

[지속가능성 연구]

지속 가능한 도시 자원 순환 전략 연구:

도시의 플라스틱 자원순환경제 사례

2019.09.06.

최종보고회

이태동 (연세대 정치외교학과)

백우열 (연세대 정치외교학과)

신상범 (연세대 국제관계학과)

여시재 인사이트

- 백우열: 플라스틱 코리아: 지속불가능성과 순환자원의 생태계 구축
- 신상범: 두 도시 이야기: 순환경제 구축 사례와 한국에의 시사점
- 이태동: 지속가능한 순환 도시, 4R (Reduce, Reuse, Recycle, Recover) 실천이 핵심이다.

[목 차]

I. 서론: 연구 배경, 목적, 필요성, 기대효과

II. 자원순환 관점에서 기존 도시의 신진대사 진단: 플라스틱 사례를 중심으로

- 2.1 도시 자원 순환의 지속불가능성과 자원고갈
- 2.2 플라스틱
- 2.3 도시 플라스틱 자원 순환
- 2.4 도시의 플라스틱의 자원순환 신진대사 측정과 진단 방안

III. 순환경제 사례 연구: 암스테르담, 기타큐슈, 천진

- 3.1. 서론
- 3.2. 암스테르담 사례
- 3.3. 기타큐슈 사례
- 3.4. 중국 천진 중신생태성 사례
- 3.5. 함의

IV. 도시의 순환형 신진대사 구현을 위한 세부 전략 도출: 4R in urban circular economy (energy and waste)

- 4.1. 4R: 순환 도시 전략 분석틀
- 4.2. 감축 Reduce – 정책, 생산, 소비, 신산업
- 4.3. 재사용 Reuse – 정책, 생산, 소비, 신산업
- 4.4. 재활용 Recycle – 정책, 생산, 소비, 신산업
- 4.5. 회수 Recovery – 정책, 생산, 소비, 신산업
- 4.6. 4R을 통한 자원 순환 도시 구축 시도의 실제 사례들

I. 서론: 연구 배경, 목적, 필요성, 기대효과

- 지속가능한 도시 자원의 순환을 위해서는 새로운 시스템의 도입이 필수적이며, 도시 신진대사적(urban metabolism) 차원에서 자원을 수입, 즉 외부의 의존도를 낮추고 도시와 배후지(hinterland)의 자원 추출 부담을 경감하며, 끊임없이 증가하는 자원 소비로 인한 배후지와 지역, 국가, 세계에 대한 영향력의 감소가 필요
 - 현대의 도시는 지속가능성과 지속불가능성 사이에서 선택의 시점에 다다른 것
- 이에 대한 정책적 대안으로 도시 신진대사 시스템의 구조를 기존의 선형 신진대사(linear metabolism)에서 순환형 신진대사(circular)로 전환하는 것에 대한 글로벌 차원에서의 논의가 이루어지고, 합리적 대안으로서 수용
 - 선형 신진대사는 특정 도시 내에 물질이 투입(input)되고 사용된 후에 폐기/배출되는 산출물(output)이 어떠한 형태로든 재사용(reuse)-재활용(recycle)-재발견(recover) 되지 않는 시스템 구조이며, 순환형 신진대사는 도시 내에서 배출된 상당량의 산출물(output)이 여러 형태의 물리적, 화학적 공정을 통해서 다시 도시에 필요한 투입물(input)로 재탄생되어 활용되는 시스템 구조

I. 서론: 연구 배경, 목적, 필요성, 기대효과

- 도시의 순환형 신진대사에 대한 학술적, 정책적, 실제적 접근과 가장 시급하게 결합되는 자원 또는 물질이 바로 플라스틱
 - 현재 글로벌 차원에서 도시의 신진대사 측면에서 가장 큰 이슈가 되고 있는 플라스틱은 우리의 일상 생활에서 절대적인 위치를 차지하고 있으며 이로 인한 생산, 분배, 소비, 재활용, 폐기의 선형 신진대사 시스템은 도시 생태계의 가장 큰 막힘점(Choke Point)으로 부상
- 이러한 문제의식을 기반으로 다음의 4가지 단계를 기반으로 분석을 시도
 - (1) 현대 도시의 공통적 자원 획득, 전달, 소모, 재활용의 구조를 도시의 플라스틱 신진대사의 측면에서의 개념적으로 분석
 - (2) 이러한 도시 플라스틱의 순환형 신진대사의 측정 및 분석을 위한 기초적 방법을 제시
 - (3) 이를 유럽(암스텔담), 일본(기타큐슈), 중국(텐진)에 적용하여 도시의 플라스틱 순환형 신진대사의 조건 논의
 - (4) 이를 구체적인 정책대안으로서 4R(Reduce, Reuse, Recycle, Recovery)을 제시하며 (각각에 생산 (Produce Right)의 요소도 포함) 한국의 현황에 대한 객관적인 분석을 시도, 향후 정책적 방향을 제시

I. 서론: 연구 배경, 목적, 필요성, 기대효과

- 플라스틱을 하나의 사례로 하여 본 연구는 자원문제를 극복할 수 있는 지속가능도시 구축 전략 및 지속가능도시 적용 미래 기술·산업 도출 & 도시 순환형 경제 시스템의 구축이 실질적으로 도시의 지속가능성을 강화할 수 있는가에 대한 기초적인 답을 제시하는 것이 목적
- 순환형 도시에 대한 가능성과 한계 탐색, 자원문제 (에너지와 폐기물) 관련 도시 지속불가능성/가능성 요소 탐색, 도시 신진대사의 순환형 경제 시스템에 대한 필요성과 가시적인 기대효과를 제시
- 지속가능한 소비에 대한 시민들의 인식을 제고하고 순환형 자원 창출의 효율적인 비즈니스 모델을 활성화
- 새로운 관점에서 도시의 지속불가능성의 극복을 접근하는 새로운 전략 제시 및 전방위적인 부가가치 창출이 가능한 산업에 대한 아이디어 도출

II. 자원순환 관점에서 기존 도시의 신진대사 진단: 플라스틱 사례를 중심으로

2.1 도시 자원 순환의 지속불가능성과 자원고갈

2.1.1 지속 가능한 발전과 지속불가능한 발전의 정의, 연구의 기초적 개념화 과제

- '지속가능한 개발', '지속가능한 발전'은 1987년 '환경과 개발에 관한 세계위원회'가 발표한 '우리 공동의 미래(Our Common Future)'라는 보고서에서 처음 사용
 - 지속 가능한 발전을 '미래 세대가 그들의 필요를 충족시킬 수 있는 가능성을 손상시키지 않는 범위에서 현재 세대의 필요를 충족시키는 발전'이라고 정의하고 '환경적으로 건전하고 지속 가능한 발전 (Environmentally Sound and Sustainable Development: ESSD)'의 개념을 확립
- 지속불가능성 연구는 개념적인 혼란을 겪고 있는 근본적인 원인
 - (1) 지속불가능성의 핵심 개념인 자원 및 자원고갈에 대한 정확한 개념화 없이 피상적인 개념으로 뭉뚱그려 접근하는 경향에 기인
 - (2) 지속불가능성이 왜 발생하는가에 대한 기초적인 논리를 명확히 하지 않고 표면적으로 나타난 자원고갈과 자원비순환성의 현상들에 천착하기 때문

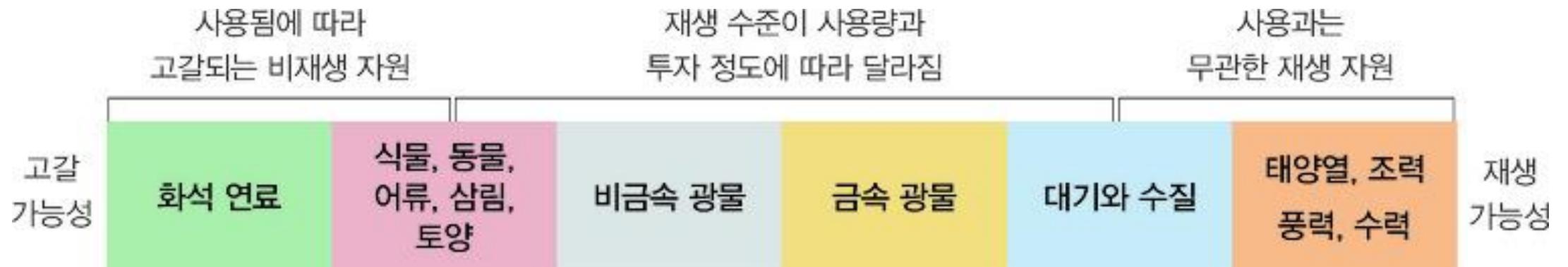
II. 자원순환 관점에서 기존 도시의 신진대사 진단: 플라스틱 사례를 중심으로

