夏期の関東平野における強雨特性に関する研究

中央大学大学院　学生員　○阿部　陽一　　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　　中央大学理工学部　正会員　山田　正

１．目的：集中豪雨などに代表される強雨の予測は，防災上重要な問題となっている．関東平野部における夏期の雷雨性降雨による強雨は，一地点で見た場合その降雨継続時間は１時間以下と短いことが多く，場所によっては数十分と非常に短時間で局所的であることから，時間降水量ではその特性が明らかにできない．本研究はX-Band 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雨域を降雨移動形態別に分類し，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，地点雨量分布では分からない局所的短時間強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，観測分解能は距離方向 250m，角度方向 0.7°の X-Band 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つに大きく分類している．本研究では強雨を対象としてレーダ雨量(雨量換算定数:B=200, β=1.6, PPI スキャン 1.0°)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，降雨移動形態別に夏期(東京での梅雨明けから９月最後の夏日まで)におけるその地域特性と時間変動特性を検討した．解析に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雨：夏期の関東平野における強雨域は，その降雨移動形態により降雨特性が異なる．特に東京及びその近郊で強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特性は，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 (2001/7/31,2000/8/2)，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(2002/8/2,1999/8/29(港区 114mm/h 記録))もしくは小規模の前線面(2002/8/4)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/10mim］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/10mim］時間降雨量 81mm, 横浜では 1998 年７月 30 日に 33.5［mm/10mim］92［mm/h］, 前橋では 1997 年９月 11 日に 30.5［mm/10mim］114.5［mm/h］を記録している．これらの強雨の要因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などであった．

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かったのは８月 15 日宇都宮で 29.5［mm/10mim］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/10mim］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１hp～2hp の差があった．さらにこの様な降雨の後にメソ低気圧の影響によると思われる，雨域が渦状に回転している事例を観測している．８月３日～4 日にかけての降雨は 22 時以降にようやく前線化したが東京手前で衰弱した．前橋で 24 時に 22.0［mm/10mim］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

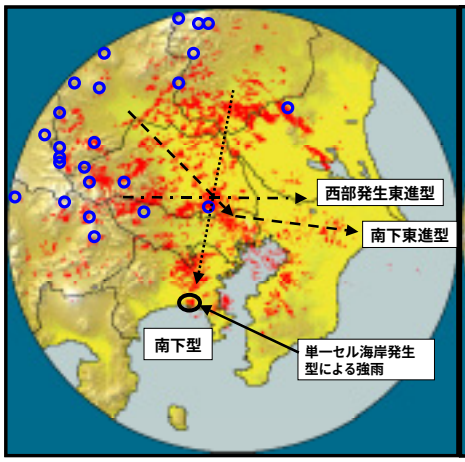

図-1　前線組織型降雨における強降雨強度 32mm/h 以上の分布と雨域の移動方向

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．

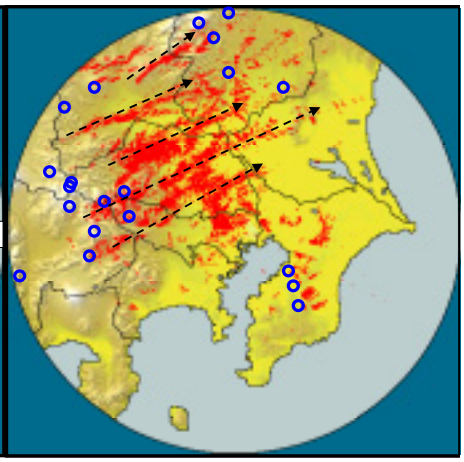

図-2　複数セル移動型降雨における強降雨強度 32mm/h 以上の分布と雨域の移動方向

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

○:降雨発生地点．赤色:レーダ瞬間降雨強度 32mm/h 以上観測地点．→：降雨移動方向

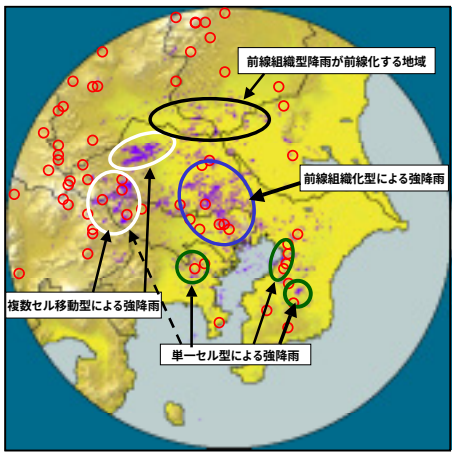

図-3　夏期の雷雨性降雨における強降雨強度 64mm/h 以上の分布

強降雨が多いのは前線型降雨が組織化する北部地域，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，単一性降雨による地域などである．

キーワード：レーダ，関東平野，強降雨強度，強雨域
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

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/10mim］30.5［mm/h］，北区志茂で 21 時 30 分 71［mm/h］を記録した．

５．降雨発生地点と強雨発生地点，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雨地点とを比較した．①前線組織型降雨の場合を**図-1** に示す．北部山間部及び北西山間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前線状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，前線面を形成し強雨域が現れ始める．降雨発生から強雨となり組織化する時間間隔はおよそ 2～4 時間であるが，一度組織化の傾向が生まれると強雨になるまでは比較的早い．また，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）降雨の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（2001/8/1）．前線が南下し東進する場合は千葉県北部に強雨が現れ，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雨となっている．②複数セル移動型の場合を**図-2** に示す．降雨発生場所と強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雨が多い傾向にある．③単一セル型降雨の場合は，降雨発生場所と強雨域は同じ地域となる場合が多い．次に強降雨強度強度 64mm/h 以上の分布を**図-3** に示す．強雨が多いのは，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．

