

2011年7月4日に発生した松山の大雨について

～寒冷前線を形成した低温気塊の生成と移動に関する考察を中心に～

はじめ 一 広志（四国支部）

1. はじめに

筆者は、梅雨期において愛媛県地方で発生した顕著な降水事例について、その成因を解明する取り組みを続けている。その結果、当地方においては寒冷前線の作用による降水が卓越していることが明らかになった。本研究は、2011年7月4日に発生した松山での大雨の事例を採り挙げ、寒冷前線を形成した低温気塊の流入の状況を中心に大雨発生のメカニズムを考察する。

2. 降水の概況

松山における大雨は、19時前に西風成分の増加、気圧の上昇、気温の低下の三者がほぼ一致して出現することによって発生し、22時30分頃まで継続している。これによる降水量は松山地方気象台で100mmに達し、松山南吉田（松山空港）でも90mmを超えている。ピークは21時から22時にかけての時間帯であり、最大降雨強度は10mm/10分である。この日の12時から24時までの愛媛県地方の積算降水量に着目すると、先述の松山地方気象台が最多となっている。また、東予地方でも19時以降に15mm/hを上回る降水が発生しており、富郷以西では50mm以上の積算値を記録している。一方、南予地方は少雨域となっている。この降水分布の形態は、2001年6月19日から20日にかけてのそれに類似している。

3. 総観場の概況

日本時間21時の地上天気図によると、北海道北部に低気圧があり、オホーツク海から三陸沖を経て本州中部、九州北部にかけて寒冷前線が延びている。中国の山東半島南部には高気圧があり南東方向に移動している。小笠原諸島南方には太平洋高気圧の中心がある。西日本における850hPa面および700hPa面は西寄りの強風軸となっている。500hPa面のトラフは沿海州から九州地方にかけて形成されており、この等圧面における鹿児島島の風向は西北西、潮岬では西南西である。

同時刻における四国とその周辺における地上相当温位分布に着目すると、高知が最大で355Kを超えている。また、宮崎県沿岸部においても351K以上の暖湿気塊の北上が認められる。山口から多度津にかけての瀬戸内海沿岸は極小域で345Kを下回っている。松山と高知との地上相当温位差は、松山で強い降水が始まった19時に最大となっている。

4. 考察

(i) 降水域の生成と移動

松山の大雨は西風成分の急激な増加によってもたらされていることに着目し、風上に位置する山口県の観測地点における降水の発生状況とその移動、ならびにこれらについての松山での大雨との関連の有無について考察した。

山口県地方における短時間強雨は、11時前に下関で始まり、時間を経るにつれ東側の観測点でも記録され、13時20分には周防大島の安下庄で16mm/10分の極大値が観測されている。これらは気温の低下時に発生しており、下関と下松においては10m/sを超える西北西の風を伴っている。この降水系が一つのものであると見なした場合の移動速度を下関、山口、下松、安下庄の各観測点における10分間降水量の最大値の発現時刻から算出すると50km/hを超える値となり、特に下関～山口間では 10^2 km/hのオーダーを示している。松山での降雨強度のはじめの極大は19時50分頃であることから、この降水系が松山に達したと仮定すると安下庄～松山間の移動速度は6.5km/h程度となり、先述の領域での値との間に著しい不連続が生じる。以上より、午前中に下関で発生した降水系が一つのものであり、これがそのまま東進して松山に移動してきたと捉えることは不適切であると考えられる。

ここで採り挙げた山口県内の観測点における降水の推移に着目すると、15時頃に一旦弱まり、防府で16時50分に、下松で17時30分、安下庄では18時30分にそれぞれ再び極大が観測されている。この降水系が松山に移動し

てきたものと見ると移動速度はおよそ 35～45km/h となり、地点間の不連続もない。これに基づくと松山での大雨は 17 時前に防府付近で発生した降水系が移動し、活動が維持されたものと考えられる。

