

## 입제 비료살포기의 유채 파종 적용성 분석

이충근 최 용 전현종 이채식 김영주 이승규 오상훈

### Adaptability Analysis of Granule Fertilizer Applicator for Rapeseed Broadcasting

C. K. Lee Y. Choi H. J. Jun C. S. Lee Y. J. Kim S. K. Lee S. H. Oh

#### Abstract

This study was carried out to test feasibility of a granule fertilizer applicator for rapeseed seeding in paddy fields. The metering plate of a conventional applicator was modified for rapeseed seeding. The modified plate had new three seeding openings with total area of 342 mm<sup>2</sup>. Average target discharging rates ranged from 6.3 to 21.0 g/s and correlated with opening areas. Application patterns of the rapeseed seeding showed M-shape. The coefficients of variation of the application showed 70.5% at 0.99 m/s of forwarding speed and 14.3 g/s of a discharge rate, and 77.7% at 1.72 m/s of a forwarding speed and 8.23 g/s of a discharge rate. The coefficients of variation in the direction of transverse of the tractor ranged from 7.3 to 47.7%. In rapeseed seeding tests using the applicator, seed damages rates were less than 15% due to the agitator, the seed hopper and the seeding plate break. Therefore, improvements of the applicator blow heads and seeding equipments were required in order to apply rapeseed efficiently.

**Keywords :** Rapeseed seeder, Uniformity, Granule applicator, Paddy field

#### 1. 서론

국내에서 재배되고 있는 바이오디젤 원료인 유채는 동계 작물로서 벼 수확 후에 논에 파종하여 이듬해 6월에 수확하는 작물이다. 따라서 벼 수확 후 바로 유채를 파종해야만 월동에 필요한 최소한의 엽수를 확보하여 동해를 입지 않고 이듬해 안정적인 유채 수확을 할 수 있으며, 후작 작물인 벼 재배에 문제가 없는 작부체계를 유지할 수 있다. 따라서 바이오디젤 원료용 유채의 지속적인 생산과 유채 재배의 단지화 및 재배면적 확대를 위해서는 유채 기계 파종 기술의 도입이 필수적이다.

바이오디젤 원료용 유채를 많이 재배하고 있는 독일에서의 유채 파종(Stephan, 2006)은 주로 트랙터 부착형 공기식 대형 파종기를 이용하여 기계 파종 작업을 하고 있으며, 점파 파종

시스템 구성은 강력한 공기를 발생하는 송풍기, 일정한 종자를 연속적으로 공급하는 배종장치, 흙을 일정한 깊이로 갈라 주고 덮어주며 눌러주는 작조, 복토, 진압장치 등으로 구성되어 있다. 파종원리는 흡인공기를 이용하여 배종관에 종자를 흡인하고 지면 가까이에서 종자를 배출하는 방식이다. 그러나 이러한 기계들은 밭 포장을 대상으로 조방농업에 맞도록 대형으로 개발되어 이용되고 있어 우리나라의 논 포장의 구획 크기 및 토성 등을 고려할 때 논 유채 재배에 그대로 적용하기에는 적합하지 않으며, 기계 가격이 고가여서 농가들이 구입해서 이용하기에는 한계가 있다. 파종량은 250~350 g/10a이며, 파종 깊이는 1~1.5 cm, 주간은 약 10 cm, 조간은 약 20 cm 정도였다(Lee, 2007a).

우리나라와 농업환경이 비슷한 일본에서의 유채 파종은 주로 구멍롤러 및 흙 롤러를 이용하여 배종하는 조파 방식의

This study was supported in part by the Development Program for Agriculture and Forestry, Ministry of Agriculture and Forestry, Republic of Korea. The article was submitted for publication on 2008-09-01, reviewed on 2008-10-15, and approved for publication by editorial board of KSAM on 2009-01-05. The authors are Chung Keun Lee, Yong Choi, Hyun Jong Jun, Chae Sik Lee, Agricultural Researcher, National Academy of Agricultural Science, RDA, Young Joo Kim, Researcher, KSAM member, Research Institute for Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seung-Kyu Lee, Professor, Dept. of Biological Systems Engineering, Gyeongsang National University, Sang-Hoon Oh, Asia technology Co. Ltd. Corresponding author: C. K. Lee, Agricultural Researcher, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon, Korea; Tel: +82-31-290-0159; E-mail: <cklee@rda.go.kr>.

과중기를 이용한 기계과중 작업을 실시하고 있다. 이러한 과중방법은 일정한 깊이로 골을 내어 정밀하게 과중하는 것을 특징으로 하고 있기 때문에 부드러운 토성에 적합하다. 그러나 우리나라 토성은 점질성이 높아 쇄토상태가 좋지 않을 뿐만 아니라 일부는 돌이 섞여 있고 토양 수분이 높으면 과중장치에 흙이 붙어 과중작업이 양호하게 이루어지지 않는다(Ken, 2006; Shibuya, 2006). 과중량은 조파의 경우 300 g/10a 미만도 가능하다고 하였으며, 과중 깊이는 1~2 cm 정도가 좋다고 하였으며, 3 cm 이상이 되면 발아율이 저하된다고 하였다. 과중간격은 조파 시 조간은 15~70 cm 정도이고, 기계에 의한 중경제초를 위해서는 조간을 60 cm 이상으로 할 필요가 있다고 하였다(Lee, 2007b).

