

レーダー・アメダス解析雨量を用いた 地域別最大雨量の評価

Estimation of regional maximum rainfalls based on Radar-AMeDAS precipitation

荒川 英誠¹ ・ 宝 馨²

Hidenobu ARAKAWA and Kaoru TAKARA

¹正会員 工修 京都大学大学院工学研究科 博士後期課程 (〒615-8540 京都市西京区)

(㈱ニュージェック河川グループ)

²フェロー 工博 京都大学防災研究所教授 社会防災研究部門 (〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄)

This paper estimates regional maximum rainfalls, using the depth-area (DA) relationships based on the Radar-AMeDAS precipitation provided by the Japan Meteorological Agency. The DA relationships are derived for each of the twenty-seven climatic regions, which are defined in this paper for districts from Tohoku to Kyushu by statistical analysis of hourly and daily maximum rainfalls by the AMeDAS (1976-2004) etc.; the meteorological characteristics is regarded as the same within each climatic region. The rainfall durations considered are 1, 3, 24 and 48 hours, while the rainfall area ranges up to 28621km² or less. This paper proposes a new DA equation and compared it with the Horton's DA equation conventionally used.

Key Words : DAD analysis, maximum precipitation, radar rain, Radar-Amedas precipitation

1. はじめに

多発する集中豪雨による洪水被害の軽減のために、河川整備が十分でない地域では計画的な河川整備を急ぐとともに、ハザードマップ作成等によるソフト対策も進められている。河川整備、ソフト対策の外力の設定は、当該河川の計画の基本となる降雨に基づくものが一般的であるが、これとは別に最大想定される降雨を視野にいれておくことが重要と考えられる。

一方、気象庁では全国に 20 基設置されているレーダーによる観測雨量を全国約 1300 カ所のアメダス観測所データにより校正し、面的なレーダー・アメダス解析雨量として提供している。これを利用することにより地点雨量では評価できなかった局所的な豪雨を把握することが可能となり、かつ従来必要であったティーセン分割法などによる平均雨量への変換作業がなくなり面積雨量の集計を効率的に実施することができる。

本論文は、このレーダー・アメダス解析雨量（以下、レーダー雨量と呼ぶ）を用いて降雨の時空間特性を分析し、地域ごとの DAD 関係について検討したものである。なお、ここでは当面の対象地域として、本州、四国およ

び九州地域とした。

2. 地域区分の設定

(1) 地域区分の意義

洪水対策では通常過去の実績地点雨量から統計解析を行い、計画対象降雨量を設定している。しかし対象流域の実績のみでは、近傍他流域で発生した豪雨を反映できない。このような課題の解決策の 1 つに地域総合化が挙げられる。地域総合化は豪雨（あるいは洪水）の発生状況が類似と考えられる観測所を選定し、未観測地域あるいは観測期間の不足を補うものである。本論文では地形や過去の降雨記録などから、豪雨の発生状況に類似性が見られる地域に区分し、その地域内のある領域で発生した降雨が同じ地域内で発生するという考え方のもと、地域別の DAD 解析を行ったものである。

(2) 地域区分の設定

地域区分は、過去の豪雨状況と地形、1 級河川流域界を考慮して設定した。参照したのは以下の項目である。

・アメダスデータ（1976～2004）における 1 時間および日雨量最大値

- ・全国に約 150 箇所ある地上気象観測所（40 ヶ年～130 ヶ年分の記録が得られる）における 1 時間および日雨量最大値
- ・アメダス日雨量 100mm 以上の降雨日の平年値（1979～2000）
- ・地上気象観測所の最大降雨の発生要因（台風、前線、雷雨等）

これらの各項目についてその平面分布状況を図示し、概ねの区分を定めた後に、流域界・地形を勘案して区分した。ただし、利根川、信濃川、天竜川など上下流で地形の影響が大きい河川は、必ずしも流域界とは限らない。表-1 に地域区分と地域ごとの豪雨の発生状況を示し図-1 に 27 地域の区分図を示した。

