

# 동력경운기 부착용 고효율 고구마 수확기 개발

## Development of Sweet potato Harvester using Power-tiller

조기현 \*  
정회원  
K. H. Cho

### 1. 서 론

최근, 고구마(Sweet potato)는 웰빙(Well-being)문화의 고급화와 더불어 '95년 국내의 고구마재배면적은 14.7천ha로서 연간 생산량을 보면 305천톤으로 나타나고 있으며 '05년 국내의 고구마 재배면적은 17.1천ha로서 연간 생산량을 보면 282천톤으로 나타나고 있으며(농림부,05),수확작업은 대부분 인력에 의존하고 있다. 원래 고구마는 남미 멕시코가 주산지로서 1760년경 영조때 일본 통신사로 갔던 조엄이 일본(대마도)에서 전하여져 최고의 구황작물로 알려져 있다. 고구마수확기는 일부 트랙터용이고 수확시 고구마의 손상을 주는 관계로 품질저하 및 부패등의 이유로 사용이 불가능한 상태이다. 줄기작업은 수작업을 하고 고구마만 수확하는 정도이며 특히, 품질저하로 인하여 고품질, 고가의 활용도가 낮은 실정이다. 고구마의 수확은 대부분 인력에 의한 줄기를 절단한 후 비닐을 회수하고 수확하는 관계로 고구마 재배에 투입되는 전체 노동투하 시간은 10a당 106.6시간이 걸리며 이중 수확작업에 소요되는 시간은 27.2시간으로 전체노동의 25%이상을 차지하여 노력이 많이 들고 일손이 부족한 실정으로 고구마 일관수확기계화의 문제점 및 이용빈도가 낮은 등의 문제점이 있고 트랙터의 경우 경사지에서 전도사고의 염려가 높고 미경지작업이 많아 사용이 어려운 실정으로 줄기절단, 비닐수거, 선별, 수집 일관작업에 가능한 고구마 수확기계화가 절실히 요구되고 있다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 개선하여 수확조건을 보다 최적화하고 고구마수확에 적합한 수확시스템의 개발이 필요하다. 또한, 쌀산업의 감소화 시점에서 지역의 특화작물 확대 및 변환등을 유도하며 생력화와 농가소득은 물론 국가자원의 효율적 활용으로 농업총생산액을 높혀 농업발전에 기여함을 목적으로 고구마 수확시 일관된 완전자동화 기계를 개발하고자 하였다.

### 2. 재료 및 방법

#### 2.1 실험장치

본 연구에서는 동력경운기를 이용한 고효율 고구마수확기 개발을 위해 그림 1과 같이 설계 및 제작을 하였다. 연구기간은 2005. 5. 1 ~ 2006. 5. 31으로서 시험장소는 경북 청송군 진보면 진안 4리 조명래 농가에서 시행하였다. 공시기종은 동력경운기 부착용 고구마 수확기로서 경운기 전.후부에, 동력전달부, 줄기처리부, 수확부등으로 구성은 그림

\* 경북도립 경도대학 자동차.소방계열

1과 같이 ①줄기절단시스템,②굴취시스템,③동력전달장치,④진동캠,⑤진동체,⑥미륵장치, ⑦체인카바로 되어있다. 시작기 설계제작은 주행부와 줄기절단부 및 굴취부를 포함한 동력 경운기의 이용도 증대와 작업정도 향상을 위해 고려하였으며, 고구마 수확부는 주행부 쪽을 고려하여 굴취폭 및 줄기처리폭, 작업깊이, 기체의 안정성과 진동을 고려 하였다. 굴취시 상처를 감소하기 위하여 쟁기보습 형태로 제작하였고 기체 안정성을 위하여 기존 동력경운기의 주행부를 사용하였으며 주행저항을 감소하기 굴취날에 미세진동을 주어 두둑을 흔들어 놓으므로 견인력저감과 작물의 손상 없이 손쉽게 수확 하도록 제작하였다. 줄기절단부에 회전 원통에 칼날을 부착하였다. 수확 방식으로 줄기절단, 굴취, 복합식 작업형으로 제작하였다. 표 1은 시작기의 형식을 나타낸 것이다. 실험방법은 최적조건을 알아보기 위한 굴취에 따른 작업능률, 견인 및 진동시험, 줄기절단시험 및 작업상태를 조사하였으며, 구명된 결과를 토대로 고구마 손상율과 경제성을 분석하였다.

