

## 비닐하우스용 돈분뇨 액비살포장치 개발

오인환 · 김운걸 · 송준호\*

건국대학교 자연과학대학 생명자원환경과학부 생물산업기계공학과

### Development of Swine Liquid Manure Spread System for Greenhouse

Oh, I. H., Kim, W. G. and Song, J. H.\*

Dept. of Biosystems Engineering, Konkuk University

#### Summary

It is investigated the development of swine liquid manure spreading system for a polyethylene film (PE vinyl) based greenhouse used for planting vegetables. These types of vinylhouses are normally six to eight meters wide; the spread system must be contained and capable of operating within this area. The system we designed for use here consisted of the following parts: 1) a reel for loading the hose, 2) hydraulic motor and cylinder to generate hydraulic pressure, 3) discharge unit, and 4) a frame with a 3-point hitch link to the tractor. With this system, there are two types of hoses that can be used, a flexible flat hose that can be mounted directly to a tractor or a solid firm round hose which usually separated from the tractor. In either case, the discharge unit remains on the tractor. It is found that by using our spread system overall efficiency was 5 times greater than spreading swine liquid manure manually.

(Key words : Swine liquid manure, Greenhouse, Spreader, Working efficiency)

#### 서 론

액비살포기로는 압력탱크차, 펌프탱크차 등이 사용된다. 이러한 탱크차들은 자체적으로 탱크를 채울 수 있다. 압력탱크차에서 사용되는 압력은 보통 0.5~1.0 bar 정도이다 (Kowalewsky 1994, Luoma 1982).

지역여건에 따라서는 액비탱크차에서 고압으로 직접 쏘든가, 액비탱크를 농경지 옆에 세워놓고 호스로 트랙터에 연결하여 살포

한다든가, 논에 대는 물과 함께 유입되도록 하는 방법 등이 있다. 고압을 이용하여 공중으로 쏘는 방식은 암모니아의 대기중 확산으로 인해 유럽에서는 금하고 있다.

기존의 액비살포기는 주로 충돌살포 또는 압력노즐방식으로서 살포변이가 크고 중앙부분에 많이 살포되고 가장자리로 갈수록 살포량이 적어지기 때문에 중복 살포하여야 하는 불편함이 있다 (Isensee & Thamsen 1984). 액비가 충돌 확산되기 때문에 악취문제도 대두

본 연구는 농촌진흥청 어젠다연구과제의 일환으로 수행되었습니다.

\* (주)필텍산업(Philtec Co.)

Corresponding author: Oh, I. H., Department of Biosystems Engineering, Konkuk University, 322 Danwoldong Chungju Chungbuk, 380-701 Korea

Tel: +82-43-840-3553, E-mail: ihoh@kku.ac.kr

2010년 7월 1일 투고, 2010년 7월 27일 심사완료, 2010년 7월 29일 게재확정

된다. 일반적으로 화학비료에서는 살포균일도를 나타내는 변이계수 10%를 기준으로 하고, 액비에서는 15%까지 주고 있다(Mannebeck, 1983). 살포균일도를 개선하기 위하여 중앙분배장치가 있는 호스지표살포기도 개발되었으며 변이계수 7~8%의 양호한 결과를 보여주고 있다(오 등, 2000). 또한, 약취감소 효과는 관행살포기의 취기가 440일 때, 냄새는 느끼나 환기가 필요하지 않은 상태인 258로 나타났다(오 & 김 2001). 액비의 농도가 고농도일 경우에는 호스지표살포기, 액비주입기 등을 사용함으로써 냄새의 확산을 방지할 수 있다.

시설하우스 재배면적은 전국적으로 약 10만 ha가 되며, 이 면적에 시금치, 상추, 오이, 토마토, 딸기, 수박 등의 과채류가 재배되고 있다. 일반적으로 노지에 비하여 수확량이 1.4~1.7배 정도 많은 것으로 알려져 있다. 이러한 시설하우스에서는 현재 작업자가 호스를 붙잡고 액비를 살포하고 있기 때문에 중노동으로 힘이 많이 드는 노동집약적 형태이므로 시비작업을 기계화하여서 노력을 절감하여야 한다.

## 재료 및 방법

비닐하우스에 적용가능한 소형 액비살포기를 설계, 제작하였다. 살포장치의 구성은 호스를 감는 권취기, 필요한 유압을 얻기 위한 유압모터와 유압실린더 (150cc), 배출장치, 호스, 트랙터 장착에 필요한 3점링크히치, 호스 고정장치, 프레임 등으로 되어있다. 살포 시스템은 일체형과 분리형으로 제작하였다. 소형트랙터와 액비탱크차는 기존의 상용제품을 이용하였다.

