

河川環境総合研究所報告
第18号

平成24年12月

(財)河川環境管理財団
河川環境総合研究所

はじめに

(財)河川環境管理財団は昭和50年に設立され、河川環境の整備・保全に関する総合的な調査研究、研究成果の活用も踏まえた各種啓発活動、河川公園等の管理、河川整備基金の運営などを実施し、これらの事業並びに事業成果の社会還元をもって、国民から求められる河川環境の質の向上の確保に努めていくとともに、国民の生活環境の向上に寄与することを目的として事業を行っています。

この目的達成と調査研究部門の一層の充実を図るために、平成4年に(財)河川環境管理財団に河川環境総合研究所が創設されて20年が経過しました。現在、研究第1部～第3部(東京本部)、北海道事務所(北海道研究所)、名古屋事務所(名古屋研究所)、近畿事務所(大阪研究所)により調査研究業務を行うとともに、本部と地方事務所との連携による研究体制の充実を図りつつ効果的かつ効率的な業務遂行に努めています。

河川環境総合研究所では、学識経験豊かな研究顧問と国や地方の行政機関における豊富な河川行政の経験を有する技術系職員等を擁し、技術と経験に裏打ちされた調査研究を体系的に推進しております。河川現場の第一線における技術的課題の解決に向けた調査研究業務などを積極的に進めているところです。

本報告は、このような調査研究の成果を広く関係の方々に活用していただくとともに、適切に社会還元を図っていかうとするものであり、今年度で第18号を発行することができました。これもひとえに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。

今後も、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ていくべく、当財団に課せられた使命を全うし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。次第です。

平成24年12月

財団法人 河川環境管理財団
理事長 鈴木 藤一郎

目 次

1. 健全な河川生態系の保全・再生に関する調査・研究

- 1) 鶺鴒ヨシ原の切り下げ対策効果について～淀川におけるヨシ原再生実験～ 1
: 中西史尚、本山清崇
- 2) 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～ 10
: 山本嘉昭、益子隆一、山田政雄

2. 健全な水循環系の保全・再生に関する調査・研究

- 1) 微量化学物質の調査マニュアルの改訂についての提案 17
: 石原宏二、中村伸也、江幡禎則、酒井憲司

3. 災害を防止するための調査・研究

- 1) 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 21
: 原口幸雄、鈴木克尚、吉田高樹
- 2) 震災後に復旧した河川管理施設の監視・点検のあり方について 31
: 鈴木克尚、吉田高樹
- 3) 河道内の植生の適正な管理に向けて 41
: 鈴木克尚、山本晃一

4. 良好な水辺利用を促進するための調査・研究

- 1) 不法係留船対策の手引書について 57
: 益子隆一、山田政雄、柴田邦善

5. 河川教育に関する調査・研究

- 1) 長期的展望に立った河川教育教材の開発と関係機関との連携 67
: 菅原一成、鳥越洋生、河崎和明、吉野英夫、藤兼雅和
- 2) 河川環境を効果的に説明・展示するための工夫事例 78
: 小野正雄、福島晃子

1. 健全な河川生態系の保全・再生に関する調査・研究

鵜殿ヨシ原の切り下げ対策効果について ～淀川におけるヨシ原再生実験～

中西史尚* 本山清崇**

1. はじめに

日本の沖積河川にみられる主な植物のヨシはイネ科の高茎草本で、古くから屋根葺きの材料や、簾（すだれ）への利用がされており、人々の生活とともにあった。近畿地方を流れる淀川ではヨシは良好な自然環境を再生する際の代表種として取り上げられており、規模の大きなヨシ原が数箇所で見られる。その中でも最大規模を誇る鵜殿地区は、大阪府の北東部に位置し、木津川、桂川が合流する三川合流点から下流 2 km 程度の右岸側に位置する（図 1・1）。

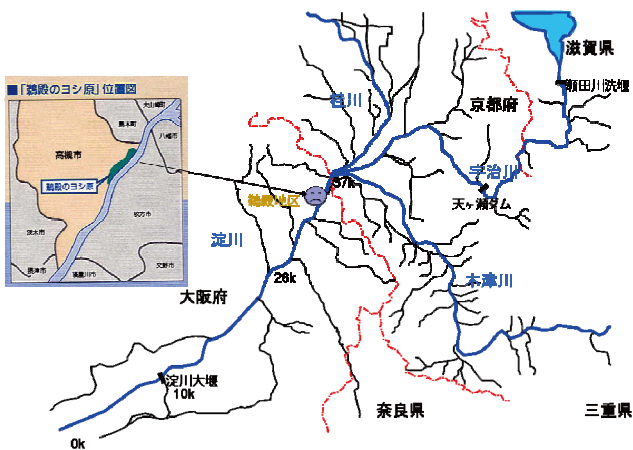


図 1・1 淀川水系と鵜殿地区

鵜殿地区のヨシ原は、近畿地方最大級のツバメの埒（ねぐら）地になっていたり、淀川最大のオオヨシキリの営巣地になるなど生態的に価値があり、また、雅楽の箏築（ひちりき）のリードに利用されたり、紀貫之の土佐日記や和歌にも登場し、文化面でも高く評価されている。

鵜殿のヨシ原においては 1980 年頃から外来植物や陸生のツル性植物の占める割合が増加し、劣化傾

向にある。

そこで、国土交通省淀川河川事務所は、鵜殿ヨシ原の回復に向けて様々な取り組みを実施してきている。

ここでは、その一例である高水敷を切り下げてヨシへの水分条件を変化させるヨシ原再生実験の結果を整理分析した。

2. 鵜殿のヨシ原とその変遷

鵜殿地区は約 75ha の高水敷にヨシやオギ群落を中心とした植生群落が存在する（図 2・1）。



図 2・1 鵜殿地区のヨシ原

それらについての植生分布図を用いた植物群落単位別の面積の経年変化を図 2・2 示す。1966 年以前はヨシ群落、オギ群落およびセイタカヨシ群落がヨシ群落として統一して整理されていたが、1974 年以降は、ヨシ群落、オギ群落およびセイタカヨシ群落は区別して示した。これをみると 1974 年に 20ha あったヨシ群落は 10ha 前後にまでおおよそ半減している。

* (財) 河川環境管理財団 近畿事務所 担当課長

** (財) 河川環境管理財団 近畿事務所 研究員

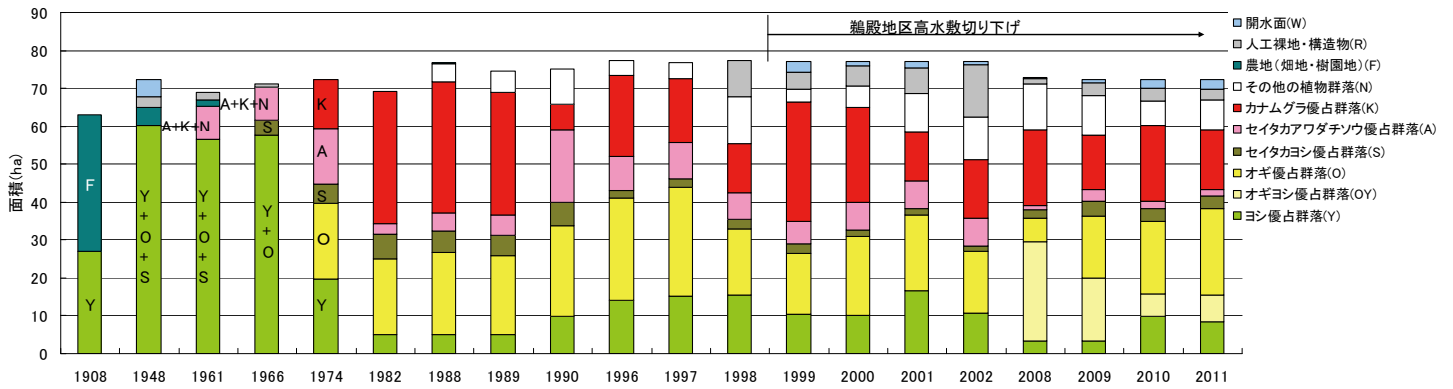


図 2・2 鶺殿地区全体の植生分布割合の変遷

淀川は1960年代より河床掘削が行われており、これが直接的・間接的に影響して鶺殿地区の平均河床は、図 2・3 に示すように2~3mの低下がみられている。この河床低下は、鶺殿高水敷の乾燥化を招き、結果、ツル性の陸生植物のカナムグラ群落が繁茂しヨシ群落が衰退したと考えられる。

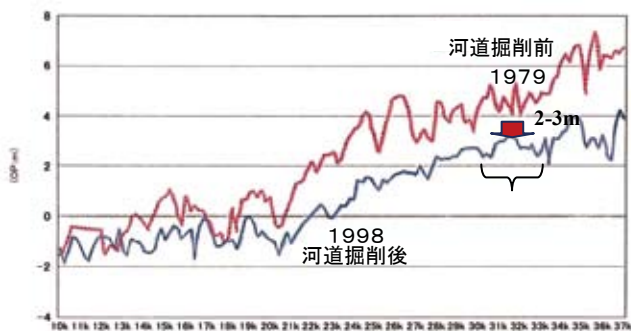


図 2・3 鶺殿地区の平均河床の変化

3. 切り下げによるヨシ原再生

3.1 切り下げ対策の実施概要

前章で述べたように、このまま放置すると淀川のシンボルゾーンの消滅が懸念されたことから、鶺殿地区では、導水による高水敷の湿潤化や高水敷の切り下げ等によるヨシ原再生が行われてきた。中でもヨシ原の切り下げ対策が、1998年から2003年にかけて実験的に行われ、2004年以降は、その成果を踏まえて継続的に実施されてきている。

「切り下げ実験」は切り下げた地盤でのヨシの群落の広がりや生育状況などを調査するため、地盤標

高や表土のヨシ地下茎の含有条件を変えるとともに、ヨシ原の随伴種としてどのような重要種が生育するかなども重要な視点として、1999年6月に、図 3・1 に示す切り下げ地 A 地区、2001年6月に B 地区、2003年3月に C 地区が施工された。

一方、「切り下げ事業」は、「切り下げ実験」において得た結果に基づき、ヨシの生育に最適な地盤高や表土を用いて施工することとし、現在もヨシ原の保全・再生を目指して進められている。

「切り下げ事業」は、2004年に D 地区において初めて事業に着手され、2005年には隣接した E 地区と併せて完成した。また、管理用道路を跨いで堤防側の F 地区は同年2005年に完成し、その後は隣接して順次 G 地区(2006年), H 地区(2006年)と進められ、2012年3月現在では M 地区まで完成している。

本研究での評価対象地区は、施工後数年経って先駆的な植生がみられなくなり、ある程度ヨシ群落面積の広がり安定したと考えられる施工後5年以上経過した DE, F, G, H 地区を対象とした。



図 3・1 切り下げ地位置図

3.2 切り下げ地の地盤高とその設定根拠

鶺鴒地区 30.4k の横断図を図 3・2 に示す。低水路河床は 1971 年と 2011 年を比較するとおおよそ 2～3m 低下している。また、鶺鴒地区がある右岸高水敷については、1970 年代から 80 年代にかけて河岸部分の高水敷造成により拡幅されていることが 2001 年の横断図をみると分かるが、2009 年の横断図では本川側と堤防側がおおよそ O.P. +5.0m まで切り下げられ、高水敷の切り下げによるヨシ原の整備が行われていることが分かる。

図 3・3 には鶺鴒地区の断面と 1965 年、1980 年、2011 年の日平均水位の経日変化を併せて示した。1965 年には鶺鴒の高水敷を冠水する出水が 5 回程度みられたが、1980 年では河床の低下により、全体的に水位が低下して出水時も冠水しなくなったことが分かる。2011 年にはさらに水位が低下している。

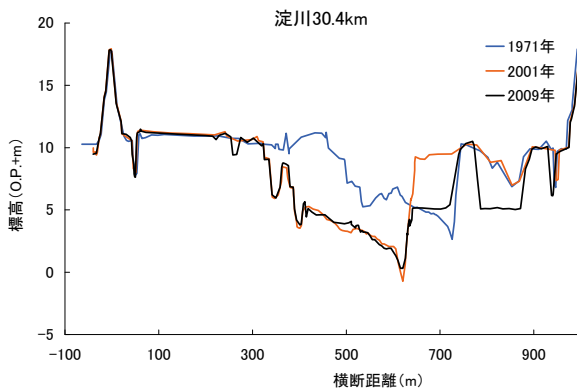


図 3・2 鶺鴒地区（距離標 30.4km）の横断図

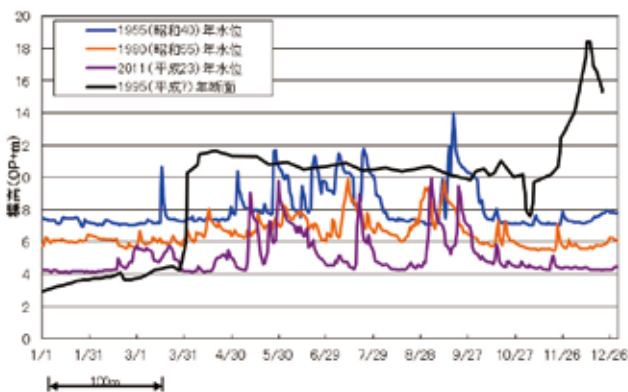


図 3・3 鶺鴒地区横断と日平均水位の通年変化

切り下げた地盤高の設定については、1999 年から 2002 年にかけての 3 ヶ年に亘り、高さの違いによるヨシ回復の比較実験を行った。実験は、図 3・1 の切り下げ地 A, B, C 地区において行われ、高さを O.P. +3.6m～7.0m の間で様々に設定するとともに、表土も 3 種類、「ヨシ地下茎を含む土」、「その場の表土」および「表土施工をしない」を用いて実施した。モニタリング調査の結果により、最終的には O.P. +5.0m～6.0m における地盤高ならびにヨシ地下茎を含む土におけるヨシの回復が良好であったため、以後の切り下げの条件は、切り下げ高を O.P. +5.0m かつヨシ地下茎を含む土を用いることを基本とした。

表 3・2 には、各切り下げ地の条件（年度、面積、地盤標高、表土の種類等）を示した。各切り下げ地は基本的には O.P. +5.0m の標高およびヨシ地下茎の含有土の撒き出しを実施する方針であった。しかし、地盤標高でみると、F 地区の地盤高は O.P. +4.7m で基本条件より 30cm 低く、また、H 地区の地盤高は O.P. +5.1m で基本条件より 10cm 高い設定である。また、F 地区はヨシ地下茎含有土を敷設していないなど基本条件と異なる施工を行っている。

3.3 調査方法

切り下げた地盤の調査方法は下記の通りで、表 3・1 に調査実施年を示す。

- 植生分布調査：植生図の作成
- ヨシ経年調査；ヨシ生育密度、草丈、茎径
- 植物相調査；植物種のリストアップ、ヨシの随伴種の確認

表 3・1 各切り下げ地の調査状況

■ヨシ群落面積の変化

切り下げ地	完成年月	2006 (平成18)年	2007 (平成19)年	2008 (平成20)年	2009 (平成21)年	2010 (平成22)年
本川側	DE	2005(平成17)年2月	現存植生園	現存植生園	相観植生園	相観植生園
	F	2005(平成17)年4月	現存植生園	現存植生園	現存植生園	現存植生園
堤防側	G	2006(平成18)年2月	現存植生園	現存植生園	現存植生園	現存植生園
	H	2006(平成18)年3月	相観植生園	現存植生園	現存植生園	現存植生園

■ヨシ生育状況

切り下げ地	完成年月	2006 (平成18)年	2007 (平成19)年	2008 (平成20)年	2009 (平成21)年	2010 (平成22)年
本川側	DE	2005(平成17)年2月				
堤防側	F	2005(平成17)年4月				
	G	2006(平成18)年2月				
	H	2006(平成18)年3月	○	○	○	○

表 3・2 年度毎の切り下げ地の条件

切り下げ地	A (実験)	B (実験)	C (実験)
実験目的・条件	・切り下げ高さの決定 ・撤き出し手法の決定	・切り下げ高さの決定 ・撤き出し手法の決定	・撤き出し厚さ ・縦断的な連続性 ・OP+5.0mとOP+6.0mの入れ替え
構造			
表土施工年月	1999(平成11)年6月	2001(平成13)年6月	2003(平成15)年3月
表土施工内容 (表土厚)	切り下げ地表土 (50cm) ヨシ地下茎含有土 (50cm) ヨシ群落表土 (50cm)	切り下げ地表土 (50cm) ヨシ地下茎含有土 (50cm)	表層:ヨシ地下茎含有土 (50cm) 表層下層:ヨシ群落表土 (1mと0mの交互)
表土採取場所	切り下げ地表土:切り下げ地A ヨシ地下茎含有土:1998(平成10)年導水路施工箇所 ヨシ群落表土:1998(平成10)年導水路施工箇所	切り下げ地表土:切り下げ地B ヨシ地下茎含有土:2001(平成13)年導水路施工箇所	ヨシ地下茎含有土:2002(平成14)年地下茎採取地1,2 ヨシ群落表土:2002(平成14)年地下茎採取地1,2
切り下げ地盤高	OP+3.6m OP+4.1m OP+4.6m OP+5.1m OP+5.6m	OP+5.0m OP+6.0m OP+7.0m	OP+5.0m OP+6.0m
切り下げ面積	1,872㎡	5,203㎡	8,870㎡
切り下げ地	DE	F	G
実験目的・条件	・ヨシ地下茎撤き出し	・表土撤き出し ・本川水位による攪乱の影響を直接受けない箇所でのヨシの生育	・表土撤き出し ・本川水位による攪乱の影響を直接受けない箇所でのヨシの生育
構造			
表土施工年月	2005(平成17)年2月	2005(平成17)年4月	2006(平成18)年2月
表土施工内容 (表土厚)	表層:ヨシ地下茎含有土 (50cm) 表層下層:切り下げ地表土 (50cm)	表層:切り下げ地土砂 (20cm) 表層下層:切り下げ地表土 (50cm)	表層:ヨシ地下茎含有土 (35cm) 表層中層:切り下げ地土砂 (20cm) 表層下層:切り下げ地表土 (50cm)
表土採取場所	ヨシ地下茎含有土:切り下げ地F 切り下げ地表土:切り下げ地DE、切り下げ地F	切り下げ地土砂:切り下げ地F、切り下げ地G 切り下げ地表土:切り下げ地F、切り下げ地G	ヨシ地下茎含有土: 切り下げ地H、上牧地区堤外水路護岸整備その他工事発生土 切り下げ地土砂:切り下げ地F、切り下げ地G 切り下げ地表土:切り下げ地F、切り下げ地G
切り下げ地盤高	OP+5.0m	OP+4.7m	OP+5.0m
切り下げ面積	6,810㎡	6,380㎡	4,500㎡
切り下げ地	H		
実験目的・条件	・表土撤き出し ・本川水位による攪乱の影響を直接受けない箇所でのヨシの生育		
構造			
表土施工年月	2006(平成18)年3月		
表土施工内容 (表土厚)	表層:ヨシ地下茎含有土 (50cm) 表層下層:切り下げ地表土 (50cm)		
表土採取場所	ヨシ地下茎含有土:切り下げ地H 切り下げ地表土:切り下げ地H		
切り下げ地盤高	OP+5.1m		
切り下げ面積	8,400㎡		

4. 切り下げ対策の結果

切り下げ対策結果については、ヨシ群落面積、ヨシの生育状況および重要種出現状況からの3つ視点でみた。

ヨシ群落面積は、切り下げ地毎の切り下げ高や表土の施工方法の違いを評価するため、経年的な占有割合でみる。

ヨシの生育状況は、切り下げ高や表土施工方法の違いを評価するためヨシの密度、草丈、茎径でみる。

また、完成した後の切り下げ地盤への冠水頻度を整理し、群落面積や生育状況の変化と併せてみることにした。

さらに、重要種出現状況は、各切り下げ地の重要種の確認状況を見ることにした。

4.1 ヨシ群落面積からみた結果

切り下げ地 DE, F, G, H 地区の植生分布調査からみたヨシ群落の面積の占有割合の変化を整理した。

DE 地区は、図 4・1 に示すように、施工後 2 年目はオギ群落の面積が約 7 割を占めていたが、次第にヨシ・オギ群落の面積が拡大し、4 年目には約 9 割がヨシ・オギ群落となった。その後、ヨシ群落の面積が拡大し、6 年目には約 8 割がヨシ群落となり、オギ群落は消滅したが、7 年目にはヨシ・オギ群落面積も減少した。

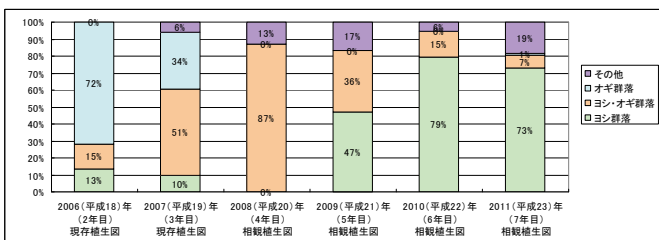


図 4・1 切り下げ DE 地区の植生分布割合の変化

F 地区は、図 4・2 に示すように、2 年目はヨシ群落が存在しなかったが、次第にヨシ群落の面積割合が拡大していき、6 年目には約 7 割を占めるようになった。なお、7 年面にはヨシ群落の面積割合は約 6 割となり、前年の 2010 年より減少した。

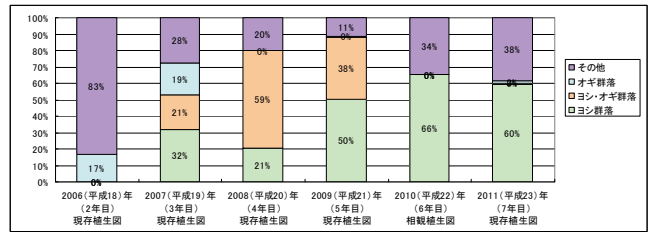


図 4・2 切り下げ F 地区の植生分布割合の変化

切り下げ G 地区は、図 4・3 に示すように、2 年目以降、ヨシ・オギ群落の面積割合が拡大し、4 年目には約 9 割を占めるようになり、5 年目にはヨシ・オギ群落がヨシ群落に遷移した。しかし、6 年目には、ヨシ群落は約 7 割と減少した。

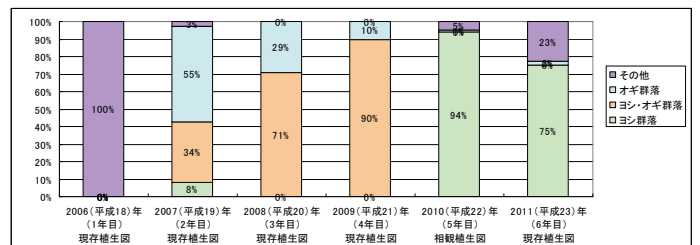


図 4・3 切り下げ G 地区の植生分布割合の変化

切り下げ地 H 地区は、図 5・4 に示すように、オギ群落の面積割合が 1 年目に約 1 割、2 年目には約 4 割まで拡大したが、3 年目には消滅し、ヨシ・オギ群落がほぼ全体を占めることとなった。5 年目にはヨシ群落が殆どを占めることになったが、6 年目にはヨシ群落面積割合は約 9 割になった。

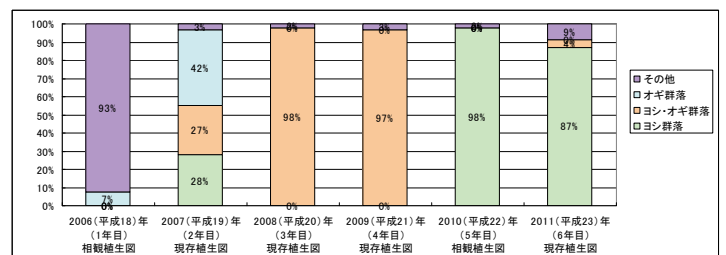


図 4・4 切り下げ H 地区の植生分布割合の変化

4.2 ヨシの生育状況からみた結果

切り下げ施工後の切り下げ地におけるヨシの生育状況を把握するため、切り下げ地 DE, F, G, H 地区におけるヨシ生育調査結果を整理し、経年変化を

示した。また、切り下げていない場所のヨシの生育状況との比較を行うため、導水によるヨシ群落再生を行っている調査区（以下「対照区」という）のデータを参考として併せて示した。

(1) 平均密度

1m×1m のコドラート内のヨシの本数を計測した結果を図 4・5 に示した。これを見ると、対照区では約 70 本/m²であるのに対し、切り下げ地では表土施工から 5 年から 6 年経過した箇所でも約 20 本/m²から 40 本/m²であり、対照区のおよそ半分程度であった。

なお、2011 年は 2010 年に比べ密度が小さくなっている。特に切り下げ地 DE 地区、F 地区では前年の約 6 割になった。

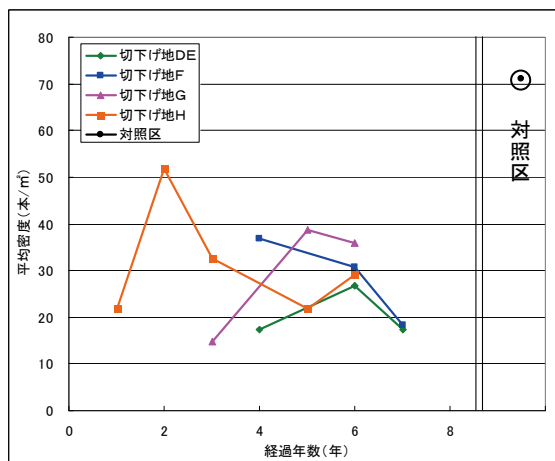


図 4・5 平均密度の経年変化

(2) 平均草丈

各切り下げ地におけるヨシの平均草丈を図 4・6 に示した。これを見ると、いずれの切り下げ地においても、経過年数とともに草丈が高くなっている。切り下げ後 5 年目から 6 年目のヨシの平均草丈が対照区の平均草丈と同水準にまで達している。

ただし、2011 年は、切り下げ地 G 地区以外で草丈が 5～10%低くなった。

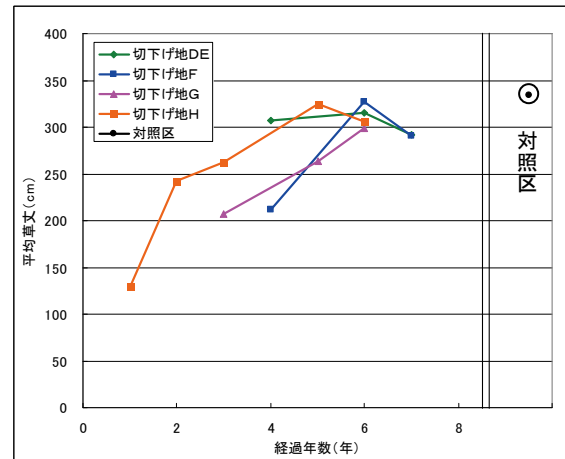


図 4・6 平均草丈の経年変化

(3) 平均茎径

各切り下げ地におけるヨシの平均茎径(胸高茎径)を図 4・7 に示した。これを見ると、経過年数を経るに従って平均茎径も大きくなっている。対照区の平均茎径が 10.0mm に対し、各切り下げ地の 5 年目から 6 年目茎径が約 6mm から 8mm でやや細い。

なお、2011 年調査では、切り下げ地 G 地区を除く他地区では平均茎径は前年の 70～90%と細くなった。

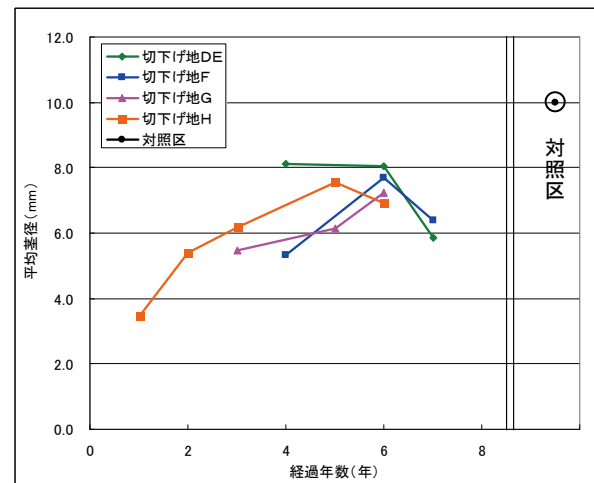


図 4・7 平均茎径の経年変化

(4) 冠水頻度の経年変化

切り下げた地盤の冠水日数はその年の流況による影響を受け、年変動が大きい。

図 4・8 は、実際に切り下げた地盤高である、O.P.+4.7m, 5.0m, 6.0m, 7.0m について、1991 年から 2011 年までの 13 年間の冠水日数の変化を示したものである。比較的低い地盤の O.P.+4.7m および 5.0m は年変動が大きく、O.P.+5.0m では冠水日数は 5 日～56 日、O.P.+4.7m では 9～75 日であった。また、基本条件とした O.P.+5.0m の年平均冠水日数は 24 日程度であった。7.0m の地盤標高では、冠水がみられない年もあり、10 日未満の冠水日数となった。

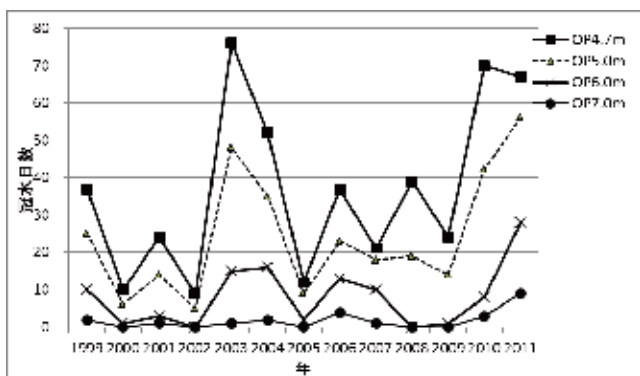


図 4・8 各地盤高の年間冠水日数の経年変化

ヨシ群落の面積割合やヨシの生育状況の結果では、2011 年における数値がいずれも良好でなかったが、このことと、冠水頻度との関連性について調べた。2010 年および 2011 年は多雨傾向で、切り下げた標高への冠水時間が長かった。O.P.+5.0m の地盤の冠水は、2010 年が 42 日、2011 年が 56 日であり、平均の 24 日に対し 1 ヶ月程度長く冠水していた。また、O.P.+5.1m で施工された H 地区はヨシ原面積の減少がほとんどなく、生育状況からみても他地区と比較

して低下傾向ではあったもののその差は小さかった。なお、O.P.+5.1m 標高の冠水日数は、2010 年が 34 日、2011 年は 55 日の冠水日数であり、O.P.+5.0m よりやや少ないものであった。

(5) 植生の重要種の確認状況

大阪府の植物誌(1962 堀勝)で挙げられている原野性の植物は 25 種あり、1990 年代の 3 回にわたる調査ではそのうちの 17 種が鵜殿地区で確認できる環境であった(図 4・9 および表 4・1)。

また、表 4・1 には、湿地化によって新たに出現が期待されると思われる随伴希少種についても注目することとした。

ここでは、切り下げ地実験地の A, B, C 地区を含めた A~H 地区における 2011 年までの確認状況結果を整理した。切り下げ以前の同地区は、図 4・9 の鵜殿地区(右岸)の本川側をみると、原野性植物はほとんど確認されていない場所であった。しかしながら、これまでの調査によって、確認された原野性植物は 25 種のうち 10 種で、そのうち 9 種は過去にも鵜殿で確認された種であった。また、各切り下げ地ともによくみられた種はミコシガヤ、イヌゴマ、ミゾコウジュ、タコノアシの 4 種であった。ホソバイラクサ、ウマスゲ、ノニガナなどはある年に限定して出現したものであった。

また、切り下げて冠水頻度が高くなると新たに萌芽の可能性のある種として挙げられていた 6 種については、6 種ともすべてが出現した。



図 4・9 鵜殿地区における原野性植物の分布 (1990 年代調査)

表 4-1 鶉殿の各切り下げ地における希少種とその出現状況

淀川沿いに特徴的にみられる原野の植物				選定基準			A	B	C	DE	F	G	H	計
No.	科名	種名	過去の輪廻地 区での確認種	ヨシ随伴種	環境省RL	大阪府RDB	近畿RDB							
1	保全対象の原野性植物	ハナヤスリ	トネハナヤスリ	●	○	絶滅危惧Ⅰ種(VU)	絶滅危惧Ⅰ種							
2		ウラボシ	コウヤワラビ	●	○			●	●					●
3		ドクダミ	ハンゲショウ	●	○									
4		トウダイグサ	ノウルシ	●	○	準絶滅危惧(NT)	絶滅危惧Ⅱ種							
5		シソ	ヒメナミキ	●	○									
6		シソ	シロネ	●	○			●	●		●			●
7		シソ	イヌゴマ	●	○			●	●	●				●
8		カヤツリグサ	ヤガミスゲ	●				●	●	●	●	●	●	●
9		カヤツリグサ	ミコシガヤ	●				●	●	●	●	●	●	●
10		ナス	オオマルバノホロシ	●										
11		イラクサ	ホソバイラクサ	●						●				●
12		タデ	ホソバイヌタデ	●						●	●			●
13		ユキノシタ	タコノアシ	●				●		●	●			●
14		ガガイモ	コノハカモメヅル	●										
15		シソ	ミソコウジュ	●				●	●		●	●		●
16	その他確認記録がある	タデ	ヤナギヌカホ	●										
17		タデ	ヌカホタデ	●										
18	確認記録がない原野性	タデ	ヒメタデ											
19		カヤツリグサ	ウマスゲ											
20		アブラナ	ミスタガラシ						●					
21		リンドウ	イヌセンブリ											
22		サクラソウ	ミストラノオ											
23		サクラソウ	ミスネコノオ											
24		キク	オグルマ											
25		キク	ノニガナ											
			小計	17				●	●	●	●	●	●	●
			小計					5	8	8	4	6	2	2
			合計					5	9	12	4	8	3	2
			合計					5	9	12	4	8	3	2
			合計					5	9	12	4	8	3	2

5. 切り下げ対策の評価

ヨシ原の効果的な再生を目指すにあたり、まずヨシ群落が生ずる整備条件と再生するまでの時間を評価した。次に、ヨシの生育状態が、元々ある良質のヨシと同程度まで回復する条件と時間について評価した。なお、冠水条件についても併せて評価した。また、ヨシ群落に随伴する植物(重要種)の出現状況についても評価した。

(1) ヨシ群落面積の再生状況からみた評価

- ア) ヨシ群落は、0.P.+5.0m 程度(平水位からの比高 1m 程度)に切り下げてヨシの地下茎を含む土を撒き出すと、概ね 5~6 年で全面的に再生されることが確認された。
- イ) また、冠水の条件は年変動が大きく、ヨシ群落もそれによって面積が増減することもあるが、年平均の冠水日数が 24 日程度の条件の地盤高であれば、群落の再生が可能であることがわかった。

(2) ヨシの生育状況からみた評価

- ア) 平均草丈は、概ね 5 年で一定の高さ(3m)に成長することが分かった。ただし、冠水条件によって年変動がある。

イ) 平均密度、平均茎径は今後とも少しずつ成長すると考えられるが、未切り下げ地に比べ密度が小さく、茎径が細い結果となっている。切り下げ地は過去の河床横断から、栄養塩が少ないことに原因すると思われる。

(3) 重要種の出現状況からみた評価

切り下げ地においては、淀川の原野性植物といわれる 25 種の植物のうち、10 種が確認できた。高水敷の切り下げおよび表土の撒き出しによって原野性植物を有するヨシ原の再生を可能にするものと考えられる。

6. 今後の課題

今後は、良質なヨシの生育条件の研究、例えば、土質の粘土質の厚さや含有度の差異による生育状況を見ていく必要がある。また、ヨシ原の随伴種からみたヨシ群落の評価、例えば、湿性の随伴植物：スゲ類、カワジシャ等 や、乾燥性の随伴植物：ハナヤスリ、ノウルシ等がどの程度分布するのかといった観点からの整理をしていきたい。

謝辞

本研究は、国土交通省近畿地方整備局淀川河川事務所委託業務の成果を一部引用させていただきました。

また、本実験をまとめるにあたり、「淀川環境委員会」(委員長：池淵周一 京都大学名誉教授)の委員の皆様にご指導・ご助言いただいております。ここに記し深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 濱野達也ほか：乾燥化した高水敷きにおける植生の復元について，河川環境総合研究所報告第 6 号, 2000.
- 2) 川野育夫ほか：淀川の生物環境の回復・保全に関する現地実験，河川環境総合研究所報告第 8 号, 2002.
- 3) 藤長賢二ほか：ヨシ原におけるヨシの保全・再生手法の確立に関する研究，河川環境総合研究所報告第 15 号, 2011.
- 4) 建設省近畿地方建設局：淀川百年史，(近畿建設協会，1822pp, 1974.
- 5) 淀川環境委員会：自然豊かな淀川をめざして，国土交通省近畿地方整備局淀川工事事務所，(2002.)
国土交通省近畿地方整備局：淀川水系河川整備計画, 2009.
- 6) 淀川環境委員会：第 30 回淀川環境委員会資料，国土交通省淀川河川事務所, 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～

山本 嘉昭*・益子 隆一**・山田 政雄***

1. はじめに

我が国の大河川の堤防は土で構成されていることから、堤防植生には耐侵食機能、点検可能な草丈、また環境面からの機能が求められる。これまでは堤防除草等により、これらの堤防植生機能を確保してきた。

近年、堤防植生管理は維持管理予算の削減により除草回数が年2回程度に減らされ、堤防植生機能の低下や外来植物の侵入による花粉症の発生など、諸問題が顕在化し、それらへの対応が求められている。

以前より、河川環境管理財団（以下、当財団という）では、イネ科花粉症の防止やコスト縮減という観点から、堤防植生の主な植生タイプ別（シバ、チガヤ、外来牧草（ネズミホソムギ）他）の特性、除草回数・時期等の堤防植生管理手法に係る研究の取り組みを行ってきた。

この研究過程で、シバと同等程度の機能を有する堤防植生として、日本古来より生育するチガヤに着目し、その導入における生育基盤や養生管理のあり方においても研究を行った。その結果、チガヤの除草回数・時期を工夫することにより、堤防植生に求められる治水機能、環境機能を維持しつつ、外来牧草の生育および拡大の防除が可能であることが明らかになった。

この間、「生物多様性基本法」が制定される等、生物多様性に関する要望が高まった。

このような背景のもと、当財団では適度な人為的管理（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・保全しうる緑化技術（生態緑化技術：Eco-Friendly Green Technology）の開発を開始した。

本稿では、平成22年度より開始した生態緑化技術開発の第二報として、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を紹介する。

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

当財団が事務局となって、根本委員（元東京農業大学 教授）をはじめ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。

■EFGT 研究会 委員名簿（50音順）	
小笠原 勝	宇都宮大学 教授
河崎 和明	（財）河川環境管理財団
根本 正之	東京大学大学院 特任研究員 （元東京農業大学 教授）
富永 達	京都大学 教授
服部 保	兵庫県立大学 教授
山田 晋	東京大学 助教
■事務局	（財）河川環境管理財団

