

ORIGINAL ARTICLE

## 고령화 지방 도시의 가정 발생 폐의약품 관리와 지역 ESG 거버넌스 - 김해시 통합 돌봄 연계 수거모형을 중심으로 -

추교문 · 서용모<sup>1)\*</sup>

인제대학교 반려동물보건학과, <sup>1)</sup>인제대학교 의생명보건대학

### Pharmaceutical Waste-Management from Households and Regional ESG (Environmental, Social, and Governance) Governance in Aging Local Cities: A Case Study of an Integrated Care-Linked Collection Model in Gimhae City

Gyo-Moon Chu, Yong-Mo Seo<sup>1)\*</sup>

*Department of Companion Animal Health, Inje University, Gimhae 50834, Korea*

*<sup>1)</sup>College of Biomedical & Health, Inje University, Gimhae 50834, Korea*

#### Abstract

Household pharmaceutical waste has emerged as a boundary-spanning policy problem in rapidly aging local cities, intersecting environmental, public health, community care, and local governance domains. As Korea entered a super-aged society in 2025—with 20.3% of the population aged 65 or older—the latent generation of unused medications is structurally expanding, yet domestic management remains confined to a linear collection system centered on pharmacies and public health centers, producing wide regional disparities and accessibility barriers for mobility-limited populations. This study analyzes the household pharmaceutical waste-management system of Gimhae City through a regional Environmental, Social, and Governance (ESG) lens. Using an exploratory case study based on documentary review and triangulation of secondary data, the three ESG dimensions are reconstructed at the regional unit, and an evaluation framework of twelve indicators is proposed. Diagnostic findings show strong environmental processing capacity but inadequate monitoring, rich integrated care infrastructure underused alongside limited civic awareness, and a structurally linear governance leaving key actors' roles unspecified. Accordingly, the study proposes three ESG-integrated policy models—a Visiting Collector model, a postal-network reverse collection model, and a smart collection hub model—operating within a six-actor collaborative governance framework supported by a phased five-year roadmap. The study contributes by translating ESG to the regional unit, reconceptualizing pharmaceutical waste as a boundary-spanning problem, and positioning regional anchor universities as core actors integrating University Social Responsibility with regional ESG governance.

**Key words :** Pharmaceutical waste, Regional ESG governance, Aging local city, Integrated care, University Social Responsibility (USR)

Received 18 May, 2026; Revised 12 June, 2026;

Accepted 1 July, 2026

\*Corresponding author : Yong-Mo Seo, College of Biomedical & Health, Inje University, Gimhae 50834, Korea  
Phone : +82-55-320-3284  
E-mail : seoym113@naver.com

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.  
© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 1. 서 론

### 1.1. 연구 배경 및 문제 제기

한국은 OECD 국가 중 가장 빠른 속도로 고령화가 진행되고 있다. 통계청의「2025 고령자 통계」에 따르면 2025년 65세 이상 인구는 1,051만 4천 명으로 전체 인구의 20.3%에 달하며, 2017년 고령사회 진입 이후 단 8년 만에 초고령사회로 이행하였다. 일본·캐나다 등 주요 OECD 국가가 동일한 전환에 10~14년이 소요된 점에 비추어 한국의 고령화 속도는 매우 이례적이며, 이는 단순한 인구학적 변동을 넘어 보건·복지·환경 시스템 전반의 구조적 재편을 요청하는 거시적 도전 과제로 작용한다.

고령화는 의약품 사용 구조에 근본적인 변화를 가져왔다. 건강보험심사평가원 자료에 따르면 노인인구가 차지하는 진료비 비중은 2022년 42.0%에서 2024년 43.7%로, 약품 청구 금액 비중은 동 기간 45.6%에서 46.6%로 확대되었으며, 의료급여 영역에서는 2024년 노인 약품 청구 금액 비중이 53.6%에 이르렀다. 만성질환 관리를 위한 다제약물 복용 증가는 가정 내 미사용·잔여 의약품의 보관량을 구조적으로 확대시키며, 이는 곧 가정 발생 폐의약품이라는 도시환경 문제로 이어진다.

폐의약품이 종량제 봉투·하수구·변기 등을 통해 부적절 폐기될 경우 항생제·호르몬제·진통제·항우울제 등의 활성 성분이 수계와 토양으로 유입되어 수생태계 교란, 항생제 내성균 확산, 내분비계 교란 등 광역적 환경 위험을 유발한다(Rogowska and Zimmermann, 2022; Kusturica et al., 2022). 또한 가정 내 방치된 의약품은 어린이·고령자·인지저하자에 의한 오복용 위험을 높여, 환경 위험과 보건 위험을 동시에 내포한다.

그럼에도 불구하고 국내 제도는 미흡하다. 「폐기물관리법」상 폐의약품은 ‘생활계 유해폐기물’로 분류되어 지자체가 처리계획을 수립·시행하도록 되어 있으나, 회수 절차·배출 장소·운송 책임 등 구체적 사항은 각 지자체 조례에 위임되어 있다. 그 결과 2021년 기준 1인당 폐의약품 회수량은 세종 0.0388 kg에 비해 경남 0.0022 kg에 불과하여 약 17배의 지역 간 격차가 관찰되었다(Ryu et al., 2025). 이는 동일 인구 1,000명당 의약품 사용량으로 설명되기 어려운 수준이며, 본질적으로 지역 거버넌스의 차이에서 비롯된다.

더 본질적인 문제는 현행 ‘가져오는 수거(bring-in)’ 체계가 고령자·장애인·1인 가구·농촌 거주자 등 이동

취약계층에게 구조적 진입 장벽으로 작용한다는 점이다. 폐의약품의 주요 발생자가 동시에 배출 취약계층인 ‘발생-배출의 비대칭’ 구조가 고령화 지방 도시에서 더욱 심화되고 있으며, 이는 환경행정 차원만으로는 극복하기 어렵다. 본 연구는 이러한 문제의식에서 출발하여 폐의약품 문제를 환경(E)·사회(S)·지배구조(G)의 통합적 관점에서 재해석하고 이를 지역 단위 지속가능성 관리 체계로 확장하고자 한다.

### 1.2. 연구 목적 및 연구 질문

본 연구의 목적은 다음과 같다. 첫째, 김해시의 인구학적 특성, 의료·복지 인프라, 폐의약품 수거·처리 체계를 검토하여 가정 발생 폐의약품 관리의 현황과 한계를 진단한다. 둘째, ESG 프레임의 지역 단위 평가 체계로 재구성하고 이를 김해시 사례에 적용하여 차원별 강·약점을 분석한다. 셋째, 김해시의 통합 돌봄 자원, 지역 거점 대학, 약사회, 우정사업본부, 공동주택 인프라를 연계한 ESG 융합형 폐의약품 관리모델과 5년 단계별 실행 로드맵을 제안한다. 넷째, 고령화 지방 도시에 적용 가능한 지역 ESG 거버넌스 모델의 학술적·정책적 함의를 도출한다.

이를 위해 본 연구는 다음 세 가지 연구 질문을 설정한다.

- RQ1. 고령화 지방 도시인 김해시의 가정 발생 폐의약품 관리 체계는 ESG 세 차원에서 어떠한 강점과 약점을 보이는가?
- RQ2. 김해시의 지역 자원과 인프라를 활용하여 어떠한 ESG 융합형 폐의약품 관리모델을 구상할 수 있는가?
- RQ3. 그러한 모델의 실효성을 담보하기 위한 다주체 협력 거버넌스 구조와 단계별 실행 경로는 어떻게 설계되어야 하는가?

### 1.3. 연구의 차별성

기존 폐의약품 관련 연구는 시범 사업의 정책화 및 입법 분석, 회수 물량·경제성 분석, 국내외 정책 비교, 시민 인식·실태 조사로 분류된다. 이들 연구는 폐의약품 관리의 필요성과 제도적 한계를 밝히는 데 기여하였으나, 폐의약품 문제를 환경행정 또는 약국 중심 수거 체계의 문제로 환원하는 경향이 강하여 고령화·통합돌봄·시민 참여·산업 책임이 결합된 다중 경계 문제로

재정의하는 시도가 부족하였고, ESG 프레임에 기업 단위가 아닌 지역 단위 거버넌스에 적용한 연구는 매우 제한적이며, 지역 거점 대학을 ESG 거버넌스의 핵심 행위자로 위치시키는 ‘대학-지역 상생 모델’에 대한 학술적 논의가 부재하였다.

본 연구는 이러한 공백을 보완하기 위해 김해시를 사례로 폐의약품 문제를 지역 ESG 거버넌스 관점에서 통합 분석한다. 특히 지역 거점 대학과 김해시 통합 돌봄 자원을 결합한 ‘찾아가는 수거’ 모델을 제안함으로써 폐의약품 관리와 고령자 돌봄을 결합한 새로운 지역 관리모형을 제시한다는 점, 돌봄 인력의 역할 경계를 명확히 설정하여 실현 가능성과 안전성을 동시에 고려한 정책 설계 원리를 제시한다는 점, 그리고 12개 지표의 조작적 정의와 5년 단위 단계별 실행 로드맵을 통해 학술 모형의 정책적 활용 가능성을 구체화하였다는 점에서 차별성을 지닌다.

