

白山山麓の大雨時における雨量分布と Radar-Echo

吉田 忠孝 金沢地方気象台

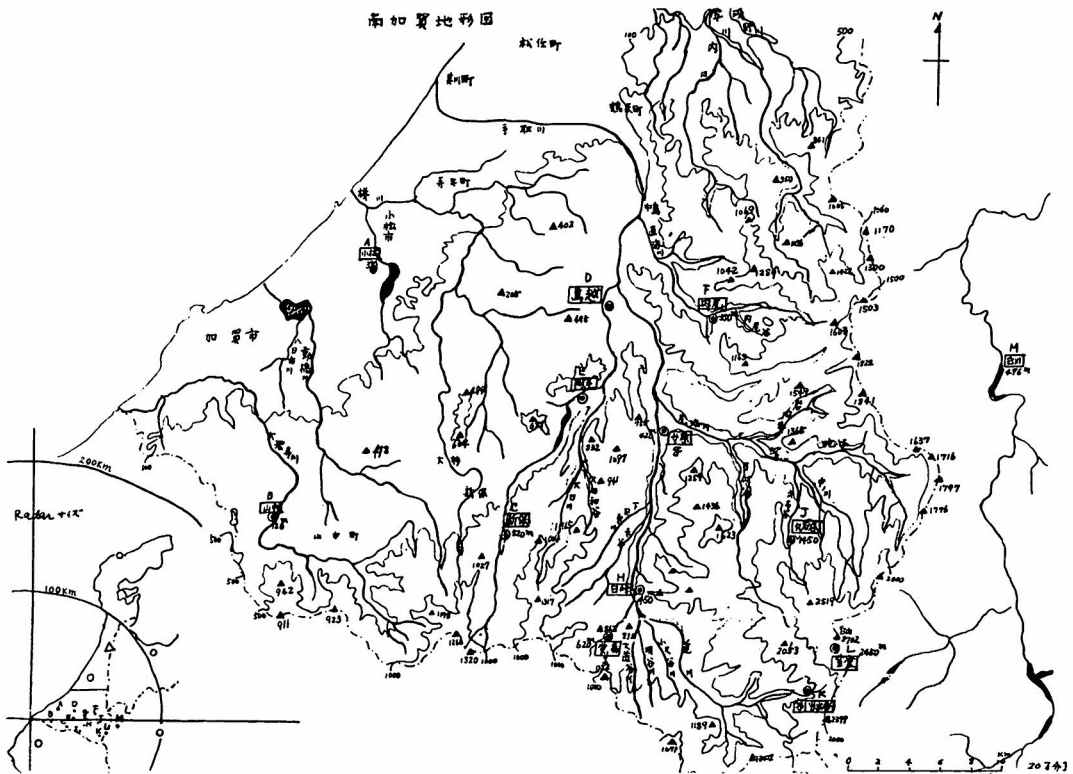
THE RAIN-FALL DISTRIBUTION AND RADAR-ECHO AT HEAVY MAIN FALL IN HAKUSAN DISTRICT

Chūko YOSHIDA, *Kanazawa Local Meteorological Observatory*

はじめに(第1図・第2図)

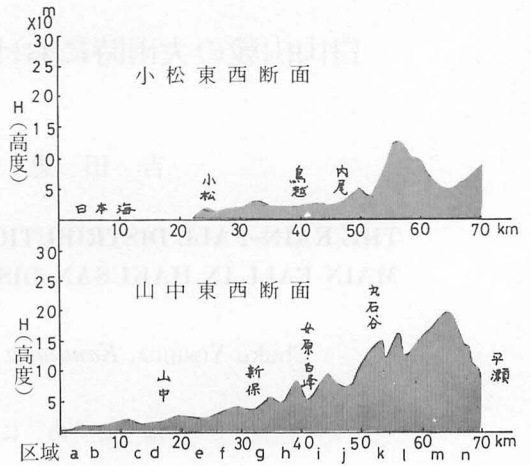
夏期(6~9月)白山麓の大雨は大部分が前線活動によるものである。局地的な大雨による被害は能登地方に多く発生しているが、1時間雨量や3時間雨量の最大値の発生は白山麓に広がる加賀南部に多い。

南下する前線に対応する強い Radar-band-Echo が西南西にのび、能登北部にかかりはじめ振動しながら、ゆっくり南下する時、Echo の変化には一つのステージがある。南下しはじめ中能登(地溝帯)



