

低平地における配水槽式自然圧パイプラインシステムの効果

Effect of pipeline water supply system utilizing water distribution tank in Low-lying Area

○宮津 進* 吉川夏樹* 加藤 哲** 板垣直樹***

○MIYAZU Susumu, YOSHIKAWA Natsuki, KATO Tetsu, ITAGAKI Naoki

1. はじめに

気候変動の影響を受けて渇水リスクが高まり、近い将来水資源が逼迫することが危惧されている。特に、水田農業が卓越した我が国では、その影響を強く受けることが予測される。加えて、農地集積、兼業農家割合の増加といった農業構造および営農形態の変化により、農業水利用は複雑化・多様化し、用水需要は変化しつつある。さらに、東日本大震災以降の原発の稼働停止やウクライナ戦争による化石燃料の高騰などに伴い、省エネルギー政策の立案や脱炭素社会化の機運が高まっている。こうした自然的・社会的な変化に対応するためには、高い節水効果を持つことに加えて、用水需要変動に柔軟に対応できる効率的な用水供給手法の開発が求められる。

効率的な用水供給を実現する手法として、用水路のパイプライン化が有効である。一方で、低平農地を広く有する新潟県では、パイプライン化に伴い加圧送水機場が必要となるため、多額の運転費用が恒久的に発生するという課題をもつ。こうした中、節水効果を有しつつ運転費用の縮減も期待できる新たな用水供給システムとして、配水槽式自然圧パイプラインシステム（以下、配水槽式 PL）が考案され、供用されている（松尾ら、2014）。しかし、その効果を定量的に明らかにした事例は限られている。本研究では、本システムが有する効果を現地観測に基づいて定量的に評価した。

2. 配水槽式 PL の概要と特長

配水槽式 PL は、配水槽、用水路から配水槽へ農業用水を汲み上げる揚水ポンプ、および各圃場への送水用パイプラインで構成される（Fig.1）。本システムは、配水受益内の最

高田面標高より 1-2 m 程度高い位置に造成された配水槽に用水路から揚水し、必要水頭を確保することで、低平農地においてもパイプラインを用いた自然圧送水を可能としたシステムである。

揚水ポンプは小型で低揚程仕様であり、受電設備も低圧用であることから、加圧式 PL で採用される圧送用の高揚程ポンプ・高圧用受電設備と比較して、建設コストの縮減が期待できる。また、本システムの配水槽には、揚水ポンプの起動水位と停止水位が設定されており、配水槽水位が用水供給によって起動水位以下に低下すると、水位回復のために揚水ポンプが自動的に稼働し、配水槽水位が停止水位に達すると停止する。したがって、配水槽式 PL では配水槽の水位低下時のみ揚水ポンプが稼働するため、圧送ポンプが常時稼働する加圧式 PL に比べて、使用電力量の削減が期待できる。

3. 研究方法

3.1 研究対象地

本研究では、新潟県西蒲原地区に存在する配水槽式 PL および加圧式 PL を対象とした。

3.2 節水効果の検証方法

対象地区内の配水槽式 PL : 11 地点および加圧式 PL : 6 地点に観測機器を設置し、用水供給高を把握した。得られた供給高を用水システム間で比較することで、配水槽式 PL がもつ節水効果を定量評価した。

配水槽式 PL の用水供給高は、揚水ポンプの稼働状況および配水槽内に設置した水位センサー（センシズ社製、HM-900）による水位観測結果に基づいた配水槽の水収支解析を行い算定した。加圧式 PL の用水供給高は、各機場の送水ポンプの送水量を計装ロガー

*新潟大学自然科学系 Institute of Science and Technology, Niigata University

**西蒲原土地改良区 Land Improvement District of Nishikanbara

***新潟県新潟地域振興局 Niigata Regional and Promotion Bureau, Niigata Prefectural Government

キーワード：灌漑システム、コスト削減効果、省エネ

(HIOKI 社製, LR5031) を用いて記録した。なお、調査期間は 2019 年、2020 年ともに 4 月 24 日から 8 月 30 日とした。

3.3 コスト削減効果の検証方法

対象地区内の配水槽式 PL : 15 地点、加圧式 PL : 20 地点を対象に施設の建設に要した費用および過去 7 年間 (2015-2021 年) の施設運用経費を比較した。本研究では、建設コストを揚水機場の建設費とし、維持管理コストをポンプの運転に関わる使用電力料とした。維持管理コストには、補修工事費および補修材料費も該当するが、配水槽式 PL と加圧式 PL で施工後の経過年数に差があり、単純比較できないことから本研究では除外した。また、平均年操作依頼費も維持管理コストに該当するが、配水槽式 PL・加圧式 PL とともに同額であったため除外した。調査した建設コストおよび維持管理コストを各機場の受益面積で除し、単位面積当たりのコストを算出して比較した。

