

共用データベースを利用した蒸発散量分布特性の解析に関する研究

京都大学	工学部地球工学科	学生員	○中塚隼平
京都大学	防災研究所	正員	小尻利治
千葉大学	環境リモートセンシングセンター	正員	近藤昭彦

1 研究の目的 近年の世界における洪水や渇水などの水災害の多発に対処するために、マクロ的な水文現象の理解が必要となってきた。そこで、本研究では、地域特性を認識する方法として水収支の観点からアプローチを行う。そのために、マクロ的な蒸発散量の分布図を作成し、データベースの構築を行うものである。

2 水文・気象関係のデータセット 蒸発散量計算の気候値入力データとして、FAO がアジアの低緯度地域を中心として収集している世界各地の気候値データセット(FAOCLIM)を用いる。さらに、全球の水収支を推定するため、グローバルデータセットとして、GED version1 に含まれる月平均気温、年平均気温、月平均降水量、年平均降水量のデータを用いる。また、土地利用のデータとして、1970 年代から 1980 年代にかけて世界的に集められた Olson World Ecosystems を使用する。

3 蒸発散量の推定

蒸発散量の推定式には、比較的長いスパンで見ると地表面貯留量は一定と考え、降水量と流出量の差を蒸発散量とする水収支法を用いる。

可能蒸発散量を算出する方法として、月平均気温のデータのみで算出できる Thornthwaite 法がある。さらに、可能蒸発散量から蒸発の抑制を考慮した実蒸発散量を算出するために、Morton が定式化した補完関係を導入する。

補完関係¹⁾ 実蒸発散量、可能蒸発散量、Brutsaet の定義による湿潤環境蒸発散量の関係を示したもので、すなわち、

$$Ea = 2 \times Ew - Ep \quad (1)$$

ここに、 Ea : 実蒸発散量(mm/month)

Ew : 湿潤環境蒸発散量(mm/month)

Ep : 可能蒸発散量(mm/month)

この、補完関係を用いて実蒸発散量を算出する方法として Brutsaet-Stricker 法、Morton 法²⁾がある。Brutsaet-Stricker 法が、可能蒸発散量を算出する時に Penman 法を使っているのに対して、Morton 法は、独自の経験式に基づいて可能蒸発散量、湿潤環境蒸発散量の算出を行っているという特徴がある。また、Thornthwaite による、地表面貯留量を考慮して実蒸発散量を算出する方法もある。

Thornthwaite 法による実蒸発散量の推定 全球で蒸発散量を算出するに際して、水収支法を月単位で考え、地下貯留量の変化量を無視できないものとして、可能蒸発散量と月平均降水量から実蒸発散量、地下貯留量の変化量、流出量を算出することにした。Thornthwaite 法は近似的であるが、根の深い成長した植物については、通常の土壌の場合、300mm の水分が蓄えられ、蒸発散量は土壌中の有効水分量に正比例して減少すると仮定した。計算方法は以下のとおりである。

$$\begin{aligned} &\text{if } P_i < Ep_i \text{ の時、} \\ &Ea_i = P_i - (S_i - S_{i-1}) \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} &\text{if } P_i \geq Ep_i \text{ の時、} \\ &Ea_i = Ep_i \end{aligned} \quad (3)$$

ここで、 P_i : i 月の平均降水量

S_i : i 月の平均地下貯留量

Ea_i : i 月の実蒸発散量

Ep_i : i 月の可能蒸発散量

1 月から 12 月までの各月の可能蒸発散量、月平均降水量のデータを用い、上記の計算を繰り返し、実蒸発散量、地表面貯留量、流出量を算出する。

これらの蒸発散量推定式は、観測所で観測可能な気候学的データのみで蒸発散量を算出できることが、最大の特徴であるといえる。しかし、各式には、入力

蒸発散量、地域特性、アジア地域、共用データベース

京都大学防災研究所水資源研究センター (〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄 Tel/Fax0774-38-4397)

データも使用されている経験式も異なるため、それぞれの特性、対象領域を十分考慮する必要があると考えられる。

- 4 **乾湿分布** 補完関係からわかるように、湿潤環境では、実蒸発散量と可能蒸発散量はほぼ同じ値をとる。逆に、乾燥環境では、実蒸発散量と可能蒸発散量の差が大きくなる。そこで、以下の式を導入して、乾燥の指数とする。

$$dE = E_p - E_a$$

ここで、 dE : 乾湿指数(mm)