## 2. 이론적 배경 및 선행 연구 검토

### 2.1. 고령화와 가정 발생 폐의약품 문제의 구조

고령화는 의약품 소비구조를 변화시키는 핵심 동인이다. 고령자는 만성질환 유병률이 높고 장기간 약물을 복용하며, 처방 변경·복약 중단·증상 호전·중복 처방·약물 부작용 등의 사유로 미사용 의약품이 가정에 축적될 가능성이 높다. 57개국 대상 메타분석에서는 가정 내 미사용 의약품 보유율이 평균 63.8%인 반면 적절히 처리하는 비율은 12.9%에 불과한 것으로 보고되었다(Wang et al., 2025). 고령층은 폐의약품의 주요 발생자이면서 동시에 배출 취약계층이라는 이중적 위치에 놓이며, 이러한 발생-배출 비대칭 구조는 고령화가 심화될수록 두드러지므로 수거함 추가 설치만으로는 해결되지 않는다. 따라서 폐의약품 관리는 환경 문제이자 복약 안전·돌봄·접근성의 문제로 확장하여 이해되어야 한다.

### 2.2. 폐의약품의 환경·보건 영향

폐의약품이 부적정 폐기될 경우 활성 성분이 하수처리 과정을 거쳐 하천과 토양에 잔류한다. 현재의 하수처리 시스템은 의약 성분을 완전히 제거하도록 설계되지 않아 처리수조차 의약 오염물질을 함유하는 구조적 한계를 지닌다(Baroka, 2025). 국립환경과학원의 4대강

19종 의약품물질 검출 조사에서는 텔미사르탄, 트라마돌, 시타글립틴 등이 광범위하게 검출되어 국내 수계가 이미 의약 잔류 물질에 노출되어 있음이 확인되었다. 특히 항생제의 부적정 폐기는 항생제 내성균(AMR) 발생을 가속화하며, 가정 내 방치 의약품은 오복용 위험을 높여 인간·동물·생태계 건강의 상호연결성(one health)을 시사한다(Benítez-Rico et al., 2023). 따라서 폐의약품 관리는 단순한 환경 정책이 아닌 공중보건·환경·산업·돌봄이 교차하는 통합 정책 영역으로 자리매김해야 한다(Alnahas et al., 2020).

### 2.3. 글로벌 정책 동향: 법제화와 EPR의 부분 도입

주요 선진국은 폐의약품 관리에 대해 연방 또는 주(州) 차원의 법령을 마련하고 있다. 미국은 2010년 「안전하고 책임 있는 약물 처리법」을 통해 약국과 DEA 인증 수거기관에 회수 권한을 부여하고 연 2회 ‘Take Back Day’를 실시한다. 캐나다는 비영리 단체 HPSA가 주별 법률에 따라 회수 사업을 주관하며, 호주는 1998년 출범한 RUM (return unwanted medicine) 프로젝트를 통해 PBS 승인 약국에서 폐의약품을 상시 회수한다. EU는 2004년 Directive 2004/27/EC를 통해 회원국에 적정 수거 시스템 구축 의무를 부과하였다(Ryu et al., 2025). 이들 국가의 공통점은 생산자책임재활용제도(EPR)를 의약품 영역에 부분 적용하여 제약회사가 회수 비용의 일부를 부담하도록 한다는 점이다. 이는 ESG의 G 차원에서 핵심적 의미를 지닌다. 진화적 게임이론 분석(Wang et al., 2023)은 정부의 강력한 규제가 기업·소비자의 자발적 참여를 유도하는 진화적 안정 전략임을 수학적으로 도출하여, G 차원 정책 강도가 E와S 성과를 좌우하는 핵심 변수임을 보여준다. Table 1은 주요 개국의 제도적 특성과 한국의 현황을 정리한 것이다.

### 2.4. ESG 프레임의 지역 단위 적용 가능성

ESG는 본래 기관투자자가 기업의 비재무적 위험을 평가하기 위해 발전시킨 프레임워크였으나, 최근에는 도시·지역·공공기관·지방정부의 지속가능성을 평가하는 분석 틀로 확장되고 있다. 이는 UN의 지속가능발전 목표(SDGs), 특히 SDG 3·6·11·12·17과 정합성이 높으며, 지역 단위의 자원 순환과 거버넌스 평가에 적합한 다차원적 구조를 제공한다.

**Table 1.** International comparison of pharmaceutical waste management systems

| Country/<br>Region | Legal basic                                     | Operating body                                                 | EPR application             | Key feature                                                                                          |
|--------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| United States      | Secure and Responsible Drug Disposal Act (2010) | DEA, pharmacies, non-profits                                   | Partial; state-by-state     | Biannual Take-Back Day; approx. 5,300 permanent collection sites                                     |
| Canada             | Provincial legislation                          | HPSA (non-profit)                                              | Full (province-by-province) | Non-profit funded by pharmaceutical-firm dues; pharmacy recovery rate >90%                           |
| Australia          | Therapeutic Goods Act                           | RUM Project                                                    | Full                        | Operating since 1998; continuous collection at PBS-approved pharmacies; >700 tonnes/year             |
| European Union     | Directive 2004/27/EC                            | Member-state governments and pharmaceutical firms              | Adoption by member state    | Mandatory member-state systems; multi-channel collection via pharmacies, civic centres, post offices |
| Republic of Korea  | Wastes Control Act + municipal ordinances       | Municipalities, pharmacist associations, public health centres | Not introduced              | Autonomous municipal operation; 17-fold regional gap in recovery                                     |

Source: Reconstructed by the authors based on Ryu et al.(2025) and Bae et al.(2024)

폐의약품 관리는 ESG 세 차원과 직접 연결된다. 환경(E) 차원에서는 적정 처리 비율, 수계·토양 오염도, 소각시설의 친환경 처리 역량, 의약품 생산·폐기 전주기 탄소 배출량 등이 핵심 지표이다. 사회(S) 차원에서는 시민 인식 수준, 수거 참여율, 취약계층 접근성, 약사·돌봄 인력의 업무 부담 등이 평가 대상이다. 지배구조(G) 차원에서는 조례·정책 정합성, 다부처·다주체 협력 구조, 정보 공시의 투명성, EPR과 같은 책임 분담 메커니즘이 평가된다. Bae et al.(2022)은 국내 제약산업의 사회적 책임(CSR) 활동이 글로벌 기준에 비해 아직 초기 단계에 머물러 있어 회수·환경 책임의 제도적 내재화가 미흡함을 보고하였다. 또한 Kharat et al.(2025)은 역물류(reverse logistics)와 take-back 메커니즘이 SDG 12 달성의 핵심임을 강조하였다. 이는 한국의 폐의약품 관리가 기업 단위뿐 아니라 지역 단위에서도 ESG 거버넌스의 재정비가 시급함을 시사한다.

## 2.5. 대학사회책임(USR)과 지역 ESG 거버넌스

대학사회책임(USR)은 대학이 교육·연구의 본래 기능을 넘어 지역 사회의 지속가능성에 기여해야 한다는 규범적 논의로 발전해 왔다(Larrán Jorge and Andrades Peña, 2017). 기존 USR 논의는 주로 대학의 자율적 사회공헌이라는 일방향적 관점에 머물러 있

었으나, 최근에는 지역 거버넌스의 제도적 인프라(institutional infrastructure)로서 대학을 재정의하는 시도가 이루어지고 있다. 본 연구는 USR을 지역 ESG 거버넌스의 핵심 행위자 차원으로 확장하여, 대학이 인력 양성(약학·간호·환경공학·정보기술 등), 연구·평가(시민 인식 조사·정책 효과 분석), 시민 참여 매개(봉사·실습·홍보 프로그램)의 세 가지 기능을 동시에 수행하는 구조적 모델을 제안한다.

## 2.6. 선행 연구의 한계와 본 연구의 위치

국내 폐의약품 관련 선행 연구는 시범 사업 정책화 및 입법 연구(Kim and Byun, 2017; Lee and Kwon 2020), 회수된 폐의약품의 경제성·물량 분석(Chun, 2014; Kim et al., 2019b), 수거 정책 개선 방안(Suh et al., 2019; Kim et al., 2019a), 시민 인식·실태 조사(Hwang, 2013; Korea Consumer Agency, 2020)로 구분된다. Lee and Oh(2025)는 109개 지자체의 5개년 데이터를 활용한 회귀분석을 통해 ‘배출 장소를 약국과 보건소로 집중하는 규제’가 회수량에 정(+)의 영향을, ‘폐의약품 복약지도 의무화’가 부(-)의 영향을 미친다는 결과를 도출하여 양적 실증분석의 영역을 개척하였다.

