

## 섬유 환경규제 대응을 위한 재직자 교육과정 개선방안 연구

구다솜·윤혜준<sup>†</sup>

한국생산기술연구원 안전융합기술연구부

### A Study on the Improvement of the Curriculum for the Workers to Respond to Textile Environmental Regulations

Koo Da Som and Yoon Hye Jun<sup>†</sup>

Korea Institute of Industrial Technology Safety Convergence Technology R&D R&D Department; Ansan, Korea

**Abstract:** This study aims to cultivate specialized professionals equipped with practical skills essential for compliance with textile environmental regulations and analysis of harmful substances. This is achieved through the revision and restructuring of educational programs targeting workers in the chemical analysis industry. To address this, a survey was conducted among chemical industry workers in small and medium-sized enterprises (SMEs) to gauge the demand for educational programs. Specifically, a survey was conducted among 240 SME workers who participated in the 2022 education curriculum to identify their educational needs and specific requirements in the field. The research findings indicate that the majority of SMEs recognize the necessity of education in the chemical field and express a strong willingness to engage in the curriculum. Particularly emphasized was the need to enhance practical skills crucial for compliance with chemical environmental regulations. Consequently, adjustments were made to the curriculum, re-allocating time and increasing the duration of practical training. This enables trainees to directly operate analysis machines and interpret results. Additionally, in response to further educational demands reflected by survey participants, the curriculum was expanded from five to six courses, with adjustments made to existing educational programs. Based on these research outcomes, practical educational methods tailored to SME requirements are proposed, aiming to bridge the gap between regulatory compliance and industry needs.

**Key words:** textile products (섬유제품), retraining for workers (재직자 교육), hazardous chemical (유해화학물질), hazardous chemical regulation policy (유해화학물질규제정책)

## 서 론

화학물질은 생활의 편리함을 위하여 전 세계적으로 유통 및 사용되고 있으며 양질의 삶을 제공하는 데 꼭 필요한 요소가 되었다. 하지만 환경과 인체에 치명적인 영향을 끼칠 수 있는 양날의 검으로 가습기 살균제, 생리대, 기저귀 등 일상에서 많이 노출된 생활 화학, 섬유 소재 제품에서 유해물질이 검출됨에 따라 화학물질에 대한 우려는 더욱 커지고 있다. 따라서 환경보호에 관심을 두고 능동적으로 전하려는 의지로써 지속 가능한 의류 연합(Sustainable Apparel Coalition), 디톡스 플랜(Detox Plan)등의 비영리 국제기구가 설립되었으며, 국내에서는 국가기

술표준원에서 섬유제품 내 화학물질로 유해물질을 규제하고 있다(Ha et al., 2021; 「Safety standards for household products subject to compliance with safety standards for household textile products」, 2022).

소비자 행동 또한 기업의 지속가능성에 관한 결정에 따라 높아지는 경향을 보이 있어, 기업의 마케팅 방법도 변하고 있다. 효용 가치와 기업 이익의 양립에서 경제적 균형을 추구하는 전통적인 마케팅에서 환경 보전을 포함한 사회적, 생태학적 균형을 추구하는 그린마케팅으로 변화하고 있다. 그린마케팅이란 환경적 역기능을 최소화하면서 소비자가 만족할 만한 수준의 성능과 가격으로 제품을 개발하여 우수한 친환경 제품과 기업 이미지를 창출함으로써 기업의 이익 창출에 기여하고 있는 마케팅이다. 그중에서 친환경 의류제품은 천연섬유 및 재활용 섬유, 생분해 섬유 등 친환경적인 소재의 사용뿐 아니라 기획, 생산, 사용 후 폐기에 이르는 전 과정에서 환경을 고려한다. 또한, 관련 종사자 및 소비자의 안전과 건강을 해치지 않고 더 나아가 환경보호에 이바지할 수 있는 의류제품을 말한다. 따라서 친환경 의류제품은 생산, 유통, 소비, 폐기, 기획과 구매 단계를 포

<sup>†</sup>Corresponding author: Yoon hye jun  
Tel. +82-31-8040-6733, Fax. +82-31-8040-6730  
E-mail: [previa@kitech.re.kr](mailto:previa@kitech.re.kr)

©2024 The Korean Fashion and Textile Research Journal(KFTRJ). This is an open access journal. Articles are distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

합한 전 과정에서 에너지 자원을 절약하고, 환경오염을 덜 시키며, 사람과 동물에게 안전하며 업체 종사자는 물론 사용자인 소비자와 타인에게 해로운 영향을 미치지 않고 사회 복지 전체에 이바지하는 의류제품으로 정의될 수 있다(Hong & Hwang, 2012; Lee et al., 2023; Yang & Park, 2012). 제품에 대한 친환경성을 중요시하는 경향은 세계적인 흐름이다. 국내에서는 이러한 흐름에 발맞춰 기업의 경쟁력을 키우고 소비자의 보호를 위해 제품의 안전성을 무엇보다 중요하게 생각하고 있다. 섬유제품, 생활 화학제품과 관련하여 국제환경규제에 대응하기 위하여 표준 시험 방법을 개발하고 있으며, pH, 아릴아민, 포름알데히드 검사를 법적으로 의무화하였다(Park, 2014; Sinha et al., 2022). 이처럼 업체에서는 제품의 안전성 검사에 관한 기술을 요구할 것이므로 유해물질 분석을 위한 교육이 필요하다고 생각된다.

하지만 대학의 패션, 디자인 관련과의 경우 외국 대학과 비교하여 국내 대학은 친환경, 지속 가능 패션 관련 교육과정의 비율이 적은 편이며, 재활용 디자인에 더 중점을 두고 있었다(Do, 2015; Jung et al., 2021; Jung & Lee, 2020; Lee & Choy, 2014). 해외 경우 322명의 분석 화학 강사에게 교육과정을 설문한 Kovarik et al.(2022)의 연구에서는 응답자가 속한 기관의 54%가 두 개의 분석 교육과정이 있다고 답했으며, 거의 모든 응답자는 적어도 한 개의 분석 과정이 필요하다고 답하였다. 실험 실습 외에도 샘플 준비, 데이터 처리와 표준화, 교정 방법, 통계 분석 등 실험을 위한 모든 과정이 교육과정 일부가 되어야 한다고 말했다. 또한, 미국의 경우 화학 학사 학위 프로그램으로 분광법, 질량 분석, 크로마토그래피, 전기화학 계측기를 필수 도구로 지정하고 있다(ACS Guidelines and Evaluation Procedures for Bachelor's Degree Programs, 2023). 국내 화학공학과의 경우에는 화학에 대한 개념과 설계에 대한 교육이 대부분으로 기기를 이용한 분석, 장치의 취급 방법 등 실습에 관련된 교육은 적었다(Human Resources Development Service of Korea, 2022). 또한, 환경규제 대응을 위한 교육으로는 동향 공유 등의 세미나 개최에 그치고 있으며, 교육과정으로는 민간 자격증취득을 위한 자체 교육으로 환경규제 대응을 위한 화학물질의 취급 방법 및 실험기기 분석방법 등 실질적인 사용에 대한 교육과정은 부족한 실정이다.

