

ORIGINAL ARTICLE

경상북도 유해화학물질 취급사업장의 취급시설 관리실태 분석: 2014~2023년 안전진단 자료를 중심으로

권기동 · 박대권¹⁾ · 박기완¹⁾ · 김선진²⁾ · 이준엽^{2)*}

구미시 환경관리과, ¹⁾경북녹색환경지원센터, ²⁾씨드파트원

Analysis of the Management Status of Various Hazardous Chemical Handling Facilities in Gyeongsangbuk-do: Based on Safety Diagnosis Data from 2014 to 2023

Ki-Dong Kwon, Daekwon Park¹⁾, Giwan Park¹⁾, Seonjin Kim²⁾, Joon Yeob Lee^{2)*}

Environmental Management Division, Gumi City 39281, Korea

¹⁾Gyeongbuk Green Environment Center, Gyeongsan 38541, Korea

²⁾SEEDPARTONE Inc., Seoul 07801, Korea

Abstract

This study analyzes the management status and temporal trends of hazardous chemical handling facilities in Gyeongsangbuk-do using safety diagnosis data collected between 2014 and 2023. The analysis covers 3,045 deficiencies identified in 272 hazardous-chemical handling workplaces located in 14 cities and counties. In addition to examining the industrial distribution and diagnostic outcomes, 23 inspection items are reorganized into five major categories. To improve comparability, the number of deficiencies per workplace is calculated, and an adjusted indicator accounting for the number of items in each category is applied. The results showed that the average number of deficiencies per workplace decreased from 14.6 in 2014 to 9.8 in 2023, indicating an overall improvement in safety management. However, the indicator remained nearly stagnant in approximately 10 cases after 2021, suggesting that the existing management framework may have reached its limit. Among the five categories, managerial factors exhibited the greatest reduction, whereas environmental factors exhibited only marginal improvement and even showed an increase in the item-adjusted analysis. Particularly, the sharp increase in corrosion-related leakage cases in 2023 may indicate a growing influence of facility aging or weaknesses in maintenance practices. This study provides foundational evidence for establishing region-specific chemical safety policies in Gyeongsangbuk-do and offers useful implications for future safety management under evolving regulatory frameworks.

Key words : Gyeongsangbuk-do, Hazardous chemicals, Handling facilities, Safety diagnosis, Deficiencies, Management

Received 13 May, 2026; Revised 16 June, 2026;

Accepted 19 June, 2026

*Corresponding author : Joon Yeob Lee, SEEDPARTONE Inc., Seoul 07801, Korea

Phone : +82-2-850-2788

E-mail : jylee@seedpartone.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

화학물질은 현대 산업사회의 근간을 이루는 핵심자원으로, 반도체·자동차·이차전지·철강 등 국내 주력산업의 원료공급과 생산공정 전반에 걸쳐 불가결한 역할을 담당하고 있다. 동시에 화학물질은 인체독성, 폭발·화재 위험성, 생태계 오염 등 복합적 위험인자를 내포하고 있어, 취급과정에서의 관리소홀이 대규모 인명·재산·환경 피해로 직결될 수 있다. 국내 화학물질 관리를 위한 법적 규제는 기후에너지환경부, 고용노동부, 소방청 등 여러 부처에 분산되어 운영되고 있다(Cho et al., 2021). 이중 「화학물질관리법」(이하 '화관법')은 화학물질로 인한 국민건강과 환경상의 위해를 예방하고, 화학사고에 대한 신속대응으로 피해를 최소화하는 것을 목적으로 기존 유해화학물질관리법에서 전면 개정되었으며(MoE, 2022), 「화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률」(이하 '화평법') 등과 함께 우리나라 화학물질 관리의 주축이 되고 있다. 특히 2011년 가습기살균제 사고는 일상 소비재에 포함된 화학물질의 만성독성이 광범위한 집단 피해를 야기할 수 있음을 사회적으로 각인시킨 사건이었으며, 2012년 경상북도 구미에서 발생한 불화수소(HF) 누출사고는 산업현장에서의 유해화학물질 취급 부주의가 얼마나 치명적인 결과를 초래하는지를 전국에 경고하였다. 이 두 사고를 계기로, 정부는 화학물질 안전관리 기준을 전면 강화한 화관법을 2015년 1월부터 시행하였다.

경상북도는 유해화학물질 취급사업장이 광범위하게 분포된 지역으로서, 화학안전 관리의 중요성이 특히 두드러지는 광역자치단체이다. 구미국가산업단지(전자·화학), 포항(철강·금속), 경주(자동차부품·표면처리), 김천(화학·이차전지), 영천 및 칠곡(정밀부품·소재) 등 다수의 산업도시에 다양한 업종의 유해화학물질 취급사업장이 고밀도로 분포하고 있다. 특히 최근에는 이차전지 산업의 급성장에 따라 불화물, 리튬염계 전해질 등 고위험 화학물질을 다루는 신규 사업장이 도내에 빠르게 증가하고 있어, 안전관리 수요가 질적·양적으로 확대되는 상황이다. 이러한 산업적 집적성을 배경으로, 경상북도는 2012년 9월 구미 불화수소(HF) 누출사고의 발생지이기도 하다. 당시 사고로 작업자 5명이 사망하고 인근 주민 수천 명이 호흡기·피부 이상 등으로 병원치료를 받았으며(Lee et al., 2017), 농작물 고사, 가축 피해, 차량부식 및 주민 건강피해 등 광범위한 사회·

경제적 피해가 발생하였다. 이 사고는 취급시설 안전기준 미준수와 초동 대응 실패가 피해를 기하급수적으로 증가시킨 대표적 사례로, 국내 화학물질 안전관리 법제 전반의 전면 개혁을 촉발하는 직접적 동인이 되었다. 이러한 역사적 경험은 경상북도 지역의 화학안전에 대한 사회적 관심과 행정적 책무를 전국 최고수준으로 끌어올리는 계기로 작용하였으며, 동시에 본 연구의 분석대상으로서 이 지역이 갖는 정책적 특수성과 시사점의 중요성을 한층 부각시킨다.

