

# 전과정평가 전문가 양성을 위한 교육과정에 관한 연구

곽인호  
(주)엔디렉션

## A Study on The LCA Curriculum to Train of Life Cycle Assessment Experts

In Ho Kwak  
Endirection Ltd.

**ABSTRACT:** The purpose of this study is to develop a systematic training program for nurturing experts in response to the increasing demand for life cycle assessment (LCA). In this study, in order to design a training model for nurturing life cycle evaluation experts, a current status survey was conducted on domestic and overseas LCA and LCI DB training courses, and problems and improvement measures were derived in the domestic curriculum. So the training curriculum was presented by dividing it into a beginner's education for future LCA implementation and an expert course for building LCI DB.

**Key words:** LCA, LCI DB, LCA Training Curriculum

**요약:** 본 연구는 전과정평가(LCA) 수행 요구 증가에 따른 전문가 양성을 위한 체계적인 교육 프로그램 개발에 그 목적이 있다. 본 연구는 전과정평가 전문가 양성을 위한 교육모형 설계를 위하여 국내외 LCA 및 LCI DB 교육과정에 대한 현황조사를 수행하고 국내 교육과정 문제점 및 개선 방안을 도출하였다. 이를 기반으로 향후 LCA 수행을 위한 초보자 교육과 LCI DB 구축을 위한 전문가 과정으로 구분하여 교육 커리큘럼을 제시하였다.

**주제어:** LCA, LCI DB, LCA 교육커리큘럼

## 1. 서론

최근 기후변화 대응으로 탄소중립과 함께 기업의 ESG (Environmental, Social, Governance) 경영의 효과적인 지원 틀로 ISO 14040에서 규정한 전과정평가(LCA, Life Cycle Assessment)의 사용이 증가되고 있다. 전세계 각국은 탄소중립을 위한 중장기 로드맵에 LCA를 활용하는 방안을 기술하고 있으며, 우리나라는 2020년 발표된 [대한민국 2050 탄소중립 전략]<sup>1)</sup>에서 “이행기반 혁신”의 “기술전주기 환경성 평가 플랫폼 구축”의 종합적인 환경영향을 고려하여 지속가능한 기술의 확보를 위한 기술 평가 기법으로 LCA를 명시하였다. EU는 2019년 승용차 및 경사용차 CO<sub>2</sub> 배출에 대해 EU 공통의 LCA 방법과 법제화와 같은 후속 정책 등에 대하여 2023년까지 보고하기로 결정하였으며,<sup>2)</sup> 중국도 2025년 이후 자동차에 대한 LCA를 의무적으로 수행하는 규제 도입을 검토하고 있는 등 친환경 자동차에 대하여 LCA에 근거한 규제 도입이 증가하고 있다.

국제 정책뿐만 아니라 산업계에서도 LCA에 따른 탄소 배출 및 전과정 환경영향에 기반한 의사결정 및 관리 강화 추세에 있으나 실제 LCA를 수행하거나 LCI DB를 관리

할 수 있는 전문인력 및 인프라가 부족하다. 국내 일부 대학(원)에서 1~2개 교과목을 구성하여 LCA 교육을 수행하고 있으며, 재직자 대상으로는 한국환경산업기술원 등에서 일부 LCA 교육이 한정적으로 이루어지고 있어 LCA 수요 증가에 따른 전문 인력 수급에 한계가 있다. 따라서, 본 연구에서는 LCA 프로젝트 수행, LCA 수행을 위하여 필요한 LCI DB 구축 및 관리 등이 가능한 전문인력 양성을 위한 체계적인 교육 프로그램을 제시하였다.

## 2. 본론

### 2.1 연구수행 방법

본 연구는 크게 3단계에 걸쳐 수행되었다. 먼저 국내외 LCA 및 LCI DB 교육과정에 대하여 대학(원)에서 수행되는 커리큘럼과 재직자 대상 단기 집중과정 등을 중심으로 현황조사를 수행하였다. 두 번째로 현황조사 결과를 활용하여 국내 교육과정에 대한 문제점을 분석하고 개선 방안을 도출하였다. 그리고 마지막으로 내용을 종합하여 LCA 교육모형을 설계하고 LCA를 수행하고자 하는 초급자와 LCI DB 구축과 관리가 가능한 관리자를 구분하여 교육과정을 개발하였다.

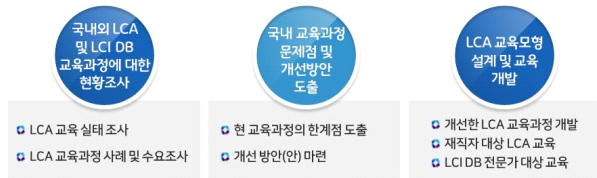


Fig. 1. Research scope and method.