한국생산기술연구원에서는 국내 유일의 국제환경규제 대응 지원센터인 국제환경규제기업지원센터를 운영하면서 EU REACH, RoHS, ELV, WEEE 등의 국제환경규제와 국내 환경규제에 대해 국내 기업들의 환경규제 대응지원을 하고 있다. 이에 관계부처 협의를 통해 2013년부터 섬유 환경규제 대응에 대한 교육과정을 개발하고 산업체 재직자 위주 이론 및 실습 교육을 해 왔다. 본 연구에서는 2022년 환경규제 대에 관한 교육 과정에 대하여 재직자 대상 수요조사를 진행하여 국내 섬유 관련 업체의 환경규제 대응을 위한 대책 마련과 효과적인 운영 방법 및 교육과정 개선방안을 제안하고자 한다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1. 화학물질 및 화학 공정 관리에서의 국가직무 능력 표준

국가직무 능력 표준은 직무에 필요한 역량과 능력을 분류하고 체계화하여 직무별로 요구되는 능력과 역량을 명확하게 정의한다. 이를 통해 구직자나 직원들은 자신의 역량을 파악하고 개발할 수 있으며, 기업이나 공공기관은 적절한 인재를 채용하고 훈련에 활용할 수 있다. 국가직무 능력 표준은 다양한 직무 분야에 대한 표준을 제공하여 효율적인 직무 관리와 일자리 매칭을 돕는 데 사용된다(Park, 2013; Ministry of Employment and Labor & Human Resources Development Service of Korea, 2013).

NCS의 화학·바이오 분야의 Human Resources Development Service of Korea(2022)에 따르면 화학물질 품질관리 분야는 화학물질 분석, 화학물질검사·평가, 화학물질 취급관리, 화학제품 품질관리 분야로 구성되어 있다. 해당 분야들은 하나의 산업이 아니라 거의 모든 산업에 걸쳐 있는 직무적 성격으로 구성되어 있으므로 각각의 업종에 하나하나 연결할 수 없다. 다만 화학물질 품질관리 분야는 화학산업계에 전반적으로 포함되기 때문에 화학물질 및 화학제품 제조업을 대표적으로 들 수 있을 것이다. 화학물질·품질관리 분야의 사업체 수는 3년간 평균 15,491개로 지속해서 증가하는 추세이며, 종사자 수 역시 3년 평균 187,487명으로 매년 증가하는 추세이다.

교육 훈련 현황은 다음과 같다. 화학물질 품질관리 분야와 공통으로 관련이 있는 학과는 화학공학이 있으며 특성화고부터 전문대학, 대학, 대학원 등에 걸쳐 각급 학교에 관련 학과가 개설되어 있다. 이 학과를 개설하고 있는 교육기관은 고등학교 35개교, 전문대학 16개교, 대학 66개교, 대학원 79개교이다. 작업 절차에 따른 업무수행의 역량을 기르기 위한 과목을 운영하는 교육기관은 특성화 고등학교와 전문대학이 주를 이루었다. 교육기관의 과반수를 차지하는 대학과 대학원에서는 전반적인 화학에 대한 개념과 설계, 계획수립에 대한 교육이 대부분 이었다. 이처럼 화학물질 품질관리 분야의 사업체 수가 매년 증가하는 반면, 기기를 이용한 분석, 장치의 취급 방법 등에 대한 교육은 부족하다. 기업 내에서 자체적으로 전문 인력을 양성하기에는 분석 기술에 대한 숙련도, 시간과 비용 등의 문제가 야기 될 수 있다. 따라서 업무에 바로 활용이 가능한 기기 사용법, 결과 분석법 등의 기술적 부분의 직무 능력 향상을 위한 재직자 교육과정이 필요할 것이다. 또한, 산업현장에서의 직무 능력 수준은 직무 경험 차수에 따른 직능 수준이 나뉘어 있으며, 산업현장의 환경과 조건에 따라 차수의 차이가 있다. 그러므로 비전공자나 신입사원을 위한 초급 교육과정과 대리급 사원의 3수준, 4수준의 교육과정 등 업무 요구 수준별로 나누어진 교육과정이 필요하다.

### 2.2. 기존 교육과정

한국생산기술연구원은 2008년부터 운영하는 국제환경규제 대

응 지원센터에서 관계부처 협의를 통해 2013년부터 섬유 환경 규제 대응에 대한 교육과정을 개발하고 산업체 재직자 위주 이론 및 실습 교육을 해 왔다. 교육 내용은 NCS의 화학·바이오 분야의 직무 능력 표준을 기반으로, 해당 직무 능력의 향상을 위한 교육 훈련 과정을 설계하여 진행하고 있다. NCS 분류는 대분류 24개, 중분류 81개, 소분류 269개, 세분류 1,064개로 구성되어 있다. 한국생산기술연구원은 대분류인 화학·바이오 분야, 중분류인 화학·바이오 공통, 소분류인 화학물질·품질관리, 세분류인 화학물질 분석, 화학물질검사·평가를 중심으로 교과과정을 설계하였다. 화학물질 분석의 31개 직무 능력 단위와 화학물질검사·평가의 11개 직무 능력 단위 중 직무 수준과 현업에서 사용하는 기기의 사용 도를 고려하여 5개의 교과과정을 설계하였으며, 각 교과목의 교육 내용은 다음과 같다.

첫 번째 교육과정은 ‘GC-MS를 활용한 유해물질 분석 실무 과정’으로 초급과정이며, 분석 대상인 화학물질의 분석 원리와 방법을 파악하는 것을 기초로 하여 기체크로마토그래피-질량분석기(GC-MS, Gas Chromatography-Mass Spectrometry)로 분석을 시행할 수 있는 재직자를 양성하기 위함이다. 최근 규제되는 화학물질의 종류가 많아지며, 그 대상이 주로 분자량이 낮고 독성이 잘 알려진 화학물질을 대상으로 하고 있으므로 이들을 정성, 정량할 수 있는 최적화된 기법인 GC 및 GC-MS에 대한 교육 수요는 꾸준히 높을 것으로 예상된다.

두 번째 교육과정은 ‘LC-MS를 활용한 유해물질 분석 실무 과정’이다. 이 교육과정은 고급과정으로 분석 대상인 화학물질의 분석 원리와 방법을 파악하는 것을 기초로 하여 액체크로마토그래피-질량분석기(LC-MS, Liquid Chromatograph-Mass Spectrometry)의 분석조건을 확인하여 분석을 할 수 있는 재직자를 양성하기 위함이다. 크로마토그래피의 데이터를 산출하는 과정에서 표준액과 검액 그리고 바탕액을 이용하여 얻어지는 정밀도, 정확도, 검출한계와 방법 검출한계 등의 산출이 분석방법의 유효화를 위하여 중요하므로, 이를 병행하여 훈련할 수 있는 프로그램의 수요가 높게 나타나고 있다.

세 번째 교육과정은 ‘ICP를 활용한 중금속 분석 실무 과정’으로 고급과정이며, 유독물, 관찰물질 및 그 밖에 유해성 또는 위해성이 있거나 그러한 우려가 있는 화학물질 내의 중금속을 전처리하고 유도결합 플라즈마 분광 분석기(ICP-OES, Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy)를 이용하여 분석할 수 있는 재직자를 양성하기 위함이다. 특히 중금속 분석에 요구되는 주요 시약인 산(酸)과 산화제를 적절히 다룰 수 있는 기술적 부분에 대하여 이해할 수 있는 과정이라고 할 수 있다.

