

揚圧力、内部応力、ジョイントの開きダムの歪を測定する装置を設置する予定である。

(3) 工事の状況

運搬設備としては専用軌道(名鉄八百津駅—錦織間) 2.7km を完成同延長ダムまで1.9km を工事中で錦織までは国鉄貨車の引込が可能である。機関車は30T 電気機関車二台を購入した。この外現在材料運搬に利用できる設備は骨材索道200T/H一線、セメント索道30T/H一線と原道があり、目下80T/Hの骨材索道を工事中である。

ダム掘削設備、コンクリート関係設備は完了し目下掘削並にコンクリート打設を並行して行っている。掘削は主として河身上流部分を行い現在までに約80,000m³を掘削した。積出しは主として前記のショベル。ダンプトラックによつて行い、ステイフレックデリック三台、簡易ケーブル線を併用している。また9月よりコンクリート打設用のケーブルクレーンをも利用できるようになった。コンクリートはNo.5~No.10 ブロックの上流部分

50mの岩盤検査を終り現在約17,000m³のコンクリートを打設した。

取水口、導水路、調圧水槽、発電所基礎放水路は共に掘削中で現在40%程度の進歩を示している。仮設備の馬力は6,191KW、最大負荷は現在1,900KW、平均823KW 負荷率43.3%である。

5. むすび

本工事は現在の進捗状況が未だ40%程度であるが戦後最大のダム工事であり、その設計、仮設備、施工等につき、成否は後日に俟たねばならないものもあるが、その結果が良きにつけ悪きにつけ、本工事が今後わが国において着手せられる大ダム工事に対して、一つのモデルケースとなり、われわれ発電土木にたづさわる者にも施工担当者にも得がたい経験と知識を与えることを確信して最善をつくしたいと考えている。

人工降雨実験

隠岐よりの人工降雨実験

(中間報告)

大阪大学理学部

浅田常三郎
斎藤晴男

§ 1. 緒言

27年夏潮岬を基地として行つた実験の貴重な体験を基にして、大阪班は今冬隠岐島西側測候所から天候に無関係に1週間風間だけ連続して沃化銀(及び酸化アルミニウム)の煙を出し冬期の季節風に乗せて本州に送り込み次の1週間は休止し、この操作を繰返して人工降雨に対するその効果を統計的に調査することを計画し、昭和27年12月8日より実験を開始した。実験期間は2月末とし、その間に6週間人工による沃化銀煙等を出す事を予定しているが、1月末の現在迄に気象条件の測定をを依頼した約150ヶ所の観測地点から実験期間の半分に当たる最初の6週間の雨量の詳細なる報告が集つたので大阪大学理学部に於て簡単に集計したその結果、人工降雨の方法は、隠岐で施した場合沃化銀等の煙は季節風により主として鳥取、兵庫両県下に達し中国背陵山脈にあたり上

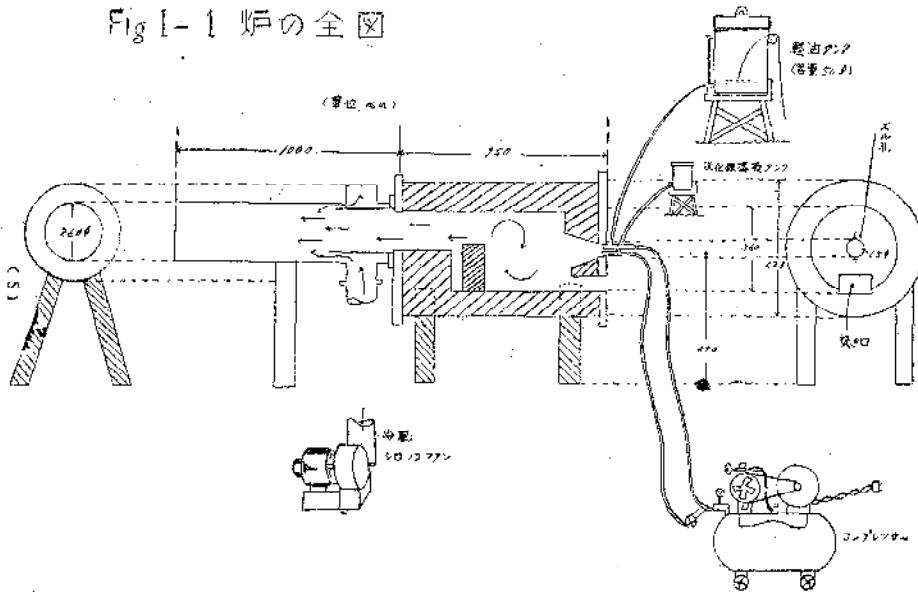
昇し、温度の低い上層に達し山岳地帯並にその南西に雲(又は雨)を降らせるため、その期間中実験を行つた21日間の平均1日の降雨量は、実験を行はなない21日間の平均1日の降水量に比し5倍にも達すると云う非常に興味深い結果を得たのでその結果並に他の2、3の人工雨に関係ある実験結果を併せて中間報告として出版する事にした。

§ 2. 実験装置、主として炉の構造

①沃化銀及び酸化アルミニウム煙を蒸発散布する装置の熱原として燃料の補給及び取扱いの簡単な軽油バーナーを選んだ。

Fig I-1 に示す如く、炉体は外径的70cm長さ95cmの円筒形で外殻は鉄板製で内側に11.5cm厚みの耐火煉瓦を張つたものであり、中外炉工業株式会社に依頼

Fig 1-1 炉の全図



して製作した。

前面(焚き口側)中央には径6.5cmの孔があり、ここに軽油ノズルを取付ける。軽油は50立入りのタンクをノズルより約1m上に置き落差で流出する様にし、コンプレッサー(三黄機械製作所製のもので½馬力、モーター付)からの3気圧の圧縮空気で炉内に噴霧する。軽油タンク及びコンプレッサーと軽油ノズルとの連結には径½インチのフレキシブルパイプを使用した。

