

# 石狩平野に侵入する海霧について\*

西 沢 達 郎\*\*

**要旨：**本報の目的は、札幌飛行場における海霧侵入および消散の予報指針を確立することにある。海霧は局地的な気象現象であるため、地形研究を重視した。

石狩湾を含め北海道西海岸に発生し、侵入してくる海霧は、沿岸流が対馬暖流であるため、冷涼な空気塊が温暖な海面上を吹走する際に発生し、それが移流してくる。つまり海霧発生の一般的定義と異なり成因的に蒸気霧であると思われる。

海霧の発生、侵入および消散の過程は、航空機による観測で把握してゆき、侵入の状態は飛行場の地上気象観測日表および気象庁印刷天気図を分析した。その結果、飛行場への侵入時刻、侵入の状態、侵入消散の風向風速、気圧、気温等の気象要素および発生時の気圧配置等が明らかになった。

## 1. まえがき

石狩湾上に発生し、石狩平野に侵入する海霧はそれほど大規模でないが、農業、漁業、交通とくに航空、その他生活環境に与える影響は少くない。本来ならば、各関係機関官署等の総合的な調査研究がなされるべきであるが、本論ではごく初期段階として、航空機による机上観測、札幌飛行場の地上気象観測日表、および天気図類を中心に海霧の実態を把握して、海霧出現の予報指針を明らかにした。

## 2. 海霧の実態

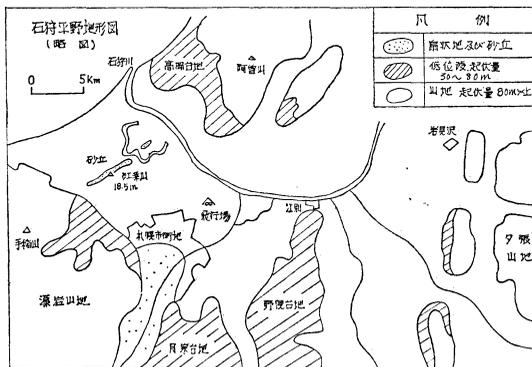
地形が海霧の侵入、消散におよぼす影響はきわめて大きい。

石狩平野周辺の地形は、東には夕張山脈が南北にのび、その山麓には馬追丘陵が山脈と並行し、石狩平野に接している。西には北海道西部火山群があり、積丹岳(1255m)、手稲山(1024m)等が群立している。南の方は野幌台地、島松台地(約60m)を分水界として勇払低地と接し、太平洋に面している。北は暑寒別岳(1491m)を最高峰とする増毛山地であり、その南端の高岡台地と接している。なお北西は石狩湾に接し日本海が望める。

平野には、石狩川の自然堤防は不明瞭であるが後背湿

地と思われる原野が散在している。そして、石狩海岸より約5km内陸に入ったところに、幅200m、標高7～18mの海岸砂丘が海岸線に対して並行にのびている。札幌市の中心域は、西部山塊から定山溪を経て石狩川に合流している豊平川の扇状地上にあり、北部を除き市の大部分は標高10m以上のところに位置している。

石狩湾を含め北海道西海上で海霧が発生するときは、冷涼な空気塊が、北よりの風によって最初リマン寒流の上を渡り、次いで、対馬暖流の上を吹走してくる。札幌飛行場において海霧が侵入する直前に湿潤冷涼な北分の風が吹いてきて気温が急に下ること、および、当季節の平均気温よりも平均沿岸水温が高いことから判断して、海霧の発生は冷涼な空気塊が、自体の空気よりはるかに



第1図

\* The Sea Fog intrudes into the Ishikari Plain.

