

廢紙市場의 需要·供給 모델의 開發과 回收率 提高方案^{1*}

崔 寬²·韓祥烈²

Developing Wastepaper Demand-Supply Model and Policy Measures to Increase Wastepaper Recycling Rate^{1*}

Choi Kwan² and Han Sang-Yoel²

要 約

폐지의 재활용은 부족한 제지원료의 조달 뿐 아니라, 많은 환경문제를 야기하고 있는 쓰레기의 감량, 에너지 절약 및 임목자원 절약 등과 관련하여도 중요한 의미를 갖고 있다. 이 연구는 ①국내폐지의 수요 및 공급함수를 추정하고 ②이들 모델을 이용하여 폐지의 수급을 예측하였으며 ③모델에 포함된 변수들의 需要·供給彈力性을 추정함으로써 폐지의 재활용을 촉진시킬 수 있는 정책수립의 기초자료제공을 위하여 수행되었다.

이 연구에서는 폐지를 폐신문지, 폐골판지 및 기타 잡폐지의 3가지로 구분하여 각각의 수요·공급함수를 추정하였는 바, 수요함수는 종이·종이제품의 생산량 및 도매물가지수의 함수로 추정되었으며, 공급함수는 폐지의 가격, 전년도 종이·종이제품의 수요량 및 운송비의 함수로 추정되었다.

폐지의 총수요량은 1990년 3,342천톤에서 2000년에는 11,645천톤으로 약 3.5배 증가할 것으로 예측되었으며, 공급량은 1990년 총 1,875천톤에서 2000년에 약 7,396천톤으로 추정되었다. 총 폐지의 자급율은 2000년에 평균 약 63.5%에 이를 것으로 예측되었으나 폐신문지의 자급율은 16%로 추정되어 2000년에는 약 2,205천톤의 폐신문지를 외국에서 수입하여야 할 것으로 예측되었다.

끝으로 현재 폐지재활용에 관한 문제점을 제시하고 폐지가 갖고 있는 경제적·물리적 특성 및 구명된 폐지시장의 수급구조를 바탕으로 재활용을 촉진할 수 있는 몇가지 방안을 제시하였다.

ABSTRACT

Wastepaper recycling has significant implications not only in providing scarce raw material input for the paper industry but in environmental concerns such as reducing solid waste disposal, energy conservation and preservation of forest resources.

The objectives of this study was ①to develop an econometric model of demand for and supply of wastepaper, ②to forecast wastepaper consumption and price to the year 2000 applying the econometric models estimated and ③to estimate the elasticity of variables which are included in the wastepaper supply and demand equations.

In this study wastepaper was classified into three groups, old newsprint, old corrugated and mixed. For each group such as demand and supply equation were estimated. The demand equations were estimated as a function of paper and paper product consumption and wholesale price index and supply equations as a function of wastepaper price, one year lagged paper and paperproduct consumption and transportation price.

Applying the econometric models to forecasting results in the future consumption and supply of wastepaper projected as 11.645 million MT and 7.396 million MT in 2000, respectively. The rate of wastepaper self-supply is forecasted about 63.5% in 2000. Especially, the rate of old newsprint self-supply is predicted about

¹ 接受 1993年 11月 2日 Received on November 2, 1993.

² 경북대학교 농과대학 임학과 Dept. of Forestry, Kyungpook Nat'l Univ., Taegu, Korea

* 이 연구는 1991년도 학술진흥재단 연구비지원에 의해 수행되었음.

16% which means about 2.2 million MT of old newsprint should be imported from foreign countries.

Lastly, some policy measures to promote wastepaper recycling rate based upon economic and physical characteristics of wastepaper and market structure are suggested.

I. 緒 論

경제개발과 생활수준의 향상에 따라 국내 종이 소비량도 급속히 증가하고 있는 추세이다. 우리나라 종이소비량은 1975년 총 647천 M/T에서 1990년 현재 약 4,324천 M/T으로 증가하여 연평균 11.6%씩 증가하였다. 사용된 종이·종이제품의 일부는 다시 수집·선별되어 제지산업에 주원료로 재투입되거나 쓰레기로 처리되어 매립 또는 소각된다.

우리나라 폐지회수율은 1975년 32.3%에서 1990년 43.3%로 증가하기는 하였으나, 아직도 스위스 64.6%, 스웨덴 50.9%, 일본 47.7%에 비하여 저조한 실정이며 많은 양이 쓰레기로 처리되고 있는 실정이다(한국제지공업연합회, 1991). 폐지회수율의 提高는 제지원료의 국내조달 뿐 아니라 날로 증가하는 환경문제, 에너지문제와 관련하여 몇가지 중요한 의미를 갖고 있다. 1990년 현재 제지 주원료로 사용되는 펄프 및 폐지의 총 사용량 4,800천 M/T중 폐지가 차지하는 비중은 약 69.6%에 해당하는 3,342천 M/T이다. 이 중 56%에 해당하는 1,875천 M/T만이 국내폐지로 충당되고 나머지 약 1,467천 M/T은 외국에서 수입하고 있으며, 금액으로 약 2억 7천만 달러에 이른다(한국제지공업연합회, 1991). 한편, 쓰레기의 증가는 埋立地의 不足·遠距離化 등으로 인한 처리비용의 상승과 환경오염 등을 초래하고 있어 많은 사회적 문제를 야기하고 있는 실정이다. 1990년 국내 쓰레기 발생량은 49,520천톤으로 이중 약 14% 정도를 종이류가 차지하고 있어 폐지의 재활용은 폐기물의 감량을 위한 가장 효율적인 방법으로 고려되고 있다(환경처, 1991). 이 밖에 천연펄프를 대신하여 폐지를 사용하면 그만큼 산림자원을 절약할 수 있게 되어 산림이 갖고 있는 환경보전효과를 유지할 수 있게 된다.

이러한 맥락에서 이 연구는 ①국내폐지의 수요 및 공급함수를 추정하고 ②이들 모델을 이용하여

미래의 폐지수급량과 가격을 예측함과 동시에 ③이 모델에 포함된 변수들의 需要·供給彈力性을 추정함으로써 폐지의 재활용율을 높일 수 있는 정책수단의 개발을 위한 기초자료의 제공에 그 목적이 있다.

이러한 폐지의 수급정책과 재활용에 관한 연구들로 미국의 Tuchman(1963)은 미국 폐지시장의 구조를 분석, 제지원료의 25.3%를 담당하는 미국폐지시장의 구조를 분석하였고, 폐지의 회수율을 높이는 정책방안을 제시한 바 있다. 이후 Gill(1972)은 폐지의 수요함수로 일인당 판지수요량, 가치분소득, 수송비, 폐지의 가격, pulp가격을 從屬變數로 하는 선형모델을 추정하였다. Franklin(1973) 등은 폐지를 newsprint, corrugated mixed, pulp substitutes, de-inking 등으로 분류하여 폐지시장의 구조분석을 시도하였다. Richard와 Spiegelman(1977)은 2차 재생자원인 폐지와 고철에 대한 수요와 공급함수를 二段階最小自乘法(2SLS)으로 시장구조를 분석하고 이에 따른 조세정책을 제시하였다. Colletti(1978)는 回歸分析과 goal programming의 기법을 이용하여 폐지의 수요와 공급에 영향을 미치는 변수의 구명과 그 구조를 분석하였다. Gill과 Lahiri(1980)는 폐지의 수요를 폐지가격, 펄프가격, 종이산업계의 노동생산성, time trend 및 판지 및 건축용지의 함수로 추정하였다. Kinkley와 Lahiri(1984)는 미국에서의 폐지시장의 수요와 공급을 price expectation 이론을 적용하여 재생자원의 시장을 규명하였다.

영국에서는 Turner와 Grace(1977)가 국내총생산(GDP)을 獨立變數로 하는 모델을 사용하여 영국의 장기폐지수요를 예측한 바 있다. Edwards(1979)는 폐지공급시장을 모델화하면서 폐지의 가격 뿐만 아니라 이 가격의 변동을 獨立變數에 포함시키므로써 공급모델의 정교화를 시도하였다. Deadman과 Turner(1981)는 Edwards의 공급모델에 있어 price expectation 모델은 폐지공급시장에 적용할 수 없음을 지적하고 공급함수에 있어 폐지의 가격은 비탄력적이라는 사실을 확인

했다. 최(1990)는 우리나라 폐지수입량의 대부분을 차지하는 미국폐지시장의 구조를 통계적인 방법으로 규명하고, 2000년까지의 수요 및 균형가격을 예측한 바 있다.