2.1 도시 자원 순환의 지속불가능성과 자원고갈

2.1.1 지속 가능한 발전과 지속불가능한 발전의 정의, 연구의 기초적 개념화 과제

- 본 연구에서는 자원에 대한 정의와 더불어 자원고갈의 정의, 종류, 특성, 문제, 실제성을 개념화하여 자원 순환을 통한 기존 도시의 신진대사 진단을 추구하고, 자원비순환성의 원인들을 규명하여 이에 대한 기본적인 개념화를 기반으로 기존 도시의 자원순환 신진대사를 측정할 것
 - 그 중 **'플라스틱(plastic)'**을 핵심 자원으로 규정하고 이의 도시 신진대사 내에서의 순환을 중심으로 신진대사를 측정

2.1.2. 자원의 정의



II. 자원순환 관점에서 기존 도시의 신진대사 진단: 플라스틱 사례를 중심으로

2.1 도시 자원 순환의 지속불가능성과 자원고갈

2.1.3. 자원의 종류

- 동력자원 : 에너지를 내는 자원
- 광물자원 : 땅속에 있는 채취 가능한 경제적·잠재적 가치가 있는 광물
- 물자원 : 산업 용수와 생활용수; 식량자원; 삼림자원
- 재생자원과 비재생자원 : 재생과 고갈 여부에 따라 구분

2.1.4. 자원의 특징

- 가변성 : 자원의 의미와 가치는 인간의 기술 수준이나 경제적인 수준, 문화적 배경에 따라 달라짐.
- 경제성 : 경제적인 가치에 따라 자원의 의미가 달라짐.
- 유한성 : 사용 가능한 자원의 양이 한정되어 있음.
- 편재성 : 특정 지역에 치우쳐 분포되어 있음.

II. 자원순환 관점에서 기존 도시의 신진대사 진단: 플라스틱 사례를 중심으로

2.1 도시 자원 순환의 지속불가능성과 자원고갈

2.1.5. 자원고갈의 정의

- 자원고갈(resource depletion): 산업의 발전과 인간의 생존, 그리고 지구생태계에 필수적인 자원의 감소
 - 대체적으로 자원고갈 자체에 대한 합의가 이루어지지 않았으며, 자원고갈의 예측 그룹과 부정 그룹으로 나뉘어서 논쟁이 진행되고 있으며, 회의론 역시 많음(Magdoff, 2018)

2.1.6. 자원고갈의 원인

- 인구증가, 소비증가 및 이를 위한 과도한 자원 사용
- 화석동력자원 및 광물자원 채굴 사용 증가
- 기술적, 산업적 발전
- 삼림자원 개발, 훼손 및 수자원(물) 남용, 해양자원 남획
- 환경오염 (기후변화/온난화, 토양유실, 각종 오염 등) 및 각 자원 자체의 오염
- 식량자원 과소비

II. 자원순환 관점에서 기존 도시의 신진대사 진단: 플라스틱 사례를 중심으로

2.1 도시 자원 순환의 지속불가능성과 자원고갈

2.1.7. 자원고갈 거버넌스의 정의

- 아직까지 자원고갈에 대한 거버넌스란 개념은 확립되지 않았음.
 - 거버넌스, 특히 초국적 거버넌스의 필요성을 미리 상정하고 그에 대한 논리 개발을 요구하는 것에 대해 '기본적인 문제 자체에 대한 검토 없이 거버넌스가 가능한가'에 대한 우선적 재고가 필수적
 - '자원고갈'의 가장 큰 문제는 '인구증가'와 '소비증가'인데 이에 대한 초국가적인 거버넌스가 가능한 것인가?
 - 고갈되고 고갈되지 않는 자원의 종류가 다 다르므로 이에 대한 '맞춤형' 분석과 대안 제시가 요구
- 특히 자원(플라스틱)순환과 도시 신진대사 진단의 측면에서 자원고갈 거버넌스가 어떻게 정의되고 실행될 수 있는지는 세계 차원과 함께 현 인류의 기본 공동체 단위 중 하나인 도시를 중심으로 분석 필요
- 플라스틱 자원은 석유 등에서 추출된 나프타의 공급이 편재적이 아닌 보편적으로 이루어지면서 높은 경제성과 가변성을 지닌다는 맥락에서 고갈성 자원이지만 상당 기간 고갈되지 않는 자원으로 볼 수 있음.

II. 자원순환 관점에서 기존 도시의 신진대사 진단: 플라스틱 사례를 중심으로

2.2. 플라스틱

- 플라스틱

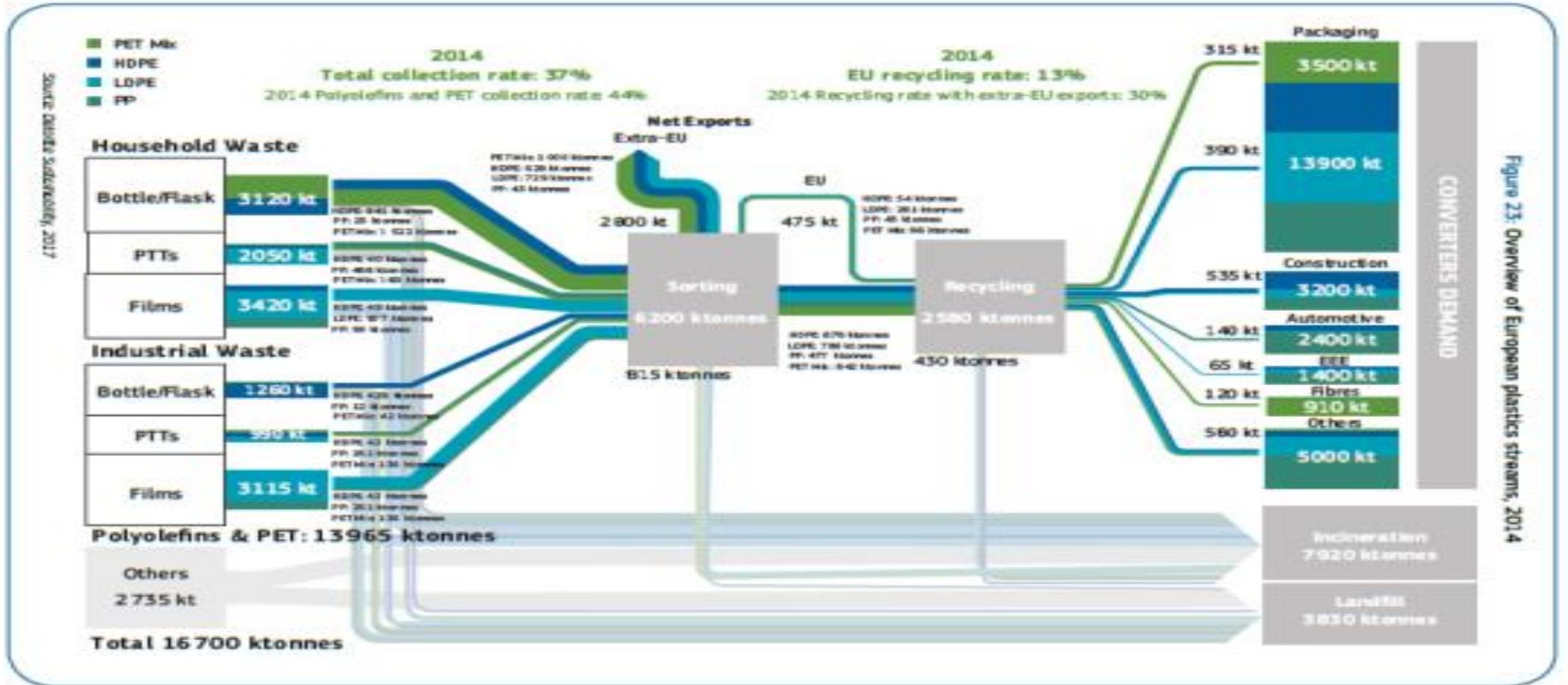
- 원유에서 분별증류(fractional distillation: 끓는점이 상이한 혼합물을 가열하여 끓는점이 낮은 것부터 높은 것을 유출하여 혼합물을 분리하는 과정)를 통하여 75도~150도 사이에서 추출되는 나프타(Naphtha)에서 다시 여러 가지 화학반응 과정이 작용하여 만들어지는 여러 가지 합성(synthetic) 수지(resin)를 의미
- 20세기를 거치며 자연에서 획득하여 사용할 수 있으며 여러 물질/자원의 고갈과 비경제성을 극복하는 신소재 로써 인간의 삶의 모든 측면과 함께 성장, 연간 5,000억 달러 규모의 석유화학 산업의 핵심 생산물이자 전 산업 생태계의 기초 투입요소(feedstock)로써 기능

- '일회용 플라스틱 포장재(single-use package)'는 플라스틱 제품 중에 가장 짧은 생명주기(life span)를 지니고 있으며, 플라스틱 환경오염에서 가장 큰 부분을 차지하고 있는 오염원인 중 하나
- 엄청난 플라스틱 소비량 및 폐기량은 세계 최고 수준, 한국의 대표 산업인 석유화학산업은 세계를 주도 하는 수준으로서 막대한 플라스틱 소재의 생산을 책임지고 있는 맥락에서 한국은 '플라스틱 코리아'라고 불려질 수 있는 수준

