폐기물 저감·재활용·에너지화 기술의 R&D 투자 현황 분석

홍정석 · 김형건*

한국과학기술기획평가원, *(주)포스코건설 토목환경사업본부
(2012년 8월 3일 접수, 2012년 9월 3일 수정, 2012년 9월 5일 채택)

Analysis of R&D investment of waste reduce, recycle and energy recovery technology

Jung Suk Hong · Hyung-Gun Kim*

Korea Institute of S&T Evaluation and Planning, *POSCO E&C Civil and Environment Division
(Received 3 August 2012, Revised 3 September 2012, Accepted 5 September 2012)

요 약

폐기물 저감·재활용·에너지화 기술은 27대 중점 녹색기술 중 하나로, 2012년까지 정부 R&D 투자가 증가해야 함에도 불구하고, 2008년~2010년 기간 동안 연평균 증가율이 오히려 감소하였다. 이에 따라 동 분야의 정부 R&D 투자 현황을 상세히 분석하였고, 그 결과 총 정부 R&D 투자는 감소하였지만, 동 분야에서 정의하는 전략제품·서비스 기술에 대한 투자는 증가하고 집중화 되는 추세로 나타나 투자의 질적인 측면은 양호했다고 판단된다. 특히 2010년에는 전략제품·서비스 기술 중 3개 기술군(① 폐기물 에너지화설비, ② 폐기물 자원순환시설, ③ 폐기물기반 물질생산시설)의 비중이 24 ~ 28%로 비교적 균등하게 투자되어, 정부 R&D 투자는 질적으로 적절했다고 판단되어 진다. 이러한 분석들은 향후 녹색기술 R&D 정책 추진점점에서 활용할 수 있을 것이다.

주요어 : 폐기물 저감·재활용·에너지화, 녹색성장, 27대 중점녹색기술, 전략제품·서비스 기술

Abstract - Waste reduce, recycle, energy recovery technology is one of 27 key green technology by 2012, the government should increase R&D investment, despite the period 2008 to 2010 average annual growth rate was decreased. Accordingly, this area of government investment in R&D status analyzed in detail and as a result, total government investment in R&D decreased, but in these fields to define strategic product·services investment in technology is increasing centralization trend that appears to be investment in the quality of determined that the good is. In particular, in 2010, strategic product·service of the technologies 3 technology groups (① waste energy equipment ② waste resource recycling facilities ③ waste based materials production facilities) the proportion of 24-28% relatively evenly invested, government R&D is judged that adequate investment in quality.

Key words : Waste reduce·recycle·energy recovery, Green growth, 27 focus on green technology, Strategy products, Services technology

1. 서 론

우리나라는 2008년 녹색성장을 중요한 국가정책으로 추진하면서, 2009년에는 부처합동으로 “녹색기술 연구개발 종합대책”을 수립하여 27대 중점녹색기술 선정 등, R&D 측면에서도 녹색기술에 대한 종합대책을 마련하여 시행하였다. 녹색성장의 키는 에너지

[†]To whom corresponding should be addressed.
KISTEP 68, Mabang-ro, Seocho-gu, Seoul, SEOUL 137-717
Rep. of KOREA
Tel : 02-589-2296 E-mail : jshong@kistep.re.kr

문제가기 때문에 27대 중점녹색기술 중 대부분은 에너지 관련 기술이 선정되었다. 선정된 27대 중점기술은 기술별로 단기집중, 중기집중, 장기집중, 장기점중 4가지 투자유형에 따라 전략적으로 투자하도록 계획하였으며, 중점 녹색기술에 대해 '12년까지 '08년 대비 2배 이상으로 투자규모를 확대하는 것을 목표로 하였다.

앞으로 녹색기술 R&D 정책의 목표 달성 여부를 점검하고 향후 추진방향을 모색해야 할 시점이 다가오고 있다. 이러한 점검 과정에서 기 계획된 목표를 달성했는지 여부는 기본적으로 검토해야 할 대상일 것이며, 녹색기술 R&D 정책의 경우 가장 중요한 목표 중의 하나는 정부 R&D 투자규모의 증가였다. 이에 따라 녹색기술 R&D 정부투자 규모를 정확히 산정하기 위해 녹색성장위원회는 2010년부터 녹색기술 조사·분석 보고서를 통해 녹색기술 R&D 정부투자 규모를 파악해오고 있다.(Fig 2.~3.)

현재까지 27대 중점녹색기술 전체에 대한 정부 R&D 총 투자는 2008~2010년 기간 27.6%의 연평균 증가율을 나타내고 있어 녹색기술 R&D 전체 정부 투자규모 측면에서 보면 목표달성에는 문제가 없을 것으로 보이나, 27대 중점녹색기술 중 일부는 투자규모가 감소된 것으로 나타났다. 이러한 경우, 해당 기술의 투자에 대한 면밀한 분석을 통해 현황을 파악하여 향후 추진방향을 모색해야 할 필요가 있을 것이나, 현재까지 이러한 문제에 적용할 적절한 분석틀은 마련되어 있지 않다.

