

매물형 자갈밭 로타리의 경운특성

Tilling Properties of Stone Burying Rotarvator

김상철* 박우풍* 이운용** 김용덕*** 윤창신***
정회원 정회원 정회원
S. C. Kim W. P. Park W. Y. Lee Y. D. Kim C. S. Yun

1. 서론

우리나라는 국토의 약 68%가 산악지형으로 포장의 경사와 토양층의 자갈이 발작물의 재배와 기계화에 장애가 되고 있다. 포장층의 자갈은 토양의 보습력과 통기성을 향상시키고 경사지에서의 토양침식을 방지하는 긍정적 측면이 있으나, 자갈이 토양 표면에 산재할 경우 작물의 발아와 입모를 억제하고, 작물생육을 위한 토양환경을 조성하는 경운작업 재배관리 작업을 어렵게 하기 때문에, 농민들은 포장내의 자갈을 제거하기 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 특히 관행 로타리 작업 시에는 자갈이 대부분 토양 표면에 노출됨으로 생육환경 및 기계작업 환경을 더욱 악화시키게 된다. 2cm이상의 자갈이 토양 표면에 있을 경우 기계 파종이나 이식이 어렵고 발아이후의 생육도 좋지 않게 된다. 그러나 지중에 존재하는 자갈은 토양의 투수성을 향상하여 경사지에서 토양침식을 막아주고, 수분과 온도의 보지력을 크게 하고 토양 통기성을 향상시키므로 뿌리를 발육을 촉진해 준다.

이러한 자갈의 특성을 작물재배에 효과적으로 이용하고, 자갈이 농작업에 장애가 되지 않도록 포장상태를 조성하는 것이 경사지 및 자갈밭 경운기술의 커다란 과제로 인식되어왔으며 이를 위한 몇 가지의 해결방법들이 제시되고 있다.

파쇄형 자갈밭 로타리는 토양표면에 산재한 자갈들을 회전형 해머로 분쇄하여 자갈의 괴경을 감소시킴으로 작물생육에 장애가 되지않는 2cm 이하의 자갈비중을 높이고자하는 방법이다. 그러나 작업과정에서 발생하는 다량의 석분이 발생할 뿐아니라, 원활한 작업을 위해서는 80마력이상의 트랙터 출력과 초저속 주행기능이 갖추어 져야하며 작업 후 별도의 정지작업이 필요하게 된다. 수집형 자갈 굴취기는 고구마 혹은 감자와 같은 서류수확기의 원리를 이용하여 자갈을 분리 선별하여 수집한후 일정한곳에 퇴적할 수 있는 기계구조를 가지고 있으나 수집 운반상의 불편한과 작업능률 때문에 이용이 많지 않다. 또한 파쇄 진압형 로타리는 직경 20~40cm정도의 드럼에 길이 약20cm, 굵기 5cm 정도의 철재 환봉을 다수 배치하여 회전시킴으로 자갈을 파쇄 또는 토양속으로 진압하는 효과를 얻을 수 있으나, 별도의 로타리 작업이 필요하여 많이 이용되고 있지는 않다.

이 연구에서는 역회전 로타리와 선별스크린을 이용하여 자갈과 토양을 분리한 후 낙하 시간차를 이용하여 자갈을 경운 바닥면에 먼저 떨어뜨리고 토양을 그 위에 덮어 자갈을 매물하는 구조로 제작한 자갈밭 로타리에 대하여 작업과정에서 일어나는 토양과 자갈의 이동 특성, 작업성능에 대하여 조사하고 분석하였다.

* 농업기계화연구소 ** 한국농업전문학교 *** 제주도농업기술원

2. 재료 및 방법

가. 공시 작업기 및 시험 포장

작업기는 스크린 선별에 의해 자갈을 매몰할 수 있는 구조로 제작된 자갈발 로타리와 관행 로타리를 공시하여 작업특성 및 성능을 비교하였다. 자갈발 로타리의 작업폭은 150cm, 무게 600kg으로 관행 정회전 로타리의 작업폭190cm, 무게450kg보다 작업폭은 좁고 무게는 30% 이상 무겁다. 자갈발 로타리는 48개의 L형 로타리 날이 플랜지에 장착되는 구조이며, 경심은 스크류 잭으로 조정하며, 과부하시 안전을 위해 토크조절형의 건식 마찰 클러치를 PTO동력전달축에 추가하였다.

