

## 第 10 章 今回の災害における特徴的な事象

### 10.1 有明海沿岸域への漂流・漂着物について

#### 10.1.1 本豪雨災害での漂流・漂着物の大量発生概要

本豪雨災害の特徴として沿岸海域への漂流・漂着物が大量に発生したことが挙げられる。一般的に、洪水時の流木の発生要因として河畔林の流出と山腹崩壊により森林の樹木が河道へ流出することが考えられる。また、本豪雨災害ではプロパンガスのボンベなども含まれており、流木だけではなく、人家など市街地から流出したのもも漂流・漂着物となっている。流木やその他の流出物は、洪水流により河道を流れながら、(1) 橋梁、ダム、堰などの河川横断構造物に集積するもの、(2) 堤内地に流入し堆積するもの、(3) 海に流出するものにおおまかには分類される。海に流出したものは、洋上を浮遊しているものを漂流物、海岸に堆積したものを漂着物という。表 10.1 に県別の漂着物量を示す。注意書きにも書いているがこの数値自体は現時点で確定しているものではないので参考値であるが、九州沿岸の総量で約 7 万 m<sup>3</sup> の漂着物が発生したことになる。本稿では、このうち、特に有明海沿岸域について現時点での情報をまとめて報告する。

表 10.1 県別の漂着物量 (単位: m<sup>3</sup>)

福岡県	熊本県	佐賀県	長崎県	大分県
4,684	34,000	19,541	3,391	7,860

(注意: 熊本県は 7/24 現在<sup>1)</sup>、佐賀県、長崎県は 8 月現在、福岡県は 10 月現在、大分県は 7 月 25 日付け西日本新聞<sup>2)</sup>より引用した数値であり、その後の調査により変動する可能性がある)

#### 10.1.2 有明海沿岸の漂流・漂着物の分布状況

図 10.1 に有明海の海岸と港湾の漂着物の量ならびに国土交通省海洋環境整備船「海輝・海煌」による 7 月 12 日～8 月 31 日における漂流物回収量を示す。

漂着物は、筑後川や白川などの一級河川の河口付近の海岸線に多く分布している。有明海西岸や漁業者への聞き取り調査によると諫早湾から島原半島沿岸にも大量の漂着物が生じており、一級河川の河口から遠く離れた海岸にまで到達していることが分かる。また、豪雨災害発生時から 8 月までは数日間は北よりの風が卓越する期間があったが、全期間を通してほぼ南寄りの風が卓越しており、漂流物はこの影響を大きく受けたことが推察される。実際に、鹿島市の海岸に宇城市のプロパンガスが流れ着いたという報告があるなど、熊本沿岸に流出した漂流物が南風で佐賀県沿岸に到達したと考えられる。図 10.2 に佐賀県東与賀海岸における漂着物の様子を示す。写真からも分かるが、佐賀県の海岸線は干潟が多く、干潮時には漂着していても満潮時には再び漂流していく可能性が考えられる。

漂流物は国土交通省以外でも県や漁協により回収されているため回収された漂流物の総量は不明であるが、少なくとも海岸に漂着後に回収されるものの方が圧倒的に多いと考えられる。

#### 10.1.3 有明海沿岸の漂流・漂着物の被害・回収状況

豪雨直後より大量に発生した漂流・漂着物の影響により有明海沿岸全域で漁業が困難になった。また、操業は可能でも、早朝や夜間などは漂流物の視認が困難で、流木などにより漁船のスクリーンが損傷す

る被害が生じた。さらには、漁網を用いるスズキなどの漁では、網に漂流物がひっかかるのを懸念し、操業を控えるケースがあった。加えて、9月上旬までに漂流物を回収しなければノリ養殖に甚大な被害が出るのが懸念され、関係自治体や漁業者による懸命な回収作業が行われた（図 10.3, 図 10.4）。

なお、本豪雨災害のような広範囲に大量に生じた海岸漂着物は「災害関連緊急大規模漂着流木等処理対策事業」として、海岸管理者（県などの地方公共団体）に費用の二分の一が国庫から補助される制度があり、本豪雨災害でも適用されている。

また、漁協の異なる複数の漁業者から回収事業について聞き取りを行ったが、漁協により対応の状況が大きく異なり、速やかに回収事業が実施され漁船操業が可能になった漁協と、対応が進まなかった漁協が存在していた。

#### 10.1.4 まとめ

本稿では、本豪雨災害における漂流・漂着物について有明海沿岸域を中心に現時点で収集した情報をまとめた。豪雨災害時の沿岸への流木などの流出は漁船操業などに大きな影響をもたらし、さらに漂流・漂着物は廃棄物でしかなく、事後対応が費用面からも地方自治体には非常に負担が大きい。前述したが流域からの流出物は洪水被害も助長するため、豪雨被害軽減のためには、もともとの発生量を抑制するような対策が最も効果的であると考えられる。

本稿をまとめるにあたり、佐賀県県土づくり本部農山漁村課、熊本県土木部河川港湾局、長崎県環境部廃棄物対策課、福岡県県土整備部港湾課、国土交通省九州地方整備局熊本港湾・空港整備事務所から貴重なデータの提供を受けた。また、多くの漁業者の方に聞き取り調査にご協力頂いた。ここに記して謝意を表します。

