

大 雨 に つ い て

——1981年11月2日の低気圧の解析——

中 島 暢 太 郎

HEAVY RAINFALL OF NOVEMBER 2, 1981 IN THE WESTERN JAPAN

By *Chotaro* NAKAJIMA

Synopsis

In the warmer season, warmer wet current can easily arrives at inland area of the western Japan through Kii and Bungo Straits when a developed cyclone is on the Japan Sea coast. When such a warmer current converges into a narrow strait, a secondary cyclone develops near the surface under such warm current. In this paper, the effect of two cyclones of Japan Sea coast and Kii Strait to the various weather phenomena in the area between these two cyclones are analysed for the case of November 2, 1981. Especially the distribution and the time change of heavy rainfall in such a case are discussed.

1. 緒 言

京都府の暖候季の月降水量分布や日降水量 100mm 以上の日の出現回数などを月ごとに南部と北部を比較してみると、6・7月の梅雨末期の大雨は南部に多く、9月の台風による大雨は北部山岳地域に多い。また月降水量の年変化の型も北部と南部でそのピークの時期が異っている。このことはまた、南海上からの紀伊水道への暖湿気の流入による対流性の大雨は近畿中部に集中し、台風などによる地形性の大雨が山地に多いことにも対応している。

ここでは近畿地方中部平野部での大雨に対する紀伊水道の役割を示す事例解析を行う。著者らが多くの例で示したように、日本海を台風や温帯低気圧が東進する場合や、四国・中国地方を台風が北東進して日本海に抜けたあと SW から WSW の風が吹きつづける場合には SW の温暖湿潤の空気が紀伊水道沿いに近畿地方中部へ流入し大雨をもたらすことが多い。このような現象は豊後水道や伊勢湾についてもみられ、島原半島付近も気流が収束するという点では共通の現象がみられ、これらの収束流の先端部で大雨をもたらす。このような場合には 850mb 天気図では日本海に単一の低気圧が見られるが、地上の特に局地天気図では 850 mb の低気圧中心の下他に暖気流の収束域に背の低い局所的な低気圧が発生して南北にならぶ二つ玉低気圧の型をとることが多い。しかも南側の二次的な背の低い低気圧の方が地表天気図では主低気圧にみえる場合があるが、これは地形的に暖域に発生するものでその進行を追跡することが困難であり、これだけに注目していると降雨予想に誤りを生ずることが多い。

1979年以来日本の静止気象衛星「ひまわり」が3時間ごとの雲分布を送画してくるようになり、同じ頃から気象庁のアメダス気象観測通報網が完成し、さらに1981年春からは在来の大阪管区気象台高山レーダーに加えて、大阪航空測候所のレーダーと建設省の大阪府・京都府境の深山レーダーが運転を開始し、近畿地方中部を3つのレーダーがカバーするようになったので、これらの新しい情報を総合して上述の南からの気流による大雨を解析することにした。今回解析の対象とした1981年11月2日の大雨は近畿中部では日降水量

が30~40mm, 最大1時間降水量が10~15mmであって記録的な大雨という程ではないが, これらの新しいレーダーが運行しはじめてからのものでは大雨の成因が興味深いものであったのでここに詳しく解析することとした。

2. 1981年11月2日に西日本を通った低気圧

Fig. 1 は1981年11月2日21^hの極東地域の500mb天気図である。実線は60mごとの等高線で破線は12時

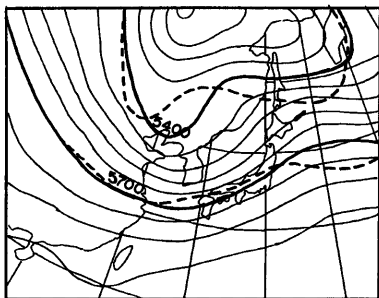


Fig. 1. 500mb weather map of 21^h November 2, 1981.
Broken lines are 5400m and 5700m contour
lines of 09^h.

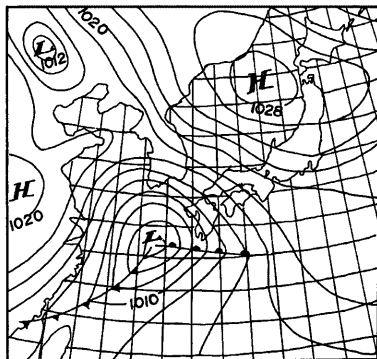


Fig. 2. Surface weather map of 03^h.

