

モンゴル半乾燥草原における土壌水収支と その植生による制御

筑波大学陸域環境研究センター 山中 勤

広島大学総合科学研究科 開発一郎

モンゴル国気象水文研究所 (IMH) D. Oyunbaatar and T. Ganbold

1. はじめに

バイオームの境界領域、すなわちエコトーン（植生移行帯）は、温暖化等の気候変動に対して脆弱であるとされており、北方のシベリアタイガ林と南方のゴビ砂漠に挟まれたモンゴル半乾燥草原はまさにその典型例の一つである。また、この地域では過放牧等の人為的影響による砂漠化の危険性もはらんでいる。モンゴルの国土は概ね3つの大流域に区分されるが、中でも半乾燥草原地域の過半を占める中央アジア内陸流域（図1）では、気候変動や人為的影響による水収支の変化が水資源の変動・枯渇に直結する可能性があり、こうした地域での水収支、特に土壌水収支を正確に把握することは重要である。そこで本研究では、土壌水を中心とした水循環の現状を把握することを目的として現地でモニタリング調査を実施した。なお、研究成果の一部はYamanaka et al. (2007) が既に公表している。

2. 研究方法

ADEOS II Mongolian Plateau Experiment for ground truth (AMPEX)プロジェクトの一環として、図1に示す4地点に置いて気象・土壌水文観測を実施した。本研究では、良質なデータが得られた2001年7月～9月の夏季3ヶ月間を対象として水・熱収支の算定を行った。この期間の降水量は年降水量の70-90%を占め、これ以外の月降水量は平均でたかだか3mmに過ぎない。したがって、夏季3ヶ月以外の期間では（特殊なケースを除い

て）水循環はほぼ停止していると考えて差し支えない。

土壌水収支の評価にあたっては、まず地表面熱収支の残差から蒸発量（潜熱フラックス）を求め、つぎに地表面水収支の残差として浸透フラックスを算出した。また、独立した手法（TDR土壌水分計）で土壌水分貯留量を求め、その変化と積算浸透フラックスとを比較した。

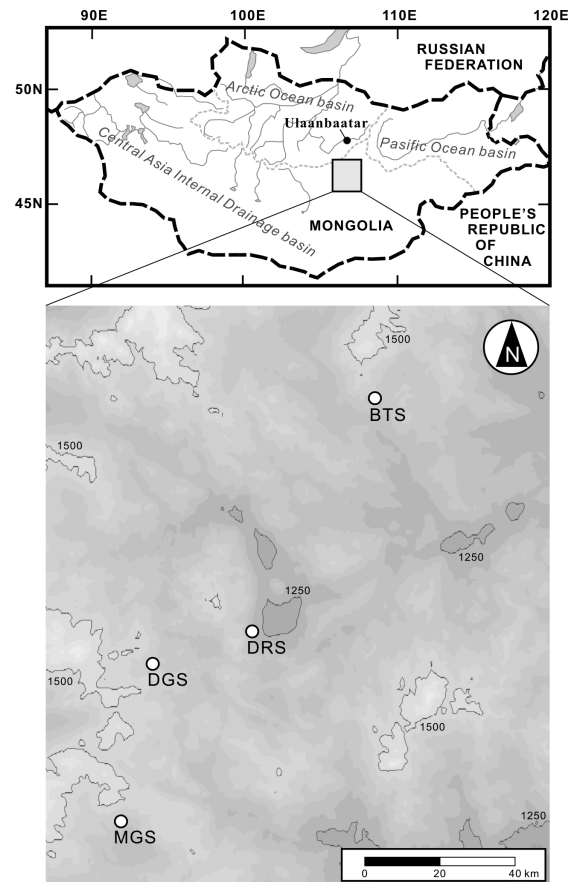


図1 試験地概要

3. 結果

4つの試験地全てにおいて、積算蒸発散量は積算降水量にほぼ等しかった。また、積算浸透量の時間変化は表層20cmの土壤水分貯留量変化とほぼ一致した。すなわち、本地域に降水として持たされた水は20cm以深の土壤層には降下浸透せず、蒸発散により速やかに大気へと戻ってゆくことが分かる。また、深層土壤水は水循環（大気-地表面間の水交換）にはほとんど関与しないと言える。ここで、表層20cmの土壤水の平均滞留時間を試算してみると、およそ20~26日という結果が得られ、大気-地表面間の水交換が1ヶ月に満たない時間スケールで進行していることが分かる。一方で、深層土壤水の滞留時間は無限大に近いと考えられ、非循環的で枯渇する危険性の高い水資源であると言える。

