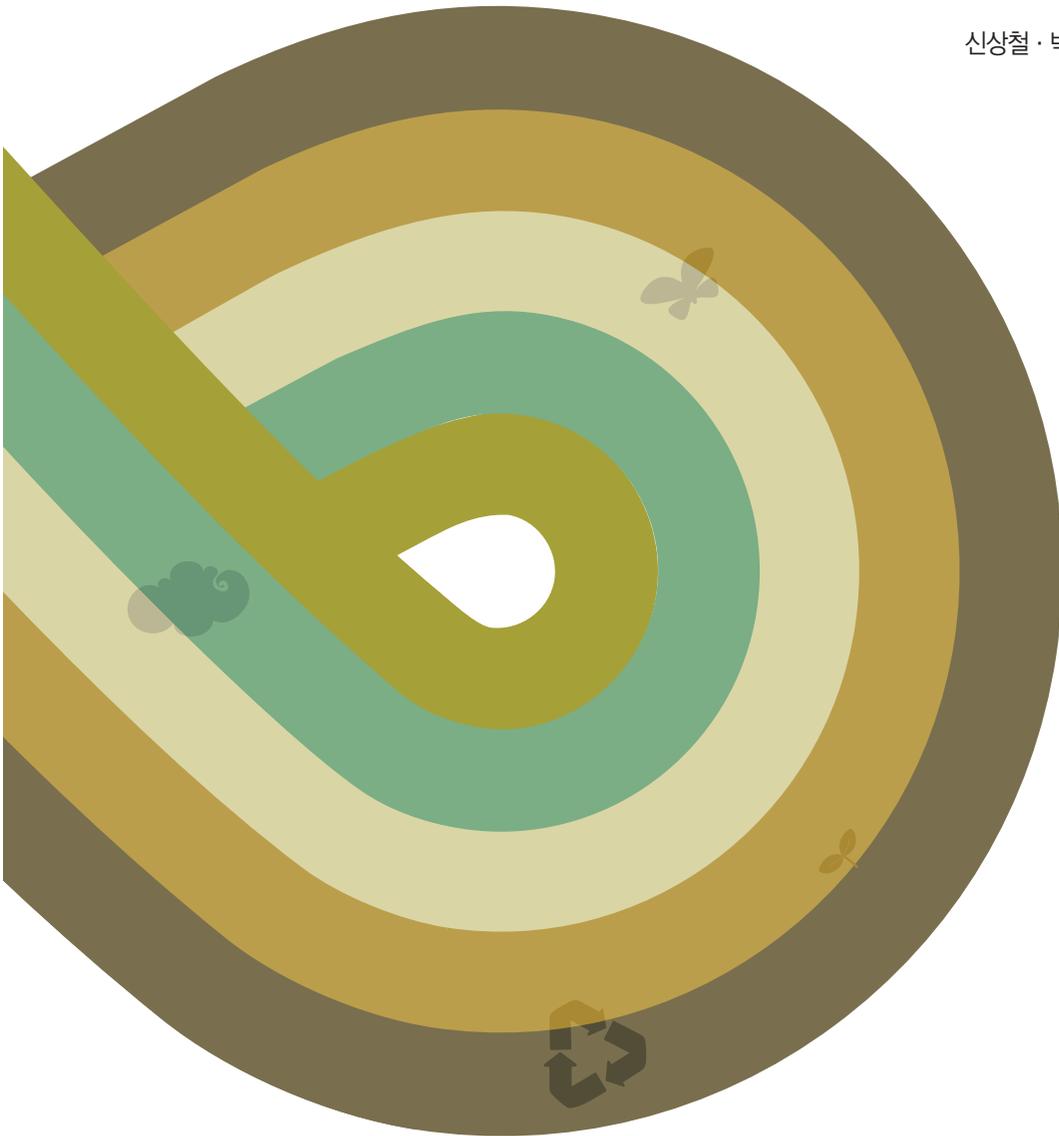


# 자원순환경제로의 이행을 위한 정책평가 방법론 개선

폐기물산업연관표 구축 및 활용을 중심으로

신상철 · 박효준 · 한인성



연구진

연구책임자      신상철 (한국환경정책·평가연구원 연구위원)  
참여연구원      박효준 (한국환경정책·평가연구원 연구위원)  
참여연구원      한인성 (한국산업폐자원공제조합 기술지원팀장) 외

산학연정 연구자문위원

김동구 (환경부 자원순환정책과장)  
홍진기 (산업연구원 연구위원)  
김종호 (한국환경정책·평가연구원 연구위원)  
김호석 (한국환경정책·평가연구원 연구위원)  
조지혜 (한국환경정책·평가연구원 부연구위원)

© 2015 한국환경정책·평가연구원

---

**발행인**      박광국  
**발행처**      한국환경정책·평가연구원  
                 세종특별자치시 시청대로 370 세종국책연구단지  
                 B동(과학·인프라동) (우편번호) 30147  
                 전화 044)415-7777    팩스 044)415-7799  
                 <http://www.kei.re.kr>

**인 쇄**      2015년 12월 26일  
**발 행**      2015년 12월 31일  
**등 록**      제17-254호(1998년 1월 30일)  
**ISBN**      978-89-8464-620-9 93530

---

이 보고서를 인용 및 활용 시 아래와 같이 출처 표시해 주십시오.

신상철, 박효준, 한인성. 2015. 「자원순환경제로의 이행을 위한 정책평가 방법론 개선 - 폐기물산업연관표 구축 및 활용을 중심으로」. 한국환경정책·평가연구원.

---

값 5,000원

# 서 언

자원과 에너지의 고갈 등으로 인하여 폐기물이 더 이상 단순히 버려지는 물질이 아니라 새로운 가치를 창출하는 순환자원으로서 그 중요성이 날로 더해지고 있습니다. 이러한 상황 속에서 폐기물의 처리에 있어서도 새로운 접근이 요청되고 있습니다. 이 연구에서는 업종별 투입산출표와 업종별 폐기물 발생 및 처리 현황 자료 등을 활용하여 폐기물 처리와 관련된 정책변화에 따른 파급효과를 가상적으로 분석하였습니다. 분석을 위하여 이 연구에서는 2010년 산업연관표에 나타난 다양한 업종들을 10개의 업종으로 그리고 이들 다양한 부문에서 배출되는 각종 폐기물들을 3개의 범주로 구분하는 한편, 민간 폐기물 처리시설에 대한 설문조사 등을 통하여 확보된 자료를 활용하여 소각과 매립 2개의 폐기물처리부문을 포함하는 폐기물투입산출행렬을 추정하는데 연구의 주안점이 주어졌습니다. 이 연구가 향후의 관련 연구들이 추진되는 데 있어서 자그마한 발판이 될 수 있기를 기대합니다.

이 연구를 맡아 수행해 주신 한국환경정책·평가연구원 및 한국산업폐기물공제조합 외 여러 연구진들의 노력에 감사를 표합니다. 마지막으로 아낌없는 조언으로 연구의 내용을 풍성히 하는 데 도움을 주신 자문위원, 감수자들께도 감사의 말씀을 전합니다.

2015년 12월

한국환경정책·평가연구원

원장 박 광 국



## 국문 요약

이 연구에서는 한국의 데이터를 활용하여 폐기물투입산출행렬을 구축하고 이를 활용하여 폐기물 처리와 관련된 정책변화에 따른 파급효과를 분석하였다. 다만, 기존의 정방향 투입산출행렬을 활용하는 일반적인 연구방법론과는 달리 비정방향 투입산출구조를 갖는 행렬을 이용하여 소각과 매립으로 구성되는 폐기물처리 정책의 변화와 최종수요 등의 변수가 미치는 영향을 동시에 분석할 수 있는 방법론을 활용하였다. 구체적으로 Nakamura and Kondo(2002) 및 中村愼一郎(2000) 등의 방법론을 차용하였다.

분석을 위하여 이 연구에서는 2010년 산업연관표의 대분류에 나타난 산업들을 통합하여 10개의 업종으로 재분류하였다. 또 이들 다양한 부문에서 배출되는 폐기물을 3개의 범주로 구분하는 한편, 소각과 매립 두 개의 폐기물처리부문을 포함하는 폐기물투입산출행렬을 작성하였다.

이 연구에서 적용된 폐기물투입산출행렬은 기존의 정방행렬로 구성된 일반적인 투입산출표를 활용하되 폐기물의 처리와 관련하여 소각·매립 업종이 추가로 포함되었기 때문에, 소각·매립이 각 산업에 어떻게 연계되어 있는지를 파악하기 위하여 소각·매립 시설들에 대하여 설문조사를 실시하였다. 즉, 각 산업부문과 폐기물처리수단 사이의 경제활동 자료 및 소각·매립 등의 폐기물처리 과정에서 발생하는 폐기물 배출량 자료의 구축을 위하여 사업장 배출시설계 폐기물을 처리하는 민간소각장 및 민간매립장을 대상으로 하여 폐기물 처리과정에서 투입되는 투입물 현황 및 소각·매립 과정에서의 폐기물 배출량을 추정하였다.

이 연구에서 산업부문 분류는 다음 <표 1>과 같다.

〈표 1〉 산업부문 분류

이 연구의 산업분류	산업연관표		이 연구의 산업분류	산업연관표	
	번호	항목		번호	항목
IND1	001	농림수산물	IND6	016	전력, 가스 및 증기
	002	광산물	IND7	017	수도, 폐기물 및 재활용서비스
IND2	003	음식료품	IND8	018	건설
	004	섬유 및 가죽제품	IND9	019	도소매서비스
	005	목재 및 종이, 인쇄		020	운송서비스
IND3	006	석탄 및 석유제품	IND10	021	음식점 및 숙박서비스
IND4	007	화학제품		022	정보통신 및 방송 서비스
IND5	008	비금속광물제품		023	금융 및 보험 서비스
	009	1차 금속제품		024	부동산 및 임대
	010	금속제품		025	전문, 과학 및 기술 서비스
	011	기계 및 장비		026	사업지원서비스
	012	전기 및 전자기기		027	공공행정 및 국방
	013	정밀기기		028	교육서비스
	014	운송장비		029	보건 및 사회복지서비스
	015	기타 제조업 제품 및 입가공		030	문화 및 기타 서비스

자료: 한국은행(2014)의 산업분류를 바탕으로 연구진 재구성.

〈표 2〉는 10개 산업부문, 2개의 폐기물처리부문, 그리고 3개 항목으로 재분류된 폐기물 부문을 포함하는 2010년 한국의 폐기물투입산출행렬을 나타낸다.

〈표 2〉 2010년 투입산출표 및 부문별 폐기물배출

(단위: 십억 원, 천 톤)

	IND1	IND2	IND3	IND4	IND5	IND6	IND7
IND1	3,330	26,123	321	528	1,994	250	3
IND2	9,412	32,998	180	3,328	9,540	225	420
IND3	1,808	811	2,503	14,747	11,759	1,767	188,529
IND4	3,034	9,637	1,545	66,847	39,570	1,055	807
IND5	1,074	10,362	2,453	9,389	419,137	2,504	2,832
IND6	375	2,795	1,341	3,784	12,999	10,389	818
IND7	118	1,252	81	1,751	5,694	260	1,065
IND8	107	117	61	197	1,219	209	45
IND9	2,998	21,643	3,655	15,866	62,881	1,008	1,306
IND10	1,994	7,805	2,135	7,638	38,514	2,895	2,602
가연성 합	5	915	13	175	1,089	13	743
소각재	0	242	0.3	82	196	16	646
불연성 기타	4	235	13	166	3,028	2,122	675

	IND8	IND9	IND10	INC	LND	FDM	TOTAL
IND1	1,862	76	6,651	0	0	15,618	56,757
IND2	2,688	6,860	33,330	0	0	84,206	183,186
IND3	2,596	14,392	6,888	65	5	51,583	297,454
IND4	7,302	4,703	18,203	73	5	70,845	223,628
IND5	64,570	10,950	32,980	0	0	500,916	1,057,167
IND6	514	5,262	17,301	80	0	15,836	71,494
IND7	261	947	4,799	0	0	4,562	20,790
IND8	95	368	7,058	0	0	170,704	180,179
IND9	8,790	25,295	34,956	0	0	147,610	326,010
IND10	23,026	65,297	160,155	5	5	603,925	915,996
가연성 합	57	91	359	0	0	5,803	9,262
소각재	19	0	71	1,704	0	0	2,977
불연성 기타	108	12	326	0	0	1,136	7,826

자료: 한국은행(2015), 환경부·한국환경공단(2011)을 바탕으로 연구진 재분류.

이 연구에서 적용된 소각 및 매립 사이의 배분행렬은 2010년의 한국의 각 폐기물별 소각·매립현황 자료를 활용하여 도출하였다. 2010년의 한국의 각 폐기물별 소각·매립 현황 자료는 환경부·한국환경공단(2011) 자료를 활용하였다.

〈표 3〉 2010년 한국의 소각 및 매립 현황 및 배분행렬(S)

	가연성	불연성	
		소각재	불연성 기타
소각	0.6905	0.0150	0.0307
매립	0.3095	0.9850	0.9693

자료: 환경부·한국환경공단(2011)의 폐기물 발생 및 처리량을 바탕으로 연구진 계산.

폐기물투입산출행렬 및 본문의 식(3-23)을 이용하여 최종소비 및 최종소비부문의 배출량 변화, 그리고 소각 및 매립의 구조변화가 내생변수인 각 부문의 산출량(X)과 배출처리량(Z)에 미치는 영향을 살펴본 결과는 다음과 같다.

#### 가. S 행렬의 변화가 없는 상태에서 경제여건 변화에 따른 효과 분석

현재의 폐기물 처리현황이 변화가 없는 상태(즉, S 행렬의 변화가 없는 상태, S 행렬은 본문 참조)에서, 본문 식(3-23)에 나타난 모든 투입·배출계수 그리고 여타의 외생변수 값들이 변화가 없다고 가정할 때, 외생변수인 최종수요에 일정한 수준의 변화가 발생할 경우의 산출량 변화는 다음과 같다.

##### 1) 최종수요 변화에 따른 효과: 폐기물처리 방식 변화 없는 경우

최종수요가 100 단위 변화하는 경우를 가정하고 산출량 및 폐기물처리량 변화를 시뮬레이션한 결과는 다음의 〈표 4〉와 같다.

〈표 4〉 S 행렬의 변화 없는 경우의 최종수요의 변화 효과

구분	산업분류	물량(십억 원, 톤)	변화율(%)
산출	IND1	56,757	0.00025%
	IND2	183,187	0.00010%
	IND3	297,455	0.00040%
	IND4	223,628	0.00010%
	IND5	1,057,167	0.00003%
	IND6	71,494	0.00021%
	IND7	20,790	0.00055%
	IND8	180,179	0.00006%
	IND9	326,010	0.00007%
	IND10	915,997	0.00003%
폐기물 처리량	INC	6,681	0.00007%
	LND	13,384	0.00012%
총산출		3,332,663	0.00009%
총배출량		20,065	0.00010%

#### 나. 완전분리 처리를 고려할 경우, 외생변수 변화에 따른 파급효과 분석

##### 1) S 행렬의 변화 - 완전분리형 폐기물처리 경우

이제 소각과 매립 사이의 배분행렬이 변화하는 경우를 가정하자. 먼저, 모든 종류의 폐기물들이 소각 또는 매립 중 하나의 방법을 통해서만 처리되는 경우를 가정한다. 여기서는 가연성 폐기물의 경우에는 모두 소각으로 처리되고, 불연성 폐기물은 전부 매립 처리되는 경우를 가정한다. 즉, 불연성 폐기물과 가연성 폐기물의 처리방법이 완전히 분리되는 경우를 가정한다.

〈표 5〉 S 행렬의 변화: 소각과 매립 완전분리 경우

	가연성 합	소각재	불연성 기타
소각	1.0000	0.0000	0.0000
매립	0.0000	1.0000	1.0000

2) S 행렬이 변화된 상태에서 최종수요의 변화가 발생하는 경우의 효과

S 행렬이 변화된 상태에서 최종수요가 100 단위 변화하는 경우를 가정하고 산출량 및 폐기물처리량의 변화를 시뮬레이션한 결과는 〈표 6〉과 같다. 〈표 6〉에서 기준 대비 변화율은 S 행렬의 변화가 없는 경우와 비교한 결과를 나타낸다.

