

学位論文審査の結果の要旨

氏名	MAHMOUD ABDEL HAMED ABDEL HAK HASSAN
審査委員	<p>主査 藤巻 晴行 (印)</p> <p>副査 清水 克之 (印)</p> <p>副査 宗村 広昭 (印)</p> <p>副査 深田 三夫 (印)</p> <p>副査 北村 義信 (印)</p>
題目	Evaluation of water delivery performance in irrigation systems subjected to reuse of agricultural drainage water and improving the water quality by reuse regulation (農業排水の再利用を行う灌漑用水路系の配水実効評価と再利用制御による水質改善)
<p>審査結果の要旨 (2,000字以内)</p> <p>エジプトのナイルデルタにおいて農家が主に直面する問題は、灌漑システムの下流部での水不足である。近年水需要の増大に伴い、この問題は悪化の傾向を強めている。現在、同国の水資源灌漑省は、農業排水を再利用することで供給水量の不足を補う取組を推進している。この排水再利用により、国が利用できる水資源は12.6%増加した。デルタの下流域では、排水を再利用するために幹線排水路と用水路末端を暗渠で接続する工事が進められているが、排水路から用水路への流入量は水頭差で決まり、制御できない構造となっている。このため、排水再利用は用水不足を補う反面、水質悪化をもたらす危険性があり、適切な管理が不可欠である。</p> <p>以上の背景から、本研究では、ナイルデルタを対象に、農業排水の再利用を行う灌漑用水路系の配水実効評価と再利用制御による水質改善の可能性、用水供給管理の効率化について考察し、灌漑地区の持続的な用水の量的・質的確保と管理のあり方を提案している。主な研究成果は以下のとおりである。</p> <p>1. 新たな評価指標・方法の提案</p> <p>本研究では、配水の実効評価を充足率 (adequacy)、信頼性 (dependability)、公平性 (equity) の3つの観点から行う方法を採用し、信頼性と公平性については新たな評価指標を提案した。既往研究におけるこれら2つの評価方法は、供給水量 ($Q_{Di,t}$) を必要水量 ($Q_{Ri,t}$) で除して得た数値 ($Q_{Di,t}/Q_{Ri,t}$) について、灌漑期間を通じた時間的変動係数として求めたものを信頼性、各分水点間における空間的変動係数として算定したものを公平性の評価指標としてそれぞれ評価するものである。すなわち、必要水量に対する供給水量の過不足を同時に含めた評価指標 (用水不足・過剰ともにマイナス評価) であり、用水不足に苦しむ地区の信頼性、公平性を評価する指標としては不十分である。この問題を解消するため、本研究では信頼性と公平性について、必要水量が不足なく供給できているかどうかを適正に評価する評価指標を考案した。すなわち、提案した評価方法では、供給水量を必要水量で除して得た数値 ($Q_{Di,t}/Q_{Ri,t}$) について、1.0を超えるものは1.0として扱い ($Q_{Di,t}/Q_{Ri,t} > 1.0$ のときは $Q_{Di,t}/Q_{Ri,t} = 1.0$ とする)、算定された時間的・空間的変動係数をそれぞれ信頼性・公平性の評価指標とすることにより、用水不足だけを適切にマイナス評価することができる。</p>	

2. 用水不足対策としての排水再利用の効果の検証

3つの支線用水路を対象に、配水の実効評価を充足率、信頼性、公平性の観点から行った。評価分析は、(1) WSHR (用水のみ供給) の場合と、(2) それに SADB (排水再利用) を組み合わせた(WSHR + SADB) 場合の両者について行った。2008年の夏季作(5~9月)において SADB の適用は充足率と信頼性を大きく改善した。冬季作(10~4月)においては、比較的十分な灌漑用水が供給されており、不足気味の月においてのみ SADB の適用による充足率と公平性の改善が見られた。また、冬季における過剰な用水供給は、用水路網が夏季の水需要のピークを基準に設計されていることに由来する点を指摘し、その改善の必要性を強調した。

3. 補助灌漑水源としての排水再利用の効果とそれが水質に及ぼす影響

上記の3つの支線用水路において、2つの水供給状態 (1) WSHR と (2) WSHR + SADB について評価し、比較した。評価分析の指標として水供給率 (WSR) を用いた。2008年の夏季作において、(1) の WSR は 0.93、(2) のそれは 1.27 であり、必要以上の SADB が供給されていることを示した。冬季作においては、(1) の WSR は 1.50、(2) のそれは 1.82 を示し、SADB の導入はほぼ必要ないにもかかわらず、大量に導入されていることを明らかにした。各支線用水路の上流部、中流部、末端部、排水路の4か所で塩分濃度を継続観測した結果、塩分濃度は水路の上流から下流に向かって上昇する顕著な傾向を示し、排水路からの過剰な逆流が水質劣化(塩性化)の主要因であることを確認した。そこで、排水の逆流による用水の塩性化の影響を定量的に評価し、再利用の制御によって水質が改善できることを示した。

本研究で得られた知見は、ナイルデルタにおける適正な水資源管理に向けての指針となり得る優れたものであると認められる。ナイルデルタでは、人口増や気候変動等による水需要の増加、利用可能水量の減少が将来的に懸念されており、本研究の重要性は高い。以上のことから、本審査委員会は、本論文を学位論文として十分価値があるものと判定した。