

## 【5】梅雨末期の集中豪雨

7月も中旬を過ぎると、一刻も早く夏山に出掛けたいという欲望を抑えきれなくなる頃である。しかし、この頃は梅雨が終るか終わらないかの丁度微妙なシーズンでもある。梅雨末期の頃には、梅雨前線が活発となって、しかも日本付近に停滞することが多い。このため、梅雨末期には豪雨が度々起こる。豪雨の多くは西日本で起こることが多いが、東日本や北日本（東北）でも例外ではないので、注意を要する。この梅雨前線によって起こる「(集中) 豪雨」は、真夏のムクムクと空に伸びた入道雲から落ちてくる局地的で比較的短時間の「局地的大雨」（例えば都心でも起こるような）と異なり、周辺地域を含めた広い範囲で断続的に長く続く豪雨となるから、それだけ被害の規模も大きいものとなる。山行時に注意すべきは、大雨による体力消耗・低体温症など以外に、沢筋での鉄砲水、土石流、雪溪の崩落などであろう。直ぐに報道される平地での豪雨と異なり、山域でのそれは目撃者が少ないので注意を喚起しないことが多く、それだけに重大な遭難事故となる。

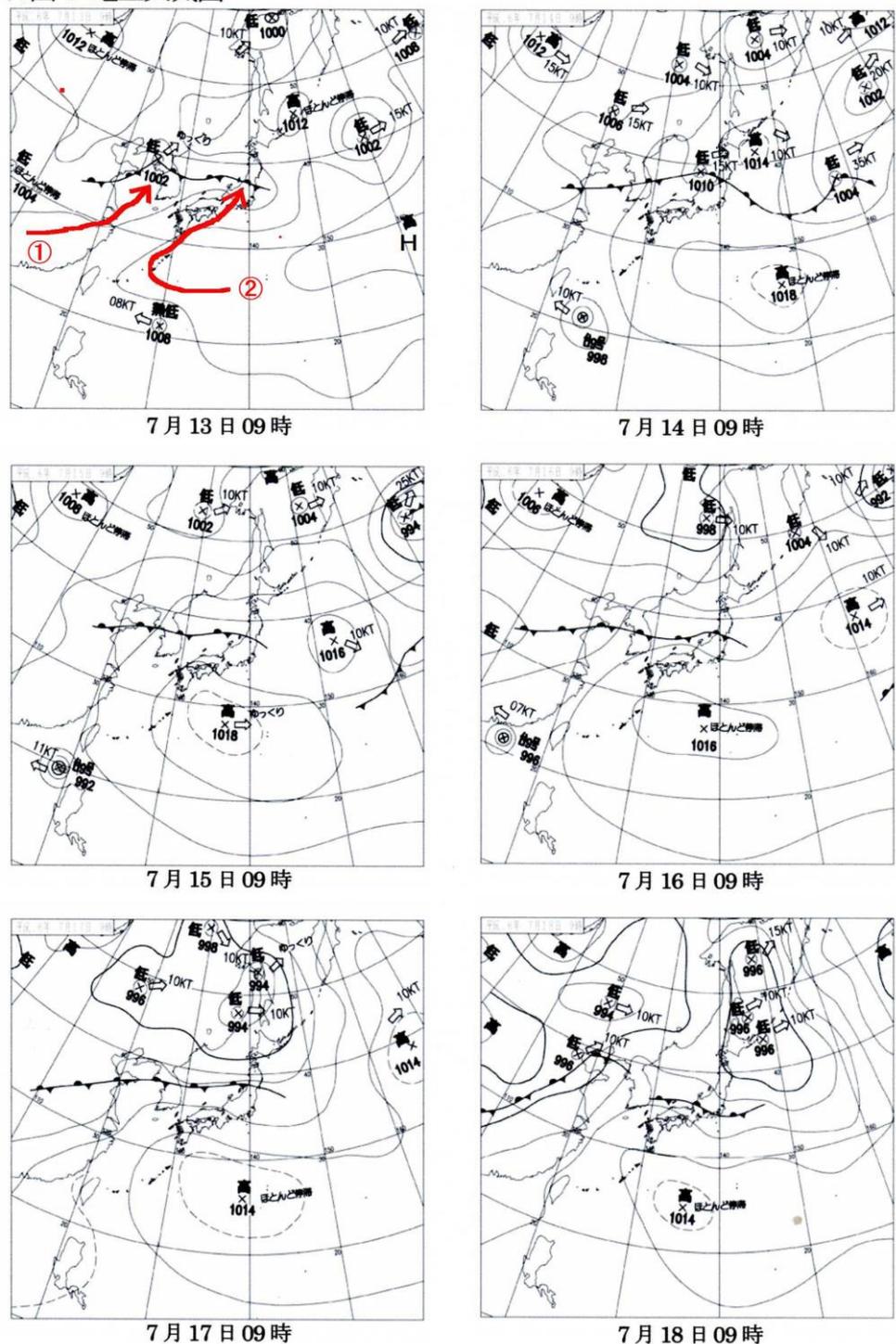
さて、図-1をご覧下さい。これは2004年7月に発生した新潟・福島及び福井の豪雨で、信濃川水系や九頭竜川水系の堤防決壊による浸水で死者20名を出した時の天気図である。