（田井明）

#### 参考文献：

1)熊本県第6回被災者及び被災地の復旧・復興本部資料

<http://www.pref.kumamoto.jp/site/1013/honbukaigi-6.html>

2)西日本新聞，2012年7月25日付け

図 10.1 有明海の海岸・港湾漂着物の分布と回収された漂流物の分布（単位：m<sup>3</sup>，括弧内の数字は国土交通省海洋環境整備船「海輝・海煌」による7月12日～8月31日における漂流物回収量，佐賀県，熊本県，長崎県の数値は暫定値）

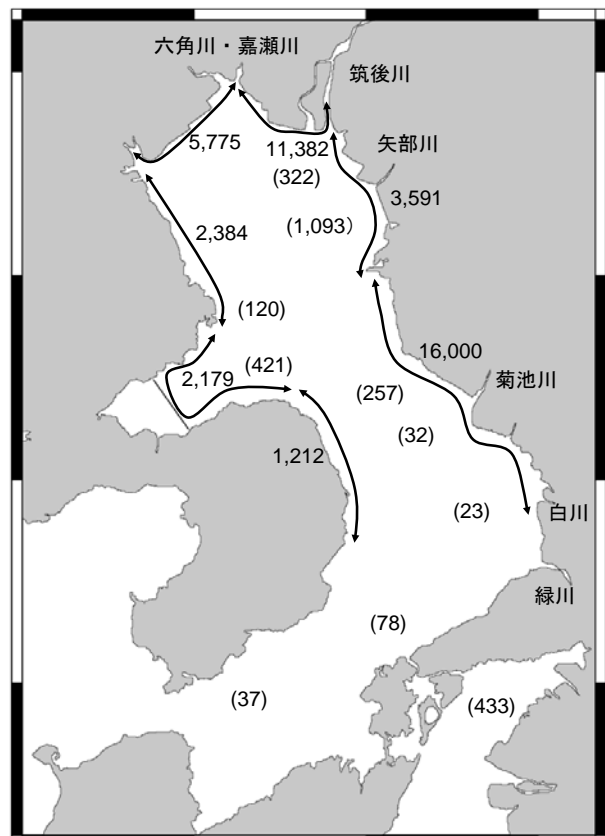




図 10.2 漂着物の状況（東与賀海岸，2012年7月31日撮影）



図 10.3 漂着物の回収の様子（東与賀海岸，2012年7月31日撮影）



図 10.4 漁業者による漂流物の回収の様子（島原半島沖，有明漁協提供）

## 10.2 本豪雨災害における人的被害の概要

本豪雨災害における人的被害（死者・行方不明者）についてまとめる。なお、本稿では2012年7月3日～14日に生じた人的被害を対象にしていることに注意されたい。対象期間中の死者は31人（熊本県23人，福岡県5名，大分県3名），行方不明者は3名（熊本県2名，大分県1名）であった。期間別の死者・行方不明者は，7月3日からの豪雨で2名，7月11日からの豪雨で32名であった。図10.5に死者・行方不明者の要因別（土砂関連，洪水氾濫関連，不明）の分布を示す。これから明らかなように熊本県阿蘇地方の土砂関連による犠牲者が圧倒的に多い。

図10.6に要因別の死者・行方不明者の割合を示す。土砂関連によるものが多く，このうち23名は自宅などの家屋内で被災している。2名は外出中に土砂災害に巻き込まれたもの，残り1名は土砂災害に巻き込まれたものと推定されるが，行方不明のままである。土砂災害は午前4時～6時という未明に発生しているケースが多く，多くの方が就寝中であつたと推定されること，また，図10.7から分かるように大雨は深夜～未明に生じており，この時間帯の避難行動が困難で遅れてしまった事例もあると考えられる。なお，阿蘇市からの避難指示は7月12日午前4時に出されている。洪水氾濫によるものは，7人で，車で走行中に堤防道路が陥没し川へ転落したケース，浸水して動かなくなった車を降りて避難中に流されたケース，誤ってクリークに転落したケースなど車で外出中に被災していた。加えて，勤務先で，建物と一緒に河川に流された例もある。また，阿蘇地方の2名の行方不明者はいずれも一旦避難した後に再び避難所を出て行方不明になったものである。

図10.8に年代別の死者の割合を示す。元々の人口割合も関係するが，60代以上の死者の割合が66%と高く災害弱者と考えられる高齢者の割合が最も多くなっていた。一方で，20代の割合も比較的多かった（グラフは～20代と標記しているが全て20代の方であった）。

本稿では，本豪雨災害における人的被害の概要についてまとめた。その結果，九州での過去の豪雨による被害と同様に土砂災害によるものが最も多かった。また，避難行動中や一旦避難した後に被災したケースもあり，今後の防災策を考える際の教訓としなければならないであろう。また，新聞記事には，間一髪で九死に一生を得た事例も多く紹介されており，これらも貴重な情報であると言える。

