

수도작용 송풍식 입제살포기 개발에 관한 연구 (I)

- 입제 배출량, 분두 및 적정살포조건 -

A study on Development of a Pneumatic Granular Applicator for Paddy Field (I)

- Granular Discharge Rate, Diffuser and Optimal Application Conditions -

정 창 주*	정 선 옥*	장 영 창*	최 영 수**	최 중 섭***
정회원	정회원	정회원	정회원	정회원
C. J. Chung	S. O. Chung	Y. C. Chang	Y. S. Choi	J. S. Choe

ABSTRACT

This study was accomplished to develop a pneumatic granular applicator that can be attached to the conventional ride-on rice transplanter. Operating conditions of a metering device for the applicator were determined so as to obtain the required discharge rate of granules for field application. The shape and size of diffuser was selected for the applicator and the spacing between diffusers on a boom and the boom height were determined as an optimal application condition for uniform distribution. The diffuser spacing of 1m for the fertilizer and the diffuser spacing of 0.8m for the pesticide at the boom height over 0.8m were acceptable.

주요용어 (Key Words): 송풍식 입제 살포기(Pneumatic Granular Applicator), 분두(Diffuser), 배출장치 (Metering Device), 적정살포조건(Optimal Application Condition)

1. 서 론

현재 수도작용으로 사용되는 농약의 여러 제형중에서 입제는 살포시 비산이 적어 가축이나 인체에 해가 적고 약효가 긴 장점 때문에 전체 농약 사용량의 66%를 차지하고 있으며 비료는 대부분이 입제로 사용되고 있다. 이와 같이 입제가 차지하는 비율이 높은 데도 불구하고 수도작의 입제살포는 아직도 거

의 수작업에 의존하고 있으며 벼가 심어져 있는 포장에 직접 투입되어 능률적인 시비·방제작업을 할 수 있는 입제살포기는 보급되지 않고 있다. 입상비료·입상농약의 이용량과 장점, 입제살포 작업에 있어서의 기계사용 실태 등을 고려할 때, 수도작용 입제살포기의 개발이 시급히 요구되고 있다.

본 연구에서는 노동소요시간 및 경비를 절감하고 시비·방제등 수도작 관리작업의 효율증대를 위하

* 서울대학교 농업생명과학대학 농공학과 농업기계전공

** 전남대학교 농공학과 농업기계전공

*** 상주산업대학교 산업기계공학과

여 기존 송풍이양기 및 송풍관리기 부착용 입체 살포기 개발하고자 하였다. 입체살포기 개발의 기본방향으로써 입체적재부에서 최종살포부 까지의 이송 및 살포방식으로 송풍식을 채택하였다. 송풍식은 별도의 기계적 이송기구를 필요로 하지 않으며, 살포시 입체에 속도를 부여하여 비교적 넓고 균일한 살포를 기대할 수 있다. 송풍식 입체살포기는 송풍기, 최종살포부, 입체 및 공기 이송부, 입체-공기 혼합부, 입체 적재부 및 배출부등으로 구성된다.

본 연구에서는 송풍식 입체살포기를 개발하기 위한 기초연구로써 살포요구량에 따른 입체배출부의 작동조건을 결정하고, 송풍식 입체살포기의 적정분두를 선정하며 분상의 배치간격, 살포높이 등, 입체살포의 최적조건을 구하고자 하였다.

2. 연구사

송풍식 입체살포기는 주로 발작물이나 초지를 대상으로 입상비료의 살포에 많이 이용되고 있으며 수도작용으로는 거의 사용되지 않고 있다. 따라서 기존의 연구는 발작물용 송풍식 입체살포기의 성능평가 및 분두의 살포패턴등에 연관하여 수행되었다.

Erbach(1976)등은 제조제 살포량과 살포균일도가 제조효과에 미치는 영향을 연구하였다. 살포균일도에 따른 제조효과를 비교한 결과 보급되고 있는 살포기로는 살포균일도가 낮아 소요량의 2~4배에 해당하는 제조제를 실패해야 원하는 제조효과를 얻을 수 있었다. Bode(1985)등은 입체살포기에 대한 일반적인 고찰에서 송풍식 입체살포의 잇점으로 입체 적재부를 중앙집중식으로 할 수 있고, 송풍작업기에 살포기를 착탈하는 것이 용이하며, 중력식 살포보다 균일한 입체살포가 가능한 점을 제시하였다.

Srivastava(1993) 등은 살포기 전진방향의 살포균일도는 최종 살포장치의 살포패턴과 중첩정도에 따라 달라진다고 하였으며, Kepener(1972)등은 기계가 전진하는 수직방향의 살포균일도는 배출장치의 성능에 영향을 받는다고 지적하였다.

Bode(1985)등은 입체살포기에 사용되는 다양한 형태의 분두를 소개하였다. 그는 입체살포기에 장

작되는 대부분의 분두는 그 폭이 13~38cm 정도였으며 살포되는 입체를 균일하게 흩어지도록 하기 위하여 내부에 slotted screen, baffle plate, splash pool 등의 디플렉터가 배치되어 있는 분두형태가 사용되고 있다고 하였다. 또한 입체의 살포폭 조절은 일반적으로 분두의 살포각을 변화시키는 방법을 사용한다고 하였다.