〈표 6〉 완전분리 S 행렬 상태에서 최종수요 변화에 따른 파급효과

구분	산업분류	물량(십억 원, 톤)	변화율(%)
산 출	IND1	56,757	0.00025%
	IND2	183,187	0.00010%
	IND3	297,455	0.00040%
	IND4	223,628	0.00010%
	IND5	1,057,167	0.00003%
	IND6	71,494	0.00021%
	IND7	20,790	0.00055%
	IND8	180,179	0.00006%
	IND9	326,010	0.00007%
	IND10	915,997	0.00003%
폐기물 처리량	INC	9,262	38.63679%
	LND	10,803	-19.28663%
총산출		3,332,663	0.00009%
총배출량		20,065	0.00010%

주제어: 산업연관표, 폐기물, 투입-산출분석, 소각, 매립

# | 차례 |

제1장 · 서론 .....	1
1. 연구의 배경 .....	1
2. 주요 연구 내용 .....	1
3. 폐기물배출과 투입산출표를 연계한 선행 연구 .....	2
제2장 · 국내외 폐기물 발생 및 처리현황 .....	4
1. 국내 .....	4
가. 국내의 폐기물 발생현황 .....	4
나. 국내의 폐기물 처리현황 .....	7
2. 유럽연합(EU) .....	9
가. 유럽연합(EU)의 폐기물 발생 및 처리현황 .....	9
나. 유럽연합(EU)의 폐기물 처리변화 .....	12
3. 일본 .....	13
가. 일본의 폐기물 발생현황 .....	13
나. 일본의 폐기물 처리현황 .....	14
4. 미국 .....	16
가. 미국의 폐기물 발생현황 .....	16
나. 미국의 폐기물 처리현황 .....	17
제3장 · 폐기물투입산출행렬의 구조 .....	20
1. 폐기물투입산출행렬 .....	20
가. 폐기물을 포함한 투입산출행렬의 구조 .....	20
나. 폐기물투입산출행렬의 정방행렬로의 변형 .....	22

2. 폐기물투입산출 모형의 구조 .....	24
가. 변수 .....	24
나. 투입계수 및 순배출계수 도출 .....	25
<b>제4장 · 폐기물투입산출 분석 .....</b>	<b>28</b>
1. 폐기물투입산출행렬의 구성 .....	28
가. 산업부문의 구성 .....	28
나. 폐기물의 종류 및 처리방법별 처리현황 .....	29
2. 한국의 폐기물투입산출행렬의 도출 .....	32
가. 2010년 투입산출표 및 산업별 폐기물배출 현황 .....	32
나. 한국의 소각 및 매립 현황 및 배분행렬 (S) .....	33
다. 정방향 폐기물투입산출행렬 .....	34
라. 폐기물투입산출행렬의 산출물부문 투입계수 ( $A_X$ ) .....	36
마. 폐기물투입산출행렬의 폐기물처리부문 투입계수 ( $A_Z$ ) .....	37
바. 폐기물투입산출행렬의 폐기물배출계수 ( $G_X$ ) .....	38
사. 폐기물투입산출행렬의 폐기물처리수단별 폐기물배출계수 ( $G_Z$ ) .....	38
3. 2010년 투입산출행렬을 이용한 경제여건 변화에 따른 효과 분석 .....	39
가. S 행렬의 변화가 없는 상태에서 경제여건 변화에 따른 효과 분석 .....	39
나. 완전분리 처리를 고려할 경우 외생변수 변화에 따른 파급효과 분석 ..	41
<b>제5장 · 맺음말 .....</b>	<b>45</b>
<b>참고 문헌 .....</b>	<b>47</b>
<b>부 록 .....</b>	<b>49</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>61</b>

# | 표 차례 |

〈표 2-1〉 국내 폐기물 발생현황 .....	4
〈표 2-2〉 사업장배출시설계폐기물 성상변화 .....	7
〈표 2-3〉 국내 폐기물의 연도별 처리방법 변화 .....	8
〈표 2-4〉 사업장배출시설계폐기물의 연도별 처리방법 변화 .....	8
〈표 2-5〉 폐기물 처리주체별 처리현황 .....	9
〈표 2-6〉 유럽지역 생활폐기물 발생 및 처리현황(2013년) .....	11
〈표 2-7〉 미국 생활폐기물의 발생, 물질 회수, 퇴비화, 연소 등의 처리 .....	19
〈표 3-1〉 비정방형의 폐기물투입산출행렬 .....	20
〈표 3-2〉 정방형의 폐기물투입산출행렬 .....	24
〈표 4-1〉 산업부문 분류 .....	28
〈표 4-2〉 폐기물 발생현황 .....	29
〈표 4-3〉 폐기물 종류별 소각량 .....	30
〈표 4-4〉 폐기물 종류별 매립량 .....	31
〈표 4-5〉 2010년 투입산출표 및 부문별 폐기물배출 .....	32
〈표 4-6〉 2010년 한국의 소각 및 매립 현황 및 배분행렬(S) .....	34
〈표 4-7〉 2010년 한국의 폐기물투입산출행렬 - 정방형 .....	34
〈표 4-8〉 2010년 한국의 폐기물투입산출행렬의 투입계수 ( $A_X$ ) .....	36
〈표 4-9〉 2010년 폐기물처리 투입계수 ( $A_Z$ ) .....	37
〈표 4-10〉 2010년 산업별 폐기물배출계수 ( $G_X$ ) .....	38
〈표 4-11〉 2010년 폐기물처리수단별 폐기물배출계수 ( $G_Z$ ) .....	38
〈표 4-12〉 S 행렬의 변화 없는 경우의 최종수요의 변화 효과 .....	39
〈표 4-13〉 S 행렬의 변화 없는 경우의 최종수요부문의 배출량 변화에 따른 효과 .....	40

<표 4-14> S 행렬의 변화: 소각과 매립 완전분리 경우 .....	41
<표 4-15> 완전분리 S 행렬로의 변화에 따른 과급효과 .....	42
<표 4-16> 완전분리 S 행렬 상태에서 최종수요 변화에 따른 과급효과 .....	43
<표 4-17> 완전분리 S 행렬 상태에서 최종수요부문의 배출량 변화 효과 .....	44

# | 그림 차례 |

<그림 2-1> 생활 및 사업장폐기물 발생현황 .....	5
<그림 2-2> 한국표준산업분류(9차)에 따른 업종별 사업장배출시설계폐기물 발생량 ..	6
<그림 2-3> 유럽연합(27개국)의 생활폐기물 처리비율 변화(2001~2011년) .....	12
<그림 2-4> 일본의 일반폐기물 배출량 변화추이 .....	13
<그림 2-5> 일본의 일반폐기물 처리량 변화추이 .....	15
<그림 2-6> 일본의 일반폐기물 처리 흐름도(2013년) .....	15
<그림 2-7> 일본 산업폐기물의 재생이용량, 감량화량, 최종처분량 .....	16
<그림 2-8> 미국의 생활폐기물 발생량 및 처리비중 변화추이 .....	17



# | 제1장 · 서론 |

## 1. 연구의 배경

최근 우리 사회는 ‘자원순환사회촉진’ 목표를 달성하고 폐기물제로사회(Zero-Waste Society) 구축을 위하여 자원순환사회전환촉진법 제정을 추진하는 한편 폐기물의 매립·소각 등에 대하여 부담금 등의 비용을 부과하는 방안을 논의하고 있다. 이러한 정책들은 매립·소각 등을 활용한 폐기물처리 방식에 있어서 상당한 구조변화를 수반할 가능성이 있다.

한편, 하나의 경제 시스템 안에서 이루어지는 각종 생산 활동은 폐기물을 발생시킨다. 동시에 생산부문과 폐기물 처리부문은 재화와 서비스 그리고 폐기물 사이의 흐름으로 상호 연결되어 있다. 이러한 차원에서 폐기물처리와 관련된 정책을 검토할 때에는 생산부문에 미치는 영향도 동시에 고려할 필요가 있다. 이를 위해서는 정책수단별 경제성 분석 및 파급효과 분석이 선행되어야 한다.

본 연구는 소각·매립과 관련된 폐기물처리 정책의 변화를 전제한 후, 폐기물 처리 수단별로 다양한 정책대안을 설정하고, 이들 정책대안 및 사회여건의 변화가 경제 내 생산부문, 폐기물부문 등에 미치는 효과를 분석하는 데 주안점을 두고 있다.

## 2. 주요 연구 내용

이 연구에서는 한국의 데이터를 활용하여 폐기물투입산출행렬을 구축하고 이를 활용하여 폐기물 처리와 관련된 정책변화에 따른 파급효과를 분석한다. 이를 위해, 우선 해외의 소각/매립정책 등을 중심으로 폐기물 처리현황 및 정책방향을 살펴본다.

그리고 해외의 폐기물 관련 이슈에 대한 폐기물투입산출행렬의 활용 동향에 대하여 살펴본다. 아울러 국내의 기존 연구 사례도 간략히 살펴보고자 한다. 이어서 폐기물투입산출행렬의 구축과 활용 방법에 대하여 선행연구 문헌분석을 통한 이론적 고찰이 진행된다.

여기서는 기존의 산업연관표와 폐기물의 배출 및 처리를 연계하는 방안에 대하여 Nakamura and Kondo(2002) 및 中村愼一郎(2000) 등을 중심으로 살펴보고자 한다. Nakamura and Kondo(2002) 및 中村愼一郎(2000) 등에서는 배출된 폐기물의 처리수단이 경제활동의 주체의 하나로 분석에 포함하고 있다.

폐기물투입산출행렬의 구축을 위하여 산업별/업종별 폐기물의 처리 관련 데이터 및 각 산업부문과 폐기물처리수단 사이의 경제활동 자료가 구축된다. 이 연구에서는 각 산업 부문과 폐기물처리수단 사이의 경제활동 자료 및 소각·매립 등의 폐기물처리 과정에서 발생하는 폐기물 배출량 자료의 구축을 위하여 사업장 배출시설계 폐기물을 처리하는 민간소각장 및 민간매립장을 대상으로 폐기물 처리과정에서 투입되는 투입물 현황 및 소각·매립 과정에서의 폐기물 배출량을 추정하였다. 그리고 산업연관표와 폐기물 배출 현황을 연계하여 폐기물투입산출행렬을 구축한 후, 이를 활용하여 소각·매립정책의 변화 및 최종소비 등의 여건 변화가 업종별 산출량 및 폐기물배출량에 미치는 효과를 분석하였다.

### 3. 폐기물배출과 투입산출표를 연계한 선행 연구

Beylot(2014)<sup>1)</sup>은 프랑스의 경우를 대상으로 하여 화폐단위로 표시된 데이터와 물량단위로 표시된 데이터를 이용하여 폐기물투입산출행렬을 구축하고, 최종수요 등의 변수의 변화에 따른 오염물질 배출량의 변화 효과를 분석하였다.

中村愼一郎(2000)<sup>2)</sup>는 일반폐기물의 광역화처리에 의한 소각로의 대형화 및 폐기물발전, 가연성·불연성 분별처리의 변경, 산업폐기물의 광역처리의 효과 등에 관하여 다양한 시나리오를 구성하고, 각종 경제여건의 변화가 경제활동수준·최종처분량·이산화탄소배출에 미치는 효과를 폐기물투입산출행렬을 활용하여 평가하였다.

Takase, Kondo and Washizu(2005)<sup>3)</sup>는 가정부문의 소비로 인하여 유발되는 직간접 오염배출량을 분석하는 과정에서 폐기물투입산출행렬을 활용하였다.

---

1) Beylot(2014), pp.1-2.

2) 中村愼一郎(2000), pp.84-93.

3) Takase, Kondo and Washizu(2005), pp.201-219.

Kondo and Nakamura(2005)<sup>4)</sup>는 폐기물투입산출행렬을 구축한 후 선형계획법(linear programming)을 활용하여 최적 폐기물처리 방안을 도출하는 방안을 제시하였다.

공성용·신상철·남재현(2009)에서는 산업별로 제품생산에 동반하는 오염배출량을 산업연관표의 투입산출표와 연결하여 제품별 그리고 산업별로 오염배출에 대한 상호연관관계를 파악하였다. 또 업종별 대기오염물질의 직간접적 배출량을 추정하는 한편 업종별 배출량의 변화요인을 분석하였다.

신상철(2012)에서는 산업연관표를 활용하여 폐기물처리 관련 업종과 여타 산업부문과의 상호연결성을 살펴보는 한편 투입-산출 가격과급효과 모형을 이용하여 폐기물 처리 관련 업종의 여건 변화가 여타 산업에 미치는 영향을 분석한 바 있다. 다만 공성용·신상철·남재현(2009) 및 신상철(2012) 등은 정방형(square matrix) 행렬 구조를 갖는 투입산출표를 분석에 이용하였다.

---

4) Kondo and Nakamura(2005), pp.393-408.

## 1 제2장 · 국내외 폐기물 발생 및 처리현황 1

이 장에서는 국내외의 폐기물 발생·처리현황 및 정책 동향을 살펴보기로 한다. 특히 폐기물배출과 투입산출표의 연계를 고려하여 국내의 폐기물 발생 및 처리현황은 사업장배출시설계폐기물을 중심으로 살펴보기로 한다. 해외사례의 경우 각 국의 폐기물 처리비중 변화 등을 중심으로 살펴보기로 한다.

### 1. 국내

#### 가. 국내의 폐기물 발생현황

2008-2013년 사이 국내의 총 폐기물 발생량은 지속적으로 증가해 왔다. 같은 기간 동안 건설폐기물과 사업장배출시설계폐기물 발생량은 증가한 반면 생활폐기물 발생량은 감소하였다. 2013년 기준 총 폐기물 발생량은 382,081톤/일이며 이 중에서 건설폐기물이 48.0%를, 사업장배출시설계폐기물이 39.2%를 차지하고 있으며 생활폐기물은 나머지 12.8%를 차지하고 있다(표 2-1 참조).

〈표 2-1〉 국내 폐기물 발생현황

(단위: 톤/일, %)

구 분		2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
총 계	발생량	359,296	357,861	365,154	373,312	382,009	382,081
	전년대비 증감율	6.6	-0.4	2.0	2.2	2.3	0.02
생활 폐기물 <sup>1)</sup>	발생량	52,072	50,906	49,159	48,934	48,990	48,728
	전년대비 증감율	3.4	-2.2	-3.4	-0.5	0.1	-0.5
사업장 배출시설계 폐기물 <sup>2)</sup>	발생량	130,777	123,604	137,875	137,961	146,390	149,815
	전년대비 증감율	13.9	-5.5	11.5	0.1	6.1	2.3
건설 폐기물	발생량	176,447	183,351	178,120	186,417	186,629	183,538
	전년대비 증감율	2.6	3.9	-2.9	4.7	0.1	-1.7

주 1) 생활폐기물은 가정생활폐기물, 사업장생활계폐기물, 공사장생활계폐기물을 함께 포함한 수치임.

2) 사업장배출시설계폐기물은 지정폐기물을 제외한 수치임.

자료: 환경부·한국환경공단(2014), p.10.

생활폐기물은 가정 및 사업장, 공장에서 배출된 생활폐기물을 모두 포함한다. 사업장 배출시설계폐기물은 배출시설(대기, 수질, 소음·진동 등)의 설치 및 운영과 관련된 사업장 일반폐기물로 폐수종말처리시설, 공공하수처리시설, 분뇨처리시설 등에서 배출되는 폐기물을 포함한다.<sup>5)</sup> 한편 건설폐기물은 건설공사로 인하여 건설현장에서 발생한 5톤 이상의 폐기물을 말한다.

생활폐기물은 종량제의 시행, 재활용품 및 음식물류 폐기물 분리배출 정책 등으로 감소 추세를 보이고 있다. 최근 총 생활폐기물 배출량은 정체된 것으로 보일 수 있으나 1인당 1일 생활폐기물 배출량은 2008년 1.04kg/인/일에서 2013년 0.94kg/인/일로 감소하였다. 한편 사업장배출시설계폐기물은 지속적으로 증가하는 경향을 보이고 있다(그림 2-1 참조). 2011년 건설경기의 침체로 건설폐기물 발생량의 증가폭이 둔화된 반면 사업장배출시설계폐기물의 발생량은 산업성장 등의 영향으로 지속적으로 증가하고 있다.<sup>6)</sup>



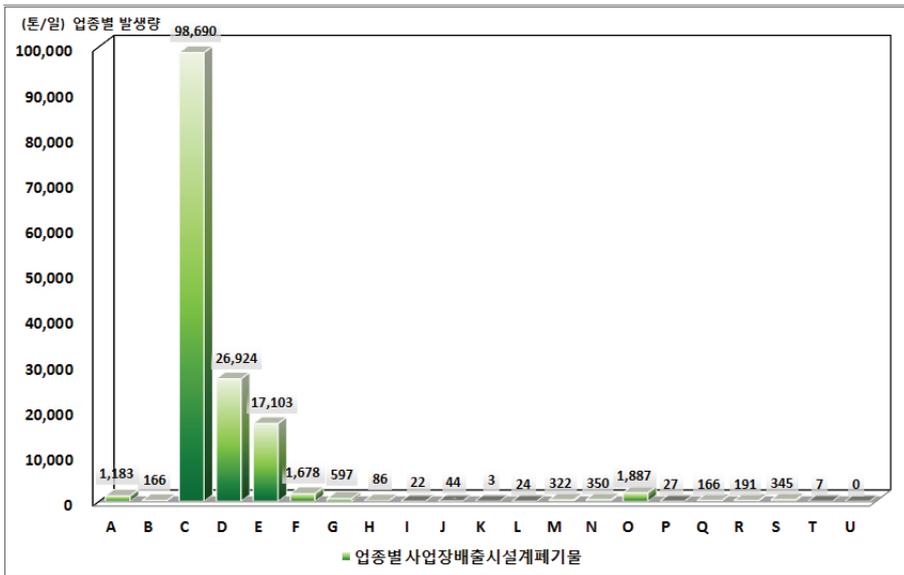
자료: 환경부(2015), p.431.

〈그림 2-1〉 생활 및 사업장폐기물 발생현황

5) 환경부-한국환경공단(2014), p.8.

6) 환경부(2015), p.431.

사업장배출시설계폐기물은 한국표준산업분류표(제9차)의 대분류 업종기준별로 발생량이 집계되고 있다.<sup>7)</sup> 2013년 업종별 사업장배출시설계폐기물 발생량은 제조업(C) 업종이 98,690톤/일로 가장 많다. 또 전기, 가스, 증기 및 수도사업(D) 업종과 원료재생 및 환경복원업(E) 업종이 각각 26,924톤/일, 17,103톤/일의 발생량을 보이는 것으로 나타났다. 이들 세 업종의 발생량 합은 142,717톤/일이며 이는 2013년 사업장배출시설계폐기물 발생량(149,815톤/일)의 약 95.3%를 차지한다(그림 2-2 참조).



자료: 환경부·한국환경공단(2014), p.18.

〈그림 2-2〉 한국표준산업분류(9차)에 따른 업종별 사업장배출시설계폐기물 발생량

사업장배출시설계폐기물의 성상은 2013년 기준 불연성이 76%, 가연성이 24%를 차지하여 불연성폐기물의 발생량이 대부분을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 불연성폐기물 중에서는 연소재류와 폐금속류의 구성비가 각각 15%와 18.5%로 이들이 전체 사업장생활 배출시설계폐기물 발생량의 33.5%를 차지하는 것으로 나타났다. (표 2-2 참조).

7) 환경부·한국환경공단(2014), p.18.

〈표 2-2〉 사업장배출시설계폐기물 성상변화

(단위: 톤/일)

구 분		2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
총 계		130,777	123,604	137,875	137,961	146,390	149,815
가연성	소 계	29,798	29,257	31,364	31,463	32,745	35,911
	폐지, 폐목재	1,901	2,387	2,228	2,117	1,959	3,118
	고분자화합물	6,766	7,109	7,897	8,384	10,083	9,803
	유기성오니류	17,044	15,245	16,613	15,858	15,774	16,838
	기 타 <sup>1)</sup>	4,087	4,516	4,626	5,104	4,930	6,152
불연성	소 계	100,979	94,347	106,511	106,498	113,645	113,904
	광 재 류	32,108	17,772	39,969	41,430	34,615	7,478
	연 소 재 류	17,679	21,842	24,184	21,681	18,184	22,397
	폐 금 속 류	1,691	2,672	3,017	3,214	17,341	27,680
	무기성오니류	19,059	24,442	13,603	14,348	15,605	14,483
	기 타 <sup>2)</sup>	30,442	27,619	25,738	25,825	27,900	41,866

주 1) 가연성 기타: 동식물성 폐잔재물, 폐식용유, 그 외 가연성 기타류

2) 불연성 기타: 폐주물사 모래류, 폐석회 석고류, 폐촉매, 폐흡착재흡수제, 유라도자기면류, 그 외 불연성 기타류  
 자료: 환경부·한국환경공단(2014), p.21.

