

<b>배포일시</b>	2019. 1. 28.(월) 10:00 (총 13매)	<b>보도시점</b>	<b>즉 시</b>
<b>담당부서</b>	국립기상과학원 응용기상연구과 국립환경과학원 대기환경연구과	<b>담당자</b>	과 장 하 종 철 과 장 이 상 보
		<b>전화번호</b>	064-780-6752 032-560-7253

## 올해 첫 번째 인공강우 실험 결과 1차 발표

- 기상청과 환경부는 합동으로 1월 25일(금) 서해상에서 인공강우 실험을 수행
- 구름 발달과 실험 인근 지역에 약한 안개비가 관측되었으나 정규 관측망에는 기록되지 않음
- 인공강우 효과는 기상항공기 관측자료 분석과 전문가 자문을 거쳐 2월 말 발표 예정
- 실험의 성패 여부를 떠나 인공강우 실용화를 앞당기기 위한 기술 축적의 계기가 되었음

- 기상청 국립기상과학원(원장 주상원)과 환경부 국립환경과학원(원장 장윤석)은 1월 25일(금) 서해상에서 기상항공기(킹에어 350)를 이용하여 인공강우의 미세먼지 저감 영향을 분석하기 위한 합동 실험을 진행하였다.
- 기상항공기 관측 결과 구름 내부에서 강수입자의 크기가 증가한 것이 관측되었으나, 기상선박 및 지상 정규관측망에서 유의미한 강수 관측은 없었다.
  - 기상항공기에 장착된 구름물리 측정장비(구름 입자 및 강수 측정기)로 인공강우 실험 이후 구름내부에서 강수입자의 크기가 증가된 것을 확인하였으나,
  - 인공강우의 영향이 나타날 것으로 예상된 전라남도 영광 지역의 지상 정규 관측망과 기상선박에서는 강수가 관측되지 않았다.
  - 다만, 강수로 관측될 수준은 아니었지만 영광 지역에 위치한 모바일 관측 차량에서 수분 동안 약한 안개비 현상이 있었으며, 기상선박 주위 해상에 비를 포함한 구름이 목격되어 정밀 분석을 진행 중이다.

□ 이번 합동 실험에는 △항공기 △선박 △이동관측차량 △도시대기측정망 등 기상장비와 환경장비가 다양하게 활용되었다.

- 기상청은 △기상위성영상 △이동관측차량 관측정보 △수치예보모델 예측자료 등을 활용하여 분석한 결과, 실험 당일 기상조건이 인공강우 실험을 하기에 적합하다고 판단하여 오전 10시부터 영광 북서쪽 110km 해상에서 인공강우 실험을 수행하였다.
- 기상항공기는 오전 10시경 인공강우 물질(요오드화은)을 살포한 뒤 구름 내부의 강수 입자 변화를 관측하였고, 기상관측선은 인공강우 실험효과 관측을 위해 인공강우 실험 지역을 중심으로 기상관측을 수행하였다.
- 국립환경과학원은 기상관측선에 장착한 미세먼지 관측장비와 내륙의 도시 대기측정소 등에서 대기의 미세먼지 농도 변화를 연속적으로 관측하였다.

□ 이번 실험은 기상청과 환경부가 협업을 통해 인공강우를 이용한 미세먼지 저감 영향 연구에 첫발을 내딛은 실험으로, 미세먼지를 줄이기 위한 다양한 노력의 출발점으로서 의의가 있다.

- 기존의 인공강우 실험은 육상에서 제한적으로 진행되었지만, 이번 실험은 육지에서 약 110km 이상 떨어진 서해상에서 광범위하게 수행함으로써 향후 인공강우의 실효성을 확보하기 위한 다양한 노력의 시작이다.

□ 인공강우 및 미세먼지 저감 효과에 대한 상세 분석 결과는 보다 과학적인 분석과 전문가의 자문을 거쳐 2월 말에 기상청과 환경부가 합동으로 발표할 예정이다.