*（財）河川環境管理財団 河川環境総合研究所 担当課長

**（財）河川環境管理財団 河川環境総合研究所 主任研究員

***（財）河川環境管理財団 河川環境総合研究所 研究第三部担当部長

2.3 研究項目と分担、およびスケジュール

表2.1のとおり、7項目について研究を進めており、研究期間は平成22～26年度までの5年間を予定している。

また、EFGT研究会の各委員は、各専門分野の研究を担当している。

3. 各研究項目の研究状況

以下に、各研究項目の主な研究内容を紹介する。

3.1 モデル植生箇所の生態および堤防機能調査

緑化技術の目標である“生物多様性のあるチガヤと他の在来植物から構成される半自然草地”が現実に成立している堤防法面を“モデル植生箇所”（ホットスポット）として選定し、その生態系調査、堤防機能調査を実施した。

3.1.1 生態系調査

河川堤防では定期的な除草が行われており、多年生草本チガヤが優占し在来植生が残存している場合があり、利根川の堤防（千葉県柏市・大室地先）および木津川の堤防（京都府木津川市・上狛地先）には、これらに在来植生の多様性に富むチガヤ優占地が見られる。

チガヤ群落における在来植物による緑化を推進するための基礎的知見を得るため、上記の堤防を対象とした植生調査を実施した。

3.1.2 堤防機能調査

生物多様性を有する半自然草地を目標とした緑化

技術によって創出される堤防植生が、必要な治水機能（耐侵食力）が保持されるかを確認するために、利根川の堤防（千葉県柏市・大室地先）において、半自然草地および比較対象箇所として近傍のチガヤ優占地を対象に、土壌調査、根毛量、根茎強度を測定項目とした堤防機能調査を実施した。

3.2 在来植物栽培試験

チガヤをベースとした河川堤防を在来植物の多様性に富んだ群落にするため、在来植物の播種あるいは苗の定植が必要となる。しかし現在、日本では在来植物を緑化資材として導入するための技術はほとんど確立していない。

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、

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	スマレ	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	ナガボノシロレモコウ
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	オオデシバリ
15	ノアザミ	31	ムラサキサギゴケ
16	コウゾリナ	-	-

表 2.1 研究項目とスケジュール

研究項目		担当	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度
1.モデル植生調査	生態系調査	根本委員、小笠原委員、富永委員、					
	堤防機能調査	河川財団					
2.在来植物栽培試験		根本委員、小笠原委員、富永委員、山田委員					
3.現存するチガヤ堤防の成立要因分析等		服部委員					
4.全国の堤防植生実態調査		服部委員					
5.外来種の侵入・定着メカニズム解析		根本委員					
6.生態緑化技術工法等の試作・実証試験	基盤工法の試作・資材選定試験	根本委員、山田委員、河川財団					
	多様性導入試験	小笠原委員、服部委員、山田委員					
	実証実験	小笠原委員、服部委員、山田委員					
7.生態緑化技術の手引書の作成	手引書の作成	研究会全体					
	3DCGシミュレーションモデルの開発	根本委員					

耐刈取り性試験を実施し、生態緑化技術への適用性（チガヤとの共生の可否）を判断するための知見を整理する。

これらより、在来植物を安定供給するための採種から幼苗育成までの栽培システムの確立や、実際の河川堤防における在来植物の環境適応性を明らかにするための基礎資料として活用する。

なお、栽培試験は担当委員が分担し、関東および関西の各大学の研究室および研究フィールド内で実施している。

3.3 現存するチガヤ堤防の成立要因分析等

自然の遷移によってチガヤ堤防が成立する要因について、その生育基盤（土壌）の特性や周辺状況等に着目して明らかにするとともに、生態緑化技術の開発にあたって、早期にチガヤおよび在来植生を創出する際の留意事項等を明確にする。

3.4 全国の堤防植生実態調査

堤防植生の種組成、優占種、種多様性など、堤防植生の現状（種の多様性やチガヤ堤の実態等）を明らかにすることで、チガヤの導入の可能性や共存させる種についての情報が得られると考えられる。このため、全国の堤防植生、特にチガヤの優占する植生調査を実施している。

平成23年度は8河川の調査(表3.2)を対象とし、多様性植生調査法に基づいた植生調査を行っている。

表 3.2 対象河川（平成23年度）

調査河川	月日	調査区数
猪名川	8月14日	55
鳴瀬川	8月27日	40
阿武隈川	8月28日	30
名取川	8月28日	5
斐伊川	9月24日	8
大淀川	10月11日	25
阿賀野川	10月29日	20
川内川	11月26日	30

調査手順として、堤防上に5m×5mの方形区を設置し、それを5等分して5m×1mの調査区を連続して5区設定する。各調査区の草丈、植被度を最初に記録し、次に調査区内に生育する全種の目録を作成、各出現種の被度(%)値を測定している。

3.5 外来種の侵入・定着のメカニズム解析

多様性を有する堤防植生は、現行の除草管理の中で創出させることが必要である。ここでは、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。

モデル植生調査を行っている利根川（千葉県柏市・大室地先）の河川堤防を含む周辺域では、ヨーロッパ原産の多年生牧草である *tall fescue* (オニウシノケグサ) が侵入・定着している。オニウシノケグサはセイタカアワダチソウやオオボタクサほどの優占群落にはならないが、しばしばチガヤ群落内に侵入・定着し、その植物多様性を減少させている。そこでモデル植生調査地の下流域のオニウシノケグサ優占群落の群落構造を調査した。

また、河川堤防でしばしば異常繁茂するオニウシノケグサとチガヤの混植実験を土質の異なる利根川土壌および淀川流域土壌を用いて行っている。

3.6 緑化技術工法の試作・実証実験

チガヤと他の在来植物からなる堤防植生が、速やかに創出可能な緑化技術の開発のため、実験施工により各種のチガヤ植栽工の施工性・効果等を確認する。

3.6.1 基盤工法・資材選定試験

河川堤防の有すべき機能の一つとして生物多様性の維持・再生の機能が数えられるようになる中、チガヤ型堤防を多様な在来種の生育地として維持していく際、チガヤ導入後にチガヤが優占化するスピードを把握することは、多様な在来種の移入、あるいはそれらを積極的導入の難易を決定づける重要な要因のひとつとなる。

マット、苗、種子という大きく異なる3タイプの緑化材を用い、異なる施工時期でチガヤを導入した際のその後の植生の変化を、導入直後から追跡することによって、緑化手法の有効性を比較検討することを目的とした試験施工を実施した。

また、種子によるチガヤと野生植物の河川堤防への導入を想定した植物の播種量の最適化とともに、チガヤマットへの野生植物種の苗植栽による導入試験を行った。

3.6.2 多様性導入試験

チガヤとの共生が可能な種とチガヤ植栽工の手法を基に、チガヤと在来植物を同時に植栽する生態緑化技術を試作する。

張芝工法の実証実験を行う予備試験として、圃場において、張芝の目地に数種の在来植物を播種し、その後の植生変化をモニタリングした。これを通して、播種密度および異なる土壌条件が本工法の成否に及ぼす影響を調査した。

3.6.3 実証実験

実際の堤防法面で実施可能な生態緑化技術を確立させるため、平成24年度より利根川（埼玉県加須市大越地先）にて堤防現地での試験施工を行い、生態緑化技術の施工性・緑化効果等を検証する。

3.7 緑化技術の手引書の作成

3.7.1 手引書の作成

緑化技術の目的と手法、留意事項が簡便に理解できる手引書の作成については、平成24年度に構成等の検討を開始し、平成25年度から作成作業を実施していく予定である。

3.7.2 3DCG シミュレーションモデルの開発

チガヤと共生する在来植物の生育予測のシミュレーションモデルの開発については、利根川堤防でよくみられる障地強化型の在来植物であるノハラアザミを供試した試験より3次元モデルを作成するとともに、ノハラアザミの生育するチガヤ型の河川堤防

植生の成長量データを用いて、3DCG上で対象地の状況下でのノハラアザミの生長を表現することを目標に取り組んでいる。

4. 緑化技術工法の試作・実証実験

本研究で扱う生態緑化技術は、実際の河川堤防にて扱うものである。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・緑化効果等を検証する。

4.2 実験概要

4.2.1 実施場所

チガヤをベースとした多様性に富んだ堤防植生を目指し、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。

実験地は治水上の影響を考慮して、首都圏氾濫区域堤防強化対策が実施された図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

4.2.2 工法の選定

チガヤをベースとする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。

4.2.3 試験区の設定

実証実験の試験区(約1,700m²)を3工区に分け、下記の3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)



写真 4.1 現地実証実験地 全景

(左：種子吹付工，中央：客土吹付工，右：張芝間植栽工)

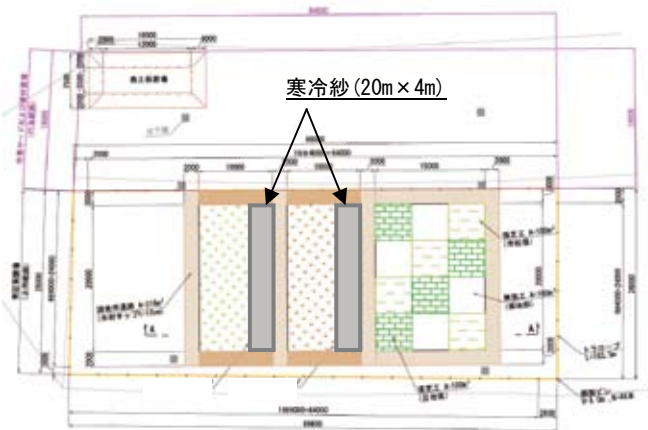


図 4.2 現地実証実験地 詳細図

4.2.4 吹付工法の概要

1) 種子吹付工法

チガヤと他の在来植物(スマレ、ワレモコウ、ユウガギク)の種子を混合し、種子吹付を行った。

また、法面の浸食を防止するため、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
	スマレ	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
土壌安定剤	ルナゾール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(スマレ、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、法面の浸食を防止するため、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
	スマレ	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
土壌安定剤	ルナゾール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

4.2.5 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，スマレ，ノアザミ，ユウガギクの種子を播種した．合わせて，緑化の効果を確認するため，播種を行わない対照区を設けた．

各調査区において，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「在来種播種エリア」を設定した．

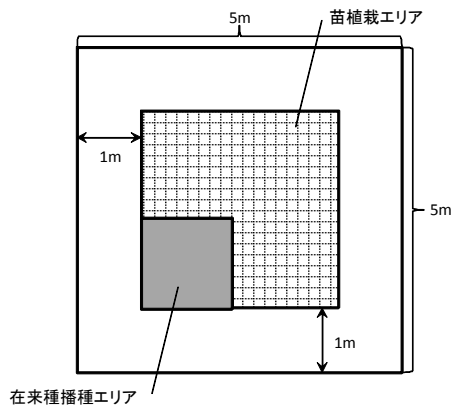


図 4.3 試験区内の配置
(在来種播種エリア・苗植栽エリア)

4.3 実験区の施工

1) 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，以下のとおりとした．

チガヤ：2,000粒/m²，ノシバ：20g/m²
スマレ：640粒/m²，ワレモコウ：60粒/m²，
ユウガギク：165粒/m²



写真 4.3 客土吹付工法による施工



写真 4.4 客土吹付（2cm厚）施工



写真 4.5 種子吹付工法による施工



写真 4.6 種子吹付施工

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の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、試験区あたり各植物種 3 株ずつ植栽（「苗植栽エリア」）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。

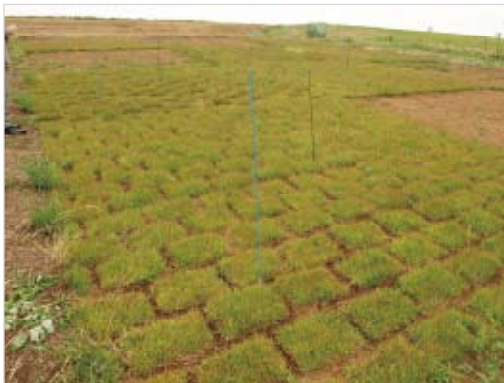


写真 4.7 張芝（目地張り区）



写真 4.8 張芝（市松張り区）

4.4 モニタリング

現在、各工法における植生の生育状況について、モニタリングを実施している段階であり、調査結果については今後報告していく予定である。

5. 今後の研究予定

平成 26 年度には、5 年間の研究成果を報告書としてとりまとめるとともに、生態緑化技術の普及に向けた手引書を作成する予定である。

今後は、現在の研究を推進するとともに、これらの作成に向けて取り組んでいく方針である。

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

2. 健全な水循環系の保全・再生に関する調査・研究

微量化学物質の調査マニュアル の改訂についての提案

石原 宏二*・中村 伸也**・江幡 禎則***・酒井 憲司****

1. はじめに

国土交通省では、全国一級河川における微量化学物質（ダイオキシン類・内分泌かく乱化学物質）について、ダイオキシン類は平成 11 年度より河川の水質及び底質で、内分泌かく乱化学物質は平成 10 年度より水質で常時監視を開始、現在も継続している。

常時監視の方法については、ダイオキシン類に関し、ダイオキシン類対策特別措置法に基づく環境省の通知・マニュアル類を踏まえ、国土交通省が平成 14 年 12 月にまとめた「ダイオキシン類常時監視に関する考え方（案）」及びその改訂版にあたる「ダイオキシン類常時監視マニュアル（案）」（以下「常時監視マニュアル（案）」）（平成 17 年 3 月改訂）にて、調査時期、調査地点、調査頻度の設定方法、採水及び採泥の手法、分析方法、品質管理方法等を定めている。

また、内分泌かく乱化学物質は、「平成 13 年度水環境における内分泌攪乱物質に関する実態調査結果」（平成 14 年 12 月、国土交通省）にて「今後の調査の考え方」が策定され、以降、平成 20 年 4 月に策定された「内分泌かく乱化学物質調査の考え方（案）」（以下「調査の考え方（案）」）により、調査対象物質の絞り込み、調査頻度等の考え方を導入している。

本検討は、微量化学物質に関するこれまでの常時監視の結果から、各物質の検出特性が把握されつつあることを踏まえて、より効率的な常時監視に向けて、「常時監視マニュアル（案）」及び「調査の考

方（案）」の改訂に向けた提案を行うことを目的として行ったものである。

ここでは、微量化学物質に関するこれまでの常時監視の結果を踏まえ、各物質の動態特性や調査に係る基準値設定の根拠資料の更新状況を示したうえで、各調査方法を示したマニュアルの改正案について提案する。

2. ダイオキシン類の常時監視結果を踏まえた見直しについて

ダイオキシン類の常時監視地点のうち、過去継続的に調査が実施されてきた重点監視状態の調査地点では、四季毎の調査結果があり、四季毎の検出の特徴を把握することができるため、特徴を踏まえた調査時期、調査地点等の見直しを検討することとした。

2.1 調査時期に関する見直し

平成 20～22 年度の重点監視状態にある地点の水質調査結果から、春季に濃度が最も高くなる調査地点が、平成 20 年度では 20 地点中 14 地点、21 年度は 18 地点中 11 地点、22 年度は 18 地点中 8 地点となっていることが確認された。

このことを踏まえ、これまで秋季の水質観測において、環境基準を超える値が確認されたことのなかった 16 地点において、平成 23 年度春季に調査した。

その結果、平成 20～22 年度の秋季調査結果よりも

*（財）河川環境管理財団 河川環境総合研究所 研究員

** 復興庁福島復興局 次長（前河川環境総合研究所 研究第二部長）

***（財）河川環境管理財団 河川環境総合研究所 研究第二部担当部長

****（公社）日本下水道管路管理業協会専務理事（前河川環境総合研究所 技術参与）

高い値が 12 地点で検出された。(図 2.2)

一方、湖沼においては、図 2.1 に示すように季節による変化が見られにくいことが確認された。

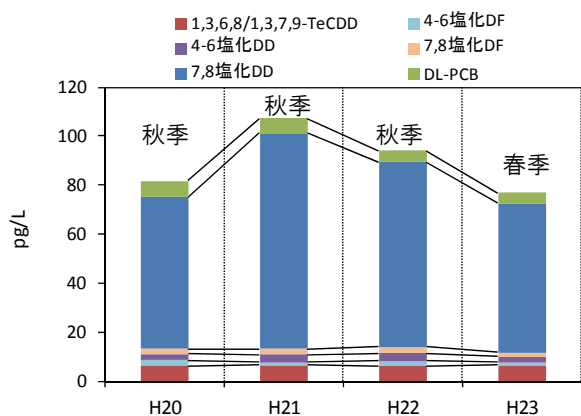


図 2.1 宍道湖におけるダイオキシン類の季節間比較

これらの結果を踏まえ、水質の調査時期について、下記の通り、マニュアルの改訂を提案した。

- ① 重点監視状態にあり年 4 回調査が行われている調査地点におけるこれまでの調査結果, 及び試行調査の結果から, 多くの河川で春季には秋季より高濃度のダイオキシン類が測定されていることが明らかとなった。
- ② 湖沼においては, 春季と秋季ではあまり差は見られず, 調査時期の影響はほとんどないと考えられ, 河川と併せて春季に測定しても支障はない。

③ ①②を踏まえ、基準及び補助監視地点における現行の秋季の調査時期を春季に変更することが良いと提案した。

なお、春季に水質のダイオキシン類が高濃度化する要因として、1960 年代に除草剤として使用された PCP に由来するダイオキシン類 OCDD 等が、春季の水田耕作によって排出されることが考えられたため、河川の農地割合を踏まえて河川毎に比較したが、明確な違いは確認できなかった。

2.2 調査地点に関する見直し

ダイオキシン類は水に溶けにくい物質であるが、粒子が大きい礫などより表面積が大きくなる細かな土砂に付着しやすい性質があり、図 2.3 に示す通り、これまでの常時監視の結果からも、粒子の細かな底質の地点ほどダイオキシン濃度が高くなる傾向が確認されている。

そのため、粒子の細かな底質が溜まり易いと考えられる全国の地点で春季調査を行った結果、図 2.4 に示す通り、近隣の既存の調査地点よりも粒径が細かかった 11 地点中 8 地点で、ダイオキシン類の濃度が高くなっていることが確認された。8 地点の中には、鶴見川・末吉橋のように秋季調査と比べて、春季調査で 10 倍以上となった地点もある。

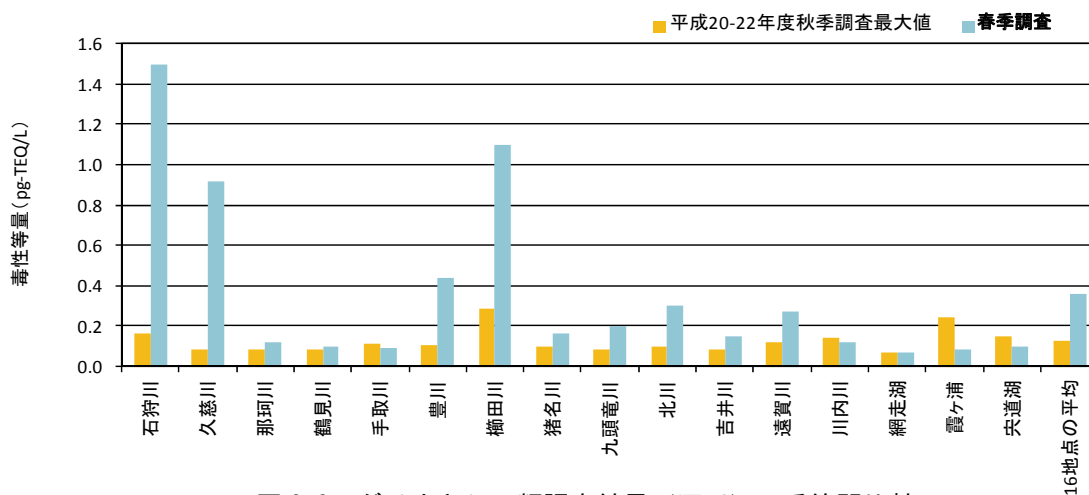


図 2.2 ダイオキシン類調査結果（河川）の季節間比較

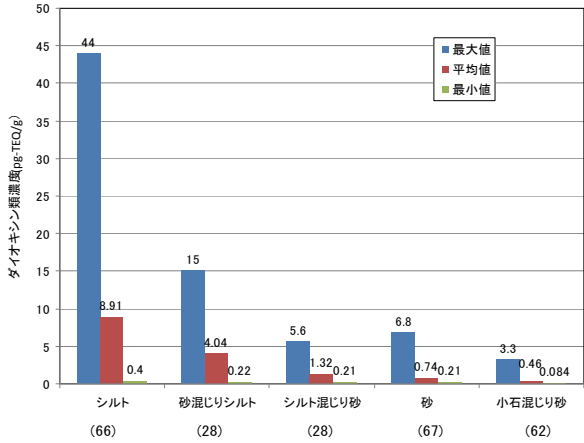


図 2.3 底質性状別のダイオキシン類濃度 (平成20年度調査) () 内は調査地点数

これらの結果を踏まえ、下記の通り、底質の調査地点の見直し、マニュアルの改訂を提案した。

- ① 粒子が細かな底質の地点ほど高濃度化する傾向が把握されたため、移動が可能な補助監視地点等では、近隣の底質の細かな地点に変更することを提案する。

② ただし、河床の底質は洪水等で移動することが考えられ、変更方法について更に検討が必要である。

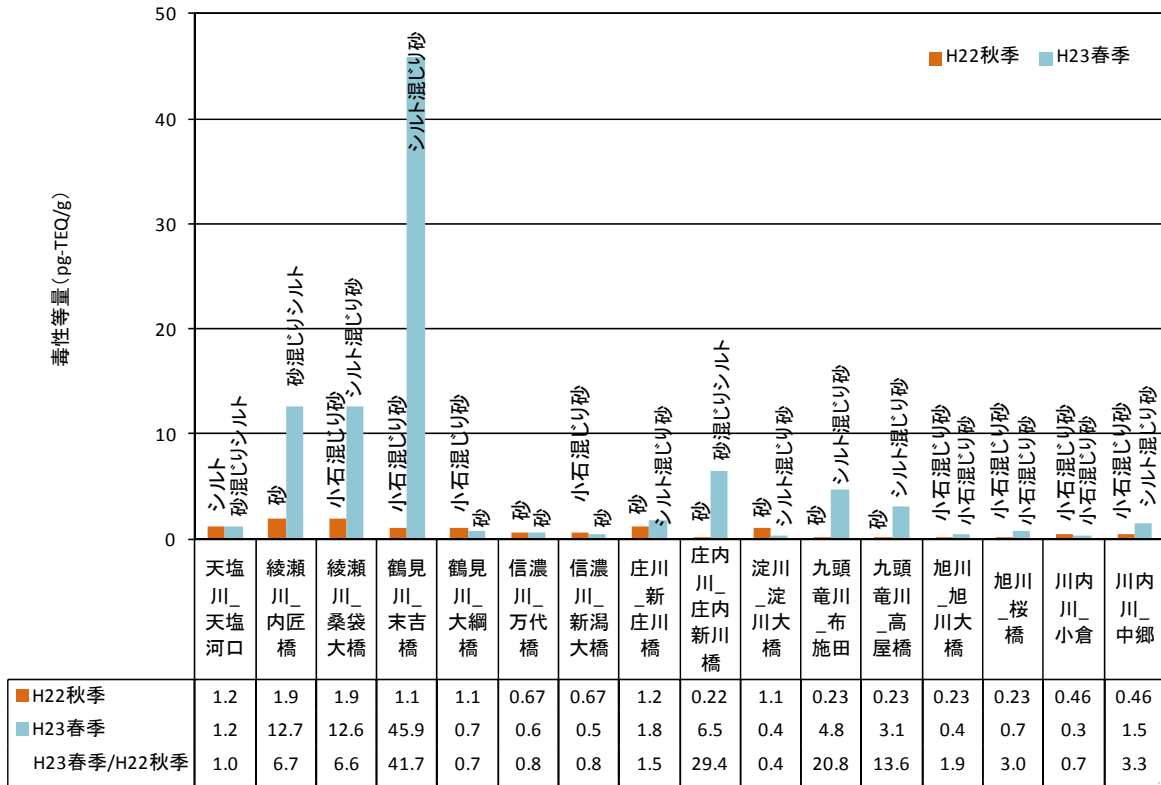
なお、底質のダイオキシン類については、年間を通じて安定した状態で存在しているため、水質と併せて春季に調査時期を変更しても問題ないと考える。

2.3 常時監視マニュアル改定素案への反映

2-1~2. で示した常時監視マニュアルの改訂案は、マニュアルの編集にも関わった「流域水環境研究会」へ提案し、改訂内容や方向性について協議、確認を行った。

また、改訂の素案を、各地方整備局、北海道開発局担当者に確認した。

その結果、改訂に関し決定した方向性と次年度以降も調査、検討等を継続し、調査時期や地点の見直しについて調整を行うこととなった。



※平成22年度と比較し、平成23年度のほうが粒径の大きいものは 同じものは 小さいものは

図 2.4 底質ダイオキシン類調査結果 (底質) の底質の性状とダイオキシン類濃度比較

3. 内分泌かく乱化学物質の実態調査結果を踏まえた見直しについて

3.1 調査の考え方（案）の課題把握

内分泌かく乱化学物質の調査方法等を示した「調査の考え方（案）」（平成20年4月改訂）において、調査対象としている物質は、ビスフェノールA、4-tert-オクチルフェノール、ノニルフェノール、17β-エストラジオール、エストロン、o,p'-DDTの6物質である。

「調査の考え方（案）」では、調査頻度を調査対象地点ごとに通常6年に1回と定めているが、水環境への影響を考慮し、定められた濃度を越えた地点については、年1回の重点的な調査に一定期間変更することを定めている。

重点的に調査を行う濃度は、環境省等の取り組みにおける各物質の毒性値（最大無作用濃度等）等をもとにリスクを考慮した安全係数を組み合わせて設定されている。

調査対象物質のうち、オクチルフェノール、ノニルフェノール、o,p'-DDTの3物質については、環境省の取り組みにより評価されたものを根拠としているが、ビスフェノールA、17β-エストラジオール、エストロンは、平成20年4月改訂時で、科学雑誌への投稿論文等を根拠としており、より信頼のおける調査結果や公的機関での取り組み等で定められた毒性値への更新が考えられた。

3.2 重点調査濃度のルール設定の提案

内分泌かく乱化学物質については、環境省において、EXTEND2010など、安全性等の協議が続けられており、各物質の毒性が確認され次第、適宜発表されている。

そのため、「調査の考え方（案）」における重点調査濃度の設定根拠については、①環境省が新たに定めた場合はそれに併せて改訂する。②また、審議中である物質においても、より信頼のおける知見が確認され次第適宜変更することを、今後の重点調査濃度の改訂に関するルールとして提案した。

3.3 最新知見の確認と見直しの提案

3.2に示したルールを踏まえ、最新の知見を確認したところ、環境省のデータを根拠としないビスフェノールAの知見を含め表3.1に示す3物質について、最新の知見が確認された。知見に示された毒性値による「調査の考え方（案）」の改訂案については編集にも関わった「流域水環境研究会」で協議し、改訂を国土交通省水管理・国土保全局河川環境課に提案することとなった。

4. おわりに

本提案のうち、「内分泌かく乱化学物質に関する調査の考え方（案）」について、表3.1を基に平成24年6月に改訂することとなった。

表3.1 調査の考え方（案）調査対象物質毒性値見直しの提案

物質	新旧毒性値	見直し理由	文献
ビスフェノールA	旧：16 μg/L 新：247 μg/L	環境省の取り組みにより物質の新しいリスク評価がなされた。	「化学物質の環境リスク評価 第3巻(H16.9, 環境省リスク評価室)」において、「メダカに対する内分泌攪乱作用が推察されており、精巣卵を引き起こした濃度により設定されたNOEC値（最大無作用濃度）として247 μg/Lまたは470 μg/Lと考えられる。」と記載されている。
17β-エストラジオール	旧：0.01 μg/L 新：0.0293 μg/L	より信頼性の高い論文が発表された。	「Effect of 17β-estradiol on the reproduction of Japanese medaka (<i>Oryzias latipes</i>).」(姜 益俊ほかChemosphere 47, 71-80.9 (2002))において、「21日間曝露により、少なくとも0.0293 μg/Lで精巣卵が誘導される影響がみられる」と報告された。
エストロン	旧：0.01 μg/L 新：0.0318 μg/L	環境省の取り組みにより物質の新しいリスク評価がなされた。	平成20年第2回ExTEND2005作用・影響評価検討委員会にて、「Penterら(1998) ファットヘッドミノーへの生態影響」を踏まえた調査結果において、生態影響の最低濃度として0.0318 μg/Lが報告された。

3. 災害を防止するための調査・研究

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

原口 幸雄*・鈴木 克尚*・吉田 高樹**

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、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」を策定することとなった。

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、これを受けて各直轄管理河川では、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」を公表することとなった。

改訂された維持管理編においては、「河川維持管理計画」において定めるべき一般的な内容として、以下の項目が挙げられた。

- (1) 河川の概要
- (2) 河川維持管理上留意すべき事項
- (3) 河川区間区分
- (4) 河川維持管理目標
- (5) 河川の状態把握
- (6) 具体的な維持管理対策
- (7) 地域連携等
- (8) 効率化・改善に向けた取り組み

上記のうち、河川維持管理目標については、河道流下断面の確保、各河川管理施設の機能維持とされ、目標設定に対して基本的な考え方のみが示され、より具体的な内容について示されていない。

一方、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、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と維持管理編に示されている。

また、サイクル型の河川維持管理を実施していく上では、サイクルにおける各ステップの一定の目安となる維持管理基準が定まっていることが作業上欠かせない。特に、PDCA サイクルの C に当たる評価において維持管理基準を具体的に設定することが特に重要である。

そこで、これまで財団の河川維持管理に関する研究や受託業務で得られた知見に加えて、新たに H23 管内維持管理計画検討業務(国土交通省関東地方整備局京浜河川事務所)において実施した多摩川・鶴見川・相模川の河川特性や被災事例、出張所ヒアリング等で得られた情報をもとに、実河川での現状や課題を把握したうえで、河川維持管理に関する検討を進めてきたものである。

本稿においては、河川維持管理計画の管理項目のうち治水・河川管理施設(堤防、低水護岸)の維持管理項目を対象とし、現在の河川整備状況・河川管理施設等の機能維持を図るための維持管理行為に関して、目視や簡易計測などにより効率的に機能評価が可能なレベルの維持管理基準の具体的な設定について提案するものである。

* (財) 河川環境管理財団 河川環境総合研究所 主任研究員

** (財) 河川環境管理財団 河川環境総合研究所 副所長

2. 維持管理基準の考え方

2.1 2段階評価方式のサイクル型維持管理

現在、河川維持管理を実施する上での課題としては、河川維持管理関連への予算の削減や河川維持管理を担う人員の減少により、河川の維持管理が十分に実施出来ていない状況下であるとともに、担当職員等の定期的な異動により、河川の維持管理にかかわる現場での維持管理技術の継承が難しい状況下であることも課題として挙げられる。

以上の現状認識を踏まえ、河川維持管理を効率的・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・従前からの変化量と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。

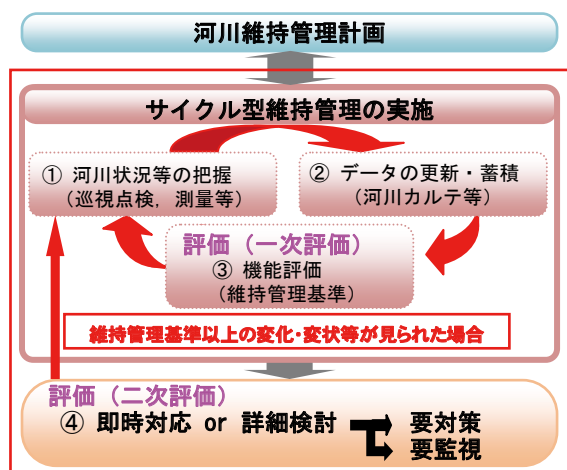


図 2・1 2段階評価方式のサイクル型維持管理

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必要最低限の監視・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「しきい値」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 建造物のクラック幅など）
- ② 「しきい値」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ものとする。（局所洗掘に対する護岸の安定性など）

これら二つの手法のうち、施設の種別ごとに、どの手法を適用するかについて、検討を行い決めていくことが必要となる。

上記までに示した2段階評価方式のサイクル型維持管理における維持管理基準の設定の考え方、維持管理基準以上の変状が確認された場合の詳細検討の内容、プロセス等を以下に示す。

3. 堤防（断面形状）の維持管理基準

3.1 堤防（断面形状）の機能と監視・点検すべき箇所

堤防は、洪水時の流水が堤内地に流出することを防止するための施設であり、計画高水位以下の洪水を安全に流下させるため、一定の堤防高・断面形状を縦断方向に連続して確保し、その機能が保持されるよう適正に維持管理を実施する必要がある。

堤防は、河川改修の歴史的経緯および河川管理施設等構造令上から土堤（盛土等によって築造するものとする）を原則としている。

土堤築造は、工事の施工性や被災時の復旧等においては他の工法に比べ経済性等のメリットも有り、過去から盛土等による築堤がなされ、河川の計画が変更されるたびに嵩上げ、腹付けなどの対応を行い現在の堤防形状に至っており（図 3・1）、堤体の土質が均一ではないものが多いこと、線的構造物であることより、全川的な点検・監視が必要となる。

早期に異常（変状）個所の発見や補修等を行うには、縦横断面形状の経年変化資料等を参照して、堤防天端高や断面形状の変化の傾向を把握するとともに、河川巡視等による監視・点検を行い、堤防の沈下状況や亀裂・陥没、法面のすべり、はらみだし等の変状をよく観察・記録し（図 3・2）、堤防機能の保持に努める必要がある。

樋門・樋管等の横断工作物周辺の堤防においては、コンクリート構造物等である樋門・樋管等の横断工作物と土構造物である堤防と挙動が異なることから、樋門・樋管等の近接部付近では、不等沈下等が生じ

ることにより堤体との段差（抜け上がり現象）や周辺の空洞化が進み、洪水時に水が函渠の壁面に沿って浸透し、水みちが次第に拡大し、最終的には大量の水が堤体内を通り、堤体土砂の流出等により堤防が破壊されることになる。

そのため、樋門・樋管等の横断工作物の周辺においては、堤防天端の抜け上がり現象や法面の段差、不陸・沈下、護岸の目地の開き等の変状をよく観察・記録し、堤防機能の保持に努める必要がある。

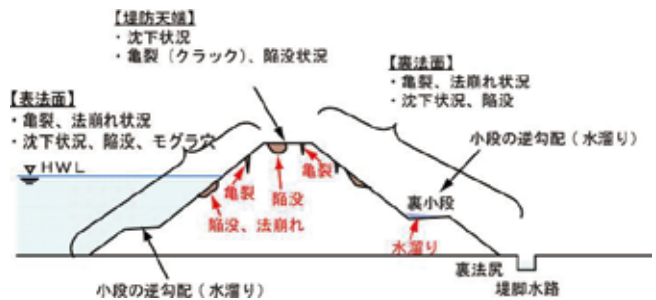


図 3・2 堤防（断面形状）の監視・点検箇所概要図

3.2 維持管理基準設定の考え方

1) 堤防天端の沈下

堤防天端高については、堤体・基礎地盤の圧密による沈下相当分を増高した余盛りが設けられているものの、洪水・津波や地震による外力が加わった場合に想定以上の沈下が生じる可能性がある。そのため、現状の流下能力を悪化させないことおよび堤体の安全性・健全性（堤防沈下に伴う堤体のゆるみ、浸透路長の減少等）の保持の観点から、完成堤防区間の維持管理基準は計画堤防高とする。

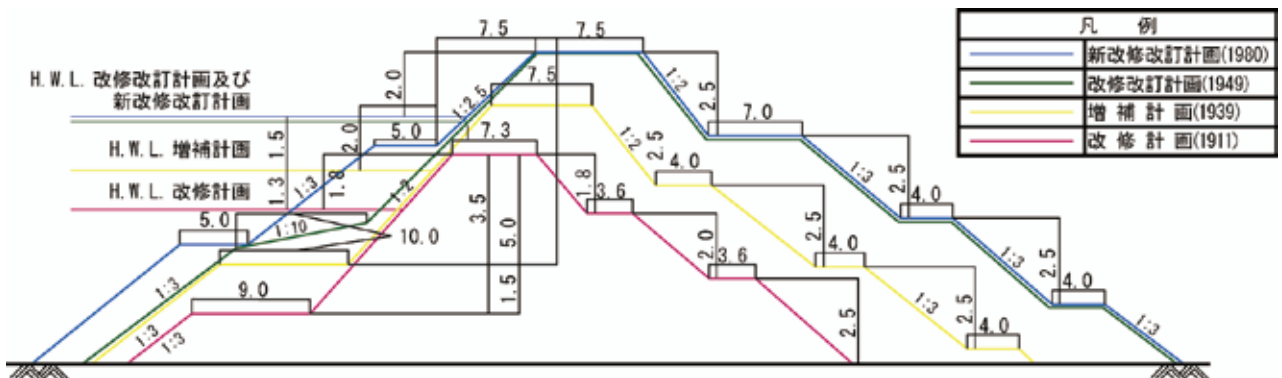


図 3・1 利根川における築堤計画の標準断面の変遷

また、現況堤防高が計画堤防高に満たない暫定堤防の場合も、完成堤区間と同様な考えとし、現状の流下能力を悪化させない等、暫定堤防区間の維持管理基準は現況堤防高とする。

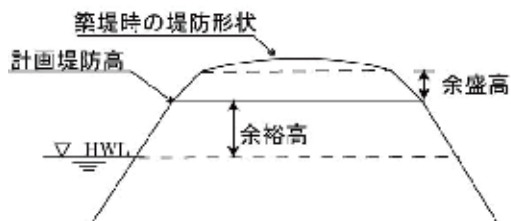


図 3・3 余盛高イメージ図

表 3・1 堤防余盛基準による余盛高

堤体の土質		普通土		砂・砂利	
地盤の土質		普通土	砂・砂利	普通土	砂・砂利
堤高	3m 以下	20cm	15cm	15cm	10cm
	3～5m まで	30cm	25cm	25cm	20cm
	5～7m まで	40cm	35cm	35cm	30cm
	7m 以上	50cm	45cm	45cm	40cm

出典) 堤防余盛基準について (昭和 44. 1. 17 建設省河治発第 3 号による治水課長通達)

2) 堤防天端の亀裂

堤防天端の亀裂については、堤防への雨水浸透の抑止、堤防のすべり崩壊（あるいは変異）への懸念等の観点から、舗装の有無により維持管理基準を設定する。

舗装してある場合は、亀裂部の深さをノギス等で計測し、予防的措置をも考慮して深さが舗装厚（概ね 5cm）の半分程度まで到達している場合を維持管理基準とする。舗装が施していない場合は、目視で確認した場合を維持管理基準とする。



