Technical Information

Analysis of Curricula of Korean Environmental and Similar Named Engineering Programs

Joon-oh Jung

Department of Environmental Engineering, Hoseo University

(Received May 22, 2019; Revised July 23, 2019; Accepted July 23, 2019)

Abstract : In this study, it was investigated that the current status of universities offering environmental field studies in Korea and the curricula were analyzed among 15 universities chosen from the above environmental engineering majors. The implications and improvements of the curricula were discussed based on the proposed curriculum derived from the needs of industry in the environmental field. As of December 2018, a total of 71 universities have offered the environment-related majors nationwide. The results of curricula analysis showed that the courses related in wastewater, air pollution were excessively focused among major courses of study. This seems to be due to the placement of subjects which were too much fragmented in contents and/or which were beyond undergraduate level. Therefore, through the sharing of course information among faculty members and continuous effort to improve courses, the curriculum should be structured more densely than quantitative expansion of courses. It is necessary to increase the courses that include various environmental topics that can be used in practice. In addition, the academic institutes need to play a role to develop the standardized curriculum and contents considering the needs of the industry and the prospect of the environmental field.

Key Words : *Environmental engineering, Curriculum analysis, Industry perspective evaluation*

기술자료

우리나라 환경공학 및 유사명칭 학과의 교과 과정 분석

정준오

호서대학교 환경공학과

요약: 본 연구에서는 국내 환경 분야 전공 학과의 개설 현황 파악과 전국 주요 15개 대학의 환경공학 전공을 중심으로 개설 교과목에 대하여 교과과정을 분석하였으며, 산업계의 요구분석을 바탕으로 현 교과과정의 시사점과 개선점을 토의하였다. 2018년 12월 현재 환경관련 전공을 운영 중인 대학은 총 71개교였다. 교과과정의 분석 결과는 전공 교과과정 중 수질, 대기 분야에 편중 현상이 심화되어 있었다. 이들 전공분야는 일부 대학에서 교과목을 지나치게 세분화하여 교과목 간 교과 내용의 차별성이 부족한 경우와 교과목이 학부에서 단일 교과목으로 한 학기 다루기에는 수준과 분량이 과다 할 것으로 보이는 경우가 있었다. 따라서 구성원간 교과목 정보의 공유와 교과과정의 지속적인 개선을 통하여 단순 교과목의 양적 팽창보다는 교과과정을 보다 밀도 있게 구성하고 실무에 활용할 수 있는 다양한 환경주제를 포함한 교과목의 개설 확대가 필요하다고 판단된다. 아울러 유관 학회를 중심으로 산업계의 요구와 향후 환경 분야 발전 방향을 고려한 표준화된 교과목 및 교과내용의 제시하는 역할이 필요하다.

주제어: 환경공학, 교과과정 분석, 산업계 관점 평가

1. 서론

우리나라 환경관련분야에서 개설된 학과는 1966년 부산의 D대학 위생공학과가 최초이며 1974년 서울의 S대학 동일 명칭의 학과가 그 뒤를 이었다. 이후 80~90년대 급격한 경제성장과 이에 따른 각종 환경문제가 대두되며 환경에 대한 관심이 급증함에 따라 각 대학마다 전공 수요의 증가를 예상하며 환경공학과 및 유사 명칭학과를 다수 개설하였다. 특히 1991년 낙동강 폐놀유출사건을 계기로 환경 분야에 대한 국민적 관심은 더욱 고조되었고 이시기 국가적으로는 환경청이 환경처를 거쳐 환경부로 승격되었으며 전국적으로 전문대학을 포함하여 4년제 대학에 환경전공 학과의 신설이 폭발적으로 증가하는 계기가 되었다. 그러나 기업의 환경 산업에 대한 낮은 인식과 기대에 못 미치는 투자, 실제 환경 분야 직무와 관련된 시장 성장의 한계 등으로 인한 취업률 감소, 상대적으로 환경에 대한 사회적 관심 저하에 따른 지원자 감소 등으로 현재 상당수의 학과가 폐지 혹은 통합 과정을 거치며 전공학과가 감소하였다. 이러한 현상은 전문대학의 경우 더욱 두드러지게 나타나고 있다.¹⁾ 한편 산업계에서는, 비단 환경 분야에 국한된 경우는 아니지만, 공급자 중심의 교육, 산업계의 요구가 반영되지 않은 교육과정으로 인하여 졸업생의 역량과 산업계의 요구역량간의

불균형(Job & skill mismatch)을 주장하며 불만을 토로하기도 한다.

학과의 교육과정은 해당대학과 전공의 특성, 환경공학 분야의 산업 및 연구동향 변화와 이에 따른 전공이 추구하는 방향에 따라 결정되는 지극히 자율적 과정의 산물이다. 그럼에도 국내 교육여건은 환경 분야의 특성상 전공 영역과 그 기반이 되는 기초 학문분야가 매우 다양하여 표준화된 교과과정의 구성이 어려운 것도 사실이다. 환경공학 분야에서 필수 교육과정에 대한 규정은 한국공학교육인증원의 공학교육인증기준²⁾이 거의 유일하다. 환경공학프로그램 인증기준은 대한환경공학회회를 포함한 국내 환경관련 9개의 주요 학회가 참여하여 제정한 기준으로 대기, 물환경, 상하수도, 폐기물, 토양 및 지하수, 환경영향평가, 소음진동 중 최소 2개 이상의 세부전공분야에서 각 전공별 2개 교과목(총 4개 교과) 이상의 이수조건과 1개 이상의 실험과목, 그리고 기초설계와 종합설계를 포함하여 최소 12학점 이상의 설계 교과목 이수로 규정하고 있다. 이는 프로그램 인증을 위하여 총 54학점 이상 취득하여야 하는 최소 전공취득학점 중 상당 학점에 대하여 학과의 자율권을 부여한 규정이며, 타 전공분야의 인증기준과 비교할 때 구체성과 규제성이 상당히 부족한 것으로 상기에 언급한 환경공학 전공의 특수성을 반영한 고민으로 판단된다.

국내 환경전공 분야의 교과과정에 관하여 논의된 연구 사례는 매우 제한적이다. 박종성, 이무춘은 환경 분야 이공계 전문대와 4년제 대학의 교과과정을 분석하여 문제점을 도출하고 산업계 요구를 반영한 교육과정을 제시하였다.³⁾ 최근 한국대학교육협회의 한국대학평가원에서는 소위 수요자인 산업계의 입장에서 공급자인 대학을 평가한다는 취지로 2014년 ‘산업계관점 대학평가’를 통하여 환경전공분야 4년제 27개 대학을 대상으로 환경 분야 직무분류와 그와 관련된 직무역량별 중요 교과목을 도출하여 각 대학의 교과과정에 대한 평가를 실시하였다.⁴⁾ 또한 2017년 ‘산업계관점 대학평가 환경 분야 요구분석’ 결과에서는 환경산업 동향과 산업계의 요구분석을 바탕으로 중요 전공 교과목 군을 다시 도출하여 차기 대학평가의 기준을 마련하였다.⁵⁾

본 연구에서는 국내 환경 분야 전공 학과의 개설 현황 파악과 전국 주요 15개 대학의 환경공학 전공을 중심으로 ‘공학기초’, ‘전공기반’, ‘세부전공’ 개설 교과목에 대하여 각 교과목의 내용 분석은 최대한 배제하고, 영역별 교과목의 구성 및 분포를 중심으로 교과과정을 분석하였으며 이를 통하여 환경공학 전공교육의 제공 주체인 교수진들에 타 대학의 교과과정 운영 정보가 공유되고, 산업계의 요구분석을 바탕으로 도출된 교과과정과 산업계의 요구사항을 파악함으로써 현 교과과정의 시사점과 개선방향을 토의하고자 하였다.

