

EPR 신규 대상품목의 장기 재활용목표율 재산정에 관한 연구

이희남* · 최윤정**

*유한대학 산업경영과 · **인하대학교 산업공학과

A Study on Recalculation of the Long-Term Recycling Rate of New EPR Target Items

Hee-Nahm Lee* · Yoon-Jeong Choi**

*Department of Industrial Engineering, YuHan University

**Department of Industrial Engineering, INHA University

Abstract

In the past annual recycling obligation rate calculation of Extended Producer Responsibility (EPR) system, it was difficult to operate the system efficiently, because responsible producers passively participated in the scheme only bent on achieving annual obligation without long-term plan. Thus, a new scheme of long-term recycling obligation rate began to be established every five year from 2008 in order to give the basis for the notice of annual specific operation standard and recycling obligation, thereby helping responsible producers to make a preparation with a plan and giving expectation of active operation of the scheme. However, in the operation of long-term recycling target program, while the development of prediction models and the evaluation for existing items has been conducted in various ways, applications for a new target items and the evaluation are quite insufficient. Therefore, in this study, problems in implementing long-term recycling goal of new target items will be examined, and more objective and rational long-term recycling rate calculation and the operation standard will be proposed. Thus, the long-term recycling target will play a role as a pacemaker to steadily improve the recycling performance of target items, and responsible producers will be expected to increase the achievement with the realistic capacity.

Keywords : EPR, Recycling Rate

1. 서론

과거 생산자책임재활용제도(Extended Producer Responsibility : EPR)의 연도별 재활용의무를 산출방식의 경우 재활용 의무생산자의 장기적인 계획없이 매년 의무량 달성에만 급급한 소극적인 자세로 제도에 참여함으로써 관련 제도의 효율적인 운영에 많은 어려움을 나타내고 있다. 이에 2008년부터 5년 단위의 장기 재활용목표율을 수립하고 이를 기초로 한 연도별 세부 운영기준 및 재활용의무율을 고시하는 방안으로 변경함

으로써 의무생산자의 계획적인 준비와 보다 적극적인 제도의 운영을 기대하고 있다[3]. 그러나 장기 재활용목표율 제도 운영에 있어 기존 품목에 적합한 예측 모형을 수립하고 이에 대한 평가는 다양하게 진행된 반면 신규 대상품목에 대한 적용방안 및 평가는 매우 부족한 상황이다. 이에 본 연구에서는 신규 대상품목의 장기 재활용목표율 시행과정에서 나타난 문제점을 검토하고, 이를 통하여 보다 객관적이고 합리적인 장기 재활용목표율 산정 및 운영기준을 제시하고자 한다. 이를 통하여 장기 재활용목표율이 대상 품목의 재활용

† 교신저자: 이희남, 경기도 부천시 소사구 경인로 636 유한대학 산업경영과

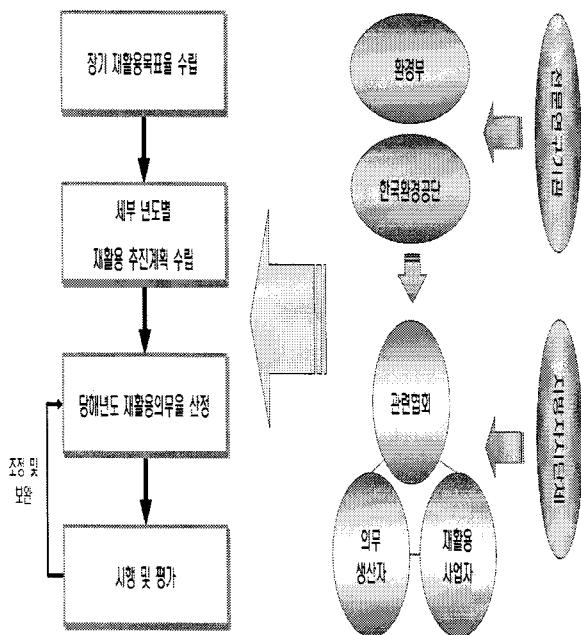
M · P: 010-9146-4347, E-mail: heenami@paran.com

2011년 7월 20일 접수; 2011년 12월 22일 수정본 접수; 2011년 12월 23일 게재확정

실적을 꾸준히 증가시키는 페이스메이커의 역할을 수행할 뿐만 아니라 현실적으로 달성 가능한 범위 내에서 의무생산자의 지속적인 개선을 기대할 수 있을 것이다.