炉の前面下部にある焚き口からボロ布に軽油を浸したものに着火して炉中に入れ、次いで軽油を噴霧すれば容易に点火し得る。

③先づ沃化銀煙を発生する場合は、軽油ノズルの直上にこれに接して潮岬で用いたものと同型の小型ノズルを取付け、これで沃化銀原液(沃化銀 1110gr 沃度カリ 330gr を 3kgのアセトンに溶解し、その容積を約3600ccとしたもの、阪大で作つたものである)。500ccにアセトン3500ccを加へて稀釈したものを潮岬に於て用いたのと同じ方法でサイフォンにより5立容量の沃化銀溶液タンクからノズルに供給し噴霧すれば、炉内の高温の為アセトンは直ちに蒸発燃焼し、沃化銀が蒸気となる。炉内には耐火煉瓦1枚を立て、これに軽油の焰をふきつける様にするると燃焼状態はよくなる。

沃化銀の蒸気は可及的速かに冷却する程細かい沃化銀粒子(煙)となるが、炉の後面やや上部に径20cmの煙の出口があり、½馬力モーター直結の送風器(シロツコファン)より送られた冷風がこの煙出口の周囲を廻りながら煙突出口に向つて流れ出す様になつてゐる。

煙突の中には1枚の隔壁が縦に入つて居り、この為冷風が廻転を行つて、炉内より吹き出す沃化銀蒸気を

急速に冷却して細かい粒子(煙)を発生する。

④ 1日7時間の運転に軽油約40立、沃化銀アセトン溶液約20立(沃化銀約750grを含む)を使用する。

炉内の温度は炉壁温度が約900°C 焰の内部は更に高温(1500°C以上)と考えられるが、上記シロツコファンにより冷却された煙の出口では煙の温度が約150°Cであり、流出する速度は毎秒約8mである。沃化銀煙の場合は煙の色は全く認め

られないが酸化アルミニウム煙の場合煙を適当に照明しれ場合は見る方向によつて白っぽい煙の色が認められる。次に酸化アルミニウム煙を発生させる場合は、アルミニウム粉末(大和商会の製造にかかり銀色塗料の材料として市販されている大いさ数ミクロンの鱗片状のもの)2kgを40立(1日使用量)の軽油中に投入しよく混合して軽油ノズルに供給する。

この場合沃化銀用の小型ノズルは取り外しておく。尚、軽油タンク中にてアルミ粉末が徐々に沈澱するので、タンク内に径約30cmの円形鉄板が紐で吊してあり、この紐は滑車を経て端がタンクの外に出て居り、紐を引いてタンク中でこの円板を上下して攪拌し得る様にしてあるが、アルミ粉末が非常に細かいので沈澱する速度は遅く、この攪拌は30分に一度位で十分である。又パイプ中では油の流れる速度に比べてアルミ粉末が沈澱する速度は充分小さいので問題にならない。

尚、西郷町に於ては屋間は送電のない日が少くないのでコップレッサー及びシロツコファンのモーター用電源として毎分3600回転、4馬力ガソリンエンジン(武蔵造機製)直結の1.5KVA、60サイクル交流発電機(大阪発電機製)を予備とも加えて2台準備した。

§ 3. 氷晶核としての沃化銀及び酸化アルミニウム

一般に降雨(又は降雪)が起るには何か雲の結晶の核になるものがあつて雲の中でこの上に雲の結晶が段々成長し、更によれが壊れて数が増し又その各々が成長すると言う様な現象が起つて遂に大きくなつ多数の雲の結晶が落下し始めて温度の高い下層でとけて降雨となるとの説(T. Bergersonの説)がある。

この核の自然に存在するものとしては、空気中に浮遊

する塵埃又は火山灰等の微粒子であるが、これ等は普通 -20°C 程度の低温にならないと核として有効に働かない。然し沃化銀の煙は B. Vonnegut の研究によれば、氷と結晶系も分子間の距離も非常によく一致しているので氷晶の核になり易く、直径 100A° 位の微粒子では -10°C 、直径 1μ 位のものでは -5°C 、更に大型のものでは -3°C 位で氷晶の核になる。従つて沃化銀煙を適当な雲の中に吹き込むと降雨をもたらし事が出来る。

又酸化アルミニウムは大阪航がその有効性を発見して使用し始めたもので -12°C 以下ではよく氷晶の核となる。沃化銀は日光により分解する性質があつて長時間日光にさらされた場合はその効力を失う怖れがあり、日光により無効になると云う報告も出ている。その点酸化アルミニウムは極めて安定な化合物であり、分解等の怖れは全くなく、又価格も沃化銀に比べると極めて安価である等の利点を有する。ただ有効に働く温度が約 5°C 沃化銀よりも低温である事が必要であるが、冬期の如く地表温度が既に 0°C に近い所に気温の低い所では利用し得られる。

§ 4. 西郷を基地に選定した理由

冬期に於ける実験の基地として西郷を選んだのは主に次の様な理由によるものである。

- (イ) 西郷に於ては、冬期は西へ北の季節風の為、これ以外の風の吹く事は少く沃化銀(又は酸化アルミニウム)煙の流れる方向がほぼ定つていたので統計的に実験結果を整理するのに都合のよい事
- (ロ) 前述の如く沃化銀煙、酸化アルミニウム煙が有効に働く為には気温が -5°C 乃至 -12°C になる高度を上昇する必要があるが、西郷にて沃化銀煙を出せばこれが対島暖流の上に出来る上昇気流の為中国、北陸地方沿岸に到着する迄に相当上昇するであろう事。
- 更に本州に到着すれば青陵山脈にそつて急激な気流の上昇が起るので、山頂近く又はその南側に雲又は雨となる可能性の大きい事。
- (ハ) 冬期は裏日本方面は大体曇天乃至雨(雪)の日が多く変化が少く、沃化銀等がその効果を発揮した場合その結果が明瞭に現れる可能性の大きい事。
- (ニ) 幸に大阪管区気象台の意見も同様であり、更に西郷測候所が所長以下全員この実験に興味を持ち、実験遂行に対し気象台並に西郷測候所が全面的に協力され特に西郷での装置の操作は測候所員によつて遂行する事の同意を得た事。

