にタイトル色を変えた。治水は紫、利水は青、環境は緑、防災は橙、社会情勢は桃で着色した。

図 3・2の手順により図 3・7に示されるように自動的に年表がアウトプットされるが、年ごとに最重要、重要、普通、その他の順に表示され、最重要は赤字でさらにフォントを大きくした。重要以下は黒字とし、フォントの大きさとインデントを順次下げて表した。また、社会情勢については、前述したとおり評価を行わず、時代の指標として整理した。

木曾三川下流域に関する年表【治水】

年(元号)	治 水	社会情勢
1922年(大正11年)		シベリア撤兵完了
1923年(大正12年)	<p>木曾川上流改修事務所設置(岐阜市忠節町)</p> <p>揖斐川筋呂久地先の新川付替工事着工(昭和10年完成)</p> <p>揖斐川筋石岸神戸・池田地先の改修工事着工</p> <p>奥川敷地処分令公布</p> <p>揖斐川筋左岸川合・大野地先の改修工事着工</p> <p>集中豪雨のため木曾谷に土石流発生。死者83名、負傷者49名</p> <p>名古屋土木出張所(名古屋市)が復活</p> <p>呂久工場設置(揖斐川改修)、塩津工場設置(長良川改修)</p> <p>木曾川上流改修事務所内に岐阜機械工場設置(土工用船舶機械器具修理・製作)</p> <p>関東大震災(震源地:相模湾、M7.9)(死者・行方不明者合わせて14万5千)</p>	<p>郡制廃止の実施</p> <p>名古屋発のメーデー</p>
1924年(大正13年)	<p>長良川筋西小敷の旧川締切工事着手</p> <p>木曾川筋川島の河身整理工事着工</p> <p>三水川改修期成組合設置</p> <p>美濃一帯に大雨。土岐川・可児川・妻木川・ほか各支川で氾濫。各地で被害</p> <p>木曾川上流土地収用事務所廃止し、木曾川上流改修事務所に事務引き継ぐ</p> <p>川島工場設置(木曾川改修)</p> <p>大井ダム完成(我が国初のダム式発電)(木曾川、関西電力、木曾川水系で福沢橋介が我が国初のダム式発電を作る)黒部峡</p> <p>砂防法第8条第1項が改正され、利害が4府県内に止まる場合でも大規模工事について直轄施行可能となる</p> <p>補助砂防事業一時中断</p>	
1925年(大正14年)	<p>木曾川流域の上田沢等に補助砂防事業開始</p> <p>台風による洪水で長良・揖斐川流域で大きな被害</p> <p>治水資金特別会計法廃止</p>	<p>治安維持法公布</p> <p>普通選挙法公布</p> <p>東京放送局(現、NHK)ラジオ放送開始</p>
1926年(昭和元年)	<p>長良川筋淀川及び境川の締切並びに日置江の引堀工事着工(昭和9年完成)</p> <p>西南濃地方における関係水利組合は政府当局に陳情書を提出(支那川改修の国庫補助を陳情)</p>	
1927年(昭和2年)	<p>長良川筋西小敷旧川締切工事完成</p> <p>長良川筋境川放水路新設工事着工(昭和7年完成)</p> <p>呂久工場を揖斐川工場に塩津工場を長良川工場に改称</p>	<p>金融恐慌起こる</p> <p>我が国初の地下鉄開通(上野～浅草間)</p>

図 3-7 治水史年表の成果

4. 明治時代以降の治水等の流れ (中間とりまとめ)

治水史年表を明治時代以降について作成したが、治水史にかかわるインデックスを4分類に分けたことで時代に即してどのような流れがあったのか、見えてきた時代の流れについて以下で分類別に述べる。ただし、治水と防災はお互いに関連していることから同時に整理した。

また、それぞれの「流れ」については、本研究とは別に、明治以前の治水史と治水に関連する項目等を参考に整理したものであり、本研究の成果の活用方法の事例として示した。

4.1 治水(防災)の流れ(図 4-1参照)

・明治6年オランダ技師ヨハネス・デ・レーゲが日本

政府に招聘され来日し、木曾川の下流改修事業の指導を行い、明治20年に横満蔵地先で明治改修工事が着工された。

- ・明治改修の途中、明治三大洪水(明治26・29年)等が発生し、改修計画の見直しが図られつつ、明治45年に三川分流工事は完成した。
- ・大正10年に木曾川上流改修事業が始まるが、その後においても洪水は頻繁に発生し、計画の見直しを行いながら改修工事が進められた。また、自然災害による被害は続出し、洪水は昭和7・13年と発生。さらに昭和19年の東南海地震、昭和21年の南海地震が発生した。
- ・昭和30年には丸山ダムが治水目的を加えて完成し、木曾川の洪水調整がダムにより行われる。
- ・昭和32年には特定多目的ダム法が制定され、治水事業がダムを含めて行われるようになる。
- ・昭和34年の伊勢湾台風により未曾有の被害を蒙る。

木曾川上流部では昭和35・36年に大水のため災害が発生する。

- ・その後昭和39年には横山ダムの完成とともに、新河川法が制定され、新しい治水計画等による治水事業が始まる。
- ・昭和47年に建設が着手された長良川河口堰は平成7年に完成し、平成9年には河川法に環境項目等が加わり新しい河川法が施行された。
- ・平成19年には木曾川水系河川基本方針が策定され、翌年の平成20年には整備計画が策定された。

4.2 利水の流れ (図 4-2参照)

- ・東京を中心に鉄道が整備され、電灯が灯り、明治16年(1883)に東京電灯会社が開業される。
- ・明治22年(1889)名古屋に電灯がつき、東海道線が全線で開通する。さらに、関西鉄道や中央線で名古屋を中心に一部区間で鉄道が開通する。
- ・明治44年(1911)木曾川発電所が完成。同じ年、電気事業法が制定される。
- ・大正13年(1924)福沢桃介が大井ダムを完成させる。日本初のダム式発電所の完成。
- ・昭和12年(1937)、木曾川の発電事業の影響で、既農業用水事業の新たな取り組みが始まり、宮田用水頭首工が着工される。
- ・昭和21年(1946)名古屋市の上水道用水事業として木曾川朝日取水から一部給水が開始される。
- ・昭和27年(1952)丸山ダムが河川総合開発事業に採択され昭和31年に完成する。同じ年、電源開発促進法が制定される。
- ・昭和32年(1957)特定多目的ダム法が制定される。利水開発の法制度が整理され、その後、水資源開発に伴うダム事業・用水事業等が着工・完成される。
- ・昭和39年(1964)新河川法が制定されると同時に横山ダムが完成する。
- ・昭和45年(1970)木曾川総合用水木曾川大堰着工し、昭和51年に完成する。
- ・昭和61年(1986)木曾川大湯水で、水源ダムである牧尾ダムの貯水量がゼロとなる。

- ・昭和63年(1988)長良川河口堰本体着工(平成7年(1995)完成)。
- ・平成6年(1994)木曾川大湯水。
- ・平成10年(1998)長良川導水取水開始。

4.3 環境の流れ (図 4-3参照)

- ・明治政府の殖産興業による産業の発展は、同時に全国で公害を発生させた。中部管内木曾川下流域では、地下水の過剰な汲み上げによる地盤沈下が生じた。
- ・昭和23年(1948)木曾川下流部で地盤沈下復旧工事が行われる。
- ・昭和30年(1955)水質汚濁防止連絡協議会が発足され、同年水質調査が実施される。
- ・昭和33年(1958)水質保全二法(公共用水域の水質保全に関する法律・工業排水等の規制に関する法律)が制定される。
- ・昭和42年(1967)公害対策基本法が制定される。
- ・昭和45年(1970)水質汚濁防止法が制定される。
- ・昭和46年(1971)東海三県地盤沈下調査会が発足される。環境庁が発足する。
- ・昭和56年(1961)河川審議会において「河川環境管理の在り方について」答申される。
- ・昭和58年(1983)木曾川河川環境管理基本計画策定が始まる。
- ・平成2年(1990)河川水辺の国勢調査が始まる。

その後「桜つつみモデル事業」「魚ののぼりやすい川づくり」「多自然型川づくり」など河川環境の創造などの事業化が進む。

- ・平成5年(1993)公害対策基本法から環境基本法へ岐阜県で清流ルネッサンス21事業が採択される。
- ・平成6年(1994)環境基本計画が閣議決定され、建設省は環境政策大綱を策定する。
- ・平成9年(1997)環境を内部目的化した河川法が改正される。
- ・平成19年(2007)木曾川水系河川基本方針が策定される。
- ・平成20年(2008)木曾川水系河川整備計画が策定される。

木曾三川治水史年表

年	治水	治水(防災)の流れ
	木曾三川における明治改修までは、歴史的治水事業が行われ、今なお、実質の研究が行なわれている。その後については、法制度の整備・改正などにより、防災・減災のもと治水事業が行われてきた。改めて歴史的に強調的に認識されることは少ないであるが、明治改修はあくまでも木曾三川下流の河川改修であり、大正に入ってから、木曾三川上流の河川改修事業が行われ、その後、各次改修計	明治改修完成後の治水事業の内容について整理するに当たっては、明治改修が木曾三川下流の事業であったが、その後は、木曾三川上流の河川改修事業が大正改修事業として行なわれる。その後、水害一環の改修計画を策定し事業を行ってきたが、大規模な洪水による災害が発生したため、数次における改修計画の見直し・改定を行い河川改修事業が行われてきた。このことは、明治改修事業の最終事業であることの認識が必要である。
明治以前の治水事業	文正14年(1858):木曾川大洪水発生 文禄2年(1593~):文禄の治水 慶長13年(1603~):「御園堀」の築立 宝暦4年(1754~):宝暦治水	木曾三川の治水事業は、文禄の治水・御園堀から始まり、宝暦治水を経て明治改修と事業が実施されてきた。その間、輪中の発達や上流域と下流域の
1873年(明治6年)	木曾三川で洪水 オランダ人工師、ヨハネス・デ・レーケが4名来日 木曾川にて最初の灌漑工事(低水工事、上流砂防)に着手	オランダ人工師、ヨハネス・デ・レーケが4名来日
1878年(明治11年)	デ・レーケ木曾三川の各河川流域の調査に着手	
1884(明治17年)	木曾三川で大洪水発生	
1885(明治18年)	木曾三川で大洪水(心・下流改修計画の見直し)	
1886(明治19年)	岐阜県知事が山内内務大臣に治水の要請を行う	
1887年(明治20年)	明治改修第一期工事が木曾川橋渡の築堤から始まった 内務省が木曾川下流改修(明治改修)工事に着手 木曾川下流改修(明治20年~44年)、直轄砂防工事を明治38年度まで実施、全国高水工事の模範	明治に入ってから木曾三川における洪水は頻りに発生し、特に御園堀の右岸側発達側の洪水被害は大きく、各種方法で治水事業の要請が行われた。その結果オランダ技師の技術指導のもと、明
1888年(明治21年)	木曾三川大洪水(大垣橋中入水) 岐阜県知事が山内内務大臣に治水の要請に対して、下流改修に上流計画を作ることを要請	明治改修第一期工事が始まる 山内大臣は、下流改修と上流計画を作ることを要請
1890年(明治23年)	木曾川導水堤(導流堤)完成	
1891年(明治24年)	湧出地帯(湧源地:岐阜県西部、MSO)全法長20kmに達する堰堤が築造 湧出地帯により三川復旧計画あり	
1896年(明治29年)	木曾三川大洪水発生(大垣城浸水) 第6回帝國議會において旧河川法成立(近代河川管理の誕生) 木曾三川洪水が頻発し、岐阜県知事が内務大臣に治水の要請を行う。 明治改修第二期工事として、三川分流を目的とする木曾・長良貫制に着手した	
1897年(明治30年)	砂防法・森林法制定	
1898年(明治31年)		
1899年(明治32年)	木曾・長良川の砂防(貫制)堤完成 船橋中間門着工(明治35年完成)	
1900年(明治33年)	長良・岐阜川の砂防(貫制)堤完成 愛知・岐阜・三重三県台風の「三川分流成功」舉行 明治改修第三期工事として、橋渡川の改修を行う 湧出の砂防堤防完成	明治改修後、上流部では流入土砂などの堆積で堤下敷力が減少し洪水被害が常態的に発生した。このため輪中組合が国に対して治水事業の要望
1906年(明治39年)	第四期工事として明治改修工事の最後の段階に入る	
1909年(明治42年)	揖斐川導水堤(導流堤)完成(明治42年度)	
1910年(明治43年)		
1911年(明治44年)	治水費負担割合を決定(法律第14号)	
1912年(大正元年)	木曾川下流改修(明治改修)工事完成	木曾川下流改修(明治改修)工事完成
1914年(大正2年)		
1920(大正9年)	河川各輪中組合が治水金を設置し各方面に要請	
1921年(大正10年)	木曾川上流改修(大正改修)着手	木曾川上流改修(大正改修)着手
1923年(大正12年)	関東大震災(震源地:相模湾、M7.9)(死者・行方不明者合わせて14万人)	
1924年(大正13年)		
1932(昭和7年)	7月洪水で中津川(御園川)等の被害・改修計画の見直しをこらう	7月洪水で改修計画の見直しをこらう
1931年(昭和8年)	三尾地帯津波(震源地:岩手県沖、M8.1) 経済恐慌を背景に、河川事業が社会政策的な面を持つ	
1935年(昭和10年)		
1936(昭和11年)	木曾川下流増補計画決定	木曾川下流増補計画決定
1937年(昭和12年)	河川統制調査(一昭和18年:全国64河川) 木曾川下流増補に着手	
1938年(昭和13年)	上流と中流部を経て木曾・長良・揖斐三川洪水、木曾川で計画図を仕上げ各河川に要請 7月洪水を契機に改修計画の見直しと基準量となる	計画を超える洪水が、改修計画の見直しの基準量となる
1944年(昭和19年)	河川治地帯(震源地:三重県沖、M7.3)	
1945年(昭和20年)	伊勢湾台風(台風16号)により岐阜県下で内水などの被害、死者3名、負傷者9名、全壊家屋145戸、半壊家屋262戸、堤防決壊210箇所等	伊勢湾台風(台風16号)
1946年(昭和21年)	湧出地帯(震源地:紀伊半島沖、M8.0)	
1948年(昭和23年)	木曾三川下流部で地盤沈下復旧工事着手	
1949年(昭和24年)	水防法制定	水防法制定
1951年(昭和26年)	関西電力社が丸山ダムの工事に着手(昭和29年完成)	
1952年(昭和27年)	丸山ダムが河川総合開発事業に採択 ダイナ台風(台風2号)により長良川で洪水、長良川右岸(購買地先)崩壊、各地で被害大、死者1名、負傷者29名、堤防決壊129箇所等	丸山ダムに洪水に期待することが検討された。丸山ダムに洪水調節
1953年(昭和28年)	昭和26年度以降木曾川改修設計計画策定	昭和26年度以降
1955年(昭和30年)	丸山ダムに雨量・水位のテレメーター観測装置(後水調節)	
1956年(昭和31年)	丸山ダム全工事完成(昭和29年着工)	丸山ダム全工事完成
1957年(昭和32年)	特定多目的ダム法制定	特定多目的ダム法制定
1958年(昭和33年)		
359年(昭和34年)	伊勢湾台風(台風15号)による高潮や各河川の洪水で愛知・岐阜・三重を始め各地で大災害、東海三県で死者4,487名、罹災者約124万名(全国では死者・行方不明者5,398名) 伊勢湾等高潮対策協議会設置決定	伊勢湾台風(台風15号)により大災害発生 一方、産業の発展に



図 4.1 治水事業年表とその流れ図

木曾三川利水年表

年	出来事	利水の流れ		
1800年代	富田用水(濃尾用水)とは？ ちよもと木曾川の支流であった富田用水は、1808年の湖の調節のため分断され取水ができなくなった。 よって、木曾川から濃尾用水を行うための取水口を、美濃郡大野・飯沼町の2カ所に設置した。 〔他にこの水車による新井水(新井)〕 その後、木曾川の上流治水による河床の変化により、取水口の位置を記入しつつ維持されてきた。	御田場の築堤により 木曾川本川から取水を開始する 濃川(濃尾)からの水利		
1889年(明治16年)	東京電力会社開業			
1904年(明治17年)	高気機で発電機を運転			
1906年(明治19年)	電気事業の発展			
1907年(明治20年)	有限責任東京電灯会社が設立される。			
1908年(明治21年)	各用水(岐阜県)完工(明治24年完成)			
1909年(明治22年)	木曾川に電灯(木曾川)が 完成(明治22年完成)			
1910年(明治23年)	防衛庁治水工事、第1期治水工事			
1911年(明治24年)	濃尾用水...木曾三川堤防築造			
1914年(明治27年)	日清戦争影響			
1915年(明治28年)	関西鉄道名古屋～松原間通過 京新井市電開通			
1916年(明治29年)	電気事業法により規制を受ける			
1918年(明治31年)	富田川水質調査(明治31年)	富田川水質調査報告書提出		
1900年(明治33年)	中央線多治見～名古屋間通過 東京～大塚間電話開通			
1910年(明治43年)	長良川に水力式発電所完成(長良川発電所(名古屋電灯から中部電力へ))			
1911年(明治44年)	木曾川発電所完成(大正0年)/各用水発電所(古巣町完成、昭和49年完成)(塩谷橋立が稼働した初めての発電所) 電気事業法制定(電気事業の発展促進を図る)の 中央線全線開通		木曾川発電所完成	
1912年(大正元年)	1924年(大正13年)		西電力、木曾川水系下流治水(木曾川)のダム式発電(大正13年)完成	
1907年(明治20年)	電気事業法制定		電気事業法制定	
1915年(明治27年)	木曾川川筋改良工事完成		木曾川川筋改良工事完成	
1938年(昭和13年)	富田川水質調査(昭和13年完成)		富田川水質調査工事(昭和13年完成)	
1937年(昭和12年)	木曾川上流治水(水防対策)調査開始。岐阜県に調査事務所設置		木曾川上流治水(水防対策)調査開始。岐阜県に調査事務所設置	
1938年(昭和13年)	濃尾川系治水(濃尾川)治水工事(昭和13年完成)		濃尾川系治水(濃尾川)治水工事(昭和13年完成)	
1946年(昭和21年)	古巣町上流治水(古巣町)治水工事(昭和21年完成)		古巣町上流治水(古巣町)治水工事(昭和21年完成)	
1951年(昭和26年)	関西電力が丸山ダムの工事(昭和26年完成)	丸山ダムが河川総合開発事業に採択		
1952年(昭和27年)	丸山ダムが河川総合開発事業に採択	丸山ダムが河川総合開発事業に採択		
1953年(昭和28年)	丸山ダムが河川総合開発事業に採択	丸山ダムが河川総合開発事業に採択		
1954年(昭和29年)	丸山ダムが河川総合開発事業に採択	丸山ダムが河川総合開発事業に採択		
1955年(昭和30年)	丸山ダムが河川総合開発事業に採択	丸山ダムが河川総合開発事業に採択		
1956年(昭和31年)	丸山ダムが河川総合開発事業に採択	丸山ダムが河川総合開発事業に採択		
1957年(昭和32年)	丸山ダムが河川総合開発事業に採択	丸山ダムが河川総合開発事業に採択		
1958年(昭和33年)	丸山ダムが河川総合開発事業に採択	丸山ダムが河川総合開発事業に採択		
1959年(昭和34年)	丸山ダムが河川総合開発事業に採択	丸山ダムが河川総合開発事業に採択		
1960年(昭和35年)	丸山ダムが河川総合開発事業に採択	丸山ダムが河川総合開発事業に採択		
1961年(昭和36年)	丸山ダムが河川総合開発事業に採択	丸山ダムが河川総合開発事業に採択		
1962年(昭和37年)	丸山ダムが河川総合開発事業に採択	丸山ダムが河川総合開発事業に採択		
1963年(昭和38年)	丸山ダムが河川総合開発事業に採択	丸山ダムが河川総合開発事業に採択		
1964年(昭和39年)	丸山ダムが河川総合開発事業に採択	丸山ダムが河川総合開発事業に採択		
1965年(昭和40年)	丸山ダムが河川総合開発事業に採択	丸山ダムが河川総合開発事業に採択		

	水曾川水系工事実施基本計画策定(治水・利水を目的として方向づけ) 水曾川水系工事実施基本計画(治水5ヵ年計画(第3次)策定)	の水利用・開発計画が策定される。
1956年(昭和31年)	徳島県水曾川総合治水事業に着手(昭和57年完成、昭和58年完了)	昭和52年徳尾用水事業完成
1958年(昭和33年)	水道開発公社中部支社発足し、徳尾用水公社は水道開発公社に統合 水曾川水系水道基本計画決定 水道開発公社が長良川河口堰の実施計画調査開始 事業実施計画調査実施 長良川河口堰建設開始	新河川法制定、特ダム法制定、水道法公団法制定等により新しい水資源に関する政策・計画が立てられ、事業化がなされる。
1969年(昭和44年)	水曾川総合治水事業も水道開発公社が承継	総合開発事業の進捗に合わせて各目的の専用施設等も着手・着工され完成する
1970年(昭和45年)	水曾川総合治水事業も水曾川大堰着工 水曾川総合開発計画による堤防着工着手	
1971年(昭和46年)	徳山ダム実施計画調査開始	その間水曾川を含め各地で大規模
1972年(昭和47年)	沈没調整河川水曾川導水実施計画調査開始 長良川河口堰建設事業着手	
1973年(昭和48年)	水曾川水系水道開発基本計画全部変更 水道開発公社が徳尾川ダム実施計画調査開始	
1974年(昭和49年)	電源開発促進法、電源開発促進特別会計法、発電用施設間の地域連絡法のいわゆる電三法制定	電三法制定
1976年(昭和51年)	阿木川ダム、徳山ダムを水道開発公社へ事業継承	岩屋ダム完成
1977年(昭和52年)	水曾川ダム総合管理開始	
1980年(昭和55年)	新丸山ダム(再開形)実施計画調査開始	
1981年(昭和56年)	長良川河口堰建設事業差し止め取り下げ	
1982年(昭和57年)	徳尾用水2期事業着手 水曾川水系水道開発基本計画一部変更 長良川河口堰建設事業差し止め(再開新案) 西濃用水同具取水工完成、暫定取水開始	徳尾用水2期事業着手 西濃用水同具取水工完成
1985年(昭和60年)	濃尾平野地盤沈下防止対策協議決定(治水規制)、尾張工業用水道一部給水開始(地盤沈下対策)	濃尾平野治水規制
1986年(昭和61年)	水曾川大堰(12月に愛知用水取戻ダム貯水量ゼロになる)	水曾川大堰水
1988年(昭和63年)	全道治水推進(長良川河口堰) 長良川河口堰治水工(平成2年7月完成)	長良川河口堰本体着工
1991年(平成3年)	長良川治水技術検討委員会発足	平成2年阿木川ダム完成
1992年(平成4年)	長良川河口堰に関する徳島県知事と尾張・濃尾平野治水対策検討会との協議の項目、長良川河口堰の3次元の環境調査・公表 長良川河口堰に関する技術調査(治水効果、地盤沈下の治水効果の解析など)を公表 長良川河口堰にかかわる治水計画の技術評価(土木学会の治水技術検討委員会)	長良川河口堰に関する調査報告書等を公表
1994年(平成6年)	水曾川水系大堰水(全国規模で降水量不足、九州北部・九州内海沿岸・東海地方を中心とした地域で渇水被害) 長良川河口堰調査委員会発足	水曾川水系大堰水
1995年(平成7年)	長良川で長良川河口堰に関する内閣府議決、防災・環境・水資源・塩害のテーマで6回開催(～4月) 野原建設大臣が長良川河口堰治水格運用開始を旨を発表 長良川河口堰運用開始 長良川河口堰モニタリング委員会発足	長良川河口堰運用開始
1996年(平成8年)	建設省と市県との「長良川河口堰運用に伴うモニタリング及び塩害等への影響についての“新しう対策”を共同開催(～平成8年10月) 長良川マウンド拡張工事着手(平成9年完了)	
1998年(平成10年)	中部地方ダム等管理フォローアップ委員会発足	味増川ダム完成
1997年(平成9年)	新河川法改正(治水・利水・環境の総合的な河川制度の整備) 水曾川水系水道開発基本計画(全部変更)	新河川法改正 水曾川水系水道開発基本計画(全部変更)
1998年(平成10年)	長良川本流大堰(愛知方面)の治水効果、二重県中閉鎖域への治水効果	長良川治水開始
2000年(平成12年)	長良川河口堰モニタリング委員会から調査フォローアップ調査(1997)	
2007年(平成19年)	水曾三川下流部水資源協議会発足 水曾川水系水資源基本計画策定	
2008年(平成20年)	水曾川水系水資源協議会発足	徳山ダム完成
2010年(平成22年)	中部地方ダム等管理フォローアップ委員会が格運用開始後15年開始評価	
2011年(平成23年)		各種総合開発事業の運用にあたって、新しいチェックシステムが実行され、事業の着目・確認が図られる

図 4.2 利水事業の年表とその流れ

木曾三川環境史年表

年号	環境	環境の流れ	主に公害
	環境の背景	<ul style="list-style-type: none"> 水質汚濁について 高度成長期に入り急増した産業排水・廃棄物の公共水域へ投棄された。また、生活環境の向上欲求に追いつかない生活排水処理の遅れ 地盤沈下について 地下水等の過剰くみ上げにより起こる沈下と地震による液状化がある。 都市から緑が消えていった……環境管理 	
1877年(明治10年)			尻尾被害
1890年(明治23年)			
1894年(明治27年)			
1904年(明治37年)			
1910年(明治43年)			
1914年(大正3年)			
1915年(大正4年)			
1919年(大正10年)			
1923年(大正12年)			イタイイタイ病
1924年(大正13年)			
1925年(大正14年)			
1931年(昭和6年)			
1932年(昭和7年)			
1933年(昭和8年)			
1935年(昭和10年)			
1936年(昭和11年)			
1937年(昭和12年)			安中公害(東井垂鉛)
1938年(昭和13年)			
1939年(昭和14年)	今渡ダム完成		
1940年(昭和15年)			
1941年(昭和16年)			
1942年(昭和17年)			
1943年(昭和18年)			
1948年(昭和23年)	木曾川下流部で地盤沈下復旧工事着手		
1949年(昭和24年)			
1950年(昭和25年)	国土総合開発法制定		
1951年(昭和26年)			
1952年(昭和27年)			
1953年(昭和28年)			
1955年(昭和30年)	水質調査実施 水質汚濁防止連絡協議会発足		
1956年(昭和31年)			水俣病(チッソ)
1957年(昭和32年)			
1958年(昭和33年)	水質保全二法制定(水質保全法・工場排水等規制法)		江戸川漁業被害(本州製紙)
1959年(昭和34年)			
1960年(昭和35年)			四日市ぜんそく
1961年(昭和36年)			
1962年(昭和37年)			
1964年(昭和39年)			
1965年(昭和40年)			
1966年(昭和41年)			新潟水俣病(昭和電工)
1967年(昭和42年)	公害対策基本法制定		
1968年(昭和43年)	四日市公害訴訟提起 長良川河口堰実証開始		
1969年(昭和44年)			
1970年(昭和45年)	水質汚濁防止法制定(水質二法の統一)		
1971年(昭和46年)	環境庁設立 東海三県地盤沈下調査会発足		
1972年(昭和47年)	木曾川水系水質汚濁対策連絡協議会発足		
1973年(昭和48年)	水源地对策特別措置法制定		
1974年(昭和49年)	国土利用計画法制定		
1975年(昭和50年)	三重県で地下水規制実施		
1976年(昭和51年)			
1977年(昭和52年)			
1980年(昭和55年)	河川環境管理基本計画の策定開始		
1981年(昭和56年)	河川審議会答申「河川環境管理のあり方」について		
1982年(昭和57年)			



図 4-3 治水環境史とその流れ

5. 今後の課題

木曾三川下流部は、明治改修完成から平成24年で100年の節目を迎えた。明治以降の治水と治水に関わる歴史の変遷を、学識者・行政経験者及び現職の行政職員を委員とする「木曾川下流域における治水史とりまとめ手法研究委員会」において研究を進めた。

この100年間は、明治から昭和の時代における大規模な災害の発生による災害復旧や治水事業は、災害の都度、治水計画の変更を繰り返し実施されてきた。

一方、経済の高度成長、各種分野における技術の発展により、河川の利用形態は、より広域化・大規模化した。反面、河川環境に与える影響も大きく、河川の水質悪化や地下水の汲み上げによる地盤沈下などが発生した。昭和から平成に移ると木曾川流域の人々の河川に対するニーズは高まり、河川を通して生活に豊かさを求めるようになった。

このように木曾三川下流部における、治水（防災）・利水・環境は、それぞれに関連を持ちながら変化していった。

本研究はこの流れを具体的に明らかにすることを目標とした。しかし、中間段階のため、本稿ではそれぞれの分類毎の整理はできたが、分類間の関連付けは十分にできなかった。

以下に本研究の課題を整理した。

①木曾三川下流域治水史は、治水（防災）、利水、環境の分類別に時代の流れは把握できたが、それぞれの分類毎にからませた流れについて、明らかにする必要がある。

ここに、システムとしては完成していないが、手作業により分類毎の流れを見るため、図 5・1に例を示した。

②インデックスに出典を付けることにより、詳細な内容を検索できるようになり、さらに詳しい歴史を明らかにすることが可能となる。

③年代ごとにインデックスは整理できたが、今後は関連するインデックス同士のつながりを持たせることにより、特定な項目に対する歴史の流れを整理、理解することが可能となる。

図 5・1に分類別の重要事項を年次順に並べた事例を示す。このように整理することにより以下のような流れを見ることができる。

治水（防災）は明治の初めに多くのインデックスが集中しているが、利水は明治から平成まで平均的にインデックスが発生している。環境は、経済・産業の高度化により河川の汚濁が進んだことから、インデックスが増えた。

年	治水	防災	利水	環境
1873年(明治6年)	オランダ人工師、ヨハネス・デ・レーケが4名来日			
1877年(明治10年)	木曾川にて最初の直轄工事(低水工事、上流砂防)に着手			
1878年(明治11年)	デ・レーケ木曾三川の各河川流域の調査に着手	岐阜県水防規則・水防組織制創制制定		
1887年(明治20年)	明治改修第一期工事が木曾川横溝敷の築堤から始まった。			
1891年(明治24年)		濃尾地震(震源地:岐阜県西部、M8.0)全延長28kmに達する根尾谷新断面発生		
1896年(明治29年)	第9回帝國會議において旧河川法成立(近代河川制度の誕生)			
	明治改修第二期工事として、三川分流を目的とする木曾・長良背割堤に着手した。			
1898年(明治31年)			宮田用水普通水利組合設立	
1899年(明治32年)	木曾・長良川の締切(背割)堤完成			
1900年(明治33年)	愛知・岐阜・三重三県合同の「三川分流成功式」挙行			
	明治改修第三期工事として、揖斐川の改修を行う			
1906年(明治39年)	第四期工事として明治改修工事の最後の段階に入る			
1911年(明治44年)			木曾川発電所完成(大正6年八百津発電所に名称を改める、昭和49年廃止)(福沢桃介が携わった初めての発電所)	
1923年(大正12年)		関東大震災(震源地:相模湾、M7.9)(死者・行方不明者合わせて14万余)		
1924年(大正13年)			大井ダム完成(我が國初のダム式発電)	
1931年(昭和6年)			電気事業法制定	
1933年(昭和8年)		三陸地震津波(震源地:岩手県沖、M8.1)		
	木曾川下流増補決定			
1935年(昭和10年)			牧田川頭首工完成	
1936年(昭和11年)	木曾川下流改修増補工事着手			
1937年(昭和12年)	河水統制調査(昭和18年:全箇64河川)			
	木曾川下流増補に着手		宮田用水頭首工着工(昭和26年完成)	
1944年(昭和19年)		東南海地震(震源地:三重県沖、M7.9)		
1945年(昭和20年)	枕崎台風(台風16号)により岐阜県下で内水などの被害、死者5名、負傷者6名、全壊家屋145戸、半壊家屋262戸、堤防決壊216箇所等			
1946年(昭和21年)		南海地震(震源地:紀伊半島沖、M8.0)	名古屋市上水道朝日取水口から一部給水開始	
1948年(昭和23年)	木曾三川下流部で地盤沈下復旧工事着手	木曾三川下流部で地盤沈下復旧工事着手		
1949年(昭和24年)		水防法制定		
1951年(昭和26年)			国土総合開発法により、木曾川特定地域に指定	
1952年(昭和27年)	丸山ダムが河川総合開発事業に採択			
	ダイナ台風(台風2号)により長良川で洪水			
1953年(昭和28年)	昭和28年度以降木曾川改修総体計画策定		電源開発促進法制定	
1955年(昭和30年)			愛知用水公団設立し、愛知用水事業に着手	
1956年(昭和31年)		丸山ダム全工事完成(昭和26年着工)		
1957年(昭和32年)	特定多目的ダム法制定		濃尾用水事業着手(昭和42年完成)	
			愛知用水、牧尾ダム工事着手(昭和36年完成)	
			濃尾用水犬山頭首工着工(昭和37年完成)	水質保全二法制定(水質保全法・工場排水等規制法)
1958年(昭和33年)				
1959年(昭和34年)	伊勢湾台風(台風15号)による高潮や各河川の洪水で愛知・岐阜・三重を始め各地で大災害、東海三県で死者4,487名	伊勢湾台風(台風15号)による高潮や各河川の洪水で愛知・岐阜・三重を始め各地で大災害、東海三県で死者4,487名		
1960年(昭和35年)	台風11、12号により揖斐・長良川で洪水	南米チリにて大地震(チリ地震の影響により太平洋岸に津波発端)	木曾三川協議会発足	
1961年(昭和36年)			愛知用水工業用水道供給開始	
			愛知用水完成	
			水資源開発公団法制定	
1964年(昭和39年)	横山ダム完成(揖斐川、中部電力)		北伊勢工業用水道長良川から取水開始(第2期事業)	
	新河川法制定(昭和40年施行)	横山ダム完成(揖斐川、中部電力)	横山ダム完成(揖斐川、中部電力)	
1965年(昭和40年)	木曾川水系工事実施基本計画策定		新河川法制定(昭和40年施行)	
			木曾川水系工事実施基本計画策定	
			木曾川水系が水資源開発水系に指定	
			木曾川水系水資源開発基本計画策定	
			木曾川水系緊急水調停協議会発足	
1968年(昭和43年)				四日市公害訴訟提起
1970年(昭和45年)			木曾川総合用水木曾川大堰着工(昭和51年10月完成)	
1971年(昭和46年)			東海三県地盤沈下調査会発足	
1972年(昭和47年)				環境庁設立
1974年(昭和49年)				木曾川水系水質汚濁対策連絡協議会発足
1976年(昭和51年)	長良川本川安八町大森地先の右岸堤で破壊(安八水害)	長良川本川安八町大森地先の右岸堤で破壊(安八水害)		
1981年(昭和56年)				河川審議会答申「河川環境管理のあり方」について
1982年(昭和57年)			愛知用水2期事業着手	
			西濃用水岡島頭首工完成し、暫定取水開始	
1983年(昭和58年)		台風10号と秋雨前線の影響により大雨、木曾川で洪水、美濃加茂市及び坂祝町で浸水被害(丸山ダムで初めて)		
1984年(昭和59年)		長野県西部地震		
1986年(昭和61年)			木曾川大洪水	
1987年(昭和62年)				国営木曾三川公園中央水郷地区開園
1988年(昭和63年)	長良川河口堰本体着工(平成7年7月完成)		長良川河口堰本体着工(平成7年7月完成)	按つみモデル事業開始
				フタバ制度発足
				長良川河口堰本体着工(平成7年7月完成)
1990年(平成2年)	河川審議会答申「今後の河川整備はいかにあるべきか」			河川水辺の国勢調査開始
1991年(平成3年)				木曾川水系河川環境管理基本計画策定
				角がのぼりやすむりモデル事業着手
				木曾三川上流多自然型川づくり
1992年(平成4年)			長良川河口堰に関する追加調査報告書(水質・回遊性魚類・動植物への影響の3項目、長良川の河口から約30kmの環境調査)を公表	
			長良川河口堰に関する技術報告書(治水効果、浸没後の塩水滲上の解析など)を公表	
			長良川河口堰にかかわる治水計画の技術評価(土木学会社会資本問題研究委員会)	
1993年(平成5年)				清流ルネッサンス21(岐阜県)採択
1994年(平成6年)			木曾川水系大洪水	環境基本計画
				環境政策大綱
				清流ルネッサンス21計画策定(岐阜県・長良川)
1995年(平成7年)	長良川河口堰運用開始	阪神・淡路大震災	長良川河口堰運用開始	河川審議会答申「今後の河川環境のあり方について」
	新河川法改正(治水・利水・環境の総合的な河川制度の整備)	長良川河口堰運用開始	長良川河口堰運用開始	長良川河口堰運用開始
1997年(平成9年)			新河川法改正(治水・利水・環境の総合的な河川制度の整備)	新河川法改正(治水・利水・環境の総合的な河川制度の整備)
1998年(平成10年)			木曾川水系水資源開発基本計画(全部変更)	
2000年(平成12年)	東海豪雨による浸水被害(死者10名)	分かり易い洪水予報の実施(洪水予報発表形式の高度化)・・・「危険水位」	長良導水取水開始(愛知県知多半島)、三重県中勢地域への取水開始	木曾川・長良川・揖斐川自然再生事業に着手(干潟再生、ヨシ原再生)
2007年(平成19年)	木曾川水系河川基本方針策定	東海豪雨による浸水被害(死者10名)	木曾川水系河川基本方針策定	木曾川水系河川基本方針策定
2008年(平成20年)	木曾川水系河川整備計画策定		木曾川水系河川整備計画策定	木曾川水系河川整備計画策定
2011年(平成23年)		東日本大震災		

図 5-1 分類別の歴史の流れを見る一方法

謝 辞

本研究は、（公財）河川財団の自主研究事業として実施したものである。

本研究の実施にあたり「木曾川下流域における治水史とりまとめ手法研究委員会」の高木不折座長をはじめ他の委員の方たちには、委員会における議論のみならず、インデックスの分類・評価さらにシステム構築等に多くの時間を割いていただきました。

また、中部復建棟の青鷺さんと重留さんには、本報告書作成にあたり、資料の整理・図面の作成等を積極的に協力していただきました。ここに記して深く感謝いたします。

参考文献

- 木曾三川治水百年のあゆみ編集委員会(1995) 木曾三川治水百年のあゆみ. 建設省中部地方建設局
- 松田之利 (2004) 街道の日本史29 名古屋・岐阜と中山道. 吉川弘文館
- 日本河川協会(2013) 河川事業関係例規集. 日本河川協会
- 社団法人日本水環境学会(2009) 日本の水環境行政. 株式会社ぎょうせい
- 建設省河川局河川計画課(1983) 日本の河川像を求めて—河川計画課30年のあゆみ. 山海堂
- 木曾三川—その流域と河川技術編集委員会(1988) 木曾三川—その流域と河川技術. 建設省中部地方建設局
- 木曾三川流域誌編集委員会(1992) 木曾三川流域誌. 建設省中部地方建設局
- 中部地方建設局木曾川上流工事事務所編集(1969) 木曾三川の治水史を語る. 建設省中部地方建設局木曾川上流工事事務所
- 続・木曾三川の治水史を語る編集会議(2004) 続・木曾三川の治水史を語る. 国土交通省木曾川上流河川事務所・中部建設協会
- 土木学会80年史編集委員会(1994) 土木学会の80年. 社団法人土木学会
- 国土交通省中部地方整備局(2008) 木曾川水系河川整備計画(案).

