

호밀생육과 토양에 미치는 궤도형 분뇨살포기의 영향

류 종 원

The Influence of Combine Crawler Attaching Slurry Spreader on Soil and Growth of Rye

Jong Won Ryoo

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effect of combine crawler attaching slurry spreader on soil and growth of rye. The performance test at actual field was conducted to test for possibility of practical use. Field test of the slurry spreader was operated in upland and paddy field. Experiments was conducted to compare the effects of the soil damage and crop productivity incorporating pig slurry by two different types of slurry spreader.

In this experiment, a slurry spreader using crawler of combine have been designed and developed to enhance the operation in small field and reduce the damage of soil structure. but it was not suitable for transference in long distance. Conventional tractor mounted vacuum is not suitable for 71.6 % water condition in the small areas of paddy land. But the slurry spreader using crawler could be controlled the working point and moving by crawler in paddy land of small area. The wheels depths of soil in the supplementary application in the rye field was 4.9 cm in tractor mounted spreader, but the wheels depth of crawler attaching spreader was 1.6cm. The dry matter yield of rye was reduced by 12% in supplementary application of slurry due to mechanical damage from passage of the tires. This is particularly noticeable at high soil moisture condition in paddy land. It was concluded that the slurry spreader developed in this study could be successfully used for basal and supplementary application of slurry in rye paddy field.

(Key words : Slurry spreader, Combine crawler, Soil property, Growth of rye)

I. 서 론

액상분뇨 살포기는 분뇨 등과 같은 액체상태의 비료를 살포하는 기계이다. 액상분뇨 살포장비는 트랙터에 부착하여 살포하는 것이 거의 대부분이다. 액상분뇨 살포기중 트랙터 부착형 액상분뇨 살포기체는 서양의 넓은 초지에 살포하기에 적합하게 고안되었으나 수분함량이 높은 아시아 지역의 좁은 논토양에 살포할 경우에는 작업이 용이하지 않다. 또한, 작물이 자라는 기간동안 액상분뇨를 추비로 사용할 경우

바퀴자국에 의하여 토양 입단을 파괴하거나 식물에 피해를 줄 수 있다(Hansen 1998, Isensee, 1981). 한국은 유럽보다 농지면적이 좁으므로 유럽에서 살포하는 액비살포기는 아시아 지역과 같이 좁은 농경지에서 작업시 진입과 회전이 용이하지 않다. 최근 이러한 문제점을 해소하기 위하여 강력한 모터와 펌프에 호스를 연결하여 살포 거리를 기존의 30~50 m에서 100~150 m로 늘린 살포방법이 보급되고 있다. 그러나 이러한 살포방법은 장거리 공중살포에 의하여 악취와 공기 중 지구 온난화 관련 기체를 과다하

“이 논문은 2000년도 산학협동재단의 연구비 지원에 의하여 수행되었음”

상지대학교 생명자원과학대학(College of Life Science and Resources, Sangji University)

Corresponding author : Jong Won Ryoo, Sangji University, Wonju, Korea. Tel : (033) 730-0516, E-mail : jwryoo@sangji.ac.kr

게 휘발시키는 문제점을 가지고 있다. 액상분뇨를 땅 속에 밀어 넣는 삽입기는 골을 파는 블레이드의 후미에 호스를 설치하고, 이 호스를 통하여 액비를 삽입하여 살포하는 방법이 있다. 이러한 살포방법은 트랙터로 견인하는 살포방법이므로 좁은 농경지나 수분 함량이 높은 조건의 논토양에서는 토양을 보호하는 살포방법이 되지 못한다. 최근 vacuum car에 의한 토지 표면 살포 외에 토양 주입 살포기나 트랙터로 토양 경운 시 동시에 토양에 시용하는 방식도 개발되고 있다(오, 1998, 2000).

우리나라에서 액상분뇨 살포는 봄, 가을의 작물재배 전에 기비로 시용하는 방법이어서 살포가 계절적으로 편중되는 문제점이 있다. 가축분뇨의 농경지 환원을 증대시키기 위해서는 작물재배 중 추비로 액상분뇨를 사용하여야 한다. 호밀은 답리작으로 논토양에 많이 재배되고 있는 작물이며 액상분뇨의 추비사용이 가능한 작물이다. 호밀의 재배방법(박형수 등, 1999) 및 액상발효우분 시용에 대한 연구(육완방 등, 1999)은 보고되었으나 호밀재배에 액상분뇨 추비사용에 대한 연구는 국내에서 보고되지 않았다.