- 5 **結果と考察** 図1にMorton法によるアジア地域での乾湿分布を示す。実蒸発散量は、赤道付近の低緯度地域、海岸線や大河川付近の値が高く、内陸地域の値は低くなるが、図を見ると、蒸発散量の少ない地域が、必ずしも乾燥しているわけではない。また、乾燥度の高い地域の土地利用を見ると、灌漑農業地帯と砂漠地帯になっていることがわかる。ここでは、砂漠化の要因として降水量の多少、気温の高低を考えると、相対的に気温が低くても降水量がかなり少ない地域では、砂漠地帯になっており、逆に、気温がかなり高くても降水量が多いので、灌漑農業が行える地域もある。これにより、砂漠化の要因として、気温の高低よりも降水量の多少のほうが影響が大きいことがうかがえる。図2にThornthwaite法による8月の実蒸発散量を示す。これを見ると、アジア地区の特徴である、季節によって風向きが変わるモンスーンの影響がよく分かる。2月と8月のインド半島の蒸

発散量を比較すると、2月は、モンスーンが南東から吹き、その風がヒマラヤ山脈を越えることができないインド半島までは届かないために、蒸発散量値は低くなっている。逆に、8月は南西から風が吹いてきて、ヒマラヤ山脈にあたってインド半島に海からの水分量が溜まるために8月の蒸発散量値は高い値を示していることが明白である。さらに、サバナ気候や熱帯モンスーン気候の特徴である雨季と乾季も顕著にわかる。インドシナ半島の2月値は非常に低く、8月の値は非常に高くなっている。

- 6 **まとめ** 本研究では、地域特性を水収支の観点から捉えるために、蒸発散量の算出によるデータベースの作成を行った。そのためにアジア地域で気候値データセットの収集、世界的にはグローバルデータセットの収集を行い、これらを用いてアジアと全球における蒸発散量を算出し、地域特性との関係を示した。今後、時系列的などの更なるデータベースの充実、またその結果を用いて渇水や砂漠化などのさまざまな自然現象の、水収支の観点からの原因解析へとつなげていく必要がある。

参考文献

- 1) 近藤昭彦：複数の手法によるモンスーンアジアの蒸発散量の推定値の比較, ハイドロロジー, 1994
- 2) Morton, H. L. : Operational estimates of areal evapotranspiration and their significance to the science and practice of hydrology . J . Hydrology.66 , 1-76 , 1983

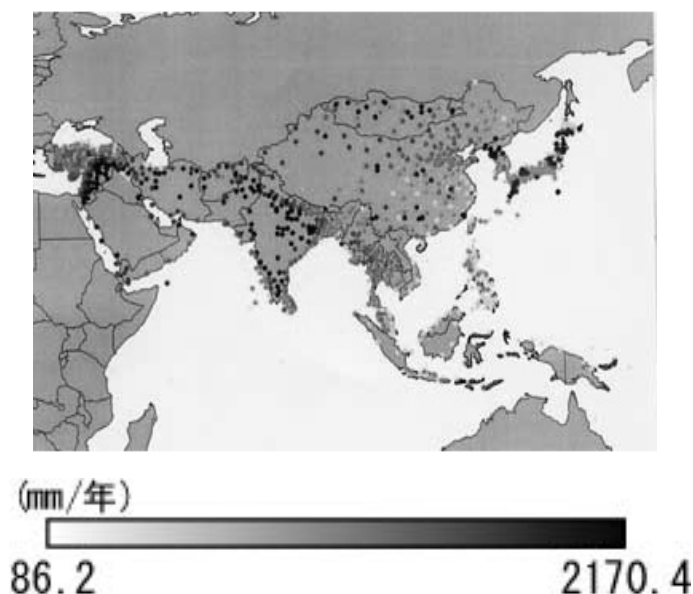


図1 Morton法によるアジア地区の乾湿分布

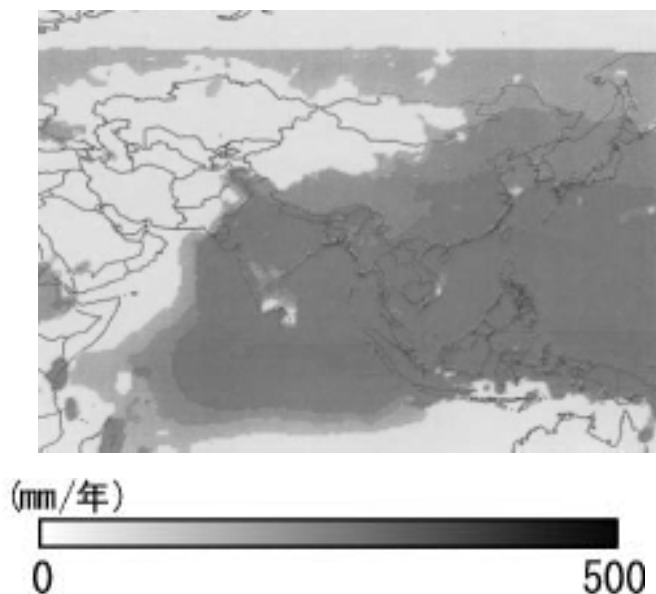


図2 Thornthwaite法による8月の実蒸発散量