

我が国の水利システム再編時において幹線チェックゲートが果たす役割 Roles of main canals check gates in renewal of domestic irrigation and drainage canal systems

樽屋啓之*・松田亮二**・中達雄*

Hiroyuki TARUYA, Ryoji MATSUDA and Tatsuo NAKA

1. はじめに

現在、農業農村工学分野の行政部局、研究機関等において、次世代へ繋ぐ農業水利システムの再編に関する活発な議論がなされている。これは高度成長期に建設された国営レベルの、いわゆる第一世代の水利システムインフラを、次世代型水利システムの名の下に再編する試みと位置づけられる。再編を迫られる重要な背景としては、①末端の農業構造の変化（担い手不足、高齢化など）による地域水利慣行の崩壊、②末端の経営形態の変化（作物多様化、農業法人、企業経営の進展など）による新たな末端水需要の発生、及び③流域レベルでの水資源やエネルギー有効利用の要請、などを挙げることができる。具体的には、再編により①②においては水利システムのより高度な需給調整能力が、③においては水量とエネルギーの有効利用や地域資源の活用能力などの発揮が期待されている。

本報では、国内の水利システムの再編技術の一つとして開水路幹線チェックゲートに着目し、幹線チェックゲートがシステムに果たす本来的な役割や未来で担う役割などの考察を通じて、次世代システムへの転換に向けたシステム再編の方向性を展望する。

2. 幹線チェックゲートが果たす役割

幹線チェックゲートとは、幹線水路から取水される流量の変動に対して、幹線の特定区間（複数ゲート間）の水位を一定に保つように機能するゲートの総称である。チェックゲートの分類の一例として、自動式・操作式、電動式・手動式、スライドゲート・ラジアルゲート式、フロート型式、などを基に11の区分に整理する方法が試みられている¹⁾。現在は、(独)水資源機構の管理下にある愛知用水や豊川用水などの基幹的水路をはじめ、国営事業で整備された多数のチェックゲートが国内で供用されている。幹線水路においてチェックゲートによる操作制御能力が高いということは、その水利システムが幹線レベルにおいて高い需給調整能力を持っていることを意味している。

3. 水利システム制御方式の高度化と再編

上流制御（upstream control）方式とは、ゲートなどの制御装置がその装置よりも上流側から得られる情報を用いて調整する方式のことであり、調整に必要な情報は装置の上流側に位置するセンサーで計測（水位、流量）されるか、あるいは配水責任者の上流側の配水計画（the upstream water schedule）に基づく²⁾。下流制御（downstream control）方式はその逆で、制御装置よりも下流側から得られる情報を用い、調整に必要な情報は下流側センサー、あるいは下流側の配水計画（the downstream water schedule）に基づく²⁾。

実状として、我が国の農業用水の幹線水利システムの制御は、(独)水資源機構の管理下にある部分的システムを除く殆どが上流制御方式のみで行われてきた。水利システムの再編に際して、制御方式を従来よりも高度化すること—第一世代が十分に使いこなせなかった下流制御方式の利点を活かすこと—は次世代に向けた重要課題のひとつである。

*国立研究開発法人農研機構 Agricultural and Food Research Organization ** (株)三祐コンサルタンツ Sanyu Consultants Inc. キーワード：次世代型水利システム、ICT、下流制御、貯留性能

4. 情報・制御操作の流れの見方と再編

さらに、次世代のシステムでは、システムの制御において、従来以上に情報の流れ³⁾の見方を重視すべきである。水利システムにおいて、水自体は上流から下流に向かって流れているが、同時に水の流れとは別の、情報の流れと制御操作の流れ（手順）が存在している。前節で説明した上流制御方式とは、ゲートの操作制御によって上流側の水利情報を下流側に伝達する制御方式であり、下流制御方式はその逆の方式である。システム内の全ての制御には必ず何らかの情報の流れが関与しており、次世代はこれを重視すべきである。

そこで、水利システムを「情報（水位、流量、需要、供給など）と操作制御（管理の責任、主導権、手順など）によって対象とする水（用水と排水）の需給をマッチングさせるシステム」と再定義してみよう。我が国の多数の幹線系水利システムにおいて、既に水管理制御システムが設置され、TC（telemetry control, 遠隔制御）や TM（telemetry monitoring, 遠隔監視）が利用されている。ICT（information and communication technology）の活用が、再定義した水利システムの強化に繋がることは明らかである。

5. 貯留性能の見方と再編

水利システムの持つ貯留能力は、システムの強化に直結する重要な性能である。水利システム内の貯留の形態は、動的貯留と静的貯留に区分される³⁾。上流制御地点の上流区間に貯留されるのは動的貯留であり、下流制御地点の下流区間に貯留されるのは静的貯留である。また、動的貯留は水路の用水を配送先へ届けるために必要な動水勾配の形成に貢献する貯留であり、静的貯留は用水供給量、用水需要量、用水到達時間等の変動によって生じる流量の過不足の調整に貢献する貯留であると言える。いわゆるゲタ水は動的貯留であり、中間調整池による水路途中区間内の貯留は静的貯留である。

既述のように、我が国の幹線システムの多くは上流制御方式で運用されているため、貯留の主体は動的貯留である。一般に動的貯留は用水の搬送を担うだけで、受益地で利用されることなくシステム外に放出される（無効放流となる）場合が多い³⁾。次世代システムにおいては、下流制御方式の利点を積極的に導入することにより無効放流を抑制するとともに、各種貯留の制御を通じて節水能力や需給調整能力を強化する必要がある。

6. おわりに

チェックゲートの制御に関する研究レベルの議論は、従来日本国内よりも海外において活発であり、既に多くの考察がなされてきた。しかしそれらの技術を日本型水利システムの再編にどのように反映させるか、TM/TC 技術や ICT 技術をどのように活用するか、などの国内議論は不十分である。今後は、急変する水利システム内外の情勢に合わせ、産学官の連携等による社会インフラとしての整備の議論を活発化させる必要がある（水管理のインフラ整備の問題は、例えば昨今多発する自然災害による被災地の物流・情報ネットワーク問題などとも同根にある）。また、国内における水利システム再編の議論の究極の出口には河川管理があることは明らかである。幹線チェックゲートの議論は、将来的に農業水利と河川管理を合理的に連結するための議論にも直結すると予測している。

（参考文献）

- 1) 山下(2013)：水資源の有効利用に資するチェックゲートなどの検討方法の分析，水土の知 81(9)。
- 2) USBR(1991)：Canal Systems Automation Manual Vol.1。
- 3) 樽屋・松田・中(2016)：開水路幹線系用水ネットワークにおける水路内貯留の回収と再分配に関する研究，土木学会論文集 Vol. 72, No. 4。