공시 작업기는 45마력 트랙터의 후방 3정링크에 장착되어, 각각 작업기의 정격 경심과 속도에 따라 작업하였다. 로타리축의 회전수는 관행로타리에 비해 약35%정도 낮은 134rpm 이며 흙과 자갈을 분리하는 게이트 핑거 스크린의 핑거수는 20mm간격으로 49개를 배치하였다.

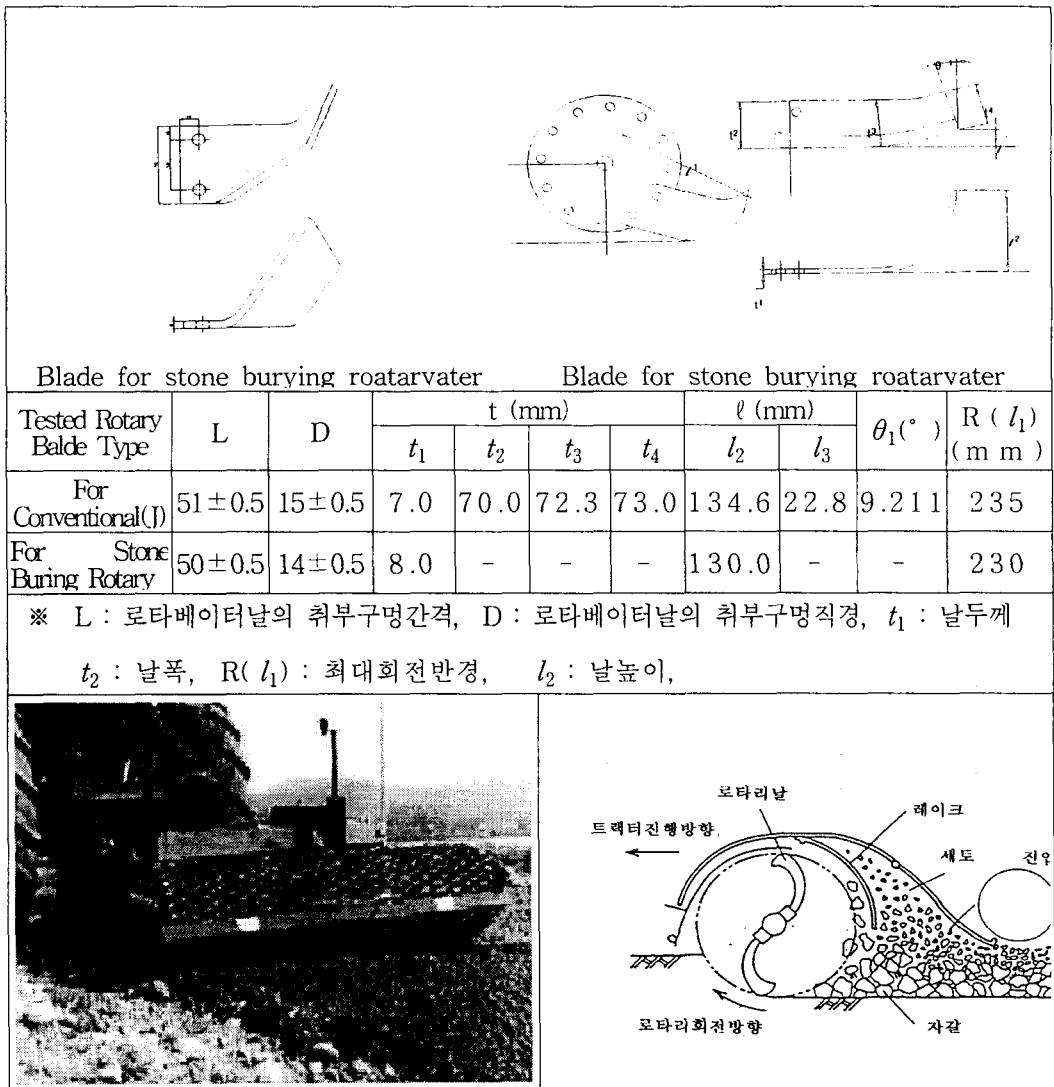


Fig. 1. Appearance and Structure of Stone Burying Rotarvater

시험포장은 제주도 북제주군 애월읍에 위치한 약 600평의 자갈이 다수분포된 농가 포장에서 수행하였다. 시험 전 재배작물은 양배추였으며 지표상의 수확후 잔재물은 존재하지 않았다. 토양수분은 23%,d.b였으며 토성은 자갈이 많은 미사질 양토였다. 지표 15cm 까지의 자갈 및 토괴의 괴경별 분포는 표 1과 같다.