호스는 시중에 유통되는 특수 고압호스로 납작하게 접히는 호스와 둥근 형태의 호스를 사용하였다. 납작하게 접히는 호스는 지름 38, 50, 65 mm가 있으며, 아래 그림 1은 호스 릴과 배출장치, 프레임을 보여주고 있다. 살포 폭은 대의 길이를 조절하여 좁으므로 변경이 가능하다. 작업 중 선회 등에 의한 호스의 꼬임을 방지하는 장치가 이중으로 되어 있다.

그림 2는 둥근 호스용 살포장치이며 호스 직경은 32, 50mm가 있고 호스가 가지런히 감길 수 있도록 해주는 장치가 있다. 호스의

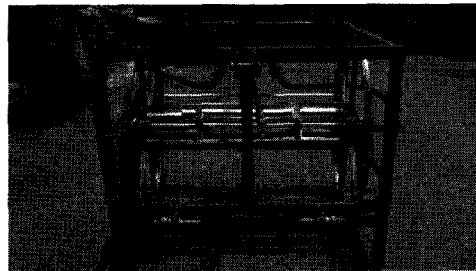


Fig. 1. Liquid manure spreader for a flat hose.

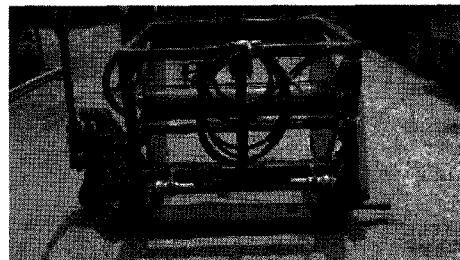
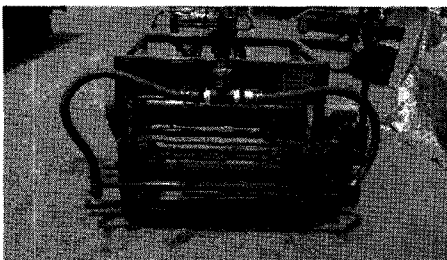


Fig. 2. Liquid manure spreader for a solid firm round hose.

길이는 100m 정도는 되어야 하며 유압모타로 감게 되어 있다. 배출호스 끝 부분에는 설치된 타원형 판의 플라스틱 틀에 액비가 충돌되어 확산되도록 하였다.

살포작업은 충남 부여군 은산면에 소재한 농가의 비닐하우스에서 실시하였다. 비닐하우스 10동에 수박을 재배하는 농가로 연작피해를 방지하기 위하여 벼를 재배하였다. 벼수확 후 벼짚은 절단하여 그대로 토양위에 깔아 놓은 상태였다.

### 결과 및 고찰

43마력의 트랙터(동양 T430)에 권취기가 장착되었으며 6×100 m 되는 비닐하우스에 직경 60 mm인 납작호스를 깔아 놓고 먼곳에서부터 살포하여 입구 쪽으로 오도록 하였다. 살포대는 중간에 1.5 m의 기본틀이 있고, 그 양옆으로 1 m 씩 늘일 수 있도록 하였다. 따

라서, 3.5 m 되는 양끝 지점에 살포 노즐이 있고 중간에 하나해서 도합 3개의 노즐이 있다(그림 3, 4). 노즐에서 확산되는 반경이 1 m 정도이므로 도합 5.5 m의 살포폭이 된다. 살포하는 힘에 의하여 퍼지는 것을 감안하면 폭 6.5 m의 하우스를 살포할 수 있다. 전·후진하면서 살포량을 조절할 수 있다.

본 시험에 사용된 액비살포용 탱크로리는 총 20톤 용량이었으나 온실살포시험을 위해 13톤의 액비를 적재하였다(그림 5). 액비탱크차에는 용적식 펌프가 탑재되어 있어 액비를 일정한 압력으로 밀어내게 된다. 10톤 살포하는데, 12분 7초가 소요되었고, 나머지 3톤을 5분만에 살포하였다. 작업속도는 첫 번째 살포에서 0.5 km/hr와 두 번째 살포에서 1.2 km/hr이었고, 살포량은 각기 시간당 50 m<sup>3</sup>와 36 m<sup>3</sup>이었다. 그림 6에는 작업속도에 따른 살포량을 보여주고 있다. 원하는 살포량에 따른 작업속도를 맞추어주면 면적당 목표 살

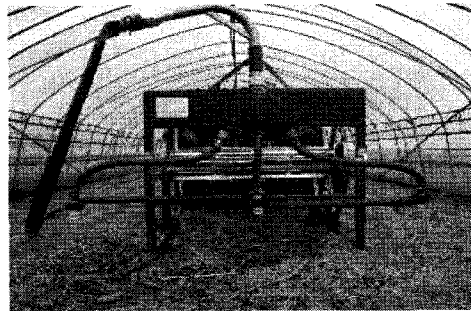


Fig. 3. Laying the hose to the end of the greenhouse.