2. 장기 재활용목표를 제도

현행 장기 재활용목표를 운영 제도의 경우 대상 품목별로 최적 재활용을 개념을 도입한 증장기 재활용을 정하여 폐기물 감량화, 재질, 구조개선, 재활용 확대 등에 대하여 의무생산자의 사전 준비 및 적극적인 제도의 운영을 유도하고 있다. 이와 같은 장기 재활용목표 제도의 운영 상황은 다음의 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 장기 재활용목표를 운영현황

위 그림에서 볼 수 있듯이 장기 재활용목표율은 재활용 의무생산자가 제품/포장재의 생산/유통 단계에서 회수체계 등을 통하여 회수 재활용을 촉진할 수 있도록 5년마다 부여되는 품목별 목표율이며, 재활용의무율은 재활용 의무생산자가 제품/포장재의 출고량 대비 제품/포장재별로 연간 재활용하여야 하는 양의 비율을 의미한다. 품목별 장기 재활용목표를 산정기간은 5년이며, 장기 재활용목표율을 기간 중에 배분함에 있어서는 의무 기업이나 산업의 재량에 맡기는 것을 원칙으로 하고 있으나, 이 경우 목표연도에 치우칠 가능성이 높아서 당분간 균등 배분하되 여건 변동에 따라 조정하도록 조정계수 제도를 운영하고 있다[5]. 이와 같은 장기 재활용목표율의 결정기준은 다음의 <표 1>과 같다.

<표 1> 재활용목표를 결정기준

기준	세부 내용
환경성	모든 포장재는 상호 대체 관계에 있기 때문에 재활용율을 어떻게 부과하느냐에 따라 상대적 경쟁력이 달라지며, 포장재간 대체 현상이 나타남. 이러한 규제의 교정 효과를 이용하여 포장재 전체의 친환경화를 유도
공정성	현실적 수용성을 가지기 위해서는 재활용목표율 제도로 인한 경쟁왜곡이 없도록 재활용 의무부과에 따른 경제적 부담이 균등하게 나타날 수 있게 조정할 필요가 있음
경제성	재활용이 의미를 가지는 것은 재활용의 사회적 비용이 사회적 편익을 초과하지 않는 범위 내에서 이루어져야 함
기타	재활용 비용은 폐기물의 특성 외에 관련기술의 종류, 수집, 운반방식, 배출지와 배출 형태에 따라 많은 차이가 발생하므로 다양한 기타 고려사항이 필요함

일반적인 재활용 상황을 보면 초기에는 인프라 구축이 느리게 진행되어 천천히 증가하다가 인프라가 완성되는 시점에서 그 증가속도가 빨라지며, 다시 일정 기간이 경과하면 증가율이 둔화되는 경향을 나타낸다. 현행 품목별 장기 재활용목표율은 이와 같은 재활용율의 변화 추세를 잘 반영하는 것으로 평가되는 신축지수합수를 통해 산출되었으며, 2012년도 품목별 장기 재활용목표를 현황은 다음의 <표 2>와 같다[6].

<표 2> 품목별 장기 재활용목표를 현황

품목		장기 재활용목표율
금속	철 캔	78.6 %
	알루미늄캔	78.6 %
	유리병	77.8 %
	종이팩	36.0 %
합성수지	폴리에틸렌	단일 80.6 %
	텔레프탈레이트병	복합 80.6 %
	발포폴리스티렌	78.1 %
포장재	폴리스티렌페이퍼	42.3 %
	폴리비닐클로라이드	66.4 %
	단일재질	80.0 %
	복합재질	60.0 %
	윤활유	72.2 %
	타이어	76.2 %
	형광등	30.0 %
전지류	수은전지	60.0 %
	산화은전지	56.0 %
	리튬전지	65.0 %
	니켈/카드뮴전지	40.0 %
	망간/알카라인전지	30.0 %
	니켈수소전지	30.0 %

또한 장기 재활용목표율 제도운영에 있어 개별 품목의 재활용 상황 및 여건을 고려한 조정 작업이 필요하며, 조정은 현실적인 제약 요건을 반영하여 진행된다. 특히 폐기물의 수집을 어렵게 하는 특별한 사안이나 기술상 또는 기존 설비의 재생능력의 한계, 재생된 상품의 판매 여건 등을 고려하여 현실적으로 가능한 재활용목표율을 결정하는 것이 바람직하며, 이에 대한 보다 구체적인 고려사항은 다음의 <표 3>과 같다.