第1図 南加賀地形図

にかかると、南加賀には扇状 Echo におおわれ、その中に点々と Moderate Echo が散在する。更に南下し、加賀北部に達すると、(新潟上越沖に前線上の低気圧が移動) 若狭湾沖に band-Echo が発生し、南下する band-Echo が小松付近にかかると、new band-Echo が混合した状態で加賀南部に進入する。Echo の形状は band 状が変形して、拡張され、いわゆる山岳効果と見られる南北方向に立った形状となることが多い。この変形した Echo の中に Moderate Echo や Strong-Echo が発生することが多い。降雨強度の peak もこの時にあらわれる。南下速度の遅い時は、若狭沖から後続 Echo が進入し、もう一つの降雨強度 peak を作る。



第2図 加賀南部東西断面

これ等 Echo の振舞を昭和51年6～9月にいたる福井 Radar の毎時 Echo 資料の7例について、白山山麓に展開される雨量 data と Radar Echo との対応を調べ、雨量観測点の無い地域について、どの程度 Radar-Echo から降雨量を推定できるか調査した。

また Radar Echo の振舞から推定される白山麓の雨量分布が地形効果をどのように受けているかも分析した。

降雨資料としては北陸電力K.K が手取川集水域に展開する観測資料および気沢地方気象台が展開する農業気象観測資料の13地点のものを用い、対象地域の広さは1,650km² となり代表性としては十分と考えられる。

第1図は加賀南部の対象区域であり、格子は5 km 毎に福井 Radar Side を起点として画いたものである。

第2図は加賀南部における小松および山中の東西断面図である。

調査方法

観測地点は第1図で示したが列挙すると

小松(標高3 m) 梯川下流, 山中(標高126 m) 大聖寺川上流, 鳥越(標高180 m) 大日川下流, 内尾(標高330 m) 直海谷川上流, 阿手(標高350 m) 大日川中流, 女原(標高420 m) 手取川中流, 白峯(標高450 m) 手取川上流, 新保(標高520 m) 大日川上流, 堂ノ森(標高620 m) 手取川上流, 中飯場(標高1,400 m) 白山登山口, 丸石谷(標高1,450 m) 尾添川上流, 室堂(標高2,450 m) 白山山頂, 平瀬(標高550 m) 庄川上流

当該地点の大雨時の毎時間雨量を用いて雨量分布図を作成した。Radar Echo は東尋坊にある福井気象 Radar Echo を用いた。Echo 量の算出方法として、東尋坊を起点として5 km² 格子を作り、5 km² ユニットとして数量化し雨量との対応をとった。Radar-Echo の重みとして Weak=1, Moderate=2, Strong=3, Very Strong=4 とした。(重みの取り方として Weak>4 mm/h Moderate<4 mm/h が標準となっているが、この重みを付けると雨量の対応が非常に悪かったので、更に検討の要がある)

等雨量線も5 km² の格子でモザイク型式とした。解析した期日と概況は次の通りである。

吉田：白山山麓の大雨時における雨量分布と Radar-Echo

期 日	気 象 概 況	降水 peak 時	Radar Echo 南下速度	700 mb 風向, 風速 (21 h)
昭 51.6.22	Low 995 能登沖通過	8～10時	30 km/h	西南西45 knot
8.2.	Low 1006 能登沖通過	8時	40 km/h	西南西16 knot
8.3	Low 北関東, 新しいうず加賀	16～17時	40 km/h	北々西 8 knot
8.6～7	Low 1007 能登沖, front ゆっくり南下	1～2時(7日)	10 km/h	南西 25 knot
8.14	Low 1004 能登沖 front 石川県で活潑	18時	30 km/h	西 14 knot
8.30	Low 1006, 閉塞前線石川県通過	18時	30 km/h	西 14 knot
9.9	台風 17 号南西諸島, 湿舌が前線刺戟	21時	20 km/h	南西 16 knot

第 1 表 Echo 階級と地点時間雨量の対応 (1976. 6～9 7 例)