II. 廢紙의 特性과 分類

폐지는 종이·종이제품이 그 기능을 다하고 나서 버려지는 폐종이의 수거를 통해 나타나는 상품요소이다. 폐지의 재활용은 sheet상으로 제조하여 사용되었던 종이 및 판지를 다시 개개의 섬유상으로 분해시켜 재차 sheet상으로 만드는데 적합한 펄프를 재생하는 일련의 공정을 말한다. 따라서 폐지는 종이·종이제품의 다양성 만큼 종류도 많고 품질변이가 심하다. 이와같이 복잡한 폐지의 수급구조를 분석하기 위하여는 먼저 폐지의 특성에 관한 고찰이 필요하며, 이에따른 적절한 분류체계의 수립이 선행되어야 한다.

1. 廢紙의 特性

폐지의 특성은 폐지산업과 이에 관련된 분야의 수요와 공급등 의사결정에 큰 영향을 준다. 미국의 Tuchman(1963)은 폐지의 특성을 규명함에 있어 ①생산원자재 ②가공정도 ③불균질성 ④이물질혼입으로 인한 오염문제 ⑤제품의 차별성 ⑥부피·중량과 제품가치와의 관계 ⑦변질의 용이성 ⑧천연펄프와의 대체성의 측면에서 고찰했다. 이를 기초로 폐지의 특성과 그 특성이 수요·공급에 미치는 의의를 정리하면 다음과 같다.

1) 폐지는 종이·종이제품의 생산을 위한 원료로서 사용된다.

폐지는 소비자가 직접 사용하는 상품이 아니라 궁극적으로 생산자가 폐지를 이용하여 다른 상품을 만드는 원료로서의 성격을 가진다.

재화에 대한 수요는 용도에 따라 중간수요와 최종수요로 구분할 수 있는데 중간 수요는 타재화를 생산하기 위한 중간투입물로서의 수요를 의미하며, 최종수요는 최종소비재로서의 수요를 의미한다. 일반적으로 최종소비재에 대한 수요는 그 재화의 가격, 소득수준, 인구, 기호 등에 의하여 결정된다. 그러나 그 재화를 생산하기 위한 생산요소의 수요는 최종소비재에 대한 수요에 의하여 유발된다.

그러므로 폐지는 일반종이생산의 생산요소로서

의 기능을 수행한다. 일반제지공장은 종이제품을 생산하기 위한 주원료로 천연펄프와 폐지를 수요한다. 그러므로 일반제지공장은 최종제품인 종이의 수요가 증가하면 이를 생산하는 데 사용될 천연펄프와 폐지의 수요를 증가시키고, 종이상품에 대한 수요가 감소하면 천연펄프와 폐지의 수요를 감소시킨다. 그러므로 폐지에 대한 수요는 그 자체를 투입해서 생산할 종이제품의 수요에 따른 派生的需要(derived demand)라 할 수 있다.

폐지의 중간투입물로서의 특성은 폐지시장의 수요가 폐지의 가격에 대해 비탄력적인 한 요인이 된다. 즉 원료로서의 폐지의 수요는 최종재인 종이의 수요에 따라 그 사용량이 결정되기 때문이다.

2) 폐지는 종이·종이제품을 사용하고 버려진 후에 존재하는 자원이다.

폐지가 제지공장에서 원료로 사용되기 위해서는 수집, 분류, 묶음의 과정을 거쳐야 하는데, 이것은 폐지가 제지원료로 이용되기 위해서는 일정한 가공과정을 거쳐야 하는 加工財라는 것들의 의미한다.

3) 폐지는 非均質商品(heterogeneous product)이다.

일반 종이제품은 여러 용도로 사용됨으로 그 종류와 형태 또한 다양하며 따라서 폐지의 종류와 등급도 다양하다. 그러므로 폐지의 가격은 폐지의 선별정도와 등급에 따라 차이가 있다.

4) 폐지는 여러가지 異物質의 혼입으로 오염되기가 쉽다.

일반 종이제품에는 플라스틱류, 금속류, 잉크류, 접착제 등의 이물질이 포함되어 있어 제지업체에서 폐지를 재활용하기 위해서는 선별작업후 정제과정을 통하여 이러한 오염물질을 선별하고 탈묵과정에서 잉크 등을 제거하게 된다.

일반적으로 종이제품가공업체(Box 생산업체, 제본소 등)에서 자투리로 발생하는 폐지는 가정, 상업적 발생원에서 배출되는 폐지보다 이물질혼입의 정도가 낮은 경향이 있다. 폐지의 경제적 가치를 높이기 위해서는 이물질을 제거해야 하는 많은 노동력을 필요로 하며 완전한 제거가 불가능할 경우가 많다.

이와같은 이물질 혼입은 폐지의 천연펄프 대체성을 크게 제약하는 요소로서, 제지회사가 기계고장의 가능성, 공정상의 불이익, 시간손실 등을

우려하여 폐지의 가격이 상대적으로 낮음에도 불구하고 천연펄프를 선호하게 되는 요인이 된다.

5) 폐지는 큰 부피에 비해 가격이 낮은 상품이다.

폐골판지, 폐잡지, 폐신문지는 부피와 중량에 비해 가격이 매우 낮다. 따라서 폐지의 발생원에서 제지공장까지의 운반비가 폐지의 가격에서 차지하는 비중이 크며 이는 폐지시장의 지리적범위를 제약하는 요인이 된다. 미국의 경우 폐지시장의 지리적 범위는 반경 100마일 이내로 한정되어 있다. 또한 폐지는 부피가 큰 상품으로 그의 가공(선별·묶음) 및 보관에 많은 면적의 토지를 필요로 한다.

6) 폐지는 可燃性物質이며 외부환경에 노출되었을 경우 변질되기 쉬운 상품이다.

폐지는 일반 종이제품이므로 可燃性物質인 동시에 외부환경에 오랜 기간동안 노출되었을 경우에는 변질되기 쉬운 상품이다. 특히 폐지는 부피가 커 창고보관이 어렵고 야적하는 경우가 많으므로 화재·변질의 위험에 노출되어 있게 된다. 따라서 제지공장에서는 보관상 주의를 요하게 되고 수급상황에 따라 적정량을 보관해야 한다.

2. 廢紙의 分類

종이·종이제품은 다양한 품질이 생산되고 있으며 이들이 사용된 후 버려진 폐지도 다양한 형태로 존재하게 된다. 또한 고등급의 폐지는 저등급폐지의 대체재로 사용할 수 있으나 저등급의 폐지가 고등급폐지로 대체될 수 없으며 등급구분 없이 혼합된 폐지는 저등급으로 사용될 수 밖에 없다. 따라서 폐지가 최대한의 경제적 가치를 갖기 위해서는 일정한 기준에 따라 분류되어 수집, 유통, 사용되어야만 한다. 폐지의 원자재로서의 가치는 최종적으로 그 물리·화학적 성질에 따라 결정되어야 할 것이다. 그러나 이를 지나치게 강조하여 세분하면 최초의 선별작업을 담당하여야 할 가정, 상점 등 전문지식이 없는 발생원에서는 선별에 어려움을 겪게되며 또한 식별이 가능한 경우라도 여러가지 품질의 종이 혼합되어 존재하는 경우(고책, 잡지, 선전지 등) 지나친 시간과 노력이 요구되어 선별이 실질적으로 불가능하게 될 것이다. 따라서 폐지의 효율적인 수집·유통·사용을 위하여, 이들 기준을 종합적으로 고려한 합리적 분류가 선행되어야 할 것이다. 그러

나 세계적으로 통일된 분류체계는 존재하지 않으며 몇몇 연구자에 의한 분류체계가 제안되고 있는 실정이다. 미국의 Franklin(1973)은 폐지를 등급별로 폐신문지, 폐골판지, 혼합폐지, 천연펄프의 대체폐지, 탈목폐지 등으로 5가지 유형으로 구별하였다. Colletii(1978)는 이를 저급지와 고급지로 대별하였는데 저급지는 다시 폐신문지, 폐골판지, 혼합폐지로 고급지는 천연펄프 대체폐지와 탈목폐지 등으로 구별하였다.

폐지재활용을 높이기 위한 폐지의 분류는 우리나라 종이·종이제품이 갖는 특성 특히 ①물리·화학적 특성 ②식별의 용이성 ③선별작업의 난이도를 기준으로 체계적으로 이루어져야만 할 것이다.

이와같은 점을 고려하여 이 연구에서는 폐지를 <Table 1>에서 보는 바와 같이 폐신문지(Newsprint), 폐잡지(Magazine), 폐골판지(Corrugated), 천연펄프 대체재(Pulp Substitutes)의 4등급으로 구분하여 앞으로의 논의에 적용하고자 한다.