- 기상레이더, 기상위성 관측자료를 활용한 구름 발달 분석, 인공강우 물질 살포 전·후 구름내부의 강수입자 관측자료 상세분석, 기상선박의 미세먼지관측자료 및 인근지역 도시대기측정망 관측자료 분석 결과가 발표될 예정이며,

- 아울러 향후 인공강우 실험 및 미세먼지 합동관측 추진에 대한 계획이 포함될 예정이다.
  
- 김종석 기상청장은 “인공강우 기술을 활용한 미세먼지 저감기술 확보를 위해서는 다양한 조건에서 지속적인 연구를 해야 합니다.”라면서, “실험의 성공 여부를 떠나 이번 실험을 통해 우리는 또 하나의 인공강우 기술을 축적한 것이며, 이를 바탕으로 인공강우를 실용화할 수 있는 날을 앞당기도록 최선을 다하겠습니다.”라고 밝혔다.
  
  
- 붙임 1. 인공강우를 이용한 미세먼지 저감연구 실증실험 1차 결과  
2. 질의 및 응답

## 붙임 1 인공강우를 이용한 미세먼지 저감연구 실증실험 1차 결과

### □ 실험 개요

- (목적) 인공강우의 미세먼지 저감 가능성에 대한 과학적 검증
- (일자) '19. 1. 25. (금).
- (실험지역) 전라남도 영광군 및 인근 서해상



< 기상항공기 이동 및 실험 수행 경로 >

※ 기상항공기 역할: 풍상측 서해 먼바다에서 남북방향으로 구름에 인공강우 물질(요오드화은)을 살포 후 구름입자 변화 관측

- (기관역할) 기상청(기상관측 및 인공강우 실험) / 환경부(미세먼지 저감 분석)
- (활용장비) 기상항공기, 기상선박, 도시대기측정망, 지상기상관측망, 모바일 관측차량 등

○ (주요 실험 경과)

기상항공기		기상선박(기상1호)		모바일 관측차량	
				2:30 ~ 3:00	1차 고층관측 (실험조건 분석)
7:00 ~ 8:30	김포공항 이륙 준비	6:30	기상청 관계자 및 기자단 탑승		
		7:00	출항	7:30 ~ 8:30	2차 고층관측 (시딩전 대기상태, 변산반도 북부 해안)
		~ 8:30	이동중 해상관측		
8:52	항공기 이륙-이동	8:30	1차 해상 고층관측		
9:57	사전 구름관측	10:00	2차 해상 고층관측		
10:13 ~ 11:07	인공강우 물질 살포 (5000ft (약 1.5km)상공)	~ 11:25	인공강우 특별관측		
11:07 ~ 11:30	사후 구름관측				
11:30 ~ 11:50	기상1호 지점 선회 (하강-상승)	11:25	기상항공기 조우		
12:24	김포공항 착륙	12:00	3차 해상 고층관측		
		12:00 ~ 15:00	군산항 이동 이동중 해상관측	12:50 ~ 13:20	3차 고층관측 (관측직전 영광군 가마미해안, 약한 안개비 관측)
~	미세먼지 농도 지속 관측중(국립환경과학원)				

□ 실험 방법

○ (사전분석)

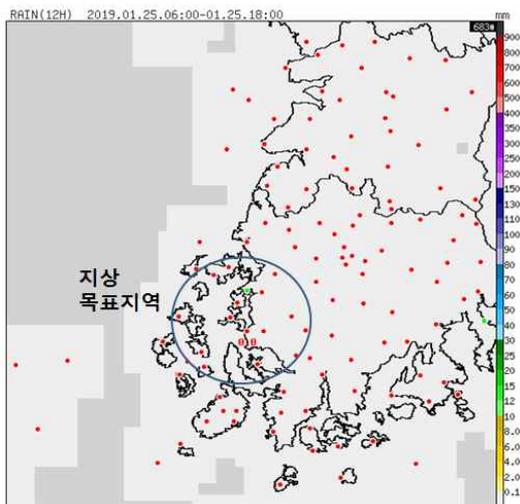
- 기상예보를 반영하여 적합한 인공강우 실험일자·실험지역 결정
- 기상선박, 기상관측망, 모바일 관측차량 등을 활용한 실험지역 인근 기상상황 사전 관측

