

気候に及ぼす混濁度の影響

—(綜合報告)—

飯田 睦 治 郎



1. はしがき

最近ビキニ環礁でおこなわれた水爆実験のために生じた放射性物質やその爆発によって上層高くまで吹きあげられたサンゴ礁の微細塵が大気を汚染し、その汚染が全地球面にひろがり、それが天候の異常をおこしているのではないかといわれていることは御承知のことと思ふ。従来から日射量の変化が天候の変化に関係していることはほとんど疑問の余地はない事実として考えられている。そして日射量の変化の原因としては、太陽常数の変化と大気中の種々の要因の変動の二つに分けて考えることができる。しかし、太陽常数の変化は一般に小さい。これに反して、大気中の要因、たとえば、混濁度はかなり変化する。たとえば、火山の噴火による灰塵粒子や黄砂などによって日射量が大きく変ることはよく知られている。そこで火山の噴火などが天候の異常に関係があるのでないかという考えもかんてくる。そして、火山爆発の際のエネルギー(浅間山に例をとってみると、普通大爆発と呼ばれる程度のもので、そのエネルギーは $19^{19} \sim 10^{20}$ ergで、又、時には 10^{22} erg程度のものもある)に匹敵する水爆実験によっても天候に異常をもたらすのではないかと考えるのはもっともなことである。そしてこのような見地に基づく研究もかなりなされてきた。ここでは従来からなされたそれらの研究の主なものをまとめて報告し、今後それらを研究する研究者の参考にきょうしたいと思ふ。なおこの綜合報告は「測候時報第21巻第9号(昭和29年9月)頁261—268」にけいさいしたものであるが、紙面の都合で省略した部分も多々あるので、それらを補そくし多くの方々の便にきょうしたいと

思いここに再ろくする。

2. 細塵と気象

噴火による細塵粒子が気温に影響を及ぼすことを初めて示唆したのは Humphreys⁽¹⁾ である。彼は若干の日射量の計算を行い、又、合衆国およびヨーロッパの25個の観測所の気温の記録を調べ、大噴火によって起る気温変化の大きさを見つめようと試みた。日本では1910年に大森⁽²⁾は噴火当時の天気について述べているが、その後1934年岡田⁽³⁾はおなじく噴火による細塵のため日射量が減少し凶冷をおこす可能性のあることを論じた。すなわち、火山爆発があると上層に灰をまき散らし、これが日射を吸収し、反射散乱させるから地上に達する日射量は減る。とくに冬期、極地方では日射が斜めに入射するので灰塵の影響を多く受け、酷寒になる。そして、オホーツク海、千島方面で海水がおびただしく結氷し、やがて春がきて融けたものが、夏の初めに三陸沖合に達し、この融氷は例年なら7月上旬につきるのに、冬の酷寒年には結氷量が多いから融氷は7月おろか8月になってもつきなく、遂に9月までも海面にただよう。そのため海面が異常な低温となるとし、この冷水は高気圧を蟠居させて長く梅雨の現象を起し結局凶冷のもととなるというのである。すなわち、東北地方の凶冷の遠因は火山の爆発に求め得るとした。翌1935年に須田院次⁽⁴⁾は天明3年の浅間山の噴火と凶作について考察し、翌年の4年には非常に豊作だったことから考え、浅間の火山灰が上層の南西風によって直接東北地方一帯に運ばれたこと、火山灰そのものは決して天空に一様に拡散しないで一塊をなして上層の流れによって上空を吹き廻されたということを暗示し、浅間の活動が直接効いた期間は案外短かかったと推論している。1943年に荒川秀俊⁽⁵⁾は火山の爆発は世界各地についてみると相当に多いから岡田の流儀では結論に若干の疑いがあるとして、火山の爆発が凶冷の原因というのは日射量の減少を媒介とするものであるからむしろ直接に日射強度の激減と凶作の関係を見た方が妥当であるとし、日射量の変化を調べている。

