

松山における梅雨期大雨発現時の相当温位解析

はじめ

広 志 (日本気象予報士会四国支部)

I はじめに

松山における降水は、一年のうち梅雨期が最も多い(深石、1992)。この時期の降水は、水需要がピークを迎える盛夏前であり、重要な水資源となるが、大雨は浸水や土砂崩れなどによる大きな災害を引き起こす原因となっている。一方、降水量が少ないと干ばつとなり、農業や都市生活などに大きな損害をもたらす。梅雨期におけるメソスケール(10⁰~10²kmの空間的広がり)での降水メカニズムの把握・解明は、防災と気象資源の有効利用の双方の観点から極めて重要であると考えられる。

梅雨期における大雨の発生機構に関する事例解析として、小田ら(2000)による1999年6月の広島・呉地方で発生した大雨についてのものが挙げられる。この研究は、上層・中層における乾燥大気と下層での暖湿気の流入による成層の不安定化に併せ、地形による上昇流が豪雨発生の原因であると結論づけている。また、^{はじめ}一(2002)は、2001年6月の松山における大雨を採り

挙げ、地上風と降水量との関係から大雨の発生機構の概念を示している。

本稿は、梅雨期の松山において顕著な降水となった事例を採り挙げ、地表面に流入する気塊の暖湿さの程度、すなわち相当温位とその変化に着目し、それと降水との関係を調べ、大雨がもたらされる条件についての考察を行なう。

II 考察対象事例

考察対象事例の選定にあたっては、四国地方の入梅期間中における松山の任意の24時間降水量に着目した。これは、毎正時を起点とした1時間降水量を24時間分積算するにあたり、最も値が大きくなる開始時刻と終了時刻の組み合わせとしたものである。1995年以降、この値の大きいものから順に10例を台風の直接の影響による降水でないことを確認した上で採り挙げ、考察の対象とした。この基準で選定した考察対象期間と24時間降水量の一覧を表-1に示す。

表-1 考察対象期間と降水量

事例番号	考 察 対 象 期 間	左記24時間降水量 (mm)
①	1995年 7月3日 7:00 ~ 4日 7:00	190.5
②	1999年 6月24日 9:00 ~ 25日 9:00	159.5
③	2001年 6月19日 6:00 ~ 20日 6:00	262.5
④	2001年 7月5日 21:00 ~ 6日 21:00	109.5
⑤	2004年 6月25日 11:00 ~ 26日 11:00	117.5
⑥	2005年 7月2日 13:00 ~ 3日 13:00	195.0
⑦	2006年 6月22日 12:00 ~ 23日 12:00	114.0
⑧	2006年 7月19日 4:00 ~ 20日 4:00	96.5
⑨	2007年 7月2日 5:00 ~ 3日 5:00	92.0
⑩	2009年 7月21日 6:00 ~ 22日 6:00	119.0

III 資料の処理方法

まず、松山の降水のピーク時の暖湿気塊と低相当温位気塊の流入状況を把握するため、降水強度の最大時において四国を中心とした西日本の気象官署および測候所、特別地域気象観測所の相当温位を算出し、これの分布図を作成した。相当温位の算出にあたっては、気温の他に現地気圧、露点温度および蒸気圧、もしくは相対湿度のデータが必要である。これらのデータは、先述の観測地点で得ることができる。次に、松山における地上相当温位と降水との関係、ならびに中国地方から四国地方南岸に至る範囲の地上相当温位傾度、すなわち前線傾度と降水との関係の双方について考察した。

IV 考察

はじめに、松山で各考察期間中に最多の1時間降水量が観測された時の相当温位の分布図の例を図-1(a)および(b)に示す。前者は四国地方に顕著な前線が形成されているケースで、後者は前線の認められない事例である。この時に四国地方に前線が形成されているケースは(b)で挙げた事例番号⑩と⑥の2例を除いた8例