Azimi(1985) 등은 노즐의 작동조건과 장착형태 차이에 따른 농약의 살포균일도를 분석한 결과, 농약 살포 균일도는 노즐간격, 살포높이, 살포압력의 영향을 받는 것으로 나타났다. 농약의 살포균일도는 변이계수(Coefficient of variation)로 산정하였으며 CV가 10% 이하일 때를 매우 균일한 살포로 판단하였고 15% 이하일 때를 만족스러운 균일살포로 판단하였다. Corley (1964)는 목화제조작업에 사용되는 입상 제조제 살포기 성능시험에서 분두설계, 살포높이, 설치각 등이 입체분포에 미치는 영향과 배출장치에서 입체가 배출될 때의 입체파쇄 등을 고찰하였다. 실험에 사용된 배출장치 및 분두형태의 변화는 제조제 균일도에 거의 영향을 주지 않았으나 살포높이와 분두 설치각을 증가시켰을 때 살포균일도가 증가하는 것으로 나타났다. 입자크기의 분포가 0.5 mm 이하 1.3%, 0.5mm~1mm 범위 81.4%, 1mm~2mm 범위 17.3%인 입체가 배출된 후 그 입자크기 분포가 각각 7.9%, 83.4%, 8.7%로 변화하여 작은 입자의 배출량이 증가하였으나 배출시 입체크기 변화는 거의 없는 것으로 간주하였다.

Shimonasako(1990)는 홈 롤러 배출장치의 효율적인 배출량 조정법에 관한 연구에서 롤러 회전속도와 홈 열림정도 변화에 따른 배출량을 측정하였다. 그는 이론적인 배출량과 실제 배출량의 비를 배출효율로 나타내었으며, 이 배출효율은 홈 열림정도에 증가에 따라서 증가하고 롤러 회전속도 증가에 따라 감소하므로 가능한 한 낮은 롤러 회전속도에서 넓은 홈 열림정도를 채택하는 것이 바람직하다고 지적하였다.

Whitney(1987) 등은 몇 가지의 입체수집기를 선정하여 성능 특성실험을 수행하였다. 입체살포기에서 수집기에 직접 떨어진 입체의 양(Q_d), 수집기에서 튀

어나간 입제의 양(Q_0), 밖에서 수집기 안으로 튀어들어온 입제의 양(Q_1)으로 수집기 성능비($CPR = (Q_A + Q_1 - Q_0)/Q_A$)를 나타내었으며 선정된 수집기의 높이를 0.15m, 0.61m, 0.91m, 1.22m로 달리했을 때, 0.15m의 높이에서만 입제의 종류에 따른 성능비가 1% 수준에서 유의한 차이를 나타내었다.

3. 재료 및 방법

가. 송풍기

본 연구에서는 분두선정 및 살포조건을 결정하기 위한 분두의 살포패턴실험을 위한 공시 송풍기로써 중앙공업(주)의 NF411(C.D.M)형 동력 살분무기에 사용되고 있는 송풍기를 선정하였으며 그 체원은 표 1과 같다.

Table 1 The specification of the selected blower

Model	NF411
Air quantity	10m ³ /min
Dimension(Length × Width × Height)	470 × 530 × 690
Engine model	Robin ECO4EF
Mass	11kg

나. 입제 배출부

수도작용 입제살포기의 작업살포폭을 증가시키려면 각 분두 살포폭의 제한을 고려할 때 여러 개의 분두를 붐상에 설치하는 것이 바람직하며, 균일한 살포를 이루기 위하여 배출부는 각 분두에 동등한 양의 입제를 공급하여야 한다. 이와 같은 조건을 고려하여 본 연구에서는 수도작용 입제살포기의 입제적재부 및 배출부로서 LG기계 직파기의 적재부 및 배출부를 선택하였다.

채택된 배출부는 홈 롤러방식으로 롤러 외곽에 홈이 파여져 있어 그 열림정도와 롤러의 회전속도에

따라 배출량을 조절하는 형태이며 적재부와 배출부가 일체형으로 되어 있다. 홈의 최소열림은 3mm이고 최대열림은 19mm로 조절기에 의해 매 회전마다 2mm씩 열림정도를 조절할 수 있다.

홈롤러 배출장치는 입제가 홈에 들어간 상태로 회전한 다음 일정한 위치에서 중력에 의해 낙하되는 원리로 입제를 배출한다. 롤러홈에 대한 입제의 충만율은 보통 0.7~0.9로서 배출량은 홈 열림정도와 롤러의 회전속도에 따라 변하게 한다.

선택된 홈롤러 배출장치의 입제 배출특성을 실험적으로 구명하기 위하여 동부화학의 복합비료 21-17-17(산물밀도 0.89, 평균입경 1.26mm, 입경표준편차 1.27mm, 입경 변이계수 1.00), 삼성화학의 요소비료(산물밀도 0.79, 평균입경 1.25mm, 입경표준편차 1.27mm, 입경 변이계수 1.04), 삼공화학의 아이비(산물밀도 0.88, 평균입경 0.39mm, 입경표준편차 1.36mm, 입경 변이계수 3.49)입제를 사용하였다. 선택된 입제는 현재 수도작의 시비·방제에 많이 사용되고 있으며 비중과 입경분포가 수도작에 사용되는 대다수의 입상비료 및 입상농약에 대한 비중과 입경분포와 유사하였다.

