

学位論文審査の結果の要旨

Summary of Doctoral Dissertation Examination

氏 名/Name	Liang Shuoshuo
審査委員 Examining Committee	<div style="text-align: center;"> <small>Chief Examiner</small> <small>主 査</small> 藤巻晴行 (署名) </div> <hr/> <div style="text-align: center;"> <small>Assistant Examiner</small> <small>副 査</small> 山田 智 (署名) </div> <hr/> <div style="text-align: center;"> <small>Assistant Examiner</small> <small>副 査</small> 安 萍 (署名) </div> <hr/> <div style="text-align: center;"> <small>Assistant Examiner</small> <small>副 査</small> 増永二之 (署名) </div> <hr/> <div style="text-align: center;"> <small>Assistant Examiner</small> <small>副 査</small> 鈴木賢士 (署名) </div>
題 目 Title	Improvement of Water and Fertilizer Managements for Enhancing Water Productivity and Net Income of Farmers in Arid and Semi-arid Regions
<p>審査結果の要旨</p> <p>農家の純所得を向上させ、将来的に肥料投入量を減少させる可能性のある有望な灌漑方式を提示するため、以下の3つの実験を行った。</p> <p>まず、フィルムマルチを用いた場合と用いない場合のダブルサイレージメイズの栽培可能性を評価するために、中国の華北平野(NCP)で3年連続の圃場実験を行った。新たに提案したダブルサイレージメイズの作付体系を、従来の冬小麦と夏トウモロコシの作付体系と比較した。マルチングを行ったトウモロコシサイレージの平均総週間収量(ウォーターフットプリント)は、第1シーズンで 0.23 と $0.38 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$、マルチングを行わなかったトウモロコシサイレージの平均総週間収量は 0.22 と $0.58 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ であった。サイレージトウモロコシのウォーターフットプリントが低いことは、NCPの農業の持続的発展のための選択肢の1つになると思われる。水消費量と経済的リターンを考慮すると、ダブルサイレージメイズは従来のWW+SM作付システムよりも160mm水を節約したが、経済的リターンは従来のものよりも低かった。これは、本研究で提案した作付システムは、現在の作物価格では収入を改善できないが、地下水の過剰汲み上げ圧力を減少させることができる可能性を示したものである。最も重要なことは、ダブルサイレージメイズによって単位水消費量あたりの純利益が従来の 0.88 元 m^{-3} から 1.01 元 m^{-3} に向上し、水の収益還元性が高まったことである。</p> <p>次に、作物の生育と収量に及ぼす水と養分の空間分布を理解するために、2017/18年に深さ1mのポットで、2018/19年に深さ1.4mのポットで栽培した冬小麦に対して、2つの水準で3種類の水と養分の組み合わせを設定した実験を行った。表層に肥料を供給し、深層土壤に水を供給すると、不足灌漑下で収量とWPgが最も高くなり、NS+WSとND+WDに比べて収量が7.7%、WPgが20.9%、9.2%高くなった。NS+WS処理では、完全灌漑下での穀物収量および穀物・バイオマス両レベルのWP(WPb)が最も高く、収量はNS+WDおよびND+WDと比較してそれぞれ17.7%および31.8%、WPgは23.4%および38.0%高いことが示された。収量と水生産性の差は主に乾物配分に起因している。R/S比が低いほど、地上部バイオマスへの乾物配分が多くなり、より高い穀粒が得られる可能性がある。本研究では、表土の根系が大きいことを考慮し、表土に肥料を施用することで、植物への利用率を向上させることができた。一方、不足灌漑条件下では、生殖期ま</p>	

で土壌水分を相対的に高く保つことができ、登熟のための水分を供給することができた。一方、完全灌漑条件下では、水と肥料を共に表土に供給することで最適な組み合わせとなったが、これは主にこの状況下でより経済的な根系が構築されたためであると考えられる。NS+WS の R/S 比が低いことは、植物が水と肥料に富んだ表層土壌で浅い根系を形成し、地上部により多くの乾物を分配しやすくしていることを証明している。本研究は、水ストレス地域における不足灌漑または完全灌漑条件下での水と肥料の空間的管理の改善の一例を提供するものである。

さらに、提案する灌漑方式と自動灌漑および補給灌漑における水価格を考慮した純収益を比較するために、砂質土壌でジャガイモの 2 シーズンでの圃場実験を行った。提案した方式では、土壌の水・溶質輸送の数値モデルである WASH_2D モデルを用い、天気予報と作物の生育を組み込んで灌漑深度を決定した。その結果、S1 は、1 期目の A に比べてジャガイモの収量を 19%、純益を 19%増加させることが示された。一方、灌漑用水は 28%削減された。2 シーズン目では、S2 と R の間に有意差はなかったが、これは主にジャガイモの生育期間中に頻繁に雨が降ったためである。しかし、S は A および R と比較して、窒素利用効率 (NUpE) がそれぞれ 39%および 11%改善された。これは、砂質土の保水力が低いことと、S の灌漑頻度が高いことに起因する。S の NUpE が高ければ、肥料投入量を減らすことができるので、硝酸塩溶出量もある程度は減少する。結論として、天気予報と組み合わせた提案スキームは、他の 2 つの伝統的なスキームと比較して、水使用量を削減し、収量と純益を向上させることができた。

以上の研究成果は乾燥地における水利用効率ならびに窒素利用効率ひいては農家の純収入の向上に貢献する重要な知見であり、博士論文にふさわしい水準の内容であると評価される。