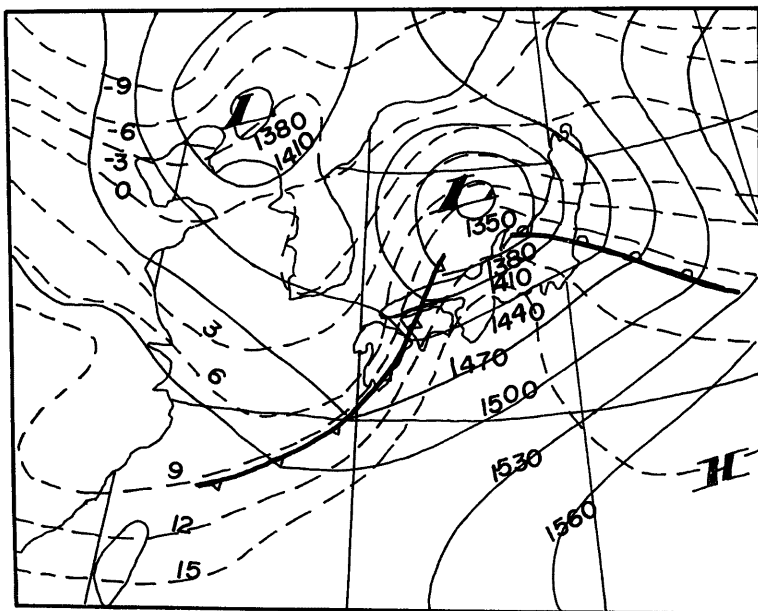


Fig. 3. 850mb weather map of 21^h.

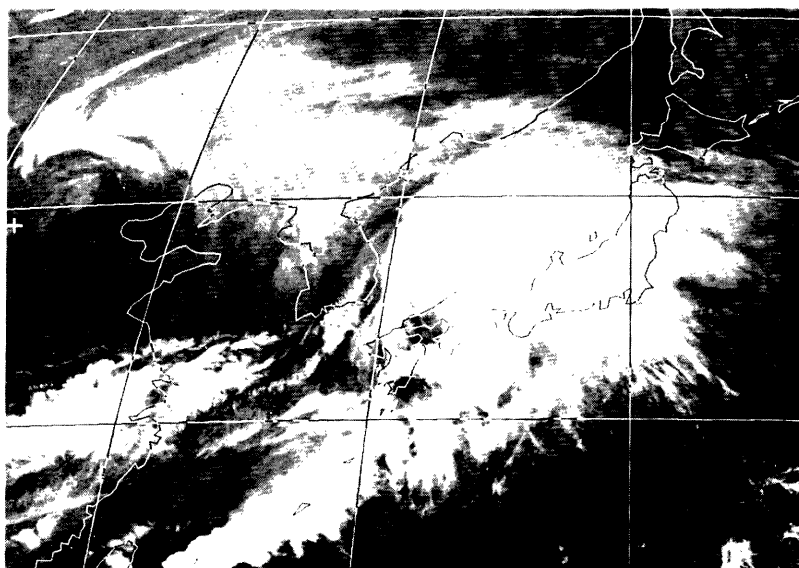


Photo. 1. Cloud distribution at 09^h November 2, 1981 by the satellite Himawari (IR picture).