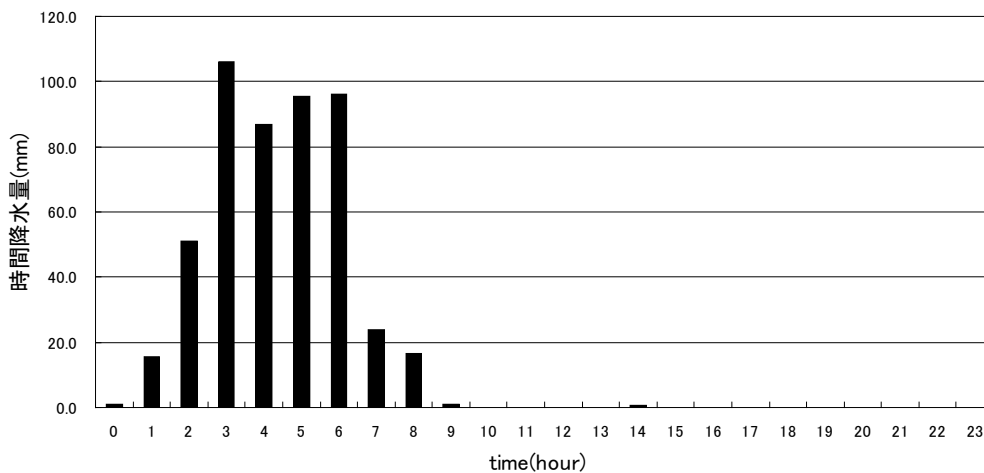


図10.7 阿蘇乙姫の7月12日の時間降水量の推移



図 10.5 九州北部豪雨災害（7/3～7/14）の要因別死者・行方不明者の分布

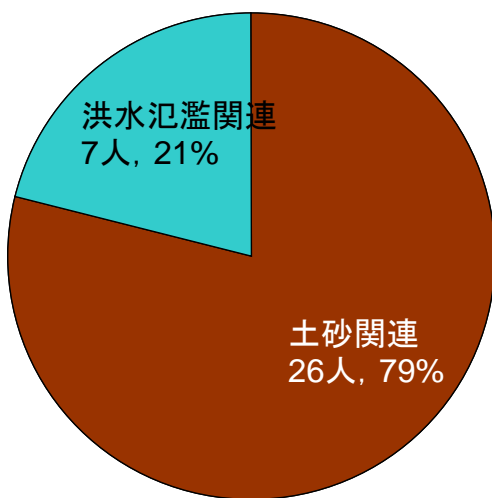


図 10.6 九州北部豪雨災害（7/3～7/14）の要因別死者・行方不明者の割合

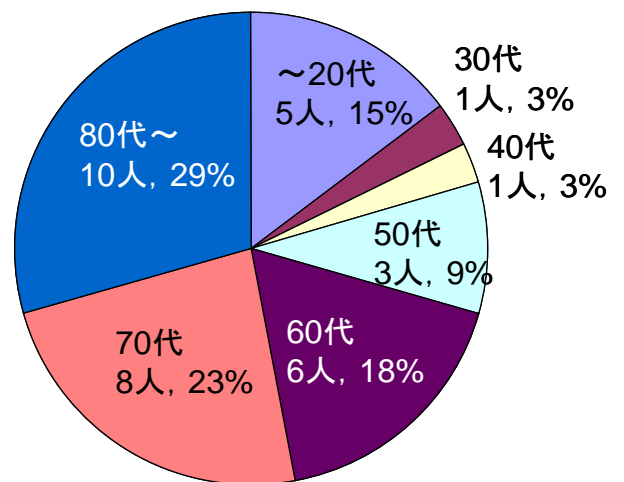


図 10.8 九州北部豪雨災害（7/3～7/14）の年代別死者・行方不明者の割合

最後に、本稿での死者・行方不明者の情報は西日本新聞、熊本日日新聞、大分合同新聞の記事を元に著者がまとめ直したものである。詳細な取材をされた各新聞社の方々に対し敬意と謝意を表すとともに、災害時の犠牲者情報の重要性を防災の最前線を担う行政が認識し、今後それらを生かした有効な人的被害の軽減策が講じられていくことを期待する。

(田井明)

## 10.3 水力発電施設の被災について

### 10.3.1 はじめに

近年頻発している豪雨災害において水力発電施設が目立って被災している。例えば、平成23年7月の台風6号では高知県奈半利川の電源開発平鍋ダムにおいて、ダム湖上流に流入した土石流により津波のような段波が発生し、流下した段波がダム湖に進入後、ダム堤体を越流するという災害が発生した〔秦野ら(2012)〕。この段波はダム天端上2m（ダム湖水面からは3m）の高さまで達したと推定されており、天端上の管理施設が浸水したため洪水吐ゲートが固定されたまま操作不能に陥るといった事態に至った。また、同月の新潟・福島豪雨においては、阿賀野川水系只見川流域において電源開発の水力発電所6カ所（総出力約134万kW）が被災した〔松本ら(2012)〕。この豪雨では只見川流域内のアメダス観測点で既往最大の72時間降雨（只見:696mm、宮寄上:623.5mm）を記録しており、被災した6つの発電所（ダム）では既往最大流入量を全て更新している。また、同豪雨では東北電力管内29箇所の水力発電所（総出力約137万kW）も被災した。同年9月には台風12号により紀伊半島で発生した水害により関西電力管内で11カ所の水力発電施設で被害が発生し、平成25年初頭段階で復旧していないものが3カ所ある〔三木ら(2012)〕。また、同年9月の台風15号では静岡県において中部電力湯山水力発電所（最大出力22,200kW）の使用水量のうち15%を供給していた大間川えん堤が被災し、平成24年11月まで取水ができない状態であった〔伊藤ら(2012)〕。

