

## 중부지방에서의 로터리 경운작업 실태조사 및 경운부하 Research on the Actual Condition of Rotary Tilling & Rotary Power Requirement in the Central Area

명병수\*, 이현동\*\*  
Byung-Su Myung\*, Hyun-Dong Lee\*\*

### <Abstract>

In this study, actual state of operation of rotary tillage was surveyed in the central part of Korea which includes 29 rural community around Asan city, Choongnam principal. 29 heads of the village and 44 farmers were surveyed at the field with a questionnaire on the operation of rotary tillage with farm tractors. Power requirement of rotary tillage operation was measured at the field of each farmers during rotary tilling operation in the central part of Korea. Summaries of this study are summarized as follows.

- 1) Operations of tillage and land preparation were found to be carried out with farm tractors by 98 percents which are results of the survey on 29 heads of the village and 44 farmers.
- 2) More than half of the farms had tractors with horsepower more than 38 kW which states that most tractors were supplied in middle and large size.
- 3) The case of applying secondary tillage after the first primary tillage were 79 percent among the most of operations of tillage and field preparation. Rotary tillage were carried out on the most of wet paddy fields and only 14 percent of dry fields were cultivated with rotary tillage.
- 4) 63.6 percent of farm tractors were surveyed to meet the recommended field capacity on tillage operation by the government which were ranged from 15.1 to 34.9 ha. And the field capacity of these farm tractors were greater than that of annual total area of operation field, 13.2ha (data from Information of agricultural machinery, National agricultural products quality service, Korea), which states the utilization of agricultural machinery was high in the area surveyed.
- 5) 46 percent of farmers changed the blade of rotary implement when they used it over the field capacity of rotary blade of 33 ha which is the area of field for rotary operation per a blade change. 55 percent of farmers changed the rotary blade more than once per two years.
- 6) The required power for rotary operation of each farm tractors were measured as 17.206 kW at untilled paddy field and 34.989 kW at untilled dry field on the average, respectively. The required power for rotary operation was measured as 28.248 kW on the average at the paddy field which had been plowed once and 28.015 at the paddy field that had rotary tillage operation. Untilled dry field showed the highest value of the required power for rotary operation.

**Keywords : Tractor, Power, Rotary tilling**

---

\* 교신저자, 정회원, 경북대학교 이공대학 기계공학과, 교수, \* Corresponding Author, Dept of Mechanical eng.,  
工博, E-mail : bsmyung@knu.ac.kr Kyungpook National University, Prof., Ph. D.

\*\* 특허청 기계금속건설심사국 복합기술심사1팀

\*\* Korean Intellectual Property Office, Daejeon, Korea

## 1. 서 론

우리나라 트랙터의 보급은 2006년 현재 236,707대로 18.6 % 보급률로 보이고 있으며 경지면적의 감소에도 불구하고 농가호당 경지면적은 2007년 1.46 ha에서 2018년에는 1.70 ha로 증가할 것으로 전망된다. 트랙터를 이용한 작업에서 동력이 가장 크게 소요되는 경운작업은<sup>1)</sup> 1차 경기 작업과 2차 쇄토작업으로 크게 나눌 수 있는데, 근래에는 작업기의 대형화로 동시 작업화 하여 작업시간과 에너지 및 경비를 절감할 수 있는 로터리 경운작업만으로 경운과 쇄토작업을 동시에 실시하는 경향으로 발전하고 있다.

국제공물가격과 유가상승, 한미 FTA타결, 달러환율 급등 등으로 농가의 경영악화로 수급의 어려움과 68.4 kW이상의 트랙터 전량수입 등의 국내·외의 환경변화로 농작업에서는 저연비형의 작업기와 운용방법이 요구되고 있으며 경운정지작업<sup>2)</sup>의 99 %기계화로 트랙터 로터리에 의한 경운·정지작업의 비율은 차지하는 비율이 매우 크고 또 해마다 증가하는 추세이다.

