

고속 살포 방제기 노즐의 유로 형상이 분무의 거동에 미치는 영향

고동국*

*전북대학교 기계공학과

e-mail:kdg2002@jbnu.ac.kr

Effect of the Flow Path Shape of the Nozzle of Speed Sprayer(SS) on the Spray Behavior.

Dong-Guk Ko*

*Dept. of Mechanical Engineering, Jeonbuk National University

요약

본 논문은 고속 살포 방제기(SS)에 사용되는 노즐의 국산화와 기술적 자립화를 확보하고 노즐의 교체주기를 효과적으로 개선할 수 있는 방제노즐을 개발하고자 방제노즐의 유로 형상이 분무의 거동에 미치는 영향을 분석한 것이다. 해석변수는 노즐 팁의 유로각도와 유로 수이다. 유로각도가 60°이고 유로 수가 3개인 경우 분무의 형상은 중공형 액막을 형성하고 분무의 거동은 불규칙하였다. 유로각도가 80°이고 유로 수가 3개인 경우에는 물의 입자가 반경방향으로 넓고 고르게 확산되어 미립화 성능은 개선되었다. 반면 유로각도가 80°이고 유로 수가 6개인 경우 분무 형상은 축방향으로 길게 토출되어 미립화 성능은 저하되었다.

1. 서론

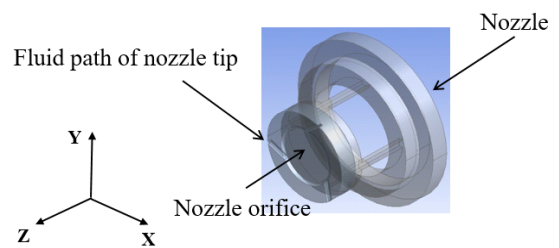
과거 대부분의 농가에서는 방제 작업 시 수동식 농약 살포기를 사용하였으며 이는 농촌의 급격한 고령화와 인력감소로 인해 농약 살포량의 절대적인 감소로 이어졌다. 이로 인해 과수와 채소 및 원예작물 등의 품질 저하와 수확량 감소 및 비용 증가가 발생하였다. 이를 개선하기 위한 방안으로서 고속 살포 방제기(Speed Sprayer(SS))의 활용이 대두되고 있다. 그러나 농가에 보급된 고속 살포 방제기의 노즐은 대부분 수입산 제품이며 국산화를 통한 수입 대체효과와 기술적 자립화가 요구된다. 또한 이 노즐은 농작물의 작황상태와 과수작물의 높이에 따라 노즐 팁을 교체해야 하는 번거로움이 있다. 특히 농약 살포 시 노즐의 유로(fluid path)에 농약과 미세 입자(particle) 등의 이물질이 혼합된 상태로 잔류하여 관로를 막아 노즐의 교체주기를 단축시키는 단점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 방제노즐의 미립화 성능에 대한 연구가 다양하게 진행되고 있으나 유로 관로에 대한 연구는 아직 미흡한 실정이다.^[1-2] 따라서 본 연구는 고속 살포 방제기 분사노즐의 교체주기를 향상시키고 과수 농작물의 작황상태가 변해도 이에 효과적으로 대처할 수 있도록 분무 형태를 가변적으로 조절할 수 있는 방제노즐의 형상을 구현하는데 있다. 즉 용량 가변형 방제노즐을 개발하기 위한 기초자료를 확보하고자 분사노즐 팁의 유로각도와 유로수가 분무의 거동에 미치는 영향을 해석적 방법을 통해 분석하였다.

2. 수치해석

[그림 1]은 고속 살포 방제기 노즐의 형상을 나타낸 것이며 CATIA R-20 상용프로그램을 활용하였다. 노즐의 오리피스 직경과 분사각도는 각각 0.5 mm와 60°이다.