表-1 豪雨分布に着目した地域区分

No.	大地域	地域名称	地域の概要	豪雨の発生状況
1	東北	三陸	岩手県の北上山地東岸	日雨量の最大は200～300mm、時間雨量最大は60～70mm程度で、年1～2回は日100mm以上の降雨のある地域
2		北部内陸	岩手県の北上山地西の内陸部	日雨量の最大は200mm以下、時間雨量最大は50mm以下で、年1回以下程度日100mm以上の降雨がある地域
3		南部太平洋	宮城県南部および福島県東部	日雨量の最大は200～400mm、時間雨量最大は50～70mmで、日100mm以上が海沿いでは年2回程度降る地域。豪雨は主として台風による。
4		日本海	秋田県全域と青森県・山形県の大部分	日雨量の最大は200mm以下、時間雨量最大は50～70mmで、日100mm以上の降雨もあまりない地域。豪雨は主として前線による。
5	関東	関東平地	関東地方平野部および房総半島北部	日雨量の最大は200～300mm、時間雨量最大は60～100mm程度で、所によっては年2回程度日100mm以上の降雨のある地域。豪雨は主として台風による。
6		関東山地	関東地方山地部	日雨量の最大は200～500mm、時間雨量最大は60～120mm程度で、所によっては年2回程度日100mm以上の降雨のある地域
7		房総半島	房総半島南部	日雨量の最大は200～400mm、時間雨量最大は70～120mm程度で、年1～2回は日100mm以上の降雨のある地域
8	北陸	新潟	新潟県と福島県西部および山形県南部の一部	日雨量の最大は200～300mm、時間雨量最大は50～70mmで、日100mm以上の降雨もあまりない地域。豪雨は主として前線による
9		能登	富山県、石川県および福井県嶺北地域	日雨量の最大は200～300mm、時間雨量最大は50～70mmで、年1回以下程度日100mm以上の降雨がある地域。豪雨は主として前線による。
10	中部	東海	愛知県・静岡県全域と山梨県・岐阜県・三重県の一部	日雨量の最大は200～500mm、時間雨量最大は80～120mm程度で、年1～3回は日100mm以上の降雨のある地域
11		伊豆南部	伊豆半島南部	日雨量の最大は200～500mm、時間雨量最大は80～120mm程度で、年1～3回は日100mm以上の降雨のある地域
12		飛騨南信甲斐	岐阜県北部、長野県南部、山梨県西部	日雨量の最大は200～400mm、時間雨量最大は50～60mm程度で、日100mm以上の降雨もあまりない地域。豪雨は主として雷雨による。
13		北信濃	長野県北部	日雨量の最大は200mm以下、時間雨量最大は50～60mm程度で、日100mm以上の降雨もあまりない地域。豪雨は主として雷雨による。
14	近畿	日本海	京都府・兵庫県北部および福井県嶺南を含む地域	日雨量の最大は200～400mm、時間雨量最大は50～90mm程度で、日100mm以上の降雨もあまりない地域
15		内陸	滋賀県全域と奈良県北部、三重県伊賀地域、京都府南部	日雨量の最大は200～400mm、時間雨量最大は50～90mm程度で、年1回以下程度日100mm以上の降雨がある地域
16		南東部	三重県伊勢半島から紀伊半島を含む地域	日雨量の最大は300～500mm超、時間雨量最大は70～120mm超で、年2～3回は日100mm以上の降雨がある地域
17		大阪湾岸	大阪府、兵庫県南部、奈良県北部、和歌山県北部地域	日雨量の最大は200～400mm、時間雨量最大は50～100mm程度で、年1回以下程度日100mm以上の降雨がある地域
18	中国	日本海	鳥取県および斐伊川流域を含む地域	日雨量の最大は200～400mm、時間雨量最大は50～80mm程度で、年1回以下程度日100mm以上の降雨がある地域
19		瀬戸内	岡山県全域、広島県東部地域	日雨量の最大は200mm以下、時間雨量最大は50～80mmで、日100mm以上の降雨もあまりない地域
20		瀬戸内西部	広島県西部、山口県東部地域	日雨量の最大は200～400mm、時間雨量最大は50～90mm程度で、年1～2回程度日100mm以上の降雨がある地域
21		西部	山口県西部と島根県西部地域	日雨量の最大は200～400mm、時間雨量最大は60～100mm程度で、年1～3回程度日100mm以上の降雨がある地域。豪雨は主として前線による。
22	四国	北岸	香川県と愛媛県の瀬戸内に面する地域	日雨量の最大は200～300mm、時間雨量最大は50～70mmで、所によっては年2回程度日100mm以上の降雨がある地域。
23		南岸	徳島県・高知県全域と愛媛県の一部	日雨量の最大は300～500mm超、時間雨量最大は70～120mm超で、年2～3回は日100mm以上の降雨がある地域
24	九州	北部	福岡県・大分県の北部地域	日雨量の最大は200～400mm、時間雨量最大は60～120mmで、年1回以上所によっては年3回は日100mm以上の降雨がある地域。豪雨は主として前線による。
25		西部	長崎県と佐賀県西部	日雨量の最大は300～500mm、時間雨量最大は80～120mm超で、年1回以上所によっては年3回は日100mm以上の降雨がある地域。豪雨は主として前線による。
26		中部	佐賀県東部、福岡県南部と熊本県	日雨量の最大は300～500mm、時間雨量最大は70～120mmで、年2～3回は日100mm以上の降雨がある地域。豪雨は主として前線による。
27		南東部	宮城県・鹿児島県全域と大分県南部	日雨量の最大は300～500mm超、時間雨量最大は70～120mm超で、年2～3回は日100mm以上の降雨がある地域

