2014년 경제발전경험 공유사업Ⅲ : 스리랑카

녹색도시인프라 개발 정책자문: 고형폐기물관리를 중심으로

2014년 경제발전경험 공유사업Ⅲ : 스리랑카
스리랑카 녹색도시인프라 개발 정책자문:고형폐기물관리를 중심으로

사 업 참 여 진

◈ 스리랑카 사업 수행(1) : 국토연구원 국토관리 · 도시연구본부부

조판기 (국토관라도시연구본부부 연구위원, PM)
김명수 (국토관라도시연구본부부 연구위원)
서민호 (국토관라도시연구본부부 책임연구원)
박정은 (국토관라도시연구본부부 책임연구원)
정소양 (국토관라도시연구본부부 책임연구원)
이진아 (국토관라도시연구본부부 연구원)
박은새 (글로벌개발협력센터 연구원)

◈ 스리랑카 사업수행(2) : 한국수출입은행 경협지원실

유동희 (경협지원실 책임심사역)
이선재 (경협지원실 연구원)
김영석 (해외경제연구소 팀장)
김지용 (해외경제연구소 조사역)
서정원 (전략사업부 책임조사역)
장은진 (전략사업부 조사역)

◈ 스리랑카 사업수행(3) : (주) 건화 환경플랜트부

윤형희 (환경플랜트부 상무)
강신현 (환경플랜트부 차장)
송동근 (환경플랜트부 과장)
프라산 너 (환경플랜트부 과장)
박민석 (환경플랜트부 대리)

◈ 스리랑카 현지 연구진 : 환경부 (Ministry of Environment)

Ajith Silva(환경부 국장)
Sanjaya Bandara(환경부 사무관)

◈ 스리랑카 현지 협력기관

환경부 (Ministry of Environment)
중앙환경청 (Central Environmental Authority)

본 보고서는 영문보고서와 함께 작성되었으며 구체적인 내용은 영문보고서를 참고하시기 바랍니다.

정부간행물번호 11-1051000-000649-01
Copylight © 기획재정부 2015

Knowledge Sharing Program

2014년 경제발전경험 공유사업 Ⅲ: 스리랑카

스리랑카 녹색도시인프라 개발 정책자문: 고형폐기물관리를 중심으로

2015. 8

기획재정부 MINISTRY OF STRATEGY AND FINANCE
국토연구원 Korea Research Institute for Human Settlements
한국수출입은행 THE EXPORT-IMPORT BANK OF KOREA

서 문

개도국을 대상으로 한국의 경제 발전과정에서 얻어진 지식 및 경험을 세계 여러 국가와 함께 나누는 지식공유사업(Knowledge Sharing Program: KSP)은 한국형 ODA 사업의 중요한 축으로 자리 잡아 가고 있다. 단기간에 경제성장을 이룩한 우리의 경제발전 모델과 다양한 인프라 개발 방식에 높은 관심을 표명하고 있는 수원국에 단순 한국형 개발 경험 전수에 그치지 않고 수원국 여건과 향후 정책방향과 부합하는 맞춤형 정책자문을 시행하는 것은 그 의미가 결코 작지 않다. 아직 국제개발 컨설팅 분야에서 후발주자인 상황에서 정부가 전문 국책연구기관과 협력하여 개도국 정책자문 사업을 적극적으로 펼치고 있는 것도 매우 바람직한 것으로 판단된다.

2004년부터 시작하여 여러 분야 다양한 정책자문을 제공한 경제발전경험 공유사업(KSP)에 대해서 최근 해외시장에서의 신성장동력 창출을 위하여 KSP 사업을 우리 기업의 해외 진출 등 경제협력차원에서 적극 활용할 필요가 있다는 요구도 증대하고 있다. 경협 수단으로서 KSP를 보다 전략적으로 활용하기 위해 우리기업 진출이 유망한 건설·인프라 분야에 대한 정책자문을 제공하고 후속사업으로 연계가능성 제고 필요하다는 점이 강조되기 때문이다.

국토연구원과 한국수출입은행의 전문성을 통합하여 추진된 이번 KSP 사업은 건설·인프라 분야의 정책자문 주제를 기획 발굴하여 개도국의 경제·사회 발전을 지원하는 동시에 실질적인 해외사업 발굴에 연계하여 우리기업의 해외진출 기반 구축에 기여가 예상된다. 또한 본 사업으로 협력대상국들에게 Software(발전 정책 및 제도)와 Humanware(인력개발 및 네트워킹) 지원에 의한 지속 가능한 협력관계 구축은 물론 협력대상국의 경제·사회발전, 우호적 경협기반 구축 및 우리나라의 국격 제고라는 기대효과가 예상된다.

이번 스리랑카 KSP는 2014년 6월부터 수요조사 및 세부실태조사, 중간보고회 및 정책실무자 연수, 고위정책대화 및 최종보고회 등 비교적 짧은 시간 동안

심혈을 기울여 진행되었다. 특히, 대상국 정책담당자 및 전문가들과의 토론을 통해 마련된 최종안은 현지에서 열린 고위정책대화와 최종보고회를 통해 발표되었다.

본 보고서는 스리랑카를 대상으로 국토연구원과 한국수출입은행이 진행한 정책자문 연구결과를 담고 있다. '스리랑카 고형폐기물관리' 을 주제로 스리랑카와 한국의 고형폐기물관리 법과 정책을 비교·검토하고, 폐기물분야 원조사업 사례를 바탕으로 국가 고형폐기물계획 수립 및 인프라개발 재원 조달을 위하여 정책에 대한 시사점을 연구하고 정책제언을 제공하였다.

본 보고서의 발간을 앞두고, KSP에 참여하여 한국의 경제발전경험의 공유를 위해 연구에 심혈을 기울여 주신 국토연구원과 한국수출입은행 연구진과 외부 자문진, 또 모든 단계에서 협조를 하여 주신 대상국의 협력기관 및 현지 전문가 분들에게 감사를 표한다. 아울러 보고서가 완성될 때까지 값진 조언을 해주신 검토자와 자문위원분들에게도 감사의 말씀을 전하다. 또한 KSP 사업을 위해 헌신적으로 사업을 기획·추진하며 실무적 행정적 지원을 아끼지 않은 기획재정부 국제개발정책팀 구성원들의 지원에도 깊은 감사의 말씀을 드린다.

본 과업을 위해 노고를 아끼지 않으신 모든 분들께 다시 한번 감사의 말씀을 전하며 본 연구원은 향후에도 KSP 사업과 스리랑카 발전에 기여할 수 있도록 최선을 다할 것을 약속한다.

끝으로 본 보고서에 수록된 내용은 사업에 참여한 전문가들의 견해로서, 국토연구원과 한국수출입은행의 공식 견해가 아님을 밝혀둔다.

2015년 8월
국토연구원 원장
김 동 주

목차

■ 스리랑카 KSP 사업의 시사점 및 기대효과 13

제1장 사업의 개요

제1절 사업의 배경 및 목적 15
제2절 사업의 범위 및 방법 17
제3절 선행사업 현황 및 차별성 20

제2장 스리랑카와 한국의 폐기물 관리정책 비교

제1절 스리랑카 일반현황 26
제2절 스리랑카 폐기물 현황 28
제3절 스리랑카 재원조달 현황 42
제4절 한국 고형폐기물관리 법 및 정책 65
제5절 종합 및 시사점 88

제3장 스리랑카 고형폐기물관리 정책방향

제1절 기본방향 94
제2절 단계별 폐기물관리 정책방향 97
제3절 실행 계획(Action Plan) 113

제4장 시범사업 대상지 선정

제1절 시범사업 후보지 선정 기본방향 121
제2절 시범사업 후보지 선정 122

제5장 고하고다 폐기물처리 시범사업 기본계획

제1절 고형폐기물 처리시설 및 공정선정 143
제2절 고하고다 폐기물 중간처리시설 기본계획 161
제3절 시범사업 주변지역 지원방안 189
제4절 사업성 검토 195

제6장 결론 및 한계

제1절 결 론 243
제2절 사업의 한계 244

〈부록〉 스리랑카 고형폐기물 중간처리시설

제1절 사업개요 247
제2절 Bio-Drying 설비 기계 시방서 252
제3절 선별설비 기계 시방서 260

참고문헌 311

표 목차

제1장 사업의 개요

〈표 1-1〉 세계은행 글롤보시 고형폐기물관련 지원 사업개요 ····· 20
〈표 1-2〉 JICA 스리랑카 고형폐기물관련 지원 사업개요 ····· 21
〈표 1-3〉 KOICA 스리랑카 고형폐기물관련 지원 사업개요 ····· 23

제2장 스리랑카와 한국의 폐기물 관리정책 비교

〈표 2-1〉 스리랑카 일반현황 ····· 27
〈표 2-2〉 스리랑카 폐기물 성분 ····· 31
〈표 2-3〉 Kandy지역 폐기물 성분 ····· 32
〈표 2-4〉 Local Governmental Laws and Local Authorities ····· 37
〈표 2-5〉 스리랑카 폐기물관련 규정 ····· 37
〈표 2-6〉 스리랑카 폐기물관련 규정 ····· 38
〈표 2-7〉 각 주 및 행정구역 명칭 ····· 41
〈표 2-8〉 2006-16년 국가개발계획의 주요 경제지표 ····· 45
〈표 2-9〉 2010-20년 인프라 개발수요 (연간 투자금액) ····· 47
〈표 2-10〉 공공투자 현황 및 계획 (GDP 대비 비중, %) ····· 49
〈표 2-11〉 2014년 6월말 현재 인프라 개발 공공투자사업 현황 (건수, 백만루피) ····· 49
〈표 2-12〉 인프라 투자를 위한 주요 공공기관의 현지 금융조달 현황(13년 9월말 기준) ····· 54
〈표 2-13〉 은행산업의 주요 금융지표 현황 ····· 56
〈표 2-14〉 은행산업의 주요 금융지표 현황 ····· 62
〈표 2-15〉 제1차~제2차 국가폐기물종합계획의 정책목표와 실천목표 및 세부추진과제 ····· 70
〈표 2-16〉 기존 계획(제1차~4차)의 기본 방향 및 중점추진대책 ····· 71
〈표 2-17〉 제1차 자원순환기본계획의 비전 및 목표 ····· 72
〈표 2-18〉 1994년과 2004년, 폐기물 총 배출량 · 재활용량 · 최종 처분량 · 1인당 발생량 비교 ····· 74
〈표 2-19〉 경기도 생활폐기물 처리시설 명칭 변경 ····· 83
〈표 2-20〉 인센티브 지원 내용, 규모 및 방법 ····· 84
〈표 2-21〉 전북 전주시 공모내용 ····· 85
〈표 2-22〉 폐기물 관리체계 문제점 및 개선방안 ····· 91

제3장 스리랑카 고형폐기물관리 정책방향

〈표 3-1〉 단계별 실행방안 ····· 94
〈표 3-2〉 단계별 목표수치 설정 ····· 95
〈표 3-3〉 주요 개선요구사항 및 개선(안) 수립방향 ····· 96
〈표 3-4〉 폐기물 발생원등에 관한 조사 항목 (폐기물관리법 시행규칙 제7조 제1호) ····· 99
〈표 3-5〉 폐기물 발생원등에 관한 조사 항목 (폐기물관리법 시행규칙 제7조 제2호) ····· 99
〈표 3-6〉 폐기물처리 기본계획 및 관리 종합계획에 관한 법률 ····· 105
〈표 3-7〉 한국의 폐기물 재정 확대 ····· 106
〈표 3-8〉 Collection & treatment standards as function of GDP ····· 110
〈표 3-9〉 수도권매립지, 수도권매립지내 환경에너지종합타운 ····· 110
〈표 3-10〉 폐기물 관리계획 수립 ····· 116
〈표 3-11〉 최적수거시간 및 경로개선(안) ····· 118

제4장 시범사업 대상지 선정

〈표 4-1〉 사업후보 대상지 및 처리시설현황 ····· 123
〈표 4-2〉 인구 현황 ····· 126
〈표 4-3〉 Kandy지역 토지이용 현황 ····· 126
〈표 4-4〉 Kandy지역 도로분포현황(2010년) ····· 128
〈표 4-5〉 입지선정조건 ····· 133
〈표 4-6〉 사업후보지 선정 시 고려사항 ····· 135
〈표 4-7〉 사업후보지 비교 ····· 142

제5장 고하고다 폐기물처리 시범사업 기본계획

〈표 5-1〉 분류 방식별 비교 ····· 150
〈표 5-2〉 일반적인 선별기의 종류 및 선별대상 물질 ····· 151
〈표 5-3〉 상용 Bio-drying 기술별 특징 ····· 154
〈표 5-4〉 혐기성소화조 운전조건 ····· 155
〈표 5-5〉 혐기성소화 반응조의 종류 ····· 156
〈표 5-6〉 바이오가스 활용 구분 ····· 157
〈표 5-7〉 1단계: 적용 공정별 도입 가능성 검토 ····· 159
〈표 5-8〉 2단계: 적용 공정기술 평가 ····· 159
〈표 5-9〉 3단계: 시설설치 및 운영관련 복합평가 ····· 160
〈표 5-10〉 시설개요 ····· 161
〈표 5-11〉 물질수지 ····· 164
〈표 5-12〉 반입 · 전처리설비 ····· 166
〈표 5-13〉 Bio-drying 설비 ····· 166
〈표 5-14〉 선별설비 ····· 167
〈표 5-15〉 기타설비 ····· 168
〈표 5-16〉 태양광 발전시스템 비교 ····· 169
〈표 5-17〉 반입기 뱅크구성 검토 ····· 171
〈표 5-18〉 반입기 형식 선정 검토 ····· 172
〈표 5-19〉 수배전반 형식 검토 ····· 173
〈표 5-20〉 특고압 차단기 특성의 비교 ····· 174
〈표 5-21〉 저압 차단기 ····· 174
〈표 5-22〉 전압강하 기준 ····· 175
〈표 5-23〉 전동기 공급전압 ····· 176
〈표 5-24〉 전동기 기동방식 비교 ····· 177
〈표 5-25〉 건축개요 ····· 180
〈표 5-26〉 주요외장재 사용계획 ····· 186
〈표 5-27〉 주요실별 내부마감재 선정 ····· 186
〈표 5-28〉 마을 환경 개선사업 방안 ····· 190
〈표 5-29〉 지역주민 고용 창출에 따른 편익 효과 ····· 190
〈표 5-30〉 소요사업비 산정 ····· 195
〈표 5-31〉 유지관리비 산정 ····· 196
〈표 5-32〉 시설운영수익 ····· 196
〈표 5-33〉 월간 노임단가 ····· 197

〈표 5-34〉 스리랑카 연간 인건비 산정 ····· 197
〈표 5-35〉 전력비 산정 ····· 198
〈표 5-36〉 스리랑카 연료비 기준단가 ····· 198
〈표 5-37〉 연간 연료비 산정 ····· 199
〈표 5-38〉 연간 상하수도비 산정 ····· 199
〈표 5-39〉 스리랑카 재활용품 판매단가 ····· 199
〈표 5-40〉 스리랑카 재활용품 판매단가 ····· 200
〈표 5-41〉 중간처리시설 운영관리항목 ····· 200
〈표 5-42〉 중간처리시설의 운영관리인원 직무내용 ····· 201
〈표 5-43〉 유지관리 계획 시 고려사항 ····· 204
〈표 5-44〉 투자비 조달재원 분류 (%) ····· 205
〈표 5-45〉 제 1기(2010년) 유·무상 통합 26개 중점협력국 리스트 ····· 211
〈표 5-46〉 제 2기(2015년) 유·무상 통합 24개 중점협력국 리스트 ····· 211
〈표 5-47〉 무상지원 수원국 분류 현황 ····· 211
〈표 5-48〉 EDCF 차관의 종류 ····· 214
〈표 5-49〉 EDCF 차관 조건 (일반) ····· 215
〈표 5-50〉 EDCF 지원절차 ····· 216
〈표 5-51〉 對 스리랑카 EDCF 지원현황 (2014년말 현재) ····· 218
〈표 5-52〉 소액차관 지원조건 ····· 219
〈표 5-53〉 본 사업에 적용될 EDCF차관 조건 ····· 220
〈표 5-54〉 본 사업에 대한 금융조달 방안 ····· 221
〈표 5-55〉 한국의 과거 5년간 국고채(5년물) 금리 ····· 224
〈표 5-56〉 분석 시나리오 종합 ····· 227
〈표 5-57〉 총사업비 추정 결과 ····· 228
〈표 5-58〉 스리랑카의 최근 5년간 소비자 물가 상승률 ····· 229
〈표 5-59〉 총투자비 추정 결과 ····· 229
〈표 5-60〉 운영비 추정 결과 (대수선비 제외) ····· 229
〈표 5-61〉 연간 재활용품 판매 수입 추정 결과 ····· 230
〈표 5-62〉 시나리오별 사업성 분석 결과 ····· 231
〈표 5-63〉 현금흐름표(USD 단위)[반입수수료 미고려 & 본 사업 현금흐름에서 EDCF 차관 상환] ····· 232
〈표 5-64〉 현금흐름표(원화 단위)[반입수수료 미고려 & 본 사업 현금흐름에서 EDCF 차관 상환] ····· 233
〈표 5-65〉 현금흐름표(USD 단위)[반입수수료 고려 & 본 사업 현금흐름에서 EDCF 차관 상환] ····· 234
〈표 5-66〉 현금흐름표(원화 단위)[반입수수료 고려 & 본 사업 현금흐름에서 EDCF 차관 상환] ····· 235
〈표 5-67〉 현금흐름표(USD 단위)[반입수수료 미고려 & 별도 예산 등에서 EDCF 차관 상환 (투자비 회수)] ····· 236
〈표 5-68〉 현금흐름표(원화 단위)[반입수수료 미고려 & 별도 예산 등에서 EDCF 차관 상환 (투자비 회수)] ····· 237
〈표 5-69〉 현금흐름표(USD 단위)[반입수수료 고려 & 별도 예산 등에서 EDCF 차관 상환 (투자비 회수)] ····· 238

〈표 5-70〉 현금흐름표(원화 단위)[반입수수료 고려 & 별도 예산 등에서 EDCF 차관 상환 (투자비 회수)] ····· 239
〈표 5-71〉 현금흐름표(USD 단위)[반입수수료 고려 & 별도 예산 등에서 EDCF 차관 상환 (투자비 미회수)] ····· 240
〈표 5-72〉 현금흐름표(원화 단위)[반입수수료 고려 & 별도 예산 등에서 EDCF 차관 상환 (투자비 미회수)] ····· 241

부록 스리랑카 고형폐기물 중간처리시설 건설사업 RFP

〈표 부록-1〉 사업개요 ····· 247
〈표 부록-2〉 Kandy지역 폐기물 성분 ····· 251
〈표 부록-3〉 가연물 건조설비(Bio-Drying) 규격 및 수량 ····· 257
〈표 부록-4〉 파쇄기 규격 및 수량 ····· 265
〈표 부록-5〉 트롬멜 스크린-1 규격 및 수량 ····· 270
〈표 부록-6〉 트롬멜 스크린-2 규격 및 수량 ····· 272
〈표 부록-7〉 체인컨베이어-1 규격 및 수량 ····· 274
〈표 부록-8〉 체인컨베이어-2 규격 및 수량 ····· 277
〈표 부록-9〉 벨트컨베이어-1 규격 및 수량 ····· 280
〈표 부록-10〉 벨트컨베이어-2 규격 및 수량 ····· 282
〈표 부록-11〉 체인컨베이어-3 규격 및 수량 ····· 285
〈표 부록-12〉 자력선별기-1 규격 및 수량 ····· 288
〈표 부록-13〉 자력선별기-1 영구자석 흡인력 예시 ····· 288
〈표 부록-14〉 자력선별기-2 규격 및 수량 ····· 290
〈표 부록-15〉 자력선별기-2 영구자석 흡인력 예시 ····· 291
〈표 부록-16〉 AIR SHIFTER 규격 및 수량 ····· 293
〈표 부록-17〉 벨트컨베이어-3 규격 및 수량 ····· 296
〈표 부록-18〉 벨트컨베이어-4 규격 및 수량 ····· 299
〈표 부록-19〉 반자동식 압축기 규격 및 수량 ····· 301
〈표 부록-20〉 수선별대 구조물 규격 및 수량 ····· 304
〈표 부록-21〉 트롬멜 스크린 철구조물 규격 및 수량 ····· 306
〈표 부록-22〉 AIR SHIFTER 철구조물 규격 및 수량 ····· 308
〈표 부록-23〉 계량대 규격 및 수량 ····· 309

그림 목차

제1장 사업의 개요

[그림 1-1] 연구의 주요 내용 ····· 17
[그림 1-2] 연구흐름도 ····· 18
[그림 1-3] 연구의 주요 내용 ····· 19

제2장 스리랑카와 한국의 폐기물 관리정책 비교

[그림 2-1] 도시폐기물관리 7단계 ····· 29
[그림 2-2] 폐기물 분리배출 및 재활용 - 수거 - 운반 ····· 30
[그림 2-3] 스리랑카 환경부 산하 CEA 조직도 ····· 41
[그림 2-4] 스리랑카 국가개발계획 2006~2016 ····· 45
[그림 2-5] 스리랑카의 경제성장률과 1인당 국민소득 변화 추이 ····· 46
[그림 2-6] 스리랑카 투자율 추이 ····· 48
[그림 2-7] 스리랑카 투자율 추이 ····· 62
[그림 2-8] 한국의 폐기물관리 흐름 ····· 66
[그림 2-9] 연대별 폐기물 관련 법규와 정책 ····· 67
[그림 2-10] 폐기물관리 정책의 변화 ····· 68
[그림 2-11] 제1차 자원순환기본계획과 관련 계획간의 관계 ····· 72
[그림 2-12] 선진환경시설 견학 장면 ····· 84
[그림 2-13] 선진환경시설견학시 주민감시 요원의 실질적인 사례 ····· 84
[그림 2-14] 입지선정 절차 ····· 87

제3장 스리랑카 고형폐기물관리 정책방향

[그림 3-1] 폐기물 관리 목표 ····· 95
[그림 3-2] 자원순환사회 개선방안 (예) ····· 95
[그림 3-3] 폐기물관리 정책 우선순위 설정 ····· 96
[그림 3-4] 전국폐기물발생 및 처리현황(2013) ····· 99
[그림 3-5] 환경실무교육자료집(예) ····· 100
[그림 3-6] 생산자책임재활용(EPR: Extended Producer Responsibility)제도 ····· 102
[그림 3-7] 올바로시스템 홈페이지 ····· 103
[그림 3-8] 설치운영지침(예) ····· 104
[그림 3-9] 서울시 생활폐기물 수집·운반 대행체계 ····· 107
[그림 3-10] 주민 홍보동영상 및 교육자료 ····· 108
[그림 3-11] 폐기물 정책에 따른 Action Plan ····· 113
[그림 3-12] 사후관리평가 시스템 구축 ····· 114
[그림 3-13] 폐기물 관리 통계 현황 ····· 114
[그림 3-14] 개선방안사례 ····· 115
[그림 3-15] 시민홍보참여(예) ····· 116
[그림 3-16] 한국 폐기물 발생량 저감 및 재활용 계획 목표 설정 사례 ····· 117
[그림 3-17] 스리랑카 수거 및 운반체계 현황 ····· 117
[그림 3-18] 폐기물처리시설 개선방안(예) ····· 118
[그림 3-19] 유기성폐기물 자원화시설(Bio-drying) ····· 119

[그림 3-20] 폐기물 종합처리시설 단지(예: 춘천시 환경공원) ····· 119

제4장 시범사업 대상지 선정

[그림 4-1] 시범사업 후보지 및 대상지 선정 ····· 121
[그림 4-2] 시범사업 전략지역 후보지 현황 ····· 122
[그림 4-3] 시범사업 전략지역 후보지 선정 절차 ····· 135
[그림 4-4] 시범사업 후보지 선정 ····· 136
[그림 4-5] 시범사업 후보지 현황(후보지1) ····· 138
[그림 4-6] 시범사업 후보지 현황(후보지2) ····· 140
[그림 4-7] 시범사업 후보지 현황(후보지3) ····· 141

제5장 고하고다 폐기물처리 시범사업 기본계획

[그림 5-1] 유동상식 소각로 ····· 146
[그림 5-2] 기계적 처리공정 개념도 ····· 149
[그림 5-3] 퇴비화 기본원리 ····· 152
[그림 5-4] 호기성 퇴비화 처리공정 ····· 152
[그림 5-5] 혐기성 소화공정의 분류 ····· 155
[그림 5-6] 조감도 ····· 162
[그림 5-7] 공정흐름도 ····· 164
[그림 5-8] 배치계획도 ····· 165
[그림 5-9] 기기배치도 ····· 165
[그림 5-10] 독립형 시스템 ····· 169
[그림 5-11] 계통연계형 시스템 ····· 169
[그림 5-12] 건물배치 및 차량동선 계획도 ····· 182
[그림 5-13] 1층 평면도 ····· 183
[그림 5-14] 정면도 ····· 183
[그림 5-15] 좌측면도 ····· 184
[그림 5-16] 우측면도 ····· 184
[그림 5-17] 종단면도 ····· 185
[그림 5-18] 횡단면도 ····· 185
[그림 5-19] 입지타당성조사 절차도 ····· 191
[그림 5-20] 폐기물 수거 및 운반 ····· 192
[그림 5-21] 기존 수거노선도 ····· 193
[그림 5-22] 신규 수거노선도 ····· 194
[그림 5-23] 운영관리 조직도 ····· 201
[그림 5-24] 유지보수방안 ····· 204
[그림 5-25] 투자비 조달재원 분류 ····· 205
[그림 5-26] 일반적인 PPP 구조도 ····· 209
[그림 5-27] '15년 현재 국가분류 현황 ('13년 1인당 GNI기준) ····· 214
[그림 5-28] EDCF 수용절차 ····· 215

부록 스리랑카 고형폐기물 중간처리시설 건설사업 RFP

[그림 부록-1] 사업설치예정부지 ····· 250

2014년 경제발전경험 공유사업 III

스리랑카 KSP 사업의 시사점 및 기대효과

조 판 기 (국토연구원 연구위원)

스리랑카에서 고형폐기물관리는 중요한 이슈이며 인구증가에 따른 폐기물발생량 증가로 인하여 국가적인 문제가 되고 있다. 스리랑카의 고형폐기물 국가실행계획(National Action Plan)에 따르면 체계적이지 않은 쓰레기처리방식이 환경오염의 주요한 원인 중 하나로 꼽힌다. 현재 도시권역에서 발생하는 고형폐기물의 약 4분의 3이 비위생매립(open dumping) 방식으로 처리되고 있다. 또한, 스리랑카 정부 주도하에 국가차원의 정책과 제도를 마련하기 위하여 지속가능한 고형폐기물통합관리 시스템을 구축 중에 있으나 현재의 정책과 제도는 실행이 미흡하여 한계점을 가지고 있다.

본 정책자문은 스리랑카 고형폐기물 처리 및 관리에 관한 정책컨설팅, 현재 스리랑카에서 가장 필요한 사업과 지역에 맞는 파일럿 프로젝트, 관련 공무원 초청연수 프로그램을 통한 직무교육 등을 포함한다. 먼저, 정책컨설팅은 스리랑카 일반현황 및 폐기물현황을 조사하고, 스리랑카와 한국의 고형폐기물관리 법과 정책을 비교·검토하였다. 또한, 폐기물분야 원조사업 사례조사를 바탕으로 국가 고형폐기물 계획 수립을 위한 정책 제언 및 인프라개발 재원조달을 위한 정책제언을 제시하였다. 이를 통해 스리랑카 정부가 향후 고형폐기물 국가기본계획 수립 시 중요 내용을 채택하여 한 단계 개선된 고형폐기물 정책을 수립할 수 있을 것으로 기대된다.

시범사업은 고형폐기물처리시설 후보지역 검토 후 전략지역을 선택하여 시범사업대상지를 선정하였다. 본 정책자문에서 제시한 지역과 시설은 스리랑카 정부(환경부)와 지자체(Kandy Municipal Council)와 합의 한 내용이다. 제안된 시범사업은 스리랑카에서 최초로 제안된 처리시설로 중간처리시설을 통하여 매립량을 1/2 정도를 줄일 수 있는 효과를 가질 것으로 기대된다. 또한, 관련공무원 초청연수 프로그램을 통하여 우리나라의 폐기물관리 시스템에 관한 지식 및 노하우를 전달하였으며, 스리랑카 고위공무원들의 역량강화에 기여할 것으로 기대된다.

2014년 경제발전경험 공유사업 III

제1장 사업의 개요

조판기, 이진아, 박은새 (국토연구원)

요 약

본 사업의 목적은 한국의 폐기물관리 지식과 경험을 바탕으로 스리랑카 국가 차원의 통합적인 폐기물처리시스템을 구축을 위한 정책컨설팅을 수행하고, 스리랑카에 적합한 고형폐기물처리시설에 대하여 기술적 자문을 수행하여 최적화된 시범사업계획안을 제안함에 있다. 또한, 스리랑카 정부의 정책 입안자 및 실무 담당자를 국내로 초청하여 연수생들의 역량강화를 목적으로 한다.

본 사업의 시간적 범위는 2014년부터 2034년까지 약 20년을 기준으로 하며 공간적 범위는 스리랑카 전체와 시범사업 후보지 및 주변지역 일원이다. 본 사업은 국토연구원과 한국수출입은행이 컨소시움을 구성하여 수행하고, 기술적 부문에 대한 용역발주를 통한 전문기관과 협동연구를 진행하였다.

제1절 사업의 배경 및 목적

1. 사업의 배경

한국의 성공적인 경제발전 경험에 대한 개발도상국들의 벤치마킹 수요가 증가함에 따라 한국정부는 2004년부터 한국의 경제발전경험 공유사업을 체계적으로 추진하여왔다. 경제발전경험 공유사업(Knowledge Sharing Program, KSP)은 한국의 발전경험과 지식을 바탕으로 협력대상국의 수요와 여건을 고려한 맞춤형 정책연구 · 정책자문 · 역량배양 지원 사업이다. KSP는 국가정책자문사업, 국제

기구와의 공동컨설팅사업, 경제발전 모듈화사업으로 구분된다. 이 중 본 사업은 국가정책자문사업으로 스리랑카 정부가 필요로 하는 주제에 대하여 정책자문을 제공하고자 한다.

스리랑카에서 고형폐기물관리는 중요한 이슈이며 인구증가에 따른 폐기물발생량 증가로 인하여 국가적인 문제가 되었다. 스리랑카의 국가실행계획(National Action Plan)에 따르면 체계적이지 않은 쓰레기처리방식이 환경오염의 주요한 원인 중 하나로 꼽힌다. 현재 도시권역에서 발생하는 고형폐기물의 약 4분의 3이 비위생매립(open dumping)으로 처리되고 있는 실정이다. 또한, 스리랑카 정부 주도하에 국가차원의 정책과 제도를 마련하기 위하여 지속가능한 고형폐기물 통합관리 시스템을 구축 중에 있으나 현재의 정책과 제도는 실행이 미흡하여 한계점을 가지고 있다. 이에 스리랑카 정부는 한국의 검증된 통합적·체계적 고형폐기물관리 경험을 지원받고자 한국 정부에 통합적인 폐기물관리 정책자문을 요청하였다.

2. 사업의 목적

본 사업의 목적은 한국의 폐기물관리 지식과 경험을 바탕으로 스리랑카 국가차원의 통합적인 폐기물처리시스템을 구축을 위한 정책컨설팅을 수행하고, 스리랑카에 적합한 고형폐기물처리시설에 대하여 기술적 자문을 수행하여 최적화된 시범사업계획안을 제안함에 있다. 또한, 스리랑카 정부의 정책 입안자 및 실무담당자를 국내로 초청하여 연수생들의 역량강화를 목적으로 한다.

제2절 사업의 범위 및 방법

1. 사업의 범위

본 사업의 시간적 범위는 2014년부터 2034년까지 약 20년을 기준으로 하며 공간적 범위는 스리랑카 전체와 시범사업 후보지 및 주변지역 일원이다. 주요 내용은 국가 고형폐기물관리계획 수립 및 인프라개발 재원조달을 위한 정책컨설팅, 고형폐기물처리시설 시범사업 및 역량강화프로그램으로 구분한다.

정책컨설팅은 스리랑카 일반현황 및 폐기물현황을 조사하고, 스리랑카와 한국의 고형폐기물관리 법과 정책을 비교·검토하고, 폐기물분야 원조사업 사례조사를 바탕으로 국가 고형폐기물 계획 수립을 위한 정책 제언 및 인프라개발 재원조달을 위한 정책제언을 제시한다.

시범사업은 고형폐기물처리시설 후보지역 검토 후 전략지역을 선택하여 시범사업대상지를 선정한다. 선정된 시범사업지에 적절한 고형폐기물 처리시설 및 처리공정을 선정하여 고형폐기물처리시설 기본계획수립하고, 주변지역지원방안과 주변도로망과 연계한 수거노선계획을 수립한다. 이 계획에 근거하여 예비평가 및 재원조달방안을 제안한다. 또한, 관련공무원 초청연수 프로그램을 통하여 우리나라의 폐기물관리 시스템에 관한 지식 및 노하우를 전달하고자 한다.

[그림 1-1] 연구의 주요 내용

2. 연구의 방법

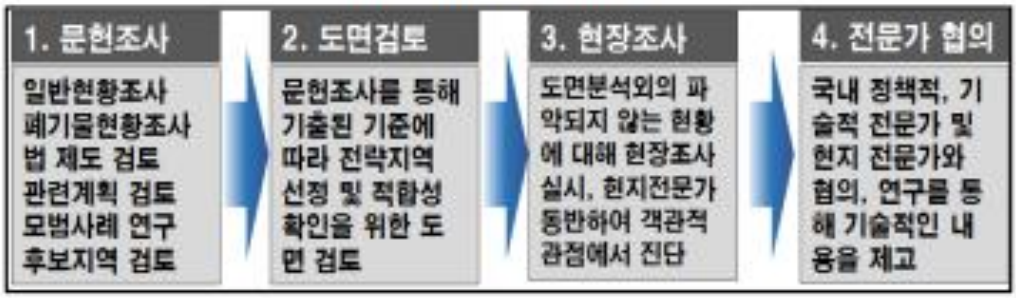
연구의 방법은 크게 문헌조사, 도면검토, 현장조사, 관련기관 및 전문가들과 협동연구 등이 있다.

첫째, 문헌조사로는 스리랑카 일반 및 폐기물현황조사, 법·제도 검토, 관련계획 검토, 모범사례 연구, 후보지역 및 대상지분석을 수행한다. 둘째, 후보지역 선정을 위한 문헌조사를 통하여 도출된 기준에 따라 전략 지역을 선정하고 선정된 전략지역의 적합성 확인을 위해 항공사진이나 도면 등을 검토한다.

셋째, 도면분석을 통해 파악되지 않는 미시적인 현황들을 현장조사를 통해 분석한다. 현장조사 시 현지전문가와 동반하여 객관적인 관점에서 지역의 환경 수준을 진단하고자 한다.

마지막으로 고형폐기물관련 국내 정책적·기술적 전문가 및 스리랑카 현지 전문가들과 함께 융복합 연구를 통하여 기술적인 부분에 관한 내용을 제고하고자 한다.

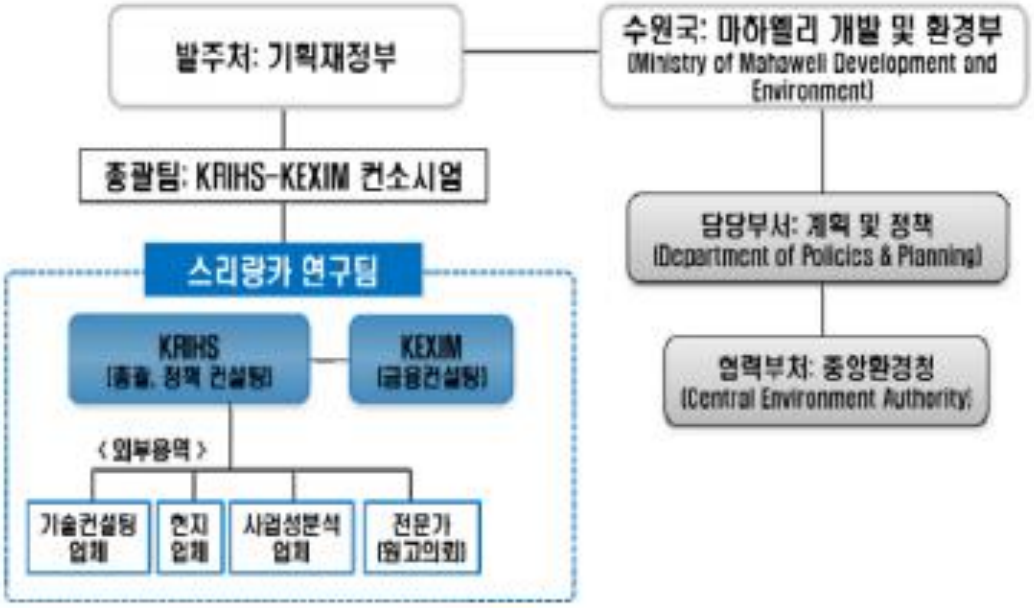
[그림 1-2] 연구흐름도



3. 사업의 수행체계

국토연구원과 한국수출입은행간의 컨소시움 및 용역발주를 통한 전문기관과 협동연구를 진행하고자 한다. 국토연구원은 녹색도시인프라 개발의 전문성을 토대로 사업을 총괄하고 폐기물처리시설계획 전문기관은 시범사업대상지 선정과 시설기본계획을 수립하는데 기여하며, 한국수출입은행은 재원조달방안과 관련하여 금융부문 자문, 후속사업 연계방안을 제시하였다. 스리랑카 환경부 및 환경청은 사업추진방향검토, 정책관련 자료제공 및 시범사업 후보지에 관한 자료를 제공하여 협업하였다.

[그림 1-3] 연구의 주요 내용



제3절 선행사업 현황 및 차별성

1. 선행사업 현황

2000년도 이후부터 세계은행, JICA(Japan International Cooperation Agency), UNOPS(United Nations Office for Project Services), KOICA(Korea International Cooperation Agency) 등 국제협력기구들이 스리랑카 폐기물관리 지원 사업을 추진해왔다.

가. 세계은행의 지원 사업

콜롬보시와 관련하여 'Metro Colombo Urban Development Project', 'Colombo Green Growth Technical Assistance Program' 을 추진해왔으며 최근 콜롬보시 고형폐기물관리 타당성조사를 수행하고 고위공무원을 대상으로 한 초청연수를 통해 한국의 고형폐기물관리시스템에 대한 지식과 경험을 공유하였다.

〈표 1-1〉 세계은행 콜롬보시 고형폐기물관련 지원 사업개요

사업명	스리랑카 콜롬보시 고형폐기물관리 타당성조사		
대상지	콜롬보시 북쪽 160 km	발주처	세계은행
대상기관	스리랑카 국방 및 도시개발부 (Ministry of Defence & Urban Development)		
수행기관	수도권매립지관리공사, ㈜도화엔지니어링, RDC (현지업체)		
사업내용	· 콜롬보시 북쪽 160km에 위치한 석회암 채석장에 신규 위생매립지 설치(400억원 규모)를 위한 타당성 조사 · 초청연수 실시 (2014. 4. 7 ~ 12): 로한(Rohan) 차관보 등 8명 대상 - 수도권매립지 운영 및 관리 현황, 반입폐기물 처리 및 검사 체계, 침출수 및 음폐수 처리방법 등에 대한 노하우를 전수 - 수도권매립지, 마포 자원회수시설, 동대문구 환경자원센터 등 국내 폐기물 처리시설에 대한 벤치마킹을 통해 스리랑카 콜롬보시 개발 프로젝트 담당자가 최적의 위생매립장을 설계할 수 있는 다양한 아이디어를 제안		

나. JICA(Japan International Cooperation Agency)의 지원 사업

JICA(Japan International Cooperation Agency)는 2002년부터 'The Study on Improvement of Secondary Cities in Sri Lanka', 'Capacity Up-grading Project for the National Solid Waste Management Support Center' 등 다양한 지원사업을 추진하였다. 2006년부터 2011년까지 국가고체폐기물 관리지원 센터(NSWMSC)를 설립하고 2007년부터 2011년까지 연차보고서를 통해 모니터링을 해왔다. 또한, 주재국 폐기물관리관련 인식증진 프로그램 실시 및 매뉴얼을 제작하고, 공무원 초청연수, 전문가 주재국 파견 및 주민을 위한 학교 교육을 통해 단순 매립에 대한 인식과 태도를 변화시키고자 하였다.

(표 1-2) JICA 스리랑카 고형폐기물관련 지원 사업개요

사업명	The study on Improvement of Secondary Cities in Sri Lanka		
사업기간	2002.3. ~ 2003.12	발주처	JICA
대상기관	Ministry of Local Government & Local Provinces		
수행기관	Kokusai Kogyo Co.Ltd.		
사업내용	• 스리랑카의 경제적, 기술적 역량에 맞는 폐기물관리 및 가이드라인 수립 • 수거 서비스의 향상, 위생교육, 최종폐기물처리부지의 업그레이드 및 폐기물 감소를 위한 Pilot projects를 7개 지역(Negombo, Chilaw, Gampaha, Kandy, Matale, Nuwara Eliya, Badulla)에서 실행		
사업명	Capacity Upgrading Project for the National Solid Waste Management Support Center		
사업기간	2007.3. ~ 2011.2.	발주처	JICA
대상기관	Ministry of Local Government & Local Provinces		
수행기관	Kokusai Kogyo Co.Ltd.		
사업내용	• National Solid Waste Management Support Centre (NSWMSC) 설립 (2006~2011) • 공무원 초청연수 및 전문가 주재국 파견 • 주재국 폐기물관리관련 인식증진 프로그램 실시 및 매뉴얼 제작 • 각 지역 상황에 맞는 폐기물관리 이행계획(Action Plan)수립 및 폐기물 수거를 위한 중장비 등의 지원		

다. UNOPS(United Nations Office for Project Services)의 지원 사업

UNOPS에서는 European Union(EU) funded Environmental Remediation Program(ERP)을 통하여 12개의 지자체에 2개의 폐기물 수거장, 7개의 매립장, 4개의 퇴비시설, 4개의 재활용센터, 1개의 물자재활시설, 5개의 병원폐기물관리시설, 1개의 폐기물변환시설, 1개의 폐기물야적장, 1개의 연구소를 건설하고 11개의 정화프로그램을 실시하였다.

