

気象災害について*

奥 田 穰**

われわれは第1回災害科学総合講演会において災害学なるものを提唱し、災害現象の取扱いに学的体系を与え、体系的に研究が展開され、対策がなされることを提案した。今回は、気象災害について、前回の提案の線で現在の気象学および技術分野にはどのような問題があり、研究が進んでいるかを報告したいと考える。

1. 気象災害の定義

人間とその労働の生産物あるいは生産の対象となる土地、動植物、施設、生産物が、なんらかの自然的あるいは人為的要因（破壊力）によって、その機能を喪失、あるいは低下する現象が災害である。

気象災害という場合には、自然的要因（破壊力）の主たるものが気象現象である場合で、台風災害、雨害、長雨害、冷害、雪害などと、それぞれ破壊力をふるった気象現象の名前をつけて区別される。

新しく発生している大気汚染害は、破壊力をふるっているのは気象ではなく、工場の煙突から出る廃棄ガスである。気象は害性のある汚染物質を集中させ、拡大させる条件を与えるに過ぎない。火災についても同様なことがいえる。それ故、災害現象における気象の役割りは、

- (1) 直接、その持っている破壊力をふるって、災害を与える。（台風とか突風による死傷、家屋の破壊など）
- (2) 気象現象によってもたらされる付随現象の破壊力によって災害を与える。（豪雨による水害など）
- (3) 災害を与える破壊力が他にあって、その破壊力を集中あるいは拡大させることによって、災害を大きくする。（大火や大気汚染害など）

等に分類することができる。

* On Meteorological Disasters

** Y. Okuda, 気象研究所

*** 1964年9月名古屋大学において第1回災害科学総合講演会が開催され、その際（異常気象班として、災害の研究を体系的に進めるためには、災害学的研究の必要なことを提唱した。本報は1965年10月東京大学で開かれた第2回講演会で行なった総合報告の要旨である。

2. 気象災害の種類と分類

前節で述べた災害に対する気象現象の役割りによって、気象災害の種類を分類すると、第1表のようになる。表は災害現象に対して直接関与した気象要素別に区分して、それをひき起こした気象現象をつけ加えたものである。

3. 気象現象の地域性と災害の地域性

災害をもたらす気象現象は、地方により、地域によって強弱があるし、その発生頻度も違う。また、地形や地質にも同様に大きな違いが見られる。自然条件に地域性があるということである。

一方、災害を受ける側の社会条件の方からいっても、簡単な条件だけからみても、都市と農村、漁村とでは災害の受け方に違いがあるし、工業都市、鉱業地帯にはそれぞれ特有の災害が見られる。自然条件、社会条件の違いから災害の特性、種類、発生頻度に地域的な特性が現われるのを、災害の地域性という。

災害の地域性は、自然条件と社会条件とがからみあって現われるのであるが、われわれは気象現象の地域性から見た災害の地域性を中心にとり上げて行くこととする。

(1) 降水現象の地域性と災害の地域性

雨は水蒸気が風によって運ばれ、ある条件下で収束上昇し凝結し、落下したものである。それ故、大まかには空気中に補給され含まれる水蒸気量と、風の収束上昇する量とに左右されて降雨の地域的、時間的分布がきまると見てよい。

まず、水蒸気量の問題であるが、実例として、昭和32年7月末の長崎県諫早市を中心とした集中豪雨災害をとりあげる。第1図はその時の露点温度分布図である。多量の水蒸気を含んだ空気が長崎県上空に向けて流れ込んでいることが、この図からも明らかである。梅雨前線豪雨の場合には、ほとんど例外なく同様な現象がある。また、水蒸気量の補給が重要であることは、冬季季節風による日本海沿岸の豪雪から見ても明らかである。