§ 5. 実験方法及び実験経過

西郷測候所露場内に3坪の木造の実験室を作り、この中に上記の実験装置を据付け実験装置の操作は総て室内

にて行える様にした。

この装置により沃化銀又は酸化アルミニウム煙を天候に全く無関係に12月8日より1週間は毎日9時30より16時30分迄発生させその次の日は休みその日は又行うとの方法を繰返し、実験を行う週については、月、火、水、木、金曜日の5日間は沃化銀煙を、土曜、日曜の2日間は酸化アルミニウム煙を撒布した。尙実験の週期は天候に1週間の周期も存在する事を考慮して統計に支障ない様に定めたものである。

現在迄の実験経過を簡単に表にまとめると第1表の如くなる。

第1表 上半期実験経過

	月日	AgI 使用量	アルミ 使用量	実験時間	備考
I 回目	12. 8	約 300gr	—	9h50~15h30	試運転
	12. 9	300gr	—	10h20~16h00	同上 16h40~17h00アルミ Test
	12.10	230gr	—	12h30~17h00	試運転
	12.11	450gr	—	9h20~16h30	調子良好
	12.12	560gr	—	9h00~16h30	
	12.13	—	2kg	9h30~15h00	調子良好
	12.14	—	—	—	都合に依り実験せず
II 回目	12.22	—	—	—	都合に依り実験せず
	12.23	—	—	—	同上
	12.24	600gr	—	9h30~16h30	調子良好
	12.25	750gr	—	9h30~16h30	同上
	12.26	300gr	—	15h10~18h00	午前中実験せず
	12.27	610gr	—	9h35~16h30	都合によりAlの代りにAgIを燃やす
	12.28	—	2kg	9h30~16h30	調子良好
III 回目	1. 5	740gr	—	9h30~16h45	調子良好
	1. 6	760gr	—	9h30~17h00	同上
	1. 7	750gr	—	9h30~16h30	
	1. 8	750gr	—	9h30~16h45	
	1. 9	450gr	—	9h30~16h30	
	1.10	—	2kg	9h30~16h30	時々ノズル洗滌
	1.11	—	1.5kg	9h30~16h40	

各回 AgI 使用量及時間総計

回	AgI 総量	Al 総量	実験時間数
I	約 1840gr	2kg	36 hvs
II	2260gr	2kg	30 hvs4.5
III	3450gr	3.5kg	50 hvs10

§ 6. 観測網

西郷の風下に当たると考えられる鳥根、鳥取、岡山、兵庫、京都、滋賀、福井、石川の各府県にわたり所管測候所に依頼して各県平均20ヶ所程度の区内観測所を選定し、次の要領で報告して戴いた処現在約150ヶ所より報告を得た。

観測依頼は大体区内観測所所の報告方法になつて雨量、天気、積雪の深さ、新積雪の深さ、降水量、気温、最高気温、最低気温、風向、風力を(昭和27年中は10時観測、昭和28年度よりは9時観測)計入し、又諸現象としては雨、粉雪、ぼたん雪、ひょう、あられ、煙霧、霜、結氷を毎日を0～6時、6～12、12～18、18～24時の4区分に分けて各該当時間にその現象のあつた場合は強度に応じて0、1、2(弱中強の順)の数字を記入する様にした。

この観測用紙は2週間分が1枚になつて居り12月1日～14日が第1回分、15日～28日が第2回分、12月29日～1月11日迄が第3回分、1月12日～25日が4回分26日～2月8日が第5回分、2月9日～2月22日が第6回、と6回に報告して貰う様になつて居る。

この各回の後半の方の週が実験を実施している週に当るわけである。

この観測に協力頂いた方々に対して厚く感謝の意を捧げる次第である。

観測を依頼した箇所を県別に記すと下記の如くである。

鳥根県	21ヶ所	鳥取県	20ヶ所
岡山県	12ヶ所(主に北部のみ)		
兵庫県	37ヶ所	京都府	22ヶ所
滋賀県	10ヶ所(主に北部のみ)		
福井県	22ヶ所	石川県	22ヶ所

1月30日現在、3回目(28年1月11日迄)迄の報告が大體集つて居り、これで全部で6回の内、前半分の報告が集つたので、以上の data を大阪大学理学部に於て簡単に整理した結果をここに報告する。

既に記した如く大體冬は風向が一定していると考えられるので、沃化銀煙の流れる範囲もほぼ一定となり、若し沃化銀煙の効果があつて降水量が増加するものとすれば、この増加は1週間置きに現れると簡単な推察により、各観測地点毎に27年12月8日より28年1月11日に至る間の実験実施日の雨量の総計をこの日数で割つたもの(即ち実験実施日の平均雨量)と、実験を行わなかつた日の平均雨量を計算してこの比を求め%で表してみるとこの比が100%の所は人工降雨の効果が認められない。その比が例えば300%になれば、そこでは人工降雨のため

3倍の雨量になつた事を示す。この統計は僅かに42日間の結果であるから早急に結論を下す事は出来ないが、人工降雨の効果判定を下す一つの目安とする事が出来る。

今かりにこの比を人工増雨率と名付ける事にする。この人工増雨率を地図の上書き込み、この数値の等しい点を結ぶ曲線を引けば等人工増雨率曲線が得られる。

これによると岡山県北部から兵庫県中央部にかけて特に此の大きい(300%以上)部分があり、実験を行つた週間には実験を行わなかつた週に比し3倍以上の降水量のあつたことが判る。又海岸線附近では此の値が余り大きくなく、内陸に入つてからこの比が大きくなつて居るのは沃化銀が海上では思つた程上昇せず山脈に気流が当りその斜面にそつて上昇後適当な低温度の層にまで達し、始めて氷晶が出来て効果が現れたものと説明することが出来る。