上述のように、多くは混濁度の強度が気象状態に変化を与えるとみなしているが、1943年に Gentili⁽⁶⁾は

- (1) Humphreys: *Physics of the Air*. 3rd ed, Mc Graw-Hill, New York, 1940.
- (2) 大森房吉: 噴火と天気, 気象集誌, 29, 87~91, (明治43年).
- (3) 岡田武松: 東北地方凶冷の原因, 天気と気候, 1, 338~342, (昭和9年)
- (4) 須田院次: 浅間山の噴火と凶作, 天気と気候, 3, 198~ (昭和10年)
- (5) 荒川秀俊: 東北凶冷の新予想法, 海と空, 23, 433~436, (昭和18年).
- (6) J. Gentili: *Present-day Volcanicity and Climatic Change*, *Geol. Mag.* 85, 172 (1948)

Clayton の World Weather Record を用いて多数の観測所の気温変化を調べてクラカトア (Krakatoa), カトマイ (Katomai), 南部アンデス (1921) の噴火はその後の年に低温を生じていないと結論しているが、これに対して、H. Wexler⁽¹⁾ は Clayton の資料は地球上かなり空白の場所のあることを指摘して、Gentili の推論に対して疑問を表明している。

その後わが国では今村明恒⁽²⁾ は次のように論じている。すなわち、噴火直後、粉末が成層圏に滞留している期間では、

(1) 火山塵の大きさが日射の波長よりも小さいとき (たとえば 0.4 ミクロン未満) は影響が割合に少い。

(2) 火山塵が日射および地面輻射の波長の中間ならば、日射の通過は阻害されるが、地面輻射に対する影響は少い。この場合季節の如何にかかわらず気温は平年よりも低下する傾向がある。

(3) 火山塵が地面からの輻射の波長 (12 ミクロン) よりも大なるときは、日射ならびに地面輻射の通過を阻害し、従って地面輻射を部分的に地表に反射せしめる。この場合は平年に比較して、夏は冷く、冬はかえって暖かになる傾向がある。

火山による細塵粒子が成層圏を通過して対流圏にまで降下したとき、たとえその大きさが (1) あるいは (2) のような微細な場合においてもそこでは水分を捉えてその大きさを増大させるらしく、爾後、輻射線におよぼす影響は (3) の場合のようになるとしている。

そこで、以上の見地から世界的な冷害の例について述べている。すなわち、1902~3 年のサンタマリヤ、プリー、ヨリマの大噴火後の日射量は急に低減して、遅くも 4、5 月後には最低に達し平年の 2 割ないし 2 割 5 分減となり、以後次第に回復して 2 年後には完全に平年並となった。一方、クラカトア火山の大爆発の場合は、多量の火山灰を上層高く (大体 30 km の高度) 吹きあげ、それにより、ビショッブ環など種々の光学現象の異変が観測されたり、世界的な異常低温がほぼ 3 年にわたって起るといような、著しい変調を示しており、この変調について博士は次の因子に分析して考えている。

(A) 噴火 [1883 年 8 月 27 日 (明治 16 年)] 後の日射量の低下のもようはやや緩慢で、翌 1884 年には 1 割減を示したに過ぎないが、翌々年々に至って 2 割減の最低となり、次の 1 年には漸次上昇を示したにもかかわらず

- (1) H. Wexler: On the Effect of Volcanic Dust on Insolation and Weather (I), Bull. Amer. Met. Soc., 32, 10~15, (1951).
- (2) 今村明恒: 火山塵に因る気候異常, 地震, 18, 15~23, (昭和 20 年)
- (3) N.H. Bangs: Valcano Dust, Bull. Amer. Met. Soc., 13, 108~109, (1932).
- (4) 須田滝雄: 東北地方夏期気温と大気透過率その他との関係, 気象集誌, 20, 405~417, (1942).