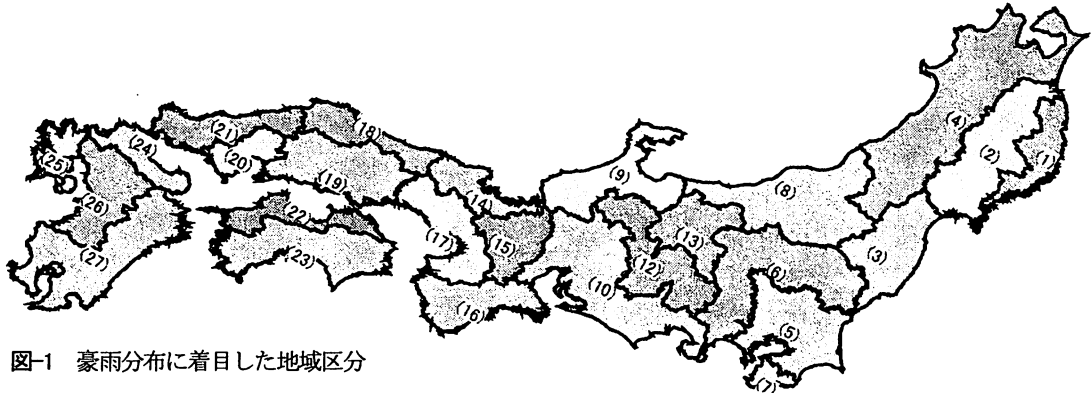


図-1 豪雨分布に着目した地域区分

3. DAD関係の把握

(1) 雨量データ

気象庁のレーダー雨量は 1988 年分から販売されているが、期間ごとにその解像度・時間間隔が異なり、そのデータ内容は表-2 のようである。収録されている雨量は全て 1 時間雨量であり、時間間隔 30 分の場合は、30 分ごとに前 1 時間の雨量が収録されている。

本論文では、1988 年から台風の上陸が過去最多となった 2004 年までのデータを使用した。測地系が 2003 年 6 月を境に変更されているが、測地系によるズレは約 400m であり、メッシュ区切りに対し小さいため、特に集計上の変更は行わず、世界測地系を基準に集計した。

表-2 レーダー・アメダス解析雨量のデータ内容

年月	メッシュ区切	時間間隔	測地系
1988 年 1 月～ 2001 年 3 月	約 5 km 四方 緯度 0.05° 経度 0.0625°	1 時間	日本
2001 年 4 月～ 2003 年 5 月	約 2.5 km 四方 緯度 0.025° 経度 0.03125°	1 時間	日本
2003 年 6 月～ 2005 年 12 月		30 分	世界
2006 年～	約 1km 四方	30 分	世界

(2) レーダー雨量の集計方法

本論文では、地域ごとの最大降雨を把握することを目的としているため、区分地域ごとに最大となりうる降雨日をアメダスデータから選択し、その日を含むレーダー雨量を抽出した。その手順は以下のようなものである。

step1: 雨量データの抽出

- ・地域区分ごとに全アメダス観測所を選択する。
- ・アメダスデータの時間雨量、日雨量の極値データ（第 1 位～第 10 位）から、選択した観測所の 1988～2004 年間における時間雨量、日雨量が最大となる日を抽出する。
- ・抽出日前後を含む 3 日間のレーダー雨量を抽出する。

step2: 抽出データの集計

抽出した降雨日ごとに以下の作業を行う。

- ・雨量規模を 20mm 以上～800mm 以上で 15 段階に設定し、継続時間ごとに各雨量規模別の雨域面積を求め、その雨域内平均雨量をもとめる。
- ・集計する雨量の対象は、区分地域内の降雨とした。すなわち対象地域外の降雨は集計の対象とならず、海上の雨量も入らないが、湖沼上の降雨は集計されている。
- ・平均雨量と雨域面積の関係を継続時間別に整理する。

step3: 区分地域ごとの全対象降雨日に対して step1), 2) を行う。

この集計方法は区分地域内で降雨量の大きな領域を漏らさず集計可能であるが、強雨域が複数に分かれている場合は別の雨域と扱うべきか、判断が難しい。この集計方法に対して、平均雨量の集計範囲をあらかじめ、円または四角によって固定し、様々な大きさの集計範囲に対して算出する方法がある²⁾。この場合は、雨域の分断状況の判断に悩むことはないが、面積平均雨量を小さく見積もることがある。

本論文では、面積に対する最大雨量を求める観点から、手順に示した方法により集計する。雨域が分かれるケースも想定されるため、雨域規模ごとの面積 A がその雨域規模で集計対象となったセルの最遠距離 L 以上の場合、幅 1km の細長い雨域としても 1 つの雨域に成り得ないため、「雨域離れ」としてチェックすることとした。

