

オーガナイズドセッション

「河道・洪水流の観測・モニタリング技術の進展と今後の課題」記録

2016年6月3日（金） 14:30～16:30

オーガナイザー：

名古屋大学大学院工学研究科 戸田 祐嗣

国土交通省水管理・国土保全局河川計画課 藤巻 浩之

いであ株式会社建設統括本部 堀江 克也

趣旨説明

いであ株式会社建設統括本部 堀江 克也

- 近年 ADCP や画像解析、UAV などの新たな観測技術が進展してきている。
- これらの技術進展がどういった目的に資するものなのかということや、実務への展開の可能性、解析技術との融合などについては議論が必要である。
- このような観点から、今回の OS は観測モニタリング技術の進展と今後の目指すべき方向性、可能性について議論し、有用な見方、考え方を抽出したいと考え企画したものである。
- 今回特定課題 2 として論文を募集した結果、流量観測や河床・地質計測、観測・解析の融合に関するものなど 13 編の投稿があった。この中から 3 編の論文を話題提供として発表していただく。

<p style="text-align: center;">オーガナイズドセッション2(OS2)</p> <p style="text-align: center;">①</p> <p style="text-align: center;">～河道・洪水流の観測・モニタリング技術 の進展と今後の展開～</p> <p>時間 平成28年6月3日 場所 弥生講堂 一条ホール</p> <p>オーガナイザー 戸田・藤巻・堀江(観測・解析WG)</p>	<p style="text-align: center;">趣旨説明</p> <p style="text-align: center;">②</p> <p style="text-align: center;">「河道・洪水流の観測・モニタリング技術」</p> <ul style="list-style-type: none">• 近年、ADCP、画像解析、UAVなどの新たな技術が進展• 河道・洪水流の観測・モニタリングにおいて、これらの技術的進展が、<u>どういった目的の観測・モニタリング技術の発展に資するか</u> <p>【多様な目的】</p> <ul style="list-style-type: none">・基盤データとしての水位、流量、地形データの取得・防災・減災に資する情報取得・実現象の詳細把握・総合土砂管理、流域圏環境管理などの長期的、広域的な視点の観測 <ul style="list-style-type: none">• <u>新技術の適用性・適用範囲、既存技術との精度・労力の違い等を踏まえた実務への展開の可能性は？</u>
--	--

投稿論文からの話題提供

「流量観測高度化に向けた複数の流量観測手法の観測精度の比較検証」

建設技術研究所中部支社 福岡 達信

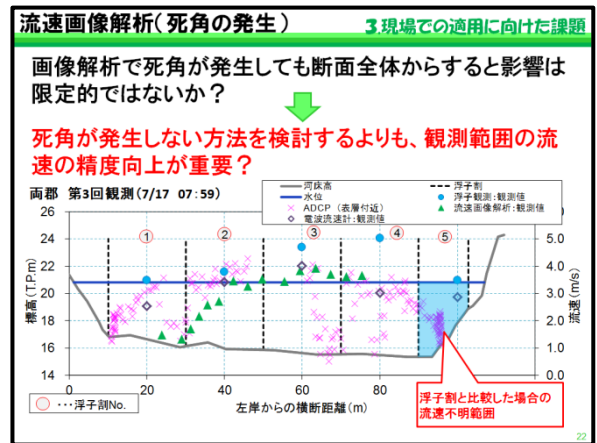
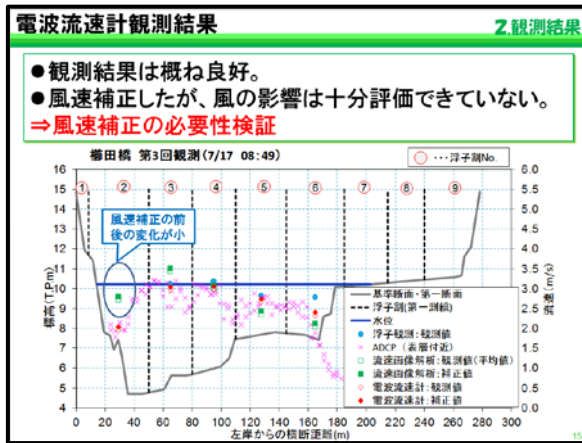
- 浮子観測とその他新しい観測手法について、洪水時の観測結果とその課題、現場で適用していく上での課題について説明する。
- 流量観測の高度化マニュアル案では、高度化とは従来の流量観測手法と比較して観測精度の向上を図るものと定義されているが、この報告の中では高精度化に加え、観測作業の効率性の向上、安全性の向上、低コスト化も含めて流量観測の高度化と定義する。
- 浮子観測は昭和 30 年代から全国で適用されているシンプルな手法であり、基準等も確立されているが、安全性、迅速性、確実性、コスト面で課題があるとされている。
- 新たな観測手法として、ADCP 観測は超音波のドップラー効果を応用したもので、流速の分布や河床形状、流量を一度に観測することが可能で、短時間で多量のデータの取得が可能である。観測の方法としては作業員が必要な曳航型と、作業員は必要ないがメンテナンスが必要となる固定型の H-ADCP が挙げられる。

