

II-319 年水収支の空間分布の推定手法について

徳島大学工学部

正会員・姚 華夏

フェーロ・端野道夫

1. まえがき

地域あるいは地球的な規模で水資源管理、治水利水計画、環境問題などの課題に対して、気象要素と水収支の空間分布を把握することが重要であると考えられる。しかしながら、既存の観測地点でしか気象水文データはなく、降水量・流出量の分布情報は少数の地点データを基に推定しなければ得られない。一方、そういった空間分布の推定方法および応用に関する研究は少ない。そこで本研究は地点観測データを用いて気温、降水量、流出量の空間分布を推定する方法を開発するものである。

年降水量の空間分布についてはスプライン法により、気温の空間分布については標高・緯度・経度との重回帰式により推定し、年流出量については年間水収支式により推定する。

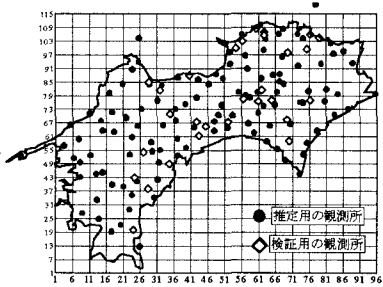


図1 解析領域と観測所

2. 降水量の推定

まず空間解析のスプライン法を用いて降水量の分布を推定する。普通よく用いられている3次スプライン関数は、Schoenberg-Whitneyの条件を満たすような区分的多項式である。ここでは、データ点が僅少でその条件を満たしていない場合の張力付きスプライン関数¹⁾を用い、二次元降雨データの空間補間を行う。即ち下記の評価関数を最小にする関数 $Z(x,y)$ を求める。

$$J(Z) = \int_R \left\{ \left(\frac{\partial Z}{\partial x} + \frac{\partial Z}{\partial y} \right)^2 + \sigma \left(\frac{\partial^2 Z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 Z}{\partial y^2} \right)^2 \right\} dx dy$$

ここに、張力 σ は伸びと歪みの復元力の強さの比を表し、試行計算の結果0.1とした。

分析対象の四国をカバーしている長方形領域(東経132.375°~134.75°、北緯32.525°~32.425°)を、サイズ60°(緯度)×90°(経度)の格子とし、横96格と縦115格で分割して、計11,040個格子(面積およそ4km²)にする(図1)。アメダスと建設省・県・四電・JR四国の雨量観測所(118個)における14年間(1982-1995年)の平均年降水量をデータとして、観測点のない各格子点における年降水量をスプライン法で推定する。

得られた格子点降水量を図2(A)に示す。北部の降水量が少なく南部の方が多い、地形の変動と良く対応している。また気象庁の作成した等降水量線図(B)とよく似ている。さらに、推定に利用した118ヶ所以外の29ヶ所(図1)に対して、推定降水量を観測値と比較しスプライン法を検証したところ(図3)、相関係数が0.982と高く、平均誤差が2.2%となり、推定結果が十分利用できると言える。

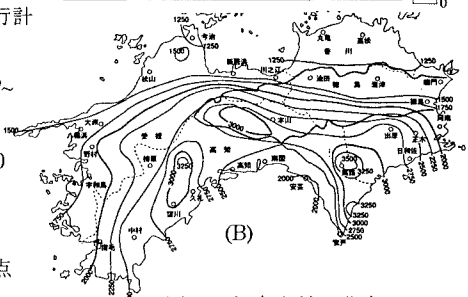
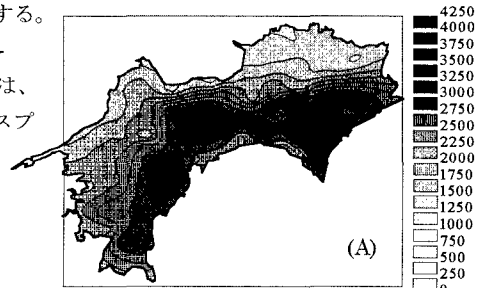