이에 따라 본 연구는 투자규모가 감소한 27대 중점녹색기술 중 하나인 '폐기물 저감·재활용·에너지화 기술'을 선정하여 보다 면밀한 검토를 실시하고, 향후 녹색기술 R&D 정책의 점검에 활용할 수 있는 분석틀을 제시하기 위해 추진되었다. 폐기물 저감·재활용·에너지화 기술은 2008~2010년의 기간 동안 연평균 - 4.1%로 감소한 것으로 나타나, 같은 기간 다른 중점녹색기술의 평균 증가율인 27.6%보다 현저히 낮은 것으로 파악되었다.

'폐기물 저감·재활용·에너지화 기술'은 폐기물 정책의 가장 중요한 개념과 연계된 기술이다. 도시화,

Fig. 1. The need for enforcement 4R policy

산업화가 진행되면서 대량 생산체제 내에서 다량의 폐기물이 발생되고 있으며, 2차환경오염의 우려에 따라 님비현상 등에 의하여 매립 및 소각이 어려운 상황이다. 폐기물 순환이용에 있어서 가장 기본이 되는 정책인 4R정책은 Reduce(발생량 저감), Reuse(재사용), Recycle(재생이용), Recovery(에너지회수)로 구분되고 있는데, 이 중에서 공학적인 접근이 필요한 부분이 저감, 재생이용, 에너지회수이며, 이들 기술의 개발에 의하여 생활환경 개선과 동시에 자원의 절약과 순환이용이 가능하다. Fig 1은 4R 정책 시행의 필요성에 대해 설명하였다.

본 고에서는, '폐기물 저감·재활용·에너지화 기술'의 정부 R&D 추진 상황을 점검하기 위해, '폐기물 저감·재활용·에너지화 기술'의 전략제품·서비스 기술체계¹⁾에 의한 분석 및 국가연구개발사업 유형별 분석 등 세부적인 정부 R&D투자 현황을 상세히 분석하여 정부 R&D투자의 문제점은 없는지 검토하고, 동 분야의 정책, 산업, 시장 등의 동향을 분석하여 정책적 제언 도출을 위한 심층 분석을 추진하였다. 이를 통해 동 분야의 향후 정부 R&D사업의 효율적 추진을 위한 시사점을 도출하려 한다.

2. 연구방법

본 연구는 최근 3년간(2008~2010) 국가연구개발사업 과제정보(NTIS)를 활용하여 분석한 녹색기술 국가연구개발사업 조사·분석 자료를 기반으로, 27대

1) 녹색성장위원회에서는 녹색기술 연구개발 종합대책 수립 이후 상세한 추진전략 마련을 위한 녹색기술·산업 전략로드맵을 수립하면서 27대 중점녹색기술별로 상세한 전략제품·서비스 체계를 설정하였다. 즉 전략제품·서비스는 각 27대 중점녹색기술에서 목표가 되는 핵심적인 내용으로 볼 수 있다. 이 전략제품·서비스 체계는 2011년 '27대 중점녹색기술 로드맵 점검'을 통해 일부 미세한 수준에서 수정 보완되었다. 그러나 여전히 동일한 전략제품·서비스가 중복되어 나타나는 등 체계상 문제가 있는 것으로 보이며, 본 고에서는 이를 고려하여 과제분류가 가능한 수준에서 전략제품·서비스 체계를 적용·분류하였다.

Fig. 2. Investment ratio of 27 focus on green technology (2010)

Fig. 3. Investment of increasing status in 27 focus green technology status (2009~2010)

중점녹색기술 중 ‘폐기물 저감·재활용·에너지화 기술’로 분류된 531개 세부과제를 대상으로 분석하였다.

해당 과제들을 전략제품·서비스 기술 분야별로 상세히 재분류하고, 각 과제들이 포함되어 있는 사업의 특성을 파악하여 사업유형을 과제별로 구분하였다. 이렇게 분류된 과제들의 정부 투자비 정보를 활용하여 ‘폐기물 저감·재활용·에너지화기술’에 대한 2008~2010년도 정부 R&D 투자현황을 심층 분석하였다.

3. 투자 현황 및 기술 동향 분석

3-1 27대 중점녹색기술별 투자 현황

2010년도 전체 녹색기술 세부과제 중에서 27대 중점녹색기술 수행 연구과제로 분류된 206개 사업 내 3,835개 세부과제에 대한 투자액은 1조 7,125억원으로 전년대비 20.2%(2,873억원) 증가 하였다. 최근 3년간(2008~2010년) 27대 중점녹색기술에 대한 투자액, 사업수, 세부과제수의 연평균 증가율을 살펴보면, 중점녹색기술 투자액은 27.6%, 사업수는 18.0%, 세부과제수는 16.7% 증가 하였다.

