

中小河川における計画論及び実効的な減災対策

STUDY ON THE PLANNING POLICY AND EFFECTIVE DAMAGE MITIGATION MEASURES FOR SMALLER RIVERS

湧川勝己¹・末次忠司²

Katsumi WAKIGAWA, Tadashi SUETSUGI

¹正会員 (財) 国土技術研究センター 調査第一部 (〒105-0001 東京都港区虎ノ門3-12-1)

²正会員 工博 国土交通省国土技術政策総合研究所河川研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭1)

In 2004, many rainfall records were renewed in many parts of Japan including Niigata, Fukushima, Fukui Hyougo because of a number of factors such as active a stationary Baiu front (rainy season front) after skirting the Pacific high pressure system and the direct attack on Japan by 10 out of the 29 typhoons that occurred in 2004. These rains caused tremendous flood damage, leaving 227 peoples dead or missing. Many of the rivers that flooded are relatively small rivers managed by prefectural governments. Compared with the rivers managed by the national government, the design flood discharge of those rivers are relatively small, and the protection levels of those rivers tend to be low. In this study, recent rainfall characteristics that caused the flood damages in Niigata, Fukushima, Fukui and other areas are analyzed. Considering the direction of planning methodology based on the characteristics of smaller rivers such as short flow time and the direction of flood damage mitigation measures appropriate for smaller rivers for which the current protection levels of river projects are low, this study also identifies effective flood damage mitigation measures on the basis of the lessons learned in the flood-affected areas.

Key Words : *Frequency analysis of extreme events, Historical record, Probable maximum precipitation, Flood damage mitigation measures, Smaller rivers*

1. はじめに

平成16年は、停滞した梅雨前線に太平洋高気圧の縁辺を回るように暖湿流が流入したこと、発生した29の台風の内10の台風が我が国に上陸したことなどによって、新潟・福島、福井、兵庫をはじめとして我が国の各地において既往最大もしくはそれに近い降雨が発生し、合計で227名の死者・行方不明者を出す甚大な水害が発生した。

これらの水害が発生した河川の多くは、流域面積として約300km²～800 km²程度で洪水の到達時間としては3時間から12時間程度の県が管理する一般的には中小河川といわれる部類に分類される河川であり、計画規模並びに現況河川の整備水準も国が管理する河川に比べて小さなものが多い。

本論文は、上述した新潟・福島豪雨や福井豪雨等を生起させた近年の降雨の特徴について分析を行うとともに、流出時間が短いなどの中小河川の諸特性を踏まえた計画論の方向性並びに現況の河川整備水準が低いという中小河川の現状を踏まえた減災対策の方向性について、実際に水害に遭遇した地域の反省等を基に実効的な方策につ

いて検討を行ったものである。

2. 中小河川の計画手法と計画規模等

浸水想定区域図が策定されている県の河川を対象として、現在の計画において使用されている流出計算手法及び推移計算手法等についてアンケート調査を実施した。計画において使用されている流出計算手法について、流域面積の大きさとの関係で整理を行ったものが図-1に示したものである。全体で見れば調査した河川の半数以上が降雨強度式と合理式によって基本高水のピーク流量を設定しているが、その傾向は100km²以下の河川において顕著であり、100km²を越えると流域分割を行って貯留関数法を使用しているものが多いことが分かる。

流出計算手法と同様に河道水位計算法について整理を行ったものが図-2である。水位計算法については、等流計算と不等流計算を用いている河川数は、ほぼ同数であるが、流出計算手法の場合と同様に100km²を境として、100km²以下において等流計算法、100km²以上において不等流計算法が用いられる傾向にあるようである。

