



Title	豊平川水系における流達時間予測システムの構築
Author(s)	末永, 保範
Description	第9回衛生工学シンポジウム（平成13年11月1日（木）-2日（金） 北海道大学学術交流会館） . 3 計画・事例 . 3-2
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 9, 151-155
Issue Date	2001-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7161
Type	departmental bulletin paper
File Information	9-3-2_p151-155.pdf



る地点があり、その 2 km 下流には有効貯水量 53 万 m³の砥山ダム、さらに 6 km 下流に有効貯水量 8.4 万 m³の藻岩ダム、そしてその 1 km 下流に白川浄水場が位置している。

4. 河川の状態を把握するために必要な情報

流達時間の算出に必要な河川やダムの情報は、開発局などとの連携をもとに本市ではリアルタイムで取り込みを行いデータベースに保存している。データベースに取り込んでいる情報の一覧を表 1 に示した。

表-1 ダム情報の項目一覧

監視地点	測定項目
白井川	水位, 流量
薄別ダム	ダム水位, ダム流入量, 取水量, ダム越流量
豊平峡ダム	ダム水位, ダム流入量, 発電水量, ダム放流量
定山溪北電取水ダム	水位, 流入量, 発電水量, 越流量
定山溪ダム	ダム水位, ダム流入量, 発電水量, ダム放流量
一の沢ダム	水位, 越流量
砥山ダム	ダム水位, ダム流入量, 発電水量, 豊平川維持水量, ダム放流量
簾舞川	水位, 流量
藻岩ダム	ダム水位, ダム流入量, 発電水量, 豊平川維持水量, ダム放流量

その他に、8 地点で雨量を観測している。

同時に、本市では水質情報管理システムの一環として水源上流 3 地点に水質自動監視所を設置し、水質の常時監視を行っている。水質自動監視所に設置した水質計器の一覧を表 2 に示した。これらの計器による情報は、「点」の監視から時系列的な、「線」での監視を行っているため、河川の状態の変化を把握しやすく、流達時間の検証作業などにも非常に効果的な利用ができる。

表-2 水源上流のモニター計器

監視地点	測定項目
白滝橋	電気伝導率, pH (平成 9 年度新設)
一の沢ダム	水面監視カメラ (平成 9 年度新設)
砥山ダム	水面監視カメラ, バイオアッセイ, 濁度, 電気伝導率, pH (平成 9 年度新設)
簾舞注水口	電気伝導率, pH, アンモニア性窒素, 塩素イオン (平成 9 年度新設) 油臭気 (平成 11 年度新設) バイオアッセイ, 濁度 (既設)

5. システム構築の事前調査

流達時間算出の事前調査として、豊平川水系の本流および支流河川を、約 40 区間に区切り、豊水、平水、低水期の 3 つの流況で、各区分 30 個程度の浮子を河川へ投下して到達時間の実測調査を実施した。

上記で得られた浮子の到達時間 (T) と、上流から送られてくる河川とダムの水量情報

(Q) との相関から、区間ごとの流達時間の算出式を導き出した。実際の相関式の例を、図-2 に示した。

$$T = a e^{-bQ} \quad (a, b \text{ は区間ごとの定数}) \quad \dots (1)$$

相関を求める際には、各区間において浮子が最も早く到達した時間から求めた流達時間算出式と、浮子が到達した平均的な時間から求めた算出式を基本とすることとした。これは、水質汚染事故には油類などのように河川の表面を浮遊するものと、薬品や土砂などのように拡散や混合する場合があります、それぞれで流達時間が異なると考えられるためである。

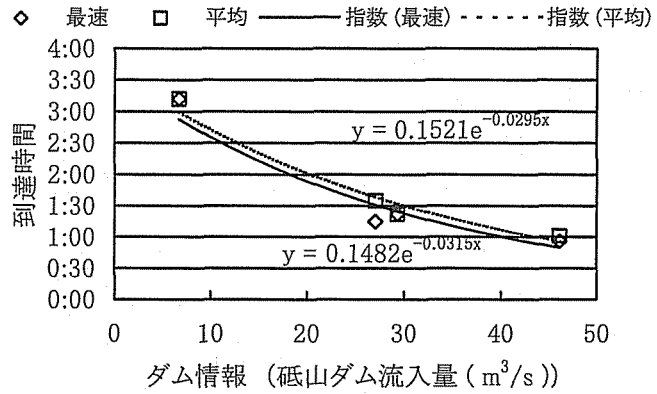


図-2 到達時間とダム情報との相関

また、砥山ダム貯水池などでは湛水域が大きく浮子では流下が確認できなかった。このため、貯水池内に流入した水は、河道幅が 30~60 m の押し出しモデルを想定して流達時間を算出した。

浄水場までの全体の流達時間は、次式に示すとおり区間毎における流達時間を積算することによって算出した。

$$T_{TOTAL} = \sum T_n \quad \dots (2)$$

6. システム化

取り込んだ水量情報をもとに上記で求めた算出式を用いて、流達時間の算出から表示までの一連の作業をプログラム化しシステムを構築した。システムに求められた機能としては、① 常にリアルタイムで流達時間を把握できること。さらに、② 河川の流速・流量は、間欠的な発電放流やダム放流によって大きく変動するが、これらの状況変化をふまえた上での予測修正を行えること。また、③ 流達時間算出の精度をより向上させてゆくために、事故後の詳細なデータにもとづいた検証が行えることなどが挙げられる。