2. 연구방법

2.1. 전공현황 파악

우리나라의 환경 분야 학문을 개설하는 학과 현황은 4년제 일반대학 공학계열과 자연과학계열 소속의 학과를 대상으로 하였다. 조사 대상 학과는 2017년 산업계관점 대학평가 환경 분야 요구분석⁵⁾, 2018년 기준 대학정보공시⁶⁾, 한국공학교육인증원,⁷⁾ 교육통계서비스⁸⁾의 자료 검색을 통하여 파악된 학과 중 2018년 12월 현재 기준, 각 대학의 홈페이지를 검색하여 학과 폐지, 학과에서 학부로 소속변경, 소속 학부의 변경, 학부소속에서 학과로 독립, 학과(전공) 명칭 변경 등 변화 사례를 반영하여 선정하였다. 동일 명칭의 대학이 캠퍼스가 다를 경우 별개의 대학으로 개수하였으며 전통적 환경전공 교과목을 비교적 충실히 개설한 학과를 중심으로 환경전공 혹은 트랙을 별도로 운영하는 학부, 환경 유사학과명 혹은 학과 명칭에 ‘환경’이 포함되지 않았더라도 환경교육과정을 충분히 이수할 수 있는 교과목과 교수진을 확보한 학과를 포함시켰다. 그러나 환경 분야 교과목이 개설되었어도 환경 분야 교과목이 전체 교과과정의 일부 인 경우(예: 토목공학과(부))와 환경 분야에서도 특정 세부영역을 대상으로 하는 학과(예: 대기환경과학과)는 배제하였다. 조사된 대학은 대학 개설 유형(국립, 시립, 사립)

과 지역별 분포를 파악하였으며 공학계열인 경우, 공학교육인증제 운영 여부는 2018년 12월 현재 인증체계를 유지하고 있는 대학을 대상으로 하였다.

2.2. 교과과정 분석

교과과정 분석은 전체 환경전공 학과 중 공학계열에 소속된 학과를 대상으로 대학의 지역적 분포, 대학 개설 유형, 학과 개설 역사, 학과 지명도 등을 고려하여 15개교를 선정하여 실시하였다.⁹⁻²³⁾ 교과과정은 2018년 12월 기준, 각 학과 홈페이지에 나타난 가장 최근의 교과과정을 대상으로 하였으며, 교원 수, 재학생 수, 졸업취득학점, 전공개설학점, 전공취득 요구학점도 함께 조사하였다. 교과과정은 크게 ‘공학기초’, ‘전공기반’, ‘전공’ 영역으로 분류하였는데 ‘공학기초’는 주로 1, 2학년에 개설된 수학, 화학, 물리, 생물, 컴퓨터 관련교과목(공학교육인증제에서는 MSC에 해당)으로 구성하였다. 이들 교과목은 교양, 전문교양, 전공기초 등의 명칭으로 분류되어 대부분 교양대학에서 주관하지만, 대학에 따라 이들 교과목 중 일부는 전공교과목으로 개설하는 경우가 있어 표준화된 교과목 분석을 위하여 모두 ‘공학기초’로 분류하였다. ‘전공기반’은 학과 전공영역에 속하는 교과목으로 환경공학 세부 전공에 직접적으로 연관이 있는 타 전공분야(공학, 자연과학)에 기반을 둔 교과목과 환경공학개론을 이에 포함시켰다. ‘전공’은 환경공학 전공에서 보편적으로 개설되는 교과목으로 세부 전공분야별로 다시 소분류 하였다. 세부 전공 분야는 분류 기준 자체에 대한 이견과 일부 교과목의 경우 분류 영역의 중복성, 교과목 자체의 분류상 모호성 등이 있으나 통상적 분류체계, 연구자의 판단과 학과 홈페이지에 교과목 해설이 제공된 경우 이를 반영하여 그 분류체계를 정하고 관련 교과목 예시를 Table 1에 나타냈다.

3. 연구결과

3.1. 국내 환경전공학과 현황

2018년 12월 현재 환경관련 전공을 운영 중인 대학은 공학계열 소속 63개, 자연과학계열 소속 14개교였다. 이들 중 공학계열과 자연과학계열 모두 관련 전공을 개설한 대학이 6개교이며, 동일 대학 자연과학계열에 2개 학과가 환경 관련 전공을 개설한 대학도 있어 총 학과 수는 78학과, 대학 수는 71개교로 나타났다. 학과 명칭은 공학계열의 경우 매우 다양하여 총 19종이 있었으며 이 중 ‘환경공학(혹은 전공, 학부)’이 35개 대학으로 가장 보편적이었고 자연과학계열은 9종의 명칭 중 ‘환경보건’이 3개로 가장 많았다(Table 2).

대학의 설립 유형은 공학계열은 국/시립 25개교, 사립 38개교, 자연과학계열은 국립 4개교, 사립 10개교로 우리나라 4년제 일반대학의 국공립 30개교, 사립 114개교¹⁾와 비교할

Table 1. Classified categories for environmental engineering curriculum analysis.

대분류	소분류	비고
공학기초 (MSC)	수학	일반수학, 공업수학, 확률통계, 수치해석
	화학	일반화학 및 실험
	물리	일반물리 및 실험
	생물, 지구과학	일반생물 및 실험, 지구과학
	컴퓨터	컴퓨터 프로그래밍, CAD관련
전공기반	공학개론	환경공학 입문 교과 관련
	응용화학	환경화학, 환경유기화학, 수질화학, 분석화학 등
	환경미생물	환경미생물, 환경생물공학 관련
	화공/기계 전공 기반	물질/에너지수지, 열역학/전달, 반응공학, 재료역학 관련
	토목 전공 기반	유체역학, 수리, 수문, 구조역학 관련
수질	전기 전공 기반	환경기전, 계장 설비 관련
	수질관리	수질개론, 수질관리, 수질실험 관련
	수처리	용수, 폐수처리 관련
	상/하수도	상/하수도 공학, 계획, 관망해석 관련
	기후, 대기관리	기후, 대기질 관리, 실내오염, 대기실험 관련
대기	제어, 처리	대기오염물질 제어 및 처리 관련
	폐기물관리, 처리	폐기물관리 및 유해폐기물처리, 폐기물실험 관련
	자원순환/전과정평가	자원재생, 전과정평가 관련
세부 전공	토양/지하수	토양 및 지하수 오염조사, 정화, 복원 관련
	생태/복원/영향평가	환경영향평가, 생태, 환경 및 생태복원 관련
	보건/독성/위해성	환경보건, 화학물질평가 및 관리, 오염사전예방, 환경위해성, 환경독성학 관련
	소음/진동	소음/진동 해석, 측정 관련
	(신재생)에너지/친환경	신재생에너지, 청정소재 및 공정, 친환경소재, 저탄소에너지, 바이오 녹색기술 관련
	경영/정책/법	환경경영, 환경정책, 환경법 관련
	환경기타 I	상기 영역에 포함되지 않는 공학적 요소의 교과목, 세부전공 영역 분류가 곤란한 실험, 실습, 설계교과목
	환경기타 II	현장실습, 인턴십 등 현장교육, 공학적 요소가 적으나 전공에 속하는 교과목

Table 2. Universities offering environmental major field studies in Korea.