- 電波流速計観測は河川の水面に向けて電波を照射する非接触型の観測となり、橋梁などに固定して使う固定式と、容易に動かすことが出来る可搬式の二つが挙げられる。
- 流速画像解析は洪水時の流木や波紋を撮影することでその画像を解析し、表面流速を測定する方法で、作業員がいらないということと、連続観測が可能という利点があるが、精度がカメラの性能に依存するところがあり、適用可能な川幅にも限界がある。

流量観測の高度化	新たな観測方法①(ADCP観測)
<p>1.流量観測方法について</p> <p>●流量観測の高度化とは、洪水時の河床変動、河川の横断方向流速分布、鉛直方向流速分布を把握し、それらを用いて流量値を算出することで、従来の流量観測手法と比較して、流量観測の精度向上を図るものである。</p> <p><small>「流量観測の高度化マニュアル(洪水流量観測編)」p1.1 土木研究所より抜粋</small></p> <p>➡ 本報告では、高精度化に加えて、観測作業の効率性向上・安全性向上・低コスト化を含めて「流量観測の高度化」とする。</p>	<p>1.流量観測方法について</p> <p>●ADCP観測⇒超音波のドップラー効果を応用し、断面内の三次元流向・流速を測定。移動しながら観測する曳航観測と、断面内に固定するH-ADCP観測等あり。</p> <div data-bbox="853 548 1141 817"> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・流速分布と河床形状を同時に観測 ・短時間で多量の流速分布データが取得可能 <p style="text-align: center;">↓</p> <ul style="list-style-type: none"> ・気泡が多いと計測できない ・曳航型⇒作業員必要 ・固定型⇒メンテナンス必要

話題提供講演 スライド 4, 6

- この4つの手法を用い、櫛田川の両郡地点と櫛田橋の2地点について洪水流量観測を実施した結果を紹介する。
- 浮子観測の結果は極端に大きな流速が観測される場合があった。これは、投下地点から第一側線までが若干近いということと、橋脚が多く設置されておりその間を流れる流れがかなり変化をしていることの影響ではないかと考えられる。
- ADCP 観測は、濁度の影響や観測船の揺れ等の問題により、河床高が欠測や異常値となる場合があり、改善には観測位置や機器の変更が必要ではと考えられた。
- 電波流速計については他の観測方法と比べ良好な結果が得られたのではないかとと思われる。ただし、今回風が流れの方向に対して真横から吹いていたため、風速の影響は十分に評価できていない。今後は、風の影響を強く受けそうなときに観測し、影響を評価する必要がある。
- 画像解析の観測結果は、全体を収めることが出来ずに左右岸に死角が発生し、河岸の観測ができていない結果となった。課題の解消には、カメラの設置箇所や位置の変更等の工夫が必要となる。
- 現場への適用に向けた観点として、ADCP は流速や河床、流量が一度に観測でき、ほかの方法の観測結果の検証にも使用できるため、可能であれば定期的にデータを取得することが望ましい。ただし、曳航式の ADCP は観測の作業員が必要となり低コスト化を図ることは難しい。
- 電波流速計は観測作業自体が容易で、観測時間も短時間で終了する。固定式にすることで観測員も不要となる。ただし、順風や逆風時に風が表面流速に及ぼす影響を評価する必要がある、マニュアル案に載っている補正式をすべての河川で適用可能かは検証が必要である。
- 流速画像解析は既設の CCTV カメラを活用出来ればどの河川でもすぐに運用が可能となり、洪水時に現場に行く必要が無いため現場の状況に左右されないという利点がある。既設のカメラでは死角が発生する場合もあるが、死角が発生しない方法を工夫するよりは観測範囲内の流速の精度向上を図ればよく、観測できない範囲は何か補完する方法を検討すればよいのではと考えられる。
- また、流速画像解析は解析の基準が明確でないことや、夜間の観測が困難であることが課題として挙げられる。