3. 流域管理システムの構築

生物多様性の豊かな堤防植生を創出させる 緑化技術開発 ～第三報～

山本 嘉昭*・中嶋 大次郎**・山田 政雄***・吉田 高樹****・河崎 和明*****

1. 研究の背景

1.1 これまでの堤防植生管理に関する研究

(1) 堤防植生に求められる機能に関する研究

河川堤防は、河川および流域の治水安全度を確保する上で最も重要な構造物である。この堤防を覆う植生に求められる機能としては、図 1.1 に示すように「治水機能」と「環境機能」の 2 つに大別される。

治水機能としては、洪水や雨水による侵食に対し、耐侵食性を確保すること、また、堤防点検や水防活動の支障とならない草丈であることが重要である。また、環境機能は、植生が創出する緑の空間が保持され、野草や昆虫類等の生物の生育・生息の場などとなることが重要である。特に、堤防の安全度を確保する上で、植生による耐侵食性の確保は、必須な要素となっている。

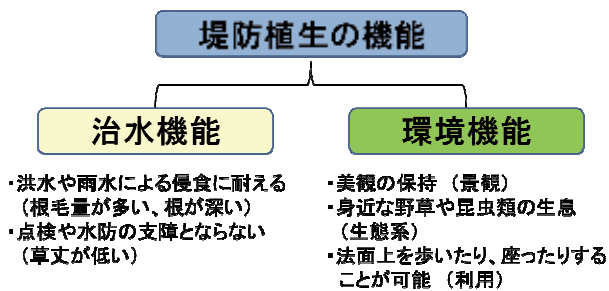


図 1.1 堤防植生の 2 つの機能

このような機能が求められる堤防植生は、主にその優占種と被度により、タイプ区分することができる。関東地方における主要河川の堤防植生調査結果から、堤防植生タイプ区分の研究結果より、以下の

4 つに区分できることがわかっている。

- ①シバタイプ
- ②チガヤタイプ
- ③外来牧草タイプ (ネズミホソムギ等)
- ④その他植生タイプ (オギ・ススキ, 広葉タイプ)



①シバタイプ ②チガヤタイプ ③外来牧草タイプ
図 1.2 関東地方における主要河川の堤防植生タイプ

また、植生に覆われた法面の耐侵食機能は、旧建設省土木研究所の研究により、根毛層によって発揮されることが明らかとなっている。このように、堤防法面の表面付近に均一で、厚い根毛層があることが重要である。

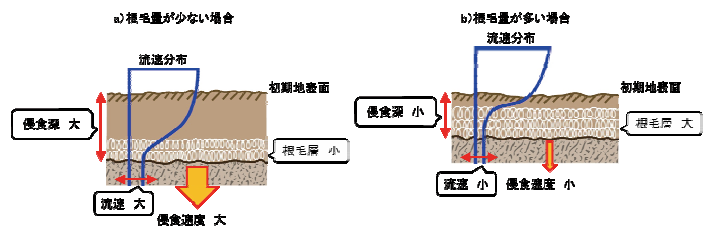


図 1.3 地表面近傍の根毛量と侵食速度の関係概念図

植生タイプ別に表層から 20cm までの平均根毛量を図 1.4 に示す。この図から堤防植生の治水機能、耐侵食性としては、シバタイプ・チガヤタイプは、外来牧草タイプより優れていると言える。

* (公財) 河川財団 河川総合研究所 上席研究員
 ** 株式会社テイコク 技術第 2 部 技術 4 課 係長 (前 公益財団法人 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 主管研究員
 **** (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 参事

シバタイプ・チガヤタイプ>外来牧草タイプ

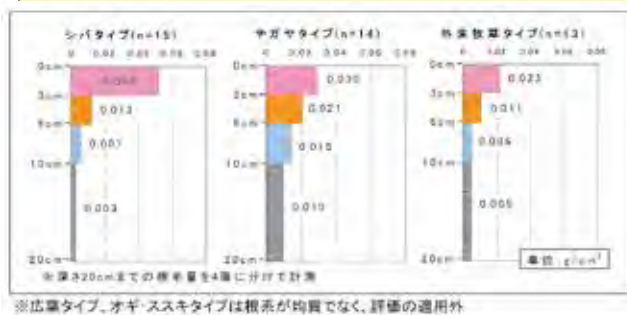


図 1.4 植生タイプ別平均根毛量（表層～20cm）

堤防植生は、シバ張による施工が一般的であり、その理由として、施工後の初期段階からの耐侵食機能の確保、経済性が挙げられる。このシバ堤防は、施工後の3年間は年4回除草等による養生工が行われるが、その後は年2回の通常の堤防除草に切り替わることで、数年後には外来牧草の堤防に遷移するケースがほとんどであるという課題を抱えている。

(2) シバに代わる堤防植生に関する研究

このようなシバが抱える課題がある一方で、ネズミホソムギによるイネ科花粉症の防止や除草コスト削減への対応という観点から、(公財)河川財団(以下、当財団)では堤防植生の主なタイプ別の堤防植生管理手法に係る研究を実施してきた。この研究過程において、シバと同様の耐侵食機能等を持ちつつ、少ない除草回数で維持できる堤防植生として「日本古来より生育するチガヤ」に着目した。

研究の結果、チガヤを含む堤防植生の生活史を考慮した除草時期の調整によって、求められる治水機能・環境機能を維持し、外来牧草の生育・拡大が防除可能であることが明らかとなった。

1.2 生物多様性に富んだ堤防植生の創出への新たな取り組み

(1) 河川堤防に見られる生物多様性

平成20年に生物多様性基本法の制定されたことから、生物多様性を持つ自然環境を創出する取り組みの必要性、要望が高まってきた。特に、適度な人為的攪乱のもとで維持されてきた草地環境の減少は顕著であり、草地性の種を確保する取り組みが重要とな

った。このような背景の中、定期的な除草管理が行われる河川堤防において、かつて日本の里地・里山で見られた数多くの在来植物が共存しているチガヤ型半自然草地の存在が確認された。

このことから、チガヤ堤防は年2回除草においても耐侵食機能を確保しつつ、外来牧草の生育を抑制し、生物多様性に富んだ緑地空間を創出・維持し得る可能性が見出された。

(2) チガヤを基盤とした生物多様性に富んだ堤防植生の創出

これらを受けて、河川堤防において、適度な人為的管理(堤防除草)で維持可能な生物多様性に富んだ堤防植生を創出・保全できる緑化技術について研究する新たな取り組みを行うこととした。

取り組みは、チガヤに関する当財団の研究実績を踏まえ、幅広い研究者の協力を得ながら、河川に日本の原風景(半自然草地)を復元する生態緑化技術を開発するプロジェクトとして発展させたものである。

平成21年10月には、「河川堤防および周辺域における生態緑化技術の開発に関する研究会」を発足させた。この生態緑化技術は「Eco Friendly Green Technology」と名付けられ、研究会は通称「EFGT研究会」と呼んでいる。

本稿では、生態緑化技術開発の第三報として、再度、研究の概要を述べるとともに、各研究項目の主な研究内容とこれまでの成果等を報告する。

2. 生態緑化技術の研究概要

2.1 研究の目的

本研究は、幅広い研究者の協力を得て、当財団のこれまでの堤防植生に関する研究成果を踏まえ、「河川堤防等に耐侵食性に優れたチガヤを優占種とし、かつ日本固有の多様な野草(在来植物)を創出させ、維持管理コストを軽減しつつ、洪水に強く、「日本の四季を実感できる緑空間」を効率的に創造しようとする緑化技術の開発」を行うことを目的とする。

2.2 研究体制・研究期間

当財団が事務局となって、東京大学大学院 特任

研究員である根本正之氏を座長とする学識者等の参画による「EFGT (Eco Friendly Green Technology : 生態緑化技術) 研究会」(以下, EFGT 研究会という)を組織し, 研究を実施している。

なお, 研究期間は平成 21~26 年度までを予定している。

表 2.1 研究体制

■EFGT 研究会 委員名簿	
座長	根本 正之 東京大学大学院 特任研究員
	小笠原 勝 宇都宮大学 教授
	河崎 和明 (公財) 河川財団 参事
	富永 達 京都大学 教授
	服部 保 兵庫県立大学 名誉教授
	山田 晋 東京大学 助教
■事務局 (公財) 河川財団	

3. 各研究項目のこれまでの成果

以下に, これまでの研究成果を紹介する。なお, 各研究・調査の結果については, 実施途中段階であり, 最終的に報告書としてとりまとめ, 公表する予定である。

3.1 モデル植生箇所での生態および堤防機能調査

(1) 目的

緑化技術の目標である“生物多様性のあるチガヤ・在来植物から構成される半自然草地”が成立している堤防法面を“モデル植生箇所”とし, 生態系機能, 堤防機能を現地調査により把握する。

(2) 成果

生態系機能調査の結果, 春と秋(年 2 回)の除草は, 草丈の高い植物を除去することで, 多くの希少種を含む草丈の低い植物の生存を助け, 結果として多様性に富む群落を維持していることが判明した。

堤防機能調査結果より, 「モデル植生箇所」と「チガヤタイプ箇所」の根毛量および根毛量の深さ分布の比較では, 「モデル植生箇所」においても表層に多くの根毛量を持ち, 耐侵食性が高いことが明らかとなった。

3.2 在来植物栽培試験

(1) 目的

生態緑化技術への適用性(チガヤとの共生の可否)を判断するため, チガヤと共存している在来植物の発芽・生育特性, および維持・保全に必要な条件を把握する。

(2) 成果

このため, 表 3.1 の主要な在来植物(31 種)について発芽特性ならびに土質別生育試験, 耐陰性試験, 耐刈取り性試験を実施しており, 実験結果については現在, 整理中である。

表 3.1 在来植物栽培試験種(31 種)

NO	種名	NO	種名
1	キキョウ	17	ユウガギク
2	オミナエシ	18	ツルボ
3	ホタルブクロ	19	オトギリソウ
4	ウマノアシガタ	20	アキノタムラソウ
5	スミレ	21	ノハラアザミ
6	ワレモコウ	22	トダシバ
7	ツリガネニンジン	23	ノカンゾウ
8	コスミレ	24	カワラナデシコ
9	ノジスミレ	25	フジバカマ
10	ヒメスミレ	26	ナガボノソウワレモコウ
11	ハハコグサ	27	ウツボグサ
12	チチコグサ	28	ヒオウギ
13	オヘビイチゴ	29	スズサイコ
14	ミツバツチグリ	30	オオヂシバリ
15	ノアザミ	31	ムラサキサギゴケ
16	コウゾリナ	-	-

3.3 現存するチガヤ堤防の成立要因分析等

(1) 目的

チガヤ堤防において共存している在来植物の生態的特性を把握するため, 種類組成や群落を調査する。

(2) 成果

3.4 全国の堤防植生実施調査と併せて実施している。

3.4 全国の堤防植生実態調査

(1) 目的

全国のチガヤと多様な在来植物が生育している箇所を調査し, チガヤを中心とした多様な在来植物の生育環境の維持・保全のために必要な条件(維持管

理方法，土壤条件等）を明確にする。

(2) 成果

上記 3.3 および 3.4 に関わる全国のチガヤが優占する堤防植生調査の結果，種組成，優占種，種多様性などの実態を明らかにした。また，チガヤの導入の可能性や共存させる種については，現在，研究・整理中である。

3.5 外来種の侵入・定着のメカニズム解析

(1) 目的

チガヤと他の在来種からなる緑地空間の創出を図るため，外来種（帰化植物）の河川堤防への侵入や拡大の現状を把握するとともに，そのメカニズムを解析する。

(2) 成果

オニウシノケグサとチガヤの混播試験による結果では，チガヤは生育初期においてオニウシノケグサと競合し，幼個体が枯死することが明らかとなった。

また，タチスズメノヒエやメリケンカルカヤなどの外来イネ科植物の侵入についてのデータを現在，解析中である。

3.6 緑化技術工法の試作・実証実験

(1) 目的

チガヤと在来植物からなる堤防植生を，速やかに創出させる緑化技術を開発するため，実証実験により各種のチガヤ植栽工の施工性・効果等を検証する。

(2) 成果

種子吹付・客土吹付工区の調査では，チガヤ，スミレ，ワレモコウ，ユウガギクの生育が確認された。

これらの植物定着率は，種子吹付工区の方が若干高い割合となっており，有望な植生工法であることが示唆された。

また，張芝間植栽工法の播種による実験では，芝部において発芽率が高かった。

4. 緑化技術工法の試作・実証実験の中間報告

本研究で扱う生態緑化技術は，実際の河川堤防に

て実施するものである。このことから，これまでの研究成果を踏まえ，平成 24 年度より利根川の堤防において緑化技術工法の実証実験を開始した。

4.1 目的

実際の堤防法面で実施可能な生態緑化技術を確立するため，現地堤防での試験施工を行い，生態緑化技術の施工性・効果等を検証する。

4.2 実験概要

(1) 実施場所

チガヤを主体とした堤防植生を目指し，各種工法を用いて実際の堤防に施工を行い，生態緑化技術の効果を検証する。実験地は治水上の支障を考慮して強化堤防対策が実施された堤防の川裏が適していると考えられる。

これらの条件から，図 4.1 に示す埼玉県加須市大越地先に位置する利根川（140.5k 付近）の右岸の堤防法面（川裏）を選定した。



図 4.1 実証実験 位置図

(2) 工法の選定

チガヤ主体の植栽を河川堤防に施工する工法として，現在，緑化工法として広く普及しており，広範囲の面積を低コストで緑化施工可能な種子吹付工法および客土吹付工法を選定した。

また，新設堤防において張芝が行われている現状を鑑み，張芝への在来種の導入を目的とした張芝間植栽工法を実施した。加えて，ヤシ繊維マット上にチガヤを主体とし，在来植物を植栽したチガヤ多様性マットを設置した。

(3) 試験区の設定

実証実験の試験区(約 1,700m²)を4工区に分け、下記の4工法による試験を実施した。

- ①種子吹付工法 (20m×10m)
- ②客土吹付工法 (20m×10m)
- ③張芝間植栽工法 (20m×15m)
- ④チガヤ多様性マット工法 (1.7m×4m)



写真 4.1 現地実証実験地 施工前状況

(左：種子吹付工，中央：客土吹付工，右：張芝間植栽工)

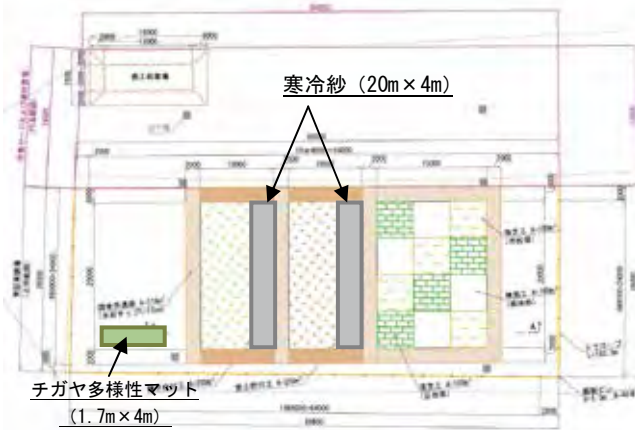


図 4.2 現地実証実験地 詳細図

(4) 工法の概要

1) 種子吹付工法

チガヤと他の在来植物(スミレ、ワレモコウ、ユウガギク)の種子を混合した種子を吹付けた。

また、降雨による法面の侵食や外来種の侵入を防止するため、早期に成長するノシバ(在来種)の種子を用い、吹付け材料は、粘着剤を混合した繊維とした。

表 4.1 種子吹付工法の配合

200m ² 当り				
材料	品名	数量	単位	備考(1m ² 当り)
種子	チガヤ	400,000	粒	2,000粒
	ノシバ	4,000	g	20g
	スミレ	127,543	粒	640粒
	ワレモコウ	12,584	粒	60粒
	ユウガギク	33,000	粒	165粒
養生材	GSファイバー	32	Kg	0.16kg
土壤安定剤	ルゾールAN	0.2	Kg	0.001kg
水		800	リットル	4リットル

2) 客土吹付工法

客土(購入土に粘着剤を混ぜたもの)に、チガヤと他の在来植物(スミレ、ワレモコウ、ユウガギク)の種子を混合した材料を吹付けた。

また、降雨による法面の侵食や外来種の侵入を防止するため、早期に成長するノシバ(在来種)の種子も混入した。

表 4.2 客土吹付工法の配合

231m ² 当り				
材料	品名	数量	単位	備考(1m ² 当り)
種子	チガヤ	462,000	粒	2,000粒
	ノシバ	4,620	g	20g
	スミレ	147,312	粒	640粒
	ワレモコウ	14,535	粒	60粒
	ユウガギク	38,115	粒	165粒
生育基盤材	GSソイル3号	6,000	リットル	26.0リットル
パーク堆肥		780	リットル	3.4リットル
養生材	GSファイバー	90	Kg	0.4kg
土壤安定剤	ルゾールAN	75	Kg	0.3kg
粘着剤	クリコートC-402	3.0	Kg	0.01kg
水		5,400	リットル	23.4リットル

※客土吹付工法は、77m³(1施工あたり)×3回を実施



写真 4.2 供試植物、使用材料

3) 張芝間植栽工法の概要

芝を2種類の方法(目地張、市松張)で張り、張芝の隙間に、チガヤ、スミレ、ノアザミ、ユウガギク等の播種・苗植栽を実施した。併せて、緑化の効果を確認するため、対照区を設けた。

「在来種播種エリア」は、各調査区の左端および

下端よりそれぞれ 1m 離れたところから 1.4m×1.4m (=2m²) の範囲に設定した。また、調査区端から 1m 離れた「苗植栽エリア」を設定した。

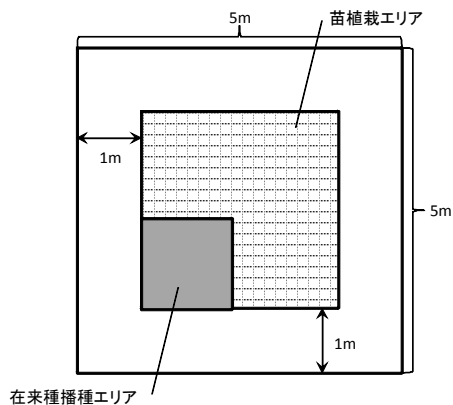


図 4.3 試験区内の配置
(在来種播種エリア・苗植栽エリア)

4) チガヤ多様性マット工法の概要

ヤシ繊維マットを利用しチガヤや在来植物を植栽したものを作製し、設置した。マット 1 枚の大きさは 1.7m×0.7m とし、これを 5 枚使用した。植栽した在来植物はチガヤマット (2,000 粒/m² 播種) をベースに、カワラナデシコ、カントウヨメナ、ノアザミ、カントウタンポポ、フジバカマである。



写真 4.3 チガヤ多様性マット

4.3 実験区の施工

(1) 種子および客土吹付工法

平成 24 年 6 月 5 日に吹付工法による播種を実施した。種子吹付工法および客土吹付工法に用いる供試植物および播種量は、表 4.1、表 4.2 より m² 当たり表 4.3 のとおりである。

表 4.3 供試植物および播種量 (1m² 当り)

品名	播種量	品名	播種量
チガヤ	2,000 粒	ノシバ	20g
スマレ	640 粒	ワレモコウ	60 粒
ユウガギク	165 粒	-	-



写真 4.4 種子吹付工法による施工



写真 4.5 種子吹付施工



写真 4.6 客土吹付工法による施工



写真 4.7 客土吹付 (2cm 厚) 施工

2) 張芝間植栽工法

平成24年4月24日に、在来種播種エリアにノハラアザミ、ワレモコウ、スマレ、ツリガネニンジン
の播種を実施した。播種密度は、前3者については
100 個体/m²とし、ツリガネニンジン
は種子量の制約のため50 個体/m²とした。

張芝試験区においては芝が張りつけられていない
部分に種子を播種し、対照区においては播種エリア
全面に種子を播種した。

また、平成23年に播種・育成したツリガネニンジン、
ワレモコウ、スマレの2年生苗を、在来種播種
エリア以外かつ調査区端から1m以上離れた試験区
のなかに、苗植栽エリアを設定し、試験区あたり各
植物種3株ずつを植栽した。これらの苗の植栽は平成
24年5月15日に実施した。

張芝（目地張り区）と張芝（市松張り区）につい
ては、平成24年5月28日にチガヤの苗を50 個体
/25m²の密度で植栽した。



写真 4.7 張芝（目地張り区）



写真 4.8 張芝（市松張り区）

3) チガヤ多様性マット工法

チガヤ多様性マットは、ヤシ繊維マットを利用し

服部委員により作製したものである。平成24年6
月30日に、2,000 粒/m²でチガヤ種子を播種し、同
年10月にカワラナデシコ、カントウヨメナ、ノアザ
ミ、カントウタンポポ、フジバカマの苗を植栽して
チガヤ多様性マットを作製した。平成25年3月15
日に、大越地先の実験区法面に設置した。



写真 4.9 チガヤ多様性マット工法

4.4 モニタリング結果

(1) 種子および客土吹付工法

施工4ヶ月後の種子吹付・客土吹付工区のモニタ
リング結果では、供試植物であるチガヤ、スマレ、
ワレモコウ、ユウガギクの生育が確認された。

これらの植物定着率は、種子吹付工区で若干高い
割合となっており、有望な植生工法であることが示
唆された。

表 4.4 チガヤ、他の在来種の発芽状況 (H24. 10)

	種子吹付工法	客土吹付工法	配合
チガヤ	13 (0.7%)	23 (1.2%)	2,000 粒
スマレ	14 (2.2%)	11 (1.7%)	640 粒
ワレモコウ	4 (6.7%)	2 (3.3%)	60 粒
ユウガギク	34 (20.6%)	5 (3.0%)	165 粒

※1) コドラート (1m×1m) 調査結果

※2) () 内は、種子の播種量 (粒) に対する萌芽
した本数の割合 (%)

※3) 種子吹付工法は寒冷紗施工箇所、客土吹付工法
はチガヤが多く見られた箇所を選定



写真 4.10 客土吹付工法 植生状況 (H24. 10)

また、種子吹付工法では当初、寒冷紗を約 2 週間施工した範囲では雑草の侵入が見られず、施工 4 ヶ月後にはユウガギクが繁茂した。寒冷紗による保湿効果および雑草等の初期侵入が抑えられたものと考えられる。



写真 4.11 種子吹付工法 植生状況 (H24. 10)

(2) 張芝間植栽工法

山田委員による張芝間植栽工法の調査結果を示す。

平成 24 年 4 月に播種した個体の発芽率および残存率は図 4.4 に示したとおりであり、ノハラアザミ、ワレモコウ、スマレについては、目地張り区、市松張り区の発芽・残存率は類似しており、いずれも無施工区と比較して、顕著に高い傾向が見られた。ツリガネニンジンとは全く発芽個体が確認されなかった。

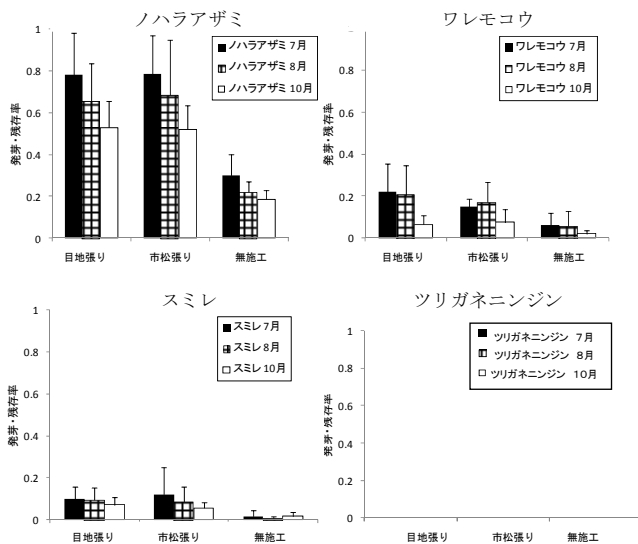


図 4.4 播種個体の発芽・残存率の推移

2 年生苗の植え付け後の成長の推移を、図 4.5 に示す。移植した苗の草高は、ワレモコウ、スマレ、ツリガネニンジンともに、目地張り区、市松張り区、無施工区の 3 施工区において同じであった。

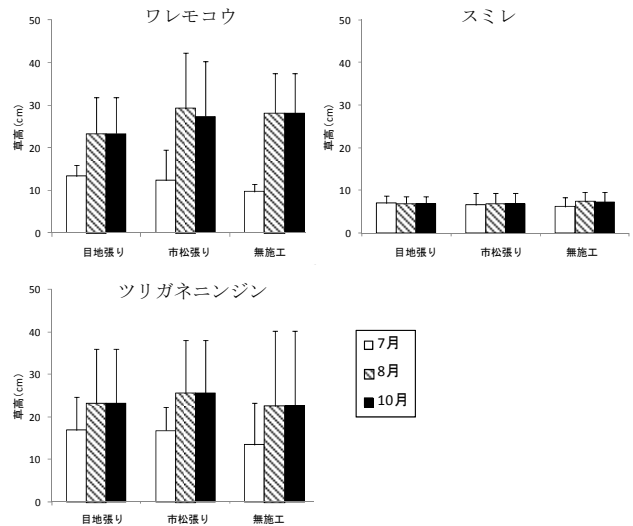


図 4.5 苗移植種における成長量 (草高)



写真 4.12 張芝間植栽工法 植生状況 (H24. 8)
(左上) 移植した苗 (ワレモコウ)

(3) チガヤ多様性マット工法

平成 25 年 3 月に設置したチガヤ多様性マットのチガヤ群落内には、植栽したカワラナデシコ、カントウヨメナ、ノアザミの他、周辺から侵入したと考えられるコウゾリナ等が確認された。



写真 4.13 チガヤ多様性マット工法 植生状況 (H25. 9)
(カントウヨメナ)

5. 生態緑化技術に関する事例紹介

「七草堤防プロジェクト」の取り組み

生態緑化技術は、チガヤを主体とした在来植物による「日本の四季を実感できる緑空間」の創出を目的としている。本稿で紹介する事例は、本研究の趣旨に沿った堤防植生づくりを地域との協働により行っているものである。

5.1 七草堤防プロジェクトとは

「七草堤防プロジェクト」と名づけられたこの取り組みは、地震により被災し、復旧した堤防（利根川右岸 38.7k 川表法面）に、地域と協働してシバやチガヤの堤防に地域の在来植物が共生する生物の多様性に富んだ堤防植生づくりを行っている。

このプロジェクトでは活動を通じて、地域と河川との関わりの深まりや地域への愛着、環境教育の場としての活用などを目指している。

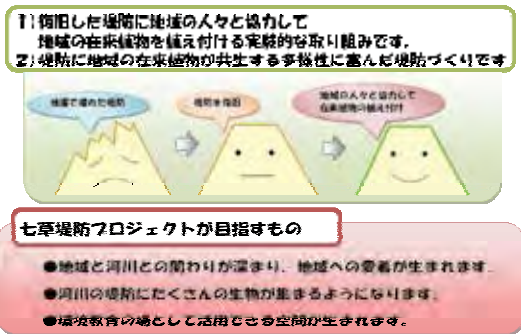


図 5.1 七草堤防プロジェクト

5.2 七草堤防づくり

七草堤防づくりは、地域の方々と協働して、治水・環境機能に優れたチガヤや地域の在来植物を栽培し、苗を植え付け、観察・草刈等の管理を行いながら、目標とする生物の多様性に富んだ堤防づくりを行っていくことを基本としている。



図 5.2 七草堤防づくりの手順

5.3 プロジェクトメンバーと活動内容

プロジェクトメンバーは、メインとなる団体を中学校とし、地域のボランティア、地元自治体、学識者、河川管理者で構成されている。

●プロジェクトメンバー

- ・メインとなる団体：佐原中学校
- ・サポーター（ボランティア）：川の駅 水の郷さわらボランティアスタッフなど
- ・地元自治体：香取市役所
- ・植物の学識者：東京大学大学院 根本特任研究員 兵庫県立大学 服部名貴教授
- ・河川管理者：利根川下流河川事務所

●現在までの主な活動内容

- ・平成 24 年 11 月 地域の在来植物の種子採取
- ・平成 25 年 2 月 ポット苗づくり（佐原中学校にて）
- ・平成 25 年 5 月 堤防へのポット苗の植え付け

ポットの植え付け（6.15 工法香取掲載）

図 5.3 プロジェクトメンバーと活動内容

5.4 プロジェクトの活動状況

現在までの活動としては、植物の学識者の指導のもと、中学校の生徒を中心としたプロジェクト関係者による、地域の在来植物の種子採取、ポット苗づくり、堤防へのポット苗の植え付け活動が実施されている。

ポット苗づくりでは、当時 1 年生（約 180 名）がポット苗の作り方を教わりながら、ひとりひとりが積極的にポット苗を作成していた。



・地域の在来植物の種子採取状況



・ポット苗づくり（3.15 広報かとり掲載）

図 5.4 七草堤防プロジェクトの活動状況（種子採取とポット苗づくり）

平成25年5月に実施した堤防へのポット苗の植え付けでは、2年生になった中学生やボランティア、一般参加者など200名を超える参加者全員が協力して、チガヤやノコンギク、カワラナデシコなど約5,000個のポット苗を利根川の堤防へ植え付けた。

ポット苗の植え付けについては、地元自治体の広報誌の表紙として採用され、プロジェクトの活動についてアピールすることができ、生徒たちの励みや自信にもつながっている。

中学校の科学部員を中心としたメンバーで実施した種子採取や堤防植生への水やりでは、植物や堤防への関心が高まり、積極的に学ぶ姿が見られた。



・堤防へのポット苗の植え付け状況
 図 5.5 七草堤防プロジェクトの活動状況
 (堤防へのポット苗の植え付け)

6. 今後の展開

今後の展開として、2点が挙げられる。

1 点目は、生態緑化に関する専門的な技術、試験や実証実験による知見等を集積した学術書としての報告書を作成する。

2 点目は、生態緑化技術 (EFGT) をより多くの団体等に活用してもらえるよう、その普及・活用を目的とした手引書を作成する。現在想定している対象は、河川管理者、土木技術者、教育関係者を考えている。

①生態緑化技術のとりまとめ

・生態緑化に関する技術、知見等を集積した報告書の作成

②生態緑化技術(EFGT)の普及、活用

・生態緑化技術(EFGT)の手引書の作成

目的: 生態緑化技術について、広く普及させること

対象: 河川管理者、土木技術者、教育関係者

生態緑化技術(EFGT)の手引書

目次構成(案)

- 1.はじめに
- 2.植生・植物相調査の実施
- 3.施工対象地の選定
- 4.導入種の選定
- 5.植栽の設計
- 6.植栽の施工前の準備作業
- 7.植栽の施工
- 8.維持管理の方法と実施

参考文献

- 佐々木寧・戸谷英雄・石橋祥宏・伊坂充・平田真二
 (2000) 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: 69-105
- 山本晃一・戸谷英雄・谷村大三郎・石橋祥宏・平田真二 (2005) イネ科花粉対策を考慮した堤防植生管理の研究, 河川環境総合研究所報告第11号: 63-78
- 戸谷英雄・瀬川淳一 (2007) 外来種の取扱いを考慮した堤防の植生管理に関する研究—首都圏氾濫区域堤防強化対策事業への適用—, 河川環境総合研究所報告第13号: 153-169
- 竹内清文・柳沼昌浩・平田真二・宇根大輔 (2008) 堤防植生管理における植生の計画的移行, 河川環境総合研究所報告第14号: 96-104
- 吉田勢・竹内清文 (2010) 植物の生活史に着目した合理的な堤防植生管理—チガヤ優占堤防の実現に向けた取り組み—, 河川環境総合研究所報告第16号: 116-129
- 佐々木博章・河崎和明・益子隆一・福田正晴・柴田邦善 (2011) 生物多様性の豊かな堤防植生を創出させる緑化技術開発～第一報～, 河川環境総合研究所報告第17号: 44-62
- 山本嘉昭・益子隆一・山田政雄 (2012) 生物多様性の豊かな堤防植生を創出させる緑化技術開発～第二報～, 河川環境総合研究所報告第18号: 10-16

