平成２４年８月京都府南部豪雨における内水解析調査について

佐藤昭史[1]

[1]近畿地方整備局　淀川河川事務所　調査課　（〒573-1191大阪府枚方市新町2-2-10）

近年多発する集中豪雨により、支川の中小河川の氾濫や内水被害の発生頻度が高くなっている。集中豪雨は、台風等の流域一帯に降る降雨と異なり、小流域に1時間に100mm/hといった降雨が集中するため、都市域の下水道の流下能力を超え、都市型内水氾濫・被害が発生しやすい洪水である。

集中豪雨は発生予測が困難であり、かつ局地的な降雨であるため、従来の地上雨量観測施設により降雨の状況を正確に補足することは困難である。淀川河川事務所では、平成24年8月14日に発生した京都府南部豪雨により浸水した宇治市内の弥陀次郎川から木幡池周辺における内水解析調査を行い、データ数が少なく、再現計算が困難な小流域の集中豪雨に対し、データ取得方法を工夫し、再現性を高める解析を行った。

キーワード　集中豪雨，内水被害調査，内水解析

1. はじめに

従来から雨量観測は、河川の計画策定や洪水予測を行うため、50km^{2}に1箇所といった配置を基本として流域全体に設置されており、水位観測所についても重要支派川の分合流前後や狭窄部や遊水地等の水理状況を知るために必要な地点に設置をしており、小流域毎に設置がされていない状況である。

近年、局地的に集中して発生する集中豪雨では、降雨の範囲によるが従来の観測施設では数点のデータしか取得できない。また水位や流量データについても中小河川のデータが補足できないため、小流域の局地的な集中豪雨では実績降雨や水位・流量の把握が難しく再現計算の際には精度向上の工夫が必要である。

今回は、平成24年8月豪雨の小流域での集中豪雨における出水直後の痕跡調査及び住民聞き取り調査をもとに内水域の流出モデルの精度向上を図ったものである。

2. 京都府南部豪雨による被害状況等

平成24年8月14日の京都府南部豪雨では、前線が日本海から西日本に南下し、暖かく湿った空気が流れ込んだ影響で大気の状態が非常に不安定となり、局地的に非常に激しい豪雨が発生した。

豪雨は枚方から宇治川、木津川下流域に午前4時～6時に集中して雨が降り、宇治地点では1時間に74mmという猛烈な雨があり、宇治川流域の中小河川で浸水被害が発生し、宇治川右支川の弥陀次郎川においては、天井川区間の堤防が約25m欠壊した。

弥陀次郎川はJR奈良線を越えてから天井川となるが、その上流の堀込区間でも溢水が発生しており、JR奈良線に隣接する墓地でも墓石が流出する等、猛烈な雨と浸水被害が発生していた。弥陀次郎川は14日4時頃に堤防が欠壊し、天井川からの氾濫水は欠壊した左岸側の堤防から南側に流下し、宇治市の管理する仁良川を伝い、隣接する堂の川流域に流入した（図-1）。堂の川流域にある木幡池では下流端に直轄の大島排水機場が設置されていたが、大島排水機場では想定していない流域外の弥陀次郎川からの氾濫水により、木幡池周辺でも浸水被害が発生し、弥陀次郎川の破堤点から仁良川、木幡池まで一連して浸水した。この浸水により宇治市内では床上・床下併せて2000棟を超える浸水被害が発生した。

