

폐기농기계 회수처리 및 재활용 기술에 관한 연구

이종수 이정삼

A Study on the Recycling Process of Disused Agricultural Machinery

J. S. Lee J. S. Lee

Abstract

This study was conducted to suggest the efficient gathering and recycling method of disused agricultural machinery in rural environment. In order to suggest this methods, the keeping means, maintenance, disused period and kinds of agricultural machinery were investigated.

The results obtained in this study were as follows ; The disused agricultural machinery have been leaved on the vacant lot of a farmhouse and an around field for 2~5 years. The leaving reason of the disused agricultural machinery was low interesting and gathering price for the disused agricultural machinery. The present situation for recycling method was using as a scrap iron, however to increase recycling percent the disassembling process has to divide as using and parts concretely. And the design of agricultural machinery was considered the easiness of a disassemble and assemble the agricultural machinery. To manage and supply efficiently for the second-hand parts of agricultural machinery need to the establishment of circulation information center and internet site for the parts.

Keywords : Disused agricultural machinery, Recycling method, Scrap iron, Using period

1. 서론

대표적인 농기계인 동력경운기가 보급된 이래 내구년한으로 볼 때 4번의 갱신 시기가 지나는 동안에 국내 산업구조는 고임금과 물류비용 증가에 따라 폐기농기계와 고철의 수집은 경제성이 없을 뿐 아니라, 기피업종으로 인식되었다. 또한 이로 인하여 농기계의 물리적 노후화의 방지에 따른 사용 연수 중대 개념이 희박하였으며, 정부의 공급 일변도의 농기계 정책으로 인하여 전국의 농촌에는 수명이 다하여 폐기된 농기계의 숫자가 매년 증가되어 누적되고 있는 실정이다. 그러나 매년 누적된 폐기농기계는 현재 전량 회수되지 않고 폐기되어 수질 및 토양 오염, 안전사고 등 농촌사회 문제화 되고 있어서 폐기된 농기계류의 수거 처리 재활용에 관한 문제가 부

각 되고 있다.

폐기농기계 등 폐기물에 관한 재활용의 연구동향으로서 구미 유럽에서는 “오염자 부담 원칙, 포괄적 제조책임자원칙”에 따라 제조업자에 대하여 오염처리 의무가 강조되고, 민간 차원에서는 해체 센터 플랜트가 가동되고 있는 실정이며, 대학과 제조업체를 중심으로 농기계를 포함한 동력기계 리사이클링에 관한 연구가 1990년부터 활발히 진행되고 있다(Busse 등, 1994; spath, 1994). 국내에서는 폐기농기계 수거가 고인건비, 물류비용 등으로 기피업종 이었으나, IMF경제 여파 이후와 금년 초에 국제 철강 자재 가격과 수입에 의존하던 폐고철의 수입가격 폭등으로 국내 고철수집 차원 정도의 폐기농기계 수거가 이루어지고 있다. 그러나 본격적인 리사이클링에 관한 조직적인 연구는 부진한 상태이다.

This study was supported by Daesan Foundation for Rural Culture and Society in 2001. The article was submitted for publication in June 2004, reviewed and approved for publication by the editorial board of KSAM in July 2004.

The author are Jong-Su Lee, KSAM member, Assistant Professor, Andong Institute of Information Technology, Andong 760-830, Korea, Jeong-Sam Lee, Secretary, International Agriculture Bureau, Ministry of Agriculture and Forestry, Gwacheon, 427-719, Korea. The corresponding author is Jong-Su Lee, E-mail : <ljngs@mail.ait.ac.kr>

폐기농기계와 폐자동차에 의한 환경오염 문제에 대하여 구미 유럽에서는 매립 및 소각에 의한 자원의 낭비와 지구환경 오염이라는 문제를 동시에 해결하기 위해 산업폐기물의 재활용에 많은 투자를 하고 있다. 1990년부터 유럽 각국의 자동차 회사들이 참여한 유럽 첨단기술 연구 공동체에서는 폐기 동력기계(자동차, 건설기계, 농기계)에서 나오는 폐자원을 재활용하여 부품으로 사용하고자 하는 연구를 수행하고 있다(육성현, 1996).

자동차의 경우 폐차로부터 회수한 엔진, 시동모터, 트랜스미션, 전장부품 등을 교환부품으로 보충하고, 기타의 부품들은 재질에 따라 분류하여 원료업계에서 자동차용 재료로 재사용하고 있다. 이들 품목이 전체 플라스틱 중량의 80%를 차지하는 것으로 알려져 있다. 이에 따라서 1992년 12월에는 국회에서 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률이 확정되었으며, 1993년 6월에 시행령과 시행규칙이 확정 발표되었다.

국내의 폐기농기계 재활용률은 선진국과 국내의 자동차에 비교하여 매우 낮은 수준의 재활용률을 보이고 있다. 보통 차량의 경우 총중량의 75% 정도가 금속이지만 농기계는 차량보다 금속류의 중량이 더 많기 때문에 폐기 농기계가 자동차에 비하여 재활용이 용이하다. 따라서 향후에는 농기계를 폐기하는 경우에 효율적인 재활용을 위한 설계, 폐자원의 재활용 기술개발 등에 관한 사항까지도 동시에 고려되어야 한다. 이러한 측면에서 본 연구에서는 국내 농기계 특히 동력 농기계를 중심으로 재활용 현황, 농기계의 폐기 실태 사례와 회수 처리 및 재활용을 중심으로 연구를 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 폐기 농기계 실태조사

본 연구에 있어서 농촌 지역의 폐기농기계의 효율적 수거와 재활용을 위해서는 먼저 농촌 현장에서 농기계의 내구성과 관련하여 보관 정비 방법 조사, 폐기농기계 실태 및 수거 형태의 조사가 필요하였다. 따라서 연구진들은 경상북도 23개 시군 전체 농가의 0.7%에 해당하는 1800호의 농가를 대상으로 설문을 조사하여 그 중 1130호의 농가에 대한 응답 자료를 최종 분석 자료로 사용하였으며, 이와 동시에 폐기 농기계의 현장 실태 사진 촬영을 동시에 수행하였다.