あり、そのうちの5例(①、②、③、⑦、⑨)においては松山は前線帯の北側の低相当温位域に位置している。2例(④、⑤)は前線帯のほぼ中央の傾度が大きい部分にあたり、残り1例(⑧)は四国東部で顕著な前線帯が西部で南北に広がって傾度が緩やかになった部分に位置している。顕著な前線が形成されている事例のうち、②と③については西方向からの低相当温位気塊の貫入が認められる。明瞭な前線の認められないケースでも、⑩ではほぼ東方向から相対的に相当温位の低い大気が流入していることが読み取れる。

次に、松山における1時間降水量と相当温位の1時間変化量との関係について調べた。その結果を表-2に示す。この二者はすべての事例において負相関であり、流入する気塊の相当温位が低下する割合が大きいほど降水量が増す傾向がある。各事例共に、相当温位の低下は気温の低下によって生じており、その時には相対湿度は上昇しているが絶対湿度は低くなっている例が多い。②、⑤は1%水準のt検定の結果が有意であり、③、⑥、⑦、⑨の4事例は5%水準において有意である。図-2は図-1(a)および(b)で示した例の相当温位と1時間降水量の推移を示したものである。相当温位の低下・極小時に降水量が増している。

表-2 降水量と地上相当温位の変化量との関係

目的変数 y	説明変数 x	事例番号	データ数 n	回帰式 $y = a x + b$	相関係数 r
松山における 1時間降水量 (mm)	松山における 相当温位の 1時間変化量 (K)	①	24	$y = -1.199 x + 7.545$	-0.218
		②		$y = -2.062 x + 5.403$	-0.635**
		③		$y = -3.618 x + 10.041$	-0.426*
		④		$y = -0.735 x + 4.091$	-0.214
		⑤		$y = -2.549 x + 4.475$	-0.582**
		⑥		$y = -1.879 x + 7.542$	-0.477*
		⑦		$y = -1.563 x + 4.105$	-0.479*
		⑧		$y = -0.363 x + 3.847$	-0.056
		⑨		$y = -1.497 x + 3.979$	-0.430*
		⑩		$y = -1.386 x + 4.810$	-0.345