네 번째 교육과정은 ‘RoHS(Restriction Of the use of certain Hazardous Substances) 지침 대응을 위한 IEC 62321 시험법 실무 과정’으로 고급과정이며, RoHS 지침과 관련된 유해물질 시험 방법인 IEC 62321의 내용 이해를 포함한다. 또한, 유해물질 사용 제한 지침에서 언급하는 IEC 62321의 시험법 중 프탈레이트, 브롬계 난연제 그리고 총 할로젠 분석법을 이해할 수

있다. 산업 제품의 경우 목적에 따라 난연제와 가소제 등이 첨가되고 있으며, 특히 난연제 중 할로젠계 난연제(브롬계, 염소계)의 유해성이 알려지면서 이들에 대한 업데이트되는 지침 동향을 알아야 할 필요성이 있으며, 이로 인한 총 할로젠 관리에 대하여 분석하는 시스템에 대한 대응이 함께 필요한 상황이다.

다섯 번째 교육과정은 ‘화평법 대응을 위한 화학물질 위해성 평가 실무 과정’이며, 고급과정으로 화학물질의 위해성 평가를 위해 인체와 환경에 대한 유해성 자료를 수집하고 노출 경로 확인 및 노출평가를 할 수 있는 재직자를 양성하기 위함이다. 화학물질 등록 및 평가 업무 과정에서 필요한 유해성에 관한 자료, 노출 빈도에 따른 위해도를 계산하는 과정이 필요하나, 대부분의 노출량 산정 도구가 국외에서 개발된 도구이고 이에 대한 설명이 자세히 이루어진 문헌이나 교육이 이루어지고 있지 않아 관련 업계종사자들로부터 훈련 수요가 요구되는 실정이다.

### 3. 연구방법

#### 3.1. 수요조사 대상 및 기간

수요조사는 교육 참석 경험이 없어도 참여할 수 있으며, 교육 경험이 있거나, 관련 업종인 업체를 방문하거나 온라인으로 설문지를 배포하는 방식과 국제환경규제 대응 지원센터 방문자에게 요청하는 방식을 통해 설문을 진행하였다. 설문 전에 5가지 교육과정의 과목별 내용과 교육시간에 대해 안내하고 설문지 작성을 요청하였다. 기간은 2022년 7월 1일~8월 30일이었으며, 240명에게 설문을 시행하여 235개를 분석에 사용하였다. 수요조사에 사용된 설문지는 업체 정보, 응답자 경력 등 일반 사항 관련 5항목, 교육 현황 관련 6항목 외에 2022년 5가지 교육과정의 과목에 대한 참여 의향 유무, 교육의 필요성과 업무 활용성, 희망 교육 수준, 적정 교육 방법, 적정 교육시간에 대한 항목으로 구성하였다. 교육의 필요성과 업무 활용성에 대해서는 3점을 보통으로 하여 5점 리커트 척도를 사용하여 1점에서 5점 중 선택할 수 있도록 하였다. 또한, 과정에 포함된 교육과정 외에 추가로 필요하다고 생각되는 희망 교육과정에 대한 의견을 주관식으로 수집하였다. 설문지는 엑셀을 사용하여 문항에 따라 빈도분석과 기술 통계를 시행하였다.

### 4. 연구결과

#### 4.1. 수요조사 응답자의 일반사항 분석 결과

수요조사 응답자의 업체 정보, 경력 등 일반사항 관련 응답 결과는 다음과 같다(Table 1). 사업장 소재지는 경기권이 전체 응답자 96명(40.9%)으로 가장 많은 응답 수를 보였으며, 다음으로 서울 69명(29.4%)이었다. 응답자가 재직 중인 사업장의 규모는 중소기업이 202명(85.6%)으로 가장 많았고, 중견기업 30명(12%) 순이었다. 수요조사 응답자가 재직 중인 사업장의 주요 업종으로는 제조 업종이 125명(53.2%)으로 나타났으며, 전

**Table 1.** Results of general questions of participants in the demand survey (N = 235)

	Item	N	%
Location	Gyeonggi	96	40.9
	Seoul	69	29.4
	Chungnam / Daejeon	21	8.9
	Chungcheong / Sejong	14	6.0
	North Gyeongsang / Daegu	7	3.0
	Incheon	17	7.2
	South Gyeongsang / Ulsan	4	1.7
	North Jeolla	4	1.7
	South Jeolla / Gwangju	2	0.9
	Busan	1	0.4
Business scale	Majorlarge companyfirm	2	0.9
	Medium enterprises	30	12.8
	Small and medium-sized enterprise	202	86.0
	Small business	1	0.4
Type of business industry	Manufacturer	125	53.2
	Science and technology service	67	28.5
	Wholesale and retail business	10	4.3
	Raw material regeneration and environmental restoration	4	1.7
	Repair and personal services	3	1.3
	Education service	1	0.4
	Etc	25	10.6
Which job requires the most education and training?	Environmental safety	21	8.9
	Process management	38	16.2
	Quality standard	91	38.7
	Research and development	82	34.9
	Etc.	3	1.3
Which position do you think requires the most job training?	New employee	136	57.9
	Less than 5 years	73	31.1
	More than 5 years	26	11.1
	More than 10 years	0	0.0

문, 과학 및 기술 서비스업이 67명(28.5%)으로 뒤를 이었다. 재직 기관에서 환경규제대응 관련 교육 훈련이 가장 필요한 직무로는 품질규격 91명(38.7%), 연구개발 82명(34.9%) 순으로 품질규격 및 연구개발 관련 직무에서 필요성이 많은 것으로 조사되었다. 직무훈련이 가장 필요한 직급으로는 신입직원이 136명(57.9%)으로 응답이 가장 많았고, 다음으로 실무자(경력 5년 이하)가 73명(31.1%) 두 번째로 많았다.

교육 현황 관련 항목의 수요조사 결과는 Table 2와 같다. 사내 직무교육 시행 여부에 관한 문항에는 전체 응답자 54명(23.0%)만이 사내 직무교육을 하고 있다고 응답하여, 사내에서 직원을 대상으로 이루어지는 교육의 기회가 많지 않은 것으로 나타났다. 사내에서 직무교육을 받는 재직자를 대상으로 추가 설문을 한 결과 응답자의 약 1/3 수준이 사내에서 담당하는 프로그램(HRD 팀에서 제공하거나 사내에 외부 전문가를 초청 등

을 통해 교육을 수강한다고 하였으며, 응답자의 약 2/3 수준은 사내에서 외부 기관으로 위탁하거나 공공기관에 방문하여 참석하도록 지정된 교육 프로그램을 수강한다고 하였다. 교육의 빈도는 응답자 중 39명(72.2%)은 연 1회 수준이라고 하였으며, 연 2~3회 수준으로 진행된다고 응답한 비율은 15명(27.8%) 이었다. 사내 직무교육을 진행하지 않는 재직자를 대상으로 추가 설문을 한 결과 교육이나 훈련을 담당하는 담당자나 프로그램이 없는 경우가 각각 57명(31.5%)과 53명(29.3%)으로 많았으며, 업무 등으로 인하여 교육에 할애할 시간을 내기가 어렵다는 의견이 29명(16.0%), 교육에 들어가는 비용이 부담되는 경우도 31명(17.1%)으로 조사되었다. 교육 훈련에 참여한 적이 있는지에 대한 설문에는 전체 응답자 중 51명(26%)은 참가한 적이 없다고 응답하였다. 교육 미참여에 대한 사유는 교육 · 훈련 참석 가능 시간 부족이 39.8%로 가장 높았으며, 교육 사업

