

PYROCUMULUS CLOUD

상승응결고도 계산을 중심으로

김혜수 김호연 서민성 장재영 최영찬

Contents

- 01 Intro of Pyrocumulus cloud
- 02 Purpose and Assumption
- 03 Calculation
- 04 Conclusion
- 05 The Critical point
- 06 Reference

- Q&A -

Introduction



2016년 5월 발생한 Port Murray 화재 적운 사례

Purpose

산불이 발생한 상황을 가정하고 그 조건에서 화재
구름이 생성될 수 있는 가능성을 분석한다.

Scanning Calculation



Z_{LCL}



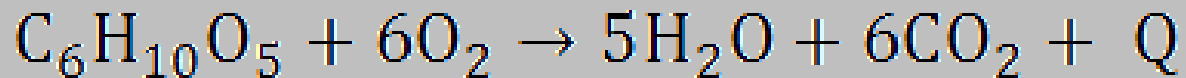
가열되는 공기 부피
: 20m * (20, 40, 60)

$Q = \text{연소열} - \text{기화열}$

$H_2O = \text{기존 공기}$
+ 나무에 포함된 수분
+ 연소반응 생성물

Assumption

- 1 제곱미터 당 5.4kg 이산화탄소 발생
- 나무 구성 성분 물 : 셀룰로오스 = 1: 1
- 모든 반응물 완전 연소



$$Q = 2,828\text{kJ/mol}$$

Calculation

$$Q = Q_c - Q_v$$

연소로 발생하는 열

$$Q_c = \frac{2,828\text{kJ}}{\text{mol}} \times \frac{5.41\text{kg}}{\text{m}^2} \times \frac{1\text{mol}}{44\text{g CO}_2} = 5.78 \times 10^4 \text{kJ/m}^2$$

단위 면적 당 셀룰로오스의 양 = 단위 면적 당 물의 양

$$\frac{5.41\text{kg}}{\text{m}^2} \times \frac{1\text{mol}}{44\text{g}} \div 6 = \frac{20.45\text{mol}}{\text{m}^2} \times 162\text{g/mol} = 3.31\text{kg/m}^2$$

물 : 셀룰로오스 = 1 : 1

기화열

$$Q_v = m_{\text{H}_2\text{O}} l_v = \frac{3.31\text{kg}}{\text{m}^2} \times \frac{2.5 \times 10^6 \text{J}}{\text{kg}} = 7,590 \text{kJ/m}^2$$

$$Q = 5.0 \times 10^4 \text{kJ m}^{-2}$$

Calculation

온도 구하기

기준 온도 : 23.6°C $Q = c_p \rho V \Delta T$ $\Delta T = \frac{Q}{c_p \rho V}$

20m * 20 일 때

$$\Delta T = 96.2\text{K} \quad T = 392.8\text{K} = 119.8^{\circ}\text{C}$$

20m * 40 일 때

$$\Delta T = 48.1\text{K} \quad T = 344.7\text{K} = 71.7^{\circ}\text{C}$$

20m * 60 일 때

$$\Delta T = 32.1\text{K} \quad T = 328.7\text{K} = 55.7^{\circ}\text{C}$$

Calculation

e, e_{sw} , 상대 습도 구하기

기준 대기압 6.41mb (관측값) $\rightarrow 1000mb \times \frac{n_v}{n}$

$$e_s = 6.11 \exp\left(53.49 - \frac{6808}{T} - 5.09 \ln T\right)$$

20m * 20 일 때

$$e = 22.7mb \quad e_{sw} = 1927mb \quad r = 0.0118$$

20m * 40 일 때

$$e = 14.5mb \quad e_{sw} = 333.7mb \quad r = 0.0435$$

20m * 60 일 때

$$e = 11.8mb \quad e_{sw} = 161.7mb \quad r = 0.0729$$

Calculation

이슬점 온도 구하기

$$T - T_{\text{dew}} = -R_v T T_{\text{dew}} \ln r / l_v$$

$$20\text{m} * 20 \text{ 일 때 } T_{\text{dew}} = 288.3\text{K}$$

$$20\text{m} * 40 \text{ 일 때 } T_{\text{dew}} = 283.9\text{K}$$

$$20\text{m} * 60 \text{ 일 때 } T_{\text{dew}} = 281.5\text{K}$$

Calculation

이슬점 온도 감률 구하기

$$\Gamma_{\text{dew}} = \frac{g}{\epsilon l_v} \frac{T_{\text{dew}}^2}{T}$$

20m * 20 일 때 $\Gamma_{\text{dew}} = 1.50^\circ\text{C/km}$

20m * 40 일 때 $\Gamma_{\text{dew}} = 1.58^\circ\text{C/km}$

20m * 60 일 때 $\Gamma_{\text{dew}} = 1.60^\circ\text{C/km}$

Calculation

z_{LCL} 구하기

$$z_{LCL} = \frac{T - T_{dew}}{\Gamma - \Gamma_{dew}}$$

20m * 20 일 때 $z_{LCL} = 12.6\text{km}$

20m * 40 일 때 $z_{LCL} = 7.40\text{km}$

20m * 60 일 때 $z_{LCL} = 5.75\text{km}$

Conclusion

계산 결과 일반적인 조건에서 화재 구름 생성이
힘들 것으로 생각됨

Low-level jet stream 등의 조건 또는 기존
공기의 상승이 더해지면 만들어질 가능성 있음

.

Limiting Points

강수 과정에 대한 연구 부족

가정의 불확실성

.

Q & A

THANK YOU