Table 1. Classification of wastepaper

Classification	Source
Newsprint	Newsprint
Magazine	Magazine, Book
Corrugated	Boxboard, Container Board
Pulp Substitutes (high grade)	Milk Pack, Computer Paper

III. 廢紙의 需給現況

1. 廢紙의 需要 및 使用實積

우리나라의 지류생산량은 1990년 현재 약 4,524천톤에 달하며 이를 생산하기 위한 주원료로서 펄프가 약 1,457천톤, 폐지가 약 3,342천톤이 사용되었다. 즉 제지원료중 폐지가 차지하는 비중이 약 70%에 달하며, 이는 1976년 약 62%에서 꾸준히 증가하여 오고 있는 것이다.

한편 폐지의 공급은 종이·종이제품이 사용된 후 다시 회수·재활용된 것으로 1990년 국내지류 소비량 약 4,324천톤 중 약 1,875천톤이 회수되어 폐지회수율이 약 43%에 달한다. 이는 <Table 2>에서 보는 바와 같이 1975년의 32.3%,

Table 2. Wastepaper Consumption by year

Year	Domestic Paper and Paper Board Product (M/T)	Domestic Paper and Paper Board Consumption(M/T)	Pulp				Wastepaper				Recycling Rate (%)	Furnish Rate (%)
			Domestic Product (M/T)	Import (M/T)	Total (M/T)	Rate of Self-Supply (%)	Domestic (M/T)	Import (M/T)	Total (M/T)	Rate of Self-Supply (%)		
1975	661,772	646,573	93,802	231,448	325,250	28.8	208,756	179,786	388,542	53.7	32.3	54.5
1976	906,692	824,194	105,793	262,588	368,381	28.7	281,183	324,537	605,720	46.4	34.1	62.2
1977	1,124,747	1,011,464	128,993	318,819	447,812	28.8	403,876	365,582	769,458	52.4	39.9	63.2
1978	1,365,173	1,339,204	98,643	379,526	478,169	20.6	523,186	412,333	935,519	55.9	39.1	66.2
1979	1,593,652	1,559,117	139,319	444,919	584,238	23.8	602,772	469,216	1,071,988	56.2	38.7	64.7
1980	1,680,025	1,540,729	167,097	453,167	620,264	26.9	582,035	489,929	1,071,964	54.2	37.8	63.3
1981	1,782,909	1,619,911	205,974	402,712	608,686	33.8	562,696	609,698	1,172,394	47.9	34.7	65.8
1982	1,736,619	1,659,617	248,304	410,708	659,012	37.6	552,910	565,007	1,117,917	49.4	33.3	62.9
1983	1,982,176	1,938,831	266,172	479,323	745,495	35.7	684,400	574,197	1,258,597	54.3	35.3	62.8
1984	2,206,791	2,174,120	264,121	543,777	807,898	32.6	782,604	627,093	1,409,697	55.5	36.0	63.6
1985	2,312,103	2,275,819	267,661	566,950	834,611	32.0	817,139	701,320	1,518,459	53.8	36.0	64.5
1986	2,773,164	2,625,666	301,573	663,704	965,277	31.2	990,091	855,862	1,845,953	53.6	37.7	65.7
1987	3,162,895	2,933,158	326,493	751,054	1,077,547	30.2	1,180,350	951,686	2,132,036	55.3	40.2	66.4
1988	3,659,345	3,451,000	306,539	862,307	1,168,846	26.2	1,421,114	1,295,756	2,716,870	52.3	41.2	69.9
1989	4,017,622	3,812,278	301,216	951,080	1,252,296	24.0	1,618,985	1,324,087	2,943,072	55.0	42.5	70.2
1990	4,524,444	4,324,325	301,311	1,156,301	1,457,612	20.6	1,874,853	1,467,268	3,342,121	56.0	43.4	69.6

(Source : Pulp Wastepaper Statistics Yearbook, 1991, Korea Paper Manufacturers' Association)

Recycling Rate = (Domestic Wastepaper/Domestic Paper and Paperboard Consumption) × 100

Furnish Rate = (Domestic Wastepaper/Domestic Paper and Paperboard Product) × 100

Table 3. Wastepaper Supply by Grade

(M/T)

Supply Source		1980	1985	1987	1988	1989	1990
TOTAL	Domestic	582.0	817.2	1,180.4	1,421.1	1,619.0	1,874.9
	Import	490.0	701.3	951.6	1,295.8	1,324.1	1,467.2
	Sub-Total	1,072.0	1,518.5	2,132.0	2,716.9	2,943.1	3,342.1
ONP	Domestic	46.6	58.9	81.8	101.0	110.5	112.0
	Import	234.4	295.1	424.6	587.7	636.1	752.4
	Sub-Total	281.0	354.0	506.4	688.7	746.6	864.4
OCC	Domestic	220.9	313.7	457.1	555.1	686.9	750.3
	Import	162.2	262.1	292.3	361.8	385.5	411.6
	Sub-Total	383.1	575.8	749.4	596.9	1,072.4	1,161.9
Other	Domestic	314.6	44.5	64.5	765.1	821.6	1,012.6
	Import	93.3	144.2	234.7	346.1	302.5	303.3
	Sub-Total	407.9	588.7	876.2	1,111.2	1,124.1	1,315.9

(Source : Pulp Wastepaper Statistics Yearbook, 1991, Korea Paper Manufacturers' Association)

1980년 37.8%, 1985년 36%에 비하여 증가한 것이기는 하나 아직도 스위스 64.6%, 스웨덴 50.9% 등 재활용 선진국에 비하면 낮은 수준이라 하겠다. 특히 우리나라에서는 많은 양의 폐지를 외국에서 수입하여 사용하고 있는 실정으로 국내 폐지자급율이 1975년 53.7%, 1985년 53.8%, 1990년 56.0%로 나머지 약 45%에 달하는 폐지를 외국으로부터의 수입에 의존하고 있다.

폐지의 수급상황을 <Table 3>과 같이 1980년

도 폐지사용율은 약 1,072천톤이었지만 1985년 1,518.5천톤으로 1980년에 비해 41.1% 증가했고 1990년에는 3,342천톤으로 1980년 대비 3.11배로 증가되었다. 폐지사용율 중에서 국산폐지가 점유하는 비율은 과거 10년간 54.3%에서 56.1%로 비교적 안정된 경향을 보이고 있으며 수입폐지는 45% 전후의 비율을 나타내고 있다.

1990년에 폐지의 등급별 구성비를 보면 폐신문지(ONP)가 25.9%, 폐폴판지(OCC)가 34.7%,

기타폐지가 39.4%이었다. 국산폐지 중에서 신문 용지의 비율이 6%로 매우 작았고, 폐골판지가 40%를 점유했다. 수입폐지의 구성은 폐신문지가 51.2%로 매우 많았고 폐골판지가 28.1%이었다. 이러한 구성비는 과거 10년간 많이 변화한 것이다.

2. 廢紙市場의 流通構造

폐지는 생산·소비된 종이·종이제품이 회수된 후 다시 생산과정에 재투입됨으로써 비로서 재활용자원이 된다. 그러나 모든 종이·종이제품이 회수가능한 것은 아니다. 상당량의 종이는 소장 도서 또는 장기보관문서로써 퇴장되며, 건축용지 (construction paper), 화장지 (sanitary paper)와 같이 그 용도상 원천적으로 회수가 불가능한 경우도 있다. 이와같이 회수불가능한 경우를 제외 한 나머지 종이·종이제품이 재활용의 대상이 된다. 회수가능한 폐지는 발생원에 따라 다양한 유통과정을 거치게 되는데 일차적으로 빌딩, 사무실의 관리인이나 청소부, 고물상, 학교·공공 단체, 기타 종교·사회단체 등에 의하여 수집된다. 청소부나 관리인에 의해 수거되는 경우가 7.9%, 수집고물상이나 고물장수에 의해 수거되는 비율이 76%, 학교나 공공기관이나 단체에서 수거되는 경우가 15.2%, 기타가 0.9%정도 수거된다는 보고가 있다(이, 1993). 수집된 폐지는 이들에 의하여 일차 선별·분류된 후 다시 폐지도매상, 재향군인회 및 자원재생공사를 거쳐 제지회사에 출하되고 있다.

