

開水路地区の自動給水に関する考察とシンプルな給水機器の開発事例

Open canal Paddy irrigation & Simple Irrigation devices

○小澤 與宏*, 坂井 悟*

○OZAWA Yoshihiro, SAKAI Satoru

はじめに

水田の自動給水制御装置はパイプライン地区で導入が始まり、10万台以上の水圧駆動式自動給水栓が圃場整備事業で設置されている。また、近年ではICT式の装置もあるが、これも当初はパイプライン用に開発され、後に開水路バージョンが追加された製品が多い。

現在実施中の圃場整備事業ではパイプライン地区が増えているが、わが国の水田の大部分は開水路で給水されており、開水路地区の実態に対応した自動給水制御のあり方を検討する必要がある。ここでは、需要主導型のパイプラインと供給主導型の開水路の、水田給水が水路流量に及ぼす影響の違いに着目して、開水路地区で求められる給水制御器の機能を明らかにした。また、それに対応した機器を開発したので報告する。

1. 水管理の自動化の必要性

水田給水の自動制御の目的は、正確な取水管理による過剰取水・過剰湛水の回避を通じて、公平な水配分、水資源の節約、田面流出による環境負荷の低減、有効な間断灌漑による品質確保等を実現することである。

しかし、正確な取水管理を行うためには多大な労力を要するため、給水制御の自動化が求められている。特に近年は、担い手経営体の育成が社会的命題となっており、大規模経営や高収益作物への労力シフトを可能とするための水管理省力化に加えて、担い手農家の圃場を含めた地域の全ての圃場で必要な水量を確保できるよう、兼業農家や高齢農家にも過剰取水を防ぐための適切な取水管理が求められている。

2. 開水路の水管理の課題

(1) パイプラインの水管理

パイプラインの水は、給水開始前の基本状態では、水圧があって水流がない状態である。水田への給水開始(需要発生)と同時に末端水路の水が動き出して支線水路から需要量だけの水と呼び込み、さらに支線水路は幹線水路から需要量だけの水と呼び込む。このような、需要主導型のシステムにおいては水理ユニット内の水配分は自動的に適正化される。当然ながら、分水工や水路末端での無効放流はない。このように極めて効率的な水理システムになっており、水路の隅々まで水圧は作用していてバルブを開ければ水は出るため、開水路からパイプラインに切り替えた地区では水不足は解消されている。

パイプライン地区では、基本的課題としての水へのアクセス確保は全ての圃場で達成されており、次に取り組むべき課題は個別圃場の水管理の改善である。よって、自動給水器の導入は個別農家の経営改善の手段として提案され、主要ユーザーとしては水管理省力化による規模拡大や高収益作物への労力シフトを目指す担い手農家を想定していた。

(2) 開水路の水管理

開水路地区では、幹線水路から支線水路へゲート開度で設定された一定量が分水され、

* 昭和コンクリート工業(株) / キーワード: 開水路、供給主導型、末端用水路、自動給水、無効放流

支線水路から末端水路へも一定量が分水される。このような供給主導型の水理システムでは、各水路に割り当てられる水量が水田給水量(需要量)に応じて変動することはない。

末端水路では、給水口から圃場への分水量を差し引いた水量がその下流に流れるので、流量は下流に行くにしたがって順次減少する。よって、末端水路では上流の農家が過剰に取水すると下流で取水障害が発生する。このような場合でも、支線水路から末端水路への割り当て水量の増加は別の末端水路の水量減少を引き起こすために実施すべきではない。

開水路地区では、水路流量が不足して取水できないというリスクの解消が、まず最初に取り組むべき基本的課題である。この課題の解決なしには、担い手農家の圃場で優良な営農を目指そうにも不可能である。一本の水路を共有する農家には高齢農家や兼業農家もいるが、配水区域の全ての圃場で水へのアクセスを確実に確保するためには、これらの農家を含めた全ての営農者による適正な水管理が求められる。

また、末端水路の急流部や下流部では圃場に必要の最小限の流量だけでは水深が浅いために取水に支障をきたす。この場合、堰上げや水深確保用水(ゲタ水)が必要になる。ゲタ水は最終的に無効放流となるため、これの削減は水利用効率化のためには必須である。

