

부분경운이앙기 개발

Development of a Minimum Tillage Rice Transplanter

강태경* 이채식* 김충길* 최덕규* 한희석** 조성찬***
정희원 정희원 정희원 정희원 정희원
T.G.Kang C.S.Lee C.K.Kim D.K.Choi H.S.Han S.C.Cho

1. 서 론

쌀은 전세계에서 매년 약 4억톤이 생산되어 세계인구의 약 45%에게 주식으로 제공되고 있다. 우리나라에서는 쌀 농사가 농업소득의 약 44%를 차지하는 농가의 주 소득원으로 경제적 비중이 크다. 또한 WTO 개방경제 체제에서는 쌀 생산농가가 생존하기 위해서는 생산비 절감을 통한 가격경쟁력 제고와 품질향상을 통한 소비자 선호도 확보가 가장 중요한 과제이다. 지금까지 우리나라의 벼농사는 생산비 절감이나 품질향상보다는 수량증대에 치중하여 쌀산업의 국제경쟁력은 매우 취약한 실정이다. 손 모내기에서 중묘 기계이앙 기계기술이 확립되어 확대보급 되었고 이보다 육묘비용 및 노력을 절감할 수 있는 어린모 재배 기술이 보급되기 시작하였으나, 미국 등 선진국의 벼농사 노동 투하시간 3.5시간/ha에 비하여 우리나라는 328시간/ha 쌀 생산비는 미국의 2,018천원/ha에 비하여 우리나라는 5,108천원/ha로 월등히 높아 노동 투하시간을 획기적으로 줄일 수 있는 기계기술 개발이 요구되고 있다. 노동투하시간을 줄이기 위해서는 몇가지 작업을 일시에 하는 복합작업이 최선의 방법으로 경운과 동시에 시비, 이앙 및 제초제를 살포하는 기술로 국내에서는 단위작업에 대한 많은 연구결과가 도출되었으나 복합작업에 대한 연구결과는 부족한 실정이다.

부분경운이앙기 개발을 위한 기초연구에서 요인시험을 통하여 우리나라 실정에 적합하도록 부분경운·이앙 동시작업형으로 제작하기 위한 부분경운에 적합한 로타리날의 설계변수를 도출하였다.

본 연구에서는 부분경운이앙기 개발을 위한 기초연구에서 도출된 결과를 활용하여 우리나라 실정에 적합한 부분경운이앙기를 개발하여 성능시험, 생육 및 수량분석을 실시하여 농가현장에 보급 가능한 복합작업기를 개발하여 벼농사 노동 투하시간 및 경운 에너지를 절감하였다.

* 농업기계화연구소 생물생산기계과

** 작물시험장 수도재배과

*** 충북대학교 농업기계공학과

2. 재료 및 방법

가. 시작기 제작

(1) 동력전달장치 제작

동력전달장치를 제작하기 위하여 동력을 엔진에서 취출하도록 1단폴리를 2단폴리로 교체하고 V벨트 이용하여 기어케이스까지 동력이 전달되도록 하였으며, 기어케이스에서 4:1로 감속하였다. 클러치는 도그클러치를 이용하여 작업자가 동력전달을 단속하도록 하였다. 동력전달순서는 엔진→V벨트→클러치케이스→유니버설조인트→체인케이스→경운축으로 전달된다.

(2) 부분경운장치 제작

승용이양기에 부분경운장치를 부착하기 위하여 식부장치 히치부를 300mm 연장하고, 부분경운장치는 요인시험을 통하여 경운토크가 적고 경운된 흙의 비산이 적은 경운날을 선발하여 경운장치를 그림1 및 표1과 같이 제작하였다.