鬼怒川における 泥岩・沖積粘性土層の河床低下について

中嶋 大次郎*・鈴木 克尚**・山本 晃一***

1. はじめに

鬼怒川は、流域面積 1760km²、幹川流路延長 176.7km の河川である。

山地流域におけるダム貯水池・砂防設備等の建設による供給土砂量の減少や、河川改修による河道掘削、さらには、昭和 30 年代から平成初期にかけての砂利採取等により、河道状況が大きく変化した。

その結果、現在の鬼怒川は、河床低下が著しく進行し、護岸や構造物の不安定化、取水施設への影響等の問題が懸念されている。

また、砂等の沖積層の掘削や流出に伴い、河道に泥岩・沖積粘性土層が露出する区間が増加した。このような区間では、通常の沖積河川では見られないような急激な河床低下（数mオーダー）が進行するなどといった現象が起きている。

本稿では、泥岩・沖積粘性土層の河床低下の要因を明らかにしていくため、河道特性を整理することにより、泥岩・沖積粘性土層を含めた経年的な河道変化の把握を行った。その上で、泥岩・沖積粘性土層の露出箇所の地質調査結果等を踏まえ、泥岩・沖積粘性土層における河床低下の特徴について整理し、河床低下のプロセスについて考察した。

2. 河道の経年変化と特徴

泥岩・沖積粘性土層を含めた河道変化の実態を把握するため、鬼怒川におけるインパクト（≒改修履歴、砂利採取など）に対するレスポンス（≒河道変化）を時系列的に整理した。

ここでは、河道特性の異なる鬼怒川の下流部（48km 下流：セグメント 2-1, 2-2）と上流部（48km 上流：セグメント 1）について、年代別にインパクトに対するレスポンスである河道変化の特徴についてとりまとめた。

2.1 河床変化の要因となるインパクトの整理

河床変化の要因となるインパクトとして、治水事業、砂利採取履歴、流量・雨量の経年変化、ダムに関するデータ等について整理した。

(1) 主な治水事業

鬼怒川の近代的河川改修は、大正 15 年の鬼怒川改修計画より開始され、西鬼怒川の締め切り、鎌庭捷水路の開削が行われた。その後、昭和 13 年の洪水を契機として、「利根川増補計画」の策定をうけて、鬼怒川の改修計画が昭和 16 年に改定され、五十里ダム建設に着手した。

戦後は、カスリーン台風による氾濫を契機に、昭和 24 年に石井における基本高水のピーク流量を 5,400m³/s、五十里ダム及び川俣ダムの効果により、計画高水流量を 4,000m³/s とする「利根川改修改定計画」が策定された。この計画に基づき、川俣ダム及び鬼怒川上流部の霞堤の整備を計画に位置づけ、これらの整備に着手した。

昭和 48 年には概ね 100 年に 1 回の確率で発生する洪水規模を計画目標とし、石井における基本高水のピーク流量を 8,800m³/s、五十里ダム、川俣ダム、川治ダムの効果により計画高水流量を 6,200m³/s と

* 株式会社テイコク 技術第 2 部 技術 4 課 係長（前 公益財団法人 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 所長

して、川治ダムの建設に着手した。

さらに、昭和 55 年には利根川本川の計画改定に伴い、鬼怒川流域に新たな洪水調節が計画され、この計画に基づき、湯西川ダムの整備が着手された。

その後、平成 18 年 2 月に利根川水系河川整備基本方針を策定した。石井地点の基本高水のピーク流量を $8,800\text{m}^3/\text{s}$ 、計画高水流量を $5,400\text{m}^3/\text{s}$ とし、鬼怒川の広い河道による流量の低減効果を見込み、水海道において計画高水流量を $5,000\text{m}^3/\text{s}$ とする計画となっている。

(2) 砂防設備の設置状況

鬼怒川流域の砂防設備は、完成年月日が示されているものが 434 基（砂防 130、床固工 213、谷止工 56、流路工 9、帯工 14、護岸 3、水制 5）であり、図 2.2 は設備数の変遷を整理したものである。

砂防設備は、昭和 43 年を境に急増しており、特に床固工が急増している。これは昭和 41 年の台風 26 号により大谷川流域が全域にわたって荒廃し、上流山地部の整備と今市大谷橋下流の流路工の施工が急務となったためである。



図 2.1 主な治水事業

今市中流流路工の大谷橋までの区間は昭和 35 年に直轄編入となり、今市下流流路工の今市下流床固～芹沼床固までの区間は昭和 45 年に直轄に編入となり整備されている。

昭和 60 年代以降は、大谷川筋の大難山腹工、稲荷川山腹工、馬立山腹工における谷止工が増加している。

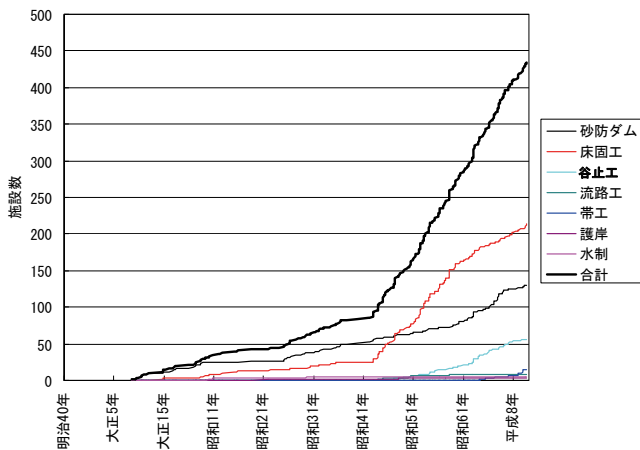


図 2.2 砂防設備の変遷¹⁾

(3) 横断構造物（堰、床止）の設置履歴

鬼怒川では、農業用水や河床の安定のための横断構造物が設置されており、これらの設置状況を以下に示す。

1) 鬼怒川上流部（セグメント 1）の横断構造物

鬼怒川上流部では、農業用の取水堰である次の 3 頭首工が設置された。

- ・佐貫頭首工（107.3km 地点）

昭和 39 年、鬼怒川中部国営事業により 6 用水を統合する佐貫頭首工が設置された（約 8900ha の田畑を灌漑，最大取水量 13.6 m³/s）。

- ・岡本頭首工（82.6km 地点）

鬼怒川中央土地改良事業により 8 箇所の井堰を統合して昭和 61 年に岡本頭首工が設置された（約 3300ha を灌漑する他，上水道，工業用水を補給）。

- ・勝瓜頭首工（66.75km 地点）

昭和 44 年に鬼怒川下流の 5 用水が統合し，鬼怒川南部農業水利事業により勝瓜頭首工が設置された（9400ha を灌漑，最大取水量 19 m³/s）。

2) 鬼怒川下流部（セグメント 2-1，2-2）の横断構造物

鬼怒川下流部では，昭和初期に捷水路工事に伴う床止めと，昭和の終わり頃から河床低下対策として計 7 基の床止工が設置された。

- ・長塚床止工（31.43km 地点）

河床低下対策のため平成 16 年に設置したものである。直上流に新鬼怒川橋および鬼怒川橋が架設されている。

- ・鎌庭第 2 床止工（27.56km 地点）および鎌庭第 1 床止工（26.68km 地点）

鎌庭捷水路（延長 2050m）は，大きく湾曲していた水路を 2350m 短縮し，洪水の疎通を良好とするとともに水衝部の解消を図るために設けられたもので，昭和 10 年 3 月に通水した。

昭和 41 年 6 月の洪水において上流床止めおよび低水路護岸の大部分が流されたため，下流の鎌庭第 1 床止工は 50m 継ぎ足し，上流の鎌庭第 2 床止工は全面改築し，昭和 42 年 10 月に概成した。

- ・石下床止工（22.84km 地点）

直上流の石下橋（昭和 4 年に開通）の河床低下による被災をきっかけとし，河床低下対策のため平成 3 年に設置したものである。

- ・三妻床止工（12.86km 地点）

河床低下対策のため平成 7 年に設置したものである。直上流に鬼怒川有料橋（平成 9 年に開通）が架設された。

- ・水海道床止工（11.3km 地点）

直上流に架かる豊水橋の被災防止のため昭和 61 年に設置された。

- ・玉台床止（5.2km 地点）

河床低下対策のため平成 12 年に設置された。

(4) 砂利採取履歴

鬼怒川の砂利採取は，昭和 30 年～40 年にかけて砂利採取が盛んに行われていたが，その後，昭和 50 年代に入り減少し，その後，昭和 60 年代に砂利採取が規制さら，さらに減少した。平成 2 年に砂利採取が終了し，それ以降は実施されていない。

(5) 洪水流量と雨量の経年変化

年最大流量の経年変化(図 2.3)からは、ダム設置による年最大流量の減少についての有意な変化は見られない。ただし、年最大日雨量の経年変化(図 2.4)からは、平均年最大日雨量が昭和 59 年～平成 23 年の方が昭和 25～平成 23 年より大きい値となっている。

年最大雨量は増加しているが、年最大流量に大きな変化が見られないことから、ダム設置による効果(洪水調節機能)であると考察する。

また、流出計算によるダムあり・なしの結果(図 2.5)からは、平均年最大流量(1750m³/s)規模の出水は、約 2 割減となっている。

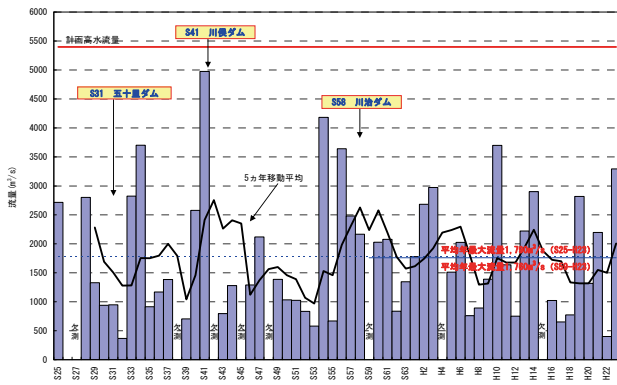


図 2.3 年最大流量の経年変化(石井地点)

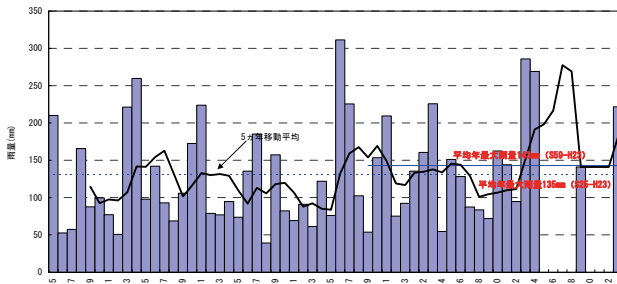


図 2.4 年最大日雨量の経年変化(石井地点上流平均)

(6) 土砂供給量の整理

鬼怒川上流域には、川治ダム、川俣ダム、五十里ダム、湯西川ダムがある。湯西川ダムについては、平成 24 年 11 月より運用開始された。

図 2.6 より、五十里ダムにおいては浚渫が行われているため、平成 21 年時点の計画堆砂量 4,781 千 m³に対し、堆砂量は 2,197 千 m³と計画堆砂量の 45.8%であり、堆砂量は計画堆砂量を下回っている。

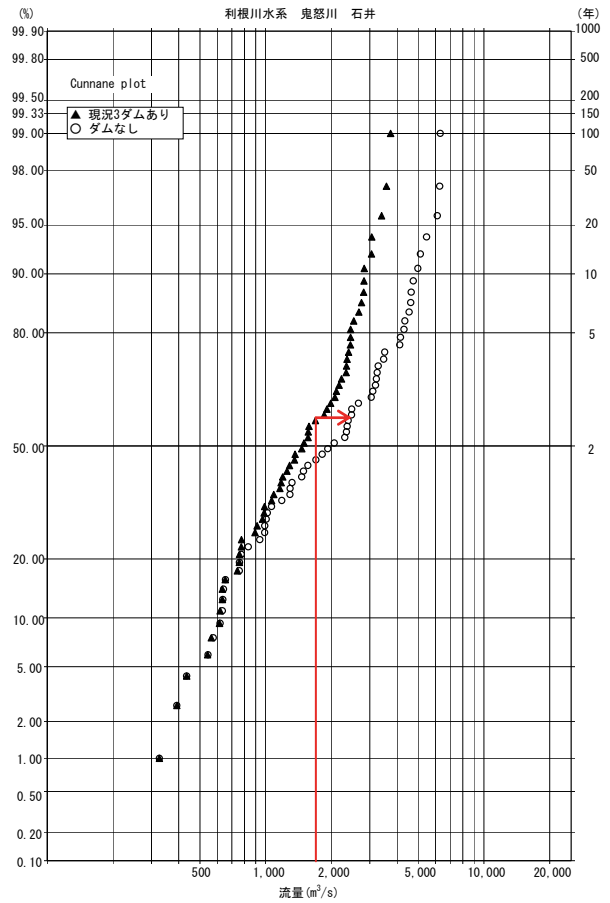


図 2.5 石井地点ピーク流量(流出計算結果) 超過確率図

堆砂量+浚渫量の合計(本来の堆砂量=流入土砂量)は、平成 21 年までの累計で 4,188 千 m³であり、計画堆砂量の 87.6%とほぼ計画堆砂ペースとなっている。

図 2.7 より、川俣ダムでは、平成 21 年時点の計画堆砂量 6,408 千 m³に対し、堆砂量は 4,841 千 m³と計画堆砂量の 75.5%であり、堆砂量は計画堆砂量をやや下回っている。

昭和 56 年～昭和 60 年にかけて堆砂量が突出して多くなっており、これらは昭和 56 年、57 年の出水の影響によるものと考えられる。

図 2.8 より、川治ダムでは、平成 21 年時点の計画堆砂量 1,820 千 m³に対し、堆砂量は 5,582 千 m³と計画堆砂量の約 3 倍のペースで進行している。平成 10 年以降、堆積速度が大きくなっており、これは出水の影響によるものと考えられる。

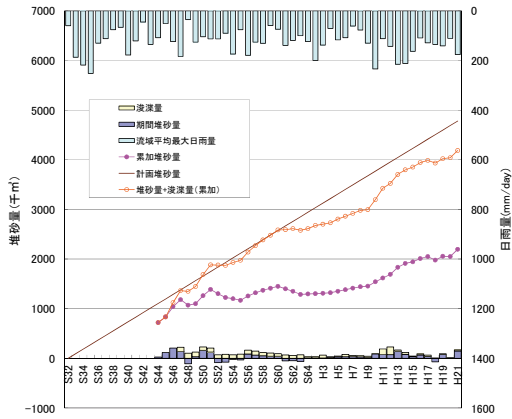


図 2.6 五十里ダムの堆砂量の経年変化

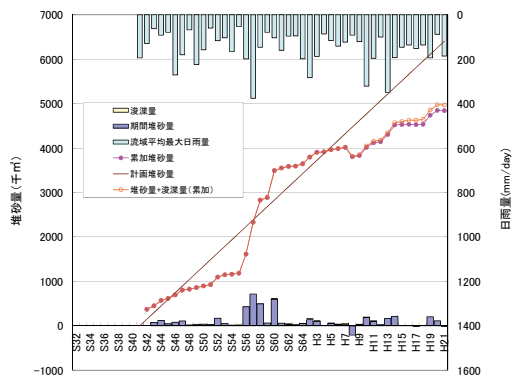


図 2.7 川俣ダムの堆砂量の経年変化

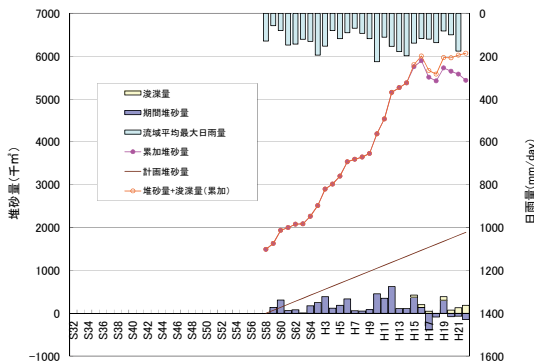


図 2.8 川治ダムの堆砂量の経年変化

(7) 河床材料の経年変化

粒径集団の割合縦断面図 (図 2.9) より、セグメント 1 (48km より上流区間) は、昭和 10 年代と比べ平成期には中・粗砂集団が 1/3~1/5 となっており、セグメント 2-1 (34~48km 区間) においては、昭和 10 年代と平成期には中・粗砂集団の割合が 1/5 となった。また、セグメント 2-2 (34km より下流区間) については、昭和 10 年代は中・粗砂集団であったが、平成期は細砂・シルト・粘度集団となった。

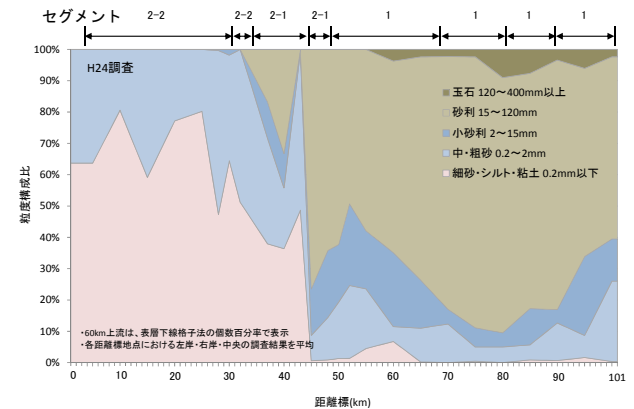
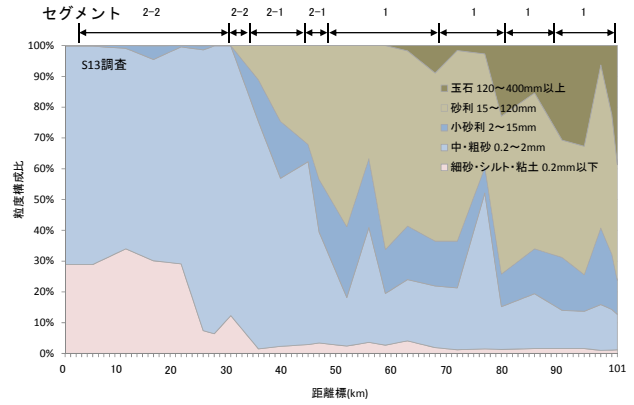


図 2.9 粒径集団の割合縦断面図

2.2 インパクトに対するレスポンスの整理

人為的・自然的インパクトにより、河川環境および河道形状へのレスポンス (変化・応答) を把握するため、砂州や植生、河床低高の経年変化について整理を行った。

(1) 川幅・砂州の変化

川幅と砂州の変化を把握するために、昭和 39 年と平成 13 年の川幅と砂州の列数を比較した。表 2.1 に整理結果を示す。

昭和 30 年代以前に比べて、川幅の減少に伴いその砂州列数が小さくなっている。従来の知見によると沖積地河川の川幅は、平均年最大流量の減少により、また、河床材料の粗粒化により減少する。鬼怒川でも同様のことが生じている。

表 2.1 砂州の列数の変化

距離標	昭和 39 年		平成 13 年		現河道 (H23) の川幅水深比 B/H
	砂州の列数	低水路川幅	砂州の列数	低水路川幅	
101~100km	1~2 列	500~600m	1 列	250~300m	100~200
99km 付近	2~3 列		2~4 列		
95~92km	4~8 列	350~750m	2~4 列	350~400m	200 程度
85~81km	3~6 列	450~700m	1~2 列	250~450m	100~300
74.5~71km	6 列	450~700	2~3 列	300~350	100~300
67.5~64km	3~4 列	400m 程度	1~2 列	100~250m	50~250
60.5~57km	5~6 列	500~600m	3~4 列	300~400m	150~350
47.5~44.5km	1~3 列	300~600m	単列	100~400m	50~150
44~34km	1~3 列	170~220m	1~3 列	190m 程度	50~150
34~30km	—	120~170m	—	80~160m	20~40
30~3km	—	20~210m	—	80~180m	20~40
3~0km	—	—	—	—	—

(2) 植生の経年変化

図 2.10 は昭和 22 年，昭和 48 年，平成 14 年における鬼怒川の河川空間（堤外地）における河道距離 2km ごとの利用地，植生域，裸地（河原），水面の面積を航空写真により計測し，縦断方向に示したものである。

昭和 22 年は，裸地の占める面積が多い。これは，カスリーン台風による大洪水直後であり，河原の草本類は破壊され裸地が多いと推定され，これが鬼怒川の本風景であるが，戦前の地形図，写真等よりセグメント 1（48km 上流区間）においては裸地の河原が大部分を占めていたと判断される。当時の利用地は，農地である。

昭和 48 年は，裸地の面積が減少した。これは，五十里ダム，川俣ダムの完成に伴い，洪水による攪乱の頻度が減り，砂利州に草本類（パイオニア植生）が進入したためと考えられる。

なお，昭和 30 年代後半から 50 年代において掘削された場所は，一時，平坦な裸地となるが，何度かの洪水により砂州が再生し，小出水による細粒物質の堆積・侵食により表層物質，地下水位，土壌水分に空間的差異が生じる。その差異に応じて，また，その後の洪水による攪乱頻度と強度に応じて，植物の侵入と破壊が生じ植物群落の分布が変化する。

平成 14 年は，河床掘削により，河道の複断面化（高水敷の形成）が起こり，利用可能地が増加した。これにより，公園利用が増加した。

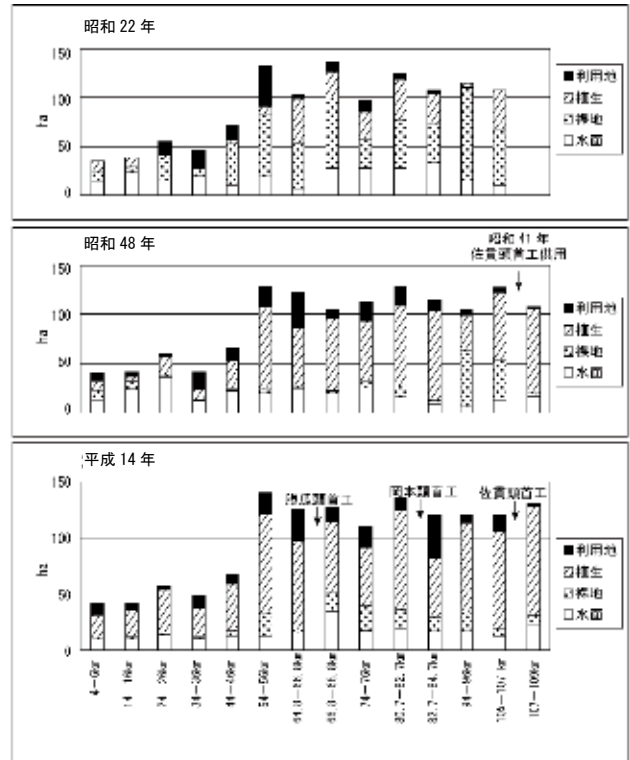


図 2.10 河道の環境区分の変遷

(3) 土砂動態の変化

経年的な土砂動態や河道変化を把握するために，鬼怒川の河道断面の存在状況，ダムの土砂生産量や支川からの土砂流入量を踏まえたうえで，評価地点毎の土砂通過量を算出し，粒径集団別に土砂動態マップを作成した。

土砂動態マップの作成概要について，以下のフロー（図 2.11）に示す。

土砂動態マップ作成フローをもとに，過去（昭和 30 年代），現在（平成 20 年代前半），将来（30 年後）の土砂動態マップ（図 2.12）を作成した。

粒径集団は，河床変動に大きく影響を及ぼすと考えられる代表的な粒径，礫（2mm 以上），砂（0.075~2mm），シルト・粘土（0.075mm 以下）の 3 区分とした。礫の動きは礫床区間の河床変動を，砂の動きは砂床区間の河床変動を，シルト・粘土は表層土層や河岸・高水敷の形成等となる。各粒径集団の構成比については，全国の各河川の平均供給土砂量（沖積平野の体積から求めた 1 万年程度の年平均値及びダム堆積物調査（20 ダム程度）より）の以下の構成比を用いた。

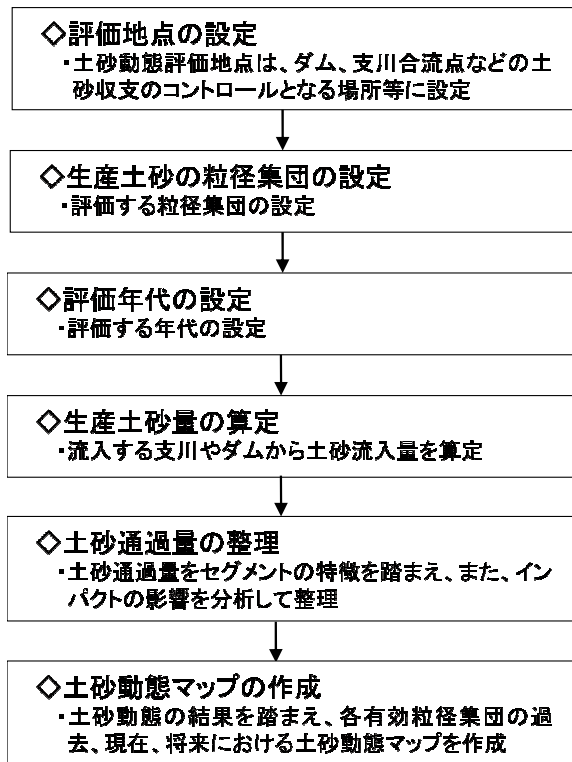


図 2.11 土砂動態マップ作成フロー

- ・礫：0～10%
- ・砂：35～40%
- ・シルト・粘土：50～60%

現在の土砂供給量は過去に対して約 40%となる。将来における現在からの土砂動態の変化は、湯西川ダム設置による流況変化により、河道における掃流力の減少分のみの変化を推定した。

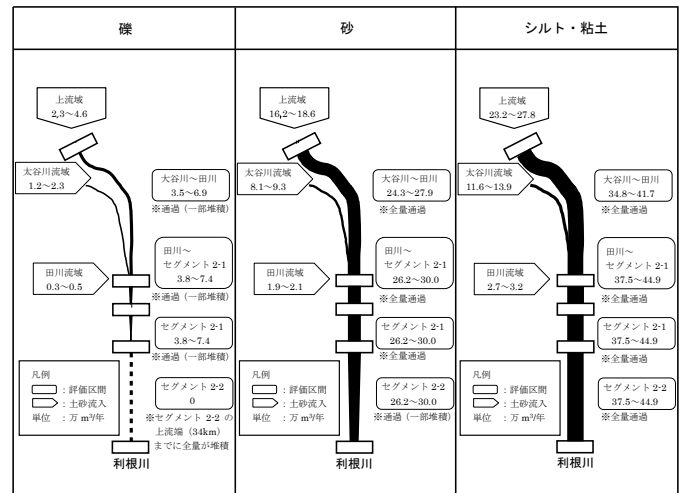
(4) 河床高の経年変化

昭和 39 年を基準とした 10km 区間ごとの平均河床高と最深河床高の経年的変動量を図 2.13 に示す。

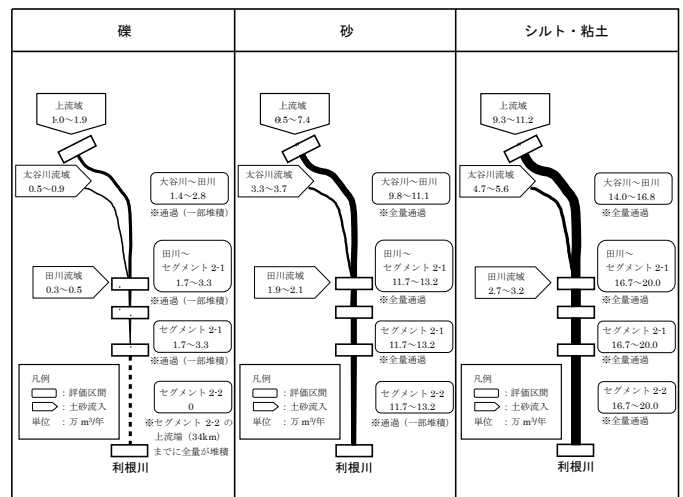
平均河床高は、昭和 40 年代に急激に低下し、昭和 60 年以降は、砂利採取量の減少により、緩やかに低下した。砂利採取が行われなくなった平成 3 年以降は、安定又は緩やかな低下傾向にある。

最深河床については、砂利採取が行われなくなった平成 3 年までは低下傾向にあり、それ以降、上流部（実線：50～101.5km 区間）については、安定又は緩やかな低下傾向にあり、下流部（点線：3～50km 区間）については、以前と変わらない速度で低下している。

過去（昭和 30 年代）



現在（平成 20 年代前半）



将来（30 年後）

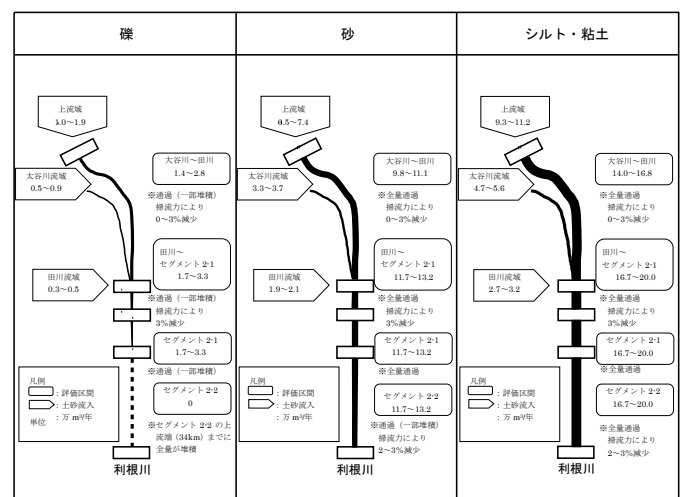


図 2.12 土砂動態マップ

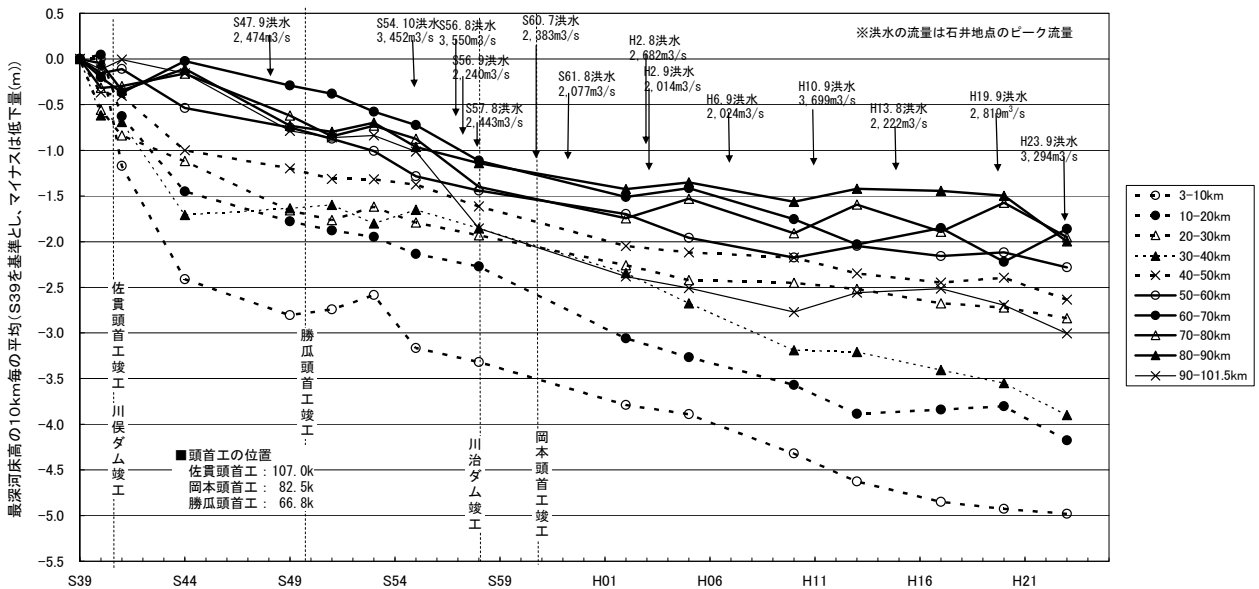
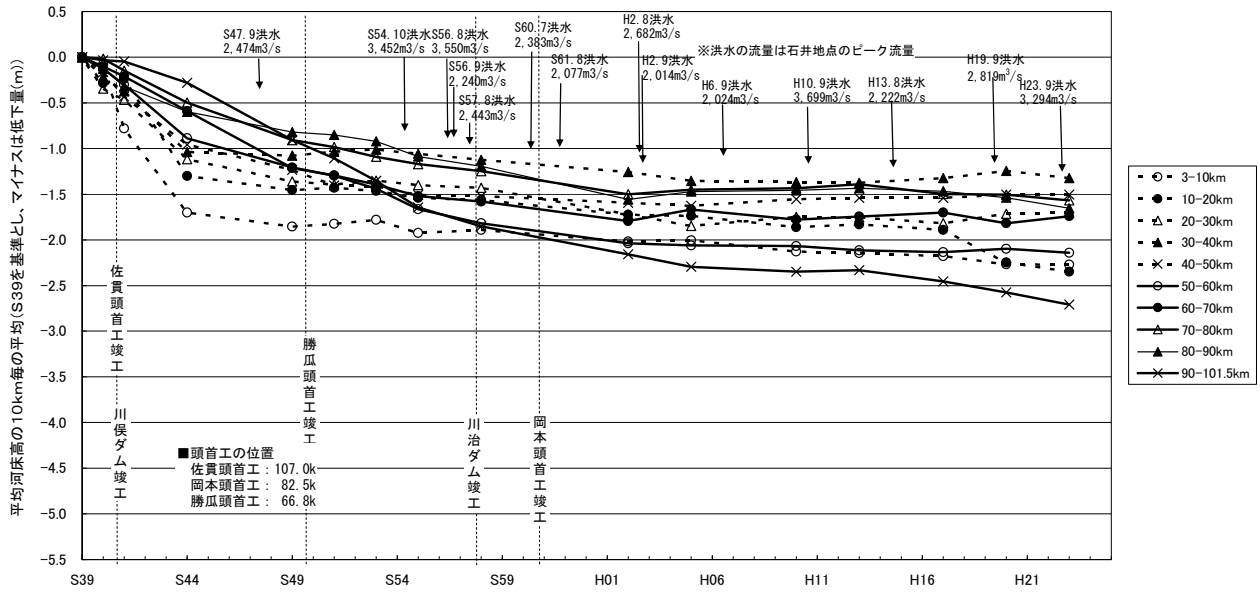


