

□平成26年8月広島豪雨土砂災害をもたらした大雨の発生条件について

広島工業大学環境学部地球環境学科 准教授 田中 健路

1. はじめに

平成26年8月19日夜から20日未明にかけて、広島市安佐北区、安佐南区を中心として局地的な大雨が発生し、死者74名、住家全半壊396棟、床上床下浸水4,183棟に及ぶ甚大な被害が発生した。今回の大雨では降り始めからの総雨量200mm以上、3時間雨量150mm以上の降雨域が長軸幅（南西―北東方向）約15km、短軸幅約8kmの範囲に集中し、土石流や人的被害等はこの降雨域の範囲内に集中した。南西方向から北東方向に向かって複数の積乱雲群からなる細長い線状降水系が、同じような場所で次々と発達し、狭い範囲で大雨が続いたことが、これまでの速報的な調査・解析等で指摘されてきている。

瀬戸内海に面する広島県南西部では、年降水量の平年値が、1,400mm～1,600mm程度と全国平均と比べてやや少なく、西日本の中では大雨が比較的発生しにくい印象を持たれがちである。しかしながら、今回の局地的大雨以外にも、1999年6月29日に発生した広島豪雨、2004年台風14号と秋雨前線による大雨、2010年広島市・呉市を中心とした梅雨末期の集中豪雨など、人的被害や土石流・洪水被害が発生した事例が比較的頻繁に報告されている。

年間総雨量が少ない地域でも、日本全域の気象場から局地的な地形などの様々な条件が重なることで、今回のような大雨は今後も起こり得る。本稿では、平成26年8月に広島で発生した大雨の発

生条件について気象場の全体像や地形との関係に触れながら述べる。

2. 日本周辺の気象場の全体像

局地的な大雨の発生条件について述べる上で、大雨の素となる水蒸気がどのような経路で運ばれるかについて、日本を中心とした広域的な場から捉えていく必要がある。図-1は8月19日21時（日本時間）の地上天気図（気象庁提供）である。海面付近では、太平洋高気圧の外縁に沿うように、日本の南の太平洋上から暖かい湿った空気（暖湿空気）が流れ込む場となっている。太平洋側からの暖湿空気は、西日本に接近する際に、日本海上空から中国大陸南岸に延びる停滞前線に対して

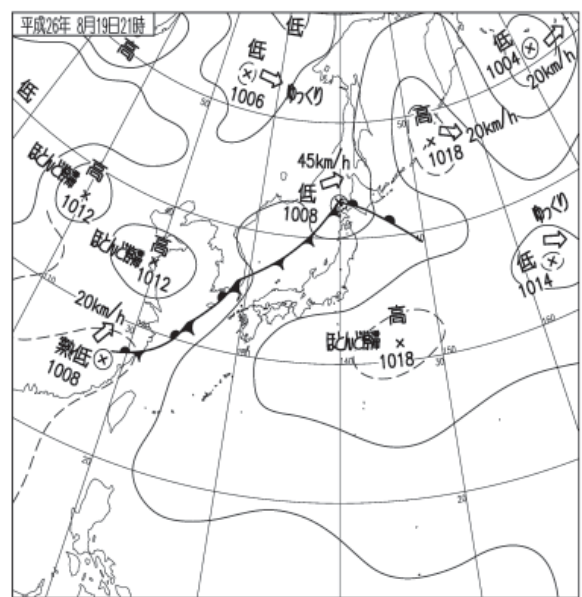
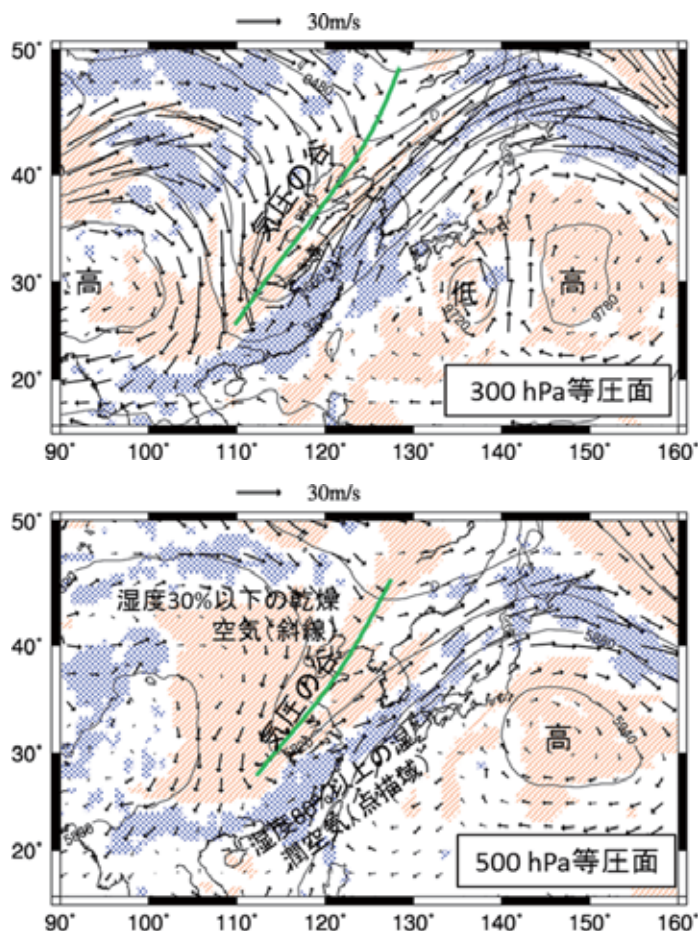


