

송풍식 입제살포기의 살포특성

Application Characteristics of Pneumatic Granular Applicators

김학진* 이채식* 이중용** 강태경* 김충길*
정희원 정희원 정희원 정희원 정희원
H.J. Kim C.S. Lee J.Y. Rhee T.K. Kang C.G. Kim,

1. 서론

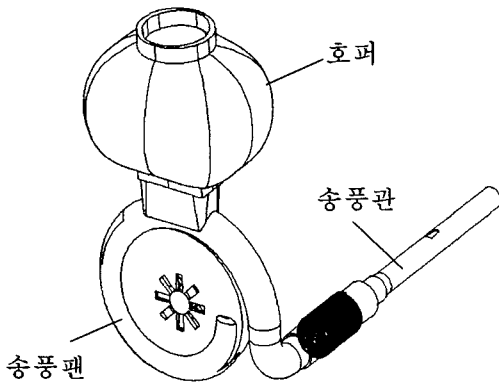
벼농사의 노력과 비용을 최소화하기 위한 한 방법으로서 직파 기술이 이용되고 있으며 2001년 직파재배 면적은 건답직파 30,00ha, 답수직파 42,800ha로 답수직파 재배면적이 전체 직파재배 면적의 58%를 차지하고 있다. 답수 직파작업의 파종은 대부분 동력살분무기를 이용하고 있으나 파종균일도가 낮고 송풍에 의한 최아종자의 썩이 손상되는 문제에 의해 입모율이 떨어지는 문제점이 있다.

본 연구에서는 답수직파의 고능률 기계화를 위하여 산파기를 개발하고자 하였으며 이를 위해 바람을 이용하여 파종하는 시판 농기계의 살포특성을 실험적으로 구명하여 답수산파기 개발을 위한 적정메커니즘을 선정코자 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 동력살분기(미스트기) 살포특성 시험

동력살분기 살포특성시험을 위하여 공시기는 그림 1과 같은 송풍 7단, 배종 9단 조절이 가능한 일본 마루야마 MD6030을 이용하였으며 공시 재료는 천립중 24.6g, 함유율이 12%인 대안벼를 사용하였다.



< 그림 1. 동력살분기의 구조 >

* 농업기계화연구소

** 서울대학교 생물자원공학부

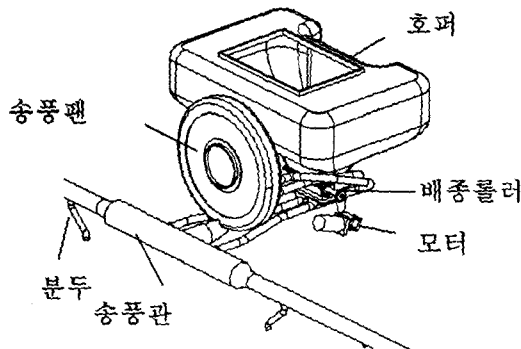
동력살분기의 도달성능을 구명하기 위하여 살포각도를 3수준(30, 50, 70°), 송풍량을 3수준(4,632), 5(5,910), 7단(6,852rpm), 그리고 배종량을 3수준(3, 5, 7단)으로 설정하였다. 종자의 수집장치는 육묘상자와 200공 플러그 육묘판을 1m 단위로 25m까지 배치하여 1분간 살포한 후 수집된 양을 측정하였으며 포장에서의 살포 균일도를 구명하기 위하여 살포각도를 50°, 송풍단수를 5단, 배종 조절단수를 2수준(3, 5단)으로 설정하였고 살포기의 주행속도는 사람이 천천히 걸으면서 작업하는 것을 가정하여 0.17m/s로 설정한 후 그림 2와 같이 트랙터의 트레일러에 탑재된 상태에서 배치된 수집장치 옆을 통과후 수집된 양을 측정하였다. 수집장치는 진행방향의 수직으로 1m간격으로 15m까지, 진행방향으로 2m간격으로 4줄로 총 60개를 나란히 배치하여 살포기가 통과한 후 수집하여 측정하였다.



