

平成 17 年度  
土木学会重点課題研究報告書

環境と防災連携型の技術と制度

平成 18 年 4 月

# 目 次

第1章 序 論（松井三郎）	1
1.1 はじめに	
1.2 本報告書の目的と構成	
第2章 環境対策と防災対策の関連性（池本良子）	3
2.1 はじめに	
2.2 環境と防災の定義	
2.3 災害と環境の相互作用	
2.4 環境対策と防災対策の関連性	
2.5 環境対策と防災対策の共存	
第3章 地震・津波災害と上下水道被害（宮島昌克）	8
3.1 はじめに	
3.2 地震災害における環境問題事例 <sup>1)</sup>	
3.3 津波災害における上下水道被害(スマトラ島沖地震津波のバンダ・アチェの事例) <sup>7)</sup>	
3.4 被害の特徴と対策	
第4章 大気環境対策と防災対策の連携（大原利眞）	13
4.1 はじめに	
4.2 災害と大気環境との関連	
4.3 大気環境対策と防災対策の接点	
4.3 大気環境対策と防災対策の接点	
第5章 豪雨災害の環境影響（亀田由紀子）	22
5.1 はじめに	
5.2 豪雨災害の状況	
5.3 災害事例	
5.4 豪雨災害による環境への影響	
5.5 災害廃棄物の発生量	
5.6 環境と豪雨災害の防災の連携に対する提案	

第6章 河川流域管理とその評価（白川直樹）	57
6.1 はじめに	
6.2 概念の整理	
6.3 河川流域における防災と環境の連携策の評価	
6.4 環境と防災の連携に関する提案	
第7章 都市型水害対策の展開（中山義一）	77
7.1 都市型水害の発生	
7.2 都市型水害発生要因	
7.3 都市型水害対策の現状と課題	
7.4 都市型水害対策の今後の展開	
7.5 都市型水害対策の環境への貢献度評価の必要性	
第8章 豪雪災害における環境と防災の連携（池本良子）	89
8.1 はじめに	
8.2 豪雪による環境影響	
8.3 豪雪災害と地震災害の複合災害	
8.4 豪雪災害による環境影響軽減のための課題	
8.5 豪雪災害の軽減のための下水道施設の連携	
8.6 豪雪災害における環境と防災の連携の可能性	
第9章 下水道事業の災害時財政支援制度（田中 亮）	115
9.1 下水道施設の災害時の財政制度の現状	
9.2 現状における財政措置に関する課題	
9.3 災害時の財政措置に関する提言	
第10章 結 言 （松井三郎）	126

## 第1章 諸 言

### 1.1 はじめに

土木学会は、安心と幸せを国民に提供する技術者集団である。政府、自治体は戦後の復興過程で、自然災害に対する防災と住みよい国土環境を造る努力をしてきたが、阪神淡路震災、新潟中越地震、インドネシア地震津波の経験から、国民の認識は大きく変化し始めている。

国土環境造りと防災、減災対策事業は、本質において社会基盤造りであり、日本を長期的に見てどのような国土環境にするかが問われている。現在、国及び地方自治体は、今まで投資してきた社会基盤整備の借金返済に迫られる状況にある。今後の社会基盤整備は、より効率的でなければならない。そこで、今まで、防災対策と環境対策が個別の課題として取り扱われてきたことに対して、新しい視点から如何に、両課題を兼ねた対策として展開できるか、技術と制度の可能性を探ってみる必要があると考えられる。特に、中央政府の取り組みが、縦割りにより効率的連携ができない状態を改善し、地方における環境防災事業の実施を効率よく行うことが、今後ますます必要となる。その時、予算執行の縦割り状態を改善するには、環境と防災を兼ねる新しい法整備や、技術制度の改革、環境と防災をかねた新しい発想の技術開発が求められる。

本研究では、地震および豪雨豪雪災害等の専門家と環境工学の専門家が一同に介して意見交換を行うことにより、これらの可能性を探ることを目的として行ったものである。

### 1.2 本報告書の目的と構成

災害は大きく分けて、自然災害と人為災害が存在するが、ここでは自然災害をあつかうこととする。地震災害、津波災害、豪雨災害、豪雪災害などの自然災害はさまざまな環境影響をもたらせることが知られている。本研究では、これらの災害が環境に対してどのような影響をもたらしてきたか、その軽減対策としてどのような技術と制度が用いられているかについて整理し、そこから、環境と防災連携型の技術と制度について提案することを目的としている。

本報告書の構成は以下のとおりである。第2章では、環境対策と防災対策の関連性の概要を述べる。第3章、第4章は主に、地震津波災害に対する対策と環境対策の連携について検討を行ったものであり、第3章では地震・津波災害における上下水道の被害について、第4章では、大気環境対策と防災対策の連携についてまとめている。第5章、第6章、第7章では豪雨災害に対する対策と環境対策の連携について検討したものであり、第5章で豪



雨災害の環境影響についてまとめ、第6章では、河川流域管理とその評価について、第7章では都市型水害対策の展開について提案している。第8章では今年度大きな被害をもたらした豪雪災害を取り上げ、その環境影響についてまとめるとともに、環境対策と防災地策の連携について提案する。最後に第9章では、下水道事業を取り合げ、災害時財政支援制度について提案するものである。

#### < 構成メンバー >

松井 三郎	京都大学大学院地球環境学堂
大原 利真	国立環境研究所アジア自然共生研究グループ
宮島 昌克	金沢大学大学院自然科学研究科
高橋 敬雄	新潟大学大学院自然科学研究科
白川 直樹	筑波大学システム情報工学研究科
池本 良子	金沢大学大学院自然科学研究科
田中 亮	日本上下水道設計
中山 義一	同上
亀田 由紀子	同上
後藤 雅子	同上

#### < 活動 >

平成17年 9月 7日	土木学会全国大会において研究討論会開催
平成17年 9月 7日	第1回研究会（早稲田大学）
平成17年12月14日	第2回研究会（土木学会）
平成18年 2月27日	第3回研究会（京都大学）
平成18年 4月 5日	豪雪災害調査（南魚沼市，小千谷市，長岡市）

## 第2章 環境対策と防災対策の関連性

### 2.1 はじめに

環境と防災を関連付けて考えるにあたり、まず、その相互作用を明らかにしておく必要がある。本章では、環境と防災の定義をするとともに、環境と防災の関連について整理した。

### 2.2 環境と防災の定義

「環境と防災」の関連付けを考えるにあたって、「環境」と「防災」の定義を明確にする必要がある。

「環境」とは、広辞苑によれば「人間または生物をとりまき、それと相互作用を及ぼしあうものとしてみた外界」と書かれている。空間的に比較的狭い地域をイメージした「公害環境」から全地球まで地域を広げた「地球環境」までの広がりをもっており、また、対象としては、健康リスク・生活環境・生態系から広義には「雰囲気」や「景観」なども含まれ、非常に広範である。

一方、防災とは「災害を防止すること」であり、「災害」は大きく、自然災害と人為災害に分けることができる。自然災害には、地震、津波、台風、豪雨、豪雪、低温、渇水、火山噴火などが含まれる。また、人為災害には火災や交通事故などの事故災害のほかに公害などの社会災害も含まれる。

以上のように、「環境」も「防災」も非常に広範囲のものを対象としているが、本研究ではおもに、自然災害に対する「防災対策」と、健康リスク・生活環境・生態系保全の観点からの「環境対策」について、扱うものとする。

### 2.3 災害と環境の相互作用

表 2.1 は災害の発生が環境に及ぼす影響についてまとめたものである。たとえば、地震災害によるライフライン被害は停電・断水・トイレの使用不能を招き、人の健康や生活環境に大きく影響するとともに、下水道の漏水により地下水汚染や水質汚染を招くこととなる。地下水を上水に利用している場合には深刻な健康被害が懸念される。また、家財や家屋などの災害廃棄物が大量に発生し、その貯留時の悪臭や粉塵、害虫の発生の問題に加え、最終処分場の残余年数を短縮することとなる。一方、豪雨災害では同様に浸水家財が廃棄物として大量に発生すること、下水道の漏洩により病原微生物によるリスクの増大などが懸念される。このように、災害による環境影響はさまざまであり、地域による特色がある

ことから、災害の結果発生する環境影響をあらかじめ予測し、事前に的確な対策をとっておくことはきわめて重要である。そのためには、水道、下水道、廃棄物の行政部署と、環境の行政部署とが情報を共有するとともに連携して環境影響予測を行うことがきわめて重要である。さらに、新潟県中越地震の例のように、雨の後の地震災害、地震災害の後の豪雪災害といった、複合要素についても、十分に考慮しておく必要がある。このような、災害時の環境影響に対する防災対策は、環境対策と防災対策を兼ね備えた対策として、もっとも有効であると考えられる。

一方、自然災害の頻発は、近年の環境の変化によるところが大きいことが指摘されている。例えば、最近の豪雨や豪雪は地球環境の変化に影響されている可能性がある。すなわち、温暖化対策のような環境対策は、防災対策にもつながるものである。

#### 2.4 環境対策と防災対策の関連性

表 2.2 は、現在行われている防災対策により環境へどのような影響を及ぼしているかについて、それぞれの対策を行った場合のプラス／マイナス面と、これらの対策に関わる制度について列記したものである。ハード面での防災対策はエネルギー消費が不可欠であり、環境へのマイナス要因となるが、たとえば、避難場所の確保によって緑地面積の増大することにより、都市のヒートアイランド現象の緩和に貢献するとともに温暖化対策の一環ともなっている。また、建物の耐震化は、前述したような建物の倒壊によるさまざまな環境負荷を低減することとなる。一方、豪雨災害の対策として採られている河川改修やダム建設は、自然環境の変化を招くというマイナス面があるが、豪雨災害による環境負荷の低減対策としては重要である。また、ダムによる渇水季の流量確保により生物の生息の場を確保されるが、流量の変動の減少は生物の多様性を低下させる。また、都市型水害の対策として行われている雨水の地下浸透は、地下水の保全や地盤沈下対策としても有効である。

一方、環境対策による災害への影響について同様に表 2.3 にまとめた。例えば、温暖化対策の一環として行われている新エネルギーの導入は、非常時の電源として活用可能である。また、分散型の電力供給は被害軽減に役立つものである。一方、河川水量の確保や水質の保全は、災害時の防火水量の確保につながるものである。

このように、現在、個別に行われている対策も、潜在的の他方の対策も兼ね備えているものも存在することがわかるが、一方で、マイナスに作用するものも存在しており、両社の均衡を探り、対策を行っていくことが非常に重要である。

#### 2.5 環境対策と防災対策の共存

以上のように、災害と環境はお互いに関連し合っていることから、両者の対策を切り離し

て考えるのではなく、連携を持って進めていくことがきわめて重要である。また、災害の復旧に際しでは、現状復帰にとどまらず、より安全性が高く環境負荷の低減できる技術を導入していくことも重要であると考えられる。

表 2.1 災害による環境影響

災害	環境影響を及ぼす原因		環境影響						
			大気汚染	土壌汚染	水質汚染	廃棄物発生	健康リスク	生活環境悪化	生態系影響
地震・津波	出火・延焼	煙	○			○		○	
	家屋・建物倒壊, 損傷	倒壊家屋				○			
		損壊家具・家財				○			
		浄化槽損傷		○	○		○	○	○
		ガスボンベ倒壊	○				○		
		灯油タンク損傷		○	○	○	○	○	○
	電気・通信網の破断	停電・断水					○	○	
	ガス管被害	断ガス	○					○	
	水道被害	断水					○	○	
	下水道被害	トイレ使用不能				○	○		
		下水漏水		○	○		○	○	○
		未処理・簡易処理放流			○		○	○	○
	廃棄物処理施設被害	生ごみの堆積	○	○	○	○	○	○	○
		処分場未処理浸出水の流出			○		○	○	○
		浸出水の地下浸透		○	○		○		○
	道路損傷, 寸断	交通渋滞	○				○		
	事業所倒壊, 損傷	化学物質漏洩	○	○	○		○		○
原子力施設	放射能漏洩	○	○	○		○	○	○	
沿岸浸水	家屋浸水				○	○	○		
	ポンベ流出	○			○	○	○		
	下水道施設浸水		○	○	○	○	○	○	
豪雨・台風	強風	家屋・建物倒壊, 損傷				○	○	○	
	洪水	家屋浸水				○	○	○	
		ポンベ流出	○			○	○	○	
		水道施設浸水			○	○	○	○	
		下水道施設浸水			○	○	○	○	
		農地浸水		○	○	○	○	○	
	土砂災害	家屋倒壊				○	○	○	
		ガスボンベ・灯油タンク損傷	○	○	○	○	○	○	
河川流量増大	河床・護岸変化			○			○		
濁水	水道水源としての水質低下 太陽光の透過率低下			○			○		
豪雪・低温	堆雪	交通渋滞	○						
	除雪	除雪車	○			○	○		
		住宅倒壊				○			
	地下水過剰揚水	地下水位低下					○		
		地盤沈下						○	
	低温	水道管凍結 電気・通信網の破断					○	○	
	落雪	オイルタンク破損		○	○	○	○	○	
マンホール破損				○		○	○		
融雪	家屋浸水				○	○	○		
	下水道流入水量増加			○			○		
渇水	取水制限	断水・給水制限				○	○		
	河川流量減少						○		
噴火	溶岩流、泥流、 火山ガス		○		○	○	○		

表 2.2 防災対策による環境への影響

防災対策		環境への影響		制度面
		プラス	マイナス	
地震	建物の耐震化	非常時環境負荷(災害廃棄物)の低減	耐震改築等によるエネルギー消費量の増加	
	家具の固定			
	災害時対応			
	－訓練	災害時の二次被害の縮小→非常時環境負荷の削減		
	－連絡, 物資補給の体制確保			
	－避難場所の確保	緑地面積の増加→ヒートアイランドの緩和, CO2吸収源の確保		
	－防災グッズ	手回し式懐中電灯等, 通常でも使えるものであれば電池等のエネルギーを使わずに済む	防災グッズ製造に係るエネルギー消費量の増加	
	道路災害対応(道路幅の拡大, 耐震等)		道路幅の拡大による緑地・土面の減少	用地の取得
	原子力発電所からの放射能汚染対策	非常時環境負荷の低減	対策時のエネルギー消費	
	工場等からの汚染物質拡散防止	非常時環境負荷の低減	対策時のエネルギー消費	
延焼遮断帯の設置(幹線道路, 沿道の不燃化)	火災時発生CO2等の減少	道路幅の拡大による緑地・土面の減少	用地の取得	
津波	予知技術の向上			
	情報伝達方法の確立			
	防波堤		海風を遮る→ヒートアイランド化	
洪水	ガラスの保護	断熱性の向上?→冷暖房によるエネルギー消費減		
	洪水対策			
	－雨水浸透	良好な水循環の形成		
	－遊水地	さら地等の確保による風の道, 緑地面積の拡大		都市計画法, 用地の取得(手続き)
	－貯留施設等の整備			
	－自然的土地利用の保全	緑地面積の増加, 生態系の保全		都市計画法
	情報ネットワークの確保			
砂防ダムの整備		自然破壊		
河川の氾濫防止		スーパー堤防等によるコリドー(生物回廊)等の減少		
土砂	予知技術の向上			
	避難場所の確保	緑地面積の増加→ヒートアイランドの緩和, CO2吸収源の確保		
	危険度マップの作成			
崖地対策		景観との不調和?		
総合	災害応急用井戸の確保	水質保全		
	防災意識の向上	災害時の二次被害の縮小→非常時環境負荷の削減		
	コンパクトシティ化(災害難民の減少)	周囲の緑地面積の増加		
	避難所設備の充実		避難所である緑地の中に設備を作るため, 緑地面積は多少減少	
	大量配給システムの整備		整備に係るエネルギー消費量の増大	
	災害廃棄物対策	非常時環境負荷の低減		最終処分場における災害廃棄物の処分容量の確保

表 2.3 環境対策による防災への影響

環境対策		防災への影響		制度面
		プラス	マイナス	
公害	大気汚染防止			
	騒音・振動防止			
	地盤沈下防止			
地球温暖化	エネルギー使用の削減			
	ー冷暖房温度の調整			
	ー自家用車使用の制限			
	ー産業・運輸部門の省エネ			
	新エネルギー導入	非常時電源の確保、分散型電源によるライフラインの二重確保		各家庭で行う場合の系統連係・電力会社との契約等
	代替フロン利用		可燃ガスを利用する場合、火災発生危険性	
	森林の保護・植林	避難場所の確保、延焼防止帯の確保	林道等の開発がなされない場合、緊急車両の通行が妨げられる場合もある	
低公害車の利用				
対策全体	異常気象の抑制→豪雨災害の減少			
ヒートアイランド抑制	打ち水、保水性舗装	浸水対策		道路舗装に保水性舗装等をどの程度用いて良いのか等の取り決め
	屋上緑化、緑地の確保	延焼防止帯の確保		都市計画法、用地の確保
	河川による風の通り道の確保	広域避難箇所としての河川敷の利用箇所の拡大		河川管理者との協議
生態系の保全	干潟の保護		津波・高潮の被害	
	ビオトープ		河川氾濫の確率大	
	多自然工法による河川改修		河川氾濫の確率大	
	下水等の適正水温での放流			
	河川水量の確保	延焼防止、火災時の水源		
公共用水域水質の改善	火災時の水源となりうる			
循環型社会の形成	3R	災害廃棄物処分地の確保		最終処分場では災害廃棄物の処分容量確保
その他		緊急事態対応訓練の義務付け→災害時の被害低減の可能性		EMSが形骸化している場合には効力がない

## 第3章 地震・津波災害と上下水道被害

### 3.1 はじめに

ライフライン施設の構造的、機能的被害が災害時の復旧活動や市民生活に多大な影響を及ぼすことは過去の災害事例が顕著に示しているところである。特に、上下水道については災害後の公衆衛生上極めて重要な施設であるといえる。そこで本章では、地震と津波災害における上下水道被害事例を環境との関連で整理し、環境と防災の連携について考察する。

### 3.2 地震災害における環境問題事例<sup>1)</sup>

震災の程度は地震の規模はもちろん、地震の発生した地域や時期などの影響を強く受ける。特に、環境問題に関しては、その国や地域の経済性や風土、また衛生面においては発災時期の影響を受けやすく、社会基盤の十分に整備されていない地域での災害や、夏季に発災した場合にはその影響は深刻である。ここでは、これまでに発生した地震時の環境問題に関する代表的な被害事例について報告する。

#### 1) 1964年6月16日新潟地震 ( $M=7.5$ )<sup>2)</sup>

新潟製油所において構内路盤に亀裂が生じ、地下水と地下滞油が噴出するとともに、破損したタンクから漏洩した油が構内に滞留していたが、津波により流出油の一部が河川に流れ出し汚染した。

#### 2) 1978年1月14日伊豆大島近海地震 ( $M=7.0$ )

鉱業所から有害シアン化ナトリウムを含む鉱滓約10万トンが河川から海域に流出し、汚染された。

#### 3) 1978年宮城県沖地震 ( $M=7.4$ )<sup>3)</sup>

ポンプ場に浸水してきた汚水が自家発電装置に被ったためポンプの運転が停止し、下水45万 $m^3$ を河川へ直接放流した。その結果、大腸菌群数が百～千倍増加した。

#### 4) 1983年5月16日日本海中部地震 ( $M=7.7$ )<sup>4)</sup>

郡山ポンプ場は合流式の有人中継ポンプ場であった。地震発生後、停電したので自動的に自家発電機が作動した。地震発生時には汚水量は少なかったため地下にある汚水ポンプは作動していなかったが、急に浸水してきた汚水をかぶり運転不能になった。汚水は増え続け地上1階の床まであふれ出てきたので、急遽水中ポンプで雨水池に排出するとともに、流入下水も雨水池に流入するように切り替え、やむを得ず名取川に生下水を放流した。

#### 5) 1989年10月17日米国・ロマプリエタ地震 ( $M=7.1$ )

下水処理場の停電により、下水7万6千 $m^3$ を海域に直接放流した。また、海中に延びる放流管の亀裂により海岸近くの海域が汚染した。

6) 1993年1月15日釧路沖地震 ( $M=7.8$ )<sup>1)</sup>

標茶町の上水道、下水道ともに大きな被害を受け、応急復旧が進められた。上水道が早く復旧したにも関わらず、下水道の復旧工事が完全に終わらないうちに上水道を使い始めるとオーバーフローして未処理下水が釧路川に流出し、下流の釧路湿原の環境汚染につながる可能性があるということで町民の理解のうえで上水道の使用が控えられた。また、下流域で上水として取水する釧路市への迷惑を考慮したとのことでもあった(図3.1)。

7) 1995年兵庫県南部地震 ( $M=7.2$ )<sup>5)</sup>

東灘処理場では、近くの護岸の側方流動もあり、最初沈殿地の流入渠の破断、水処理施設の目地の破断、管廊の浸水など大きな被害が生じ、二次処理機能が停止した。このため、近接運河を堰き止め利用した簡易処理(凝集沈殿処理)で対応し、この状態が1995年5月1日まで続いた。

8) 2004年新潟県中越地震 ( $M=6.8$ )<sup>6)</sup>

魚野川流域下水道堀之内浄化センターは敷地が魚野川河道側に側方流動したため、最初沈殿地の流入渠の破断、水処理施設の目地の破断、管廊の浸水など大きな被害が生じ、機能停止を余儀なくされた。処理場自体が機能停止に追い込まれたため、流入下水を沈殿と塩素消毒のみで放流する「簡易処理」の仮施設が建設された。すなわち、敷地内に急遽開削された応急沈殿地(容量1,500 $m^3$ 、写真3.1)に流入下水を導き、塩素あるいは次亜塩素酸ナトリウムを注入し(残留塩素量は1~2 $mg/L$ )、塩素接触池(10 $m \times 20m$ 、15分滞留)を経て、既存の放流渠を用い、魚野川に放流された。魚野川の流量が多かったため、希釈さ



写真 3.1 堀之内浄化センターの応急沈殿地

図 3.1 標茶町の事例を紹介する記事





写真 3.2 マンホールの浮上と管路埋め戻し部の沈下



写真 3.3 バキューム車による下水滞留部の吸引

れ、水質への影響は小さかったようである。

下水マンホールの隆起とマンホール間をつなぐ管路埋め戻し部の路面の沈下が顕著であった。マンホールの隆起・沈下が 1,453 箇所、路面異常が 5,889 箇所にも及び、特に長岡市と小千谷市で多かったことが報告されている(写真 3.2)。マンホールの隆起は数 cm から 1.5m にもおよび、管路埋め戻し部の沈下と合わせ、地震直後に広い地域で交通障害を引き起こした。組み合わせマンホールがずれて、地下水や伏流水の流入が見られるところもあった。

マンホールの隆起・沈降のみならず管路も鉛直面内で蛇行したので管路内やマンホール内での帯水が生じた。また、マンホールポンプを使用しているところでは停電とともに停止し、汚水が溢れ出るところもあった。滞留箇所においては、バキュームカーにより吸引した(写真 3.3)。

### 3.3 津波災害における上下水道被害(スマトラ島沖地震津波のバンダ・アチェの事例)<sup>7)</sup>

2004年12月26日にスマトラ島沖で発生した巨大地震( $M=9.0$ )とそれに引き続いて発生した津波により、北スマトラのバンダ・アチェでは上下水道施設に大きな被害が生じた。すなわち、バンダ・アチェに唯一の汚泥処理施設、バキューム車、タンク車、埋設管網に甚大な被害が生じた。また、地震に伴う地盤沈下により排水施設が使用不能になった。海岸近くの地域では、広く用いられている井戸が津波により汚染され、一時的なものか回復するのか定かではないが、井戸水が塩分の多く含んだものとなった。最も大きな被害は、15万棟以上の住宅が破壊され、上水道及び下水設備が被害を受けたことである。上下水道施設に関わるスタッフの多くが犠牲者となったことが、緊急対応やその後の復旧活動に大きな打撃となったことはいままでもない。

アチェ州の上下水道施設は津波以前から十分な状態ではなかった。長年にわたる抗争により都市部のライフラインネットワークへの投資が制限され、農村部のサービスとの連携が

減じられていた。バンダ・アチェでの上水道管路網によって水を得ている人口比は全体の30%以下、アチェ州全体では約9%と見積もられていた。しかも水質が悪いので、管路網が整備されている都市部においても別途販売されている水や浅井戸で飲料水を賄っていた。アチェのすべての衛生設備は、都市部、農村部ともに下水道ではなくて各戸でタンクや穴に汚物を貯めて、一部の地域ではバキューム車で汚泥処理場に運ぶという形式であった。したがって、地震及び津波後の復興計画は、地震、津波以前の状態に戻すということではなく、住民の要望に応えた継続的に有効に機能するシステムを構築することであった。

### 3.4 被害の特徴と対策

地震および津波災害における上下水道被害事例を整理したが、下水道被害により上水が汚染されたという事例は見られなかった。下水道管が破損しても地下水や伏流水が管路内に浸入したケースが多く見られ、管路外に流出するケースが少なかったことによると考えられる。そこで、ここでは主として下水施設における被害の特徴と対策について検討する。

#### 1) 処理場、ポンプ場などの施設の耐震化

これまでの被害事例で見られたように、処理場への流入管や処理水槽内の伸縮継手の破損が機能停止を招いているので、水槽内には伸縮継手を設けないとか、配管には可撓性の大きな継手を用いるなどの耐震化の方策が既に提案されている。

処理場は河川の近くに建設されることが多く、地震時に地盤液状化が発生する可能性が高い地域が多いので、液状化による地盤変形が生じないような地盤への対策も重要である。

#### 2) 処理場、ポンプ場の浸水対策

津波、豪雨に限らず、地震の際に地下部分が浸水する被害が見られる。下水施設のみならず上水施設においても地下に電気室を配置していることが多く、地下室の浸水、水没によって施設すべてが機能停止に陥ることがある。浸水することを前提に、電気室をできれば2階以上に移動することが望まれる。

#### 3) ライフラインの相互連関を考慮した対策

停電により処理施設が機能停止となった事例もあるが、停電に備えて自家発電装置が配備されていたが、自家発電装置が水冷式であったため断水の影響で使えなかった事例や、自家発電装置に水が被って作動しなくなった事例などがあった。ライフライン被害は相互に関連しながら機能被害が波及するという特徴を有するので、他のライフラインに頼らない独立したバックアップシステムの構築が望まれる。また、バックアップシステムの浸水対策も重要である。

#### 4) 管路施設への対策

管路埋め戻し土の液状化によるマンホールの浮上は、新潟県中越地震が初めてではなく、1993年釧路沖地震、1994年北海道東方沖地震、2003年十勝沖地震などの地震において主

として泥炭地盤で発生しており、さらには1983年日本海中部地震に際し八郎潟干拓地などでも見られた被害である。管路埋め戻し部だけが液状化するという事で、埋め戻し土の液状化対策が既に提案され、新潟県中越地震の復旧に採用されている。すなわち、埋め戻し土の締固め、砕石による埋め戻し、埋め戻し土の固化のいずれかを行うというものである。既設の管路、マンホールにおける埋め戻し土の液状化危険性の簡易判定手法や既設部分の液状化対策について今後検討される必要がある。

#### 参考文献

- 1) 吉田雅穂、宮島昌克、北浦 勝：地震時の水環境問題に関する研究－1993年釧路沖地震における標茶町の上下水道施設被害の事例調査－、福井工業高等専門学校研究紀要、自然科学・工学、第31号、pp.99－105,1997.
- 2) 土木学会新潟震災調査委員会：昭和39年新潟地震侵害調査報告、1966.
- 3) 1978年宮城県沖地震震害調査委員会：1978年宮城県沖地震調査報告書、1980.
- 4) 土木学会に本会中部地震震害調査委員会：1983年に本会中部地震震害調査報告書、1986.
- 5) 阪神・淡路大震災調査報告編集委員会：阪神・淡路大震災調査報告、ライフライン施設の被害と復旧、1997.
- 6) 土木学会新潟県中越地震被害調査特別委員会：新潟県中越地震被害調査報告、2006.
- 7) Badan Rehabilitasi dan Rekonstruksi (BRR): Aceh and Nias One Year after the Tsunami The Recovery Effort and Way Forward, A joint Report of the BRR and International Partners, 2005.12.

## 第4章 大気環境対策と防災対策の連携

### 4.1 はじめに

本章では、大気環境と災害の接点を整理した上で、社会基盤整備等における大気環境保全と防災の連携の可能性・必要性について検討する。検討事項は以下のとおりである。

#### ①災害と大気環境との関連性

災害時の大気環境影響及び大気環境変化による災害発生について整理する。

#### ②大気環境対策と防災対策の接点に関する整理

大気環境保全もしくは防災のために実施されてきた、社会基盤整備における両者の接点を整理する。

#### ③大気環境保全対策と災害対策の連携に向けて

大気環境保全対策と防災対策が連携できる可能性、連携すべき必要性について検討する。

### 4.2 災害と大気環境との関連

災害と大気環境の関係を表 4.1 に示す。両者の関係は、①災害が発生することによって生じる大気環境影響と、逆に、②大気環境の変化が災害発生の要因となる場合に分類することができる。

表 4.1 で示されるように、災害は様々な形で大気環境に影響を及ぼす。一方、大気環境の変化が、災害発生を高める危険性がある。例えば、地球スケールや都市スケールの気候変動によって、集中豪雨や強風、豪雪などの発生頻度・強度が増し、それに伴って、風水害や雪害の発生リスクが増加すると考えられる。また、都市大気汚染や森林火災によって発生するスモッグが、航空機等をはじめとする交通機関の障害となり、交通災害の一因となる危険性もある。

表 4.1 災害と大気環境との関連

災 害			災害発生に関係する大気環境変化	災害による大気環境影響	
大分類	中分類	小分類			
自然災害	地震	出火・延焼		大気汚染、廃棄物焼却	
		家屋崩壊		廃棄物焼却	
		ライフライン	ガス		大気汚染
			交通		大気汚染（渋滞）
	原子力施設			放射性汚染	
	風水害			気候変動、都市化	
		ライフライン			
		風害	建物崩壊		廃棄物焼却
		火山ガス			大気汚染
	雪害			気候変動	
人為災害	事故災害	海上災害		原油流出による大気汚染	
		航空災害		スモッグ	
		道路災害			大気汚染
		原子力災害			放射性汚染
		危険物災害	危険物の漏洩	都市化	大気汚染
		火災	森林火災	気候変動	大気汚染
	社会災害	各種の社会インフラ整備によって引き起こされる被害		多種多様な社会インフラ整備	大気汚染

表 4.2 は、災害時の具体的な大気環境影響事例として、阪神・淡路大震災時に、国立環境研究所が調査した結果を示す。国立環境研究所は、地震発生後の 4 週間後に現地に入り、大気汚染、液状化、廃棄物、景観などについて現地調査した。このうち大気汚染関係では、有害化学物質、ビル解体による粉塵・アスベストおよび廃棄物の野焼きによる汚染について以下のように報告している。

- ・有害化学物質の漏出

ガソリンスタンド地下タンクや工場・事業所の貯蔵施設が地震によって破壊し、貯蔵されていた有害化学物質が大気中に漏出する危険性がある。

- ・ビル解体による粉塵、アスベスト

ビルの崩壊、不十分な飛散防止策のもとでのビル解体工事によって、有害な物質を含む浮遊粒子状物質やアスベスト等の有害物質が大気中に放出する危険性がある。

・廃棄物の野焼き

廃棄物の野焼きにより大量の有害物質が大気中に排出される。

これらの影響を把握するために、大気環境濃度の緊急モニタリング調査を実施し、平常時濃度や環境基準と比較することによってそれらの影響を評価した。その結果、環境濃度は、一般的な都市域での濃度レベルに近いが、やや高いレベルであり、直ちに健康影響が問題となるようなことはないとしている。しかし、場所や汚染物質によっては、一定の大気環境の悪化が認められ、継続的なモニタリングが必要との認識も示された。

このような環境影響の低減を図るためには、災害直後の環境状態や環境リスクに関わるライフラインの状態を現地調査によってすみやかに把握することが重要である。一方、災害発生後の環境調査をより迅速かつ効率的に実施するためには、災害発生前の環境事前調査が有効と考えられる。例えば、大気環境関係では以下のような調査項目が考えられる。

①有害化学物質貯蔵量の事前調査

- ・PRTR データの活用したデータベース整備
- ・危険地域の事前把握

②浮遊粒子状物質，有害物質の大気濃度測定

- ・継続測定地点におけるデータベース整備

③臨時廃棄物処理候補地の環境アセスメント

- ・環境アセスメントによる環境影響の小さな野焼き候補地の事前選定
- ・野焼きに関するマニュアル作成

表 4.2 阪神・淡路大震災時における大気環境影響事例

被害対象		調査内容		調査結果
大気汚染	大気汚染一般	現地踏査	大気環境測定局の被害確認	一時的な欠測状態、 移設に伴うデータ不連続
			道路網の被害と渋滞状況	—
		緊急モニタリング調査 (複数回実施、環境庁大気 保全局)	有害化学物質 6 項目を 17 地 点で測定	一般的な都市域での濃度レベ ルに近い
	ビル解体によ る粉塵、アス ベスト問題	現地踏査	目視調査	不十分な飛散防止策
		緊急モニタリング調査 (複数回実施、環境庁大気 保全局)	・追跡継続調査 17 地点でアスベスト測定 ・建築物解体現場周辺調査 20 地点でアスベスト測定	一般的な都市域での濃度レベ ルに比べやや高い
	廃棄物の野焼 き	現地踏査	目視調査	野焼きの確認、 住宅地への焼却灰飛来
緊急モニタリング調査 (複数回実施、環境庁大気 保全局)		ダイオキシンなど 13 項目を 3ヶ所 (3~4 地点/1ヶ所) で測定	都市域の濃度レベルの範囲内 であるが、野焼きの影響を受け ている地点はやや高い	

(資料：「兵庫県南部地震と環境」(国立環境研究所 F-84-'95/NIES))

## 4.3 大気環境対策と防災対策の接点

前節で示したように、大気環境と災害は密接に関係している。このことは、対策面においても、大気環境対策と防災対策が密接に関連している、もしくは、連携して進める必要があることを意味する。表 4.3 は、各種の社会基盤整備が有する大気環境対策と防災対策としての側面を整理した結果を示す。ここで取り上げた社会基盤整備は全て、大気環境面と防災面のどちらにも効果的な Win-Win 型対策と基本的には考えられる。例えば、道路の拡幅や沿道緑地帯の整備は、道路沿道地域における大気汚染や騒音などの自動車公害を低減する。一方、幹線道路は、火災の延焼防止帯や各種災害時のライフラインとして、防災面からも重要な役割を担っており、道路整備は防災対策としても重要である。

表 4.3 社会基盤整備が有する大気環境対策と防災対策としての役割

	大気環境対策	防災対策
路面散水	路上堆積物による汚染やヒートアイランドの低減	消雪
道路沿道のバッファビ ル	騒音防止	建築物の不燃化
道路整備、沿道緑地帯	自動車公害の低減	延焼防止、ライフラインの確保
広域広場・公園	大気汚染やヒートアイラ ンドの緩和	災害時の避難場所、廃棄物の集 積場所
石油タンク・有害物質 貯蔵施設の安全対策	大気中への有害物質漏洩の 防止	災害時の火災発生や有害物質漏 洩の防止
防潮堤	地球温暖化による海面上昇 対策	津波・高潮対策

#### 4.4 大気環境保全対策と防災対策の連携に向けて

最後に、大気環境保全対策と防災対策の連携を促進する立場から、

- ・ 防災と大気環境保全の視点からの安全・安心なまちづくり
- ・ 防災と地球温暖化対策の連携

に関する事例をもとに検討する。

##### 4.4.1 都市の防災と大気環境保全のWin-Win型街づくり

震災に強い街づくり施策と自動車公害対策・ヒートアイランド対策には共通点が多い。国土交通省は、都市防災対策（「防災都市づくり」）の柱として、都市レベルでの「防災都市構造化」と地区レベルでの「密集市街地の再整備」を掲げている（<http://www.mlit.go.jp/crd/city/sigaiti/tobou/gaiyo.htm>）。図4.1は、防災都市構造化のイメージを示す。その内容は、防災的役割を持つ都市施設の計画的配置、避難地・避難路の確保、延焼遮断帯の整備（都市防火区画の形成）、防災拠点となる施設の配置からなる。

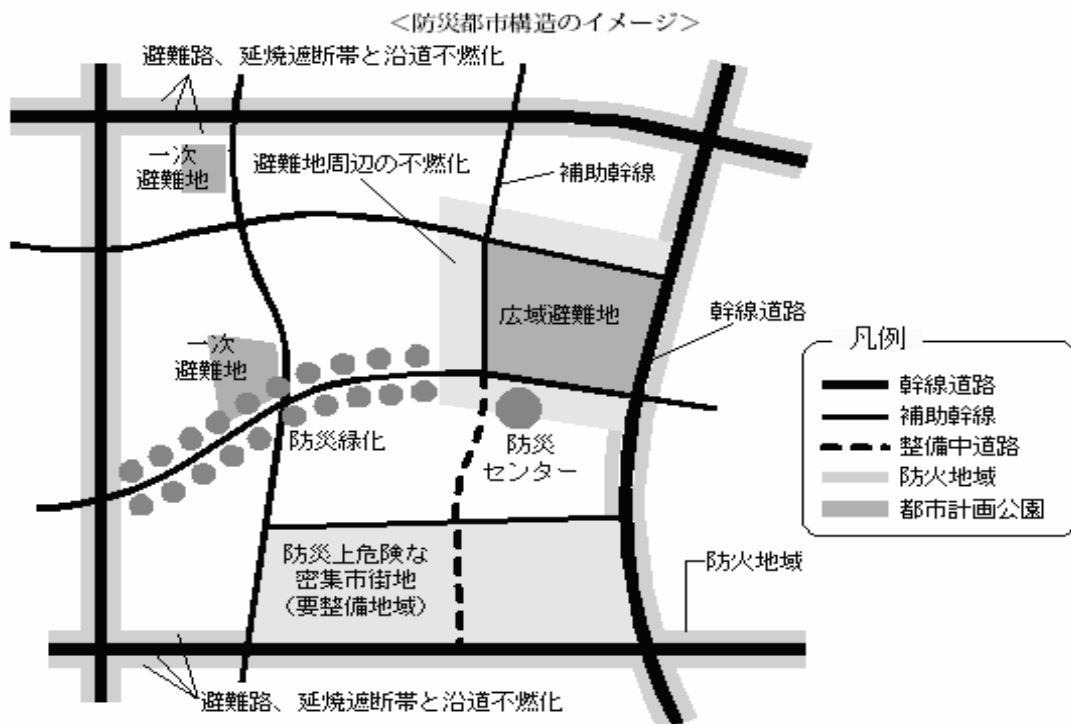


図 4.1 防災都市構造化のイメージ（出典：国土交通省都市防災対策室ホームページ <http://www.mlit.go.jp/crd/city/sigaiti/tobou/haichi.htm>）

次に、密集市街地の再整備のイメージを図4.2に示す。阪神・淡路大震災の経験に鑑み、大規模地震時に市街地大火を引き起こすなど防災上危険な状況にある密集市街地の整備を総合的に推進するため、密集市街地整備法が平成9年に施行（平成15年に改正）された。



図4.3は、阪神淡路大震災時における大規模火災の焼け止まり要因を整理した結果を示す。これによると、道路・鉄道等で焼け止まったのが4割、耐火建築物によるものが3割、空地等が2割であり、消防活動による延焼遮断は約1割であった。このことより、広幅員道路、鉄道線路、公園等の大規模空地や学校・マンション、列状の耐火建築物群等の形状や配置、すなわち都市の構造が市街地大火の焼け止まりに大きく影響することが明らかである。また、発生した火災のうち、焼失面積1,000㎡以上の大規模火災地区について、建築研究所が現地火災被害調査に基づき火災規模と市街地構造の分析を行っている。この分析結果によると、1棟当たり平均宅地面積約100㎡以下の狭小建築物が密集している地域で大規模火災になる可能性が高い。

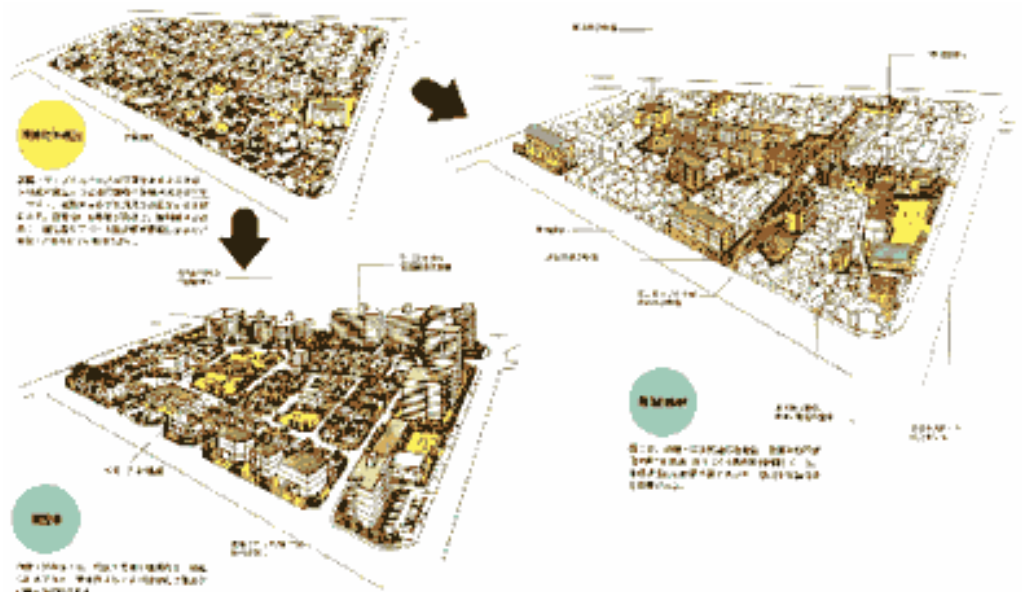


図4.2 密集市街地の再整備イメージ（出典：国土交通省都市防災対策室ホームページ <http://www.mlit.go.jp/crd/city/sigaiti/tobou/saisei.htm>）



図4.3 阪神・淡路大震災における大規模火災の焼け止まり要因（出典：国土交通省都市防災対策室ホームページ <http://www.mlit.go.jp/crd/city/sigaiti/tobou/hansin.htm>）