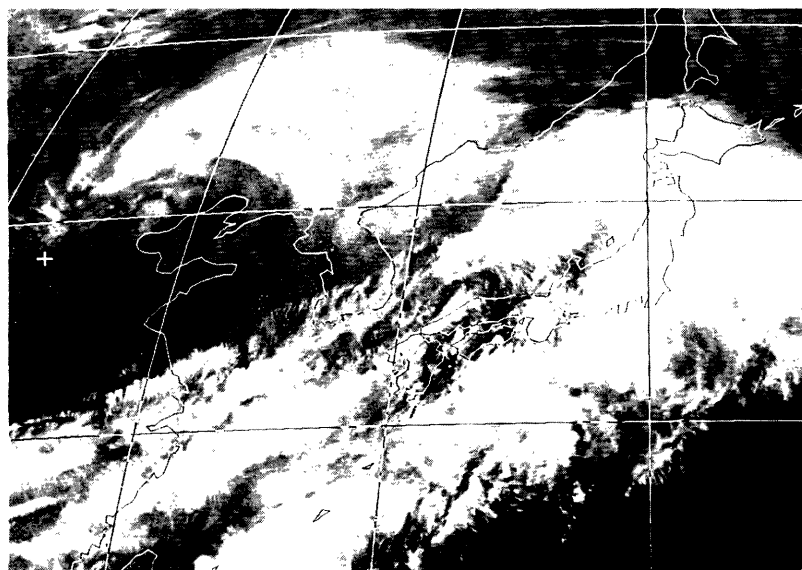


Photo. 2. Same as Photo. 1, but at 15^h.

間前の2日09^hの5400mと5700mの等高線である。東進してきた気圧の谷が東シナ海付近で著しく深まっているのがみられる。この気圧の谷の東側では強まったジェット気流の軸が日本列島の上を WSW から ENE へ向って走っている。したがって西日本では対流圏下部で低気圧が発達しやすい場となっていることが理解出来る。**Fig. 2** は地表の低気圧が未だ日本列島の地形の影響を受けて複雑に変形しない前の2日03^hの地上天気図である。実線は2mbごとの等圧線である。日本海北東部に1028mbの高気圧があり、鹿児島県の西方海上には1004mbの低気圧がみられる。次にこの低気圧へ向って南から暖かい気流が日本列島に向けて流入している状況を示すために**Fig. 3**に2日21^hの850mb天気図を示す。山陰沿いにENEの方向に進んだ低気圧が21^hには能登半島の北にあって著しい寒冷前線と温暖前線を伴っているのがみられる。実線は30mごとの等高線で破線は3°Cごとの等温線であるが、3°Cの等温線が対馬海峡から秋田付近に達しており、一方15°Cの等温線が前線の南側を走っており、近畿地方では特に暖気が北に侵入しているのがみられる。

Photo. 1と**Photo. 2**とはそれぞれ静止気象衛星「ひまわり」の2日の09^hと15^hの赤外雲画像である。850mb面での低気圧の中心は09^hには山口県の北側の海岸付近、15^hには鳥取県の北方にあったが、これらの雲画像には低気圧中心からWSWの方向に延びる寒冷前線に伴う対流雲や、低気圧中心の東側を南から北側にまわりこむ幅の広い暖気流の上の層雲が真白にひろがっているのが見られる。また日本列島へ向けて南から北上する暖気流が次第に不安定化して対流活動が盛になって行く様子もみることが出来る。低気圧中心の西側の寒冷前線の北側では寒気の沈降のため雲のきれ目が東西に延びている。一方、中国大陸の揚子江下流から対馬海峡方面に延びる筋状の雲は対流圏上部のジェット気流軸に沿うものと考えられ、ジェット気流の走向に直交する波状の巻雲がならんでいるのがみられる。朝鮮の北方には地上天気図にもみられる別の低気圧に伴う渦状の雲系がみられるが、日本付近の低気圧に伴う雲系にくらべると対流活動は弱い。11月2日の3時間ごとの「ひまわり」画像をならべて比較すると、低気圧に伴う雲系は低気圧の東進と共に変形しているのに対してジェット気流に伴う層雲はほとんど変形していない。

ここまではこの低気圧の一般的な性状について述べたが、この低気圧が九州から中国地方・近畿地方を通

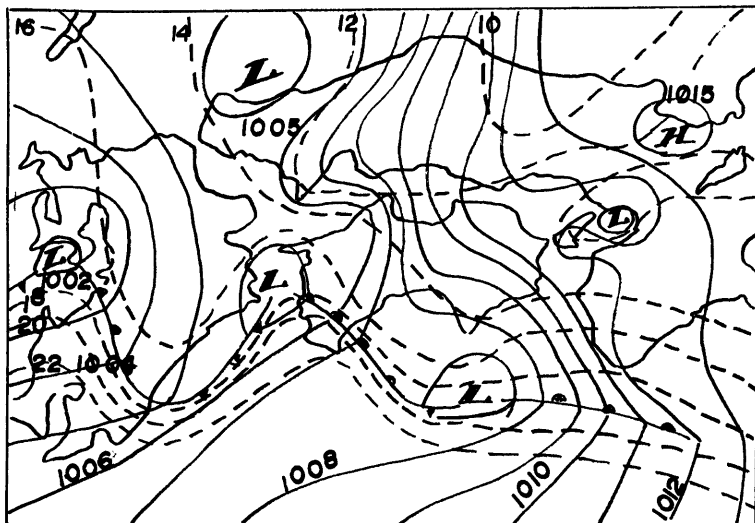


Fig. 4. Local weather map of 09^h.