話題提供講演 スライド 15, 22

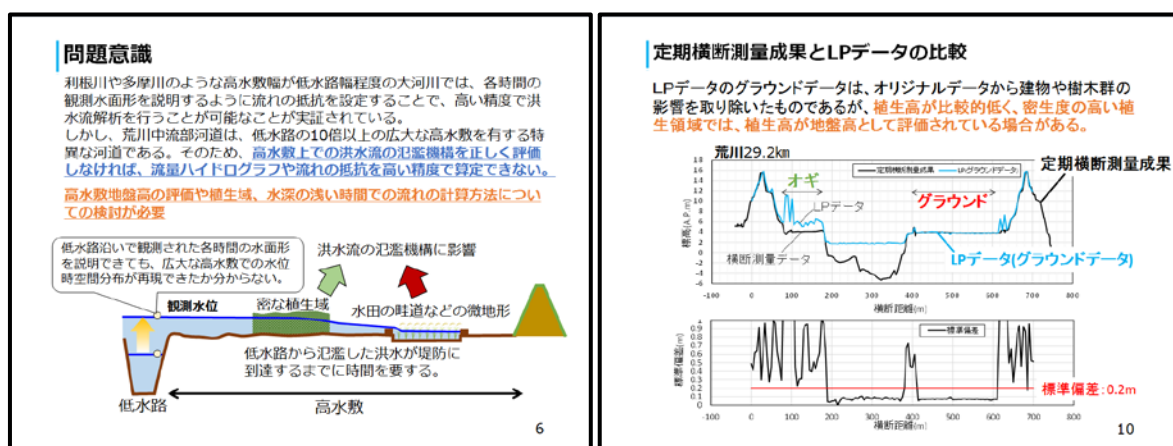
投稿論文からの話題提供

「植生の分布する広大な高水敷を有する荒川中流部における洪水流の解析精度向上に必要な地盤高と高水敷上の氾濫機構の評価方法に関する研究」

中央大学研究開発機構 竹村 吉晴

- 研究の対象とした荒川中流部は低水路の 10 倍以上の広大な川幅を持ち非常に特異な河道である。
- 荒川中流部では、これまでに河川の横断方向に延びる横堤や、荒川第一調整池を整備することで洪水調節効果を高めてきた。現在さらに効果的にピーク流量を低減させるために、第二、第三、第四の調節池群を連続的に整備することが計画されている。
- したがって、この連続する調節池群の効果を正しく評価するためには、各調整池に洪水が流入するタイミングや流入量を精度よく計算する必要があり、広大な高水敷での水位の時空間分布を高い精度で計算可能な洪水解析モデルの構築が求められている。
- ここでは、観測水面計の時間変化を用いた洪水流解析技術をベースに荒川中流部河道における近年の主要洪水である平成 19 年 9 月洪水の再現計算を行い、解析結果から明らかとなった荒川中流部河道における流量観測の課題と、解析から観測にフィードバックについて話題提供する。
- 利根川や多摩川のような高水敷幅が低水路幅程度の大河川では、各時間の観測水面計を再現するように流れの抵抗（粗度係数など）を決定することで高い精度で洪水量の解析が行えるということはこれまでも実証されてきている。
- 一方、荒川中流部は、低水路の 10 倍以上の広大な高水敷を有し、低水路から氾濫した洪水が堤防に到達するまで非常に時間がかかるため、低水路沿いの水面計の時間変動を再現出来ても、高水敷上の水位の時空間分布が再現出来ているかは不明である。高水敷上での洪水量の氾濫機構を正しく評価出来ないと、流量ハイドロや流れの抵抗の評価に問題が起きる可能性がある。
- これより、高水敷の地盤高の評価法や、植生域、水深の浅い時間帯での流れの計算方法をもう少し真面目に考えなければいけないというのが今回の研究の問題意識となっている。
- 今回の解析は熊谷～西新井の約 60 km の区間を対象とし、途中市野川と入間川の支川流入を考慮している。この区間では正規の観測所に加え、排水機場や樋管でも水位の時系列データが得られており、これらは、低水路から離れた堤防際でもデータが取得されている。
- 2015 年の 9 月の洪水では、洪水の減水期に航空写真が得られており、縦断的に延びる道路や水田のあぜ道やゴルフ場のくぼみ水を貯めていて洪水が氾濫する阻害要因となったことがわかる。

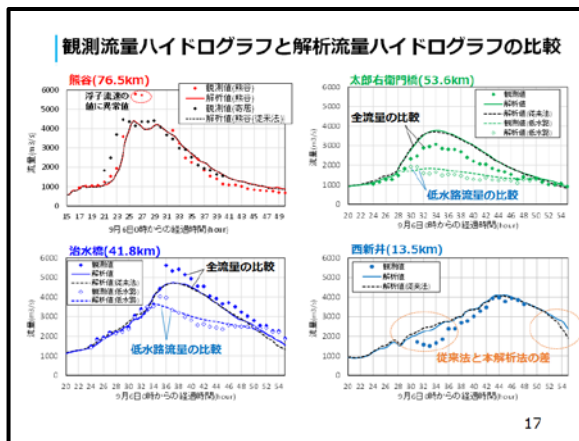
- 本研究では観測水面計の時間変化を説明するというを前提に、さらに堤防際の水位ハイドログラフが再現できているか、洪水後の水溜りの状況が航空写真と一致するかという観点から、高水敷における氾濫機構も解析により再現できているかを検証し、LP データから高水敷地盤高をどのように評価するか、また植生域や水深の浅い時間帯での流れの計算方法をどのように設定する必要があるのかを試行錯誤的に検討した。
- LP データから高水敷地盤高を評価する際、一般に河川の解析などで使われるのは、そこから建物や樹木群の高さを除いたグラウンドデータとなる。ここで、定期横断測量と LP データを比較すると、グラウンドなどでは LP データと定期横断はよく整合するが、オギなど植生高が比較的長く、植生密度の高い植生領域では、植生高を捉えているのではと考えられる。
- これより、対象領域を 10m 四方の格子に分割し、この中に含まれる LP データから標準偏差を求め、この標準偏差が閾値 0.2m 以下となる最も低い LP データのみを抽出し解析の高水敷地盤高に使うこととした。
- 10m 四方で格子を分割した場合、水田や道路の盛り土などは解像度としては評価出来ないレベルになっているため、そういった部分については航空写真と計算の水深コンターなどの比較や、堤防際の水位ハイドログラフを比較し修正を加えた。