一方、自動車汚染やヒートアイランドを軽減するためには、

- ・ 広場、公園、緑地、「風の道」などの整備
- ・ 道路の拡幅や沿道緑地帯の整備
- ・ 建物密度の減少

のように、風通しを良くし汚染物質や熱を拡散しやすくすること、地表面を自然に近い状態に保全することが有効である。道路周辺における大気汚染の原因と対策を整理した調査結果（財団法人 日本気象協会「都市大気環境改善方策検討調査報告書」、平成17年10月）では、汚染対策として、

- ①自動車単体からの排出量を低減する
- ②大気中の汚染物質を除去する
- ③交通量の集中化を回避する
- ④自動車の流れを制御する
- ⑤風の流れを利用して汚染物質の拡散を促す

を掲げ、このうち、⑤として、以下の対策を提示している。

- ・ 交差点でのオープンスペースの確保
- ・ 風の道を阻害しないような、再開発事業等の際の建物の配置等への配慮
- ・ 道路、公園、森林、建築物などの再配置を含めた都市整備計画の実施による清浄な気流の市街地への導入
- ・ 道路、河川やオープンスペースを海風等が通りやすいように拡張・整備（「風の道・水の道」）

これらの方策は、防災対策と共通する点が多く、防災と大気環境保全の両面から「安全・安心なまちづくり」を推進することが可能であることを示唆している。

#### 4.4.2 防災と地球温暖化対策の連携の可能性・必要性

ここでは、インドネシア・スマトラ島沖大地震津波における防潮堤の役割と地球温暖化対策を例に、地球温暖化対策と防災対策の連携の可能性・必要性を検討する。

モルディブ共和国の首都マレは、標高が海面から1メートル台で、高潮による浸水被害が頻発していた。1987年には、サイクロンによる高波によって、マレ島の3分の1が冠水するという甚大な被害が発生した。これを契機に、我が国の政府職員が現地を調査し、技術的な指導を行い、同年から三箇年で我が国の無償資金協力により離岸堤を、さらに、1994年度から2002年度にかけて、マレ島全周約6キロメートルにわたり、海岸護岸を整備した(図4.4)。2004年12月26日、インドネシア・スマトラ島沖大地震による津波が発生し、同島においても推定3メートルの高さの津波が襲来したが、護岸をやや越える程度におさまり、マレ市街は浸水したものの、この護岸等のおかげで、大惨事から免れ、多くの命が救われた。(以上、平成17年版「防災白書」より抜粋)

一方、モルディブのように、国土の大部分が海抜の低い地域によって占められている国では、地球温暖化による海面上昇によって、国土の大部分が水没する危険性がある。従って、防潮堤は地球温暖化対策としても重要である。このように、地球温暖化に対する影響防止対策と防災対策とは表裏一体の関係にある。更に重要なことは、地球温暖化により水害や台風などの自然災害が増大する危険性が高まることである。この点からも地球温暖化対策と防災対策は表裏一体の関係にあり、持続可能社会の構築を見据えた、長期的・総合的な社会基盤整備を推進する必要がある。



図4.4 モルディブ共和国における高潮対策事業による津波被害防止効果

(出典: [http://www.pa.thr.mlit.go.jp/shiogama/bousai05\\_06\\_10/shiryu\\_hayakawa.pdf](http://www.pa.thr.mlit.go.jp/shiogama/bousai05_06_10/shiryu_hayakawa.pdf))

#### 4.5 まとめ

本章では、大気環境と災害の接点を整理した上で、社会基盤整備における大気環境保全と防災の連携の可能性・必要性について検討し、

- ・大気環境と災害は密接に関係していること
- ・大気環境対策と防災対策も密接に関連していること
- ・大気環境保全対策と防災対策が連携できる可能性、連携すべき必要性は高いことを示した。

今後、持続可能社会を構築していくためには、環境保全と防災のどちらにも有効なWin-Win型の社会基盤整備を推進していくことが肝要である。

## 第5章 豪雨災害の環境影響

### 5.1 はじめに

地球温暖化の進行や都市化によるヒートアイランド現象等の影響により、近年では各地で集中豪雨による災害が多発している。豪雨の際には人的被害はもちろん、周辺環境に対する影響が見られる。

また、逆に環境保全のために行っていたことが豪雨災害を軽減する手立てになる場合もある。

本章では、豪雨災害の状況と豪雨災害が環境に及ぼす影響を事例を挙げて紹介し、平常時と災害時の環境負荷の軽減方策の関係について触れるものとする。

### 5.2 豪雨災害の状況

「消防白書」による平成16年の風水害（台風や豪雨による災害）の状況は以下のとおりである。

平成16年は、6月の台風第6号、7月12日から13日（新潟県及び福島県を中心とする）並びに7月17日から18日（福井県を中心とする）の活発な梅雨前線による集中豪雨、7月の台風第10号、8月の台風第11号、15号、16号、9月の台風第18号、21号、10月の台風第22号、23号等により、全国各地に甚大な被害をもたらした。

平成16年中に発生した台風の数、日本に接近した数（台風の中心が日本の海岸線から300km以内に入ったもの）は19個、上陸した数は、観測史上最多の10個と、いずれも平年値（昭和46年から平成12年までの30年間平均）を上回った。

平成16年中の風水害、雪害等の異常な自然現象に伴う災害（地震、火山噴火を除く。）による人的被害、住家被害は、前年に比べて増加し、死者、行方不明者259人（前年60人）、負傷者3,307人（同483人）、全壊1,494棟（同115棟）、半壊16,708棟（同238棟）、一部破損96,133棟（同3,355棟）となっている。

表 5.1 主な風水害による被害状況（平成 16 年）

番号	災害名	主な被災地	死者	行方不明者	負傷者	住家被害					災害対策本部設置
						全壊	半壊	一部破損	床上浸水	床下浸水	
1	平成16年台風第6号	全国各地	2	3	116		6	218	3	58	3県267市町村
2	平成16年7月新潟・福島豪雨	新潟県・福島県	16		83	71	5,657	82	1,916	6,261	1県50市町村
3	平成16年7月福井豪雨	福井県	4	1	19	57	141	212	3,323	10,334	1県9市町村
4	平成16年台風第10・11号	近畿, 中国, 四国	3		15	11	21	88	254	2,188	3県148市町村
5	平成16年台風第15号	東北, 四国	10		35	19	86	728	410	2,141	2県26市町村
6	平成16年台風第16号	近畿, 四国, 九州	14	3	260	51	205	9,921	14,456	31,764	8県616市町村
7	平成16年台風第18号	北海道, 中国, 九州	43	3	1,399	144	1,506	63,343	1,328	19,758	9県741市町村
8	平成16年台風第21号	近畿, 四国	26	1	107	75	818	1,629	5,385	15,431	4県423市町村
9	平成16年台風第22号	東海, 関東	7	2	170	136	299	5,081	2,121	6,189	1県262市町村
10	平成16年台風第23号	東海, 近畿, 中国, 四国	95	3	721	907	7,929	12,514	13,341	41,006	3県760市町村

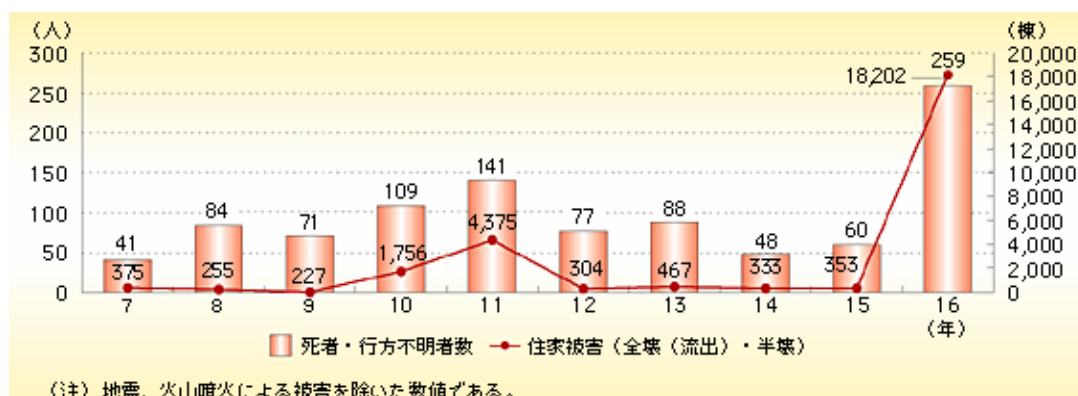


図 5.1 風水害等による被害状況

(引用：「平成 17 年版消防白書」総務省消防庁 <http://www.fdma.go.jp/html/hakusho/h17/h17/index.html>)

また、平成 17 年 1 月～10 月の主な風水害は、表 5.2 に示すとおりであり、特に 9 月に発生した台風第 14 号は西日本を中心に大きな被害をもたらした。

表 5.2 主な風水害による被害状況（平成 17 年 1～10 月）

番号	災害名	主な被災地	死者	行方不明者	負傷者	住家被害					災害対策本部設置
						全壊	半壊	一部破損	床上浸水	床下浸水	
1	6月28日北陸地方大雨	北陸	1		7			4	175	559	1県8市町村
2	7月1日から6日の梅雨前線による大雨	中国, 四国	5		3	2	2	13	151	2,805	3県46市町村
3	7月8日から10日の梅雨前線による大雨	東海, 九州	6		3	5	3	6	68	333	2県13市町村
4	平成17年台風第11号	関東, 東海			9		3	118	58	226	2県91市町村
5	平成17年台風第14号と前線による大雨	関東, 中国, 四国, 九州	26	3	179	1,178	3,504	2,770	7,626	13,534	11県472市町村

近年では平成16年が最も風水害の多い年であったが、他にも平成11年6月の福岡豪雨や平成12年9月の東海豪雨などで甚大な被害が出ている。

### 5.3 災害事例

#### 5.3.1 浸水

豪雨災害の直接的な被害としては、都市内の浸水が挙げられる。これは、都市化の進展と共に、地盤による雨水の浸透能力が低下したことや水害危険地域である低地へも市街地が広がったこと等に起因し、近年多く見られている。

##### 1) 平成16年7月福井豪雨

福井県管理の足羽川等で破損2箇所、護岸破損や溢水等が多数あり、特に福井市内の破堤により、大きな被害があった。このときの浸水による被害状況は表5.3のとおりであり、状況は図5.2のとおりである。

表 5.3 福井県の被害状況

町村	人的被害				住家被害				
	死者	行方不明	負傷者		全壊 世帯	半壊 世帯	一部破損 世帯	床上浸水 世帯	床下浸水 世帯
			重症	軽傷					
福井市				1	11	39	82	2,514	8,673
武生市							1	3	49
大野市								11	46
鯖江市	1		2	11	4	44	80	352	629
美山町	1	1		3	36	39	24	138	175
松岡町								2	9
永平寺町									8
今立町	1		2		2	5	23	271	592
池田町					4	12	1	21	98
越前町									11
清水町	1							1	36
計	4	1	4	15	57	139	211	3,313	10,324

(福井県 HP <http://www.pref.fukui.jp/0610/higai.html>)



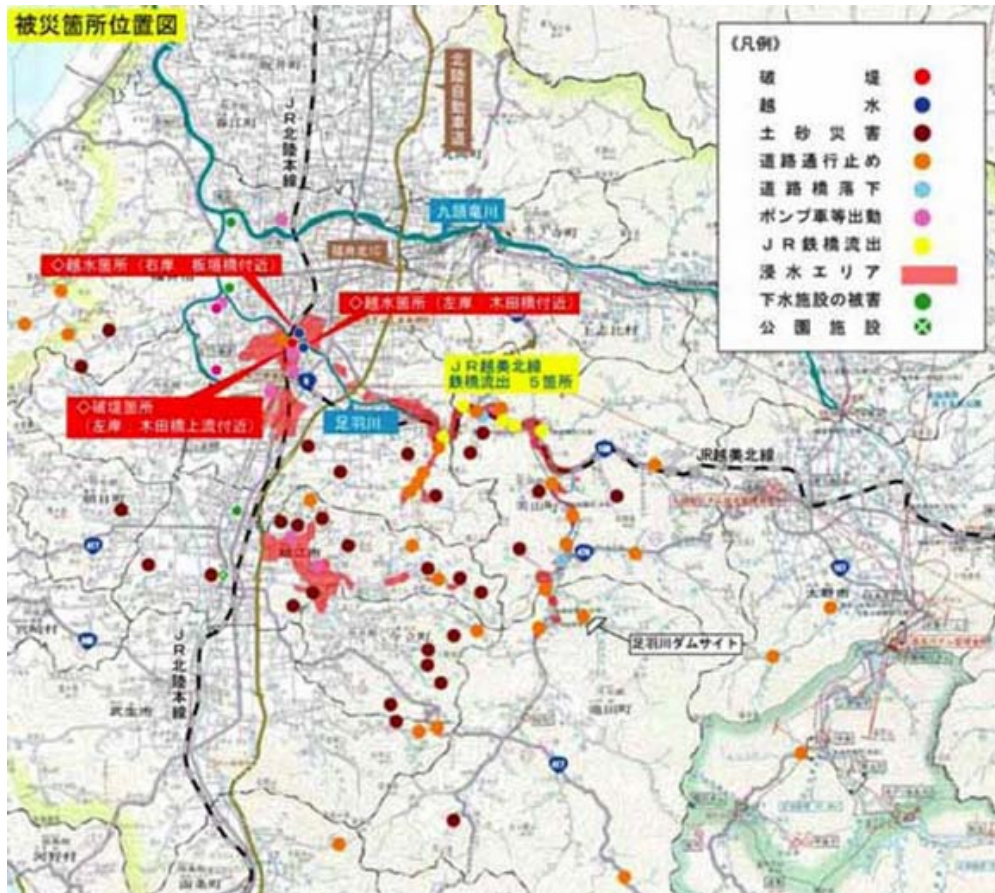


図 5.2 被災箇所位置図

浸水被害状況の写真を示す。



写真 5.1 福井豪雨による浸水被害状況 (1/2)





写真 5.2 福井豪雨による浸水被害状況 (2/2)

2) 平成16年7月新潟・福島豪雨

平成16年7月の停滞した雨前線の活発化により、時間降雨400mm以上の大雨が降り、新潟県及び福島県の河川堤防を決壊し、浸水および土砂災害をもたらした。

人的被害は表5.4のとおりであり、新潟県の家屋浸水状況は図5.3のとおりである。新潟県の被害は16市32町17村にのぼった。特に三条市と中之条町の被害が甚大であった。

表5.4 人的被害

県	人的被害				住家被害				
	死者	行方不明	負傷者		全壊 世帯	半壊 世帯	一部破損 世帯	床上浸水 世帯	床下浸水 世帯
			重症	軽傷					
新潟県	15	0	2	1	70	5,354	94	2,178	6,117
福島県	0	1	0	0	0	0	0	6	85

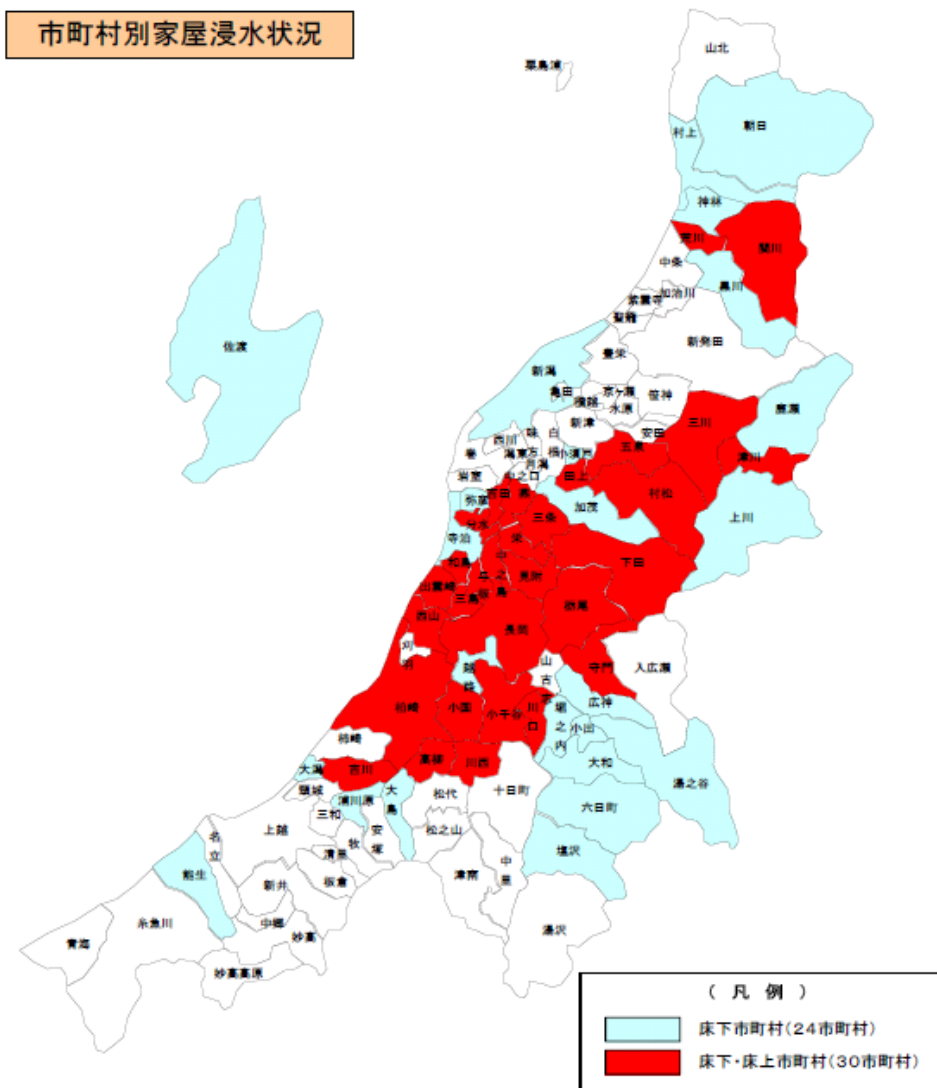


図5.3 新潟・福島豪雨の家屋浸水状況

(国土交通省河川局 HP <http://www.mlit.go.jp/river/honshosakusei/1607niigatafukushima.pdf>)



浸水による被害箇所と状況写真を図 5.4 及び図 5.5 に示す。

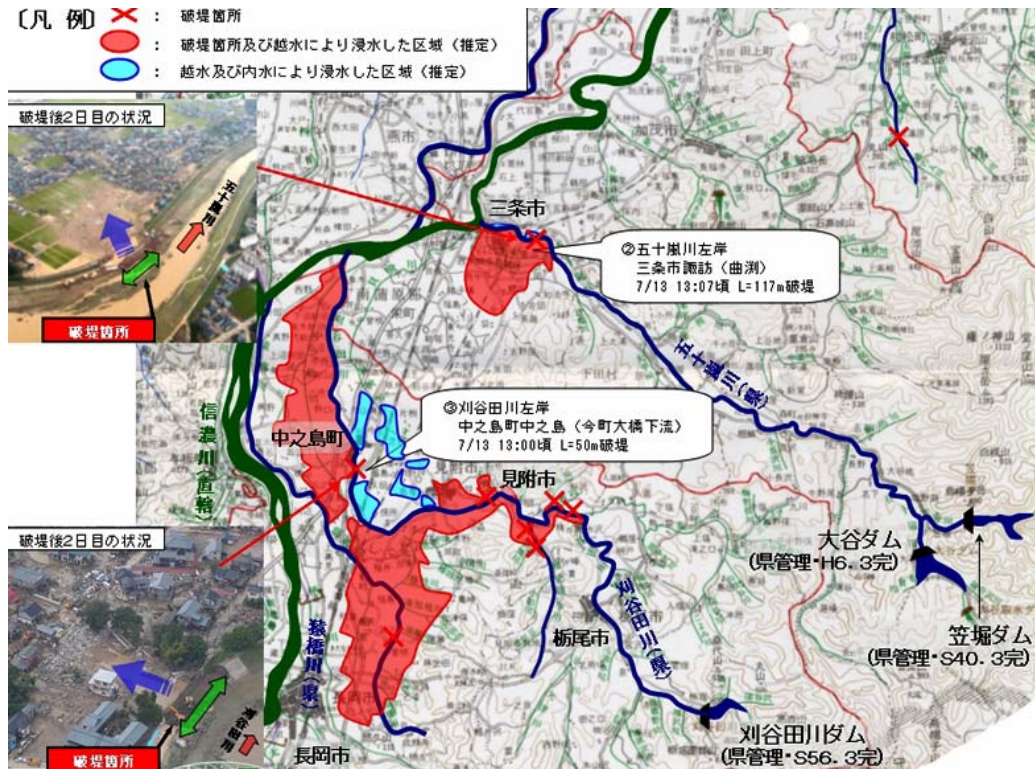


図 5.4 新潟県の被害箇所と状況写真

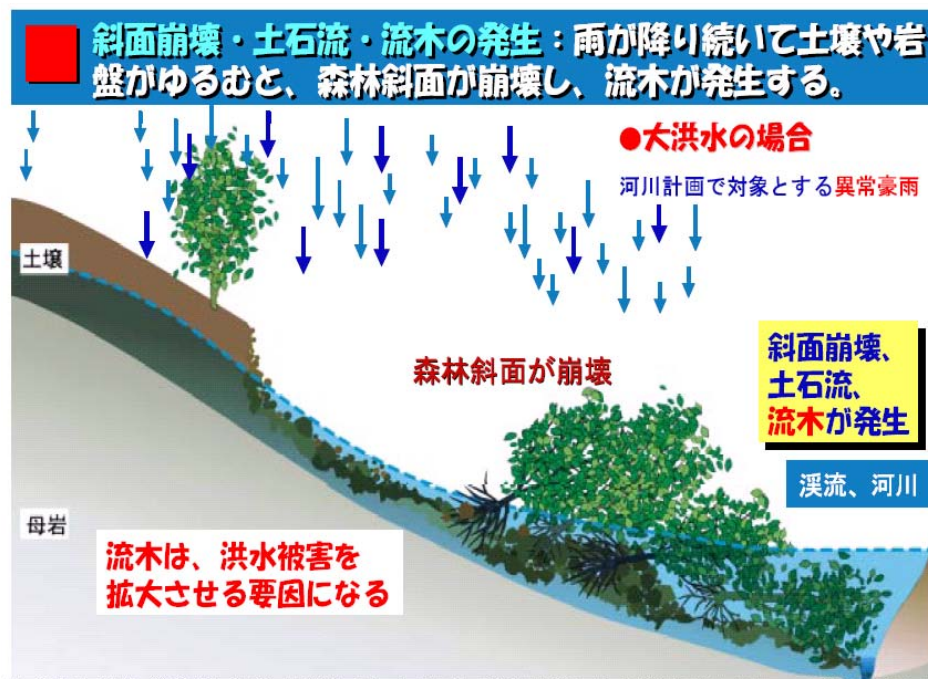


図 5.5 福島県の被害箇所と状況写真

(引用：(財)日本ダム協会 HP「平成16年新潟・福島豪雨とダムの役割」  
<http://wwwsoc.nii.ac.jp/jdf/Dambinran/binran/TPage/TPNiHuGouu.html>)

### 5.3.2 土砂災害

豪雨の際には、地盤の緩くなった山の崩れや上流からの土石流等による土砂災害の被害も大きい。特に長雨が続き、台風が多数連続して上陸するような場合には土砂災害の規模が大きくなる。



※東京大学名誉教授・福島大学教授 虫明功臣「森林斜面から溪流や河川への流出過程」より

図 5.6 森林斜面から河川への流木流出メカニズム

(引用：国土交通省河川局 <http://www.mlit.go.jp/river/saigai/kiroku/h15typhoon10/minamata.pdf>)

#### 1) 平成 17 年 6 月梅雨前線豪雨による土砂災害

中越地震の被災地における対応の事例を示す。

- ・土砂災害発生状況

がけ崩れ 2 箇所（十日町市，小千谷市） 人的被害なし

- ・降雨情報及び土砂災害緊急度のホームページでの情報提供

新潟県のインターネット上の「新潟県土砂災害情報システム」において、リアルタイム雨量及び 3 時間後迄の予測実効雨量に基づき予測される土砂災害発生の危険性を提供している。

中越地区では、今日未明より土砂災害が発生する可能性がある基準(C.L ライン)を超えたが、十日町市，魚沼市及び小千谷市を除いて市町村からの土砂災害の恐れによる避難勧告なし。

- ・魚沼市竜光地区ワイヤーセンサー切断に対する措置

11 時 39 分に芋川の小芋川大橋に設置されたワイヤーセンサーが切断され警報装置



が作動したため、職員を現地へ派遣した。ワイヤーセンサー切断は、水位の上昇と流木か木の枝が引っかかったためと判断された。

結果として魚沼市からは25世帯に対して避難勧告を発令。

- その他の土砂災害発生状況

石川県：がけ崩れ1箇所（輪島市），地すべり2箇所（輪島市）人的被害なし

## 2) 水俣市宝川内集地区の土砂災害

平成16年7月19日夜半から20日の明け方にかけて、梅雨前線により九州南部に豪雨が発生した。水俣市深川観測所では、24時間雨量379mm、最大時間雨量91mmの記録的豪雨となった。

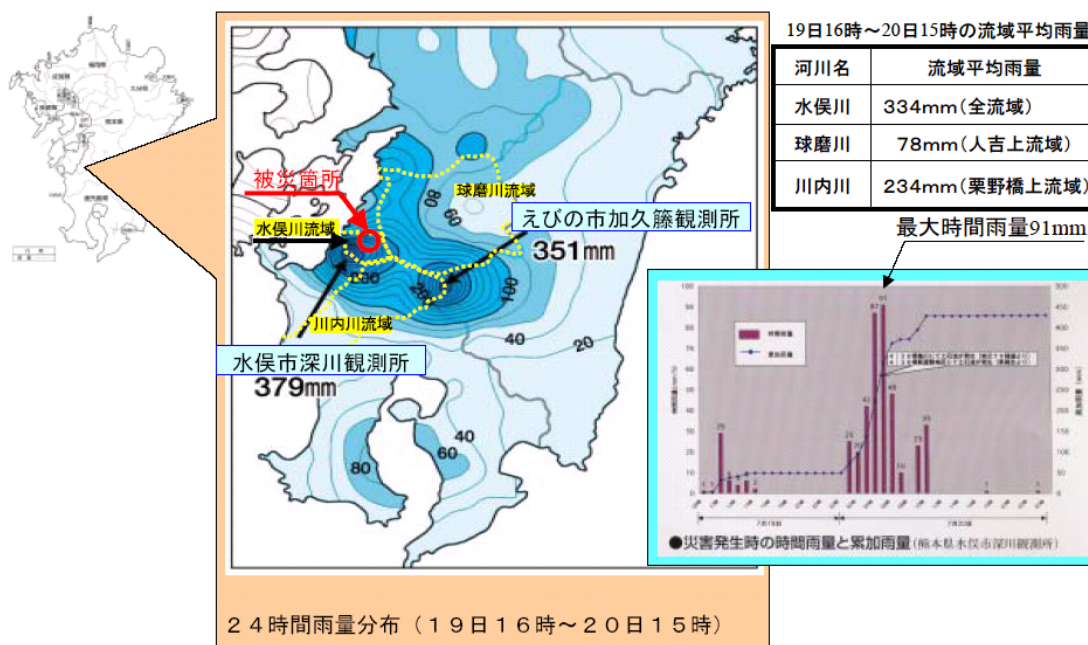


図 5.7 集中豪雨の概況

(引用：国土交通省河川局 <http://www.mlit.go.jp/river/saigai/kiroku/h15typhoon10/minamata.pdf>)

熊本県水俣市宝川内集地区で森林斜面が崩壊し、土石流が発生し大量の流木が流出した。



写真 5.3 土砂災害と流木の様子

(引用：国土交通省河川局 <http://www.mlit.go.jp/river/saigai/kiroku/h15typhoon10/minamata.pdf>)

3) 平成 16 年 7 月新潟・福島豪雨

浸水の項で述べた新潟・福島豪雨の土砂災害の状況を表 5.5 に示す。

表 5.5 新潟・福島豪雨の土砂災害の発生状況（発生件数）

都道府県名	地すべり	がけ崩れ	土石流
秋田県	1	4	1
山形県	9	21	4
福島県	5	7	1
新潟県	61	278	8
計	76	310	14

(引用：全国治水砂防協会 HP <http://www.sabo.or.jp/saigai/>)

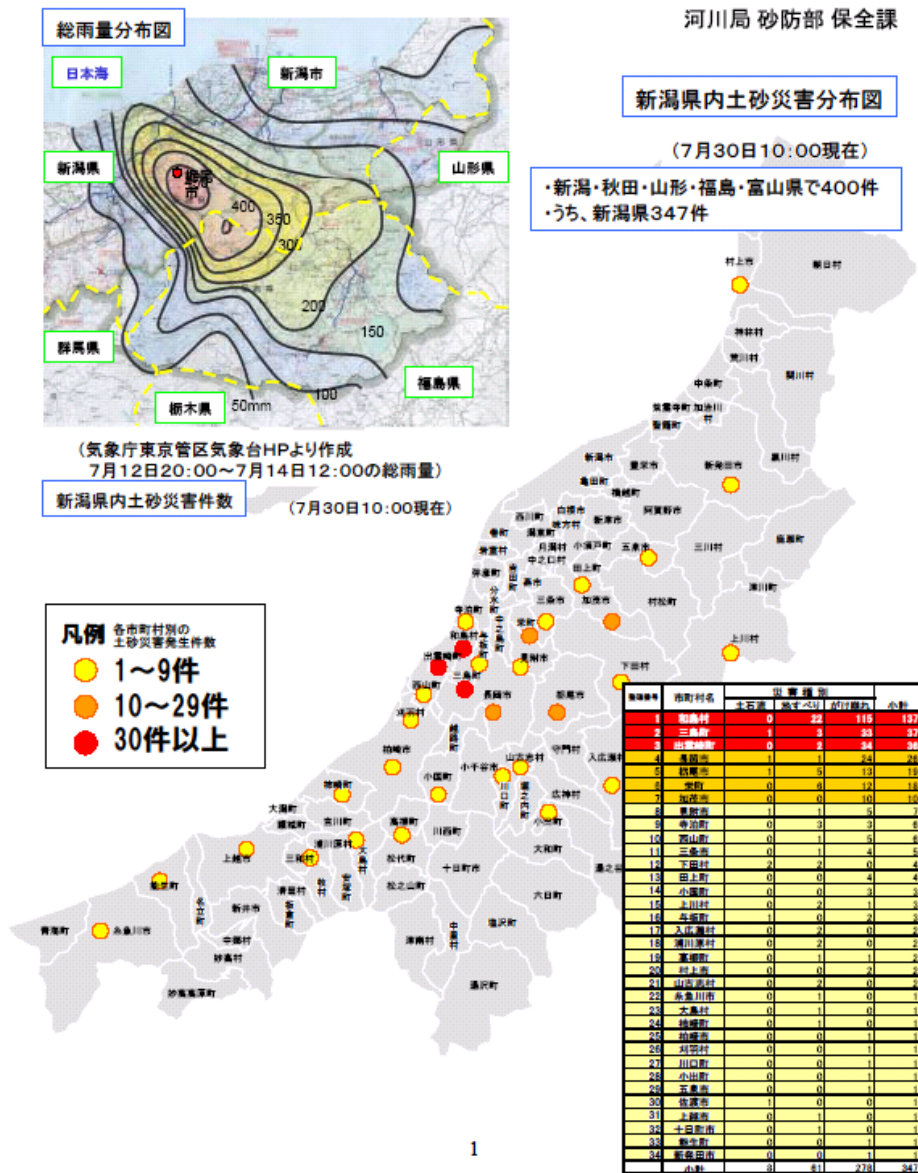


図 5.8 新潟・福島豪雨の土砂災害状況  
(引用：国土交通省・土砂災害速報 <http://www.mlit.go.jp/river/sabo/>)

4) 平成 16 年 7 月福井豪雨

浸水の項で述べた福井豪雨の土砂災害の状況を表 5.6 に示す。

表 5.6 福井豪雨の土砂災害の発生状況 (発生件数)

都道府県名	地すべり	がけ崩れ	土石流
福井県	1	32	86
長野県	0	0	1
富山県	1	2	6
石川県	0	0	3
計	2	34	96

(引用：全国治水砂防協会 HP <http://www.sabo.or.jp/saigai/>)



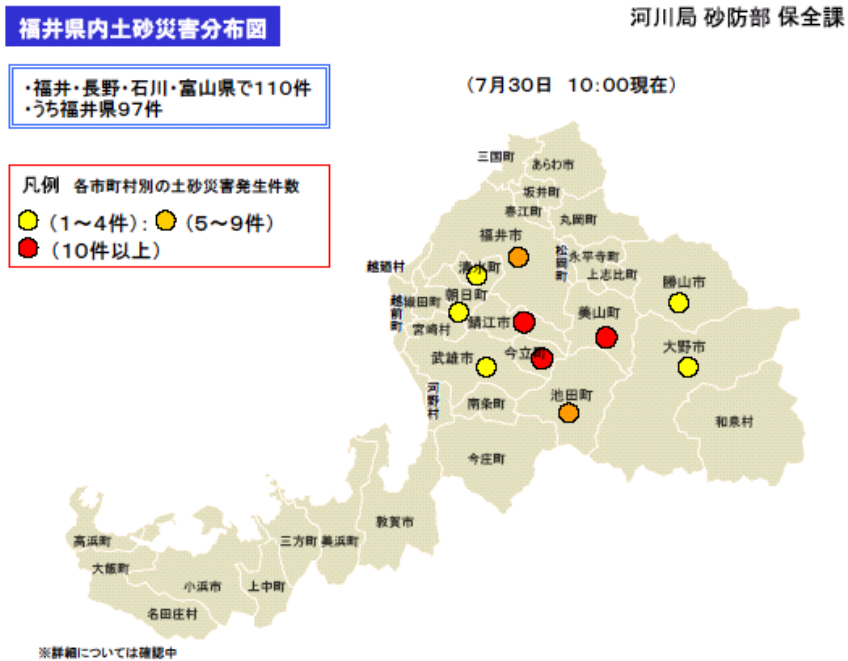


図 5.9 福井県内の土砂災害状況



写真 5.4 福井豪雨による土砂災害の様子

(引用：国土交通省・土砂災害速報 <http://www.mlit.go.jp/river/sabo/040726/3.pdf>)



### 5.3.3 流木およびゴミ漂着

土砂災害時に流木が流れることで河川の流れを堰きとめ、その結果市街地が浸水することもある。また、海域や河川から河口部への流木漂着やゴミの漂着が生じ、災害廃棄物として処理に苦慮することも多い。

#### 1) 平成16年7月福井豪雨

浸水および土砂災害の項で述べた福井豪雨において、石川県の海岸に漂着ゴミが流れ着くという現象が生じた。

石川県23市町1組合で調査したところ、10市町1組合の海岸に漂着していることが判明した。



図 5.10 福井豪雨によるゴミの漂着状況

表 5.7 福井豪雨による海岸漂着ごみの実態調査

市町村・事務組合	漂着の状態			漂着の量			
	管内全域に 大量に漂着	管内全域に 漂着しており 一部地域が 特に大量	管内一部地 域に漂着	木材・流木・ 草類等	タイヤ・ボン ベ等	フレコン バッグ	家電製品
				t	本	袋	台
松任市			○*3	50			
金沢市			○*4	14			
かほく市	○			300	100		
羽咋郡市広域 圏事務組合	○			2,000			
羽咋市	○			1,600			
(志雄町)*6	○						
押水町	○			625			
志賀町	○			2,400	220		20
富来町		○*1		100			
門前町		○*2		105			
輪島市			○*5	46		30	
合計	6	2	3	7,240	320	30	20

- \*1: 増穂浦海岸
- \*2: 深見, 鹿磯
- \*3: 松本町, 上小川町, 徳光町, 相川新町の一部
- \*4: 専光寺浜～普崎浜
- \*5: 光浦地区, 鴨ヶ浦地区, 輪島港(港内漂流中)
- \*6: 志雄町の漂着物は羽咋郡市広域圏で集計



写真 5.5 漂着ごみの様子 (富来町)

2) 平成16年9月台風21号

愛知県美浜海岸（伊勢湾沿岸）に平成16年9月の台風21号により流木が漂着した。流木は海岸延長7.4kmにわたり約22,000m<sup>3</sup>が漂着した。

この流木によってノリ養殖のため沖合いにたてられた「ノリそだ」が折れたり倒れたりする被害が出、ノリ養殖の大事な時期に漁船が出せない等の被害が報告された。

国の「災害関連緊急大規模漂着流木等処理対策事業」（採択基準は流木1,000m<sup>3</sup>）が適用された。



図 5.11 美浜海岸への流木漂着状況

流木の処理に対しては、量によっては自治体だけで対応するのは困難な状況となる。国の事業はあるものの、漁業関係者らへの被害の修復については何かしらの支援を行う必要がある。

#### 5.4 豪雨災害による環境への影響

「豪雨災害」には、河川堤防の決壊による氾濫（外水氾濫）、低地部の排水不能による湛水（内水氾濫）水に浸かって発生する災害と土砂崩れ・土石流等の土砂災害も含まれる。

これら「豪雨災害」に関して、被害が発生する場所に区分して、具体の被害と関連する環境影響項目を整理した。

表 5.8 環境対策による防災への影響

場所	具体の被害	環境影響項目	事例
都市（宅地）	宅地浸水	生ゴミ流出・腐敗	H16.7 新潟・福島豪雨, H16.7 福井豪雨, H16.10 台風 23 号等
	－下水管・トイレ内汚物噴出	病原微生物の流出	同上
	工場等浸水	燃料・有害物質の流出	
	地下街浸水	燃料・汚物の流出	H16.10 台風 22 号；東京都・横浜市
	交通施設浸水	燃料の流出	H16.7 福井豪雨, H16.8 台風 16 号高松市, H16.10 台風 23 号豊岡市等
	－浸透性舗装の閉塞		
	河川	多自然堤防の損傷	H16.7 福井豪雨等
	ライフライン寸断		
	－水道	濁水取水による浄水機能低下→衛生面弊害	
	－下水道	汚水停滞・未処理放流	
	事後処理		
	－災害廃棄物の大量発生	ゴミの腐敗→衛生面弊害	H16.7 新潟・福井豪雨等
	－復旧時の粉塵	作業者の健康面弊害	H16.7 福井豪雨等
－土砂清掃による下水管（合流）閉塞	汚水停滞（噴出？）	H17.7 福井豪雨；福井市（事例記事なし；伝聞による）	
農地	農地湛水	作物壊死→腐敗・廃棄物発生	H16.7 福井豪雨等
	土砂堆積	保水性の減少	H16.7 福井豪雨等
	畜舎浸水	病原微生物の流出	
山地	土砂くずれ	植生・水生生物等動植物環境への悪影響	H16.7 台風 10・11 号徳島県等
	流木移出		H16.8 愛媛県等
その他	流木（海外漂着）		H16.7 福井豪雨石川県, H16.9 台風 21 号；愛知県等

### 5.5 災害廃棄物の発生量

災害発生時には、土砂ずれや浸水等の被害が発生するが、長期にわたって環境への負荷となるものは、流木やゴミ等の災害廃棄物と考えられる。

これらの災害廃棄物の発生量について、豪雨災害時の廃棄物については「水害廃棄物対策指針」により目安となる量が示されている。また、流木の量については指針による数値が示されていないため事例を示す。



### 5.5.1 水害廃棄物対策指針について

平成17年6月に環境省より水害廃棄物対策指針が発刊され、地方自治体に配布された。これは災害対策基本法に基づく環境省防災業務計画において、地域防災計画の作成の基準となるべき事項についてまとめたものであり、平成10年10月に出された「震災廃棄物対策指針」に続く水害時の廃棄物処理に対する指針となる。

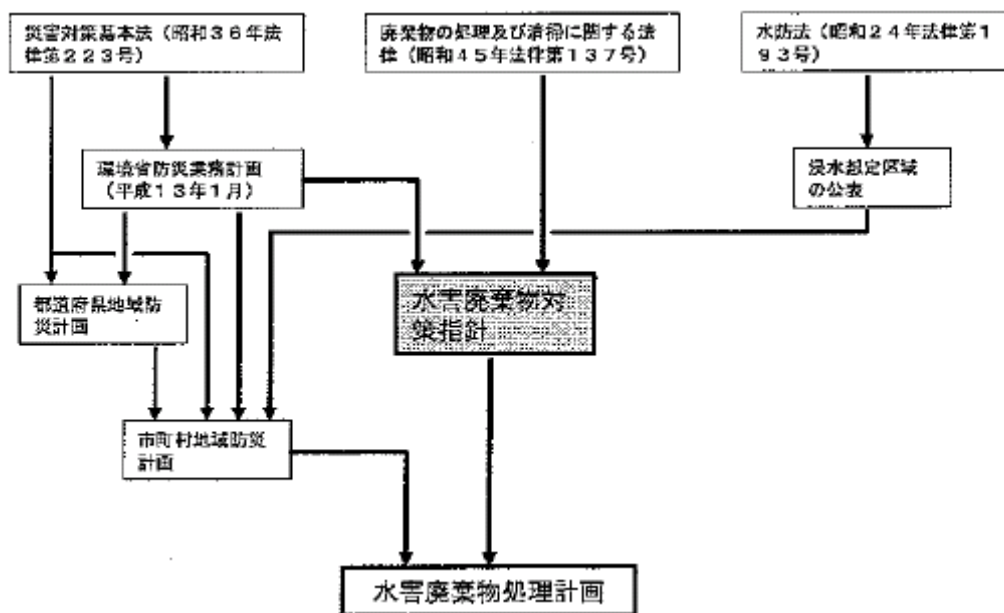


図 5.12 水害廃棄物対策指針の位置づけ

この中で、水害廃棄物量については、一棟あたりの水害廃棄物量が資料として示されている。なお、流木の量については、その他の廃棄物として一棟あたりの廃棄物量とは別に推計するものとなっている。流木は家屋から出される廃棄物（布団、家電等）と異なり、有害物質が含まれる可能性が低く、また浸水の水位が低下した後に、道路上に残り交通の妨げとなる場合や腐敗による悪臭の発生等生活環境への影響が生じる場合があるため、必要に応じて処理を行うと記されている。

