

배포일시	2019. 1. 23.(수) 10:00 (총 11매)	보도시점	즉 시
담당부서	국립기상과학원 응용기상연구과 국립환경과학원 대기환경연구과	담당자	과 장 하 종 철 과 장 이 상 보
		전화번호	064-780-6752 032-560-7253

올해 첫 번째 인공강우 실험 실시

- 1월 25일(잠정) 인공강우물질 살포하여 강수량 변화와 미세먼지 저감 효과 분석 예정
- 올해 기상청은 인공강우 실험을 총 15회 실시할 계획임
- 미국 등 선진국에서는 인공강우 실용화 단계이지만 미세먼지 제거에는 활용 사례가 없음
- 우리나라 인공강우 기술은 선진국 대비 약 73.8% 수준임

□ 기상청 국립기상과학원(원장 주상원)과 환경부 국립환경과학원(원장 장윤석)은 1월 25일(잠정) 서해상에서 기상항공기(킹에어 350)를 이용하여 발생한 인공강우가 미세먼지를 얼마나 저감할 수 있는지를 분석하기 위한 합동 실험을 진행한다고 밝혔다.

- 기상청의 올해 첫 인공강우 실험은 환경부 미세먼지 관측과 병행하여 진행할 예정으로, 국립기상과학원은 인공강우 물질을 살포한 뒤 구름과 강수 입자 변화를 관측하고, 국립환경과학원은 미세먼지 저감 효과를 분석한다.

※ 2019년 국립기상과학원 인공강우 실험 약 15회 예정

□ 이번 합동 실험에는 △항공기 △선박 △이동 관측 차량 △도시 대기 측정망 등 기상장비와 환경장비가 다양하게 활용되며, 실험 과정은 다음과 같다.

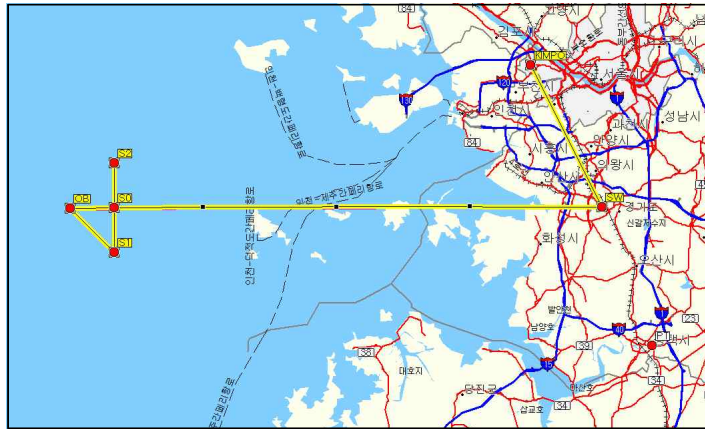
- 첫째, 기상장비를 활용하여 연직 △기온 △습도 △바람 등의 기상 여건 및 미세먼지 상황을 분석한 뒤, 실험에 적합한 장소를 찾는다.
- 둘째, 기상항공기가 인공강우 물질(요오드화은)을 살포하면 국립기상과학원은 구름과 강수 입자 변화 사항을 관측하고, 천리안 기상위성과 기상레이더를 활용하여 인공강우 생성 효과를 분석한다.

- 셋째, 기상관측선이 해안 지역과 해양 상공의 기상을 관측하고, 국립환경과학원은 해상의 기상관측선과 내륙의 도시대기측정소 등에서 인공강우 물질 살포 전부터 살포 후까지 대기의 미세먼지 농도 변화를 연속적으로 관측한다.
- 인공강우는 주로 강우량을 늘려 가뭄 해소 등의 방안으로 연구되어 왔으나, 최근 국내 미세먼지 수치가 증가함에 따라 ‘인공강우를 이용한 미세먼지 저감 효과’를 확인하기 위해 이번 합동 실험이 마련되었다.
 - 그동안 국립기상과학원은 인공강우 실험을 지속적으로 진행해왔으며, 2017년 말 기상항공기 도입 이후 인공강우 심화 실험을 통해 일부 지역의 강수 증가 현상을 확인하였다.
 - 그러나 인공강우를 이용한 미세먼지 저감 효과에 대한 분석은 연구 수준에 한계가 있어 이루어지지 않았다.
 - 중국과 태국에서도 인공강우를 활용하여 미세먼지 저감을 시도한 바 있으나, 공식적인 성공 사례는 아직 알려져 있지 않다.
- 김종석 기상청장은 “**인공강우의 미세먼지 저감 효과가 과학적으로 입증되면 현재 기초연구 단계에 있는 인공강우 기술을 실용화할 수 있도록 추가적인 연구를 추진하겠습니다.**”라면서, “아울러, 올해 계획된 인공강우 실험을 국립환경과학원과 협업하여 수자원 확보 대책 및 미세먼지 저감 연구를 동시에 진행하겠습니다.”라고 밝혔다.
- 한편, 이번 합동실험의 결과 중 기상분야는 1차적으로 실험 다음날 발표하고, 보다 과학적인 분석 결과는 전문가의 자문을 거쳐 다음 달에 발표할 예정이다.
- 붙임 1. 인공강우를 이용한 미세먼지 저감 연구 실증실험 계획
2. 질의 및 응답