\*\* Tatsuro Nishizawa 陸上自衛隊北部方面管制気象隊

—1968年6月3日受理—

高温な対馬暖流上を吹走する際に発生する、蒸気霧であり、それが移流してくると考えられる。したがって北海道西海上で発生する海霧は、南東海上で発生するものとは、異なっている。

海霧の発生初期の状態は、海岸から約3000m程の沖合から、陸地側へ細い線状をなしてのびている。その線は一定の間隔で何本も観測され、飛行機から見ると海面はほとんど透けて見える。石狩川の河口付近では、海霧の濃度が大きくなっている。

3～4時間程、のちになると石狩湾上の海霧の頂上は、約150mに発達し、海岸近くでは島のうねのようになる。海霧は北分の風に流されて海岸近くに接近する。石狩海岸は砂質で平坦であるためそのまま陸上へ侵入するが、高い崖のようにになっている小樽西部の海岸では容易に侵入できない。この崖はわずか100m位の高さであるが海霧は崖をのり越えることができず崖下に収束する。しかし崖の頂上付近では絹雲のような雲が内陸へ向って間歇的に乗り越えている。

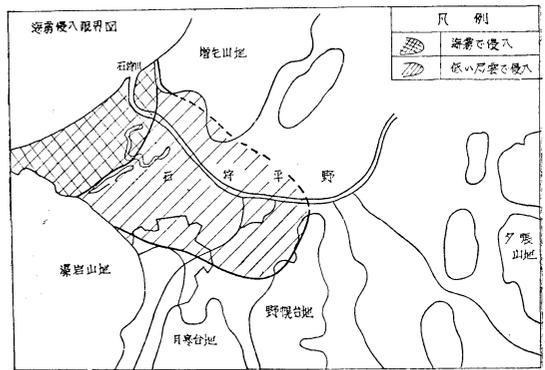
平野に上陸した海霧は、侵入するにつれて濃度に差がでてくる。海上よりも陸地の方が地表面の気温が高いため、内陸に侵入するほど下層から温められて霧の頂上は上昇してゆく。紅葉山(18.5m)を中心とする海岸砂丘は海霧の侵入方向に直角に交っているため、海霧がこの砂丘を通過する際に地表面から離れて低い層雲になるものと考えられる。この海岸砂丘から約10km南下した札幌飛行場では、侵入した海霧は低い層雲として観測されることが多い。

ヘリコプターで観測すると雲の下層部は一様にぼけていて明確ではない。高度150mで半透明の雲に入った感じであり、高度200mで層雲の中に入る。雲頂は海上と異なり400m位であり輪郭はかなり明瞭で積雲型の頭部に似ている。

さらに侵入し約18km南下した野幌台地付近時は次第に団塊状となり、まわりの雲は消散して層積雲に近くなる。このように石狩平野においては海霧の侵入範囲は狭く、平野全体を覆うことはない。そして大部分は低い層雲として侵入してゆく。

夜間に霧が発生し札幌市等の交通を混乱させることが

ある。これは初め層雲として石狩平野上空に侵入した海霧が、夜間の地面冷却によって下降し接地して起る。この場合風は静穏であり、さらに地表面の放射も相まって一寸先も見えないような濃霧となる。経験的には22時頃に発生する場合が多い。



第2図

### 3. 札幌飛行場における統計的考察

札幌飛行場に海霧が侵入する直前の気象状態は非常によい。上層雲がわずかに見え卓越視程は15km以上であることが通常である。しかし石狩湾上で発生した海霧が急速に高度150m位の層雲として侵入してきて、わずか30分位で有視界飛行気象状態\*から最低気象条件以下に変化する。

霧は地上に膚接している水成障害現象でかつ水平視程を1000mまたはそれ以下に減ずるのに十分なほど濃い雲と定義されている。しかしながら本論では石狩湾から侵入する海霧を、地上の水平視程5000m未満のものとして研究した。

統計期間は昭和38年から42年である。当時の札幌飛行場の運用時間は07時から19時までの11時間であった。

海霧は5月に入ると侵入し始めるが、6月下旬から8月上旬にかけて侵入しやすい。石狩湾から侵入する海霧の特徴として、海霧により一日中覆われるという日は経験しない。侵入の時刻は、一般に午後であり午前中に侵入することはまれである。消散の時刻は、早朝および前日から侵入している海霧も10時頃までにはほとんど消散する。(第1, 2表参照)

海霧侵入の風向はほぼ北北西に一定している。消散の風向は各方向へのばらつきがあるが、北西寄りの風向が多い。また、侵入のときの風速は8～12 ktsが多く、消散は静穏が多い。(第3, 4図参照)

\*1). 有視界飛行気象状態 (Visual meteorological condition) とは、滑走路の標識をすべて操縦士が視認しながら離着陸できる気象状態。