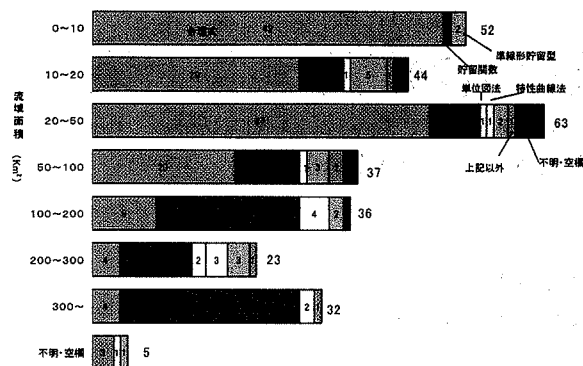


図-1 計画に用いられている流出解析手法と流域面積

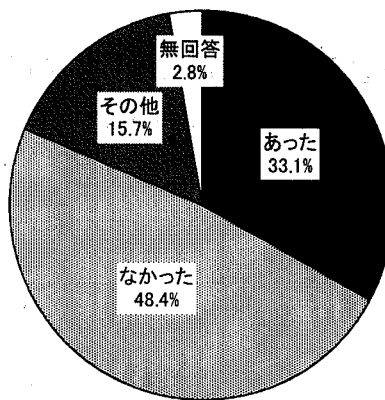


図-4 解析に必要な水位、流量、雨量資料の有無

なお、各県が作成している降雨強度式は、昭和40年代までのデータを基に作成されているものが多く、後述する近年の降雨特性の変化を反映されているかが疑問となるものが多いと思われる。

3. 近年降雨の特徴と中小河川計画の方向性

平成16年には、新潟・福島豪雨や福井豪雨が発生し、堤防からの越水・破堤により甚大な被害が生じた。この新潟・福島水害及び福井水害を発生させた降雨の原因は、停滞していた梅雨前線に太平洋高気圧の縁辺を回るように暖湿流が流れ込んだことによるものである。この結果、強い雨雲が幅30～50km、長さ100～120km程度の領域で6～12時間停滞し、記録的な大雨となった。

この新潟・福島豪雨と福井豪雨の実績DAD関係とこの地方で過去最大であった羽越豪雨から算出されるDAD曲線との関係を示したのが、図-5 (1) 及び図-5 (2) である。

五十嵐川及び刈谷田川での浸水の原因となった新潟・福島豪雨の場合には、6時間及び12時間で北陸地方において既往最大であった羽越豪雨と同じような空間スケールの降雨規模であったことが分かる。

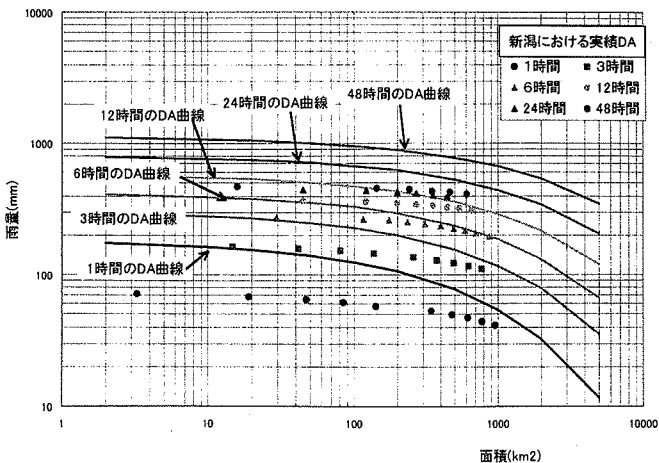


図-5 (1) 新潟水害の実績DAD関係
(北陸地方のDAD曲線との比較)

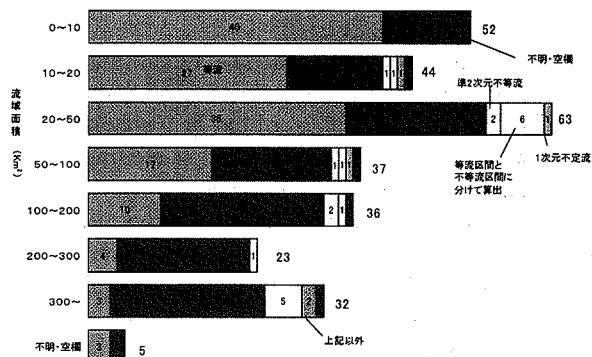


図-2 計画に用いられている水位計算手法と流域面積

調査対象とした中小河川における将来的な計画規模と暫定計画規模との関係について整理を行ったのが、図-3 である。この図からは氾濫原の資産の集積等を勘案して、将来的な計画規模を1/100としているものの暫定的な計画規模として1/10以下としている河川が多数存在することが理解できる。