**Table 2.** Results of questions related to education status of participants in the demand survey (N = 235)

	Item	N	%
Do you have job training in your company?	Yes	54	23.0
	No	181	77.0
If you have in-job training, what is the education and training method?	HRD team of the company	17	31.5
	Invite outside experts	7	13.0
	Attend lectures at external organizations	17	31.5
	Entrust to a vocational training institution	13	24.1
	Total	54	100
What is the frequency of the company's job training?	Once a year	39	72.2
	Two or three times a year	15	27.8
	Four to five times a year	0	0.0
	More than six times a year	0	0.0
	Total	54	100
Why do you think the company doesn't provide training?	The absence of a person in charge of education	57	31.5
	The absence of an educational program	53	29.3
	A shortage of workers' time	29	16.0
	The cost of education is borne	31	17.1
	Lack managerial interest	7	3.9
	I'm not interested	4	2.2
Total	181	100	
Have you ever taken this curriculum?	Yes	174	74.0
	No	61	26.0
Why didn't you participate in the curriculum?	Absence of information on education	23	21.1
	Be short of time for attendance at the education and training	40	36.7
	Have no curriculum one wants	16	14.7
	Lack managerial interest	11	10.1
	The application process is cumbersome	3	2.8
	Have insufficient educational standards	0	0.0
	The timing and duration of education are inadequate	5	4.6
	Participate in the education of itself or other educational institutions	11	10.1
Total	109	100	

에 대한 정보 부재(25.4%), 원하는 교육 프로그램의 부재(19%) 순으로 조사되었다.

수요조사에 참여한 업체로는 국내의 화학물질, 고분자 소재를 분석·평가하는 중소기업 이외에도 환경규제 대응을 위해 유해물질 평가 시험성적서가 필요한 원단 가공, 염색업체, 잉크업체, 유아용품업체 등이 있었다. 최근 의류업체에도 환경규제 이슈로 유해물질 평가가 필수로 실시되고 있다. 유해물질을 직접 분석하지 않는 업체일지라도 시험성적서를 의뢰하거나, 시험성적서를 해석하는 능력이 필요하므로 실무에 적용이 가능한 재직자 교육 훈련으로의 직무 능력 함양이 필요할 것이다.

수요조사 결과 교육을 진행하거나 담당하는 인력이 사내에 상주하지 않을 경우는 사내 재직자에게 제공되는 교육의 기회가 적거나 거의 없는 것으로 확인하였다. 따라서 사내에서 교육을 제공하기 어려운 여건인 경우가 많으므로, 수요자를 대상으로

공공기관에서 이루어지는 다양한 훈련 프로그램 개발이 필요하다고 생각된다. 또한, 경영자의 관심과 참여 독려, 교육에 참여할 수 있는 근무 환경, 업무 분배가 필요하다고 생각된다.

#### 4.2. 수요조사 결과

2022년 교육과정인 GC-MS를 활용한 유해물질 분석 실무과정, LC-MS를 활용한 유해물질 분석 실무과정, ICP를 활용한 중금속 분석 실무과정, RoHS 지침 대응을 위한 IEC 62321 시험법 실무과정, 화평법 대응을 위한 화학물질 위해성 평가 실무과정 총 5개 과정에 대하여 각 교육과정에 포함된 과목과 과목 내용을 간단히 설명하고 중요하다고 생각하거나 참여 의향이 있다고 응답한 결과는 표 3과 같다. GC-MS를 활용한 유해물질 분석 실무과정이 216명(91.9%)으로 가장 높았으며, RoHS 지침 대응을 위한 IEC 62321 시험법 실무과정이 188명(80.4%)

**Table 3.** Results of the response of the intention to participate in the curriculum (N = 235)

Curriculum	N	%
Hazardous substance analysis using GC-MS	216	91.9
Hazardous substance analysis using LC-MS	203	86.4
Heavy metal analysis practical course using ICP	212	90.2
RoHS II regulated hazardous substance analysis practical course	188	80.4
Chemical Risk Assessment Practical Process for Responding to the Fair Trade Act	205	87.2

으로 가장 낮았지만 5개 과정 모두 80% 이상의 높은 참여 의향을 나타내었다.

4.2.1. GC-MS를 활용한 유해물질 분석 실무과정의 수요조사 결과

GC-MS를 활용한 유해물질 분석 실무과정의 수요조사 결과는 Table 4와 같다. 과목별로 참여할 의향이 있다고 생각하는 질문에 235명의 응답자 중 유해물질 분석을 위한 GC-MS 기기운영 이해는 91.9%, 유해물질 분석을 위한 GC-MS/MS 활용방법 실습이 91.9%, 유해물질 분석을 위한 GC-MS 기기의 운영 실습 과정이 95.3%로, 전반적으로 참여 의향이 매우 높은 것으로 조사되었다. GC-MS를 활용한 유해물질 분석 실무과정의 각 과목에 대한 필요성을 묻는 항목에서는 3개 과목 모두 3.5점 이상으로 보통 이상인 것으로 나타났다. 각 과목에 대한 업무 활용도는 모든 과목이 3점 이상을 나타내었으며, 유해물질 분석을 위한 GC-MS 기기운영의 이해 과목이 3.65점으로 가장 높았다. 각 과목에 대한 교육의 희망수준(또는 난이도)으로는 3개의 과목 모두 기초/실무과정의 교육 수준을 선호하는 것으로 나타났으며, 특히 “유해물질 분석을 위한 GC-MS 기기운영 실습” 과목에서 타 과목보다 실무 수준의 교육이 필

요로 하다는 응답률이 79.0%로 높았다. 각 과목에 대한 교육 방법으로는 이론과 실습을 겸하는 강의 방식이 필요하다는 의견이 과목별로 각각 95.8%, 95.4%, 88.8%로 높은 비중을 보이는 것으로 조사되었다. 적당한 교육시간에 대하여 문의한 결과 전반적으로 3개 과목 모두 “4시간” 또는 그 이상의 시간으로 진행되는 것을 선호하는 것으로 조사되었다.

4.1.2. LC-MS를 활용한 유해물질 분석 기초 실무

LC-MS를 활용한 유해물질 분석 실무과정의 수요조사 결과는 Table 5와 같다. 과목별로 참여할 의향이 있다고 생각하는 질문에 235명의 응답자 중 약 200명 이상인 90% 내외의 응답자가 4과목에 전반적으로 높은 참여 의향이 있는 것으로 조사되었다. 각 과목에 대한 교육의 필요성과 업무 활용도를 5점 리커트 척도로 조사하였을 때 유해물질 분석을 위한 LC-MS 기기운영 이해 및 실습 과목이 3.81점, 3.44점으로 가장 높은 것으로 나타났다. 교육의 희망수준은 4개의 과목 모두 기초/실무과정의 교육 수준을 선호하는 것으로 나타났으며, 그중 1, 3, 4과목은 실무자 위주의 편성, 2과목은 기초 위주의 편성이 필요하다는 의견이 많았다. 적당한 교육 방법으로는 전반적으로 이론과 실습을 겸하는 강의 방식이 필요하다는 의견이 과목별

**Table 4.** Demand survey results for practical training courses on hazardous substance analysis using GC-MS (Unit = n(%), M(S.D.))