재향군인회의 경우는 정부기관, 지방관청, 교육기관(국민학교, 중·고등학교), 금융기관(조폐공사), 법민국영기업체 등에서 수거된 폐지를 폐기문서, 잡지, 모조지, 갠지, kraft지, 담보루지 등으로 구별하여 이를 인근 제지공장에 판매하고 있다. 재생자원공사의 경우는 전국 17개소의 재활용사업소를 통해 각 사회단체, 백화점 등에서 수집된 폐지를 모아 제지회사에 납품하고 있으며 청소원, 고물상들에 의하여 수집된 폐지는 폐지도매상을 거쳐 납품되고 있다.

IV. 廢紙의 需要 供給函數 推定

1. 廢紙의 需要函數 및 供給函數의 設定

경제모델이란 분석대상이 되는 시장의 특성과

여기에 참여하는 경제주체들의 행동을 설명할 수 있는 獨立變數들과 從屬變數들간의 구조적 관계를 말한다. 따라서 경제모델에는 분석대상이 되는 시장의 특성과 여기에 참여하는 경제주체의 의사결정에 영향을 미치는 제 변수들을 규명하고 이들 변수간의 관계를 나타내는 함수의 형태 (functional form)와 각 변수가 갖는 계수의 추정치가 포함되어야 할 것이다.

(1) 廢紙의 需要函數

폐지는 종이·종이제품의 생산을 위하여 투입되는 中間需要財이다. 따라서 폐지의 수요는 최종생산재인 종이·종이제품의 수요량 및 가격에 영향을 받게 된다. 또한 이윤극대화를 꾀하는 생산자의 특정생산요소로에 대한 수요는 그 요소의 가격 및 대체재의 가격에 결정적인 영향을 받게 된다. 따라서 폐지의 수요함수에는 최종생산재인 종이·종이제품의 가격, 폐지의 가격 그리고 폐지의 대체재인 천연펄프의 생산량이 설명변수로서 포함되어야만 한다. 폐지가격변화에 따른 수요량의 변화는 수요곡선의 기울기를 나타내며 기타 설명변수의 변화에 따른 수요량의 변화는 수요곡선의 이동(shift of demand curve)을 뜻한다.

또한 다른 조건은 불변인 채, 특정 생산요소에 관한 가공기술의 발달, 설비의 개선으로 그 생산요소의 생산 효율성이 향상되면 그 생산요소의 수요도 증가하게 된다. 폐지는 종이생산과정에 투입되기 위하여 수집, 선별, 묶음(baling), 탈묵(deinking), 이물질제거 등의 과정을 거쳐야 하는 半加工品이므로(semi-processed material) 이러한 가공기술의 발달은 폐지수요에 플러스의 효과를 가져오게 될 것이다.

이상과 같은 폐지의 특성 및 경제이론에 비추어 폐지의 수요함수에는 ①폐지가격, ②종이·종이제품 생산량, ③종이시장이가격, ④천연펄프의 가격, ⑤폐지가공기술의 발달 및 공정의 개선을 나타내는 time trend 등의 변수가 포함되어야 한다. 즉,

$$Q_d = f(P, PAPP, PPRO, PPULP, TT)$$

P : 폐지의 가격

PAPP : 종이·종이제품가격

PPRO : 종이생산량

PPULP : Pulp의 가격

TT : Time trend

(2) 廢紙의 供給函數

시장경제체제하에서 활동하는 공급자는 경제이론이 제시하고 있는 바와 같이 그들의 이익이 극대화 되도록 공급량을 결정하게 된다. 이는 공급에 따른 한계비용과 한계수익이 일치하는 점에서 공급량이 결정된다는 것을 뜻한다. 따라서 폐지의 공급함수를 추정하기 위하여는 먼저 폐지공급에 따른 비용과 수익을 적절히 대표할 수 있는 변수의 규명이 필요하며 이것은 폐지가 갖는 특성 및 경제이론에 바탕을 두고 이루어져야 할 것이다.

폐지는 종이·종이제품이 사용된 후 버려진 상태로 존재하게 된다. 이를 자원화하기 위해서는 먼저 종이·종이제품의 최종소비처인 發生源으로부터 사용된 후 버려진 것을 수집하여야 하는 것으로 폐지의 수집량은 전년도 종이소비량에 결정적인 영향을 받게 된다. 또한 폐지는 종이·종이제품의 다양성 만큼이나 여러가지 이질적 요소로 구성되어 있으므로 특정 종이·종이제품을 생산하기 위한 원료로 사용하기 위하여는 그 사용목적에 알맞은 紙質別로 분류하여야 한다. 분류된 폐지는 수송·저장에 편리한 상태로 묶은 후 제지공장으로 보내진다. 즉 폐지가 원료로 사용될 수 있는 原資財化 되기 위하여는 수집, 분류, 묶음(baling) 및 운송의 과정을 거치게 된다. 그러나 이들 폐지의 가공과정은 아직까지 기계화·자동화가 이루어지지 않고 있는 상태로 많은 노동력을 필요로 한다.

또한 폐지는 가격에 비하여 부피가 큰 상품이므로 상대적으로 운반비의 비중이 커지게 된다. 따라서 폐지를 상품화 하는 과정에서 임금과 수송비는 중요한 비용 변수로써 이윤극대화를 추구하는 폐지 공급자의 의사 결정에 커다란 영향력을 갖고 있다.

한편 완전시장경제하에서 활동하는 공급자의 폐지 공급에 따른 한계수익은 폐지의 시장가격으로서 공급 결정에 중요한 역할을 할 것으로 기대됨으로 공급함수에 포함 되어야 할 것이다.

따라서 이 연구에서는 폐지의 공급을 결정하는 설명변수로 ①폐지의 가격, ②노임, ③운반비, ④전년도 종이 소비량을 설정하였다. 즉

$$Q_s = f(P, WAGE, TRN, PCON_{t-1})$$

Q_s : 폐지 공급량

P : 폐지 가격

WAGE: 임금

TRN: 운반비

$PCON_{t-1}$: 전년도 종이 소비량

(3) 函數의 形態

수요·공급함수에 포함되어야 할 변수들이 도출된 후 이들 변수들 간의 구조적 관계를 밝히기 위하여는 먼저 적절한 함수의 형태(functional form)가 결정되어야 한다. 그러나 경제이론은 폐지 수요·공급의 형태에 관하여 특별히 제시하는 바가 없다.

이 연구에서는 예비추정결과를 토대로 從屬變數와 獨立變數간에는 선형가능함수(linearizable) 관계가 존재하는 것으로 가정하였는 바, 이러한 함수관계는 선행연구들에 의해서도 간접적으로 확인된 바 있다(Gill, 1972; Turner and Grace, 1977; Edward and Pearce, 1978; Gill and Lahiri, 1980).

일반적으로 경제분석에 적용되는 선형가능함수의 모형은 양대수함수(log function), 반대수함수(semi-log function)이 있다. 즉,

$$\ln Y = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 \quad (\text{양대수함수})$$

$$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 \quad (\text{반대수함수})$$

$$Y = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 \quad (\text{반대수함수})$$

2. 資料 및 方法

이상 폐지의 특성과 경제이론에 근거하여 도출된 獨立變數들의 다양한 조합을 각 함수형태에 OLS방식으로 적합시켜서 R^2 가 높고 추정회귀계수의 부호가 경제이론과 부합하며 통계적으로 유의성이 높은 모델을 최종모델로 설정하고자 한다. 이때 獨立變數들은 상호 독립적이며, 時系列資料에 있어서 自己相關이 없는 것으로 가정한다. 이러한 가정은 적절한 통계적 방법으로 검증될 것이며, 만약 이러한 가정이 적합치 않은 것으로 밝혀지면 통계적 치유책을 강구하게 될 것이다.

한편 앞에서 논의한 바와 같이 폐지는 그 이용 특성, 물리적 특성 등에 따라 여러 등급으로 분류되어 수집·유통·이용되고 있다. 그러나 세계적으로 통일된 분류체계는 존재하지 않으며 국내에서도 관계 기관·단체들이 편의에 따라 다양한 분류를 하고 있다. 지금까지 국내에서 수집·발간된 시계열 자료는 폐지를 주로 ①폐신문지 ②폐골판지 ③폐잡지의 3가지로 분류하고 있다.

이들 각 등급의 폐지는 가격도 서로 다를 뿐 아니라 이용특성에 있어서도 상이하므로 서로 다른 시장 구조를 갖는다고 가정하는 것이 합리적이다. 따라서 이 연구에서는 폐신문지, 폐골판지, 폐잡지(기타 폐지)에 대하여 각각 수요·공급함수를 추정하고자 한다.