気象庁は12～13日及び17～18日の豪雨をそれぞれ「平成16年7月新潟・福島豪雨」、「平成16年7月福井豪雨」と命名し、気象災害速報を発表。

気象災害速報が発表されるのは台風も含めて年間3～4回程度であるから、この豪雨がいかに激甚であったかを物語っている。

天気図の初日7月13日には関東以西では梅雨明けとなったが、梅雨前線は北陸から東北南部に停滞し続け、北陸、東

図1 地上天気図



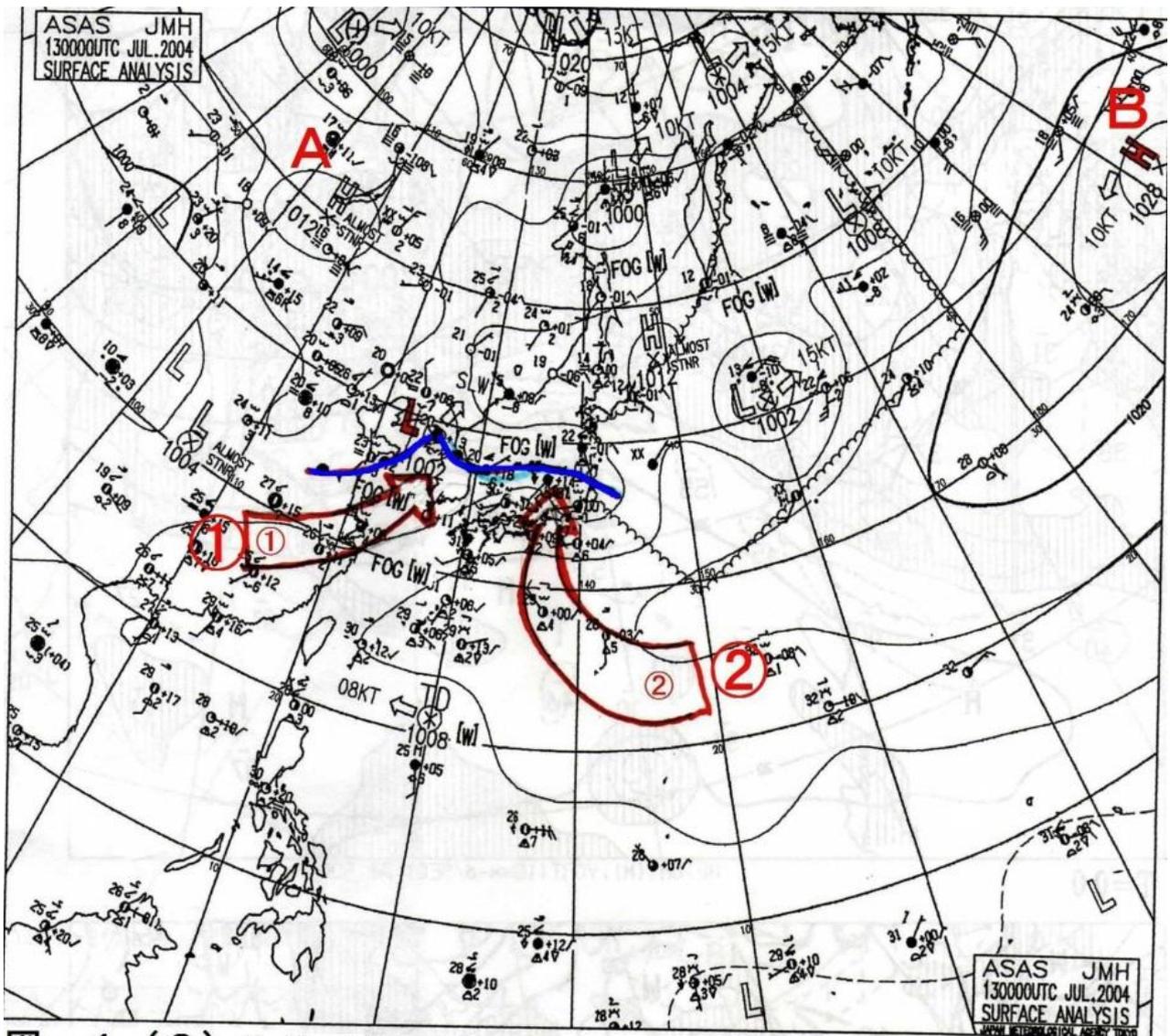
北の梅雨明けは7月22日まで待たなければならなかった。

ここでは前半の豪雨である「新潟・福島豪雨」について見てみたい。ここに出した連続6日間の天気図は、まだ梅雨が明けていない北陸や東北地方では典型的な梅雨末期の前線配置となっている。一般的に梅雨が明けるのは、梅雨前線が北上や南下を繰り返しながら北上した位置でコンスタントになるか、または、日本の南海上まで南下して東海上に抜けることによるが、18日までは勿論のこと、ここには出していないが21日まで梅雨前線が北陸から東北南部に停滞していた。

さて、「新潟・福島豪雨」は12日から13日に掛けて日本海から東北南部に伸びる梅雨前線の活動が活発になり、この前線は13日も停滞し、北陸沿岸で発生した雨雲が新潟県中越地方や福島県会津地方に続々流入して、同じ地域で非常に激しい雨が持続した。降り始めからの総雨量は新潟県栃尾市・守門岳で427mm(20万t/haで50隻分)、福島県只見町で333mmを記録した。13日朝の1時間雨量で見ても前者では67mm/h、後者でも50mm/hという土砂降りであった(総雨量の分布は図一5参照)。