雨 量	no echo			W			M			S		
	5～10	11～20	21～	5～10	11～20	21～	5～10	11～20	21～	5～10	11～20	21～
小 松 3m	2	0	0	4	2	1	3	1	0	2	2	1
山 中 126	0	0	0	6	3	0	2	2	0	0	0	1
鳥 越 180	1	0	0	10	2	0	3	3	1	0	2	0
内 尾 330	3	1	0	11	2	2	2	4	0	2	0	0
阿 手 350	0	0	0	1	1	0	3	0	1	0	1	1
女 原 420	0	1	0	7	3	0	1	2	1	1	4	2
白 峰 450	2	0	0	10	0	0	1	2	0	2	2	1
新 保 520	1	0	0	9	1	1	5	1	1	0	0	2
堂 森 620	0	0	0	8	1	1	5	0	0	0	2	0
中飯場 1400	4	0	0	8	6	1	5	0	0	0	1	1
丸石谷 1450	1	0	0	7	3	0	4	2	1	0	2	1
室 堂 2450	5	0	0	6	9	2	2	2	1	0	0	1
平 瀬 550	0	0	0	7	0	0	2	2	1	0	0	0

Radar-Echo と降雨量の対応 (第 1 表)

前線の南下に伴う白山山麓の降雨強度の peak は普通各地で 3 回ある。南下速度の遅い (10km/h) もので、富来で前線通過に伴う降雨強度 peak が発生し、山中で peak が出るまで平均 5～6 時間位を要している。しかし一過性の前線については 2～3 時間位である。一過性で東進する前線通過に伴う降雨時間は 8 時間位 (例 8 月 30 日) で、前線に対応する Radar Echo (Moderate) の通過は 1 時間位で終り、この際 peak が出る。

平均 20km/h で南下速度の遅い、前線に対応する Echo は若狭湾沖に発生する New band-Echo

と混合して、白山麓では複雑な Echo 型をとって東進する。今回調査した例では三つの降水 peak が発現している。これらはシノプティックに解析できないが、Radar Echo の振舞から天気図で解析される前線に対応する band-Echo の通過に伴う降雨 peak と、New band-Echo の通過に伴う二つの降雨 peak が出る。いわゆる前線の山越えによる変形とメソスケールの擾乱が白山麓に、浅海の磯波が打ち寄せるような過程が Radar Echo から、うかがえるのが特徴である。

小松を通過する降雨 peak (Radar Echo で検証) が丸石谷を通過するまでに大体 3 時間を要している。(6月22日, 8月2日, 8月14日, 9月9日)

東進速度(ベクトル) 15km/h となり、南下速度 20km/h とは物理的によい値である。第2波の降雨強度 peak については、擾乱の life time が短いいためか、地形のためか Radar Echo から追跡できない。また降雨実況からもはっきりしない。時間毎の Radar Echo 毎時降雨量の対応を調べるため、白山麓を 10km² の格子に刻み、格子点の Echo 量を読み取り、観測地点が存在する格子の Echo 量と、その観測点の降雨量との対応を調べたのが第1表である。

Radar Echo は Weak, Moderate, Strong に分類し、大雨日 8 例について、毎時間 Radar Echo 資料が入手できた時間帯について、その回数を時間降雨量別にあらわした。この表から次のように要約できる。

- (1) no-Echo 弱い降雨がある場合が多い。特に山岳部の高い標高に多い(白山・中飯場)。
- ② Weak-Echo 「5~10mm」に対応するが山岳西斜面で(白山・中飯場)11~20mmの強雨に対応することもある。
- (3) Moderat-Echo 「5~10mm」に対応するが丘陵地帯(300~500 m)で「11~20mm」が多くなる。
- (4) Strong-Echo 「11~20mm」に対応する山岳西斜面で「21mm以上」の強雨に対応することがある。

手取川集水域では1降雨群について(集水域平均雨量)と地点雨量との相関は非常によく、白峰、女原が特によい($\gamma=+0.96$, $+0.97$)。堂ノ森ではやゝ悪くなる($\gamma=+0.88$)。

地形的な Echo の増大と雨量との対応 (第5図~第21図)

Radar Echo 分布と時間雨量との対応は、降雨強度 peak 時にはよい対応が見られる。前述したように小さな scale の擾乱に伴う Echo (life time 1 時間以内)については今回ははっきりしなかった。海岸付近(小松)で 20~30 km にのびる南西方向の band-Echo が稜線で 30~50 km に伸長して南北方向に強雨域を作る。これに対応する Echo がはっきりあられない。

