

信濃川中流域におけるRVAの適用

金沢大学大学院 1年 ○大村和也 学会員 2年 岩井隆宏
金沢大学大学院 教授 フェロー 玉井信行

1. はじめに

日本の川の水力発電は、19世紀末から開発が行われ、エネルギー資源の乏しい日本において、殖産産業や戦後の復興などに大いに貢献してきた。しかし、その水力発電は、全国の多くの川で減水区間を発生させ、地域文化の破壊や環境破壊など、多くの犠牲の上に成り立っている。戦後から約半世紀が過ぎ、平成9年の河川法改正で「河川環境の整備と保全」や「関係住民の意見の反映」が明記されたように、河川に対する価値観も大きく変わり、減水区間の発生による弊害は改善されるべき問題と見なされるようになった。

そこで本研究では流量年表に記載された流量データをもとに、信濃川中流域に存在する大滝ダム、宮中堰堤における現行の取水や放流の特徴を流況から導き出すことを目的とする。

2. 信濃川の発電形態と維持流量の現状

信濃川中流部では、東京電力とJRによって、それぞれ年間発電が12億kWhと約16億kWhの大規模な水路式の水力発電が行われている。東京電力所有の西大滝ダムは、長野県と新潟県の県境上流側にあり、ダムから下流に放流すべき維持流量を $0.26\text{m}^3/\text{s}$ とし、最大使用水量 $171\text{m}^3/\text{s}$ の取水を行っている。取水した水は導水管で約28km下流の信濃川発電所まで運び、発電した後に放流している。JR所有の宮中堰堤は東京電力信濃川発電所の2km下流にあり、維持流量は $7\text{m}^3/\text{s}$ とし最大使用水量 $317\text{m}^3/\text{s}$ の取水を行っている。取水は2つの取水口で行い、導水管を通して、ともに39km下流の信濃川に放流している。

宮中堰堤地点は流域面積 $7,841\text{km}^2$ で平均流量 $278\text{m}^3/\text{s}$ 、平均渇水流量でも約 $123\text{m}^3/\text{s}$ と豊富な流量がある。維持流量の $7\text{m}^3/\text{s}$ を 100km^2 あたりに直すと $0.09\text{m}^3/\text{s}$ であり、ガイドライン以下になっている。

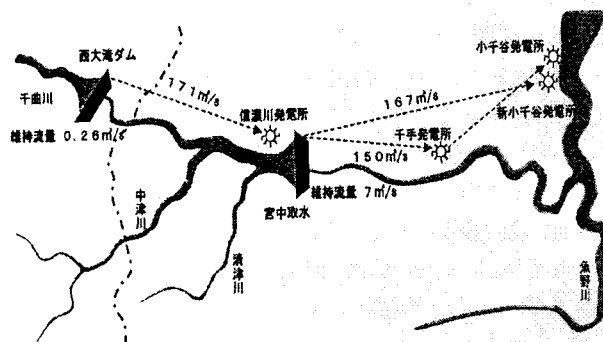


図1 信濃川中流部水力発電のしくみ（文献1を一部改変）

3. 現行の環境用水量の設定手法

ここで、維持流量や、正常流量などの河川環境を保全するための流量を環境用水と呼ぶことにする。環境用水量の基準を設定するにあたり、現在最も広く用いられている有名な手法がTennant法である。しかし、Tennant法では単一の流量が得られるだけで、洪水、中小出水、変化率などの変動性に関するヒントが得ることができない²⁾。そこで変動性を扱う手法として最近注目を集めているのがRVA(Range of Variability Approach)である。自然状態と流量調節後の様々な流量指標を比較して流況を評価するものであり、値だけでなく許容幅年々変動を明示的に扱うのも特徴で、自然状態の平均値を中心にして幅を持った目標範囲を定めるが、渇水年や豊水年はこれを逸脱することも認められる。というよりむしろ推奨される。各指標の目的範囲は生態学的知見を利用して設定されることが望ましいが、約20年分の統計値から得られる標準偏差でもよい近似を与えるとされている²⁾。放流量を直接規制するというよりも与えられた操作規制がもたらす流量変動を評価することに力点があり、毎年指標の適合度をチェックして新たな生態学的知見とともに許容範囲の見直しや操作規制の修正を行うことが望ましい。

4. 信濃川中流域におけるRVAの適応

信濃川中流域の西大滝、宮中堰堤を対象にRVAの適用を試みた。流量年表のデータを利用し、立ヶ花観測所の流量をダム流入量(自然流入量)、岩沢観測所の流量を放流量(人為操作流量)とみなし、前者と後者を比