写真 3・1 堤防天端の亀裂事例

3) 堤防天端の陥没

堤防天端の陥没については、堤防への雨水浸透の

抑止、管理用通路としての機能保持、堤体部の異変の観点から、水溜りが出来る程度の窪み（10cm 程度）を目視で確認されれば、補修等の措置を図る必要が想定されることから、この変状を確認した場合を維持管理基準とする。

4) 堤防法面の亀裂、沈下、法崩れ

堤防法面の亀裂（クラック）、沈下、法崩れ（すべり、はらみだし）については、目視で確認されれば、堤防機能への異常を来し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維持管理基準とする。

5) 抜け上がりによる横断工作物周辺堤防の変位

樋門・樋管等の横断工作物周辺の堤防天端の変位については、樋門・樋管上端面と近接部上面との段差が 20cm 以上になると函渠周辺に空洞が発生している可能性が高いとされている。（現場技術者のための河川構造物維持管理の実際 平成 17 年 7 月 末次忠司 山海堂）そこで、空洞化の発生が予想され、予防的措置をも考慮して段差が 10cm 程度発生した場合を維持管理基準とする。

6) 横断工作物周辺の護岸の不陸・沈下

樋門・樋管等の横断工作物周辺の護岸の不陸・沈下については、目視によりブロック厚程度の沈下（不陸）等が見られる場合は、目地の拘束力の低下が懸念され、護岸下の吸出し防止材の破断・破損（連節ブロック）や背面からの土砂の吸出しなどの異常（空洞等）が発生している可能性が高いこと、堤防の機能に異常をきたしている可能性があることから、ブロック厚程度の沈下（不陸）を維持管理基準とする。

（張りブロックの厚さは一般的に 9～18cm 程度である。多摩川においては 15cm である。）



写真 3・2 横断工作物周辺の護岸の沈下事例

3.3 施設の機能の健全性等を評価するための検討プロセス

1) 堤防天端沈下

維持管理基準を超える変状が認められた場合には、詳細な現地調査（地形測量、横断測量等）を行い、変状範囲・内容の特定を行う。

次に、堤防の施工（工事）履歴や過去の地形状況（旧川跡など）、当該地点の土質性状（既往資料）データおよび「河川堤防設計指針（H14.7 河川局治水課）」による堤防点検時（洗掘、すべり破壊、浸透の評価）の検討資料を活用し、必要に応じて堤体の安定計算、堤体および地盤の液状化のチェック（併せて液状化に伴う側方流動等）、浸透流解析結果などの工学的見地からも検討・評価を行い、変状要因の解明に努め、要対策・要監視などの措置を図るものとする。

なお、変状個所において既往の土質調査資料、堤防詳細点検資料（近傍断面評価）が無い場合、あるいは変状規模が大規模な場合は、必要に応じて以下の調査検討を行う。

- ・ボーリング、サウンディング等調査（土層構成の把握、土質性状の把握）
- ・物理試験（土質の物理特性を求める試験：粒度試験、土粒子の密度試験等）
- ・力学試験（土質の力学的性質を求める試験：透水試験、三軸圧縮試験等）
- ・堤体の安全性、健全性を検証するための安定計算（円弧すべり計算、浸透流解析等）、堤体および基礎の液状化、側方流動等の検証

2) 堤防天端の亀裂、陥没

維持管理基準を超える変状が認められた場合には、詳細調査を行い、変状範囲・内容（亀裂の長さ、幅、深さ等）の特定を行う。

変状範囲が局所的である場合は、必要に応じて適正な補修等の措置を図るものとする。

変状要因が堤体または基礎地盤の変状に起因すると想定される場合や変状規模が大きい場合は、「堤防天端沈下」と同様の調査検討を実施し、要対策・要

監視などの措置を図るものとする。

3) 堤防法面の亀裂、沈下、法崩れ

維持管理基準を超える変状が認められた場合には、詳細調査を行い、変状範囲・内容（変状個所の長さ、幅、深さ等）の特定を行う。

変状範囲が局所的である場合は、必要に応じて適正な補修等の措置を図るものとする。

変状要因が堤体または基礎地盤の変状に起因すると想定される場合や変状規模が大きい場合は、「堤防天端沈下」と同様の調査検討を実施し、要対策・要監視などの措置を図るものとする。

4) 抜け上がりによる横断工作物周辺の変位

維持管理基準を超える変状が認められた場合には、詳細な現地調査（地形測量、縦横断測量等）を行い、変状範囲・内容の特定を行う。

次に、既存の設計・完成図書、当該地点の土質性状データ、補修履歴（グラウト等）・空洞化調査等の基礎データを収集・整理するとともにグラウトホールが設けられている構造物については函渠下の空洞化調査を行い、必要に応じて連通試験等または非破壊試験（高密度電気探査、地下レーダ探査等）を実施し、函渠周辺の堤体内部状況（空洞化の状況）を把握しこれらを活用し、検討評価を行い、抜け上がり、沈下（不陸）の変状要因の解明に努め、要対策・要監視などの措置を図るものとする。

5) 横断工作物周辺の護岸の不陸・沈下

維持管理基準を超える変状が認められた場合には、詳細な現地調査（地形測量、縦横断測量等）を行い、変状範囲・内容の特定を行う。

変状範囲が局所的である場合は、部分的に護岸ブロックを剥いで堤体の空洞化状況を確認し、必要に応じて適正な補修等の措置を図るものとする。

変状要因が抜け上がりや漏水・土砂の吸出しに起因するなど、変状規模が大きい場合は、「抜け上がりによる周辺堤防の変位」と同様の調査検討を実施し、要対策・要監視などの措置を図るものとする。

4. 低水護岸の維持管理基準

4.1 低水護岸の機能と監視・点検すべき箇所

低水護岸は、河道内の流水による河岸の侵食や河床の洗掘に対して、低水路河岸および高水敷、堤防等を保護する目的で設置される構造物である。

流水により河床の洗掘（根固工が設置されている区間は根固工の沈下、流出等）が生じ、河岸の侵食により護岸が被災すると、河岸沿いの管理用通路・高水敷の保全や堤防等への悪影響を及ぼし、しいては堤防の欠壊等へとつながる場合がある。

そのため、突っ込みタイプ護岸の場合は、基礎部・根固工の変状、法覆工の沈下（不陸）、はらみだし、めくれ、欠損、クラックなどの変状を監視し、目地の開き等による空洞化等の予兆となる変状をよく観察・記録し、低水護岸としての機能保持に努める必要がある。

矢板護岸の場合は、鋼矢板の腐食・欠損、漏水などの変状を監視するとともに、根固工の変状、鋼矢板の傾倒、基礎コン・平場・法覆工の沈下（不陸）やクラック、部材の継目の開き等による空洞化等の予兆となる変状をよく観察・記録し、矢板護岸の機能保持に努める必要がある。

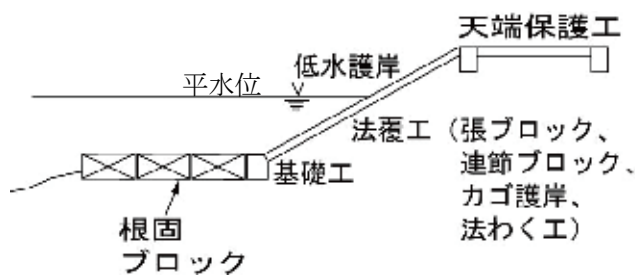


図 4・1 突っ込みタイプ護岸の模式図

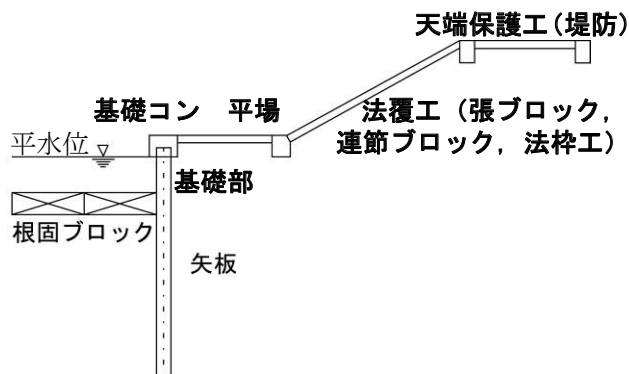


図 4・2 矢板タイプ護岸の模式図

4.2 維持管理基準設定の考え方

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維持管理基準とする。



写真 4・1 コンクリートブロック張り護岸



写真 4・2 連節ブロック護岸



写真 4・3 法枠工



写真 4・4 矢板護岸

1) 基礎部

①基礎工の変状（沈下等）が確認された場合は、法覆工部への影響（支持不足）が生じ、護岸機能の低下（安定性など）が想定されることから、この変状を確認した場合を維持管理基準とする。



写真 4・5 局所洗掘による護岸基礎の吹出しによる被災事例

②矢板工については、目視で、鋼矢板の腐食、破損、傾倒が見られる場合は、護岸基礎としては不安定となること、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、護岸の安定性に影響すると想定されることから、この変状を確認した場合を維持管理基準とする。



写真 4・6 矢板護岸の傾倒事例

③根固工が設置されている区間においては、根固工の変状（沈下、流出等）が確認された場合は、基礎工、法覆工へ影響が生じて護岸機能の低下（安定性など）が想定されることから、この変状を確認した場合を維持管理基準とする。

2) 法覆工（部）

法覆工として一般的な工法であるコンクリートブロック張り護岸、連節ブロック護岸、カゴ護岸、法枠工について維持管理基準設定の考え方を示す。

① コンクリートブロック張り護岸

コンクリートブロック張り護岸の場合は、ブロック間の目地開き、欠損、沈下（不陸）、はらみだしの変状が見られる場合は、目地の拘束力の低下が懸念され背面の土砂の吸出しなどによる異常（空洞等）が発生している可能性が高いこと、次期出水により欠損範囲が拡大し、破壊する可能性があることから、ブロック相当厚程度の沈下（不陸）を維持管理基準とする。（張りブロック厚は一般的に9～18cm程度である。多摩川においては15cmである。）



写真 4・7 コンクリートブロックの沈下事例

② 連節ブロック護岸

ブロックの沈下（不陸）、はらみだしの変状においては、ブロック厚以上の沈下（不陸）、はらみだし等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、ブロックの欠損等が生じると今後の出水で欠損範囲が拡大し破壊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維持管理基準とする。

また、連結鉄筋の破断や錆びによる機能劣化が生じるとブロック間の連繋がなくなり護岸としての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、護岸背面の土砂吸出しによる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維持管理基準とする。（連節ブロック厚は一般的

には12～35cm程度である。多摩川での近年施工の連節ブロック厚は25cmである。）



写真4・8 連節ブロックのはらみだし事例

③ カゴ護岸

カゴ材が破断しており、中詰め材が流出すると護岸機能が損なわれること、また、護岸が追従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から、これら変状を確認した場合を維持管理基準とする。（多摩川での近年施工のカゴ護岸の厚さは50cmである。）



写真4・9 カゴ護岸の被災事例

④ 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維持管理基準とする。

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事から、クラック幅については、コンクリート標準示方書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、無筋の場合は護岸の構造体としての安定性があることから全体的にクラックが廻

っている場合を維持管理基準とする。（多摩川での近年施工の法枠工の厚さは80cmである。）

3) 天端保護工

天端部の欠損、または背後地盤の侵食・洗掘は、洪水に対して更に洗掘される可能性が高くなり、落ち込み流により法覆工の破壊につながるなどから、これら変状を確認した場合を維持管理基準とする。



写真4・10 背面土砂の侵食・洗掘事例

4) 取り付け部

取り付け部で一般的に用いられている連節ブロックやカゴマット等のめくれ、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維持管理基準とする。

4.3 対策等を判断するための検討プロセス

1) 基礎部

基礎工の変状（沈下・傾倒等）、根固工の変状（沈下、流出等）が確認された場合、また矢板護岸の鋼矢板の腐食、破損、傾倒、背面土砂の流出を確認した場合は、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する。

なお、変状個所において既往の土質調査資料、護岸の設計条件に関する資料等が無い場合、あるいは

変状規模が大規模な場合は、必要に応じて以下の調査を実施したうえ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する。

- ・計画高水流量等流下時の流速等洪水外力の把握
- ・低水路河床および河岸部の河床材料、河川土質性状の把握
- ・出水後および経年的な局所洗掘深（上下流部分を含む）等の把握
- ・護岸および基礎工・根固工等構造形式の把握

2) コンクリートブロック張り護岸

コンクリートブロックの欠損、目地開き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する。

法覆工の沈下（不陸）、目地開きからの土砂の吸出し状況が確認された場合は、背後地盤の変位によるもの、残留水圧によるもの等の複数の要因が想定されるため、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とともに測量等により変状範囲・状況を把握し更に、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機能評価を行い、要対策・要監視などの措置を図るものとする。

3) 連節ブロック護岸

連結筋の破断、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、堤体地盤の変位によるもの、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する。

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り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する。

4) カゴ護岸

カゴ材が破断、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、背後地盤の変位によるもの、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する。

カゴ護岸が追随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、必要に応じて基礎部の調査、コンクリートブロック張り護岸と同様な調査を実施し、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する。

5) 法枠工

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する。

法枠工の沈下（不陸）が確認された場合は、コンクリートブロック張り護岸の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する。

6) 天端保護工、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、連節ブロックやカゴマットのめくれ・ずり落ちが確認された場合は、洪水に対して更に洗掘される可能性が高くなり、法覆工への破壊につながることで、また本護岸への影響があることから、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する。

5. 今後の課題

以上のとおり、効率的・効果的に河川維持管理を実施するための2段階評価方式のサイクル型維持管理を実施していく上での維持管理基準の考え方を示した。

今後、更に効率的・効果的に維持管理を行うために、以下の点を検討していく必要がある。

5.1 現場での試行を通じた維持管理基準(管理目標値＝閾値)の検証

サイクル型維持管理の実施の中で、今後発生する被災事象や水文水理データ、詳細調査から得られた機能評価結果等を蓄積し、施設等の安全性・健全性の度合いを考慮した評価手法や維持管理基準等を検討し、適宜見直しを行っていくことが重要である。

さらに、大規模出水や局地的豪雨の発生、河道改修や河川管理施設の新設に伴う河道形状の改変等により新たに発生した場合の被災事象については、詳細調査等による要因分析を実施した上で、その後の維持管理上の機能評価を行うための監視・点検内容や維持管理基準等の設定、更新を行う場合の設計思想の変更など、適宜見直しを図っていく必要がある。

謝辞

本研究は、国土交通省関東地方整備局京浜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、京浜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.
- 財団法人 国土開発技術研究センター編(1998)改定 解説・河川管理施設等構造例：pp117.
- 末次忠司(2005)現場技術者のための河川構造物維持管理の実際：pp94～97.
- 鈴木克尚・吉田高樹・郡司篤(2010)現場における効果的・効率的な河川維持管理手法の検討, 河川環境総合研究所報告第16号：pp97～101.
- 鈴木克尚・吉田高樹・山田政雄(2011)小貝川におけるサイクル型河道方策について, 河川環境総合研究所17号：pp92～94.
- 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.

震災後に復旧した河川管理施設の 監視・点検のあり方について

鈴木 克尚*・吉田 高樹**

1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震は、観測史上最大の地震であり、東北地方および関東北部の太平洋沿岸に巨大な津波が襲来し、さらに液状化現象、地盤沈下などにより甚大な被害をもたらした。また、3 月 11 日の本震以降、比較的規模の大きい余震が継続的に多数発生し、被害が拡大し堤防、樋門・樋管、護岸などが広範囲に亘って被災した。このような状況において、出水期までの間が短く、早急に復旧することが急務であり、亀裂除去や復旧盛土等の応急復旧を実施した。

従前、このような大規模な地震によって広範囲に被災した事例が少ない上、これら応急復旧を実施した河川管理施設を対象とした点検手法は確立されていない状況であった。そのため、広範囲に亘って応急復旧した河川管理施設の効率的、効果的な点検方法が求められた。

そこで、被災復旧した河川管理施設の監視・点検方法について検討、提案した。

提案する監視・点検は、図 1・1 のフローのとおり、本復旧までの間と本復旧後数年間実施するものであり、本復旧後数年経た後、河川管理施設の状態が安定したことを見極めた上で、通常の監視・点検内容の実施に戻るものとした。本復旧後数年の経過措置を執るのは、盛土後数年は堤体・基礎地盤の圧密沈下等の進行が想定されることを鑑みたものである。

なお、本稿は、利根川下流区間を対象に検討し、それらの知見をとりまとめたものであり、対象とする河川管理施設は堤防と、堤防に付随する樋門・樋管、高水護岸とした。

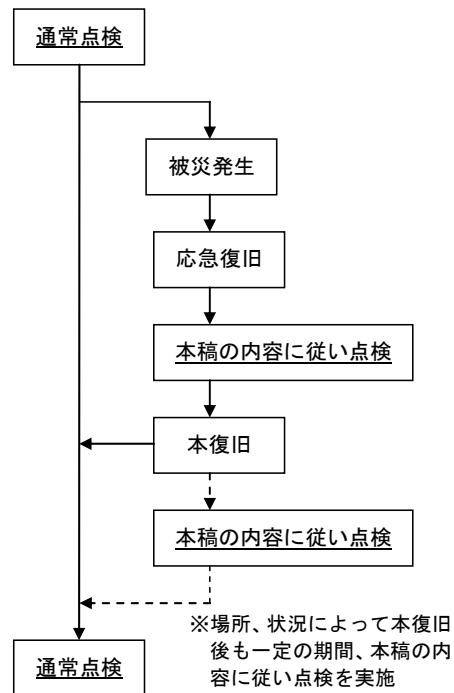


図 1・1 本稿で提案する監視・点検の位置づけ

2. 被災、復旧の概要

2.1 地震の概要

平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分、宮城県牡鹿半島の東南東沖 130km の海底を震源として発生した東北地方太平洋沖地震は、日本における観測史上最大のマグニチュード (Mw) 9.0 を記録し、震源域は岩手県沖から茨城県沖までの南北約 500km、東西約 200km の広範囲に及んだ。

この地震の特徴は、地震の継続時間が長かったことであり、近年発生した宮城県沖地震や兵庫県南部地震、十勝沖地震、新潟中越地震と比べると、地震の継続時間が 2 倍以上の長さとなっている。また、

* (財) 河川環境管理財団 河川環境総合研究所 主任研究員

** (財) 河川環境管理財団 河川環境総合研究所 副所長

大きな余震が継続的に多数発生しており、3月11日の本震以降、7月31日までに観測された震度4以上の地震（本震及び余震）は189回に上っている。

この地震により、場所によっては波高10m以上、最大遡上高40.5mにも上る大津波が発生し、東北地方と関東地方の太平洋沿岸部に壊滅的な被害をもたらした。

また、大津波以外にも、地震の揺れや液状化現象、地盤沈下などによって、東北と関東の広大な範囲で被害が発生し、各種ライフラインも寸断された。

平成23年7月25日時点で、震災による死者・行方不明者は2万人以上、建築物の全壊・半壊は合わせて24万戸以上、ピーク時の避難者は40万人以上、停電世帯は800万戸以上、断水世帯は180万戸以上に上った。政府は震災による被害額を16兆円から25兆円と試算している。

2.2 被災概要、被災要因

東北地方太平洋沖地震により、関東地方整備局管内の堤防等河川管理施設では、931箇所（平成23年10月31日時点）の堤防の沈下、法崩れ、亀裂等が発生した。

- ・大規模な被災箇所【55箇所】：損傷のレベルが計画高水位（HWL）以下までの損傷、堤防全体に及ぶ損傷
- ・中規模な被災箇所【149箇所】：損傷のレベルがHWL以深に達しない損傷、部分的にHWL程度までの損傷

- ・小規模な被災箇所【727箇所】：クラックなど比較的軽微な損傷

大規模被災箇所の被災状況と被災要因を整理した結果、被災要因は概ね以下のとおりに集約される。

旧河道・旧落堀、干拓地で被災した割合が高く、地震動により基礎地盤（あるいは堤体）の液状化が発生し、また液状化による側方流動により亀裂、沈下等の変状が発生した。さらに、樋門周辺では周辺堤防の抜け下がりが発生した。

堤体の土質構成により、基礎地盤液状化によるもの、堤体の部分液状化によるもの、上記の複合によるものの3パターンに分類される（図2・1）。

基礎地盤液状化によるものは、旧河道や旧落堀に該当している箇所が多く、堤体の部分液状化によるものは、氾濫原や自然堤防に該当している箇所が多かった。

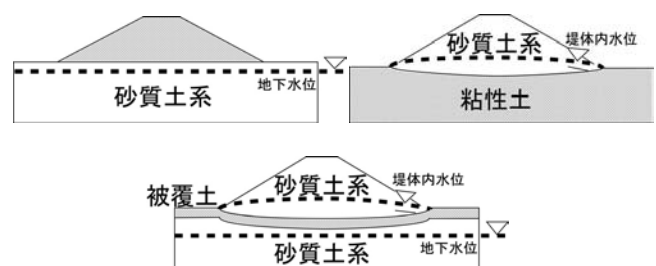


図2・1 堤体土質構成イメージ

2.3 被災施設の復旧概要

地震により被災した施設等については、出水期に向けて堤防等の応急復旧が実施された。

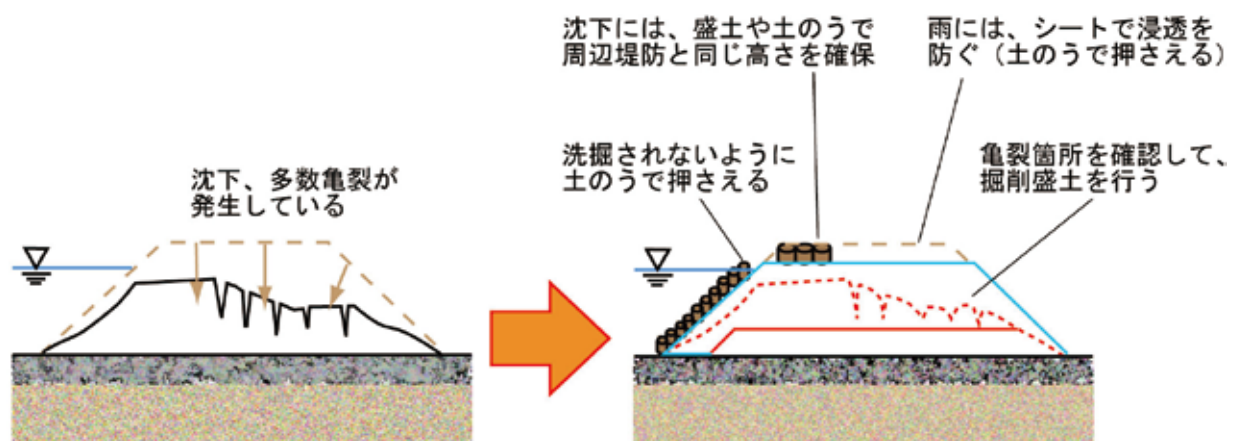


図2・2 復旧模式図

被災堤防の復旧は、被災が広範囲かつ多数にわたること、余震により被災箇所が増加したこと、対策可能期間が出水期（6月）迄と短いことから、亀裂除去や復旧盛土等の応急復旧を実施し、構造物周辺の空洞化が予想された箇所については、グラウトを実施した。（護岸や液状化対策等の時間を要する対策は、出水期明けの復旧で実施することとされた）

応急復旧後の監視・点検は、応急復旧工種ごとに分類、類型化することが望ましく、点検を実施していく上では、堤体の内部の状況の確認を行うことが困難なため、法面などの変状を捉えることが主な監視・点検対象となる。

応急復旧においては、法面の対策上の相違点は、植生工（芝張り）を行ったか、植生工（芝張り）を行わずブルーシートにて対応したかである。

以上のことから、堤防については、植生工なし（ブルーシートで対応）、植生工ありに区分し、点検内容等を決定した。

3. 監視・点検の着眼点

監視・点検を行っていく上では、応急復旧後の余震などの外力により起こりうる被災形態を想定し、被災形態ごとに点検すべき着眼点を明らかにすることが効率的・効果的な点検につながるため、応急復旧後の外力による起こりうる被災形態を整理し、被災形態ごとの監視・点検の着眼点を明らかにした。

被災が起こりうる外力としては、余震（新たな地震を含む）、集中豪雨、出水（津波、強風）である。

3.1 堤防の監視・点検の着眼点

これら外力に対して、応急復旧した堤体に対しては、以下の被災形態が想定される。

- ・従前からの基礎地盤および堤体の圧密過程での緩み、また、地震時の堤体等の緩み（応急復旧範囲外）が生じている可能性があり、余震等の振動や降雨による影響から沈下および法面の変状（すべり、はらみ）が発生する。
- ・復旧盛土と在来堤防の境界面で起こる不等沈下と

剪断破壊によって亀裂が発生する。

- ・復旧間もない堤防で余震や降雨洪水等によって沈下等変形や滑り等が発生する。
- ・シート張りの劣化や固定不足（押さえ土のう）により暴風等でとばされ、耐浸食機能を失い堤体浸食が発生する。

これらを要因として起こりうる被災形態は、陥没・沈下、剪断破壊、法面のすべり等、法面（堤体）の侵食の概ね4点である。

これらの被災形態に対して、以下の事柄を把握すれば、変状に対する予兆現象を捉えることが可能となる。

陥没・沈下や剪断破壊（亀裂）に対しては、堤体（天端、小段）の沈下状況、天端の亀裂等の把握をする。

法面等のすべり等に対しては、法崩れを把握する。

法面（堤体）の侵食に対しては、法面保護として植生工を実施した場合については、法面および天端、小段の亀裂を把握する。法面保護として植生工を行わず、ブルーシートで対応している場合については、法面を直接点検することが困難であるため、天端の亀裂を把握するとともに、ブルーシートで対応している場合は、ブルーシートおよび土のう袋の劣化状況の把握を行う必要がある。

表3・1 堤防の監視・点検の着眼点

被災形態	監視・点検すべきポイント
陥没・沈下	堤体の沈下状況
剪断破壊	天端の亀裂
法面のすべり等	法崩れ (法面のすべり、はらみ等)
法面（堤体）の侵食	植生工あり 法面のガリ侵食、亀裂
	植生工なし ブルーシート、土のう袋の劣化状況

3.2 樋門・樋管の監視・点検の着眼点

前述した被災が想定される外力に対して、樋門・樋管（グラウト等で対策）に対しては、以下の被災形態が想定される。

- ・門柱部、翼壁部は、余震等により水平外力を受けることから、函体部との継手箇所のずれが生じ、

堤体等から土砂の吸出しを受け、また、門柱部の傾倒によりゲートの開閉や水密性に支障を来たすことがある。

- ・護岸の破損により、洪水時の堤防法面、高水敷洗掘が進行する。
- ・樋門・樋管等周辺の堤体部では地震等による外力により不等沈下が発生し、空洞化が生じる可能性がある。

起こりうる被災形態は、樋門・樋管周辺の空洞化、ゲート開閉機能の障害、堤防法面の侵食・高水敷洗掘の概ね3点である。

そのため、樋門・樋管の函体部、門柱部、翼壁部や堤防を横断する工作物周辺を監視していくとともに、堤防（又は取付）護岸等の状態を監視していくことが必要である。これらの着眼点から、堤防天端や堤防法面の抜け上がりや、樋門・樋管の健全性を把握すれば、空洞化の事象、ゲート機能劣化等をある程度捉えることが可能となる（表4・2に具体的な監視・点検内容を示した）。

表3・2 樋門・樋管の監視・点検の着眼点

被災形態	監視・点検すべきポイント
樋門・樋管の空洞化	樋門・樋管周辺の堤防高の沈下状況 堤防（又は取付）護岸の状況 本体と翼壁とのジョイント部の開き 函体部の状況 漏水状況
ゲート開閉機能の障害	門柱部の状況
堤防法面の侵食、高水敷洗掘	堤防（又は取付）護岸の状況

3.3 高水護岸の監視・点検の着眼点

前述した被災が想定される外力に対して、高水護岸に対しては、以下の被災形態が想定される。

- ・復旧間もない堤防で余震や降雨等によって沈下等変形や滑り等が発生し、また、洪水による外力に伴い高水護岸（堤防護岸）の損傷が発生する。

起こりうる被災形態は、法覆工の変状である。

高水護岸（堤防護岸）は、堤防法面の侵食防止、洪水流の衝撃緩和を目的として設置されている。そ

のため、高水護岸（堤防護岸）の機能維持を図る上では、法覆工の健全性を維持すること、法覆工の変状を監視していくことが必要であり、ブロックマット等の変状の把握を行っていくことが機能維持を行っていく上で重要となる。

表3・3 高水護岸の監視・点検の着眼点

被災形態	監視・点検すべきポイント
法覆工の変状	ブロックマット等の変状

4. 監視・点検内容

3. で整理した監視・点検の着眼点に基づいて、着眼点ごとの監視・点検内容を設定した。監視・点検の効率化を図る上で簡便・簡易な目視確認・計測内容とした。

また、監視・点検においては、その頻度を設定することが重要であるが、本稿においては余震等が頻発していることを鑑み、監視・点検は平常時、出水や地震などの事象が生じた事後の二つに分けて整理した。

4.1 堤防の監視・点検内容

4.1.1 平常時

目視にて点検可能な内容については、河川巡視等で実施する。

実施頻度は、通常の定期的な点検の頻度にあわせて、1週間（or10日）に1回とする。なお、堤防高の沈下は、経時的に進行する事象であり、定期的に把握すべきものである。堤防高の沈下状況を目視で確認するのは難しく計器類による確認となり、事象が短期間に生じないことを考慮の上、点検頻度を下げ1ヶ月に1回とする。なお、計測値等に変化が無い場合には計測期間（間隔）をさらに延ばすものとする。

1) 堤防の沈下状況

堤防高の沈下状況の確認は、天端に定点を設定し、GPSによって高さを計測する。堤防天端の定点の間隔は50m程度とするが、暫定対策範囲延長をも考慮して決定する。

GPSによる静止観測による誤差は、衛星数(8衛星数で精度良好)によるがXY座標は通常1cm程度、Z座標は通常5cm程度である。

座標値を取得して、計測したデータを蓄積していくこととする。

2) 天端の亀裂

天端を目視にて確認する。初回の点検時には定点撮影を行い、変状が確認された場合は定点撮影を行い、両者の比較により、変状の度合いなどの確認を行う。亀裂が生じている場合は、亀裂周辺の歩行時の接地感覚が異なることが多い。よって亀裂の点検にあたっては、歩行時の接地感覚等に注意することとする。

3) 法崩れ(法面のすべり、はらみ等)

法面や小段等堤体の膨らみや、窪み(段差)に着目し、目視にて確認する。変状確認における定点撮影による比較は、2)天端の亀裂と同様である。

植生工なし(ブルーシートで対応した場合)の場合は、法面のすべり、はらみを目視で確認するのが困難であるため、被災を受けた法面に適当な長さの糸を張り、糸の状況(ゆるみ、切断)によって法面の変状を確認していく(写真4・1)。

また、植生工で対応した場合は、盛土等が施工されて間もない法面では、雨水や流水によって侵食されやすいので、亀裂、ガリー侵食の発生を特に注意深く観ていく(図4・1)。

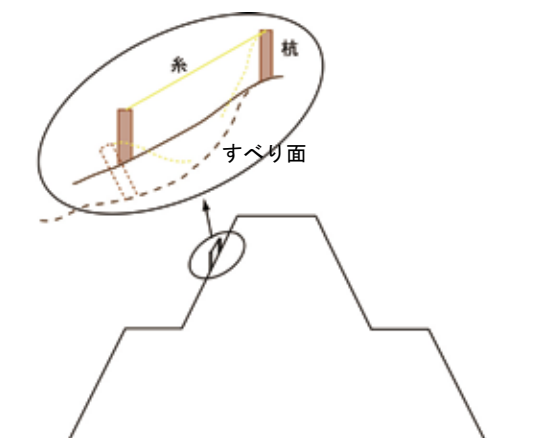


図4・1 法面に糸を張り、はらみ、すべり等を監視する手法の模式図

植生工なし(ブルーシートで対応)の場合は、さらに以下の点検を実施する。

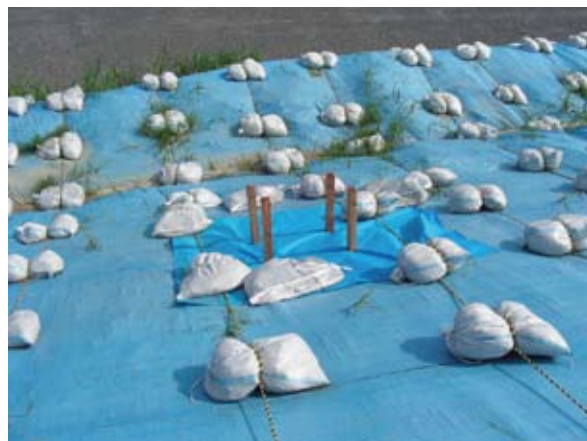


写真4・1 法面に1m四方に糸を張り法面の変状を監視している事例



写真4・2 植生工を実施した法面

4) ブルーシート、土のう袋の劣化状況の確認

ブルーシート、土のう袋の劣化状況は、目視にて行い、破断等の確認を行う。変状確認における定点撮影による比較は、2)天端の亀裂と同様である。

一般的に、ブルーシート、土のう袋の劣化は紫外線や風によって生じるものであるため、夏場を経過した後は、特に注意して点検する必要がある。

応急復旧後のブルーシート下に植生が繁茂した場合には、機能保持の観点から、状況に応じてブルーシートの撤去を行う。

なお、いずれの点検項目についても、点検開始前の初期状態(初期値)を把握し、記録しておく。

また、堤脚法尻部、堤脚付近に水路等(河川管理

施設以外も含む)がある場合には、水路等変状により堤防への影響があることから、必要に応じ点検箇所に加えるものとする。

4.1.2 集中豪雨後

集中豪雨が生じた場合、雨水・流水の堤体への浸透による堤体強度の低下(堤体のみかけ重量の増加、堤体土の剪断抵抗の低下)により、法崩れ(法面のすべり、はらみ)が生じる恐れがある。そのため、集中豪雨後に点検を行うものとするが、対象とする雨水の規模は、時間雨量50mm、または累加雨量が100mmとなった場合とする。

なお、「江戸川実物大堤防現地浸透実験 概要書：平成2年3月 建設省関東地方建設局」よると累計降雨量105mm(降雨強度15~18mm/h)の降雨実験で法面崩壊を来たとされている。

集中豪雨後の点検は、事象の発生頻度を考慮し、点検の効率化を図るため、概略の点検(外観点検)を行い、点検において何らかの変状が確認された場合、さらなる点検として、変状程度を把握するため、堤防小段の高さを計測する。

4.1.3 出水後(津波も含む)

出水による水位上昇による堤体内の湿潤線の上昇による堤体強度の低下は(堤体のみかけ重量の増加、堤体土の剪断抵抗の低下)、直接堤防沈下にはつながらないものの、注意を要する事象である。そのため、出水後に点検を行うものとする。対象とする出水の規模は、堤体に洪水流が接し始める水位(洪水流が高水敷に乗り上げる)として、当該区間の受け持ち観測所ではん濫注意水位以上となった場合とする。

出水後の点検も、集中豪雨後の点検と同様に、概略の点検(外観点検)を行い、点検において何らかの変状が確認された場合、さらなる点検として、堤防天端、堤防小段の高さを計測する。

4.1.4 暴風時及び暴風後(ブルーシートで対応した場合)

ブルーシートの劣化の要因として、紫外線および暴風が挙げられる。前者は経時的な事象であるため、

定期的な点検によって確認するが、後者は、冬期の北風のような比較的経時的な変化である場合もあるが、洪水期においては暴風などの突発的な事象発生後にも確認を行うことが必要となる。

対象とする風の規模は、判断し易さを考慮し、台風の接近(あるいは通過)による雨風が当該箇所が生じた場合とする。または、風速10m/s以上の風が発生した場合とする。

4.1.5 余震(新たな地震を含む)後

地震動による堤体基盤・堤体の緩い砂層の液状化、液状化による側方流動により、堤防高の沈下、法崩れ(法面のすべり、はらみ)が生じる恐れがある。そのため、地震後に点検を行うものとする。対象とする地震の規模は、「地震発生後の河川管理施設・砂防設備及び許可工作物の点検要領：平成21年4月1日国関整河管第146号」(以下、地震後の点検要領と称す)の規定に準じて震度4以上とする。

地震後の点検は、地震後の点検要領に準じて、内容に沿った点検を実施する。

上記点検において何らかの変状が確認された場合、さらなる点検として、堤防天端、堤防小段の高さを計測する。

以上をまとめて示すと表4・1のとおりとなる。

4.2 樋門・樋管の監視・点検内容

4.2.1 平常時

目視にて点検可能な内容については、河川巡視等で実施するものとする。

実施頻度は、堤防の監視・点検と同様、1週間(or10日)に1回、樋門・樋管周辺の堤防天端に定点を設け、堤防高の計測を1ヶ月に1回計測する。なお、上下流の定点位置は樋門・樋管の規模(抜け上がり範囲)等により決定する。

1) 樋門・樋管周辺の堤防の沈下状況

樋門・樋管の函体上部および上下流の堤防高の確認は、直接水準測量にて行う。

堤防を横断して設置されている樋門・樋管は、杭

表 4・1 堤防の監視・点検内容一覧

時期・頻度	外観点検	詳細点検
<p>平常時</p> <p>1週間に1回、河川巡視等で外観点検を目視によって実施する。ただし、堤防高の計測は、目視ではなく計器類により1ヶ月に1回程度とする。</p>	<p>・堤防天端に設置した定点の高さを計測する。</p> <p>・堤防天端の亀裂を確認する。 (植生工あり)・法面のすべり・はらみ等を確認する。 (植生工なし)・法面に適当な長さの糸を張り、糸の緩み、切断状況を確認する。プルシート、土のう袋の劣化状況を確認する。</p>	
<p>集中豪雨後</p> <p>時間雨量50mmまたは累加雨量100mmの降雨が発生した場合、河川巡視等で外観点検を目視によって点検する。外観点検で何らかの変状が確認された場合、詳細点検を実施する。詳細点検においては計器類を用いて小段高の計測を実施する。</p>	<p>・堤防天端の亀裂を確認する。 (植生工あり)・法面のすべり・はらみ等を確認する。 (植生工なし)・法面に適当な長さの糸を張り、糸の緩み、切断状況を確認する。</p>	<p>・小段の法肩ごとに設置した定点の高さを計測する。</p>
<p>出水後</p> <p>当該区間の受持観測所において、はん濫注意水位以上の出水が発生した場合、河川巡視等で外観点検を目視によって実施する。外観点検で何らかの変状が確認された場合、詳細点検を実施する。詳細点検においては、計器類を用いて堤防高、小段高の計測を実施する。</p>	<p>・堤防天端の亀裂を確認する。 (植生工あり)・法面のすべり・はらみ等を確認する。 (植生工なし)・法面に適当な長さの糸を張り、糸の緩み、切断状況を確認する。</p>	<p>・堤防天端に設置した定点の高さを計測する。</p> <p>・小段の法肩ごとに設置した定点の高さを計測する。</p>
<p>暴風時及び暴風後</p> <p>台風による風雨が発生した場合、または風速10m以上の突風が発生した場合、河川巡視等で目視によって実施する。</p>	<p>・プルシート、土のう袋の状況を確認する。</p>	
<p>余震(新たな地震を含む)後</p> <p>震度4以上の地震が発生した場合、既定の点検要領に準じて概略点検を実施する。概略点検において何らかの変状が確認された場合、詳細点検を実施する。</p>		<p>・堤防天端に設置した定点の高さを計測する。</p> <p>・小段の法肩ごとに設置した定点の高さを計測する。</p>