총 대학수	공학계열			자연과학계열	
	대학(학과)	국/시립/사립	공학교육 인증제 운영	대학(학과)	국립/사립
71	63(63)	25/38	20	14(15)	4/10
학과명칭	환경공학(과, 전공, 부), 사회환경공학, 환경에너지공학, 도시환경공학, 환경안전공학, 해양환경공학, 환경시스템공학, 지구환경공학, 건설환경공학, 그린화학공학, 화공생명환경공학, 바이오환경공학, 토목환경공학, 환경학및환경공학 등			(지구)환경(과)학, 환경보건학, 환경보건과환경생태공학, 바이오환경과학, 바이오환경에너지학, 환경생명과학, 해양환경학	

때 국립대학의 환경전공 개설 비율이 매우 높았다. 공학계열의 공학교육인증은 총 63대학의 학과 중 31학과가 취득하여 운영하였으나 2018년 12월 현재 기준 21개교로 감소하였다. 이러한 이유는 공학교육인증제의 실효성 대비 운영상의 난맥상과 학과 소속의 변경 등으로 인증제의 기본요건 유지가 곤란한 요인이 작용한 것으로 판단된다. 환경전공의 지역 분포를 보면, 경기 지역이 12개교로 가장 많았고 다음으로 서울, 부산이 각 8개교, 충남 6개교 순이었다. 상세한 지역적 분포와 대학 수는 **Table 3**에 나타났다.

3.2. 교과과정 분석 대상학과 현황

교과과정 분석을 위하여 선정된 총 15개 공학계열소속 학과의 운영 현황을 **Table 4**에 나타냈으며 대학명은 단순히 영문 알파벳순으로 표기하였다. 개설 유형을 보면 국립 6개, 사립 8개, 시립 1개 대학이며, 공학교육인증제를 시행하는 학과는 총 15개교 중 11개교로 다수가 인증제를 시행하고 있었다. 졸업을 위한 총 취득학점은 128~140학점이었으며 130학점이 7개교, 140학점이 5개교로 다수를 차지하였다. 반면, 전공개설학점은 대학마다 매우 큰 편차를 보여

Table 3. Regional distribution of environmental field majors in Korea.

	지역	공학	자연과학	합계
광역시	서울	6	2	8
	인천	2	0	2
	대전	3	0	3
	대구	1	2	3
	부산	7	1	8
	울산	1	0	1
도	광주	3	0	3
	경기	10	2	12
	강원	4	0	4
	충남	6	0	6
	충북	5	0	5
	경북	4	0	4
	경남	5	0	5
	전북	2	1	3
	전남	3	0	3
	제주	1	0	1
	합계	63	8	71

- 자연과학계열 대학 수는 공학계열에도 관련학과를 개설한 6개교를 제외한 숫자임

75~155학점이었으며 ‘연구방법’의 ‘교과과정 분석’에서 언급한 바와 같이 공학기초 교과목의 일부가 대학마다 교양 혹은 전공으로 다르게 분류되어 있어 이들을 모두 ‘공학기초’로 포함시켜 표준화할 경우 75~149학점이었다. 대체로 국립, 시립대학을 중심으로 그리고 학과 개설 역사가 길거나 대학의 규모가 큰 경우 전공개설 학점수가 많은 경향이 있었다. 전공 취득 요구학점은 7개 대학이 60~65학점으로 가장 보편적이었고 E, F대학이 78, 81학점으로 상당히 높은 편이었다. C, H 대학의 경우, 학과의 요구 취득학점 파악이 안 되어 전체 공과대학의 기본 취득학점인 54학점 이상을 기재하였다. 조사된 결과만으로 학기당 실제 이수 교과목의 파악이 곤란하지만 전공개설학점 대비 취득 요구학점의 비율을 고려할 때 A, G대학과 같이 그 비율이 각 45.5, 38.5%로 낮은 경우, 학생들의 수강 교과목 선택권은 커지겠지만 특별한 지도가 없는 한 체계적인 교과목 이수 어려움이 있을 것으로 보인다. 한편, 학과 소속 교원 수는 전임교원수와 명예, 강의전담, 산학협력전담 등을 포함한 총교원수로 나타냈으며, 전임교원 기준으로 교원 수는 5~14명으로 다양하였으나 대체로 7~9명이 가장 보편적이었다. 교원 1인당 지도학생 비율은 2018년 기준 J대학이 7.7명으로 가장 낮았고, I와 N대학이 각각 36.8명과 33.2명으로 가장 높았다. 교원별 전공분야는 자료의 기재 내용이 출신학과, 강의분야, 세부 연구 분야 등으로 통일성이 부족하고 자료 미공개인 경우도 많아 의미 있는 결과 도출이 곤란할 것으로 판단되어 본 연구에 포함시키지 않았다.

Table 4. Information of environmental eng. majors for curriculum analysis.

대 학	개설 유형	지역 분포	전임/ 총교원 수	재학생 수	졸업 학점	전공 개설 학점	전공 취득 학점	취득 비율 %	공학 인증 유무
A	국립	강원	8	113	140	155(149)	72	46.5	O
B	사립	경기	9/11	172	130	92(92)	63	68.5	
C	국립	대구	9	167	130	97(94)	54	55.7	O
D	사립	서울	9	125	140	93(99)	60	64.5	O
E	사립	부산	5/11	136	140	96(96)	78	81.3	
F	국립	부산	8	-	137	141(129)	81	57.4	
G	시립	서울	14/16	339	130	156(144)	60	38.5	O
H	사립	경기	9/10	165	128	93(90)	54	58.1	O
I	사립	경북	8	294	130	122(111)	72	59.0	
J	사립	서울	13	100	139	99(99)	62	62.6	O
K	사립	인천	8	229	130	88(85)	65	73.9	O
L	국립	광주	8	173	140	130(118)	69	53.1	O
M	국립	전북	7	140	140	98(97)	63	64.3	O
N	국립	대전	6/7	199	130	119(107)	69	58.0	O
O	사립	충남	7	91	130	77(75)	60	77.9	O

(): 표준화 전공개설 학점

- : 확인 불가

취득비율%: 총 전공 개설 전공학점 대비 취득학점 비율

3.3. 교과과정 개설 현황

3.3.1. 공학기초 교과목 개설 현황

‘공학기초’ 교과목은 주로 1학년을 중심으로 2학년 1학기 까지 개설되는 수학, 과학, 컴퓨터 관련 교과목을 이에 분류하였으며 일부 대학에서 전공교과목으로 지정된 공업수학, 수치해석, 확률및통계 및 CAD 교과목을 각각 수학과 컴퓨터에 포함시켰다. 이들 교과목은 교양필수, 계열필수, 공학기초, 전공기초 등의 이름으로 각 대학에서 필수로 지정하는 경우와 공학교육인증제를 운영하는 경우 MSC 교과목(최소 30학점)에 해당된다. 따라서 개설학점은 23~42학점으로 다양하였으나 상당수의 대학이 30~35학점을 개설하였다. 영역별로 보면 모든 대학이 수학 교과목 개설 학점이 타 영역보다 월등 많았고, 일반화학의 경우 대부분의 대학이 1, 2학기에 걸쳐 2과목을 개설하였으며, 일반물리학은 다수의 대학이 1, 2학기 모두 교과목을 개설하였으나 한 학기 혹은 전혀 개설하지 않은 대학도 있었다. 이러한 편차는 일반물리의 특성이 환경공학 전공분야와 다소 거리가 있다고 판단한 것으로 추정된다. 일반생물/지구과학 영역은 총 11개교가 일반생물을 선택하였고 한 학기 혹은 2학기를 수강하도록 하였으며 교과목을 개설하지 않은 학과도 4대학이 있었다. 컴퓨터 관련 교과목은 모든 대학이 필수 교과목으로 컴퓨터프로그래밍을 개설하였고 5개교는 CAD 교과목을 교양필수 혹은 전공 선택으로 개설하고 있었다. 상세한 교과목 개설 현황은 Table 5에 나타났다.

