

ライシメータによる北海道幌延調査流域の蒸発散量測定

日本原子力研究開発機構 正会員 ○山本陽一 横田秀晴

1. はじめに

日本原子力研究開発機構では、北海道幌延町で進めている幌延深地層研究計画の一環として表層水理調査を実施している。表層水理調査では広域地下水流動解析の境界条件や初期条件の設定に必要な地下水涵養量や表層部の地下水流動系の把握を目的として、気象観測、河川流量調査および地下水位観測、土壌水分観測、水質の観測等を継続して行っている。ここで、地下水涵養量の推定等、流域の水収支の評価を行う場合には、植生からの蒸散を含む地表からの蒸発散量が非常に重要となる。しかしながら、蒸発散量を直接測定することは容易でないことから、通常、気象観測要素から推定する方法を用いて算定している。ただし、この方法による蒸発散量は一種の基準量（可能蒸発散量）であり、気候や植生に応じた補正を加えて実蒸発散量に相当する値を得る必要がある。そこで、ウェイングライシメータ（以下、ライシメータ）を設置して、調査流域内の主要な植生である牧草地での蒸発散量の測定を行い、可能蒸発散量に対する補正係数の算定を試みたので、その結果について報告する。

2. 観測概要

(1) 北進気象観測所

北進気象観測所¹⁾は幌延町北進地区に設定した表層水理調査流域において、流域内の植生の多くを占める牧草地内に設置している（写真-1）。観測要素は、風向、風速（地上 3m, 10m）、気温、地表温度、湿度、気圧、降水量、積雪深、積雪重量、日射量、日照時間、放射収支量、地中熱流量で、一般的な気象観測要素に加えて、積雪期の降水量の測定精度向上と後述の蒸発散量を推定するために必要な要素について観測を行っている。



写真-1 北進気象観測所

(2) ライシメータ

ライシメータは前出の北進気象観測所内に設置している。図-1にライシメータの概要図を示す。ライシメータカラムの内径は1,128mm、深さは1,500mmである。カラムは4隅に配置されたそれぞれ定格荷重10kNのロードセル上に設置されている。カラム表面積は1m²なので、1kgの重量減少は給排水量がゼロであれば、蒸発高1mmとなる。ライシメータ内外には地表より10cm、35cm、70cm、110cmの深度にADR式土壌水分計、地温計、テンシオメータを配置している。ライシメータ周囲の土壌は塑性指数 $I_p=50$ 程度の粘性土で、カラムには施設設置時に排出した掘削土を突き固めて充填している。排水条件は完全排水、非排水の他、ボールタップ式の給水機構を備えたオーバーフロータンクを介して地下水位一定条件での観測を選択できる。地表面の植生は周囲と同様の牧草である。

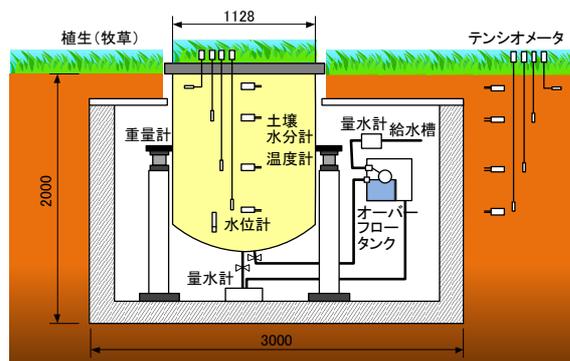


図-1 ライシメータの概要

3. 可能蒸発散量と実蒸発散量の関係

(1) 時間データの比較

ライシメータで測定された時間蒸発散量と気象要素から推定する代表的な手法であるペンマン法およびバルク法から算定した時間蒸発散量とを比較した例を、図-2に示す。ここで、バルク定数は水面上のバルク定キーワード 蒸発散、水収支、バルク法、ペンマン法、ライシメータ

連絡先 〒098-3224 北海道天塩郡幌延町北進 432-2 (独) 日本原子力研究開発機構 TEL01632-5-2022

数²⁾である 1.77×10^{-3} を用いた。図に示した期間に関する天候であるが、5月27日、28日に降雨があり、その後の5月29日～6月3日は快晴が続いていた。降雨後の5月29日と30日の蒸発散量はライシメータとペンマン法でほぼ同様の変化を示している。しかしながら5月31日からは、ライシメータでの蒸発散量はペンマン法のそれに比べて小さな値を示していることが分かる。バルク法の蒸発散量は5月29日にはライシメータやペンマン法の値に比べて過小な値を示す一方、5月31日～6月1日には過大な値を示しており、その傾向に不安定さが認められる。一般に、晴れた日の最も蒸発の盛んな時間帯における時間蒸発散量は約 0.6mm とされており、ペンマン法の蒸発散量は本件の可能蒸発散量として適切である一方、バルク法のそれは本件に対して、適用性が低いと評価される。