라. KOICA(Korea International Cooperation Agency)의 지원 사업

KOICA 지원 사업의 경우, 스리랑카 정부에서 크게 3가지 사업을 요청하였다. 첫 번째 사업으로는 2007년 5월 환경에너지부(Ministry of Environmental and Natural Resources)가 '스리랑카 고형폐기물 처리시설 구축사업' 을 요청하였다. KOICA에서 당해 9월 스리랑카 콜롬보지역 폐기물통합관리시스템 시범구축사업 사전조사를 마치고, 2008년 9월 '스리랑카 콜롬보지역 폐기물통합관리시스템 구축사업 PMC' 용역을 KEI(한국환경정책평가연구원)과 SLC(수도권매립지관리공사)에 발주하였다. 이 사업을 통하여 2008년부터 2010년까지 돔페 위생매립장 타당성 및 설계를 완료하고 2010년부터 돔페 위생매립장을 건설하여 2014년 12월 완공되었다. 2015년 5월 15일부터 가동을 실시하여 CEA(중앙환경청)에서 임시적으로 운영하고 있다. 두 번째 사업은 2012년 1월경에 서부주 폐기물관리청(Waste Management Authority of Western Province)에서 요청한 "Waste Management Plaza in the Gampha District of Sri Lanka" 사업이다. 당해 2월 KOICA에서 스리랑카 폐기물 에너지화단지 지원사업 사전타당성조사를 하였으나 구체적인 사업으로 연계되지는 않았다. 세 번째 사업은 2013년 10월 KOICA 이사장과 스리랑카 대통령 면담 이후 소규모 폐기물 소각장 건설을 요청한 사업이다. 2014년 3월 KOICA에서 스리랑카 소규모 소각로 건설사업 사전조사단을 파견하고, 당해 9월 예비타당성 조사를 완료하여 2015년에 '스리랑카 소규모 소각로 건설사업 PMC' 용역을 발주 예정에 있다.

〈표 1-3〉 KOICA 스리랑카 고형폐기물관련 지원 사업개요

사업명	스리랑카 콜롬보지역 폐기물통합관리시스템 구축사업 PMC		
사업기간	2008.9. ~ 2014.12	발주처	KOICA
수행기관	한국환경정책평가연구원(KEI), 수도권매립지관리공사		
사업내용	• 스리랑카 콜롬보 지역 폐기물 통합관리시스템 구축을 위한 매립장 건설과 폐기물정책 제도개선 • KEI는 폐기물관리 정책 및 제도개선을 수행하고, SLC는 Dompe지역에 매립장 건설을 관리감독함		
사업명	스리랑카 폐기물 에너지화 지원사업 사전타당성조사		
사업기간	2012.2.	발주처	KOICA
사업내용	• 2012년 2월 스리랑카 폐기물 에너지화단지 지원사업 사전타당성조사를 함 • 사전타당성조사 결과, 사업대상지를 변경하는 것이 타당하고 본격적인 사업 추진 전단계로 사전타당성 조사사업을 1년 정도 시행하는 방안 필요		

2. 선행 지원사업의 한계점 및 시사점

JICA와 UNOPS에서 수행한 연구 및 사업은 소규모 행정단위 혹은 수도권이 아닌 지역을 대상지로 하며, 소규모 감량화 및 퇴비화를 목표로 하는 폐기물 모델사업 및 역량강화 지원사업의 형태이다. 또한, KOICA에서 진행한 사업은 고형폐기물처리시설 구축사업으로 고형폐기물의 발생-수거-분리-운반-처리 전반의 과정을 통합하는 관리 시스템을 마련하기 위한 내용과 주변지역지원에 대한 내용이 부재하다. 따라서 본 보고서에는 전반적인 통합폐기물관리 시스템 수립을 위한 정책적 제안과 시범사업의 효과를 극대화할 수 있는 전략지역을 대상지로 선정하여 폐기물의 발생을 최소화하고 발생한 폐기물은 효율적으로 처리하고자 한다.

2014년 경제발전경험 공유사업 III

제2장 스리랑카와 한국의 폐기물 관리정책 비교

조판기, 이진아, 박은새 (국토연구원)
김영석, 김지용 (한국수출입은행)
송동근, 박민석 ((주)건화)

요 약

현재 스리랑카의 폐기물 관리정책은 우리나라의 발전 단계에서 본다면 2, 3단계다. 2007년 처음 수립된 국가정책의 목표는 폐기물 배출자, 관리자, 서비스 제공자 모두 사회적·환경적 책임을 분명히 하고, 고형폐기물발생의 최소화를 통한 폐기물양의 최소화를 도모하고자 한다. 궁극적으로 폐기물 처리로 인해 발생하는 부가적인 환경영향을 최소화해 주민과 생태계의 건강 및 복지를 제공하고자 하는 것이다. 이에 따라 스리랑카 정부의 주요 환경 정책 전략으로 폐기물 발생 최소화(Reduce), 재사용(Reuse), 재활용(Recycle)이라는 3R 정책을 시행 중이다.

그러나, 이러한 정책 및 전략수립에도 불구하고 제대로 실행되지 않아서 폐기물처리에 적합한 입지선정의 어려움, 체계적인 수거시스템 결핍, 대중의 인식 결핍, 재원조달의 어려움, 지방정부의 고형폐기물 문제에 대한 적은 관심, 기술 전문가의 부족, 행정조직체계의 문제점, 모니터링시스템의 부족 등의 문제점이 지속되고 있다. 이러한 문제점들을 개선하기 위해서는 2007년에 수립된 정책과 2008년에 수립된 2번째 전략을 바탕으로 하여 구체적인 방안들을 제시하는 2차 폐기물 관리정책을 수립할 필요가 있다.

제1절 스리랑카 일반현황

스리랑카는 인도양에 위치한 고립도(孤立島)를 국토로 하는 국가로, 인도 아대륙의 남동단에 인접하여 위치한다. 정식 국가명칭은 "스리랑카 민주 사회주의 공화국(Democratic Socialist Republic of Sri Lanka)" 으로 행정수도는 스리 자야와르데네푸라 코테(Sri Jayewardenepura Kotte)이며, 법적 수도는 최대의 도시인 콜롬보(Colombo)이다. 과거 국가명칭은 실론(Ceylon)이었으나 1972년 공식국호를 "스리랑카 자유주권 독립 공화국" 으로 변경하였으며, 1978년 현재의 국호로 변경되었다.

대한민국과 스리랑카 간 관계는 1972년 10월에 스리랑카 통상대표부가 개설되고, 1973년 11월에 정식 외교관계 수립이후 지난 37년간 꾸준히 강화, 발전되어 왔다. 특히 1996년 8월 당시 쿠마가툰가(Kumaratunga) 대통령의 공식방한으로 양국관계는 경제협력과 투자분야를 중심으로 크게 확대되고 증진심화되었다. 또한, 우리나라 정부의 신아시아외교의 추진에 힘입어 스리랑카 협력사업으로 2012년 까지 EDCF 23개 사업에 4,8억불을 지원하였으며, 2012년 스리랑카 라자락사(Mahinda Rajapaksa)대통령이 방한(12,4,23-27)하여, 양국간의 정치외교 협력강화, 교역확대, 한국기업의 스리랑카 투자 및 인프라 개발에 진출 확대 등을 논의 하였다. 2015년 1월에 실시된 스리랑카 대통령 선거 결과, 시리세나(Maithripala Sirisena)대통령이 당선되어 60여개에 달하던 부처를 30개 내외로 통폐합 함에 따라 2015년 7월 총선 이전까지 임시조직을 운영하여 스리랑카 정부와 관계한 업무 및 신규 사업 지연이 예상된다.

〈표 2-1〉 스리랑카 일반현황

국가명	스리랑카 민주사회주의 공화국	
정치	대통령 중심제이나, 의원내각제를 가미한 형태	
수도	법정수도: Colombo, 행정수도: Sri Jayawardenapura, Kotte	
종교	불교(69%), 힌두교(11%), 회교(7.6%), 기독교(7.5%)	
인구	전체인구	21,045,394명 (2011)
	도시인구	3,009,388명(14.3%) (2011)
	인구밀도	320.93명/㎢ (2011)
인구 성장	인구성장률	+1.551% (2011)
	도시인구성장률	+1.040% (2011)
경제	실질GDP	$592억 US (2011)
	1인당 GDP	$2,836 US (2011)
	경제성장률	+3.0% (2011)(123위)
	고용율	52.7% (2011)
	실업률	4.9% (2010)
도시화		+1.1% (2010)
기초 인프라	수자원보급	91% (2010)
	위생시설보급	92% (2010)
	전기보급	76.6% (2009)
교통	철도	1,449km (2007)(80위)
	도로	91,907km (2007)(49위)
	수로	160km (2012)(101위)
에너지	공급량	9,28백만톤 (2009)
	소비량	8,01백만톤 (2009)
사회	빈곤율	22.3% (2006)
	소득불균형	40.3 (2007)
교육	초등교육율	98.6% (2006)
	비문맹율	91.2% (2010)

제2절 스리랑카 폐기물 현황

1. 국가 고형폐기물관리 정책

관련기관에 의한 부적절한 폐기물 관리로 인해 다양한 환경문제가 발생함에 따라, 환경부는 이러한 심각한 환경문제를 해결을 위해 국가적인 조치가 필요함을 느끼게 되었다. 이로 인해 국가 고형폐기물관리 정책이 종합적이고 경제적으로 합리적이며, 환경적으로 건전한 국가 및 각각의 지방정부 단위의 고형폐기물 관리 실행을 위해 제정하였다.

고형폐기물관리 정책의 목표는 다음과 같다.

- 모든 폐기물 생산자 및 폐기물 관리자, 폐기물 서비스 제공자에 대한 환경적 의무 및 사회적 책임 소재의 명확화
- 개인과 모든 기관들을 포함한 통합적이고 환경적으로 건전한 고형폐기물 관리의 실행
- 폐기물양의 최소화를 통한 재활용대상 폐기물양의 최소화 도모
- 폐기물 처리로 인해 발생하는 부가적인 환경영향의 최소화로 주민과 생태계의 건강 및 복지

국가 고형폐기물관리 전략[1]은 2000년에 처음으로 국가 고형폐기물관리 전략이 수립되었으며, 2007년에 수립된 국가고형폐기물정책을 실행시키기 위한 전략과 실행계획을 포함하여 2008년에 수정전략수립이 완료되었다. 이 전략은 오직 도시고형폐기물(MSW)과 생물의학폐기물(Biomedical Waste)만을 대상으로 한다. 유해폐기물, 산업폐기물 및 다른 의료폐기물은 대상으로 하지 않는다. 또한, 이 전략은 10년 계획으로 폐기물관리, 역량강화 및 R&D, 수행조직의 개편, 재원조달방안, 법적 시스템 개편 등을 포함한다.

2009년에 벨리사루(Pilisaru)폐기물 관리 프로그램(2009년 실시)[2]은 폐기물 재활용 최대화, 폐기물 배출 최소화, 폐기물 안전처리 목표로 재활용, 재사용, 위생매립장 설치 및 폐기물에너지화 사업을 추진 중에 있다.

환경 및 신재생에너지부 산하 중앙환경청에서 벨리사루(Pilisaru)프로그램을 시행 중에 있으며, 매립장 설치 및 운영 책임은 지자체에 있다.

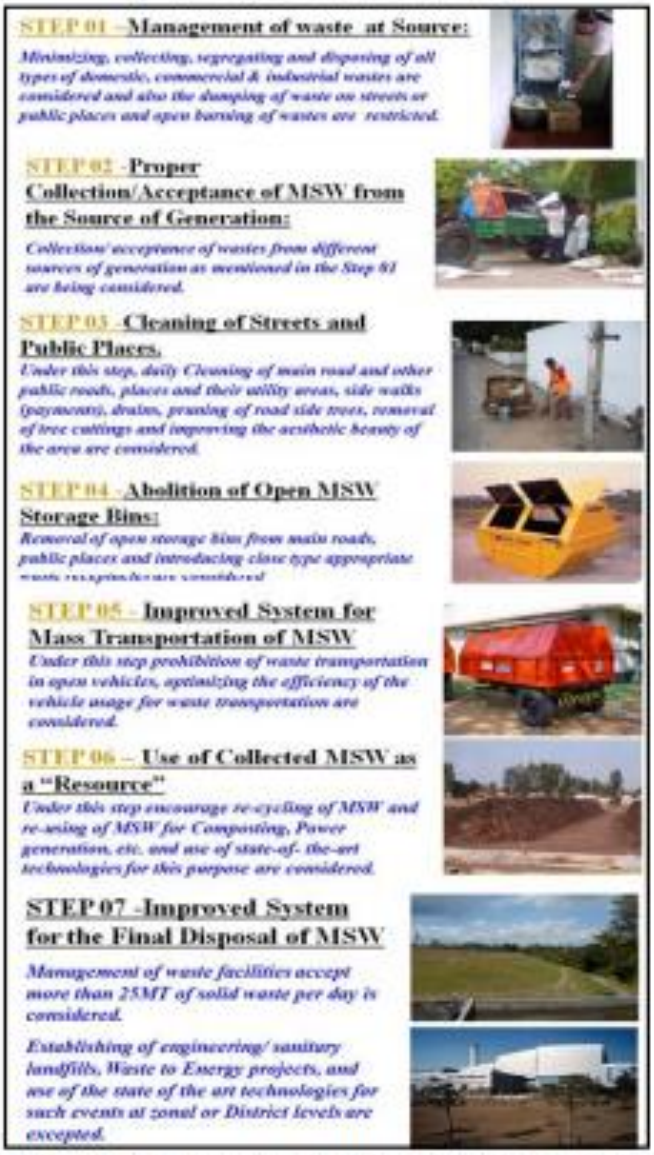
---

1) 스리랑카 환경시장 분석 보고서, 한국환경산업기술원, 2014
2) 스리랑카 환경시장 분석 보고서, 한국환경산업기술원, 2014

국가정책 3R(절감, 재사용, 재활용)을 기준으로 지방정부는 지역기반의 폐기물 관리, 도시폐기물관리 7단계 수립, 도시폐기물관리 시행규칙 수립, 종량제 실시 전략을 수립하고 전체 마스터플랜수립, 지방정부간 협력, 세부 프로그램 추진을 통해 수행한다.

폐기물 관리청에서는 2018년까지 소각처리비율 50%, 위생매립비율 6% 확대, 비위생매립비율 19%감축 목표를 제시하였다.

[그림 2-1] 도시폐기물관리 7단계



출처: 스리랑카 서부지역도 폐기물에너지화단지 지원사업 사전타당성조사 결과보고서, koica, 2012

2. 폐기물 발생 및 처리현황

스리랑카에서 발생하는 MSW는 높은 유기물 함량과 평균적인 플라스틱, 종이류 함량 및 상대적으로 적은 금속 및 유리 함량을 가지고 있다. 또한 일반적으로 스리랑카의 MSW는 60~80%의 수분을 가지고 있는 비교적 높은 수분 함량을 보이고 있다. 이러한 특성을 가지고 있는 스리랑카 MSW는 수거 후 대략 85%정도가 재활용 되지 않고 비위생매립장에 투기되어 최종처리되는 실정이다. 또한 현재 스리랑카 폐기물 처리의 대부분을 차지하는 비위생매립장은 환경적으로 관리되지 않는 경우가 대부분이며, 여러 환경적 문제들을 유발하고 있다. 이를 해결하기 위해서는 폐기물발생부터 분리배출 및 재활용-수거-운반-처리와 같은 단계별 통합시스템 구축이 필요하며 이를 위하여 각각의 단계별 현황에 대하여 살펴보도록 하겠다.

[그림 2-2] 폐기물 분리배출 및 재활용 - 수거 - 운반

분리 배출 및 재활용 | 수거 | 혼합 운반

가. 폐기물 발생 현황

스리랑카에서 발생하는 도시고형폐기물의 총 발생량은 7,000톤/일으로 우리나라 생활폐기물 일일 발생량인 48,728톤과 비교하여 약 1/7 정도로 나타났으며, 우리나라와 같이 사업장폐기물과 생활폐기물의 분류체계가 없는 스리랑카의 폐기물 발생 특성상 생활폐기물 발생량은 더욱 적을 것으로 판단된다. 스리랑카의 수도 콜롬보가 위치하고 있는 서부주의 경우 고형폐기물의 발생량은 4,200톤/일로 우리나라의 수도 서울에서 발생하는 생활폐기물 8,559톤/일의 약 절반의 양며, 이는 스리랑카 총 폐기물 발생량의 60%를 차지하고 있어 서부주 지역

폐기물의 특별한 관리 및 환경친화적 처리의 중요성이 부각되고 있다.

스리랑카의 폐기물 성상 중 주로 음식물류쓰레기로 분류되는 생분해성 물질(단기)의 비율이 56.57%로 가장 높게 나타났으며 그 다음으로 종이류(6.47%), 목재(6.35%), 왕겨 및 섬유류(6.04%), 생분해성 물질(장기)(5.94%), 합성수지 및 플라스틱(5.91%), 기타(가축폐기물 포함)(4.02%), 건축폐기물 및 토사류(3.89%), 금속류(2.76%), 유리류(2.02%)로 나타났다.

전반적인 스리랑카 폐기물의 특성은 주로 많은 수분을 함유하고 있는 생분해성 폐기물(주로 음식물)로서, 이는 도시고형폐기물의 전체 수분함량을 높이게 되고 발열량을 낮추는 주요 원인으로 판단된다.

〈표 2-2〉 스리랑카 폐기물 성분

구분	스리랑카 폐기물 성상(%)
생분해성(단기)	56.57
생분해성(장기)	5.94
종이류	6.47
목재류	6.35
왕겨 및 섬유류	6.04
합성수지 및 플라스틱	5.91
건축폐기물 및 토사류	3.89
금속류	2.76
유리류	2.02
기타	4.02**

자료: Waste Maragement in Sri Lanka-Installation of Incinerator Project, CEA

Kandy지역의 폐기물 성상은 종이류, 기타 발생비율이 높게 나타난다. 특히 생분해성 폐기물의 비율은 약68.7%로 상대적으로 스리랑카 전체 비율보다 높게 나타나고 있다. 다음은 Kandy지역의 폐기물 성상이다.

〈표 2-3〉 Kandy지역 폐기물 성분

구분	스리랑카 폐기물 성상(%)
생분해성(단기) Biodegradable(Short Term)	68.7
생분해성(장기) Biodegradable(Long Term)	
종이류	17.5
목재류	-
왕겨 및 섬유류	1.9
합성수지 및 플라스틱	1.7
건축폐기물 및 토사류	-
금속류	0.2
유리류	1.1
기타	8.9

자료: 스리랑카 현지사무소 전수조사 자료, 건화, 2014

나. 폐기물 분리배출 및 재활용 현황

스리랑카의 폐기물의 재활용은 주로 비공식적인 재래시장체계에 근거해 실시된다. 재활용품들은 다양한 폐기물 발생 및 원인에 의해 수집 및 재생된다. 예를 들면, 가정단위의 폐기물의 경우 재활용품은 환경미화원에 의해서 수거되거나 최종매립지에서 넝마주이나 공공근로자들에 의해서 수집된다. 수거된 재활용품은 수집상에게 매각되어 인근 재활용공장에서 재활용되거나 해외로 수출된다.

재래 재활용업자들은 각각의 지방정부와 계약 하에 bothal paththara karaya라고 불리며, 아주 오래전부터 스리랑카 전역에서 활동해왔다. 그들은 아주 잘 조직되어 사회시스템의 일부로 자리 잡았으며, 아주 많은 재활용품들이 그들에 의해 가치 있는 물건으로 재활용되고 있다. 재활용되는 물질의 종류는 플라스틱류, 종이류, 유리류, 전자폐기물류로 구분이 가능하다.

현재 스리랑카에서는 분리배출을 실시하지 않고 있으나 서부지역에서 시범사업의 일환으로 폐기물 분리배출(PET, 유기성폐기물)과 가정내 퇴비화 설비 공급(가정별 퇴비사)을 실시하였다. 그러나 가정 퇴비사의 도입에 대해 부정적인 의견(악취와 유해 곤충서식)이 많았으며, 가정 내에서 퇴비 할 공간이 부족하다는 점과 마당도 콘크리트 포장을 선호하고 있다는 점에서 가정 내 퇴비사 공급정책은 성과를 거두지 못하였으며, 폐기물 분리배출의 경우는 판매가 가능한 유가물(PET, 캔등)이 국한되어 있기 때문에 분리배출이 원활이 이루어지지 않고 있다.

다. 폐기물 수거·운반 현황

스리랑카의 폐기물 수거는 지역별로 1일 1회 07:00~16:00동안 이루어지며, 수거차량이 각 가정을 방문하여 수거한다. 일반적으로 수거차량 1대와 3~4명의 수거요원이 1개조로 운영되며, 수거요원은 장비 운전 및 폐기물 적재 작업을 지원하며 수거방식은 수거일별로, 주중 5일 중 2일 또는 3일을 지정하여 음식물만 수거하고 나머지 3일 또는 2일간은 음식물과 일반폐기물을 혼합하여 수거한다.

수거가 주중에만 이루어지고 있고 출·퇴근 교통혼잡으로 원활한 수거가 어려우며 수거효율도 낮은 것으로 조사되었다.

라. 폐기물 처리현황

스리랑카에서 발생되는 폐기물의 대부분인 75%는 약 350개의 비위생 매립(Open dumping)으로 처리되며, 폐기물 발생량의 15%는 약 70개의 퇴비화시설에서 처리되고 있다. 스리랑카의 비위생 매립 및 퇴비화시설로 인해 발생하는 환경오염 및 지역주민 건강에 미치는 영향을 줄이기 위해 스리랑카 정부는 2018년까지 소각처리비율 50%, 위생매립비율 6% 확대와 비위생 매립비율 19% 감축을 목표로 하고 있으며 특히 발생된 도시고형폐기물의 위생처리에 초점을 맞추고 있다.

1) 비위생 매립장

가) Bloemendhal 노천 투기장

Western Province에 위치한 Bloemndhal 노천투기시설은 아주 거대한 폐기물 투기시설이다. Bloemndhal 노천투기시설의 면적은 대략 6.5ha이며, 매립된 쓰레기의 평균높이는 30m로 대략 1.5~2.0백만톤의 폐기물이 매립되어있다. 대략 600~750톤의 생활고형폐기물이 매일 Colombo지방의회(CMC)에 의하여 반입된다. Bloemendhal 투기장은 저소득 계층의 주거지로 둘러 싸여있으며, 그들 중 몇몇은 투기장내 불법으로 거주하며 투기된 쓰레기를 뒤져서 삶을 유지하고 있다. 심지어 이 투기시설이 생활고형폐기물을 위한 것으로 특정되고는 있으나, 의료폐기물(주로 국영병원에서 배출됨) 또한 본 투기시설로 유입되고 있으며, 유입폐기물의 적절한 관리가 미흡한 실정이다.

나) Karadiyana 노천 투기장

Karadiyana 투기장 또한 Western Province의 Thumbowila에 위치하고 있으며, Kesbawa와 Boralasgamuwa 도시의회의 관리 아래 10ha의 부지면적을 가지고 있다. 현재 4개소의 지방정부에서 고형폐기물을 본 투기장에 투기하고 있는 상태이며, 주된 폐기물 투기원은 Dehiwala Mt, Lavinia MC, Moratuwa MC, Kesbawa UC and Boralasgamuwa UC,Homagama PS, Maharagama UC이다. 또한 인근의 산업시설 또한 폐기물을 본 투기장에 투기하고 있는 중이다. 본 투기장의 초기운영은 민간기업에 의해서 무계획적으로 이루어졌으며, 이는 후에 여러 가지 다른 종류의 오염으로 나타났다. 투기장 운영을 맡은 민간기업이 CEA에서 정한 기준을 따르지 못함에 따라, 본 투기장의 운영은 Western Province 폐기물 관리국(Waste Management Authority : WMA)으로 2010년 이전되어졌다. 본 투기장에 유입된 고형생활폐기물은 600백만톤으로 Western Province 폐기물 관리국에 의해 관리되고 있다. 본 투기장에 투기되는 쓰레기는 중장비에 의해 압축되어 투기되며, 투기 후 얇은 층의 토양을 위에 도포하여 악취의 유출을 방지하고 있다.

다) Meethotululla, Kolonnawa 노천 투기장

Meethotululla, Kolonnawa 지역은 극심한 악취를 풍기는 규모 6.5ha의 쓰레기 투기시설로 유명하다. 주변에서 거주하는 거주민들은 가장 심한 환경적 피해를 입고 있으며, 이 환경적 피해는 풍기는 냄새 뿐 아니라 침출수 범람 및 다른 여러 건강유해 요소 등을 포함한다.

2) 위생 매립장

가) Dompe 위생매립지

Pilisaru사업에 근거하여 일간 총 폐기물 처리량 100톤을 목표로 대규모 퇴비화시설이 5개소 건설되었으며, 지방정부 단위 일간 폐기물 처리량 10백만톤을 목표로한 115개 중소규모 퇴비화 시설의 건립에 대한 기술 및 재정지원이 시행되었다. 그러나 퇴비화 후 잔여 폐기물이 생성되며, 이 잔여폐기물은 위생매립시설에서 처리되어야 한다. 스리랑카에는 2013년 이전 위생매립시설이 존재하지 않았으며, CEA의 요청에 의해서 한국국제협력단(KOICA)의 재정 및 기술지원을 통해 위생매립지의 건설이 계획되게 되었다. 계획된 매립지는 10톤/일의 규모로

써, Dompe PS에서 발생한 폐기물의 최종처리장소로 계획되었다. 이 매립시설은 투수계수 기준 1×10-7㎝/sec이하의 차수시설(Geo textile, Bentonite매트, HDPE시트), 다공성 침출수 차집관거와 매립가스 차집관거, 수직형 매립가스 차집관거, 침출수 유출방지벽, 우수배수설비, 침출수 차집관거, 침출수 처리시설, 관리동, 계량기, 자동세륜시설, 감시카메라, 지하수관찰정(井), 내부도로, 주차장 및 울타리, 문 등을 포함하고 있다.

나) Ampra 매립지

UNOPS는 지방정부와 환경재생사업(Environmental Remediation Programme; ERP) 계획 주체인 몇몇 단체와 함께 Ampra District에 몇몇 Engineered 매립지를 건설하였다. ERP는 12개 지방정부를 대상으로하여, Ampra District에서 발생하는 고형폐기물의 운송과 처리를 목적으로 시행되었다. 이 사업에 의해서 총 7개소의 매립지 및 폐기물 운송용 정거장 1개소, 재활용품 수집소 4개소, 유기퇴비화시설 3개소, 또한 300개소 이상의 공동 콘크리트제 폐기물 보관소가 건설되었다. 덧붙여 사업의 시행으로 인해 지방정부의 고형폐기물관리 능력이 증가하였으며, 폐기물의 수거비용의 공정하고 공평한 징수시스템이 지방정부에 정착하게 되었다.

3) 퇴비화

가) 대형퇴비화사설 설치 현황

Pilasaru사업의 실행계획에 의해 체계적인 대규모 지방정부 단위 고형폐기물 관리에 기여하는 10~50톤/년 규모의 5개 주요 퇴비화사업이 완료되었다. 이 처리시설의 설치는 대규모 지방정부단위로 스리랑카 전역에 걸쳐 시행되었다.

- Kolonnawa의 Pothuwilkubura 퇴비화시설
- Kalutara의 Pohorawatta 퇴비화시설
- Nuweragampalatha의 Keerikkulama, Anuradhapura 퇴비화시설
- Madirigiriya, Polonnaruwa 퇴비화시설
- Monroviawatte, Rajgama 퇴비화시설

나) 중소형 퇴비화시설 설치 현황(지방정부단위)

Pilasaru사업에 의거한 대규모 퇴비화시설과 매립사업의 시행 중, 지방정부의 요청에 따라 소규모 퇴비화시설의 설치와 재활용사업을 위한 기술제공과 재정지

원을 제공하였다. 이와 같이 Pilasaru사업에 의거한 소규모 폐기물관리사업의 시행으로 지방정부기관(지방의회, 도시의회, Pradeshiya Sabahas), 군부대, 학교 등을 포함하는 115개 이상의 기관이 사업을 위한 기술지원과 필요재원지원을 받게 되었다.

다) 가정퇴비화 현황

가정 퇴비화 설비는 간단한 구조와 저렴한 유지 및 설치비용으로 가정에서 발생하는 유기성 폐기물의 자가처리를 가능하게 하고, 지난 수년간 전 세계적으로 이용되어져 왔다. 유기물 함량이 높아 퇴비화가 용이한 스리랑카의 MSW 특성에 맞추어 현재 스리랑카에서는 여러 종류의 가정단위 퇴비화설비가 사용되고 있으며, 몇몇 지역에서는 이미 대중화되어 쓰이고 있다. 이 가정퇴비화의 활성화를 위해 Pilisaru사업은 30,000개 이상의 플라스틱 퇴비화통을 지방정부 및 학교, 종교시설에 배포하였다.

3. 스리랑카 폐기물 법 · 정책 현황

가. 고형폐기물관리법

스리랑카 고형폐기물관리에 관한 법률안은 Local Government Laws, National Environmental Act, Police Department으로 구분되며 폐기물에 관한 법령과 제도는 중앙 및 지자체령 모두 갖추고 있다.

1) Local Governmental Laws

스리랑카의 폐기물관리 규정 및 정책은 각 지자체(MC, UC, PS) 폐기물 처리 의무 조례를 제정하고 있으며, 각 지자체에서 폐기물 관리에 관한 책임은 공공위생과에 있으며 소수의 광역시에서 폐기물 관리전담 부서를 두고 있다.

고형폐기물관리는 법적으로 지방정부의 책임이며, 각 지자체는 자체 구역 내에서 발생한 폐기물은 시민들에게 불편을 주지 않도록 처리해야 할 의무가 있다.

〈표 2-4〉 Local Governmental Laws and Local Authorities

- **Local Governmental Laws**
  - Municipal Council ordinance-No. 16 of 1947 - Section 129,130,131
  - Urban Council Ordinance-No 61 of 1939 - Section 118, 119, 120
  - Pradesheya Saba Act No:15 of 1987, Section 93, 94, 95
- **Local Authorities**
  - 21 municipal councils
  - 43 Urban councils
  - 271 Pradeshiya Sabhas

2) 국가환경법(National Environmental Act No, 53 of 2000)

국가환경법은 1980년 제정되었으며, 2000년 8월 18일 개정되었다. 환경질 및 환경오염을 유지하고 조절하기위해 환경보호 및 관리를 강화 하고자 본 규정을 수립하였으며, 토지이용 관리/범위, 천연자원 관리 및 보호, 어업과 해양자원 관리정책 및 관련 시장 규정, 야생동물관리정책, 산림관리정책, 토양보존정책, 환경조사, 환경보존지역의 선언, 위법행위에 따른 벌금 등을 관리하고 있다.

국가환경법에 따라 제정된 스리랑카 폐기물관련 법·제도 및 규정은 다음과 같다.

〈표 2-5〉 스리랑카 폐기물관련 규정

Act, Ordinances, Statutes and Rules directly related to

·Penal Code No: 2 of 1893
·Nuisance Ordinance No: 15 of 1862
·Police Ordinance No: 16 of 1865
·Provincial Councils Act No: 42 of 1987
·National Environmental Act No: 47 of 1980 and its amendments
·North Western Environmental Statue No: 12 of 1990
·Waste Management Statute No: 01 of 2007 of Western Province
·Constitution of the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka 1978

〈표 2-6〉 스리랑카 폐기물관련 규정

구 분	주요 내용
환경보호 규정	환경보호증명서 발급 활동 규정(No. 1533/16 dated 25.01.2008) 국가환경보호 및 특성(quality) 규정(No. 1534/18 dated 01.02.2008)
대기질 규정	대기배출, 연료&차량수입기준(No. 1295/11 dated 30.06.2003) 오존층파괴물질 금지규정(No. 1309/20 dated 10.10.2003) 차량배기가스배출기준목록(No. 1557/14 dated 09.07.2008) 대기오염원 분류에 따른 대기질허용기준(No. 1562/22 dated 15.08.2008)
소음 규정	산업소음공해(No. 924/12 dated 23.05.1996) 국가환경(차 경적)규정(No. 1738/37 dated 29.12.2011)
폐기물 관리 규정	지정폐기물관리처리/폐기물처리 또는 배출허가면허 (No. 1534/18 dated 01.02.2008) 도시고형폐기물(No. 1627/19 dated 10.11.2009)
환경영향평가 규정	사업승인절차 및 대상사업(No. 772/22 dated 24.06.1993) 사업승인기관(No. 859/14 dated 23.02.1995)

나. 고형폐기물관리 정책

2000년 이전에는 고형폐기물관리에 관한 정부정책이 존재하지 않았고, 2000년에 처음으로 국가고형폐기물관리전략이 수립되었으며, 정부는 국가고형폐기물관리에 관한 국가정책을 수립하기로 결정하였다. 2006년 국가 고형폐기물관리 지원센터를 설립하고 국가 고형폐기물관리 정책을 2007년에 제정하여 "국가정책 3R"을 기준으로 지방정부는 지역기반의 폐기물관리, 도시폐기물관리 7단계 수립, 도시폐기물관리 시행규칙 수립, 종량제 실시 전략을 수립하였다.

1) 국가 고형폐기물관리 전략(National Strategy on Solid Waste Management), 2008

2000년에 처음으로 국가고형폐기물관리전략이 수립되었으며, 2007년에 수립된 국가고형폐기물정책을 실행시키기 위한 전략과 실행계획을 포함하여 2008년에 수정전략수립이 완료되었다. 이 전략은 오직 도시고형폐기물(MSW)와 생물의학폐기물(Biomedical Waste)만을 대상으로 한다. 유해폐기물물, 산업폐기물 및 다른 폐기물은 대상으로 하지 않는다. 또한, 이 전략은 10년 계획으로 폐기물관리, 역량강화 및 R&D, 수행조직의 개편, 재원조달방안, 법적 시스템 개편 등을 포함한다.

2) Pilisaru 프로그램 2008

폐기물 재활용 최대화, 폐기물 배출 최소화, 폐기물 안전 처리 목표로 중앙환경청(CEA)에 의해 2008년 Pilisaru 폐기물 관리 프로그램을 수립하여 2009년부터 재활용, 재사용, 위생매립장 설치 및 폐기물 에너지화 사업을 추진하고 있으며, 퇴비화 시설 건설, 소규모 퇴비화 프로젝트 시행, 위생매립지 건설, 가정용 퇴비사 공급, 주민 인식증진 프로그램, 전문인력 양성을 위한 역량 강화의 초점을 두고 진행하고 있다.

Pilisaru 프로그램의 목적은 다음과 같다.

- 국가차원의 자원 보존과 고형폐기물 관리 시스템 구축
- 폐기물 처리 및 관리에 대한 인식 개선 및 역량강화
- 폐기물 관리 사업 이행 및 모니터링
- 인프라 구축을 통해 폐기물 관리 촉진 (재활용 시스템 구축)
- 재원조달 및 규제 강화

3) 폐기물관리 7단계 (Seven Step of Waste Management) 2010

스리랑카 서부주의 폐기물 관리를 담당하는 서부주 폐기물 관리청(Wstern Province, Waste Management Authority: WMA-W,P)은 서부지역의 도시 고형폐기물의 처리를 위하여 2009년도에 "폐기물 관리 7단계(07 Waste Management Steps)" 를 제정하였다. 주 정부는 폐기물 관리의 지역전략으로서 크게 역할 분담 및 그룹화, 지역의 역량강화를 위한 지역기반의 폐기물 관리 개념과 병행하여 폐기물 발생부터 최종처리에 이르기까지의 행위들을 간소화시키기 위하여 "폐기물 관리 7단계" 전략을 추진하였다.

"폐기물 관리 7단계" 중에서 제 1단계는 발생원의 폐기물 관리로 폐기물 감량화를 고려하고 불법투기 및 불법소각을 금지하는 조치로 발생자의 책임이며, 제 2단계는 제1단계의 폐기물 발생원으로부터의 수거를 하는 단계로 지방정부(Local Authority)의 책임이며, 제 3단계는 거리 및 공공장소에 대한 청소의 의무로서 지방정부의 책임이며, 제 4단계는 적정 수집/저장 시설의 제공으로 지방정부의 의무로 규정되어 있다. 제 5단계는 도시 고형폐기물 수송의 효율화로 지방정부와 지방 위원회의 공동책임이며, 제 6단계는 수집된 도시 고형폐기물을 자원으로 활용하는 단계로서 제 5단계와 마찬가지로 지방정부와 지방 위원회의 공동책임이며, 마지막 제 7단계는 진보된 폐기물 최종 처리시설을 제공하는 단

계로서 지방 위원회의 책임으로 규정하고 있다.

아직 계획단계 정책으로 스리랑카 소규모 지방정부의 소량발생 폐기물관리를 하고 있는 소규모 수준의 정책은 여러 지원사업으로 많은 성공사례를 보여주고 있으나 대형처리/자원화 시설은 제7단계가 가장 우선적으로 추진되어 안전한 중간처리 및 최종처리시설의 확보가 우선 필요하다.

4. 국가 폐기물관리기관 현황

스리랑카의 국가 행정조직은 복지 부문과 행정 부문으로 분류되어 운영되고 있으며, 복지 부문에 속하는 폐기물은 9개 지역(Province)과 335개의 지방정부(Local Authority) 및 611개 구역(Ward)으로 나뉘어진 지방정부의 책임 하에 관리되었으나 헌법 제13개정법에 의하여 지방정부(Local Government)에서 지역단위(Provincial Level)로 폐기물 관리 업무가 이양되었다.

현재 스리랑카의 폐기물 관리 기관으로는 마하웰리개발 및 환경부 (Ministry of Mahaweli Development and Environment), 중앙환경청(Central Environment Agency, CEA), 국가 고형폐기물관리 지원센터(National Solid Waste Management Support Center), 지방정부(Ministry of Local Government & Provincial Councils) 등이 있다.

스리랑카 서부주(Western Province)는 폐기물 관리청(Waste Management Authority, WMA)을 2005년에 헌법에 의거하여 설립하였고, 2007년 법률 개정에 의하여 서부주 지역 내의 고체, 반고체, 폐수 및 대기오염을 관리하는 기관으로 위상이 더욱 강화되었다.

마하웰리 개발 및 환경부 (Ministry of Mahaweli Development and Environment)[3]에서는 마하웰리 강 개발 사업총괄과 환경관련업무와 오존층파괴물질의 단계적 해소를 위한 법규 수립, 차량 및 산업 배출 기준/소음 방지 규정 수립, 기후변화 완화 및 적응 이행, 환경 보호 구역 선언, 기타 환경에 적용되는 법규 수립 업무를 수행하고 있다.

중앙환경청(The Central Environmental Authority, CEA)[4]은 환경 및 신재생에너지부의 권한 하에 국가환경법 제47조항에 따라 1981년 8월 설립되었으며,

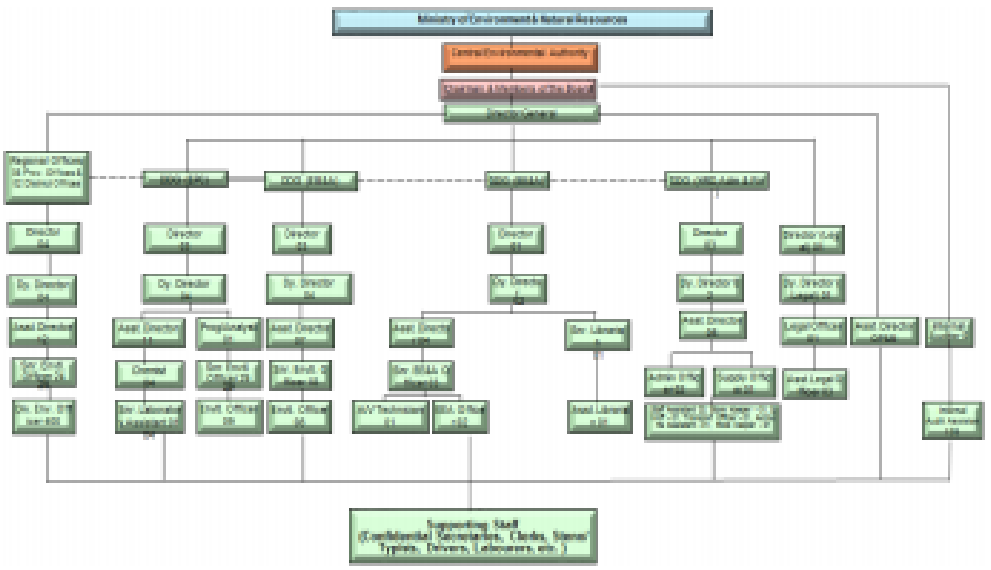
3) 스리랑카 환경시장 분석 보고서, 한국환경산업기술원 2014
4) 스리랑카 환경시장 분석 보고서, 한국환경산업기술원 2014

법 및 규정 준수를 위한 관리 기관의 역할을 수행하며, 산업체 환경보호증명서(Environmental Protection License, EPL) 발행 및 관리하고 관련 사업의 환경영향평가를 수행한다. 스리랑카 폐기물 관리 업무는 중앙환경청, 9개 주 위원회 산하의 폐기물관리청(8개 폐기물 관리청 관리, 1개는 서부주환경청(North Western Province)에서 관리), 335개 지방정부에서 분산 담당하고 있다.

〈표 2-7〉 각 주 및 행정구역 명칭

주(Province)	행정구역(Administrative District)
Western	Colombo, Gampaha, Kalutara
North Western	Kurunegala, Puttalam
Uva	Badulla, Monaragal
Sabaragamuwa	Ratnapura, Kegalle
Central	Kandy Matale, Nuwara Eliya
Eastern	Batticaloa, Ampara, Tincomalee
Northern	Jaffna, Mannar, Vavuniya, Mullaitivu
Southern	Galle, Matara, Hambantota
North Centre	Anuradhapura, Polonnaruwa

[그림 2-3] 스리랑카 환경부 산하 CEA 조직도



출처: 스리랑카 CEA, 2014

제3절 스리랑카 재원조달 현황

1. 서론

스리랑카는 2016년까지 연평균 8% 이상의 성장을 통해 1인당 GDP 4,000달러 이상의 중소득국으로 도약하는 것을 국가개발 목표로 설정하고 있으며, 스리랑카 경제는 내전이 종식된 2009년 5월 이후 인프라 투자 확대와 관광업 호조 등에 힘입어 연평균 7% 이상의 역동적인 성장을 지속하고 있다.

이에 따라 스리랑카의 국민소득은 2000년 869달러에서 2013년에는 3,256달러로 3.75배 증가하였고, 2010년에는 중소득국 대열에 진입하였다. 스리랑카의 빈곤율은 2009년 8.9%에서 2012년 6.7%로 축소되었고, 세계은행 기준 빈곤층(일일 소득 2달러 미만)과 극빈층(일일 소득 1.25달러 미만) 인구 비율도 각각 29.1%에서 23.9% 그리고 7.0%에서 4.1%로 축소되었다. 소득불평등을 나타내는 지니계수도 2009년 0.49에서 2012년 0.47로 개선되었다.

스리랑카 경제가 비교적 양호한 성과를 시현하고 있지만, 지속적인 경제성장을 위해서는 인프라 확충이 시급한 상황이다. 1983년부터 2009년까지 26년 동안 지속된 내전과 2004년 발생한 쓰나미 피해 등으로 투자가 부족하여 도로, 철도, 항만, 공항, 전력, 상하수도, 위생 매립지 등 인프라가 낙후되어 있다. 오랜 내전을 겪은 북동부 지역과 경제중심지인 서부 지역의 인프라 격차도 매우 큰 상황이다. 이에 따라 스리랑카 정부는 10개년 국가개발계획의 핵심과제 중 하나로 인프라 개발을 제시하고 있고, 전 국토의 균형발전과 지속가능한 성장을 위해 콜롬보 남항, 함반토타 항구, 마탈라 국제공항, 콜롬보-카두나야케 고속도로 등 대규모 인프라 개발 사업을 적극 추진하고 있다.

