10分ごとの資料を使った場合と毎時資料だけを使った場合とのひと雨期間最大1時間降水量の比較

藤 部 文 昭*・中 鉢 幸 悦**

要 旨

8年間の全国のアメダスデータを使って，ひと雨期間中の最大1時間降水量を毎時資料だけから求めたものと10分ごとの資料を使って求めたものとを比較した．最大1時間降水量が5 mm以上である36万回余の降水について，毎時資料による最大1時間降水量と10分資料から求めたものとの比は平均すると0.876であった．この比率は降水継続時間に依存し，継続時間が60分である降水においては0.82であった．また，基準値以上の最大1時間降水量の発現回数について見ると，基準値が高くなるほど10分資料に基づく発現回数と毎時資料によるものとの比が拡大し，100 mm以上の降水の発現回数はほぼ2：1であった．

1．はじめに

最大1時間降水量は防災対策にとって重要な指標である．これは本来は「任意の60分間の降水量」の最大値であるが，10分ごとの資料がオンライン化される前のアメダスや，その導入前に運用されていた観測所のように，毎正時の観測資料（以下「毎時資料」）しか得られない資料も少なくない．このような資料を有効に活用するためには，毎時資料しか使えない場合ともっと細かい時間間隔の資料が得られる場合とで最大1時間降水量の値にどれぐらいの違いが生ずるかを知っておくことが有意義であろう．

農林省（1975），日本気象協会（1982），桑原（1988）らは，気象官署の資料を利用して，連続資料あるいは10分資料から求められる最大1時間降水量と毎時資料によるものとを比較した．これらによると，両者の比(前者÷後者）は1.13～1.14であり，地域や降水の強さによって多少変動する．しかし，これらは1地点あたり数十例かそれ以下の資料に基づくものであり，降水の継続時間などを考慮した詳しい調査には至っていない．

東京管区気象台（2002）は，アメダスデータを利用して，10分資料を使った場合と毎時資料だけを使った場合との1時間降水量の違いを都県ごとに調査した．今回はこれを発展させ，全国を対象にして，ひと雨降水期間中の最大1時間降水量を10分資料を使って求めたものと，毎時資料だけから求めたものとの比を調べた．また，基準値以上の最大1時間降水量が観測される頻度について，同様の比較をした．

なお過去の文献は「連続資料あるいは10分資料による最大1時間降水量÷毎時資料による値」を扱っているが，本稿では「最大1時間降水量を毎時資料から求めると，その真の値に比べてどれほど過小になるか」に注目する立場から，上記の逆数すなわち「毎時資料による値÷10分資料による値」を扱う．

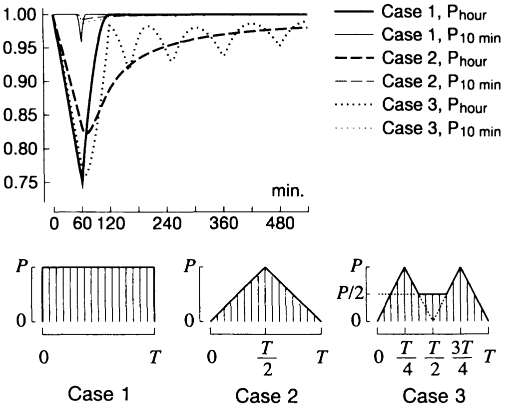
2．予備的考察

連続資料・10分資料および毎時資料から求められる1時間降水量をそれぞれp_{cont}，p_{10min}およびp_{hour}と表し，それらのひと雨期間中の最大値をP_{cont}，P_{10min}，P_{hour}と表す．第1図は，降水の時間変化形の例として単純なものからやや複雑なものまでCase 1～3の3通りを考え，降水がランダムな時刻に起こるとした場合のP_{hour}/P_{cont}とP_{10min}/P_{cont}の期待値を，降水継続時間Tの関数として示したものである．P_{hour}/P_{cont}はTがごく短くても非常に長くても1に近く，$T=60$分ぐらいのときに最小になる．Case 1～3における最小値