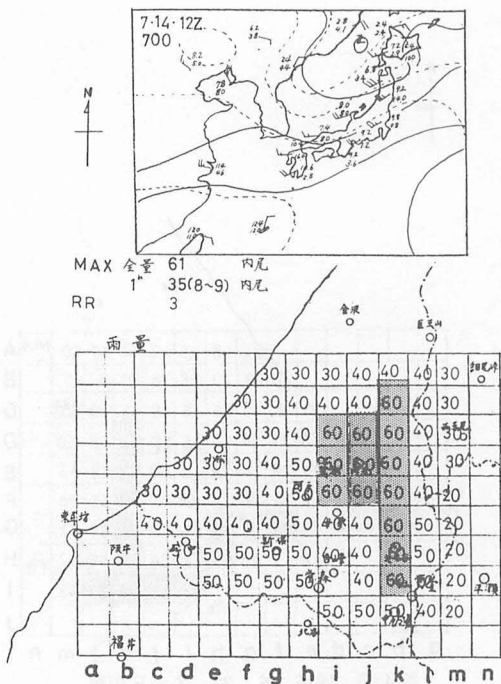
- (1) 6月22日の例(第3図, 第4図, 第5図)

梅雨前線の活動が活潑な天気図(700 mb, 21時)で前線上の低気圧(996 mb)が能登沖を通過して秋田沖にかかり前線が石川県より南下している。

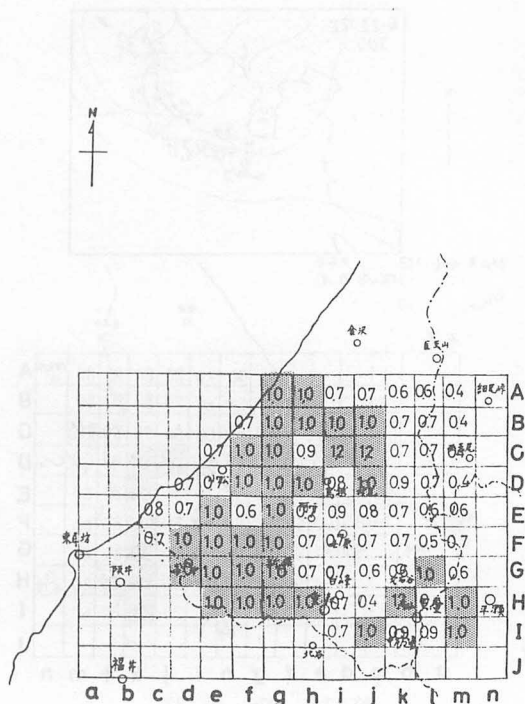
調査区域の最大地点雨量は 113mm, 時間雨量の最大は 19mm(内尾)で 8~9 時に発現している。降雨時間は 10 時間でやゝ長い。5 km² 格子の雨量は白山西斜面で多い。また福井県境は 90mm で北西斜面に多い。

Z~R 指数の分布もこの状態をよく表現しているので Radar Echo の積算値は降雨量との対応がよいことを示している(Z-R 指数; 雨量/Echo 合計量, 1 降雨群についての合計雨量と対応する時間帯の Echo 量の合計, Weak=1, Moderate=2, Strong=3 とした)。

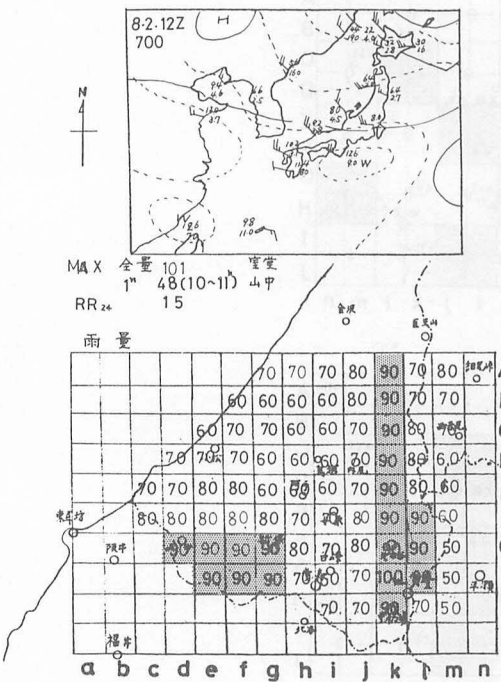
第5図は白山麓の地形性降雨分布図である。暖候期用として 900mb で気温が 20℃, 800mb で 15℃, 700mb で 10℃ とし風速は各層共 10m/sec をとった。勿論非地形性降雨が 4mm/h の悪天時における地形性の降雨量である。上段は南西風(D=225°)下段は西南西風(D=247.5°)である。



