

太平洋高気圧縁辺で発達する対流雲

黒田 雄紀*

昭和53年7月12日の夜、高知市では3時間雨量が218mmに達する集中豪雨があって、浸水などかなりの被害が出たが、この雨は太平洋高気圧縁辺に発生した対流雲が、東進してきた偏西風帯のじょう乱との相互作用によって活発化して起きたものである。

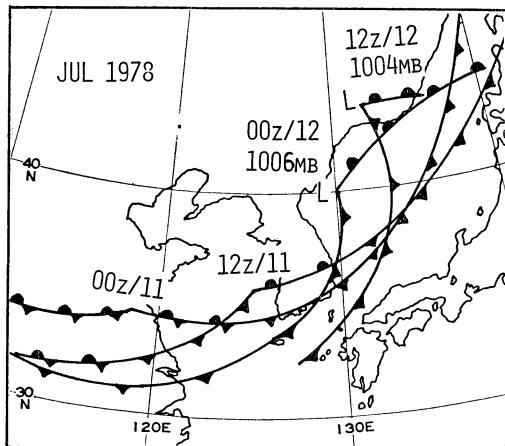
第1図は、集中豪雨の発生する直前の赤外の雲画像であり、第2図は同時刻のレーダエコー合成図である。四国中部には非常に発達した積乱雲が北に伸びているのが見られる。以下に紹介するのは、この雲の形成過程における雲パターンの変化およびバンド状対流雲の個々の雲の動きなどを衛星とレーダ資料によって調査したものである。

1. 集中豪雨が起るまでの雲パターンの変化

1. 1. 前線波動の発達 (第3図, 第4図)

衛星画像上でしばしば観測される、前線性雲バンド上に波動が形成される一例として、上層の正渦度が前線帯の寒気側から接近すると、前線性雲バンドは寒気側にふくらみ (bulge) 波動を形成する。

7月11日00z (第3図) の④部には発達したコンマ形雲が見られる。コンマ形雲は、通常、中層の正渦度中心のすぐ東側の正渦度移流極大域 (PVA・MAX) に形成され輝度の明るい活発な積雲を主体としている。第3図で華中から日本海に伸びる雲バンド⑤は、コンマ形雲④の接近によって山東半島を中心に極側にふくらみ (bulge) を見せている。これは、低気圧の発達過程の雲パターンとしては波動段階 (wave stage) にある。bulge 状となった雲バンド⑤は、24時間後の12日00z (第4図) になると急速に組織化して⑥のごとく発達段階 (developing stage) になり、低気圧の中心は日本海の北西部に解析されている。この低気圧から南西に伸びる寒冷前線が、活発なCbを伴った雲バンド⑥に対応しており、ゆっくり南下している。この雲バンドは夜になると衰弱し、朝鮮海峡に停滞する。



第11図 地上前線の発達過程

一方、明瞭だったコンマ形雲④は東進しながら次第に衰弱し、24時間後の第4図では④に弱い下層雲域として名残りをとどめている。第11図は11日から12日にかけての地上前線解析図であり、前線波動から低気圧への発達過程が示されている。11日00zでは上海の北西部、12zには黄海に前線波動が、12日00zには閉じた低気圧として日本海北西部に見られる。

1. 2. 対流雲の発達北上 (第3図～第6図)

地上天気図では解析されていないが、第3図の③は前熱低であった対流雲域で、北々東進している。この雲域が北上するにつれて、太平洋高気圧縁辺の対流雲が関東以西に入り始めるが、11日はそれほど組織的なものではない。第4図は12日00z (赤外)、第5図と第6図は各々12日03zの可視、赤外画像である。これらの画像より、低気圧⑥の発達・東進に伴い四国付近に入っている⑦と九州の西側に入っている⑧の二つの対流性の雲バンドが見られ、第7図の06zまでは東側の⑦の方が⑧より活発である。

2. 集中豪雨をもたらしたCbバンドの発生と発達

2. 1. cloud line ⑦の発生 (第7図)

* Y. Kuroda, 気象衛星センター解析課

第7図(06z)の画像を見ると、雲バンド⑩と⑪の間中部にあたる四国中部から山陰にかけてライン状の雲⑩が発生している。この雲は、次第に発達し高知市に集中豪雨をもたらした雲に成長するが、この時点では規模は小さい。