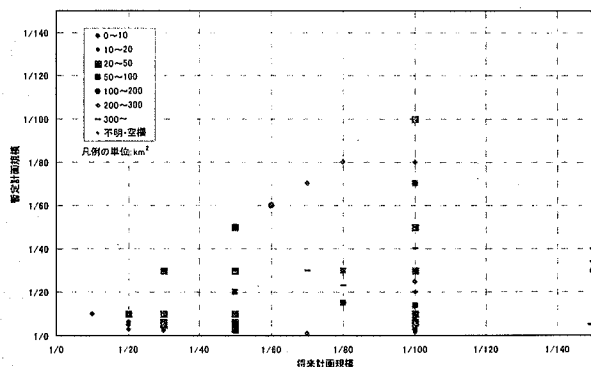


図-3 将来計画規模と暫定計画規模の関係

中小河川において現象の解析、計画の立案検討を行う際に必要となる水位、流量、雨量資料の有無について整理を行ったのが図-4になるが、資料を有していた河川は全体の1/3程度であり、一般的には、様々な技術基準等に記載されている流出率や県が地域毎に定めている降雨強度式を用いて計画の立案が行われている河川が多いことがうかがわれる。

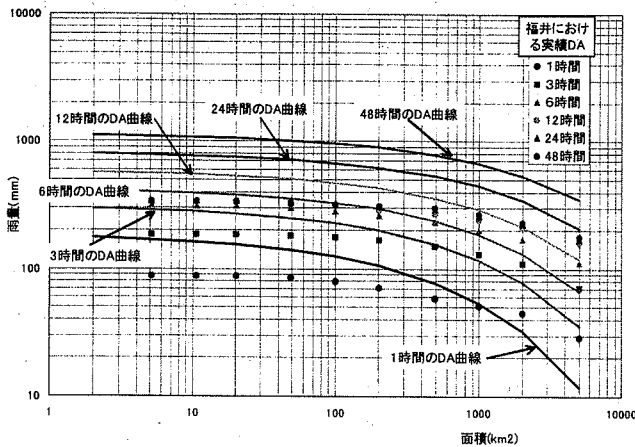


図-5(2) 福井水害の実績DAD関係
(北陸地方のDAD曲線との比較)

足羽川での浸水の原因となった福井豪雨の場合には、3～6時間の時間スケールで北陸地方において既往最大であった羽越豪雨を越える空間スケール規模の降雨であったことが分かり、両方のケースから6～12時間程度の継続時間の降雨が非常に大きいことが理解できる。

このようなことから、各時間スケールにおいて近年の降雨の状況に変化が見られるかを検討するため、アメダスに登録されている観測所を対象に、昭和51年から平成16年までの雨量を整理し、角屋の気候区分毎の1時間、3

時間、6時間、12時間、24時間、48時間雨量の新記録発生回数の整理を行い、アメダスの新記録発生回数と渡辺ら¹⁾が実施した出現理論とを比較し、近年の新記録の発生状況について検討を行い、図-6に示した。

検討の結果、近年では平成10年～12年に新記録が発生しており、気候区分3、4、8、9においては、新記録の発生回数が理論値より多くなっていることが明らかになった。また、気候区分5では、平成11年に新記録を達成しているにもかかわらず、平成16年の降雨が新記録となっている。

統計年数が短いこと（今回は29年間のデータを使用）、気候区分の設定方法によって左右されることなどから、決定論的に近年降雨に特徴があるとは言えないが、時間スケールとして降雨継続時間が6時間から12時間程度の降雨量の変化が異常になっているのではないかと感じられる。なお、降雨継続時間が6時間から12時間程度のスケールに対応する流域の空間スケールとしては、概ね300 km²～1,000 km²程度の流域を有する河川が問題となり、このような空間スケールを有する河川における異常洪水に関心を払う必要が高いと感じられる。

前述した中小河川の整備水準の低さや最近の降雨変化の動向を勘案すると、現状の整備水準以上の降雨が発生する可能性が高いことに配慮し、被害を最小限に抑えられるような治水施設の設計の考え方について検討を行う