## 나. 국내의 폐기물 처리현황

국내 폐기물 처리의 주요 방법은 재활용이며 2013년 기준 재활용률은 84%에 달한다. 2008-2013년 사이 소각과 재활용의 처리비중은 점차 증가추세인 반면 매립 처리비중은 감소추세를 보이고 있다. 한편 해역배출 처리비중은 2012-2013년 사이 하수슬러지 및 음폐수(음식물류 폐기물을 재활용하는 과정에서 발생하는 액상물질), 분뇨 등의 해역배출이 금지됨에 따라 감소추세<sup>8)</sup>를 보이고 있다(표 2-3 참조).

8) 환경부(2015), p.432.

〈표 2-3〉 국내 폐기물의 연도별 처리방법 변화

(단위: 톤/일)

구 분	2008년		2009년		2010년		2011년		2012년		2013년	
		%		%		%		%		%		%
계	359,296	100	357,861	100	365,154	100	373,312	100	382,009	100	382,081	100
매 립	37,784	10.5	39,794	11.1	34,306	9.4	34,026	9.1	33,698	8.8	35,604	9.3
소 각	18,709	5.2	18,518	5.2	19,511	5.3	20,898	5.6	22,848	6.0	22,918	6.0
재활용	295,863	82.3	292,557	81.7	304,381	83.4	312,521	83.7	322,419	84.4	320,951	84.0
해역배출	6,940	2.0	6,992	2.0	6,956	1.9	5,867	1.6	3,044	0.8	2,608	0.7

자료: 환경부-한국환경공단(2014), p.23.

사업장배출시설계폐기물의 처리비중 변화는 총 폐기물 처리비중 변화와 비슷한 양상을 보이고 있다. 2013년의 경우 전년도에 비하여 매립 처리비중이 1.5%p 증가하고 재활용 처리비중이 0.9%p만큼 감소하였으나 전반적인 흐름을 고려할 때 매립과 해역배출은 감소하고 소각과 재활용은 증가하는 추세이다(표 2-4 참조). 2013년 기준 사업장배출시설계 폐기물의 재활용 비중은 75.6%로 건설폐기물 재활용 처리비중(97.5%) 보다는 낮고 생활 폐기물 재활용 처리비중(59.1%) 보다는 높은 것으로 나타났다.

〈표 2-4〉 사업장배출시설계폐기물의 연도별 처리방법 변화

(단위: 톤/일)

구 분	2008년		2009년		2010년		2011년		2012년		2013년	
		%		%		%		%		%		%
계	130,777	100	123,604	100	137,875	100	137,961	100	146,390	100	149,815	100
매 립	24,285	18.6	27,531	22.3	23,309	16.9	23,037	16.7	21,802	14.9	24,629	16.4
소 각	6,937	5.3	6,926	5.6	7,983	5.8	8,307	6.0	9,570	6.5	9,339	6.2
재활용	92,615	70.8	82,155	66.5	99,627	72.3	100,750	73.0	111,974	76.5	113,238	75.6
해역배출	6,940	5.3	6,992	5.6	6,956	5.0	5,867	4.3	3,044	2.1	2,609	1.8

자료: 환경부-한국환경공단(2014), p.27.

사업장폐기물배출자는 사업장에서 발생한 폐기물을 스스로 처리하거나 처리업체 등을 통하여 위탁처리하여야 한다.<sup>9)</sup> 사업장배출시설계폐기물은 대부분 처리업체를 통하여 처

리된다. 2013년 기준 전체 사업장배출시설계폐기물의 약 80%정도가 처리업체를 통하여 위탁처리되었다. 사업장 내 자체적인 처리시설을 통하여 처리된 물량은 전체 사업장배출시설계폐기물의 18.5%정도이다. 건설폐기물 역시 대부분의 처리업체를 통하여 위탁처리되었다(표 2-5 참조).

한편 생활폐기물의 경우 처리책임이 자치단체에 있기 때문에<sup>10)</sup> 사업장배출시설계폐기물 및 건설폐기물과 달리 자치단체를 통하여 처리된 비중이 높은 것으로 나타났다. 2013년 배출된 생활폐기물 중 약 66.1%가 자치단체를 통하여 처리되었다(표 2-5 참조).

〈표 2-5〉 폐기물 처리주체별 처리현황

(단위: 톤/일)

구 분		계	%	매 립	소 각	재활용	해역배출
총 폐기물	계	382,081	100.0	35,604	22,918	320,951	2,608
	자치단체	36,844	9.7	11,124	11,854	13,863	3
	처리업체	314,159	82.2	18,432	6,337	286,784	2,605
	자가처리	31,078	8.1	6,048	4,727	20,304	0
생활 폐기물	계	48,728	100.0	7,613	12,331	28,784	0
	자치단체	32,220	66.1	7,185	11,323	13,712	
	처리업체	15,740	32.3	427	1,008	14,305	
	자가처리	768	1.6	1	1	767	
사업장배출 시설계폐기물	계	149,815	100.0	24,629	9,340	113,238	2,608
	자치단체	2,276	1.5	1,592	530	151	3
	처리업체	119,891	80.0	16,990	4,084	96,212	2,605
	자가처리	27,648	18.5	6,047	4,726	16,875	0
건설 폐기물	계	183,538	100.0	3,362	1,247	178,929	0
	자치단체	2,348	1.3	2,347	1	0	
	처리업체	178,528	97.3	1,015	1,246	176,268	
	자가처리	2,662	1.4	0	0	2,661	

자료: 환경부-한국환경공단(2014), p.31

## 2. 유럽연합(EU)

### 가. 유럽연합(EU)의 폐기물 발생 및 처리현황

〈표 2-1〉에는 2013년 기준 유럽연합 28개국 및 비유럽연합 8개국의 생활폐기물 발생

9) 「폐기물관리법」 제18조(사업장폐기물의 처리) 제1항 [법률 제13038호, 2015.1.20., 일부개정]

10) 「폐기물관리법」 제14조(생활폐기물의 처리 등) 제1항 [법률 제13038호, 2015.1.20., 일부개정]

및 처리현황이 나타나 있다.

2013년 기준, 유럽연합에 속한 28개국은 1인당 평균 약 481kg의 생활폐기물을 배출하는 것으로 나타났다. 그중 약 470kg이 처리되고 있다. 한편 28개국 생활폐기물의 처리비중은 매립이 31.3%, 소각이 26%, 재활용 및 퇴비화가 43%인 것으로 나타났다.

각국의 폐기물 처리비중은 국가별로 상당한 차이를 보이고 있다. 유럽연합 28개국 중 매립비중이 높은 국가로는 루마니아(96.8%), 몰타(88.2%), 크로아티아(84.5%) 등이 있다. 한편 독일(0.2%), 스웨덴(0.7%), 벨기에(0.9%) 등은 매립비중이 1% 미만으로 상당히 낮은 것으로 나타났다. 에스토니아(64.4%), 덴마크(54.2%), 스웨덴(50.3%) 등은 소각비율이 전체 생활폐기물 중 50% 이상 차지하고 있다. 한편 그리스, 크로아티아, 라트비아 등은 생활폐기물을 거의 소각하지 않고 있는 것으로 나타났다. 재활용 및 퇴비화 처리비중은 독일(64.5%), 슬로베니아(61.7%), 오스트리아(59.7%)순으로 높은 것으로 나타났다. 한편 루마니아는 재활용 및 퇴비화 처리비중이 3.2%로 유럽연합 28개국 중 가장 낮은 것으로 나타났다.

〈표 2-6〉 유럽지역 생활폐기물 발생 및 처리현황(2013년)

(단위: kg per capita)

구분	생활폐기물 발생량	생활폐기물 처리량	폐기물 처리량			
			매립	소각	재활용	퇴비화
EU 28개국	481	470	147	122	131	71
벨기에	439	440	4	195	151	91
불가리아	432	428	298	7	108	15
체코 공화국	307	307	173(e)	60(e)	65(e)	9(e)
덴마크	747	747	12	405	207	124
독일	617(e)	617(e)	1(e)	218	290(e)	108(e)
에스토니아	293	253	40	163	36	15
아일랜드	586(s)	531(s)	223(s)	93(s)	180(s)	34(s)
그리스	510(s)	510(s)	412(s)	0	79(s)	19(s)
스페인	449(e)	449(e)	270(e)	44(e)	88(e)	46(e)
프랑스	530(e)	530(e)	150(e)	180(e)	110(e)	89(e)
크로아티아	404	393	332	0	54	7
이탈리아	491	474	181	99	122	72
키프로스	624(e)	624(e)	491(e)	0	77(e)	57(e)
라트비아	312	312	259	0	33	20
리투아니아	433	421	270	31	88	32
룩셈부르크	653(e)	653(e)	114(e)	226(e)	182(e)	131(e)
헝가리	378	378	244	34	81	19
몰타	570	526	464	2	32	29
네덜란드	526	526	8	256	126	137
오스트리아	578	559	23	202	142	192
폴란드	297(e)	249	157(e)	20(e)	39	32
포르투갈	440	440	222	104	57	57
루마니아	272(s)	220(s)	213(s)	0(s)	6(s)	1(s)
슬로베니아	414	287	109	2	157	20
슬로바키아	304	278	213	32	10	22
핀란드	493	493	124	209	94	67
스웨덴	453	453	3	228	153	69
영국	482	476	165	102	133	77
아이슬란드	345	345	170	20	129	26
노르웨이	496	489	10	285	116	78
스위스	702	702	0	344	236	122
몬테네그로	508	451	447	0	4	0
마케도니아	384	384	384	n/a	n/a	n/a
세르비아	336	268	268	0	0	0
터키	406(e)	334	332(e)	n/a	n/a	2(e)
보스니아 헤르체코비나	311	234(s)	234	n/a	n/a	n/a

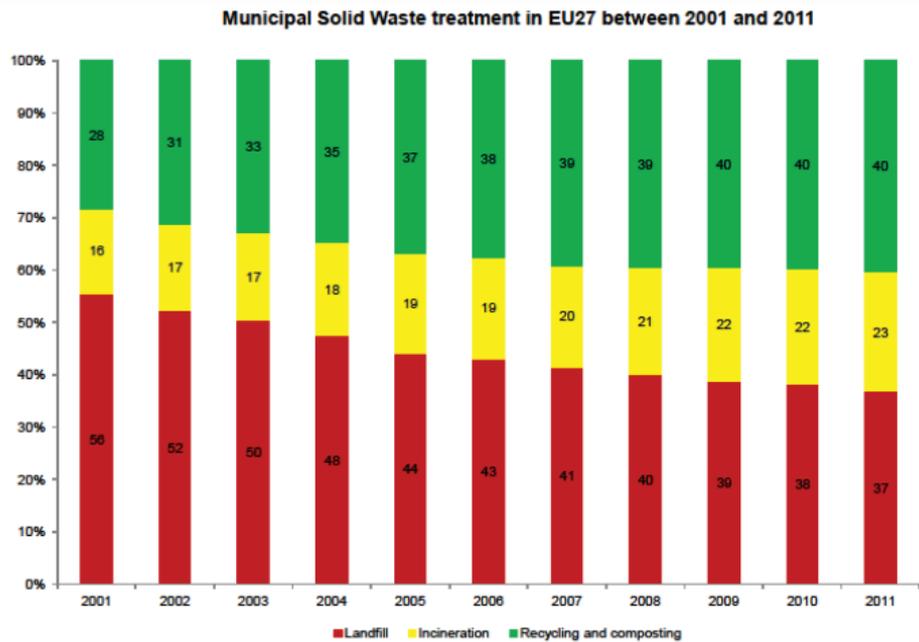
주: (e)는 국가별 추정치를 의미하며 (s)는 Eurostat에서 추정된 수치를 의미함.

자료: Eurostat([http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do? tab = table&init = 1&plugin = 1&language = en&pcode = tsdpc240](http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&plugin=1&language=en&pcode=tsdpc240))을 바탕으로 연구진 재구성. [2015.8.27]

### 나. 유럽연합(EU)의 폐기물 처리변화

유럽연합의 생활폐기물 처리현황을 살펴보면 전체적으로 매립은 감소하고 소각은 증가하는 것으로 나타났다. 2011년은 2001년 대비 재활용과 소각률이 각각 12%p, 7%p 증가한 반면 매립률은 19%p 감소하였다. 2013년에도 매립은 31%로 점차 감소하고 있으며, 재활용 및 소각은 각각 43%, 23%로 점차 증가하고 있다(그림 2-1 참조).

이는 유럽연합의 폐기물 정책(생분해성 폐기물의 매립금지, 재활용률 50% 목표제, 매립 부담금제 등) 시행으로 인한 결과로 여겨진다. 특히 유럽연합은 매립 규정(Landfill Directive)을 준수해야 하기 때문에 대부분의 국가들에서 매립비중이 감소하고 있다.<sup>11)</sup>



주: <표 2-1>의 크로아티아를 제외한 EU 27개국의 통계 수치. 크로아티아는 2013년 EU에 가입함.  
 자료: CEWEP(2013), p.2.

<그림 2-3> 유럽연합(27개국)의 생활폐기물 처리비율 변화(2001~2011년)

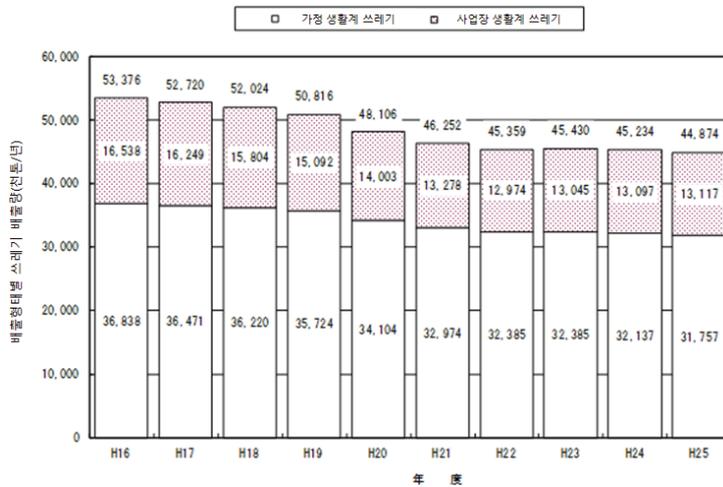
11) 박상수(2014), p.9.

### 3. 일본

#### 가. 일본의 폐기물 발생현황

일본의 일반폐기물(가정 생활계 쓰레기 + 사업장 생활계 쓰레기) 배출량은 점차 감소하는 추세이다. 일본의 생활계 쓰레기와 사업계 쓰레기 배출현황은 2004년 53,376천 톤에서 2013년 44,874천 톤으로 감소한 것으로 나타났다(그림 2-4 참조).

한편, 2013년 기준 일본은 생활계 폐기물이 31,757천 톤으로 전체 일반폐기물<sup>12)</sup> 중 71%를 차지하고 있으며, 사업장에서 배출되는 쓰레기가 나머지 29%를 차지하고 있다(단, 이 경우 전체 일반폐기물은 재해폐기물을 제외한 수치를 의미함).



주: H(평성)16=2004년, H(평성)25=2013년.

자료: 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課(2015), p.2.

〈그림 2-4〉 일본의 일반폐기물 배출량 변화추이

- 12) 일본의 폐기물 분류는 산업폐기물/특별관리산업폐기물/일반폐기물/특별관리일반폐기물로 구분됨.
- 산업폐기물: 산업활동에 동반하여 발생된 폐기물 중 타고 남은 재, 진흙(슬러지), 폐유, 폐플라스틱 종류 같은 폐기물
  - 특별관리산업폐기물: 폭발성 독성, 오염성 그 외에 사람에게 건강 혹은 생활환경에 관련하여 피해를 발생시킬 가능성이 있는 상태를 가진 것으로 법률용어를 통하여 정해진 것
  - 일반폐기물: 산업폐기물 이외의 폐기물.
  - 특별관리일반폐기물: 특별관리산업폐기물과 동일
- 자료: 環境省([http://www.env.go.jp/recycle/waste\\_tech/kaigai/02.html](http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/kaigai/02.html) [2015.8.27]).

## 나. 일본의 폐기물 처리현황

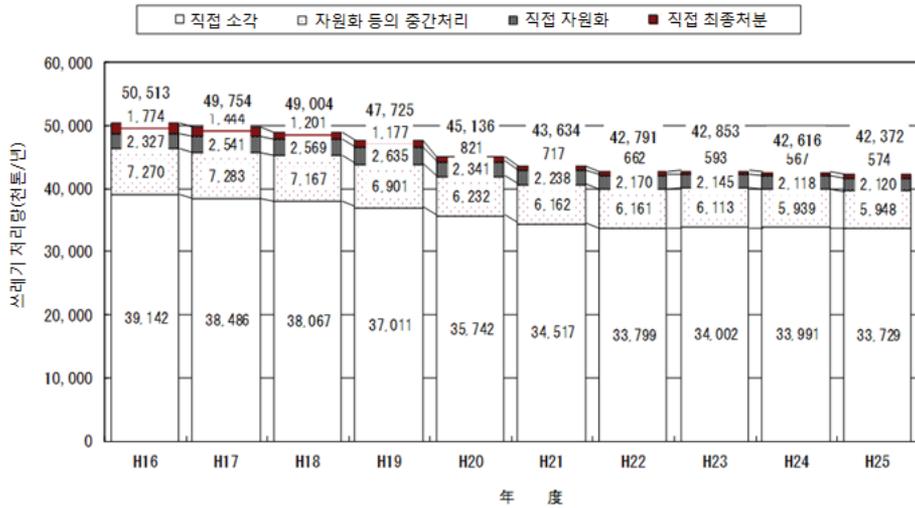
일본의 일반폐기물은 주로 직접소각, 자원화 등의 중간처리, 직접 자원화, 직접 최종처분의 방법으로 처리된다. 일본의 연도별 폐기물 처리현황은 <그림 2-5>에 나타나 있다. 일본의 자원화 등의 중간처리와 관련된 폐기물 처리시설로는 대형폐기물 처리시설, 퇴비화 및 사료화 시설, 메탄화 시설, 연료화 시설 등이 포함되어 있다.