Fig 2와 같이 투자비중이 높은 중점녹색기술은 지능형 교통·물류기술로 7.4%(1,670억원)이며, ‘폐기물 저감·재활용·에너지화 기술’은 2.1%(478억원)로 27대 중점녹색기술 중 16번째의 투자 비중을 나타내었다. Fig 3은 2009년부터 2010년 사이의 27대

Fig. 4. Investment of increase or decrease status on strategy product, services technology and other technology (2008~2010)

중점녹색기술의 투자 증감 현황을 나타내는 것으로, '폐기물 저감·재활용·에너지화 기술'은 전년대비 10% 증가하고 있음을 보여주고 있다.

3-2 전략제품·서비스 기술(군)별 투자 현황 분석

중점녹색기술 '폐기물 저감·재활용·에너지화 기술'의 전략제품·서비스 기술 분야별 2008~2010년도 투자현황을 분석하였다. 이를 위해 국가연구개발사업 중 녹색성장위원회에서 '폐기물 저감·재활용·에너지화 기술'로 분류한 3개년도 531개 각 과제들을 모두 전략제품·서비스 기술로 상세히 재분류하였다.

그 결과 Fig 4와 같이 2009년과 2010년 모두 '폐기물 저감·재활용·에너지화 기술'에 대한 정부 R&D 총 투자는 2008년에 비해 감소하였지만, 같은 기간 전략제품·서비스 기술만 보면 연평균 7.9%로 R&D 투자가 증가하였기 때문에, 실질적으로는 전략제품·서비스에 R&D 투자가 집중되는 양상을 나타내고 있음을 알 수 있다.

Table 1에서와 같이 2010년 '폐기물 저감·재활용·에너지화 기술'의 전략제품·서비스 기술별 투자현황을 살펴보면, 4개 전략제품·서비스 기술군 중 '폐기물 에너지화설비', '폐기물 자원순환시설', '폐기물 기반 물질생산시설' 3개 기술에 대략 24~28%의 비중으로 비교적 균등하게 투자되었다. 4가지 전략제품·서비스 기술군으로 분류되지 않는 기타 과제에 약 14% 수준의 투자가 이루어졌다. 2010년 기준 4개 전략제품·서비스 기술군 중 가장 많은 투자가 이루어진

Fig. 5. Investment status of key strategy of technology products and services for green waste technology (2008~2010)

분야는 '폐기물 에너지화설비'이지만, 이보다 세부적인 분류인 전략제품·서비스 기술 중에서는 '유무기 복합재질 제품군 종합자원화 시스템'의 투자 비중이 가장 높은 것으로 나타났다.

Fig 5에서와 같이 대부분의 전략제품·서비스는 전년대비 투자액이 증가하였지만, '폐전자제품 유용자원 회수 및 촉매생산 설비', '폐기물 화학소재화 전환플랜트', '바이오정유화 시설' 등의 분야는 전년대비 투자가 감소하였으며, 특히 '폐전자제품 유용자원 회수 및 촉매생산 설비' 분야는 큰 폭의 감소세를 나타내었다.

요약하면 '폐기물 저감·재활용·에너지화 기술' 전체 투자는 감소하였지만, 중점녹색기술 상용화 전략 및 중점 녹색기술 로드맵 점검 등 녹색기술 정책·중장기 계획에서 정의하는 전략제품·서비스 기술에 대한 투자는 증가하고 집중화 되는 추세로 나타나 (Fig 4) 투자의 질적인 측면은 양호하다고 판단된다. 다만, '자원·에너지 순환 네트워크 인프라 시스템' 내 '폐자원 청정소재화 플랜트' 등 일부 전략제품·서비스 기술에 대한 투자는 거의 이루어지지 않는 것으로 나타나, 이들 전략제품·서비스 기술에 대한 투자를 수행할 수 있도록 관련 사업에 투자를 촉진하거나, 혹은 해당 전략제품·서비스 기술에 대한 구체적인 정의·범위를 재검토하고 그 수요가 실질적으로 존재하는지 파악하여 전략제품·서비스 기술 체계 자체에 대한 재조정이 필요할 것으로 판단되어진다.