<표 3> 재활용목표율 조정을 위한 고려사항

기준	세부 내용
수집여건	수집 인프라 수준 (분리배출 실패, 수집업자 분포, 지자체 자원회수시설 운영실태 등) 수집여건을 고려한 최소 수집율 (과거 실적 및 수집여건 고려) 수집여건 개선을 통한 최대 수집율 (인프라 구축 계획 및 정책의지 고려)
재생처리 능력여건	기존 시설의 처리용량, 향후 건설될 시설의 처리 용량 등
재생품 판매여건	재생상품(원료, 소비자제품)의 품질과 판매 가격을 고려 신규 경쟁상품과의 상대적 비교를 통한 현실적 판매 가능성을 파악

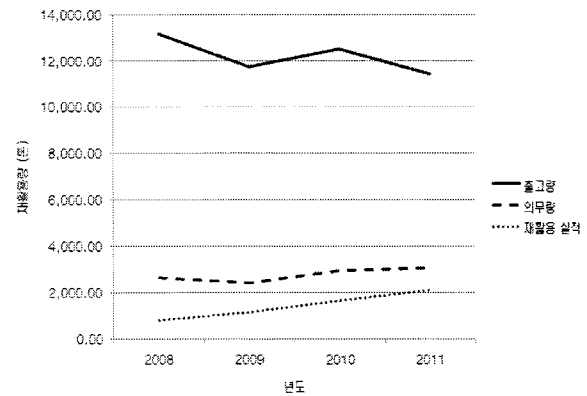
3. 신규 대상품목의 운영현황 분석

본 연구에서는 2008년 장기 재활용목표율 제도의 도입시점에서 신규 대상품목으로 지정된 망간/알카라인 전지 및 니켈수소 전지를 대상으로 지난 3년 간의 제도 운영 현황 및 문제점을 분석하였다. 본 연구의 대상인 두 신규 대상품목의 경우 2012년 장기 재활용목표율이 30%로 산정되어 운영되고 있으며, 이는 신규 대상품목의 특성상 과거 재활용 현황 및 이력 자료를 활용할 수 없는 상황에서 관련 연구를 통해 유사 품목을 기초로 해외 재활용 운영상황 및 정책의지를 반영한 장기 재활용목표율이 제시되었으며, 제도시행 과정에서 의무생산자 및 한국전지재활용 협회와의 의견 조정을 거쳐 최종적인 장기 재활용목표율 및 연도별 재활용의무율이 다음의 <표 4>와 같이 산정되어 운영되고 있다.

<표 4> 대상품목의 재활용의무율 현황 (%)

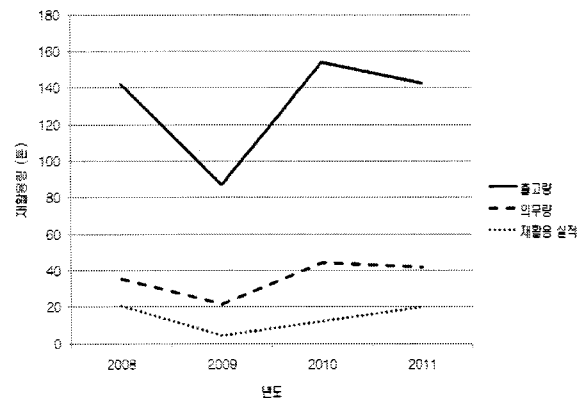
품목	2008	2009	2010	2011	2012
망간/알카라인 전지	20.0	20.5	23.6	26.8	30.0
니켈수소 전지	25.0	25.0	28.9	29.5	30.0

이와 같은 신규 대상품목의 경우 지난 3년 동안 재활용율은 꾸준히 상승하고 있으나, 연도별 재활용의무율과는 상당한 차이를 나타내고 있다⁴⁾. 우선 망간/알카라인 전지의 경우 <그림 2>와 같이 출고량의 큰 변화없이 재활용의무율 상승으로 인한 의무량이 선형 추세로 증가하고 있으며, 재활용 실적 역시 매년 꾸준한 증가세를 나타내고 있다.



