

75 kW 이상 농용트랙터 작업실태 분석

한득희¹ · 강성일¹ · 유수남^{1*} · 서상룡¹ · 최영수¹ · 강영선² · 박승제³

¹전남대학교 지역바이오시스템공학과, ²동양물산(주) 중앙기술연구소, ³전북대학교 생물산업기계공학과

Analysis of Operation Status for Agricultural Tractors Over 75 kW

Deuk Hee Han¹, Sung IL Kang¹, Soo Nan Yoo^{1*}, Sang Ryong Suh¹, Young Soo Choi¹,
Young Seon Kang², Seung Je Park³

¹Department of Rural and Biosystems Engineering, Chonnam National University, Gwangju, 500-757, Korea

²Research & Development, Tong Yang Co. LTD., Chungnam-do, Gongju, 314-862, Korea

³Dept. of Bioindustrial Machinery Engineering, Chonbuk National University, Jeon-Ju, 561-756, Korea

(Received: September 20th, 2011; Revised: October 18th, 2011; Accepted: October 26th, 2011)

Abstract

In this study, surveys on operation status of the 73 tractors with rated power of over 75 kW from six provinces in Korea were performed to obtain basic data required for development and efficient use of the high-power and high-performance tractors. And types of tractors and implements, operation crops, types of operations, annual operation areas, annual operation days, annual operation hours, operation speeds and widths, and problems and improvements in use were investigated.

Most (91.7%) of the tractor surveyed were operated for forage and silage crops such as rice straw, whole barley, rye grass, reed canary grass, sudan grass, and the remains were operated for upland crops such as ginseng, sweet potato, potato, chinese cabbage, radish. Main operations of the tractors were cutting, baling, and wrapping for forage crops, plow tillage, rotary tillage, and manure spreading. About half (47.9%) of the tractors were used exclusively for forage crop harvesting such as forage crop cutting, forage baling, and bale wrapping, 24.5% of the tractors were used exclusively for plow or rotary tillage, and 27.4% of the tractors were used for both forage crop harvesting, and plow or rotary tillage.

For the tractors with power ranges of 75~83, 89~94, 98~101, 113, 124 kW, average annual operation areas per tractor for plow tillage, rotary tillage, forage crop harvesting (cutting, baling, wrapping), and manure spreading operations were analyzed as 112.6, 144.8, 158.9, 390.0, 215.6 ha, respectively. and total average annual operation area per tractor was 171.3 ha. Average annual operation days per tractor for those operations were analyzed as 24.1, 28.9, 38.3, 55.4, 33.4, respectively, and total average annual operation days per tractor was 33.6. Average annual operation hours per tractor for them were analyzed as 260.0, 321.6, 408.1, 664.8, 413.8, respectively, and total average annual operation hours per tractor for the all tractors was 377.1.

Ranges of operation widths of plow tillage, rotary tillage, forage crop cutting, forage baling, bale wrapping, and manure spreading operations were shown as 1.5~2.6, 2.3~3.0, 1.8~3.2, 1.8~2.0, 1.8~2.3, 3.1~6.6 m, respectively. Ranges of operation speed of plow tillage, rotary tillage, forage crop cutting, forage baling, bale wrapping, and manure spreading were shown as 6~9, 4~11, 9~16, 8~15, 8~17, 12~16 km/h, respectively.

Keywords : High-power tractor(>75 kw), Operation analysis

*Corresponding author: Soo Nam Yoo

Tel: +82-62-530-2155; Fax: +82-62-530-2159

E-mail: snyoo@chonnam.ac.kr

1. 서론

75 kW 이상 대형 농용트랙터 개발을 위해서는 현장조사를 통한 대형 트랙터의 주요 작업 및 사용 작업기 종류, 사용 작업기별 연간 작업일수, 연간 작업시간, 작업면적, 작업속도, 작업환경 등 작업조건 자료와 함께 사용 작업기별 현장시험을 통한 견인력, 소요동력, 부하특성 분석 자료 등 기초자료가 필요하다. 수집된 자료는 트랙터 엔진, 변속기 등 동력전달 계통, 주행장치 등의 설계 개발, 트랙터의 성능 예측, 트랙터-작업기의 효율적인 매칭을 위한 기초자료로도 활용되어 동력 손실 감소, 작업효율 개선, 운전비용 절감 등에 기여할 수 있다.

국내의 경우 농용 트랙터 이용실태에 대한 조사 연구를 살펴보면 Park 등(1981)이 경영형태별 농작업 이용실태, 고장 및 수리 실태를 조사하였는데 수도작 농가의 트랙터 비율이 71.5%, 축산농가 17.0%로 대부분을 차지하였고, 트랙터의 각종 농작업 이용시간은 연간 약 100일 400시간으로 이 중 운반작업이 47.3%, 경운정지작업이 41.6%를 차지하였다고 보고하였다. Choi 등(2002)은 농업기계 수요동향 및 중고농기계 유통실태 연구에서 대형 고성능 트랙터의 공급이 점진적으로 증가하고 있는데 이는 대형 작업기가 부착되는 축산용 트랙터, 임작업의 증가에 기인하며, 1999년 트랙터의 연간 이용시간은 209시간으로 경운정지작업이 13.0 ha, 135.2 시간으로 전체 이용시간의 64.8%를 차지하는 것으로 나타났고, 다음으로 운반작업, 로더작업 순으로 나타났음을 보고하였다. Shin 등(1998)은 트랙터의 수리비 및 유휴유비 계수 산정에 관한 연구에서 트랙터의 연 평균 이용시간은 264시간으로 경운, 정지, 운반작업이 차지하는 비율이 83%로 대부분을 차지하였으며, 트랙터의 작업부하율은 평균 엔진출력의 53%로 조사되었음을 보고하였다. 그밖에 Ha 등(2009)은 원형배일 조사료용 트랙터 견인형 세절급여기 개발을 위한 이용 실태 조사를 수행하였다.

