

# 「GPS水蒸気情報による広域蒸発散の推定」

川島茂人 (農業環境技術研究所)  
石田智之 (香川大学農学部)

## 1. 研究方針

広い地域内の蒸発散量を面的に推定する場合、気温観測点の密度に対して水蒸気量観測点の密度が低いため、広域内の水蒸気量を1地点の観測値で代表せざるおえない問題がある。この問題をGPS水蒸気データは解決してくれると考えられる。本研究では、広域の蒸発散量を推定するために、人工衛星からの画像データを用いる手法を基本とする。この場合熱赤外面像が重要なデータソースとなるが、この画像から水蒸気の影響を除去するように補正を行う必要がある。そこでまず、GPS水蒸気データを利用して熱赤外面像を補正することができる。このようにして得られた画像に基づき、対象地域内のより正確な地表面温度などが得られる。さらに、衛星画像を用いた広域蒸発散の推定では、対象地域内の気温の分布と水蒸気量の分布が必要となる。そこで、GPS水蒸気データの第2回目の登場となる。実際の評価では、上記のデータ以外にいくつかの面的データをさらに組み合わせ、最終的に広域的な蒸発散量を面的に推定することが可能となる。この手法については大枠はほぼできている。これから検討をしなければならない問題は時間的な補間方法である。人工衛星の画像は毎日得られるとは限らず、曇っていたりして得られないことも多い。また、晴れていても衛星の周期がネックとなる。そこで、曇りや雨の日は蒸発散量が少ないのでまだ良いとしても、晴れた日などで衛星画像が得られなかった日の補間をどのようにするかが新たな検討課題となっている。ここで、第3回目のGPS水蒸気データの登場となる。Appendixに広域蒸発散推定手法のフローチャートを示す。

## 2. 具体的なデータ

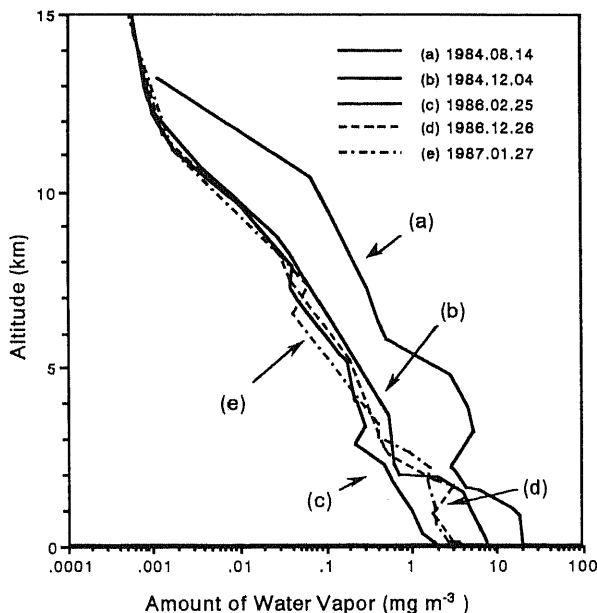


Figure 1 Vertical profiles of water vapor

Figure 1 に水蒸気量の鉛直分布の観測例を示す。各プロファイルは、LANDSAT TM画像の夏期1シーンと冬期4シーンに対応している。低高度大気の影響が地表面からの長波放射伝達過程に及ぼす影響が大きいことと、地表面付近における水蒸気量の値が特に大きいことから、衛星で観測される地表面温度の大気補正においては、特に地表面付近の水蒸気量の観測値が必要であることがわかる。GPS水蒸気情報は、地表面温度分布を正確に評価するための重要な情報を提供してくれる。

Figure 2 に夜間における地表面温度と気温の関係を示す。Figure 2(a) は夏期の場合であり、Figure 2(b) は冬期の場合である。夏期の場合、ほとんどの地点において地表面温度が気温よりも高く、特に温度が高い地点ほど地表面温度と気温の差が大きいことがわかる。また、温度が低い地点では、地表面温度と気温が等しくなる傾向が示されている。逆に、冬期では、ほとんどの地点において地表面温度が気温よりも低く、特に温度が低い地点ほど地表面温度と気温の差が大きいことがわかる。また、温度が高い地点では、地表面温度と気温が等しくなる傾向が示されている。Figure 2(a) と 2(b) は、夏期と冬期の夜間熱収支構造の違いを反映しており、凍霜害などを引き起こす夜間冷却機構の面的な解析の基礎となる。また、各図において地点ごとのデータがばらついているのは、地点ごとの熱収支構造の違いばかりでなく、水蒸気量分布の影響による誤差も含まれていると考えられる。さらに、夏期でも冬期でも、地表面温度と気温の関係を代表する直線の勾配があまり変化していないことが注目される。このことは、地表面温度の場所による違いの巾と、気温の場所による違いの巾の比が、季節などによってあまり変化しないことを示唆している。