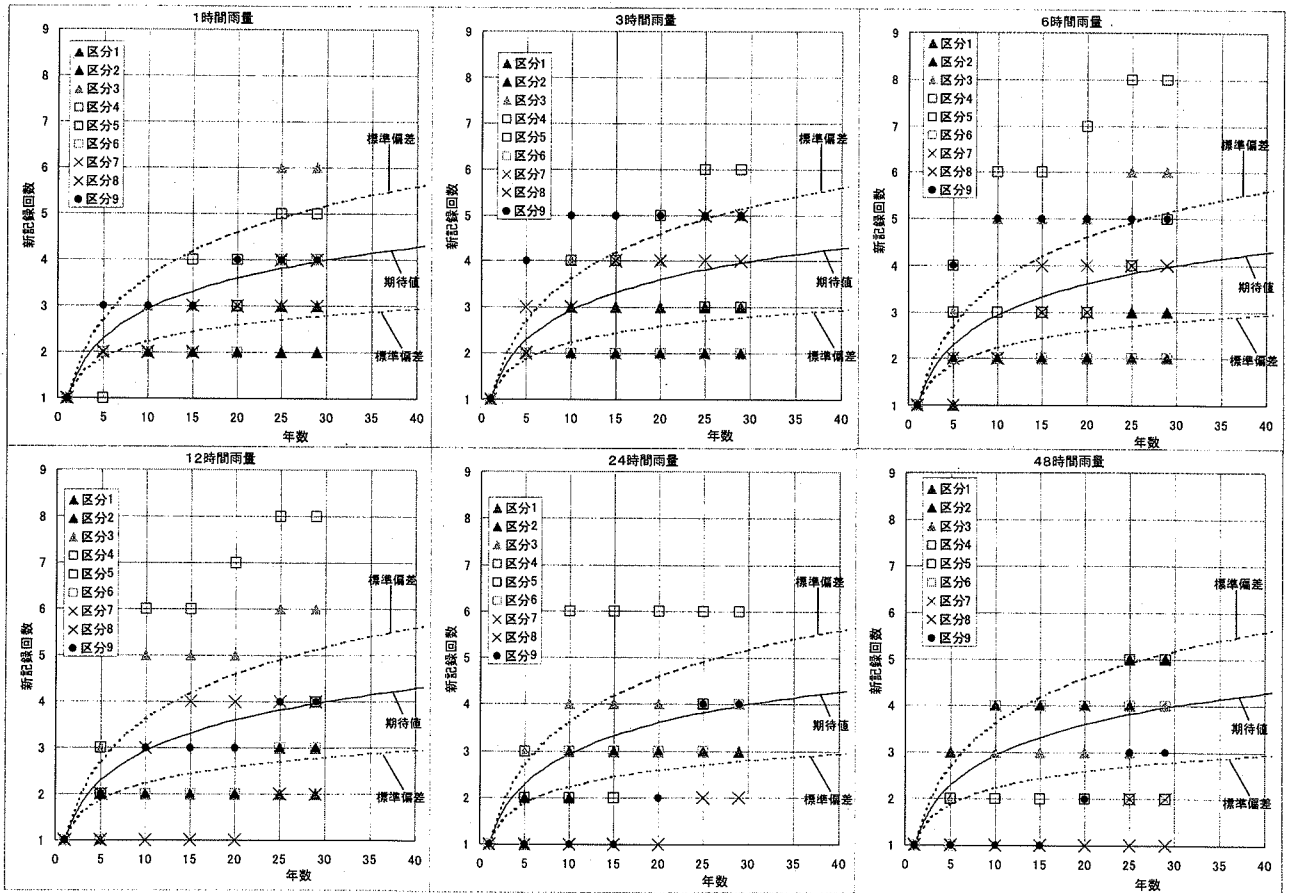


図-6 各気候区分の新記録出現頻度

ことが重要である。また、現状の整備水準以上の洪水が発生した場合においても、被害を最小限に抑えるような実効的な減災対策として、初動対応としての情報収集・伝達、避難勧告・指示の発令のあり方、災害弱者の避難、浸水に対して安全な避難場所、洪水危険度マップなどのソフト対策について検討を行っておくことが非常に重要である。

4. 実効的な減災対策に関する考察

本節では、実効的な減災対策としての初動対応での情報収集・伝達、避難勧告・指示の発令のあり方、災害弱者の避難、浸水に対して安全な避難場所、洪水危険度マップなどのソフト対策について災害対応での事例を踏まえながら、実効ある対策について検討を行うこととする。

(1) 初動対応としての情報収集・伝達

豪雨・洪水時における情報収集・伝達の遅れは被害拡大を助長する要因となるので、情報伝達機器の整備はもとより、情報の収集・伝達にあたってのソフト対応（受信者のミスをなくす、伝達の仕方を工夫するなど）の改善を行い、より迅速かつ確実な情報の収集・伝達を行うようにする必要がある。