1棟あたりの廃棄物量は2t程度で算出すれば問題ないと記載してある。

ちなみに、神戸市の廃棄物処理計画では、阪神・淡路大震災時のデータより、災害廃棄物の発生源単位として、以下のように予想している。

- ・木造 0.585 (t/m<sup>3</sup>)
- ・鉄骨造 1.111 (t/m<sup>3</sup>) (内木質系廃棄物 0.14t/m<sup>3</sup>)
- ・鉄骨コンクリート造 1.506 (t/m<sup>3</sup>) (内木質系廃棄物 0.14t/m<sup>3</sup>)

(引用：神戸市地域防災計画-風水害対策編-

[http://www.city.kobe.jp/cityoffice/02/040/keikaku/fusui/index\\_fusui.html](http://www.city.kobe.jp/cityoffice/02/040/keikaku/fusui/index_fusui.html))

<指針・添付資料の抜粋>

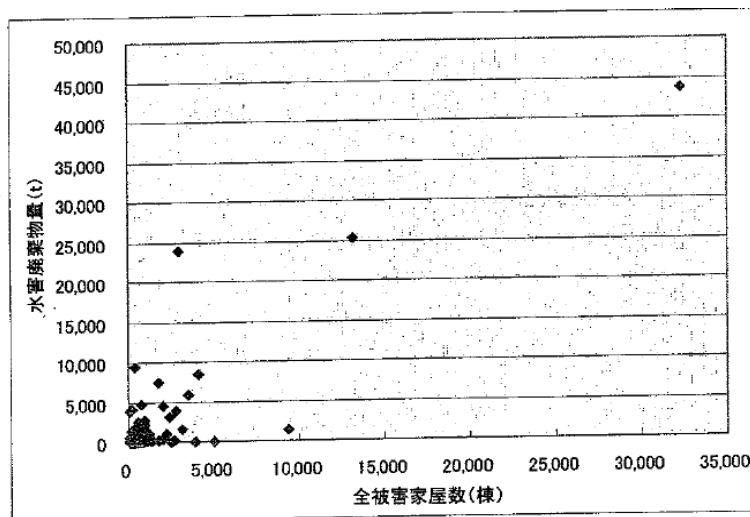
資料10【参考】一棟あたりの水害廃棄物量

平成13年度に過去水害で被害を受けたことのある171市区町村を対象として実施したアンケート調査（以下「アンケート調査」という。）の結果から、水害廃棄物量の推計にあたっては、全被害家屋1棟あたり2t程度で算出すれば、実際の水害時に発生する廃棄物量と大きく変わらない可能性が高いものと考えられる。

（参考資料）

アンケート調査にて、水害廃棄物収集量もしくは処理・処分量の設問で水害廃棄物量の記載があったのは100事例であり、竜巻被害による廃棄物の発生事例1例を除く、99事例から整理を行った。また、被害家屋については、水害統計に記載された数値と、実際にアンケートで回答された数値に開きがある事例がいくつか認められたため、この解析にあたっては水害統計の数値を使用することとした。

廃棄物量と全被害家屋数（床上浸水家屋数+床下浸水家屋数）の関係を図添1に示す。ここから相関係数を求めると $R=0.8466$ となり、相関係数としては比較的高い数値を示した。しかし図添1からわかるように、全被害家屋数が5,000棟以上となるケースが3例あるが、他の事例と比べて被害数が非常に多くこれほどの被害が出るケースがまれであると考えられること、またこれ他の点が相関係数を引き上げている要因と考えられることから、この3点を外して相関を求めた。その結果 $R=0.3371$ となり、明確な相関を見出すことはできず、データとしては非常にばらつきがあることが分かった。

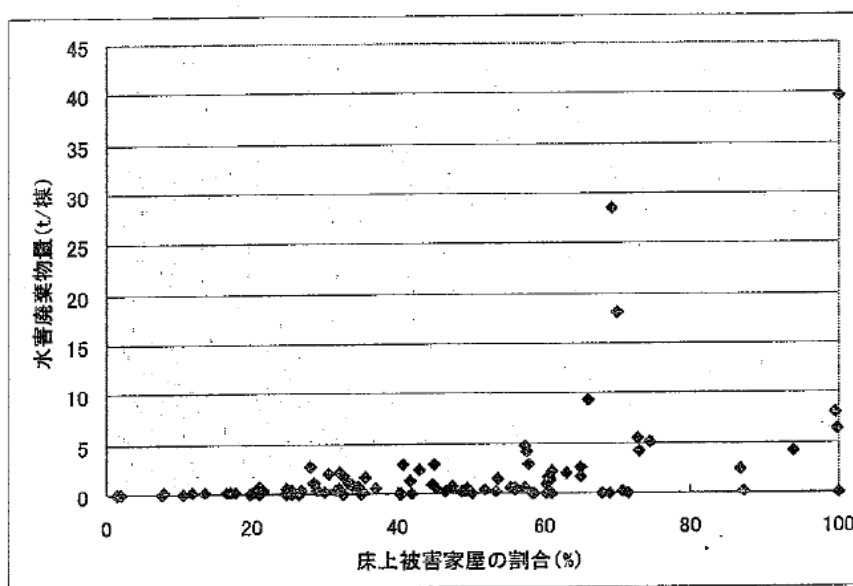


図添1 全被害家屋数と水害廃棄物量の関係

以上より、直線的に水害廃棄物を想定することは困難であることが分かった。そこで、床上被害家屋数が多いと水害廃棄物量も多くなるものと想定し、前述のデータを使用して、床上浸水家屋数の全被害家屋数に占める割合（床上被害割合）と、廃棄物量を全被害家屋

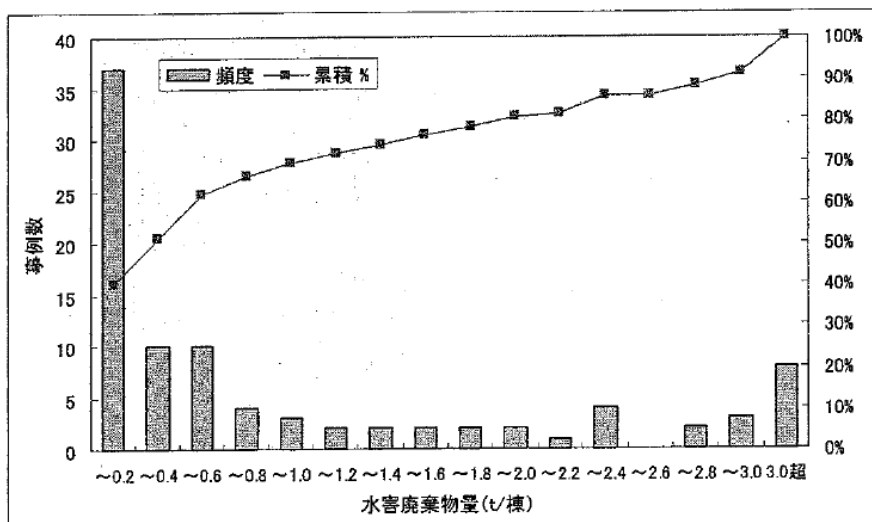
数で除した全被害家屋数1棟あたりの水害廃棄物量原単位の関係について整理した(図添2 参照)

図添2を見ると、1棟あたり10tを超えるようなデータがいくつか存在する。これらについては、水害廃棄物の中に土砂や流木が多く混入したものや水害に便乗した投棄などがあつたなどの理由により、計算上1棟あたりの水害廃棄物量が大きくなったことが分かつた。そこで、この3点についても除外して、1棟あたり水害廃棄物量の分布を整理した。(図添3 参照)



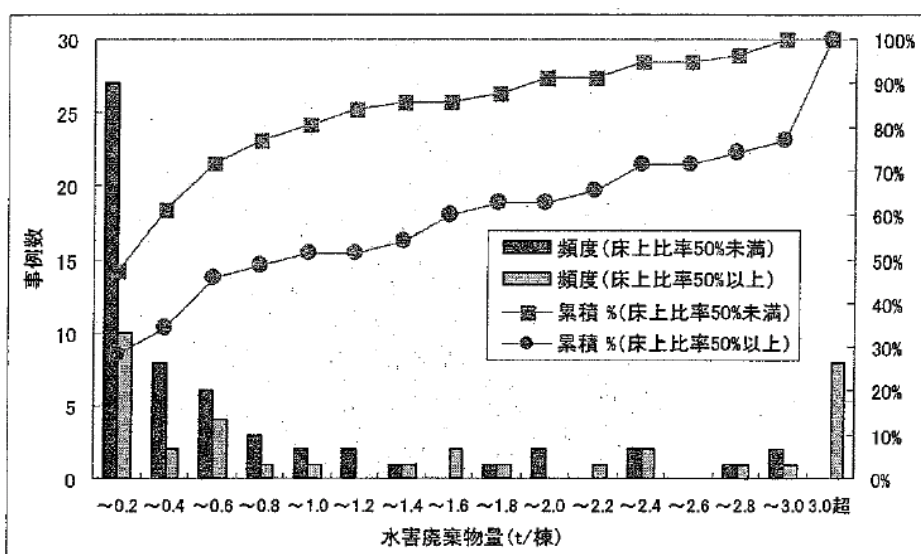
図添2 全被害家屋一棟あたりの廃棄物量について

ここでは、0.2t後とに3t以下の区分と3tを越える区分で整理した。これによると、1t/棟以下の事例が非常に多いが、全体的には1区分(2.4t/棟を超えて2.6t/棟以下の区分)を除いてどの区分にも当てはまる事例が存在することが分かつた。累積%を見ても、2t/棟以下の区分には全事例の80%が当てはまることも明らかになった。



図添3 一棟あたり水害廃棄物量の分布

また、図添4で床上浸水比率が50%未満と50%以上に分けて、それぞれの累積%と頻度を表すと、床上浸水比率が50%未満では、2t/棟以下の区分には事例の90%以上、3t/棟以下では事例の100%が当てはまることも分かった。



図添4 床上比率ごとの一棟当たり水害廃棄物量の分布

従って、水害廃棄物量の推計にあたっては、全被害家屋1棟あたり2t程度で算出すれば、実際の水害時に発生する廃棄物量と大きく変わらない可能性が高いことが分かった。

しかし、浸水想定区域図から、①全被害家屋に対する床上浸水家屋の割合が高くなる、②床上浸水高さが高くなる、③浸水想定区域内に事業所や地下施設が存在するなどの要因が見受けられる場合は、全被害家屋1棟あたりの廃棄物量は大きくなるものと考えられる



ため、地域特性にも十分注意することが望ましいと考えられる。

より正確さを求める場合は、木製建具量や家財道具量、畳量などから1戸あたりの廃棄物量を想定する方法が挙げられる。

A県の調査では、木製建具並びに畳量に関して下表のような結果が得られている。

表添1 木造住宅解体廃棄物排出量（抜粋）

廃棄物の種類	発生量（t）
畳	0.8（30.5枚）
木製家具	0.2

注) 1. 解体建物の概要：木造瓦葺平屋住宅 120.66m<sup>2</sup>=36.5坪 築後29年

2. 畳1枚あたり25kg

よって  $25\text{kg}/\text{枚} \times 30.5\text{枚} \div 1,000\text{kg}/\text{t} = 0.762\text{t} \approx 0.8\text{t}$

水害発生時、畳は水分を含んでいるため非常に重くなっており、ボランティア団体でのヒアリングでは、通常量1枚を成人男性4人で運ぶ（最大で約100kg/枚）ということだった。

### 5.5.2 水害廃棄物の量（事例）

平成12年9月の東海集中豪雨の際には、多くの水害廃棄物が排出され、企業のホームページ（鹿島建設）ではこの廃棄物処理を請け負い、その量は約3万6,200tであったと報告している。

また、同様に鹿島建設で請け負った平成16年7月の福井豪雨の際には、福井市で約20,000tの水害廃棄物が出されたと報告している。

これらの水害廃棄物には流木は含まれず、タイヤや家屋等の粗大ゴミを処理していた。

（参考：鹿島 HP [www.kajima.co.jp/tech/indust\\_waste/umetate/umetate02.html](http://www.kajima.co.jp/tech/indust_waste/umetate/umetate02.html)）

### 5.5.3 流木の量（事例）

1) 平成15年台風10号

台風10号は、二風谷ダム流域平均で334mmの雨量を観測した。これは年間平均降水量の約3分の1の雨量に相当し、過去最高の降水量（記録上）となる。豪雨は流域各地で山崩れを発生させ、濁流とともに大量の流木を河川に送り出し、流木災害を招く結果となった。最終的に二風谷ダム網場に漂着した流木量は約5万m<sup>3</sup>。二風谷ダムに流入する流木量は年平均約1,000m<sup>3</sup>であるので、約50年分もの量が漂着したことになる<sup>1)</sup>。

また、このときの山腹崩壊と河畔林の流出により発生した流木の内訳は、山腹より2万4千m<sup>3</sup>で約8割、河畔林からは7千m<sup>3</sup>で約2割を占めている。

流木の内訳は、針葉樹が 15%、広葉樹が 85%で、新しい流木が約 7 割、古い流木が約 3 割であり、そのうち新しい流木の内訳は針葉樹が約 1 割、広葉樹が 9 割となっている。

厚別川流域の源流部は急峻な谷地形であり、薄い表層の下に火山灰が堆積しており、山腹はもろく降雨により湿潤し、崩壊地が多く発生した<sup>2)</sup>。

北海道立林業試験場の菅野ら<sup>3)</sup>は、リモートセンシングを用いて台風 10 号の被害を解析し、流木の発生源および流出の様子、流出量の把握を行った。これによると、流域全体の崩壊地面積は 400ha、全流木量は 4 万 6,260m<sup>3</sup> と推定され、特に急峻な上流部での崩壊が多いことが分かった。

<参考>

- 1) 「二風谷ダム流木止設備について―網場の復旧―」  
[http://www.hkd.mlit.go.jp/topics/gijyutu/pdf\\_files\\_h16/04anzen/aa-08.pdf](http://www.hkd.mlit.go.jp/topics/gijyutu/pdf_files_h16/04anzen/aa-08.pdf)
- 2) 「第 4 回台風 10 号災害調査委員会」資料，平成 15 年 11 月 17 日，北海道  
<http://www.pref.hokkaido.jp/kensetu/kn-dkkku/>
- 3) 「森と私たち」<http://www.tomamin.co.jp/kikaku/04/mori/mori0802htm>

## 2) 平成 16 年台風 23 号

台風 23 号は、裾花ダムのダム湖に流木を流入・堆積させた。このときの流木容量は推定で 680m<sup>3</sup>、これは通常の 4 倍以上の量であった。このときの長野気象台における総降雨量は 140.5mm と観測されている。



図 5.13 流木の浮遊・堆積状況

(引用：裾花ダムの災害状況 <http://www.pref.nagano.jp/xdoboku/susobana/saigaizyoukyou.htm>)

また、裾花ダムについては、平成 7 年梅雨前線の影響による豪雨時(時間雨量:最大 19.6mm, 総雨量: 227.3mm, 日雨量はダムの計画雨量に対し 1.6 倍から 2.0 倍)には、奥裾花ダムと裾花ダムで約 2,000m<sup>3</sup> の流木が貯まったという報告がある。

(参考：裾花ダム・奥裾花ダムの効果 <http://wwwsoc.nii.ac.jp/jdf/Dambinran/binran/TPage/TP1017Anata.html>)

5.5.4 林野災害の状況

林野庁より出された写真集「傷ついた日本の森林—平成16年暴風・豪雨・地震の爪痕—」(平成17年 林野庁)では、林野災害の状況について次表のように記載している。流木の量は記載されていないが、森林の被害面積だけで言うと、平成16年の台風23号通過時には、各地の林野被害面積を合わせると約17,000haにも及ぶ被害があったことが分かる。ただし、被害は倒木や崩壊全てを含むため、倒木した木がそのまま流木となった場合もあれば、倒木したまま山野に残存した場合もあり、被害面積から流木量を算出することは難しいと考えられる。

表5.9 林野災害の状況(被害額)

区分	民有林		国有林		合計	
	(面積ha) 箇所数	被害額	(面積ha) 箇所数	被害額	(面積ha) 箇所数	被害額
山腹崩壊等	6,911	187,696	363	25,531	7,274	213,227
治山施設等の損壊	382	13,730	28	3,248	410	16,978
林道の損壊	22,958	59,359	1,948	10,808	24,906	70,167
森林の樹木の風倒被害等	(31,726)	25,855	(16,061)	8,320	(47,787)	34,175
その他	119	3,025	—	—	119	3,025
合計	(31,726) 30,370	289,665	(16,061) 2,339	47,907	(47,787) 32,709	337,572
対前年比%		459		89		

注1: ( )は森林被害面積 注2: 「その他」はキノコ生産施設などの施設等

表5.10 林野災害の状況(主な災害被害と被災都道府県)

(単位:百万円)

区分	被害		主な被災都道府県
	(面積ha)	被害額	
	箇所数		
台風6号災害	1,022	8,498	秋田, 岐阜, 静岡, 三重, 高知, 宮崎
7月梅雨前線豪雨災害	4,148	32,584	福島, 新潟, 富山, 福井
台風10号・11号災害	2,107	16,336	奈良, 徳島, 高知
台風15号災害	617	10,868	秋田, 香川, 愛媛, 高知
台風16号災害	(667)		
	4,367	36,388	徳島, 愛媛, 高知, 熊本, 宮崎
台風18号災害	(29,960)		
	3,042	41,607	北海道, 福岡, 熊本, 宮崎, 鹿児島
台風21号災害	(129)		
	4,034	46,986	三重, 徳島, 香川, 愛媛, 鹿児島
台風22号災害	(30)		
	749	6,608	千葉, 山梨, 長野, 静岡, 愛知
台風23号災害	(17,001)		
	10,617	91,590	岐阜, 京都, 兵庫, 岡山, 香川, 愛媛
新潟中越地震災害	705	23,113	新潟
その他の災害	1,301	22,994	
合計	(47,787) 32,709	337,572	

注: ( )は森林被害面積

(引用: 「傷ついた日本の森林—平成16年暴風・豪雨・地震の爪痕—」平成17年林野庁)

## 5.6 環境と豪雨災害の防災の連携に対する提案

豪雨災害の軽減には、ダムの整備や河川の整備等のいわゆる治水も大事であるが、合わせて市街地への雨水浸透や閑地の遊水地への利用等を行うことで防災と合わせて環境影響への軽減も期待できる。これらの取り組みは既になされている。

また、災害廃棄物処理の際には、当面の置き場がないという問題があり、この点についても自治体では廃棄物処理計画において災害廃棄物量も見込んだ計画を立てる等の取り組みがなされている。

### 5.6.1 防災対策による環境影響軽減事例

#### (1) 流域管理（総合治水対策）

鶴見川総合治水対策の一環として建設された「鶴見川多目的遊水地」は、洪水調節の他に、平常時には公園やスポーツ競技場敷地として利用されている（別途資料「鶴見川多目的遊水地」参照）。

#### (2) 水田の遊水機能保全

洪水対策の一環として上記のように河川施設として設置される遊水池が挙げられるが、敷地の確保・費用面で課題がある。

一方、河川に近接した農地（水田）を遊水保全区域に指定し、土地の所有に制限（農地嵩上げ規制等）をかける代わりに補償費を与える方法も検討されている（別途資料「遊水保全検討」参照）。

このような方策は、高齢化が進み、農地の生産・維持が難しくなる時勢に適応するものといえる。

加えて、農地（水田）の環境対策としての貢献の側面からその意義を位置づけ、適切に管理することが必要と考える。

#### (3) 雨水浸透

雨水浸透は、地下水涵養効果があり健全な水循環の形成に貢献すると考えられるが、豪雨時にはその寄与が少ない（100mm/hrの降雨に対して浸透量は5～10mm/hr程度）と言われている。

### 5.5.2 環境影響被害の復旧対策

環境影響に配慮した復旧対策制度の例として、「二風谷ダム流木処理工事における総合評価落札方式」が挙げられる。

この制度は、台風豪雨によりダムに流入した流木の処理にあたって、検討委員会を設置して、流木処理のアイデアを募集し、環境負荷低減・地元への貢献・継続的事業等の項目

により評価し、処理工事を発注したのものである。例年は、引き上げられる流木の処理については、諸中堅を確認した後、残ったものについて1割を原木で福祉施設へ、6割を炭化処理後平取町へ無償配布し、残った3割を一般廃棄物として処分していた。しかし、台風により一度に大量発生したため、流木処理について「流木処理調査検討委員会」を設置し、入札の際の評価項目等について議論したと報告されている。

(参考:宮村直生,米谷正次,池田浩康「二風谷ダム流木工事における総合評価落札方式」,第48回北海道開発局技術研究発表会,2004)

(資料-1) 鶴見川多目的遊水地

## 鶴見川多目的遊水地

～新横浜ゆめオアシス～

国土交通省  
関東地方整備局 京浜河川事務所

### 遊水地位置図

京浜東北線 22.5km / 東横線 42.5km  
人口 18,400人  
面積 1,000ha

【主要】  
 公園  
 遊歩道  
 自転車道  
 遊水地  
 遊水地  
 遊水地

鶴見川多目的遊水地へのアクセス  
 東海道線鶴見駅・JR横浜線・市営地下鉄「新横浜駅」から徒歩約10分  
 JR横浜線「小机駅」から徒歩約5分

**国土交通省関東地方整備局京浜河川事務所**  
 〒233-0001 神奈川県横浜市中区磯子2-18-1  
 0153-4321 0153-4322  
 0153-4323  
 ホール番号：278125 <http://www.kelbis.ktr.mlit.go.jp>

**鶴見川に関するご相談は**  
 鶴見川事務所  
 〒233-0001 神奈川県横浜市中区磯子2-18-1  
 0153-4321 0153-4322  
 0153-4323

【アクセス】JR東横線東横駅南口徒歩約10分  
 JR東横線鶴見駅南口徒歩約10分  
 JR東横線磯子駅南口徒歩約10分

# 「多目的」って何だろう？

朝見川と島山川が合流する朝見市南津地区の小川・島山川地区。そこは、レクリエーションフィールドやスポーツ施設、競技場などが一体となった、広大な空間が生まれます。あるときはスポーツの場、あるときは憩いの場、豊かな自然をたたくことは、朝見川の「多目的治水地」でもあります。さて、この「多目的治水地」とは、一体何なのでしょう？



着工前  
2017年撮影

新築予定にある多目的治水地は、都市に住む人々に貴重な憩いの場を提供します。治水地内には、競技場が整備される運動公園として、日産スタジアムを中心に、市民が気軽にスポーツやレクリエーションを楽しめる空間があります。

## SPORTS

ここでは、日産スタジアム、日産フィールドが小規模をはじめ、さまざまなスポーツを楽しんだり参加することのできるグラウンドや広場、テニスコートなどを備える、スポーツ・レクリエーション場の場です。



日産スタジアム

国内最大規模、国内10万人を超える、国際大会に対応したスポーツスタジアムです。陸上競技、サッカー、ラグビーなどのスポーツをはじめ、さまざまなイベントにも活用されています。

## NATURE

ここは、すぐそばを流れる朝見川に面し、水とのふれあいを楽しめるエリアです。豊かな自然の中にはさまざまな生き物が生息し、鳥や虫を観察することもできる憩いの場です。

H.15.8  
撮影

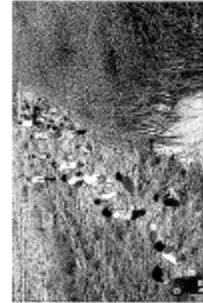


## PARK

ここは、水と緑に囲まれた憩いの空間。散策やレクリエーションのための開放的なフィールドが整備された、市民の憩いとまを確保できる場です。

運動公園と  
レクリエーションフィールド

運動公園の中には、誰もが気軽に散策やレクリエーションを楽しめる、緑豊かなレクリエーションフィールドも、水と緑に囲むことのできる治水エリアが整備され、憩いの場が広がります。



コサギ

アオサギ

カワウ

親水エリア  
多様な生き物の生息、生育の場となる南津地区には、自然の恵みを最大限に活用しています。年間を通してさまざまな野鳥や昆虫、植物や動物の場として活用されています。  
写真提供：日産 本社

## Health Care

治水地内には、横浜西宮生協の総合保健医療センターをはじめ、横浜南津地区の総合リハビリテーションセンターや、障害者スポーツ文化センター（横浜モデル）が整備されています。



## 「多目的」の 本当の目的とは？

しかし、「多目的」とはそれだけではなくありません。人々の憩いと安らぎのための空間には、実はもうひとつの顔があります。「多目的」の治水地。それは、朝見川流域の人々にとって、かけがえのない大切な存在体として存在しているのです。

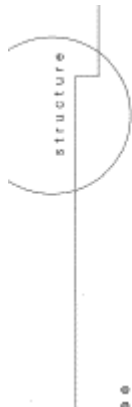




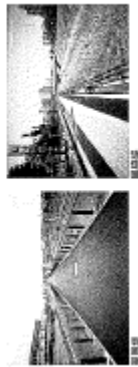


# 各施設の構造が遊水地の機能を支えます

遊水地は、洪水の一部を一時貯留して、下流の洪水を軽減させる治水施設です。貯留(遊水)効果を高めるために、遊水地の周辺を堤防で囲んで地内を掘り下げ、堤防の一部から洪水を越流させる構造になっています。また、その構造は、周囲堤、回堤堤、越流堤、河川水を遊水させる土地、排水門から成り立、平常時には、公園やレクリエーション施設として多目的に利用されています。



遊水地断面図



### 遊水地の周囲を取り囲む堤防 ～周囲堤・回堤堤

遊水地を取り囲むように掘り下げられた堤防で、遊水地と周辺の土地との間に位置するものを周囲堤とし、洪水は河川との間に位置するものを回堤堤と呼びます。

### 洪水時に、川の水を取り込む越流堤



越流堤は、周囲堤の一部を河川の直線の方向よりも巻き構造にし、洪水時に河川水が遊水地内に入るさせる施設です。越流堤から流入した水の流れは、越流堤で減速し、堤防の斜面に流れ込みます。そして洪水後、地内水を流して排水門へ送られます。

越流堤断面図



### 洪水時に水を貯留する地内池

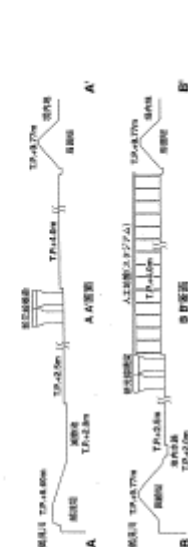
遊水地の越流堤は、貯水容量の増進を目的として、もともとT.P.+6.0m程あった地盤を削り、新構造(河川堤防)の堤脚は、原構造の河原(河川堤防)より低いT.P.+2.50mとして、緊急時に利用し、洪水時に、河川水を取り込むように設計されています。



トロンノルと土運船



堤内を掘削した土地の中には、建設費や維持費が高くなるため、コンクリートも投入していません。これらの掘削は、緊急時に水を貯留し、洪水時に排水門から排水されます。土運船は、掘削した土を運ぶのに使われます。



貯留した水を排出する排水門

### 何年に一度冠水するの?

今年計画の遊水地延長は777m。これは、150年に1回以上、新構造(河川堤防)の材料が河川堤防の材料と異なることを想定してあり、およそ10年に1回の洪水で起こる大規模な冠水を受ける可能性があります。この種の河川の堤防は、堤脚平均の厚さが100mm、2段階で55mmの厚みに見舞われています。

### 戦後最大の大雨とは?

今年計画の遊水地延長は777m。これは、150年に1回以上、新構造(河川堤防)の材料が河川堤防の材料と異なることを想定してあり、およそ10年に1回の洪水で起こる大規模な冠水を受ける可能性があります。この種の河川の堤防は、堤脚平均の厚さが100mm、2段階で55mmの厚みに見舞われています。

### 貯留した水を排出する排水門

洪水時に遊水地内に貯留した水を、河川水位の下下るとともに河川に排水させるための排水門施設です。貯留した水を排水するにあたり、通常時は開閉されている排水門、堤内の排水門などを開閉して、洪水時に水を排出します。

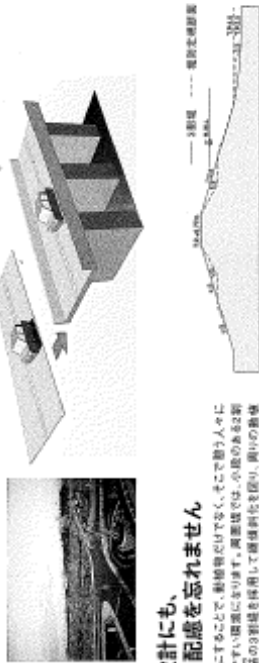


# 河川と流域が一体となって、水害に組み込まれます



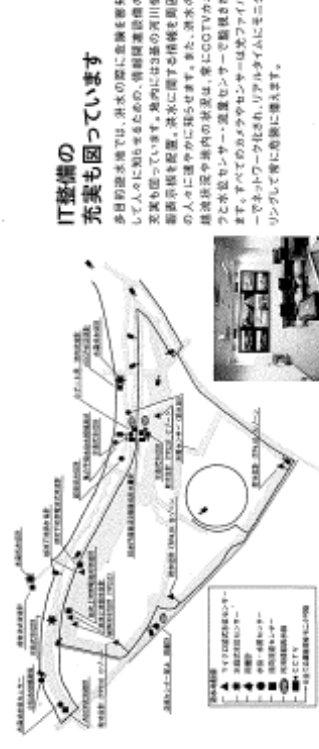
## 洪水時にも道路としての機能を保証します

加永川内には、幹線道路である新橋浜三石川橋、越後土田橋の東渡瀬を本橋と併せて設置しています。洪水時に水を導入したときにも洪水機能を阻むことが期待でき、これらの幹線道路を道路として確保することが期待されています。



## 堤防の設計にも、環境への配慮を忘れません

堤防をより安全にするために、新橋浜の堤防だけでなく、そこで働く人々にとっても優しい環境にしています。遊歩道では、小池のある芝生を多く、一休屋の休憩所を併せて設置し、環境を良く保ち、街の景観を良く保つる人々に好まれるような環境づくりを行っています。



## IT整備の充実も図っています

多目的遊水場では、洪水の際に避難を要している人々に知らせるための、情報発信施設の充実を図っています。場内には従来の河川橋新築設備を備え、洪水に関する情報を周囲の人々に速やかに知らせます。また、洪水の発生状況や今後の見込みは、常にCCTVカメラや水センサー、雨量センサー、監視カメラなどでモニタリングして常に発信に備えます。



## 流域の情報発信拠点を狙って、鶴見川流域センター

川、田舎、市民団体のパートナーシップにより、流域の情報発信拠点を本拠地として、4階建ての流域センターには、防災、学習、交流、子育て、健康、福祉、環境の提供、環境や地域活性化の推進、市民学習や環境教育、防災教育の場としてご利用いただけます。



鶴見川河川事務所(環境部)と高島町(環境部)

鶴見川は、東部市田原を源として多摩川を流下し、横浜有馬区で青洲川に合流する川です。本橋は最新の技術にもとよみ、近年の都市化が進展し、洪水被害の危険が増える中、これまであった田舎や農村が減少しています。環境や防災には、雨水を貯めたり活用したりする機能が求められるため、雨水の流出を抑えることが重要です。この水を貯めたり活用したりする機能が田舎や農村とともに失われると、洪水の危険は大きく変わってきます。

## 近年の主要出水記録

出水年月日	出水時間	出水地点	水位(観測点)	流量	流出量	備考
昭和33年4月14日	午後1時	加永川	353	3,700	500	有馬川遊水場、無馬川遊水場、加永川遊水場、加永川遊水場、加永川遊水場
昭和41年4月24日	午後4時	加永川	310	3,240	500	有馬川遊水場、無馬川遊水場、加永川遊水場、加永川遊水場
昭和51年8月1日	午後17時	加永川	442	3,510	600	有馬川遊水場、無馬川遊水場、加永川遊水場、加永川遊水場
昭和66年10月22日	午後2時	加永川	480	3,460	700	有馬川遊水場、無馬川遊水場、加永川遊水場、加永川遊水場
昭和75年4月18日	午後10時	加永川	218	4,020	1,250	有馬川遊水場、無馬川遊水場、加永川遊水場、加永川遊水場
平成23年4月16日	午後10時	加永川	287	2,200	1,250	有馬川遊水場、無馬川遊水場、加永川遊水場、加永川遊水場
平成26年4月22日	午後10時	加永川	297	2,200	1,250	有馬川遊水場、無馬川遊水場、加永川遊水場、加永川遊水場
平成28年4月2日	午後10時	加永川	196	1,540	800	有馬川遊水場、無馬川遊水場、加永川遊水場、加永川遊水場

## 河川と流域が一体となって取り組んでいます



多摩川遊水場には、河川遊水場の増設は、河川遊水場だけでなく、流域全体で取り組むことが重要です。ここで、河川遊水場だけでなく、流域全体で取り組むことが重要です。ここで、河川遊水場だけでなく、流域全体で取り組むことが重要です。

### 鶴見川多目的遊水場計画概元

- 遊水場の増設(遊水場の増設)
- 治水設備の整備(治水設備の整備)
- 治水設備の整備(治水設備の整備)
- 治水設備の整備(治水設備の整備)
- 治水設備の整備(治水設備の整備)
- 治水設備の整備(治水設備の整備)
- 治水設備の整備(治水設備の整備)
- 治水設備の整備(治水設備の整備)
- 治水設備の整備(治水設備の整備)
- 治水設備の整備(治水設備の整備)

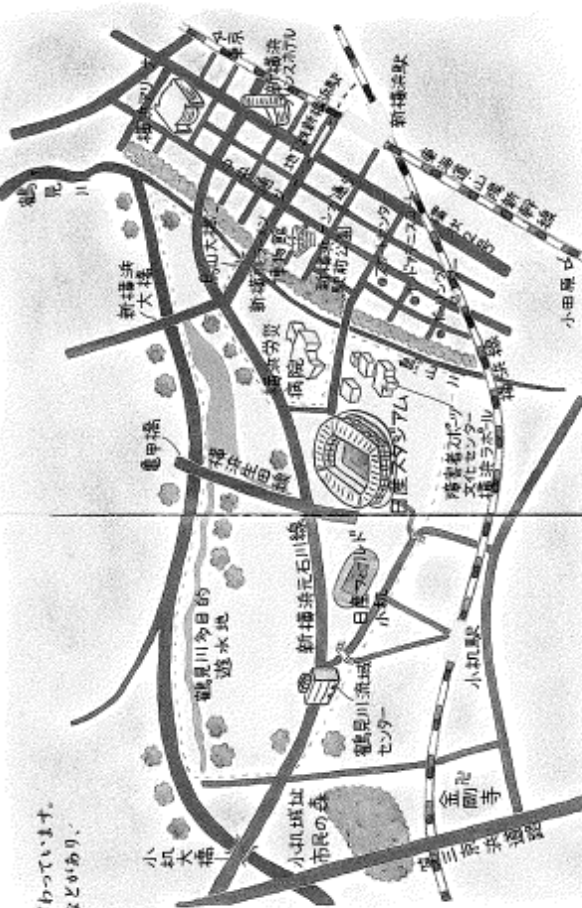
### 鶴見川多目的遊水場の経緯

鶴見川多目的遊水場の経緯

- 遊水場の増設(遊水場の増設)
- 治水設備の整備(治水設備の整備)
- 治水設備の整備(治水設備の整備)
- 治水設備の整備(治水設備の整備)
- 治水設備の整備(治水設備の整備)
- 治水設備の整備(治水設備の整備)
- 治水設備の整備(治水設備の整備)
- 治水設備の整備(治水設備の整備)
- 治水設備の整備(治水設備の整備)
- 治水設備の整備(治水設備の整備)

# 多目的遊水地周辺散策マップ

ゆめオアシスのまわりにも、魅力あふれるスポットがいっぱい



多目的遊水地からすぐ近くにある新横浜。周辺には、数々のアミューズメントスポットが点在しています。また、小机方面には豊かな自然に囲まれた史跡や公園などがあり、足を伸ばして散策するのは最適です。

## 小机城址市民の森

小机駅から歩いて約15分。小机城の遺構が残る小机山荘。市民の森として整備されています。丘陵全体が緑木林で覆われ、木立や竹林の中で散策を楽しむことができます。小机城の跡地や二の丸跡、土塁跡など、遺構が史跡が残っています。



「小机城址市民の森」の散策写真

## 新横浜駅前公園

新横浜駅周辺は、ビジネス街を抜けると、鶴山川沿いに広がる新横浜駅前公園にたどり着きます。緑のオアシスに囲まれた空間は、訪れる人々に癒しのひとときを提供します。



## 新横浜 ラームン博物館

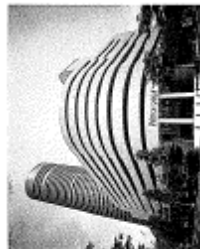
全国の誰もが知るラーメンを味わうことが出来る、フードミュージアム「ラームン博物館」が、新横浜に開業しました。総計33年の歴史を誇る「ラームン博物館」は、8店舗のラーメン店が併設されています。ラーメンギャラリーやグッズショップなど、見どころが満載です。



新横浜ラームン博物館の店内

## 横浜アリーナ

アリーナ面積8,000㎡、最大観客1万7,000人を誇る多目的イベントホールです。国内外のビッグアーティストのコンサートをはじめ、各種公演、展示、スポーツなど、幅広いジャンルのイベントに利用されています。



## 新横浜駅周辺

新横浜駅周辺には、多くの商業施設が集まっており、徒歩圏内には、レストラン、衣料、雑貨、書店など、あらゆるニーズに応える店舗が並び、ショッピングが楽しめる環境が整っています。

## 浸水情報の提供

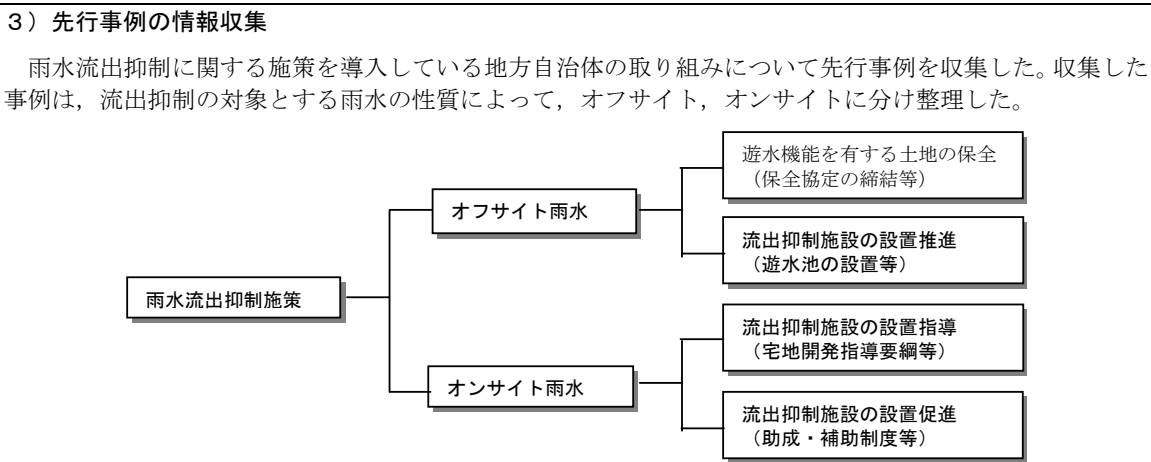
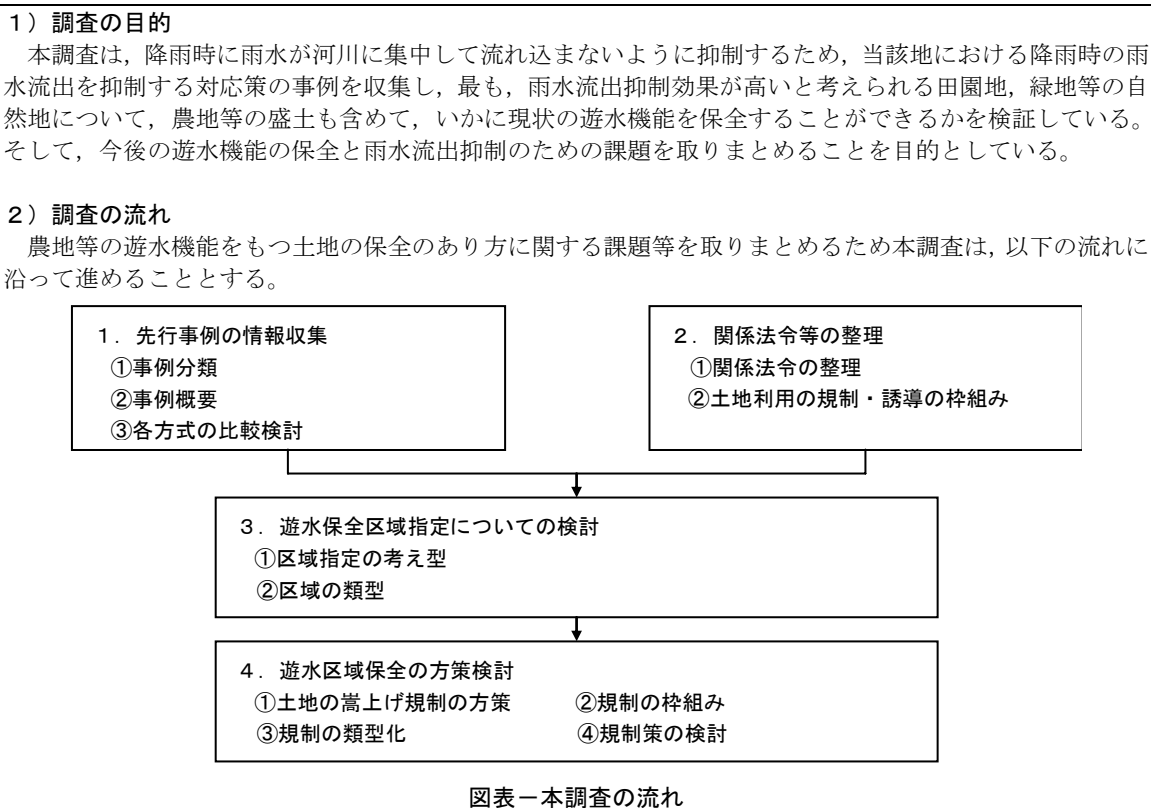


本市には「浸水情報センター」を設置し、地上型水情観測装置や水情観測装置にリアルタイムに提供しています。

浸水情報センターの浸水情報アプリ

(資料-2)