2). 最低気象条件 (Weather minimum) とは、無線援助計器の助けを借りてもなお飛行場の離着陸が危険な気象状態。

第1表 海霧が侵入する季節

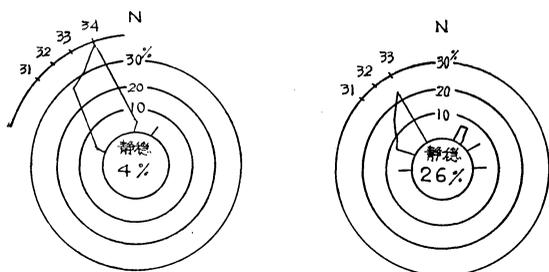
月	5			6			7			8			9		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
回数	3	1	2	2	3	8	7	4	6	6	0	3	0	1	0

第2表 侵入および消散時刻

時刻	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
侵入回数	0	0	0	1	0	1	2	4	2	3	5	6	4
消散回数	5	7	4	2	0	1	2	2	2	0	0	1	1

第3表 海霧侵入中の海面気圧 (+1000 mb)

気圧回数	-2	-1	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
回数	2	1	1	2	1	3	3	3	5	4	1	3	2
気圧回数	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
回数	3	1	4	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0



侵入時 消散時

第3図 海霧侵入および消散時の風配図

第4表 海霧侵入時の旬別気温頻度

月	℃	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
6月	上					/	2										
	中						2										
7月	上					/			/	3				/	/	/	/
	中									2	2	/	2				
8月	上											/	/	/	/	2	/
	中											/	/	/	/	/	/

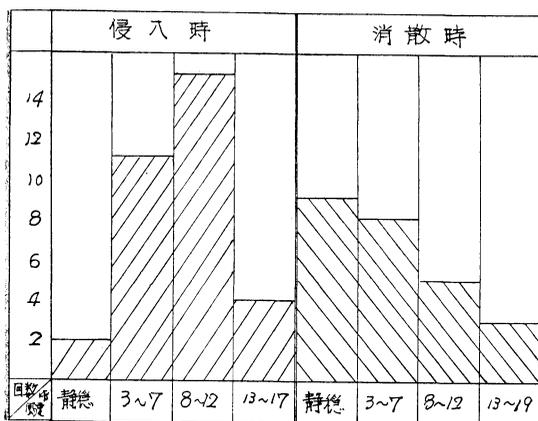
海霧発生中の海面気圧を第3表に示す。

海霧は998 mb から 1021 mb までの間に発生しており特定の気圧に集中していない。当然のことながら発達した低気圧の前面や、優勢な高気圧の中心域では発生しない。

気温は降下してから海霧が侵入することが多い。中央の実線は平均気温であり、左側の鎖線は最低気温の平年値、右側の点線は最高気温の平年値である。海霧が侵入する時の気温は、大部分平均気温と最低気温の間に含まれる。(第4表参照)

海霧は相対湿度85%から侵入してきており、95%から98%の間が多い。視程が悪くなる程相対湿度が高く、視程1000m未満の霧は湿度94%以上である。逆に相対湿度が高いから視程が悪いということはいずれ視程が比較的良くても湿度が高い場合がある。(第5, 6表参照)

次に海霧が侵入してきたときの雲底高度をとった。雲



第4図 海霧が侵入および消散時の風速図

第5表 視程と湿度の関係

霧の濃度 (視程)	200~500m															
	500~1000m未滿															
	1000~1600m未滿															
	1600~4800m未滿															
発生回数	0	2	5	5	6	5	4	3	2	0	0	1	4	1	0	2
湿度%	100	99	98	97	96	95	94	93	92	91	90	89	88	87	86	85

第6表 海霧の視程別発生回数

視程	200m未滿	200~500m未滿	500~1000m未滿	1000~1600m未滿	1600~4800m未滿
回数	0	2	6	13	25

第7表 雲底高度

高度(m)	0	30	60	90	120	150	180	210
回数	8	0	3	6	6	9	3	5

の量は全天を10として6以上の層を、また高度は210m以下を対象とした。第7表によると150mで侵入してくる場合が最も多い。

4. 海霧発生時の気圧配置

海霧が発生した時の15日間の高低気圧の位置を記入したのが第5図である。高気圧と低気圧の位置関係が重要である。つまり海霧はサハリン付近にある高気圧と日本海中部にある高気圧に発生原因がある。この高気圧はあまり優勢でなく石狩湾はこれらの縁辺部にあたる。