3. 農家が給水制御器に求める機能

(1) 給水停止の自動化

農家は自動給水装置の有無の如何に関わらず、生育状況等の確認のために、大抵は午前中に、水田を見回る。その時に給水口を開ければ給水開始の労力負担は極めて軽微である。問題は給水停止であり、田面水位が所定に達した時に速やかに給水を終了するためには、水管理のためだけに水田を巡回する必要がある。

しかし、日中の巡回は、勤めに出ている兼業農家には不可能であり、高齢者や女性にとっては回避すべき炎天下での作業であり、忙しい大規模担い手農家にとっては多くの労働時間を費やす作業となる。また、水が逼迫している時には、夜間でも所定水位に達した時点での速やかな給水停止が望まれるが、夜間巡回は非現実的である。よって、現場で求められる必要十分条件としての給水制御器の機能は給水停止自動化のみの半自動給水である。

むしろ全自動給水は問題を引き起こすリスクがある。水が逼迫している地域では、農家は自分の圃場のみならず水路流量や下流圃場の状態に配慮して、水量調整等をしながら取水する。このような地域では、給水開始を機械任せにすることは他の農家への配慮を放棄することになり地域社会の和を乱すため、人の判断による給水開始は継続すべきである。

(2) 導入の容易性

兼業農家や高齢農家を含めて多くの農家が導入できるため、また、圃場整備事業や多面交付金で導入されて関係者全員が使いこなせるためには、以下の条件を満たす必要がある。

- ①導入コストが安いこと・十分な取水能力があること。農家感覚的に妥当なコストは、公的補助の有無に限らず、導入判断の最重要条件である。複数の取水口のある大区画圃場では、1ヵ所だけに給水制御器を設置することにより面積当たりの導入コストを抑えることができるが、この場合は一台で必要量を給水できる能力が必要となる。
- ②操作・メンテナンス・修理が簡単なこと。これは、誰もが使いこなせるための、また継続的に利用するための条件である。地区一帯で推進する圃場整備事業や交付金での導入のためには必須条件となる。また、確実な利用は会計検査も注目する点である。

- ③営農作業に支障を与えないこと。畦畔草刈りや田面除草の時に邪魔にならないよう、センサーやコードを簡単に取外せることが必要である。また、センサーの再設置に際しては、レベル設定や杭設置等の手間がかからないことが必要である。
- ④本体の取り外し・設置が簡単にできること。農家は冬季や転作時は倉庫に保管したり、他の圃場で使ったりする。また、大規模農家が手際よく多数の圃場の代かきをするためにフリュームの給水口断面を全部使って急速給水する時には、給水制御器を取り外しておく必要がある。このためには、簡単に着脱できる必要がある。

4. 堰板落下式給水器「イタオトシ」の開発

(1) 機構・機能

農家が求める機能に対応した給水制御器として、堰板落下式給水器「イタオトシ」を開発した。概要は以下のとおり。

本体基板は、フリュームの給水口戸当たりに設置するプラスチックボードであり、下部に通水口とゲートがあり、上部にゲート吊り棒を所定高さに保持または落下させる機構がある。水位センサーは、田面水位を検知する電気式フロートで、本体とはコードで接続されている。

給水開始時に、吊り棒を手で引き上げると、その位置で固定されてゲートは開いた状態になる。開度は6段階で調整できる。給水停止時は、田面水位上昇をセンサーが検知して、吊り棒の固定が解除されて落下してゲートは閉じた状態になる。



(2) 特長

①シンプルなメカニズム、低コスト、簡単メンテナンス

ゲートの上昇は人力で、降下は重力で行うので、モーター、ギア、バッテリー、太陽光パネル、制御盤が必要ないため、メカニズムとしては非常にシンプルである。このため、低価格で操作も容易である。メンテナンスも簡単で故障は農家が自分で直せる。センサー等の電源は単3乾電池4本で1シーズン使えるため、ランニングコストも極めて安い。