今回の九州北部豪雨では九州電力管内の九州北部地域において計15カ所の水力発電施設が被災した（表10.2）。各施設の被災要因はそれぞれ異なるが、上述のように近年の豪雨災害では水力発電施設の被災が目立っており、大規模化する水害に対する脆弱性や対応策の検討が必要ではないかと考えられる。また、福島第一原子力発電所の事故以来、原子力発電が大飯原発3,4号機を除き再稼働できない状況下で、水力発電は火力発電を除くと最も発電量が大きいことに加えて、再生可能エネルギーのシェアとし

表 10.2 今回の豪雨により被災した水力発電所

発電所名	場所	河川(水系)	出力[kW]	被災状況	運転再開日	備考
洗玉	八女市	星野川(矢部川)	340	水車・発電機冠水	12/25	
橋詰	うきは市	隈上川(筑後川)	150	水車・発電機冠水	12/12	
栗木野	うきは市	隈上川(筑後川)	60	水車・発電機浸水	8/31	
小塩	うきは市	隈上川(筑後川)	420	取水口へ土砂流入等	8/27	
柳又	日田市	高瀬川(筑後川)	63,800	ダム湖等へ土砂流入	9/11	調査実施
女子畑	日田市	玖珠川(筑後川)	29,500	導水路一部損傷	—	8/20 取水再開
軸丸	豊後大野市	大野川	12,500	水車・発電機冠水	12/13	調査実施
竹田	竹田市	大野川	7,000	水車・発電機冠水	H25.1/30	調査実施
黒川第一	阿蘇郡	黒川(白川)	42,200	発電機冷却水用設備損壊	7/25	
黒川第二	阿蘇郡	白川他	2,100	取水口門扉等冠水	7/25	
黒川第三	菊池郡	白川	2,800	水車・発電機浸水	10/10	
菊池川第一	菊池市	菊池川	1,400	取水口へ土砂流入等	7/27	
菊池川第二	菊池市	菊池川	2,500	取水口へ土砂流入等	8/17	
菊池川第五	菊池市	菊池川	1,500	取水口へ土砂流入	7/20	
梶原	球磨郡	梶原川他(球磨川)	10,000	導水路へ土砂流入	9/26	

て9割近くの発電量を持っている。したがって、持続的に水力発電を利用していくことも併せて検討するべきではないかと考えられる。そこで、豪雨災害調査の一環として、被災水力発電所のうち3カ所（柳又水力発電所高瀬川ダム、竹田水力発電所、軸丸水力発電所）について平成24年12月6～7日にかけて調査を実施した。

### 10.3.2 高瀬川ダムの被災状況

大分県日田市内に位置する柳又発電所（S48年6月完成，出力63,800kW，使用水量 $68\text{m}^3/\text{s}$ ，有効落差106.7m，流域面積 $558.1\text{km}^2$ ）は，筑後川本川上流域である大山川に設置された大山川取水堰から取水した発電用水を筑後川支川の高瀬川に一度注水し，高瀬川ダム（S47年7月完成，流域面積 $34\text{km}^2$ ，総貯水量27.3万 $\text{m}^3$ ，ダム堤高25.6m，設計洪水流量 $520\text{m}^3/\text{s}$ ）を利用して高瀬川からの取水量と併せて再取水して導水されている（図10.9）。今回の豪雨では，7月14日の7時に高瀬川ダム上流域平均で最大の1時間降水量84mm（日降水量442mm，期間降水量527mm。九州電力調べ）を記録し，10時20分ごろに高瀬川が氾濫し既往最大流量 $457\text{m}^3/\text{s}$ が発生した。これにより，発電所取水設備は重大な被害を受け，9月11日の復旧まで約2ヶ月にわたり柳又発電所は稼働できない状態が続いた。特に，河岸浸食などに起因する土砂と流木の流入が大量に発生し，それらがダム取水口周辺に堆積したため取水口を一部閉塞する事態となった。ダム湖内に堆積した土砂量は約 $30,000\text{m}^3$ ，取水口内は約 $2,500\text{m}^3$ であった。

また，ダム下流域では，流木の集積による橋梁の損壊や，護岸・道路路肩の損壊など多数の被害も発生している。

調査時のダム湖内の状況を図10.10に示す。右岸側に積まれた土砂（赤円で囲まれたところ）

がダム湖内に出水により堆積した土砂を浚渫して積み上げたものである。ダム湖上流域の地形測量結果から，今回の出水で新たに約 $58,000\text{m}^3$ の土砂が高瀬川ダム上流域の河道内に堆積したと推定され，これらが経年的に流入することでダム湖における堆砂速度が上昇することが懸念されている。

### 10.3.3 竹田・軸丸発電所の被災状況

大分県竹田市と豊後大野市を流れる大野川にある竹田発電所と軸丸発電所が7月12日の出水により被災し，後者は12月13日に再稼働したが前者は平成25年1月30日まで停止する事態となった。図10.11に示す様に，竹田発電所は竹田調整池堰（通称，魚住ダム）により取水し導水されている。また，軸丸発