본 연구에서는 최근 가축분뇨를 액상화하여 농경지에 살포하는 농가가 늘어나고 있는 실정이므로 우리나라의 논토양이나 경사지에 맞는 combine crawler에 액상분뇨 살포장치를 장착한 액상분뇨 살포장치를 개발하여 액상분뇨의 기비, 추비 시용에 따른 논토양의 바퀴자국과 호밀 생육과 수량에 미치는 영향을 검토하였다.

II. 재료 및 방법

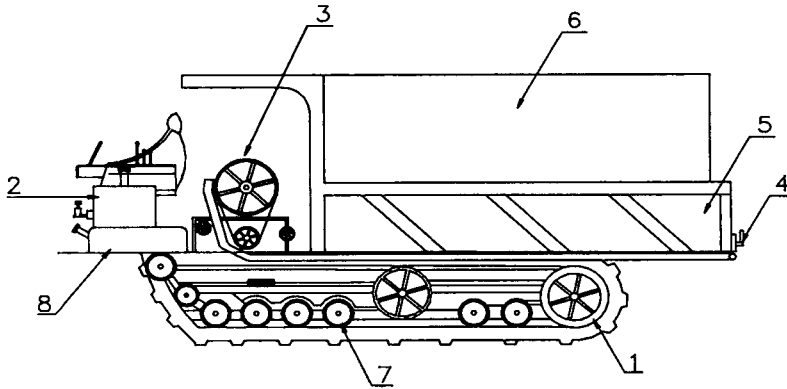
본 연구의 시제품 제작은 중고 콤바인을 개조하여 pilot 실험용 액상분뇨 살포기계를 제작하였다. 액상분뇨 pilot 살포기계는 콤바인의 궤도형 주행장치에 액상분뇨 살포장치를 장착한 시제품 기계를 제작하였다. 시제품 제작에 사용한 콤바인은 국내 D사에서 생산한 2조식 콤

바인이었으며 주행에 필요한 crawler 부분만 활용하고 예취, 탈곡 및 선별부는 분해하여 제거하였다. 또한 크롤러(1) 상부에 적재함(4)을 설치하고 엔진(2) 좌측에 유압펌프(3)를 별도로 설치하였다. 아울러 적재함(5) 후면에 살수관(4)을 용접하여 부착하고 액상분뇨가 살포되게 하였다. 또한, 적재함(5) 위에 액상분뇨 저장탱크(6)를 탑재하고 저장탱크 하부에 구멍을 내어 50 mm 호스로 이루어진 이송배관을 저장탱크와 살수노즐(4)에 연결하여 액상분뇨가 저장탱크에서 살수노즐(4)로 이송되게 설치하였다.

진공 펌프(3)는 저장탱크의 액상분뇨가 호스로 살수관으로 이송되어 살수노즐(4)로 살포되게 설치하였다. 액상분뇨 살포기계의 주행성능과 살포성능 시험을 실시한 논토양의 토성은 식양토이었다. 주행변속 단수는 전진 4단(최대작업단수 5단), 후진 1단이며 조향장치는 일반적으로 많이 사용되고 있는 클러치/브레이크 방식이었다. 개발된 액상분뇨 살포기계 1차 시제품의 규격은 표 1과 같다.

Table 1. Specifications of slurry spreader using combine crawler

Parameters	Values
Dimensions of slurry spreader vehicle	
- Width	1.2 m
- Length	2.0 m
- Weight	1,000 kg
Loading deck size	
- Width	1.2 m
- Length	1.5 m
- Depth	0.6 m
- Loading volume	1.5 m ³
- Back Spray Distance	1.0 m
- Back Spray Width	1.5 m
- Required power	45 HP
- Length of Hose	2.0 m
- Diameter of Hose	4 inch



1 : Combine Crawler, 2 : Motor, 3 : Hydraulic pump, 4 : Nozzle,
5 : Loading deck, 6 : Slurry tank, 7 : Track roller, 8 : Oil tank

Fig. 1. Design of liquid manure spreader using crawler.