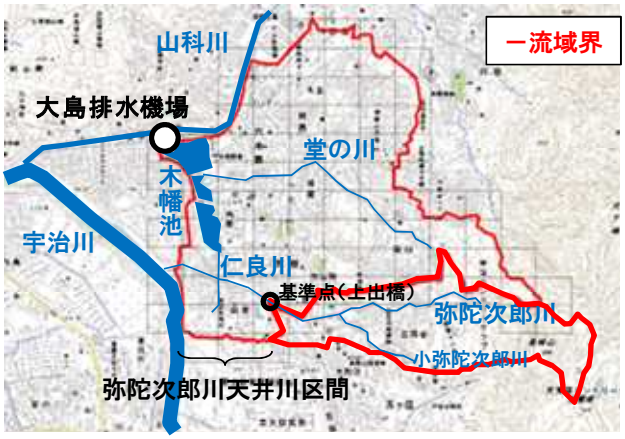


図-1　堂の川・弥陀次郎川流域図

3. 内水解析の必要性及び検討フロー

今回の浸水被害では、被害のあった宇治市、河川管理者である京都府への情報提供及び対策支援を行うことと併せて淀川河川事務所で管理している大島排水機場の内水排除効果の確認を行うため、図-2の流れで内水解析を実施した。

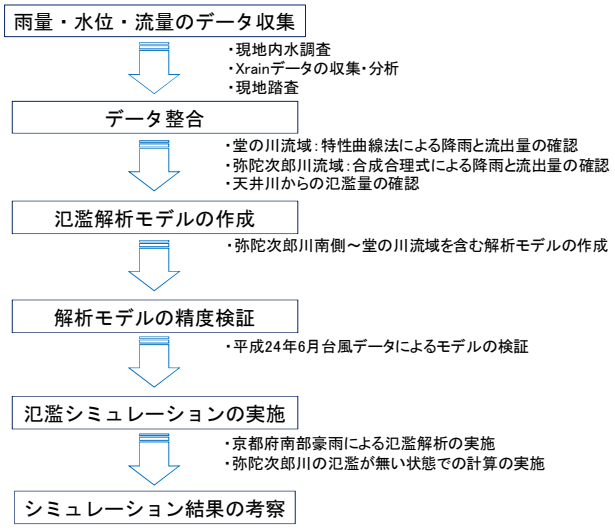


図-2 検討フロー

4. 集中豪雨に対するデータの収集

今回の京都府南部豪雨では、図-3、4のとおり地上雨量観測所の配置では捕捉できない降雨であったため、地上雨量観測とは別に雨量データを収集する必要があった。

また弥陀次郎川や堂の川（木幡池）にも水位・流量観測所がなく、唯一木幡池の大島排水機場の内外水位データがある程度であった。

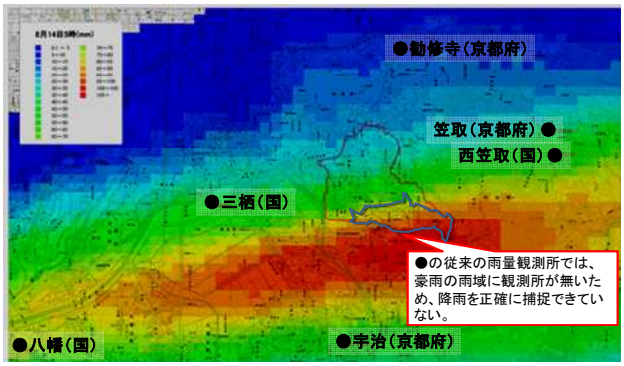


図-3 宇治市周辺の降雨状況と地上雨量観測所の配置

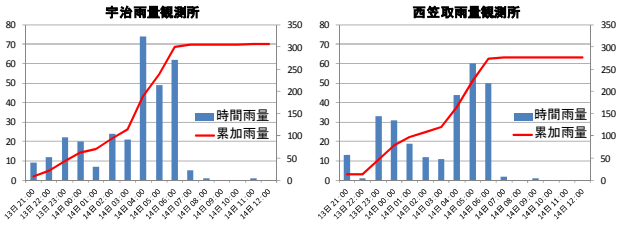


図-4 宇治・西笠取雨量観測所の観測値

(1) 現地におけるデータの収集

淀川河川事務所では管理区域外で発生した内水等災害に対して、被災要因の分析のため、集中豪雨のあった8月14日当日に現地に入り内水等災害把握調査を実施した。8月14日当日は弥陀次郎川からの氾濫による影響を把握するため、堤防が欠壊した弥陀次郎川の左岸側（弥陀次郎川から南側）のみの痕跡調査を行ったが、実際は仁良川から流下した氾濫水により、弥陀次郎川の北側（木幡池周辺）も浸水被害が発生していることが判明した。

