

農家視点に立った水田給水器の開発

Invention of Paddy Irrigation Gate based on Farmer's View

小澤 興 宏*
(OZAWA Yoshihiro)

坂井 悟*
(SAKAI Satoru)

I. はじめに

ICT 型自動給水装置は、水管理の省力化を通じて担い手経営体を育成することを目的として導入検討が始まった。自動給水に関連する農家の行動については以下のことがいえる。

- ①水位センサーの導入で水位確認のための圃場巡回は必要なくなるので大きな省力化効果がある。
- ②自動給水装置があっても農家は生育確認等のための圃場巡回を行う。

現在、ICT 型自動給水装置は大量普及には至っていないが、筆者による農家への聞き取りでは、主な理由は以下の点である。

- ③導入コストが高い。
- ④維持管理に不安がある。

このような状況下、筆者らが所属するフリームメーカーの昭和コンクリート工業(株)では開水路用に、①一定の省力化効果があり、②圃場巡回の時に操作する半自動式で、③導入コストが安く、④維持管理が簡単な、非 ICT タイプの給水器を開発した。

本報では現地適用性試験で確認された開発コンセプトの適合性と得られた知見に基づく改良点等を紹介する。

II. 堰板落下式半自動給水器

開発した給水器はゲートを引き上げる開操作は人力で行い、ゲートを降ろす閉操作のみを自動化した半自動給水器(製品名:イタオトシ。以下、「イタオトシ」という)である。農家は自動給水装置の有無にかかわらず、生育確認等のための圃場巡回を行うので、その時に給水開始作業をすることを前提としている。水位確認の巡回と堰板操作に労力を要する給水停止作業のみを自動化する半自動給水器であり、過剰取水防止と省力化を開発目的としている。

イタオトシのパーツ構成は写真-1に示す。本体基板は、フリーム給水部の堰板溝に装着するプラスチックボードであり、下部に給水口がありゲートパネ

ルにより開閉される。ゲートパネルと一体となったゲートシャフトの上部はラチェットになっており、ソレノイドにチェーンで接続されたピンで固定される。水位センサーはフロートスイッチで本体とは有線で接続されている。電源は単 3 乾電池である。

給水開始時にゲートシャフト頂部の開門ハンドルを引き上げると、ピンで懸架されてゲートは開いた状態になる。田面水位が上昇してフロートスイッチが反応するとソレノイドが作動して、ピンが外れてゲートパネルが落下して閉じることで給水が停止する。

取水量は 6 段階で調整できる。オリフィス状態で取水するので、堰板を越流させて取水する場合に比べて水面変動による取水量への影響は小さい。

III. 現地適用性試験

1. 試験概要

試験は、秋田県の大仙市と横手市および奈良県の三宅町で計 30 台を設置して実施した。設置条件は大仙市と横手市では 1 ha 区画の大区画圃場で BF400～

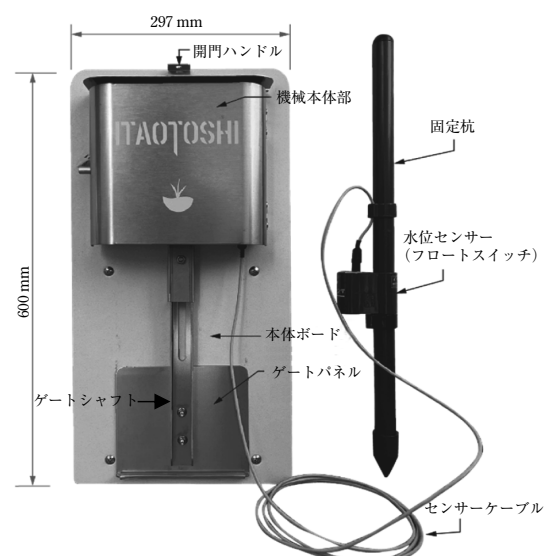


写真-1 イタオトシのパーツ構成

*昭和コンクリート工業(株)