Table 1. Strategic Products and Services Technology Investment Trends (2008~2010)

구 분	2008년		2009년		2010년		투자액(2008~2010)			증 감	
	금액	비중	금액(A)	비중	금액(B)	비중	평균	점유율	연평균증가율	B-A	%
1. 에너지화	14,723	28.3	9,188	21.1	13,370	28.0	12,427	26.0	△4.7	4,182	45.5
1-1.고형연료	10,091	19.4	5,015	11.5	5,311	11.1	6,806	14.2	△27.5	296	5.9
1-2.바이오가스화	2,772	5.3	2,557	5.9	5,500	11.5	3,610	7.6	40.9	2,943	115.1
1-3.소각열회수	1,860	3.6	1,616	3.7	2,559	5.4	2,012	4.2	17.3	943	58.4
2.자원순환	9,114	17.5	9,176	21.1	12,821	26.8	10,370	21.7	18.6	3,645	39.7
2-1.페스크랩	2,350	4.5	1,426	3.3	2,522	5.3	2,099	4.4	3.6	1,096	76.9
2-2.폐전자제품	2,652	5.1	3,977	9.1	1,949	4.1	2,859	6.0	△14.3	△2,028	△51.0
2-3.유무기	4,112	7.9	3,773	8.7	8,350	17.5	5,412	11.3	42.5	4,576	121.3
3.물질생산	8,269	15.9	7,262	16.7	11,312	23.7	8,948	18.7	17.0	4,049	55.8
3-1.가스화	5,238	10.1	3,153	7.3	7,104	14.9	5,165	10.8	16.5	3,952	125.3
3-2.화학소재화	874	1.7	367	0.8	542	1.1	594	1.2	△21.3	175	47.7
3-3.바이오정유	2,157	4.1	3,743	8.6	3,666	7.7	3,188	6.7	30.4	△77	△2.1
4.순환네트워크인프라	2,623	5.0	1,485	3.4	3,441	7.2	2,516	5.3	14.5	1,956	131.7
4-1.청정소재화	1,082	2.1	266	0.6	31	0.1	460	1.0	△83.1	△235	△88.4
4-2.산업단지	1,246	2.4	990	2.3	1,400	2.9	1,212	2.5	6.0	410	41.4
4-3.종합타운인프라	295	0.6	229	0.5	2,010	4.2	845	1.8	161.0	1,781	779.5
5.복합	537	1.0			92	0.2	314	0.7	△58.7	92	
전략제품서비스합계	35,266	67.8	27,111	62.4	41,035	85.8	34,471	72.2	7.9	13,924	51.4
6.기타	16,744	32.2	16,363	37.6	6,788	14.2	13,298	27.8	△36.3	△9,575	△58.5
합 계	52,010	100.0	43,474	100.0	47,823	100.0	47,769	100.0	△4.1	4,349	10.0

3-3 국가연구개발사업(유형)별 투자 현황 분석

'폐기물 저감·재활용·에너지화 기술' 분야에 대한 투자가 이루어진 국가연구개발사업은 7개 부처에 34개가 있으며, 이중 약 1/3인 31% 정도가 환경부의 차세대핵심환경기술개발사업에서 이루어졌다. Table 2는 2010년도 국가연구개발사업별 투자 현황을 나타낸 것이다.

자원순환 분야는 대표적인 사업인 21세기프론티어 연구개발사업의 자원재활용기술개발사업단이 종료되었으나, 자원순환 및 산업에너지기술개발보급사업(현 글로벌전문기술개발사업(에너지·자원순환)) 및 차세대핵심환경기술개발사업 등에서 해당 분야 투자가 증가하여 전체적으로는 큰 변화는 없었다.

폐기물 에너지화설비 분야는 차세대핵심환경기술개발사업 내 폐자원에너지 및 non-CO₂온실가스 사업단이 곧 종료되기 때문에 이후의 투자에 대한 계획이

필요한데, 현재 환경부에서는 신규사업으로 폐자원에너지화기술개발사업을 기획하였고, 예비타당성조사 시행 후 타당성이 인정되어 향후 추진 예정이다.

이들 국가연구개발사업을 사업추진방식의 특성에 따라 A 연구자지원형, B 유관기술개발형, C 폐기물 기술개발형 3그룹으로 분류²⁾하여 투자현황을 분석하였다. Fig 6과 같이 사업유형에 따라 분석하여 보면, 폐기물 관련 정책·중장기계획·로드맵 등, 관련 정책의 방향을 직접 반영할 수 있는 사업 유형인 C 폐기물기술개발형 사업의 R&D 투자가 가장 많이 이루어지고 있다.

그러나 2008~2010년 동안 A 연구자지원형, B 유관기술개발형 사업의 투자는 증가 추세인 반면, C 폐기물기술개발형 사업의 R&D 투자 규모는 감소하고 있는 것으로 나타났다. 즉, 폐기물 관련 기술개발의 방향을 직접적으로 반영할 수 있는 국가연구개발사업의 투자가 줄어들고 있음을 알 수 있다. 부처와 사업

2) A 연구자지원형 : 특정 기술분야를 대상으로 하는 사업이 아니라 중견연구자, 중소기업 등 특정한 연구수행주체에 대한 연구개발을 지원하는 사업유형

B 유관기술개발형 : 폐기물기술을 목적으로 하는 것이 아니라 농림, 원자력 등의 타 분야 기술개발 중 폐기물기술을 부수적으로 개발하는 사업유형

C 폐기물기술개발형 : 사업의 본래 목적에 폐기물 저감·재활용·에너지화 기술을 개발하는 것이 포함된 유형

Table 2. Investment in research and development by R&D Programs (2010)