相関係数 r の右上に**を付したものは1%水準の t 検定で有意なものであり、*は5%水準で有意であることを示す。

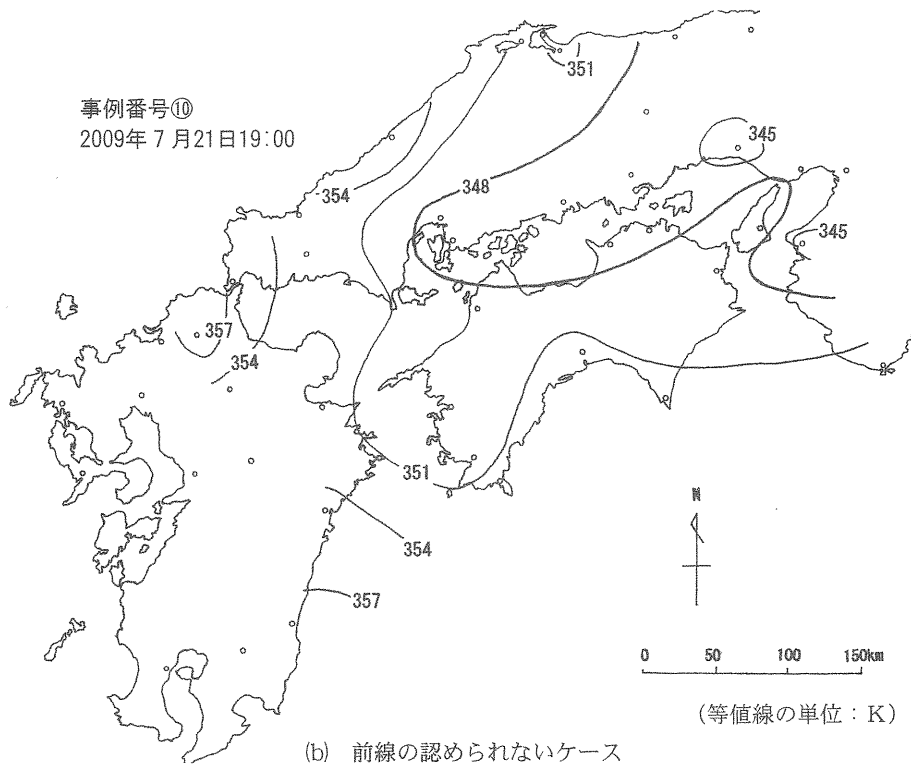
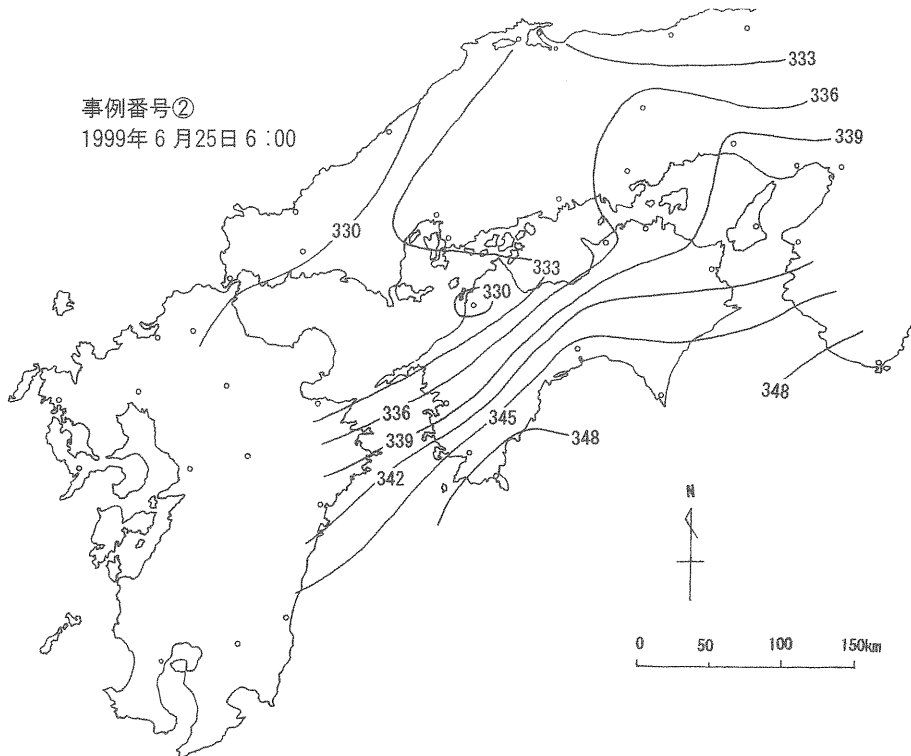