このため、木幡池周辺の浸水調査について、後日職員自ら木幡池周辺の現地踏査を行うとともに浸水した各自治会の会長や周辺住民に聞き取り調査を行った。聞き取り調査を行った自治会では、各自治会とも被害の写真や定点観測した写真、浸水の時間等を詳細に保存されており、復旧作業の中当時の状況を丁寧に対応していただき、浸水時の情報、写真データを提供していただいた（図-5）。このデータについては、行政でも把握していない貴重な資料でもあり、このデータをもとに自治体へ浸水被害の状況連絡や浸水対策の要望をされており、木幡池周辺の自治会では"自助"がきちんとできているということを理解した。

2012・8・14 木幡池水害の経緯と課題

[redacted]

8 月 14 日		
4；30 頃		雨音と雷鳴で目が覚める
		気象庁 HP レーダーナウキャスト 宇治に赤やピンクの帯がかかるのを確認 池を見に行く 管理事務所前で、道路面まで約 50 cm カメラを取りに帰る。
5：00 頃	[redacted]さんへ電話	後 50 cmであふれる
5：03	[redacted]さんへ電話	[redacted]さんへ連絡。池があふれそう カメラを持行く。 5；06 分に擁壁下の写真を撮る　露出不足
5：15 頃		[redacted]さんと管理員さん起こす。 道路面まで 10 cmくらい 雨が小康状態で、もう少し様子をみよう [redacted]いったん引き揚げる。
5：24		気になって表に出るとすでに道路に水が溢れている。写真
5：32	[redacted]さんから電話	上から見て、道路に溢れている。
6：03	管理員さんから	本部立ち上げる
6 時台		防災本部 放送（冠水の事実） 各所被害実態調査
7 時ころ		放送（ご注意を　最深部 70cm） 雨はほとんど止む
8 時台		水が引き始める
9 時台		水が引いたところから清掃作業 ゴミ・泥
5 時		清掃完了

図-5 自治会による被害をまとめた資料

現地踏査では、壁面の痕跡水位や樹木のゴミの引っかかり等から木幡池や氾濫水の水位を確認した。また木幡池の浸水域だけで無く、周辺の踏査において、道路側溝の砂の貯まり方から、河川の氾濫だけで無く、下水道や水路から溢水し、市街地全域が浸水している状況を把握

することができた。

この現地踏査及び聞き取り調査の結果は弥陀次郎川を含む木幡池周辺の浸水範囲、浸水深のデータはモデル作成に活用した（図-6）。

図-6 洪水痕跡の確認（現地踏査）

(2) 雨量データの収集

先に記載したとおり、従来観測の雨量データでは今回の集中豪雨の降雨を捕捉できていないため、XバンドMPレーダ雨量観測の観測情報を配信しているXrainを用いて雨量データを推量した。Xrainでは、各メッシュ地点の雨量を捕捉できるため、使用にあたっては、地上雨量観測データとの整合を確認した。地上雨量とその地点のレーダ雨量を比較（図-7）すると、降雨の大きい宇治地点は比較的一致しているが、降雨が少ない勧修寺地点は差が大きい結果となっている。Xrainによる降雨状況を見ると、狭い区域で多くの降雨が発生している。このため、ティーセン法による流域平均雨量では、地上観測所での雨量がその流域を代表しているとはいえない。よって流出計算で用いる流域平均雨量については、流域毎に実際の雨量を反映していると考えられるXrainのデータを用いることが望ましいと考えた。