降水の多寡は水蒸気量だけではきまらない。豪雨を降

第1表 気象災害の種類と関係する気象現象

(1) 気象現象が直接の破壊力となるもの

気象要素		災 害 現 象	関係する気象現象
風	強 風	風害(家屋, 交通, 動植物, 電力被害, 死傷, 能力低下) 塩(潮)風害(植物, 電力被害) 風蝕(農地, 農作物被害)	台風, 低気圧 前線(温暖, 寒冷) 突 風
風, 湿度	強風, 乾燥	乾風害(植物被害)	台風, 低気圧
風, 雪	暴風, 雪	交通マヒ, 死傷	低気圧, 季節風
雨	長 雨	植物被害, 地すべり 乾燥困難	前線(停滞, 梅雨) (大気大循環の異常)
	豪 雨	表土侵蝕	台風, 低気圧, 前線
	寡 雨	干ばつ, 渇水, 干害, 塩水害	(大気大循環の異常)
浮遊物	霧	霧害(交通マヒ)	前線, 夜間放射
	煙 霧	煙霧害	
雪	豪 雪	雪害(交通マヒ, 社会機能マヒ, 動植物被害) なだれ	季節風, 低気圧
	積 雪	雪害(交通マヒ, 社会機能マヒ)	冬の季節, 季節風
雪, 気温	積雪, 昇温	なだれ 融雪(交通困難)	低気圧 季 節
ひょう	降 雹	動植物被害 家屋付設物破損	低気圧, 雷雨
気 温	降 霜	植物の凍霜害	移動性高気圧
	低温, 氷結	凍死傷, 動植物被害 能率低下, 交通障害 流水害	季節, 寒波
	上層過冷却	着氷害	雷 雨
	夏季低温	冷害(農作物)	大気大循環
	暖 冬	農作物被害	//
	酷 暑	日射病, 低業能率低下	//
気 圧	気圧低下	高山病	
湿 度	異常乾燥	呼吸器疾患, 植物枯死	気団, フェン
	高 湿	腐敗, 腐蝕	前線(停滞, 梅雨)
日 射	過 少	疾 病 植物被害	冬季季節風 前線(停滞, 梅雨)
電 気	落 雷	雷災(停電, 出火, 感電死傷)	雷 雨
	放 電	通信障害	//
	デリンジャー現象	//	地球磁場の異常

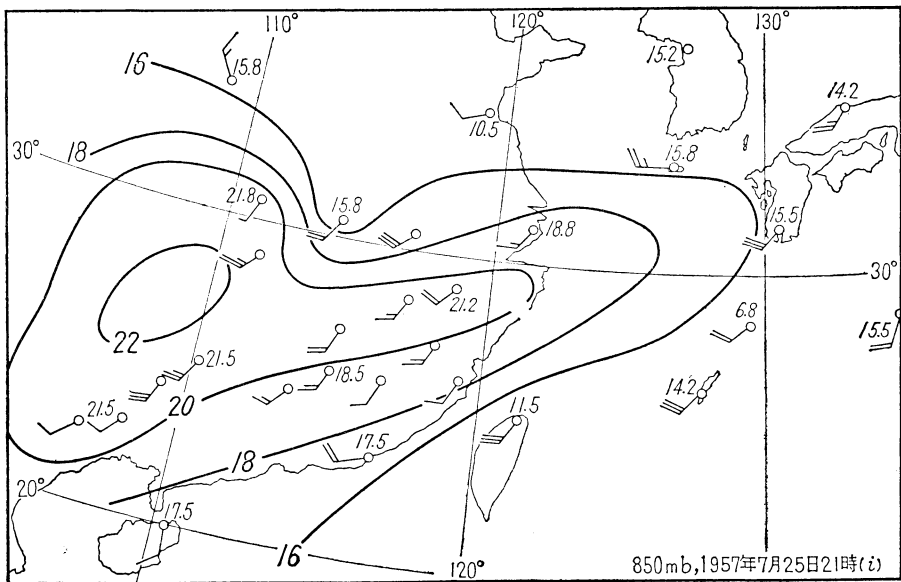
(2) 気象現象による付随現象が破壊力となるもの

気圧, 風	気圧低下 強 風	高潮害	台風, 低気圧 季節風
風	風 塵	能率低下, 疾病	低気圧, 寒冷前線, 空風
	強 風	波浪害	台風, 低気圧 季節風, 前線, 突風
	風 系	海流, 潮流, 異変(漁業被害)	大気大循環の異常

雨	豪雨	水害(溢流, 湛水, 土石流, 上砂流 山(崖)くずれ, 流水等の害)	台風, 低気圧 前線
雪, 気温	積雪昇温	融雪洪水害	低気圧

(3) 気象現象が破壊力を集中または拡大するもの

風	強風	風塵 大気汚染害 騒音害	季節風, 低気圧, 寒 冷前線, 消陸風, 逆転層
風, 湿度	強風, 乾燥	大火, 山火事	台風, 低気圧フェーン
雨	寡雨	水質汚濁害	
雨, 気温	寡雨高温	水質汚濁→大気汚染害	高気圧
気圧, 湿度	気圧低下 乾燥	爆発災害(炭坑爆発等)	低気圧



第1図 梅雨前線による長崎県諫早周辺の豪雨の際の850mb(約1500m上空)の流れの模様と等露点温度線。(和達清夫監修「日本の気候」より)