情報収集に関しては、他の防災業務に忙殺され、気象台等から貴重な情報が伝達されていたにもかかわらず、情報を見逃していた事例が多く見られる。このようなことに対する最も効果的な改善方法は情報連絡担当者を配置して、情報の収集・伝達に専念させることが重要である。以前、全国の水防管理団体に対して、水防体制に関するアンケート調査を実施した際、情報連絡担当者がいる機関が13年間で74%（S60）から29%（H10）へと極端に少なくなっていることがあった²⁾が、地域住民からの問い合わせやマスコミ対応も担当すれば、担う役割としては十分であると言え、情報収集・発信の専任担当者を配置することが重要ではないかと考えられる。

また、既存の情報収集・伝達体制で情報の見逃しをなくすには、情報を受けた人が発信機関に返信することとし、もし返信がなければ発信機関から再度連絡をとるようにすることである。非常に高価な防災情報システムであっても、この点については不十分な場合があるので、発信機関へ情報を受けたことを返信する確認ボタンをシステムに設けるべきである。そして、情報収集・発信の専任担当者は大雨・洪水時に迅速かつ確実に情報伝達機器を操作できるよう、日常業務においても機器を利用し、操作に慣れておくことが重要である。

災害情報の収集にあたっては、特に浸水時などは機動的な車の活用ができないので、県や市の出先機関より情報収集すれば、面的な収集が可能となるが、行政機関

だけによる収集には限界があるため、沼津市、鶴岡市等で実施している無線を貸与した町内会長等より情報収集を行ったり、川崎市、諏訪市、本庄市等で実施している協定を締結したタクシー会社のタクシー無線を活用する方法等³⁾を積極的に検討する必要がある。

行政機関から住民への情報伝達については、例えば、避難勧告・指示はこれまで防災行政無線が使用されることが多かったが、既往の成功事例（S58.7三隅町（三隅川）、S61.8石下町（小貝川）、H5.8郡山町（鹿児島豪雨災害）他）などから判断して、防災行政無線（戸別受信機）と広報車を組み合わせて伝達する方法が有効であると考えられる。これは防災行政無線（戸別受信機）は迅速かつ確実に住民へ情報伝達できるし、広報車は切迫感を持った情報伝達ができるからである。なお、全戸でなくとも、少なくとも町内会長や自主防災組織等の情報を伝達すべきキーパーソン（組織）宅には防災行政無線（戸別受信機）を設置すべきであると考えられる。また、情報を伝達する際には、避難する必要性を感じさせるよう、危機の切迫感を正確に伝えるような伝達の仕方について工夫する必要がある。

(2) 避難勧告・指示の発令のあり方

避難勧告・指示に関して、先ず念頭においておかねばならないことは、住民は防災のための対応が空振りに終わることには寛大であっても、見逃しには厳しい見方をするのである。大雨や洪水の発生が予想されても市町村は空振りを恐れて、避難勧告・指示を発令することを躊躇してしまう。この時、避難勧告・指示を発令して、万一水害が発生しなければ、住民から非難される、又は住民に混乱を与えてしまうという責任感からくる心理作用が働いているのである。田代の研究⁴⁾によれば、「必ずしもあたらなくても避難勧告・指示を出した方が良い」に賛成又は近い回答（88%）が、「あたらないのであれば避難勧告・指示は出さない方が良い」に賛成又は近い回答（9%）を大きく上回っていた（サンプル数231名）。福井水害後に実施されたアンケート調査（サンプル数402名）でも、同様に約9割の人が「たとえ空振りになる可能性があっても、避難勧告・指示を早目に出してほしい」と回答していた。以上のことより、雨量・河川の状況等から危険性を察知した場合は躊躇することなく、避難勧告・指示を発令すべきであることが分かる。

避難勧告・指示の発令にあたっては、発令基準をどう定めるかが大きな課題となる。発令基準を定めるにあたっては、避難基準の検討のために図-7に示したような過去に発生した大きな洪水を対象に最大時間雨量と総雨量、それぞれの雨量で浸水が発生した時の雨量等や浸水の発生原因となった素因（越水、浸透、侵食）、誘因（土砂・流木による水位上昇）、洪水位上昇速度などを示した基礎データ図⁵⁾を作成する必要がある。