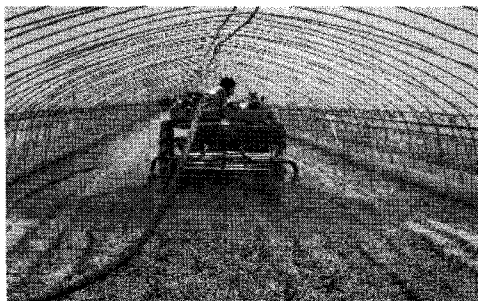


Fig. 4. Spreading scene of the swine liquid manure.

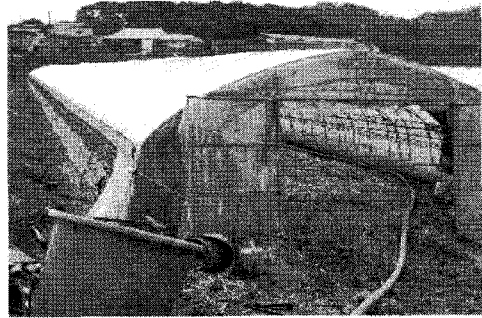
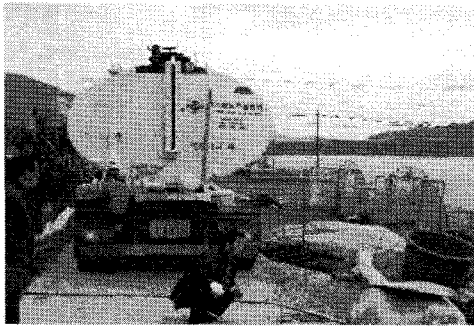


Fig. 5. Tanklorry and greenhouse.

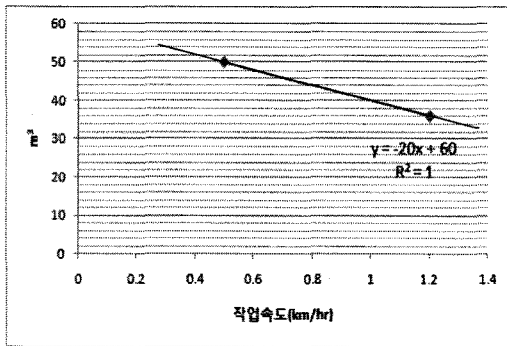


Fig. 6. Relationship between the spread speed and the amount of application.

포량을 얻을 수 있다.

인력으로 작업을 할 경우에는 3명이 필요하다. 한 사람은 호스를 잡고 살포하고, 두 사람은 호스를 끌어주어야 한다. 6×100 m의 비닐하우스를 살포할 경우에 1시간 30분이 소요된다. 호스는 직경 45 mm를 사용하며 길이 120 m의 호스에 액비가 차게 되면 약 190

Table 1. Comparing the spreader to conventional work

	Spreader	Conventional work
Spreading time 6×100 m (600 m <sup>2</sup> )	18 min	90 min
Working efficiency	5 times	1
Manpower requirement	1	3

kg의 중량을 끌어야 하고 열악한 작업환경에 노출되며, 살포균일성도 보장되지 않는다. 트랙터에 액비살포기를 장착하여 작업을 할 경우에 살포소요시간이 18분이었으므로 작업 효율은 인력에 비하여 5배 정도 높다고 할 수 있다. 살포한 후에는 액비가 토양 속으로 스며든 후에 로타리 작업을 하여 흙을 뒤집어 준다.

등근 고압호스를 이용할 경우에는 하우스 밖에 권취기를 위치시키고 트랙터에 배출장치만을 장착하여 하우스 내로 들어가서 살포 작업을 하게 된다.

비닐하우스용 액비살포시스템은 트랙터에 권취기와 배출장치가 장착되는 일체형과 권취기는 액비탱크 옆에 있고 배출장치만 트랙터에 장착되는 분리형으로 구분되며, 농장의 형편에 따라서 선택할 수 있다. 일반적으로 납작호스는 일체형에 사용되고 등근호스는

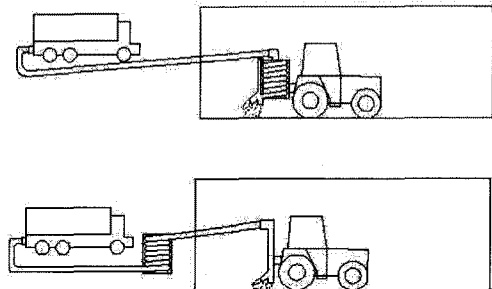


Fig. 7. Liquid manure spreading system.  
(above: mount type,  
below: separate type)

