

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

○宮津 進* 池口溪介** 吉川夏樹*

○MIYAZU Susumu, IKEGUCHI Keisuke, YOSHIKAWA Natsuki

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。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未だ存在しない。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（図 1）。本システムは、配水受益内の田面標高より 1.5 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。開水路と比較して、配水槽のバッファ機能により用水需要の日変動に即した柔軟な用水供給が可能である。また、パイプライン化に伴って維持管理用水や無効放流を大幅に縮減できるため、高い節水効果が見込まれる。加えて、従来の加圧式パイプラインシステム（以下、加圧式 PL）と比較して、低圧力ポンプで対応できるほか、ポンプの運転時間の短縮が可能なことから、建設コストおよび維持管理コストの縮減が期待できる。

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：11 地点、加圧式 PL：6 地点、開水路：3 地点を対象とした。

3.2 節水効果の検証方法

配水槽式 PL、加圧式 PL および開水路に水位センサー（センシズ社製、HM-900）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。また、算出した用水供給高から日平均供給高に対する時間帯別需要割合を推定し、配水槽式 PL が用水需要の日変動に対応した用水供給を実現可能か評価した。

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（HIOKI 社製、LR5031）を用いて記録した。開水路では、水位センサーによる水位観測データおよび H-Q 曲線を用いて用水供給高を推定した。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。

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

3.3 コスト削減効果の検証方法

配水槽式 PL および加圧式 PL を対象に過去 5 年間の必要経費について調査し、単位面積当たりの建設コストおよび維持管理コストを比較することで、コスト削減効果を評価した。

4. 結果と考察

4.1 需要変動に即した用水供給効果

配水槽式 PL および加圧式 PL の用水供給量は、農地の用水需要が高まる日中は増加した一方、需要が少なくなる夜間には減少した。常に一定量が供給される開水路と比べて、用水需要の日変動に即した供給が可能であることが示された。

4.2 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 7mm/day であり、開水路（約 50 mm/day）と比較して 87 %減少し、大きな節水効果が確認された（図 2）。また、加圧式 PL（約 7 mm/day）においても配水槽式 PL と同程度となったことから、パイプライン化による無効放流の縮減が節水効果の主要因であるといえる。

4.3 コスト削減効果

平均建設コストは、配水槽式 PL : 1,650 千円/ha、加圧式 PL : 2,240 千円/ha であり、26 % のコスト削減効果が確認された（図 3）。圧送ポンプに比べて揚水ポンプの規模が小さく、耐圧性の低いパイプラインを採用できたためであると考えられる。また、平均維持管理コストは、配水槽式 PL : 5 千円/ha、加圧式 PL : 14 千円/ha であり、67 % のコスト削減効果が確認された（図 4）。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 同様に、用水需要日変動に柔軟に対応しつつ高い節水効果をもつことに加えて、建設コストおよび維持管理コストを低減できる効率的な用水供給手法であることが明らかになった。本システムの全国的な普及が期待される。

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。

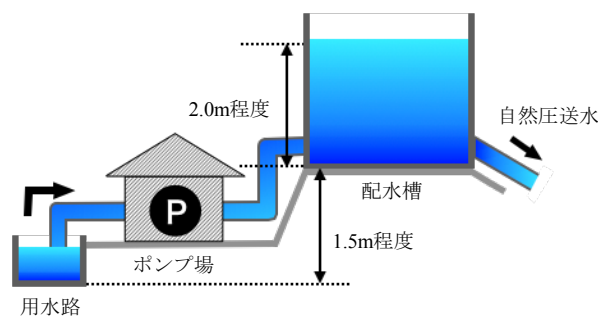


図 1 配水槽式 PL の概念

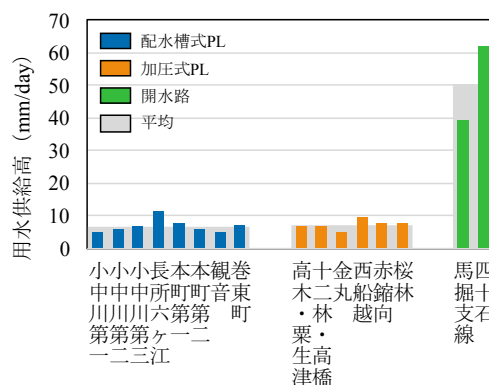


図 2 用水供給高の比較 (2020 年)

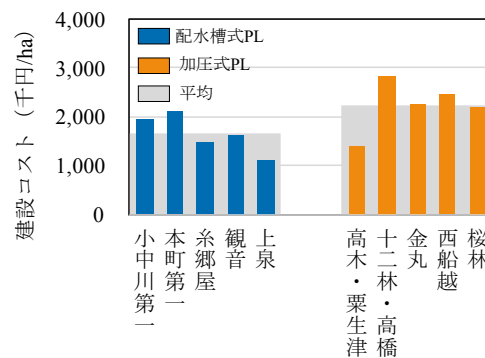


図 3 建設コストの比較 (2020 年)

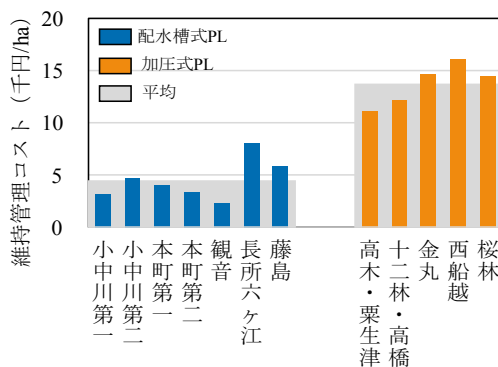


図 4 維持管理コストの比較 (2020 年)