즉,

$$Q_1^d = f(P_1, PAPP, PPRO, PPULP, TT)$$

$$Q_2^s = f(P_1, WAGE, TRN, PCON_{t-1})$$

i = 폐신문지, 폐골판지, 기타폐잡지

폐지의 수급분석에 이용되는 자료는 경제기획원통계연보, 한국제지공업연합회에서 출간되는 지·판지통계연보, 펄프·폐지통계연보, 한국은행의 일반경제지수, 종합물가 정보지 등의 자료를 1971년에서 1990년까지 시계열자료를 이용하였다.

폐지가격은 국내의 여러단체와 제지공장에 의뢰와 탐방을 통해 수집하려고 하였으나 실질적인 거래가격을 시계열로 입수한다는 것은 불가능하였으므로 綜合物價情報誌의 품목별 폐지가격을 폐신문지(ONP), 폐골판지(OCC), 기타 폐잡지류(OTH)의 가격으로 구분하여 이용하였다. 구분내용은 폐신문지의 가격은 명시되어 그대로 이용하였으나 폐골판지가격이 단일 품목가격으로 명시되지 않아 고시멘트지, 고마닐라지, 고지대의 가격을 평균하여 이를 이용하였으며 기타폐잡지의 가격은 헌잡지의 가격을 이용하였다. 그리고 이들 명목가격을 실질가격화하기 위해 국내 총도매물가지수로 디플레이트하여 1985년을 100으로 하는 지수를 만들어 이를 모델에 이용하였다.

종이제품가격은 도매물가지수중 종이·종이제품의 물가지수를 이용하였으며, 천연 펄프가격은 국내에 수입되는 펄프가격을, 종이생산량과 종이소비량은 製紙工業聯合會의 자료를 이용하였다. 인건비용과 폐지수송(운반)비용은 청소원 및 관련직종의 정부고시 임금단가와 일반화물자동차의 운임료로 설정하여 이를 실질임금과 수송료로 설정하기 위해 국내 총도매물가지수로 디플레이트하여 1985년을 100으로 하는 지수를 만들어 이를 모델에 이용하였다.

V. 推定結果

1. 需要函數의 推定

이 연구에서는 이들 설명변수의 다양한 조합이 시도되었으나, 경제이론에 부합되지 않는 부호를 나타내거나 유의성이 없는 변수들을 제거하여 최종모델에서는 종이·종이제품 생산량 및 종이제품의 시장가격이 포함되어졌다.

이들 설명변수를 이용한 폐신문지, 폐골판지, 폐잡지의 수요함수추정 결과를 <Table 4>에 제시하였다.

중간재로서의 폐지의 특성이 모델에서 확인되었다. 즉, 폐신문지, 폐골판지, 기타 잡폐지가 종이생산량과 종이제품의 도매물가에 영향을 받았다. 그러나 폐지의 실질가격은 모델에서 제외하였다. 이는 많은 외국의 연구사례와 같이 폐지의 수요가 폐지가격에 영향을 받지 않는다는 것이 확인되었다. 그리고 탈묵 등의 기술발전의 척도로 이용한 time trend는 우리의 탈묵수준이 저급지에 생산에 주력했기 때문에 기술발전변수가 모델에 포함되지 않는 것으로 해석된다.

모델의 獨立變數들의 영향 정도를 보여주기 위한 標準化된 回歸係數 즉 베타계수(standard regression coefficient, beta-coefficient) 추정결과 종이생산량이 폐지 수요에 큰 영향을 주는 것으로 나타났다.

수요함수의 R²가 0.91에서 0.98까지 매우 설명력 높게 나타났으며 모델의 F value도 1% 내의 유의성을 나타냈다. 또한 獨立變數들의 多衆共線性(multicollinearity)은 통계프로그램인 SAS (statistic analysis system)의 VIF(variance inflation factor)를 보더라도 심각하지 않음이 확인되었다. 그러나 수요함수의 自己相關은 Durbin-Watson 검정을 실시한 결과 폐신문지의 自己相關이 0.641, 폐골판지가 0.702, 기타폐잡지가 0.863으로 양의 自己相關관계가 존재함을 보이고 있다. (k=2, n=20, α=0.05인 경우 d_L=1.10)

이것은 一般最小自乘法으로 추정된 수요함수는 不偏推定量이기는 하나 最小分散을 갖지 못하게 됨을 뜻한다. 따라서 모형에 적용된 原資料(original data)를 변환시켜 一般化最小自乘法(GLS)을 실시하였다.

Table 4. Estimated wastepaper demand equation by OLS($\ln QD^{ONP}_t$, $\ln QD^{OCC}_t$, $\ln QD^{OTH}_t$)

Class	Variable	DF	Parameter Estimate	Standardized Estimate	Standard Error	T for HO : Parameter = 0	VIF
ONP	INTERCEP	1	-3.016142		0.71062179	-4.244	
	lnPPRO _t	1	0.767924	0.59645067	0.27009876	2.843**	8.4997
	lnPAPP _t	1	0.680558	0.37253650	0.38324382	1.776**	8.4997
F Value		88.065***	R-square	0.9120	D.W	0.640	
OCC	INTERCE	1	-3.877868		0.34197921	-11.339	
	lnPPRO _t	1	0.939047	0.67194274	0.12998217	7.224***	8.4997
	lnPAPP _t	1	0.660259	0.33296706	0.18443203	3.580***	8.4997
F Value		482.770***	R-square	0.9827	D.W	0.702	
OTH	INTERCEP	1	-3.054265		0.28747211	-10.625	
	lnPPRO _t	1	1.089860	0.86624613	0.10926468	9.974***	8.4997
	lnPAPP _t	1	0.237807	0.13321170	0.15503593	1.534	8.4997
F Value		554.979***	R-square	0.9849	D.W	0.864	

***=Different from zero at 1% significance level
 **=Different from zero at 5% significance level
 *=Different from zero at 10 % significance level

※Description Variables

lnQD^{ONP}_t=Quantity (domestic plus import) of old news print consumed(1,000 M/T)
 lnQD^{OCC}_t=Quantity (domestic plus import) of old corrugated cardboard consumed(1,000 M/T)
 lnQD^{OTH}_t=Quantity (domestic plus import) of other wastepaper consumed(1,000 M/T)
 lnPPRO_t=Quantity of Paper Product(1,000 M/T)
 lnPAPP_t=Paper and paper board wholesale price index

이는 回歸分析하기 이전에 자료의 추세가 제거되었는지 알아보는 것으로 일반화된 차분(generalized differencing)이 가장 널리 사용되는 이용되고 있는 추세 제거방법 중에 하나로 이러한 방법을 설명하기 위한 이론적 근거는 다음과 같다(김, 1990). 잔차에서의 一次自己相關은 오차 ϵ_t 와 ϵ_{t-1} 간에 0이 아닌 相關係數 ρ 가 존재한다는 것을 의미하므로 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$\epsilon_t = \rho \epsilon_{t-1} + u_t$$

여기서 u_t 는 평균이 0인 독립이다. 원래의 모형틀 기술하면

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1,t} + \beta_2 x_{2,t} + \epsilon_t$$

그리고 이것에 1기 시차를 취하면 다음과 같다.

$$y_{t-1} = \beta_0 + \beta_1 x_{1,t-1} + \beta_2 x_{2,t-1} + \epsilon_{t-1}$$

시차방정식에 ρ 를 곱한 다음 이를 원래의 모형에서 빼면

$$y_t - \rho y_{t-1} = \beta_0(1-\rho) + \beta_1(x_{1,t} - \rho x_{1,t-1}) + \beta_2(x_{2,t} - \rho x_{2,t-1}) + (\epsilon_t - \rho \epsilon_{t-1})$$

이 방정식은 $y_t - \rho y_{t-1} = y_t^*$ 로 나타내면 $x_{i,t}$ 변수도 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$x_{1,t}^* = x_{1,t} - \rho x_{1,t-1}, \quad x_{2,t}^* = x_{2,t} - \rho x_{2,t-1}$$

여기서 오차항 $\epsilon_t - \rho \epsilon_{t-1}$ 은 독립이다. 더이상

自己相關이 존재하지 않는다.

$y_t^* = y_t - \rho y_{t-1}$, $x_{k,t}^* = x_{k,t} - \rho x_{k,t-1}$ 변수들을 일반화 차분이 된다. 이것을 이용하여 $y_t^* = \beta_0^* + \beta_k x_{k,t}^* + \epsilon_t$ 를 최소자승법으로 회귀분석하면 ϵ_t 는 自己相關되지 않는 모델을 얻을 수 있다.

이렇게 하여 추정된 최종 수요함수를 <Table 5>에 제시하였다.