홈 롤러장치의 배출특성 구명을 위한 실험장치 구성은 그림 1과 같다. 그림에서 보는 바와 같이 실험장치는 입제 적재부와 배출부 1조, 감속기, 속도가변모터, 속도 조절기로 구성되어 있다. 홈 열림정도는 3mm~19mm 범위에서 2mm씩 증가시키고, 롤러 회

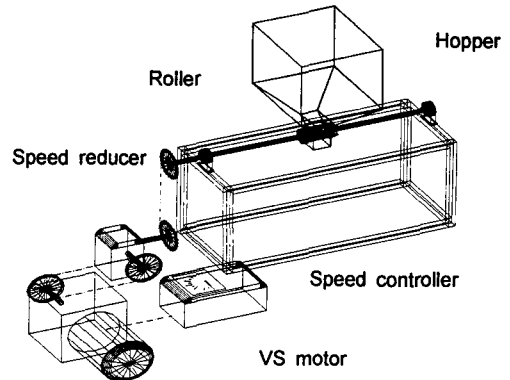


Fig. 1 The experimental setup for measurement of the metering device.

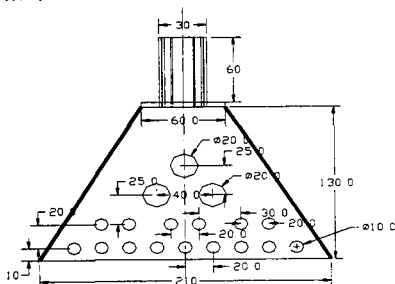
전속도를 0.5rps~3.5rps 범위에서 0.5rps씩 증가시키면서 배출량을 측정하여 입체배출 특성곡선을 구하였다.

다. 분두선정

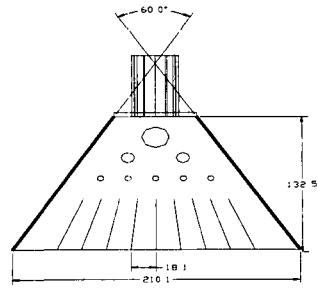
분두는 배출관 끝부분에 연결되어 입체를 균등하게 살포하는 장치로서 그 살포패턴은 분두의 형상과 크기에 따라 변하게 된다. 또한 분두는 살포의 균일성을 얻기 위하여 분두내에 배출되는 입체의 운동방향을 바꿀 수 있는 디플렉터를 배치하고 있다.

본 연구에서는 기존 연구결과에 기초하여 송풍식 입체살포기의 분두로서 3가지 형태의 5가지 모형의 분두형태를 설계·제작하고 살포패턴 실험을 수행함으로써 송풍식 입체살포기에 적합한 분두를 선정하였다. 분두선정의 기준은 살포폭의 크기와 살포폭 내에서의 살포균일성에 의거하였다.

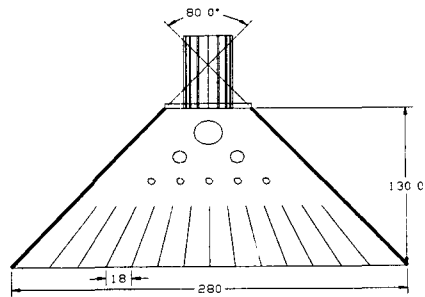
그림 2는 제작된 분두의 형상과 크기를 보여주고 있다. 분두 A는 여러 개의 디플렉터가 분두내에 배치되어 입자가 디플렉터에 부딪혀 임의의 방향으로 되튀어 나가는 현상을 이용한 것이다. 분두 B는 디플렉터와 입자배출 가이드가 배치되어 디플렉터에 의해 흩어진 입자를 입자배출 가이드로 안내함으로써 입자에 운동방향을 제한한다. 분두 C, D는 분두 B와 형태는 같으나 분두각의 증가에 따른 살포폭의 변화를 보기 위하여 제작되었다. 분두 B, C, D의 분두각은 각각 60°, 80°, 100°로 설정하였다. 분두 E는 입체-공기 이송관 끝단에 3개의 디플렉터를 배치한 단순한 형태로써 디플렉터에 부딪힌 입체의 임의적인 방향성만을 이용하여 살포균일성을 얻고자 선택되었다.



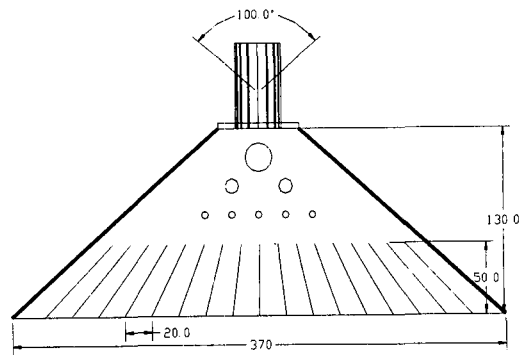
Type A: narrow diffuser angle with deflector.



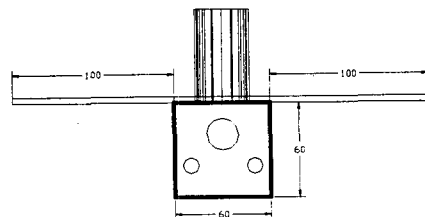
Type B: narrow diffuser angle(60°) with deflector and baffle plate.



