

白山地域の降雪の機構 I. 雪雲の発生

近 藤 五 郎 金沢地方気象台

MECHANISM SNOWFALL NEAR HAKUSAN AREA. I. SOME STRUCTURES OF SNOW CLOUD AT AN EARLY STAGE

GORO KONDO, *Kanazawa Local Meteorological Observatory*

は し が き

白山地域の気候的特徴の一つは、この地域が多雪地帯であることである。

図1は1931年—1960年についての平均年最深積雪の分布を示すもので、気象官署および気象庁が委託した観測所の資料にもとずいて作成されたものである。

この図が示すように、白山地域の平均年最深積雪は2m以上で、この地域は確かに多雪地帯である。冬季における雪雲の発生源は日本海上であることは、よく知られていることであるが、この雪雲がどのように作られ、雪がどのようにして運ばれるのか？というようなことについて、十分な説明をすることは容易ではない。

この報告では、1974年の1月の福井県東尋坊におけるレーダー観測の結果から雪雲の発生について、二、三の考察をおこなった結果について述べる。

点在積雲の力学的考察

冬季の雪雲の最もシンプルな形は点在積雲と呼ばれるものである。季節風の吹き出しの初期あるいは吹き出しの弱いときに、海上に点々と発生する雲であって図2にその一例を示した。

浅井(1967)は積雲について、積雲とその周囲との混合効果およびその周囲の下降流の影響を導入した対流雲のモデルを提案した。図3にその基本的モデルの模型図を示す。

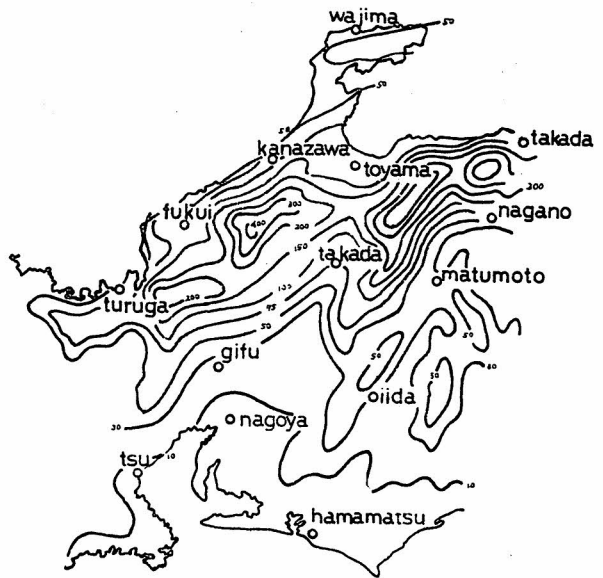


Fig. 1. Mean Annual Maximum Depth of Snow Cover (from Climatic Atlas of Japan Vol. 2 (1972 J. M. A.))

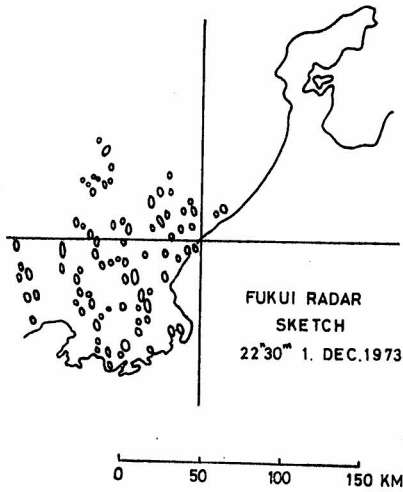


Fig. 2. An example of radar echo sketch which is dotted with small cumuli

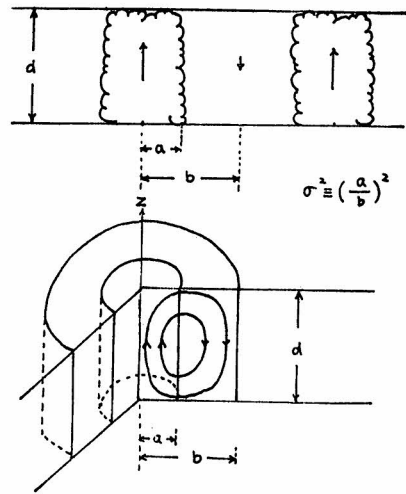


Fig. 3. Schematic illustration of a unit cell as the Cellular cumulus convection model (by T. Asai (1967))

