

変動域分析を用いた手取川における流況改善の試み

金沢大学大学院 2年 ○大村和也

金沢大学大学院 教授 フェロー 玉井信行

1. はじめに

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動している時期がある。しかし、治水・利水・発電等のために建設されるダムなどによって河川の流況は自然の状態とは大きくかけ離れたものになってしまう。生物の生息環境は、洪水などによる土砂の侵食・堆積がもたらす河道の攪乱等が前提になって、何万年も継続してきたといえる。攪乱がなくなれば、河道が固定化され高水敷まで植物で覆われ、本来あるはずの河原がなくなり、生物の多様性は失われる。また、日ごとの流量変動はアユなどの魚類の餌となる新鮮な珪藻類を発生させる。すなわち多様な流量の変動は河川環境を維持する上で重要だとされる。本研究では、手取川白山合口堰堤の取水によって発生した減水区間を対象に、変動性を考慮した河川流況の分析を行い、得られた結果から流況改善のための提案を行いたい。

2. 手取川の概要と取水の現状

本研究の対象となる手取川は源を霊峰白山に発し石川県能美市にて日本海に注ぐ流域面積 809km²、流路 72km の石川県最大の河川である。中流域には白山合口堰堤が存在し、灌漑、発電のための取水が行われている。白山合口堰堤上流の中島観測所で計測される流量は一日平均約 77.7m³/s であるのに対し、取水量は灌漑期に約 43.3 m³/s、非灌漑期に約 18.8m³/s と、多くが取水されている状況である。

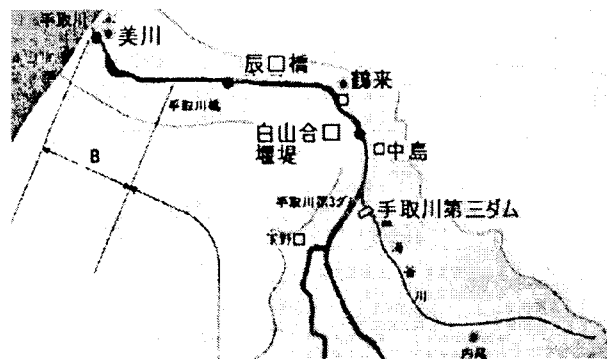


図1 手取川流域図

3. 河川流況評価方法

ここで河川流況を評価するにあたり、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¹⁾。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変動域分析 RVA(Range of Variability Approach)である。(以下 RVA) 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¹⁾。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。

3. 手取川における RVA の適用

手取川白山合口堰堤を対象に RVA の適用を試みた。流量年表²⁾のデータを利用し、中島観測所の流量を自然流入量、鶴来観測所の流量を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 年までの 26 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、人為的操作の状態がそれを逸脱した項目(増加は○, 減少は●)および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。中規模変動は自然状態における75%および25%確率超過流量から平均取水量を引いた値を閾値とし、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。

まず量指標を見てみると冬期の11月～2月、灌漑期で取水量の多い5月、6月、夏期の8月に大幅な流量の減少が見られる。

極値の量では1日間から7日間という短い期間における出水は中島に比べ小さいが、90日間という長い期間で見ると同規模の出水が出ることが分かる。

極値の時期は紙面には表わせなかったが、最小値生起日にばらつき最大値生起日にまとまる傾向が見られた。

中規模変動では渇水回数が多く、継続期間の長い渇水が続くことが分かる。

小変化では、増減回数が減少しているものの、目立った違いは見られなかった。

4. 流況改善のための提案

以上のように、堰堤上下流域で流況の評価を行ったところ、堰堤下では1年のうち8ヶ月もの大幅な流量の減少。回数、継続期間の長い渇水が存在していることが分かる。また、30日間での洪水の規模も自然状態よりも低い値をとっており、これは河床の礫に生息する藻の質を良好な状態に保つために必要な月に1度程度の出水(河床生態保全洪水)¹⁾をも十分に満足していない状態だといえる。

そこで、これらの流況を改善するために、取水量の一部をカットし、放流するという操作をデータ上で行い、操作によって現れる変化を再びRVAで評価する。取水量のカットは実現可能な範囲を考え、取水量の1割とし、1日に取水量を1割カットして放流するパターン(試案1)と5日間で作無作為に抽出した1日に取水量の半分をカットし放流するパターン(試案2)を考え評価を行った。これらの操作を行った結果を(表-1)に示す。

量の指標では試案1、試案2ともに3、5、6月の流況改善(増加)が見られた。変動性を評価する項目においては試案1では変化が見られなかったものの試案2では操作による流量増加が一日平均3.0m³/sに対し7日間最大値で7.0m³/s、30日間最大値で5.0m³/sの増加となった。表の上でも30日間最大値における基準変動範囲の逸脱回数(下方逸脱回数)の減少がみられた。中規模変動では渇水回数は大幅に増加したが、同時に渇水継続期間も大幅に減少した。一方で、通常の状態では大きな変化が見られなかった小変化の指標において、増加日数の増加、減少日数の減少などの変化がみられた。

以上より、流況改善のための取水カットを提案するならば、常時一定量をカットし放流するよりも、変化を加えた放流を行うほうが、変動性に変化を加えることができるといえる。

今後、RVAで表した指標を数値で表すなどし、より分かりやすく流況改善の指標となるようにしていきたい。

参考文献

- 1) 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
- 2) 国土交通省 河川局編, 社団法人 日本河川協会: 流量年表

指標		鶴来	試案1	試案2
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	●▲▼	●▲▼	●▲▼
	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	▲▼	▲▼	▲▼
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	△▽	△▽	○△▽
	渇水継続期間	△▽	△▽	●▲▼
小変化	平均減少速度			○△▽
	平均増加速度			○△▽
	減少日数	▲	▲	●▲▼
	増加日数			○△▽
	増減回数	●▲▼	●▲▼	●▲▼

表-1 RVAの結果

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