그러나 다음과 같은 학술적 공백이 여전히 존재한다. 첫째, 분석 단위가 국가 또는 기업에 머물러 있고 지역

**Table 2.** Regional ESG evaluation framework for pharmaceutical waste management

| ESG dimension   | Sub-domain                    | Example indicators      | Indicator details                                                                                                           | Policy stage |
|-----------------|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Environment (E) | Estimated generation          | Demographic risk        | Elderly population share, per-capita pharmaceutical expenditure, share of patients with chronic disease                     | Input        |
|                 | Collection performance        | Recovery                | Per-capita recovered pharmaceutical waste, per-site recovery, share of improper disposal                                    | Outcome      |
|                 | Processing capacity           | Infrastructure          | Resource-circulation facility grade, capacity for high-temperature incineration, air-pollutant management level             | Process      |
|                 | Environmental monitoring      | Residue surveillance    | Detection data of pharmaceutical residues in local water bodies, soil monitoring data                                       | Outcome      |
| Society (S)     | Citizen awareness             | Knowledge               | Awareness of correct disposal methods, recognition of environmental risk                                                    | Input        |
|                 | Accessibility                 | Spatial equity          | Collection sites per 1,000 elderly, average distance to nearest site                                                        | Process      |
|                 | Support for vulnerable groups | Visiting services       | Provision of visiting-type collection services for solitary elderly and persons with disabilities                           | Process      |
|                 | Worker burden                 | Frontline support       | Self-reported workload of pharmacists and care personnel, provision of training and incentives                              | Process      |
| Governance (G)  | Institutional coherence       | Law-ordinance fit       | Clarity of ordinance, coherence with higher-level law (Wastes Control Act)                                                  | Input        |
|                 | Multi-actor cooperation       | Partnerships            | Number and effectiveness of agreements among city, university, pharmacist association, postal service, pharmaceutical firms | Process      |
|                 | Information disclosure        | Transparency            | Annual disclosure of recovered volume, processing volume, and processing cost; data accessibility                           | Outcome      |
|                 | Responsibility sharing (EPR)  | Producer responsibility | Cost-sharing structure for pharmaceutical and distribution firms, incentive design                                          | Input        |

Source: Authors' own construction based on Rogowska and Zimmermann(2022), Bae et al.(2024), and Kharat et al.(2025)

단위 거버넌스를 ESG 프레임으로 종합 평가한 연구는 거의 부재하다. 둘째, 고령화·통합 돌봄·환경 거버넌스를 융합적으로 분석한 연구가 부족하여 인구구조 전환 중인 지방 도시의 정책적 수요에 부응하지 못하고 있다. 셋째, 지역 거점 대학을 ESG 거버넌스의 핵심 인프라로 위치시킨 연구는 매우 제한적이다. 본 연구는 김해시 사례를 통해 통합 돌봄과 환경 거버넌스의 결합이라는 새로운 분석 시각을 제시함으로써 이러한 공백을 보완한다.

### 3. 분석 틀: 지역 단위 폐의약품 관리 ESG 평가 체계

#### 3.1. 평가 체계 구성 원리

본 연구는 다음 세 가지 원리에 입각하여 평가 체계를 구성하였다. 첫째, ‘투입-과정-성과(input-process

-outcome)’의 정책 사이클 전반을 포괄한다. 둘째, 지역 단위에서 ‘자료 확보 가능성’과 ‘정책 개입 가능성’을 동시에 충족하는 지표만을 선별한다. 셋째, ‘다주체 거버넌스’를 평가할 수 있도록 G 차원에서 협력 구조와 책임 분담을 명시적 지표로 포함한다. 이 세 원리는 ESG 평가 체계가 기업 평가 프레임의 단순 이식이 아닌 지역 단위 정책 진단 도구로 작동하도록 보장하기 위한 장치이다.

#### 3.2. 지역 ESG 평가 체계의 구성

이상의 원리에 따라 본 연구는 ESG 세 차원을 각각 4개 영역, 총 12개 지표로 구성하였다. 본 연구가 제안한 지역 단위 폐의약품 관리 ESG 평가 체계이다(Table 2).

**Table 3.** Operational definitions of the twelve indicators

| Indicator                                      | Operational definition and measurement method                                                | Data source                                        | Cycle    |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------|
| Per-capita pharmaceutical waste recovered (kg) | Annual collected volume ÷ registered resident population                                     | Municipality; pharmacist association               | Annual   |
| Improper disposal rate (%)                     | (Estimated generation - formal recovery) ÷ estimated generation × 100                        | Ministry of Environment; citizen surveys           | Annual   |
| Resource-circulation facility grade            | Ministry of Environment evaluation grade (A-D)                                               | Ministry of Environment                            | Annual   |
| Pharmaceutical residue species detected        | Number of pharmaceutical compounds detected in local water bodies                            | Korea Environment Corporation; research institutes | Biannual |
| Correct-disposal awareness rate (%)            | Share of correct responses on a structured citizen survey                                    | Citizen survey                                     | Biennial |
| Collection sites per 1,000 elderly             | (Pharmacies + public health centres + apartment-housing sites) ÷ population aged 65+ × 1,000 | Municipality                                       | Annual   |
| Visiting collection service coverage (%)       | Households reached ÷ integrated-care registered elderly households × 100                     | Ministry of Health and Welfare; municipality       | Annual   |
| Worker burden index                            | Mean of 5-point self-report among pharmacists and care personnel                             | Sector-specific surveys                            | Biennial |
| Ordinance coherence score                      | Share of six higher-law items explicitly codified in the ordinance (0-100)                   | Korea Law Information Center                       | Periodic |
| Multi-actor agreement effectiveness            | Weighted mean of number of agreements × activity frequency × budget                          | Municipality                                       | Annual   |
| Annual data disclosure rate (%)                | Disclosed items ÷ recommended disclosure items (8) × 100                                     | Municipal gazette                                  | Annual   |
| EPR cost share (%)                             | Pharmaceutical/distribution-firm contribution ÷ total recovery cost × 100                    | Financial records                                  | Annual   |

### 3.3. 12개 지표의 조작적 정의

본 연구는 학술 모형이 정책 현장에서 활용 가능하도록 12개 지표의 조작적 정의와 측정 방식을 명시하였다 (Table 3). 각 지표는 측정 방법, 자료원, 측정 주기를 함께 제시하여 지자체가 자기 진단 도구로 활용할 수 있도록 설계되었으며, 측정 주기는 행정 부담을 고려하여 연간~2년 단위로 설정하였다.

이 평가 체계는 폐의약품 관리를 단순한 수거 실적 중심의 평가에서 벗어나 지역 사회 접근성, 취약계층 보호, 행정 투명성, 민관협력 구조까지 종합 진단할 수 있도록 설계되었다. 또한 각 지표가 정책 단계(투입·과정·성과)에 따라 분류되어 있어 지자체는 어느 단계의 어느 영역에 정책 개입이 필요한지를 가시적으로 식별할 수 있다.

## 4. 연구 방법

### 4.1. 연구 설계 및 사례 선정

본 연구는 이론 적용형 탐색적 사례연구(Yin, 2018)의 형태를 취한다. 이는 기존 ESG 이론을 새로운 분석 단위(지역)에 적용하여 이론의 외연을 확장하고, 동시에 사례에 대한 깊이 있는 진단을 통해 정책적 대안을 도출하는 연구 설계이다. 본 연구는 통계적 효과 검증보다는 김해시 사례를 통해 폐의약품 관리의 구조적 문제를 진단하고 ESG 기반 지역 거버넌스 모델의 설계 원리를 제안하는 데 목적을 둔다. 분석의 타당성과 신뢰성 확보를 위해 통계청·환경부·HIRA·김해연구원 등 복수 자료원 간의 자료 삼각 측정, ESG·USR·EPR·통합돌봄 이론의 이론적 삼각 측정, 그리고 연구 질문→자료→분석→결론의 사슬 증거(chain of evidence) 원리를 적용하였다.

Table 4. Data sources and analytical purposes

| Data type                         | Data source                                                                             | Analytical purpose                                                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Demographic data                  | Statistics Korea; Ministry of the Interior and Safety; Gimhae Research Institute        | Analyse ageing trajectory and latent potential for pharmaceutical waste generation   |
| Health care data                  | Health Insurance Review and Assessment Service (HIRA); Ministry of Food and Drug Safety | Identify trends in elderly pharmaceutical use and market scale                       |
| Environmental and waste data      | Ministry of Environment; Gimhae City resource-circulation data                          | Analyse pharmaceutical-waste processing system and environmental management capacity |
| Institutional data                | Korea Law Information Center; Gimhae municipal ordinances                               | Analyse coherence of law/ordinance and governance structure                          |
| Domestic academic literature      | Korean Citation Index (KCI) journals                                                    | Review empirical results on pharmaceutical-waste recovery and policy effects         |
| International academic literature | IJERPH, Sustainability, PLoS ONE, etc.                                                  | Survey theory and comparative cases on ESG, circular economy, and EPR                |
| Integrated-care policy data       | Ministry of Health and Welfare guidelines; regional integrated-care reports             | Assess regional applicability of a visiting-type collection model                    |

사례 지역으로 김해시를 선정한 이유는 다음과 같다. 첫째, 인구 약 56만 명 규모의 도농복합형 중견 도시로 신도시·구도심·농촌이 공존한다. 둘째, 2024년 기준 65세 이상 인구 비율 14.2%로 고령사회에 진입하였으며 2043년경 초고령사회 진입이 예상된다. 셋째, 「불용 의약품 등의 관리에 관한 조례」(2017)를 보유하여 제도적 기반이 갖추어져 있다. 넷째, 관내에 보건의료·생명 과학 학문군을 보유한 지역 거점 대학이 입지하고 통합 돌봄 자원을 활용할 수 있어 ESG 융합 거버넌스의 실증 가능성이 높다. 다섯째, 양산·진주·창원 일부 지역과 유사 구조를 공유하는 ‘전형적 사례(typical case)’로서 정책 이전 검토의 출발점으로 적합하다.

#### 4.2. 분석 자료 및 절차

본 연구는 문헌 자료와 2 차 자료를 통합 분석하였다. 주요 자료의 출처와 활용 목적은 Table 4와 같으며, 단일 자료원의 편향 가능성을 최소화하기 위해 자료별 삼각 측정을 적용하였다.