又鳥取県湖山から若桜、兵庫県山崎にかけて比が100%以下の部分があるがこれは地形の影響のため上昇気流が起りにくいような事に関係する様にも考えられる。

この実験実施期間中に西部に於ける地上の風向、及び上空に於ける大體の風向を示す等圧線の向きを地図の上書き込むと、沃化銀の流れたと考えられる地域と雨量比の大なる岡山、兵庫県と大略一致して居る矛盾はない。

前述の等人工増雨率曲線については、例えば岡山県北部に偶然或る1週に特に雨量が多かつた為あの様な結果になつたのではないかの疑問が生れて来る。

尤も岡山県北部では28年1月5日～11日の実験期間中に特に雨量が多かつたのではあるが、

12月1日～12月14日(1回目)

12月15日～12月28日(2回目)

12月29日～1月11日(3回目)

の3回について各々観測所の1週間の雨量の合計を県毎に総計し、これをその県内にある観測所の数×日数(即ち7日)で割つた県内平均雨量を実験実施週と実施しなかつた週に就て比をとつてみると、毎回岡山県北部では実験実施週に雨量増加が認められる。

§ 7. 結 語

以上3回目迄の報告について簡単に調査した結果について述べた。統計的に人工増雨の効果判定する方法は最も無難なものであり、統計をとる方法は以上述べたものの外に色々考えられるが、今回の報告は3回目の data に就て調査した中間報告であるから、最終的結論は実験完了後十分の調査を経た後にゆずり度い。尙海岸附近よりは山間部に実験実施週に雨量の多い様な結果が得られた事はこの実験の最終目的である電源地帯への人工増雨

の実用化に対し平地の都会村邑の区域には大雨、大雪等による被害を与えることが少く、山岳地帯に増雨をもたらす誠によ都合なので興味ある結果と言える。

風船による氣流測定の実験

§ 1. 西郷より沃化銀煙を大氣中に放出した場合、これが風下に拡散して行く状態を推測する一つの手がかりとして、玩具用ゴム風船を浮力の余り大きくない状態で西郷測候所より多数飛ばし、これに返信用葉書を付けて落下地点を返信して貰うことを昭和27年12月、7日～10日の間に行つたのでその結果について報告する。

§ 2. 實驗準備

實驗に用いる風船は、玩具用の寸6と称するもので風船は原形で直径が約1寸6分であり、その重さは4gである。これに水素ガスを充填し、この下に約50cmの黄麻の紐を結びつけ、更に返信用葉書を付けた後10アンペア程度のヒューズを錠として付けこれと紐の長さで浮力を調整した。

§ 3. 實驗經過

①西部に於ける第1回の實驗は12月7日、14時35分28個の前記風船を飛ばせたことに始まる。

この日は先に1個を浮力2gで飛ばせた処、方位角120°の方向に流れ浮力の大きさはこの程度でよい様に思われたのでその後浮力2gのもの28個を。時に14時35分に飛ばせたが西北西の風に流され方位角約119°の方向に毎秒約5mの風に乗って運ばれ約5分後には測候所東方1500mにある金峯山の(海拔198m)を越してまもなくその山かげにかくれて見えなくなつてしまつた。山にかくれる前、この群の拡りは約12°の左右の開きを持つていた。後にこの時の風船は3ヶ所より拾得した旨返事があつた、

之内東京湾沿岸の1つは神奈川県川崎市稲用堤に落下したもので翌8日の朝7時20分に拾得されている。この風船は午前7時20分にその地点に落下したのか又はそれ以前に落下していたものがその時刻に見送されたのかは判明しないが、ハガキにある調布局の捺印が12月8日午後6～12時である事から発見の日時に間違いがない。従つてこの風船は西郷、横浜間650kmを14時間55分以内に飛んだ。即ち平均秒速12.1mで飛んだ事になる。さてゴム風船は水素が拡散透過するので時間の経過と共に次第に浮力は減少する。この風船は、大阪大学理学部での實驗によれば1時間に約12gの割

終りにこの觀測に御協力を得た氣象觀測関係の各位に深甚の感謝の意を表する。

合で浮力が減少するので約2時間後には浮力を失つて落下して下う筈である。

風船放出後約2時間以内に強い上昇氣流を受け相当高い上空にまで運ばれ、常に上昇氣流の作用を受けつつ遠方まで運ばれたものと想像される。福井県下に落ちた2個と、放出点西郷及び川崎が殆んど一直線上にあるので、放出された風船の一群はこの方向の風に乗って送られたものと思われる。尙想像すれば遠く太平洋上まで運ばれたものもあるかも知れない。従つて沃化銀煙を放出して人工雨の實驗を行う場合には非常に遠い地域にその影響が現われる事もあり得る事が想像される。

(Ⅰ) 第2回目は12月8日、先に5個を浮力4gにて飛ばせた処1つの群となり南西方へ流されて行つたが、この場合は拡りは少く浮力の整調さえ同じ様にしておけば存外拡りの少い事が確められたが、続いて16時25分35ヶを飛ばせた処折悪しく降雨があつた為葉書が濡れて重くなり、大部分が西郷河内に落下し本州に到着したものはなかつた。

(Ⅱ) 第3回目は12月10日、16時14分67個を浮力を正確に7gに調整して飛ばせてみた。

風船の放出は9名が両手に夫々各指の間に1個宛風船を持ち時刻測定者の指示で同時に放した。従つて風船群は9名の立つていた位置の拡りだけ最初から拡がつていた。この風船は浮力は正確にきめてあつたので放出後の浮力の差による上下の拡りは殆んどなく、空氣中での拡散による拡りを示す事と思われる。

風船を放した時の測候所での地上風は毎秒4mで、風船は西北西の地上風に乗って12月7日の場合同様に金峯山の方向に流れて行つた。数分後風船は一群となつて金峯山の頂上を山頂約100m位で越したが、急に直角に方向が變り、南々東に流れて行つた。