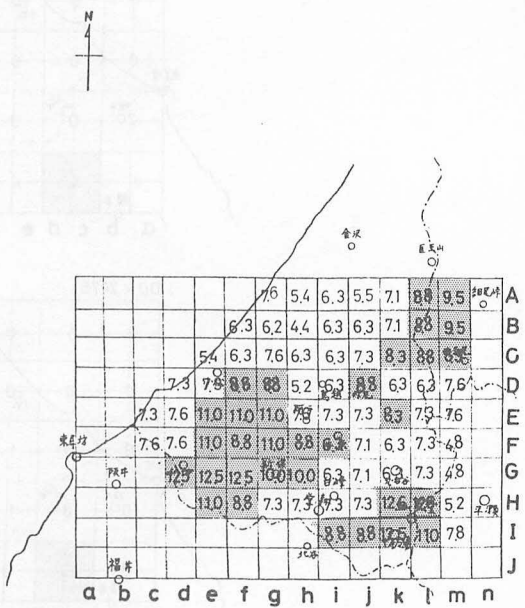
第6図 1976. 7. 14



第7図 1976. 7. 14 Z~R指数



第8図 1976. 8. 2



第9図 1976. 8. 2 Z~R指数

6月22日の雨量分布図は西南西風の地形性降雨が加わった分布図を示している。

(2) 7月14日の例(第6図, 第7図)

梅雨明けの大雨の例である。低気圧1,006 mb が能登沖を通過し、余り前線の南下が無く、一過性の大雨である。

最大地点雨量61mm(内尾)で1時間最大雨量35mm(内尾)で豪雨を伴っている。降雨時間は3時間で終り、雨量分布図は西南西風系の地形性降雨強度分布図に一致する。

Z-R指数については、白山斜面よりも平野部にかけての丘陵地が大きくなる。一過性の短時間雨量については Echo のM・Sが山岳部で弱く出ることと、hourly の Radar Echo 資料では時間間隔が長過ぎるためと考えられる。

(3) 8月2日の例(第8図, 第10図)

前線活動が日本海で活潑となり、前線がゆっくり石川県付近を南下して大雨となった。地点最大雨量は白山室堂で101 mm, 1時間雨量の最大は山中で48 mm を記録する豪雨であった。降雨時間は15時間に達したが、降雨強度の peak は2つであった。

降雨分布図(第8図)で白山西斜面と大聖寺川上流となっている。

Z-R指数(第9図)の分布は内尾・犀川の上流と山中付近となり、高指数の区域は南西に走向している。

地形性降雨強度分図(第10図)は上段が北西風、下段が西風の場合である。Z-R指数分布図は北西風の分布図によく似ている。

(4) 8月3日の例(第11図, 第12図)

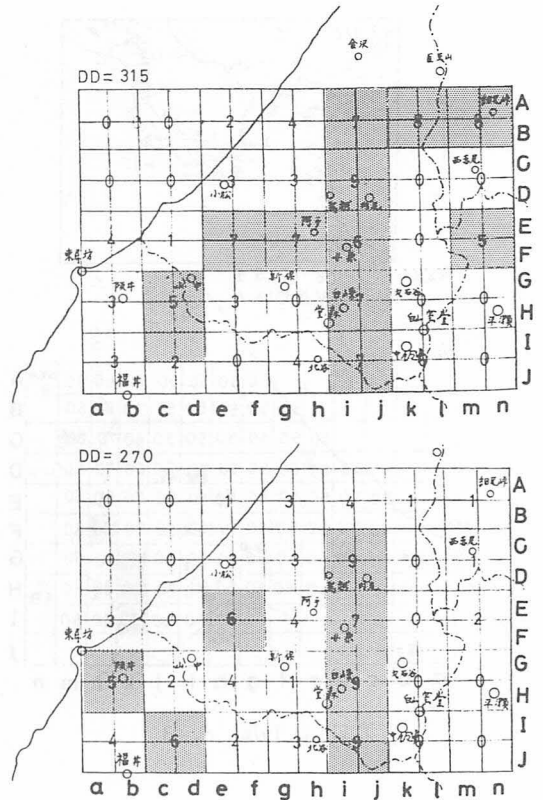
前線が一応東海地方に南下し、活動が弱まったが、新しく加賀地方に小さな擾乱が発生し、白山麓に大雨を降らせた。