국내에서는 Joo 등(1986)이 벼 수확 후 유채 과중작업의 기계화를 위하여 경운기 후방 부착용 6조 맥류과중 겸용기로 경운, 과중, 배수구 설치, 휴팁 그리고 배토 작업을 동시에 수행할 수 있는 유채 과중기를 개발한 적이 있다. 이 과중기를 이용할 경우 관행작업보다 66%의 노력절감이 가능하다고 보고 하였다. 그러나 이 방법은 조파방식의 과중방법으로서 산파방식보다 노력이 많이 소요된다.

유채는 쌀보리 수준에도 미치지 못하는 낮은 경제성을 지닌 작물이기 때문에 가능한 한 유채 재배에 소요되는 기계비용을 최소로 하기 위해서는 관행의 과중기를 유채에 응용할 수 있는 기술 개발이 필요하다. 따라서 이러한 요건을 충족시키고 동시에 유채 재배 단지는 소면적 다포장 체제이기 때문에 포장간 이동성이 양호해야 하며, 벼 수확 후에 과중을 해야 하기 때문에 짚이나 자갈 등의 이물질이 있는 상황에서도 과중될 수 있어야 하며, 과중작업이 비교적 짧기 때문에 작업능률이 좋아야 한다. 또한, 유채를 수확한 후에는 벼를 재배해야 하므로 벼 이앙작업에 지장을 초래하지 않게 하며 수확량을 유지하기 위해 단위면적당 과중량을 800~1,000 g/10a으로 증가시켜 밀식재배를 권장하고 있으며, 배수성을 양호하게 해 주기 위해 배수로 작업을 해야 하는 특징을 지니고 있다.

본 연구의 목적은 현재 보급되고 있는 입체 비료, 펠렛, 유기질 비료 등을 살포할 수 있는 상용 입체 비료살포기를 이용한 유채 과중의 가능성을 검토하고 일부 배출장치를 개량 설계·제작하여 유채 과중 성능을 분석함에 있다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 공시 입체 비료살포기

일반 농가에서 유채를 재배할 경우 선호하는 유채 과중장치는 보리 과중장치와 같이 쉽고 단순하게 과중할 수 있는 장치, 유채·보리 등의 작물을 복합적으로 과중할 수 있는 장



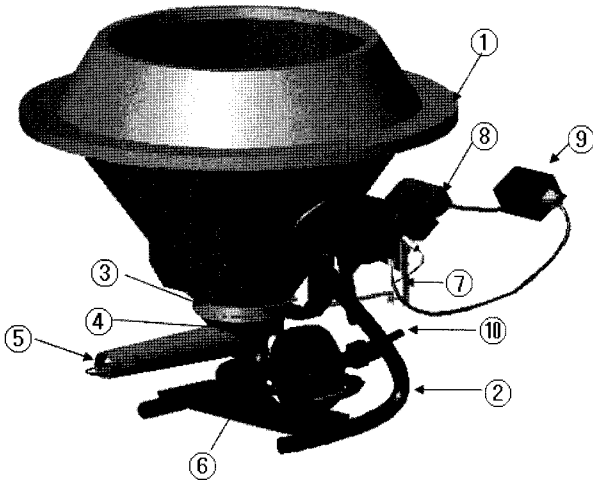
Fig. 1 View of a granule fertilizer applicator.

치, 기존의 과중장치를 개량 활용할 수 있는 장치, 그리고 재배 면적의 집단화에 대비한 트랙터 중심의 작업체계에 부합하는 과중장치이다(Lee, 2007c). 본 연구에서는 재배 면적의 집단화 작업에 적합한 트랙터 부착형 입체 비료살포기(PS-400, ASIA Technology Co. Ltd., Korea)를 선정하였다. 선정된 비료살포기의 호퍼용량은 200 L이며, 살포폭은 7 m, 배출량은 16단계로 조절이 가능하다. 그림 1은 선정된 입체 비료살포기로서 트랙터 후방에 장착된 모습이다.

### 나. 살포장치 구성 및 작동

그림 2는 입체 비료를 살포 할 수 있는 비료살포기로서 비료를 담을 수 있는 호퍼(1), 호퍼를 전체적으로 고정하면서 살포기를 트랙터에 탈·부착이 가능하도록 제작된 프레임 착탈부(2), 비료를 균일하게 일정량 배출해 주는 상부 배출판과 하부 배출판(3), 배출판을 통과한 비료가 외부로 낙립되지 않고 비료를 균일하게 포장에 살포해 주는 왕복동 붐까지 유도하는 요동동(4), 살포분두(5), PTO 동력을 받아 좌·우 왕복 운동하며 살포붐을 좌측으로 45°, 우측으로 45° 움직여 주게 하는 동력전달부(6), 비료 살포량을 작업자의 요구량에 맞게 조절하여 배출판을 자유자재로 조절이 가능한 작동레버(7), 작동레버를 동작시켜주는 직류모터(8), 직류모터를 제어해주는 제어부(9) 등으로 구성되어 있다.