それでは、この梅雨前線は何故活発化したのであろうか? 上図13日・同日同時刻の天気図を広域化したものを図一1(2)に示す。一般的に梅雨前線は、大陸から進んでくる高気圧(図でA)と太平洋高気圧(B)の南西に伸びた尾根の間に形成されていることが多い。即ち北の乾燥した空気と南の湿潤な空気との間に前線がある(図で青色)。

この日の気圧配置では太平洋高気圧はアリューシャン列島の南海上から日本の遥か南海上の太平洋・東シ海まで張り出している。梅雨前線の南側に湿潤な気団が流入してくると、南北方向の水蒸気傾度(水蒸気の南北差)が大きくなり、前線を活発化させるということになる。



図一1(2) 13 JUL 09JST

それでは、前線に流入するこの湿潤な気団はどこから来るのであろうか？ 一つは遥々インドから中国大陸を経由して日本付近に流れ込む「モンスーン気団」であり、他の一つは太平洋高気圧の西縁を廻って流入して来る「熱帯気団」である。図ではそれぞれ①、②の矢印で示した流れである。今着目している12～13日の「新潟・福島豪雨」では、後者が新潟～宮城付近を横断する前線に向かって流入し、前線付近では成層が不安定となって、発達した積乱雲群が新潟から日本の東海上の太平洋に抜ける前線に沿って並び、この結果豪雨をもたらしたというメカニズムである。

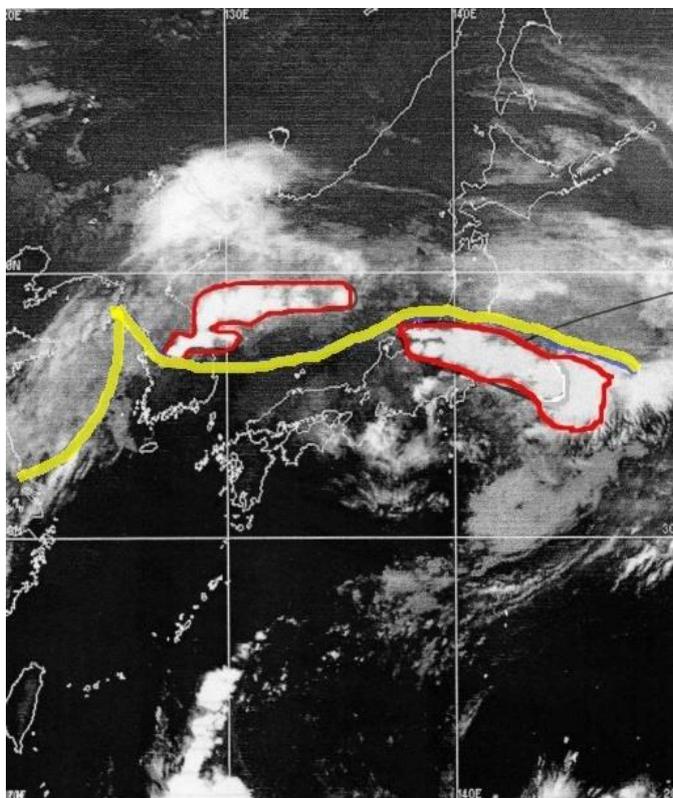
それでは、この積乱雲群を図一3の衛星画像（赤外面像）で確かめてみよう。線で囲った二つの白い雲の部分がかつて述べた②（太平洋高気圧の西縁から流入した熱帯気団）による積乱雲群である。（ご参考までに、①のモンスーン気団による雲は朝鮮半島の西南から北東にかけて掛かっている太い雲のバンドと思われる）。