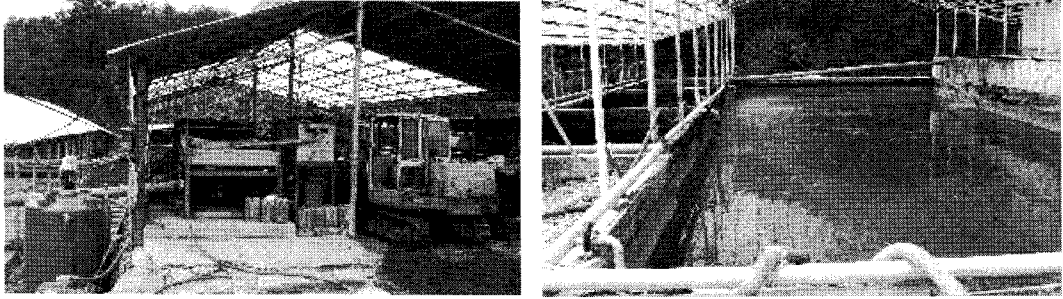


Fig. 8. Facilities for producing the swine liquid manure.

Table 2. Components of the used swine liquid manure fertilizer (%)

	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Heavy Metal
1 st	0.2	0.01	0.19	0.01	0	Below allowed limitation
2 nd	0.2	0.02	0.19	0.01	0	"
3 rd	0.2	0.01	0.19	0.01	0	"

분리형에 사용된다. 분리형은 좁은 공간에서 선회 등을 할 때 작업의 활동성을 개선할 수 있다(그림 7).

액비는 부여군 규암면에 위치한 천농영농조합법인에서 생산되었다(그림 8). 양돈농가에서 수거해온 슬러리를 벨트프레스 형태의 고액분리기를 이용하여 고형물과 액상물을 분리한 후, 고형물은 톱밥과 혼합하여 퇴비화 하고 액상물은 블로워로 공기를 불어넣어 주는 3단계의 폭기과정을 거치면서 발효가 진행되도록 하였다. 냄새는 거의 없으며 액비의 성분을 분석한 내용은 표 2와 같다. 냄새는 무시할 정도로 거의나지 않아 악취측정은 하지 않았다.

구성은 권취기, 유압모터, 유압실린더, 배출장치, 호스, 3점링크히치, 호스고정장치, 프레임 등으로 되어있다. 살포 시스템은 일체형과 분리형으로 나누어진다. 일반적으로 납작호스는 일체형에 사용되고 둥근호스는 분리형에 사용된다. 분리형은 좁은 공간에서 선회 등을 할 때 작업의 활동성을 개선할 수 있다.

액비살포기를 사용함으로써 작업효율을 5배 정도 높일 수 있었으며, 인력소요는 1/3로 감소되었다. 원하는 살포량에 따른 작업속도를 맞추어주면 면적당 목표 살포량을 얻을 수 있다. 관리자에 대한 작업환경이 개선되었다.

## 적 요

비닐하우스용 소형 액비살포기를 설계, 제작하였으며, 납작호스용 일체형과 견고한 둥근호스 분리형으로 되어 있다. 살포장치의

## 인 용 문 헌

- 오인환, 정우철, 박찬근, 갈원홍. 2000. 호스지표살포기의 살포균일도 분석. 축산시설환경학회지 6권 1호 37-44.

2. 오인환. 2000. 액비의 이용체계 및 살포 기술개발. 가축분뇨 자원화 및 이용기술 심포지움. 축산기술연구소 117-137.
3. 오인환, 김기덕. 2001. 호스지표살포기의 악취감소효과분석. 축산시설환경학회지 7 권 2호 119-126.
4. Grieser, F. 1996. Schleppschlauchverteiler. Landtechnik 51(2):70-71.
5. Isensee, E. u. Thamsen., R. 1984. Verteilgenauigkeit fur Guellewagen. RKL-Schrift 4.2.0 889-916.
6. Kowalewsky, H. H. 1994. Guelleausbringung heute. Landtechnik 49(2):60-62.
7. Luoma, T. S. 1982. Ausbringen und Verteilen von Fluessigmist KTBL-Schrift 279, Landwirtschaftsverlag GmbH Munster-Hiltrup.
8. Mannebeck, H. 1983. Umweltfreundliche Technik der Flussigmistausbringung -In: Fluessigmist in der Landwirstchaft, KTBL-Arbeitspapier 80, 79-88.
9. Oechsner, H. 1991. Intensivebeluftung von Flussigmist. Landtechnik 46(11):531-534
10. Seufert, H. 1989. Entwicklungen bei der Lagerung und Behandlung von Flussigmist. BfL 2/89 6-11.