図10.9 高瀬川ダムと柳又発電所の位置



図10.10 高瀬川ダム（ダム湖内，H24.12.6撮影）

電所は竹田発電所直下の軸丸取水堰から取水している。竹田発電所は昭和30年5月に完成し、出力7,000kW、使用水量 $22\text{m}^3/\text{s}$ 、有効落差37.4m、流域面積 $457\text{km}^2$ をもつ。

一方、軸丸発電所は、大正9年5月に完成し、出力12,500kW、使用水量 $25\text{m}^3/\text{s}$ 、有効落差62.8m(1号)、63.18m(2号)、流域面積 $503\text{km}^2$ をもつ。また、竹田調整池堰は昭和30年5月完成、流域面積 $326\text{km}^2$ 、総貯水量752万 $\text{m}^3$ 、堰堤高10.2m、設計洪水流量 $2,360\text{m}^3/\text{s}$ である。軸丸取水堰については、頂高4.95mの固定堰であり貯水能力はない。



図 10.11 竹田・軸丸発電所の位置

竹田調整池堰については、国土交通省波野雨量観測所で7月12日6:00に98.0mmの時間降水量を記録した。九州電力のデータによると6:00段階で約 $2,300\text{m}^3/\text{s}$ 、6:30ごろに約 $2,600\text{m}^3/\text{s}$ の流入量を記録しており、5:30ごろにゲートを全開した。左岸側にある取水口の網場には流木が多数集積し取水口が塞がれるなどの被害が発生した(図 10.12)。竹田発電所は、発電所建屋の中がGL約-10mまで掘り下げた場所に発電機が設置されている。今回の出水では、発電所周辺からの雨水の流入と稲葉川沿いの土堤からの浸透水の流入により、発電所内がGL約+1mで浸水し、建屋内は完全に冠水した(図 10.13)。発電機、水車、制御系機器などが全て水没し、使用不能に陥った。今後、建屋上部の通風口を塞ぐなどの浸水対策を行う予定とのことである。

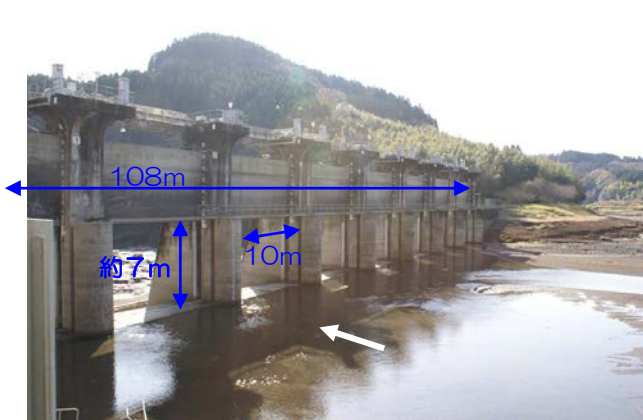


図 10.12 竹田調整池堰（魚住ダム）（左：ダム堤体，右：取水口。H24.12.7撮影）

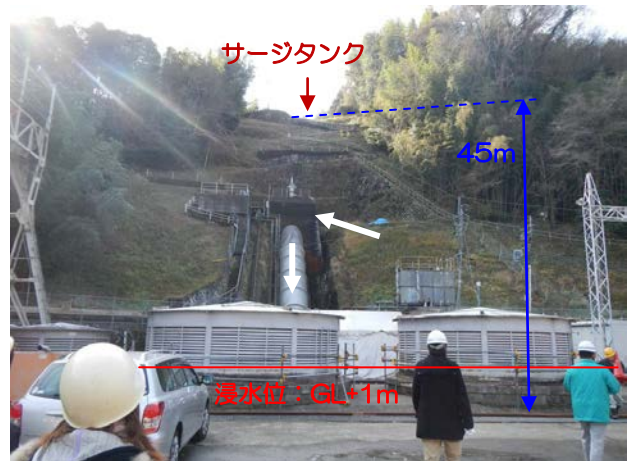


図 10.13 竹田発電所(左：発電所浸水状況 [H24.7.12九州電力撮影]，右：発電所建屋。[H24.12.7撮影])





図 10.14 軸丸発電所(左：発電所浸水状況 [H24. 7. 12 九州電力撮影]，中右：発電所 [H24. 12. 7 撮影] )

軸丸発電所は、発電所建屋(高さ約 14.5m)が周辺の地盤から約 10m程度掘り下げた場所に建っており、建屋地盤から 4.5m の高さまで浸水した(図 10.14)。3m<sup>3</sup>/s の排水性能の排水ポンプ 2 台により排水したが、発電機、水車、制御系機器などが水没、使用不能に陥った。なお、平成 2 年の出水は今回以上であり、建屋 2 階の制御室が冠水した。水力発電所は河川に隣接して設置する構造が多く、大規模化する浸水に対する浸水リスクが増大していることから、発電所周辺や放水口などの浸水対策が急務といえる。