Item	Subject	1. Understanding GC-MS instrument operation for hazardous substance analysis	2. Practice on how to use GC-MS/MS for analysis of hazardous substances	3. GC-MS instrument operation practice for hazardous substance analysis
		Intention to participate need for education	216(91.9%)	216(91.9%)
Is work utilization high?		3.97(0.83)	3.64(1.16)	3.72(0.93)
		3.65(0.91)	3.20(1.12)	3.35(0.88)
Desired level of education	Elementary	64(29.6%)	99(45.8%)	37(16.5%)
	Intermediate	<b>133(61.6%)</b>	<b>110(50.9%)</b>	<b>177(79.0%)</b>
	Senior	19(8.8%)	7(3.2%)	10(4.5%)
	Total	216(100%)	216(100%)	224(100%)
Appropriate educational method	Theory	9(4.2%)	10(4.6%)	25(11.2%)
	Theory + practical work	<b>207(95.8%)</b>	<b>206(95.4%)</b>	<b>199(88.8%)</b>
	Total	216(100%)	216(100)	224(100)
Appropriate training time	2 hours	10(4.6%)	28(13.0%)	8(3.6%)
	3 hours	44(20.4%)	42(19.4%)	23(10.3%)
	4 hours	<b>102(47.2%)</b>	<b>96(44.4%)</b>	<b>103(49.1%)</b>
	More than 4 hours	60(27.8%)	50(23.1%)	64(37.1%)
	Total	216(100%)	216(100%)	224(100%)

**Table 5.** Demand survey results for basic practical course on hazardous substance analysis using LC-MS Unit = n(%), M(S.D.)

Item	Subject	1. Understanding and practice of LC-MS device operation for analysis of hazardous substances	2. Operation and practice of LC-MS equipment for analysis of hazardous substances	3. Method validation writing practice for instrumental analysis	4. Pretreatment and LC-MS separation analysis practice of hazardous substances PFOA/PFOS
		Intention to participate		212(90.2%)	212(90.2%)
need for education		3.81(1.01)	3.50(1.14)	3.63(1.03)	3.67(1.13)
Is work utilization high?		3.44(0.89)	3.42(0.90)	3.06(0.97)	3.16(0.99)
Desired level of education	Elementary	64(30.2%)	117(55.2%)	72(33.6%)	84(40.6%)
	Intermediate	133(62.7%)	85(40.1%)	130(60.7%)	115(55.6%)
	Senior	15(7.1%)	10(4.7%)	12(5.6%)	8(3.9%)
Appropriate educationa	Theory	12(5.7%)	10(4.7%)	8(3.7%)	25(12.1%)
	Theory +practical work	200(94.3%)	202(95.3%)	206(96.3%)	182(87.9%)
Appropriate training time	2 hours	4(1.9%)	8(3.8%)	10(4.7%)	12(5.8%)
	3 hours	57(26.9%)	122(57.5%)	24(11.2%)	155(74.9%)
	4 hours	131(61.8%)	55(25.9%)	137(64.0%)	34(16.4%)
	More than 4 hours	20(9.4%)	27(12.7%)	43(20.1%)	6(2.9%)
Total		212(100%)	212(100%)	214(100%)	207(100%)

로 각각 94.3%, 95.3%, 96.3%, 87.9%로 조사되었다. 적당한 교육시간에 대하여 문의한 결과 1과목, 3과목은 4시간 이상, 2과목과 4과목은 3시간으로 진행되는 것을 선호하는 비율이 가장 높은 것으로 조사되었다.

4.1.3. ICP를 활용한 중금속 분석 실무

ICP를 활용한 중금속 분석 실무 교육 중 과목별로 참여할 의향이 있다고 생각하는 질문에 235명의 응답자 중 유해물질 분석을 위한 유해중금속 분석을 위한 ICP 분석방법 이해는 92.3%, 유해중금속 분석을 위한 ICP 기기운영 이해 및 실습

91.5%, 유해물질 분석을 위한 ICP 분석방법 실습이 92.5%로, 전반적인 참여 의향이 매우 높은 것으로 나타났다. 교육에 대한 참여 의향이 있는 응답자를 대상으로 각 과목에 대한 교육의 필요성을 조사한 결과 3개의 과정 모두 3.6점 이상으로 전반적으로 높은 수요를 포함하는 것으로 나타났다. 각 과목에 대한 업무 활용도는 3점 이상인 것으로 나타났다. 교육의 희망수준으로는 3과목 모두 실무과정의 교육 수준을 선호하는 것으로 나타났으며, 기초 수준의 난이도를 요구하는 수요가 그다음을 차지하였다. 교육 방법으로는 이론과 실습을 겸하는 강의 방식이 필요하다는 의견이 모든 과목에서 90% 이상으로 높은 비

**Table 6.** Demand survey results for heavy metal analysis practical course using ICP Unit = n(%), M(S.D.)

Item	Subject	1. Understanding ICP analysis method for hazardous heavy metal analysis	2. Understanding and practicing ICP device operation for hazardous heavy metal analysis	3. ICP analysis method practice for hazardous substance analysis
		Intention to participate		217(92.3%)
Need for education		3.89(0.83)	3.67(1.07)	3.75(0.88)
Is work utilization high?		3.55(0.77)	3.39(0.95)	3.36(0.87)
Desired level of education	Elementary	66(30.4%)	78(36.3%)	62(27.9%)
	Intermediate	137(63.1%)	119(55.3%)	150(67.6%)
	Senior	14(6.5%)	18(8.4%)	10(4.5%)
Appropriate educational method	Theory	10(4.6%)	6(2.8%)	5(2.3%)
	Theory + practical work	207(95.4%)	209(97.2%)	217(97.7%)
Appropriate training time	2 hours	11(5.1%)	7(3.3%)	2(0.9%)
	3 hours	112(51.6%)	42(19.5%)	31(14.0%)
	4 hours	79(36.4%)	74(34.4%)	61(27.5%)
	More than 4 hours	15(6.9%)	92(42.8%)	128(57.7%)
Total		217(100%)	215(100%)	222(100%)

**Table 7.** Demand survey results for RoHS II regulated hazardous substance analysis practical course Unit = n(%), M(S.D.)

Item	Subject	1. Understanding RoHS II regulatory response analysis methods	2. Phthalate analysis practice for RoHS II regulation response	3. Brominated flame retardant analysis practice to respond to RoHS II regulations	4. C-IC instrument operation practice for halogen material analysis
Intention to participate		198(84.3%)	208(88.5%)	204(86.8%)	200(85.1%)
need for education		3.63(1.08)	3.60(1.10)	3.60(1.06)	3.34(1.23)
Is work utilization high?		3.25(1.03)	3.56(0.73)	3.22(0.94)	3.20(0.92)
Desired level of education	Elementary	73(36.9%)	92(44.2%)	54(26.5%)	100(50.0%)
	Intermediate	112(56.6%)	103(49.5%)	140(68.6%)	92(46.0%)
	Senior	13(6.6%)	13(6.3%)	10(4.9%)	8(4.0%)
Appropriate educational method	Theory	85(42.9%)	20(9.6%)	24(11.8%)	19(9.5%)
	Theory + practical work	113(57.1%)	188(90.4%)	180(88.2%)	181(90.5%)
Appropriate training time	2 hours	7(3.5%)	10(4.8%)	9(4.4%)	8(4.0%)
	3 hours	66(33.3%)	118(56.7%)	100(49.0%)	64(32.0%)
	4 hours	91(46.0%)	68(32.7%)	67(32.8%)	91(45.5%)
	More than 4 hours	34(17.2%)	12(5.8%)	28(13.7%)	37(18.5%)
Total		198(100%)	208(100%)	204(100%)	200(100%)

중을 보이는 것으로 조사되었다. 적당한 교육시간에 대하여 문의한 결과 1과목은 3시간 과정이 적정 교육시간이라 응답하였고, 실습 위주의 2, 3과목은 4시간 이상으로 진행되는 것을 선호하는 비율이 가장 높은 것으로 조사되었다(Table 6).