II. 자원순환 관점에서 기존 도시의 신진대사 진단: 플라스틱 사례를 중심으로

2.2. 플라스틱

<참조: 유럽의 플라스틱 제품의 흐름>



II. 자원순환 관점에서 기존 도시의 신진대사 진단: 플라스틱 사례를 중심으로

2.3. 도시 신진대사 순환

- 도시 신진대사 (Urban Metabolism)의 정의와 특성, 그리고 플라스틱

- 도시 신진대사는 시스템적인 관점에서 사회적, 경제적, 정치적, 영역적, 생태적, 자원적, 폐기물적 요소들의 상호작용을 연결하여 도시를 파악하는 접근법으로써 도시가 얼마나 복잡다단한 구조로 되어 있는가를 인정하는 도시 분석의 한 접근법, 도시를 자원들의 흐름, 즉 유입, 전환, 보관, 폐기되는 흐름을 지닌 하나의 생명 유기체로써 파악
- 도시 신진대사 연구는 수많은 데이터의 수입과 분석 그리고 기술적, 사회경제정치적 과정들의 총합으로서의 분석에 기반(Kennedy and Hoornweg, 2012; Kennedy et al., 2007)
 - 다분야적, 다각적, 다층적 데이터의 수집이 필수적
 - 이는 매우 많은 시간적, 경제적, 인력 자원이 필요하므로 개인, 기업, 또는 지방 수준에서 수행하기가 매우 어려우며 국가 또는 초국가 수준에서의 대규모 협동 연구가 '지역적', '미시적' 포커스를 통해 수행될 필요

II. 자원순환 관점에서 기존 도시의 신진대사 진단: 플라스틱 사례를 중심으로

2.4. 도시의 자원순환 신진대사 측정과 진단 방안

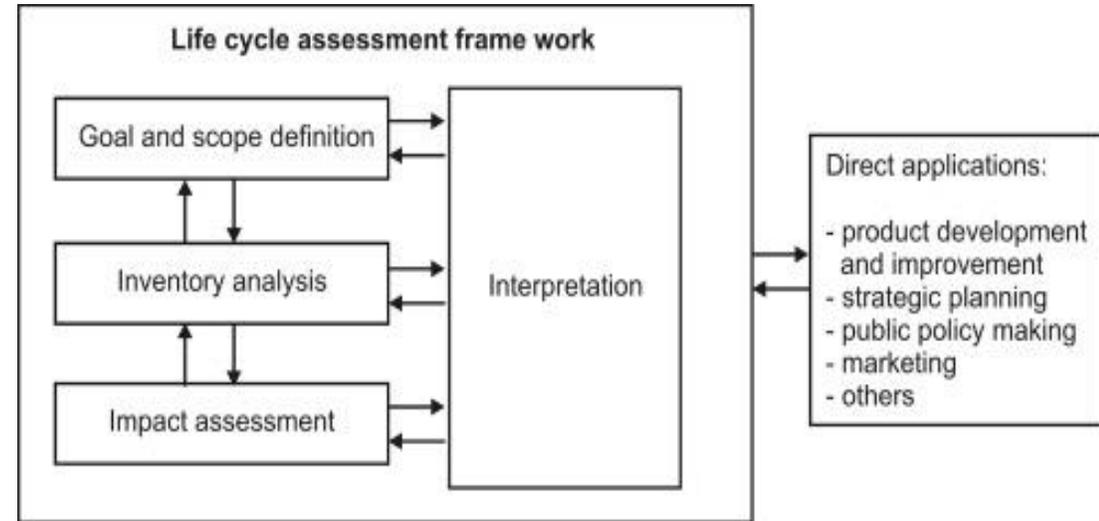
- 도시 신진대사의 측정 지표(indicator)를 설정하여 자원과 폐기물의 물리적 흐름과 그 흐름의 사회경제 정치적 측면의 양적, 질적 층위를 결합해내는 네 가지 부분을 분석
 - 1층위: 거대도시의 정의(공간적 범위, 인구, 경제)
 - 2층위: 생물물리학적 특징(토지영역, 도시화영역, 기후, 건축면적)
 - 3층위: 총합 도시 신진대사 변수 (에너지 소비, 전기 자원, 물/식량/건축자재 소비, 고품폐기물/폐수 생산)
 - 4층위: 유틸리티 역할 (기본 유틸리티 자원 (전기, 가스, 난방, 냉방, 물, 폐수)) 공급배분자의 수와 소유권과 이 기본 서비스(식수, 하수, 쓰레기처리)에의 접근도
- 전과정평가(Life-Cycle Assessment)의 방법론적 접근을 시도하여 실제 도시 사례 연구의 개념틀/측정틀인 4R(reduce, reuse, recycle, recover)의 접근 방법을 통해 연구를 발전
 - 전과정평가 : 물건의 원료 획득, 조작/제작, 배분/운송, 사용/재사용, 최종 폐기 과정에서 투입되는 에너지, 물, 토지, 광물 자원의 사용과 부산물로서의 대기, 수계, 토양으로의 환경 부하량을 측정 및 정량화하여 전반적인 환경에 미치는 영향을 개선하고자 하는 기법

II. 자원순환 관점에서 기존 도시의 신진대사 진단: 플라스틱 사례를 중심으로

2.4. 도시의 자원순환 신진대사 측정과 진단 방안

- 전과정평가(Life-Cycle Assessment)

- 1) 목표의 정의와 범위 (Goal Definition and Scope)
- 2) 물품목록 분석 (Inventory Analysis)
 - 과정 흐름 차트 작성 (Constructing the Process Flow Chart)
 - 데이터 수집 (Collecting the Data)
 - 시스템 범위 정의 (Defining the System Boundaries)
 - 데이터 분석 (Processing the Data)
- 3) 영향 평가 (Impact Assessment)
 - 분류 및 특징 묘사 (Classification and Characterization)
 - 가치 평가 (Valuation)
- 4) 개선 평가 (Improvement Assessment)
 - 보고 및 개선 평가 (Reporting and Improvement Assessment)



- '전 과정 평가' 방법은 도시 신진대사(urban metabolism) 개념들과 결합되어 자원고갈에 기인한 지속 가능한 도시 자원(플라스틱)과 신진대사 연구의 구체적 접근법인 4R과 연결

- 실제 도시 사례 연구의 개념들/측정들인 4R의 관점에서 핵심적인 결절점(node) 또는 병목점(choke point)을 파악하는 형태로 분석하고 이를 실질적인 정책 실천으로 직결시켜 플라스틱 자원순환 간 신진대사의 혈맥을 뚫어내는 형태로 이 틀을 적용

Ⅲ. 순환경제 사례 연구: 암스테르담, 기타큐슈, 천진

3.1. 서론

- 선진국의 사례로서 네덜란드의 암스테르담(Amsterdam)과 일본의 기타큐슈(北九州) 시의 순환경제 정책을 분석 & 개도국의 사례로서는 중국의 중신생태성(Sino-Singapore Tianjin Eco City)의 사례를 분석
- 네덜란드의 암스테르담은 2015년에 도시 차원에서 순환경제로의 전환을 선포하고 로드맵을 수립하였는데 이는 전 세계에서 최초의 사례, 암스테르담의 순환경제 전략은 말 그대로 Learning by Doing 즉 자유로운 실험과 시도를 통해 혁신을 주도하는 리빙랩(Living Lab) 주도 접근으로 유명
- 일본의 기타큐슈는 일본뿐 아니라 전 세계적으로 유명한 환경수도(Environmental Capital)로서 중앙정부 주도로 1997년부터 3R(Reduce, Reuse and Recycle)을 실천해 온 도시
- 중국 정부도 제11차 5개년 계획(2006-2010)에 순환경제 추진을 최초로 명시하고 2008년에 『순환경제추진법』을 제정하여 순환경제 정책을 수립, 대표적인 사례로서 중국과 싱가포르가 협력하여 건설 중인 천진(天津)의 생태성 사례를 소개

Ⅲ. 순환경제 사례 연구: 암스테르담, 기타큐슈, 천진

3.2. 암스테르담 사례

- 암스테르담 시에서 순환경제를 구체적으로 실현하는 것은 건축과 음식물 쓰레기 두 분야
 - 먼저 집중하게 된 것은 시정부와 대학, 연구소, 시민단체, 기업, 전문가 집단 그리고 일반 시민들이 모여 토론을 한 결과 이 두 분야가 가장 시급하면서도 효과가 극대화될 수 있는 정책영역이라는 결론을 내렸기 때문