図-1 平成26年8月19日21時の地上天気図（気象庁提供）



2014/8/19 21:00 (JST) JMA-GSM 初期値

図-2 広島豪雨発生初期の上空の大気場。

上：300hPa 等圧面（上空 9500～9700 m 付近）、下：500hPa 等圧面（上空5500～5800m 付近）。

ほぼ平行に流れ込み、前線の南側に南北幅200～300km 程度の湿った空気の帯が作られる。

今回の事例の特徴として、停滞前線が中国の南岸に向かって南西方向に伸びていることが挙げられる。南西側の先端部には、南シナ海から上陸した熱帯低気圧が前線に合流し温帯低気圧に変化した低気圧があり、この低気圧の東側では、南シナ海側からの湿った空気が前線に向かって流れ込むような場となっている。

上空の気象場の特徴として、特に上空 5 km 以上の高度で、太平洋上の高気圧とチベット上空の高気圧の間で、南北に深い気圧の谷が作られ、偏西風が大きく蛇行していることが挙げられる（図

-2）。地上天気図で見られる停滞前線は、この気圧の谷の南東側にほぼ平行に伸びており、停滞前線の南側では海面付近の下層から高度10km 以上の対流圏上層まで湿潤空気が流れ込んでいた。広島上空は、対流圏上層まで伸びた湿潤空気の帯の南縁付近に位置し、積乱雲の活動が特に活発になりやすい範囲にあった。

湿った空気の供給を考える上で、水蒸気を多く含む空気がどの程度大量に流れ込むかが重要となる。そこで、水蒸気が特に集中している海面から数100m までの気圧配置と空気の流れに着目する。図-3は、925hPa（上空800m 付近）の風・等圧面高度・湿度80%以上の湿った空気の範囲を、8月