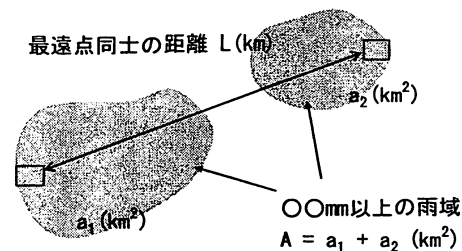


図-2 雨域離れのチェック概念図

(3) 継続時間別の D A の分布

27 地域について、継続時間別（1～48 時間）の雨域面積（Area）と平均降雨量（Duration）の関係をグラフにプロットしその DA 関係を把握した。例として東北三陸地域、関東平地地域の 1 時間雨量、24 時間雨量の DA 図を図-3 に示す。

図-3 に地域別継続時間別に抽出した全降雨日の雨量をプロットするとともに、最大級降雨発生日の DA 関係をラインで示した。これらの図から以下の事柄が分かる。

- ・雨域面積ごとの最大降雨量は 1 つの降雨イベントではなく複数のイベントから成立することが多い。
- ・短時間ほどその傾向が強いが、これは狭い領域では積雲対流による局地的な豪雨が原因となるが、広い領域で最大となるのは台風等によるものと理解できる。
- ・1 時間雨量において 1 つのイベントが降雨面積によらず他のイベントより大きいケースは関東平地の 1999 年 10 月（佐原豪雨）のみであった。他の地域では、広くとも 1000～2000km² で他の降雨イベントが最大降雨を規定している。
- ・長時間では最大降雨量を規定する降雨イベントを 1 つか 2 つ程度に限定できることが多い。
- ・最大降雨量は雨域面積を対数軸とした場合、直線的あるいは、放物線を描くように低減してプロットされる。この関係は、図-3(1) のようにいくつかのイベントが複合する場合でも成立する。（図中の点線）

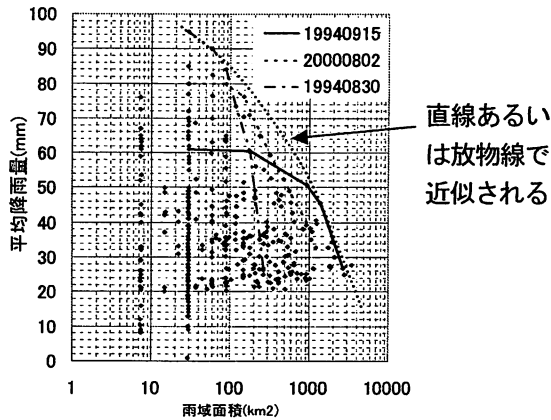


図-3(1) DA図(東北三陸 1 時間雨量)

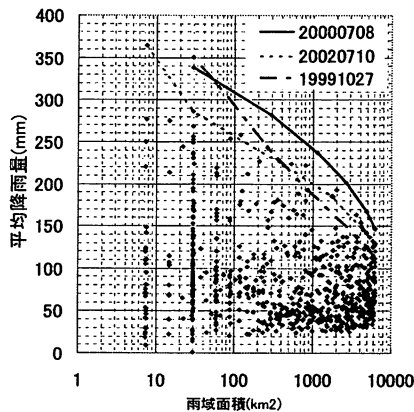


図-3(2) DA図(東北三陸 24 時間雨量)

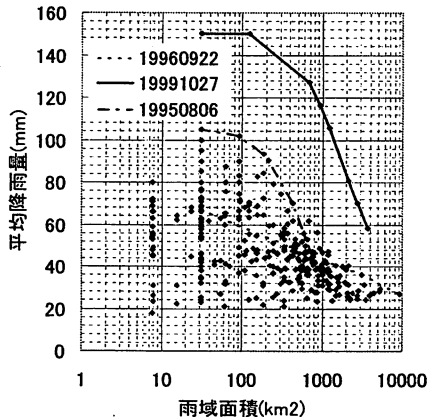


図-3(3) DA図(関東平地 1 時間雨量)

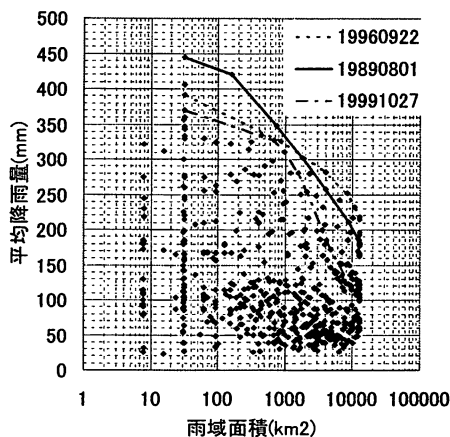


図-3(4) DA図(関東平地 24 時間雨量)

4. DAD解析

(1) 従来のDAD式

従来の一般的なDAD式は、(1)式に示す3定数型のDAD式と(2)式に示すHorton型修正式(以下、Horton式と呼ぶ)のDA式を結合して表されることが多い^{2),3)}。