遊水機能保全区域の指定と雨水流出抑制施策に関する調査 要旨



区分	遊水機能を有する土地の保全	雨水流出抑制施設の設置推進	宅地開発要綱等による設置指導	助成・補助制度による設置促進
概要	遊水機能を有する土地に関して、土地所有者との間に協定等を締結し、盛り土等の行為を抑制し、遊水機能の保全を図るものである。	公的機関において当該河川の総合治水等の観点から設置される調節池などの機能をもつ遊水池を整備する事業である。	民間及び公的セクター等によって行われる開発事業に対し、その規模等に応じて調整池等の設置を義務づけ開発地の流出抑制機能を保持するものである。	雨水流出抑制のために設置を促進している浸透施設を指し、一般住宅等も含めて条例・要綱等により設置に対して助成・補助等を行っているものである。

図表一雨水流出抑制施策の概要

雨水流出抑制施策の4つの区分に基づいて事例を収集し以下のように、そのメリット、デメリットを整理した。

	オフサイト雨水		オンサイト雨水	
	遊水機能を有する土地の保全 方策 (法的規制の導入・保全協定の 締結等)	流出抑制施設の設置推進 (遊水池の設置等)	流出抑制施設の設置基準 (宅地開発要綱による指導 等)	流出抑制施設の設置促進 (助成・補助制度等)
メリッ ト	○重要な遊水地を保全することについて強制力をもつての保全が可能である。また、地権者の協力が有効性の可否となる。	○流域圏からみた治水機能を有する施設として、永続性も高い	○当該開発地における流出抑制施設としては有効である。	○個別宅地での対応となり早期の効果的対応は困難。住民の協力意向の醸成や長期的に有効性を担保すれば大きな効果が期待できる。
デメリ ット	○個人土地所有者の意向に保全機能が大きく左右される可能性がある。遊水機能を有する土地自体、継続的に担保されるものではない。	○多額の整備費、用地買収費を要する。また、事業によっては長期間となることも想定する必要がある。	○当該開発地において開発関係の規制制度に基づいて公共施設が確保されるが周辺小規模宅地開発を誘導し、それら流出抑制を規制するものがない。	○条例等に基づく規制、誘導となるが、誘導策の強制力に疑問がある。実態では、ほとんどが罰則規定のない条例となっているため。

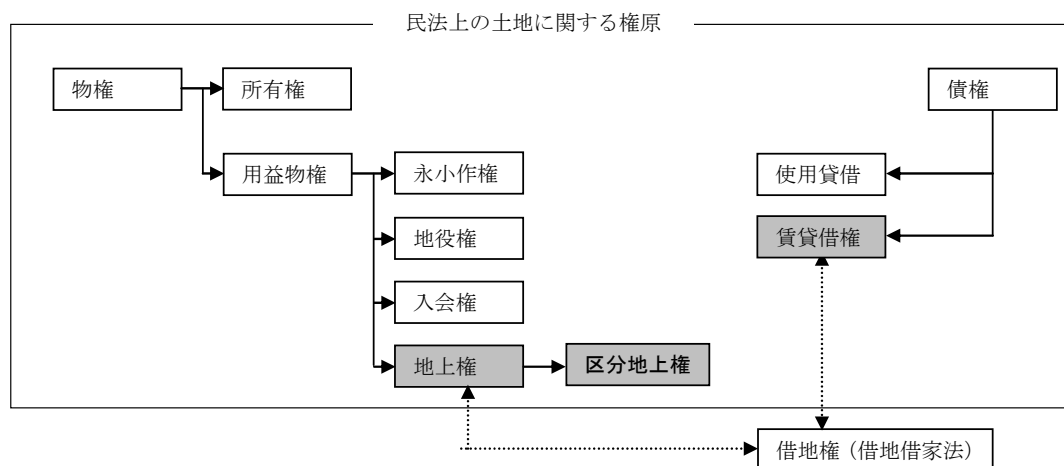
図表一 雨水流出抑制施策の比較

4) 関係法令等の整理

ここでは、先ず、土地に関する民法における権原を見たのち、個別の関係法令について整理する。

①民法における土地の権原

土地の権原に関する民法上の規定は、以下のような体系と概略される。農地を現状のまま維持することを目的とする場合には、土地所有者から物権である地上権、あるいは、債権である賃借権の取得が考えられる。なお、遊水区域保全の方策検討で提案した区分地上権は地上権に属する権利である。



②土地利用に関する法体系

遊水機能を有する土地の保全については、農振法、生産緑地法、都市計画法、都市緑地保全法、都市公園法及び河川法を中心に整理した。その結果として、農地等の保全に有効性の比較的高い区域指定を以下のようにとりまとめた。

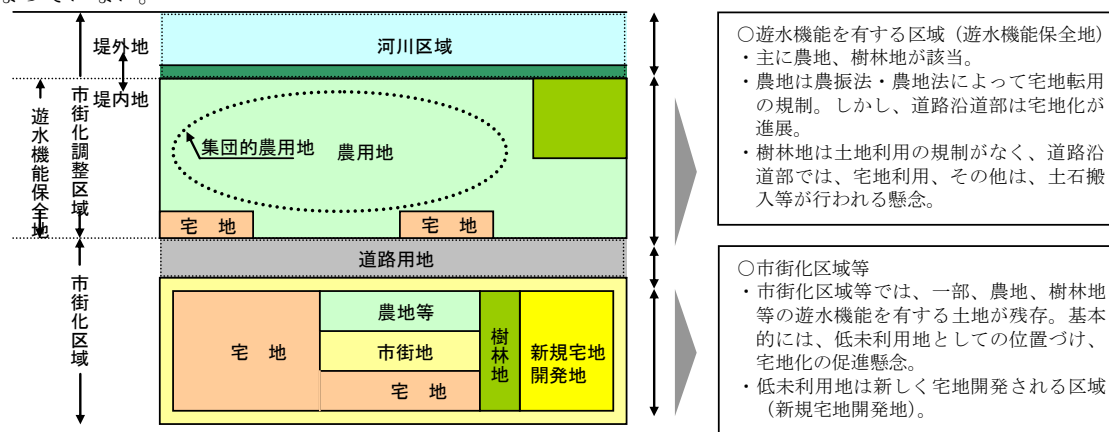
	農用地区域	緑地保全地区	公園区域
有効性	<ul style="list-style-type: none"> <li>既に導入されており、必要に応じて追加指定。</li> <li>農業振興、農地保全施策と一体となった対応が必要。</li> <li>農地の集団性を維持する観点から宅地化を誘導する道路予定地や現道沿道での有効性は低下。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>無秩序な市街化防止を目的としており、建築、宅地造成等を制限することとして有効。</li> <li>また、都市計画として位置づけることから継続的な担保が期待。</li> <li>農地の指定は集団的農用地は困難。緑地等と一体として農地を指定することを検討。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>原則的に対象地全てを公有地とするため全面的な買収が必要となり、財政負担は大。</li> <li>また、農地としての機能は維持できない。</li> </ul>
転換規制	○ (土地改良事業等実施後、8年間)	○	○ (原則として保全される)
盛土規制	× (農地であれば規制はない)	○ (行為制限あり)	○ (同上)

図表一 遊水機能を保全するための法的担保策の導入による保全効果等の比較

③法的規制等の導入による有効性等の比較

遊水機能を有する区域（遊水機能保全地）は、主に、都市計画の市街化調整区域にある農用地、樹林地である。

下図のように、河川区域や道路用地は、その機能を維持、発揮するために厳正に機能が保全される。農地は、農地法、農振法によって転用規制等が行われているが、樹林地には、その利用を保全する規制が明確になっていない。



上記の現状に対応するための法的規制等の導入策として以下の4つをとりまとめた。

方策1：遊水機能保全地での法的規制（現状土地利用維持型）

農振農用地は沿道以外の集団農用地は保全される可能性が高いが宅地化を誘発する道路整備等は極力行わないことが肝要である。樹林地についてはある程度の面積を有し、かつ、良好な緑地としての機能のある場合には、風致地区、緑地保全地区に指定することも想定される。また、道路沿道部は農地転用が許可される可能性が高く農地としての維持は困難。そのため、雨水排水抑制の導入や一部公園化で対応する必要がある。

方策2：遊水機能保全地での法的規制（強制的な遊水機能維持型）

河川保全区域を河川区域から概ね50m範囲内に指定。河川施設の保全を目的とした規制であり、区域指定にあたっては治水上の観点から河川管理者と協議し、また、区域指定は必要最小限でなければならない。農振農用地は、沿道以外の集団農用地は保全される可能性が高い。宅地化を誘発する道路整備等は極力行わないことが肝要。また、流動化施策等の活用による農地保全策の導入を検討することも有効と考えられる。樹林地は、ある程度の面積を有し、かつ、良好な緑地としての機能のある場合には、風致地区、緑地保全地区に指定することも想定される。あるいは、治水上、調節池等の整備区域として想定される。

方策3：開発規制を目的とした条例による規制

- 開発規制の目的を明確にすることが前提（乱開発の防止、土地利用の整序化 等）
- （自然地での対応）開発行為に対する規制・誘導策として導入されている
- （自然地での対応）一般的に法規制を超えるものではないが許可制をとっている
- （市街地等での宅地化対応）雨水流出抑制のため開発許可基準の強化が主となっている
- （市街地等での宅地化対応）主な内容は、許可を必要とする開発規模の強化、雨水流出抑制施設等設置基準の強化等

方策4：環境保全を目的とした条例による規制

- 環境保全の目的を明確にすることが前提（水環境の保全、自然環境の保全 等）
- 環境保全の目的に応じた保全区域の設定を行っている
- 建築物の新築、宅地の造成、盛土等、区域の保全目的に応じた禁止行為の明確化する必要がある

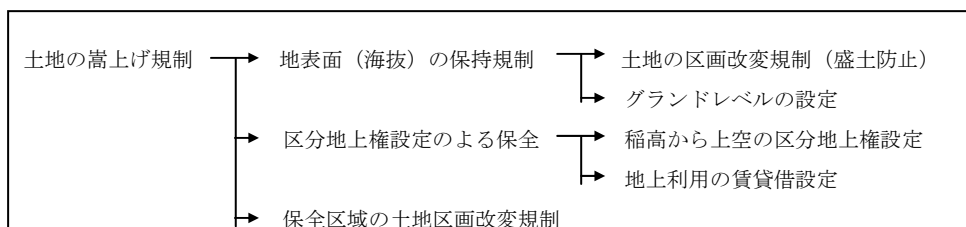
5) 遊水保全区域指定についての検討

- 土地の嵩上げ規制を行うためには、新たな規制・誘導策の導入が必要となる。そのため、法的規制の活用か、新たな条例を制定するか、あるいは折衷型などの検討が必要である。
- 法的規制を活用する場合には、緑地機能の保全等、法の目的に応じた地域として土地を保全するための新たな位置づけを明確にする必要がある。
- 新たな条例を制定する場合には、既定の土地規制策との整合を明確にしつつ、防災、緑の保全等、目的を明確にしつつ市民への理解醸成も重要となる。
- 法的規制を活用しつつ、条例を制定する場合には、遊水機能保全区域を法定規制区域と不整合が生じないようにし、条例区域等を指定する必要がある。また、法的規制区域における開発事業等の位置づけについて関係機関との調整が必要である。

6) 遊水区域保全の方策検討

①土地の嵩上げ規制の方策

遊水機能を保全するためには、土地の嵩上げをどのように規制するか検討が必要である。ここでは想定される方策を整理した。



②規制の枠組み

- 目的：農地の本来有する保水機能を確保することで大雨時等における河川への雨水排水の流入を抑制し、もって下流域も含めた河川氾濫等の被害を最小限に食い止め、土地のもつ遊水機能の最大限の機能発揮を目的とする。また、遊水機能を維持することの社会的意義についても明確にし、市民の協力が得られやすい内容とする必要がある。
- 区域指定：農地の溢水・湛水の実績等のある区域（遊水機能保全地）とする。
- 規制の内容・農地の機能保全
  - ・農地の嵩上げ規制 等
- 内容・農地の機能を維持するための農振法、農地法の維持活用等
  - ・農地嵩上げ規制を担保するための新たな規制制度の導入 等
- 条例の枠組み：
  - ・災害対策等社会的意義を目的とした条例であることを明確にする。  
(嵩上げ規制を行う以上、農地保全の目的とは必ずしも合致しないため)
  - ・災害対策等を目的にした上で、受益と負担の関係を広範囲に還元しうる内容とすることが基本的な枠組みとなる。
  - ・遊水機能保全の規制に対する補償、優遇措置等については受益と負担の関係等を市民に理解しやすい内容とする。

③規制の類型化

最後に、これまでの検討結果から想定される規制の枠組みについて類型化した。

- 農地所有者協定型 : ①地区別の農地所有者協定型  
②個別農地所有者と市との協定型
- 土地利用規制型 : ①土地利用形態の維持凍結型  
②土地利用形態の任意規制型
- 保水水流への権利設定型 : ①遊水機能保全区域の保水水量確保型（所有者間権利移転型）  
②市民参加による遊水機能保全区域の保水水量確保型（市民も含めた権利移転型）  
③市民参加による遊水機能保全区域の保水水量確保型（法定外目的税活用型）

## 第6章 河川流域管理とその評価

### 6.1 はじめに

本章では、河川計画段階における環境保全と防災対策の連携とその評価について述べる。災害が起きた後の環境影響ではなく、災害を未然に防ぐ段階での方策が環境保全と両立するための条件を考察する。河川災害として大雨による洪水を主たる対象とする。

最初に防災と環境の連携を考えるために必要ないくつかの概念整理を行い、本章で扱う防災対策の外枠を規定する。環境に関する基本的な考え方を簡単にまとめ、多種多様な環境保全（ないし改善）と防災対策との連携が可能な要素を抽出する。

洪水災害は一言でいうと「Too much water problem」である。多量の水が人間にとって過多であると認識された場合、それは災害と呼ばれる。もしそれが環境にとっても過多であるのなら、防災対策はそのまま環境保全を兼ねることになる。しかしそうでない場合には、防災対策と環境保全はトレードオフあるいは独立なものとなる。このトレードオフ関係を表現するモデルを組み立て、ダム操作を例にその利害構造の試算を行う。

防災対策と環境保全が同じ方向を向く現実的な対策として、遊水地が挙げられる。本章の後半では、遊水地の現状を概観した上で、流域管理への提言を行う。

### 6.2 概念の整理

#### 6.2.1 河道と流域

同じ大量の水であっても、それが堤外地に存在すれば単なる河川水であるが、堤内地に存在すれば災害を引き起こす厄介者となる。また通常の河川環境は流水の存在と不可分であるが、堤内地の環境は河道内の流水とはほとんど関係がない。つまり防災および環境を考える際、河道と流域の区別は本質的なものといえる（ここでは堤外地を河道、堤内地を流域と対応させている）。洪水災害とは、堤内地（流域）に大量の水が流れ込んでくる、あるいは滞留する現象であって、流域側に水が来なければ（溜まらなければ）河道側でいくらか増水が起きていようとも災害とは呼ぶことができない。

近代の河川防災とは流域側に水が入り込まないようにする、また流域側の水を河道側に迅速に排出する技術であるので、河道と流域は理念としても明確に区別される。つまり、「水の存在が望まれない場所＝流域」、「それ以外＝河道」ということになる。

ただし氾濫防止や排水促進は、技術の発展段階や地理的条件によって、その能力に制限が加わる。そのため、上の定義では流域でありながらやむをえず河道として扱われる場所、を設けざるを得ない場合もある。これにより、河道と流域は二つに分かれるだけでなく、



その中間的な第三のゾーン（遊水域）が存在することになる。

河道と流域の区別は、河川管理制度の面からも重要な意味をもっている。端的に言って、河道と流域は管理者を異にする。人間社会と河川の関わりは洪水防御の他に水利用や舟運など多様な形態をとるが、古来の治水はこれらの機能を総合的に捉えていた。灌漑稲作を社会の基盤におくアジアモンスーン域では政治の分業化は避けられない経過といえるが、洪水防御をその他の河川利用から分けて行政制度の中に位置づけるとき、流域からそれを分離させて河道内のみを河川管理区域とすることによって、地理的な権力の重複を避けながら流域の管理を簡素化することができた。すなわち、流域管理においては洪水防御を考える必要なしに土地利用の最適化を目指せばよく、また河道管理においては洪水防御を最優先課題たる目的関数とにおいてその最適化を図ることが許された。しかしこのことが、洪水防御において河道管理が強調され、河道管理において洪水防御が強調される傾向を導いてきたことも否定できない。

洪水防御の中心が河道管理に置かれる傾向は世界共通にみられるものである。この方式は各地で一定の成果をあげており、日本を含む先進国の一部では技術的に可能な極限にまで達している。更なる洪水対策をとるためには流域に視野を広げざるを得ないが、流域には洪水防御とはまた別の価値基準が確立されており、そこにどれだけ洪水防御目的の修正を加えられるかは不透明である。

洪水防御に関係してくる流域には、自然集水域としての森林、人工集水域（排水域）としての都市、半自然半人工ともいべき農地、などがある。いずれも土地利用の管理主体に河川管理の権限は及ばないため、対策の中心地に位置づけることは難しい。ここで、互いの権利や価値観が重複する緩衝地帯として、先ほど述べた第三のゾーン、すなわち遊水域がクローズアップされることになる。

一方、河道管理には洪水防御以外に水資源利用、舟運、河川空間利用といった目的があるが、日本の河川はその特性から洪水防御が第一の優先課題となる。しかしこれはそれ以外の機能を見捨てるという意味ではなく、それぞれの機能が発揮する価値の総和を最大にするように管理されることが望ましい。それには、洪水防御の効果を定量的に評価し、他の機能と比較する必要がある。明治維新から戦後20年ほどの大水害時代までは洪水防御の効果は計算するまでもなく他の機能を大きく上回っていることが明らかであった。しかし整備が進むにつれてその価値は相対的に小さくなり、現代では環境機能がそれに匹敵するほどに価値を増しているように見える。

環境の観点からは、理屈の上では河道と流域は一体のものとして理解される。しかし物質の移動速度や攪乱頻度において河道内と流域には大きな差があり、相互の連結性は無視できないにしても別々のものとして扱うのが現実的だろう。連結性の象徴として、ミクロに見れば水際域のエコトーン、よりスケールの大きいものとして氾濫原や遊水域をあげることができる。

### 6.2.2 洪水の進行プロセスと対策

#### 1) 洪水の進行プロセス

地震や津波と異なり、洪水は進行型の災害である。出発点となる自然現象から決まった順序を追って、しかも徐々に人為的要因の寄与する割合を高めながら事態は進行し、ある臨界点を越えたときに洪水災害が発生する。このような直列的特徴を持った現象は、その進行のリンクをどこか一ヶ所で断ち切ることによって、終端まで至る危険を回避ないしは軽減することが可能である。

洪水の進行プロセスは、図6.1のように整理することができる。この順序をどこかで食い止めることが洪水対策であり、どの時点で止めても同じ効果をもたらすことになる。

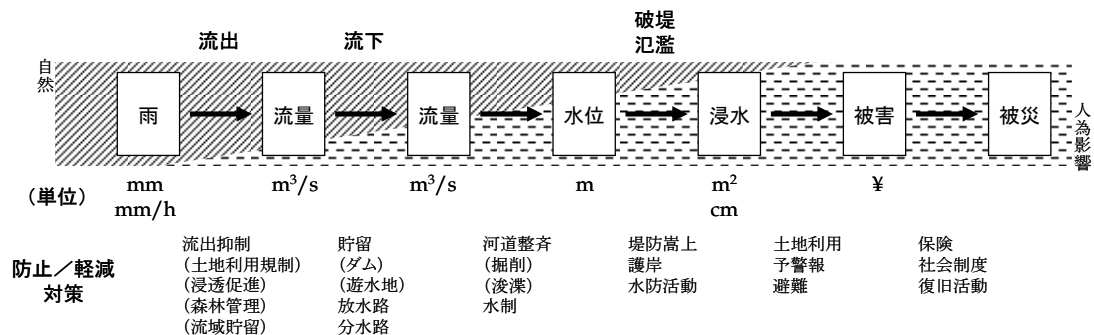


図6.1 洪水災害の進行プロセスと対策

以下、このプロセスを順番に概観することにより本章で述べる「防災」の内容を明確に限定し、環境との連携を検討していきたい。

#### 2) 降雨から流出

洪水のきっかけを作る自然現象は降水である。もちろん洪水には融雪出水や土堤崩壊など降水以外の原因もあるが、ここでは豪雨を念頭において話を進める。豪雨はほぼ完全に自然現象とみなすほかない。

流域に降った雨は集水域（流出域）を経て河道へ到達する。浸透、蒸発などの素過程は自然現象だが、土地や土壌への働きかけによる人為影響が存在する。山地森林は樹種や林相など操作可能な要因をもつし、都市の不浸透域や農地の保水・貯水能力も人間がコントロールできる要因である。土地利用規制や小規模分散型貯留施設の運用などがこの段階のリンクを軽減する防災対策になる。

#### 3) 流下から高水位

河道に流出した雨水は河川流水となり、上流から下流へ向かう。自然過程では河床勾配や川幅、河道粗度、平面形などにより流下速度やピーク形状が支配される。ダムによる貯

留および放流調節はこの過程に直接作用し、また放水路などの河道構造物も大きな影響を及ぼす。

流下する洪水は水位・水深を増大させる。同じだけの流量が流下しても高水位にならないようにするのがこの過程での防災対策だが、それには河道整齊（浚渫・掘削・拡幅）、水制（局所的効果）などがある。

#### 4) 高水位から破堤・氾濫

たとえ水位が高くても、破堤しなければ災害には至らない。この段階の対策は、越流、浸透、洗掘に対抗する堤防の強化ということになる。かさ上げ、腹付け、根固めなどの補強や水防活動がそれに当たる。

#### 5) 被害・被災

氾濫はほぼ被害に直結するが、これを軽減する対策として堤内地の土地利用規制や建築規制が挙げられる。予警報システムや避難などもこの範疇に入る。

また、同額の被害でも社会経済に与えるインパクトが壊滅的なものにならないよう、時間的軽減（保険など）や空間的軽減（災害時の互助制度など）にも重要な意味がある。

#### 6) 環境との連携の可能性

洪水進行プロセスの後の方から順番にみていこう。最後の段階（被害・被災）は流域における対策であり、人間側の課題である。この部分では排水機能を高めた街区計画や氾濫水の水質モニタリングなどが、防災と環境の連携にかかわる論点として挙げられる。

堤防強化における環境配慮は多自然型護岸等として早くから着手されている分野であり、試行錯誤的に多数の事例が蓄積されつつある。1997年の河川法改定により、「洪水安全度を高める際にできるだけ環境影響を軽減・保全ないし改善する」ことにとどまらず、「治水安全度をできるだけ保ちながら環境を積極的に保全・改善していく」という考え方が可能になった。防災主導の環境との連携から、環境主導の防災との連携に可能性が広がったともいえる。

流下段階における対策は、河道に直接手が入るだけに河川環境への影響が著しく大きい。中でも、戦後の治水事業の中心ともいえるダム等の貯留施設は、上流側では流水域の止水環境化、ダムサイトでは縦断方向連続性の遮断、下流側では流量操作が与える環境影響がしばしば問題視されてきた。ただし多くの大規模多目的ダムはすでに建設後数十年を経過しており、またダム撤去の動きはしばらく本格化する見込みもないことから、現実的にはダムの存在を前提とした環境保全の道を模索していく必要があるだろう。とくに貯水池やダムサイトの問題に比して下流影響の対策は遅れており、ダムの性質や能力を上手く活用して環境を改善していく余地は十分に残されている。

河道整齊は一般に河床形態の多様性を損なう方向に向くため、環境保全とはトレードオ

フの関係になる。水制は洪水時の安全性と通常時の環境多様性を兼ね備える期待をもたれており、実際に淀川や木曽川などでは特徴的な河川生息環境の保持に役立っている。その治水効果とともに今後の研究の進展がまたれるところである。

流出段階の対策は、森林管理者や都市・農地の規制者などが本来の便益を勘案しながら実施することになる。洪水緩和機能は山林の存在目的ではなく、森林の多面的機能を構成する一要素にすぎない。山地の管理者が行う意思決定においては山地本来の便益がより優先されることは仕方がないにしても、洪水流出に与える影響が単なる外部不経済にならないよう、内部化手法を河川側から提供する必要があるだろう。

これらのことから本稿では、河道における防災対策の大きな割合を占めるとともに環境影響も大きい流下段階の対策、とくにダムの下流影響に焦点を絞り、それに流域における流出段階の対策を関連づけて環境と防災の連携の有効性を探っていくこととする。次項では、今後の防災対策が踏まえるべき条件のうち環境連携以外の点について述べておく。

### 6.2.3 これからの防災対策

#### 1) 複数の他機能との比較

防災対策が流域に進出するとき、そこには未開の大地が開けているわけではない。そこには既にながしかの利害秩序が存在し、流域防災対策はその秩序に多少なりとも変更を迫ることになる。よって、このとき防災対策の効果を洪水防御以外の機能（便益）と比較することが必要になる。洪水対策になるような土地利用規制を望むなら、自由な立地の制限に伴う便益減少が、治水安全度の向上による効果より小さいことを示さねばならない。流域において洪水防御対策に資金を投じるなら、それが福祉やその他の目的への投資より優れている理由の説明が必要である。

とはいえ、いきなりあらゆる社会機能との比較を論じるのは無理がある。河川管理の中での複数機能を比較するところから始めなければならない。防災と環境の比較はその出発点として適切な課題といえよう。

#### 2) リスク管理

リスクという言葉は多義に使用されているが、ここでは確定的（0か1か）とみなされていた事象を確率的に（パーセンテージで）扱うという意味で用いる。

先述したように、洪水という現象は水の所在が河道か流域かによって不連続的に区別される現象である。河道内に水が留まっているうちには洪水は起きず、流域にあふれ出した途端に洪水が発生する。横軸に流量、縦軸に被害の大きさをとると、図6.2のように表されることになる。従来の河川計画は、この閾値を超えるか超えないかの二者択一でしかなく、河道計画は閾値をできるだけ右方に追いやる（計画洪水まで）のが目的であった。

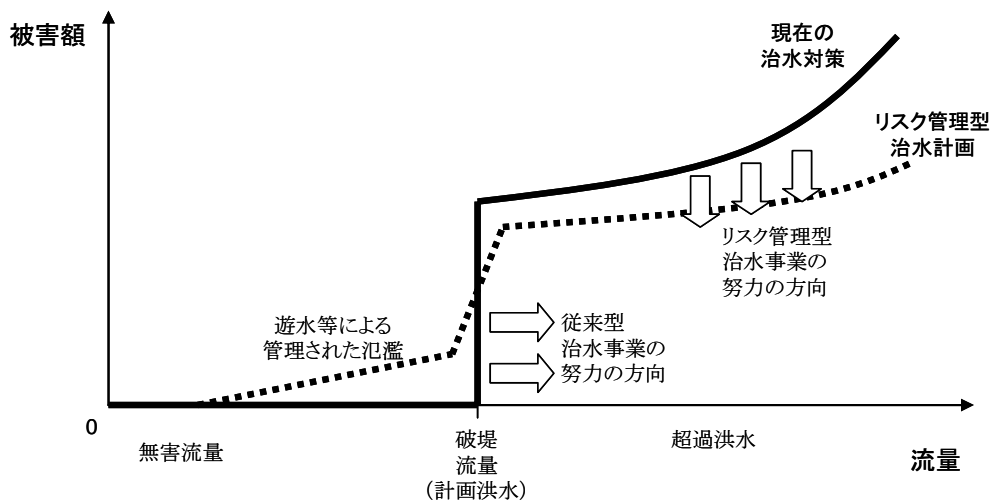


図6.2 従来型とリスク管理型の治水事業における洪水流量と被害額の関係

しかし洪水を発生と非発生の二者択一に簡略化するのでなく、ある期間内の総被害額を最小化するという考えに立つと、閾値超過後の曲線形状こそが問題となる。これは通常の計画における超過洪水対策に相当し、もしこれをうまく制御することができれば閾値を右方に動かす必要は薄くなる。また、投入費用との兼ね合いによっては閾値未満の流量に対しても100%の安全度を確保しないという選択肢も可能となる。

### 3) 人口減少社会

今後日本で想定される人口減少は、河川管理にはまたとないチャンスを生み出すことになる。河川沿いの都市域や農地の人工的な土地利用を廃して河川の自然再生に役立てようとする試みはすでにヨーロッパで盛んになっているが、それには人間側の後退が必須条件になる。日本で土地開拓の主たる誘因となった水田稲作においては、排水条件のよい傾斜地が営農労力の面から好まれ、河川沿いの低湿地は長らく放置されていた。昭和中盤から後半の灌漑排水路整備によって多くの低湿地が条件のよい水田に生まれ変わっているが、これら河川沿いの低湿地は河道と流域の間に横たわるエコトーンとして環境価値が高く、またそれらの土地がもつ遊水機能は洪水防御に多大な貢献を期待できる。都市域でも河川沿いの低地は湿度が高く居住に適した条件とはいえ、氾濫浸水の危険性も高いことをきちんと考慮に入れば、戦略的な都市の土地利用計画において河川用地の適地になる見込みは高いといえよう。

### 4) 既存施設の運用法

新規投資の伸びがあまり期待できない一方、社会情勢の変化によって既存施設も効果の見直しを迫られる。治水および利水施設として建設された多目的ダムが、フラッシュ放流など環境対策への寄与を求められているのはその一つの現れである。とくにダムはひとた

び建設すると取り壊しの困難な長寿命施設であるため、時代の要請に応じて柔軟に運用を変えていくことによって社会に対してより大きな効果を発現できるようになる。

#### 6.2.4 「環境」の視点

##### 1) 日本の河川環境政策の流れ

表6.1(章末)は戦後の日本における河川環境政策の大きな流れを示している。とくに1980年代以降、環境概念が急速に拡大・多様化していることがみてとれる。公害と東京オリンピックの影響から水質と運動空間が柱だった時代に始まり、親水性の重視、生物への関心と河川環境が指す中身は移行してきた。さらに特定の生物種の愛護から生態系全体の保全、非生物的機能の維持へと環境に対する認識も深まってきている。

##### 2) 三つの環境

河川環境は人間環境、生物環境、自然環境の三つに大別でき、われわれの認識は前者から後者へと広がりを見せているといえる。

人間環境とは人間を中心にしてそれをとりまく種々の要素を考えたもので、生活環境、水質、景観、レクリエーション等が該当する。

生物環境とは生物を中心にしてそれをとりまく種々の要素を考えたものであるが、あくまでも人間の眼からみている以上、人間との関係を切り離すことはできない。特定の種の生息条件であったり、複数の種間の相互作用であったり、多数の種が複雑な相互関係で結び付けられた生態系全体を維持していくことであったりする。対象となる種や生態系は人間にとって有用なものに限られるが、直接利用だけでなく間接利用や心情的効果や人間の生存基盤の維持機能まで考えるとほぼ全ての生物が該当すると考えてよい。

自然環境は物質循環や土砂輸送、地形形成など非生物的機能を総称したものが含まれる。直接どのように人間に役立っているかは定かでないが、少なくとも間接的な効果の存在を多くの人が認めて受け入れているものでなくてはならない。

これらの三つの環境は河道と流域の両方に存在するが、河川流域管理の文脈からは、河道においては生物環境と自然環境、流域では人間環境を重視することになる。逆にいうと、流域における生物環境は河川管理の範囲を超えたところにあり、河道における人間環境は生物や自然より優先されるべきではない。ただし自然環境は河道と流域にまたがって理解されるものであるが、移動速度や変化の大きさにおいて河道内で大きな値をもつため、河道での配慮をまずは考えるべきであろう。

##### 3) 洪水(増水)の環境的意味

河川環境は防災とどのように関連するであろうか。最初に述べたように、洪水が環境にとって悪であれば、防災対策は環境保全と一致する。この場合、主体が異なっても連携は容易に行えるであろう。先ほど挙げた三つの環境それぞれについてこの点を検討する。



まず人間環境にとって、洪水は多くの場合マイナスとなる。氾濫が起きると生活環境は著しく悪化するし、衛生問題も発生する。景観やレクリエーションを云々する場合ではない。ただし増水が河道内にとどまっていれば、珍しい景色として希少性の価値をもつこともあるし、フラッシュ効果によって湛水域などの水質を浄化する効果ももつ。経済への効果は微妙な意味がある。被害はストックとしてマイナス効果であるが、一時的にフローを増やすという意味ではプラス効果になる。明治期頃までは、氾濫により農地を自然に更新する作用を利用して耕作を行っていた土地もあるが、現代にこれをあてはめることはできない。

生物環境にとって、河道内の増水は一般にすべてプラスとなる。これは自然状態で攪乱がしばしば発生する状況では、そこにはその攪乱に応じた生態系が形成されるからである。安定した状態では競争に負けてしまう攪乱依存種にとって、洪水攪乱は種の存続に不可欠な要素となる。また冠水頻度の違いに応じて水際域には植物のすみ分けが生じ、多様な生物相を呈する。氾濫原においても同様の構図が存在するが、人間の手によって切り離されて長い時間の経過した河川沿いの土地は、またそれに応じて乾燥した環境が成り立ってしまい、いちがいに洪水が善であるとはいいきれない。

自然環境にとっても同様のことがいえる。非都市部では洪水氾濫は物質循環の一部を形成し、これを欠くと循環の様相が変わってしまう。しかし都市部では洪水氾濫に依存しない物質循環が成り立っているため、自然環境にとって洪水が必要であるとはいいいにくい。もちろん河道内では都市の内外に関係なく増水は自然環境の不可欠な一部分である。

以上をまとめると、流域における氾濫は人間環境を悪化させるので避けるべきであるが、河道内の増水は生物環境面のプラス要因を評価すべきである、という結論に達する。この二つを両立させる流量管理が防災と環境を連携させた河川管理の一つの方策ということになる。

#### 4) アジアモンスーン域における環境対策のあり方

環境保全是人間が自らの活動の余剰を用いて行うのであるから、人間が環境とどのように関わっていききたいか、という社会の環境観に大きく依存する。自然環境はもちろんその土地の自然条件に規定されるが、社会も自然条件に規定されて成り立つものである以上、環境観は自然条件により異なったものとなる。

日本はアジアモンスーン域に属し、高温多湿という特徴でヨーロッパなどの低温半乾燥地域から区別される。また地質構造では変動帯に属し、オーストラリアやアフリカなどの安定帯とは異なる。河川は小規模であり、降水に極端な乾季と雨季は存在しないが台風によって短時間に大量の降雨が発生する。

高温多湿な自然条件は高い一次生産力を生み、生物にとって基礎的な生息条件は満たされている。長い乾燥期間や低温期間も北日本の一部以外には無く、一日や一年の中での温度差も中程度である。ただし、地質条件から地表面の更新は激しく、また台風等による大

攪乱が頻繁に起こる。小規模河川なので流量は安定せず、急勾配のため河床や河岸の掃流力は大きい。これらの状況から、ストレスと攪乱によるGrimeの分類においては、ストレス強度が低く攪乱強度が高い地域ということになる。

日本の稲作において除草作業が最も労力を要する仕事だったことからわかるように、こうした地域では「余分な生物を選択して除去する」ことが人類の生存に必須条件となる。人為的にこれを行うには膨大なエネルギーを要するが、洪水や斜面崩壊などの自然攪乱は、この他生物の除去を自動的に行ってくれるという意味で、移動性や知識の伝達、技術といった攪乱へのさまざまな対処法をもつ人類にとっては積極的に利用すべき自然条件であるといえる。その点においてアジアモンスーン域の人類は攪乱依存戦略をとることによって発展してきたのであり、ヨーロッパ等の半乾燥地域で耐ストレス戦略を高度化させてきたのとは好対照である。

生態系にも同じことがいえる。日本の河川環境を特徴づける自然条件として攪乱は重要な要素であり、環境保全対策においては攪乱の維持を念頭に置かなくてはならない。

河川における攪乱といえばまず洪水（増水）である。防災は洪水を防ぐことであるからこの条件と反するように見えるが、河川生態系を維持するために必要な攪乱は多くが河道において発生するものであり、人間活動の主要舞台たる流域ではない。流域では洪水氾濫を防ぎ、河道ではむしろ積極的に洪水（増水）を許して攪乱を自然状態に近く保つことが、防災と環境を連携させる路となる。

### 6.3 河川流域における防災と環境の連携策の評価

#### 6.3.1 河川流量の防災環境統合評価モデル

##### 1) モデルの構造

既存施設の運用法改善に焦点を当て、流量操作による防災面と環境面の影響を同時に評価するモデルを考える。防災面では豪雨による洪水の流域氾濫防止、環境面では河道内の攪乱保持（増進）を対象とする。

図6.3のように、流量を操作する施設（多目的ダム等）、下流に位置する評価地点（流量基準点）、そして両地点の流量の関係から成るモデルを組み立てる。流量操作施設はひとつしかなくとも複数とすることもできるし、支流合流を組み込むこともできる。

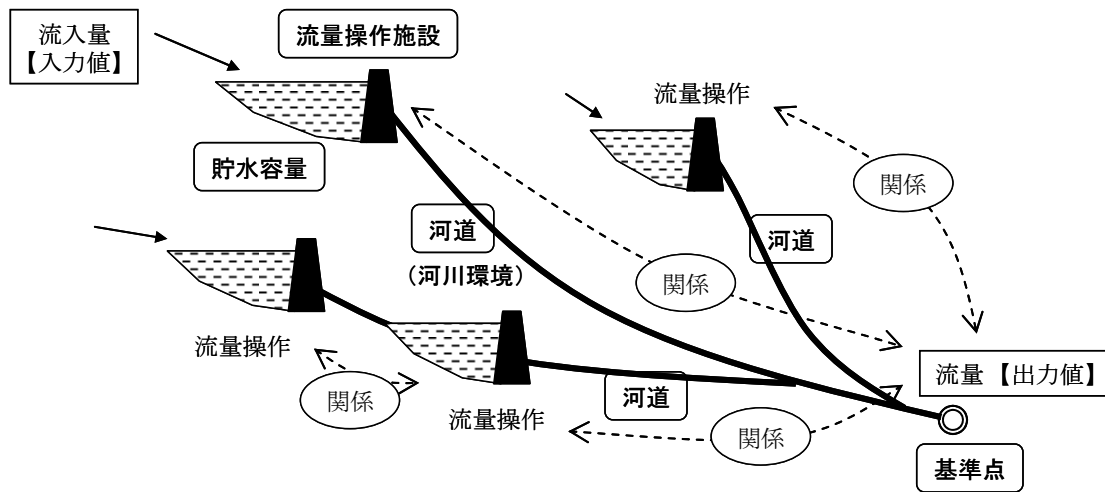


図6.3 河川流量の防災環境統合評価モデルの構造

上流に位置する流量操作施設は貯水容量をもち、入力される貯水池流入量に対し何らかの放流ルールに従って操作を行い放流量が決定される。放流量は相関関係を通して下流の基準点流量となる。基準点流量が大きいと洪水の危険度が図6.2の点線のように増大する。また貯水容量の残存量（空き容量）が小さいと、近い将来に大きな流入量が発生した際の洪水危険度が高くなる。多目的施設を想定すれば、逆に貯水容量の空きが大きい場合には渇水危険度が高くなる。

一方で流量操作施設からの放流は施設と基準点の間の河道において環境改善効果をもつ。異なる放流ルールに対して同一の入力（一定期間のダム流入量）を与えると、洪水危険度、渇水危険度、環境改善効果の三者が出力として得られるので、これらを相互に比較して放流ルールの評価を行うことができる。

## 2) 物理モデルと統計モデル

流量操作施設と基準点の流量の関係は、流下過程の物理的モデル化と両者の観測流量を統計的に結びつける方法の二つで表現可能である。本稿では統計的な手法を採り、森林や遊水地などの流出段階対策は流入量や流量関係のパラメータで表現する。

## 3) 防災の評価軸

洪水危険度は、その時点における基準点流量と貯水容量の空き容量、それにその後予想される流入量の確率分布を用いて算出する。予想流入量は過去の統計値を用いることにより、季節性を表現する。同じ空き容量でも季節によって危険度は異なる。空き容量がゼロのとき放流量は流入量と等しいか大きくなり、そのときの基準点流量が限度を超えると破堤に至る。空き容量が少しでもある場合には放流量を絞ることができるが、その後の操作が厳しくなることも計算に入れる。

日付 $D_i$ における流入量を $Inflow(D_i)$ 、空き容量を $Va(D_i)$ とし、放流量 $Outflow(D_i, Va, Inflow)$ は空き容量と流入量から季節によって異なる法則に従って定められるとする。下流の基準点における流量 $Q$ は、放流量のみと関係づけて $Q(Outflow)$ で表されるが、流量 $Q$ のときの洪水災害発生（破堤）確率を $F(Q)$ と書くことにすると、洪水危険度は

$$F(Q) \times d(Q)$$

となる。ただし $d(Q)$ は洪水発生時の被害額であり流量によって異なる値をとるが、ここでは簡単に $Q < Q_c$ のとき $d(Q) = 0$ 、 $Q \geq Q_c$ のとき $d(Q) = dc$ （一定値）としておく。

洪水危険度が $Q$ のみによって決まり、 $Q$ は $Outflow$ のみによって定まることから、空き容量 $Va$ 時の洪水危険度は $D_i$ およびそれ以降に予想される $Inflow(D_i)$ の関数であることがわかる。日付 $D_i$ 以降の $m$ 日間流入量の合計が $X$ を上回る確率を $P(X, D_i, m)$ とすると、日付 $D_i$ において空き容量 $Va$ をもつときの洪水危険度は、 $Q(O_c) = Q_c$ となるような $O_c$ さらには $Outflow(D_i, Va, I_c) = O_c$ となる $I_c$ を生じさせるような $m$ 日間総流入量 $X_c$ を用いて

$$\sum_j P(X_c, D_i, j) \times F(Q_c) \times dc$$

と表すことができる。

#### 4) 環境の評価軸

出水攪乱の効果を単一指標で表現することは難しい。攪乱の生態的效果は定性的には明確であり、事例研究も多数あるものの、それらを定量的に体系づけるところまではいっていないからである。ここでは流量変動そのものが出水攪乱を表すとし、流量変動の統計値を効果の指標として用いる。出水攪乱は量と継続期間とタイミングが重要だと生態学者によって指摘されていることから、一定の基準を満たす出水の数、継続期間、生起間隔を指標として表現することにする。