2.2 국내외 LCA 및 LCI DB 교육과정에 대한 현황조사

2.2.1 국내 LCA 교육 현황조사

국내 주요 대학 중 건국대, 아주대, 인하대 등에서 LCA 관련 교과목을 편성하여 운영 중인 것으로 조사되었다. 건국대 및 영남대의 경우 학부(과) 교과목을 운영 중에 있으며, 인하대와 아주대의 경우 학부 과정에서는 LCA를 별도의 교과목으로 편성하고 있지 않으나, 환경공학입문, 환경경영 등의 교과목을 통해 LCA 개론 수준의 강의를 진행되는 것으로 나타났다. 대학원 과정에서는 학부과정보다 많은 수의 대학교에서 LCA를 별도의 교과목으로 편성하여 운영 중에 있으며, 대부분 이론과 실습을 한 학기 과정으로 편성하고 있는 것으로 나타났다. 2022년 환경부와 한국환경산업기술원에서 지속가능제품 설계에 대한 특성화 지원사업을 실시하여 인하대와 건국대에서 LCA 교과목에 대한 석박사 학위과정이 신설됨에 따라 향후 과목 커리큘럼은 늘어날 것으로 전망된다.

우리나라 정부에서는 환경부와 산업통상자원부의 산하기관을 중심으로 재직자 대상 단기집중교육 프로그램을 운영하고 있다. 한국환경산업기술원에서는 연간 1회 환경성적표지 제도 소개, LCA 소개, 탄소발자국 실습 등을 주제로 환경성적표지 인종 이론과 실무 교육 프로그램을 1일 8시간으로 구성하여 기업체 환경 담당자를 대상으로 운영 중이며<sup>3)</sup>, 사이버환경실무교육을 통하여 “전과정평

Table 1. Current status of LCA-related courses at major universities in Korea

구분	대학	학과	관련 교과목
학부(과) 과정	건국대학교	융합신소재공학	친환경소재
	영남대학교	환경공학과	환경LCA 및 실습
	아주대학교	환경안전공학	환경공학입문
	인하대학교	환경공학과	환경경영
대학원	건국대학교	융합신소재공학	환경전과정평가 친환경제품설계
	아주대학교	환경안전공학	LCA특론
	인하대학교	환경공학/ 글로벌산업환경 융합전공	환경LCA
	한양대학교	건축학전공	건축물LCA특론
	영남대학교	환경공학과	LCA
	세종대학교	기후변화특성화 대학원	LCA

\* 각 대학 학과 홈페이지 참조

가 이론 및 실무”와 “신탄소발자국” 2개 교과목을 온라인으로 개설하여 운영 중이다<sup>4)</sup>. 한국생산기술연구원 국가청정생산지원센터에서는 에코디자인을 위한 LCA 및 불확도교육을 초급과 중급으로 구분하여 연 1회씩 각각 개설하여 운영 중이다<sup>5)</sup>.

2.2.2 해외 LCA 교육 현황조사

2018년 애리조나 주립 대학교에서 실시한 미국 내 대학교에서의 LCA 교과목에 대한 분석 연구수행 결과<sup>6)</sup>에 따르면, 미국 주요 대학에서 LCA 관련 16개 교과목이 운영되고 있는 것으로 추정하였으며, 주로 공학계열의 학과에서 LCA 교과목을 개설하고 있는 것으로 나타났다. 16개

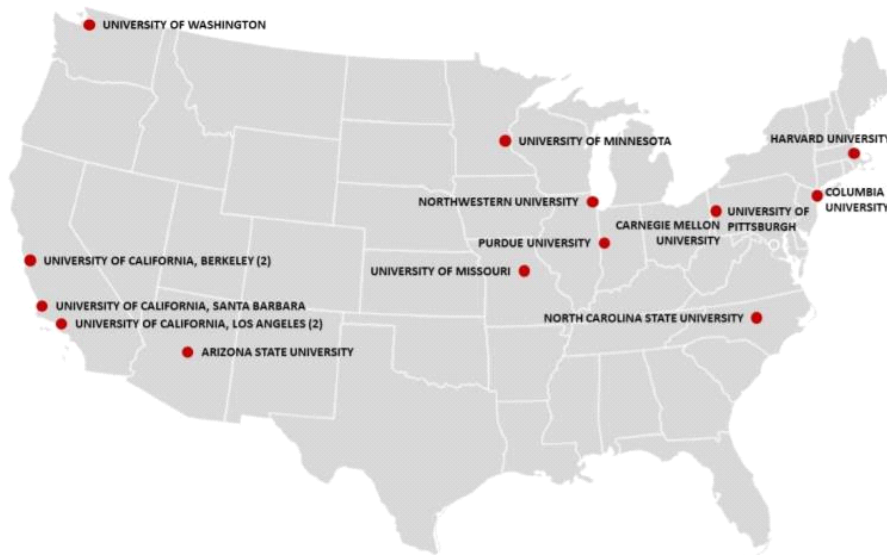


Fig. 2. Current status of universities with LCA courses in the United States.<sup>6)</sup>