로터리를 이용한 경운작업<sup>3)</sup>은 경운과 쇄토의 정도가 높아 그 이용이 증대되고 있으나 소요 동력이 큰 것이 문제점으로 되고 있다. 외국의 경우 소요 동력의 감소를 위하여 외국에서는 로터리 경운장치에 대한 연구가 꾸준히 계속되고 있으나, 우리나라에서는 이에 대한 연구가 매우 미흡한 실정이다.

본 연구는 우리나라 토양이나 작업형태에 알맞은 에너지 절감형 트랙터 로터리날을 개발하기 위한 전 단계 연구로서 중부지방의 농가 및 농업인을 대상으로 트랙터 로터리 경운작업의 실태를 조사하고, 개별 농가의 포장을 대상으로 트랙터 로터리 경운작업시의 소요 동력을 측정하여 앞으로 개발할 에너지 절감형 트랙터 로터리날 개발 연구의 기초자료로 사용하고자 연구를 수행하였으며, 구체적인 연구 목적은 다음과 같다.

1. 중부지방의 농가를 대상으로 농작업중에서 경운·정지 작업유형 및 연간 작업 실태를 농가방문 설문조사를 통해 분석하여 기초자료수립
2. 개별 농가를 대상으로 트랙터 로터리 경운작업에 소요 동력을 측정 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 중부지방 트랙터 로터리 경운작업 실태조사

본 연구에서 설문조사는 충남 아산시 일대의 44 농가를 대상으로 농작업 중에서 경운·정지작업유형 및 연간 작업 실태를 농가방문 설문을 통하여 조사하였고 대상지역의 기본통계는 자료는 Table 1에 나타난 것과 같다.

Table 1. The basic statistics of sample.

population (persons)	185,847 (farmer : 40,743, farm : 12,606)			
farm area (ha)	19,775 (a rice paddy : 13,400, a dry field : 6,375)			
possession farm machine, ea	2-wheel tractor	4-wheel tractor	combine	rice planting machine
	8,659	2,548	1,096	4,100
	total : 16,403			

### 2.2 중부지방 개별 농가 포장 트랙터 로터리 경운작업 소요동력 측정

#### ① 공시재료

시험에 사용된 트랙터는 L사에서 제작된 정격출력 49.4 kW의 트랙터이며, 트랙터에 부착된 로터리는 L사에서 제작된 41.8 kW의 트랙터에 적용 가능한 기어전동방식 로터리로 로터리날을 부착시키기 위한 9개의 플랜지가 달려있는 제품으로 하였다. 하나의 플랜지에는 6개의 로터리날을 부착할 수 있도록 되어있으며 양측의 플랜지에는 각각 3개의 로터리날이 부착되어있고 가운데 있는 7개의 플랜지에는 6개의 로터리날이 부착되어 있다. 근접한 플랜지간에 부착된 로터리날은 15° 간격을 이루고 있으며 플랜지에 부착한 로터리날은 L사에서 제작된 C형 로터리 날을 사용하였다.

시험에 사용된 포장은 충남 천안시 청당동 일원 농가의 S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub> 4개소의 포장으로, S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>은 논이고 S<sub>4</sub>는 밭이다. 시험포장의 상태와 평균 함수율은 아래 Table 2에 나타난 것과 같다.

Table 2. Field condition and average humidity

Soil	a rice paddy			a dry field
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>
condition	No tilling	Plow tilling	Rotary tilling	No tilling
Hum. % (d.b.)	37.73	60.00	22.84	21.63

② 실험장치

본 연구에서는 현재 우리나라에 가장 많이 보급되어 있는 중형트랙터에 부착되는 로터리를 대상으로 하였다. 경운 작업시 로터리의 소요 동력을 측정하기 위해서 “에너지 절감형 트랙터 로터리날 개발(IV)”에서 개발된 로터리 소요 동력 측정 장치를 이용하였으며, 토크변환기 및 근접센서에서 나오는 신호를 저장하기 위해 데이터 레코더를 사용하였다. Fig. 1은 자료 수집 및 분석 장치의 구성을 나타낸 것이다.