#### 5) その他の評価項目

渇水危険度は洪水危険度と同様の方法で逆に評価する。また多目的ダムにしばしば参加している水力発電の便益変化も計測するため、発電量の増減を推計に取り込む。

#### 6) 代替案の表示と比較

洪水危険度、渇水危険度、発電量はいずれも金額単位で表現されるため、まとめて表すことが可能である。一方で環境改善指標は流量の統計値（の変化量）が複数出てくるのみである。両者を足したり引いたりすることはできないため、縦軸に前者の総コスト、横軸に後者の各効果をプロットした図で表示する。イメージとしては図6.4のようになる。点があるほど経済便益が大きく、右にあるほど環境改善効果が大きい。

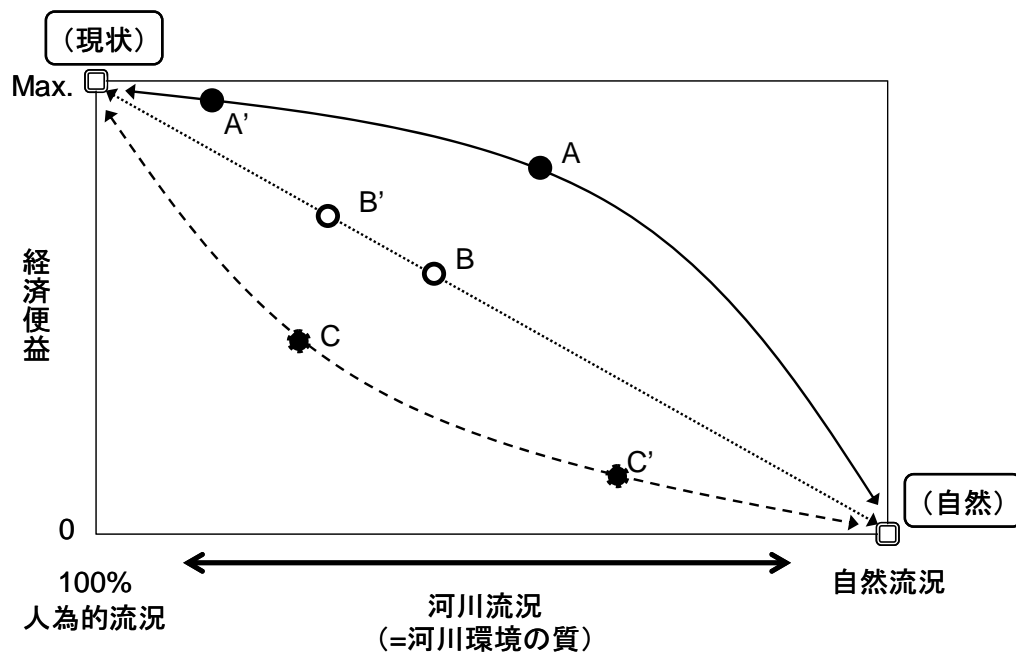


図6.4 代替案比較のイメージ図。CよりBが望ましくBよりAが望ましいが、A'B'C'の三者には単純に優劣がつけられず、当事者の合意形成に選択が委ねられる。

この表示方法では自動的な代替案の取舍選択はできないが、そもそも環境評価は曖昧なものである。曖昧さを捨象せずに明確にしておいた方が環境に関する合意形成や意思決定は結果的に円滑に進むのではないだろうか。

### 6.3.2 ダム操作の評価

#### 1) 正常流量とフラッシュ放流について

正常流量は河川法第一条の「河川について・・・流水の正常な機能が維持され・・・るようにこれを総合的に管理することにより・・・」の記述に相当するもので、利水計画においては農業用水や都市用水へ配分する前に河川流量から優先的に確保されることになっている。実際には河川法施行令第十条において河川利用と共に、流水の占用、舟運、漁業、観光、流水の清潔の保持、塩害の防止、河口の閉塞の防止、河川管理施設の保護、地下水位の維持等を総合的に考慮することとされているが、実質的に環境保全目的といえるのは漁業（魚類等の生物）、観光（景観）、流水の清潔（水質）の3項目である。1997年に改正された河川法には河川環境の整備と保全が目的に加わったが、施行令には流水の清潔の保持、景観、動植物の生息地又は生育地の状況、人と河川との豊かな触れ合いの確保という4項目が掲げられている。

正常流量は上流域に立地する流れ込み式水力発電所においてしばしば問題となる。渇水時や平水時に自流量の全量を取水して発電に使用してきた例が多いからである。1988年の建設省通達により水利権更新時に正常流量（維持流量）を放流することが実質的に義務付

けられたが、上記3項目を考慮して地域の実情にあった放流量を定める必要があるとされているにもかかわらず、放流のガイドラインとして示された流量値（流域面積100km<sup>2</sup>あたり0.1-0.3m<sup>3</sup>/s）が多く地点で踏襲されている。これは、正常流量の放流が発電者にとっては単なる収入減の意味しか持たずその実現には政治的配慮や根拠が必要なこと、放流による環境改善効果が定量的に明確でないことが原因である。正常流量を経済的に評価すること、またその効果を発電量減と比較できる枠組みを作ることが求められている。

一方、多目的ダム下流では年間総流量こそ減少しないものの、平常時の河道流量が顕著に減少して流況が平滑化し、乾燥化と攪乱頻度の減少によって生物相に悪影響が現れる事例が各地でみられている。この環境悪化を軽減するため、フラッシュ放流と呼ばれる人工増水が試験的に行われるようになった。海外ではアメリカ合衆国のグレンキャニオンダムにおける人工洪水がその規模の面でも徹底したモニタリング調査の面でも有名である。これらのフラッシュ放流は主として河床の砂礫や藻類を更新することが目的とされているが、自然流況に存在する大小の攪乱はその他にもさまざまな環境改善効果をもっており、現在のところそれらの攪乱の効果を科学的に整理するまでには至っていない。この問題に対する一つの対応策として、自然流況の流量変動を基準にする水文統計的アプローチが世界的には有力とみなされている。

正常流量やフラッシュ放流は、現存の多目的ダムが計画された時点では存在しない利水用途であり、ダム貯水池の容量配分には居場所がない。便宜的でなく環境改善をダム運用の目的にきちんと位置づけるならば、貯水池に環境用水としての容量を持つべきである。本稿では環境と防災の連携という立場から、既存の治水容量の一部をこれにあてることを提案する。そして、前項で記述したモデルを用いて、治水容量の減少がもたらす洪水危険度の増加を見積もり、環境改善効果と比較することによって正常流量放流の評価を行う。さらに流域規模の視点からは、多目的ダムで減少した治水容量を森林や遊水地などの流出段階対策で補うことにより、治水安全度の低下というコストを森林整備や遊水地使用のコストに転換することができる。次項の遊水地に関する考察のなかでその検討を行う。

## 2) 放流方式による環境改善と災害リスクの評価

一つの仮想的な多目的ダム貯水池において、モデル計算した結果を図6.5に示す。東北地方の中規模ダムを想定してダム規模や洪水被害額を設定し、過去20年の流量資料を用いて計算を行った。正常流量の放流方式（貯水池の運用ルール）を2通り用意し、それぞれの方式に従って放流を実施した場合に現れる下流流況を複数の指標で評価した。指標が複数あるため、一つの代替案に対して経済便益（ここでは洪水危険度の上昇、渇水危険度の上昇、発電量の減少を合計して現況（＝正常流量放流なしの場合）と比較している）軸は単一値、環境改善軸には複数の点がプロットされる（図6.5ではそれらの包絡線を描いてある）。代替案1は最低流量を確保した上で毎月の放流量を調整したケース、代替案2はその簡易版である。代替案1の方が全体的に環境改善されており経済便益の目減りも小さい。



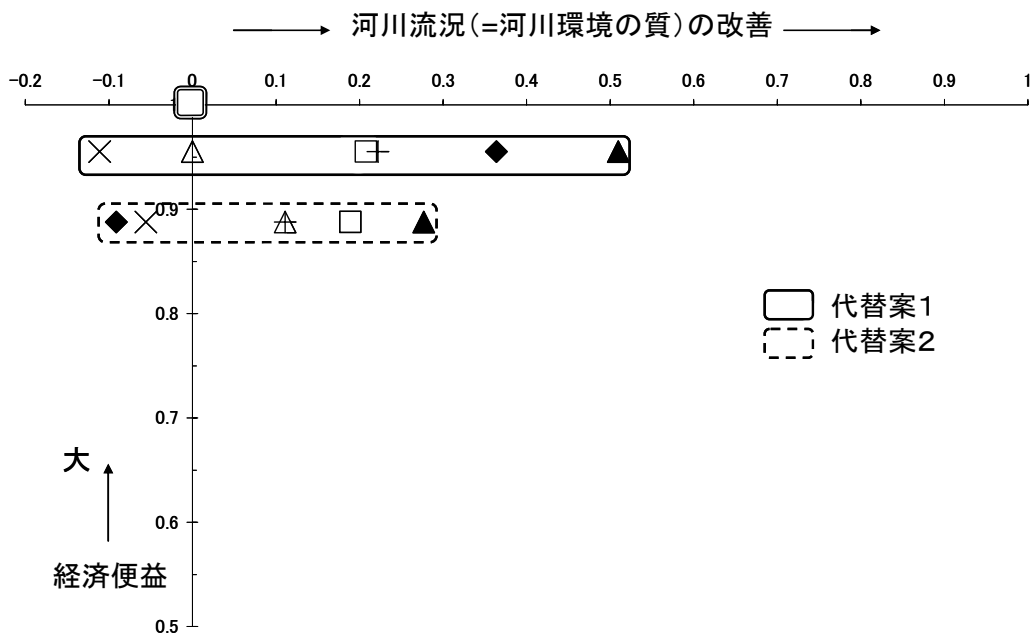


図6.5 ある仮設例における防災環境統合評価結果。左上の四角が現状（環境対策無の場合）を示している。各印はそれぞれ異なる流況指標に対応する。横軸に負値があるのは、かえって悪化した流況指標も存在することを意味する。この例では代替案1の方が全体的に右上にあるため優れていると評価される。

この計算では、現状の治水容量をそのまま使って環境対策をしない場合を基準としているため、正常流量やフラッシュ放流を確保しようとするると経済便益は必ず元より小さくなる。環境対策と防災対策をより有機的に連携させるには、多目的ダム単独ではなく流出段階の対策と組み合わせ、経済便益の減少を抑えながら環境改善の効果が他の場所でも発揮されるような方策をとることが望ましい。環境改善目的による山地森林の適切な管理は、副次的に出水時の貯水池流入を遅延させ貯水池の運用に余裕を与える効果があると期待される。それらを考慮に入れて多目的ダム貯水池に環境用水容量を設け、治水容量の減少分を下流の遊水地で補うといった連携が考えられる（図6.6）。次項では遊水地について考察する。

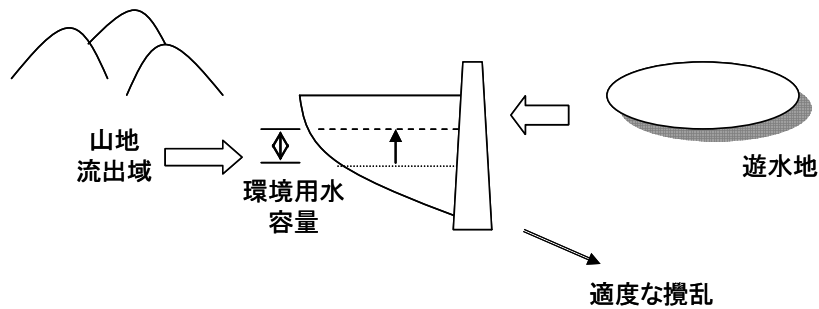


図6.6 流域規模の連携による環境用水の確保

### 6.3.3 遊水地

#### 1) 外国における遊水地政策

遊水地は河道と流域の中間的な性質をもつが、歴史的にはもともと河道であった場所が人間活動の進展に伴い流域に組み込まれたところが多い。欧米では氾濫原の復元と管理が現在の河川環境保護の大きな潮流のひとつとなっており、ドナウ川中流部（ドイツ他）、スキヤーン川下流部（デンマーク）、キシミー川およびエバークレイズ（アメリカ）などの復元・保全事例は世界的に有名である。

ドイツでは、2005年に施行された連邦レベルの洪水予防法によって、氾濫区域の関連法が整備された。これは遊水域の確保を防災の面から意義付けたものといえる。水資源の側から河道を管理する法律である水管理法、流域の土地利用を規定する国土計画法、さらに都市計画法がこれに関連して改正されている。2002年のエルベ川洪水の際、従来型の治水対策の限界が認識されたことから、河道空間の拡大、分散型洪水調節機能の配置、氾濫区域内の土地利用管理の三つを柱とする5点プログラムを連邦政府が発表したことが出発点となった。氾濫区域内では宅地開発の禁止や農地利用の規制が行われるほか、湿地や緑地としての土地利用を維持していくことが求められる。1/100確率洪水で想定される氾濫域を一応の基準としており、5点プログラムでは引堤や支流・細流の貯留機能強化にも触れられている。

EU諸国では2000年以来Water Framework Directiveが河川管理の大枠を規定する国際基準となっている。農産物需給の緩和による余剰農地の出現、自然保護の要望の高まりとともに流域管理による洪水防御策促進の必要性が西欧各国の共通認識になり、遊水地は防災と環境のベクトルが同じ方向を向く場として注目されている。ドイツの動きは防災面から法整備を行った例であるが、自然復元のひとつとしてドナウ川やライン川で河道内副堤（夏堤防）の除去や直線河道の再蛇行化に伴う河川沿い農地の遊水地化が実施されている。

牧畜が土地利用の中心を占めるオーストラリア、イギリス、ニュージーランドなどでは、河川近くの大量の土地が排水により牧草地化された結果、河畔の土地と河道との連続性が遮断されたことによる生態系影響が問題となっている。オーストラリアの半乾燥地では塩類の集積によるユーカリ林の病気蔓延や増水時の水交換が絶たれたことによる河畔池沼の

生物相の変化などが観察されており、自然復元の面から遊水機能の復活が望まれている。

中国では1998年の長江大洪水の際、中流に位置する洞庭湖と鄱陽湖の遊水機能の喪失が洪水被害を大きくした原因の一つであると指摘された。長江中流域には荊江と洪湖という巨大な二つの遊水地が設けられている。荊江は面積1,000km<sup>2</sup>、洪湖は面積2,782km<sup>2</sup>という広さであり、それぞれ通常時には51万人および110万人の住民が暮らしている。遊水地内の都市は囲繞堤に守られており、農村部には高台になった避難地や公共施設の中高層に指定された避難所が設けられている。1998年洪水では遊水機能は結果的に使用しなかったが避難や水防活動は行われた。これらの遊水地は平常時には農地として利用されており、自然保護の観点から維持される土地ではない。

長江と並んで中国のもう一つの大河である黄河の中下流域にも、北金堤や東平湖といった既存の河川・湖沼を利用した遊水地や、齊河や墾利といった本川狭窄部の拡幅に伴って設置された遊水地が存在する。北金堤遊水地は面積2,316km<sup>2</sup>で居住人口150万人、まだ一度も使われたことはない。東平湖遊水地は627km<sup>2</sup>の面積をもつが、名の通り自然湖沼を中心とした地域であって、過去50年に数回使用されている。住民に対して平常時と被害発生時に補助金を出していたようである。齊河と墾利の遊水地はいずれも面積100km<sup>2</sup>あまりで、近隣の重要都市や三角州の油田を洪水時に守る防災機能が重視されている。長江も含めてこれらの遊水地は巨大なこと、そして旧来からの居住地や引堤によって河川側に含まれた土地であるために、環境保全の意義を見出すのは難しいと考えられる。

黄河中流部の広幅区間などでは堤外地の幅が10kmほどもあり、高水敷には農地が広がっている。堤外農地を守るための小堤がみられることもある。低水路に比して川幅が広いのは流出土砂量の多い河川の特徴であり、日本の川にもよくあてはまる。高水敷が洪水時に発揮する遊水機能は評価が難しいが、これを増強させる対策は高水敷に多様な生息環境を生み出すことになり、環境改善効果を発揮すると考えられる。変動帯河川には有効な施策といえる。

## 2) 日本の遊水地

日本の大河川に設けられている遊水地には、長江や黄河のように普段は農地として利用されているものもあれば、ドイツの氾濫区域が目指しているように緑地や湿地として維持されているものもある。

前者の例として写真6.1に最上川の大久保遊水地、後者の例として写真6.2に渡良瀬川の渡良瀬遊水地、中間的な例として写真6.3に利根川の菅生調節池の様子を示す。菅生調節池の敷地のうち茨城県守谷市と常総市に属する地区は水田が広がっているが、千葉県野田市の利根川をはさんだ飛地になっている地域には農地化されず湿地状を呈している土地が存在している。



写真6.1 大久保遊水地（最上川）



写真6.2 渡良瀬遊水地（渡良瀬川）



写真6.3 菅生調節池（利根川）。左は農地部，右は湿地状地区の様子。右手前は越流堤。

大久保遊水地の容量は9.0百万m<sup>3</sup>，渡良瀬遊水地は3調節池の合計で171.8百万m<sup>3</sup>，菅生調節池は28.5百万m<sup>3</sup>となっている。利根川上流にある7つの多目的ダムのうち，最も小さい菌原ダムが有効容量14.1百万m<sup>3</sup>，次に小さい相俣ダムが20.0百万m<sup>3</sup>であるから，渡良瀬を別格として中規模多目的ダムに匹敵する洪水調節能力をもつことになる。渡良瀬遊水地の貯水池部分（谷中湖）や埼玉県荒川第一調節池（彩湖，洪水調節容量39百万m<sup>3</sup>）では利水目的も併せもつかわら，親水・レクリエーション機能や自然保全機能を前面に打ち出した管理が行われている。渡良瀬遊水地は日本でも指折りの大規模湿地として広域生態系への寄与の期待も大きい。

淀川下流部には城北ワンド群に代表される水制により形成された河道内湛水域が数多く存在し，多様な生物生息環境を提供していることで知られる。木曾川でも写真6.4のように水制間にワンド群が形成されている。多摩川では高水敷に写真6.5のように人工的にワンドを造成した例があり，魚類が本川の淵の代替環境として利用しているとの調査結果もある。これらのワンド一つ一つがもつ洪水調節機能は決して大きくないが，環境保全機能の寄与は極めて大きく，またワンド群としてみた場合には多目的ダムにおける環境用水分の容量

を生み出す助けにはなるだろう。長さ100mで幅20mのワンドが10個連なっていれば、水深1m分の遊水能力は2万m<sup>3</sup>の容量となる。



写真6.4 木曽川下流のワンド



写真6.5 多摩川の人工造成ワンド

#### 6.4 環境と防災の連携に関する提案

本章では、大雨による洪水災害を対象に、その発生を未然に防ぐ技術的対策段階において、防災目的が環境保全・改善目的と連携して成立していける可能性を検討し、その定量的な評価モデルを提案した。

河川環境において防災との連携を論じるには、洪水には環境保全に積極的に貢献する意味があるということを踏まえなければならない。しかし流域に無差別に浸水を許すことは、防災の目的に反するばかりでなく河川環境の保全にもほとんど寄与しない。環境保全に役立つ洪水は河道内と河畔の氾濫原にほぼ限定されるのであって、流域の社会を守る防災対策と両立しうる。よって、破堤に至る危険性が顕著に高まらない限り、河道内流量が増大することはむやみに抑制すべきでない。

河道内に適度な攪乱を起こすためには、流量操作施設と貯水容量が必要である。流量操作は既存の多目的ダムを活用すればよいが、貯水容量はほとんどの場合配分が出来上がっているので既存秩序の修正が求められることになる。環境用水は一種の新規利水なので、他の利水用途と水資源再配分を行うのが本筋であろう。しかし既得の水利権を環境目的で修正することは現実的に容易でなく、同一の行政主体が管理を行っている治水容量と調整する方がやりやすい。治水容量を変更すると洪水安全度に響いてしまうので、それを環境改善効果と比較するか、あるいは洪水安全度を別な方法で担保する必要がある。

治水容量を振り替える先として、環境保全にも役立つ方式があれば環境防災連携型の制度としては申し分がない。そこで浮かび上がってくるのが遊水地である。遊水地は世界的に自然保全の立場からも洪水防御の立場からも積極的に推進されている実績をもち、また現行の治水計画にも正当な居場所を占めていて既存の秩序と親和性が高い。このことから、

図6.6に模式的に示したように、環境保全機能も発揮できるように設置した遊水地で新たに確保される治水容量を多目的ダムから一部差し引き、環境用水容量にあてることが可能であろう。ダムは上流域、遊水地は中下流域に位置することから、流況調整による環境改善効果は河道で縦断方向に連続的に発揮され、洪水防御効果はより目的地に近い下流域で発揮されることも好都合である。山地森林の整備効果も加味することができる。

本章ではその連携方策を評価するモデルの骨組を提示したが、単純かつ原始的な構造であって細かな分析には耐えない。しかし、複数の代替案を比較する際にはこのような筋道がひとつの参考になるであろう。



表 6.1 戦後日本における河川環境政策の主な流れ

1964	新河川法, 東京オリンピック	【河川環境に対する要求は水質とスポーツ空間】
1969	都市河川環境整備事業	中小河川の浄化用水導水と河川敷の利用(運動公園)が二本柱
1970	水質汚濁防止法(公害)	
1980	多摩川河川環境管理計画(機能空間配置計画)	河川敷の空間を機能により8つに分類
1981	河川審議会答申「河川環境管理のあり方について」	『河川環境とは、水と空間との統合体である河川の存在そのものによって、人間の日常生活に恵沢を与え、その生活環境の形成に深くかかわっているものをいう』
		【人間中心, 生活環境のみが対象】
1987	ふるさとの川モデル事業(1994年から「ふるさとの川整備事業」)	
1988	マイタウンマイリバー整備事業(都市中心)	【親水性】
同	建設省通達「発電水利権の期間更新時における河川維持流量の確保について」	
1990	多自然型川づくり通達	『河川が本来有している良好な生物環境に配慮し、自然景観を保全・創出することが河川事業の目標である』
		【生物要素の重視】
1991	魚がのぼりやすい川づくり推進モデル事業(多摩川, 揖斐・長良川, 太田川)	翌年は吉野川, 球磨川, 七北田川, 奄美五河川, 94年には12河川追加
同	河川水辺の国勢調査	
1992	アジェンダ21 環境と開発に関する国連会議(リオ地球サミット)	
同	生物多様性条約(1995生物多様性国家戦略)	
同	正常流量検討の手引き(案)	
1993	清流ルネッサンス21(水環境改善緊急行動計画)全国30ヶ所	(1999年からは清流ルネッサンスIIとして第二期, 22ヶ所)
1994	環境基本法, 環境基本計画(環境省)	(2000年には「環境基本計画—環境の世紀への道しるべ—」)
同	環境政策大綱の策定(建設省)	
1995	河川審議会答申「今後の河川環境のあり方について」	①生物の多様な生息生育環境の確保 ②健全な水循環系の確保 ③河川と地域の関係の再構築 ④住民, 地方公共団体等を含めた流域全体の取り組み
1996	河川審議会答申「21世紀の社会を展望した今後の河川整備の基本的方向について」	①流域の視点②地域連携③多様性(生物, 余暇, 国土形成)④情報公開・共有
1997	河川法改正	
1998	健全な水循環系構築に関する関係省庁連絡会議	環境省(水環境), 国土交通省(水資源, 下水道, 河川), 農林水産省(灌漑, 森林), 厚生労働省(水道), 経済産業省(工業用水, 水力発電)
2000	流域委員会, 流域懇談会(河川整備計画)	
2002	新・生物多様性国家戦略	
2003	自然再生推進法	
同	第3回世界水フォーラム(滋賀・京都・大阪)	
2004	外来生物法(特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律)	

～70年代	—水質と運動空間	経済活動から生活者を守る(経済活動偏重からの揺り戻し)
80年代	—生活環境と親水性	生活者の立場を重視
90年代	—生物	生活者から自然を守る(生活者偏重からの揺り戻し)
00年代	—自然システム	自然のより深い理解
将来	—人と自然?	(人間社会の持続とは)(自然偏重からの揺り戻し)?

## 第7章 都市型水害対策の展開

### 7.1 都市型水害の発生

近年は、水害が人・財産・都市機能の集中した場所で発生するために、都市機能が麻痺することによる直接・間接的な被害が大きくなるという『都市型水害』が多発している。

これは、都市域への人口集中による市街地の発展に伴い水害危険地域である低地へも市街地が広がったことや、水害時に雨水が流れ込む危険性のある地下空間を持った構造物が増えていることが要因として考えられる。

特に、地下街への浸水被害の発生は深刻で、都市部に拡大を続ける地下空間は、今後における水害対策の重要な課題となってくる。

#### 【地下街の主な浸水被害】

- 1999年6月の福岡水害で、大量の水が博多駅周辺の地下街や地下鉄、ビルの地下室などに激流となって流れ込み、地下室に閉じ込められ1人が死亡。同年7月にも東京都新宿区の住宅地の地下室で1人が死亡。
- 2000年9月の東海豪雨では、名古屋市の地下鉄が浸水で最大2日間運転停止、約47万人の足に影響。
- 2003年7月の集中豪雨で福岡は再び水害に見舞われ、地下鉄などの地下空間が浸水。2004年には、9月に集中豪雨で東京都渋谷区の地下1階店舗が浸水。
- 10月の台風22号では東京・地下鉄麻布十番駅の地下3階ホームが浸水。横浜では西口商店街の地下店舗が水没。



平成12年名古屋市

平成16年新潟県

平成16年福岡市

資料：国土交通省河川局 HP

図7.1 都市型水害の発生例



平成15年福岡市

平成11年東京都

平成11年福岡市(死亡事故)

資料：国土交通省河川局 HP

図7.2 地下街・地下室の被害例

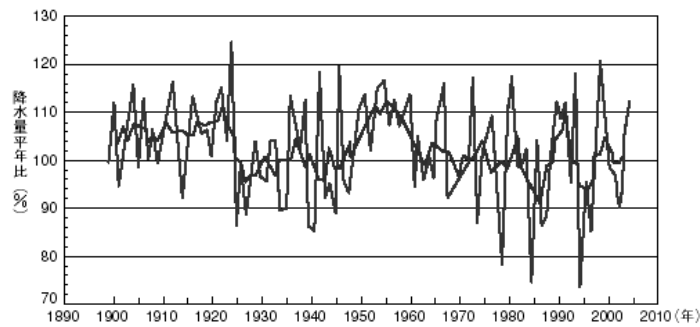
## 7.2 都市型水害発生の要因

### 7.2.1 局地的豪雨の頻発

近年のわが国における年降水量の変動が激しく、気象庁「気候変動監視レポート2004」によると2004年の降水量は平年の113%と多くなっている。

また、豪雨発生の特徴として、ピンポイントの集中豪雨が多発しており、2004年においてはアメダス観測値として1時間50mm以上の強雨は470回、100mm以上の大雨は7回を記録している。

これらの局地的な豪雨が、『都市型水害』発生の要因となっている。

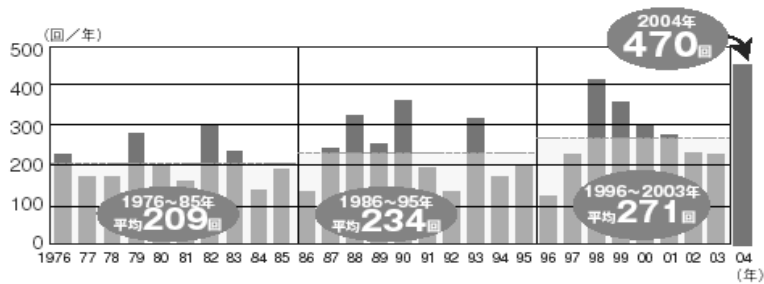


注) 青色の線は国内51地点での年降水量の平年値に対する比(平年比・%)を平均した値。赤の線は平年比の5年移動平均

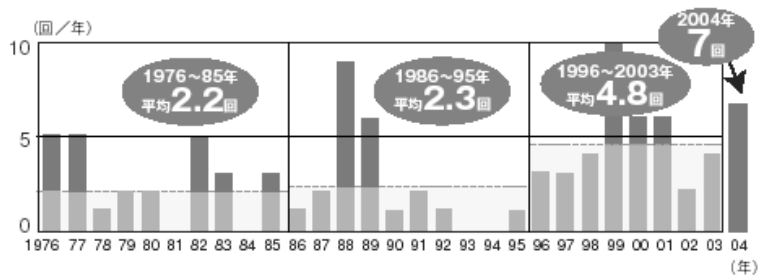
注) 気象庁「気候変動監視レポート2004」(2005年3月)から作成

資料: 国土交通省河川局 HP

図7.3 日本における年降水量の経年変化(1898年~2004年)



(a) 時間雨量50mm以上の降雨の発生回数



(b) 時間雨量100mm以上の降雨の発生回数

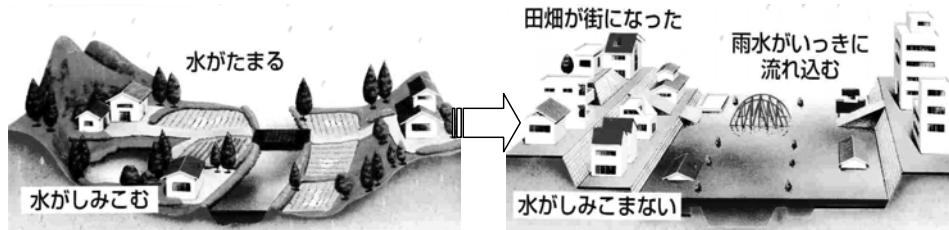
資料: 気象庁(国土交通省河川局 HP)

図7.4 全国のアメダス地点(約1300カ所)における降雨記録

### 7.2.2 雨水流出量の増大

水害発生の要因として、都市化による雨水流出形態や生活場の変化があげられ、本来は地域が有していた保水・遊水能力が、開発された市街地においては大きく低下し、雨水流出形態の変化により水害の危険度が高くなる。これに伴って、市街地の河川・下水道等の排水能力が不足し、市街地の低地部等で浸水が発生する。

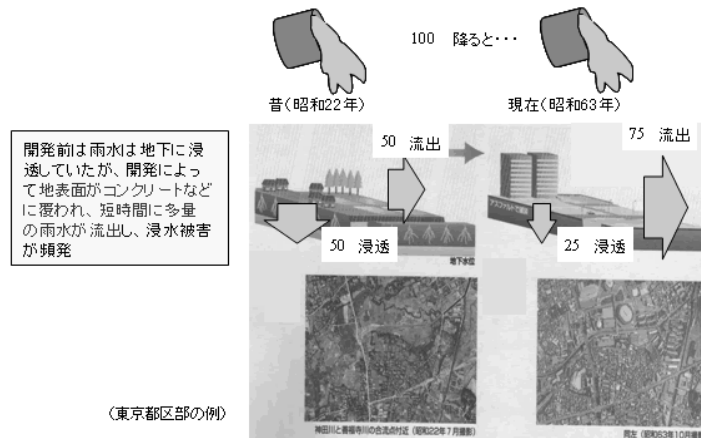
また、市街地からの急激な流出により流入先の河川的能力も不足し、河川からの溢水による浸水が発生する。特に、大規模開発によりこの流出形態の変化による影響が大きく、河川へ放流制限に対応した適切な雨水排水計画の検討が急務となっている。



資料：国土交通省河川局 HP

図 7.5 都市形成に伴う雨水流出量の増大

次図は東京都における都市化に伴う雨水流出量と浸透量の変化を示したもので、開発前に比較して雨水流出量は 25%増加しており、雨水流出量の総量だけでなくピーク量も増大するため、排水施設能力を上回って、浸水が発生することとなる。



資料：東京都下水道局 HP

図 7.6 都市化に伴う雨水流出量の増大・浸透量の減少

## 7.3 都市型水害対策の現状と課題

### 7.3.1 施策の現状

#### (1) 下水道の取り組み

都市域の排水施設である下水道の整備状況をみると、汚水についてはほぼ整備されてき

たが、雨水（浸水対策）については、半分程度の達成状況であり、今後も整備を進めていく必要がある。

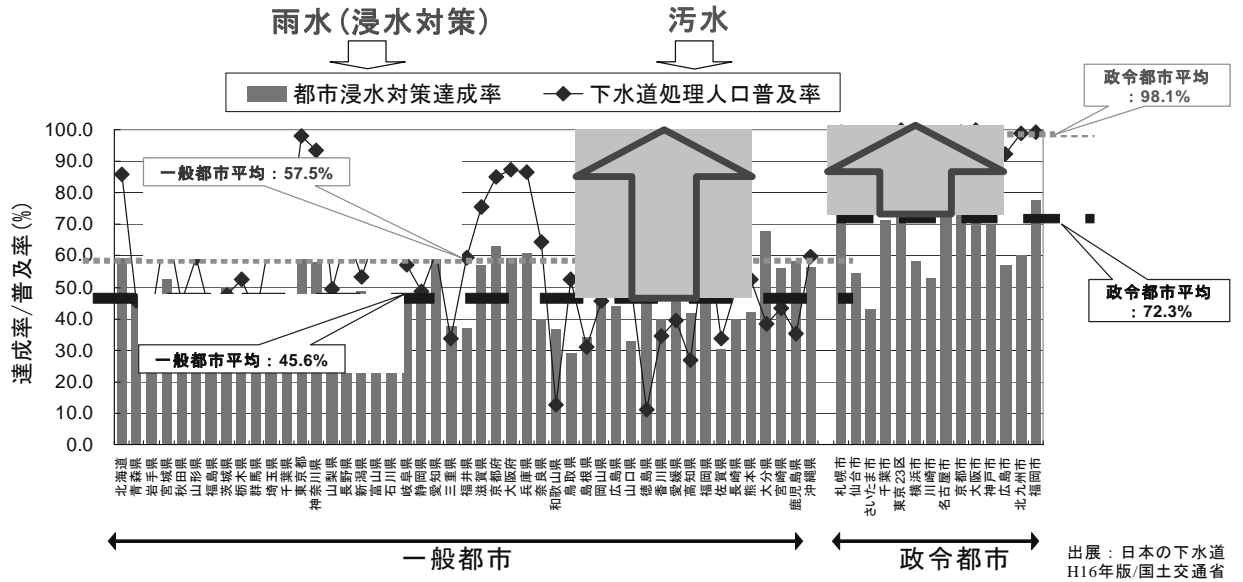


図 7.7 下水道の整備状況

対策方法としては次図のような施設の整備が必要であるが、これら整備には多大な費用が必要で、昨今の自治体の財政事情から一般的な目標レベル（10年に一度の大雨に対応する施設整備）の整備は早期には困難と思われる。また、密集した市街地に大規模施設の設置は、施工・敷地の確保の面からその実施にあたっては非常に難しい。

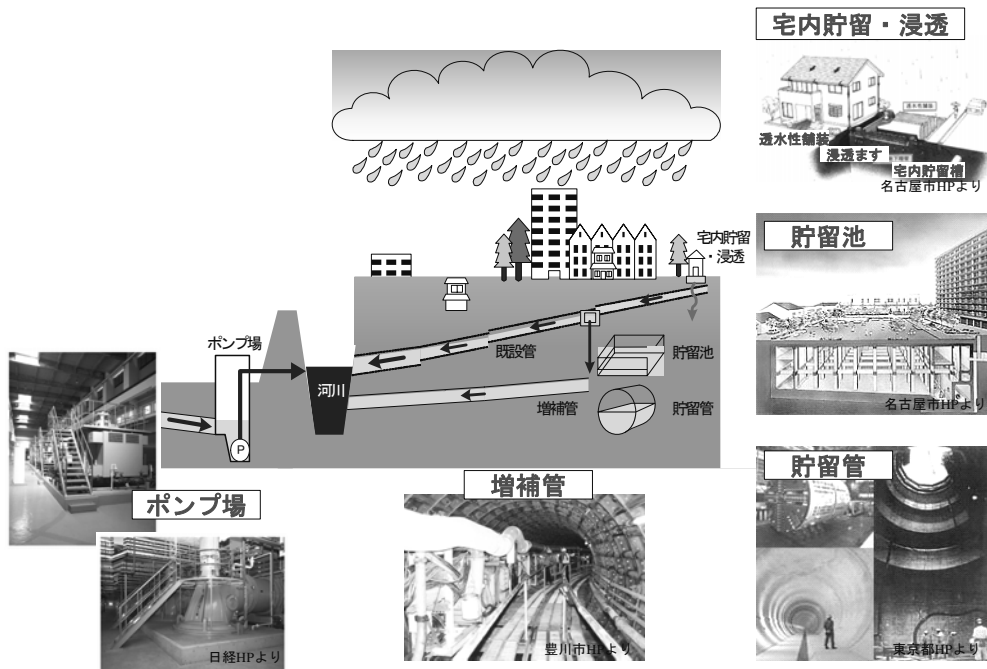
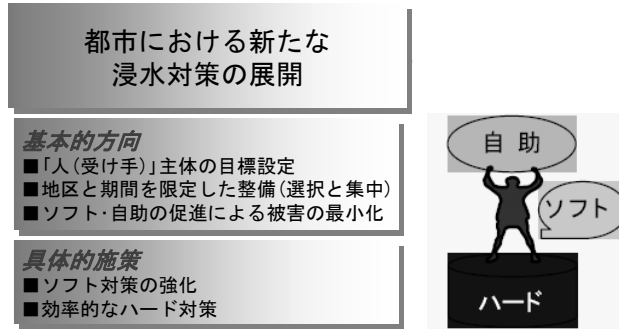


図 7.8 下水道による浸水対策施設の整備

このような状況から、都市における新たな浸水対策の展開が提言され（下水道政策研究委員会 浸水対策小委員会）、これを踏まえて、公助によるハード施設の整備とともにソフト対策た地域住民等への自助も含めた『総合的な都市浸水対策』が検討されている。

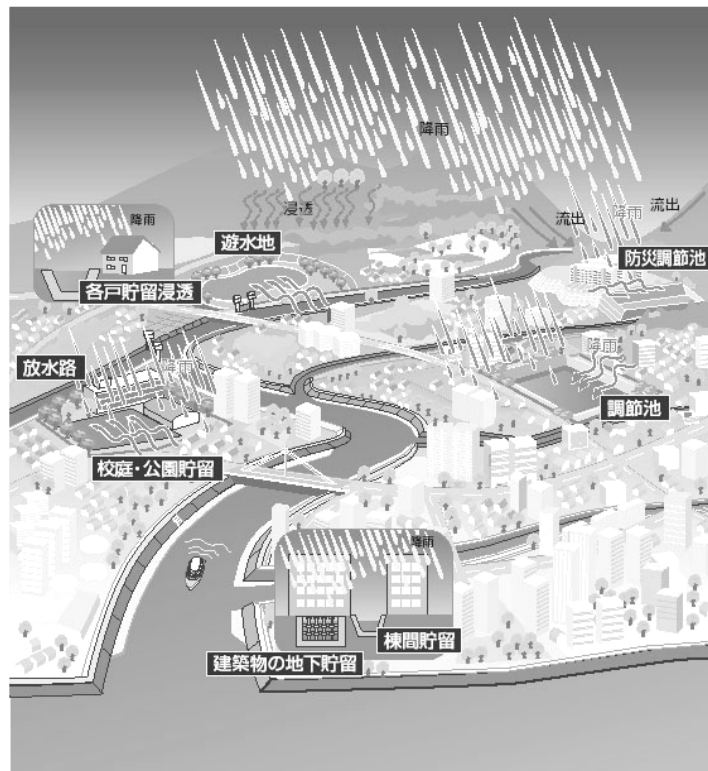


資料：国土交通省下水道局 HP

図 7.9 都市における新たな浸水対策の展開

(2) 総合的な治水対策への取り組み

高度成長期以降の全国的な市街化の進展により、河川の流域の保水能力や遊水能力は著しく低下し、河川への流出量が短時間に増大、中・下流域の都市部で水害が起りやすくなり、都市部においては、河川改修とともに、流域対策や被害軽減対策など、総合的な取り組みが続けられている。



資料：（社）日本河川協会「河川事業概要 2004」，資料：国土交通省河川局 HP

図 7.10 総合的な治水対策のイメージ図



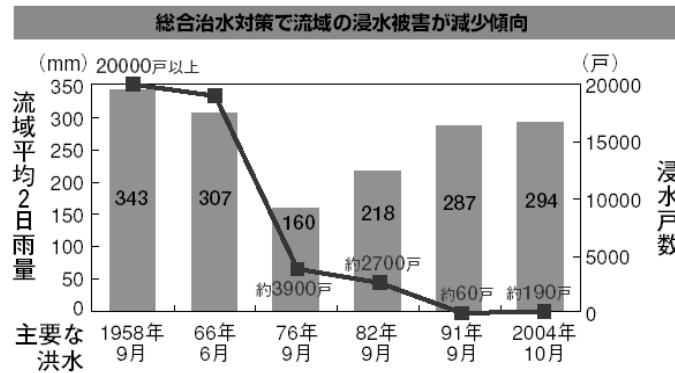
この総合的な治水対策の実施により、次のような効果が現れている。

【総合治水による対策の効果例】

1976年に国、流域自治体、学識経験者からなる「鶴見川流域水防災計画委員会」が発足し、治水対策の提言をした。建設省（現・国土交通省）は1979年、「総合治水対策特定河川事業」を創設し、鶴見川を含む6河川を総合治水対策特定河川に指定。河川整備に加え、流域までを含めた総合的な治水事業がスタート。

鶴見川では、1981年に「鶴見川流域整備計画」を想定市街化率75%で策定し、全国に先駆けて総合治水対策に着手。さらに1989年には想定市街化率を85%として「鶴見川流域新流域整備計画」を策定。

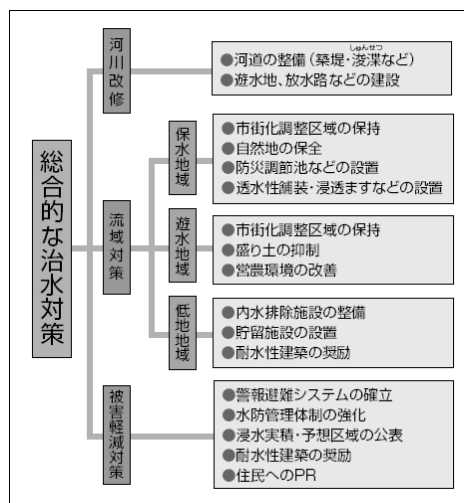
東京ドーム約3杯分の土砂を川底からすくい、川の断面積を広げ、流下能力を事業開始当時の約2倍に。また、2003年から鶴見川多目的遊水地の運用を開始するとともに、平常時は公園などに利用し、洪水時には貯水して氾濫を防ぐ防災調節池を3300カ所、流域に設置。