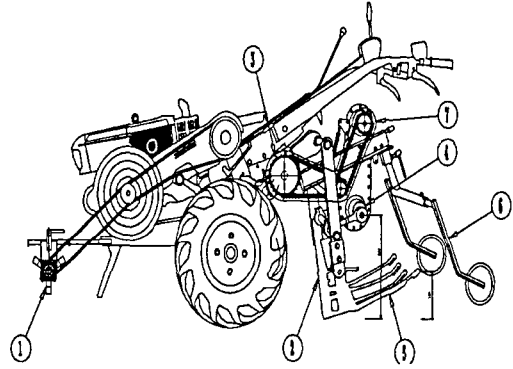


Fig.1경운기부착용 고구마수확기전체구성도

Table 1. 고구마 수확 및 줄기절단장치 시작기 주요 형식 및 제원

항 목	주요 사양					
작업 형식	줄기절단 및 굴취 복합 작업형					
형식 및 정격출력	수냉 4행정 단기통 디젤 경운기, (8ps/2000rpm)					
주행차륜	고무바퀴					
주 행 부	항목 구분	변속레버		차속(km/h)	회전수(rpm)	
		주변속	부변속		굵게	짧게
	제1단	1	저속	1.3	254	374
	제2단	2	저속	1.9	254	374
제3단	3	저속	2.9	254	374	
진 동 및 굴취부	형식			항목 구분	진동수	진폭(mm)
	진동		전.후 진동바			
	굴취		견인식	제2단(짧게)	400	70
				제3단(저속)	-	-
줄기처리장치제원	재 료 명		내 용		비 고	
	L× W× H		850× 750× 700			
	경운기 장착 방식		경운기 후방부착 방식			
	날 절단방식		프레일날 방식			
	회전 절단날의 방향		UP CUTTING			
날의 종류		FAIL TYPE				

## 2.2 실험방법

본 구동작업부 시험에서는 엔진회전수 변화에 따른 동력전달 효율, 연료소비율을 분석하

였으며, 각 측정된 항목은 축출력, 축토크 및 출력성능을 나타내었다. 덩굴처리 적정 설계조건 구명을 위하여 덩굴절단장치는 경운기 전방 부착형으로 프레일날을 이용한 역회전 방식으로 주행속도별로 50m 구간의 덩굴처리율과 평균절단길이를 조사하였다. 줄기절단당력은 엔진폴리에서 취출하였고 줄기절단 높이 조절은 미륵상하 조절에 의하여 최대 30cm까지 조절가능하며, 시험포장으로 두둑폭 및 조간이 64×30cm 포장에서 실시하였으며, 고구마 품종은 지역특성에 알맞은 울미를 선택하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 동력전달효율

그림 2은 엔진 회전수변화에 따른 동력전달효율을 그림 8에 나타내었다. 저속회전수 영역에서는 약간 낮게 나타났으며, 엔진의 정격회전수 영역에서는 약 87%의 효율을 나타내었다.

#### 3.2 연료소비율

그림 3은 엔진회전수 변화에 따른 연료소비율을 나타내고 있다. 저속 영역에서는 다소 높게 나타났으나 정격회전수 2200 rpm에서는 약320g/kW-h로 나타났다.

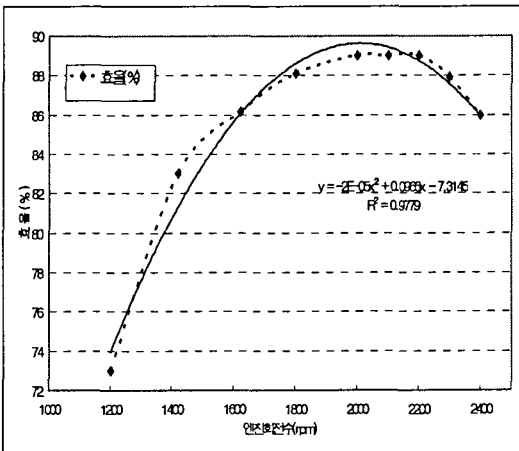


Fig. 2 동력전달효율

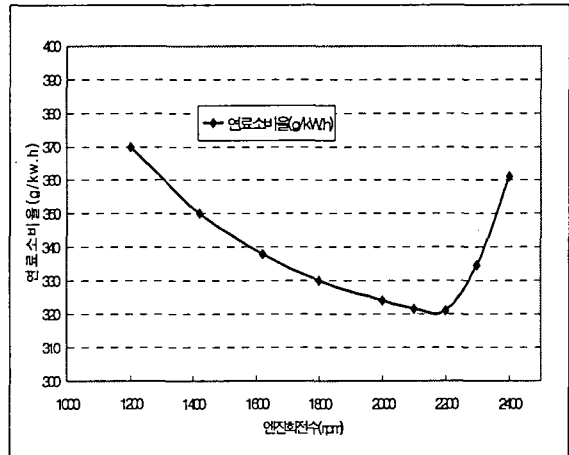


Fig. 3 연료소비율

#### 3.3 굴취 및 견인력

다음 그림4은 고구마 두둑형성에 소요되는 견인력을 시험해 본 결과 두둑성형길이는 50m, 폭은 64cm조건에서, 견인력은 약 420~440kgf로 소폭변화를 나타냈다. 이는 포장의 토양 조건이 균일하지 않았던 것으로 판단되었다.

