

関東平野における降雨分類とレーダ累積降雨量に関する研究

中央大学大学院 学生員 ○大和田 勝
中央大学大学院 学生員 土屋 修一

中央大学大学院 学生員 阿部 陽一
中央大学理工学部 正会員 山田 正

1. はじめに: 東京都心付近における集中豪雨は、都市河川の氾濫・交通網の麻痺といった社会的に甚大な被害をもたらしている。集中豪雨の予測は防災上非常に重要である。本研究では関東平野における対流性降雨の解析を行ってきた。本研究はメソβスケール降雨のレーダ降雨量分布を降雨移動形態、夏期、梅雨期で分類し、レーダ降雨量を累積することにより降雨の地域特性を明らかにした。

2. 解析方法と使用データ: 著者は1995年に中央大学理工学部後楽園キャンパス(東京都文京区)に設置された、観測範囲128km、周波数9445MHz、波長3.2cm、観測分解能が距離方向250m(Intensity Mode)、125m(Doppler Mode)、角度方向0.7°、レーダ雨量換算定数 $B=200$ 、 $\beta=1.6$ のXバンドドップラーレーダを用いて関東平野の降雨を観測してきた。レーダ動画を解析することによりメソβスケールの降雨を降雨域の移動形態で前線組織型降雨・複数セル移動型降雨・単一セル型降雨の3つに大きく分類した。この分類に従い各降雨移動形態別にレーダ降雨量を累積し、レーダ累積降雨量として解析した。この累積では、各移動形態の地域特性を得るために複数の降雨移動形態が同時に発生している場合のデータは除いた。レーダ累積降雨量を定量的に評価するために気象庁アメダスの時間降雨量を用い、アメダス累積降雨量とした。また、梅雨明けから9月30日までを夏期として、夏期と梅雨期のレーダ累積降雨量の比較を行った。

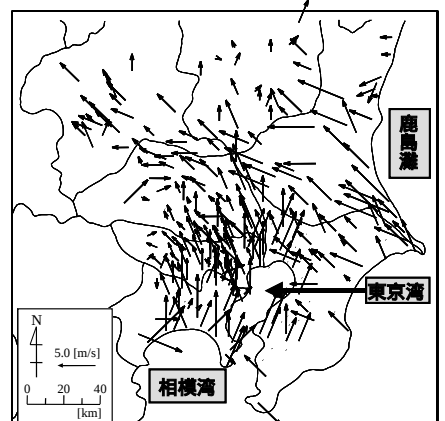


図-1 典型的な海風日の風系(1997/07/19 15:00)
(海風が群馬県の山岳部まで達している。)

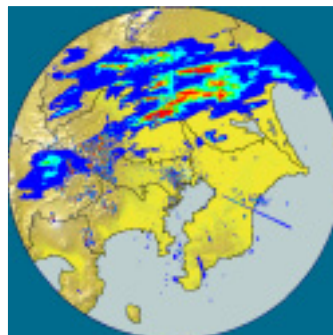


図-2 前線組織型降雨のレーダ累積降雨量分布(1997/08/17)

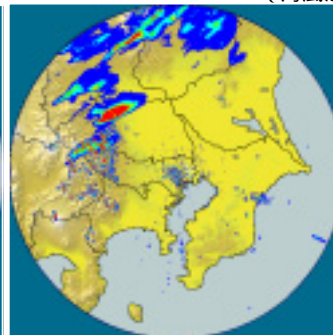


図-3 複数セル移動型降雨のレーダ累積降雨量分布(1997/08/07)

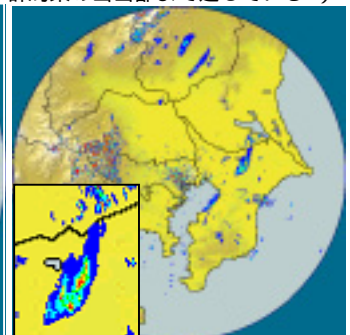


図-4 単一セル型降雨のレーダ累積降雨量分布(1998/08/24)

3. 降雨移動形態別の累積

3.1 降雨移動形態の分類:

メソβスケールの降雨を降

雨域の移動形態で以下の3つに分類する。前線組織型降雨とは雨域が関東北西部または西部の山岳地で発生し、前線面に垂直な方向に移動する降雨の移動形態をいう。その発生日における典型的な地上風系を図-1に示す。東京湾、相模湾、鹿島灘から関東北部山岳域に吹き込む海風により山地の斜面で上昇風が形成され、平野から山岳域に移り変わる南もしくは南東斜面に面した地域で雨域が発生する。さらに、前線組織型降雨は以下のように細かく分類することができた。北部山地発生南下型(1999/08/17, 2000/08/04): 南下してきた降雨が東京都や神奈川県付近で次第に衰弱。北部山地発生南下東進型(2000/08/09, 2002/08/01, 2002/08/15, 2002/09/12): 南下した降雨が東京の手前付近で鹿島灘方向に方向を変え東進する。西部山地発生東進型(1999/05/21, 2000/08/02, 2002/09/07): 東京都西部山地で発生し東進する。複数セル移動型降雨とは発生した降雨セルが上空の偏西風に流され、降水セルの移動方向と同方向に雨域を成長させ進行方向に長いライン状の雨域を形成するような降雨の移動形態をいう。

