

온실냉방용 분사노즐의 분무특성에 대한 고찰

Study on the Spraying Characteristics of Fog Nozzles to be used for Greenhouse Cooling

윤 용 철 · 서 원 명
경상대학교 농과대학 농공학과
Y. C. Yoon · W. M. Suh

Dept. of Agricultural Engineering, College of Agriculture, Gyeongsang National University

1. 서론

최근 온실이 현대화, 대형화, 고정화 및 자동화와 함께 주년생산을 위한 년중 재배체계가 도입되면서, 여름철 작물의 생육환경 조성을 개선하기 위하여 기존의 방법보다 더욱 적극적인 냉방시스템을 활용하게 되었다.

지금까지 알려진 여름철 주간 온실냉방방식에는 여러 가지 있으나, 그 중에서도 물의 기화열을 이용한 패드·팬방식, 미스트·팬방식, 포그·팬방식의 증발냉각법이 주를 이루고 있다. 그러나 패드·팬방식이나 미스트·팬방식은 온실내의 온도경사가 크게 발생하여 실내의 온도가 균일하게 분포하지 못하게 되는 경우가 많으며, 특히 습구온도차가 작은 기상하에서는 냉방의 효과도 충분하지 못하다. 또한 이들 방식은 포그·팬방식에 비해 시설투자비가 지나치게 비싸거나 분무입자가 큰 결점이 있기 때문에 최근에는 포그·팬방식에 대한 관심이 점차 고조되고 있는 실정이다.

포그·팬 방식시스템에 있어서 중요한 구성요소의 하나가 분무노즐이다. 이 분무노즐은 주로 미립화를 목적으로 설계되거나 제작된다. 현재 온실냉방용으로 국내에서 시판되고 있는 노즐은 대략 10가지 정도이다. 그러나 이 노즐들은 사용압력, 분무량 및 분무입경 등이 서로 다른 것은 물론 분무특성을 전혀 알 수 없는 것이 대부분이고, 또 가격이 서로 상이하기 때문에 그 선택에 있어서 농업인들이 많은 어려움을 느끼고 있다.

따라서 본 연구는 현재 국내에서 시판되고 몇 가지 노즐의 분무특성을 실험적으로 검토한 후, 온실냉방 설계에 포그시스템을 도입할 때 기초적인 자료로 이용하는데 그 목적이 있다.

2. 실험장치 및 방법

(1) 분무노즐

본 실험에 이용된 노즐은 I형, II형 및 III형 노즐로서, I형과 II형은 미국 및 덴마크에서 수입한 노즐이고, III형은 II형을 개조하여 만든 국내제품이다.

(2) 실험장치

본 실험에 이용된 노즐의 제원은 Table 1과 같다. 노즐의 분무입자분포 및 평

균입자의 크기에 대한 분석은 입자분석 전용기기인 PMAS를 이용하였다.

(3) 실험방법

단위 노즐당 분당분무량은 I형 노즐의 경우, 수조와 펌프중간에 최소 0.01ℓ 까지 읽을 수 있는 유량계를 설치하여 고압펌프의 압력을 30~90kg/cm²까지 10kg/cm²씩 증가시키면서 각각의 압력에 대해 3회 반복실험을 하였다. II형 및 III형 노즐의 경우는 노즐 제작회사에서 제공한 자료를 인용하였다.

Table 1. Specification of fog system

Types	Components	Specification
I	High pressure pump	2.5Hp, 0~150kg/cm ²
	Low pressure pump	0.5Hp, Automatic pump
	Filter	Less than 30μm, 3/4"
	Control box	Magnetic switch, Timers
	Hose	P.V.C 10/6mm
	Water tank	1 ton
II,III	Pump	0.7~1.3Hp, 10~50 kg/cm ² , rpm 600~800
	Filter	3 levels
	Control box	Magnetic switch, Timers
	Hose	105 kg/cm ²
	Water tank	1 ton

나. 분무입자의 크기

일반적으로 노즐은 분무할 때 분무특성상 증공이 형성된다. 따라서 노즐의 분무입자 크기 및 평균입경을 측정할 때는 증공현상이 완전히 끝나는 부분에서 실시하여야 한다. 실험대상 노즐은 그 종류와 관계없이 노즐 Head의 끝으로부터 7cm떨어진 부근에서 증공현상이 완전히 없어졌기 때문에 이 지점에서 측정을 하였다.