* 気象研究所予報研究部．** 気象庁予報部予報課．

—2002年12月9日受領—
—2003年2月5日受理—

© 2003 日本気象学会



第１図　Case 1～3の時間変化形を持つ降水について，P_{hour}/P_{cont}およびP_{10min}/P_{cont}の期待値（縦軸）と降水継続時間 T（横軸）との関係を示したもの．

はそれぞれ0.75，0.822，0.761である．一方 P_{10min}/P_{cont} は Case 1で T≒60分のような場合を除き，1に極めて近い（最小値はそれぞれ0.958，0.993，0.987）．このように，P_{10min}は P_{cont}にほぼ一致するが，P_{hour}は降水継続時間によってはかなり過小になることが予想される．

３．資料と解析方法

3.1　ひと雨降水期間の定義

資料としては10分値が利用できる1994年４月から，2002年３月までのアメダスデータを使った．まず，データ収録状況を月ごとに集計し，12か月すべてについて欠測率が10％未満である1103地点を選んだ．対象期間中に地点の移転等があった場合には，地点番号が連続し緯度・経度の変化が0.03°未満であれば同じ地点として扱った（0.03°という値は便宜的に設定したもので，深い理由はない）．

解析対象は，P_{10min}≧5 mm であるすべてのひと雨降水期間とした（地点ごとに別々に定義した）．P_{10min}の起時を t_{max}として，その直近に p_{10min}≦P_{10min}/10となった60分間の終点を降水開始時刻，t_{max}のあと最初に p_{10min}≦P_{10min}/10となった60分間の始点を降水終了時刻とし，それらの時間差を降水継続時間とした．降水期間中に同じ P_{10min}値が２つ以上あった場合には，最後のものを採用した（これは単に解析上の便宜のためである）．

これにより，全国・全期間で363993回の降水期間が抽出された．その季節別の内訳は，冬（12～２月）が3.2万回，春（３～５月）が7.4万回，夏（６～８月）が14.8万回，秋（９～11月）が11.0万回である．降水強度別には，P_{10min}≧10 mm が13.8万回，≧30 mm が1.4万回，≧50 mm が2474回，≧100 mm は53回である．継続時間別には，120分まで30分ごとにそれぞれ３～５万回，130～180分が5.2万回，190～360分が8.5万回，370分以上が6.1万回である．

上記の手順の中で，降水期間の初めと終わりの条件を p_{10min}≦P_{10min}/10としたのは，短時間に集中する降水と変動しながら持続する降水とを分離するためにやや厳しく設定したものである．これに代えて p_{10min}≦P_{10min}/4の条件を使うと，長時間の降水が複数の短時間降水としてカウントされる場合が出てくるため，降水期間の総数は383567回に増える．しかし，これら２通りの条件による解析結果は，降水継続時間別の統計（第４図）を除けばよく一致する（具体的には第４節の中で記述する）．

3.2　統計方法

結果の統計的信頼性を高めるため，P_{10min}と P_{hour}をそのまま集計する代わりに，以下のようにした．

t_{max}の分の桁は00分から50分までの６通りの値をとり得る．そのどれになるかは偶然のタイミングで決まると期待できる．従って，t_{max}の分の桁が本当は例えば20分だったとしても，それが00分，10分，・・・・，50分だったと仮定して統計をとることができるし，そのほうが資料数が多くなるため信頼性の高い統計ができる．この考えに基づき，P_{hour}の代わりに

(a)　P_{10min}
(b)　t_{max}の10分後または50分前の p_{10min}
(c)　t_{max}の20分後または40分前の p_{10min}
(d)　t_{max}の30分後または30分前の p_{10min}
(e)　t_{max}の40分後または20分前の p_{10min}
(f)　t_{max}の50分後または10分前の p_{10min}