액상분뇨 살포가 작물생육에 미치는 영향을 검토하기 위하여 포장시험은 강원도 원주시 호저면에 위치한 농가의 답작 포장에서 호밀을 공시하여 실시하였다. 공시포장은 0.2~0.5 ha 크기의 농가포장에서 시험을 실시하였다. 공시액상분뇨는 돈분액비를 사용하였으며 질소 함량은 0.43%이었으며 수분 함량은 94%이었다. 액상분뇨 살포기의 바퀴자국 부위와 바퀴자국이 없는 지점을 선택하여 꼬리표를 부착하여 호밀 생육과 수량을 5반복으로 조사하였다. 공시작물인 호밀의 품종은 koolgrazer 이었으며 2000년 10월 25일에 산파하였다. 액상분뇨는 벼 수확 후 2000년 10월 20일 기비로 사용하였고 초봄인 3월 25일에 추비로 사용하였다. 돈분액비의 사용량을 질소 기준으로 200 kg N/ha를 분시하였으며 기비로 100 kg N/ha, 추비로 100 kg N/ha를 사용하였다. 화학비료는 액상분뇨와 동일한 양을 사용하였다. 인산과 칼리는 성분량으로 각각 120 kg/ha를 사용하였다. 호밀 수확은 5월 10일에 실시하였으며 수확한 시료는 생초 무게를 칭량한 다음 400 g 정도의 시료를 채취하여 72 °C의 순환식 열풍건조에서 48시간 충분히 건조시켜 건물수량으로 환산하였다.

액상분뇨 살포기계 성능 시험시 논토양의 토양수분 함량은 중량 % 표시 단위로 하였다. 토양수분 함량은 액상분뇨 살포 포장의 토양에서

토양시료를 채취한 후 무게를 평량한 후 그 시료를 건조 oven에 넣어 105 °C에서 24시간 건조시켜 토양입자에 결합수 이하로 수분을 완전히 날려 보낸 후 시료의 무게를 잰 후 날아간 수분의 무게를 산출하여 시료에 함유되어 있는 수분의 무게와 건조된 토양시료의 백분율(%)을 나타낸 것이다.

III. 결과 및 고찰

1. Crawler형 액상분뇨 살포기의 운행 성능

초봄에 논 토양과 밭 토양에서 개발된 콤바인 crawler을 이용한 액상분뇨 살포기와 관행의 트랙터 견인형 액상분뇨 살포기의 운전성능을 비교하였다. 표 2와 같이 토양수분 함량이 60.4%인 밭토양 조건에서는 트랙터 견인형, 콤바인 부착형 살포기 공히 효율적인 액상분뇨 살포가 가능하였다. 또한 콤바인 crawler에 액상분뇨 살포장치를 장착한 살포기는 바퀴자국이 깊지 않고 논토양에서 진행과 회전에 문제가 없었다. 논토양에서 트랙터 견인형 액상분뇨기에 의한 살포 시에는 토양수분이 71.6% 논토양 조건에서 액상분뇨 살포기의 진전운행이 가능하였으나 바퀴자국이 크게 나타나 작업효율이 중간 등급이었다. 그러나 콤바인 crawler에 액

상분뇨 살포기를 장착한 살포기는 모든 논토양에서도 운행이 가능하였으며 토양에 부하를 주지 않고 액상분뇨 살포가 가장 효율적인 등급을 나타내었다.

Table 2. The performance test of 2 types of slurry spreader

	Soil water content(%)*	Performance efficiency(1-3)**	
		Tractor mounted type	Crawler type
Upland	60.4	1	1
Paddy land	71.6	2	1

* 1 : High efficiency, 2 : Normal, 3 : Impossible.

2. 액상분뇨 살포기가 토양에 미치는 영향

트랙터 견인형 액상분뇨 살포기와 궤도형 액상분뇨 살포기를 초봄에 호밀을 재배한 논토양에 같은 속도로 액상분뇨를 추비로 살포하였을 때 토양의 바퀴자국 깊이를 측정하였다. 바퀴자국의 측정위치는 바퀴자국의 중간 부근이었으며 대부분 가장 깊은 위치이었다. 액상 분뇨 추비 살포시 호밀재배토양의 바퀴자국 깊이는 트랙터 부착형에서 4.9 cm, 궤도형 액상분뇨 살포기에서 1.6 cm를 나타내었다. 이러한 결과는 트랙터 부착형 액상분뇨 살포기는 트랙터에 액상분뇨 살포기를 견인하여 운행하기 때문에 트랙터와 액상분뇨 탱크의 하중에 의하여 토양에 이중 부하를 주기 때문인 것으로 사료된다 (Sonderhoff, 1998).

