

# 중국의 기상공정과 한반도 최악의 기상재난

박승기  
공주대학교 교수

## 서론

중국은 1970년대 이후 개혁·개방을 통한 경제 개발 중 발생한 자국의 문제점을 해결하는 과정에서 주변 국가들과 끊임없는 마찰을 야기하고 있다. 중국은 전통적인 중화사상을 바탕으로 자국의 이익을 위하여 타국에 대한 자비를 일절 베풀지 않는 패권주의적 성향을 유지하고 있다. 대표적으로 해양교통, 어업, 석유 및 가스 자원을 확보하기 위한 영토문제에서의 난샤군도(南沙群島)의 사례와 더불어 중국 북부지방의 물부족을 해결하기 위한 기상조절 등을 들 수 있다. 특히 황사 발원지역에 대한 '서북 지역 기후 조작(人工影响天气) 능력 건설 프로젝트'는 남한의 9.6배에 이르는 96만km<sup>2</sup>의 면적에 대한 인공강우가 예정되어 있다.

이 같은 중국의 '기상공정'은 자연적인 구름형성을 왜곡함으로써 주변국에 뜻하지 않은 피해를 끼칠 수도 있다는 우려도 제기된다. 중국 내몽골과 사막지역에서 겨울철 눈을 내리게 하면 알베도가 커지면서 겨울철 cP기단을 더 강화시켜 시베리아 한파를 야기할 수 있고, 특히 북쪽에서 다가오는 기압골의 경우 이미 중국에서 비 또는 눈을 내리게 하면 한반도로 올 비 또는 눈구름이 사라지면서 가뭄을 유발 시킬 수 있다. 중국에서 인공 강우를 여름에 실시할 경우 강수대가 갑자기 증폭되면서 폭우를 유발할 수도 있고 태풍의 진로를 변경시킬 수 있는 등 우리나라의 기상변화에 직간접 영향을 줄 수 있어 적극적인 대응이 필요하다.

본 연구는 현재 중국에서 실시 중인 기상공정의 일부인 '인공증우(人工增雨)'에 관련한 법령 소개, 현지 인공증우 실시 현황 및 인공증우 이후 발생한 우리나라의 영향 등을 정리하여 향후 우리나라에 가뭄대비에 활용하는 자료를 제공하고자 한다.

## 본론

### 1. 인공강우의 정의

인공기상조절은 과학적 방법을 이용하여 날씨를 예측하고 위험성을 예방하는 기술이다. 인공적으로 비를 내리는 것 외에도 구름 제거, 태풍 약화, 번개 제거, 서리를 방지하여 동파를 방지하는 기술 등이 쓰이고 있다.

이 중 인공증우, 인공강우는 인공적인 빙정핵을 살포하여 비를 내리도록 돕는 기술이다.

자연상태의 구름은 20μm지름의 '구름입자'로 이뤄져 있으며, 중력보다 부력이 더 크기 때문에 구름입자는 하늘에 떠 있을 수 있다. 구름입자 100만개 이상이 합쳐져 2mm의 빗방울이나 1~10cm의 눈송이가 되면 중력이 부력보다 커져 땅으로 떨어진다. 자연 상태에서 구름입자만으로 빗방울이나 눈송이가 되려면 습도가 400% 이상이라는 조건이 필요하나, 구름입자가 서로 뭉치는데 도움을 주는 물질이 구름 속에 있다면 100%의 습도로도 빗방울이 형성된다. 먼지, 연기, 배기가스 등 약 0.1mm 크기의 작은 입자들이 구름입자가

뭉치는데 도움을 준다. 이들 입자를 응결핵, 혹은 빙정핵이라고 부른다. 인공강우의 핵심 원리는 바로 응결핵과 빙정핵 역할을 하는 ‘구름씨(cloud

seeding agent)’를 뿌려 구름이 비를 쉽게 내리도록 돕는 것이다.