基礎で支持されている場合と直接基礎の場合では地盤改良されている場合がある。そのため、周囲の堤防とその基礎地盤の沈下特性の違いにより、樋門・樋管及び周辺堤防に空隙・空洞が生じ、堤体崩壊に至ることがある。近年の洪水時の被災においても、上記要因と推測される事例がいくつかあり、その重要度に鑑み、直接水準測量によって高さを把握する。

直接水準測量の実施にあたっては、より効率的に実施することを考慮し、樋門・樋管上部の堤防天端および上下流に1点ずつ定点を設定し、定点における測量を実施する。

樋管本体及び上下流の3点に
定点を設置し高さを測定

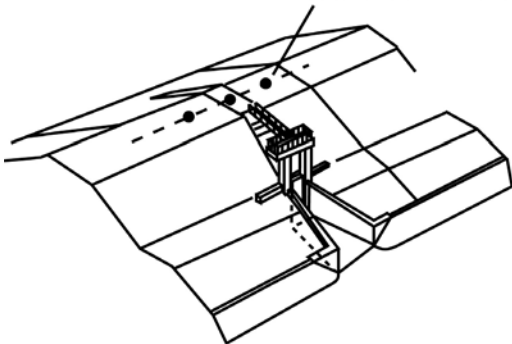


図 4・2 樋門・樋管本体及び周辺の定点設定例

2) 堤防(又は取付)護岸の状況

堤防(又は取付)護岸の不陸、ブロックの沈下を

目視にて確認する。初回の点検時には定点撮影を行い、変状が確認された場合は定点撮影を行い、両者の比較により、変状の度合いなどの確認を行う。なお、樋門・樋管周辺の護岸の点検範囲は、堤防(又は取付)護岸の範囲とする。

3) 本体と翼壁とのジョイント部の開き

本体と翼壁とのジョイント部の開きを確認する。変状確認における定点撮影による比較は、2) 堤防(又は取付)護岸の状況と同様である。

既に開きが生じている場合は、開き幅をノギス等によって計測する。なお、開き幅の計測に際しては、写真4・3のような「コンクリートひび割れ測定ゲージ」等の計器を活用することも有効である。

なお、点検開始前の初期状態(初期値)を把握しておく。

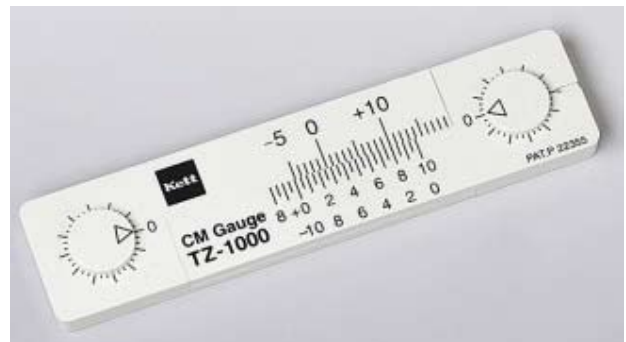


写真 4・3 コンクリートひび割れ測定ゲージ

また、取付水路の護岸については、今回の震災後においては応急復旧を実施しなかったが、出水後等においては水路閉塞あるいは増破により、排水機能の劣化および堤防への影響があることから、必要に応じて点検内容に加えるものとする。

4.2.2 出水中・出水後

既に空洞化が生じている場合は漏水等の事象が発生する可能性があるため、出水中、出水後に点検を行うことが必要となる。

対象とする出水規模は、堤体に洪水流が接し始める水位（洪水流が高水敷に乗り上げる）として、当該区間の受け持ち観測所ではん濫注意水位以上となった場合とする。

樋門・樋管においては、震災後、グラウト注入による対策を実施しているものが多いが、洪水時における周辺の堤防漏水を監視していく必要がある。漏水は、函体周辺付近に集中しやすいので、函体周辺付近を中心に監視する。

出水後の点検は、点検の効率化を図るため、空洞化、漏水の発生頻度を考慮し、概略の点検（外観点検）を行い、点検において何らかの変状が確認された場合、さらなる点検として、樋門・樋管周辺の堤防天端の高さを計測し、門柱部の確認を行う。

詳細点検としての門柱部の確認は、門柱部のクラック状況を目視にて確認する。また、縦断面および横断面の2点にあらかじめ設置したマーキングポイントにおいて、門柱部の垂直度をダイヤル式勾配計（スラント）（写真4・4）により測定する。初回の点検時には定点撮影を行い、変状が確認された場合は定点撮影を行う。



写真4・4 ダイヤル式勾配計（スラント）

4.2.3 余震（新たな地震を含む）後

3.2 で述べた空洞の発生要因は、地震後にも生じる可能性が高いため、余震発生後に点検を行うことが必要となる。そのため、地震後に点検を行うものとする。対象とする地震の規模は、地震後の点検要領により震度4以上とする。

地震後の点検は、地震後の点検要領に準じて、内容に沿った点検を実施する。

上記点検において何らかの変状が確認された場合、さらなる点検として、堤防天端、堤防小段の高さを計測する。

詳細点検としての函体内の状況の確認は、函体の継手部の開きおよびクラックの有無を目視にて確認する。初回の点検時には定点撮影を行い、変状が確認された場合は定点撮影を行う。

継手部の開きの有無の確認

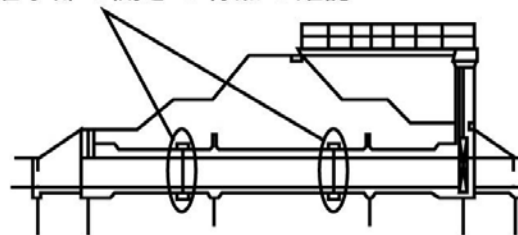


図4・3 函体の点検内容

4.3 高水護岸の監視・点検内容

4.3.1 平常時

河川巡視等で実施するものとする。

実施頻度は、1週間（or10日）に1回とするが、平常時の点検は、変化が見られない場合には期間を延ばすこととする。

ブロックマットの変状として、ブロックのはらみだし、めくれ、沈下状況を目視にて確認する。初回の点検時には定点撮影を行い、その後変状が確認された場合は定点撮影を行い、両者の比較により、変状の度合いなどの確認を行う。

なお、点検開始前の初期状態（初期値）を把握し、記録しておく。

表 4・2 樋門・樋管の監視・点検内容一覧

時期・頻度	外観点検	詳細点検
平常時 1週間に1回、河川巡視等で外観点検を目視によって実施する。ただし、樋門・樋管の函体上部及び上下流の堤防高の計測は、目視ではなく直接水準測量により1ヶ月に1回程度とする。	・堤防天端の樋門・樋管の函体上部及び上下流（堤防天端）の3点に設置した定点の高さを計測する。定点の高さは、直接水準測量によって計測する。 ・取付護岸の不陸、ブロックの沈下状況を確認する。 ・本体と翼壁とのジョイント部の開きを目視にて確認する。（既に開いている場合は、マーキングポイントを決めて、開き幅をノギス等によって定点観測を行う）	
出水後 当該区間の受持観測所において、はん濫注意水位以上の出水が発生した場合、河川巡視等で外観点検を目視によって実施する。外観点検で何らかの変状が確認された場合、詳細点検を実施する。詳細点検においては、計器類を用いて堤防高、門柱部の垂直度の計測を実施する。	（出水中） ・樋門・樋管周辺の漏水状況を確認する。 （出水後） ・取付護岸の不陸、ブロックの沈下状況を確認する。 ・本体と翼壁とのジョイント部の開きを目視にて確認する。（既に開いている場合は、マーキングポイントを決めて、開き幅をノギス等によって定点観測を行う）	・堤防天端の樋門・樋管の函体上部及び上下流（堤防天端）の3点に設置した定点の高さを計測する。定点の高さは、直接水準測量によって計測する。 ・あらかじめ設置したマーキングポイント（縦断面、横断面の2点）で、門柱部の垂直度及びクラック等を確認する。
余震（新たな地震を含む）後 震度4以上の地震が発生した場合、既定の点検要領に準じて概略点検を実施する。概略点検において何らかの変状が確認された場合、詳細点検を実施する。		・堤防天端の樋門・樋管の函体上部及び上下流（堤防天端）の3点に設置した定点の高さを計測する。定点の高さは、直接水準測量によって計測する。 ・あらかじめ設置したマーキングポイント（縦断面、横断面の2点）で、門柱部の垂直度及びクラック等を確認する。 ・函体の継手部の開き・ずれ及びクラックの有無を確認する。

4.3.2 出水後

高水護岸（堤防護岸）＝ブロックマットの変状要因となり得る出水発生後に点検を実施する。

対象とする出水規模は、堤体に洪水流が接し始める水位（洪水流が高水敷に乗り上げる）として、当該区間の受け持ち観測所でははん濫注意水位以上となった場合とする。

出水後の点検は、平常時の点検（ブロックのはらみ出し、めくれ、沈下状況）に加えて大型土のうの損傷状況の確認を行う。



写真 4・4 応急復旧箇所における高水護岸

4.3.3 余震（新たな地震を含む）後

高水護岸（堤防護岸）＝ブロックマットの変状要因となり得る地震発生後に点検を実施する。対象とする地震の規模は、地震後の点検要領により震度 4 以上とする。

地震後の点検は、地震後の点検要領に準じて、内容に沿った点検に併せて高水護岸（堤防護岸）のブロックのはらみ出し、めくれ、沈下状況に加えて大型土のうの損傷状況の確認を実施する。

5. 今後の課題

以上のとおり、大地震により被災し、応急復旧した河川管理施設の機能保持のための監視・点検内容を示した。

今後、より実効性のある監視・点検内容とするとともに、応急復旧した河川管理施設に限らず、河川管理施設の機能保持を効率的・効果的に行っていくためには、以下の検討を行っていく必要がある。

表 4・3 高水護岸の監視・点検内容一覧

時期・頻度	外観点検	詳細点検
平常時 1週間に1回、河川巡視等で外観点検を目視によって実施する。	・高水護岸のブロックのはらみ出し、めくれ、沈下状況を確認する。	
出水後 当該区間の受持観測所において、はん濫注意水位以上の出水が発生した場合、河川巡視等で外観点検を目視によって実施する。	・高水護岸のブロックのはらみ出し、めくれ、沈下状況に加えて大型土のうの損傷状況を確認する。	
余震（新たな地震を含む）後 震度4以上の地震が発生した場合、既定の点検要領に準じて概略点検を実施する。	・概略点検に併せて、高水護岸のブロックのはらみ出し、めくれ、沈下状況に加えて大型土のうの損傷状況を確認する。	

5.1 監視・点検内容の検証

現地での運用により、問題点・課題を抽出し、監視・点検内容の検証、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。

特に、頻度、計測間隔については、計測値等に変化がない場合は、頻度を少なくする、計測間隔を延ばす等の対応を図っていく必要がある。

5.2 データ蓄積・更新

効率的・効果的に河川管理施設の機能維持を図っていく上では、図5・1に示す点検、データ蓄積、評価を一連のサイクルとしたサイクル型河川維持管理を行っていくことが有効である。

したがって、サイクル型河川維持管理のプロセスに則って点検結果に対して、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・簡明なデータ蓄積とすることが肝要である。

謝辞

本研究は、国土交通省関東地方整備局利根川下流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、利根川下流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) 国土交通省 関東地方整備局（2011）平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震による河川被災状況（関東）[第8報]
- 2) 国土交通省 関東地方建設局（1990）江戸川実物大堤防現地浸透実験 概要書

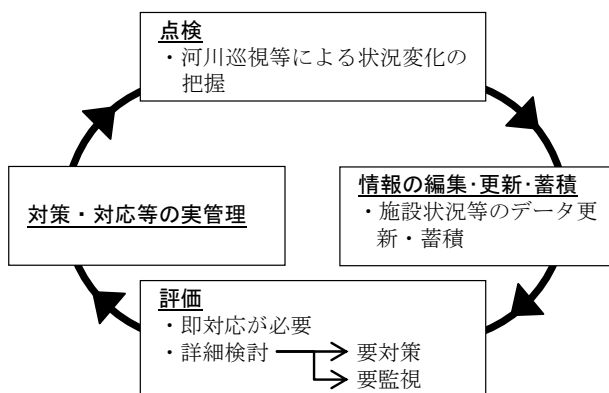


図5・1 現場におけるサイクル型点検手法

河道内の植生の適正な管理に向けて

鈴木 克尚*・山本 晃一**

1. はじめに

近年、河川低水路の河床低下・川幅縮小により、拡大された高水敷の藪化・樹林化が進行し河川流下能力の減少、河川高水敷上の耕作地が放棄地へ転化・藪化し河川景観の悪化が見られる。また、外来種のハリエンジュ、シンジュなどの樹木や、シナダレスズメガヤ、アレチウリ、セイタカアワダチソウ等の草本類が侵入・繁茂している。

一方で、河川管理施設、河川公園などの利用施設、親水施設に関わる植生管理も含めて、管理業務の合理化やコスト削減が求められているが、植生の持つ景観・生態環境機能の価値の重要性が言われている。

河川の持つ治水機能、利水機能、環境機能と調和を図りながら、河川区域内の植生をどのように維持管理するか、また、いかに植生を保全・再生するのかの回答が求められ、保全・復元技術の開発や植生管理システム（管理主体、管理費用）のあり方が問われている。

河川環境管理財団では、河川の維持管理の視点から堤防植生および河川区域内植生の管理手法、治水安全度の向上のための河道内樹林・草本の取り扱い方について調査研究を行ってきた。本報告は、これらの成果等を集約し、流水・土砂・植生・人為行為の相互関係、応答関係を踏まえ、求められる河川機能(価値)を考慮しながら、主に河川管理の視点から、今後の河川植生管理の方向・あり方についての検討成果を報告するものである。

本報告では、はじめに、河道内の植生に関する河道改修上及び維持管理上の法令における位置づけ等を、江戸時代から河道内植生の管理の変遷等を踏まえて整理した。さらに、これらを踏まえて、河道の整備・維持と植生管理、植生の保全と再生、

高水敷利用施設における植生管理のあり方について提案した。

なお、本報告で対象とする河川は沖積河川であり、主に一級河川の指定区間外の河川とする。

2. 河道内の植生の現状と課題

山間地の大型貯水ダムの建設、河道掘削などにより扇状地河川における低水路幅の縮小や固定化された中州が発生し、これらに樹木が侵入し樹林化した。また、民地では耕作放棄地が増加し植生が変化し、藪化や樹林化が生じた。

さらに侵入する草本種や樹木種にシナダレスズメガヤ、アレチウリ、ハリエンジュ、ニワウルシ(シンジュ)などの外来種が増えた。

河川における緑の価値の増加は、河川管理者と河川環境保護団体等との河川植生の取り扱いに関する協議やクレーム処理など河川管理業務の増加となり、河川内の樹林の伐採に当っては関心のある人々への説明が必要となった。

これらは、以下のような河道管理上の問題を生じさせた。

①粗度係数の増加による治水条件の変化

低水路幅の縮小や耕作放棄地の増加により、セグメント1および2においては高水敷の植生遷移が生じ、草高の高い草本類の占める面積や、樹林化の進行により、高水敷の粗度が増加し、流下能力の減少、遊水地の越流開始流量の変化が生じ、河川の治水機能の劣化が生じた。

* (財)河川環境管理財団 河川環境総合研究所 主任研究員

** (財)河川環境管理財団 河川環境総合研究所 所長

②景観の悪化・河川利用機能の低下

植生遷移過程において、高水敷の藪化などが生じ、景観の悪化、低水路部へのアクセス不能などが生じ、またゴミの不法投棄の誘引となり、河川利用機能の劣化が生じた。

③巡視への悪影響

草高の高い草本類の占める面積の増加、樹林化の進行により、見通しが悪化し、ゴミ等の不法投棄の増加や、河川巡視行為(巡視対象構造物の点検行為や不法行為の発見)の困難が生じた。

④希少生物の保全

1992年(平成4)6月5日「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」が制定され、河川空間に存在する希少動植物の保全が求められた。河川においては希少種の生息・生育空間を保全するために人の立ち入りを規制することが困難であり、また自然攪乱場であることもあり保全手法の策定が困難である。

⑤外来種の繁茂

河川堤防、高水敷、水際に外来種が繁茂し、その対策に苦慮している。

⑥外来牧草等による花粉症の発生

ネズミホソムギ、オオブタクサなど花粉症を生じさせる外来種が繁茂し、その消滅対策に苦慮している。

⑦野火の発生増加

河川高水敷上のオギ、ヨシ、ススキなどの群落は晩秋には枯れるが、倒伏せず枯れ草原となる。都会地に近い河川では非意図的あるいは意図的な発火より火災が発生することがある。野火発生の懸念から附近の住民から除草を求められることがある。

⑧河道形状の変化に対する対応

人為的作用による洪水および平時時の流量の変化と沖積地に流入する土砂量の減少は、セグメント1、2-1、2-2区間の上・中流部の河床低下と低水路幅の

縮小という地形変化をもたらし、その変化に伴う洪水攪乱頻度の変化により植生の遷移(河原から草地、樹林へ)が生じ、維持し易い河道形状および植生管理のあり方が問われた。

また、河川環境を保全・復元する「総合水系環境整備事業」の事業計画の立案とその後の維持管理、河川空間環境管理計画における植生管理のあり方についての答えも、強く求められている課題といえる。

一方で、わが国の財政赤字の拡大は、河道の維持管理行為の合理化(粗放化)への圧力を強くしている。自然に成長、遷移していく河川植生を、何のために、誰が、誰の費用で、いつ、どのようにして、管理していくのかという、植生管理システムの基本に関わる検討が必要となっている。

3. 河川管理における植生管理の経緯

河川における植生管理の実態を明らかにするため、沖積地の大開発が行われた16世紀後半から現在までの河川植生の位置(価値)付けの変遷を記す。また、これらを踏まえ、現状における植生管理行為の基となる河川整備計画、河川環境基本計画等についてその概要を記すとともに、植生管理や保全・再生の計画論上の位置づけを示す。

3.1 近世

①堤外地の管理

堤外地は洪水時における流水の流下空間であり、農民にとっては流れ作場である開発可能地であり、堤外地の草本・樹木は、農民にとって飼料、肥料、燃料、建築・農業用資材として有用資材であり、また田畑への開発可能地であった。また、堤外地の植生の繁茂や堤外地の家屋の存在は、流水の妨げとなるため、幕府はたびたび堤外地の開発規制と植物の刈り取りを指示している。

連続堤のある河川堤外地の植生の繁茂、構造物の建設は、洪水の通りが悪いとして好ましくないとされていた。

堤外地の植生は河川周辺の集落領民の管理に任されていたと言える。

②水害防備林

近世においては、氾濫被害の削減のために高い堤防を築造するだけの投資ができず、氾濫を許容する乗越堤の築造、水防林の造成あるいは河岸沿いの樹林の保全により、堤内地の被害軽減（土砂堆積の軽減、流水の集中の防止）を図っていた。

③堤防植生

「百姓伝記」によると、堤防上の大木は堤防にとって良くないが、背の低い柳のように、灌木となり風や流水によって根の周りが緩まないものが好ましいとされている。

また、「地方竹馬集」では、堤防に高木を植えることが好ましくない理由は「百姓伝記」と同様であるが、地方役人の堤防普請の経験を通じて、施工および水防の観点から堤防上の大竹木も好ましくないとしている。

18世紀後半の幕府藩財政の逼迫、農村の疲弊は、堤防そのものを経済財の生産場として位置付けた。川普請材料としての柳、また商品財の立地場所として堤防裏法を意図的に利用し、財政負担の軽減、農村の疲弊を救おうとした。治水・施工の論理より経済の論理が強くなったのである。

3.2 明治初期、旧河川法の制定から終戦まで

明治初期においては、堤防植生の考え方や河川樹木の取り扱い方は、植種・工法が多少異なるが、わが国の近世の扱い方の考え方と大きく異なるものではなかった。

その後、1896年(明治29)、河川法が制定された。この制定により治水費の国庫負担の道が法制度的に開け、国は高水工事を本格的に実施していく。

改修方式は、河道整齊、築堤、放水路の建設、護岸水制により、農地・都市の洪水からの開放を主目的にするものであった。計画高水位以下に計画流量を流下させるという改修計画であり、高水敷は洪水

流下空間と位置付けられ、流下能力を低下させる高水敷の樹木は好ましくないものとされた。以降、この考え方は河川の改修に当たっての基本方針となった。

河川区域内の民地・堤外農地防御のため従来の水防林が残された河川があったが、築堤により水防林機能を必要としなくなったところでは、河川区域内の樹木は伐採され減少した。水害防備林が商品生産(竹材等)となって収益がえられた場所は、集落で管理される共有地として残され、慣行として竹林の利用が許された。

改修に当たって旧堤の腹付け、嵩上げに当たっては、旧堤防上の樹木は工事の邪魔になり伐採された。腹付け後、新堤築造後は堤防保護のため芝張りが為され、堤防植生は草本類がほとんどとなった。

昭和の初期、河川工学の教科書に樹木についての記述はない。実際の河川工事では、護岸に柳枝工を採用し河岸に柳列が形成された事例、堤防小段に桜を植樹し並木となりそれが地域住民に愛された事例、また県管理の河川で堤防に松などを植林した事例があるが、それらは例外にとどまった。

堤外地の植生管理は、近世以来の慣習に則って地元集落・農民が実施していたと判断される。

3.3 終戦から昭和の終わりまで

西日本水害(1953)を契機として、治水事業が十分に遂行されていない河川、山間部中小河川での水害軽減対策として、水害防備林の利害得失および造成配置形態の問題が再度浮かび上り、水害防備林のあり方が論じられた。

その後、1960年までは保安林指定を受けた水害防備林は増加したが、その後急激に減少した(図3・1)。この減少の原因は、わが国の高度経済成長に伴う治水投資、耕地整理事業の進行、堤防の築造・護岸の整備、堤内地の整備に伴う樹木の伐採、治水安全度の向上による水害防備林機能の低下、農林業における労働形態や地域規範意識の変化、竹の需要低下による竹林や樹木の保全造成意欲の低下があった。

河道内樹林に対する技術上の関心が薄れていき、

樹林は流下能力を減少させる要因として害的側面として位置付けられた。

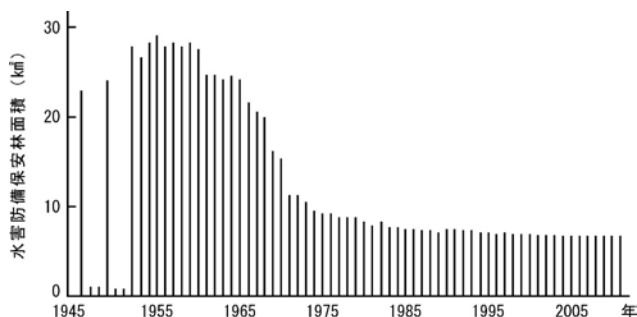


図3・1 水害防備保安林面積の推移（農林水産省統計表より）

戦後の1950年代後半から始まった経済の高度成長は、都市河川において工場および家庭排水による水質の悪化や、都市への人口の集中による宅地開発を招いた。雨水流出率の増加や、都市河川における洪水被害の増加など、河川にかかわる環境・治水問題が社会的関心を引いた。

これらの背景のもと、多摩川では河川環境基本計画の策定がなされた。その後、河川環境管理基本計画が1988（昭和63）年度から1990年（平成2）度にかけて策定され、現在では直轄河川の約89%に及んでいる。ただし、これらの全ては空間環境管理計画のみであって、水環境管理計画は策定されなかった。

昭和も末となるとドイツ・米国を中心とした環境保護運動は先進国に広がり国際的なものとなり、我が国においても自然保護の問題は国民的関心事となった。

3.4 平成時代

潤いを求める国民意識の変化、河川水辺の価値意識の変化、そして高水敷の利用・景観の面から、河川区域内の樹木に対して関心が高まり、河川管理の規範の変化や河川事業の内容・技術に変化が見られるようになる。

建設省河川局は、1990（平成2）年11月「多自然型川づくり実施要綱」を通達し、河川が本来有して

いる生物の良好な生育環境に配慮し、合わせて美しい自然景観を保全あるいは創出する事業の実施を定めた。ここでは河道計画に当たっても河道の平面形状、川幅、横断形状について一律に設定することを避け、河川が有している多様性に富んだ環境の保全に努めるとし、「多自然型川づくり」の主旨に沿うことを求められた。また護岸工法についても生物の生育環境と自然景観の保全・創出に配慮した適切な工法を選択することが求められた。

平成9年には河川法が改正され、河川法の目的に「河川環境の整備・保全」が位置づけられた。樹林帯についても河川管理施設として位置づけられた。

1998（平成10）年「河岸等の植樹基準（案）」および「河道内の樹木の伐採・植樹のためのガイドライン（案）」の内容を抜本的に見直し、新たに「河川区域内の樹木の伐採・植樹のためのガイドライン植樹基準」を定めた。これは、樹木群の有する治水機能を明記し、高水敷における高木の植樹基準を緩和し、治水上・環境上等からの必要性から行う植樹で治水上支障とならないものについての特例を追記したものである。

3.5 河川整備計画と河川環境管理基本計画

河川の計画の根拠となる基本法は、1997（平成9）年に改定された河川法第16条による「河川整備基本方針」と「河川整備計画」である。この河川整備計画は、計画を定める区間の全体についての段階的、計画的な整備を定めるものであり、個別工事の詳細な計画を定めるものではない。この河川整備計画の目標達成年は概ね20～30年とされている。河川整備計画は、法定上の河川空間内（河川区域）での河川整備および河川の維持に関する計画を定めたものであり、その策定に当たっては地域の意見を反映する手続きが導入されている。

改定河川法前の法定計画である工事实施基本計画は、時間軸での計画（行動）方針を規定するものではなく、流域における各種計画との進捗状況と調整する体系となっていなかった。また、河川空間の管理、環境の質の管理を規定する側面は弱かった。そ

のもとで策定された第一期の河川環境管理基本計画は、当時の時代状況の課題・要請に答える河川環境管理のために、取り急ぎ計画が策定されたものであった。地域、流域の意見の反映や調整のための流域協議会などを通して策定されたが、そのほとんどは河川空間管理計画に終わり、それも高水敷の空間区分の計画に終わった。河川環境管理基本計画は、平成の時代状況を踏まえて、大幅に構成・内容を書き換えなければならないといえよう。

ところで河川整備計画においても、同様に河川管理理念の変化を踏まえて策定されなければならないものであるが、これからの河川環境管理理念の骨格として、次のことが挙げられる。

- ①1995（平成 7）年「今後の河川環境のあり方について」の答申の精神を活かしつつ、この 15 年の経済・社会の変化を踏まえること
- ②流域との連携と繋がるものであること（住民・地方公共団体・関連組織との連携強化、地域とのコ

- ミュニケーションの充実、川に学ぶ活動の活性化）、河川空間管理と地域の活性化対策との連携
- ③河川整備計画と河川環境管理基本計画は同時進行計画であること
- ④各関係主体の役割を明確にすること（地域との協働計画）
- ⑤計画の進捗状況の点検ができるアクションプログラムであること（P D C A サイクルを担保し得る計画指標、環境指標、管理指標を提案）
- ⑥流域計画との調整が図られること
- ⑦ハード・ソフトの一体計画であること
- ⑧計画を監視、エンフォースする組織、制度を明確にすること

河川植生管理は、河川整備基本計画および河川環境管理基本計画における計画項目として直接表出されるものではないが、計画策定においては、植生管理に関する理論・手法や植生の維持管理に関する目

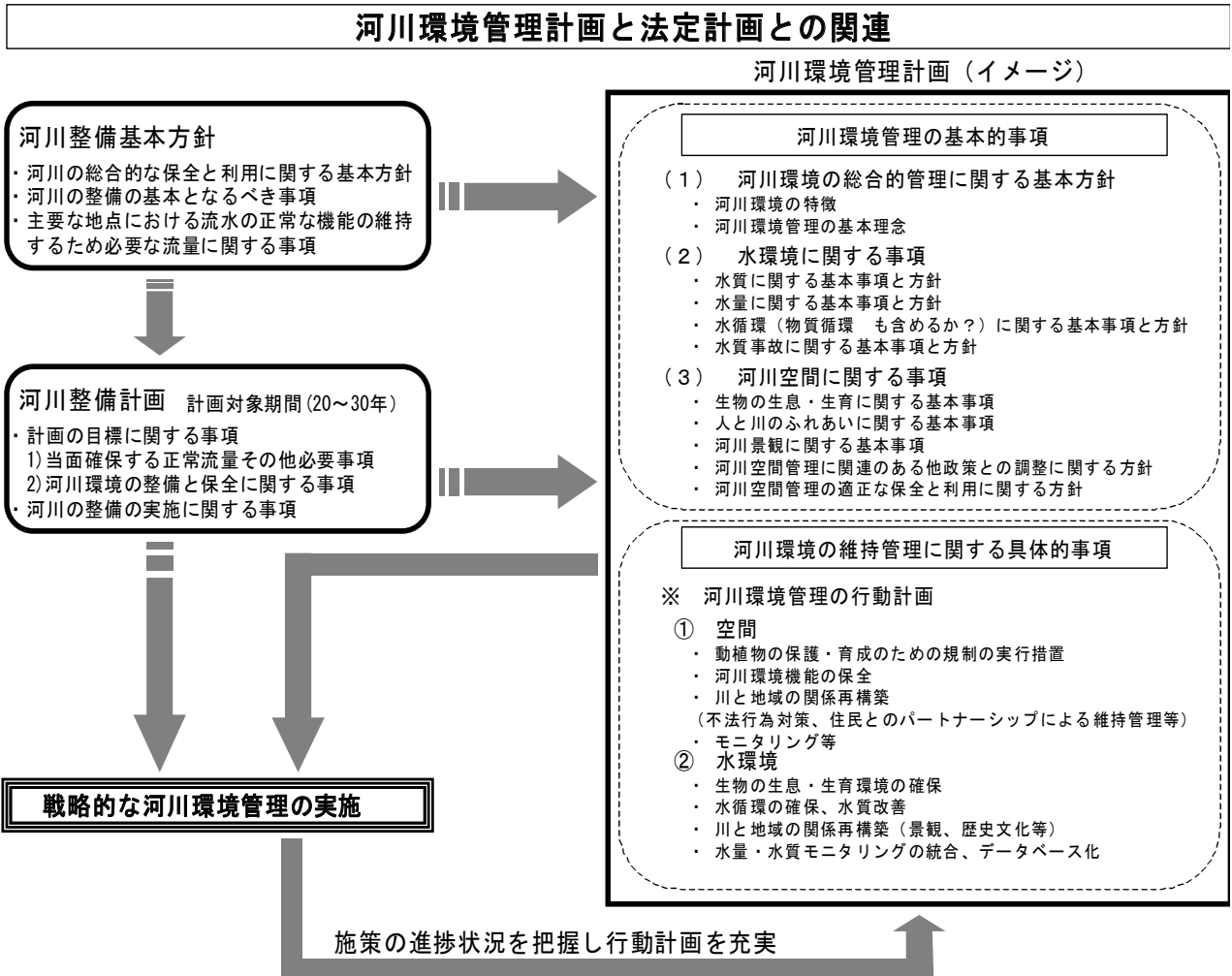


図 3・2 当面の河川環境管理基本計画の構成と法定計画との関係

論見(計画)を必要とする。

3.6 治水計画上の植生管理の位置づけ

昨今の社会情勢、価値観の変化は、河川整備の根幹である河道計画策定の考え方を見直しを要求した。河道計画立案の基本方針は、従来の計画洪水量を流すに足る定規断面の計画方式と、これを基準とした河川管理方式から、河道の形状および地被状態は時間とともに変化することを考慮した計画洪水流量を流下させるに足る地被状況および河道断面積を確保する方式、これに応じた河川管理方式へと変化した。すなわち、ある時点における河川の流下可能流量(管理洪水流量、この概念はまだ無い)を定め、河道の状況を監視し、この流下能力を下回らないように河道管理することが求められたのである。

高水敷の植生の変化は洪水流下流量を変化させるため、高水敷の粗度設定は、そのまま高水敷の地被状態(植生状態)を規制する量的基準となった。高水敷における植生を生態系機能の観点からどのような状態として設定(空間管理計画におけるゾーニングごとに植生状態を定め粗度を設定)し、それを維持管理せざるを得なくなったと言えよう。

ここに、高水敷および河岸付近の植生管理が技術上の課題となった。このような変化は、高水敷の植生状況と粗度の関係に関する研究が進み、ある程度評価しえるようになったこと、また低水路の粗度係数も水深、エネルギー勾配、河床材料を用いて評価できるようになったこと、洪水時の流速とそれによる植生の応答特性(倒木化、裸地化条件など)の解明、また水位計算方式の高度化という背景があった。

河川内の樹木の持つ生態系機能、景観機能の価値の上昇は、河道計画のあり方、河道の維持管理方式の変革を促している。

3.7 河川環境管理計画上の植生の保全・再生の位置づけ

セグメントスケールを空間とした詳細な植生の保全・再生計画を樹立した河川は無い。これは、本来、

河川環境管理基本計画の部分計画である空間管理計画の中に位置付けられるものである。セグメントスケールの植生の保全・再生計画を策定するにあたっては、当然、植生の立地基盤の異なるセグメント毎に、河道特性および河川環境特性調査結果に基づき、立地条件にあった、また地域に応じた植生の保全・再生計画を策定し、植生の管理方針を策定し、空間管理計画に位置付けておかなければならない。当然河川整備計画にも反映されるものである。

セグメントスケールの植生の保全・再生計画は、本来、既存の河川整備計画および空間管理計画を与件として策定されるものであるが、セグメントスケールの植生の保全・再生計画の検討を通して、既設の空間管理計画を修正・付加・改定が為される可能性が高く、絶対的な与件とせず、柔軟に検討・策定されるべきである。河川整備計画、河川環境管理基本計画自体も、10年単位程度毎に、社会・経済状況の変化や大災害の発生など、計画を取り巻く条件の変化に応じて、見直し、修正して行かざるを得ないものである。

植生の保全・再生計画に当たっては、対象河川の河道特性が人為的インパクトにより変化しているので、それによる河道および植生の応答を分析しておかなければならない。河道および植生は非可逆的であり、変化の必然性を読み取り、近未来を予測し対応計画を策定する必要がある。

植生の保全・再生に当たっての計画目標は、植生のみの維持管理行為ではその目的の達成が不可能である場合が多く、人為的な河道形状の造成、洪水制御方式の変更、供給土砂の補給など多様な対応措置が求められる。

4. 河道整備・河道の維持と植生管理

治水上安全度向上のための河道整備や河道の維持における植生管理の現状や、今後の整備や管理のあり方について記す。

4.1 治水安全度確保のための植生管理

治水安全度の管理は、維持管理計画設定時において設定された治水安全度に対応した河川整備計画対象流量等を安全に流下させるように、河道、河川構造物、植生を維持管理することである。植生管理は維持管理計画の一部門である。

民地（組合等所有地を含む）および他省庁所有地・地方公共団体所有地については、河川法第二十七条による規制を受けながら所有者が土地利用目的に応じて植生管理を実施している。したがって河川管理者は河川巡視等を通じて土地の地被状況をモニタリングし、適切な利用であるか監視することになる。土地所有者による植生管理が利用放棄等により行われないと、植生遷移が生じ藪化、樹林化が進行し、高水敷の粗度係数が増加する。それにより河道流下能力が減少する。治水安全度が確保できないのであれば、財産補償してでも伐採等の樹林管理が必要とされる。

占用地については、占用目的に応じた土地利用および植生管理を実施しているかを、河川巡視等によりモニタリングし、適切でなければ指導監督することになる。

占用地以外の官地については、植生管理計画のあるもの（堤防、堰・水門などの重要構造物周辺、河川管理用通路、緊急河川敷道路）は植生管理計画に則り管理されるが、植生管理計画の定まっていない三号地および一号地の草本・樹木は、植生状況をモニタリングし、治水安全度・河川利用・河川景観・河川巡視（巡視通路の確保、見通しの確保）・健全な植生保全の観点（貴重種の保全、外来種対策等）から、植生管理水準を設定し順応的に管理していくことになる。

植生管理計画は、上位計画である河川整備計画における河道計画と河川環境管理基本計画における空間管理計画と整合性が取れていなければならない。しかし、現実には、空間管理計画の各ゾーンにおける地被状態（植生等）と治水安全度の関係性を評価し、整合性の取れた植生管理計画とする検討は、なされていないとは言えない。

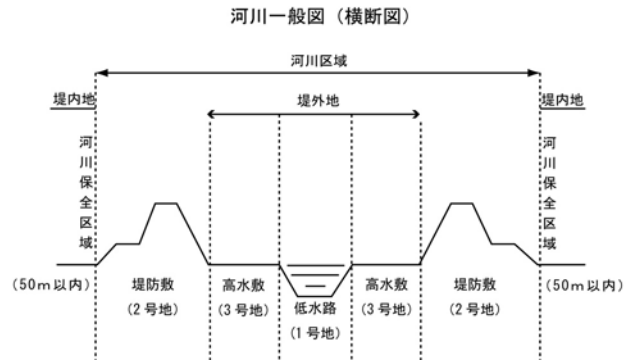


図 4・1 河川区域内の分類

河川区域面積 3,839km²

1号地	2号地	3号地
2,059	428	1,352

3号地面積 1,352km ²	
官地	民地その他
998	202 152

図 4・2 一級河川・指定区間外の河川区域の面積の種別（平成 19 年 4 月 30 日現在、国土交通省河川局水政課調べ）

4.2 治水安全度の観点からの植生管理計画策定の考え方

- ①河川の河道形状および河川区域内の植生は、河川を流下する流水・土砂により絶えず変化している。その変化速度は、上流山地部からの粒径集団別の供給土砂量と流量および各セグメントの長さ・位置によって異なる。絶えず変化する河川地形および植生を、求められている治水安全度、環境の質、河川利用形態を確保するように管理水準を定め、河川地形および植生をモニターし、管理水準が確保されているか評価し、不都合が生じればその不都合を解消するよう河道の維持管理・植生管理を行う。すなわちサイクル型（P D C A型）維持管理を実施する。
- ②対象河川の河道の変遷と植生被覆状況の変化を自然および人為的インパクトとの応答として捉え、その関連性を分析・総合化し、その情報を経験知