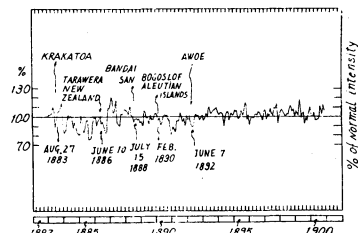
ず完全に回復するに至らなかった。

(B) 噴火の翌年 1884 年においては、日射量が四季を通じて低下の一途をたどるだけであったが、翌々年に入るや、夏季 7 月以後の 3 カ月あるいは 4 カ月間の日射量は相対的に低く、つぎの冬季 12 月以後の 3 カ月間のもは反対に高く、その較差は 2 割程度に達したのであるが、さらに次の 1886 年においては、この傾向が一層著しく、較差 3 割 3 分に達した。なお次の 1887 年は、年平均は常態に復したにもかかわらず、月平均においては、夏冬両季において依然として、1 割 5 分の較差を示した。

このクラカトア噴火は史上最大の爆発であったから、他の例とは異なる結果を生ずるのも当然であるが、上記 2 種の変調は、その噴出した大量の火山塵が、前記 (1) の場合のような微細な粉末からなり、しかもそれが成層圏降下に一年若しくはそれ以上を要する程の超々々度に噴上げられたと仮定することによって十分説明出来ると論じている。

以上のべたものは混濁度が大きくなると日射がよわり、気温がさがるとい考えが多かったが、これと反対に混濁度が大きくなるとかえって気温がのぼるとい説があることは注意にあたいする。

1932 年 N.H. Bangs⁽³⁾ は Humphreys の所論を引用して 1932 年の異常な温暖はアルゼンチンとチリー間の 400 mile に沿う火山が活発になったためだと論じているがその理由ははっきりしない。1942 年に須田滝雄⁽⁴⁾ は東北地方 (福島, 山形, 秋田, 宮古, 青森の平均) の 7 月および 7、8 月の平均気温と混濁度の累年変化との関係をしらべ、次のごとく論じた。すなわち、東北地方の夏の気温はその年の混濁度が大きい程高くなっている。今両者の相関係数を求めると 7 月の気温との関係は $+0.71 \pm 0.13$, 7、8 月平均気温とは $+0.49 \pm 0.13$ となり大体 $t_7 = 10.0 S - 4.7$, $t_8 = 5.0 S - 9.5$ で表わされる。(ここに S は混濁度を示す。) すなわち東北地方夏の気温は S の大きい (透明度, 透過率の小さい) 年

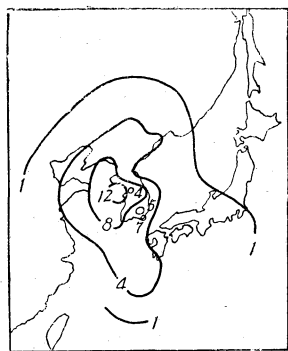


第 1 図 フランスのモンペリエ (Montpellier) における日射量変化, 1833~1900 年の間の月平均値の百分率で示してある。

られており必ずしもその年の透過率と気温とが正の関係を示さなくとも奇異でない。もちろん、夏期の日照率そ

に高いことを示している。これは一見非常に矛盾した現象のように見えるが須田武松もその前の冬の大气透過率の大小が夏の気温に影響すると述べ

第 1 表



第 2 図 昭和 8 年から 13 年に至る黄砂の出現区域

のものゝ気温との関係は正の関係を示すべきであるが、この場合の S は日照率には関係しない値である。従って以上の結果は常識からも矛盾したことはないが、ではこの結果をいかに説明するかである。それについては次のように説明を与えている。すなわち、大気透過率が気団によって異なるのは視程が気団によって異なるのを見てもわかり、黄砂期を除いては小笠原気団においては大陸気団より視程が悪いのが経験される。すなわち透過率の悪い気団が卓越する年の東北地方の夏の気温は高く、これに反する気団が卓越する年の気温は低い。小笠原気団の卓越する年は東北地方に限らずどこでも気温が高い筈でそれに伴って透過率は小さく従って透過率と気温とは負の相関を示すことになる。すなわちこの場合、透過率の大小は東北地方の夏の気温に何等直接の影響を与えないで両者の関係は間接的なものと考えられる