나. 폐기 농기계의 회수처리 재활용 방법 및 사례 조사

회수 집하된 폐기농기계의 해체처리방법, 해체된 농기계 부품의 재활용 과 재사용 방법 및 사례 조사를 실시하였다. 또한 현장에서 가장 많은 양이 폐기 방치된 농기계류는 상대

적으로 보급량이 많고, 내구연한이 지나서 몇 번의 갱신을 거친 동력경운기에 대하여 시범적으로 재활용 차원의 재생 기법을 통하여 분해 해체 정비를 거치면서 재사용 가능성을 조사하였다.

이러한 조사과정을 통해서 폐기 농기계의 회수 처리 방법에 관한 문제점과 대책방안의 기초 자료를 제시하고, 회수 집하된 폐기농기계의 해체처리방법, 해체된 농기계 부품의 재활용 및 재사용 방안을 제시하고자 하였다. 또한 현재 폐기농기계의 처리는 관 주도 또는 고철업자에 의하여 이루어지고 있는 방식에서 벗어나 자동차 폐차 법규와 같은 구조적인 법적 효력이 강하면서도, 효과적인 사후 관리가 되도록 미흡한 점을 보완하는 규제 방법에 관한 농기계 폐기 법규를 강구하고자 하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 폐기 농기계 실태조사

농촌지역의 폐기농기계의 효율적 수거와 재활용을 위해서 먼저 농촌현장에서 농기계의 내구성과 관련하여 유지보수정비 정도와 방법에 관한 조사를 실시하였다. 농번기에 농기계의 일시적 보관은 대부분 비닐이나 포장 등의 덮개로 씌어 보관하거나 농작업 후 그대로 방치하고 있으며, 농기계의 장기 보관 방법에 관한 설문에서는 그림 1과 같이 흙먼지 정도만 제거 후 보관하는 경우가 전체의 52%이며, 작업이 종료된 상태에서 그대로 보관하는 경우도 19%로 나타났고, 세척 및 수리 정비를 거친 후 보관하는 경우는 15%로 집계되었다. 이러한 실태는 다음 농번기에 농기계를 사용하는 경우에 내구성 저하 및 원활한 사용에 무리가 발생될 소지가 있어서 고장의 빈도가 증가하고, 장기적으로는 내구연한의 단축을 가져올

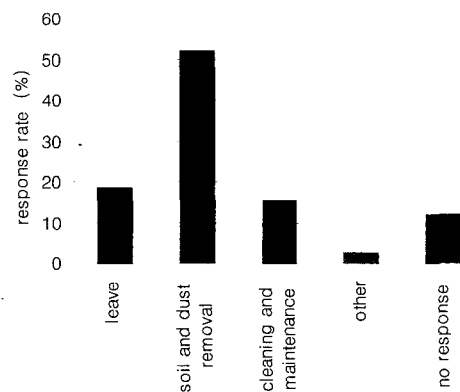


Fig. 1 The deposit method of agricultural machine during farmer's slack season.

수 있다.

농한기 농기계 보관장소 실태조사는 그림 2와 같이 개인 농가에 지붕이 있고 풍우를 막는 정도의 보관장소를 활용하는 경우는 38%이며, 농기계를 공동보관장소에 보관하는 경우는 3.6%에 불과하며, 농가의 빈 공터에 방치 보관하는 경우는 37%에 이르고 있다. 이는 농기계의 공급정책에 비하여 사후관리, 보관에 관한 문제는 매우 심각하다고 볼 수 있다.

이상의 농기계 정비, 보관 실태에 따라서 물리적 수명이 다하여 농가에 폐기되어 있는 농기계, 농기구, 작업기, 부속품 등의 종류 및 그 폐기량은 그림 3과 같다. 폐기 농기계의 기종은 농업기계화의 초기에 가장 많이 보급된 동력 경운기로서, 전체량의 절반 정도를 차지하고 있다. 그러나 상대적으로 공급 역사가 짧은 이앙기 트랙터 등의 폐기량은 6% 미만이지만, 향후 기간이 경과되면, 마찬가지로 그 양은 증대될 것이다.

농기계의 종류에 따라 내구 연한에 차이가 있지만, 실제 농촌 현장에 폐기되어 있는 농기계를 대상으로 폐기 농기계를 사용 하였던 농가를 대상으로 한 설문에 따르면, 폐기 방치되

어 있는 농기계의 사용 연수는 그림 4와 같다. 농기계의 내구 연한 평균에 속하는 6~8년을 사용 후 폐기한 사례는 35%, 평균 사용 년 수 이상인 8년~10년은 10.3% 그리고 10년 이상 사용한 경우는 32.3%이며, 반면에 매우 낮은 내구 연한을 나타내는 4년 미만의 경우도 11%로 나타났다.

농촌지역에 폐기농기계가 방치되어 있는 기간은 그림 5에서와 같이 2년이 64%로 가장 많으며, 5년 이상 방치되어 있는 경우도 8%이 이르고 있다. 농기계(농기구, 농기계 부품 등)의 폐기 장소는 그림 6과 같이 농가 주변 공터가 45%로 가장 많으며, 그 다음으로 농지 주변이어서 결국 농가의 주택이나 농지에서 왕래 및 작업시에 안정성 및 유해성의 문제점이 발생될 소지가 높다. 실제로 금번의 실태조사에서 폐기량이 가장 많은 동력 경운기의 경우 농가의 공터 논밭에 어떠한 조치도 없이 버려져 방치되어 있는 경우가 많았다.