< 그림 2. 동력살분기를 이용한 살포균일도 시험장면 >

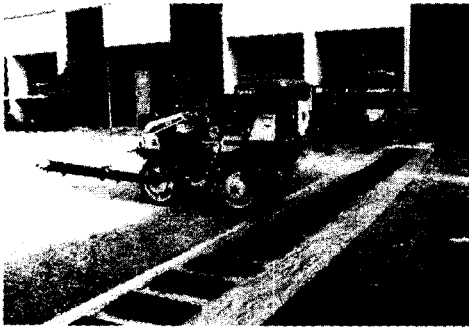
나. 봄형 송풍식 입제살포기의 살포특성시험

공시기는 일본 ISEKI 1HB-181 LP를 사용하였으며 작동원리는 DC 모터를 이용 배종롤러를 구동하고 PTO를 이용 송풍팬을 구동시키는 방식이다. 롤러의 회전에 의해 배출된 입제 비료와 제초제는 송풍팬의 바람에 의해 송풍관에 투입되고 비료와 제초제는 송풍관을 통과하다가 40~50cm 간격으로 설치되어 있는 충격판에 부딪혀 살포되는 구조이다. 공시재료로 대안벼를 사용하였다.



< 그림 3. 봄형 송풍식 입제살포기 >

살포량과 송풍량 변화에 따른 살포유형을 구명하기 위하여 그림 4와 같이 총 14m 폭에 벼 육묘상자와 200공 플러그 트레이를 좌우 40~50cm 간격으로 바닥에 배치하여 1분간 살포한 후 수집된 양을 측정하였으며 살포량은 비료의 경우 2수준(3, 6kg/min), 벼 종자의 경우 2수준(0.4, 0.7kg/min)으로 설정하였으며 살포균일도의 시험은 그림 5와 같이 14×6m(횡방향×종방향)로 하고 횡방향으로 수집장치를 1m 간격으로 좌우 7개씩, 종방향으로 2m 간격으로 하여 총 60개의 상자를 설치하였다. 공시기의 주행속도는 저속 1단(0.5888 m/s)으로 하고 살포기가 측정 지역의 가운데를 가로질러 간 후 수집된 양을 측정하였으며 비료의 경우는 살포량 2수준(13.1, 26.6 kg/10a), 벼 종자의 경우는 2수준(3.37, 6.67kg/10a)로 하여 시험하였다.



< 그림 4. 살포유형 시험장면 >



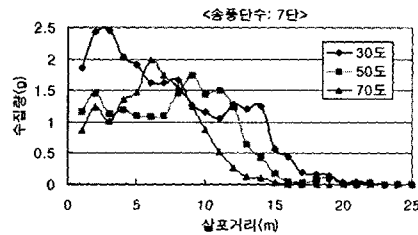
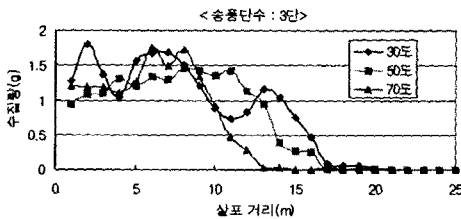
< 그림 5. 살포균일도 시험장면 >

3. 결과 및 고찰

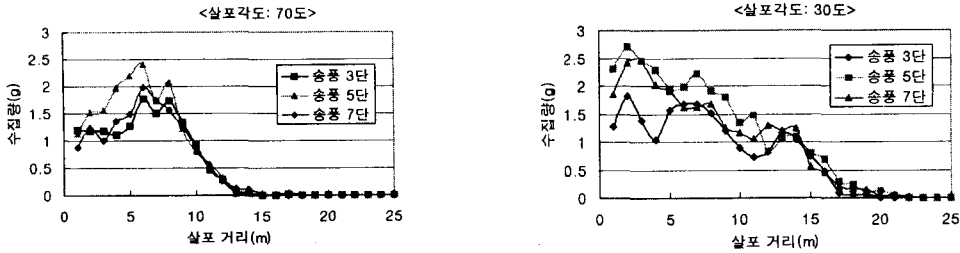
가. 동력 살분기의 살포특성

1) 도달성

그림 6에 나타난 바와 같이 살포각도 변화에 따라 살포형태는 30° 에서 50° 로 변경시 살포의 피크점이 살포지점에서 먼 방향으로 이동하였으나 50° 에서 70° 로 변경시 살포의 피크점이 살포지점에서 가까운 방향으로 이동하는 특성을 나타냈으나 송풍량 변화에 따라 살포유형은 그림 7에 나타난 바와 같이 큰 변화를 보이지 않았다.