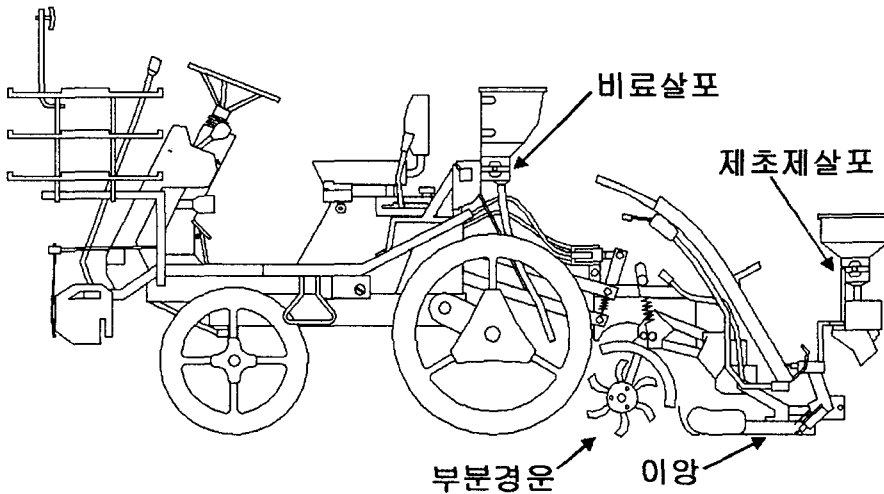


그림 1 부분경운이양기 구조

표 1 부분경운장치 제원

경운축 동력전달방식	경운날 플랜지 ($\phi \times T$, cm)	경운폭 (cm)	경운깊이 (cm)	경운날 개수 (개)
중앙구동 정회전방식	13×0.8	6	6	6조×6개=36개

(3) 시비장치 제작

시비장치는 배출방식을 홈롤러 배출식 6조로 제작하고 구동동력은 식부클러치에서 취출하여 식부장치가 구동될때만 시비가 되도록하였으며, 시비방법은 완효성 비료를 부분경운 날 전방에 살포하여 경운에 의해 복토가 되어 비료의 유실을 최소화하도록 제작하였다.

(4) 제초제 살포장치 제작

제초제 살포장치는 '98년에 개발한 승용이앙기용 제초입제살포장치 부착하고 약제 배출롤러의 구동방식변경 구동륜방식에서 식부암 케이스에서 취출하는 방식으로 변경하여 구동륜의 슬립으로 배출량이 변동되는 현상을 해소하여 제초제가 균일하게 살포되도록 하였다.

나. 시작기 포장성능시험

(1) 포장시험 방법

포장성능시험은 경운을 하지 않은 사양토의 눈에 이앙 10일전부터 담수하여 토양과 벼 그루터기 등 잔유물이 연화된 눈에 공시재료 30일간 육묘한 대안벼를 부분경운이앙과 표준경운이앙을 대비하여 작업성능과 작업상태를 측정하였다.

(2) 토양경도 측정

포장성능시험을 위한 눈 상태를 분석하기 위하여 토양경도 측정은 Soil Compaction Meter(Spectrum Technologies, Inc.)를 이용하여 6지점을 선정하여 5, 10, 15, 20cm 깊이의 토양경도를 측정 한결과 표2와 같다.

표 2 포장상태

토성	담수깊이 (cm)	토양경도 (kPa)	벼 그루터기 길이 (cm)	비고
사양토	1~3	70~175	6~12	이앙 10일전 담수

3. 결과 및 고찰

가. 작업성능

작업성능은 작업시간인 주행시간, 선회시간과 모, 제초제, 비료 등의 공급시간을 측정한 결과 표준경운이앙 작업시간은 18시간/ha, 시작기의 작업시간은 5.5시간/ha로 나타났다.

표 3. 작업성능

작업시간(시간/ha)		공급시간(시간/ha)			총계
주행시간	선회시간	모	제초제	비료	
3.8	0.4	1.0	0.1	0.2	5.5

※ 표준경운이앙 작업시간(18시간/ha) : 경운(4.0), 시비(10.0), 이앙(4.0)

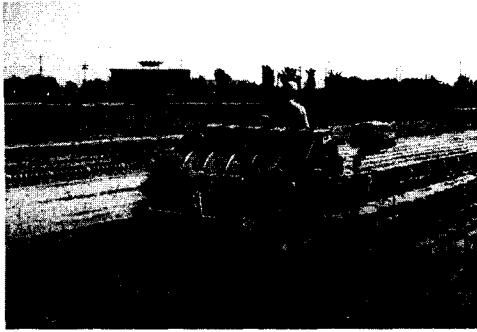


그림 2. 시험장면



그림 3. 작업(이앙)상태

나. 경운 및 이앙상태

부분경운상태는 표4와 같이 경운폭은 6cm, 경운깊이는 7cm였으며, 경운된 흙의 비산이 정의 없는 것으로 나타났으며, 이앙상태는 이앙깊이 2~3cm로 표준경운이앙과 같았으나, 결주율과 부묘율이 약간 높은 것으로 나타났다.

표 4. 경운 및 이앙상태 분석

구 분	경운폭(cm)	경운깊이(cm)	이앙깊이(cm)	결주율(%)	부묘율(%)
부분경운이앙	6	7	2~3	3.7	1.5
표준경운이앙	-	-	2~3	3.5	0

※ 이앙일 : 5월 27일

다. 생육상태 및 약해

시비 및 제초제 동시처리로 인한 영향을 분석하기 위한 생육상태 및 약해 조사 결과는 표5와 같이 약해가 거의 없고, 생육도 양호하였으며, 표6과 같이 출수기의 생육상황도 관행 표준경운이앙과 유사한 것으로 나타났다.