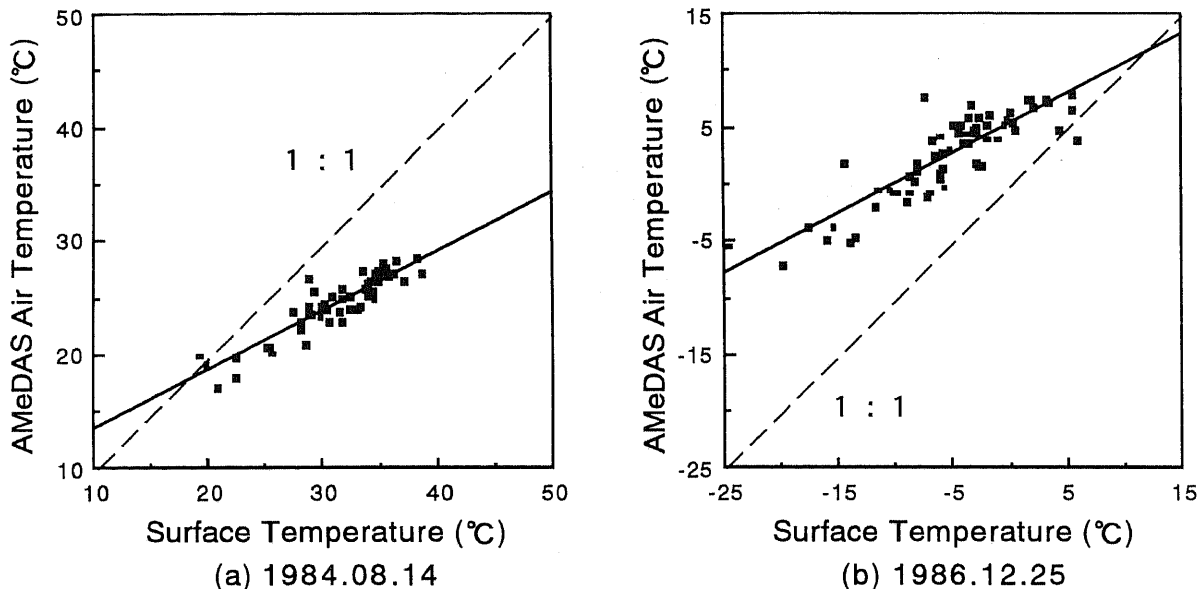


Figure 2 Correlation between the surface temperature and the air temperature

地表面温度と蒸発散の関係を最も単純に定式化したものに、Jacksonら(1977)が提案した(1)式がある。この式は、瞬間値として得られるリモートセンシングデータにもとづいて、より長時間の平均的熱収支や蒸発散を求めることを考慮している。