직접소각 혹은 자원화 등의 중간처리 과정을 거쳐 발생한 처리 잔재물은 일반적으로 재생이용되거나 최종처분되고 있다. 따라서 일본의 총최종처분량(매립량)은 직접 최종처분된 폐기물량에 중간처리 후 최종 처분되는 폐기물량을 합하여 산정된다. 같은 관점에서 일본의 총자원화량(재활용량)은 집단회수<sup>13)</sup>되거나 직접 자원화된 재활용물량에 중간처리 후 자원화되는 재활용물량을 합하여 산정된다. 한편 일본의 감량화량(소각량)은 총중간 처리량에서 처리 잔재물로 배출되어 매립되거나 재활용 처리된 물량을 제외한 물량을 의미한다.

2013년에 발생한 총 4,487만 톤의 일반폐기물 중에서 약 258만 톤은 집단회수되어 자원화되었고 나머지 4,237만 톤이 계획처리되었다. 총 4,487만 톤 중 약 927만 톤이 자원화되었고, 3,115톤이 감량화되었으며, 나머지 454톤이 최종처분되었다.<sup>14)</sup> 따라서 일본의 일반폐기물 재활용률과 소각률, 매립률은 총자원화량, 감량화량, 최종 처분량을 쓰레기 총배출량으로 나눈 값으로 각각 약 21%, 69%, 10%의 비중을 보이고 있다. 즉, 일본의 경우 폐기물 처리비중에 있어서 소각이 상당한 부분을 차지하고 있음을 알 수 있다(그림 2-6 참조).

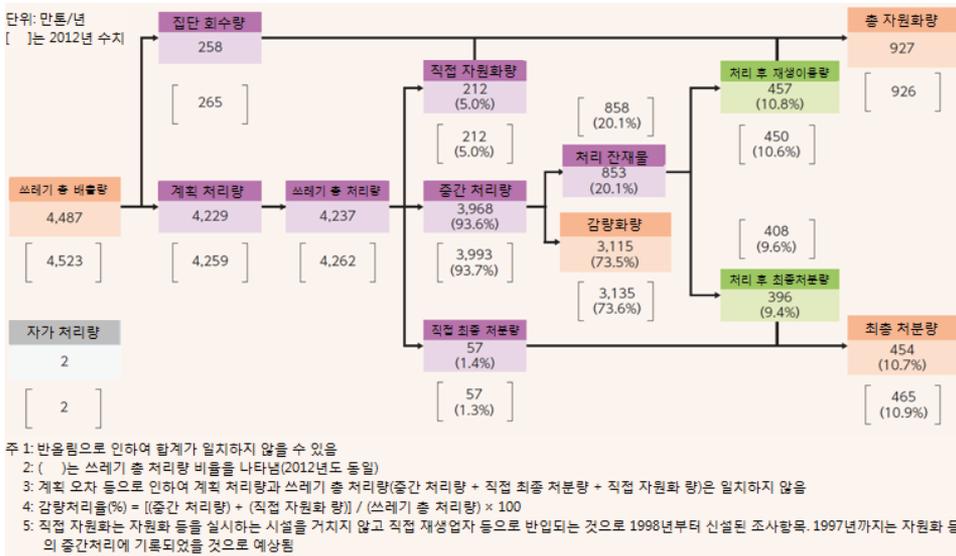
13) 주민들이 자체적인 수거단체를 결성하여 재활용쓰레기를 수거한 뒤, 공공기관이나 민간수집업자에게 매각처리.

14) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課(2015), p.2.



자료: 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課(2015), p.2.

〈그림 2-5〉 일본의 일반폐기물 처리량 변화추이



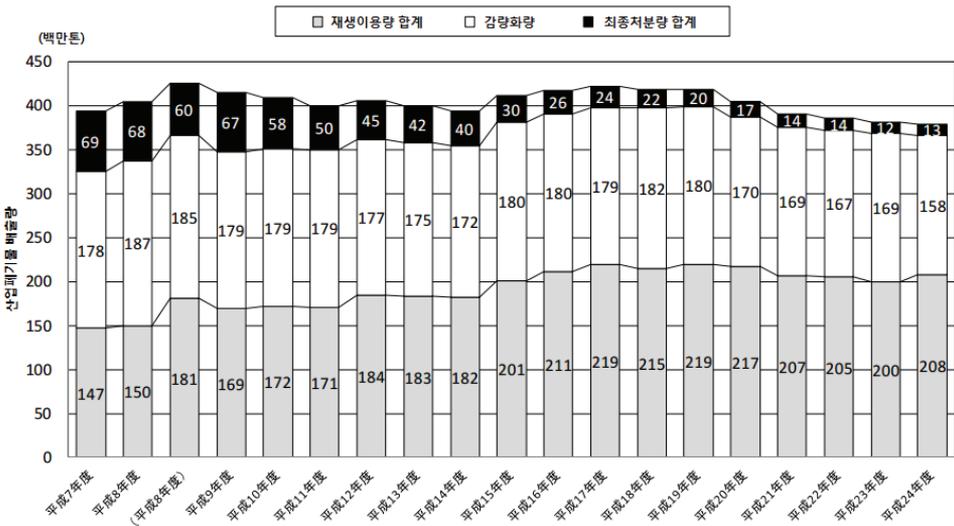
자료: 環境省(2015), p.192.

〈그림 2-6〉 일본의 일반폐기물 처리 흐름도(2013년)

한편, 일본은 2012년을 기준으로 총 319,137천 톤의 산업폐기물이 발생했다. 그중 약 55%가 재생이용 되었고, 42%가 감량화 되었으며, 나머지 3%만 최종처분 되었다.

일본의 산업폐기물은 점차 재생이용량은 증가하고, 최종 처분량은 감소하는 방향으로 처리되고 있다. 다만 재생이용량이 증가하고 최종 처분량이 감소하는 경향은 2007년까지 지속되다가 2008년 이후 점차 약화되고 있다. 한편 일본은 산업폐기물의 처리와 관련하여 일부 지자체들이 산업폐기물세를 도입하여 시행해오고 있다(그림 2-7 참조).

결국 일본의 경우 일반폐기물은 주로 소각 처리(감량화)되고 있으며 산업폐기물은 주로 재활용 처리(재생이용)되고 있음을 알 수 있다.



주: H(平成)7=1995년, H(平成)24=2012년

자료: 環境省(2014), p.6.

〈그림 2-7〉 일본 산업폐기물의 재생이용량, 감량화량, 최종처분량

## 4. 미국

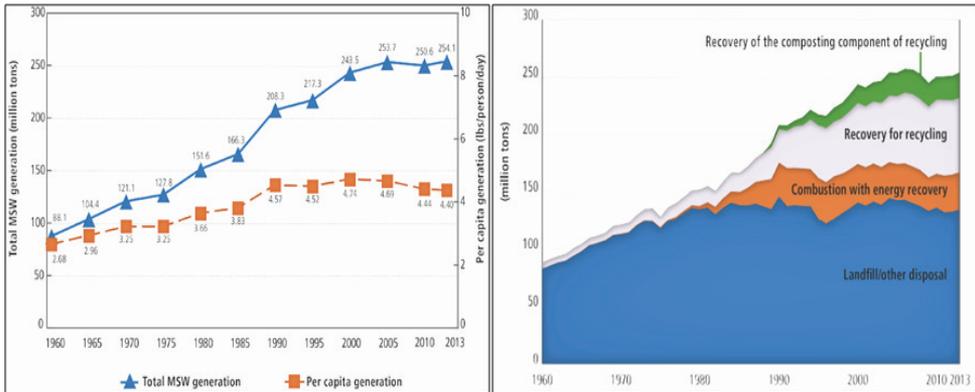
### 가. 미국의 폐기물 발생현황

미국의 생활폐기물 발생량은 점차 증가하는 추세이다. 2012년 미국의 생활폐기물 발생

량은 약 254백만 톤인 것으로 나타났다. 이는 1980년 발생량인 152백만 톤에 비하여 약 67% 증가한 수준이다.<sup>15)</sup>

한편 미국의 1인당 1일 생활폐기물 배출량은 1960년부터 점차 증가하는 추세였으나 1990년을 기점으로 유지 혹은 소폭 감소하는 추세를 보이고 있다. 2013년 미국의 1인당 1일 생활폐기물 발생량은 약 4.40lbs으로 1980년 1인당 1일 발생량인 3.66lbs에 비하여 약 20% 증가하였다. 1인당 1일 생활폐기물 발생량은 2000년 4.74lbs<sup>16)</sup>로 가장 높은 수치를 기록하였으나 이후 소폭 감소하였다(그림 2-8 참조).

미국에서 발생한 생활폐기물은 대부분 매립처리되고 있다. 2013년 기준 미국은 매립, 재활용(퇴비화 포함), 소각 순으로 생활폐기물 처리비중이 높은 것으로 나타났다(그림 2-8 참조).



자료: EPA(2015), p.4, p.143.

〈그림 2-8〉 미국의 생활폐기물 발생량 및 처리비중 변화추이

## 나. 미국의 폐기물 처리현황

미국의 생활폐기물 처리의 세부적인 현황은 <표 2-7>에 나타나있다. 2013년 기준 미국의 생활폐기물 소각률, 매립률 그리고 재활용률(퇴비화 포함)은 각각 13%, 53%, 34%로

15) EPA(2015), p.4.

16) 4.40lbs ≅ 1.995806kg, 3.66lbs ≅ 1.660148kg, 4.74lbs ≅ 2.150028kg.

절반 이상의 생활폐기물이 매립 처리되고 있음을 알 수 있다. 이는 생활폐기물의 주된 처리방법으로서 소각을 사용하고 있는 일본의 경우와 대조적인 모습을 알 수 있다.<sup>17)</sup>

---

17) 2013년 기준 일본의 일반폐기물 소각/매립/재활용 처리비중은 각각 69%, 10%, 21%으로 주로 소각을 통하여 일반폐기물을 처리하고 있음. 일본의 일반폐기물은 가정 생활계 및 사업장 생활계 쓰레기를 포함.

〈표 2-7〉 미국 생활폐기물의 발생, 물질 회수, 퇴비화, 연소 등의 처리

(단위: 천 톤)

	발생 및 처리량										
	1960	1970	1980	1990	2000	2005	2009	2011	2012	2013	
발생량 (Generation)	88,120	121,060	151,640	208,270	243,450	253,730	244,600	250,540	251,040	254,110 (100%)	
재활용을 통한 회수 (Recovery for recycling)	5,610	8,020	14,520	29,040	53,010	59,240	61,890	66,400	65,240	64,740 (25%)	
퇴비화를 통한 회수 (Recovery for composting*)	Neg.	Neg.	Neg.	4,200	16,450	20,550	20,750	20,570	21,330	22,440 (9%)	
총 물질 재활용량 (Total Materials Recovery)	5,610	8,020	14,520	33,240	69,460	79,790	82,640	86,970	86,570	87,180 (34%)	
(물질)재활용 후 남은 양 (Discards after recovery)	82,510	113,040	137,120	175,030	173,990	173,940	161,960	163,570	164,470	166,930 (66%)	
에너지회수를 포함한 연소(소각) (Combustion with energy recovery**)	0	400	2,700	29,700	33,730	31,620	29,010	31,800	32,200	32,660 (13%)	
매립처분량, 기타 처리 (Discards to landfill, other disposal***)	82,510	112,640	134,420	145,330	140,260	142,320	132,950	131,770	132,270	134,270 (53%)	

주: 1) \* 정원잔재물, 음식물, 기타 유기성 폐기물을 퇴비화한 것을 의미함. 가정 내 자체퇴비는 포함하지 않음.  
 2) \*\* 에너지회수를 포함한 연소에는 대량소각, RDF(폐기물고형연료화), 개별적인 생활폐기물의 에너지회수 등을 포함하고 있음(예: 우드펠렛 타이어파생연료 등).  
 3) \*\*\* 에너지회수를 포함한 연소를 제외하고 버려진 것을 의미함. 여기에는 에너지회수 없이 연소된 후 남은 잔재가 포함되어 있음.  
 자료: EPA(2015), p.144.

## Ⅰ 제3장 · 폐기물투입산출행렬의 구조 Ⅰ

이 장에서는 일반적인 투입산출표에 폐기물발생현황을 연계시킨 폐기물투입산출행렬과 관련하여 기존의 문헌들에 제시된 내용을 바탕으로 간략히 설명한다.

### 1. 폐기물투입산출행렬

#### 가. 폐기물을 포함한 투입산출행렬<sup>18)</sup>의 구조

일반적으로 투입산출표는 행과 열의 개수가 같은 정방행렬(square matrix)의 모양을 갖는다. 그러나 기존의 투입산출표에 폐기물발생 현황을 연계시킨 폐기물투입산출행렬은 일반적으로 비정방행렬<sup>19)</sup>(non-square matrix)의 모양을 갖는다.

〈표 3-1〉은 산업부문, 폐기물부문, 그리고 폐기물처리부문을 포함하는 폐기물투입산출행렬의 구조를 나타낸다.

〈표 3-1〉 비정방형의 폐기물투입산출행렬

	산업 부문	폐기물처리 부문	최종 수요	총산출
산업 부문	$X_0$	$X_z$	$X_f$	$X$
폐기물 부문	$W_0$	$W_z$	$W_f$	$W$

자료: 中村眞一郎(2000), p.85.

18) 이 부분의 이론적 내용은 Nakamura and Kondo(2002), 中村眞一郎(2000)에서 주요 내용을 발췌함.

19) 폐기물투입산출행렬이 비정방행렬의 형태를 갖는 이유는 (1) 일반적으로 폐기물의 종류가 폐기물의 처리방법보다 그 숫자가 많고, (2) 어떤 특정한 하나의 폐기물에 대하여 복수의 다양한 처리방법이 존재할 수 있다는 점에 기인함. Nakamura and Kondo(2002), p.5.

### 1) 폐기물투입산출행렬의 화폐흐름

<표 3-1>의 상단부는 일반적인 투입산출표와 유사하게 재화와 서비스의 투입산출, 그리고 최종수요부문 및 총산출부문 등으로 구성된다. 다만, 여기에 더하여, 폐기물처리부문이 포함되어 있다는 점에서 일반적인 산업연관표의 투입산출 구조와는 차별화된다. <표 3-1>의 상단부에 나타나는 항목들은 모두 화폐단위로 표시된다. 이 부분에 표시되는 항목들은 상품부문과 폐기물처리부문 사이에서 화폐단위로 표시되는 재화나 서비스의 투입·산출 흐름을 나타낸다.

$X_0$  행렬은  $N$ 개의 산업으로 구성되는 일반적인 산업연관표의 투입구조를 나타내며,  $X_z$  행렬은  $T$ 개의 처리수단으로 구성되는 폐기물처리부문에 투입되는 생산부문의 투입구조를 나타낸다.

### 2) 폐기물투입산출행렬의 폐기물흐름

<표 3-1>의 하단부는 폐기물투입산출행렬이 갖는 독특한 구조를 나타낸다. 이 부분에 표시되는 항목들은 생산부문과 폐기물처리부문에서 발생하는 폐기물의 배출흐름을 나타내며, 모든 값들은 물량단위로 표현된다.<sup>20)</sup>

$W_0$  행렬은 재화생산부문에서의 순폐기물 발생량을 의미한다.  $W_f$  벡터는 최종수요부문에서 배출되는 폐기물의 순배출량을 의미한다.

$W_z$  행렬은 소각 혹은 매립 등과 같은 폐기물처리부문에서 발생하는 폐기물의 순배출량을 의미한다. 즉,  $W_z$  행렬은 여타 산업에서 배출된 폐기물을 최종 처리하는 과정에서 배출되는 폐기물을 의미한다. 가령, 소각 과정에서 발생하는 소각재 등이 여기에 해당된다. 매립의 경우에는 폐기물 자체를 최종 매립하므로, 침출수 등을 제외하면 유의할만한 고품화된 폐기물은 사실상 발생되지 않은 것으로 간주될 수 있다.

<표 3-1>에 나타난 폐기물부문 행렬의 각 행의 합(row sum)은 각 해당 폐기물의 총배

20) Nakamura and Kondo(2002), p.3.

출량을 의미한다.

### 3) 폐기물투입산출행렬의 특징: 배출된 폐기물의 처리수단별 배분 문제

<표 3-1>에 나타난 것과 같은 폐기물투입산출행렬은 발생된 혹은 처리되어야 하는 폐기물의 물량을 나타내지만 이들 배출된 폐기물들이 어떤 처리수단을 통하여 처리되는지 혹은 처리되어야 하는지에 대한 정보는 제공하지 않는다.<sup>21)</sup> 배출된 폐기물이 어떤 처리수단을 통하여 배분되는지 혹은 배분될 것인지 여부는 배분행렬(allocation matrix)을 통하여 결정될 수 있다.

### 4) 기존의 투입산출표 및 ‘폐기물투입산출행렬’과의 비교

<표 3-1>에 나타난 행렬 구조는 화폐단위와 물량단위가 하나의 산업연관표 내에 동시에 존재한다는 점에서 화폐흐름만으로 구성되는 일반적인 투입산출표와는 그 형태가 다르다.

또 기존의 폐기물과 투입산출표를 연계한 연구에서 제시된 내용과 비교해 보면, <표 3-1> 및 <표 3-2>에 제시된 행렬 구조는 화폐흐름을 나타내는 부분(즉, 표 3-1의 상단부)이 비정방형이라는 점에서 기존의 폐기물 관련 연구들에서 제시된 구조와는 다른 모양을 갖는다. 가령, 공성용·신상철·남재현(2009), 신상철(2012) 등은 정방형의 구조를 갖고 있다.

## 나. 폐기물투입산출행렬의 정방행렬로의 변형<sup>22)</sup>

일반적으로 투입산출 모형은 행과 열의 숫자가 동일한 경우를 기본으로 하여 모형이 구성된다. 이는 일반적인 투입산출 모형에서, 흔히, 레온티에프 행렬(Leontief matrix)로 일컬어지는 행렬이 정방행렬의 형태를 가져야만 역행렬의 도출이 가능하기 때문이다.