Table 5. Estimated wastepaper demand equation by GLS

Class	Variable	DF	B Value	Std Error	t Ratio
ONP	Intercept	1	-3.81469465	1.0455	-3.649
	lnPPRO _t	1	0.97257524	0.2896	3.359***
	lnPAPP _t	1	0.51150284	0.3907	1.309
R-square		0.9497			
OCC	Intercept	1	-4.26446478	0.50700	-8.411
	lnPPRO _t	1	1.10702590	0.13811	8.015***
	lnPAPP _t	1	0.45835338	0.18570	2.468**
R-square		0.9904			
OTH	Intercept	1	-3.12097856	0.43120	-7.238
	lnPPRO _t	1	1.05091170	0.12519	8.394***
	lnPAPP _t	1	0.31929477	0.17054	1.872*
R-square		0.9897			

2. 供給函數의 推定

앞에서 설정한 변수들을 이용한 폐지의 공급함

Table 6. Estimated wastepaper supply equation by OLS (lnQS^{ONP}_t, lnQS^{OCC}_t, lnQS^{OTH}_t)

Class	Variable	DF	Parameter Estimate	Standardized Estimate	Standard Error	T for H0 : Parameter=0	VIF
ONP	INTERCEP	1	4.582910		4.76042432	0.963	
	lnRP ^{ONP} _t	1	0.578722	0.28001440	0.18823438	3.074***	3.1429
	lnPCON _{t-1}	1	1.096745	1.04779559	0.17722438	6.188***	10.8618
	lnWAGE _t	1	-0.451148	-0.17653319	0.23487347	-1.921*	3.2003
	lnTRN _t	1	-2.031810	-0.31016421	0.75575528	-2.688**	5.0430
F Value 90.973***			R-square 0.9604	D.W 2.184			
OCC	INTERCEP	1	-3.362485		4.86853927	-0.691	
	lnRP ^{OCC} _t	1	0.301754	0.09244951	0.13007438	2.320**	1.5158
	lnPCON _{t-1}	1	1.328983	0.94375157	0.12353150	10.758***	7.3453
	lnWAGE _t	1	-0.529966	-0.06013461	0.77432306	-0.684	7.3684
	F Value 312.835***			R-square 0.9832	D.W 1.972		
OTH	INTERCEP	1	6.955498		4.07323165	1.708	
	lnRP ^{OTH} _t	1	0.368977	0.12770371	0.20588032	1.792*	2.9961
	lnPCON _{t-1}	1	1.055888	0.89639238	0.15875565	6.651***	10.7187
	lnWAGE _t	1	-0.239484	-0.08327082	0.22832439	-1.049	3.7193
	lnTRN _t	1	-2.044939	-0.27739495	0.67499580	-3.030***	4.9472
F-value 144.774***			R-square 0.9746	D.W 2.255			

※Description Variables

- lnQS^{ONP}_t=Quantity of old news print consumed in Korea (1,000 M/T)
- lnQS^{OCC}_t=Quantity of corrugated cardboard consumed in Korea (1,000 M/T)
- lnQS^{OTH}_t=Quantity of other wastepaper consumed in Korea (1,000 M/T)
- lnRP^{ONP}_t=Real price index of oldnews print (1985=100)
 = $\frac{\text{Price of old news print}}{\text{Wholesale price index}}$
- lnPCON_{t-1}=Paper Product consumption, lagged one year (1,000 M/T)
- lnWAGE_t=Real wage of sanitary workers
 = $\frac{\text{Wage of sanitary workers}}{\text{Wholesale price index}}$
- lnTRN_t=Real transport cost (50 Km, 1,000Kg)
 = $\frac{\text{Beal transport cost}}{\text{Wholesale price index}}$

수 추정 결과를 <Table 6>에 제시하였다. 폐지의 공급함수에는 폐지의 종류별 실질가격이 모델에 포함되었으며 과거 지류소비량과 공급비용으로 설정한 청소원 및 관련직종 실질임금, 일반 화물자동차의 실질운임이 포함되었다. 추정된 공급함수의 베타계수에서 나타나듯이 과거지류 소비량이 폐지의 공급에 가장 큰 영향을 주는 요인으로 확인되었으며 공급비용으로 상정한 인건비와 수송비용도 공급에 큰 영향을 주는 것으로 나타났다. 이는 부피에 비해 상대적으로 가격이 낮은 폐지특성의 결과라 해석된다. 그러나 폐지의 실질가격은 모델에 포함되었으나 폐지공급에 결정적인 요인으로 작용하지 않는 것으로 나타났다.

공급함수 모형의 결정계수(R²)는 0.96에서 0.98

까지 설명력 높은 모델이 유도되었고 모델검정치인 F-value도 1% 내의 유의성을 나타냈다. 자기相關 검정에서도 Durbin-Watson 검정치가 1.97에서 2.18로 자기相關이 없는 것으로 확인되었고 多衆 共線性的의 영향도 없는 것으로 나타났다.

3. 廢紙價格 및 其他 獨立變數의 豫測

폐지의 시장가격함수는 1971년부터 1990년까지의 종합물가정보가격을 도매물가지수로 디스플레이트한 실질가격을 1985년을 100으로하여, 실질가격지수의 시차를 설명 변수로한 시차분포모형(distributed lag model)을 回歸分析하였다. 시차의 범위는 가격자료가 많지 않으므로 1차년까지의 lag값을 獨立變數로 설정하여 가격을 추정

Table 7. Estimated real price index for wastepaper (1985=100)

Year	ONP	OCC	Other
1994	118.3	154.6	115.1
1995	119.5	156.2	115.4
1996	120.3	157.1	115.6
1997	120.8	157.6	115.7
1998	121.1	157.9	115.7
1999	121.3	158.1	115.7
2000	121.4	158.2	115.7

하였다. 그 결과는 <Table 7>과 같이 실질가격은 거의 안정된 상태를 유지할 것으로 나타났다.

$$P_{t,i} = \alpha + \beta P_{t-1,i}$$

(i=케신문지, 페골판지, 기타폐잡지)

수요함수와 공급함수에 이용된 변수인 종이생산량 및 소비량(PCON), 청소원 및 관련직종실질임금지수(WAGE), 일반화물자동차 실질운임(TRN), 종이제품도매물가지수(PAPP)들은 예측자료가 없어 1년의 시차를 獨立變數로한 回歸分析을 실행하였다.

$$PCON_t = 16.011279 + 1.115042 PCON_{t-1} \\ (0.025636)*** R^2 = 0.9911$$

$$WAGE = 1.002168 + 1.020049 WAGE_{t-1} \\ (0.15985642)*** R^2 = 0.7055$$

$$TRN = 11.042711 + 0.884731 TRN_{t-1} \\ (0.11576189)*** R^2 = 0.7746$$

$$PAPP = 9.572773 + 0.931043 PAPP_{t-1} \\ (0.04405250)*** R^2 = 0.9636$$

그 결과 미래의 예측치는 <Table 8>과 같다.

4. 廢紙의 需要量 및 供給量의 豫測

이상의 자료를 앞에서 추정한 수요함수와 공급함수에 대입하여 2000년까지의 폐지의 종류별 수요량 및 공급량 예측과 자급율을 예측하면 <Table 9>, <Table 10>과 같다. 여기서 수요량은 외국폐지와 국내폐지를 합한 수요량이며 공급량은 국내폐지만을 추정한 것이다.

폐지의 총수요량은 1990년 3,342천톤에서 2000년에는 11,645천톤으로 약 3.5배의 수요가 증가할 것으로 예측되었다. 이를 폐지의 등급별로 구분하여 살펴보면 케신문지가 1990년 864천톤에서 2000년에는 2,628천톤으로 약 3배의 증가가 예측되며, 페골판지는 1990년의 1,161천톤에서 2000년에는 4,642천톤으로 약 4배의 증가가, 기타 폐잡지의 경우 1990년 1,316천톤에서 2000년에는 4,375천톤으로 약 3.3배의 증가가 예상된다.