I형 노즐의 경우, 증공현상이 끝나는 지점에서 고압펌프의 분무압력을 30~90kg/cm², II형 및 III형 노즐의 경우는 20~50kg/cm²까지로 하고 각 노즐에 대해 10kg/cm²씩 증가시키면서 실험을 실시하였다. 각 압력에 대한 반복회수는 10회로 하였다.

3. 결과 및 고찰

(1) 압력변화에 따른 분무량

Table 2는 I형 노즐의 경우, 분무압력의 변화에 따른 단위 노즐당 분무량을 나타낸 것이다.

일반적으로 노즐의 분무량은 노즐의 직경과 분무압력에 비례하여 증가하지만, 표에서 알 수 있듯이 분무압의 증가에 따라 분무량이 증가하지만 분무압의 증가분에 대한 분무량의 증가율은 제각기 상이하다.

(2) 분무입자의 분포 및 평균입경

크기가 서로 다른 미세 입자들의 평균입경을 수치적으로 표시하는 방법에는 여러 가지가 있지만, 본 연구에서는 분산정도를 도식화하여 직감적으로 파악할 수 있는 체적과 표면적에 의한 평균법(SMD)을 이용하였다.

Table 2. Variations of spraying amounts in accordance with spraying pressure (nozzle I)

Spraying pressure (kg/cm ²)	Spraying amount (mℓ/min)	Increasing rate of spraying amount (mℓ)
30	50.00	-
40	67.50	17.50
50	86.59	19.09
60	109.09	22.50
70	123.64	14.55
80	137.95	14.31
90	150.91	12.96

Fig. 1 및 Fig. 2는 실험 노즐에 대하여 분무입경의 분포가 가장 양호하다고 판단되는 분무압력 하에서의 분무입들의 입경분포비율을 나타낸 것이다. 즉 I형 노즐의 경우는 최소입경, 평균입경, 최대 입경 등이 여타 분무압력에 비해 상대적으로 작게 나타나는 분무압력 70kg/cm²의 경우를 도식한 것이다. 한편, III형 노즐의 경우는, 분무압력 40kg/cm² 과 50kg/cm²에서의 최소입경 혹은 평균입경이 다른 분무압력에 비해서 비교적 작게 나타나지만, 최대입경이 포그입경의 한계인 50 μ m 보다 크고, 또 이 노즐들의 허용 사용압력이 20~30kg/cm²의 범위에 있기 때문에 분무압력 30kg/cm²의 것을 채택하였다.

