

モンゴル国における地上風系の日変化について

Diurnal Variation of Surface Wind Over Mongolia

佐藤 友徳*

Tomonori Sato*

はじめに

モンゴルの国土の南部はゴビ砂漠, 中央部は広大な草原, 北部はロシアとの国境に広がる森林に覆われており, 南北間の植生の変遷が非常に明瞭な地域である. また東西方向に対しても非対称性が強く, 国土の大部分が標高 1000 m 以上に位置しているものの西部は標高 2000 m 超の山脈, 東部は標高 1000 m 以下の平原が広がる. 水平規模にして数 10 ~ 1000 km の山岳がモンゴル国における地形の起伏を形成しており, 冬のシベリア高気圧, 夏のアジアモンスーンの活動とともに気象現象に大きく影響を及ぼしていると考えられる. RAISE プロジェクト (The Rangelands Atmosphere-Hydrosphere-Biosphere Interaction Study Experiment in Northeastern Asia; 杉田, 2002) ではモンゴル国気象水文研究所 (Institute of Meteorology and Hydrology) よりモンゴル国内約 300 地点における 1993 年 ~ 2003 年の気象データを購入している. 約 300 地点の観測点は観測項目と管轄の違いから Meteorological station (約 100 地点) と Meteorological post (約 200 地点) に大別され, 現在前者のデータのみ手元に届いている. 近年データ収録システムのデジタル化が進み, 比較的容易にこれだけの空間密度をもつデータを解析できるようになってきた. したがって過去にモンゴル全土の気象データを用いて日変化について調べた研究は皆無

である. なかでも地上風や気温は最も基礎的な気象要素であり, まず初めにこれらの変動の特徴を調べておくことにより今後の観測計画や実際の調査を行ううえで非常に有用な情報と成り得る.

データの特徴

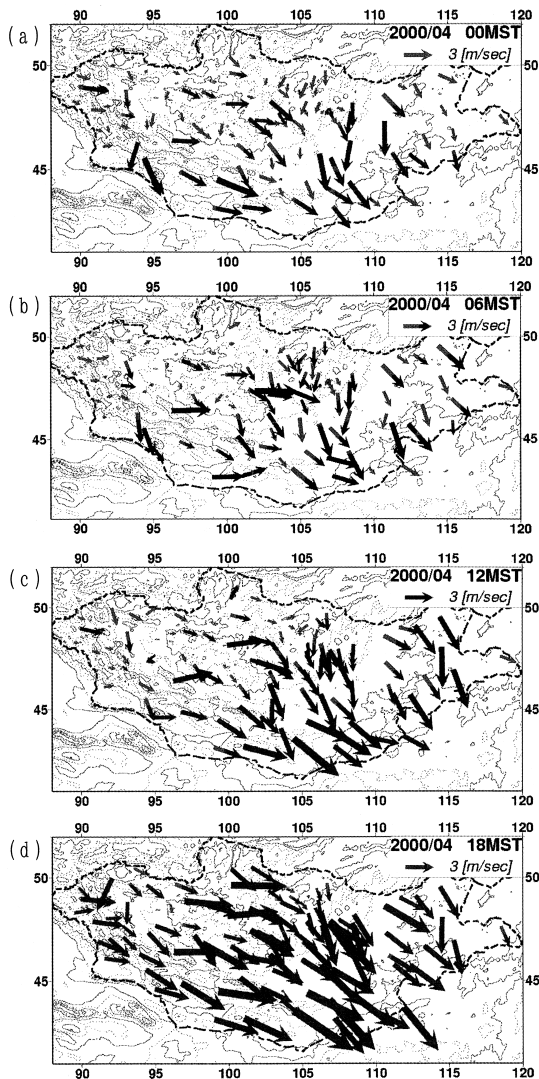
モンゴルにおける気象観測所 (Meteorological station) では気温・気圧・相対湿度・降水量・風向・風速・地表面温度・雲量が 1 日 8 回 (00, 03, ..., 21 MST) 観測されている (ただし降水は 1 日 2 回). 風向は基本的に 16 方位を目視によって判別しているが, データ中に 8 成分の風向しか記録されていない地点もあるため, 観測者の主観によるところが大きいと思われる. モンゴル東部のヘルレン川流域内に位置する数地点に関しては 1960 年代から (正確な年は地点により異なる), 国内の気象観測所約 100 地点に関しては 1993 年以降の降水量データが使用可能なため近年の降水量変動の動向を調べるのに適したデータである.