폐지의 국내공급량은 1990년 총 1,875천톤에서 2000년에는 7,395천톤으로 약 3.9배 증가될 것으

Table 8. Forecasted independent variables

Year	Domestic Paper & Paperboard Consumption (1,000M/T)	Real Wage of Sanitary Workers (1985=100)	Real Transport Cost (50Km, 1000Kg) (1985=100)	Paper & Paperboard Wholesale Price Index (1985=100)
1994	6760	178.0	92.5	117.9
1995	7554	182.5	92.4	119.2
1996	8439	187.1	92.3	120.4
1997	9426	191.8	92.2	121.5
1998	10527	196.6	92.1	122.5
1999	11754	201.5	92.0	123.4
2000	13122	206.5	91.9	124.3

Table 9. Forecasted wastepaper demand and supply (1,000 M/T)

Year	Demand				Domestic Supply			
	ONP	OCC	Other	Total	ONP	OCC	Other	Total
1994	1,342.1	2,174.2	2,142.5	5,658.8	212.5	1,527.5	1,639.0	3,379.0
1995	1,503.6	2,471.0	2,416.2	6,390.8	239.3	1,777.6	1,838.3	3,855.2
1996	1,683.2	2,806.3	2,723.2	7,212.7	268.9	2,065.0	2,060.6	4,394.5
1997	1,883.2	3,185.1	3,067.8	8,136.1	301.6	2,396.3	2,308.4	5,006.3
1998	2,105.6	3,612.9	3,454.5	9,173.0	338.0	2,778.9	2,584.8	5,701.7
1999	2,352.7	4,095.7	3,888.0	10,336.4	378.5	3,221.5	2,893.9	6,493.9
2000	2,628.4	4,642.0	4,375.0	11,645.4	423.6	3,732.7	3,239.4	7,395.7

Table 10. Forecasted rate of self-supply for waste-paper

Year	Rate of self-supply (%)			
	Total	ONP	OCC	Other
1994	59.7	15.8	70.3	76.5
1995	60.3	15.9	71.9	76.1
1996	60.9	15.9	73.6	75.7
1997	61.5	16.0	75.2	75.2
1998	62.2	16.1	76.9	74.8
1999	62.8	16.1	78.7	74.4
2000	63.5	16.1	80.4	74.0

로 추정되었다. 그중 폐신문지가 1990년 112천톤에서 2000년에는 424천톤으로 3.8배, 폐골판지가 750천톤에서 3,732천톤으로 약 5배, 기타폐잡지가 1,012천톤에서 3,239천톤으로 약 3.2배의 공급증가가 예상된다.

따라서 국내총폐지의 자급율은 1990년 56.1%에서 2000년에는 60%로 증가할 것으로 나타났다. 폐신문지의 자급율은 1990년 13%에서 2000년에는 16.1%로, 폐골판지의 자급율은 1990년의 65%에서 2000년에는 80.4%로 크게 증가할 것으로 추정되었으나, 기타폐잡지는 77%에서 74%로 소폭 감소할 것으로 추정되었다.

Table 11. Forecasted wastepaper import (1,000 M/T)

Year	ONP	OCC	Other	Total
1994	1,129.62	646.634	503.48	2,279.7
1995	1,264.30	693.408	577.93	2,536.6
1996	1,414.36	741.220	662.68	2,818.3
1997	1,581.53	788.769	759.43	3,129.7
1998	1,767.58	834.009	869.73	3,471.3
1999	1,974.18	874.182	994.03	3,842.4
2000	2,204.74	909.281	1,135.62	4,249.6

외국수입폐지의 총 수입량은 1990년 1,467천톤에서 2000년에는 4,250천톤으로 약 2.9배의 증가가 예상된다. 이를 폐지등급별로 살펴보면 폐신문지의 경우는 1990년 752천톤에서 2000년에는 2,205천톤으로 약 2.9배, 폐골판지는 412천톤에서 909천톤으로 약 2.2배, 기타폐잡지는 303천톤에서 1,135천톤으로 약 3.7배의 증가가 예상된다.

VI. 結論 및 廢紙再活用增進 方案

폐지 수요·공급합수에 의해 추정된 장래 폐지의 수요, 공급량은 꾸준히 증가하는 것으로 나타났다. 즉, 폐지의 총수요량은 1995년에는 2,391천톤, 2000년에는 11,645천톤으로 증가하고, 폐지의 국내공급량도 1995년 2,855천톤, 2000년에는 7,395천톤으로 증가될 것으로 추정되었다. 폐신문지의 수요는 2000년에는 2,628천톤, 국내 공급량은 424천톤, 폐골판지의 수요는 4,642천톤, 국내 공급량은 3,732천톤, 기타 폐잡지의 수요는 4,375천톤, 국내공급량은 3,239천톤으로 증가될 전망이다.

폐지의 자급율도 1990년 56.1%에서 2000년에는 63.5%로 증가할 것으로 나타났으며, 이를 구분하여 살펴보면 폐신문지의 자급율은 16.1%, 폐골판지의 자급율은 80.4%로 크게 증가하고 기타폐잡지는 74%로 추정되었다. 외국수입폐지의 총 수입량은 1990년 1,467천톤에서 2000년에는 4,250천톤으로 약 2.9배의 증가가 예상되는데, 폐신문지의 경우는 1990년 752천톤에서 2000년에는 2,205천톤으로 약 2.9배, 폐골판지는 412천톤에서 909천톤으로 약 2.2배, 기타폐잡지는 303천톤에서 1,135천톤으로 약 3.7배의 수입증가 예상된다. 이는 폐지국내공급이 꾸준히 증가하더라도, 폐지의 수요를 충당하기 위해서는 폐지수입이 증가할 것으로 추정되었다.

따라서 증가되는 폐지수요에 대한 완전자급체계를 이루고 폐지의 재활용을 증대시켜 수입대체 효과, 쓰레기처리비용의 절감 및 공해방지, 산림자원절약에 따른 환경보존을 위해 회수율과 사용율을 높이는 여러 정책적 방안이 제시되어야 한다.

따라서 현재의 폐지회수체계의 문제점을 살펴보고 이들 문제점을 앞에서 추정한 폐지수급모델에 포함된 변수들의 需要·供給彈力性을 검토하여 폐지의 재활용율을 높일 수 있는 정책방안을 제시하고자 한다.

1. 廢紙回收에 關한 問題點

1) 收集體系의 未洽

현재 폐지수집을 담당하고 있는 곳은 자원재생공사, 재향군인회, 수집상, 각급학교, 기타 중

교·사회단체 등이 있다. 각급학교, 종교·사회단체를 제외한 수집업체는 일정량 이상의 폐지가 도이지 않으면 인건비 등 수거비용을 회수 할 수 없기 때문에 수거에 응할 수 없게 된다. 따라서 가정이나 소규모 소매점 등 소량 발생원으로 부터의 수거가 원활히 이루어 지지 않고 있어서 이에 대한 대책이 수립되어야 한다.

2) 選別問題

제지업체에서 국내폐지보다 수입폐지구매가 불리함에도 불구하고 이를 선호하게 되는 가장 큰 이유중의 하나는 국내폐지가 수입폐지보다 이물질 혼입정도가 높아서 기계고장 등 종이제조공정에서 문제가 발생될 우려가 크다는 것이다.

또한 국내폐지는 분류체계가 확립되어 있지 않아서 우유팩 등 일부 식품용기를 제외하고는 분리수거가 안되고 있어 고등급의 폐지임에도 불구하고 잡폐지와 섞이게 되어 고등급폐지로써의 쓰임서를 갖지 못하게 된다.

따라서 고등급폐지를 필요로 하는 제지업체에서는 수입 고등급폐지에 의존하는 수 밖에 없게 된다.

3) 供給安定性的 問題

폐지는 부피가 큰 원자재로 이의 보관에는 넓은 면적의 적치장을 필요로 하게 된다. 또한 폐지는 변질·화재의 위험성이 높으므로 적정재고량을 유지하는 것이 요구된다. 그러나 현재는 폐지의 공급이 안정적이지 못하기 때문에 제지공장에서는 필요이상의 재고수준을 유지하여야만 한다. 일본의 제지업체가 평균 3-5일의 재고량을 보유하고 있는데 비해서 국내 제지업체는 약 30일분의 재고량을 보유함으로써 불필요한 보관시설의 유지 및 위험에의 노출 등 부담을 갖게 된다.

2. 再活用 促進方案

폐지 재활용을 촉진하기 위하여 이 연구에서 분석된 폐지시장구조와 현행 폐지 재활용체계가 갖고 있는 문제점을 종합적으로 고려하여 해결방안을 모색하여야 한다. 여기서는 폐지의 공급측면과 수요측면으로 나누어 폐지의 재활용 촉진방안을 강구하고자 한다.

1) 需要側面의 方案

가) 수요를 촉진하기 위하여 특정한 경우 일정율 이상의 폐지가 섞인 용지사용을 의무화하여야 한다. 산림자원이 풍부하고 에너지 비용이 비교적

적 저렴한 미국에서도 쓰레기 감량과 산림자원을 보호하기 위하여 폐지수요를 촉진하는 각종 입법 조치를 취하고 있다. 1990년 8월 현재 廢紙配合使用義務化법이 캘리포니아, 플로리다, 코네티컷州議會를 통과했으며 일리노이, 메사츄세츠, 뉴저지 등에서는 심의중에 있으며 미주리, 버먼트, 메일랜드州에서는 州議會에 계류중인 상황이다. 특히 로드아일랜드州에서는 목표폐지배합율이 90%로 하는 법안을 심의 중에 있다(제지계, 1990년 10월호).

