

## 주요 농업기계의 고장수리실태 조사에 관한 연구

### A Study on the Breakdowns and Repairs of Major Agricultural Machinery

신승엽*	이용복*	오인식*	김병갑*	김학주*
정회원	정회원	정회원	정회원	정회원
S.Y.Shin	Y.B.Lee	I.S.Oh	B.G.Kim	H.J.Kim

#### 1. 서론

'90년대 이후 정부의 적극적인 농업기계화 정책에 따라 우리나라 주요 농업기계 보유대수는 크게 증가하여 '90년 2,475천대에서 '98년 3,349천대로 약 35%증가하였다. 또한 영농형태의 변화와 함께 고령화·부녀화에 따른 농업기계의 이용형태도 수도작 중심으로부터 수익성이 높은 전작·시설농업·축산분야 등으로 기계화폭을 넓혀가고 있으며, 과거의 인력작업을 기계작업으로 대체하는 수준에서 최근에는 대형화, 승용화, 안전 및 편리성 위주의 자가작업 중심으로 많은 변화를 보이고 있다.

한편 농업기계 대당 연간작업면적은 '98년 트랙터 13.8ha, 이앙기 2.8ha, 콤바인 9.3ha로 '90년 대비 각각 30%, 36%, 18% 정도 감소하였고, 금년부터 농업기계 구입자금은 보조지원이 없어지고 용자지원체제로 전환되는 시점에서 농업기계의 효율적인 이용은 그 중요성을 더해가고 있다. 따라서 농가에서는 농업기계의 정비·관리를 철저히하여 농업기계를 보다 오래 사용하여야 하고 생산회사에서는 사후관리를 철저히하여 농민이 적기에 작업을 수행하는데 지장이 없도록 해야 할 것이다.

이 연구는 농업기계의 효율적인 이용 및 고장수리방안을 모색하고자 수행하였다.

#### 2. 재료 및 방법

##### 가. 조사표본

주요 농업기계의 이용 및 고장수리실태 조사분석을 위하여 8개도 24개 시군에서 농가표본조사를 실시하였다. 조사표본은 대상지역을 도별·지대별로 구분한 후 층화임의추출법(stratified random sampling)을 적용하여 도별로 3개 시군을 선정하였다. 표본의 크기는 기종별 '98년 말 농가 보유대수를 모집단으로 하여 신뢰수준 95%, 허용 가능오차 ±5%로 기종별 100대 내외로 결정하였다(식 1).

$$n \geq \frac{N}{\left(\frac{e}{k}\right)^2 \frac{N-1}{P(1-P)} + 1} \dots\dots\dots (식 1)$$

$n$  : 표본의 크기                       $e$  : 최대허용가능오차(±5%)  
 $N$  : 모집단의 크기                   $P$  : 예상되는 모집단의 비율 (50%)  
 $k$  : 신뢰수준에 대응하는 표준정규분포의 %점(=1.96)

\* 농업기계화연구소(National Agricultural Machanization Research Institute, RDA)

나. 조사방법

조사방법은 조사지역의 농업기계 보유대수를 고려, 시군별로 조사대수를 달리하여 '99년 4월부터 '99년 9월까지 6개월에 걸쳐 조사표에 의한 현지청취조사를 실시하였다. 자료의 수집은 대부분의 농가가 작업 및 고장수리일지 등을 기록하지 않았기 때문에 조사농민의 기억력에 의존하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 기종별 연간 수리횟수 및 수리비

연간 수리횟수 및 수리비를 조사한 결과 수리비가 가장 많이 소요되는 기종은 콤바인으로 연간 1,079천원으로 나타났으며, 연간 수리횟수도 6.2회로 트랙터나 이앙기 등에 비하여 월등히 높은 것으로 나타났다. 이처럼 콤바인의 수리비가 높은 것은 예취날, 벨트, 체인 등 소모성부품의 고장이 많고 종합수리를 하는 농가가 많기 때문으로 판단된다. 콤바인 다음으로 수리비가 많이 드는 기종은 트랙터로 연간 779천원이 소요되었다. 트랙터의 연간 수리횟수는 2.0회로 이앙기와 비슷한 수준이지만 자가수리율이 21.1%로 이앙기에 비하여 매우 낮을 뿐만 아니라 부품이 고가이고 수리공임이 비싸기 때문인 것으로 판단된다.