트랙터 수요와 출력규모에 대한 연구로 Kang과 Kim(2000)은 한·일 트랙터의 보유속도와 수요요인 비교 연구에서 대당 보유 마력이 너무 높아 이용효율의 증대가 필요하다고 보고하였으며, Kim 등(2006)은 트랙터 수요 함수 추정 연구에서 농기계 구입 용자금 등 정부의 농기계 구입 지원 정책이 수요에 가장 큰 영향을 준다고 보고하였다. Kim 등(2009)은 트랙터 출력 수준 결정에 영향을 미치는 요인 분석에서 영농규모가 클수록 영농주의 나이가 어릴수록 트랙터 출력수준이 큰 것으로 보고하였다.

이상의 모든 국내 트랙터 관련 연구들은 모두 75 kW 이하의 트랙터를 대상으로 진행된 것으로 75 kW 이상 트랙터를 대상으로 한 대형 트랙터에 대한 작업실태 조사, 각 작업별 부하특성 및 소요동력 연구 등은 전무한 실정이다. 앞으로 대

형 트랙터의 국내 수요증가를 고려하고 나아가 소형 트랙터와 마찬가지로 대형 트랙터의 개발을 통한 수출 촉진을 위해서는 국산화 개발이 필요하며 이를 위해서 작업실태 조사, 각 작업별 부하특성 및 소요동력 연구를 통한 기초자료 확보가 필수적이다. 따라서 본 연구는 75 kW 이상 대형 트랙터의 주요 작업 및 사용 작업기 종류, 주요 작업 및 사용 작업기별 연간 작업일수, 연간 작업시간, 작업면적, 작업속도, 문제점 및 개선사항 등 현지 작업 실태를 조사 분석함으로써 트랙터 엔진, 변속기 등 동력전달 계통, 주행장치 등의 설계 개발과 효율적 이용, 트랙터의 성능 예측, 트랙터-작업기의 효율적 매칭을 위한 기초자료를 제공할 목적으로 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 조사방법, 조사내용

본 연구의 조사대상 트랙터는 우리나라에서 수입 보급되고 있는 75 kW 이상 대형 농용트랙터였으며, D사의 각 지역 대표 대리점을 통해서 실구매자의 주소와 연락처를 협조 받아 실제 사용년수 2년 이상의 사용자를 대상으로 실시하였다.

조사기간은 2011년 3월부터 2011년 5월까지였으며, 조사지역에 따른 조사 트랙터 대수는 경기도 5개 시군 12대, 충청남도 4개 시군 11대, 전라남도 7개 시군 18대, 전라북도 4개 시군 10대, 경상북도 5개 시군 12대, 강원도 4개 시군 10대, 총 6개 도 29개 시군에서 총 73대의 트랙터를 무작위로 추출하여 현지 대형 트랙터 사용자를 직접 방문 설문 조사하였다.

조사항목은 사용 대형 트랙터의 제조회사, 모델, 정격출력 등 트랙터 종류, 작업 대상 작물, 작업 종류, 작업별 사용 작업기 제조회사와 모델, 작업별 작업 폭과 작업속도, 1일 작업 시간, 연간 작업일수, 연간 작업시간, 연간 작업 면적, 사용상 문제점 및 개선사항 등이다.

나. 조사 트랙터 출력규모 및 모델

조사된 75 kW 이상 트랙터의 모델, 정격출력, 지역별 분포를 나타낸 것이 표 1이다.

표에서와 같이 75 kW급 T993, JX1100U, T1003, T1003AQ 4개 모델, 79 kW급 JD6330 1개 모델, 83 kW급 JD6520 1개 모델, 89 kW급 F411, F411F 2개 모델, 90 kW급 MXM120 1개 모델, 94 kW급 MAX125, TM130 2개 모델, 98 kW급 MXM130 1개 모델, 101 kW급 F712, F712F, JD6830, T6070 4개 모델, 113 kW급 T6080, MXM155, TM155, 3개 모델, 124 kW급 F716, F716F, F716PF 3개 모델. 총 정격출력 10 단계, 22개 모델을 조사하였다. 분석의 편리를 위하여 정격출력을 기준으로 75~83 kW급, 89~94 kW급, 98~101 kW급, 113 kW급, 124 kW급의 5가지 출력규모 그룹으로 분류

Table 1 Distribution of the number of tractors surveyed according to model, rated power, surveying region

Item			Region ¹⁾					
Power class	Model	Rated power (kW)	A	B	C	D	E	F
75 ~ 83 kW	T993	75	.	.	.	.	6	.
	JX1100U	75	.	1	.	.	1	.
	T1003/T1003AQ	75	3	2	.	.	2	1
	JD6330	79	.	.	.	.	.	1
	JD6520	83	.	.	.	.	1	.
89 ~ 94 kW	F411/F411F	89	.	2	1	1	1	.
	MXM120	90	.	1	.	.	.	.
	MAX125	94	.	.	.	3	.	.
	TM130	94	.	.	2	.	.	.
98 ~ 101 kW	MXM130	98	3	2	.	.	.	6
	F712/F712F	101	2	.	6	2	.	1
	JD6830	101	1	.	1	.	.	.
	T6070	101	.	.	2	.	.	.
113kW	T6080	113	.	.	2	.	.	.
	MXM155	113	1	.	1	.	.	.
	TM155	113	.	.	1	.	.	.
124kW	F716/F716F/F716PF	124	2	3	2	4	1	1
Total			13	11	18	10	12	10

Foot-notes: 1) A : Gyeonggi, B : Chungnam, C : Jeonnam, D : Jeonbuk, E : Gyeongbuk, F : Gangwon

Table 2 Number of the tractors surveyed according to operation crop and rated power class

(unit : each)