図1 降水のピーク時における相当温位分布の例

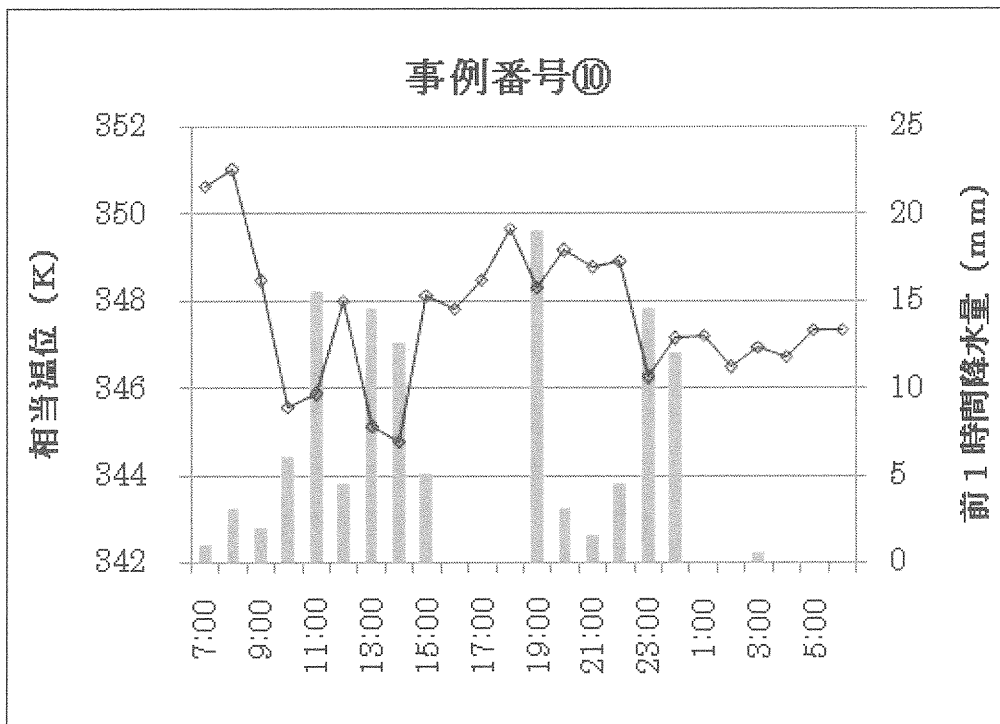
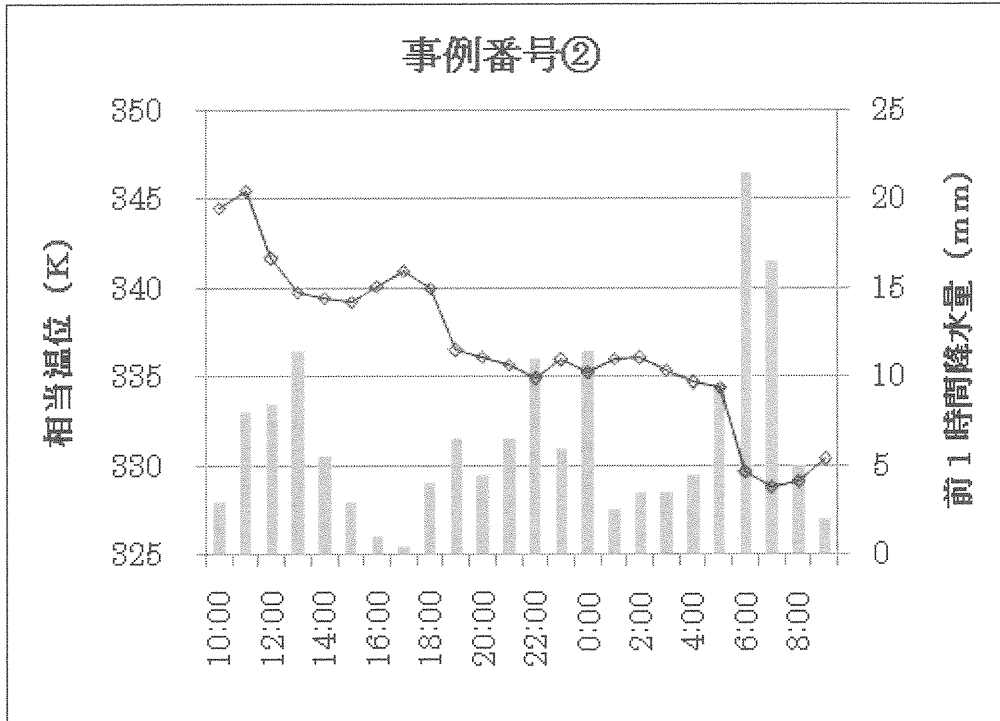


図-2 相当温位と1時間降水量の推移の例

以上より、松山における梅雨期の大雨は、低相当温位気塊の流入によって引き起こされていることがわかる。低相当温位気塊の貫入による降水の活発化は、寒冷前線による降水の発生機構で説明できる。相対的に重い低温な大気の影響により、軽い高温・多湿な気塊は強制的に上昇させられる。この作用によって大気の間層が不安定化し、短時間強雨が発生している。

併せて、中国地方西部から四国地方南岸にかけての前線傾度と降水量との関係を明らかにするため、松山の1時間降水量と広島・清水（高知県）間の相当温位差の1時間平均値との相関関係を調べた。その結果を表-3に示す。1%水準のt検定で有意であった事例はないが、5%水準を満たしたものは5ケースある。そのうち②、③、④、⑨は正相関であり、清水の相当温位が広島のを上回るに従い降水量が増す傾向が