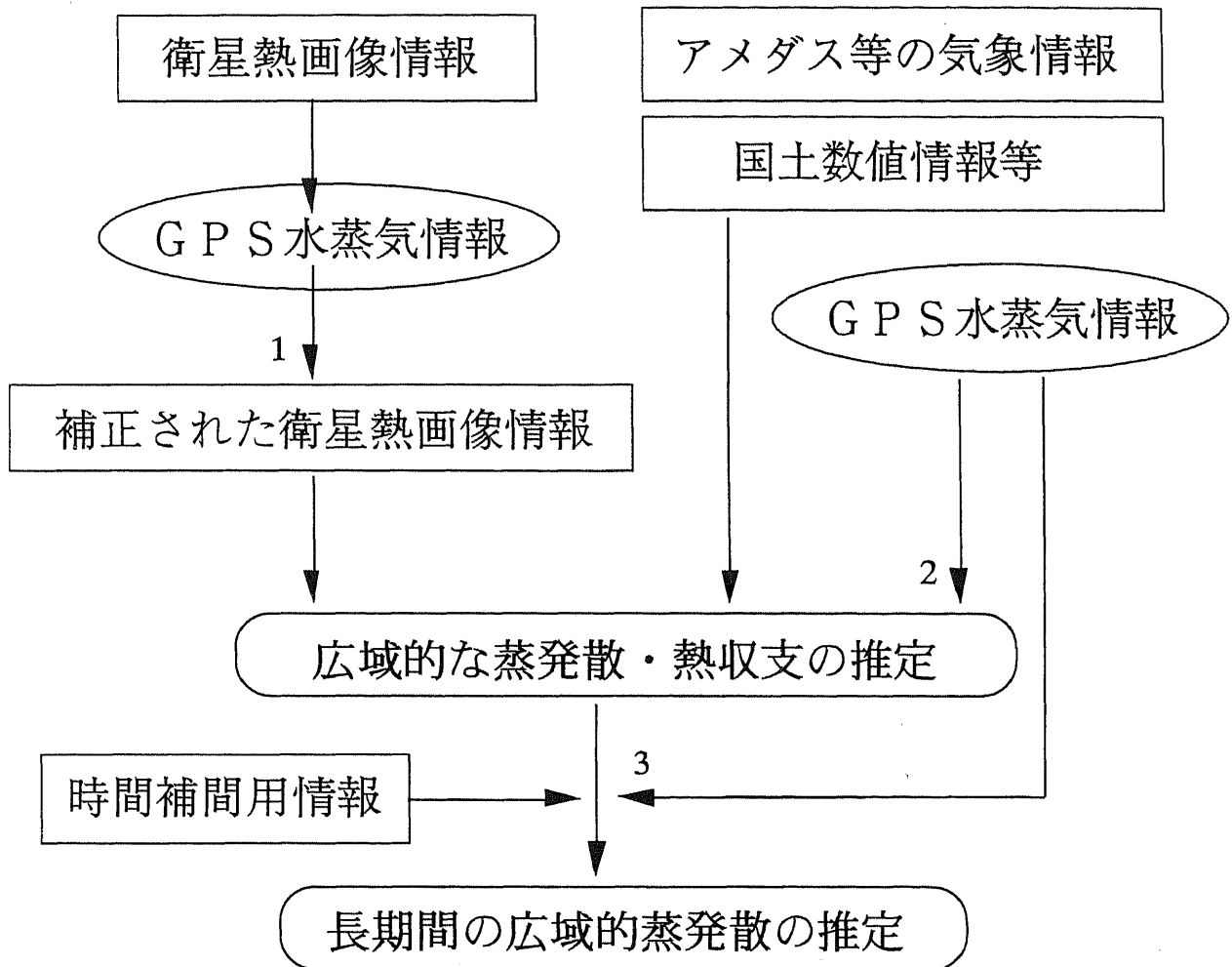
$$E_T = R_N + A - B (T_s - T_a) \quad (1)$$

ここで、 $E_T$ と $R_N$ は日蒸発散量と日純放射量、 $T_s$ と $T_a$ は地表面温度と気温、 $A$ と $B$ は係数である。この方法は、熱収支式をかなり単純化し、経験的な関係を併用してフラックスを評価しようとするものである。この場合、衛星データは1つのパラメータ（媒介変数）としての性格をもつ。

この他に、リモートセンシングデータを用いて、熱収支や蒸発散を評価する研究が様々行われている。今後特に問題となる点は、大気補正や射出率の問題など、測定精度の向上もさることながら、リモートセンシングデータを最大限に活用でき、物理的根拠のある、あまり複雑すぎない熱収支モデルの同定にあると考えられる。

Appendix

「GPS水蒸気情報による広域蒸発散の推定手法フローチャート」



引用・参考文献

Jackson, R.D., R.J. Reginato and S.B. Idso, 1977, Wheat canopy temperature: a practical tool of evaluating water requirements, *Water Resources Research*, 13, 651-656.

川島茂人、1986、航空機MS Sデータによる地表面熱収支分布の評価、*天気*、第33巻第7号、P.47～58。

Kawashima, S., 1991, Effect of Vegetation on Surface Temperature in Urban and Suburban Areas in Winter, *Energy and Buildings*, Vol.15-16, P.465-469.

川島茂人、1991、研究レビュー「リモートセンシングによる熱環境、熱収支、蒸発散の評価」、*天気*、第38巻、第6号、P.351～362。

Kawashima, S., 1994, Relation between vegetation, surface temperature and surface composition in the Tokyo region during winter, *Remote Sensing of Environment*, Vol.50, No.1, P.52-60.