(백만원, %)

부처 / 사업명	사업총투자 (A)	폐자원투자 (B)	폐자원 투자 비중 (B/A)	점유율	유형
교육과학기술부	891,173	2,474	0.3	5.2	
원자력기술개발사업	130,469	1,126	0.9	2.4	B
방사선기술개발사업	37,792	380	1.0	0.8	B
일반연구자지원	354,936	374	0.1	0.8	A
선도연구센터지원	105,200	305	0.3	0.6	A
중견연구자지원	245,000	189	0.1	0.4	A
해외협력기반조성사업	17,777	100	0.6	0.2	A
국토해양부	40,464	4,622	11.4	9.7	
해양환경기술개발(기후변화)	22,464	2,800	12.5	5.9	B
지역현안건설기술개발사업	7,000	1,798	25.7	3.8	B
R&D정책인프라사업	11,000	24	0.2	0.1	B
농림수산식품부	81,940	365	0.4	0.8	
농림기술개발	72,421	250	0.3	0.5	B
수산기술개발	9,519	115	1.2	0.2	B
농촌진흥청	152,260	1,778	1.2	3.7	
국책기술개발	60,982	1,076	1.8	2.2	B
축산생명환경시험연구	13,041	536	4.1	1.1	B
바이오그린21	47,500	96	0.2	0.2	B
농업현장실용화기술개발[09통합]	30,737	70	0.2	0.1	B
중소기업청	495,399	4,672	0.9	9.8	
산학연공동기술개발	109,699	2,025	1.8	4.2	A
중소기업기술혁신개발	279,700	1,444	0.5	3.0	A
중소기업상용화기술개발	75,000	516	0.7	1.1	A
기업협동형기술개발	18,000	390	2.2	0.8	A
창업보육기술개발(지경에서이관)	10,000	234	2.3	0.5	A
중소기업R&D기획역량강화	3,000	63	2.1	0.1	A
지식경제부	1,093,239	15,997	1.5	33.5	
신재생에너지기술개발(예특)	40,603	5,605	13.8	11.7	C
에너지자원기술개발지원	210,000	2,648	1.3	5.5	C
자원순환및산업에너지기술개발보급사업	34,930	2,250	6.4	4.7	C
한국에너지기술연구원 (제주신재생에너지연구기지구축)	64,163	2,000	3.1	4.2	C
청정제조기반산업원천기술개발사업	128,362	1,112	0.9	2.3	C
지역특화산업육성	109,200	800	0.7	1.7	A
부품소재산업경쟁력향상	359,737	774	0.2	1.6	A
기술이전사업화촉진	47,600	450	0.9	0.9	A
산업집적지경쟁력강화사업	87,766	278	0.3	0.6	A
에너지자원인력양성	10,878	80	0.7	0.2	C
환경부	117,276	17,915	15.3	37.5	
차세대핵심환경기술개발	100,256	14,613	14.6	30.6	C
환경융합신기술개발사업	10,000	2,864	28.6	6.0	C
지역환경기술센터운영	7,020	438	6.2	0.9	C
총 합 계	2,871,752	47,823	1.7	100.0

Fig. 6. R&D Programs types decrease investment status (2008~2010)

간 역할과 기능을 명확히 구분하여 정책과 중장기 계획을 반영할 수 있도록 사업 체계를 관리할 필요성이 증가되고 있다.

3-4 국가연구개발사업(유형)별, 전략제품·서비스 기술(군)별 투자 현황 교차 분석

사업유형별 분류와 전략제품·서비스 분류를 교차 분석한 결과, 각각의 사업유형별 전략제품·서비스 기술의 투자현황은 Table 3과 같이 나타났다. 전체 투자는 1. 폐기물 에너지화설비 기술에 가장 많은 투자가 이루어지고 있지만, C 폐기물기술개발형 사업 유형에서 가장 많은 투자가 이루어지는 전략제품·서비스는 3. 폐기물기반 물질생산 시설 기술이다.

반면, 특정한 기술분야를 대상으로 한정하지 않고, 연구수행주체를 특징하는 상향식(bottom-up) 사업추진방식인 A 연구수행주체지원형 사업유형에서는 1. 폐기물 에너지화설비에 투자가 많이 이루어지고 있어, 1. 폐기물 에너지화 기술분야는 개별 연구수행주체가 가장 관심을 가지는 분야로 판단된다.