- (1) W. Grundmann und O. Möse: Die Verwendungsmöglichkeit der Relationen Zwischen Trübungsfaktoren und Luftkörpern für die Praktische Wetteranalyse. Ann. d. Hydr, 59, pp. 253~61, 1931.
- (2) F.V. Tripp and C.P. Brooks: Solar Radiation and the Atmosphere, Bull. Amer. Met. Soc., 2, 25~30, 1925.
- (3) H. Wexler: On the Effect of Volcanic Dust on Insolation and Weather (I), Bull. Amer. Met. Soc., 32, 10~15, 1951.
- (4) この外に混濁度の気象に及ぼす一般的な論文も二三あるが局所的なものなのでなく。E.S. Clowes: Smoke Influence on New York City Temperatures, Bull. Amer. Met. Soc. 14, 31~32, 1933.
- (5) Crova, M.A.: Observations Actinométriques à L'observation Météorologique de Montnelli, 188~84 (1883, p. 33; 1884, p. 43) Bull. Met. du Dept. L' Hérarant, Meppellier 1892, 188~84 (1883, p. 33; 1884, p. 43) Buel, du. Dept. de. L' Hérarant, Moorellier. Morpellier. 1892.

年	月	日	地 方		日射量 日射量 章	日射量 の常時 に対する 減少率 %	混濁係 数	混濁係 数の常 時に対 する増 加率 %	
			真太陽時	時					
1934	5	2	h	m					
	"	3	19.1	0.588			9.48		
	"	8	58.1	1.023	43		4.72	100	
	"	12	03.1	0.766			9.03		
	"	3	11	58.9	1.220	37	4.39	106	
1936	"	2	15	05.2	0.755		6.94		
	"	3	15	01.5	1.115	32	4.06	71	
	"	14	12	11.1	0.806		7.58		
	"	19	11	59.4	1.325	39	3.37	125	
	"	4	20	12	07.4	1.018		6.14	
	"	23	12	03.4	1.379	26	3.19	92	
	"	20	15	06.4	0.794		6.35		
1937	"	23	14	57.4	1.237	36	8.28	94	
	"	11	9	18.2	0.876		5.93		
	"	10	8	53.8	1.213	28	3.20	67	
	"	11	12	16.2	1.020		6.02		
	"	10	12	04.6	1.416	28	2.92	106	
1938	"	19	14	57.7	0.893		5.68		
	"	5	17	15	01.0	1.277	30	2.96	92
	"	4	9	12.7	1.008		5.05		
	"	3	9	02.4	1.212	17	3.48	45	
	"	4	15	9	04.1	0.874		5.73	
黄砂の日の平均						0.854		6.73	
平日の平均						1.241	31	3.53	91

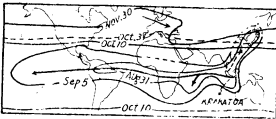
混濁度のため翌年の気圧配置に影響して冷害を起す機構が冷害の大部分を占めるものと思われる。なお、大気の透明度が悪くなるのは噴火による細塵のみによらず、他の原因による細塵によっても可能性は十分あると論じている。このほか、直接予報との関係を論じたものがある。すなわち、1931年に W. Grundmann と O. Möse⁽¹⁾は、混濁係数は空気の由来に関係があるものであるから、これを観測すれば、その時の空気が陸からの空気か、熱帯からの空気かが判るとし、その理由は、太陽光線の吸収が熱帯空気における方が極空気におけるよりも大きいことにもとづくといひ、空気の由来が判ることは予報上大切なことであると論じている。

3. 細塵と日射

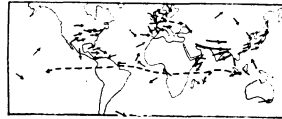
噴火と日射との関係を直接しらべたものに 1925 年、F.V. Tripp と C.P. Brooks⁽²⁾がある。すなわち、1883 年 8 月 27 日のクラカトア火山の噴火について灰塵粒子が日射量に大きな影響をおよぼすことを示唆した。その後、これをくわしく論じたのは H.Wexler⁽³⁾ ⁽⁴⁾である。当時の日射量の観測のあるのはフランスの Montpellier 観測所だけであるが⁽⁵⁾ その記録から 1883~1900 年の期間の月平均日射量の各月の平均値に対する百分率をグラフにしたのが第 1 図である。

