

분재배용 상토충전기 개발

Development of Potting Machine for Pot Culture

이공인*	김승희*	김동역*	장유섭*
정회원	정회원	정회원	정회원
G. I. Lee	S. H. Kim	D. E. Kim	Y. S. Jang

1. 서론

우리 나라의 채소류 및 화훼류 재배면적은 '99년말 현재 각각 375,587ha와 5,824ha로 증가 추세에 있다. 최근 고추, 오이, 토마토 등의 채소류나 펜지, 페튜니아 등의 초화류를 재배하는 농가를 중심으로 밭아울을 높이고 양질의 묘를 생산하기 위하여 플러그 트레이에서 육묘한 묘를 분(또는 포트)에 옮겨심는 육묘기술이 확대 보급되는 추세에 있다. 이러한 육묘기술은 묘를 튼튼하게 기를 수 있는 이점이 있는 반면 분공급, 상토혼합, 상토충전, 이식 등의 농작업을 대부분 인력에 의존하고 있어 작업 효율성이 극히 저조하고 생산성이 저하되는 등의 문제가 있다.

관행작업에서는 마사토, 계분, 왕겨를 3 : 1 : 1의 비율로 혼합하여 분크기의 85% 정도가 되도록 상토를 채운 후 묘를 옮겨심고 있다. 여기서 상토의 양조절은 이식후 물관리를 위해 매우 중요한 의미를 갖고 있으며, 상토의 과충전에 따른 경제적 손실을 방지하는 효과가 있다.

기존의 기술로서 네덜란드의 Mayer사는 회전하는 턴테이블에 경질화분을 한 개씩 자동으로 공급하여 여기에 상토를 채워 전동드릴로 이식구멍을 뚫어주는 상토충전기계를 실용화하여 생산농가에 시판중에 있고, 일본의 Yanmar농기에서는 공기흡인방식의 분공급부, 셔터개폐방식의 상토충전부, 5조식 이식부로 구성된 분공급·상토충전·이식시스템을 실용화하여 육묘 대량생산업체에 보급하고 있다.

국내의 경우 스크류오거방식에 의해 상토혼합과 충전을 하는 상토투입기가 개발되어 일부 농가에서 사용하고 있으나, 분공급과 배출을 인력에 의존하고 비닐포트에의 충전과 상토량 조절이 어려운 문제가 있다.

따라서 본 연구에서는 상토량 조절을 용이하게 하면서 분공급, 상토충전 등의 노력과 시간을 절감할 수 있는 분공급·상토충전 일관작업기계를 개발하여 성능시험을 실시하였다.

2. 재료 및 방법

가. 분공급장치

(1) 제작시험

분공급장치의 구조와 제원을 그림 1과 표 1에 나타내었다. 분공급장치는 분 크기에 따라

* 농업기계화연구소 생물생산기계과

320~350개까지 적재할 수 있는 적재대, 분을 한 개 씩 분리하는 분리실린더, 분을 180° 회전시켜 턴테이블에 떨어뜨리는 분 공급암, 분의 유무를 감지하는 빔센서 등으로 구성하였다. 분 공급암은 분 내부의 양쪽 벽을 공기압력으로 분을 하나 씩 흡착할 수 있도록 한 흡인방식과, 분과 분이 겹치는 부분을 집게로 집어서 분리하는 집게방식으로 제작하여 비교시험이 가능하도록 하였다.

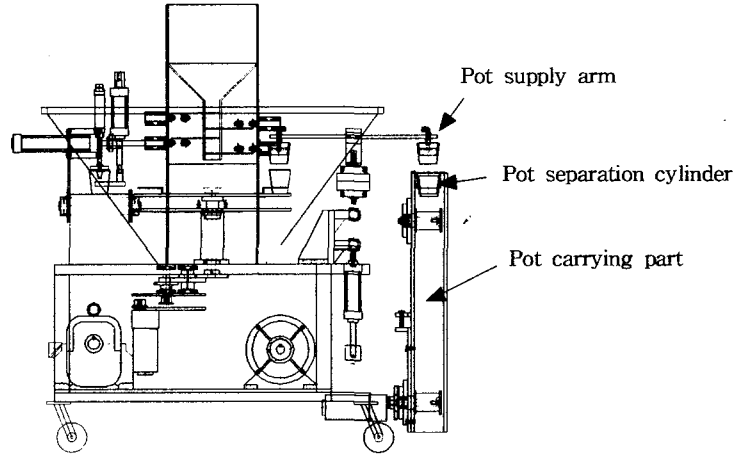


Fig. 1 Schematic diagram of pot supply unit.