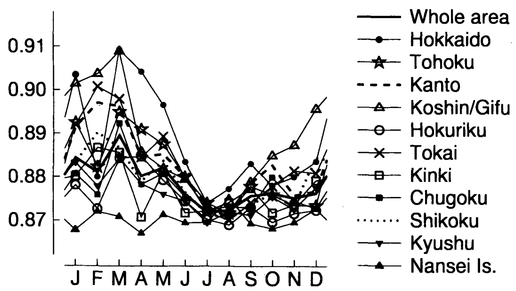
の６つの値（b 以下についてはそれぞれ大きい方を採用する）を平均したものを使った．以下これを $\overline{P}_{hour}$と表す．

毎時資料/10分資料の統計値 R は，P_{10min}と $\overline{P}_{hour}$を対象事例について合計したものの比，すなわち

$$R=\frac{\overline{P}_{hour}\text{の合計}}{P_{10min}\text{の合計}}$$

によって求めた．

なお，降水が強弱を繰り返しながら長時間続くよう



第2図　R の地域別・月別の値.

な場合には，b～f の各定義期間よりも，別の時刻の p_{10min} のほうが大きいことがあり得る．しかし，本解析では「1つの降水ピークにおける1時間降水量の最大値」が，毎時資料を利用することでどれぐらい過小評価されるかに注目する立場から，上記のような場合はあえて考慮しなかった．この問題は降水期間の定義に依存するが，3.1節の最後で触れたように降水期間の両端条件を $p_{10min} \leqq P_{10min}/10$ としても $p_{10min} \leqq P_{10min}/4$ としても統計結果にほとんど差がないので，上記のようなケースの影響もごく小さいと考えられる．

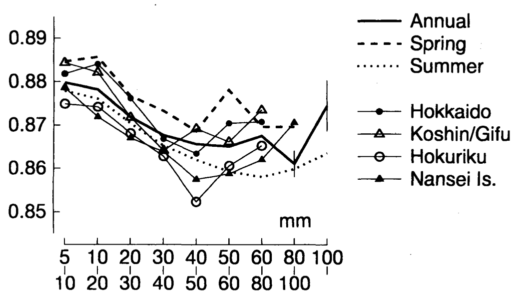
降水の発現頻度については，5 mm から100 mm までの9つの基準値を設定し，P_{10min} と上記 a～f の p_{10min} が各基準値以上である回数を集計した．その際，例えば a～f の中に基準値以上の値が5つあれば $\overline{P}_{hour} \geqq$ 基準値の発現回数を5/6回と数えた．

4．結果

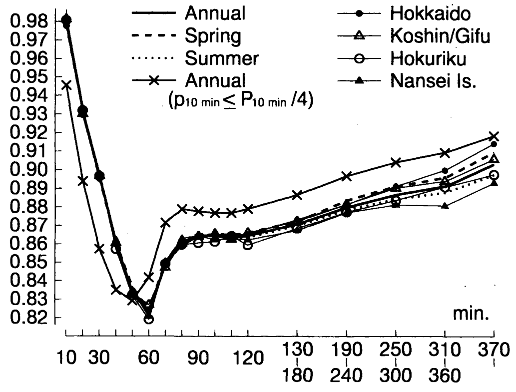
全国・全期間を対象にした R の平均値は0.876である．この値に対する統計誤差の大きさは0.0001であり，事実上無視できる．R の逆数は1.141であり，第1節で紹介した過去の調査による値とほぼ一致する．

この R の値は降水期間の両端条件を $p_{10min} \leqq P_{10min}/10$ としても $P_{10min}/4$ としても同じである．以下，主として $p_{10min} \leqq P_{10min}/10$ による結果を示す．$p_{10min} \leqq P_{10min}/4$ の条件を使った場合の R 値の変化は，降水継続時間別の統計（第4図）を除いて0.001のオーダーである．