Table 5. Courses and credits offered in MSC studies.

대학	수학	화학	물리	생물/ 지구과학	컴퓨터	총계
A	12	6	6	3	3	30
B	9	6	0	6	3	24
C	18	8	6	0	3	35
D	15	6	3	3	3	30
E	9	6	6	6	3	30
F	15	8	6	3	5	37
G	15	8	4	0	3	30
H	12	8	8	8	6	42
I	10	3	3	3	4	23
J	13	8	3	3	3	30
K	15	8	8	0	3	34
L	15	8	8	0	6	37
M	9	8	4	6	4	31
N	15	7	3	3	6	34
O	12	6	6	3	5	32

3.3.2. 전공기반 교과목 개설 현황

‘전공기반’으로 분류된 교과목은 환경공학 전공의 기반이 되는 기초 이론 교과목으로 대부분의 대학에서 전공 영역으로 분류하여 주로 2학년 1, 2학기 및 3학년 1학기에 걸쳐 개설하고 있었다. 전공기반 교과목들은 환경공학개론과 함께 5영역으로 세분하여 Table 6과 같이 응용화학, 환경미생물, 화공/기계, 토목, 전기기반으로 나누어 각 영역 별 개설 학점을 나타냈다. 전공기반 교과목의 총 개설 학점은 대학마다 6~37학점으로 매우 큰 편차를 보였으며 E와 M대학은 각각 6, 9학점으로 가장 적게 개설되었고 F, G대학이 각각 37, 39학점으로 가장 많았다. 그러나 이를 총 전공 개설 학점 대비 전공기반 교과목 비율로 나타내면 D, K대학이 29~30%대로 가장 높았고 E, M대학이 여전히 제일 낮았다. 전공교과목 중 전공기반이 차지하는 적정비율은 일률적으로 정의하기는 힘들다. 또한 전공기반의 교과내용을 본 전공수업에서 다룰 수도 있겠으나 충분한 교과목 개설을 통하여 세부전공으로 진입 전 일정 수준이상의 기초지식을 사전 제공하는 것이 바람직하다고 판단된다.

각 세부 영역별로 ‘환경공학개론’은 환경공학을 전공으로 선택한 학생들의 환경공학의 입문으로 개괄적으로 전공을 조망할 수 있는 교과목으로 9개 대학에서 1~3학점을 1, 2학년에 개설하고 있으나 6개 대학은 관련 교과목을 개설하지 않았다. 응용화학은 상당수의 대학이 ‘환경화학’을 가장 보편적으로 개설하였고, ‘환경화학 실험’, ‘(환경)유기화학’을 함께 개설한 경우와 보다 세분화하여 ‘수질화학’, ‘생화학’을 포함하는 경우도 있었다. 미생물분야는 대부분의 대학이 ‘환경미생물’을 개설하였고 일부 ‘환경생물공학’을 개설하는 경우도 있었다. 이들 응용화학과 환경미생

Table 6. Courses and credits offered in background fields of environmental studies.

대학	환경 공학 개론	응용 화학	환경 미생물	화공 기계 기반	토목 기반	전기 기반	총계	개설 비율 %
A	3	12	3	12	3	0	33	22.1
B	3	6	3	3	3	0	18	19.6
C	0	6	0	9	6	0	21	22.3
D	0	6	3	6	12	3	30	30.3
E	0	3	3	0	0	0	6	6.3
F	3	6	6	12	10	0	37	28.7
G	3	9	6	6	12	3	39	27.1
H	3	3	3	9	3	0	21	23.3
I	0	6	3	9	9	0	27	24.3
J	3	3	3	0	9	0	18	18.2
K	1	3	3	9	9	0	25	29.4
L	3	3	6	3	3	0	18	15.3
M	0	3	0	3	3	0	9	9.3
N	0	3	6	9	3	0	21	19.6
O	2	2	5	6	3	0	18	24.0

개설비율 %: 총 개설전공학점 대비 전공기반 개설비율

물 교과목은 주로 수질관리, 수처리 및 대기질 관련 그리고 화학안전, 독성, 위해성 등의 기반이 되는 교과목이라 판단된다. 화공/기계 기반 교과목은 K와 F대학이 12학점으로 높게 개설하였는데 ‘물질및에너지수지’, ‘화공양론’, ‘단위조작’, ‘열역학’, ‘열전달’, ‘(환경)반응공학’, ‘물리화학’ 등이 개설되어 물질/에너지수지와 그를 바탕으로 각 공정에 수행되는 물리적 기본조작, 열과 일과의 관계, 열의 이동 방식, 화학반응의 형태와 운전 조건에 따른 영향 등을 다루는 교과목이므로 대기오염제어, 연소 및 소각, 화학안전등과 밀접한 관련이 있을 것으로 보인다. 토목 기반의 교과목은 가장 보편적으로 ‘(환경)유체역학’을 다수 개설하고 있으며, ‘수리학’, ‘수문학’도 상당수 대학이 개설하고 있었는데 이들 전공기반 교과목은 주로 수계환경, 토양 및 지하수, 상하수도, 환경모델링 등의 전공 분야와 연계되는 교과목이라 판단된다. 전공기반 교과목 중에는 통상 환경공학 전공 교과목에 포함되지 않는 K대의 ‘구조역학’, F대의 ‘재료역학’, D대의 ‘환경계장설비’, G대의 ‘환경기전설비’가 개설되었는데 이들 교과목은 환경 전공 졸업생이 산업계에 진출했을 때 취약하다고 인식되는 분야로 이를 보완하기 위한 교과목으로 바람직한 것으로 판단된다. 전체적으로 전공기반의 개설 학점은 영역별 편차를 보이고 있는데 이는 학과가 추구하는 특성과 교수진의 전공분야와 관련이 있을 것으로 판단되며 결과적으로 세부 전공 교과목의 영역별 분포와도 밀접한 관련이 있을 것으로 보인다.

Table 7. Classified major fields and their credits offered in environmental engineering college.

대학	수질		대기			폐기물		토양 지하수	생태 복원 평가	보건 독성 위해성	신재생 친환경	소음 진동	경영 정책 법	환경 기타Ⅰ	환경 기타Ⅱ	총계
	수질 관리	수처리	상하 수도	기후 대기질	오염 제어	처리 및 관리	자원 순환 전과정									
A	6	9	3	15	3	9	3	6	6	6	3	0	9	18	20	116
B	6	9	0	3	12	3	0	3	9	6	3	0	3	15	2	74
C	5	11	6	6	8	5	0	6	0	3	6	3	0	10	4	73
D	3	9	3	3	6	9	0	9	3	3	0	0	3	15	3	69
E	9	12	6	6	9	12	3	3	6	3	3	3	0	12	3	90
F	5	8	3	11	5	8	3	3	6	3	3	3	3	20	8	92
G	3	21	12	6	12	12	3	3	6	6	0	6	3	12	0	105
H	8	9	0	11	3	6	5	3	0	12	0	0	0	12	0	69
I	5	11	3	8	6	7	3	5	3	4	8	2	2	6	11	84
J	6	3	3	9	3	3	0	3	9	6	6	0	6	17	7	81
K	0	13	0	3	8	3	0	6	0	0	6	3	6	12	0	60
L	3	3	3	3	9	6	0	6	6	6	20	3	6	21	5	100
M	5	9	3	8	6	12	0	6	6	6	6	3	3	13	2	88
N	9	9	6	12	3	6	0	9	3	3	6	3	3	12	2	86
O	5	8	3	2	10	9	0	7	3	3	0	0	0	7	0	57

