

上層における金属（アルミニウム）の 大気腐食について*

市村市太郎** 神山恵三***

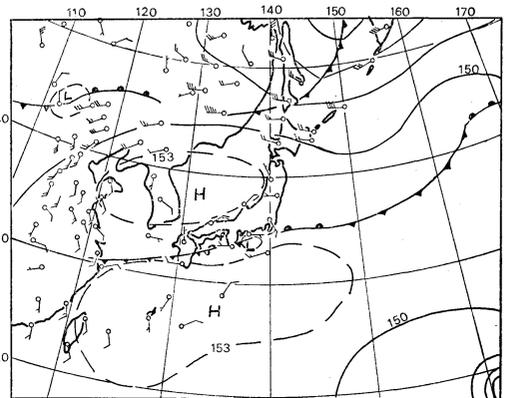
要旨

雲中で形成されている降水粒子のスペクトラムを測定するために飛行機観測を行った。この一連の観測は、1968年9月30日、10月3、4日にわたり、そのときの関東地方上空の雲はどれも層状雲であったが、10月4日の記録だけが、センサとして使っているアルミ箔の一部に著しい腐食現象が現われた。そして、この記録からは降水粒子の読取りが逐に不可能になったということを経験した。後日この部分を抽出して、X線回折と電子顕微鏡で観察したところ、水酸化アルミニウム（バイアライト）が生成されていることが分かった。常温大気中ではアルミニウムからはバイアライトは生成されにくいことを考えると、上空の大気中に化学的に強力な腐食物質が存在していたものと想像される。蛍光X線回折によって、これらの腐食面に多量の硫黄、塩素分のあることが分った。

1. まえがき

雲中の降水粒子を連続的に観測するための測定器の開発とその実験中（1968年9月10日）、アルミ箔リボンが腐食するという現象を経験した。測定器感部に使用したアルミ箔の厚さは0.012mm（日本アルミ箔製、純度99.65%）、幅30mmのリボンで長さは300mある。実験に使った飛行機はダグラス DC-3 型機で、感部は飛行機の機体およびペラ後流や排気ガスの影響をうけない位置で実験している。雲中で形成されている雨滴および雲粒子は、雲中を貫通する飛行機の相対速度（約70m/sec）と同じ速度にて20×25mmのスリットを通してアルミ箔に衝突する。ただしこの測定器は直径100 μ 以上の降水粒子を記録するように設計されているので雲粒子の衝突痕跡は記録されない。

一般に大気中の水蒸気が凝結して雲を形成し、雲粒子から降水粒子に成長して地上に落ちるまでには、大気中に含まれている各種エアロゾルやダストの影響をうける。特に最近問題になっている大気汚染は、その原因をコンビナート、重工業地帯、自動車排気など産業の発展にともなって排出されるガスの大気への放出とされてい



第1図 1968年10月4日の850mb 天気図

るが、これら大気中に含まれているエアロゾル物質に関する知見は必ずしも十分とはいえない。1968年10月4日の観測におけるアルミ箔の腐食現象もまったく予想していなかったことであった。事後分析の結果、アルミ箔を腐食させたと考えられる化学成分とその発生源について考えた。