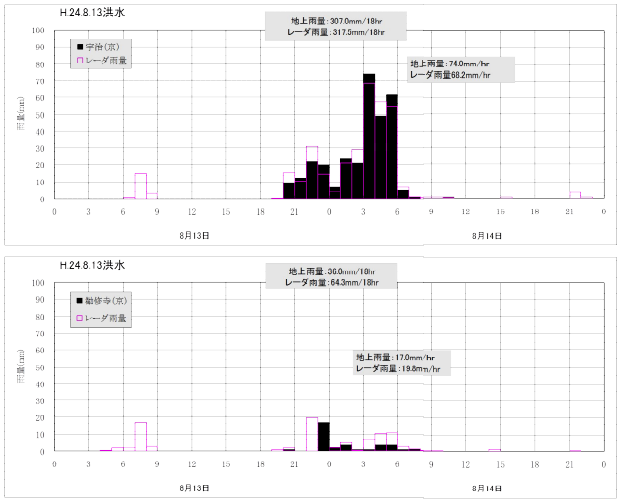


図-7 レーダ雨量と地上雨量観測値との比較

(3) 水位・流量データの収集

弥陀次郎川、堂の川（木幡池）は京都府管理の河川である。現在小流域の河川のほとんどが、雨量強度と流域面積から計画流量を算出する合理式により計算されており、弥陀次郎川の流域も同様であり、流域内に水位流量観測所が存在しない。堂の川については、下流端に木幡池があり、流域の土地利用から特性曲線法で計画流量を算出しているが、水位流量観測所もなく、本出水では、大島排水機場の内外水位のデータしか取得できなかった。

(4) 京都府天井川に関する技術検討会とのデータの整合

京都府南部豪雨により弥陀次郎川の堤防が欠壊したことを踏まえ、天井川での再度災害防止を図る対応策等を検討するため、京都府による天井川に関する技術検討会が開催された。この検討会の議論と整合を図るため、弥陀次郎川の氾濫時の流量、弥陀次郎川上流の上出橋地点の最小流下能力、地元住民の目視報告から弥陀次郎川の欠壊箇所の堤防満杯流量が妥当とされたことから、今回の解析では、約15m^3/sを用いた（図-8）

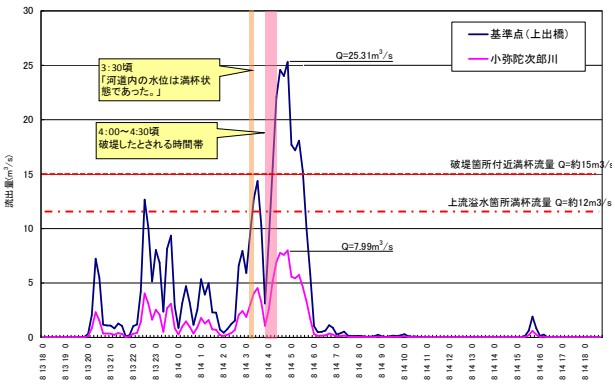


図-8 弥陀次郎川からの氾濫流量（京都府より提供）

5. 内水解析の実施

(1) 氾濫解析モデルの作成

収集した浸水範囲、浸水深、雨量、水位、弥陀次郎川からの氾濫量のデータから、実績データと整合の取れるモデルとして、流出計算＋氾濫解析モデルの作成を行った。流出計算については、堂の川（木幡池）流域の計画モデルと同一の特性曲線法を用い、各定数は京都府全体計画の計画値を使用した。

流出計算により、Xrainの雨量データからの流出量を算出するが、流出量は実績データが無いため、その流量をそのまま氾濫計算に入力し、浸水面積及び浸水範囲が実績と合致するように各パラメータを調整し、モデルの作成を行った。

氾濫解析モデルでは、小流域の氾濫を精度良く計算するため、平成17年度に計測していたレーザープロファイラデータから浸水区域の地盤高を10mメッシュの格子座標で作成することで、10mメッシュで浸水深が把握でき