として植生管理計画策定に活かす。

- ③維持管理計画に当たっては、維持管理コストが少ない計画とする。河川のなりたがる姿に川の形を合わせていくことは、維持管理費を低減する。自然ゾーン、生態系保全ゾーンを設定する区間では、植生変化や配置形状が変わっても、それが治水安全度を犯さないような余裕ある河道作りとする。
- ④河道計画における堤防防護ラインおよび低水路河岸管理ラインは、空間管理計画と植生管理計画におけるゾーン配置を規制し、植生管理計画を策定する重要な要件である。
- ⑤河川区域内の土地利用および土地所有形態は歴史的産積物であり、これを条件（条件の変更は可能である）とし河道形状および河川区域内の植生管理を行う。

4.3 流下能力不足区間における対応方法

流下能力判定結果より確保すべき流下能力が不足している区間が存在した場合には、流下能力の確保のため対応方針を決定し、河川工事、植生管理行為を実施する必要がある。

対応手段としては、①堤防嵩上げ、②引き堤、③掘削、④除草、⑤樹木の伐採・間伐、⑥樹木の枝払い、が考えられる。

通常、①、②の手段を取ることは少ないが、河川生態系の保全の観点からは、河川敷空間を増加させる②の手段をとることが好ましい。人口減少時代に入り、農地開発および保全圧力が弱まる21世紀においては、堤防間幅の拡幅という手段は、現在より容易となろう。

③は植生管理手段を取っても治水安全度が確保し得ない場合にとる手段であるが、確保すべき生態系を保全するべきであり、河道掘削量や掘削形状に配慮すべきである。掘削としては図4・3～図4・5のような低水路拡幅、低水路河床掘削、高水敷の掘削が一般にとられているが、低水路拡幅は土砂の堆積により低水路の縮小が生じ維持するのが難しい。低水路河床掘削は、既存施設（護岸・水制、横断構造物、橋梁橋脚・橋台）の補強が必要とされ、近年は控えられる方向にある。高水敷の掘削は事例としては少ないが、今後の

治水安全度確保手段として取り入れられよう。ただし、掘削面が平水位に近いと、浮遊砂の堆積により河畔堆積が生じ、河川の維持が難しい。

④は毎年の除草が必要となる。⑤、⑥は樹林の範囲や樹林密度を管理し、治水安全度を確保するものであり、河川の樹林化が進む河川で取られる手段である。

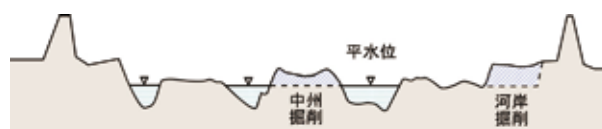


図4・3 セグメント1の掘削

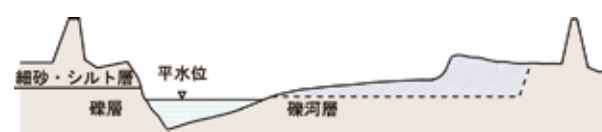


図4・4 セグメント2-1の掘削

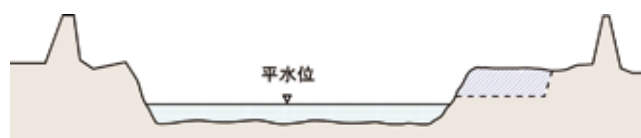


図4・5 セグメント2-2の掘削

4.4 流下能力不足区間の植生管理

流下能力不足区間における植生管理の基本と手法を、低水路域と高水敷域に分けて整理記述する。

①低水路域

河道計画においては、低水路には洪水時に植生が存在しないことが前提である。砂利川では草本類の生育が見られるが、洪水時には攪乱により植生が破壊されると考えられているのである。しかしながら、わが国の低水路と考えられてきた空間は、人為的要因により低水路の縮小や中島が植生の繁茂を伴いながら生じており、治水安全度の確保・河川生態系の保全の観点から除草・樹木の伐採を行わざるを得ない事例が増加している。

河道計画上は、与えられた自然的・人為的環境において河川自身になりたがる低水路幅、高水敷の地被状態を設定して河道計画の修正を実施するのが維持管理上好ましいが、堤防の嵩上げ、引き堤、河道

掘削等を行わないと治水安全度を確保できず、現実的な計画とならないことが多い。したがって維持管理行為として低水路の掘削（拡幅）を含めて樹木伐採を実施するのが普通である。低水路の拡幅部は、樹木の再繁茂期間を長期化するため、表土層（浮遊堆積物層）を含め低水路平均河床高程度まで掘削してしまうのが好ましい。ただし、掘削幅が大きいと川幅の縮小が生じるので、川幅の拡大は1.5割程度におさえたい。

②高水敷域

高水敷の植生管理は、河川空間管理計画によるゾーンタイプ毎の植生景観のイメージに則り管理すべきであるが、流下能力不足区間では樹木の伐採、間伐を行わざるを得ないことが多い。どの程度の伐採、間伐が必要であるかの決定は水理計算結果により判断する。伐採あるいは間伐後は、植生の再生状況を監視し、流下不足が懸念されたら再伐採あるいは間伐を行う。

5. 植生の保全と再生

植生の保全と再生について、現在までに実施されている方策を整理しつつ、今後の方向性について示す。

5.1 河原・氾濫原環境の再生

河原・氾濫原環境の劣化と認識されている河川環境の変化は、氾濫原(高水敷)の利用、樹木伐採、河川流量レジームと流送土砂の変化による河道地形、土壤水分条件、洪水攪乱頻度の変化に伴う植生遷移である。

対象植物種・群落の生育環境を改善するために植物に働きかける直接的手段としては、

光条件の改善：樹木の伐採・枝打ち、除草

植生生理条件の改善：施肥、転耕、灌水

植物間競争条件の緩和：マルチング、除草、競争種の除去

対象植生種の増殖：播種、移植、植樹

人為的ストレスの除去：土地利用制限・誘導、護岸の近自然化

などがあり、種々の試みがなされている。河川利用空間および河川構造物の維持管理のための空間以外の植生管理としては、コストが掛りすぎることから自然空間として放置し植生遷移に任せているのが実態である。

直接的な河川植生制御手段以外の植生の保全・再生手段を以下に示す(山本他, 2005)。これらはリーチスケールの植生の保全・再生となるものであるが、対象リーチに直接働きかけるものというより、セグメントおよび流域スケールを計画空間とするものを含む。

①河道形状（リーチおよびセグメントスケールの空間計画）

局所的に悪化した河川空間を生態系の保全・再生のため、河道の再蛇行化や人工ワンド・たまりの形成、高水敷切り下げによる湿地の造成、などがなされているが、その機能が維持できないものが多々あり、どの程度の期間維持可能か評価し、造成を行うのか検討すべきである。

②水位（地下水位）

河床掘削などによる水位低下、高水敷への土砂堆積により高水敷（氾濫原）の乾燥化が進み、高水敷植生の遷移が生じている河川では、水位の制御（堰の設置）により乾燥化を防ぐことがなされている事例がある。また高水敷に水路を造成し地下水位の上昇を図る試みなどがなされている。

③洪水流量

洪水流量は河川形態系の動態と変動を規定する最も主要な要素である。洪水流量を直接的に制御する構造物はダム貯水池である。ダムの運用は利水、治水を目的とするもので、「河川生態系の保全と再生」を直接的な目的とした洪水時の運用はなされてこなかった。

洪水調節容量の大きいダムにおいては平均年最大流量が低下し、河道風景、河川生態系の変化が生じている。洪水時の放流方式を「河川生態系の保全と再生」の観点から治水、利水と整合を取りながら、攪乱規模をどの程度にし、どう制御すべきか検討す

る時期にきている。小流量を長時間流すより高水敷に乗るような洪水が攪乱として重要であるが、河川高水敷利用との競合・調整問題の解決が必要である。

④平水時流量

平常時の流量は、流水の正常な機能を維持するために必要な流量（正常流量）を確保するため、ダム貯水池放流量を制御することにより確保される。「河川生態系の保全と再生」の観点から維持流量の増加が望まれるが、河川生態系の視点からどの程度の流量が必要であるかが明確にされていない。維持流量の増加にあたっては、環境用水ダムの築造、流域変更、水利用の合理化、流域の保水性の確保等を検討する必要がある。

⑤土砂

砂防ダムは、もっぱら土砂の流出を減少させる目的で設置されてきたが、下流への土砂供給を確保するためスリットダムなどの透過型ダムが設置され始めた。これは、土石流や確率頻度の低い多量な土砂流出時には土砂の流出を抑制し、通常の出水時には土砂を流下させるような機能をもつものである。

貯水ダムは電力開発、利水開発、治水対策のために山間地に設置されてきた。ダムにおける堆砂はダムの機能の損失であり、土砂の排除技術の開発は大きな課題であった。土砂の排除の方法として以下の方法が考えられている（角；2003，柏井；2004，中川；2004）。

- a. 土砂排砂ゲート・門
- b. 掘削・浚渫材料のダム下流へ移動
- c. 土砂バイパス
- d. 土砂フラッシング(水位低下による排砂)
- e. サイフォンを利用した排砂

河川域における土砂管理については、河道掘削を河川環境管理および水系土砂管理の観点から最適のものとするのが肝要であるが、取水堰堆積土砂の下流への移動、頭首工の可動堰化などが土砂移動の制御手段となりうる。実際、河川生態系再生のため、取水堰に溜まった土砂を下流に移動させること（多摩川長田地区）や、頭首工の改築に当り、悪化

した河川環境の改善を目指した堰の可動堰化と河道掘削の検討が行われている。

5.2 河畔林の保全・再生

河畔林の機能を認知し、積極的な維持・保全・再生を意図するようになったのは、最近のことである。期待する河川沿いの樹林（河畔林）の機能には、河畔林が河川生態系の主要な構成要素であり、それ自体に価値があるという社会の価値観の変化が大きい。河畔植生を保全する生態系保全ゾーンを設定すること、利用ゾーンにおいても低水路附近の河畔林をある幅で存置・維持・再生することが計画されるようになり、さらには修景要素として、樹木を植樹、存置するというも行われるようになった。

河畔林の保全・再生の方法は、高水敷の利用形態によって異なる。高水敷に種々の利用施設のある地域と利用施設の少ない自然保全地域に分けて、河畔林のあり方・保全方法の差異を記す。

①高水敷利用地域の河畔林

高水敷空間は、都市公園、運動場、ゴルフ場等に利用され、占用地となっている。河岸水際帯の植生は河川生態系の重要な構成要素であることより、河岸利用施設(船着場、河原へ降りる場所、公園と一体となった水際・河岸施設、河川管理施設)を除けば、河岸位置から10m程度は河岸植生(自然保全)ゾーンとし植生遷移に任せる(占用地としない)。必要であれば河畔林の造成を図る。

②自然保全地域

自然保全地域は河川高水敷の利用を避け、自然の状態に置くものであり、放置しておけば土地極相型に遷移する。この状態においても河川の自由使用が禁じられたものでないので、川遊び、魚取り、山菜取り、などに河川が利用され、踏み分け道や散策路などができ易い。河畔林の生態的機能から考えると河岸から10m程度の幅は河畔林ゾーンとして人間の干渉を加えない空間とすることが望ましい。計画

的に散策路(管理用通路)を配置し、人の導線を誘導することは、生態系の保全の観点からも、人々が河川と言う自然に触れる機会を増すという点からも、望ましい。

5.3 希少野生植物の保全・再生

1992年(平成4)、「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」が制定され、絶滅の恐れのある希少野生植物の保存・保護・採取の禁止などが図られた。また絶滅の恐れのある植物がレッドデータブックとして編纂された。河川区域内には希少野生植物が多く、植生管理の対象となっている。なお、絶滅の恐れのある希少野生動物には、その生育環境として特定の植物種を必要とすることがあり、保存の観点から植生管理が必要となる。

希少植物の保全に当たって最も大切なことは、その種が継続的に生育しえる環境を保全・再生することである。そのためにはその種が生息するある広がりを持った生態系空間を保全しなければならない。希少植物が生育する場所を含む広い空間を、空間管理計画における自然(生態系保全)ゾーンとし人為の攪乱をなるべく受けないようにするのが原則であるが、希少植物の生育・生息空間を保全するために人の立ち入りを規制することが難しい。

河川区域の希少植物は、本来洪水という自然の攪乱の激しい空間に生育するものであり、洪水により生育空間が消滅したりするような攪乱に対応する繁殖戦略を持つものである。

希少種の生息環境が劣化してしまった場合、単に保護空間を指定しても保全できず、希少種が生育できる場所に移植、生育空間の再生などの植生・河道・水文環境の管理が必要である。

またセグメント毎に植生の生育環境が異なるので、希少植物の種も保全手法も異なる。セグメント1では河原系の乾燥や洪水攪乱に対応しえる植物種が、セグメント2-1では水際帯に生育する植物が、セグメント2-2および3では湿地性の植物や汽水域特有の植物が保全・再生の対象になることが多い。

5.4 外来植物に対する対応措置

2005年(平成17)6月、「特定外来生物等に係わる被害の防止に関する法律」が施行された。生態系、人の生命若しくは身体又は農林水産業に被害を及ぼす外来種を「特定外来生物」として指定し、その飼養や運搬、輸入等の取り扱いを規制するとともに、防除を行うこと等により、その被害を防止しようとするものである。

特定外来生物に指定されている植物(平成18年9月)は、オオキンケイギク(根)、オオハンゴウソウ(根)、ナルトサワギク(茎、根)、アレチウリ、オオカワジシャ(根)、ナガエツルノゲイトウ(茎、根)、ブラジルチドメグサ(茎、根)、ミズヒマワリ(茎、根)、アズラ・クリスタル(茎)、オオフサモ(茎、根)、ボタンウキクサ(茎、根)、スバルティナ・アングリカ(茎、根)の12種であり、これらの植物の個体(種子、胞子を含む)、および()内の器官が規制(飼養、栽培、保管、運搬、輸入等の取り扱いが原則禁止)の対象となり、被害が生じている、または生じる恐れのある場合、必要に応じた防除を行う、こととなった。

5.5 直接的人為行為による植生劣化に対するミチィゲーション

河川に新たな橋梁を建設、堤防の築造などは、構造物附近に日陰の部分や工事ヤードのため植生の破壊・劣化を生じさせる。その希少植物・動物種あるいは地域のシンボル生物(ヨシハラ)などが存在する場合、それらの生物種および生息空間保護のため、対応措置(ミチィゲーション)が実施されることがある。その場合どのような対応措置を取るのか、その規模をどの程度とするのかが問われ、技術的課題となる。

基本的には、保全されるべき種が人為インパクトにより減少しないこと、生息空間(ハビタット)が減少しないことが目標となるが、対象生物種の生態特性や生息空間に関する知見が少なく、工事前に保全生態学的調査・研究を実施せざるを得ないのが実情である。

6. 高水敷利用施設における植生管理

高水敷利用施設（主に河川公園）を対象として、植生管理の参考とするため、管理の実態等を整理した。

6.1 利用型公園施設の植生管理の実態と管理水準

1966年（昭和41）に始まった多摩川等4都市河川における河川敷ゴルフ場等の占用地から地域住民が利用する公園・緑地等への河川敷開放政策は、その後多くの河川において河川高水敷の公園化を促進するものとなった。公園の管理者は、市町村が占用者となり公園の管理を行うのが通例であるが、財団法人が占用者となり公園の運用管理を行うものもある。国営公園として整備された淀川河川公園（1972年一部開園、総面積1216ha、2008年共用面積225.7ha、2007年来園者約500万人）（国土交通省近畿地方整備局、2008）、木曾三川河川公園（1987年開園、総面積6100ha、2008年末共用面積約239.1ha、2007年来園者約890万人）（国土交通省中部地方整備局、2008）では、公園緑地管理財団・河川環境管理財団が国の受託事業として管理を行っている。なお、国営公園としての河川公園の除草は、2010年度から別途競争入札により発注されるようになった。

利用型公園施設の植生管理は、施設の利用目的に合うように維持管理するものである。したがって、利用目的に応じて植生の管理内容、水準が異なる。以下に財団法人河川環境管理財団が占用者となり公園の運用管理を行っている利用型公園の植生管理の実態を記す。

表6・1に公園内の草本類の除草回数、費用等を示す。

表6・1 公園管理における除草回数、管理費用

公園名	施設内容	除草回数	管理費用
庄内川・幸心公園	ゴルフ練習所47570m ² ソフトボールグラウンド3600m ² 多目的広場6150m ² 児童広場4250m ² 野草公園14350m ²	ゴルフ練習所は4～10月で10回程度 グラウンド等は4～10月で2回/月	管理員が日常業務の一環として実施
荒川・扇健康公園	ゴルフ練習所22500m ² 野球場外野部分8600m ² 憩いの広場10200m ² 自由広場4400m ²	ゴルフ練習所は年30回程度（年間を通して草丈2～4cmで管理） その他は年7回（年間を通して草丈10cm程度を目標）	ゴルフ練習所は管理員が日常業務の一環として実施 他は外注 15円/m ²
多摩川健康公園 （川崎リバーサイドゴルフ場）	グリーン5400m ² フェアウェイ、ラフ135000m ²	グリーンは年170回程度（刈高4～5mm） フェアウェイ、ラフは年60回程度（刈高30～40mm）	グリーン 外注 4.63円/m ² フェアウェイ 外注 4.35円/m ²
多摩川健康公園（諏訪野球場）	外野部分5600m ²	年9回程度（年間を通して草丈10cm程度を目標）	外注 12.5円/m ²

6.2 河川公園のゾーン計画と植生管理の実態

①I川河川公園の概要

I川河川公園はI川の高水敷に沿ってつくられた公園である。一町4市に跨る長さ11.6km、公園計画面積は172.6haに広がる。公園は10のエリアに区分され、それぞれのエリアはそれぞれのテーマにそった趣向がこらされている。その中で中流域のK橋～S橋間の1.6km区間（約43ha）は自然ゾーンとしてA～Dの4地区に区分された。このうちA、B、C地区は整備開園したが、D地区は計画決定が為されたが整備はされていない。

A地区（約9.0ha）は、計画概念「身近な自然であるI川らしい自然の環境を、ゆっくり時間をかけて再生する」「川の自然営力により川に自然を作らせる」により整備され、2002年4月第一段階の整備が終了した。

②A地区のデザインの考え方

A地区は当初、動植物の観察広場などの構造物整備が主体の計画であった。I川の流量の減少とそれに伴う河川生態系の変化を危惧した市民団体のこの計画に対する反対運動により、自然ゾーンのプランの見直しが為され、I川河川公園「自然ゾーン」管理運営計画が策定された。

A地区の自然回復を考慮したデザインの考え方を以下に記す。

A地区および周辺地域に関する情報が、空間的にも時間的にも断片的であったため、自然の回復を考慮したデザインを行うにあたって、種々のデザイン要素情報の相互関連性が理解しづらかった。そこで、A地区に係わる様々な事象を、空間規模と発生頻度、継続時間の違いに着目して、時空間スケールを図式

化した。これに基づいて、個々の事象の変動や空間特性との関係を包括的、有機的に把握し、計画・設計における対案に活かした。

③整備後の植生の変化

2004年4月に第一段階の整備が完了し、整備に当たって裸地化された空間に植生が生育、遷移が進んだ。2008年10月までの間に3回の植生調査が為された。整備された立地の広い範囲で多年草群落の移行が見られたが、農業用水路やU川旧水路では一年草群落が維持された。一方、高水敷に整備された池は、セイタカアワダチソウ・クズ群落に置き換わり、陸化しつつある。1995年の洪水では高水敷への氾濫、土砂の堆積が見られた。

④植生の維持管理

I川河川公園は指定管理業務委託により、民間法人により維持管理されている。

A地区に存在するムクノキ、エノキは実生から自生したもので、苦情がない限り樹木管理を実施していない。公園の除草は、管理・観察用通路については4月下旬、8月初旬、9月下旬の年3回除草・集草し、市清掃工場で焼却処理実施しているが、他は植生遷移に任せている。幼樹が自生した場合の除去は特に実施していない。

公園内の農業用水路の維持は公園管理者が年1回除草等を行っている。公園沿いの堤防の法面は河川管理者が6~7月に年1回除草・集草・焼却を実施している。堤防道路路肩から1mは道路管理者が年1回除草している。A地区下流区域においては利用ゾーンのバッファゾーンとして年4回除草している。

⑤A地区公園管理の課題

現状のA地区植生は、支川流入水路沿いに一年草が見られるが、クズ、セイコノヨシ群落、シナダレスズメガヤ、セイタカアワダチソウなどが多くを占め、見た目によいものではない。また、草がぼうぼうであり植物を観察するのも難しい。この空間を自然公園としてどう位置づけたらよいのであろうか。

勾配1/400のセグメント1あるいは2-1と位置づけられる区間であり、本来、砂利州が生じそれが移動



写真6・1 A地区の堤防および通路周辺の植生の状況

し、河岸侵食が生じ、低水路位置が動く自然攪乱のある河川であったが、洪水流量の減少により川幅が縮小し、低水路護岸が設置され、高水敷の攪乱規模および頻度は従前に比べて減少した河川である。

人為的植生管理を行わなければ、樹木が進入し、藪化してしまう可能性は高い。洪水による河岸侵食という攪乱が期待されず、また氾濫による高水敷表層土砂の侵食の可能性が低く、むしろ浮遊砂の堆積による河畔堆積現象が生じるような空間となっている。洪水による植生の破壊・再更新が期待できない空間を、植生管理を行わない生態系保持空間（植生遷移にまかせる）と位置づけるのは無理なのではなかろうか。先駆的な河川環境管理計画を策定した多摩川の生態系保持空間は、そのコンセプトの変更を強いられている。

自然公園の計画は、

- ・景観目標
- ・地形変化に対する対応
- ・植生遷移に対する対応
- ・人為的攪乱（維持管理）の方針
- ・河川環境理解の増進への対応

を決定することである。市民が利用する公共空間（コモン）であり、決定プロセスはI川河川公園自然ゾーンの計画プロセスのように市民参加型のものとなる例が多く、理念先行型の計画になりやすい。地形変化および植生変化の予測には専門家の参画を要す

るが、専門家でも予測結果は蓋然的なものでしかない。攪乱のシナリオを描き攪乱に対する応答解析を実施し、様子を見ながら順応的管理する計画となる。

なお、A地区の計画は学識者によると、本区間を含めて自然ゾーンを遷移に任せるものとしておらず、人為的に立地の攪乱、植物体への操作を管理行為として行うものとしている。放置してよい場所は、洪水による自然攪乱が生じる場所としている。

公園を訪れる市民が河川環境の理解を深め、景観を楽しむためには、観察路（散策路）の整備や環境に関する情報提供システムの整備などが必要である。

7. 今後の課題

以上、河道内の植生管理について、植生管理の変遷、現状での計画論における位置づけの整理を行った。これらに基づいて、治水安全度向上及び保持、河川環境上の保全・再生および高水敷利用施設における植生管理の実態や今後の方向性を示した。今後、より効率的・効果的に河道内の植生管理を行っていくためには、以下の点を検討していく必要がある。

7.1 高水敷粗度設定法

植生群落区分ごとの標準の粗度係数を設定しておくことが、治水安全度の評価、河川植生管理の合理化・効率化のために必要である。統制のとれた組織のもとで早急に標準値の設定、図表の作成(図7・1、表7・1の改良)を行う必要がある。

樹木状況調査(間伐状況、枝払い状況等、樹木の年齢構成)の調査項目、調査法、粗度係数設定手法についての標準的な仕様書の作成も望まれる。

これにより、河川植生の維持管理の効率化・合理化が進むと考えられる。

7.2 耕作放棄地の問題

河川堤外地の民地(高水敷, 3号地)は、そのほと

んどが農地(水田, 畑, 果樹園)として利用され、その利用目的に応じて植生管理(農作物収穫のための管理)が為されてきたが、減反政策による水田の休耕作地化、後継者不足、農業経営の困難さ、などにより、河川敷の耕作放棄地が増えている。耕作放棄地ではヨシやオギなどの高茎植物が繁茂し、樹木の進入も見られるようになり、耕作放棄地の植生管理が課題となりつつある。

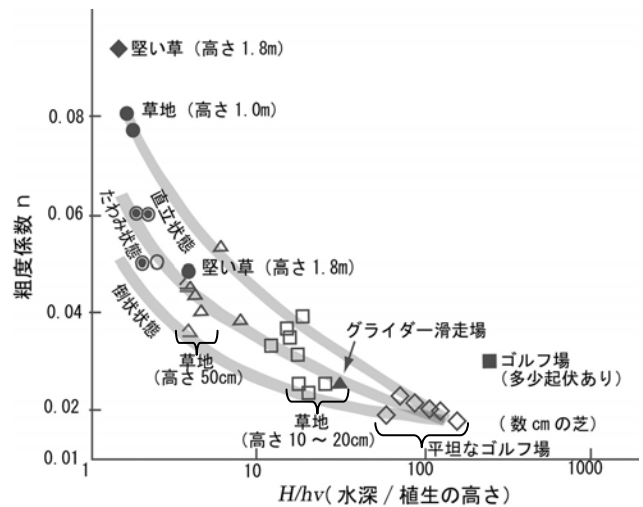


図7・1 高水敷の植生状況と粗度係数の関係, 建設省河川局治水課他, 1989に付加(国土技術研究センター編, 2002)

表7・1 樹木の粗度係数(Chow, 1959)

氾濫原の状態	最小値	標準値	最大値
[藪]			
① まばらな藪と密集した雑草	0.035	0.050	0.070
② 冬季の散らばった藪と樹木	0.035	0.050	0.060
③ 夏季の散らばった藪と樹木	0.040	0.060	0.080
④ 冬季の中間から密な藪	0.045	0.070	0.110
⑤ 夏季の中間から密な藪	0.070	0.100	0.160
[樹木]			
① 夏季の密集した真っ直ぐな柳	0.110	0.150	0.200
② 木の株が残っている開墾地で、芽が出ていない	0.030	0.040	0.050
③ 同上、しかし木株から芽がたくさん出ている	0.050	0.060	0.080
④ 樹木が密集し、倒れた木もある。下ばえほとんどなし。洪水時の水位は枝の下	0.080	0.100	0.120
⑤ 同上、しかし洪水時の水位は枝にとどく	0.100	0.120	0.160

農業経営が成り立つような制度的基盤整備や河川敷で生育しえる高換金作物への転換が可能であれば、農地として存続可能性があるが、堤内地に比較して耕作条件が良くない場所が多く、現状の趨勢を変え

ることは難しく思われる。河川管理の観点からは、国有地として取得することが好ましいが、今の財政難の中で買収費を予算計上するのは難しい。

治水安全度の観点から、民地の植生管理が必要とされる時点で除草・樹木伐採を河川管理行為として実施していかざるを得なくなると考えられる。

7.3 維持管理費用の確保と合理化

バブル景気に湧いた昭和の時代は終わり、平成不況が続き公共投資により景気刺激対策を実施したが景気の回復は遅く、公共投資の経済波及効果の低下が言われ、無駄の多い公共投資が多いという批判がなされた。国債発行残高の急増は国家財政の危機となり、1995（平成7）年「財政危機宣言」が出され、公共事業投資縮減、公共事業の効率的実施、コスト削減が強調されだす。回復の兆しが見えていた日本経済は、金融不安、アジアの経済危機、1997年（平成9）度からの消費税の3%から5%のアップによる消費の落ち込みなどにより再び不況に見舞われた。公共事業のコスト縮減が強く求められ、また既計画の事業再評価や新規事業の投資効果分析の必要性が強調され、その制度化が図られた。その流れは現在も続き、公共調達手続きの改革、行財政改革が為され、河川に関わる行政投資の削減、それに伴う技術職員の削減、維持管理費の縮減が為されている。

一方で、阪神淡路大震災、東日本大震災を契機とした危機管理システムの高度化が求められ、国民が安心して暮らせる社会への要望は強い。さらに膨大にストックされた河川施設は老朽化の時期に入り、その機能を維持するため管理費用が増大する。河川の機能を確保するために必要な維持管理費用については、その根拠性を公表し、河川機能の劣化が生じないような予算措置を図るよう要求するのは当然としながらも、維持管理行為の合理化、コスト削減技術・手法（ハード、ソフト）を創出していかなければならない。

河川植生管理に当たっても、上記のような社会経済状況を踏まえた河川管理システムの改革の動きと連動せざるを得ないのである。そのためにも各種河

川機能の維持管理水準の確定と社会的認定がなされ、そのもとで河川植生管理が為される体制に早急に移行する必要がある。

7.4 コモンズとしての植生管理

1997（平成9）年の河川法の改正は、河川整備計画に地域の意見を取り入れるものに改定されたのは一つの動きといえる。都市公園の維持管理に地域住民のボランティア活動の参画が意識的・積極的になされたのもこの時代である。参画者は、子供のため、地域社会貢献のため、社会に参画しているという精神的満足を得る一方、公園管理費という社会的費用の軽減となったのである。

河川空間の維持管理についても河川管理者の方から、このような方法が模索されたのが、2000年頃である。占用地でない高水敷の植生管理については、利用者が不法に家庭菜園的に利用したり、ラジコンヘリ・飛行機の利用用地として草刈したりしたが、河川管理者と協働で為されたものでなく、むしろ河川管理上の問題・課題（不法占用）と認識されたが、一方で河川管理者との協働のもと市民団体が河川高水敷にコスモスを育て管理し名物になったりした。また運動公園利用者が利用施設および周辺を草刈したりする事例が見られるようになったが、大きくは拡がらなかった。

河川植生生育空間をコモンズ（社会的共通資本）として地域の参画（労働力・知恵提供、資金負担、運営主体として）により植生管理する道はあるのだろうか。農村的社会で普通河川が用排水機能を持つ場合には、旧来の慣行により集落管理されている事例があるが、都市空間では地方自治体である市町が占用し、公園として管理せざるを得まい。河川管理者が管理している空間では、地域住民の希少動植物の保護運動としての植生管理への参画、河川環境教育の場として植生管理への参画、自主的草花管理（アダプト制度による住人の自主活動）という事例を除けば、無償（社会参加・奉仕として）で植生管理に参画する主体はほとんど無いというのが実情であろう。植生管理に地域住民・団体が参画するには、市場経

済的価値外の価値(企業のイメージアップ等, 社会的評価), 精神的満足性(自然とのふれあい, 趣味, 人々とのつながりなど)が必要なのである。

河川3号地の占用地化(自然公園, 運動公園, 水辺公園)は, 占用者・利用者が植生管理費用を負担するので河川管理者の維持管理費用の軽減となる。

自然公園, 運動公園, 水辺公園における公園機能の維持管理(植生管理)については, 利用者, 市民活動団体, NPO, 企業, 学校, 地元自治体, 河川管理者等々の参加・協働のもとで実施し得る可能性がある。利用施設(運動公園等)の利用料の徴収は, 植生管理や協働活動の運営資金となろう。

樹林化した森や旧水防林などでは, 人々がより近づき易い緑の空間(景観の向上, 散策路の維持整備等)とするために, 下草刈り, 笹刈り, 落ち葉掻きなどの保全・再生活動や, 希少種植物の保全活動などは, 参加・協働活動の対象となり易い。協働の仕組みを公園管理における事例収集・分析を通して探る必要がある。農村的環境区域では, 農業政策とリンクした高水敷の牧草地化なども考えてみるべきである。

謝辞

本研究は, (財)河川環境管理財団の自主研究事業の一環として実施している河川塾高等科(主宰: 山本晃一)の平成23年度研究実施資料を基に作成したものである。

なお, 本研究の実施にあたり, 河川塾高等科の参加者諸兄には各河川の現地情報などの資料提供や, 研究実施に当たっての貴重なご意見, ご指導を頂いた。ここに記して深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 柏井条介(2004)堆砂対策によるダム跳水地の持続的利用, 土木技術資料47-1: pp. 46~51.
- 2) 建設省河川局治水課, 土木研究所(1990)河道特性に関する研究—その2—高水敷の機能に関する研究, 第43回建設省技術研究会河川部門指定課題論文集.
- 3) 角哲也(2003)日本における貯水池土砂管理, 流

域一環の土砂管理, 第3回世界水フォーラム統合的流域および水資源管理分科会, (財)ダム水源地環境管理センター: pp. 103~108.

- 4) (財)河川環境管理財団(2012)河川植生管理論—堤防植生を除く—, 河川環境総合研究所資料第31号: pp. 1, pp. 9~21, pp. 28~31, pp. 92, pp. 95~96, pp. 103~104, pp. 111~114, pp. 176, pp. 221~228, pp. 308~317, pp. 320, pp. 322~324, pp. 326, pp. 329~330, pp. 380~383
- 5) 著者不明(1680~1683頃)百姓伝記, ここでは日本農書全集第十六巻, 農山漁村文化協会刊(1979)によった.
- 6) 中川一(2004)流水・土砂の管理と河川環境の保全・復元に関する研究, 3.2.1 土砂生産・流出の総合管理システム, 財団法人河川環境管理財団: pp. 41~44.
- 7) 平岡道敬(1689)地方竹馬集, ここでは近世地方経済史第2巻, 昭和6~7年, 同刊行会によった
- 8) 山本晃一, 白川直樹, 大塚士郎, 伊藤英恵, 内田士郎(2005)流量変動と流送土砂の変化が沖積河川の生態系の及ぼす影響とその緩和技術, 河川環境総合研究所資料第16号.
- 9) Chow, U. T. (1959) Open-Channel Hydraulics, McGraw-Hill: pp. 101.