話題提供講演 スライド 6, 10

- 流れの抵抗は粗度係数と樹木群透過係数から与え、非定常平面二次元解析を行い、計算により得られた水面形の時間変化と観測値を比較した結果を紹介する。
- 観測水面形の時間変動や治水橋・笹目橋の水位は、LP データの補正を行った場合と従来法いずれの場合においても、計算値が観測値を再現できている。
- 一方、堤防際の樋管で得られた水位については LP データの補正を行った場合、従来法に比べ計算水位の再現性が向上していることがわかる。
- 流量ハイドログラフについて解析値と観測値を比較すると、低水路流量は解析値と観測値が整合する傾向にあるが、全流量は大きく異なることがわかり、広大な高水敷がある地点では、浮子による流量観測に問題がある可能性がある。
- 治水橋地点でトレーサーを流した時の軌跡より、低水路はきれいにトレーサーが流れているのに対し、高水敷では横堤があることで循環流が生じ、この点からも特に広大な高水敷での浮子の観測に誤差があったのではないかと考えられる。

- 従来法の設定で計算した場合、高水敷の地盤高が LP データをフィルタリングする前よりも高くなっているため流量が小さく見積もられており、粗度係数が LP データの補正を行った今回の解析よりも低く見積もられている。この点からも、LP データのフィルタリングや高水敷の氾濫機構を考慮して、流れの抵抗を正しく評価することが重要であると考えられる。
- 今回の洪水解析により、荒川中流部の平成 19 年 9 月洪水では縦断的な観測流量の整合性に問題があり、広大な高水敷を有する河川では、流量の観測方法・観測体制について検討が必要であることを明らかにした。
- 植生の分布する広大な高水敷を有する大河川で高い精度で洪水量を解析するためには高水敷地盤高の評価や植生域及び水深の浅い時間での流れの抵抗評価についてもう少し検討が必要である。
- また、今回の検討により、LP データと定期横断の比較から、植生高が比較的低く、密生度の高い植生領域では LP データに植生高が含まれる場合があるということがわかった。



結論

観測水面形の時間変化を用いた洪水解析から、平成19年9月洪水では縦断的な観測流量の整合性に問題があることを明らかにした。植生の分布する広大な高水敷において流量を精度良く測るための観測方法、観測体制について検討が必要である。

植生の分布する広大な高水敷を有する大河川において、高い精度で洪水解析を行うためには、高水敷地盤高の評価や植生域および水深の浅い時間帯での流れの抵抗評価についての検討が重要であることを示した。このためには、低水路沿いの観測水面形の時系列データに加え、高水敷での平面的な水位の取得、UAV等を活用した洪水時の氾濫機構の見える化が有効である。

河川の洪水解析で一般に利用されるLPデータ(グランドデータ)と定期横断測量成果の比較を荒川中流部の全区間で行った。その結果、植生高が比較的低く、密生度の高い植生領域では、LPデータに植生高が含まれることを明らかにした。荒川中流部河道では、10m×10mの領域内でLPデータの標準偏差を求め、標準偏差が0.2m以内となる領域内のLPデータを用いることで、高水敷地盤高を精度良く評価可能である。

話題提供講演 スライド 17, 20

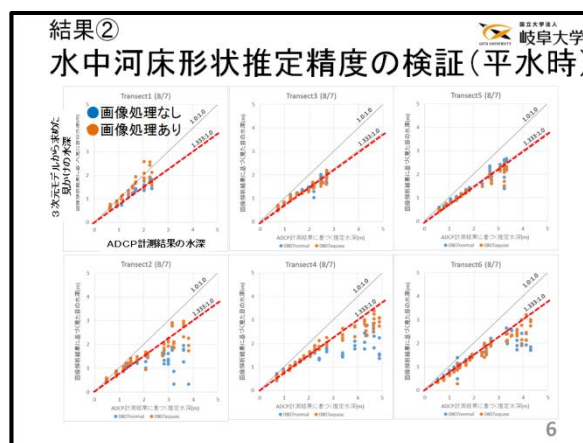
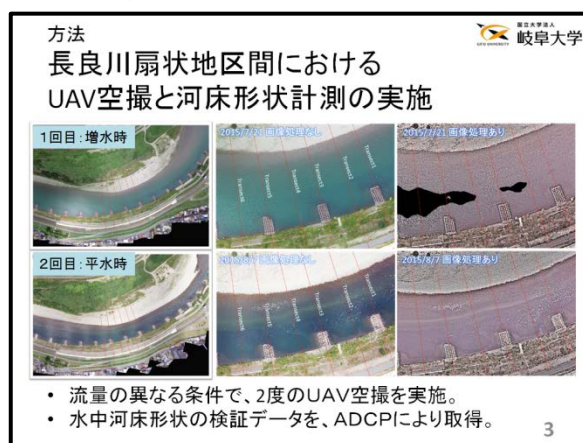
投稿論文からの話題提供