緯 度	0	10	20	30	40
$\Delta \times 10^4$	-5.5	-5.0	-3.6	-1.4	1.3

50	60	70	80	90
4.1	6.9	9.1	10.6	11.0



第3図(a) クラカトア火山灰の移動を示す



第3図(b) 10~12月の巻雲と巻層雲の移動

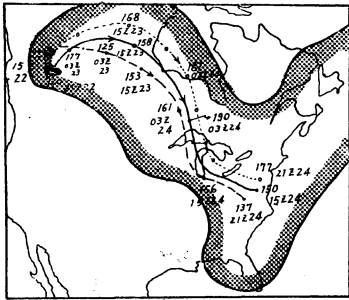
これを見てわかることは 1883 年の 6 月をのぞいて 1882 年 12 月からしばらくの間平均値は 100 %あるいはそれよりも大きく、1883 年 11 月は平均値の 115 %にもなった。ところが、12 月には、90 %におち、1884 年 1 月には 82 %にまで下った。次の 3 年間せいぜい 103 %以下で最小値は 1885 年 8 月と 9 月に 76 %であり、1882 年 12 月から 1886 年 10 月の期間の平均値は 91 %であった。1883 年 11 月から 12 月に至る日射量のいちじるしい低下は西部ヨーロッパで観測されたいちじるしい光学的現象のはじまりと一致して、これは噴火の灰分によると信じられている。(1)(2)すなわち、噴火の細塵が日射に影響したことを示唆している。

H. Wexler はまた他の例をあげている。まず 1902 年 5 月 8 日 Martinique の Pelleé, 同年 10 月 24 日

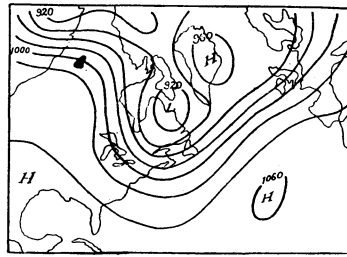
Guatemala の Santa Maria, 翌年の 1903 年 2~3 月メキシコの Colima が噴火した。この頃には二つの日射観測所があった。それはスイスの Lausanne とポーランドの Warsaw である。Lausanne の観測値は 1902 年 11 月まで 100 %のまわりを振動していたが、突然 104 %から 85 %まで下降し、1904 年 5 月までは 100 %にならなかった。そしてこの期間の平均値は年平値の 90 %であった。Warsaw でもほぼ同様であった。また 1912 年 6 月アラスカの Katmai の場合でも同様な結果が得られた。

要するに火山の大噴火による細塵のために日射量は 20 %も減少しうるのである。一方火山噴火による塵細粒子によらない他の原因による混濁度の変化によって日射量が変わることも十分考えうるわけで、そのうち黄砂による日射量の変化について 1939 年に淵秀隆(3)の調査がある。すなわち、昭和 8 年から昭和 18 年までの間に黄砂襲来時の日射観測の結果をまとめて第 1 表を得た。

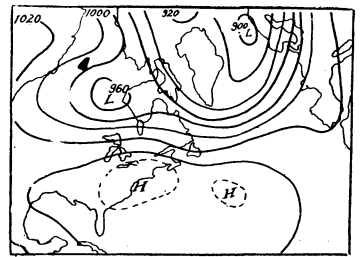
この表から分る通り普通の日とは歴然と区別され日射量は常時より 20 %から 40 % (平均 30 %) 減少し、混濁係数は常時より 45 %から 125 % (平均 91 %) の増



第4図 黒くぬつてあるところは煙の起点、網目内は煙の拡散域、三つの曲線は 310°K 等温位面上における流跡線で時間と高度 (100 feet 単位) を記してある。