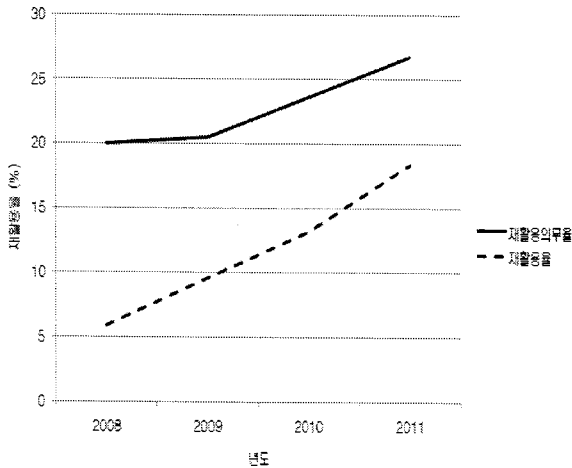
<그림 2> 망간/알카라인 전지의 재활용 현황

또한 니켈수소 전지의 경우 <그림 3>과 같이 과거 3년 동안의 출고량이 큰 변화를 나타내고 있으며, 출고량과 재활용의무율이 동반 상승하면서 재활용의무량도 큰 폭의 변화를 나타내고 있다.

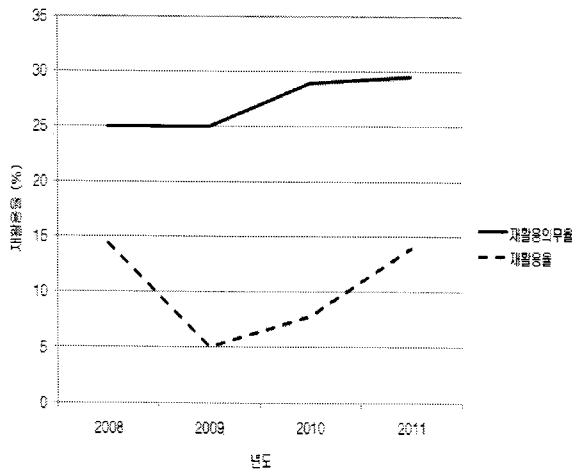


<그림 3> 니켈수소 전지의 재활용 현황

재활용 실적의 경우 의무생산자 및 관련 협회의 지속적인 노력으로 꾸준한 상승 추세를 나타내고 있으며, 이에 따른 재활용율도 재활용의무를 보다 높은 수준의 상승률을 보이고 있으나, 신규 대상품목에 대한 다소 높은 장기 재활용목표를 산정으로 인하여 지속적인 미이행 상황이 발생되고 있다. 다음의 <그림 4>와 <그림 5>는 신규 대상품목에 대한 재활용의무를 및 재활용율의 변화 추세를 나타낸 그림이다.



<그림 4> 망간/알카라인 전지의 재활용율 추세



<그림 5> 니켈수소 전지의 재활용율 추세

4. 장기 재활용목표를 재산정

본 연구에서는 2008년 신규 대상품목인 망간/알카라인 전지 및 니켈수소 전지에 대한 장기 재활용목표를 검토를 위하여 지난 3년 동안의 재활용 현황 및 재활용의무를 산정방식을 분석하고, 이를 기초로 대상품목의 장기 재활용목표를 재산정 기준을 제시하고자 한다.