분석 절차는 다음 5단계로 구성된다. 첫째, 고령화와 의약품 사용 증가에 관한 문헌·통계자료를 검토하여 폐 의약품 발생의 구조적 배경을 분석한다. 둘째, 김해시의 인구구조·수거 인프라·처리시설·조례 체계를 검토하여 지역 폐의약품 관리 현황을 정리한다. 셋째, ESG 및 폐의약품 관련 선행 연구에서 반복적으로 제시된 평

가 요소를 추출하고 지역 적용 가능성·자료 확보 가능성·정책 개입 가능성의 세 기준에 따라 재분류한다. 넷째, ESG 평가 체계를 김해시 사례에 적용하여 차원별 강·약점을 진단한다. 다섯째, 진단 결과를 바탕으로 김해시 맞춤형 ESG 융합형 폐의약품 관리모델, 6주체 협력 거버넌스, 5년 단계별 실행 로드맵을 제안한다.

### 5. 김해시 폐의약품 관리 현황 및 ESG 진단

#### 5.1. 김해시 인구학적 특성과 폐의약품 발생 잠재량

김해시는 경상남도 중남부에 위치한 도농복합도시로, 2024년 기준 총인구는 561,806명이며 경상남도 전체 인구의 16.8%에 해당한다. 부산광역시와 인접한 지리적 특성, 제조업 중심의 산업 구조, 가야왕국의 역사적 정체성이 결합된 복합형 도시이다. 인구 구성은 주민등록인구 531,000명(94.5%), 등록외국인 25,000명(4.4%), 외국국적동포 국내거소신고자 5,403명(1.0%)으로, 외국인 인구 비중이 상대적으로 높다.

고령화 추이를 보면 김해시의 65세 이상 인구 비율은 2015년 8.4%에서 2024년 14.2%로 5.8%p 증가하여 고령사회에 진입하였으며, 동 기간 노령화지수는 51.1에서 120.9로 약 2.4배 상승하였다. 김해연구원에 따르면 현 수준 유지 시나리오 기준 2050년 김해시 고령인구는 117,939명(전체의 23.3%)에 이를 것으로

**Table 5.** Projection of the elderly population in Gimhae City

| Year | Elderly population (persons) | Share (%) |
|------|------------------------------|-----------|
| 2025 | 78,557                       | 14.2      |
| 2030 | 89,245                       | 16.8      |
| 2035 | 98,124                       | 18.9      |
| 2040 | 105,893                      | 20.7      |
| 2045 | 111,782                      | 21.8      |
| 2050 | 117,939                      | 23.3      |

Source: Reconstructed by the authors from Gimhae Research Institute(2025)

전망되며, 2043년경 초고령사회 진입이 예상된다 (Table 5; Gimhae Research Institute, 2025). 김해시 내부에서도 신도시 지역(내외동·장유동)과 구도심·농촌 지역 간 고령화의 공간적 편차가 두드러져 읍면동 단위 맞춤형 접근이 요구된다. 65세 이상 노인의 1인당 약품 청구 비중이 일반 인구의 약 4배 수준임을 고려할 때, 김해시의 폐의약품 발생 잠재량은 향후 25년간 고령인구 증가율(약50%)과 비례하여 확대될 것으로 예측된다.

## 5.2. 김해시 폐의약품 수거·처리 인프라

김해시의 폐의약품 관리는 「김해시 불용의약품 등의 관리에 관한 조례」(2017)에 근거한다. 동 조례 제3조는 시장의 책무로 수거 관리 체계 마련을 규정하고, 제5조는 약국·보건소 중심의 수집 체계를 명시한다. 수거 인프라는 보건소 2곳, 보건지소 7곳, 약국 약 200곳(공공심야약국 3곳 포함)으로 구성되며, 약국에서는 재사용이 가능한 의약품에 대한 무료 복약지도가 병행된다. 약국에서 수거된 폐의약품은 김해시가 제공하는 공공재 봉투에 약국명이 기재된 채로 배출되어 출처 추적이 가능하다. 처리 단계에서 김해시 자원 순환시설은 환경부 평가에서 소각열 회수율, 오염물질 관리, 안전성 등 전 분야 우수(A등급)에 해당하며, 850℃ 이상 고온 소각이 가능하다. 즉 처리 단계의 환경적 안정성은 비교적 확보되어 있고, 정책적 병목은 발생→수거→운반의 전 단계에 집중되어 있다.

## 5.3. ESG 차원별 진단

### 5.3.1. 환경(E): 안정적 처리 역량과 모니터링의 공백

환경(E) 차원에서 김해시는 ‘처리 단계의 강점, 수거

단계의 약점’이라는 비대칭 구조를 보인다. 강점은 자원 순환시설의 우수 평가에 있으며, 이는 향후 회수량이 증가하더라도 처리 측면의 환경 영향을 최소화할 수 있는 기반이 된다. 약점은 부적정 폐기에 따른 잠재적 환경 부담이다. Ministry of Environment(2024) 추정에 따르면 전국적으로 발생량의 상당 부분이 종량제 봉투나 하수구로 흘러가고 있으며, 김해시 역시 인근 낙동강 수계의 의약 잔류물 노출 가능성을 안고 있다. 김해시 관내 수계·토양의 의약 잔류물 모니터링은 정기적으로 수행되지 않고 있어 E 차원 데이터의 공백 자체가 또 하나의 정책 과제로 부상한다.

이러한 모니터링 공백을 정책적으로 관리하기 위해, 본 연구는 기존 평가 체계(Table 3)의 ‘의약 잔류물 검출 중수’ 지표를 보완하는 신규 지표로 ‘지역 의약 잔류물 모니터링 지수(regional pharmaceutical residue monitoring index, RPMI)’를 제안한다. 본 지표는 첫 번째, 모니터링 수행 여부(정기 측정 체계의 존재), 두 번째, 측정 지점의 공간적 대표성(취·정수장, 하수처리장 방류구, 주요 소하천·농업용수 취수원의 포괄 정도), 세 번째, 측정 대상 물질의 범위(국립환경과학원 4대강 조사에서 검출된 텔미사르탄·트라마돌·시타글립틴 등 우선 관리 물질의 포함 여부)를 종합한 0~100점 척도로 산정한다. RPMI는 ‘측정되지 않아 관리되지 않던’ E 차원의 사각지대를 정량적 관리 대상으로 전환하는 진단 도구로 기능한다.

측정 설계는 다음과 같이 제안한다. 측정 지점은 낙동강 본류 취수원 1개소, 하수처리장 방류구 2개소, 관내 주요 소하천 2개소 및 대표 토양 시료 채취점 2개소로 구성한다. 측정 주기는 갈수기·풍수기의 계절적 변동을 포괄하도록 연 2회(반기) 실시한다. 분석 대상은 항생제·진통제·호르몬제·항우울제 계열의 우선 관리

Table 6. Integrated ESG diagnostic matrix for Gimhae City

| ESG             | Strengths                                                                                                                                                                                                 | Weaknesses                                                                                                                                                                    |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Environment (E) | Resource-circulation facility rated A by the Ministry of Environment; high-temperature incineration above 850°C feasible; high waste-disposal self-sufficiency                                            | No routine monitoring of pharmaceutical residues in local water bodies and soils; low estimated formal-recovery rate relative to generation                                   |
| Society (S)     | Rich integrated-care resources across the regional anchor university, city government, pharmacist association, and welfare facilities; high-trust relationships of visiting care personnel with residents | Low rate of proper citizen disposal; weak awareness of disposal methods by formulation; accumulated workload on pharmacists; absence of incentives                            |
| Governance (G)  | Ordinance on Unused Medicines (2017); traceability through publicly funded bags labelled with pharmacy of origin                                                                                          | Linear pharmacy- and health-centre-centric structure; lack of codified cooperation with the postal service, regional university, and pharmaceutical firms; EPR not introduced |

의약품질 약 15~20종으로 하며, 분석 방법은 고상추출(SPE) 전처리 후 액체크로마토그래피-질량분석법(LC-MS/MS)을 적용한다. 측정 주체는 지역 거점 대학(환경공학·약학 연구 인력)과 환경부 산하 기관(국립환경과학원·낙동강유역환경청)의 공동 수행을 원칙으로 하고, 산출 자료는 폐의약품 회수 정책의 환경 성과와 연계하여 시계열로 공개한다. 이를 통해 모니터링의 부재 자체를 지표화하여 측정·관리·환류의 순환 구조를 구축할 수 있다.

### 5.3.2. 사회(S): 통합 돌봄 자원의 잠재력과 미활용

사회(S) 차원에서 김해시는 다른 지자체에 비해 두드러진 잠재력을 보유한다. 관내에 보건의료·생명과학 학문군을 보유한 지역 거점 대학이 입지하여 약학·간호·보건·환경공학·디자인·정보기술 등 다학제 자원을 동원할 수 있으며, 김해시보건소·복지관·자원봉사센터, 방문간호사·요양보호사·생활지원사 등 통합 돌봄 인력은 단순한 서비스 전달체계를 넘어 참여형 사회자본 네트워크로 기능할 잠재력을 지닌다. 특히 방문 돌봄 인력은 고령자 가정을 정기적으로 방문하며 신뢰 관계를 형성하고 있어 폐의약품 회수의 인터페이스로 활용가능하다. 그러나 시민 인식 측면에서는 한계가 관찰된다. Korea Consumer Agency(2020)의 조사에서 폐의약품을 약국·보건소에 정상 배출하는 비율은 약 8%에 불과하였으며, 56% 이상이 종량제 봉투에 배출되었다. 가루약·물약·연고 등 제형별 배출 방법에 대한 정보 부족, 환경 위해성에 대한 경각심 부족이 핵심 약점으로 지적되며, 약사의 업무 부담도 사회적 책임의 균등 분담 메커니즘 결여를 시사한다(Lee and Oh, 2025).