浅井はこのモデルにもとずいて、一般的な気象条件のもとでは、雲が安定である場合に $\sigma^2 \equiv \left(\frac{a}{b}\right)^2$ がある一定値をとることを示した。

図4 (a) は1974年1月の観測から拾い出した点在積雲で、図4 (b) はこれらの点在積雲について、雲の直径と雲間距離との関係を示したものである。

レーダーのスケッチであるから、実際の雲より可成りシンプルな形になっていることは想像される。また、これらの図が示すように個々の雲は楕円形であることが多い。そこで、雲の直径としては長軸と短軸の長さの平均をとり、雲間距離としては雲と雲の最短距離で示した。

このため、図4 (b) に示されるように、雲の直径と雲間距離との関係において、雲の楕円率による定数項が出てくるが、これを無視して積雲の断面を円と仮定して、これらの図の比例係数を浅井のモデルの σ^2 の値になおした値がそれぞれ記入されている。

浅井は最も安定な場合の σ^2 の値として0.15を示した。今回求めた σ^2 の平均値は0.145で浅井の示した値とほぼ一致する。

スケッチされた雲が観測事実として円形ではないので、厳密に浅井のモデルと比較することは出来ないが、上記のようにオーダーとしては一致していると考えられる。すなわち、冬季の日本海上で発生する雪雲の発生は一般の対流性積雲の発生と同じ機構であると云うことが出来る。