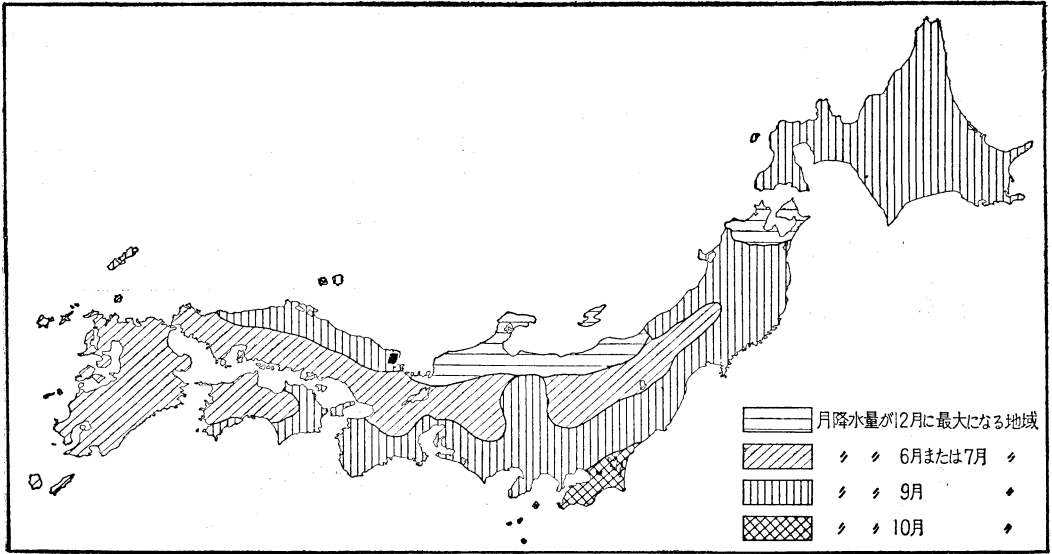
らせるためには、多量の水蒸気を持った下層の大気を上空に強制上昇させて凝結させることが必要である。強制上昇を与えるものは、一つは台風、低気圧、前線、あるいは成層の不安定条件を形成する気象現象であり、もう一つは地形である。

台風の日本に來襲して影響を与える時期は9月を中心とした時期であり、前線活動が活発になる時期は6～7月、冬季の低気圧あるいは季節風の影響をうけるのは12月～2月である。第2図は降水量が最大を示す月の分布図であるが、降水量の最大をもたらす月から、各地方の降水に最も影響を与える気象現象を推定することが出来る。図中房総半島の部分が10月最大となっているが、こ

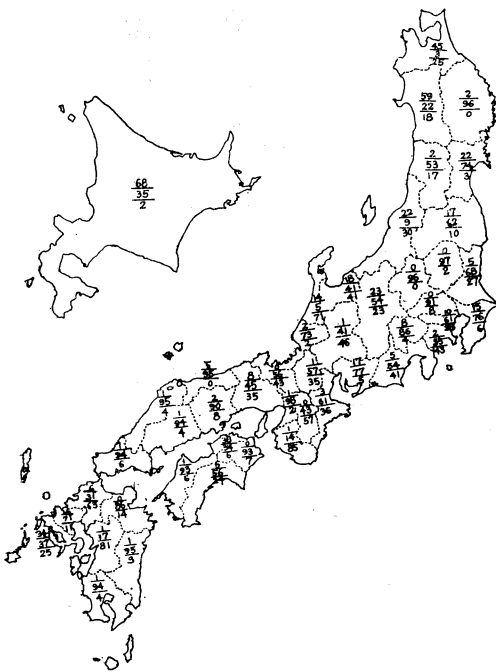
れは、この時期に台風や低気圧が房総をかすめるか房総沖を通るものが多いのに関連している。

次に第3図、第4図を示したが、これらの図は各県単位の災害を台風、温帯低気圧、前線、季節風、雷雨等の気象現象別に分類して、どの気象現象がそれぞれの県に対して最も大きく影響しているかを調べたものである。気象現象の影響のしかたには降雨ばかりでなく、強風や高潮の影響もあるので、それを考慮に入れなければならないが、第2図と対比して見ると、ほぼ同一傾向の分布をしていることがわかるだろう。第3図は死者数、第4図は全壊家屋数を取扱ったものである。