(2)式における α はDA式単独の場合は定数であるが、DD式と結合して用いる場合、継続時間の関数とすることもある。

$$P_0 = \frac{at}{t^c + b} \quad (1)$$

$$\frac{P}{P_0} = \exp\left\{-\alpha(A - A_0)^\beta\right\} \quad (2)$$

t : 降雨継続時間 a, b, c : 定数

P : 対象流域(雨域)の平均雨量 P_0 : 雨域中心での雨量

A_0 : 実用上最大雨量 P_0 と等しくなる面積

A : 対象流域(雨域)面積 α, β : 定数

(2) DA式の提案

(2)式に両辺対数をとれば分かるようにHorton式は、面積に応じた雨量の割合(P/P_0)の対数値が面積の指数関数となっている。これに対し前章(3)で記述したように、地域の最大級降雨に対して、平均雨量は面積の対数値に比例または放物線を描くように低減していることが分かる。このため、実態のDA関係をより理解しやすい表現とするためにDA式として下式を提案する。

$$P = P_0 - k \left\{ \ln \left(\frac{A}{A_0} \right)^n \right\} \quad (3)$$

k, n : 定数

図-3に示したように実態として、ほぼ直線的に雨量が低減するケースが現れるが、(3)式の場合は、定数 $n=1$ と単純に考えることができる。

Horton式と提案式の比較を東北三陸地域の1時間雨量、24時間雨量への適合性で比較したケースを図-4に示す。図-4では、実績雨量の内、DA式の推定に使用した値を□で示している。この実績データと2つのDA式による近似値の誤差を次式で算出した。

$$err = \frac{\sum (P_r - \hat{P})}{m} \quad (4)$$

P_r : 実績雨量 $\hat{P}$: DA式近似値

m : DA式推定に使用したデータ個数

(4)式で評価したDA式の誤差の比較を表-3に示す。他のケースにおいてもほとんどの場合において、提案式の

誤差が小さく評価され、提案式の妥当性を確認することができた。

(3) 地域別最大級降雨DA式の算定

地域別最大級降雨DA式の継続時間別定数を表-4に示す。このDA式は、地域ごとの時間別面積別の最大となりうる降雨量を求めるものであるため、特に1つの降雨イベントを対象とするのではなく地域内の全ての降雨イベントを対象として設定している。

算定方法は、図-3のようにプロットしたDA図において、地域別継続時間別に最大降雨量を規定する降雨を3個～10個程度抽出し、そのデータに対してDA式を(3)式とした場合の定数を最小2乗法により求めた。最小2乗法であるため全ての最大降雨を包絡してないことから、ここでは最大級降雨と呼んでいる。

A_0 の値はレーダー雨量の最小解像度に依存するため、2001年4月以降に大きな降雨がある場合は2.5km四方のメッシュ区切りに相当し、それ以前は5.0km四方のメッシュ区切りに相当する大きさとなる。また、最大降雨量が危険側の評価とならないよう定数 n は1以上とし、下に凸の曲線とならないようにした。

表-3 DA式の違いによる誤差の比較 (mm)

	1時間雨量	24時間雨量
Horton式	2.410	12.211
提案式	0.717	1.880

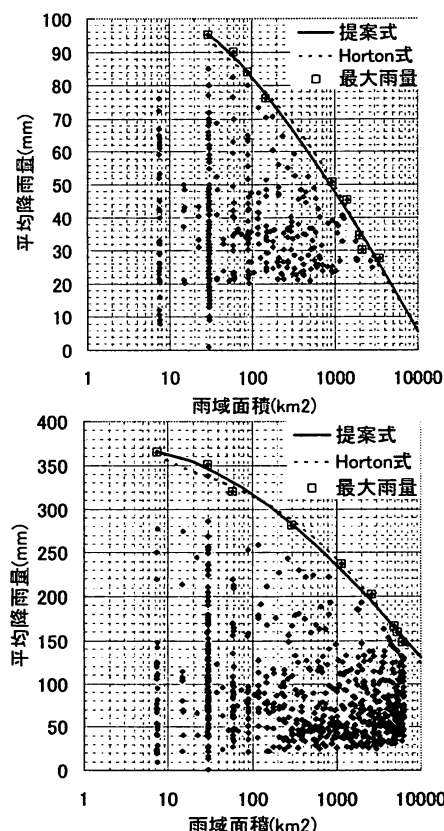


図-4 DA式の適合性比較

(東北三陸地域 上段1時間、下段24時間雨量)