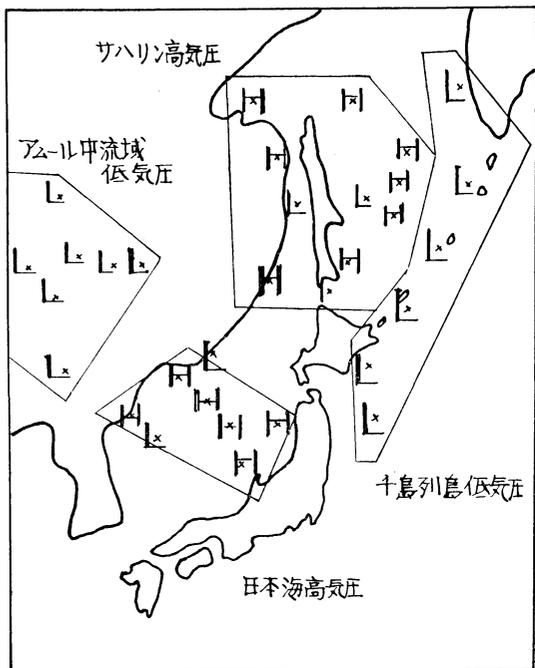
上層の状態はサハリン高気圧も日本海高気圧も寒冷型であるため背の気圧は低く、サハリン高気圧の一部を除き700mbに達することはない。850mb高層天気図では、低気圧が本道東方海上にあって寒冷前線をともなっている。後面にあたる本道および日本海に寒気移流がある。6月では+12°C、8月では+15°Cの等温線を追跡すれば海霧発生時の移流の状態が明らかになる。大陸には次の低気圧が接近している。700mb定圧面天気図の気圧の谷は弱い。日本海に寒気流がある。6月では+3°C、8月では+6°Cの等温線を追跡すれば移流の状態が明らかになる。(第6, 7図参照)

断熱図をみると海霧の発生中は、500m未滿は非常に湿潤であり、上昇凝結高度は200mと低いが、500m以上は乾燥かつ安定した大気状態である。

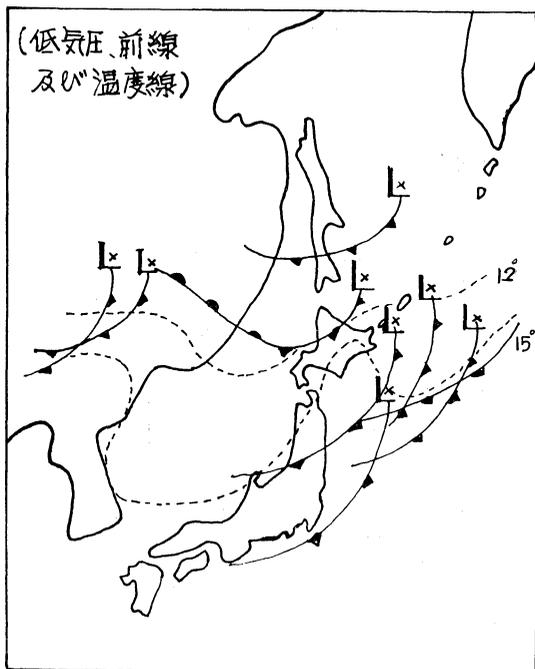
41年6月21日の夕刻から海霧が侵入し、それが22日朝

まで続き、日中は消散したが夕刻には再び海霧が侵入した。石狩海霧の代表的な例である。(第8図参照)