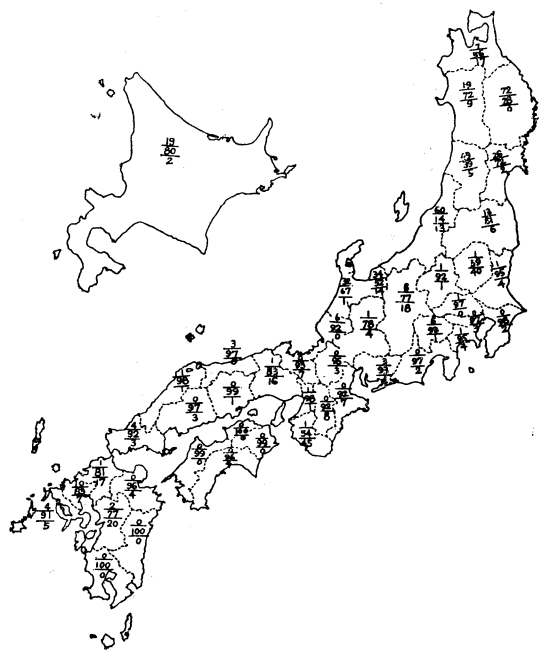
次に、降雨に対する地形の影響であるが、その実例



第2図 降水量が最大を示す月の分布 (和達清夫監修「日本の気候」より)



第3図 各県毎の気象現象別災害高の総災害高に対する比率 (死者の場合, 統計期間 1925~1954), 上段: 温帯低気圧, 中段: 台風, 下段: 前線。



第4図 同じく全壊家屋数の場合

を、日本における最多雨地帯である紀伊半島の尾鷲付近について見よう。

第5図は近畿地方の4~9月の降水量分布図である。

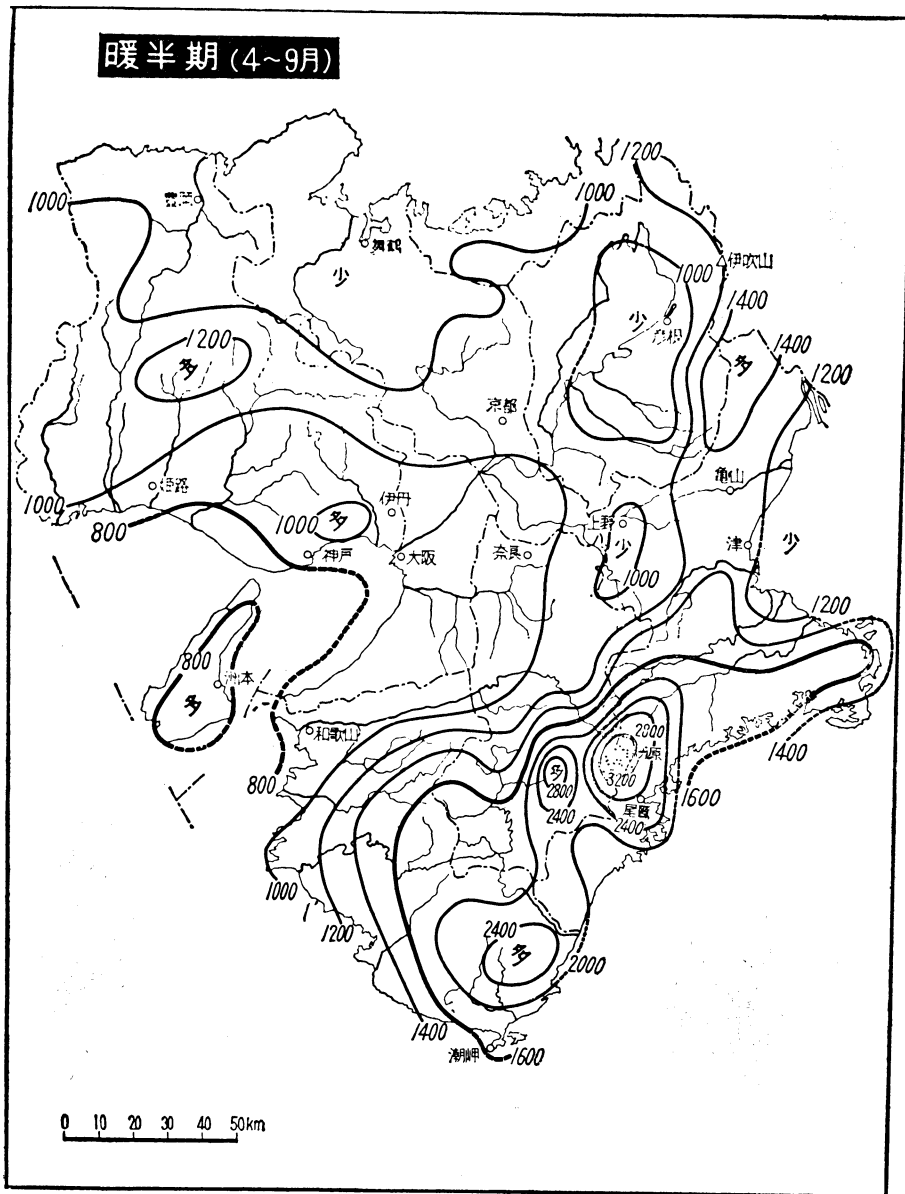
尾鷲付近に集中して降る地域がある。地形図を用意しないで申しわけないが、紀伊半島の脊梁山脈を過ぎると、急速に降水量が減っている。また、尾鷲周辺は北側と南