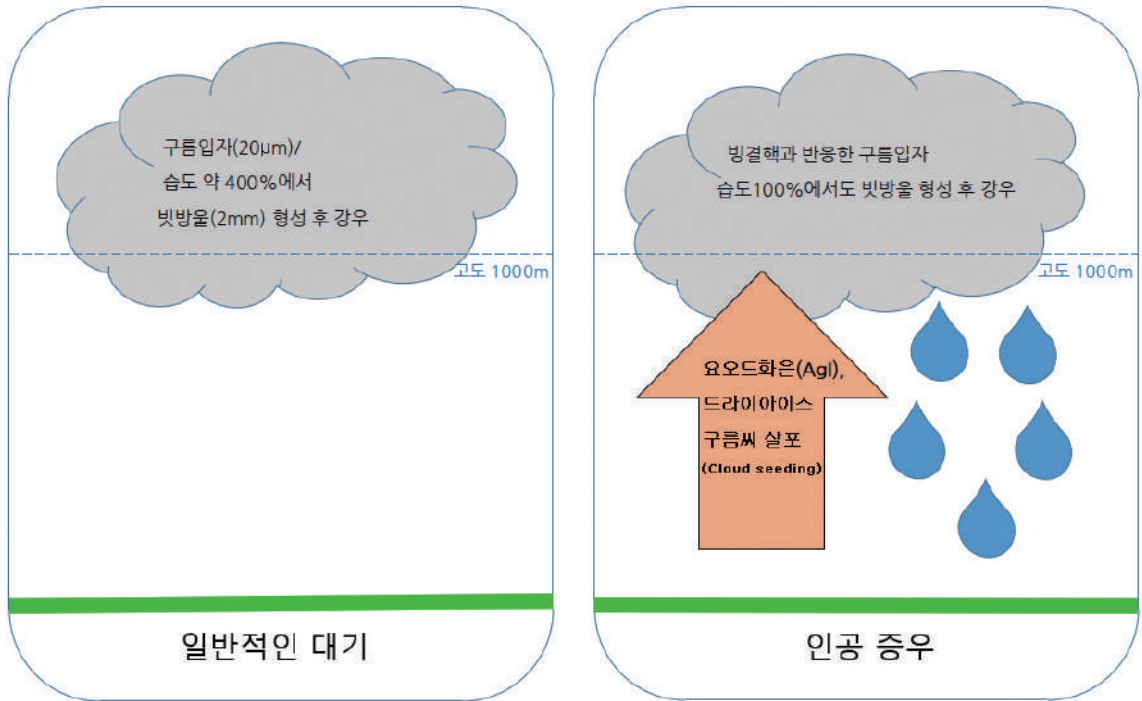


그림 1. 인공증우의 개념

중국은 주로 요오드화은(AgI)과 드라이아이스를 구름씨로 사용한다. 요오드화은을 태우면 작은 입자가 생기는데 이 입자가 영하 4~6℃의 구름에서 주변의 얼음을 끌어 모으는 역할을 한다. 드라이아이스 조각은 영하 10℃의 구름에서 주변의 구름입자를 얼려서 자신에게 붙이는 방식으로 덩치를 키운다(김정훈, 2007). 인공증우는 요오드화은과 드라이아이스 구름씨를 비행기, 대공포 및 로켓발사기를 통해 살포하는 방식으로 진행된다.

## 2. 중국의 인공증우 현황

중국기상국의 자료에 따르면 1999년에서 2006년 사이 중국의 인공증우량은 총 2,500억 톤으로 매

년 300억 톤씩 증가해 왔고, 2010년에 발표한 계획에 따르면, 매년 5백억 톤을 증우 할 계획이다. 이와 관련되어 매년 수억 위엔의 예산이 투입되고, 국가 각지에서 3만 7천여명이 참여하고 있으며 약 7,000개의 대공포와 5,000개의 로켓발사기가 이용될 정도로 중국의 인공증우 규모는 증가하고 있다. 중국의 인공증우는 관련법에 의하여 통제되나, 그 빈도와 규모는 위협적인 수준이다.

### 1) 중국의 인공증우 관련법

‘중화 인민 공화국 기상법’은 기상 사업을 발전시키고 기상 업무를 규범화하고, 제때에 기상 예보를 발표하여, 기상재해를 예방하고, 합리적인 개

발 이용과 기후자원을 보호하여, 경제발전, 국방 건설, 사회발전과 인민생활 향상을 위한 법률이다. 제 9회 국가인민대표대회 상임 위원회 제12차

회의에서 채택되어, 1999년 10월 31일에 통과되었으며, 2000년 1월 1일부터 시행되었다. 그 구성과 주요 조항을 살펴보면 다음과 같다.

