

◆ 特集：水資源・水管理 ◆

## 気象予測の水管理実務への活用

和田一範\*

### 1. はじめに

近年、気象観測や数値計算技術の発達によって、予測降水量の精度向上がめざましい。加えて、内閣府の下に設置される総合科学技術会議・環境分野の重点課題「地球規模水循環変動研究イニシヤティブ」<sup>1)</sup> (以下、単に「研究イニシヤティブ」という。) が平成15年度から開始され、産官学連携のもとに、さらなる降雨予測の精度向上に向けた取り組みがなされている。

昨今、降水量の変動が経年的に拡大する傾向があり、未曾有の洪水や渇水の発生する危険性が増

大しつつある。これらに機動的かつ的確に対応し、生じる被害を防止・軽減するためには、こういった降水量の予測情報を高水管理あるいは低水管理の実務に活用する技術を開発することが必要となる。

このような背景のもと、国土技術政策総合研究所<sup>2)</sup> は、平成15年度に、研究イニシヤティブの一環として「地球規模水循環変動に対応する水管理技術に関する研究」をプロジェクト研究として立ち上げ、新進の予測降水量を用いた洪水等の予測手法の研究を進め、次世代水管理技術の開発を目指している。

表-1 主な数値予報の概要

予報モデルの種類	モデルを用いて発表する予報	予報領域と水平解像度	予告期間	実行回数
メソモデル	防災気象情報 降水短時間予報	日本周辺 10km	18時間	1日4回
領域モデル	分布予報、時系列予報、 府県天気予報	東アジア 20km	2日間	1日2回
台風モデル	台風予報	北西太平洋の台風周辺 24km	3, 5日間	1日4回
全球モデル	府県天気予報 週間天気予報	地球全体 55km	3, 5日間 9日間	1日1回
アンサンブル 週間全球モデル	週間天気予報	地球全体 110km	9日間	1日1回
1か月予報モデル	1か月予報	地球全体 110km	34日間	週1回
季節予報モデル	3か月予報 暖候期・寒候期予報	地球全体 180km	120日間 210日間	月1回

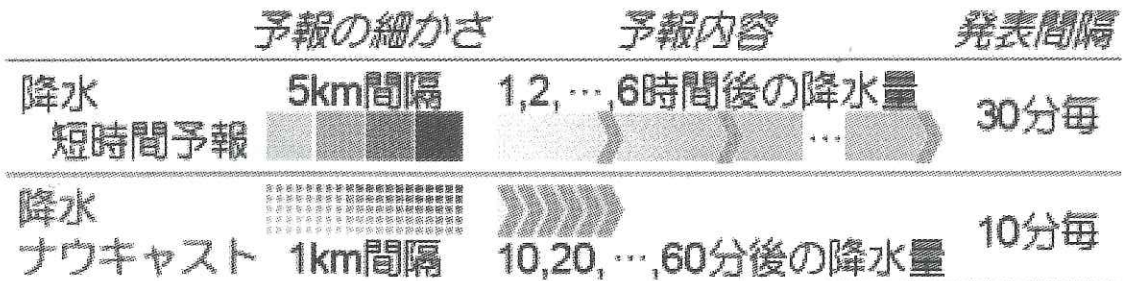


図-2 レーダーを利用した数時間先までの短時間予測情報

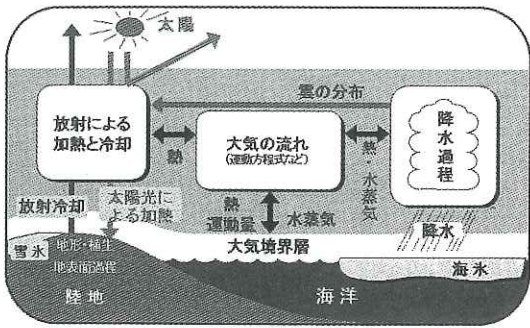


図-1 大気現象の物理素過程

本稿では、まず、気象予報の現状および洪水予報の最近の状況を紹介します。次に、上記のプロジェクト研究の成果の一端を記し、今後の展望について述べる。

## 2. 気象予報の現状<sup>3)</sup>

気象庁<sup>4)</sup>では2001年3月に新しいコンピュータ・システム (NAPS: 数値解析予報システム) が稼働を開始し、集中豪雨などに関する局地情報、波浪予測、台風進路予報等の精度向上が図られている。

