

関東平野における強降雨域の発生・移動特性に関する研究

中央大学大学院 学生員 ○阿部 陽一 国土交通省京浜工事事務所 正会員 海野 修司
中央大学大学院 学生員 土屋 修一 中央大学理工学部 正会員 山田 正

1. 目的: 防災上、集中豪雨などにおいて発生する強降雨の予想が重要な問題となっている。本研究はドップラーレーダによるレーダ雨量とアメダス雨量から夏期の関東平野における強降雨域を降雨移動形態別に特定し、その地域特性と時間変動特性について解析したものである。また、降雨発生地点と強降雨強度地点の分布から、雨域の発生・発達と移動形態を明らかにし、累積降雨量分布では分からない短時間強降雨特性について解析した。

2. 解析方法と使用データ: 本研究室では 1995 年に中央大学理工学部後楽園キャンパスに周波数 9445MHz、波長 3.2cm、観測半径 128km の バンドドップラーレーダを設置し、関東地方の降雨観測を行ってきた。関東平野にもたらされるメソ-βスケールの降雨について降雨の移動形態により前線組織型降雨、複数セル移動型降雨、単一セル型降雨の 3 つに分類した。本研究では強降雨を対象としてレーダ雨量の瞬間降雨強度が 32mm/h 以上の強降雨強度に着目し、一降雨別、降雨移動形態別、夏期(東京での梅雨明けから 9 月最後の夏日(最高気温が 30 度以上の日)まで)におけるその地域性特性と時間変動特性を検討した。解析データは中央大学ドップラーレーダ観測データと気象庁 AMeDAS データを用いた。

3. 東京近郊における強降雨: 夏期の関東平野における強降雨域は、その降雨移動形態により特性が異なる。特に東京及びその近郊で強降雨をもたらす降雨についてレーダ観測から明らかになった降雨の特徴は、山間部で降雨が発生し始めた頃に平野部で突発的に発生する単一セル型降雨、前線組織型降雨とそれに伴う前線面の前方で突発的な単一セル型降雨もしくは小規模の前線面を持った降雨の発生、低気圧及びその前線に伴う降雨や、台風に伴う降雨があげられる。1997 年から 2001 年までの関東地方における全アメダス観測地点で観測された 10 分値データより、20 [mm/10 分] 以上の降雨は夏期が 48 降雨、梅雨期が 21 降雨、その他の期間が 17 降雨であった。東京では 2000 年 7 月 4 日 16 時 30 分に 34 [mm/10 分] 時間降雨量 81mm、横浜では 1998 年 7 月 30 日に 33.5 [mm/10 分] 92 [mm/h]、前橋では 1997 年 9 月 11 日に 30.5 [mm/10 分] 114.5 [mm/h] を記録している。(関東地方における 1997 年からの最大時間降水量は千葉県佐原で 1999 年 10 月 27 日 20 時に 153 [mm/h] を記録している。)これらの強降雨の要因としては梅雨前線による降雨、低気圧とそれに伴う前線による降雨、台風の影響により前線が刺激させる降雨、台風もしくは熱帯低気圧による降雨があげられる。特に雷雨による短時間強雨はその降雨時間が 1 時間以下と非常に短いことが多く、時間降水量ではその特性が明らかではない。そこで本研究では夏期の主要な強降雨の原因である雷雨性降雨を取り上げ、解析を行った。