地上風系からみた季節進行

冬のモンゴルはシベリア高気圧の勢力圏に位置するため, 晴れの日が多く一年を通して最も地上風の弱い季節であるといえる. 起伏のなだらかな

* 科学技術振興事業団 (筑波大学地球科学系)

東部の草原では西部の山岳地帯に比べて風速が強く観測されていることが特徴である．亜熱帯ジェットが西部の山岳を越える際におし風の性質を伴っているためと考えられる．

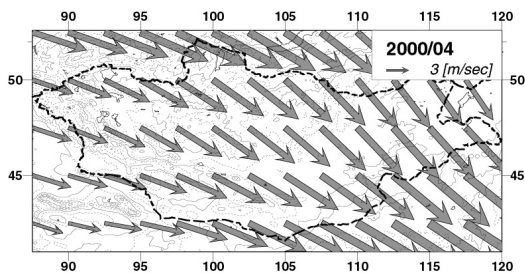


第 1 図 2000 年 4 月における平均的な地上風の分布 (a) 00 MST, (b) 06 MST, (c) 12 MST, (d) 18 MST. 地図中の等値線は標高を表しており、点線は 500 m, 実線は 1000 m おきに引いてある. MST はモンゴル標準時を表す. (MST=UTC+8)

春 (3,4,5 月) になると前線を伴う総観規模擾乱の往来により数日周期の気温の変動が明瞭になる．また前線の通過時の強い北西風と関係して東部や南部では近年大規模なダストストームが発生している (黒崎・三上, 2002 ; Littmann, 1991) . モンゴルや中国におけるダストストームの発生環境に関しては近年になってようやくその構造についての議論がなされるようになり, ダストストームの研究は社会的な側面だけでなく, その予報・発生過程の解明・年々変動など学術的にも大変興味深いテーマであるといえる．ここでは, 春期における一般的な風系の変動を調べるために, 第 1 図に 2000 年 4 月の平均的な風系の日変化を示す. 00 MST (第 1 図 (a)) ではほとんどの地点で 2 m/sec 未満の弱い北西風であるのに対し, 06 ~ 12 MST の午前中にかけて中部・南部, 特に山と山の間の谷から平野へと広がる地域に相当する観測点でこの北西風が強まりはじめる (第 1 図 (b), (c)) . 第 1 図 (d) に示す 18 MST にはモンゴル西部のハンガイ山脈内部にまで北西風の卓越地域が広がり, ほぼモンゴル全土が強い北西風に支配される．

このような特徴的な風の日変化は 3, 4, 5 月に顕著であるが, 年や月によって卓越する風向は様々である．小スケールの谷の内部に位置する地点では, 谷筋に沿った風向になりやすいが, 一般的には偏西風ジェットの風向とよく一致していると考えられる．第 2 図に NCEP/NCAR 再解析データにより得られた対流圏下層の 700 hPa 面における 2000 年 4 月平均の水平風を示す．モンゴル上空では 4, 5 月に亜熱帯ジェットの北上に伴い西風が強まるが, ハンガイ山脈やアルタイ山脈の風下に相当する東部では北よりの成分を持つことが多い．第 1 図 (d) と比較してみると, 地上風は午後には風速が最大となると同時に対流圏下層における偏西風の風向にも従っていることが確認される．

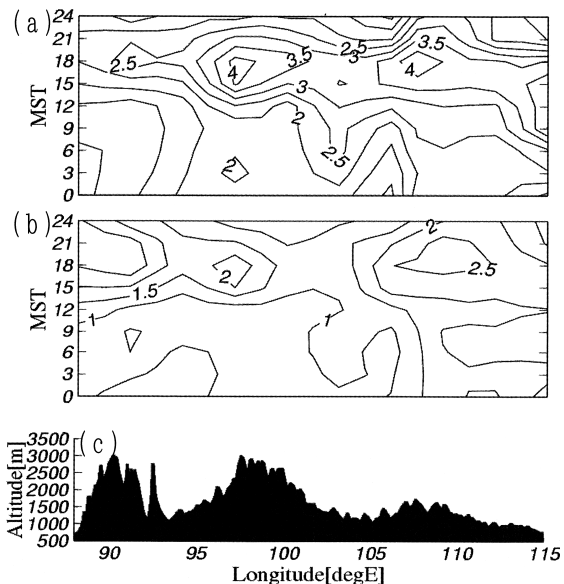
第 3 図にウランバートル (106.87E, 47.92N) における風向と気温の日変化を示す．4 月は最低気温が 0 を下回る日も多く, 夜間から早朝にかけ