C 폐기물기술개발형 사업의 투자 추이를 살펴보면, 전반적인 추세와 같이 전략제품·서비스 기술에 투자가 집중되고 있으며, 이중 특히 유기성폐기물 바이오 가스화, 고형폐기물 가스화는 증가 추세인 반면, 고형연료 연소발전설비는 2008년 가장 투자가 많은 기술이었으나 가장 크게 투자가 감소한 결과를 보였다.(Fig 7)

폐기물 에너지화 설비 분야 중 고형연료 연소발전설비의 C 폐기물기술개발형 사업의 투자가 크게 감소하였지만, 반대로 A 연구수행주체지원형 사업에서

Fig. 7. Investment of increase or decrease status on strategy product, services technology with waste technology product in R&D programs type C (2008~2010)

투자가 크게 증가하고 있으므로 별도의 사업투자가 필요한 것인지 검토할 필요가 있다.

3-5 기술 동향 분석

국내 주요 정책은 폐기물 처리비용 절감 및 안정적인 재생에너지를 확보 전략을 요구하고 있으며, 2008년 6월 환경부의 기후변화 대응 종합계획에서 폐자원 및 바이오매스 에너지화를 통한 저탄소 그린 코리아를 목표로 소각여열 이용, RDF 연료화 매립가스 에너지화, 음식물류폐기물 바이오 가스화, 폐기물 에너지타운 건설 등이 제시되고 있다.

선진국의 폐기물 관리(waste management) 정책은 1) 폐기물 사전예방, 2) 폐기물 회수(waste recovery) (즉, 재사용, 리사이클링, 물질 회수 및 에너지 회수), 3) 폐기물 처분(에너지 회수 없는 소각, 매립)의 우선순위를 지향하고 있으며, 1)사전예방과 2)회수가 불가능한 최소의 폐기물만을 최종 처분 한다.

향후 재생에너지 이용은 향후 20년간 가장 빨리 성장할 분야로서, 선진국들은 고가의 유가자원을 폐기물로부터 회수하는 산업을 차세대 산업으로 집중육성하고 있으며, 우리나라에서 발생하는 폐기물의 경우 재활용률이 약 82% 수준까지 지속적으로 증가하였으나, 나머지 18%는 3R(Reduce, Reuse, Recycle)에 의존할 수 없는 폐기물로서 최종 배출되어 매립·소각·해양배출 등의 방식으로 처리되고 있는 실정이다.

한편 우리나라의 RDF 분야를 살펴보면, 부산시 RDF 시설 민자사업 적정성 조사 보고서의 경우, 편익/비용 비율이 1.047에서 0.806으로 하락하여 경제

Table 3. Type of R&D Programs strategy, technology, products and services Investment (2010)

(백만원, %)

		A 연구수행주체 지원형	B 유관기술 개발형	C 폐기물기술 개발형	합 계
1. 폐기물 에너지화설비	금액	3,725	760	8,864	13,349
	비중	27.9%	5.7%	66.4%	100.0%
2. 폐기물 자원순환시설	금액	1,028	2,824	8,969	12,821
	비중	8.0%	22.0%	70.0%	100.0%
3. 폐기물기반 물질생산 (바이오정유화)시설	금액	1,128	186	10,019	11,333
	비중	10.0%	1.6%	88.4%	100.0%
4. 자원·에너지 순환 네트워크 인프라 시스템	금액	259	1,928	1,496	3,683
	비중	7.0%	52.3%	40.6%	100.0%
기 타	금액	1,802	2,573	2,262	6,637
	비중	27.2%	38.8%	34.1%	100.0%
전체 합계	금액	7,942	8,271	31,610	47,823
	비중	16.6%	17.3%	66.1%	100.0%

* 주

A 연구자지원형 : 특정 기술분야를 대상으로 하는 사업이 아니라 중견연구자, 중소기업 등 특정한 연구수행주체에 대한 연구개발을 지원 하는 사업유형

B 유관기술개발형 : 폐기물기술을 목적으로 하는 것이 아니라 농림, 원자력 등의 타 분야 기술개발 중 폐기물기술을 부수적으로 개발하는 사업유형

C 폐기물기술개발형 : 사업의 본래 목적에 폐기물 저감 · 재활용 · 에너지화 기술을 개발하는 것이 포함된 유형

적 타당성이 없는 것으로 나타나는 등 부정적인 사례와 시각이 있으나, 향후 전반적인 RDF 사업이나 바이오 가스 사업은 점차 커질 것으로 판단되어 진다.

2006년 기준으로 전 세계 생활 폐기물 시장 규모는 약 1,200억 달러이며, 유독성 폐기물을 제외한 산업 폐기물 시장도 1,470억 달러로 합계 2670억 달러. 일본의 폐기물처리 설비의 매출액은 8,090억 엔(51.6%)으로 환경설비시장의 절반을 차지한다.