図 2.13 平均河床高（上図），最深河床高の経年変化図

2.3 鬼怒川の河道変遷

前述までに整理したインパクトとレスポンス関係から、鬼怒川の上流部、下流部の河道変遷についてとりまとめた。

(1) 下流部の河道変遷

鬼怒川 48km 下流（セグメント 2-1, 2-2）について、年代別の河道変化について図 2.14 に整理した。

① 昭和 30 年代→昭和 50 年代前半

掘削（砂利採取）により河床の砂が採取され、平坦な河床となるとともに、河床下に粘性土層が露出し始めた。

② 昭和 56 年→昭和 57 年

出水により、河床低下が進行した。

③ 昭和 57 年頃→平成 22 年頃

溝状に河床が低下し始め、浮遊砂等の堆積により低水路内の高い部分の堆積が進行するとともに植生が侵入し始める。

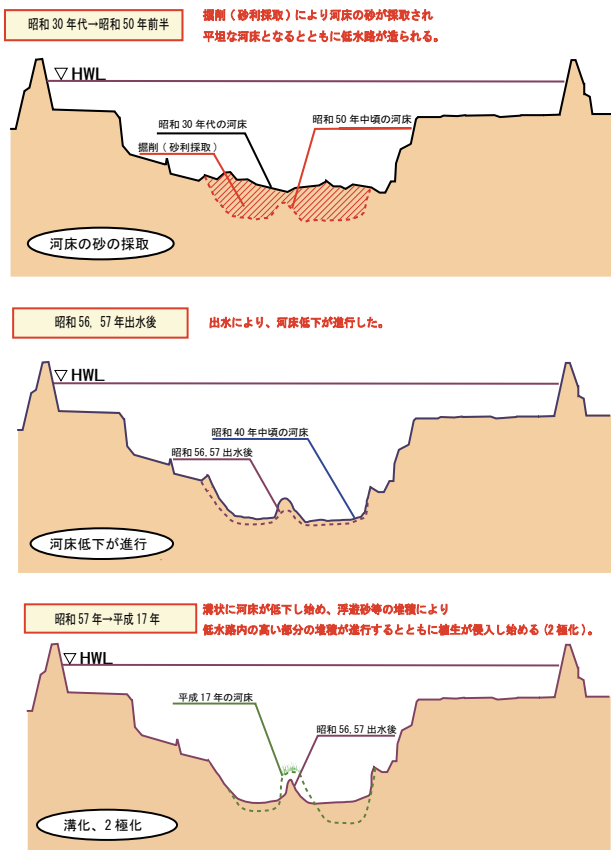


図 2.14 下流部の河道の変遷概念図

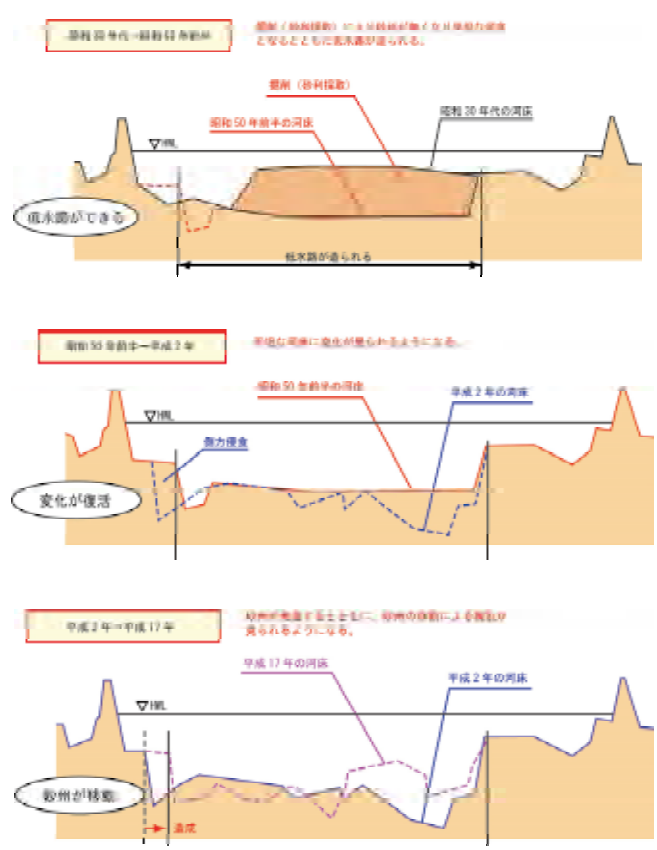


図 2.15 上流部の河道の変遷概念図

(2) 中流部の河道変遷

鬼怒川 48km 上流 (セグメント 1) について、年代別の河道変化について図 2.15 に整理した。

① 昭和 30 年代→昭和 50 年代前半

従前は単断面形状であったが、掘削 (砂利採取) により砂州が削られ、平坦な河床となるとともに掘削幅に対応した低水路が造られる。

② 昭和 50 年代前半→平成 2 年頃

平坦な河床に変化が見られるようになる (砂州が再生される)。

③ 平成 2 年頃→平成 22 年頃

砂州が発達するとともに、砂州の移動による攪乱が見られるようになる。ただし、洪水流量の変化により、低水路幅が縮小し、砂州の列数が減少している。また、砂州の固定化が生じている区間があり、固定砂州上の植生の侵入が見られる。

3. 泥岩・沖積粘性土層の露出実態と河床低下について

泥岩・沖積粘性土層の露出箇所について、その実態や河床低下の現象を把握するために、泥岩・沖積粘性土層の露出実態 (調査結果)、河床低下の特徴について整理した。

3.1 泥岩・沖積粘性土層の露出実態

平成 24 年度実施した調査 (H24 鬼怒川・小貝川河床材料等調査業務) を基に、図 3.1 に泥岩・沖積粘性土層の平面的な分布箇所を図 3.2 に泥岩・沖積粘性土層の露出状況の例を整理した。

下流域では、更新統～完新統の粘性土、中流域では、鮮新～更新統の河成堆積物～段丘堆積物が確認された。さらに、上流域においては、中新統のシルト岩等が露出していることが確認された。

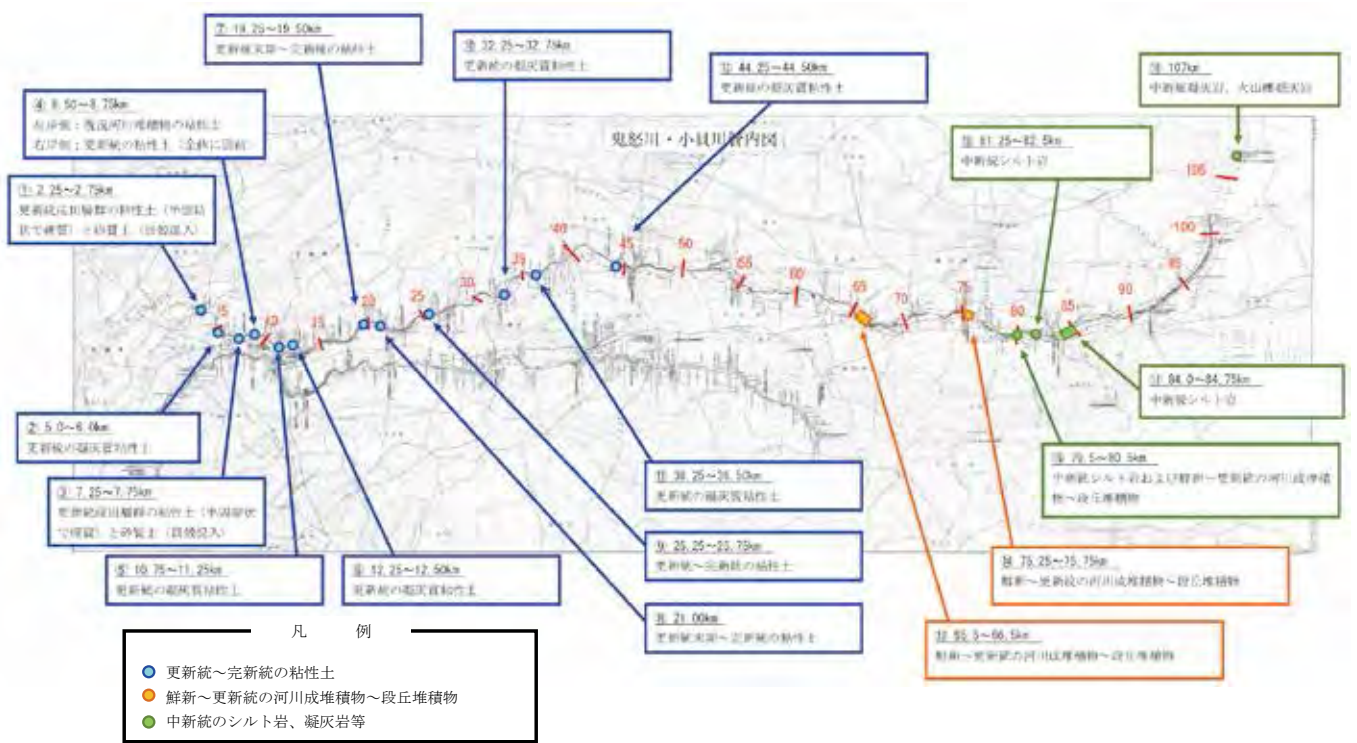


図 3.1 泥岩・沖積粘性土層の平面分布図

3.2 下流部における泥岩・沖積粘性土層の露出箇所における河床低下パターン

泥岩・沖積粘性土層の露出河道における河床低下の現象を明らかにしていくため、近年の横断形状の変化から、河床低下形状のパターンを整理した。

平成 17 年～平成 24 年における、河床低下状況を整理すると、一般的に見られる河床低下と新たな河床低下があり、河床低下形状を整理すると大きく以下の 3 パターンに区分される。

1) 逆三角形型

通常の沖積河川湾曲部では、河床は移動床であれば、図 3.3 のような逆三角形型断面（水衝部による深掘）を形成することが一般的である。

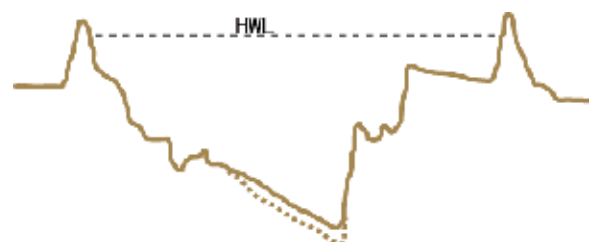


図 3.3 逆三角形型の河床低下模式図



図 3.2 (例) 泥岩・沖積粘性土層の露出状況

2) 平坦型

河床に平坦面が形成されている区間において、河床全体が平坦面のまま低下、もしくは平坦面の一部が溝状に低下している。



図 3.4 平坦型の河床低下模式図

3) 急激な河床低下

一部区間において、急激に河床が低下している。

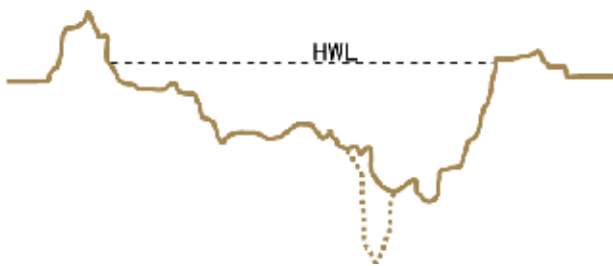


図 3.5 急激な河床低下模式図

また近年、このような急激な河床低下が全国的に出始めている。

図 3.6 は、木曽川の事例である。木曽川の 37.0km にて、平成 9 年～平成 12 年に約 10m 河床が低下しており、平成 14 年～平成 22 年には、河床が約 7m 低下している。その後、大きな変化はない。

4. 河床低下の要因分析

河床低下の要因分析は、前述までの鬼怒川の河道変遷、泥岩・沖積粘性土層等の露出実態、近年の河床低下のパターンから、河床低下の要因や実態についてとりまとめた。

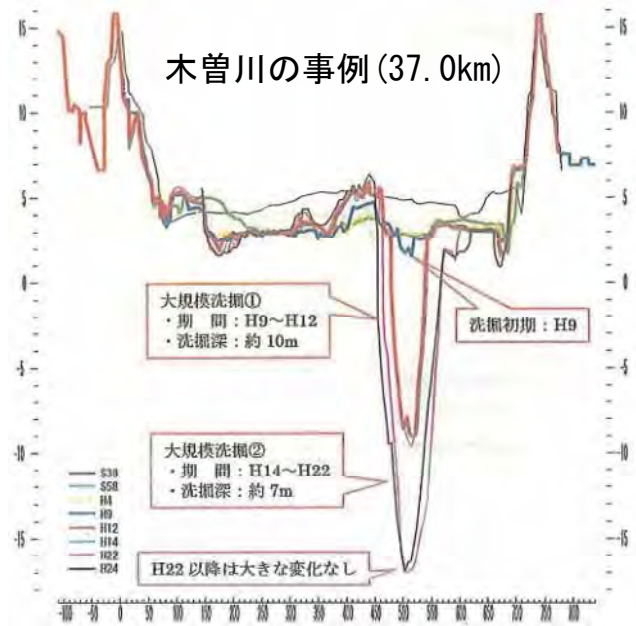


図 3.6 急激な河床低下事例（木曽川）⁴⁾

(1) 河床低下の要因

鬼怒川の河床低下は、上流からの供給土砂量の減少、砂利採取が大きな要因とされ、さらにこれに伴う砂州の固定化等も要因として挙げられている。

更に、下流部においては、砂利採取規制後も河床低下が進行しており、泥岩・沖積粘性土層の露出箇所が増加している。

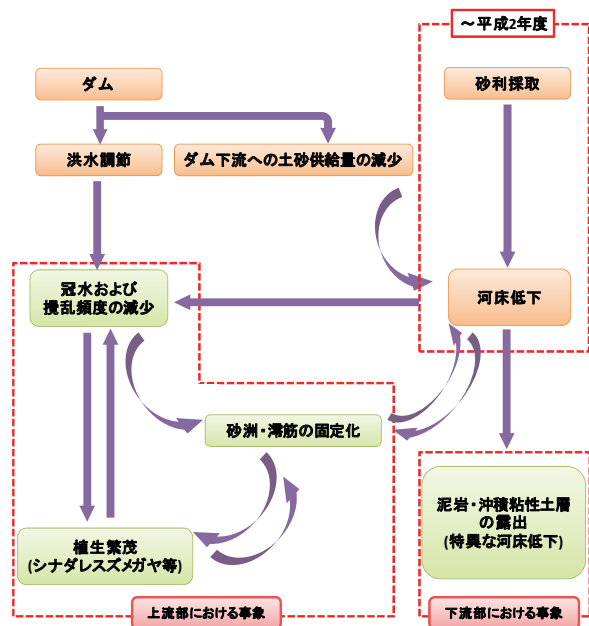


図 4.1 河床低下の要因模式図

(2) 河床低下の実態

泥岩・沖積粘性土層の露出河道における河床低下について、その侵食形態について分析を行った。

1) 逆三角形型の河床低下

通常の蛇行帯のセグメント 2-2 の河床は、上流からの土砂供給、下流への土砂流送による土砂収支の大小関係により、堆積あるいは洗掘となる。

砂利採取が行われていない現在の状況において、河床低下を引き起こす要因は掃流力が相対的に大きくなる区間であることが想定される。このような区間は、主として湾曲部外湾側である。

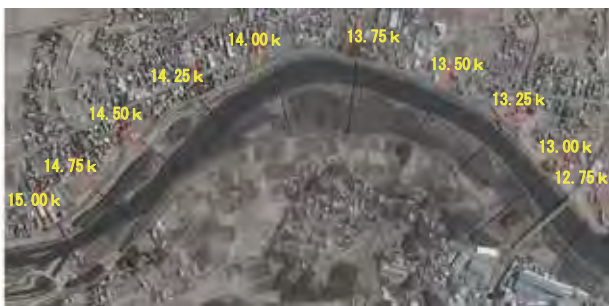


図 4.2 湾曲部の航空写真

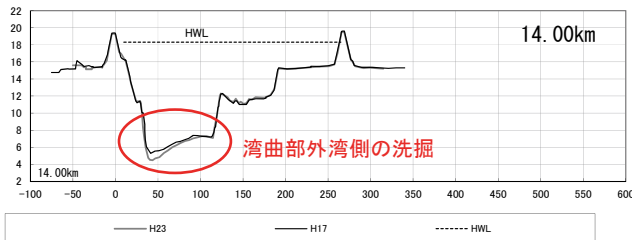


図 4.3 逆三角形型の河床低下の横断面図

2) 平坦型の河床低下

平坦型の河床低下は、縦溝筋状の侵食（図 4.4）によるものと考え、縦溝筋がいくつも形成され、それが順次崩壊していくことにより、河床の一部が低下あるいは全体が低下すると考えられる。

縦溝筋の形成過程を図 4.6, 図 4.7 に示す。図 4.6 において、溝の形成が先で、ポットホールが後と推定されているが、その逆の可能性もある。

図 4.8 は小礫で生じた小さいポットホールが縦状溝の凸部にある様子を示したものである。縦溝筋の形成は、露岩の強度の差異がきっかけとなるのでな

く、ポットホールの形成に起源があり、それらが連結拡大することにより縦溝筋が形成（図 4.9）されると考えられる。



図 4.4 縦溝筋の状況 (3km 滝下橋下流)

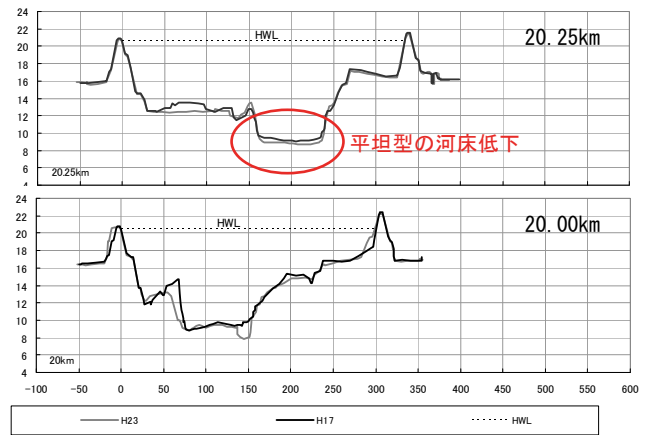


図 4.5 平坦型の河床低下の横断面図

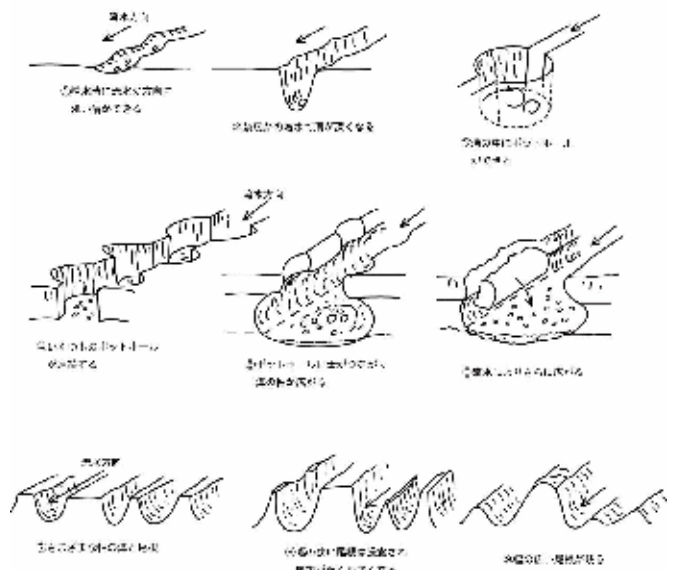


図 4.6 馬の背型侵食地形のできかた (赤松他, 2006)

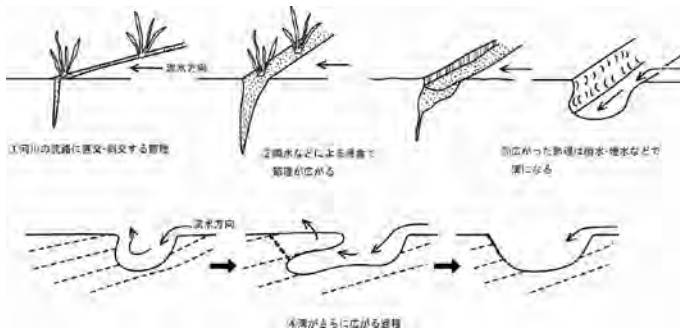


図 4.7 流路に斜交・直交した溝状地形のできかた (赤松他, 2006)



図 4.8 小礫で生じた小さいポットホール



図 4.9 ポットホールが連結拡大による縦溝筋の形成

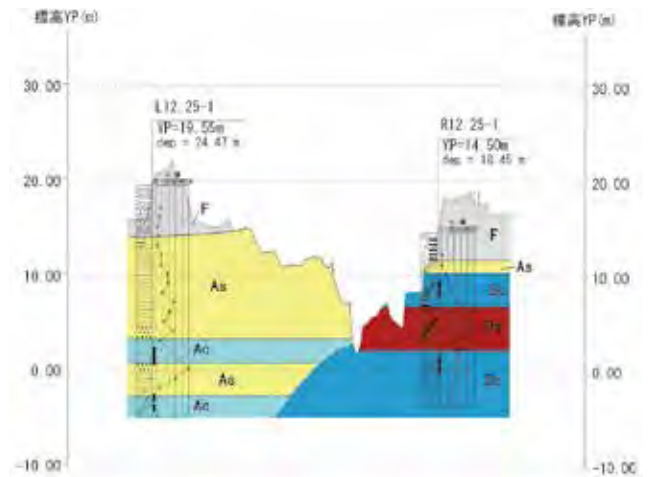


図 4.10 12.25km 横断層序図

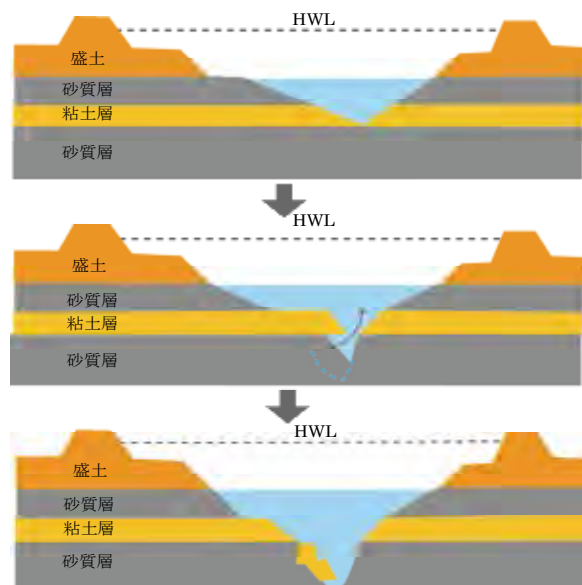


図 4.10 急激な河床低下の模式図

3) 急激な河床低下

鬼怒川下流部の 12.25km 地点において、急激な河床低下が発生している。この地点の地層構造は、図 4.1 より砂層と粘性土層の互層構造となっている。

急激な河床低下は、河床の地層構造が互層構造(砂層と粘土層の交互など)を形成している場合、河床付近の粘性土層が徐々に洗掘され、下層の砂礫層や砂層が吸い出されることにより空洞化が生じ(図 4.10 中段)、粘性土層が崩壊・侵食される(図 4.10 下段)ものと考えられる。

5. 今後の課題

本稿において、近年生じている河床低下は、一般的な河床洗掘の他、特異な河床低下として、平坦型の河床低下や急激な河床低下が発生しており、これらの河床低下の要因について分析した。

今後は、河床低下の要因分析の確度を上げていくために、以下のような調査・検討を行い、更なる泥岩・沖積粘性土層の露出実態及び物性指標の把握をしていくことが重要である。

5.1 河床低下に係る調査・検討方法の提案

(1) 地史的把握

泥岩・沖積粘性土層が露出している区間において、どのように地形が形成されてきたのか把握し、堆積物の構造と特性を捉える必要がある。

(2) 泥岩・沖積粘性土層の露出実態の把握

泥岩・沖積粘性土層の露出実態の把握を行っているものの、依然把握範囲が十分ではないため、更なる河道内の土質調査を実施し、土層層序構造及び物性値を把握していく必要がある。

(3) 侵食特性の検討

侵食特性の検討として、土質調査等により把握した物性値を活用し、泥岩・沖積粘性土層の侵食速度や侵食限界流速の検討を行う必要がある。

5.2 データの蓄積による分析精度の向上

現在までに、泥岩・沖積粘性土層の露出河道についての検討事例が少なく、その調査方法等も確立されていない。そのため、泥岩・沖積粘性土層の侵食形態等を検討するために必要となる土質・岩質に関する物性値(調査結果)等が十分でない状態である。

したがって、泥岩・沖積粘性土層の露出河道において、今後より多くの土質調査等による物性値の把握を行い、データを蓄積することが重要となる。

謝辞

本研究は、国土交通省関東地方整備局下館河川事務所委託業務の一環として実施されたものである。

本研究を実施するにあたり、下館河川事務所の方々には、貴重なご意見、ご指導をいただきました。ここに記して深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 下館河川事務所 (2013) : H24 河道管理検討業務報告書
- 2) (財) 河川環境管理財団 (2010) : 河道特性に及ぼ

す粘性土・軟岩の影響と河川技術, 河川環境総合研究所資料第 29 号 pp. 11~70, pp. 296~303

- 3) 山本晃一(2010): 沖積河川—構造と動態—pp. 485~494, pp. 503~509, pp. 522~524

- 4) 木曾川上流河川事務所 (2013) : 木曾川の局所洗掘箇所における発生要因の分析, 河川技術論文集, 第 19 巻, pp. 165~170

河川特性に応じた防災施設整備の提案 ～ 烏川の事例 ～

川畑 理恵*・原 俊彦**・河崎 和明***

1. はじめに

近年における自然災害では、局所豪雨等の外力が増加傾向にあり、大規模災害のリスクが高まっている。また、災害発生時の被害の防止、軽減を図るため、迅速な水防活動、緊急活動を行うことが重要であるが、災害復旧資材の確保や被災地点への備蓄材の運搬に時間を要するなど、防災上の課題が全国的に顕在化しており、計画的な防災施設の整備が急務となっている。

本研究では、H24年度に高崎河川国道事務所の委託により、破堤等により流域が広範囲に浸水する恐れがある烏川をケーススタディとして、河川氾濫等の災害による被害の防止、軽減を図っていくための河川防災ステーション、緊急時のための防災施設に関して検討した結果を再整理し、報告を行うものである。

2. 烏川の概要

2.1 流域の概要

烏川は、群馬と長野との県境にそびえる鼻曲山に端を発し、榛名山の西と碓氷丘陵の東の傾斜地を東南の方向に流れて平野部に入り、高崎市内で右支川・碓氷川を、高崎市南部で右支川・鐺川を合わせて流下し、群馬と埼玉との県境で右支川・神流川と合流し、利根川本川に注ぐ幹川流路延長 61.8km の河川である。(図 2・1)



利根川水系流域面積	16,840km ²
烏・神流川水系面積	1,800km ²

図 2・1 流域図

流域の地形は、烏川左岸側が約 2 万 4 千年前の浅間山大噴火により吾妻川を經由して流下した堆積物で構成される前橋台地となっており、烏川右岸側が広大な氾濫原となっている。

各河川の流域は細長い羽状流域であり、最も北側を流れる烏川に向かって、氾濫原である右岸側から碓氷川、鐺川、神流川の比較的規模の大きな支川が合流する形態を持っている。それらの流域は比較的小さく、山地が大半を占めることから、降雨の影響を受けやすく、洪水継続時間が短いことが流域の特徴である。

更に、烏川をはじめとして各支川ともに河床勾配が大きい急流河川であり、特に出水時には河岸侵食

* 株式会社オリエンタルコンサルタンツ 関西支店 技術一部 河川チーム 技師
(前 公益財団法人 河川財団 河川総合研究所 研究員)

** 国土交通省 関東地方整備局 霞ヶ浦導水工事事務所 所長(前 公益財団法人 河川財団 河川総合研究所 主管研究員)

*** (公財) 河川財団 河川総合研究所 参事

が発生しやすいため、迅速な水防活動及び復旧活動を行うための防災施設の整備が急務となっている。

2.2 防災施設の現状

烏川流域には、現在、河川防災ステーションや水防拠点整備は整備されていない。

そのため、破堤等重大災害が発生した場合には、堤防側帯7箇所の備蓄材置き場から資材を調達するが、烏川の備蓄材だけでは不足するため、支川や近隣の利根川上流河川事務所からの資材調達を考慮しなければならない。(表2・1, 図2・2)

また、堤防天端幅は大型車両が1台通行するのが限界であるが、待避所や旋回場所等の防災施設はほとんど整備されていない状況である。

表 2・1 烏川における備蓄材量¹⁾ (H24 時点)

番号	備蓄箇所	備蓄資材	備考
烏1	右岸 19.0k	土砂	100m ³ 側帯
烏2	右岸 16.6k	土砂	150m ³ 側帯
烏3	右岸 11.2k	接続ブロック(大型)	1,780個 側帯
烏4	右岸 7.2k	土砂	200m ³ 側帯
烏5	右岸 5.2k	土砂	200m ³ 側帯
烏6	右岸 0.8k	土砂 根固ブロック 4t 接続ブロック(大型)	890m ³ 300個 540個 側帯
烏7	左岸 0.2k	土砂 栗石 雑割石 接続ブロック(大型)	420m ³ 150m ³ 30m ³ 280個 側帯



図 2・2 備蓄資材配置図¹⁾

2.3 防災上の特性

防災施設整備を行うにあたっては、烏川の堤防特性や洪水特性、現在の周辺状況やアクセス性等の防災上の特性を把握しておくことが重要である。

2.3.1 堤防特性

烏川は、直轄管理区間 19.0km のうち 29.4km が要堤防区間延長であり、重要水防箇所 (H25) として 40 箇所、約 14.8km が指定されている。その内訳は、A評価 (水防上最も重要な区間) が約 5.7km、B評価 (水防上重要な区間) が約 6.8km、要注意区間 (新堤防や過去の経験から注意を要する箇所) が約 2.3km となっており、堤防高不足、堤防断面不足、法崩れ・すべり等の理由が多い。

また、平成 17 年度に堤防詳細点検により浸透に対する堤防の安全性を評価した結果、点検延長 47.7km のうち約 4.2km において堤防強化が必要であり、堤防背後地の状況等を考慮しつつ危険性の高い箇所から対策を実施している状況である。

2.3.2 洪水特性

烏川では、明治 43 年、昭和 10 年、昭和 22 年、昭和 57 年、平成 10 年、平成 19 年に大きな洪水が発生している。昭和 22 年までの洪水では堤防の決壊等により大きな被害が生じていたが、河川改修の進捗やダム建設等によりその被害規模は縮小し、近年は堤防の決壊被害は生じていない。

洪水特性としては、洪水継続時間が比較的短いことが挙げられる (図 2・3)。はん濫シミュレーション等で用いている S22.9 型 (カスリーン台風) の降雨波形では、洪水継続時間が約 18 時間となっており、

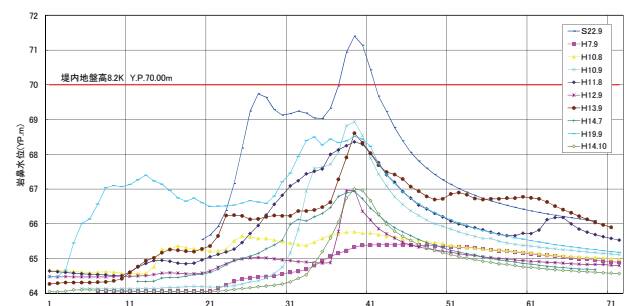


図 2・3 主要洪水の洪水波形



図 2・4 浸水想定区域図 及び 周辺状況

この洪水継続時間を考慮した防災施設配置及び応急復旧工法を検討しておくことが重要である。

その氾濫形態としては、左岸側は前橋台地であるため、一部の低地が湛水型で浸水することが予想されている。一方、右岸側は沖積低地であるため、一度破堤が生じると流下型の氾濫となり、広大な浸水面積を呈する可能性が高い。(図 2・4)

2.3.3 周辺状況

周辺の土地利用は、左右岸共に堤脚部まで市街地が広がっており、緊急時に重機や資材等の搬入に支障が生じる恐れがある。また、主要道路網のうち烏川の堤防と交差する道路は、関越自動車道、国道 17 号及び烏川を横断する県道である。ただし、国道及び県道は盛土構造となっていないため、浸水時には通行できない可能性が高い。(図 2・4)

2.3.4 アクセシ性

烏川の堤防天端は狭く、多くの橋梁から堤防天端へのアクセスが困難な状況であるため、破堤等によ

り浸水被害が生じた場合には、被災箇所への重機や資機材の運搬に時間を要することが想定される。



写真 2・1 堤防天端の状況 (右岸 3.0k 付近)



写真 2・2 関越自動車道との立体交差

3. 防災施設整備の課題

破堤等重大災害が発生した際に、迅速に資機材を搬入し、適切な水防活動や緊急復旧活動を行うためには、万一の事態に備えて事前に河川や地域の特性に応じた復旧計画を立て、必要資機材や防災施設等を十分に備えておくことが重要である。

ここでは、現在の烏川における防災施設状況を踏まえ、被災時に円滑かつ効果的な水防活動及び復旧活動を行っていくための課題を整理した。

- (1) 破堤等重大災害時の活動拠点の整備
- (2) 防災上の特性に応じた復旧計画の作成
- (3) 復旧活動に必要な備蓄材の確保
- (4) 被災箇所へ確実かつ迅速にアクセスできる資機材搬入路の整備

なお、烏川においてこれらの課題を解決するためには、防災上の特性より以下の事項を留意する必要がある。

- ①河川改修に合わせた計画的な防災施設整備
- ②必要最小限の備蓄材及び防災施設で、広範囲の危険箇所に対応できる施設配置
- ③短い洪水継続時間に適した水防工法・復旧工法
- ④効率的・効果的な備蓄材配備
- ⑤浸水時でも確実かつ迅速にアクセスできる資機材搬入路

4. 破堤等重大災害時の活動拠点の整備

4.1 破堤等重大災害時の活動拠点の定義

破堤等重大災害等に対する河川防災施設としては、河川防災ステーション、水防拠点、側帯、待避所（車両交換場所）、緊急河川敷道路、緊急用船着場等がある。しかし、烏川には備蓄材置き場としての側帯が数カ所整備されているのみであり、重大災害時の活動拠点（河川防災ステーションや水防拠点等）の整備が急務である。

この活動拠点（河川防災ステーション及び水防拠点）の目的、必要な設備等の定義は以下の通りであ

表 4-1 河川防災ステーション・水防拠点の定義

項目	河川防災ステーション	水防拠点
目的	洪水時等における河川管理施設保全活動及び緊急復旧活動の拠点となる施設	同左
必要な設備	<ul style="list-style-type: none"> ・水防センター ・水防倉庫 ・資機材備蓄 ・ヘリポート ・車両交換場所 ・水防活動スペース ・側帯 ・避難場所 	<ul style="list-style-type: none"> ・水防倉庫 ・資機材備蓄 ・ヘリポート ・車両交換場所 ・水防活動スペース ・側帯 ・避難場所
施設整備	<ul style="list-style-type: none"> ・自治体と一体で整備 ・氾濫ブロックに対応させて概ね <u>30～50km 程度のカバー範囲</u>を目安に整備 ・設置位置は、<u>当該河川が破堤はん濫した場合、甚大な被害が発生するおそれがある区域、またはその付近にあって、当該河川及び堤内地の状況等を総合的に勘案して選定</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ・河川管理者が単独で整備 ・概ね <u>10～20km 程度のカバー範囲</u>を目安に整備