ここで、特に右側の囲いの部分をちょっと細かく見てみよう。左端の先端部分（能登半島の先端に掛かっている部分）に注目頂きたい。この部分はシャープに尖っていることから、この付近で活発な積乱雲群が発生し、それが西風に流されて日本の東海上まで達してバラけていることが読み取れる。この先端部分はテーパリング・クラウド（にんじん状の雲）と呼ばれ、激甚な暴風雨や集中豪雨を起こすことで知られている。テーパリング・クラウドは梅雨前線（図一3に黄線で示した）のすぐ南側で発生し、下記図一7で述べる高相当温位（後述）の気塊が流入している。

二つの囲いとも雲が真っ白に見えることから背の高い積乱雲群であり、それだけにここから降る雨は激甚となる。（赤外面像は、海外からの帰国者の空港での体温測定で使われている赤外線計測と同じ原理で測定されており、上空にある雲（低温）ほど白く映るように画像処理されている）。

テーパリング・クラウドは、梅雨末期に九州北部地方などに激甚な集中豪雨を降らせる雲として悪名高い雲であるが、その姿を右に示しておく（赤外面像）。

さて、本論に戻って、この積乱雲群による降水を、レーダー・アメダス解析雨量で示したものが図一4であり、北陸から東南北部に掛けて次々と雨域が通過したことが分かる。また、この間に降った総降水量分布を示したものが図一5であり、守門岳を中心として30時間降水量400～100mmまでの地域が東に広がっていることを示し、図一3、図一4とよく対応していることが分かる。（中心部の守門岳には427mmの表示がある）。



（図一3 2004年7月12日 気象庁HP 赤外衛星画像）



（テーパリングクラウド

出典：気象庁HP「衛星画像事例集」



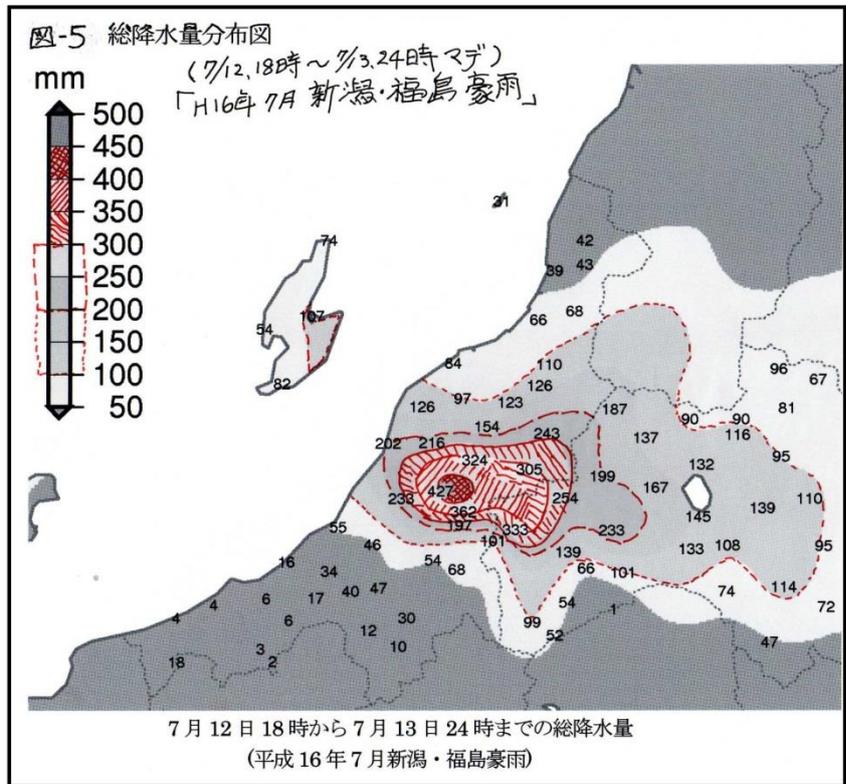
(図-4 レーダーアメダス解析雨量)

(図-5 総降水量分布⇒)

(出典：気象庁 HP 「災害時気象速報」)

平成 16 年 7 月新潟・福島豪雨及び平成  
16 年 7 月福井豪雨)

赤字部分は筆者が加筆



7月12日18時から7月13日24時までの総降水量  
(平成16年7月新潟・福島豪雨)