#### 10.3.4 おわりに

九州北部豪雨災害において九州電力管内の 15 箇所の水力発電施設が被災した。平成 24 年は平年と比べて降雨量が大きかったため、これらの発電が停止したにも関わらず、幸いなことに水力発電実績は計画(7 月：113 万 kW)を上回っていた[九州電力(2012)]。しかし、福島第一原発事故後の状況を鑑みれば、水力発電という有力な再生可能エネルギー(シェア 9 割)を持続的に利用していくことが必要であることは論を俟たないといえよう。今回の調査より、大規模化する豪雨における水力発電施設の浸水リスクが明らかになった。今後は、温暖化による豪雨災害外力の増加への適応も視野に入れて、これらの弱点を克服するための技術的な研究と、既設の水力発電を持続的に利用するための総合的な研究が水工学に必要と考えられる。

(矢野真一郎)

#### 参考文献：

- 1) 三木伸之，松本好司，土井喜則：台風 12 号による水力発電所土木施設の被害状況と復旧，電力土木，No.362，pp.39-43，2012.
- 2) 秦野輝儀，中山義紀，斉藤文彦：土石流の流入に起因する平鍋ダムの越流現象，電力土木，No.362，pp.44-47，2012.
- 3) 松本匡司，熊谷騰，山元未来：平成 23 年 7 月新潟・福島豪雨による水力発電所被害とその復旧状況，電力土木，No.362，pp.48-51，2012.
- 4) 伊藤公人，鈴木達也，鈴木直樹：湯山水力発電所大間川えん堤の台風被害復旧工事，電力土木，No.362，pp.35-38，2012.
- 5) 九州電力株式会社：今夏の需給実績について，需給検証委員会資料，資料 3-2-2，20p，2012.
- 6) 電気新聞，2012 年 9 月 25 日 1 面.

謝辞：現地調査や資料提供に九州電力株式会社に多大な協力を頂いた。ここに記し感謝の意を表します。

## 10.4 九州北部豪雨の災害復旧の特徴

平成24年の豪雨は7月3日から14日に及ぶ前線性の豪雨で北部九州の広い範囲で災害が発生している。特に筑後川水系の日田盆地では、7月3日および7月13日の2度にわたる氾濫の発生、直轄堤防の決壊など激甚な災害となっている。

本節では、筆者が災害復旧アドバイザーとして、関係した日田盆地の河川、矢部川水系の福岡県管理区間、白川水系の河川、大分県の玉来川などを参考に、今回の災害に対する復旧について報告したい。現在、災害復旧計画・設計が行われている時期であり、定量的、具体的な記述ができない部分はお許しいただきたい。

東北震災における安全度の議論、近年の計画規模を超える災害の発生、治水と環境技術の統合など、現在、河川技術は時代的な転換期にあると考えられる。今回の九州北部豪雨の災害復旧にあたって、今後の河川技術を考えるのに大変参考になる考え方や動向が含まれていると考えられる。

今回の災害復旧の特徴的な観点を以下に列挙する。

- ① 災害レベルの考え方を整理する必要があること：東北の震災復興にあたって Level1（従来の防災のレベル）、Level2（数百年に一度という施設での対応が困難なレベル）という2つの災害外力概念が提示された。また、近年、河川災害においても計画規模を大きく超える水害が発生している。このような時代背景の中で、災害復旧の安全度のレベルをどのように考えればよいのか？また上下流のバランスをどのように考えればよいのか？
- ② 治水技術と環境技術との統合化：中小河川の技術基準が2008年に制定、2010年に改訂され、中小河川の改修技術はこれをもって治水技術と環境技術の統合があるレベルでなされたと考えてよいが、この技術基準が災害復旧の現場でどの程度反映されていくのか？
- ③ 計画規模を超える外力に対する治水技術：計画規模をこえる出水に対応した災害復旧の河道計画技術、輪中堤などの堤内地側の施設設計技術はどうあるべきか？
- ④ 地形的（歴史的な河道改修なども含む）な河川の特徴に対応した河川改修技術：山地穿入蛇行河道、盆地河川の災害などにおける、土砂対策、河道処理などの取り扱いはどうあるべきか？

### 10.4.1 災害復旧のレベル

図10.15に示すように、水害の規模は場所によってさまざまであり、また掘りこみ河道と築堤河道では災害復旧に対する考え方も異なる。この図は、ここ数年の災害復旧時の多自然川づくりアドバイザーの経験に基づいて概念化したものである。

近年の大規模な水害からの災害復旧は激特（激甚災害緊急特別措置事業）あるいは改良復旧事業と呼ばれる制度のもとで行われている。改良復旧には、災害復旧助成事業や河川等災害関連事業などがある。

さて、これらの事業による対処流量の考え方は、その場の河川の状況により個々に判断されるが、概念的には以下のようなになる。

洪水の規模が整備計画流量よりも小さいときには、被災流量および下流の流下能力見合い流量が災

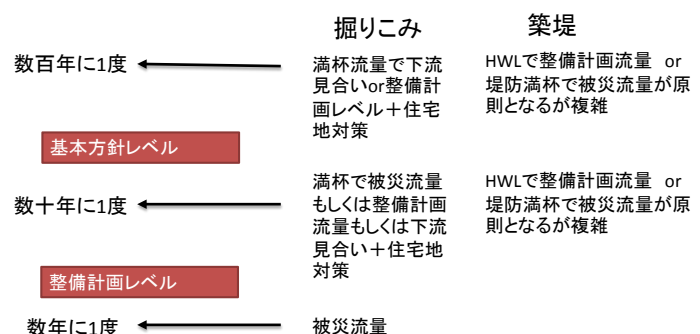


図 10.15 洪水の規模、堤防の有無による対処方針

害復旧時の対象流量となる。整備計画流量よりも、被災流量が小さい時には下流の流下能力は被災流量より大きいことが多いので、大抵の場合、被災流量＝災害復旧の対処流量となる。