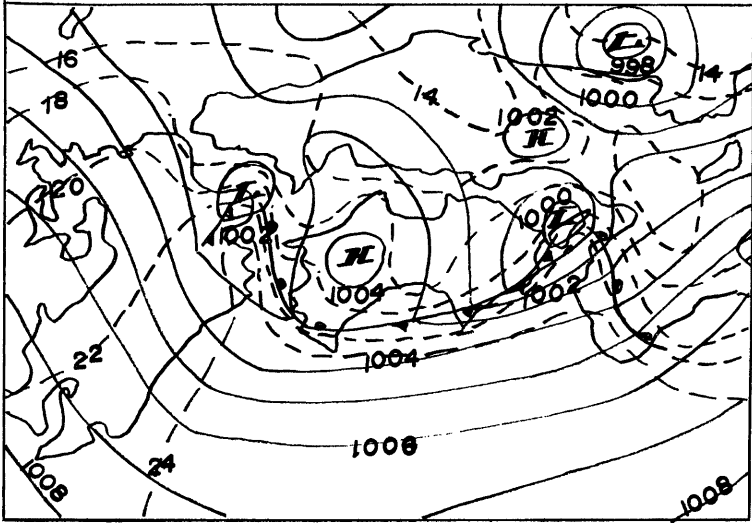


Fig. 5. Local weather map of 15h.

過する間に地形の影響を受けて、地上天気図が局所的にどのように変形したかについて次に説明する。**Fig. 4** と **Fig. 5** はそれぞれ2日の09^hと15^hの局地天気図である。850mb 天気図にみられる背の高い主たる低気圧の中心位置は既に述べたように 09^hには山口県の北側の海岸付近、15^hには鳥取県の北方と推定されるが、局地天気図には、この低気圧の他に地形の影響で地表付近に出現したいくつかの低気圧がみられる。これらの二次的に発生する低気圧は主低気圧のように一様に東進するのではなく、有明海付近や豊後水道北部、紀伊水道北部など南から暖気流の収束北上しやすいところに発生したり消滅したりしているのがみられる。すなわち暖気流の流入が強まれば一時的に地表気圧が低下して地上天気図に低気圧が発生するが、暖気の流入がとまれば消滅すると考えた方がよい。2日15^hの局地天気図では太平洋岸の気温が約24°Cであるのに対して、若狭湾付近の気温は約14°Cでその差は約10°Cに達している。特に豊後水道や紀伊水道の北部では南北の気温勾配が大となっている。今近畿地方に注目して、15^hの局地天気図を大体東経135°線に沿って南北にきってながめると、日本海には中心示度998mbの主低気圧があり、この低気圧に伴う前線の南側と北側の気温差は約2°Cである。中国山脉付近には弱い地形性の局所高気圧があり、さらに南へ行くと淡路島付近に再び中心示度1000mbの局地性低気圧がある。この低気圧は背の低い二次発生的なものであるが、これに伴う前線の南側と北側との気温差は約8°Cにも達していて、15^hの局地天気図上ではこの低気圧が一見主たる低気圧のように見える。

これらの低気圧の通過や消長に伴って各気象要素がどのように変化したかを、淡路島付近の低気圧の南側にあたる和歌山地方気象台とその北側にあたる大阪航空測候所で比較を行った。**Fig. 6**と**Fig. 7**とはそれぞれ和歌山と大阪空港との11月2日11^hから3日02^hまでの気温・露点・気圧の自記記録を模写したものである。現地気圧は和歌山と大阪空港でほとんど同じような変化をしており、これより先の2日00^h頃には共に1017~1018mbぐらいいであったが、その後ゆっくり下降して行き、これらの図に示されるように、10^h30^m頃からの約2時間では共に8~9mbのやや著しい下降がみられ、14^h頃から18^h頃までの約4時間は鍋底状態で18^h頃よりゆるやかに上昇していった。12^hから12^h30^m頃までの気圧下降が特に目立っている。一方、気

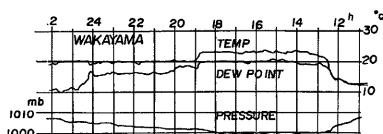


Fig. 6. Temperature, dew point and pressure at Wakayama from 11h 2nd to 02h 3rd.