表-4 レーダー雨量による地域別継続時間別DA式

	No.	地域名称 面積(km2)	継続 時間	n	k	A0	P0	200km2	500km2	2000km2	
東北	1	三陸 6,246	1hr	1.27	9.558	29.8	95.0	73	59	36	
			3hr	1.00	21.590	29.6	170.0	129	109	79	
			24hr	1.56	10.809	7.5	365.0	296	264	207	
			48hr	2.75	2.134	29.9	400.4	388	364	290	
	2	北部内陸 15,174	1hr	1.14	14.261	30.2	120.0	91	74	47	
			3hr	1.00	25.251	30.3	195.0	147	124	89	
			24hr	1.26	44.610	30.0	579.0	479	415	307	
			48hr	1.44	34.955	30.0	632.8	545	478	357	
	3	南部太平洋 10,902	1hr	1.00	18.300	30.4	120.0	86	69	43	
			3hr	1.06	29.008	30.4	244.0	187	158	112	
			24hr	1.11	84.733	30.8	747.0	577	483	333	
			48hr	1.21	94.930	30.8	965.2	763	637	430	
	4	日本海 28,621	1hr	2.40	0.997	7.4	112.5	95	81	50	
			3hr	1.82	7.092	7.5	233.0	184	160	118	
			24hr	1.04	59.883	30.0	529.0	412	353	263	
			48hr	1.00	74.615	30.0	615.0	473	405	302	
関東	5	関東平地 13,006	1hr	2.53	1.513	31.3	150.0	143	130	94	
			3hr	2.49	2.814	31.3	311.0	298	275	213	
			24hr	1.27	23.542	31.5	445.0	394	359	301	
			48hr	1.11	34.790	31.3	480.8	412	373	312	
	6	関東山地 18,841	1hr	2.02	2.823	31.0	130.0	120	108	80	
			3hr	1.19	25.854	31.0	299.0	245	212	158	
			24hr	1.61	23.195	30.9	678.4	615	558	447	
			48hr	1.44	44.720	30.8	875.4	765	680	525	
	7	房総半島 1,467	1hr	1.00	18.967	31.6	115.0	80	63		
			3hr	1.00	26.824	31.6	219.0	170	145		
			24hr	1.81	30.949	31.6	690.0	596	495		
			48hr	1.57	42.454	31.6	718.8	608	510		
	北越	8	新潟 17,932	1hr	1.94	1.921	7.7	97.5	79	67	44
				3hr	1.70	9.359	30.6	232.0	205	178	126
				24hr	1.62	19.004	7.6	622.5	493	429	315
				48hr	1.54	25.515	7.6	744.8	587	513	385
9		北陸 11,507	1hr	1.00	12.495	31.2	100.0	77	65	48	
			3hr	1.00	20.611	7.8	227.0	160	141	113	
			24hr	1.00	62.142	7.8	602.7	401	344	258	
			48hr	1.00	58.016	7.8	622.6	434	381	301	
中部		10	東海 21,130	1hr	1.49	6.742	31.6	130.0	113	99	74
				3hr	1.77	7.763	31.6	277.0	254	230	181
				24hr	1.28	53.278	31.6	836.0	719	640	507
				48hr	1.30	49.013	31.6	885.6	777	702	574
		11	伊豆南部 585	1hr	1.09	11.946	31.7	85.0	62	49	
				3hr	2.09	4.576	31.7	150.0	134	112	
				24hr	1.68	17.669	7.9	403.4	277	211	
				48hr	2.05	13.123	7.9	588.6	443	346	
	12	飛騨南信甲斐 12,130	1hr	1.61	4.759	31.5	95.0	82	71	48	
			3hr	1.00	28.220	31.5	218.0	166	140	101	
			24hr	1.33	41.285	31.2	623.0	529	463	348	
			48hr	1.38	34.858	31.2	638.6	557	496	389	
	13	北信濃 8,031	1hr	1.00	11.175	31.1	71.0	50	40	24	
			3hr	1.21	7.533	7.8	112.5	81	70	53	
			24hr	1.00	33.231	31.1	312.0	250	220	174	
			48hr	1.00	41.964	31.1	382.0	304	265	207	
近畿	14	日本海 5,732	1hr	1.00	16.266	31.6	110.0	80	65	43	
			3hr	1.00	21.220	31.4	189.0	150	130	101	
			24hr	1.58	21.504	31.4	478.0	421	371	274	
			48hr	2.52	5.851	31.4	658.4	631	582	447	
	15	内陸 7,202	1hr	1.20	13.218	31.6	110.0	82	65	37	
			3hr	1.17	20.731	7.9	249.0	167	139	96	
			24hr	1.06	54.447	31.6	495.0	391	335	249	
			48hr	1.21	40.357	31.6	514.4	430	376	289	
	16	南東部 8,947	1hr	1.00	18.355	32.0	140.0	106	90	64	
			3hr	1.46	11.617	8.0	308.0	244	216	167	
			24hr	1.22	88.211	31.9	1150.0	965	847	651	
			48hr	1.26	103.780	31.9	1387.8	1165	1016	766	
	17	大阪湾岸 9,848	1hr	1.45	5.540	7.9	120.0	90	76	54	
			3hr	1.00	45.072	31.7	305.0	222	181	118	
			24hr	1.38	31.423	32.0	479.0	407	352	256	
			48hr	1.72	17.112	31.6	548.2	499	450	351	
中国	18	日本海 6,544	1hr	1.74	6.035	31.5	130.0	112	95	58	
			3hr	1.78	4.115	7.9	189.0	156	137	102	
			24hr	1.74	17.664	31.5	493.0	442	389	283	
			48hr	2.34	7.359	31.5	640.0	609	561	434	
	19	瀬戸内 12,857	1hr	1.00	15.406	31.9	120.0	92	78	56	
			3hr	1.61	9.857	31.9	230.0	204	180	133	
			24hr	1.74	11.345	31.8	401.8	369	336	267	
			48hr	1.99	9.961	31.8	539.2	506	464	371	
	20	瀬戸内西部 4,247	1hr	1.24	9.666	31.8	110.0	89	76	54	
			3hr	1.00	23.818	31.7	226.0	182	160	127	
			24hr	1.00	53.474	31.7	474.6	376	327	253	
			48hr	1.64	18.920	32.0	520.4	469	421	326	
	21	西部 7,540	1hr	1.15	11.966	31.9	115.0	91	77	54	
			3hr	1.14	30.997	31.7	275.0	213	176	118	
			24hr	1.20	29.616	31.7	480.4	419	380	317	
			48hr	1.62	21.567	31.8	609.0	551	498	393	
四国	22	北岸 5,454	1hr	1.28	13.234	32.1	130.0	101	82	49	
			3hr	1.00	34.857	8.0	302.5	190	158	110	
			24hr	1.09	93.572	8.0	909.0	574	469	306	
			48hr	1.93	16.462	8.0	877.1	820	722	532	
	23	南岸 12,862	1hr	1.03	22.789	32.2	180.0	138	116	82	
			3hr	1.37	21.150	32.3	344.0	296	260	197	
			24hr	1.14	137.747	32.1	1345.0	1071	909	651	
			48hr	1.00	213.624	32.1	1727.0	1336	1140	844	
九州	24	北部 4,910	1hr	1.89	6.209	32.2	150.0	131	108	59	
			3hr	4.13	0.091	8.0	246.0	235	214	141	
			24hr	1.64	13.214	8.0	450.0	360	314	232	
			48hr	1.08	55.876	32.2	507.6	401	341	249	
	25	西部 3,889	1hr	2.28	2.458	32.4	120.0	110	96	58	
			3hr	1.17	33.672	32.4	300.0	232	191	123	
			24hr	3.04	2.976	32.4	538.8	520	475	318	
			48hr	3.16	2.345	32.4	559.4	544	503	353	
	26	中部 10,135	1hr	1.66	6.881	32.2	140.0	121	103	68	
			3hr	2.42	3.045	32.5	274.0	261	239	180	
			24hr	1.60	28.150	32.4	714.0	641	573	442	
			48hr	1.32	45.575	32.4	793.6	693	621	498	
	27	南東部 17,882	1hr	1.27	8.479	32.8	120.0	102	90	69	
			3hr	1.62	8.273	32.8	248.0	226	206	166	
			24hr	1.70	22.294	32.8	633.0	772	711	587	
			48hr	1.58	32.667	32.8	1010.4	927	851	709	