第2図 NCEP/NCAR 再解析による 2000 年 4 月の月平均した 700 hPa 面における水平風

て地表面付近では接地逆転層が形成される．そのため午前中の早い時間には自由大気中の偏西風の影響を受けずに比較的静穏である．午後になり風速が増加し風向が変化するのは，日中の太陽加熱により安定成層が解消され，自由大気の運動量が下向きに輸送されるためであると考えられる．さらに Fujibe *et al.* (1999) で示されているようなおろし風の日変化なども関連し，モンゴル全土における特徴的な風系の日変化を形成しているといえよう．

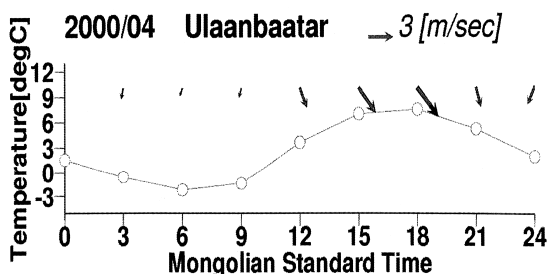
第4図にモンゴルを東西に横切る北緯47度における風速の緯度時間断面を示す．モンゴルの上空における亜熱帯ジェットが弱化する夏期(7,8月)では春に比べて風速自体が弱くなっている事を確認できるが，月平均値としての日振幅は約2 m/sec でほぼ同程度であるといえる(第4図(a),(b))．また4月,7月ともに山岳において日振幅が大きくなっていることが特徴である．一方6月は春から



第4図 北緯47度における風速の経度時間断面 (a) 2000年4月,(b) 2000年7月の月平均,(c) 北緯47度における地形の断面図．

夏への遷移期であるため，地上風の日変化パターンは年によって異なる．

前述のように7月では偏西風自体が春に比べて弱くなり，さらに日射による地表面の加熱量が大きくなるため斜面にตอบสนองした風系が4月に比べ明瞭になる．その証拠に午後一時的に急激な気温の低下を観測し降水量が局地的に10 mm/12h以上を示す日が多く見られることから，午後の対流不安定に伴う発達した降水システムが存在していることを確認できる．モンゴルにおける年降水量のほとんどがこの時期の降水によりもたらされることを考えると，このような降水システムの発生環境や気候学的特徴を調べることは重要であるといえる．モンゴルにおける降水量の観測が日2回であることは残念であるが，1999年にウランバートルに設置されたドップラーレーダ(駒林,2002)により得られたデータの解析が今後期待される．そもそも乾燥気候下で発達するメソ対流システム(MCCs)の構造については未だ分かっていないことも多く，Takemi(1999)のように雲分解モデル



第3図 ウランバートルにおける 2000 年 4 月の地上風，及び気温の日変化

を併用しその特徴を調べることは、学問的に非常に興味深いことであるといえよう。

文献

黒崎泰典・三上正男 (2002): 東アジアにおける近年のダスト多発現象とその原因. 地球環境, 7, 233-242.

駒林 誠 (2002): モンゴルで経験した気象業務の四季 -I 春と夏 -. 天気, 49, 515-521.

杉田倫明 (2002): 北東アジア植生変遷域の水循環と生物・大気圏の相互作用の解明: RAISE Projectの概要. 筑波大学陸域環境研究センター報告, 3, 147-156.

Fujibe, F., Saito, K. Wratt, D. S. and Bradley, S. G. (1999): A numerical study on the diurnal variation of low-level wind in the lee of a two-dimensional mountain. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 77, 827-843.

Littmann, T. (1991): Dust storm frequency in Aisa: Climatic control and variability. *International Journal of Climatology*, 11, 393-412.

Takemi, T. (1999): Structure and evolution of a severe squall line over the arid region in northwest China. *Monthly Weather Review*, 127, 1301-1309.

(2003年6月1日受付, 2003年7月24日受理)