Type C: medium diffuser angle(80°) with deflector and baffle plate.



Type D: wide diffuser angle (100°) with deflector and baffle plate.



Type E: wide diffuser angle(180°) with deflector.

Fig. 2 The various diffuser types used in the study(unit : mm).

분두의 살포패턴을 구하기 위한 실험장치를 그림 3에 도시하였다. 실험장치는 분두장착대, 높이조절대, 송풍기, 수집장치, 차단판으로 구성되었다. 분두장착대는 5cm 간격으로 높이를 조절할 수 있도록 하였다. 살포된 입체의 수집장치는 길이 2m, 직경 7cm인 PVC관을 2등분하여 제작하였으며 2m×4m의 면적에 13cm 간격으로 배치하였다. 살포된 입체가 PVC면에 부딪쳐 튀어나오거나 밖에서 안으로 튀어들어가는 것을 막기 위하여 20cm 높이의 차단판을 설치하였다.

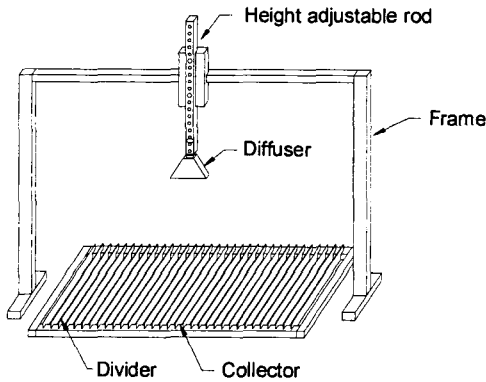


Fig. 3 The patternator used in the distribution pattern experiment.

분두 살포패턴 실험요인으로 분두각, 살포높이, 공기속도를 선택하였으며 실험수준을 표 2와 같이 설정하였다. 실험입재로는 복합비료와 입제농약을 선택하였다. 송풍속도는 12m/sec 이상으로 하였으며, 살포높이는 생육중인 벼의 크기와 살포기 높이를 고려하여 60cm~100cm 사이에서 20cm 간격으로 설정하였다. 문헌에 따르면, 입체를 이송하기 위한 최소 공기속도에서 파이프내 공기흐름은 난류로 나타나, 본 연구에서 송풍속도는 이송관 마지막 부분, 분두 연결점에서 유속측정기(TSI, Model 8355)를 이용하여 공기속도를 측정하였다. 분두의 출구 끝에서의 공기속도 분포는 거의 일정하게 나타나 분두내 배출공기 분포의 편중 현상은 없는 것으로 판단하였다.

Table 2 Experimental factors for the distribution pattern

Factor	Diffuser angle(deg)	Distribution height(cm)	Air velocity(m/sec)
Range	60~100	60~100	12-16, 30-32 (for fertilizer) 12-16, 26-28 (for pesticide)
Step	20	20	-
Level	3	3	2
Replication	2	2	2

라. 적정살포조건

송풍식 입제살포기의 작업살포폭과 살포균일도는 분두의 형상과 크기 외에 분두 간격과 살포높이, 송풍속도 등 살포조건에 따라 변하게 된다. 따라서 본 연구에서는 분두살포패턴 실험결과를 기초자료로 하여 분두간격과 살포높이, 송풍속도의 변화에 따른 살포 균일도를 시뮬레이션 하였다.

살포균일도 시뮬레이션에서 살포높이는 3수준(60, 80, 100cm)로 하였고 송풍속도는 비료(12~16m/sec, 30~32m/sec)와 농약(12~16m/sec, 26~28m/sec)에 대해 각 2수준으로 설정하였으며, 분두간격은 13cm~195cm 범위에서 13cm씩(입제 수집장치 배치 간격) 증가시키면서 살포균일도의 변화를 산정하였다. 시뮬레이션 도구로 MS Excel 7.0을 이용하였으며 살포균일도는 변이계수 CV(Coefficient of variation)로 나타내었다.

살포된 입체의 살포균일도 산정기준으로 사용된 변이계수(CV)는 각 입제수집장치에 모아진 입체무게의 표준편차를 평균으로 나누어 구하였다.

4. 결과 및 고찰

가. 입제 배출장치의 배출특성

본 실험은 송풍식 입제살포기의 배출부로 채택된 홈 톨러 장치의 입제 배출특성을 구명함으로써 입제의 살포요구량을 얻을 수 있는 홈 열림정도와 톨러 회전속도를 결정하고자 수행되었다.

그림 4와 그림 5는 각각 복합비료와 요소비료에 대한 배출량 특성실험의 결과를 보여주고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 배출장치의 홈 열림정도를 증가시키에 따라 입제 배출량이 거의 직선적으로 증가함을 알 수 있다. 수도작에 사용되는 주요비료의 살포요구량을 약 분두당 22.2g/sec~25.4g/sec (350kg/ha~400kg/ha, 분두간격 1m)로 볼 때 본 연구에서 채택된 홈 톨러 배출장치는 대략 1.5rps 이상의 톨러 회전속도와 9mm 이상의 홈 열림정도에서 살포요구량을 얻을 수 있는 것으로 나타났다.