화학물질안전원 통계자료에 따르면, 화관법 시행 이후 2019년까지 화학사고가 지속적으로 감소하는 추세였으나, 2021년 발생건수(93건)는 화관법 시행 직후인 2015년(114건)과 큰 차이를 보이지 않았다(NICS, 2023). 2015~2022년간 화학사고 원인분석에서 안전기준 미준수(251건)와 시설결함(247건)이 가장 높은 비율을 차지하여, 현장의 안전관리 수준이 여전히 미흡한 것으로 확인되었다. 국립소방연구원에 의하면, 2024년 국내 화학사고는 총 195건, 인명피해 120명(사망 5명, 부상 115명)으로 집계되었으며, 최근 5년간 감소추세이나 사업장에서의 시설관리 미흡과 안전기준 미준수가 여전히 주요 원인으로 지목되고 있다(NFA, 2025).

화관법 제24조에 따른 유해화학물질 취급시설의 검사 및 안전진단 제도는 이러한 사고 원인의 사전예방을 위한 핵심적 장치이다. 검사항목은 기후에너지환경부 고시에서 세부적으로 규정하고 있으며(MoE, 2023), 취급방식에 따라 제조·사용시설, 저장·보관시설, 차량운송·운반시설 등으로 구분하여 검사가 시행된다.

현행 화관법상 유해화학물질은 인체급성유해성물질, 인체만성유해성물질, 생태유해성물질 및 사고대비물질을 의미한다. 다만 본 연구의 분석기간(2014~2023년)은 개정 전 제도 운영기간을 포함하므로, 당시의 행정실무상 관리체계와 현행 법체계를 구분하여 해석할 필요가 있다. 유해화학물질 영업 관련 규제는 화관법 제28조 및 제29조와 하위규정에 따라 허가, 신고, 면제 체계로 운영되며, 사업장의 취급규모와 영업 유형에 따라 적용요건이 달라진다. 한편, 산업안전보건법에 의한 공정안전관리(PSM, process safety management)제도와 화관법에 의한 검사·진단 제도가 유해화학물질 취급사업장에 중첩적으로 적용되고 있으나, 두 법률 간 규제범위와 접근방식의 차이로 인해 현장에서는 이해의 어려움이 지적되어 왔다(Jeong, 2019). Lee and Kim

(2017)은 PSM 제도가 도입될 당시(1996년) 20건이 발생하던 중대산업사고는 2016년 11건으로 45% 감소하였지만 중소기업 사업장 위주로 지속적인 화학사고가 발생한 것으로 보고하였다. 이는 제도적 틀 자체보다 현장 실행력과 자율적 안전관리 역량이 핵심적인 변수임을 시사한다.

Park and Kwon(2023)은 울산지역 유해화학물질 영업자 557개소를 대상으로 5년간(2018~2022년) 화관법 위반현황을 분석하여, 165개 사업장에서 총 225건의 위반이 적발되었으며(위반율 약 27%), 취급시설 검사 미이행(45건, 20.1%)이 가장 빈번한 위반 유형임을 보고하였다. Kim et al.(2024)은 한국환경공단의 2020~2022년 검사자료를 활용하여 전국 11,305개 사업장의 검사결과를 분석한 결과, 사업장 단위 부적합률이 5.5%이며, 경상북도 지역은 8.8%로 전국 평균보다 높게 나타났다고 보고하였다. 사업장 규모별로 중소기업(6.2%)이 대기업(3.5%)보다 부적합률이 현저히 높았으며, 특히 염색업종 취급시설은 36.3%에 달하는 부적합률을 보여 소규모 업종의 관리실태가 우려되는 수준이었다. Lee et al.(2017)은 2013~2016년간 화학사고 인명피해 사례를 분석하여, 유사 유형의 사고가 반복적으로 발생하고 있으며 취급시설 관리 불량과 초동 대응 미흡이 피해확산의 구조적 원인임을 지적하였다. 이상의 선행연구들은 유해화학물질 취급사업장의 안전관리 실태를 국가적 차원에서 진단하고 주요 문제점을 규명하는데 중요한 기여를 하였다. 그러나 기존 연구들은 분석기간이 2~3년 단기 횡단면 분석 중심이거나, 법규 위반 적발 건수에 초점을 맞춘 현황 파악이 대부분이다. 특히 개별 광역자치단체 차원에서 10년이 상의 장기 시계열 데이터를 활용하여 진단항목별 미비패턴의 동태적 변화를 추적하고, 항목 수 보정을 통한 실질적 위험도 비교 등 다층적 분석 방법론을 적용한 연구는 전무한 실정이다. 또한 경상북도와 같이 다양한 업종이 혼재하는 지역에서 화관법 시행(2015년) 이전부터 데이터를 포함하여 법 시행 전후 변화를 장기적 시각에서 종합 평가한 연구 역시 전무함에 따라 이러한 선행연구의 공백은 지역특성에 맞는 안전관리 정책을 수립하는데 필요한 실증적 근거가 여전히 부족함을 의미한다.

한편, 2024년 2월 6일 법률 제20231호로 개정된 화관법이 2025년 8월 7일부터 시행됨에 따라, 유해화학물질 관리체계에 근본적인 변화가 이루어지고 있다. 이번 개정의 핵심은 유해성 및 위해성에 기반한 관리체계

로의 전환으로, 기존 유독물질중심의 관리체계를 인체 급성유해성물질, 인체만성유해성물질, 생태유해성물질로 유해성 유형별 관리체계로 세분화하고, 사고대비 물질을 포함하여 유해화학물질의 범주를 재정비한 데 있다. 또한 유해화학물질 취급시설에 대해서는 물질의 유해성, 취급수량, 시설특성 등을 고려하여 검사 및 안전진단 의무를 차등적으로 적용하는 방향으로 제도가 개편되었다는 점이다(MoE, 2025). 또한 2022년 1월 시행된 「중대재해 처벌 등에 관한 법률」은 사업주 또는 경영책임자에게 안전보건관리체계 구축, 안전·보건 관련 법령의 이행을 위한 인력·예산·점검 등의 조치의무를 부여하고 있으며, 이러한 의무를 위반하여 중대산업재해 또는 중대시민재해에 이르게 한 경우 경영책임자에 대한 처벌을 규정하고 있다(RoK, 2021). 이에 따라, 유해화학물질 취급사업장에서는 화관법상의 안전관리 의무와 중대재해처벌법상의 안전보건관리체계 구축 의무가 중첩적으로 적용되어, 보다 체계적이고 실효성 있는 안전관리가 요구되고 있다.