【出典：関東地方整備局河川防災施設全体計画（案）H15.3（河川防災施設整備検討会）を一部加工】

り、大きな違いは、水防センター併設の有無及び自治体と一体となった整備か否かという点である。

なお、烏川における活動拠点の整備にあたっては、地元自治体との一体整備の可否が現時点で未定であるため、活動拠点となる施設の候補地選定までを検討した。

4.2 活動拠点の候補地検討

破堤等重大災害時の活動拠点の候補地は、破堤はん濫の危険度評価及び周辺状況調査を整理した上で選定を行った。

4.2.1 破堤はん濫の危険度評価

烏川においては、近年の破堤はん濫履歴及び水防活動実績がないため、防災施設等がほとんど整備されていない。

しかし、近年の気候変化に伴う降雨強度の増大や局所的豪雨の増加に対しては、大きな被害が予想されるエリアから計画的に防災施設等の整備を行い、迅速に応急対策を実施できる防災体制の構築を図っておくことが重要である。

烏川においては、防災施設整備の優先度を評価す

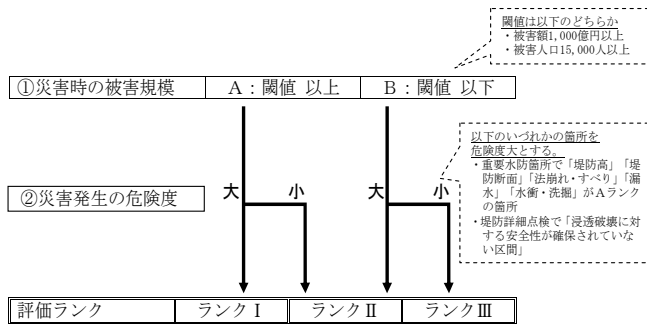


図 4.1 ランク分けの考え方

表 4.1 ランクⅠ区間（評価結果）

ランク	左右岸	区間 (km)	備考
I	右岸	3.6 ~ 4.4	浸透破壊に対する安全性が確保されていない
	右岸	7.0 ~ 8.4	浸透破壊に対する安全性が確保されていない
	右岸	12.2 ~ 15.6	重要水防箇所「堤防高・堤防断面不足」

るため、堤内地の重要度（破堤災害時の被害規模）や災害発生の危険度に応じて破堤はん濫の危険度をランク評価した。なお、活動拠点整備は、災害時に被害規模が大きく、かつ、その中でも災害発生の危険度が大きい箇所が最も優先度を高くすべきであるため、ランク分けの考え方は、図 4.1 の評価フローを用いた。

その結果、最も活動拠点整備の優先度が高い区間は、表 4.1 の区間となった。

4.2.2 周辺状況調査

活動拠点の整備にあたっては、災害時にスムーズにアクセスできるよう、幹線道路網や事務所等の災害時活動機関の配置等を考慮して候補地を選定することが重要である。

烏川では、緊急輸送路は整備されていないものの、高速道路や国道・主要地方道が横断・並走している。

しかし、高架や盛土構造は高速道路のみであり、右岸側の国道や主要地方道は浸水時に通行不可となる可能性が高い。左岸側から渡河し、堤防天端を経由して被災現場へアクセスするルートが浸水時も通行可能であるが、図 2.4 の通り橋梁部から堤防天端へのアクセスが阻害されている箇所が多いのが現状であり、これらの改善が合わせて必要である。

4.2.3 候補地の選定

烏川における活動拠点の候補地選定にあたっては、前述の危険度ランク及び周辺状況を踏まえ、以下の原則で候補区間を検討した。

- ・被災人口 1.5 万人以上の区間（内閣緊急参集特定区間）をすべて受け持てるよう配置
- ・重要水防箇所もしくは被災人口 1.5 万人以上の区間（内閣緊急参集特定区間）の近傍
- ・幹線道路から 1km 未満の範囲

更に、抽出した候補区間の中から、以下の視点に着目して、平面図を基に候補地を選定した結果が表 4.2 の通りである。

- ・堤防補強が必要な地点（完成堤でない地点）
- ・川裏に大規模な用地取得が可能な箇所がある
- ・近隣住民の避難場所としての機能が確保できる
- ・高速道路等へのアクセス（広域ネットワーク）
- ・事務所・自治体が浸水時でもアクセスできる
- ・水防団体・協定会社が浸水時でもアクセスできる

なお、今後、河川管理者が破堤等重大災害時の活動拠点として必要な面積及び施設を検討した上で、地元調整等を行いながら候補地を絞り込んでいくことが必要である。

表 4.2 候補地の抽出結果

区間	候補地点 (区間)	評価	面積 (ha)
5.3k ~ 7.2k 右岸	5.3k	温井川合流点に位置し、用地取得が容易な農地が広がる。整備にあたっては、岩倉橋（下流側：4.4k）からのアクセスの整備が必要となる。また、温井川の遼河部の整備が必要となる。	○ 候補地① 2.7
	5.9k	アクセスポイントが柳瀬橋（8.2k）と距離があるが、用地取得が容易な農地が存在（5.3kより小さい）。整備にあたっては、将来開越道とのアクセスの整備が必要となる。	○ 候補地② 0.9
	6.5k	アクセスポイントが柳瀬橋（8.2k）と距離があるが、用地取得が容易な農地が存在（5.3kより小さい）。整備にあたっては、将来開越道とのアクセスの整備が必要となる。	○ 候補地③ 0.8
7.2k ~ 9.0k 右岸	8.1k	アクセスポイントが柳瀬橋（8.2k）と近く、位置的には良いが、用地に制約がある。	○ 候補地④ 0.4
	8.4k	アクセスポイントが柳瀬橋（8.2k）、国道17号橋（8.6k）と近く、位置的には良い。用地については8.1kより広いが、他の箇所に比べると狭い。	○ 候補地⑤ 0.5
	9.0k (JR線の間)	JR線の間にあり、用地取得が容易な農地が広く存在する。しかし、JR橋梁に挟まれた立地条件から大型車のアクセスが不可となる。このため、候補地には適さない。	×
	9.0k (JR線上流)	JR線の上述にあり、用地取得が容易な農地が広く存在する。一方、鎮川筋から被災浸水した場合、アクセスが不可となる。このため、候補地には適さない。	×
14.0k ~ 18.0k 右岸	14.0k ~ 14.8k	用地取得が容易な農地が存在。区間中最も広い。	○ 候補地⑥ 8.0, 7.6

5. 防災上の特性に応じた復旧計画

5.1 出水特性に応じた復旧工程

破堤した場合の緊急復旧は、一般的に①準備工、②欠け口止め工、③仮水制工・掘削工、④荒締切工、⑤仮締切工を経て、緊急復旧工事が完了する。

過去の事例によると、これに要する期間は、堤防決壊から④荒締切工を開始するまで半日から3日間、④荒締切工が完了するまで6日間程度を有していることが多く、応急復旧堤防が完成するまでに更に10～20日程度を要しているのが現状である。

しかし、洪水継続時間が短い烏川においては、荒締切工の着手前に水位が低下する可能性が高いため、荒締切は行わず、①準備工と②欠け口止め工を実施後、水位が堤内地盤高に低下次第、本復旧堤防の築堤に移行することを基本とする。(図5・1)

復旧計画は、対象河川の出水特性等から復旧完了目標日数を定め、更に資機材搬入にかかる時間や各工程の作業速度の中でコントロールポイントとなる工程(作業順序や作業速度に制約がある工程など)の所要時間を考慮して、実現可能な復旧計画を設定することが重要である。

烏川では、事務所における破堤等重大災害時の行動計画(案)H24.9を参考とし、復旧完了目標日数を3日間とした。また、烏川の洪水位は破堤から短時間で堤内地盤高を下回るため、準備工・欠け口止め工は洪水位が低下するまでに完了する必要がある。さらに、高水護岸工は必ず両端から作業を行う必要

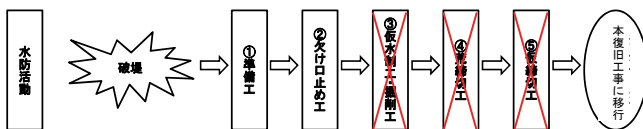


図5・1 烏川における堤防緊急復旧工程

表5・1 復旧計画のコントロールポイント

工種	1日目	2日目	3日目
準備工・欠け口止め工	完了		
本復旧堤防築堤			完了
法面整形			完了
高水護岸工(芝張り)			完了

洪水位が堤内地盤高を下回った時点
コントロールポイント
必要敷設置敷の作業に要する時間

があるため、この敷設速度(243m²/日※コンクリートブロック積工150kg/個以上)が制約条件となる。

以上により、烏川では準備工・欠け口止め工及び高水護岸工にかかる作業時間をコントロールポイントとし、残りの時間で本復旧堤防築堤や法面形成が完了するよう復旧計画を行うこととした。(表5・1)

5.2 必要資機材量

防災施設検討においては、どの地点で破堤が発生しても、緊急復旧工事に必要な資材が不足することのないように資機材を備蓄しておく必要がある。そのため、堤防天端上のアクセスポイントを踏まえて守備範囲の設定(区間分け)を行い、その区間毎に最大となる必要資機材量を算出した。

5.2.1 守備範囲(区間分け)と決壊位置

守備範囲の設定にあたっての検討条件は以下の通りとし、図5・2の通り区間を設定した。

- ・霞堤、支川合流等の連続堤が切れる箇所
- ・アクセスポイントは、アクセス可能な橋梁
- ・無堤区間は、築堤が将来実施されると想定

資機材量が最大となる箇所を選定するため、守備範囲毎に破堤幅と破堤高の積が最大となる地点を決壊想定位置として選定した。(図5・2)なお、破堤幅及び破堤高は、土木研究所資料「氾濫シミュレシ

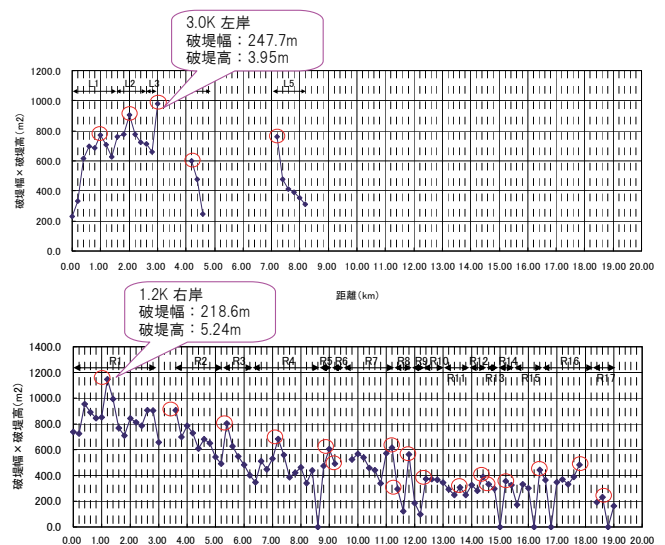


図5・2 守備範囲・決壊想定位置の設定

ン・マニュアル(案)⁴⁾を用いて、以下の通りとした。

1) 破堤幅

◆合流点付近の場合

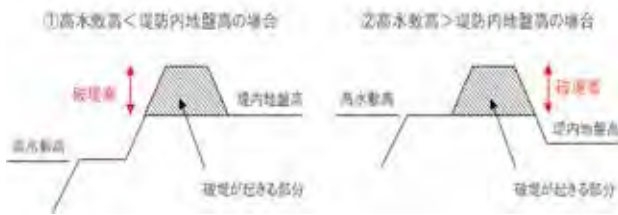
$$y = 2.0 \times (\log_{10} X)^{3.8} + 77$$

◆合流点付近以外の場合

$$y = 1.6 \times (\log_{10} X)^{3.8} + 62$$

y : 破堤幅[m], x : 川幅[m]

2) 破堤高



※無堤区間は、将来計画堤防高までの築堤を想定。

5.2.2 必要資機材量の算定

必要資機材量を算定するため、堤防の緊急復旧工事における各工程の作業内容とその必要資材量を検討した。ここでは、資材量が最大となる1.2k右岸をケーススタディとして説明する。

<1.2k右岸 基礎データ>

- ・破堤幅 : 218.6m
- ・堤内地盤高 : YP.54.280m
- ・堤防天端高 : YP.59.521m
- ・落堀高 : 3.741m
- ・堤体断面積 : 66.04 m²

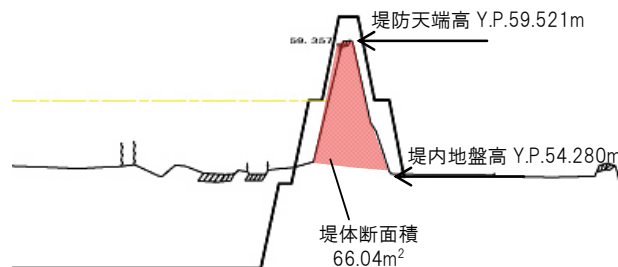


図 5-3 1.2k右岸断面図

1) 準備工

緊急復旧工事において最初に実施する準備工は、

破堤部付近の作業スペースや破堤部までの堤防天端道路のアクセス性を確保するために実施する。

施工延長は、①ダンプトラックが回転できるスペースと、②緊急復旧工事で建設機械が作業するスペースであり、これらは破堤部の両端に連続して設置することとした。

①回転スペース

国内主要メーカーのダンプトラック最少回転半径及びトラック旋回軌跡図を参考に、ダンプトラック(10t)が切り返しにより方向転換するために必要な幅は10.12mに余裕代を付加して12m程度と設定した。また、奥行きについては、積込・荷下ろし等を考慮して15m程度を確保することとした。

表 5-2 主要メーカーのダンプトラック諸元

トラック形式	最大積載量	全長	全幅	最小回転半径
三菱ふそう スーパーグレート・ダンプFV	9,200kg	7.605m	2.490m	6.5m
日野 プロフィア・ダンプ/FS系	9,500kg	7.602m	2.200m	6.7m
いすゞ ダンプ GIGA20	9,500kg	7.670m	2.249m	6.6m



- 所要道路幅 : 4900 (mm)
- 尺屋 : 1100
- 旋回角度 : 90 (°)
- 最小回転半径 : 6600 (mm)

出典 : いすゞ自動車株式会社
ホームページ

本図は車体の外観寸法にて作成しており、ミラー部は含んでおりません。実際の道路占有幅としては、余裕代、約+1mを見込んで下さい。

Copyright © ISUZU MOTORS LIMITED

②建設機械作業スペース

建設機械作業スペースとしては、緊急復旧工事で使用する建設機械のうち、根固めブロックの吊り上げ・設置の際に利用するラフタークレーンの作業可能な面積とした。

ラフタークレーン(25t吊り×3.5m)の占有面積は、

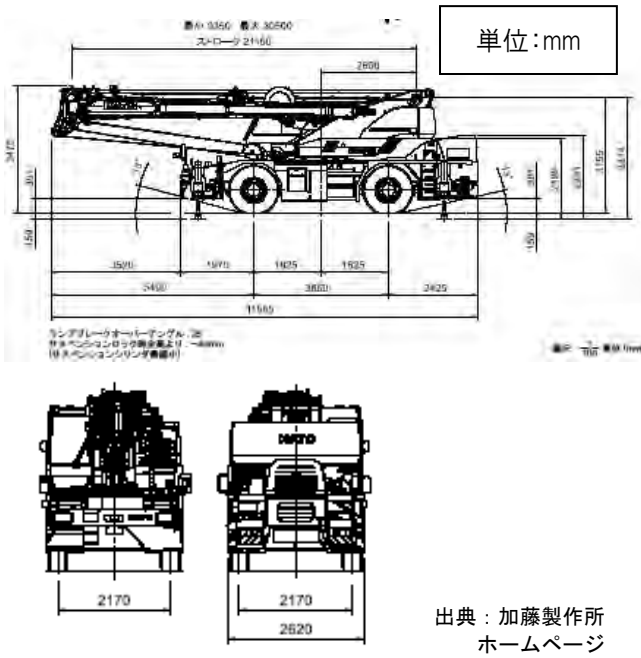


図 5.4 ラフタークレーンの寸法

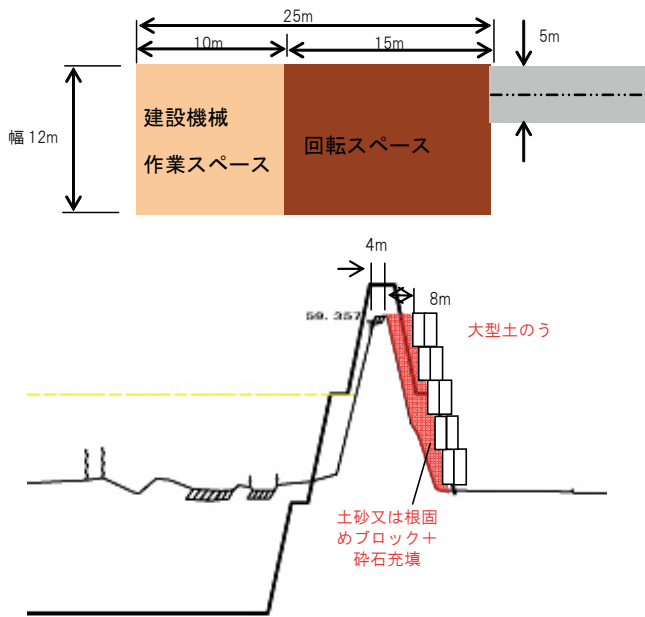


図 5.5 作業スペース平面・横断

長さ 11.59m, 幅 2.52m のクレーンの場合, 約 30 m² である。その他, 荷下ろし等の作業スペースも考慮し, 10m×12m のスペースを確保することとした。以上により, 準備工として設置する作業ヤードは, 幅 12m×25m であり, 現在の堤防天端幅では不足する。そのため, 現在の堤防高をベースに, φ1000mm×h1000mm の大型土嚢を層積みで腹付け (図 5.5) するものとし, 必要資材量は以下の通りである。

◆大型土嚢量

計画堤防高一堤内地盤高=5.241m, 作業ヤード延長 25m+巻き込み部 2m を破堤部両端に設置するものとし, 必要な大型土嚢数は鉛直方向 10 個×延長方向 27 個×2 箇所=540 個である。

◆土砂量

図 5.5 の赤着色部分の面積は約 30 m² であり, 作業ヤード延長分の土砂が必要であるため, 30 m²×25m×2 箇所=1,500 m³ が必要土砂量である。

◆砕石量

車両の走行性を確保するため, 回転スペースの表層を砕石で敷き均す。敷厚は, 工事用道路の設定値に基づき 0.3m とし, 必要な砕石量は, 延長 15m×幅 12m×敷厚 0.3m×2 箇所=108 m³ に余裕を見て 120 m³ とした。

2) 欠け口止め工

欠け口止め工は, 決壊口の堤防断面及び堤防の法崩れ部を根固めブロックで覆うことにより保護する作業であり, 決壊口の両端に設置する。なお, 根固めブロックは, 既往で検討されている右岸 9.2k 破堤時の決壊口ピーク流速が約 3.0m/s であることから, 約 1t 程度のブロックを用いることとなる。(図 5.6) しかし, 烏川では従来から 4t ブロックを備蓄していることから, これを活用する方針とし, 必要資材量は以下の通りである。

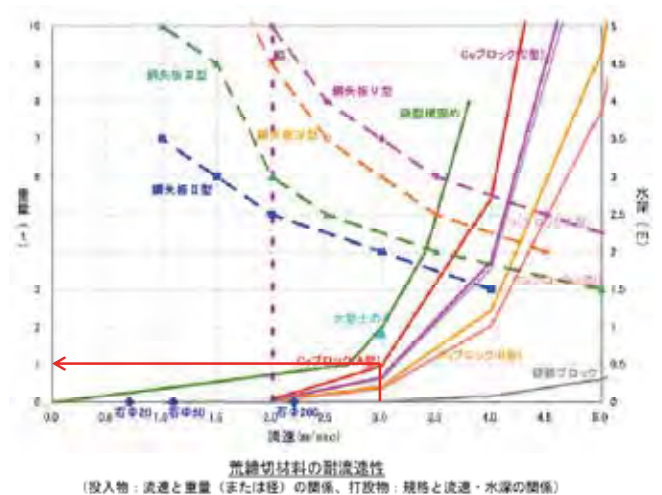
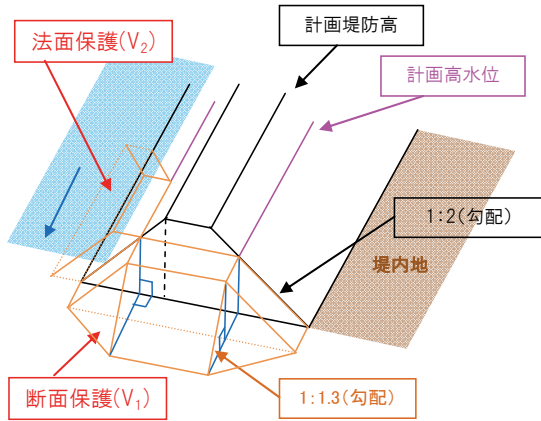
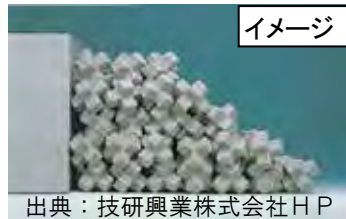


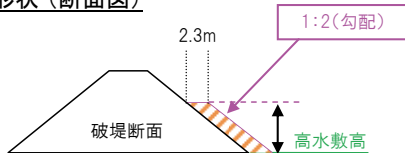
図 5.6 流速と重量の関係⁵⁾

◆根固めブロック数 (4t)

図 5・7 の断面保護 $V_1=75\text{m}^3$, 法面保護 $V_2=11\text{m}^3$ から, 両端合わせた必要ボリュームは 172m^3 である. なお, 4t 根固めブロックは $1.7\text{m}^3/\text{個}$ (空隙率 0.5) であるため, 必要な 4t 根固めブロック数は $172[\text{m}^3] \div \{1.7[\text{m}^3/\text{個}] \div (1-0.5)\} = 51$ 個である.



法面保護形状 (断面図)



法面保護形状 (側面図)

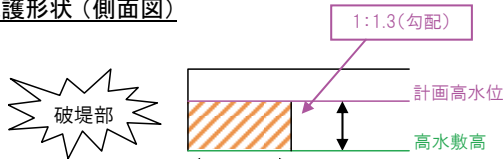


図 5・7 欠け口止め工の形状

3) 本復旧堤防築堤

烏川は洪水継続時間が短く, 荒締切工が完了する前に氾濫が終わる可能性が高いため, 欠け口止め工を実施後, 本復旧堤防築堤を行う. 本復旧堤防築堤に必要な土砂量は, 以下の通りである.

◆土砂量

当該箇所での堤体断面積は 66.04m^2 , 破堤幅が 218.6m であるため, 必要土砂量は $14,440\text{m}^3$ である.

◆接続ブロック数

本復旧堤防の表水面は, 次の洪水に備えて計画高水位まで接続ブロックを敷設する必要がある. 必要敷設法長は 2.3m , 敷設幅が 218m であるため, 必要な接続ブロック数は 501 個である.

5.2.3 烏川における必要備蓄量

前述の算定方法に則って, 守備範囲毎の必要資機材量を算定した結果は表 5・3 の通りである.

これより, 破堤の同時生起がないという前提において, 烏川周辺で確保しておくべき資材量は表 5・3 の最大量であり, 土砂量 (損失分を含む) が $19,080\text{m}^3$, 土のう 756 個等であり, これらを河川防災ステーション及び近隣の備蓄材置き場で備蓄しておく必要がある.

なお, 土砂量を例とすると, 烏川における既存の大規模備蓄材置き場 (800m^3 以上) は 5 箇所, 7090m^3 であるため, 新規で整備すべき土砂量は約 $12,000\text{m}^3$ となる. ただし, 破堤等重大災害時に待避所として活用される備蓄材置き場は使用できないため, この待避所分の備蓄量は, 別箇所確保する必要がある.

表 5・3 守備範囲毎の必要資機材量

左右岸	守備範囲		決壊想定地点	必要資材量				
				土量(m^3) (損失分含む)	土のう(個)	砕石(m^3)	根固めブロック(4t)	接続ブロック(m^3)
左岸	L1	0.0k-1.6k	1.00	10,120	432	120	27	297
	L2	1.6k-2.6k	2.00	11,880	432	120	30	347
	L3	2.6k-3.0k	3.00	19,080	756	120	41	446
	L4	4.0k-4.7k	4.20	9,910	324	120	30	275
	L5	7.2k-8.2k	7.20	10,410	540	120	47	445
右岸	R1	0.0k-3.0k	1.20	17,540	540	120	51	501
	R2	3.6k-5.2k	3.60	11,180	432	120	31	406
	R3	5.2k-6.3k	5.40	14,170	540	120	59	490
	R4	6.3k-8.6k	7.20	7,400	540	120	25	333
	R5	8.6k-9.0k	9.00	14,180	432	120	50	247
	R6	9.0k-9.4k	9.20	7,740	324	120	23	159
	R7	9.6k-11.2k	10.40	5,840	432	120	19	164
	R8	11.2k-11.8k	11.40	8,820	432	120	22	246
	R9	11.8k-12.2k	12.00	2,990	108	120	10	0
	R10	12.2k-13.1k	12.40	6,070	324	120	14	274
	R11	13.1k-13.8k	13.60	4,520	216	120	16	165
	R12	13.8k-14.4k	14.40	3,580	324	120	16	159
	R13	14.4k-14.7k	14.80	3,580	324	120	10	157
	R14	14.7k-15.4k	15.20	5,590	324	120	19	219
	R15	15.4k-16.4k	16.40	6,950	324	120	26	146
	R16	16.4k-18.2k	17.80	6,120	324	120	17	63
	R17	18.2k-19.0k	18.60	3,720	216	120	12	30
最大必要量				19,080	756	120	59	501

5.3 資機材搬入計画

烏川では、破堤時に堤内地が浸水し、迅速な復旧活動を行うことが困難となる可能性が高い。

そこで、先に算定した必要資機材量をもとにトラックの搬入回数及び各種作業に要する時間を算定し、資機材搬入計画を検討した。

なお、河川堤防の天端幅は、一般的に、河川管理施設等構造令（表 5・4）に則って整備されているため、計画高水流量規模に応じて 3.0～7.0m である。しかし、緊急復旧活動で用いる 50t 型クローラークレーンの通行には 4.9m 以上が必要であり、計画高水流量が 2,000m³/s 未満の河川では通行も困難となる可能性が高い。また、10t 型トラックは 2.8m 以上の幅員が必要であり、計画高水流量が 5000m³/s 未満の河川では車両のすれ違いが困難となる。（表 5・5）

現状の烏川の堤防天端幅も上記と同様に、破堤等重大災害時にスムーズにトラック等が行き来できる幅員が確保されていないため、3 日以内に本復旧堤防の築堤が完了するよう、待避所（車両交換場所）の必要性及び形状（何台分、位置等）を検討した。

表 5・4 堤防天端幅⁶⁾

計画高水流量	天端幅
500m ³ /s 未満	3.0m
500m ³ /s 以上 2,000m ³ /s 未満	4.0m
2,000m ³ /s 以上 5,000m ³ /s 未満	5.0m
5,000m ³ /s 以上 10,000m ³ /s 未満	6.0m
10,000m ³ /s 以上	7.0m

表 5・5 施工機械と通行幅の例⁵⁾

施工機械の例	車両幅	路肩幅	必要幅
10t トラック	2.3m 以上	0.5m 以上	2.8m 以上
50t クローラークレーン	4.4m 以上	0.5m 以上	4.9m 以上
20t ブルドーザ	2.6m 以上	0.5m 以上	3.1m 以上
アーティキュレート・ダンプトラック (ADT36) (関節式)	3.5m 以上	0.5m 以上	4.0m 以上

※上記は、施工条件が良好な場合の参考地であり、現場状況・オペレーターの技術等の条件を考慮する。

※無人化施工機械の場合は、現場条件と作業内容に応じて別途設定する。

なお、関東地方整備局³⁾では、待避所（車両交換場所）については、以下の整備方針が示されている。

＜施設の機能＞

- ・資機材運搬車両のすれ違いや方向転換に利用する。
- ・第 2 種側帯として盛り土等の措置をして確保する場所。

＜整備方針＞

- ・重要水防箇所（A ランク）や老朽樋管箇所に重点的に配置
- ・河川防災ステーションや水防拠点にも設置
- ・堤防天端への連絡可能な道路橋梁の間隔が 1,000m 以上となる箇所に設置

これらの整備方針を勘案し、烏川における待避所検討の考え方は、以下の通りとした。

- ・工程計画は、洪水特性及び作業に要する時間（資機材搬入にかかる時間や作業速度）から設定する。
- ・待避所は、他の守備範囲における破堤災害に対する備蓄土砂置き場を兼ねることとし、第二種側帯を基本とする。
- ・烏川における資機材搬入サイクルタイムを考慮した上で、3 日間で本復旧堤防を築堤するために必要な待避所数、形状を守備範囲毎に検討する。
- ・待避所の位置は、現状で堤内地側に余剰地が確保可能な場所の中から選定する。

5.3.1 待避所の必要性

現状の烏川において、先に設定した守備範囲毎に破堤等重大災害時にスムーズに資機材を搬入するために必要な待避所数、形状を検討した。

1) 資機材搬入シミュレーション

烏川のような堤防天端幅が狭く、待避所のない河川では、1 台が稼働している間は次のトラックは進入できない。待避所を設置すると、図 5・8 のように複数台が同時稼働できるようになり、運搬効率が向上する。ただし、区間距離や作業時間によっては効率が向上しない場合もあるため、各守備範囲の決壊想定位置について、上下流アクセスポイントからの距離を考慮し、待避所設置数に応じた運搬時間のシ

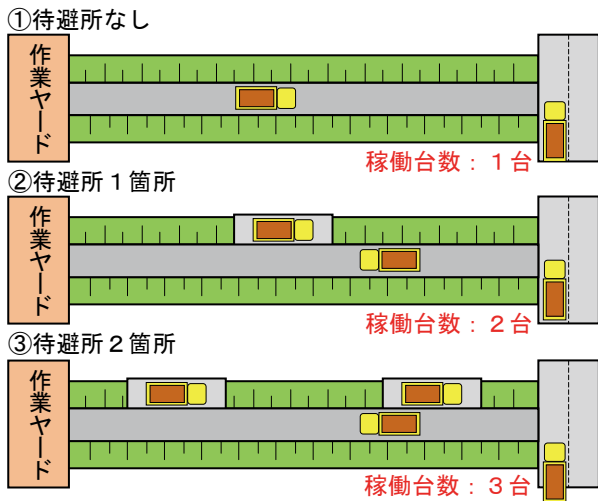


図 5-8 待避所設置効果イメージ

シミュレーションを行った。

ここでは必要資材量が最大となる 1.2k 右岸をケーススタディとして説明する。シミュレーションに用いる条件は、以下の通りとする。

- ・搬入距離（上流側）：2.8km
- ・搬入距離（下流側）：4.2km
- ・運搬速度：20km/h
- ・方向転換+荷下ろし：1.5min
- ・待避時間：0.5min
- ・車両のすれ違いを考慮し、作業ヤードから最寄りの待避所の間では重複稼働はしない。

<上流側>

①待避所なしの場合

搬入時間	: 9.0min
方向転換+荷下ろし	: 1.5min
戻り	: 9.0min
⇒ 1台の所要時間	: 19.5min (19.5min/台)

②待避所1箇所の場合

搬入時間	: 9.0min
方向転換+荷下ろし	: 1.5min
戻り	: 9.0min
待避時間	: 0.5min
⇒ 1台の所要時間	: 20.0min (10.5min/台)

③待避所2箇所の場合

搬入時間	: 9.0min
方向転換+荷下ろし	: 1.5min
戻り	: 9.0min
待避時間	: 1.0min
⇒ 1台の所要時間	: 20.5min (7.5min/台)

<下流側>

①待避所なしの場合

搬入時間	: 13.0min
方向転換+荷下ろし	: 1.5min
戻り	: 13.0min
⇒ 1台の所要時間	: 27.5min (27.5min/台)

②待避所1箇所の場合

搬入時間	: 13.0min
方向転換+荷下ろし	: 1.5min
戻り	: 13.0min
待避時間	: 0.5min
⇒ 1台の所要時間	: 28.0min (14.5min/台)

③待避所2箇所の場合

搬入時間	: 13.0min
方向転換+荷下ろし	: 1.5min
戻り	: 13.0min
待避時間	: 1.0min
⇒ 1台の所要時間	: 28.5min (10.5min/台)

※ () は、作業ヤード～最寄待避所間の所要時間

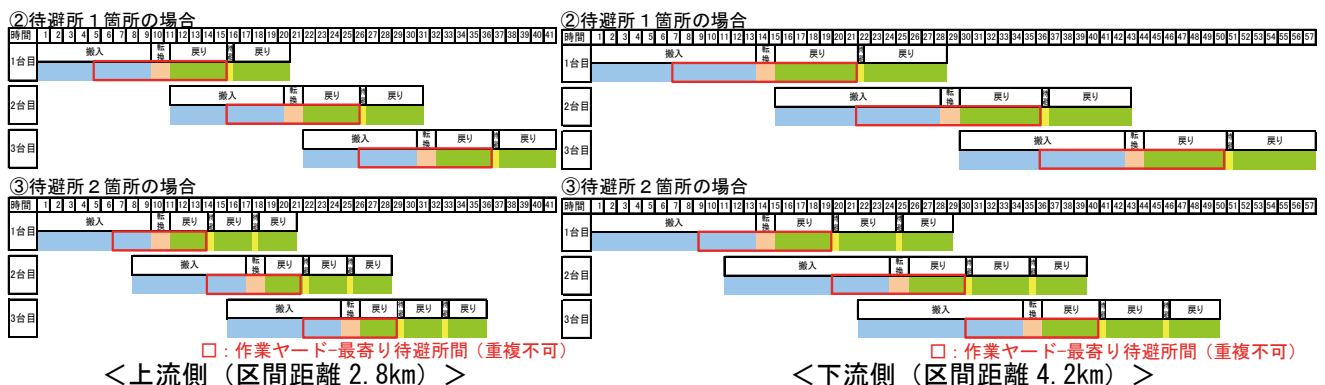


図 5-9 待避所数毎の資材搬入シミュレーション結果

1.2k 右岸における資材搬入シミュレーションの結果(図5・9), 待避所が増えると複数車両の同時稼働が可能となる。しかし, 車両のすれ違いを考慮すると作業ヤードから最寄りの待避所の間で1台しか稼働できないため, 可能な同時稼働車両数は待避所数+1台となる。

区間距離の長い下流側(L=4.2km)では, サイクルタイム(1時間当たりの搬入回数)が, 待避所がない場合に2.2回であったものが, 待避所を設置することによって4.1回(1箇所), 5.7回(2箇所)と増加することが確認された。

5.3.2 待避所数及び形状の検討

以上の搬入にかかる時間を考慮し, 各工程に必要な資材搬入回数, 所要時間等から必要な待避所数及び検討した。

1.2k 右岸をケーススタディに手順を説明する。各工程に必要な土砂量は, 以下の通りである。(5.2.2)

- ・土砂(準備工) : 1,500m³
- ・大型土のう(準備工) : 540個
- ・砕石(準備工) : 120m³
- ・根固めブロック(欠け口止め工) : 51個
- ・土砂量(本復旧堤防築堤) : 14,440m³
- ・連接ブロック(本復旧堤防築堤) : 501個

1) 準備工

作業ヤードは, 大型土のうと土砂によりスペースを確保し, 砕石により車両の走行性を確保する。スペース確保にあたっては, 堤内地で大型土のうを作成・層積みにしながら, 同時に堤防天端から土砂を供給し, 砕石は次工程の欠け口止め工の合間に運搬敷設を行う。よって, 運搬にかかる時間は土砂量運搬に要する時間に規定される。