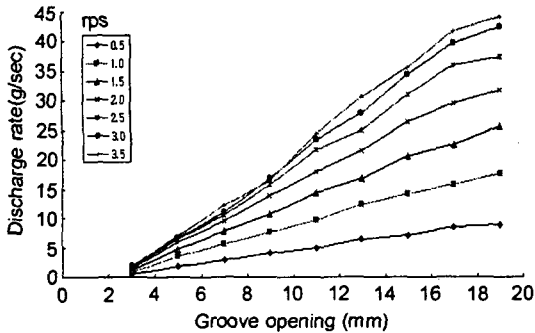


Fig. 4 Discharge rates at various roller speeds and groove openings(DongBu 21-17-17 Fertilizer).

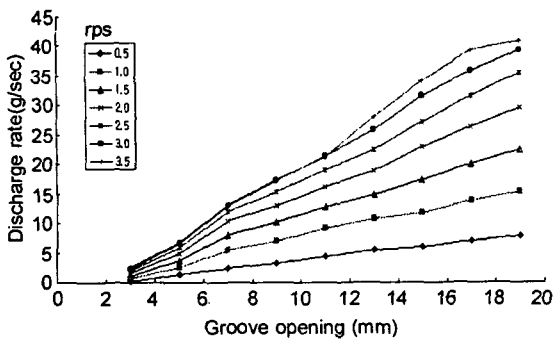


Fig. 5 Discharge rates at various roller speeds and groove openings (SamSung Urea Fertilizer).

그림 6은 입제농약에 대한 배출량 특성실험의 결과를 보여주고 있다. 농약입제에 대한 배출량 특성은 비료와 같이 홈 열림정도가 증가함에 따라 배출량은 직선적으로 증가하는 경향으로 나타나고 있으나 농약의 살포요구량을 분두당 1.9g/sec~2.5g/sec (30kg/ha~40kg/ha, 분두간격 1m)로 볼 때 대략 0.25rps의 톨러 회전속도와 9mm 이상의 홈 열림정도에서 살포요구량을 얻을 수 있는 것으로 나타났다.

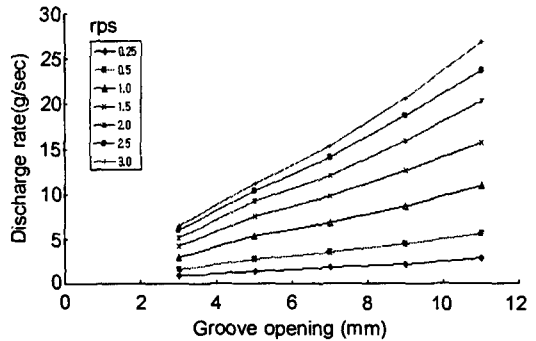


Fig. 6 Discharge rates at various roller speeds and groove openings (SamKong Ivi Pesticide).

그림 7은 톨러의 회전속도 증가에 따른 홈 톨러 배출장치의 입제배출량 특성을 보여주고 있다. 톨러의 회전속도가 증가함에 따라 입제의 배출량은 비례하여 증가하였으나 회전속도가 3.0rps 이상이 될 때 입제배출량이 감소하는 현상이 나타났다. 이러

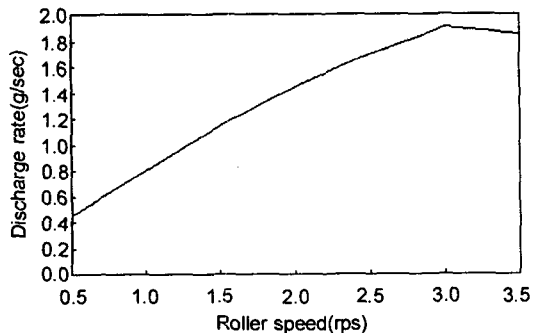


Fig. 7 An example indicating the reduction of the filling ratio with increasing the roller speed.

한 현상은 축이 빠른 속도로 회전하면 입제가 흠에 충분히 채워지지 않은 상태로 회전하기 때문인 것으로 판단되었다. 따라서, 배출장치의 회전속도는 3.0 rps 이하로 하는 것이 바람직하다.

나. 분두선정

본 연구에서는 분두선정의 기준으로 살포폭의 크기와 살포폭 내에서의 살포균일성을 사용하였다. 따라서 살포된 입제가 넓고 균일하게 분포되는 분두를 본 연구의 최종살포장치로 선정하고자 하였다. 그림 2에 제시된 5가지 형태의 분두에 대하여 공기속도, 살포높이를 달리하면서 측정한 살포패턴을 그림 8~그림 12에 나타내었다. 그림에서 횡축은 분두 중심으로부터의 거리를 나타내며 마이너스(-) 부호는 실험장치의 왼쪽을 의미한다. 종축은 각 입제수집장치에 수거된 입제의 양을 수거된 전체 입제의 양에 대한 백분율로 나타낸 것이다.

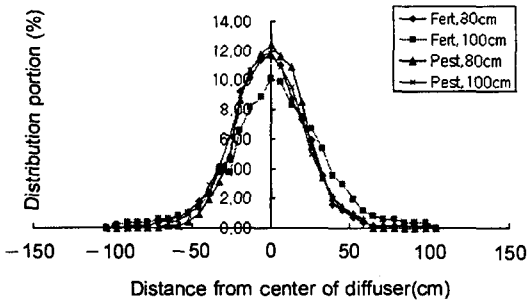


Fig. 8 The distribution patterns of diffuser A.