Operation crop	Rated power class ¹⁾					Total	Ratio (%)
	I	II	III	IV	V		
Rice	8	6	9	1	3	27	36.9
Whole barley	-	1	2	1	-	4	5.4
Sweet potato	-	-	-	-	1	1	1.4
Ginseng	-	-	2	-	-	2	2.7
Reed canary grass	1	-	1	-	-	2	2.7
Chinese cabbage	-	-	-	-	1	1	1.4
Potato	-	-	1	-	-	1	1.4
Rice+Whole barley	1	2	4	3	6	16	21.9
Rice+Sudan grass	1	-	2	-	-	3	4.1
Rice+Ginseng	-	-	1	-	-	1	1.4
Rice+Upland crop	-	-	1	-	1	2	2.7
Rice+Rye grass	7	1	-	-	1	9	12.2
Chinese cabbage+ Radish	-	-	1	-	-	1	1.4
Whole barley+Ginseng	-	-	1	-	-	1	1.4
Whole barley+Sudan grass+Upland crops	-	-	1	-	-	1	1.4
Rice+Whole barley+Upland crops	-	1	-	-	-	1	1.4
Total	18	11	26	5	13	73	100

Foot-notes : 1) I : 75~83 kW, II : 89~94 kW, III : 98~101 kW, IV : 113 kW, V : 124 kW

하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 작업 대상 작목

조사 트랙터의 작업 대상 작목은 벼(벼짚), 총채보리, 호밀, 수단그라스, 리드카나리아, 인삼, 기타 밭작물로 조사되었다.

표 2는 작업 대상 작목에 따른 조사 트랙터의 분포를 나타낸 것이다.

표에서와 같이 벼, 총채보리, 고구마, 인삼, 리드카나리아, 배추, 감자 단일 작목을 작업 대상으로 하는 트랙터 비율은 각각 36.9, 5.4, 1.4, 2.7, 2.7, 1.4, 1.4%로 나타났으며, 벼+총채보리, 벼+수단그라스, 벼+인삼, 벼+기타 밭작물, 벼+호밀, 배추+무, 총채보리+인삼 등 2작목을 대상으로 작업하는 트랙터의 비율은 각각 21.9, 4.1, 1.4, 2.7, 12.2, 1.4, 1.4%로 나타

났고, 총채보리+수단그라스+기타 밭작물, 벼+총채보리+기타 밭작물 등 3작목 이상을 대상으로 작업하는 트랙터의 비율은 각각 1.4, 1.4%로 나타났다.

전체적으로 벧짚, 총채보리, 호밀, 리드카나리아, 수단그라스 등 사료작물을 전용 또는 일부 작업 대상 작목으로 한 트랙터 비율이 91.7%를 차지하여 대형 트랙터는 대부분 사료작물을 대상으로 작업하고 있었으며, 그 외 작업 대상 작목으로, 인삼 5.5%, 배추 2.7%, 고구마, 감자, 무 각각 1.4%, 기타 밭작물 5.5%로 나타났다. 지역별로도 대부분의 지역에서 벼, 총채보리 등 사료작물을 대상으로 작업하고 있었으며, 강원 지역 일부에서 인삼, 배추, 감자, 무 등의 작목과 전남, 충남 지역 일부에서 고구마, 기타 밭작물을 대상으로 작업 하는 것으로 조사되었다.

나. 주요 작업 및 사용 작업기

주요 작업 내용에 따른 트랙터 출력규모별 조사 트랙터 분포를 나타낸 것이 표 3이다.

표에서와 같이 사료작물의 예취, 베일, 랩핑작업을 전용으로 하는 트랙터는 약 47.9%, 로타리 경운작업 또는 플라우와 로타리 경운작업을 전용으로 하는 트랙터의 비율은 약 24.5%, 플라우, 로타리 경운작업과 사료 작물의 예취, 베일, 랩핑작업, 기타 퇴비 살포작업을 복합으로 하는 트랙터는 약 27.5%로 나타났다. 따라서 사료작물 수확과 경운작업에 관련된 전용의 작업을 하는 트랙터의 비율이 매우 높은 것으로 분석되었다. 또한 로타리 경운, 예취, 베일, 랩핑작업과 같이 단일

작업만을 전용으로 하는 트랙터의 비율도 41.0%에 이르러 대형 트랙터가 주로 사료작물 수확을 대상으로 특정 작업에 전용으로 사용되고 있는 것으로 조사되었다. 한편 트랙터 출력규모에 따른 작업 내용의 차이는 없는 것으로 보인다.

조사 트랙터 사용 작업기는 트랙터 출력규모에 관계없이 같은 규모의 작업기들이 서로 혼용되고 있었는데 작업별로 플라우 경운작업에는 단용, 양용 4륜 몰드보드 플라우, 9륜 이랑쟁기, 4륜과 5륜 치즐 플라우, 5륜 디스크 플라우를 사용하는 것으로 조사되었으며, 로타리 경운작업에는 L자형 날을 부착한 변속가능 로타베이터, 사료작물 예취작업에는 디스크 모우어, 베일작업에는 라운드 베일러, 베일 랩핑작업은 비닐 피복 랩핑기, 기타 퇴비살포기 등이 사용되는 것으로 조사되었다.

다. 연간 작업면적

1) 트랙터 출력규모에 따른 작목별 평균 연간 작업면적

트랙터 출력규모에 따른 작목별 평균 대당 연간 작업면적을 나타낸 것이 표 4이다.

벼, 총채보리, 고구마, 인삼, 리드카나리아, 배추, 감자 단일 작목 대당 트랙터들의 평균 대당 연간 작업면적은 각각 110.2, 81.5, 132.0, 118.7, 260.0, 49.5, 260.0 ha로 나타났고, 벼+총채보리, 벼+수단그라스, 벼+인삼, 벼+기타 밭작물, 벼+호밀, 배추+무, 총채보리+인삼 2종류의 작목을 대상으로 한 트랙터들의 평균 대당 연간 작업면적은 각각 295.4, 130.0, 235.5, 147.6, 155.0, 70.0 ha로 나타났다. 그리고 총채보리+기타 밭

Table 3 Number of the tractors surveyed according to operation and rated power class (unit : each)