2. 1968年10月4日の観測

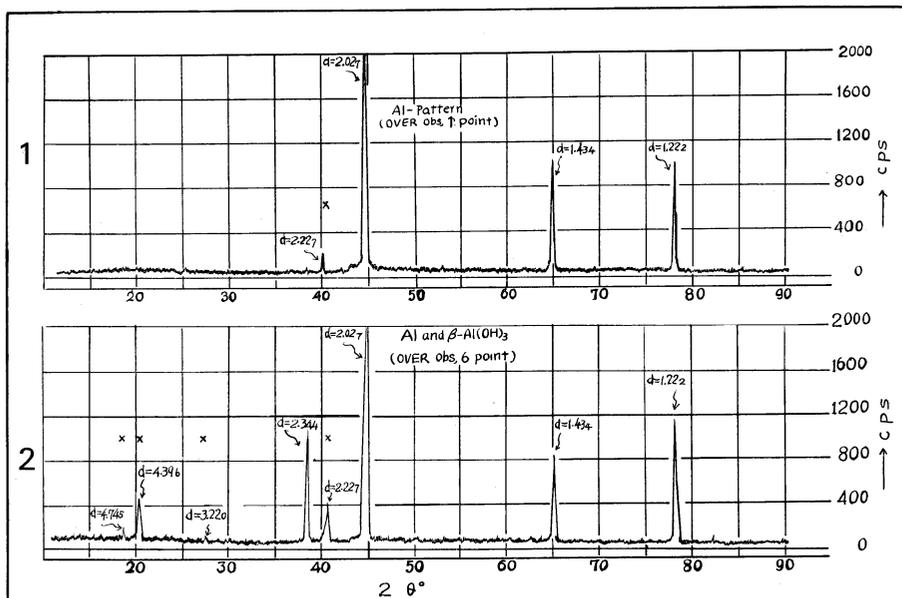
飛行機を利用する観測では、測定器類から出る電気的雑音が、飛行機の計器類に対する障害となつては危険ですから、飛行前の整備点検を十分にを行い機長による地上

* On the Atmospheric Corrosion of Aluminum in Upper Air.

** I. Ichimura 気象研究所

*** K. Kamiyama 気象研究所

—1973年12月25日受理—



第5図 観測点 No. 1 と No. 6 試料のX線回折像

程よくかすかに地形を確認できる程度のうすい雲であったため、大宮上空までの間では観測を行わなかった。大宮より先のコースで4回観測を実施したが、一回の測定時間は2分～5分間の範囲で、水平飛行距離にして約8,400～21,000mまでの降水粒子を観測している。

第2図で飛行コース上に斜線で示したところが降水粒子測定器を露出して観測したところ相当し、そのうちでアルミ箔を腐食させたのは Obs. No. 6 と7で、他の場所においてはそれを経験しなかった。第3図にそのときに得られた記録片を示したが、Obs. No. 6 と7は強い腐食をうけた記録である。

| | |
|-------------|-----------------------------|
| X線強度 | 40KVP, 20ma |
| デテクター | GM-1200V |
| スキャンングスPEED | 1°/min |
| スリット | 第1 1° 第2 0.2min 第3 1° |
| チャートスピード | 10mm/min |
| 時定数 | 1 sec |

第5図-1は、Obs. No. 1における腐食のなかったアルミ箔についてのX線回折、第5図-2は、Obs. No. 6における腐食のはげしかったアルミ箔についてのX線回折像である。

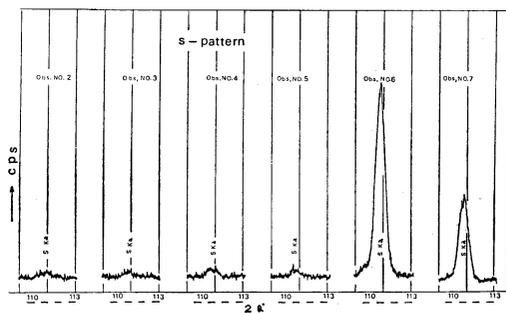
3. 電子顕微鏡およびX線回折による考察

これらのアルミ箔についてそれぞれ電子顕微鏡写真を撮ってみた。第4図は腐食の進んでいない Obs. No. 1におけるアルミ箔と腐食のはげしかった Obs. No. 6におけるアルミ箔についての電子顕微鏡写真である。