인프라 개발을 위한 공공투자 사업 추진을 위해서는 무엇보다도 인프라 개발 재원 확보가 중요하다. 그러나 스리랑카는 정부 재정상황이 열악하고, 자본축적이 미약한 개도국이어서 국내 금융시장을 통한 민간재원 조달도 쉽지 않은 상황이다. 이에 따라 스리랑카는 인프라 확충을 위한 개발재원 대부분을 세계은행, 아시아개발은행 등 다자개발금융기구와 미국, EU, 일본, 중국, 한국 등 양자 원조 공여국이 제공하는 공적개발원조(ODA)에 크게 의존하고 있다.

한편, 스리랑카는 2010년 중소득국 진입에 성공한 이후 공정개발원조 유입액 중 양허성 재원의 비중이 대폭 축소되고, 수출금융 등 비양허성 재원조달 비중

이 커지고 있다. 재정수지가 대규모 적자를 지속하고 있고, 해외 차입이 계속 증가함에 따라 공공부채 규모도 과중한 상황이다.

이로 인해 스리랑카는 인프라 개발재원의 안정적 확보와 공공투자사업의 효율적 관리를 통해 인프라 확충 사업을 지속적으로 추진할 필요가 있다. 인프라 개발재원의 안정적 조달을 위해 재정수지 개선을 통한 재정투자여력 확보, ODA에 대한 의존도 축소, 수출금융과 프로젝트 파이넌스(PF) 방식의 재원조달 확대, 그리고 수익자 부담 또는 국내외 민간투자 유치를 통한 재원조달 방안 등에 대한 심도 있는 연구와 관련 정책 및 제도의 정비가 필요한 시점이다. 대규모 인프라 개발사업의 효율적 추진을 위한 공공투자사업관리제도의 정비도 요구되고 있다.

이에 본 보고서에서는 스리랑카의 국가개발계획과 인프라 개발수요, 공공투자 현황과 공공투자관리제도, 정부재정 및 국가채무 현황, ODA 수원 현황, 금융시장 현황 등에 대해 살펴보고, 스리랑카 정부의 효율적 인프라 개발재원 조달을 위한 정책 방향을 제시하고자 한다.

2. 국가개발계획과 인프라 개발 수요

가. 국가개발계획(Mahinda Chintana 2006-2016)

스리랑카 정부는 2006~16년 10개년 국가개발계획을 세우고 있으며, 2016년까지 연평균 8% 성장을 통해 1인당 GDP 4,000달러 이상의 상위 중소득국으로 도약하는 것을 목표로 제시하고 있다. 또한 이에 대한 하위 계획으로 5개년 개발계획을 수립하고 있는데, 먼저 2006~10년 개발계획은 내전 이후 경제 재건 사업에 초점을 맞춘 반면, 2011~16년 계획에서는 구조적 변혁에 초점을 두고 있다.

구체적으로 2011~16년 개발계획에서는 친환경 경제 및 경제성장, 안정적 인프라스트럭처 확충, 국제 통합과 경쟁력 강화, 지식기반 사회 구축 등과 함께 새천년개발목표(MDGs)[5] 달성을 추구하고 있으며, 주요 개발전략으로 국가기간

5) 빈곤 퇴치, 고등교육 보편화, 영양결핍 아동 비중 33%에서 12-15% 수준으로 축소, 평균 생존연령 76세에서 80세로 연장, 도시지역 용수 보급률 76%에서 80%로 확대, 삼림비율 28%에서 43%로 확대 등

시설 확충, 농촌개발, 공공서비스 강화, 환경부문 개선 등을 제시하고 있는 바, 주요 내용은 다음과 같다.

첫째, 전력, 도로 등 국가기간시설 확충을 개발전략으로 설정하고 있다. 전력부문의 경우 전력보급률을 2010년 88%에서 2016년 100%까지 확대할 계획이며, 이를 위해 전력원의 50% 이상을 차지하는 원유 대신 석탄, LNG, 수력, 원자력 등으로 전력원을 다양화하는 한편, 전력생산 비용 최소화, 에너지 공급·관리·운영 시스템 효율화 등을 추진하고 있다. 도로의 경우 여객운송의 90%, 화물운송의 98%를 차지하는 핵심 운송수단임을 고려하여, 고속도로 확충, 주요 지역을 중심으로 한 차선 확장 및 외곽도로 건설, 민간의 도로 유지·관리 사업에 대한 참여 유도 등을 추진하고 있다.

둘째, 농촌지역 절대 다수가 빈곤계층에 속해 있어, 균형성장과 빈곤감축을 위해 농촌개발을 주요 개발전략 중 하나로 삼고 있다. 농촌지역 주민들이 대부분 농업에 종사한다는 점을 고려하여 농업생산증가율을 연 6%로 확대하고, 전체 농작물의 40%를 차지하는 쌀의 비중을 줄이는 대신, 고부가가치를 창출하는 작물을 생산하는 농작물 다양화 작업을 추진하고 있다. 동시에 농촌지역의 제반 시설 개선을 위해 농촌개발프로그램(Gama Neguma Initiative) 실시, 농촌지역 도로망 확충(Maga-Neguma), 전력망 건설 등을 병행하고 있다.

셋째, 교육, 보건 등 공공서비스 강화이다. 교육부문의 경우 지식기반 사회 조성, 소득불평등 축소, 인적자본 구축 등을 목표로 성별, 인종 등의 구분 없이 초등 및 중등교육 이수율 100% 달성, 영어 및 수학 등 필수 교과과정 강화, 전자교육 시스템 개선 등을 정책방향으로 설정하고 있으며, 교육개발프로그램(ESDFP)을 통해 실질적인 정책을 수행하고 있다. 대학교육 역시 선택가능 전공 다양화, 사립대학 설립 유도 등을 통해 강화할 방침이다. 한편, 보건부문의 경우 보편화된 의료서비스 제공에서 한발 더 나아가 전문병원 설립, 의료전문가 육성, 통신의료(Tele-health) 서비스 도입 등으로 세계적인 의료서비스 경쟁력을 갖출 예정이다.

〈표 2-8〉 2006-16년 국가개발계획의 주요 경제지표

구 분	단 위	2000	2005	2010	2012	2016(Proj)
GDP	십억 달러	16.5	24.4	49.6	59.4	100.0
1인당국민소득	달러	899	1,241	2,400	2,923	4,470
총수출	십억 달러	5.5	6.3	8.6	9.8	18.0
관광수입	십억 달러	0.25	0.36	0.58	1.3	2.5
전력보급률	%	62.6	75	88	93	100
통신보급률	%	6.3	23.6	100.8	116.9	141.2
초등교육등록률	%	92.0	89.0	92.0	92.3	100.0
빈곤율	%	24.7	15.2	8.9	6.5	2.3
문해율	%	95.6	95.8	98.0	98.5	99.0

자료: Ministry of Finance and Planning, Sri lanka

[그림 2-4] 스리랑카 국가개발계획 2006~2016

자료: 스리랑카 국가협력전략 2012-2016, 대한민국 정부

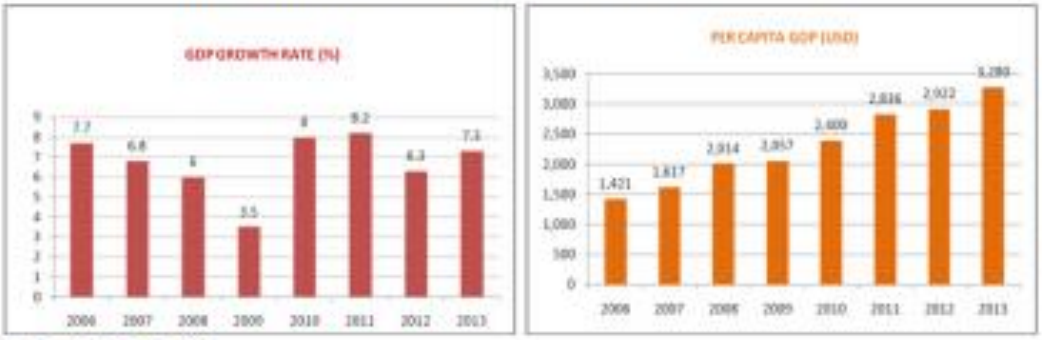
마지막으로 친환경적이고 지속가능한 성장을 위해 환경부문 개선, 관광산업 육성 등을 개발전략으로 추진하고 있다. 구체적으로 환경개선을 위해 산업 및 가정 폐기물 처리 강화, 산업단지 내 공장입주 유도, 삼림비율 2010년 23%에서 2016년 30% 이상으로 확대, 국토의 25% 이상을 보존구역으로 지정, 육지 및 해양생물 보호 등을 정책목표로 설정하고 있다. 동시에 환경 친화적인 관광산업(eco-tourism)을 육성하여 2016년 연평균 관광객 250만 명 달성을 목표로 하고 있다.

나. 인프라 개발 수요

스리랑카는 동서를 잇는 해상 운송로에 위치한 전략적 요충국가로서 국제물류 중심 국가로 발전할 수 있는 잠재력을 갖추고 있으며, 유구한 역사와 소승불교 유적 그리고 아름다운 해안을 가지고 있어 관광산업의 발전 여지도 매우 크다. 한편, 스리랑카는 교육열이 높고, 우수한 인적자원을 보유하고 있어 IT 산업과 같은 최첨단 하이테크 산업의 발전 가능성도 큰 것으로 평가된다.

또한, 스리랑카는 평균수명 75.1세, 문해율 91.2% 등 사회개발지표 대부분이 인도, 파키스탄, 네팔 등 인접국가에 비해 양호한 수준을 보이고 있다. 이에 따라 스리랑카는 2009년 내전 종식 이후 6~8%대의 고도성장을 지속[6]하고 있고, 국민소득 규모도 꾸준히 증가하고 있다(그림 참조).

[그림 2-5] 스리랑카의 경제성장률과 1인당 국민소득 변화 추이



자료: 스리랑카 정부

그러나 스리랑카가 상위 중소득국으로 도약하기 위해서는 낙후된 인프라 시설의 개선과 확충이 선결되어야 한다. 도로, 철도, 항만, 공항, 전력, 상하수도, 위생매립지 등 낙후된 인프라가 확충되어 생산활동이 활성화될 경우, 스리랑카는 과거 동아시아 신흥공업국들이 달성했던 8~10%의 고도성장을 이룰 수 있을 것으로 평가된다.

그러나 현재 스리랑카의 인프라 개발 수준은 열악한 상황이다. 2014년 세계은행의 물류운용지수(Logistic Performance Index)에서 스리랑카는 160개국 중 89위이며, 특히 물류 인프라의 경우 126위로 하위권을 기록하고 있다. 또한, 상수도 보급률도 2012년 기준 39%에 불과하고, 전력시설의 노후화와 이로 인한

6) IMF는 스리랑카의 잠재성장률을 6.8%로 평가

잦은 정전 등으로 기업들은 안정적인 생산활동에 필수불가결한 전력수급에도 어려움을 겪고 있다. 특히, 타밀족이 주로 거주하는 북동부 지역의 인프라가 매우 낙후되어 있는 등 지역간 인프라 개발 수준이 큰 차이를 보이고 있다.

이에 따라 스리랑카 정부는 국가개발계획의 핵심 과제 중 하나로 인프라 확충을 적극 추진하고 있다. 국토균형발전을 위해 콜롬보, 북중부, 남부, 동부 등 4개 광역권별 개발계획을 추진 중이며, 교통, 에너지, 상하수도, 위생매립지 등 부문별로 인프라 개발계획을 추진하고 있다.

한편, 인프라 개발은 국가경제 및 국민생활과 밀접한 관련이 있는 건설 사업이며, 인프라 확충을 위한 투자와 시설의 운영 및 관리는 대부분의 경우 시장기능에 의존하기 어려워 정부가 주도하고 있다. 개인이나 기업이 소유하는 경우에도 정부가 인프라 시설소유권의 행사와 건설 및 운영에 대해 규제하고 있다. 스리랑카의 인프라 개발사업도 대부분 국가가 주도하는 공공투자의 형태로 진행되고 있다. 최근 들어서는 민간자본을 활용하여 부족한 정부재원을 보충하고, 민간의 효율성을 공공부문에 도입하기 위해 민관협력사업(PPP)도 적극 추진하고 있으나 아직까지 그 성과는 미미한 편이다.

(표 2-9) 2010-20년 인프라 개발수요 (연간 투자금액)

부 문	투자금액(백만 달러)	투자금액/GDP(%)
교통	1,471-2,463	2.49-4.16
에너지	698-1,285	1.18-2.17
상하수도	78.8-154	0.13-0.26
위생매립지	25-182	0.04-0.31
합계	2,270-4,084	3.84-6.90

자료: 세계은행 (2011년 기준)

스리랑카의 인프라 개발수요 중 가장 큰 부문은 교통이다. 세계은행 보고서[7]에 따르면, 교통부문은 매년 GDP의 2.49~4.16% 규모의 투자가 필요한 것으로 분석된다. 이 밖에도 에너지 부문의 인프라 개발수요는 매년 GDP의 1.18~2.17%, 상하수도 부문은 GDP의 0.13~0.26%, 위생매립지 부문은 GDP의 0.04~0.31%의 투자가 필요한 상황이다. 이밖에도 민간 주도의 통신부문 인프라 개발수요는 매년 GDP의 3.84~6.9%의 투자가 필요한 것으로 분석된다.

세계은행에 따르면 2010~20년 동안 스리랑카의 인프라 개발수요는 매년

7) Investing in Infrastructure: Harnessing Its Potential for Growth in Sri Lanka, Dan Biller and Ijaz Nabi, 2013.

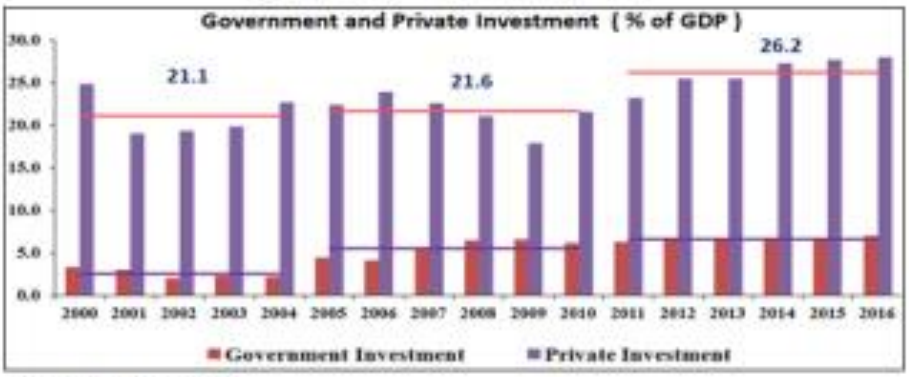
GDP의 3.8~6.9%에 이르며, 이를 투자금액으로 환산할 경우 매년 23억~41억 달러의 개발재원 조달과 인프라 개발 투자가 이루어져야 한다.

3. 인프라 개발을 위한 공공투자 현황

가. 공공투자 추이

스리랑카는 2006-16년 10개년 경제개발계획의 일환으로 인프라 개발을 위한 공공투자를 활발히 추진하고 있다. 이에 따라 스리랑카의 총투자율은 30%를 상회하고 있으며, 이중 공공투자가 6%, 민간투자가 26% 내외 수준을 보이고 있다. 한편, 독립 이후 경제자유화가 실시되기 직전인 1956~77년 동안에는 총투자의 대부분을 공공투자가 주도하였고, 이 시기의 스리랑카 총투자율은 15.7%에 불과했다. 그러나 1977년 경제자유화 조치를 단행한 이후 스리랑카의 총투자율은 20%대로 급증하였고, 이 중 공공투자가 3~6%, 나머지 17~25%는 민간투자가 차지하였다. 최근 수 년간은 총투자율이 30%, 경제성장률이 7%를 상회하는 등 역동적인 경제발전을 이루고 있다. 그러나 스리랑카의 국내저축률은 22~23% 수준에 머무르고 있다. 즉, 국내 저축과 투자의 격차가 매우 큰 상황이며, 이 격차를 해외차입에 의존하고 있다.

[그림 2-6] 스리랑카 투자율 추이



자료: 스리랑카 정부

한편, 스리랑카의 인프라 개발사업은 대부분 공공투자를 통해 이루어지고 있다. 이는 인프라가 공공재라는 성격을 가지고 있기 때문이다. 인프라 확충을 위

한 공공투자의 재원조달은 대부분 해외차입을 통해 이루어지고 있다. 스리랑카 기획재무부에 따르면, 연평균 GDP대비 공공투자 규모는 2002~04년 동안 4.7%에서 2005~12년 동안에는 1.5%p 증가한 6.2%였다. 대부분의 공공투자는 전력, 항구, 공항, 도로, 관개시설, 상하수도, 학교, 직업훈련, 병원 등과 같은 공공 인프라 확충을 위한 사업이었다.

2014년 1~9월에는 전체 예산의 56%인 37억 5,900만 달러를 공공투자를 위해 배정하였으며, 부문별로는 도로 및 교량건설부문에 대한 투자 비중이 28.2%로 가장 높으며, 그 다음으로 농촌개발 15.7%, 관개시설 6.3% 순으로 높은 비중을 차지하였다.

〈표 2-10〉 공공투자 현황 및 계획 (GDP 대비 비중, %)

	2013	2014	2015	2016	2017
도로	1.8	1.8	2.0	2.1	2.2
교육	0.3	0.5	0.5	0.6	0.6
보건	0.2	0.4	0.5	0.5	0.6
관개	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5
운송	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
농촌개발	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9
기타	1.9	1.3	1.6	1.3	1.0
합계	5.5	5.7	6.5	6.5	6.5

자료: Ministry of Finance and Planning, Sri lanka

〈표 2-11〉 2014년 6월말 현재 인프라 개발 공공투자사업 현황 (건수, 백만루피)

	프로젝트 건수	2014년 예산배정액	예산집행률
도로	1,255	138,000	65.5
항공	62	52,991	54.2
상하수도	91	35,280	28.6
전력	29	23,537	30.9
주택	15	3,910	27.2
도시개발	28	16,257	29.9
직업훈련	187	27,754	45.8
보건	167	40,800	14.6
사회보호	25	1,843	56.0
생활개선	33	96,793	22.0
정신문화증진	87	3,356	29.0
농업개발	31	4,996	34.6
플랜테이션 개발	13	1,588	36.1
어업 및 축산업 개발	35	7,230	30.8
재난방지 및 환경보호	79	4,606	17.9
관개시설 개발	36	43,867	35.4
산업 및 무역	59	6,141	32.0
거버넌스	24	6,502	8.8
합계	2,256	515,451	40.7

자료: Ministry of Finance and Planning, Sri lanka

한편, 2014년에 진행된 인프라 개발 공공투자사업 건수는 2,256건이며, 예산 배정액은 5,154억 루피이다. 2,256개 프로젝트 중 358개가 5억 루피 이상의 대규모 공공투자사업이었으며, 908개 프로젝트가 5천만~5억 루피의 중규모 공공투자사업이었다. 이 중 220개 프로젝트가 ODA를 통해 추진되었으며, 전체 ODA 사업 중 48개 프로젝트, 총 1,040억 루피가 도로건설 사업이었다. 한편, 2014년 6월말 기준 예산집행률은 40.7%이다.

나. 공공투자관리제도

공공투자는 많은 예산이 수반되는 만큼 효율적으로 추진되어야 한다. 이를 위해 한국을 비롯한 많은 국가에서는 공공투자관리제도[8]를 마련하여 운영하고 있다. 이는 공공투자가 늘어나면 민간의 소비와 투자가 줄어드는 구축효과(crowding-out effect)가 발생할 수 있고, 정부실패의 폐해가 시장실패의 경우보다 더 크기 때문이다. 대표적 정부실패의 사례로는 정치인의 이해관계에 따른 불요불급한 사업의 선정, 시공사 선정과정에서의 뇌물수수, 불충분한 사업 준비와 관리체계 미비로 인한 총사업비 증가, 공기 지연 및 품질 저하 등을 들 수 있다.

스리랑카의 경우 공공투자관리제도가 미비되어 있는 것으로 파악된다. 스리랑카는 공공투자사업의 심사평가 기능과 모니터링 기능은 가지고 있다. 공공투자사업의 심사평가는 기획재정부(MoFP)의 국가기획국(NPD)이 담당하고 있으며, 스리랑카 예산편성의 한 과정으로 정착되어 있다. 기획재정부는 각 정부기관에서 제출한 예산요구서를 토대로 예산안을 작성하며, 공공투자를 포함한 정부예산은 스리랑카 국회의 심의·의결을 거쳐 확정된다.

공공투자사업으로 선정되기 위해 스리랑카의 각 부처는 기획재정부의 국가기획국(NPD)이 제공한 양식에 의거하여 공공투자사업계획서를 작성·제출하고, 국가기획국은 각 주무부서와의 협의를 통해 공공투자사업을 최종적으로 선정한다. 공공투자사업 선정시 정부의 정책 우선순위, 사업의 경제적 타당성, 사회적·환경적 파급효과 등을 고려한다.

8) 일반적으로 공공투자관리제도는 프로젝트의 사이클에 따라 사전적-중간적-사후적 단계의 세 가지로 분류할 수 있음. 사전적 관리제도는 예비타당성조사와 적격성조사 그리고 지역균형발전영향평가 등이 있고, 중간적 관리제도로는 총사업비관리제도와 타당성재조사 및 수요예측 재조사제도 그리고 재정사업 자율평가제도가 있으며, 사후적인 관리제도로는 대규모 건설사업에 대한 사후평가제도가 있음.

이후 국가예산국(NBD)에서 중기재정계획을 토대로 국내 자금조달 가능성을 판단하는 한편, 외자조달국(ERD)에서 연간 해외차입 규모, 조달비용, 외채상환 계획 등을 고려하여 해외 자금조달 방법 및 계획을 수립한다. 한편, 스리랑카의 경우 대통령이 기획재정부 장관을 겸직하고 있어 공공투자사업 선정에 대한 대통령의 실질적 영향력이 큰 편이었다.

공공투자사업의 실행단계에서는 프로젝트 관리모니터링국(PMMD)이 모든 공공투자사업에 대한 모니터링 역할을 수행하며, 특히 해외 원조자금으로 추진되는 개발 프로그램과 프로젝트의 원활한 수행을 위한 프로젝트 관리 및 모니터링에 역량을 집중하고 있다.

한편, 대규모 공공투자사업에 대한 타당성 평가는 이해관계자들에 의해 수행될 경우 왜곡될 가능성이 크므로 독립된 기구에 의한 타당성 평가가 이루어질 필요가 있다. 그러나 공공투자사업의 심사평가 기능을 담당하고 있는 국가기획국은 전문성과 시간의 부족으로 사업의 주무부처가 제출한 주요 사업의 타당성 평가 결과를 충분히 검토하지 못할 위험이 있는 것으로 보인다. 또한, 프로젝트 관리모니터링국(PMMD)도 ODA 공여기관과의 원활한 협조관계 유지에 집중할 뿐 프로젝트의 성과관리를 위한 역량은 부족한 것으로 평가된다.

4. 인프라 개발재원 조달 현황

개발재원은 개도국의 개발목표 달성을 위해 동원 가능한 모든 재원을 의미한다. 따라서 개발재원은 개도국 개발을 위해 사용되는 공적재원과 민간재원 그리고 수원국 내 재원과 수원국외 재원까지 모두 포함하는 개념이다. 특히 개발을 목적으로 사용되는 공적재원을 공적개발재원(Official Development Finance: ODF)이라고 한다. 공적개발재원은 양자간 ODA, 다자간 ODA 그리고 ODA 요건[9]에는 부합되지 않으나 개발 목적으로 사용되는 기타공적재원(Other Official Flows: OOF)을 포괄한다.

9) 공여국 정부에 의해 제공되는 공적재원 중에서 수원국 개발 목적으로 사용되며 증여율이 최소 25% 이상인 경우

가. 해외 개발재원 조달 현황

스리랑카는 인프라 개발재원의 대부분을 공적개발재원에 의존하고 있다. 구체적으로 2005년부터 2014년 9월까지 600건, 181억 달러의 공적개발재원 도입이 이루어졌으며, 이 중 85%는 차관, 나머지는 무상원조였다.

스리랑카는 OECD 공적개발원조(ODA) 대상국이나 1인당 국민소득이 증가함에 따라 외자조달 중 원조가 차지하는 비중은 2000년 약 95~100%에서 2012년에는 50%로 축소되었다. 2010-12년간 연평균 원조 수혜규모는 총국민소득(GNI)의 1.7% 수준이었다. 2012년 기준 주요 공여국 및 기관은 일본(47.6%), 국제개발협회(IDA, 17.0%), 아시아개발기금(AsDF, 8.4%), 한국(6.3%) 등이며, 이들 원조공여기관들은 모두 공통적으로 스리랑카의 개발계획 및 새천년개발목표(MDGs) 달성 등을 지원방향으로 설정하고 있다. 이들 공적개발원조 공여기관들의 스리랑카 지원전략은 다음과 같다.

1) 세계은행(WB)

2먼저 지속가능한 투자를 위해 투자환경 개선, 거버넌스 강화, 공공부문 비효율성 축소를 추진하고 있으며, 이를 위해 스리랑카의 공공투자를 위한 자금지원, 정책제언 등 재정적, 기술적 지원을 실시하고 있다. 두 번째로 경제구조적 변화를 위해 기술, 연구, 혁신 부문에 대해 투자를 확대하고 있으며, 관련 인프라 구축도 지원하고 있다. 마지막으로 생계수준 향상을 위해 내전에 따른 경제적 피해가 상대적으로 큰 북부, 동부 지역을 중심으로 경제 재건사업을 추진하는 한편, 경제성장에 따른 이득이 형평하게 분배되도록 유도하고 있다.

2013년 기준 승인액은 13.8억 달러이며 지원대상은 도시 및 교통 인프라 건설(45%), 인간개발(24%), 농촌개발(21%) 등이다. 한편, 2014년 승인된 사업은 6건으로 총 564백만 달러 규모이다.

2) 아시아개발은행(ADB)

아시아개발은행의 2012-2016년 스리랑카 지원전략(CPS)은 스리랑카의 5개년(2011-16) 개발계획과 ADB의 장기개발전략인 'Strategy 2020'을 토대로 수립되었으며, ①포괄적이고 지속가능한 성장, ②민간투자 촉진 및 공공투자의 효율성 제고, ③인적자본 및 지식 축적 등 3가지를 목표로 설정하였다.

첫 번째 목표인 포괄적, 지속가능 성장을 위해서 에너지, 교통, 상·하수도 등의 인프라 건설을 지원하고 있으며, 두 번째 목표인 투자 촉진 및 효율성 제고를 위해 민관협동방식(PPP) 제도화, 주식 및 채권시장 활성화 등을 추진하고 있다. 마지막으로 인적자본 및 지식축적에서는 인적자본 확대에 초점을 맞추고 있다. 중점지원 산업은 교통, 에너지, 교육, 공공부문관리, 용수공급 등이다.

아시아개발은행은 양허성자금(ADF)과 함께 일반자금(OCR) 등 2가지 형태로 스리랑카를 지원하고 있으며, 1966년부터 2013년 동안 지원규모는 차관 61.7억 달러, 무상지원 3억 5,800만 달러, 기술협력지원 1억 2,280만 달러다. 지원부문의 경우 교통·ICT(24.0%), 농업 및 천연자원(15.54%), 용수공급(15.27%), 에너지(12.7%) 순으로 높은 비중을 차지하고 있다. 한편, 2014~16년에는 양허성 자금 4억 3,700만 달러, 일반자금 5억 6,200만 달러를 지원할 예정이다.

3) 일본

일본은 1954년부터 스리랑카에 대한 지원을 지속하여 현재 동국의 최대 공여국이며, 스리랑카에 대한 중점 지원분야는 ①경제성장 가속화, ②빈곤감축 및 지역발전, ③북부와 동부 등 내전 피해지역 내 주민들의 생계수준 향상, ④ 기후변화와 자연재해 관리 등 4가지이다.

2005~13년 누적 지원금액은 무상지원 3억 달러, 차관 24억 달러로 총 27억 달러이며, 부문별 비중은 무상지원의 경우 도로 및 교량 건설 23%, 보건 및 사회복지 20%, 농업 13%이며, 차관의 경우 도로 및 교량 49%, 용수공급 19%, 전력 및 에너지 15%이다.

4) 한국

한국은 1991년부터 스리랑카를 지원하기 시작하였으며, 스리랑카는 한국의 중점협력대상국 중 하나이다. 동국에 대한 국가협력전략 2012-2016은 유상(EDCF), 무상(KOICA) 원조를 통해 동국의 10개년 국가개발계획 수행에 협력·기여함으로써, 스리랑카의 경제발전 및 빈곤감축에 공헌하고 양국간 교류와 협력을 증진하는 것을 목적으로 하고 있다. 중점지원분야로는 ①지역균형발전을 위한 경제·사회 기반시설 강화, ②인적자원개발을 통한 균형적 산업 발전 및 국가경쟁력 강화, ③행정제도 개선 및 정부 역량 강화를 통한 공공부문 생산성 제고 등이며, 동 분야에 지원액 70%를 집중할 계획이다.

2005~13년간 지원규모는 ECDF 2억 9,600만 달러, KOICA 3,780만 달러로 총 3억 3,470만 달러이다. 지원부문은 도로 및 교량건설 33%, 용수공급 27%, 환경 11% 순으로 높은 비중을 차지한다.

나. 국내 개발재원 조달현황

스리랑카는 공공투자사업의 재원조달을 위해 국내금융시장도 활용하고 있다. 특히 공공투자사업을 시행하는 공공기관이 현지 금융기관 대출 등을 활용하여 국내 자금을 이용하고 있다.

주요 간선도로 및 고속도로 건설·유지·보수 등을 담당하고 있는 도로발전청(RDA)의 경우 사업진행을 위해 최대 1,500억 루피를 현지은행으로부터 조달할 수 있으며, 2013년 9월말 기준 총 801억 루피가 승인, 229억 루피가 집행되었다. 이 외에도 코달라웰라방위대학(KDU)도 의과 대학 부속병원 건설을 위해 2억 160만 달러를 현지은행으로부터 조달하였으며, 스리랑카 간척개발회사는 2015년 완공예정인 Weras Ganga Storm 배수 및 환경 사업을 위해 140억 루피를 조달하였다. 2013년에는 용수공급배수청(NWSDB)도 재무구조가 개선되어 2013년 290억 루피를 국가저축은행으로부터 조달하는 데 성공하였다.

한편, 스리랑카 정부는 조달원 다양화, 사업위험 부담 축소 등을 위해 민관협력방식(PPP)의 인프라 투자도 장려하고 있으며, 이를 통해 2016년까지 연평균 GDP 대비 공공투자 비중을 현재와 비슷한 6% 수준을 유지할 계획이다. 그러나 스리랑카의 경우 민관협력방식의 인프라 투자는 아직 미미한 수준이다.

〈표 2-12〉 인프라 투자를 위한 주요 공공기관의 현지 금융조달 현황(13년 9월말 기준)

공공기관	현지은행	단위	승인액	총지급금
도로발전청(RDA)	BoC	십억 루피	27.46	9.090
	인민은행		14.59	7.100
	국가저축은행(NSB)		19.04	1.700
	하푼국립은행(HNB)		14.20	1.990
	상업은행		4.33	2.570
	DFCC은행		0.58	0.275
스리랑카간척개발회사(SLRDC)	국가저축은행(NSB)		14.00	0.400
용수공급배수청(NWSDB)	국가저축은행(NSB)		29.00	-
코달라웰라방위대학(KDU)	국가저축은행(NSB)	백만 달러	201.63	30

자료: External Resources Department, Sri lanka.

5. 금융제도와 금융시장 현황

스리랑카의 금융제도와 금융시장을 활용한 인프라 개발사업 재원조달은 제한적 수준에서 이루어지고 있다. 공공기관의 인프라개발사업에 대한 대출 등이 이루어지고 있으나, 민간기업이 활용할 수 있는 인프라 개발을 위한 전문화된 개발금융기관이나 금융상품은 없는 것으로 판단된다. 따라서 공공기관이나 민간 인프라 개발 사업권자가 투자사업에 소요되는 자금을 조달하기 위해서는 일반 금융시장에 의존할 수밖에 없다.

한편, 최근 스리랑카의 금융시장은 빠르게 발전하고 있다. 금융시장은 국영상업은행이 주도하고 있으나 M&A를 통해 은행의 대형화가 진전되고 있고, 자본시장도 빠른 발전을 이루면서 주식과 채권 거래가 활성화되고 있다. 이에 따라 향후 인프라 개발사업에 대한 스리랑카 금융시장의 역할은 더욱 확대될 것으로 기대된다.

가. 금융시장

스리랑카 금융시장에서 은행산업이 주도적인 역할을 하고 있다. 2013년말 금융시장에서 은행부문이 차지하는 비중은 58%이다. 은행산업은 상업은행 21개, 특수은행 9개로 구성되어 있으며, 자산 기준으로 상업은행이 전체 은행산업의 85%를 차지하고 있다. 특히, 상위 6개 은행의 경우 전체 은행산업의 65%를 차지한다. 상위 3개 은행(Bank of Ceylon, People's Bank, National Savings Bank)은 국영은행이며, 외국계은행은 12개가 있고 외국계 은행의 시장점유율은 10%이다.

한편, 2016년에는 은행의 최소자본금을 상향조정할 예정이다. 상업은행은 100억 루피, 전문은행은 50억 루피, 비은행 금융회사는 현재 2-3억 루피에서 2016년 10억 루피, 2018년 15억 루피로 상향 조정할 예정이다.

은행산업의 재무구조를 살펴보면 2013년 부실대출, 부실지급보증 등의 무수익여신(NPL) 확대로 2013년 총자산수익률(ROA)과 자기자본이익률(ROE)이 전년대비 하락한 1.3%, 16.0%를 기록하였으나, 인도(12.8%, 1.0%), 싱가폴(11.8%, 1.1%) 등 아시아 주요국보다 높은 수준이다. 또한 위험가중자산에 대한 총자본비중과 보통주 비중이 각각 16.3%, 13.7%로 바젤Ⅲ 기준[10]을 충족하는 등 건전성 측면에서 양호한 편에 속한다.

〈표 2-13〉 은행산업의 주요 금융지표 현황

	2009	2010	2011	2012	2013
총자본/위험가중자산	16.1	16.2	16.0	16.4	16.3
보통주/위험가중자산	14.1	14.3	14.4	14.7	13.7
NPL/총여신	8.5	5.4	3.8	3.7	5.6
순NPL/총여신	4.0	2.3	1.6	1.7	3.3
총자산수익률(ROA)	1.0	1.8	1.7	1.7	1.3
자기자본이익률(ROE)	11.8	22.0	19.8	20.3	16.0
유동자산비중	35.2	31.1	26.8	26.6	31.9

자료: Central Bank of Sri Lanka

1) 주요 금융기관

가) Bank of Ceylon(BoC)

Bank of Ceylon(BoC)는 정부 소유의 상업은행이다. 2014년 3월말 기준 자산 규모는 1.3조 루피(97억 달러)이며, 시장 점유율은 자산 기준 20.8%, 대출 기준 22.7%, 예금 기준 20.0%로 스리랑카 내 최대은행이다. 2014년 6월말 기준 570개 지점을 보유하고 있으며, 인도, 세이셸, 몰디브에 진출하는 동시에 영국 런던에 자회사를 두고 있다.

BoC는 소매 및 기업금융, 기타 금융상품 판매 등 다양한 업무를 영위하고 있다. 그러나 2013년 기준 전체 이자수입에서 정부 및 공공기관 여신의 이자수입이 차지하는 비중이 37.3%로 소매금융(39.7%) 다음으로 높게 나타나는 등 정부 및 공공기관 여신의 이자수입 의존도가 상대적으로 높은 편이다.

BoC는 국제시장에서 채권발행을 통해 자금을 조달할 수 있으며, 2013년 4월에는 5년 만기, 5.325% 조건으로 5억 달러를 발행하였다. 주요 신용평가사 중 하나인 Fitch는 BoC의 장기 외화표시발행자등급(IDR)에 BB-(Stable)를 부여하고 있으며, 현지 장기채권에는 AA+(lka) 등급을 부여하고 있다.

나) 인민은행(People's Bank)

인민은행은 농촌지역 금융서비스 제공을 목적으로 인민은행법에 기반을 두고 설립된 주정부 소유 상업은행이다. 2013년말 기준 시장 점유율은 자산 기준 15.7%, 대출 기준 19.9%, 예금 기준 18.3%로 스리랑카 내 제2위 규모이다.

주정부 혹은 주정부 소유 금융기관 관련 익스포저는 전체 여신의 26%로 높으

10) 위험가중자산 대비 자기자본비율 8%, 보통주자본비율 4.5%

나. 정부의 정책적 지원, 경제 내 중요도 등으로 Fitch는 인민은행의 현지 장기 채권에 AA+(lka) 등급을 부여하고 있다.

다) 국가저축은행(National Saving Bank, NSB)

국가저축은행(NSB)은 국가저축은행법에 기반하여 설립된 특수은행이며, 2013년말 예금규모 기준 시장점유율은 12%로 스리랑카 내 제3위 은행이다. 국가저축은행법은 NSB 총예금의 60% 이상을 정부 관련 증권에 투자하도록 규정하고 있어, NSB의 여신비중은 전체자산의 23%에 불과하다.

국가저축은행은 자체적으로 외부에서 자금을 조달할 수 있으며, 2013년 9월에는 5년 만기, 8.875%의 조건으로 7.5억 달러의 채권을 발행한 바 있다. Fitch는 NSB의 장기 외화표시발행자등급(IDR)에 BB-(Stable)를 부여하고 있으며, 현지 장기채권에는 AAA(lka) 등급을 부여하고 있다.

나. 자본시장

채권시장은 국채시장과 회사채 시장으로 구분할 수 있으며, 스리랑카 채권시장의 경우 국채가 큰 비중을 차지하고 있다. 국채 수익률은 중앙은행의 확장적 통화정책, 외국인투자자들의 참여 확대, 단기금융시장에서의 유동성 확대 등으로 하향추세를 보이고 있다. 2013년에는 단기재정증권 91일물, 182일물, 364일물의 수익률은 전년 대비 각각 246bp, 347bp, 340bp 하락하였으며, 장기채권 2~30년물의 경우 약 200bp~500bp 하락하였다. 동기간 외국인의 채권보유 규모는 3,978억 루피에서 4,774억 루피로 확대되었다.

회사채 시장은 정부의 회사채 이자수입에 대한 원천과세 면제 등에 힘입어 최근 빠른 성장세를 보이고 있다. 2013년 기준 무담보 회사채의 경우 24개 기관, 83개 종목이 등록되어, 시장규모가 총 691억 루피이며, 은행 담보의 상업어음(CP) 시장규모는 283억 루피이다. 그러나 회사채 시장규모는 GDP의 0.85%로 주식시장 및 국채시장에 비해 규모가 작은 편에 속하며, 스리랑카 내 대형 기업체 수가 적고, 신용이 우수한 기업체의 채권발행이 저조한 점은 성장의 한계로 작용하고 있다.

주식시장은 현지 이자율 하락에 따른 대체투자처로의 인식, 양호한 거시경제 지표 등으로 꾸준한 성장세를 보이고 있다. 구체적으로 2013년 ASPI, S&P SL 20지수는 전년 대비 각각 4.8%, 4.8% 상승하였으며, 총자본규모 역시 2012년

2.2조 루피에서 2013년 2.5조 루피로 확대되었다. PER의 경우 2012년과 비슷한 수준인 15.9를 기록하였으며, 외국인 투자는 229억 루피(약 175백만 달러)가 유입되어 순투자유입국을 유지하고 있다. 다만, 하루 평균 거래액은 세계경제 회복세 둔화 등으로 2012년 884백만 달러에서 2013년 828백만 달러로 축소되었다.

6. 인프라 개발사업 재원조달 사례

스리랑카는 급속한 도시인구 증가와 더불어 환경오염, 교통체증, 주택부족 등 다양한 도시문제에 직면해 있다. 특히 도시화의 진전으로 수도인 콜롬보 지역을 중심으로 쓰레기 배출량이 증가하고 있는데 이들 대부분이 무단투기되고 있으며, 쓰레기가 수거되더라도 비위생 단순매립(Open Dumping) 방식으로 폐기물을 처리함에 따라 매립장 주변의 악취와 수질오염 그리고 해충발생 등의 피해가 심각하다. 이에 따라 스리랑카 정부는 2008년 범국가적 환경프로그램(Pilisaru) 등을 도입하고, 전국적인 위생 매립장 건설을 추진 중이다.

스리랑카의 폐기물 위생처리가 제대로 이루어지지 못하고 있는 주요 원인 중 하나는 예산부족이다. 과도한 정부부채와 재정적자 지속 등으로 중앙정부의 재정상황이 열악하여 폐기물 관련 예산배정의 우선순위가 높지 않다. 또한 스리랑카의 폐기물관리의 직접적인 당사자는 지방정부와 시민인데 지방정부[11]는 기술적, 정책적 역량이 부족하며, 시민들도 쓰레기 문제에 대한 인식이 부족하여 수거율이 낮게 나타나는 등 폐기물 운영 및 관리도 제대로 이루어지지 못하고 있다.

본 장에서는 고형폐기물관리사업의 일반적인 재원조달 방법을 살펴본 이후 구체적인 사례를 통해 스리랑카 폐기물관리사업의 재원조달 문제점을 파악하고 스리랑카가 나아가야 할 방향 중 하나로 한국의 수도권매립지 사례를 제시해 보고자 한다.

11) 현재 스리랑카는 8개주(province) 25개 구(district)로 구성되어있으며, 행정조직은 중앙정부(Central Governmnet), 주정부 (PC, Provincial Council), 지방정부 (LA, Local Authority)가 있다. 한편, 지방정부는 광역시(MC, Municipal Councils), 시 (UC, Urban Councils), 군 (PS, Pradeshiya Sabha)으로 구분되며, 스리랑카 전역에는 18개 광역시(MC), 37개 시(UC), 256개 군(PS)이 있다. 지방정부는 해당 지자체의 수도, 전기, 하수도 및 배수로, 폐기물, 도로, 소방 등의 공공행정을 담당한다. 한편, 대부분 지자체들은 Colombo MC등을 제외하고는 재정상황이 매우 취약하다.

가. 고형폐기물관리사업의 일반적 재원조달 방법

대부분의 국가에서는 고형폐기물관리 의무를 지방정부가 부담하고 있다. 고형폐기물 관련 정부의 예산지출은 크게 두 가지로 구분할 수 있는데, 하나는 위생매립지 건설과 같은 투자지출(CAPEX)이며, 다른 하나는 고형폐기물의 처리비용과 같은 경상운영지출(OPEX)이다. 구체적으로 CAPEX 재원은 주로 사용자로부터 징수하는 직립금, 지방정부의 채권발행, 상업은행 또는 국제개발금융기구로부터의 차관도입, 무상원조 등을 통해 조달한다. OPEX 재원은 지방정부 예산, 사용자로부터 직접 징수하는 사용료, 환경세 등을 통해 조달한다.