(ii) 伊予灘・周防灘周辺の気温分布と地上風

松山の気温は 8 時過ぎには 30℃を超えており、この状態は 13 時 40 分まで持続している。この時間帯における同地点の地上風は南から南西寄りでは推移しており、暖気が流入していることがわかる。また、南予地方の宇和海沿岸部においては松山での降水イベント終了後まで南寄りの風が卓越している。周防灘沿岸の山口県の観測地点の気温は午前中から当降水イベントの発生時まで松山よりも低く、13 時前後には松山と下松との差はおよそ 9℃に及んでいる。気温を指標とした前線は 9 時および 12 時には芸予諸島から伊予灘、宇和海北部にかけて認められ、15 時および 18 時には東予東部から中予の平野部を経て宇和海北部にかけて形成されている。21 時には南予および中予内陸部の気温が低下することによって前線傾度は緩やかになっている。

標記領域の観測点における気温の変化量と地上風の西風成分・南風成分との関係について分析すると、気温の低下は下関、防府、下松では南風成分の減少によって、松山では西風成分の増加によってそれぞれもたらされる傾向が認められる。山口県の日本海側の観測地点における地上風に注目すると、油谷と須佐では夜半前まで、萩では 14 時 30 分頃までそれぞれ南から南西の風が継続していることから、周防灘沿岸で気温の低下をもたらした負の南風成分は日本海から直接に流入したものではないと判断される。これらに、12 時における 0.6℃/100m の高度補正を行なった気温は山口県の内陸部および周防灘西岸の観測点で 25℃以下を示し、考察の対象とした領域内で最も低くなっていることを併せると、低温な気塊は昼前に山口県の内陸部および西部で生成されて周防灘に流入・滞留し、降水系を伴った状態で西風によって松山に達したことが示唆される。松山での降水イベントの発生前後にあたる 18 時と 19 時のこの領域における西風成分の分布状況に着目すると、両時点ともに周防灘西端の北九州（空港北町）で最も大きくなっている。松山での値は前者では 0 ないし負であるが、後者では伊予灘西部の負の領域を挟んで周防灘西端とほぼ同等の極大値を示している。南風成分は降水

イベントの発生の前後ともに佐田岬半島の瀬戸で最大となっている。瀬戸の南風は松山での降水が始まる前から終了後まで継続しており、低温気塊の宇和海方面への南下を阻むとともに、低温気塊の松山方面への東進を助長する作用をもたらしたものと推察される。

この領域における 7 月 5 日時点の衛星によって観測された 3 日間平均の海面水温は周防灘南部が 24℃以上で相対的に高く、豊予海峡および松山西方の防予諸島周辺は 21℃以下で山口県の日本海よりも低くなっている。海面水温は陸地の気温より低く、流入・吹走する低温気塊をさらに冷却し、前線傾度を強化する要因となったことが考えられる。

(iii) 四国とその周辺における水蒸気分布

大雨をもたらした前線の構造をより明らかにするため、四国とその周辺における絶対湿度の分布状況について調べた。15 時では下関、高知、潮岬で 22g/m³を超えており、松山と多度津は 19g/m³以下の極小域となっている。18 時には高知の値が上昇することによって四国西部において傾度が増している。この時刻、すなわち当降水イベント発生直前における絶対湿度を指標とした前線は位置、走向ともに脊梁山地とほぼ一致しているものと見られ、気温による前線よりも南東に位置している。21 時には日向灘から四国南岸にかけての水蒸気の供給がやや弱まり、傾度は減じている。これと気温分布の時系列変化より、松山の大雨は前線傾度が解消される過程で発生していることがわかる。

5. まとめ

松山における大雨は、南から南西寄りの地上風が卓越する暖気移流の場において、西から低温気塊が流入することで寒冷前線が形成され、これが解消する過程で発生している。大雨をもたらした低温気塊は昼前に山口県の内陸部および西部に生成され、負の南風成分によって周防灘に流入・滞留し、降水系を伴った状態で西風によって松山に達したものと考えられる。周防灘および伊予灘における海面水温は周辺の陸地より低く、低温気塊をさらに冷却して前線傾度を増す要因になったと考えられる。絶対湿度を指標とした前線は気温による前線よりも南東側に形成されている。