나) 폐지 다량배출업체시설에 대하여는 의무수집량을 지정한다.

일본 도쿄都의 경우는 산업체 폐기물중 다른 재활용폐기와 함께 폐지의 분리회수를 의무화하고 있으며, 폐지회수율이 60%가 넘는 스위스에서 폐지의 분리수거가 의무화되어 있다(제지계, 1990년 7월호).

폐지의 분리수집의무를 이행하지 않을 경우에는 쓰레기 처리의 거부, 벌금부과 등의 조치가 강구될 수 있어야 한다.

다) 종이제품 제조시부터 재활용을 고려해야 한다.

투시창이 달린 봉투, 비닐코팅지, 유지, 왁스가공지, 합성지 등은 재활용이 불가능하므로 이러한 점이 고려되어야 한다.

2) 供給側面의 方案

가) 폐지의 수집·선별·이용의 각 단계에 일괄적으로 적용할 수 있는 폐지의 분류체계가 확립되어야 한다.

현재 폐지분류체계는 관련기관·단체의 편의에 따라 다양하게 이루어지고 있어서 최초의 분류를 담당하여야 할 폐지발생원으로부터의 혼란을 초래하고 있다. 폐지의 분류는 물리·화학적 특성, 식별의 용이성, 선별작업의 난이도를 고려하여 이루어져야만 한다.

폐지의 재생원료로서의 가치는 최종적으로 그 물리·화학적 성질에 따라 결정되므로 이는 가장 기본적인 분류의 기준이 되어야 한다. 그러나 이를 지나치게 강조하여 세분하면 최초의 선별작업을 담당하여야 할 가정, 상점 등 전문지식이 없는 發生源에서는 선별에 어려움을 겪게 된다. 따라서 폐지분류는 종이에 관하여 전문지식이 없는 사람이라도 쉽게 식별할 수 있는 체계가 확립되어야 한다. 또한 식별이 용이한 경우라도 여러가

지의 紙質의 종이 혼합되어 있는 경우(잡지, 헌책, 선전지)는 이의 선별에 지나친 시간과 노력이 요구되어 실질적으로 선별이 불가능하게 된다. 기타 극히 소량만이 발생하는 폐지(박엽지, 아트지)는 회수단위가 되지 못하므로 별도 항목으로 분류하는 것이 비합리적이라 하겠다.

따라서 이러한 점을 고려하면 우리나라에서는 <Table 1>과 같은 분류체계가 바람직할 것으로 생각된다.

나) 각급학교, 사회단체 및 지역주민의 자발적 폐지수집활동을 활성화하여야 한다.

현재 주요 폐지수집·공급자인 폐지수집상, 자원재생공사, 재향군인회는 적정회수 단위가 모이지 않은 가정·소규모 상점 등의 發生源에 대하여서는 회수를 기피하는 경향이 있다. 發生源當 수집량이 적고 넓은 지역에 분포하여 인건비, 운송비 등이 많이 들어 수익성이 떨어지기 때문이다.

이와같은 소량발생원으로부터의 폐지수집은 각급학교, 사회단체 및 지역주민의 자발적인 활동의 의한 것이 가장 효과적일 것으로 생각된다. 그러나 이들 사회운동적인 성격을 갖는 수집활동 활성화에 폐지가격의 인상이나 보조금지급 등 가격에 바탕을 둔 공급확대 정책은 그다지 효과적이지 못할 것으로 생각된다.

즉, 이 연구에서 추정된 폐지공급함수의 가격탄력성은 폐신문지, 폐골판지, 기타 폐잡지의 경우 각각 0.58, 0.30, 0.37로서 비탄력적인 것으로 밝혀졌으며 이는 폐지가격을 100% 인상하더라도 폐지공급량은 평균 약 40%증가에 그친다는 것을 뜻한다. 따라서 폐지공급 확대를 위하여는 운반수단의 제공, 홍보·교육용 책자의 배포 등 간접적 지원이 강구되어야 한다.

다) 폐지수집상·중간도매상에 대한 지원이 확대되어야 한다.

폐지의 수집·선별·묶음(baling) 등은 폐지의 質에 직접적인 영향을 주는 과정으로서 많은 노동력을 필요로 한다. 고임금시대의 良質의 폐지를 공급하기 위하여는 이들 과정의 기계화와 설비개선이 필요하나 영세한 수집상들로서는 그 비용을 감당하기 어렵다. 또한 폐지는 부피가 큰 재화로서 그 가공·보관에는 많은 면적을 필요로 하나 혐오시설로서 부지확보가 어려운 실정이다.

이상과 같은 점을 감안하여 폐지수집상에 대해

서 폐지수집장비의 확보, 시설개선 등을 위한 재정적 지원과 함께 공공용지의 사용허가 등을 통한 행정적 지원이 요구된다.

라) 폐지회수를 원활히 할 수 있는 용기의 개발, 보급이 필요하다.

고등급의 폐지라도 일단 저등급 폐지와 혼합되면 이를 재분류한다는 것은 사실상 불가능하게 된다. 따라서 폐지의 선별은 發生源으로부터 이루어지지 않으면 안된다. 이를 위하여 적절한 용기수집함의 개발과 보급이 필요하다.

용기설계 요점은 분류 체계에 맞추어 적절한 크기로 분리되어 있어야 하며, 설치장소의 분위기와도 어울리는 것이어야 한다는 것이다. 發生源의 성격(가정, 사무실, 상점)에 맞는 몇 가지 다른 형태의 용기개발이 바람직하다.

參 考 文 獻

1. 경제기획원. 1974-1991. 경제통계연보.
2. 경제기획원 조사통계국. 1977-1991. 한국통계연감.
3. 광상경. 1991. 계량경제학. 다산출판사.
4. 김연형. 1990. 시계열분석과 예측. 자유아카데미.
5. 이정곡. 1983. 도시고형폐기물의 효율적관리에 관한 연구. 서울대학교 환경대학원 환경계획연구소.
6. 조남석. 1982. 韓國 紙·パルプ産業の現況. ALPHA(1982. 2).
7. 최 관. 1990. 미국폐지시장의 수요공급 및 가격모델의 개발: 2000년 까지의 예측. 경북대학교논문집 49: 219-228.
8. 한국물가정보센터. 1990. 종합물가총람 20년사. 사단법인 한국물가 정보센터.
9. 한국자원재생공사. 1989. 폐기물자원화 편람.
10. 한국제지공업연합회. 1991. 종이·판지통계연보.
11. 한국제지공업연합회. 1991. 펄프·폐지통계연보.
12. 한국제지공업연합회. 1992. 펄프·폐지통계연보.
13. 환경처. 1990. 환경백서.
14. 환경처. 1991. 한국환경연감.

15. Colletti, J.P. 1978. An econometric-linear programming model of the U.S. paper and paper-board industry with particular attention to wastepaper recycling. Ph.D thesis. University of Wisconsin-Madison. 169pp.
16. Council of Economic Advisor. 1982. Economic report to the President. U.S. Government Printing Office, Washington D.C 357pp.
17. Deadman D. and Turner R.K. 1981. Modeling the supply of wastepaper. J. of Economics and Management 8, 100-103.
18. Edward, R. 1979. Price expectations and the supply of wastepaper. Journal of Environmental Economics and Management 6 : 332-340.
19. Franklin, W.E., Robert, G.H. and Sally, T. S. 1973. Paper recycling : the art of the possible 1970-1985. By Midwest Research Institute for the Solid Waste Council of the Paper Industry. Kansas city, Missouri. 181pp.
20. Gill, G.S. 1972. Demand and supply of waste-paper with policy implications for quality of the environment. Ph.D dissertation. University of California-Berkeley. 202pp.
21. Gill, G.S. and Lahiri, K. 1980. An econometric model of wastepaper recycling in the USA. Resources Policy, December, 1980 : 320-325.
22. Kinkley, C.C. and Lahiri K. 1984. Testing the rational expectations hypothesis in a secondary materials market. J. of Economics and Management 11, 282-291.
23. SAS/STAT Guide for Personal Computers. SAS Institute Version 6.01. 1989.
24. Tuchman, S.G. 1963. The economics of waste-paper industry. Unpublished Ph.D. Dissertation. New York University. 327pp.
25. Turner, R.K. and Grace, R.P. 1977. Forecasting the market demand for wastepaper. Long Range Planning 10 : 30-36.