<그림 6. 살포각도 변화에 의한 종자의 도달특성 >



<그림 7. 송풍량 변화에 의한 종자의 도달특성 >

2) 살포분포 중심거리의 비교

송풍량, 살포각도, 배중량이 도달성에 미치는 영향을 구명하기 위하여 살포분포 중심거리를 산출하여 통계분석을 수행하였다. 살포분포 중심거리(C)는 아래 식을 이용하여 산출하였다.

$$C = \frac{\sum_{i=1}^{25} M_i L_i}{\sum_{i=1}^{25} M_i}$$

C = 살포 분포 중심거리(m)
 M_i = i 번째 수집량
 L_i = i 번째 거리(m)

ANOVA 분산분석결과 표 1과 같이 중심거리에 대한 살포각도의 효과는 유의성이 있었으나 송풍량의 효과는 유의성이 없었으며, 이들 두 요인간의 상호작용효과도 유의성이 없어 단순효과를 나타내었다. 평균치간의 다중비교 결과 살포각도가 30° 에서 50° 로 변할 경우 평균 중심거리는 각각 7.32m, 7.61m로 유의 차가 없었으나 70° 로 변할 경우 중심거리가 5.95m로 유의차가 존재하였다.

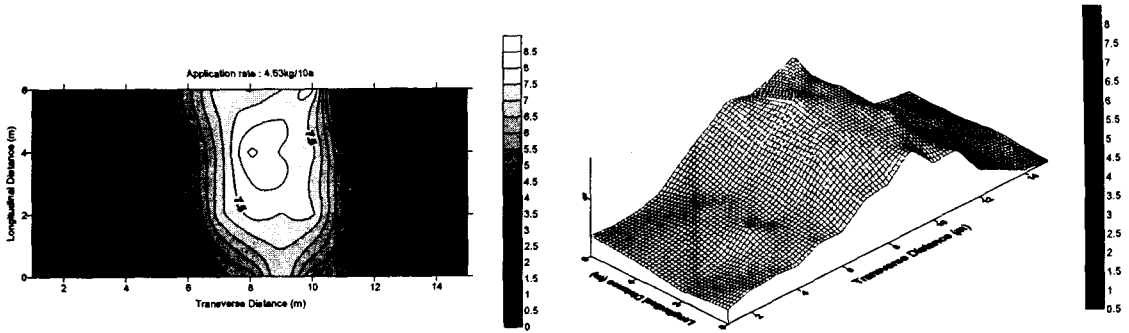
< 표 1. 살포각도와 송풍량에 따른 살포분포 중심거리 비교 >

		송풍량			평균
		3단	5단	7단	
살포각도	30°	7.52	7.22	7.22	7.32 a
	50°	7.59	7.80	7.44	7.61 a
	70°	5.97	5.22	6.12	5.95 b
평균		7.03 x	6.93 x	6.93 x	

3) 살포 균일도

살포량이 10a당 4.63kg일 때의 살포형태는 그림 8과 같이 살포거리가 6~10m 거리 지점에서 집중적으로 살포되고 그 외 지점에서는 살포가 거의 되지 않는 경향을 나타내었으며

살포균일도는(CV)는 70~73% 인 것으로 나타났으며 살포량 변화에 따라 살포형태는 유사한 경향으로 나타났다.

