

偏西風の一指標と日降水時系列特性との関連

近畿大学理工学部 正員 ○中西 祐啓

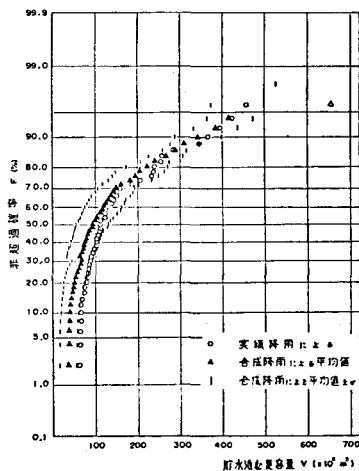
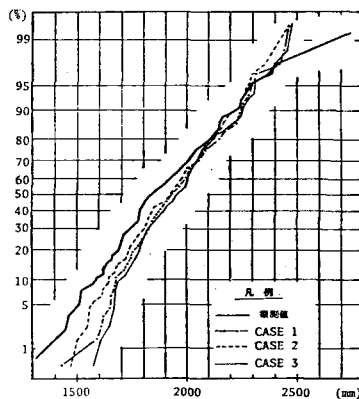
近畿大学理工学部 正員 江藤 剛治

1. はじめに

これまでいくつかの日降水量シミュレーションモデルが提案されている。これらの多くは日降水量時系列の独立性を仮定し日単位程度の確率構造、たとえば無降水期間分布・降水強度分布等をうまく再現するようなモデルとなっている。しかしこのようなモデルでシミュレートした日降水量時系列資料は次のような問題点を持っていることが知られている。ある期間長、たとえば1か月・1年にわたって合計したものを作ると、その確率分布は実測の月降水量・年降水量の確率分布と一致しない。そして次のような一定の傾向を持っている。実測の日降水量時系列はシミュレートした日降水量時系列に比べて、量的に多い方はより多く、少ない方はより少なくなる（図-1）。

以上の差異の現われる原因の一つは、日降水量時系列の独立性の仮定であると考えられる。降水・無降水という一種の属性に着目し自己相関係数を計算すると、日降水量時系列には弱いながらも持続性（周期性）が存在していることがわかる。著者らは以前、このような日降水量時系列特性を考慮できるようなモデルを提案した³⁾。これを潜在変動モデルと名付けた。潜在変動モデルを使うと、合計量の確率分布の再現性は、日降水量時系列の独立性を仮定したモデルに比べてかなり改善される。

実測の日降水量における水文学的渇水特性が本当にうまく再現されているかどうかさらに細かく検討を行うと、実測の日降水量時系列はシミュレートしたものより強い渇水が生起するという傾向がある。潜在変動モデルにより日降水量時系列の持続性をシミュレーションに導入すればこの傾向は改善されるが、それでもなお実測の日降水量時系列の方がより強い渇水が生ずるという傾向は残る。この原因として、降水量時系列は日単位程度の確率モデルでは表現が難しいよりマクロな気象変動に支配されているのではないかと考えられる。これを説明するための1ステップとして、偏西風特性が日降水量時系列に与える影響を調べた。

図-1.a 貯水池必要容量の確率分布¹⁾図-1.b 年降水量非超過確率²⁾

2. 潜在変動モデルによる日降水量シミュレーション結果の検討

潜在変動モデルを用いて6月（梅雨期）から9月（台風期）までの日降水量時系列をシミュレートした。100年間のシミュレーションを5回行った。

実測の日降水量資料における水文学的渇水特性が本当にうまく再現されているかどうか細かく検討するため、単なる合計量ではなく移動合計を計算した。6月から9月までの移動合計を計算し、その内の最小値をその年の代表的な渇水とみなした。これを確率紙にプロットしたものを図-2に示す。図中黒く塗りつぶしたものが実測の日降水量時系列によるもので、白抜きのものでシミュレーションによるものである。

図-2からわかるように、期間長が長くなるにつれて実測の日降水量時系列によるものとシミュレーションによるものとが一致してきている。すなわち4か月間（6～9月）の合計量についてはうまく一致することがわかる。

31日最小移動合計（図-2.a）によるものを見ると、生起確率1/5以下で差異が生じている。この差異は、潜在変動モデルを用いてもなお実測による日降水量時系列の方がシミュレートしたものよりも強い渇水が生ずる傾向にあることを示している。この差異の生ずる原因として降水量時系列は日単位程度の確率モデルでは表現が困難な、よりマクロな気象変動に支配されていることが考えられる。