한편, 경운기, 이앙기, 관리기, 곡물건조기 등은 연간 수리횟수가 2회 미만으로 고장빈도가 낮을 뿐만 아니라 소모품교환 위주로 수리가 이루어지고 자가수리율이 높기 때문에 수리비가 비교적 적게 소요되는 것으로 나타났다(표 1).

Table 1. No. of repair and repair cost of the major agricultural machine in a year

Item	Power tiller	Farm tractor	Rice transplanter	Combine	Cultivator	Grain dryer
No. of repair (times/yr)	1.4	2.0	1.9	6.2	1.7	1.4
Repairing by owner (%)	37.2	21.1	62.9	52.5	54.2	64.3
Repair cost (thou. won/yr)	33	779	123	1,079	26	77

나. 수리비 계수

(1) 연간 수리비계수

연간 수리비를 기준으로 수리비계수를 산정한 결과, 콤바인이 4.8%로 가장 높았으며 다음으로 트랙터 3.9%, 이앙기 3.5%, 경운기 2.0%, 곡물건조기 1.6%, 관리기 1.6% 순으로 나타났다(표 2). 우리나라에서는 기종별로 수리비계수가 아직 표준화되어 있지 않기 때문에 일반적으로 경제성 분석시 기종의 구분없이 6%를 적용하고 있는데, 조사결과에서 나타난 바와 같이 기종별 수리비계수가 큰 차이를 보이는 것으로 나타났다.

Table 2. Repair cost rate of the major agricultural machine in a year

(%/yr)

Power tiller	Farm tractor	Rice transplanter	Combine	Cultivator	Grain dryer
2.0	3.9	3.5	4.8	1.6	1.6

(2) 사용년수별 수리비 계수

주요 기종의 수리비계수를 분석한 결과 그림 1에서 보는 바와 같이 사용년수가 늘어남에 따라 수리비계수도 증가하는 것을 알 수 있으며 사용년수에 따른 기종별 수리비계수의 변화는 콤바인, 이앙기, 트랙터 등은 사용년수가 증가함에 따라 수리비계수가 급격히 증가하는데 비하여 경운기, 관리기, 곡물건조기 등은 상대적으로 완만하게 증가하고 있는 것을 알 수 있었다.

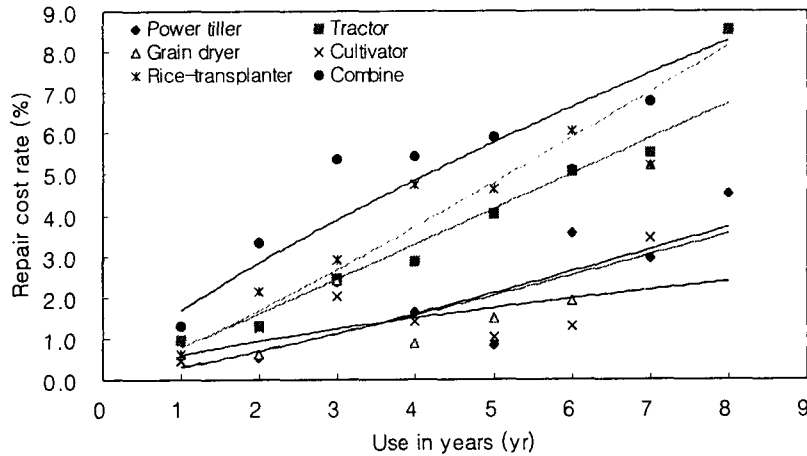


Fig 1. Repair cost rate by age of the major agricultural machine in a year

표 3은 그림 1의 기종별 사용년수와 수리비계수를 회귀방정식으로 나타낸 것이다. 지수모델식은 이용초기단계에서는 매우 낮은 수리비를 예측할 수 있지만 사용년수가 지남에 따라 지수함수적으로 증가하는데, 사용년수에 따른 기종별 수리비계수의 상관계수(r)는 트랙터, 이앙기 및 콤바인 등은 0.9 이상으로 상관관계가 매우 높음을 알 수 있었고, 경운기, 관리기, 곡물건조기 등은 0.7 정도로 트랙터, 콤바인, 이앙기 등에 비하여 다소 낮게 나타났다.