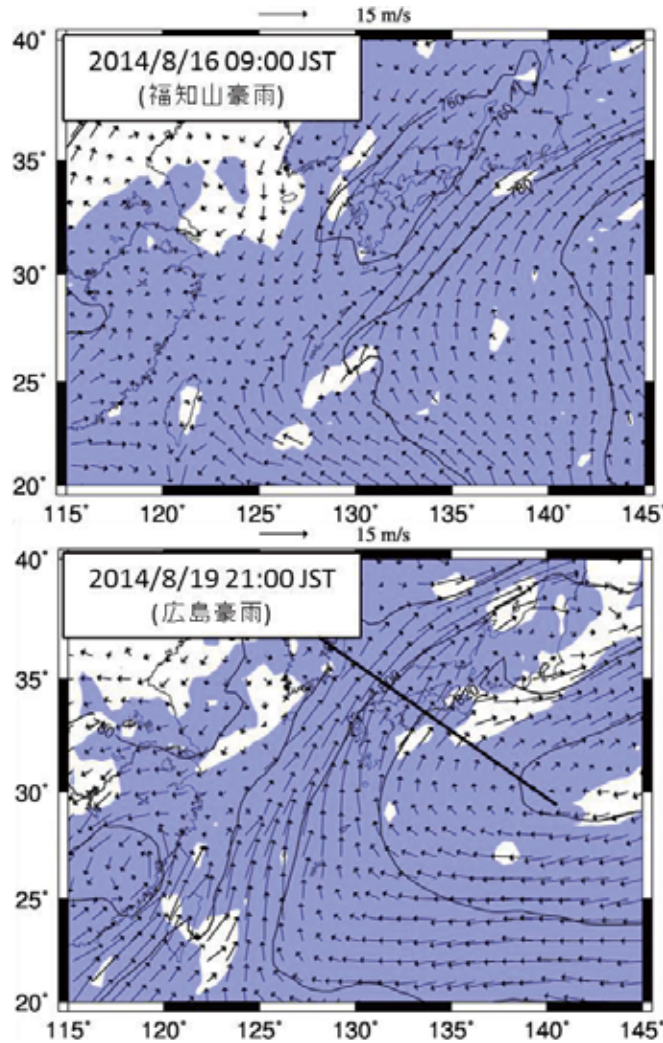


図-3 925hPa 等圧面（上空800m 付近）の等圧面高度と風の分布。暗域は湿度80%の領域を表す。

16日の京都府福知山豪雨時と比較する形で示している。8月16日時点では、強風域は南西諸島から九州南東沖を経て紀伊水道に向かっており、兵庫県北部から岐阜県にかけて南風と北風の収束が起こり、この収束域を中心に局地的な大雨が発生した。それ以降、太平洋高気圧が西側に張り出し、湿った空気を伴う強風域が、南西諸島西側の東シナ海上空から九州上空、広島上空を通過するように、500km 以上西側に移動した。以上のように、上空数100m の湿った空気とそれを運ぶ強風域の範囲も大雨の発生を考える上で重要な要素となる。

朝鮮半島から広島を経由して小笠原諸島までを北東-南西方向に取り出し（図-3下の太実線）、風と湿度の鉛直断面を取ると図-4の通りになる。

朝鮮半島にある前線の南側で湿度80%以上の湿った空気が上空10km まで発達し、広島上空は湿った空気の南縁付近にある。四国以南の太平洋上空では、上空の乾いた空気の沈み込みにより、湿った空気が概ね上空 1 km 以下の下層に集積している。この構造は梅雨末期の大気構造¹⁾と非常に類似している。太平洋高気圧上の下層に集積した湿った空気が高気圧の外側へと発散し、高気圧の北西縁にあたる範囲で湿った強い南～南西風が吹き、前線帯に向かって流れ込む。湿った空気と乾いた空気の境目付近で、乾いた空気が湿った空気の中に潜りこむと、水分が蒸発して乾いた空気が熱を奪われ、大気の状態の不安定が強まり、積乱雲の発達が促される。前線帯の南側境界では空気

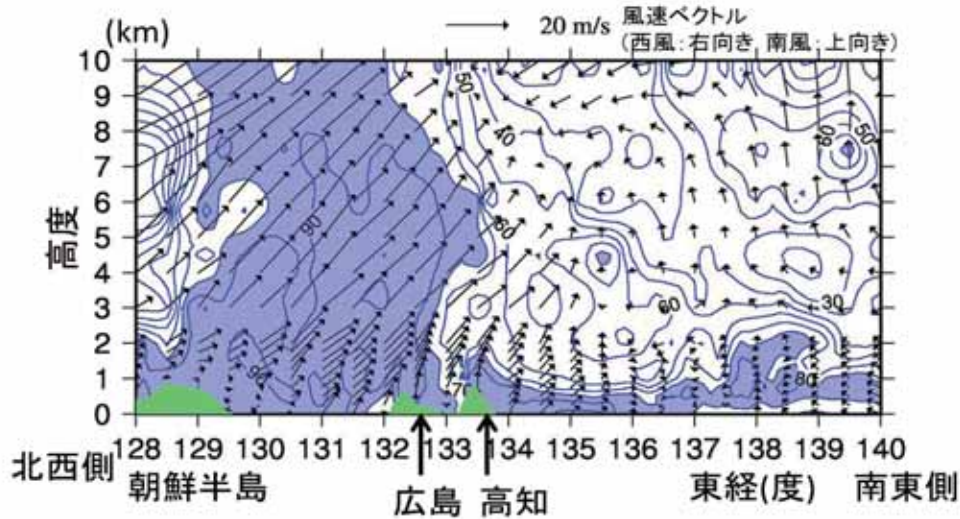


図-4 停滞前線南側および太平洋高気圧上空の風と湿度の鉛直断面 (8月20日00時)

