

冬から春にかけてチベット高原における積雪大気相互作用の変遷

Interactions between the atmosphere and snow cover in the non-monsoon season over the Tibetan Plateau

広瀬 望 [1]; 上野 健一 [2]

Nozomu Hirose[1]; Kenichi Ueno[2]

[1] なし; [2] 筑波大・生命環境

[1] JST; [2] Life and Environmental Sci., Univ. Tsukuba

チベット高原 (TP) 上の積雪変動は、高原周辺の大気循環場の変調を解して、周辺アジアの局地的な降水量の増減を引き起こす可能性がある (Wu and Qian, 2003, Zhan et al., 2004) . チベット高原中央平野部の積雪は一般に数 10cm と薄く、積雪相当水量も最大で 20mm 程度である (Sato, 2001) . Ueno et al. (2007) は厳冬の積雪が裸地と混在して分布することを観測し、積雪の再配分の卓越が積雪の長期残存と大気加熱の両者を両立させるメカニズムであると提唱している . 一方で、降水の発生時期にも総観循環の変動に依存した季節性が存在する . 厳冬の降水は低温で乾き雪のため再配分に好都合であるが、春先の降雪は湿雪で一般的な積雪をもたらすであろう .

このように、高現上の積雪が大気に及ぼす物理過程を理解するためには、薄くて不均一な積雪が、どのようなタイミングで発生し、どの程度アルベドや顕熱変化に影響を及ぼすかを広域循環場の季節進行を考慮して診断する必要がある . 特に、サブスケールでの接地境界層の発達過程と非断熱可熱量の変動は、狭域での積雪分布と広域大気場の両者に影響を及ぼす重要な要素となる .

本研究では、CEOP プロジェクトによりメソスケール領域で現地観測データが比較的そろっている 2004 年厳冬期から春先 (1月 - 4月) の、チベット高原中央部における流域スケール (100km スケール) での大気陸面相互作用に着目した . 観測データによる天候および積雪分布変動の特徴を把握し、領域モデルによる積雪の影響に関する診断解析を特徴的な大気・積雪場について実施した .

まず、地上観測データ、客観解析データ、および衛星観測データにより得られた、季節進行に応じた総観場および地上風速の変動傾向と積雪出現との関係は次のとおりである . 高原中央部では、冬期に上空に強い亜熱帯ジェット気流が卓越するが、地表面付近では接地境界層の影響で風速が弱い . 地上風には定常的な日変化が存在し、夕方には 10m 高で風速 10m/s を越える日が多いことがわかった . 降水は亜熱帯ジェットの弱化和同期して発生した . 特に 3 月中旬以降は亜熱帯ジェットが弱体化し、4 月になると降水頻度が増加した . 一方、流域スケールの積雪は 1 月から 2 月にかけては継続的に存在し、2 月下旬以降は 4500m 以下の比較的低地で平坦な領域では消失した . 3 月以降に降水が発生しても長期の広域積雪は発生しなかった .

次に、領域気候モデル (WRF) を利用して積雪感度実験を行った . 同モデルは積雪量が少ないときには、不均一な空間分布となる陸面過程効果を導入している . 感度実験は、大気の大気観場および積雪分布が特徴的な 4 つのステージ毎で実施し、積雪効果を比較検討した . 現実の薄い積雪を想定した TestRun では厳冬期でも薄い混合層発達に伴う地上風の日変化は再現され、薄い積雪分布を強制的に取り除いた実験結果は TestRun と大きな差異は見られなかった . さらに、強制的にアルベドを増加させると風速の日変化は減少した . つまり、実況で観測された薄い不均一な積雪は陸面からの顕熱を抑制する効果があまりなく、薄い混合層の発達と地上風の日変化を生んでいる事が検証された . 特に、上層の気流が弱いときには上空まで日中の混合層が発達し、一次元で想定される大気加熱は上層ジェットが弱化する日に顕著に卓越した . 次に広域積雪付加実験を行ったところ、TestRun で混合層の発達が特に顕著であった 4 月に混合層高度の低下が著しく、これによる大気加熱も低下した . つまり、亜熱帯ジェットが弱まる春先に広域積雪が発生するが、陸面からの顕熱による大気加熱を大幅に減少されることになる .

更に、厳冬期から春期における大気加熱を定量的に議論するため、領域気候モデルの計算結果を用いて、非断熱加熱量 Q_1 , Q_2 (Yanai et al, 1973) を求めた . 厳冬期は Q_1 の日変化は 500hPa の下層に限られ、上層で水平移流による Q_1 の季節内変動が総観場の変化に伴って解析された . 一方、春期は 400 h Pa 付近まで Q_1 の日変化が卓越し、 Q_1 の時間変化項の寄与が大きい . Q_2 は厳冬期から春期にかけて小さく、潜熱による大気加熱が見られなかった . 積雪付加実験により春先の Q_1 は著しく抑えられた .