Table 3. Relationship between machine age and repair cost rate

machine	Function	Correlation coefficient (r)
Power tiller	$Y = 0.2974 X^{1.215}$	0.7546
Farm tractor	$Y = 0.7869 X^{1.0327}$	0.9773
Rice transplanter	$Y = 0.7708 X^{1.1346}$	0.9638
Combine	$Y = 1.6687 X^{0.7705}$	0.9232
Cultivator	$Y = 0.5926 X^{0.671}$	0.7421
Grain dryer	$Y = 0.3080 X^{1.1754}$	0.7212

다. 운전자의 기술수준

운전자의 기술수준을 측정하기 위하여 기종별로 수리정비시 필수적으로 숙지해야하는 7~10문항에 대하여 조사하였으며, 각 문항의 난이도에 따라 배점을 달리하여 배점의 합을 기준으로 기술수준이 우수한 “상”은 11 ~15점, “중”은 7~10점 그리고 기술수준이 낮은 “하”는 6점이하로 하였다. 그 결과 기술수준이 높은 “상”의 경우 이앙기와 콤바인에서 높게 나타났으며, 트랙터에서 가장 낮은 것으로 나타났다. 또한 기술수준 이 낮은 “하”는 경운기, 트랙터, 곡물건조기에서 높게 나타났는데 이러한 원인은 난이도가 높은 일부 항목에서 기술 부족은 물론 개별농가에서 갖추고 이용하기 어려운 공구 및 수리시설을 필요하거나 전문적인 지식을 요구하기 때문으로 판단된다(표 4).

Table 4. Maintenance skill level of the drivers by the different machine (%)

Item	Power tiller	Farm tractor	Rice trans planter	Combine	Cultivator	Grain dryer
Skilled	36.3	20.8	69.7	61.4	31.3	38.7
Moderate	28.4	44.4	18.2	20.0	45.3	22.6
Unskilled	35.3	34.7	12.1	18.6	23.4	38.7

라. 운전자기술수준, 보관장소 및 보관상태에 따른 수리비 계수

농업기계의 수리비는 운전자의 기술수준, 보관관리상태, 포장작업조건, 농업기계의 품질 등 여러 가지 변수가 복합적으로 영향을 미치기 때문에 정확한 수리비를 산정한다는 것은 매우 어렵다. 여기서는 운전자의 기술수준과 보관관리상태 등의 변수가 수리비계수에 어느 정도 영향을 미치는지 알아보기 위하여 각각의 변수를 상·중·하로 구분하여 계수화한 후 조합하여 수리비계수의 차이를 비교하였다(표 5).

Table 5. Comparison of repair cost rate by maintenance skills and conditions (%/yr)

Item	Repair cost rate by major agricultural machine				
	Power tiller	Farm tractor	Rice trans planter	Combine	Cultivator
Average	2.0 (100)	3.9 (100)	3.5 (100)	4.8 (100)	1.6 (100)
Skilled	1.0 (50)	3.1 (80)	3.1 (89)	4.3 (90)	0.9 (58)
Moderate	2.5 (125)	4.0 (103)	4.0 (114)	4.6 (96)	1.6 (100)
Unskilled	2.7 (135)	4.9 (126)	4.8 (137)	6.2 (129)	2.4 (150)

운전자 기술수준이 높고, 보관관리상태가 양호한 상위그룹의 경우 수리비계수는 평균 수리비계수에 대비하여 10~50%정도 낮게 나타났다. 그러나 운전자 기술수준이 낮고 노지에 보관하거나 청소도 제대로 하지 않은 하위그룹의 경우는 평균 수리비계수 보다 26~50%정도 높게 나타나 운전자의 기술수준과 보관관리상태가 농업기계의 수리비계수에 크게 영향을 미치는 것을 알수 있었다. 따라서 농업기계의 수리비를 최소화하고 이용효율을 높이기 위해서는 운전자의 기술수준을 높일수 있도록 농업기계 이용, 수리정비 및 보관관리요령에 대한 교육강화와 더불어 농가의 농업기계 보관시설확충과 철저한 점검정비 등이 필요할 것으로 판단되었다.