第2図は R を月別・地域別に求め，その年変化を示したものである．地域区分は，行政上の区分に地形特性を加味して，北海道・東北・関東・北陸・甲信/岐阜・東海・近畿・中国・四国・九州・南西諸島/小笠原の11分割とした．このうち北陸は新潟・富山・石川・福井の4県，東海は静岡・愛知・三重の3県である．また



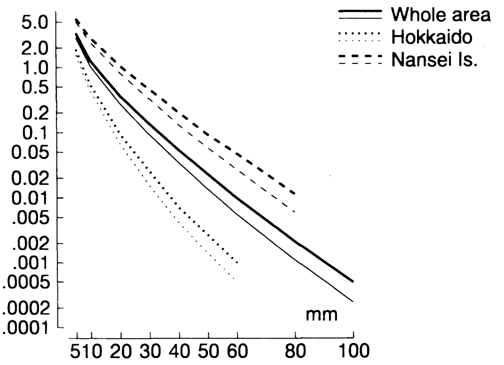
第3図　R と P_{10min} との関係．横軸の「5-10mm」とは P_{10min}＝5mm 以上10mm 未満の意味．$P_{10min} \geqq 80$mm の全国・全期間値については統計誤差の範囲を縦棒で示す．



第4図　R と降水継続時間との関係（継続時間120分まで10分刻み，その先は60分刻み）．この図に限り，$p_{10min} \leqq P_{10min}/4$ の条件を使った場合の結果（全国・全期間のもの）を併記する．

近畿は三重を含まず，九州は奄美を含まない．第2図によると，各月・各地域ともほぼ R＝0.87～0.91の範囲に入る．ただし冬～春は地域差が目立ち，R は北海道や甲信/岐阜で大きく(0.90～0.91)，南西諸島/小笠原で小さい(0.87前後)．夏は地域差が少なく，全国的に R は0.87～0.88である．なお地域別・月別値に対する統計誤差の範囲は0.005未満である．

第3図は R と P_{10min} との関係を示したものである．全国・全期間を対象にした値のほか，季節的に見て R が最大になる春と最小になる夏を，また地域的に見て R が大きい北海道と甲信/岐阜および R が小さい南西諸島/小笠原と北陸のものを示してある(対象例数が10以下の部分は示さない)．全国・全期間の値のうち，95%信頼区間の幅が±0.002を超える $P_{10min} \geqq 80$ mm のものには誤差棒をつけてある．全体として，強い降水ほ



第5図　最大1時間降水量が基準値以上になる頻度（1地点・30日間あたりの回数）．太線はP_{10min}，細線はP_{hour}．

どRが小さくなる傾向があるが，Rの値は0.86から0.89の範囲内にほぼ入っている．

第4図はRと降水継続時間との関係を示す．Rは継続時間10分の降水については0.98前後であるが，継続時間60分で0.82前後まで減少し（全国・全期間の値はそれぞれ0.981と0.823），その後継続時間80分にかけて0.86程度まで増加し，その先は少しずつ増加して継続時間が360分を超える降水については0.90前後になる．Rが降水継続時間に強く依存することは，これがRを左右する最も重要な要素であることを示している．

第4図には$p_{10min} \leqq P_{10min}/4$の条件を使った場合の結果（全国・全期間のもの）も併記した．$p_{10min} \leqq P_{10min}/10$とした場合に比べて$R$の極小は弱く，より短時間側（継続時間50分で0.829）に移っている．極小の位置がずれるのは，$p_{10min} \leqq P_{10min}/10$を使った場合よりも降水期間が短めに評価されるためである．

第5図はP_{10min}とP_{hour}が各基準値以上になる頻度を，全国・北海道・南西諸島/小笠原について比較したものである．両者の頻度比は強い降水ほど拡大する傾向にあり，全国について見ると基準値10 mmについては100：82であるのに対し，30 mmについては100：69，50 mmでは100：59，100 mmでは100：49になる（$p_{10min} \leqq P_{10min}/4$の条件を使ってもこれらの値に変化はない）．このことは，強い降水の再現期間を求めるような場合に，資料の時間間隔が重要な問題になることを示している．