第5図(a) 5日平均 700 mb 天気図1950年9月20~24日



(b) 1950年9月27日~10月1日

- (1) Symons, G. J. (発行者) : The Eruption of Krakatoa and Subsequent Phenomena, Report of the Krakatoa Committee of the Royal Society, London, 1888.
- (2) 噴火による細塵の光学現象については、若干の観測があるたとえば、
H. Spencer Jones : Volcanic Dust Effects, Bull. Amer. Met. Soc. 13, 188, (1932).
- (3) 淵秀隆 : 黄砂について, 気象集誌, 17, 473~486, (昭和 14 年).
- (4) Milankovitch によると大気混濁度が日射強度に及ぼす影響は夏の半年においてのみおこるといふ
M. Milankovitch : "Mathematische Klimalehre" in Köppen-geiger, Handbuch der Klimatologie, I, Tile A, Berlin, (1930) p.65.
- (5) V.J. Schaefer : The Occurrence of Ice crystal Nuclei in the Free Atmosphere, Gen. Electric Res. Lab. Occas. Report, No. 20, Project Cirrus, Schenectady, New York, 1950.

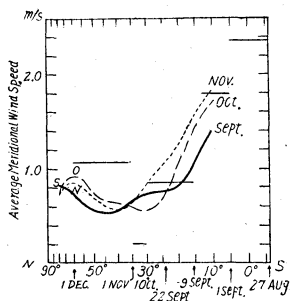
加を示している。以上のように細塵が日射量を変化させるものなら、もう細塵が長期間上層に停滞しているなら、気温に変化を与え、さらにそれが大気大循環の模様を変えるということが考えられたわけである。

4. 二次的影響と擴散

以上は混濁度の変化により日射あるいは輻射が変化し、このため気温などが変化するように考えたが、このような考えだけでよいかどうかには問題がある。

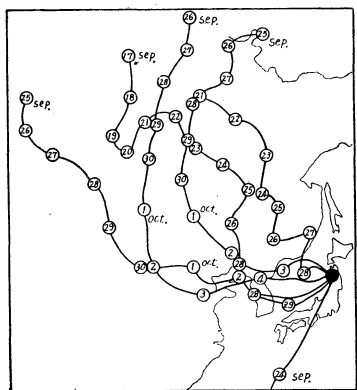
Humphreys はまた混濁粒子が、大気中に不平均に分布すると、地表では日射の南北傾度が増加する。日射量のこの増加が気温の南北傾度を増加させることができ、そして、夏から冬にかけて循環の変化が観測されるとおなじ大循環の強度の増加がおこるのであろう。その結果として、季節の異常が起るだろうと考えた。

また、Schaefer(5)は火山から噴出された細塵が氷晶の核となりうるものであることを示し、さらに、Crater



第6図 クラカトア火山灰が北にひろがる速度(水平線分を示す)とノルマルなる子午線速度の変化

pp. 138~140 参照)磯野謙治,駒林誠は実験室内で火山灰の凍結核としての有効性を実験し、 $-13.5^{\circ}\text{C}\sim 15^{\circ}\text{C}$ 以下から有効であること、また凝結核としても作用しうると論じ、雨量との関係については、灰の拡った地域に年降水量の増加がみとめられたとしている。このように二次的影響も考えられるわけであり、とくに混濁度の変動による大気大循環の変動は重要なように思われる。



第7図 700 mb 等圧面上の流跡線図

影響をおよぼすものであるので切実な問題であるが、何分広範囲の観測を必要とするのでその観測記録は甚だしく又困難なため今後の研究をまたなくてはならないが、ここには2, 3の人による解説と空気粒子の運動模様の参考資料をかかげる。

まず、1930年に A. Ångström⁽¹⁾は大気中の細塵が大気環流により低緯度から高緯度へはこびこまれる傾向について論じた。すなわち大気中の細塵は一般に低緯度に多くて高緯度に少い。そして、大気環流のために低緯度から高緯度の方へ段々とはこび出される傾向があるとし

- (1) A. Ångström: On the Transportation of Dust from Low to High latitude through the Circulation of the Atmosphere, Geog. Ann., 1930.
- (2) Brooks, C.E.P.: The Movement of Volcanic Ash over the Globe, Met. Mag., 67, 81~86, (1932).