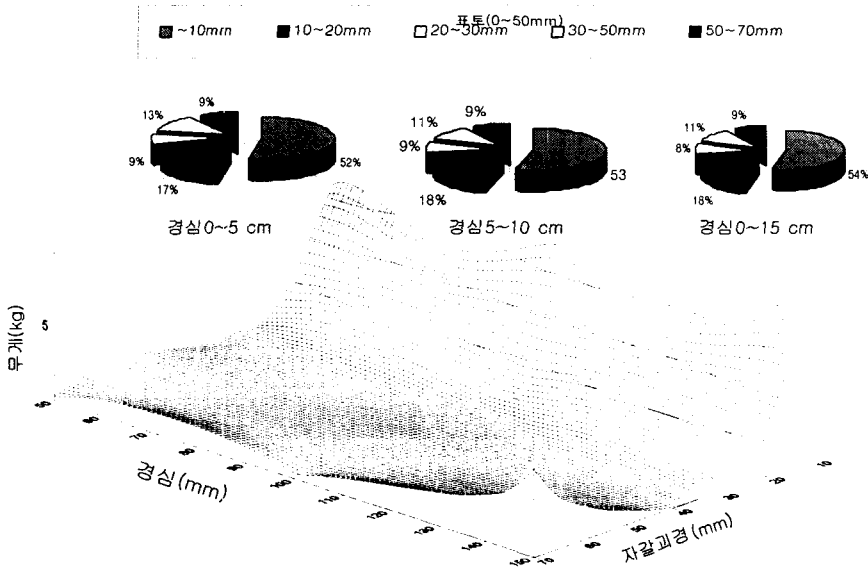


Fig.2. Gravel Distribution in Tested Field at Each Depth Before Tilling

Table 1. Distribution of Gravel size in Tested

10mm 이하	10~20mm	20~30mm	30~50mm	50mm이상
53.0%	17.6%	3.2%	12.2%	9.0%

나. 시험 및 조사방법

토양괴 및 석괴의 입도 분포 조사는 500mm×500mm의 샘플링 격자를 사용하여 50mm 깊이마다 10, 20, 30, 50, 70, 100mm의 선별체를 통과한 시료에 대해 각각의 개수와 질량을 측정하고 이로부터 분포비율과 평균직경을 구하고 특히 발아율과 관계가 깊은 입도 20mm 이하의 분포를 별도로 계산했다. 시료 채취면적은 0.25m²씩 4지점 이상을 하여 전체 시료채취면적이 1m² 이상이 되도록 했으며, 작업방법은 왕복순차법으로 하였다.

포장작업량은 시간당 작업면적으로 계산했으며, 유효 작업량은 작업속도와 실작업폭으로 회행을 고려하지 않은 시간당 작업면적으로 했다. 평균경심은 미경운지에서 부터 경운된 바닥면 까지의 깊이를 4지점 이상 측정하여 평균값으로 하였으며, 경운체적당 연료소비량은 작업기간동안의 연료소비량을 작업면적과 평균경심을 곱한 값으로 나누어 구했다.

3. 결과 및 고찰

자갈밭 로타리와 관행 로타리를 동일한 시험포장에서 왕복회행법에 따라 작업하고 토양 및 자갈의 경심별 이동 패턴을 피경의 직경별로 나누어 분석하였다.

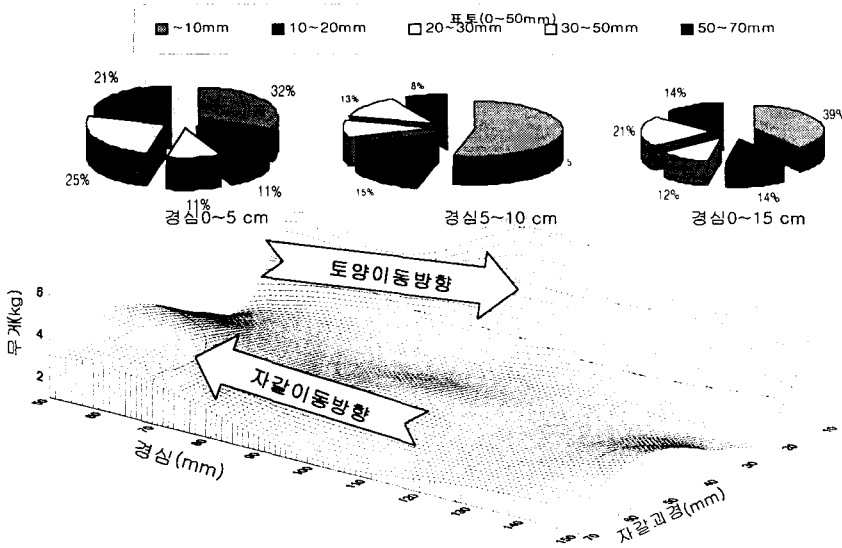


Fig. 3. Gravel Distribution in Soil Depth When Working with Conventional Rotarvator