그러나 앞에서 언급한 바와 같이 폐기물배출 및 폐기물처리부분이 동시에 존재하는

21) Nakamura and Kondo(2002), p.4.

22) 이 부분의 이론적 내용은 Nakamura and Kondo(2002), 中村慎一郎(2000)에서 주요 내용을 발췌하였다.

형태의 폐기물 투입산출 모형은 일반적으로 비정방행렬의 형태를 갖는다. 따라서 이 상태로는 일반적으로 알려진 투입산출 모형의 적용이 어렵다. 이러한 점을 감안하여, Nakamura and Kondo(2002) 등은 배분행렬(allocation matrix)의 개념을 도입하였다.

### (1) 배분행렬[ $S_{T \times K}$ 행렬]의 특징과 기능

#### [ $S$ 행렬의 구조]

행렬  $S_{t \times k}$ 는 ‘폐기물처리방법의 개수’ × ‘폐기물종류의 개수’로 구성되는 행렬이다.  $S$  행렬이 구성요소인  $s_{tk}$ 는 폐기물  $k$  중에서 폐기물처리방법  $t$ 에서 처리되는 물량의 비율을 의미한다. 아울러, 다음이 성립한다.

$$\sum_t s_{tk} = 1 \quad \text{식(3-1)}$$

단,  $t$  = 폐기물처리방법,  $k$  = 폐기물의 종류

#### [ $S$ 행렬의 특징]

$S$  행렬은 폐기물투입산출행렬의 하단부 행렬과 곱해져서 비정방(non-square) 행렬인 폐기물투입산출행렬을 정방행렬(square matrix)로 전환하는 기능을 수행한다. 서로 다른  $S$  행렬을 적용할 경우 ① 각 처리방법(treatment)에 배분되는 폐기물 물량(volume) 및 ② 폐기물의 구성(waste's composition)이 동시에 변화한다.

### (2) 배분행렬[ $S$ ]을 이용한 폐기물투입산출행렬의 전환<sup>23)</sup>

일반적으로 투입산출 모형은 행과 열의 개수가 동일한 경우를 기본으로 하여 모형이 구성된다. 이를 위하여 이 연구에서는 앞에서 언급된  $S_{t \times k}$ 를 앞에서 언급된 비정방형 폐기물투입산출행렬에 곱하면 다음과 같은 정방형의 투입산출행렬이 도출된다.

23) 이 부분의 이론적 내용은 Nakamura and Kondo(2002), 中村慎一郎(2000)에서 주요 내용을 발췌함.

〈표 3-2〉 정방형의 폐기물투입산출행렬

	생산부문	폐기물 처리부문	최종수요	합
생산 부문	$X_0$	$X_z$	$X_f$	$X$
폐기물 처리부문	$T \times N$ (물량단위, ton)	$T \times T$ (물량단위, ton)	$T \times 1$	$T \times 1$

위 표에 나타난 행렬의 모양을 살펴보면, ① 변환된 폐기물투입산출행렬(WIO matrix)의 하단부는 [폐기물처리 × 폐기물처리]의 구조를 갖도록 전환되며 ② ‘생산 및 폐기물처리’ 부문은 이제 정방형( $(N+T) \times (N+T)$ )의 행렬로 변환된다.

## 2. 폐기물투입산출 모형의 구조

여기서는 폐기물투입산출 모형의 구조를 간략히 살펴보고자 한다. 여기서 제시되는 이론적 고찰은 Nakamura and Kondo(2002)에 제시된 내용을 중심으로 살펴본다.

### 가. 변수

이제 Nakamura and Kondo(2002)에 따라 각 변수들은 다음과 같이 표현된다.

$$X_i [= (N \times 1)] : \text{산출량} \quad \text{식(3-2)}$$

$$Z_t [= (T \times 1)] : \text{폐기물처리수단별 폐기물처리량} \quad \text{식(3-3)}$$

$$X_{ij} : \text{비정방형 투입산출행렬에서의 각 항목별 투입산출 흐름} \quad \text{식(3-4)}$$

$$\text{단, } X_{ij} [= N \times (N+T)] \\ (i = 1, \dots, N, j = 1, \dots, N, N+1, \dots, N+T)$$

$$W_{kj} : \text{각 산업 및 폐기물처리 부문에서 배출되는 폐기물의 순배출량} \quad \text{식(3-5)}$$

$$\text{단, } W_{kj} [= K \times (N+T)] \\ (k = 1, \dots, K, j = 1, \dots, N, N+1, \dots, N+T)$$

$$F_{X_i} : \text{최종수요} \quad \text{식(3-6)}$$

$$\text{단, } F_{X_i} [= (N \times 1)] \quad (i = 1, \dots, N)$$

$F_{W_k}$ : 최종수요부문에서 발생하는 폐기물량 식(3-7)

$$\text{단, } F_{W_k} [= (K \times 1)]$$

이제 다음이 성립된다.

$X_i = N \times 1$  vector of output level (i.e. IO Table의 생산액 합) 식(3-8)

$$X_i = \left( \sum_{j=1}^{N+T} X_{ij} \right) + f_{X_i} \quad (i = 1, \dots, N) \quad \text{식(3-9)}$$

$$W_k = \left( \sum_{j=1}^{N+T} W_{kj} \right) + f_{W_k} \quad (k = 1, \dots, K) \quad \text{식(3-10)}$$

$S_{tk}$ 와 식(3-10)에 의하여 변환된 정방형의 폐기물투입산출행렬의 하단부는 다음 식(3-11)과 같이 표현될 수 있다.

$$Z_t = \sum_{j=1}^{N+T} \left[ \sum_k S_{tk} (W_{kj} + f_{W_k}) \right] \quad (t = 1, \dots, T) \quad \text{식(3-11)}$$

즉,  $Z_t (= T \times 1)$ 은 각 폐기물처리수단에서 처리되는 전체 폐기물처리량을 의미한다.

#### 나. 투입계수 및 순배출계수 도출

앞에서 언급된 각 변수들을 활용하여 투입계수(input coefficients) 및 순배출계수(net-emission coefficients)를 도출하면 다음이 성립한다.

$$a_{ij}^X = X_{ij} / X_j \quad (i, j = 1, \dots, N) \quad \text{식(3-12)}$$

$$a_{ij}^Z = (X_{i,t}) / Z_t \quad (i = 1, \dots, N ; t = 1, \dots, T) \quad \text{식(3-13)}$$

$$g_{kj}^X = (W_{k,j})/X_j \quad \text{단, } k = 1, \dots, K, j = 1, \dots, N \quad \text{식(3-14)}$$

$$g_{kt}^Z = (W_{k,t})/Z_t \quad \text{단, } k = 1, \dots, K, t = 1, \dots, T \quad \text{식(3-15)}$$

이제 투입계수 및 배출계수를 활용하여 산출량과 배출량을 나타내면 다음과 같다.

$$X_i = \left( \sum_{j=1}^N a_{ij}^X X_j \right) + \left( \sum_{t=1}^T a_{it}^Z Z_t \right) + f_{X_i} \quad (i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T) \quad \text{식(3-16)}$$

$$Z_t = \sum_{k=1}^K s_{tk} \left( \sum_{j=1}^N g_{kj}^X X_j + \sum_{t=1}^T g_{kt}^X Z_t + f_{W_k} \right) \quad (t = 1, \dots, T) \quad \text{식(3-17)}$$

위에서 언급된 투입계수 및 배출계수를 행렬 형식으로 나타내면 다음이 성립한다. 즉,

$$A_X = a_{ij}^X (= X_{ij}/X_j) \quad [= N \times N] \quad \text{식(3-18)}$$

$$A_Z = a_{it}^Z (= X_{it}/Z_t) \quad [= N \times T] \quad \text{식(3-19)}$$

$$G_X = g_{kj}^X (= W_{kj}/X_j) \quad [= K \times N] \quad \text{식(3-20)}$$

$$G_Z = g_{kt}^Z (= W_{kt}/Z_t) \quad [= K \times T] \quad \text{식(3-21)}$$

로 표시될 수 있다.

위의 수식들을 이용하여 식(3-15) 및 (3-16)을 표기하면 변환된 폐기물투입산출행렬은 다음과 같이 표시될 수 있다.

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_X & A_Z \\ SG_X & SG_Z \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} f_X \\ Sf_w \end{pmatrix} \quad \text{식(3-22)}$$

투입계수(input coefficients)와 배출계수(emission coefficients)가 일정하게 유지되는 한편 각 행렬들의 역행렬이 존재한다고 가정하자. 이제 식(3-21)을 변수  $X$ ,  $Z$ 에 대하여 풀면 다음이 성립한다.

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} I - A_x & -A_z \\ -SG_x & I - SG_z \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} f_x \\ Sf_w \end{pmatrix} \quad \text{식(3-23)}$$

위 식에 나타난 역행렬은 산업연관분석에서 흔히 언급되는 Leontief 역행렬과 유사하다. 식 (3-23)을 이용하여 경제의 다양한 여건 변화가 산출물 등에 미치는 영향을 분석할 수 있다. 특히 폐기물처리부문이 포함된 폐기물투입산출행렬을 이용할 경우, 소각 및 매립 구조의 변화가 미치는 영향도 아울러 고찰이 가능하다.

## | 제4장 · 폐기물투입산출 분석 |

### 1. 폐기물투입산출행렬의 구성

#### 가. 산업부문의 구성

이 연구에서 산업부문은 2010년 산업연관표의 대분류에 나타난 산업들을 바탕으로 10개의 그룹으로 재분류되었다.

〈표 4-1〉 산업부문 분류

이 연구의 산업분류	산업연관표		이 연구의 산업분류	산업연관표	
	번호	항목		번호	항목
IND1	001	농림수산물	IND6	016	전력, 가스 및 증기
	002	광산물	IND7	017	수도, 폐기물 및 재활용서비스
IND2	003	음식료품	IND8	018	건설
	004	섬유 및 가죽제품	IND9	019	도소매서비스
	005	목재 및 종이, 인쇄		020	운송서비스
IND3	006	석탄 및 석유제품	021	음식점 및 숙박서비스	
IND4	007	화학제품	022	정보통신 및 방송 서비스	
IND5	008	비금속광물제품	023	금융 및 보험 서비스	
	009	1차 금속제품	024	부동산 및 임대	
	010	금속제품	IND10	025	전문, 과학 및 기술 서비스
	011	기계 및 장비		026	사업지원서비스
	012	전기 및 전자기기		027	공공행정 및 국방
	013	정밀기기		028	교육서비스
	014	운송장비		029	보건 및 사회복지서비스
	015	기타 제조업 제품 및 임가공		030	문화 및 기타 서비스

자료: 한국은행(2014)의 산업분류를 바탕으로 연구진 재구성.

## 나. 폐기물의 종류 및 처리방법별 처리현황

폐기물은 사업장배출시설계, 가정부문, 그리고 폐기물의 최종처리 과정을 비롯하여 다양한 부문에서 배출되며, 폐기물의 종류 또한 다양하다. 그러나 이 연구에서는 이들 다양한 부문에서 배출되는 폐기물을 세 개의 범주로 구분하였다.

〈표 4-2〉 폐기물 발생현황

(단위: 톤/년)

	구분	가연성 합	불연성		
			소각재	불연성 기타	불연성 합
사업장 배출 시설계 폐기물	IND1	4,636	0	4,417	4,417
	IND2	915,238	241,886	235,279	477,165
	IND3	12,593	256	12,666	12,921
	IND4	174,689	81,760	166,367	248,127
	IND5	1,088,613	196,297	3,028,259	3,224,556
	IND6	13,359	16,389	2,121,818	2,138,207
	IND7	743,140	646,233	675,141	1,321,373
	IND8	56,977	18,907	108,296	127,203
	IND9	91,250	0	11,899	11,899
	IND10	358,832	70,591	326,055	396,646
	계	3,459,324	1,272,317	6,690,195	7,962,512
폐기물 처리시설	소각	0	1,747,982	0	1,747,982
	매립	0	0	0	0
최종소비부문		5,802,989	0	1,135,588	1,135,588
전체 합		9,262,313	3,020,299	7,825,783	10,846,081

주 1) 소각재는 연소재 및 분진류 제외.

2) 사업장배출시설계, 생활계(가정 및 사업장생활계), 폐기물처리시설에서의 배출량 전체.

자료: 환경부·한국환경공단(2011)의 폐기물 발생 및 처리량을 바탕으로 연구진 재계산.

폐기물의 처리는 소각, 매립, 재활용 등 다양한 방법을 통하여 최종처리된다. 다만 이 연구에서는 폐기물투입산출행렬의 구성에 있어서 폐기물의 처리부문을 소각과 매립의 두 개로 한정하였다.

## 1) 소각 현황

〈표 4-3〉은 재분류된 폐기물들이 소각을 통하여 최종처리되는 물량을 나타낸다. 표에서 볼 수 있듯이 불연성 폐기물들도 상당수 소각시설로 반입되고 있다.

〈표 4-3〉 폐기물 종류별 소각량

(단위: 톤/년)

소각 (톤/년)	구분	가연성 합	불연성		
			소각재	불연성 기타	불연성 합
사업장 배출 시설계 폐기물	IND1	3,942	0	37	37
	IND2	798,109	36,500	6,023	42,523
	IND3	5,037	0	0	0
	IND4	121,034	0	803	803
	IND5	980,281	1,387	26,171	27,558
	IND6	6,716	0	0	0
	IND7	525,016	0	17,374	17,374
	IND8	52,341	0	146	146
	IND9	10,038	0	657	657
	IND10	222,468	7,373	92,455	99,828
	계	2,724,981	45,260	143,664	188,924
폐기물 처리시설	소각	0	0	0	0
	매립	0	0	0	0
최종소비부문		3,670,659	0	96,433	96,433
전체 합		6,395,640	45,260	240,097	285,357

주: 1) 소각재는 연소재 및 분진류 제외.

2) 사업장배출시설계, 생활계(가정 및 사업장생활계), 폐기물처리시설에서의 배출량 전체.

3) 최종소각 과정에서 배출되는 소각재는 최종적으로는 매립되므로, 매립폐기물 양에 합산.

자료: 환경부·한국환경공단(2011)의 폐기물 소각 처리량 바탕으로 연구진 재계산.

## 2) 매립 현황

〈표 4-4〉는 다섯 개로 재분류된 폐기물들이 매립처리되는 물량을 나타낸다. 표에서 볼 수 있듯이 가연성 폐기물들도 소각처리되지 않고 매립시설로 반입되고 있다.

〈표 4-4〉 폐기물 종류별 매립량

(단위: 톤/년)

매립 (톤/년)	구분	가연성 합	불연성		
			소각재	불연성 기타	불연성 합
사업장 배출 시설계 폐기물	IND1	694	0	4,380	4,380
	IND2	117,129	205,386	229,257	434,642
	IND3	7,556	256	12,666	12,921
	IND4	53,655	81,760	165,564	247,324
	IND5	108,332	194,910	3,002,089	3,196,999
	IND6	6,643	16,389	2,121,818	2,138,207
	IND7	218,124	646,233	657,767	1,303,999
	IND8	4,636	18,907	108,150	127,057
	IND9	81,213	0	11,242	11,242
	IND10	136,364	63,218	233,600	296,818
	계	734,344	1,227,057	6,546,531	7,773,588
폐기물 처리시설	소각	0	1,747,982	0	1,747,982
	매립	0	0	0	0
최종소비부문		2,132,330	0	1,039,155	1,039,155
전체 합		2,866,674	2,975,039	7,585,686	10,560,724

주: 1) 소각재는 연소재 및 분진류 제외.

2) 사업장배출시설계, 생활계(가정및사업장생활계), 폐기물처리시설에서의 배출량 전체.

3) 최종소각 과정에서 배출되는 소각재는 최종적으로는 매립되므로, 매립폐기물 양에 합산.

자료: 환경부·한국환경공단(2011) 폐기물 매립 처리량을 바탕으로 연구진 재계산.

## 2. 한국의 폐기물투입산출행렬의 도출

### 가. 2010년 투입산출표 및 산업별 폐기물배출 현황

<표 4-5>에는 10개 산업부문, 2개의 폐기물처리부문, 그리고 3개 항목으로 재분류된 폐기물부문을 포함하는 2010년 한국의 폐기물투입산출 구조를 나타낸다.

<표 4-5> 2010년 투입산출표 및 부문별 폐기물배출

(단위: 십억 원, 천 톤)

	IND1	IND2	IND3	IND4	IND5	IND6	IND7
IND1	3,330	26,123	321	528	1,994	250	3
IND2	9,412	32,998	180	3,328	9,540	225	420
IND3	1,808	811	2,503	14,747	11,759	1,767	188,529
IND4	3,034	9,637	1,545	66,847	39,570	1,055	807
IND5	1,074	10,362	2,453	9,389	419,137	2,504	2,832
IND6	375	2,795	1,341	3,784	12,999	10,389	818
IND7	118	1,252	81	1,751	5,694	260	1,065
IND8	107	117	61	197	1,219	209	45
IND9	2,998	21,643	3,655	15,866	62,881	1,008	1,306
IND10	1,994	7,805	2,135	7,638	38,514	2,895	2,602
가연성 합	5	915	13	175	1,089	13	743
소각재	0	242	0.3	82	196	16	646
불연성 기타	4	235	13	166	3,028	2,122	675

자료: 한국은행(2015), 환경부·한국환경공단(2011)을 바탕으로 연구진 재분류.

〈표 4-5〉 2010년 투입산출표 및 부문별 폐기물배출 (계속)

(단위: 십억 원, 천 톤)

	IND8	IND9	IND10	INC	LND <sup>24)</sup>	FDM	TOTAL
IND1	1,862	76	6,651	0	0	15,618	56,757
IND2	2,688	6,860	33,330	0	0	84,206	183,186
IND3	2,596	14,392	6,888	65	5	51,583	297,454
IND4	7,302	4,703	18,203	73	5	70,845	223,628
IND5	64,570	10,950	32,980	0	0	500,916	1057,167
IND6	514	5,262	17,301	80	0	15,836	71,494
IND7	261	947	4,799	0	0	4,562	20,790
IND8	95	368	7,058	0	0	170,704	180,179
IND9	8,790	25,295	34,956	0	0	147,610	326,010
IND10	23,026	65,297	160,155	5	5	603,925	915,996
가연성 합	57	91	359	0	0	5,803	9,262
소각재	19	0	71	1,704	0	0	2,977
불연성 기타	108	12	326	0	0	1,136	7,826

자료: 한국은행(2015), 환경부·한국환경공단(2011)을 바탕으로 연구진 재분류.

