

逆解析法による実蒸発散推定法の FLUXNET2015 による評価

Evaluation of Actual Evapotranspiration by Inverse Analysis using FLUXNET2015

石川県立大学 ○(名)丸山利輔、(正)藤井三志郎、(正)瀧本裕士

1. はじめに

筆者らは数年前より、逆解析法による実蒸発散量の推定法を提案してきた。しかし、その正当性を証明するための実測蒸発散量の資料がないために、この証明は未完成のままであった。最近、熱収支が均衡していない FLUXNET を修正して熱収支がほぼ均衡した FLUXNET2015 が公表された (2000)。そこで、早速、逆解析法の正当性を検証するために、本研究を行なった。なお、実蒸発散推定の重要性は、用水量の基礎になること、水資源計画の基礎になること、地球上の水循環の重要な要素であること、の他に世界的な問題となっている地球温暖化の大きな要因の一つであることも指摘しておきたい。

2. 研究の方法

2.1 逆解析法の要点

実蒸発散量の主要な測定法は、ポーエン比法と渦相関法である。前者は地表面近傍で適用する場合には問題が少ないが、植被上では温度、湿度勾配が小さく正確な蒸発散が測定しがたい。後者は、潜熱伝達の測定が困難で測定誤差が入りやすい。筆者の調べた範囲では、わが国では渦相関法で潜熱を実測した長期の資料は見当たらない。そこで、筆者らは通常的气象資料、気温、湿度、純放射、地中熱フラックスを利用し、ポーエン比法の考え方にに基づき実蒸発散を推定する方法を考案した。これが実蒸発散の逆解析法である。ポーエン比法では 2 高度の気温と湿度が必要であるが、実測されていない高度の気温と湿度を仮定し、熱収支を満足できるように最適化手法を使って、その高度の気温と湿度を確定させる方法である。

2.2 FLUXNET2015 の潜熱 (IE) と顕熱 (H) 修正法

ポーエン法の考え方にに基づき、 Rn 及び G の測定が正しいものとして $\alpha = (Rn - G) / (H + IE)$ と α を定義し、この α を $(H + IE)$ に乗じて、熱収支を満足させるように、 $(H + IE)$ を修正している。ただし、時間単位の資料については、 ± 15 日の移動平均を適用したのち、日の出、日没の観測値の不安定な時期を除き、22:00~02:30 及び 10:00~14:30 の資料を選んで、上記の α を適用している。また、時間資料については、 ± 7 日の移動平均を適用した資料に α を乗じて観測資料を修正している。このため、時間単位の資料は $(Rn + G) > (H + IE)$ となる場合が多く、 IE は過大となっている。これに対し、日単位の修正資料は、ほぼ $(Rn + G) = (H + IE)$ となり、満足できる修正がなされている。

2.3 使用した水文資料

FLUXNET2015 の気象資料の中から森林地帯を選定し、熱収支誤差が Rn に対して 30% 以内の主として、USA の 7 試験地、フランスに 1 試験地の資料を使用した。その試験地名、緯度経度、標高、平均気温、年降水量、採用年数、管理機関は表に示した通りである。

Site name	Latitude	Longitude	Elevation(m)	Temp.(°C)	Prec(mm)	Test year	Remarks
US-MMS	39.3232	-86.4131	275m	10.85	1032	14	Indiana University
US-NR1	40.0329	-105.5464	3050	1.5	800	10	University of Colorado
US-Blo	38.8953	-120.6328	1315	11.09	1226	6	University of California
US-UMB	45.5598	-84.7138	234	5.83	803	8	Virginia Commonwealth University
US-WCr	45.8059	-90.0799	520	4.02	787	5	University of Wisconsin
FR-Pue	43.7413	3.5957	270	13.5	883	7	Centre d'Ecologie Fonctionnelle
US-Oho	41.5545	-83.8438	230	10.1	849	9	Toledo/Michigan State University
US-Me2	44.4523	-121.5574	1253	6.28	523	12	Oregon State University

3. 分析結果

逆解析法による推定実蒸発散量 (ETa) と各試験地の実測実蒸発散量 ($IEobs$) を比較した。時間単位、日単位、月単位で両者を比較したが、両者はきわめてよく一致した。次に年単位で試験地ごとに、試験年別に量者を比較し、図1に示した。測定年ごとに年蒸発散量は分散しているが、勾配は0.986、相関係数0.632と極めてよく一致した。同一地区でもこのように調査年によってこのように分散することから、地区ごとに平均した年間蒸発散量と逆解析法による蒸発散量を比較し図2に示した、この図に示すように相関係数0.987、決定係数0.998と殆ど完全に一致する結果となった。

4. 考察

以上のように、逆解析法は、実蒸発散量を推定するために極めて有用な方法であることが分かった。しかし、逆解析法には条件を満足する解が多数存在し、本解析結果は必要条件を満足しているが、十分条件を満足しているとは言えない。そのために、最適化計算にあたっての初期条件を真の蒸発散量が得られるように設定しなければならない。本研究では、地表面の温度は地表近傍で実測した温度を採用し。湿度は実測した大気湿度をまず採用した。つぎに、夏期の大きな蒸発散量を表現するために、原則7~9月に実測湿度の約20%の初期値を与えた。これは今後検討を要する課題であるが、正確な長期の実測蒸発散量があれば、これを参考にして、湿度の初期値を決定し、近傍の実蒸発散推定に活用することができよう。