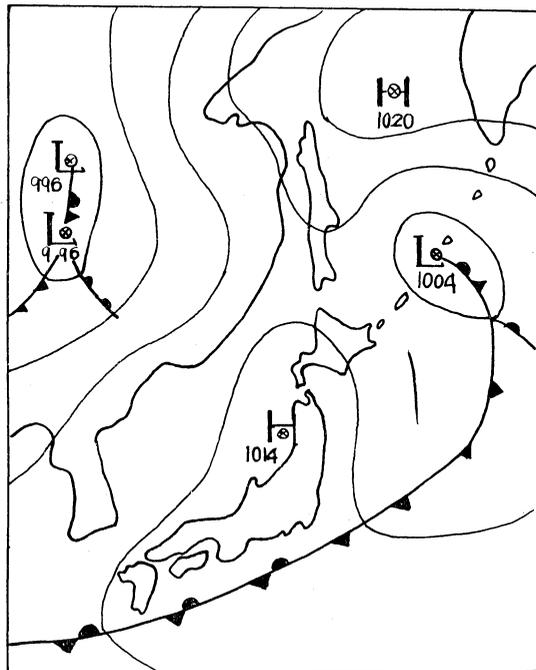
6月22日09時の地上天気図では、千島列島のウルフ島付近に1004mbの低気圧があり、閉塞前線と寒冷前線をともない房総沖から停滞前線となり、本邦南海上を走っている。アムール河中流域および満州には996mbとかなり発達した低気圧がある。高気圧はオホーツク海北部と秋田付近にある。オホーツク海高気圧は寒冷型であり、秋田付近にある高気圧はあまり優勢でない移動性高気圧である。北海道は全般に好天域である。このときの北海道局地天気図を各気象要素別に解析した。第9a図は、1mb間隔の等圧線解析である。秋田付近の高気



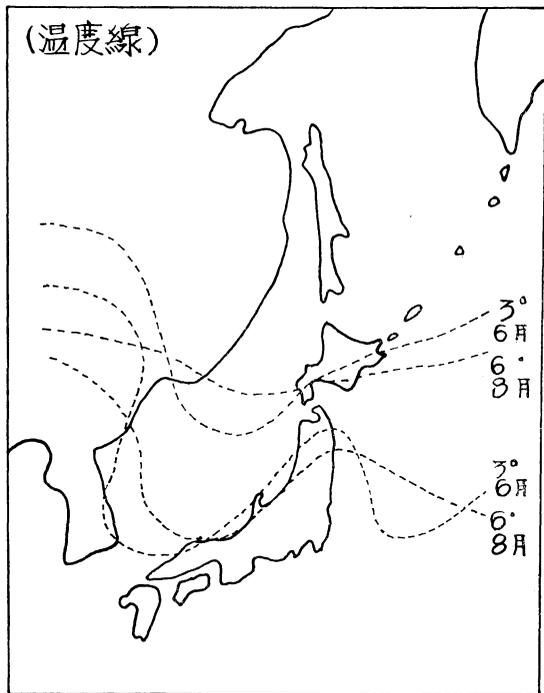
第5図 海霧発生時の気圧配置



第6図 海霧発生時の 850 mb



第8図 地上天気図(6月22日9時)