그림 8은 분두 A에 대한 분두살포패턴 실험의 결과를 보여주고 있다. 공기속도 12m/sec ~ 16m/sec에서의 살포패턴이며 공기속도 변화에 의한 분두살포패턴의 차이는 거의 없는 것으로 관찰되어 그림에는 나타내지 않았다. A분두의 입제살포패턴은 전체적으로 살포중심부에 입제의 양이 집중되어 있는 종모양으로 살포된 전체입제의 대부분이 좌우 40cm 이내에 집중되어 있다. 또한 입제가 분포되어 있는 폭이 매우 작으며 살포패턴 곡선의 기울기 또한 매우 가파르게 나타나 살포가 균일하지 않음을 보여주고

있다. 그림에서 알 수 있듯이 비료가 농약보다는 약간 넓게 분포되고 있으나 별 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 살포높이에 의한 살포패턴의 차이도 거의 나타나지 않았다.

그림 9는 분두 B의 살포패턴 실험의 결과를 보여주고 있다. 분두 A와 유사하게 살포높이 차이에 의한 분두살포패턴의 차이는 거의 없었으므로 그림에는 나타내지 않았다. 분두 B의 살포패턴은 전체적으로 살포중심에서 약간 떨어진 거리에서 최대 입제살포량이 나타나는 형태이지만 비료와 농약에 대하여 매우 다른 살포패턴을 보여주고 있다. 농약의 경우에는 살포된 입제의 대부분이 좌우 20cm 정도 이내에 집중되어 있는 반면 비료의 경우에는 좌우 40cm 정도까지 살포입제가 분포되어 있다. 분두 A에 비하여 살포폭이 크지 않은 것으로 보아 입제배출 가이드가 거의 기능을 발휘하지 못하는 것을 알 수 있다. 또한 공기속도 증가에 따른 살포폭의 증가나 살포폭내의 입제살포 균일도 향상은 거의 나타나지 않았다. 그러나 분두 B는 살포폭내에서 분두 A의 살포패턴에 비하여 입제의 살포균일도가 향상되는 것으로 나타났다.

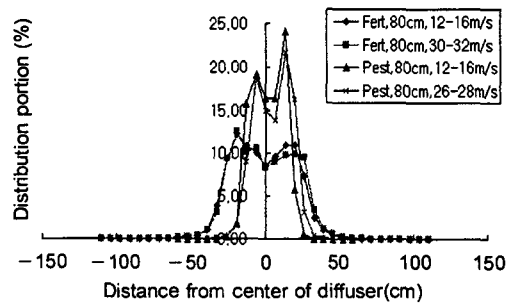


Fig. 9 The distribution patterns of diffuser B.

그림 10과 그림 11은 분두 C, D의 살포패턴 실험의 결과로써 분두 B의 살포패턴 실험의 결과와 함께 분두의 살포각 증가에 따른 입제살포패턴의 변화를 보여주고 있다. 분두 B, C, D의 살포패턴에서 공기속도 증가 및 살포높이 증가에 따른 입제살포패턴의 변화는 나타나지 않았다. 그러나 분두의 살포각이 60°, 80°, 100°로 증가함에 따라 입제의 살포폭이

점차 넓어져서 농약의 경우 20cm, 25cm, 35cm 정도로 증가하였으며 비료의 경우 40cm, 60cm, 80cm 정도로 증가하였다. 또한 살포패턴이 점차 평탄해지는 경향을 보이고 있어 살포폭내 살포균일도가 향상되는 것을 보여주고 있다.

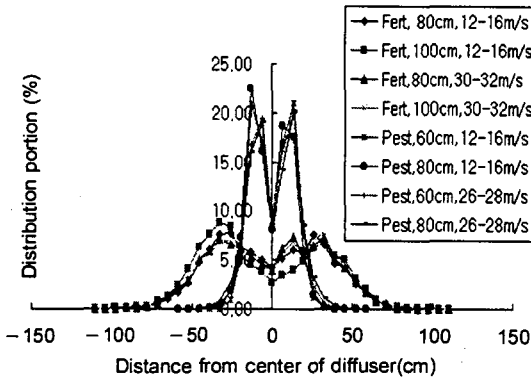


Fig. 10 The distribution patterns of diffuser C.

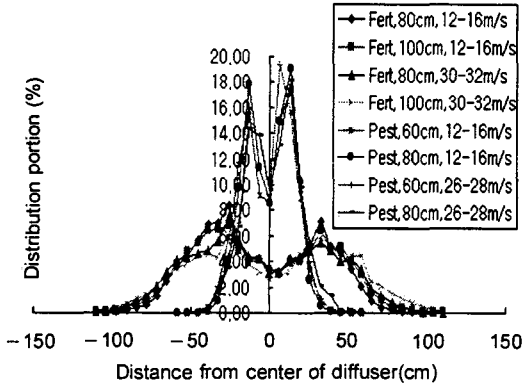


Fig. 11 The distribution patterns of diffuser D.