以上を踏まえ, 準備工に必要な土砂量は, 運搬作業等における損失分1割を見込んで1,650m³とする。10tトラックの1台当たりの運搬量は6m³であるため, 275台分の運搬が必要である。

ここで, 先に検討した資材運搬サイクルタイムから運搬に要する時間を, 待避所なし, 待避所1箇所設置, 2箇所設置の各ケースについて算定した。

表5・6 準備工の運搬時間

項目(上流側)		待避所なし	待避所1箇所	待避所2箇所
アクセスポイント	L=2,800(神流川堤防より)			
搬入		9.0 min	9.0 min	6.0 min
運搬(バック)		1.0 min	1.0 min	1.0 min
荷下ろし		0.5 min	0.5 min	0.5 min
戻り		9.0 min	- min	- min
1台当たり所用時間		19.5 min	10.5 min	7.5 min
275台を両端施工	160台を想定160/4=40回 (待避所4台分確保)	760.5 min	409.5 min	300.0 min
		12.7 hr	6.8 hr	5.0 hr

項目(下流側)		待避所なし	待避所1箇所	待避所2箇所
アクセスポイント	L=4,200(利根川堤防より)			
搬入		13.0 min	13.0 min	9.0 min
運搬(バック)		1.0 min	1.0 min	1.0 min
荷下ろし		0.5 min	0.5 min	0.5 min
戻り		13.0 min	- min	- min
1台当たり所用時間		27.5 min	14.5 min	10.5 min
275台を両端施工	115台を想定115/4=29回 (待避所4台分確保)	797.5 min	420.5 min	304.5 min
		13.3 hr	7.0 hr	5.1 hr

なお, 烏川は沿川が高度に利用されており, 数多くの待避所新設は困難であるため, 延長の長い待避所を数カ所設置するものとして検討した結果, 4台分以上の待避所を整備し, 4台セットで運搬を行うこととした。また, 作業ヤードは上下流端とも同サイズであるが, 先に完成した側から次の工程に進み, 本復旧堤防築堤の土砂運搬で相殺されるため, 運搬回数を同比率とする必要はない。よって, 計上する運搬時間を短縮するため, 運搬回数比率を区間距離の短い上流側に多く配分して算定した。(表5・6)

2) 欠け口止め工

欠け口止め工は, 根固めブロックの運搬及びクレーンによる投入にかかる時間の大きい方に規定される。

根固めブロックの投入には, 国土交通省土木工事標準積算基準書により据付け(乱積み)の作業速度が65個/日であることから, 上下流端で作業した場合, それぞれ9.5時間(25.5[個/箇所]/65[個/日]=9.5hr)を要する。

根固めブロックの運搬は, 待避所なし, 待避所1箇所設置, 2箇所設置の各ケースについて算定した結果, 最長でも1.8時間である。(表5・7)

以上を踏まえ, 欠け口止め工に要する時間は, 根固めブロックの投入に規定され, 9.5時間とする。

表 5-7 欠け口止め工の運搬時間

項目 (上流側)		待避所なし	待避所1箇所	待避所2箇所
アクセスポイント	L=2,800(神流川堤防より)			
搬入		9.0 min	9.0 min	6.0 min
運搬(バック)		1.0 min	1.0 min	1.0 min
荷下ろし		0.5 min	0.5 min	0.5 min
戻り		9.0 min	- min	- min
1台当たり所用時間		19.5 min	10.5 min	7.5 min
26台を両端施工	15台を想定15/3=5回 (待避所3台分確保)	97.5 min	52.5 min	37.5 min
		1.6 hr	0.9 hr	0.6 hr

項目 (下流側)		待避所なし	待避所1箇所	待避所2箇所
アクセスポイント	L=4,200(利根川堤防より)			
搬入		13.0 min	13.0 min	9.0 min
運搬(バック)		1.0 min	1.0 min	1.0 min
荷下ろし		0.5 min	0.5 min	0.5 min
戻り		13.0 min	- min	- min
1台当たり所用時間		27.5 min	14.5 min	10.5 min
26台を両端施工	11台を想定11/3=4回 (待避所3台分確保)	110.0 min	58.0 min	42.0 min
		1.8 hr	1.0 hr	0.7 hr

3) 本復旧堤防築堤

河道水位が低下した後、欠け口止め工で投入した根固めブロックを撤去しながら、同時進行で①土砂搬入に取り掛かる。その後、②法面を整形した上で③芝張り、④高水護岸工を行って完成である。

①土砂搬入

土砂搬入は、根固めブロックを撤去しながら実施するため、根固めブロックの撤去と土砂運搬に係る時間の大きい方に規定される。

根固めブロックの撤去に要する時間は、国土交通省土木工事積算基準書より消波ブロックの撤去・仮置き作業速度が84個/日であることから、上下流端で作業した場合、それぞれ7.3時間(25.5[個/箇所]/84[個/日]=7.3hr)を要する。

土砂運搬には、資材運搬サイクルタイムから待避所なし、待避所1箇所設置、2箇所設置の各ケースについて算定した結果、最短で49時間である。(表5-8)なお、築堤に必要な土砂量は、運搬作業等における損失を1割見込んで16,000m³とした。

以上を踏まえ、本復旧堤防築堤に要する時間は、土砂運搬に要する時間に規定される。

②法面整形

土砂搬入が完了した箇所から順次、バックホウで法面整形を行うこととする。法面整形作業について

表 5-8 本復旧堤防築堤の土砂運搬時間

項目 (上流側)		待避所なし	待避所1箇所	待避所2箇所
アクセスポイント	L=2,800(神流川堤防より)			
搬入		9.0 min	9.0 min	6.0 min
運搬(バック)		1.0 min	1.0 min	1.0 min
荷下ろし		0.5 min	0.5 min	0.5 min
戻り		9.0 min	- min	- min
1台当たり所用時間		19.5 min	10.5 min	7.5 min
2666台を両端施工	1566台を想定1566/4=392回(待避所4台分確保)	7644.0 min	4116.0 min	2940.0 min
		127.4 hr	68.6 hr	49.0 hr

項目 (上流側)		待避所なし	待避所1箇所	待避所2箇所
アクセスポイント	L=4,200(利根川堤防より)			
搬入		13.0 min	13.0 min	9.0 min
運搬(バック)		1.0 min	1.0 min	1.0 min
荷下ろし		0.5 min	0.5 min	0.5 min
戻り		13.0 min	- min	- min
1台当たり所用時間		27.5 min	14.5 min	10.5 min
2666台を両端施工	1100台を想定1100/4=275回(待避所4台分確保)	7562.5 min	3987.5 min	2887.5 min
		126.0 hr	66.5 hr	48.1 hr

も作業速度に限界があり、事務所の実績等から420m²/日として必要時間を算定した。

その結果、1.2k右岸の法面面積は2,071m²であるため、バックホウ4台体制で1.23日が必要である。

③芝張り

法面整形が完了した箇所から順次、芝張りを行う。この作業速度は、事務所実績等から900m²/日として必要時間を算定した。

その結果、法面面積2,071m²を4パーティー体制で実施した場合、0.58日が必要である。

④高水護岸工

本復旧堤防の表法面は、計画高水位まで高水護岸を敷設する必要がある。この高水護岸工は、両端から順次敷設していく必要があるため、2パーティーで上下流端から中央に向かって敷設作業を行う。なお、高水護岸の敷設速度は、国土交通省土木工事標準積算基準書においてコンクリートブロック積(張)工(150kg以上)が243m²/日である。

以上により必要時間を算定した結果、敷設面積が501m²であるため、2パーティー体制で1.03日が必要である。

以上を踏まえ、準備工から本復旧堤防築堤までの工程を検討し、必要待避所数及び形状を評価した。

工程の検討にあたっては、準備工及び欠け口止め工、高水護岸工をクリティカルパスとし、各作業の順序、重複の可否を考慮した。

その結果、1.2k 右岸において全工程を3日間で完了するためには、待避所を2箇所以上ずつ設置し、その延長はトラック4台分以上とする必要がある。

5.3.3 待避所の設置検討

ケーススタディの1.2k 右岸と同様に、各守備範囲の最大決壊想定地点に対して必要資材量、3日間で全工程を完了できる工程計画及び待避所の必要性を検討した。(表5・10) なお、待避所検討の考え方は、以下の通りとした。

- ・待避所なしで、3日間未満 ⇒ 必要なし
- ・待避所なしで、3日間以上 ⇒ 1箇所設置
- ・待避所1箇所、3日間以上 ⇒ 2箇所以上設置
- ・進入路が浸水時に通行不可の場合、使用可能な侵入路から全資材を搬入することを想定する。

待避所が必要な守備区間については、現状の堤内地余剰箇所及び既存備蓄材置き場の位置等を考慮し

表5・9 1.2k 右岸破堤時の復旧工程(案)

	日数	1日目			2日目			3日目		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
準備工(作業ヤード確保)	0.2日	■								
欠け口止め工	0.4日		■							
根固めブロック撤去	0.3日			■						
本復旧堤防(盛土)	2.0日				■	■	■			
法面整形	1.2日							■	■	■
芝張り	0.6日									■
高水護岸工	1.0日									■

表5・10 待避所の必要性検討結果

岸	ブロック	アクセスポイント		運搬距離		所要時間(h) 待避所なし	所要時間(h) 待避所1箇所	待避所の 必要性 1箇所 (72h未満)	待避所の 必要性 2箇所以上 (72h以上)
		上流側進入路	下流側進入路	上流 (m)	下流 (m)				
左岸	L1 0.0k-1.6k	滝川堤防	利根川堤防	1800	1600	97.2	58.5	○	
	L2 1.6k-2.6k	滝川堤防	利根川堤防	800	2600	113.6	68.3	○	
	L3 2.6k-3.0k	滝川堤防	利根川堤防	400	3600	206.3	120.2	—	○
	L4 4.0k-4.7k	岩倉橋	4.0k地点(※)	200		22.0	25.2	×	
	L5 7.2k-8.2k	鶴亀橋	鶴亀橋	1000	0	48.7	37.8	×	
右岸	R1 0.0k-3.0k	神流川堤防	利根川堤防	2800	4200	303.7	169.8	—	○
	R2 3.6k-5.2k	岩倉橋	神流川堤防	800	1200	76.8	49.6	○	
	R3 5.2k-6.3k	柳瀬橋	岩倉橋	2800	1000	153.3	94.2	—	○
	R4 6.3k-8.6k	柳瀬橋	岩倉橋	1000	2800	78.3	47.5	○	
	R5 8.6k-9.0k	鱒川堤防	柳瀬橋	1200	800	100.4	66.0	○	
	R6 9.0k-9.4k	鱒川堤防	柳瀬橋	1200	1000	53.7	34.9	×	
	R7 9.6k-11.2k	共栄橋	鱒川堤防	300	3200	57.2	34.9	×	
	R8 11.2k-11.8k	柳沢川堤防	共栄橋(※)	600	700	25.5	24.7	○	
	R9 11.8k-12.2k	一本松橋(※)	柳沢川合流点(※)	200	200	21.5	17.2	×	
	R10 12.2k-13.1k	支川堤防	一本松橋(※)	700	200	26.9	24.0	×	
	R11 13.1k-13.8k	支川堤防	支川堤防	200	500	19.6	14.9	×	
	R12 13.8k-14.4k	支川堤防	支川堤防	0	600	14.1	11.7	×	
	R13 14.4k-14.7k	支川堤防	支川堤防	100	200	12.2	9.7	×	
	R14 14.7k-15.4k	支川堤防(※)	支川堤防	300	500	28.6	27.0	×	
	R15 15.4k-16.4k	聖石橋	支川堤防(※)	400	900	22.2	26.0	○	
	R16 16.4k-18.2k	八千代橋	和田橋	400	300	24.8	18.5	×	
	R17 18.2k-19.0k	君が代橋(※)	八千代橋	200	400	31.4	22.2	×	

(※)：浸水時通行不可

イタリック：(※)のため、1箇所から運搬

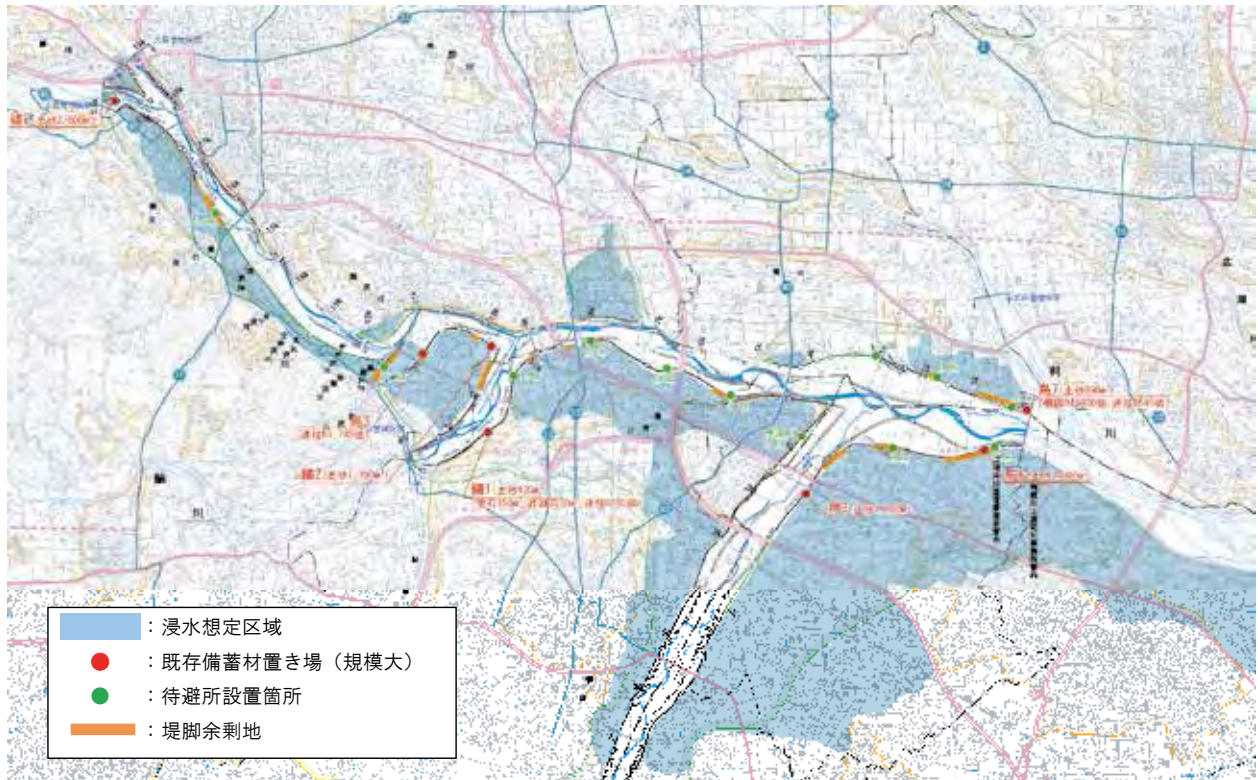


図5・10 待避所設置箇所(案)

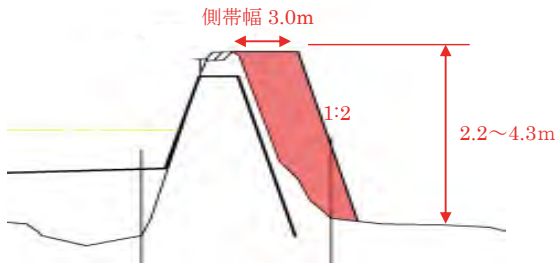


図 5-11 待避所標準断面

て設置位置 (図 5-10) を提案するとともに、待避所の標準断面を以下の考え方で設定した。(図 5-11)

- ・大型車両がすれ違いできるよう 3.0m を確保する
- ・側帯延長は、30m (大型車両 2 台分) 以上とする。
- ・堤脚余剰地がある場合は、最大限に活用する。
- ・堤脚余剰地に制約がある場合は、用地等の状況に応じて擁壁構造を検討する。

5.4 資機材の配置計画

烏川における資機材の配置は、防災ステーション・水防拠点の備蓄土砂を優先的に使用し、不足する量を隣接する守備範囲の待避所から補うこととして検討を行った。

5.4.1 新設待避所における備蓄土砂量

5.3.3 において検討した新設の待避所で確保できる備蓄土砂量を算定した結果、17,270^m³であった。(表 5-11) なお、待避所形状は前述の標準断面の通りとし、延長は大型車両 2 台が待避するために必要な延長約 30m を基本とし、堤脚部に河川用地が確保されている箇所はその延長とし、更に堤脚部に余剰地や用地が取得可能な場合は、最大限に活用するものとした。

5.4.2 活動拠点に確保すべき備蓄資材量

河川防災ステーションに備蓄する土砂量を検討するにあたっては、出来る限り河川防災ステーションだけで必要量を確保し、待避所を兼ねた備蓄材置き場から供給しないことが理想的である。しかし、烏川周辺には広大な敷地の河川防災ステーション用地

が確保できない可能性が高いため、大規模な備蓄材置き場 (800^m³以上) と合わせて必要土砂量を確保する計画とした。

なお、既設・新設の大規模な備蓄材置き場は表 5-12 の通りであるが、利根川合流点左岸 (烏 7, 0.2k 左岸) に 3,710^m³、利根川合流点右岸 (烏 6, 0.4k 右岸) に 9,860^m³と、下流部を中心に土砂備蓄量が配置されている。そのため、利根川合流点右岸で破堤等の重大災害が発生した場合、周辺の備蓄土砂置き場 (烏 6, 0.4k 右岸) は待避所として利用されるため、活用できる備蓄土砂量は 11,600^m³となる。

以上を踏まえ、烏川における最大必要資機材量及び備蓄材量から、活動拠点に確保すべき資材量 (最低値) を表 5-13 の通り算定した。

表 5-11 新設待避所の備蓄土砂量

岸	待避所 新設位置	備蓄土砂量		
		断面積(m ²)	延長(m)	土量(m ³)
左岸	0.2k	10.07	280	2,820
	2.0k	8.39	30	260
	3.0k	11.26	30	340
右岸	0.4k	15.71	500	7,860
	2.2k	14.66	30	440
	神流川左岸0.6k	4.87	30	150
	5.4k	10.03	30	310
	6.6k	12.44	30	380
	8.0k	10.32	30	310
	9.4k	12.66	30	380
	11.8k	10.86	30	330
合計	15.8k	7.38	500	3,690
合計				17,270

表 5-12 大規模な備蓄材置き場 (待避所)

備蓄材置き場		備蓄土砂量 (m ³)
既存	烏 6	2,000
	烏 7	890
	鑓 2	1,200
	神 3	1,000
	碓 2	2,000
新設	0.2k 左岸	2,820
	0.4k 右岸	7,860
	18.5k 右岸	3,690
合計		21,460

※最大必要土のう量 756 個=756^m³を 1 箇所確保できるよう 800^m³以上を大規模とした。

5.5 資機材搬入ルート

これまでに検討した決壊位置、必要資材量、待避所、備蓄材の配置検討結果を踏まえ、資材搬入ルートを検討した。なお、多くの資材を備蓄する予定の河川防災ステーション（水防拠点）は位置が未確定であるため、候補地⑥（14.0～14.8k 右岸）を仮設定して検討を行った。

決壊規模が最大となる 1.2k 右岸が破堤した場合の資機材搬入ルートは、図 5・11 の通りである。防災ステーション（水防拠点）の備蓄材だけでは資材が不足するため、烏 7、神 3、左岸 0.2k、右岸 15.8k の待避所等からも資材を運搬する必要がある。

・烏川下流部は、アクセスポイントから被災箇所への距離が長くなる傾向があり、資機材の運搬に支障が生じる可能性が高い。そのため、延長が長い待避所を多く設ける等、大型車両が効率的に資材搬入できる工夫が必要である。

・大型車両により資機材搬入する際、支障となる箇所（支川流入部橋梁や狭小路等）があるため、通常時から大型車両が通行できるよう配慮しておく必要がある。

表 5・13 活動拠点に確保すべき資材量（最低値）

資材名	最大必要量	既存・待避所の備蓄量	活動拠点の必要量
土砂	19,080m ³ (3.0k 左岸)	7,090m ³ (烏 6, 烏 7, 鎗 2, 神 3, 碓 2) 14,370m ³ (新規待避所：0.2k 左, 0.4k 右, 18.5k 右)	10,000m ³ **
土のう	756m ³ (3.0k 左岸)		
砕石	120m ³		120m ³
根固めブロック (4t)	59 個 (5.4k 右岸)	300 個 (烏 7)	—
接続ブロック	501m ³ (5.4k 右岸)	2,600m ³ (烏 3, 烏 7, 鎗 1)	—

※活動拠点の必要土砂量の考え方

1.2k 右岸（右岸最大）が破堤した場合、烏 6、0.4k 右は待避所となるため、9,860m³ が使用できない。

よって、既存・待避所の備蓄土砂量 21,460m³ のうち 9,860m³ を除く 11,600m³ で不足する約 8,300m³ に予備を付加した。

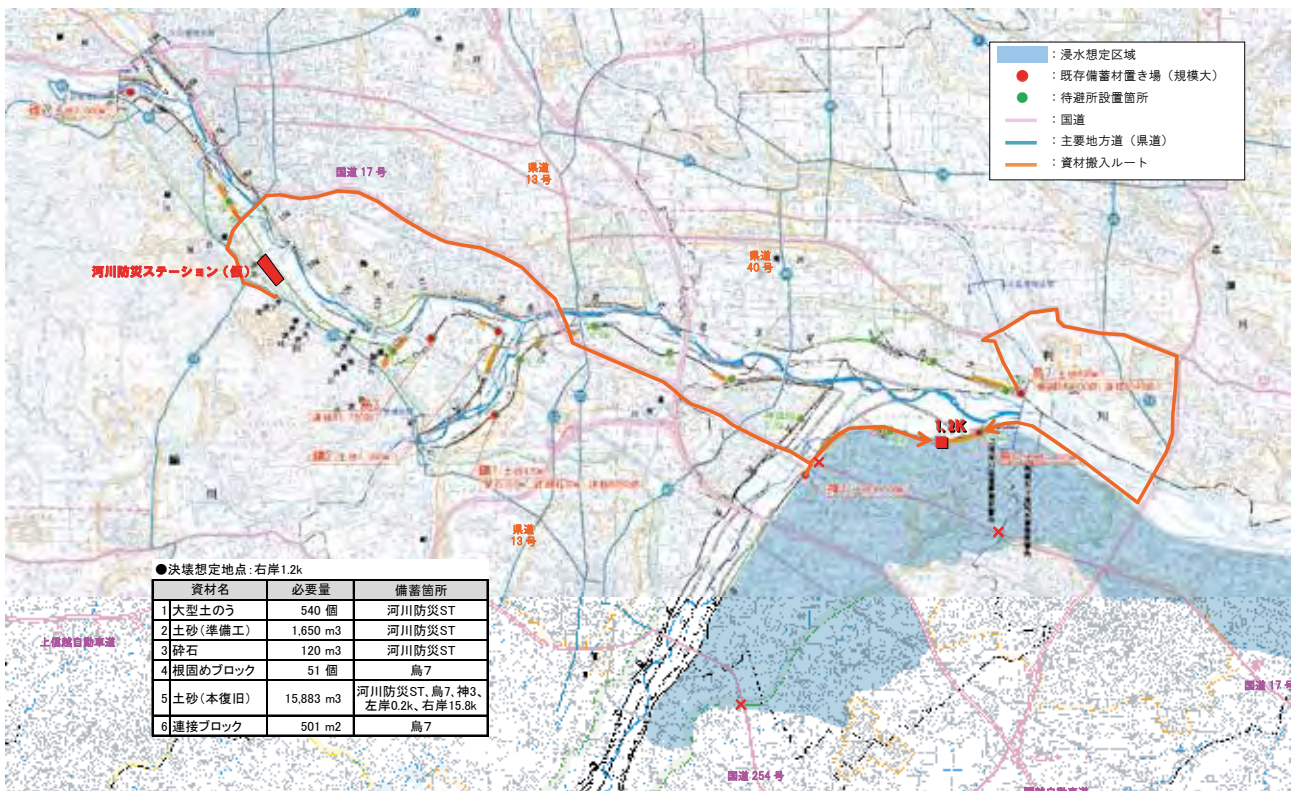


図 5・11 資機材搬入ルート図（1.2k 左岸破堤時）

6. 烏川における今後の課題

烏川における防災施設検討を行った結果、今後の整備における課題が顕在化した。以下に、今後の整備における課題を整理した。

- ・河川と立体交差している幹線道路が多く、浸水時に堤防天端上へアクセスするポイントが制限される。そのため、重大災害発生時に堤防天端に確実にアクセスできるよう交差部の改良が必要である

謝辞

本研究は、国土交通省関東地方整備局高崎河川国道事務所委託業務の一環として実施されたものである。

本研究を実施するにあたり、高崎河川国道事務所の方々には、貴重なご意見、ご指導をいただきました。ここに記して深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 高崎河川国道事務所 (2012) : 高崎河川国道事務所洪水対策業務計画書
- 2) 高崎河川国道事務所 (2006) : 平成 17 年度 烏・神流川堤防安全性照査業務報告書
- 3) 河川防災施設整備検討会 (2003) : 関東地方整備局河川防災施設全体計画 (案)
- 4) 建設省土木研究所 (1996) : 土木研究所資料 氾濫シミュレーションマニュアル (案)
- 5) 国土交通省水管理・国土保全局 治水課 (2012) : 平成 23 年度版堤防決壊時の緊急対策技術資料
- 6) 河川管理施設当構造令 (2015)

河川維持管理 DB システムの構築について

中村 彰吾*・原 俊彦**・鈴木 克尚***

1. はじめに

平成 17 年、社会資本整備審議会河川分科会に「安全・安心が持続可能な河川のあり方検討委員会」が設置され、平成 18 年に「安全・安心が持続可能な河川管理のあり方」が提言された。

この提言を受けて平成 19 年に「効果的・効率的な河川の維持管理の実施について」が河川局長通達としてなされ、各河川で概ね 5 年間に実施する具体的な維持管理の内容を定めた「河川維持管理計画」を策定することが示された。

平成 23 年に「河川砂防技術基準 維持管理編（河川編）」が策定（平成 25 年 5 月に一部改定）され、河川維持管理計画に基づき計画的な管理を実施することが示された。直轄管理河川では、平成 23 年度末から平成 24 年度初頭にかけて「河川維持管理計画」を公表し、今日に至っている。

河川維持管理の実施にあたっては、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り返し、記録を蓄積し、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の更新に反映していくという、PDCA サイクルによる維持管理体系を構築していくことが望ましい。そしてその際には、河川巡視や各種点検におけるデータ、河川カルテ等データを活用することが必要となる。

そのため、河川管理施設等の維持管理に関するデータを効率的・効果的に活用できる DB システムの構築と維持管理の実務への適用が急務とされた。

本稿は河川維持管理データベースシステムの構築と適用に向けて、関東地方整備局が開発した河川維持管理データベースシステム（以下、「河川維持管理 DB」と称す）を東北・関東・北陸・中部・近畿・中

国・四国及び九州地方整備局と北海道開発局（以下、「各地方整備局」と称す）において試行的に導入し、システムの実用性を検証し、導入上の課題や改良点を把握し全国システム構築に向けた提案を行うものである。

表－1 河川維持管理に関する提言・基準等の経緯

年月	河川維持管理全般	河川カルテ・DBシステム
H7.6		「河川カルテ作成整備要領」（事務連絡通知）
H13		・河川基盤地図ガイドライン（案） ・河川基盤データベースシステム標準仕様（案）
H14		・水情報国土基盤方針及び整備計画の策定について
H17	社会資本整備審議会河川分科会に「安全・安心が持続可能な河川のあり方検討委員会」設置	
H18	「安全・安心が持続可能な河川管理のあり方」提言	「河川維持管理実施計画のフォローアップについて」において、河川カルテの作成要領・作成例（試行）
H19	「効果的・効率的な河川の維持管理の実施について」河川局長通達	
H23	「河川砂防技術基準 維持管理編（河川編）」が策定	関東地方整備局河川維持管理DBシステム開発
H24	直轄河川において河川維持管理計画を公表（H23年度末～H24年度初頭）	・河川カルテの作成要領について（一部改訂） ・河川維持管理DBガイドラインVer.2 ・RMDIS(Ver.1)試験運用

本稿は、関東地方整備局が開発した河川維持管理データベースシステム（以下、「河川維持管理 DB」と称す）を東北・関東・北陸・中部・近畿・中国・四国及び九州地方整備局と北海道開発局（以下、「各地方整備局」と称す）において試行的に導入し、システムの実用性を検証し、導入上の課題や改良点を把握し全国システム構築に向けた提案を行うものである。

2. 河川維持管理 DB システムの概要

はじめに、現在各地方整備局や事務所において現在使用されている既存システムについてその実態を整理する。次に、本稿で扱う「河川維持管理 DB システム」について、その概要を述べる。

* 株式会社日水コン 河川事業部 技術第一部 副部長（前 公益財団法人 河川財団 河川総合研究所 主任研究員）

** 国土交通省 関東地方整備局 霞ヶ浦導水工事事務所 所長（前 公益財団法人 河川財団 河川総合研究所 主管研究員）

***（公財）河川財団 河川総合研究所 上席研究員

2.1 既存システムの実態

(1) 河川維持管理行為を支援する既存 DB

全国各地地方整備局では、河川維持管理行為を支援することを目的として、現在までに様々な種類の DB が整備されている。9 地方整備局 86 事務所を対象に実施したアンケート結果に基づき、既存 DB を表-2 に整理した。

表-2 河川維持管理を支援する既存 DB

地整名	既存データベース	地整名	既存データベース
北海道	構造物台帳データベース	北陸	河川GISシステム
	河川管理基盤データベース	中部	河川監視結果システム
	河川管理情報検索システム		河川GISシステム
	水文・水質データベース		河川カルテ(各種台帳管理)システム
	河川敷地占用許可システム		河川管理システム
	堤防データベース		河川現況台帳システム
東北	自然環境データベース	近畿	河川監視データ
	河川カルテシステム		安全利用点検
	管内河川テレメータ情報		許認可施設点検
	河川GIS2002		機械施設点検
	河川カルテ		河川カルテ
	河川関係情報共有フォルダ(共有サーバー) (各種台帳、横断測量図、現況管理図等)		河川環境情報図
	河川監視データベース		占用台帳
	河川整備台帳システム		縦横断測量
	河川台帳検索システム		水文観測データベース
	河川台帳等データ管理システム		大和川河川台帳管理システム
	各種施設台帳(樋管、堰、橋梁等)		猪名川GIS
	秋田河川管理情報センター		木津川上流河川管理GISシステム
	占用台帳関連		千代川基盤図
	樋門・樋管台帳閲覧システム		岡山河川GISシステム
関東	霞川川水質データベース	四国	河川敷地占用管理システム
	江戸川河川環境情報図		巡視システム
	鎌倉川河川データベース		水文・水質データベース
	河川図(1/2500)	九州	Google Mapから構造物の検索
	流域図(1/25000)		コンクリート構造物点検評価システム
	河川現況台帳		河川の点検及び監視システム
	構造物台帳		河川縦横断測量
	河川工事履歴		機械点検評価システム
	河川占用状況		構造物台帳
	重要水防箇所		多自然川づくりDB
	オルソ画像データ		
	斜め写真データ		
	国土交通省水文水質データベース		
	荒川上流管内データベースシステム		
	河川環境データベース(河川水辺の国勢調査)		
	荒川河川管理WWWサーバ		
	河川情報システム		
	河川管理情報共有化システム		

(2) 既存 DB の課題・問題点

既存 DB に対する課題・問題点について、DB 管理者 39 名、DB 利用者 93 名よりアンケート回答を得た。主な意見を以下に示す。

<DB 管理者の指摘>

- マニュアル等変更に伴い様式や項目が増減するとシステム改良の費用が高む。
- データ作成・更新の継続性や記載内容のレベル統一が担保できていない。
- 更新方法やメンテナンスのルールが決まっていない。委託をしないと更新ができない。
- 事務所単独の DB は職員移動に伴う確実な引継ぎが困難であり、データ更新が行われず、結果的に利用されない。

<DB 利用者の指摘>

- 河川カルテ等とのシステム一元化がされていないため複数様式に記載する必要がある。
- 河川カルテの記載について詳細ルールがないため、記載方法や記載内容の精度にばらつきがある。
- 記載レベルの統一、継続性をもたせるための簡素化が必要。
- 地方整備局単位で共通のシステムが良い。
- 事務所サーバに様々なデータが保存されており、DB を活用する必要性が低い。

2.2 河川維持管理 DB の概要

(1) 河川維持管理 DB の位置づけ

河川における DB は「河川基盤データベースシステム標準仕様(案)」などの方針に基づき整備が進められている。

- 「水情報国土基本方針及び整備計画の策定について(平成 14 年 4 月 8 日, 国河情発第 1 号)」
- 「河川基盤地図ガイドライン(案) 第 2.1 版の送付について(平成 13 年 12 月 25 日, 国河情発第 13 号)」
- 「河川基盤データベースシステム標準仕様(案) 第 2.1 版の送付について(平成 13 年 12 月 25 日, 国河情発第 13 号)」

河川維持管理に必要な台帳類等の DB 化は現在も道半ばにあり、当時整備された DB は更新が滞り、多くは実務で活用されていない実情にある。その一方で、先駆的ないくつかの河川事務所において、独自のデータ構造で整備を始めている例も見られる。こうした実態を踏まえ、以下の基本方針のもと、河川維持管理 DB を全国規模で整備・管理する。

■基本方針

- ①データ仕様等の全国統一
- ②個々の DB の関連性
- ③地方整備局毎に DB ソフト統一
- ④持続性のある DB とする運用

(2) 河川維持管理 DB ガイドライン

河川維持管理 DB について、その基本的な仕様及びその整備・運用・改善に係る共通の内容等を「河川維持管理 DB ガイドライン」に定めた。

■河川維持管理 DB ガイドライン

○基本ルール1（整備）：

河川維持管理業務を総合的に支援する唯一の DB として、全ての事務所、河川関係出張所、整備局、本省に整備する

○基本ルール2（運用）：

データを一元的に管理することを早期に定着させるため、本 DB を日常業務に使用し、確実にデータ登録・更新を行う

○基本ルール3（改善）：

各現場では、本 DB 及び関連システムの改善に創意工夫を行い、その成果を全ての整備局間で共有する取り組みを進める。特に、目的を達成しえない状況が生じないように、常に課題を把握・特定し、確実に改善を図り、継続的な運用に資する

河川維持管理 DB は、「事務所 DB」、「整備局 DB」、「本省 DB」により構成するものとした。これら全体像を図-2に示す。

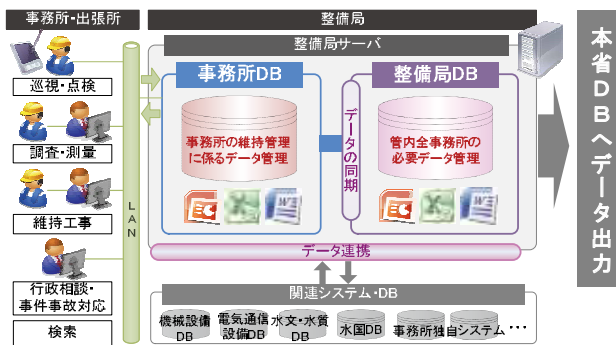


図-2 維持管理 DB の構成

1) 事務所 DB

事務所 DB は、事務所や出張所において河川カルテデータ及び各種台帳データ等を管理する。事業管理に関する各種資料や予算要求資料などの二次データを作成する機能を整備する。