Table 1. Specifications of the pot supply unit

Dimensions (L×W×H, mm)	Cylinder		Timing belt	
	Stroke (mm)	Rotation angle (°)	Pitch (mm)	Adjustable width (mm)
640×440×900	120	180	15	50~90

작동원리는 타이밍벨트에 의해 분이 센서위치로 올라오면 분 공급암 하단의 실린더가 하강하여 분을 흡인 또는 파지하고, 실린더의 상승과 더불어 회전실린더가 180° 회전하여 턴테이블 위의 분홀더에 분을 공급하도록 되어 있다.

(2) 성능시험

분공급장치의 성능은 회전하는 턴테이블의 분홀더에 분이 정확히 공급되는 상태를 가지고 진공흡인식과 집게식을 비교시험하여 흡인 또는 파지시 공급되는 분의 개수분포를 조사하였다. 여기서 분 공급조건은 실린더의 상승과 하강, 회전, 타이밍벨트의 구동, 분 공급암의 회전상태 등을 고려하여 결정하였다.

나. 상토충전장치

(1) 제작시험

상토충전장치는 분공급장치로부터 공급된 분을 상토충전부로 회전이송하는 분공급부, 호퍼내의 상토를 상토충전부로 이송하는 상토공급부, 분크기에 따라 적당량의 상토를 담아 주는 상토충전부, 분의 중앙에 묘를 심을 수 있도록 구멍을 뚫어주는 혈공부, 혈공된 분을 이식라인으로 내보내는 분 배출부 등으로 구성하였으며, 그림 2에 상토충전장치의 구조와 표 2에 그 제원을 나타내었다.

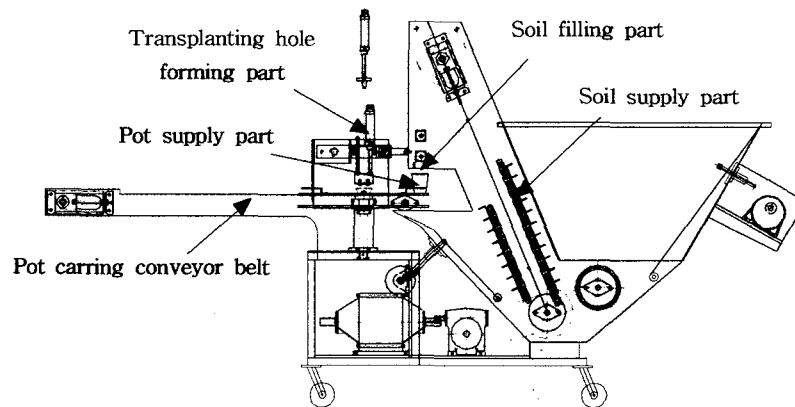


Fig. 2 Schematic diagram of soil filling unit.

분공급부는 턴테이블 위에 12개의 분 홀더가 부착된 구조로 제작하였고, 분크기에 따라 교체가 가능하도록 하였으며, 분공급시나 상토충전시, 분배출시의 정확도를 높이기 위해 간헐적으로 작동되도록 되어 있다. 상토공급부는 호퍼와 리프트컨베이어 등으로 구성하여 호퍼내 혼합상토를 상토충전부로 공급할 수 있도록 제작하였고, 낙하관에는 분크기에 따라 상토량을 조절할 수 있도록 4개의 실린더를 달아 이들 중 2개의 실린더를 조합함으로써 85% 정도의 상토량을 담을 수 있도록 하였다. 혈공부는 상토가 담긴 분의 중앙에 원추형의 이식구멍을 뚫어주는 기능을 하도록 원추형으로 제작하였다(그림 3).