4. 結果と考察

4.1 節水効果

2019 年、2020 年ともに配水槽式 PL の平均用水供給高は約 7 mm/day であった。加圧式 PL においても同程度の用水供給高 (約 7 mm/day) になったことから、配水槽式 PL は加圧式 PL と同等の節水効果を発現できることが示された。

4.2 揚水機場建設費削減効果

平均揚水機場建設費は、配水槽式 PL : 1,409 千円/ha、加圧式 PL : 1,429 千円/ha であり、概ね同程度であることが示された (Fig.2)。

4.3 電気使用料削減効果

平均電気使用料は、配水槽式 PL : 4.8 千円/ha/年、加圧式 PL : 15.9 千円/ha/年であり、70 % のコスト削減効果が確認された (Fig.3)。配水槽式 PL では、配水槽内の水位が低下した場合のみ揚水ポンプが稼働することから、ポンプ稼働時間を短縮できたためである。

5. まとめ

配水槽式 PL は、加圧式 PL と比較して、電気使用料を 70 % 削減することが示された。昨今の不安定なエネルギー情勢を鑑みると、農業分野においても省エネルギーおよび炭素排出量の削減を考慮した新たな視点が必要である。本研究で対象とした配水槽式 PL は、灌

漑に掛かる投入エネルギーを大幅に削減可能であり、省エネ政策の一例として全国的に普及していくことを期待したい。

参考文献

松尾勝則, 佐藤太郎, 本田純一 (2014) : 新潟らしい新技術調査検討の取組み, 農業農村工学会誌, 82(6), pp.3-6.

謝辞: 本研究を行うにあたり、新潟県新潟地域振興局、西蒲原土地改良区の皆様には多大な協力を頂いた。ここに記して感謝の意を表します。

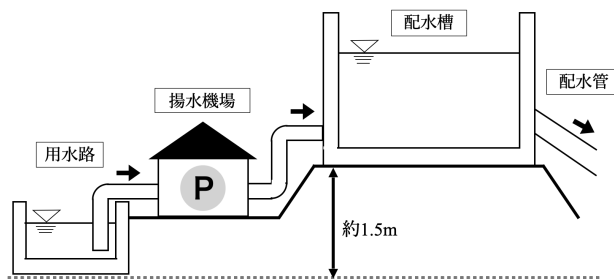


Fig.1 配水槽式 PL の概念

Schematic figure of pipeline water supply system utilizing water distribution tank

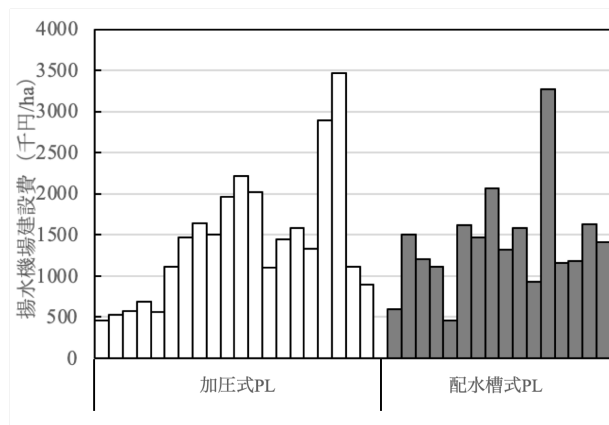


Fig.2 揚水機場建設費の比較

Comparison of initial costs

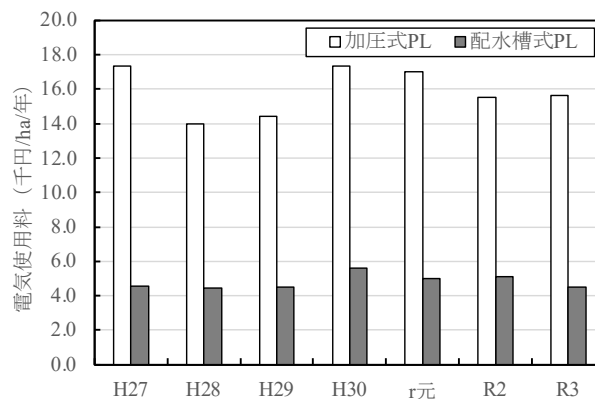


Fig.3 電気使用料の比較

Comparison of maintenance costs