그런데 스리랑카를 포함한 대부분의 개발도상국 지방자치단체는 지방세로 고형폐기물처리사업의 운영 및 유지비용을 감당하지 못해 주정부 또는 중앙정부로부터 보조금을 받아 부족한 세입을 보충하고 있다. 또한 주민들이 폐기물 처리 서비스 사용료를 지불할 의지와 능력이 부족하며, 외국인 관광객들을 대상으로 징수하는 환경세도 고형폐기물처리사업 운영 및 유지를 위한 경상지출 비용을 충당하기에는 부족한 것이 일반적이다.

고형폐기물 처리 서비스는 공공재의 성격이 강하나, 민간이 참여 가능한 영역도 넓다. 그러나 민간의 참여는 충분한 수익성이 있을 경우 이루어지기 때문에 개발도상국에서는 민간자본이 매우 제한적으로 유치되고 있다. 또한 고형폐기물 관리의 전면적인 민영화보다는 지방정부와의 계약을 통해 민간이 폐기물 수거, 운송, 재활용 가능 자원 회수, 매립장 위탁관리 등에 일정 부분 참여하고 있다.

나. 스리랑카의 고형폐기물관리사업 재원조달 현황

스리랑카의 경우 투자지출(CAPEX)의 대부분은 국제사회의 원조에 거의 전적으로 의존[12]하고 있다. 경상지출(OPEX)의 경우 지방정부 예산을 통해 지출되고 있으며, 동 예산규모는 스리랑카 지방정부(Municipal Council) 전체 예산의 약 14% 정도[13]에 해당한다. 수익자 부담원칙에 따른 쓰레기 배출자에 대한 수

12) 우리나라의 수도권매립지는 수도권 시민 2천2백만 명이 배출하는 쓰레기를 최종 매립하는 곳으로 우리나라 전체 매립장 면적의 약 68%를 차지하는 세계최대 규모의 매립장이다. 수도권 쓰레기 매립지의 건설을 위한 투자비용은 서울시가 부담하였고, 운영 및 관리비용은 서울특별시 · 인천광역시 · 경기도에서 부담하는 분담금과 쓰레기 반입수수료로 충당하고 있다.

13) "Solid Waste Management Problem in Kandy Municipal Council – A Case Study" , D. M.C.B. Wijerathna, K.B.S.N. Jinadasa, G.B.B. Herath L Mangalika, 2012.

거비용 징수는 서부 등 일부지역에 한해 관련 법안을 마련하는 등 아직 도입단계이다.

스리랑카 정부의 폐기물 사업 관련 예산은 약 80%가 수거 및 운송을 위한 인건비, 차량 유지비와 같은 경상지출(OPEX)에 사용되고 있으나, 운영상황이 여전히 열악한 편에 속한다. 일례로 인구 100만 명의 스리랑카 제2의 도시인 Kandy시의 경우 비위생 단순매립 방식으로 폐기물을 처리하고 있으며, 고형폐기물 처리 담당 인력은 260명(수거 차량 운행 55명, 관리직은 12명)에 불과하다.

다. 고형폐기물관리사업 재원조달 사례

1) KOICA, Dompe 지역 폐기물통합관리시스템 지원사업

스리랑카 전체 쓰레기 배출량의 65%가 수도인 콜롬보 지역에 집중되어 있다. 이에 따라 스리랑카 정부는 동 지역의 폐기물 문제를 해소하고, 나아가 전국적으로 폐기물통합관리시스템이 정착되도록 유도하기 위해 KOICA의 자금지원을 요청하였으며, 2008년 4월 한국 정부가 Pelpola, Waga 지역에 대한 폐기물통합관리시스템 구축사업을 승인하였다. 사업범위는 침출수 집·배수 시설 건설, 모니터링 시스템 구축 등이다. 그러나 사업이 추진되면서 지역주민들의 반대가 거세져 사업지는 Colombo 지역으로부터 북동쪽으로 36km 떨어진 Dompe 지역으로 변경되었다. 이에 따라 사업이 지연되었고, 위생 매립장 완공시점도 당초 2011년에서 2014년으로 연기되었다. 그러나 동 사업은 스리랑카 최초의 위생매립장 건설 사업[14]이라는 측면에서 의의가 있다.

사업비는 총 600만 달러가 발생하였는데, 이 중 KOICA가 450만 달러, 스리랑카 정부가 150만 달러를 분담하였다. 구체적으로 KOICA 지원금은 위생 매립장 건설비 304만 달러, 굴삭기, 불도저, 암롤트럭 등 기자재 지원에 67만 달러,

14) 현재 스리랑카에서 운영 중인 위생 매립시설은 JICA에서 지원한 Nuwara Eliya에 1개와 이를 모방하여 스리랑카 자체 기술로 만든 Mawanella에 1개 그리고 KOICA가 지원하여 2014년 12월 완공된 Dompe 위생 매립지 등 총 3개이다. 2003년 JICA 원조로 지어진 Nuwara Eliya의 매립장은 기존의 비위생 매립장을 개선한 것으로 스리랑카 현실에 맞게 건설비와 운영비를 최소화 하는 형태로 건립되었으나, 침출수 처리 등 위생처리 시설을 갖추지 못하고 있다. Mawanella 매립장의 경우는 일본이 전수해준 기술의 장점만을 취하여 자체 기술로 만든 최초의 매립장이다. 그러나 매립, 복토, 침출수 처리, 매립가스 배제 등이 제대로 운영되지 못하고 있어 사실상 비위생 매립장에 가까운 현실이다. 이에 따라 2014년 12월 우리나라 KOICA의 지원으로 완공된 돔페 위생 매립장이 사실상 스리랑카 최초의 위생 폐기물 매립장으로 간주되고 있다.

사업총괄, 폐기물 정책, 매립장 건축 관리 등의 전문가 파견에 49만 달러, 환경청 공무원 연수 등에 27만 달러가 사용되었다.

2014년 건설이 완료되어 현재 운영단계에 있으나, Dompe 지역의 폐기물 수거율은 10% 미만에 불과하여 폐기물반입수수료 징수가 힘든 상황이고, 폐기물 반입량도 기존 목표 90톤/일 보다 적은 10톤/일에 불과하다. 따라서 운영비용은 지방정부 재원에 의존해야 하는데, 지방정부의 예산부족으로 한시적으로 운영이 중단되는 등 운영상의 어려움을 겪고 있다. 2015년 5월 중앙환경청(CEA)의 자체예산으로 재가동되고 있으나, 이는 임시적인 것으로 해당 지방정부는 향후 운영과 관련하여 대책을 마련 중에 있다.

2) EDCF, 고체폐기물 매립장 건립사업

우리나라 대외경제협력기금(EDCF)은 스리랑카 Panadura, East Nuwara-gampalatha, Udunuwara, Hikkaduwa 4개 지역 폐기물 처리를 위한 위생매립시설 건설을 지원하고 있다. 동 사업은 2009년 5월 스리랑카 정부가 신청하고 2010년 12월 승인되었으며, 사업범위는 침출수 차단 시설, 복토, 매립가스처리시설, 컨설팅서비스 등이다. KOICA 지원사업과 비교할 경우 상대적으로 규모가 큰 편에 속하며 각 매립장별 반입대상 지역범위도 넓다. 현재 진행상황으로는 2014년 한국 업체간 제한경쟁입찰을 통해 컨설턴트 고용을 완료하였고, 2015년 2분기 경쟁입찰을 통해 본구매를 체결할 예정이다. 따라서 완공기간은 당초 2015년에서 연기될 가능성이 높으며, 완공 후에는 약 16년간 운영될 것으로 예상된다.

사업비는 직접공사비 24,343천 달러, 컨설팅사업서비스비 3,091천 달러, 기타 비용 등을 합쳐 총 41,886천 달러로 추정된다. 이 중 80.1%에 해당하는 33,536천 달러는 EDCF 자금으로 지원되고, 나머지 8,350천 달러는 환경세 등 스리랑카 중앙 정부 재정을 통해 조달된다. EDCF 지원금의 경우 주로 건설비, 컨설팅서비스 등에 사용되며, 스리랑카 정부 재원은 퇴비화시설, 사업관리비 등에 투입될 예정이다. 추가비용이 발생할 경우 스리랑카 정부 예산으로 충당될 예정이다.

[그림 2-7] 스리랑카 투자율 추이

자료: 스리랑카 외회

〈표 2-14〉 은행산업의 주요 금융지표 현황

구분	반입 대상 지역
Panadura	Panadura, Kalutara, Panadura, kalutara
East Nuwarag-ampalatha	Anuradhapura, Central & East Nuwaragampalatha
Udunuwara	Kandy, Gampola, kadugannawa, Harispattuwa, Udunuwara, Akurana, kundasale, Gangawata, Korale
Hikkaduwa	Galle, Ambalabgoda, Hikkaduwa, Ambalabgoda, Bope-Poddala, Balapitiya, Hikkaduwa

자료: 한국수출입은행

건설 이후에는 지방정부가 매립장 유지 및 보수를 담당하게 되며, 동 재원은 주로 지방정부의 자체 자금, 중앙환경청이 매립장 운영을 위해 배정하는 예산 등으로 조달될 예정이다. 그러나 지방정부의 예산과 관련하여 아직 구체적인 조달방안이 부재하여 이에 대한 스리랑카 정부의 사전 대책이 필요할 것으로 보인다. 물론, 폐기물반입수수료, 퇴비판매료 등의 운영수익도 발생하나, KOICA 사업과 마찬가지로 동 금액은 미미한 수준일 것으로 판단된다.

3) 한국의 수도권매립지 사례

서울시는 생활쓰레기 전량과 산업쓰레기의 일부를 비위생 단순매립 방식으로 난지도에 매립했으나, 1980년대 후반 급격한 경제성장과 인구증가 및 도시화와 더불어 매립지가 포화상태에 이르면서 새로운 매립지 건설을 추진하였다. 서울, 인천, 경기 등 3개 시도는 수도권매립지운영관리조합을 설립하고 당시의 환경관리공단과 운영관리 협약을 체결했다. 1992년 2월 10일 경기지역 폐기물의 반입을 시작으로 매립지가 본격 가동되었다. 수도권매립지의 매립방법은 위생매립 방식이며, 면적은 약 2,000만 평방미터로 세계 최대 규모이며, 우리나라 전체 매립장 면적의 약 68%를 차지하고 있다.

당초 매립지는 공유수면을 매립해 조성된 부지를 활용하였다. 서해안 김포지구 간척지 약 600만평에 조성된 수도권매립지 조성비용은 서울시가 부담하였으며, 매립장 건설과 운영은 3개 지방자치단체에서 징수하는 반입수수료를 통해

충당하고 있다. 1995년부터 쓰레기 종량제가 전격적으로 시행되었고, 쓰레기 배출량에 따라 쓰레기 처리비용을 부과하고 있다. 쓰레기 규격봉투 가격에는 쓰레기의 수거·운반·처리비용이 포함되어 있으며, 규격봉투 판매대금은 해당 시·군·구 쓰레기처리 예산으로 귀속되어, 수도권매립지 반입수수료 납부 재원으로 사용되고 있다.

수도권매립지관리공사의 연간 수익규모는 약 2,000억 원이며, 서울특별시·인천광역시·경기도에서 부담하는 쓰레기 반입수수료가 90% 정도를 차지하고 있다. 반입폐기물의 자원화 사업, 매립가스 발전사업, 풍력발전사업 등을 통해서도 추가적인 수익이 창출되고 있다. 이에 따라 수도권매립지공사는 매년 흑자를 보이는 등 재정자립도[15]가 매우 양호한 상황이다. 2013년 기준 수도권매립지관리공사의 총수익(매출액)은 2,036억 원이며, 당기순이익은 139억 원이었다. 반입수수료 등 폐기물관련 수입이 1,914억 원이었으며, 쓰레기 매립 후 발생되는 매립가스를 이용한 발전소의 전력판매 수입과 골프장 운영 등 기타수입이 122억 원이었다.

한편, 2013년 수도권매립지에 반입된 폐기물량이 345만 56톤으로 2012년 대비 4.8%, 2011년 대비로는 20.4% 감소했다. 이는 쓰레기의 재활용과 자원화 증대 이외에도 반입수수료 인상에 따른 쓰레기 봉투가격 인상이 영향을 미친 것으로 분석된다. 사용자 부담원칙에 따른 쓰레기종량제 도입을 통해 수도권매립지는 폐기물 감소와 더불어 매립지 운영 및 관리를 위한 재정자립도 개선이라는 효과를 거두고 있다.

7. 소결: 인프라 개발재원 조달을 위한 정책 제언

스리랑카가 지속적인 경제발전을 이루기 위해서는 인프라 확충을 위한 공공투자가 지속될 필요가 있다. 스리랑카 정부는 2006~2016 10개년 개발계획을 통해 인프라 확충을 위한 공공투자를 지속적으로 확대해 왔다. 이를 통해 7%를 상회하는 고도성장을 지속할 수 있었고, 2010년에는 중소득국 대열에 진입하였다.

그러나 동 10개년 국가개발계획은 마힌다 라자팍사 전 대통령이 2005년 대선

15) 종량제가 도입되기 직전인 1994년 기준으로 전국 232개의 시군구의 생활쓰레기 수거운반처리에 소요된 비용이 총 1,049,935백만 원이고, 쓰레기 수수료 수입은 132,800백만 원으로써 쓰레기 처리 재정자립도는 13.6%에 불과했었다.

출마시 제시한 국가개발계획으로, 2015년 1월 조기 대선을 통해 출범한 신정부가 조기총선 이후 새로운 국가개발계획을 제시할 것으로 예상된다. 한편 신정부는 재정수지 적자 감축을 위해 2015년 수정예산안에서 인프라개발을 위한 공공투자 예산을 삭감하여 향후 인프라개발계획에도 큰 변화가 있을 것으로 예상된다.

스리랑카의 경제·사회의 발전을 위해서는 정권교체와 무관하게 인프라 개발사업을 지속적으로 추진할 필요가 있다. 또한 대규모 재정적자에 따른 공공부채 확대 및 원리금 상환부담 가중, 높은 공적개발자금 의존도 등을 감안하여 효율적인 개발재원 조달방안을 마련해야 한다. 즉, 스리랑카는 재정안정성 개선과 인프라 확충을 위한 공공투자 확대라는 두 가지 상반되는 목표를 동시에 달성해야 하는 것이다. 이를 위해 스리랑카 신정부는 인프라 개발을 위한 효율적 재원조달 방안에 대한 정책 수립과 관련 제도 및 법규 정비를 추진할 필요가 있다. 스리랑카의 효율적 인프라 개발 재원조달 방안에 대한 정책적 시사점과 개선방향은 다음과 같다.

첫째, 인프라 확충을 위해 공공투자의 효율성을 제고할 필요가 있다. 스리랑카 신정부는 수정 예산안에서 공공투자 예산을 대폭 삭감하였다. 이에 따라 폐기물매립장 건설을 위한 예산 축소도 불가피하다. 따라서 주어진 예산을 효율적으로 사용할 수 있는 방안을 마련해야 한다. 폐기물 관리사업의 경우 복잡한 행정조직, 지방정부의 역량부족, 관련 법규 부재, 주민들의 시위 등으로 완공기간이 지연되는 것이 일반적이고, 이에 따른 비효율성이 야기되고 있다. 그러므로 사업을 착수하기 전부터 이러한 점을 검토, 보완하여 사업지연을 사전방지하는 것이 바람직하다.

둘째, 공공투자사업관리제도를 정비해야 한다. 스리랑카의 경우 공공투자 관리제도가 별도로 없으며, 사업선정시 정부의 영향력이 크게 작용하고 있다. 따라서 불요불급한 사업의 선정을 방지하기 위해 대규모 공공투자사업 심사제도의 개선이 이루어져야 하며, 이를 위해 제3의 독립기구에 의한 예비타당성조사제도를 도입할 필요가 있다. 아울러 과도한 사업비 증가를 억제하는 총사업비 관리제도와 비용의 과도한 증가가 있을 경우 타당성을 재검증하는 타당성재조사제도, 그리고 성과평가를 위한 사후관리제도의 정비도 필요하다.

셋째, 인프라 확충을 위한 공공투자 재원은 세금을 최우선적으로 고려해야 한다. 특히 스리랑카의 경우 세수비중이 여타 국가에 비해 낮은 편에 속하기 때문에 재정건전성 개선을 위한 가장 시급한 과제는 세수 확대이다. Pilisaru 제도의 경우 환경세 도입 등 세수확보 기반을 마련하였으나, 여전히 동 세수로는 비용

을 충당하기 부족한 실정이다. 따라서 단기적으로 현 세제 하에서 조세행정 강화, 면세제도를 축소하고, 장기적으로는 새로운 세수기반을 확충하여 중앙, 지방정부의 재정건전성을 높여야 한다.

넷째, 해외 개발재원의 안정적 확보를 위해 공적개발기구 혹은 공여국과의 긴밀한 협력체제를 구축, 유지해야 한다. 스리랑카의 ODA 의존도는 감소하고 있으나, 재정여력이 아직 부족하기 때문에 당분간 기존 ODA의 주요 자금조달원으로서의 위치는 유지될 것으로 예상된다. 쓰레기매립장 건설 역시 사업비의 상당부분을 ODA로 충당하고 있다. 따라서 공적개발기구 혹은 공여국과의 우호적 관계를 형성하기 위해 노력해야 하며, 이를 통해 상대적으로 비용부담이 높은 국채발행을 최소화할 필요가 있다.

다섯째, 인프라 개발사업에 대한 민간재원 유치를 확대해야 한다. 물론 쓰레기매립장 건설 등의 경우 공공의 성격이 짙어 민간의 참여영역이 제한적일 수 있으나, 스리랑카 정부의 재정, 전문성 측면 등을 고려할 때 민간투자자들의 참여영역을 확대하는 것이 바람직하다. 이를 위해서는 민간협력사업(PPP) 제도 정비, 민간투자자의 참여위험 경감 방안 검토 등이 필요할 것으로 보인다.

마지막으로 인프라 건설이 완료된 이후 시설물의 안정적 운영을 위한 재원조달 방안도 마련되어야 한다. 쓰레기 위생매립장 사업의 경우 건설이 완료된 이후 운영주체가 지방정부이다. 그러나 지방정부의 재정상황이 열악하여 초기 건설취지와는 달리 운영이 제대로 이루어지지 않은 사례가 많다. 한국의 경우에는 쓰레기종량제 실시 등 사용자 부담원칙에 입각하여 재정자립도를 높이고, 환경개선의 효과를 누린 바 있다. 마찬가지로 스리랑카도 시설물의 안정적 운영을 위한 재원조달 방안을 선제적으로 강구할 필요가 있다.

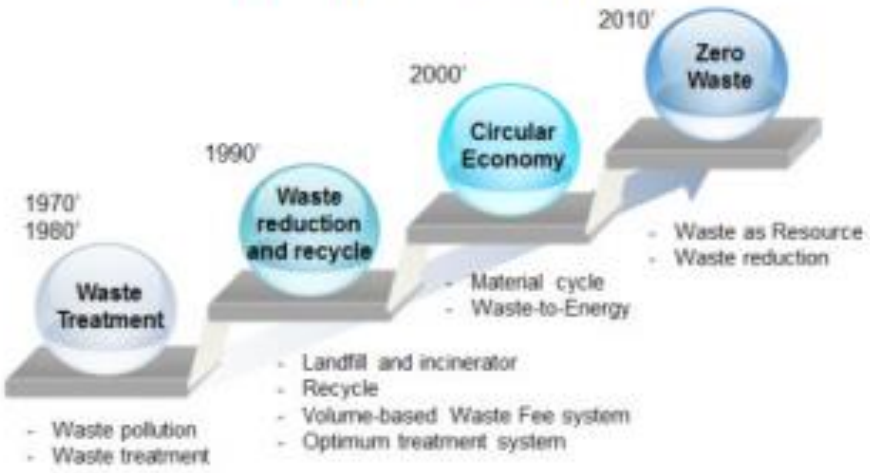
제4절 한국 고형폐기물관리 법 및 정책

1. 개요

1970, 1980년대에 급속한 경제성장, 산업화 및 도시화로 인하여 폐기물 발생량이 급속도로 증가하여 쓰레기는 사회적 문제가 되었다. 당시, 적절한 법적시스템이 갖춰지지 않았고 난지도 매립장의 용량 한계로 인하여 새로운 폐기물처

리시설이 필요했다. 그러나, 님비현상으로 인하여 새롭게 폐기물처리시설을 건립하는 것도 쉽지 않았다. 이러한 문제들을 근본적으로 해결하기 위하여 1990년대부터 이전의 사후적 폐기물관리에서 폐기물 감량 및 재활용 촉진을 통한 예방적 폐기물관리정책을 수립하였다. 2000년대에는 폐기물의 자원순환단계로서 단순히 폐기물을 처리하는 단계를 넘어 '환경적으로 지속가능한 발전' 이라는 이념으로 자원순환형사회의 틀을 구축하고자 하였다. 현재 우리나라의 폐기물 관리 정책은 쓰레기를 자원화 하고 쓰레기 발생을 최소화하는 '쓰레기 제로화' 정책을 추진 중에 있다.

[그림 2-8] 한국의 폐기물관리 흐름



2. 고형폐기물관리 주요정책

한국의 폐기물 관리 정책 및 제도는 1980년대 안전처리중심, 1990년대부터 2000년대 초반까지는 재활용중심, 200년대 중반이후 자원순환중심으로 발전하였다. 1986년 폐기물관리법이 제정된 이래 사후 폐기물 처리정책에서 사전 예방적 폐기물 관리정책으로의 전환을 위하여 제1차 국가폐기물관리 종합계획(1993~2001년)이 추진되었다. 이어 2002년에는 제2차 국가폐기물관리 종합계획(2002~2011년)을 수립하였으며, 2007년에는 그동안의 변화된 여건을 반영하여 수정계획(2007~2011년)을 마련하여 추진하였다. 2012년에는 제3차 국가 폐기물관리 종합계획을 위한 연구를 환경부에서 수행하여 연구보고서는 공개되었지만

현재까지 공식적으로 계획이 공표되지는 않은 상황이다.

한편 이와 별도로 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률에 의한 제1차 자원재활용기본계획(1993~1997)이 1993년에 최초로 수립 시행된 이래 2012년까지 총 4차에 걸친 자원재활용기본계획이 수립되고 시행되었다. 이후 자원순환형 사회를 형성하기 위한 전략과 계획이 범정부적으로 요구됨에 따라 환경부와 행정안전부, 농림수산식품부, 지식경제부 및 국토해양부 등의 관계부처가 합동으로 2011년 제1차 자원순환기본계획(2011~2015)을 발표하였다.

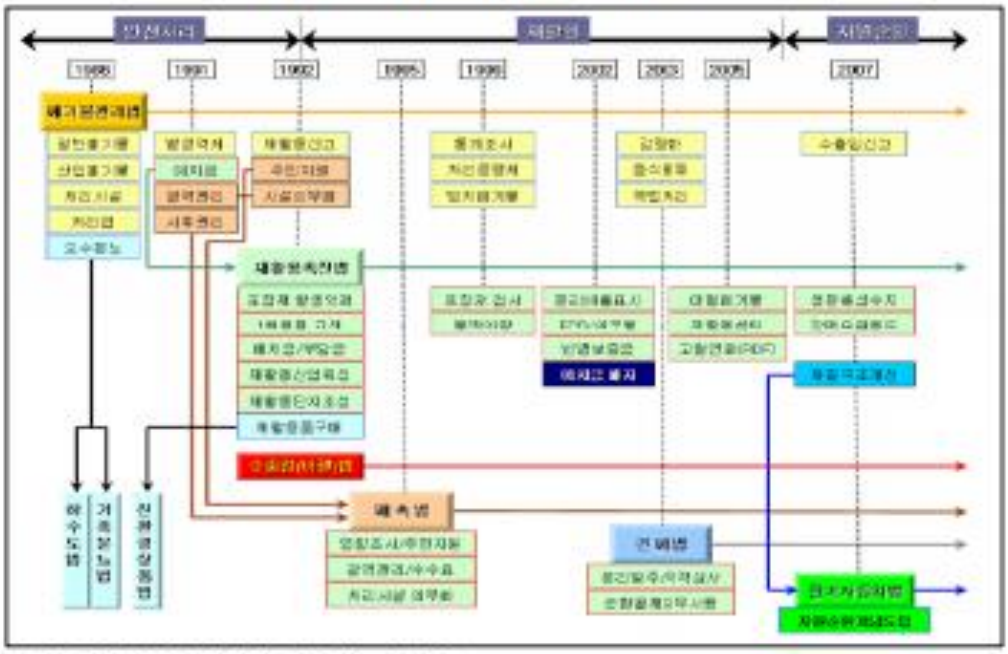
본 장에서는 이러한 정책들을 폐기물관리종합계획과 자원순환관련 계획으로 구분하여 간략히 요약하고 이 계획 내에서 추진되었던 폐기물종량제, 폐기물감량화 정책, 폐기물의 안전 관리 및 폐기물 자원화 정책 등의 세부 정책들을 중심으로 서술하겠다.

[그림 2-9] 연대별 폐기물 관련 법규와 정책

'80년대 →	'90년대~'00년대 초반 →	'00년대 중반~
안전처리	재활용	자원순환
폐기물 관리법('86)	자원절약재활용촉진법('92) 폐기물국가간이동법('94) 폐기물처리시설설치촉진법('95) 건설폐기물재활용촉진법('03)	
	폐기물관리종합대책(1·2차) 자원재활용기본계획(1·2·3차)	폐기물관리종합대책(2차 수정) 자원재활용기본계획(4차) 폐기물에너지화종합대책('08) 폐금속자원재활용대책('09)
기초시설 설치	예치금/부담금제도, 분리배출의무화('92) 1회용품사용억제제도('94) 수출입폐기물허가제('94) 쓰레기종량제('95) 생산자책임재활용제도('02) 폐기물적법처리시스템('02) 순환골재사용의무화('04)	음식물직매립금지('05) 순환골재품질인증제('07) 수출입폐기물신고제('08) 전자제품환경성보장제('08)

출처: 폐기물처리 담당자 법정교육, 환경부, 2013

[그림 2-10] 폐기물관리 정책의 변화



출처: 폐기물처리 담당자 법정교육, 환경부, 2013

가. 폐기물 관련법규

현재 우리나라의 폐기물관련 법체계는 폐기물의 처리와 재활용 등에 관한 다수의 법률들로 구성된 분법 체계이다. 1962년 오물청소법을 제정하여 쓰레기의 처리 위주로 규율하기 시작한 이래, 1986년 폐기물관리법을 제정하여 생활폐기물 뿐만 아니라 산업폐기물의 적정처리를 함께 규율하면서 현대적인 폐기물관리 체계를 갖추게 되었다.

1986년 제정 당시 폐기물관리법은 폐기물에 관한 기본법적인 성격을 가지고 있었다. 그러나 1990년 이후 오수·분뇨및축산폐수에관한법률, 자원재활용제도, 폐기물처리시설설치촉진제도, 폐기물의수출입제도 등이 폐기물관리법으로부터 분리되어 독립된 법률들이 제정됨에 따라 폐기물관리법은 폐기물의 처리에 관한 법으로 그 범위가 좁혀지게 되었다. 1993년 폐기물관리법으로부터 분법한 「자원의절약과재활용촉진에관한법률」(이하 "자원재활용법")은 2000년대에 들어 「건설폐기물의재활용촉진에관한법률」 및 「전기전자제품및자동차의자원순환에관한법률」 등으로 다시 분화되게 되었다.

자원재활용법은 1990년대 중반이후 폐기물 정책의 주안점이 적정처리에서

발생억제 및 폐기물 자원의 순환이용으로 전환됨에 따라 폐기물 관련 중심적인 법률로 자리하게 되었다. 2008년 동법률을 개정하면서 자원순환개념을 도입하였고 폐기물법의 중요 정책 비전을 담았다(채영근, 2009). 또한 2010년 저탄소 녹생성장기본법을 제정하면서 온실가스감축 에너지절약 목표관리제를 도입하였으며 2014년말 현재 제품 등의 생산부터 유통·소비·폐기에 이르기까지 보다 효율적으로 자원이 이용되도록 관리하고, 폐기물의 발생량을 극소화시켜 환경부하(環境負荷)를 줄이는 한편, 자원의 순환이용을 촉진함으로써 자원이 순환되는 사회의 기반을 구축하기 위한 자원순환사회전환촉진법이 국무회의를 통과한 상태이다.

나. 국가폐기물관리 종합계획

「폐기물관리법」 제8조의2 규정에 근거한 장기종합계획이며, 「환경정책기본법」에 의한 "국가환경종합계획" 중 폐기물분야의 하위계획인 동시에 "자원재활용기본계획", "건설폐기물재활용기본계획" 및 "시·도 폐기물처리기본계획"의 상위계획에 해당한다.

제1차(1993~2001)와 제2차 국가폐기물처리종합계획((2002~2011년)의 정책목표는 지속가능한 자원순환형 경제사회기반 확립이고,제2차 국가폐기물처리종합계획수정계획((2007~2011년)의 정책목표는 지속가능한 자원순환형사회 정착이다. 이들 각각의 실천목표와 세부추진과제를 정리하여 다음 표에 나타내었다.

〈표 2-15〉 제1차~제2차 국가폐기물종합계획의 정책목표와 실천목표 및 세부추진과제

구분	제1차 종합계획	제2차 종합계획	제2차 수정계획
정책목표	지속가능한 자원순환형 경제사회기반 확립		지속가능한 자원순환형사회 정착
실천목표 및 세부추진 과제	폐기물최소화 · 쓰레기종량제 실시 · 1회용품 사용 규제 · 포장/음식폐기물 감량화정책	폐기물최소화 · 생산단계에서의 최소화 · 유통단계에서의 최소화 · 소비단계에서의 최소화 · 처분단계에서의 최소화	영향관리: 폐기물위해성관리 · 지정폐기물 관리강화 · 폐기물유해성평가 · 관리체계선진화 · 의료폐기물 관리 강화 · 전기 · 전자제품 및 자동차 등의 유해물질 사용제한 방안 마련
	폐기물자원화 · 예치금 및 부담금제 실시 · 재활용산업 기반 조성/지원 · 생산자책임재활용제도 도입에 의한 통합재활용시스템 기반확보	폐기물자원화 · 생산자책임재활용제도정착 · 재활용인프라 확충 · 재활용산업 경쟁력 강화	가치관리: 폐기물 자원화 · 폐기물 에너지화 추진 · 폐기물 고부가가치 재활용 유도 · 생산자책임재활용제도 정착/활성화
	폐기물 안전관리 · 소각/매립시설 기반구축 · 침출수 다이옥신 등 오염물질 배출기준 정비 등 추진	폐기물 안전관리 · 폐기물처리시설 지속확충 · 유해폐기물 안전관리 · 폐기물처리시설 관리강화를 통한 2차 환경오염방지	물질량 관리: 폐기물 감량화 · 생산단계에서의 감량화 추진 · 유통단계에서의 감량화 추진 · 소비단계에서의 감량화 추진
	폐기물관리 인프라 확충 · 폐기물관리법제의 정비 –폐기물적법처리증명제 –방치폐기물처리이행보증제 · 폐기물 관리기반 정비 –전국 폐기물 센서스 실시	폐기물관리 선진화 · 폐기물관리 정보화 · 과학화 · 폐기물관리저변기술의 확충 · 민간 참여 및 협조기반강화 –방치폐기물처리이행보증제 · 폐기물 관리기반 정비 –전국 폐기물 센서스 실시	처리시설설치/관리체계선진화 · 폐기물 안전처리/관리 선진화 · 폐기물처리 합리화(경제적 유인) · 폐기물처리 정보화/과학화
	–	국제동향 대응 · 바젤협약, OECD 규정 대응 · 기후변화협약 등에 적극대응 · 남북한 폐기물관리협력체계강구	폐기물관리국제화/재활용산업육성 · 폐기물 수출입 관리강화 · 국제환경협약/규제 능동적 대응 · 폐기물 재활용산업 육성
	–	–	고객지향형폐기물관리체계 구축 · 폐기물관리 거버넌스 구축 · 처리시설 설치 님비현상 대응

다. 자원재활용 기본계획

「자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률」(제7조)에 따라 국가의 재활용 정책의 목표와 정책방향을 제시하는 5년 단위 기본계획이다. 1993년에 최초로 수립 시행된 이래 2012년까지 총 4차에 걸친 자원재활용기본계획이 시행되었다. 이들 각각의 기본방향과 중점추진대책을 정리하여 다음 표에 나타내었다.

〈표 2-16〉 기존 계획(제1차~4차)의 기본 방향 및 중점추진대책

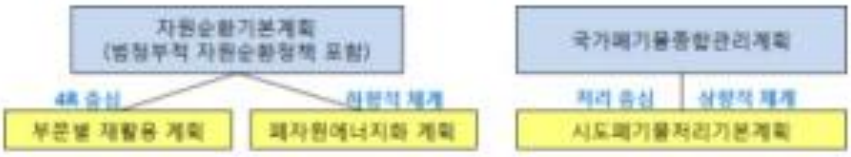
구분	기본 방향	중점추진대책
제 1차 계획 (1994~1997)	·재활용증진 통한 자원재순환형 경제 사회구조 구축 ·쓰레기 처리난 해소 및 쾌적한 생활환경조성 ·자원의 효율적 이용 통한 재활용산업 경쟁력 강화	·재활용 고려 생산구조 전환 ·재활용품 수거유통 체계 합리화 ·재생산업 시장경쟁력 강화
제 2차 계획 (1998~2002)	·재활용 전과정의 균형 발전을 통한 자원순환형 경제사회구조 구축 ·오염자부담원칙을 강화하여 경제주체별 역할과 책임분담을 통한 재활용극대를 도모 ·재활용시설 확충이라는 공급위주의 정책에 병행하여 재활용품 소비확대라는 수요관리 차원의 재활용정책 대폭 강화	·재활용품 분리배출 및 수거체계의 효율화 ·재활용품의 유통구조 선진화 ·재활용산업의 경쟁력 강화 ·재활용제품의 소비확대를 위한 제도 강화 ·재활용 관련 제도 개선
제 3차 계획 (2003~2007)	·폐기물의 감량, 재이용, 재활용을 촉진하여 지속가능한 자원순환형 경제 사회체계 도모 ·생산자책임재활용제도 정착 및 발전 ·재활용가능자원의 분리배출, 수거부터 재활용 후 최종소비단계까지 전과정에 대한 점검 및 발전방안 제시	·나눔장터운영을 전국민참여 생활문화운동으로 전개 ·EPR제도 정착, 발전방안 제시 ·분리수거체계의 정비 ·재활용산업기반의 구축 ·재활용제품수요기반의 확충 ·자원재활용기술 개발 ·자원재활용산업 통계조사 추진
제 4차 계획 (2008~2012)	·자원순환을 제고를 통한 천연자원의 투입 감소 ·경제 사회 부문별 순환 의식 확산 및 통합적 정책 강화 ·자원의 효율적 이용을 통한 지속가능한 자원순환형 사회 정착	·포장폐기물 정책 강화 ·자원순환성 제고 ·친환경상품 생산 및 구매 촉진 ·폐기물에너지 생산확대 ·재활용산업의 육성 ·매립규제 강화와 매립세 도입

라. 제1차 자원순환기본계획

「자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률」(제7조)에 따른 국가 자원순환 정책방향에 관한 5년 단위의 법정계획으로서 녹색성장 5개년계획 및 환경분야 저탄소 녹색성장 계획의 목표를 달성하기 위한 자원순환분야 실행계획이고, 부문

별 재활용계획, 폐자원 및 바이오매스 에너지화 계획, 폐기물관리종합계획 등 중장기적 자원순환 관련계획을 포괄하고 있다. 이 계획에서는 물질순환(생산→소비→폐기→순환) 전 과정에서 자원순환을 촉진하기 위하여 부문별 추진과제를 종합적으로 관리하고 있다. 다음 그림에 제1차 자원순환기본계획과 관련 계획간의 관계에 대하여 도식화하였다.

[그림 2-11] 제1차 자원순환기본계획과 관련 계획간의 관계



본 계획에는 범정부적 자원순환 추진을 위한 가이드라인의 역할, 녹색성장 5개년 계획과 연계된 자원순환 분야의 중장기 비전, 목표 및 추진전략이 포함되어 있다. 다음 표에 제1차 자원순환기본계획의 비전 및 목표에 대하여 나타내었다.

〈표 2-17〉 제1차 자원순환기본계획의 비전 및 목표

비전	저탄소 자원순환형(Zero-Waste) 사회 정착	
목표 (2015)	폐자원 업사이클링(Upcycling) 기반 조성 자원순환율 20.3% 달성, 최종매립량 26% 감축('09년 대비)	
전략 및 추진과제	1 자원순환형 사회구조로 전환	• 국가 자원순환지표 개발 등 기반 조성 • 개발사업의 자원순환성 강화 • 제품 全 과정의 자원순환성 확산 • 자원절약형 구매·소비문화 조성
	2 가치상향형 자원순환(4R) 실현	• 유용자원 매립 최소화 • 폐자원 순환망 구축 • 자원의 재사용·재이용 촉진 • EPR 제도 개선 등 질적 재활용 제고 • 폐자원의 에너지원으로의 사용 확대
	3 통합형 폐기물처리 인프라 구축	• 폐기물처리 최적화 방법 및 권역 설정 • 단계별 최적화 전략 • 최적화 촉진을 위한 기반 조성 • 유해폐기물 등에 대한 관리 강화
	4 기술개발 및 산업육성	• 고부가가치 자원순환 기술개발 촉진 • 자원순환산업 육성을 위한 지원 강화
	5 자원순환성평가 및 실행기반 마련	• 경제주체별 협업체계 구축 • 자원순환성 시행평가 및 공표

3. 고형폐기물관리 주요제도

가. 폐기물종량제

폐기물종량제란 쓰레기를 담아 내놓을 봉투를 구매하여 쓰레기를 담아 배출하게 함으로써 배출자로 하여금 버리는 쓰레기의 양만큼 봉투 값의 형식으로 쓰레기 수수료를 지불하게 하는 제도이다. 종전에는 쓰레기의 실제 배출량과 상관없이 재산세나 건물면적을 기준으로 하여 이미 정해진 쓰레기 수수료를 납부하였었다. 쓰레기양의 적고 많음에 관계없이 일정한 수수료를 지불하는 방식이어서 가정에서 쓰레기를 구태여 줄일 필요성이 없었고 따라서 쓰레기 감량 효과는 애초부터 기대할 수 없었다. 쓰레기종량제에서는 재활용품은 따로 분리하여 배출하기만 하면 별도의 비용을 지불하지 않아도 시·군에서 수거하여 간다. 따라서 소비자는 종량제 봉투 값을 절약하기 위하여 재활용 가능 폐기물은 별도로 분리 배출함으로써 종량제봉투에 담아 배출하는 폐기물은 가능한 한 최소화하는 노력을 하게 된다.

폐기물종량제는 1994년 시범실시단계를 거쳐 1995년 1월부터 전면 시행하게 되었고, 이에 필요한 세부 사항은 '쓰레기 수수료 종량제 시행 지침' 으로 정하여 지자체에 시달되었다. 시행 초기에는 생활폐기물만을 대상으로 하였으나, 그 이후 사업장폐기물 중 생활폐기물과 성상이 유사한 폐기물(1일 300kg이하 배출자)에 대하여도 적용하였다. 쓰레기종량제에 따른 쓰레기 배출 방법은 지방자치단체에서 제작하고 일반 상점에서 판매하는 규격봉투에 생활쓰레기를 담아 배출하고, 재활용품(종이·고철·병·플라스틱 등)은 규격봉투에 담지 않아도 자치단체에서 정하는 일시 및 장소에 분리 배출하면 무료로 수거하여 간다. 폐가구·폐가전제품 등 대형폐기물은 스티커를 구입·부착하여 배출하는 등 별도의 수수료를 부담하도록 하고 있으며, 깨진 유리와 같이 종량제 봉투에 담기 어려운 쓰레기는 전용 포대나 마대 등에 담아 배출하도록 하였다.

1) 폐기물종량제 시행 성과 평가

이 제도는 1995년 1월 시행되기 시작한지 1~2달 만에 100%에 육박할 정도의 높은 참여율을 보이면서 국민사이에 신속히 정착되어 갔다. 제도 시행결과 쓰레기 총 배출량은 1994년에 하루 5만 8,118톤이었던 것이 1998년에는 4만 4,583

톤으로 23% 감소하였고, 재활용품 배출량은 1994년 하루 8,927톤에서 1만5,566톤으로 74% 증가하였다. 2005년 폐기물종량제 시행 10년을 맞아 그간의 성과를 평가한 결과 1995년에서 2004년까지 폐기물 발생량이 감소하고 재활용이 증가한 실적을 경제적 편익으로 환산하면 총 8조 400억원의 효과를 거둔 것으로 평가되었다. 그러나 종량제 봉투가격은 실제 수거된 쓰레기의 처리비의 43%(2004년)에 불과한 것으로 나타났다. 이는 지자체장들이 주민의 여론을 의식하여 봉투가격의 현실화에 소극적이었기 때문이었는데, 이는 쓰레기를 버리는 만큼 그 처리비를 부담한다는 종량제의 취지에서 벗어나는 것이었다.

〈표 2-18〉 1994년과 2004년, 폐기물 총 배출량 · 재활용량 · 최종 처분량 · 1인당 발생량 비교

구분	총 배출량(톤/일)	재활용량(톤/일)	최종처리 쓰레기 (톤/일)	1인당 발생량 (kg/인 · 일)
2004년	50,007	24,588	25,419	1.03
1994년	58,118	8,927	49,191	1.33
경제적 총 편익		쓰레기 발생 감소효과	재활용품 증가효과	
	처리비용절감액	쓰레기감소량	재활용품가치 증가액	재활용품 증가량
80,427억원	77,316억원	5,367만톤	3,111억원	1,647만톤

소비자 측면에서도 변화가 일어났는데, 소비자가 물건을 구매할 때에 리필(refill)제품 등 쓰레기 발생이 적은 상품을 선호하고 장바구니를 이용하는 등 녹색소비문화가 확산되었고, 중고물품의 교환 및 사용이 활성화되고 가전 · 가구의 재활용을 위한 재활용 센터 및 재활용 매장을 이용하는 근검절약 풍토가 조성되었다. 기업측면에서도 종이, 캔, 플라스틱 등 재활용이 가능한 폐기물의 수거가 증가하면서 재활용 원료의 공급이 원활해져 재활용 산업체가 증가하고 우수한 기술이 개발되었고, 제조 · 유통업계 또한 과다포장 억제 및 재활용 가능한 포장 개발 등 쓰레기 감량을 위한 생산 및 판매체제로 전환하는 계기를 마련하였다. 종량제 정착에 따라 생활폐기물 분리수거로 보관 장소 및 적환장의 위생 상태가 청결하게 개선되어 악취 및 해충 발생이 감소되었고, 주민이 쓰레기차에 직접 싣는 방식에서 문 앞에 쓰레기봉투를 내어 놓으면 미화원이 수거하는 방식으로 전환되어 청소 행정에 관한 주민 서비스가 향상되었다.