○ (인공강우물질 살포)

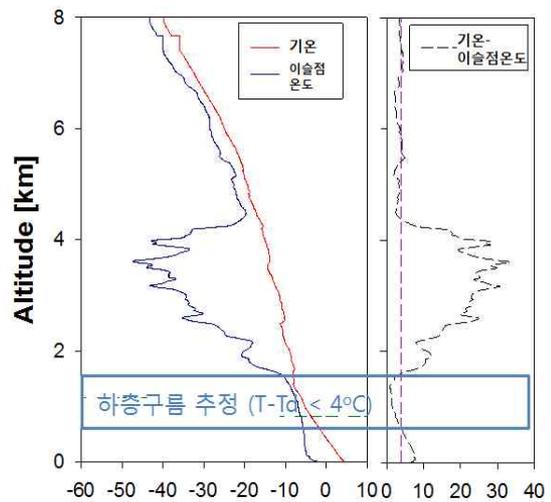
- 영광 북서쪽 약 110km 서해 상공에 인공강우 물질\* 살포
- \* 약 1.5km 상공에서 요오드화은(AgI) 연소탄 24발(약 3.6kg) 뿌리기

## □ 1차 분석결과

- (종합) 구름입자 변화 및 약한 안개비가 육안으로 관측되어 인공 강우에는 유의미한 결과가 있을 것으로 판단되나 추가 정밀 분석 필요
- (지상강수) 모바일 관측차량에서는 약한 안개비가 관측되었으나 지상 정규관측망(아래그림 왼쪽) 및 기상선박에서 유의미한 변화는 관측되지 않음
  - 영광군 가마미해안에서 실험 당일 3차 고층관측 직전(12:50분경) 약 2분 동안 약한 안개비 형태의 강수가 육안으로 관측되었음
- ※ 고층관측결과(아래그림 오른쪽), 약한 안개비가 관측된 지점의 상공에 약 1km 두께의구름층 존재, 강수 현상과 연관성은 상세 분석 필요



<12시간 누적 강수량(1.25. 06시~18시)>



<영광지역 고층관측결과 >

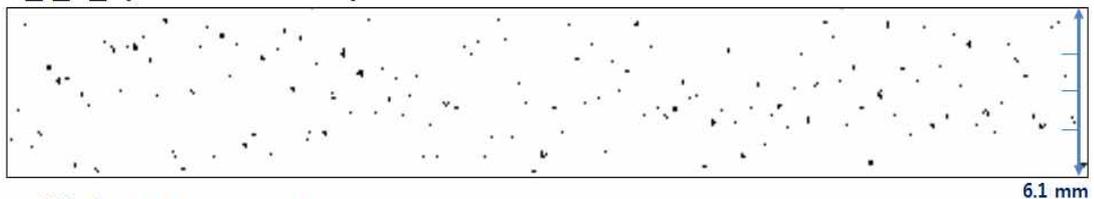
- 기상선박 주위 해상에 인공물질 살포를 시작한 약 1시간 후인 11:12 경에 비를 포함한 구름이 목격되었으며, 기상레이더 관측자료 등을 이용해 추가 분석 예정



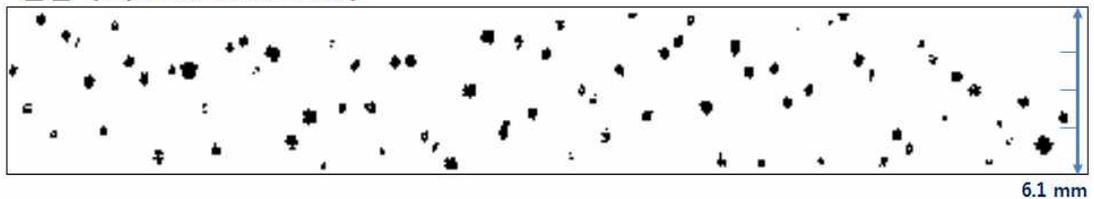
<기상선박 주위 해상에 비를 포함한 구름>

- (구름관측) 기상항공기를 이용한 구름 및 강수입자 관측 결과 인공 강우 실험에 의한 구름 속 강수입자 성장 확인
  - 기상항공기로 인공강우 물질 살포 지점의 풍하측 상공 구름 (약 1.4km)을 관측한 결과, 실험 전·후 구름입자 크기가 증가
  - ※ 일반적으로 구름입자와 강수입자의 경계는 약 0.1mm으로 알려져 있으며, 강수입자 크기 특성은 상세 분석 예정임