Operation	Rated power class ¹⁾					Total	Ratio (%)
	I	II	III	IV	V		
Rotary tilling	-	3	3	-	1	7	9.5
Cutting	1	-	1	1	-	3	4.1
Baling	3	3	6	1	3	16	21.9
Wrapping	4	-	-	-	-	4	5.4
Rotary tilling+Plow tilling	5	1	4	-	1	11	15.0
Rotary tilling+Baling	1	1	4	-	3	9	12.3
Cutting+Baling	1	-	3	-	5	8	10.9
Wrapping+Baling	-	-	2	1	-	3	4.1
Rotary tilling+Cutting+Baling	-	1	1	1	-	3	4.1
Rotary tilling+Baling+Wrapping	1	-	-	-	-	1	1.4
Rotary tilling+Plow tilling+Baling	-	-	1	-	-	1	1.4
Rotary tilling+Wrapping+manure spreading	-	2	-	-	-	2	2.7
Cutting+Baling+Wrapping	-	-	1	-	-	1	1.4
Cutting+Baling+manure spreading	-	-	1	-	-	1	1.4
Rotary tilling+Plow tilling+ Baling+Wrapping	1	-	-	-	-	1	1.4
Rotary tilling+Plow tilling+Cutting+Baling	1	-	-	-	-	1	1.4
Rotary tilling+Plow tilling+Cutting+Baling+Wrapping	-	-	-	1	-	1	1.4
Total	18	11	26	5	13	73	100

Foot-notes : 1) I : 75~83 kW, II : 89~94 kW, III : 98~101 kW, IV : 113 kW, V : 124 kW

Table 4 Average annual operation area per tractor according to operation crop and rated power class (unit : ha/year/each)

Operation crop	Rated power class ¹⁾					Ave.	S.D.
	I	II	III	IV	V		
Rice	81.8(8)	107.2(6)	106.2(9)	240.0(1)	161.0(3)	110.2(27)	51.7
Whole barley	-	60.0(1)	103.0(2)	60.0(1)	-	81.5(4)	45.7
Sweet potato	-	-	-	-	132.0(1)	132.0(1)	0.0
Ginseng	-	-	118.7(2)	-	-	118.7(2)	52.7
Reed canary grass	260.0(1)	-	260.0(1)	-	-	260.0(2)	0.0
Chinese cabbage	-	-	-	-	49.5(1)	49.5(1)	0.0
Potato	-	-	260.0(1)	-	-	260.0(1)	0.0
Rice+Whole barley	95.0(1)	155.0(2)	165.2(4)	550.0(3)	256.7(6)	295.4(16)	307.3
Rice+Sudan grass	200.0(1)	-	425.0(2)	-	-	350.0(3)	165.1
Rice+Ginseng	-	-	130.0(1)	-	-	130.0(1)	0.0
Rice+Upland crops	-	-	163.0(1)	-	308.0(1)	235.5(2)	72.5
Rice+Rye grass	116.9(7)	220.0(1)		-	290.0(1)	147.6(9)	87.1
Chinese cabbage+Radish	-	-	155.0(1)	-	-	155.0(1)	0.0
Whole barley+Ginseng	-	-	70.0(1)	-	-	70.0(1)	0.0
Whole barley+Sudan grass+Upland crops	-	-	183.0(1)	-	-	229.0(1)	0.0
Rice+Whole barley+ Upland crops	-	360.0(1)	-	-	-	360.0(1)	0.0
Total Average	112.6 (18)	144.8 (11)	158.9 (26)	390.0 (5)	215.6 (13)	171.3 (73)	
S.D.	67.9	89.2	109.6	207.1	96.1	125.8	

Foot-notes : 1) I : 75~83 kW, II : 89~94 kW, III : 98~101 kW, IV : 113 kW, V : 124 kW

2) Number in parenthesis means number of tractor surveyed.

3) Area means sum of various operation areas.

Table 5 Average annual operation area per tractor according to operation and rated power class (unit : ha/year/each)

Operation	Rated power class ¹⁾					Ave.	S.D.
	I	II	III	IV	V		
Plow tilling	23.7(7)	26.5(2)	45.5(5)	70.0(1)	17.0(1)	33.3(16)	24.2
Rotary tilling	39.6(9)	66.3(8)	99.5(13)	90.0(2)	57.1(5)	71.5(37)	78.9
Cutting	73.3(3)	50.0(1)	54.3(5)	93.3(3)	62.0(5)	65.9(17)	40.4
Baling	62.1(8)	105.0(6)	102.2(18)	215.0(4)	187.3(11)	125.2(47)	79.9
Wrapping	131.4(6)	220.0(1)	90.0(3)	186.7(3)	130(1)	137.2(14)	84.5
Manure spreading	-	110.0(1)	83.0(1)	-	-	96.5(2)	13.5
Total average	112.6(18)	144.8(11)	158.9(26)	390.0(5)	215.6(13)	171.3(73)	
S.D.	67.9	89.2	109.6	207.1	96.1	125.8	

Foot-notes : 1) I : 75~83 kW, II : 89~94 kW, III : 98~101 kW, IV : 113 kW, V : 124 kW

2) Number in parenthesis means number of tractor surveyed.

3) Area means sum of various operation areas.

작물+수단그라스, 벼+총채보리+기타 밭작물 3종류 이상의 작목을 작업 대상으로 한 트랙터들의 평균 대당 연간 작업면적은 각각 229.0, 360.0 ha로 나타났다. 전반적으로 사료작물을 중심으로 여러 작목을 작업하는 트랙터가 평균 대당 작업면적 큰 것으로 보이며, 고구마, 배추, 총채보리 단일 작목, 인삼 재배 관련 트랙터가 평균 대당 연간 작업면적이 비교적 적게 나타났다.

2) 트랙터 출력규모에 따른 작업별 평균 연간 작업면적
트랙터 출력규모에 따른 작업별 평균 대당 연간 작업면적

을 나타낸 것이 표 5이다.