#### 마. 농업기계 수리지연 실태

농업기계의 이용은 시기적으로 크게 제약을 받으므로 제때 수리를 하지 못하면 농업기계의 이용효율을 저하시킬 뿐아니라 영농에 막대한 차질을 초래하게 된다. 조사농가 중 제때 수리를 받지 못하여 적기작업에 지장을 받았다고 응답한 농가는 전체 조사농가의 27%(53농가)로 비교적 높게 나타났다. 이처럼 제때에 수리를 받지 못한 농가의 84%는 고장난 농업기계의 수리를 마친 후 그 기종으로 작업을 하였는데 이로 인하여 자가작업이 지연되거나 수탁작업을 못하는 경우가 발생한 것으로 나타났다. 그 밖에 작업이 시급한 농가는 수리기간 동안 이웃농가의 농업기계를 빌려서 작업하거나 위탁작업을 하였으며, 일부농가는 부품을 구하기 어려워 수리를 포기하고 새기종을 구입한 경우도 있는 것으로 나타났다(그림 2).

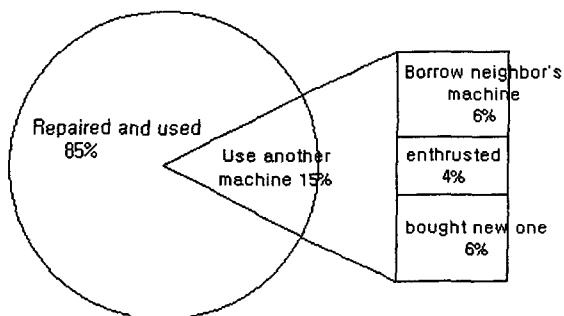


Fig 2. Operation means after machine's failure

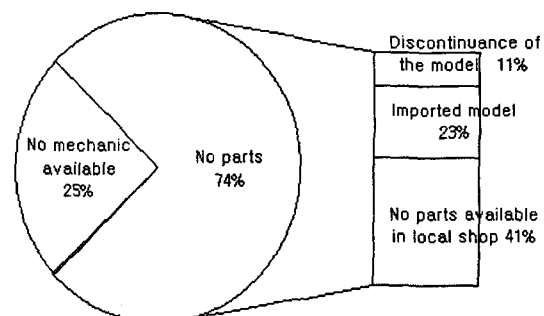


Fig 3. Reasons of the delayed repairing

수리지연의 주된 이유로는 영농철 농업기계 수리수요의 집중으로 인한 수리점의 A/S인력부족이 25%, 부품구입 어려움 75%로 나타났으며, 부품구입이 어려운 이유를 보면 지역내 수리점의 부품확보가 미흡이 55%, 수입기종의 부품 30%, 생산이 중단된 기종의 부품이 15%로 부품공급이 원활하지 않아서 인 것으로 나타났다(그림 3).

한편, 농업기계 고장발생시 운전자는 필요한 부품만 교환하기를 원하지만 일부 업체에서 생산되는 부품은 조합으로만 판매되어 고장발생부위 전체를 교환해야 하는 것으로 나타났다. 이와같이 조합으로 공급되는 주요 부품으로는 이앙기의 경우 식부암, 기화기 등이며 콤팩트인은 케도로올러, 예취날, 러그+체인 등으로 조사되었다. 특히, 승용이앙기 식부암의 경우 스프링 또는 베어링만 교체하면 되는 데도 일부 외제부품의 경우 조합으로만 판매되어 수십만원의 비용이 소요되어 농민의 부품구입 비용부담을 가중시키고 있는 것으로 나타났다.