西側は山地に囲まれて、南東から入りこむ気流に対して収束しやすい条件にある。台風が南方洋上を北上して来るときの状態のときには、とくに湿潤な気団が南東風となって日本上空に流れ込むが、このときには特に豪雨が降る。日本の気象台測候所で観測した日降水量の最大値は尾鷲の 597.5mm (1945年6月7日) であるが、大台が原では1923年9月14日、1011mm を観測している。1957年7月25日の長崎県諫早市周辺の豪雨も、大村湾か

ら有明海の諫早湾に抜ける地形的に気流が収束しやすい地域で豪雨が降り、大村気象通報所で日降水量729.5mm を記録している。

地形による影響は、気流の収束と強制上昇という形で行なわれるので、特に山岳地帯における降雨状況を確認することは水害防止上極めて大切なことであるが、まだ確実性に乏しい。

(2) 風の地形性と災害の地域性

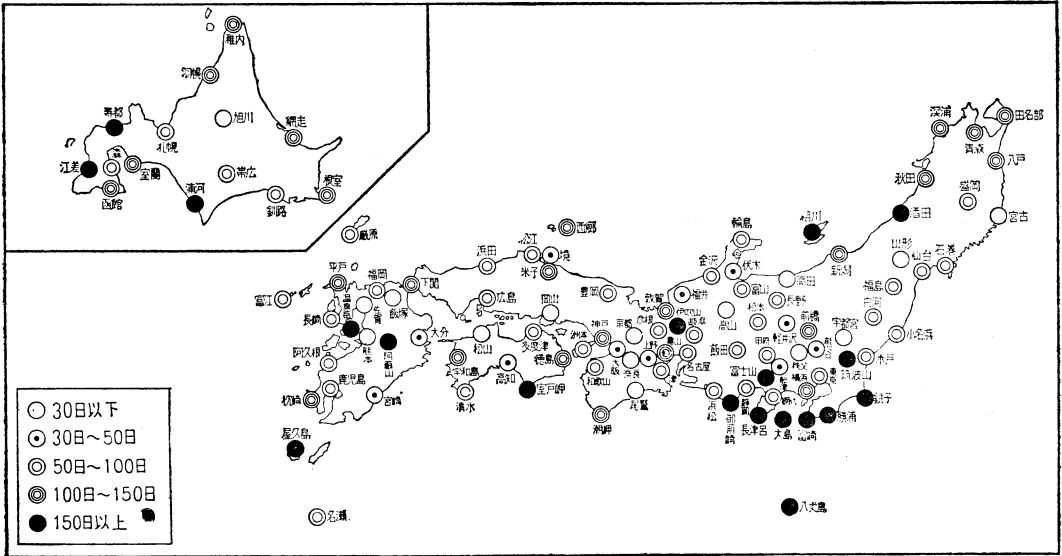


第5図 近畿地方における4~9月の降水量分布 (前掲書より)

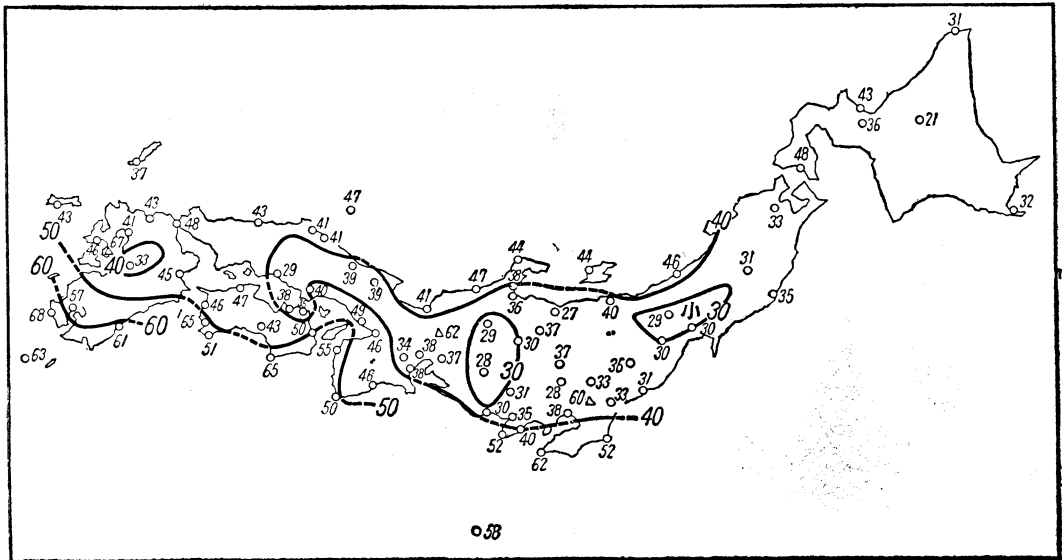
風すなわち、空気の流れは、建物、樹木、その他の地物の影響を受けやすい。日本の風の風向は各地とも冬は北西が多く、夏は南東が多く、春と秋は特にいちじるしく卓越する方向がないのが普通である。しかし、風向は地形の影響を非常に受けやすいために、一般的な傾向が当てはまらない地域も出て来る。この関係が災害をひき起こすような強風についてもあてはまる。地形の関係から強風の吹きやすい風向と、そうでない風向とが出て来