현재 유기성 폐자원의 이용현황은 바이오가스의 생산과 퇴비화가 주된 방법으로 제시되고 있으나 바이오가스 생산시설의 경우 공정 부산물로 잔존 고형물의 처리가 문제가 되고, 액상비료의 경우 연간 소비되는 기간이 제한되어 직접적인 에너지 자원으로 활용할 수 있는 고형연료 전환기술의 개발이 시급하다. 따라서 폐기물 에너지화 기술의 다변화를 위해 폐기물의 고부가가치 에너지원으로 활용이 가능하고, 온실가스 감축효과가 높은 가스화를 통한 합성가스의 고부가가치 자원화 기술의 개발을 전략적으로 추진해야 하는 단계이다.

폐기물 자원순환 기술분야에서는 펄스크랩 재활용 유용금속(아연, 구리) 회수 시설에서 가장 유망한 시장이 확보되어 있다. 폐전자제품 재활용 및 유용자원

회수, 귀금속의 촉매 재활용화 시설 등과 유·무기 복합재질 제품군 종합자원화 기술 등의 산업화 개발의 전망이 밝고, 폐기물자원기반 화학원료생산(정유화) 기술분야에서는 고형 폐기물 수소 생산 시설, 열분해 유화 설비 기술 등은 실용화 단계이며, 폐기물 합성가스 고도 정제 및 청정 연료(수소, 천연가스) 전환 기술 등의 실용화 개발이 이루어진 상태이나 산업화하기 위해서는 실증 시범 플랜트 추진이 필요하다. 폐바이오매스 이용 부탄올 제조 등 바이오정유(Biorefinery)화 기술, 연료가스 생산 및 고밀도 연료화 기술 등은 미래 중장기 기술 개발이 필요한 분야이다.

4. 결 론

1. '폐기물 저감 · 재활용 · 에너지화 기술' 전체 투자는 감소하였지만, 중점녹색기술 상용화 전략 및 중점 녹색기술 로드맵 점검 등 녹색기술 정책 · 중장기 계획에서 정의하는 전략제품 · 서비스 기술에 대한 투자는 증가하고 집중화 되는 추세로 나타나 투자의 질적인 측면은 양호하다고 판단된다.

2. 사업유형에 따라 분석하여 보면, 폐기물 관련 정책·중장기계획·로드맵 등, 관련 정책 방향을 직접적으로 반영할 수 있는 사업 유형인 폐기물기술개발형 사업의 투자는 같은 기간 감소하였다. 폐기물 기술 관련 정책과 중장기 계획을 반영할 수 있도록 사업 체계를 관리할 필요가 있으며, 이때 부처 및 사업간 역할과 기능을 명확히 구분 할 필요가 있다.
3. 기술상용화를 위한 정부역할 및 민간역할 제고가 필요하다. 주도부처중심으로 원료물질에 따라 구분된 부처 간 역할 분담의 효율적 추진, 플랜트 엔지니어링 부문에 대한 주관 부처의 지원, 대규모 시범단지 구축 등 사업화 및 수출 촉진을 위한 협조 등이 필요하다. 특히, 정부는 일본이나 독일의 경우와 같이 자국 기술이 상용규모 설비에서 충분히 검증될 기회를 제공하는 측면과, 신기술 인증·검증과 같은 국내개발 기술에 대한 설치 운영 기회를 확대하는 것이 필요하다. 대규모 폐자원 수집·관리가 가능한 지자체의 경우는 민간과 공동으로 폐자원 에너지화 사업을 추진하는 것이 매우 효과적일 수 있어서, 설비측면에서 규모의 경제를 달성할 수 있고 다양한 고부가가치 에너지원으로 변환하는데 소요되는 재원의 투자가 가능하다. 해외 플랜트 시장을 대상으로 한 폐자원 에너지화 기술을 선별하고, 해외시장 대상의 고급화기술, 중저가형 고신뢰도 기술로 구분하여 차별화하는 전략이 요구된다.
4. R&D 효율화를 위해, 고비용이 소요되는 플랜트 관련 지원은 기존 인프라를 갖고 있는 지자체나 지식경제부 추진성과물과 연계하여 실증화 연구 추진이 필요하다. 특히, 주요한 수혜자인 지자체와의 협의가 필수적이며, 테스트베드 등 대규모 상용지원 부문에 대한 협력이 요구된다. 독일, 네덜란드는 석탄가스화 복합발전 기술개발에 혼합형 연료(석탄+바이오매스, 석탄+도시형폐기물)를 적용한 석탄가스화 복합발전을 진행하고 있으며, 이러한 부문의 고도화된 플랜트 기술과 연계 가능한 부문을 발굴하고 폐자원에너지 회수의 효율을 향상시키는 전략 마련이 필요하다.
5. 시범사업단지 조성하고 연계한 수출 상용화 전략과

기술우위를 선점하기 위한 핵심원천기술의 개발이 필요하다. 가연성폐기물의 고형연료화기술은 실증단계에 있으나, 유기성폐기물의 바이오가스화기술은 파일럿 플랜트 및 소규모시설 설치·운영 단계로 선진국에 비해 상용화 단계 이행이 미비한 것으로 평가된다. 보다 적극적인 폐자원 에너지화를 위해서는 선진국과 같이 가연성 폐기물을 이용한 고형연료 생산 및 전용발전, 유기성폐기물의 바이오가스화를 통한 전력생산·정제 이용 등의 사업이 확대될 필요가 있다. 이러한 핵심요소기술 확립과 함께, 플랜트 엔지니어링 기술부문에서는 플랜트 수출기반 확보의 산업화에 초점을 두고, 바이오에너지 플랜트나 석탄가스화 복합발전 등 유사 기술 분야와 협력 강화 및 효율적 R&D추진과 투자가 필요하다.