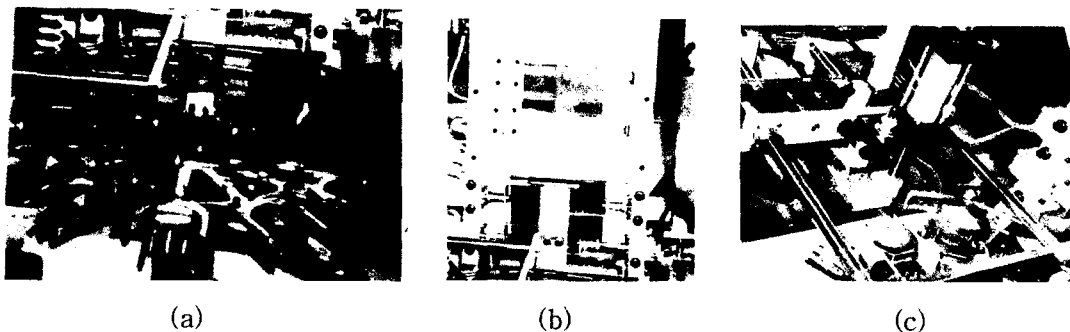


Fig. 3 Assemblies of the developed soil filling unit ; (a) pot supply part, (b) soil filling part and (c) transplanting hole forming part.

Table 2. Specifications of the soil filling unit

Items	Dimensions(mm)	Motor
Pot supply part	Turn table · Size : $\phi 530\text{mm}$ · No. of pot holder : 12	40W, 220V
Soil filling part	L3,120×W1,200×H1,530 · Soil hopper capacity : 300 ℓ	735W, 220V
Transplanting hole forming part	Shape : corn type · Stroke 75mm	

(2) 성능시험

상토충전장치의 성능시험을 위해 $\phi 64 \times H64\text{mm}$, $\phi 76 \times H70\text{mm}$, $\phi 89 \times H78\text{mm}$ 의 비닐포트를 공시하여 상토함수율 12.2(% w.b.)일 때의 포트크기별 상토충전량과 혈공정도를 조사하였다. 상토충전량은 포트크기별로 1시간 연속으로 작업을 하였을 때의 충전된 상토의 무게를 측정하여 변이계수로 나타내었고, 혈공정도는 상토가 충전된 분에 $\phi 21\text{mm} \times H38\text{mm}$ 의 원추형 이식구멍이 유지되는 상태를 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 분공급장치 성능

표 3은 $\phi 76 \times H70\text{mm}$ 의 비닐포트를 공시하여 진공흡인식 분공급장치의 성능을 나타낸 것이다. 그 결과 1개 공급비율이 75.7%, 2개 이상이 24.3%로 나타나 1개 개수분포율이 높지 않은 경향을 보였고, 특히 공기압이 6kg/cm^2 보다 낮거나, 적재된 분 가운데 내부가 손상되어 진공상태가 안될 경우 분공급이 전혀 이루어지지 않는 문제점도 발생되었다. 또한 미사용 포트는 내부에 실리콘 오일처리가 되어 있어 한 개씩 분리가 가능한 반면 사용했던 포트의 경우 오일성분이 남아 있지 않아 진공흡인 방식으로는 재이용이 어려울 것으로 판단되었다.

Table 3. Supply rate of $\phi 76 \times H70\text{mm}$ size pot by vacuum suction type

No. of pots supply	Percentage (%)
One	75.7
Two	14.3
Three	4.3
Four	5.7

이러한 문제점을 보완하기 위해 분공급 기구를 분과 분이 겹치는 부분을 집게로 파지할 수 있도록 집게식 분공급장치를 제작하여 성능시험을 실시하였다. 표 4는 집게식 분공급장치의 성능을 나타낸 것으로 $\phi 76 \times H70\text{mm}$ 의 비닐포트를 대상으로 1개 공급비율을 비교시험한 결과 집게식이 진공흡인식 보다 약 18% 높게 나타났고, 2~3개 공급되는 비율도 낮았으며, 4개 공급되는 현상은 나타나지 않았다.

분 크기에 따른 분포율에 있어서는 분 크기가 클수록 1개 공급비율이 높아지는 경향을 보이고 있는데 이는 분이 직경이 커지면 커질수록 파지되는 면적이 많아져 분리가 수월해지는 것으로 판단되었다. 또한 2개 또는 3개가 공급되는 이유로서 보통 포트와 포트가 겹치는 부분에 2mm 정도의 테두리가 형성되어 있는데 테두리가 존재하지 않을 경우 바로 아래 포트의 테두리를 파지하기 때문에 발생하는 것으로 조사되었다.