認められる。③、④、⑨については前述した松山での相当温位の変化量との関係よりも相関係数rの絶対値が大きく、前線傾度の影響をより強く受けていると考えられる。⑧は負相関であり、北側に位置する広島が清水の値よりも大きくなるにつれて降水が増す傾向を示している。この事例は、広島が相当温位の極大域となっており、四国東部で顕著に認められた前線帯が西部で緩傾度化しているケースで、松山での相当温位の変化量よりも相当温位傾度との相関関係が強い。これらの考察の結果に基づき、相当温位が降水に及ぼす影響について事例ごとに整理すると、⑤、⑥、⑦は低相当温位気塊の流入と強く関連しており、④、⑧は前線傾度の影響が大きく、②、③、⑨はこれら双方の作用を受けていることがわかる。①と⑩については先述の事例と比較すると相当温位と降水との関係は弱い。

表-3 降水量と清水（高知県）・広島間の相当温位傾度との関係

目的変数 y	説明変数 x	事例番号	データ数 n	回帰式 $y = ax + b$	相関係数 r
松山における 1時間降水量 (mm)	清水と広島との 相当温位差の 1時間平均値 (K)	①	24	$y = 1.921x - 4.398$	0.328
		②		$y = 1.053x - 3.404$	0.474*
		③		$y = 8.864x - 63.244$	0.514*
		④		$y = 0.468x - 1.377$	0.481*
		⑤		$y = -0.741x + 9.623$	-0.190
		⑥		$y = 0.972x + 7.183$	0.213
		⑦		$y = 0.566x - 0.934$	0.323
		⑧		$y = -0.534x + 6.405$	-0.423*
		⑨		$y = 1.796x - 11.492$	0.510*
		⑩		$y = -0.091x + 5.757$	-0.024

相関係数rの右上に*を付したものは5%水準のt検定で有意であることを示す。

V まとめ

松山における梅雨期の大雨発現時には、四国地方に明瞭な前線帯が形成される事例が卓越する。松山はこれの北側の低相当温位域もしくは中央付近の前線傾度が大きい領域となっているケースが多い。

1時間降水量は流入する気塊の相当温位が低下する割合が大きいくほど増加する傾向が認められる。相当温位の低下は気温の低下によるものであり、低温な気塊の侵入によって暖湿な大気が強制的に上昇させられることで生じる寒冷前線型の降水であると説明できる。

本研究で採り挙げた10の降水事例は、

- 1). 低相当温位気塊の侵入による影響の強いケース
 - 2). 前線傾度の影響が大きいケース
 - 3). 1) 2) 双方の作用を受けているケース
 - 4). 相当温位の変動による影響は比較的小さいと考えられるケース
- の4類型に大別できる。

本稿をまとめるにあたり、本学名誉教授の深石一夫先生より懇切にご指導いただきました。心より感謝の意を表します。

参考文献

- 荒生公雄、壺井美花(2000)：長崎半島付近で発生したライン状降雨－1997年7月11日の事例－, 天気 47.11 23～30
- 小田和行、黒良龍太、八木美樹(2000)：1999年6月29日の広島県の大雨(その1－事例解析) 気象庁研究時報51巻別冊 184～185
- 加藤輝之(2009)：平成21年7月中国・九州北部豪雨および8月8～10日四国・岡山・兵庫での豪雨の発生要因 日本気象学会2009年度秋季大会講演予稿集 pp 152
- 一 広志(2002)：2001年6月19日から6月20日にかけての愛媛県地方の大雨について ～松山における大雨の成因に関する考察を中心に～ 愛媛の地理 第16号 64～78
- 一 広志(2006)：平成16年台風第21号の接近・通過時に愛媛県東予地方で発生した大雨について 愛媛の地理第18号 39～52
- 久重和久(1998)：徳島県の大雨の発生メカニズム－1998年5月16日の事例－ 大阪管区気象研究会 16～19
- 平井雅之、山腰裕一(2000)：宮城県における平成10年8月末豪雨の解析 気象庁研究時報51巻別冊 60～61
- 深石一夫(1992)：愛媛の気候 愛媛県文化振興財団 158～160 224～236
- 渡辺 明(2007)：梅雨前線に伴うバンド状降水システムの構造 日本気象学会2007年度秋季大会講演予稿集 pp 213