3.2.1. 음식물쓰레기 사례

- 유기 잔여물(organic residual)을 줄이고 이것을 동물의 사료, 바이오 연료 혹은 바이오 플라스틱으로 재생하는 프로젝트
 - 구체적인 시 정책
 - (1) 분리수거를 위한 전반적인 시스템을 만들고 이를 관장하는 스마트 중앙 허브를 구축
 - (2) 도시 내의 매립지역에 있는 43만 가구와 식료품 가공공장들에게 음식물 분리수거를 위한 매뉴얼을 제공
 - (3) 음식물 쓰레기가 적절히 분류되어 동물 사료 혹은 바이오연료로 재활용
 - 이를 통한 경제적 효과 및 관련 신산업
 - (1) 농업 및 식품가공분야에서 약 1,200명의 고용 효과 발생할 것으로 예측
 - (2) 사료 수입 감소로 인한 이익 예상
 - (3) 음식물 가공 산업, 바이오연료 생산업, 사료생산업 등의 활성화

Ⅲ. 순환경제 사례 연구: 암스테르담, 기타큐슈, 천진

3.2. 암스테르담 사례

3.2.2. 건축 사례

- 건축과정에서 자재를 재사용하거나 재활용하여 자원을 절약하고 경제적 가치를 창출하는 프로젝트
- 구체적인 시 정책은 다음의 4단계로 진행
 - (1) 스마트 디자인(Smart Design): 건축을 최초로 설계할 때부터 Module 방식으로 구조화하며 건설현장에서 Module 화 된 부품을 3D 프린터로 제작하여 공급
 - (2) 해체 및 분리(Dismantling and Separation): 기존 건축물들을 해체하는 과정에서 자재를 효과적으로 분리하는 과정이며 이 과정은 고도의 기술을 요구
 - (3) 재사용과 가치 창출(High Value Reuse): 분리된 자재를 재사용하거나 재활용하는 것
 - (4) 재활용된 건축 자재를 안정적으로 공급하고 시장에서 상품화하는 단계, Marketplace and Resource Bank 단계
- 재료 여권(Material Passport): 건축에 필요한 모든 자재들을 여권을 만들어 생명주기를 관리하는 제도
- 2040년까지 항구지역에 7만 가구 건설 예정인데 이 과정에서 이러한 순환경제의 원칙에 입각한 건축정책을 도입하여 3%의 생산성 향상 효과 및 700여개의 일자리 창출 효과 예상

Ⅲ. 순환경제 사례 연구: 암스테르담, 기타큐슈, 천진

3.2. 암스테르담 사례

3.2.3. 함의

- 두 사례에서 기술적 장벽보다는 법적, 제도적 그리고 문화적 장벽이 중요한 걸림돌로 작용
- 이러한 장벽들을 제거하는 역할을 시정부가 한다는 것이 중요
- 지방정부는 혁신이 일어날 수 있는 플랫폼 즉 일종의 놀이터를 제공하고 관리하는 역할을 하고 실제 혁신은 지역의 다양한 행위자들의 자발적이고 자유로운 상호작용에 의해 일어남.
- 시정부는 조율하는 역할을 하고 연구소, 대학, 기업, 개인, 전문가 등이 모여 다양한 아이디어를 공유하고 기술 및 지식을 생산하는 방식으로 순환경제의 구체적인 실천 전략이 마련되는 것
- 놀이터가 중요한 이유는 다양한 배경을 가진 사람들이 정보와 아이디어를 공유할 수 있음은 물론 과거 프로젝트에서 실패의 경험까지도 축적되기 때문임.

Ⅲ. 순환경제 사례 연구: 암스테르담, 기타큐슈, 천진

3.3. 기타큐슈 사례

3.3.1. 환경도시 기타큐슈

- 기타큐슈시는 규슈(九州) 후쿠오카 현(福岡縣)에 위치한 도시로서 1963년 인접한 모지(門司), 고쿠라(小倉), 야하타(八幡), 토바타(戸畑), 와카마쓰(若松)의 5개 군소도시들을 통합하여 탄생된 전형적인 일본의 계획형 산업도시
- 급속한 산업화로 인해 발생한 대규모 산업공해로 극심한 대기 및 수질오염의 지옥이 되었지만 일본 정부가 기업으로 하여금 해당 지역의 공해를 처리하도록 하는 방식으로 1971년부터 1997년까지 기타큐슈에서 총 183개의 공해처리협약이 완료
- 정부가 반강제적으로 기업으로 하여금 공해처리비용을 지불하도록 하는 방식으로 진행한 결과 도시는 극적인 반전을 보여주게 되었으며 이러한 성과가 국내외에 알려지고 유엔환경계획(UNEP)이나 경제협력개발기구(OECD) 등으로부터 의미 있는 수상을 하게 되면서 환경수도(environmental capital)로서 세계적 명성을 얻게 됨.

Ⅲ. 순환경제 사례 연구: 암스테르담, 기타큐슈, 천진

3.3. 기타큐슈 사례

3.3.2. 기타큐슈의 순환경제 정책 (페트병 사례를 중심으로)

- 3단계로 나누어 계획을 실행, 일본에서 최초로 체계적인 3R정책이 수립되고 집행
 - 1단계(1997년부터 2002년까지)에는 주로 재활용(Recycle)에 초점을 맞추고 2단계(2002년부터 2010년)에는 주로 재사용(Reuse)에, 그리고 3단계(2010년부터 2017년)에는 주로 감량(Reduce)에 중점
- 2019년 8월 기준, 26개의 재활용 및 재사용 관련 기업이 입주하고 있으며 이들이 약 60여 개의 연구 프로젝트를 수행
 - 에코타운에서 다루는 재료는 폐지, 페트병, 음식물 쓰레기, 형광등, 자동차 부품, 휴대폰, 의료기기 등 다양하며 각각을 담당하는 회사가 설립, 조직적인 분업에 의해 역할분담이 이루어지고 있음.
 - 각 재료의 재사용 및 재활용을 가능하게 하는 법적 근거가 마련
 - 기타큐슈 지역에 소재하고 있는 대학들과 연구소들이 합류하여 새로운 기술을 개발하고 이것이 상품화되면서 에코타운의 3R은 더욱 활기
 - 기타큐슈 에코타운이 가장 규모가 크고 활성화되어 있으며 가와사키시나 이이다시 정도가 근접하는 정도의 규모로 운영되고 있으며, 대표적인 사례 몇 개를 제외하고는 소규모이며 다소 형식적

Ⅲ. 순환경제 사례 연구: 암스테르담, 기타큐슈, 천진

3.3. 기타큐슈 사례

3.3.2. 기타큐슈의 순환경제 정책 (페트병 사례를 중심으로)

- 3R중에서 재사용(Reuse)과 재활용(Recycle)이 활발히 이루어지고 있는 반면 감축(Reduce)이 병행되고 있지 않고 있음.
 - 페트병 재활용의 경우 페트병의 생산이나 소비 자체를 줄이려는 정책이나 캠페인이 부족
 - 서일본 페트병 재활용 주식회사는 초기에 페트병 공급 부족이 문제
 - 기타큐슈 시 내에서는 공장을 가동하여 수익을 창출시킬 정도로 충분한 분량의 양질의 페트병 확보가 어려워 현재 까지도 큐슈 전체에서 페트병을 수거해 오고 있으며, 중국이 2018년 1월 플라스틱 수입 금지 조치를 내리기 이전에는 중국 업체들이 페트병을 좋은 가격으로 대량으로 수입을 해 갔기 때문에 이 공장에서는 페트병 확보 단계에서 지출이 증가
 - 양질의 페트병 확보를 위해서 시민들이 페트병을 더욱 많이 그리고 깨끗이 소비해야 하는 상황
- 페트병은 프리이크로 만들어 의류, 가방, 계란 케이스, 볼펜 등 다양한 제품의 원료로 사용되는데 이에 대한 소비가 활성화되고 재활용사업이 바람직한 비즈니스 모델이 되는 수준까지 발전한 것은 아님.

Ⅲ. 순환경제 사례 연구: 암스테르담, 기타큐슈, 천진

3.3. 기타큐슈 사례

3.3.2. 기타큐슈의 순환경제 정책 (패트병 사례를 중심으로)

- 1970년대와 80년대에 걸쳐 자체적으로 환경정책을 대대적으로 수행하여 명성을 얻게 되자 중앙정부에서 관심을 보이고 집중적으로 지원
 - 정부의 지원은 정치적, 행정적 지원이지 재정적 지원이 아니므로, 재정은 대부분 지방에서 마련해야 하기 때문에 그러한 능력을 가진 지방이 이러한 프로그램을 성공적으로 실행할 가능성이 높음.
- 지방정부의 입장에서는 지역에 있는 기업을 강제하여 재정을 대규모로 투입하여 재활용단지를 건설해야 하기 때문에 부담이 될 수밖에 없으므로, 기타큐슈와 같은 성공사례가 일본 내에서도 쉽게 전파되기 힘들.
- 일본에서 가장 깨끗하고 친환경적이며 모범적인 재활용도시에서 인구가 감소하고 있으며, 고령화, 기업 이전, 버려진 시설과 주택 문제, 실업 증가 등의 문제가 뒤따라오면서 결국 순환경제를 뒷받침하고 있는 지역 기업들이 제 역할을 못할 경우 순환경제 자체가 위협받을 수 있음.