그림 7은 폐기농기계가 농가의 담 근처의 폐비닐과 함께 방치되어 있는 실태사진이며, 그림 8은 농가 논 근처에 농기계류, 생활 쓰레기와 함께 버려져 있는 사례이다. 특히 도시 지역에서는 정기적인 쓰레기 수거에 의하여 소각 또는 매

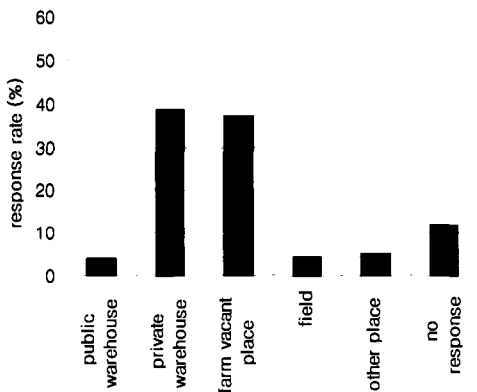


Fig. 2 The deposit place of agricultural machine during farmer's slack season.

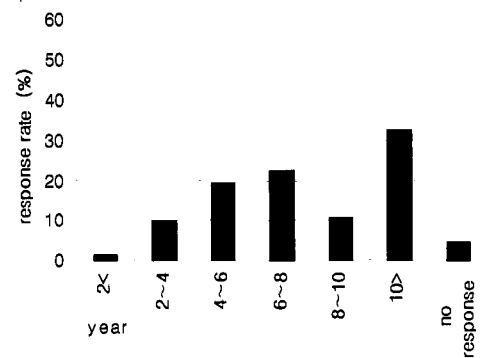


Fig. 4 The using period of the disused agricultural machinery.

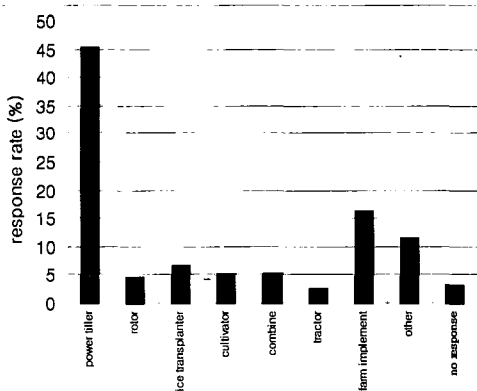


Fig. 3 The disused agricultural machinery.

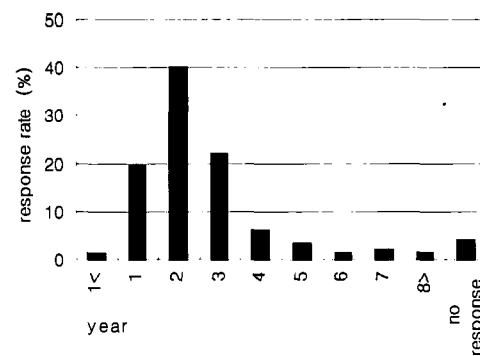


Fig. 5 The disused agricultural machinery.

립처리가 이루어지고 있지만 농촌지역은 발생되는 폐기물이 수거되지 않아 농가와 농지 주변에 누적되고 있는 실정이다. 이러한 현안에 대하여 폐기농기계 뿐만 아니라 일반 생활 쓰레기, 농약 공병 등의 재활용 처리에 관한 관심도 가져야 할 시기라고 사료된다.

그림 9는 폐기 방지된 농기계류의 폐기 사유에 관한 실태 설문 결과로서, 물리적 노후화에 따른 잦은 고장 위원이 62%로서 가장 많으며, 기타 부품의 품질, 기술부족, 신제품의 출

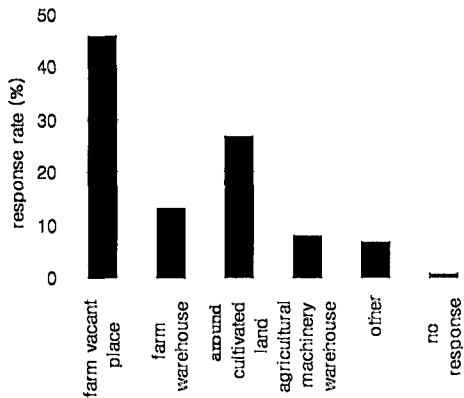


Fig. 6 The disused agricultural machinery.



Fig. 7 The disused agricultural machinery around farm vacant place.



Fig. 8 The living disused and agricultural machinery disused.

시에 따른 신규 구매로 나타났다. 이로 볼 때 물리적인 노후화는 앞서 조사한 농기계의 정비 실태나 보관 방법 등에 의한 것에 기인하므로 농업기계의 내구연한을 연장하고 농업기계의 이용경비를 절감하기 위해서는 농업기계에 대한 사용기술을 습득하고 일상적 보수관리에 관심을 기울일 필요가 있다.

그림 10은 폐기 주체인 농민의 입장에서 재활용의 방법에 관한 것으로서 폐고철로 사용이 38%이며, 분해 처리에 의하여 분리된 부품은 단종 기종 또는 고장난 농기계의 품질 부품으로 사용하는 방안이 33%, 수리 후 재사용이 22%로서 응답자의 대부분이 폐기농기계는 재활용 부분에 높은 관심을 나타내고 있다. 따라서 폐기농기계는 향후 재활용에 대한 많은 연구와 이에 대한 대책이 시급하다고 사료된다.

그림 11은 농촌지역에 폐기되어있는 미사용 농기계를 폐기농기계의 주인으로부터 효율적으로 수거하기 위한 방법을 나타내고 있다. 수거 방법은 고철 수집업자에게 매도가 36%로 가장 많고, 자치단체 또는 고철업자에게 무료 수거가 각각 14%와 18%로 나타났다. 이는 폐기농기계가 증량물이므로 고철 가격에 매도 가격보다는 이동·수송 및 견인 크레인 비

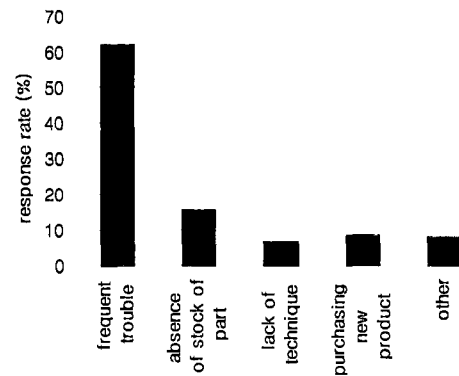


Fig. 9 The reason of agricultural machinery disused.

