

河川の状態を把握する技術

天野邦彦

1. はじめに

人間は、河川との関わりを通して、生活に必要な水、土壌、食物、エネルギーを得たり、運搬路として利用するなど、多様な便益を享受してきたが、時として起こる洪水氾濫により、多くの被害も受けてきた。普段あまり意識されないが、河川が社会に与えている影響は、非常に大きい。

河川に関わる土木技術は、河川から得られる便益を増大させるとともに、洪水被害を低減させることを目的に行う種々の行為を的確に実施するために、多様な形で発達してきたといえる。

河川は、一部人工的なものもあるが、基本的に自然が形成した、降水が海に到達するまで地表を流下する道であり、制御できる範囲が限られている上に、解明しきれていない事項を多く有している。このため、河川に関する計画、設計、施工、管理、制御のすべての局面で、河川の状態把握に関する技術が重要な役割を果たしている。

そこで、本稿では、河川の状態を把握する技術について展望することにする。

2. 河川の状態把握

2.1 フローとステータス

河川の状態把握は、河川を流れる水などの状態（フロー）を把握することと、河道の状態や、種々の河川構造物の状態（ステータス）を把握することの2種類に大きく分けることができると考えられる。フローの把握は、文字通り流れの状態把握で、代表的なものは、洪水時の河川水位や流量変化を時々刻々と把握するものであり、変化の度合いが比較的大きい現象の状態を把握するものである。これに対して、ステータスの把握は、河道形状や河川構造物を対象に、想定している状態が維持されているか確認するためのものといえる。

2.2 フローの把握

フローの把握について簡単に整理したものが

表-1である。表中に示した状態把握対象は、降水を始めに、上から順に因果関係に基づき並べている。すなわち、降水が流域ごとに河川流量・流砂量・水質に変換され、これらの状況により洪水・濁水・水質汚濁といった現象が発生し、これら現象に暴露された結果が社会影響として顕在化する。基本的に制御ができない降水のような現象であっても、その状態を的確に把握することで、流量予測が可能となり、ダム運用の最適化に利用することができるように、フローの把握には、上記の因果関係に基づいて、社会への影響を評価し、これを制御しようとすることに収斂する目的がある。

状態把握の手法として、測定技術が種々開発されている。さらに、降水、流出、河川流下といった水の流れを支配する現象をモデル化したシミュレーション計算も用いられる。測定と計算を組み合わせることで、状態把握の精度や効率を上げることができる。近年の電算処理の高速化、記憶容量の増大に伴い、大量のデータがリアルタイムで処理されるようになってきている。

2.3 ステータスの把握

河道（河道形状、河床構成材料、地被状況等）、堤防、ダムを含む河川構造物の状態や、河川環境状況のような、器としての河川の状態（ステータス）の把握は、河川に対して想定あるいは期待している状態が維持されているか、あるいはそのような状態と、どの程度乖離しているかについて知るために実施される。ステータスの把握は、概念としては一般的な社会資本施設の維持管理における監視に近いものである。すなわち、計画に基づき設計・施工された施設が、必要とされる機能を維持しているか監視し、必要に応じて修復や更新を行う、いわゆるPDCAサイクルにおける監視に近い。特に、河道や河川環境については、出水のようなイベントにより大きく変化するため、管理に役立つ、より適切な把握技術や確立が常に望まれている。

ステータスの把握に関しては、外形的な把握のための手法が近年急速に発達してきている。レー

表-1 フローの把握に関する整理

状態把握対象	支配要因	制御の可否	状態把握の目的	状態把握手法
降水	気象 (水蒸気、気圧配置等)	否	将来展開予測 計画策定	レーダ雨量計等 気象予測計算
流量・流砂量・水質	降水、流域	ある程度可	将来展開予測 計画策定	水位計・水質計 予測・再現計算
洪水・濁水・水質汚濁	流量・流砂量・水質	ある程度可	事前対策 危機管理	リモートセンシング 予測・再現計算
社会影響	洪水・濁水・水質汚濁	ある程度可	事前対策 危機管理	統計手法 予測・再現計算