### 중국인민공화국기상법의 구성

제 1장 총칙

제 2장 기상시설의 건설과 관리

제 3장 기상관측

제 4장 기상예보와 재해성 날씨경보

제 5장 기상재해방어

제 6장 기후자원개발이용과 보호

제 7장 법률책임

제 8장 부칙

### 중국인민공화국기상법의 주요조항

#### 제5장 30조

현급 이상 인민 정부는 인공 날씨의 작업의 지도를 응당 강화해야 하며, 실제 상황에 따라, 조직, 계획에 의한 인공 날씨 작업을 하여야 한다. 국무원기상주관기구는 응당 전국 인공 날씨 작업의 관리와 지도를 강화해야 한다. 지방의 모든 수준의 기상주관기구는 응당 인공 날씨 조절 작업의 작업 방안을 제정해야 하고, 동시에 인민정부의 지도와 협조하에 인공 날씨 작업을 관리, 지도, 조직해야 한다. 관련 부서는 응당 책임의 구분에 따라, 기상주관기구와 협력으로 인공 날씨 관련 업무를 한다. 조직의 인공 날씨 변경의 구현은 성, 자치구, 직할시에 기상 주관기구 규정의 자격조건에 따르며, 작업 장비의 사용이 국무원 관할 기상 부서에서 요구하는 기술 수준에 부합하고, 운영 표준을 준수해야 한다.

#### 제5장 31조

모든 수준에서 기상주관기구는 번개 재해 예방의 조직적 관리를 강화해야 하며, 동시에 관련부서의 지도하에 건축물 구조 및 건축물과 기타 시설의 안전장치를 통해, 낙뢰에 대한 보호를 한다. 번개 재해방지장치의 설치는 국가 기상 기관에 의해 규정된 요구 사항을 만족해야 한다.

#### 제6장 32조

국무원기상주관기구는 전국 기후 자원의 종합조사, 구역작업, 조직적 기후 모니터링의 진행, 분석, 평가에 책임을 지며, 이와 동시에 기후악화의 대기성분 모니터링을 통한 포괄적인 조사를 진행하고, 정기적으로 전국 기후 상황을 공지 · 반포하여야 한다.

**제6장 33조**

현급 이상 지방 인민 정부는 본 지구의 기후자원의 특징에 따라, 기후자원개발이용의 방향과 보호에 중점을 두고 계획하여야 한다. 모든 수준의 지방기상주관기구는 본 수준에 맞는 인민정부의 규칙에 근거하여, 본 수준에 맞는 인민정부와 동급 유관부문을 이용, 기후 자원의 보호와 기후 자원구획 설계의 건의 등 결과의 권장 구역의 사용을 촉진해야 한다.

**제6장 34조**

모든 수준에서 기상주관기구는 기후 타당성 조사를 위한 도시 계획, 국가 중점 건설 프로젝트, 주요 지역 경제 개발 프로젝트와 대규모 태양열, 풍력 및 기타 기후 자원 개발 및 활용 프로젝트 구성하여야 한다. 대기공학의 자격을 갖춘 건설 프로젝트 환경영향평가에 응당 기상주관기구에서 제공 혹은 신청된 기상자료를 사용해야 한다.

추가적으로 제 6장 31조의 내용 중 ‘번개를 방지하고 재해를 감소시키기 위한 관리 방법’이 “중화인민공화국 기상법” 외 “기상재해 방지 조례” 등 법률로서 제정되어있다는 점이 눈길을 끈다.

**2) 중국의 인공증우 사례**

중국의 첫 번째 인공 강우는 1958년 길림성에서 시작되었다. 길림성은 60년 만에 찾아온 심각한 가뭄을 대응하고자 폭격기를 사용하여 구름층에 소금의 약 200kg을 살포하는 준 군사작전이 그 시작이었다. 이후 1958년 정부 주도로 인공강우에 대한 기초연구가 시작되다가 1978년 중국기상과학원이 설립되면서 지속적이고 비약적인 발전을 거듭한다.

1987년 헤이룽장성 일대 대홍안령산맥에 대화재가 났을 때는 4,700여발의 인공강우탄을 사용해 비를 불러 화재를 진압한 적도 있다.

1990년대 말 인공기상조절에 대한 관심이 감소하였으나 2008년 베이징 올림픽 개막식 당일 저녁

인공증우 로켓 1,100발 이상을 발사하여 비구름을 없앴다고 밝혔다.