**Table 2.** Current status of LCA-related courses at major overseas universities

국가	대학	학과	주요 커리큘럼
미국	Arizona State University	Environmental & Sustainable Engineering	Life Cycle Assessment for Civil Systems
	Duke University	Environmental Sciences and Policy Division	Life Cycle Assessment
	Georgia Institute of Technology	Natural Systems	Life Cycle Assessment
	Washington University	Mechanical Engineering	Sustainability and Design for Environment
	University of California, Santa Barbara	Environmental Science and Management	Carbon Footprints & Carbon Accounting
프랑스	University of Technology of Troyes	Environment & Information Technology	Environmental Life Cycle Assessment
스웨덴	Mid Sweden University	Environmental Engineering	Environmental Engineering BA (B), Life Cycle Assessment (LCA)
	University of Borås	Environmental Science	Introduction to life cycle assessment - distance course
네덜란드	Leiden University	Governance and Global Affairs	Life Cycle Assessment
독일	Technical University of Munich	Chair of Wood Science	Creation of a Life Cycle Assessment Study Using LCA Software

**Table 3.** Contents of the UNEP/SETAC GGP training kit

Instructional Guidance	<ul style="list-style-type: none"> <li>instructional objectives and methods</li> </ul>
GGP Training Course	<ul style="list-style-type: none"> <li>LCA background (LCA and data)</li> <li>Database management and user support</li> <li>Data collection</li> <li>Unit process datasets</li> <li>Aggregated datasets</li> <li>Database development and documentation</li> <li>Adaptive approaches</li> </ul>
Course Evaluation Form	-
Supplemental Material	-

과정 중 8개 과정에는 LCA 소프트웨어 및 도구에 중점을 둔 내용으로 확인되었으며, 과제를 수행하거나 코스 전반에 걸쳐 발표하는데 사용되는 가장 일반적인 소프트웨어는 SimaPro로 나타났으며, GaBi와 OpenLCA도 일부 사

**Table 4.** UNEP/SETAC GGP Curriculum Content

Chapter	교육내용
RELATIONSHIPS OF DATA AND ACTORS	<ul style="list-style-type: none"> <li>LCA와 LCI DB와의 관계에 대한 이해 및 용어 설명</li> </ul>
RELATIONSHIPS OF DATA AND ACTORS	<ul style="list-style-type: none"> <li>데이터, 데이터베이스 및 포함된 정보의 사용자 간의 관계를 제시</li> <li>데이터, 데이터 세트 및 데이터베이스의 사용자, 관리자 및 생산자를 식별</li> <li>데이터베이스 관리의 기본 원칙에 대해 토론</li> <li>데이터베이스의 개발 및 운영에 영향을 미치는 ISO 및 기타 표준 검토</li> </ul>
LCA Basic	<ul style="list-style-type: none"> <li>데이터가 어떻게 개발되고 문서화되는지 이해</li> <li>LCA 내에서 데이터의 중요성을 고려</li> <li>LCA의 해석 단계에서 데이터 사용에 대해 논의</li> </ul>
DEVELOPING AND MANAGING A DATABASE	<ul style="list-style-type: none"> <li>개발하고자 하는 데이터베이스의 목적 정의 가능</li> <li>데이터베이스의 다양한 요소와 LCI 데이터베이스와 데이터세트 라이브러리의 차이점 이해</li> <li>다양한 접근 방식을 사용하여 지역 데이터베이스 생성 가능</li> <li>제공자에 의한 데이터 세트의 준비, 사양 및 제출을 위한 프로토콜을 개발</li> </ul>
UNIT PROCESS DATASET DEVELOPMENT	<ul style="list-style-type: none"> <li>단위 공정 데이터 세트 설명</li> <li>Raw 데이터와 수학적 관계 사이의 관계 인식</li> <li>데이터세트 개발 단계에 대해 논의</li> <li>단위 공정 데이터 세트의 문서화에 대한 고려 사항 및 요구 사항을 이해</li> </ul>
AGGREGATED PROCESS DATASET DEVELOPMENT	<ul style="list-style-type: none"> <li>집계 프로세스 데이터 세트 설명</li> <li>UP 및 AP(Aggregated Reocess) 데이터 세트 간의 관계 인식</li> <li>집계 유형 논의</li> <li>AP 데이터 세트 개발 논의</li> <li>AP 데이터 세트 문서 준비</li> <li>UP 또는 AP 데이터 세트의 필요성 구분</li> </ul>
DATA QUALITY EVALUATION AND MANAGEMENT	<ul style="list-style-type: none"> <li>데이터 품질 평가 및 관리를 위한 다양한 방법 논의</li> <li>데이터 품질에 대한 일관된 정의의 중요성 인식</li> <li>불확실성 및 민감도 분석 정의</li> <li>문서화를 통한 품질 평가 및 관리</li> </ul>

용하는 것으로 나타났다.

유럽은 프랑스의 University of Technology of Troyes, 스웨덴의 Mid Sweden University 및 University of Borås 대학에서 LCA의 원리와 구조 그리고 LCA의 기본 활용방안에 관한 교육 커리큘럼이 구성되어 있으며, 독일, 프랑스, 스웨덴, 네덜란드 Leiden University에서는 LCA의 수행 결과에 대한 검증 방법을 중심으로 교육이 이루어지고 있다. 미국 및 유럽 주요 대학의 LCA 관련 커리큘럼 현황을 table 2에 나타내었다<sup>7)</sup>.