따라서, 본 연구에서는 경상북도 지역의 유해화학물질 취급사업장을 대상으로 2014년부터 2023년까지 10년간 실시된 안전진단 결과를 체계적으로 분석하여, 취급시설의 관리 현황 변화 추이를 파악하고 2024년 2월 개정·공포되어 2025년 시행된 화관법 시행과 중대재해처벌법 시대에 부합하는 지역차원의 유해화학물질 안전관리정책 수립을 위한 실증적 근거를 제시하고자 한다.

2. 연구방법

2.1. 연구대상 및 자료수집

본 연구는 경상북도에서 2014년~2023년까지 총 10년간 수행된 유해화학물질 취급사업장 안전진단 자료를 활용하였다. 진단대상은 경상북도 관내 포항, 경주, 구미, 김천, 영천, 경산, 칠곡, 청도, 고령, 문경, 안동, 성주, 상주, 영덕 등 14개 시·군에 소재한 유해화학물질 취급사업장으로 매년 22~34개소가 선정되어 진단이 실시되었다. 10년간 누적 진단 사업장 수는 총 272개소이며, 안전진단 시 적용된 점검항목은 총 23개 항목이다.

2.2. 분석체계 및 방법

Table 1. Annual status of diagnosed workplaces

Year	Number of diagnosed workplaces	Total Number of deficiencies	Deficiencies per workplace	Cities/Counties
2014	26	379	14.6	Gumi, Pohang
2015	29	335	11.6	Gyeongsan, Gyeongju, Goryeong, Gumi, Mungyeong, Yeongcheon, Pohang
2016	25	292	11.7	Gyeongsan, Gyeongju, Gumi, Yeongdeok, Yeongcheon, Pohang
2017	34	444	13.1	Gyeongsan, Gyeongju, Goryeong, Gumi, Gimcheon, Seongju, Andong, Yeongcheon, Chilgok, Pohang
2018	33	369	11.2	Gyeongsan, Gyeongju, Gumi, Gimcheon, Yeongcheon, Cheongdo, Chilgok
2019	26	256	9.9	Gyeongsan, Gyeongju, Gumi, Gimcheon, Yeongcheon, Chilgok, Pohang
2020	29	297	10.2	Gyeongju, Gumi, Gimcheon, Yeongcheon, Chilgok, Pohang
2021	22	200	9.1	Gyeongsan, Gyeongju, Gumi, Gimcheon, Mungyeong, Sangju, Yeongcheon, Chilgok, Pohang
2022	24	238	9.9	Gyeongsan, Gyeongju, Gumi, Gimcheon, Yeongcheon, Chilgok, Pohang
2023	24	235	9.8	Pohang, Gyeongju, Gimcheon, Gumi, Yeongcheon, Gyeongsan, Chilgok

본 연구의 분석은 하기와 같이 5단계로 수행하였다. 첫째, 23개 진단항목을 기능적 속성에 따라 5개 대분류(취급시설 4개 항목, 예방시설 5개 항목, 관리적 요소 5개 항목, 환경적 요소 4개 항목, 방제시설 5개 항목)로 그룹화하였다.

둘째, 연도별 진단 사업장 수(22~34개소)의 편차를 보정하기 위해 사업장당 미비건수(연간 총 미비건수/연간 진단 사업장 수)를 산출하였다.

셋째, 대분류 간 항목 수 차이를 보정하기 위해 사업장당 미비건수를 해당 대분류의 항목 수로 나눈 보정지표(건/항목)를 산출하였다.

넷째, 전반기(2014~2018년)와 후반기(2019~2023년)로 구분하여 변동률을 산출하고, 10개년 평균 대비 2023년의 변동률을 추가 분석하였다. 연도별 전체 미비건수는 3,045건이었으나, 이중 일부 미비사항은 복합적 성격을 가지거나 5개 대분류 체계에 일의적으로 대응되지 않아 대분류별 재분류 과정에서 제외되었다. 이에따라 23개 항목으로 재분류 가능한 미비건수는 총 2,891건이었으며, 대분류별 비교 분석은 이 2,891건을 기준으로 수행하였다. 따라서 전체 추이분석은 3,045

건을 대분류별 구조분석은 2,891건을 기준으로 해석할 필요가 있다.

다섯째, 정량분석 결과를 바탕으로 2025년 시행된 개정 화관법의 위험도 기반 관리체계와 「중대재해 처벌 등에 관한 법률」상 경영책임자의 안전보건 확보 의무를 검토하여 제도적 시사점을 도출하였다. 이를 위해 대분류별 미비특성과 변화추이를 현행 법·제도의 관리방향과 비교·해석하였으며, 본 연구의 분석자료가 개정법 시행 이전 자료에 해당한다는 점을 고려하여 제도 효과의 직접 검증이 아니라 정책적 해석과 적용 가능성 검토에 초점을 두었다.

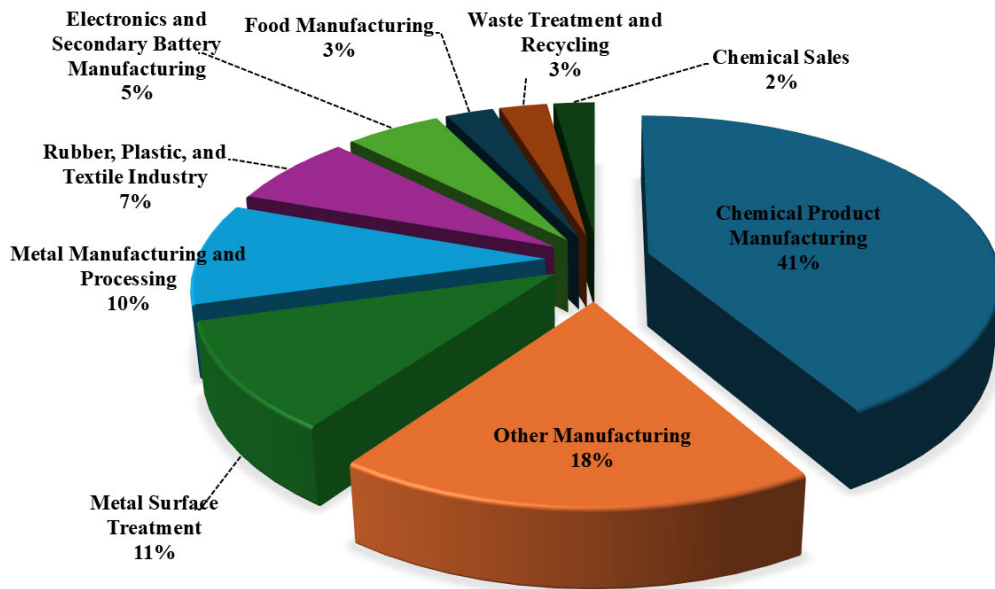
3. 연구결과 및 고찰

3.1. 유해화학물질 취급사업장 분포 현황

10년간 안전진단이 실시된 272개소 사업장의 연도별 현황은 Table 1과 같다. 사업장당 평균 미비건수는 2014년 14.6건에서 2023년 9.8건으로 약 32.8% 감소하여, 화관법 시행 이후 전반적인 안전관리 수준이 향상된 것으로 사료된다. 다만 2021년(9.1건) 이후 약 10건