風船群の内の個々の風船は各個が勝手な運動をしていて最外側のものが中央の方向へ移動したり又は中から外側の方向に移動するものもあるが、風船は全体として下記に示す範囲内に集結して飛んでゆく。放してから1分後迄約5秒の経過毎に等間隔で12枚の写真を撮つてあつたので焼付けたものについて風船群の拡りが風船の大きさの何倍かをコンパレーターにて測定しこれより風船の拡りを計算してみた。

尙この風船は鳥取県下並に兵庫県下でも6ヶ所より拾得した由返信があつたので、落下地点は放出点に対し18°の拡りを示している。

以上を綜合して同時に放した風船の拡る角度は放出地点附近では数度程度であるが、実際には時間的にもらつきのある事等から10日の実験では18°の拡りの地点に落下している。

風船の如く大きさを持つものの拡散状況と、煙の如き微粒子の拡散とは同一であるとは保証し難い事、人工降雨の実験の如く数時間連続して煙をあげる時には風向並に風速が時間的に變化する事並に上昇気流により高度を變化し、その場所の風向・風速の變化等から

沃化銀煙はこれよりも広い拡りの角度を持つものと思われる。

尙始めに拡りの角度が大きく出ているのは、最初放出の際巾5mの拡りを持つて飛び出したためであり、上下の拡りは放出の際9名が全部同時に放出すると黄麻の紐がからみ合う心配があつたので指をゆるめて風船の浮力により紐が指の間をぬけて順次に上昇するようにしたため、放出の時間に約1秒の差があり、それだけ最初の上下の拡りを持つ事になつた。但しこの左右、上下の最初の拡りは、数分後拡りに対しては考えなくてもいい位になる。

27~28年冬の隠岐よりの人工降雨実験

§ 1. 序 言

昨年夏期に潮岬に於て行つた実験に引き続き、冬期の実験として、昭和27年12月8日より、昭和28年2月22日に至る間隠岐島西郷測所より沃化銀又は酸化アルミニウムの煙を出し、これの裏日本の雨量に与える影響を統計的に調査する実験を行つた。

実験は12月8日より1週間は原則として毎日9時30分より16時30分迄、始め5日は沃化銀、次2日は酸化アルミニウムの煙を発生させ、次週は休み、その次は又実験を行うと云うように1週間毎に実験を繰返した。

鳥根、鳥取、岡山(北部)、兵庫、京都、滋賀、福井、石川の各府県に総計約132ヶ所の区内観測所に依頼して日々の雨量の報告を得、尙各地測で得た観測を加えてこれ等のdataにつき詳細なる調査が大阪管区气象台で行はれた。

本報告は前半分以後行はれた調査及び実験全期間にわたつて大阪管区气象台で行はれた効果の判定、境、米子附近で行はれた風船による気流実験並に昭和28年夏期の実験計画に就て述べる。

§ 2. 其の後の実験経過

沃化銀煙発生炉の構造、実験方法、観測網に就てはここでは省略する。

下半期の実験経過を表にすれば第2表の如くなる。

§ 3. その後大阪大学理学部で行つた調査

第3報に於ては各観測地点毎にある期間の実験実施の雨量の総計と実験しなかつた週の雨量の総計との比を%で表し、これを人工雨率と名付けてこれの地域的分布図

第2表 下半期 実験経過

月日	AgI 使用量	アルミ 使用量	実験時間	備 考
1. 19	450gr		10h40m~16h10m	都合に依り AgI の日なるも Al ₂ O ₃ に変更
1. 20	750gr		9h20m~16h00m	
1. 21	750gr		10h30m~15h30m	
1. 22	750gr		9h30m~16h30m	
1. 23		2 kg	9h20m~16h40m	
1. 24		2 kg	9h30m~16h30m	
1. 25		2 kg	9h20m~16h20m	
2. 2	600gr		9h30m~16h00m	
2. 3	750gr		9h30m~15h30m	
2. 4	900gr		9h25m~16h20m	
2. 5	600gr		12h00m~17h30m	先週 Al ₂ O ₃ の日 が1日多かつた ので逆に
2. 6	750gr		9h30m~16h30m	
2. 7	750gr		9h30m~16h35m	
2. 8		2 kg	9h40m~17h30m	
2. 16	750gr		9h25m~16h50m	
2. 17	750gr		9h15m~16h15m	
2. 18	600gr		9h00m~14h00m	
2. 19	750gr		10h30m~16h05m	
2. 20	600gr		9h30m~12h30m	
2. 21		1 kg	9h40m~16h40m	
2. 22		2. 25kg	9h40m~16h50m	

を画いたのであるが、12月1日~1月11日の間の data に就てみれば岡山県北部に特にこの比の大きな区域が出来てきたので瀬川内沿岸地方に就てもこの比を調査してみる必要を感じて測候所区内観測所の data よりこれを調査した。その結果特に広島県にこの比の極めて大なる部分があるが、これは実験実施週に當つていた1月5日~11日の週に於て総計 50mm 以上に達する降雨があつて、この地方は裏日本と異り冬期は雨の少ない地方である

ので12月1日～2月22日の12箇間の全期間中の総雨量の7割以上もがこの1週間に降っている事となる。

この週には西郷からの沃化銀煙は風向から考えて広島県には達していないものと考えられるが、かかる偶発的な強雨の為に広島県では12月1日～2月22日の全期間に就て人工増雨率を計算しても大きな値が得られる。又後半期に於ては特に実験実施週に於て雨が降り難く、非実験週に降り易い様な気圧配置の事が多くその為全般的に100%以下の場所が多くなっている。

最初この実験を計画した際は1週間置きに実験を繰返せば天候に2週間の週期の出ることを期待したのであるが、上記の如き偶然に発生する変動が予想外に大きく今回の如き2～3ヶ月間の実験期間では消去しきれないものと考えられる。