출력규모별 트랙터 전체 조사대수를 고려한 평균 대당 연간 작업면적은 트랙터 출력규모가 75~83, 89~94, 98~101, 113, 124 kW일 때 각각 112.6, 144.8, 158.9, 390.0, 215.6 ha로 나타났으며, 조사 대상 트랙터 전체의 평균 대당 연간 작업면적은 171.3 ha로 분석되었다. 대체적으로 트랙터 출력규모가 커질수록 평균 대당 연간 작업면적이 많은 것으로 조사되었으나 124 kW급 트랙터의 평균 대당 연간 작업면적이 113 kW급 보다 낮게 나타난 것은 작업면적이 작게 나타난 고구마, 배추, 기타 밭작물의 경운작업 비중이 높고, 사

Table 6 Average annual operation days per tractor according to operation crop and rated power class (unit : days/year/each)

Operation crop	Rated power class ¹⁾					Ave.	S.D.
	I	II	III	IV	V		
Rice	21.5(8)	21.5(6)	27.0(9)	30.0(1)	31.7(3)	24.8(27)	8.8
Whole barley	-	10.0(1)	32.0(2)	8.0(1)	-	20.5(4)	19.4
Sweet potato	-	-	-	-	20.0(1)	20.0(1)	0.0
Ginseng	-	-	32.5(2)	-	-	32.5(2)	13.5
Reed canary grass	15.0(1)	-	20.0(1)	-	-	17.5(2)	2.5
Chinese cabbage	-	-	-	-	5.0(1)	5.0(1)	0.0
Potato	-	-	100.0(1)	-	-	100.0(1)	0.0
Rice+Whole barley	22.0(1)	40.0(2)	34.0(4)	79.7(3)	38.7(6)	44.3(16)	24.2
Rice+Sudan grass	40.0(1)	-	77.5(2)	-	-	65.0(3)	25.5
Rice+Ginseng	-	-	19.0(1)	-	-	19.0(1)	0.0
Rice+Upland crops	-	-	74.0(1)	-	41.0(1)	57.5(2)	16.5
Rice+Rye grass	26.3(7)	31.0(1)	-	-	41.0(1)	28.4(9)	12.8
Chinese cabbage+ Radish	-	-	42.0(1)	-	-	42.0(1)	0.0
Whole barley+Ginseng	-	-	35.0(1)	-	-	35.0(1)	0.0
Whole barley+Sudan grass+Upland crops	-	-	54.0(1)	-	-	54.0(1)	0.0
Rice+Whole barley+Upland crops	-	68.0(1)	-	-	-	68.0(1)	0.0
Total Average	24.1(18)	28.9(11)	38.3(26)	55.4(5)	33.4(13)	33.6(73)	
S.D.	12	16.7	24.9	32.8	11.5	21.5	

Foot-notes : 1) I : 75~83 kW, II : 89~94 kW, III : 98~101 kW, IV : 113 kW, V : 124 kW

2) Number in parenthesis means number of tractor surveyed.

료작물 수확작업 면적도 작게 나타났기 때문으로 보인다. 트랙터 출력규모별로 가장 큰 작업면적을 보인 작업은 75~83 kW인 경우 램핑작업 131.4 ha, 89~94 kW인 경우는 램핑작업 220.0 ha, 98~101 kW인 경우는 베일작업 102.2 ha, 113 kW인 경우는 베일작업 215.0 ha, 124 kW인 경우는 베일작업 187.3 ha로 나타났다.

작업별 평균 대당 연간 작업면적은 램핑작업 137.2 ha, 베일작업 125.2 ha, 퇴비 살포작업 96.5 ha, 로타리 경운작업 71.5 ha, 예취작업 65.8 ha, 플라우 경운작업 33.3 ha로 나타나 램핑작업, 베일작업, 퇴비 살포작업, 로타리 경운작업, 예취작업, 플라우 경운작업 순으로 작업면적이 많아 사료작물의 램핑과 베일작업이 가장 큰 비중을 차지하는 것으로 분석되었다.

라. 연간 작업일수

1) 트랙터 출력규모에 따른 작목별 평균 연간 작업일수

트랙터 출력규모에 따른 작목별 평균 대당 연간 작업일수를 나타낸 것이 표 6이다.

표에서와 같이 전체 조사 트랙터의 평균 대당 연간 작업일수는 33.6일로 분석되었는데 이 중 감자 단일 작목 100.0일로 가장 크게 나타났는데 이는 경운작업부터 수확작업까지 작업조건이 열악한 조건에서 작업하기 때문에 작업일수가 크게 나타난 것으로 보이며, 벼+총채보리+기타 밭작물 68.0일, 벼+수단그라스 65.0일 순으로 크게 나타났다. 대체적으로 트

랙터 출력규모가 커질수록, 작업 대상 작목의 수가 많을수록 평균 대당 연간작업일수는 많아지는 것으로 나타났으나 124 kW급 트랙터의 평균 대당 연간 작업일수가 113 kW급 보다 적게 나타난 것은 고구마, 배추, 기타 밭작물의 작업일수가 적게 나타났기 때문으로 보인다. 전반적으로 평균 대당 연간 작업면적과 마찬가지로 고구마, 배추, 총채보리 단일 작목, 인삼 재배 관련 트랙터의 평균 대당 연간 작업일수가 비교적 적게 나타났다.

2) 트랙터 출력규모에 따른 작업별 평균 연간 작업일수

트랙터 출력규모에 따른 작업별 평균 대당 연간 작업일수 표 7이다.