「UAV と水域可視化処理による河川地形計測手法の検討」

岐阜大学流域圏科学研究センター 原田 守啓

- UAV は航空法で制限されたとはいえ、簡易に運用できる強力なツールであり、その画像を組み合わせた SfM という技術で 3 次元地形を解析するソフトも普及し、陸上の地形についてはかなり良い精度で取得可能という報告が多くなされている。
- また、水中まで透過して見ることが出来れば、水中の地形や河床材料についても計測することができるのではと考えられる。
- 今回は新たな手法を開発したというより、運用のノウハウをきちんと整理して共有するということを目的に報告をする。
- 河川で UAV 空中写真撮影を運用する際に一番の課題となるのは、水位や濁りといった撮影時の条件がだいぶ影響することである。
- 今回は、長良川扇状地区間において、一回目は増水時、二回目は平水時の計 2 回の撮影を行ない、撮影した写真を基に、朝日航洋のアクアスコープという水面下をはっきりさせる画像処理を行った写真も作成した。
- 増水時・平水時及び画像処理有無の計 4 セットの写真を対象に、市販のフォトスキャンを使って 3D モデルを作成し、ADCP による実測地形との比較を行った。

- 横断面を比較すると、ADCP による河床高にくらべ写真から取得した河床高はばらつきが大きく、光の屈折の影響により全体的に浮き上がる（河床高が高めに推定される）傾向が確認された。
- 水深に変換して比較すると、画像処理をしなくても水深 2m 位のところまでは実測と写真から取得した水深が整合することがわかった。画像処理をすることで、より深いところまで精度が向上するが、劇的な効果は得られなかった。
- 空撮写真から推定された河床地形は、見かけの水深を光の屈折率である 1.333 倍し処理することで、実際の本来あるべき河床高を表現することができる。ただし、水面自体が勾配を持っている場合はもう少し複雑な処理が必要であると考えられる。
- 増水時は、少々濁るだけで精度が激しく劣化し、UAV による水中可視化は撮影時のコンディションが強く影響することがわかった。



話題提供講演 スライド 3, 6

- 河床材料については、スイス工科大学の BASEGRAIN というソフトを使い、空撮写真から石礫の輪郭を抽出し、これから楕円形の長径短径を読み取り粒度分布推定した。この手法自体は既往研究で既に発表されているが、今回は、あらかじめどれくらいの粒径を検出したいのかを決めて、運用できるのかをチェックした。
- UAV に積んでいるカメラの解像度とレンズの焦点距離が分かれば、例えば 50m の飛行高度で飛んだときに地上のものが 1 ピクセル何センチで映るのかを推定することができる。
- 試しに 4cm 程度までは検出できることを想定し、50m の高度で空撮を行った結果、現地の計測結果と空撮により検出された河床材料の分布が 4cm 以上ではほぼ整合することを確認した。
- これより、画像解析で検出したい粒径と、撮影機材の性能に基づいて、飛行高度等の計画を立案することが可能であることがわかった。
- これまでは河川管理者のニーズと技術者・研究者の技術シーズが一体となって、研究開発が進められてきたように思われる。
- 今回報告の UAV に関しては UAV と SfM の技術が既に完成の域に達していて、河川管理者・研究者共にユーザーであった。
- 河川管理者のニーズと研究者のニーズはやや異なるものの、他分野において発展した技術は、両者のニーズを満たす可能性がある。
- フィールドでの協働とノウハウの共有を意識し、計測技術が今後も進展していくことを期待する。

結果③ 河床材料調査への活用の試行

岐阜大学

- UAV空撮画像を用いて、砂州表面河床材料の粒度分布の推定を試みた。
- 本検討では、現場技術者が「河床材料調査を目的としたUAV空撮」を行うための運用のノウハウを整理することを目的に、撮影及び画像解析を試行した。

本ケースにおいて検出限界と予想した粒径(40mm)

撮影高度50mのUAV空撮画像

輪郭抽出法による画像解析例 (BASEGRAINソフトウェア)

試行の結果、撮影に先立って、画像解析で検出したい粒子径と、撮影機材の性能に基づいて、飛行高度等の計画を立案することが可能。

計測技術をめぐるニーズ・シーズ考

岐阜大学

- 他分野において発展した汎用的計測技術(例・UAV-SfM)は、河川管理者のニーズだけでなく、研究者のニーズも満たしうる。
- ニーズはやや異なるものの、河川管理者・研究者全てがユーザーである。