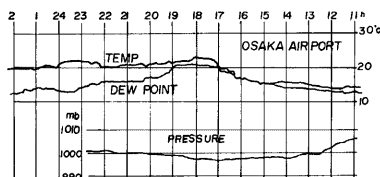


Fig. 7. Same as Fig. 6, but at Osaka Air Port.

温や露点の変化の様子はこれら2観測所でかなり異っている。まず和歌山の気温は11h頃まではほぼ一定で12°Cぐらいを保っていたが12h15m頃からの15分間で約6°Cの急上昇をしたのを中心に11h30m頃から12h30m頃までの約2時間に約11°Cの上昇を示している。これは局地天気図上で淡路島付近の低気圧に伴う温暖前線の通過に対応している。あるいは紀伊水道に南からの暖かい風が強く入りはじめたことに対応しているともいえる。そのあと約6時間23°Cぐらいの、ほぼ一定の気温がつづいた後18h50mから19h00mまでの10分間で約3°Cの急降下を示している。これは局地天気図上では寒冷前線の通過に対応しており、広域の天気図からみれば紀伊水道に入ってくる暖気の流入が終了したことに対応している。その後は20°Cぐらいの一定気温を保っている。一方、大阪航空測候所の方は、朝から約14°Cのほぼ一定の気温を保っていたが12h頃から14h頃にかけて約2°Cゆるやかに上昇、16h頃から約1時間に約3°Cのいく分急な上昇をしたのち17h00mから17h10mの間に約4°Cの急上昇を行ったあと約1時間23°Cぐらいの気温を保ち、18h10m頃からの約10分間で約2°Cの下降を示し、そのあと22h頃までゆっくり下降をつづけている。次に述べる風の解析でさらに明らかとなるが、大阪航空測候所の方は淡路島付近に地表の低気圧がある間はむしろNEよりの風向で気温は比較的低く、この低気圧が弱まった後ではじめて日本海側の主任気圧に向うSよりの暖気が地表付近でも大阪空港付近に達したことを示している。このように淡路島付近の二次的な低気圧をはさんで南北に位置する和歌山と大阪空港とは気温の変化に著しい差がある。

つづいて両観測所での風の記録を比較する。Fig. 8とFig. 9とは和歌山と大阪空港の風速記録を模写したものであるが記録計が異り、大阪空港ではたて

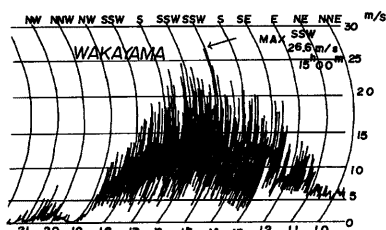


Fig. 8. Wind speed at Wakayama from 10h to 21h 2nd.

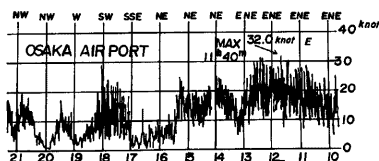


Fig. 9. Same as Fig. 8, but at Osaka Air Port.

軸はノットで示していることに注意しなければならない。これらの図を比較すると風の変化の様子も両地点で非常に異なっていることがわかる。まずFig. 8の和歌山の風速の変化をみると、15h00mのSSW 26.6m/sをピークとして10h頃から19h頃まで比較的単調な山型の変化を示している。すなわち10h頃からE~NNEの風が次第に強くなり、12hに温暖前線の通過と共にS~SSWの風向に変化するが15h頃まで単調に増大し、その後再び次第に弱まって19h頃にはほとんど無風となっている。19h頃には気温の方では寒冷前線通過のような変化を示しているが、風の方は前線通過による強風はみられず、19h頃はむしろ南よりの風の終りを示しているだけである。一方、Fig. 9に示される大阪航空測候所の風(ノットで表示)はもっと複雑な変化を示している。こちらでは和歌山より早く、2日の朝4hから瞬間最大風速が時には