실험 전 (2019. 1.25. 09:58)



실험 후 (2019. 1.25. 11:17)



<실험 전후의 강수입자 크기의 변화>

## □ 향후 계획

- (합동결과분석) 2019년도 제1차 인공강우 실험결과 도출
  - 분석결과에 대한 전문가 회의 개최(기상청, 환경부 합동)로 객관적 검증 실시(2월 중순, 잠정)
  - 인공강우 및 미세먼지 저감 효과에 대한 1차 실험결과 합동브리핑(2월말, 잠정)
- ('19 인공강우실험) 인공강우 실험 및 미세먼지 합동관측 추진
  - 2019 운항계획에 따라 상세 기상여건을 분석하여 인공강우 실험을 실시(연중, 15여 회)하되,
  - 실험 시, 미세먼지 저감효과 분석이 가능하도록 최대한 요건이 충족되는 시기에 협업으로 추진
- (인공강우 기술) 인공강우 연구개발 강화 및 실용기술 확보
  - 인공강우 성공률과 증수량 확보를 위한 구름물리실험챔버 구축 및 활용연구 확대 추진
    - ※ 구름물리실험챔버 : 미국, 러시아, 중국 등 인공강우 선진국에서 지상에 구름내부 조건의 실험실 만들어 다양한 인공강우실험을 수행하는 장치
  - 미국, 중국, 러시아 등과의 기술교류를 통해 우리나라 환경에 적합한 인공강우 항공실험 기술 및 검증 개발
- (협업확대) 미세먼지 대응 관련 부처 협업 확대
  - 미세먼지 사례시, 대기 상층 기상조건 분석 및 기상항공기를 활용한 해상의 구름관측 · 특성분석 시행
  - 고농도 미세먼지 예측일 대상으로 합동 인공강우 실험 추진

## 붙임 2 질의 및 응답

### ① 이번 인공강우 실험은 성공인지요, 아니면 실패인지요?

- 구름입자 크기 변화와 약한 안개비가 육안으로 관측되어 인공강우에는 유의미한 결과를 얻은 것으로 판단되나 추가 정밀 분석이 필요합니다.
- 기상항공기에 장착된 구름물리측정장비(구름입자 및 강수 측정기)로 인공강우 실험 이후 구름내부에서 강수입자의 크기가 증가된 것을 확인하였지만,
- 기상선박 및 지상 정규관측망에서 유의미한 강수는 기록되지 않았습니다.
- 다만, 강수로 관측될 수준은 아니었으나 영광지역에 위치한 모바일 관측차량에서 수분 동안 약한 안개비 현상이 있었으며, 기상선박 주위 해상에 비를 포함한 구름이 목격되어 정밀 분석을 진행 중에 있습니다.
- 향후 수치모의자료, 레이더, 위성 등 보다 다양한 자료로 상세 분석하여 판단할 예정입니다.
- 인공강우 실험은 지상강수 관측여부로 단순하게 성공과 실패를 결정하기보다는, 인공강우 물질 살포를 통해 구름 내부의 구름과 강수입자 성장과정을 이해하여 지상강수량 증가를 위한 과학적인 성과를 쌓아가는 과정으로 보아야 합니다.

② 2월 말에 있을 합동브리핑에는 어떠한 결과들이 더 발표될 예정인지요?

- 기상청은 기상항공기, 기상레이더 및 기상위성 관측자료를 활용하여 구름발달 분석결과를 발표할 예정입니다.
  - 인공강우 물질 살포 전·후 기상항공기에서 관측한 구름내부의 구름과 강수입자 크기 변화 및 빈도 분포 등 상세분석 결과와,
  - 강수로 관측될 수준은 아니었지만 영광지역의 약한 안개비 현상과 기상선박 주위 해상에 비를 포함한 구름의 정밀 분석 결과도 포함될 것입니다.
- 환경부는 기상선박에서 측정된 미세먼지 관측자료와 인근 지역에 설치된 도시대기측정망 관측자료 분석결과를 발표할 예정입니다.
- 향후 인공강우 실험 및 미세먼지 합동관측 추진에 대한 계획도 포함될 것입니다.