### 5.3.3. 지배구조(G): 단선적 거버넌스의 한계

지배구조(G) 차원에서 김해시는 조례 체계는 갖추었으나 다주체 협력의 깊이가 충분하지 않다. 조례는 약국·보건소 중심의 수거 체계를 명시하고 있으나 우정사업본부, 공동주택 관리주체, 관내 지역 거점 대학, 제약기업·유통사와의 책임 분담 구조는 명문화되어 있지 않다. 즉 거버넌스의 행위자는 다양하게 존재하나 이들을 연결하는 제도적 매개(institutional mediator)가 부재한 상태이다. 정보 공시 측면에서도 연간 폐의약품 수거량·처리량·처리비용에 대한 정기적 공개 체계가 미비하며, 시민이 가까운 수거 거점과 운영 시간을 확인할 수 있는 디지털 플랫폼도 부족하다. EPR과 같은 책임 분담 메커니즘은 국가 수준에서도 의약품 영역에 본격 도입되지 않았으며, 김해시가 선제적으로 이를 시범 적용할 수 있는 정책적 공간이 열려 있다.

## 5.4. ESG 통합 진단표

이상의 차원별 분석을 종합하면 김해시의 폐의약품 관리 거버넌스는 환경 처리는 우수, 사회적 잠재력은 풍부하지만 미활용, 지배구조의 다주체화는 미흡으로 요약할 수 있다. Table 6은 김해시의 ESG 차원별 강점과 약점을 정리한 통합 진단표이다.

## 6. 김해형 ESG 융합 폐의약품 관리모델

### 6.1. 모델 설계의 기본 원리

본 연구는 김해시 ESG 진단 결과를 토대로 세 가지 정책 모델을 제안하며, 모델 설계에 다음 세 가지 원리를

Table 7. Risk-response for the visiting collector model

| Risk type                     | Specific content                                                                         | Response                                                                                                       |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Legal                         | Absence of legal authority for non-licensed personnel to handle medications              | Codify auxiliary-collection authority by ordinance amendment; obtain advance interpretations from MOE and MOHW |
| Safety                        | Leakage, contamination, or cross-contamination during transfer                           | Mandatory double-sealed bags; supply leak-resistant pouches; distribute emergency-response manual              |
| Personal information          | Disclosure of patient identifiers on prescriptions and dispensing envelopes              | Standardise identifier-removal procedures before collection; emphasise in worker training                      |
| Workload                      | Degradation of primary duties and risk of personnel attrition                            | Per-visit additional allowance; mileage and regional-currency incentives; commendation scheme                  |
| Specialist scope encroachment | Risk of non-licensees performing medication counselling or reusability decisions         | Codify role boundaries; restrict specialist judgment to pharmacists and public health centre staff             |
| Accident liability            | Unclear allocation of responsibility in case of incidents during collection or transport | Conclude tri-party agreement among city, care organisation, and public health centre; mandate insurance        |

적용하였다. 첫째, ‘이중가치 창출(dual-value creation)’ 원리로서, 각 모델은 환경적 효과(부적정 폐기 감소)와 사회적 효과(취약계층 보호, 약화 사고 예방, 접근성 향상)를 동시에 달성하도록 설계된다. 둘째, ‘역할 경계 명확화(role boundary clarity)’ 원리로서, 각 행위자의 역할과 책임을 사전에 명확히 정의하여 비전문 인력이 전문 영역을 침범하지 않도록 한다. 셋째, ‘단계적 확산(phased diffusion)’ 원리로서, 모든 모델은 시범 사업-평가-확대의 단계를 거치며 초기 도입 시 발생할 수 있는 운영상 위험을 최소화한다.

## 6.2. 모델 1: 통합 돌봄 연계 ‘찾아가는 폐의약품 수거 모델’

‘찾아가는 수거(visiting collector)’ 모델은 김해시 통합 돌봄 시스템에 폐의약품 회수의 ‘발생원 인터페이스’ 기능을 결합한 모델이다. 방문간호사·요양보호사·생활지원사 등 통합 돌봄 인력이 어르신 가정 방문 시 폐의약품 보관 여부를 확인하고, 유효기간 경과 의약품을 식별하여 전용 회수 봉투에 밀봉한 후, 지정 거점(보건소·복지관·돌봄센터)으로 인계하는 5단계 워크플로우로 구성된다.

본 모델에서 가장 중요한 설계 원리는 돌봄 인력의 역할을 ‘회수 보조(auxiliary collection)’에 엄격히 한정한다는 점이다. 즉 돌봄 인력은 유효기간 경과 의약품의 시각적 식별, 미사용 의약품의 분리 안내, 전용 봉투

밀봉, 지정 거점 인계의 4가지 비전문적 보조 업무만을 수행한다. 의약품의 재사용 가능성 판단, 복약지도, 약물 상호작용 평가, 부작용 안내 등 전문적 의학·약학 판단은 약사 또는 보건소 전문 인력의 고유 영역으로 명확히 구분된다. 이러한 역할 경계 설정은 두 가지 정책적 이유에서 필수적이다. 첫째, 약사법상 복약지도는 약사의 면허에 기반한 행위이며, 비면허자가 이를 수행할 경우 법적 위험과 환자 안전 위험을 동시에 초래한다. 둘째, 돌봄 인력의 본업(돌봄·간호·생활 지원)을 보호해야 한다. 폐의약품 회수가 추가 전문 업무로 부과될 경우 본업의 질이 저하되고 인력 이탈로 이어질 수 있다. 따라서 본 모델은 돌봄 인력의 역할을 회수의 물리적 매개에 한정하고 전문적 판단은 거점에서 약사·보건소 인력이 수행하는 ‘이단계 책임 분리(two-stage responsibility separation)’ 구조를 채택한다.

### 6.2.1. 돌봄 인력 회수 보조 행위의 현행 법령상 지위

본 모델의 실현 가능성을 확보하기 위해서는 돌봄 인력의 회수 보조 행위가 현행 법령 체계에서 차지하는 위치를 명확히 분석할 필요가 있다. 첫째, 약사법과의 관계. 「약사법」상 조제·복약지도는 약사 면허에 근거한 행위로 규정되므로(동법 제2조·제24조), 돌봄 인력이 수행하는 유효기간 경과 의약품의 시각적 식별, 분리 안내, 전용 봉투 밀봉, 지정 인계는 약학적 판단을 수반하지 않는 한 면허 행위에 해당하지 않는다. 즉 본 모델이

Table 8. Safety protocol for the postal collection model

| Safety item             | Operating standard                                                                                                                                          |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Eligible formulations   | Solid-form medications (tablets and capsules) permitted for postbox deposit                                                                                 |
| Restricted formulations | Liquids, syrups, injectables, and ointments prohibited from postboxes and directed to dedicated bins at public health centres and community service centres |
| Packaging               | Mandatory use of the dedicated collection envelope with double-sealing to prevent contamination of mail                                                     |
| Personal information    | Guidance to remove patient identifiers from prescriptions and dispensing envelopes; no identifiers permitted on the envelope                                |
| Collection cycle        | Regular collection at least once a week; ad-hoc additional collection if backlog occurs                                                                     |
| Responsibility sharing  | Codify costs, responsibilities, and incident response in an agreement between the city and the postal service                                               |

한정하는 ‘회수 보조’는 약사법이 규율하는 전문 행위의 외연에 위치한다. 둘째, 폐기물관리법과의 관계, 폐의약품은 「폐기물관리법」상 생활계 유해폐기물로 분류되며(동법 제2조·제14조의5), 그 수집·운반은 원칙적으로 지자체의 처리 책임에 속한다. 돌봄 인력의 회수 보조는 배출자(가정)와 지정 거점 사이의 물리적 매개에 해당하나, 비전문 인력이 유해폐기물의 1차 수집을 보조하는 행위에 대한 명시적 수권 규정은 부재하다. 셋째, 돌봄 관련 법령과의 관계. 「노인복지법」 및 「노인장기요양보험법」상 방문간호사·요양보호사·생활지원사의 직무 범위에 폐의약품 회수 보조가 포함되어 있지 않아, 추가 업무 부과와 법적 근거 또한 마련되어 있지 않다.

요컨대 돌봄 인력의 회수 보조 행위는 ‘금지되지도 수권되지도 않은’ 법적 회색지대(legal grey zone)에 놓여 있다. 따라서 본 모델의 안정적 시행을 위해서는 첫 번째로 김해시 조례에 돌봄 인력의 회수 보조 권한과 업무 범위를 명문화하고, 두 번째로는 보건복지부·환경부의 사전 유권해석을 통해 약사법·폐기물관리법·노인복지법과의 정합성을 확인하며, 세 번째는 시범 단계에서 책임 분담 협약과 표준 운영 매뉴얼로 그 경계를 구체화하는 3단계 제도화 경로가 선행되어야 한다. 이러한 분석은 Table 7의 ‘법적 권한 부재’에 대한 대응 방안이 단순한 행정 조치가 아니라 상위 법령 해석과 조례 수권에 근거해야 함을 보여준다.

본 모델은 ESG 세 차원에 동시에 기여한다. 환경(E) 차원에서는 ‘이동성 제약→부적정 폐기’의 인과 고리를 발생원에서 차단하여 고령 가구의 회수율을 직접 높인다. 사회(S) 차원에서는 환경 보호와 노인 약화(藥禍) 사

고 예방을 동시에 달성하는 이중가치를 창출하며 one health 관점과도 정합한다. 지배구조(G) 차원에서는 지역 거점 대학(인력 양성·교육·연구), 김해시(예산·정책), 보건소·복지관(현장 운영), 시민(참여·신뢰)이 결합된 다주체 거버넌스를 실현하는 매개가 된다.