#### 바. 주요 고장 원인

##### (1) 겨울철 경운기, 트랙터의 시동성저하 및 연료계통 고장

겨울철에 경운기 또는 트랙터를 이용하는 대부분의 농가에서 저온에 적합한 동절기용경유 대신 하절기 또는 변동기용경유를 사용하여 시동이 안되거나 연료계통 고장이 빈번한 것으로 나타났다. 이는 경유에 함유된 왁스성분이 저온에서 결빙되어 발생하는 것으로 나타났다. 실제로 경운기와 트랙터를 이용하여 저온시동시험을 한 결과 동절기용경유는 하절기용경유에 비해 5~7.5℃정도 낮은 온도에서도 시동이 가능한 것으로 볼 때 겨울철에는 동절기용경유를 사용하여야 함은 물론 농기계 및 연료보관시 노지에 방치하기 보다는 가능한 보관창고 등을 이용해야 할 것으로 판단된다.

##### (2) 관리기 연료탱크 결함

관리기의 고장부위 가운데 연료계통 고장, 특히 기화기가 전체 수리건수의 17%를 차지하여 가장 높게 나타났다. 이러한 원인은 연료탱크 내부의 도료가 휘발유에 녹아 벗겨지면서 찌꺼기가 발생되고 도료가 벗겨진 부분이 부식되어 녹 등 이물질이 기화기에 혼입되어 발생하는 것으로 나타났다. 따라서 생산회사에서는 연료탱크의 재질을 바꾸거나 탱크내부의 도료가 휘발유에 견딜수 있는 재질로 보완해야할 것으로 판단된다.



Fig 4. Cross section view of fuel tank in cultivator

#### 4. 결론

주요 농업기계의 고장수리실태 분석을 위하여 전국 8개도 24개 시군에서 현지 청취조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 연간 수리비 및 수리횟수가 가장 많은 농기계는 콤파인으로 각각 1,079천원, 6.2회이며 다음으로 트랙터는 1,079천원, 6.2회로 나타났으며 경운기, 이앙기, 관리기, 곡물건조기 등은 연간 수리횟수가 2회 미만으로 고장빈도가 적을 뿐만아니라 소모품교환 위주로 수리비도 비교적 적게 소요되는 것으로 나타났다
2. 연간 수리비계수는 콤파인이 4.8%로 가장 높았으며 다음으로 트랙터 3.9%, 이앙기 3.5%, 경운기 2.0%, 곡물건조기 및 관리기 1.6% 순으로 나타났다.
3. 운전자의 기술수준이 높고 농업기계의 보관상태가 양호한 상위그룹의 경우 평균수리비계수보다 10~50%정도 낮았으나, 하위그룹은 26~50%정도 높게 나타났다.

4. 농업기계 수리지연의 주된 원인은 수리점의 A/S인력 부족 25%, 부품구입 어려움 75%였으며, 부품구입이 어려운 이유는 지역내 수리점의 부품확보 미흡 55%, 수입기종의 부품 30%, 생산이 중단된 기종의 부품이 15%인 것으로 나타났다.
5. 경운기와 트랙터의 최저시동온도는 동절기용경유를 이용했을 경우 경운기는 -7.5℃, 트랙터는 38ps -12.5℃, 45ps -17.5℃로 나타나, 하절기용경유에 비해 5~7.5℃정도 낮은 온도에서도 시동이 가능하여 하절기용경유의 겨울철 사용은 시동불량 및 연료계통 고장발생의 원인이 되는 것으로 나타났다.
6. 관리기에서 가장 많이 발생하는 연료계통 고장은 대부분 연료탱크 내부의 도료가 휘발유에 녹아 찌꺼기가 발생되고, 부식되어 녹 등 이물질이 기화기에 혼입되어 발생하는 것으로 나타났다.

## 5. 참고문헌

1. \_\_\_\_\_, 1998, '98 농업기계보유현황
2. 농촌진흥청. -. 올바른 농업기계이용과 정비기술. p17~36
3. 정창주, 유관희, 김경옥. 1992. 농업동력학. 문운당. pp. 123-132.
4. SK(주) 대덕기술원 석유연구소. -. 보일러등유 기술지원매뉴얼.
5. OECD사무국. 1998. OECD 농임업용 트랙터 표준시험코드 1. p52-54
6. Deere & Company. 1987. Fundamentals of Machine Operation. p84-88
7. Keith Owen/Trevor Coley. 1990. Automotive Fuels Handbook. Society of Automotive Engineers. pp. 353-403