현행 장기 재활용목표율의 경우 재활용율의 추세를 잘 반영하는 것으로 평가되는 신축지수함수(stretched exponential function)을 통해 산출되었다. 이러한 과정에서 가장 중요한 인자는 2007년도 재활용의무율이며, 이는 각 품목에 대한 현재의 재활용 수준을 판단할 수 있는 주요 지표의 역할을 수행한다. 이는 신축지수함수를 통한 장기 재활용목표율의 산출방식이 재활용 품목의 도입기, 성장기, 성숙기에 따른 전체 라이프사이클을 반영하는 의사결정모형으로 전체 사이클에서 있어 현재의 위치를 추정함으로써 향후 재활용율의 추세를 예측하는 방식이다. 신규 대상품목의 경우 다양한 주변 상황 특성상 시작시점의 재활용 수준을 예측하는 것이 매우 어려우며, 일반적인 사항을 고려할 때, 신축지수함수의 사이클 내에 도입기에 해당하는 수준으로 결정하는 것이 바람직하다. 또한 보다 정확한 초기값의 산출을 위하여, 2, 3년 정도의 장기 재활용목표를 준비기간을 통해 신규 대상품목의 현 재활용 여건과 수준을 파악함으로써 향후 효율적인 재활용목표를 제도 운영에 기초 자료로 활용하는 것이 바람직하다. 장기 재활용목표를 제도가 도입되기 전에는 3년간의 기중이동평균법을 통해 매년 다음 년도의 재활용의무량을 산출하였으며, 이러한 기중이동평균법은 단기 예측에 있어 매우 효율적인 예측 모형으로 연도별 기중치를 통하여 재활용 품목의 도입기와 같은 다양한 변화 요인에 빠르게 대응할 수 있다. 이는 장기 재활용목표율을 적용하기 위한 신규 대상품목의 준비기간에 연도별 재활용의무율을 산정하는데 있어 효과적으로 활용할 수 있다[1].

이러한 관점에서 신규 대상품목인 망간/알카라인 전지 및 니켈수소 전지를 대상으로 지난 3년 동안을 재활용목표를 준비기간으로 가정하고, 연도별 재활용의무를 산정방식과 장기 재활용목표를 산정방식을 활용한 재산정 기준을 수립하고 이에 대한 비교 분석을 수행하고자 한다.

4.1 연도별 재활용의무를 산정방식

연도별 재활용의무를 산정방식은 매년 재활용의무대상 제품/포장재별 출고량 대비 재활용의무율을 부과하여 품목별 재활용의무량을 산정하는 방식으로 다음의 <표 5>와 같다.

<표 5> 연도별 재활용의무율 산정방식

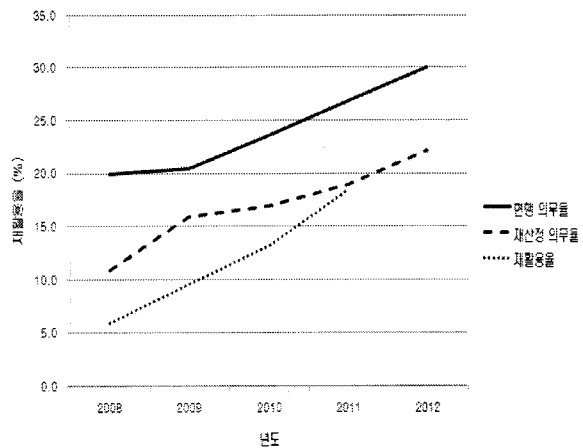
1차 년도	재활용의무가 처음으로 발생하는 연도에는 재활용에 영향을 미치는 요인을 고려하여 재활용 의무율을 0.9 이하의 범위에서 환경부장관이 정함
2차 년도 이후	1차 연도의 다음 연도부터는 다음 산식에 의하여 산정하되, 0.9보다 큰 경우에는 0.9로 함 $전년도 재활용의무율 * 가중치1 + 전전년도 재활용률 * 가중치2 + 전전전년도 재활용률 * 가중치3 + 조정계수 (0 \sim 0.05)$ 2차년도 가중치 : 1.0, 0.0, 0.0 3차년도 가중치 : 0.6, 0.4, 0.0 4차년도 가중치 : 0.5, 0.3, 0.2

본 연구에서는 2008년부터 2010년까지의 재활용의무율 및 실적 자료를 기초로 3년 가중이동평균법에 의한 시뮬레이션을 수행하였으며, 2011년 재활용 실적에 대한 추정자료를 시뮬레이션 자료에 활용함으로써 분석 결과에 대한 정확성을 보다 향상시켰다. 또한 신규 대상품목에 대한 과거 실적자료를 기초로 현실적인 재활용의무율을 산정하기 위하여 1차년도 재활용의무율을 당해 실적과 정책의지를 고려하여 조정하였다. 재산정의무율의 경우 신규 대상품목에 대한 정책의지를 최대한 반영하기 위하여 조정계수의 최대값인 0.05를 적용하였으며, 이를 기초로 한 품목별 분석결과는 다음의 <표 6>과 같다.

