

徳島大学大学院 学生員 国方美規義
徳島大学工学部 正員 端野 直夫

1. まえがき : 降雨現象は、本来、非定常・非線形であるが、降雨時系列の予測問題にどの程度こうした非定常性が影響するかを検討する必要がある。筆者らは、この点に関して研究を行なってきたが、本報告は、今までの研究成果¹⁾²⁾を踏まえて、降雨時系列の非定常・非線形特性と予測の有効性との関連について総合的に考察を加えるものである。なお使用したdataは、大阪の71年間(1900~1970)の時間降雨で、梅雨期(6・7月、477個)、台風期(8~10月、947個)、台風時(79個)に分けて、1時間降雨系列、3時間移動平均降雨系列(以下、簡単のための移動平均系列と記す)との二種類を対象とする。ここに3時間移動平均をとったのは、一般に中規模擾乱による大雨には3時間程度の周期が存在することが知られているので、これを除いた時系列をも考えることにする。ちなみに台風時の場合、移動平均を行うことにより1次の相関係数は0.57より0.87まで上昇し、また標準偏差は3.3より2.6(mm/hr)、歪係数は3.8より2.8と減少する。梅雨期、台風期も台風時とほぼ同様である。なお梅雨期、台風期、台風時の時間平均値は、それぞれ3.6, 2.9, 2.2(mm/hr)である。

2. 非定常降雨特性と予測精度 : 1時間降雨系列を最尤法を用いて非定常解析し、8次までの自己相関係数を求めた。これを用いた非定常AR modelと定常AR modelを使用し、lead time 1時間(以下、予測はすべてlead time 1時間)を行ない、降雨系列の予測を行うさいの非定常性の考慮の必要性の検討を行なった。その結果、非定常性を考慮していない定常modelが非定常modelに比べmodel上安定していて、予測精度面でも同等ないしはそれ以上であることがわかった。次にKalman filteringと定常AR modelを使用して、1時間降雨系列について予測を行なったが上記と同様に、定常AR modelのほうが精度面で良好であった。ただ、Kalman filteringにおける立ち上がりの良さは注目される。

以上の結果は移動平均系列においても同様であった。本資料では、梅雨期・台風期についても相関構造が台風時と同様であることが明らかとなっているのでこれらの期間についても上述のことが期待できる。結果の一例を図1に示す。

3. 非線形降雨特性と予測精度 : 定常AR modelと非線形modelであるGMDHを用いて降雨時系列の同定ならびにその延長としての予測を行うさいの非線形性の考慮の必要性について検討を行なった。その結果、解析上、1時間降雨系列については、非線形性を考慮する必要があるのに対し、移動平均系列については、非線形性を考慮しなくとも、精度上同程度であるが、予測においては、1時間降雨系列にお

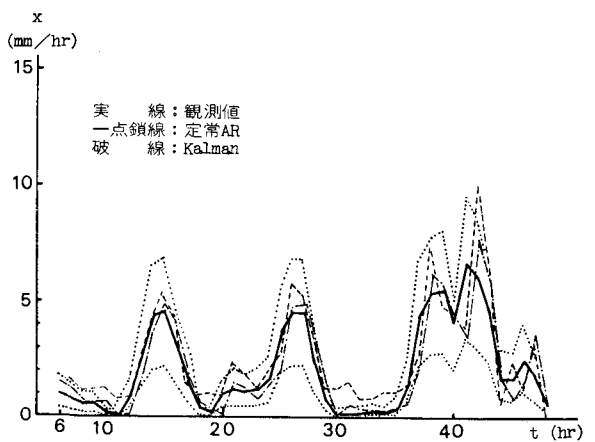


図-1 予測例(移動平均系列-1958・08・24)

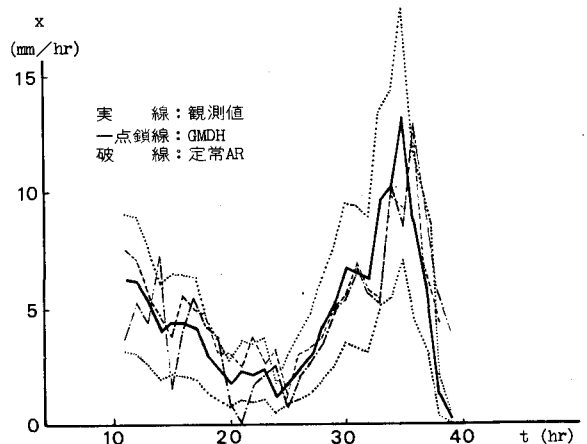


図-2 予測例(移動平均系列-1956・09・25)

