

## 山口県北部を対象とした人工降雨実験の解析

九州大学工学部 学生会員 小嶋真実  
九州大学大学院工学研究院 正会員 西山浩司

九州大学大学院工学府 学生会員 岩井真央  
九州大学大学院農学研究院 正会員 脇水健次  
九州大学大学院工学研究院 正会員 神野健二

### 1. はじめに

気候変動や人口増加に伴い、水資源の確保はますます重要な問題となってきた。十分な水需要を満足させるための1つの手法として人工降雨法の利用が考えられ、現在までに多くの国や機関で人工降雨に関する研究がなされている。このうち九州大学では、液体炭酸法を用いた人工降雨法を実施しており、平成20年度からは山口県菅野ダム上流域に向かって、降水を誘導する事業を行っている。この事業では、航空機を利用して、 $-90$ 度の液体炭酸を山口県北部日本海側の上空で撒布する。その結果形成される雪雲を、日本海側から30~50km内陸の菅野ダム上流域まで到達させることを目的としている。これまで5回の人工降雨事業を行っているが、そのうち平成21年1月24日に行った事業では、青海島(山口県長門市の北)で液体炭酸を撒布した。その結果、機内より撒布雲の雲頂高度の高まりを観測した。しかしながら、撒布雲の移動方向やレーダー観測による降水域の有無、更には、この撒布雲が菅野ダム上流域に達したかどうかについては、事後に解析を行ったうえで、慎重に判断する必要がある。そこで本研究では、平成21年1月24日行った実験で取得したデータを取りまとめ、気象レーダー画像を用いることにより、菅野ダム上流域への降水誘導が行えたかどうかを調査した。

### 2. 内容

平成21年1月24日に行った人工降雨実験では、機内にGPS装置を搭載し、航空機の位置や高度を測定した。また、液体炭酸の撒布時には、時刻や気温、および液体炭酸の撒布量を記録した。さらに撒布後は、航空機で撒布雲を旋回し、雲の追跡を行った。このようにデータが多方面にわたって存在していたため、本研究では、まず液体炭酸の撒布に係るデータの取りまとめを行った。続いて、GPSから得られた航空機の軌跡(図-1の赤実線)を用い、撒布雲の位置及び進行方向・移動速度を求め、これより撒布雲の軌跡を推定した。最後に、この軌跡に対応する降水域を、国土交通省のレーダー画像により特定し、追跡することで、降水域が菅野ダム上流域まで誘導できているか解析した。

### 3. 解析結果

#### (a) 観測結果および進路の推定

実験中に機内で測定した時刻、高度、気温、液体炭酸の撒布量、および目視による雲の状況についてまとめた。そのうち、液体炭酸の撒布と撒布雲の追跡に係る事項について抜粋し、表-1に示した。

表-1 実験の実施内容と観測結果

時刻	時間	観測事項	参考資料
10時30分51秒	+0秒	撒布開始(高度1380m, 気温 $-13^{\circ}\text{C}$ ) 青海島の南側から北北西に向かい約900gの液体炭酸を撒布	
10時32分05秒	+74秒	撒布終了(これより撒布雲の追跡開始)	図-1 水色の矢印
10時51分34秒	+19分29秒	撒布雲の一部が発達していることを確認	写真-1
10時54分42秒	+3分08秒	雲頂の高度が3450mに到達	
11時00分00秒	+5分18秒	萩市から南東の内陸側に向かって、帯状の降水域を確認 (撒布雲の追跡終了)	図-1 右側水色、青色区域