3.3.3. 전공교과목 개설 현황

Table 7은 각 대학의 전공기반을 제외한 전공교과목을 Table 1의 세 분류에 따라 영역별 개설 학점으로 나타낸 것이다. 총 개설 학점은 A, G, L 대학이 100~116학점의 높은 수치를 나타냈고, K, O 대학이 60, 57학점으로 가장 낮았으며 이외의 대학은 69-92학점 범위로 개설하였다. 수질분야의 수질관리 항목은 ‘수질관리’가 가장 많이 개설되었고 그 밖에 ‘수자원재이용’, ‘수계관리’, ‘수질오염모델링’과 ‘수질 분석실험’ 등이 포함되었다. 수처리분야는 수질분야 중 대학마다 대체로 가장 큰 비중을 차지하여 ‘생물학적폐수처리’, ‘물리/화학적폐수처리’가 주를 이루었고 G대학과 같이 21학점을 개설한 대학에서는 ‘용수처리’, ‘폐수처리’, ‘산업 폐수처리’, ‘수처리공정제어’ 등의 교과목과 함께 다양한 설계교과목을 개설하였다. 그 밖에 ‘혐기성소화’, ‘고도수처리’, ‘슬러지처리’ 등 보다 세분화된 수처리 기술 교과목을 개설하는 대학도 있었다. 상/하수도 분야는 대학마다 ‘상하수도공학’, ‘상하수계획’, ‘관망해석’ 등의 교과목이 1~2교과목 개설되었으며 G대학이 4과목, 12학점으로 가장 많았고 관련 교과목을 개설하지 않은 대학도 3개 대학이었다. 대기 분야는 기후/대기질과 오염제어로 세분류하였는데 기후/대기질은 대학마다 매우 다양한 명칭의 교과목으로 분포하고 있어 ‘기후변화개론’, ‘온실가스관리’, ‘미기상학’, ‘대기오염론’, ‘대기오염모델링’, ‘대기환경관리’, ‘대기오염기상학’, ‘대기환경학’ 등과 ‘대기오염분석실험’ 등이 있었으며 이들 교과목은 대학마다 2~15학점으로 다양하게 개설하고 있었다. 오염제어는 ‘대기오염제어’, ‘대기오염방지시설’, ‘미세먼지제어공학’, ‘연소및배기가스제어’, ‘집진공학’ 등 오염배

출원의 배기가스 중 입자상, 가스상 오염물질 제어시설에 대한 내용을 다루고 있다. 폐기물 분야에서는 대부분의 대학이 고형폐기물 관리와 처리시설을 다루는 교과목을 개설하고 있으나 ‘소각및연소공학’, ‘유해폐기물처리(지정폐기물, 산업폐기물)’, ‘액상폐기물처리’ 등으로 세분하여 개설하는 대학도 있었다. 특히 E, G, M대학이 12학점으로 폐기물처리 및 관리에 많은 학점을 할애했다. 또한 폐기물분야 중 투입물과 산출물의 물질수지분석을 통하여 환경부하를 정량화하는 전과정평가와 폐기물을 자원으로 되돌리는 자원순환 개념의 폐기물자원화는 비교적 새로이 각광을 받는 학문분야로 6개 대학이 관련 교과목을 개설하고 있었다.

토양/지하수, 생태/평가, 보건/독성/위해성 분야는 대학마다 대체로 1~3교과를 3~12학점 개설하고 있는데 토양/지하수 분야는 주로 토양오염조사, 오염토양 복원 및 정화 관련 교과목을 제공하고 있으며 토양과 지하수공학을 함께 개설하는 대학도 상당수 있었다. 생태/복원/평가 분야는 ‘(환경)생태학’, ‘환경영향평가’가 주를 이루고 있었으나 관련 교과목을 개설하지 않은 대학도 3개교가 있었다. 보건/독성/위해성 분야는 ‘(환경)위해성평가’와 ‘(환경)독성학’이 보편적으로 개설되었으며 ‘(환경)안전공학’을 개설한 대학도 있었고 H대의 경우, ‘환경독성학’, ‘위험성평가’, ‘화학물질안전’, ‘유해가스처리설비’ 등에 12학점을 할애했다. 신재생/친환경분야는 기후 변화 대응 기술에 대한 사회적 요구가 증가함에 따라 최근 관심이 증가하는 분야로 다수의 대학에서 주로 ‘신재생에너지’를 개설하고 있으며 ‘친환경소재’, ‘녹색공학’, ‘친환경도시설계’ 등을 개설하는 대학도 있었고 특히 L대학은 ‘바이오에너지’, ‘에너지융합공학’,

‘환경에너지공학’ 등 20학점을 개설하고 있다. 환경경영/정책/법 분야는 ‘환경법’ 개설이 6개 대학으로 가장 많았고 매우 제한된 수의 대학에서 ‘환경경영’, ‘환경정책’, ‘환경지식재산’ 등을 개설하였다.

환경기타 I은 특정 세부 전공분야로 구분이 곤란한 설계 및 분석/실험교과목(예: 입문설계, 종합설계, 환경기기본석, 환경공학실험 등의 명칭)과 기본적으로 상기의 분류 체계에 포함하기 힘든 공학적 요소가 있는 교과목 군으로 분류하였는데 ‘막분리공학’, ‘하해공학’, ‘환경공정동력학’, ‘해양오염학’, ‘환경안전및폐기물관리’, ‘방사선학’ 등 다소 전공기반 성격의 교과목이지만 4학년 1, 2학기 전공 선택으로 개설되어 전공기반에 포함시키기 곤란한 경우이거나 통상적인 환경 전공 범주와 거리가 있는 교과목들이었다. 환경기타 II는 공학적요소가 낮은 전공교과목으로 분류하였고 현장실습/인턴십, 세미나, 논문연구, 졸업논문 등과 인문/사회분야와 결합된 교과목(예: 언론환경학, 환경과역사과학 등) 그리고 교직이수교과목(예: 환경교육론, 환경교재연구) 등으로 특히 A와 I대학이 학점수가 많았다.

각 대학의 보다 명확한 세부영역별 전공 교과목 개설 분포를 파악하기 위하여 환경기타 I, 환경기타 II를 제외한 총 전공개설학점 대비 각 영역 별 학점 비율(%)을 Table 8에 나타냈다. 세부영역 별 개설학점 분포를 보면 L대를 제외하고 대체로 수질 분야의 교과목 분포가 가장 높았으며 대기분야가 그 뒤를 이었다. 이들 수질 및 대기 분야의 개설

비율은 전체 대학 중 9개 대학이 50% 이상을 점하였고 특히 C대학은 60%를 상회하였다, 소위 환경공학의 전통 학문 분야로 일컫는 수질, 대기, 폐기물 분야까지 확대할 경우 3개 대학이 70%를 상회하여 교과목 개설이 상당히 편중된 분포를 보였다. 반면 J와 L대학은 각각 47.5, 36.5%로 상대적으로 비율이 낮았으나 J대학은 분포비율 분석에서 제외된 환경기타I 영역의 교과목이 매우 많았고 L대학은 신재생/친환경 분야가 차지하는 비율이 높은 반면 총 개설 학점 대비 수질 분야가 상당히 낮은 특징을 가지고 있었다. 토양/지하수, 생태/평가, 보건/독성/위해성, 신재생(에너지)/친환경 분야는 대학마다 비중을 달리 하여 토양/지하수 분야는 D대학이 전공과정의 17.6%, 생태/영향평가 분야는 B, J대학이 15.8%, 경영/정책/법은 A, J, K대학이 10.5~12.5%로 타 대학에 비하여 상대적으로 비중이 높았다. 보건/독성/위해성은 H대학이 21.1%, 신재생에너지/친환경분야는 L대학이 27.0%로 매우 높은 비중으로 재생에너지 관련 과목을 다수 개설하고 있는데 H대와 L대학은 학과 명칭이 각각 ‘환경안전공학’과 ‘환경에너지공학’으로 환경과 타 분야의 융합 과정을 운영하는 것으로 판단된다. 각 전공 세부영역의 대학 간 개설 편차를 파악하기 위하여 상대표준편차 개념의 변동계수(Coefficient of Variation)를 살펴보면 Table 8에 나타난바와 같이 대기분야가 대학 간 개설비율 편차가 가장 적어 대학마다 전공 교과목 중 가장 고른 비율로 개설된 것으로 나타났고, 다음으로 수질분야였으며 신재생/친환경 소음/진동, 경영/정책/법 분야는 대학 간 개설 편차가 특히 큰 것을 보여주고 있다.