地点最大雨量は白山室堂で108mm, 1時間最大雨量は内尾で17mm と大した強雨でなかった。降雨時間も3時間の短時間で終った。降雨分布(第11図)も山岳西斜面で100mm に達しているが、海岸地方で50mm 程度、Z-R指数も白山山岳で多く、地形性降雨強度分布も南西風型である。

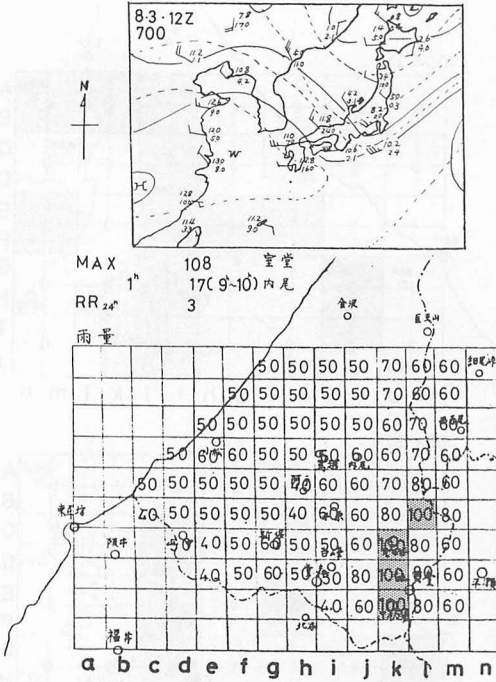
(5) 8月6~7日の例(第13図, 第14図)

能登沖を1,007mb の低気圧が通過し、前線の活動が日本海で活潑となり、白山麓で大雨が降った。地点雨量の最大は77mm(新保)で1時間最大雨量は新保で35mm を記録した。降雨時間は5時間で短かったが、Z-R指数の分布は地形性降雨強度の北西風型で、Radar Echo の発達も山岳西斜面と福井県境及び山麓中部を南西に走る強度域が見られる。

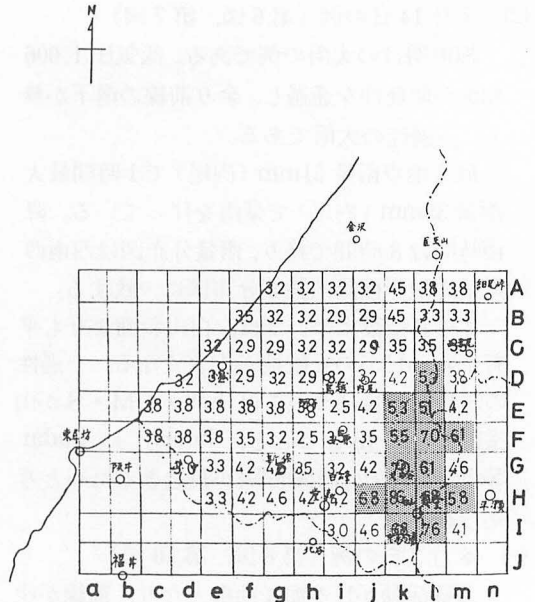
(6) 8月14日の例(第15図, 第16図)



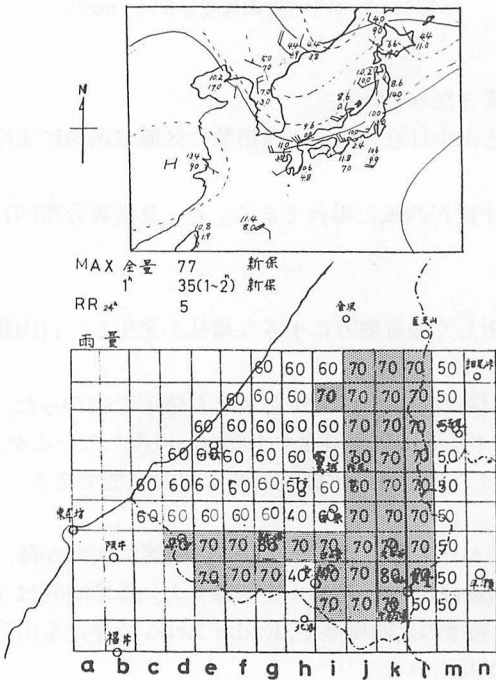
第10図 地形性降雨強度分布図 (no.2)