### 6.3. 모델 2: 우정사업본부 협업형 우편 회수모델

두 번째 모델은 우정사업본부와의 협업을 통한 ‘우편형 폐의약품 회수’이다. 시민이 전용 회수 봉투에 폐의 약품을 담아 우체통이나 지정 우체국에 배출하면, 지자체 또는 위탁기관이 정기적으로 회수하여 자원 순환시설로 운반·소각한다. 세종특별자치시는 이 방식을 통해 수거량을 전년 대비 2배 이상(5.4 톤→11.9 톤) 증가시킨 바 있다. 본 모델은 우체통이라는 공공 인프라를 활용하므로 안전 프로토콜의 정교화가 필수적이며, 본 연구에서는 6개 항목으로 구성된 안전 프로토콜을 제안한다(Table 8).

이 모델은 사회(S) 차원에서 약국·보건소까지의 이동이 부담스러운 시민, 야간 시간대만 활용가능한 직장인, 대면 배출에 심리적 저항을 느끼는 시민 모두를 수거 시스템 안으로 포섭함으로써 접근성 형평을 크게 개선했다. 지배구조(G) 차원에서는 지자체-우정사업본부 협약이라는 새로운 공공기관 간 협력 거버넌스를 도입하며, 환경(E) 차원에서는 시 전역에 분포된 우체통이라는 기존 인프라를 별도 설치 비용 없이 즉시 활용 가능한 수거 인프라로 전환한다.

### 6.4. 모델 3: 공동주택·스마트 수거 거점 모델

**Table 9.** Roles in the six-actor collaborative governance framework

| Participating actor                     | Principal role                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gimhae City                             | Update the ordinance and ensure coherence with higher-level law; secure budget and oversee programmes; routinely disclose annual recovery and processing data                                                                                 |
| Regional anchor university              | Provide education and research infrastructure; conduct citizen-awareness surveys and policy-effectiveness evaluations; operate student-participation volunteering and fieldwork programmes; analyse regional data and provide policy advisory |
| Pharmacist association and pharmacies   | Provide specialist medication counselling; classify pharmaceutical waste and judge reusability; operate hub pharmacies and receive incentives                                                                                                 |
| Postal service                          | Provide collection services using the postbox and post-office network; perform regular transport and hand-over to drop-off sites                                                                                                              |
| Apartment-housing and public facilities | Provide neighbourhood collection sites and routine management; cooperate in resident awareness campaigns                                                                                                                                      |
| Pharmaceutical and distribution firms   | Share costs under EPR; sponsor recovery campaigns; routinely share recovery data on their own products                                                                                                                                        |

세 번째 모델은 공동주택과 공공시설을 활용한 생활권 수거 거점 확대 모델이다. 김해시 내 300세대 이상 공동주택, 노인복지관, 행정복지센터, 도서관, 보건지소 등에 폐의약품 수거함을 설치하고, 장기적으로 IoT 기반 스마트 수거함을 도입한다. 스마트 수거함은 투입량을 자동 측정하고 적재량이 일정 수준을 넘으면 관리자에게 알림을 전송하여 수거 효율을 극대화한다. 초기 설치비와 유지관리비를 고려하여 일괄 도입보다는 단계적 확산이 바람직하다. 1단계(시범)는 고령인구 비율이 높고 약국 접근성이 낮은 1~2개 읍면동을 우선 선정하여 6~12개월간 시범 운영하고, 2단계(평가)는 회수량·운영 비용·시민 만족도·관리상 문제점을 평가하며, 3단계(확대)는 지역별 인구구조와 인프라 여건을 반영한 차등적 확산을 실시한다.

성공적 운영을 위해서는 설치 주체(김해시 또는 위탁기관), 일상 관리주체(공동주택 관리사무소·공공시설 관리자·지자체 담당 부서), 수거 주기(주1회 또는 월 2회), 오염·악취·오투입 시 책임 소재, 설치·유지관리비 분담 구조, 공동주택 ESG 평가·인센티브 연계 가능성 등이 협약과 메뉴얼을 통해 사전에 명확히 규정되어야 한다. 본 모델은 환경(E) 차원에서 발생원 인근의 회수 인프라 밀도를 높이고, 사회(S) 차원에서 일상 동선과 결합된 자연스러운 참여를 유도하며, 지배구조(G) 차원에서 공동주택 관리주체·공공시설 관리자라는 새로운 행위자를 거버넌스에 편입시킨다.

### 6.5. 6주체 협력 거버넌스 구조

위의 세 모델은 개별적으로도 의미가 있으나 실효성은 통합 거버넌스 구조 안에서 극대화된다. 본 연구는 김해시·지역 거점 대학·약사회·우정사업본부·공동주택·제약기업이 결합된 6주체 협력 거버넌스를 제안한다(Table 9). 이 구조는 기존 약국·보건소 중심의 단선적 체계를 넘어, 지역 내 다양한 주체가 책임을 분담하는 다층적 협력 거버넌스(multi-layered collaborative governance) 모델이다. 특히 제약기업과 유통사의 참여는 폐의약품 관리 비용을 지자체와 시민에게만 전가하지 않고 오염자 부담 원칙과 수익자 부담 원칙 모두에 부합하는 책임 분담 구조를 실현한다. 지역 거점 대학의 참여는 대학·지역 상생 모델의 구체적 사례로서 지역사회 기여와 학생 교육의 동시 효과를 창출하며, USR이 ESG 거버넌스와 결합되는 새로운 제도적 결합 양식을 보여준다.

### 6.6. 단계별 실행 로드맵(2026~2030)

본 연구는 제안 모델의 실행 가능성을 확보하기 위해 5년 단위 단계별 실행 로드맵을 Table 10과 같이 제안한다. 로드맵은 조례 정비-시범 사업-확대-정착-평가환류의 다섯 단계로 구성되며, 단계별 핵심 과제·주요 행위자·성과 지표(KPI)를 명시함으로써 정책 결정자가 실무에 적용할 수 있도록 설계되었다.

#### 6.6.1. 조례에 포함될 핵심 조항

위 로드맵 1단계(2026, 조례 정비)의 실효성을 담보

**Table 10.** Phased implementation roadmap (2026~2030)

| Phase / Year                               | Principal tasks                                                                                                                                                                                                                              | Lead actors                                              | KPI                                                                       |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Year 1 (2026):<br>Foundation               | Amend ordinance (codify key provisions: multi-actor cooperation, auxiliary-collection authority, information disclosure, EPR cost-sharing — see 6.6.1); select pilot eup-myeon-dong; conclude six-actor agreements; develop standard manuals | City; anchor university; pharmacist association          | Number of agreements concluded; publication of manuals                    |
| Year 2 (2027):<br>Pilot                    | Pilot Visiting Collector model in 1-2 eup-myeon-dong; pilot postal collection; conduct citizen-awareness survey                                                                                                                              | Public health centres; postal service; anchor university | Pilot recovery volume; +10 percentage-point increase in citizen awareness |
| Year 3 (2028):<br>First Expansion          | Expand to 50% of eup-myeon-dong based on pilot evaluation; install 10 smart collection bins                                                                                                                                                  | City; apartment-housing bodies                           | Doubling of per-capita recovery; +30% increase in collection sites        |
| Year 4 (2029):<br>Consolidation            | Expand citywide; pilot EPR agreement; build and disclose integrated data platform                                                                                                                                                            | Pharmaceutical firms; city; anchor university            | EPR cost share of 10%; data disclosure rate of 80%                        |
| Year 5 (2030):<br>Evaluation and Diffusion | Five-year performance evaluation; policy-transfer consulting to neighbouring cities (Yangsan, Jinju); recommend statutory measures                                                                                                           | City; anchor university; central government              | 50% recovery rate; one or more policy-transfer cases                      |

**Table 11.** Key provisions to be codified in the ordinance amendment (Year 1)

| Provision                                              | Core content                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Purpose and definitions                                | Clearly define unused pharmaceutical waste, auxiliary collection, integrated care-linked collection, and multi-channel collection.                                                                                                                                                      |
| Legal basis for multi-actor cooperation                | Establish the legal basis for agreements and the operation of a consultative body among Gimhae City, regional anchor universities, the pharmacist association, the postal service, apartment-housing management bodies, and pharmaceutical/distribution firms.                          |
| Authority for auxiliary collection by care personnel   | Specify the scope of auxiliary collection tasks, including visual identification, separation guidance, sealing, and transfer. Clarify role boundaries through a two-stage responsibility separation model, and mandate the provision of protective equipment and standardized training. |
| Legal basis for multi-channel collection               | Provide the legal basis for postal collection, collection boxes in apartment complexes and public facilities, and the installation and operation of IoT-based smart collection boxes.                                                                                                   |
| Information disclosure obligation                      | Require regular public disclosure of annual collection volume, treatment volume, treatment costs, collection-site information, and citizen participation rates, along with the operation of a digital information platform.                                                             |
| EPR-based cost-sharing mechanism                       | Provide a pilot legal basis for cost sharing by pharmaceutical and distribution firms and the design of incentive mechanisms under an extended producer responsibility framework.                                                                                                       |
| Safety, liability, and personal information protection | Specify responsibility-sharing procedures in case of accidents, mandatory insurance coverage, and standardized procedures for removing personal information such as prescription and dispensing information.                                                                            |

하기 위해서는 「김해시 불용의약품 등의 관리에 관한 조례」의 개정 시 다음의 핵심 조항이 명문화되어야 한다. 이는 진단에서 확인된 G 차원의 약점(단선적 거버넌스, 책임 분담 미명문화, 정보 공시 미비)을 직접 보완하는 제도적 근거에 해당한다(Table 11).