비료 살포 원리는 작업자가 제어부의 배출량 조절단수를 목표량에 설정하면 직류모터의 신호로 작동 레버를 작동시켜 배출판을 열리게 하여 목표 배출구멍이 열리도록 설정한다. 설정된 배출구멍을 통해 비료는 자유낙하하게 되며, 자유낙하 된 비료는 트랙터 PTO축으로부터 동력을 전달받은 요동동이 좌우측으로 회전하는 원심력을 받게 되어 살포분두를 통해 외부로 살포된다.



- ① Hopper                      ② Frame                      ③ Seeding plate
- ④ Spout                      ⑤ Blow head
- ⑥ Power transmission equipments
- ⑦ Driving lever              ⑧ DC motor
- ⑨ Controller                ⑩ PTO

Fig. 2 The schematic of a granule fertilizer.

다. 배출판의 개량 설계 및 제작

Lee 등(2007c)은 기존의 비료살포기를 승용관리기(CFM-1200, ASIA Technology Co., Korea)에 부착하여 유체 파종 적용성 시험을 실시하였다. 그러나 유체 종자의 입경이 작아 그림 3과 같은 입체 비료용인 기존의 배출판을 사용했을 경우 눈 유체 재배의 권장 배종량보다 많이 배종되어 배출구멍의 크기를 개량해야 할 것으로 판단되었다.

눈 유체 재배의 경우 일반적으로 목표 파종량이 800~1,000 g/10a를 권장하고 있으며 지역이나 포장상태 조건에 따라 600~1,200 g/10a로 파종량을 조절하는 경우도 있다(RDA, 1999). 표 1과 같이 작업속도를 1.5, 2.0, 2.5 m/s, 유효 살포 폭을 7 m, 목표 파종량 범위를 600~1,200 g/10a로 했을 경우 시간당 배종량은 6.3~21 g/s 범위였다. 그림 3과 같이 기존 입체 비료살포기는 배출구멍 하나의 크기가 3,587 mm<sup>2</sup>로써 유체 파종에 있어서 이 범위의 배종량을 얻기 위에는 부적합하다고 판단하였다. 따라서 그림 4와 같이 유체 종자의 파종을 위해 비료 배출판에 직사각형 배종구멍을 추가적으로 제작하였다. 기존의 배출구멍은 사용하지 않고, 새로 제작한 배종구멍만을 사용하여 유체 파종이 가능하도록 하였다. 배종구멍 하나의 크기를 114 mm<sup>2</sup>로 120° 간격으로 3곳에 배치하여 총 배종구멍 면적을 342 mm<sup>2</sup>로 제작하여 입경이 작은 유체 종자 파종기로 사용하는데 적합하도록 하였다. 유체 파종량 조절 단수는 완전 닫힘에서 완전 열림까지 4단계로 구성하였다. 상부 배종판은 고정된 상태에서 하부 배종판 열림량을 조절하여 유체의 배종량을 조절하였다. 배종단수 1단 일

Table 1 Discharge rate for rapeseed seeding at various target seeding rates

Target seeding rate, g/10a	Discharge rate, g/s		
	1.5 m/s	2.0 m/s	2.5 m/s
600	6.3	8.4	10.5
700	7.4	9.8	12.3
800	8.4	11.2	14.0
900	9.5	12.6	15.8
1,000	10.5	14.0	17.5
1,100	11.6	15.4	19.3
1,200	12.6	16.8	21.0

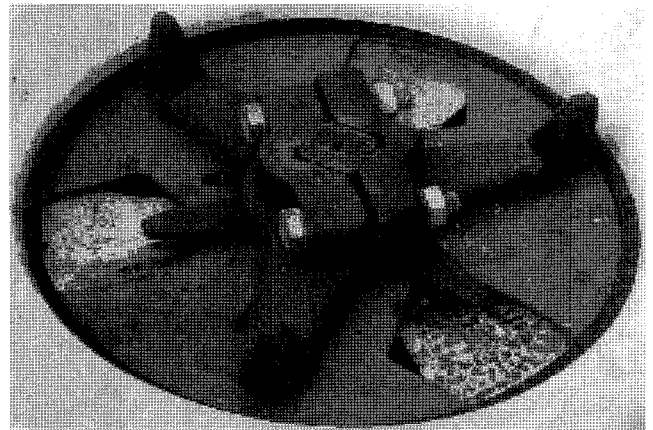


Fig. 3 A conventional granule discharging plate.

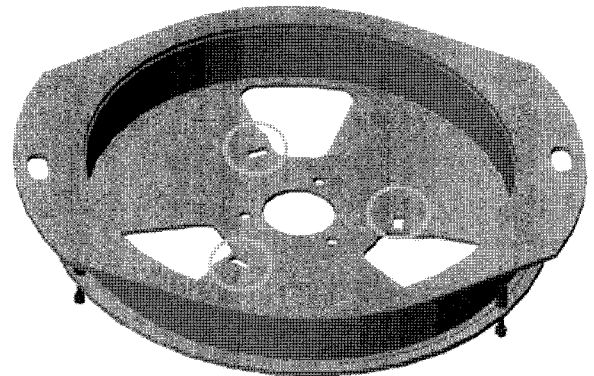


Fig. 4 A modified discharging plate.