2) 整備局 DB

管内の各事務所 DB が保持するデータのうち整備局が必要とするデータを管理する。

事務所 DB 及び整備局 DB の両システムは、整備局内に設置するサーバに格納する。

3) 本省 DB

本省 DB は、事務所 DB に蓄積される台帳データや巡視・点検等で収集されるデータ、河川カルテ等から集計された二次データを扱う DB である。政策の企画立案や予算管理等に使用するため、事務所 DB で作成する二次データや台帳データを全国単位で

集計する。

3. 河川維持管理 DB の試行検証

3.1 試行検証の概要

(1) 試行検証の目的

H23年度に関東地方整備局が開発した DB システムを用いた試行検証を全国的に行い、システムの実用性の検証、導入上の課題や改良点を把握し、全国版システム（RMDIS）構築に向け整理を行う。

(2) 試行に用いた河川維持管理 DB システム

試行検証に用いた DB システムは、関東地整構築の「巡視・点検支援システム」と「管理情報共有化システム」をベースとしたもの。支援機能は、①構造物台帳、②河川カルテ、③事件事故、④河川巡視、⑤行政相談、⑥河川現況台帳、⑦工事履歴台帳、⑧占用台帳である。



図-3 試行に用いた維持管理 DB の構成（上段：事務所・出張所 PC 画面、下：現場用タブレット機画面）

(3) 検証の方法

試行導入により、各支援機能に対する実用性を検証する。検証は、事務所・出張所職員及び委託巡視員に対して行う。

<検証項目>

- 対象管理行為における本システムの適用性
- 本システムの利便性
- 導入上の課題改良点

これらの検証を行うにあたって、以下の事柄を実施した。

- 事務所・出張所での検証内容の説明会の実施
- 巡視に同行し端末操作方法等説明
- 事務所・出張所での試行運用（10日間）
- 試行結果のヒアリング

(4) 実施機関と実施時期

表-3に示す全国8地整及び北海道開発局の計19事務所（出張所）で試行を実施し、平成24年12月及び平成25年1月の2グループに分けて実施した。

表-3 試行実施事務所

開発局名、整備局名	事務所名
北海道開発局	・ 釧路開発建設部 ・ 釧路河川事務所
東北地方整備局	・ 岩手河川国道事務所 ・ 北上川下流河川事務所
関東地方整備局	・ 荒川下流河川事務所 ・ 甲府河川国道事務所
北陸地方整備局	・ 信濃川下流河川事務所 ・ 高田河川国道事務所
中部地方整備局	・ 庄内川河川事務所 ・ 木曾川上流河川事務所
近畿地方整備局	・ 大和川河川事務所 ・ 福知山河川国道事務所
中国地方整備局	・ 岡山河川事務所 ・ 山口河川国道事務所
四国地方整備局	・ 那賀川河川事務所 ・ 高知河川国道事務所
九州地方整備局	・ 本局 ・ 遠賀川河川事務所 ・ 武雄河川国道事務所

3.2 試行検証の実施内容

試行検証の実施内容は、携帯端末の地図操作、新規地点登録、写真登録、地図の自動キャプチャ、日

報の作成であり、Webシステム（事務所PC）においては、巡視結果の一覧表示、詳細表示、地図表示を確認することである。

携帯端末を用いた巡視作業の流れは、図-4に示すとおりであり、作業前に前日までのデータのダウンロード、作業後に当日作業のアップロードを行うことが特徴である。

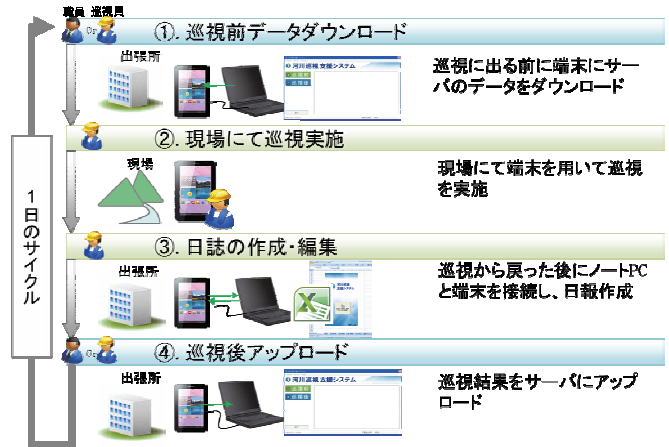


図-4 巡視員の一日の作業の流れ



写真-1 釧路河川事務所での試行状況



写真-2 高田河川国道事務所での試行状況



写真-3 庄内川河川事務所での試行状況



写真-4 大和川河川事務所での試行状況

3.3 検証結果

試行後、ヒアリングを実施し、システムの実用性、導入上の課題や改良点を把握した。

ヒアリングで出た意見を、試行システムに対する改善要望、試行システムに無い機能の追加要望、その他の意見（表-4）に、また、意見の対象の機能ごとに分類した（表-5）。

表-4 分類ごとの意見の件数

対象機能 / 意見分類	改善要望	機能追加要望	その他	計
全般	8	2	19	29
河川巡視	47	41	45	133
河川カルテ		4	3	7
構造物台帳			3	3
事件事故、行政相談			8	8
工事履歴台帳			2	2
占用台帳			3	3
新機能		16	1	17
情報保護			4	4
運用			36	36
ネットワーク			3	3
ハードウェア性能			23	23
その他			6	6

表-5 ヒアリング結果等の主な意見

対象機能	意見分類	主な意見
全般	評価	DBは整備されれば使いやすいものになるという印象で、画面構成は分かりやすい。（事務所）
河川巡視	評価	GPSで現在地がわかる機能は有効である。精度も問題ない。（巡視員）
	評価	巡視結果が集計できるのは便利。（事務所）
	要望	土日祝日の巡視等、庁舎が開かない時には朝のダウンロードができない場合もあるので考慮してほしい。（出張所・巡視員）
	要望	よく入力する項目は、大中項目から入れるのではなく、最初から小項目を入力したい。（巡視員）
	要望	GPSから取得、また地図入力した経緯度の情報から、距離標の情報を自動入力できたほうがよい。（局・出張所・巡視員）
	要望	一日で複数の出張所の管理区域を巡視するため考慮してほしい。（巡視員）
	要望	上流支川の巡視や、災害時の他地整への応援などのため、管轄外の地図情報もあったほうがよい。（事務所・出張所・巡視員）
要望	写真を複数枚重ねてパノラマのようにしたり、写真上へのオートシェイプでの書き込みをできるようにしてほしい。（出張所・巡視員）	
河川カルテ	要望	河川カルテと河川巡視データを連携させてほしい。（局・事務所・出張所）
運用	評価	事件・事故を登録すると局と共有でき、報告できると手間が省ける。（事務所）
	要望	電子国土の1:2500は都市部のみ整備のため、河川管理基図は必須である。（出張所・巡視員）
	要望	河川管理基図の更新や縦横断図の差し替えなど、システムのメンテナンスにかかわるデータ更新が容易にできたほうがよい。（事務所・出張所）
	要望	他事務所の事例を閲覧したい。（事務所）
	要望	河川維持管理DBの内容を現場で閲覧したい。オフラインが前提となるのであれば、巡視前のダウンロード時にDBの内容を同時に携帯端末に保存し、閲覧できるようにしてほしい。（事務所・出張所）
	要望	端末性能について、10インチ対応、カメラのズーム、重さ、バッテリー等の意見があった。（出張所・巡視員）
	要望	巡視時に持ち歩くものが多くなる場合があるので、携帯端末はケースに入れたりストラップをつけるなど、扱いやすくしておく必要がある。（出張所・巡視員）
	その他	現在運用中のデータベースと二重登録になると対応が難しい。（事務所）
その他	個人情報保護についてはどうなるのか。（事務所）	

4. 河川維持管理 DB の改良提案

検証結果を踏まえた河川維持管理 DB の改良の方向性として、対応方針を改良検討としている河川カルテ、河川巡視システム、運用に関する改善提案事項のうち、全国版にて対応する内容を対象に、以下に改良点を示す。

4.1 河川カルテ

河川カルテの更新を支援する機能として、巡視結果のデータを河川カルテに取り込む機能を整備する。システム化による具体的な対応内容を以下に示す。河川カルテの更新時には、記載すべき巡視結果を一覧し、クリックすると対象箇所のカルテの更新画面を表示する。

カルテの更新画面には結果詳細へのリンクを表示する。

4.2 河川巡視システム

(1) 巡視報告の小項目からの入力

最初から小項目を入れることを可能とする必要がある。また、最初から小項目を入れるときの入力値について検討が必要である。

具体的な対応内容を以下に示す。

河川巡視システムの DB 側と端末側の入力方法について、小項目からも入力できるように変更する。

小項目数が多く、一般的なプルダウンメニューからの入力が困難なため、1～2文字入力で該当小項目の絞り込みが可能な入力支援機能を整備する。

なお、小項目のみ入力すれば、大項目、中項目は自動的に入力可能とする。

(2) 距離標の自動取得

距離標情報の自動取得機能を追加する必要がある。具体的な対応内容を以下に示す。

地図上の地点の座標値から、該当する距離標を自動認識する機能を追加する。

湾曲している河川等では、右岸と左岸、河川の中央

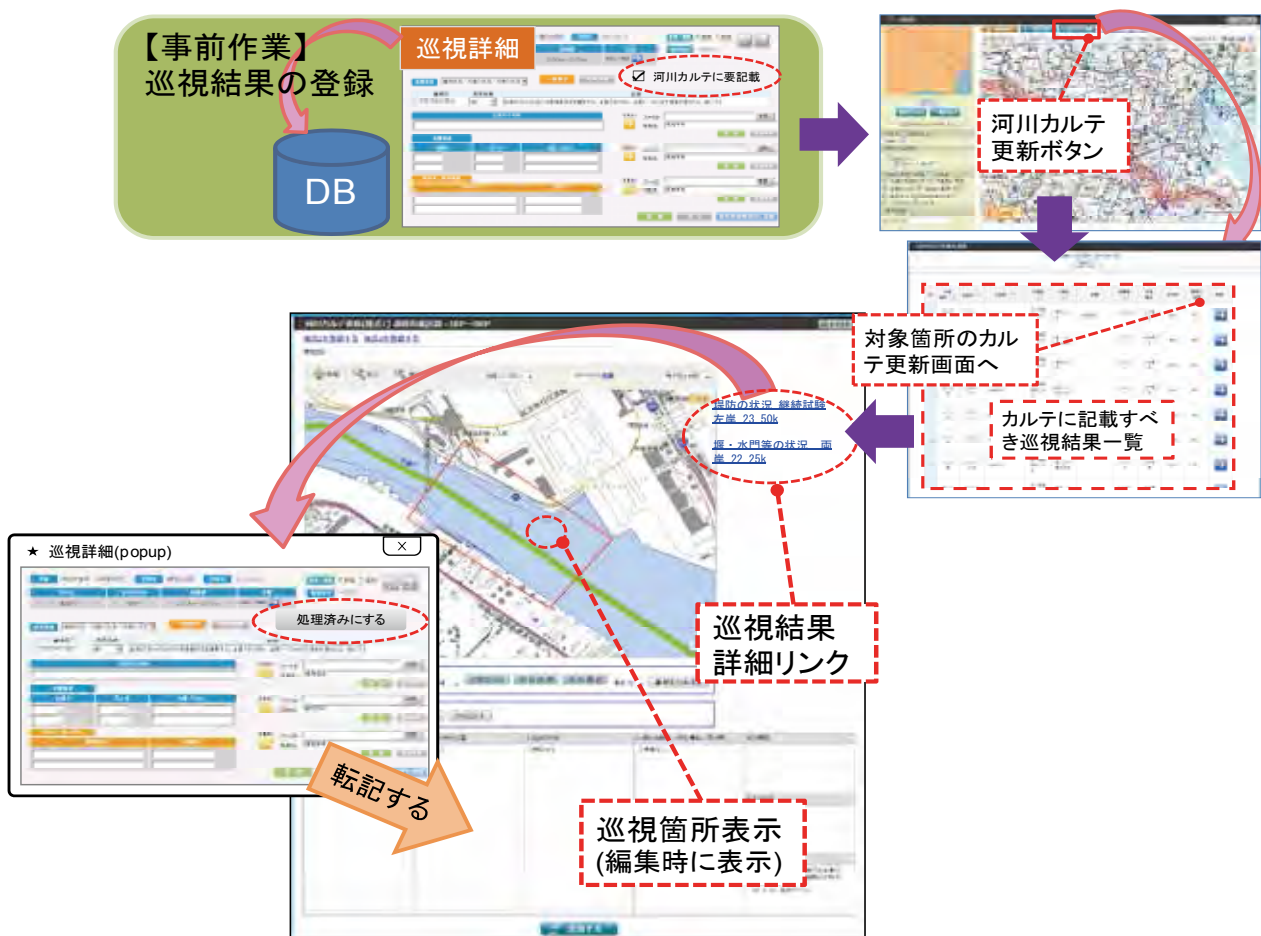


図-5 河川カルテの改良提案

付近で距離標との位置関係が異なるため、右岸、左岸、河川の中央の3区域毎程度に分けて、距離標を自動認識するものとする。

(3) 複数の出張所のデータのダウンロード・アップロード

複数の出張所のデータをダウンロード・アップロード可能とする必要がある。

具体的な対応内容を以下に示す。

データダウンロード時に、出張所を複数指定して、それぞれダウンロードできる機能を追加する。

データ登録時に、出張所を複数指定して、それぞれ登録できる機能を追加する。

(4) 管轄外の地図の整備、携帯端末に保存する地図情報の追加・更新

管轄外の地図について整備が必要である。また、携帯端末に保存する地図情報を追加・更新する機能を追加する必要がある。

具体的な対応内容を以下に示す。

管轄外の地図については、既存の電子国土の地図データを活用する。

データダウンロード時に、携帯端末に保存する地図情報を追加・更新できる機能を追加する。

(5) 写真の編集

河川巡視において、登録した写真に対して矢印やコメントの書き込みを可能とする必要がある。

具体的な対応内容を以下に示す。

写真に対して矢印やコメントの書き込みを可能とするツールを追加する。

4.3 運用

(1) 情報の持ち出し・閲覧

情報の持ち出し範囲について検討した上で、情報の持ち出し・閲覧機能を追加するシステム更新が必要である。

運用方法の検討による具体的な対応内容を以下に示す。

情報の持ち出しについて、職員の現地での管理行

為に用いる場合の目的、代替方法の有無等を整理した上で、持ち出し範囲を検討する。

データダウンロード時や閲覧時に、職員の情報の持ち出し範囲に従った制御方法を検討する。

(2) 個人情報

個人情報は河川維持管理 DB にできる限り登録しない方針とするが、河川維持管理 DB に必要な情報については公開範囲に制限を設けるよう検討することが必要である。

公開範囲の検討による具体的な対応内容を以下に示す。

河川維持管理 DB に必要な情報のうち、個人情報に該当する情報を抽出し、公開制限方法を検討する。

さらに、個人情報であることの周知・徹底の方法や情報管理方策についても検討する。

5. 今後の課題

本稿において、現在構築中である河川維持管理 DB の概要及び試行検証を報告した。さらに、試行検証を踏まえた改良方針を提示した。

今後、河川維持管理 DB の活用による、維持管理の効率化、高度化を図っていくための課題は、以下のとおりであると考える。

河川維持管理 DB システムの着実な活用を目指し、運用にあたっては定期的に講習会を開く等、システム使用に対するフォローアップ体制を整え、システムに対する理解を深めることが重要である。

また、河川維持管理 DB システムの活用によるデータ蓄積を踏まえ、維持管理行為の分析・評価を行い、維持管理の精度・信頼性向上につなげていくことが重要である。

謝辞

本研究は、関東地方整備局河川部河川管理課委託業務(全国連記業務)として実施されたものである。

本研究を実施するにあたり、関東地方整備局河川部河川管理課の方々を始めとして、各地方整備局の河川管理課の方々、試行対象事務所及び出張所の

方々及び関係者の方々に貴重なご意見，ご指導をいただきました。ここに記し感謝いたします。

参考文献

国土交通省(2011)国土交通省 河川砂防技術基準 維持管理編（河川編）

社会資本整備審議会（2013）安全を持続的に確保するための今後の河川管理のあり方について〔答申〕

国土交通省河川環境課河川保全企画室（2012）河川維持管理データベースガイドライン（ver. 2）

河川の維持管理行為の分析・評価 及び効果的な周知方法について

鈴木 克尚*・吉田 高樹**

1. はじめに

現在までに、河川改修事業等により河川の安全度は飛躍的に向上したが、平成10年を境に河川改修費は減少を続け、今後も少子高齢化等に伴い改修費等の予算の縮小が想定されるなか、既存ストックの維持管理の重要性が高まってきた。

このような状況下において、平成23年に「河川砂防技術基準 維持管理編（河川編）」（以下、維持管理編という）が改訂され、平成24年6月までに109水系の全てで河川維持管理計画（案）が公表され、同計画に基づいて、河川の維持管理が実施されている。

河川維持管理関連への予算や河川の維持管理を担う人員体制が削減されている中、適正な河川の維持管理を行うにあたり、どのように状態把握（巡視・点検頻度、項目、目的）するかは維持管理計画の目標の達成度そのものに直接影響するため、河川の特性と現場の状況を踏まえた適切な維持管理内容（実施頻度や点検項目等）とすることが必要である。

また、河川は公共用物であり、河川の維持管理行為は一般公衆利益に資する必要がある、さらに、昨年12月に生じた笹子トンネル天井板落下事故により、インフラの維持管理に対する社会的注目が集まる中、河川の維持管理の必要性・重要性、実施状況等を広く社会・地域に発信し、河川管理への理解促進を図り、外部の視点を入れることが重要であると考える。

そのため、本稿においては、より効率的な河川管理の実施に向け維持管理の分析・評価についてその方法等を提示するとともに、河川管理の必要性・重

要性の効果的な周知のための河川管理レポートの作成について提示するものである。

2. 河川維持管理の分析・評価

現行の河川維持管理計画（案）においては、以下の章立てで構成されており、治水、河川利用、河川環境の保持、保全を行っていくための状態把握、対策等を中心に記述されている。

- ①河川の概要
- ②河川維持管理上留意すべき事項
- ③河川の区間区分
- ④河川維持管理目標
- ⑤河川の状態把握
- ⑥維持管理対策
- ⑦地域連携等
- ⑧効率化・改善に向けた取り組み

これらのうち、河川維持管理の分析・評価にあたっては、河川の状態・把握や維持管理対策で得られたデータ等から、維持管理内容（実施頻度や点検項目等）やその実効性に着目することとなる。

これら分析・評価にあたっての着目点、着目点を踏まえた分析・評価方法について、以下に示す。

2.1 分析・評価の着目点

1) 治水

治水における分析・評価の着目点は、河川維持管理計画（案）の記載内容や実際の維持管理行為（状態把握＝巡視・点検、対策）について、河川管理施設の機能保持が確保できているかどうかの内容（実施頻度（出水期前後、局地的豪雨、地震、津波など）、

*（公財）河川財団 河川総合研究所 上席研究員

**（公財）河川財団 河川研究所 副所長

点検項目、管理水準、対応方針等)となっているかに着目する。

2) 河川利用

河川利用における分析・評価の着目点は、河川維持管理計画(案)の記載内容や実際の維持管理行為(状態把握＝巡視・点検, 対策)について、人が集まる場所において河川利用に関する安全性が確保されているか、適切な水利用が維持(渇水や水質事故等)されているか等、把握することができる内容(実施頻度(時期, 利用時間帯等))となっているかに着目する。

3) 河川環境

河川環境における分析・評価の着目点は、河川維持管理計画(案)の記載内容や実際の維持管理行為(状態把握＝巡視・各種調査, 対策)について、良好な河川環境の保全という目的に照らし合わせ、河川環境の機能保持が図られているかどうかの内容(実施頻度, 確認項目, 管理目標, 措置方法等)となっているかに着目する。

これら視点より分析・評価を行い、現行の河川維持管理計画の妥当性を評価し、河川特性を踏まえた維持管理項目の整理、点検内容、頻度(手順)、時期等、河川維持管理計画の見直しに反映させていくことが重要である。

2.2 分析・評価手法

河川維持管理における分析・評価手法は、各種維持管理行為の目的(効果)に対して、目的が達せられているか否か、あるいは効果が得られているか否かを明らかにすることが可能である手法であることが求められる。

河川維持管理行為は、一般に①状態把握行為である巡視, 点検, 定期的な調査と②対策である。また、河川維持管理行為は多岐に亘り、その目的とするところも広範であることから、維持管理行為の内容に応じてデータの取得(蓄積)状況が異なる。

よって、取得(蓄積)されたデータに対して分析

評価を行うにあたって、

①データ処理で目的(効果)の評価に資する図表(基礎資料)が抽出される行為

②データ処理によつての達成状況(あるいは効果)が評価可能である行為

に分類される。

以下にこれら分析・評価にあつての2種に対して、その具体的内容を示す。

2.2.1 データ処理で目的(効果)の評価に資する図表(基礎資料)が抽出される行為

維持管理行為の目的によっては、統計分析のみでは目的に対する達成度(効果)等の評価が行えないものがある。状態把握データを活用して河川空間の安全度・環境の質の変化の分析を行っていくために、資料の図表化を行うものである。例えば、河川管理施設の健全度評価等に使用する図表がこれに該当する。

1) 河道の安全性保持

縦横断測量や河道の基本データ(河床材料調査, 河道内樹木調査, 痕跡水位調査)についても、今後、河川維持管理計画において定期的にデータ取得することとなつており、これらデータを用いて河川の状態の分析評価(判断材料)を行う上での基礎資料の図化を行うものである。

○縦横断測量

データに対する加工(図表化)は、以下のとおりとする。

①横断データから平均河床高を算出するとともに最深河床高を抽出し、縦断図として図化する。

②上記データを任意の区間で平均し、時系列の変化図を作成する。

③既往の横断データとの重ね合わせ図を作成する。

○河床材料調査

データに対する加工(図表化)は、以下のとおりとする。

①任意の区間内(セグメント区分ごと)に各調査

地点の粒度分布図を作成する。

②過去の調査結果との重ね合わせ図を作成する。

③粒度区分図の縦断面図を作成する。

○痕跡水位調査

データに対する加工（図表化）は、以下のとおりとする。

①痕跡水位縦断面図を作成する。

②痕跡水位の左右岸差の一覧表を作成する。

2) 良好な自然環境の保持

良好な自然環境の保持を図っていくには、維持管理の範疇においては各種モニタリングによる監視が主な行為となっている。

河川維持管理計画において定期的なデータ取得や巡視による監視を行うこととなっており、得られたデータから変化を及ぼしている要因を考察する上での基礎資料の図化を行うものである。

○巡視による自然環境の状況把握、定期的な点検による水辺の国勢調査

データに対する加工（図表化）は、以下のとおりとする。

①貴重種数（貴重種生息生育面積、保全面積など）の経年変化図を作成する。

2.2.2 データ処理によって達成状況（あるいは効果）が評価可能である行為

主に取得（蓄積）したデータを統計処理することにより分析評価が行えるものである。一般に、統計処理によって、分析可能になる（明らかになる）事柄は、因果関係である。分析手法として、時系列分析と相関分析がある。

なお、時系列分析は、ある事象の時間的推移を分析するものである。相関解析は、2つの事象 X、Y があって、X と Y に変化の傾向がどの程度合致しているのかを示すものである。（3つ以上の事象に拡張可能）

1) 時系列分析

ある事象の時間的推移を分析するものとする。

事象に対して、時系列のグラフを作成するものとする。時系列のグラフの作成にあたっては、任意の時間、位置で作成する。

主に、ある事象が減少傾向にあるのか増加傾向にあるのかを把握するものであり、対策等を実施する場合の判断に寄与するものとなり、維持管理の高度化、効率化に資するものと考えられる。

図 2・1 は巡視における例であり、この例においては、違法行為数、指導数（看板設置数）を縦軸にとり、さらに違法行為数を任意の時間、場所に区分してデータの可視化（グラフ化）する。このグラフにより違法行為数の時間的、場所的推移が明らかになる。

図 2・2 は点検における例であり、この例においては、変状箇所数を縦軸にとり、さらに変状の箇所数を種別化（沈下、クラックなど）し、任意の時間、場所に区分してデータの可視化（グラフ化）する。このグラフにより変状の種別ごとの時間的、場所的推移が明らかになる。

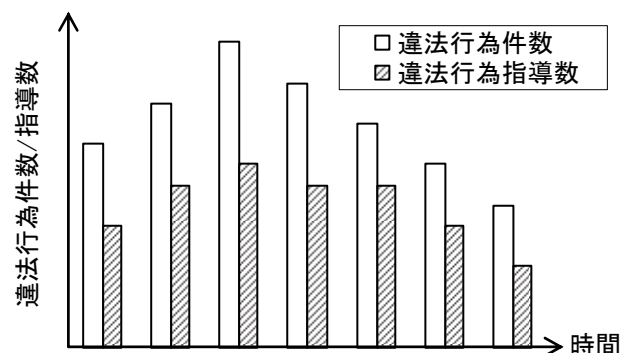


図 2・1 巡視における時系列グラフ作成例

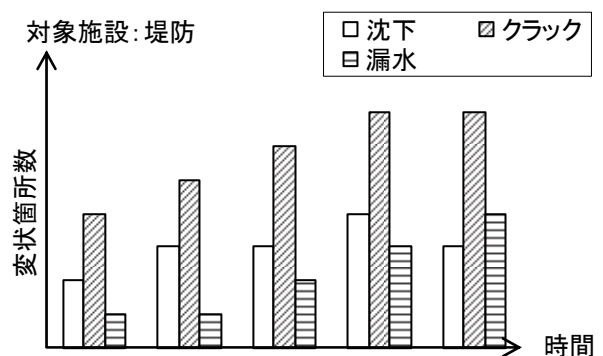


図 2・2 点検（堤防点検）における時系列グラフ作成例

2) 相関分析

蓄積したデータに対して、分析評価手法（統計手法）においては、諸要素間の因果関係を明らかにすることが可能である。どの要素が目的（効果）に対して支配的であったのかが明らかになれば、対策等を実施する場合の判断に寄与するものとなり、維持管理の高度化、効率化に資するものと考えられる。

諸要因に対しての因果関係の分析評価は、重回帰解析によって行える。

重回帰解析においては、目的変数と説明変数を設定し、目的変数に対する説明変数による回帰式を求めるものである。目的変数、説明変数を設定し、目的変数に対する説明変数それぞれの相関係数によって、評価を行うものである。

なお、説明変数が1つの場合、単回帰分析を用いることとなる。

目的変数の設定にあたっては、定性分析手法でよく用いられているフレームワークである5W1Hにデータを分類することが有効であり、各種維持管理行為についても5W1Hに分類することにより、分析評価を行う対象（事象）が明確となる。

※5W1H: Who（誰）、What（何を）、When（いつ）、Where（どこで）、Why（どのように）、How（どのように）（あるいは、いくらで）

表 2・1 各種維持管理行為の5W1Hへの摘要

5W1H	各種維持管理における適用
Who（誰が）	・実施主体
What（内容）	・実施した行為の内容
When（時期）	・月 ・季節
Where（場所）	・区間 (例えば〇〇地区)
Why（理由）	・なぜ目的（行為）が達せられたのか
How（量 or 金額）	・実施した行為のボリューム（あるいは、行為に要した費用） (例えば注意看板の設置数)

図 2・3 は違法行為の年度別の推移であるが、これらに付随して、図の上段の吹き出し中の要素を説明変数として重回帰解析を行えば、どの要素が効果的であったのか定量的に評価可能となる。

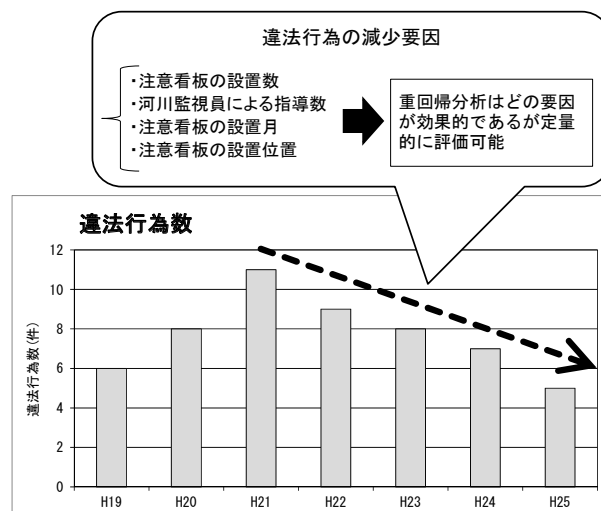


図 2・3 重回帰解析による分析・評価例

3. 河川管理レポートの作成

河川の管理の必要性や重要性、さらには抱えている課題等について社会（地域）の理解を得るためには、まず河川の流下能力や施設の安全性等、現況の管理状況について地域の方々に十分理解いただき、共有することが重要である。

さらには、近年の大規模な水害が頻発する状況において、河川の様々な施設の現況の安全性に関する評価を地域と共有することにより、治水、利水、環境について相反する要請を持つ関係者間の相互理解が促され、あるいは水防や避難等の必要性が理解され易くなる。

管理の現況を地域に理解されれば、実効的な管理を行っていくための地域の評価を受け、効率的・効果的な維持管理の実施に大きく寄与するものと期待される。そのため、河川管理の状況について情報発信していくものであるが、社会（地域）に理解を得るためには、より分かり易い表現が求められ、その一つの方法として本稿においては「河川管理の見える化」を提示するものである。

3.1 河川管理レポートの内容

3.1.1 構成等

河川管理レポートの基本構成は、「現場の諸課題」「対応目標」「河川維持管理計画に基づく維持管理の実施結果」「現場の諸課題への対応結果」とする。

「現場の諸課題」は、維持管理行為の実施状況等結果を適正に分析・評価するとともに、社会（地域）の関心事（要望や維持管理コスト等）にも配慮して整理することが重要である。

「対応目標」「河川維持管理計画に基づく維持管理の実施結果」「現場の諸課題への対応結果」は、可能な限り定量的、視覚的に対応結果を整理するものとする。ただし、対応結果の定量評価が困難な項目等（治水面の安全・安心に係わる項目）については、施設の稼働・監視継続状況や維持補修状況を操作実績写真等で提示し、的確に河川管理が実施されている状況が理解されることが重要である。

3.1.2 表現方法等

住民にも理解しやすい河川管理レポートとするため、「河川管理の必要性・重要性」「これらに対する維持管理行為」を提示するとともに、『河川管理の見える化』を図り、社会（地域）が安全・安心の確保や快適な河川空間を享受・実感できる内容とする。

「河川管理の見える化」とは、治水・利水・環境・利用等に対する河川の維持管理が的確に実施され、その諸成果（表3・1参照）を社会（地域）に広く公表していくことで、その重要性を認識して頂くことであると捉える。また、巡視や対策などの記録は、ある種の「ビックデータ」であり、これらを分析・評価の章で示したデータの可視化（グラフ化）することにより、河川維持管理行為がより具体化（あるいは可視化）され、文字通りの見える化となるものとする。

表3・1 本稿における河川管理の見える化の考え方

項目	内容
治水	安全・安心の確保
利水	安全な水資源の提供
環境	良好な河川環境
利用	安心な利用空間の提供
コスト	維持管理コストの効率化

3.2 河川管理レポート作成例

3.2.1 目次構成

前述した構成等に基づいて、河川管理レポートの目次案は、以下のとおりとする。

①管理の対象区間

管理の範囲等を記載する。

②特徴と現場の諸課題

当該河川の特徴等から現状、課題を記載するものとし、洪水特性、水利特性、環境特性などを記載する。

③対応目標

諸課題を踏まえ、概ね1～5年程度先を見据えた具体的な対応目標を記載するものとし、洪水等による災害の防止、流水の正常な機能の維持と適正な水利用、河川環境の整備と保全などを記載する。

④河川維持管理計画に基づく維持管理の実施状況

河川管理の必要性・重要性を強調するとともに、当該年度に実施した河川管理行為（例えば、平常時巡視、堤防点検など）を分析・評価の章で示したデータの可視化（グラフ化）等を援用しつつ、維持管理の実施状況を掲載する。

⑤現場の諸課題への対応結果

安全、安心の確保、快適な河川空間を、社会が享受・実感できる内容であることに留意し、対応結果等を分析・評価の章で示したデータの可視化（グラフ化）等によって、諸課題に示した対応として掲載する。

また、対応目標に対する当該年度の対応を総括し、次年度以降の改善点を記載する。

3.2.2 作成例

上記に示した目次案に対する具体的な作成事例を以下に示す。

なお、管理の対象区間、特徴と現場の諸課題、対応目標は、個別河川での事例となるため、本稿にお

いては割愛し、河川維持管理計画に基づく維持管理の実施結果について平常時の河川巡視を例示し、現場の諸課題への対応結果について洪水等による災害の防止を例示する。

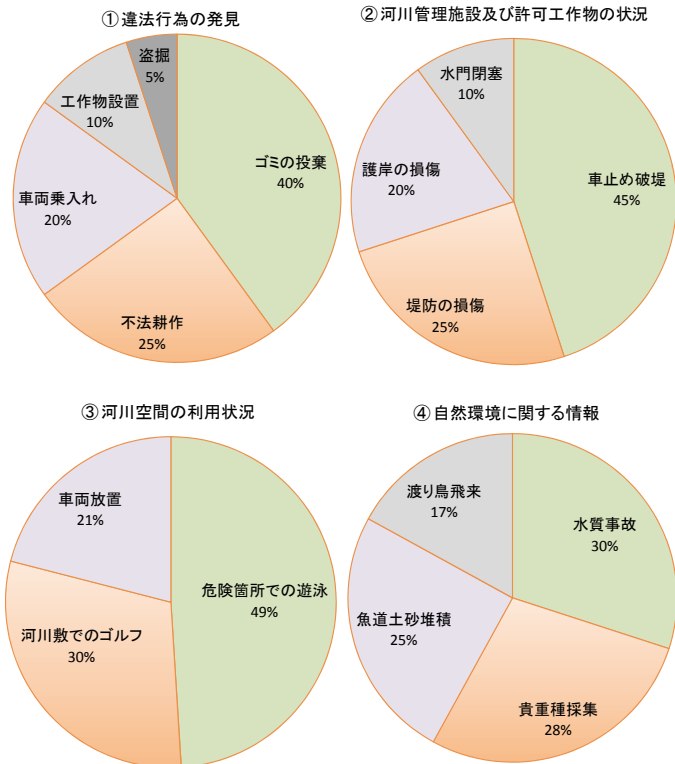
1) 河川維持管理計画に基づく維持管理の実施結果

河川の概括的な状態把握（河川区域等における違法行為、河川管理施設及び許可工作物、河川空間の利用、自然環境等を対象）を行うために、河川巡視をします。車上巡視を主とする一般巡視と場所・目的を絞った目的別巡視を実施し、異常な状況を発見した場合は、その状況を把握し是正します。

○河川巡視における報告件数

項目	〇〇出張所	△△出張所	××出張所
①違法行為の発見	120	37	58
②河川管理施設及び許可工作物の維持管理の状況	2	5	3
③河川管理の利用状況	12	5	24
④河川の自然環境に関する情報	6	1	7
合計	140	48	92

○報告内容の内訳



○報告内容への対応

- ・警察・関係市町村等へ情報連絡

- ・本人へ注意文書送付
- ・維持工事により修繕
- ・巡視の強化

2) 現場の諸課題への対応

出水時における水防活動、地域住民の避難行動、あるいは市町村長による避難勧告等の判断を行うため、通常時から危機管理体制を構築するとともに、適切な情報提供ができるよう努めています。