Table. 2. Weight Distribution of Gravel Size in Soil Depth When Working with Conventional Rotarvator

경 심 토양 · 자갈입경	0~50mm	50~100mm	100~150mm
~10mm	4.68(kg)	10.52(kg)	6.10(kg)
10~20mm	1.62	1.96	2.29
20~30mm	1.70	2	1.85
30~50mm	3.70	1.96	3.33
50~70mm	3.10	0.36	2.23
합 계	14.79	16.8	15.80

관행로타리로 작업했을 때, 그림3에서 보이는 바와 같이 작업전 경심 50mm 이하의 포장표토층에서 입경 10mm이하 토양의 분포비중이 53%에서 작업후 39%로 감소하고, 입경 20mm 이상의 자갈분포는 작업전 31%에서 57%로 오히려 크게 증가하는 경향을 나타냈다. 경심 50~100mm 사이에서는 10mm이하의 토양이 크게 증가하고 20mm이상의 자갈은 다소 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 분석결과는 관행로타리로 자갈이 포함된 포장에서 경운 작업을 실시할 경우 지중의 자갈을 토양표면에 노출시키고 표토의 일부를 지중으로 이동시

키는 것으로 나타나 생육환경이나 농작업 환경을 오히려 악화시키는 것을 알 수 있었다.

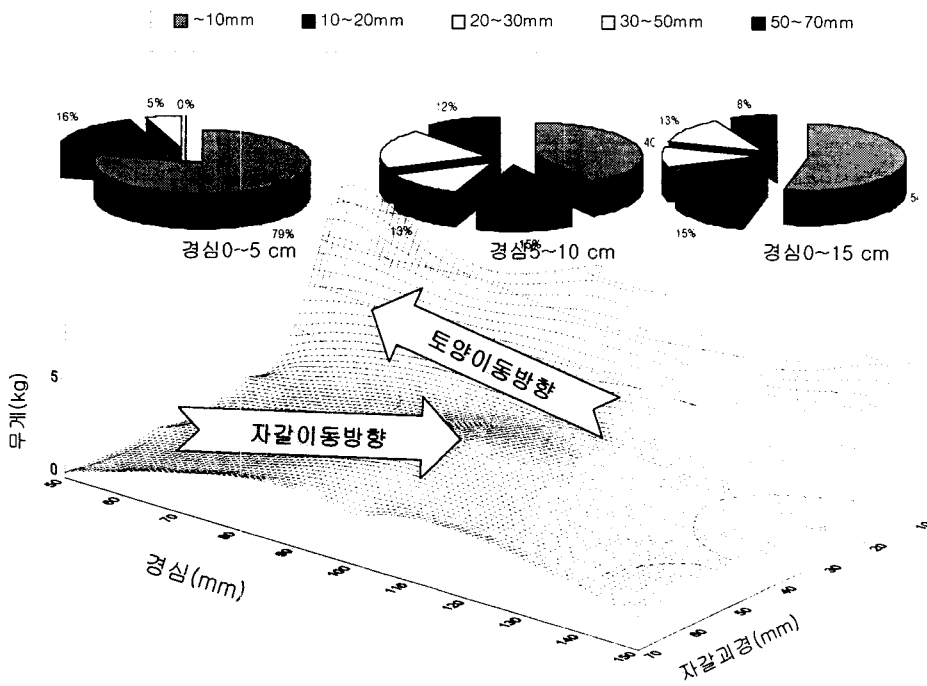


Fig. 4. Gravel Distribution in Soil Depth When Working with Stone Burying Rotarvator

토양 · 자갈입경	경심		
	0~50mm	50~100mm	100~150mm
~10mm	8.25(kg)	8.28(kg)	8.27(kg)
10~20mm	1.65	2.97	2.31
20~30mm	0.55	2.61	1.58
30~50mm	0	4.05	2.03
50~70mm	0	2.385	1.19
합 계	10.45	20.295	15.37

자갈발용 로터베이터의 작업성능은 40ps급의 일반 로타리의 20분/10a에 비하여 30분/10a으로 작업성능이 낮은 것으로 나타났음. 이는 경심이 깊고, 작업폭이 좁으며 로타리의 역회전으로 인한 트랙터의 견인부하가 커지는 것 때문인 것으로 추정되었다.