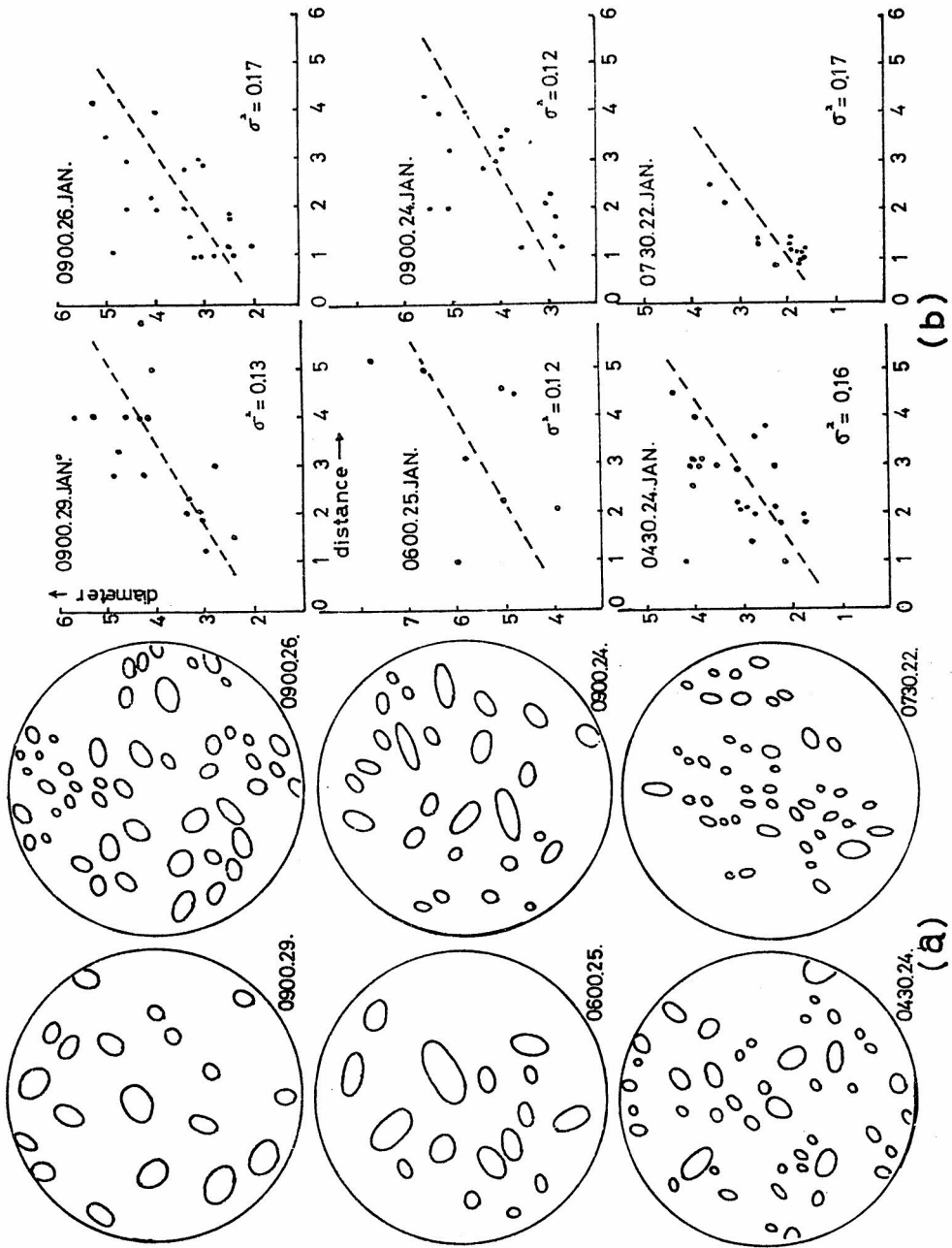


Fig. 4. a) The analyzed aeras are dotted with small cumuli.
 b) The relations between the diameter of cumulas and the distance of each other's.

点在積雲中に存在する波動

理想的な点在積雲系であるならば、それはベナール細胞系を示すはずであるが、通常の点在積雲系ではそのような場合はほとんどない。一般の点在積雲系では、ある所は密に、ある所は粗に分布しているのが普通である。

この粗密の分布を知るために1974年1月24日について解析をおこなった。

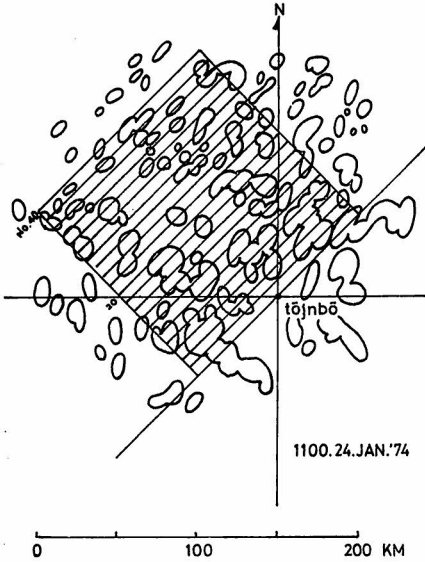


Fig. 5. The position of the slits for the analysis of cloud distribution

図5に示すように、レーダー・スケッチ・マップの上に40個のスリットをもうけ、このスリットの中に存在する雲の面積を計算した。

この結果を図6に示す。この図において、最下段に示される分布は、各時間ごとの分布を平均したものであって、4, 18, 35番目のスリットに最大値がみられる。これを波長とすれば、この波長は約50kmである。

図7は各時間の分布から最下段に示した平均値を差引いたものを示す。この図で示される変化は移動性の波であって、1~5で示されるような波の時間的移動が解析される。

2~5の波は波長が約17kmで移動速度は約3 km/hourである。特徴的な現象として1の波が示すように、海岸近くでは、磯波に打ち返しがあるように、沖合に向かって進む波があって、沖から進んで来る波とぶつかって波高が高くなるような現象がみられることである。