때 배종구멍 면적은 86 mm<sup>2</sup>, 2단일 때 177 mm<sup>2</sup>, 3단일 때 243 mm<sup>2</sup>, 4단일 때 342 mm<sup>2</sup>였다.

라. 배종구멍 열림량에 따른 배종량 및 살포균등도 분석

1) 배종구멍에 따른 유체 종자 배종량 시험

새로 제작한 배종판을 비료살포기에 부착하여 트랙터 (5320, John Deere Co., USA)의 PTO에 연결하여 배종구멍

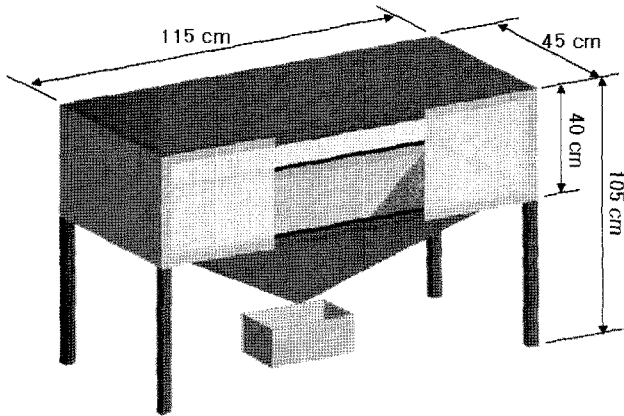


Fig. 5 A collecting hopper for discharging rate tests.

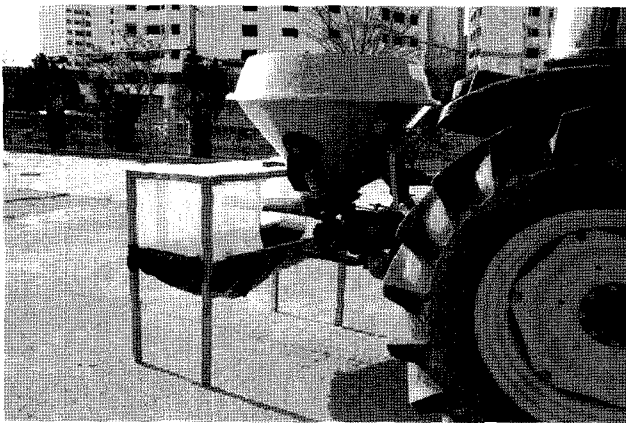


Fig. 6 A scene of seeding test.

열림량에 따른 배종량을 시험하였다. 공시재료는 1대 잡종인 선망으로서 바이오디젤 원료를 생산하기 위해 국내에서 재배되고 있는 종자이며 평균 직경이 1.83 mm, 함수율은 8.2%였다. 요동통이 고속으로 움직이기 때문에 그림 5와 같이 배종량 측정을 위해 유채 종자 수집장치를 가로, 세로, 높이를 각각 115 × 45 × 105 cm로 제작하였다. PTO 회전수를 300, 350, 400 rpm의 3수준과 배종구멍을 4단계별로 30초 동안 3회 반복하여 수집된 양의 평균을 구하여 시간당 배종량을 분석하였다. 시험순서는 종자통에 유채 종자를 20 kg 이상 투입한 후에 미리 설정된 트랙터 PTO 회전수가 되도록 엔진 회전수를 조정 후 배종구멍 단수별로 조절하여 30초 동안 살포되는 유채 종자를 수집하여 정밀저울(AX200, SHIMADZU Co., Japan)을 이용하여 무게를 측정하여 시간당 배종량을 분석하였다. 그림 6은 배종구멍과 PTO 회전수에 따른 배종량 측정 광경을 나타내고 있다.

## 2) 살포균등도 시험

기존 입체 비료살포기에 개량된 배종판을 설치하여 살포유형, 좌·우 살포량비, 중·횡방향의 살포균등도 그리고 종자 손상율 등의 파종 성능을 분석하였다. 유채 파종 시험은 비료살

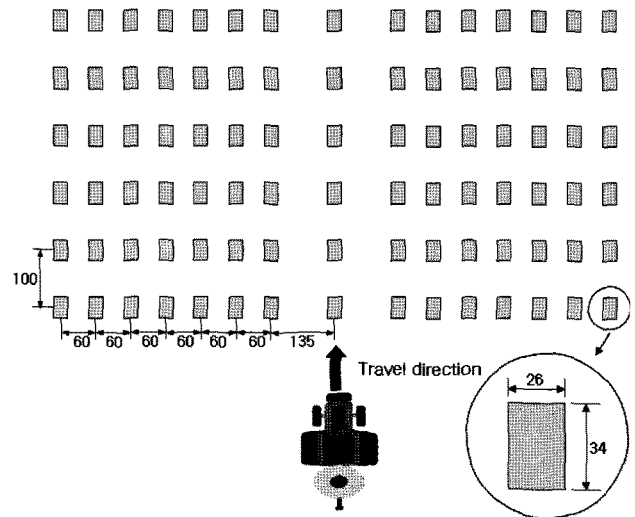


Fig. 7 Allocation of collection pan matrix in test (unit : cm).