UNEP/STAC에서는 “Life Cycle Initiative Global Guidance Principles (GGP) on Life Cycle Assessment

Data and Databases”를 교재로 강의하기 위한 교육과정 가이드 제시하고 있다<sup>8)</sup>. 특히, LCA 수행을 위한 기초지식과 데이터수집, LCI DB에 대한 사항을 포함하여 트레이닝 키트를 구성하고 있으며, 주요 내용을 table 3 및 4에 나타내었다.

### 2.3 국내 교육과정에 대한 문제점 및 개선방안 도출

#### 2.3.1 현 국내 교육과정의 문제점 분석

국내 교육과정의 문제점 중 첫 번째는 제한적인 교육기회이다. 전술한 바와 같이 국내 재직자 대상 LCA 교육은 한국환경산업기술원, 한국생산기술연구원에서 제공하는 연간 1회 교육 프로그램만이 운영되고 있어 교육기회가 절대적으로 부족하며, 최신의 교육 콘텐츠를 제공하고 있지 못하기 때문에 교육기회 확대가 필요하다.

두 번째는 단기간 집중 교육으로 인한 업무 활용성이 떨어진다는 점이다. 국내 LCA 교육 프로그램의 경우 1~2일의 비교적 짧은 기간의 교육 프로그램 중심으로 운영되어 있어 LCA 경험이 없는 교육생들이 해당 교육 이수 이후에 실제 LCA 업무에 적용하여 활용하기에는 현실적으로 어려울 것으로 판단된다. 국내외 대학교 과정에서 LCA 기본구조 및 개념에 대한 교과목의 경우 1학기 과정으로 개설이 일반적이며, 재직자 대상 교육의 제한적 상황을 고려하더라도 현재 2일 과정으로는 업무 활용을 목적으로 하기에는 부족한 교육 시간이라고 판단된다.

마지막으로 중·고급자 대상 교육 프로그램 부재를 지적할 수 있다. 현재 국내 중·고급자를 대상으로 하는 LCA 교육 프로그램은 “환경성적표지인증 심사원” 취득을 위한 교육 정도만 개설 운영되고 있어 심사원의 자격 취득 목적 이외 중·고급자를 대상으로 하는 교육 프로그램은 전혀 없는 상황이다. 외국의 경우 민간 기관을 중심으로 LCA 전문가를 위한 교육이 지속적으로 수행되고 있다.

#### 2.3.2 개선 방안 마련을 위한 수요 조사

국내 교육과정의 문제점을 개선하고 LCA 전문인력의 양성과 역량 강화를 위한 교육체계를 수립을 위하여 교육체계 및 소요 과목에 대한 수요 조사를 실시하였다. 전술한 국내외 교육과정 현황조사 결과와 국내 교육과정 문제점 분석 결과를 활용하여 교과목 수요 조사 설문지를 작성하였으며, 실제 전과정평가를 활용하여 환경성적표지 대응 및 심사를 담당하는 전문가를 중심으로 설문을 실시하여 교육과정을 도출하였다.

수요 조사 설문은 산업체 종사자(실무자 그룹) 및 LCA 전문가(전문가 그룹)를 대상으로 실시하였으며, 조사항목은 크게 LCA 업무 관련 질의 부분과 각 과정별로 구성하고자 하는 교과목에 대한 교육 시간 등을 질의하는 부분으로 구성하여 실시하였다.

수요 조사 결과를 활용하여 기업체 환경 담당자 등을 대상으로 하는 LCA 실무자(초·중급) 양성 과정과 LCI DB

Table 5. Demand survey overview

구분	내용
목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 현 LCA 교육의 문제점 및 현장의 LCA 교육 수요 파악</li> <li>• LCA 교육모형에 대한 의견 수렴</li> </ul>
전문가 과정	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LCA 분석 및 인증 관련 전문가</li> <li>- 환경성적표지 심사원</li> <li>- 환경건설업체 직원</li> <li>- 한국전과정평가학회 이사진</li> </ul>
조사 대상	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 산업계(현장)에서 LCA 관련 업무를 수행중인 담당자</li> <li>- 환경성적표지 인증 업체 담당자</li> <li>- 한국전과정평가학회 회원 중 기업체 담당자</li> </ul>
조사 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 온라인 및 유선 설문조사 병행</li> </ul>
조사 표본	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 실무자 및 전문가과정 약 330명</li> </ul>
조사 응답	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 실무자 70명, 전문가 67명</li> </ul>
일반 사항	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LCA 지식 보유 정도</li> <li>• LCA 교육 경험 여부</li> <li>• LCA 관련 업무 수행 여부</li> <li>- LCA 업무 내용</li> <li>- 업무 수행 시 애로사항</li> <li>• 교육과정 개설시 참여시의 교육 이수율 통해 달성하고자 하는 목표</li> <li>- LCA 교육 개설 시 희망하는 교육 형태</li> </ul>
조사 항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 교과목 세부 내용 구성의 만족도</li> <li>• 세부 내용별 중요도 및 실행도</li> <li>• 세부 내용별 적정 강의시간</li> <li>• 희망 교육 난이도</li> <li>• 교육 참여의사</li> <li>• 교육 과정 개설 및 기타 의견(자유서술)</li> <li>• 추가가 필요한 교과목 제언</li> </ul>