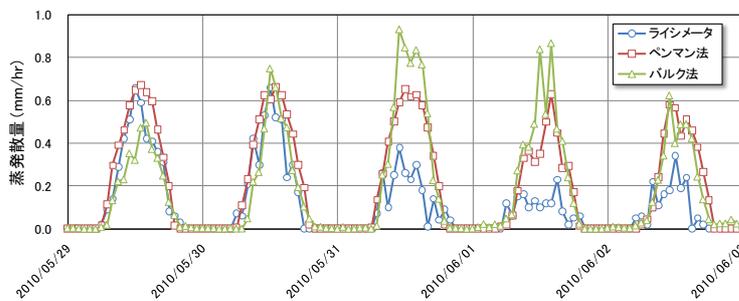


図-2 ライシメータによる実蒸発散量と推定された可能蒸発散量の時間変化

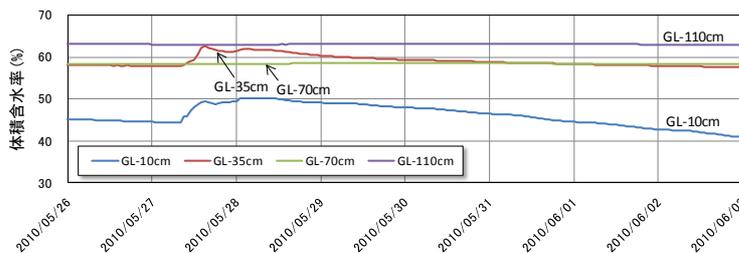


図-3 土壌の体積含水率の変化

図-3 は、図-2 に示した期間を含む土壌中の体積含水率を示している。地表面に近い GL-10cm と GL-35cm 位置の土壌水分は、5月27日～28日の降雨時に増加して5月29日からは減少していることを示している。ペンマン法は地面や植被面が水面と同じように水で飽和していることを前提にしていることから、図-2に見られたライシメータの例は、降雨後に乾燥が進んで実蒸発散量が減少したと考えることができる。

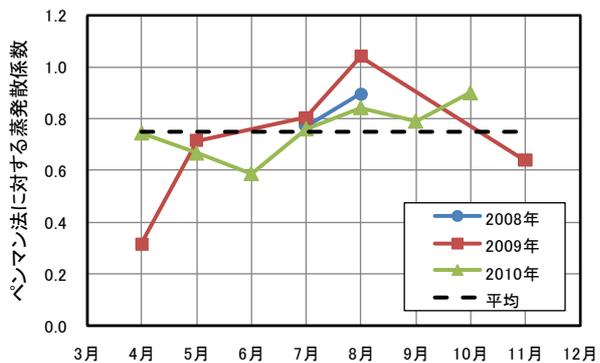


図-4 ペンマン法に対する蒸発散係数

(2) 蒸発散係数

ペンマン法などの可能蒸発散量と測定された実蒸発散量から、月別や季節別の補正係数が蒸発散係数として、いくつかの事例で求められている。図-4 は本件のライシメータで観測された蒸発散量から、ペンマン法に対する月別の蒸発散係数を求めた結果を示している。図は非積雪時のデータを対象とし、降雨時やカラムからの水漏れのような不具合が生じた期間、メンテナンス時のデータは対象から外している。国内の牧草地に対して求められた事例³⁾では、ペンマン法に対する蒸発散比は夏に高く、冬に低い値を示している。図-4の結果は観測年でのばらつきがあるものの、同様の傾向を認めることはできる。また、本件の非積雪時を対象とした蒸発散係数の年平均値は 0.75 で、イギリスの草地を対象として求められた蒸発散係数の年平均値⁴⁾と同じであった。対象とした4月～11月の北進気象観測所の平均気温は約 10℃¹⁾で、イギリスの年平均気温とほぼ同じであることから、求められた蒸発散係数は妥当な値を示していると考えられる。

4. まとめ

牧草地内の蒸発散量をライシメータで観測して、ペンマン法とバルク法から推定された可能蒸発散量とを比較したところ、本件ではペンマン法の適用性が高いことが明らかになった。また、ペンマン法に対する非積雪時の蒸発散係数として、年平均 0.75 が得られた。

参考文献

1) 山本陽一, 前川恵輔: 1986年～2009年幌延気象観測統計, JAEA-Data/Code, 2010-014, 2010. 2) 近藤純正: 水環境の気象学—地表面の水収支・熱収支—, 朝倉書店, p.101, 1994. 3) Nakagawa, S.: Study on evapotranspiration from pasture, Environ. Res. Center Papers, Univ. of Tsukuba, No. 4, 1984. 4) Penman, H. L.: Natural evaporation from open water, bare soil and grass, Proc. Roy. Soc. London, A, 193, 1948.