そこで更に綿密なる統計を行う必要があるが、これには種々の気象資料を必要とするので、大阪管区気象台がこれに当り厳正なる統計を行つた。

沃化銀の核の分布密度に就てここで簡単に述べる。1日9時30分より16時30分迄に約750grの沃化銀を使用したものとすれば、西部で使用した発生炉より出る沃化銀を電子顕微鏡で撮影した処半径100Å程度の粒子が最も多く、大きなものは比較的少なかった。そして平均体積を持つものの直径は潮岬に於ける実験の場合の600Åなる値よりはもつと小さいものと考えられる。平均体積をもつものの直径が600Åの場合に750grの沃化銀が 10^{18} 個になるので1日当り 10^{18} 個以上の核が出来ていたものと考えて差支えない。

ここで沃化銀煙の拡散の範囲を決める必要があるが、西郷より風下200kmで左右の拡りが西郷から見て 10° で上空へは高度5000m迄1様に拡がったものとすればその地点に於ける風速を仮に5m/secとすれば、沃化銀の核は1立方米中 45×10^4 個含まれていることになり、これは1立方時に付き0.75個に相当しLangmuirが1立方時1個の核があれば有効に雨を降らせる事が出来ると述べているのと同じOrderになる。

§ 4. 微量沃化銀の検出法に就て

人工降雨の実験に際し沃化銀煙を上げている場合その風下の地域に降った雪、又は雨水の中に沃化銀粒子が含まれていることが検出出来た場合は効果の判定をなすに当つて非常に参考になるので、この検出法について実験を行つた。然し乍ら沃化銀煙をあげる場所と、降雨地とは遠距離である場合が多く、雨の中に含まれる沃化銀の量は極めて微量で普通の化学分析では検出し難い。沃化銀は含まれていたとしてもその粒子の大きさは直径1ミクロン以下の微粒子であり、且つ極めて微量しか含まれ

ていないと考えられるのでこの検出法としては感度が極めて鋭い事が必要である。処が沃化銀は写真の乾板に感光剤として使用されるハロゲン化銀の一種であり、その結晶中に極めて少部分でも感光している部分があれば、これが核となり、その結晶全体が現像される性質を持っている。しかも上記の如き大気中に放出された沃化銀煙は一般に感光しているものと考えられる。先づ最初、普通の感光乳剤を作る方法で臭化銀乳剤を作り、これに微量の感光せる沃化銀の微粒子を加えてこれが現像核となり、臭化銀を現像し得るかどうか試みたが、あまりよい結果を得なかつた。その理由は臭化銀の出来上つた結晶に沃化銀を混じても、沃化銀を核として、沃化銀結晶が成長したのではないため未感光の臭化銀粒子、感化した沃化銀粒子は別に存在するため臭化銀粒子を現像する事が不可能であつた。

そこで今度は検出すべき沃化銀粒子を核として、その上に沃化銀結晶を成長させることを試みた。

ハイボ水溶液は、沃化銀を溶解させる能力があるが、溶解度は温度上昇と共に増加し、又感光せる沃化銀粒子し潜像核はハイボ溶液には溶け難い。以下の全操作を暗室内に於て行い、先づ蒸溜水300ccにハイボ45grを加えたものを 60°C にし、これに沃化銀約2.5grを溶かし、沃化銀が飽和状態になるようにして、この液中に感光せる沃化銀粒子の附着したガラス板を入れ、徐々に温度を下げると、この沃化銀粒子を核として周りに沃化銀と思われる結晶が成長する。顕微鏡写真にとると三角形板状の結晶になる。しかしこれでは沃化銀粒子を核とするのみでなく、ガラス板に着いていた塵埃をも核として、沃化銀結晶が成長する為これを区別する必要がある。

前に記した如く感光した沃化銀を核として出来た沃化銀結晶はよく水洗して、ハイボを除去してから現像液に浸すと現像されて黒化するが塵埃を核としたものは現像されない筈であるからこれにより区別すればよい。

沃化銀は臭化銀に比して現像が行い難いので、特に強力な現像液を必要とするので、次の処法を用いた。

蒸溜水 100cc	} A液	H ₂ O	100cc	} B液
NaOH 10gr		メトール	4gs	
		無水亜硫酸ソーダ	0.5gr	

A液B液を等量混合し 30°C ～ 50°C にて10秒～20秒現像すれば図に示す如く感光せる沃化銀を核として成長したと思われる結晶は現像されて黒化するが、さもないものは現像されない事を確めた。この方法によれば相量微量の沃化銀をも検出し得る筈である。

現在の方法の欠点は出来る結晶に大小があり、大きいもの迄十分現像される迄置くと小さな結晶にはカブリが生ずる等の難点があるが、目下これに対しては打開策を

講ずべく研究中である。

この方法を利用して今回西郷測候所よりの実験期間に境、津山、鳥取、豊岡の各測候所に依頼して採取して頂

いた雨水につき、沃化銀の検出が可能であるかどうか実験を行う予定である。試料採取に御協力頂いた各測候所の方々に厚く謝意を表するものである。

昭和27、28年冬期西郷における 人工降雨実験の効果について

(大阪管区气象台)

§ 1. 実験の経過の概要

今冬の人工降雨実験は隠岐の西郷測候所露場の一隅に人工核発生炉をすえつけ、昭和27年12月8日から燃焼を開始した。実験は12月8日から1週間燃焼、次の1週間は休止と言うように1週間おきに行われ、実験週の内ははじめの5日間は沃化銀を、あとの2日間は酸化アルミニウムを人工核とする計画で、器械の故障などのための多少の手違いはあつたが、大体予定通りに経過し、昭和28年2月22日に実験を終了した。