るモデルを作成した。

また木幡池に流下する流域内の小支川（六地蔵川や仁良川）や木幡池そのものは出水後に測量を行い、池の湛水量や支川の流下断面を把握し、計算モデルに適用した（図-9）。

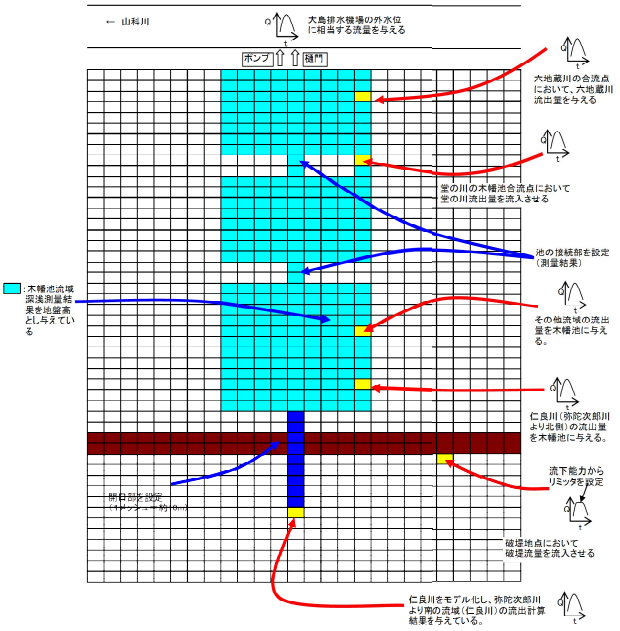
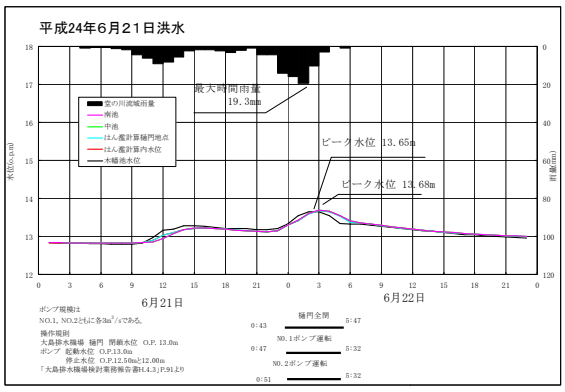


図-9 計算モデルの概要

(2) 解析モデルの精度検証

堂の川（木幡池）流域では、特性曲線法を用いたが、実測流量が把握できていないため、算出した流量の精度に疑問があった。実測値が無いため、無理に調整はできないが、特性曲線法の定数として損失雨量に着目し、京都府の計画損失雨量そのままの場合と計画損失雨量が半分となった場合の2パターンにてモデルの検証を行った。モデルの検証にあたっては、京都府南部豪雨では弥陀次郎川からの氾濫水の影響があるため、平成24年6月の前線、台風の降雨をもとに、損失雨量2パターンで計算を行い、木幡池の水位が大島排水機場の実績の内水位と合致するか確認した。この結果、損失雨量を計画の半分にすると流出量が多くなるため、計画と同じ損失雨量とし



て再現計算を行うこととした（図-10）。

図-10 解析結果の検証（平成24年6月洪水）

(3) 木幡池周辺における京都府南部豪雨の再現計算

上記の計算モデルから再現計算を実施した。再現計算の結果、大島排水機場のハイドロでは実績と計算値で形状は異なるが、ピーク値や全体のボリューム、木幡池周辺の浸水範囲、浸水深等は概ね合致した（図-11）。