진공흡인식에서는 내부가 손상된 불량포트라든지 한 번 사용했던 포트의 경우 공급이 곤란한 문제점이 발생하였으나 집게식의 경우 이러한 현상이 발생하지 않아 분공급방식으로는 집게식이 유리할 것으로 판단되었다.

Table 4. Supply rate by pot size with finger type

(unit ; %)

Pot size	No. of pots supply		
	One	Two	Three
$\phi 64 \times H64\text{mm}$	91.5	5.1	3.4
$\phi 76 \times H70\text{mm}$	93.3	4.0	2.7
$\phi 89 \times H78\text{mm}$	97.3	2.0	0.7

나. 상토충전장치 성능

표 5는 $\phi 64 \times H64\text{mm}$, $\phi 76 \times H70\text{mm}$, $\phi 89 \times H78\text{mm}$ 의 비닐포트를 공시하여 상토충전량을 조사한 결과를 나타낸 것이다. 분 크기별 상토충전량은 각각 104.0g, 165.2g, 256.6g으로 나타났고, 변이계수는 2.2%, 3.4%, 1.0%로 큰 차를 보이지 않았다. 따라서 분 크기에 따라 실린더를 조합함으로써 적정한 양만큼의 상토를 충전할 수 있음을 알 수 있었다.

Table 5. Soil filling quantity and its coefficient of variation by pot size

Items	Pot size($\phi \times H$)		
	64×64mm	76×70mm	89×78mm
Soil filling quantity (g)	104	165.2	256.6
Coefficient of variation (%)	2.2	3.4	1.0

또한 혈공상태를 조사한 결과 분과 분사이의 배출간격은 128mm 였고, 분 중앙에서 $\phi 21\text{mm} \times \text{H}38\text{mm}$ 의 원추형 이식구멍이 무너지는 일은 거의 없는 것으로 나타나 혈공상태에는 상토함수율이 큰 영향을 미치는 것으로 판단되었다.

표 6은 분 공급, 상토충전, 혈공작업을 동시에 수행할 수 있는 일관작업기를 구성하여 작업성능을 측정된 결과로서 일관작업기의 경우 시간당 1,200개로 인력의 250개와 비교하여 4.8배 능률적인 것으로 나타났다.

Table 6. Performance of pots supply and soil filling

(No. of pots/hr)

Potting machine	Conventional	Remark
1,200	250	Pot size : $\phi 76 \times \text{H}70\text{mm}$ Moisture content of soil : 12.2(%, w.b.)

4. 요약 및 결론

상토량 조절을 용이하게 하면서 분공급, 상토충전 등의 노력과 시간을 절감할 수 있는 분공급·상토충전 일관작업기계를 개발하여 성능시험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

가. 분공급·상토충전기계는 분을 하나씩 공압으로 파지하여 턴테이블 위 분홀더에 내려 놓는 분공급장치, 공급된 분에 크기별로 양을 조절하면서 상토를 담을 수 있는 상토충전장치, 상토가 채워진 분 상면중앙에 이식구멍을 만들 수 있는 혈공장치 등으로 조합 제작하였다.

나. 분 공급장치의 성능시험에서 $\phi 76 \times \text{H}70\text{mm}$ 비닐포트의 1개 공급비율은 집게식이 진 공흡인식 보다 공급정도가 15% 정도 높은 것으로 나타났다.

다. 상토충전장치의 상토충전량 성능시험 결과 $\phi 64 \times \text{H}64\text{mm}$, $\phi 76 \times \text{H}70\text{mm}$, $\phi 89 \times \text{H}78\text{mm}$ 의 비닐포트 상토충전량은 각각 104.0, 165.2, 256.6g으로 나타났으며, 변이계수는 1.0~3.4%였다.

라. 분공급·상토충전·혈공을 할 수 있는 일관작업기계의 작업성능은 시간당 1,200개로 인력 250개 대비 4.8배 높은 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 농림부. 2000. "99 채소생산실적.
2. Mayer사. 1997. EUROSTA TM 2070 카타로그.
3. 山田久也. 1996. メーカーにおけるロボット開発事例(1). '96施設園藝新技術シンポジウム(1) 3-1-3-8.
4. 삼보엔지니어링. 1998. 삼보상토투입기(SBS-350) 카타로그.
5. 농업기계화연구소. 2000. 농업기계화시험연구보고서. p201~210.