が暖かく、不安定がより強まりやすく、集中豪雨が発生しやすい傾向ある。

3. 局地的な気象場

前節で述べた下層の水蒸気が降雨域に向かって流れ込む際に、豊後水道を挟む九州・四国の地形が重要であることが過去の事例研究で指摘されている²⁾。九州山地は久住山をはじめとして、標高1200m～1700mの山が南北に並び、九州南部からの下層の湿った南西風が九州の東西を迂回して北上する。豊後水道から流れ込む南風と九州北部を經由して周防灘に達する西よりの風が合流し、山口県南西部から広島県西部にかけて、南西側から北東側に延びる形で風の収束線が形成される。地上付近の風の収束と、陸地側の山麓斜面に沿った強制上昇が、積乱雲を発達させるために必要な強制力として重要である。

気象庁レーダー観測による広島南西部降雨域と上空の風の分布を重ねたものを図-5に示す。今回の事例では、降り始めの8月19日18時過ぎから山口県岩国市玖珂および光市上空を発生点として、広島県沿岸部に向かって線状降水系が延びて行った。2本ないしは3本の降水系がほぼ平行に発達

していったが、先行して発達した陸地寄りの降水系は、陸側の降水系に対して10～15km南側で発達した海側の降水系によって水蒸気の供給が阻まれ、減衰しながら海寄りの降水系に合流した様子が、気象庁レーダーの降雨強度分布から捉えられる。一連の降水系は19日23時過ぎに衰退したが、23時30分過ぎに広島・山口県境付近を起点として新たな線状降水系が発生し、その約40km南南西側にもう1つ新たな線状降水系が発生した。出発点がお互いに離れていたことから、風下側の内陸側の線状降水系は風上側の沿岸側の線状降水系の影響を殆ど受けずに発達していった。内陸側の降水系が東に移動しながら沿岸側の降水系と合流し、総延長100km以上の線状の降雨域が形成し、20日1時30分～4時過ぎまでの間、広島市上空を停滞した。豊後水道側からの南風が弱まるのと共に、広島市上空に停滞していた降水系は南側から徐々に衰退していった。

一連の降水系の延びる方向は、上空3,000m付近の風の向きとほぼ平行であり、図-4の風の鉛直分布の通り、上空2,000m～10,000mの範囲では殆ど同じ風向である。下層から持ち上げられた水蒸気が凝結して個々の積乱雲が発達して行く際に、風速15m/s～20m/s程度の南西風に流され、北東