Lake の灰け気温が $-17^{\circ}\text{C}\sim -28^{\circ}\text{C}$ でよい昇華核となり、Poracutin 灰は気温が $-23^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ でよい昇華核となることを見出した。したがって火山の噴火灰は雲を生ずる可能性がでて来たわけである。このことは実際にアフリカ西海岸沖で観測されている。わが国では最近(前号

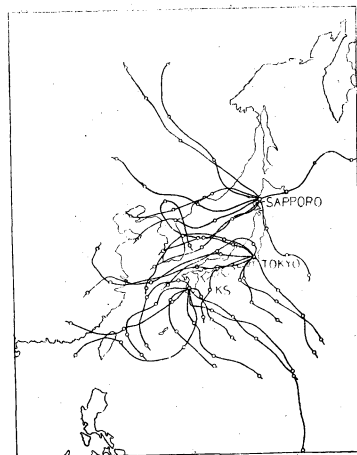
このように観察してみると噴火の際に出る灰塵粒子や最近特に問題となってきた水爆による微粒子(放射能物質をふくむ)の拡散の模様を知ることが根本的に重要であり、後者は特に直接人体に影響

している。そして若干の仮定のもとに一年間に大気鉛直柱から出入する細塵の残量(Δ)を各緯度について計算して第2表を与えた。この表によると $0^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 付近までは細塵は減少し、 35° 以北では増加することになる。従って極の付近では細塵は集積して沈積しなければならない。この量を計算してみると、1年に約 $1\text{mgr}/\text{cm}^2$ となる。このようにして段々と高緯度に沈積すると、それが長期間の後には極地における気象の変化をおこすとも考えら

れる。次に細塵の産出地であるが、これは地球上の受熱量の最大である沙漠地帯であることは論をまたない。このように考えてみると、今後しばしば、原水爆の実験等が各所でおこなわれるならば、それらによる微細塵の拡散により、割合短期間のうちに多量の細塵が高緯度に沈積し気象変化がおこることになると推論しがたくもないであろう。

次に細塵粒子および空気粒子の拡散模様について2, 3まとめて解説し、あわせて参考資料を提出する。

すなわち、1932年 Brooks⁽²⁾はクラカトア火山爆発の際の灰塵の動きを雲や光学的現象からしらべて第3図(a)をえた。これを見ると次第に北へ動いたようすがよく見られる。この際には灰塵粒子は $20\sim 30\text{ km}$ の間の高度を移動したのであるが、他方巻雲および巻層雲の10~12月の移動方向を示したのが第3図(b)で、これらの雲の高度 $8\sim 11\text{ km}$ で噴火による灰塵粒子の高さの約半分の高度であるのに、よくそのもようが一致していることがわかる。なおこの第3図(b)において、破線は、クラカトア火山爆発による噴火灰の主な流れを示し



第8図 1951年8月における700 mb 等圧面上の流跡線図



第9図 500 mb 等圧面天気図上における流跡線 1949年2月23日に到達した空気粒子の径路

たものである。次に1951年、H. Wexler⁽¹⁾は1950年9月中頃にカナダ西部(第4図中の黒くぬった箇所)におこった100箇所以上の山火事によって生じたSmoke pallの移動状況をしらべ気圧配置と煙の経路を調査し、日射量等の変化をしらべている。

このSmoke Pallは9月下旬の間にカナダ、合衆国東部から西ヨーロッパにまで流れ、広大な地域に影響をおこしたものである。多くの観測報告によりそのSmokeは一つのかたまりとなって飛来していったこと、その高度は航空路のパイロットからの報告により、大きな高度変化もあるが大体、頂上は15,000 feet。底では8,000 feetの高度であったと述べ、第4図を与えている。(図中網目内は煙のおよんだ範囲を示す)次に煙の運行と気圧配置からきまる空気粒子の運動との関係を調べた。すなわち、Smokeの運行を左右するもの流れの模様を示すものとして、9月20~24日、23~27日、そして9月27日から10月1日の期間の5日平均の700 mb天気図を第5図のごとくあたえている。それによると、著しい高気圧性ridgeが北アメリカをおおい煙の運行はHadson Bay地域に東に向かって流れ、後に合衆国に向かって南東方向に流れた。この流れの様子は9月23~24日の期間の間では東の方へ動き、第3の期間には大きな停滞性の高気圧性edgeが合衆国東部に位置しており、煙の一部はこのedgeにさえぎられたが、他の一部は偏西風の流れにのり、大西洋上を横断し、西ヨーロッパにまで達したのである。このことと、700 mb、500 mb等圧面天気図から計算される空気粒子の流跡線と比較すると、実際のSmokeの運行は等圧面上で計算された流跡線による空気の運動よりおそく、一方、或る特定の等温位面上を流れるとした。等温位面上の流跡線による空気粒子の速度とよく一致し、その高度変化もよく一致していたと論じている。しかし等圧面上でなされた流跡線に