포기를 트랙터에 장착한 후 PTO축과 살포기의 분도가 일직 선상을 유지하도록 하여 동적안정성을 확보하기 위해 살포높이를 85 cm로 하였으며, PTO 회전수는 비료살포기 권장 회전수인 400 rpm으로 설정한 후 작업속도별과 배종단수별로 파종성능을 측정하였다. 트랙터의 주변속과 부변속의 조합으로 얻을 수 있는 0.80, 0.99, 1.31, 1.72 m/s의 4단계의 작업속도에 따른 시간당 유채 배종량 8.2, 10.8, 14.3, 17.7 g/s의 4단계별로 3회 반복하여 살포균등도를 시험하였다. 그림 7은 입체살포기의 중·횡방향의 살포균등도를 분석하고자 수집통(pan)을 배치한 모습으로 비료살포기가 지나가는 중앙부분을 제외하고 살포폭 방향으로는 60 cm 간격과 기계 진행방향인 종방향 100 cm 간격으로 6열을 배치해 총 90개의 수집통을 배치하였다. 수집통은 플라스틱 용기로서 크기가 가로, 세로, 높이가 각각 34 × 26 × 20 cm였으며 유채 종자가 수집통의 바닥으로부터 튀어나가는 것을 방지하기 위해 수집통 바닥에 두께가 0.5 cm인 폴리에틸렌 재질의 완충재를 가로 32 cm, 세로 25 cm로 잘라 1장씩 넣었다. 파종 시험은 ASAE S341.3 (ASAE Standards, 2004)의 절차에 따라 수행하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 가. 배종량 분석

그림 8은 배종구멍 크기와 PTO 회전수별로 유채 종자의 시간당 배종량을 실험한 결과를 나타낸 것이다. 배종구멍 열림량 별로 시간당 배종량은 PTO 회전수에 관계없이 배종구멍 86, 177, 243, 342 mm<sup>2</sup>에서 각각 0.8, 7.4, 14.2, 21.1 g/s로 배종되는 것을 알 수 있었으며, 표 1에서 제시되었던 목표 배종량인 6.3~21 g/s 범위를 배종구멍의 열림량을 조절함으로써 유채 파종량의 조절이 가능하리라 판단된다. 그러나 작

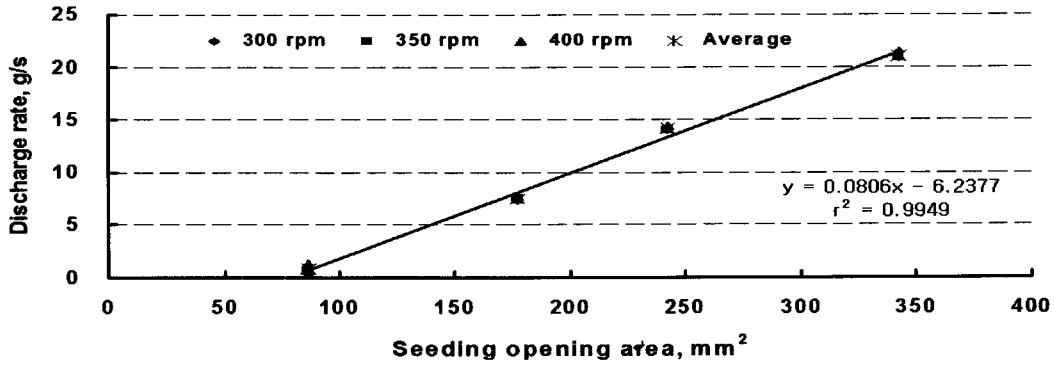


Fig. 8 Discharge rate by seeding opening area.

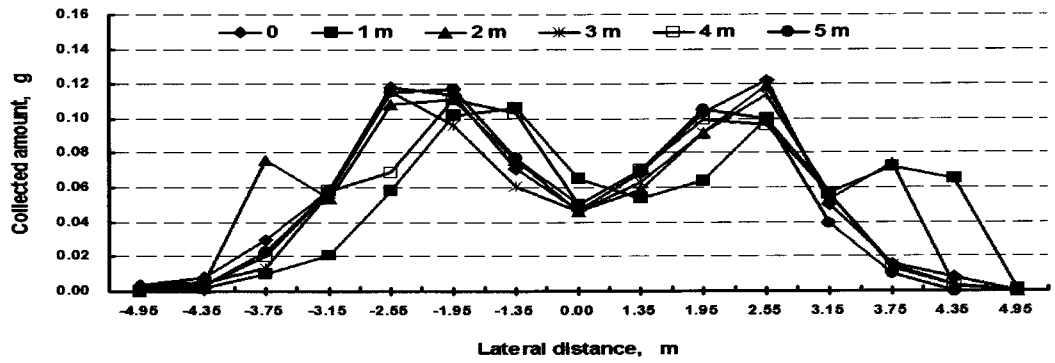


Fig. 9 Application patterns of lateral distance (discharge rate: 17.7 g/s, forward speed: 0.8 m/s).