붙임 1 인공강우를 이용한 미세먼지 저감 연구 실증실험 계획

□ 실험 개요

- (목적) 인공강우의 미세먼지 저감 가능성에 대한 과학적 검증
- (일자) '19. 1. 25. (금). 오전(잠정)
- (실험지역) 경기 남서부 지역 및 인근 서해상



< 기상항공기 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, 모바일관측차량 등

□ 실험 방법

- (사전분석)
 - 적합한 인공강우 실험일자 및 목표지역 확정
 - 기상선박 활용 서해상 미세먼지 농도, 기상조건 사전 관측
 - 수도권 미세먼지 사전 관측

○ (인공강우물질 살포)

- 기상항공기로 서해상 상공에 인공강우 물질* 살포

* 요오드화은(AgI) 연소탄 24발 살포 예정

○ (변화관측)

- 기상항공기로 구름 발달 및 강수생성 관측
- 지상기상관측망, 모바일관측차량으로 목표지역 강수 관측 및 실시간 미세먼지 농도 변화 관측

결과 검증

[기상청] 인공강우 실험에 의한 강수 발생 여부 검증

- 기상항공기 구름측정장비로 구름입자 크기 증가 여부 분석
- 수치예측 강수 대비 관측된 강수량의 증가 정도 분석

[환경부] 인공강우 실험에 의한 미세먼지 저감 여부 검증

- 인공강우 영향 지역과 주변 지역의 미세먼지 농도 비교
- 인공강우 실험 전후 목표지역의 미세먼지 변화율 분석

□ **향후 계획**

○ 전문가 회의 및 최종 결과 도출

- 기상항공기, 기상선박, 지상관측자료 통합자료처리(실험 후 즉시)
- 1차 분석결과에 대한 전문가 회의 개최(기상청, 환경부 합동)
- 실험결과 자료 분석 및 최종 결과 도출(실험 후 30일 내)

○ 인공강우 및 미세먼지 저감 효과에 대한 합동브리핑(D+30, 잠정)

○ 향후 인공강우 실험 시 미세먼지 저감 여부 지속 관측 추진

① 인공강우의 원리는 무엇인가요?

- 구름에서 비가 내리기 위해서는 구름 속의 강수입자가 성장하여 빗방울이 형성되어야 하는데,
 - 인공강우는 구름 속에 인위적으로 강수입자를 성장시킬 수 있는 구름 씨앗(인공강우 물질)을 살포하여 빗방울의 성장시켜 비가 내리게 하는 기술입니다.

- 구름 씨앗으로는 실제 구름 씨앗과 구조가 유사한 요오드화은이나 염화나트륨 같은 흡습성 물질(물방울을 결집하여 구름 씨앗으로 작용)을 사용합니다.

② 인공강우의 국내·외 기술적인 수준은 어느 정도인가요?

- 미국과 같은 인공강우 선진국들은 국가적 차원에서 인공강우에 대한 프로그램을 운영하여 기술을 실용화하는 단계입니다.
- ※ (미국) 겨울철 시에라네바다 산맥의 수자원 확보를 위해, 적설을 증가시키기 위한 산악구름 대상 기상조절 프로그램 운영(2006~현재)
- ※ (중국) 2008베이징올림픽 개·폐막식 비구름 소산을 위한 인공강우 실험 프로그램 등 운영(대포 50문, 로켓 38대, 항공기 2대)
- ※ (러시아) 약 70년간 인공강우(세계최초 구름연구소 설립, 1932년) 연구로 구름소산, 우박억제기술 및 구름챔버 기초이론 분야 세계 최고 수준
- ※ (이스라엘) 종합 수자원개발 프로젝트 일환으로 메코로트(Mekorot, 지역명) 인공강우 프로그램 운영(1961 ~ 현재)
- 우리나라는 인공강우 실험·검증에 대한 기술력을 축적하는 기초연구 단계로,
 - 최고수준의 기술을 보유한 미국과 대비하여 기술 수준은 73.8%, 기술격차는 6.8년 가량으로 평가되고 있습니다.
 - ※ 출처 : KISTEP 연구보고 2017-064 「2016년 기술수준 평가 2권」

③ 중국에서 미세먼지 제거를 위해 인공강우 실험을 한다는 언론 보도가 있는데 사실이 아닌가요?

- 2018년 중국 기상청 본부 주도로 상해 국제행사 시 미세먼지 저감을 위한 이벤트성 실험을 한 바 있으나, 그 결과는 공식적으로 발표하지 않고 있습니다.

④ 우리나라의 인공강우 실험 추진 현황은 어떻게 되나요?

- 2008년부터 2017년까지는 임대항공기를 활용하여 총 42회의 소규모 인공강우 실험을 실시하였고, 그 중 16회에서 효과가 확인되었습니다.
- 작년부터 본격적으로 기상항공기를 활용하여 인공강우 실험을 실시하였고, 총 12회 실험 중 9회에서 증우 효과가 있는 것으로 1차 분석이 되었으며 현재 실험결과에 대한 상세 분석이 진행 중입니다.

