

우박(Hail)

5조 이승언, 이제광

목차

동기유발

우박이란?

우박의 생성과정

영화에 나오는 우박 탐구

우박의 크기와 종단속도

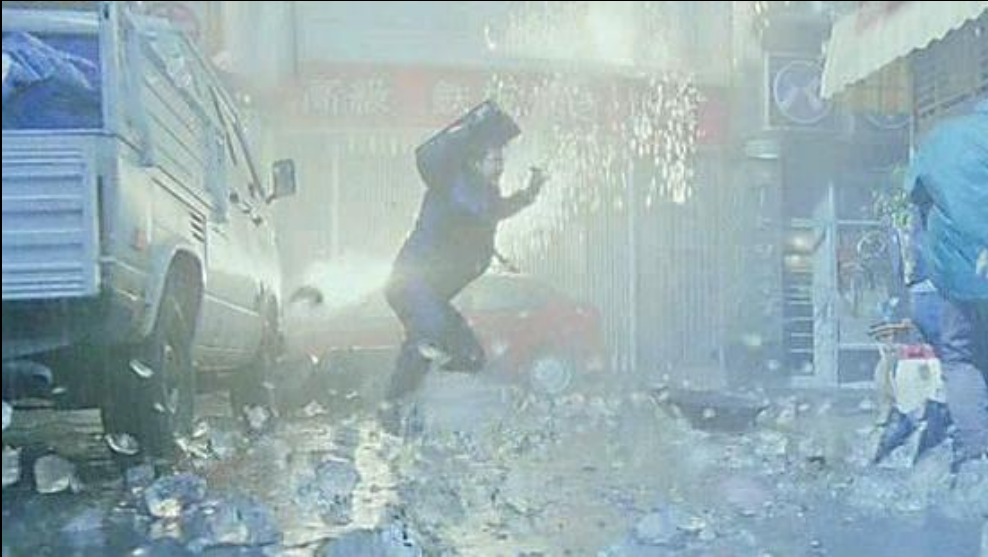
상승 기류의 속도와 대기 상태

투모로우의 우박

한계점

참고문헌

동기유발



영화 <The day after tomorrow>의 한 장면

의문점

저렇게 큰 우박이 실제로 생길 수 있을까?

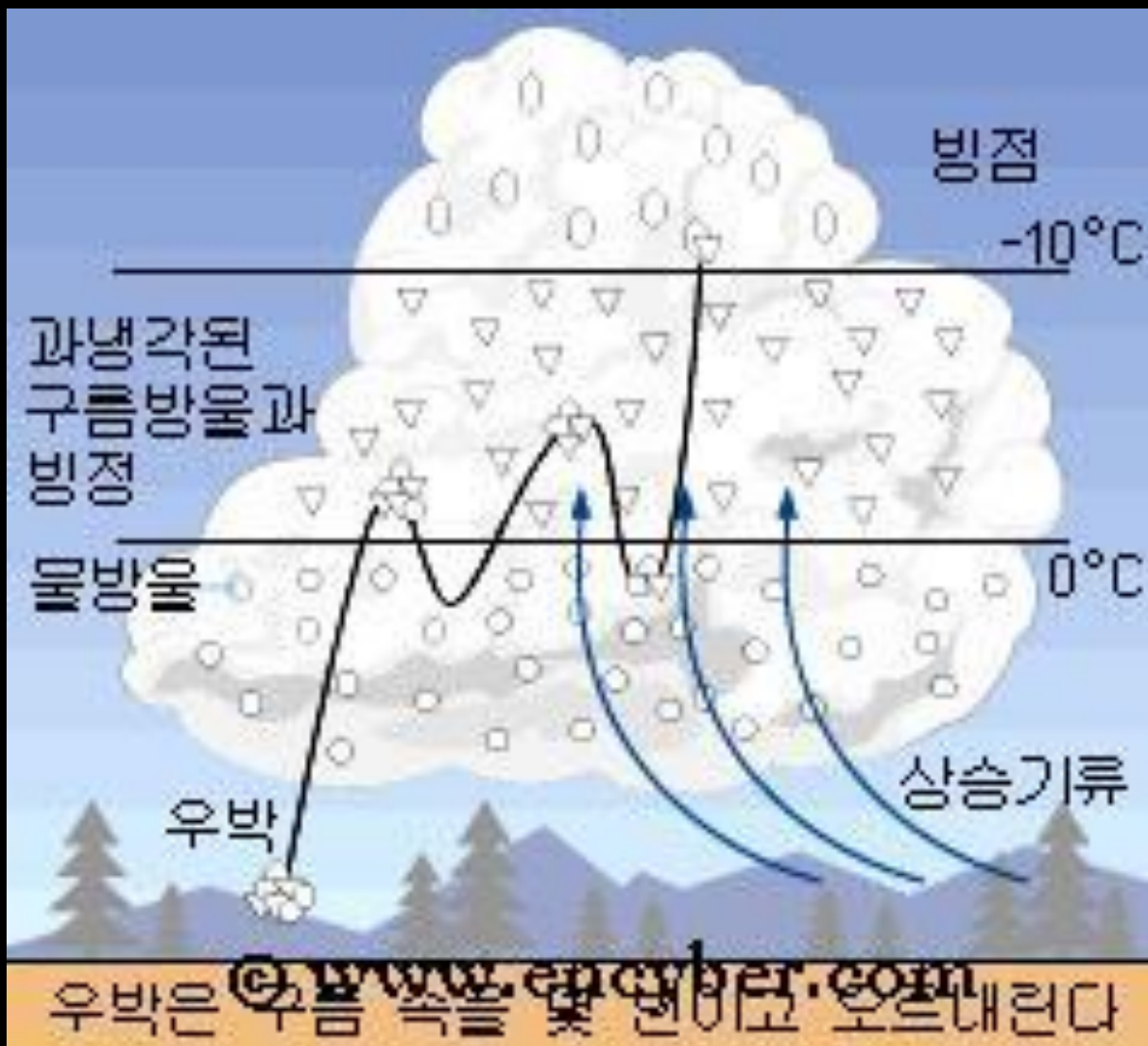
만약 생긴다면 어떤 조건에서 생길까?