Table 2. Industrial distribution of diagnosed workplaces

Rank	Industry category	Number of workplaces
1	Chemical Product Manufacturing	113
2	Other Manufacturing	50
3	Metal Surface Treatment	29
4	Metal Manufacturing and Processing	27
5	Rubber, Plastic, and Textile Industry	19
6	Electronics and Secondary Battery Manufacturing	14
7	Food Manufacturing	7
8	Waste Treatment and Recycling	7
9	Chemical Sales	6
Total		272

**Fig. 1.** Industrial distribution rate of diagnosed workplaces.

내외에서 정체하는 양상을 보이고 있어, 기존 관리체계의 한계점에 도달했을 가능성을 시사한다.

진단 대상 사업장의 업종별 분포를 분석한 결과는 Table 2와 Fig. 1과 같다. 화학제품 제조업이 113개소(41.5%)로 가장 높은 비율을 차지하였으며, 기타 제조업 50개소(18.4%), 금속 표면처리업 29개소(10.7%), 금속 제조·가공업 27개소(9.9%) 순이었다. 이러한 업종분포는 경상북도 내 산업단지의 업종구성을 반영하

는 것으로 구미국가산업단지(전자·화학), 포항(철강·금속), 경주(자동차부품·표면처리), 김천(화학·이차전지), 영천 및 칠곡(정밀부품·소재) 등 각 도시의 산업적 특성이 반영되어 있다. 특히, 전자·이차전지 제조업(14개소, 5.1%)이 최근 연도에 신규 편입되고 있는 점은 이차전지 산업의 성장에 따른 유해화학물질 취급의 확대를 반영한다.

도시별 분포에서는 영천(40개소, 14.7%), 경주(38

Table 3. Classification scheme of 23 diagnosed items into 5 major categories

Major category	Detailed diagnosis items	Number of items
Handling facilities	Inlet Management; Piping and Valve Management; Corrosion-Related Leakage; Storage Tank Management and Securing	4
Preventive facilities	Loading/Unloading Area Curb; Containment Wall; Indoor Spill Containment; Explosion-Proof Facilities / Static Electricity Prevention; Protective Equipment	5
Managerial factors	Segregated Storage; Boundary Control Measures; GHS Labeling; Container Management; Others	5
Environmental factors	Separation Distance between Facilities; Lighting Facilities; Ventilation Facilities; Final Discharge Outlet	4
Mitigation facilities	Detection and Alarm; Fire Suppression Facilities; Fire Resistance Standards; Emergency Washing Facilities; Spill Response Tools	5

Table 4. Ten-year total number of deficiencies and average values in the first and second halves by major category

Major category	10-year total (Cases)	Share (%)	1 st -Half ave. (Cases/Year)	2 nd -Half ave. (Cases/Year)
Handling facilities	634	21.9	70	56.8
Preventive facilities	854	29.5	100	70.8
Managerial factors	524	18.1	72.0	32.8
Environmental factors	204	7.1	20.8	20.0
Mitigation facilities	675	23.4	77.6	57.4
Total	2,891	100	340.4	237.8

개소, 14%), 김천(37개소, 13.6%), 구미(32개소, 11.8%), 경산(31개소, 11.4%), 칠곡(21개소, 7.7%)순으로 높게 나타났으며, 이들 6개 도시가 전체의 73.2%를 차지하였다. 이는 해당 도시들이 경상북도 내 주요 산업단지 소재지로서 유해화학물질 취급사업장이 밀집해 있음을 의미하며, 지역 안전관리 자원의 집중 배분이 필요한 지역임을 보여준다.

사업장당 미비건수의 시계열적 변화를 분석하면, 2014년 사업장당 14.6건으로 최고치를 기록한 이후, 2015년(11.6건)으로 급격한 감소는 2015년 화관법 시행 직후 사업장의 안전관리 인식이 크게 제고된 시기적 효과로 해석된다. 그러나 2016년(11.7건)에서 2017년(13.1건)으로의 역행적 증가는 2017년 진단범위가 10개 도시 34개소로 최대 확장되면서 신규 참여사업장의 상대적으로 미흡한 관리수준이 반영된 결과로 판단된다. 2018년(11.2건) 이후에는 비교적 안정적인 감소세를 보이며 2021년(9.1건)에 최저치를 기록하였으나, 이후 2022년(9.9건)과 2023년(9.8건)에는 약 10건 내외에서 정체하고 있다. 이러한 정체현상은 관리적 조치

만으로 개선 가능한 항목들은 상당부분 개선된 반면, 시설투자를 수반하는 물리적 개선항목들은 투자여건, 관리 우선순위, 업종특성 등의 영향으로 추가 개선이 상대적으로 지연되고 있을 가능성을 시사한다.

10년간 사업장당 미비건수의 변동계수는 약 15.2%로 이는 진단 대상사업장의 구성(업종, 규모, 소재 도시)이 연도별로 상이한 점과 진단 사업장수의 편차가 복합적으로 작용한 결과이다. 한편, 전반기(2014~2018년)의 사업장당 평균 미비건수(12.4건)와 후반기(2019~2023년)의 평균(9.8건)을 비교하면 약 21%의 감소를 보이고 있어 전반적인 개선 추세는 통계적으로도 확인된다.

3.2. 유해화학물질 취급사업장 진단항목 대분류 및 분포분석

23개 진단항목을 5개 대분류로 그룹화한 체계는 Table 3에 나타내고 있으며, 각 대분류별 10개년 미비건수 합계는 Table 4와 같다.