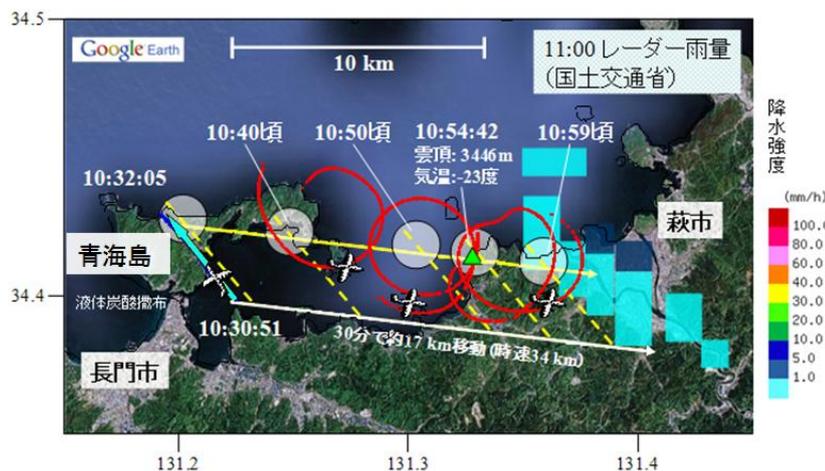


図 - 1 飛行経路とレーダー画像による撒布雲の追跡



写真 - 1 撒布雲の様子

撒布雲の速度は、航空機軌跡旋回部の中心付近をポイントして直線をつなぎ、撒布雲の移動距離と時間、および進行方向を割り出して求めた。その結果、17kmを30分で東南東に移動していたため、撒布雲は時速34kmで移動していると算出された。これよりこの撒布雲は、図-1の黄色の実線に示す軌跡に沿って進んだものと推定される。

#### (b) 人工降水域の推移・解析

図-1の青色区域は、11時00分の国土交通省のレーダー雨量を示す。これによると萩市上空に弱いエコーの発生が認められる。この降水域は北西-南東走向で帯状に分布しており、これは液体炭酸の撒布経路と幾何学的に平行である。また、撒布雲の11時推定位置とレーダー画像で見られる降水域の分布位置が一致していた。以上2点より、このエコーが、実験の効果による降水域であると判断した。

この降水域について、その後の具体的な経路を、国土交通省のレーダー画像(図-2)を用いて解析した。その結果、11時頃萩市上空の出現した降雨域は、その後図中の丸破線で囲んだ領域を進んだことがわかった。すなわち、12時前から、人工降雪域は南東よりに進路を変え、12時10分~30分には阿東町から筋ヶ岳(1004m)、12時30分には高岳(962m)付近、12時40分には平家ヶ岳(1066m)の西側を通過して、錦町の方へ抜けた。これより、人工降水域が、ターゲットとなる菅野ダム集水域付近を通過したことが確認できた。

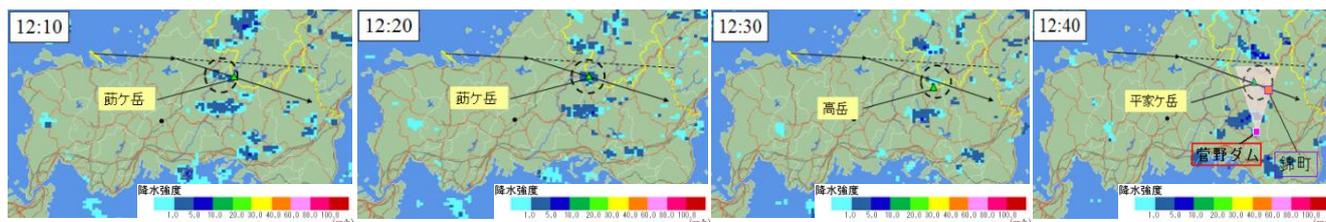


図 - 2 レーダー画像の経時変化 (左から 12 時 10 分, 12 時 20 分, 12 時 30 分, 12 時 40 分)

## 4. 結論

本研究では、平成21年1月24日に行った実験で取得したデータを取りまとめ、菅野ダム上流域への降水誘導が行えたかどうかを調査した。その結果、GPSから得られた航空機の軌跡とレーダー画像から、撒布雲が時速34kmで東南東に移動していると算出し、萩市上空に存在する降水域が実験の効果により発生したものと特定した。更に、この降水域の経路を解析すると、11時に発生した萩市上空の降水域は、12時前から進路を南東に変え、12時40分には錦町方面へ進行していたと確認できた。したがって、この実験により形成した降水域が、菅野ダム上流域付近まで誘導されていると判断した。今後は、2009年12月に実施した実験についても同様の解析を行う予定である。

#### [参考文献]

- 1) 「山口県を対象にした人工降雨の実現可能性調査についての報告」 九州大学大学院工学研究院 西山浩司
- 2) 「九州北部地方における人工降雨に適した気象条件について」 九州大学大学院工学府 岩井真央