自動給水、開水路、過剰取水、手動ゲート、イタオトシ、ゲタ水、無効放流

600のプレキャスト用水路、三宅町では小区画圃場で現場打ちコンクリートの用排兼用水路である。

試験では、設置の作業性や作動状況を確認するとともに、農家から使用感や改善意見の聴取を行った。

2. 試験結果（開発コンセプトに関する項目）

試験結果のうち、本製品の開発コンセプトに関連する事項を以下に示す。

(1) **半自動給水の適応性** 試験中、イタオトシを設置した水路から取水する別の農家が全自動給水器と誤解して、機械が勝手に取水すると他の圃場の取水に支障がでると苦情を呈したことがあった。しかし、所定の田面水位になったら即座に取水を止める道具であり他の圃場に速やかに水を回すことができると説明したところ、良い機械であるとの評価に変わった。

開水路では圃場に給水した量だけ確実に下流流量が減るので、水量に余裕のない地域では農家は周辺に配慮して取水している。このような地域では、給水の開始は人の判断で行い、停止のみを自動化する半自動給水が適していると考えられる。

(2) **安価な導入コスト** イタオトシには代かき期以外であれば1台で大区画圃場に給水できる通水能力を持たせているが、現地試験では1台で1haの圃場に給水できることが確認された。1ha当たりイタオトシ1台分の約4万円のコストで節水省力化が可能である。また、聞き取り調査で、中干し後等の急速給水のために給水能力は大きい方がよいとの意見があったので、開口部サイズを拡大することとした（表-1）。

表-1 イタオトシの開口部断面

	形状 (cm)	断面積 (cm ²)	必要給水口底幅 対応フリーム
試験製品	10×11	109	16 cm 以上, BF350 以上
改良 10 型	10×12	119	16 cm 以上, BF350 以上
12 型	12×12	143	18 cm 以上, BF350 以上
16 型	16×12	191	22 cm 以上, BF650 以上

(3) **設置の簡便性** 設置手順は本体ボードをフリーム給水口の堰板溝に合わせてノコギリで切断して溝にセットし、センサー支柱を水田に押し込むだけであり、電気的なセッティングは不要である。

設置作業は1カ所当たり15分程度であった。設置に立ち会った農家は自分でも簡単にできるとの評価であった。フリーム給水口に設置した状況を写真-2に示す。

取外しと再設置は通常の堰板と同様であり、冬季保管の時、転作で他の圃場で使う時、代かき時に給水口の全断面を使って急速給水するために取り外す時などの着脱は容易である。



写真-2 フリーム給水部の堰板溝への設置

(4) **操作性** イタオトシの操作は、給水開始時に畦畔上に立って開門ハンドルを引き上げる作業である。取水量は6段階で調整できる。聞き取り調査では、給水開始作業は生育確認の圃場巡回のついでに行えば、掛かり増し労力はきわめて小さくて済むとのことであった。そのほかにも畦畔面より低い水の中の堰板を操作するために畦畔上で四つん這いになったり水路に入って屈み込んだりする必要がないだけでも助かる、閉操作も手動でできるようにしておけば自動機能を使わなくても水の世話は楽になる、との意見があった。

これを受けて、手動でもゲートを閉じることができるよう、外から引っ張ってピンを外す紐をつけ、手動ゲートとして使えるようにした。本製品を手動ゲートとして使う場合でも、こまめな水管理に取り組もうとする営農者が増えることが期待できる。

(5) **理解が容易な構造機能** 農家が不安なく導入できる製品であるためには、一見するだけで構造と機能が理解できるシンプルな仕組みである必要がある。

圃場試験に協力していただいた土地改良区とは別の土地改良区の関係者から、自動給水に取り組むなら簡単で必要十分な機能を備えたイタオトシがよいとの話を聞いた。この土地改良区にはイタオトシの説明はしていなかったが、圃場で実物を見ただけで構造も機能も理解できたとのことであった。これにより詳しい説明がなくとも容易に理解できる構造機能であることが確認できた。

また、多くの土地改良区は上下流の取水の公平化に腐心しており、上流の高齢農家や兼業農家に下流農家のために節水してもらえよう、誰でも扱える給水器を求めていることが窺えた。