그림 12는 분두 E에 대한 비료와 농약의 살포패턴을 보여주고 있다. 분두 E의 입체살포패턴은 다른 분두의 입체 살포패턴에 비하여 매우 향상된 살포폭과 살포균일도를 보여주고 있다. 분두 E를 이용한 입체살포의 경우 살포높이 증가에 따른 살포패턴의 변화는 거의 없었으나 공기속도가 증가함에 따라 비료와 농약의 살포패턴이 매우 평탄해 졌으며 비료의 경우에는 긴 타원형의 살포패턴을 나타내었다. 살포폭에 있어서 농약의 경우 좌우 45cm 정도까지 분

포하고 있으며 비료의 경우에는 좌우 100cm정도까지 넓게 분포하고 있다.

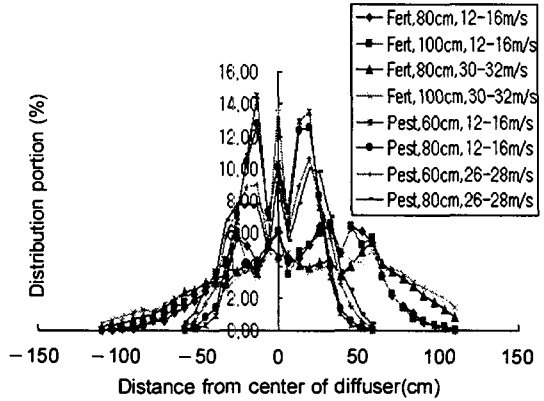


Fig. 12 The distribution patterns of diffuser E.

살포중심부에 입체의 양이 집중되어 있는 살포형태는 중첩살포를 통하여 살포균일도를 높일 수 있으나 분두 하나가 담당하는 살포폭이 작은 단점이 있다. 그러나, 살포중심부에 균일하게 살포된 부분이 존재하는 형태는 분두의 중첩살포에 의해 입체살포 균일도를 향상시키기 용이하다. 이에 따라 본 연구에서는 송풍식 입체살포기의 최종 배출장치로서 입체-공기 이송관 끝단에 3개의 디플렉터를 배치한 단순한 형태의 분두 E가 적절할 것으로 판단하였다.

다. 적정살포조건 결정

분두 살포패턴 실험결과에 기초하여 분두간격과 살포높이, 송풍속도의 변화에 따른 살포균일도를 시뮬레이션 함으로써 봄상에 적은 수의 분두를 장착하면서 균일살포를 얻을 수 있는 적정 살포조건을 구하고자 하였다. 살포균일도는 CV로 산정하였고 CV가 15% 이하인 경우를 균일한 살포로 판단하였으며 이때의 입체 살포높이, 송풍속도, 분두간 거리를 적정살포조건으로 정하였다.

분두살포패턴 실험의 결과로부터 살포된 입체가 비교적 넓은 폭으로 분포한 분두 C, D, E를 대상으로 시뮬레이션을 수행하였으며 그 결과를 그림 13~그림 15에 나타내었다.

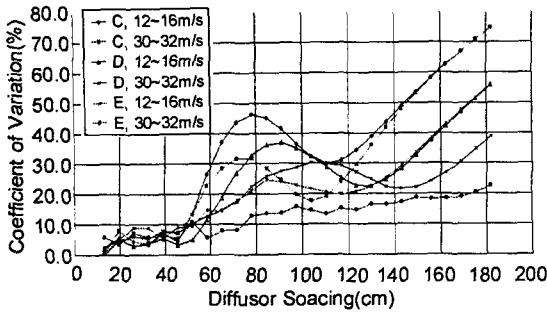


Fig. 13 The effect of diffuser angle on the CV of application pattern at the selected air velocities and distribution height of 1m for diffuser type C, D, E(DongBu 21-17-17 Fertilizer).

그림 13은 C, D, E분두에 대한 시뮬레이션 결과를 나타낸 것이다. 그림에서 분두간 거리가 증가함에 따라 C, D분두의 살포균일도는 급격히 나빠지지만 E분두의 경우에는 여전히 우수한 균일도를 나타낼 수 있다. 이는 분두 C, D의 살포패턴은 살포 중심에서 약간 떨어진 곳에서 입제 살포량이 최대가 되는 형태로서 중첩에 의한 살포균일도 향상이 어렵고 공기속도 변화에 따른 살포균일도의 변화가 심하기 때문인 것으로 판단되었다.

그림 14은 분두 E에 있어서, 살포높이와 공기속도의 변화가 살포균일도에 미치는 영향을 나타내고 보여주고 있다. 분두 E의 살포패턴은 분두간격을 변화시키에 따라 살포높이 보다는 입제의 송풍속도에 더욱 민감한 것으로 나타났다. 분두간격 1.2m까지는 CV가 대부분 20% 이하로 나타났으며 공기속도를 2배로 증가했을 때 살포균일도가 향상되었다. 공기속도가 30~32m/sec 일 때 분두간격이 1.0m까지 증가하여도 CV 15%이하의 높은 입제살포 균일도를 얻을 수 있었다.