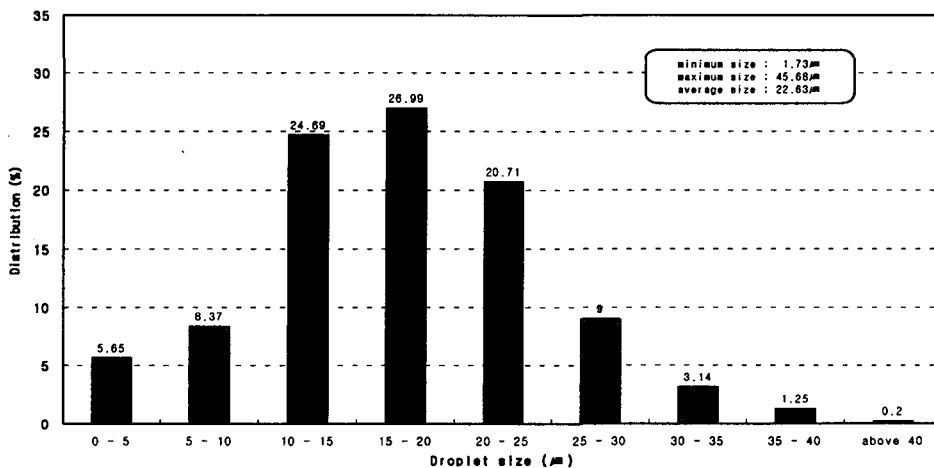


Fig. 1. Droplet size distribution of type-1 fog nozzle at 70kg/cm²

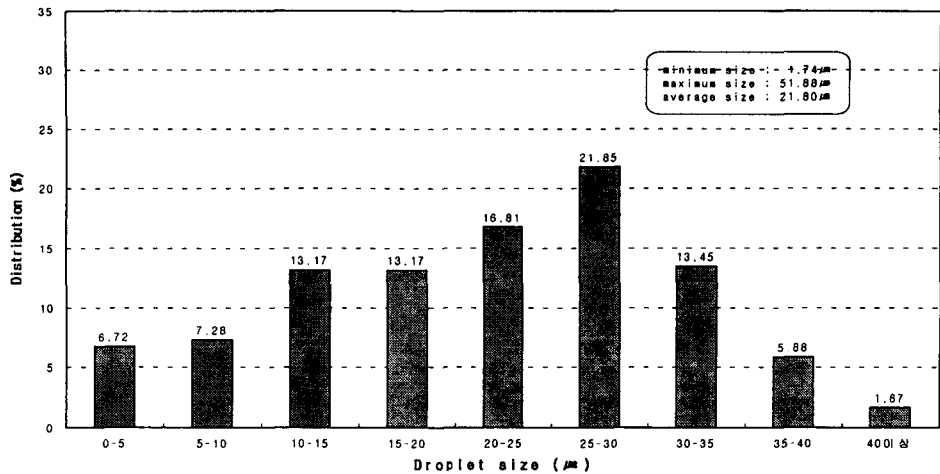


Fig. 2. Droplet size distribution of type-III fog nozzle at 30kg/cm²

이들 그림에서 알 수 있듯이 포그입자의 분포비율이 가장 큰 것은 I형 및 III형에 대해 15~20 μ m 및 25~30 μ m 범위에서 발생되며, 전체에 대한 분포비율은 각각 약 27% 및 22% 이다. 전체 분포중에서 30 μ m이하가 차지하는 비율은 각각 95.4% 및 79.0% 정도이며, 분무입자의 크기가 상대적으로 미세한 10 μ m이하는 각각 약 14% 및 14% 정도이고, 비교적 입자가 큰 40 μ m 이상이 차지하는 비율은 각각 0.2% 및 1.67%정도이다.

4. 결론

1. 단위 노즐당 분무량은 분무압력이 증가할수록 증가하나, 각 노즐에서 공히 분무압력의 증가에 따른 분무량의 증가율이 일정하지 않았다.
2. 각 실험노즐의 최소입경은 각각 약 1.7~2.5 μ m이었고, 최대입경은 약 44~71 μ m 범위에 있고, 평균입경은 17~38 μ m 범위에 있었다.
3. 실험노즐의 분무입자 크기는 대부분 포그의 한계입경인 50 μ m이하에 속하였다.

참 고 문 헌

- (1) 김명규. 1994. 무인상온연무기 개발에 관한 연구. 경상대학교 박사학위논문.
- (2) 김영중, 유영선, 윤진하, 오권영, 김승희. 1997. 포그노즐을 이용한 온실냉방 시스템 분석. 한국농업기계학회 1997년 동계 학술대회 논문집 Vol.2 No.1. pp 233-242.
- (3) 서원명, 민영봉, 박중춘. 1994. 온실의 냉방관리를 위한 기화냉각 시스템 도입. 시설원예연구 Vol. 1. 경상대학교 농과대학부속 시설원예연구소.
- (4) 서원명, 윤용철, 박중춘, 손영걸. 1994. 우리나라 온실의 냉방시스템 도입 검증. 시설원예연구 Vol. 2. 경상대학교 농과대학부속 시설원예연구소.