この図を活用することにより、どの程度の雨量で、

どのような形態の洪水が発生し、何が原因で浸水が発生したかといった一連の現象の概要を把握することができる。もちろん、具体的で詳細なデータ（降雨ハイト、洪水ハイドロ、破堤箇所、浸水区域など）も添付するが、全体的な状況を把握するには、この図で十分である。図-7の例で言えば、「発令基準は時間雨量40mm又は累加雨量200mmが一応の目安となるし、流木による河道閉塞がある場合は水位上昇が速いので、更に早目の発令が必要となる」ことが分かる。

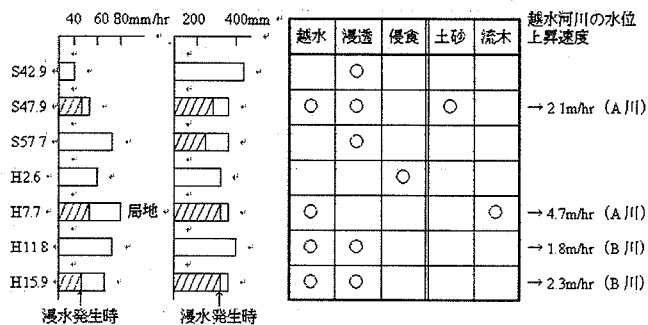


図-7 避難勧告・指示の発令基準を定めるためのデータ整理例

これまでにも大雨・洪水警報が発令されると、避難勧告を発令するなどといった基準はあっても、それ以上の詳細な発令基準は少なかった。確かに大雨・洪水警報は発令基準（目安）の一つとはなるが、大雨警報は300～400回/年発令されているが、1998.11～1999.10データを対象に調査された大雨警報の的中率（警報発令後に基準値以上の雨量が発生した割合）は42%であった⁶⁾ことを勘案すると、これらに加えて、各河川の水位上昇速度等の流出特性や洪水予測の有無等並びに住民が避難に要する時間を考慮した避難勧告・指示の発令基準について検討することが重要であると考えられる。

(3) 災害弱者の避難

全国には総人口の2割以上（約2,900万人）に相当する災害弱者が存在し、特に70才以上の高齢者はここ10年間で600万人以上も増え、現在1,600万人以上もいる。水害が発生した時、災害弱者の対応は遅れることが多く、また介助がないと避難が困難な人も多い。平成16年に発生した水害で見ても、死者・行方不明者227名の中で年齢が判明した人のうち、約6割が65才以上の高齢者であり、うち（土砂災害を除いた）洪水・氾濫による死者・行方不明者の約6割が65才以上の高齢者であった。従って、災害弱者に対しては情報を優先的に伝達するとともに、避難誘導を行う必要があるし、それが困難な場合は水害時の避難の仕方（ノウハウ）を予め習得しておいてもらう必要がある。

市役所等で弱者マップを作成したり（登別市、宮古市）、予め居住地を確認しておく（災害対応でなくても

税務管理等でデータベース化されている場合がある）とともに、豪雨・洪水が発生すると、市役所等は防災行政無線（各戸受信機）や広報車、または災害弱者タイプに応じた手段を用いて情報伝達を行う。例えば、聴覚障害者にはFAXやポケベルなどを使用して視覚的な情報伝達を行い、独居老人や寝たきり老人には緊急警報時に自動的に放送を受信する緊急警報放送システムや緊急通報システムを用いる。その他、市役所等は町内会長、民生委員、社協を通じて災害弱者に情報を伝達するような体制を整備しておくことが重要である。

災害弱者のなかには避難しようと思っても体が不自由で避難できない人も多いため、家族や地域コミュニティによる避難誘導が必要となる。地区毎に住民〇人に1人の割合というように避難誘導員を割り当てておく（香川県内海町：住民10～20人に1人の避難誘導員）のが最適である。なぜなら、災害弱者への対応マニュアルがあったり、社協などによる対応を想定していても、対応予定者やその家族・職場等が被災して、対応することができない場合（東海豪雨：愛知県新川町）も多く、やはり近所付き合いからの共助の精神に基づく誘導の方が確実性があるからである。割り当てが困難な場合は市職員、消防団員、民生委員等が弱者を誘導するようにすることが重要である。