4.1.4. RoHS 지침 대응을 위한 IEC 62321 시험법 실무과정

RoHS 지침 대응을 위한 IEC 62321 시험법 실무과정의 과목별로 참여 의향 결과는 다음과 같다. RoHS II 규제대응 분석방법 이해가 84.3%, 프탈레이트 및 브롬계 난연제 실습이 각각 88.5%와 86.8%, 할로젠 물질 분석을 위한 C-IC 기기운영 실습이 85.1% 등 전반적으로 높은 참여 의향이 있는 것으로 조사되었다. 각 과목에 대한 교육의 필요성과 업무 활용도에 대

하여 설문한 결과 모든 과목이 3점 이상으로 나타났다. 교육의 희망수준은 모든 과목이 기초/실무과정의 교육 수준을 선호하는 것으로 나타났는데, 1, 2, 3과목은 실무자 위주의 편성, 4과목은 기초 위주의 편성이 필요하다는 의견이 많았다. 적당한 교육 방법 항목은 이론과 실습을 겸하는 강의 방식이 필요하다는 응답이 과목별로 각각 57.1%, 90.4%, 88.2%, 90.5%로 나타났다. 1과목은 주로 이론 위주의 교육을 진행하고 있어, 응답자의 수요에 대응할만한 과정 개편이 필요하다고 판단되었다. 적당한 교육시간에 대하여 문의한 결과 1과목, 4과목은 4시간, 2과목, 3과목은 3시간으로 진행되는 것을 선호하는 비율이 가장 높은 것으로 조사되었다(Table 7).

**Table 8.** Results of demand survey for chemical risk assessment practical process for responding to the fair trade act Unit = n(%), M(S.D.)

Item	Subject	1. Theory of Fair Value Exposure Assessment	2. Practice of Fair Value Exposure Assessment	3. The Understanding of Risk Assessment
Intention to participate		219(93.2%)	215(91.5%)	217(92.3%)
need for education		3.66(1.01)	3.47(1.22)	3.57(1.07)
Is work utilization high?		3.19(1.00)	3.10(1.11)	3.18(1.16)
Desired level of education	Elementary	75(34.2%)	96(44.7%)	76(35.0%)
	Intermediate	123(56.2%)	106(49.3%)	128(59.0%)
	Senior	21(9.6%)	13(6.0%)	13(6.0%)
Appropriate educational method	Theory	156(71.2%)	20(9.3%)	158(72.8%)
	Theory + practical work	63(28.8%)	195(90.7%)	59(27.2%)
Appropriate training time	2 hours	6(2.7%)	16(7.4%)	8(3.7%)
	3 hours	35(16.0%)	29(13.5%)	44(20.3%)
	4 hours	66(30.1%)	57(26.5%)	58(26.7%)
	More than 4 hours	112(51.1%)	113(52.6%)	107(49.3%)
Total		219(100%)	215(100%)	217(100%)



Table 9. A reorganized curriculum reflecting the demand survey

Course	Subject	Educational content	Hours (theory/practice)	Note	NCS number
Practical training courses on hazardous substance analysis using GC-MS	Understanding GC-MS instrument operation for hazardous substance analysis	-Understanding Chromatograph Equipment Configuration -Understand how GC and GC-MS work -Practice how to operate GC-MS equipment	2/3	-	1701010115_16v2.1
	Practice on how to use GC-MS/MS for analysis of hazardous substances	-Understanding the head space method for residual solvent analysis -Understanding the indoor air quality assessment method using adsorption and desorption -An analysis of unknown components using the interaction between TGA and GC	1/1	-	
Practical course on hazardous substance analysis using LC-MS	GC-MS instrument operation practice for hazardous substance analysis	-Practice how to operate GC-MS equipment (Review) -Understanding the substances to be analyzed -Practicing the pretreatment method using solvent extraction -Practice making analysis reports	0/6	-	1701010115_16v2.1
	Understanding and practice of LC-MS device operation for analysis of hazardous substances	-Understanding Chromatograph Equipment Configuration -Understand how LC and LC-MS work	4/0	-	
Practical course on hazardous substance analysis using LC-MS	Operation and practice of LC-MS equipment for analysis of hazardous substances	-Exercise how to operate LC-MS equipment -Practice how to install equipment, such as replacing columns -FIA practice for setting analysis conditions	0/3	-	1701010115_16v2.1
	Method validation writing practice for instrumental analysis	-Practice how to manufacture standard samples -Practice of perfluorinated compounds using solvent extraction -Practice how to inject samples and create calibration curves -Practice making analysis reports	0/4	-	
Heavy metal analysis practical course using ICP	Pretreatment and LC-MS separation analysis practice of hazardous substances PFOA/PFOS	-Understanding analysis procedures for quality control -Method using the example of spectroscopic analysis and separation analysis data -Practice on validation data calculation	3/0	-	1701010126_17v2.3
	Understanding ICP analysis method for hazardous heavy metal analysis	-Understanding heavy metal types and analysis methods -Understanding the pre-processing technology for each element of measurement	4/0	-	
Heavy metal analysis practical course using ICP	Understanding and practicing ICP device operation for hazardous heavy metal analysis	-Understand ICP equipment configuration and practice how to operate the device -Practice maintenance methods such as tochi cleaning	0/4	-	1701010126_17v2
	ICP analysis method practice for hazardous substance analysis	-Classification and practice of pre-treatment methods by elements -Classification and practice of pre-treatment methods by medium	0/6	Added practical training time	

Table 9. Continued.

Course	Subject	Educational content	Hours (theory/practice)	Note	NCS number
RoHS II regulated hazardous substance analysis practical course	Understanding RoHS II regulatory response analysis methods	-Understand the guidelines for restricting the use of hazardous substances -Understanding IEC 62321 test methods	4/0	-	1701010126_17v2.1
	C-IC instrument operation practice for halogen material analysis	-Understanding C-IC equipment configuration -Compare key features with Oxygen bomb flask method -Practice how to operate the C-IC device	0/4	-	1701010115_16v2.3
	Phthalate analysis practice for RoHS II regulation response	-Practice phthalate pretreatment and measurement methods -Understand the process of preparing the report	0/3	-	1701010115_16v2.2
	Brominated flame retardant analysis practice to respond to RoHS II regulations	-Practice the pre-treatment method of Brominated Flame Retardants -Practice how to measure Brominated Flame Retardants	0/3	-	1701010115_16v2.2
Chemical Risk Assessment Practical Process for Responding to the Fair Trade Act	Theory of Fair Value Exposure Assessment	-Overview of the risk assessment of the Act on the Registration and Evaluation of the -How to prepare data on risk	4/0		1701010206_17v2.3
	The Understanding of Risk Assessment-Introduction of exposure assessment model (ECETO-TRA, ART, MEASE, ConsExpo, Simple Box Korea)	-Understanding worker, consumer, and environmental exposure scenarios	6/0	Rescheduled time per subject	1701010206_17v2.3
	Practice of Fair Value Exposure Assessment	-Evaluate human and environmental hazards (DNEL and PNEC calculations) -Risk determination and risk management plan suggestion	5/0		-
	Characteristics of Polymers and Understanding of GPCs	-Introduction to the molecular weight measurement technology of polymers -Understand GPC equipment configuration and operation principles	4/0		
A Study on the Characteristics of Polymer Compounds Using GPC	GPC Measurement Practice	How to select a solvent by polymer Preparation of samples for GPC measurement	0/5	Additional curriculum	1702020606_16v2.1
	A Study on the Application of GPC Analysis	A case study of GPC analysis according to environmental and defect analysis The need for GPC measurement in the Act on the Registration and Evaluation of Chemical Substances	3/0		