Table 6. Curriculum overview for practitioners

목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기업체 관련 담당자의 LCA 직접 수행</li> <li>- 기업체 관련 담당자가 LAC 구조 및 용어에서부터 관련 소프트웨어 사용 방법 및 LCA 활용(ESG, 온실가스)방안에 대한 교육을 통하여 국내외 LAC 관련 규제 및 인증 업무 대응에서부터 사내 LAC 프로젝트의 수행이 가능하도록 교육과정 설계</li> </ul>
대상	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기업체 환경 관련 업무 종사자</li> <li>- ESG, 환경규제 관련 담당 부서 근무자</li> </ul>
기간	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1주(8시간/일 기준으로 5일 교육, 총 40시간)</li> </ul>
방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 집체 교육</li> </ul>
권장 인원	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 20명 내외</li> </ul>
강사진 요건	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 환경성적표지 선임 인증심사원 및 그에 상응하는 전문가</li> </ul>

전문가 양성(고급자) 교육과정에 대한 세부 설계하였다.

## 2.4 LCA 교육모형 설계

### 2.4.1 실무자 과정 교육모형

기업 등의 환경 및 관련 실무자 대상의 교육과정에 대해 table 6에 나타내었다. 교육 시간의 경우 교과목에 대한 수요 조사 결과 및 국내외 유사 교육 사례 등을 참고하여 총 40시간 교육과정으로 설계하였으며, 1회 교육할 때 적정 교육 인원은 컴퓨터를 활용한 실습 등을 고려하여 20명으

로 설정하였으나 교육 여건에 따라 교육 인원 조정이 가능하다.

실무자 과정은 5개 교과목으로 구성하였으며, 교과목별 세부 내용 및 강의 시간은 table 7과 같다.

실무자 과정은 2개의 세부 과정으로 구성하였고, LCA의 이해, 프로젝트 발주 및 직접 수행이 주목적인 “기초과정-과정1”과 ESG 및 탄소관리지표로의 LCA 활용까지를 목표로 하는 “활용과정-과정2”로 구분하여 설계하였다.

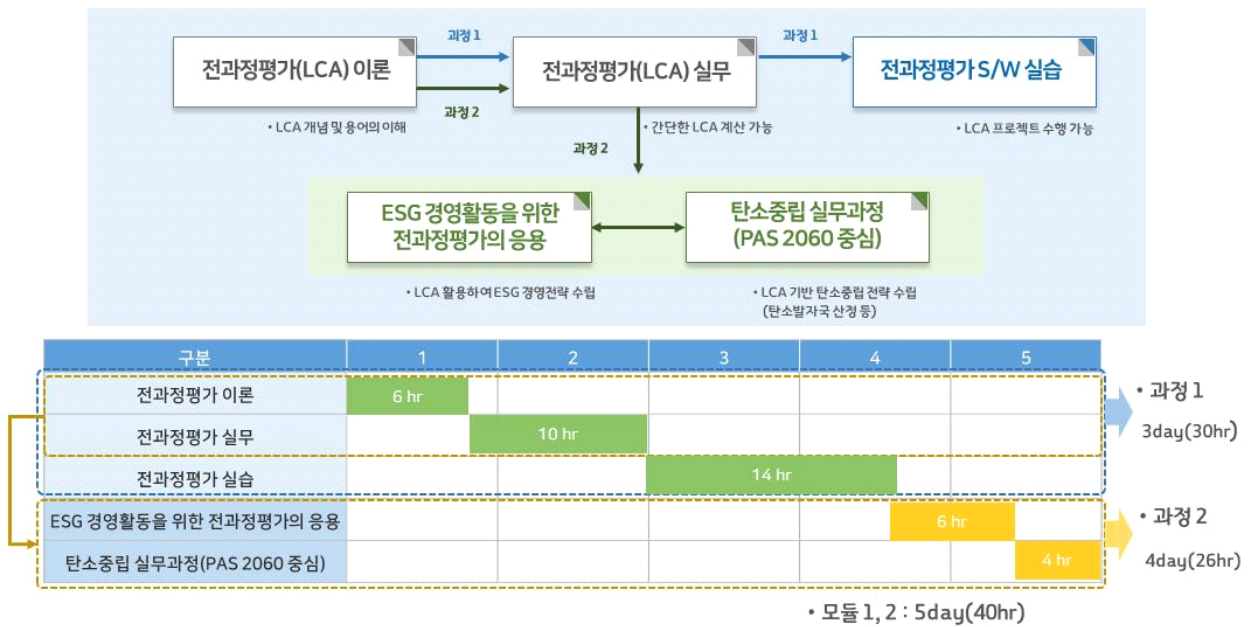


Fig. 3. Practitioner course training completion system diagram.