いても線形AR modelがGMDHに比べ、やはりmodel上安定して、精度面でも同等ないしはそれ以上であることがわかった。結果の一例を図2に示す。

4. 1時間降雨系列と移動平均系列との関係 : 1時間降雨系列と移動平均系列とについての精度面での比較をここで行う。前者と後者の予測値と観測値との相関係数を示せば、定常AR modelの場合、0.4、0.9、Kalman filteringの場合、0.2、0.8、GMDHの場合、0.3、0.7となり、移動平均系列を用いるほうがかなり有効な予測ができる。この要因としては3時間移動平均を行うことによる図3のような系列相関係数の上昇によると考えられる。特に、一降雨時系列の長さが比較的長い場合や、あるいは、1時間降雨系列の相関構造に継続性がみられる場合には移動

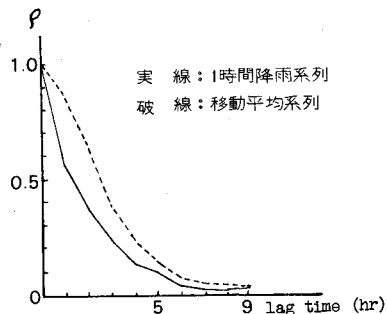


図-3 correlogram (台風時)

平均を行うことによる精度の向上が著しいことがわかった。ところで、移動平均系列による予測は、平均量予測と考えることができる。したがって、実際の降雨量を推定するには、1時間降雨系列と移動平均系列との関係を知る必要がある。そこで移動平均系列の回りに散る1時間降雨系列の変動域を求め、実際の降雨について示したのが図1, 2, 4中の点鎖線であり、ほぼこの変動域内に予測値が入ることがわかる。このことは移動平均系列での予測結果より1時間降雨系列の変動域の目安をあたえるものとなる。

5. 降雨の上昇・下降に関する特性 : 降雨現象は、降雨量が増加する場合(以下、上昇部と記す)と下降する場合(以下、下降部と記す)とは、大きく異なるものと考えられる。そこで、現時点より1時間先の降雨量が上昇と下降のそれぞれの場合について、あらかじめ、現時点以前の降雨量と何らかの関係が判明していれば、次の時点の降雨量の推定は行ない易くなる。

この関係を知るため、重相関分析法を用いて、降雨の上昇部と下降部における重相関係数の比較を行なった。その結果、重相関係数については、降雨の上昇部と下降部に分ける場合が、そうでない場合より大きく、この傾向は1時間降雨系列において著しく、また分けた場合、下降部が降雨の上昇部より大きい。台風時の移動平均系列の場合、重相関係数は、降雨の上昇部で0.94、下降部で0.97、分けない場合で0.92で、梅雨期・台風期では、これらの値より若干小さめとなる。この降雨の上昇・下降に関する気象情報が100%正確に入手できる場合、その降雨情報を導入した線形model(ここでは修正ARと呼ぶこととする)を考える。この修正ARと定常AR modelを使用して、移動平均系列について予測を行ない、降雨情報の有効性について検討した。その結果、定常AR modelは1時間の遅れが出ているのに対し、修正ARではほぼ予測として妥当な結果を得た。したがって、この手法の有効性は、いかに正確な気象情報が入手できるかに依存しているといえる。結果の一例を図4に示す。

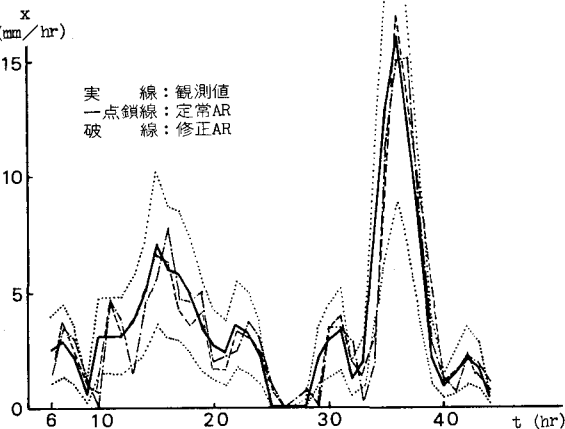


図-4 予測例 (移動平均系列-1965・09・16)

6. あとがき : 降雨時系列を予測するには、1時間降雨系列よりも、降雨の周期性を考慮した3時間移動平均降雨系列で行うと格段の精度の向上が期待できる。また非定常性と非線形性については、これを持ち込むことにより逆に精度の低下をきたすおそれが多分あるので、定常性・線形性の仮定のもとで予測を行うほうが、model上安定して、精度もある程度確保しうる。また、次の時刻の信頼できる気象情報が入手できる場合には、予測精度の向上が可能となる。以上の結果をふまえて、今後これを流出予測と結びつけたい。

参考文献 : 1) 2) 端野・国才; 降雨時系列特性とその予測に関する一考察, 中国気象年報, 第1報, 昭和61年5月, 第2報, 昭和62年5月