#### 4.1.5. 화평법 대응을 위한 화학물질 위해성 평가 실무

화평법 대응을 위한 화학물질 위해성 평가 실무과정 중 과목별로 참여할 의향이 있다고 생각하는 질문에 235명의 응답자 중 화평법 노출평가 이론은 93.2%, 화평법 노출평가 실습은 91.5%, 위해성 평가 이해 과정이 92.3%로, 전반적인 참여의향이 높은 것으로 나타났다. 교육의 필요성과 업무 활용도는 모든 과목에서 3점 이상을 나타내었다. 각 과목에 대한 교육의 희망수준 항목에서는 모든 과목에서 실무과정의 교육 수준을 선호하는 것으로 나타났다. 적당한 교육 방법은 이론 중심의 과목인 1과목과 3과목의 경우 이론 방식을 선호하였으며, 실습 중심의 과목인 2과목은 이론+실습 방식을 선호하는 것으로 조사되었다. 적당한 교육시간에 대하여 문의한 결과 전체 과목 모두 “4시간 이상”의 교육시간을 가장 선호하는 것으로 조사되었다(Table 8).

수요조사 결과를 취합하여 개선할 사항을 도출하였다. 기기 분석의 경우 실무적인 내용을 중심으로 화학물질 분석 분야의 내용을 다루면서 교육 수료 후 현업에서 바로 적용할 수 있도록 실험 및 기기분석 위주로 교육 수준 편성해야 할 것이다. 특히 GC-MS의 경우에는 메인 장비 위에 추가의 전처리 장비가 붙어서 활용되는 과목을 추가하여 추가적인 수요에 대응할 수 있도록 해야 할 것이다. 화평법 대응을 위한 화학물질 위해성 평가 실무과정의 경우에는 등록 및 평가 분야 위주로 화평법 시행 및 개정에 대응할 수 있도록 유해/위해성에 대한 이론과 노출평가 실습 위주로 편성하고자 한다. 또한, 교육생이 직접 참여할 수 있는 맞춤형 교육 중심 위주의 구성이 필요하다고 생각되며, 수요조사 결과 유해물질 전처리방법 및 기기에 대한 운영 방법을 선호하여 전년 대비보다 많은 실습 위주의 교육을 운영해야 할 것으로 판단된다.

#### 4.2. 2022년 교육과정의 개편 결과

수요조사 결과를 반영하여 기존의 5개 과정에서 6개 과정으로 교육과정을 개편하였다(Table 9). 기기분석의 경우 실무적인 내용을 중심으로 화학물질 분석 분야의 내용을 다루면서 교육 수료 후 현업에서 바로 적용할 수 있도록 실험 및 기기분석 위주로 교육 수준 편성하였다. 또한, 고분자 화합물 분석에 대한 신규 수요에 대응하기 위하여 ‘GPC를 활용한 고분자 화합물의 특성 분석 실무’ 과정을 추가로 개설하였으며 과정의 교육 내용은 다음과 같다. 산업 고도화에 따라 제품 내 소재가 다양해지는데, 특히 플라스틱이나 고무와 같은 고분자 화합물은 분자량에 따라 그 성상이나 특징이 크게 달라지어 분자량 분포 확인이 중요하다 할 수 있다. 약 10여 년 전 논쟁거리가 된 기습기 살균제의 PHMG 등과 같은 물질로 인하여 신규 화학물질이 등록될 경우는 유해성심사를 진행 절차가 필수적으로 되었는데(Park, 2016), 이 과정에서 수평균 분자량 10,000을 초과하는 고분자 물질은 면제 대상이 되므로 이를 측정하는 GPC 분석을 이해하는 것은 물질을 제조하거나 유통, 등록을 대리하는 업무를 하는 작업자에게는 중요사항이 되었다. 따라서 고분

자의 종합 방법과 구조, 고분자 물질이 저분자 물질과 다르다는 차이점에 대해서 이해할 수 있으며, 이들의 분자량 측정 장비인 GPC에 대해 이해할 수 있도록 과정을 설계하였다.

‘화평법 대응을 위한 화학물질의 위해성 평가’ 과정은 등록 및 평가 분야 위주로 화평법 시행 및 개정에 대응할 수 있도록 유해/위해성에 대한 이론과 노출평가 실습 위주로 편성하였다. 또한, 교육생이 직접 참여할 수 있는 맞춤형 교육 중심 위주로 편성하였고 수요조사 결과 유해물질 전처리방법 및 기기 운영 방법을 선호하여 2022년 대비 실무에서 바로 활용할 수 있는 실습 과정을 포함하는 방향으로 다변화하였다.

## 5. 결 론

본 연구는 화학물질 분석 업계종사자에 협업 적용도가 높은 재직자 재교육을 제공하기 위해 국내 기업을 대상으로 수요조사를 실행하였다. 따라서 국내 기업의 유해물질 환경규제 대응을 지원하기 위한 전문 인력 교육과정 내용의 개선방안을 제안하고자 하였다.

먼저, 국내 기업을 대상으로 수요조사를 실행한 결과 서울, 경기권에 소재한 업체와 중소기업이 대부분이었다. 또한, 환경규제대응 관련 교육 훈련이 필요한 직무로 품질규격, 연구개발 관련 직무가 가장 많이 응답 되었으며, 신입직원 수준과 경력 5년 차 수준 정도의 교육 훈련이 가장 필요하다고 응답 되었다. 또한, 전체 응답자의 77%가 사내 직무교육을 진행하고 있지 않다고 응답하여 수요자를 대상으로 다양한 훈련의 개발이 필요함을 확인하였으며, 업체와 직무에 맞는 적합한 교육 프로그램 설계가 필요하다고 생각한다.

5가지 과정의 참여 유무 및 과정의 과목별 수요조사 결과는 다음과 같다. 모든 과목에서 참여를 희망한다는 응답이 80% 이상으로 높은 참여 의향을 나타내었다. 또한, 5가지 과정의 과목 전반적으로 과목의 필요성과 업무 활용도가 3점 이상으로 보통 이상인 것으로 나타났다. 이것은 5가지 과정에서 실습하는 분석 기기의 분석방법과 분석 대상이 서로 다르므로, 종사하고 있는 직무에 따라 과정마다 특징이 차별화되어 모든 과정이 필요하며, 업무 활용도가 높을 것으로 판단될 수 있기 때문이라 생각된다. 또한, 계측 기기의 이론과 동시에 실제 실습과 시료 준비, 데이터 정리와 분석 등 모든 과정을 포함하고 있는 소인원 중심의 교육과정이 유일하기 때문이라고 생각된다.