4. 2002 年夏期の事例について: 2002 年夏期で最も短時間降水量が多いのは 8 月 15 日宇都宮で 29.5 [mm/10 分] 81.5 [mm/h] で、複数セル移動型降雨であった。梅雨明けから猛暑が続き上空に寒気が流入した 8 月 1 日~5 日にかけて激しい雷雨が発生した。1 日は前線組織北部山地発生南下型降雨で 熊谷で 22 時に 17.0 [mm/10 分] 27.5 [mm/h] を記録した。2 日も同様であったが東北地方から寒冷前線が南下し通過した影響で、東京では 15 時からの 1 時間に気温が 9.1 度低下した。この前線が南下してくる時、前線の前方の東京近郊で突発的に単一セルが発生し強降雨をもたらした。このようなタイプの降雨は 1997 年 7 月 21、22 日にも観測されていて積乱雲が非常に発達し関東地方にメソ低気圧が存在していたことが分かっている。2002 年の事例でも関東平野において降雨発生地点付近とその周囲とは 1 hp~2hp の差があった。さらにこのような降雨の後に雨域が渦状に回転している事例が観測されている。3 日から 4 日にかけての降雨は 22 時以降にようやく前線化したのが東京手前で衰弱した。前橋で 24 時に 22.0 [mm/10 分] 69.5 [mm/h] を記録。4 日午後の降雨は北部から南下した降雨が埼玉県平野部で一度弱まり、東京都県境付近で再び強化し東京で 22 時に 17.5 [mm/10 分] 30.5 [mm/h]、北区志茂で 21 時 30 分 71 [mm/h] を記録した。

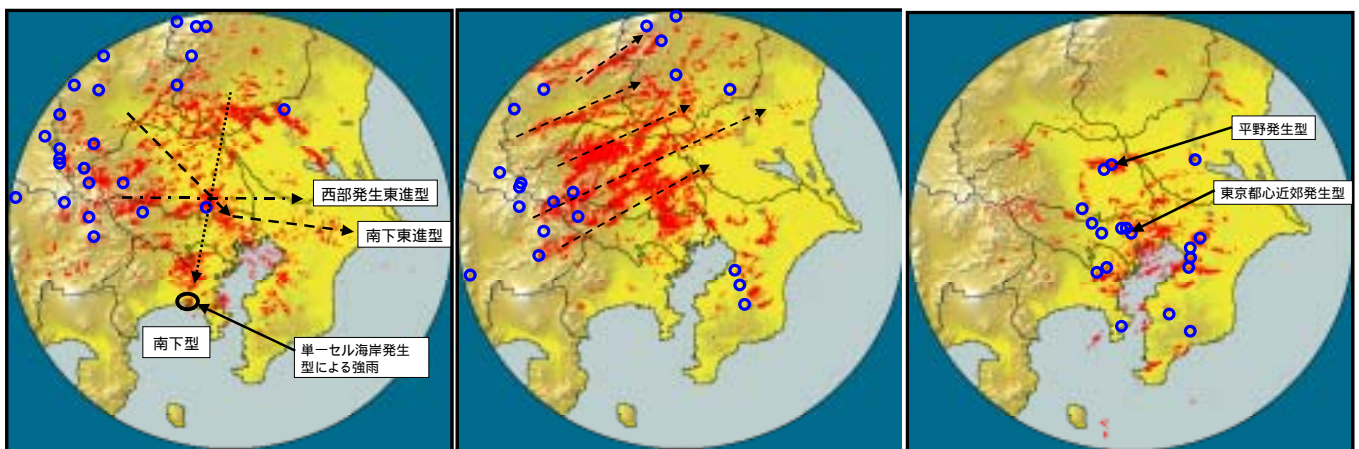


図-1 前線組織型降雨における強降雨強度 32mm/h 以上の分布と雨域の移動方向

北部発生南下型、北部発生南下東進型、西部発生東進型があり降雨発生点と強降雨点は異なり前線化する地域から進行方向に多い。

○は降雨発生地点。赤色のところはレーダで瞬間降雨強度が 32 以上を観測した地点。→は降雨の移動方向

図-2 複数セル移動型降雨における強降雨強度 32mm/h 以上の分布と雨域の移動方向

降雨発生場所と強降雨域が同じ地点かまたは非常に近く、西南西から東北東に伸びるラインができる。関東山地での発生が多い

図-3 単一セル型降雨における強降雨強度 32mm/h 以上の分布

降雨発生場所と強降雨域は同じ地域となるか上空の風によりいくらか移動する場合がある。降雨の寿命は非常に短い。

キーワード：レーダ、関東平野、強降雨強度、強降雨域

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 E-mail:abe@civil.chuo-u.ac.jp