출력규모별 트랙터 전체 조사대수를 고려한 평균 대당 연간 작업일수는 트랙터 출력규모별가 75~83, 89~94, 98~101, 113, 124 kW일 때 각각 24.1, 28.9, 38.3, 55.4, 33.4일로 나타났으며, 조사 대상 트랙터 전체의 평균 대당 연간 작업일수는 33.6일로 분석되었다. 대체적으로 트랙터 출력규모가 커질수록 평균 대당 연간 작업일수가 많은 것으로 조사되었으나 124 kW급 트랙터의 평균 대당 연간 작업일수가 113 kW급 보다 낮게 나타난 것은 작업면적이 작게 나타난 고구마, 배추, 기타 밭작물의 경운작업 비중이 높고, 사료작물 수확작업 면적도 작게 나타났기 때문으로 보인다. 트랙터 출력 규모별로 가장 작업일수가 많은 작업은 75~83 kW인 경우 램핑작업 18.8일, 89~94 kW인 경우는 램핑작업 40.0 일, 98~101 kW인 경우는 퇴비 살포작업 30.0 일, 113 kW인 경우

Table 7 Average annual operation days per tractor according to operation and rated power class (unit : days/year/each)

Operation	Rated power class ¹⁾					Average	S.D.
	I	II	III	IV	V		
Plow tilling	4.6(7)	3.0(2)	15.6(5)	3.0(1)	2.0(1)	7.6(16)	8.8
Rotary tilling	10.8(9)	13.7(8)	24.2(13)	8.0(2)	8.4(5)	15.6(37)	18.8
Cutting	18.3(3)	11.0(1)	8.8(5)	15.0(3)	7.6(5)	11.2(17)	42.6
Baling	17.0(8)	21.8(6)	25.0(18)	34.5(4)	30.2(11)	24.4(47)	12.8
Wrapping	18.8(6)	40.0(1)	28.8(3)	25.0(3)	19.0(1)	24.1(14)	11.7
Manure spreading	-	20.0(1)	30.0(1)	-	-	25.0(2)	5.0
Total average	24.1(18)	28.9(11)	38.3(26)	55.4(5)	33.4(13)	33.6(73)	
S.D.	12	16.7	24.9	32.8	11.5	21.5	

Foot-notes : 1) I : 75~83 kW, II : 89~94 kW, III : 98~101 kW, IV : 113 kW, V : 124 kW
 2) Number in parenthesis means number of tractor surveyed.

Table 8 Average annual operation hours per tractor according to operation crop and rated power class (unit : hours/year/each)

Operation crop	Rated power class ¹⁾					Ave.	S.D.
	I	II	III	IV	V		
Rice	205.2(8)	230.8(6)	301.6(9)	390.0(1)	402.7(3)	271.8(27)	115.7
Whole barley	-	120.0(1)	428.0(2)	88.0(1)	-	266.0(4)	283.1
Sweet potato	-	-	-	-	100.0(1)	100.0(1)	0.0
Ginseng	-	-	260.0(2)	-	-	260.0(2)	108.0
Reed canary grass	135.0(1)	-	180.0(1)	-	-	157.5(2)	22.5
Chinese cabbage	-	-	-	-	50.0(1)	50.0(1)	0.0
Potato	-	-	800.0(1)	-	-	800.0(1)	0.0
Rice+Whole barley	264.0(1)	429.5(2)	432.8(4)	948.7(3)	501.3(6)	544.2(16)	307.3
Rice+Sudan grass	530.0(1)	-	845.0(2)	-	-	740.0(3)	211.8
Rice+Ginseng	-	-	198.0(1)	-	-	198.0(1)	0.0
Rice+Upland crop	-	-	1059.0(1)	-	562.0(1)	810.5(2)	248.5
Rice+Rye grass	301.4(7)	434.0(1)	-	-	451.0(1)	332.8(9)	156.6
Chinese cabbage+Radish	-	-	336.0(1)	-	-	336.0(1)	0.0
Whole barley+Ginseng	-	-	240.0(1)	-	-	240.0(1)	0.0
Whole barley+Sudan grass+Upland crop	-	-	386.0(1)	-	-	386.0(1)	0.0
Rice+Whole barley + Upland crop	-	740.0(1)	-	-	-	740.0(1)	0.0
Total Average	260.0(18)	321.6(11)	408.1(26)	664.8(5)	413.8(13)	377.1(73)	
S.D.	148.0	184.5	299.1	388.3	178.8	261.7	

Foot-notes : 1) I : 75~83 kW, II : 89~94 kW, III : 98~101 kW, IV : 113 kW, V : 124 kW
 2) Number in parenthesis means number of tractor surveyed

는 베일작업 34.5일, 124 kW인 경우는 베일작업 30.2일로 나타났다.

작업별 평균 대당 연간 작업일수는 플라우 경운작업, 로타리 경운작업, 예취작업, 베일작업, 램핑작업, 퇴비 살포작업이 각각 7.6, 15.6, 11.2, 24.4, 24.1, 25.0일로 나타나 퇴비 살포작업, 베일작업, 램핑작업, 로타리 경운작업, 예취작업, 플라우 경운작업 순으로 작업일수가 많았다.

마. 연간 작업시간

1) 트랙터 출력규모에 따른 작목별 평균 연간 작업시간

트랙터 출력규모에 따른 작목별 평균 대당 연간 작업시간을 나타낸 것이 표 8이다.

표에서와 같이 전체 트랙터의 평균 대당 연간 작업시간은 377.1시간으로 분석되었으며, 이 중 벼+기타 밭작물 810.5시간, 감자 단일 작목 800.0시간, 벼+인삼과 벼+총채보리+기타 밭작물 각각 740.0시간 순으로 평균 대당 연간 작업시간이 크게 나타났다. 124 kW 출력규모를 제외하면 대체적으로 트랙터 출력규모가 커질수록 평균 대당 연간 작업시간이 많아지는 것으로 보이며, 감자, 기타 밭작물 대상 트랙터가 평균 대당 연간 작업시간이 많은 것으로 나타났다.

2) 트랙터 출력규모에 따른 작업별 평균 연간 작업시간

트랙터 출력규모에 따른 작업별 평균 대당 연간 작업시간을 나타낸 것이 표 9이다.