るし、強風の吹きにくい地域と吹きやすい地域とが現われる。風速 10m/s 以上の日を暴風日数として数えるが、強風の吹きやすい地域は暴風日数が多く、吹きにくい所は少ない。この関係から第 6 図に年間の暴風日数を示した。気象台、測候所のある地点だけの資料であり、大まかな分布として了解していただければよい。

強風の吹きやすいところは海岸地帯であり、山岳である。また、海峡等でも強風の吹きやすい所がある点に注



第 6 図 年間の暴風日数 (日最大風速 10m/s 以上) (統計期間 1949~1956 年)。(前掲書より)

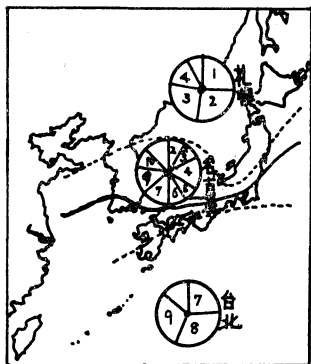


第 7 図 瞬間風速の再現期間が 30 年の値の分布 (単位 m/s)。(前掲書より)

目する必要がある。

これを、再現期間30年の瞬間風速 (m/s) の値で見ると、第7図のようになる。災害との対応は瞬間風速の方がよいので、この図によって強風の吹きやすい地域を見た方がよいといえる。30年に1回 50m/s をこえるような暴風は、やはり南九州から四国南部、伊豆半島、房総半島等の太平洋岸であり、海峡であることがわかる。

それでは、そのような強風が気象現象の何によって発現しているかが問題となるが、それを見るために最大風速が台風によるものか、温帯低気圧によるものかの限界を調べた結果を第8図に示す。



(—は最大風速が台風による地域と)
(低気圧による場合の地域との境界線)

第8図 最大風速が起こりそうな月の円グラフ
(荒川、宮内による)

極東における日本列島の配置と台風や温帯低気圧の径路から推定されるように、北日本は冬季の温帯低気圧により、南日本は台風によって、最大風速が現われる。

日本における風の地域性の一般的傾向はこれでおわりのことと思う。

次に、この一般的傾向から外れて、特に局地的に強風が吹き、災害をもたらす風がある。日本の3大悪風といわれている、山形県の「清川ダシ」、岡山県の「広島風」、愛媛県の「やまじ風」のほか、阿蘇山麓の「まつぼり風」、琵琶湖に吹きおろす「比良八荒」等々、各地に特有な局地風があり、風害をひき起こしている。これらの局地風は、それぞれ特有の地形条件をもっており、地形的に局地風の発生しやすい気象条件のときに吹く。

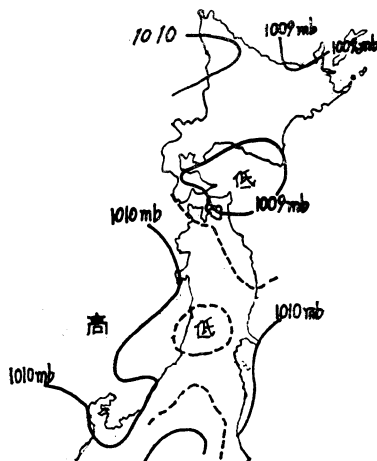
風の地域性は風害の発生にも地域的な差を与えるが、風害の地域性には地面の乾燥状態、海岸からの距離などによる風害や塩風害の被害程度の違いもあるし、海岸における波浪害や高潮の発生も地域性の明確に出来るものである。