ザーや音響を用いた計測技術、地理情報システム (GIS)、位置情報システム (GPS)、画像処理技術がデジタル技術で統合されたことで、高精度、高頻度で大量の形状データの取得が可能となっている。

堤防やダムを含む河川構造物の内部状態の把握については、技術研究開発が進められているが、研究開発段階のものが多く、堤防については、長い年月をかけて逐次的に構築されたものが多く、内部構造が不均質な場合もあるため、その内部状態の把握は難しいが、河川水位上昇に伴う、堤防や周辺地盤の形状変化や、堤防や周辺地盤の透水性分布や粒径に着目して、弱点を把握しようとする技術開発が進められている。

3. 新しい技術と展望

3.1 フローの把握技術

2章で述べたとおり、近年の電算処理の高速化、記憶容量の増大に伴い、河川のフローに関して大量のデータがリアルタイムで処理されるようになってきている。以下に、最近の技術状況と展望について述べる。

3.1.1 レーダ雨量計

旧建設省がレーダ雨量計第1号機による観測を1976年に赤城山で開始して以来、約40年の実績がある¹⁾。XバンドMPレーダ雨量計とCバンドMPレーダ雨量計による計測雨量を精度良く合成する方法が開発された²⁾ことをうけ、2017年3月から、この成果がX-RAIN GIS版として、配信されている。これは、ほぼ日本全国を対象に、250mメッシュの解像度で、1分毎に計測を行い、1~2分後に配信を行っている。取得された大量の雨量データを用いることで、降水特性に関する解析や、流出解析等の高度化の進展が期待される。

3.1.2 洪水監視および予測技術

河川のフローに関する状態把握技術のうち、洪水状況の監視とその予測技術は最も重要なものといえる。洪水状況の把握には、河川の各所に設置された水位計やダムや堰などの構造物において測定される流量が用いられる。また、河川沿いに設置されたCCTVカメラにより画像情報を得ることが可能である。水位計の記録やCCTV画像は、インターネットを介して、「川の防災情報」からリアルタイムで入手することが可能となっており、洪水時の状況把握に活用されている。

洪水予測に関しては、従来、降水量、河川水位を入力条件に流出解析や水理解析を実施することで、河川水位や流量のシミュレーションが実用化されている。国土技術政策総合研究所では、降雨予測結果、レーダ雨量計による計測結果を入力条件とするとともに、多地点における水位観測結果を用いたデータ同化を実施することで精度向上を図った、河川水位と流量のシミュレーションモデルを開発している。このモデルは、従来「川の防災情報」で提供していた観測地点において測定された河川水位情報に加えて、河川の縦断的な水位情報を提供することが可能な点が優れている。また、地形情報や氾濫計算結果と重ね合わせることで

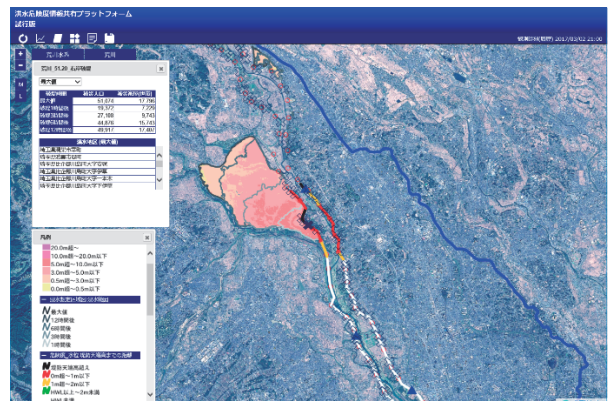


図-1 洪水危険度情報表示例

で、洪水氾濫のリスクや、その想定を、洪水危険度情報として提供することが可能であり（図-1）、実用化を予定している³⁾。

3.2 ステータスの把握技術（計測技術）

形状計測技術は、近年長足の進歩を遂げており、航空機から発射した近赤外線レーザーと緑色レーザーを利用することで、水面下を含めた河川地形を非接触で計測することが可能となっている（図-2）⁴⁾。水の濁りの影響による制約はあるものの、河道の詳細な形状が把握できることで、管理上の問題点の早期確認、出水による河川地形への影響や河川地形と生物との関係性の理解が進むことが期待される。また、デジタル化された河川地形情報は、CIM(Construction Information Modeling / Management)の基礎データとしての利用が可能であり、河道設計、施工、維持管理の一連の作業効率を飛躍的に高めることが期待される。