このため、システムの特徴として①の機能としては、現在の河川流量から求めた流達時間を常時表示させ、水量情報の更新ごとに流達時間が自動的に更新されるようにした。②の機能としては、ダムの発電計画を放流パターンとして手入力することによって、ダムの運用状況の変化にも対応できるようにし、その他の水量データも値を自由に設定することにより、様々な状況を想定した流達時間のシミュレートが可能にした。③の機能としては、現在までデータベースに保存されている 10 分ごとの時系列データで細かく流達時間を再計算し検証を行えるようにした。

これらのプログラムで用いる算出式は、浮遊性物質、溶解・懸濁性物質を想定した 2 つのパターンが任意に選択できるように構築した。さらに、今までの算出式が実状に合わなくなった場合には、区間ごとの算出式を自由に変更が可能とした。一方、式が間違っても変更されないようにパスワードを設定する方式とした。

7. 運用実績

一の沢ダムの浚渫作業における高濁水の流達時間，および定山溪ダムからの微粒子成分の流出を例に挙げ，システムの運用実績を示すこととした。

(1) 一の沢ダムにおける浚渫作業

白川浄水場の上流約10.4 km に位置する一の沢ダムは，砂防ダムで1年もしくは2年おきに浚渫作業を行っている。このときに発生する高濁水の流下について，従来の予測結果と本システムによる予測結果の比較検証を行った。

表-3 流達予測時間と実測時間の比較
(一の沢ダム浚渫時における高濁水の流達時間)

実施日	予測時間	実測時間	誤差
平成8年1月16日	7:00	13:00	6:00
平成9年1月20日	13:00	33:30	20:30
平成10年1月22日	29:00	31:40	2:40
平成12年1月24日 (システム導入後)	27:47	29:00	1:13

白川浄水場に濁水が到達するまでの時間について予測と実測値の比較を表-3に示した。

平成8年に対し9年以降の実測時間は大幅に異なっているが，これは浚渫時における各ダムの放流状況の違いが大きく影響していたものと考えられる。

システム構築以前の平成8年から10年までは，前年度実績から予測をたてていたため，近い値を示すこともあったが大きくはずれることもあった。しかし，システム導入後の平成12年には，実測に対して予測時間の差が73分程度であり，従来の予測に比べて本システムの予測結果のほうが実測時間に近いことがわかる。

(2) 水質変化の追跡

平成13年7月23日，白川浄水場のろ過水を高感度濁度計での測定値が通常と比較して高めの値を示した。このとき粒径0.5~1 μ mの微粒子の数が非常に大きな値を示していた。微粒子が高めの値を示す時間は，10時間前後で1日に1度上昇した。原水の濁度は，非常に低い値で安定していた(図-3)。

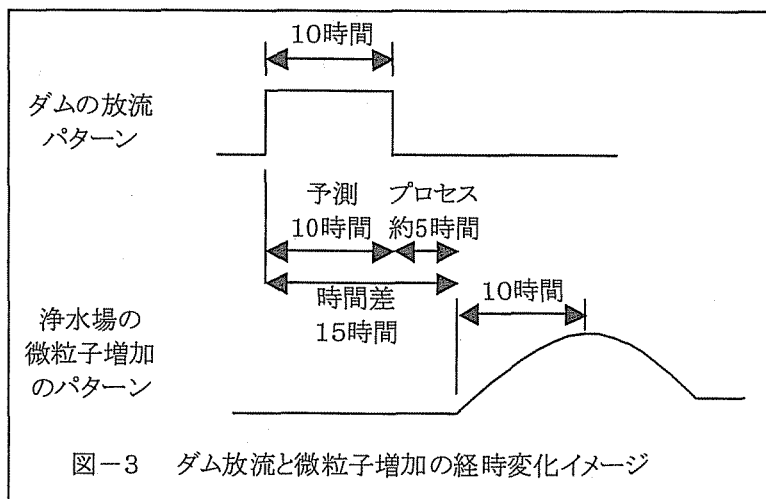


図-3 ダム放流と微粒子増加の経時変化イメージ

上流のダム情報を調査した結果から，定山溪ダムが1日10時間ほど発電放流を行っていることが判明した。定山溪ダムとろ過池のタイムラグは，約15時間程度であった。

流達時間を求めたところ，浄水場の取水口まで10時間前後と推定された。浄水処理のプロセスに要する時間を加算すると微粒子の増加と発電放流パターンは，ほぼ一致すること

がわかった。

この結果をもとに上流域の微粒子を調査したところ、定山溪ダムの発電放流水に微粒子成分が非常に多いことが判明、浄水処理にきわめて役に立つ結果となった。このことから、本システムは水源の状況を把握するための一助として有効に活用できることが明らかになった。

なお、上記のケースは懸濁性物質の検証であるが、油など浮遊性物質については、システム稼動後は幸いにも大きな事故がないことから検証例が未だなく確認してはいないが万が一事故発生時には大きな情報源になると考えている。

8. おわりに

豊平川は、非常に流況把握が難しい河川であるが、この予測システムの導入により、上流の観測所からオンラインで収集した水量情報から簡便に流達時間を予測することが可能になった。また、ダムの間欠放流などの急激な河川状況の変化にも対応させることができた。しかし、汚染物質の濃度についての予測は、希釈、拡散、混合およびダムによる滞留など様々なパラメーターがあるため十分な精度で予測を行うためには、さらなる研究が必要と考えている。

今後はさらに流達時間予測の信頼性を高めると共に、濃度予測についての精度を上げ、浄水場の安全性の確保と余裕のある浄水処理対応に役立てていきたい。

参考文献 1) 宮下妙子, 妹尾義正, 山本哲, 高橋春夫:「水質情報管理システムの構築」,
第49回全国水道研究発表会講演要旨集 p.472-473(1998)