#### 나. 한국의 소각 및 매립 현황 및 배분행렬(S)

소각 및 매립 사이의 배분행렬은 2010년의 한국의 각 폐기물별 소각·매립현황 자료를 활용하여 도출하였다. 2010년의 한국의 각 폐기물별 소각·매립 현황 자료는 환경부·한국환경공단(2011)<sup>25)</sup> 자료를 활용하였다.

24) 사업장폐기물을 처리하는 민간소각시설들을 대상으로 운영현황에 대한 설문 조사를 실시한 결과, 석유석탄제품은 9,800원/톤, 약품비는 1만 1,000원/톤, 전력가스 및 증기는 1만 2,000원/톤, 용수비는 2,000원/톤, 측정 및 검사수수료는 700원/톤이 소요되는 것으로 조사됨.

또 설문에 응한 민간매립시설들의 경우에는 석유석탄제품은 410원/톤, 약품비는 460원/톤, 전력가스 및 증기는 450원/톤, 용수비는 30원/톤, 측정 및 검사수수료는 430원/톤이 소요되는 것으로 조사됨.

25) 환경부·한국환경공단(2011).

〈표 4-6〉 2010년 한국의 소각 및 매립 현황 및 배분행렬 (S)

	가연성	불연성	
		소각재	불연성 기타
소각	0.6905	0.0150	0.0307
매립	0.3095	0.9850	0.9693

자료: 환경부·한국환경공단(2011)의 폐기물 소각 및 매립 처리량을 바탕으로 연구진 계산.

#### 다. 정방형 폐기물투입산출행렬

이제 배분행렬(S)을 앞서 제시된 비정방형 폐기물투입산출행렬에 곱해 주면 다음과 같은 정방형의 폐기물투입산출행렬이 도출된다.

〈표 4-7〉 2010년 한국의 폐기물투입산출행렬 - 정방형

(단위: 십억 원, 천 톤)

	IND1	IND2	IND3	IND4	IND5	IND6	IND7
IND1	3,330	26,123	321	528	1,994	250	3
IND2	9,412	32,998	180	3,328	9,540	225	420
IND3	1,808	811	2,503	14,747	11,759	1,767	188,529
IND4	3,034	9,637	1,545	66,847	39,570	1,055	807
IND5	1,074	10,362	2,453	9,389	419,137	2,504	2,832
IND6	375	2,795	1,341	3,784	12,999	10,389	818
IND7	118	1,252	81	1,751	5,694	260	1,065
IND8	107	117	61	197	1,219	209	45
IND9	2,998	21,643	3,655	15,866	62,881	1,008	1,306
IND10	1,994	7,805	2,135	7,638	38,514	2,895	2,602
소각	3	643	9	127	848	75	544
매립	6	750	16	296	3,466	2,077	1,521

자료: 한국은행(2015), 환경부·한국환경공단(2011)을 바탕으로 연구진 재분류.

〈표 4-7〉 2010년 한국의 폐기물투입산출행렬 - 정방형 (계속)

(단위: 십억 원, 천 톤)

	IND8	IND9	IND10	INC	LND	FDM	TOTAL
IND1	1,862	76	6,651	0	0	15,618	56,757
IND2	2,688	6,860	33,330	0	0	84,206	183,186
IND3	2,596	14,392	6,888	65	5	51,583	297,454
IND4	7,302	4,703	18,203	73	5	70,845	223,628
IND5	64,570	10,950	32,980	0	0	500,916	1,057,167
IND6	514	5,262	17,301	80	0	15,836	71,494
IND7	261	947	4,799	0	0	4,562	20,790
IND8	95	368	7,058	0	0	170,704	180,179
IND9	8,790	25,295	34,956	0	0	147,610	326,010
IND10	23,026	65,297	160,155	5	5	603,925	915,996
소각	43	63	259	26	0	4,042	6,681
매립	141	40	497	1,679	0	2,897	13,384

자료: 한국은행(2015), 환경부·한국환경공단(2011)을 바탕으로 연구진 재분류.

## 라. 폐기물투입산출행렬의 산출물부문 투입계수 ( $A_X$ )

배분행렬(S)을 통하여 앞에서 도출된 정방형의 폐기물투입산출행렬의 산출물부문 투입계수( $A_X$ )는 다음과 같다.

〈표 4-8〉 2010년 한국의 폐기물투입산출행렬의 투입계수 ( $A_X$ )

$A_X$	IND1	IND2	IND3	IND4	IND5
IND1	0.0587	0.1426	0.0011	0.0024	0.0019
IND2	0.1658	0.1801	0.0006	0.0149	0.0090
IND3	0.0319	0.0044	0.0084	0.0659	0.0111
IND4	0.0535	0.0526	0.0052	0.2989	0.0374
IND5	0.0189	0.0566	0.0082	0.0420	0.3965
IND6	0.0066	0.0153	0.0045	0.0169	0.0123
IND7	0.0021	0.0068	0.0003	0.0078	0.0054
IND8	0.0019	0.0006	0.0002	0.0009	0.0012
IND9	0.0528	0.1181	0.0123	0.0709	0.0595
IND10	0.0351	0.0426	0.0072	0.0342	0.0364

$A_X$	IND6	IND7	IND8	IND9	IND10
IND1	0.0035	0.0001	0.0103	0.0002	0.0073
IND2	0.0031	0.0202	0.0149	0.0210	0.0364
IND3	0.0247	9.0684	0.0144	0.0441	0.0075
IND4	0.0148	0.0388	0.0405	0.0144	0.0199
IND5	0.0350	0.1362	0.3584	0.0336	0.0360
IND6	0.1453	0.0394	0.0029	0.0161	0.0189
IND7	0.0036	0.0512	0.0014	0.0029	0.0052
IND8	0.0029	0.0022	0.0005	0.0011	0.0077
IND9	0.0141	0.0628	0.0488	0.0776	0.0382
IND10	0.0405	0.1252	0.1278	0.2003	0.1748

마. 폐기물투입산출행렬의 폐기물처리부문 투입계수 ( $A_z$ )

배분행렬(S)을 통하여 앞에서 도출된 정방행렬의 폐기물투입산출행렬의 폐기물처리부문 투입계수( $A_z$ )는 다음과 같다.

〈표 4-9〉 2010년 폐기물처리 투입계수 ( $A_z$ )

$A_z$	소각	매립
IND1	-	-
IND2	-	-
IND3	0.00979	0.00036
IND4	0.01096	0.00040
IND5	-	-
IND6	0.01198	-
IND7	-	-
IND8	-	-
IND9	-	-
IND10	0.00071	0.00038

바. 폐기물투입산출행렬의 폐기물배출계수 ( $G_X$ )

배분행렬(S)을 통하여 앞에서 도출된 정방형의 폐기물투입산출행렬의 산업별 폐기물배출계수( $G_x$ )는 다음과 같다.

〈표 4-10〉 2010년 산업별 폐기물배출계수 ( $G_X$ )

$G_x$	IND1	IND2	IND3	IND4	IND5
가연성 합	0.00008	0.00500	0.000042	0.00078	0.00103
소각재	-	0.00132	0.000001	0.00037	0.00019
불연성 기타	0.00008	0.00128	0.000043	0.00074	0.00286

$G_x$	IND6	IND7	IND8	IND9	IND10
가연성 합	0.00019	0.03575	0.00032	0.00028	0.00039
소각재	0.00023	0.03108	0.00010	-	0.00008
불연성 기타	0.02968	0.03247	0.00060	0.00004	0.00036

사. 폐기물투입산출행렬의 폐기물처리수단별 폐기물배출계수 ( $G_Z$ )

폐기물처리수단별 폐기물배출계수( $G_z$ )는 다음과 같다. 폐기물처리수단별 폐기물배출계수행렬의 매립 열(column)은 모두 영(0)의 값으로 구성되어 있다. 이는 소각의 경우에는 소각 과정을 거친 후 소각재가 발생하는 반면에 매립의 경우에는 일체의 고형상태를 갖는 폐기물이 추가로 발생하지 않는 상황을 반영하고 있다.

〈표 4-11〉 2010년 폐기물처리수단별 폐기물배출계수 ( $G_Z$ )

$G_z$	INC	LND
가연성 합	-	-
소각재	0.2551	-
불연성 기타	-	-

### 3. 2010년 투입산출행렬을 이용한 경제여건 변화에 따른 효과 분석

이제 앞에서 제시된 폐기물투입산출행렬 및 식(3-23)을 이용하여 최종소비 및 최종소비부문에서의 배출량 변화, 그리고 소각 및 매립의 구조변화가 내생변수인 각 부문의 산출량(X)과 배출처리량(Z)에 미치는 영향을 살펴보고자 한다.

#### 가. S 행렬의 변화가 없는 상태에서 경제여건 변화에 따른 효과 분석

현재의 폐기물 처리현황이 변화가 없는 상태(즉, S 행렬의 변화가 없는 상태)에서, 식(3-23)에 나타난 모든 투입·배출계수 그리고 여타의 외생변수 값들이 변화가 없다고 가정할 때, 외생변수인 최종수요에 일정한 수준의 변화가 발생할 경우의 산출량 변화는 다음과 같다.

##### 1) 최종수요 변화에 따른 효과: 폐기물처리 방식 변화 없는 경우

최종수요가 100 단위 변화하는 경우를 가정하고 산출량 및 폐기물처리량 변화를 시뮬레이션한 결과는 다음의 <표 4-12>와 같다.

<표 4-12> S 행렬의 변화 없는 경우의 최종수요의 변화 효과

구분	산업분류	물량(십억 원, 톤)	변화율(%)
산 출	IND1	56,757	0.00025%
	IND2	183,187	0.00010%
	IND3	297,455	0.00040%
	IND4	223,628	0.00010%
	IND5	1,057,167	0.00003%
	IND6	71,494	0.00021%
	IND7	20,790	0.00055%
	IND8	180,179	0.00006%
	IND9	326,010	0.00007%
	IND10	915,997	0.00003%
폐기물 처리량	INC	6,681	0.00007%
	LND	13,384	0.00012%
총산출		3,332,663	0.00009%
총배출량		20,065	0.00010%

2) 최종수요부문의 폐기물배출량 변화에 따른 효과: 폐기물처리 방식 변화 없는 경우

최종수요부문의 폐기물 배출량이 100 단위(톤) 변화하는 경우를 가정하고 산출량 및 폐기물처리량 변화를 시뮬레이션한 결과는 다음의 <표 4-13>과 같다.

<표 4-13> S 행렬의 변화 없는 경우의 최종수요부문의 배출량 변화에 따른 효과

구분	산업분류	물량 (십억 원, 톤)	변화율(%)
산 출	IND1	56,757	0.0000004%
	IND2	183,186	0.0000003%
	IND3	297,454	0.0000038%
	IND4	223,628	0.0000061%
	IND5	1,057,167	0.0000002%
	IND6	71,494	0.0000152%
	IND7	20,790	0.0000010%
	IND8	180,179	0.0000000%
	IND9	326,010	0.0000005%
	IND10	915,996	0.0000004%
폐기물 처리량	INC	6,682	0.0110655%
	LND	13,386	0.0183035%
총산출		3,332,661	0.0000013%
총배출량		20,068	0.0158934%

## 나. 완전분리<sup>26)</sup> 처리를 고려할 경우 외생변수 변화에 따른 파급효과 분석

### 1) S 행렬의 변화 - 완전분리형 폐기물처리 경우

이제 소각과 매립 사이의 배분행렬이 변화하는 경우를 가정하자. 먼저, 모든 종류의 폐기물들이 소각 또는 매립 중 하나의 방법을 통해서만 처리되는 경우를 가정한다. 여기서는 가연성 폐기물의 경우에는 모두 소각으로 처리되고, 불연성 폐기물은 전부 매립 처리되는 경우를 가정한다. 즉, 불연성 폐기물과 가연성 폐기물의 처리방법이 완전히 분리되는 경우<sup>27)</sup>를 가정한다(표 4-14 참조).

〈표 4-14〉 S 행렬의 변화: 소각과 매립 완전분리 경우

	가연성 합	소각재	불연성기타
소각	1.0000	0.0000	0.0000
매립	0.0000	1.0000	1.0000

### 2) 완전분리 S 행렬로의 변화에 따른 파급효과

S 행렬의 변화에 따른 총산출 및 폐기물처리량의 변화 효과는 〈표 4-15〉와 같다. 이 표에 나타나 있듯이 S 행렬의 변화는 각 산업별 산출에는 영향을 미치지 않는다. 다만, 폐기물의 처리방법에 있어서, 소각과 매립의 처리물량에 변화를 야기시키게 된다. 표에서 보듯이 소각량과 매립량의 변화 크기는 동일한 반면에 증감의 방향은 상호 역의 방향을 갖게 되며, 처리시설들의 전체 폐기물 처리량은 변화가 발생하지 않는다. 표에서 변화율은 S 행렬의 변화가 없는 경우와 비교한 결과를 나타낸다.

26) 즉, S 행렬의 변화가 발생한 상태에서 외생변수의 변화에 따른 효과 분석.

27) 이제 소각과 매립 사이의 배분행렬이 변화하게 되면 레온티에프 행렬을 비롯하여 여러 투입계수들이 변화하게 됨.

〈표 4-15〉 완전분리 S 행렬로의 변화에 따른 파급효과

구분	산업분류	물량(십억 원, 톤)	변화율(%)
산 출	IND1	56,757	-1.31E-16
	IND2	183,186	-1.63E-16
	IND3	297,454	4.01E-16
	IND4	223,628	-4.00E-16
	IND5	1,057,167	1.13E-16
	IND6	71,494	-2.08E-16
	IND7	20,790	0.00E+00
	IND8	180,179	-4.96E-16
	IND9	326,010	-1.83E-16
	IND10	915,996	-2.60E-16
폐기물 처리량	INC	9,262	3.86E-01
	LND	10,803	-1.93E-01
총산출		3,332,661	-1.43E-16
총배출량		20,065	-

주:  $E^{-x} = 10^{-x}$

### 3) S 행렬이 변화된 상태에서 최종수요의 변화가 발생하는 경우의 효과

S 행렬이 변화된 상태에서 최종수요가 100 단위 변화하는 경우를 가정하고 산출량 및 폐기물처리량의 변화를 시뮬레이션한 결과는 다음의 <표 4-16>과 같다. <표 4-16>에서 변화율은 S 행렬의 변화가 없는 경우와 비교한 결과를 나타낸다.

〈표 4-16〉 완전분리 S 행렬 상태에서 최종수요 변화에 따른 파급효과

구분	산업분류	물량(십억 원, 톤)	변화율(%)
산 출	IND1	56,757	0.00025%
	IND2	183,187	0.00010%
	IND3	297,455	0.00040%
	IND4	223,628	0.00010%
	IND5	1,057,167	0.00003%
	IND6	71,494	0.00021%
	IND7	20,790	0.00055%
	IND8	180,179	0.00006%
	IND9	326,010	0.00007%
	IND10	915,997	0.00003%
폐기물 처리량	INC	9,262	38.63679%
	LND	10,803	-19.28663%
총산출		3,332,663	0.00009%
총배출량		20,065	0.00010%

## 4) S 행렬이 변화된 상태에서 최종수요부문 배출량의 변화에 의한 효과

S 행렬이 변화된 상태에서 최종수요부문에서의 배출량이 100 단위(톤) 변화하는 경우를 가정하고 산출량 및 폐기물 처리량의 변화를 시뮬레이션 한 결과는 다음의 〈표 4-17〉과 같다.

〈표 4-17〉 완전분리 S 상태에서 최종수요부문의 배출량 변화 효과

구분	산업분류	물량(십억 원, 톤)	변화율(%)
산 출	IND1	56,757	0.000000036%
	IND2	183,186	0.000000031%
	IND3	297,454	0.000000377%
	IND4	223,628	0.000000602%
	IND5	1,057,167	0.000000021%
	IND6	71,494	0.000001483%
	IND7	20,790	0.000000095%
	IND8	180,179	0.000000004%
	IND9	326,010	0.000000053%
	IND10	915,996	0.000000040%
폐기물 처리량	INC	9,262	38.638195705%
	LND	10,803	-19.285111281%
총산출		3,332,661	0.000000132%
총배출량		20,065	0.001587056%

## | 제5장 · 맺음말 |

이 연구에서는 산업연관표와 폐기물 배출 현황을 연계하여 폐기물투입산출행렬을 구축한 후, 이를 활용하여 소각·매립정책의 변화 및 최종소비 등의 여건 변화가 각 업종별 산출량 및 폐기물배출량에 미치는 효과를 분석하였다.

이를 위하여 이 연구에서는 2010년 산업연관표의 대분류에 나타난 산업들을 통합하여 10개의 업종으로 재분류하였다. 또 이들 다양한 부문에서 배출되는 폐기물을 세 개의 범주로 구분하는 한편, 소각과 매립 두 개의 폐기물처리부문을 포함하는 폐기물투입산출행렬을 작성하였다.

이 연구에서 적용된 폐기물투입산출행렬은 기존의 정방행렬로 구성된 일반적인 투입산출표를 활용하되 폐기물의 처리와 관련하여 소각·매립 업종이 추가로 포함되었기 때문에, 소각·매립이 각 산업에 어떻게 연계되어 있는지를 파악하기 위하여 소각·매립 시설들에 대하여 설문조사를 실시하였다. 즉, 각 산업부문과 폐기물처리수단 사이의 경제활동 자료 및 소각·매립 등의 폐기물처리 과정에서 발생하는 폐기물 배출량 자료의 구축을 위하여 사업장 배출시설계 폐기물을 처리하는 민간소각장 및 민간매립장을 대상으로 하여 폐기물 처리과정에서 투입되는 투입물 현황 및 소각·매립 과정에서의 폐기물 배출량을 추정하였다.

구축된 일종의 폐기물투입산출행렬을 활용하여 소각·매립 정책의 변화 및 최종소비 등의 여건 변화가 각 업종별 산출량 및 폐기물배출량에 미치는 효과를 분석하고, 그 결과를 제시하는 한편, 동일한 상태의 경제여건 변화가 발생하더라도 소각·매립 정책의 차이가 발생할 경우에 그 파급효과는 상이하게 나타남을 제시하였다. 다만, 이 연구에서는 폐기물의 처리와 관련하여 소각과 매립의 두 개만을 고려하였다. 이 연구에서 활용된 분석방법은

추후 폐기물의 투입배출과 관련된 자료의 확보 작업과 병행된다면, 재활용 등 다양한 형태의 폐기물처리 수단에 대해서도 확장·적용이 가능할 것이다.