현재 중국에는 20여 개 성구(省區), 1,000여 개의 현(縣)에서 대공포를 이용한 인공강우 실험을 실시하고 있다. 중국은 인공증우를 통해 강수량의 6~20%가 증가했으며 특히 상습 가뭄 지역인 칭하이(青海)성과 황허(黃河) 상류의 경우 각각 26.4%와 25.2%의 강수량 증가를 가져와 수자원 확보에 큰 도움이 되고 있다. 베이징의 경우 인공강우로 인해 매년 1.8억t의 물을 확보하고 있다. 이는 1억7천9백만위안의 가치에 해당한다. 인공강우를 위한 투자액의 90배에 이르는 것이다. 베이징에는 현재 인공강우를 위한 19개의 기지, 37문의 대공포, 6기의 로켓 발사대와 150여 명의 인공강우 지상요원이 배치되어 있다. 인공강우 로켓은 한 발 당 1500위안, 한화 27만원 안팎으로 강우가 가능하며, 중국은 1년에 5만건 이상의 인공강우를 조성하고 있다.



그림 2. 중국의 인공증우 대공포  
 (<https://qz.com/1008284/oliver-stones-the-putin-interviews-reveal-a-cynical-brooding-and-oddly-optimistic-leader/>)

2011년 중국은 단일 지역 인공증우 프로그램에 1억 5000만 달러를 투자하였다. 이에 비해 미국은 연간 약 1천 5백만 달러를 투자하는데 그쳤다. 1999년부터 2006년까지 연평균 360억톤이 생산되었으며, 현재 연간 500~550억톤의 인공비가 생성되는데 이는 현재 우리나라에서 사용되는 총 수자원 이용량(약300억톤)보다 많은 양이다.

### 3. 중국의 인공증우가 국내에 미치는 영향

동북아시아 몬순지대에 속한 우리나라는 겨울이나 봄철에는 주로 북서풍이 불어오며, 편서풍을 따라 중국에서 발생한 구름은 우리나라로 이동하여 강수를 형성한다. 하지만 중국에서 인공강우를 실시할 시 편서풍을 따라 이동하던 구름이 해당 지역에서 소실되어 우리나라에는 건조한 바람

만 불어 들어오게 된다. 이 같은 대기질의 변화는 우리나라 기상에 절대적인 영향을 미칠 것으로 예상되며, 특히 한발과 태풍에 유의미한 결과를 보이고 있다.

#### 1) 한발 - 봄 가뭄과 여름장마의 소실

2000년 이후 서울의 연간(360days)표준강수지수(SPI12)는 그림과 같이 2014년 7월부터 가뭄이 시작되어 현재까지 가뭄이 지속되고 있음을 보여주고 있다. 표준강수지수(Standardized Precipitation Index, SPI)는 WMO 공식 기상학적 가뭄판단 지수로 수개월의 기간에 대한 강수량에 적정 확률분포형을 선정하여 강수 부족량을 표현하며 산출할 시간척도 3, 6개월 등에 따라 SPI3, SPI6 등으로 표현한다.