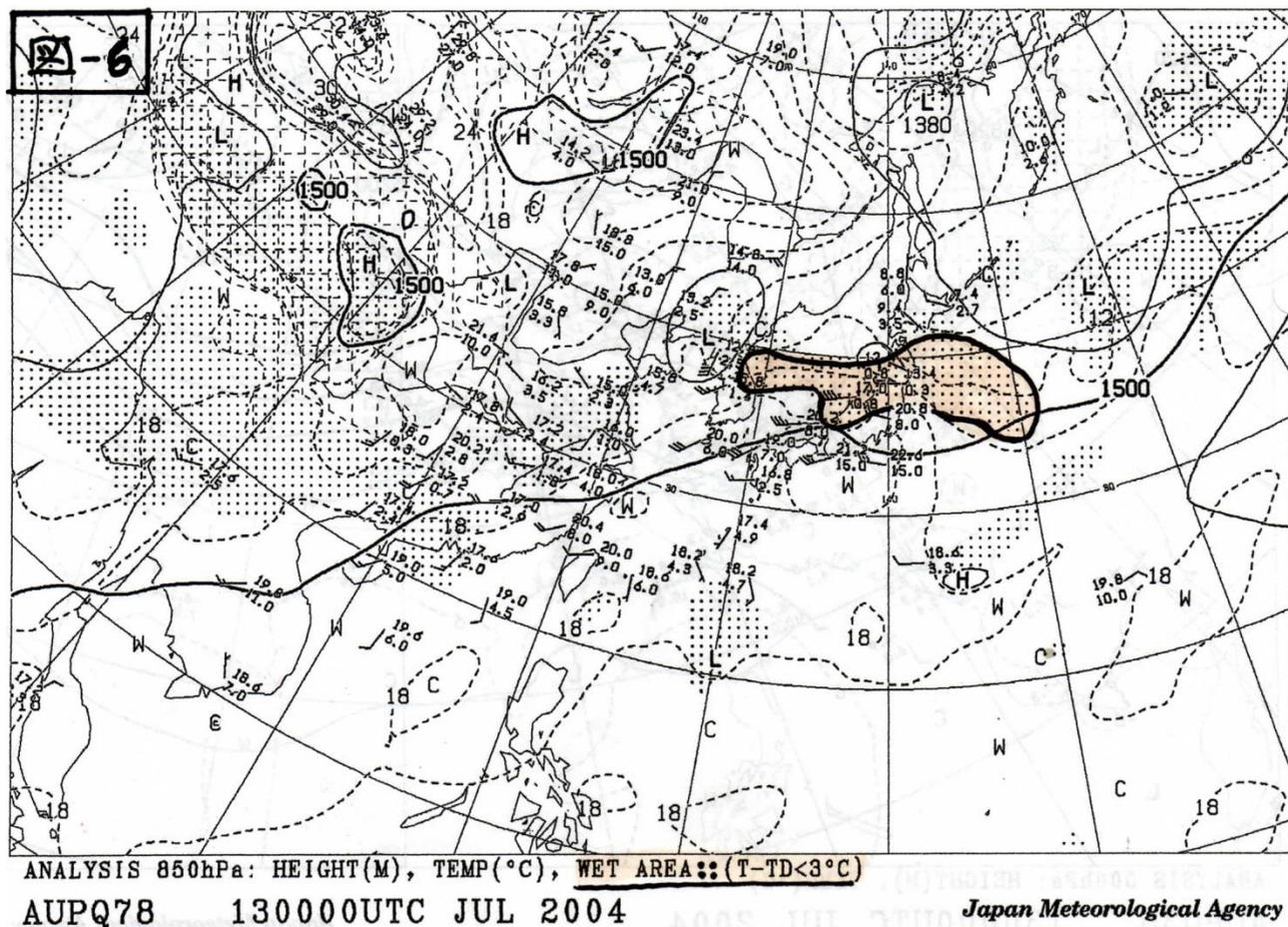
ちょっと話が飛ぶが、この例では前線が停滞しているケースを出した。前線が停滞しているということは、大局的に（マクロスケールで）見た場合、北半球の全体的気圧配の変化が緩慢であるということである。これは、ちょっと煩瑣になるが、梅雨前線北側の対流圏上・中層の気流の流れが大きく蛇行しているために、偏西風帯から分離した高気圧がブロッキング高気圧となり、これによって行く手を遮られた寒冷低気圧が日本海北部に南下してくることに加えて、上層のブロッキング高気圧に対応して地上にも動きの遅いオホーツク海高気圧などが発生するために梅雨前線の北上が抑えられるなどが理由である。このような梅雨期の偏西風帯の蛇行現象は、冬季には南にあった亜熱帯ジェット気流が、暖かくなった梅雨の頃にはヒマラヤやチベット高原付近に移動し、これらの高山によって南廻りと北廻りに分断されること、チベット高原が強い日射で昇温し上層の大気に熱を補給すること、湿潤なモンスーンによる潜熱の放出が上層の大気を加熱することなどが成因であると考えられている。

