

学位論文審査の結果の要旨

氏名	Abdelmoneim Abdelsalam Mohamed Ahmed
審査委員	主査 篠田雅人 ⑩ 副査 木村玲二 ⑩ 副査 山本晴彦 ⑩ 副査 長澤良太 ⑩ 副査 荊木康臣 ⑩
題目	Developing an index based on surface temperature for assessment of moisture availability over vegetated land
審査結果の要旨 (2,000字以内)	
<p>乾燥地における農業生産は、水をどれだけ利用できるかに左右されるとともに、干ばつの発生時に大きな被害を被る。干ばつは、作物の必要とする水が充分でないときに発生するため、根圏における利用可能な土壌水分は食料の安全保障にとって根本的な問題になる。このような背景から、地表面の湿潤状態をモニタリングするための何らかの指標が必要になる。熱慣性は温度変化に対する物質の抵抗値、すなわち、熱伝導率と熱容量の積で表される。水の熱伝導率と熱容量は共に大きいため、湿った土壌の熱慣性は乾燥した土壌の熱慣性より大きくなる。したがって、熱慣性は地表面の湿潤度を示す有用な物理的パラメーターである。しかし、熱慣性を遠隔から測定することは出来ないため、地表面温度の日変化の振幅、すなわち日中と夜間の温度差から熱慣性および土壌水分を推定しようという試みがなされてきた。植被がある場合、地表面湿潤度は表層の土壌水分含量と葉内水分量の和の関数となるので、このような複雑さが植生面における熱慣性の利用可能性を妨げてきた。地表面温度の日変化の振幅を使って地表面の湿潤度を評価するには、植物の生理活動による影響、すなわち、蒸散による植物の表面温度の変化を考慮しなければならない。本研究は植生面における湿潤度(水分効率 m_a: 実蒸発散量と可能蒸発散量の比)をモデル化するために、地表面温度の日較差を利用した初めての試みである。研究対象地は近年常に干ばつの危険にさらされている中国黄土高原である。</p>	

第1に、植生地における水分効率を見積もるための指標(NTDI)を開発した。指標は、日中の最高地表面温度から夜間の最低地表面温度を差し引いたものを、熱収支式と気象データから算定される(最高地表面温度-最低地表面温度)で除したものである。熱収支式と気象データから算定される地表面温度は、仮想的な植生面における蒸発散量がゼロと仮定した場合の温度であり、その時の気象条件によってのみ左右される。地表面温度の日較差が水分効率を見積もるのに適しているかどうか検討したが、水分効率との相関は低かった。この理由として、水分効率は実蒸発散量(生理作用と気象条件の両方に左右される)と可能蒸発散量(気象条件によってのみ左右される)との比で表されるため、気象条件による影響が相殺されることになる。しかしながら、地表面温度の日較差は生理作用と気象条件の両方に左右される。つまり、生理作用による影響のみを抽出するためには、地表面温度の日較差から気象条件による影響を排除する必要がある。これらを考慮したNTDI指標は水分効率と高い相関を示した($R^2 = 0.97$, $p < 0.001$)。次に、NTDI指標と土壌水分(各層および全体層の平均)との関係を検討した。NTDIは根圏における土壌水分の平均値と最も相関が高く、地表面の層の土壌水分とは相関が最も低くなった。このことは、水分効率が蒸散と蒸発の両方によって影響されることを示している。すなわち、根による水分吸収は根圏全層にわたって行われ、それが蒸散として反映されるためである。

第2に、広域の干ばつ状態をモニタリングすることを目的として、衛星による地表面温度(本研究ではModerate Resolution Imaging Spectroradiometer: MODISによる昼夜地表面温度)と気象データを用いたNTDIの利用可能性について探った。まず、MODISによる地表面温度の精度および衛星の通過する時間がNTDIの計算に及ぼす影響を検討し、最後に、黄土高原約100km²のNTDI値の空間分布を算出した。NTDIの空間分布は植生指数(NDVI)や土地利用の空間分布に酷似していたが、NDVIと比較すると土地利用間の地表面湿潤度を細かく区別できるという利点を持っていた。すなわち、土地利用ごとの蒸発散量のランキングがNDVIでは一致しなかったのに対し、NTDIでは一致した。

本研究で開発されたNTDI指標は地表面の熱慣性の理論を乾燥域植生地に適用した初めての試みであり、水分効率を評価する際の有効な指標であることが実証された。その結果は乾燥地研究で有名なSCI誌に発表されている。さらに、衛星データと気象データを同化することにより、NTDI指標は局地-広域スケールにおける干ばつモニタリングに有効なツールに成りうることが示された。本研究は乾燥地における湿潤度モニタリングの手法を新たに提示したということで、高い学術的価値を有するものであり、本審査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。