熱収支の算定結果を見てみると、顕熱フラックスがもっとも卓越し、正味放射量 R_n の73%を占める。一方、地中熱流量は R_n の6%に過ぎない。また、潜熱フラックスは R_n の21%を占めるが、ある程度の規模の降雨イベント直後のみ顕熱を上回る。潜熱フラックスと表層土壤水分量（深度3cm）の経時変化は極めて相似的であり、蒸発量が土壤水分条件に強く依存していることを物語っている。注目すべきは、日単位の潜熱フラックスと正味放射量の間に関係がほとんど認められない点である。つまり、モンゴル南部ステップ草原における蒸発散量の日々変化は表層土壤水分条件によってのみコントロールされており、大気条件（特に放射条件）は日周期や年周期の変動にしか関与しないと言える。

ここで、各地点における土壤水分量の変化に対する蒸発散量変化の割合（両者間の回帰直線の傾き）と植被率の関係を調べたところ、正の相関（相関係数=0.96）があることがわかった。すなわち、植生が多いほど、土壤水分変化に対する蒸発散量の応答がより鋭敏になる。還元すれば、降雨に伴う植物の蒸散活動の活発化が、大気-地表面間の水交換を加速すると言える。

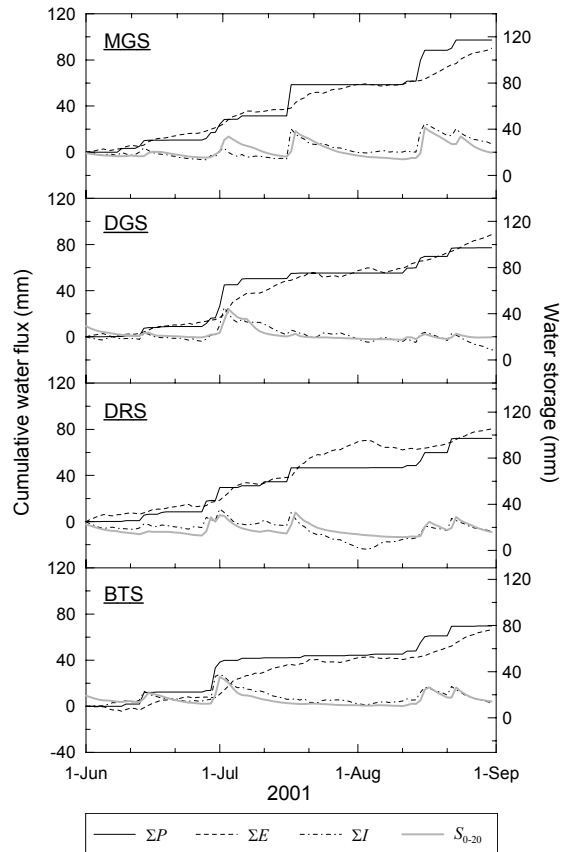


図2 4試験地における積算水フラックスの経時変化

4. まとめ

以上の知見に基づいて推論するならば、降水量が増加しても水文学的に活発な土壤層の厚さが増すだけで地下水涵養量は増加しないと予想される。また、樹木や灌木が草原に侵入した場合には非循環性の深層土壤水・地下水資源が消耗・枯渇する恐れが有る。なお、地下水資源の動向を考える上では、ワジ・プラヤや岩盤露出域などでの集中的涵養プロセスを調べる必要がある。

キーワード： 土壤水分, 蒸発散, 地表面熱収支, 植生, 内陸流域

参考文献

Yamanaka, T., I. Kaihotsu, D. Oyunbaatar, and T. Ganbold (2007): Summertime soil hydrological cycle and surface energy balance on the Mongolian steppe. *Journal of Arid Environments*, **69**, 65-79.