現在、気象予報の現業で使用されている主たる数値予報モデルの概要を表-1に示す。数値予報モデルでは、図-1に示す現実の大気の様々な動きが物理的な数式によって記述され、コンピュータ・シミュレーションによって予報がなされている。これらの予報結果は、GPV (Grid Point Value) として民間を含めた各機関に配信され、利用されている。

また、局地的な強雨等を把握するため、高解像度のレーダーデータを利用した予報情報も提供されている。気象レーダーで観測した雨量と地上のアメダス観測所の雨量データとを合成したレーダー・



写真-1 地球シミュレーター (手前は筆者)

アメダス解析雨量は、運用当初、解像度が5km格子であったが、現在、2.5km格子に細密化されている。また、2003年6月からは解析雨量と降水短時間予報が30分間隔で提供されるようになった。さらに、2004年6月からは、急速に発達する雨雲の変化や移動を捉えるために降水ナウキャスト情報の提供が開始されている (図-2)。

なお、研究イニシヤティブでは、予報現業で使用されている領域モデルを拡張・改良して地球温暖化の研究に供している。これの演算には世界屈指 (平成17年6月現在、処理速度世界第4位) のスーパー・コンピュータである「地球シミュレーター」が利用されている (写真-1)。

## 3. 洪水予測の現状<sup>3)</sup>

前章で紹介した予報情報の多くは国土交通大臣が管理する一級河川の管理事務所にオンラインで配信され、河川管理の参考値として利用されている。

国土交通省近畿地方整備局淀川ダム統合管理事務所では、水系内のダム群を効率的かつ一元的に管理するために、水文情報 (雨量、水位、流量)、雨量レーダー情報 (深山、城ヶ森山) に加え、気象情報 (アメダスデータ等の実況情報、降水短時間予報などの予測情報) をリアルタイムで収集し、大型計算機を用いて、降雨予測や洪水予測等を行っている (図-3)。この流域の特徴として、台風による大雨が多く、また、コースによって雨量に大きな差が生じることから、台風の進路予測に基づいた独自の降雨予測システムが運用されている。また、洪水予測については事務所に駐在する気象