資料：国土交通省河川局 HP

図 7.11 総合的な治水対策の効果 (例)

総合的な治水対策では、河川サイドの施策とともに、流域対策として、土地の利用規制や各家庭や事業場に対して雨水の流出抑制を行うものとしており、順次その適用を広げている。



資料：国土交通省河川局 HP

図 7.12 総合的な治水対策のメニュー

### 7.3.2 施策の課題

前述の主な都市型水害対策の施策の現状を踏まえて、今後の施策の展開にあたっての課題を考えると次のとおりである。

- ① 下水道や都市河川の抜本的な整備は行き詰っており、完全な浸水の解消の早期実現は難しく、現実的には、人命に及ぶ重大な浸水被害に対しては極力防止し、それ以外は浸水被害を軽減させるレベルの短期的対応を推進せざるを得ない。
- ② 総合的な治水対策によりその効果は現れているが、今後とも継続的に施策を展開するためには、住宅や事業場に規制を課している雨水流出抑制策に対して、何らかのインセンティブを与える支援策を打ち出すことが望ましい。特に、今後のまちづくりの一環として、環境にやさしく、その恩恵を享受できる施策の展開を推し進めることが重要である。

以上から、次の2つの視点により具体的な施策を実施することが肝要と考えられる。

- 短期的対応：早期に対策効果を発現させる対策；局所的な浸水の解消
- 長期的対応：まちづくりの一環として長期的に施設整備を行う対策；施設整備に住宅内の戸別雨水貯留や浸透の導入による雨水流出抑制，水田の貯留機能を活用した雨水排水 等

## 7.4 都市型水害対策の今後の展開

### 7.4.1 短期的対応

早期に対策効果を発現させる対策としては、頻繁に浸水被害を受け、かつ深刻な被害が発生する箇所を選定して、集中的な施設整備が必要である。

特に、非常に地形が複雑な都市域については、詳細な地形情報を活用した解析により、整備箇所を特定することが重要である。

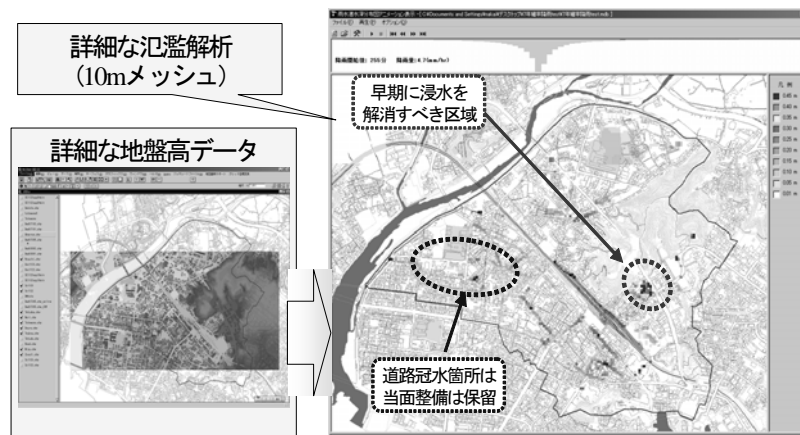


図 7.13 都市型水害対策短期的対応のイメージ

なお、この対応策では、十分な整備目標レベルを達成できない可能性もあり、ハード対策とともにソフト対策（ハザードマップ、リアルタイム浸水情報提供・避難指示等）を併用して、減災に十分配慮する必要がある。

#### 7.4.1 長期的対応

##### (1)都市インフラ再整備と環境に配慮した雨水排水

都市域において、都市水害対策の長期的対応を推進するにあたって、次の点が重要である。

- 自治体・地域住民に永続的なインセンティブを与えること。被害発生直後はともかく、浸水対策の整備に長期間かかる場合、なかなか賛同を得続けることが難しい。
- 浸水対策以外の付加的な機能により、その施設整備の効果（恩恵）を体感できる施策とすることが必要である。特に、「環境にも貢献できる」施策が住民の賛同を得やすいと思われる。
- また、下水道にこだわらず、他事業と連携した施策とし、まちづくりの一環として施設を整備していくことが望ましい。
- さらに、地震等の災害時に利用できる水を確保し、防災に役立てることに配慮することが望ましい。

以上を踏まえた長期的対応として、次のような施策がアイデアとして考えられる。

##### 【都市インフラ再整備と環境に配慮した雨水排水】

###### ■道路の横断形状を道路中心線が深くなるように変更

……豪雨時に道路上の空間を利用して雨水を排水することにより、局所浸水の発生を軽減する。

###### ■浸透性（透水性）舗装を整備

……雨水浸透により、豪雨時に雨水流出量を削減し、浸水の発生を軽減する。

……比較的弱い降雨であっても、雨水を浸透させることにより、道路面等に存在するノンポイント汚濁負荷の流出を抑制する（浸透水の処理をすれば、負荷量の削減も可能）。

###### ■住宅・事業場（屋根）に雨水を貯留

……豪雨時に雨水流出量を削減するとともに、晴天時（特に夏期）に貯留した雨水を道路に散水し、ヒートアイランド化を抑制する。

……貯留した雨水は、災害時の防火用水・雑用水として活用することができる。

具体的な施設整備のイメージは、次図のとおり。

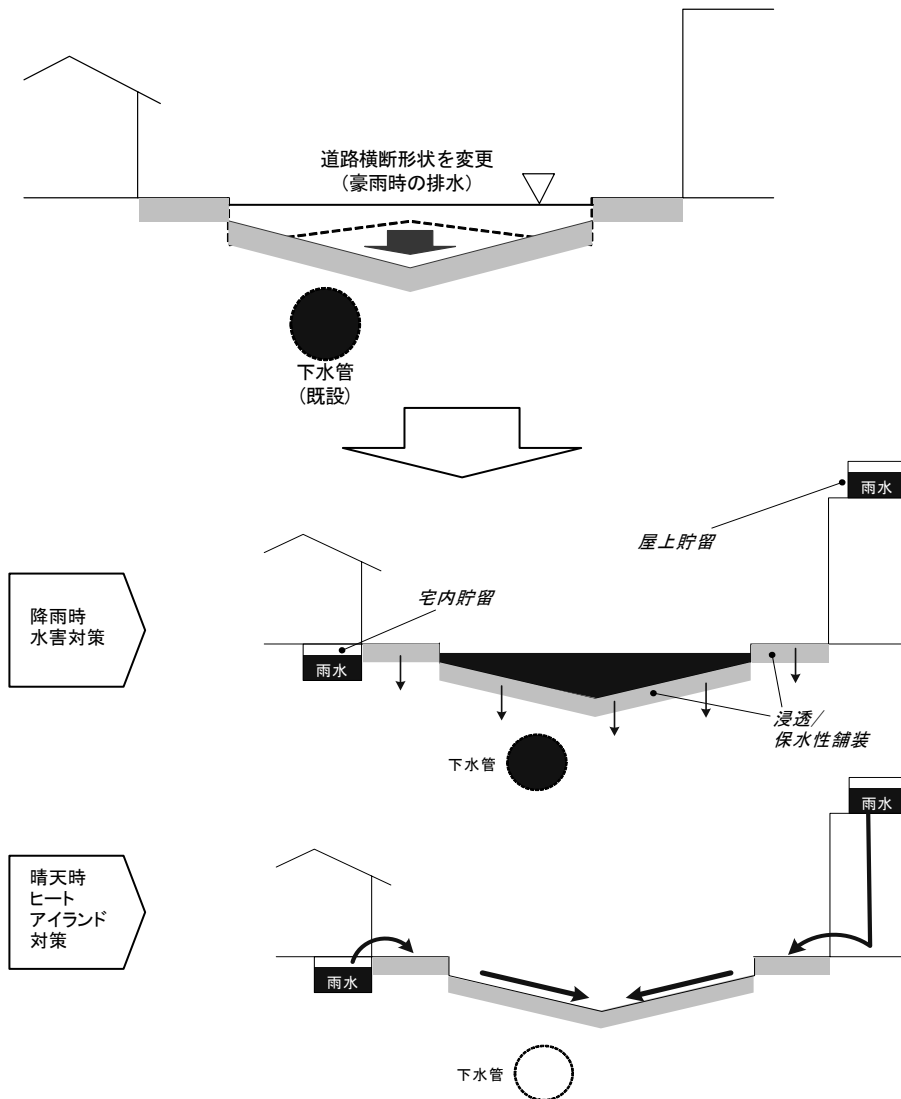


図 7.14 道路再整備と合わせた雨水排水施策のイメージ

(2) 都市周辺の水田の保水能力を活用する雨水排水の推進

都市周辺の残存する水田には、潜在的に貯留機能があるが、原則として豪雨時には浸水（湛水）させないこととなっている。

一方、農業従事者の高齢化に伴って水田が宅地等に転用されることが予想され、潜在的な保水・貯留機能が失われることが懸念される。

そこで、豪雨時に水田等の農用地に積極的に貯留させて市街地の浸水を解消する定量的な評価を行い、浸水解消に相当する代替施設整備費を農用地の補償費として支給し、水田の消失を防ぐスキームを構築する。

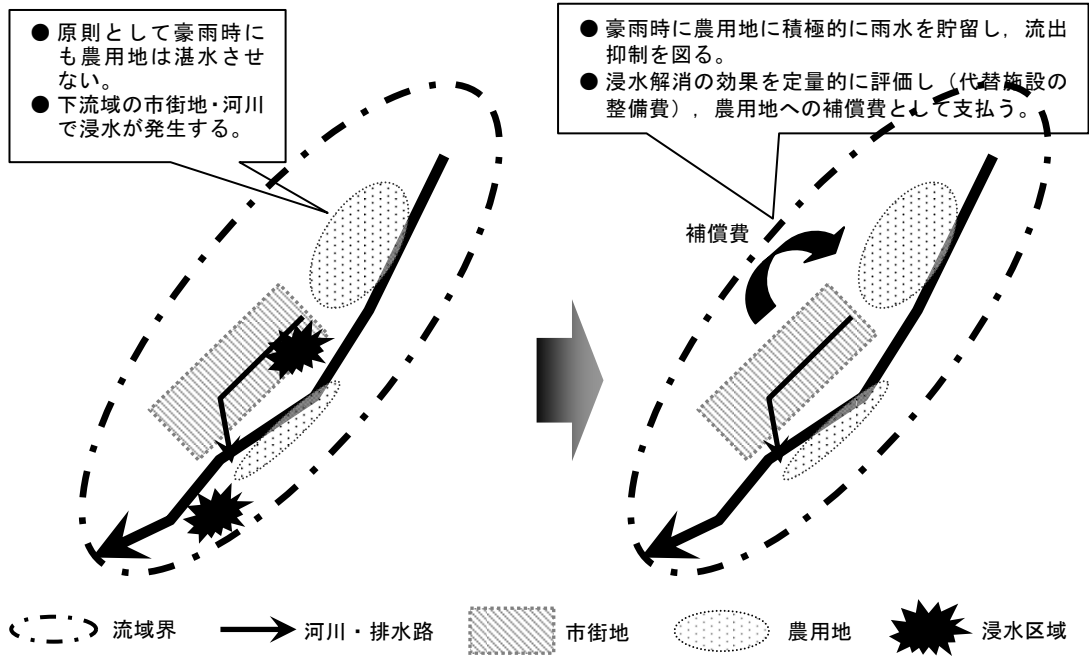
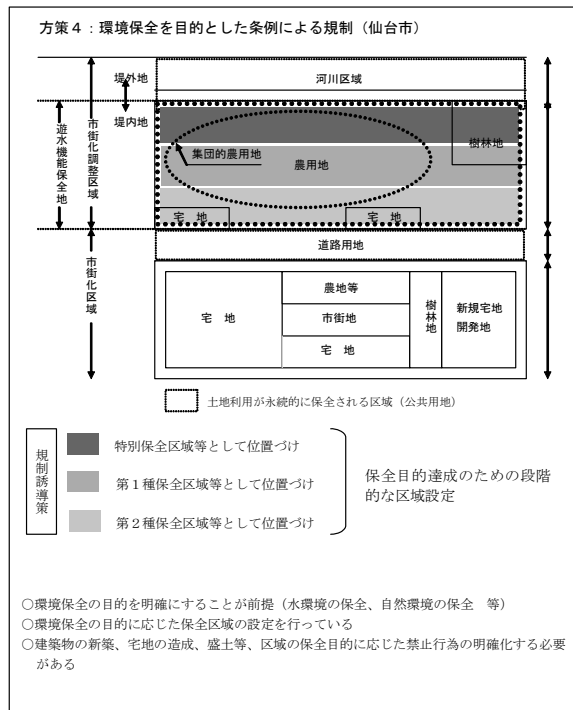
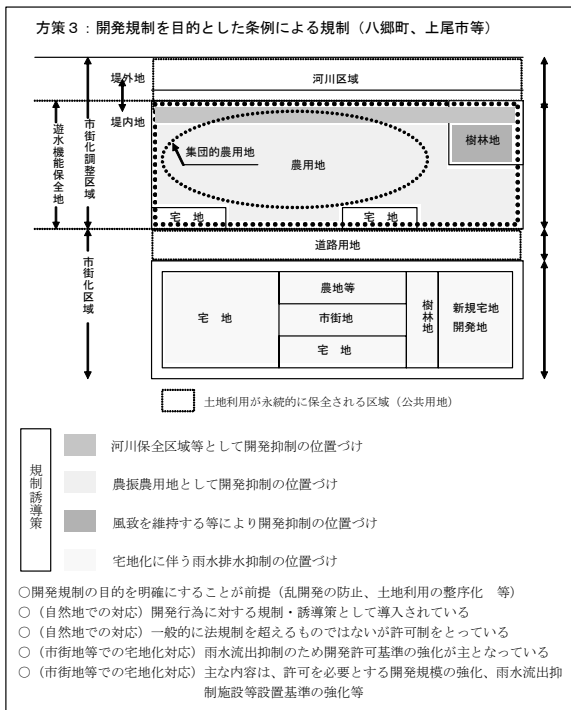
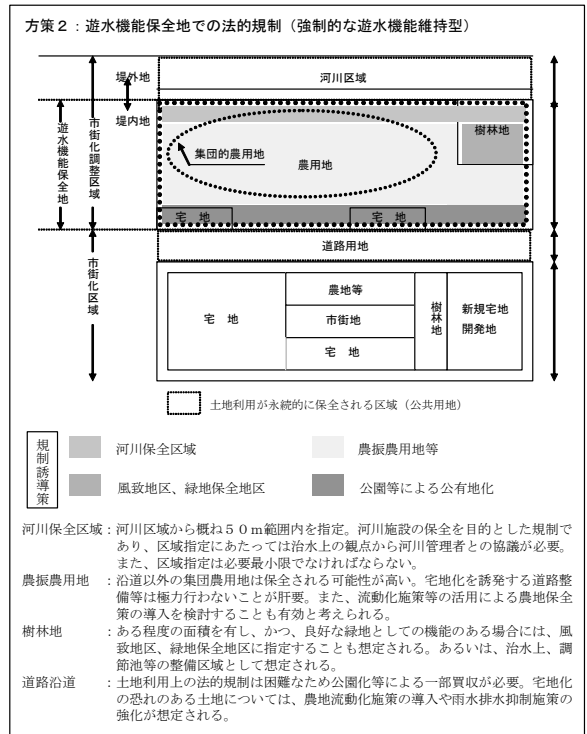
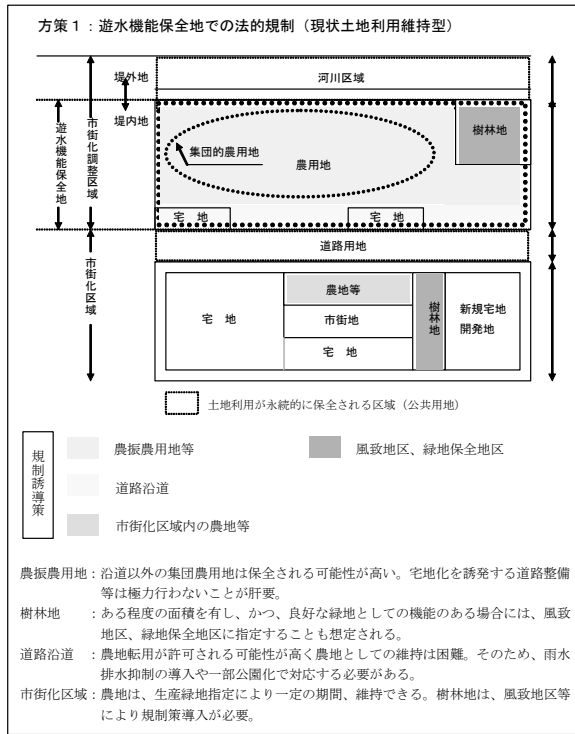


図 7.15 水田の保水能力を活用する雨水排水の推進

ただし、このような農用地の位置づけに関しては、様々な法規制があり、次図に示すような検討を行い、円滑な運用を図る必要がある。



資料：遊水機能保全区域の指定と雨水流出抑制施策に関する調査（日本上下水道設計株式会社，株式会社UFJ総合研究所）

図 7.16 農用地を活用する雨水排水の推進に係る検討方策案

## 7.5 都市型水害対策の環境への貢献度評価の必要性

都市型水害の対策として重要な点は、重大な浸水被害は短期的な対策により解消し、抜本的な対策は、まちを再構築する長期的な視点で実施すべきと考えられる。

長期的な対策として有力な手法は、雨水の貯留・浸透等の流出抑制策であり、これらの流出抑制策は、水害対策の側面ばかりでなく、ヒートアイランド抑制やノンポイント汚濁負荷の削減等、環境の側面からもその効果が期待できる。また、流出抑制機能を有する水田の保全についても、環境への貢献が期待される。

このように、水害対策としての効果だけでなく、適用する施策について環境の側面からも定量的にその効果を評価することが重要であり、エンドユーザーである住民に対して10年に1回発生する水害だけでなく、日常の身近に感じる環境に対しても効果がある点を示すことで、施策への理解と協力も得られやすくなるといえよう。

今後は、防災と環境の両面から施策を評価し、双方に効果のある施策を展開することが重要であると考えられる。



## 第8章 豪雪災害における環境と防災の連携

### 8.1 はじめに

平成17年12月上旬から1月上旬にかけて、日本各地で低温となり、日本海側を中心に暴風を伴った大雪となった。1月中旬以降も、山沿いの地域を中心に大雪となる日が続いた。この結果、気象庁が積雪を観測している339地点のうち、全国の23地点で、年間の最深積雪の記録を更新（観測開始以来の最も大きな値を記録）した。また、12月としての最大記録を106地点で、1月としての最大記録を54地点で、2月としての最大記録を18地点で更新した。図8.1は今年度の積雪量を平年並みであった平成16年度および豪雪年の昭和58年度と比較したものである。12月の降雪が昭和58年度の豪雪と比べても非常に多く、特に東北、北陸・甲信越地方に大きな災害をもたらせた。3月30日現在、死者149名（内65歳以上97名）、重軽傷者2107名を記録し、家屋の全壊が17棟、半壊25棟、一部破損は4515棟に及んだ。死者・行方不明者の数は56豪雪（死者107人）を上回り、38豪雪（死者・行方不明者231人）以来の大きな値となったが、その原因の多くは、屋根の雪下ろしなどの除雪作業中の事故（死者110名）であったことから、除雪作業の安全の確保が急務となっている（図8.2）。そのほか、新潟県において雪崩発生危険により一般国道号が前面通行止めとなり、新潟県内5集落、69世帯、188人および長野県内の5集落、124世帯、301人に影響が及ぼされるなどの被害があった。

本章では、豪雪災害における環境影響を整理するとともに、豪雪災害軽減対策と環境対策の連携について提案するものである。

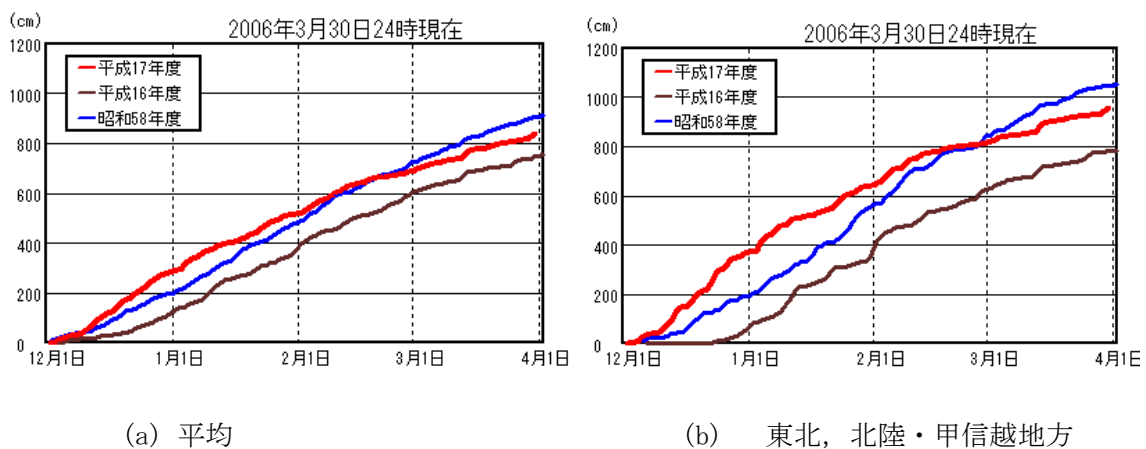


図8.1 積雪量の推移（出典：象庁HP）

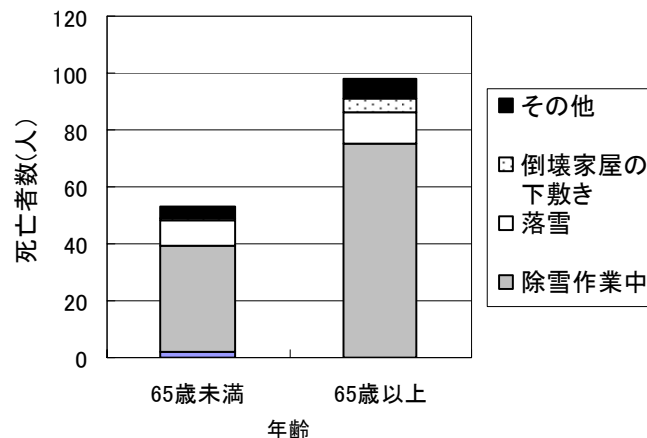


図8.2 平成18年豪雪による死亡者数（参考：内閣府HP）

## 8.2 豪雪による環境影響

### 8.2.1 高齢者世帯の孤立による生活環境の悪化

特に高齢者世帯では除雪作業に支障をきたし、外出ができないことで孤立した世帯が多くあり、社会問題となるとともに、地域コミュニティの重要性が指摘された。津南町では、記録的な積雪を記録し、マスコミなどで大きくとりあげられた。一方、市街地では細街路は道路が雪の堆積場となることから、農村部と異なり燃料や食料の備蓄のない高齢者世帯に大きな負担となった。

### 8.2.2 積雪・凍結によるライフラインへの影響

積雪による倒木などによる停電や水道管の凍結破断による断水がしばしば報告されている。積雪期には保守車両の通行障害も重なって、復旧が遅れる場合があり、居住環境を悪化させることになる。

表 8.1 は平成 18 年豪雪におけるライフライン被害状況を示したものである。平成 18 年豪雪では、12 月 22 日 8 時 10 分頃から新潟県内の下越地方を中心に最大で約 6 5 万戸の停電が発生し、23 日 15 時 10 分によく復旧した。この原因としては、停電が発生した 12 月 22 日午前、新潟県下越地方には多量の降雪を伴う台風なみの強風が吹いていたことに加え、22 日未明から、着雪が起りやすいとされる 0～2℃程度の気温（着雪適温帯）が長時間継続したために、がいしへの塩雪害（海塩粒子などを含む雪ががいしなどに付着し絶縁が低下しアースする現象）と強風下での電線着雪によるギャロッピング現象（電線に翼状となった雪が付着することで、強風下で電線の振動が大きくなる現象）によるものであると報告されている（図 8.3）。停電の影響で 4500 戸が断水した。関西電力でも風雪による大規模な停電があり、56000 戸が断水したが、2 時間半で復旧した。

図 8.4 は平成 17 年 12 月 29 日～平成 18 年 2 月 28 日のいわき市における水道管凍結被害

状況をまとめたものである。凍結破損箇所が 2000 件以上にも上っており、寒冷地での水道管の凍結防止対策が必要であることがわかる。

表 8.1 平成 18 年豪雪におけるライフライン被害状況（平成 18 年 4 月 17 日現在，出典：内閣府HP）

○電力・水道の供給停止戸数等 (経済産業省調べ：2月9日10:00現在)  
(厚生労働省調べ：1月12日17:00現在)

区分	管内	最大戸数	停止中の戸数等
電力	東北電力	約 650,000	0 (12月23日15時10分現在) ※12月22日8:10頃に中新潟線に風雪による事故があり、約60万kw程度の停電が発生。12月23日15:10にすべて解消。
	北陸電力	約 30,200	0 (12月21日9時00分現在)
	関西電力	約 697,200	0 (12月22日11時00分現在) ※12月22日8:50頃に関西電力大飯幹線、第二大飯幹線に風雪による事故があり、約200万kw程度の停電が発生。停電は12月22日13:20にすべて解消。
水道	新潟県	4,628	0 (復旧済み) ※うち4,500戸については12月22日の停電に伴う断水
	大阪府	56,059	0 (復旧済み) ※12月22日の停電に伴う断水
	岩手県	404	0 (復旧済み)

平成18年豪雪による被害状況等について(第8報)(平成18年4月17日19時00分現在,内閣府)

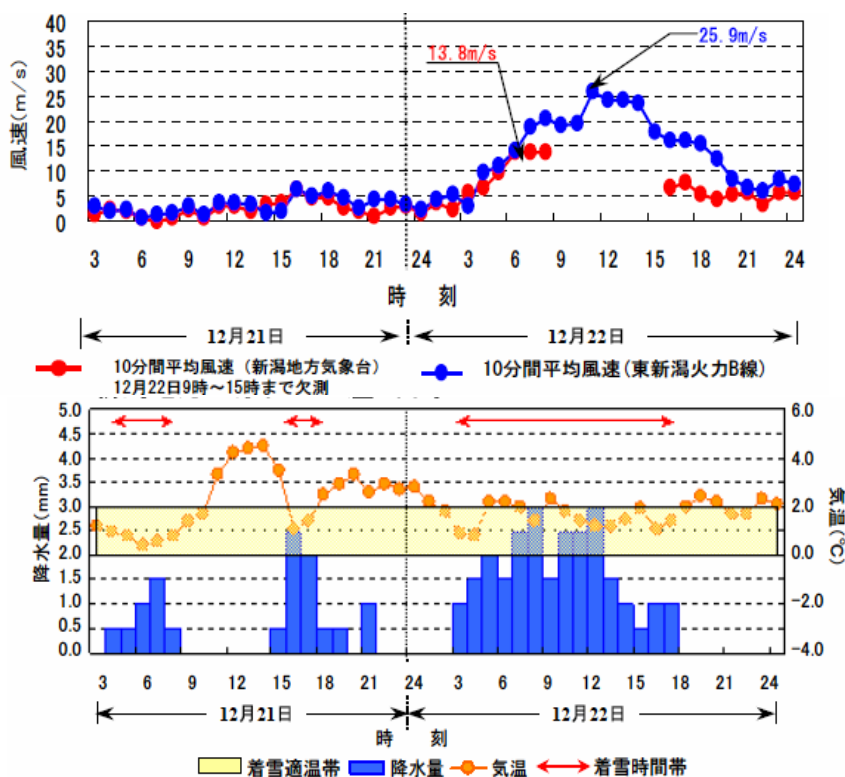


図 8.3 12月22日新潟停電における気象状況（出典：北陸電力HP）

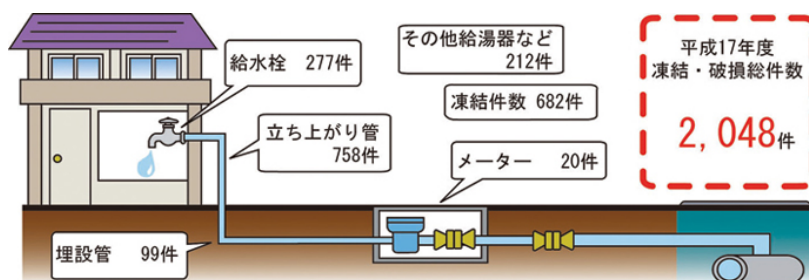


図 8.4 いわき市における水道管被害状況（出典：いわき市 HP）

### 8.2.3 地下水揚水による地盤沈下

消雪や流雪に地下水や河川水が用いられているが、昭和 38 年豪雪の経験から生まれた地下水の散水による消雪パイプは、平成 18 年豪雪でも威力を発揮した。図 8.5 および図 8.6 は各地域の消雪パイプ使用水量の内訳を示している。東北（青森，岩手，宮城，秋田，山形，福島，新潟）と北陸（富山，石川，福井）で消雪パイプ用の地下水の使用量が多いことがわかる。特に，新潟県は，消雪パイプの発祥の地であり，消雪パイプ使用水量は全国一である。一方，流雪水の使用量も東北が最も多いがほとんどが河川水を利用しており，地下水の揚水量は少ない。しかし，北陸地方では流雪溝用の地下水の揚水量が多いことがわかる。冬季間に大量の地下水がくみ上げられることにより，各地で地盤沈下が顕在化している。

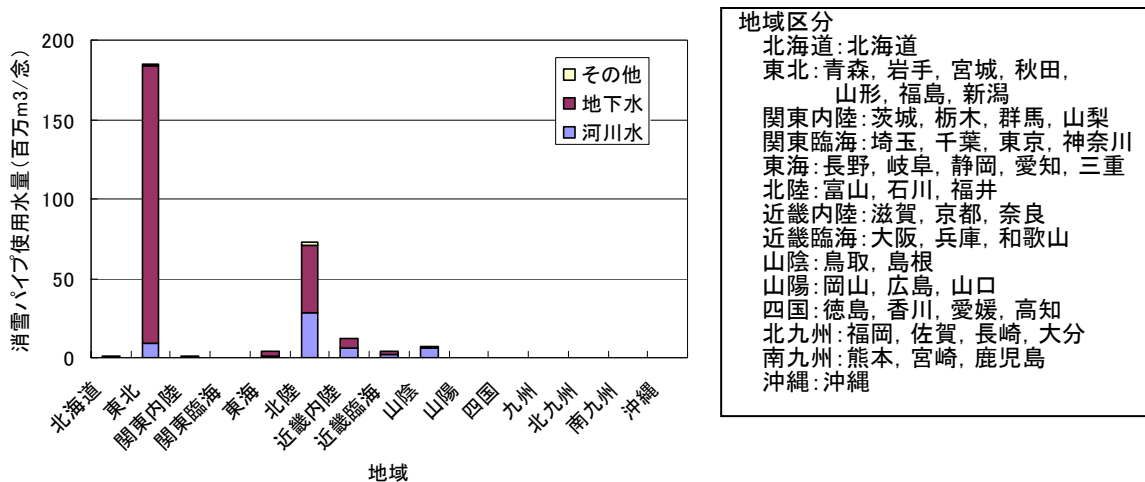


図 8.5 全国の消雪パイプ使用水量（参考：「日本の水資源」平成 16 年度版）

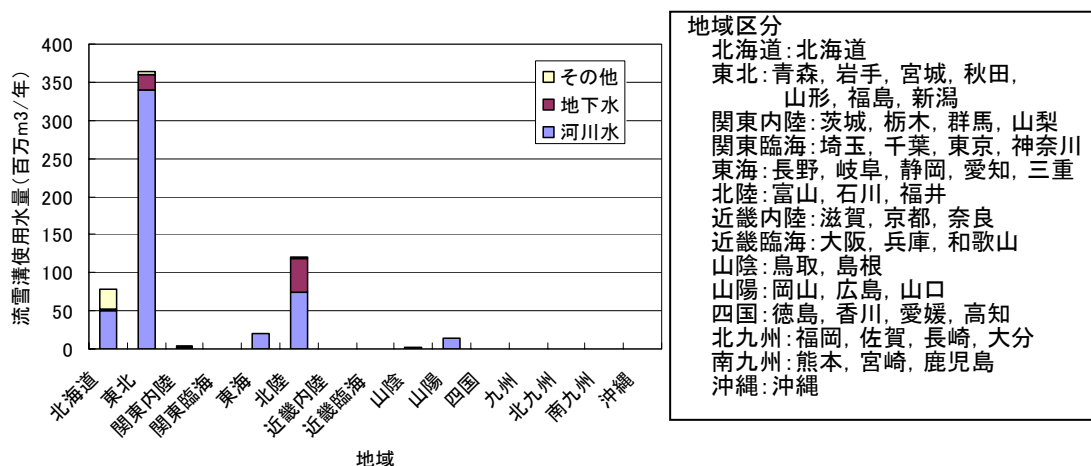


図 8.6 全国の流雪溝用の使用水量 (参考:「日本の水資源」平成 16 年度版)

写真 8.1 は南魚沼市における地下水の利用状況である。消雪パイプは公道だけでなく、アーケードや個人の駐車場や玄関先、屋根にまで設置されており、個人所有の消雪用井戸が多数存在する。地下水が鉄分を多く含んでいるため、消雪パイプから散水した地下水中の鉄(II)が酸化して鉄(III)の沈殿ができることにより、路面や駐車場の舗装面が赤茶けており、街路の景観を悪化させている。小千谷市や長岡市では、個人住宅の屋根への散水はほとんどないが、駐車場や玄関先の消雪のための個人井戸は多く存在し、路面の着色は下流域の長岡市でもっとも顕著であった。

図 8.6 および表 8.2 は新潟県南魚沼市および長岡市、上越市の地盤沈下の推移を示している。特に南魚沼市は過去 10 年間の沈下量が 10cm を超えており、平成 12 年度、13 年度の年間沈下量は全国一位であった。近年やや収束傾向にあったが、平成 18 年豪雪で地下水の揚水量が増大したことから、年間沈下量が 3.7cm と大きな値を示している。図 8.7 は南魚沼市の地下水位の変動と地盤累積収縮量を示したものであるが、積雪期に地下水位の低下と地盤の収縮が認められ、積雪量の変動とほぼ対応している。しかし、いずれの地域においても地下水位は冬季に低下するものの、夏季に河川からの伏没によって、早期に回復しているのが特徴的である。この地区の平成 17 年度の冬季の類型降雪量は 1448cm (平年値: 1101cm) で昨年度の 774cm の約 2 倍であり、冬季の地下水位低下量の最大値は 18.0cm(平成 16 年度 14.07cm)、地層収縮量の最大値は 5.1cm(平成 16 年度 2.4cm)と昨年度を大きく上回っていた。豪雪が続けば、地下水の揚水量が多くなり、地盤の収縮が大きくなることから、その対策が重要な課題である。長岡市では、中越地震の影響で沈下量を評価することができなかったが、平成 17,18 と続いた豪雪と中越地震による消雪パイプの破損の影響で揚水量が例年よりも増大していることから、地盤沈下の進行が予想される。





アーケードの屋根に設置された散水装置



商店の小屋根に設置された散水装置



比較的新しい家屋でも散水装置が設置されている



古い住宅では散水により屋根が着色している



個人所有の井戸が多く存在する



道路の散水により路面が着色している

図 8.1 南魚沼市における地下水の利用状況

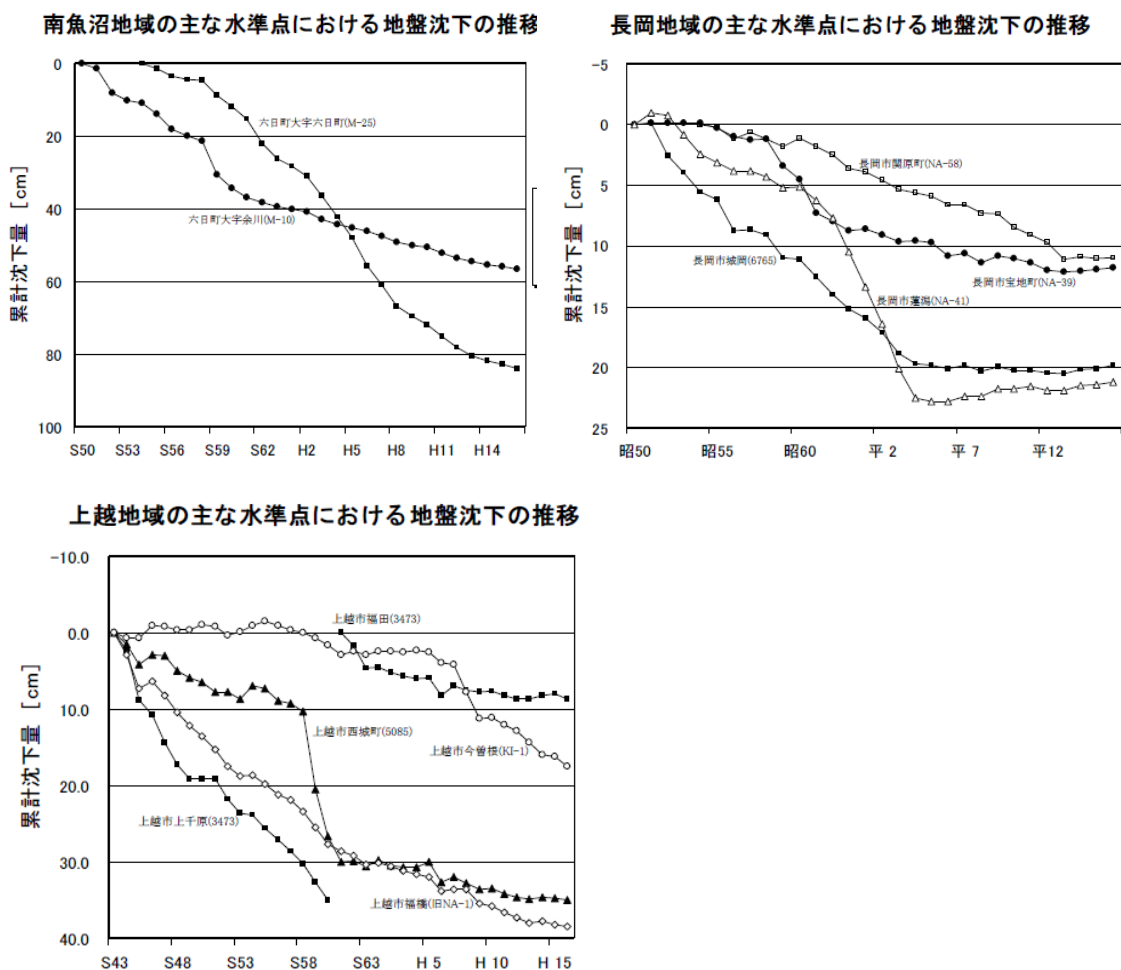


図 8.6 新潟県の豪雪地域における地盤沈下の推移 (出典：新潟県環境部 HP)

表 8.2 平成 17 年度の地盤沈下量の測定結果 (出典：新潟県 HP)

調査地域	年間最大沈下量 (cm)				5年累積沈下量 (cm)	全年間沈下量 (cm)
	17年度	16年度	15年度	過去の最大		
新潟	2.0	1.4	2.6	53.7 (S35)	6.6	266.8 (S34～)
	新潟市松浜町	新潟市松浜町	新潟市松浜町	新潟市坂井		
上越	2.2	1.9	0.8	10.1 (S59)	6.8	46.6 (S43～)
	上越市清里区 今曾根	上越市青野	上越市樋場	上越市西城町1		
長岡	— <sup>※1</sup>	0.6	0.2	3.7 (H 3)	1.9 <sup>※2</sup>	21.2 (S50～) <sup>※2</sup>
		長岡市下々条	長岡市下々条	長岡市蓮湯		
南魚沼	3.7	1.7	1.9	9.2 (S59)	12.4	59.2 (S50～)
柏崎	— <sup>※1</sup>	0.6	0.7	3.0 (S63)	3.7 <sup>※2</sup>	20.4 (S62～) <sup>※2</sup>
		柏崎市大久保	柏崎市元城町	柏崎市元城町		