5. 課題

(1) 統計期間の不足による課題

表-5 にレーダー雨量に基づく各地域の最大雨量 P_0 の発生年月日とその気象要因を参考として示し、表-6 に 24 時間雨量について、レーダー雨量での最大値とアメダスおよび地上気象観測の既往最大の比較を示した。表中の太字はレーダー雨量よりアメダス等の最大値が上回っている地域である。レーダー雨量は局所的な豪雨を網羅できるが 1988 年以降であり本研究では 17 ヶ年のデータに限られている。アメダスは約 30 ヶ年、地上気象観測は約 40～130 ヶ年もの記録があることから、各地域の最大雨量を評価するには、こうした過去の豪雨を評価する必要がある。表-4 に示した最大雨量は、近年その地域で発生した実績のある降雨であり、可能最大雨量とはなっていないことに注意が必要である。

表-5 最大雨量発生日とその気象要因

No.	地域区分	1hr	24hr
1	東北	三陸 19940830 前線	20000708 大気不安定、台風3号
2		北部内陸 19911012 秋雨前線、台風21号	19880828 低気圧
3		南部太平洋 19940923 寒冷低気圧	19980826 前線、台風4号
4		日本海 20040719 梅雨前線	19980826 前線
5	関東	関東平地 19991027 低気圧(佐原豪雨)	19890801 台風13号
6		関東山地 19980730 前線	19980827 前線、台風4号
7		房総半島 19890801 台風13号	19890801 台風13号
8	北越	新潟 20040709 新潟・福島豪雨	20040717 平成16年福井豪雨
9		北陸 19940818 大気不安定	20041020 台風23号、前線
10	中部	東海 19920811 大気不安定	20000911 停滞前線、台風14号
11		伊豆南部 19920714 梅雨前線	20010910 台風15号
12		飛騨南信甲斐 19990915 秋雨前線、台風16号	19990915 前線、台風16号
13		北信濃 19960720 台風6号	19960625 梅雨前線
14	近畿	日本海 20000807 大気不安定	19900919 前線、台風19号
15		内陸 19880824 大気不安定	19970726 台風9号
16		南東部 19900811 大気不安定	19970726 台風9号
17		大阪湾岸 20020709 台風第6号、梅雨前線	20000911 停滞前線、台風14号
18	中国	日本海 19891002 大気不安定	19900919 前線、台風19号
19		瀬戸内 19990915 前線、台風16号	19900918 前線、台風19号
20		瀬戸内西部 19920825 前線	19880715 梅雨前線
21		西部 19990921 台風第18号	19880715 梅雨前線
22	四国	北岸 19990915 前線、台風16号	20041020 台風23号、前線
23		南岸 19931113 前線、低気圧	19900822 台風14号
24	九州	北部 19910914 前線、台風17号	20041020 台風23号、前線
25		西部 19990723 梅雨前線	19990723 梅雨前線
26		中部 19910914 前線、台風17号	19900702 梅雨前線
27		南東部 19910727 梅雨前線	19970916 台風19号