単一セル型降雨とは一地点にセルが発生し、移流することなく同地点で発達・消滅する降雨移動形態や、上空の風により移流され数個の降水セルを次々に発生させるものが存在する。単一セル型降雨は、熱雷、前線組織型降雨が発生時する前後に生じる降雨セル、低気圧や前線の影響により発生する降雨があり、山地発生型、平野発生型(2000/08/10, 2002/08/06)、海岸発生型(1998/08/21, 1999/09/09)、東京都心近郊発生型(1999/07/21, 2002/08/28)に分けられる。単一セル型降雨の場合、関東地方において単独に発生する場合よりも他の降雨形態が発生している時、同時に他の地域に発生する傾向がある。また、関東地方広域に同時多発的に発生する広域型(2000/08/03, 2001/08/01)の場合もある。

4.2 一降雨での累積: 前線組織型降雨のレーダ累積降雨量分布を図-2に示す。山地で発生した降雨域が山麓方向へ進み、そこで多くの降雨量をもたらす傾向がある。複数セル移動型降雨のレーダ累積降雨量分布を図-3に示す。西部山地から北部山地方向にライン状に多くの降雨量をもたらす傾向がある。単一セル型降雨のレーダ累積降雨量分布を図-4に示す。他の二つの降雨移動形態に比べて非常に狭い地域に多くの降雨量をもたらすことが分かる。一降雨の累積では、その降雨の地域特性は得られるが、それぞれの降雨で地域特性が異なるため各降雨移動形態の一般的な地域特性を明確にあらわせないため、次に各降雨移動形態ごとに累積させた。

4.3 累積降雨量と降雨発生地点: 前線組織型降雨(図-5)では、北部・西部の山麓付近と東京都心付近で降雨量が

キーワード: レーダ, 降雨分類, 累積降雨量, 関東平野

連絡先: 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部土木工学科 TEL: 03-0817-1805 FAX: 03-3817-1803

多い傾向があり、この2つの地域の間で降雨量が少ない傾向がある。これは以下のような理由であると考えられる。北部山地・西部山地で発生した降雨域が山地を南下又は東進する過程で組織化し強化され、その付近で降雨量が多くなる。また、降雨域が埼玉県北東