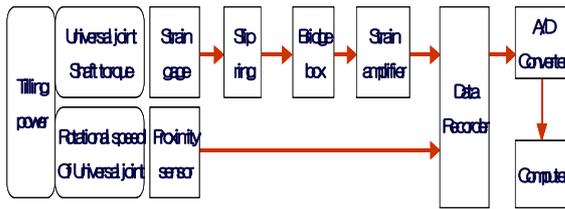


Fig. 1. Block diagram of the data acquisition and analysis system.

③ 실험방법

본 연구에서는 트랙터에 로터리를 장착하고 4개 포장을 경운하면서 소요동력 측정 장치에서 나오는 신호들을 데이터 레코더에 저장하였다. 트랙터의 PTO 회전수는 540 rpm으로 고정시켰으며, 로터리 경운축의 회전수는 PTO 회전수가 540 rpm일 때 174 rpm으로 회전하게끔 조정하였다. 주행속도는 저속 3단 0.92 m/s로 유지하였고, 경심은 0.12 m로 유지하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 중부지방 트랙터 로터리 경운작업 실태조사 결과

현지 설문조사에서는 29개 마을 이장 및 농업인 44 농가를 대상으로 하였다.

① 경운·정지작업의 기계구분

경운·정지작업의 기계구분결과 Table 3에서 보는바와 같이 쟁기작업 중 경운기 작업이 2%의 비율을 차지하였고, 트랙터 의한 작업이 98%의 높은 비율을 차지하였다. 로터리 작업에서 경운기 작업이 1.5%를 차지하였고, 트랙터 로터리 작업이 98.5%의 높은 비율을 나타내었다.

Table 3. The actual conditions of tillage

classification	plow tilling		rotary tilling		explanation
	farm no. (house)	rate (%)	farm no. (house)	rate(%)	
2-W tractor	35	2	27	1.5	29 villages
4-W tractor	1,705	98	1,715	98.5	
total	1,742	100	1,742	100	

② 트랙터 보유현황

농가별 트랙터 보유현황은 Table4에서 보는바와 같이 30.4kW 미만인 18.2%, 30.4kW~38.0kW 미만인 18.2%, 41.8kW~49.4kW이 40.9%, 45.6kW 이상이 22.7%를 차지함으로써 트랙터의 보급추세가 중대형 기종 위주인 것으로 나타났다.

Table 4. The present conditions of tractor possess

classification	farm no.(house)	rate (%)
under 30.4kW	8	18.2
30.4.kW~38.0kW	8	18.2
38.0kW~45.6kW	18	40.9
above 45.6kW	10	22.7
total	44	100

③ 트랙터 경운·정지작업 유형

트랙터 경운·정지작업에서 작업유형은 Table 5에서 보는바와 같이 6가지로 구분할 수 있는데, 1유형은 추경→1차 췌토→2차 췌토작업이 38.6%,

Table 5. The patterns of tilling and ground leveling of tractor

classification	farm no. (house)	rate (%)
1 case : autumn tilling →1 crush soil →2 crush soil	17	38.6
2 case : autumn tilling →1 crush soil	3	6.8
3 case : spring tilling →1 crush soil →2 crush soil	18	40.9
4 case : spring tilling →1 crush soil	4	9.1
5 case : 1 crush soil →2 crush soil	2	4.5
6 case : 1 crush soil	0	0.0
total	44	100

2유형은 추경→1차 쏘토 작업이 6.8 %, 3유형은 춘경→1차 쏘토→2차 쏘토작업이 40.9 %, 4유형은 춘경→1차 쏘토작업이 9.1 %, 5유형으로는 1차 쏘토→2차 쏘토 작업이 4.5 %, 6유형은 1차 쏘토 작업이 0 %로서 1차 쏘토 후 2차 쏘토를 하는 유형이 79 %의 높은 비중을 차지하였다.