(3) 気温の地域性と災害の地域性

この問題については論述を省略したいが、夏季低温の地域性と冷害の地域性について若干触れておきたい。冷害は稲作期間の気温や日照が稲作限界の値よりも低いときに発生するわけであるが、低温の発生の仕方はその時の気圧配置、一般地上風系によって非常な違いがあることをここで指摘しておきたい。第9図は昭和38年8月の第5半旬の岩手県内における半旬平均気温の平年からの偏差分布図であり、第10図はその期間の半旬平均地上気圧分布図



第9図 昭和28年8月第5半旬(26日から31日)の平均気温の本年からの偏差図



第10図 同期間の平均地上気圧分布図

圧分布図である。冷気流が流れ込んで来る方向によって、低温の激甚度合の分布が違うことがこの図から理解できる。という理由は、一般に冷害は三陸沿岸に激しいといわれており、事実、三陸沖の親潮寒流上を吹走して、陸上に侵入する気圧配置のときには、低温発生 の程度も三陸沿岸で激しくなっている。違った低温分布の例として示したものである。

4. 気象学分野における気象災害研究の現状

気象学分野における気象災害研究は次ぎのように大別される。

- (1) 気象災害それ自体の研究
- (2) 気象災害に関連する気象現象の発生機構に関する研究
- (3) 気象現象とその付随現象との関係についての研究
- (4) 気象現象の予知、予報に関する研究

これらの中で、(2)と(4)は気象学それ自身の問題でもあり、気象学分野における主流をなしている。(3)は気象庁に在職している技術者が中心となり研究が進められている豪雨水害の問題と、海洋学関係者との協力により研究が進められている高潮、波浪の問題とがある。(1)は最も弱体であり、災害現象の過程を抜きにした、気象現象の強度と災害発生高との関係を調べる段階を出ていないものが多い。一般的には以上のような現状であるが、さらに若干その内容に触れて報告することにしたい。

(1) 気象災害それ自体の研究

災害現象の過程がまだ物理的にわかっていない現状から、災害現象に深い関係があると思われる要素を取り出して、その関数形を考慮しながら統計的吟味を行なっているものが圧倒的に多い。例えば、蔵重清、奥山志保子の『山崩れ件数と雨量との統計的関係』がそれであるが、その中で、大竜俊夫の横浜市内の崖くずれに関する一連の研究は崖くずれ発生機構まで考慮に入れたものとして、気象学分野では特筆される研究である。また、毛利聰明、渡辺義雄による『中部日本における気象災害の分布』は気候学的手法による当該地域の気象災害の集大成である。毛利等による研究方法が(1)の研究の主流を占めている。

気象災害の中で、台風災害と集中豪雨災害が最も大きい部分を占めているが、台風や集中豪雨の雨量と堤防、道路、橋梁等の破壊箇所数との関係や田畑の流埋面積との関係は、

$$y = \frac{x^n}{c} \quad \left(\begin{array}{l} y \text{ は堤防、道路等の被害要素} \\ x \text{ は日雨量} \\ \text{ただし、資料はいずれも県単位} \end{array} \right)$$

となることがわかった。また、台風災害は風害、水害、高潮害の総合された災害であるが、これらの単位災害要因別に災害高を分離することが可能かどうかについて統計的な吟味を行なっているが、傾向的に分離可能であることがわかった程度で、まだ分離に成功してはいない。

(2) 気象災害に関連する気象現象の発生機構に関する研究

この研究は気象学分野の主流であり、各現象の発生、発達、維持、消滅の機構についての研究は数多く、ここで紹介する余裕を持たない。ただ、ここで指摘しておく必要があると思うのは、気象学の基礎部門における最近の進歩がこの部門における研究の発展に非常に寄与していると同時に、現象を観測する手段と計算機の開発実用化が進歩をうながしているということである。

日本海沿岸、北陸地方を中心とした冬季の豪雪が大がかりな共同研究観測によって、その機構の一端を知りはじめているし、集中豪雨をもたらし小渦動の運動についても、最近少しずつ知見を得て来ている。台風の発生、発達、維持についての知見もわずかながら進展を見せている。

(3) 気象現象とその付随現象との関係についての研究

この中、高潮、波浪に関する研究は、気象学の分野では、海面付近における風の垂直乱流構造と海面現象との関係の問題であり、air-sea interactionの重要な課題の一つとして、その物理的な吟味が開始されたばかりである。(なお、水収支の立場からの蒸発の研究は山本義一等によって明るい見通しが与えられた。)

高潮、波浪現象の研究は海洋学者との協力の下に特定海湾についての研究を行なっているが、気象学の分野では湾上を吹く風の風向風速分布とその変化、台風域内における地上風速分布の与え方が重要な課題として残されている。