예방시설이 854건(29.5%)으로 가장 높은 비율을 차

Table 5. Comparison of change rates by major category between the first and second Halves

Major category	1 st -Half ave. (Cases)	2 nd -Half ave. (Cases)	Change rate (%)	10-year ave. (Cases)	2023 (Cases)	Change from 10-year ave. in 2023(%)
Handling facilities	70.0	56.8	-18.9	63.4	62	-2.2
Preventive facilities	100	70.8	-29.2	85.4	70	-18.0
Managerial factors	72.0	32.8	-54.4	52.4	34	-35.1
Environmental factors	20.8	20.0	-3.8	20.4	19	-6.9
Mitigation facilities	77.6	57.4	-26.0	67.5	49	-27.4

지하였으며, 방제시설 675건(23.4%), 취급시설 634건(21.9%), 관리적 요소 524건(18.1%), 환경적 요소 204건(7.1%) 순이었다. 예방시설의 높은 비율은 방류벽(202건), 실내유출 트렌치(205건), 보호구(233건) 등 물리적 시설 개선과 작업자 관리가 동시에 요구되는 항목에서 비교적 고르게 미비사항이 발생하고 있기 때문으로 분석된다.

3.3. 유해화학물질 취급사업장 전·후반기 변동률 분석

전반기와 후반기의 대분류별 비교결과는 Table 5와 같다. 5개 대분류 모두에서 후반기 미비건수가 감소하였으나, 감소폭에 현저한 차이가 관찰되었다.

관리적 요소가 72건에서 32.8건으로 54.4% 감소하여 가장 큰 개선을 보였다. 이때 GHS(globally harmonized system of classification and labelling of chemicals)표시 개선이 23.2건에서 4.4건으로 81% 감소를 확인하였고, 경계대책의 경우 8.8건에서 5.2건으로 40.9% 등 행정적 조치만으로 개선 가능한 항목에서 뚜렷한 효과가 나타났다. 이는 Park and Kwon(2023)이 울산지역 연구에서 대부분의 위반이 현장 담당자의 관심과 이해로 충분히 예방 가능한 항목이라고 보고한 것과 일맥상통한다. 특히 GHS표시의 81%감소는 화관법 시행초기 미흡했던 표시관리가 반복적인 진단과 교육을 통해 현장에 정착되었음을 보여주는 대표적 성과로 판단된다.

예방시설(29.2% 감소)과 방제시설(26% 감소)도 상당한 개선을 나타냈다. 예방시설에는 실내유출 미비건수인 27.2건에서 13.8건으로 49.3% 감소와 방류벽 24.2건에서 16.2건으로 33.1% 감소의 개선이 두드러진 반면, 방풍시설 및 정전기 예방의 경우 4.2건에서 7건으로 66.7% 증가와 저장탱크 관리는 오히려 후반기

에 악화된 것을 확인 할 수 있다.

반면, 환경적 요소는 20.8건에서 20건으로 3.8%의 미미한 감소에 그쳤다. 세부적으로 설비간 이격 미비사항이 3.8건에서 0.6건으로 84.2%로 감소로 크게 개선되었으나, 조명설비의 경우 1.4건에서 2.8건으로 100% 증가와 환기시설 11.2건에서 13.2건으로 17.9% 증가로 확인되어 오히려 악화되었다. 이는 시설투자를 수반하는 환경 인프라 항목이 중소기업 사업자의 경제적 부담으로 인해 개선이 지체되고 있음을 반영하는 것으로 사료된다. Kim et al.(2024)의 연구에서는 중소기업의 부적합률(6.2%)이 대기업(3.5%)보다 현저히 높았으며, 이는 인력·비용·시간의 제약이 안전관리 수준에 직접적으로 영향을 미치고 있음을 방증한다.

방제시설에서는 긴급세척시설 22건에서 7.6건으로 65.5% 감소의 개선이 두드러졌으며, 이는 화관법에서 긴급세척시설의 설치 기준을 구체적으로 규정하고 있어 사업장의 이행이 비교적 용이했던 것으로 판단된다. 반면 방제도구는 12.4건에서 13.2건으로 6.5% 소폭 증가되었는데 이는 방제장비의 관리가 1회성 설치가 아닌 지속적인 비치·교체·점검이 필요한 관리적 특성을 반영한 것으로 사료된다.

연도별 사업장당 미비건수 1위 항목의 변화를 추적하면 2014년 배관·밸브관리(2.52건)에서 2017~2018년 감지 및 경보(1.24~1.33건)로 다시 2020년 감지 및 경보(1.85건)를 거쳐 2023년 부식누출(1.33건)로 변화하였다. 이러한 1위 항목의 변천은 시기별 사업장 관리의 취약점이 동태적으로 변화하고 있음을 보여주며, 안전진단의 중점확인 항목도 이에 맞추어 유연하게 조정될 필요가 있음을 시사한다.

세부항목별 미비건수 상위 10개 항목의 분석결과는 Table 6과 같다.

Table 6. Top 10 detailed diagnosis items by number of deficiencies

Rank	Item	10-year total (Cases)	Share (%)	1 st -Half ave. (Cases)	2 nd -Half ave. (Cases)	Change rate (%)
1	Piping and valve management	303	10.5	34.6	26.0	-24.9
2	Detection and alarm (CCTV)	281	9.7	30.6	25.6	-16.3
3	Protective equipment	233	8.1	27.0	19.6	-27.4
4	Indoor spill containment (Trench)	205	7.1	27.2	13.8	-49.3
5	Containment wall (material, separation distance)	202	7.0	24.2	16.2	-33.1
6	Others	184	6.4	24.2	12.6	-47.9
7	Corrosion-related leakage	159	5.5	16.4	15.4	-6.1
8	Loading/unloading area curb	158	5.5	17.4	14.2	-18.4
9	Emergency washing facilities	148	5.1	22.0	7.6	-65.5
10	GHS labeling	138	4.8	23.2	4.4	-81.0
Total of top 10 items		2,011	69.6	-	-	-

상위 10개 항목이 전체의 69.6%(2,011건)를 차지하여 핵심관리 대상임을 확인하였다. 특히 부식누출은 전반기 대비 6.1%의 소폭 감소에 그쳤으며, 2023년에는 32건으로 급증하여 10년 평균 15.9건 대비 101.3% 증가하였다. 이는 취급시설의 물리적 노후화 또는 유지관리 취약성이 누적되고 있을 가능성을 시사하는 지표로 해석될 수 있으며, 향후 시설연식, 업종, 시정조치 이행 여부 등을 포함한 추가분석이 필요하다. 일본 소방청의 위험물 유출사고 조사에서도 부식 등 노후화가 전체 유출사고의 약 32.8%를 차지하는 것으로 보고된 바 있어 (Fire and Disaster Management Agency, 2017), 노후시설에 대한 예방적 유지보수 체계의 강화가 시급한 것으로 사료된다.