Table 9는 각 대학의 실험/실습, 설계 및 현장실습/인턴십

Table 8. Distribution of credit for each category of major fields (%).

대학	수질	대기	폐기물	토양/지하수	생태복원평가	보건독성위해성	신재생친환경	소음진동	경영정책법
A	23.1	23.1	15.4	7.7	7.7	7.7	3.8	0.0	11.5
B	26.3	26.3	5.3	5.3	15.8	10.5	5.3	0.0	5.3
C	37.3	23.7	8.5	10.2	0.0	5.1	10.2	5.1	0.0
D	29.4	17.6	17.6	17.6	5.9	5.9	0.0	0.0	5.9
E	36.0	20.0	20.0	4.0	8.0	4.0	4.0	4.0	0.0
F	25.0	25.0	17.2	4.7	9.4	4.7	4.7	4.7	4.7
G	38.7	19.4	16.1	3.2	6.5	6.5	0.0	6.5	3.2
H	29.8	24.6	19.3	5.3	0.0	21.1	0.0	0.0	0.0
I	28.4	20.9	14.9	7.5	4.5	6.0	11.9	3.0	3.0
J	21.1	21.1	5.3	5.3	15.8	10.5	10.5	0.0	10.5
K	27.1	22.9	6.3	12.5	0.0	0.0	12.5	6.3	12.5
L	12.2	16.2	8.1	8.1	8.1	8.1	27.0	4.1	8.1
M	23.3	19.2	16.4	8.2	8.2	8.2	8.2	4.1	4.1
N	33.3	20.8	8.3	12.5	4.2	4.2	8.3	4.2	4.2
O	32.0	24.0	18.0	14.0	6.0	6.0	0.0	0.0	0.0
CV	24.6	13.3	41.6	49.8	72.1	64.7	99.9	89.3	85.9

*: Coefficient of variation

Table 9. Credits of experiment/lab/engineering design courses.

대학	실험/실습	설계				현장실습/인턴십
		입문	요소	종합	합계	
A	10	0	6	3	9	12
B	10	3	11	6	20	0
C	9	3	9	4	16	0
D	-	-	-	-	-	0
E	13	3	12	3	18	0
F	5	0	6	2	8	0
G	10	3	17	3	23	0
H	-	-	-	-	-	0
I	-	-	-	-	-	3
J	2	1	27.5	1	29.5	1
K	-	-	-	-	-	0
L	21	3	8	3	14	5
M	12	3	8	3	14	0
N	-	3	7	3	13	2
O	8	3	10	4	17	0

개설 학점을 나타냈다. 일부 교과목은 동일 교과목에 이론 수업과 실습 혹은 설계를 병행하고 있어 이에 대하여 명확한 학점 구분을 하지 않은 대학은 조사에서 제외하였다. 실험/실습 교과목은 대체로 수질, 대기 관련 교과목을 중심으로 폐기물, 토양과 대학에 따라 바이오, 안전, 영향평가, 독성학 관련 교과목이 선택적으로 개설되었고, 유체역학, 환경화학, 환경미생물학 등의 전공기반 교과목을 일부 대학에서 실험/실습으로 개설하였다. 전체적으로 볼 때 J대학은 0.5학점 4과목 중 2학점을 개설하여 조사 대상 대학 중 실험/실습 학점이 가장 적었으며 L대학은 15개 교과목에 각 1~2학점씩 총 21학점으로 최다였다. 설계분야에서는 대다수의 대학이 설계 교과목을 개설하고 있었으며 특히 B, G, J대학은 많은 학점을 설계에 할애하였는데 주로 수질, 대기, 폐기물을 중심으로 한 요소설계가 많이 차지하였고 특히 J대학은 전공기반과 전공의 거의 모든 영역에서 18개 교과목, 27.5학점의 경이적인 요소설계 학점이 개설되었다. 반면, 현장실습/인턴십은 소수의 대학이 운영하고 있었는데 A대학은 총 12학점의 현장실습 중 4학년 2학기에 9학점을 개설하였고 J대학은 유일하게 계절학기로 인턴십을 운영하고 있었다. 전체적으로 전공 세부 영역별 개설 분포를 기준으로 할 때 J와 M대학이 편중 현상이 적은 것으로 나타났으나 J대학은 환경 분야의 주요 영역으로 인식되는 폐기물과 토양/지하수 분야와 실험/실습에 다소 아쉬움이 있었으며 M대학은 전공기반의 개설이 취약한 것으로 보인다.

3.4. 산업계의 요구를 고려한 교과과정의 고찰 및 제언

학문분야 별 산업계 관점 대학평가는 서론에서 언급한 바와 같이 한국대학교육협회의 주관으로 2008년부터 각 학문 영역별로 추진되어오고 있는데 환경 분야 평가는 2012년 산업계 요구분석 결과를 바탕으로 ‘산학연계 교육 인프라’, ‘산업계 요구와 교육일치도’, ‘교육 및 기술개발 성과’의 3분야로 구성되어 2014년 전국 4년제 이공계열의 27대학 환경 전공을 대상으로 평가가 이루어졌다. 특히 교과과정과 관련이 깊은 ‘산업계 요구와 교육일치도 평가’는 해당 대학이 제출한 자료를 바탕으로 교과목 개설비율, 산업계 요구와 교과목 내용의 일치도, 교과목 이수율을 기준으로 한국직업능력개발원에서 도출한 환경 분야 직무역량과 수준²⁴⁾을 근간으로 11항목의 직무역량과 그와 관련된 17개의 중요 교과목을 선정하여 비교 평가하였다.⁴⁾

발표된 주요 평가 결과를 살펴보면 개괄적으로는 교육과정은 환경 분야의 전반적 이해를 바탕으로 환경산업의 적용에 도움이 되도록 개설되어야 하고, 대학의 특성화 트랙에 따라 다양한 전공과목이 추구되어야 한다는 것이다. 세부적으로는 첫째, 전공 필수학점의 축소로 과거에 필수로 여겨졌던 과목들을 수강하지 않는 경향이 높아 주요과목을

중심으로 필수수강 교과목 지정의 확대가 필요하고 이들 교과목의 이수체계 준수를 확고히 하여야 함. 둘째, 전공기반의 기초과목 수강이 반듯이 이루어져야 하며 특히 토목, 기계, 전기 및 계장 분야의 교과목 편성이 필요함. 셋째, 기본적인 환경정책, 환경경영 및 법체제와 그 동향을 이해하는 교과목의 개설 및 이수율이 현저히 낮아 이에 대한 확대가 필요함. 넷째, 환경공학이론 이외의 도면작성, 현장조사 능력, 설계용 CAD 교육 등 실무 관련 능력을 배양할 수 있는 교과과정의 확대가 필요함. 다섯째, 산업체 맞춤형 특성화트랙, 현장실습, 인턴십 참여율을 높이는 교과 혹은 교과 외 과정 등의 산학연계 교육과정이 필요함 등이다.