6. 자원·에너지 순환 네트워크 인프라 시스템 내 폐자원 청정소재화 플랜트 등 일부 전략제품·서비스 기술에 대한 투자는 거의 이루어지지 않는 것으로 나타나, 이들 전략제품·서비스 기술에 대한 투자를 수행할 수 있도록 관련 사업에 투자를 촉진하거나, 혹은 해당 전략제품·서비스 기술에 대한 구체적인 정의·범위를 재검토하고 그 수요가 실질적으로 존재하는지 파악하는 등 전략제품·서비스 기술 체계에 대한 재정비가 필요하다.
7. 효율적인 녹색기술 R&D관리를 위해 현재 녹색기술의 폐기물 기술 체계를 개선하는 것이 필요하다. 현행 녹색기술 분류체계에서 폐기물 분야의 37대 녹색기술은 폐기물자원화 및 에너지화, 27대 중점 녹색기술은 폐기물 저감·재활용·에너지화기술로 구분되지만, 뚜렷한 차별점이 드러나지 않을 뿐만 아니라, 기술명만으로 보면 범위가 더 집중되어야 하는 27대 중점녹색기술의 기술적 범위가 더 확대되어 보인다. 또한 기술 내 세부 전략제품·서비스 기술들도 체계적으로 구성되었다고 보기 어려워 보인다.
8. 녹색성장과 관련된 정부 R&D와 관련하여, 제시된 투자목표를 그동안 달성했는지 여부 등 향후 정책이 적절히 추진되고 있는지를 점검하기 위한 활동이 이루어져야 할 것이다. 이러한 점검 활동이 충실히 이루어지기 위해서는 정부가 설정한 27대 중

점녹색기술에 대해 단순히 총 투자 수준의 달성 여부만을 점검할 것이 아니라 중점녹색기술 R&D 투자의 질적인 측면을 분석할 필요가 있을 것이고, 이런 경우 본 고와 같이 각 중점녹색기술별로 설정되어 있는 전략제품·서비스별 분석이나 투자된 국가연구개발사업의 특성에 따른 분석 등을 적용할 수 있을 것이다. 단순히 총 투자규모가 줄었다고 해서 문제가 있는 것으로 파악하기 보다는, 해당 추진 현황에 대한 면밀한 분석을 통해 R&D 정책과 사업 추진의 점검을 시행하는 것이 보다 적절할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 교육과학기술부: “국가연구개발사업 중장기 발전전략”, (2008)
2. 교육과학기술부: “녹색기술 산업 전략로드맵 수립”, (2009)
3. 교육과학기술부: “녹색기술연구개발 종합대책 수립을 위한 정책기획”, (2009)
4. 교육과학기술부·행정안전부·농림수산식품부·지식경제부·환경부·국토해양부·산림청: “폐자원 및 바이오매스 에너지 대책 실행계획”, (2009)
5. 교육과학기술부·농림수산식품부·지식경제부·환경부·국토해양부·산림청·농촌진흥청·방위사업청: “범부처 신재생 에너지 R&D 추진전략(안)”, (2010)
6. 교육과학기술부: “2010년 녹색기술 국가연구개발사업 조사 분석 보고서”, (2011)
7. 기획재정부 외 10개 부처: “녹색기술 연구개발 종합대책, 제29회 국가과학기술위원회 상정안건 제2호”, (2009)
8. 녹색성장위원회: “녹색성장 국가전략 및 5개년계획”, (2009)
9. 산업자원부·에너지관리공단: “신·재생에너지 RD&D 전략 2030”, (2007)
10. 한국과학기술기획평가원: “27대 중점 녹색기술 로드맵 점검 보고서”, (2011)
11. 한국과학기술기획평가원: “폐기물 저감·재활용·에너지화 기술 R&D 투자와 기술동향 분석 및 시사점”, (2011)
12. 환경부: “녹색성장과 기후변화 대응을 위한 폐자원 및 바이오매스 에너지 대책”, (2008)
13. 환경부: “폐기물 에너지 종합대책”, (2008)
14. 환경부: “폐자원 및 바이오매스 에너지 실행 대책”, (2009)
15. 환경부: “폐자원 에너지화 기술개발사업 기획 보고서”, (2011)