このように大局的な気圧配置に変化が無いということは、下層に暖湿気流の流入が続き、下層の風向に変化が無い場合には地形による強制上昇流の影響が大きいので、同一地域に集中して降雨量が多くなり、場合によっては集中豪雨もたらすということになる（少しややこしい話が長くなってすみません）。

さて、湿潤な気団が流入したことによって積乱雲群が発生し、豪雨をもたらしたことはご理解頂けたと思うが、衛星画像は現況だけであるし、また、気象レーダーとアメダスでの実況観測から降水を予測している「解析雨量・降水短時間予報」も6時間先までしかない。しからば、何を見れば前線に湿潤な空気が入っている（来る）ことが分かるのであろうか？ここで登場する強い助っ人が高層天気図である。高層天気図の詳細な説明はここでは割愛して、対流圏下層の（地表面に比較的近い高度 1500m 付近の）大気が湿潤であるかどうかの判断をするために、850hPa 高層天気図を二つ掲げる。いずれも上の地上天気図と同時刻のものである。次ページの図-6 は 850hPa 同一気圧面の高度、気温、「湿数」（= 「気温－露点温度」）が記入されている高層天気図である。

実線は等高度線、破線は等温線を表す。詳細は割愛するが、この天気図でポチポチの点が打たれている領域が湿潤である領域を示している。「湿数」は値が小さい程湿潤である。例えば「湿数」=0℃という状態は湿度 100%（飽和）を表しており、「湿数」=20℃というのは気圧を一定に保ったまま気温を

20℃下げて初めて飽和に達するという非常に乾燥した状態を表している。「湿数（[気温－露点温度]）< 3℃」の範囲を湿潤域といい、ここにポチポチが打たれている。ポチポチ領域は雨が降っているかまたは厚い雨雲に覆われていると考えてよい。図－6で薄く茶色シャドウを付けて囲んであるポチポチ領域は、図－3で積乱雲群が発生している領域と重なっている（出典：気象庁HP「高層天気図 加筆筆者」）。