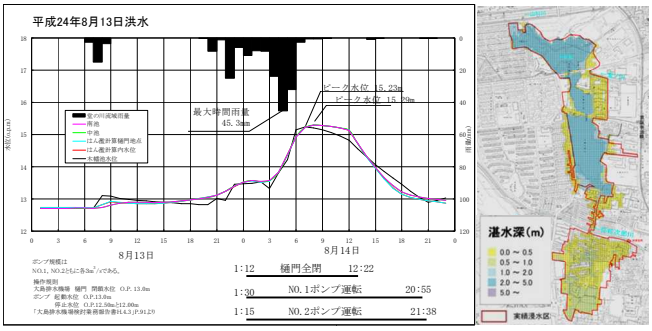


図-11 京都府南部豪雨の再現計算結果

6. シミュレーション計算の結果・考察

再現計算を行ったモデルから、弥陀次郎川の氾濫が無かった場合（弥陀次郎川の堤防が欠壊しなかった場合）についてシミュレーションを行った。

シミュレーションを行った結果、弥陀次郎川の流出量（約15m^3/s）が無かった場合、木幡池水位はHWL以下となり、木幡池の水位はHWL：O.P 15.0m以下の14.94mとなることが分かった（図-12）。ただし、仁良川（弥陀次郎川より南側）において、越水氾濫が生じており、これは、地盤高が木幡池水位よりも低いため、背水の影響により浸水しているものと考えられる。

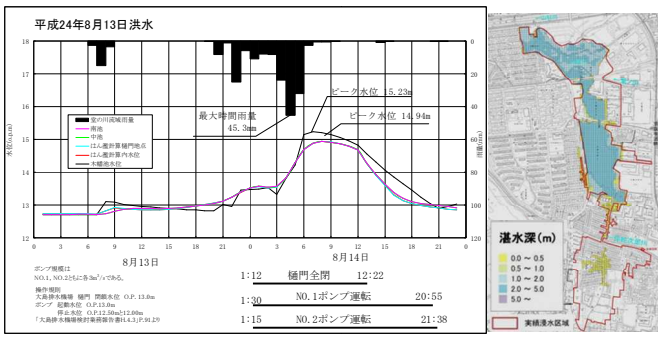


図-12 京都府南部豪雨におけるシミュレーションの実施

7. おわりに

8月14日京都府南部集中豪雨による弥陀次郎川の氾濫及び木幡池の浸水における内水解析を実施したが、中小河川での氾濫であり、観測データが少なく、モデル同定に用いる検証データが氾濫面積と木幡池水位でしか存在しないことと、河川だけで無く水路や下水道からの氾濫があったため、流出計算及び氾濫ボリュームの把握等モデルの精査が困難であった。今回の出水では、出水直後に職員が現場に行き、痕跡調査を実施し、併せて職員自

ら自治会長や被害のあった方々に聞き取り調査を行い、写真や情報を提供いただくことができたことから、一定の再現性をもった解析を行うことができた。

近年、職員の減少に伴い、雨量や水位データについては、出水時に会議室でテレメータによるデータの整理を行い、浸水範囲もヘリ画像から確認といった対応が多くなっているが、洪水によるデータは災害復旧の指標となること、また今後の計画策定における重要なデータになることから、出水時には迅速に収集する必要がある。解析手法やパソコンの高度化に伴い、詳細な実測データが無くても解析作業自体を行うことは可能であるが、その解析結果の再現性を高める上では、現場のデータが最も重要であることを再度認識した。

直轄の出水対応では、流域全体に降雨のある台風性の洪水が主となるため、従来の観測データから解析、精度検証を行うことは可能であるが、排水機場の効果、分析や自治体への支援のための小流域の被害検証等を検討する際には今回と同様に、XバンドMPレーダからの雨量解析や地元住民への聞き取り調査といった今回実施した工夫を今後の検討でも活かしていきたいと考えており、出水における職員の認識を高め、データの重要性、収集及び検討する工夫、対応できる体制を事務所では検討しておく必要がある。

参考文献

1)天井川に関する技術検討会　会議資料（京都府）