(2) 雨域の分断について取り扱い

3 章(2)で記述した「雨域離れ」を、27 地域の 1 時間雨量、24 時間雨量の面積別最大級の降雨日についてのチェックした結果、1 時間雨量については 27 箇所中 6 箇所が、24 時間雨量については 27 箇所中 8 箇所が「雨域離れ」と判定された。これらの地域・時間帯では、面積雨量の最大値を過大に見積もっている可能性がある。しかし雨域がある時間で離れていても時間の経過により合流することもあることから、どのように取り扱うかについては今後の課題とし、ここでは「雨域離れ」も含んだ上での最大級 D A 式の評価としている。

表-6 レーダー雨量とアメダス等の最大 24 時間雨量の比較

単位:(mm)			1988以降のレーダー記録		アメダスの既往最大	地上気象観測の既往最大
No	地域区分		1セル当の最大雨量	200km2当の最大		
1	東北	三陸	365.0	296	327.0	319.0
2		北部内陸	579.0	479	357.0	328.5
3		南部太平洋	747.0	577	391.0	266.5
4	関東	日本海	529.0	412	392.0	217.6
5		関東平地	445.0	394	321.0	371.9
6		関東山地	678.4	615	607.0	519.7
7		房総半島	690.0	596	426.0	326.0
8	北陸	新潟	622.5	493	421.0	265.0
9		北陸	602.7	401	435.0	234.4
10	中部	東海	836.0	719	627.0	428.0
11		伊豆南部	403.4	277	466.0	290.0
12		飛騨南信甲斐	623.0	529	464.0	463.5
13	近畿	北信濃	312.0	250	254.0	318.8
14		日本海	478.0	421	353.0	324.4
15		内陸	495.0	391	370.0	596.9
16		南東部	1150.0	965	844.0	806.0
17	中国	大阪湾岸	479.0	407	354.0	353.5
18		日本海	493.0	442	473.0	290.2
19		瀬戸内	401.8	389	401.0	234.2
20		瀬戸内西部	474.6	376	334.0	339.6
21	四国	西部	480.4	419	395.0	394.5
22		北岸	909.0	574	525.0	215.1
23		南岸	1345.0	1071	735.0	628.5
24	九州	北部	450.0	360	315.0	307.8
25		西部	538.8	520	448.0	482.0
26		中部	714.0	641	448.0	480.5
27		南東部	833.0	772	715.0	587.2

6. まとめ

本論文ではレーダー・アメダス解析雨量を用いて、地域区分ごとの最大級降雨量について検討した。本論文での成果をとりまとめると以下のようである。

- ・地域区分ごとの降雨量と降雨面積の関係を調べ、継続時間別の最大級降雨量の D A 式を算定し、最大雨量を提示した。この最大雨量は近年実際に発生した値であり、同地域で十分発生する可能性がある雨量である。
- ・実際の降雨量と降雨面積の関係から、D A 式の面積の項を対数で表現した新たな D A 式を提案した。
- ・D A D 解析により地域別最大雨量を評価するにあたり、今後の検討課題として以下の事項が挙げられる。
- ・本論文では 1988 年以降を対象にしておき、最大降雨を検討するにはこれ以前の豪雨の記録を何らかの形で取り込む必要がある。
- ・地域区分をどの程度細分すべきか、合理的な考え方が必要である。
- ・強雨の雨域が複数に分割している場合の取り扱いを明確にする必要がある。
- ・レーダー雨量自体の持つ誤差についての評価を行い、精度を高める必要がある。

参考文献

- 1) 桑原: 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, 東京大学博士論文, 1988
- 2) 宝, 端野: レーダー雨量を用いた D A D 解析と那珂川における可能最大洪水の推定, 京都大学防災研究所年報, 2002
- 3) 角屋, 永井: 洪水比流量曲線へのアプローチ, 京都大学防災研究所年報, 1979

(2008. 4. 3 受付)