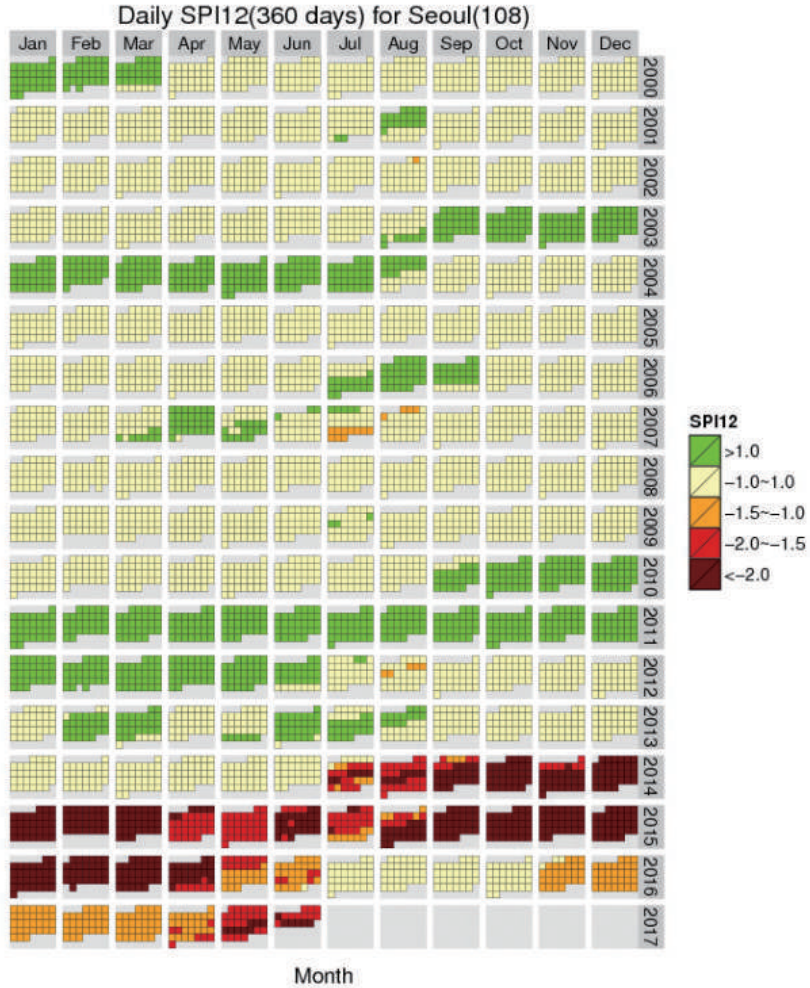


그림 3. 서울기상대의 2000-17년까지 표준강수지수(SPI12)

출처: <https://drought.kma.go.kr/main.do?default=1D>

## 2) 기류변화 - 태풍의 진로

일반적으로 적도부근에서 발생된 태풍은 서진하다 북위 30도 부근에서 편서풍의 영향을 받아 동진하는 진로를 따른다. 그러나 중국의 인공증수에 따른 동북아시아 기류변화에 의하여 태풍의 진

로가 동진하지 않고 우리나라 서해안을 따라 북진하는 이상진로를 보이고 있다. 그림 4와 표 1에서 보는 바와 같이 2012년 발생한 15호 태풍 볼라벤은 우리나라의 서해안을 따라 동경 126.3도의 직선으로 빠른 속도로 북상하여 심각한 피해를 남겼다.

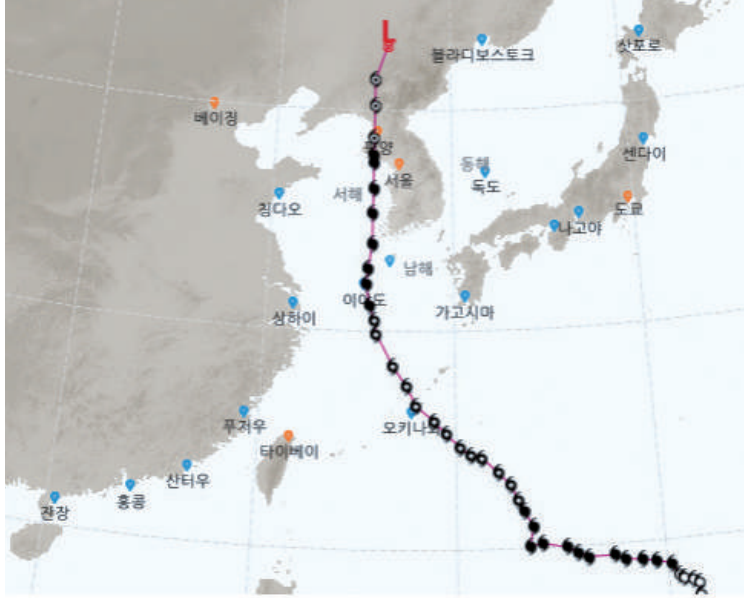


그림 4. 2012년 제15호 블라벤(BOLAVEN)의 진로

표 1. 2012년 제15호 블라벤(BOLAVEN)의 상세표

일시 (KST)	중심위치		중심 기압 (hPa)	최대풍속		강풍 반경 (km)	강도	크기	진행 방향	이동 속도 (km/h)
	위도 (°N)	경도 (°E)		초속 (m/s)	시속 (km/h)					
2012.08.29.06:00	42.9	126.3	986	-	-	-	-	-	북북동	59
2012.08.29.03:00	41.4	125.6	986	27	97	150	중	소형	북	44
2012.08.29.00:00	40.2	125.6	980	28	101	200	중	소형	북	52
2012.08.28.21:00	38.8	125.6	975	30	108	280	중	소형	북	30
2012.08.28.18:00	38.0	125.6	970	36	130	280	강	소형	북	11
2012.08.28.15:00	37.7	125.6	965	38	137	400	강	중형	북	44
2012.08.28.12:00	36.5	125.6	960	40	144	430	강	중형	북	41
2012.08.28.09:00	35.4	125.6	960	40	144	430	강	중형	북	52
2012.08.28.06:00	34.0	125.6	950	40	144	450	강	중형	북	41

위 사례는 직접적인 인과관계에 대한 규명과 후속적인 증빙이 이루어져야 할 것이나 중국의 인공증우가 활발히 시행된 이후 발생한 사례이며, 이 같

은 중국의 인공증우는 국가적인 차원에서 연구 및 대응이 수반되어야 할 것으로 판단된다.