부식누출의 2023년 급증을 사업장 수 반영기준(미비건수/사업장 수)으로 재검증하면, 10년 평균 0.6건/사업장에서 2023년 1.33건/사업장으로 약 121.7% 증가한 것으로 나타나, 사업장 수 보정 후에도 증가추세가 유지됨을 확인하였다. 이는 특정연도의 진단 사업장 구성에 따른 일시적 편향만으로 설명되기 어려운 경향으로 볼 수 있으며, 구조적 노후화 문제와의 관련 가능성을 추가로 검토할 필요가 있다. 2023년 진단대상 사업장 중 포항, 경주 김천 등 오래된 산업단지 소재 사업장에서 부식누출이 집중되었을 가능성이 있으며 이는 해당 지역 취급시설의 경년열화(elapsed deterioration)가 진행되고 있음을 시사한다.

한편 GHS표시는 81%의 가장 높은 감소율을 보여

관리적 조치의 효과가 가장 뚜렷하게 나타난 항목이다. 2014년 사업장당 0.68건에서 2023년 0.13건으로 감소하였으며, 이는 GHS제도에 대한 현장의 인식이 성숙하고 표시관리가 일상업무로 정착되었음을 의미한다. 긴급세척시설(65.5% 감소)과 실내유출 트렌치(49.3% 감소)도 큰 폭의 개선을 보였는데, 전자는 화관법의 명확한 설치기준이 현장이행을 촉진한 사례이며, 후자는 사고확산 방지를 위한 물리적 방벽의 중요성에 대한 인식이 높아진 결과로 해석된다.

배관·밸브관리(303건, 10.5%)는 10년간 누적 미비건수가 가장 많은 항목이다. 전반기 평균 34.6건에서 후반기 26건으로 24.9% 감소하였으나, 2023년에도 25건(사업장당 1.04건)으로 여전히 높은 수준을 유지하고 있다. 배관·밸브관리는 화학물질의 직접적인 이송·차단과 관련된 핵심항목으로 부식누출과 함께 시설의 물리적 상태에 크게 좌우되는 특성이 있다. 따라서 배관·밸브의 정기적 교체주기관리와 비파괴 검사 등 예방적 유지보수가 지속적으로 강조되어야 한다.

3.4 유해화학물질 취급사업장별 미비건수 분석

대분류별 항목 수의 차이를 보정한 결과는 Table 7과 같다.

10년 전체평균 기준, 예방시설(0.7건/항목)이 1위, 직접 취급시설(0.6건/항목)이 2위를 차지하였다. 이는 단순 미비건수 합계순위와 상이하여, 항목 수 보정이 대분류간 실질적 위험도 비교에 필수적임을 보여준다. 전

Table 7. Item-adjusted analysis of deficiencies per workplace

Major category (No. of items)	1 st -half (Cases/Item)	2 nd -half (Cases/Item)	10-year ave. (Cases/Item)	Change rate (%)	Rank
Handling facilities (4)	0.6	0.6	0.6	-6.0	2
Preventive facilities (5)	0.7	0.6	0.7	-10.7	1
Managerial factors (5)	0.5	0.3	0.4	-41.6	3
Environmental factors (4)	0.2	0.2	0.2	20.0	5
Mitigation facilities (5)	0.5	0.5	0.5	-6.9	4

반기 대비 후반기 변동률에서 관리적 요소(-41.6%)의 개선이 두드러진 반면, 환경적 요소는 유일하게 20% 증가하였다.

예방시설이 보정 후에도 가장 높은 미비율을 나타낸 것은 하역장 방지턱, 방류벽, 보호구 등의 항목에서 사업장 현장의 물리적 시설개선과 작업자의 지속적 관리가 동시에 요구되는 복합적 특성이 반영된 결과로 판단된다. 특히 보호구(10년 평균 0.9건/사업장)는 물리적 시설이 아닌 작업자의 착용습관과 관리자의 감독에 의존하는 항목으로 안전문화의 정착수준과 직접적으로 관련된다. 이는 단순한 시설점검만으로는 해결이 어려우며, 안전교육·인식개선 프로그램과 연계된 통합적 접근이 필요함을 의미한다.

취급시설(0.6건/항목)의 지속적으로 높은 미비율도 주목할 필요가 있다. 특히 배관·밸브관리(10년 평균 1.15건/사업장)와 부식누출(10년 평균 0.6건/사업장)은 시설의 물리적 상태에 직접적으로 좌우되는 항목으로 시설의 경년열화와 밀접한 관련이 있는 것으로 판단된다. 이러한 항목의 미비율이 시설 노후화에 따라 향후 더욱 증가할 가능성이 있으므로 예방적 유지보수(preventive maintenance)체계의 구축과 주기적 정밀안전진단의 시행이 필수적임을 나타낸다.

환경적 요소의 유일한 증가는 본 연구에서 확인된 가장 우려되는 결과이다. 조명설비(0.08건/사업장)와 환기시설(0.47건/사업장)의 미비율 증가는 이들 항목이 직접적인 시설투자를 필요로 하고 사업장별 투자 우선순위의 영향을 크게 받는 특성을 반영한 결과로 해석될 수 있다. 그러나 조명 및 환기부족은 작업자의 안전사고 위험을 증가시키는 간접적 요인으로, 중대재해처벌법의 안전보건관리체계 구축 의무와 직접 관련되는 사안으로 사료된다.