2) 폐기물종량제의 개선

쓰레기종량제 도입 이후 시행상 문제점이 일부 나타남에 따라 이를 개선하기 위하여 2002년도에 개선 대책을 마련하여 시행하였다. 먼저 당초 종량제 봉투의 재질로 분해가 잘 되지 않는 폴리에틸렌(HDPE)에 지방족 폴리에스테르(PE), 전분 등 생분해성 수지를 30% 이상 혼합하여 제조한 생분해성 봉투를 사용하도록 하였으며, 종량제 봉투가 약하다는 불만이 있어 봉투의 두께를 강화(평균17%)하였다. 또한 대형폐기물 배출 스티커를 동사무소뿐 아니라 봉투판매소에서도 구입할 수 있게 하였으며, 전문 수거업체를 지정하여 방문수거제를 도입하도록 하였다. 농어촌지역은 지역적 특수성으로 인하여 도시 쓰레기 수거체계가 맞지 않아 쓰레기 수거는 종량제 봉투가 아닌 마을단위로 쓰레기 수거함을 설치·수거하는 방식으로 전환하고 처리수수료도 마을단위수거량에 따라 부과하는 마을단위 종량제를 도입하였다. 2005년도에 실시한 쓰레기종량제 시행 평가 과정에서 도출된 문제점을 개선하기 위하여 꾸준히 제도개선을 시행하여 오고 있으며, 최근 생활폐기물 자동집하시설의 설치 및 운영·관리 기준 보완과 연탄재 무상 수거범위 확대 등을 골자로 쓰레기 수수료 종량제 시행 지침을 개정(2007. 7. 10)한 바 있다. 또한, 2002년부터 슈퍼나 마트 등에서 1회용 봉투의 사용을 저감하기 위하여 종량제봉투를 쇼핑봉투로 사용할 수 있도록 하는 '재사용 종량제봉투'를 제작·사용토록 추진하여 오고 있었으나 그 사용실적이 미미하여 2008년부터 이를 활성화하는 방안을 마련하여 시행하고 있다. 종량제봉투의 문전배출에 따라 수거 전에 종량제봉투가 거리에 쌓여 있어 악취, 해충발생뿐만 아니라 도시미관을 해치고 있다는 지적이 있어 왔다. 이에, 2007년부터 제주도에 국비지원을 통하여 공원, 주차장, 놀이터 등 일정한 장소에 생활쓰레기 분리수거용기를 갖추고 자동상차식 차량으로 수거·처리하는 선진거점수거방식을 도입하여 시행중에 있다. 이와 같은 선진수거방식을 전국적으로 확대할 계획인데, 관광도시에서는 도시미관을 크게 개선시키고 농촌지역에 시행될 경우 현재와 같은 불법매립 및 소각 행위가 획기적으로 줄어들 것으로 예상하고 있다.

나. 사업장 폐기물 감량화 제도

사업장폐기물의 자발적인 폐기물 감량 노력을 유도하기 위하여 1995년 「폐기물관리법」 개정시 사업장폐기물 감량화제도를 도입하고, 1996년 12월 환경부

와 산업자원부는 '사업장폐기물 감량화지침' 을 공동으로 고시·시행하기 시작하였다. 사업장폐기물 감량화제도는 제품생산 공정 등 발생원에서 폐기물의 발생을 감축하거나 재활용함으로써 단위 생산량당 폐기물 발생을 줄이기 위한 것이다. 감량화 대상 사업장은 섬유제품·코크스·석유정제품·화학제품·고무 및 플라스틱 제품 등의 14개 업종으로 지정폐기물을 연간 200톤 이상 배출하는 사업장으로 규정되었다. 이에 해당하는 사업장은 사업장별로 그 특성에 따라 공정분석·감량요인분석·재활용가능성분석 등을 하고 감량 목표율, 감량 이행수단 등의 내용을 담은 사업장 폐기물 감량화계획을 수립, 추진하도록 하였다. 감량화 실적이 우수한 사업장은 우수사업장으로 지정되어 「폐기물관리법」에 의한 지도 점검면제, 환경친화기업 지정시 가점부여 및 시설개선자금 지원 등의 각종 인센티브가 주어졌다.

다. 폐기물부담금제도

폐기물부담금은 폐기물의 발생을 억제하고 자원의 낭비를 방지하기 위하여 유해물질을 함유하고 있거나, 재활용이 어려운 제품·재료·용기에 일정액의 부담금을 부과하여 시장에서 제품의 수요와 공급을 하는 제도이다. 즉 부담금의 대상이 되는 제품의 제조업자 또는 수입업자로 하여금 생산단계에서부터 폐기물의 발생을 억제하고 제품의 재질을 개선토록 유도하는 것이다. 이 제도는 1992년 「자원재활용법」 제정 시 도입되어 그 다음해부터 시행되었는데, 그동안 부담금 품목의 확대·부담금 요율 인상·부과방식의 변경 등 5차례의 제도개선을 통하여 현재 살충제·유독물제품을 담는 용기·부동액·껌·1회용 기저귀·담배·플라스틱제품 등 6개 품목 9종의 제품에 대하여 폐기물부담금을 부과하고 있다. 징수된 부담금은 환경개선특별회계로 편입된다. 부담금은 2000년 이전까지 1,938억원을 부과하였고, 그 후 연간400~ 500억원의 부담금을 부과하고 있다. 이어 2003년에 474억원, 2006년에는 529억원을 부담금으로 부과하였다. 지금까지 부담금 요율이 폐기물의 실제 회수 처리비용의 30% 수준에 불과하여 폐기물의 발생억제 및 회수 처리를 위한 경제적 유인효과가 미흡하다는 지적을 받아왔다.

라. 포장폐기물 규제

포장폐기물이란 제품의 유통시 내용물 보호를 위하여 포장재로 쓴 후 버려지는 폐기물로서 생활수준이 향상되면서 다양한 포장재가 개발되고 그 사용량 또한 급증하고 있어 폐기물관리에 큰 부담으로 작용하고 있다. 이에 포장폐기물의 발생을 억제하기 위하여 불필요한 포장을 줄이고, 재사용 또는 재활용이 용이한 재질의 포장재를 사용하도록 관련 시책을 펴왔다. 포장재를 환경친화적인 재질로 대체하며 재활용이 어려운 포장재질의 사용은 규제하는 등 포장폐기물의 양적인 감량과 질적인 개선을 위한 제도적 장치를 마련, 시행하여 왔다. 1993년 8월부터 「자원재활용법」에 의거 제품의 포장방법 및 포장재의 재질 등의 기준에 관한 규칙을 제정하여 제품의 과대포장 및 포장재 재질에 대한 규제를 시행하기 시작하였다.

마. 음식물 매립 금지

1960년대 이전의 우리나라는 농경사회를 벗어나지 못하여 음식물류 폐기물은 배출되는 양도 적었지만, 배출된 음식 쓰레기는 모두 소·돼지 등의 사료나 농업용 퇴비 등 유용한 자원으로 활용되었다. 1970, 1980년대의 경제성장과 더불어 산업화·도시화가 급속히 진전되어 대도시로 인구가 몰리면서 도시 생활쓰레기가 급증하였고, 그중 음식물류 폐기물이 차지하는 비중이 날로 커갔다. 전통적으로 수분이 대부분을 차지하고 있는 우리나라의 음식물류폐기물은 대부분이 적절히 처리되지 못한 채 하수와 함께 하천으로 방류됨으로써 하천 수질오염을 가중시키게 되었다.

수도권매립지에 음식물류 폐기물 반입이 금지된 1996년에는 사회적으로 음식물류폐기물에 대한 경각심이 높아 졌다. 이 해에 환경보전위원회(위원장 국무총리)에서는 음식물류 폐기물의 원천적 감소와 자원화를 위한 '음식물쓰레기 줄이기 종합대책'을 심의·확정하였고, 환경부는 이에 따른 세부실천계획을 수립·추진하기 시작하는 한편, 우리나라에서 월드컵 경기가 있었던 2002년에는 음식물류 폐기물 줄이기 생활실천수칙을 제정하고 가정·음식점(영업자, 소비자)·단체급식소에서 음식물쓰레기를 줄이는 방법을 제시하고 실천하도록 하여 왔다.

바. 폐기물 적법처리 입증제도

산업폐기물 배출자는 폐기물처리비용을 절약하기 위하여 불법 투기 또는 매립하는 경향이 나타났는데 「폐기물관리법」에 근거하여 산업폐기물, 특히 유해성이 높은 특정폐기물의 불법처리를 막기 위하여 1986년부터 특정폐기물(추후 지정폐기물)을 운반 또는 처리할 때에 사전에 관할 도지사에게 운반 및 처리에 관한 사항을 신고하게 하였다. 1991년에는 「폐기물관리법」을 개정하고 폐기물의 종류·성상·운반·처리 등에 관한 상세한 사항을 기록한 건당 6매의 전표를 운반차량 단위로 발행하여 배출·운반·처리 등 매 과정마다 지방환경청장에게 신고하도록 하였다. 그러나 모든 전표 기재가 수작업으로 이루어져 관독이나 검증이 불가능하다는 점 때문에 이 제도는 실효성이 없이 명목만 유지하였다. 그러던 중 1997년 11월 맞은 IMF사태로 경제가 극도로 어렵게 되자 폐기물 배출업소와 폐기물 처리업소의 방치폐기물이 급증하고, 폐기물의 무단 투기행위가 성행하였다. 이에 1999년 2월 8일 「폐기물관리법」을 개정하여 폐기물 배출업소는 사업개시 최초에 폐기물처리계획서를 작성 제출하도록 하고 위탁처리 대상업체가 달라질 때 마다 변경 신고하도록 하였으며 연말에는 자가처리와 위탁처리 전체를 조망할 수 있는 연말정산서를 작성 제출하도록 하였다. 이때부터는 지정폐기물뿐만 아니라 사업장일반폐기물도 처리 증명제의 대상으로 포함되었다. 폐기물의 불법적 처리에 철퇴를 가하기 위하여 1999년 개정된 「폐기물관리법」의 벌칙에 '폐기물을 불법 투기한 자에게는 7년 이하 징역형과 5천만원 이하 벌금을 동시에 병과할 수 있도록 하는 규정'을 국내법상 최초로 도입하였다.

사. 방치폐기물 책임처리제도

폐기물처리업체로 하여금 공제조합가입, 이행보증보험가입 또는 이행보증금예치방법 중에서 택일하여 방치폐기물의 처리이행을 보증하도록 하는 방치폐기물 책임처리제도를 1999년 2월 8일 「폐기물관리법」을 개정하면서 도입하였다. 또한 폐기물처리업소의 폐기물 보관량을 제한하는 보관량 기준제를 도입하였고, 보관 기간도 대폭 단축하여 업소가 도산되더라도 방치폐기물이 과도하게 발생하는 것을 방지하였다. 2003년에는 다시 「폐기물관리법」을 개정하여 방치폐기물 처리이행보증대상사업자의 범위에 사업장폐기물재활용 신고자를 포함하였다.

아. 의료(감염성)폐기물 관리

보건·의료기관, 동물병원, 기타 시험·검사기관 등에서 발생하는 인체 조직 등 적출물, 실험동물의 사체 등 병원균에 의하여 2차 감염의 우려가 있는 폐기물을 의료폐기물이라 칭한다. 의료폐기물은 당초 보건복지부가 의료법에 의하여 감염성폐기물로 관리하다가 그 업무가 2000년에 환경부로 이관되었다. 그 후 한동안 적출물폐기물은 「폐기물관리법」에 의하여 감염성폐기물로 관리되다가 2007년 폐기물법 개정시 용어 정의에서 의료폐기물로 변경하였다. 2002년 8월에는 「폐기물관리법」 시행규칙을 개정하여 감염성폐기물의 보관기간을 단축하고 장례식장을 감염성폐기물 발생기관으로 추가하였으며, 태반의 불법유통 방지를 위한 태반 배출 실명제 등 감염성폐기물 관리제도를 일부 개선하였다. 2004년에 다시 「폐기물관리법」 시행규칙을 개정하여 교도소·구치소·소년원의 의무시설, 기업체 의무시설, 사단급 이상 군부대의 의무대, 「노인복지법」에 의한 노인전문요양시설·유료 노인 전문 요양시설 등을 감염성폐기물 배출기관으로 추가 지정하였다. 또한 감염성폐기물 처리업 허가 요건, 기타 기술 기준 등을 강화하였고, TMS 부착을 의무화하여 배출가스를 실시간 관리할 수 있도록 하였다. 또한 의료폐기물의 불법처리를 예방하기 위하여 무선주파수 인식방법에 의한 폐기물 인수·인계 제도를 도입하여 의료폐기물의 배출, 수집·운반, 처리의 각 과정을 실시간으로 감시할 수 있도록 하였다.

자. 폐기물 예치금 제도

1991년 「폐기물관리법」 전면개정시 폐기물 회수·처리 비용의 예치금제를 도입하였다. 이 제도는 소비자가 배출하는 폐기물에 대하여 그 폐기물의 원생산자에게 폐기물 회수·처리 책임을 부여한 첫 번째 정책 사례가 되었다. 반환되지 않은 예치금은 「재활용법」에 의한 폐기물관리기금에 납입(나중에 환경개선특별회계로 흡수됨)되어 폐기물의 재활용 및 적정 처리에 필요한 재원으로 사용되었다. 예치금 대상 품목은 유해하거나 잘 분해되지 않는 재질이 포함되었거나 제품 소비 후 다량의 폐기물이 발생되는 제품 그리고 자원 및 에너지 회수가 용이하거나 경제적 가치가 있는 제품을 대상으로 하였다. 같은 종류의 품목은 재활용 가능성, 대체품의 유무, 처리·처분의 곤란도에 따라 예치금 요율을 달리하였다. 예치금 대상 품목으로 용기류로는 종이팩·금속캔·유리병·PET병 등이

해당되었고, 제품으로는 전지 · 타이어 · 윤활유 및 텔레비전 · 세탁기 · 에어컨디셔너 등이 해당되었다. 예치금제도는 폐기물의 발생을 원천적으로 줄이고 재활용을 촉진하는데 기여하였으나, 제도 시행과정에서 예치금 반환율이 10%내외에 불과하여 당초의 기대와는 달리 예치금제는 일종의 준조세형태로 운영되었으며, 예치금 대상 사업자들은 예치금 요율이 실제 폐기물의 회수 · 처리 비용보다 낮아 예치금 납부 후 이를 포기하고 말았다. 예치금 요율이 실 처리비에 크게 밑돌 정도로 낮게 책정된 문제 외에도 실제로 회수 처리하거나 재활용한 실적의 객관적 증명이 어려웠고, 사회적으로 폐기물의 회수 체제가 확립되어 있지 않는 등 제도 시행상 문제점이 대두되어 왔다. 2002년 예치금제도와 본질적으로는 같은 형태이면서 해당 품목의 업종별 재활용 체제가 보다 강화된 '생산자 책임재활용제도' 가 도입되면서 예치금제는 폐지되었다.

차. 생산자 책임재활용제도(EPR: Extended Producer Responsibility)

생산자 책임재활용제도는 제품의 생산자들로 하여금 제품의 설계, 제조, 유통 · 소비 및 폐기 등 전 과정에 걸쳐 폐기물의 감량, 재이용 및 재활용을 촉진시켜 자원순환형 경제 · 사회체계를 도모코자 하는 제도로서, 독일에서 세계 최초로 도입하였고 현재 영국 · 프랑스 · 헝가리 등 유럽 15개 국가와 일본 · 대만 · 호주 등 아시아 4개국, 기타 멕시코 · 브라질 등 남미국가들이 도입 · 시행하고 있는 제도이다. 「자원재활용법」에 따라 환경부는 대상 품목별로 재활용의무량을 결정하고, 해당 재활용 의무생산자는 이를 이행하기 위한 계획서를 환경부장관에게 제출하여 승인을 받는다. 생산자는 공제조합을 구성하여 공동으로 재활용 의무를 이행하거나 개별적으로 재활용 의무를 이행할 수도 있다. 생산자는 환경부장관에게 재활용의무 이행 결과보고를 하여야 하며 환경부장관은 이를 확인하고, 미이행된 경우 그 미이행분에 대한 재활용비용의 약 130%에 상당하는 재활용부과금을 생산자에게 부과하게 된다. 생산자 책임재활용제도는 폐기물예치금과 근본적으로 같은 성격의 제도라 할 수 있으나 생산자와의 협의를 거쳐 가능한 범위 내에서 재활용목표를 설정하고, 이를 이행할 의무를 부과한다는 점에서 재활용 소요비용을 예치하게 하는 예치금제와 구별된다.

생산자책임재활용제도의 시행으로 재활용실적은 매년 지속적으로 상승하여 2007년도에는 제도 시행 이전인 2002년에 비하여 48.1% 증가한 138만 9천톤을 재활용하였으며, 지속적인 대상 품목의 확대에 따라 2003년 대비 2007년 재활

용의무생산자의 수는 108%가 증가하여 5,703개소에 이르렀다. 이에 수반하여 관련 재활용사업자는 32%(418개소→548개소)가 증가하는 등 재활용산업 전반에 걸쳐 긍정적 파급효과를 보였다. 또한, 생산자책임재활용제도의 시행으로 5년간 606만 7천톤을 재활용하여 1조2,497억원(명목가치)에 달하는 매립 및 소각 비용의 절감 효과를 거두었으며, 1조146억원에 달하는 재활용품의 경제 가치를 창출하여 총 2조 2,643억원의 경제적 편익을 창출하였다. 이 편익으로부터 재활용품 경제적 편익창출을 위하여 사용된 비용 1조 1,825억원을 감하면 경제적 순편익은 1조818억원이 발생된 것으로 추정된다.

4. 주변지역 갈등관리 방안

경제성장으로 인하여 국민생활수준이 향상됨에 따라 쾌적한 환경에 대한 요구가 증가하고 있다. 그러나 님비현상으로 인하여 폐기물처리시설을 포함하여 지역 환경기초시설 확충에 많은 어려움을 겪고 있다. 특히, 쓰레기 매립장이나 소각장 같은 혐오시설의 건설은 주변지역의 지가 하락이나 환경오염, 용도제한 등의 요인으로 입지선정과정에서부터 상당한 지역주민의 반대는 물론 갈등이 심화되어 집단민원이나 시위, 점거농성으로 사실상 사업추진이 어렵다는 점에서 중요한 사회문제로 대두되었다. 이러한 문제로 인한 시설 용지 확보의 한계성을 인식한 정부는 1992년 12월 8일 기존의 폐기물관리법에 "폐기물처리시설 주변영향지역에 대한 지원" 조항을 신설하였고, 1995년 1월 6일 "폐기물처리시설 설치촉진 및 주변지역지원 등에 관한 법률" (이하 "폐촉법" 이라 한다.)을 제정하였다. 폐촉법의 목적은 폐기물처리시설의 부지를 확보하고 폐기물처리시설의 설치를 원활히 하도록 주변지역주민을 지원하기 위함이다. 본 법 제정이후 정부의 궁극적인 목적인 폐기물처리시설의 부지확보 촉진의 목적은 달성하였으나, 여전히 주민갈등 및 지역사회 내 갈등이 해소되지 않음으로써 정책의 효과와 실효성에 대한 의문점이 제기되고 있다. 이러한 해소되지 않는 갈등의 원인을 분석하고 이에 대한 한국의 대응방안과 사례를 소개하고자 한다.

가. 갈등의 원인

1) 님비현상

혐오시설은 지역적으로 원하지 아니하는 시설의 입지를 반대하는 NIMBY(Not In My Back Yard)현상으로 인하여 설치의 어려움이 있다. 혐오시설 입지결정에 대한 지역주민의 일반적인 우려사항은 주변지역의 지가하락으로 인한 재산가치 손실, 환경피해 또는 오염에 대한 불안감 내재, 주변지역의 용도제한으로 지역발전의 저해, 생활기반의 상실의 우려로 인하여 입지로 선정되어 결코 좋은 것이 없다는 인식이 팽배하다.

2) 행정신뢰도의 불신

입지선정에 대한 행정신뢰도에 있어 상당한 불안과 불신감이 내재되어있다. 충분한 홍보, 관련 지역주민들의 여론수렵, 계획수행 과정에 주민참여 등의 민주적 절차가 미비하여 행정에 대한 불신감이 팽배하다.

3) 해당지역주민들과 사전 협의 미수행

주민기피시설의 입지결정 절차의 주민참여, 주민요구의 반영 등이 제대로 이루어지지 않을 경우 심각한 갈등의 원인이 될 수 있다. 입지선정은 언젠가 모든 주민들이 알게 되므로 발생할 수 있는 큰 저항을 사전에 예방하기 위해서 사전에 협의할 필요가 있다.

4) 적절한 보상 및 주민지원의 부족

폐기물처리시설 설치촉진 및 주변지역 지원 등에 관한 법률은 소각시설, 매립시설 주변영향지역에 해당될 경우 주민지원기금 지원과 주변마을 지원 사업 등을 하도록 규정하였다. 적절한 보상이 전제되지 않은 상태에서 주민기피시설의 입지강행은 특정 지역에 지나친 희생과 부담을 주는 것이기 때문에 지역주민들의 분노와 반발을 사게 되고 주민반발, 갈등으로 연계될 가능성이 높다.[16]

16) 이용환, 「광역 주민기피시설 갈등해소 및 주민지원 방안 연구」, 경기개발연구원, 2008.10, p.85

나. 갈등 대응 방안

1) 님비현상 극복

가) 여건조성을 위한 주민 홍보와 교육

① 공익시설이라는 진환경적인 명칭 결정

환경기초시설의 입지를 선정함에 있어 쓰레기 매립장, 쓰레기 소각장, 폐기물 종합처리장 등의 기존명칭은 혐오시설이라는 좋지 않은 이미지의 기존 인식을 각인시키고 있어 환경부에서 환경친화적인 이미지가 담긴 용어로 개칭하여 사용하도록 권고하였다. 이에 경기도는 음식물쓰레기 처리시설 ⇒ 남은 음식물 자원화 시설로, 소각장을 ⇒ 자원회수시설로, 매립장을 ⇒ 환경안정화 시설로 변경하는 명칭 변경 의견을 환경부에 제출하였다.

〈표 2-19〉 경기도 생활폐기물 처리시설 명칭 변경

변경 전	변경 후
음식물쓰레기처리시설	남은 음식물 자원화시설
생활쓰레기 매립시설	환경안정화시설
생활쓰레기 소각시설	자원회수시설

자료: 환경자원과 아성희, 「도, 생활폐기물 처리시설 명칭 변경」, 경기도홈페이지, http://www.gg.go.kr/archives/1397952

② 지역주민 사전 선진환경시설 견학

매립장 및 소각장에 대한 과거의 낙후된 시설에 대한 혐오시설이라는 시민의식을 개선하기 위하여 입지선정 이전과 입지선행 진행 중에 지도층인사를 포함한 시민과 이해관계 지역주민에 대하여 최근 설치된 폐기물종합처리장 등 최첨단 선진환경시설 견학을 실시할 필요가 있다. 또한 시설에서 주민감시요원으로 근무하는 지역주민을 통하여 입지선정과정과 조성 후 운영실태를 직접 듣고 대화를 하도록 함으로써 입지 결정에 따른 환경피해 불안감 해소는 물론 환경기초시설에 대한 홍보 및 교육적인 효과를 거둘 수 있다.

[그림 2-12] 선진환경시설 견학 장면

[그림 2-13] 선진환경시설견학시 주민감시 요원의 실질적인 사례

자료) 환경부, 「폐기물처리시설 설치관련 갈등해소 워크샵」, 2005, p. 45~46

나) 획기적인 지역주민 지원의 인센티브 제공

시정조정위원회 의결을 거쳐 입지 주변지역 등에 대한 획기적인 지원의 인센티브를 제공함으로써 입지결정에 따른 피해의 여지를 상쇄함은 물론 장기적으로 마을발전의 청사진을 제시한다.

〈표 2-20〉 인센티브 지원 내용, 규모 및 방법

지원내용		지원 규모	지원 방법	비고
주민지원 기금	출연금	oooo백만원	주민지원협의회와 협의결정	
	폐기물징수 수수료	매년 10%이내	시설준공후 시설사용 개시년도부터 사용 종료시까지	
주민 숙원사업			최우선 수혜 부여	영향권별
주민유급감시요원 위촉		o명	시설 준공후부터 사용 종료시까지 위촉	수당지급
유공자 포상금		ooo백만원	최종입지 확정후 결정적인 유공도에 따라 개인 및 단체에 지급	

다) 주민참여방식의 입지후보지 공개모집

입지후보지를 선정함에 있어 인센티브 제공을 전제로 하여 주민참여방식의 공개모집을 실시하여 설치기관에서 일방적으로 지정한 것이 아닌 지역주민 스스로

응모하도록 함으로서 님비현상에 의한 입지선정과정의 주민반발을 원천적으로 해소할 수 있다. 이와 유사한 사례로 전북 전주시는 2000년 2월부터 소각장 설치를 추진하던 중 주민반대로 인해 입지선정이 곤란함에 따라, 2001년 9월에 사업추진방식을 변경하여 인센티브를 제공하는 조건으로 소각시설 입지 공개모집을 통하여 4개 마을이 유치신청하여 2002년 4월 입지를 결정하고 2004년 4월에 착공하였다.[17]

〈표 2-21〉 전북 전주시 공모내용

공모내용
- 최대 50억원 소각시설 유치마을 지원 - 복지시설(수영장, 복지관, 체력단련시설) 무료이용 - 소각열을 이용한 공동주택 난방 공급 - 진입도로 개설 및 반입수수료 5% 주민지원협의체 지원

자료: 이용환, 「광역 주민기피시설 갈등해소 및 주민지원 방안 연구」, 경기개발연구원, 2008.10, p.81

2) 행정신뢰도 불신감 해소

가) 민간인과 전문가 주도형의 입지선정위원회 구성 운영

"폐촉법" 규정에 따르면 입지선정시 입지선정위원회를 구성하도록 한다. 입지선정에 대한 행정신뢰도 제고를 위해 해당입지와 이해관계가 없는 각계각층의 지역사회 대표를 위원으로 선임해야 한다. 입지선정위원회 위원장도 설치기고나의 공무원이 아닌 중립적이고 상당한 전문지식을 갖춘 인사가 선임되도록 유도하여 주민들로부터 공정성에 대한 신뢰도를 얻을 수 있도록 한다.

나) 객관적이고 공정한 타당성조사 및 절차의 진행

입지타당성 조사용역을 수행할 전문연구기관을 선임함에 있어 위원회 주관으로 객관적인 용역수행기관 선정기준을 제시하여 반영하고, 타당성 조사에 있어 모두에게 객관적이고 공정한 타당성 조사를 실시하여 조사결과에 대한 이의가 없도록 하여 행정신뢰도에 대한 불신감을 해소할 수 있도록 한다.

17) 이용환, 「광역 주민기피시설 갈등해소 및 주민지원 방안 연구」, 경기개발연구원, 2008.10, p.81

3) 지역주민들과 사회적 협의 선행

가) 주민조직 구성

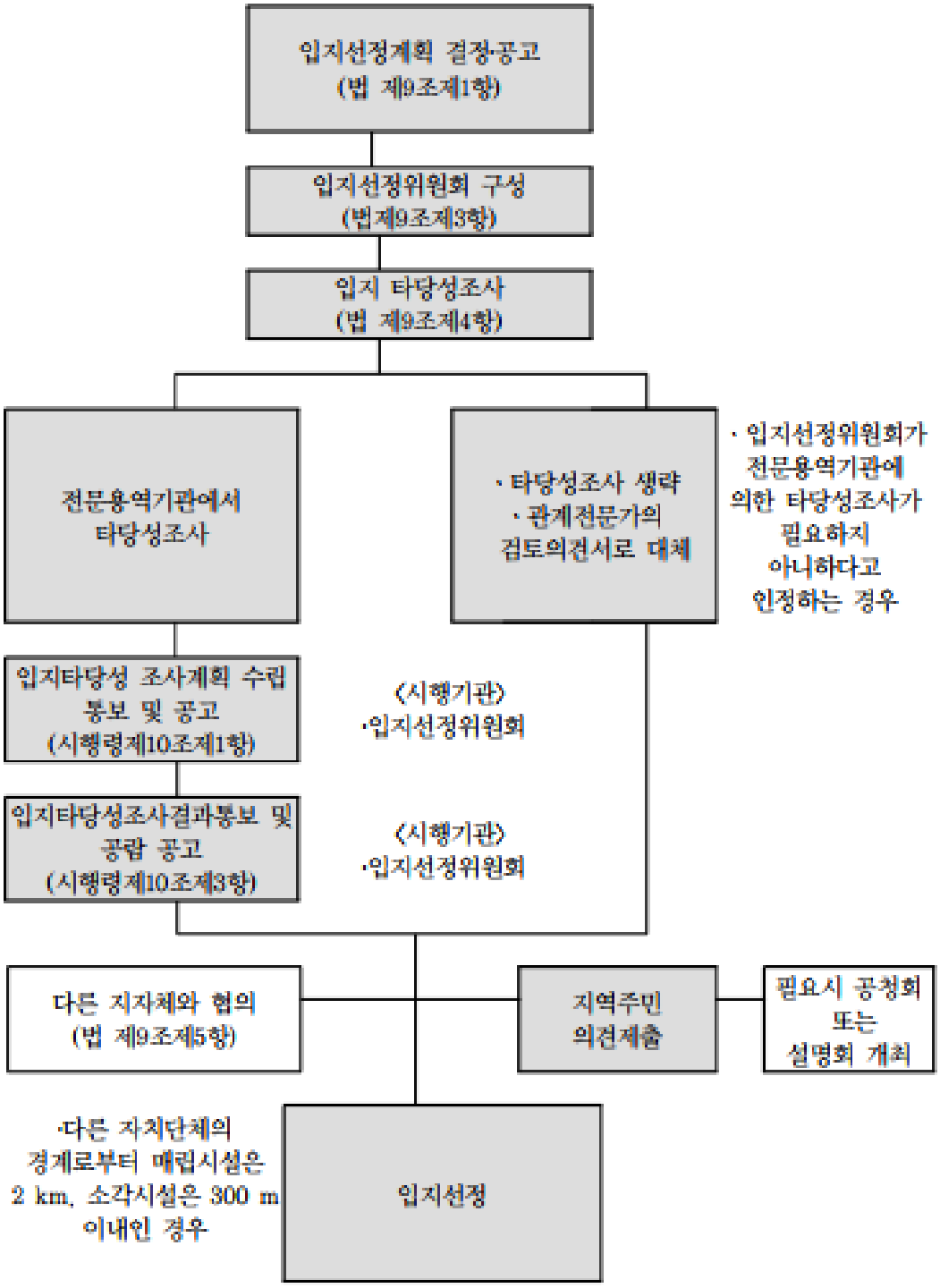
폐기물 처리시설을 둘러싼 주민조직에는 법정단체인 주민지원협의체가 있고 임의단체인 주민대책위원회 등이 구성되어 활동하고 있다. 규모가 큰 매립시설은 자치단체 조례를 통해 주민지원협의체를 구성하지만 규모가 작으면 임의단체가 활동하면서 지방정부의 지원을 끌어낸다.

주민지원협의체는 시의회 추천을 받아 구성되며 협의체의 역할은 폐기물 처리시설 환경영향조사를 위한 전문연문기관의 선정, 지역 주민을 위한 편익시설의 설치에 대한 협의, 주변영향지역의 주민지원사업에 대한 협의, 주민감시원의 추천 등을 할 수 있도록 한다. 협의체는 전국 네트워크를 구성해 전국단위의 조직을 갖추고 있으며 서로 정보를 공유하여 타지역과 비교를 통해 지원의 규모와 지원방안 등을 주제로 하여 해당 지방정부와 협상자료로 활용할 수 있다.

폐기물 처리시설과 관련된 주민은 여러 마을에 걸쳐 거주하는 다수이기 때문에 그들을 대표하는 주민조직이 지방정부와 대화의 창구가 되므로 주민조직과의 협력관계는 매우 중요하다. 천안시 사례의 경우 주민협의체와 우호적인 협력관계를 유지하여 협의체가 중재자의 역할을 하게 하여 갈등저감 효과에 중요한 역할을 하였다.[18]

18) 김남검, 「폐기물 처리시설 입지 및 운영에 따른 갈등 연구: 천안시 생활폐기물 처리시설을 중심으로」, 단국대학교, 2011, p.62

[그림 2-14] 입지선정 절차



나) 시민과 환경단체에 과학적이고 정확한 사업설명

시민과 환경단체에서는 폐기물처리시설이 사회에 필요한 공공기반시설이라고 인지함에도 불구하고 입지를 반대하는 경향이 있다. 이를 해결하기 위해서는 입지를 선정한 이유에 대하여 과학적인 근거를 제시하고 사업시행의 당위성을 정확히 설명해 줄 필요가 있다.

인천시에서는 입지타당성조사, 환경영향평가시 주민설명회를 통하여 청라소각장건설의 당위성과 예상피해 저감방안, 완벽한 방지시설 등에 대하여 충분한 설명과 운영과정의 공개를 통하여 민원을 해결해 나갈 수 있었다.

제5절 종합 및 시사점

1. 한국과 스리랑카 폐기물관리정책 비교 분석

우리나라 폐기물 관련 제도는 시대 상황에 따라 폐기물 관리정책도 변화되어 왔으며, 크게 4단계로 구분할 수 있다. 1단계(1986년 이전)는 방어적 위생처리 단계로서 폐기물 관리의 태동 단계로 정의할 수 있으며, 2단계(1986~1991년)는 폐기물관리법이 제정됨에 따라 본격적으로 폐기물 관리가 수행되었다. 3단계(1992~2006년)는 재활용촉진법이 발효됨에 따라 재활용에 관련된 제도 및 정책이 시행되었으며, 2003년부터 폐기물예치금제도가 생산자책임 재활용제도로 전환되고 건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률(건폐법)의 독립 제정에 따라 건설폐기물에 대한 재활용 및 재활용제품의 수요 기반 마련과 음식물쓰레기의 직매립금지제도(2005년) 등을 통해 폐기물의 발생억제를 통한 감량화 및 자원화 중심의 정책이 시행되었다. 현재 우리나라의 폐기물 관리 정책은 폐기물의 자원순환단계로서 단순히 폐기물을 처리하는 단계를 넘어 '환경적으로 지속가능한 발전' 이라는 이념으로 자원순환형사회의 틀을 구축하는데 있다.

현재 스리랑카의 폐기물 관리 정책은 우리나라의 발전 단계에서 본다면 2, 3단계다. 2007년 처음 수립된 국가정책의 목표는 폐기물 배출자, 관리자, 서비스 제공자 모두 사회적 · 환경적 책임을 분명히 하고, 고형폐기물발생의 최소화를 통한 폐기물양의 최소화 도모하고자 한다. 궁극적으로 폐기물 처리로 인해 발생하는 부가적인 환경영향을 최소화해 주민과 생태계의 건강 및 복지를 제공하고자

하는 것이다. 이에 따라 스리랑카 정부의 주요 환경 정책 전략으로 폐기물발생 최소화(Reduce), 재사용(Reuse), 재활용(Recycle)이라는 3R 정책을 시행 중이다.

그러나, 이러한 정책 및 전략수립에도 불구하고 제대로 실행되지 않아서 다양한 문제들이 지속되고 있다. 해당되는 문제점은 아래와 같다.

- 폐기물처리에 적합한 입지선정의 어려움
- 체계적인 수거시스템 결핍
- 대중의 인식 결핍
- 재원조달의 어려움
- 지방정부의 고형폐기물문제에 대한 적은 관심
- 기술전문가의 부족
- 행정조직체계의 문제점
- 모니터링시스템의 부족

이러한 문제점들을 개선하기 위해서는 2007년에 수립된 정책과 2008년에 수립된 2번째 전략을 바탕으로 하여 구체적인 방안들을 제시하는 2차 폐기물관리 정책을 수립할 필요가 있다.

또한, 님비현상으로 인한 폐기물처리시설 건립의 어려움을 해결하기 위해서는 한국에서는 1995년 1월 「폐기물처리시설 설치촉진 및 주변지역지원 등에 관한 법률」이 제정되었다. 폐기물처리시설의 주변 지역주민을 지원함으로써 부지확보와 폐기물처리시설 설치를 원활히 진행해 주변 지역주민의 복지를 증진하고 환경보전과 국민생활을 질적으로 향상시키는데 이바지함을 목적으로 하는 법률이다. 아직 스리랑카에서는 이와 같은 법이나 구체적인 갈등관리 정책 및 지원방안이 없기 때문에 원활한 폐기물처리시설 건립을 위해서는 국가고형폐기물관리정책과 별도로 이러한 법률제정 및 정책도 고려해야 할 것이다.

2. 스리랑카 폐기물현황 및 관리체계에 대한 시사점 도출

현재 스리랑카의 도시고형폐기물(MSW; Municipal Solid Waste)의 발생량은 경제성장 및 도시인구의 급격한 증가, 계획되지 않은 도시화 및 경제활동과 자원소비량의 증가로 인해 또한 급격하게 증가하고 있다. 이러한 증가량에 견주어 볼 때 고형폐기물의 관리와 관련한 시설 및 기자재, 정책 및 예상은 다른 아시아 내 개발도상국과 마찬가지로 미흡한 실정이다. 이러한 연유로 인해 현재 스

리랑카는 전국적으로 MSW관리에 있어 심각한 문제를 가지고 보이고 있다.

1999년에 추산된 스리랑카의 MSW발생량은 6,500톤/일로 조사되었으며, 이후 매년 1.2%의 인구증가와 함께 MSW발생량 또한 증가하여 2009년 7,250톤/일의 MSW가 발생하였다. 1999년의 1인당 폐기물 발생량은 0.89kg/인·일이었으나 이러한 폐기물 발생량의 증가추세로 미루어 볼 때 2025년 기준 1.00kg/인·일로 증가할 것으로 예측된다.

이렇게 급속하게 증가하는 폐기물 발생량에도 불구하고 현재 스리랑카에서 발생하는 고형폐기물은 올바른 처리가 이루어지지 않고 있다. 스리랑카에서 발생하는 MSW는 높은 유기물함량과 60~80%에 달하는 높은 수분함량을 가지고 있다. 이러한 특성을 가지고 있는 스리랑카 MSW는 수거 후 대략 85%정도가 재활용 되지 않고 관리가 미흡한 비위생매립장에서 최종처리되고 있으며, 이 비위생매립장은 환경적으로 관리되지 않는 경우가 대부분이다.

폐기물 수거 서비스는 정해진 시간을 지키지 못하고 늦어짐에 따라 길거리 개들이 가정에서 배출한 쓰레기봉투를 파손하여 악취, 교통악화, 미관저해 등의 문제가 발생하고 있으며, 수거시간은 주간시간에 이뤄지고 있다. 이로 인해 교통체증으로 수거효율성이 크게 낮아지는 문제가 발생하고 있다. 이러한 문제를 개선하는 방안을 각 지역별로 제안하여 문제점을 해결할 경우에 안정적 폐기물 수거운반 네트워크 구축이 가능하다. 따라서 각 지방정부별 현실에 부합하는 효율적인 폐기물 수거 방안 적용하고, 쓰레기 용기 교체, 수거시간 엄수 등 현실적인 대응책이 필요하다.

기초자료 분석 및 현장 세부조사에 따라 폐기물관리체계에 대한 문제점을 도출하였으며, 이에 대한 개선(안)은 다음과 같다.

〈표 2-22〉 폐기물 관리체계 문제점 및 개선방안

단계별	문제점	개선방안
배출 단계	• 분리수거 미흡 • 수거효율이 낮은 용기 사용 • 함수율이 높은 쓰레기의 양이 많음보관용기가 다양함	• 분리수거의 체계화 • 수거 및 보관용기 개선 • 음식물쓰레기 철저분리, 처리대책 또는 자원화방안 마련 • 종량제 추진
수거 단계	• 1인당 처리량 과중 • 도로 여건상 균일한 수거작업이 어려움 • 수거장비 낙후로 수거효율이 낮음 • 주간시간수거로 수거효율이 낮음	• 수거방식 현대화, 기계화 • 컨테이너 수거방식 채택 • 소형수거차 확대보급 • 도로망 개선 및 확충 • 수거시간 변경(주간→야간)
적환 단계	• 적환장시설 설치에 대한 법정 규정 미흡 • 적환장 설치에 대한 님비 • 도로변에 위치→미관저해, 악취유발, 교통악화	• 적환장 설치의 제도적 의무화(일정규모별, 거리별) • 님비최소화 방안 강구 • 적환시스템의개발(감량, 자원화, 안정화)
운반 단계	• 소형으로 원거리운반→비용상승, 교통악화 • 수송 장비 낙후/부족	• 대단위 운송방법 개발 • 재활용을 통한 최소화 • 압축장비를 이용한 감용화
처리 단계	• 중간처리시설 부족(소각/자원화) • 단순매립으로 주변오염 유발	• 중간처리시설 확충, 자원화체계수립 및 기술개발 • 위생매립방식으로 전환

2014년 경제발전경험 공유사업 III

제3장 스리랑카 고형폐기물관리 정책방향

조판기, 이진아, 박은새 (국토연구원)
송동근, 박민석 ((주)건화)

요 약

2007년에 처음으로 수립된 스리랑카 국가고형폐기물관리 정책은 통합적이고 환경적으로 건전한 고형폐기물 관리의 실행을 목표로 하였으나 현실적으로 실행하는데 있어서 한계에 직면하여 제대로 실행되지 않았다. 그로 인하여 여전히 다양한 문제들이 발생하여 각 종 환경오염 및 위생문제를 야기시키고 있다. 이러한 문제점들을 개선하기 위해서는 기존계획이 제대로 실행되지 않은 이유를 분석하고, 현 시점에 맞는 2차 폐기물관리정책을 수립할 필요가 있다. 이와 같은 필요성을 인식하여 스리랑카 환경부 및 중앙환경청은 현재 2차 관리정책을 수립하여 발표를 예정하고 있다. 현재 스리랑카의 폐기물관리 문제는 시급성을 감안하여 해결방안을 검토 정리하면 다음과 같다.

- 사람들이 불법투기를 하지 않도록 모두 모으는 것 또는 불법투기를 막는 방법
- 단독주택에서 발생하는 생활폐기물의 대부분인 음식물을 옥내 퇴비화하는 것
- 처리시설의 적정규모를 정하고 직접 운반할지 직환장을 운영할지 등의 통합처리체계를 정립하는 것
- 매립중심, 퇴비화중심의 처리시설에 맞는 관련 법규의 정비, 특히 퇴비품질이나 활용에 관한 법규 정비
- 재원확보를 위한 역할분담(정부, 지자체, 생산자, 배출자)을 명확히 할 것

상기와 같이 5가지 사항으로 크게 정리가 되며, 본 절에서는 스리랑카의 폐기물관리의 시급성을 우선적으로 고려하여 폐기물관리에 대한 기본방향, 단계별 폐기물관리 정책방향 실행계획을 제시하고자 한다.

제1절 기본방향

국가종합 고형폐기물관리계획에 대한 개념계획의 최적의 대안 도출을 위해 단·장기별 계획으로 분류하여 각각의 기본방향을 설정하고 실행방안을 도출하였는데, 국가종합 고형폐기물관리계획에 대한 실행계획 기본방향은 다음과 같다.

- 폐기물관리 정책 우선순위의 명확화
- 각 단계별 관리계획 목표 구체화 및 실행방안 제시

단계별 실행방안의 개념 및 기본 방향은 다음과 같다.