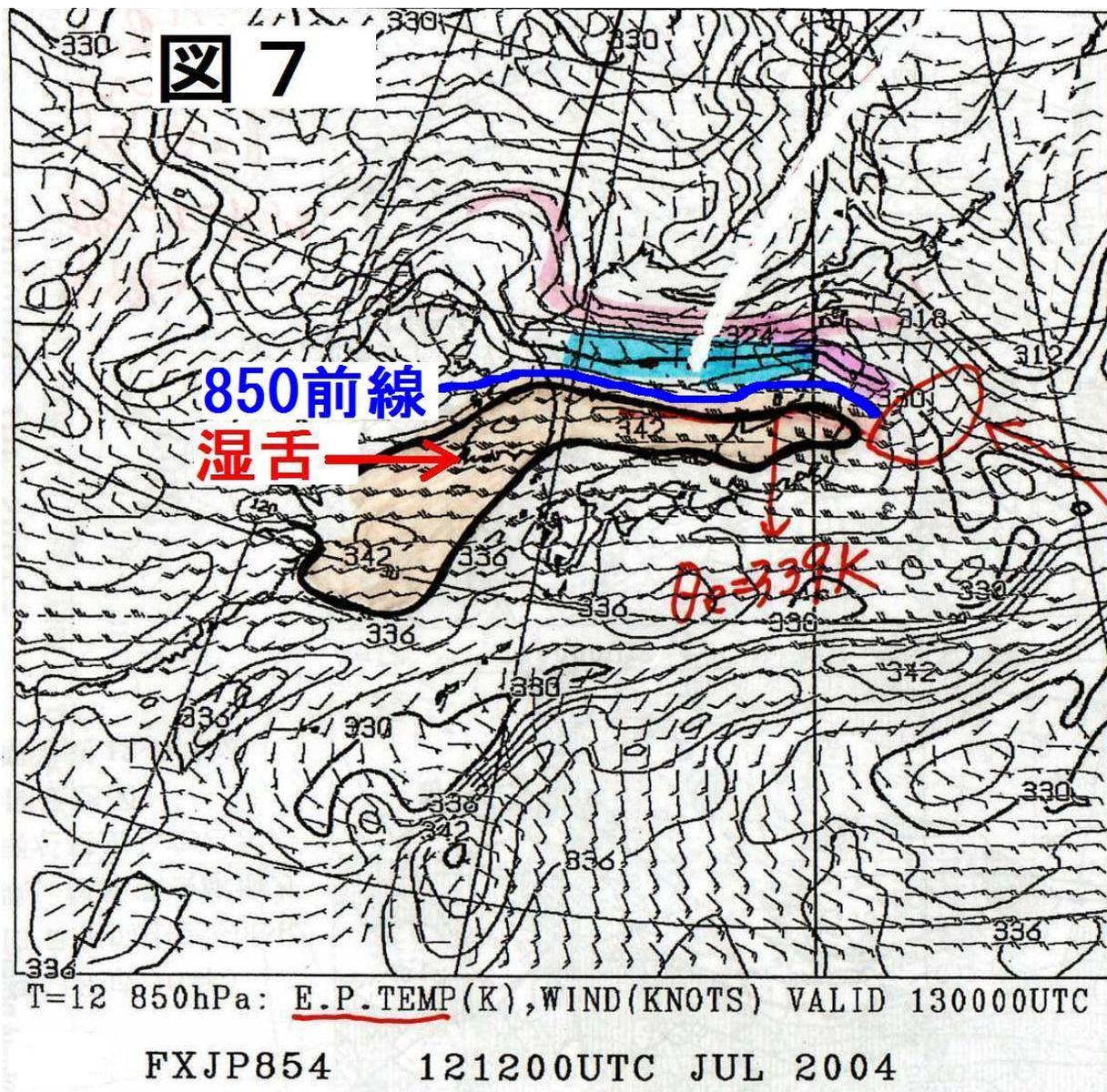


（図－6 850hPaの湿潤域 引用出典：気象庁HP「高層天気図」に 加筆筆者）

即ち、この北陸から東北南部、更に日本の東海上の太平洋にかけての領域は湿潤域で、そのため活発な積乱雲群が発生しているという訳である。同じ湿潤と言っても、湿数（[気温－露点温度]）の差がどれくらいかによって湿潤の度合が変わってくるのは当然なことである。風を示す矢の右下に記入されている数字が湿数であるが、ちょっと小さくて見づらいので恐縮であるが、この北陸から東北南部に至る領域では湿数はほぼ0～1℃程度となっている。これは非常に湿潤なこと現している。因みに、ポチポチが打たれていない乾燥域、例えば潮岬では湿数は15℃となっていて、この差を比較することによって湿数＝0～1℃という状態が如何に湿潤であるかは想像するに難くない。

次に図－7（次ページ）をご覧ください。これも850hPaの高層天気図であるが、図－6とは異なり、「相当温位」と風向・風速が記入されているものである。ここでは風向・風速には着目せず、「相当温位」だけを見る。実線は「等相当温位線」である。「相当温位」という概念は複雑であるが、気温（熱エネルギー）に加えて、内部エネルギー・仕事エネルギー、潜熱エネルギーの変化による温度上昇（下降）相当量を加算したものであるが、ここでは便宜上普通の気温プラス湿潤度と思って頂いてもよい。

（中学校か高校の理科で「エネルギー不滅の法則」というものを学ばれたと思う。「相当温位」を厳密に言うと、ある空気塊が持っているエネルギーは、熱エネルギーを含めて水蒸気や気圧のエネルギー、位置のエネルギーなどがあるが、これらのエネルギーの総和は一定であって、空気塊の境界条件の変化によって、例えば水蒸気のエネルギーが熱エネルギー（温度）に変化するというようなことが起こっている）。



(図—7 850hPa 高層予想天気図 実線=等相当温位線、打たれている数字が相当温位、矢羽は風向・風速)

(出典：気象庁HP「数値予報天気図」に筆者加筆)

この天気図で薄く茶色シャドウを付けて囲んだ領域の中に「342」という数字が見えるがこれは「相当温位」=342K（単位ケルビン、絶対温度）を示しており、このシャドウの領域は「等相当温位線」から「相当温位」が339（ケルビン）以上という領域であることが読み取れる。数字の大小が持つ意味は割愛するが、この値が大きいほど湿潤である。因みに、342ケルビンの850hPaの気温を図—6で読み取ると13℃であり、これは絶対温度では $13+273^{\circ}\text{C}=286$ ケルビンに相当するが、相当温位342ケルビンとの差56ケルビンは主にこの空気塊が持っている水蒸気エネルギーの温度相当分である。この差は摂氏56℃と同じ値である。即ち水蒸気エネルギーが56℃相当値分も気温エネルギーに貢献しているという訳であり、水蒸気の持っているエネルギーが如何に大きいかが想像できる。

この相当温位が330以上の場合には大雨に注意すること、更に340を越えている場合にはどこかで集中豪雨が起きる可能性が極めて高いとして気象庁の天気予報作成でも嚴重に警戒される状態である。シャドウで囲んだ領域は、西から東に向って舌状の楔を打ち込んでいるように見えることから「湿舌」と呼ばれている。この図でも北陸地方は「湿舌」のド真ん中に位置しており、集中豪雨の危険が極めて高いことがこの図からも読み取れる。「湿舌」は梅雨前線の南縁に位置している。図—7は850hPa高層天気図であるから約1500m上空の大気の状態を示しているので、厳密にはこの850hPaの前線（青線）は地上前線の少し北側に位置していることになるが、大まかな地点での気象予測では地上前線の南縁に