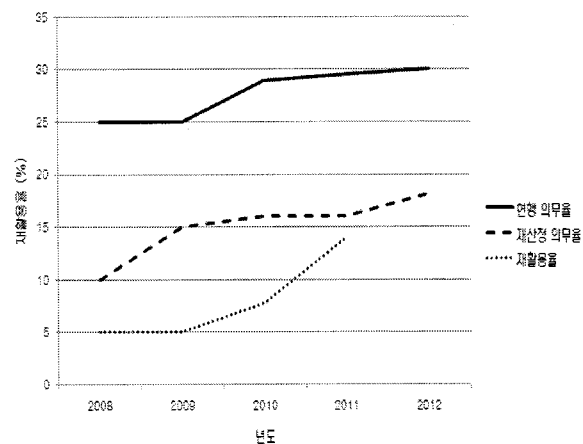
<표 6> 연도별 재활용의무율 및 실적분석 (%)

품목	구분	2008	2009	2010	2011	2012
망간/ 알카 라인	현행	20.0	20.5	23.6	26.8	30.0
	재산정	10.0	15.0	16.4	18.7	22.0
	실적	5.9	9.6	13.2	18.4	
니켈 수소	현행	25.0	25.0	28.9	29.5	30.0
	재산정	10.0	15.0	16.0	16.1	18.2
	실적	5.0	5.0	7.8	14.0	

연도별 재활용의무율 산정방식에 의한 재산정 재활용의무율의 경우 연도별 재활용 실적을 상회하면서 꾸준한 증가 추세를 나타내고 있으며, 이는 현실적인 재활용 여건을 반영하면서도 신규 대상품목에 대한 정책적인 목표 의지를 반영할 수 있는 도입 단계의 재활용의무율 및 장기 재활용목표율이라 할 수 있다. 다음의 <그림 6>과 <그림 7>은 현행의무율과 재산정의무율 및 연도별 재활용 실적에 대한 추세를 분석한 그림이다.



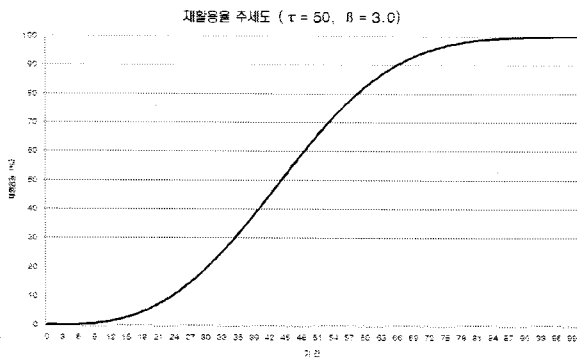
<그림 6> 연도별 추세분석 (망간/알카라인)



<그림 7> 연도별 추세분석 (니켈수소)

4.2 장기 재활용목표를 산정방식

장기 재활용목표를 산정방식은 최초의 교란 상태에서 균형상태로 안정화 되어가는 동적모형인 신축지수함수 모형을 사용하여 5년 후의 재활용 상황을 예측하고 이를 기초로 한 장기 재활용목표율을 산출한다. 신축지수함수 모형은 크게 최초도입기(재활용 초기 도입 단계)로부터 발달기(재활용 시스템 구축을 통한 활성화 단계)를 거쳐 안정기(재활용 시스템의 완성 및 정착 단계)에 이르는 전체 라이프사이클을 예측하기 위한 의사결정에 활용되며, 재활용율의 추세를 가장 잘 반영하는 신축지수함수는 다음의 <그림 8>과 같다[2].