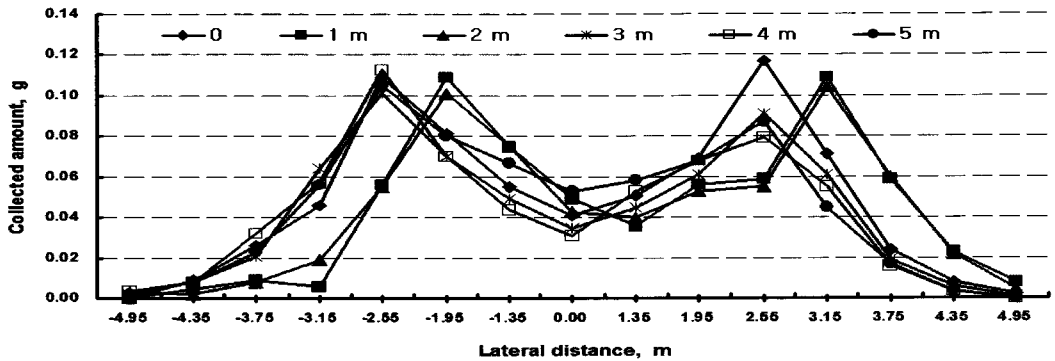


Fig. 10 Application patterns of lateral distance (discharge rate: 14.3 g/s, forward speed: 0.99 m/s).

업자의 목표 파종량과 작업속도 변화에 따른 능동적인 배종량 변화를 위해서는 배종구멍의 열림량의 조절 단수를 보다 세분화 하여 다양한 배종량을 얻어야 할 것으로 판단되었다. 배종구멍 열림량과 배종량과의 결정계수는 0.995로 매우 높은 상관관계를 보였으며, 배종구멍 면적과 시간당 배종량의 관계를 식 (1)로 나타낼 수 있었다.

$$Y = 0.0806X - 6.2377 \quad (1)$$

where, Y: discharge rate (g/s),  
X: seeding opening area (mm<sup>2</sup>)

#### 나. 살포균등도 분석

그림 9는 작업속도 0.8 m/s에서 배종량 17.7 g/s일 때, 그림 10은 작업속도 0.99 m/s에서 배종량 14.3 g/s일 때, 그림 11은 작업속도 1.31 m/s에서 시간당 배종량 10.8 g/s일 때, 그림 12는 작업속도 1.72 m/s에서 배종량 8.23 g/s일 때의 살포유형을 나타낸 것이다. 각 조건별로 살포유형이 M자 형태로서 입체 비료살포기가 지나가는 중앙부분에 살포되는 유체의 양이 적게 파종됨을 알 수 있었으며, 이는 살포장치부인 요동통과 살포분두의 영향으로 판단하였다. 따라서 기존의 입체 비

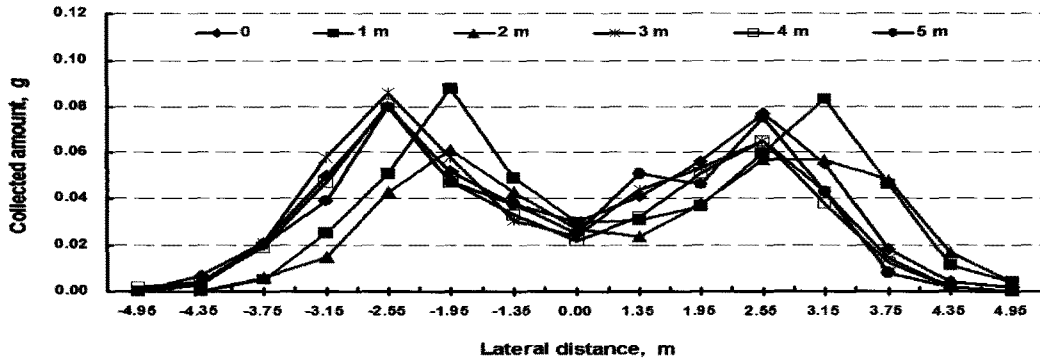


Fig. 11 Application patterns of lateral distance (discharge rate: 10.8 g/s, forward speed: 1.31 m/s).

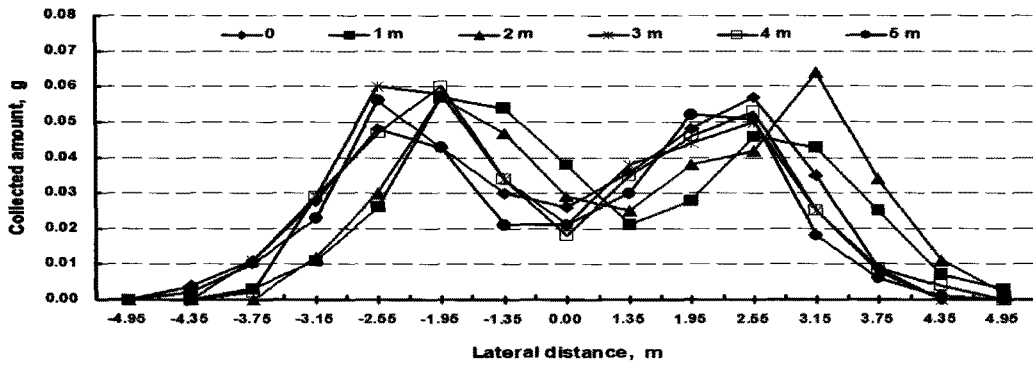


Fig. 12 Application patterns of lateral distance (discharge rate: 8.23 g/s, forward speed: 1.72 m/s).