## 4. 중국 기상공정의 대비책 제안

### 1) 농업용 수질 등급의 조정

중국의 기상공정으로 인한 가뭄의 장기화는 확정적이다. 따라서 현재 보유한 수자원을 효율적으로 활용하기 위하여 농업용 수질등급의 조정이 요구된다. 현재 호소수 수질등급 중 농업용 수질등급은 COD 8.0ppm이하, T-N 1.0ppm이하, T-P 0.10ppm이하로 과도하게 높게 설정되어 있어 농업용수로서 사용 가능한 수자원을 활용하기 힘든 실정이다. 또한 대장균 수치에 대한 기준이 없어 신선채소용 농업용수로 사용이 곤란한 실정이다. 따라서 난곡 생산용 농업용수와 신선채소 생산용 농업용수로 구분하여 관리함으로써 수자원의 효율적인 사용을 기대할 수 있을 것이다.

### 2) 저수지의 규모화

양수장, 보 등 유수형 수리시설을 저류형 수리시설로 전환 할 것을 제안한다. 가뭄·홍수에 대비하기 위한 제일 좋은 방안은 ‘물그릇을 늘리는 것(저수지 규모화 사업)’이다. 국내 대부분의 저수지는 사용연한을 넘겨 노후화 되었으며 퇴적량이 많아 저수시설로서 제 역할을 다하지 못하며, 저수지 신설은 적지의 부족과 사회적 문제 등으로 인하여 사실상 불가능한 형편이다. 따라서 개별 저수지 대하여 내한능력과 공학적 안전성을 평가하여 증축 또는 개·보수를 통한 적극적인 용수량 확장이 필요하다.

### 3) 기상공정 제한 협정 마련

우리나라 가뭄, 홍수 및 녹조 등으로 대별되는 수자원의 수량과 수질 등의 수자원 문제의 근원은 강수량으로부터 출발한다. 중국의 과도한 기상공정은 우리나라의 기상현상에 악영향을 끼치고 있으나, 중국은 주변국가에 자국의 이익을 양보하

지 않기 때문에 이에 대한 대비가 필요하다. 따라서 중국의 기상공정의 직·간접적 영향권에 있는 국가인 한국, 몽골, 러시아, 일본 등 중심으로 동북아시아 국가 간에 과도한 기상공정을 제한하는 조약·협정을 마련해야 한다.

## 결론

중국에서 대대적인 기상공정을 위한 로켓포는 우리나라의 설날과 추석을 축하하기 위한 축포가 아니며, 인공 강우용 항공기의 비행은 우리나라를 위한 축하비행이 아님을 직시하여야 할 것이다. 또한 중국은 주변국가를 위한 기상공정을 포기하지 않을 것으로 예상되기 때문에 중국 기상공정에 대한 정확한 연구와 대비가 병행되어야 한다. 이미 발생한 가뭄 등 우리나라의 이상기후에 대한 대책과 향후 기상공정이 미칠 영향을 정확히 분석하는 것만이 한반도에 닥칠 기상재난을 대비하는 유일한 방법일 것이다.

## 참고문헌

- ▶ 홍성길(1996) 인공강우 기술활용이 필요하다, 한국 수자원학회지 29(4) pp.9-11
- ▶ 서해숙(2001) 인공강우, 대기(한국기상학회) 11(2) pp.15-26
- ▶ 오성남(2005) 한반도 기상재해와 인공강우 기술개발, 한국방재학회지 5(2) pp.57-65
- ▶ 김정훈(2007) 구름씨 뿌리는 현대판 ‘레인메이커’, KISTI의 과학향기 664호
- ▶ <https://drought.kma.go.kr/main.do?default=1D>
- ▶ <https://qz.com/138141/china-creates-55-billion-tons-of-artificial-rain-a-year-and-it-plans-to-quintuple-that/>
- ▶ <http://baike.baidu.com/item/%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E6%B0%94%E8%B1%A1%E5%B1%80>
- ▶ <http://baike.baidu.com/item/%E9%98%B2%E9%9B%B7%E5%87%8F%E7%81%BE%E7%AE%A1%E7%90%86%E5%8A%9E%E6%B3%95>