5m/s を超え、9^h 30^m 頃からは時々 10m/s を超えるようになった。その間風向はほとんど E~NE で 9^h 頃には一時 NNE となったが再び ENE を中心とした風向が保たれた。11^h から 12^h 30^m 頃までは平均風速約 10m/s がつき 11^h 40^m に E の 16.5m/s という瞬間最大風速を示した。和歌山では 12^h 頃に風向が南よりに変っているが、淡路島付近の低気圧の北側にあるここでは 16^h 30^m 頃まで終始 NE を中心とした風向がつづいた。風速の方は 12^h 30^m 頃から弱りはじめ、13^h 頃には平均風速が 5m/s ぐらいまで弱まった。その後は 1^h 頃に再びやや強くなり、14^h 30^m 頃に一時弱まり、15^h すぎに一時強まり 15^h 30^m 頃からはかなり弱ってしまった。和歌山で SSW の最大瞬間風速を記録した 15^h 頃には大阪空港では全く反対方向の風が吹いていたことになる。16^h 30^m からは南の二次的な低気圧が消えて、大阪航空測候所でも日本海の低気圧の移動と共に SE→SW→W と風向が回転して 18^h 頃には SW の瞬間最大風速が 15m/s に達した。その後日本海の低気圧が東に去ると共に風向は W→NW へと変化し、風速は 90分ぐらいの周期で変動している。

3. 11月2日の雨

前節では1981年11月2日の低気圧が近畿地方では二つ玉の低気圧として局地天気図上で解析されることを述べ、それらの低気圧の移動や消長に伴う、和歌山と大阪航空測候所の気圧・気温・風などの変化の様子を解析した。この節では降雨状況について述べる。Fig. 10 にはこの日の日降水量分布を示した。この日の近畿地方の日降水量は紀伊半島の南東部山岳地方で多かった以外に、兵庫県中部に 40mm をこすところがあり、また兵庫県南東部から大阪府北部を経て滋賀県北部に達する細長い大雨域がみられる。和歌山では南の強風が吹いて高温となったが雨量はそれほどでない。Fig. 11 には和歌山と京都の11月2日 07^h から 21^h までの降雨記録のスケッチを示す。和歌山では朝から降っていた弱い雨が風が強まりはじめた 10^h 頃から強くなりはじめ、温暖前線が通って風向が東よりから南よりに変わった 11^h から 12^h 頃に最盛期となり、1時間に 10mm の降水量があった。その後は上述のように南よりの風が強まったが気温はほぼ一定で、降雨はほとんどなかった。19^h 頃風には著しい変化がなかったが気温が急降下した。地上天気図では寒冷前線通過に相当する頃に10分ほどの間に約 6.0mm の強い雨があってその後は雨も止んだ。このように和歌山の雨は総量ではそれほどたいした雨ではなかったが、紀伊水道北部の低気圧に伴う温暖前線および寒冷前線に伴うものとして説明出来るような降雨状況であった。一方、Fig. 10 の日降水量分布図では比較的雨量の多かったところに属する京都地方気象台は紀伊水道北部の低気圧の北側に位置しており、風や気温の変化は上述の大阪空港のそれと似ていた。Fig. 11 で京都の降雨の時間経過を追ってみると、全般に和歌山の約 2 倍の量に達して

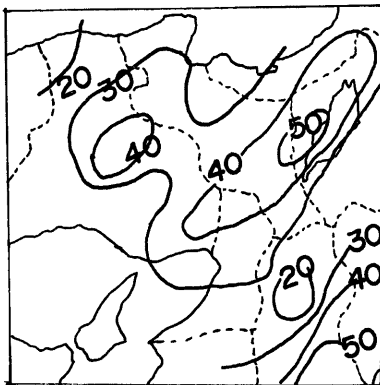


Fig. 10. Distribution of the daily total amount of precipitation of November 2, 1981.