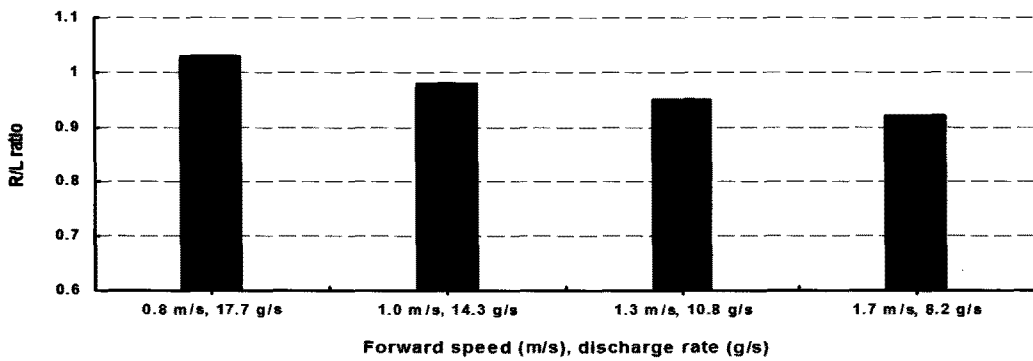


Fig. 13 R/L ratio by discharge rate and forward speed.

료살포기의 배중판만 개량 제작하여 유채 파종기로 사용하기에는 부적합하므로 요동통과 살포분두의 형상을 유채종자에 맞게 작게 개량하여 할 것으로 판단하였다.

국내의 경지정리가 된 논은 폭이 30 m, 40 m, 50 m, 100 m 이므로, 입제 비료살포기의 개량하여 유채파종기로 이용한다면 중첩률을 고려하여 유효 살포폭은 7m가 적절할 것으로 판단하였다. 이에 입제 비료살포기를 이용하여 유채를 살포 시험에서 살포폭 9.9 m 중에서 수집통의 배치에 따른 살포폭 6.3 m 구간에 대해서 60 cm 간격으로 중·횡방향의 살포균등도와 좌·우 살포량비를 분석하였다. 살포균등도는 변이계수

를 나타낸 것으로 작업속도 0.99 m/s와 배중량 7.4 g/s일 때, 변이계수가 70.5%로 가장 좋았고, 작업속도 1.72 m/s와 배중량 21.1 g/s일 때 77.7%의 살포균등도를 보였다. 그러나 작업속도와 시간당 배중량에 대해서 변이계수가 모두 70% 이상으로 유채 종자의 파종 균등도가 좋지 않음을 알 수 있었다. 또한 입제 비료살포기 종방향에 대한 살포균등도는 배치한 수집통에 따라 달랐으나 작업속도와 배중량에 따라 변이계수가 7.3~47.7%의 살포균등도를 보였다.

그림 13은 좌·우 살포량비를 나타낸 것으로 작업속도 1.72 m/s와 배중량이 8.2 g/s일 때 좌·우 살포량비가 0.92로 가장 낮은

값을 보였다. 그러나 작업속도와 배종량 조건별로 0.92~1.03 범위로 큰 차이가 없어 비교적 좌우 살포량은 정밀하게 분배되고 있는 것을 알 수 있었다.

#### 다. 개량 보완점

기존 입제 비료살포기를 이용하여 유체 파종 적용성 시험 결과, 앞에서 언급한 배종량 세분화 및 살포균등도 향상을 위한 개량 보완점 외에 2가지 개선해야 할 점이 발견되었다. 그림 14는 호퍼내의 비료 등을 교반시켜 주는 교반기를 구동해주는 구동축과 축을 고정해주는 하우징을 나타낸 것으로, 축과 하우징 사이에는 4.3 mm의 틈새를 유지하고 있는데 선망의 유체의 평균 직경이 1.83 mm로 매우 소립이기 때문에 이 틈새로 종자가 들어가 그림 15와 같이 손상되는 것을 알 수 있었으며 평균 종자 손상율은 15% 이하를 보였다. 따라서 본 연구에서는 간이적으로 축과 하우징의 틈새를 막아 시험을 실시하였으나 장기적으로 보았을 때 이 점이 개선되어야 할 것으로 판단되었다. 또한 비료살포기의 호퍼와 배종장치의 틈새, 상부 배종판과 하부 배종판 틈새로 유체 종자의 손실이 발생하여 이를 개선할 필요가 있었다.

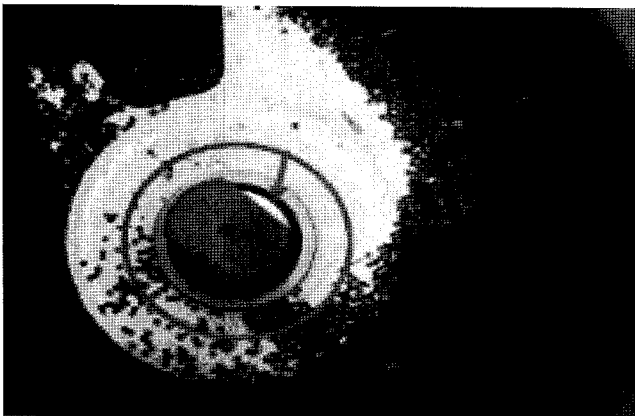


Fig. 14 Chink in the shaft of agitator.