## 6.7. 비용·재원 구조와 분담 방안

제안 모델의 6주체 거버넌스가 현실성을 확보하려면 비용 구조와 재원 조달 방안이 함께 설계되어야 한다. 본 절은 EPR 본격 도입 이전의 과도기를 전제로 각 모

텔의 비용 항목, 1인·1수거함 단위 개략 추정치, 주체 간 분담 구조를 제시한다. 아래 금액은 정밀 산정이 아닌 정책 설계를 위한 개략적 예시 추정치이며, 실제 단가는 시범 사업 단계의 타당성 조사를 통해 확정되어야 한다.

재원 분담은 EPR 도입 이전과 이후로 구분하여 단계적으로 설계한다. 과도기(EPR 도입 전)에는 김해시가 봉투·보호장비·인센티브·수거함 설치비의 다수를 예산으로 부담하고, 지역 거점 대학은 교육·연구·평가·시민 참여 매개를 현물(in-kind)로 분담하며, 제약·유통기업은 회수 캠페인 후원·사회 공헌 형태로 참여한다. 약사회와 우정사업본부, 공동주택 관리주체는 운영 협력과 일부 관리비를 분담한다. 정착기(EPR 도입 후)에는 로드맵 4~5년 차 목표에 따라 제약·유통기업이 회수 비용의 일부(5년 차 기준 약 10%)를 단계적으로 분담하여 오염자 부담·수익자 부담 원칙을 구현한다. 이러한 단계적 분담 구조를 통해 초기 재정 부담을 지자체에 집중시키지 않으면서도 6주제 거버넌스의 지속가능한 재원 기반을 확보할 수 있다.

## 7. 정책적·이론적 함의

### 7.1. 정책적 함의

본 연구의 분석은 다음과 같은 정책적 함의를 제공한다. 첫째, 폐의약품 관리는 더 이상 ‘쓰레기 처리’의 문제가 아니라, 고령화·환경·돌봄·산업이 교차하는 ‘지역 지속가능성’의 문제로 재정의되어야 한다. 정책적 위상이 환경부 단일 부처에서 보건복지부·산업통상자원부·식품의약품안전처와의 부처 간 협력 영역으로 확장되어야 한다. 둘째, 고령화 지방 도시에서는 ‘가져오는 수거’에서 ‘찾아가는 수거’ 체계로의 전환이 필요하다. 다만 이 전환은 단순한 가가호호 방문 수거가 아니라, 통합 돌봄 시스템과의 결합을 통한 구조적 인터페이스 전환으로 설계되어야 하며, 돌봄 인력의 역할 경계를 회수 보조에 한정하고 전문적 판단은 약사·보건소 인력에게 귀속시키는 ‘이 단계 책임 분리’ 원칙이 핵심이다. 셋째, 폐의약품 회수 인프라는 약국·보건소에만 의존해서는 안 되며, 우체국·공동주택·공공시설·대학·복지기관 등 생활권 기반의 다중 거점을 활용해야 한다.

넷째, 지자체는 폐의약품 관리 데이터를 정기적으로 공개해야 한다. 연간 회수량·처리량·수거 거점·처리비용·시민 참여율 등의 정기적 공시는 정책 투명성과 시

민 신뢰를 동시에 제고한다. 다섯째, 중앙정부 차원에서 폐의약품 관리의 상위 법령화와 의약품 분야 EPR 도입이 검토되어야 한다. 미국·캐나다·호주의 사례에서 보듯 제약회사가 회수 비용의 일부를 분담하는 구조는 오염자 부담 원칙과 수익자 부담 원칙 모두에 부합하며, 김해시는 EPR 도입을 선제적으로 시범 적용할 수 있는 정책 실험장으로 기능할 수 있다. 여섯째, 본 연구의 모델은 SDGs와의 정합성을 통해 글로벌 의제와 연결된다. SDG 3(보건과 웰빙), SDG 6(물과 위생), SDG 11(지속가능한 도시), SDG 12(책임 있는 소비와 생산), SDG 17(파트너십)에 직접 기여하며, 지역 차원의 정책이 글로벌 의제 달성에 기여하는 지방-글로벌 연계의 구체적 사례를 제공한다.

### 7.2. 이론적 함의

본 연구의 학문적 기여는 다음 세 가지로 요약된다. 첫째, 기존에 주로 기업 단위에 적용되어 온 ESG 프레임워크를 지역(region) 단위로 전환·적용하는 이론적 시도이다. 이는 ESG가 단순한 기업 평가 도구를 넘어 지역 지속가능성 평가 도구로 확장될 수 있음을 보여주며, 도시·지역 정책 평가의 새로운 방법론으로 발전될 가능성을 제시한다. 둘째, 폐의약품 문제를 환경·보건·돌봄·산업·교육이 교차하는 다중 경계 문제(boundary-spanning problem)로 재정의하고, 이에 부합하는 다주체 거버넌스 설계 원리(이중 가치 창출, 역할 경계 명확화, 단계적 확산)를 제시하였다. 이는 환경행정학과 보건 정책학, 사회복지학을 가로지르는 융합 연구의 사례로서 학제 간 대화의 단초를 제공한다. 셋째, 지역 거점 대학을 ESG 거버넌스의 핵심 행위자로 위치시킴으로써 USR이 ESG 거버넌스와 결합될 수 있는 구조적 모델을 제안하였다. 본 연구는 대학을 지역 ESG 거버넌스의 ‘인력 양성-연구·평가-시민 참여 매개’ 세 가지 기능을 동시에 수행하는 제도적 인프라로 재정의하며, 한국 대학의 글로벌 사업, 지방대학 활성화 정책, 지역 상생 모델에 새로운 이론적 기반을 제공한다.

## 8. 연구의 한계 및 향후 과제

본 연구는 다음과 같은 한계를 지닌다. 첫째, 김해시 자체의 폐의약품 회수량·처리량·수거 거점별 실적에 대한 시계열 자료가 충분히 확보되지 못하여 사례 기반의 진단과 정책 제안에 초점을 두었다. 향후 연구에서는

Table 12. Indicative cost structure of the three models (illustrative estimates)

| Model                             | Main cost items                                                                                                                                                                     | Indicative unit cost (example)                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Model 1<br>(visiting collector)   | Dedicated collection bags, leak-proof pouches, protective equipment such as gloves and sealed containers, incentives for care personnel, training programs, and operational manuals | Dedicated bags and leak-proof pouches: approximately KRW 300-800 per unit; protective equipment: approximately KRW 1,000-2,000 per visit; incentives for care personnel: approximately KRW 3,000-5,000 per collected household. The total cost is therefore estimated at approximately KRW 5,000-8,000 per household collection. |
| Model 2<br>(postal collection)    | Dedicated collection bags and delegated collection/transportation costs through the postal service, using existing post boxes without additional initial installation costs         | Dedicated bags: approximately KRW 300-800 per unit. Since the model relies primarily on negotiated collection and transportation fees with the postal service, additional infrastructure costs can be minimized, and the cost structure is expected to be mainly operation-oriented.                                             |
| Model 3<br>(smart collection hub) | Standard collection boxes, IoT-based smart collection boxes, and annual maintenance costs                                                                                           | Standard collection boxes: approximately KRW 100,000-300,000 per unit; IoT-based smart collection boxes: approximately KRW 2,000,000-5,000,000 per unit, with annual maintenance costs of approximately KRW 200,000-500,000 per unit. Due to the relatively high initial investment, phased expansion is required.               |

김해시청·보건소·약사회 자료를 활용하여 연도별 회수량과 거점별 성과를 패널 분석할 필요가 있다. 둘째, 김해 시민을 대상으로 한 직접적인 인식 조사가 수행되지 못하였다. 향후 폐의약품 배출 지식·태도·실천(KAP) 수준을 파악하기 위한 시민 설문조사가 필요하며, 연령대·거주 형태·이동성 수준에 따른 세분화된 분석이 요구된다. 셋째, 관내 수계와 토양의 의약 잔류물 검출 자료가 부족하다. 환경적 성과를 객관적으로 평가하기 위해서는 수질·토양 모니터링 자료와 폐의약품 회수 정책을 연계한 분석이 필요하며, 이는 본 연구가 5.3.1에서 제안한 지역 의약 잔류물 모니터링 지수(RPMI)와 측정 설계를 적용하여 지역 거점 대학과 환경부 산하 기관의 공동 연구를 통해 추진될 수 있다. 넷째, 본 연구가 제안한 ESG 평가 체계는 이론적 구성 단계에 머물러 있다. 후속 연구에서는 전문가 델파이 조사 또는 AHP 분석을 통해 지표별 가중치를 도출하고, 김해시와 유사한 도농복합형 고령화 도시(양산시·진주시 등)와의 비교 분석을 통해 신뢰도와 타당도를 검증할 필요가 있다. 다섯째, 방문형 수거 모델의 실행에는 돌봄 인력의 폐의약품 회수 보조 행위에 대한 법적 권한 근거, 가정 방문 시 발생할 수 있는 의약품 관련 개인정보 보호 절차, 돌봄 인력의 추가 업무 부담에 대한 보상 체계, 회수 과정에서의 사고 발생 시 책임 분담 구조에 대한 추가 검토가 필요하며, 시범 사업 단계에서 이를 명문화한 운영 매뉴얼과 협약이 선행되어야 한다. 여섯째, 본 연구는 김해시

단일 사례에 기반하므로 결과의 일반화 가능성이 제한된다. 다만 김해시는 도농복합형 고령화 도시로서 양산·진주·창원 일부 지역 등 유사한 인구·산업 구조를 보유한 도시들에 대한 정책 이전 가능성을 검토할 수 있는 전형적 사례의 성격을 지닌다.