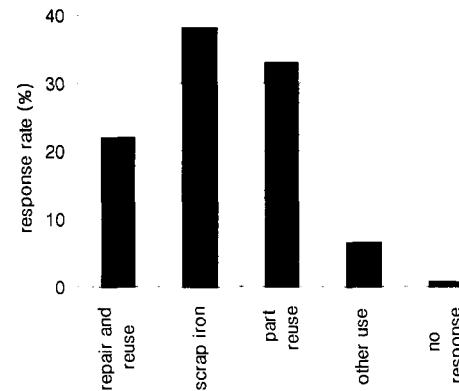


Fig. 10 The recycling method of the disused agricultural machinery.

용이 더 많이 소요되기 때문에 무료수거에도 많은 응답이 있었다.

그러나 무료 수거에 의하여 폐고철업자가 폐기농기계 전체를 수거하기 보다는 경우에 따라서 필요한 부품만을 분리수거하고, 잔여 부분은 그대로 방치하는 경우, 폐기농기계의 수거가 완전하지 못하고 결국 농촌의 산야에 방치되어 농촌 지역의 미관을 해치는 것은 물론 각종 유류 및 윤활유의 누출, 금속 부식으로 토양을 오염시키므로 환경문제를 발생시키므로 폐기농기계의 수거에도 환경 친화형 농업의 전개 측면에서 정책적인 회수처리가 지속적으로 이루어져야 된다고 사료된다.

폐기농기계의 원활한 수거와 재활용을 위한 폐기 법규의 필요 여부에 관한 조사에서는 그림 12와 같이 필요하다는 견해가 70% 이상 나타나고 있어서, 농기계의 공급과 사후 관리에는 폐기 규정까지도 고려한 농기계의 공급정책이 시급하다고 사료된다.

물론 도시지역에서는 주기적인 생활쓰레기의 수거가 이루어지고 있지만, 농촌의 실정은 이와는 다르다. 따라서 그림

13과 같이 농촌지역에 폐기농기계가 수거 또는 재활용되지 않고 방치되는 이유는 폐기농기계에 관한 관심 부족이 36%로 가장 높은 응답을 하였으며, 그 다음으로 수거 가격이 낮거나, 고철 수거 주체의 부재 그리고 중량물에 따른 운반 문제점을 제시하였다. 그리고 그림 14에서와 같이 실제 농촌지역에 방치되어 있는 폐기농기계에 의하여 발생하는 유해성 중 가장 크다고 생각되는 부분은 농업인의 입장인 토양오염을 1순위로 나타냈으며, 자원 낭비와 농촌지역의 미관을 해치는 부분에 대해서도 높은 관심을 나타내고 있다.

나. 폐기 농기계 회수 처리 재활용 방법

1) 폐기 농기계의 재활용 방법

농가에 공급된 각종 농기계의 연도별 보유량은 각각의 농기계의 내구 연한에 해당하는 기간(농림부,1999)이 경과되면 폐기 농기계에 전환된다는 가정 하에, 폐기 연도별 누적 폐기 농기계의 추정 폐기량은 표 1과 같다. 이 표에서 볼 때 기종별 노후 농기계량은 매년 꾸준히 증가 누적되고 있으며, 2004년 기준 전국의 총 폐기농기계량은 단순 산술적으로 336만

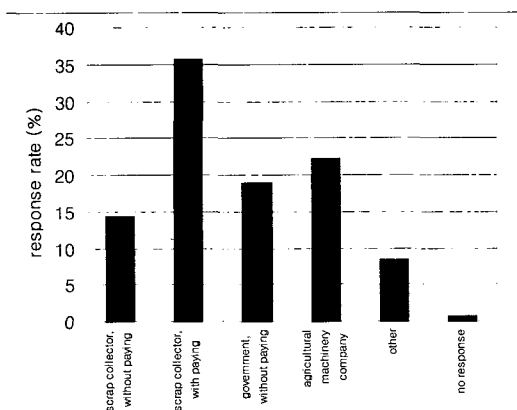


Fig. 11 The collecting method of the disused agricultural machinery.

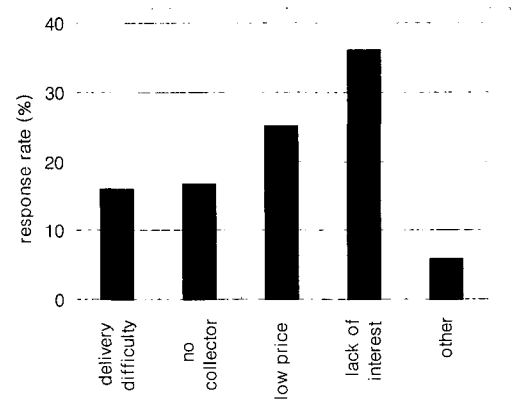


Fig. 13 The leaving reason of agricultural machinery.

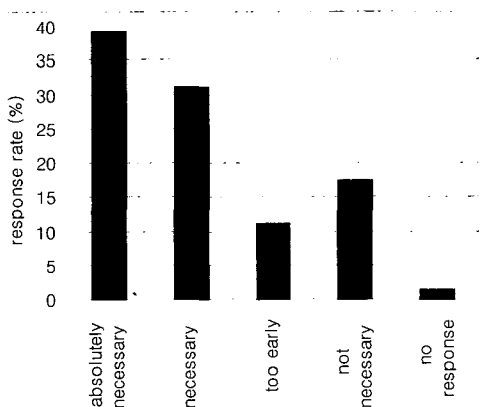


Fig. 12 The necessity of the disused laws for agricultural machinery.