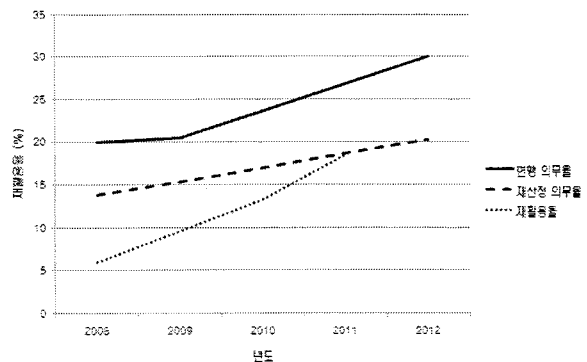
<그림 8> 신축지수함수 곡선

장기 재활용목표를 산정방식에 활용되고 있는 신축지수함수의 경우 과거 재활용의무를 및 재활용을 자료를 기초로 독립변수의 현 수준을 정확히 산출하여야 하며, 신규 대상품목의 경우 초기 도입기인 점을 감안할 때, 1차년도가 아닌 2차년도의 재활용 실적과 정책의지를 반영한 재활용의무율을 해당 연도의 현 수준으로 정의하고 장기 재활용목표율에 대한 시뮬레이션을 수행하였다. 이에 본 연구에서는 신규 대상품목의 2009년도 재활용 실적에 최대한의 정책의지를 반영하기 위한 조정계수 0.05를 적용하여 신축지수함수의 적용 시점을 산출하였다. 신규 대상품목의 2009년 재활용 수준에 대한 산출결과는 망간/알카라인 전지의 경우 약 27.5 기간의 수준, 니켈수소 전지의 경우 약 25.0 기간의 수준에 해당되며, 이를 기초로 한 품목별 분석결과는 다음의 <표 7>과 같다.

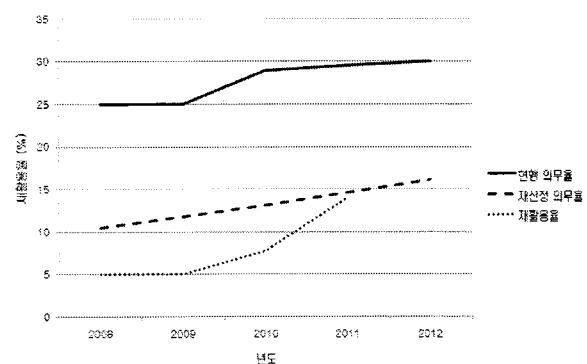
<표 7> 장기 재활용목표율 및 실적분석 (%)

품목	구분	2008	2009	2010	2011	2012
망간/알카라인	현행	20.0	20.5	23.6	26.8	30.0
	재산정	13.8	15.3	16.9	18.6	20.3
	실적	5.9	9.6	13.2	18.4	
니켈수소	현행	25.0	25.0	28.9	29.5	30.0
	재산정	10.5	11.8	13.1	14.6	16.1
	실적	5.0	5.0	7.8	14.0	

장기 재활용목표를 산정방식에 의한 재산정 재활용의무율의 경우 재활용의무율이 연도별 재활용율을 상회하면서 꾸준한 증가 추세를 나타내고 있으며, 시간이 지남에 따라 재활용의무율과의 차이가 점차 감소되는 상황은 도입기 초반 동일 수준의 일반적인 재활용 증가 추세 보다 더 높은 증가 추세가 나타나고 있음을 알 수 있다. 다음의 <그림 9>와 <그림 10>은 현행 재활용의무율과 재산정의무율 및 연도별 재활용 실적에 대한 추세를 분석한 그림이다.



<그림 9> 장기 목표를 추세분석 (망간/알카라인)



<그림 10> 장기 목표를 추세분석 (니켈수소)

4.3 결과 분석 및 운영방안

신규 대상품목에 대한 장기 재활용목표율의 경우 과거 자료를 기초로 재 평가한 결과 현실적인 재활용의무율이라 판단하기 어려우며, 과거 재활용의무율 및 재활용 실적자료를 기초로 연도별 재활용의무율 산정방식과 장기 재활용목표율 산정방식을 적용한 결과 다음의 <표 8>과 같이 목표연도인 2012년 재활용목표율은 매우 유사한 결과를 산출하였다.