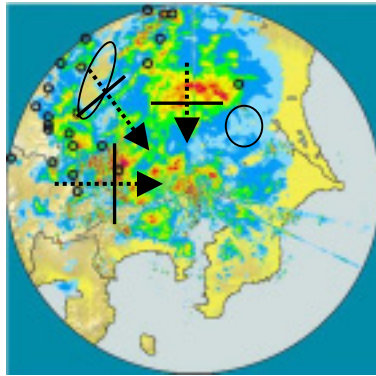


図-5 前線組織型降雨のレーダ累積降雨量分布と発生地点

我孫子付近と前橋西部では降雨量が多かった。小山、佐野付近で降雨量が多い傾向があった。

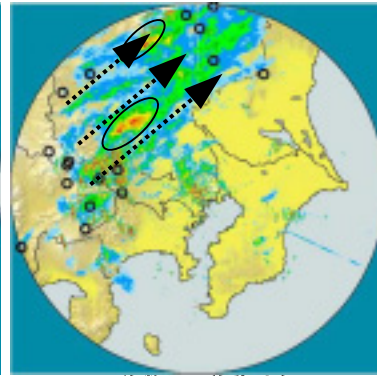


図-6 複数セル移動型降雨のレーダ累積降雨量分布と発生地点

雨域の移動方向とライン状に伸びる降雨域方向は同じである。前橋南西部と赤城山付近で降雨量が多い傾向にあった。



図-7 単一セル型降雨のレーダ累積降雨量分布と発生地点

平野の全域で観測されている。降水量の多い地域と降雨発生地点が一致している。複数の降雨セルが同時に多発することもある。

部から北西部にかけての地域を通過する際に、降雨域の移動速度が増すことが観測されており、このことによって埼玉県平野部で降雨量が少なくなると考えられる。また、東京都心付近で降雨量が多くなっているのは、小規模な降雨セルが発生しているためと考えられる。複数セル移動型降雨(図-6)の発生地点は山間部であるが、発生した降雨域は偏西風に流され北東に移動していくため平野部に降雨をもたらす場合の降雨発生地点は西部山地である。西部山地で発生した降雨域は約50km離れた群馬県の前橋南部と赤城山付近の2箇所で降雨量が多い傾向があった。単一セル型降雨(図-7)の降雨発生地点と降雨量が多い傾向のある地域は一致しており、局所的に多くの降雨量をもたらしていることが分かる。図-8に前線組織型降雨のアメダス累積降雨量分布を示し、図-9に複数セル移動型降雨のアメダス累積降雨量分布を示す。メソβスケールの降雨では降雨域がアメダスポイントの間に入り込んでしまうことがあるためアメダスでは把握することができない降雨特性をレーダ降雨量では把握することができた。また、2002年夏期のレーダ累積降雨量を図-10に示す。図中の○で囲んだ千葉県の我孫子や、茨城のつくば学園都市を含む地域では降雨量が少ない傾向があった。次に2002年梅雨期のレーダ累積降雨量分布を図-11に示す。降雨量は山地部よりも山麓で多い傾向があり、さいたま市付近でも降雨量が多い傾向があった。

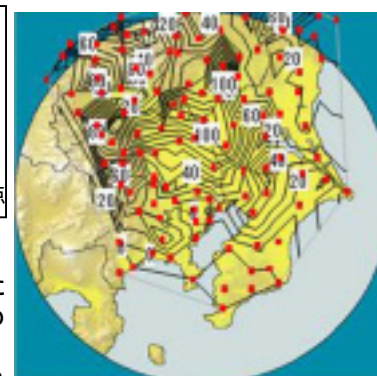
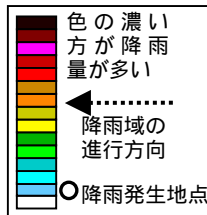


図-8 前線組織型降雨発生時のアメダス時間累積降雨量分布

平野に比べて山地では50mm程度降雨量が多い。群馬県の稲含山・栃木県の宇都宮では累積降雨量140mm以上を観測している。



図-9 複数セル移動型降雨発生時のアメダス時間累積降雨量分布

北部山地、西部山地で降雨量が多い傾向がある。栃木県の那須では累積降雨量161mmを観測している。図の○で示した地域では周辺よりも30mm程度累積降雨量が少ない。

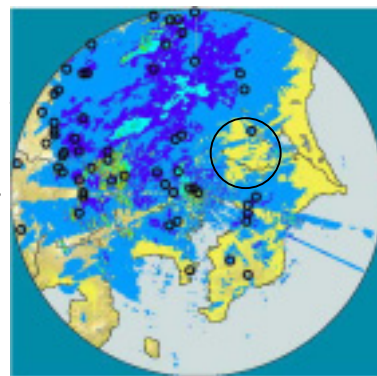


図-10 2002年の夏期間における降雨形態全てのレーダ累積降雨量

降雨分布は平野よりも山地のほうが多い。つくば学園都市を含む一帯では降雨が少ない傾向がある。

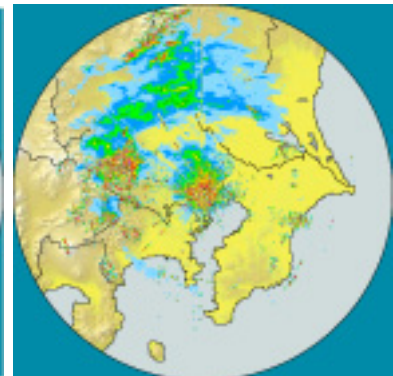


図-11 2002年の梅雨期におけるレーダ累積降雨量分布

北部及び西部の山麓とさいたま市付近で降雨量が多い傾向にあった。

5. まとめ: 得られた知見を以下に示す。降雨発生地点と降雨量が多い地域を比較すると以下のことが明らかとなった。前線組織型降雨では北部山地と西部山地で発生し、山麓で多くの降雨をもたらす。複数セル移動型降雨では西部山地で発生した後に発生地点から北東約50km離れた地点で降雨量が多くなる傾向があった。単一セル型降雨では独立して発生する場合は移流することなく、局地的に非常に多くの降雨をもたらす傾向がある。各降雨移動形態における降雨の地域特性は以下になっている。前線組織型降雨で降雨量が多い傾向があった地域は、埼玉県の熊谷、群馬県の館林、栃木県の佐野を含む地域と、東京都心付近であり、降雨量が少ない傾向があった地域は群馬県の榛名山と赤城山に挟まれた地域である。複数セル移動型降雨で降雨量が多い傾向があった地域は、栃木県の赤城山、群馬県の足尾、方塞山を含む地域、埼玉県の熊谷、寄居を含む地域である。

<参考文献>: 池永均, 久米仁志, 森田寛, 山田正 ドップラーレーダを用いたメソβスケール降雨特性の解析, 水工学論文集第41巻, pp147-154. 1997: 志村光一, 原久弥, 山田正, レーダ雨量計を用いた関東平野における降雨形態の分類と降雨発生目かメカニズムに関する考察, 水工学論文集第44巻, pp97-102. 2000