이러한 평가 결과는 현재 직접적으로 적용하기에는 시기적으로 수년이 경과하였고, 평가 대상 대학이 본 연구에서 언급한 대학과 다를 수 있으며, 본 평가에서의 산업계 요구 주체가 환경공학 전공자들이 진출하는 산업계를 대표하는지, 환경 분야 산업현장에서 요구하는 직무역량들을 모두 환경 전공의 교육과정에서 제공하여야 하는지는 이견이 있을 수 있다. 그러나 2018년 현재 교과과정의 제공 주체인 대학에서도 여전히 유효하게 고려되어야 할 사항일 것으로 판단된다. 주요교과목의 이수를 보장하는 체계 부족에 관한 사항은 Table 10에 나타난 각 대학의 필수 교과목의 세부 영역과 각 영역별 분포비를 그리고 이수체계를 분석하면 일정 수준 판단이 가능하다. 각 대학의 전공교과목의 필수 지정 비율은 매우 다양하여 최고 52%에서 2.0% 혹은 필수교과목을 지정하지 않은 대학도 있었다. 전공 세부영역은 다수의 대학이 주로 수질, 대기를 필수로 지정하였고 폐기물분야도 필수 지정이 많았으며 대학의 특성에 따라 특정 영역을 지정하는 경우도 있었다. 특히 Table 10에서 굵은 글씨체(bold) 표기는 필수 지정이 많은 영역으로 각 대학에서 전공영역 중 어떤 분야에 중점을 두는지 간접적으로 파악이 가능하다. 또한 이수체계가 공개된 대학을 중심으로 자료를 분석하면 이수체계의 선, 후수가 명확하여 주요 교과목의 이수가 보장된 경우가 있는 반면 전공기반과 전공교과목 간에 이수체계가 명확치 않은 경우, 필수로 지정된 교과목의 선수, 후수 교과목이 선택 과목이어서 수강의 연속성이 부족한 경우, 그리고 일부 영역의 전공분야에만 집중적으로 필수로 지정되어 있어 특별히 수강 지도를 하지 않을 경우 영역별 균형 잡힌 교과목 이수가 곤란할 것으로 판단되는 대학도 있었다.

전공기반 교과목의 경우, 일부 대학을 제외하고 비교적 충분한 수의 교과목을 제공하고 있는 것으로 판단되며 특히 다수의 대학이 전공기반을 필수로 지정하여 교과목 이수에 문제가 없을 것으로 보인다. 그러나 일부 대학의 경우 Table 10에 나타난 주력 전공영역과 다소 거리가 있는 전공기반 교과목이 더욱 중점적으로 개설되어 이들 간 상호연계성을 신중히 검토하여야 할 것으로 보인다. 전공기반

Table 10. Number of prerequisite credits and related major fields.

대학	교과목 수	개설 학점	필수 비율	필수 지정 세부 영역
A	4	12	8.1	수질, 대기, 폐기물
B	6	18	19.6	개론, 대기, 수질, 신재생, 설계
C	6	15	16.0	대기, 수질, 폐기물, 설계
D	13	39	39.4	전공기반, 대기, 수질, 폐기물, 실험
E	6	18	18.8	대기, 수질, 실험, 설계
F	16	27	20.9	전공기반, 대기, 수질, 폐기물, 실험
G	4	12	8.3	대기, 수질, 폐기물
H	13	36	40.0	전공기반, 대기, 수질, 폐기물
I	14	42	37.8	전공기반, 대기, 수질, 폐기물
J	2	2	2.0	설계
K	9	22	25.9	대기, 수질, 폐기물, 설계
L	16	48	40.7	전공기반, 대기, 수질, 폐기물, 에너지
M	10	25	25.8	대기, 수질, 폐기물, 에너지, 설계
N	0	0	0.0	-
O	11	39	52.0	대기, 수질, 폐기물, 토양, 설계

굵은 글씨체: 필수지정 비율이 높은 세부 영역

중 전기 및 계장 분야의 교과목은 ‘전공교과목 분석’에서 언급한 바와 같이 졸업생이 현장근무에서 어려움을 겪는 분야 중 하나로 교과목 편성의 필요성이 인정된다. 환경정책, 환경경영 및 환경법은 현재에도 제한적으로 일부대학에서 개설되어 있으나 대부분의 대학에서 교수진의 전공 특성을 고려할 때 개설하기 어려운 교과목일 것이다. 그러나 환경경영/정책/법 분야는 지속가능한 발전을 위한 기업경영의 친환경적 접근의 필요성, 환경문제 해결에 대한 시대적 인식변화에 따른 환경정책의 변화와 그에 따른 입법과 행정조치 등이 환경산업 및 기술과 불가분의 관계임을 이해하고, 이공계열 학문에 치우치기 쉬운 재학생들의 사고를 확장하고 거시적 식견을 넓히는데 중요한 교과목으로 판단된다.

산업체 맞춤형 특성화트랙, 현장시습, 인턴십 등의 현장교육은 Table9에서 보는 바와 같이 대체로 각 대학에서 취약한 영역이다. 추측되는 이유로는 현장교육 교과목의 학기 중 개설은 현실적인 어려움이 따르고, 계절학기 혹은 교과외 과정으로 운영하더라도 대상 산업체를 확보하기에 어려움이 있으며, 학생이 현장에 파견되어도 제공하는 교육 프로그램이 부실하여 현장교육의 실효성이 부족하다는 것일 것이다. 따라서 대학은 현장교육을 위한 자발적 참여 의사가 있는 산업체 pool의 확보가 우선되어야 하고 산업체의 needs를 파악하여 현장 교육프로그램을 대학이 함께 개발하는 등의 운영상의 지혜와 노력이 필요할 듯하다. 졸업생이 진출할 산업체는 과거의 사후처리 위주, 환경기초시설의 운영에 집중하던 시대를 넘어 에너지 및 자원절약형 기술, 청정기술 등 사전오염 예방기술 그리고 생태 및 복원 등 자정 능력 범위에서 오염 물질의 배출을 제어하는 영역

으로 확장되고 있다고 판단된다. 이러한 추세에 발맞추어 기존의 교과과정에 포함되지 않았거나 개설 비중이 낮은 다양한 영역의 전공교과목을 확대할 경우, 총 전공개설 학점이 증가하거나 상대적으로 주요 교과목으로 여겨졌던 교과목들의 개설 비율이 낮아질 수 있다. 그러나 이러한 문제는 물리, 화학, 생물 등의 공학기초 교과목의 교육을 교양학부 등 교과 주관 부서에 일임하지 않고 ‘전공’ 혹은 ‘전공기반’과 연계된 기초 교과내용으로 교육될 수 있도록 전공 학과에서 직접 교과목의 교재 개발 및 강의를 운영하거나 여의치 않을 경우 교과내용의 편성 및 수업지도에 관여한다면 어느 정도 문제 해결에 도움이 되리라 판단된다. 또한 전공 교과 과정 중 수질, 대기, 폐기물은 환경공학 전공의 전통적 주요 분야로 교과목 비중이 높을 수밖에 없음은 당연하지만 그 편중 현상이 지나치게 심화되어 있다고 판단된다. 이들 중 특히 수질과 대기 분야는 일부 대학에서 교과목을 지나치게 세분화하여 교과목 간 교과 내용의 차별성이 부족할 것으로 보이는 경우와 일부 교과목은 학부에서 단일 교과목으로 한 학기에 걸쳐 다루기에는 수준과 분량이 과다 할 듯 한 경우도 있었다. 이러한 어려움의 해결책으로 일부에서는 재학생이 주 전공 트랙을 선택하고 타 전공 트랙에서 일정 수준의 교과목을 선택하는 트랙별 운영을 주장하기도 한다. 그러나 환경 공학 전반에 대한 지식과 향후 전망에 대한 식견이 부족한 학생이 미래의 세부 전공 분야를 스스로 선택하여 진로가 결정되는 문제와 학과 운영상으로는 특정 세부전공(예: 수질과 대기)으로의 쏠림 현상이 발생 할 수 있는 문제점이 예상된다. 학부과정의 교육은 향후 세부 응용지식을 수용할 수 있는 튼튼한 전공 기초 지식 함양과 산업체에서 활용 가능한 핵심적이고 실용적인 다양한 지식이 교육될 수 있도록 교과과정을 구성하여 단순 교과목 수의 양적 팽창보다는 교과과정을 보다 밀도 있게 구성할 필요가 있으며 세분화, 전문화된 교과내용은 과감하게 대학원 과정으로 편성 할 수 있다고 판단된다.