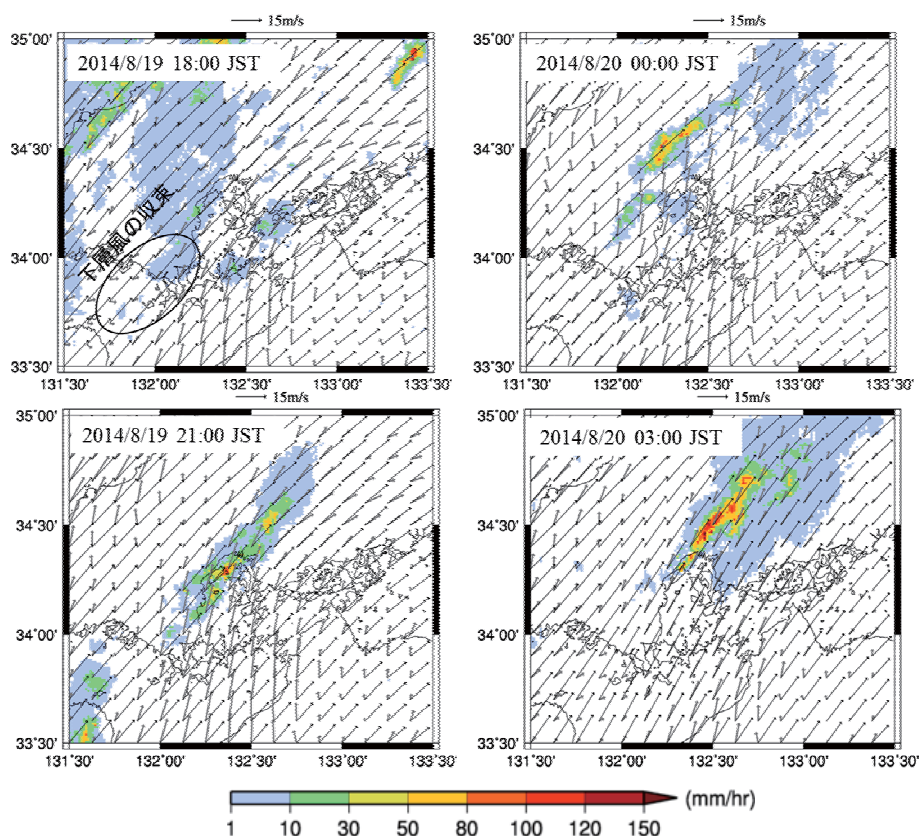


図-5 気象庁レーダーの降雨強度と気象庁数値予報データ（MSM）初期値による上空約500m付近（太矢印）と3000m付近（細矢印）の風の分布

へと進んでいく。発達期から最盛期の積乱雲の中では、雨滴や氷粒の落下とともに、粒子のまわりの空気も沈降し、地面付近まで下りてきた上空の冷たい空気（冷氣外出流）が積乱雲の外へと発散する。冷氣外出流と南からの暖かい湿った空気が衝突すると、密度の小さい暖かい湿った空気が冷氣外出流の上側に持ち上がり、新たな雲が作られる（自己交替）。自己交替そのものは線状降水系以外にも団塊状の積乱雲群などでも見られる。個々の積乱雲が上空の風に乗って移動する中、その風上側で自己交替が連続的に起こることで、降水系全体を見渡すと線状の形を維持しながらほぼ停滞する、あるいは、風上側に雲列が延びる性質を持っている。このような形式の線状降水系の形

成の仕方をバックビルディング形成（あるいはバックビルディング型³⁾）と呼ぶ。

バックビルディング形成は、例えば、平成25年山口県萩市須佐地区を中心とした集中豪雨や、平成24年7月の九州北部豪雨などの様々な事例が報告されている。下層の水蒸気の流れや個々の積乱雲や雲全体の動きを司る上空の風のわずかな違いで、どの場所で積乱雲が発生し始め、どの程度移動（あるいは停滞）し、どの位持続するかが大きく変わり、詳細な予測は困難を伴う。従って、大雨が予想される全体像を踏まえた上で、現業観測や短時間予報など最新の情報に基づく対応が必要である。

4. おわりに

本稿では、平成26年8月に発生した広島での豪雨の発生条件について、気象状況の特徴を中心に述べてきた。特に重要な点を以下にまとめる。

- ・梅雨末期の集中豪雨に類似した前線周辺の大気構造であった。今回の広島での集中豪雨に限らず、平成25年山口・島根県豪雨など、梅雨明け以降も日本海や朝鮮半島上空の前線南側での局地的な大雨が度々発生している点に注意を要する。
- ・山口県周防灘から広島県南西部の瀬戸内海西部では、海面付近の豊後水道からの湿った空気の流れ込みと九州北部を迂回する湿った空気の収束や、標高数100mの山地斜面による湿った空気の持ち上げによって、線状降水帯が作られる。
- ・線状降水系の停滞、勢力の維持は、降水系に向

かう湿った空気の流れや上空の風のわずかな違いによっても大きく異なり、予測に困難を伴う。

従って、天気図や最新の予報を基に全体の状況を把握した上で、気象レーダーや国土交通省 X-BAND レーダーなどによる最新の観測情報や短時間予報などにより、局地的な強雨域の監視と対応が求められる。

【参考文献】

- 1) 吉崎正憲, 加藤輝之: 豪雨・豪雪の気象学, 朝倉書店, 187p., 2007.1
- 2) 栗原佳代子, 金森恒雄, 瀬古弘: 2003年7月18日に広島県で発生した線状降水帯—気象庁非静力学モデルで解析した気流構造と地形や中層乾燥気塊の効果—. 天気, vol. 56, pp.613-626, 2009. 8.
- 3) 荒木健太郎: 雲の中では何が起きているのか—雲をつかもうとしている話—, ベレ出版, 344p., 2014. 6.