〈표 3-1〉 단계별 실행방안

구분	주요지표
발생억제	폐기물 관리비전 수립
발생최소화	생산, 유통, 소비단계 발생최소화 정책 수립
재이용	재이용 규정 강화, 업체 육성 지원
재활용	재활용 규정 강화, 업체 육성 지원
에너지회수	에너지 회수 인프라 구축

폐기물관리목표 설정 시 단계적으로 목표를 계획, 실행하는 것이 중요하며, 단기적(1차)으로 폐기물 감량 및 재활용 확대, 장기적(2차)으로는 자원순환사회로의 점진적 발전을 목표로 도출했다.

[그림 3-1] 폐기물 관리 목표

다음은 폐기물의 발생, 분리/배출, 수거/운반, 처리단계에 따른 폐기물관리목표 방안을 제시하였다. 기존의 정성적 목표기준을 수치화된 정량적 목표수치로 설정하고, 달성기간 설정이 필요하다.

〈표 3-2〉 단계별 목표수치 설정

발생단계	폐기물 발생량 예측 / 발생 최소화
분리/배출 단계	재활용 배출 확대 / 유기물 분리 배출
수거/운반 단계	수거대상지역확대 / 수거노선 개선
처리단계	매립량 절감 / 처리방식 다양화

폐기물 안전처리 및 감량화 목표에서 폐기물을 하나의 자원으로 하는 순환형 사회 구축 개념의 패러다임이 필요하다. 다음은 한국, 일본, 독일의 자원순환사회 개선방안을 나타낸 그림이다.

[그림 3-2] 자원순환사회 개선방안 (예)

[그림 3-3] 폐기물관리 정책 우선순위 설정

다음은 기초자료 분석 및 현장 세부조사에 따른 주요 개선요구사항을 도출하였으며 이에 대한 개선(안) 수립방향은 다음과 같다.

〈표 3-3〉 주요 개선요구사항 및 개선(안) 수립방향

구 분	주요 개선요구사항	개선(안) 수립방향
법률 및 제도	▪세부규정 확대 ▪정량적 달성목표 구체화	▪기존체계에 대한 보완방향 위주 제시
관리 시스템	▪전담부석 및 인력충원 ▪체계적 DB구축	▪관리인원 확충방안 및 DB표준양식 제시
보관 및 배출	▪여건낙후지역 수거 및 배출개선 ▪배출폐기물 위생보관 방안	▪위생보관 방안 및 낙후지역 관리사례 제시
수거 및 운반	▪수거시간 및 경로개선(안) ▪수거장비 확충 및 수거지역의 단계적 확충	▪주요 개선요구 사항별 대안 제시
폐기물 처리	▪매립 이외 장기적 처리대안 ▪재활용품 회수 증대방안 ▪유기성폐기물 처리대책	▪장기적 처리대안 및 기존 처리시설 최적 개선안 제시 ▪재활용품 선별처리시설 신설 및 폐기물종합처리시설 구축방안 제시

제2절 단계별 폐기물관리 정책방향

현재 스리랑카는 일일 폐기물 발생량 2013년 기준으로 약7,000톤, 1인당 일일폐기물 발생량은 평균 약 1.0kg으로 선진국과 유사하나, 평균수거율이 65%에 불과하여(우리나라 2012년 기준, 약99%) 선진국에 비해 낮으며, 비위생적으로 처리되고 있다. 쓰레기 종량제를 시행하고 있지 않아 폐기물 배출자의 부담은 적은편이나 최근 폐기물에 의한 환경오염이 심각해지면서 방지를 위한 정부의 관심 증대가 이루어지고 있다. 따라서 정책, 제도 개선안은 스리랑카의 현황과 문제점을 고려하여 도입 시행시기를 단기와 중·장기로 구분하여 제안하며, 실질적인 그 도입 시기, 방법 등 세부 사항은 스리랑카의 제반 여건을 고려하여 별도의 연구과정을 통하여 마련되어야 한다.

- 단기 폐기물 정책 · 제도 제언 (2018년 이내)
  - 데이터베이스 구축
  - 지역단위 폐기물관리시스템 구축
  - User Fee System
  - 폐기물의 안정적, 위생적처리 기반구축 및 운영 · 관리 방안 수립
  - 지방정부별 폐기물관리 5개년 계획 수립 및 시행
- 중 · 장기 폐기물 정책 · 제도 제언 (향후 5~15년 이후)
  - 폐기물관리 재정 확대
  - 폐기물 수거체계 네트워크 강화
  - 국가적 교육 및 홍보 등으로 시민들의 의식강화
  - 스리랑카에 적합한 폐기물처리기술 개발 연구
  - 폐기물 종합 처리시설단지 구축

1. 단기 정책방향

가. 데이터베이스 구축

현재 스리랑카는 국가 폐기물통계 DB화 미실시로 인해 세부 폐기물 관리 현황 비교에 어려움이 있으며, 발생원, 지역별 폐기물 발생량 집계가 불가하여 폐기물관리에 어려움을 가지고 있다.

배출되는 폐기물의 주기적 조사 및 특성분석을 위해서는 현지 지역별 여건을 고려하여 지방정부가 단계적으로 조사 항목, 주기, 범위 등을 조정하여 폐기물 통계 DB구축을 수행하여야 한다.

현지여건을 고려할 때 모든 지방정부가 전 항목에 대하여 동일하게 폐기물 특성조사를 실시하는 것은 현실적으로 타당하지 않으므로 단계별 조사항목, 주기, 규모 등을 조정할 수 있는 것이 바람직하다. 그리고 조사방법, 데이터관리 및 분석방법 등에 대해서는 교육훈련을 통해 현지 실무자들에게 전달될 수 있어야 한다.

다음은 한국의 데이터베이스 구축 관련 법규 및 방법을 정리하였다. 한국의 폐기물 통계조사는 폐기물관리법 제11조에 따라 환경부장관, 도지사 또는 시장, 군수, 구청장은 폐기물정책의 수립에 필요한 기초자료를 확보하기 위하여 폐기물 종류별 발생·처리현황, 폐기물처리업 등 관련산업현황, 폐기물 재활용률 등 자원 생산성 향상에 관한 사항을 조사하여야 한다.

그리고 한국환경공단, 특별시장, 광역시장, 도지사 및 특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장은 다음의 폐기물 통계 조사를 실시하여야 한다.

- 폐기물발생원등에 관한 조사: 5년마다 현장조사에 기초하여 작성
- 폐기물 발생 및 처리현황 조사: 1년마다 배출 및 처리업체의 보고자료 등 서면조사에 기초하여 작성

다음은 폐기물 관리법상 명기된 폐기물 발생 및 처리현황 조사 항목이다.

한국은 매년 배출 및 처리업체의 보고자료 등 서면조사에 기초하여 폐기물 발생 및 처리현황조사를 작성하고 환경부 홈페이지에 게재하고 있다.

[그림 3-4] 전국폐기물발생 및 처리현황(2013)

출처: 전국폐기물 발생 및 처리현황(2013), 환경부, 2014

〈표 3-4〉 폐기물 발생원등에 관한 조사 항목 (폐기물관리법 시행규칙 제7조 제1호)

가. 가정부문과 비가정부문의 계절별 폐기물 발생 원단위
나. 가정부문과 비가정부문의 계절별 조성비
다. 발생원별, 계절별 폐기물의 수분, 가연분, 회분과 발열량 및 원소분석
라. 발생원별, 계절별 폐기물의 탄소, 수소, 질소 등 원소분석
마. 폐기물 처분시설 및 재활용시설 설치·운영 현황
바. 그 밖에 폐기물 정책 수립에 필요한 사항

출처: 2013년 폐기물처리담당자 법정교육, 환경부, 2013

〈표 3-5〉 폐기물 발생원등에 관한 조사 항목 (폐기물관리법 시행규칙 제7조 제2호)

가. 특별시, 광역시·도 특별자치도(이하 "시·도" 라 한다) 또는 시·군·구별 폐기물 종류별 발생 현황
나. 시·도 및 시·도·구별 폐기물 종류별 처리 현황
다. 시·도 및 시·도·구별 폐기물 처분시설, 재활용시설 및 업체현황
라. 생활폐기물 관리구역 및 관리예산 등 폐기물관리 현황
마. 그 밖에 폐기물 정책 수립에 필요한 사항

출처: 2013년 폐기물처리담당자 법정교육, 환경부, 2013

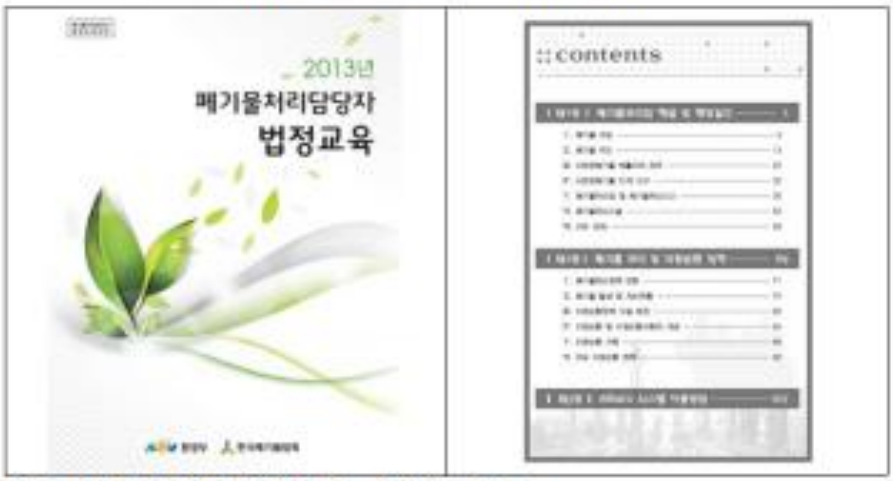
나. 지역단위 폐기물관리시스템 구축

교육프로그램은 폐기물관리의 우선순위 및 전략, 폐기물관리와 생태환경의 통합적 고찰, 문제점 및 효과적 해결방안 도출방법, 현장 기반의 실질적 폐기물관리 방법 및 기술 등 포함하여 실시한다.

현지 여건에 적합한 폐기물관리를 직접 수행할 수 있는 역량을 기르기 위해 현장 중심 교육이 필요한데, 선진지 견학이나 해외 시찰 형태의 교육은 폐기물관리에서 한계적이기에 외부 지원을 통해 프로그램 개발이나 전문가 교육이 이뤄져야 한다.

다음 그림은 한국에서 환경담당 지방자치 단체 공무원 교육을 위한 환경실무교육 자료집이다.

[그림 3-5] 환경실무교육자료집(예)



출처: 폐기물처리담당자 법정교육, 환경부, 2013

환경부에서는 폐기물의 정책 및 관련 법률에 관한 사항 및 처리시스템에 대해 교육을 실시하고 있으며, 그에 따른 책자 및 홍보자료를 환경부를 홈페이지에 게시하고 있다.

다. User Fee System

지방정부 예산의 30~50% 가량이 폐기물관리에 투입되고 있는 실정이므로 폐기물관리비용을 User Fee System으로 충당할 수 있도록 하는 것이 필요하다.

따라서, 현지 서부주(westen province)에서 시범적으로 시행하고 있는 User Fee system의 안정적 정착이 이루어질 수 있도록 정부차원의 계몽활동이 지속적으로 행하여야 한다. 이후 전국적 확대를 도모해야 한다.

세부적인 방법으로는 참여도가 높고, 구성원이 적어 쉽게 관리할 수 있고, 빠르고 확실한 효과를 거둘 수 있는 폐기물 발생원이나 부문(sector)을 대상으로 선정, user fee system을 적용하고 점차 확대하도록 해야 한다. 상업부문 또는 상점, 호텔, 식당등을 대상으로 적용하여 점차 범위를 넓혀 최종적으로는 가정까지 확대하는 것을 목표로 해야 한다.

다음은 User-fee system에 대한 한국의 사례이다.

1) 쓰레기 종량제[19]

쓰레기 배출량에 따라 그 처리비를 차등적으로 부과함으로써 쓰레기 배출량이 늘어나면 처리비도 그만큼 많이 부담하는 제도이다. 환경부는 건물면적, 재산세 등을 과표로 쓰레기처리 수수료를 징수하던 종전의 제도를, 오염자 부담원칙에 따라 실제 배출량을 과표로 수수료를 부과하는 이 제도로 전환하여 1994년 4월부터 일부 지역에서 시범실시하였다. 그 결과 쓰레기 발생량이 30~40%나 줄고 재활용품 수거는 2배 이상 늘어나는 등 큰 성과를 보였다. 이에 따라 환경부는 1995년 1월 1일부터 쓰레기종량제를 전국적으로 시행하였다.

2) 생산자책임재활용(EPR: Extended Producer Responsibility)제도[20]

생산자책임재활용(EPR: Extended Producer Responsibility)제도는 제품 생산자나 포장재를 이용한 제품의 생산자에게 그 제품이나 포장재의 폐기물에 대하여 일정량의 재활용의무를 부여하여 재활용하게 하고, 이를 이행하지 않을 경우 재활용에 소요되는 비용 이상의 재활용 부과금을 생산자에게 부과하는 제도이다.

종전 제품의 재질구조개선 정도에 있던 환경개선에 대한 생산자들의 의무 범위를 소비자 사용 후 발생되는 폐기물의 재활용까지 확대한다는 의미이다.

19) 두산백과, 2015
20) EPR생산자책임재활용홈페이지 (www.iepr.or.kr)

[그림 3-6] 생산자책임재활용(EPR: Extended Producer Responsibility)제도

출처) EPR생산자책임재활용홈페이지 (www.iepr.or.kr)

폐기물 재활용에 대한 법적 의무는 생산자에게 있지만, 생산자가 수거부터 재활용 전과정을 직접 책임진다는 의미는 아니고, 소비자 · 지자체 · 생산자 · 정부가 일정부분 역할을 분담하는 체계로서 제품의 설계, 포장재의 선택 등에서 결정권이 가장 큰 생산자가 재활용체계의 중심적 역할을 수행하도록 하는 것이다.

우리나라의 경우 완전히 새로운 개념의 제도가 아니라 이미 생산자책임원칙에 의해 '92년부터 운영해 오고 있는 예치금제도를 보완 개선하여 2003. 1. 1부터 시행하고 있다.

3) allbaro시스템[21]

폐기물의 배출, 운반, 처리 증명업무를 올바로시스템을 이용하여 처리함으로서 폐기물 처리증명의 투명성 및 신괴성을 확보하고, 폐기물처리의 적정성을 기하며, 폐기물 처리증명 절차의 감소로 인한 행정업무의 간소화로 사회적, 경제적 비용절감 및 폐기물의 자원화를 촉진하고 환경보전에 기여함을 목적으로 한다.

올바로시스템은 사업장폐기물을 대상으로 실시하고 있으며, 폐기물의 배출부터 운반, 최종처리까지의 전과정을 인터넷을 통해 실시간으로 관리하는 시스템으로 폐기물의 발생억제, 재활용, 적정처리를 통한 폐기물의 전 생애적 관리를 하나로 통합한 IT기반 폐기물 종합관리시스템이다.

21) 올바로 홈페이지 (www.allbaro.or.kr)

[그림 3-7] 올바로시스템 홈페이지

출처: 올바로 시스템 홈페이지(http://www.allbaro.or.kr)

라. 폐기물의 안정적, 위생적처리 기반구축 및 운영·관리 방안 수립

수거, 운반, 처리된 폐기물은 최종처분이 필수적이므로 매립장(dumping site) 내에서 최대한 친환경적이고 효율적인 운영과 관리가 이루어져야 한다.

현재는 조성된 매립장내에서도 전체 부지에 무계획적으로 폐기물을 매립하고 있으나, 기후나 폐기물특성을 고려하여 매립지를 구획별로 집중적, 순차적으로 매립하면 침출수 발생, 해충, 먼지, 쓰레기 날림, 악취, 온실가스 배출 등 환경적 문제뿐만 아니라 운영 및 관리비용도 크게 줄일 수 있다. 따라서 매립장 조성만이 아닌 스리랑카 현지조건에 맞는 운영·관리에 대한 매뉴얼 작성이 우선시 되어야 한다.

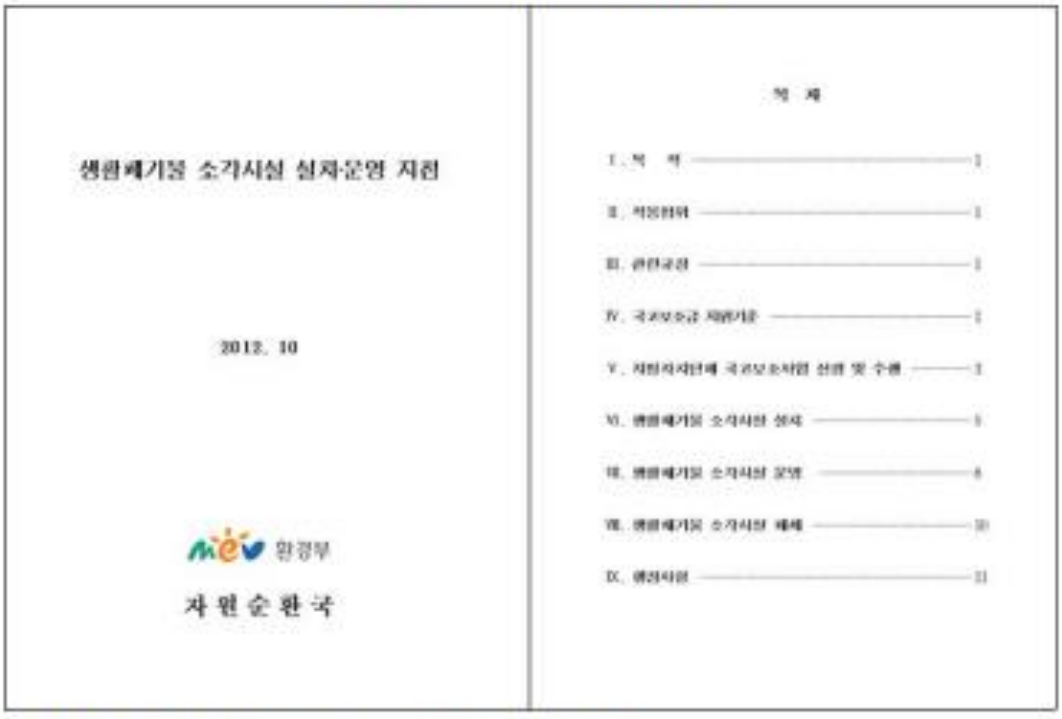
중간처리방식 중 퇴비화는 기온이 높은 스리랑카와 같은 지역에서 유기성폐기물이 많이 함유된 폐기물의 처리방법으로 가장 경제적이며 효율적이고 우수한 방법이다. 현지 여건상 가장 적절하게 운영되고 있는 시설이며, 퇴비화 기술은 스리랑카의 대표적 폐기물처리기술로 자리 잡혀 있다. 또한 필리사루(Pilisaru) 프로그램으로 스리랑카 전역에 퇴비화시설을 설치하고 있다. 그러므로 폐기물의 성상을 고려하여 부지면적을 많이 소요하는 단순퇴비화시설이 아닌 스리랑카 실

정에 맞는 시간과 부지를 절약할 수 있는 퇴비화시설(Bio-drying) 확충이 필요하다.

의료폐기물은 보건·환경보호상 특별한 관리가 필요한 폐기물이기 때문에 한국의 경우 지정폐기물로 분리하여 특별 관리를 하고 있으며 모든 의료폐기물은 소각시설에서 처리하고 있다. 스리랑카 역시 보건·환경보호상 의료폐기물의 처리방식을 매립에서 소각으로 전환할 필요가 있다. 따라서 의료폐기물 처리에 대한 세부적인 검토를 별도의 연구과제를 통하여 수행하여야 할 것으로 사료된다.

한국에서는 폐기물의 안정적, 위생적 처리 및 운영 관리방안의 일환으로 폐기물처리시설 설치운영지침을 만들어 제도적으로 적용하고 있다. 다음 페이지에 있는 그림은 매립 및 소각시설에 대한 설치운영지침이다.

[그림 3-8] 설치운영지침(예)


생활폐기물 소각시설 설치·운영 지침

2012. 10

환경부

자 원 순 환 국

목 차

Ⅰ. 목 적 ——— 1
Ⅱ. 적용범위 ——— 1
Ⅲ. 관련규정 ——— 1
Ⅳ. 국고보조금 지원기준 ——— 1
Ⅴ. 지방자치단체 국고보조사업 선정 및 수행 ——— 1
Ⅵ. 생활폐기물 소각시설 설치 ——— 3
Ⅶ. 생활폐기물 소각시설 운영 ——— 6
Ⅷ. 생활폐기물 소각시설 해체 ——— 10
Ⅸ. 생활시설 ——— 11

출처) 생활폐기물 소각시설 설치·운영지침, 환경부, 2014

마. 지방정부별 폐기물관리 5개년 계획 수립 및 시행

각 지방정부의 여건을 고려하여 폐기물관리 계획을 수립하여야 하며, 현장 조건에 대한 이해와 경험을 바탕으로 가장 효율적이며, 실행 가능한 방안을 수립한다.

지방정부 별 비전, 목표, 연간 실행계획, 성과보고 및 평가방법 등을 수립, 스스로 시행 및 평가하며, 폐기물관리에 대한 기본 개념에 대한 이해를 위해서는 선행적 교육이 필요하며, 방향성을 잃지 않도록 외부지원과의 피드백이 요구된다.

한국은 폐기물관리법 제9조 및 제10조에서 폐기물관리계획 및 포함되어야 할 내용에 대해 명시하고 있다. 또한 폐기물처리, 관리계획은 10년마다 수립 후 5년마다 보완하는 것으로 명기되어 있다.

〈표 3-6〉 폐기물처리 기본계획 및 관리 종합계획에 관한 법률

제9조(폐기물 처리 기본계획)

① 시·도지사는 관할 구역의 폐기물을 적정하게 처리하기 위하여 환경부장관이 정하는 지침에 따라 10년마다 폐기물 처리에 관한 기본계획을 세워 환경부장관의 승인을 받아야 한다. 승인사항을 변경하려 할 때에도 또한 같다. 이 경우 환경부장관은 기본계획을 승인하거나 변경승인하려면 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여야 한다.

② 시장·군수·구청장은 10년마다 관할 구역의 폐기물 처리에 관한 기본계획을 세워 시·도지사에게 제출하여야 한다.

③ 제1항과 제2항에 따른 기본계획에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.

1. 관할 구역의 인구, 주거 형태, 산업 구조·분포 및 지리적 환경 등에 관한 개황(槪況)
2. 폐기물의 종류별 발생량과 장래의 발생 예상량
3. 폐기물의 처리 현황과 향후 처리 계획
4. 폐기물의 감량화와 재활용 등 자원화에 관한 사항
5. 폐기물처리시설의 설치 현황과 향후 설치 계획
6. 폐기물의 수집·운반·보관 및 그 장비·용기 등의 개선에 관한 사항
7. 재원의 확보 계획

제10조(폐기물 관리 종합계획)

① 환경부장관은 국가 폐기물을 적정하게 관리하기 위하여 제9조제1항에 따른 폐기물 처리에 관한 기본계획과 제11조에 따른 폐기물 통계 조사 결과를 기초로 국가 폐기물 관리 종합계획(이하 "종합계획"이라 한다)을 10년마다 세워야 한다.

② 환경부장관은 종합계획을 세운 날부터 5년이 지나면 그 타당성을 재검토하여 변경할 수 있다.

③ 시·도지사는 제2항에 따라 종합계획이 변경되면 종합계획의 변경 사항을 반영하여 제9조제1항에 따른 폐기물 처리에 관한 기본계획을 수정하고, 환경부장관에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

④ 종합계획에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.

1. 종전의 종합계획에 대한 평가
2. 폐기물 관리 여건 및 전망
3. 종합계획의 기조
4. 부문별 폐기물 관리 정책
5. 재원 조달 계획

출처: 법제처 홈페이지(http://www.law.go.kr)

2. 중장기 정책방향

가. 폐기물관리 재정 확대

폐기물처리를 위한 정부의 연계 시스템이 부족하여, 지방정부가 정책을 적극적으로 추진하기 어려운 점이 있다. 거리와 시간 투자비용을 고려한 적절한 시설투자계획이 필요하며, 단계별, 기간별 세부 수행계획에 따른 재정 확보 및 확대를 해야 한다.

재정 확보를 위해서는 단기정책에서 제시한 User Fee System적용이 선결되어야 한다. 또한 시설의 효과적인 운영관리를 통한 비용절감도 중요한 사항이다.

다음은 한국의 폐기물관리 재정확보방안사례를 조사하였다.

〈표 3-7〉 한국의 폐기물 재정 확대

구분	내용
택지개발에 따른 폐기물 분담금	토지매입, 시설설치등에 따른 폐기물 분담금 지급
한강수계 기금	한강유역의 수질보전 및 물관리 정책을 효율적으로 추진하기 한강유역을 사용하는 각 시도의 물이용부담금을 부과
폐기물 부담금 제도	폐기물의 발생을 억제하고 자원의 낭비를 막기 위하여 유해물질을 함유하고 있거나, 재활용이 어렵고 폐기물관리상 문제를 일으킬 수 있는 제품, 재료, 용기의 제조업자 또는 수입업자에게 그 폐기물의 처리에 드는 비용을 부담하는 제도
생산자책임재활용(EPR)	제품 생산자나 포장재를 이용한 제품의 생산자에게 그 제품이나 포장재의 폐기물에 대하여 일정량의 재활용의무를 부여하여 재활용하게 하고, 이를 이행하지 않을 경우 재활용에 소요되는 비용 이상의 재활용 부과금을 생산자에게 부과하는 제도
Allbaro시스템	올바로시스템은 사업장폐기물을 대상으로 실시하고 있으며, 폐기물의 배출부터 운반, 최종처리까지의 전과정을 인터넷을 통해 실시간으로 관리하는 시스템으로 폐기물의 발생억제, 재활용, 적정처리를 통한 폐기물의 전 생애적 관리를 하나로 통합한 IT기반 폐기물 종합관리시스템

출처: 법제처 홈페이지(http://www.law.go.kr)
한강유역환경청 홈페이지(http://www.me.go.kr/hg)
폐기물부담금제도 홈페이지(http://www.budamgum.or.kr)
EPR 생산자책임재활용 홈페이지(http://www.iepr.or.kr)
올바로 홈페이지(http://www.allbaro.or.kr)

나. 폐기물 수거체계 네트워크 강화

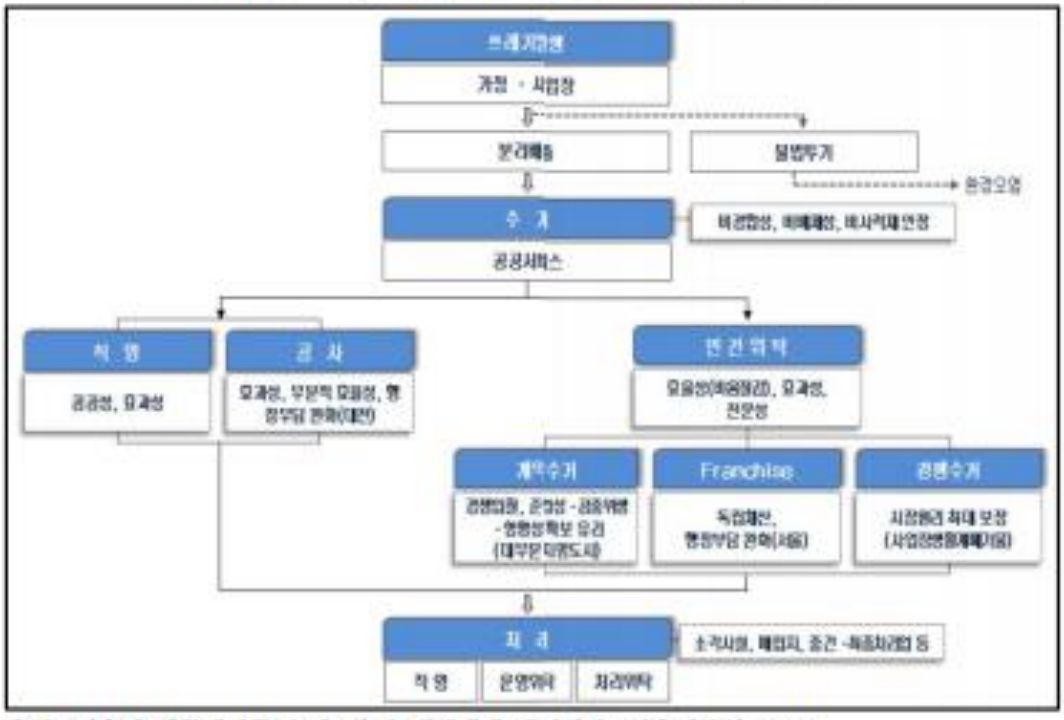
폐기물 수거 서비스는 폐기물관리의 핵심적인 요소이므로 각 지방정부 실정에 부합되는 폐기물 수거방안을 찾고 적용해야 한다.

대부분의 폐기물 수거 서비스는 정해진 시간을 지키지 못하고 늦어짐에 따라 길거리 개들이 가정에서 배출한 쓰레기봉투를 파손하여 악취, 교통악화, 미관저해 등의 문제가 발생하고 있다.

현재는 수거시간이 주간시간에 이뤄지고 있다. 이로 인해 교통체증으로 수거 효율성이 크게 낮아지는 문제가 발생하고 있다. 이러한 문제를 개선하는 방안을 각 지역별로 제안하여 문제점을 해결할 경우에 안정적 폐기물 수거운반 네트워크 구축이 가능하다. 따라서 지방정부 현실 부합되는 효율적인 폐기물 수거 방안 적용하고, 쓰레기 용기 교체, 수거시간 엄수 등 현실적인 대응책이 필요하다.

다음은 서울시의 폐기물 수거 · 운반 대행 체계 사례이다.

[그림 3-9] 서울시 생활폐기물 수집 · 운반 대행체계



출처: 서울시 생활폐기물 수집 · 운반 대행체계 개선방안, 서울연구원, 2011

다. 국가적 교육 및 홍보 등으로 시민들의 의식강화

폐기물관리에 있어서는 배출원에서의 체계적인 관리가 우선시 되어야 한다. 배출원에서 충분한 사전재활용품 선별 등을 수행하면, 배출량을 감소시킬 수 있다. 이로 인하여 폐기물 수거비용, 처리시설 설치 운영비 절감도 도모할 수 있다.따라서 폐기물관리에 있어서 배출원인 주민에 대한 주기적 폐기물 관련 홍보자료 작성, 홍보세미나 개최 및 의식개선을 위한 각종 행사나 공모전 시행과 더불어 학교와 지역커뮤니티를 대상으로 하는 주기적인 교육을 통해 시민들의 인식 개선이 필요하다.

[그림 3-10] 주민 홍보동영상 및 교육자료

출처: 환경부 홈페이지(http://www.me.go.kr)

라. 스리랑카에 적합한 폐기물처리기술 개발 연구

스리랑카 경제성장과 관광객증가로 늘어나는 폐기물 발생량에 따른 재정지출 증가와 폐기물관리에 문제가 나타나는 상황이며, 향후 폐기물의 조성도 빠르게 변화할 수 있어 이를 고려한 대책이 필요하다.

비닐, 플라스틱 등 생물학적으로 분해가 되지 않거나 종이, 금속, 유리등과 같이 재활용이 가능한 물질이 증가하면서 유기물의 비중이 상대적으로 낮아질 가능성이 있으며, 장기적인 관점에서 각 지방정부는 변화에 따른 대응책을 고려하면서 전체적인 폐기물관리 계획과 시행을 수행해 나가야 한다.

퇴비화시설에서 생산된 퇴비의 질이 떨어지거나 농업분야의 수요처 확보가 어려울 경우를 대비하여 매립지 복토재, 공원 및 가로수의 시비(Top dressing)로 사용하는 등 사용처를 다양화하기 위한 사전고려가 필요하다.

재활용가능물질의 양적증가는 분리수거를 통한 재활용이 반드시 수반되어야 하며 그에 적합한 폐기물수거, 요금부과, 민간참여 및 관리 등에 대한 체계를 검토하고 마련할 필요가 있다.

이러한 다양한 사회적 변화요인을 감안하여 스리랑카 장래 폐기물 특성원을 연구하기 위해 민·관·학으로 종합 구성된 연구센터등의 조직을 구성할 필요가 있다. 이 조직에서 스리랑카 장래폐기물 조성변화, 처리시설 설치방안 등을 연구 수립하여 타국가(선진국, 개도국)가 실패했던 폐기물처리관련 시설계획 및 정책 등을 답습하지 않도록 하여야 할 것이다.

마. 폐기물 종합 처리시설단지 구축

매립에 기초를 둔 폐기물 관리정책은 경제성장에 따른 고형폐기물 발생량 증대로 인한 매립량 증대 및 매립용량 부족등의 한계에 직면하고 더불어 적정처리 미흡에 따른 환경오염이 증대되는 문제등이 발생하고 있다.

현재 유기성폐기물 퇴비화를 통한 자원화정책(Pilisaru Program)이 추진되고 있다. 그러나 향후 폐기물 조성변화에 대응하고 경제성장에 걸맞는 폐기물종합처리시설단지(재활용, 퇴비화, 소각시설, 위생매립지)를 조성하여 안정적인 폐기물처리기반을 구축하여야 할 것으로 판단된다.

다음은 국가 GDP에 따른 폐기물처리 예산, 폐기물처리방법, 수거에 대한 기준 및 한국의 수도권매립지와 수도권매립지내 환경에너지종합타운을 사례를 나

타내었다.

〈표 3-8〉 Collection & treatment standards as function of GDP

GDP (€, per capita)	예산 (€, per capita)	수거기준	폐기물처리방법
〈 2,000	〈 20	Limited collection	비위생매립지
2,000 ~ 4,000	20 ~ 40	Improved collection	관리형매립지
4,000 ~ 7,000	40 ~ 70	Good collection	위생매립지
7,000 ~ 10,000	70 ~ 100	Good collection	선별시설, 퇴비화, 위생매립지
〉 10,000	〉 100	Separate collection	재활용, 퇴비화, 소각시설, 위생매립지

출처: Summary and Conclusions from the IEA Bioenergy ExCo71 Workshop, 2014, IEA Bioenergy

〈표 3-9〉 수도권매립지, 수도권매립지내 환경에너지종합타운

<table>
<tr><th>구분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>사업
추진</td><td>• 폐자원의 재활용 및 에너지화(매립→에너지화)를 통한 폐기물의 친환경, 경제적 처리
• 신재생에너지 생산을 통한 화석연료 대체 및 온실가스 감축
• 3개의 테마로 구성 세계적 환경명소로 조성 국제적 브랜드화 추진</td></tr>
<tr><td>사업
내용</td><td>
<table>
<tr><th>구 분</th><th>부지면적
(만㎡)</th><th>매립면적
(만㎡)</th><th>매립용량
(만톤)</th><th>기타</th></tr>
<tr><td>제1매립장</td><td>404</td><td>251</td><td>6,400</td><td>녹색바이오단지 포함</td></tr>
<tr><td>제2매립장</td><td>356</td><td>248</td><td>7,800</td><td></td></tr>
<tr><td>제3매립장</td><td>307</td><td>221</td><td>8,600</td><td></td></tr>
<tr><td>제4매립장</td><td>338</td><td>181</td><td rowspan="2">-</td><td></td></tr>
<tr><td>기타
(시설단지)</td><td>136</td><td>-</td><td>제2공구등</td></tr>
<tr><td>총 계</td><td>1,541</td><td>901</td><td>22,800</td><td></td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

〈표 계속〉

구분	내 용
시설 현황	
시설 내용	• 폐자원 에너지 타운 – 약 41만㎡의 부지에 하루 8,400톤의 폐기물 처리를 통한 자원 회수 및 에너지화 할 수 있는 시설 설치 – 폐자원에너지화시설에서 발생하는 폐열회수시설 설치 예정 • 생활폐기물 고형연료화시설 – 생활폐기물 전처리(SRF제조) 시범시설(200톤/일) 설치운영(준공:'10.4) – 생활계폐기물 전처리 본시설(1,200톤/일로 확대) • 에너지회수시설(SRF열 전용보일러 + 폐열회수시설) – 생활계 및 건설 폐기물 생산 고형연료(SRF)를 활용하여 자체 소요에너지 충당 및 각종 폐기물 처리시설에서 발생되는 폐열회수와 열공급을 위한 내부 열배관망 구축 • 하수슬러지 고형연료화 시설 – 슬러지자원화 1단계시설(고화물 생산, 준공:'08.12, 용량:1,000톤/일) – 슬러지자원화 2단계시설(고형연료 생산, 준공:'12.1, 용량:1,000톤/일) – 기존 슬러지고화처리시설 대체시설(용량:1,000톤/일, 실시설계중) • 유기성폐기물 바이오가스화시설 – 바이오가스 자동차연료화시설(준공:'11.4, 정제용량:10㎥/분) – 음폐수 바이오가스화 시설(준공:'13.8, 처리용량:500톤/일

〈표 계속〉

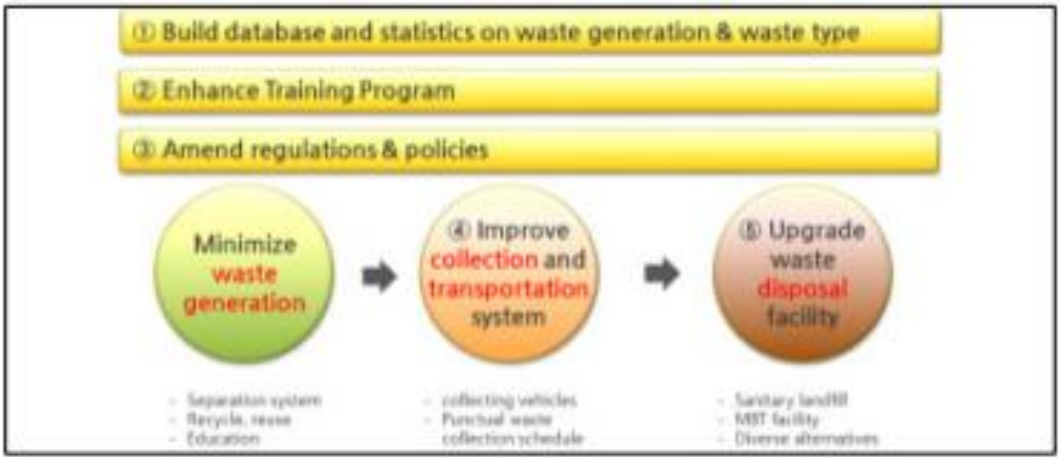
구분	내 용
시설 내용	• 건설폐기물 연료화 시설 – 건설폐기물 파일롯 선별/분리 실증시설(준공:'11.4, 용량: 50톤 / 일) – 본 시설은 1단계 1,000톤/일, 2단계 3,000 톤/일로 구분 총 4,000톤/일까지 시설확대 • 바이오에너지타운 – 매립예정 유휴부지(약305만㎡)에 바이오순환림을 조성, 포플러, Energy grass(거대억새)를 재배 바이오매스(우드칩 등) 연료를 생산 – '15년 현재 본사업 추진을 위한 6차년도 시험재배 진행중 • 환경문화단지 – 폐자원에너지타운내 실증화 단지와 연계, 자원순환 기술연구·개발 및 검증 수행, 환경·에너지 대학원 인재양성 프로그램 운영 등 – 1단계: 자원순환기술연구소, 교육시설 – 2단계: 전시시설, 국제회의시설
조감도	

출처: 수도권매립지관리공사 홈페이지(http://www.slc.or.kr)

제3절 실행 계획(Action Plan)

실행계획은 앞서 제시한 국가 고형폐기물관리에 대한 단기, 중장기 정책에 따른 구체적인 실행방안을 제시하는 것을 목적으로 한다. 즉 폐기물의 발생, 분리/배출, 수거/운반, 처리에 대한 세부 사항을 제시하고 그에 따른 실천방안이 필요하여 다음과 같은 세부적인 방안을 제시한다.

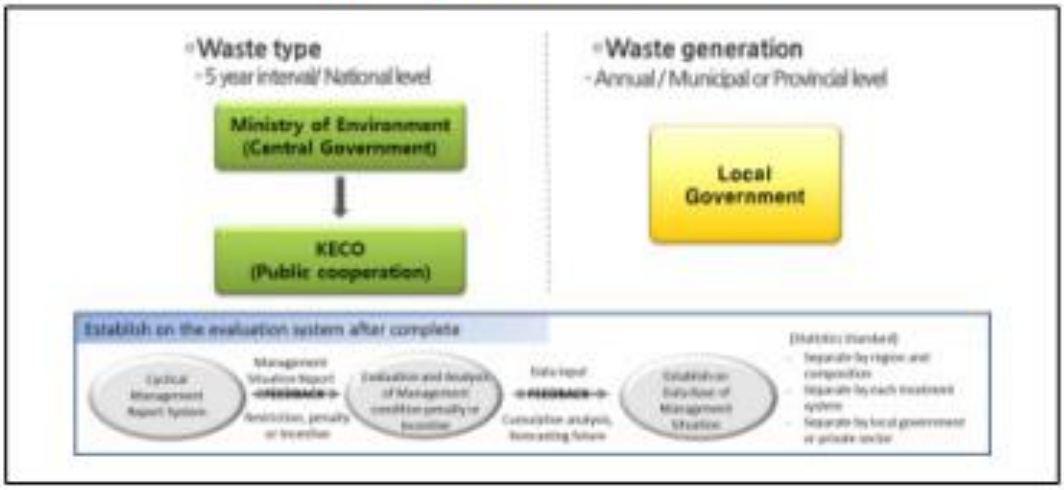
[그림 3-11] 폐기물 정책에 따른 Action Plan



1. 폐기물의 특성 및 통계작성

현재 스리랑카의 합리적인 폐기물 관리가 이루어지려면 폐기물 통계시스템 구축이 필요한 실정이다. 정기적으로 폐기물 통계자료를 작성하여 폐기물 관리의 효율성을 증대시켜야 한다. 다음은 한국의 통계 구축 사례이다.

[그림 3-12] 사후관리평가 시스템 구축



한국의 경우 아래의 그림과 같이 매년 폐기물 통계자료를 작성하고 있으며 자료를 통해 각 지역의 폐기물 특성 및 폐기물처리방식등 현황을 파악하고 있다.