#### 3.4 작업거리에 따른 진동·진폭시험

다음 그림5은 전진 1단, 정격회전수 및 PTO 1단에서 두둑성형길이는 50m로 고구마 두둑형성에 소요되는 진동 및 진폭을 시험해 본 결과, 진폭은 70mm였고, 진동수는 400cpm으

로 나타났다.

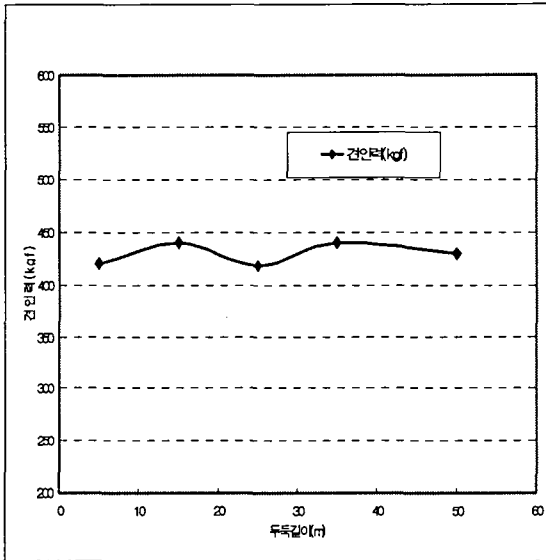


Fig. 4 작업에 따른 견인력

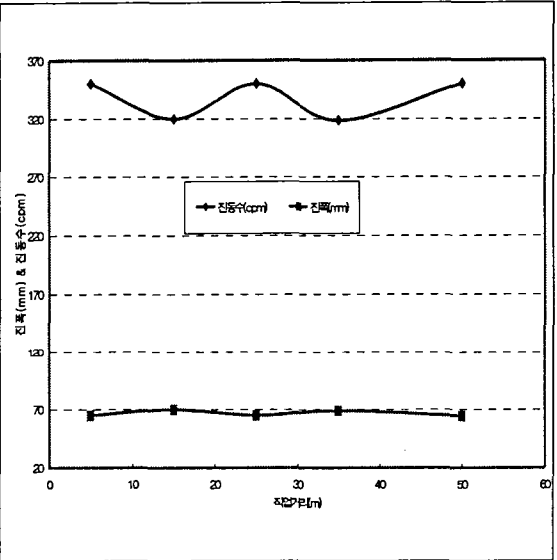


Fig. 5 작업에 따른 진동 및 진폭시험

#### 4. 결론

본 연구에서 고구마 수확작업의 기계화를 위하여 동력경운기를 활용하여 개발한 고구마 수확작업기는 전,후방에 작업기를 부착하여 고구마 줄기절단 및 굴취를 할 수 있는 고구마 전용 수확기를 제작하여 적용시험 한 결과를 요약하면 다음과 같다

가. 엔진 회전수변화에 따른 동력전달효율은 저속회전수 영역에서는 약간 낮게 나타났으며, 엔진의 정격회전수 영역에서는 약 87%의 효율을 나타내었고, 엔진오일 온도 및 배기온도는 회전수의 증가에 따라 정격회전수 2200 rpm까지는 증가하다가 그 이상의 회전수 영역에서는 일정한 경향을 나타내었다. 동력경운기 PTO와 연결한 후 엔진의 회전수별로 계측을 하였다. 회전수별 출력을 보면 1200rpm에서 6ps, 1800rpm에서 7.8ps, 2200rpm에서 9.9ps, 2400rpm에서 12ps으로 나타났다.

나 고구마 두둑형성에 소요되는 견인력을 시험해 본 결과 두둑성형길이는 50m, 폭은 64cm였다. 견인력은 약 420~440kgf로 나타났다. 소요되는 진동 및 진폭을 시험해 본 결과, 진폭은 70cm였고, 진동수는 400cpm으로 나타났다

다. 흙분리 및 손상율을 조사한 결과, 시험구간은 50m로 3회 반복 시험을 하였으며, 조사는 진동판을 거쳐 상자에 담은 후 흙과 고구마를 분리한 후 전체무게를 계측한 후 백분율로 구하였다. 고구마의 손상은 껍질이 벗겨지거나 찌힌 것은 손상으로 보고 분석하였다. 흙분리율은 70%였고, 손상율은 80%로 나타났다..

#### 5. 참고문헌

1. 농촌진흥청. 22005. 작목별 작업단계별 노동투하시간
2. 농업공학연구소, 1999. 수확기계기술에 관한 연구