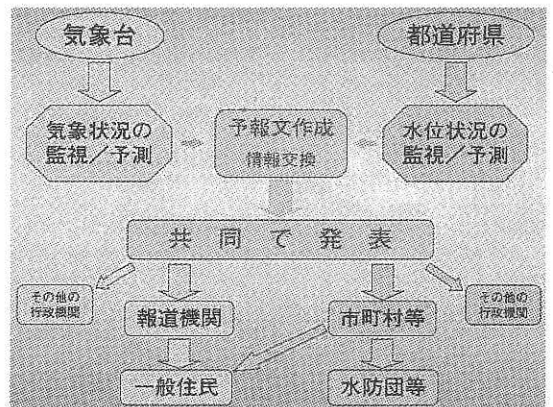


図-3 都道府県と気象台が共同で発表する洪水予報の流れ

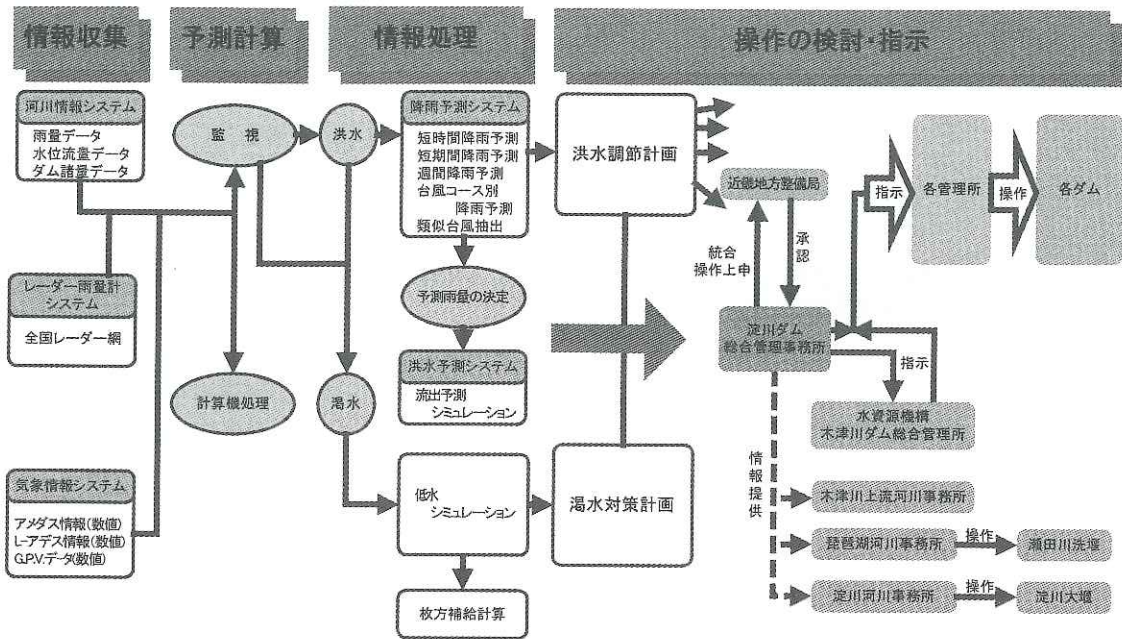


図-4 ダム統合管理の流れ (淀川ダム統合管理事務所)

予報士が各種予測情報を総合的に判断した上で、洪水予測システムへの入力を行っている。

都道府県知事が管理する二級河川についても、平成14年度から都道府県と気象庁共同の洪水予報が実施されている(図-4。平成17年8月現在25水系41河川)。

和歌山県<sup>5)</sup>は、有田川と日高川において和歌山地方气象台と共同して洪水予報を行っている。台風の接近などで大雨が発生するおそれがある場

合に、地方気象台は降水ナウキャストを河川流域毎の平均量に加工し、県河川課の専用端末に自動的に送信している。県河川課ではそれを用いて河川洪水予報の流れ水位予測を自動的に行っている。

洪水予報が必要と判断された場合は、双方の情報をもとに予報文を作成し、両者が共同で洪水予報を発表することになっている。予報文は関係行政機関等に伝達されるとともに、報道機関の協力を得て、流域住民へ周知されている。さらに、和歌山県河川課はインターネットを通じて河川水位及び降水量の実況と予測を公開している(図-5)。

### 金屋橋の水位予測結果 (グラフ)

数値表 戻る

最新予測初期時刻 2003年1月27日10時00分

予測最高水位	2.76(m)	最高水位到達時刻	1月27日14時50分
警戒水位超過予測時刻		危険水位超過予測時刻	

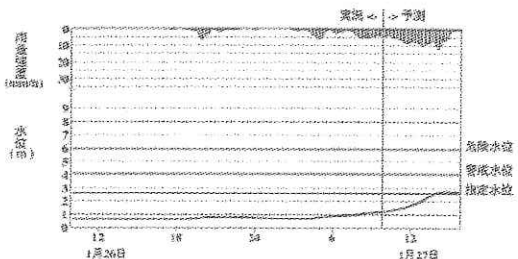


図-5 洪水予測結果の公開 (有田川 和歌山県)

### 4. 予測情報を用いた水管理<sup>6),7)</sup>

降雨予測情報を高水管理に活用するうえでは、まず、現時点での情報の確度を把握する必要がある。そこで、北上川、利根川、阿賀川、木曾川、淀川、吉野川及び筑後川の7水系流域を対象として降雨の予測精度及び予測降雨を用いた流出量の予測精度について検討した。

#### 4.1 降雨の予測精度

図-6は吉野川上流域の雨量観測所と気象庁が配信している各種GPVの格子点の位置を示すものである。図中、「RAP」はレーダー・アメダス解析雨量、「VSRF」はRAPを時間外挿して予測を行う降水短時間予報、「MSM」、「RSM」は先に

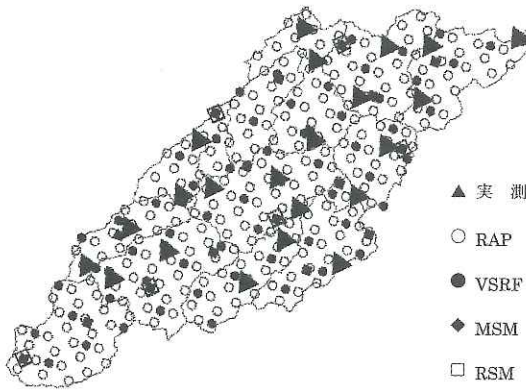


図-6 雨量観測所と各種GPVの格子点位置  
(吉野川上流域)