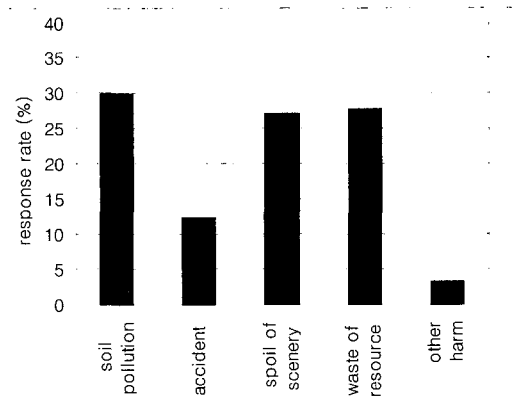


Fig. 14 The harmfulness of the disused agricultural machinery.

Table 1 The presumed value of the disused agricultural machinery.

(Unit : thousand)

disposal year machinery type	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
power tiller	256	768	768	799	864	868	910	945	959	953
tractor	-	-	41	53	64	77	89	110	113	131
rice transplanter	138	168	185	211	229	248	271	302	325	336
binder	55	62	63	65	66	67	67	68	73	73
combine	43	54	61	68	70	72	73	74	78	84
cultivator	50	78	107	162	201	239	272	315	348	369
grain dryer	-	-	12	16	18	22	25	28	38	44
applicator	695	718	722	718	717	713	717	703	640	625
farm heater	-	-	14	24	42	50	66	96	114	-
agricultural products dryer	65	71	78	93	107	117	122	136	145	156
farm water pump	-	-	342	343	353	373	375	384	407	397
other	290	277	296	251	242	163	157	143	124	162
cumulative number of disposal	1592	2196	2689	2803	2973	3009	3144	3304	3364	3330

source : 2002 yearbook of agricultural machinery.

※average of durable year or estimated value based on similar standard of agricultural machinery.

대에 이르고 있다.

이러한 폐기농기계의 효율적인 재사용과 재활용을 위해서는 폐기농기계를 부품별로 분해되어서 처리되어야 한다. 기존의 농기계는 설계시 리사이클링을 고려하지 않고 제작의 편의성과 경제성 위주로 설계되어, 분해가 상당히 어려운 경우가 많고 분해 시간이 많이 소요되어 폐기농기계를 분해하여 부품과 재료를 리사이클링 하는 것은 현재로는 경제성이 없다.

이제까지의 단순한 폐기농기계 재활용 방법을 그림 15를 통해서 살펴보면, 첫째, 연료와 타이어 각종 오일류를 제거한다. 둘째, 농기계를 해체하여 사용 가능한 부품을 선별한다. 그리고 사용 불가능한 부품과 몸체는 압축하여 파쇄 처리장으

로 수송한다. 수거처리 과정에서 이관 받은 압축부품은 파쇄기에서 금속성 재료는 리사이클링하고, 파쇄 폐기물(Shredder dust)은 열분해, 소각 또는 매립 처리한다(한국폐자동차협회, 1996; 高橋征. 1997).

이러한 파쇄 과정에서 발생하는 폐기물의 중량 분포는 그림 16과 같다(梶原拓治 등, 1997). 현재의 폐기농기계의 처리는 금속재료의 재활용에 주력하고 있기 때문에 철강재는 100%, 비철금속은 90%까지 재활용 가능하다. 나머지 합성수지를 포함한 이외의 부분은 쓰레기로 매립하지만, 이는 처리비용의 증가와 환경에 미치는 영향을 고려하여 개선된 재활용 기술 개발이 요구되는 시점이다. 특히 생산자 부담원칙을 감안한 세계적 추세를 생각하면 새로운 처리 기술이 개발되어야 하며 동시에 효과적인 재활용을 위한 초기 설계부터 방법이 고려되어야 한다.

다음으로 고려하여야 할 문제는 누가 어떻게 폐기농기계를

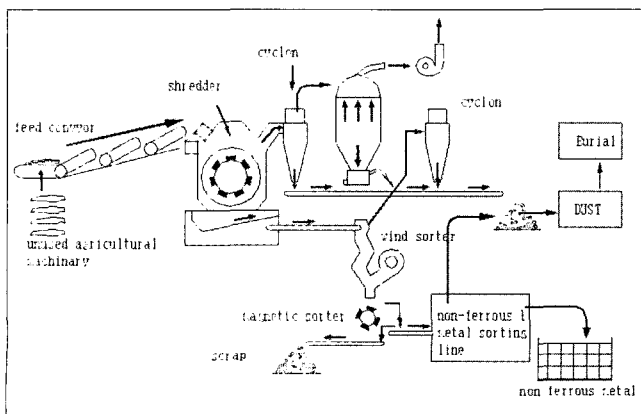


Fig. 15 The recycling method of the disused agricultural machinery.

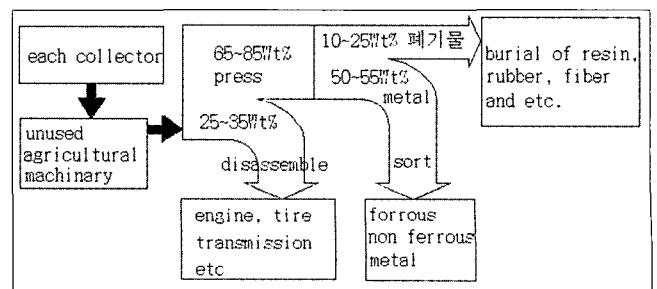


Fig. 16 The weight distribution of a crushing disused.

회수하느냐하는 것이다. 제작회사가 의무적으로 회수해야 하는 경우와 그렇지 않은 경우는 상당한 차이가 있다. 지금과 같이 회수 의무가 없는 상태에서는 폐기농기계 처리업자들이 개별적으로 회수하고 처리하게 된다. 이 경우 환경친화적인 처리가 수행되고 있는지 확인이 어렵고 현재 법규자체와 실질적인 처리 방법 모두에 많은 문제점이 있는 실정이다. 제조회사가 회수 의무를 가지는 경우 제조회사들은 자기회사의 처리방안에 따라 처리할 수 있는 능력을 가진 업체를 선정하여 지역별로 처리와 회수를 동시에 수행하거나, 소수의 회수 전담업체를 지정하여 환경친화적인 처리를 수행하게 할 수 있을 것이다.