Ⅲ. 순환경제 사례 연구: 암스테르담, 기타큐슈, 천진

3.4. 중국 천진 중신생태성 사례

3.4.1. 배경

- 중국에서는 생태 도시 건설이 약 2000년대 초반부터 추진, 현재 전국적으로 최소한 약 100개 이상의 생태성 건설 프로젝트가 진행 중인데, 이들 대부분은 엄격한 환경 기준에 의해 건설되고 있는 것이 아니라 대규모 신도시 개발로서의 성격이 더 강함.
 - 텐진(天津)의 경우 싱가포르 정부와 손을 잡고 싱가포르의 대표 기업인 Keppel이 참여하여 생태성을 건설하고 있으며, 칭다오(靑島)의 경우 독일 정부와 손잡고 독일의 부동산 및 건축디자인 기업인 Far Eastern Consulting이 참여하여 중독생태원이라는 생태성을 건설
- 중신천진생태성(中新天津生態城, Sino-Singapore Tianjin Eco City, SSTECC)은 2007년에 중국의 원자바오 총리와 싱가포르의 고척동 총리가 기본 협약을 맺으면서 시작
 - 천진 외곽의 빈하이신구 방면의 탕구와 한구 지역 일대로 확정하여 2009년에 양측이 50:50으로 중신천진 생태성 투자개발 유한공사(Sino-Singapore Tianjin Eco City Investment and Development Co., Ltd.)를 설립하고 건설 개시
 - 기획 단계에서부터 중앙정부의 관심과 지원이 결정적이었으며, 이 프로젝트를 지속하게 만드는 결정적인 요인

Ⅲ. 순환경제 사례 연구: 암스테르담, 기타큐슈, 천진

3.4. 중국 천진 중신생태성 사례

3.4.2. 현황

- 2019년 8월 현재 중신생태성 건설 프로젝트는 약 30퍼센트 정도의 공정율을 보이고 있으며, 약 10만 명이 거주하고 있으며 8천 개 정도의 크고 작은 기업들이 입주
- 건설 당시부터 친환경적 목표를 명확히 하기 위해 핵심성과지표(Key Performance Index)를 제시
 - 대부분 환경 관련 지표들로서 녹지 면적 비율, 재생에너지 사용 비율, 빗물 재생 비율, 대기오염 및 수질 오염 기준 등을 포함
 - 현재 지표값들이 공개되고 있지 않아서 인근 지역에 비해 얼마나 친환경적인지 정확히 파악이 어려움.
- 3R과 관련해서 주민들이 재활용품을 분리 배출했을 때 인센티브를 갖게 되는 제도와 음식물 쓰레기를 분리 배출하게 되는 시스템을 갖춘 것이 전부
- 에코셀 방식으로 거주지를 설계

Ⅲ. 순환경제 사례 연구: 암스테르담, 기타큐슈, 천진

3.4. 중국 천진 중신생태성 사례

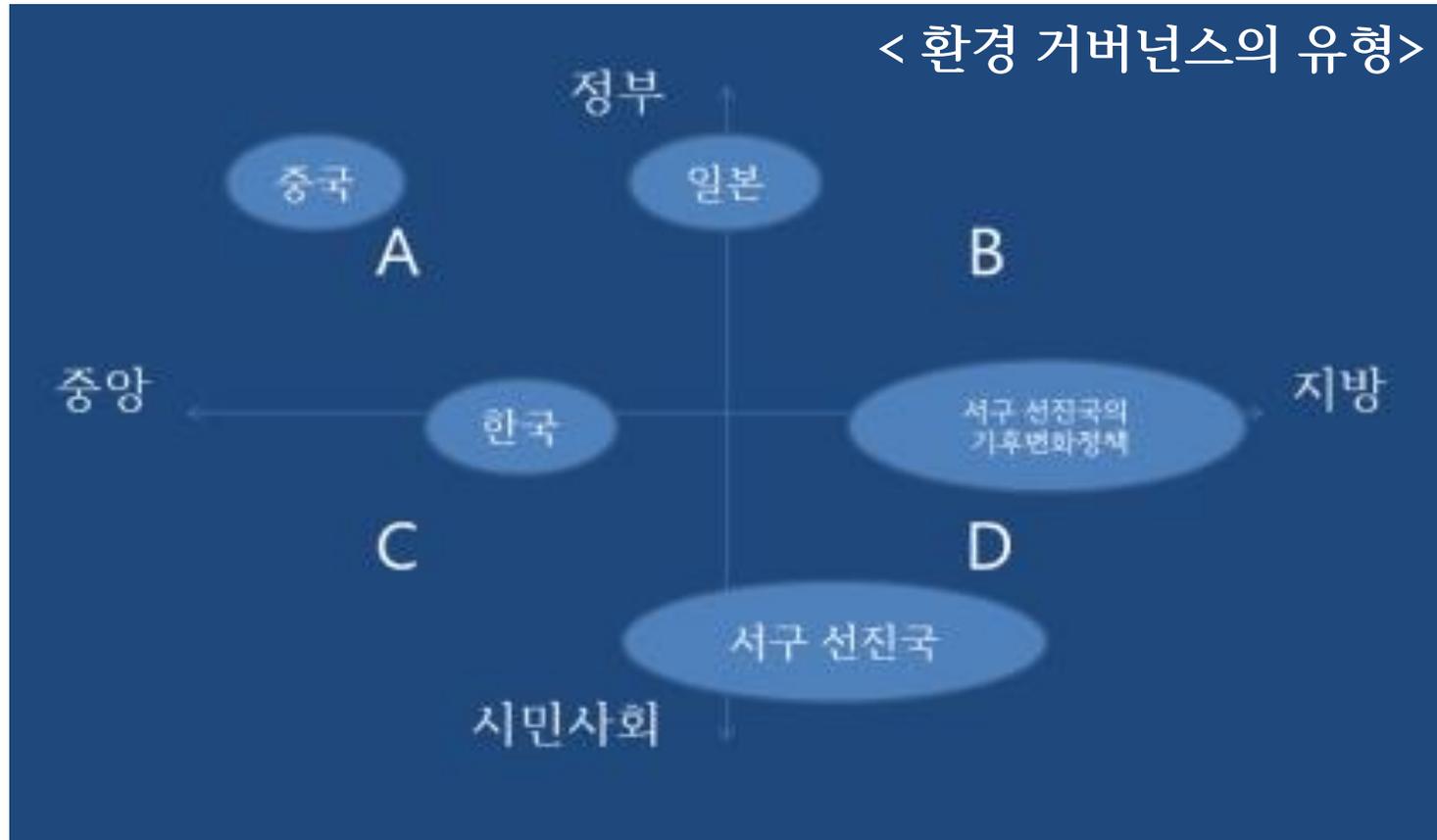
3.4.2. 현황

- 최근 천진생태성이 보다 더 중점을 두고 있는 방향은 에코시티보다는 오히려 스마트 시티이며, 생태성으로서의 특성을 유지하되 모든 시스템을 스마트 시스템으로 바꾸는 노력
 - 스마트 시티 전략은 중앙정부가 적극 추진하고 있는 4차 산업혁명시대에 대비하는 스마트화에 적극 부합하는 방침
- 핵심성과지표(KPI)중 가장 중요한 지표 중 하나인 재생에너지 비율의 경우 목표 값이 20%인데 현재 형식적으로 풍력발전소가 몇 개 설치되어 있고 일종의 전시용으로 건설한 저탄소 리빙랩이라는 건물만이 이 값을 충족시킬 뿐 일반 아파트들은 대부분 화석연료에 의해 운영
- 생태성 추진 주체들은 거주자층을 확보하기 위해 친환경적인 부분을 추진하기 보다는 오히려 좋은 학교들을 유치하는데 집중
 - 학부모로부터 인기가 있는 학교들이 입주하고 대규모 쇼핑센터의 유치도 성공함으로써 인구가 더욱 유입될 것으로 예상

Ⅲ. 순환경제 사례 연구: 암스테르담, 기타큐슈, 천진

3.5. 합의

- 누가 이러한 혁신을 시작하고 이끌고 나가느냐의 문제
 - 암스테르담의 경우 지방정부 및 시민사회가, 기타큐슈와 텐진의 경우 중앙정부 및 현지기업이 주도
 - 서구 선진국에 비해 한국, 중국, 일본의 환경정책이 더 국가 중심적이며 중앙정부 중심적인 경향



Ⅲ. 순환경제 사례 연구: 암스테르담, 기타큐슈, 천진

3.5. 합의

- 중앙과 지방 중 어느 쪽이 주도하는 것이 바람직한지의 문제 역시 각 나라와 도시의 정치적, 제도적 조건에 맞추어 유동적으로 판단할 수 있을 것
- 중앙과 지방이 정확한 역할분담을 하는 것이 더욱 중요
- 중앙정부는 국가 차원에서 순환경제로의 이행을 위한 큰 그림을 그리고 장기적인 계획을 세움으로써 정책 방향을 확고히 제시해야 하며 실제 그 구체적인 실행은 지방에서 자율적으로 할 수 있도록 해야 함.
- 지방에서는 혁신이 일어날 수 있는 구체적인 토대를 마련해야 함.
 - 지방정부가 하는 일은 순환경제를 계획하고 주도하는 것이 아니라 지역의 대학 및 연구기관과의 협력을 통해 기초적인 연구 및 조사를 진행하고 지역의 다양한 행위자들이 문제의식을 공유하고 상호작용할 수 있는 놀이터를 제공하고 관리해야 함.