우박이란?



- 얼음으로 된 강우현상
- 주로 구형이나 타원체
- 층상구조
- 크기가 매우 다양
- 지름 5mm~10cm
- 주로 여름철에 발생
- 농작물 피해

우박은 어떻게 생성되는가?



영화에 나오는 큰 우박은 어떻게 생길까?

가정

우박이 반지름 r 인 구형이라고 가정

$$\text{중력} = \text{밀도} \times \text{부피} = \rho \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$\text{끌림힘} = kv^2 A = kv^2 4\pi r^2$$

$$v = \sqrt{\frac{1}{3} \rho / k} \sqrt{r}$$

반지름(cm)	종단속도(m/s)
0.1	6
1.0	20
2.0	28
3.0	35

상승기류의 속도와 대기상태

상승기류의 속도를 기온감률만으로 얻을 수 있는가?

$$\ddot{z} - \lambda^2 z = 0 \quad \lambda = \sqrt{\frac{g}{T_{virt,0}} (\Gamma_{virt} - \Gamma'_{virt})}$$

풀어내면,,,

$$z(t) = A(e^{\lambda t} - e^{-\lambda t}) \quad v(t) = A\lambda(e^{\lambda t} + e^{-\lambda t})$$

여기서 기온감률이 지표에서 일정하다고 가정
우박이 약 4500m 상공에서 생성된다고 가정
두 번째 term은 작으므로 무시

$$\lambda = \frac{v}{z} \quad \rightarrow \quad \Gamma_{virt} = \left(\frac{v}{z}\right)^2 \frac{T_{virt,0}}{g} + \Gamma'_{virt,0}$$

3cm일 때 35m/s를 대입하면

$$\Gamma'_{virt} = 11.6K / km$$

투모로우의 우박

대략 약 지름 20cm의 우박으로 보임

앞의 식에 의하여 계산하여 보면 약 63m/s의 종단 속도를 가진다

이 것을 단순히 온도기울기만을 생각하여 Sounding의 온도기울기를 구하면

약 15.7K/km라는 상당한 온도기울기가 나옴

한계점

바닥으로부터 엄청난 온도기울기가 나타 날 것 같지 않음
하지만 17cm의 우박도 관측된 기록이 있다
-> 바닥의 초기 속도를 0으로 가정한 것이 잘못

실제의 온도기울기는 가정한 것처럼 일정하지 않다
-> 계산 한 기울기보다 강한 온도기울기의 구간에서는 우박이 충분히
위로 상승 할 수 있다고 생각됨

CAPE식을 이용하여 V_{max} 에 관한 식을 이용하면 더욱 정확한 값을
구할 수 있을 것이라고 생각 됨. 또한 실제로 우박을 예측하는데에
CAPE에 관한 식이 사용됨을 알 수 있었으나, $CAPE_{shear}$ 와 같은
아직 잘 모르는 지식으로 모두 연구하지 못하였음

참고문헌

Anastasios A. Tsonis, *An Introduction to Atmospheric Thermodynamics*
, Cambridge University Press.

Edward Aguado, James E. Burt, *Understanding Weather & Climate* 4ed.
, Pearson Prentie Hall.