③ 이번 인공강우 실험이 급하게 추진된 건 아닌지요?

- 기상청은 작년 12월 수립한 「2019년 기상항공기 운항계획」에 따라 이번 첫 인공강우 실험을 시행하였습니다.
  - ※ (계획) 2019년 1월 21~25일 강원도 평창인근 또는 중부지방을 대상으로 인공강우 및 구름물리관측을 계획함
- 최근 미세먼지에 대한 국민의 관심이 증가함에 따라 환경부와 협의를 진행해 오다 최근 구체화되어 실험을 함께 진행하게 되었습니다.

④ 실험일은 인공강우를 성공할 수 있는 기상조건이었는지요?

- 인공강우 실험에 적합한 기상조건과 지역을 선정하기 위해 예보관 등 전문가들과 여러 차례 토의를 진행하였습니다
  - 실험 2일전에 1월 25일 오전 경기도 서쪽해상, 1일전에는 군산 서쪽해상으로 실험일과 위치를 선정하였습니다.
- 실험당일 현장에서 추가관측을 통하여 인공강우 물질 살포 지역의 기온, 구름특성, 바람 등의 기상상황을 고려하여 영광 북서쪽 110km 해상으로 최종 위치를 선정하였습니다.
  - ※ (실험일 오전 5시) 25일 03시 특별 고층관측 분석결과, 서해상 해수면 온도와 대기기온 차이로 인하여 하층운이 형성될 것으로 예상
  - ※ (실험일 오전 7시) 위성영상 분석 결과 충청도 서쪽해상으로 하층운이 위치하였고, 9시 전후로 실험지역 상공에 유입될 것으로 예측

⑤ 향후 미세먼지 저감을 위한 추가적인 인공강우 실험계획이 있는지요?

- 2019년 기상항공기 운항계획에 따라 상세 기상여건을 분석하여 실험을 15회 정도 실시할 예정입니다.
- 실험 시, 미세먼지 저감효과 분석이 가능하도록 최대한 요건이 충족되는 시기에 환경부와 협업으로 추진하려고 합니다.

⑥ 올해 인공강우 실험 15회는 모두 서해에서 진행되는지요?

- 서해와 중부지방에서 인공강우 실험을 진행할 예정이며, 산악에서 강설효과가 중요한 겨울철에는 주로 평창 등에서 인공증설 실험을 진행할 예정입니다

⑦ 지금 기상청이 보유하고 있는 항공기만으로 인공강우 실험을 하기에 충분한 것이지요?

- 기상항공기가 클수록 다양한 연구를 수행할 수 있을 것으로 예상되지만,
- 보유하고 있는 기상항공기를 최대한 활용하여 기술개발과 경험을 축적하는 것이 우선이라고 판단됩니다.
- 추가적인 항공기 도입 등의 여부는 향후 검토가 필요합니다.

⑧ 현재 우리나라는 인공강우 기술이 기초연구 단계에 있다고 알고 있습니다. 이를 실용화하려면 무엇을 해야 하는지요?

- 우선, 국내 구름 및 기상조건 특성을 분석하기 위한 구름물리 관측·분석·검증 기술이 필요합니다.
- 다양한 실험을 사전에 지상에서 검증할 수 있는 구름물리 실험챔버의 구축과 국내 환경에 적합한 인공강우 수치예측 기술을 개발해야 합니다.

- 또한 강수량 증가를 위한 인공강우 물질 개발 연구와 함께, 전문인력 훈련 및 국제적 기술교류를 통해 인공강우 전문가를 양성해야 합니다.
- 이를 통해 국내 기상환경에 최적화된 인공강우 실험기술 개발로 인공강우 효율성이 향상되고 실용화가 가능하게 될 것입니다.