⇒ フィールドでの協働によるノウハウの開発と蓄積、共有へ

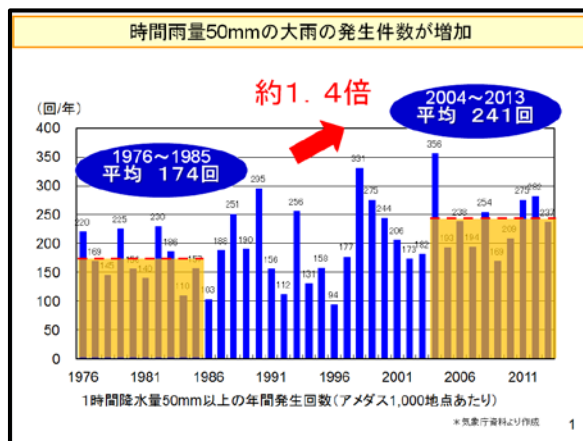
話題提供講演 スライド 8, 10

国の問題意識・取り組み状況

【講演】水文観測の高度化と水理解析との融合 ～水防災意識社会の再構築を目指して～

国土交通省水管理・国土保全局河川計画課 藤巻 浩之

- 本日は水文観測を如何に高度化していくか、それと併せて水理解析をうまく融合させて世の中にどう伝えていくかという観点でご紹介させていただきたい。
- 時間 50 mm以上を記録したアメダスの観測所を昭和 51 年から 10 年単位でグラフにまとめると、以前は年間で 174 回しかなかったものが、最近では 241 回と 4 割増しになっている。
- 平成 26 年 8 月には、高知県内では 2,000 mmを超える雨が降り、平成 23 年には紀伊半島での豪雨により大きなものだけで 5 か所の土砂ダムによる堰き止めが発生した。
- 昨年もしろいろな水害があったが、関東東北豪雨の鬼怒川における水害は衝撃的なものであり、4,300 人以上の方々が孤立してしまった。
- 鬼怒川の水害では洪水予測が的中し、そういった情報を下館河川事務所から自治体へ色々な形でお伝えしたがなかなか避難がうまくいかず、何とかしなくてはいけないということで、水防災を意識する、再構築するような世の中にしていこうと取り組んでいる。そのような中で河川情報をいかにみなさんに伝えていくか、あるいはその精度を高めていくかということを考える必要がある。



水防災意識社会再構築ビジョン

関東・東北豪雨を踏まえ、新たに「水防災意識社会再構築ビジョン」として、全ての河川川上とその沿川町村(109水系、730市町村)において、平成32年度目途に水防災意識社会を再構築する取組を行う。

- ソフト対策**：住民が自らリスクを感知し主体的に避難できるよう、より実効性のある「住民目線のソフト対策」へ転換し、平成28年出水期までを目途に重点的に実施。
- ハード対策**：「洪水を安全に逃すためのハード対策」に加え、氾濫が発生した場合にも被害を軽減する「危機管理型ハード対策」を導入し、平成32年度を目途に実施。

主な対策

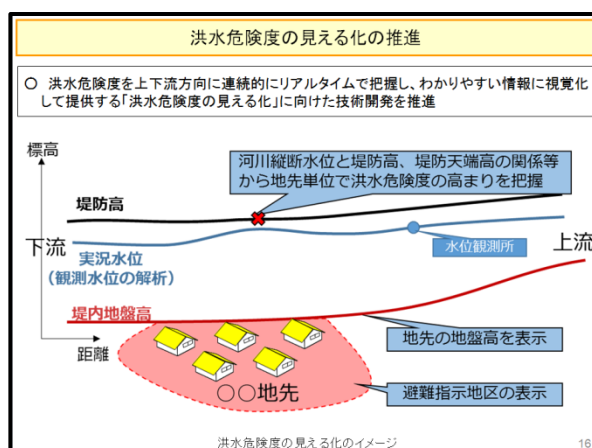
- 各地域において、河川管理者・都道府県・市町村等からなる協議会等を踏まえて設置して被災のための目標を共有し、ハードソフト対策を一体的・計画的に推進する。
- 危機管理型ハード対策**：洪水が発生した場合でも決壊までの時間を少しでも伸ばすよう堤防構造を工夫する対策の推進、いわゆる砂り強い構造の堤防の整備
- 洪水を安全に逃すためのハード対策**：優先的に整備が必要な区間において、堤防のかさ上げや浸透対策などを実施
- 住民目線のソフト対策**：住民の行動につながるリスク情報の周知、危機意識の醸成、住民の自主的な避難行動の促進、住民の自主的な避難行動の促進、自主避難準備等への説明会の開催
- 事前の行動計画作成、訓練の促進、タイムラインの策定
- 避難行動のきっかけとなる情報をリアルタイムで提供、水害情報のリアルタイム配信、災害発生時の状況に応じた洪水予報等の提供

家屋倒壊危険区域*

*河川の洪水被害想定に基づき、河川沿いの家屋倒壊危険区域を指定する。

話題提供講演 スライド 1, 5

- 日本には雨量や水位のデータを 24 時間 365 日集めている観測所が全国で 17,300 か所ある。これをすべて集約し、「川の防災情報」という形でインターネットサイトで公開しているが、今年の 3 月にこれを更新した。是非見ていただきたいのはスマホ版で、GPS ボタンを押していただくと今いる現在地に一番近いところの河川の状況がわかるように工夫をしている。
- 昨年度の常総水害では、常総市民の方から破堤したときに常総市内ではほとんど雨が降っていなかったのが安心していたとの声もあり、上流に雨が降り、それが洪水になって流れてきて自分の近くで破堤するというメカニズムとか流域という概念が希薄なことを感じた。
- 「川の防災情報」はそういうことをわかっていただくために設けていて、例えば全国の河川事務所の CCTV カメラの画像も見ていただけるような形にしている。
- レーダー雨量計は、C バンドレーダ 26 基と XRAIN 39 基で全国をカバーしている。XRAIN でカバーされているエリアでは、高精度なデータをほぼリアルタイムに 1 分毎の雨量データとして届けられるようになっている。
- 多重的な情報提供の一つとして、インターネットが不得手な高齢者の方も多くいるため、地上デジタル放送を使った雨量や水位の情報提供も実施している。
- 関東地方整備局の甲府河川国道事務所では富士川に水位計とカメラを密に設置し、インターネットで公開している。このように、洪水のときに密に水位が観測できる体制をとる河川事務所もだんだんと増えてきている、
- 昨年の常総水害のように、洪水予報だけではなかなか伝わらない中で、理由はいろいろあると思われるが、観測所という点のデータを縦断的に確認できるように「見える化」を行い、公表できないかを考えている。横軸に下流からの距離を取って、縦軸に堤防高や、その時点での水位あるいは堤内の地盤高等を表示し、どこが一番今危険なのか、あるいは時間変化を見たときにいつ堤防に水位が至ってしまうのかを確認できるようにしたいと思っている。
- 実際の観測というのは非常に厳しく、低水路の土砂堆積や河床低下で水位計が機能しなくなったり、北国では冬は閉局しなければいけない雨量観測所が非常に多かったりする。浮子観測についても洪水時は作業員の危険を伴う。
- このような中で水防災意識社会の再構築というのは急務であり、本日のこのセッションのテーマである水理解析の高度化、水文観測の高度化、それらを合わせて「見える化」と呼んでいるが、そういったものをいかに世の中に伝えていけるかということ悩んでいる。本日もご参加の皆様方の研究の発展に心から期待しているので、今後ともご協力をお願いしたい。