2.2. 500 mb のトラフに対応した雲バンド⑩の東進と雲バンド⑪の衰弱分離(第4図～第9図)

500 mb 高層風を見ると、12日の00Zで福岡と鹿児島がSSW、南西諸島が全般にSEであったが、12zでは全般にW～WNWに変化している。このことから、この間に弱いトラフの通過が考えられる。一方、雲画像を第4図から順次見ると、九州西方に入っていた雲バンド⑩は、ゆっくり東進して12z(第9図)には九州の東海上にぬけている。このことから、雲バンド⑩は上記のトラフに関係した雲と考えられる。この雲バンド⑩は、その後⑪と併合して第9図に見られる⑫の発達に大きく関係している。

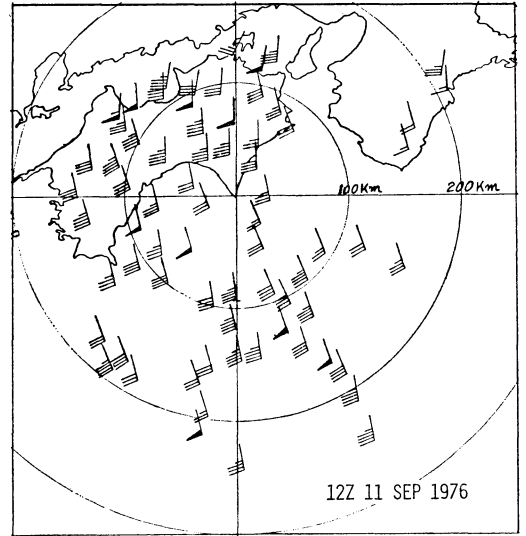
一方、東側の雲バンド⑪は夜になると次第に衰弱しているのが一連の画像によって認められる。とくに第9図(12z)の画像を見ると、それまで⑪付近から流入していたものが28N付近で切れ、土佐湾に指向して⑫に流入する傾向が出てきている。このことは、第10図(16z)の画像でいっそう明瞭となり、雲バンド⑩と⑪が⑫と合流し、それによって⑫が発達している。この合流現象による⑫の発達と対称的に、東側のバンド⑪は急速に衰弱し、第10図(16z)にはほとんど消滅状態となった。

2.3. 雲バンド⑫の発達と集中豪雨(第9図・第10図)

図示しなかったが、レーダ観測によると、雲バンド⑫は12日日中から夜にかけて次第に発達しているが、とくに11zから12zにかけて顕著である。高知市付近で見ると、11zでS(13,000m)のものがVS(14,700m)にまで発達し(第2図)、集中豪雨の最盛期の13zではVS(15,900m)にまで発達し、高知付近での12zから15zにかけての集中豪雨に対応している。雲パターンとエコーパターンの変化を総合すると、小規模じょう乱として発生した cloud line ⑫はトラフに関係した雲バンド⑩と太平洋高気圧縁辺の雲バンド⑪が土佐湾付近で合流し、その相互作用によって集中豪雨をもたらすような強いCbバンドに発達したのであるであろうということが、雲パターンとレーダエコー図から推測される。