## | 참고 문헌 |

## &lt;국내 자료&gt;

- 김금수. 2014. 「사업장폐기물에 대한 지방세과세 방안」. 한국지방세연구원, p.43.
- 공성용, 신상철, 남재현. 2009. 「제품분류에 따른 대기오염물질 직간접 배출량 추정과 변화요인 분석」. 한국환경정책·평가연구원.
- 박상수. 2014. “매립부담금제 도입이 도시폐기물 에너지화에 미치는 영향”. 「저탄소자원순환」 1(1): 9.
- 신상철. 2012. 「폐기물처리 관련 업종의 여건변화가 여타 산업에 미치는 영향 분석」. 한국환경정책·평가연구원.
- 윤용승. 2013. 「폐기물처분부담금(소각·매립)제도 외국사례 조사」. 한국폐자원에너지기술협의회, p.23.
- 정정만. 2004. 「수도권매립지 폐기물 반입총량제도 개발 연구」. 수도권매립지관리공사, pp.59-62.
- 한국은행. 2014. 「2010년 산업연관표」.
- 환경부. 2015. 「2015 환경백서」, pp.431-432.
- 환경부·한국환경공단. 2011. 「전국 폐기물 발생 및 처리현황(2010년도)」.
- 환경부·한국환경공단. 2014. 「전국 폐기물 발생 및 처리현황(2013년도)」, pp.8-10, pp.18-31.

## &lt;해외 자료&gt;

- 中村愼一郎. 2000. “廢棄物處理と再資源化の産業聯關分析”. 「廢棄物學會論文誌」 11(2): 84-93.
- 産業廢棄物埋立稅檢証懇話會. 2013. 「産業廢棄物埋立稅檢証懇話會報告: 広島県の産業廢棄物埋立稅のあり方について(参考資料3)」. p.26.
- 広島県. 「産業廢棄物埋立稅制度について」. p.1. <https://www.pref.hiroshima.lg.jp/uploaded/attachment/40723.pdf> [2015.9.1].
- \_\_\_\_\_. 「平成26年度産業廢棄物埋立稅を活用した廢棄物対策事業」. p.1. <https://www.p>

- ref.hiroshima.lg.jp/uploaded/attachment/183464.pdf [2015.9.1].
- \_\_\_\_\_. <https://www.pref.hiroshima.lg.jp/site/eco/i-i1-sanpaizei-faq.html> [2015.9.1].
- 環境省. 2014. 「産業廃棄物の排出・処理状況について」. p.6.
- \_\_\_\_\_. 2015. 「平成27年版 環境・循環型社会・生物多様性白書」. pp.191-192.
- \_\_\_\_\_. <http://www.env.go.jp/recycle/waste/zei-kento/10/mat02.pdf> [2015.9.1].
- \_\_\_\_\_. [http://www.env.go.jp/recycle/waste\\_tech/kaigai/02.html](http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/kaigai/02.html) [2015.8.27].
- 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課. 2015. 「日本の廃棄物処理(平成25年度版)」. p.2.
- Beylot, A. 2014. *Environmental assessment of waste management policies: a Waste Input-Output Analysis*. Unpublished paper, pp.1-2.
- CEWEP. 2013. *A decade of Waste-to-Energy in Europe*. p.2.
- EPA. 2015. *Advancing Sustainable Materials Management: Facts and Figures 2013: Assessing Trends in Material Generation, Recycling and Disposal in the United States*. p.4, pp.143-144.
- European Commission. 2014. *Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council, Annex 8: An Overview of the European Reference Model on Waste*. pp.21-23.
- Eurostat. <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&plugin=1&language=en&pcode=tsdpc240> [2015.8.27].
- Fischer, C., M. Lehner and D. L. McKinnon. 2012. *Overview of the use of landfill taxes in Europe*. ETC/SCP Workpaper 1/2012.
- Kondo, Y., S. Nakamura. 2005. "Waste Input-Output Linear Programming Model with its Application to Eco-Efficiency Analysis". *Economic Systems Research*, 17(4): 393-408.
- Nakamura, S., Y. Kondo. 2002. "Waste Input-Output Model: concepts, data, and application". *Keio Economic Observatory(KEO) discussion paper G : Inter-disciplinary studies for sustainable development in Asian countries*. G-153, pp.1-21.
- Takase, K., Y. Kondo and A. Washizu. 2005. "An Analysis of Sustainable Consumption by the Waste Input-Output Model". *Journal of Industrial Ecology*, 9(1-2): 201-219.

## 〈부 록〉 해외의 매립·소각세 도입사례

### 1. 유럽연합(EU)의 매립·소각세 운영현황

EU는 매립지침(1999/31/EC)과 소각지침(2000/76/EC)에 매립·소각에 관한 환경기준 및 기술조건 등을 명시하고 이를 EU 회원국에 권고함으로써 폐기물의 발생억제, 재활용 및 회수를 권장하고 있다. 이와 관련하여 EU 회원국은 매립 및 소각 처리되는 폐기물을 대상으로 세금을 부과함으로써 폐기물의 발생억제를 추진하는 한편 재활용 촉진을 위한 정책재원을 확보하고 있다.

〈부록 표 1〉은 EU 회원국에 부과되는 매립·소각세의 현황을 정리한 표이다. 2014년 17개의 EU 회원국이 생활폐기물을 대상으로 매립세를 부과하고 있는 것으로 나타났다. 한편 매립세율은 톤당 최소 4유로(포르투갈)에서 톤당 최대 96유로(영국)까지 국가별로 상당한 차이를 보이는 것으로 나타났다.

오스트리아와 네덜란드는 2012년부터 생활폐기물에 대한 매립세를 폐지하였다. 오스트리아의 경우 2012년부터 전처리되지 않은 생활폐기물의 매립이 금지됨에 따라 자동적으로 생활폐기물 매립세가 폐지되었다. 이에 따라 2012년부터 전처리(MBT) 잔재물을 대상으로 매립세가 부과되기 시작하였으며 이 과정에서 세율이 톤당 87유로에서 톤당 29.8유로로 감소하였다. 네덜란드는 매립세를 폐지하기 이전까지 톤당 107유로의 높은 매립세를 부과하였다. 그러나 높은 매립세율에도 불구하고 매립세를 통하여 징수되는 세금이 적고 행정 부담이 점차 증가함에 따라 생활폐기물에 대한 매립세를 폐지한 것으로 파악된다.<sup>1)</sup>

소각세는 오스트리아, 벨기에, 덴마크, 에스토니아, 프랑스, 포르투갈, 스페인 등의 국가에서 시행되고 있다. 소각세율은 조사시점에 따라 차이가 있으나 톤당 1.07유로(2008년 포르투갈)에서 톤당 44유로(2008년 덴마크)까지 국가별로 상이한 것으로 나타났다. 소각세를 도입한 국가는 모두 매립세를 동시에 시행하고 있으며 대부분 국가의 소각세율이 매립세율보다 낮은 것으로 나타났다(부록 표 1 참조).

1) 윤용승(2013), p.23.

〈부록 표 1〉 각 회원국의 매립 및 소각에 부과된 세금(명목가액)

EU 회원국	매립세 - 도시폐기물(€/톤)						기타 폐기물 관련 세금(€/톤) (별도의 표시가 없는 경우 2012년 기준 가액)			
	2010	2011	2012	2103	2014	2015+	유해폐기물 <sup>3)</sup>	소각세	잔처리(MBT) 잔재물	소각잔재물
오스트리아	€ 87.00	€ 87.00	2012년 1월부터 잔처리되지 않은 폐기물의 매립금지 따라서 표 우측에 표시된 잔처리 잔재물의 매립세 적용	€ 79.56	€ 79.56	€ 79.56	€ 29.80	€ 8.00	€ 29.80	
벨기에-플랑드르 지역	€ 79.56	€ 79.56	€ 79.56	€ 79.56	€ 79.56	€ 79.56		€ 7.00(2008)		
벨기에-왈로니아 지역 (몰가지수반영)	€ 65.00	€ 65.52	€ 67.55	€ 68.90	€ 70.28	€ 71.69	매립세와 동일	€ 8.00		€ 12.50
벨기에-브라셀	데이터 없음	플랑드르와 왈로니아 지역으로 수출되는 경우 각 지역의 세율을 따르는 것으로 가정								
벨기에-Weighted	미확인	미확인	미확인	미확인	미확인	미확인	미확인	미확인		미확인
불가리아	€ 1.53	€ 1.53	€ 4.00	€ 8.00	€ 18.00	€ 18.00				
키프로스										
체코 공화국	€ 20.00	€ 20.00	€ 20.00	€ 20.00	€ 20.00	€ 20.00	€ 68.00(2011)			
덴마크	€ 63.00	€ 63.00	€ 63.00	€ 63.00	€ 63.00	€ 63.00	€ 21.30 <sup>1)</sup>	€ 44.00(2008)		
에스토니아	€ 12.00	€ 12.00	€ 12.00	€ 12.00	€ 12.00	€ 12.00	€ 12.00(2010)	€ 7.00		
핀란드	€ 30.00	€ 40.00	€ 40.00	€ 50.00	€ 50.00	€ 50.00				
프랑스	€ 20.00	€ 20.00	€ 30.00	€ 30.00	€ 30.00	€ 40.00	€ 20.00(2010)	€ 11.20 <sup>2)</sup>		
독일										
그리스										
헝가리										
이탈리아	€ 30.00	€ 50.00	€ 65.00	€ 75.00	€ 75.00	€ 75.00				
이탈리아	€ 30.00	€ 30.00	€ 30.00	€ 30.00	€ 30.00	€ 30.00	€ 5.16 - € 25.82			
라트비아	€ 4.27	€ 7.11	€ 9.96	€ 9.96	€ 9.96	€ 9.96	€ 21.34			
리투아니아	€ 22.00	€ 22.00	€ 22.00	€ 22.00	€ 22.00	€ 22.00				

〈부록 표 1〉 각 회원국의 매립 및 소각에 부과된 세금(명목가격) (계속)

	매립세 - 도시폐기물(€/톤)							기타 폐기물 관련 세금(€/톤) (별도의 표시가 없는 경우 2012년 기준 가격)			
	2010	2011	2012	2103	2014	2015 +	유해폐기물 <sup>3)</sup>	소각세	잔재물(MBTI) 잔재물	소각잔재물	
EU 회원국	2010	2011	2012	2103	2014	2015 +					
룩셈부르크											
몰타											
네덜란드	이전까지 € 107.00의 세금을 유지하였으나 2012년 1월부터 폐지됨										
폴란드	€ 26.60	€ 26.60	€ 26.60	€ 26.60	€ 26.60	€ 26.60					
포르투갈	€ 4.00	€ 4.00	€ 4.00	€ 4.00	€ 4.00	€ 4.00	€ 6.00(2011)	€ 1.07(2011)			
루마니아											
슬로바키아											
슬로베니아	€ 11.00	€ 11.00	€ 11.00	€ 11.00	€ 11.00	€ 11.00	€				
스페인 - 카탈루냐 지역	€ 10.00	€ 12.00	€ 12.00	€ 12.00	€ 12.00	€ 12.00	22.00(2010)				
스페인 - 기타지역								€ 5.50(2011)			
스페인 - Weighted	미확인	미확인	미확인	미확인	미확인	미확인		미확인			
스웨덴	€ 47.00	€ 47.00	€ 47.00	€ 47.00	€ 47.00	€ 47.00	€ 47.00			€ 47.00	
영국 <sup>4)</sup>	€ 57.60	€ 67.20	€ 76.80	€ 86.40	€ 96.00	€ 96.00			매립세와 동일	€ 3.13	
크로아티아											

주: 1) 덴마크의 유해폐기물 관련 세율은 2015년 톤당 63.00유로로 인상됨

2) 프랑스의 소각세는 2013년부터 톤당 14유로로 인상됨

3) 유해폐기물 처리세는 소각 관련 대기오염 방지시설에서 발생한 잔재물 처리 모델링에 적용됨

4) 영국의 물가는 파운드 당 1.2유로로 환산함

자료: European Commission(2014), pp.21-23.

## 2. 일본의 매립·소각세(산업폐기물세) 운영현황

### 가. 산업폐기물세 개요

일본의 폐기물은 크게 일반폐기물과 산업폐기물로 구분된다. 일반폐기물은 가정 혹은 사업장에서 배출된 생활계 쓰레기로 일반적으로 자치단체가 수집·운반 및 처리 업무를 수행한다. 일반폐기물은 자치단체의 체계적 관리가 가능하다. 그러나 처리비용을 세금으로 충당하기 때문에 자치단체의 재정적 부담이 증가하게 된다. 한편 산업폐기물은 산업활동 과정에서 발생한 폐기물로 일반적으로 배출사업자가 처리의무를 진다. 산업폐기물은 배출사업자가 스스로 처리의무를 지기 때문에 자치단체의 재정부담은 비교적 낮은 편이나 환경대책상의 제제가 약한 편이다. 이와 관련하여 일본은 산업폐기물에 세금(산업폐기물세)을 부과하는 방식으로 환경적 제제를 가함으로써 산업폐기물 최종처분(매립)량의 저감을 유도하고 있다.

김금수(2014)<sup>2)</sup>는 일본의 산업폐기물세(産業廃棄物税)가 시행될 수 있게 된 법률적 배경으로 “2000년 4월 「지방분권일괄법(地方分権一括法)」 시행에 따른 지방세법의 개정”을 언급한 바 있다. 당시 지방세법이 개정되면서 ‘법정 외 목적세’의 신설이 가능하게 되었다. ‘지방 외 목적세’란 특정한 목적이나 사업의 경비를 조달하기 위하여 자치단체의 조례에 지정하는 세금을 말한다.<sup>3)</sup> 즉 산업폐기물세의 경우 산업폐기물의 배출억제 및 매립, 감량화, 재활용 촉진을 목적으로 도입된 ‘지방 외 목적세’로서 매립·소각 처리시설에 반입되는 산업폐기물에 부과되는 세금이다.

〈부록 표 2〉는 일본의 자치단체별 산업폐기물세 운영현황을 나타낸 표이다. 2011년 7월 기준 일본의 총 48개 자치단체 중 28개의 자치단체가 산업폐기물세를 운영하고 있는 것으로 나타났다. 미에, 시가, 후쿠오카, 사가, 나가사키, 오이타, 미야자치, 가고시마의 8개 자치단체는 매립과 소각 처리되는 산업폐기물에 세금을 부과하고 있으며 나머지 20개의 자치단체는 매립 처리되는 경우에만 산업폐기물세를 부과하고 있다.

대부분의 지자체가 2003년과 2004년 사이에 산업폐기물세를 도입하였으며, 5년간 시행

2) 김금수(2014), p.43.

3) 広島県(<https://www.pref.hiroshima.lg.jp/site/eco/i-i1-sanpaizei-faq.html> [2015.9.1]).

할 것을 목표로 삼았다. 그러나 조사시점(2011년)이 제도시행 이후 5년을 경과하였음에도 불구하고 대부분 산업폐기물세를 유지하는 것으로 나타났으며, 일부 지자체는 간담회 등을 통하여 제도 유지를 위한 논의를 진행 중이다(부록 표 2 참조).

일본의 산업폐기물세는 비교적 동일한 세율(1000엔/톤)이 적용된다. 그러나 이는 일반적으로 최종처분시설에 반입되는 경우 즉 매립 처리되는 산업폐기물에 적용되는 사항이다. 소각시설에 반입되는 산업폐기물의 경우 톤당 800엔의 세금이 부과되고 있다. 한편 미에 현, 시가 현 등은 기타 중간처리시설에 반입되는 산업폐기물에도 세금을 부과하고 있다. 이때 부과되는 세금은 시설별로 100톤에서 900톤까지 다양하다(부록 표 2 참조).

〈부록 표 2〉 산업폐기물세를 도입한 지자체의 상황(2011년 7월 기준)

No	지자체명	시행일자	과제기간 (조례부칙)	세율	징수방법	검토상황
1	홋카이도	2006.10.1	조례 시행 후 5년간을 목표로 검토	1000엔/톤	특별징수	검토 <sup>1)</sup>
2	아오모리 현	2004.1.1	조례 시행 후 5년간을 목표로 검토	1000엔/톤	특별징수	계속
3	이와테 현	2004.1.1	조례 시행 후 5년간을 목표로 검토	1000엔/톤	특별징수	계속
4	미야기 현	2005.4.1	2015년 3월 31까지	1000엔/톤	특별징수	계속
5	아키타 현	2004.1.1	조례 시행 후 5년간을 목표로 검토	1000엔/톤	특별징수	계속
6	야마가타 현	2006.10.1	조례 시행 후 5년간을 목표로 검토	1000엔/톤	특별징수	계속 (현행대로)
7	후쿠시마 현*	2006.4.1	2015년 말까지를 목표로 검토	1000엔/톤	특별징수	계속
8	니이가타 현	2004.4.1	조례 시행 후 5년간을 목표로 검토	1000엔/톤	특별징수	계속
9	아이치 현*	2006.4.1	조례 시행 후 5년간을 목표로 검토	1000엔/톤	특별징수	계속
10	미에 현*	2002.4.1	조례 시행 후 5년간을 목표로 검토	1000엔/톤	신고납부	계속 및 검토 <sup>2)</sup>
11	시가 현*	2004.1.1	조례 시행 후 5년간을 목표로 검토	1000엔/톤	신고납부	계속
12	교토 부	2005.4.1	조례 시행 후 5년간을 목표로 검토	1000엔/톤	특별징수	계속
13	나라 현	2004.4.1	2013년도 까지 목표로 검토	1000엔/톤	특별징수	계속

〈부록 표 2〉 산업폐기물세를 도입한 지자체의 상황(2011년 7월 기준) (계속)

No	지자체명	시행일자	과제기간 (조례부칙)	세율	징수방법	검토상황
14	돗토리 현	2003.4.1	2013년 3월 31일 까지	1000엔/톤	특별징수	계속 및 검토 <sup>3)</sup>
15	시마네 현	2005.4.1	시행일로부터 5년간 효력유지	1000엔/톤	특별징수	계속
16	오카야마 현	2003.4.1	조례 시행 후 5년간을 목표로 검토	1000엔/톤	특별징수	계속 및 검토 <sup>3)</sup>
17	히로시마 현	2003.4.1	시행일로부터 10년간 효력유지	1000엔/톤	특별징수	검토 <sup>4)</sup>
18	야마구치 현	2004.4.1	조례 시행 후 5년간을 목표로 검토	1000엔/톤	특별징수	계속
19	에히메 현	2009.4.1	시행 후 3년 및 5년 상황조사, 5년 목표로 검토	1000엔/톤	특별징수	검토 <sup>2)</sup>
20	후쿠오카 현*	2005.4.1	조례 시행 후 5년간을 목표로 검토	1000엔/톤	특별징수	계속
21	사가 현*	2005.4.1	2014년도까지를 목표로 검토	1000엔/톤	특별징수	계속
22	나가사키 현*	2005.4.1	조례 시행 후 5년간을 목표로 검토	1000엔/톤	특별징수	계속
23	구마모토 현	2005.4.1	조례 시행 후 5년간을 목표로 검토	1000엔/톤	특별징수	계속
24	오이타 현*	2005.4.1	조례 시행 후 5년간을 목표로 검토	1000엔/톤	특별징수	계속
25	미야자키 현*	2005.4.1	조례 시행 후 5년간을 목표로 검토	1000엔/톤	특별징수	계속
26	가고시마 현*	2005.4.1	2014년도까지를 목표로 검토	1000엔/톤	특별징수	계속
27	오키나와 현	2006.4.1	조례 시행 후 5년간을 목표로 검토	1000엔/톤	특별징수	계속
28	기타큐슈 시	2003.10.1	조례 시행 후 5년간을 목표로 검토	1000엔/톤	신고납부	계속

주: 1) 홋카이도는 기한 만료 후에 대해서, 2011년도 전문가에 의한 검토위원회를 설치, 2014.3.31까지 의견을 정리하기로 함(현행대로 계속 유지하는 방향).