IV. 도시의 순환형 신진대사 구현을 위한 세부 전략 도출: 4R in urban circular economy (energy and waste)

4.1. 4R: 순환 도시 전략 분석틀

- 4R은 자원 순환을 위한 폐기물 감량(Reduce), 자원의 재사용(Reuse), 자원의 재활용(Recycle), 회수(Recovery)를 의미
- 4R은 국가기본계획의 일환으로 국가 차원의 대책 수립 및 실행되고 있으므로, 도시 단위의 4R 실현이 필요
- 4R을 종합적(comprehensive)이고 순환적으로 활용하기 위해 본 연구는 다음과 같은 틀을 제시

	Reduce	Reuse	Recycle	Recovery
정책	- 현재 어떤 정책이 있는가? - 어떤 정책이 필요한가?			
생산	- 어떤 생산과정이 있고 문제점은 무엇인가? - 어떻게 생산과정을 바꿀 것인가?			
소비	- 소비에서의 문제점은 무엇인가? - 어떻게 소비 과정을 바꿀 것인가?			
신산업	- 정책, 생산, 소비를 고려할 때 새로운 산업의 기회는 무엇인가?			

IV. 도시의 순환형 신진대사 구현을 위한 세부 전략 도출: 4R in urban circular economy (energy and waste)

4.2. 감축 Reduce – 정책, 생산, 소비, 신산업

4.2.1. 감축 정책

- 현재 어떤 정책이 있는가?
 - 재활용 폐기물 관리 종합대책(2018.5.10.) : 2030년까지 플라스틱 폐기물 발생량을 50% 감축하고, 재활용률을 기준 34%에서 70%까지 끌어올리기 위한 종합대책 추진
 - 재활용폐기물 관리 종합대책의 하나로 불필요한 비닐 이중포장 퇴출 등 과대포장 방지 대책 추진(2019.1.16.)
- 어떤 정책이 필요한가?
 - 플라스틱 감축 위한 강력 규제 필요 : 92.3%의 응답자는 '제품을 생산하고 판매하는 기업의 플라스틱 사용에 대해서도 정부의 엄격한 규제가 필요'하다고 응답
 - 플라스틱 관리 방안 재검토 필요 : 재활용을 촉진하고 안전한 처리를 위해서는 지금보다 수거와 분리 에 있어서 지자체의 역할이 좀 더 확대되어야 함.

IV. 도시의 순환형 신진대사 구현을 위한 세부 전략 도출: 4R in urban circular economy (energy and waste)

4.2. 감축 Reduce – 정책, 생산, 소비, 신산업

4.2.2. 감축과 생산

- 어떤 생산과정이 있고 문제점은 무엇인가?
 - 플라스틱, 유통포장재 생산에서의 문제 : 화려한 색상, 분리가 어려운 라벨, 서로 다른 재질로 제조된 페트병 등의 생산이 늘어나면서 재활용이 어려운 문제 발생
 - 플라스틱 이대로면 2050년께 온난화 주범 : 현재 추세대로라면 2050년 플라스틱 생산량은 16억600만t에 이르고, 플라스틱 유래 온실가스 배출은 2015년 1.78Gt에서 2050년 6.5Gt으로 4배 가까이 늘어날 것으로 추산
- 어떻게 생산과정을 바꿀 것인가?
 - 플라스틱 폐기물의 정확한 배출량을 파악하기 위한 정확한 통계 필요
 - 기업 차원에서 과대포장 규제 및 과대포장 감축이 우선적으로 필요
 - **제품 설계**에 있어서 재활용이 쉽도록 제품을 생산하기 위한 단계적 의무화를 시행하는 방안도 고려
 - 생산자 부담금 납부품목을 확대하고, 품목별 부담금 규모도 증액

IV. 도시의 순환형 신진대사 구현을 위한 세부 전략 도출: 4R in urban circular economy (energy and waste)

4.2. 감축 Reduce – 정책, 생산, 소비, 신산업

4.2.3. 감축과 소비

- 소비에서의 문제점은 무엇인가?
 - 1인 가구 및 온라인 쇼핑 증가 등 소비패턴의 변화, 불필요한 과대포장 관행으로 1회용품, 포장 폐기물 등의 발생이 급증
 - 배달시켜 먹을 수 있는 음식의 종류가 다양해지고, 각 업소들의 경쟁이 치열해지면서 한 끼에 발생하는 일회용품 쓰레기가 더욱 많아지고 있는 모습
- 어떻게 소비과정을 바꿀 것인가?
 - 서울시, 일회용 플라스틱 사용 최소화하는 '플라스틱 프리(free) 도시' 선언
 - 1회용컵 감량·회수·재활용 촉진 단계별 대책을 통해 소비 단계에서 플라스틱 사용을 최소화
 - 공공부문 1회용품 사용억제 지침을 통한 솔선수범

IV. 도시의 순환형 신진대사 구현을 위한 세부 전략 도출: 4R in urban circular economy (energy and waste)

4.2. 감축 Reduce – 정책, 생산, 소비, 신산업

4.2.4. 감축 신산업

- 정책, 생산, 소비를 고려할 때 새로운 산업의 기회는 무엇인가?
 - 독일의 주요 식품유통업계는 자발적으로 플라스틱 대체용품을 제공하는 노력
 - 친환경 소재 포장재, 장바구니를 비롯한 종이봉투, 재사용 가능 봉투 등으로 대체하는 움직임이 확대
 - 플라스틱 대체재로 주목 받는 바이오 플라스틱과 생분해 플라스틱은 잠재수요가 매우 큰 시장으로 아직 생산 및 가공기술 개발이나 가격경쟁력, 표준화 등의 도전 과제 존재
 - 플라스틱 제품을 생산·소비하는 기업의 책임도 강조 ex) Alliance to End Plastic Waste
 - 플라스틱 규제 확산에 따른 신시장에 주목: 탈플라스틱을 실현하는 혁신 비즈니스 모델

IV. 도시의 순환형 신진대사 구현을 위한 세부 전략 도출: 4R in urban circular economy (energy and waste)

4.3. 재사용 Reuse – 정책, 생산, 소비, 신산업

4.3.1. 재사용 정책

- 현재 어떤 정책이 있는가?
 - 자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률 (약칭: 자원재활용법)
 - 빈용기보증금제도
 - 재사용 종량제 봉투 사용 추진 지침
 - 자원순환도시 서울 비전 2030
- 어떤 정책이 필요한가?
 - 작은 것부터 실천하는 日의 'Re-use' 정책 : 재사용 식기 사용부터 실천, 지방자치단체와의 연계 필요
 - 재사용을 우선하고, 빈용기재사용, 빈용기보증금제도 등을 적극적으로 활용
 - 재사용 시스템을 확립하여 재사용을 촉진함으로써 폐기물의 근원적 발생을 줄어나갈 필요

IV. 도시의 순환형 신진대사 구현을 위한 세부 전략 도출: 4R in urban circular economy (energy and waste)

4.3. 재사용 Reuse – 정책, 생산, 소비, 신산업

4.3.2. 재사용과 생산

- 어떤 생산과정이 있고 문제점은 무엇인가?
 - 재사용, 재제조 같은 고가치 재활용 미흡, 기반 열악, 미래형 고부가가치산업인 재제조(업사이클) 분야는 관련 기업들이 대부분 사회적기업으로 매우 취약한 형편
 - 최근 재생 식품용기를 만드는 상당수 업체들이 이 규정을 지키지 않고 있는 것으로 드러남.
- 어떻게 생산과정을 바꿀 것인가?
 - 생산 과정에서 재사용이 불가능한 플라스틱, 불필요한 과대포장을 줄이고 재사용하는 방안
ex) 코카콜라: 2030년까지 플라스틱병 전량을 회수해 재활용; LG전자: '친환경 포장 설계 지침
 - 고철로 처리되던 폐차를 분해해 재사용

