

10年規模気候変動下におけるアラスカ北方林での大気と土壌の物理的相互作用

18S6004H 大久保香穂

はじめに

北極域では急速に温暖化が進んでおり、それが永久凍土を含む土壌の変化を引き起こしている。また、土壌の変化は顕熱・潜熱フラックスを通して大気に影響を与える。この大気と土壌の物理的相互作用を理解することは気候変動予測において重要である。これまで、温暖化は永久凍土の融解を引き起こす一方、降雨量減少による土壌表層の乾燥は凍土の融解を抑制することが示されてきた。しかし、こうした土壌の状態変化が大気への熱フラックスに与える影響を研究した例は数年の観測を基にしたものに限られている。

本研究の目的は、アラスカ北方林での10年規模の気候変化が土壌環境に与える影響とその土壌環境変化が大気への熱フラックスに与える影響を明らかにすることである。

方法

アラスカ州内陸部に位置するアラスカ大学フェアバンクス校の保護林で、気象・土壌環境及び渦相関法を用いた顕熱・潜熱フラックスを観測した。観測サイトには永久凍土が存在し、融解深は最大50 cm程度である。年平均降雨量は245 mm程度であるが、地中に凍土が存在し排水性が悪いため土壌は湿潤に保たれている。上層植生は内陸アラスカの優占種であるクロトウヒが繁茂し、地表はコケや低木に覆われている。データは2004年から2020年までを使用し、観測サイトの気象や土壌環境の季節変化や年々変動を調べた。また熱伝導モデルを適用し、夏季の凍土融解を再現した。このモデルでは地中を伝導する熱が凍結土壌の融解に使用されるとしており、土壌水分と地表温度をインプットとしている。

結果と考察

観測サイトの気象は太平洋10年規模振動(PDO)の影響を顕著に受けていることが分かった。2014年以降にはPDO指数が正の値となり、観測サイトの気温は冬に上昇、夏季降雨量は増加する傾向を示した。PDO指数が正の時は南側の海洋からの温暖湿潤な空気が流れ込むためだと考えられる。2014年以降の気象変化に応答して、冬季の地温も深部まで高く、土壌水分も増加していた。融解深は夏の土壌水分が高い年や消雪が早い年に大きいことが分かった。土壌が湿潤な場合、熱伝導率が高くなったことで地温が深部まで上昇し、融解が進んだと考えられる。

地表面温度と土壌水分をインプットする熱伝導モデルを用いて融解深の経年変動を再現することができた。また、パラメータ値も理論的推定に反しない結果となった。インプットである地表面温度と土壌水分の重要性を調べた結果、土壌水分の方が重要であることが分かった。

気候変動に対する土壌の応答にもかかわらず、顕熱・潜熱フラックスの変動は土壌状態と関連が見られなかった。降雨量が少ない年でも活動層下部は水で飽和した状態に保たれる。その土壌水分が植生の蒸散に利用されているため、土壌状態によってフラックス分配が変化しないと考えられる。どちらのフラックスも日射の増加に伴って増加していた。フラックスの年々変動は放射による制御が強いと考えられる。

結論

アラスカ内陸部の北方林における10年規模気候変動は土壌状態に大きく影響しており、降雨量増加による土壌の湿潤化は凍土融解を促進する。一方、土壌環境の変化は顕熱・潜熱フラックスの分配に影響しておらず、日射量の増減がフラックスを制御している。