<표 8> 장기 재활용목표율 재산정 결과 (%)

품목	구분	2008	2009	2010	2011	2012
망간/알카라인	방식 1	10.0	15.0	16.4	18.7	22.0
	방식 2	13.8	15.3	16.9	18.6	20.3
	평균	11.9	15.2	16.7	18.7	21.2
니켈수소	방식 1	10.0	15.0	16.0	16.1	18.2
	방식 2	10.5	11.8	13.1	14.6	16.1
	평균	10.3	13.4	14.6	15.4	17.2

방식 1 : 연도별 재활용의무율 산정방식

방식 2 : 장기 재활용목표율 산정방식

본 연구에서는 산정된 품목별 장기 재활용목표율을 기초로 2017년도 장기 재활용목표율을 예측하였으며, 이는 새로운 제도의 도입단계에서 신규 대상품목에 대한 다소 미흡한 장기 재활용목표율의 검토 및 산정 결과가 향후 지속적으로 악순환되는 제도 운영상의 문제점을 보완할 수 있을 것으로 기대된다. 이에 2017년 장기 재활용목표율 결정모형으로 현행 신축지수합수 모형을 적용하는 경우의 예측 결과는 다음의 <표 9>와 같다.

<표 9> 향후 장기 재활용목표율 예측 결과

품목	2012(수정치)	2017(추정치)
망간/알카라인	21.2 %	31.2 %
니켈수소	17.2 %	26.0 %

5. 결론

생산자책임재활용제도의 장기 재활용목표율이라는 새로운 제도를 운영함에 있어 기존 품목에 적합한 예측 모형을 수립하고 이에 대한 평가는 다양하게 진행된 반면 신규 대상품목에 대한 적용방안 및 평가는 상대적으로 매우 부족하였다고 판단되며, 신규 대상품목에 대한 장기 재활용목표율을 현 시점에서 과거 자료를 기초로 재 평가한 결과 현실적인 재활용목표율이라 판단하기 어려운 상황이다. 이에 본 연구에서는 과거 재활용의무를 및 재활용 실적을 기초로 연도별 재활용의무를 산정방식과 장기 재활용목표율 산정방식을 적용하여 품목별 재활용의무를 및 장기 재활용목표율을 재 산정하였다.

장기 재활용목표율 및 연도별 재활용의무율은 대상 품목의 재활용 실적을 꾸준히 증가시키는 페이스메이커 역할을 수행할 뿐만 아니라 현실적으로 달성 가능한 범위 내에서 의무생산자 및 관련 협회의 지속적인 개선 의지를 유발시키는 목적으로 운영되어야 할 것이다.

또한 관련 제도의 운영에 있어 지속적인 추가 대상 품목이 도입되는 경우 장기 재활용목표율 제도가 가진 신규 대상품목에 대한 단점을 보완하고 보다 정확한 초기값 산출을 위하여 2, 3년 정도의 장기 재활용목표율 준비기간을 운영하고, 이 과정을 통해 신규 대상품목의 현 재활용 여건과 수준을 정확히 파악함으로써 향후 효율적인 장기 재활용목표율 제도 운영에 기초 자료로 활용될 수 있을 것이라 기대된다.

6. 참고 문헌

- [1] 노부호, 민재형, 이근희, "통계학의 이해", 법문사, 2002.
- [2] 상명대학교 사회과학연구소, "EPR, 폐기물부담금, 분리수거 등 폐기물관리 종합 개선방안 마련 등을 위한 연구", 2008.
- [3] 한국자원재생공사, "생산자책임재활용제도 확대·방안에 관한 연구", 2004.
- [4] 한국전지재활용협회, "연도별 재활용 의무이행현황", 2010.
- [5] 한국환경자원공사, "생산자책임재활용제도 개선(단기·중장기) 방안에 관한 연구", 2005.
- [6] 환경부, "자원의절약과재활용촉진에관한법률(법·시행령·시행규칙)", 2008.

저자 소개

이희남



인하대학교 산업공학과 공학석사 취득. 동 대학원에서 공학박사 취득. 현재 유한대학 산업경영과 교수로 재직 중.

관심분야 : ISP, ERP, SCM, RFID

주소: 경기도 부천시 소사구 경인로 636 유한대학 산업경영과

최윤정



인하대학교 산업공학과 공학석사 취득. 현재 인하대학교 대학원 산업공학과 박사과정 중

관심분야 : ERP, 물류, RFID, SCM, 데이터베이스 등.

주소: 인천광역시 남구 용현동 253, 인하대학교 산업공학과