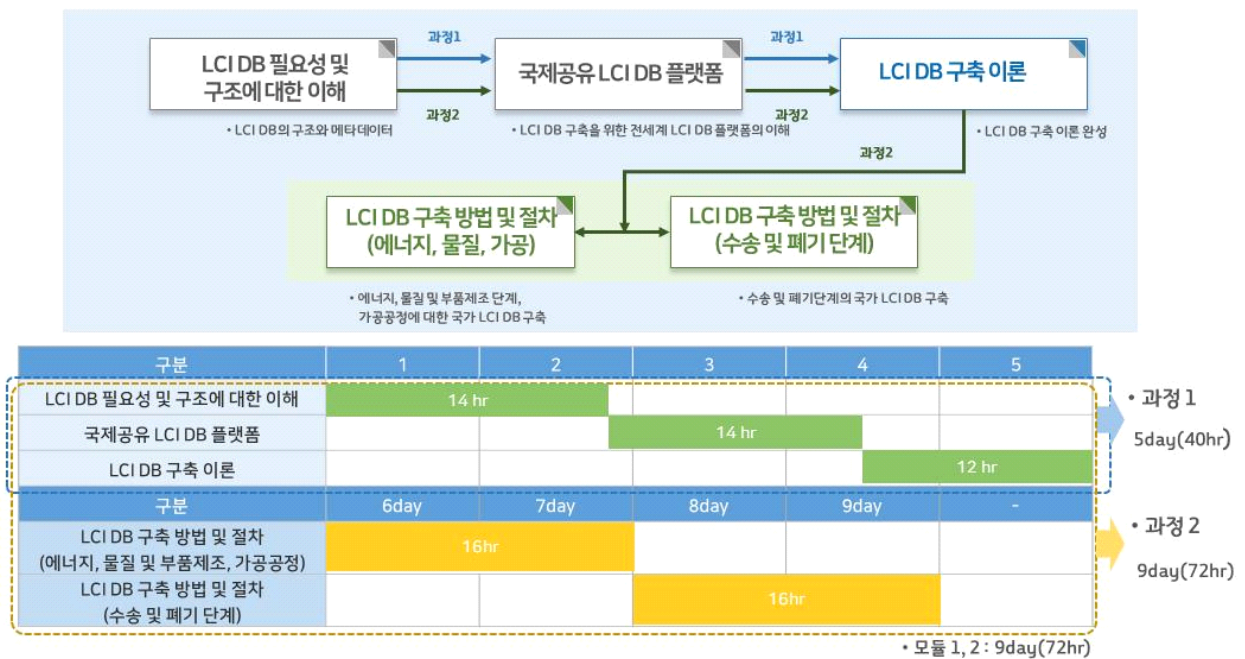


Fig. 4. LCI DB construction expert course training completion system.

**Table 7.** Detailed training contents and lecture hours by curriculum for working-level employees

교과목명	세부 교육내용	적정 강의 시간
LCA 이론	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 환경정책 및 규제의 변화와 전과정사고의 중요성</li> <li>• ISO 14040s와 LCA 개념 및 정의</li> <li>• LCA 활용 사례</li> <li>• LCA 구성요소의 이해</li> </ul>	6 hr
LCA 실무	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 목적 및 범위 정의</li> <li>- 시스템 경계, 기능단위 등 설정</li> <li>• 전과정목록 분석</li> <li>- 목록 분석을 위한 데이터 수집 및 검증: 단위 공정 결정 및 공정도 작성, 공정 데이터</li> <li>- 데이터 계산 및 전과정 목록표 작성: 상하 위흐름 데이터베이스 연결, 국내외 LCI DB 사용하기, 전과정 목록표 작성</li> <li>• 전과정영향평가</li> <li>- 영향평가 방법론 선택 방법, 영향 범주 &amp; 범주 지표 선정 및 계산</li> <li>• 전과정해석</li> <li>- 주요 이슈 규명, 결론 및 건의</li> <li>• LCA 활용</li> <li>- 제품 환경성 평가 및 친환경제품 개발, 환경성적표지, 글로벌 규제 대응, 마케팅, ESG 보고서 대응 등</li> </ul>	10 hr
LCA 소프트웨어 실습	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내외 LCA 소프트웨어 소개</li> <li>- 국내외 LCA 소프트웨어 특징 및 연산구조 (개념) 소개</li> <li>• 국내 전과정평가 소프트웨어 사용 방법 및 기능(Total)*</li> <li>• 국내 전과정평가 소프트웨어 실습(Total)</li> <li>• 국외 전과정평가 소프트웨어 사용 방법 및 기능(SimaPro 등)</li> <li>• 국외 전과정평가 소프트웨어 실습(SimaPro 등)</li> </ul>	14 hr
ESG 경영활동 위한 LCA의 응용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기업의 지속가능경영/CSR 경영/ESG 경영 기본 개념(ISO 26000을 중심으로)</li> <li>• ESG 경영의 글로벌 및 국내 트렌드</li> <li>• ESG의 평가 지표와 LCA의 활용 방법</li> <li>• LAC 활용 ESG 보고서 작성 실습</li> </ul>	6 hr
탄소중립 실무과정 (PAS 2060 중심)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 탄소중립(Net Zero)으로 가는 길, 용어 및 원리</li> <li>- 탄소중립 관련 핵심 용어 정의, 관련 법률, 규제 및 공급망, 달성 과정 등</li> <li>- ISO 14067, PAS 2060, EN 15978 등 관련 국제 표준 및 규격</li> <li>• 탄소중립 달성 방법에 관한 실무</li> <li>- PAS 2060 요구 사항에 따라 탄소중립을 선언하는데 필요한 단계 설명</li> <li>• 탄소발자국 관리 계획</li> <li>• 탄소 상쇄 및 탄소중립 상태 선언(Carbon offsets and declaring carbon neutral status)</li> </ul>	4 hr