그러나 기존의 파쇄 방법은 폐기농기계의 폐기상태는 쉬레딩 처리(梶原拓治 등,1997)에는 전혀 무관하게 수거 회수 시에는 훼손 여부는 상관이 없다. 그러나 리사이클링을 위한 방법은 수거에 주의를 요한다. 폐기농기계가 변형이 된다면 부품의 효율적인 회수가 어렵게 되고, 특히 분해작업에 장애가 발생된다. 이러한 변형은 폐기농기계의 처리비용을 상승시키게 되므로 폐기농기계의 회수에는 수거비용을 증가시키지 않고 폐기농기계를 훼손시키지 않는 방법이 필요하다. 또한 폐기하는 경우에는 재사용 재활용이 가능한 부품의 분해기술 및 방법을 개발하고 분해에는 재가공 또는 정비된 부품의 활용도를 향상시키는 방안으로서 농기계의 설계 단계부터 폐기와 재활용을 고려한 설계가 필요하다.

이러한 설계 단계에서 고려해야될 사안은 첫째 폐기물의 발생억제와 최소화이다. 이것이 불가능하면 재사용 및 재활용하고 이것마저 불가능하면 소각하여 열에너지로 활용한다. 폐기농기계에서 발생하는 쓰레기를 최소화하고 부품을 재활용 재사용하기 위해서는 각종 부품이 재생 또는 재처리할 수 있는 형태로 분해하여 환경친화적 이어야 한다. 이러한 재활

용을 위한 분해 기술은 그림 17과 같다.

그림 17에서 1차적으로 중고 농기계 또는 폐기농기계의 회수이다. 회수방법은 농가에서 고철업자에게 판매하여 수집되거나, 또는 생산자 부담원칙에 따라 판매망을 통하여 회수 집하 또는 소비자 부담원칙에 따라 폐기 증명서를 발부 받아 농기계를 갱신 신규 구입하도록 하여야 한다. 이렇게 함으로써 농기계의 폐기 방치에 따른 부작용을 경감하는 원천적인 처리가 가능하게 된다. 수거 집하된 폐기농기계의 분해시 고려하여야할 사항으로 사용 가능한 부품을 재사용 가능할 수 있도록 하기 위해서 수송 처리 시에 훼손되는 것을 방지하여야 한다. 폐기농기계가 분해공정에서 입고되면 분해대상 부품과 분해순서, 분해된 부품의 처리방법 등이 결정되어야 한다.

분해준비에서는 폐기농기계에 주입되어 있는 각종 연료, 윤활유 등을 환경 친화적으로 제거한다. 이 때 각종 액체 유류는 종류별로 분리수거하여 재처리하여야 한다. 한편 액체류의 전량을 수거하기 위해서 설계 시에 고려되어야 하며, 수거속도와 효율을 위한 장비의 개발이 또한 필요하다. 그밖에 축전지, 타이어가 분해되며, 폐타이어는 분해 후 소각에 의한 열에너지로 이용하고, 토목구조물, 재생고무제품은 가장 많은 분야에 다양하게 재사용 및 재활용되고 있는 부품중의 하나이다. 이때에는 분해부품의 종류와 방법 등의 처리공정을 고려하여 실시한다.

분해 및 부품 재생 과정에서는 분해된 부품의 재생 혹은 재처리 여부와 방법 등에 의하여 결정된다. 먼저 재사용 가능 부품은 상태가 좋은 경우 중고품으로 재사용 된다. 재생 대상 부품은 손상되지 않게 분해되어야 하며, 재생대상이 아닌 경우 경비가 적게 소요되는 방법으로 처리하여, 재처리될 부품은 재처리를 위해서 분해 후 최종 작업결과로 단일 재질의 부품이 분리되어야 한다. 재생대상 부품은 엔진 변속기 차동장치 시동모터 클러치 기타 등이 있으며 이들은 분해 후 사전검사를 통하여 마모 손상이 있는 부품은 새 부품으로 교환되고 경우에 따라서는 재가공 수리되어 품질검사를 거쳐 최종 조립되고 출고 검사 후 재생부품으로 출고된다. 분해 후 최종 남은 차체는 기존의 파쇄 방법에 의하여 파쇄기로 이송되어 파쇄 후 철과 비철금속으로 분류되어 전기로에 스크랩으로 사용된다. 이러한 분해 해체를 통한 폐기농기계의 재활용도를 향상시키기 위해서는 농기계의 설계시에 어떤 부품과 부품군이 분해될지를 정확히 결정하고, 조립의 용이성과 분해의 용이성을 함께 고려하여 설계되어야 한다.

2) 폐기 농기계의 재활용 사례 연구

본 연구 사례에서는 농기계의 폐기 실태조사 과정에서 그림 18과 같은 상태에 있는 폐기 동력 경운기를 수거하였으며, 주관 연구기관의 공작정비 실습실에서 재활용 사례를 실증하

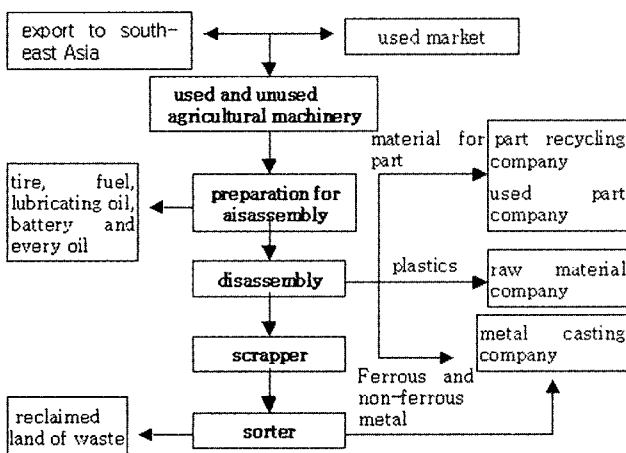


Fig. 17 The recycling method of the disused agricultural machinery.