してもその定性的なことがらも割合と一致している。

次に1951年H. Wexler⁽²⁾はクラカトア火山の噴火灰のひろがりについてしらべた。すなわち、1883年8月37日のクラカトア火山の噴火灰により高層に生じた雲の拡がりから噴火灰の拡散のまようをしらべたのであるが、それによると、噴火後噴火灰は北半球の極の方へ急速にひろがり、翌日には急速におとろえたが、3、4日目には逆に加速されたのである。H. Wexlerはこれを高層の子午線方向の流れによるものと考えた。すなわち、19 kmにおけるノルマルな子午線方向の風速を示すと第6図の曲線のようになるが、クラカトア火山の噴火灰のひろがりには棒線で示してある。これを見ると、ほぼ両者の間に対応がつかうというのである。

次に、根本順吉は最近問題になっている放射能雨をもたらす空気塊はどこから来たかを調べた。ここには裏日本に放射能雨を降らせた時の空気を数日間さかのぼって700 mb面上で流跡線を計算した経路図を第7図にかかげておく。実際には、ビキニ環礁でおこなわれた水爆実験により超高層にまでふきあげられた微粒子が最近にいたり段々と下層においてきて与えられた流跡線の経路をとって雨に捕捉されて落下したのか、ソ連での水爆実験によるものか不明であるが、それらを区別するには落下した放射性物質の化学分析結果と爆発させたものとの対応により明らかとなりうるが、その経路そのものはある程度以上は不明であろう。ここに一応、本邦付近はもちろん地球上の空気粒子の運行経路の大略を知ることが有意義と考えられるので、参考のため、中村則行および筆者の調査した(但しこの調査は別の目的のためになされたものである)本邦付近および北半球上における流跡線を紙面の都合上その一部をとって第8、9図にかかげる。これらの図からもわかるように、流跡線そのものの変動が大きく、そして気圧配置の場が急速に変化するときは流跡線も大きく変化する。今年9月の放射能雨の降った時期は場が大きく変化したときであり、簡単な結論はさげなければならない。

(気象研究所予報研究室竹平町分室)

- (1) H. Wexler: The Great Smoke pall..... September 24~30, 1950, Weatherwise, 3, 129~134, 1950.
- (2) H. Wexler: Spread of the Krakatoa Volcanic Dust Cloud as Related to the High-level Circulation. Bull. Amer. Met. Soc., 32, 48~51, 1951.

えず維持されている。こういう有様なので雨量も特別集中することになり、淮河揚子江の流域に雨が多くなる。

これをまとめていえば今年の夏の天候状態は特に7月のそれは普通の春の末夏の始めの揚子江流域の梅雨型に当っていて雨が多く気温が低い。そしてこの状態が来るのが特に早く(20日前後早い)去るのも特に遅く(既に20日近く遅れている)7月31日に至ってやっと変化の兆しが見えて来た。今ある材料によってみるに今年の天候の様子はただ我が国のみでなく世界の多くの国で

異状である。例えば日本は我が国と同じく雨が多い。印度の西南季節風が今年は格別弱い。欧州でいくつかの地方は特に暖く、またある地方、例えば西独が特に雨が多い。どうして今年の天気の様子はこんなに異状なのだろうか。根本の原因は太陽の輻射量の変化が天気系統の発展移動位置の分布にいつも異なる現象を起させたのである。しかしこの問題に関しては、気象科学がまだまだ完成されず、満足すべき解決には至らない。