これに対し降水量は、鳥根、鳥取、広島、岡山、兵庫、京都、滋賀、福井、石川の各府県約(132)箇所の区内観測所および測候所から、毎日9時観測の降水量報告を受けた。

別に大阪管区气象台においては期間中数回のラジオゾンデ及びレーウインの特別観測を行い、米子および輪島測候所の資料と共に上層気象状態の解析に利用した。

米子、境の両測候所ではこのほかレーウインの2点観測や色のちがった気球を用いて人工核の煙の拡散の原因となる乱流の調査を行つた。

今回の実験は発電などの実用的価値は別として効果判定には次の点で非常に好都合であつた。

- 1、日本海沿岸の冬季であるから、殆んど毎日降雨雪の可能性があること。
- 2、気圧配置が安定で上層風向も変化が少ないこと。
- 3、気温が低く、人工核の作用する過冷却層が低いこと。

等である。

従つて他の条件にあまり顧慮することなく、各実験日の資料を比較的同一値に取扱うことができた。

§ 2. 概括的な統計

実験を隔週と計画したのは、天気がほぼ1週間の週期で変化することを期待したわけであつて、もし順調に経過すれば、実験期間と非実験期間の各地の降水量の間に

ある程度の差が現れると思つたのであるが、実際は却つて逆の結果になつた。

日々の天気図を吟味して見ると、やや客観性を欠く云い方であるが非実験期間に雨雪の気圧配置が多く現れた為のようである。

平年と比較して見ると、12月を除き、1、2月とも平年より降水量は多く3カ月の総量も亦多い。地区(1)別に見ると、山陰中部から兵庫東方面にかけて特に多く、内陸、瀬(瀬)内および北陸方面は少ない。この分布は人工核煙の流れた頻度(2)とやや似ているように思われる。

§ 3. 人工核煙の到達地の推定

更に詳細な調査を進めるため、人工核煙の到達場所を推定しなければならない。この方法は地上燃焼法による人工降雨実験の場合は何時問題になるものであるが、今回は冬の実験であるため、上層の風速は比較的大きく、風向の変動や、垂直気流は小さいので、推定による誤りは夏季に比して少ないであろうと考えられる。

今回は米子、輪島、大阪、潮岬などのレーウインや測風気球観測結果を基として毎日12時及び24時の上層流線を人工核煙の流線と考えた。人工核発生炉を燃焼した時間は大体9時から17時の間であるから主として12時の流線を用いたが時刻による流線の変化が大きい場合には作用する時刻は燃焼時よりもいづれかおくれることを考慮して12時と24時の中間の流線を用いた。一番問題となる拡散については特に考慮せず、後にのべるように地域を適当なブロックに分割し人工核の流線が通つたブロック内はすべて人工核が作用したものと見做した。ブロックは西郷を中心とする角度 10° おきに放射線で区切つたから拡散角を 10° 位と見なしたのと似た結果になつた場合が多い。

§ 6. 実験日毎日の統計

天気の影響を消去するには、天気図分類では不十分であり、類似を探すと採用される資料が少なくなつてしま

う。その上、気象技術者以外の人にとって客観性が完全でない等の難点がある。

そこで天気の方は分類や類似を捨てることを止め、実験日毎日の天気を夫々独立と見なして統計することとした。

そのためには、人工核の流れた所とそうでない所を比較しなければならぬため、地区の区切り方を変更し、平年の12、1、2月の等雨量線と西郷を中心とした放射線で作られる不規則な網目によつて区分し、作用地区と同じ等雨量地帯の不作用地区を比較することとした。

このようにして平年3カ月の雨量 $>800\text{mm}$ 、 $800-600\text{mm}$ 、 $600-400\text{mm}$ 、 $400-200\text{mm}$ 、の4つの地帯別に実験日毎日の降水量差Dを計算したのが第6表である。

統計に当つては、全部の値について分散分析法による検定をした。これは毎日の降水量の分散を 1)地帯による分散 2)作用による分散 3)地帯作用の交互作用による分散、および 4)その残りの誤差分散即ちこれ以上分析できぬ分散に分け、作用による分散と誤差分散の比によつてF分布の検定を行ったものである。

その結果、39日の実験日中、16日は1%以下の危険率で、2日は5%の危険率で有意と判定され、6日間は作用地区の方が降水が少なかつた。その他の日は降水量としては作用地区の方が多いけれども、検定上有意と言い切れない。

加重平均によつて地帯別に集計すると、 $>800\text{mm}$ 地帯では 3.05mm 、 $800-600\text{mm}$ 、地帯では 2.83mm 、 $600-$

400mm 地帯では 2.59mm 、 $400-200\text{mm}$ 地帯では 0.72mm 全体としては 2.51mm だけ作用地区の方が多かつたこととなる。平年雨量の多い地帯程、人工降雨による差も大きいのは興味深い。

以上の結果について上層の気象状態から考察を加えて見た。それには主として沃化銀の作用する -5°C の等温面の高さや不連続面の有無および不連続面が -5°C 等温面より高いか低いかなどから判断して、人工降雨作用の適否を附計しておいた。

§ 7. 結 論

初めにものべたとおり今冬の人工降雨実験は効果判定作業の点からは非常に恵まれた実験であつたので、色々な方法で効果判定を行つて見た。以上はこれらの判定調査を総合的にのべたもので、多少全体としての統一性に欠けるところがあるかも知れない。

しかしどの様な方法により判定を行つても結果は常に人工降雨法が有効で雨量が相当量増加したことを示している。

人工降雨実験の効果の判定には多数の実験を行い統計的にこれを行うのが最も信頼し得るものである。

今回の実験は我が国では始めて人工降雨実験は有効であるとの結果を統計的に得たもので注目すべきものと考えられる。

終に多忙の中を特に雨量報告をして下さつた測候所や観測所の方々に謝意を表するものである。

28年夏期人工降雨実験の計画

現在迄回を重ねた人工降雨実験により、実験装置も順次改良され又その効果も統計的に確認されるに至つたので、今夏より愈々実用化の域に入ることとなり、木曾川、黒部川、庄川の上流を含む中部電源地帯の降水量を増加させる事を目標に実験地を選定した。