②容易な部品調達と部品交換

スイッチ等の電気部品は、電気部品店で市販または通販で購入可能である。最も高額なセンサーでも2千円以下である。部品どうしは直結しないでネジ式のターミナルを介して設置しているので、単品ごとに簡単に交換できる。本体とセンサーをつなぐコードは、野ネズミに噛まれたり、草刈り機で切断するリスクがあるので、近隣の電気店やホームセンターで買って交換できるよう市販のオーディオコードを使っている。農業者の太い指でも交換や調整の作業がし易いよう部品は間隔をあけて配置している。

③高い対候性・耐久性

風雨の吹込みで電気部品が濡れて作動不良が生じてても、乾けば正常に戻る。筐体内部の乾燥促進と温度上昇抑制のために、通気のために開口部を多く設けている。

ゲート、吊り棒等の金属部品は錆びないステンレス製であり、ホームセンターで販売している潤滑油スプレーを噴霧すれば良好な作動状態が維持できる。使用するネジは互換性を確保するため規格は統一している。

④簡単な設置撤去作業

本体ボードは木工用ノコギリで切れる材料であり、フリュームの給水口形状に合わせて農家が自分で加工できる。本体の設置・取り外しは通常の堰板のようにハメたりハズシたりするだけである。センサーは、ボックスに収められて支柱に取り付けられており、支柱を手で田面に押し込んで設置する。ボックス外面に作動水位ラインが描かれており、これを営農管理水位に合わせるよう上下にスライドさせて給水停止水位を設定する。

（３）期待される効果

圃場レベルの効果としては、水管理作業の大幅な省力化が図られる。給水開始は吊り棒を引き上げるだけの作業であり、日常の圃場巡回のついでに行えば労力負担は僅かである。一方、給水停止は自動化されるため、田面水位確認のための圃場巡回に要する多大な労力負担が解消される。よって、半自動給水でも大幅な省力化が実現できる。

地域レベルの効果としては、取水機会の均等化がはかれる。水路から圃場への分水は適切なタイミングで遅滞なく終了するので、それまでの分水量に相当する水を下流の圃場で使うことが可能になる。末端水路の始点で確保できる水が逼迫している時でも、圃場に必要量を取水できる機会が、上流から下流へと順次遅滞なく受け継がれる。

５．ゲタ水ブロックの考案

（１）必要性

開水路では水流があっても水深が浅いため取水に支障をきたす場合があり、水路断面に戸当たり溝があれば板を嵌めて堰上げする。溝がない場合は自然石、市販の建築ブロック等を水路内に置いたうえでゲタ水を流して水深を確保しているが、効率よく堰上げできないために相当量のゲタ水が必要になっている。ゲタ水は無効放流となって水需給を逼迫させるため、最小限のゲタ水で水深を確保できる水路内設置物が必要である。

また、大区画水田に給水制御器を導入する際に、台数を減らして１台で必要量を給水するためには、一定の水路水深を確保するための設置物が必要となる場合がある。

（２）構造と特長

水路形状に合わせたカマボコ型のコンクリートブロックである。特長は以下のとおり。

- ①効率よく堰上げできる。ブロックの脇を流れる水は最小限であるため、ゲタ水流量を減らせる。また、堰上げ高を増やす時は上部に板をハメることができる。
- ②重量物であるが取り扱いが容易である。専用の鉄筋棒を使うことにより、水路への設置撤去作業は腰を屈めることなく立ったままの姿勢でできるため、高齢者でも扱える。
- ③泥がたまらない、ゴミがかからない。ブロック底部の左右端には隙間を設けており、水路底の泥や砂はこの隙間から流加する。上部はカマボコ状であり、ゴミがからまない。



まとめ

開水路地区では、地区単位で自動給水に取り組むことによって大きな効果を発揮する。このためには、高齢農家や兼業農家の参画も必要であり、パイプラインのバルブ開閉用の機構を開水路用に準用した機種や水管理データの記録等も可能な担い手農家用の高機能の機種のみならず、シンプルな製品も必要と考えてイタオトシを開発したことを報告する。