豪雨出水の付随現象については、その機構を追求するというよりは、予報の必要上から、技術的に行なっている研究が多い。この研究は水文気象学の分野に属するものであるが、水文資料と気象資料の取扱い方にまだ問題が大部残されている。

(4) 気象現象の予知、予報に関する研究

この研究も数多くなされているが、ここではこの研究も現在では関連する現象に対する研究の長期の展望の上 に立って進められるようになって来たことを報告するにとどめる。

5. 研究の問題点

第1回災害科学総合講演会のシンポジウムで指摘した問題点が基本的に解決されていないことをまづあげる必要がある。

さらに、現象を明らかにするために適切な能力をもった測器の開発と人工的に条件を制御して現象を実験的に検討吟味する強風洞や人工気象室等の大がかりな実験施設

の新設が気象の分野としては必要となるし、災害を明らかにし、災害対策が効果的になされるには、同じく第1回のシンポジウムの席上で提案した、災害学の立場からの研究がなされることが重要であると考え、気象学の分野ではそれに対応する態勢を準備しつつあることを最後に報告しておきたい。

第15回航空気象シンポジウム

日時 昭和41年3月11日

会場 東京国際空港ビルA会議室

今年度の航空気象に関する月例会は、「Significant Weather の解析と予報」に主眼を置いて、東京地区で開かれた。時あたかも全日空機、CPAL機、BOAC機と航空機遭難の相ついだ直後のこととして、気象官署職員はもちろん、航空会社社員、自衛隊員等の外、若干の報道関係者も交え50名をこす聴取者が集まり、活発な討議が行なわれた。シンポジウムは東京航空気象台の久米次長のあいさつについて安齋予報課長の司会で始められ、10時より16時まで熱心に続けられた。

シンポジウムの話題提供者、題目および主要内容は次のとおりであった。

1. 話題提供者 草野和夫、鈴木義男、武井久徳（東航気）

“東京国際空港における低層ウインドシャワーについて”

航空機事故は離着陸時とその直前、直後に圧倒的に多い。その離着陸時の気象要素の一つとして、空港周辺の低層の風のシャワーの重要性が注目され出した。東京国際空港の代りに東京タワーの資料を用いて調べたところでは、10月～1月の冬季と4月に強いシャワー（最大9KTS/30m）が現われ、7月、8月の夏季は弱い（最大3KTS/30m）。また強いシャワーは、年間21例のうち寒冷前線が8季節風8、高気圧3、台風2の割合で発現している。

2. 話題提供者 中山章（東航気）

“対流雲予報はどこまで可能か”

対流雲の予報を最も効果的に航空予報に利用するため予報の限界について考え、Pre-flight Forecast では Large Scale, In-flight Forecast では Meso-scale（または Micro-Scale?）までを限界とすべきであると述べた。

3. 話題提供者 山本芳政（東航気）

“富士山レーダーの管制気象業務への利用について”

夏季期間中確実に雲の中で観測された92個の乱気流の資料を使い、富士山レーダーエコーとの関係を調べたと

ころ、強い乱気流の観測された場所にはすべてエコーが存在した。またレーダー反射の受信電力と乱気流強度との関係、航空路上のエコーについて撮影した RHI の写真からエコーの頂と雲頂との関係等を求めた結果を示し、メソ的なスケールで発生する積雲の分布を知ることにより、東京空港に着陸するための待機空域の中で、より安全な空域の選択が可能であると結論した。

4. 話題提供者 柴田宣（東航気）

“主として下層の乱気流”

昭和40年度中にテレタイプ回線と管制官を経て報告された264の強い乱気流を、その時の一般解析図と対応させて分類を行なった。下層の乱気流は低気圧の発生や発達にも関係するが、下層ジェットに類するものが少数例あり、たとえば850mbの強風域と700mb強風域の重なったせまい区域で、強い乱気流の報告があったと述べた。

5. 話題提供者 橋場善也（東航気）

“本邦付近における高高度乱れの特性”

ICAO 計画の高高度乱れ報告の資料にもとづく日本付近の乱れ発生率分布図を示した。これらの分布の特性は地形の影響ばかりでなく、ジェット軸の変動が大きく関係している。また圏界面高度と高高度乱れの問題、さらに高高度の乱れに関する気象要素等に言及した。

特別講演 竹田建二（日本航空）

ワシントンにおける National Air Meeting on Clear Air Turbulence に出席して

Meeting では特に CAT detection の問題が多く報告され、(1)音響、(2)星の光、(3)赤外線、(4)マイクロウェーブ、(5)コロナ放電等を利用する方法、(6)ローフレクシオンレーダー、(7)レーザーレーダー等の紹介があった。

（橋場善也記）