4. 良好な水辺利用を促進するための調査・研究

不法係留船対策の手引書について

益子隆一*・山田政雄**・柴田邦善***

1. はじめに

河川法においては、河川は公共用物であり、その保全、利用その他の管理は、国土の保全と開発に寄与するとともに公共の安全を保持し、公共の福祉を増進することが達成されるように適正に行なわれなければならないとされ、水面においても適正に利用されることが望まれている。

河川における係留船に着目して動向を見ると、高度経済成長期（昭和 30～40 年代）以前は、内水面漁業や通船等の業を営む者が居住地近くに係留していたのみであった。

しかし、高度経済成長期以降においては、所得水準の上昇、自由時間の増加、余暇意識の変化等により、水面上に、プレジャーボート・水上バイク等の進出（図 1.1、写真 1.1）が始まり、公共水域への無秩序な係留が増加し、秩序ある水面利用が阻害されるようになった。

現在、不法係留船は、河川景観、出水時の流下阻害、沈船による水質汚濁、洪水対策の支障等となり、特に河口付近の下流部の都市区域においては、河川管理上大きな課題となっている。平成 10 年 2 月 12 日には建設省河川局（現：国土交通省水管理・国土保全局）より各地方整備局および都道府県あてに「計画的な不法係留船対策の促進について」の通達が出された。その中では「河川水面の利用調整に関する協議会」を設置し、当協議会および地域住民の意見を聴きつつ、地域の実態に応じて水系または主要な河川ごとに不法係留船対策に係る計画を作成することになっている。

また、各自治体においては「船の放置防止に関する条例」等が策定されており、船舶の放置防止区域の指定やその対応方針等を決定している。

しかしながら、秩序ある水面利用を実現するためには、不法係留船対策に係る計画の策定だけでなく、さらに水面利用ルール、震災時における船溜まり・係留施設の利活用、地域活性化を図る水面利用等、様々な検討を行う必要がある。

本研究では、これまでの不法係留船に対して当財団が検討してきた事項を整理し、全国の河川においても効率的・効果的に不法係留船対策の実施が可能ないように水面利用の適正化に向けた不法係留船対策の手引書の検討を行ったものである。

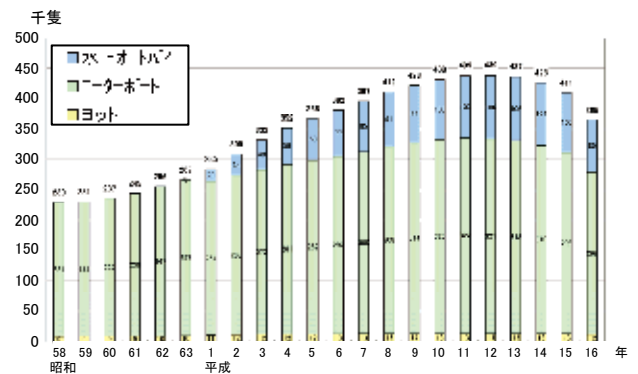


図 1-1 全国のプレジャーボート保有隻数の推移



写真 1-1 プレジャーボートと水上オートバイ

2. 不法係留船対策実施の背景

ここでは、不法係留船対策の実施の必要性を確認するため、不法係留船問題の背景や不法係留船が引き起こす問題について整理を行った。

* (財) 河川環境管理財団 河川環境総合研究所 主任研究員
** (財) 河川環境管理財団 河川環境総合研究所 研究第三部担当部長
*** 株式会社エコー (前河川環境管理財団 河川環境総合研究所 研究員)

2.1 不法係留船問題の背景

不法係留船は「放置艇」とも言い、三水域（港湾・河川・漁港）連携による放置艇対策検討委員会では、『プレジャーボートの適正な係留・保管を促進するための提言』（平成19年6月29日付公表）の中で、以下のように定義している。

- ・港湾・河川・漁港の公共用水域や、その周辺の陸域において継続的に係留等されている船のうち、法律、条例等に基づき水域管理者により認められた施設（マリーナや保管施設など）や区域以外の場所に、正当な権原に基づかずに係留されている船のこと
- ・水域管理者の認めた施設や区域に係留等されているが、施設使用許可などの手続きを経ずに不正に係留している船のこと

河川内における船の係留は、いかなる船であっても、係留のための占用許可を申請し、受理される必要があり、河川法に基づく管理行政の公平性の観点からも、これら不法係留船を放置することはできない状況である。

国土交通省や水産庁により調査された、全国の河川区域内における係留船数の推移（参考文献1）を図2・1に示す。平成14年における放置艇は約4.2万隻なのに対し、平成22年では3.4万隻となっているが、現在もなお河川内における不法係留船が多く見られる状況である。

また、水面利用を行う漁業者や一般利用者に対し、船の係留や河川内の航行等に関するルールが定められていないケースが多く見られる。

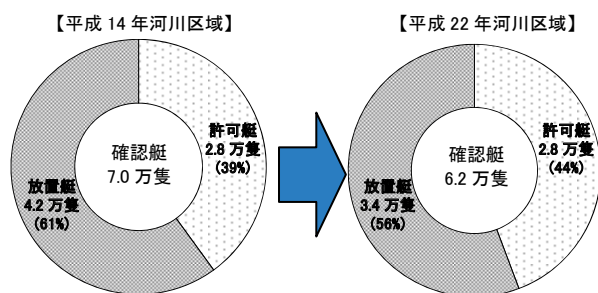


図2-1 河川区域（全国）における係留船数の推移

2.2 不法係留船が引き起こす問題

不法係留船の利用者は、単に船を河川内に係留（放置）するのみならず、例えば写真2・1のように、船を固定し、船の利用を容易にするために「栈橋」を設置しているケースも多く見られている。また、写真2・2のように、河川構造物に杭を打ち込んでいる事例も見られている。

このような不法係留船が引き起こす具体的な問題点について整理する。



写真2・1 河川内の不法係留船の例



写真2・2 護岸部に打ち込まれた係留杭

- ①治水面上における問題点
 - ・洪水時の流下阻害（船流出による橋梁せき止め等）
 - ・係留杭等の設置による低水護岸、河川管理施設の損傷
 - ・治水工事への支障
- ②利用面上における問題点
 - ・河川の自由使用および許可受者による使用への支障
 - ・船の流出による許可受者の施設等への損傷
 - ・河川利用者や付近住民等に対する騒音被害
- ③環境面上における問題点
 - ・無秩序な係留による河川景観の悪化
 - ・沈没、破損等に伴う水質事故等による河川環境の悪化

こうした不法係留船の問題をそのまま放置することは、さらに問題を複雑化し解決の道を困難にする恐れがあるため、河川管理者等による不法係留船の解消が急務となっている。

3. 不法係留船対策の検討と実施

河川の不法係留船対策が全国的に必要という背景を受けて、全国の河川でも不法係留船対策の検討や実施が可能ないように手引書の検討を行った。

不法係留船対策の手引書「以下、手引書」は、当財団のこれまでの業務等を通じて得られた知見をもとに、不法係留船の初期の調査から、是正策・再発防止対策までを取りまとめるものである。

本手引書の内容は、以下のように構成されており、この流れにより不法係留船対策の検討を行っている。

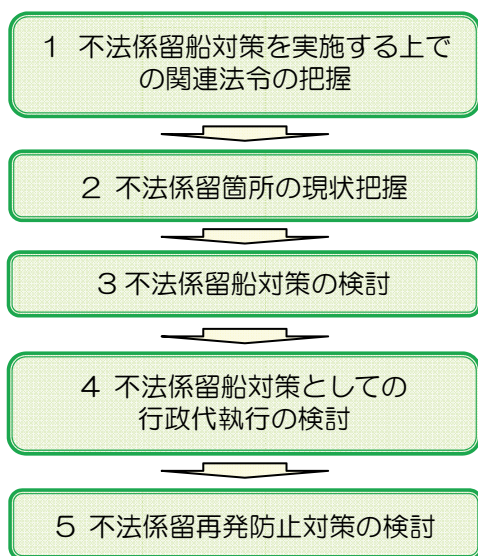


図3・1 不法係留船対策の手引書の構成

不法係留船対策の計画検討と実施について必要な項目や内容および手順について以降に示す。

3.1 不法係留船対策を実施する上での関連法令の把握

不法係留船対策を効果的・効率的に実施するため、河川法および周辺法令の整理を行い、日常の指導や船係留を取り巻く利害関係者等に対する是正措置に関する法的根拠を明確にする。

【把握する必要がある主な関連法令】

- ①不法係留船対策の根拠となる法律・通達
 - ・河川法に関するもの
 - ・船に関する法令等に関するもの
 - ・基準等に関するもの
- ②地方自治体における条例
 - ・水面利用の適正化に関する条例等
 - ・プレジャーボート等に関する条例等

3.2 不法係留箇所の現状把握

不法係留箇所およびその周辺の地域環境と、河川管理の現状および地域の実情に合致した対策を実施するために、不法係留箇所の現状を把握する。

3.2.1 現況把握のための基礎調査

現況把握のための基礎的な情報として、対象地区の歴史、社会環境、河川特性、河川計画、河川管理行為等について調査を行う。

1) 対象地区の歴史の把握

対象地区の不法係留の要因と想定される周辺環境等の歴史的な変遷や河川管理者の不法係留への対応の経緯等を把握する。

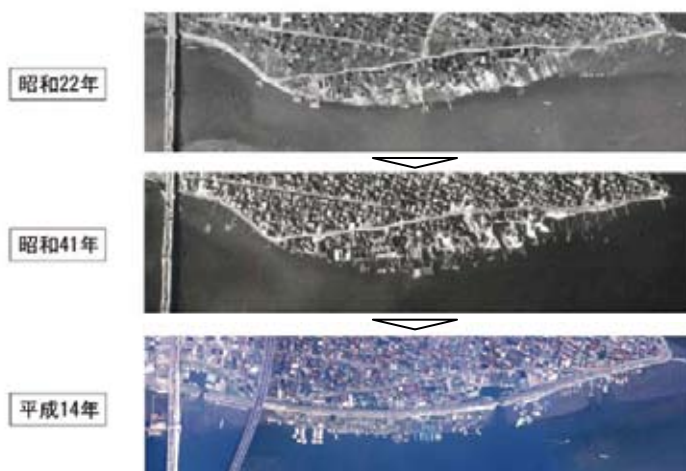


写真3・1 航空写真による水際部の経年変化の把握

2) 社会環境の把握

不法係留船が発生する社会環境の要因や不法係留船と背後地との関わりについて分析を行うため対象河川周辺の状況について、背後地（駐車場の有無、アクセス性、利便施設の有無等）、住民や市民団体等の活動、水面利用の動向等を把握・整理する。



図3・2 社会環境の例（周辺の駐車場の分布）

3) 河川特性の把握

対象河川の特徴を適切に整理することは、係留環境の把握や不法係留による河川管理上の問題を把握するために重要である。(1)物理環境(河道特性および河道形態等)、(2)自然環境(水環境、生物、景観等)、(3)利用環境を把握し、不法係留船等の存在によって生じる治水・利水・環境・利用上の問題を明らかにする。



図3・3 河川特性の例（河床コンター図）

4) 係留船等の把握

船が不法係留される箇所は、所有者の利便性や利用性が良く船を管理しやすい箇所、あるいは船を隠しやすい箇所等である。係留環境の現状を把握し、その特性を明確にすることにより、不法係留船対策の内容や対策の実効性、他の水面利用等との利用調整等の方策に生かすことができる。

船 No. 701	船名	○○丸	
	登録番号(小)	○○○-○○○○○○	
	登録番号(漁)		
許	緒元		
	所有者		
	備考		
船 No. 11	船名	○○丸	
	登録番号(小)	○○○-○○○○○○	
	登録番号(漁)		
許	緒元		
	所有者		
	備考		

図3・4 調書の例

5) 河川計画の把握

対象河川において不法係留船対策と合わせた水面利用の適正化を検討する前提として、各種河川計画(河川整備計画、河川環境管理基本計画、水面利用計画等)を把握・整理し、関連計画と整合を図った対策を実施していくことが重要である。

また、水面利用計画等がない場合は、今後の整備・保全を念頭に、将来的に計画が策定されることを前提に検討する。

6) 河川管理行為の実態把握

平常時と出水時等に注目して、不法係留船に関する河川管理の実態と対応を、継続的にデータ整理しておくことが重要である。対象河川の河川管理上の問題点を明確にすることにより、不法係留船の要因分析や適正化計画に反映することができる。

データ整理は、数値化や視覚的に分かりやすい形式で行う。

3.2.2 問題点・課題の抽出

基礎調査の結果を踏まえ、対象河川における不法係留箇所等の場の特性を明確化し、不法係留船対策の是非を判断することが効率的・効果的な河川管理につながる。

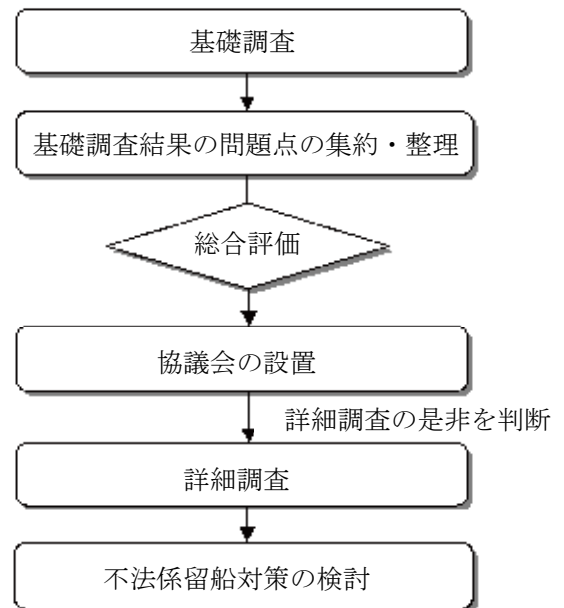


図3・5 段階的な調査実施のフロー

3.2.3 協議会の設置

基礎調査に基づく総合評価の結果、不法係留船対策が必要と判断された場合は、通達（H10.2）に従って協議会を設置し、対策の実施および検証を進める。協議会は、地域の実態に応じて設置するものであり、設置しない場合でも、関係機関等との連携を密にした協議の場を設けた方がよい。

3.2.4 現況の詳細調査

協議会の中で対策に向けて、さらに詳細な調査が必要と判断された場合は、詳細調査を実施し、対象河川における計画や施策へ反映させる。

1) 係留船等の調査

不法行為の是正および占用許可の適切な履行を促進するために、不法係留船と許可船を区別する現地実態調査を行う。陸上・水面および航空写真等から船を現地で調査し、台帳にとりまとめる。

さらに、不法行為に対する指導、行政代執行や簡易代執行の対象を明確にするため、調査の際、所有者の調査も行う。日本小型船舶検査機構等へ照会することで、所有者の把握が可能である。



写真 3・2 調査状況の例

2) 棧橋等の調査

不法行為の是正および占用許可の適切な履行を促進することを目的に、棧橋等について許可施設と不法係留施設等を区別する現地実態調査を行う。陸上および水上から係留施設を現地で調査し、台帳に整理する。

3) 船等の動向分析

水面利用の適正化及び不法係留船対策に資するため、詳細調査を踏まえ、利用価値の有無、船種、規模等に分類し、船による水面利用の特性とも合わせて船等の利用状況の動向を分析する。

4) 堤内地側の係留施設の調査

対象河川の不法係留の解消と秩序ある水面利用の適正化に向けて、所有者による自主的な移動を促すためには、不法係留船の受け入れ先となる係留施設が必要であり、堤内地側における実態を把握する必要性がある。

3.2.5 要因分析

先に述べた課題を総合的に分析することにより、不法係留船の発生要因を明確にすることができる。要因分析によって得られた結果は、適正化に向けた対策の基礎資料とするだけでなく、当該河川の水面利用のあり方の検討にも資することができる。

また、要因分析は河川管理・社会環境・利用特性の面を主体に整理する。

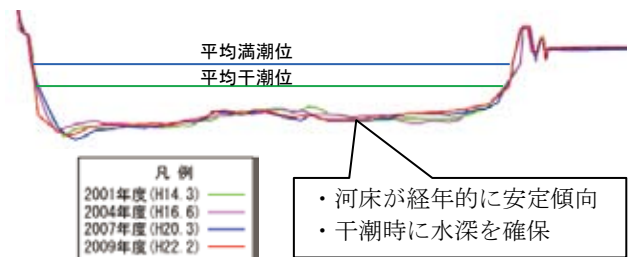


図 3・6 要因分析の事例：係留しやすい河道状況



写真 3・3 要因分析の事例：視野が遮れ係留しやすい

3.3 不法係留船対策の検討

全国の河川区域における不法係留船の数は、平成 22 年度で約 3 万 4 千隻に上っている¹⁾。

これは、マリーナ等の恒久的な係留・保管施設の建設が十分に進んでいない事によるものである。このような社会背景等から、河川によっては一挙に強制的な撤去措置等の対策をとることが困難な状況となっている。

そのため、不法係留船数が多い河川や、広範囲に不法係留船が存在する河川においては、不法係留船対策を、地域の実情に応じて検討し、計画的な撤去等対策を行う。

3.3.1 不法係留船対策の検討

1) 対象区域の設定

対象区域は、水面や水際で不法係留船や栈橋等により河川管理上の支障等が顕在化している区域や、将来的に不法係留船の出現が予見される区域を設定する。

2) 適正化に向けた対策の検討

不法係留船を解消し、秩序ある水面利用の実現を図るために、河川管理上支障となる区域等を重点撤去区域、一定条件で係留を認める暫定係留区域を明確にしておくことで、不法係留船の抑止等に活用する。また、区域内の利用ルールを明確にしておく。

3) 施設整備（ハード）対策

a. 施設整備の考え方

重点撤去区域における船の所有者への指導を行っても不法係留の解消が困難と想定される場合は、マリーナ等への収容を前提とした受け皿や不法係留船の適正化を図るための施設整備を検討する。施設整備では、整備に当たっての考え方や根拠となる基準を明確にする。



写真 3・4 暫定係留施設の例

b. 暫定係留施設の整備

暫定係留施設は、その整備によって不法係留船が解消されることを前提として、協議会で合意し、10

年間の期限付で整備される施設である。

暫定係留施設は、簡易な構造で出水に対応できる設置条件の下で整備する。その設置に当たっては、河道条件、施設構造、設置許可の基準等を明確にする。

4) 啓発活動（ソフト）対策

a. 広報活動

対象河川の不法係留を解消させるためには、プレジャーボートの所有者や地域住民等に不法係留の実態や問題を認識させることが重要である。そのため、地域等への広報の手法・実施スケジュールを検討するとともに、実施効果を検証しながら見直しを行う。また、より効果的な啓発が図られる広報手段・媒体についても検討する。

b. 船の処分の指導・促進

不法係留船は、利用可能なものと利用不能となって所有者が処分に困窮して残置されているものに分類される。後者の処理について、廃船処理も含めて関係機関と協議し、関係法令に則った処理を実施することが重要である。

また、プレジャーボート所有者に適切なプレジャーボートの処理方法等の広報等の対策を関係機関と連携して実施し、所有者による処理を促す。

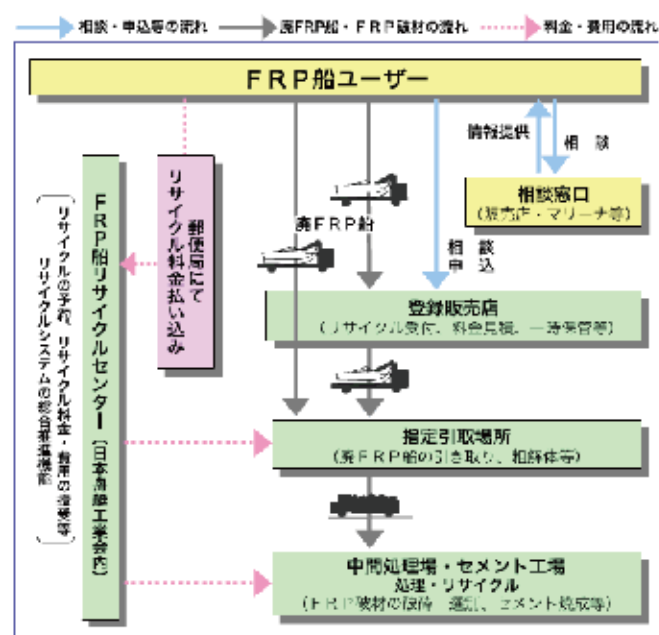


図 3・7 FRP船リサイクルシステム
(参考：国土交通省 HP)

不法係留船の適正化を着実に実施・実現していくために、河川管理者と港湾・漁港管理者、自治体、関係機関等が共同で施策を行う連携方策を検討する。関係機関との役割分担を明確にし、不法係留船の適正化を着実に実行できるような実効性のある連携方策を検討する。

3.3.2 意向・意識調査

1) 船の所有者への意識調査

不法係留船対策に則って進行する場合、対象河川に残置している船の所有者の意向等を把握することにより、不法係留船対策の推進や適切な指導・監督を行う。

意向調査の継続的な実施により、代執行対象船を限定することが可能となる。

2) 住民意識の把握

不法係留の解消と秩序ある水面利用の実現を図るには、地域との協働連携が必要である。そのため、対象河川の沿川住民に不法係留船対策や水面利用等に関する意識調査を実施し、地域の意向を把握する。

3.3.3 現況箇所の占用確認と指導

強制的な撤去を実行しない場合は、船や係留棧橋等を適切に管理し、河川利用者や船の所有者等の安全の確保や船等の動向把握のため、現況箇所における占用許可の適正な履行を確認し、河川法第24条等に基づく占用許可の申請を斡旋する等の適宜指導を行うことが必要である。

3.4 不法係留船対策としての行政代執行の検討

行政代執行は度重なる行政指導・警告に従わない船に対して、他の手段では解消が図られない場合の最終的な手段として実施するものである。また、代執行による強制撤去を実施することは、不法係留船といえども、法に基づき私権を一時的に制限することである。

このことを踏まえ、行政代執行実施に至った経緯

と、行政代執行を実施する根拠を法的に明確にし、その必要性を相手に理解・認識させることが必要である。

行政代執行：所有者が判明している船に対して、行政代執行法に基づく所定の手続きを踏んで実施される。

簡易代執行：所有者や管理者を通常的手段では確知できないものについて、河川法第75条第3項の規定に基づく公告を行った後も除却がされない場合に、河川管理者が行政代執行法に基づく手続きを踏むことなく当該物件の除却ができる制度であり、水域管理者により実施可能である。



写真3・5 行政代執行の例

3.4.1 啓発・警告の継続実施

不法係留船対策計画に基づき、対象河川の不法係留船や棧橋等の所有者に対して、船等の是正が必要な箇所においては、行政代執行による処置等が講ぜられること等を河川管理行為として不法係留船等が解消されるまで指導・警告する。



写真3・6 不法係留者への警告の例

3.4.2 事前調査

1) 調査時期・手法

事前調査によって、適切な代執行実施計画を立案するための調査時期、手法を検討する。その調査時期や手法は、対象河川の船の活動特性等を把握し検討する。

2) 調査内容

調査内容は、撤去対象物件の確認、地域の周辺状況の確認、船の保管場所の候補地の確認等とする。この調査により、代執行を支障なく行う実施計画を作成するための基礎資料を整備する。

3.4.3 代執行の種別の判定

行政代執行および簡易代執行は、河道内に不法に設置されている船、栈橋、工作物等を強制撤去するものである。

簡易代執行による所有者不明物件の除却は、河川管理者が独自に実施できる利点を有するが、所有者判明物件の除却は、行政代執行の強制力で撤去を図る必要が生じる。このことを踏まえ、不法係留船に対する行政指導・警告等の対策の実施状況や効果を見極めながら、対象河川の実情に応じた代執行を検討する。

3.4.4 実施計画の策定

代執行を円滑に実施するために、多数の関係機関との連携実施や工程を考慮した実施計画を十分に検討して策定する必要がある。

1) 全体工程計画

代執行の実施にあたって、全体の工程計画、実施内容、各工種における詳細な手順、実施期間、関係機関等の役割分担を含めた全体工程計画を、安全確保やコスト等も考慮し作成する。

執行者である河川管理者は、この工程計画に基づき円滑な執行を図るとともに、関係機関への周知あるいは連携実施を図る。

2) 実施体制・手順の検討

代執行実施期間内における、全体工程計画に基づいた各機関・人員の役割とタイムスケジュール等を

明確にした実施体制を検討する。代執行時の対外的な対応、代執行後の実施効果の検証や訴訟対応も念頭に、撤去・運搬・保管の工程毎に、作業・広報・指揮等の系統立った実施体制を検討するとともに、各作業の内容を記録する体制を検討する。



図 3・8 作業タイムスケジュールの例

3) 対象船の移動方法・保管場所の検討

代執行時に撤去・移動する船等について、移動方法、保管場所・方法を検討し、かつ移動の際に対象物件が利用可能であることを確認しておくことが必要である。また、所有者による物件引き取り時の負担金額、保管期間終了後の対応や保管期間中の管理や警備等に関する諸事項も検討しておくことが重要である。

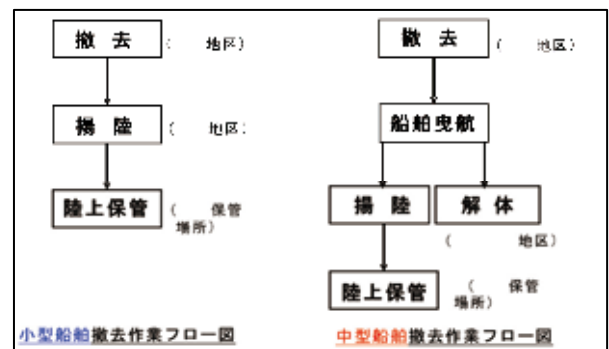


図 3・9 撤去船種別撤去作業フロー図の例



図 3・10 撤去船舶保管場所平面図の例

4) 対象物件の鑑定・処分方法の検討

代執行により撤去された船等物件は、資産価値の鑑定を行った上で、所有者による引き取りが無かった物件について、売却・廃棄処分等の処理を迅速に行う。

そのため、物件鑑定の手法や処分方法を予め計画し、かつ処分する物件の価値を正確に測定し、公告する。

3.5 不法係留再発防止対策の検討

一般的に、不法係留とそれに付随する不法行為は、船を係留しやすい河岸・河床構造を有していることや、不法駐車、不法係留施設を設置するスペースがある等の設置しやすいこと等が原因となって発生しているケースが多く見られる。

そのため、不法係留（不法係留船・施設）を行政代執行による強制撤去等で排除する対策のみでは、不法係留等の違法行為が再発し、従前の無秩序な利用形態に立ち戻る可能性がある。よって、不法係留船の是正対策を実施した後は、速やかに再発防止対策を実施する必要がある。

3.5.1 監視とフォローアップ

行政代執行により対象河川の不法係留船等が是正対策（行政代執行）により解消された場合は、広報により周知すること、および一定期間の監視モニタリングを実施し、対策の効果の検証および広報により周知することが望まれる。



写真 3・7 監視の例（CCTVによる監視）

3.5.2 再発防止対策

不法係留再発防止対策を行う第一の目的は、是正対策後の状況を維持すること、および秩序ある公平な河川空間利用を図り、不法行為によってもたらさ

れる治水や河川環境への支障を回避することである。

予防策としては、関係機関・河川利用者・近隣住民が協働連携して秩序維持することを主とした、啓発活動・監視・利用ルール等によるソフト対策となる。

防止策としては、対象河川に潜在している発生要因を直接排除もしくは不法船の侵入を抑止する施設整備や新たな係留施設整備を行うハード対策となる。

1) ソフト対策（予防策）の検討

ソフト対策は、関係機関・河川利用者・近隣住民が連携して実施することを基本として、不法係留に対する問題、秩序ある公正な河川利用で地域環境の向上に繋がる啓発活動を行うものである。

また、ソフト対策のうち注意喚起や利用ルール（制度）は、規制的な側面もあるため、地域への十分な周知を図ることが必要である。



図 3・11 ソフト対策の例（ホームページによる広報）

利用ルール（制度）の整備は不法係留再発防止対策におけるソフト対策の一つである。秩序ある河川利用を促す水面等の利用ルールや空間区分等を整備する。

利用ルールは、(1)船利用者に不法係留させないよう啓蒙すること、(2)航行の安全を確保すること、(3)水面等利用者に適切な利用を促すことを主眼とする。

2) ハード対策（防止策）の検討

ハード対策は、不法係留の要因を解消するものであり、主に不法係留されにくい水際環境にする河川

整備，地域住民が安全にレジャー利用可能な施設整備，新たな係留施設整備（行政にて低額運営，民間への行政支援等）に大別される。

対策の検討にあたっては，このようなハード対策は他の河川利用者の利用制限を伴う場合もあるので，河川利用の安全性が担保される施設整備を検討する。

5. 今後の課題

本手引書は，不法係留船対策を検討する時に基本となる事項をまとめたものであるが，財団が不法係留船対策に係ってきた事例に基づいている。このため，特定の河川の地域特性を反映した地域独自の対応に偏っている可能性があり，今後他の河川における手法も取り入れ，ブラッシュアップする必要があると考えており，より広域に活用できる内容としていきたい。

参考文献

- 1) 国土交通省，水産庁（平成 23 年 8 月）：平成 22 年度プレジャーボート全国実態調査 結果概要
- 2) 柴田邦善・郡司篤・吉田高樹（2009）不法係留船対策の実施事例と再発防止に関する研究. 河川環境総合研究所報告 15：pp. 85-99



写真 3・8 護岸整備による係留再発防止の例

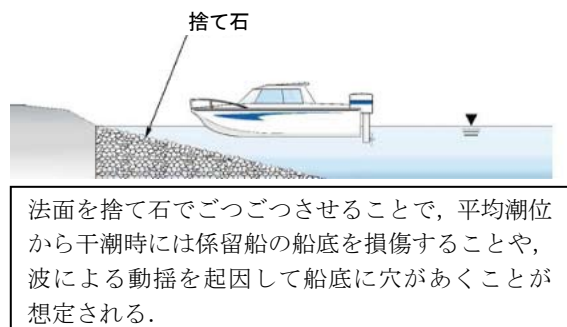


図 3・12 防止策の例（係留しにくい水際整備）

4. まとめ

本手引書は，財団がこれまで不法係留船対策の検討に長年に渡って係ってきた実績を基に，その技術的な知見を他河川でも活用できるように体系的にとりまとめたものである。

手引書の中には，簡易代執行および行政代執行の実施に至るプロセスも解説しているが，簡易代執行や行政代執行は，最終的な対策手段であるため，本手引書を参考に，その実施に至るまでに，船の所有者への広報や警告等による事前の対応を十分に検討して実施することで，船の所有者による自主的な退去を促すことが望まれる。

5. 河川教育に関する調査・研究

長期的展望に立った河川教育教材の開発と 関係機関との連携

菅原一成*・鳥越洋生**・河崎和明***・吉野英夫****・藤兼雅和*****

1. はじめに

当財団は「河川管理者・学識者・教育関係者・川の指導者等と連携して様々な研究や河川学習の普及を行い、もって「川に学ぶ社会」の実現を目指す」を基本理念の一つにしている。

特に平成14年に国土交通省・文部科学省・環境省の3省連携で「子どもの水辺サポートセンター」が当財団内に設立されて以降、当財団は「河川教育の推進に関する調査研究」を重点プロジェクト研究のひとつとして挙げており、教育の場や教材として有効性の高い「河川」を活用した教育の普及推進を、社会的要請の高い課題として研究を進めている。

本論では、平成22年度研究所報告（菅原ほか2010）および平成23年度研究所報告（鳥越ほか2011）を踏まえた、河川教育（水辺における体験活動等を通じて河川への理解を深めるとともに生命の尊さ、自然の大切さ等を学ぶ活動）普及における長期的展望に立った教材開発と関係機関との連携方策に関する研究内容を報告する。

2. 河川教育普及の意義

平成24年1月に開催された「川に学ぶ全国事例発表会」（主催：河川環境管理財団 子どもの水辺サポートセンター）の「東日本大震災にみる命の分岐点～今、求められる命を守る防災～」（講演：群馬大学片田敏孝教授）では、釜石市の防災教育の取り組みについて紹介があった。

この「釜石の奇跡」とよばれる防災教育の成功要

因としては、防災を「学校教育」に取り入れて深く浸透させたことが考えられる。（図2・1参照）



図2・1 学校教育に組み込んだ教材の例（釜石市）

同発表会では、釜石市、釜石市教育委員会、釜石市立釜石小学校の関係者がパネリストとなり、山田守釜石市市民生活部防災課長から「当市では子どもを介してそこからその子どもの親を変え、家族を変え、地域を変え、という事を目的として、これまで防災教育を行ってきた」という紹介があった。

片田教授の講演では「大人相手の講演会ではもともと意識の高い人しかこない。しかし今の小学生に防災教育を実施すれば、その子どもたちは10年後には大人になる。さらにもう10年経てば親になる。」と長期的な取り組みにより「高い防災意識や災いをやり過ごす知恵が世代間で継承される」点を強調している。災害対応力のある大人、河川という自然環境に理解のある大人となるにはまず子どもを対象とし、短期で終わらせず長期的に実施する事が重要と

* (財) 河川環境管理財団 河川環境総合研究所 研究第一部 兼 子どもの水辺サポートセンター 研究員

** (株) 建設環境研究所 九州支社 技術部 (前河川環境総合研究所 研究員)

*** (財) 河川環境管理財団 参事

**** (財) 河川環境管理財団 河川環境総合研究所 研究第一部担当部長 兼 子どもの水辺サポートセンター次長

***** 愛知県建設部河川課主幹 (企画・事業) (前河川環境総合研究所 研究第一部長 兼 子どもの水辺サポートセンター長)

なる。

なおかつ、河川教育を普及するためには、小学校中学校約1,000万人の生徒（日本の人口の約1割弱を占める）の教育を担う「学校教育」に組み込むことが極めて重要である。

3. 河川教育に関する研究の流れ

平成22年度の研究所報告（菅原ほか 2010）では、河川環境教育の推進、すなわち、より多くの子どもたちに川について学んでもらうためには、子どもたちの教育の場である「学校教育」で教材が活用されることが最も効果的であると述べられている。一方で、これまでに河川管理者が提供した教材は、学校教育ではあまり活用されていないことも指摘されている。

同研究所報告は、その理由として、河川管理者が提供した教材が学校教育を規定する学習指導要領の内容と必ずしも適合しておらず、学校の教育システムに受け入れられにくいことを指摘している。またその他の課題として、学校には川に詳しい教員が少ないという教える側の知識不足のほか、立地条件として川が近くにないと河川教育ができないという先入観が持たれていることを指摘している。

また、平成23年度の研究所報告（鳥越ほか 2011）では、川に学ぶ社会と学校教育とをつなげる観点から、福岡県久留米市教育委員会、市内公立小学校の教員および県や市の関係各機関等の意見を得ながら、新しく学習指導要領に記載された「自然災害の防止」、「情報化した社会の様子と国民生活とのかかわり」といった防災に関する単元に対応する河川教育教材を、我が国の国土等についての学習を行う5年生社会科の教科学習に導入するために必要な事項を明らかにした。

そして、教科学習に導入するために必要な事項を満たし、かつ、川と人との広く深い関わりについて理解して欲しい内容を盛り込み、実際に学校教育で活用できる河川教育教材を検討して作成した。

本論では、上述のこれまでの研究結果を引き継ぎ、

「もっと身近な地域の実情」を扱う「小学3・4年生の社会科」で実施できる河川学習教材や、これまでの教材作成のプロセス等を整理した「手引き」について紹介する。

4. 教材作成の基本的な方向性

4.1 河川教育の現状

河川教育の現状についてこれまでの研究結果から得た課題を下記に示す。

- 1) 河川や河川防災について子どもに教えられるほどの知識や経験を持っている教員・保護者は限られている。
- 2) 河川は自然そのものであり常に危険が伴うことから、教育現場からは教育のフィールドとして敬遠されやすい。
- 3) さらに、地震・火事等の災害に関する防災教育は、予防や避難の考え方が比較的分かりやすいが、河川に関わる風水害は、その災害特性から場合によっては避難する方が危険な場合もあり、予防や避難の考え方が複雑である（地域特性、河川特性によって大きな違いがある）。

本来小学校3・4年生の「学習指導要領」では「火災・風水害・地震」などのなかから「選択」して取り上げて良い事になっているにもかかわらず、上記の点から多くの学校が「風水害」を選ばず、「地震・火事」を取り上げているという現状がある。

4.2 地域の特性に即した教材の検討

4.1 で挙げた「地域特性」に即した教材を具体的に検討するために、「特定の地域」を取り上げる必要があるため、新潟県見附市を対象として、モデル的に教材を作成することとした。

見附市を対象とした理由は、同市が平成16年の新潟・福島豪雨で被災し、それを受け河川改修（河川災害復旧助成事業及び河川災害復旧等関連緊急事

業)が行われ、平成23年に再び豪雨に見舞われたが、改修の成果により大きな被災を免れたこと、また、同市長がNPO法人川に学ぶ体験活動協議会副代表理事であり、河川教育にも造詣が深いことによる。

そして見附市で行われている学習内容を調査・分析するために、見附市で使用されている教科書や副読本、災害時の資料等を収集した。(図4・1参照)



図4・1 見附市で使用している副読本

4.3 専門家へのヒアリング

具体的な教材の検討にあたり、見附市長や防災担当の見附市企画調整課、見附市教育委員会学校教育課などの防災や学校教育等の専門家へのヒアリングを行い、留意すべき点を以下にまとめた。

- ・ 河川教育は、子どもの発達段階や学習経験を十分に考慮して、まずは川を体験することを通して知ることを重視して、興味を持って親しむ活動から入る、発達段階に応じた学びが重要(親しみ⇒気づき⇒学び⇒自ら判断し行動する)
- ・ 実際の災害発生時には、災害情報を受けた市民が頭を使い自分の置かれた状況に応じた適切な行動がとれることが重要である。啓発資料は、自分の問題として自分の住んでいる地域での実際の災害状況をイメージできるきっかけとなる効果をもたらす必要がある
- ・ 啓発資料は、河川や防災の知識を持ち合わせていない学校の先生でも活用可能なものとする必要があり、学校の先生も学ぶことができるために、

子どもに向けた教材に加え、補完資料を用意する必要がある

- ・ 学校の先生の対応にも限界があることから、啓発資料は積極的に出前講座などのゲストティーチャーならびに河川管理者や行政機関の持つ有効なデータを活用できる仕組みを考慮する必要がある。
- ・ 河川や地域の特性によって災害の特徴に違いがあることを充分認識する必要がある

4.4 教材の基本的な方向性

これら専門家へのヒアリングで得たポイントを踏まえ、教材の基本的な方向性を以下に示す。

- 1) 小学校3・4年生の社会科では、自分たちの地域や、地域の安全について学習する。この中から地域の河川環境や水防災を題材にすることができるところを抽出し、学校教育の流れに沿った啓発資料を検討する。
- 2) 啓発資料は、防災のみを教えるのではなく、街の中の川の位置や役割などを学ぶ過程において、河川環境や水防災の要素を付加する。
- 3) 川に親しむことから始まり、気づき、学び、そして自ら行動するという段階的な教育を行うこととする。

そしてこれら3つの観点から教材を作成した。

5. 河川教育の具体的なプログラム

5.1 見附市における小学3・4年生社会科での学習内容と振り替え可能な河川教育プログラム

表5・1に実際に見附市で使用されている教科書の小学社会3・4年の単元数と、教科書の学習内容から河川を扱う内容に振り替えが可能なプログラムの例を示す。

No.	単元（時数）	学習内容（教科書の内容）	振り替え可能なプログラム
1	もっと知りたいみんなのまち（24時間）	・わたしたちのまちはどんなまち ・わたしたちの市の様子	川を知り、川に親しむ
2	見直そう わたしたちの買い物（14時間）	・買い物調べをしよう ・店を調べに行こう ・上手な買い物をするために	
3	調べよう 物をつくる仕事（13時間）	・しゅうまいをつくる仕事 ・ほうれんそうをつくる仕事	
4	さぐってみよう 昔のくらし（18時間）	・まちの人たちが受けつぐ行事 ・昔の道具とくらし	
5	安全なくらしとまちづくり（22時間）	・事故・事件のないまちをめざして ・火事を防ぎ、地震にそなえる	風水害に備える
6	健康なくらしとまちづくり（21時間）	・ごみはどこへ ・水はどこから	
7	昔から今へと続くまちづくり（15時間）	・吉田新田はどこにあった ・田を開く	昔の川の様子と先人の働き
8	私たちの県のまちづくり（31時間）	・県の地図を広げて ・焼き物を生かしたまちづくり ・クリークを生かしたまちづくり ・世界とつながるまちづくり	

表 5・1 見附市における小学 3・4 年生社会科での学習内容と振り替え可能な河川教育のプログラム

教科書の学習内容と学習指導要領の記載内容を分析し、見附市で使用されている教科書の小学 3・4 年社会科で、河川を扱う内容に振り替える事が可能と思われる部分を 3箇所 に絞り、それぞれのプログラム内容を検討した。

1つ目は 24時間かけて「もっと知りたいみんなのまち」という単元が行われるが、ここに「川を知り、川に親しむ」という要素のプログラムを組み込むこととした。

次に「安全なくらしとまちづくり」という単元では「風水害にそなえる」というメニューを組み込み、最後に「昔から今へと続くまちづくり」に「昔の川の様子と先人の働き」というプログラムを組み込むこととした。

それら 3つのプログラムの具体的な時間数を表 5.2 で示す。ここではまず「もっと知りたいみんなのまち」では全 24 時のうち、4－8 時目に川に行く計画を含めた「まち探検」を行わせる。

つぎに「安全なくらしとまちづくり」という単元では 19 から 20 時目に「洪水シミュレーション」というスライドを用い平成 23 年の新潟・福島豪雨災害を迫体験させ、関係諸機関の協力について調べさせる（表 5.3 参照）。

単元

もっと知りたいみんなのまち

【単元の目標】

自分たちが住んでいる身近な地域や市について、観察、調査したり白地図にまとめたりして調べ、地域の様子は場所によって違いがあることを考えるようにする。

時	学習内容
1	オリエンテーション ○まちの地図や写真を使い、まちの様子や土地の使われ方などについて話し合ったりして、社会科の学習への興味や関心をもつ。
2-3	1 わたしたちのまちはどんなまち ○自分たちが住むまちのおすすめの場所を紹介し合う。 ○学校の屋上など高い所から、自分たちの住むまちの様子をながめる。
4-8 (4H)	○自分たちの住むまちについて、もっと知りたくなったことを調べるために、まち探検の計画を立てる。川に行く計画も含める。 ○まち探検（近隣の川含む）を行い、発見したことをメモや地図に記録する。 ※川が校区内で最も低い場所を流れていることに気づかせる。
9-14	○まち探検は 2回に分けて行う。 ○図書館などの公共施設を実際に利用する。 ○自分たちが住むまちの様子を表した絵地図をつくる。 ○完成した絵地図を見ながら、自分たちのまちの特色について話し合う。
15-16	2 わたしたちの市の様子 ○市の航空写真を見て、自分たちの住む市の様子について関心をもつ。 ○市の地図を見て、市内における自分たちのまちの位置や、市の形などを把握する。
17-20	○自分たちが住む市の様子について、テーマを決めて調べる。
21-22	○調べたことをもとに、市の土地利用の様子を白地図にまとめる。
23-24	3 学習のまとめ ○自分たちの市の紹介ポスターを作り、発表会をする。

表 5・2 単元「もっと知りたいみんなのまち」の時間数と振り替えプログラム

単元

安全なくらしとまちづくり

【単元の目標】

地域社会における災害及び事故の防止について、見学、調査したり資料を活用したりして調べ、人々の安全を守るための関係機関の働きとそこに従事している人々や地域の人々の工夫や努力を考えるようにする。