なお、避難の際には、健常者であっても1人で浸水中を避難するのは危険であるので、弱者はロープや竹竿などでお互いを連絡しあって複数の人で避難するようにする。浸水中は水の流れだけでなく、水の浮力が影響して足もとが不安定となり、歩行しにくくなるので、要注意である。また、浸水時は道路と水路・側溝などの境界がよく分からずに転落する人が多いので、探り棒（1.5m程度）を携帯するようにすることが肝要である。

(4) 浸水に対して安全な避難場所

避難所は地域防災計画等において、地震を対象に指定されたものが多い。そのため、川の近くや低平地に位置したり、平屋の避難所も多く見られる。平成16年7月の新潟・福島豪雨災害時の五十嵐川左岸（三条市）においても、53箇所の避難所のうち、23箇所の避難所が浸水区域内であった。従って、避難所の指定にあたっては、浸水想定区域図や浸水実績図並びに治水地形分類図等を適切に使用し、横浜市のように地震時の避難所と浸水時の避難所を分けて指定する必要がある。

(5) 洪水危険度マップ

洪水危険度マップと言え、洪水ハザードマップを連想するように、洪水ハザードマップに関する認識が高まってきたことは望ましいことである。しかし、洪水危険度マップとしては、他に浸水想定区域図、浸水実績図、土地条件図などもあることを知っておく必要がある。洪水ハザードマップの作成数は約300であるが、浸水実績

図も同じくらいの作成数があるし、他のマップを含めると恐らく1,000近いマップが作成・公表されている。

浸水時の被害を最小限に抑えるためには、洪水ハザードマップを早急に作成することが最も重要であるが、洪水ハザードマップが予算上の制約などで作成できない場合は、浸水実績図の作成・公表を速やかに行ったり、電柱等への浸水位表示を行うことにより住民が減災行動を早めにとったりなど、意識啓蒙を図るうえで参考になって良いと考えられるので、現在活用できる情報を有効に用いて、住民防災意識の向上が図れるように対策を検討するべきである。

しかし、多くの自治体が洪水ハザードマップの作成にあわせて、避難計画や避難所の見直しの検討を考慮しており、そうした状況を考えて、やはり早期に洪水ハザードマップを作成できるようにすべきであり、またそのための財政措置をとる必要が高いと考えられる。

5. 結 論

本論文では、中小河川において用いられている計画手法並びに河川整備の当面の目標となっている暫定計画規模の実態について整理を行った。この結果から、あまり新しくない降雨データなどで計画が立案されているとともに、住民の身近にある中小河川の安全度は低いことが分かった。

また、アメダスデータを用いた近年の降雨の特性について検討を行った結果からは、今後詳細な検討は必要であると考えられるものの、時間スケールとして降雨継続時間が6時間から12時間程度の降雨量の変化が大きくなっているのではないかと感じられた。

上述したようなことを勘案すると、比較的整備水準が低い中小河川において各河川の実力（治水安全度）を十分に調査し、現況の治水施設の整備規模以上の洪水が発生した場合においても被害を最小限に抑えることができるように、有効な対策を流域自治体とともに検討することが重要であることが分かった。

特に、降雨継続時間が6時間から12時間程度のスケールに対応する流域の空間スケールである概ね300 km²～1,000 km²程度の流域を有する河川において総合的な対策を検討することが重要であると感じられ、既往での災害対応での効果のあった事例を踏まえながら、初動対応での情報収集・伝達、避難勧告・指示の発令のあり方、災害弱者の避難、浸水に対して安全な避難場所、洪水危険度マップなどのソフト対策について実効ある対策を検討し、実施していくことが重要であると考えられる。

の発生頻度と再帰年に関する研究、水文・水資源学会研究発表会要旨集、pp. 252-255, 1992. 8

- 2) 末次忠司・舘健一郎・武富一秀：近年における水防体制の変化，自然災害科学，19-3，2000年
- 3) 栗城稔・末次忠司・小林裕明：21世紀に向けた防災レポートー洪水災害の防災体制の強化ー，1996年
- 4) 田代敬大：竹田市における被災状況と住民意識，「1990年7月九州北部豪雨による災害の調査研究」，1991年
- 5) 末次忠司：都市域における流域治水の考え方，季刊・河川レビュー，新公論社，2004年冬季号
- 6) 気象庁編：平成12年度版 今日的气象業務，大蔵省印刷局発行，2000年

(2005. 4. 7 受付)

参考文献

- 1) 渡辺武彦、山田正、品川守：新記録の出現理論に基づく大雨