[그림 3-13] 폐기물 관리 통계 현황

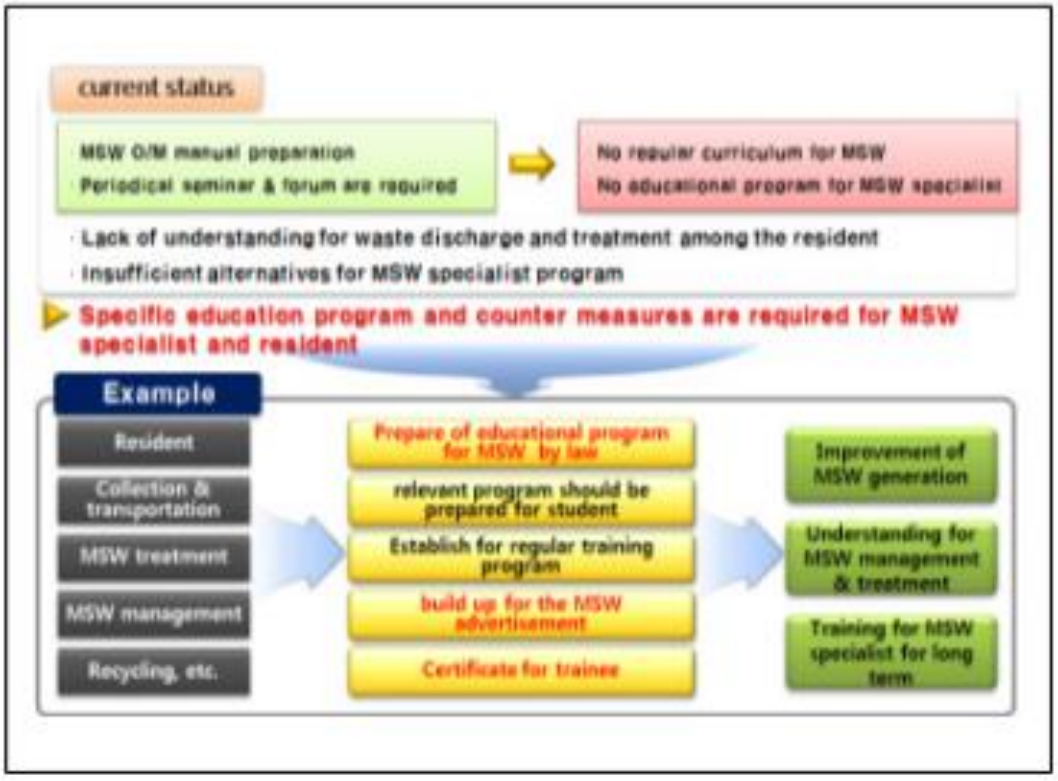
자료: 2013년도 전국 폐기물발생현황, 2015, 환경부

2. MSW 관리 교육 개선

현재 스리랑카는 폐기물 관리 및 운영 매뉴얼을 작성하고 주기적으로 폐기물 관리 세미나, 포럼등을 개최하고 있으나 시민들의 인식 부족으로 인하여 한계를 맞고 있다. 그리고 중장기적 관점의 폐기물 관리자 육성계획이 미비하며 일반교육과정 내 폐기물 관련 교육을 하지 않는 상황이다.

최초의 폐기물 배출단계부터의 개선을 위해 관계자, 처리자, 주민교육시스템 구축이 필요하다. 다음은 개선방안사례이다.

[그림 3-14] 개선방안사례



[그림 3-15] 시민홍보참여(예)

폐기물 관련 신규 제도 및 정책 도입 시 지속적인 행정관련 홍보 프로그램 제작 및 도입하여야 새롭게 시도되고 적용되는 제도 및 정책의 안정적인 정착 및 적용 효과를 도출 할 수 있다.

3. 고형폐기물 관리계획 수립 (규정 및 제도개선)

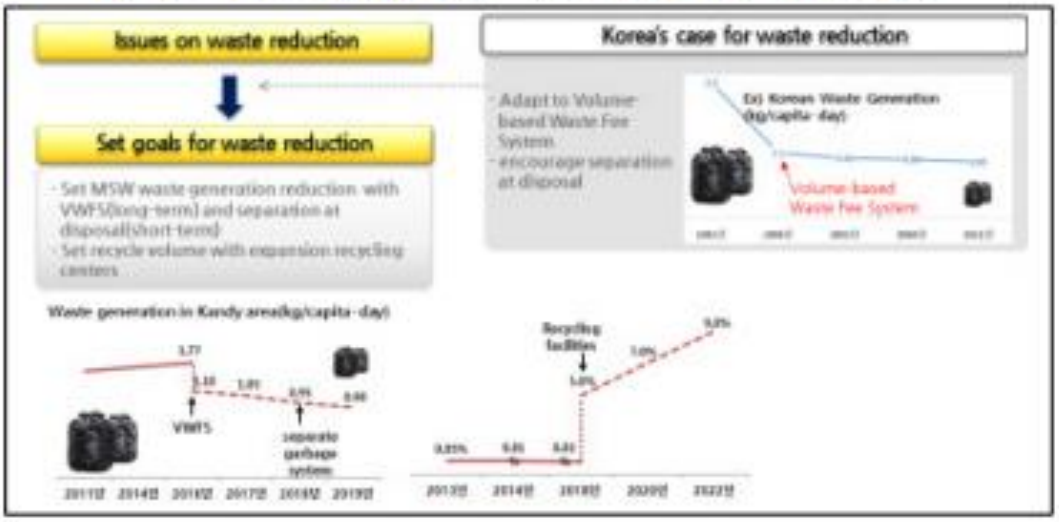
최근 스리랑카에서는 도시화로 인하여 급격하게 늘어나는 폐기물의 양으로 인해 재정지출 증가와 폐기물관리에 문제가 나타나고 있는 상황이다.

종량제, 분리배출 의무화, 재활용 활성화를 통한 세부목표를 수립하여 장기적 관점에서 폐기물 발생 억제를 목표 수립한다.

〈표 3-10〉 폐기물 관리계획 수립

폐기물 발생량 저감 및 재활용 계획 수립
⬇
폐기물 발생량 저감 및 재활용 계획 목표 설정
- 장기적 관점: 폐기물(MSW) 저감 및 재활용 계획 - 단기적 관점: 종량제(User fee system) 분리배출 의무화

[그림 3-16] 한국 폐기물 발생량 저감 및 재활용 계획 목표 설정 사례



4. 폐기물 수거 및 운반체계 개선

폐기물 배출시간 및 수거시간의 경우 대상지역의 가장 활발한 시간에 진행되고 있다. 따라서 주간시간의 교통체증으로 수거효율이 낮아지는 문제점이 있다. 또한 수거차량의 노후화 및 수거차량수의 부족으로 안정적인 수거가 이뤄지지 못하고 있다. 배출폐기물의 장기간 방치로 인해 도심환경저해, 위생(악취) 등 다양한 사회적 문제를 야기하고 있다. 따라서 폐기물 수거 및 운반체계개선이 시급한 현실이다.

[그림 3-17] 스리랑카 수거 및 운반체계 현황

다음은 최적 수거시간, 경로 개선방안에 대한 세부적 사항이다.

〈표 3-11〉 최적수거시간 및 경로개선(안)

① 폐기물 배출시간 변경 - 위생적 배출 및 수거시간 단축을 위한 전용용기 검토 - 상업지구 영업시간 이후(새벽시간)배출계획 검토	
② 폐기물 수거시간 조정 및 차량 교체 증차 - 영업시간 이후 새벽시간 수거 차량 운영 - 시간대 변경으로 거리 환경개선 및 교통체증 최소화 - 노후차량 교체 및 증차 운영	

5. 폐기물 처리시설 Infra 개선

현재 스리랑카는 매립시설의 의존도가 상당히 높으나, 장래의 폐기물 특성이 변화함에 따라 그에 맞는 처리시설 인프라를 구축하여야 한다.

다음은 폐기물의 특성변화에 따른 폐기물처리시설 개선방안(예)이다.

[그림 3-18] 폐기물처리시설 개선방안(예)

다음은 본 시범사업에서 발생 폐기물 중 유기성폐기물을 안정적으로 처리·자원화하기 위한 Bio-drying시설이다.

[그림 3-19] 유기성폐기물 자원화시설(Bio-drying)

매립에 기초를 둔 스리랑카 폐기물관리정책은 현재 빠르게 진행되는 도시화에 따라 전체적인 폐기물 발생량이 증가할 것으로 예상된다. 폐기물 발생량 증가는 매립대상량 증대로 이어져 매립용량 부족의 문제가 필연적으로 발생한다.

따라서 점진적으로 증가하는 폐기물을 효율적으로 처리하기 위한 종합폐기물 처리시설(재활용, 소각시설, 자원화시설, 위생매립지등)를 조성하여 안정적인 폐기물 처리기반을 구축하여야 한다.

[그림 3-20] 폐기물 종합처리시설 단지(예: 춘천시 환경공원)

2014년 경제발전경험 공유사업 III

제4장 시범사업 대상지 선정

조판기, 이진아, 박은새 (국토연구원)
송동근, 박민석 ((주)건화)

요 약

본 스리랑카 고형폐기물 처리시설의 입지선정은 고형폐기물처리시설과 연계된 주변지역개발 등을 포함한 전략지역 선정기준을 세우고 그에 따른 시범사업 전략지역 선정 후 선정지역 내 사업대상지 입지 선정기준에 따라 최종 시범사업 대상지를 선정한다.

[그림 4-1] 시범사업 후보지 및 대상지 선정

제1절 시범사업 후보지 선정 기본방향

스리랑카의 고형폐기물처리시스템의 수립과 더불어, 고형폐기물처리시설과 연계된 주변지역개발 구상 등을 포함한 본 사업목적의 달성을 위해 시범사업의 전략지역을 선정하였다. 전략지역의 선정에 있어 주요한 기준은 다음과 같다.

- 기 수행중인 대외경제협력기금(EDCF ; Economic Development Coope-

ration Fund)의 재정지원을 바탕으로한 환경청 발주의 "고형폐기물 처리 시설 설치사업" 과의 연계가능성에 근거하여 조사 및 평가 실시

- 스리랑카의 고형폐기물관리 요구도와 폐기물처리와 관련된 인프라가 사전에 구축되어있는 지역을 우선하여 검토하여 원활한 사업수행 제고
- 시범사업의 전략지역 후보지역의 다양한 사회 및 경제적 요건을 고려한 최적의 설치대상 후보지를 선정
- 폐기물의 수거와 운반에 관련한 현황검토를 통하여 고형폐기물 관리가 개선 가능한 후보지를 검토

제2절 시범사업 후보지 선정

상기 제시된 선정기준에 의거하여 스리랑카 전역을 대상으로 검토한 결과 EDCF매립장 조성을 계획중 4개소를 후보지로 선정하였다.

다음 표는 EDCF매립장이 설치될 예정지역이자 본 시범사업의 전략후보지에 대한 폐기물 처리현황 자료이다. 후보지 4개소에 대한 폐기물 처리에 대한 전반적인 사항을 고려하여 최종적으로 Udunuwara PS가 포함된 Kandy지역을 전략지역으로 선정하였다. 전략지역으로 선정한 Kandy MC지역 남서쪽 Udunuwara PS지역에 설치될 EDCF매립장은 일일 69.2톤의 폐기물을 반입하여 처리 할 예정이며, 운영기간은 2030년으로 예정되어 있다.

[그림 4-3] 시범사업 전략지역 후보지 현황

① Galle지역, Rajgama PS,
② Kalutaraw지역, Beruwala PS
③ Kandy지역, Udunuwara PS
④ Aanuradhapura지역, E.Nuwaragampalatha PS

〈표 4-1〉 사업후보 대상지 및 처리시설현황

구 분		Monrovia watte	Payagala	Gonadhika watte	Keerikkulama
위 치		Rajgama PS, Galle District	Beruwala PS, Kalutara District	Udunuwara PS, Kandy District	E, Nuwaragampalatha PS, Aanuradhapura District
수거대상 지역수(개)		7	4	11	2
강수량		1,689 ㎜/year	2,786 ㎜/year	1,854 ㎜/year	1,063 ㎜/year
매립지	면 적	8 ha	5.5 ha	11 ha	10 ha
	소유권	LRC	Government	LRC	Divisional Secretary
	종 류	Foothill	Foothill surrounded paddy	Valley	Plain
폐기물	수거량	87.8 tons/day (Eff. 38.0%)	57.0 tons/day (Eff. 42.4%)	178.0 tons/day (Eff. 39.7%)	20.4 tons/day (Eff. 19.6%)
	처리량	54.3 tons/day (Landfilling 61.8%)	40.2 tons/day (Landfilling 70.6%)	101.5 tons/day (Landfilling 57.0%)	12.6 tons/day (Landfilling 61.8%)
	수거인원	244 persons (0.36 tons/d, persons)	229 persons (0.25 tons/d, persons)	479 persons (0.37 tons/d, persons)	161 persons (0.13 tons/d, persons)
	장비	Dump trucks: - Wheel Tractors: 36 Compactor: 1 Hand Carts: 5	Dump trucks: - Wheel Tractors: 26 Compactor: - Hand Carts: 29	Dump trucks: 13 Wheel Tractors: 53 Compactor: - Hand Carts: 232	Dump trucks: 1 Wheel Tractors: 14 Compactor: - Hand Carts: 8
비위생 매립지		Near site (total 6 nos)	N.D (total 3 nos)	N.D (total 11 nos)	In site (total 1 no)
퇴비화시설		Operating in site (total 1 no)	Needed (total 1 no)	Needed (total 4 nos)	Operating in site (total 1 no)
유틸리티	진입도로	Available	Not Available	Not Available	Available
	상수도	Available	Not Available	Not Available	Available
	전 력	Not Sufficient	Not Available	Not Available	Not Sufficient
EIA/IEE		IEE completion	IEE needed	EIA completion	IEE completion

1. 시범사업 후보지 현황

가. Kandy지역 일반현황

Kandy는 스리랑카 주요 지역 중 하나로, 스리랑카의 중앙에 위치한 Central Province에 위치한다. 또한 Colombo에 이어 두 번째로 큰 도시가 위치하고 있으며, 고대 스리랑카 왕조의 수도가 위치한 역사가 오래된 도시이다. 또한 Kandy에는 불교계에서 가장 중요한 유적 중 하나인 불치사(佛齒寺; Temple of the Tooth)가 위치하고 있다.

1) 지역개황

Kandy 지역은 국토 중심부의 삼림 밀도가 높은 산지에 위치한다. 본 지역의 평균 고도는 대략 해발 500m이며, 인공호수인 Kandy Lake와 Udawatte Kele 성지와 인접하여 위치하고 있다.

2) 지형 · 지질

Kandy 지역은 고원에 자리하고 있으며, 지반은 변성암반의 형태를 띄고 있다. 일반적으로 발견되는 암석형태는 Charnokite 편마암, 규암, 불균질 규암 그리고 수정 등이 발견된다. 그러나 일부 석류석-흑운모 편마암과 백립편마암 광석이 발견되기도 한다. 상기 암석을 이루는 주된 광물은 석류석, 백립암, 수정, 장석 등이다.

본 지역 구조는 고도로 발달된 단층구조이다(Cooray, 1984). 본 지역의 암반은 주로 향사상 및 배사상의 암석으로 이루어져 있는 지질학적 특성을 가지며 Kadugannawa-Gadaladeniya 특성암반의 서측에 자리하고 있다.

3) 수리 · 수문

Kandy 지역의 가장 주된 수리 · 수문적 특징요소는 지역에 위치하는 Mahaweli 강과 인공호수인 Kandy Lake이다. Kandy지역은 주로 Mahaweli 강에 속하는 유역에 포함되어 있으며, Mahaweli 강은 Kandy지역을 감싸며 흐르고 있다.

Kandy Lake는 Kandy지역의 중심부에 자리하고 있으며, 1807년 스리랑카의 왕인 Vikrama Rajasinha에 의해서 불치사의 옆에 축조되었다. 본 인공호수는 정부에 의해서 보호되고 있으며, 어업 등의 활동이 금지되어있다. Kandy Lake의 경계연장은 3.4㎞이며, 최고 수심은 20m, 집수용량은 대략 870,000㎥이다.

4) 기상현황

가) 일반현황

사업지구가 위치한 Kandy지역의 기후는 열대우림으로 구분되며, 고도가 높은 지역의 지정학적 특성상 스리랑카의 타 지역보다 습도가 높고 기온이 낮은 현상을 보인다. 12월에서 4월까지에 걸쳐서 건기를 가지며, 5월에서 7월 사이 및 12월에서 1월까지 몬순기후를 겪게 된다. 몬순기간동안 지역의 기후는 매우 불안정하고 잦은 뇌우와 스콜이 산발적으로 일어나게 된다. 스리랑카는 북반구에 위치하며, 이로인해 Kandy지역은 1월이 가장 기온이 낮으며 7월이 가장 기온이 높은 기후를 가진다. 중간 몬순기후기간인 3월에서 5월 중순까지는 약한 비가 산발적으로 내리며 연중 가장 강한 습도를 보인다.

나) 기온

Kandy 지역의 2004년에서 2013년까지의 월평균 기온현황을 조사한 결과, 최저 월평균기온은 2006년 1월의 22.71℃, 최고 월평균기온은 2013년 4월의 29.00℃로 조사되었다. 지역의 10개년 월평균 기온의 조사결과, 2004년 이래 월평균 기온은 과거와 비교하여 전반적이며 점진적인 상승 추세를 보이고 있다.

다) 풍향·풍속

Kandy 지역의 2007년에서 2013년까지의 월평균 풍속 및 풍향현황을 조사한 결과, 최저 월평균풍속은 2011년 4월의 0.2㎞/hr, 최고 월평균풍속은 2011년 7월의 7.5㎞/hr로 조사되었다. 풍향의 경우 북풍·북서풍(0° ~90°)과 남서풍·서풍(225° ~315°)가 우세한 것으로 조사되었다.

라) 강우

Kandy 지역의 1994년에서 2013년까지의 20년간 월평균 강우량 조사한 결과, 최저 월평균 강우량은 1996년 5월·1997년 1월·2012년 5월의 0.0mm/hr, 최고 월평균 강우량은 2012년 10월의 19.2mm/hr로 조사되었다.

5) 인구

5년간 Kandy지역의 총 인구수는 2011년에서 2012년 사이 감소가 두드러지게 나타났다. 2014년 Kandy지역의 인구는 102,459인으로 조사되었다.

〈표 4-2〉 인구 현황

Local Authority	Year				
	2010	2011	2012	2013	2014
Akurana PS	69,711	70,795	69,711	69,711	69,711
Gampola UC	41,179	41,179	41,179	41,179	42,000
Gangaihalakorale PS	63,632	63,632	55,758	61,708	61,708
Kadugannawa UC	15,458	14,710	13,963	13,216	13,216
Gangawatakorale PS	89,457	89,457	89,457	89,457	89,457
Kandy MC	145,000	145,000	102,459	102,459	102,459
Kundasales PS	125,517	125,527	125,527	125,555	125,555
Pathadumbara PS	92,804	93,196	94,379	95,552	94,201
Udapalatha PS	113,016	113,016	113,016	116,945	116,945
Udunuwara PS	115,532	116,364	116,687	116,687	116,687
Yatinuwara PS	96,544	96,342	96,141	96,141	96,141
Total	967,850	969,218	919,320	928,610	928,080

자료: Based on the data given by the Local Authorities

6) 토지이용

2011년 기준 Kandy지역의 토지이용현황을 아래 표에 제시하였으며, 총 면적 중 경작지 비율은 33.70%, 삼림은 21.78%로 조사되었다.

〈표 4-3〉 Kandy지역 토지이용 현황

구 분	면적(㎢)	백분율(%)
대지면적	1,897.73	97.99
수면적	42.27	2.01
총면적	1,940.00	100.00
경작면적	574.62	33.70
비경작면적	950.17	44.52
삼림면적	415.21	21.78
총면적	1,940.00	100.00

자료: Department of Census and Statistics-Sri Lanka (2011)

7) 사회기반시설

가) 급수 및 배수

도심지를 제외한 Kandy지역에 거주하는 주민의 대부분은 생활용수를 포함한 원활한 생활용수의 수급을 위해 광천수나 우물의 인근에서 거주하고 있으며, 일부 주도로를 따라서 위치한 가정의 경우 지방정부에 의해 상수도가 연결 및 공급되고 있다. 이 상수도는 인근에서 발생하는 광천수를 소규모의 저수지에 모은 뒤, 중력에 의해 각각의 가정으로 상수도망을 통해 가정 내 수돗물을 공급하게 된다. 이와 같은 Kandy지역의 도시지역의 확장과 그에 따른 수자원 공급시설의 필요성으로 인하여 Kandy지역 급수시설 확충을 위한 "Greater Kandy Water Supply Project"가 진행 중에 있다. 본 사업은 42,000가구를 대상으로 급수 및 배수시설을 확충할 뿐만 아니라, 이에 따른 위생시설의 확충 또한 사업대상으로 하고 있다. 본 사업의 주체는 국가급배수위원회(National Water Supply and Drainage Board ; NWS&DB)이며, 재정 및 기술지원은 JICA(Japan Interantional Cooperation Agency)에서 제공하고 있다. 본 사업은 15개소의 배수지 및 15개의 펌프를 포함한 5개소의 급수펌프장과 26.4㎞의 급배수 관망의 설치를 그 사업 대상으로 하고 있다.

나) 하수처리시설

현재 Kandy 지역에서의 무분별한 하수의 방류로 인해 인근 Mahaweli 강에 심각한 오염문제가 대두되고 있다. 이와 같은 하수처리시설의 부재로 인한 음용수의 수질저하 문제의 해결을 위해 "Greater Kandy Water Supply Project" 및 "Kandy City Wastewater Disposal Project" 등의 배수 및 하수처리 시설 건립 사업이 진행 중에 있으며, "Advanced Water Treatment in Kandy City"의 경우 국가급배수위원회의 주도로 진행 중에 있다.

다) 교통 및 운송

Kandy 지역정부에 의해 관리되는 도로는 총 연장 1,989.54㎞로, 관리도로 중 비포장도로는 존재하지 않는다. 아래는 2010년 기준 Kandy 지역의 도로현황이다.

〈표 4-4〉 Kandy지역 도로분포현황(2010년)

구 분	포장도로		비포장도로		콘크리트로		총도로
	연장(km)	백분율(%)	연장(km)	백분율(%)	연장(km)	백분율(%)	연장(km)
A등급	183.48	9.22	-	-	-	-	183.48
B등급	534.06	26.84	-	-	-	-	534.06
C등급	920.00	46.24	-	-	-	-	920.00
D등급	352.00	17.69	-	-	-	-	352.00
지방도	-		-	-	-	216.59	-
총계	1989.54	100.00	-	-	-	216.59	1989.54

자료: Department of Census and Statistics-Sri Lanka (2011)

8) 산업

Kandy지역의 2010년 기준 산업현황을 조사한 결과, 음식료 및 담배 제품제조업이 2,626개소로 가장 많은 수를 차지하고 있었으며, 금속가공 및 일반기계장비 제조업이 1,080개소로 두 번째를 차지하고 있었다. 이어 비금속 광물제조업, 목재 및 가구제품제조업, 화학제품제조업, 의류 및 직물제조업 등의 순으로 조사되었다. 특히 Kandy지역은 스리랑카에서 차재배가 최초로 도입된 곳으로 스리랑카 차재배에 있어 가장 중요한 지역 중 하나이다. 또한 스리랑카 최초의 농업기술공원이 조성된바 있으며, Kandy의 농업기술공원은 Mahaweli강과 Kandy지구에서 역사적으로 중요한 장소인 Gannoruwa에 둘러싸인 부지에 위치하며, 해발 473m의 위치에서 2㎢의 면적으로 조성되었다.

나. Kandy지역 폐기물 발생 및 관리 현황

1) 폐기물 발생 및 처리 현황

Kandy 지역에서 발생하는 MSW의 폐기물조성은 일반적인 스리랑카의 MSW의 폐기물조성과 유사하다. 또한 폐기물의 수집, 운송 그리고 최종 처리 방식 또한 스리랑카의 일반적인 폐기물 관리 현황과 유사한 형태를 보인다. 거기에 더 나아가 Kandy지역에 위치하는 Gohagoda 비위생 매립장의 경우 스리랑카의 대도시에서 일반적으로 사용되는 매립장의 형태를 가지고 있으며, 거의 한계에 다다른 매립가능용량을 가지고 있는 것 또한 유사하다.

대략 11만 명이 Kandy 도시지역에서 거주하고 있으며, 현재 110톤/일의

MSW가 수집되어 Gohagoda 비위생 매립장에 폐기되고 있다. 이 Gohagoda 비위생매립장은 Kandy 도심지에서 3㎞정도 이격되어 위치하고 있으며, 유입폐기물량은 Kandy의 급격한 도시화와 함께 증가하고 있는 형편이다. 그 일례로 2006~2007년 폐기물 발생량은 100톤/일이었으나 3년만에 110톤/일로 10%가 증가하였다.

2) 폐기물 처리시설 현황

가) 퇴비화시설

① Nawalapitiya 퇴비화시설

Kandy지역에 위치한 Nawalapitiya지방은 총면적 261.3ha로 14,254인이 거주하고 있으며, 12톤/일의 MSW가 발생하고 있다. 이중 대략 8톤의 MSW가 수거되어 최근까지 Mahaweli강의 호안에 위치한 비위생 매립장에 투기되고 있었다. 이는 여러 환경 및 건강 문제를 유발함에 따라 매립전 폐기물을 저비용의 전처리로 MSW관리의 부담을 줄이고자 Nawalapitiya 퇴비화시설이 JICA와 지방당국, 그리고 Environmental Preservation Centre의 주도로 계획설치되었다. 본 시설은 5.5톤/일의 처리용량을 가지며, 자원재활용 및 퇴비화 복합시설의 형태를 가지고 있다.

② Peradeniya 대학 퇴비화시설

Peradeniya 대학 내 부속 퇴비화시설로서, 10m의 대형활송장치 형태를 가진 퇴비화시설이다. 상부에서 MSW가 실어지면 중력에의해 아래로 천천히 이동하며 퇴비화가 이루어지는 방식으로 6.0톤/일의 처리용량을 가지며, 대략 1.4톤/일의 퇴비를 생산한다. 생산된 퇴비는 지역주민들에게 무료로 제공되며 Peradeiniya 대학에 의해서 관리 및 운영되고 있다.

③ Gonadikawatte 퇴비화시설

앞에서 제안된 Gonadikawatte지역의 위생매립지에 인접하여 50톤/일 규모의 비료화 시설이 CEA의 재정 및 기술지원 아래 계획되었다. Gonadikawatte비료화시설로 폐기물을 이송하여 처리하는 지역들은 Gampola, Udapalatha, Kadugannawa, Udunuwara, Kandy 등이다. 그러나 Kandy MC에서 폐기물수거차량의 도입 전에는 30톤/일, 도입 후에는 42톤/일의 수거된 폐기물을 비료화

시설로 이송하여 처리할 예정이다.

나) 재활용시설

현재 발생하는 폐기물에 대한 조사결과에 의하면, 많은 양의 폐기물이 노천투기장에 직접적으로 투기되고 있다. 그렇지만 유입되는 폐기물 중 많은 양이 넝마주이나 비공식 폐기물 재활용업자에 의해 수거되어 재활용되고 있다. 특히 플라스틱, 금속, 종이, 유리 그리고 전자폐기물들이 넝마주이에 의해 수거되어 수거업자에게 바로 매각된다. 퇴비화 시설에서는 아주 적은 양만이 재활용된다.

현재 Kandy 도시의회에 의해 폐기물 재활용 사업이 Gohagoda 지역에서 진행되고 있으며, 본 사업의 시행으로 인해 2.5MWh의 전력이 생산될 예정이다.

다) 매립지

Kandy지역은 지난 20여년 이상을 고형폐기물처리 문제가 지속적으로 발생하였음에도 불구하고, 현재까지 적절한 폐기물 처리 시스템이 만들어지지 않았다. 지금까지의 Kandy지역의 폐기물 처리 방법은 발생원에서 고형폐기물을 수거한 뒤에 투기장에 투기하는 것이 전부였으며, Kandy 도시의회 관할지역에서 발생하는 고형 폐기물들은 스리랑카에서 가장 긴 강인 Mahaweli Ganga의 바로 옆에 위치한 Gohagoda 고형폐기물투기장에 전량 투기되고 있다. 또한 고형폐기물에서 발생한 침출수는 처리되지 않고 인근 Mahaweli Ganga에 직방류되고 있다.

Kandy지역의 모든 도시구역은 5개 구역으로 구분되며, 아래에 구역 구분을 제시하였다.

- 1구역: 2개의 주요구역으로 구분
  (A구역은 도심부로 특별사업에 의거하여 도시정화 사업이 진행 중임. B구역은 Ampitiya시의 인근에 위치하는 지역으로, 주변에 Kandy호수와Deiyannewela지역이 위치함)
- 2구역: Mahaiyawa, Aniwatte, Dodamwala, Poornawatte지역
- 3구역: Peradeniya, Getambe지역
- 4구역: Katugastota, Mawilmada지역
- 5구역: Aruppola, Watapuluwa지역

위에 제시된 지역에서 수거된 모든 고형폐기물의 최종투기는 Gohagoda지역

의 Thekkawatta 매립지에서 이루어진다. 이 Harispaththuwa 지방위원회의 관할 구역에 위치 매립지는 1970년대부터 매립을 시작하였으며, 부지는 Kandy 도시의회가 소유하고 있다. Mahaweli강은 매립장과 논을 가운데에 두고 서측으로 200m이격하여 위치한다. 인근 다른 지역들은 대부분 논과 Kandy 도시의회 소속의 노동자와 매립지 근로자의 거주 지역으로 이루어져 있다. 현재 매립지의 매립은 도로면보다 더 높게 쌓아진 쓰레기 산의 경사면에 폐기물의 투기가 진행되고 있는 형편이다. 매립지는 국토 중심부의 습한 지역에 위치하며, 연간 강수량은 2,500㎜ 정도로 이향분포형태의 강우 분포를 보인다. 매립지의 바닥에는 작은 하천이 흐르며, 이 하천은 300m 이격한 Mahaweli강과 연결되어 있다. 이 하천은 침출수로 오염되어 있으며 흐르는 중간에 관개되어 논농사 등의 농업용수나 생활용수로 사용되지 않고 Mahaweli강에 직방류 되고 있다. 현재 투기장의 전체 집수구역 면적은 대략 3.5ha이며, 투기가 이루어지고 있는 지역은 2.5ha 정도이다. 현재 투기장 인근 지역의 토지이용은 대부분 주거지 및 농경지로 사용되고 있다.

이 투기장에는 적용되는 환경보호기준이 전무한 상태로, 폐기물 수집의 행정주체는 Kandy 도시의회이다. 도시의회에 의해서 수거되는 폐기물은 가정, 상업, 산업 및 배수시설에서 유발한 폐기물들로 구성되어 있으며, 이 중 의료 및 산업폐기물들 또한 투기장으로 유입된다. 이전에는 투기장 옆에 위치한 처리시설로도 폐기물이 이송되었으나, 현재 그 폐기시설은 가동하지 않고 있다. 그리고 Gohagoda에서 발생한 하수의 경우 차집되어 Hatana지역에 새로이 건설된 하수처리시설로 이송 후 처리된다.

2003년, 일본국제협력기구(Japan International Cooperation Agencies ; JICA)의 재정 및 기술지원으로 관리가 되지 않고 운영되던 Gohagoda 투기장의 반공학적 매립장으로의 개선이 이루어졌다. 그러나 적절한 운영 및 관리의 실패로 인해 반공학적 매립장은 다시 관리되지 않는 투기장으로 악화되었다.

이러한 상황으로 인해 Kandy 도시의회는 해답을 찾고자 노력하였으며, 많은 기술제안을 검토하였다. 그 결과, Peradeniya 대학에서 개발한 매립 생물반응조 공법을 이용한 처리기술을 채택하였다. 이 처리기술의 활용으로 전기가 생산가능하며, 생산가능한 전기는 최초 0.5MW에서 운영 후 3년 뒤에는 매립 생물반응조의 가스 추출량이 늘어남에 따라 2.0MW까지 점차적으로 증가할 예정이다. 매립 생물반응조 기술은 점토층 사이에 위치한 폴리에틸렌 폐기물 층에서 생물학적으로 활성화된 생물필터층과 표층체를 발생시켜 처리하는 최초의 처리기술이다.

이러한 참신한 공법의 도입으로 인해 일반적인 HDPE방법과 대비되는 몇 가지의 장점이 발견되었다. 본 공법은 매립체에 악영향을 미치는 반응저하를 방지하며, 특히 암모니아성 질소를 질소로 변환시켜 생태계에 환원시키는 기능을 가지고 있다. 다른 장점으로는 침출수가 필터층을 거쳐 아래로 이동함에 따라 이온화합물이 필터층의 상부에 용출되고, 질소 등의 이온농도가 낮아지는 등의 일부 정화작용을 유발하는 점을 들 수 있다. 또한, 침출수와 강우수, 관개수의 재활용으로 메탄가스의 발생에 적합한 수분균형의 유지에 도움을 준다. 암모니아 등의 가스 발생 측면의 경우, 발생된 암모니아는 잔디 등이 식종되 생물학적으로 활성화된 매립 표면층으로 인해 대기 중으로 방출되지 않고, 매립층 내부에서 저장 및 분해가 이루어진다. 운영 후 3년차가 되면, 매립 생물반응조로 인해 생성된 미생물체는 추출되어 RDF(Refused Derived Fuel)로 가공되어 5MW급 화력발전시설의 연료로 사용된다. 현재 본 공법은 파일럿 단계이나, 앞으로 Kandy 도시의회의 폐기물 수집량이 80~150톤/일에 달하고, 꾸준한 폐기물의 공급이 예정됨에 따라 안정적인 운영이 예상된다.

타 지방정부의 폐기물 처리현황을 살펴보면, Gampola 도시의회의 경우 발생 폐기물을 Amubluwawa에 위치한 노천투기장에 투기 중이며, Gangawatakorale 지방의 경우 Gurudeniya 노천투기장에, Kundasale 지방에서 발생한 폐기물은 퇴비화시설로 이송되어 처리되며, Udapalatha 지방에서 발생한 모든 생활폐기물은 자체 노천투기장으로 처리 중에 있다. Udunuwara지방은 Kiriwavula에 위치한 퇴비화시설을 갖추고 있으며, 그곳에 폐기물을 처리중이며, Yatinuwera 지방은 Kirimatiya 지역에 퇴비화시설을 갖추어 그곳에서 폐기물을 처리중이다.

2. 시범사업 후보지 검토 및 선정

가. 시범사업 후보지 선정기준

선정된 시범사업 후보지의 선정은 사업주체인 CEA와의 대상후보지 협의선정과 문헌자료 조사, 현지답사 후 분석 및 입지평가에 의해 선정되며, 현재 대상후보지 협의선정이 진행 중에 있다.

시범사업 후보지 선정 절차 중 대상후보지 협의선정에는 주거지역과 격리되고 시설물 설치가 용이한 지역, 환경상의 영향이 적은 지역, 차량의 진 · 출입이 원

활하고 교통혼잡이 적은 지역, 토지의 보상협의가 용이하고 경제성이 뛰어난 지역, 관련부서와 시설 설치협의가 용이한 지역 등 입지선정기준과 부합여부를 조사하고 처리시설 주변에 미치는 환경영향을 검토하여야 한다.

〈표 4-5〉 입지선정조건

구분	고려사항
입지적 조건	• 위치 – 주변지역의 도시현황을 검토하여 입지적 특성을 파악한다. • 지형지세 – 각 후보지별 표고, 경사상태를 조사분석하고 개발에 따른 자연경관 훼손여부 등을 동시에 파악한다. • 토지이용현황 – 각 후보지 주변 토지에 대한 지목별, 소유지별 이용현황을 조사하고 편입면적을 산출하여 토지조서를 작성하고 현재 세부이용실태와 장래 계획을 조사분석한다. • 지장물 현황 – 각 후보지별 지장물의 종류, 수량 등을 조사하여 지장물조서로 작성한다. • 사업가능 면적 수용성 – 본 사업추진에 따른 사업면적을 검토하고 이에 따른 각 후보지별 면적 수용성을 검토한다. • 주변교통현황과 접근성 및 운반거리 등 수집, 운반의 효율성 – 각 후보지별 주 접근교통시설의 현황, 노선별 교통량, 진출입로 개설조건, 생활폐기물 운반조건 등의 제반 교통처리 상황을 면밀히 분석 검토하여 생활폐기물 운반에 따른 환경적 마찰이 최소화 할 수 있도록 수거운반노선을 검토한다.
사회적 조건	• 주변지역(주거지역, 인접지자체 등)과의 관계 – 각 후보지가 속해 있는 지역의 주거지역과의 관계를 파악하고 특성을 검토하여 민원발생 소지를 종합적으로 검토한다. – 폐기물 주 발생지역과의 이격거리 등을 검토한다. – 인접지자체와의 이격거리 등을 검토한다. • 시가화 가능성 – 각 후보지별 주변의 주택건설사업계획 및 기타 사업계획을 검토하여 당 후보지의 시가화 가능성을 검토한다. • 선별물 판매의 효율성 – 본 시설의 가동으로 발생하는 선별물을 예상하여 후보지 주변 수요처와의 관계를 종합검토한다. • 주요 문화재 소재여부 – 각 후보지 주변의 문화재 소재여부를 조사하여 사업시행에 따른 문화재 훼손여부를 검토한다. • 법적 저촉여부 및 관련기관의 인허가 사항 검토 – 각 후보지별 법적 저촉여부와 사업시행에 따른 인허가 사항을 검토하여 이에 따른 사업시행계획을 검토한다.

〈표 계속〉

구분	고려사항
환경적 조건	• 경관 및 시설의 노출 검토 – 각 후보지별 사업시행에 따른 주변경관의 조화상태와 시설물 노출성을 검토한다. • 주변 생태계에 대한 영향 – 각 후보지별 동·식물상 분포현황을 조사하여 사업시행에 따른 영향을 검토한다. • 수계에 대한 영향 – 각 후보지 주변의 하천 및 상수원, 지하수 현황을 조사하고 수질특성을 분석하며, 하천의 홍수위를 검토한다. • 대기질에 대한 영향 – 각 후보지별 대기질 확산의 용이성을 분석하며, 이에 따른 영향을 검토한다. • 소음·진동 및 악취 – 각 후보지별 사업시행에 따른 소음·진동 및 악취에 대한 영향을 검토한다.
기술적 조건	• 부지조성 – 각 후보지별 사업부지 조성에 따른 현지반고와 계획고를 설정하여 공사상의 난이성을 검토한다. • 진출입도로 개설 – 각 후보지별 진출입도로 개설여부를 파악하여 공사상의 난이성을 검토한다. • 도시기반시설 – 각 후보지 주변의 도시기반시설(상·하수도 등) 현황을 파악하여 후보지별 연결 조건과 공급용량 및 관망을 검토한다. • 인접시설과의 연계성 검토 – 각 후보지 주변의 환경시설 및 기타 시설의 현황과 계획을 조사하여 연계성 여부를 종합 검토한다.
경제성 조건	• 토지보상비 – 각 후보지별 토지보상비를 산출하여 경제성을 검토한다. • 영향권 지역내 이주대책 – 각 후보지별 영향권 지역내 주거형태를 조사하여 이주대책 수립에 따른 경제성을 검토한다. • 공사비 검토 – 각 후보지별 공사비를 부지조성비, 진출입도로 공사 등에 따른 경제성을 검토한다.

상기와 같은 사항을 검토하여야 하나, 본 사업에 있어서는 현지조사 여건을 감안하여 다음의 항목을 시범사업 후보지의 선정기준으로 설정하였다.

〈표 4-6〉 사업후보지 선정 시 고려사항

구분	고려사항
처리시설 부지의 일반조건	• 적정한 운반거리내에 있을 것(주요발생원과의 운송거리가 짧을 것) • 지형의 안정성 • 장래 확장이 가능할 것
사회적 조건	• 민가와의 이격거리 • 현재 토지이용 현황 • 진입도로의 유무 및 접근용이성
환경영향에 대한 조건	• 하천 및 인근시설의 위치여부 • 지하수위가 낮고 토양의 유수성이 적을 것 • 생태계 보전의 최대화
운영관리에 대한 조건	• 전력, 수도, 전화등의 연결 용이성 • 지형상 재해에 대하여 안전 할 것 • 기존 환경기초시설과의 연계활용으로 유지관리가 용이할 것

나. 시범사업 후보지 선정 및 검토 결과

현재 시범사업 후보지는 EDCF 매립장 조성사업부지 기준 북부에 위치한 3개 대안이 제시되어 있는 상태이며, 또한 현지 스리랑카 환경청(CEA)에 EDCF 매립장 조성사업부지 남측 시범사업 가능한 부지를 추가적으로 요청한 상태이다.

따라서, 향후 EDCF매립장을 중심으로 남,북 각1개소의 중간처리시설 시범사업을 추진하여 EDCF 매립장 수명연장과 안정적인 폐기물 자원화가 이뤄지도록 할 계획이다.

[그림 4-4] 시범사업 전략지역 후보지 선정 절차

[그림 4-5] 시범사업 후보지 선정

1) 후보지1(Gohagoda 비위생매립장)

전략지역으로 설정된 Kandy지역의 첫 번째 시범사업 후보지역(후보지1)은 Gohagoda 비위생매립장의 인근에 위치하고 있으며, Kandy 도심지에서 북서측으로 3㎞이격되어 위치하고 있다. 후보지1은 JICA 프로젝트로 현재 운영 중인 Gohagoda 비위생매립장 부지와 연접하여 위치하는 유휴부지로서, 약 0.5ha규모로 사용이 가능하다.

가) 후보지 및 인근 거주지역간 이격거리

후보지1 사업부지는 중규모 거주지가 인근하여 위치하고 있으며, 이에 사업의 진행에 따른 민원발생의 소지가 우려된다. 그러나 사업의 진행에 관한 지속적인 홍보와 설명이 선행되어, 지역주민의 사업이해가 뒷받침 된다면 시범사업 실행에 따른 현재 사용 중인 매립장의 환경영향의 저감으로 인하여 주변 주민에 의한 민원발생요인은 오히려 현재보다 저감될 것으로 사료된다.

나) 접근용이성(폐기물 운반관련)

현재 후보지1에 연결된 도로는 몇몇 포장도로 및 비포장도로가 사업 후보지와 연결되어 있는 상태로 폐기물 운반차량의 진입이 용이하고, 비교적 양호한 접근성을 가지고 있는 것으로 파악되었다.

다) 하천 및 인근 환경시설 위치 여부

후보지1에 남측에 인근하여 Thekkawatte 수질개선 사업소가 위치하고 있으며, 이에 연접하여 Mahaweli강이 흐르고 있다. 이에 인근 지역의 수생태계 보존과 지역 환경문제의 저감을 위해 본 사업시행을 통한 Gohagoda 비위생매립장의 환경영향 저감이 요구되는 실정이다. 또한, Gohagoda 비위생매립장과 Mahaweli강 연접지역에 JICA에서 하수처리시설을 설치계획중에 있다.

라) 조망 및 가시권역

사업 후보지1은 JICA매립지 및 매립지 관리동과 연접하여 위치하고 있다. 인근에 거주지가 위치하고 있으나 중밀도의 삼림과 구릉지가 후보지1의 주변을 둘러싸고 있어 가시성은 낮은 편이다.

마) 생태계 보전

현재 후보지1 지역은 자연적으로 조성된 삼림이 위치하고 있는 상태이며 이에 사업시행에 있어 일부 벌채가 행해져야 하는 상황이다.

바) 장단점

본 후보지1의 장점으로는 기존 인프라 시설의 활용 및 기존 매립장과 재활용센터를 포함한 종합에너지타운으로 개발이 가능하다는 큰 장점이 있다. 그러나 시범 연구 사업등이 존재함에 따라 중복투자의 가능성이 있으며, 기존 JICA매립장의 정비전에는 종합에너지 타운 조성으로의 시너지 효과를 기대할 수 없어, 향후 기존 매립장 정비는 추진 할 필요가 있을 것으로 사료된다.