較し評価を行った。対象期間は昭和 50 年から平成 12 年まで昭和 61 年を除く 25 年間とした。

計算結果をまとめたものが（表-1）である。各指標の平均値プラスマイナス 1 を基準変動範囲とし、逸脱頻度が著しく増加（25 年間で 8 回以上）ないし減少（25 年間で 1 回以下）した項目に印をつけている。すなわち△▽ならば増加傾向、▲▼ならば減少傾向、△▼ならば変動激化傾向、▲▽ならば変動平滑化傾向と読み取る。ちなみに立ヶ花観測所のような自然状態ならば逸脱回数はほとんど 2～7 回の範囲に収まっている。中規模変動は自然状態における 75% および 25% 確率超過流量を閾値とし、それぞれの生起回数と平均継続期間をカウントした。小変化における指標では年ごとの流量から、増加日数、減少日数をカウントし、さらに一日あたりの流量増加および減少分を増加・減少速度として評価をおこなった。

まず量指標をみてみると岩沢の下方逸脱回数が少ない月が多いことが分かる。これは岩沢の平均値自体が低く、洪水などの大きな流量は立ヶ花と同程度発生するものの、それ以外は低水状態が多く続くため、平均値一標準偏差の値が小さくなるからである。

次に極値の量を見てみると、30、90 日間という長いスパンで見たとき、渇水量が変動平滑化傾向にあることが分かる。また岩沢における年間のそれぞれの期間における最小値の変動を調べたところ、30、90 日間の最小値の変動が少なく、岩沢は渇水状態が一年を通してコンスタントに存在していることが分かった。

極値の時期は紙面には表せなかったが、最小値生起日はばらつき、最大値生起日はまとまる傾向にあった。

中規模変化では中規模出水、いわゆるフラッシュ放水の回数が岩沢で若干減少しているものの 25 年間の変動に大きな違いは見られなかった。一方で渇水については S63 年に出された維持流量に関するガイドラインにより、以降の 25% 値が大きくなり、それまでの回数が少なく平均継続期間の長い状態から、回数が多く平均継続期間の短い状態へと変わっていった。

小変化においては、岩沢において平均増加速度の変動性があまり見られず流量の平滑化が見られる。また、増加・減少速度の大きさは岩沢の方が大きくなっている。これは量の指標でも示したように、岩沢が平均流量の低い割に出水時は立ヶ花と同程度の流量が出るからである。

5. まとめ

以上のように各指標により、ダムの上下流域で流況の評価を行ったところ、極値の量における長期間での最小値の変動平滑化、極値の時期における最大値発生日の一致、渇水日の不一致傾向から、宮中堰堤下流では変動のない一定の流量と洪水のように大きな流量だけの極端な流況になっていることがわかる。実際、宮中堰堤は年利用率が高く、洪水以外の流水はほぼ全量使用されている状態である。

本来、河川には少ない流量が続く時期や、豊富な流水で安定している時期、洪水のように流量が激しく変化する時期など様々な流量変動がある。多様な流量変動は河川環境を守る上で必要不可欠な存在であり、変動性の少ない一定の流況を改善する必要がある。

今後、RVA で表した指標を数値で表すなどし、放流量操作における着目点や改善の方向性などを読み取っていきたい。

参考文献

- 1) 香野哲大, 大熊孝: 新しい河川維持流量のありかたを求めて-自然流況型維持流量の提案-, 1-11
- 2) 玉井信行, 白川直樹 (2003): 環境用水の概念整理と水文統計的設定手法の利用可能性について, 水工学論文集, vol. 47 379-384

		立ヶ花	岩沢
量	1月平均値		▽
	2月平均値		▽
	3月平均値		
	4月平均値		
	5月平均値		
	6月平均値		▽
	7月平均値		▽
	8月平均値		▽
	9月平均値		
	10月平均値		▽
	11月平均値		▽
	12月平均値		
極値の量	1日間最大値		
	3日間最大値		
	7日間最大値		
	30日間最大値		▽
	90日間最大値		
	1日間最小値		
	3日間最小値		
	7日間最小値		
	30日間最小値		▲ ▽
	90日間最小値		▲
極値の時期	最小値生起日 最大値生起日	※	※
中規模変動	渇水回数		▲
	出水回数		
	渇水継続期間		
	出水継続期間		▽
小変化	平均減少速度		
	平均増加速度		▲ ▽
	減少日数		
	増加日数		▽

表-1 RVA の結果

- △: 上方逸脱回数多し
- ▽: 下方逸脱回数多し
- ▲: 上方逸脱回数少なし
- ▼: 下方逸脱回数少し