いるが、和歌山の 1 時間降水量のピークであった 11^h から 12^h の頃は、雨は強まったが和歌山ほど集中せず 10^h あら 12^h まではほぼ同じ強度の雨がつついた。和歌山では 12^h すぎから 19^h まえ頃まではほとんど雨が止ん

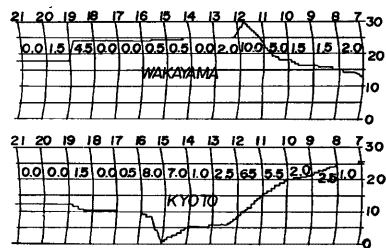


Fig. 11. Change of rainfall intensity of November 2, 1981 at Wakayama and Kyoto.

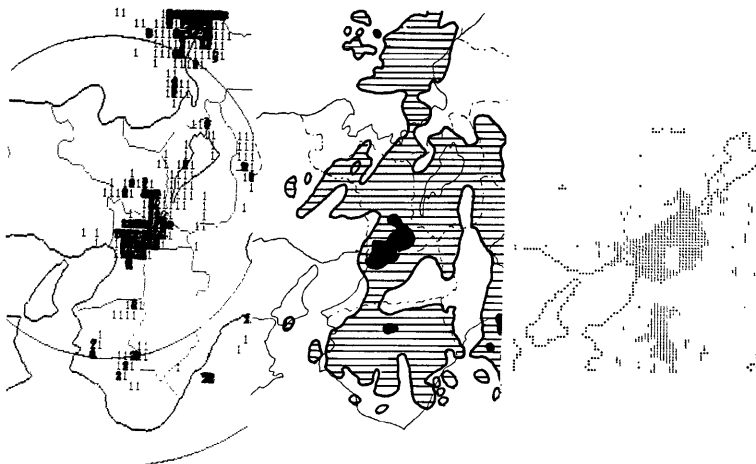


Fig. 12. Distribution of rainfall amount by Osaka Weather Bureau Radar (middle), Osaka Air Port Radar of JMC (right) and Miyama Radar of Kinki Regional Construction Bureau (left) at 15^h November 2, 1981.

でいたが、風向が NE 系から S 系にかわって和歌山で最大風速が出現した 15^h 前後に 2 時間で約 15mm という日の最大降雨強度を示した。その後 16 時頃から雨が止み、和歌山で寒冷前線型の強雨のあった 19^h 頃も 30 分間に 1.5mm の雨が一樣に降ったにとどまった。

次に京都付近で降雨が最盛期に達した 2 日 15 時のレーダーによる降雨分布を Fig. 12 に示す。中央は高山山にある大阪管区気象台のレーダーエコースケッチのコピーである。横斜線を入れた部分は弱いエコー域で黒く塗った部分が並エコーである。大阪から京都にかけてこの並エコーの部分がひろがっているのがみられる。左側の図は近畿地方建設局が大阪府と京都府の境に建設した深山レーダーのテスト期間中のエコー図である。図中の数字の 1 は 2～4 mm/hr の降雨強度を示し、2 は 4～16 mm/hr の降雨強度であることを示している。ランク 2 の分布は中央の高山山レーダーのそれとほとんど一致しているが、ランク 1 の分布は細かところでは多少の差がみられる。右の端は大阪航空測候所のレーダーエコー図である。図中の数字は 1 が 4 mm/hr 未満、2 が 4～16 mm/hr、3 が 16～64 mm/hr、4 が 64 mm/hr の雨量強度に相当している。これも他のレーダーエコー図と同様大阪から京都の間にやや強い降雨域のあることを示しているが、3 者の中ではメッシュがもっとも細かい。したがって詳細な降雨分布が示されている。これら 3 個のレーダーはそれぞれ特性に差があり、またその位置の差からくる地形の影響の差、レーダーと降雨域の距離の差があるので全く同じ型になるのは無理であり、今後も地上の観測値との照合は常に必要であろう。しかし大阪航空測候所と建設省のレーダーは 5 分ごとによみとることが出来、また積算などの計算システムが附属しているので今後の解析は非常に便利になると予想される。ここには図示しなかったが今回の雨についても 5 分ごとのエコー分布図を比較してながめると 15^h 頃、京阪地方にあったエコーは西の方から強まりながらやってきたもので、その後次第に滋賀県の方へ移動して行く様子がみられる。

4. 結 語

この論文では日本海に低気圧があって南海上から紀伊水道に暖かく湿った空気が流入する場合の大雨について暖気の収束域に二次的に背の低い低気圧が発生した場合に地上でみられる風や気温の変化と降雨分布に