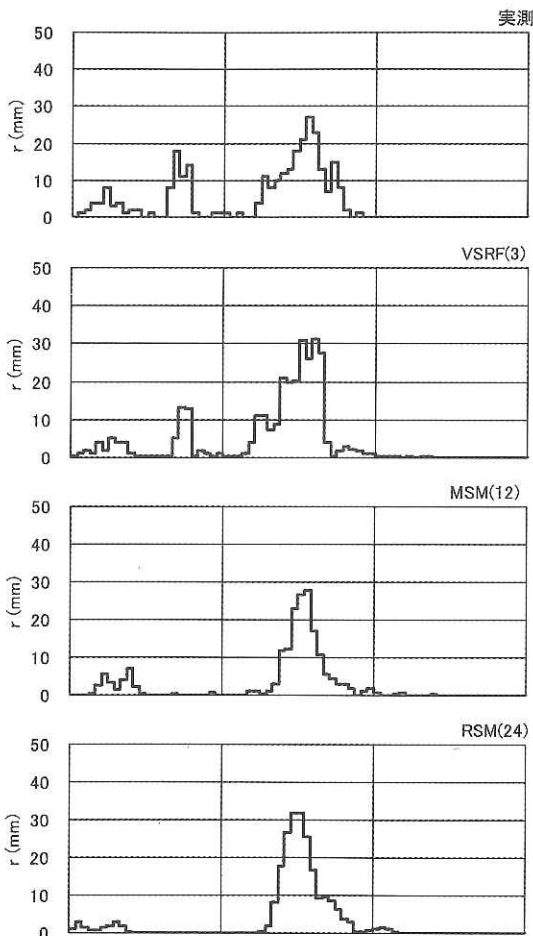


図-7 実測雨量と予測雨量の比較例  
(吉野川水系I雨量観測所地点)

紹介した気象モデル(メソ・モデル、領域モデル)による数値予報の格子点を表す。

この流域における雨量観測所の配置密度は概ね

60km<sup>2</sup>に一箇所となっており、国土交通省としては平均的な観測密度といえる。一方、○印で示したRAPの格子点は東西南北約2.5km間隔で、ほぼ6km<sup>2</sup>に一箇所と雨量観測に比べて高密度である。また、RAPと実測雨量が高い相関を有していることは別途確認されている。これらからRAPを用いて推定される流域平均雨量は高精度であることが期待できる。

図-7は2004年10月、各地で大水害を引き起こした台風23号時の吉野川水系のI雨量観測所での実測雨量と同地点(直近格子点での値から空間補間)の予測雨量の比較を示すものである。二段目以下の図の右肩は予測手法と先行時間を表す。例えば、二段目のSRF(3)は3時間前の降水短時間予報を表す。各手法とも比較的良好な予測がなされている。なお、本例に限らず、台風23号による降雨は全般に実績降雨との合致度が高い傾向にあった。

図-8は降雨予測の方法、予測の先行時間の違いによる時間雨量の予測精度を、相関係数と回帰係数(時間雨量の倍率)を指標にして比較したものである。図中、記号付きの太線は検討対象とし