**2.4.2 전문가 과정 교육모형**

LCA에 대한 수요 증가로 인하여 LCA 수행을 위한 국가 LCI DB 구축을 위한 전문가 과정에 대한 교육모형을 제시하였으며, 세부 교육과정에 대해 table 8에 나타내었다. 교육기간의 경우 교과목에 대한 수요 조사 결과 및 국

**Table 8.** Curriculum overview for LCI DB construction experts

목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국가 LCI DB 구축이 가능한 전문가 양성</li> <li>- 국가 및 국제 LCI DB 구축 기준을 숙지하고, 구축 대상 DB의 현장 조사 및 데이터 처리(가정, 할당) 등을 통하여 최종적으로 국가 LCI DB 구축이 가능한 인재 양성</li> </ul>
대상	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 환경건설업체(환경성적표지 대응, ESG 경영 등 지속가능한 경영 분야) 종사자 또는 LCA 전공자(석사 및 박사급) 등의 LCA에 대한 개념 및 절차 등의 관련 지반 지식을 보유한 인원</li> <li>- LCA 관련 프로젝트 3건 이상 수행자</li> <li>- LCA 프로젝트 결과의 3차 검증 수행자 등</li> </ul>
기간	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2주(8시간/일기준으로 9일 교육, 총 72시간)</li> <li>• 연 2회 교육</li> </ul>
방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 집체 교육</li> </ul>
교육 기관	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한국환경산업기술원</li> </ul>
권장 인원	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 20명/회</li> <li>- LCA 수행 실적 등을 제출하여 교육 자격 검수 후 희망자 중 선정하여 교육 수행</li> </ul>
강사진 요건	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국가 LCI DB 구축 실적 5회 이상 수행 전문가 또는 국제규격 LCI DB(예: ecoinvent 등) 구축 및 등록 경험자 및 그에 상응하는 전문가</li> </ul>

내외 유사 교육 사례 등을 참고하여 총 72시간 교육과정으로 설계하였다. 다만 전문가 과정임을 고려하여 국가 LCI DB 구축 기관인 한국환경산업기술원을 교육기관으로 설정하였다.

LCI DB 구축 전문가 과정은 5개 교과목으로 구성하였으며, 교과목별 세부 내용 및 강의 시간을 table 9에 나타내었다.

LCI DB 구축 전문가 과정은 2개의 세부 과정으로 구성하였고, 과정 1을 수료한 교육생을 대상으로 과정 2를 선택하여 진행하도록 설계하였다.

**3. 결론 및 제언**

본 연구는 산업체 LCA 관련 실무자 및 LCA 분야 전문가 등을 대상으로 LCA 활용 실무자 양성 및 LCI DB 구축 전문가 등의 역량 강화를 위한 교육과정 설계를 목적으로 수행되었다.

본 연구를 통해 LCA 실무자 및 전문가 대상 2개 교육과정 10개 교과목을 도출하여 제시하였다. 실무자 교육은 총 40시간 분량의 과정으로 5개 교과목을 학습하는 것으로 설계하였으며, 해당 교육 이수 시 기업체 환경 담당자가 LCA를 직접 수행이 가능할 것으로 판단된다. 전문가는 LCI DB를 구축하고 관리하기 위한 전문가를 위한 교육과정으로 총 5개 교과목을 학습하는 것으로 설계하였으며, 해당 교육 이수 시 LCA 관련 컨설팅 등 유경험자가 역량이 강화되어 LCA 활용을 위한 기초 DB를 구축할 수 있을 것으로 판단된다.