이러한 결과들을 통해 화학물질 품질관리 관련 업체의 재직자 교육과정 운영 및 개발 시에 고려할 개선방안들을 생각할 수 있었다. 먼저, 화학물질-품질관리 관련 업체뿐 아니라 섬유-패션, 제조 등 다양한 분야에서 환경규제 대응이 필요할 것이므로 교육대상 업체의 확대가 필요하다. 분석방법뿐 아니라 데이터 정리, 해석, 보고서 해석 능력을 함양하는 것도 직무 능력을 향상하는 방법이라고 판단된다. 다음으로 현장실무와 전문성이 모두 갖추어진 강사진이 필수적이다. 계측 장비를 다루는 전문성 뿐만 아니라, 돌발상황에 대처할 수 있는 현장 적용

력을 함께 교육하는 것이 실무에 도움이 되리라 생각된다. 또한, 사내 업무수행 중에 발생하는 사고에 대처하는 방법 등의 실질적인 예시는 교육생의 집중도를 올릴 수 있을 것이다. 마지막으로 실습수업을 진행하는 경우 교육 인원수의 고려가 중요하다. 또한, 여건이 허락되지 않아 교육 장비와 실제 사용하는 장비를 구분하지 않고 사용할 경우, 유지 보수와 수리에 많은 시간이 할애 될 수 있으므로, 교육 훈련생에게 안내하는 것이 필요할 것이다. 따라서 본 연구에서는 현업에 바로 적용할 수 있도록 실험 및 기기분석을 위주로 교육 내용을 재편성하였다. 교육생이 직접 참여할 수 있는 실습수업 시간을 추가 편성하였으며, 플라스틱이나 고무와 같은 고분자 화합물의 분석 수업 수요가 있어 과정을 추가하였다. 그러므로 2022년에 대비하여 실무에 활용할 수 있는 실습 과정과 최근의 사례를 다량 포함하여 재직자에게 유용한 교육으로 변화하였음을 기대한다.

본 연구는 화학물질, 고분자 소재를 분석·평가하는 중소기업에서 현재 근무 중인 재직자에게 필요한 교육에 대한 수요를 파악하고 교육과정에 반영하여 개선하였다는 것에 의의가 있다. 하지만 한 과정에 교육받은 모든 직무의 재직자를 만족시키기에는 한계가 있으므로, 직무별로 교육과정을 개편하는 등의 개선이 필요할 것으로 생각된다. 또한, 본 연구에서 제안하는 교육 훈련 과정은 화학물질 및 화학 공정 관리산업 전체에 적용하기에는 한계가 있다고 본다. 따라서 업체에서 활용 가능한 인재 양성을 위해 견고한 산학 연계가 필수적일 것으로 판단되며, 적극적인 시스템 개발 및 교육환경 개선에 힘써야 할 것으로 본다.

환경규제에 대한 이슈는 전 산업 분야의 관심이며, 섬유제품, 생활 화학제품 속 유해 화학물질은 우리의 일상에 크고 작은 위협으로 존재하고 있다. 원단을 구성하는 섬유, 세정제, 염료, 제거제, 코팅제, 부자재, 장식 등 다양한 화학물질로 구성된 섬유제품, 생활 화학제품은 유해 화학물질의 인체 유입을 가능하게 하고 있다. 특히 우리가 피부에 직접 접촉하는 옷을 만드는 의류산업에서는 호흡기 질환, 알레르기 반응, 피부염 등의 심각한 문제를 일으킬 수 있다. 따라서 다양한 방면에서 유해 화학물질의 검출 양을 줄이고 안전한 관리체계를 구축하여 소비자에게 노출되지 않도록 대응해야 한다.

자원고갈 및 환경문제와 글로벌 경제위기에 따른 경기침체가 예상되는 현재에 섬유패션업계는 친환경적인 새로운 패러다임의 변화가 필요하다. 자원의 한계를 극복하기 위한 지속 가능 패션의 성장과 더불어, 친환경 제품을 검증, 인증하는 것 또한 중요한 요소이므로 환경규제 관련 수요조사를 반영한 교육 과정이 필요하다. 본 연구를 통해 국내 기업 실무담당자의 전문성을 강화할 수 있으며, 지속 가능한 패션 산업과 환경적 건강을 유지하는 데 중요한 역할을 하여 국내 패션산업 발전에 도움을 줄 수 있을 것이라 기대한다. 더불어 적절한 교육 프로그램 통해 산업 종사자와 소비자들에게 친환경 섬유제품과 유해물질에 대한 인식과 이해를 높이는 데 이바지할 수 있으므로 소비자들의 건강과 환경보호를 위한 효과적인 정책 및 지침

을 개발하는 데도 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

## References

- ACS guidelines and evaluation procedures for bachelor's degree program (2023). USA: American Chemical Society.
- Do, W. H. (2015). Fashion and sustainable development in the educational aspects. *The Korean Fashion and Textile Research Journal*, 17(5), 681-690. doi:10.5805/SFTI.2015.17.5.681
- Ha, N. R., Oh, S. H., Lee, S. H., Jung, Y. J., Choi, J., & Jung, S. P. (2021). Institutional management plan for hazardous chemical substances in textile products. *Journal of Korean Society of Environmental Engineers*, 43(5), 390-405. doi:10.4491/KSEE.2021.43.5.390
- Hong, E. B., & Hwang, C. S. (2012). Perceptions of eco-friendly young-children's wear and selection criteria for young-children's wear and stores - A comparison of eco-friendly and ordinary children's wear purchasers. *The Research Journal of the Costume Culture*, 20(6), 895-911.
- Human Resources Development Service of Korea. (2022). National competency standards profile. *Korean Journal of General Education*, 3(10), 425-462.
- Jung, H. K., & Lee, J. R. (2020). A survey on the management of clothes and the perception of up-cycling fashion based on the university students majoring fashion. *The Korean Fashion and Textile Research Journal*, 22(6), 803-811. doi:10.5805/SFTI.2020.22.6.803
- Jung, K., Wee, E., & Bae, S. (2021). Development of a free school year program for sustainable fashion education I-Focused on status analysis and suggestion about the program. *Journal of Fashion Business*, 25(4), 92-108. doi:10.12940/jfb.2021.25.4.92
- Kovarik, M. L., Galarreta, B. C., Mahon, P. J., McCurry, D. A., Gerdon, A. E., Collier, S. M., & Squires, M. E. (2022). Survey of the undergraduate analytical chemistry curriculum. *Journal of Chemical Education*, 99(6), 2317-2326. doi:10.1021/acs.jchemed.2c00090
- Lee, Y., & Choy, H. (2014). Developing design education program concerning sustainable fashion. *Journal of the Korean Society of Costume*, 64(2), 50-69. doi:10.7233/jksc.2014.64.2.050
- Lee, S. H., Kang, S., Park, S., Koh, Y., A & Park, J. (2023). A systematic review of eco-CMF design processes for fashion products. *The Korean Fashion and Textile Research Journal*, 25(1), 1-10. doi:10.5805/SFTI.2023.25.1.1
- Ministry of Employment and Labor & Human Resources Development Service of Korea. (2013). *National competency standards development and improvement manual*. (8th ed).
- Park, H. S. (2014). The study of nano-DTP(Digital Textile Printing) for development of environmentally friendly materials: focused on the durability and evil in the test of nano-DTP. *Journal of Digital Design*, 14(1), 651.
- Park, T. H. (2016). Dehumidifier sterilizer incident and national compensation liability. *Environmental Law and Policy*, 16, 35-56.
- Park, Y. B. (2013). *NCS utilization strategy for the realization of competency based society*. Seoul: Korea Research Institute for Vocational Education & Training
- † Safety standards for household products subject to compliance with

- safety standards for household textile products」. (2022). NO. 2022-629.
- Sinha, P., Sharma, M., & Agrawal, R. (2022). A systematic review and future research agenda for sustainable fashion in the apparel industry. *Benchmarking: An International Journal*, 30(9), 3482-3507. doi:10.1108/BIJ-02-2022-0142

- Yang, I. M., & Park, C. (2012). The factors influencing attitudes and purchasing behavior towards eco-friendly products. *Asia-Pacific Journal of Business Venturing and Entrepreneurship*, 7(4), 55-64.

(Received December 13, 2023; 1st Revised January 29, 2024;  
2nd Revised February 18, 2024; Accepted February 21, 2024)