3.5. 개정된 화관법 및 중대재해처벌법에 따른 시사점

2024년 2월 6일 개정되어 2025년 8월 7일부터 시행된 화관법은 유해성·위해성 기반 관리체계로의 전환을 핵심으로, 종전 유독물질 중심의 관리체계를 인체구성유해성·인체만성유해성·생태유해성물질 등 유해성 유형별 관리체계로 재편하고 유해성, 취급수량 및 시설 특성 등을 고려하여 유해화학물질 취급시설의 검사·안전진단 의무를 차등적용하는 방향으로 제도가 개편되었다(MoE, 2025). 본 연구의 10년 분석결과는 개정된 화관법의 유해성·위해성 기반 관리체계를 해석하는데 참고 가능한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 예컨대, 관리적 요소의 54.5% 감소는 상대적으로 관리개선 효과가 빠르게 나타나는 영역이 존재함을 보여주며, 예방시설과 취급시설의 지속적인 높은 미비수준은 고위험 시설에 대한 집중관리 필요성을 시사한다. 다만 본 연구의 분석자료는 2014~2023년의 화관법 개정전 자료이므로 개정된 화관법의 실제 시행효과를 직접 검증한 결과로 해석하는데에는 한계가 있다.

또한 현행 제도는 위험도와 영업유형에 따라 허가, 신고, 면제체계를 차등 적용하고 있어, 일부 저위험 또는 예외 대상사업장에 대해서는 행정부담 완화가 가능하도록 설계되어 있다. 이러한 규제 합리화는 긍정적이거나, 본 연구의 분석자료는 개정 화관법 시행 이전 기간에 해당하므로, 환경적 요소의 미비건수 증가를 현행 제도 개편의 직접적인 영향으로 해석하기에는 한계가 있다. 그럼에도 이러한 결과는 유해성·위해성 기반 차등관리 체계 운영과정에서 자율관리 대상 또는 관리강도가 상대적으로 낮아지는 시설의 작업환경 인프라 관리수준을 지속적으로 점검할 필요가 있음을 시사한다. 따라서 면제 대상시설에 대한 자율적 안전관리 역량강화와 전문기관의 기술지원이 병행되어야 할 것으로 판단된다.

중대재해처벌법의 시행은 유해화학물질 취급사업장의 안전관리 패러다임에 근본적 변화를 요구하고 있다. 동 법률은 경영책임자에게 안전보건관리체계 구축 및 이행 의무를 부과하고 있어, 그간 경제적 부담을 이유로 미흡했던 시설투자자에 대한 경영의사 결정의 전환을 촉진할 수 있을 것으로 기대된다. 특히 노후시설의 부식관리와 예방적 시설의 물리적 개선은 중대재해처벌법상 안전보건관리체계 구축 및 안전·보건 관계 법령 이행 조치와 관련될 수 있으므로, 경영책임자의 선제적 안전투자가 필요할 것으로 판단된다.

종합적으로, 화관법의 위험도 기반 차등관리와 중대재해처벌법의 경영책임 강화는 유해화학물질 취급시설의 안전관리를 형식적 법규준수에서 실질적 위험관리로 전환하는 제도적 기반을 마련하고 있다. 이 과정에서 사업장 맞춤형 안전진단, 노후시설 정밀점검, 위험도 평가에 기반한 전문기관들의 체계적 기술지원이 그 어느때보다 중요해지고 있으며, 본 연구의 10년 분석결과는 이러한 전환기적 정책수립의 실증적 근거로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

특히, 개정법에서 기존 9개 고시를 5개(제조·사용·저장·보관·운반)로 통합재편하고 취급시설 기준을 물질중심에서 시설·용도중심으로 전환한 것은, 안전관리의 실효성을 높이기 위한 합리적 조치로 평가된다. 그러나 이러한 제도적 전환이 실제 현장에서 효과를 발휘하기 위해서는, 사업장이 자사 취급물질의 재분류(인체급성유해성·인체만성유해성·생태유해성)결과에 따른 규제변동사항을 정확히 파악하고, 변경된 검사·신고의무를 적시에 이행할 수 있도록 전문기관의 교육·지원이 뒷받침되어야 할 것으로 사료된다.

향후 경상북도 지역에서는 다음과 같은 정책방향이 필요할 것으로 판단된다. 첫째, 개정된 화관법의 위험도 기반 분류체계에 따라 고위험 사업장(인체급성유해성물질 및 사고대비물질 취급시설)에 대한 안전진단 빈도와 정밀도를 높이되, 저위험 사업장에 대해서는 자율적 안전관리를 유도하는 차등적 접근이 필요할 것으로 사료된다. 둘째, 부식누출의 급증에서 확인된 시설 노후화 문제에 대응하기 위해 취급시설의 설치 연한과 경년열화 상태를 고려한 노후시설 집중진단 프로그램의 도입이 필요할 것으로 사료된다. 셋째, 중소기업 사업장의 시설투자 부담을 경감하기 위해 화학안전 사업장 조성 지원사업 등 정부·지자체의 재정 지원 프로그램과 안전진단 결과를 연계하여, 미비사항 시정을 위한 맞춤형

형 기술·재정적 지원이 이루어져야 할 것으로 사료된다. 넷째, 중대재해처벌법하에서 경영책임자의 안전보건관리체계 구축을 실질적으로 지원하기 위해, 유해화학물질 취급시설의 위험성 평가, 안전투자 우선순위 도출, 종사자 역량 강화를 포괄하는 통합적 안전관리 지원체계의 구축이 필요할 것으로 사료된다.

4. 결론

본 연구에서는 경상북도 지역 유해화학물질 취급사업장 272개소를 대상으로 2014~2023년 10년간 안전진단 결과를 분석하여 다음의 결론을 도출하였다.

- 1) 사업장당 평균 미비건수는 2014년 14.6건에서 2023년 9.8건으로 약 32.8% 감소하여 전반적으로 안전관리 수준이 향상되었으나, 2021년 이후 약 10건 내외에서 정체하여 추가 개선을 위한 새로운 접근이 필요한 것으로 사료된다.
- 2) 업종별로 화학제품 제조업(41.5%)이 가장 높은 비율을 차지하였으며, 도시별로 영천·경주·김천·구미·경산·칠곡 6개 도시가 전체의 73.2%를 차지하여 안전관리 자원의 전략적 배분이 필요할 것으로 사료된다.
- 3) 5개 대분류 분석에서 관리적 요소가 54.4%의 최대 감소를 나타낸 반면, 환경적 요소는 3.8%의 미미한 감소에 그쳤으며, 항목 수 보정분석에서는 유일하게 20% 증가하여 작업환경 인프라 투자확대가 시급한 것으로 판단된다.
- 4) 2023년 부식누출의 급증(32건, 10년 평균 대비 101.3% 증가)은 취급시설의 노후화 또는 유지관리 취약성이 심화되고 있을 가능성을 시사하며, 노후시설에 대한 예방적 유지보수 체계 및 정밀안전진단 강화가 필요할 것으로 사료된다.
- 5) 현행 화관법의 위험도 기반 관리체계는 안전관리의 효율성을 높일 수 있는 방향으로 평가되나, 적용 대상별 차등관리에 따라 발생할 수 있는 잠재적 안전관리 공백 가능성도 함께 검토될 필요가 있다. 이에 따라 전문기관의 지속적 기술지원과 자율안전관리 역량 강화 프로그램의 병행이 필요할 것으로 판단된다.
- 6) 중대재해처벌법은 경영책임자에게 안전보건 확보 의무를 부과하고 있으므로, 사업장의 시설개선 투자