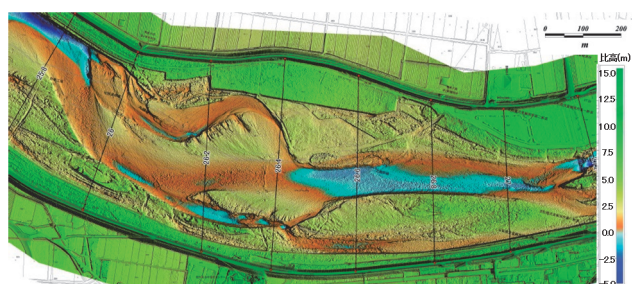


図-2 レーザー計測による比高分布⁵⁾

3.3 状態把握技術の活用

フローに関する把握技術は、施設のみでは被害を防ぐことができない、計画を超過する出水時に、事前の避難などの準備を含む、危機管理への活用も期待できる。また、大量のデータを解析することで、河川流域の降雨、流出特性をより正確に把握することが可能となり、計画面での利用も進むだろう。特に現在懸念されている気候変動による降雨への影響予測の精度が向上すれば、これと合わせることで、将来の水害リスク評価の確度が増し、適応策の策定にも資するだろう。

一方、ステータスに関する把握技術は、計測技術の進歩により、表面形状や構成に関する情報取得が飛躍的に容易になった。今後、河道形状の詳細な変化データを蓄積するとともに、変化の原因となる出水との関係を解析することで、河道形状

変化の理解が進むことが期待される。また、生物のハビタットとして河道が有する環境面における機能についての理解も進むことが期待される。これらの知見を生かすことで、維持管理が容易であり、かつ環境面から見ても適切な河道を設計するための検討に活用できると考えられる。

4. まとめ

河川の状態把握技術について考察すると共に、近年特に発展が著しい技術例について示した。計測技術の進歩と電算処理能力の向上があいまって、従来困難であった河川の種々の状態把握が、高解像度、高頻度で可能となっている。今後、これら技術によって新たに取得されたデータを、河川管理や危機管理に直接活用可能な情報に変換するための技術開発研究が必要である。

また、河川構造物の内部状態の把握技術のさらなる向上で、より適切な維持管理や安全性強化を実現することが望まれる。この実現も、河川の状態把握技術における研究の重要な役割といえる。

参考文献

- 1) 深見和彦、川崎将生、土屋修一、藤巻浩之：国土交通省によるレーダ雨量計開発の歴史と今後の方向性、土木技術資料、第58巻、第7号、pp.20～25、2016
- 2) 山地秀幸、土屋修一、川崎将生：CバンドMPレーダ雨量計とXRAINによる高精度広域雨量観測、土木技術資料、第58巻、第7号、pp.26～29、2016
- 3) 土屋修一、川崎将生：洪水予測の高度化と洪水危険度の見える化の取り組み、河川、n.854、pp.22～24、2017
- 4) 諏訪義雄、福島雅紀、宮本健也：三次元地形データによって変わる河川管理、河川、n.854、pp.33～35、2017
- 5) 山本一浩、中村圭吾、福岡浩史、戸村健太郎、金田真一：グリーンレーザ(ALB)を用いた河川測量の試み、河川技術論文集、Vol.23、pp.293～298、2017

天野邦彦



国土交通省国土技術政策総合研究所
河川研究部長、博（工）
Dr. Kunihiko AMANO