

学位論文審査の結果の要旨

Summary of Doctoral Dissertation Examination

氏名/Name	Abuelgasim Ibrahim Idriss Musa
審査委員 Examining Committee	Chief Examiner 主 査 坪 充 (印)
	Assistant Examiner 副 査 黒崎 泰典 (印)
	Assistant Examiner 副 査 荊木 康臣 (印)
	Assistant Examiner 副 査 増永 二之 (印)
	Assistant Examiner 副 査 Shaoxiu Ma (印)
題目 Title	Relationship of wheat yield with temperature in large irrigation areas of Sudan
審査結果の要旨 (2,000字以内) / Summary of Doctoral Dissertation Examination (Within 1200 words)	
<p>多くの国において食料安全保障に大きく影響するコムギは、世界で最も重要な穀物の一つであるが、世界人口の増加により、スーダンを含む世界各国で生産の需要が高まっている。スーダンにおいてコムギは、高温で乾燥した時期に灌漑で栽培されているが、高温はコムギの生育に負の影響を及ぼす。品種の耐暑性を向上することは、気候変化への適応において有効であるが、高空間解像度の気候予測を用いた収量見通しシステムは、増大する気候変動への対処に有効である。したがって、本論文は、コムギ生産における高温の影響を反映した作物収量予測の手法を開発することを目的とした。具体的には、(1) 地域規模におけるコムギ収量と気温の関係を調査し、(2) 作物生育期の高空間解像度の気候データを生成するための堅牢な Weather Research and Forecasting (WRF) モデルの構成を特定し、(3) コムギ収量予測の実現可能性を検討した。</p> <p>第一に、スーダンの高温乾燥地における灌漑栽培コムギの収量と生育期にあたる11月から2月の気温との関係を明らかにした。スーダンの主要なコムギ生産地である北部州、ゲジラ州、およびカッサラ州の3地域において、1970/71年から2017/18年の48年間の地域規模収量データを用いて、主要な気象観測地点であるドンゴラ、ワドメダニ、ニューハルファそれぞれの収量と最高気温 (TMAX) および最低気温 (TMIN) の相関分析を行った。この際、最高気温が35℃以上となった日の発生頻度 (THD) および最低気温が20℃以上となった日の発生頻度 (THN) も考慮した。回帰分析の結果、3つの全ての地域で、生育期の気温の上昇傾向が検出された。気温の上昇はドンゴラにおいて特に顕著であった</p>	

が、過去にそのような傾向は報告されてない。収量は生育期の気温と負の相関を示し、特に北部州の THN、ゲジラ州の TMAX およびカッサラの TMIN との相関が顕著であった。これらの結果から、スーダンの穀倉地帯のコムギ収量の低下は、近年の生育期における気温上昇に起因する可能性があるということが示唆された。

第二に、スーダンの異なる気候帯における、夏作物の収量の決定要因である雨期（6月～9月）の降雨量および、灌漑栽培コムギの収量決定要因である乾季（11月～2月）の気温について、WRF モデルにおいて最適な積雲パラメータ化スキームを選定した。ダウンスケール実験では、Betts- Miller- Janjic (BMJ)、改良型 Kain- Fritsch (KFT)、修正型 Tiedtke (TDK)、および Grell- Freitas (GF) の各スキームを比較した。その結果、極乾燥地帯および乾燥地帯の雨季の降雨に対して BMJ がより良いパフォーマンスを示し、KFT は夏作物のほとんどが栽培される半乾燥地帯の7月と8月の降雨量に対してより良いパフォーマンスを示した。乾季の気温については、BMJ と TDK は3つの地域すべてで他の2つのスキームより良いパフォーマンスを示した。しかし、半乾燥地帯および、ゲジラ州ワドメダニやカッサラ州ニューハルファの灌漑栽培コムギが生産される乾燥地帯における12月および1月の最低気温のダウンスケールでは GF が最高のパフォーマンスを示した。したがって、スーダンの特定の季節と気候帯に対しては、特定の積雲パラメータ化スキームを選択する必要があるといえる。

第三に、3つのコムギ生産地域における収量と気温の関係について、後退型ステップワイズ回帰法を用いて統計モデルを開発した。北部州ドンゴラを含む北部地域およびカッサラ州ニューハルファを含む東部地域については、2変数線形回帰モデルが選択された。ステップワイズ回帰により、北部地域では生育期の THN と2月の TMAX、東部地域では1月の TMIN と2月の THN が変数（予測子）として選択された。この変数は収量分散の最大41%を説明することができた。ゲジラ州ワドメダニを含む中央地域では、唯一生育期の TMAX が予測子として選択されたため、モデルの精度が低かった。東部地域では、モデルのパフォーマンスを、平年以上、平年並み、平年以下の収量カテゴリに分類して評価した場合、実際の収量に対する予測収量の精度は86%と比較的高かった。したがって、多変量解析のステップワイズ法を用いた統計モデリングは、季節予報によるコムギの収量見通しに有用であるといえる。

以上のように、本研究では、高空間解像度の気候予測を収量推定の統計モデルに組み込むことにより、生育期前の収量見通しが可能であることが示された。これらの成果は、コムギ生産地における高温に伴うリスクを軽減するための早期警戒システムの開発に寄与することが期待される。よって、本論文は、学位論文として十分な価値を有するものと判断された。