※1：新潟県中越地震の影響で地下水揚水による沈下を評価できなかった。

※2：16年度までの集計による。



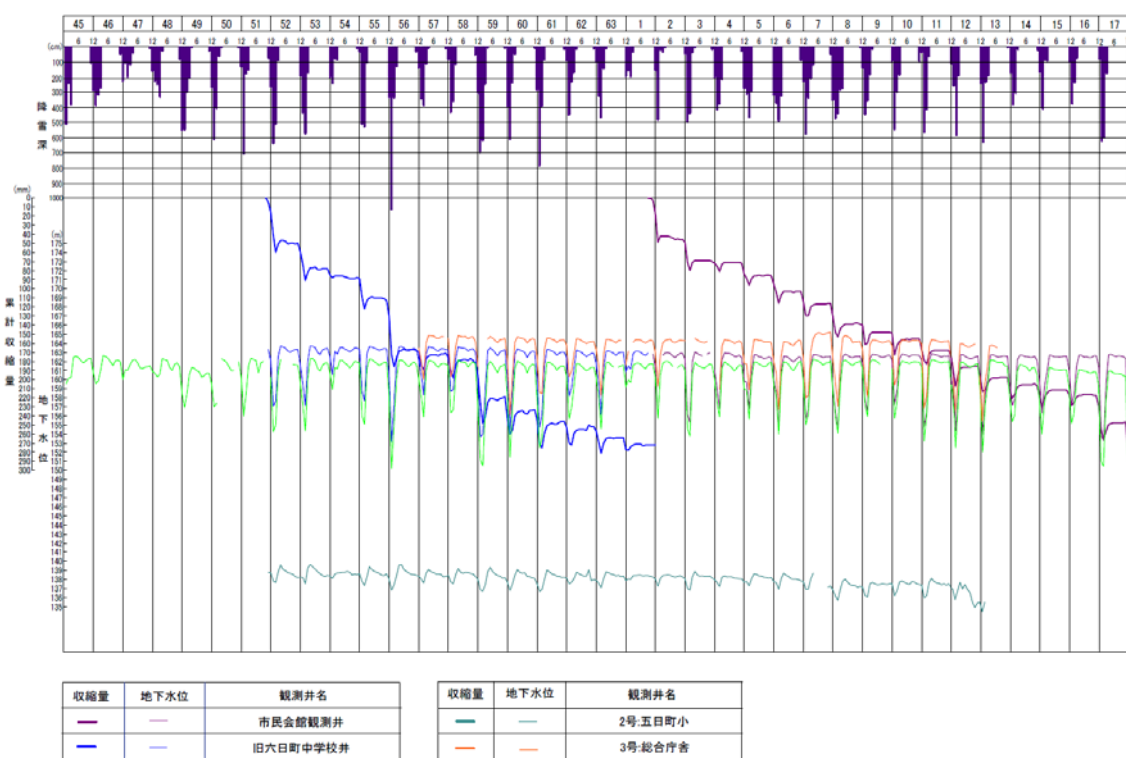


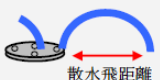
図 8.7 南魚沼市における地下水位と地盤収縮量の推移（出典：新潟県 HP）

南魚沼市では、地盤沈下が進行している市街地に対し新たな井戸の掘削に対して条例による規制を設け、道路消雪パイプの集中管理を行うとともに、魚野川河川水を水源とする流雪溝の整備を進めているが、すでに掘削された井戸は約 2000 本存在し、12 月から 3 月の間に 500－700 万トンもの地下水がくみ上げられている。この地区では、平成 18 年豪雪において地下水位が大きく低下して浅井戸では揚水ができなくなった。その結果、屋根雪が軒先にたまり、加重が不均一となったために、軒先の破壊が認められる家屋が多くあった（写真 8.2）。また、散水パイプを設置した家屋でも、地下水の不足のために散水できなかったことから、屋根雪おろしの回数が例年よりも増加したことが、今年事故の増大の一因ともなっているようである。小千谷市、長岡市では、新たな井戸の掘削に制限は設けていないが、井水を屋根の融雪に使っているところはほとんどなく、地下水利用の地域性が認められる。長岡市では表 8.3 に示すようなユニークな地下水の使用規制を行っており、上越市では地下水位が低下すると警報を発令する措置をとっている。



写真 8.2 積雪の加重により破壊した軒（南魚沼市）

表 8.2 長岡市における地下水使用制限に関する条例（出典：長岡市 HP）

対 象 者	内 容	説 明	
すべての利用者 (消雪用)	散水量の基準 又は 散水飛距離 ※1	道 路	1㎡あたりおおむね 0.3 (ℓ/分) 以下 (散水飛距離が、おおむね 20cm 以下)
		駐車場等	1㎡あたりおおむね 0.4 (ℓ/分) 以下 (散水飛距離が、おおむね 25cm 以下)
消雪面積が 150㎡ 以上の利用者	降雪検知器	設置が必要です	
	降雪検知器の基準	残雪処理時間は、おおむね 5 分以下に設定してください ※2	
		雪温センサーは、おおむね 0.5℃以下に設定してください ※3	
ポンプの吐出口径が 100mm以上(注)の 利用者(消雪用・工業用等)	水量調節弁 ※4	設置が必要です(ポンプ室内の仕切り弁はこれに該当しません)	
	水量測定器 ※5	設置が必要です(水道メーター、電力量計等でもOK)	
注：吐出口が2以上あ るときは、その断面積 の合計が78cm <sup>2</sup> 以上	管理責任者の選任届と、地下水揚水量(年間量)の報告が必要です ※6 (管理責任者は、揚水設備の管理を適正に行うため、選任していただきます)		

- (注) ※1 散水量の把握が困難なとき、散水飛距離を代わりにの基準とします。  
 ※2 雪が降り止んでから、消雪パイプを停止するまでの時間のことです。  
 ※3 雪の温度を感知するセンサーの設定のことです。設定した値よりも雪の温度が低いとき消雪パイプが稼働します。  
 ※4 既存の施設については3年以内に、町内会・道路消雪組合は改修時に設置してください。  
 ※5 既存の施設については3年以内に設置してください。(町内会・道路消雪組合は対象外)  
 ※6 町内会・道路消雪組合は対象外

石川県の金沢市や七尾市においても深刻な地盤沈下が起こっている。図 8.6 は金沢市における地下水揚水量と揚水井戸数の変化を示したものである。工業用および建物用の揚水量の減少によって総揚水量が減少しているが、消雪用の井戸数も揚水量も近年増加傾向にあり、平成 15 年度、16 年度の消雪用揚水量は総揚水量の 20%以上を占めている。地盤沈

下は J R 西側を進行しており、多いところでは、累積沈下量が 200mm を超えている。しかし、地下水位は近年やや上昇傾向が見られるところもある。これらのことから、地下水の散水に代わる消・融雪の必要性が高まっている。

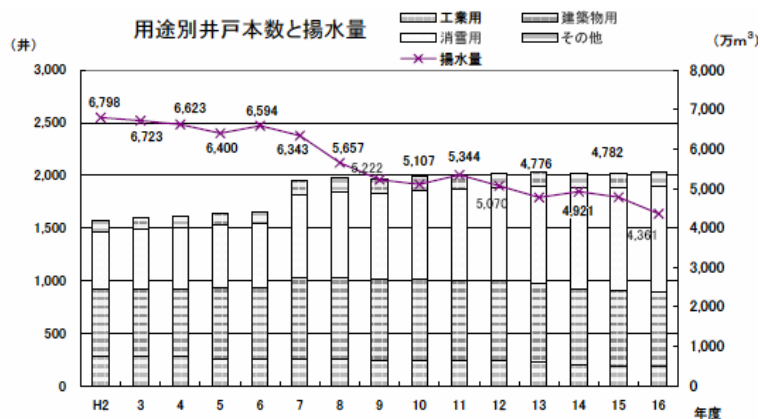


図 8.8 金沢市における井戸本数と揚水量の変化 (出典：金沢市 HP)

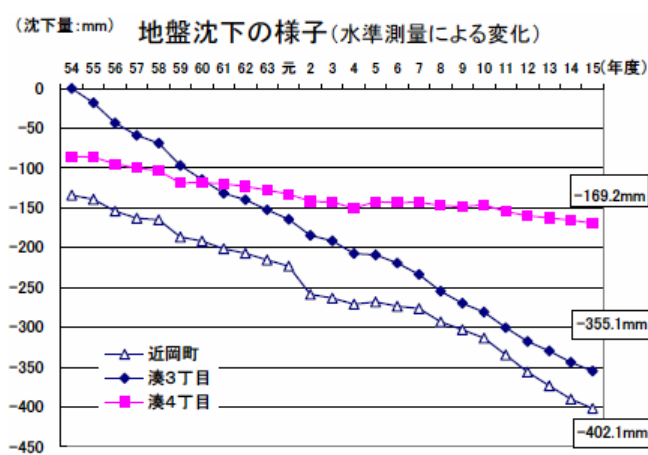


図 8.9 金沢市における地盤沈下状況 (出典：金沢市 HP)

### 8.2.4 合流式下水道における流量増加

合流式下水道では、積雪時には降雨強度が小さいにもかかわらず融雪水の流入によって流量が増大し未処理放流や簡易放流が増大する。図 8.10 は金沢市の合流区域における平成 16 年 4 月から 18 年 3 月までの降水量と未処理放流量、簡易処理放流量の推移を示したものである。典型的な日本海側の気象パターンを示しており、降水量は、梅雨期と台風の時期および冬季に増大するが、降水量が多い月には未処理放流量も簡易処理放流量も増大している。しかし、冬季には、降水量（降雪量）が少なくても未処理放流、簡易処理放流が増大している。また、降雪量が多かった平成 17 年 12 月には簡易処理放流量が非常に増大している。これは、融雪水の流出が継続するためであると考えられる。未処理放流、簡易放流の増大は冬季の河川水質に影響を及ぼすと考えられる。

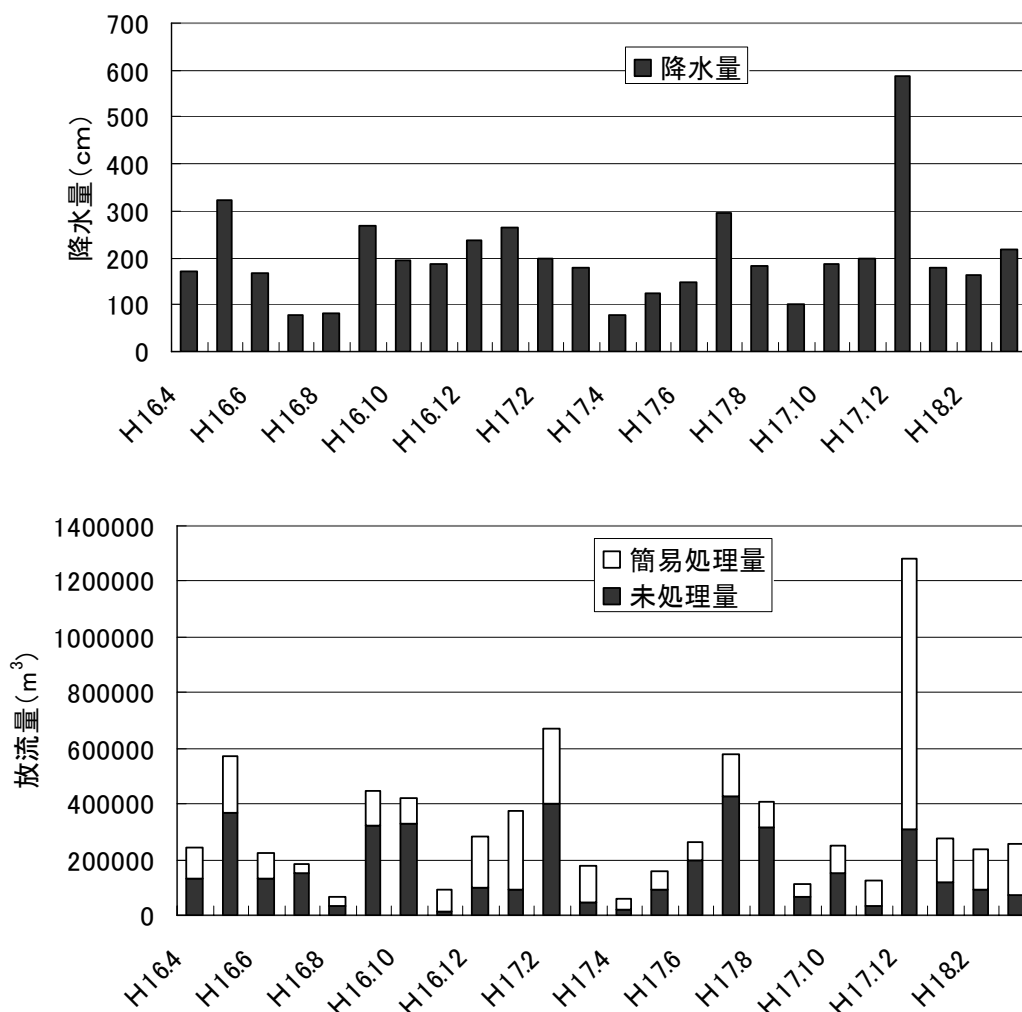


図 8.10 金沢市の降水量と合流区域における未処理および簡易放流量

### 8.2.5 分流式下水道における融雪水の影響

分流式下水道においても融雪水がマンホールから流入し、冬季の下水量が増大する。また、マンホールから積雪を投入する住民がいるために、冬季の下水水温の低下と流量の増大によって、処理水質が影響を受ける場合がある。

南魚沼市では、氷状になった屋根雪のマンホール上への落下によって、マンホールのずれや破損が認められ、水量が計画水量の 1.5 倍まで増加することがあった。このような場合、下水管をさかのぼって、原因を突き止めることを行っている。地盤沈下によってマンホール周囲に隙間が形成されており、そこからの融雪水の流入も、流量増大の一因となっているようである。

### 8.2.6 除雪車両による大気汚染、騒音

除雪作業車は、低速で運転をすることから、排気ガスによる大気汚染が問題となる。ま

た、交通渋滞を緩和するために早朝や深夜に作業を行う場合が多く、騒音が問題視されている。

### 8.2.7 廃棄物処理の非効率化

廃棄物収集場所の積雪や収集車の運行の遅延により、廃棄物収集に困難をきたす。どの自治体も収集の遅れや中止に関しては、そのつど町内会への連絡で対応しているようである。積雪が多いときは廃棄物の収集量も減少する傾向がある。山間部にある最終処分場への道路の確保も重要な課題である。南魚沼市では、最終処分場が山間部にあるために、冬季間の廃棄物はリサイクルセンターにおいて貯蔵しているが（写真 8.3）、多くの自治体は、最終処分場までの道路の除雪を行っているようである。



リサイクルセンター

貯留中の廃棄物

写真 8.3 南魚沼市における冬季間の埋め立て廃棄物の貯留

また、積雪期には埋立作業の効率が悪化するとともに、浸出水量が増大する。図 8.11 は、金沢市における埋立進出水量の変動を示したものである。浸出水量が積雪期に増大することがわかる。しかし、処理水質には大きな影響は認められなかった。

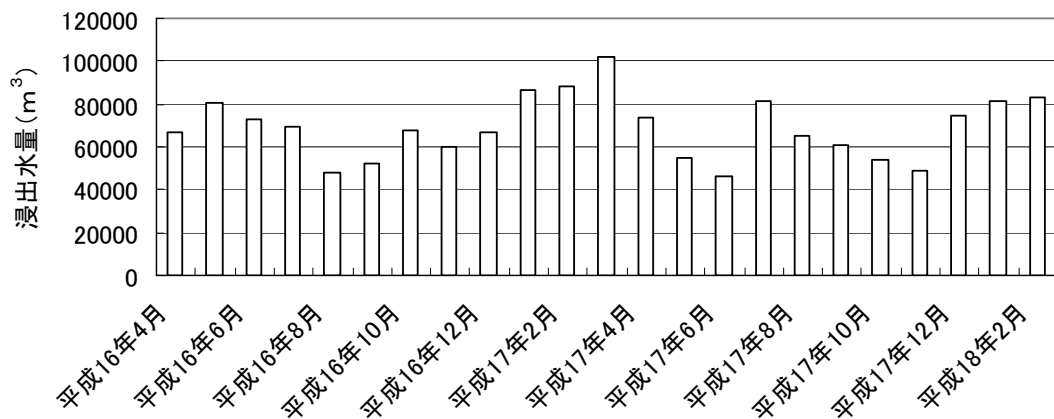


図 8.11 金沢市最終処分場における浸出水量の季節変化

### 8.2.8 河川や水路の増水やせき止めによる浸水被害

河川や水路への投雪による河道閉塞により、家屋に浸水被害をもたらすことがしばしば報告されている。流雪溝のつまりによる浸水もたびたび起こることから、その適正な管理が重要である。北海道置戸町市街地では住民や町で組織した流雪溝利用協議会が主体的に管理、利用世帯全体を7つの区域に分け、それぞれの20～30世帯ごとに30分の利用時間を決めて雪の投入を行っている。副次的効果として、隣接住戸の協力体制を通じて、住民の絆が強まったとの報告がある。富山県でも同様に時間を決めた投雪を行って、流雪溝の管理を行っている。

また、融雪期の増水による浸水被害もたびたび発生する。今年度の豪雪による浸水被害は、4月18日現在で床上浸水12棟、床下浸水101棟と報告されている。浸水被害では、下水道や浄化槽の流出により環境汚染が懸念される。

### 8.2.9 凍結防止剤散布による環境影響

凍結防止材としては、湿塩や塩化カルシウムなどが使われているが、構造物の腐食や土壌の塩性化が懸念されている。そのために、近年酢酸塩の凍結防止剤が開発されているが、これらの環境影響については不明である。

### 8.2.10 有害ガスや化学物質の流出

保管場所や貯蔵施設の積雪による倒壊などで、ガス漏れや油の流出事故が報告されている。図8.12は新潟県の油流出事故をまとめたものであるが、年々流出事故が増加する傾向があるが、特に平成17年度に事故が急増している。平成17年度から新潟県内での汚染事故に対する連絡体制が強化されたために、報告数が多かったことも一因であるが、特に、冬季に取り扱いミスや事故による流出事故が多く、内容としては、住宅のオイルタンクや配管が雪過重によって破損し数10-数100リットルの灯油が流出したものから、事業所らからA重油や灯油が数千ℓ流出したものまで、さまざまである。緊急対策として、オイルマットやオイルフェンスで回収、拡散防止を図るとともに、水道事業車および地下水を利用している住民への注意喚起を行っている。流出事故が特に多く認められたのは南魚沼地区であり、屋根雪の落雪による、オイルタンクのバルブの破壊が多く認められた。一方、おじや市では油流出事故は認められていないが、小千谷市では、高床式の克雪住宅が多く、オイルタンクが床下部分に設置されている家屋が多いために、積雪による被害が少なかったものと考えられる。

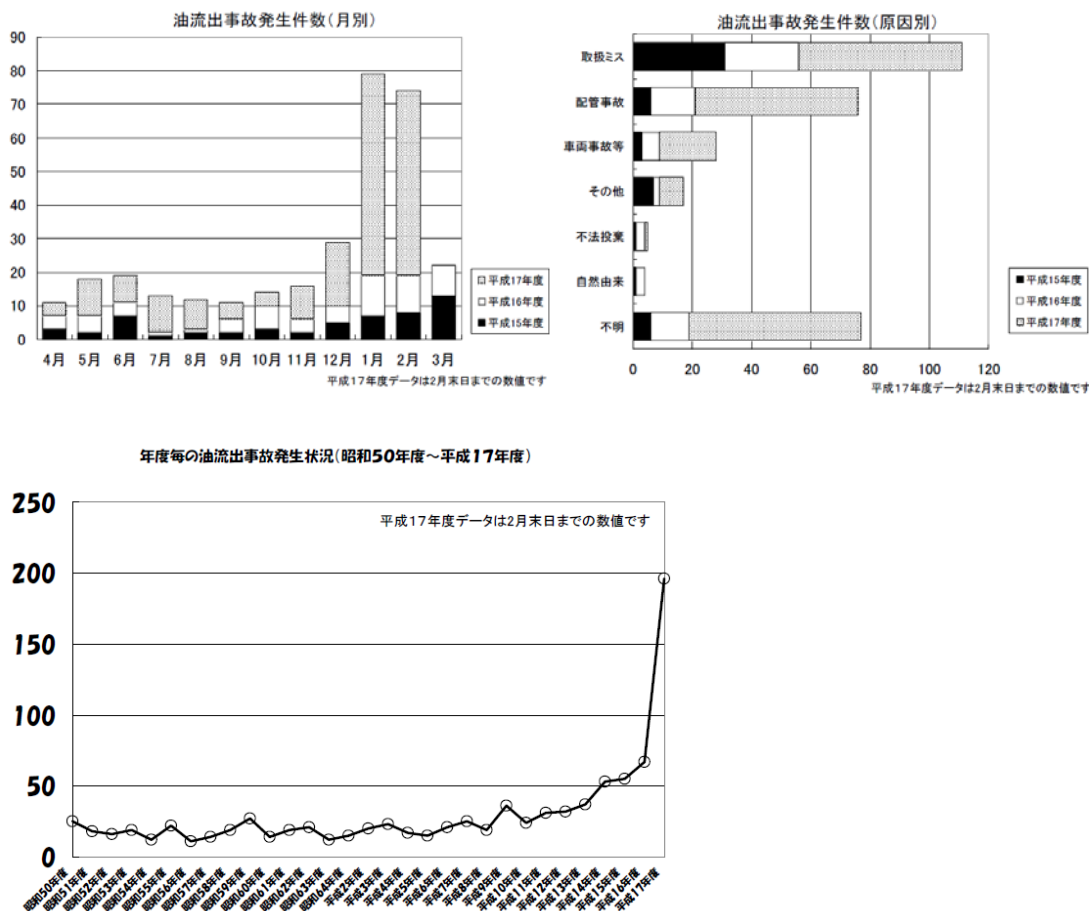


図8.12 新潟県における油流出事故件数（出典：新潟県報道資料平成18年3月14日，県民生活・環境部環境対策課HP）

### 8.3 豪雪災害と地震災害の複合災害

#### 8.3.1 地震災害後の豪雪

新潟県中越地震の直後の豪雪は、大きな被害をもたらせた。地震災害によって損傷した家屋に積雪加重がかかることにより、倒壊する家屋が相次いだ。また、地震による消雪パイプの破損は多くの箇所で見られ、消雪パイプが機能しない箇所や、過剰の地下水が散水される箇所があった（写真 8.4）。特に道路の消雪パイプは、下水管やマンホールの被害箇所と一致しており、下水管やマンホールの埋戻し土の液状化との関連が指摘されている。また、道路の凹凸は除雪車の走行に困難をきたし、路上に圧雪を残したままの除雪を余儀なくされた。





写真 8.4 中越地震における消雪パイプの被害状況（小千谷市下水道課撮影）

### 8.3.2 豪雪時の地震災害

豪雪時に地震災害が起こった場合、大きな影響が予想されることから、シミュレーションをしておくことが重要である。

## 8.4 豪雪災害による環境影響軽減のための課題

以上のことから豪雪時でも安心・安全な生活を確保するためには、以下の対策が急務である。

### 8.4.1 堆雪を考慮した道路整備と環境影響の少ない除排雪・消融雪

道路上の積雪や車線の減少は、緊急車両や環境保全車両（廃棄物収集車など）の通行の妨げになることから、その確保は非常に重要である。道路わきへの堆雪を考慮した道路整備と道路排水施設の整備が必要である。さらに、除雪作業車による環境影響を考慮した道路整備と除雪計画が求められる。一方、除雪した雪を河川敷に堆積すると融雪期に増水し、浸水被害を招くことから、除雪した雪の現位置での融雪が必要である。

地下水を用いた散水方式の消融雪パイプでは、前述したように地盤沈下などの問題があることから、近年、下水処理水や下水熱を用いた消融雪が各地で用いられている。国土交通省によって、蓄熱方式を用いた未利用エネルギーの利用が検討されており、蓄熱コストは降雪条件によって大きく左右されるが、適切な熱運用技術を確立することでコストダウンが図れることが報告されている。

### 8.4.2 細街路・歩道を含めた無散水方式の除排雪の徹底

細街路や歩道に堆積した雪は特に高齢者や通学児童の通行の妨げとなる。さらに融雪水が車道に溢れ出し、歩行者の歩行環境を著しく悪化させることも少なくない。図 8.13 は平成 14 年に国土交通省北陸地方整備局が石川県民に行った「日常ご利用の道路に関するアンケート 石川県版」の結果の一例であるが、歩行者の項目別満足度では、「冬期の歩行」

に関する不満が最も高くなっており、その不満要因としては、「除雪や除雪した雪の処理が不十分」「降雪時に歩行がしづらい」という点ができてきており、降雪時における雪の処理への対応が求められている。

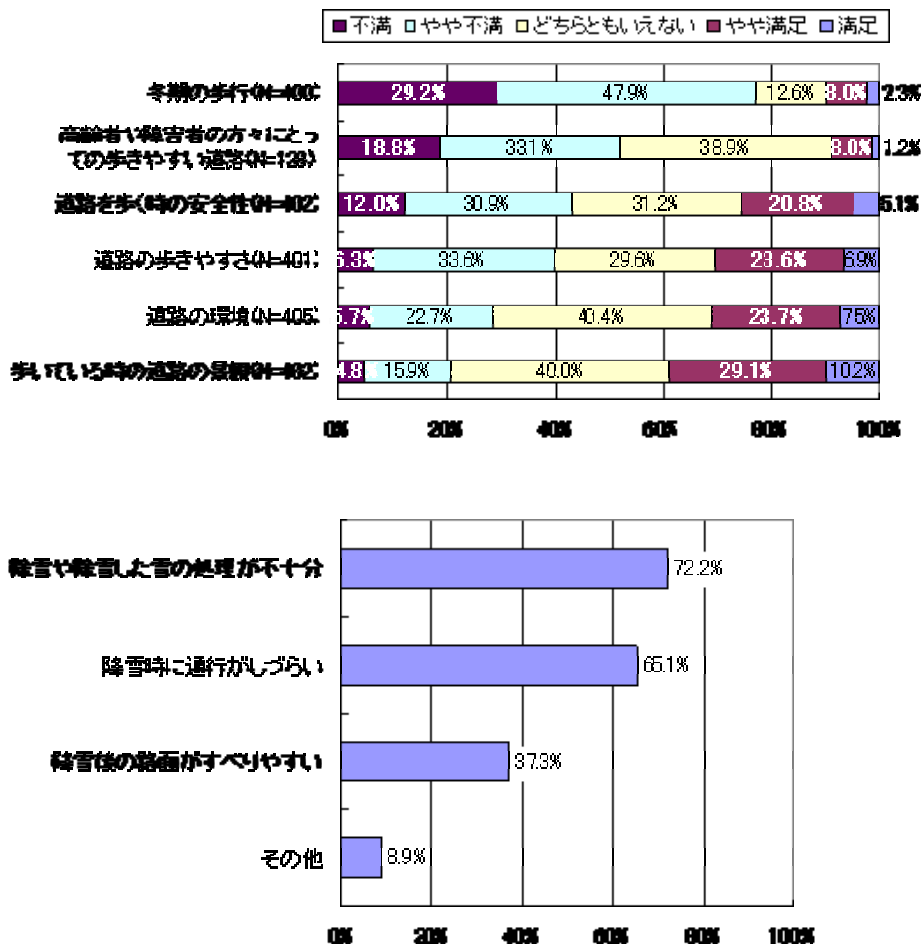


図 8.13 「冬期の歩行」に関する不満点（複数回答）（出典：金沢市 HP）

（資料：道路の満足度（CS）調査 石川県版）注：H14年3月アンケート（回収数：石川県内の居住者 407

国土交通省では道路の移動円滑化整備ガイドライン中で、「歩道等及び立体横断施設において、積雪又は凍結により、高齢者、身体障害者等の安全かつ円滑な通行に著しく支障を及ぼすおそれのある箇所には、融雪施設、流雪溝又は雪覆工を設けるものとする。」としており、こう配5%を超える箇所、堆雪幅が確保できない箇所、横断歩道及び横断歩道に接続する歩道等の部分、横断歩道接続部及び出入口等の警告・方向指示のための部分的な視覚障害者誘導用ブロック設置箇所、横断歩道橋、橋梁部、階段、地下道出入口、乗合自動車停留所、路面電車停留場、タクシー乗降場、並びに高齢者・身体障害者等が公共交通機関を利用できない区間に防雪施設を設置するものとしている。また、防雪施設として、

流雪溝、消雪パイプ、ロードヒーティング、アーケード、凍結抑制舗装などがの事例を示している。

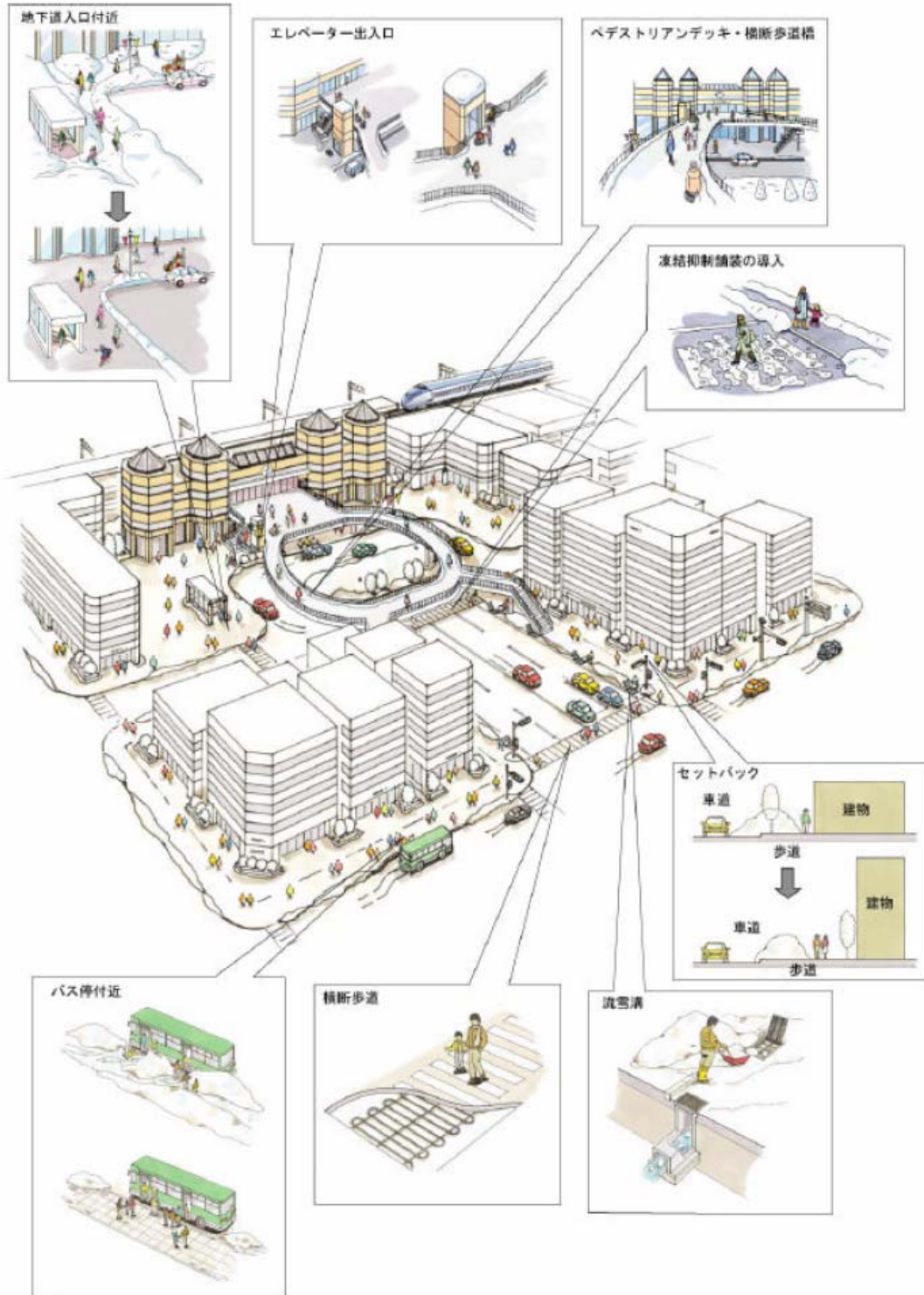


図 8.13 防雪施設設置箇所のイメージ (出典：国土交通省 HP)

金沢市の調査では、消雪設備の整備されていない歩道では、歩道幅員の減少、積雪路面の凸凹、滑りやすい舗装、階段状の未除雪区間、車道の融雪水の水はねなどが混在し、高齢者や障害者だけでなく、健常者にとっても歩行が困難となっている。冬期では、こうしたさまざまなバリアが混在するため、身体的だけでなく、精神的にも負担が大きく、外出頻度の低下につながっている。



雪による歩道幅員の減少（武蔵ヶ辻）



車道の圧雪と縦断勾配で転倒しやすい路面



除雪されず階段状になった歩道（石引）



雪で認知できない誘導ブロック

写真 8.5 消融雪装置の整備されていない歩道の様子（出典：金沢市 HP）

一方、消雪施設が整備された歩道単路部では、非常に歩きやすい空間となっているが、横断歩道接続部、歩道巻き込み部において、縁石と車道側側溝天板付近に、シャーベット状の堆雪やとけ残り、消雪水による水溜り等があり、歩行者ネットワークが途切れてしまう箇所が存在する。また、アーケードでも途切れた箇所では、ネットワークの連続性が確保されていない。歩道のネットワークとしての連続性をより確保することが課題である。

以上のことから、積雪時の歩行者の快適な歩行環境を確保するために、住宅地への流雪溝の面的な整備、歩道の融雪や除雪、無散水消雪施設の整備が必要である。





写真 無散水歩道（石引・国道157号南町）



写真 散水消雪歩道（広坂）



写真 連続上屋による全天候型歩行空間  
（リファーレ前）



写真 アーケードのない歩道の半分に  
雪が積もっている（香林坊109前）

写真 8.5 消融雪装置の整備されていない歩道の様子（出典：金沢市 HP）

### 8.4.3 克雪住宅や融雪機器の普及促進

高齢化社会を向かえ、住宅の克雪化は大きな課題である。克雪住宅は以下のように分類される。

#### (1) 自然落雪式住宅

急な勾配屋根の住宅で屋根に積もった雪が自然に落ちる方式。住宅周囲に余裕のある敷地に適する。多雪区域では敷地内の除排雪が必要になる。

#### (2) 高床式住宅

住宅の基礎を高くする方式。家の周りの雪処理を軽減できる。床下を車庫・物置等で利用している例が多い。一定規模の場合、法規制、税制面でも優遇措置がある。

#### (3) 耐雪式住宅

建物の柱や梁を太くし、雪を屋根に載せたままにする住宅。排雪するスペースのない敷地では有効である。

#### (4) 融雪式住宅

屋根の雪を積極的に溶かしてしまう方式。温水式、電熱式、ソーラー式、生活排熱式、地熱式等様々な方式が考えられる。融雪式住宅としては以下の5タイプが提案されている。

##### 1) 温水融雪型

a. 直接式

屋根面に散水管を設置し、直接散水する方式。地下水を利用する方式や、融雪水を再加熱し利用する方式がある。

b. 間接式

屋根面に温水パイプを通して間接的に融雪する方式。温水パイプを屋根表面に設置する方式と屋根裏面に設置する方式があり、様々な製品が発表されている

2) 電熱融雪型

屋根面に面状発熱体を用いた方式や、遠赤外線を放射するセラミックスを組み込んで電熱と遠赤外線放射効果の両方によって融雪する方式。融雪能力は期待できるが、設備費・維持費がかかる。

3) ソーラー融雪型

太陽光を利用した方式。屋根配管が必要なため設備費もかかるが、ソーラー発電による電気は屋根融雪のみでなくさまざまな用途に利用可能である。

4) 生活廃熱融雪型

生活暖房の余熱やボイラー等の排熱をファン等により屋根裏に送り込む方式。建物の構造を工夫しなければならないが、維持費は安い。急激な融雪は期待できないため耐雪式住宅との併用タイプが多い。

5) 地熱融雪型

地熱を利用して融雪する方式。地熱融雪には、地熱を得た空気を屋根上または屋根下に送り込む方法と、地熱を利用し温水を作り屋根上の配管に送り融雪する方法がある。駐車場の実積が多い。

#### 8.4.4 積雪時でも安定したライフライン（電力・通信・上下水道等）の確保

豪雪時の断水は停電によるものが多いので、電力の確保が最重要である。また、凍結に伴う水道管の破裂に関しては、保温材の巻きつけやメータの保温などが有効であり、PRなどによって対応している。

#### 8.5 豪雪災害の軽減のための下水道施設の連携

現在、下水道施設および下水、処理水が様々な形で豪雨災害軽減に利用されている。制度面では、国土交通省の新世代下水道支援事業制度リサイクル推進事業において、様々な取り組みの支援が行われている。ここでは、北陸地方と北海道を中心に、取り組み事例について整理する。

### 8.5.1 下水処理水の道路融雪水源としての利用（事例多数）

石川県、富山県、新潟県、長野県などで、多くの事例が報告されている。しかし、散水式のために、路面に水がたまり歩行環境を悪化させること、下水の水温が高いために霧が発生することがあるなどの欠点がある。また、気温が低く、散水した水の凍結が起こる地域では利用できないために、北陸や新潟などで主に利用されている。



金沢市臨海水質管理センター処理水の消雪水源としての利用

### 8.5.2 下水処理水の流雪溝の水源としての利用

流雪溝の水源は主に河川水が用いられているが、魚津市では富山県が管理する流雪溝取水ポンプ場に 6m<sup>3</sup>/分の下水処理水を供給し、地下水と同等の温度のある処理水により投雪された雪の塊を溶かし、雪が詰まることが少なくなることでスムーズで効率的な排雪を行っている。

26日（月曜日）富山新聞 月5の購読料（消費税込み）2,980円 1部売り（消費税込み）110円 第3種郵便物認可

解けて流れる！

# 下水処理水 大雪に威力

魚津市港町の県道で二十五日までに、道路沿いに設置した流雪溝に高温の下水処理水を流す「下水処理水リサイクル事業」がスタートし、住民から「水量が多く、流れスムーズ」と喜ばれている。約一週間前、工事が完了。来年一月中旬からの利用を予定していたが、突然の年末豪雪で供用開始を早めた。

## 魚津の流雪溝

下水処理水の利用は、二年前に県内で初めて同市が国土交通省の新一代下水処理施設（下水処理水有効利用施設整備事業）の適用を受け、県新川土木センターなどを通じて進められた。同市北陸の市浄化センターから海岸沿いに約一・一キロの送水管を敷設。同市新金屋二丁目から魚津港まで約一・五キロにわたり県道側の流雪溝（幅約六十センチ、深さ約一・二メートル）に下水処理水を流している。

### 水温高く、詰まらず

流雪溝にはこれまで魚津港かポンプアップした海水を流していたが、海水は現在一二度なのに、下水処理水は七度と六度ほど高く、投げ込まれた雪を効率よく解かしながら流れるため流雪溝が詰りにくい。海水には浮遊物などが含まれポンプ故障の原因になるが、処理水を使えばその問題もなくなる。同センターでは、下水処理水の熱利用して、溝を使う富山湾に排出し、ドームに送水し冷たい排水を流している。

### 寒波襲来で供用早める

2005年12月26日 富山新聞

下水処理水を毎日流れスムーズになった流雪溝に雪を投入する住民12日 魚津市新金屋十丁目

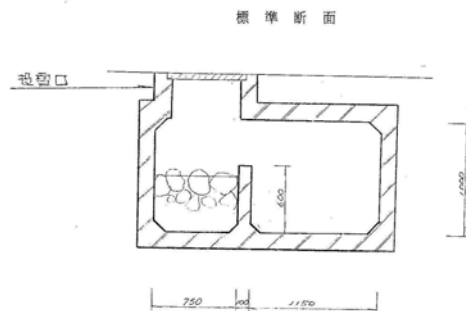


### 8.5.3 雨水管の流雪溝としての利用（富山県・石川県）

富山県では雨水幹線を冬季に流雪溝として利用している。暗渠であるため、所々に雪を捨てるための排雪口を設置する。冬季は流量が少ないため水深が浅く雪が流れにくいことから、水路内に隔壁を設置することにより、冬季の水深を確保して雪がスムーズに流れるように工夫されている。



(富山県福野町)



石川県加賀市では下水処理水を圧送管（ $\phi 300$  L=1,516m）にて雨水幹線（U600×500）に導入し，雨水幹線を流雪溝として利用することにより，雨水幹線沿線地域の積雪を速やかに排除することで，道路機能強化及び防災に備えている。



(加賀市流雪溝)

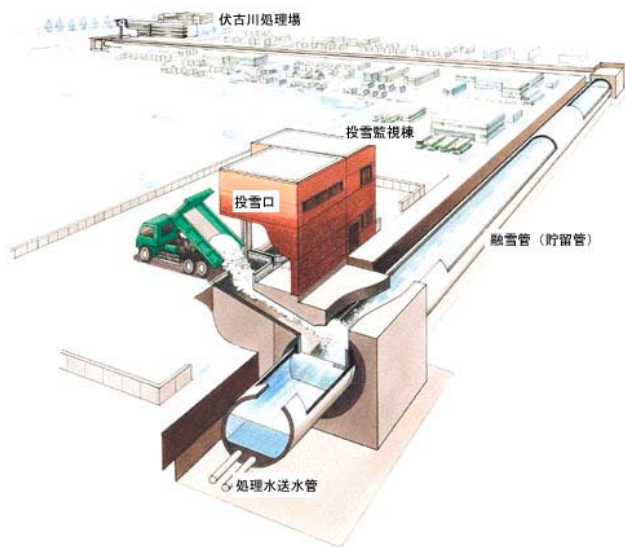
### 8.5.5 雨水貯留管および雨水調整池の融雪槽，融雪管としての利用（札幌市）

札幌市では合流改善を目的とした雨水耐水地や雨水流出抑制のための雨水貯留管に，雨水流入の少ない冬期間，下水処理水を送り，融雪管として利用している。これらは新世代下水道支援事業（旧下水道モデル事業）のリサイクル推進事業，資源活用型として実施されており，多くの事例がある。

表 8.3 札幌市における新世代下水道支援事業

表 実施箇所

都市名	採択年度	実施箇所	内容等	完了年度
札幌市	S 62	安春雨水幹線	新琴似・安春流雪溝送水施設	H 3
札幌市	H 2	厚別処理場	汚水調整池を融雪槽として利用	H 4
札幌市	H 4	発寒雨水調整池	雨水調整池を融雪槽として利用	H 6
札幌市	H 4	新川処理場	発寒流雪溝送水施設	H 6
札幌市	H 5	創成川処理場	雨水貯留管を利用し融雪	H 8
札幌市	H 5	創成川処理場	創成東流雪溝送水施設	H 9
札幌市	H 8	大通下水管投雪施設	下水管を利用し融雪	H 8
札幌市	H 8	新川処理場	琴似流雪溝送水施設	H 14
札幌市	H 9	豊平川処理場	北郷・月寒東流雪溝送水施設	H 18
札幌市	H 11	八軒下水道投雪施設	下水管を利用し融雪	H 14
札幌市	H 11	発寒下水道管投雪施設	下水管を利用し融雪	H 11
札幌市	H 11	伏古川処理場	雨水貯留管を利用し融雪	H 15
札幌市	H 12	新川融雪槽	雨水滞水池を融雪槽として利用	H 15
札幌市	H 16	地域密着型雪処理施設（月寒公園）	公園等に雪を堆積し、下水道を利用して融雪	H 16
札幌市	H 16	地域密着型雪処理施設（伏古公園北）	公園等に雪を堆積し、下水道を利用して融雪	H 17
札幌市	H 16	創成川融雪管第2投雪施設	雨水貯留管を利用し融雪	H 17
江別市	S 60	江別71号雨水	処理水を利用したの融雪槽	H 2
旭川市	H 2	亀吉処理場	処理水を利用したの融雪槽	H 4
岩見沢市	H 2	南光園処理場	処理水を利用したの融雪槽	H 17
北海道	H 4	奈井江浄化センター	流雪溝水源を送水	H 8
奈井江町	H 5	奈井江21, 22号幹線	融雪槽	H 8
旭川市	H 8	西部処理場	融雪槽	H 10
奈井江町	H 11	奈井江13号幹線	融雪槽	H 15