는 연구를 수행되었다. 폐기되어 있는 경운기의 몸체는 도색 부분이 훼손되어 녹슬고, 동력 전달용 벨트는 전혀 없으며, 또한 경운기의 클러치 부분, 브레이크 부분의 부품은 파손된 상태였다. 그리고 연료 탱크와 윤활유 마개는 없어서 연료는 대기로 증발되고, 엔진오일 등은 누출되어 주변의 토양에는 녹슨 철분 찌꺼기와 토양 일부가 오일에 의하여 검게 오염된 상태로 방치되어 있었다.

정비 실습실로 옮겨진 폐기 동력경운기는 1차적 외관처리 과정으로 경운기의 도색부분 녹슨 부분에 사포작업을 실시하였으며, 경우에 따라서는 그라인딩에 의한 연마 작업도 실시하여 그림 19와 같은 상태로 되었다. 외관 정비 후 경운기의 엔진을 포함한 동력 장치를 재생 처리하기 위하여 그림 20의 엔진 부분을 경운기 몸체에서 분리하여 엔진의 각 부품을 분해하였다. 분해된 부품은 1차적으로 세정 후 품질 검사를 통하여 재사용 여부를 결정하였다. 대부분의 부품들은 세정 윤활 작업을 거치면서 재생되었지만, 밸브 부분과 피스톤 링 부분은 손상이 심하여 부품을 새것으로 일부 교체하였다. 엔진과 동력 전달 관련 부분을 분해 정비 후 조립한 다음 부품별로 도색작업을 하였으며, 경운기 몸체 부분에 엔진을 장착하

였다. 다음 작업 단계로서 조향장치와 전기제어 배선을 연결한 후 벨트 풀리와 주 클러치 레버 부분을 장착하여 그림 21과 같은 중고 동력 경운기로 재생이 완료되어 사용이 가능한 농기계로 변모되었다.

이러한 일련의 분해, 해체, 폐기 가능성 조사, 부품 재생처리, 조립, 도색, 시운전 등의 단계적 처리에 의하여 재활용하였을 때, 신제품과 같은 성능을 발휘하는 사용 가능한 농기계로 재활용, 재사용의 사례가 검증되었다.

이로 미루어 볼 때 폐기 농기계의 상당 부분은 이와 같은 재생처리에 의한 재사용이 가능하다고 생각된다. 이는 중고부품의 장기보관 및 유통과 정비 인력의 확보가 가능하다면 가능하다고 사료되며, 또한 농민들은 폐기전 농기계의 사용유지 정비만 소홀히 하지 않는다면 내구연한의 증대와 고장 빈도를 줄일 수 있고 이에 따라 상대적인 활용도의 증대효과를 통하여 농업기계 유지비용 및 영농 경비의 절감효과를 기대할 수 있다고 생각된다. 또한 이러한 재활용 실증 사례를 근거로 향후 폐기 농기계를 재활용하여 재생하여 농가에 중고 농기계로 보급하거나, 동남아시아로 수출 또는 북한 동포에 경운기 전달하기 등 다양한 국가 차원의 지원이 가능하다고 사료된다.

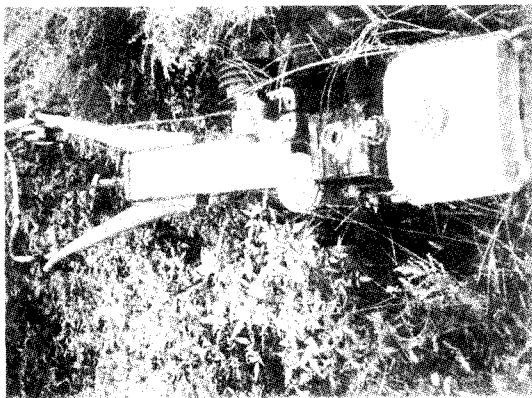


Fig. 18 The power tiller in field.

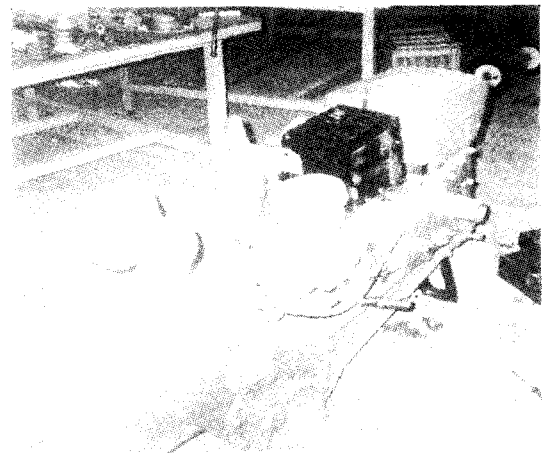


Fig. 20 The disassembly of power tiller.

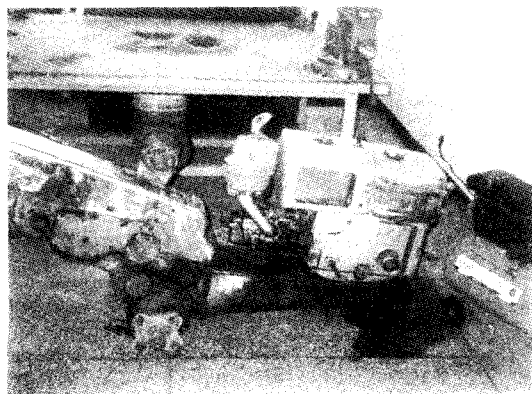


Fig. 19 The external treatment of power tiller.

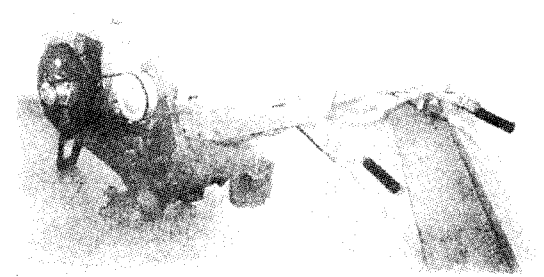


Fig. 21 The recycled power tiller.