3. 偏西風と日降水量時系列

3. 1 偏西風の指標

高層における空気の流れは、地表の影響がなくなり等圧線（等圧面高度線）に平行に吹いていると考えられる（地衡風）。地衡風の風速は等圧線の密度に比例していることが知られている。緯度圏に沿う帯状流の平均風速は地衡風として計算できる。したがってある緯度帯の平均風速は南北端の平均気圧差に比例する。この平均気圧差を東西指数という⁴⁾。北緯40°～60°付近の平均気圧差（平均等圧面高度差）は偏西風の指標となる。

本研究では東西指数の計算に500mb高度面の資料を用いた。一般に東西指数の計算は半球規模の平均値をとる。しかし本研究では半球的な500mb高度面の資料がなかったので、次のような範囲で南北の平均等圧面高度差を計算したものを東西指数とよぶことにした。すなわち、500mb高度面の北緯40°における東経60°～150°（10°間隔）の平均値と北緯60°における平均

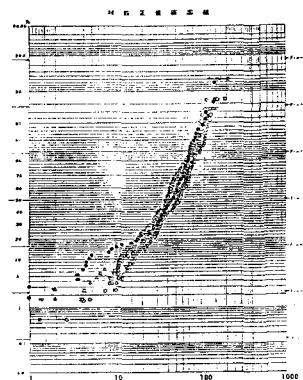


図-2.a 31日最小移動合計

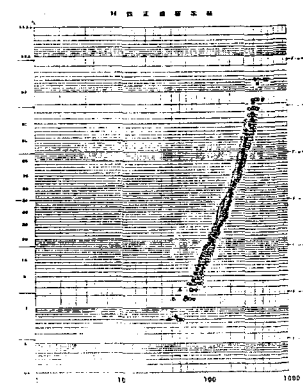


図-2.b 61日最小移動合計

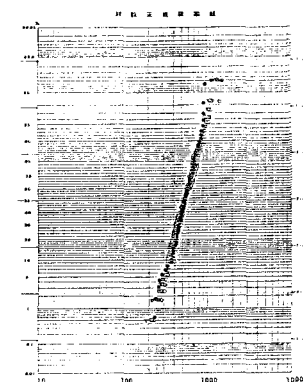


図-2.c 101日最小移動合計

値との差を、以下では東西指数とよんでいる。また同じ理由で、資料の解析年数は1959年から1978年までの20年間、解析の季節は10月から12月までの3か月間とした。

3. 2 東西指数時系列と日降水量時系列

日降水量時系列は降水・無降水という間欠的な時系列になっているので、相関解析には属性相関解析手法（テトラコリック相関解析）を用いた。また東西指数のような連続量に対してもある閾値を定め、それ以上それ以下という属性に分割すれば同じ手法で相関構造を解析することができる。したがって相関解析にはすべてこの手法を用いた。

一方日降水量資料には0.0mmという記録がある。これを降水とみなした場合、無降水とみなした場合の2通りの解析を行った。

東西指数の20年間の各日の平均値をプロットしたものを図-3に示す。10月の間大きくなりそれ以後減少している。このような年周期変動を折線（図中実線）で近似し、これより大きいとき東西指数が強く、小さいとき弱いと考えた。東西指数時系列の自己相関関数を図-4に示す。東西指数は10日以上

の持続性を持つ変動であることがわかる。各日ごと

（10～12月）の解析についても同様の結果が得られた。東西指数が強いとき弱いときの降水確率について調べた（表-1）。ほとんど差は現われておらず、10～12月について降水確率は偏西風の強さに無関係であるといえる。

東西指数時系列と日降水量時系列との相互相関関数を図-5に示す。ほぼ0となっており直接の関係がないことがわかる。各月ごと（10～12月）の解析についても同様の結果が得られた。

次に東西指数が大きい小さいか、言い換えると偏西風が強い弱い条件付での日降水量の自己相関関数を調べた（図-6）。図中実線は東西指数が大きいときの日降水量時系列の自己相関関数であり、破線と東西指数が小さいときのものである。