그림 15은 농약에 대한 분두 E의 살포균일도 시뮬레이션 결과이며 비료의 경우와 같이 송풍속도에 민감하게 살포균일도가 변하는 것을 볼 수 있다. 그러나 농약의 경우에는 공기속도 12~16m/s일 때 분두간격이 0.5m를 넘어면서 살포균일도가 급격히 나빠졌다. 공기속도를 26~28m/s으로 증가시켰을 경우에는 분두간격이 0.8m 이상이 되면 CV가 높아져 균일한

입제농약의 살포가 어려운 것으로 나타났다.

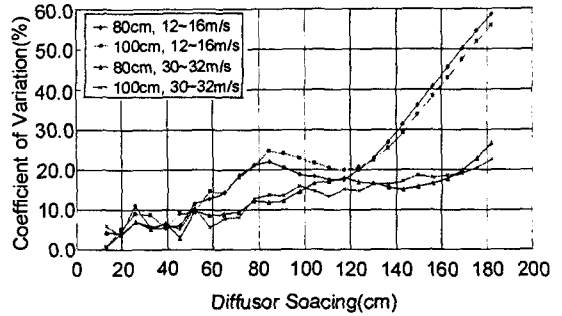


Fig. 14 The effect of height and air velocity on the CV of application pattern for diffuser type E(DongBu 21-17-17 Fertilizer).

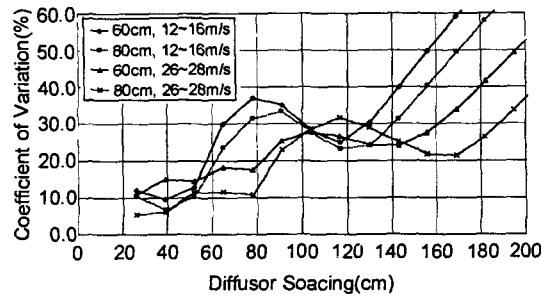


Fig. 15 The effect of height and air velocity on the CV of application pattern for diffuser type E(SamKong Ivi, Pesticide).

시뮬레이션 결과에 기초할 때 송풍식 입제살포기의 적정 살포조건은 분두 E를 봄상에 배치하며, 비료 살포시 공기속도를 30~32m/s, 분두간격을 1.0m 이하, 살포높이를 0.8m 이상으로 정하고, 농약살포시에는 공기속도를 26~28m/s, 분두간격을 0.8m, 살포높이를 0.8m로 하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.

5. 결 론

본 연구에서는 노동소요시간 및 경비를 절감하고

시비·방제등 수도작 관리작업의 효율증대를 위하여 기존 송풍이앙기의 부착용 작업기로서 송풍식 입제살포기를 개발하고자 하였다. 이를 위한 기초 연구로서 송풍식 입제살포기에 채택된 입제 배출부의 배출특성이 구명되었으며, 분두의 형태와 크기, 분상의 배치간격, 살포높이 등, 송풍식 입제살포기의 최적살포조건을 결정하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 송풍식 입제살포기의 배출부로 채택된 홈 롤러 배출장치에 대해 입제의 살포요구량을 얻을 수 있는 홈 열림정도와 롤러 회전속도를 결정하였다. 입상비료에 대하여 롤러 홈 열림정도와 축속도를 13mm~15mm와 2.0rps로 결정하였으며 입상농약에 대하여 9mm~11mm와 0.25rps로 결정하였다.

2. 송풍식 입제살포기에 채택 가능한 분두형태로서 5가지의 분두가 제작되었고 각 분두의 살포패턴을 구명하였으며 그 결과 넓은 살포폭과 균일살포도를 얻을 수 있는 분두를 송풍식 입제살포기의 적정 분두로 선정하였다.

3. 분두살포패턴 실험결과를 기초로 분두간격과 살포높이, 송풍속도의 변화에 따른 살포균일도를 시뮬레이션 함으로써 적정 살포조건을 구하였다. 그에 따라 입상비료에 대하여 분두간격 1.0m, 살포높이 0.8m, 송풍속도 30~32m/s를, 입상농약에 대하여 분두간격 0.8m, 살포높이 0.8m, 송풍속도 26~28m/s를 적정 살포조건으로 결정하였다.

참 고 문 헌

1. Azimi, A. H. et al. 1985. Nozzle spray distribution for pesticide application. Trans. of ASAE 28(5): 1410-1414.
2. Bode, L. E., S. L. Pearson. 1985. Equipment and calibration: Granular applicators. Circular No. 1240. Cooperative Extension Service, College of Agriculture, University of Illinois, Urbana.
3. Corley, T. E. 1964. Performance of granular herbicide applicators for weed control in cotton. Trans. of ASAE 7(4):391-395.
4. Erbach, D. C., W. G. Lovely, C. W. Bockhop. 1976. Granule distribution uniformity. Trans. of ASAE 19:823-826.
5. Kepener, R. A. et al. 1972. Principles of farm machinery. The AVI publishing company, inc.
6. Shimonasako, Hiroshi. 1990. Adjusting method of discharging rate for roll type fertilizer applicator with groove. Jour. Jap. Soc. Agri. Eng. 52(6):45-52.
7. Srivastava, A. K. et al. 1993. Engineering principles of agricultural machines. USA, ASAE publisher.
8. Whitney, R. W., L. O. Roth, D. K. Kuhlman. 1987. Performance of selected granular collectors. Trans. of ASAE 30(2):338-342.