3) 폐기 농기계 재활용 활성화 방안

농민이 구입 농기계를 사용 후, 내구연수의 경과로 폐기하고 신규 구입이 이루어지게 되면 정부 지원을 받기 위해서 필요한 서식을 작성할 경우에 농기계의 폐기 처리 증명서의 구비를 요구하게 되면, 폐기농기계의 처리가 명확하게 된다. 이때 농기계의 폐기에 따른 수거회수처리는 오염자 부담원칙 및 포괄적 제조자 책임 원칙에 따라 제조업자에게 오염처리 의무를 강조시키고, 농민은 폐기 절차만 따르면 되도록 관계 법령의 정립화가 시급하다고 사료된다.

또한 농촌지역의 농기계 폐기물 정책은 농가의 생활폐기물 및 농업용 자재 재활용 정책을 총망라하여 농촌지역 폐기물 재활용을 위한 총체적 해결 인식을 바탕으로 정책의 수립이 필요하다. 우리 나라의 법규 측면에서는 1992년 자원의 절약과 재활용 촉진을 위한 법률 및 지정사업자의 재활용 지정에 의한 재활용 정책을 추진하여 사업자 준수사항 예치금제 및 분담금제 등 규제 위주로 운영되어 왔다.

그리고 1994년 폐기농기계 수거처리 활성화로 자원재활용 촉진, 농촌지역의 환경오염을 방지하기 위해 금전적·행정적 지원 정책을 실시하여 왔으며, 1999년도에 농림부는 폐기농기계 수거에 대해 지방자치단체장이 지정하는 장소 이외에 방치하는 경우 1백만원 이하의 과태료를 부과하는 제도를 마련하였으며, 방치된 폐기농기계는 강제 집행하는 방법으로 수거하고 있으나 지속적인 단속과 처리의 문제로 그 실효성은 농민의 호응과 폐기농기계의 폐해에 대한 의식 부족으로 그 결과는 미흡하다. 따라서 농가에 방치되어 있는 폐기농기계를 수거하기 위해서는 농민의 계도가 가장 중요하다고 사료된다.

따라서 규제위주의 지원보다는 재활용화 정책으로서 재자원화 향상, 판로를 통한 회수처리 강화, 재활용 유형 기술개발, 폐기농기계의 방치 등을 계도와 홍보 활동 등의 지원 위주의 정책이 필요하다. 또한 농업기계 산업계에서는 재활용 기술개발과 재활용을 위한 설비투자를 통하여 폐기농기계의 재활용율을 높여 나가야 하며, 재활용성을 고려하여 제품을 설계하고 재활용 부품의 사용이 용이하도록 호환가능성 부품을 사용 가능하도록 농기계의 제작이 필요하다. 이 때 폐기농기계에서 추출된 중고 부품의 재활용 촉진을 위한 품질인증제의 도입이 필요하다.

4. 요약 및 결론

본 연구는 폐기농기계의 효율적 수거와 재활용을 위해서 농촌 현장에서의 폐기농기계의 실태 조사를 실시하였으며, 이러한 실태 조사를 바탕으로 폐기 농기계의 회수 처리 방법

에 관한 문제점 그리고 폐기농기계의 해체처리방법, 해체된 농기계 부품의 재활용 및 재사용 방안에 관하여 다음과 같은 결론에 이르렀다.

- (1) 농촌지역에 방치되어있는 폐기 농기계는 2년~5년 이상 방치되어 있는 실정이며, 재활용의 방법은 폐고철로 사용 또는 분해 처리에 의한 재활용에 높은 관심을 나타내고 있다.
- (2) 폐기농기계 수거처리 방법에 관한 농민의 의식은 고철 수집업자에게 매도 또는 무료 수거를 원하며, 폐기농기계가 수거 또는 재활용되지 않고 방치되는 이유는 폐기농기계에 관한 관심이 부족하고, 수거 가격이 낮기 때문인 것으로 나타났다.
- (3) 폐기농기계의 재활용율을 높이기 위해서는 분해준비과정에서 페타이어 등은 재활용하고, 분해에 의하여 부속품은 중고부품 또는 재생부품으로 활용하고, 플라스틱 부품은 원료로 그리고 철과 비철금속은 금속주조용으로 사용한다.
- (4) 폐기 농기계에서 추출하여 재생된 중고 부품의 효율적 관리와 공급을 위하여 농기계 중고부품 전문취급 유통정보 센터를 설립하여 농기계 기종별 부품별 등급별 중고 부품 현황 정보를 인터넷을 통한 검색이 가능하도록 한다.
- (5) 폐기농기계 리사이클링을 촉진하기 위해서는 규제위주의 지원보다는 재활용화 정책으로 재자원화 향상, 판매 루트를 통한 회수처리 강화, 재활용 유형 기술개발, 폐기농기계의 방치를 계도와 홍보 활동 등의 지원 위주의 정책이 필요하다.

1. 농림부. 1999. 농업기계화사업시행지침 해설.
2. 이화조. 1995. 자동차 Recycling을 위한 분해 기술. 대한기계학회지. 36(2):120-136.
3. 옥성현. 1996. 자동차부품 재활용 동향과 실용화 사례. 기아자동차주 기술센터 자료6.
4. 한국폐자동차협회. 1996. 폐차중고부품의 재활용 확대방안.
5. 한국농업기계학회, 한국농업기계협동조합, 농업기계연감. 2002.
6. 梶原拓治, 今橋邦彦, 田中敦史. 1997. 廢車シュレッダダストの活用化技術開發. 自動車技術. pp.71-75.
7. 高橋征. 1997. 廢車處理の狀況と健全なりサイクル機構の確立. 鑄造工學:69(12). pp.1030-1037.
8. Busse, H. J. and Koehn, R. J. 1991. Dismantling and Recycling of Scrapped Cars, In : VDI-Berichte 934. pp.63-71.
9. Spath, D. 1994. The Utilization of Hypermedia-Based Information System for Developing Recyclable Products and for Disassembly Planning, In : Annuals of the CIPP: 43(1). pp. 153-156.