河川管理施設の目的に沿った機能を十分に発揮させるため、降水量、水位、流量等を確実に把握し、操作規則又は操作要領等に基づき適切な操作を行っています。

○主要地点の水位

観測地点	最高水位(m)	最高水位最高日時	はん氾注意水位以上の継続時間(h)
A地点 (河口からOK)	3.50	〇月〇月 12:00	15
B地点 (河口からOK)			

観測地点	参考			
	水防団待機水位(m)	はん氾注意水位(m)	避難判断水位(m)	氾濫水位(m)
A地点 (河口からOK)	1.50	2.50	4.00	5.00
B地点 (河口からOK)				

○洪水予報発令状況

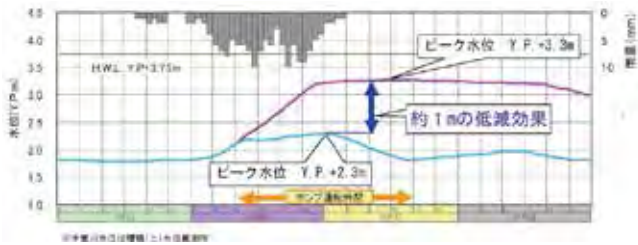
地点名	区分	主分
1	〇月〇日 5:00	はん氾注意報
2	〇月〇日 5:00	解除

○水防警報発令と水防団活動状況

地点名	待機	準備	出動	解除	水防団活動状況
A	〇月〇月 1:00	〇月〇月 3:00	〇月〇月 5:10	〇月〇月 20:20	〇〇水防団30名で、パトロールと〇〇地点で土のう積実施
B					

○排水機場の運転状況

排水機場名	施設規模	運転状況			
		運転期間	最大排水量 (m^3/s)	総運転時間 (h)	総排水量 (km^3)
○月○日 排水機場	$0m^3/s$ ×2台	○月△月 10:00~20:00	10	10	1,000



4. 今後の課題

本稿において、河川維持管理計画（案）公表後の維持管理の実施状況の分析・評価手法について提示し、また、その実施状況を広く地域に発信するための河川管理レポートのとりまとめ方法について提示した。

今後、更なる河川維持管理の更なる効率的・効果的な実施に向け、以下の点が課題であると考えます。

4.1 分析・評価手法の適用性の検証

本稿で提示した手法を、実際の河川巡視や点検結果に適用し、それぞれの維持管理行為の目的とする効果の発現程度が見える化（表現できているか）されているか検証を行っていくとともに、どのようにデータを取得・整理・管理していくかということを検討することが必要であると考えます。

4.2 河川管理レポートのブラッシュアップ

河川管理レポートを公表したことによる河川管理への理解の促進状況を把握するため、行政相談、インターネット等で寄せられた意見や要望を把握・分析し、地域住民・河川利用者の視点からも河川維持管理行為の評価等を行い、維持管理計画及び河川管理レポートの改善につなげていくことが必要であると考えます。

謝辞

本研究は、国土交通省関東地方整備局関東技術事務所委託業務の一環として実施されたものである。

本研究を実施するにあたり、関東技術事務所の方々には、貴重なご意見、ご指導をいただきました。ここに記して深く感謝いたします。

参考文献

国土交通省(2011)国土交通省 河川砂防技術基準 維持管理編（河川編）：pp5～7, pp9～13.
 社会資本整備審議会（2013）安全を持続的に確保するための今後の河川管理のあり方について〔答申〕：pp1～28

現場における効率的・効果的な河川維持管理 手法について～大和川を事例にして～

鈴木 克尚*・吉田 高樹**・河崎 和明***

1. はじめに

近年、集中豪雨や台風による浸水被害が相次ぎ、特に平成16年においては各地で破堤氾濫が生じた。そのため、社会資本整備審議会河川分科会に「安全・安心が持続可能な河川のあり方検討委員会」が設置され、平成18年に「安全・安心が持続可能な河川管理のあり方」が提言された。これを受け、平成19年に「効果的・効率的な河川の維持管理の実施について」が河川局長通達としてなされ、これまでの河川の維持管理における経験の積み重ねなどを踏まえるとともに、河川の状態の変化を把握し、その分析・評価を繰り返す事により、その内容の充実を図り、効率的・効果的な維持管理を適切に実施するための河川の維持管理計画を策定する事とされた。

その後、平成23年に「河川砂防技術基準 維持管理編（河川編）」（以下、維持管理編という）が改訂され、河川砂防技術基準に沿った維持管理計画の改定を行うこととなった。

大和川においては、上記河川砂防技術基準の改訂に伴い、平成24年4月に「大和川維持管理計画（案）」が公表された。

「大和川維持管理計画（案）」は、公表を前提としており、維持管理の実施にあたって詳細な部分まで記述しているわけではない。また、河川砂防技術基準を始めとして、「大和川維持管理計画（案）」においても監視・点検結果に対する評価方法が必ずしも明確となっていない。

さらに、河川砂防技術基準と付随して示された「堤防等河川管理施設及び河道の点検要領案」では、

点検内容が一般論で記述され、非常に多くの項目を点検する内容となっている。予算や人員の減少、技術の伝承が困難となっている状況において、これら点検を実施していくのは現実的ではない。

そのため、昨今の維持管理に関する予算・人員の状況を鑑み、効率的に施設の機能保持を図っていくため、現場で実際の維持管理を実施していくための詳細な内容及び評価方法を記述したマニュアルが必要とされた。

本稿においては、大和川における維持管理マニュアルとして、以上までの維持管理に係る課題等を踏まえて、特に以下の3点に留意し作成した事例を示すものである。

- ・大和川の河川管理施設を、効率的に機能保持を図っていくための監視・点検内容の明文化
- ・経験の少ない技術者のために、監視・点検の必要性・重要性、着眼点の明文化
- ・機能評価を図っていく上での要対策・要監視の判断のための閾値の明確化

2. 維持管理マニュアルの概要

維持管理編においては、河川の維持管理の実施にあたって、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り返し、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の更新に反映していくというPDCAサイクルの体系を構築していくことが重要であることが示されている。

*（公財）河川財団 河川総合研究所 上席研究員

**（公財）河川財団 河川研究所 副所長

***（公財）河川財団 理事

本稿で示す維持管理マニュアルにおける内容は、P D C Aサイクルに基づいたものであるが、現場での維持管理の実情を鑑み、実施内容等を細分化し、新たなP D C Aサイクルとして2段階評価方式のサイクル型維持管理を提案するものである。その概要を以下に示す。

また、本稿においては、維持管理マニュアルの作成事例として、大和川の事例を示すものであることから、本節において大和川の概要、河川維持管理上留意すべき事項を整理した。

2.1 2段階評価方式のサイクル型維持管理

河川の維持管理を効率的・効果的、合理的に実施していくためには、予兆現象や現場での事象を河川巡視等で捉え、さらに定期取得データ（定期横断測量等）等から変化・変状状況・従前からの変化量や過去からのデータ等（被災形態等）との比較から、その状況・状態の機能評価を行い、維持管理基準を超えるような変化・変状が認められた場合には、その程度に応じて即時対策するもの、あるいは事象の原因等を正確に把握するための調査・検討等を行い、その結果から要対策・要監視の評価を行う2段階評価方式のサイクル型維持管理が有効であると考えた。

上記の2段階評価方式のサイクル型の維持管理を実施していく上では、監視・点検手法を明確にする必要がある。

点検手法の明確化においては、各施設の機能を維持していく上で、機能劣化・損傷を来たす事象に着目して、機能維持を図っていく上で、各施設における着眼点を明確にした監視・点検項目および手法とすることが重要である。

また、維持管理対策は、その必要性をできるだけ早期に判断することが重要であり、必要性の判断は、現場での監視・点検結果を基にした一次評価（維持管理基準を基にした評価）を実施し、維持管理基準を超える事象が確認された場合、即時対策するもの、さらに二次評価として、損傷・変形の程度およびその施設に関連する設計思想等の情報を基に、河川管

理施設の機能・安全性等について評価し、詳細検討後の対応を次のレベルに区分し対応していくこととした。

- 1) 対策が必要なもの（要対策）
- 2) 経過を注意深く観察し、その状況に応じて対策を行うもの（要監視）

これらの変状に対する機能評価を行うにあたっては、大きく2通りの手法がある。

- ① 維持管理の目的を明確にし、維持管理基準として「閾値」のような数値基準を定めることが適当で、かつ可能なものについては、数値基準を設定する（RC 構造物のクラック幅など）
 - ② 「閾値」の設定に困難性があるものについては、過去の被災形態、河道の変化等の現地状況や今後の損傷・変形拡大・進行の予想から安全性を評価するなどの評価プロセスをへて判断していく。（局所洗掘に対する護岸の安定性など）
- 施設の種別ごとに、これら二つの手法のうち、どちらを適用するかについて検討を行い、対策等の必要性を判断する。

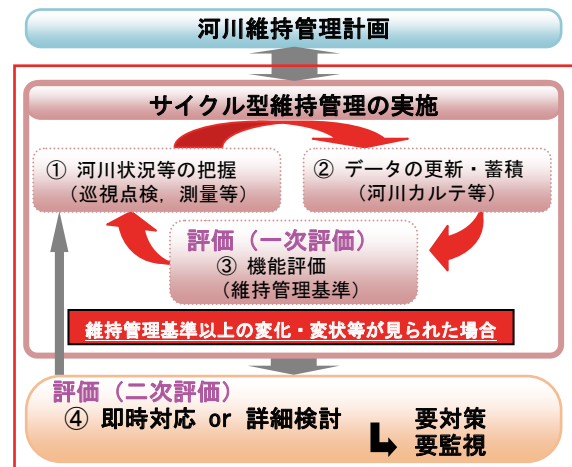


図 2・1 2段階評価方式のサイクル型維持管理

2.2 大和川における維持管理上留意すべき事項

1) 大和川の概要

大和川は、水源を笠置山地に発して初瀬川溪谷を北西に流れ、奈良盆地周辺の山地より南流する佐保川、富雄川、竜田川、北流する寺川、飛鳥川、曾我

川、葛下川等、大小の支川を合わせながら西流する。大阪府、奈良県の府県境にある亀の瀬狭窄部を経て、河内平野に入り、和泉山脈を水源とする左支川石川、東除川、西除川等を合わせ、浅香山の狭窄部を過ぎ、大阪湾に注ぐ関係市町村 21 市 15 町 2 村（平成 24 年 4 月現在）で構成される流域面積 1,070km²、幹川流路延長 68km の一級河川である。

直轄管理区間は、大和川本川が河口から 37.6km、支川石川が合流点から 0.8km、支川曾我川が合流点から 1.9km、支川佐保川が合流点から 8.0km となっている。

2) 大和川の河川維持管理上留意すべき事項

大和川においては、大阪府と奈良県の県境に位置する亀の瀬狭窄部により氾濫原が 2 分されている（図 2・2 参照）。大阪府側は、江戸時代の淀川からの分離事業により大阪平野の高い位置を放水路として流下しており、右岸側に広大な氾濫域が存在している（図 2・4 参照）。また、奈良県側では、放射状に広がる多くの支川が亀の瀬上流の短い区間に集中して合流しているため、河川の氾濫や内水被害を生じやすい。

これら地形条件に加え、多くの区間が有堤区間であることから、洪水防御においては堤防・護岸が特に重要な施設となり、これら施設の機能維持が重要な課題となっている。なお、堤防においては、過去の築堤履歴や材料構成が明確でないため（図 2・3 参照）、質的な脆弱性が潜在化しており、その形状（高さ、法勾配等）やささらには護岸も含めた適正な管理

が必要である。

本川下流は、開削による人工河川であり、現在においては洪積粘土層の露出により河床低下は進行していないものの、河川管理施設や横断工作物を維持するための堰堤の適正な管理が必要である。



図 2・2 大和川流域図（河川維持管理計画＜大和川＞平成 24 年 4 月）

その他、河川管理施設の維持管理の課題としては、河川水質の改善のための河川浄化施設が多数設置され、これら河川浄化施設の機能維持や今後増大する樋門樋管等の老朽化への計画的な対応が必要となっている。

以上を踏まえ、大和川の維持管理マニュアルで対象とする河川管理施設は、堤防、護岸（高水護岸、



図 2・3 築造年代による堤防土質の違い（大和川左岸 32.4km, 平成 11 年度調査）

低水護岸), 根固工, 樋門・樋管及び水門, 堰, その他(貯留施設など)とした。

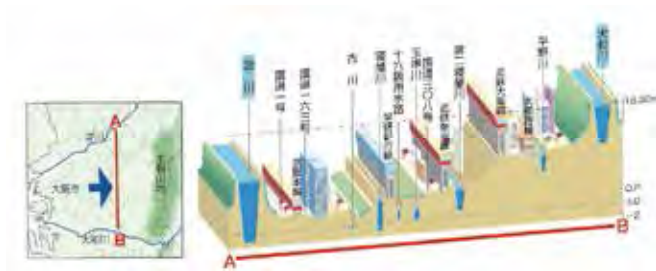


図 2・4 大和川・淀川横断イメージ図(大和川水系流域図)

3. 低水護岸の維持管理方法例

維持管理マニュアルに記載した河川管理施設として, 本稿においては大和川の洪水防御の上で特に重要な施設である護岸(低水護岸)に着目し, その維持管理方法を示す。

2段階評価方式のサイクル型における低水護岸の維持管理の流れ(フロー)は, 図3・1のとおりである。

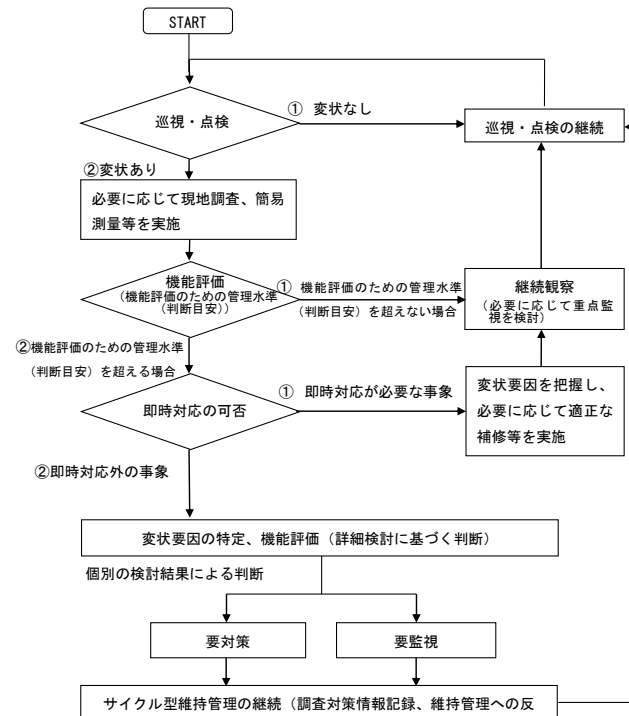


図 3・1 低水護岸の維持管理フロー

3.1 大和川における低水護岸の特徴

大和川の直轄管理区間は, セグメント3及び2-2区間であり, 比較的低水路水深が大きいことから, 低水護岸は図3・2に示す矢板護岸形式によって整備されている区間が大部分である。

また, 法覆工は, コンクリートブロック張りの割合が高く, 次いで接続ブロックの割合が高い。コンクリートブロックは控35cmと大きなものを用いていることが特徴的である。

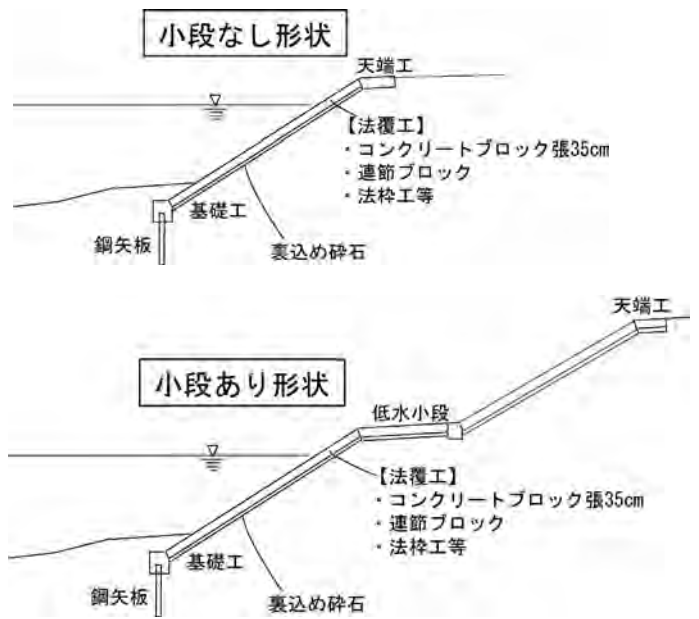


図 3・2 大和川の典型的な低水護岸の概略図

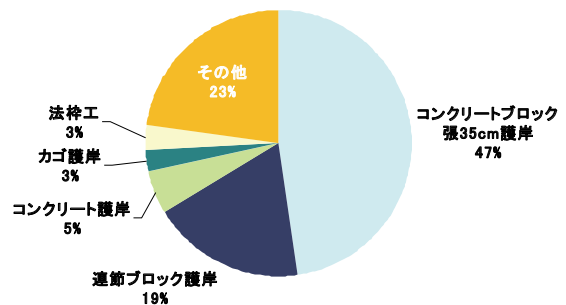


図 3・3 大和川の低水護岸法覆工種別割合

3.2 監視・点検内容

大和川における低水護岸の特徴や法覆工の種別を踏まえて低水護岸の監視・点検内容を設定した。

低水護岸の監視・点検は, 基礎部, 法覆工部, 天端工(部)の欠損, 変状状況等を目視により把握す

ることを基本とした。

1) 基礎部

基礎部（基礎工，鋼矢板）については，基礎部の洗掘状況と根固工変状状況（沈下，流出等）について目視により把握するものとした。

矢板工については，目視で確認できる範囲の鋼矢板の腐食，破損，傾倒状況について把握するものとした。



図 3・4 接続ブロック張り護岸の沈下・破損例（大和川左岸 29.2km 付近）

2) 法覆工部

法覆工は，工法別により以下の状況を把握する。

コンクリートブロック張護岸（控 35cm）の場合は，ブロックの沈下（不陸），ブロック間の目地開きから土砂の吸出し等の変状により法覆工としての機能低下が生じるのでこれらの変状状況を把握するものとした。なお，古いコンクリートブロック張においては白華現象（アルカリ骨材反応による）により劣化している場合があるので注意を要する。

連節ブロック護岸の場合は，ブロックの欠損，沈下（不陸），はらみだし，連結鉄筋の浮き錆・破断，吸出し防止材の劣化・破損状況を把握するものとした。なお，覆土タイプ護岸においては，覆土上からの沈下（不陸），はらみだしの監視・点検とするが，一定期間経過後に覆土を剥いで，連結鉄筋，吸出し防止材の健全性について確認しておく必要がある。

石積護岸の場合は，石積の沈下（不陸），欠損状況を把握するものとした。



図 3・5 石積護岸の不陸・欠損例（大和川左岸 3.4km 付近）

コンクリート護岸の場合は，沈下（不陸），破損，土砂の吸出し状況を確認するものとした。



図 3・6 コンクリート護岸の破損例（大和川左岸 4.0km 付近）

法枠工の場合は，沈下（不陸），クラック等の変状状況を把握するものとした。

かご護岸の場合は，沈下（不陸），鉄線の浮き錆・破断，中詰石の流出状況，吸出し防止材の劣化・破損状況を確認するものとした。

3) 天端工（部）

天端工については，洪水等で天端工が破損したり流出したりすると，背面土砂が流出し，護岸が崩壊するため，天端工の欠損，背面地盤の侵食・洗掘状況を把握する。



図3・6 法枠工の破損例（大和川左岸3.4km付近）

4) 取り付け部

取り付け部は、本体部に比べ構造的にやや簡易に処理されているため、（小口止めを含む）被災を受け易く、本護岸部への影響もあることから、めくれ、ずり落ち、破損、流出等の状況を把握するものとした。



図3・7 護岸端部の小口止の沈下・傾斜の例（大和川右岸8.4km付近）

3.3 実施体制、頻度・時期

低水護岸の監視・点検は、年1回（出水期前）を基本とし、後述の重点管理区間は年2回（出水期前及び台風期）実施するものとした。

年2回（出水期前及び台風期）の監視・点検は、所内の堤防点検時や合同巡視時に併せて実施すると効率的となり、防災エキスパートなど外部の協力を得ることでさらに効果的に実施できると考えられる。また、日々の河川巡視経路等にあり目視点検により把握可能なもの（ブロックの沈下（不陸）・めくれ・欠損状況等）は、日々の巡視で把握しておくことと効率

的であると考えられる。

連節ブロック下の吸出し防止材の点検実施頻度については、護岸の変状が見られる箇所を必要に応じて現地において試掘し（必要に応じて引っ張り強度試験等も実施）、劣化が進行している護岸においては実施間隔を早めるなどの措置を図ることが望ましい。

一定の規模以上の出水、地震、津波が生じた場合の出水後、地震後、津波後（津波生起区間対象）にも実施する。

出水後、津波後の監視・点検実施規模は、当該区間（地点）の受持ち観測所で、過去からの被災実績を考慮し、はん濫注意水位以上の出水が発生すると高水敷が冠水し、河道内災害が起こる可能性が大きくなるはん濫注意水位以上（従前の警戒水位）とした。

地震後の監視・点検実施規模は、震度4とする。地震時の監視・点検は、「直轄河川に係る地震発生時の点検について：H21.2 国河治保第6号」による概略点検や詳細点検時に併せて実施する。

ただし、上記設定の出水規模、地震規模、津波規模（過去に被災経験が少数である）については、今後の被災生起状況を踏まえて適切な規模に見直ししていくことが重要である。

3.4 重点管理区間における実施頻度

現状での治水安全度や施設の信頼性を確保（維持）するために、数十キロにおよぶ河川堤防区間や多数の管理施設のうち、監視・点検を重点的に行うべき箇所を精選し、優先して監視・点検を実施することが、効率的・効果的な維持管理につながる。

低水護岸については、水衝部であり高水敷が狭く河岸の水衝洗掘等により堤防の安全性・健全性に支障をきたす可能性が高い区間を、特に重点的に監視・点検を実施する必要がある。

そのため、重点管理区間は、水衝部で背後地盤高が堤防天端よりも低い区間で、低水護岸の位置が堤防防護ライン以内であり、かつ土砂で護岸が埋没していない区間を、重点管理区間として設定し、経時的な監視・点検を実施するものとする。

重点管理区間は、監視・点検を年2回（出水期前及び台風期）実施するものとし、その他区間は、年1回（出水期前）実施することを基本とした。

3.5 監視・点検時のデータ取得後の処理方法

監視・点検時の結果は、日時、場所（位置）、変状状況（スケッチ及び写真、計測値等）等を記録・蓄積しておく。

低水護岸の変状は、目視により確認した変状状況を平面図、展開図等に、記入するとともに、変状箇所の写真撮影を行う。なお、写真撮影は経時的な変化を把握するため定点の設定やスケールの利用等を工夫するものとした。

法覆工部の高さ等は、定期的を取得するデータ（定期縦横断測量結果）あるいは、定点測量やGPS簡易測定等で計測したデータを含めて、経時的に従前のデータと縦断高さを比較できるように沈下量等の経年監視が可能なデータ蓄積を行うものとした。

3.6 機能評価のための維持管理基準（判断目安）

各部材が変状、破損し、護岸全体の安全性・健全性に支障を来すことが想定される場合を機能評価のための維持管理基準（判断目安）とした。

1) 基礎部

基礎工の変状（沈下等）が確認された場合は、護岸基礎としての支持を失い、法覆工へ影響が及び護岸機能の低下が想定されることから、この変状を確認した場合を機能評価のための維持管理基準（判断目安）とした。

根固工の変状（沈下、流出等）が確認された場合は、基礎工、法覆工へ影響が及び護岸機能の低下が想定されることから、この変状を確認した場合を機能評価のための維持管理基準（判断目安）とした。

矢板工については、目視で確認できる範囲において、鋼矢板の腐食、破損、傾倒が見られる場合は、矢板基礎の健全性が損なわれていること、また、背面土砂の流出を確認した場合は、背面に空洞化が起きている可能性があり、目視で確認できる変状が護岸の安定性に影響すると想定されることから、これ

ら変状を確認した場合を機能評価のための維持管理基準（判断目安）とした。



この事例では、**判断目安（維持管理基準）**
以上の変状と判定

図3・8 基礎部の変状に対する評価事例

2) 法覆工

法覆工は、工法別により以下の状況を機能評価のための維持管理基準（判断目安）とした。

①コンクリートブロック張護岸（控35cm）

ブロックの沈下（不陸）においてはブロック厚以上の変状が発生すると背面の土砂の吸出し等が起きている可能性があること、ブロック間の目地開きから土砂の吸出しが確認された場合は、護岸裏が空洞化している可能性があることから、これら変状を確認できた場合を機能評価のための維持管理基準（判断目安）とした。

②連節ブロック護岸

ブロックの沈下（不陸）や、はらみだしの変状においてはブロック厚以上の変状が発生すると背面の土砂の吸出し等が起きている可能性があること、また、ブロック等の欠損等が生じると今後の出水で欠損範囲が拡大する可能性があることから、これら変状を確認できた場合を機能評価のための維持管理基準（判断目安）とした。また、連結鉄筋の破断、浮き錆による劣化が生じるとブロック間の連繋がなくなり機能低下が生じること、また、吸出し防止材の破断が生じた場合には、ブロック護岸背面の土砂吸

出しにより護岸機能が損なわれることから、これら変状を確認した場合を機能評価のための維持管理基準（判断目安）とした。

③石積護岸

石積石厚以上の変状が発生すると背面の土砂の吸出し等が起きている可能性があること、また、欠損等が生じると今後の出水で欠損範囲が拡大する可能性があることから、これら変状を確認できた場合を機能評価のための維持管理基準(判断目安)とした。

④コンクリート護岸

コンクリート厚以上の変状が発生すると背面の土砂の吸出し等が起きている可能性があること、破損により土砂の吸出しが確認された場合は、護岸裏が空洞化している可能性があることから、これら変状を確認できた場合を機能評価のための維持管理基準（判断目安）とした。

⑤法枠工

法枠工の厚さ程度の沈下（不陸）が生じている場合に、背面の土砂の吸出し、空洞化等が起きている可能性があることから、これら変状を確認した場合を機能評価のための維持管理基準（判断目安）とした。

クラックが発生した場合には法枠工としての護岸機能の劣化につながることから機能評価のための判断目安とした。クラック幅については、「コンクリート標準示方書（設計編）土木学会」で示されている許容ひびわれ幅の算定式を参考として用心鉄筋に影響が出るクラック幅 0.5mm、無筋の場合は構造系に影響する全体的にクラックが廻っている場合を機能評価のための維持管理基準（判断目安）とした。

⑥かご護岸

かご材が破断しており、中詰め材が流出すると護岸機能が損なわれること、護岸が追随出来ない沈下が生じていると破断・崩壊等の危険性が高くなること、また、吸出し防止材の破断が生じた場合には、ブロック護岸背面の土砂吸出しにより護岸機能が損

なわれることから、これら変状を確認した場合を機能評価のための維持管理基準（判断目安）とした。



この事例では、**判断目安（維持管理基準）**
以下の変状と判定

図3・9 石積護岸の変状に対する評価事例1



この事例では、**判断目安（維持管理基準）**
以上の変状と判定

図3・10 石積護岸の変状に対する評価事例2

3) 天端工（部）

天端工（部）の欠損、背後地盤の侵食・洗掘は、洪水に対してさらに洗掘される可能性が高くなり、

法覆工の安定性が損なわれることから、これら変状を確認した場合を機能評価のための維持管理基準（判断目安）とした。

4) 取り付け部

取り付け部で一般的に用いられている接続ブロックやかごマット等のめくれ、ずり落ちなどは、本護岸部への影響が生じる可能性があることから、これら変状を確認した場合を機能評価のための維持管理基準（判断目安）とした。

3.7 変状が確認された場合の詳細な検討内容

変状が確認された場合、対策を実施するのか、あるいは監視を継続していくのかを判断することとなるが、判断にあたっての詳細な検討を行う必要がある。以下に判断を行うにあたっての詳細検討の内容を示す。なお、要対策あるいは要監視に至る判断の基本的な流れ（フロー）は、図3・11のとおりである。

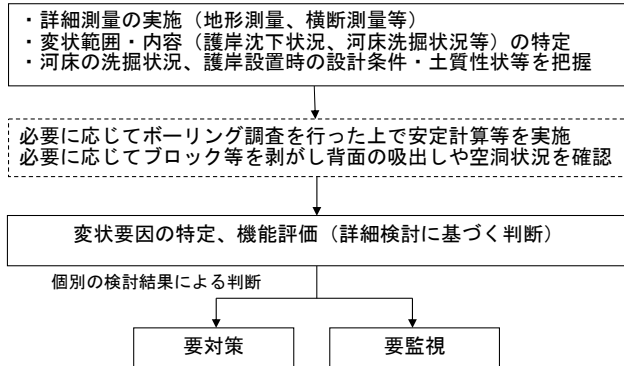


図3・11 変状確認後の判断に至るフロー

1) 基礎部

基礎工の変状（沈下等）、根固工の変状（沈下、流出等）が確認された場合は、必要に応じて詳細測量（地形測量、横断測量）を行い、変状範囲・内容（沈下、洗掘状況等）の特定を行うとともに、河床の洗掘状況、護岸設置時の設計条件・土質性状に関する情報等を収集・整理し、その原因を把握するとともに必要に応じて安定計算等を実施し、機能評価を行い、要対策・要監視などの措置を図るものとした。

2) 法覆工

①コンクリートブロック張護岸（控 35cm）

コンクリートブロックの欠損、目地開き（土砂の吸出し無し）が確認された場合は、その状況について詳細に調査し、その原因を把握したうえで、必要に応じて適正な補修等の措置を図るものとした。

法覆工の沈下（不陸）、ブロック間の目地開きからの土砂の吸出し状況が確認された場合は、測量等により変状範囲・内容を特定し、必要に応じてブロック等を剥がし背面の吸出しや空洞状況を確認するものとした。

既往の監視・点検結果、護岸設置時の設計条件や土質性状に関する情報等を収集・整理し、必要に応じてボーリング調査を行った上で安定計算等を実施し、その原因を把握するとともに機能評価を行い、要対策・要監視などの措置を図るものとした。

②連節ブロック護岸

連結鉄筋の破断、吸出し防止材または遮水シートの破断・破損等の状況が確認された場合は、その要因が、経年的劣化によるもの、堤体法面の変位によるもの、降水等による残留水圧によるもの等の複数の要因が想定されるため、その状況について詳細に調査し、その原因を把握したうえで、必要に応じて適正な補修等の措置を図るものとした。

連節ブロック護岸の沈下（不陸）、はらみだしが確認された場合は、コンクリートブロック張護岸の沈下変状に対する検討内容と同様に対処し、要対策・要監視などの措置を図るものとした。

③石積護岸

石積み石の欠損（背面土砂の吸出し無し）が確認された場合は、その状況について詳細に調査し、その原因を把握したうえで、必要に応じて適正な補修等の措置を図るものとした。

石積護岸の沈下（不陸）、欠損による背面土砂の吸出しが確認された場合は、コンクリートブロック張護岸の沈下変状に対する検討内容と同様に対処し、要対策・要監視などの措置を図るものとした。

④コンクリート護岸

コンクリート護岸の破損(背面土砂の吸出し無し)が確認された場合は、その状況について詳細に調査し、その原因を把握したうえで、必要に応じて適正な補修等の措置を図るものとした。

コンクリート護岸の沈下(不陸)、破損による背面土砂の吸出しが確認された場合は、コンクリートブロック張護岸の沈下変状に対する検討内容と同様に対処し、要対策・要監視などの措置を図るものとした。

⑤法枠工

法枠工にクラックが確認された場合は、その状況について詳細に調査し、その原因を把握したうえで、必要に応じて適正な補修等の措置を図るものとした。

法枠工の沈下(不陸)、背面土砂の吸出しが確認された場合は、コンクリートブロック張護岸の沈下変状に対する検討内容と同様に対処し、要対策・要監視などの措置を図るものとした。

⑥かご護岸

かご材が破断、中詰め材の流出、吸出し防止材の破断・破損等の状況が確認された場合は、その要因が、経年的劣化によるもの、法面の変位によるもの等の複数の要因が想定されるため、その状況について詳細に調査し、その原因を把握したうえで、必要に応じて適正な補修等の措置を図るものとした。

かご護岸が追従出来ない沈下が生じている場合は、河床部の洗掘状況についても詳細に調査し、その原因を把握するとともに機能評価を行い、要対策・要監視などの措置を図るものとした。

3) 天端工背面、上下流取付け部

天端工背面の洗掘、上下流取付け部の洗掘、連節ブロックやかごマットのめくれ・ずり落ちが確認された場合は、その状況について詳細に調査し、必要に応じて適正な補修等の措置を図るものとした。

4. 今後の課題

本稿において、大和川を事例として、河川維持管理計画をより具体化し、かつ効率的・効果的に維持管理を行うための維持管理マニュアルを提示した。今後、更なる効率化や高度化に向け、以下の点が課題であると考えられる。

4.1 監視・点検内容及び維持管理基準(判断目安)の検証

現地での運用により、問題点・課題等を抽出し、監視・点検内容及び機能評価のための維持管理基準(判断目安)の検証、さらなる効率的、効果的な監視・点検を目指しフォローアップを行っていくことが重要である。

4.2 監視・点検結果(データ)の蓄積、更新

2段階評価方式のサイクル型の維持管理においては、維持管理基準(判断目安)以上の変状が確認された場合、補修、点検(モニタリング)の継続の評価(判断)を行うこととなる。評価(判断)を行うにあたって、評価項目によっては、現状では判断が難しいものも、データ蓄積の充実化によって変状の挙動に一定の傾向が表れ、評価可能となるものもある。よって、点検結果をデータとして蓄積、整理していくことは、極めて重要である。

点検後のデータ蓄積をより確実に持続的に実施していくためには、簡便なデータ蓄積とすることが肝要である。

謝辞

本研究は、国土交通省近畿地方整備局大和川河川事務所委託業務の一環として実施されたものである。

本研究を実施するにあたり、大和川河川事務所の方々には、貴重なご意見、ご指導をいただきました。ここに記して深く感謝いたします。

参考文献

国土交通省(2011)国土交通省 河川砂防技術基準 維持管理編(河川編): pp5~7, pp9~13.

国土交通省近畿地方整備局大和川河川事務所(2012)

河川維持管理計画<大和川> : pp1~7

原口幸夫・鈴木克尚・吉田高樹 (2012) 河川管理施設における維持管理基準(維持管理目標値=閾値)の考え方について : pp21~301.

土木学会 (1991) コンクリート標準示方書(平成 3 年版) 設計編 : pp84~85.

○ 研究所報告の編集について

研究所報告の編集に際しましては、下記の編集委員からなる編集会議を開催し、作成しております。

・編集委員（順不同）

山本 晃一 （公財）河川財団 河川総合研究所 所長（：委員長）
吉田 高樹 （公財）河川財団 河川総合研究所 副所長
河崎 和明 （公財）河川財団 理事
安原 達 （公財）河川財団 企画部長

・事務局

（公財）河川財団 企画部

河川総合研究所報告第19号

平成26年8月

編集・発行 公益財団法人 河川財団 河川総合研究所

〒103-0001 東京都中央区小伝馬町11番9号

TEL 03-5847-8304 FAX 03-5847-8309

<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