와 안전보건관리체계 정비에 영향을 미칠 가능성이 있다. 이에 대응하기 위해 사업장 맞춤형 안전진단과 지원 체계의 구축이 필요할 것으로 판단된다.

- 7) 연도별 사업장당 미비건수 1위 항목의 변화는 사업장 관리의 취약점이 동태적으로 변화하고 있음을 보여주며, 안전진단의 중점항목을 시기별·사업장별 특성에 맞추어 유연하게 조정하는 맞춤형 진단 프로토콜의 개발이 필요할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 사업장 규모·업종별 분석, 분석기간이 화관법 개정 전 체계하의 데이터라는 점, 그리고 시정조치 이행률에 대한 추적분석이 이루어지지 못한 점의 한계가 있어 향후 개정법 시행 전후 비교연구, 취급물질의 위험도(인체급성유해성·인체만성유해성·생태유해성)별 미비 패턴분석, 사업장 규모별·업종별 맞춤형 안전진단 모델 개발, 시정조치 이행률과 재발률의 종단적 추적연구, 그리고 안전진단 결과와 실제 화학사고 발생간의 상관관계 분석 등이 수행된다면, 경상북도 지역의 화학안전관리 수준을 한 단계 더 끌어올리는데 기여할 수 있을 것으로 판단된다. 특히 경상북도 지역의 산업구조와 사업장 특성을 반영한 지역 맞춤형 안전관리 지표의 개발과 이를 기반으로 한 체계적·지속적 모니터링 시스템의 구축이 향후 핵심과제로 제안된다.

감사의 글

본 연구는 경상북도의 재원으로 경북녹색환경지원센터의 지원과 (주)시드파트원 재원으로 수행한 연구과제입니다.

REFERENCES

- Cho, C. H., Choi, S. W., Lee, S. H., Kim, J. I., Kim, T. W., 2021, Study on the chemical accident investigation and effective response system in Korea 2020, Korean J. Hazard. Mater., 9(2), 68-75.
- Fire and Disaster Management Agency, 2017, Case of accidents involving hazardous materials: Spill/Release edition, Government statistical report, Ministry of Internal Affairs and Communications, Tokyo, Japan, <https://www.fdma.go.jp/publication/database/items/H29kikentoukei03.pdf>
- Jeong, J. S., 2019, A Study on the improvement of system for efficient safety management of chemical handling workplace, Korea University of Technology Education, Masters Thesis, Cheonan City, Republic of Korea.
- Kim, J. W., Park, S. Y., Yoon, J. H., Lee, C. M., Cho, Y. S., 2024, A Study of non-pass judgments in hazardous chemical handling facilities inspection results, Korean J. Hazard. Mater., 11(2), 82-88.
- Lee, H. S., Kim, W. T., 2017, A Study on settlement planning of PSM system in the small and medium sites, Korean J. Hazard. Mater., 5(1), 90-97.
- Lee, T. H., Lee, D. J., Shin, C. H., 2017, Characteristic analysis of casualty accidents in chemical accidents, Fire Science and Engineering, 31(1), 81-88.
- MoE (Ministry of Environment), 2022, Chemical substances control act, Act No. 18420, Sejong, Republic of Korea, <https://www.law.go.kr/LSW/lsInfoP.do?efYd=2022018&lsiSeq=234709>
- MoE (Ministry of Environment), 2023, Regulation on the methods of inspection and safety diagnosis of hazardous chemical handling facilities, MoE Notice No. 2023-26, Sejong, Republic of Korea, <https://www.law.go.kr/LSW/admRulLsInfoP.do?admRulSeq=2100000218978>
- MoE (Ministry of Environment), 2025, Chemical substances control act, Act No. 20231, Enforced Aug. 7, 2025, Sejong, Republic of Korea, <https://www.law.go.kr/LSW/lsInfoP.do?lsiSeq=259899&efYd=20250807>
- National Assembly of the Republic of Korea, 2021, Serious accidents punishment act, Act No. 17907, Enforced Jan. 27, 2022, Sejong, Republic of Korea, <https://www.law.go.kr/LSW/lsInfoP.do?lsiSeq=228817&efYd=20220127>
- NFA (National Fire Agency), 2025, Statistical analysis of domestic chemical accident in 2024, Government statistical analysis report, National Fire Research Institute, Asan, Republic of Korea, https://www.nfa.go.kr/nfa/news/pressrelease/press/?cntId=2528&mode=view&pageIdx=3&utm_source=chatgpt.com
- NICS (National Institute of Chemical Safety), 2023, Chemical Substance Information System (ICIS), Online government database, Cheongju, Republic of Korea, <https://icis.mcee.go.kr/main.do>
- Park, J., Kwon, H. O., 2023, Legal violation of the chemical substances control act by hazardous chemical business operators in Ulsan industrial areas, J. Korean Soc. Occup. Environ. Hyg., 33(1), 60-69.

-
- CEO. Joon Yeob Lee
SEEDPARTONE Inc.
jylee@seedpartone.com
 - Administrative Officer. Ki-Dong Kwon
Environmental Management Division, Gumi City
kgdikw@korea.kr
 - General Manager. Daekwon Park
Gyeongbuk Green Environment Center
trydea@naver.com

-
- Director. Giwan Park
Gyeongbuk Green Environment Center
pgw0130@naver.com
 - Principal Researcher. Seonjin Kim
R&D Center, SEEDPARTONE Inc.
sunnykim@seedpartone.com