[표 1]은 분사노즐을 통한 물 분사 시 분무의 거동특성을 분석하기 위한 수치해석 조건을 나타낸 것이다.^[3]

3. 결과 및 고찰



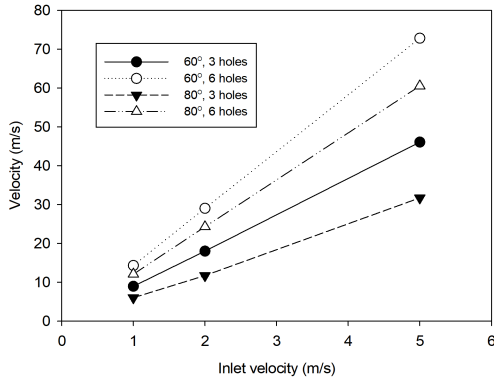
[그림 1] 고속 살포 방제기 노즐 형상

[표 1] 수치해석 조건

Commercial CFD Code	Ansys fluent 2020 R2
Working fluid	H ₂ O
Working fluid condition	Steady flow, Turbulence flow
Turbulence model	K- ω SST
Fluid angle (°)	80, 60
Fluid path (number)	3, 6
Convergence tolerance	0.001

참고문헌

- [1] 장성호, 최성만, “단열식 오리피스를 적용한 고속회전 분무노즐의 미립화 특성”, 한국분무공학회지, 제 14권 3호, pp. 97-102, 2009년.
- [2] 조대진, 윤석주, “압력식 스월 아토마이저의 분무 특성에 관한 실험적 연구”, 한국분무공학회지, 제 2권 1호, pp. 46-51, 1997년
- [3] ANSYS Co., “Ansys Fluent User’s Guid, 2022년



[그림 2] 유로각도 및 유로 수 변화에 따른 분무의 출구 속도 값

[그림 2]는 본 연구의 해석변수인 유로각도와 유로 수 변화에 따른 분무의 출구 속도 값을 나타낸 것이다. 노즐 팁 유로각도와 유로 수가 각각 80°와 3개인 경우 낮게 나타난 반면 60°와 6개인 경우 크게 증가하였다. 오리피스를 통해 토출된 물은 증공형 액막 형상이 아닌 고른 미립화 분포를 형성하였다. 이러한 형상은 유로를 통해 유입되는 물의 속도가 2%이상인 경우 나타났으며 이는 노즐내부로 유입된 물이 서로 강하게 충돌한 후 반경방향으로 비산(飛散)하여 미립화 성능이 개선되었기 때문이다.

4. 결과 및 고찰

본 연구는 고속 살포 방제기에 사용되는 방제노즐의 사용 주기를 향상시키고 외국산 제품을 국산화하여 국내 중소기업의 기술적 도약과 경쟁력 확보를 위한 기초자료를 획득하기 위한 것이다. 이를 위해 수치해석적 방법을 통해 분무의 거동 특성을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 유로각도가 60°이고 유로 수가 3개인 경우 분무의 형상은 증공형 액막을 형성하였으며 액막 표면의 상대속도는 증가하여 토출된 분무의 거동이 불규칙하였다.
- 2) 유로각도가 80°이고 유로 수가 3개인 경우 유입되는 물의 속도가 증가할수록 물의 입자가 반경방향으로 넓고 고르게 확산되고 미립화 성능은 개선되었다. 따라서 근거리와 넓은 지역의 과수와 농작물 방제작업에 좀 더 효과적인 것으로 예상된다.
- 3) 반면 유로각도가 80°이고 유로 수가 6개인 경우 분사된 물은 축방향으로 길게 토출되어 농약을 집중적이고 좁은 지역에 살포할 경우 적합한 형상이라고 판단된다.

후 기

본 연구는 중소벤처기업부의 중소기업기술개발지원사업 [과제번호; 2403000126]과 교육부의 창의도전연구기반지원사업 [과제번호; 2301000933]의 지원에 의한 연구임.