IV. 도시의 순환형 신진대사 구현을 위한 세부 전략 도출: 4R in urban circular economy (energy and waste)

4.3. 재사용 Reuse – 정책, 생산, 소비, 신산업

4.3.3. 재사용과 소비

- 소비에서의 문제점은 무엇인가?
 - 선택적인 재사용 플라스틱 가방 제공: 모든 점포에서 일회용 비닐 봉투 사용을 중단하고, 고객이 자신의 가방을 이용할 때 혜택을 제공함으로써 그들의 가방을 사용할 것을 호소하는 것이 더 필요
- 어떻게 소비과정을 바꿀 것인가?
 - 20~30대 중·저가 선호로 중고거래 늘어
 - 일상에서 재사용할 수 있는 물건들을 활용하는 다양한 방법
 - 일상에서 소비하는 여러 제품들 중 사용 후 바로 버리기 전에 다양한 방법으로 재사용

IV. 도시의 순환형 신진대사 구현을 위한 세부 전략 도출: 4R in urban circular economy (energy and waste)

4.3. 재사용 Reuse – 정책, 생산, 소비, 신산업

4.3.4. 재사용 신산업

- 정책, 생산, 소비를 고려할 때 새로운 산업의 기회는 무엇인가?
 - 서울재사용플라자(서울새활용플라자) ; 업사이클링 Upcycling = 새활용 복합 문화 공간
 - 아름다운가게 재사용나눔가게 : 기부된 재사용품을 구매함으로써 자원재순환 실천
 - 재사용 박스 활용한 '더그린배송' 실시
 - 다음 주문 시 더그린박스를 문 앞에 두면 헬로네이처가 다시 수거해 세척 후(1회 사용, 1회 세척) 재사용
 - 재사용 가능한 신개념 리사이클링 택배포장 '리팩'
 - '쓰레기' 줄이기 위한 패션·뷰티 브랜드의 새로운 시도들

IV. 도시의 순환형 신진대사 구현을 위한 세부 전략 도출: 4R in urban circular economy (energy and waste)

4.4. 재활용 Recycle – 정책, 생산, 소비, 신산업

4.4.1. 재활용 정책

- 현재 어떤 정책이 있는가?
 - 생산자책임재활용(EPR : Extended Producer Responsibility)제도



- 분리배출표시제도
 - 페트병 등 9개 포장재의 재활용 용이성 등급기준 개정
- 어떤 정책이 필요한가?
 - 전체 플라스틱 제품을 아우르는 구체적 계획수립 및 강경한 규제정책 시행 필요
 - 재활용 활성화를 위한 주체별 역할을 명확히 할 필요

IV. 도시의 순환형 신진대사 구현을 위한 세부 전략 도출: 4R in urban circular economy (energy and waste)

4.4. 재활용 Recycle – 정책, 생산, 소비, 신산업

4.4.2. 재활용과 생산

- 어떤 생산과정이 있고 문제점은 무엇인가?
 - 폐기물 처리에 있어서 주요 방법은 재활용이며, 2017년도 재활용률은 86.4%로 전년(85.7%) 대비 0.7%p 증가
 - 2008년 폐기물 재활용 업체가 2,000톤의 쓰레기 매립 허가를 받은 이후 쓰레기 에너지 발전소 사업자가 매립장을 넘겨받으면서 건설 폐기물, 가정용 쓰레기, 플라스틱 쓰레기 등을 들여오게 된 결과, 허가량의 80배가 넘는 수준
- 어떻게 생산과정을 바꿀 것인가?
 - 재활용하기에 적합한 폐기물이 적기 때문에, 기업에서는 재활용이 쉽도록 생산
 - 모든 이해관계자의 긴밀한 파트너십을 토대로 다양하고 포괄적인 정책대응이 필요
 - 기업에서도 재활용 활성화를 위한 생산에 노력

IV. 도시의 순환형 신진대사 구현을 위한 세부 전략 도출: 4R in urban circular economy (energy and waste)

4.4. 재활용 Recycle – 정책, 생산, 소비, 신산업

4.4.3. 재활용과 소비

- 소비에서의 문제점은 무엇인가?
 - 현재 우리나라는 OECD 국가 중 재활용률 2위로, 각 시·군·구 별로 분리수거체계를 마련하고 제품마다 분리배출 방법을 고지할 만큼 분리수거 제도를 철저히 시행 실제로는 분리배출된 폐기물의 70%만이 재활용
 - 분리배출 되지 못한 채 종량제 봉투로 섞여 들어 간 플라스틱은 95% 이상이 소각이나 매립되다가 최근에 와서야 그 중 10%~15% 정도만 재활용
- 어떻게 소비과정을 바꿀 것인가?
 - 플라스틱 퇴출에 대한 사회적 공감대가 형성되면서 플라스틱을 대체하려는 흐름이 소비자와 유통업계 전반에 확대 ex) 카페 內 다회용 컵 사용, 장바구니 사용
 - 소비자들도 이러한 노력에 동참하는 모습을 보이지만, 보다 적극적으로 재활용에 참여할 필요

IV. 도시의 순환형 신진대사 구현을 위한 세부 전략 도출: 4R in urban circular economy (energy and waste)

4.4. 재활용 Recycle – 정책, 생산, 소비, 신산업

4.4.4. 재활용 신산업

- 정책, 생산, 소비를 고려할 때 새로운 산업의 기회는 무엇인가?
 - 재활용 기술로는 고체연료 제조기술, 유화(油化)기술 또는 건축자재 제조기술 등이 출원
 - IBM, '폐플라스틱서 플라스틱 원료 추출 기술' 개발
 - 플라스틱 제조 과정에서 들어가는 각종 첨가제를 분리해 플라스틱 원료를 원래의 순수한 상태로 되돌릴 수 있는 특수 화학결합을 갖는 플라스틱을 개발
 - 바스프(Basf)는 전 세계 기업과 플라스틱 쓰레기 제거 연합을 창립: 플라스틱 쓰레기 최소화를 위한 새로운 솔루션 개발, 폐플라스틱 재활용을 통해 순환 경제에 기여하는 방법 도출의 목표
 - 해외 기업은 플라스틱 폐기물 및 자원순환 규제 강화에 대응

IV. 도시의 순환형 신진대사 구현을 위한 세부 전략 도출: 4R in urban circular economy (energy and waste)

4.5. 회수 Recovery – 정책, 생산, 소비, 신산업

4.5.1. 회수 정책

- 현재 어떤 정책이 있는가?
 - 자원순환기본법 제3조 3호
 - 자원회수시설(Resource Recovery Facility)
 - 폐자원 에너지 개요 및 국내 폐자원에너지 활성화 정책
- 어떤 정책이 필요한가?
 - 플라스틱 폐기물의 재생 및 에너지화 등의 자원화를 위해서 진단과 컨설팅, 국내외 기술정보 제공, 금융 지원, 재활용 기술 개발 지원 등이 필요
 - 폐플라스틱 저감·회수를 위한 기업의 사회적 책임 강화와 부처 간 협업
 - 국내의 재활용 폐기물 종합대책은 제조, 생산 단계부터 재활용까지 모든 단계별 순환 구축을 위해 마련된 바람직한 방안이지만, 대책을 마련하게 된 배경에서 촘촘히 살펴보지 못한 부분은 없는지 검토

IV. 도시의 순환형 신진대사 구현을 위한 세부 전략 도출: 4R in urban circular economy (energy and waste)

4.5. 회수 Recovery – 정책, 생산, 소비, 신산업

4.5.2. 회수와 생산

- 어떤 생산과정이 있고 문제점은 무엇인가?
 - 세계에서 해마다 3억2000만t에 이르는 플라스틱이 생산 & 1950년대부터 현재까지 지구상에 생겨난 플라스틱의 총량은 83억t으로 추정 → 대부분은 일회용 플라스틱
- 어떻게 생산과정을 바꿀 것인가?
 - 폐기물 가운데 에너지로 사용 가능한 물질만을 별도로 선별해서 잘 탈 수 있도록 가공한 폐기물고형연료 (Solid Recovered Fuel, SRF) but 폐기물을 태우는 것이 최선의 방법이라고 할 수 없기 때문에 폐기물을 원료로서 다시 사용 가능하도록 만드는 기술 개발이 장기적 관점에서 필요
 - 폐플라스틱의 효과적인 처리방법의 개발이 요구
 - 최근 가연성 폐기물 가스화 공정을 이용한 합성가스 제조 방법을 새로운 대안으로 고려 but 에너지로 변환하는 과정에서 다른 신재생에너지 발전에 비해 많은 대기오염물질이 발생
 - 가능한 한 제품을 생산할 때부터 폐기물처리를 고려해야 되며, 에너지 소비가 적은 재생시스템 구축이 중요