話題提供講演 スライド 7, 16

総合討議

進行： 名古屋大学大学院工学研究科 戸田 祐嗣

- 戸田 : ・総合討議で議論をするにあたり、論点を4つほど提示したい。
・論点1として、基盤データとしての水位・流量観測の今後ということで、現場ではどういう課題を抱えているのかを議論の対象としたい。
・論点2として、基盤データとしての水文観測や防災・減災に資する情報、実現象の詳細把握、総合土砂管理など目的が多様化する中で、重要視すべき視点が異なり、そういった中での解析との融合に対する期待などを議論の対象としたい。
・論点3として、新技術を実務に展開していく上での課題について議論の対象としたい。例えば、新たに計測できるようになった項目と河川管理で把握したい項目との関係性や運用上の課題などである。
・論点4として、河床変動を一体としてとらえていく必要性や総合土砂管理、流域環境などをどう考えればいいのかも論点として挙げる必要がある。
- 会場 : ・災害情報の見える化は非常に重要な視点であり、この視点に対する迅速性や機動性などへの問題点もぜひ考慮してほしい。
- 藤巻 : ・防災減災に資する情報については、迅速性・機動性の他に、河川管理者としては視認性やわかりやすさも非常に大切な視点と思われる。
- 会場 : ・総合的にどういう風に川を見ようとしているから、何を測りたい、何を知りたいのかということを確認にしないといけない。
・流量も大事だが、水位縦断やさらにはその時空間的な分布を把握することの目的や重要性を明確にし、責任を持ってしっかりと考えていかないといけない。
・これから20年、50年後に向かって測るということはどういうことなのかということについて河川部会で議論をして、しっかりと方向性をだしていただきたい。
- 戸田 : ・河川を把握するために何を測る必要があるのか、解析にどのように反映するのか、それがどのような意味を持つのかを、河川部会の中の観測技術・解析技術WGの中で議論している。今後もしっかりと続けていかなくてはならない。
- 会場 : ・これまでの洪水予測では雨から流量を算出し、この流量を与条件に不等流計算や不定流計算で水面形を予測していたため、精度がこの換算した流量に依存していた。
・できるだけ上流から水位多点観測を実施し、これを基に水面形の伝播をシミュレーションにより推定できれば、非常に高精度な予測が可能となる。
・流量を境界条件としなくてはならないという固定観念は捨て、点では無く水面形の時間変化を追うことが非常に重要である。
- 会場 : ・リードタイムを長くとろうとした場合は、雨からの計算が必要であり、目的に応じて手法を組み合わせる必要がある。
・体制をとるための洪水予報・予測としては雨からの大まかな予測が必要であるし、水位が上がって危ない状態になったときには、リードタイムが短くても精密な予測が必要となる。
- 会場 : ・リスク管理や計画論、人員・機材の配置等の目的に応じて計算手法を使い分ける必要があり、どちらが良い悪いという議論では無い。
- 戸田 : ・実際の洪水のとき川で何が起きているのかを把握することが計画論や維持管理の中で重

要になってきておりこれには多少解析に時間がかかったとしても精度の良い計算が必要となる。

- ・洪水の時に川で何が起きているのかをしっかりと把握する時に使う解析のスキームと、とにかくリードタイムを稼ぎたいときに迅速に情報を出すときの解析のスキームは違って然るべきだと思う。

会場 : ・計画論のような話の場合、雨からしっかりと計算をして考えなくてはいけないのは、他の方のお話の通りである。

- ・防災とか維持管理とか危機管理とかそういう問題に対しては、現象を空間的・時間的に捉えなくてはならない。現実には災害が起こったときに何が起こったのかを検証する際に、水位縦断形がずっと時空間的に測られていれば、これを境界条件とすることで、そこで起きた現象や流量は解析により把握することが可能であり、そういった新しい技術があることを考えなくてはならない。

会場 : ・街の中にある防犯カメラは多くの情報を有しており、氾濫解析のときに氾濫スピードの検証等にも活用できる。

- ・日本に非常に多くの防犯カメラが設置されており、この情報をどのように活用するのか行政としての方向性があれば教えていただきたい。

藤巻 : ・昨年の鬼怒川の際も、氾濫がどこまで広がるのか非常に悩んだ。鬼怒川の際は、人工衛星のだいち2号の設置されている合成開口レーダーの情報も JAXA の協力をいただいて使わせていただいた。