그림 4는 자갈발 로타리로 경운했을 때 토양과 자갈의 이동특성을 나타내었다. 경우누의 가장 큰 특징은 경심 50mm이하의 표토층에 입경 10mm이하의 토양이 79%로 증가하였고 작물생육에 장애를 초래하는 20mm이상의 피경을 갖는 자갈들은 10%이하로 나타났으며, 특히 30mm이상의 자갈들은 표토층에서 전혀 나타나지 않았다. 큰 피경의 자갈들은 대부분

중간층인 50mm이하의 경심으로 이동하고 중간층 이하의 토양이 표면으로 이동하여 자갈을 매몰하고 있는 것으로 분석되었다. 따라서 매몰형 자갈밭 로타리는 다수의 자갈이 존재하는 산간지의 밭토양에 매우 유용하게 이용될 수 있을 것으로 평가되었다. 다만 자갈밭 로타리가 역회전 날에 의해 토양과 자갈을 비산시켜 스크린에 의해 선별낙하 시키는 방법이므로 로타리 케이싱과 날 사이 간격보다 큰 괴경의 자갈이 유입될 경우 시스템에 과부하를 발생시키는 것이 문제점으로 나타났으며, 이를 보완 발전시킬 경우 산간지 및 다수의 자갈이 포함된 포장을 친환경적으로 경운할 수 있는 기술을 확립하는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 금후 공시된 두포장에 콩을 재배하면서 수량 및 생육을 조사하여 작업방법에 대한 영향을 분석할 계획이다.

4. 요약 및 결론

이 연구에서는 역회전 로타리와 선별스크린을 이용하여 자갈과 토양을 분리한후 낙하 시간차를 이용하여 자갈을 경운 바닥면에 먼저 떨어뜨리고 토양을 그 위에 덮어 자갈을 매몰하는 구조로 제작된 자갈밭 로타리에 대하여 작업과정에서 일어나는 토양과 자갈의 이동 특성, 작업성능에 대하여 조사하고 분석하였으며 주요 시험결과는 아래와 같다.

- 자갈밭용 로타베이터의 작업성능은 40ps급의 일반 로타리의 20분/10a에 비하여 30분/10a으로 작업성능이 낮은 것으로 나타났다. 이는 경심이 깊고, 작업폭이 좁으며 로타리의 역회전으로 인한 트랙터의 견인부하가 커지는 것 때문인 것으로 분석되었다.
- 자갈의 매몰특성을 분석한 결과 관행의 로타베이터 작업은 굵은 토양과 자갈은 표층으로 이동하고 잘게 쇄토된 토양은 경운 바닥 층으로 이동하여 오히려 자갈을 노출 시킴으로 파종·이식상을 악화시키는 것으로 나타났다. 시험결과 경운전 표토층(0~5cm)의 토양 무게가 약 7.6kg에서 4.6kg으로 40%정도 감소하고 자갈이 6.7kg에서 8.6kg으로 약30% 증가 하였다.
- 작업의 정밀도면에서 자갈밭용 로타리는 일반 로타베이터에 비해 탁월한 자갈 매몰특성을 나타 내었음. 경운전 표토층(0~5cm)의 토양 무게가 약 7.6kg에서 8.2kg으로 7% 정도 다소 증가하고 자갈은 6.7kg에서 2.3kg으로 약66% 감소하였고 특히 30mm 이상의 크기를 갖는 자갈은 표토층에 전혀 나타나지 않았다.
- 이상의 성적을 종합하면 자갈밭용 로타리는 작업속도가 일반 로타리에 비해 늦지만 제 주도 등과 같이 자갈이 많아 경운쇄토 정지작업이 어려운 포장에서는 매우 유용하게 이용할 수 있을 것으로 판단되었다.

5. 참고문헌

1. 林尙孝, 1985, 耕うんによる層別土塊分布の平價法に関する研究, 農機誌47(3)
2. 岡部正昭, 1984. 各種耕うん装置の性能特性. 農機學會九州地部誌33
3. 森本國夫, 1983, レーキ付き アップカット・ロータリの作業性能, 農機誌45(3)