출력규모별 트랙터 전체 조사대수를 고려한 평균 대당 연

Table 9 Average annual operation hours per tractor according to operation and rated power class

Operation	Rated power class ¹⁾					Ave.	S.D.
	I	II	III	IV	V		
Plow tilling	39.9(7)	31.5(2)	124.0(5)	30.0(1)	20.0(1)	63.3(16)	68.7
Rotary tilling	103.4(9)	134.0(8)	232.5(13)	88.0(2)	64.4(5)	149.3(37)	200.3
Cutting	193.3(3)	117.0(1)	115.6(5)	177.3(3)	87.0(5)	124.6(17)	102.5
Baling	185.0(8)	271.0(6)	273.3(18)	417.5(4)	399.3(11)	299.8(47)	166.9
Wrapping	234.8(6)	440.0(1)	344.8	311.0(3)	209.0(1)	290.3(14)	160.1
Manure spreading	-	220.0(1)	90.0(1)	-	-	155.0(2)	65.0
Total average	260.0(18)	321.6(11)	408.1(26)	664.8(5)	413.8(13)	377.1(73)	
S.D.	148.0	184.5	299.1	388.3	178.8	261.7	

Foot-notes : 1) I : 75~83 kW, II : 89~94 kW, III : 98~101 kW, IV : 113 kW, V : 124 kW
 2) Number in parenthesis means number of tractor surveyed.

Table 10 Ranges of speed, and width of operation according to operation and rated power class

Operation		Rated power class ¹⁾				
		I	II	III	IV	V
Plow tilling	Speed (km/h)	9~13	11~15	6~9	11	12
	Width (m)	2.5~2.6	2.6	1.5~2.6	2.6	1.5
Rotary tilling	Speed (km/h)	5~11	6~10	4~9	8~9	7~9
	Width (m)	2.3~2.6	2.4~3.1	2.4~3.0	3.0	2.8~3.0
Cutting	Speed (km/h)	9~14	12	9~14	10~12	15~16
	Width (m)	2.6~2.8	2.7	2.7~3.1	1.8~3.2	2.8~3.2
Baling	Speed (km/h)	8~11	8~13	9~15	8~12	9~13
	Width (m)	1.8~1.9	1.8~2.0	1.8~2.3	1.8~1.9	1.9~2.0
Wrapping	Speed (km/h)	8~15	15~17	-	9~12	12~13
	Width (m)	1.8~1.9	1.8	-	2.3	1.9
Manure spreading	Speed (km/h)	-	12~16	12~16	-	-
	Width (m)	-	3.1~6.6	3.1~6.6	-	-

Foot-notes : 1) I : 75~83 kW, II : 89~94 kW, III : 98~101 kW, IV : 113 kW, V : 124 kW

간 작업시간은 트랙터 출력규모가 75~83, 89~94, 98~101, 113, 124 kW일 때 각각 260.0, 321.6, 408.1, 664.8, 413.8시간으로 나타났으며, 조사 대상 트랙터 전체의 평균 대당 연간 작업시간은 377.1시간으로 분석되었다. 트랙터 출력별로 가장 작업시간이 많은 작업은 트랙터 출력규모가 75~83 kW인 경우 램핑작업 234.8시간, 89~94 kW인 경우는 램핑작업 440.0시간, 98~101 kW인 경우는 램핑작업 344.8시간, 113 kW인 경우는 베일작업 417.5시간, 그리고 124 kW인 경우는 베일작업 399.3시간으로 나타났다.

작업별 평균 대당 연간 작업시간은 베일작업 299.8시간, 램핑작업 290.3시간, 퇴비 살포작업 155.0시간, 로타리 경운작업 149.3시간, 예취작업 124.6시간, 플라우 경운작업 63.3시간으로 나타나 베일작업, 램핑작업, 퇴비 살포작업, 로타리 경운작업, 예취작업, 플라우 경운작업 순으로 연간 작업시간이 많았다.

마. 작업속도, 작업 폭

표 10은 트랙터 출력규모에 따른 사용 작업기의 작업 폭과

작업속도를 나타낸 것이다. 표에서와 같이 플라우 작업기의 경우 작업 폭은 1.5~2.6 m로 조사되었으며, 로타리 작업기는 2.3~3.0 m, 예취기는 1.8~3.2 m, 베일러는 1.8~2.0 m, 램핑기는 1.8~2.3 m, 퇴비살포기는 3.1~6.6 m 범위의 작업 폭을 갖는 것으로 조사되었다. 100 kW급 이상에서는 트랙터 출력규모에 관계없이 동일한 모델의 작업기들이 혼용되고 있었으며, 트랙터의 효율적 작업을 위해서는 지역의 작업조건에 따라 트랙터 출력규모에 적합한 작업기의 선택이 필요한 것으로 보인다.

트랙터 출력규모에 따른 작업속도 범위를 살펴보면 표에서와 같이 플라우 경운 작업속도는 6~9 km/h, 로타리 경운 작업속도는 4~11 km/h, 사료 작물 예취작업 속도는 9~16 km/h, 베일 작업속도는 8~15 km/h, 램핑 작업속도는 8~17 km/h, 퇴비살포 작업속도는 12~16 km/h의 범위로 조사되었으며, 트랙터 출력규모별로 평균 작업속도가 일정한 경향을 보이지 않았는데 이는 트랙터 출력규모에 관계없이 작업기가 혼용되고 있고, 지역과 작업 대상 작물에 따라 작업조건이 다르기 때문으로 보인다.

바. 문제점 및 개선사항

국내 보급 75 kW 이상 대형 트랙터의 주요 문제점 및 개선사항으로는 판매 후 A/S 지원 미흡, 변속 시 과도한 힘 요구, 국내 사용자를 배려한 인체 공학적 요소 설계 부족, 전방 헤드라이트와 후방 라이트의 보완, 노지 작업 시 문 개폐 고정 장치 필요, 트랙터와 작업기에 작동에 관한 정보 부족, 국내 농작업에 적합한 타이어 채용, 주유 편리를 위한 연료통 주유구 높이 조정과 공기 배출구 설치, 에어컨 용량 증대 등이 조사되었다.