⑤ 이번 인공강우 실험을 실시하는 이유는 무엇인가요?

- 2018년부터 기상항공기 운항을 시작하면서 인공강우 실험을 지속적으로 해오고 있었으며, 2019년에도 15회의 인공강우 실험이 계획되어 있습니다.
- 이번 실험은 올해 첫 실험으로, 해상에서의 인공강우 실험을 수행하면서 환경부와 합동으로 미세먼지의 변화 여부를 확인하는 연구를 추가적으로 수행하는 것입니다.

⑥ 이 실험은 일회성으로 이루어지는 실험인가요?

- 아닙니다. 올해 중에 계획된 인공강우 실험을 실시하는 과정에서, 기상여건이 충족되는 경우 추가적으로 합동 실험을 하여 미세먼지 변화여부를 지속적으로 관측할 계획입니다.

⑦ 이번 인공강우 실험결과의 검증은 어떻게 이루어지나요?

- 기상청은 기상항공기에 탑재된 구름관측 장비로 구름입자 크기 증가 여부를 분석하고, 선박, 항공, 지상관측 자료와 수치예측 자료를 상호 분석하여, 인공강우 실험에 의한 증우 효과를 분석합니다.
- 환경부는 인공강우 영향지역과 주변지역의 미세먼지 농도 및 실험 전·후 목표지역의 미세먼지 농도 변화를 분석하여 인공강우에 의한 미세먼지 저감 여부를 확인합니다.
- 분석 과정에서 기상·환경 분야 전문가 검토회의 등을 거쳐 최종 결과는 실험 후 30일 전후로 발표할 계획입니다.

⑧ 인공강우 기술이 가뭄 경감이나 산불예방 대책이 될 수 있나요?

- 인공강우를 대규모 가뭄 해소나 산불 진화에 직접 적용하기 어려울 수 있지만,
 - 봄철 가뭄기간에 앞서 댐 주위에 지속적인 인공증설을 통해 사전에 수자원을 확보하거나, 산불 빈발 시기에 인공강우를 통해 식생의 건조도를 낮추는 등 예방적인 효과는 기대할 수 있습니다.
- 다만, 이는 상당한 수준의 기술 확보가 선행되어야 하며, 이를 위해 과학적으로 검증 가능한 방법을 통해 지속적인 인공강우 실험·연구를 확대하는 것이 필요합니다.

⑨ 인공강우로 인한 기상이 왜곡되어 사막화, 가뭄, 수해 등 예상치 못한 환경적인 부작용이 발생할 가능성은 없나요?

- 인공강우 실험으로 인한 강수분포의 변화는 통상, 100~200km² 정도의 국지적인 범위에서 일시적으로 나타납니다.
- 또한 인공강우 실험이 매우 간헐적, 국지적으로 이뤄지기 때문에, 기후적인 특성을 변화시키기는 어려울 것으로 판단됩니다.

⑩ 중국의 인공강우 실험이 우리나라에 영향을 주거나, 우리 인공강우 실험이 국외에 영향을 미칠 가능성은 없나요?

- 인공강우에 의한 영향이 나타나는 최대 거리는 약 200km 정도로 보고되고 있습니다.
- 중국과 한반도 사이에 최단 직선거리가(태안반도와 산둥반도 사이) 약 320 km이므로, 중국의 인공강우 실험이 한반도까지 영향을 미치지 않을 것으로 예상되며, 우리나라 서해, 경기권에서 실시하는 실험도 일본까지 영향을 주지 않을 것으로 판단됩니다.

⑪ 인공강우에 쓰이는 물질이 인체에 해롭지는 않은가요?

- 인공강우 실험에서 구름 씨앗(인공강우 물질)으로 염화나트륨과 요오드화은을 주로 사용하는데, 염화나트륨은 겨울철 제설제로 흔히 쓰이는 물질이고, 요오드화은도 국제적으로 인체 유해성이 없다고 보고되어 있습니다.
- 또한, 인공강우 실험 중 구름 씨앗은 시속 350km 이상의 속도로 비행하는 항공기에서 분당 40g 수준으로 매우 미량 살포되기 때문에 인체나 생태계 교란은 거의 없을 것으로 보고되고 있습니다.

※ 미국 기상조절협회 성명서(WMA, 2009)에서 요오드화은은 실험적으로나 환경적으로 어떠한 해로운 효과도 나타나지 않는다고 보고됨

⑫ 인공강우 실험 비용은 어느 정도이고, 2019년 향후 실험 계획은 어떻게 되나요?

- 이미 도입되어 있는 기상항공기를 활용하기 때문에, 인공강우 실험 수행에 직접적으로 소요되는 비용은 구름 씨앗(연소탄) 비용이 대부분을 차지하며,
 - 1발에 약 30만 원으로, 한번 실험에 24발까지 사용하므로 대략 720만 원 가량 소요됩니다.
- 구름, 저기압 등 인공증설·증우 실험에 적합한 기상조건이 발생하는 경우에 맞춰 올해 중에 15회의 인공강우 실험을 실시할 계획입니다.