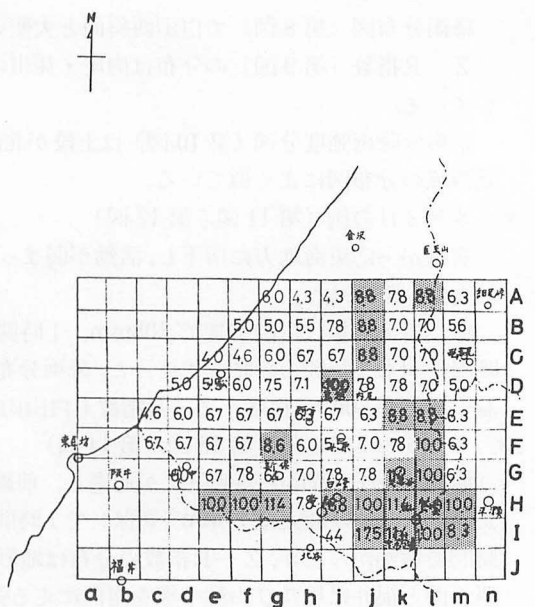
第11図 1976. 8. 3



第12図 1976. 8. 3 Z~R指数



第13図 1976. 8. 6~7



第14図 1976. 8. 6~7 Z~R指数

日本海沿岸で前線活動が活潑となり、1,004mb の低気圧が能登沖を通過したが前線が太平洋岸まで南下しなかった。

地点最大雨量は123mm で1時間最大雨量は19mm で少なかった。降雨時間は8時間で一過性であった。雨量分布は山岳地方で100mm、海岸地方で10~20mm と少なく、地形性の降雨が顕著にあらわれた。Z-R指数は加賀北部で大きくなっている。地形性降雨強度は南西風の型である。

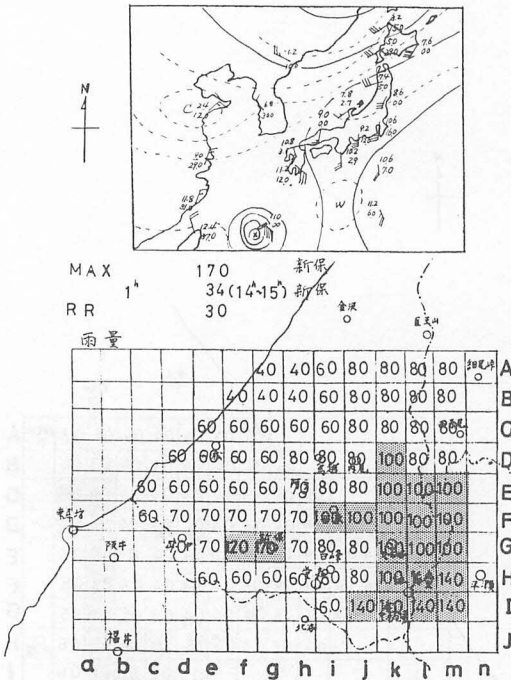
(7) 8月30日の例(第17図, 第18図)

低気圧1,007mb が能登付近を通過し、1時的に強い雨が降った。地点最大雨量は79mm(室堂)で1時間最大雨量は11mm(室堂)で降雨時間は5時間に過ぎなかった。山岳方面で平野部の2倍以上の降雨があった。Z-R分布図は雨量分布図とよく似ているが指数の値が小さい。これは降雨時間が少ないためと雨量強度も小さいためである。雨量分布は地形性降雨の南西型である。