- ・防犯カメラもそうだが、様々な情報を活用して、氾濫域の面的な確認や、水害時の迅速な避難行動、適切な防災活動などに反映していかななくてはならないと考えている。

会場 : ・氾濫したときのボリュームや浸水深の推定・計測は行政や民間でしっかりと対応する必要があるが、それ以前に川の中で何が起きているのか、川の中でどこまで対応できるのかを十分に議論しなくてはならない。

- ・水位が時空間的に密に測れていれば、河床変動計算と流れの計算を一緒にやることで河道の応答や流量を求めることができ、検証についても相当なことができる。

- ・鬼怒川のような複雑な川の形をしている場合、各地点で河道貯留量が大きく異なるが、現在の河道計画では河道貯留がほとんど考慮されていない。危機的な状況になった場合はこれらを考慮する技術がある。

- ・氾濫も重要であるが、新しい技術を民間や行政の技術者がしっかりと勉強した上で、河道の問題を丁寧に考えてほしい。

会場 : ・鬼怒川氾濫の際は、水位データが点でしかわからない中でも H.W.L を超えており、H.W.L 程度まで低くなっている堤防もあったため、一体どこから溢れるのかがわからず非常に困った。水面形を縦断的に把握することは非常に重要である。

- ・河道貯留や氾濫リスクの評価をする際に洪水の非定常性を考慮する必要がある中で、準二次元不等流解析を不定流解析に変えるだけでいいのか、それとも平面流計算まで必要なのかなどの技術的な議論をし、勉強していかななくてはならない。

会場 : ・河道に水面形を与えて流量を求めるような過剰境界値問題は、たとえば気象予報などでは多く実施されている。

- ・気象庁ではこの20年間何度もシンポジウム開き、データ同化の勉強を徹底的に詰めている。

河川の分野もデータ同化を徹底的に勉強して、それを実務や危機管理情報の提供に活用できるように集中的にやってはどうかと思う。

戸田 : ・河川部会のワーキングでもデータ同化が河川の分野でどう使えるのかを議論しなくてはいけない段階と考えているが、河川の場合、水位観測の精度が圧倒的に高い中で、これをどのように取り扱うべきなのかは議論が必要である。

会場 : ・水位が H.W.L を超えるだけでは無く、H.W.L を何十 cm 超えているとか、堤防天端までどのくらいなのかという情報が、本当は住民にとって必要な情報ではないかと思う。
・水位の点の情報を線でつないで表示する際に、堤防高を重ねただけではその情報にしっかりとした精度が要求される。水位を線でつなげる作業は多くの努力が必要になるため、迅速性や機動性が求められる中で、課題となるのではないか。

藤巻 : ・防災情報としての水位縦断面図に表示する必要があるラインは堤防高や H.W.L、氾濫危険水位などが考えられるが、具体的に何が必要なのかはまだ議論が必要と考えている。
・防災情報として水面形の情報を使う場合、迅速性の為には多少精度が落ちてでもいいという議論にはなかなかしづらい。簡単にはいかないだろうということは認識しており、研究者の方々にもご教示いただいた上で検討していきたい。

会場 : ・河川の粗度係数は河床波の状態により変動するが、実現象の詳細把握という中で、粗度係数が一波形の中でどのように変化するのかということがつかめていない。リスク評価を行う際の不定流計算でも、粗度係数の変化を考慮することができていない。
・粗度係数をひとつの例として、今までわからなかった河川の洪水流の現象、河床変動の現象についてもう一回意識的になっていただければと思う。

会場 : ・今までは痕跡に合わせるように準二次元不等流計算を基に粗度係数を設定していたため、計画上の粗度係数が地点によってばらついてしまうことがあった。
・各時間の実測水面データと計算水位が合うように設定すれば、粗度係数はおのずと決めることができる。
・河床波の形態が変化するタイミングで粗度係数が変わることもあるが、河川ごとの特性として粗度係数は決まるものであり大きくは変化しない。
・鬼怒川や荒川中流部は特殊な形をしているが、多くの川は縦断的にそれほど河積を変えて流れていない。粗度係数が大きく変わるというよりも、水面の傾向を時空間的にしっかりとらえるように心がけ取り組むことが大事である。

会場 : ・水位縦断の時間変化を計測するということはもちろん非常に重要であるが、粗度係数や低水路と高水敷の流量配分をチェックするためには、流量観測や流速、地形変化の計測も併せて実施していくことが重要ではないかと思われる。

会場 : ・観測と解析をうまく使いこなして、実現象を明らかにするためには、水面観測だけでは無く、必要に応じて流速や河床高の計測を考えることも重要である。
・川の本当の姿を明らかにするためには、いろいろな計測を組み合わせた仕組みを考え、意識的に取り組んでいくことが必要である。

戸田 : ・今回の議論は、今後も継続して続けていかななくてはならない。次年度以降、この課題をきちんと議論していくためにも、全国の河川で取組を広げて、それが報告・論文という形で上がってくることを祈念して、総合討議を終了とさせていただきたい。