伊吹山測候所に於ける実験

滋賀県伊吹山頂(1377m)測候所室内に西郷にて使用したものと殆んど同型の沃化銀燻発生炉を置き、夏期には下層は南東風上層は西風の多いことから、その様な気象条件の日を選んで実験を行い、沃化銀燻を北陸及び中部の山岳地帯に流してその附近の降雨を増す事を目的とする。

装置は山頂迄人力で担ぎ上げる必要上西郷で使用したものそのままでは炉体が重過ぎて不便なので Fig 1 に示す如く炉体をやゝ小型長方形のものとし炉壁の鉄板は各

面毎に分解出来、内部に入れる耐火煉瓦も積木細工の様に積上げるだけでよいようになつている。しかし炉から出た燻にシロツコファンからの冷風を急速に吹き込み細い煙の粒子を得る部分は西郷に於て使用したものをそのまま取付けて用いる。

燃料として軽油を用いる事は前同様であるが、ノズルは低圧のものを用いコンプレッサーも出来ればその代りに100Wattの真空掃除機用ブロワーを使用する予定である。又沃化銀ノズルと軽油ノズルは別個にせず1つのノズルの中に沃化銀用及び軽油用の噴出口のあるものにする様計画している。

尙、電源は測候所に蓄電池充電用の直流100V 2 KVA、発動発電機(ディーゼル、ガソリンエンジン付各1台づつ)があるのでこの設備を借用することになつて居る。

大略上記の如き装置にて7月上旬より9月頃迄気象条件の適当な日に随時実験を行う予定である。

尙この実験の判定資料として鳥根測候所に於て毎日 Pibal を上げて上層風の観測をも行う計画である。

発電所にて行う実験

夏期には屢々出来る積乱雲の下面からの吸い込みを利用して沃化銀煙を送り込めば局部的に強い雨を降らせる事が出来ると考えられるので木曾川系の長野県三浦貯水池堰堤上、庄川系の岐阜原平瀬発電所黒部川系の富山県黒部第三発電所より近くの積乱雲を目標とする実験を計画した。

この実験に用いる装置としては、実験地が交通不便で

あるが、電力は豊富に使用し得る点を考慮して出来る限り軽油等は使用せずその代り電熱を用いる事に努めて現在試作中である。

ブローヤより送られた空気は先づ予熱された上、熔融した沃化銀より出る蒸気を混じて約 6 KW、1500°C のエレマの管中を通り上端の出口より噴出して側方より急激なる送風を受け大気中で急冷され微粒子の沃化銀の煙となる。

又アルミニウム粉末を高温度のエレマ管へ送る空気中に混ぜることにより酸化アルミニウム煙をも発生し得る様計画している。

最近のアルミ送電線とその附屬品に就て

住友電気工業株式会社 榊 井 幸 男

(七里教授紹介)

1. 緒 言

アルミニウムは古くより銅に次ぐ電気用導体として一般に広く愛用されつゝあるが近年アルミニウム生産工業の大躍進と共にその電線材料として使用される範囲も著しく増大しつゝあり特に超高压送電線として使用される鋼心アルミ燃線はその特性の優秀さに加えて非常に経済的である点から世界各国に於て多量に使用されつゝある。我国に於ては昭和13年以前には国内に於けるアルミニウムの生産は極く微量なものであり又良質のものが少かつたのでアルミ地金を外国より購入して電線を製作していたが昭和14~15年頃より国産地金にて高品位のものが多量に生産される様になつて以来ずつと国産地金を使用している。大平洋戦争以来極度に銅が窮乏となり電気用導体としてアルミに代替可能なるものは残らずアルミ線を使用すると云う、所謂「アルミ線時代」を出現し一躍アルミニウムが電線材料の第一位を占むるに至つたのである。終戦後アルミ精錬設備は賠償の対照となり一時アルミ線製造も絶望視せられていたが賠償の打切りと昭和23年に到りポーキサイドの輸入が再現したためにアルミ電線製造も再開せられ特に国内の電源開発に伴なう超高压送電線の建設計画と印度、パキスタン方面の開発計画はこれら製造に拍車をかけ今やアルミ電線は再び時代の寵児として各界より注目されることとなつた。以下アルミ電線とその附屬品に就ての概要を説明する次第である。

2. アルミ電線使用の歴史

アルミニウムはその電解法が工業化せられるや有力なる電線材料として着目せられたが生産量や価格の点で実用せられるのは相当遅れ1898年米国に於て硬アルミ燃線が使用せられたのが初めてだと言われその翌年英国に於ても使用せられた。当時使用されたものは硬アルミ線の単線又は燃線で抗張力が小さいことゝ輕いために経間を短くしないと強風の場合に断線を起したり又は隣接した線が動搖により接触して放電を起し断線する等の事故があつた由である。その後1908年にこの欠点を完全に補つた鋼心アルミ燃線 (Alumimim Cable Steel Rerforced, ACSRと略す) が考案せられたその翌年米国に於て実用せられた。その鋼心アルミ燃線は鋼心1条を中心にアルミ線6条を撚り合せた構成のもので現在も引き続き使用せられているとのことである。

この鋼心アルミ燃線の出現以来アルミニウムは電線として大量に使用され始め高电压長径間の送電線として特に賞用せられ現在世界で使用せられている 220KV 以上の超高压送電線の約80%以上はこの鋼心アルミ燃線であると言える。日本に於ては1912年(明治45年)より翌年にかけて九州水力株式会社の好畑発電所より八幡製鉄所間44KV全長約80km 2回線の送電線として7本撚りの硬アルミ燃線が採用せられたのが嚆矢である。その時の架線作業を電線をドラム巻のまま背負い走り乍ら延線したとのことである。此の電線は遺憾ながら現在は撤去されている。次で1919年(大正8年)に黒部鉄道で鋼心アルミ燃線が吊架兼饋電線として始めて使用せられ更に1921年