초봄 액상분뇨 추비 시용시 액상분뇨 살포기 운행에 따른 호밀재배 토양의 바퀴자국 정도는 토양의 수분 함량 등 여러 요인이 영향을 미치지만 같은 조건에서의 토양에 가해지는 부하는 트랙터 견인형이 궤도형 액상분뇨 살포기 보다 높았다. 초봄 액상분뇨 추비 살포시 논토양에 액상 분뇨 살포기의 운행에 따른 바퀴 자국에 의하여 토양지면이 불균일

하여지고 토양수분이 많은 논외의 경우 호밀생육 저해의 원인이 되었다.

Table 3. Wheels depth of type of slurry spreader

Type of slurry spreader	Wheels depth(cm)	
	Paddy land	Upland
Tractor mounted	4.9a*	1.9a
Crawler	1.6b	0.8b

* Duncan's multiple range test(5 %).

3. 호밀 생육에 미치는 바퀴자국의 영향

호밀재배에서 액상분뇨 추비 살포에 의한 바퀴자국 부위가 호밀 분얼수와 수량에 미치는 영향을 조사하였다. 표 4에서와 같이 트랙터 견인형 액상분뇨 살포기의 바퀴가 지나간 부근에는 호밀의 분얼수는 m^2 당 695개로서 바퀴자국이 적은 장소보다 14 % 감소되었고 호밀수량도 감소되었다. 이러한 원인은 바퀴자국 부근의 식물체는 광과 양분 경합이 불리한 것이 원인이 된 것으로 사료된다. 또한 과도한 답압에 의하여 초봄 생육에 장애를 초래한 것도 수량 감소의 원인이 된 것으로 사료된다.

Darwinkel(1984)은 가을밀 재배에서 액상분뇨 추비살포에 의한 살포기계 바퀴자국이 밀 식물체의 분얼수 및 수량감소를 초래한다고 보고하였다. 또한, Mass 등(1983)은 유채 재배시 $10 m^3$ 용량의 액상분뇨 살포기의 운행시 바퀴자국 부근에는 식물체의 분얼수가 유의성 있게 감소될 뿐만아니라 수량 감소의 결과를 얻었다고 보고하였다. 이러한 결과는 작물이 자라고 있는 동안 액상분뇨의 추비 살포시에 바퀴자국이 작물 수량에 영향을 미치므로 논토양의 경우 수분이 과도하게 높지 않는 조건에서 액상분뇨를 살포하여야 할 것으로 생각된다. Petelkau(1983)는 토양의 답압은 겨울동안 토양결빙이나 해빙 과정에서 작물생육 장애를 일으킬 수 있다고 보고하였다.

Table 4. Effects of the supplementary application of slurry on tillers and growth of rye

	No. of tillers (No / m ²)	Plant height (cm)	Yield (kg / 10a)
Wheels track	695b*	119a	3,620b
Machine lane	795a	121a	4,120a

* Duncan's multiple range test(5 %).

4. 액상분뇨 추비 시용이 호밀 생육에 미치는 영향

표 5는 관행의 트랙터 견인형과, 궤도형 액상분뇨 살포기에 의한 액상분뇨 추비시용이 호밀생육과 수량에 미치는 영향을 비교하였다. 트랙터 견인형 액상분뇨 살포기에 의한 액상분뇨 추비시용구에서 호밀의 m² 당 이삭수가 760 개, 생초수량이 3,840 kg / 10a로서 화학비료시용구 보다 각각 11%, 7% 감소되었다. 트랙터 견인형 액상분뇨 바퀴가 지나간 자리에 호밀의 이삭수는 바퀴가 지나가지 않는 부분에 비하여 감소되었다. 이러한 결과는 트랙터견인형 액비살포기 바퀴의 토양부하에 의하여 식물체의 생육에 영향을 주어 분얼수가 감소되고 분얼수 감소가 수량감소를 초래하는 결과를 나타낸 것으로 사료된다. 액상분뇨 살포에 의하여 바퀴자국 부근 토양에 있는 식물들은 빛과 양분 결합에서 불리하여 수량이 감소한 것으로 사료된다(Ress, 1993).

Table 5. Effects of the supplementary application by chemical fertilization and animal slurry on growth of rye

	Animal slurry		Chemical fertilizer
	Tractor mounted	Crawler	
Tillers(No/m ²)	760b*	810ab	866a
Plant height(cm)	116a	118a	116a
Yield(kg/10a)	3,840b	4,330a	4,120a

* Duncan's multiple range test(5 %).