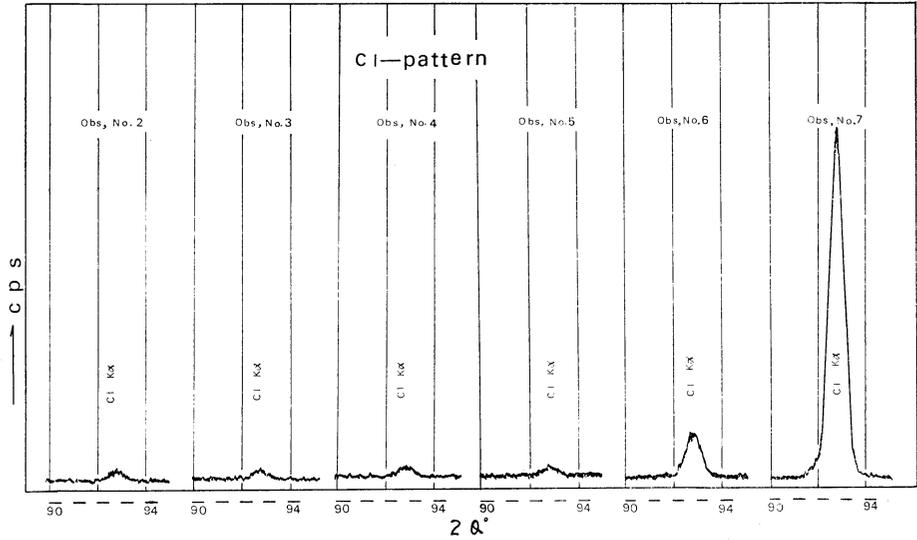
Obs. No. 1におけるものは、アルミニウム金属素面がでていますが、Obs. No. 6におけるものは腐食面が表われている。後述するバイアライト特有のHexagonalな結晶が表われていた。

第5図は、同じ試料についてのX線回折像である。このX線回折のデータは次の通りである。

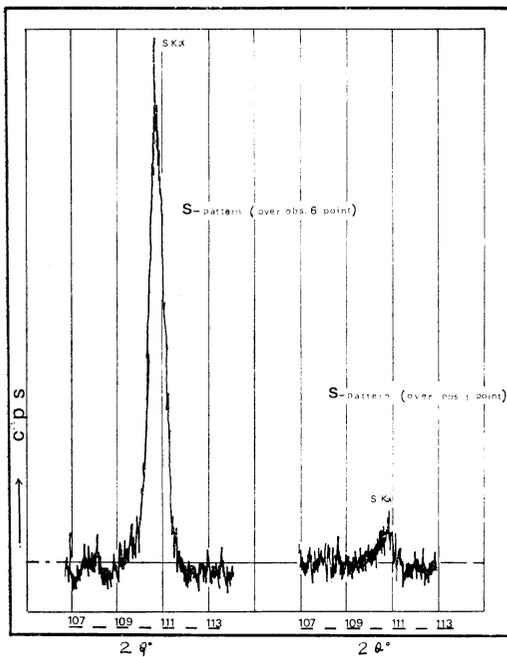
X線ターゲット Cu (Ni)