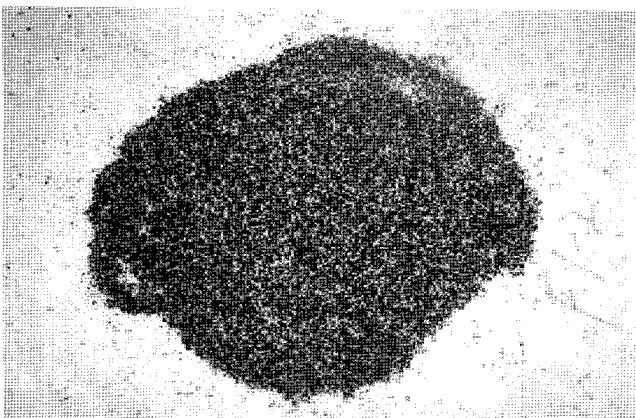


Fig. 15 View of damaged rapeseed.

## 4. 요약 및 결론

국내 보급되고 있는 기존 입제 비료살포기를 유체 파종에 적용할 수 있도록 배종장치의 일부분을 개량하여 배종량과 살포균등도를 분석하고, 실험을 통해 개선보완점을 아래와 같이 도출하였다.

- (1) 배종장치를 유체와 같은 소립종자도 효과적으로 배종할 수 있도록 사각형상의 배종구멍을 배종판 중심을 기준으로 120° 각도로 3곳에 추가적으로 설치를 하였다.
- (2) 배종구멍별로 평균 배종량은 0.8~21.1 g/s 범위를 보여 권장하는 목표 배종량을 만족시켰으며, 배종단수와 배종량과의 관계는 결정계수로 0.996의 매우 높은 상관관계를 보였다.
- (3) 살포균등도 분석에 있어서 살포 유형이 작업속도나 배종량에 관계없이 중앙부분에 파종되는 유체 양이 적은 M자형의 살포유형을 나타내었다.
- (4) 작업속도와 배종량에 따라 살포균등도는 작업속도 0.99 m/s 와 배종량이 7.4 g/s일 때 변이계수가 70.5%로 가장 좋았고, 작업속도 1.7 m/s와 배종량 21.1 g/s일 때 77.7%였다. 입제 비료살포기 진행방향의 살포균등도는 배치한 수집통에 따라 달랐으나 작업속도와 배종량에 따라 변이계수가 7.3~47.7% 범위를 보였다. 살포균등도의 향상을 위해서는 M자형 살포유형을 나타내는 원인 분석이 선행되어야 하며, 또한 살포장치부의 분두의 중심출구부 면적과 측면 출구부 면적의 크기를 유체의 파종에 맞게 개량해야 할 것으로 판단하였다.
- (5) 기존 입제 비료살포기를 이용한 유체 파종작업을 수행함에 있어 평균 종자 손상율이 15% 이하이므로, 교반기 축과 축을 고정하는 하우징 사이로 유체 종자가 들어가 손상되는 것을 개량 보완되어야 할 것으로 판단하였다. 또한, 호퍼와 배종장치 사이의 틈새와 상부 배종판과 하부 배종판 사이의 틈새로 유체종자의 손실이 발생하는 현상도 개량되어야 할 것으로 판단하였다.

### 참고 문헌

1. ASAE Standards. 2004. S341.3: Procedure for Measuring Distribution Uniformity and Calibrating Granular Broadcast Spreaders. ASABE, St. Joseph, MI, USA.
2. Joo, K. N., J. Y. Kim and S. G. Jeong. 1986. Development of a rapeseed seeder. Experiment and Research Report. Rural Development Administration (RDA), Suwon, Korea.
3. Ken, T. 2006. Production of rapeseed and biodiesel. Japanese

- Society of Agricultural Mechanization 68(3): 9-12. (In Japanese)
4. Lee, C. K. 2007a. The status of rapeseed cultivation machinery technology for biodiesel in korea. *Journal of Biosystems Engineering* 32(5):363-369. (In Korean)
  5. Lee, C. K. 2007b. The status of rapeseed cultivation machinery technology for biodiesel in japan. *Journal of Biosystems Engineering* 32(5):370-376. (In Korean)
  6. Lee, C. K. 2007c. The status of rapeseed cultivation machinery technology for biodiesel in germany. *Journal of Biosystems Engineering* 32(5):377-381. (In Korean)
  7. Rural Development Administration (RDA). 1999. *Standard Farming Manual*.
  8. Shibuya, Y. 2006. Systematization of mechanization production technology of rapeseed for agricultural energy use(I). *The Proceeding of the Japanese Society of Agricultural Mechanization*. pp. 76. (In Japanese)
  9. Stephan, F. 2006. A world wide review of the commercial production of biodiesel, a technological, economic and ecological investigation based on case studies. *Institut für Technologie und nachhaltiges Product Management, Vienna, Austria*.