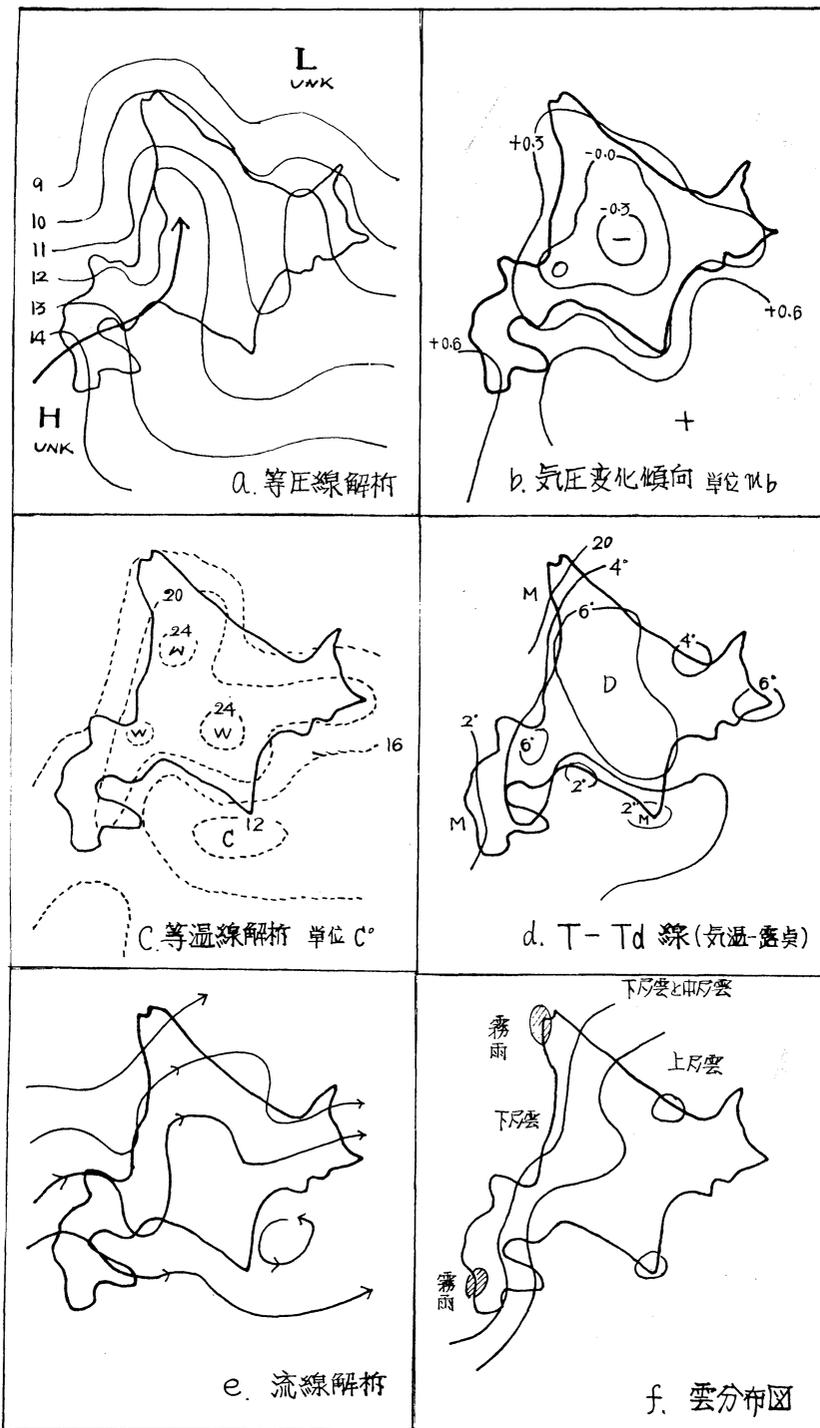


第7図 海霧発生時の 700 mb

庄からのびている気圧の尾根は、江差から室蘭、苫小牧を通り旭川方向にのびている。石狩平野は尾根の後面に入っており 12 mb の等圧線は曲率が大い。第9 b 図は、3時間前からの気圧の変化を 0.1 mb 単位で表わしたものである。前線や低気圧の影響をうけていないので、日変化内にとどまっている。内陸部の気圧が下っているのは気温上昇により負圧になるためである。

第9 c 図の等温線は 2°C 毎に描いてある。内陸部と海岸地方との温度傾度は強い。これは海岸付近の平野が少いという北海道特有の地勢による。襟裳岬の寒冷域は寒流の影響である。本道西海岸の温度線がほぼ南北に走っていることは注意を要する。

第9 d 図は、湿度を表わしたものとよい。気温と露点温度の差が 2°C 以内であれば飽和に近く、6°C 以上であれば乾燥していると見てよからう。湿潤であるところは西海岸北から稚内、焼尻、奥尻、江差であり、大平洋岸の苫小牧、浦河、襟裳岬である。第9 図 e は、地表面の流線解析である。全般に風は西から東に吹いている。しかし積丹半島から入った流線は、石狩、勇払低地では低気圧性の回転をし、道央では高気圧性の回転をして道東に走っている。第9 f 図は、雲の分布である。下層雲は本道西部全域に発現しており稚内と江差では霧



第9図 局地解析

雨が降っている。反対にオホーツク海側、道央地域は晴天であり、わずかに上層雲があるのみである。

このように道央地域は乾燥かつ高温であるが、西海岸地域は西風により西方海上の冷涼な空気塊が入りやすかつ湿潤である。

## 5. まとめ

石狩平野に侵入する海霧を予報するためには、まず地上天気図の高気圧の位置に留意するとともに上層との対応を調べる。さらに海霧が発生し、侵入しやすい気象要

素、特に風向風速および気温の追跡をおこたらないようにすることが大切である。

## 引用文献

- 1) 上松 清, 1961: 航空気象学, 64~67P, 地人書館.
- 2) 気象庁印刷天気図, 1963~67.
- 3) 札幌飛行場地上気象観測日表, 1963~67.
- 4) JMF, 1966, 6, 22, 09I.