**Table 9.** Detailed training contents and lecture hours by curriculum for LCI DB construction experts

교과목명	세부 교육내용	적정 강의 시간
LCI DB 필요성 및 구조에 대한 이해	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LCI DB의 필요성과 DB의 기본구조</li> <li>• LCI DB 일반정보(메타데이터, metadata) 개념</li> <li>• Metadata 가이드라인</li> <li>- 일반정보: 프로세스 설명, 공정도, 기준 단위 등</li> <li>- Input/output Field Convention</li> <li>- 모델링 및 검증 (Modeling and Validation Field Convention)</li> <li>- 프로세스, 할당 등</li> </ul>	14 hr
국내 LCI DB, GLAD & ELCD, Ecoinvent 등 국제공유 LCI DB 플랫폼	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내 LCI DB, GLAD, Ecoinvent DB 등 국제 공유 LCI DB 개요(Overview)</li> <li>- 국제공유 LCI DB 플랫폼의 개념과 구성</li> <li>• 국내외 DB 분석</li> <li>- Types of datasets, Level of Detail, 완전성(Completeness), 문서화 사례, 명명 규칙 등</li> <li>- 불확실성(Uncertainty), Special situations</li> <li>- 검증(Validation and review)</li> <li>- 시스템 모델 및 시스템 데이터의 계산</li> <li>• 국내외 DB의 활용 방법</li> </ul>	14 hr
LCI DB 구축 이론	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LCIDB의 이해와 국내 LCI DB 개발 절차</li> <li>• LCI DB 표준화 동향</li> <li>• LCI DB 메타데이터 구축 방법</li> <li>• 국외 LCI DB의 국내 LCI DB 구축 시 변환 및 연결 방법</li> <li>• 신규 LCI DB의 내·외부 검증 방법</li> <li>• LCIDB 구축 시 주요 부적합 및 보완 사례</li> </ul>	12 hr
LCI DB 구축방법 및 절차 (에너지, 물질 및 부품 제조 단계, 가공공정)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내외 LCI DB 구축 동향</li> <li>• 국가 LCI DB 개발 절차 및 구축 대상 선정 방법</li> <li>• 공정 흐름도 작성, 데이터수집 및 계산을 통한 업체별 목록 산출 방법</li> <li>• 신규 LCIDB 구축 사례(에너지, 물질 및 부품 제조 단계)</li> <li>• 신규 LCI DB 구축 사례(가공공정)</li> <li>• LCI DB 검증 방법</li> </ul>	16 hr
LCI DB 구축방법 및 절차 (수송 및 폐기단계)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내외 LCI DB 구축 동향</li> <li>• 국가 LCI DB 개발 절차 및 구축 대상 선정 방법</li> <li>• 공정 흐름도 작성, 데이터수집 및 계산을 통한 업체별 목록 산출 방법</li> <li>• 신규 LCI DB 구축 사례(수송)</li> <li>• 신규 LCI DB 구축 사례(폐기단계)</li> <li>• LCI DB 검증 방법</li> </ul>	16 hr

본 연구는 크게 2가지 과정으로 구분하여 교육체계를 설계하였으나 관련 현황이 급변하고 있으므로 제안한 10개 교과목에 대하여 학습자 요구 및 특성에 대한 상세 분석을 통하여 교재 개발과 함께 세부 커리큘럼의 조정이 필요하다. 또한 전문가 과정의 경우 국가 LCI DB 구축 사업과 연계하여 국제규격 LCI DB 구축이 지속적으로 가능하도록 강사진의 자격 등을 포함한 교육과정에 대한 세부 운영방안 및 교재 개발 등의 추가 연구를 통해 구체화가 필요할 것으로 판단된다.

**사 사**

본 연구는 한국환경산업기술원에서 시행하는 사업의 지원받아 수행한 연구 결과이며 연구비를 지원해주신 관계자 여러분께 감사드립니다.

**REFERENCES**

- 1) 대한민국 정부 “지속가능한 녹색사회 실현을 위한 대한민국 탄소중립 전략” (2020.12).
- 2) EU “Regulation (EU) 2019/631 of the European Parliament and of the Council of 17 April 2019 setting CO2 emission performance standards for new passenger cars and for new light commercial vehicles, and repealing Regulations (EC) No 443/2009 and (EU) No 510/2011” (2021.02.12.).
- 3) 한국환경산업기술원 환경성적표지 홈페이지 (<http://www.epd.or.kr/>).
- 4) 한국환경산업기술원 사이버환경실무교육시스템 홈페이지 (<https://konetic.ecoedu.go.kr/>).
- 5) 한국생산기술연구원 국가청정생산지원센터 홈페이지 (<https://www.kncpc.or.kr/>).
- 6) Arizona State University, “Comparison of Life Cycle Assessment Course Content in the U.S”, Course project report for Life Cycle Assessment for Civil Systems (2018.05.14.).
- 7) Tobias Viere, Ben Amor, Nicolas Berger, Ruba Dolfing Fanous, Rachel Horta Arduin, Regula Keller, Alexis Laurent, Philippe Loubet, Philip Strothmann, Steffi Weyand, Laurie Wright, Guido Sonnemann, Teaching life cycle assessment in higher education, The International Journal of Life Cycle Assessment (2021), V.26, pp. 511-527.
- 8) UNEP/STAC, Life Cycle Initiative Global Guidance Principles (GGP) on Life Cycle Assessment Data and Databases (2016.3).