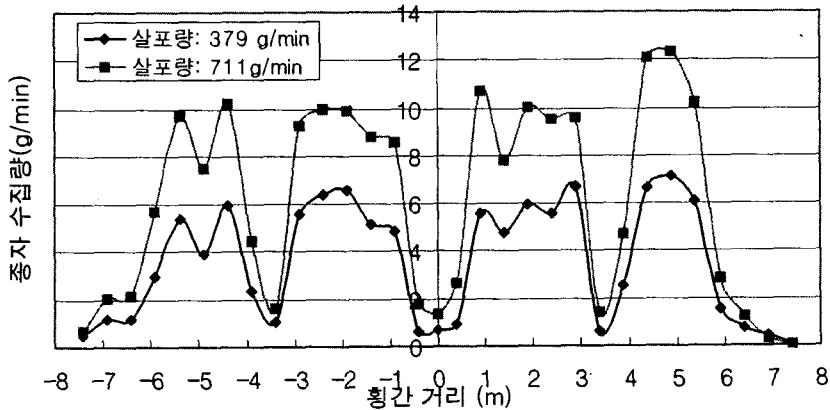


< 그림 8. 파종량 4.63kg/10a일 때의 살포지도 >

나. 봄형 송풍식 입제살포기의 살포특성

1) 살포유형

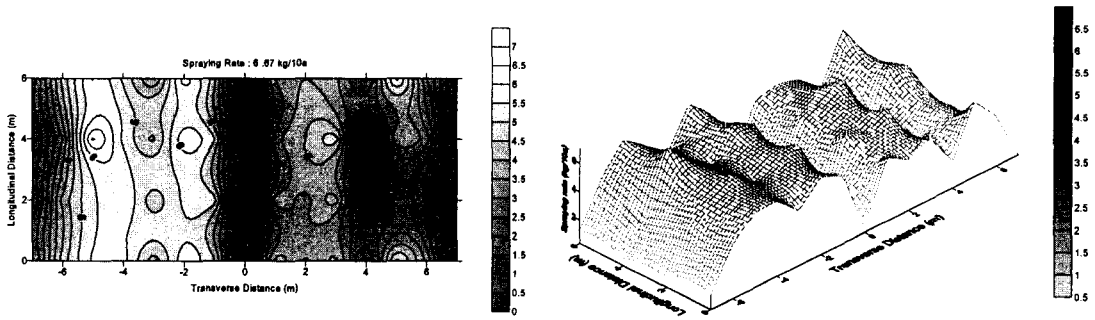
그림 9에 나타난 바와 같이 배종량을 379, 711g/min로 하였을 경우 살포형태는 중앙부와 3.4m 지점에서 적게 살포되고 그 외 지점에서는 비교적 균일하게 수집되는 경향을 보였다.



< 그림 9. 배종량 변화에 따른 범씨의 살포유형 >

2) 살포 균일도

그림 10에 나타난 바와 같이 파종량을 10a당 6.67kg로 하였을 경우 작업기 중심에서는 0.3~0.5kg/10a로 적게 살포되는 경향을 보였으나 좌우 폭 6m 내에서는 비교적 균일한 살포형태를 보였으며 그 때의 살포균일도(CV)는 37~38%로 나타났다.



< 그림 10. 파종량 6.67kg/10a일 때의 살포 균일도 >

4. 요약 및 결론

본 연구는 고능률 담수산파기 개발을 위해 바람을 이용하여 파종하는 시판 농기계의 살포 특성을 실험적으로 구명하여 담수산파기 개발을 위한 적정메커니즘을 선정코자 하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 동력살분기를 이용하여 송풍량, 살포각도, 배종량이 도달성에 미치는 영향성을 구명한 결과, 살포각도의 효과는 고도의 유의성이 존재하였으나 송풍량의 효과는 유의성이 없었으며 배종량 변화도 중심거리에 영향을 주는 것으로 나타났다.
2. 동력살분기를 이용하여 6×15m의 면적을 살포한 후 수집된 양을 이용하여 살포균일도를 산출한 결과 CV 값이 70~73%인 것으로 나타났다.
3. 볏형 송풍식 입제살포기를 이용하여 6×14m의 면적을 살포한 후 살포균일도를 산출한 결과 CV 값이 37~38%인 것으로 나타났으며 살포유형도 좌우 3.4m 지점부근 외에는 비교적 균일한 살포형태를 보여 담수산파기 개발 기본 메커니즘에 볏형 송풍식 메커니즘을 채택하였다.

5. 참고문헌

1. 이성호외 3인. 1998. 입제 비료 및 농약의 공기역학적 성질. 한국농업기계학회지 23(2): 105-115.
2. 정선옥. 1997. 수도작용 송풍식 입제살포기 개발. 서울대학교 대학원 석사논문.
3. Donald C. Erbach, Walter G. Lovely, Clarence W. Bockhop. 1976. Granule Distribution Uniformity. Trans. of ASAE, 19:823-826.
4. Francisco J. Cabrejos. 1994. Pickup and saltation mechanisms of solid particles in horizontal pneumatic transport. Power Technology, 79(1994): 173 -186.
5. Jiang Hong, Yi-shen Shen and Shu-lin Liu. 1993. A model for gas-solid stratified flow in horizontal dense-phase pneumatic conveying. Powder Technology 77(1993): 107-114.