時	学習内容
1	◇ オリエンテーション ○交通事故の写真を観察したり、見たり聞いたりした交通事故の様子について発表したり、交通事故にあいそうになってひやりとした体験を発表したりすることを通して、交通事故や事件のないまちにはどうしたらよいかという問題意識と、詳しく調べようとする意欲をもたせる。
2-11	1 事故・事件のないまちをめざして ○グラフなどの読み取りを通して市で起きている交通事故の実態をとらえ、事故を防止するにはどうしたらよいかという学習問題をつくる。 ○学校周辺の交通の様子や安全施設を調べて地図にまとめ、施設の役割や交通法規の意味を話し合って考える。 ○警察署や交番の見学を通して、交通事故への対応や事故防止・防犯の取り組みの実際と工夫・努力について調べる。 ○地域の人々による交通事故防止・防犯の取り組みを調べる。 ○危険な場所とはどんな場所なのかを考えながら実際に地域を歩いて調べ、地域安全マップにまとめる。 ○学習を通してわかったことや考えたことなどを、地域安全会議で発表する。
12-18	2 火事を防ぎ、風水害にそなえる ○消防署を見学して消防や防災、救命・救助のための工夫や努力、関係諸機関（消防団含む）との協力などについて調べる。 ○学校や地域の消防施設とその分布、消防計画などを調べて、見取り図や地図にまとめる。
19-20 (2H)	○洪水シミュレーションにより、平成 23 年の新潟・福島豪雨災害を迫体験し、関係諸機関の協力について調べる。 ○自分たちにできることは何かを考えて文章に表す。 ※参考資料としてハザードマップ（豪雨災害対応ガイドブック）を見る
21-22	3 学習のまとめ ○学習してわかったことや考えたことを新聞にまとめ、地域の人々に発信する活動を通して、地域の安全を守っていくようとする自覚をもたせ、具体的に行動させる。

表 5・3 単元「安全なくらしとまちづくり」の時間数と振り替えプログラム

最後に、「昔から今へと続くまちづくり」では、6 から 13 時目に見附市の刈谷田川の改修工事の様子や開発における困難や理由について調べる（表 5.4 参照）。

単元

昔から今へと続くまちづくり

【単元の目標】

地域の人々の生活について、見学、調査したり年表にまとめたりして調べ、人々の生活の変化や人々の願い、地域の人々の生活の向上に尽くした先人の働きや苦心を考える。

時	学習内容
1	◇ オリエンテーション ○ 地域の人々が参加する祭りや年中行事の写真を見たり、自分たちが参加した経験を話し合ったりして、地域の昔の暮らしに関心をもつ。
2-5	1 昔の暮らし ○ 昔の道具を観察したり、家の人に使い方を聞いたりして調べ、気づいたこと、不思議に思ったことなどを時期ごとに分類して表現する。 ○ 昔の道具が使われていた頃の暮らしの様子について、家の人やお年寄りに話を聞いて調べる。 ○ 昔の道具や暮らしについて調べてわかったことなどを年表にまとめ、道具と生活の変化を関連付けて考える。
6-13 (8H)	2 まちをひらく ○ 刈谷田川の改修工事が行われた理由を調べ、当時の土地や人々の暮らしの様子と関連づけて考える。 ○ 約90年前に行われた改修工事の様子を調べる。また、開発における困難やその理由について調べる。 ○ 開発にはどのような人たちが参加したのかを調べたり、工事で使われた道具とその使い方を調べたりして、工事の難しさや人々の願いと関連づけて考える。 ○ 平成に入ってから改修工事(遊水池など)について調べ、その背後にある人々の願いを考える。
14-15	3 学習のまとめ ○ この単元で学習したことをノートやワークシートなどにまとめる。

表 5・4 単元「昔から今へと続くまちづくり」の時間数と振り替えプログラム

5.2 指導計画案および教師用解説書

それぞれの振り替えプログラムについて、授業のねらいや位置づけ、具体的な流れや進め方を書いた教師用の「指導計画案」と様々な資料やデータ等を含んだ「解説書」を作成した。(図 5.1 参照)

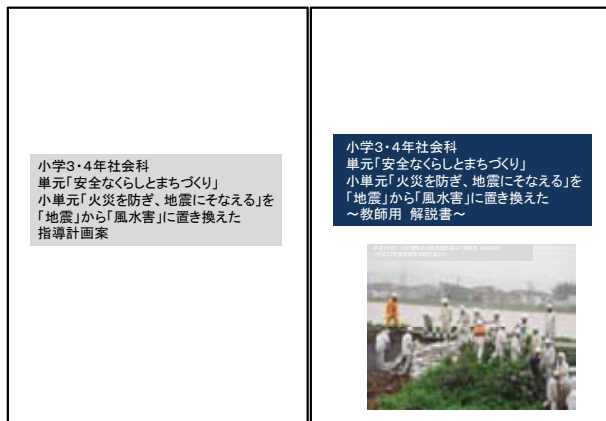


図 5・1 作成した「指導計画案」と「教師用解説書」の一例

このうち「安全なくらしとまちづくり」において、「地震」から「風水害」に振り替えた際の指導計画案を例として紹介する。

表 5・5 は一コマ 4 5 分間の授業の流れや内容を示した「指導計画案」となる。

指導計画案の例(「安全なくらしとまちづくり」の19時目目)

学校現場で教師が授業を行うために作成した、45分間の授業の流れや内容を示した資料

振替小単元「洪水から人びとを守る」(19時目目)

1. 本時の位置づけ

4年生社会「火事を防ぎ、風水害にそなえる」(全9時間)の展開の時間として位置づける。

2. 指導のポイント

- ・台風や長雨、集中豪雨に起因する洪水災害は、雨の降り始めから災害発生までの事象の積み重ねと時間の経過がある。
- ・災害発生までのあいだに、気象情報などの様々な情報を得ることができ、時間の経過とともに変化する状況を知る。
- ・平成23年の新潟・福島豪雨災害のときには、見附市や河川管理者をはじめ関係の諸機関が相互に連携して、緊急に対処する体制をとっていたことを知る。
- ・見附市をはじめ関係の諸機関は、地域の人びとと協力して、災害の防止に努めている。

3. 学習方法の工夫

平成23年の新潟・福島豪雨災害時の映像や写真、ニュース報道を見ること等により当時の状況を追体験しながら、災害発生時には見附市をはじめ関係の諸機関や、地域の人びとが協力して災害の防止に努めていることを知る。

表 5・5 指導計画案の例①

まず「1. 授業(本時)の位置づけ」は、単元「安全なくらしとまちづくり」の全22時間のうちの19時目で、本時が4年生社会「火事を防ぎ、風水害にそなえる」(全9時間)の展開の時間として位置づけられていることを示したものである。

次に、「2. 指導のポイント」は、本授業において、指導の際に教員が留意すべきポイントを示したものである。

「3. 学習方法の工夫」は、本時において、学習方法をどのように工夫するべきかを説明している。

表 5・6 で示す「4. 本時のねらい」では、「消防署や警察署、市役所、河川管理者などの関係機関が、各部署の役割を生かし、洪水など緊急事態が発生した時には一刻を争って事態に対処していることを手掛かりにして、人々の安全を守るために関係機関がどのような働きをしているのかを具体的に考えることができるようにする」とし、学習指導要領のねらいや身につけるべき学習目標と合致するような記載内容としている。

また、授業で使用または配付すべき必要資料は、「5. 必要な物」で説明している。

次に、「6. 教科書における振り替えページ」は、題材を風水害に振り替える前の、教科書の該当ページを示している。本時は本来であれば、このページのように「地震」について深く学ぶこととなっている。

振替小単元「洪水から人びとを守る」(19時間目)

4.本時のねらい

消防署や警察署、市役所、河川管理者などの関係機関が、各部署の役割を生かし、洪水など緊急事態が発生した時には一刻を争って事態に対処していることを手掛かりにして、人々の安全を守るために関係機関がどのような働きをしているのかを具体的に考えることができるようにする。

5.必要な物

洪水シミュレーション、洪水時の写真

6.教科書における振替ページ



(教育出版株式会社 2011)

表 5・6 指導計画案の例②

そして表 5・7 の「7. 学習の過程」では、授業の具体的な流れを記載している。導入・展開・まとめに区分された45分の授業の流れや、指導上の留意点等を記載している。

まず「導入」として、火事の他にどんな災害があるかを問い掛け、洪水災害が発生すると、どんなことが起こるか考えてもらう。

つぎの「展開」で、後述する「洪水シミュレーション」をパワーポイントで実施し、新潟福島豪雨を追体験する。

最後にふりかえりを行い、人々の安全を守るために、関係機関や地域の人々が協力して、洪水災害の防止に努めていること、等を学び、次の20時目につながるように「まとめ」を行う。

振替小単元「洪水から人びとを守る」(19時間目)

7.学習の過程

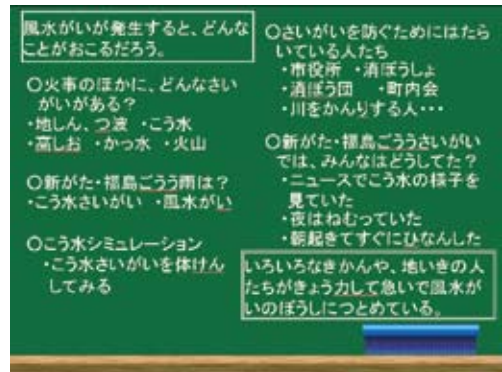
流れ	学習活動・内容	指導上の留意事項	資料(解説書作成)
導入 (5分)	①火事のほかに、どんな災害があるか、子どもたちに問いかける。 ●予想される回答 ・地震、津波、洪水、高潮、濁水、火山、または具体的に新潟・福島豪雨災害など ②災害のなかでも、新潟・福島豪雨は洪水や豪雨災害、風水害と呼ばれていることを伝える。 ③これから新潟・福島豪雨災害を振り返ってみることを説明し、めあてを伝える。 めあて：洪水災害が起こると、どんなことが起こるだろう。	別の災害についての学習として、前の時間で学習した火災から洪水に話がつながるように配慮する。 導入は説明を少なく軽めに、早めに展開に移る。	
展開 (20分)	④洪水シミュレーションの内容を説明する。 ⑤洪水シミュレーションを開始する。 ・洪水を追体験し、そのときに関係機関や地域がどのような対応を行っていたのか知る。	体験する内容を簡単に説明する。 ・消防署や警察署、市役所や河川管理者などの関係機関と、地域が一体となって緊急事態に一刻を争う事態に対処している。	○洪水シミュレーションの内容説明資料 ○洪水シミュレーション【PPTを参照】
まとめ (20分)	⑥洪水体験をふりかえる。 ・洪水のとき、自分たちはどうしていたのかを思い出させる。 ⑦次の時間で地域の方(町内会や自治会、水防団)を呼び、地域での防災について話を聞くので、子どもたちから質問することを考えておくように伝える。 まとめ：関係の諸機関や、地域の人びとが協力して、一刻を争って対処し、洪水災害の防止に努めている。	洪水のとき自分たちはどうしていたか？等、子どもたちが持っている情報を引き出す。 そのような災害時に、人々の安全を守るために、関係機関や地域が働いていたことに気づき、驚きとともに、関係機関や地域の災害時の働きを具体的に考えることができるようにする。	

表 5・7 指導計画案の例③

さらに表 5・8 の「8. 板書計画」では、「7. 学習の過程」に沿った授業で、教員が黒板に書いて示すべき内容をあらかじめ説明している。

振替小単元「洪水から人びとを守る」(19時間目)

8.板書計画



9.他の単元との関連

5年生「自然災害の防止」で風水害を扱う際の導入として活用可能

表 5・8 指導計画案の例④

ここまでの、作成した「指導計画案」の内容となる。

そして「7. 学習の過程」でふれた「洪水シミュレーション」は表5・9で示すとおり、授業のなかで使う題材として作成した教材となる。

振替小单元「洪水から人びとを守る」(19時間目)

【洪水シミュレーションとは】

洪水シミュレーションとは、平成23年の新潟・福島豪雨災害のときの状況を追体験するために、災害当時の情報・資料を整理したものです。

雨の降り方や川の水位の上昇などの自然現象の変化や、洪水のときの映像や写真とともに、そのときの街の様子と関係機関や地域が災害に対処している当時の状況を追体験するものです。

【実施の目的】

災害当時の状況を追体験しながら、消防署や警察署、市役所、河川管理者などの関係機関および地域が、各部署の役割を生かし、洪水など緊急事態が発生した時には一刻を争って事態に対処していることを手掛かりにして、**人々の安全を守るために関係機関がどのような動きをしているのかを具体的に考えることができるようにします。**

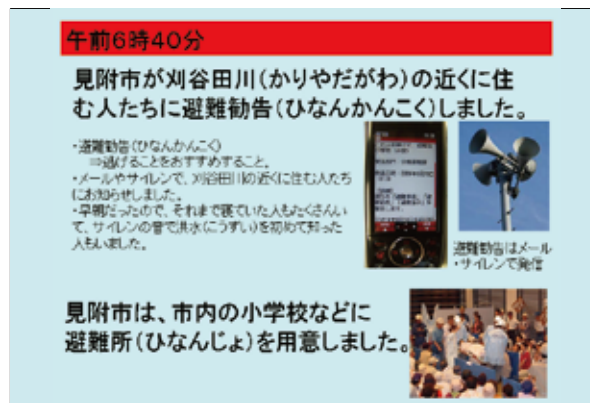


表5・9 作成した教材「洪水シミュレーション」

これは新潟・福島豪雨災害のときの状況を追体験するために、災害当時の情報・資料を紙芝居的に整理して、雨の降り方や川の水位の上昇などの自然現象の変化や、洪水のときの映像や写真とともに、町の様子と関係機関の動きを時系列的に追いかける為の教材である。

こうした身近で起こった災害を題材にした教材を用い、当時の災害状況を追体験することで、他人事ではなく自分の問題として考える事ができるようになる。

これらの指導計画案及び教材を基に見附市の小学校教員と、学校教育と河川の両方に精通した専門家から助言を得て、内容を改善しつつ再度検討を行った。

助言を踏まえ、教材の内容について確認・修正した観点を以下に整理した。

- ・ 「非常によく練られた単元計画・指導案」との評価を得たため、学校現場で活用可能な水準に概ね達しているものと捉え、検討を進めた。
- ・ 小学校で個別に弾力的な時間配当の融通は可能との助言を得たが、今回は教材のモデルとして学校現場で活用可能となるよう、教科書で割り当てられた規定の時間配当通りの時間割で啓発資料を作成することとした。
- ・ 啓発資料の全体として、最後の振り返りの時間を長めに配分し、体験を通して子どもが気づいたことなどを自分の言葉で表現する機会を多めに設けた。
- ・ 単元「安全なくらしとまちづくり」では、「学習過程」の右の欄に、事前に河川管理者、市防災担当部署、消防署、地域自主防災組織などに学習のねらいや目的を伝え、打合せをしておくことよいこと等記述した。

6. ノウハウの整理と学校現場の実情

6.1 教材作成のノウハウの整理

平成23年度の研究報告は筑後川での教育プログラムを報告し、本研究では見附市をモデルケースに、より地域の実情に即した教材開発を取り上げ、さらにどの地域でも河川管理者等が教材の作成ができるようこれまでの作成プロセスを「手引き」としてまとめた(図6・1参照)。河川教育を学校現場が求めるニーズや目的と整合させるためにはこのような手順が必要となってくるのである。

まずステップ1として「学習指導要領」の分析を行い、河川教育を導入できる関連性の高い学年や教科・単元を絞り込む。

つぎに対象地域の教育委員会にヒアリングを行い、その地域の教育委員会のニーズを把握し、教育委員会が現在使用している副読本を入手する。



図 6・1 教材開発のプロセス(手引き)

副読本は、地域学習等で教科書の代わりに使用される場合が多い。

ステップ3として教材の材料となるデータや過去の洪水災害等の資料を収集する。

ステップ4として対象地域で使われている教科書や教師用の指導書を入手する。

ヒアリング1～3の部分は教育関係者と調整を取る必要がある部分としている。

そしてそれら地域の河川を題材にして、対象となる学年や単元を設定し、学習指導要領に沿った構成で「教材の骨子」を作成する。

また、教育委員会に地域の小学校を紹介してもらって教材の骨子を見てもらい、学校現場のニーズに合わせて改善する。

そしてそれらのヒアリングで得た助言をもとに「骨子」を肉付けして「教材」とする。

さらにそれを再度学校現場に見てもらい改善点を把握し、教材を改良する。

これらプロセスで示しているように、河川教育を学校教育に組み込むためには学校現場と河川管理者をはじめとする関係機関との連携構築が不可欠となっている。

そのため、河川管理者等は学校を取り巻く状況を把握し、市町村の関係者、地域住民、保護者等を通して学校関係者と日ごろからコミュニケーションを取ることが重要となる。

6.2 学校現場を取り巻く状況

それぞれの地域における学校現場を取り巻く状況については、概ね図6・2のような仕組みになっている。

まず行政として文部科学省、都道府県教育委員会、市区町村教育委員会があり、学校には学校長はもちろん教頭、教務主任、学年主任がいて、学区内の住民が参加する学校運営協議会等がある。

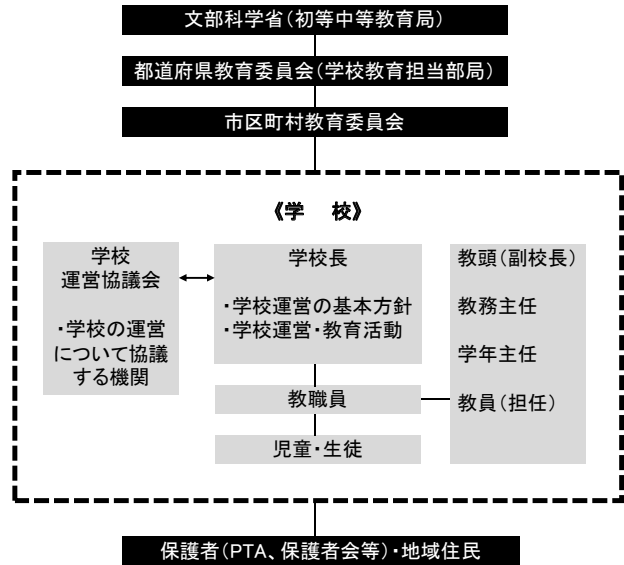


図6・2 学校現場（小・中学校）を取り巻く環境

また、図6・3で示すように学校現場では、各教科ごとに年間指導計画を作成している。

教科書や学校現場の年間指導計画の流れ

※教科書は義務教育の学校では、4年ごとに採択されることになっており、一度採択されれば4年間同じ教科書を使用することになる。

年度	月	行事等の名称	行事等の内容
前年度	8月		
	9月		
	10月	翌年度の教科書の見本が出る	翌年度の教科書の見本が各教育委員会や学校へ送られる。
	11月	教科書の採択(選定)	市または郡単位等の教育委員会が採択
	12月		
	1月		
当該年度	2月	翌年度の年間指導計画(案)の作成	※翌年度の授業内容がほぼ確定
	3月	年間指導計画決定	学校長等の承認
	4月	教科書(及び副読本)配布 ※年間指導計画(単元)に沿った授業	※特に、小学校3・4年生の社会科は、市区町村や都道府県等が作成した副読本を使用するが多い。(学習指導要領に沿って作成されている)
	5月	年間指導計画の見直し ※年間指導計画(単元)に沿った授業	担任や校長の移動があった場合
	6月～翌年3月	※ 同上	

図6・3 教科書や学校現場の年間指導計画の流れ

各学校での授業内容については、前年度の2月～3月に年間指導計画や学校の行事等が決まる。そのため、学校現場と連携した河川教育を実践するには、この時期までに学校現場と十分な調整ができるようにしておく必要がある。

さらに、小学校3・4年生の社会科については、「地域学習」となるので、その地域の市町村や都道府県等が作成する副読本が教科書の代わりに使用されている、という事例が多い。そのため、ここに地域の川を学ぶ教材として、河川管理者等の手の入った「教材」が使われる素地がある。

また、それ以上に波及効果が大きいのは、教科書そのものに河川教育に関わる内容が掲載されることであり、そのためには教科書のサンプルが完成する前年の10月までに、関係機関への働きかけが完了している必要がある。

7. まとめと今後の展開

これまでのまとめとして以下で示すように二つのポイントを挙げる。

一つ目は、「川に学ぶ」社会の実現及び河川災害に対応した地域防災力の醸成ならびに向上には、**長期的展望に立って**次世代を担う子どもたちへの河川環境教育や河川防災教育を統括した「河川教育」を**継続的に取り組むことが必要**であること。

二つ目は、子どもたちに対する「河川教育」は、学校現場において「**学習指導要領**」に沿うとともに、それぞれの**学校や地域の状況にあった教材の開発・提供**が不可欠であり、教材の開発・提供にあたっては、河川管理者が所管する地域の市区町村教育委員会はもとより学校長や担当の先生方と相互信頼にもとづく**連携関係の構築**が必要であること。

また、既述の通り、学校現場は2月頃に翌年度の年間計画等を定め1年ごとに計画している。

それに対し小中学校の教科書は概ね4年に1度検定があり、それにあわせて教科書の記載内容が変わる。

そしてそれらの方向性を定め、日本全国の学校教育の統一指針ともいえる「学習指導要領」は概ね10年ごとに改訂される（図7・1参照）。

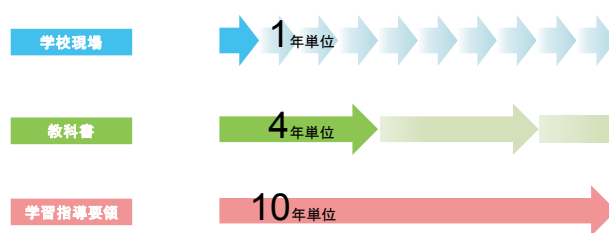


図7・1 学校教育のスケジュール

繰り返しになるが、学校教育に導入するためには、地域の河川管理者等が学校現場に対して、前述のスケジュールに合わせた提案を行い、息の長い取り組みとして学校現場との相互理解に努めていくことが重要となる。

平成23年度から学習指導要領が全面改定されたのは記憶に新しいが、次回の学習指導要領の改訂に向け、なんとか河川を代表する水をテーマとした水教育をもっと学校教育に組み込むべく当財団では昨年度より自主研究事業として「水教育ガイドライン」の策定を検討している。

この「水教育ガイドライン検討委員会」は文部科学省国立教育政策研究所の角屋重樹部長を委員長とし、水に関する知識や能力、態度を育て、学校教育に「水教育」を普及させるための指針を検討している。

冒頭で紹介した群馬大学片田教授の講演のなかでは「防災教育は10年を一区切りとして継続的に実施する必要がある」という提言があった。奇しくも学習指導要領も10年ごとに改訂があり、教育方針もその際に大きく変わる。当財団の子ども水辺サポートセンターも平成14年の設立からちょうど10年経つ。当財団は、これまで手探りでやってきた河川教育に関する研究を、次の10年に向けて更に充実させていく必要があると考えている。

「水教育ガイドライン検討委員会」

角屋重樹委員長(文部科学省 国立教育政策研究所 部長)



<参考> 「水教育ガイドライン検討委員会」

謝辞

本研究は国土交通省北海道開発局開発監理部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、見附市長、見附市企画調整課、見附市教育委員会をはじめとする教育関係者の皆様、河川教育に関するヒアリングにご協力いただいた関係者各位に深く感謝申し上げます。

引用・参考文献

- 1) 釜石市教育委員会・釜石市市民部防災課・群馬大学災害社会工学研究室(2010) 釜石市津波防災教育のための手引き
- 2) 教育出版株式会社(2011) 小学社会 3・4下
- 3) 菅原一成・並木和弘・宮尾博一・河崎和明・清水晃・吉野英夫(2010) 学校教育における河川環境教育の普及展開に関する研究. 河川環境総合研究所報告第16号:59-71
- 4) 鳥越洋生・伊藤拓生・宮尾博一・河崎和明・藤兼雅和(2011) 小学校での河川教育に関する研究～久留米市におけるケーススタディ～. 河川環境総合研究所報告第17号:21-32
- 5) 見附市教育委員会・見附市小学校長会・見附市学校教育研究協議会(2011) わたしたちの見附市.

河川環境を効果的に説明・展示 するための工夫事例

小野 正雄*・福島 晃子**

1. まえがき

筆者らは、平成17年度から平成22年度まで、河川環境の情報発信を実施する施設において、来館者に対する説明・展示を行う指導員として、その運営に参画してきた。この施設は、「安全で豊かな水辺を育みこれを次世代に継承するために、川と共生するための知識と技術を体験を通じて学び、これからの川づくりを共に考え、これを実践すること」を目的として整備され設置されていた。

しかしながら、日々指導員が来館者と接するなかで聞かれる意見や要望、アンケート調査等の結果から、筆者らの説明・展示と来館者のニーズには大きな隔りがあり、当初のマニュアル通りの説明・展示では、来館者の理解が得られないと気づかされた。

そこで、来館者と接する中で得られた意見・要望、またアンケート調査等の結果から、来館者のニーズを抽出することで課題を明確にし、当初の説明・展示方法をベースとして、施設の設置目的に合うように説明・展示手法を模索し、その改善に努めてきた。

本論では、これらの活動を通じて得られた説明・展示の手法の改善、またそこに至った経緯について述べることとする。

2. 施設の展示等と来館者の特徴

本論に入るに先立って、ここではまず、筆者らが活動をしていた場の環境条件と、この施設を訪れる来館者の特徴、すなわち、筆者らが問題意識を持つ

た背景に触れておく。

2.1 対象施設の状況

施設内には、指導員が来館者に対して直接説明・展示するための学習スペース、来館者自身がテーマに取り組むスペースなどが設けられている。それらの様子は以下に示すとおりであり、その場ごとに、いくつかの設備、説明のためのマニュアルが準備されていた。

① 流程コーナー

このコーナーは、河川の上流から下流までの川の姿とそこにできている生態系、さらには人と川との関わりなどを学ぶ場であり、次の三箇所からなっている。

・ 上流コーナー

天井スクリーン映像とジオラマ模型を用いて、上流域の溪畔林や河畔林、瀬・淵構造等の特徴を学ぶことができる。

・ 中流コーナー

流水実験装置を用いて、河床ができる仕組みなどを見ることができる。

・ 下流コーナー

水流模型を用いて、下流域の環境の特徴や生態系、河川の一般的な構造や河川改修の意味などを学ぶことができる。

② ワークショップエリア

指導員の説明も受けながら、来館者自身が実験プログラムなどの作業を通じて、川や水の科学・

* (財)河川環境管理財団 名古屋事務所 調査係長

** (財)河川環境管理財団 名古屋事務所 前専任指導員

生態系を楽しく学ぶことができるほか、河川環境に関する様々な展示が行なわれている。

③木曾三川情報交流スクエア

簡単な操作により、木曾三川の空中散策が体験でき、床面のマップは「探す～学ぶ」、「調べる～確認する」展示となっている。

④情報ライブラリースクエア

河川環境や生態系に関する書籍や文献・雑誌等を取りそろえており、壁面には情報パネルを掲示している。

なお、この度の改善策の検討にあたっては、これらのコーナーやワークショップなどの河川・河川環境の情報発信という大きな枠組みは変えずに取扱うこととしている。

2.2 来館者の特徴

開館後しばらくしてのアンケート結果から、来館者の特徴を取りまとめると以下の通りであった（小野正雄ほか 2010）。

- ・来館者の約9割は、学習意識を持ち合わせずに来館している。たまたま立ち寄ったという人が多い。
- ・来館者の約8割は、子供を連れた家族連れ（ファミリー層）である。
- ・子供の年齢は、未就学児から小学校低学年児（3年生未満）が約7割である。

これらのことは、来館者のほとんどは、河川に関する特別な関心や興味を持っているわけではないこと、さらには年少者が中心であることを示している。

以上の特徴より、展示や説明などについて来館者から寄せられた意見や要望は、概ね次の通りとなっていた。すなわち、

- ・説明内容が難しい。（専門用語が多い）
- ・説明の時間が長い。（子供は飽きてしまう）
- ・展示物（解説パネル）の内容が難しい。（専門用語が多い）
- ・展示物（解説パネル）が読みづらい。（字が小さい、読めない）
- ・実際に“体験”ができるといい。

- ・手に触れることができる展示があるといい。

3 改善策の基本方針・改善過程

3.1 基本方針

上に述べたように、「目的意識を持たずに訪れた、年少者を伴ったファミリー層」にとって、当初、提供したある程度専門性の高い説明・展示では、川についてのいろいろな事柄を理解してもらえず、また年少者にとっては興味が薄いものであることが明らかとなった。

これをきっかけとして、筆者らは来館者が少しでも河川環境の理解に目を向けられるよう、既存の説明・展示方法の改善に取り組むこととした。

ここで採った、説明・展示方法の改善にあたっての基本方針を図3・1に示す。

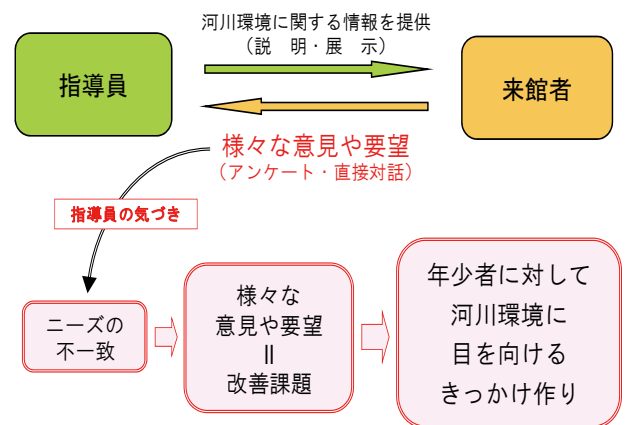


図3-1 基本方針

図3・1のように、ニーズの不一致を解消するため、来館者からのアンケート結果および直接対話の中から得られた様々な意見や要望を改善課題として捉え、これに徹底的にこだわりつつ分析を進め、説明・展示の方法を改善していくこととした。

さらに、来館者の大半が目的意識を持たずに訪れた、年少者を持つファミリー層であったことに注目し、改善の第一歩として、まずはこうした年少者の興味を引きつけ、「河川の環境に目を向けてもらうきっかけ作り」の場を、提供することを基本方針とした。

3.2 改善過程

次に、説明・展示方法の改善に取り組んだ過程を図3・2に示す。

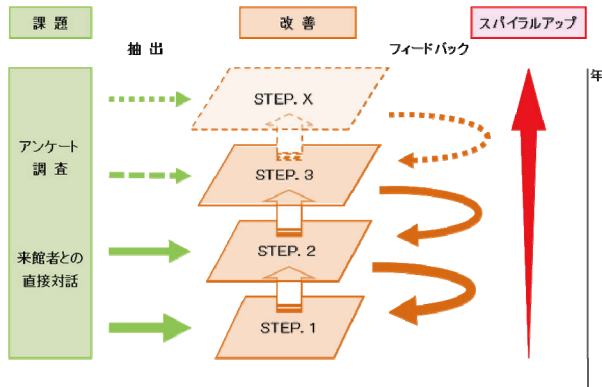


図3・2 改善過程フロー図

前節で示した通り、改善のための課題（ニーズ）は、来館者のアンケート調査や直接対話から得られた意見や要望である。説明や展示などごとに多数寄せられたニーズを抽出・分析した上で改善策を施し、徐々にステップアップを目指すものとした。

抽出した課題については、個々の指導員が説明・展示を行う際には、あせらずに1ステップずつ改善に取り組んだ。その取り組み後においては、1ステップごとにアンケート調査や聞き取りの結果を検証し、改善の効果が見られた場合には次のステップへ、言い換えれば次の課題（ニーズ）に進み、効果が見られなかった場合には、フィードバックして再検討し、取り組みを繰り返す、こうして改善課題のスパイラルアップを目指していった。

こうして進めた結果、良い効果が得られた個々の取り組みについては、その説明内容・手順など、または参考に用いた文献・資料、作成したツールなどを記載したマニュアルを作成し、これらの情報を指導員間で共有するものとした。

図3.3は、「下流コーナーでの解説」についての現ステップでのマニュアルの例である。図中の赤枠は既存のマニュアルの内、年少者を対象として説明するとき用いるフローとしたもので、参加者の年齢に応じて随時、黒枠の内容を加えて説明するものとした。

このようなマニュアルの蓄積は、いわば河川をめぐる環境教育のノー・ハウの集積でもあって、後にいろいろな可能性を与えてくれることとなった。

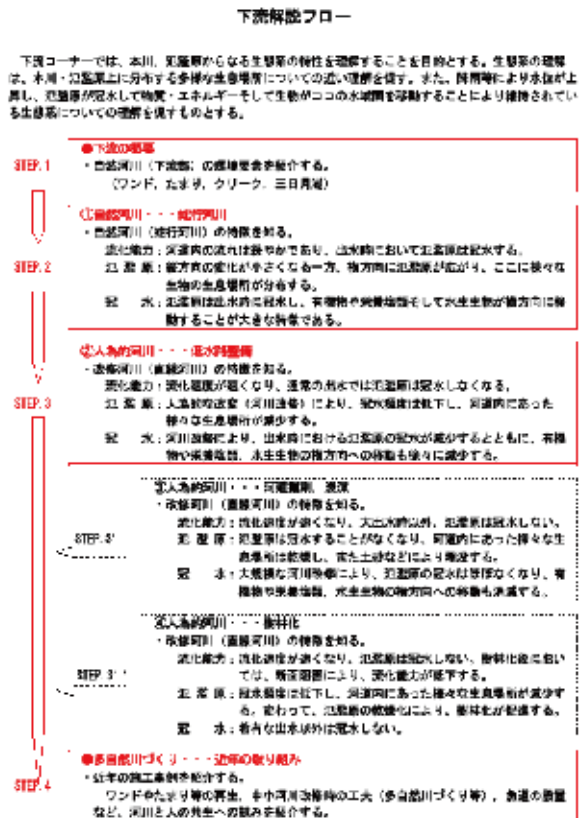


図3・3 マニュアル作成例

3.3 改善された説明・展示の概要

2.1 に示した各コーナー、ワークショップエリア等での、展示の仕方、その場での説明の仕方、また、来館者自身の扱う実験などのすべての事柄について、同様なステップで改善を進めた。以下に、各コーナーにおいて改善過程を経て成果が得られた工夫事例の枠組みのみを列挙する。

①解説プログラム

図3.4 は、館内の各コーナーで指導員が直接来館者に対して、河川環境についてどのように説明するのが良いか、既存マニュアルに工夫を凝らして改善したプログラムの例である。

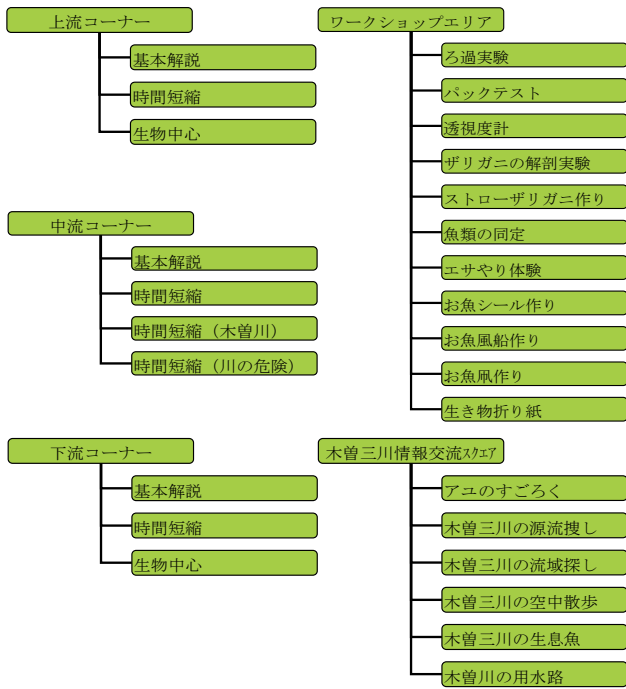


図3-4 解説プログラム

②展示物（ツール）

図3.5 は、来館者が個々に閲覧または手に取って取り組むことにより、河川環境に関する知識・情報が得られるよう作成した展示物やツールである。

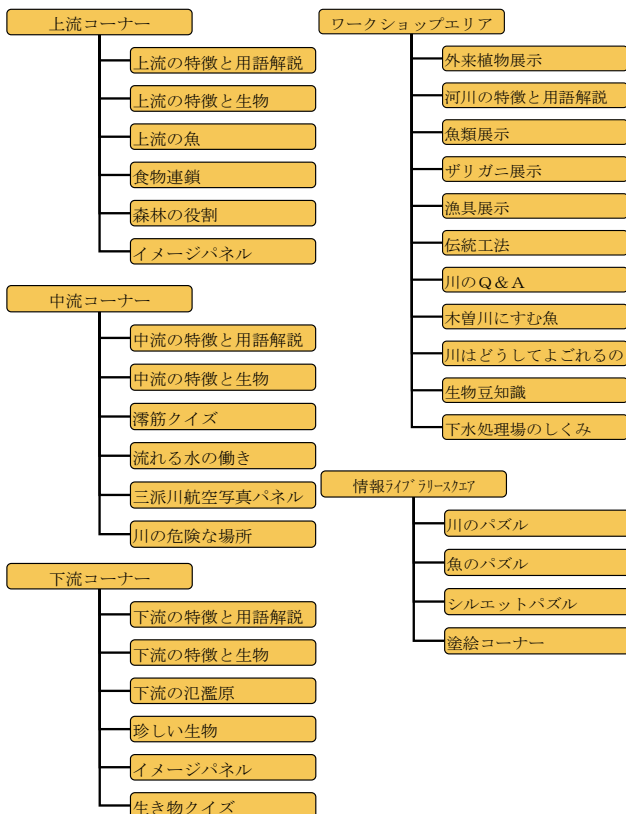


図3-5 展示物（ツール）

これらは、必要に応じて解説プログラムの実施時に活用したが、解説者を助け、また、来館者の理解を助けるうえでも有用となった。

③その他

図3.6 その他に示す「セルフプログラム」は、施設内の展示物や資料を利用しながら来館者が自由に取り組むものであり、「体験プログラム」は施設の内外で実体験を伴うプログラムである。

また、「プロジェクトWET」は、当財団独自の子供達を対象とした水に関する環境教育プログラムであり、特に年少者にもわかりやすいアクティビティを実施した。

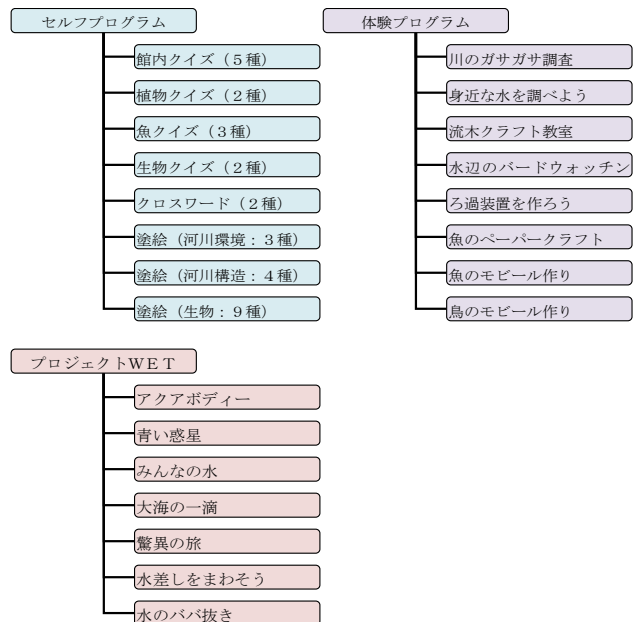


図3-6 その他

以上、改善した事柄の項目だけを挙げたが、次章において、その内の幾つかの事例について、具体的に紹介する。

4. 具体的な工夫事例

4.1 下流コーナーの工夫事例

下流コーナーは、水流模型を用いて下流域の環境の特徴や生態系・一般的な河川構造や、河川改修の

意味などを学ぶことを目的としていた。

ここでは、三つの模型パーツを入れ替えることにより、自然河川（蛇行河川）と人為的河川（直線河川）を表現することができ、これらを比較しながら流速の違いや、ワンドやたまりなどの自然環境が生物に与える重要性などを説明していた。