図2 年降水量の分布

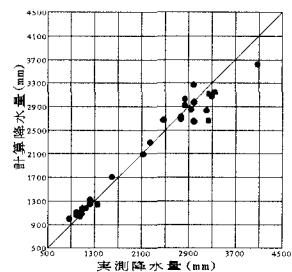


図3 年降水量の比較

3. 気温の推定

次に、気温と標高などの地理因子との統計関係を構築し、月平均気温

キーワード：水収支、空間分布、スプライン。

徳島市南常三島町2-1

Tel: 088-6569407 Fax: 088-6567333

の分布を推定する²⁾。気温の空間変動は標高、緯度、及び経度に対応していることにより、月ごとの気温が下記の重回帰式で表される。

$$T - T_0 = a_0 + a_1(X - X_0) + a_2(Y - Y_0) + a_3(Z - Z_0) \quad (1)$$

ここに、 T と T_0 : 任意地点と基準地点（徳島気象観測所）の月平均気温、 X と X_0 : 任意地点と基準地点の緯度、 Y と Y_0 : 任意地点と基準地点の経度、 Z と Z_0 : 任意地点と基準地点の標高である。回帰係数 a_0 、 a_1 、 a_2 、 a_3 は、気温測定のあるアメダス 43 ヶ所のデータを基に、変数増減回帰法で求める。

回帰式によって得られた年平均気温を実測値と比較し図 4 に示す。誤差が 6 % 以内であり、回帰式が使えると判断できる。従って、図 1 に示している各格子点の緯度、経度及び標高を国土数値情報から読み出し、式(1)に代入すると、各格子点の気温が算出できる。図 5 のように、気温の変動は標高に支配されるところが大きく、讃岐山脈、四国山地が走っている標高の高い部分では気温が低いことが分かる。また、緯度によって気温が変動していることで、四国西南部の半島の気温が高く、北部の気温が低いことも分かる。

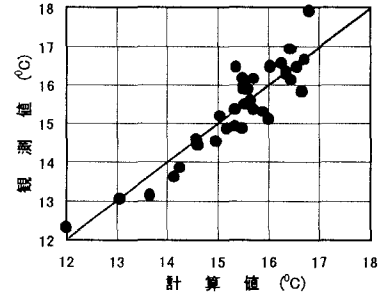


図 4 気温の比較

4. 流出量の推定

各格子に対して、得られた月平均気温を用い、下記の Hamon 式によって月可能蒸発散量 E_{pm} を求める。

$$E_{pm} = 0.14 D_0^2 \cdot P_t \cdot M \quad (2)$$

D_0 : 月平均の可照時間率、 P_t : 月平均気温に対する飽和絶対湿度、 M : 各月の日数である。12ヶ月の可能蒸発散量を合計するのが年間可能蒸発散量 E_p になる。

次に、 E_p と年降水量 P を用い、下記の Pike 式で年実蒸発散量 E を求める。

$$E = E_p / \sqrt{1 + (E_p / P)^2} \quad (3)$$

P と E の数値を次式の年水収支式に代入し、年流出量 R が求められる。

$$R = P - E \quad (4)$$

年流出量の分布を図 6 に表す。四国は降水量が多いため、流出量の分布パターンは降水量とよく似ている。

最後に、四国東部にある那賀川長安口ダム流域（面積 495 km^2 ）と西部にある鹿野川ダム流域（457 km^2 ）を選び、流域に帰属する格子における流出量を取り出し、全流域の年流出量を計算し、流量観測所の実測値と比べると、誤差がそれぞれ 3 % と 7 % と小さく、上記の水収支推定方法が妥当であると考えられる。

参考文献

- 1) 渡津・近藤・富田・大恵(1980): スプライン補間による大気汚染評価とその精度について、徳島大学工学部研究報告, No.25, pp.59-71.
- 2) 姚・端野(1998): 月平均気温と月降水量の流域内空間分布の検討, 水文・水資源学会 1998 年研究発表会要旨集, pp.164-165.



図 5 年平均気温の分布

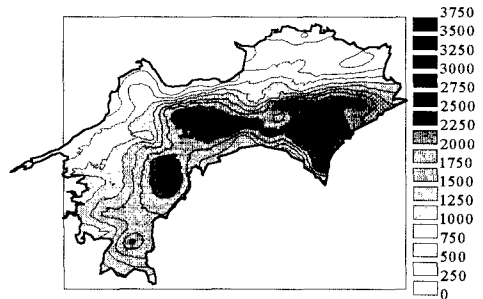


図 6 年流出量の分布