3. 太平洋高気圧縁辺に発生する対流雲の個々の雲の動き

太平洋高気圧縁辺に発生し、防災上注目される対流雲



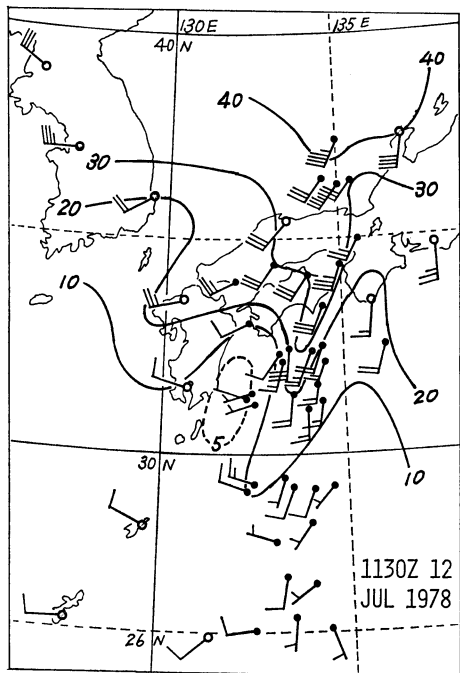
第12図 エコーセルの動き(6分間)から求めた風ベクトル図。

の個々の動きについての調査はあまりない。過去において室戸岬測候所のレーダ班(1976年)が調査したものがあり、それは、台風が関係し非常に発達した太平洋高気圧縁辺の雲バンドの調査である。第12図は、台風7617号が九州の南西海上に接近したときに発生した、太平洋高気圧縁辺のエコーの動きから求めた風ベクトル図(時間間隔6分のセルの移動より求めた)である。これを見ると、太平洋高気圧縁辺に沿って組織的な動きをしている。図示しなかったが、この時間のNOAAの衛星画像をみると、非常に発達した雲バンドが四国のはるか南々東の海上から入り四国付近で向きを北に変え、北側にある前線性雲バンドに流入している。そのような傾向は第12図でもうかがえる。

この例は、四国を中心に未曾有の豪雨をもたらしたものであるが、これからヒントを得、今回の太平洋高気圧縁辺の雲の動きからMM法(雲指定を人が行ない、計算機が雲追跡を行なう。時間間隔30分のセルの移動より求める)によって風ベクトルを求めたのが第13図である。周囲の高層風と比較したところ500mbの風と比較的良好な対応を示したため、500mb実測風も記入してみた。

この図より、

(1) 足摺岬沖から南に伸びる風のシアラインが見られるが、これは2.2節で述べたトラフの東進に対応しているようである。



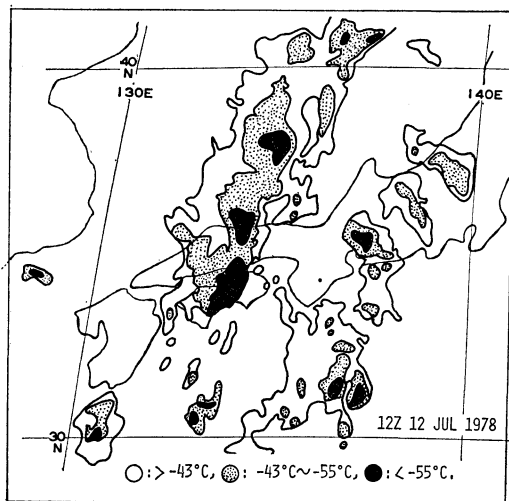
第13図 高知市に集中豪雨が起る直前の等風速線図(白丸: 500 mb 実測風, 黒丸: 風ベクトル)。

(2) 土佐湾を中心として強風軸が見られ、太平洋高気圧縁辺に沿って組織的な動きを示している。

しかしながら、風ベクトルを求めた追跡雲は鉛直方向に発達し、水平スケールも異なる対流雲であり、それを時間間隔30分の移動から風ベクトルを算出するわけで、タイムスケールのにも問題があると思われる。また周囲の500 mb 高層風と合成してみたが、これが適当かどうか問題は多いが、全体的に見て風ベクトルが組織的な動きを見せていることは確かで、今後もこの種の調査を続けたいと思っている。

4. エコー強度と雲頂温度(高度)分布

第14図は、集中豪雨の起る直前の赤外画像(第1



第14図 雲頂温度分布図。

図)から得られた温度情報(アナログ量)をイラスト化した図である。一般に、雲頂温度は雲頂が高くなるほど低温となるため、この情報は雲頂高度分布を示す。この図と同時刻の第2図のエコー合成図を比較すると、雲頂温度(高度)分布とエコー強度分布図はほぼよい対応をしている。とくに、四国から山陰にかけての低温域は、ライン状の強いエコー域と対応しているのがわかる。高知市付近の低温域は -64°C を示し、これはレーダエコーの(VS)に対応しており、一連の低温域の中でも最も低温で雲頂高度が特に高いことがわかる。なお、発達したCbにはCiのout flowが伴って、そのCiが低温域として強調されるため、赤外画像を見るときは雲形の判定が重要である。第14図の雲バンド④に相当する低温域は、ほとんどCiでありそれまで活発であったCbの名残りと考えられる。

文献

室戸岬レーダ班, 1976年: レーダエコーでみた台風7617号, 大阪管区府県気象研究会誌。