湿舌があると考えてもさほどの間違いはない。

幸いなことに高層天気図には「予想図」もあって、48時間先までの12時間毎の高層天気図が発表されている。これは気象庁のHP「数値予報天気図」に掲載されているので、誰でも閲覧できる。

なお、ここまで述べて来た事象は7月13～14日の2日間に起こった「新潟・福島豪雨」であるが、この後も梅雨前線は停滞し17夜～18日昼過ぎにかけては梅雨前線はやや南下して、日本の南海上にある太平洋高気圧西縁からの暖湿気流の流入を受けて再び活発となり福井に集中豪雨をもたらした。

最後に（集中）豪雨が起る可能性が高いかどうかの判断根拠の手順を整理すれば以下のとおり。

(1) まずは、予想地上天気図の梅雨前線の位置が山行予定山域付近にあるかどうかのチェック。

特に梅雨前線のすぐ南側に予定の山域がある場合には、集中豪雨などに嚴重な警戒を要する。

(2) 次に高層天気図（図一6）で予定山域が湿潤域であるかどうかのチェック。

(3) 最後に図一7の高層天気図で、予定山域付近の「相当温位」をチェック。

この値が340ケルビンを超えていれば、集中豪雨の危険性が極めて高いのでサッサと中止・延期すること。340ケルビンを超えている場合にはこの図一7だけで判断しても十分であろう。

#### ※天気図の略号について（補記）

(1) (図一1 (2)) ASAS = アジア地上解析天気図 (Analysis Surface Asia)

(2) (図一6) AUPQ78 = アジア850、700hPa高層解析図

(3) (図一7) FXJP854 = 850hPa高層予想図

E. P. TEMP = 「相当温位」 (equivalent potential temperature)

なお、書き忘れたが、高層天気図、及びASAS天気図では、時刻表示が世界標準時(UTC)になっている。

日本時はこのUTCに9時間をプラスしたものであることに要注意。また、予想天気図で例えば上例図のように“T=12”とあるのは、最終観測時刻から12時間先の予想図であることをしている。

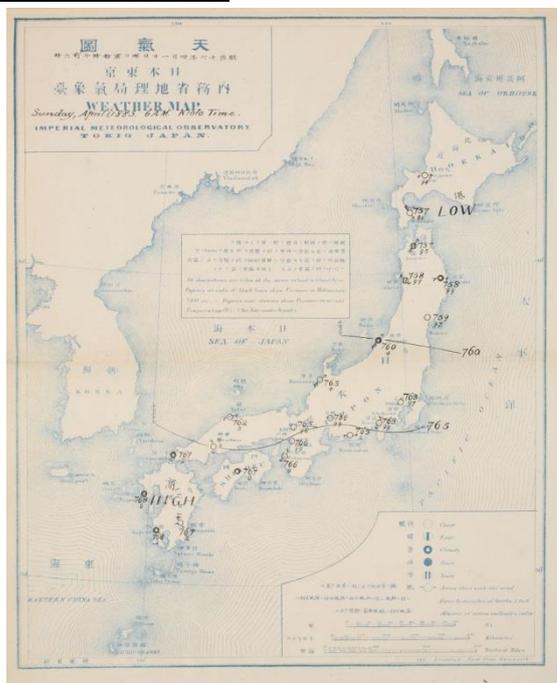
#### 【コラム】気象観測と天気予報の始まり

日本で気象観測が始まったのは明治8年6月1日で、最初はお雇い外国人によるものでした。

現在の「気象記念日」はこの日に因んで6月1日と制定されています。最初の測候所(観測小屋)は現在のホテルオークラの辺りにあったそうです。

天気図作成と予報が開始されたのは明治16年で、右図は日本の天気図第1号です。また、天気予報の第1号は「全国一般風定リナシ。天気ハ変リ易シ。但シ、雨天勝ち」というものであったそうです。今から考えれば随分素朴なものですが、当時としては画期的なものだったのでしょう。

富士山頂測候所は、気象学者・野中至夫妻の血を吐く様な苦勞の末、昭和7年に正式に開設され通年観測が始まりました。富士山レーダーを設置したのは作家でもあった新田次郎です。他のレーダーサイトや気象衛星の充実などで現在は閉所されました。



(本項 完)

[「天気図から読み解く山岳気象遭難の防止」目次に戻る](#)

[「山岳気象と遭難」目次に戻る](#)