日降水量資料の0.0mmを降水とみなしたときの解析結果（図-6.a）から以下に示すようなことがわかる。

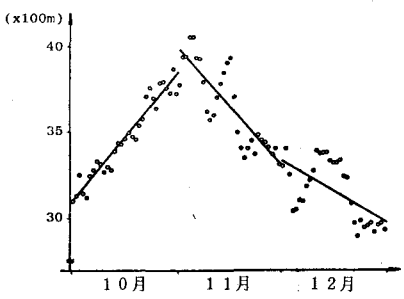


図-3 東西指数の年周期変動

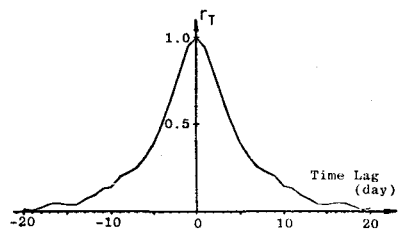


図-4 東西指数時系列の自己相関関数
（10月～12月）
 r_T ；テトラコリック相関係数

表-1 東西指数の大小条件付での降水日率
（ ）内は0.0mmの記録を無降水とみなしたとき

東西指数	〔大〕	〔小〕
10月	42% (32%)	48% (35%)
11月	56% (37%)	55% (36%)
12月	66% (41%)	66% (49%)

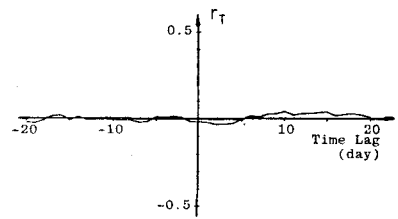


図-5 東西指数と日降水量の相互相関関数
（10月～12月）
 r_T ；テトラコリック相関係数

- ① 東西指数が大きいとき持続性が高くなっている。
- ② 東西指数が大きいとき周期性がかなり明確に現われており周期は約5日である。東西指数が小さいとき周期は明確ではないが5日よりは長くなっているようである。

偏西風が強いとき天気の周期が短くなり、偏西風が弱いときに周期が長くなるというのは直観的にも理解できる結果である。

日降水量資料の0.0 mmを無降水とみなしたとき(図-6. b)には次のようになっている。

- ① 東西指数が大きいときには、図-6. a とほぼ同様の結果が得られている。
- ② 東西指数が小さいとき相関係数が全体的に大きくなっている。

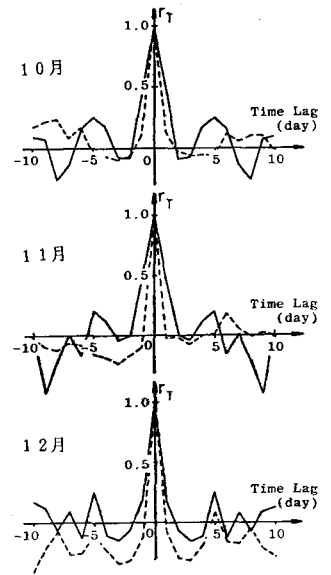
日降水量資料の0.0 mmを降水とみなしたとき無降水とみなしたときの結果の差は現在のところ解明できていない。

4. おわりに

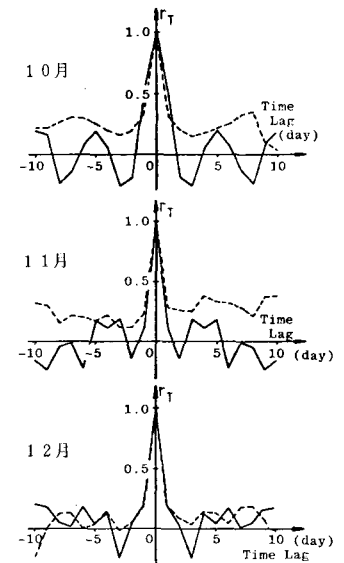
東西指数時系列をシミュレートし、その大小条件付での日降水量の時系列構造を再現できるようなシミュレーションモデルを作れば、マクロな気象変動も導入することができるであろう。そして実測の日降水量の持つ渇水特性とシミュレーションとの差異を縮めることができる可能性がある。現在、潜在変動モデルを用いてこのようなシミュレーション手法の開発を行っている。

〔参考文献〕

- 1) 中村昭・小林隆幸；降水シミュレーションの水管理への適用，土木技術資料，22巻11号，1980
- 2) 近畿地方建設局淀川ダム統管理事務所；広域利水のための日降水量シミュレーションモデル作成，1974. 1
- 3) 室田明・江藤剛治；潜在変動モデルによる日降水量時系列の解析とシミュレーション，土木学会論文報告集，第270号，1978
- 4) 和達清夫監修；新版気象の事典，東京堂出版，1974初版



(a) 0.0 mmの記録を降水とみなしたとき



(b) 0.0 mmの記録を無降水とみなしたとき

図-6 東西指数の大小条件付での日降水量時系列の自己相関関数 r_T ；テトラコリック相関係数