第6図 各観測点の蛍光X線 (K α 単位) によるSの回折像



第7図 各観測点の蛍光X線 (K_{α} 単位) による Cl の回折像



第8回 観測点 No. 1 と No. 6 の蛍光X線による S の回折像の比較

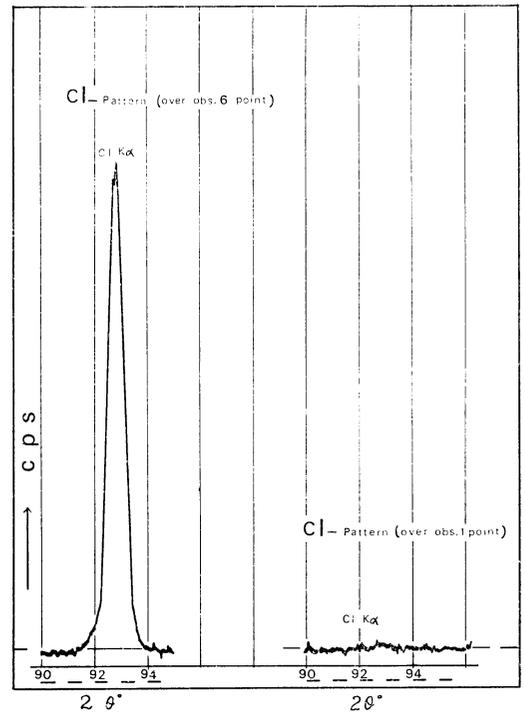
腐食のないアルミ箔については、回折角

$$d=2.34_4$$

$$d=2.02_7$$

$$d=1.43_7$$

$$d=1.22_2$$



第9図 観測点 No. 1 と No. 6 の蛍光X線による Cl の回折像の比較

にあらわれているようなアルミニウムの特徴的な回折像が得られているが、腐食のはげしいアルミ箔については、これらの回折角の他に、

$d=4.74_5$ $d=4.39_6$ $d=3.22_0$ $d=2.22_7$

に強い回折像があり、これらは水酸化アルミニウムのバイアライト (Byerite) $\beta\text{-Al(OH)}_3$ の特有なものである。

バイアライトは、アルマイトやペイライトのような水酸化アルマイトの生成条件よりも、もっとはげしい腐食条件で生成されるものである。

アルミニウムは亜硫酸にはほとんどおかさされず、薄い硫酸や塩酸におかされることを考えれば、Obs. No. 6ではそれらの腐食酸類が存在していることが考えられる。

そこで Obs. No. 2 より Obs. No. 7 までの観測点における各アルミ箔の蛍光X線回折像をとってみた。第6図は、それぞれの各観測点におけるアルミ箔の上に着していた硫黄、第7図は塩素の蛍光X線像である。Obs. No. 6 と Obs. No. 7 の観測点においては、他の観測点における硫黄や塩素よりはるかに多いことが明らかである。とくに比較のために第6、7図の蛍光X線回折よりも低い1/2感度の回折像を第8図と第9図に示したが、Obs. No. 6におけるアルミ箔の腐食とバイアライトの生成がはるかに Obs. No. 1より進んでいたことが、これらの腐食物質の多いことによって証明されよう。

Obs. No. 6, 7におけるアルミ箔の腐食がはげしく、硫黄、塩素の量が他の観測点より多いこと、とくに、海洋上における塩素の量より多いことは注目すべきことであろう。

第1図から風系を判断すると、Obs. No. 6, 7の観測点へは、南東寄りの風が吹き込んできていることが考えられ、鹿島地区からの風が流入していると思われる。

多量の硫黄化合物や塩酸のような塩素化合物のこの地域への流入も考えられる。

塩化ビニールの焼却や、掃鉛剤（アンチノック剤、四エチル鉛が燃焼した際、エンジンにたまる鉛を排出させるために作る）としての塩化エチレン、臭化エチレンから多量の塩化水素がでていることを考えれば関東上空に海洋上よりも多量の塩素分が存在して不思議ではないことになる。

4. むすび

関東上空の短時間の飛行によって得られた雨滴観測用センサのアルミ箔が、場所により腐食のいちじるしく進行する地域のあることが明らかになり、腐食物質として、多量の硫黄化合物、塩素化合物が存在していることが明らかになった。

わずか一回観測の一例報告ではあるが、これらの腐食物質は少なくとも海洋上より多い塩素化合物を含んでいること、多量の硫黄化合物と共存していること、ならびに、風系より考えて鹿島工業地域と無縁ではないということから、工業生成物であろうということが明らかである。

しかも、かなりブロック状となって、必ずしも広範に拡散しているものとは考えられない。最近、各種の航空機の事故防止のためにも、上空における金属の大気腐食について注意を払う必要があることを、この一例は物語っているといえよう。

最後に、調査の過程で討論してくれた根本修研究官および、X線回折でお世話になった村田守義氏に謝意を表します。

文 献

市村市太郎、藤原美幸、1963：衝撃法による雨滴の記録方法、天気、10、361-363。