[그림 4-6] 시범사업 후보지 현황(후보지1)

2) 후보지2(BOI 비위생매립장)

전략지역의 두 번째 후보지(후보지2)는 BOI(Board of Investment)소유의 유휴지로서 Kandy도심지에서 동측으로 10㎞이격되어 위치하고 있다. 후보지2는 현재 폐기물의 야적 및 소각이 불법적으로 이루어지고 있는 상황이다. 따라서 산업단지내 발생폐기물의 적절한 처리를 위한 폐기물처리시설의 설치가 요구되고 있다.

가) 후보지 및 인근 거주지역간 이격거리

후보지2 사업부지 인근에는 거주지가 위치하고 있지 않으며, 공업지역(산업단지)이 사업후보지의 북측에 인근하여 위치하고 있다. 이에 사업의 진행에 따른 민원발생의 우려가 없을 것으로 사료된다.

나) 접근용이성(폐기물 운반관련)

현재 후보지에 접근하기 위한 전용도로는 비포장도로이다. BOI(산업단지 내) 사업대상지로 폐기물을 반입하기 위해서는 BOI와 캔디MC간 출입과 부지사용에 관한 협의가 필요하다. 위치는 캔디 시내로부터 동쪽으로 10km 정도 떨어져 있고, 폐기물 중간처리 후 EDCF매립장으로 이송에 따른 거리는 약 30km정도로 Gohagoda매립장보다 거리에 대한 제약이 큰 단점이 있는 것으로 조사되었다.

다) 하천 및 인근 환경시설 위치 여부

후보지2의 서측 연접하여 Mahaweli강이 연접하여 위치하고 있다. 이에 인근 지역의 수생태계 보존과 지역 환경문제의 저감을 위해 본 사업시행을 통한 환경영향저감이 요구되는 실정이다.

라) 조망 및 가시권역

사업 후보지2의 주변에는 중밀도의 산림이 에워싸는 형태로 위치하고 있다. 또한 인근 시설물이 위치하지 않고, 사업지와 이격하여 서측 및 북측에 산업시설이 위치하고 있어 크게 후보지2의 경우 쉽게 조망되지 않아 가시성은 낮은 것으로 사료된다.

마) 생태계 보전

현재 후보지2 지역은 유휴지로서 삼림이 위치하지 않아 사업시행에 있어 벌채가 요구되지 않으며, 쓰레기의 야적 및 소각이 무단으로 행해지고 있어 사업 실행으로 인한 환경적 관리가 요구되고 있는 실정이다.

바) 장단점

본 후보지2의 장점은 후보지1과는 달리 사업예정지 및 인근에 폐기물처리관련 시설의 운영 및 설치가 예정된 사항이 없어 사업의 중복성이 없다는 점이며, 인근에 주거지역이 위치하고 있지 않아 민원발생으로부터 자유롭다. 또한, 주변에 유휴부지가 넓게 분포하여 향후 폐기물종합처리시설단지를 조성하기 위해 부지를 확장 시 확장성이 우수할 것으로 판단된다. 그러나 본 후보지를 사업대상지로 선정하기에는 우선, 부지사용과 폐기물차량 진출입에 대한 BOI의 허가가 필요하다. 이 문제가 해결되지 않는다면 본 후보지를 사용한다는 것은 불가능한 사항이다. 또한, EDCF매립장까지의 수송거리가 약30km로 가장 이격되어 있어 사업부지로 선정시 거리에 따른 운반비용상승이 우려된다.

[그림 4-7] 시범사업 후보지 현황(후보지2)

2) 후보지3(polaththapitiya)

전략지역의 세 번째 후보지(후보지3)는 캔디 MC에서 추천한 polaththapitiya 지역으로서 캔디 시내로부터 서쪽으로 약 15km이격되어 위치하고 있다. 후보지3은 현재 매립장 등으로 이용되는 곳이 아닌 일반 평야 지역인 것으로 조사되었다.

가) 후보지 및 인근 거주지역간 이격거리

후보지3 사업부지 인근에는 소규모의 거주지가 다수 위치하고 있으며, 서쪽으로는 호텔이 위치하고 있는 것으로 조사되었다. 따라서, 사업의 진행시 민원발생의 우려가 가장 클 것으로 사료된다.

나) 접근 용이성(폐기물 운반거리)

폐기물 발생량이 가장 많은 캔디시내로부터 서쪽으로 약15km이격되어 폐기물 운반시 비용과 시간소요가 가장 클것으로 사료된다. 그러나 중간처리 후 EDCF 매립장까지 이송 시에는 3개 후보지 중 가장 짧은 운반 거리로 처리 부산물 운송에 유리한 것으로 사료된다.

다) 하천 및 인근 환경시설 위치 여부

후보지3과 연접한 지역에는 하천 및 환경시설이 없는 것으로 조사되었다.

라) 조망 및 가시권역

후보지3의 주변에는 도로변 평야지대로 인근에 호텔 및 주거시설이 위치하고 있다. 따라서, 조망에 따른 가시성의 영향이 가장 클 것으로 사료된다.

마) 생태계 보전

현재 후보지3 지역은 유휴 평야지역으로 사업시행에 있어 벌채가 요구되지 않으나, 주변에 녹지가 조성되어 있어 타 후보지보다는 생태계 보전이 우선되어야 할 것으로 사료된다.

바) 장단점

본 후보지3의 장점은 EDCF매립장까지 이송거리가 가장 짧다는 것과, 평야지역에 위치하고 있어, 공사비 측면에서 가장 유리할 것으로 사료된다. 그러나 주변에 민가와 호텔이 있어 가시성이 떨어지고 폐기물 주요발생원인 캔디시내와 15km가량 이격되어 폐기물 운반에 따른 비용과 시간 등 운영의 효율성 측면에서 불리한 것으로 사료된다.

[그림 4-8] 시범사업 후보지 현황(후보지3)

4) 검토결과

후보지1인 Gohagoda 비위생매립장은 중규모의 거주지가 인근에 위치하고 있어 민원발생의 소지가 다소 우려되나, 다른 후보지에 비해 폐기물 운반차량의 진입이 용이하고, 비교적 양호한 접근성을 가지고 있다. 그리고 기존 인프라 시설의 활용할 수 있으며, 기존매립장, 재활용센터를 포함한 종합에너지타운으로 개발이 가능하다는 장점이 있다. 후보지2는 인근의 주거지역이 위치하고 있지 않아 민원발생으로부터 자유로운 장점이 있으나, 부지사용 및 폐기물차량 진출입에 대한 BOI의 사전허가가 필요하며, EDCF매립장까지의 운반거리가 가장 이격되어 있어 폐기물운반 비용증가로 운영비 상승이 우려된다.

후보지3인 Polaththapitiya지역은 EDCF와의 이송거리가 짧은 장점이 있으나, 주변의 민가와 호텔이 있어 가시성이 떨어지며, 민원발생의 소지가 다소 우려된다. 그리고 폐기물 주요발생원인 캔디시내와의 이격거리가 15km정도 되어 폐기물 운반에 따른 비용과 시간의 문제가 발생할 것으로 사료된다.

검토결과 사업후보지 3개소 중 지리적여건, 종합적처리시설로서의 확장성, 부지활용측면에서 가장 우수한 Gohagoda 비위생매립장내 부지를 본 시범사업의 대상부지로 선정하였다.

〈표 4-7〉 사업후보지 비교

구분	사업후보지 1 (Gohagoda비위생매립장)	사업후보지 2 (BOI 비위생매립장)	사업후보지 3 (Polaththapitiya)
인근 거주지역과의 이격거리	Kandy 도심지에서 약 3km이격 위치	사업후보지 인근에는 거주지역 없음	사업후보지 3km 이내 소규모 거주지역
접근 용이성	양호	불리	양호
인근하천 및 환경시설 위치여부	• Mahaweli강 • Thekkawatte 수질개선사업소	•Mahaweli강	없음
장점	•기존 인프라 활용 •종합에너지타운 개발 가능 •민원발생 없음	•사업의 중복성이 없음 •민원발생 없음 •부지 확장성 좋음	•EDCF매립장과의 이송거리 짧음 •평야지역 위치하여 공사비 유리
단점	•시범연구사업이 존재, 중복투자의 가능성 있음 •기존매립장 정비 필요	•부지사용, 폐기물차량 진출입에 대한 BOI 허가 필요 •EDCF매립장과의 이송거리가 멀어 운반비 많이 소요	•주변에 민가와 호텔이 있어 가시성이 떨어짐 •인근 주거지역에서의 민원발생이 농후함 •캔디시내와 15km정도 이격되어 있어 폐기물 운반 불리
선정	○		

2014년 경제발전경험 공유사업 III

제5장 고하고다 폐기물처리 시범사업 기본계획

조판기, 이진아, 박은새 (국토연구원)
서정원, 장은진 (한국수출입은행)
송동근, 박민석 ((주)건화)

요 약

시범사업지역의 특성을 고려한 처리방식 선정으로 지역 내 발생 고형폐기물의 안정적 처리기반 구축을 목표로 건설기본계획을 수립한다. 스리랑카 폐기물 관리정책, 발생 고형 폐기물 처리의 안정성 및 투자의 경제성 등 제반요소를 종합적으로 고려하여 최적대안을 도출하고 시범사업 기본계획을 수립하였다.

제1절 고형폐기물 처리시설 및 공정선정

1. 고형폐기물 처리시설 선정

고형폐기물의 처리시설은 크게 전처리 및 중간처리, 최종 처리시설로 구분이 가능하며, 전처리시설의 경우 폐기물의 파쇄 및 분리, 선별을 포함하는 기계적 시설이 대부분을 차지한다. 폐기물의 중간처리시설은 그 시설의 종류가 다양하고 폐기물 처리의 목적과 수단에 따라 여러 가지로 구분이 되며, 최종처리시설의 경우 스리랑카 현지 여건상 매립이 가장 적합한 실정이다. 아래는 고형폐기물의 중간 및 최종처리시설의 세부항목을 제시하였다.

• 중간처리시설
  - 소각시설: 일반소각시설, 고온소각시설, 열분해시설, 고온용융시설, 열처리조합시설, 시멘트 소성로 및 용광로(검사기관으로부터 인정받은 경우)
  - 기계적처리시설: 압축시설, 파쇄·분쇄시설, 절단시설, 용융시설, 연료화시설, 증발농축시설, 정제시설, 유수분리시설, 탈수건조시설, 증기멸균분쇄시설
  - 화학적처리시설: 고형화 시설, 안정화 시설, 반응시설, 응집 및 침전시설
  - 생물학적처리시설: 사료화, 퇴비화, 소멸화, 호기성 및 혐기성 분해시설
• 최종처리시설
  - 매립시설: 차단형 매립시설, 관리형 매립시설

스리랑카에서는 폐기물을 수거하여 바로 매립장으로 운반하여 처리하고 있는 실정이다. 이러한 방식으로 폐기물을 처리시 다음과 같은 문제가 야기된다.

① 매립대상폐기물 증가로 인한 매립장 수명단축
② 혼합폐기물 직매립으로 인한 침출수 과다발생
③ 수거·운반시간 장시간소요로 인한 낮은 수거효율
④ 혼합폐기물 직매립으로 재활용 및 자원화(퇴비화등) 어려움
⑤ 국가폐기물 자원화정책인 뻴리사루(Pilisaru)프로그램 위배

상기와 같은 사항으로 발생폐기물을 중간처리하기 위한 시설설치가 선행되어야 한다. 또한 EDCF사업으로 스리랑카 4개지역(Kandy MC포함)에 신규로 위생매립장을 설치하기위한 설계가 진행 중으로, 본 사업을 매립장으로 추진하는 것은 사업이 중복되어 예산이 낭비되는 결과를 초래하게 된다.

따라서 상기와 같은 사유로 인하여 본 사업은 중간처리시설 설치를 우선적으로 고려하였다.

본 시범사업에서 고려하는 중간처리시설은 상기 표에서 나열된 시설 중 1)소각시설, 2)기계적처리시설, 3)생물학적처리시설이며 시설의 세부적인 개요는 다음과 같다.

가. 소각시설

열처리방식은 감량효과가 크며, 소각잔사가 안정화되기 때문에 각종 가연성

폐기물의 처리에 가장 널리 이용되는 처리방법으로서 생활폐기물 처리기술의 기본인 감량화, 안정화 및 무해화에 부합되는 방법이다.

열처리의 목적은 가연성 폐기물을 공기중의 산소와 반응시켜 연소하고, 연소가스의 여열회수와 안정화된 고형 소각재로의 전환에 있다고 할 수 있으나, 연소가 양호하게 되지 않는 경우에는 소각재 중에 미연소분의 잔사 등이 원인이 되어 미연분이 다량으로 발생하거나, 기타 대기오염물질(HCl, SOx, NOx, Dioxins, 중금속 등)들이 연소가스와 소각재 중에 혼입되어 2차 환경오염을 유발시킬 수 있다.

일반적으로 양호한 연소상태를 얻기 위해서는 피연소물과 공기를 적정한 비율로 하여 착화와 연소가 신속하게 일어날 수 있는 조건(3T: 충분한 혼합, 적절한 온도, 체류시간 등)하에서 연소시키는 것이 기본적으로 요구되나, 소각대상 폐기물의 질이 균일하지 않은 경우에는 쉽게 연소가 이루어지지 않기 때문에(이 때문에 소각로의 설계조건은 하나의 규정된 값이나 조건이 아니라 넓은 범위를 갖는다) 이론과 더불어 풍부한 기술적 경험을 필요로 하며 개발과 개량도 이러한 이론과 경험을 기반으로 발전되고 있다.

1) 화격자 방식

소각로 하단부에 고정화격자와 이동화격자를 번갈아 설치하여 소각하고자 하는 폐기물을 소각로내에 투입하여 소각하는 방식으로, 폐기물의 소각이 하나의 소각로내에서 건조, 연소, 후연소의 3단계를 거치게 됨에 따라 일반적인 화격자의 구조는 건조구간, 연소구간, 후연소구간으로 구분되며 이러한 화격자위에 폐기물을 일정량 확보하면서 소각하는 구조로 연소가 안정되어 있어 연소열량의 변동이 폐기물질에 크게 좌우되지 않는다. 폐기물은 저장조에 일단 저장되고 크레인에 의하여 투입호퍼에 투입된다. 투입된 폐기물은 공급장치에 의하여 화격자로 보내져서 건조, 연소, 후연소 구간을 거치면서 연소되어 재가 된다. 재 및 잔사물은 재냉각 장치로 옮겨져 냉각된 후 재배출 콘베이어에 의하여 재저장조에 일단 저장된 후 재크레인에 의하여 재운반차에 적재된다. 연소공기의 공급은 보통 화격자의 아래쪽으로부터 피소각물을 통하여 윗쪽으로 향하도록 하는 상향식 연소방식이 이용되며 휘발분이 많고 열분해가 되기 쉬운 물질을 소각할 경우에는 반대로 화격자 적재물의 위쪽으로부터 화격자 아래쪽으로 통기시키는 하향식 연소방식으로 소각하는 경우도 있다.

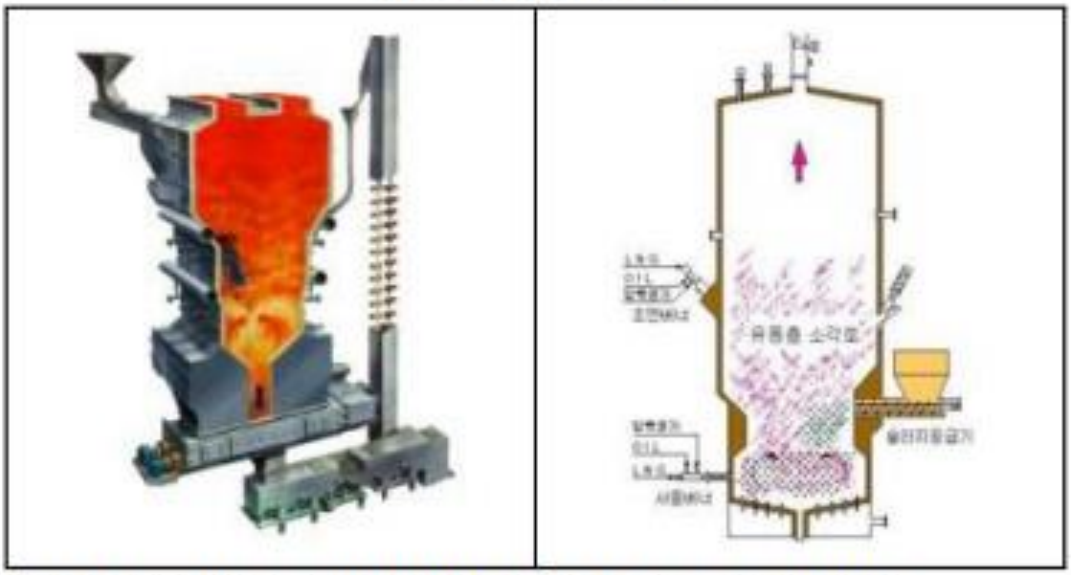
2) 유동상식(fluidized bed) 소각방식

반응기 하부에 있는 다공 분사판으로 연소공기를 주입하면 분사판 위의 불활성 매체(유동사-모래)가 유동을 시작한다. 이때 반응기내의 압력강하가 층면적당 고체의 무게와 같아지면 고체들이 상호움직임을 갖기 시작한다. 이 상태를 최소 유동화상태라고 하며 이때의 기체속도를 최소 유동화속도라고 한다.

이후 계속적으로 유속을 증가시키면 압력강하는 거의 일정하게 유지되지만 고체층이 팽창하면 고체들의 거동은 전적으로 액체와 같은 특성을 보이기 시작한다. 아울러 기체들이 출현하며 이를 기-액계에서와 유사하게 기포라고 부른다. 이 기포의 거동은 층을 매우 격렬하게 끓는 액체와 같은 형상으로 만든다. 이러한 성상을 기포유동층(bubbling fluidized bed)이라고 한다.

유동층이 형성된 후 공기의 속도를 크게 하여도 공기압력 강하는 공기유속 증가에 비하여 거의 일정하게 유지되며 비등상태가 계속된다. 이 구간에서 나타내는 특징은 비등(bubbling)현상이며 이 구간을 bubbling 유동층이라 한다. 약 50 ㎜이하로 파쇄된 폐기물과 유동매체를 고압 연소용공기로 유동화시켜서 소각시키는 유동층 연소방식은 유동매체의 열용량이 크고 피소각물이 쉴새없이 유동상태로 있기 때문에 교반, 반전 매체간의 접촉빈도가 높고 열전달계수가 커서 건조속도, 연소효율 등이 우수하다.

[그림 5-1] 유동상식 소각로



출처: 고령군 생활폐기물 처리시설 설치사업 타당성조사 및 기본계획, 건화, 2011

3) 열분해 방식

열분해(pyrolysis, 또는 thermal decomposition)란 폐기물을 산소 결핍상태 즉, 무산소 상태에서 가열하여 그 내부의 유기물질을 물리 화학적으로 분해하는 것이다. 열분해시 수소성분이 많은 휘발분이 증류되어 나오므로 탈휘발화(devolatilization)라고도 하며 또한 char가 잔류물로 남으므로 탄화(carbonization)란 표현도 사용된다.

건류(dry-distillation)는 사실상 고체 연료를 열분해하여 휘발분을 증류하고 원래의 연료 중에 포함되어 있는 회분과 탄소를 주체로 하는 고체 연료를 형성 또는 제조하는 과정을 일컫는 용어로써 열분해의 한 의미로 사용되고 있다. 간접가열을 통한 열분해는 생성되는 열분해 가스의 질이 우수하나 열전달이 어려워 설비가 커지고 에너지 손실이 많은 단점이 있다. 이와는 달리 열분해로 내부에 직접 고온의 가스를 공급하거나 일부의 폐기물을 연소시키는 등 직접 열교환을 이루는 직접 가열 방식도 많이 사용되고 있다. 열분해로 내부에서 폐기물의 일부를 연소시켜 그 열을 열분해에 사용하는 방식을 부분 연소 열분해 또는 화염 열분해라 한다.

열분해로의 형식은 소각로와 유사하게 그 구조에 따라 분류된다. 가장 일반적인 형태가 로타리 킬른이며 최근 유동상식도 많이 개발되고 있으며 Thermoselect사에서 개발한 Pusher식, 소각로의 방식을 이용한 화격자식이 있다.

4) 열분해 · 가스화 용융방식

가스화(Gasification)란 800~1,300℃의 온도 조건과 저산소 상태하에서 폐기물과 수증기, 산소 또는 공기를 반응시켜, 주로 합성가스(CO + H2)등의 합성용 가스, 공업용 연료가스를 생성시키는 것을 말한다. 좁은 의미로는 폐기물을 열에 의한 증발이 아닌 화학적 변화에 의해 기체로 변환하는 공정을 말한다. 일반적으로 가스화는 열분해되는 물질이 공기, 산소, 물, 이산화탄소 등의 산화제로서의 반응가스 첨가에 의해 활성화되는 열분해의 한 형태로서 정의되고 있다.

열분해(pyrolysis)와 가스화(gasification)의 주요한 공통점은 폐기물을 고체상, 액체상 및 기체상 연료로 전환시키기 위하여 사용되는 공정이라는 점이다. 주요한 차이점은 열분해의 경우에는 무산소 상태에서 흡열반응이므로, 외부에서 열을 가하여야 하는 반면에, 가스화는 발열반응으로 폐기물의 부분연소를 위해 공기 또는 산소를 공급한다. 가스화는 열분해에 비해 열분해 가스의 생성량도

많을 뿐 아니라, 그 성분도 CO, H2, CH4 등의 저급탄화수소가 많아져서 연료적인 가치가 높은 반면에, 열분해는 가스화에 비하여 char등의 고체상 연료와 유기산이나 tar등의 액체상 연료가 많이 생성된다.

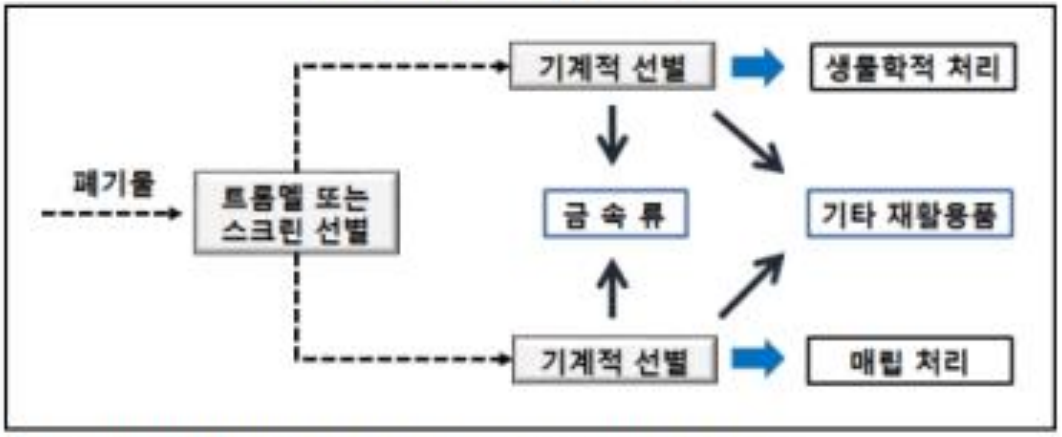
용융(Melting)이란 중유, 석탄 등의 연료 또는 전기를 열원을 사용하여 폐기물 등을 약 1,300℃이상의 고온에서 액체 상태로 만드는 공정으로서, 용융 슬래그와 용융 비산재를 포함하는 배가스를 생성하는 단위공정을 말한다. 폐기물 처리에 있어서는 주로 열분해 잔재물이나 소각재, 하수 슬러지를 1,300~1,600℃의 온도범위에서 용융하게 되는데 함유되어 있던 다이옥신류는 열에 의해 파괴되며 중금속류는 일부 비산하고 나머지는 슬래그의 망상구조 내에 안정화되어 용출의 우려가 없게 된다.

나. 기계적 처리시설

기계적처리는 선별(sorting), 분리(separation), 부피감량(size reduction), 체선별(sieving)등 기계적 선별을 통하여 폐기물을 자원의 가치가 있는 물질과 생물학적 처리공정에 적합한 폐기물 등으로 분리하는 것을 말한다. 즉, 폐기물을 기계적 처리에서 선별·분리에 의해 이물질 및 재활용 가능한 자원과 생물학적 처리를 위해 유기성 폐기물을 선별·분리하여 안정적인 자원화(SRF생산, 퇴비화, 유가물 선별 판매 등)가 가능하게 하거나 매립대상 폐기물량을 최소화하는데 목적이 있다. 이중 기계적 공정은 투입된 폐기물로부터 오염물질과 재활용 가능물질을 각종 기계적 시설을 이용, 투입된 폐기물의 파쇄 및 자력, 입도, 비중선별 등을 통하여 금속물질과 가연성물질, 유기성물질 등의 분리 및 크기에 따라 선별하는 공정으로 구성되어 있다.

- 기계적으로 선별·분리된 폐기물의 등급은 폐기물의 투입방식, 잠재적인 재활용성의 수준, 배출물질의 허용기준을 충족하기 위해 제거되어야 할 오염물질의 양, 재활용량 등과 같은 인자들로 규정
- 기계적 전처리 단계로는 투입 폐기물의 파봉·파쇄공정, 폐기물 각각의 비중과 부력을 사용하여 폐기물을 선별하는 비중선별, 여과 공정으로 나눌 수 있으며, 파쇄된 폐기물은 대부분의 공정에서 트롬멜을 거쳐 크기별로 분리되고 이중 크기가 작은 것들은 유기물로 생물학적 공정으로 투입

[그림 5-2] 기계적 처리공정 개념도



출처: 하남시 환경기초시설 현대화 및 공원조성사업 기본설계, 건화, 2011

1) 파봉/파쇄설비

단단하고 굳은 물질, 마모성이 있는 것, 점도가 적은 것, 파쇄 후 입자 크기를 균일하게 할 경우에 적합하다. 충격파쇄기는 순간적이고 예리한 충격을 가해 물체를 파쇄 하는데 후속공정에서 2차 충격을 통해 점점 작게 파쇄한다. 또한, 전단파쇄기는 마찰력을 이용한 깎아내기와 쪼개기에 의한 파쇄작용으로 파쇄한다. 파쇄기의 종류는 크게 건식파쇄기와 습식파쇄기로 구분됨. 건식파쇄기로는 전단파쇄, 충격파쇄, 압축파쇄, 조합파쇄 등이고 습식파쇄기로는 습식펄퍼, 회전드럼, 냉각파쇄 등이 있다.

2) 선별설비

유기물질을 선택적으로 회수하거나 불필요한 물질을 제거하는 것을 목적으로 하며 일괄적으로 다양한 선별장치를 목적에 적합하게 조합하여 사용한다.

생활폐기물을 재활용하기 위해서는 선별절차가 선행되어야 한다. 선별시설의 종류에는 수선별, 풍력선별, 자력선별, 관성력 선별, 체선별, 중력식 선별, 와전류 선별, 광학 선별 등이 있다.

수선별은 분리 선별 종류 중에서 가장 오래된 선별기술로서 원시적이고 비효율적인 방법이지만 선별효율이 높은 장점이 있다. 현재 우리나라에서는 대부분이 방법을 취하고 있는 실정이다. 체 선별은 대형 폐기물이나 PET병 등 입도분포에 따라 그 입도차를 이용하여 체를 사용하여 선별하는 방법이다. 중력선별

은 비중차를 이용하여 선별하는 방법이고, 자력선별은 폐기물내 전도체와 비전도체를 분별해 내는 방식이며 광학분리는 주로 색유리와 보통유리를 고르기 위한 방법으로 사용한다. 최근에는 국내에서 적외선의 반사광을 검출하여 플라스틱을 형태나 색상 두께 등과 관계없이 6가지 재질별로 자동 선별하는 설비가 실용화되고 있다.

〈표 5-1〉 분류 방식별 비교

분류방식	내 용
수선별	•가장 오래된 방법으로 비위생적이고 위험 소지가 있으나 높은 순도를 얻을 수 있는 방법 •각 가정에서 분리 배출된 재활용 가능 폐기물을 한곳으로 수선별하여 수작업으로 재분리하여 재활용하는 방법
풍력선별	•입자의 표면적과 밀도차를 이용하여 강한 공기바람에 의해 주로 연소성 물질과 불연성 무기물을 분리하는 방법 •수직형, 경사식 등으로 크게 구분
자력선별	•풍력분리 후 분리된 무거운 물질들을 다시 금속과 비금속류로 분리하는 방법 •Overhead Belt Magnetic 와 Magnetic Drum 방식으로 분류 •선별된 철금속은 재자원화를 위해 대략 1,200kg/m3 정도로 압축됨
관성력 선별	•폐기물을 관성력과 탄성력 차이에 의해 분리하는 방법 •Ballistic Separation, Inclined Conveyor Separator로 분류 •퇴비의 최종선별장치로 사용
체선별	•원판식 스크린, 진동식 스크린, 회전식 스크린 등으로 구분 •RDF(Refuse Derived Fuel)의 생산시 열량을 높이는 데 사용 •Screen 설계요소: 간극의 크기, 길이/직경 비(L/D), 회전속도, 스크린의 경사도, 폐기물 부하
중력식 선별	•Stoner와 진동: 부상식 분별기, 고밀도매체에 의한 침전, 부상 등으로 구분 •스크린 상부에서 투입되는 폐기물중 가벼운 부분은 부상되어 분리되고, 무거운 물질 중 입자가 작은 것은 스크린 밑으로 체거름 되며, 입자가 큰 것은 스크린의 진동력에 의해 배출구로 배출되는 원리에 의해 분리
와전류 선별	•와전류 Flux가 코일에 의해 유발되는 자장을 충분히 능가하도록 하여 폐기물 내 전도체와 비전도체를 분별해 내는 방식 •알루미늄, 동, 아연 등의 비극성 전도체를 분리하는데 사용
광학선별	•색유리와 보통유리를 분류 •색유리 입자에 의한 반사특성과 기준색상 간의 편차가 감지되면 압축공기가 분사되어 색유리를 분리

출처: 하남시 환경기초시설 현대화 및 공원조성사업 기본설계, 건화, 2011

〈표 5-2〉 일반적인 선별기의 종류 및 선별대상 물질

종 류	선별대상 물질
풍력선별법 (air classifiers)	종이, 플라스틱류
스크린선별법 (screen or sieve)	유리, 유기물질을 함유한 폐기물
자력선별 (dry magnetic separator)	철 분리
와전류 분리	동, 알루미늄, 아연 분리
정전기 선별 (electrostatic separator)	종이와 플라스틱 분류, 유리내의 알루미늄 선별
광학선별 (optical sorter)	색유리와 보통 유리의 선별
세카터 (secators)	퇴비중의 유리나 돌 선별
스토너 (stoners)	알루미늄을 회수하거나 퇴비로부터 유리조각 분리

출처: 하남시 환경기초시설 현대화 및 공원조성사업 기본설계, 건화, 2011

3) 압축시설

가) 사전압축시설

수거되어진 생활폐기물을 사전압축기 상부에서 투입하고 콘테이너에 압축, 저장하였다가 수송하는 방식을 일반적으로 사전압축방식이라 한다.

나) 직접압축(암롤압축) 시설

사전압축시설과 마찬가지로 수거되어진 생활폐기물을 투입시설인 압축기 상부의 슈트를 통하여 계속적인 압축운동으로 압축기 전단에 연결되어 있는 암롤내로 폐기물을 밀어 넣는 방식으로 암롤내에서 폐기물을 압축하여 일정압력이 유압장치에 도달하게 되면 암롤을 분리하여 트럭으로 견인 수송하는 방식이다.

다. 생물학적 처리시설

1) 퇴비화방식

퇴비화는 음식물류폐기물 중 유기물을 미생물에 의해 안정적으로 분해하여 퇴비를 생산하는 공정으로 아주 오래전부터 폐기물을 처리하는 방법으로 널리 사용된 방법이다. 생산된 퇴비는 작물에 유용한 영양소를 공급한다는 의미보다는 토양개량제로서의 이용에 더 큰 의미를 두고 있다. 반면 생산된 퇴비를 운반하는데 비용이 많이 소요되며, 또한 퇴비에는 분해되지 않는 유기화학물질이나 병원균 또는 중금속이 함유되어 위해를 끼칠 수 있는 단점이 있다. 아울러 퇴비 생성과정에서 농작물에 필요한 질소가 많이 유실되는 단점이 있다.

[그림 5-3] 퇴비화 기본원리

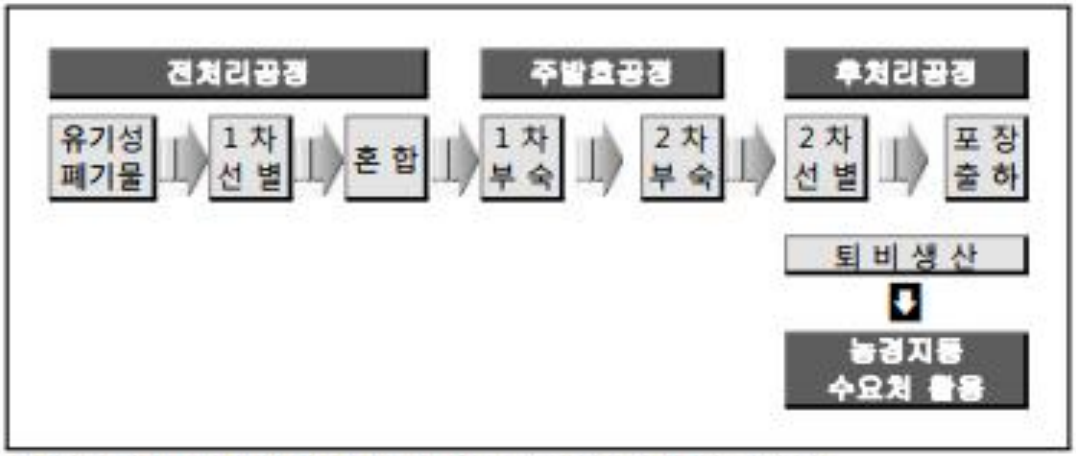
출처: 광주 광산구 저탄소녹색마을조성 타당성조사 및 기본계획, 건화, 2012

가) 호기성퇴비화 방식

호기성 퇴비화 설비는 음식물류폐기물을 낙엽, 왕겨, 톱밥등과 함께 충분히 교반한 후 발효조에서 미생물이 유기물을 분해할 때 발생하는 발효열에 의해 발효의 촉진과 수분의 증발을 동반하는 호기성 미생물에 의한 발효후 안정화 단계를 거쳐 최종퇴비를 생산하는 설비로 전처리 공정(선별, 혼합 등), 주발효공정(발효, 숙성), 후처리 공정(선별, 균질화, 포장 등)으로 구분된다.

호기성 퇴비화의 주요 처리공정은 다음 에서와 같이 전처리공정인 반입, 선별, 탈수 및 혼합, 주처리공정인 1,2차 부숙, 퇴비반출과정인 후처리공정으로 구성되어 있으며 생산된 퇴비는 농경지 등 수요처로 활용되며 전처리 및 주발효공정만을 거친 퇴비는 전문 퇴비 생산업체에 퇴비원료로 공급되거나 위탁 생산되는 과정을 거친다.

[그림 5-4] 호기성 퇴비화 처리공정



출처: 광주 광산구 저탄소녹색마을조성 타당성조사 및 기본계획, 건화, 2012

나) Bio-drying

Bio-drying은 MBT기술의 역사에서 비교적 최근에 등장한 기술이며, 폐기물에 수분이 많은 남부 유럽(이탈리아, 스페인, 프랑스 등)이나 영국 등에서 활발하게 보급되고 있는 기술이다. Bio-drying은 'SRF의 제조공정 '과 거의 동일시되는 개념으로서 폐기물 에너지화(WtE)의 한 방법으로 간주된다.

현재 상용 MBT 시설에는 다양한 형태의 Bio-drying 공정이 적용되고 있다. 운전방식에 따라서 회분식과 연속식으로 나뉘며, 반응기의 형태에 따라 로터리드럼형, 터널형, 박스형, 컨테이너형 및 커버형 등으로 분류할 수 있다.

다음은 여러 종류의 Bio-drying 공정에 대한 기술공법사별로 나타내었다. Convaero사는 고어텍스로 유명한 Gore사에서 제조한 Gore커버를 이용하여 폐기물을 건조시키는 기술을 보유하고 있으며, Nehlsen사는 컨테이너박스를 폐기물의 bio-drying에 반응기로 활용하고 있으며, 컨테이너박스의 구조상 적재가 가능하기 때문에 회분식 공정임에도 불구하고 공간에 대한 제약을 덜 받을 수 있는 장점을 가진다. Bedminster사는 로터리드럼을 이용하여 폐기물을 건조시키는 기술을 보유하고 있으며, 연속식 공정이기 때문에 좁은 부지면적으로도 큰 처리용량을 가질 수 있으나, 건설비 및 운영비등의 경제성이 다소 떨어지는 단점을 가진다.

Bio-drying을 통한 폐기물 연료화시설 잔재물의 수분함량을 목표치까지 달성하는데 소요되는 시간은 일반적으로 회분식 공정에 비해 연속식공정에서 좀 더 짧으나, 이는 실험등에 의해 선정되어야 할 것으로 판단된다.

로터리드럼에 비해 커버나 박스형 Bio-drying 공정에서는 잔재물의 위치(높이)에 따라 수분함량이 차이를 보인다는 점 등 다소 불균질한 상태로 처리될 가능성이 높다. 또한, 로터리드럼이 생활폐기물의 Bio-drying에 적용되는 주된 이유로 파봉 및 파쇄효과를 꼽을 수 있으나, 잔재물의 처리에 있어서는 잔재물의 크기가 생활폐기물에 비해 작기 때문에 이러한 기능이 불필요할 것으로 판단된다. 따라서 생활폐기물 연료화시설 잔재물의 생물학적 처리방안으로는 커버형 또는 컨테이너박스형 Bio-drying기술이 적합할 것으로 보인다.

〈표 5-3〉 상용 Bio-drying 기술별 특징

구분	Cover (semi-permeable)	Box (In-vessel)	Rotary drum
기술공법사	Convaero, Gore	Nehlsen	Bedminster, Masias
운전방식	회분식	회분식	연속식
악취처리	불필요(자체차단)	필요	필요
설치비	중간	중간	높음
운영비	낮음	낮음	높음
부지소요면적 (동일처리량적용시)	높음	중간(적재시)	낮음
기기설비	단순	단순	복잡
선정결과	O		
대표사진			

출처: 생활폐기물 연료화시설의 잔재물 성상분석 및 개념설계 용역, 포스코, 2014

다) 혐기성 소화방식

혐기성소화란 산소 부재상태에서 유기물을 분해하기 위해 미생물을 이용하는 생물학적 공정이다. 공학적 설계에 의한 혐기성소화조 내에서의 유기물 소화는 밀폐 공간인 반응조 내에서 일어나며, 이러한 혐기성소화에서의 가스발생량과 폐기물 분해속도를 극대화하기 위해서는 반응조 내의 수분함량, 온도, pH와 같은 물리·화학적 요인과 다양한 유기물을 분해, 안정화시키는데 필요한 가수분해 단계, 산 생성 단계, 메탄생성 단계와 같은 생물학적 공정으로 구성된다.

① 혐기성소화 공정 분류

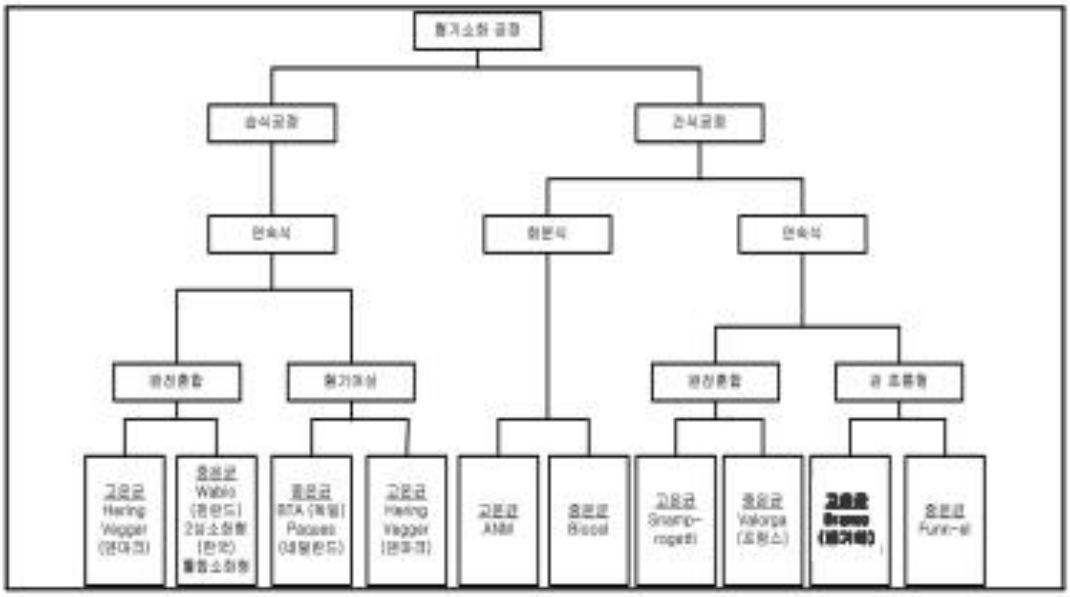
혐기성소화 공정의 분류는 (그림 6.1.3-1)에 나타난 바와 같이 우선적으로 고형물함량에 따라 습식(6~15% TS)과 건식 (16~40% TS)공정으로 나눌 수 있으며, 반응기 배열형태에 따라 단상(single-phase) 혹은 이상(two-phase)시스템으로 분류되고, 최종적으로 소화조 온도에 따라 중온 (33~38℃)소화와 고온(52~58℃)소화 공정으로 구분되어 진다.

〈표 5-4〉 혐기성소화조 운전조건

구 분	운전조건	비고
온도	중온소화: 30~40℃ 고온소화: 50~60℃	운전온도 상승 시 추가적인 반응조 가온비용 발생
수리학적 체류시간(HRT)	15~30일	CSTR공정 기준
pH	중성 유지 (pH 7.0 부근)	메탄생성세균(methanogen)의 최적성장 pH
산화환원전위(ORP)	-300 mV 이하 유지	유기탄소의 메탄환원 조건
COD 제거효율	40~95%	처리대상 물질의 성상에 따라 큰 차이를 보임

자료: - G. Tchobanoglous, F. L. Burton, and H. D. Stensel (2004) "Wastewater Engineering: Treatment and Reuse", 4th edition, McGraw-Hill, Inc.
- Gerardi, M. H. (2003) "The Microbiology of Anaerobic Digesters", Wiley-Interscience
- Eunomia Rresearch & Consulting (2006) "Feasibility Study Concerning Anaerobic Digestion in Northern Ireland"

[그림 5-5] 혐기성 소화공정의 분류



② 반응조 형태 검토

• 혐기성소화 반응조

현재 널리 사용되고 있는 혐기성소화 기술은 다음 표에 제시한 바와 같이 분류할 수 있으며, 각 기술의 가장 큰 차이점은 반응조 내의 미생물 생장형태와