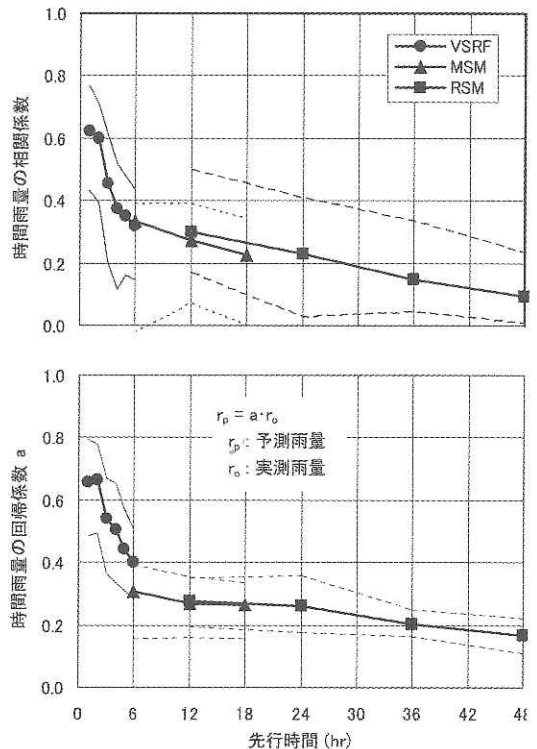


図-8 時間雨量の相関係数・回帰係数

た7流域内に位置する214の雨量観測所における7ケースの降雨での平均値を表し、上側・下側の折れ線は最も精度が良いあるいは最も精度が悪い流域での相関係数あるいは回帰係数の平均値を表す。地点による変動が大きい(割愛するが、降雨イベントによる変動も大きい)、一概には言えないが、全平均で見ると、MSMおよびRSMは時間単位の予測雨量としての精度があまり期待できない。また、VSRFでも先行時間が2時間を越えると急減に相関係数・回帰係数の値が小さくなっている。

ところで、ダムの高水管理では時間雨量よりもむしろ今後の降雨規模が重要な予測情報となる局面が多い。図-9は積算雨量(6時間雨量、12時間雨量…)について図-8と同様の分析を行った結果である。ただし、図の横軸は積算雨量を求める時間間隔を示す。時間雨量の場合に比べて、予測方法・時間間隔によらず、相関係数・回帰係数は大きい値で維持していることが読み取れる。すなわち、積算雨量は今後の降雨規模を捉えるための情報として実用精度を有していると考えられる。

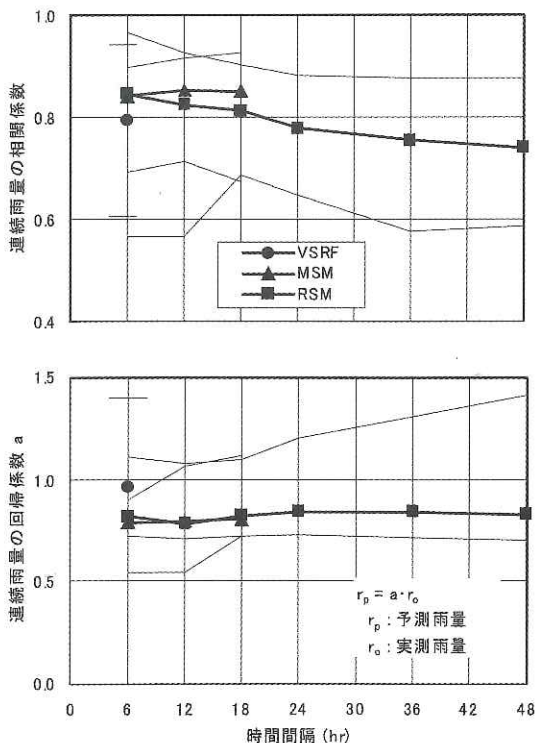


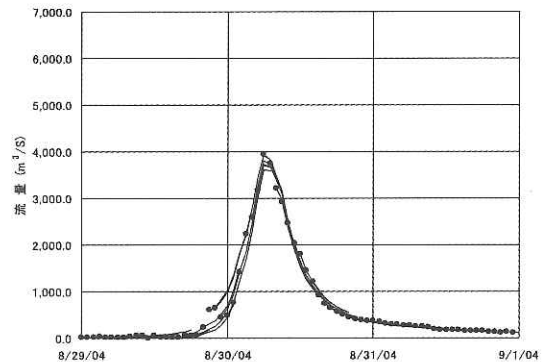
図-9 積算雨量の相関係数・回帰係数

#### 4.2 流量の予測精度

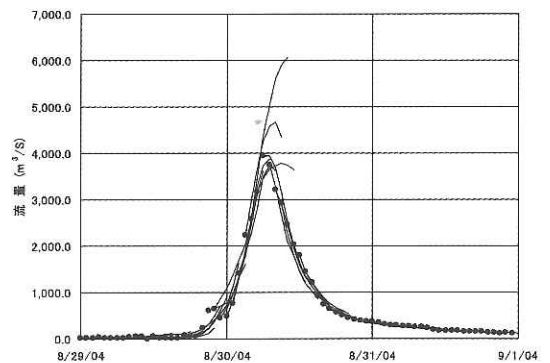
時間雨量の予測値としてVSRFを用いた場合の流出予測計算を行い、流量に変換した場合の精度について評価を行った。流出予測モデルは対象流域の洪水予測で実用されている木村の貯留関数モデルを適用した。ただし、ここでは予測降雨の誤差に由来する流出予測精度への影響を評価するため、実績の降雨波形と流量波形から流出予測誤差を最小化するモデル定数を降雨イベント毎に同定して与えた。