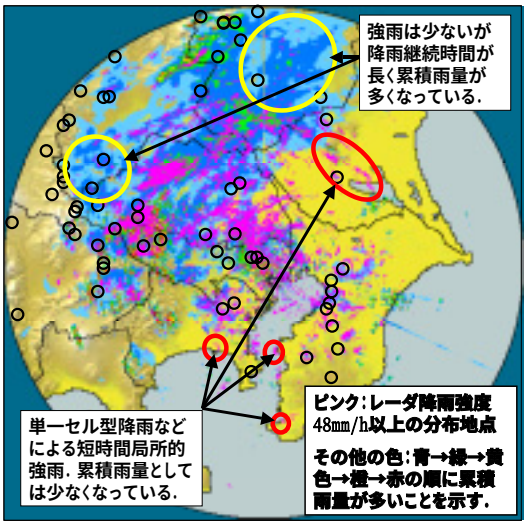

図-4　夏期の降雨発生地点及びレーダ累積雨量分布とレーダ瞬間強降雨強度 48mm/h 以上の分布の比較

累積雨量分布は北部山地から平野部にかけて多く，山地では強雨は少ないが降雨継続時間が長いため累積雨量が多い傾向がある．強雨は山際から平野部にかけて多く分布し，単一セル型降雨などの短時間局所的強雨地点では累積雨量は少なくなっている．

６．累積降雨分布との比較：降雨発生地点及びレーダ累積降雨量分布とレーダ瞬間強雨強度 48mm/h 以上の分布の比較を**図-4** に示す．前線組織型降雨では，平野北部の前線組織型降雨が組織化するあたりで降雨が一時停滞するため両者ともに多く分布している．前線が移動し通過していく埼玉県平野部から突発的に雷雨が発生することがある都心付近では累積雨量は少ないが強雨は多く降っている．また複製セル移動型降雨と単一セル型降雨はその降雨形態の特徴から累積雨量と強雨の分布はほぼ同じ地域となり，局所的短時間強雨では累積雨量で現れていない場合でも強雨分布として確認することができた．

７．まとめ：夏期の関東平野における雷雨性降雨は降雨移動形態別に地域特性が異なり，強雨域に地域性と時間特性が見られた．降雨発生場所とレーダ瞬間強降雨強度 32mm/h 以上となった地点の時間変動分布は**図-5** のようにまとめられる．関東地方では 12 時ごろから降雨が発生し始め，①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．②埼玉県南部から東京都近郊の平野部は 16 時以降．③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．④東京町田から南東付近は 20 時以降にそれぞれ強雨の出現傾向が強い．強雨があまり降らな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．前線組織型降雨の場合，埼玉県平野部では強雨は短時間であることが多い．これら強雨の時間特性と地域特性の結果は，小倉らによる夏期の関東地方における雷雨と大気環境の解析での時刻別雲放電数や放電密度，落雷密度，発雷パターンとその傾向がよく一致している．また，アメダス雨量やアメダス極値データの最大１時間降水量を調べた結果，平野部を山間部と比較すると累積降雨量はやや少ないが強雨は多い傾向があり，特にレーダ観測から夏期においては関東平野北部から都心にかけての平野部で強雨域が多く現れていて，その地域特性が面的により詳しく明らかとなった。

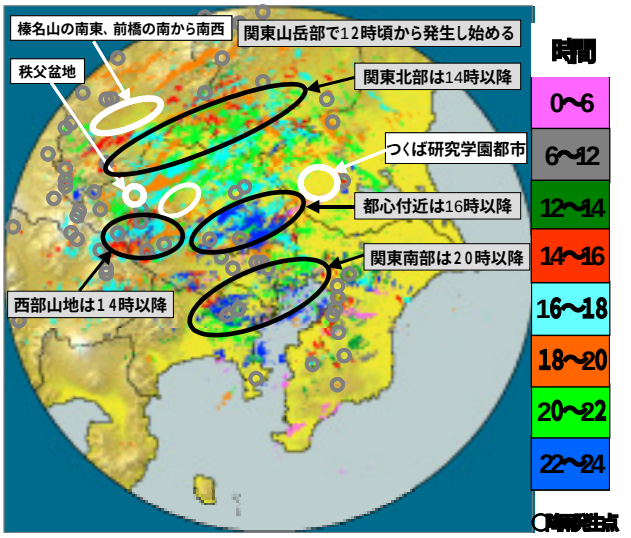

図-5　夏期の雷雨性降雨における強降雨強度 32mm/h 以上の時間帯別分布

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．

<参考文献>1)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. 1997，2)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，pp97-102.2000，3)小倉義光，奥山和彦，田口晶彦：SAFIA で観測した夏期の関東地方における雷雨と大気環境，天気 Vol49，No.7，8，9，5)藤部文昭，坂上公平，中鉢幸悦，山下浩史，天気 Vol49，No.5：東京 23 区における夏季高温日午後の短時間強雨に先立つ地上風系の特徴