謝　辞

参考文献について気象大学校の水野　量氏に教えて頂いた．また気象庁統計室の勝山　税氏から有益なコメントを頂いた．ここに感謝します．アメダス10分値データは気象庁統計室作成のCD-ROMを利用した．

参　考　文　献

桑原英夫，1988：日本における最大級豪雨の時間的空間的集中特性に関する実証的研究，博士論文（東京大学），173pp.

日本気象協会中央本部，1982：降雨強度図作成手法に関する研究（その2）報告書，100pp.

農林省構造改善局計画部，1975：降雨配分方式の最妥当方法の決定に関する調査，上巻78pp.，下巻239pp.

東京管区気象台，2002：アメダス10分値データを用いた防災情報の高度化～地方共同研究報告～，CD-ROM.

Comparison of Maximum 60-minute Precipitation Amount Obtained from Hourly and Ten-minutely Data

Fumiaki FUJIBE* and Koetsu CHUBACHI**

* (*Corresponding author*) *Meteorological Research Institute, Tsukuba 305-0052, Japan.*
E-mail：*ffujibe@mri-jma.go.jp*
** *Forecast Department, Japan Meteorological Agency.*

(Received 9 December 2002；Accepted 5 February 2003)

Abstract

The AMeDAS data for eight years were used to compare maximum 60-minute precipitation amount in each precipitation event based on hourly data sampling and that based on ten-minutely sampling. On the average over 363993 precipitation cases in which maximum 60-minute precipitation was at least 5mm, the maximum 60-minute precipitation amount based on hourly data was 87.6% of that obtained from ten-minutely data. This ratio was dependent on the duration of precipitation, and was as low as 0.82 for precipitation with duration of 60 minutes. Comparison was also made for the number of cases in which 60-minute precipitation reached some threshold values. The ratio of the numbers of cases based on ten-minutely and hourly sampling was found to be larger for heavier precipitation, and was about 2：1 for precipitation of 100 mm or more.

第15回日本気象学会夏期特別セミナー（若手会夏の学校）開催のお知らせ

第15回夏の学校実行委員会

日本気象学会夏期特別セミナー（夏の学校）は，若手研究者同士の研究に関する議題と情報交換の場として，また親睦を深める場として，毎年行われている行事です．

15回目の今回は，京都大学が主幹となり，京都府園部町の瑠璃渓で開催することになりました．近くには温泉や湖があり初夏の自然を満喫できます．内容は，招待講演，一般講演，ポスターセッションなどを予定しており，分野を越えた交流に絶好の機会です．学部生をはじめとするたくさんの方々に研究発表や議論を繰り広げていただけると幸いです．要項，参加申し込みはWebページ（右記URL参照）上で行う予定です．ご希望の方および興味を持たれた方は是非Webページをご覧下さい．

交通費を除くセミナー参加費は，10,000円前後を予定しています．最新情報や詳細は，ymnetやWebページで順次お知らせ致します．多数の方のご参加をお待ちしています．

記

日　時：2003年７月19日（土）午後
～21日（祝）午前（２泊３日）

場　所：るり渓少年自然の家　京都府園部町
（JR園部駅よりバスで約30分，京都縦貫自動車道園部ICより車で約30分）

定　員：120名程度

参加申込期間：５月１日（木）～５月31日（土）

連絡・問合わせ先：
〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄
京都大学防災研究所大気災害部門暴風雨分野
第15回気象学会夏の学校実行委員会

代　表：**穂積　祐**
Tel：0774-38-4162，Fax：0774-38-4158
E-mail：ymss2003@kurasc.kyoto-u.ac.jp
URL：http://www.kurasc.kyoto-u.ac.jp/ymss2003/