4. 요약 및 결론

본 연구는 우리나라에서 수입 보급되고 있는 75 kW 이상 대형 농용트랙터를 조사 대상으로 총 6개 도, 29개 시군에서 총 73대를 무작위로 추출하여 트랙터 제조회사, 모델, 정격출력 등 트랙터 종류, 작업 대상 작물, 작업 종류, 작업별 사용 작업기 제조회사와 모델, 작업별 작업 폭과 작업속도, 연간 작업면적, 연간 작업일수, 연간 작업시간, 사용 상 문제점 및 개선사항 등 현지 작업 실태를 조사 분석함으로써 대형 트랙터 설계 개발과 효율적 이용을 위한 기초자료를 제공할 목적으로 수행되었으며, 주요 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 벼, 총채보리, 호밀, 리드카나리아, 수단그라스 등 사료작물을 작업 대상으로 한 트랙터 비율이 91.7%를 차지하여 대형 트랙터는 대부분 사료작물을 대상으로 작업하고 있었으며, 주요 작업은 플라우 경운, 로타리 경운, 사료작물 예취, 베일, 랩핑, 기타 퇴비 살포작업을 수행하였다. 사료 작물의 예취, 베일, 랩핑작업을 전용으로 하는 트랙터는 약 47.9%, 플라우 작업 또는 플라우와 로타리 경운작업을 전용으로 하는 트랙터의 비율은 약 24.5%, 경운작업과 사료작물의 예취, 베일, 랩핑작업과 퇴비 살포작업을 복합으로 하는 트랙터는 약 27.4%로 나타나 사료작물 수확과 경운작업에 관련되어 전용 작업을 하는 트랙터의 비율이 매우 높고, 전체적으로 거의 모든 트랙터가 사료작물 및 밭작물의 경운작업과 사료작물의 수확작업에 관련하여 작업하는 것으로 분석되었다.
- (2) 트랙터 출력규모별 조사 트랙터 수 전체를 고려한 평균 해당 연간 작업면적은 트랙터 출력규모 75~83 kW인 경우는 112.6 ha, 트랙터 출력규모 89~94 kW인 경우는 144.8 ha, 트랙터 출력규모 98~101 kW인 경우는 158.9 ha, 트랙터 출력규모가 113 kW인 경우는 390.0 ha, 트랙터 출력규모 124 kW인 경우는 215.6 ha로 조사되었으며, 조사 대상 트랙터 전체의 평균 해당 연간 작업면적은 171.3 ha로 분석되었다.

- (3) 트랙터 출력규모별 조사 트랙터 수 전체를 고려한 평균 해당 연간 작업일수는 트랙터 출력규모 75~83 kW인 경우 24.1일, 트랙터 출력규모 89~94 kW인 경우 28.9일, 트랙터 출력규모 98~101 kW인 경우 38.3일, 트랙터 출력규모 113 kW인 경우 55.4 일, 트랙터 출력규모 124 kW인 경우 33.4 일로 조사되었으며, 조사 대상 트랙터 전체의 평균 해당 연간 작업일수는 33.6일로 분석되었다.
- (4) 트랙터 출력규모별 조사 트랙터 수 전체를 고려한 평균 해당 연간 작업시간은 트랙터 출력규모 75~83 kW인 경우 260.0시간으로, 트랙터 출력규모가 89~94 kW인 경우 321.6시간, 트랙터 출력규모 98~101 kW인 경우 408.1시간, 트랙터 출력규모 113 kW인 경우 664.8시간, 트랙터 출력규모 124 kW인 경우 413.8시간으로 조사되었으며, 조사 대상 트랙터 전체의 평균 해당 연간 작업시간은 377.1시간으로 분석되었다.
- (5) 트랙터에 사용되는 작업기의 작업 폭과 작업속도를 조사한 결과 플라우 경운작업기, 로타리 경운작업기, 예취기, 베일러, 랩핑기, 퇴비살포기의 작업 폭은 각각 1.5~2.6, 2.3~3.0, 1.8~3.2, 1.8~2.0, 1.8~2.3, 3.1~6.6 m의 범위로 조사되었으며, 작업속도는 각각 6~9, 4~11, 9~16, 8~15, 8~17, 12~16 km/h의 범위로 조사되었다.

감사의 글

This work was supported by the Technology Innovation Program funded by the Ministry of Knowledge Economy.

참고 문헌

1. Choi K. H., J. H. Yoon, S. Y. Shin, B. G. Kim, and Y. B. Lee. 2002. Trend of agricultural machinery demand and survey on marketing of used agricultural machinery. Technical Report of Research Center for Agricultural Machinery, Rural Development Administration 11-1390242-000023-01:14-17, 32-36. (In Korean)
2. Ha Y. S., D. H. Hong, and K. K. Park. 2009. Development of a tractor attached roughage cut-feeder for round bale (II)-Recent trend of traditional cutting system and feasibility study-. Journal of Biosystems Engineering, Korean Society for Agricultural Machinery 34(4):228-233. (In Korean)
3. Kang C. Y. and N. W. Kim. 2000. The comparative analysis of holding pace and decision factors of tractor in Korea and Japan. Journal of Korean Society for Agricultural Machinery 25(5):391-398. (In Korean)

4. Kim B. G., W. O. Lee, S. Y. Shin, H. K. Kim, C. H. Kang, and J. Y. Rhee. 2009. Analysis of determining factors for power size of a tractor. Journal of Biosystems Engineering, Korean Society for Agricultural Machinery 34(1):8-14. (In Korean)
5. Kim K. S., C. K. Park, K. U. Kim, and B. G. Kim. 2006. Estimating demand functions of tractor, combine and rice transplanter. Journal of Biosystems Engineering, Korean Society for Agricultural Machinery 31(3):194-202. (In Korean)
6. Park H. S., K. S. Kim, Y. K. Lee, and S. K. Han. 1981. Overview and utilization of four-wheel tractor in Korea(I) -Ownership and annual use by different farm groups-. Journal of Korean Society for Agricultural Machinery 6(2):20-32. (In Korean)
7. Shin S. Y., C. H. Kang, H. J. Kim, H. K. Kim, and S. Y. Yoo. 1998. A study for repair and lubrication rates on estimating of tractor. Proceedings of the 1998 Summer Conference, Korean Society for Agricultural Machinery Vol 3(2):92-99. (In Korean)