그러나 호밀의 분얼수는 궤도형 액상분뇨 살포기와 화학비료 시용구 사이에는 유의한 차이를 나타내지 않았다. Darwinkel(1984)의 연구결과에 의하면 액상분뇨 추비 살포시 액비살포기의 바퀴자국이 2 cm 이하일 때는 수량감소가 없었으나 2 cm 이상일 경우 작물의 생육에 부정적인 영향을 미친다고 보고하였다.

IV. 적 요

본 연구는 기존 트랙터견인 액비살포기의 단점인 과도한 하중에 의한 답압으로 파종한 유식물의 물리적 압력에 의한 피해를 최소화 할 수 있는 분뇨살포기를 개발하여 논토양에 추비시용이 호밀 생육과 수량에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행하였다. 궤도형 살포기와 관행 트랙터 견인형 분뇨살포기가 호밀재배에서 액상분뇨 작물생육과정 중 추비살포가 토양에 미치는 영향 및 호밀 생육과 수량에 미치는 영향을 연구하였다.

그 결과 궤도형 주행장치인 콤파인 크롤러 활용에 의한 액상분뇨 살포기계는 기존의 트랙터에 견인하여 살포하는 액상분뇨 살포기에 비하여 습답이나 소규모 농경지에서 진입과 이동이 용이하였다. 그러나 도로 주행성능이 낮아 먼 거리 이동시 견인을 하여야 하는 단점이 있었다. 관행의 트랙터 견인형 액상분뇨 살포기는 수분 함량이 71.6%로 높은 논토양 조건에서 액상분뇨를 추비 살포시에 바퀴자국에 의하여 식물체에 피해를 주는 현상을 초래하였다. 호밀 재배시 관행의 트랙터 견인형 액상분뇨 살포기계는 액상분뇨의 추비 살포시 바퀴자국의 깊이가 4.9 cm 이었으나 궤도형 액상분뇨 살포기의 경우 1.9 cm로서 낮았다. 트랙터 견인형 액상분뇨 시용구의 호밀 수량은 궤도형 액상분뇨 살포기에 비하여 식물체에 피해를 주어 분얼수의 감소와 수량이 12% 감소되었다. 그러나 콤파인 crawler에 액상분뇨 살포기를 장착한 액비살포기는 논토양 조건에서 액상분뇨 추

비 사용시 바퀴자국에 의한 호밀생육에 피해를 나타내지 않았고 화학비료사용구와 대등한 수량을 나타내었다.

V. 인 용 문 헌

1. 박형수, 김동암, 김종덕. 1999. 호밀의 사초특성, 수량 및 품질에 미치는 파종량 및 파종기의 영향. 한국초지학회지 19(2):105-114.
2. 육완방, 최기훈, 안승현, 이종갑. 1999. 액상발효 우분의 사용시기와 사용량이 호밀경작지의 토양의 NO_3^- 함량에 미치는 영향 19(2):121-126.
3. 오인환. 1998. 가축분뇨의 액비화 기술개발. 한국축산시설환경학회 학술심포지움 pp. 27-43.
4. 오인환. 2000. 호스 지표살포기의 살포균일도 분석. 한국축산시설환경학회지. 6(1):37-44.
5. Darwinkel, A. 1984. Yield Responses of winter wheat to plant removal and to wheelings. Netherlands Journal of Agricultural Science 32: 290-300.
6. Hansen. R. 1988. Fluessigung Ausbringung waehrend der Vegetation, KTBL-Schrift 324, Frankfurt.
7. Isensee E. 1981. Technik und Hygiene der Fluessigmist Ausbehandlung. KTBL-Schrift 265. Frankfurt.
8. Mass, G., A. Kroschewski and A. Grüner. 1983. Untersuchungen zum mobilen Gülleeinsatz im Frühjahr zu winteraps. Archiv. Acker-und pflanzenbau und Bodendunde. Berlin 27:785-792.
9. Petelkau, U. 1983. Ursachen, Entstehung und Prinzipien zur Einschränkung von Bodenstrucktursschäden. Tag.-Ber., Akad. Landwirtsch. Wiss. DDR. Berlin. 215:39-48.
10. Ress, Y.J. 1993. The influence of surface and sub-surface application methods for pig slurry on herbage yields and nitrogen recovery. Journal of Grassland and Forage Science. 48:38-44.
11. Sonderhoff. W. 1987. Wirkung Schwerer Fahrzeuge auf den Boden. Landtechnik. 42(1):405-407.