(出典：札幌市 HP)

### 8.5.6 下水熱を利用した融雪（札幌市）

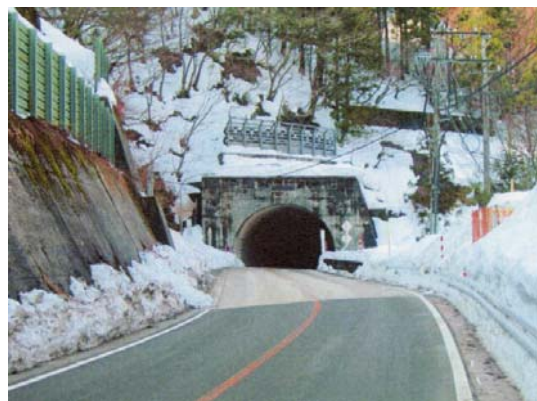
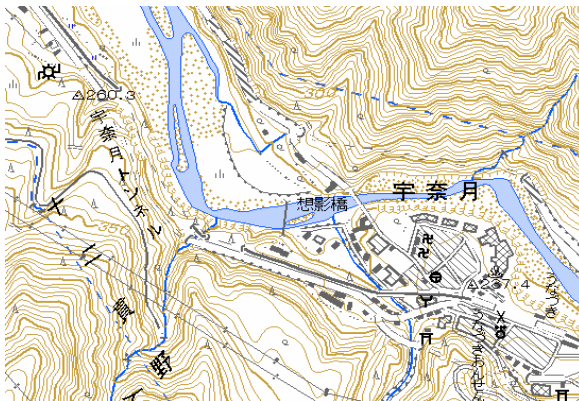
札幌市では大口径の既設下水道管と未処理下水の持つ熱エネルギーを利用した、融雪施設が利用されている。札幌市内に3カ所の投雪施設があり、平成9年3月から大通地区、平成12年1月から発寒地区、平成15年2月から八軒地区でそれぞれ運転を開始している。さらに、平成16年度からは公園などのオープンスペースに雪を一時堆積し、近接した下水道管で雪を処理する「地域密着型雪処理施設」の整備を進めており、平成16年度に月寒公園で供用を開始し、平成17年度には伏古公園北で供用を開始する予定となっている。



(出典：札幌市 HP)

### 8.5.7 下水熱を利用した路面ヒーティング（金沢市・札幌市・北見市）

札幌市や北見市ではバス停の融雪などに下水熱を利用したロードヒーティングを用いている。また、金沢市においても、歩道に下水熱を利用したロードヒーティングを試験的に実施している。富山県宇奈月町では、浄化センター近くの県道のトンネルの出入口約20m間に無散水融雪としてのロードヒーティング用水として下水処理水を使用している。



(宇奈月町における下水熱を利用したロードヒーティング)

### 8.5.8 雨水浸透による地下水の涵養（金沢市計画）

金沢市では、浸水防止対策とあわせて融雪のための揚水によって低下した地下水の涵養を行うことを目的に雨水浸透施設の整備を開始している。本対策は環境対策と防災対策の連携の一例と考えられる。散水した地下水を再度地下に浸透させるシステムも有効であると考えられる。

## 8.6 豪雪災害における環境と防災の連携の可能性

### 8.6.1 豪雪災害時の環境影響調査の必要性

本調査研究では、豪雪災害時の環境影響について調査を行ったが、地盤沈下以外にはほとんどデータがないのが現状であった。特に、新潟県中越地震後の2年にわたる豪雪は大きな環境影響をもたらせたと推定されることから、豪雪災害時の環境影響について調査を行い、その影響を軽減する対策を検討するとともに、災害時のマニュアルを整備する必要がある。

さらに、積雪期の地震災害について十分に検討しておく必要がある。積雪時には、暖房器具の転倒のために火災が発生しやすい状況にあるが、緊急車両の通行が困難となること、消火栓が積雪により使用不能となっている場合があることなどのために、初期消火が非積雪期と比べて困難となると考えられる。さらに、避難所におけるライフラインの確保と暖房の確保は重要な課題である。積雪地域にあわせた防災対策を検討することが重要である。

### 8.6.2 消融雪の熱源としての未利用エネルギーの活用

北海道のような寒冷地では、散水方式の融雪装置が利用できないために、様々は下水熱の利用方法が提案されているが、北陸地方においては、散水方式が大半を占めており、環境影響が大きいことから、無散水方式の効率的な融雪装置の開発が望まれる。

下水処理場は都市の中心部から離れたところにある場合が多いので、処理水を利用する方法は限界があることから、上流部での下水熱を利用した無散水融雪が有効と考えられる。その場合、降雪、下水熱ともに変動があることを考慮する必要がある。特に最も融雪が必要となる早朝に下水量が最も少なくなることから、効率的な蓄熱が必要である。

一方、積雪を融雪槽に投入して下水熱などを利用して融雪する方式が札幌市で利用されているが、豪雪時には北陸地方においても検討する必要がある。積雪の運搬が必要であるが、豪雪時には河川敷などに堆積場所を設けて融雪を待つ対策がとられていることから、下水道施設や都市ゴミ焼却施設内に堆積場所を設けることは、有効であると考えられる。特に、合流式下水道の緊急改善事業が各地でスタートしており、雨水滞水池が各地で計画されているが、この池も冬季間の融雪槽として活用し下水熱を利用した融雪を行う方式も検討する必要がある。一方、札幌市で一部用いられている都市ごみ焼却施設の廃熱の利

用も有効である。発生する廃熱が高次であることから、福祉施設などに利用した後の低次の廃熱を融雪に活用することが可能である。

### 8.6.3 戸別分散システムの必要性

細街路では、住民による除排せつが主流となるが、投げ込み式の流雪溝は高齢者にとって重労働であることから、個別の消融雪システムが必要である。戸別や街路単位で雨水貯留槽を設け、夏季は雨水を貯留して、樹木の散水などを行い、冬季は融雪槽として活用し、暖房廃熱や給湯廃熱、下水熱を利用した融雪を行うことが可能であると考えられる。

### 8.6.4 消融雪水による地下水涵養

消融雪のための地下水の揚水による地盤沈下を防ぐためには、消雪水排水の浸透施設が必要である。透水型の消雪排水路を設けて地下水の涵養を行うことが有効である。また、歩道の透水性舗装は、降雨の浸透を促進するとともに、冬季の融雪を早めることが報告されていることから、都市型水害の対策とともに地下水涵養対策として有効である。さらに、公園や緑地、休耕田を豪雪時の雨水貯留浸透施設と冬季の堆積浸透施設を兼ねた施設として整備し、融雪水の地下浸透を促進する方法も検討する必要がある。このように、都市型水害と豪雪災害対策および地盤沈下対策を兼ね備えた対策として整備していくことが今後益々重要となってくると考えられる。

## 第9章 下水道事業の災害時財政支援制度

### 9.1 下水道施設の災害時の財政制度の現状

#### 9.1.1 災害復旧制度

下水道の災害復旧事業は、従来、下水道法第34条及び同施行令第24条の2第3項により、都市災害復旧事業として、都市局長通達「都市災害復旧事業国庫補助に関する基本方針」及び「都市災害復旧事業事務取扱方針」に基づき実施されてきたが、昭和59年4月に行われた「公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法」（以下、国庫負担法という）の一部改正により、下水道が公共土木施設として追加されたことを受けて、同法により実施されている。

その背景には、以下のことがあげられている。

- ・下水道が国民生活、国民経済において占める役割は、国庫負担法制定当時（昭和26年）とは比べものにならないほど大きく、その被害の影響も極めて大きいこと。
- ・下水道の災害復旧には、多額の費用を要すること、及び下水道普及率の上昇に伴い、その被害額の地方財政に与える影響が大きくなったこと。とりわけ財政力の弱い地方公共団体において相当の負担になること。

#### 9.1.2 災害復旧事業の進め方

まず、災害が起きた場合は、国庫負担法施行令第5条の規程に基づいて都道府県知事若しくは指定都市の長から国土交通大臣宛に災害報告（市町村事業分については県知事を経由して）をすることとなっている。被災後10日以内に文書による災害報告を行い、その後、現地の被害確認に基づいて報告額等の訂正を災害発生後1ヶ月以内実施する。

災害報告の様式は、都道府県・市町村工事別災害区分（河川以下11項目）毎の災害箇所数、金額を明記した総括表及び市町村内訳表、災害原因（連続雨量、最大風速、最大波高等7項目）を明記するものとなっている。

#### 9.1.3 国庫負担法の概要

##### 1) 目的

公共土木施設の災害復旧事業費について、地方公共団体の財政力に適応するように国の負担を定めて、災害の速やかな復旧を図り、もって公共の福祉を確保することを目的とする。

##### 2) 定義

- a) 「災害」とは、暴風、洪水、高潮、地震その他の異常な天然現象に因り生ずる災害をいう。
- b) 「災害復旧事業」とは、災害に因って必要を生じた事業で、災害にかかった施設を原形に復旧する（原形に復旧することが不可能な場合において当該施設の従前の効用を復旧するための



施設とすることを含む) ことを目的とするものをいう。

c) 省略：b) の( )書きに同様の内容

d) 「標準税収入」とは、地方公共団体が地方税法に定める当該地方公共団体の普通税（法定外普通税を除く）について同法第1条第1項第5号にいう標準税率をもって、地方交付税法で定める方法により算定した地方税の収入見込み額をいう。

### 3) 国庫負担

国は、法令により地方公共団体又はその機関の維持管理に属する次に掲げる施設のうち政令で定める公共土木施設に関する災害の災害復旧事業で、当該地方公共団体又はその機関が施行するものについては、その事業費の一部を負担する。事業は下記の通り。

河川，海岸，砂防設備，林地荒廃防止施設，地すべり防止施設，急傾斜地崩壊防止施設，道路，港湾，漁港，下水道，公園 以上 11 施設

### 4) 国庫負担率

当該災害復旧事業費に対する国の負担率は、当該地方公共団体について、その年の1月1日から12月31日までに発生した災害につき、第7条の規定により決定された災害復旧事業費の総額を左の各号に定める額に区分して逡次に当該各号に定める率を乗じて算定した額の当該災害復旧事業費の総額に対する率による。（この場合において、その率は、小数点以下3位まで算出するものとし、4位以下は四捨五入するものとする。）

a) 当該地方公共団体の当該年度（災害の発生した年の4月1日の属する会計年度をいう。）の標準税収入の2分の1に相当する額までの額については3分の2

b) 当該地方公共団体の当該年度の標準税収入の2分の1をこえ、2倍に達するまでの額に相当する額については4分の3

c) 当該地方公共団体の当該年度の標準税収入の2倍を越える額に相当する額については4分の4

### 5) 適用除外

次に掲げる災害復旧事業については適用しない。

a) 一箇所の工事の費用が、都道府県又は指定市に係るものにあつては120万円に、市町村に係るものにあつては60万円に満たないもの

b) 工事の費用に比してその効果の著しく小さいもの

c) 維持工事とみるべきもの

d) 明らかに設計の不備又は工事施行の粗漏に基因して生じたものと認められるもの

e) 甚だしく維持管理の義務を怠ったことに基因して生じたものと認められるもの

以降省略。

6) 国庫負担金の交付方法

a) 災害復旧事業費を決定（地方公共団体の提出資料，実地調査結果等を勘案して主務大臣が決定）したときは，当該地方公共団体に対し，当該災害復旧事業が施行される各年度において，国の負担率により負担金を交付する。

b) 国は国の負担率が決定する前でも，予算の範囲内において，当該年度において施行される災害復旧事業の事業費の3分の2に相当する額を下らない額により，負担金を概算交付することができる。

c) 国は負担金を概算交付した場合において，国の負担率が決定したときは，当該年度内に，その年度中に施行された当該災害復旧事業の事業費に対応する負担金との差額を交付する。但し，その負担金を交付するための支出予算額がその交付すべき差額に対し不足するときは，その不足額翌年度において交付するものとする。



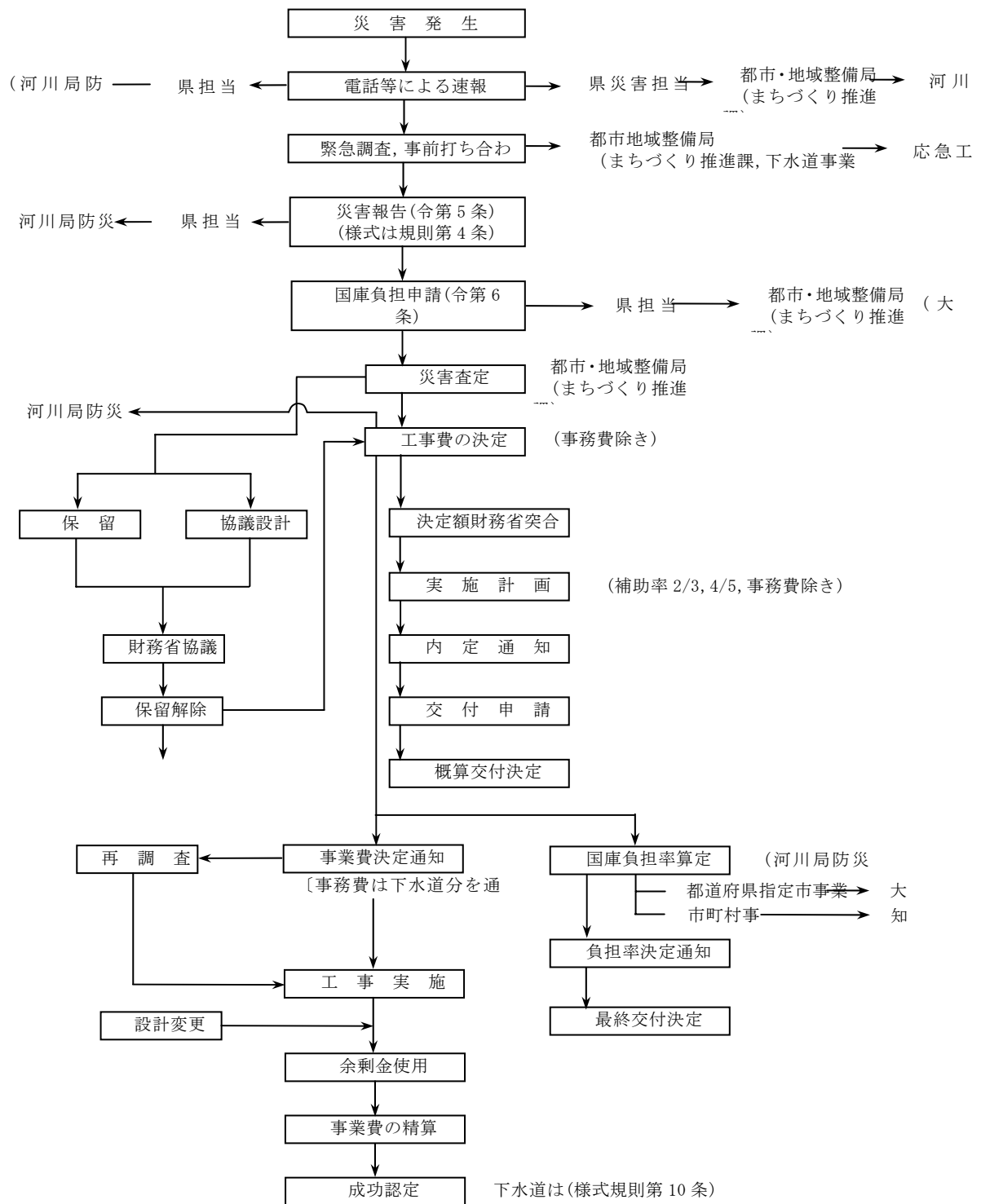


図 9.1 下水道施設災害復旧の流れ

9.1.4 兵庫県南部地震に見る事例

1) 下水道施設の被害状況

兵庫県南部地震は、平成7年1月17日未明に阪神・淡路地域を襲ったマグニチュード7.3の直下型地震（震源深さ約16km）であり、死者4,571人、負傷者14,678人（H12.1.11現在）、全壊・全焼家屋74,386棟に上る未曾有の被害をもたらした。

さらに、尊い命と共に建築物の倒壊、道路通行不能、鉄道不通に加え、電気・水道・下水道等ライフラインの寸断など都市基盤施設に甚大な被害を与えている。市民生活に大きな影響を及ぼすこれらのライフラインは、早々な応急的復旧措置が図られたものの、神戸市においては、電気・電話が1月末、水道・ガスが4月中旬、下水道の応急復旧が完了したのは5月31日で、何と震災後135日後の長期間を有している。

神戸市の下水道施設の被害状況は、表-1～表-3に示すとおりである。

処理場は、7箇所の処理施設と1箇所の汚泥焼却施設が機能停止・低下状態となったが、とりわけ深刻な被害を受けたのが「東灘処理場」で完全に処理機能が停止したため、隣接する運河を利用（幅40m、長さ300mで締め切る）して簡易沈殿処理を行った。

ポンプ施設は6箇所（汚水中継：5箇所、雨水排水：1箇所）の機能が停止したが、1月末から2月の早い段階で復旧している。

管渠施設は、震災発生から5日間で実施した1次調査（地表面の状況確認、管内目視）の結果を被害予想区域図に整理し、2次調査として区域内の全マンホール及び管渠のテレビカメラと目視調査を実施し、機能障害と道路陥没等の二次災害の恐れがある箇所の応急復旧を行った。

なお、応急復旧は汚水・雨水併せて10,312件の処置（平成7年7月時点）を行ったが、マンホール及び取付管に関するものが7,315件であり、概ね7割を占めていた。

表9.1 処理場施設の被害状況（神戸市）

処理場名 (現有処理能力)	処理機能の 被害状況	被害状況の概要
東 灘 処 理 場 (225,000m <sup>3</sup> /日)	処理機能が 停 止	流入水路破壊、処理施設・建築施設の基礎杭破壊、運河護岸破壊、放流渠破損、水処理設備水没と破損、連絡橋破損、場内舗装大破
ポ ー トアイランド <sup>®</sup> 処理場 (20,300m <sup>3</sup> /日)	機 能 低 下 な し	放流渠破損、施設不等沈下、場内舗装破損、渡り廊下破損、汚泥脱水機破損
中 部 処 理 場 (77,900m <sup>3</sup> /日)	処理機能が 50%に低下	地下水大量漏水、施設不等沈下、処理施設クラック、場内舗装破損、脱臭塔 <sup>®</sup> 外破損、ガスタンク傾斜
鈴 蘭 台 処 理 場 (43,825m <sup>3</sup> /日)	機 能 低 下 な し	エレベーター塔ずれ、場内舗装破損
西 部 処 理 場 (161,500m <sup>3</sup> /日)	処理機能が 20%に低下	初沈流入・流出水路破損、エア <sup>®</sup> 流入管破損、施設不等沈下、処理施設クラック、場内舗装大破、放流渠破損、汚水ポンプ <sup>®</sup> 等水没、配管類変形、初沈・終沈汚泥かき寄せ機変形脱落
垂 水 処 理 場 (133,890m <sup>3</sup> /日)	機 能 低 下 な し	護岸破損、施設クラック、場内舗装破損
玉 津 処 理 場 (75,000m <sup>3</sup> /日)	機 能 低 下 な し	施設クラック、場内舗装破損、汚泥脱水機被災、配管類変形
東 部 スラッシュ <sup>®</sup> センター (600t/日)	処理機能が 停 止	冷却水遮断、煙道破損、場内舗装大破

表 9.2 機能停止したポンプ場の被害状況（神戸市）

ポンプ場名	能力(m <sup>3</sup> /分)	被災状況
大石ポンプ場	汚水 81.6	冷却水槽破壊による機能停止
ポートアイランド第1ポンプ場	汚水 13.0	管渠からの泥水流入による機能停止
ポートアイランド第2ポンプ場	汚水 1.0	管渠からの泥水流入による機能停止
ポートアイランド第3ポンプ場	汚水 1.0	管渠からの泥水流入による機能停止
湊川ポンプ場	雨水 417.0	燃料配管の破損による機能停止
神明ポンプ場	汚水 2.3	吐出管破損による機能停止

出展：「下水道の復興とさらなる飛躍（神戸市建設局）」平成17年1月

表 9.3 管渠施設の被害状況（神戸市）

区分	布設延長(m)	調査延長(m)	被害延長(m)	備考
汚水管渠	3,315,392	1,278,241	63,481	被害延長は災害査定における復旧工事延長で、軽微なクラック補修等は含まない。
雨水管渠	483,722	377,600	9,524	
計	3,799,114	1,655,841	73,005	

出展：「下水道の復興とさらなる飛躍（神戸市建設局）」平成17年1月

## 2) 神戸市下水道施設の災害復旧

主な被災箇所の復旧については「公共土木施設災害復旧事業」として認定を受けた後、当時の建設省および大蔵省係官による、平成7年3月6日～10日の第1次査定から12月11日～13日までの第15次査定にわたり実施された。その内容は、一部耐震性の向上や構造変更が認められたものの基本的には原形復旧に止まっている。

下水道施設の機能を維持しながらの災害復旧は多くの制約を受け、平成6年度～平成10年度まで5カ年に及ぶ長期間を要することとなり、総事業費は約564億円もかかることとなった。管渠については、完全な地下構造物であり、現在でも災害復旧事業でつぶせ切れなかった被害について、引き続き更正工法等の活用により調査・補修を続けている状況である。

表 9.4 災害復旧事業費（神戸市）

単位：百万円

施設	6年度	7年度	8年度	9年度	10年度	合計
処理場	39.2	9,641.9	12,710.0	6,737.8	1,617.9	30,746.8
ポンプ場	0.6	719.7	194.2	0.0	0.0	914.5
汚水管渠	939.6	4,903.6	9,918.2	1,016.4	0.0	16,777.8
雨水管渠	179.9	2,548.8	5,115.4	85.7	0.0	7,929.8
合計	1,159.3	17,814.0	27,937.8	7,839.9	1,617.9	56,368.9

※金額は単独費も含んだ決算ベース 出展：「下水道の復興とさらなる飛躍（神戸市建設局）」平成17年1月

表 9.5 災害査定件数実績表（神戸市）

単位：千円

査定次数 (日程)	処理場・ポンプ場						管 渠						合 計		
	土木・建築			機械・電気			汚 水			雨 水			件数	決定金額	進捗率
	件数	決定金額	進捗率	件数	決定金額	進捗率	件数	決定金額	進捗率	件数	決定金額	進捗率			
第1次	5	336,010		11	523,115								16	859,125	
(3/6-10)	5	336,010	1.7%	11	523,115	5.2%	0	0	0.0%	0	0	0.0%	16	859,125	1.9%
第2次							16	1,356,042		10	466,512		26	1,822,554	
(3/22-24)	5	336,010	1.7%	11	523,115	5.2%	16	1,356,042	13.9%	10	466,512	7.6%	42	2,681,679	5.9%
第3次	13	860,177		9	732,393		8	144,467		7	342,577		37	2,079,614	
(4/17-21)	18	1,196,187	6.1%	20	1,255,508	12.5%	24	1,500,509	15.4%	17	809,089	13.2%	79	4,761,293	10.4%
第4次	1	156,348		11	633,722		12	349,745		15	437,984		39	1,577,799	
(5/15-19)	19	1,352,535	6.9%	31	1,889,230	18.8%	36	1,850,254	19.0%	32	1,247,073	20.4%	118	6,339,092	13.9%
第5次	3	305,955		3	161,151		5	293,236		7	195,185		18	955,527	
(6/7-9)	22	1,658,490	8.4%	34	2,050,381	20.5%	41	2,143,490	22.0%	39	1,442,258	23.6%	136	7,294,619	16.0%
第6次	4	2,628,107		3	215,341		10	858,243		8	201,978		25	3,903,669	
(6/19-23)	26	4,286,597	21.8%	37	2,265,722	22.6%	51	3,001,733	30.7%	47	1,644,236	26.9%	161	11,198,288	24.6%
第7次	1	627,127		3	274,092		21	362,036		22	459,768		47	1,723,023	
(7/3-7)	27	4,913,724	25.0%	40	2,539,814	25.3%	72	3,363,769	34.5%	69	2,104,004	34.5%	208	12,921,311	28.3%
第8次	5	13,596,706		1	6,991,769		8	443,363		9	423,169		23	21,455,007	
(7/24-28)	32	18,510,430	94.0%	41	9,531,583	95.1%	80	3,807,132	39.0%	78	2,527,173	41.4%	231	34,376,318	75.4%
第9次	6	461,220		3	262,103		20	1,073,071					29	1,796,394	
(8/21-25)	38	18,971,650	96.4%	44	9,793,686	97.7%	100	4,880,203	50.0%	78	2,527,173	41.4%	260	36,172,712	79.4%
第10次	2	507,477		3	220,128		2	239,806		19	627,908		26	1,595,319	
(8/28-9/1)	40	19,479,127	99.0%	47	10,013,814	99.9%	102	5,120,009	52.4%	97	3,155,081	51.7%	286	37,768,031	82.9%
第11次							21	667,886		20	641,640		41	1,309,526	
(9/11-14)	40	19,479,127	99.0%	47	10,013,814	99.9%	123	5,787,895	59.3%	117	3,796,721	62.2%	327	39,077,557	85.7%
第12次				1	11,501		25	862,650		13	468,384		39	1,342,535	
(10/11-13)	40	19,479,127	99.0%	48	10,025,315	100.0%	148	6,650,545	68.1%	130	4,265,105	69.8%	366	40,420,092	88.7%
第13次	1	94,443					25	1,212,622		6	303,503		32	1,610,568	
(10/24-27)	41	19,573,570	99.4%	48	10,025,315	100.0%	173	7,863,167	80.5%	136	4,568,608	74.8%	398	42,030,660	92.2%
第14次	2	109,824					51	1,722,647		8	379,148		61	2,211,619	
(11/13-17)	43	19,683,394	100.0%	48	10,025,315	100.0%	224	9,585,814	98.2%	144	4,947,756	81.0%	459	44,242,279	97.1%
第15次							24	176,703		8	1,159,441		32	1,336,144	
(12/11-13)	43	19,683,394	100.0%	48	10,025,315	100.0%	248	9,762,517	100.0%	152	6,107,197	100.0%	491	45,578,423	100.0%
全 体	43	19,683,394		48	10,025,315		248	9,762,517		152	6,107,197		491	45,578,423	

(注1) 表中の下段は累計

(注2) 進捗率は金額ベース

(注3) 土木・建築、機械・電気にまたがる工事は、工事件数はどちらかに、金額は区分して計上

出展：「阪神・淡路大震災－神戸市下水道施設の被害と復興の記録－（神戸市建設局）」平成10年10月

## 9.2 現状における財政措置に関する課題

現状における災害時の財政支援措置に関する課題は以下に示すとおりである。

1) 災害復旧事業として認定されても、国庫からの負担は、一定額（国庫負担法第4条の規定）の負担金に止まるため、必ず各自治体の単独費が必要となり、とりわけ財政力の弱い自治体では大きな負担増となる。

因みに兵庫県南部地震での神戸市における災害復旧事業として約564億円の事業費が投下されているが、災害査定の実施に基づいて決定された工事は、491件の約456億円である。つまり、約108億円は単独費で、かつ456億円の一部（仮に7割が国庫負担率とすれば、役137億円が単独費）が同様に単独費となるため、多額の費用の捻出が余儀なくされたことになる。

神戸市における災害復旧事業後の平成11年度から平成15年度の全体事業費（建設改良費）が、平均約250億円であることから、災害復旧に投じた単独費は相当な額に上っていることが容易に想像できる。

2) 災害査定は、基本的に被災箇所を原形に復旧することが原則となっており、被災を受けやすい施設は、老朽化あるいは機能的に現在求められているものに比べて劣っている可能性が高く、高度化対応を図ろうとすると、結果として単独費をともなってしまうことになる。

3) 下水道施設の特徴として、施設が多岐にわたり非常に複雑化していること、管渠施設のように地下の深い位置で面的に網の目状に配置されている等、震災直後にどれだけ被災しているかの事実確認が容易でなく、災害査定による復旧事業以外の必要工事がその後になって発生するケースも多い。兵庫南部地震では、災害復旧に5年を擁し、負担金がなくなった現在でも震災に基因（小クラックや目開き等の被害）するものが発生していることが伝えられている。

## 9.3 災害時の財政措置に関する提言

### 9.3.1 災害時における地域連携（公助・自助・共助）

わが国は風水害や地震等自然災害が極めて発生し易い国土である。特に、近年、これらの災害による被害が多発している状況であり、今後も東海、東南海等での地震発生が懸念されているところである。

このような背景の中で、防災への取り組みが緊要の課題となっているが、兵庫南部地震での人命救助活動をとっても市民（自助ともいえる）が重要な役割を担い、国の活動には限界があったといわれていることで解るとおり、「公助・自助・共助」なるいわゆる地域連携を伴うことにより強力な効果を発揮するものと考えられる。

わが国の下水道事業は、現状では100%が公共事業として取り組まれており、基本的には建

設・維持管理（一部再委託はあるが）は自治体を実施している。しかし、近年の行財政の逼迫に伴い、下水道事業そのものの存続が危ぶまれている脆弱な事業体も少なからず存在している。下水道事業は、本来、公営企業として位置づけられていることから、「住民への福祉の増進と併せて企業としての独立採算性」の二面性が求められているところであるが、企業性については大半の都市で発揮できていないのが実情と言える。

独立採算性を目指すための方法として、企業会計導入による法適化や包括的民間委託やPFI事業の導入を図る等、如何に無駄を抑え経営基盤の強化に努めるかが、下水道事業（とりわけ下水道事業運営）における大きな課題とされている。

企業会計導入を図っている都市は、平成15年度末で185事業体（全体が4,956事業体）と、わずか4%にも満たない状況である。PFI事業も東京都、横浜市及び名古屋市で数件の事例がある程度で、しかも消化ガスや汚泥利用（焼却灰利用）等一部事業の実施に止まっている状況である。

しかし、今後近い将来において施設の改築更新・再構築の必要性が高まってくることと、本来ストックしておくべき留保資金がほとんど無い（起債償還元金に充当）ことから、民営化への動きが出てくる可能性がある。よしんば公的機関で管理していくとしても、一般会計からの繰入はほとんど期待できず、独立採算性（企業性発揮）へ向けた対策を求められることとなる。

このような流れの中で、企業性を持つ一企業（民営化されれば一民間企業）として下水道事業が位置づけられることになれば、都市基盤施設の重要なライフラインであり、リスクマネジメントの一環として防災投資を実行して不測の事態が生じた時に、業務に支障を及ぼさない、あるいは被害を最小限に止め早期に復帰できるよう、平時からの戦略的なプランを準備する、いわゆる事業継続計画（BCP：*Business Continuity Plan*）を作成することによりその取り組みが評価され、ステークホルダーからの信頼性を勝ち取り、地域との連携によって社会的責任（CSR：*Corporate Social Responsibility*）を果たすことができることになる。CSRに求められるのは、経済的側面を追求しながらも、持続可能な社会の形成に向けて、環境や社会に配慮した活動を行うことであり、万一災害が発生した時に自らの資産を守るのみならず、地域住民の安全、地域経済、サービスの安定的供給をなしえることが、下水道事業として真のCSRを実践していくことにつながっていくものと考えられる。

民営化されることを前提においた場合には、当然リスクファイナンスの確保が必要となるが、近年、企業の社会的責任を求める機運が高まっている中で、社会的責任投融資（SRI：*Socially Responsible Investment*）という財務分析による投資基準に加え、社会・倫理・環境といった側面から、社会的責任を果たしているかどうかも投資基準に入れたファイナンスの考え方が注目されてきており、このような制度を取り入れた災害時の財源確保ができれば、公助（国費負担）と自助による共助連携を図りやすくなるものと考えられる。

この考え方は、欧米諸国では既に1960～80年代に基盤が整備され、1990年代には一気に拡大している。

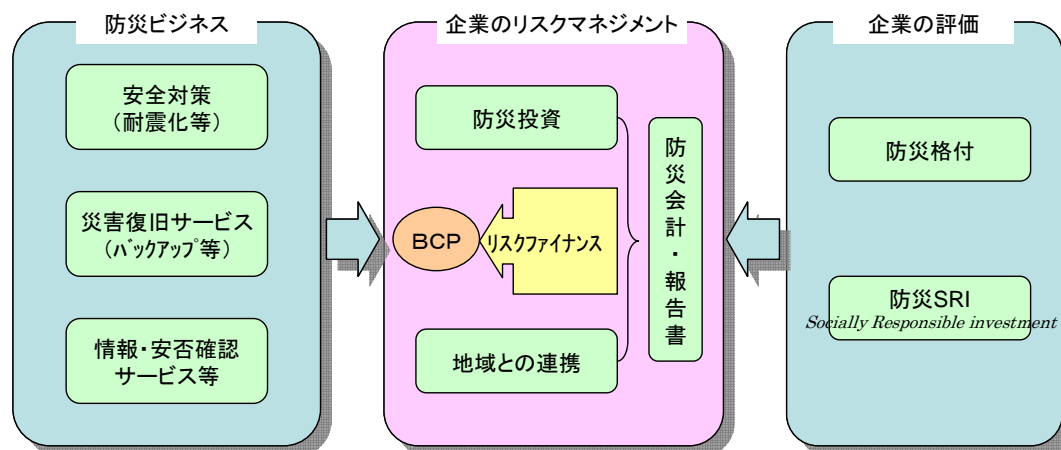


図 9.2 企業における防災力向上の全体像

資料：日本政策投資銀行

### 9.3.2 基金・保険制度等の導入

前項では、下水道事業が企業性を強く発揮（例えば民営化）した場合、国の災害復旧事業負担制度による負担金（公助）とSRI（自助）のようなファイナンス確保による連携により、災害対策として非常に有効的に機能することの可能性を示唆したものであるが、本項では「基金制度」や「保険制度」に類似した考え方として提案する内容である。

#### 1) 災害基金制度

一定範囲（災害被害を同時に受けないであろう範囲として2～10 県程度）の事業者による基金を設置する。

基金により、被災地区への低金利融資を行うほか、防災計画の一環として事業に取り組む。事業の例として以下のようなことが考えられる。

- ・ 交換留職（復旧応援は地域状況を知らないと効率的な対応ができないことがあるため、平常時より、職員の相互出向等を行う。基金より、出向職員の転居費等の補助を行う。
- ・ 情報集積拠点（サーバー設置等）を共同事業として行う。
- ・ 複数自治体で共通の非常時対策計画（防災拠点、資財備蓄、対応マニュアルの共通化、等）等について、プロポーザル方式で業者選定を行う場合、プロポーザル評価等にかかる費用を基金で支出。

#### 2) 災害保険制度

現状における公共事業については、「年度予算」であり、年度内消化が基本であるが、一部を災害時や事業の平滑化が困難な事業への適用を可能とした制度が体系化できると便利である。

保険制度のイメージとしては、自動車保険にみられる「強制保険」「任意保険」のような区分とみなすと、国庫補助が「強制保険」分に該当するとみなし、それ以外の分についての対応策



の一つとして災害保険（「任意保険」のような形）を考える。保障金額に対する保険掛金は、施設建設からの経過年数、災害発生リスク（地震・土砂崩れ・浸水の発生しやすい地域かどうか）、防災措置の度合（耐震化強度など）で設定される。また、加入口数は、各自治体が事業のリスク管理（防災対応の実施状況、掛け金の多寡、等）を勘案の上、自ら定めるものとする。

## 第10章 結 言

### 1.1 研究のまとめ

本研究では、さまざまな自然災害が環境に対してどのような影響をもたらしてきたか、自然災害軽減対策が環境保全対策とどのように連携しているか、現在どのような技術と制度が用いられているかについて整理し、そこから、環境と防災連携型の新しい技術と制度について提案することを目的として、調査を行ったものである。

第2章では、環境対策と防災対策の関連性について大まかに整理することにより、災害と環境はお互いに関連し合っていることから、両者の対策を切り離して考えるのではなく、連携を持って進めていくことが重要であることを指摘した。

第3章では地震・津波災害における上下水道の被害について整理し、処理場、ポンプ場などの施設の耐震化、処理場、ポンプ場の浸水対策、ライフラインの相互関連を考慮した対策、管路施設への液状化対策が重要であることを指摘した。

第4章では、大気環境対策と防災対策の連携について検討を行い、大気環境と災害は密接に関係していること、大気環境対策と防災対策も密接に関連していること、大気環境保全対策と防災対策が連携できる可能性、連携すべき必要性は高いことを示すとともに、今後、持続可能社会を構築していくためには、環境保全と防災のどちらにも有効なWin-Win型の社会基盤整備を推進していくことが肝要であることを指摘した。

第5章で豪雨災害の環境影響について事例を用いてまとめることにより、環境対策と防災対策が共存可能な対策として、流域管理（総合治水対策）、水田の遊水機能保全、雨水浸透を提案した。

第6章では、大雨による洪水災害を対象に、その発生を未然に防ぐ技術的対策段階において、防災目的が環境保全・改善目的と連携して成立していける可能性を検討し、その定量的な評価モデルを提案した。そして、環境防災連携型の制度として遊水地を位置づけた。

第7章では都市型水害対策について検討し、重大な浸水被害は短期的な対策により解消し、抜本的な対策は、まちを再構築する長期的な視点で実施すべきであることを指摘し、雨水の貯留・浸透等の流出抑制策が、環境対策を兼ね備えた長期的な対策として有力な手法であることを指摘した。

第8章では今年度大きな被害をもたらせた豪雪災害を取り上げ、その環境影響についてまとめるとともに、豪雪災害時の環境影響調査の必要性、消融雪の熱源としての未利用エネルギーの活用、戸別分散システムの必要性、消融雪水による地下水涵養について提案した。

第9章では、下水道事業を取り上げ、災害基金制度および災害保険制度の設立を提案し

た。

## 1.2 今後の課題

本報告書は1年という短期間の議論を通して作成したものであり、未検討の項目が多く残されている。特に、地震・津波災害とその後復旧において廃棄物対策は、非常に重要な課題であるが、本研究期間内で議論することができなかった。しかし、本研究を通して、新たな視点からの対策の道筋を見出すことはできたと考えられる。自然災害の復旧には多額の費用がかかる。現在、国にその費用を依存しているが、自治体が基金や保険を準備し、対策に備えることがますます重要となっている。また、災害復旧にあたりどのように、再び災害が起こることを防止すると共に環境保全型の復旧を行うかといった、新しい視点が必要となっている。

今後は、さらに調査と議論を深め、環境と防災を兼ね備えた新しい対策を提案していく必要がある。

## 平成 17 年度土木学会重点課題研究「環境と防災連携型の技術と制度」研究概要

土木学会は、安心と幸せを国民に提供する技術者集団である。政府、自治体は戦後の復興過程で、自然災害に対する防災と住みよい国土環境を造る努力をしてきたが、阪神淡路震災、新潟中越地震、インドネシア地震津波の経験から、国民の認識は大きく変化し始めている。

国土環境造りと防災、減災対策事業は、本質において社会基盤造りであり、日本を長期的に見てどのような国土環境にするかが問われている。現在、国及び地方自治体は、今まで投資してきた社会基盤整備の借金返済に追われる状況にある。今後の社会基盤整備は、より効率的でなければならない。そこで、今まで、防災対策と環境対策が個別の課題として取り扱われてきたことに対して、新しい視点から如何に、両課題を兼ねた対策として展開できるか、技術と制度の可能性を探ってみる必要があると考えられる。特に、中央政府の取り組みが、縦割りにより効率的連携ができない状態を改善し、地方における環境防災事業の実施を効率よく行うことが、今後ますます必要となる。その時、予算執行の縦割り状態を改善するには、環境と防災を兼ねる新しい法整備や、技術制度の改革、環境と防災をかねた新しい発想の技術開発が求められる。

本研究では、さまざまな自然災害が環境に対してどのような影響をもたらしてきたか、その軽減対策としてどのような技術と制度が用いられているかについて整理し、そこから、環境と防災連携型の技術と制度について提案することを目的として、調査を行った。まず、環境対策と防災対策の関連性について大まかに整理することにより、災害と環境はお互いに関連し合っていることから、両者の対策を切り離して考えるのではなく、連携を持って進めていくことが重要であることを指摘した。次に、地震・津波災害における上下水道の被害について整理し、処理場、ポンプ場などの施設の耐震化、処理場、ポンプ場の浸水対策、ライフラインの相互連関を考慮した対策、管路施設への液状化対策が重要であることを指摘した。次に、大気環境対策と防災対策の連携について検討を行い、大気環境と災害は密接に関係していること、大気環境対策と防災対策も密接に関連していること、大気環境保全対策と防災対策が連携できる可能性、連携すべき必要性は高いことを示すとともに、今後、持続可能社会を構築していくためには、環境保全と防災のどちらにも有効なWin-Win型の社会基盤整備を推進していくことが肝要であることを指摘した。さらに、豪雨災害の環境影響について事例を用いてまとめることにより、環境対策と防災対策が共存可能な対策として、流域管理（総合治水対策）、水田の遊水機能保全、雨水浸透を提案した。次に、大雨による洪水災害を対象に、その発生を未然に防ぐ技術的対策段階において、防災目的が環境保全・改善目的と連携して成立していける可能性を検討し、その定量的な評価モデルを提案した。そして、環境防災連携型の制度として遊水地を位置づけた。次に、都市型水害対策について検討し、重大な浸水被害は短期的な対策により解消し、抜本的な対策は、まちを再構築する長期的な視点で実施すべきであることを指摘し、雨水の貯留・浸透等の流出抑制策が、環境対策を兼ね備えた長期的な対策として有力な手法はであることを指摘した。次に、今年度大きな被害をもたらせた豪雪災害を取り上げ、その環境影響についてまとめるとともに、豪雪災害時の環境影響調査の必要性、8消融雪の熱源としての未利用エネルギーの活用、戸別分散システムの必要性、消融雪水による地下水涵養について提案した。最後に、下水道事業を取りあげ、災害基金制度および災害保険制度の設立を提案した。

### <構成メンバー>

松井三郎（都大学大学院地球環境学堂）（代表）      大原利真（国立環境研究所アジア自然共生研究グループ）  
宮島昌克（金沢大学大学院自然科学研究科）      高橋敬雄（新潟大学大学院自然科学研究科）  
白川直樹（筑波大学システム情報工学研究科）      池本良子（金沢大学大学院自然科学研究科）（幹事）  
田中 亮・中山 義一・亀田 由紀子・後藤 雅子（日本上下水道設計）