被災流量が整備計画流量より大きく基本方針流量より小さい場合には、整備計画流量、被災流量、下流の流下能力見合い流量の3流量が検討の対象流量となる。基本方針流量よりも被災流量が小さいということは、河道で将来的には対応を可能とする流量であるため、被災流量まで河道で流すことが検討される。この3つの流量に対する処置方法は複雑である。たとえば、日田盆地上流の河川では、谷地形の中を蛇行して流れる河川であり山付き部により洪水が発散せず空間的に閉じているため、河道は下流見合い流量での掘削を、住居がある場所のみ特殊堤などによる被災流量での改修が検討されている。すなわち農地と住宅地ともに安全度を向上させるが、下流への負担を過度に上げないように配慮し、住宅地に対しては再度災害防止を担保する方式、すなわち土地利用別に安全度に差をつける方式が採用されている。また掘り込み河道において、整備計画余裕高が見込まれているところにおいては、H.W.L.で整備計画流量、河道満杯流量で被災流量が検討される場合もある。

築堤河川においては、H.W.L.で整備計画流量を対処流量とし、河道満杯流量を被災流量とする場合もあるが、一方で、H.W.L.で整備計画流量を流下させる計画とするが、それ以上の流量に対しては計画論上、特に対処しない場合も見られる。これは堤防には余裕高が必要であり、余裕高を使って洪水を流下させるという考え方を良しとしない考え方である。河川管理施設等構造令の解説では「余裕高は洪水時の風浪、うねり、跳水等による一時的な水位上昇に対して、堤防の高さにしかるべき余裕を取る必要がある」としており、これを根拠とすれば、余裕高の中に洪水を流下させる概念を入れ込むことはおかしいとする考え方である。また河川管理施設等構造令には、「堤防は、護岸、水制その他これらに類する施設と一体として、計画高水位（高潮区間にあつては、計画高潮位）以下の水位の流水の通常的作用に対して安全な構造とするものとする。」とあり、堤防はH.W.L.以下の洪水に対して安全な構造は必須であるが、安全性は担保されないもののH.W.L.以上の洪水の流下を認めていないわけではない。これに関する議論は十分に収束しているとはいえない。

注：見合い流量という概念は明確に規定されているわけではないが、洪水時の下流の流下能力を考えた時に他の河川の合流量などを差し引いた流量の概念である。下流での氾濫が生じさせない流量である。

これに関しては波形の概念が入っているのかどうかという点については、明瞭ではなく議論の余地があるが、筆者は氾濫によりつぶれている洪水波形が、改修によりピークが立つ、洪水到達時間が短くなるなどの波形の概念も加味された流量概念とすることが望ましいと考えている。

対象流量と対処流量：ここでは計画立案時の対象となる流量のことを対象流量、実際の復旧時に河道等で対処する流量のことを対処流量として使い分けている。

#### 10.4.2 中小河川の技術基準の普及に関して

中小河川の技術基準は2008年に制定、2010年に護岸に関する基準が付け加わり改定された。その中のいくつかのポイントについて、災害復旧でどのように取り扱われているのかを概観する。

##### a) 川幅の拡幅

技術基準では、流下能力を増大させる時、河床掘削よりも川幅拡幅を原則としている。この原則は、河川改修による流速の増大、掃流力の増大を抑えるという治水効果、洪水時の流速を抑制し、植物の繁茂を促し、洪水時の魚類等の生物の流出を防止するなどの環境効果を持っており、中小河川の技術基準の中で重要な事項である。

これまで、用地取得が難しい、あるいは災害復旧の制度では用地取得が困難などの理由から川幅拡幅が検討され実行に移されることはそれほど多くなかった。しかしながら、今回の災害復旧では、川

幅拡幅の原則が普及し始めたという感想を持っている。たとえば、福岡県が行っている星野川の復旧では、氾濫が発生したところを局部的に対象として流下能力の増大を行っているが、川幅拡幅を原則とした流下能力の増大が図られている（図 10.16）。川幅を拡幅する方式をとっているところは、河床掘削が岩河床で河床掘削が容易ではない、一部区間のみの被災で一連の河床掘削が困難であるという側面もある。