3. 試験結果（構造に関する項目）

試験結果のうち、本製品の構造に関連する事項を以下に示す。

(1) **豪雨水害時の耐候性** 本体ボックスには、猛暑時の高温多湿を避けるために大きめの開口部を設け

である。中の電気部品は単純な製品であり、風雨の吹込みにより濡れて一時的に作動不良になっても晴天で乾燥すれば復旧する。

現地試験では、豪雨の直後に一時的に作動不良になった製品があったが、翌日の晴天で回復しており、水濡れに強いことが確認された。水害時の冠水を想定し、泥水に浸けた後に水シャワーで洗って乾かして作動させる試験を別途行ったところ、作動の回復を確認できた（写真-3）。



写真-3 水害時冠水を想定した泥水浸水試験

(2) 波による誤作動の防止 センサーを内蔵する支柱の箱型断面の筐体の底面が開放されていたため、波圧で筐体内の水面が振動して設定水位以下でゲートが閉じてしまうことがあった。

対応策として、センサーは閉塞したケースの中に収めて、田面とケース内部を繋ぐ口径の小さな通水孔を設け、田面の水面振動にケース内水位が追随しないようにした。

(3) センサー支柱の固定 センサー本体が支柱に固定されていたので、硬く締まった耕盤にセンサー支柱を貫入させる時にハンマー等で打ち込むことができなかった。

対応策として、センサーは支柱とは別のケースに収めて、支柱設置後に装着する方式とした。これにより、センサーの破損を気にすることなくハンマーや木片を使って耕盤に打ち込むことができるので、支柱をしっかりと固定できるようになった。また、支柱は箱型断面筐体から先端が尖った固定杭タイプに変更した。

(4) ゲートの水密性改良 通常の堰板でもある程度の漏水はあるので、イタオトシも僅かな漏水は許容する方針として完全水密は追求していない。

ゲートパネルは安全対策として下端を折り曲げてあるので、完全な平面になっていない製品がある。現場ではゲート下端でゲートと本体ボードの隙間から僅かに漏水している製品があった。これに対して、通常の堰板でも漏水はあるので問題にはならないという農家の意見と、田を乾かす時には僅かな漏水でも支障になるという農家の意見があった。

また用排兼用水路に設置したケースでは、水路側水位が低いときにゲートパネルが水田側から押されて本体ボードとの間に隙間ができて水田から水路へ逆流したことがあった。

対応策として、ゲートが閉じた時に本体ボードに押し付けられるよう、ゲートシャフトが下りた時に本体ボード側に引き込むテーパ状のガイド金具をつけた。

(5) 可動部のルーズ化 精密に造ったピン回転軸部に土や錆が付着して動きが悪くなった製品があった。

対応策として、多少の泥や錆の付着があっても動くように、ピン回転軸部は隙間を拡げてルーズな構造にした。また、ピンが多少横にずれても引っ掛かるように、ゲートシャフトのラチェットの穴を横に拡げた。

(6) ボルト規格の統一 規格の異なるボルトがあるので、メンテナンスの時に工具が何本も必要になり、予備のボルトナットも何種類か必要になるとの指摘があった。

対応策として、ボルト規格は M6 に統一した。

(7) 部品の老朽化・破損への対策 ステンレス製の特注品のゲートや本体ボックス等には発錆は見られなかったが、市販品を使っている電気スイッチ類に発錆が見られた。また、センサーコードをカラスが噛んで切断したことがあった。

対応策として、スイッチ類はなるべく耐水仕様の製品を使うようにするとともに、定期的な潤滑油スプレーの励行を取扱説明書に明記した。電気部品は老朽化する前提で交換作業がしやすいよう間隔をあけて配置している。また、野生動物に噛まれたり草刈り時に誤って切断することがあるセンサーコードについては、入手しやすさを重視し、カブサイシンコーティング製品などの特注品は使わず、市販のオーディオコードを採用している。

IV. 水位堰上げ器

1. 必要性

開水路から圃場に給水するためには、一定の水深が必要である。特に、複数の給水口のある大区画水田で導入コストを抑えるために、1台の給水装置だけで必要量を取水するためには、十分な水深を確保する必要がある。