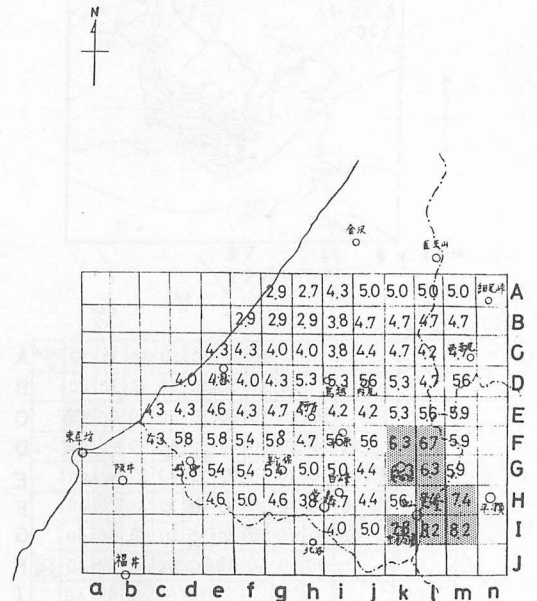
(8) 9月9日の例(第19図, 第20図)

台風17号が南西諸島付近にあって、これより北東にのびる湿舌が日本海沿岸にある前線を刺戟し、白山麓で大雨となった。地点最大雨量は170mm(新保)で1時間最大34mm(新保)の豪雨があった。降雨時間も長く、30時間となり、地形性降雨強度も強くあらわれた。平野部の3倍に達する所もあった。降雨分布地形性降雨強度分布図の北西風の分布を示したが、シノプテックには南西風が主風系であった。

Z-R指数も大きくなったのは降雨強度に対して Echo の表示が悪いためと思われる。

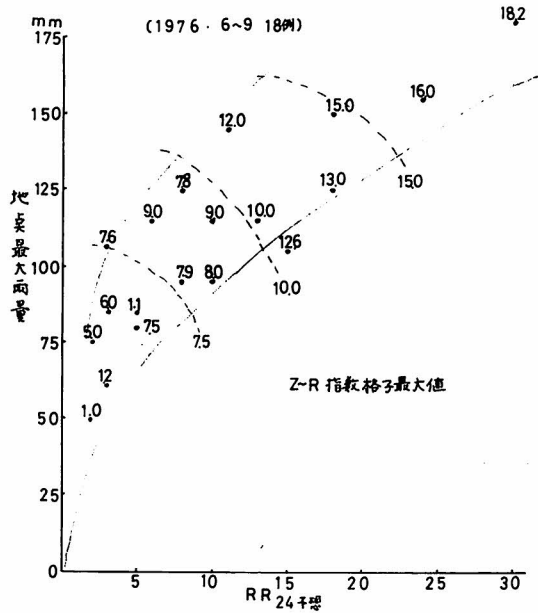


第19図 1976. 9. 9



第20図 1976. 9. 9 Z-R指数

吉田：白山山麓の大雨時における雨量分布と Radar-Echo



第 21 図 Z-R 指数と大雨の関係 (1976. 6 ~ 9 18 例)

ま と め (第21図)

加賀南部の山沿・山間部における Radar Echo 資料が降雨量とどのように対応するかを大雨時の hourly 資料について調査した。Z-R 関係について定量化するまでにはいたらなかった。しかし白山山麓の地形性降雨量の増加量について、シノブテックな総観場から 1 つの目安ができた。また Radar Echo から地点降雨量の推定がある程度可能になったが、数時間の長時間に限られ、更に 30 分、10 分と短時間の Radar Echo 資料により調査する必要がある。

第 21 図は 1 降雨群について地点最大量と気象庁が計算している石川県の 24 時間予想降雨量との関係を Z-R 指数で表示したが、かなりまとまっている。

(1976 年、6 ~ 9 月の 18 降雨群)

文 献

- 手取川上流域水文調査報告 (第 1 - 第 2 号) ; 金沢地方気象台 北陸電力KK
- 地形性降水強度分布図; 天気 (1976, 2 月号)
- 気象 Radar の利用; 気象研究ノート (第 112 号, 1972)
- 梅雨末期集中豪雨研究報告; 気象庁 (昭 49. 3 月)

Summary

I tried to analyse correspondence between Rain fall distribution and Radar Echo at Heavy Rain fall in Hakusan District on from June to September in 1976 when there were a lot of heavy rain fall, because we did not have much rain during summer in 1978.

For a object of resarch, I resarched the influence of the lay on the land on Rain fall distribution centering around west slope of Mt. Hakusan.

But, for a mountainous region, I tried to suppose rain fall frome Radar Echo in a region that there is little observing point of rain fall and data.