2) 미에 현과 에히메 현은 기한 만료 후에 대하여 2011년도 검토 중(현행대로 계속 유지하는 방향).

3) 돗토리 현과 오카야마 현은 기한 만료 후 시행검토 예정(2012년 검토예정).

4) 히로시마 현은 기한 만료 후 검토를 위해 2011년 5월 간담회 설치.

\* 후쿠시마 현: 총 반입량이 1만 톤을 넘을 경우 500엔/톤.

\* 아이치 현: 자가처리사업자는 500엔/톤 부과.

\* 미에 현: 최종처리시설 반입 기준임. 한편, 중간처리시설별로 반입 기준 상이(소각탈수시설 - 100엔/톤, 건조중화시설 300엔/톤, 유수분리시설 200엔/톤, 기타 1,000엔/톤).

\* 사가 현: 최종처리시설 반입 기준임. 중간처리시설별로 반입 기준 상이(소각탈수시설 - 100엔/톤, 건조중화시설 300엔/톤, 열수분발효시설 600엔/톤, 유수분리시설 900엔/톤, 기타 1,000엔/톤).

\* 후쿠오카, 사가, 나가사키, 오이타, 미야자키, 가고시마: 소각시설반입의 경우 800엔/톤.

자료: 産業廃棄物立上税検証懇話会(2013), p.26을 바탕으로 연구진 일부내용 발췌.

산업폐기물세의 납세의무자는 기본적으로 산업폐기물을 최종처분장에 반입하는 배출사업자이다. 단 자치단체의 산업폐기물세 징수방식에 따라 납세의무자에 중간처리업자 혹은 최종처분업자가 포함되기도 한다. 산업폐기물세는 처리시설로 반입된 산업폐기물의 무게를 기준으로 세금이 부과된다. 따라서 자신이 배출한 산업폐기물을 자체적인 처리시설로 처리하는 경우에는 별도로 산업폐기물세를 부과하지 않는다. 산업폐기물세의 주요 내용을 정리하면 다음의 <부록 표 3>과 같다.

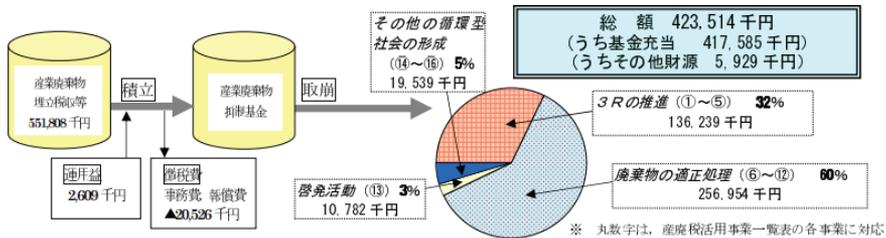
〈부록 표 3〉 산업폐기물세의 개요

구분	내용
세금의 목적	- 산업폐기물 매립억제를 도모하는 동시에 산업폐기물의 배출억제, 감량화, 재활용, 기타 산업폐기물의 적정처리에 관한 시책비용 충당
납세의무자	- 현 내의 산업폐기물 최종처분장에 산업폐기물을 반입하는 배출사업자 (중간처리업자 포함)
과세대상	- 현 내의 최종처분장에 산업폐기물을 반입하는 행위
과세표준	- 최종처분장에 반입되는 산업폐기물의 무게
세율	- 1,000엔/톤
징수방법	- 현 내 최종처분업자에 의한 특별징수방식
세수의 용도	- 산업폐기물의 배출억제, 감량화, 재활용, 기타 산업폐기물의 적절한 처리에 관한 시책에 소요되는 비용을 충당
과세기간	- 제1기: 2003년 4월 1일 ~ 2008년 3월 31일 - 제2기: 2008년 4월 1일 ~ 2013년 3월 31일
과세면제	- 자사처분(자신이 배출한 산업폐기물을 자신이 보유한 최종처분장에 스스로 반입하여 처리)
개요도	<pre> graph TD     A["(납세의무자) 배출사업자"] -- "(과세대상)" --&gt; B["(납세의무자) 중간처리업자"]     B -- "(과세대상)" --&gt; C["(특별징수의무자) 최종처리업자"] </pre>

자료: 広島県 (<https://www.pref.hiroshima.lg.jp/uploaded/attachment/40723.pdf> [2015.9.1]), p.1.

산업폐기물세를 통하여 징수된 세금은 그 목적에 따라 ‘사업장폐기물의 발생·배출억제, 감량화, 재활용 및 기타 적정처리에 관한 시책에 필요한 비용’으로 사용되고 있다(부록 표 3 참조). 히로시마 현의 예를 살펴보면 2014년 히로시마 현은 산업폐기물세를 통하여 총 5억 5,180만 8,000엔의 세금을 징수하였다. 산업폐기물세 징수과정에서 발생한 운영이익과 사용된 사무비, 보상비 등의 징세비를 반영한 금액을 산업폐기물 억제기금으로 적립하였다.

적립된 산업폐기물 억제기금 중 4억 2,351만 4,000엔을 산업폐기물 적정처리 및 환경과 관련된 시책에 사용하였다. 사용된 금액을 세부적으로 살펴보면 산업폐기물의 적정처리에 60%, 3R 추진에 32%, 기타 순환형 사회의 형성에 5%, 계발활동에 3%의 세금을 사용<sup>4)</sup>하였다(부록 그림 1 참조).



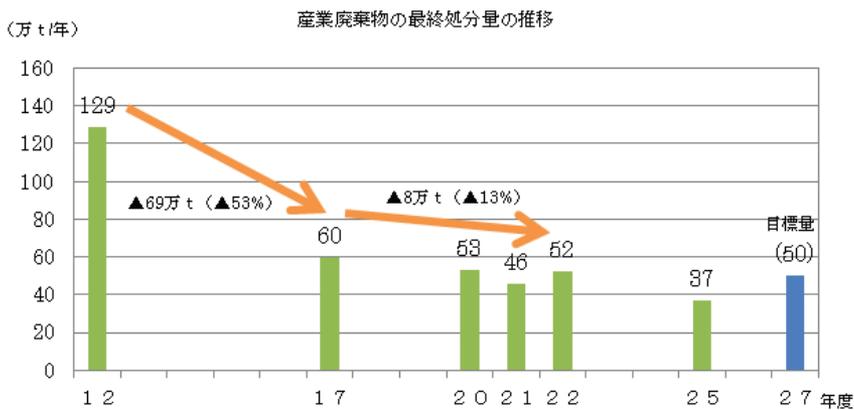
자료: 広島県(<https://www.pref.hiroshima.lg.jp/uploaded/attachment/183464.pdf> [2015.9.1]), p.1.

〈부록 그림 1〉 2014년 히로시마 현의 산업폐기물 매립세를 통한 폐기물 시책사업

한편 일본의 산업폐기물세의 도입은 산업폐기물 매립량 감소에 일정부분 기여함으로써 세금징수의 목적을 달성한 것으로 여겨진다.

- 4) - 폐기물적정처리: 폐기물 배출사업자 책임강화 대책사업, 불법투기 감시체제 강화사업, 산업폐기물 처리정보관리 추진사업, 산업폐기물 처리실태 조사사업, PCB 폐기물 처리 촉진사업, 공공부문 폐기물처분장 정비사업, 지역 내 폐기물 대책 지원사업 등.
- 3R 추진: 폐기물 배출억제·재활용 설비 및 정비금액 조성사업, 사업장 내 폐기물 배출억제 지원사업, 순환형 사회 형성 추진 기능사업, 폐기물 배출억제·재활용 관련 연구 개발비 조성사업, 빈고(히로시마 현 동부 예전 지역명)에코타운 추진사업 등.
- 기타 순환형 사회의 형성: 폐기물 순환 이용시스템 구축사업, 세토우치(せとうち) 해안에 표착된 쓰레기대책 추진사업, 정확조 적정유지 관리 촉진사업 등.
- 계발활동(啓発活動): 환경보전활동 지원사업 등.

히로시마 현의 경우 2003년 4월 1일 산업폐기물세를 도입하였다. 히로시마 현의 산업폐기물 매립량은 산업폐기물세 도입 이전인 2000년(H12) 129만 톤에서 산업폐기물세 도입 이후인 2005년(H13) 60만 톤으로 2000년 대비 약 53%만큼 감소한 것으로 나타났다. 또한 2010년(H22)에는 2005년(H17) 산업폐기물 매립량인 60만 톤의 13%에 해당하는 약 8만 톤만큼 산업폐기물 매립량이 감소하는 등 지속적으로 감량화가 진행되고 있어 산업폐기물세의 도입효과가 높다<sup>5)</sup>고 판단된다(부록 그림 2 참조).



※平成27年度の目標値 (50万t) は、第3次広島県廃棄物処理計画における目標値です。

주: H27년의 목표치(50만 톤)은 제3차 히로시마 현 폐기물 처리계획 목표임.

자료: 広島県(<https://www.pref.hiroshima.lg.jp/site/eco/i-i1-sanpaizei-faq.html> [2015.8.26]).

## 〈부록 그림 2〉 히로시마 현 산업폐기물의 매립량(최종처분량) 변화 추이

### 나. 산업폐기물세 징수방식

산업폐기물세를 징수하는 방식은 크게 두 가지(신고납부, 특별징수)가 있다. 2004년 기준 미에 현, 시가 현, 기타큐슈 시를 제외한 모든 자치단체가 특별징수 방식을 통하여 산업폐기물세를 징수하고 있다.

특별징수는 납세의무자만 존재하는 신고납부와 달리 ‘특별징수의무자’가 있다는 점이 특징이다. 이때, 특별징수의무자가 최종처분업자인지 혹은 소각처리업자 및 최종처분업자

5) 広島県(<https://www.pref.hiroshima.lg.jp/site/eco/i-i1-sanpaizei-faq.html> [2015.8.26]).

인지에 따라 ‘① 최종처분업자 특별징수 방식’ 과 ‘② 소각처리·최종처분업자 특별징수 방식’ 으로 세분화할 수 있다.

〈부록 표 4〉 산업폐기물세 특별징수 방식

구분	최종처분업자 특별징수 방식	소각처리·최종처분업자 특별징수 방식
개요도		
과세객체	- 최종처분장에 반입되는 산업폐기물	- 소각시설 및 최종처분장에 반입되는 산업폐기물
과세표준	- 최종처분장에 반입되는 산업폐기물의 무게	- 소각시설 및 최종처분장에 반입되는 산업폐기물의 무게
납세의무자	- 최종처분장에 반입되는 산업폐기물의 <b>배출사업자 및 중간처리업자</b>	- 소각시설 및 최종처분장에 산업폐기물을 반입하는 <b>배출사업자 및 중간처리업자</b>
특별징수업자	- <b>최종처분업자</b>	- <b>소각처리업자 및 최종처분업자</b>
지방단체명	(시행) 돗토리 현, 오카야마 현, 히로시마 현, 아오모리 현, 이와테 현, 아키타 현, 나가타 현, 아마구치현 (시행예정) 미야기 현, 교토 부 (검토) 시마네 현	(검토) 후쿠오카 현, 사가 현, 나가사키 현, 오이타 현, 미야자키 현, 가고시마 현, 구마모토 현, 오키나와 현

주: 본 표의 조사시점(H16년 5월)에 따라 조사시점이 다른 표와 시행지역 간 차이가 있을 수 있음.

자료: 環境省(<http://www.env.go.jp/recycle/waste/zei-kento/10/mat02.pdf> [2015.9.1]), pp1-2

‘최종처분업자 특별징수 방식’ 은 최종처분장(매립지)에 반입되는 산업폐기물에 세금을 부과하는 방식이다. 따라서 특별징수의무자는 최종처분업자가 된다. 특별징수의무자는 납세의무자인 배출사업자로부터 세금을 징수하고 납세의무자를 대신하여 자치단체에 납세하는 역할을 수행한다. ‘최종처분업자 특별징수 방식’ 은 다수의 자치단체가 일반적으로 사용하고 있는 징수방식이다(부록 표 4 참조).

한편 ‘소각처리·최종처분업자 특별징수 방식’ 은 최종처분장 뿐만 아니라 소각시설에

반입되는 산업폐기물에 세금을 부과하는 방식이다. 따라서 특별징수의무자는 최종처분업자와 소각처리업자가 된다. ‘소각처리·최종처분업자 특별징수 방식’은 특별징수의무자로 소각처리업자를 포함하고 있기 때문에 매립세 뿐만 아니라 소각세의 성격도 띠고 있다. ‘소각처리·최종처분업자 특별징수 방식’을 사용하고 있는 후쿠오카 현, 사가 현, 나가사키 현, 오이타 현, 미야자키 현, 가고시마 현 등은 소각시설에 반입된 산업폐기물에 톤당 800엔의 세금을 부과하고 있다(부록 표 4 참조).

신고납부는 별도의 특별징수의무자 없이 납세의무자가 스스로 세금을 납부하는 방식을 말한다. 이때, 납세의무자가 배출사업자인지 혹은 최종처분업자인지에 따라 ‘① (배출)사업자 신고납부 방식’과 ‘② 최종처분업자 신고납부 방식’으로 세분화할 수 있다.

〈부록 표 5〉 산업폐기물세 신고납부 방식

구분	사업자 신고납부 방식	최종처분업자 신고납부 방식
개요도		
과세객체	- 중간처리시설, 최종처분장에 반입되는 산업폐기물	- 최종처분장에 매립되는 산업폐기물
과세표준	- 중간처리시설, 최종처분장 반입무게에 처리계수를 곱하여 얻는 무게	- 최종처분장에 매립되는 산업폐기물의 무게
납세의무자	- 중간처리시설, 최종처분장에 반입하는 <b>배출사업자</b>	- <b>최종처분업자</b> 및 자가처분업자
지방단체명	(시행) 미에 현, 시가 현	(시행) 기타큐슈 시

주: 본 표의 조사시점(H16년 5월)에 따라 조사시점이 다른 표와 시행지역 간 차이가 있을 수 있음.

자료: 環境省(<http://www.env.go.jp/recycle/waste/zei-kento/10/mat02.pdf> [2015.9.1]), pp.1-2

‘(배출) 사업자 신고납부 방식’은 납세의무자인 배출사업자가 중간처리시설 혹은 최종 처분시설로 반입하는 산업폐기물에 대하여 스스로 신고하여 산업폐기물세를 납세하는 방식이다. 미에 현과 시가 현이 ‘사업자 신고납부 방식’을 채택하였으며 이들은 중간 및 최종처리시설별로 상이한 세금을 부과하고 있다(부록 표 5 참조).

한편 ‘최종처분업자 신고납부 방식’은 납세의무자인 최종처분업자가 산업폐기물세를 납세하는 방식으로 최종처분업자가 최종처분장에 받아들이는 산업폐기물의 물량을 신고 하여 납세하는 방식이다. 따라서 ‘최종처분업자 신고납부 방식’은 ‘사업자 신고납부 방식’과 달리 최종처분장에 반입되는 산업폐기물만을 대상으로 세금을 부과한다(부록 표 5 참조).

# Abstract

## **An Application of the Waste Input-Output Analysis in Korea**

Considering that virtually all economic activities generate waste, it is important to find the proper way to dispose waste at lower cost to the economy. The goal of this study is to evaluate the economic interdependence between the waste disposal sectors and other sectors of the Korean economy. Waste disposal methods discussed in this study include landfill and incineration. For analysis, we combined Input-Output Table for Korea with the amount of industrial wastes to produce a waste Input-Output matrix.

Due to limitation of available data, we used data from several sources: some were obtained from the Input-Output Table, and others were individually collected from industries by the authors. The results suggested in the study may be used as a basic guideline in choosing the waste treatment scheme for the disposal of wastes generated from industry sectors.

Keywords : Input-Output, Incineration, Landfill, Industrial Waste

## | 저자 약력 |

### 신상철

Texas A&M University 농업경제학 박사

한국환경정책·평가연구원 연구위원(현)

E-mail : scshin@kei.re.kr

### 주요 논문 및 보고서

「농어촌 지역 생활폐기물의 효율적 처리 방안 연구」 (2014, 한국환경정책·평가연구원)

「폐전기·전자제품 및 폐자동차의 자원순환 고도화 방안 마련」 (2014, 한국환경정책·평가연구원)

### 박효준

한국환경정책·평가연구원 위촉연구원(현)

E-mail : hjpark@kei.re.kr

### 한인성

한국산업폐자원공제조합 기술지원팀장(현)

E-mail : ggandole@kiwrma.or.kr