5. 夏期における一般的な雷雨発生メカニズム：前線組織型降雨が発生する日における典型的な地上風系を図-4に示す。前線組織型降雨では、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。

6. 過去7年間のレーダ観測における夏期の降雨分類：著者らが観測した1997年からの降雨を降雨の発生場所と移動形態によりさらに分類すると以下のようになる。前線組織型降雨は北部山地発生南下型：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：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：東京都西部山地で発生し東進する。単一セル型降雨は、熱雷、前線組織型降雨が発生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、海岸発生型、東京都心近郊発生型に分けられる。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場合が多い傾向にある。また、関東地方広域に同時多発的に発生する広域型の場合もある。

7. 降雨発生場所と強降雨発生点、及びその時間特性：夏期の降雨を降雨移動分類別に、降雨発生場所と強降雨地点とを比較した。前線組織型降雨の場合を図-1に示す。北部山岳部及び北西山岳部の各地で発生した降雨が発達し、平野部に南下して来た地点つまり埼玉県北部と栃木県南東部、群馬県南西部の県境付近で各雨域が次第に組織化してまとまった一つの降雨となりその降雨構造が強化することで、南南西から東北東に伸びた前線面を形成し、強降雨域が現れ始める。この前線の通り道である埼玉県平野部、東京都心付近、神奈川県中部平野域に強降雨域がある。平野部での前線の進行速度は、2002年8月1日の場合レーダ観測から推定して時速60km/h以上であった。（参考：2002年10月1日の台風に伴うレインバンドでは進行速度が100km/h以上もあった）また、発達が弱い場合は前線構造が保てず関東北部で消滅する。組織化の規模が小さい場合は南下距離が短く、この場合複数の小さい前線性降雨が発生していることがある。前線が南下し東進する場合は千葉県北部に強降雨が現れ、西部山岳部で発生する場合は埼玉県南南西部、東京都西部とその進行地域の埼玉県と東京都の平野部において強降雨となっている。複数セル移動型の場合を図-2に示す。降雨発生場所と強降雨域が同じ地点または非常に近く、西南西から東北東に帯状に伸び、非常に強い降雨を同じ地域に降らせ続けることがある。発生場所は、関東山地の群馬県南西山間部から丹沢山地の神奈川県北西部山間部である。前線組織型に比べ、強降雨域がライン状になる。東京都心に雨を降らすことは少なく関東平野北部で強降雨が多い傾向にある。単一セル型降雨の場合を図-3に示す。降雨発生場所と強降雨域は同じ地域となる場合が多い。次に強降雨強度64mm/h以上の分布を図-5に示す。強降雨が多いのは、前線組織型降雨が組織化し強化する群馬県・栃木県・埼玉県・茨城県の県境地域と、前線組織型降雨と複数セル移動型降雨が発達する西部山間部とその東側の平野部、降雨の通過地域であり再び強化する場合や突発的に降雨が発生することのある東京近郊平野部、単一セル型降雨による神奈川県緑区付近や千葉市付近、房総半島の山間部などである。夏期の関東平野における降雨発生場所と強降雨強度32mm/h以上となった地点の時間変動を図-6に示す。関東地方では12時ごろから降雨が発生し始め14時頃から強降雨域が広がり16時頃から関東南部や都心部で強降雨が多い傾向にある。

8. まとめ：夏期の関東平野における雷雨性降雨では、強降雨域とその降雨発生時間帯は以下ようである。北部山地の山裾よりやや南から平野部にかけては14時以降。埼玉県南部から東京都近郊の平野部は16時以降。東京・埼玉・山梨の県境付近である西部山地とその東側の平野部は14時以降。東京町田から南東付近は20時以降。また、強降雨があまり無い地域は、つくば学園都市付近、前橋の南から南西付近、千葉県及び茨城県の東部である。