**④ 트랙터 연간 로터리 작업면적**

설문조사 결과 트랙터 연간 로터리 작업면적은 Table 6에서와 같이 17 ha 미만이 36.4 %, 17~33 ha가 31.8 %, 33~66ha가 27.3 %, 66ha 이상이 4.5 %를 차지하였다.

**Table 6. The areas of tilling area by tractor in a year**

classification	farm no. (house)	rate ( % )
under 17ha	16	36.4
17ha~33ha	14	31.8
33ha~66ha	12	27.3
over 66ha	2	4.5
total	44	100

**⑤ 트랙터 로터리날 교환 부담면적과 교환주기**

트랙터 로터리날 교환 부담면적은 Table 7에서 보는바와 같이 작업면적/1회 교환으로 17 ha 작업후 교환 비율이 27.9 %, 17~33 ha 작업후 교환 비율이 25.6 %, 33~66 ha 작업 후 교환 비율이 11.6 %, 66 ha 작업 후 교환 비율이 34.9 %로서, 33 ha 작업 후 교환하는 농가가 46.6 %를 차지하였다.

트랙터 로터리날 교환주기(년/1회 교환)는 Table 8에서 보는바와 같이 1년 미만이 11.6 %, 1년~2년이 32.6 %, 2년~3년이 18.6 %, 3년 이상이 37.2 %로서 2년/1회 교환 이상인 농가가 절반이상을 차지하고 있었다.

**Table 7. The areas of exchange of tractor rotary blade**

classification	farm no. (house)	rate ( % )
under 17ha	12	27.9
17ha~33ha	11	25.6
33ha~66ha	5	11.6
over 66ha	15	34.9
total	43	100

**Table 8 The periods of exchange of tractor rotary blades**

classification	farm no. (house)	rate ( % )
under 1 year	5	11.6
1 ~ 2 years	14	32.6
2 ~ 3 years	8	18.6
over 3 years	16	37.2
total	13	100

**3.2 중부지방 개별 농가 포장 소요동력 측정 결과**

소요동력 측정 시 데이터는 데이터 레코더에 저장하였는데 저장된 신호는 일정한 시간간격으로 약 3.5초에 해당하는 구간 7곳(약 23 m)에 해당하는 데이터를 A/D변환을 시켰으며, 이를 분석에 이용하였다. Table 9에와 같이 4개소의 포장을 경운할 때 측정된 소요동력 결과를 나타내었다.

4개소의 포장 경운 소요동력 측정결과는 Table 9에서 보는바와 같이 논 S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>에서는 각각 17.206 kW(평균), 28.248(평균), 28.015 kW(평균)이었고, 밭 S<sub>4</sub>에서는 34.989 kW(평균)이었다. 결과를 보면 함수율이 제일 낮고 미경운 상태인 밭 S<sub>4</sub>를 경운할 때 소요 동력이 제일 크게 나타났고, 그 다음은 1차 쟁기작업과 로터리작업을 거친 논 S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>에서 크게 나타났고, 그 다음은 미경운 상태인 논 S<sub>1</sub>의 순서였다.

**4. 결 론**

본 연구에서는 중부지방에서의 로터리 경운작업 실태를 조사하기 위하여 충남 아산시 일대의 29개 마을 이장 및 농업인 44농가를 대상으로 현지 설문조사를 실시하였으며, 중부지방의 트랙터 로터리 경운작업시의 소요 동력을 측정하기 위하여 개별 농가의 포장을 경운작업하면서 소요 동력을 측정하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 29개 마을 이장 및 농업인 44농가를 대상으로 경운정지작업의 기계구분 결과 트랙터에 의한 경운·정지작업이 98 %로 나타났다.
- 2) 농가별 트랙터 보유 현황은 38 kW이상 트랙터 보유가 절반이상을 차지하여 트랙터의 보급추세가 중대형 기종위주로 나타났다.