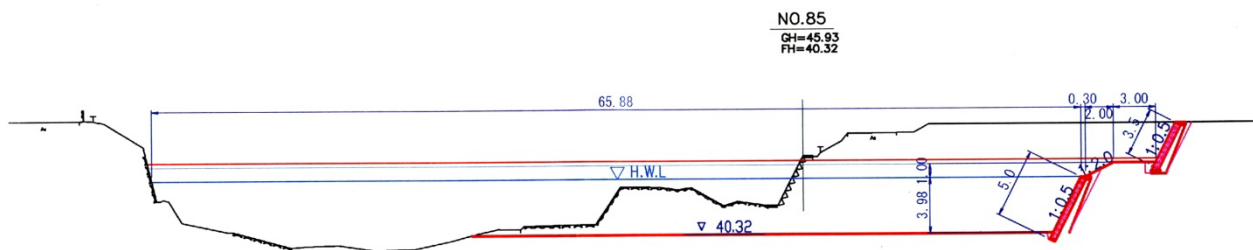


図 10.16 川幅拡幅の改修例

#### b) 護岸と河岸の仕分け

2010年に改定された中小河川の技術基準では、河岸部の記述が加えられた。「河岸」とは河道の側岸に対応するのり肩からのり尻までの範囲を指し、「護岸」とは、流水による侵食作用から堤内地を保護するために設けられる構造物とされた。この基準によって、河岸と護岸を区別し、環境的な機能は護岸の川表側にある、河岸により担保することとなった。

九州北部豪雨の大規模災害復旧においては、河岸と護岸が区別される計画が当初案から示されるものが多く、行政の設計部局、コンサルタントにもこの考え方は普及してきているようである。

#### c) 河床掘削時のスライドダウン

改修前の環境が良好な時、河床掘削時に河床を平らにせず、現況の形状を崩さないように、河床部の横断形状をそのままスライドダウンさせることが技術基準では原則となっている。この原則に関しては、掘削による河道計画にはほぼ盛り込まれており、この原則はほぼ普及している。

### 10.4.3 輪中堤防などの氾濫許容型の技術について

九州では北川の激特で霞堤が、川内川の激特では輪中堤が建設されるなど、大規模災害復旧時に氾濫許容型の治水が行われる事例が増えてきている。九州北部豪雨に対しても阿蘇盆地を流れる白川の支川黒川流域などでは、氾濫許容型の治水が検討されている。氾濫流の下流への集中を抑制するための横堤、住宅地を氾濫から守るための輪中堤、遊水地などである。このような伝統的な治水技術を用いた新しい技術は、今後の地球温暖化による豪雨災害の頻発が予測されている時代において、重要な技術である。しかしながら、輪中堤、横堤などの伝統的な堤防技術の計画論、設計論については十分な蓄積がないのが現状である。これらの施設の内水や大洪水時の避難などを含めた、計画論、技術論に関するフォローアップや研究が求められる。

### 10.4.4 地形的な河川の特徴と復旧

#### a) 穿入蛇行河川

九州の火山地帯では、著しく蛇行が発達した掘り込みの穿入蛇行の河川が多数みられる。今回の洪水においても大分県の玉来川などがその典型例である。河道は谷底平野の中を蛇行しながら流下し、大きな蛇行を繰り返しながら流下する。今回の豪雨災害を観察すると急湾曲部から氾濫が発生する例が極めて多いことに気付く（図 10.17）。

急湾曲部では大幅な水位上昇がみられ、洪水の越水、洪水流が護岸裏側を走り洗掘することによる護岸の崩壊、倒壊、流木の流入などが起こり、田畑や住宅に大きな被害を与えている。現在の河道計画においても、湾曲部の左右岸の水位差について配慮されるが、穿入蛇行河川においては蛇行曲率が急であり、湾曲による水位上昇だけではなく、衝突により運動エネルギーが水位エネルギーへと転換されることによる水位上昇が生じている。これらに対応するためには、計画流量時の急湾曲部の水位上昇分を護岸高さに見込む、湾曲部外岸側に水害防備林などを配置し、氾濫流の流速低減、土砂や流木の監視などを行う、護岸天端の保護工の設置などの手法が有効であると考えられるが、今回の災害復旧では十分に盛り込めなかった手法である。穿入蛇行河川の水理についての研究はこれまで十分に行われたことはなく、九州において特に重要な研究課題である。



図 10.17 玉来川 湾曲部外側からの破壊が多数みられる

#### b) 平野出口の河川

山地から平地への出口は扇状地などが発達する土砂堆積空間である。今回の出水で日田盆地の花月川において、山地から平野への出口で大量の土砂が堆積し、河川氾濫および水田の埋没が発生している。河川の勾配変化点に洪水時、土砂が堆積し氾濫することはしばしば観察されることであるが、これに対する対処を砂防ダム以外の方法で行う例は、あまり見られない。今回の災害復旧では、遊砂空間を確保することが検討されている。

ヨーロッパではドイツのバイエルン州において小河川の出口に遊砂地を設置する例やスイスのFLAZ 川の分水路計画において河道の一連の区間を拡幅し下流に対する土砂調節区間とする例が見られる。

遊砂空間は、局所的な土砂の堆積に対応すると同時に下流の河床の安定にも寄与すると考えられる。洪水時の土砂堆積も大きな問題であるが、上流からの土砂供給量の減少も河道の維持や河川環境の保全の観点から現代の河川技術の課題である。中小河川の技術基準では、河道幅を一律にしないことを河川環境の観点から推奨しているが、河床の安定という観点からも川幅が広い区間は重要であり再評価が必要である。平地部での遊砂空間の確保という概念と技術は今後さらに進化させるべき課題であると考えている。

(島谷幸宏)



図 10.18 花月川の水田埋没の状況



図 10.19 ドイツの遊砂地