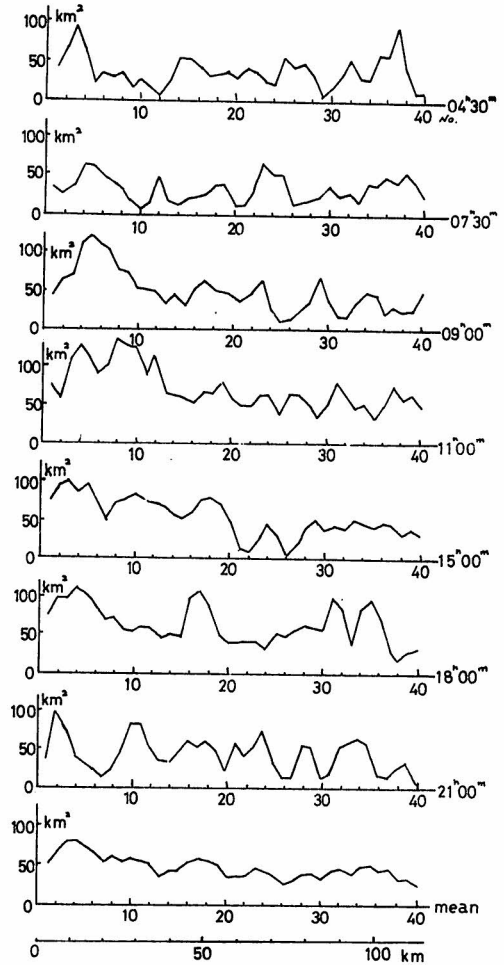


Fig. 6. spectra of snow cloud distribution over Japan Sea. (24th Jan. 1974)

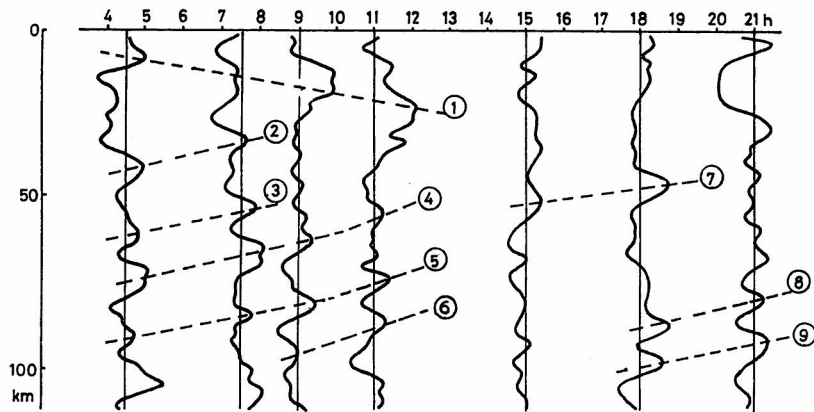


Fig. 7. Wave motion of snow cloud over Japan Sea. (24th Jan. 1974)

考 察

1) 雪雲の発生としては一般の対流性積雲の発生と同一機構をもつと考えられるが、ここで示した資料のみで結論するのは不十分であり、さらに大気中の温度、湿度または気流の分布からさらに検討する必要がある。

2) 実際の積雲の分布から大気中の波動が解析された。

波長 50km 程度の定在波については牛島 (1959) の二層モデルの Shearing Wave の取扱いにしたがって

$$\lambda = \frac{2\pi}{g} \frac{\phi T_1 T_2 (U_1 - U_2)^2}{(T_2 - T_1)(\phi T_2 + T_1)}$$

に当時の輪島のラジオ・ゾンデの観測値から推定される T_1 , T_2 , U_1 , U_2 の値をいれて計算すると $\lambda=60\text{km}$ となり、これで説明されると考える。

波長 17km 程度の移動性の波については十分な説明することは出来ないが、一般的な山越え気流等にみられる重力波の波長と同じオーダーである。

以上から今回解析された波動はすべて重力波と考えられ、一般に雪雲が海岸線付近で発達するといわれているが、磯波のまき返しに似た波がこれの原因とも思われ、この機構の解明を含めて、重力波の作用をさらに究明することが必要と考える。

文 献

Asai T. (1967) : On the Characteristics of Cellular Cumulus Convection. J. Met. Soc. Japan, 2nd Ser. 45

気象庁 (1968) : 北陸豪雪調査報告, 気象庁技術報告第66号

Ushijima T. (1959) : Medium-scale Waves in the atmosphere. J. Met. Soc. Japan. 2nd Ser. 37

Summary

Some structures of snow cloud at an early stage over Japan Sea are studied.

It is concluded that:

1) Snow cloud at an early stage is a cumulus type, and it has a structure which is explained by Dr. Asai's model, that is $\sigma^2=0.145$.

2) The gravity waves are important to explain the distribution of snow cloud. There are two kind gravity waves, one is stationary and its wave length is about 50 km and other has about 17 km wave length and wave velocity is 3km/h.

And there is an interesting wave which has a structure like as the beach wave, it seems to be important to explain the growth of snow cloud near the shoreline.