<参考文献>：池永均、久米仁志、森田寛、山田正、ドブ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メカニズムに関する考察、水工学論文集第44巻、pp97-102.2000

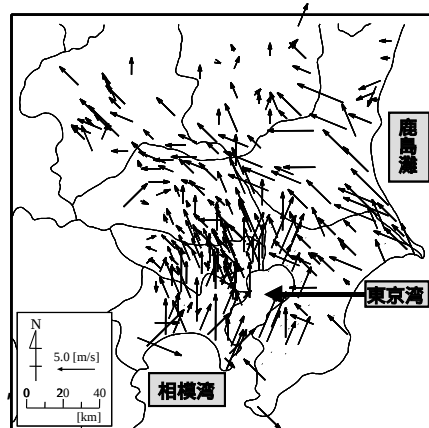


図-4 典型的な海風の風系(1997/7/19 15:00)
(海風が群馬県の山岳部まで達している。)

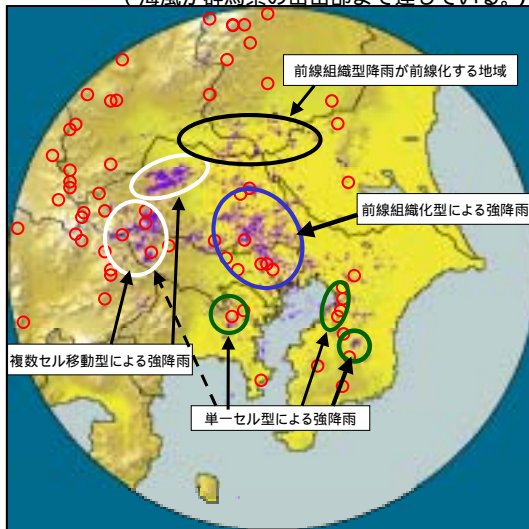


図-5 夏期の雷雨性降雨における強降雨強度
64mm/h以上の分布

強降雨が多いのは前線型降雨が前線化する北部地域、前線型と複数型が発達する西部山地とその東側、降雨の通過域であり再び強化する場合や突発的に降雨が発生することのある東京近郊平野部、単一性降雨による川崎市付近や千葉市付近、房総半島の山間部などである。

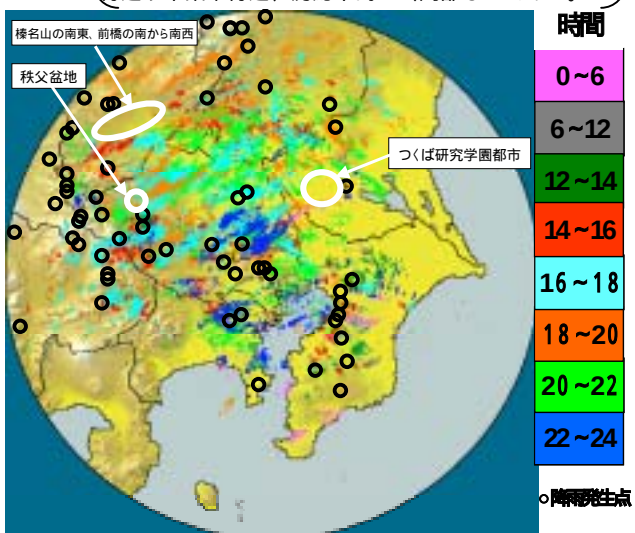


図-6 夏期の雷雨性降雨における強降雨強度32mm/h以上の
時間帯別分布

北部と西部山間部は14時頃から、東京近郊平野部は16時頃から強降雨となっている。強降雨が少ない地域は榛名山南東地域（北部前線型降雨が前線化する地域の北側）、つくば学園都市付近（強い降雨の発生や通過が少ない地域）、千葉県と茨城県の東部（雨の発生点から遠い）である。