

|          |   |
|----------|---|
| 氏名       | はま 濱 たけ 武 ひで 英                                      |
| 学位(専攻分野) | 博 士 (農 学)   |
| 学位記番号    | 農 博 第 1685 号  |
| 学位授与の日付  | 平 成 20 年 3 月 24 日                                   |
| 学位授与の要件  | 学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当                             |
| 研究科・専攻   | 農 学 研 究 科 地 域 環 境 科 学 専 攻                           |
| 学位論文題目   | 循 環 灌 漑 に よ る 水 田 流 域 か ら の 流 出 負 荷 削 減 に 関 す る 研 究 |

論文調査委員 (主査) 教授 川 島 茂 人 教授 河 地 利 彦 教授 星 野 敏

### 論 文 内 容 の 要 旨

琵琶湖は国内最大の湖であり、近畿圏の1,400万人に用水を供給する重要な湖である。また琵琶湖は国内最古の湖であり、ビワコオオナマズやイサザをはじめとする多くの固有種が今なお生息する貴重な水域である。他方、約3,800km<sup>2</sup>の集水域に多くの人口を抱え、住民の経済活動に起因する汚濁水の流入によって水質が悪化しやすい湖である。近年、琵琶湖では、水田流域から流出する濁水や栄養塩類の削減が図られている。特に湖岸の水田流域では、排水そのものを削減する循環灌漑が有効な対策と考えられている。

本論文は、琵琶湖岸の水田流域において、水質保全を目的として実施された循環灌漑を調査し、循環灌漑による濁水、窒素、リンの流出負荷の削減効果を定量的に明らかにしたものである。

第2章では、既往の研究成果を整理した。既往の研究では、循環灌漑下の水田浄化効果が中心に考察されており、循環灌漑のシステムとしての浄化効果は明らかにされてこなかった。

第3章では、調査地区および調査方法について説明した。調査地区は琵琶湖南湖の東岸に位置する約150haの水田流域である。調査地区は後背地をもたない流域であり、調査地区の平均的な循環取水率（粗用水量に占める排水の取水量の割合）は、およそ70～90%と、従来の実施事例に比べて、はるかに高い。

第4章では、循環灌漑システムによる濁水の流出負荷削減効果を定量的に評価した。循環灌漑システムは、従来の灌漑システムに比べて、潜在的に流出しうる用水の余剰分を削減することを明らかにした。循環灌漑システムによる潜在的な流出負荷の削減量は、最大で152 kg ha<sup>-1</sup> (2004年)、415 kg ha<sup>-1</sup> (2005年)と推定された。また、循環灌漑システムによる濁水の流出負荷削減効果は代かき期の降雨量に左右され、降雨量の増加とともに用水量が減少し、削減効果が低下することが明らかになった。

第5章では、循環灌漑システムと従来の灌漑システムにおける、窒素とリンの物質収支構造の違いを考察した。2006年の調査結果から、普通期の循環灌漑システムの実施は、従来の灌漑システムと比べて、窒素とリンの流出負荷をそれぞれ120 g ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>、15 g ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>削減したことが明らかになった。実測値をもとに、循環取水率と差し引き流出負荷の関係式を求めた結果、窒素の差し引き負荷は、必ずしも循環取水率の増加によって単調に減少するわけではないことが示された。これは、循環取水率の増加に伴う排水の窒素濃度の増加分が流出する水量の減少分を相殺するためである。一方、リンでは、循環取水率の増加による差し引き流出負荷の削減効果が大きいことがわかった。リンの差し引き流出負荷をマイナスにするには、8月以降も44%以上の循環取水率が必要であると推察された。

第6章では、循環灌漑システムが単一の水田圃場の窒素、リンの物質収支に与える影響について考察した。窒素の場合、水田からの差し引き流出負荷は、循環灌漑期と従来の灌漑期ともに、4年間の調査すべてにおいてマイナスの値を示した。循環灌漑システム時の水田における窒素の差し引き流出負荷は、-8.3～-2.3 kg ha<sup>-1</sup>であり、従来の灌漑システム時の-6.1～-3.4 kg ha<sup>-1</sup>に比べて、大きくなる傾向が見られた。これは、循環灌漑システムによって高濃度の窒素、リンが水田

へ還元されるためである。つまり、循環取水された排水は、最終的に水田に還元され、稲による吸収や水田土壌への吸着や、微生物作用などによって消費されることが示された。一方、リンの場合、代かき後の強制落水など、水田における水管理が大きく影響したため、調査年によって、循環灌漑期の水田からの差し引き流出負荷はプラスとなることがあった。

## 論文審査の結果の要旨

琵琶湖は近畿圏にとって貴重な水資源であるが、集水域からの栄養塩類の流入による水質の悪化が懸念される。現在、琵琶湖では水田流域からの流出負荷削減対策として循環灌漑の導入が進められている。しかしながら、これまで水質保全を目的として実施された循環灌漑は少なく、削減効果の定量的な評価が必要とされてきた。

本論文は、琵琶湖岸の水田流域において、水質保全を目的として実施された循環灌漑の実態を調査し、その削減効果を推定したものである。

本論文の評価できる点は以下のとおりである。

1. ポンプの運転記録、雨量、流量などの水文データの解析から、晴天日に湖岸の水田流域から生じる流出負荷は、用水量のうち水田に灌漑されなかった余剰水が主因であることを示した。高い循環取水率で実施される循環灌漑システムにおいては余剰水が地区外へ流出しないことを確認し、従来の灌漑システムとの比較から循環灌漑システムによる潜在的な流出負荷削減効果を明らかにした。
  2. 2年間の定期調査および濁度計の計測により、循環灌漑による濁水の流出負荷削減効果は、代かき期に集中していることを示した。また、削減効果は気象条件にも大きく左右されることを示した。
  3. 自動採水器を用いて排水中の窒素とリンを高頻度で計測し、灌漑期間の排水の水質特性を示すとともに、循環灌漑システムと従来の灌漑システムにおける物質フローの違いを定量的に明らかにした。窒素とリンの流出負荷削減効果を循環取水率と余剰水率によって定式化し、窒素の削減には循環取水率の増加ではなく余剰水率を低下させることが有効であることを明らかにした。リンの場合には対照的に、循環取水率の増加に比例して流出負荷が削減されることを明らかにした。
  4. 流域内の単一水田圃場における物質収支を推定し、循環灌漑の実施によって、水田が窒素の浄化機能を発揮することを示した。一方で、リンの場合、代かき後の強制落水など、水田における水管理が流出負荷に大きく影響することを示した。
- 以上のように、本論文は、循環灌漑システムの流出負荷削減対策としての有効性を明らかにするとともに、その効果をより発揮するための適切な水管理および施設管理のあり方を提示したものであり、灌漑排水学のみならず、物質循環研究や環境保全研究の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成20年2月13日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。