표 5. 생육상태 및 약해

구 분	처리약제	초장(cm)	경수(개/m ²)	약해(0~9)
부분경운이앙	A	31.7	345	2
	B	33.1	373	1
	C	36.2	376	1
표준경운이앙	관행	38.2	392	0

※ 조사일 : 7월 2일, ※ 관행 : 이앙 5일 후 손살포

표 6. 출수기의 벼 생육상황

제초제 종 류	출수기 (월. 일)	LAI	건물중(g/m ²)	
			지상부	지하부
A	8. 26	5.8	998	59
B	"	5.8	991	61
C	"	6.0	1011	63
관행	8. 25	6.0	1041	68

라. 수량 및 수량구성요소

수량조사결과 관행표준경운이양에 비하여 제초제 B형은 92%로 적었으나, A와 C는 96, 98%로 차이가 없는 것으로 나타났다.

표 7. 수량 및 수량구성요소

제초제 종 류	간장 (cm)	수장 (cm)	수수 (개/m ²)	수당 립수	등숙비율 (%)	현미천립중 (g)	쌀수량 (kg/10a)	수량 지수
A	77	20.7	353	83	73.0	20.2	495	96
B	78	20.7	342	78	73.5	20.1	475	92
C	78	20.4	368	86	79.0	21.3	501	98
관행	77	20.9	360	88	79.5	21.7	514	100

4. 요약 및 결론

경운에너지와 노력을 절감하기 위하여 부분경운이양기를 개발하여 포장에서 서능시험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 적정 부분경운날 선발을 위한 요인시험결과 A형 날이 토양유동이 적고, 경운상태가 좋으며, 경운토크가 적어 부분경운이양기용 경운날로 적합한 것으로 나타났다.

나. 시작기는 시비, 부분경운, 이양 및 제초제 살포 일관작업형으로 제작하였다.

다. 시비작업은 홈롤러방식으로 조출 홈의 열립량에 따라 시비량이 조절되며 틀리는 식부 클러치에서 취출하여 본체의 주행속도에 비례하여 살포량이 일정하도록 하였으며, 경운날 전방에 살포하여 경운날에 의해 복토되어 비료의 손실을 최소화하고 완효성복비를 이양과 동시에 1회만 살포하여 노동력을 크게 절감토록 하였다.

라. 제초제 살포장치는 '98개발 승용이양기용 제초입제살포장치 부착하고 제초제 조출롤러의 구동동력을 식부암 케이스에서 취출하여 본체의 속도에 비례하여 일정한 양이 살포되도록 하였다.

마. 시작기 성능시험은 무경운 포장에 이양전 10일 답수 후 대안벼 30일묘로 표준경운이양과 대비하여 시험한 결과 결주율은 3.7%, 부묘율은 1.5%로 표준경운이양의 3.5%보다 약간

높게 나타났다.

바. 수확량은 부분경운이앙의 경우 501kg/10a로 표준경운이앙의 514kg/10a의 98%로 나타나 부분경운이앙의 결주율을 표준관행이앙 수준으로 유지하면 표준관행이앙과 유사한 수준의 수확량을 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

사. 개발된 시작기로 1ha 이앙하는데 5.5시간으로 표준경운이앙의 18시간에 비하여 30%, 소요비용은 567,715원으로 표준경운이앙의 713,955원에 비하여 15% 절감효과가 있는 것으로 나타났다.

5. 참고문헌

- (1) 강태경 외 5명 2002. 부분경운이앙기 개발을 위한 기초연구. 한국농업기계학회 하계학술 논문집 7(2) 3~8.
- (2) 박석호 외 4명 1999. 부분경운 건답직파기의 부분경운 특성. 한국농업기계학회 동계학술 논문집 4(1) 38~44.
- (3) 이동현 2001. 벼 직파재배 기계기술 개발 현황과 방향. 벼 직파재배 기계기술 발전방향 세미나.
- (4) 김수성 외 2인 1997. 로타리 경운날의 개량 연구-경운날 3종의 경운부하특성분석-. 한국농업기계학회지 22(4) : 391~400.
- (5) 이현동 외 5인 2002. 에너지 절감형 트랙터 로타리날 개발(Ⅱ) - 트랙터 부착형 자동 토양경도 측정 시스템 개발-. 7(1)3~8.
- (6) 김성래. 1988. 기계 이앙답의 쇄토정지용 로타리날의 개발. 과학재단 연구보고서.
- (7) Karahashi, M. 1990. Development of a new up-cut rotary tiller with rake-type filtering screen. JARQ 17(4) : 248~254.