4.1.1 下流コーナーの改善過程

具体的な工夫事例を紹介する前に、下流コーナーにおける改善過程のフローを図4.1 に示しておく。

図中、改善過程の右側に示したのは下流コーナーの展示の改良についてである。以下、本論では中央部のプログラムの開発についてのみ説明する。

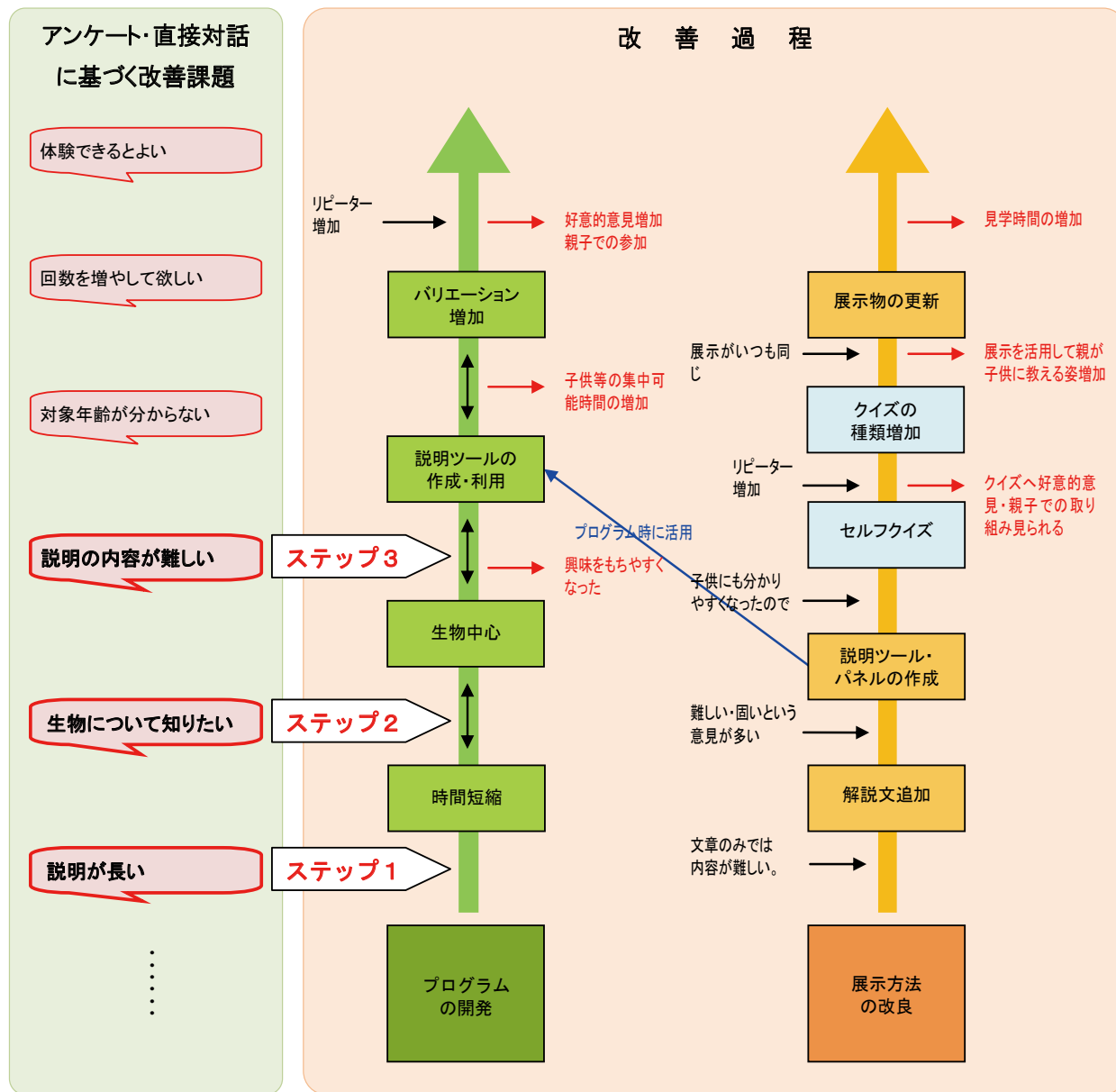


図4-1 下流コーナーの改善過程の一例

下流コーナーでは、図4.1の「アンケート・直接対話に基づく改善課題」に示した様々な意見や要望が寄せられた。これらのうち、ここでは指導員が説明方法の改善として、来館者からの意見や要望事項としてのニーズが高く、また指導員がす

ぐに取り組むことができ、年少者への効果が得られやすい内容として、三つの改善課題を取り上げることにした。以下、プログラム開発に取り組んだ事例を紹介する。

すなわち、第1ステップとして説明時間を短縮

することによる効果を検証し、第2ステップとしては年少者に関心の高い話題を提供することによる効果、第3ステップとして説明内容をより分かりやすく伝えるための説明ツール導入による効果をステップ毎に検証し、その結果を踏まえながらスパイラルアップを目指したものである。次項では、個々の改善内容について細かく記述していく。

なお、他の改善課題についても、プログラムの開発、展示方法の改善などとして同様の手法で取り組みを行った。すなわち、対象とするもの毎に、改善すべき事項や課題は異なるが、すべての問題について、図4・1と同様な図解と分析を行った。

4.1.2 説明時間の短縮

下流コーナーでの具体的な最初の取り組み（第1ステップ）は、説明時間の短縮であった。これについては、

<課題>

アンケート調査のうち、説明時間が長い、具体的には「年少者は長時間の説明に集中できない」という意見を課題として取り上げた。

<改善策>

下流コーナーの説明は、当初図4・2に示す通り、①から④の4つの河川環境について、1サイクルを30分程度として説明していた。

そこで、説明の内容を図4・3に示した通り、①・②の2点に絞り、1サイクルを15分から20分として時間を短縮し説明することとした。



図4・2 当初の説明内容

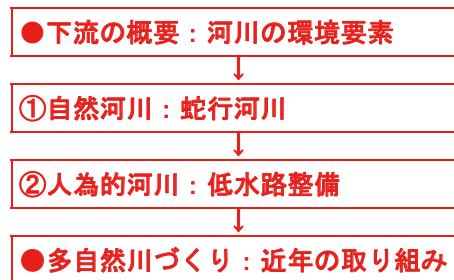


図4・3 改善後の説明内容

その理由は、③・④の内容が、専門用語を用いて説明する必要があり、年少者には理解が難し過ぎたのに対し、下流コーナーでの説明趣旨、すなわち下流域の環境の特徴や生態系・一般的な河川構造や、河川改修の意味などをイメージしてもらうためには、①・②の説明で十分であったからである。

<結果>

当初、家族連れに来館者には、説明の途中で退座されることも少なくなかったが、時間の短縮により、最後まで説明を聞く年少者の姿が多く見られるようになった。

しかしながら、このステップでは、まだ説明の内容が難しいとの課題は次の問題として残されていた。

4.1.3 生物を中心とした説明

次の取り組み（第2ステップ）は、説明の内容を「生物中心」とするものであった。

<課題>

ここでの課題は、アンケート調査において、「河川に生息する生き物について知りたい」という要望が多く寄せられたため、年少者向けのメニューとしてプログラム化したものであった。

<改善策>

前出の図4・3のうち、「①自然河川：蛇行河川」の説明をする際に、写真4・1のように魚フィギュア等を用いて、魚類の生息場所を題材とし、河川環境の変化が魚類に与える影響を考えるプログラムとして実施した。

すなわち、参加者には、模型上のワンドやたま

り、クリークなど思い思いの場所に、手に取った魚フィギュアを置いてもらうこととした。そのうえで指導員からは、魚類の遊泳能力や生育段階による生息場所の違い、産卵場所などの豆知識を踏まえながら説明を行うことにした。



写真4・1 魚類の生息場所

<結果>

写真4・2 に示すように、指導員とじかに接しながら説明を聞き、参加者が考えながら自らの手でフィギュアを置く、また模型の入替え等プログラムの進行を手伝ってもらうことで、参加型のプログラムとして好評を得て定着した。



写真4・2 参加型プログラム

4.1.4 説明ツールの作成・利用

次に紹介する取り組み（第3ステップ）は、指導員が説明をする際に、様々なツールを活用して説明の内容をわかりやすく伝えるための試みの例である。

<課題>

「4.1.2 説明時間の短縮」において、残された課題「説明の内容が難しい」（専門的な説明は難しく親しみにくい）という意見に対して試みたものである。

<改善策>

指導員は、説明内容がイメージできるような写

真などを、説明の随所で参加者に示すことで、視覚的に理解が得られるようにしながら説明を進めた。その一例を紹介する。

写真4・3 は、上が昭和34年の伊勢湾台風による堤防の破堤状況、下は昭和51年の安八豪雨災害による堤内地への浸水状況で、防災という視点で河川改修の重要性、必要性を説明する際に使用した。

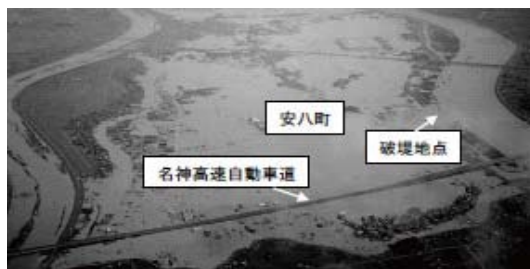


写真4・3 堤防破堤の例

一方、写真4・4 は、自然再生事業における河川改修工事の施工前、施工後の状況で、近年各地で実施されている多自然川づくりの話題を提供する際に使用した。



写真4・4 自然再生事業の例

さらに説明の冒頭においては、メダカなどを題材とした簡単な生き物のクイズ（図4・4）や、洗剤のキャップを背負ったヤドカリ（写真4・5）など、珍しい生き物の話などで対話を取り入れた後に説明を実施するようにした。

「メダカ」を漢字で書くと？

- ①目 高
- ②女多加
- ③目田加

図4・4 メダカクイズ



写真4・5 洗剤キャップを背負うヤドカリ

また、あらかじめホワイトボードにイラストなどを書いておく（写真4・6）ことで、今から始まる説明への期待感を持たせるなど、親しみやすい場作りを心掛けるようにした。



写真4.6 下流コーナーのホワイトボード

<結果>

これらの工夫により、河川環境に関心の薄かった年少者も指導員の話を中心に熱心に聞くようになるとともに、結果として解説プログラムのバリエーションも増えることとなった。

説明の理解度については、指導員が年少者と対話する中で、以前よりずっと理解が得られるようになってきたと実感しうるようになった。

4.2 ワークショップエリアの工夫事例

本節では、ワークショップエリアでの改善事例を紹介する。ワークショップエリアは、来館者自身が参加するプログラムを通して、河川や水の科学・生態系を学び、また河川環境に関する様々な展示も行うコーナーであった。すなわち、ろ過実験やパックテスト、透視度などの水質実験を行っており、展示スペースには身近に生息する魚類や水生生物の水槽、施設周辺で採取した在来・外来植物の展示を行っていた。

この場合にも、「4.1.1 下流コーナーの改善過程」で示したものと同様のフローに基づき改善に取り組んだ。

以下に、アンケート調査や直接対話により寄せられた意見や要望から、「説明内容の工夫」、「生物を中心とした説明」、「手書きによる情報提供」、「プログラムの結合」を課題として取り上げ、プログラム開発や展示方法の改善に取り組んだ事例を紹介する。

4.2.1 説明内容の工夫

ワークショップエリアの1つ目の事例は、説明内容の工夫である。特にここに取り上げるのは、河川水の水質に関するもので、何が汚れの原因になっているのか、どのように汚れているのかを学ぶ例である。具体的には、イラスト・展示ツールを利用し、分かりやすく説明する試みである。

<課題>

アンケート調査等から、「実験には関心が高いが、年少者には内容が難しい」との意見が多く寄

せられていたため、実験の内容をわかりやすく説明するための説明方法、ツールの利用を課題とした。

<改善策>

ここで対象としたのは、ろ過実験やパケットなどである。

ろ過実験においては、写真4・7 に示すイラストツールを作成し、説明の際に使用した。実験に用いる試験水は、身近にある素材を取り上げたが、試験水の色が似通っていることから、それぞれに含まれる素材が何であるか、実験結果が年少者にも視覚的に分かるよう工夫をして説明した。



写真4・7 ろ過実験のイラストツール

次にパケットテストは、自然河川における水の汚れの原因について理解を深めるために、COD、窒素（アンモニア、亜硝酸、硝酸）、リン酸を取り上げ実施していた。しかしながら、説明の際に来館者にとって普段聞きなれない用語を使用するため、写真4・8 に示すイラストツールを作成した。これは、試験水のアンモニア、亜硝酸、硝酸を測定した際に、それぞれの物質をわかりやすく説明するためのものである。図中に見られる魚やアンモニア、バクテリアなどの個々のパーツはマグネットシートできており、指導員が説明の段階毎に、ひとつずつホワイトボードに貼り付けながら解説を進めた。



写真4・8 窒素の変化（展示ツール）

また写真4.9 は常設展示していた展示水槽であるが、フナやザリガニの飼育水をろ過実験やパケットテストの際に、その水を試験水として用いた。

試験水は、実験開始時に指導員が参加者の目の前で採水する、もしくは参加者自らが採水することでこれから始まる実験への参加意識を高め、また具体的な説明により理解を深めることを目的として、展示水槽の飼育水を利用するものとした。



写真4・9 展示水槽の利用

また、来館者が周辺で採取した生物の飼育方法、また自宅の飼育水槽の問題点などの質問を受けることがあったため、魚類や水生生物を飼育している参加者がいる場合には、知識を持った指導員が飼育方法のアドバイスなどを併せて行った。

<結果>

このように、指導員が説明を加えながら、イラストツールを用いて年少者と一緒になって順次説明図を作り上げたことや、また参加者の目の前にある素材を活用し説明することにより、参加者が、水質実験およびその結果に対し、視覚的にも分かりやすく視覚的にも分かりやすくなり、より関心を持ちプログラムに参加するようになった。

またこれを機に、夏休みの課題等に利用したい等の要望も聞かれるようになり、改善の効果が得られたものと実感した。

4.2.2 生物を中心とした説明

この事例は、下流コーナーと同様に、年少者からの要望が多い、「川にすむ生物（魚類）」を題材とした説明に取り組んだものである。

<課題>

河川に生息する魚類や水生生物を題材としたハンズオンツールや簡単なクラフトを通して、生物の特徴や生態が説明できるプログラム作りを課題とした。

<改善策>

ここでは、写真4・10 に示したように、木曽川に生息する魚類を題材として、「木曽川にすむ魚」を作成した。

すなわち、木曽川に生息する魚を流程と関連付け、どの魚がどこに棲んでいるのか、川の流の特徴と併せ知ってもらうことを目的として、魚や河床材料などのイラストツールを作成した。

この場合にも、前出の写真4・8 窒素の変化（展示ツール）と同様に、個々のパーツはマグネットシートでできており、指導員の説明、またはヒントを頼りにしながら、来館者が思い思いの場所にひとつずつ貼り付けることができるものである。

さらに、それぞれの魚には在来種と外来種の区別ができるようシールでマーキングし、別途実施していたセルフクイズのヒントとなるような工夫をした。

指導員が、解説プログラムとして魚類の説明に用いるほか、ハンズオンツールとして来館者が自ら取り組んでもらうこともできるツールとした。



写真4・10 ハンズオンツール「木曽川にすむ魚」

<結果>

これら魚類や水生生物に関するツールやプログラムは、年少者にとってもともと関心が高かったこと、ハンズオンツールは来館者の都合でいつでも自由に

取り組めること、またクラフトは幅広い年齢層に対応できたことなどのため、来館者の好評を得てリピーターが増加することとなり、常設プログラムとして定着した。

これとは別に、写真4・11 に示したような生き物の色や形などの特徴を題材とした「お魚シール作り」、「お魚風船作り」など、年少者にも参加できるクラフトを取り入れたプログラムを考案し実施した。



写真4・11 「お魚シール作り」

4.2.3 手書きによる情報提供

次の事例は、展示物に関して解説内容をわかりやすく、また展示の更新頻度を高めるために、その改善策として手書きの情報提供に移行した取り組みである。

<課題>

図4・5，図4・6 に示す解説パネルは、従来展示していたパネルの一例であるが、用語が難しい、漢字が読めない、字が小さくて見づらい、また内容が変わっていない等の意見が寄せられた。これは、題材が年少者に関心が高い生き物のパネルに対しても、同様であった。

図4・5 は、河川の流程ごとの特徴を示すパネルの内、下流域の河畔林、ワンド、クリークなどを説明したものである。改善に取り組む以前では、上流・中流・下流を併せ、十数種類のパネルを用意し展示していた。

図4・6 は、館内展示水槽で飼育していた魚類のうち、ヤリタナゴの特徴・生態を示したものである。飼育する魚種ごとに同様のパネルを作成し、飼育する魚が変わった場合には、随時更新していた。

<改善策>

従来の展示方法の方向性を大きく変え、壁面のホワイトボード全面を利用することで、情報を読みやすくするとともに、来館者に親しみが持てるよう手書きで書き込みを行うこととした。

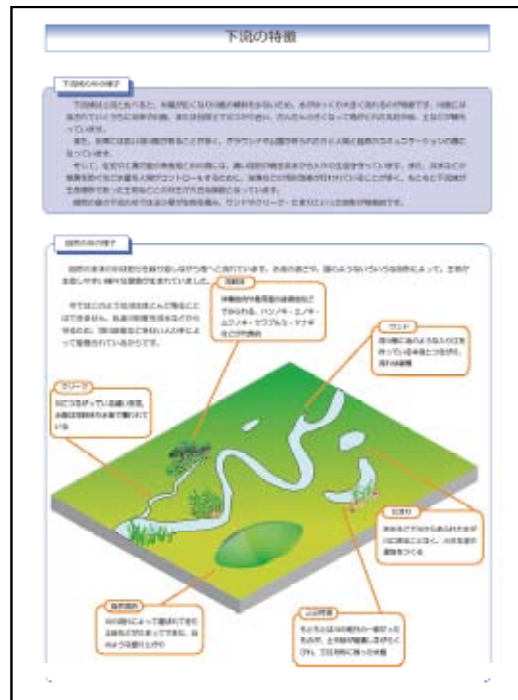


図4・5 「下流の特徴」のパネル

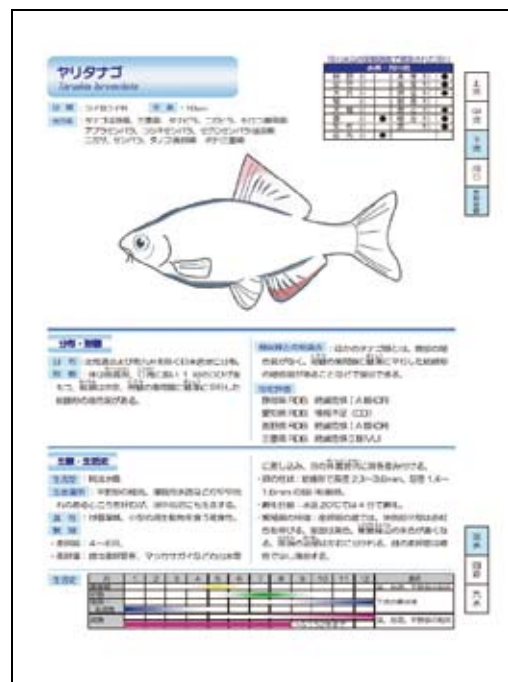


図4・6 「ヤリタナゴ」のパネル

写真4・12，4・13 はその一例である。指導員がホワイトボード面にトピックスや魚類の特徴などを手書きで書き込みを行い、随時更新した。

写真4・12 は、展示していた飼育魚の特徴を解説したものである。従来のパネルを利用しながら、魚種ごとの特徴をわかりやすく説明するとともに、魚の

豆知識なども、併せて記載するものとした。

写真4・13 は、来館者から寄せられた河川に関する質問に答えるための手法として、川のQ&Aコーナーとして位置づけたものである。これまでは、A3の用紙にプリントアウトしたものを貼り出していたが、イラストや解りやすい表現を用いることで、閲覧率の向上を図ったものである。

<結果>

手書きによる情報提供の展示効果は、字が大きく読みやすい、パネル等の作成に比べ更新がしやすい、指導員が解りやすい表現を用いる、温かみがあり親しみやすいことなどが挙げられる。

この取り組みにより、年少者はもとより高齢の来館者にも関心を持たれ、閲覧率が格段に向上した。

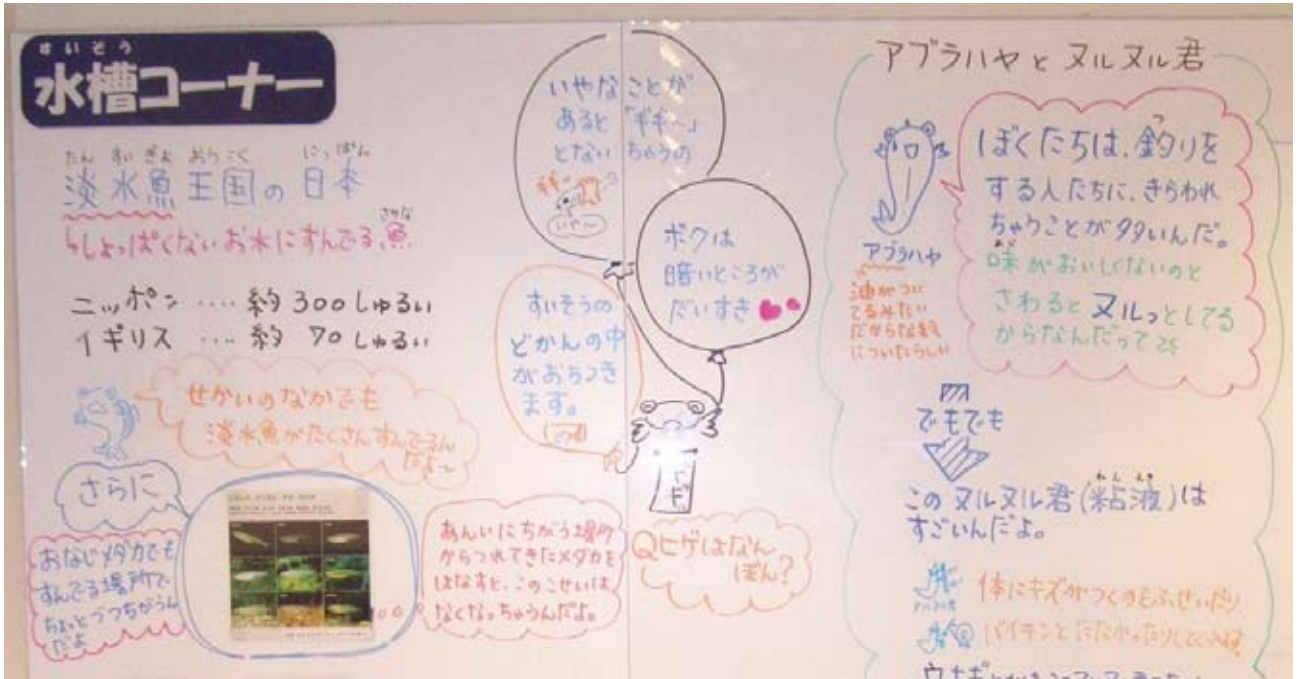


写真4・12 飼育魚の特徴

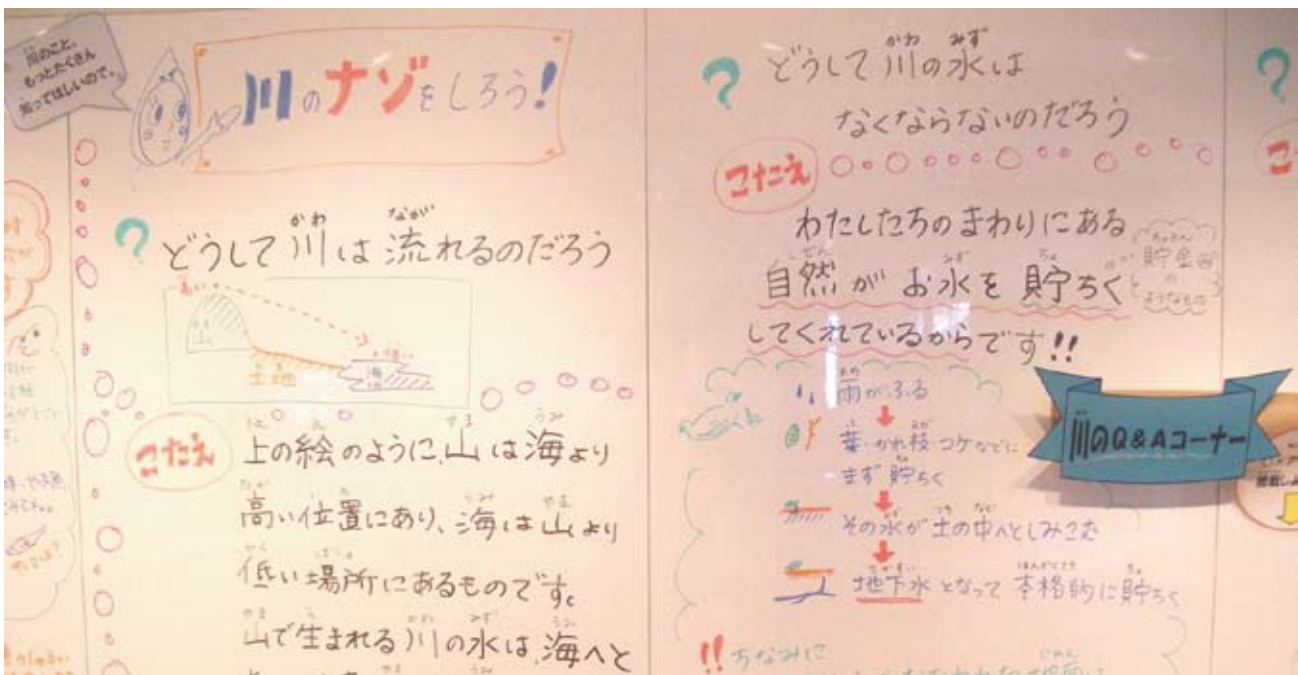


写真4・13 川のQ&Aコーナー

以上、河川にまつわる環境や人々とのかかわりについて、その説明の仕方、それに使うツール、展示の示し方、あるいはワークショップでの作業についての改善策を列挙してきた。こうして生まれた方策は、全てを合わせると50あまりの改善事例になった。

それらは、前述のとおりマニュアル化され、指導員の間で共有されるとともに、一つの「ノウハウの蓄積」とされた。

5. プログラムの組み合わせ

前章までに積み上げられた改善策は、それらを組み合わせることによって、具体的な事柄やいろいろな問題解決への取り組みに、より大きな広がり可能性を与えるものとなる。

実際には、来館者の幅広いニーズ、言い換えれば来館するファミリーの年代別対応、リピーターへのマンネリ化防止、時には異なったレベルのグループに同時に対応せねばならないなど、その時々臨機に対応できるプログラムを用意する必要もあった。

本章においては、改善された説明（解説プログラム）や展示物（ツール）を組合せ、バリエーションを増やすことを目指した取り組み例を取り上げる。

その大きな組み合わせの一例を挙げたうえで、いろいろな状況、要望に応じて、その大きな枠組みの一部を取り出して対応しようとした例である。

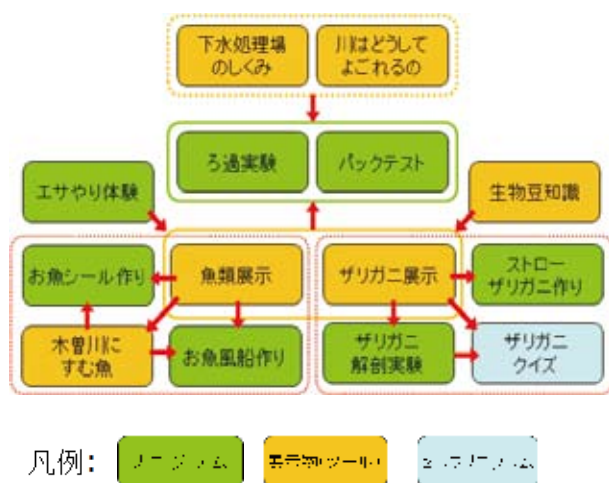


図5.1 解説プログラムと展示（ツール）
組み合わせの一例

図5.1 に、河川に関わるいろいろな事柄を学ぶうえで、関係する事柄の関わり合い、あるいはその説明、展示、ワークショップなどでの作業の組合せが可能な大枠を示す。

1) プログラムの組合せ事例①

図5.2 に実験プログラムに用いた組合せ事例を示す。この組み合わせが、図5.1 の一部分を取り出したものであることは分かる。これらのプログラムを組合せ、ろ過実験やパックテストを以下の通り実施する例である。

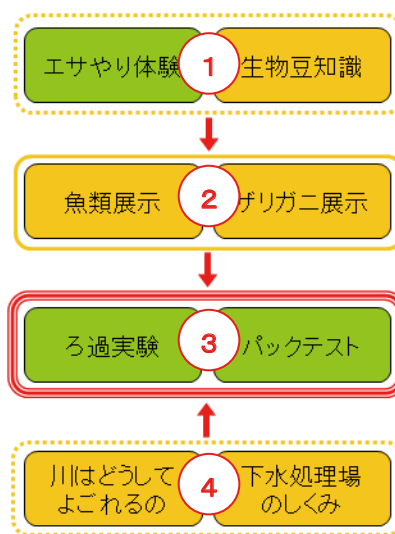


図5.2 プログラムの組合せ事例①

①エサやり体験は、展示飼育魚などのエサやりを来館者に体験してもらい、実際に食べる様子を観察するものであるが、ホワイトボード面に記載した生物の豆知識などを参考にしながら、生き物が何を食べているのか、どんな所に棲んでいるのかを知ってもらった。

②ここで、実際に展示水槽内で発生したエサの食べ残しやフンを取り上げ、水が汚れていく過程を説明した。水槽のフィルター（ろ材）に引っかかったエサやフンを見てもらうことも、ろ過実験の良い例となった。

③次に、「4.2.1 説明内容の工夫」で示した通り、実際に水槽の水を使って、ろ過実験やパックテスト（写真5.1）を実施した。



写真5・1 パックテスト

④前出の展示ツール「窒素の変化」や「下水処理場のしくみ」を用いて、実験の結果などを分かりやすく説明した。

この例①では、エサやり体験やろ過実験、パックテストを通じて、水が汚れる原因・過程、汚れの程度、きれいにする仕組みを目の前の事象を通じて説明した。これらは、特に川の汚れに関心が高い、比較的高学年の来館者を対象として実施した。

2) プログラムの組合せ事例②

この事例は、より年齢の低い子どもたちに、楽しみながら魚の特徴をについて知ってもらうことを目的として実施した。

図5・3 にクラフトプログラムと展示ツールの組合せ事例を示す。

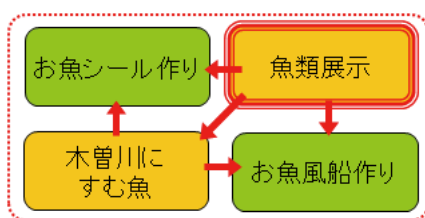


図5・3 プログラムの組合せ事例②

お魚シール作り、お魚風船作りは、魚の色や形を学んでもらうことを目的に実施したが、参加者の年齢や滞在時間に応じて、魚類の水槽展示や木曾川にすむ魚で具体的な解説を交えながら取り組んでもらった。

3) プログラムの組合せ事例③

図5・4 は、身近な生き物であるザリガニに関するプログラムを組合せた事例である。

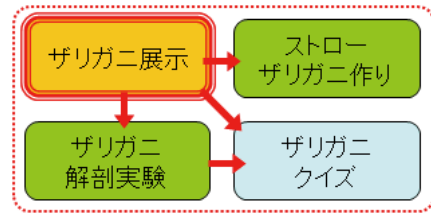


図5・4 プログラムの組合せ事例③

体験プログラムとして、ザリガニの水槽展示を利用して、ザリガニの解剖実験（写真5・2）を実施し、併せてザリガニの特徴をクイズ（図5・5）で振り返るものとした。ただし、解剖実験に抵抗がある場合には、水槽のザリガニを観察した後、ストローザリガニ作り（写真5・3）やザリガニクイズに取り組んでもらうものとした。



写真5・2 ザリガニ解剖実験



図5・5 ザリガニクイズ



写真5・3 ストローザリガニ作り

以上、ワークショップエリアにおけるいくつかのプログラムの組み合わせ事例を紹介してきたが、こうした活動の結果として、来館者の年齢や滞在時間、またリピーターなど、指導員が「来館者の顔をみてプログラムを実施」することで、年少者を中心としてより多くの来館者がプログラムに参加できるようになった。

また、人気の高い「エサやり体験」や「ストローザリガニ作り」、「お魚シール作り」は、来館者からリクエストを要望されることも度々であった。

6. 改善の効果とまとめ

6.1 効果

以上述べてきたように、われわれは、説明と展示の内容について、アンケート調査や直接対話による来館者からの意見・要望をベースとして課題を抽出し、改善に当たってきた。

こうした改善による効果を、客観的な数字などで捉え、評価することは難しいが、来館者に次のような具体的な変化が見受けられるようになった。

①来館者の滞在時間が長くなった。

→来館者の幅広いニーズに対応することができるようになったため、様々なプログラムに参加するようになった。

→年少者にもわかりやすい工夫をしたことで、セルフクイズや手作りツールに取り組むようになった。（写真6・1）



写真6・1 セルフクイズ取り組み状況

→わかりやすい表現を用いて字を大きくし、更新頻度をあげたことで、手書きの情報に関心を持って閲覧するようになった。

②説明や展示について、子供にも理解できるように対応したことで、来館者の理解度が上がり、川のごく基本的な質問から、やや専門的な質問へと変わってきた。

③クラフト教室や生物を題材とした体験ツールは非常な好評を得て、ワークショップへの参加者数が増加した。（写真6・2）



写真6・2 ワークショップ参加状況

④ファミリー来館者の中には、親がハンズオンツールなどを手に取って、自ら子供に説明する姿が多く見られるようになった。

⑤プログラムのバリエーションを増やしたことで、リピーターが増加した。

以上の結果から、これまでの説明・展示に対する

改善の取り組みは、効果が表れているものと指導員は実感した。

筆者らは、開館以来、来館者からの意見や要望、アンケート結果を基に、説明・展示の手法について改善を加え、また新たに企画・実施する努力を続けてきた。

その結果、前述した通りにわずかな変化ではあるが、いくつかの点で良い結果を導いていることを示してきた。

なかでも特筆すべきは、これまでは来館しても指導員が提供する説明・展示に関心が低かった来館者（特に年少者）が、足を止めて参加するようになったことである。われわれの工夫が、「初めて河川に触れる子供たちなどとの接触の仕方、言い換えれば年少者に対して河川環境に関心を向けさせるきっかけ作り」ができた証であると言えるであろう。

これは、来館者のニーズを捉え、それを課題として改善することを繰り返し行うことにより、来館者に近づき、一体感を持ったことから得られたものである。

6.2 まとめ

施設における説明・展示方法の改善にあたり、改善の仕方にはいろいろな方法が考えられるが、ここでとりわけ強調したのは、われわれが採った方法は来館者へのアンケート調査の結果、あるいは来館者との直接対話から読み取れる彼らの意見、すなわち来館者のニーズに徹底的にこだわることであった。

すなわち、来館者のニーズを改善課題として第一に考え、改善の過程においては、来館者からのニーズを常に意識し、新たに実施した試みについては、その効果をアンケート調査などの結果により検証し、必要に応じて改善を継続してきた。

このようにして、われわれは試行錯誤を繰り返しながら、説明・展示方法のスパイラルアップを目指してきた。

この過程において、われわれが蓄積してきたプログラムの数は、先に2.2 改善過程のなかで一覧表に示した通り、50あまりに及び、さらに個々のプログ

ラムを組み合わせることで、バリエーションを広げることができたのである。

これまでの取り組みによって、言い換えれば、指導員が情報を押付けるのではなく、「来館者の顔を見て実施するプログラム」を開発・準備し、きめ細かな対応を目標としたことで、効果的に河川環境に目を向けさせるきっかけ作りの場が提供できたものと考えている。

また、来館者に近づき、一体感を持って改善効果を上げたことは、指導員として誉でもあった。

なお、環境教育の段階的手法は、「気づき」・「学び」・「行動する」と捉えられており、「河川環境に目を向けさせるきっかけ作り」は、「気づき」の部分までと自認している。

今後、私たちに河川環境教育実践の場が与えられれば、これまでの経験を活かしたうえで更なるステップアップを目指し、河川環境教育の普及に取り組む所存である。

謝 辞

本論は、国土交通省中部地方整備局木曽川上流河川事務所から(財)河川環境管理財団に委託された業務の一環として、同事務所河川環境課の指導のもと実施してきたものであり、実施に当たっては貴重なご意見、ご指導を頂いてきました。ここに記して深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 木曽川上流河川事務所(2009) 平成20年度水辺共生体験館企画及び河川環境の知識普及業務報告書
- 2) 木曽川上流河川事務所(2010) 平成21年度木曽川上流河川環境体験活動推進業務報告書
- 3) 木曽川上流河川事務所(2011) 平成22年度木曽川上流河川環境体験活動推進業務報告書
- 4) 小野正雄・石橋年孝・福島晃子・森充弘(2010) 体験施設における河川環境教育への取り組み～特に子供に対する導入教育にあたって～. 河川環境総合研究所報告資料 16:pp. 85-88

○ 研究所報告の編集について

研究所報告の発刊に際しましては、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	（財）河川環境管理財団	河川環境総合研究所長（：委員長）
高木 不折	（財）河川環境管理財団	研究顧問
虫明 功臣	（財）河川環境管理財団	研究顧問
井上 和也	（財）河川環境管理財団	研究顧問
池淵 周一	（財）河川環境管理財団	研究顧問
黒木 幹男	（財）河川環境管理財団	研究顧問
河崎 和明	（財）河川環境管理財団	参事兼企画調整部長

・事務局

（財）河川環境管理財団 企画調整部

河川環境総合研究所報告第18号

平成24年12月

編集・発行 財団法人 河川環境管理財団 河川環境総合研究所

〒103-0001 東京都中央区小伝馬町11番9号 TEL 03-5847-8302 FAX 03-5847-8308

<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