一例として、吉野川水系Sダム流域の計算結果を図-10に示す。実測雨量による予測流量は実測流量をよく再現しているのに対して、VSRFを時間雨量として与えた場合の予測計算では hidrograph の頂部付近で過大な流量を予測している。

対象流域内の22ダムについて、VSRFが開始された1998年以降の主要洪水を数ケースずつ抽出して同様の予測計算を行った。図-11は先行時間による流出予測精度の変化を前出の降雨の評価と同



(a) 実測雨量による流出予測



(b) 予測雨量 (VSRF) による流出予測

図-10 流出予測結果 (吉野川水系Sダム流域)

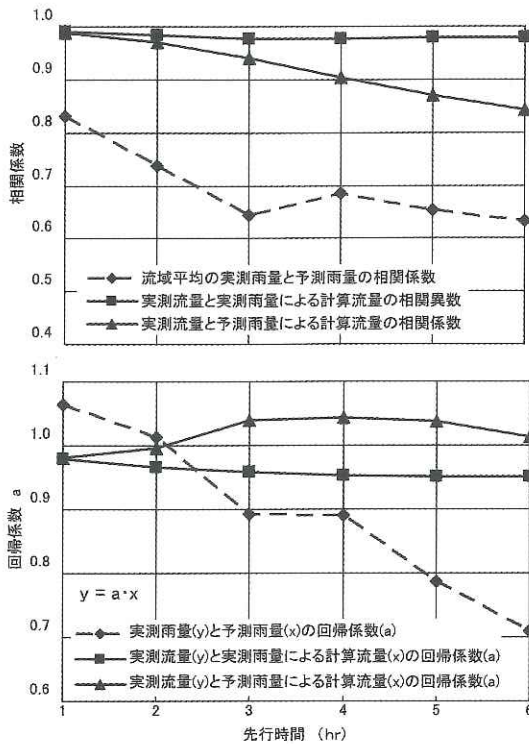


図-11 VSRFを用いた予測流量の相関係数・回帰係数

様、相関係数・回帰係数で表したものである。比較の意味で流域平均雨量の相関係数・回帰係数は破線で示してある。流域平均雨量は早期に予測精度が劣化するのに反して、流出量はVSRFの予測時間である6時間先でも0.8程度の相関係数を示している。また、回帰係数もほぼ1.0前後で推移している。つまり、流出予測モデルが十分に正確であれば、目先数時間先までの流出予測精度は十分に高いことを示している。これは予測降雨の影響が流出の遅滞時間を経て出現することによる。

5. おわりに

以上見たように、現状での予測降雨はほぼ実用可能な段階にあると考えられる。今後は洪水予測の現場で即時予測の実験を行い、予測精度の向上方策を検討する。また、並行して進められている研究イニシアティブの成果を踏まえて、水管理の高度化に向けた予測情報の活用法についての検討を行う予定である。

参考文献

1) 地球規模水循環変動イニシアティブ：/www.jam-

stec.go.jp/ipccwgl/water/  
 2) 国土技術政策総合研究所：www.nilim.go.jp/lab/bbg/project/ppdf/p09.pdf  
 3) 内閣府総合技術会議：地球規模水循環変動イニシアティブ・シンポジウム（水循環変動研究の最前線と社会への貢献），2005.5  
 4) 気象庁：「気象業務はいま 2004 —活かそう情報、防ごう災害」、佐伯印刷，pp. 88-89，2004  
 5) 和歌山県河川課：www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/080400/  
 6) 和田一範・村瀬勝彦・富澤洋介：河川の高水管理における予測降雨情報の適用性、土木技術資料平成17年3月号，2005.3  
 7) 和田一範・川崎将生・富澤洋介：河川の高水管理における予測降雨情報の適用性に関する考察、水文・水資源学会誌（投稿中）

和田一範\*



国土交通省国土技術政策総合研究所河川研究部流域管理研究官，工博  
 Kazunori WADA