## 9. 결론

본 연구는 고령화 지방 도시인 김해시를 사례로 가정 발생 폐의약품 관리 체계를 지역 ESG 거버넌스 관점에서 분석하였다. 분석 결과, 김해시는 환경(E) 차원에서 폐의약품 처리 역량은 우수하나 수거 단계의 접근성 부족과 부적정 폐기 위험이 존재하였고, 사회(S) 차원에서는 통합 돌봄 인프라와 지역 대학이라는 풍부한 자원을 보유하고 있으나 시민 인식 부족·고령자 접근성 제약·약사 업무 부담이 병존하였으며, 지배구조(G) 차원에서는 조례와 기본 수거 체계는 갖추어져 있으나 다양한 주체 간 역할 분담과 책임 구조가 충분히 제도화되지 못한 것으로 나타났다.

이에 본 연구는 김해시의 지역적 특성을 반영한 세 가지 ESG 융합형 폐의약품 관리모델, 즉 통합 돌봄 연계 ‘찾아가는 수거’ 모델, 우정사업본부 협업형 우편 회수모델, 공동주택·스마트 수거 거점 모델을 제안하였다. 또한 이를 효과적으로 운영하기 위해 김해시·지역 거점 대학·약사회·우정사업본부·공동주택·제약기업이 참여하는 6주체 협력 거버넌스 구조와 5년 단위 단계별

실행 로드맵을 제시하였다. 첫 번째 모델에서 돌봄 인력의 역할은 회수 보조에 엄격히 한정되며, 전문적 판단은 약사·보건소 인력의 영역으로 명확히 구분된다는 점이 본 연구의 핵심적 설계 원리이다.

본 연구의 학문적 기여는 ESG 프레임워크를 기업 단위가 아닌 지역 단위 폐의약품 관리에 적용함으로써 기존 ESG 연구의 분석 단위를 확장하였다는 점, 폐의약품 문제를 환경·보건·돌봄·지역 행정·산업 책임이 교차하는 다중 경계 문제로 재정의하고 이에 부합하는 다주체 거버넌스 설계 원리를 제시하였다는 점, 그리고 지역 거점 대학을 ESG 거버넌스의 핵심 행위자로 위치시켜 USR-ESG 결합 모델의 이론적 토대를 마련하였다는 점에 있다. 정책적으로는 고령화 지방 도시에 적합한 폐의약품 관리 체계의 재설계 방향을 제시하고, 지방정부·지역 대학·공공기관·민간기업이 협력할 수 있는 실천적 모델과 구체적 실행 로드맵을 제시하였다는 의의를 지닌다. 폐의약품의 적정 관리는 단순한 폐기물 행정의 문제가 아니라, 고령화 시대 지역 공동체의 지속가능성을 시험하는 '작지만 결정적인 시금석'이며, ESG 융합 관점은 이 시금석을 다층적으로 측정·관리할 수 있는 분석틀을 제공한다.

### 감사의 글

본 논문은 2026년도 인제대학교 학술연구조성비 보조에 의해 수행되었습니다.

### REFERENCES

- Alnahas, F., Yeboah, P., Flidel, L., Abidin, A. Y., Alhareth, K., 2020, Expired medication: Societal, regulatory and ethical aspects of a wasted opportunity, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 17(3), 787.
- Bae, G., Ahn, J. H., Lim, K. M., Bae, S., 2022, Corporate social responsibility of pharmaceutical industry in Korea, *Front. Pharmacol.*, 13, 950669.
- Bae, S., Lee, S., Lee, J., Moon, J., Kim, J., Hwang, G., Rhee, J. H., Ok, Y. S., 2024, Waste management strategies to achieve circular economy in Korean pharmaceutical and biotechnology industry: Implications and development plans from global cases, *J. Kor. Soc. Environ. Eng.*, 46(12), 762-774.
- Baroka, I. U., 2025, Pharmaceutical waste management: Sources, environmental impacts, and sustainable solutions, *Pharm. Rep.*, 5, 95.
- Benítez-Rico, A., Pérez-Martínez, A., López, B. I. M., Martino-Roaro, L., Baños, J. A. A., Vergara-Castañeda, A., Islas-García, A., 2023, Medical household waste as a potential environmental hazard: an ecological and epidemiological approach, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 20(7), 5366.
- Chun, P., 2014, Analysis of active pharmaceutical ingredients and drug cost of prescription medications returned to community pharmacies through 'Drug-Take Back' program, *Yakhak Hoeji*, 58(4), 262-267.
- Gimhae Research Institute, 2025, Future population changes and implications of Gimhae City, Brief-2025-01, Gimhae, Korea, <https://ghri.re.kr>
- Hwang, B. D., 2013, Storage and disposal of unused medications for housewives in the Busan Metropolitan City, *Korean J. Heal. Serv. Manag.*, 7(2), 69-79.
- Kharat, M. G., Kapoor, S., Parhi, S., Kharat, M. G., Pandey, S., 2025, Operationalizing sustainability in pharmaceuticals: Green supply chain metrics for circular economy, *Sustain. Futures*, 9, 100413.
- Kim, H. J., Choi, Y. J., Lee, I. H., 2019a, Improvement of waste drug management system by comparing domestic and overseas programs, *Kor. J. Clin. Pharm.*, 29(4), 286-294.
- Kim, M. S., Byun, W. S., 2017, A legislative study on the method of process concerning Disposal medicine from home, *ELR*, 39(3), 253-279.
- Kim, M. Y., Choi, H. G., Mo, Y. H., 2019b, Current status analysis of unused and expired medication collected at pharmacies in the Republic of Korea through practical calculation of their quantity and cost, *Yakhak Hoeji*, 63(3), 144-151.
- Korea Consumer Agency, 2020, Survey on the safety of waste drugs, Eumseong, Korean, <https://www.kca.go.kr>
- Korea Health Industry Development Institute (KHIDI), 2024, Survey on the Manufacturing and Service Industries of Elderly-Friendly Industries in 2023, Final report: Policy-Aging-2024-30, Cheongju, Korea, <https://www.khidi.or.kr>
- Kusturica, M. P., Jevtić, M., Ristovski, J. T., 2022, Minimizing the environmental impact of unused pharmaceuticals: Review focused on prevention, *Front. Environ. Sci.*, 10, 1077974.
- Larrán Jorge, M., Andrades Peña, F. J., 2017, Analysing the literature on university social responsibility: A Review of selected higher education journals, *High. Educ. Q.*, 71(4), 302-319.
- Lee, D. S., Kwon, K. H., 2020, An Analysis on the case

- of policy-making of programs for the collection and disposal of the unused medicine from home based on Kingdon's policy stream mode, *Reg. Res. FDC*, 15(1), 81-92.
- Lee, S. W., Oh, Y. M., 2025, The effect of regulation factor on expired medicines collection: Focusing on Local Governments, *Yakhak Hoeji*, 69(1), 96-103.
- Ministry of Environment, 2017, Guidelines for the management of hazardous waste in the household (20171213), Policy report, Sejong, Korea, <https://www.mcee.go.kr>
- Ministry of Environment, 2024, Report on improvement of the pharmaceutical-waste recovery and processing system, Sejong, Korea, <https://www.mcee.go.kr>
- Rogowska, J., Zimmermann, A., 2022, Household pharmaceutical waste disposal as a global problem —A Review, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 19(23), 15798.
- Ryu, H. J., Park, S., Kee, R., Jeon, H. R., 2025, Comparison of the collection Status of Unused medicines domestically and internationally and derivation of policy implications, *Yakhak Hoeji*, 69(3), 233-239.
- Suh, Y. W., Jo, J. H., Shin, D. W., Kim, Y. S., 2019, Improvement measures for systems related to the collection and treatment of household pharmaceutical waste in an aging society, Korea Environment Institute, Report No. KEI research briefs : vol.7 no.3, Sejong, Korea, <http://repository.kei.re.kr/handle/2017.oak/22595>
- Srijuntrapun, P., Maluangnon, K., 2026, Development of guidelines for managing unused and expired medications in local communities: An Engaged stakeholder waste-hierarchy approach, *PLoS One*, 21(3), e0343225.
- Ministry of Data and Statistics, 2025, 2025 statistics on the elderly, Press release, Daejeon, Korea, <https://mods.go.kr>
- Wang, C., Huang, Z., Lian, G., 2023, Green supply chain decision of discarded drugs recycling: Evolutionary game and strategy simulation, *PLoS One*, 18(5), e0260235.
- Wang, L. S., Aziz, Z., Wang, H. J., Chik, Z., 2025, Prevalence and disposal of unused medicines: A Systematic review of cross-sectional studies, *J. Pharm. Health Serv. Res.*, 16(1), Article rmae028.
- Yin, R. K., 2018, Case study research and applications: Design and methods, 6th ed., Sage Publishing, Thousand Oaks, USA.
- 
- Assistant Professor. Gyo-Moon Chu  
Department of Companion Animal Health, Inje University  
[chu@inje.ac.kr](mailto:chu@inje.ac.kr)
  - Research Professor. Yong-mo Seo  
College of Biomedical Science & Health, Inje University  
[seoym113@naver.com](mailto:seoym113@naver.com)