## “夏期講演会をかえりみて” (1)

会期: 8月30日 会場: 東京大学海洋研究所

前半の4編の論文は台風に関する解析が2編, シアーのある一般流中に発達する対流の問題が2編というふうに分類され, それぞれ充分の時間的余裕をもって討論が行なわれた。欲を言えばもう少し多くの出席者が居ても良いと思うが, それだけに又, 集った30人ばかりの人々の熱心さがそのまま活発な討論にあらわれていたとも言えよう。

上井氏(気象庁・予報)の「対流圏上層状態と台風の発達について」は昨年の夏期講演会に続くもので, 950 mb 以下に発達する台風とそうでないものは200 mb 附近の上層状態によって規定されるとし, 10°N 附近の Warm Trough の下層擾乱は強い台風発達することを強調した。最近10年間にわたる解析結果は, この主張を裏づけるに足る充分なものと思われる。とかく低緯度に於ては観測資料不足による不明確さが伴なうものだが, それを克服した上井氏の解析技術と豊富な経験は貴重なものと言えよう。然しながら, 事実の力学的解釈に関しては, たとえば柳井氏の指摘したように, いわゆる Warm Core の形成による台風上部の温暖化が, 同時現象として200 mb の温域として見えているのか, それとも上井氏の言う“予報因子”となる独立のものなのか, 必ずしも明確ではない。海水温に関する経験的事実も, 積雲対流の役割りという現代的発想に結びついてゆくことを期待したい。

吉住氏(気研・予報)は「台風域内において観測される気圧振動」と題して, 昨春発表した第2宮古島台風に於ける気圧振動を他の例にも見出そうとし, 沖縄地方の台風観測資料のなかから5例をえらび, 気圧, 風向風速, 雨量の時間的変動を解析して, これらがダ円形の眼の回転によるものであることを主張した。振動の周期に

かなりの幅があること(短いもので数分, 長いもので数十分)の意味づけ, 1点観測と台風の空間構造との対応等, 今後に残された大きな問題であろう。吉住氏には, この問題がユニークであるだけに解析結果の提示方法や話し方をも含めて, より強い説得力がほしいと思う。

浅井・中筋両氏(京大・理)の「一般流のある場合の熱対流」はまず解析解の知られている Benard Convection の問題で層モデルによる差分近似解法の妥当性を確かめ, ついで constant shear のある一般流の中での熱対流の問題を扱った。一般流に沿う波数  $k_x$  と直角方向の波数  $k_y$  の比  $k_y/k_x$  が大きいほど成長率が大きく, 従って流れの方向に長く伸びたロールが出来ることを示した。従来, 一般流のシアーの存在が対流の発達を押えることは定性的に知られていたが, 細胞の波数  $k_x, k_y$  に関しては不明確であったので, この結果は非常に興味深い。(たとえば春季大会発表の小倉・八木橋両氏の計算では最初から  $k_x=0$  を仮定している)。シアーの分布を変えたときこの事情はどうなるか, 今後の課題のひとつとなる。

松本・二宮両氏(気研・予報)による「中規模重力波に及ぼす運動量の対流輸送の役割」は, 北陸豪雪に関する豊かな解析的知識を背景に持つ, すぐれた着想として注目される。対流による運動量の上下輸送を二層モデルにパラメタライズして数値計算を行った結果, 波長100 km のオーダーの移動性重力波が維持, 強化されることが示された。このモデルで preferred scale を決定出来るか? 用いたパラメーターの大きさは妥当か? 三次元構造を考えたらどうか? などの質問が出たが, それらに答えるべく, このモデルをより一般的に発展させることを期待したい。(廣田 勇)