IV. 도시의 순환형 신진대사 구현을 위한 세부 전략 도출: 4R in urban circular economy (energy and waste)

4.5. 회수 Recovery – 정책, 생산, 소비, 신산업

4.5.3. 회수와 소비

- 소비에서의 문제점은 무엇인가?
 - 플라스틱 쓰레기를 소비하고 그냥 버리게 되면 생태계 파괴뿐만 아니라 미세플라스틱으로 우리의 건강까지 위협
 - 전 세계에서 한 해 동안 배출되는 플라스틱 쓰레기는 약 630만 t(2015년 기준), 이 중 9%만이 재활용되고 12%가 소각 처리되며, 나머지 79%는 그대로 버려지는 것
- 어떻게 소비과정을 바꿀 것인가?
 - 육상에서 배출된 플라스틱 쓰레기의 바다유입을 줄이기 위해서는 하수·초기우수 처리체계와 폐기물관리체계를 잘 갖추는 것이 매우 중요
 - 플라스틱 폐기물 사회에 맞서는 소비자의 자세, 생활 양식이 바뀔 필요

IV. 도시의 순환형 신진대사 구현을 위한 세부 전략 도출: 4R in urban circular economy (energy and waste)

4.5. 회수 Recovery – 정책, 생산, 소비, 신산업

4.5.4. 회수와 신산업

- 정책, 생산, 소비를 고려할 때 새로운 산업의 기회는 무엇인가?
 - 세상을 바꾸는 우리(세바우)' 캠페인
 - 제지 생산공장에서 별도 처리를 거친 세바우 종이컵은 재생 원지로 재생산되어 고급 화장지 또는 복사용지 등으로 재활용, 자원회수 로봇인 '그린자판기'에 분리배출
 - '소각'과 '매립' 대신 '열분해'를 통한 폐플라스틱 재활용 기술을 개발
 - '사용 후 제품'을 회수하여, 일련의 공정을 거쳐 신제품과 동등한 성능으로 만든 재제조 제품
 - 국내 유통업체 및 생산업체의 플라스틱 회수 캠페인 진행

IV. 도시의 순환형 신진대사 구현을 위한 세부 전략 도출: 4R in urban circular economy (energy and waste)

4.6. 4R을 통한 자원 순환 도시 구축 시도의 실제 사례들

4.6.1. 자원 순환 도시

- 해외의 자원 순환마을 사례(자원순환사회경제연구소)
 - ✓ 이탈리아 카판토리 시(市) : 문전 분리수거 프로그램, 재사용센터
 - ✓ 스페인 아르젠토나 시(市) : 문전 수거 방식
 - ✓ 슬로베니아 웨르니까 시(市) : KOKO 캠페인(재활용품을 배출하고 무게에 따라 포인트 적립)
 - ✓ 프랑스 루베 시(市) : 쓰레기 절반 줄이기 도전 프로그램 – 시민, 공공기관, 학교, 회사 등 실시
 - ✓ 미국 샌프란시스코 : '재활용 폐기물', '퇴비화가능 폐기물' '매립처분 폐기물' 분리배출
 - ✓ 일본 카미카츠 초 : 폐기물 세분화, 거점 분리배출 장소에 배출
- 순환경제 관련 도시 사례(엘렌 맥아더 재단(Ellen MacArthur Foundation))
 - ✓ 네덜란드 암스테르담(Amsterdam): 순환경제 액션플랜의 공유
 - ✓ 미국 텍사스주 오스틴(Austin): 재료시장(materials marketplace)개발
 - ✓ 브라질 미나스제라이스주 벨루오리존치(Belo Horizonte): 컴퓨터 수리 중심지
 - ✓ 벨기에 브뤼셀(Brussels): 순환경제를 위한 지역프로그램
 - ✓ 스코틀랜드 글래스고(Glasgow): 스코틀랜드 지역과 순환도시를 촉진하는 비즈니스 커뮤니티
 - ✓ 영국 런던(London): 중소기업의 순환경제 지원을 위한 프로그램(Advance London)

IV. 도시의 순환형 신진대사 구현을 위한 세부 전략 도출: 4R in urban circular economy (energy and waste)

4.6. 4R을 통한 자원 순환 도시 구축 시도의 실제 사례들

4.6.2. 자원 순환 도시 정책

- 지자체를 중심으로 자원순환과 관련된 정책도 속속 만들어지고 있음.
- “경기도 도시광산산업 육성 및 지원 조례안”: 도지사가 도시광산산업에 대한 실태조사를 벌이고 도시광산산업 육성과 관련한 기본계획을 5년마다 수립
- 경기도의 자원순환마을 조성사업: 민(민), 관(관), 광역(도), 기초(시, 군)가 협력을 통해 마을 내 환경문제를 해결해 나가는 거버넌스형 마을 만들기 사업
 - 2019년 자원순환만들기 참여 마을
 - 1단계 참여 마을: 수원 칠보마을, 연천 백의1리, 안산 일동, 성남 신흥2동, 여주 금사면 외평리
 - 2단계 참여 마을: 안산 고잔동, 부천 원미1동, 부천 송내2동, 양평 병산2리, 연천 신망리
- 자원순환마을은 주민참여 프로그램을 통해서 운영
 - ‘신흥이 마을광산’은 단독주택지역에서 관리되지 못하고 있는 재활용 폐기물을 주민들이 스스로 관리해 일반 쓰레기의 총량을 줄이는 주민참여 프로그램

IV. 도시의 순환형 신진대사 구현을 위한 세부 전략 도출: 4R in urban circular economy (energy and waste)

4.6. 4R을 통한 자원 순환 도시 구축 시도의 실제 사례들

4.6.3. 자원 순환 도시와 생산

- 에코타운 내 종합 환경 콤비나트에 입주한 서일본페트병리사이클은 용기 포장 리사이클법에 따라 일본의 각 지방자치단체가 분리 수거한 페트병을 재활용해 폴리에스터 섬유, 계란 용기 등의 원료가 되는 재생 페트 펠릿(고형물)과 플레이크(파편 조각)를 생산
- 서일본오토리사이클은 자동차 해체를 통해 자원 순환을 실천, 폐자동차의 99%를 재활용

4.6.4. 자원 순환 도시와 소비

- 쓰레기 회수를 통해 쇼핑을 할 수 있는 '쓰레기 마트' 국내 첫 선
 - ✓ '쓰레기 마트'에서는 시민들이 캔이나 페트병을 가져와 회수 로봇(네프론)에 넣으면, 회수 로봇은 카메라로 사진을 찍어 캔·페트병 종류를 인식
 - ✓ 캔·페트병 개수에 따라 각자 휴대폰 번호로 된 계정에 현금 포인트가 적립되고, 물건 구매
 - ✓ 네프론에 수거된 캔과 페트병은 별도로 운반하여 재활용

IV. 도시의 순환형 신진대사 구현을 위한 세부 전략 도출: 4R in urban circular economy (energy and waste)

4.6. 4R을 통한 자원 순환 도시 구축 시도의 실제 사례들

4.6.5. 자원 순환 도시와 신산업

- 도시 광산 사업: 폐전기·전자제품 등을 재활용하는 신산업
 - PC, 노트북, 휴대전화, 폐전기·전자제품에서 금, 은 등 희귀금속 자원을 회수해 재활용하는 신종산업
- 서울시는 2009년 3월 18일 전국 최초로 도시광산(Urban Mining)프로젝트를 추진하여, 폐금속 회수율을 높여 재활용함으로써 국내 자원 생산성 향상에 기여, SR센터(Seoul Resource Center) 설립 및 가동
- 부산시는 환경부 국책사업으로 생곡지구 내 자원순환특화단지 조성 사업을 2016년 10월 완료하고 단지 내 입주기업체의 운영 활성화와 유기적인 폐자원순환망 구축운영을 위해 부산자원순환시설(부산자원순환협력센터, 부산폐가전회수센터)을 건축
- 울산시 남구청은 울산에서는 최초로 폐전자제품을 회수해 금, 은 등의 고가금속이나 팔라듐, 인듐 등의 희귀금속을 추출, 자원화하는 '도시광산화(Urban Mining)프로젝트'를 추진

IV. 도시의 순환형 신진대사 구현을 위한 세부 전략 도출: 4R in urban circular economy (energy and waste)

4.6. 4R을 통한 자원 순환 도시 구축 시도의 실제 사례들

4.6.6. 향후 연구 제안: 4R 정책, 생산, 소비, 신산업의 적용

- 순환 섬 제주 (Island circular system)
- 순환 신도시 왕숙
- 제주는 자원 순환 면에서 닫힌 계 (Closed system)
- 늘어나는 관광객, 주민, 폐기물, 다른 지역으로의 폐기물 이동에 어려움을 겪음 10년 전에 비해 관광객 (543만->1431만); 생활 쓰레기 (595톤-> 1312톤); 처리 못한 쓰레기 매일 149톤; 쓰레기 소각장, 매립지 추가 난항 (중앙일보 특집 기사)
- 닫힌 계에서 4R 정책, 생산, 소비, 신산업 분석틀 적용
- **지자체의 독특하고 적실성 있는 정책, 생산, 소비, 신산업 제시**

감사합니다.