流速が大きい場合や必要最小限の流量しか流れていない場合は、水深が浅くなるので水深確保用の水量（以下、「ゲタ水」という）が必要だが、これは最終的に無効放流となるため削減する必要がある。

水深を確保するため、水路に堰上げ板をはめる溝がある場合は板で堰上げするが、古い時代に整備された水路では溝がない場合も多い。そのための対策として、

水路断面を効率よく塞いで堰上げて、ゲタ水を削減するための水路内設置物（製品名：ゲタ水ブロック。以下、「ゲタ水ブロック」という）を開発した。イタオトシを設置する水路の水深が不足し堰上げ板も設置できない場合は、ゲタ水ブロックの導入が有効である。

2. 形状・材料と現地試験

ゲタ水ブロックは、流水方向断面はカマボコ状で、横断方向断面は水路形状に合わせたコンクリートブロックである（図-1）。中山間地の急流水路などで滑動しやすい場合は必要に応じて底面にスパイクピンをつける。堰上げ高を増やせるよう上部には板をはめる溝を設けている。大きさは各サイズのフリュームに合わせた規格を設定している。

開発したゲタ水ブロックの現地適用性を評価するため、試験的に水路に設置した時の所見を以下に示す。

- ①専用の取扱いハンドルを使うことにより、腰を屈めることなく立ったままの姿勢で持ち上げられる。よって、重量 20 kg のブロックでも楽に水路内で設置・撤去することができた。
- ②流線型で重量があるため、平野部の水路では水流で動くことはなかった。
- ③上面は丸い形状であり表面も平滑なため、草等の浮遊ゴミが絡まることはなかった。
- ④水路断面形に合わせた形状のため、脇からの漏水が少ないので効率的に堰上げできた（写真-4）。
- ⑤高さは水路壁高の 4 割以下であるため、溢水する

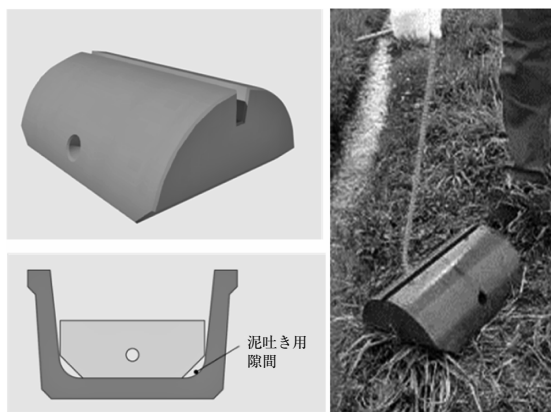


図-1 ゲタ水ブロック形状と設置作業



写真-4 ゲタ水ブロックによる効率的な水位堰上げ

ことはなかった。

ゲタ水ブロックにより、従来の自然石・建築ブロックや土嚢による堰上げに伴う、脇からの漏水、ゴミ絡み、溢水等の問題を発生させることなく取水に必要な水深を確保できることが確認できた。

V. おわりに

イタオトシは筆者が所属する昭和コンクリート工業の中でも、多くの開水路フリュームを圃場整備現場に供給している工場が位置する大仙市において、市が支援する企業連携の取組みとして同市内の金属加工メーカーと共同で開発した。現地適用試験も主に大仙市と横手市の土地改良区や農家の協力の下に実施しており、頂いた意見やアドバイスは、製品設計に反映している。

簡単で必要十分な機能を備えた給水器のイタオトシが高齢農家や兼業農家を含めて多くの農家に使われて、水資源の効率的利用と地域農業の振興に少しでも貢献できれば幸いである。

謝辞 製品開発に当たって支援と協力を頂いた大仙市経済産業部、MEP(株)、田沢疏水土地改良区、大曲土地改良区、仙北平野土地改良区、雄物川筋土地改良区と農家の皆さまに心からの謝意を示します。

〔2024.9.27.受理〕

正会員・CPD個人登録者：小澤興宏