Table 9. The result of measuring power requirement

Sample No.	S <sub>1</sub> (a rice paddy)			S <sub>2</sub> (a rice paddy)			S <sub>3</sub> (a rice paddy)			S <sub>4</sub> (a dry field)		
	Torque kg·m	RPM	kW	Torque kg·m	RPM	kW	Torque kg·m	RPM	kW	Torque kg·m	RPM	kW
1	28.749	617.3	18.834	36.086	610.5	23.376	41.194	615.7	26.914	38.322	604.8	24.596
2	19.337	616.7	12.656	51.251	637.0	34.645	40.556	632.0	27.200	53.577	611.9	34.787
3	36.659	615.3	23.935	47.502	650.9	32.810	40.937	621.5	26.997	46.957	648.4	32.307
4	21.689	618.0	14.222	38.091	635.2	25.676	42.907	621.3	28.287	61.774	640.4	41.979
5	26.861	615.3	17.538	54.042	651.1	37.337	43.715	620.2	28.771	55.109	653.3	38.207
6	33.185	618.2	21.769	21.479	656.6	14.964	42.493	629.9	28.403	48.723	656.6	33.947
7	17.513	618.0	11.484	41.842	651.5	28.928	44.230	629.2	29.534	57.657	639.1	39.100
Max.	36.659	618.2	23.935	54.042	656.6	37.337	44.230	632.0	29.534	61.774	656.6	41.979
Min.	17.513	615.3	11.484	21.479	610.5	14.964	40.556	615.7	26.914	38.322	604.8	24.596
S.D.	7.164	1.235	4.676	11.033	15.971	7.655	1.429	6.099	1.001	7.772	20.245	5.664
Average	26.285	617.0	17.206	41.470	641.8	28.248	42.290	624.3	28.015	51.731	636.3	34.989

- 3) 트랙터 경운·정지 유형 중 로터리 작업은 1차 쉐토후 2차 쉐토투를 하는 유형이 79 %를 차지하고 있으며 그중 1차 쉐토투시 포장조건이 건답인 경우는 14 %로 대개의 경우 습답에서 쉐토투작업을 하는 것으로 나타났다.
- 4) 트랙터 정지작업 부담면적은 농림사업시행 지침서에 의한 고가농기계 구입시 사업성검토 기준부담면적 15.1~34.9 ha을 충족(63.6 %)하고 있으며, 국립농산물품질관리원 농업기계 정보에 나타난 연간 작업총면적 13.2 ha보다 높아 기계이용률이 높은 것으로 나타났다.
- 5) 트랙터 로터리날 교환 부담면적(작업면적/1회 교환)은 33 ha이상 작업시 교환하는 농가가 46 %를 차지하고 있으며 교환주기는 2년/1회 교환 이상인 농가가 절반이상(55 %)을 차지하고 있다.
- 6) 중부지방 개별 농가 포장 트랙터 로터리 경운 작업시 소요동력 측정결과는 미경운 상태의 논과 밭에서 평균 17.206 kW와 34.989 kW, 1차 쟁기작업을 거친 상태의 논에서는 평균 28.248 kW, 1차 로터리작업을 거친 상태의 논에서는 평균 28.015 kW로 미경운 상태의 밭에서 소요 동력이 가장 크게 나타났다.

참 고 문 헌

- 1) 노상순, 신봉석: 우리나라 동력경운기의 이용실태 조사 분석 및 내구연한조사. 공업연구9, pp.91-99, (1979)
- 2) 이용복 외 4인: 농업기계 이용실태 조사 연구-1. 주요기종의 작업 실태에 관한 연구. 한국농업기계학회 동계학술대회 논문집5(1), pp.141-148, (2000)
- 3) 국립농산물품질관리원, 농업통계정보, (2008)

(2009년 2월 10일 접수, 2008년 5월 22일 채택)