우리나라 환경공학과의 교과과정은 토목, 화학공학 등 유관 전공과 달리 전통적으로 강의되어야 할 교과과정에 대한 reference가 부족한 상태에서 거의 유일하게 환경이라는 단일 주제의 전공으로 온전히 학부 교과과정이 짜여 있으며 매우 다양한 공학과 자연과학을 기반으로 도출된 교과목을 각기 다른 전공 기반 출신의 교수자들이 제공하는 교과목으로 구성되어 있다. 또한, 각 교수의 강의 영역은 엄격히 독립성이 보장되어 있고 세부 학문 분야의 다양성으로 인하여 한 대학의 동일 학과에서도 교수자 간 교과내용에 대한 정보 공유가 부족한 경향이 크다. 이러한 상황으로 인하여 상기에서 언급한 교과목 주제의 난이도, 교과목 내용의 중복성 등의 문제가 발생할 수 있다고 판단된다. 따라서 학과 교수가 함께 각자 교과 내용의 공개와 공유 그리

고 토의를 통하여 교과과정을 효율적으로 운영하고 주기적으로 개선할 필요가 있다. 또한 아울러 학과마다 일정 수준 교과과정의 특성화가 필요한데 대학의 지역적 특성, 대학과 학과가 추구하는 교육방향, 재학생의 교육 수용 역량, 졸업생이 취업하는 산업계의 특성 등 연구를 통하여 target으로 삼는 특성화 교과과정의 정립도 필요하다. 이러한 일련의 과정은 아직도 많은 대학이 운영 중인 공학교육인증제가 추구하는 교육과정의 지속적 품질 개선 철학이라 믿는다. 환경공학 전공은 전공 자체의 폭 넓은 학문적 특성과 다양한 구성원으로 인하여 표준화된 교과과정을 도출하는 것은 매우 어렵다. 실제 이러한 작업이 가능하더라도 일부 집단의 노력만으로는 역량의 한계와 그 주체의 정통성을 인정받기 힘들다. 따라서 학계와 산업계의 다양한 인적 구성원의 집합체인 관련 학회 등이 중심이 되어 환경분야에서 필요로 하는 직무체계, 요구 역량 및 수준에 대한 사항을 업종별, 산업 규모별로 파악하고, 향후 환경산업의 발전 방향을 반영하여, 현장에서 적절한 직무 수행을 위하여 요구되는 지식, 기술, 소양 등을 함양할 수 있는 교과 내용 및 수준을 도출하여 각 대학에서 일정 수준 반영 할 수 있도록 가이드라인을 제시하는 역할의 필요성이 제기된다.

환경공학을 흔히 응용융합학문이라 일컫는다. 그러나 역설적으로 업무를 세분화하면 환경공학 출신자가 환경공학의 기반이 되는 타 전공 분야 출신자보다 업무 효율성이 낮다는 평도 종종 듣는다. 대학의 기능이 직업훈련은 아니지만 대부분의 학부 졸업생의 수요처인 산업계의 의견에 귀 기울일 필요가 있으며 새로운 시대적 변화에 적응력을 높이고, 환경공학전공만의 identity를 가질 수 있는 교육과정을 끊임없이 개발하는 것이 환경공학 분야 종사자의 책무라 생각된다.

4. 결론

우리나라 환경공학 및 유사명칭학과의 운영 현황과 전국의 주요 환경공학 전공을 제공하는 대학의 교과 과정 분석을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 2018년 12월 현재 환경관련 전공을 운영 중인 대학은 공과계열 63개, 자연과학계열 14개교로 총 대학 수는 71개교였다. 대학의 지역적 분포는 경기 지역이 12개교로 가장 많았고 다음으로 서울, 부산이 각 8개교, 충남 6개교 순이었다.
2. 교과과정 분석을 위하여 선정된 총 15개 공학계열소속 학과의 운영 현황은 졸업을 위한 총 취득학점은 128~140학점이었다. 전공개설학점은 대학마다 매우 큰 편차를 보여 개설 학점은 75~149학점으로 대체로 국립, 시립대학을 중심으로 그리고 학과 개설 역사가 길거나 대학의 규모가 큰 경우 전공개설 학점수가 많

은 경향이였다. 전공 취득 요구학점은 다수의 대학이 60~69학점이었고, 전임교원 기준의 교원 수는 대체로 7~9명이 가장 보편적이였다.

3. ‘공학기초’ 교과목은 대부분의 대학이 30~35학점을 개설하였으며 영역별로는 모든 대학이 수학 교과목 개설 학점이 타 영역보다 월등 많았고, 다음으로 일반화학을 보편적으로 개설하였다. ‘전공기반’의 총 개설 학점은 대학마다 6~37학점으로 큰 편차를 보였으나 대부분의 대학이 대체로 충분한 수의 교과목을 제공하고 있었다. 전공기반 교과목의 개설은 대학마다 영역별로 편차를 보이고 있는데 이는 학과의 특성과 교수진의 전공분야와 관련이 있을 것으로 판단되는데 결과적으로 개설 전공 교과목 분포와도 밀접한 관련이 있을 것으로 보인다. 그러나 일부 대학의 경우, 주력 전공영역과 관련 전공기반 교과목 간에 상호 연계성이 부족한 것으로 나타났다.
4. ‘전공’ 영역의 교과목을 영역별로 세 분류 할 때 다수의 대학에서 수질 분야의 교과목 분포가 가장 높았으며 대기분야가 그 뒤를 이었다. 이들 수질 및 대기 분야의 개설 비율은 전체 15개 대학 중 9개 대학이 50% 이상을 점하였고, 60% 이상인 대학도 있어 상당히 교과목 개설이 편중된 분포를 보였다. 이는 교과목을 지나치게 세분화한 경우와 교과목의 특성상 학부 과정에서 다루기에 수준과 분량이 과다 한 교과목의 개설 때문으로 보인다. 또한 일부 대학에서는 수질 및 대기 분야의 분포 비율이 높음에도 주요 교과목으로 인식되는 교과목을 개설하지 않은 대학도 있었다. 따라서 이들 교과목은 교과목 수의 양적 팽창보다는 교과과정을 보다 밀도 있게 구성 할 필요가 있으며 에너지 및 자원절약형기술, 청정기술 등 오염사전 예방기술 그리고 생태 및 복원 등 자정 능력 범위에서 오염 물질의 배출을 제어하는 영역과 환경정책, 경영, 법과 같이 다양한 분야 교과목의 제공 확대가 필요하다고 판단된다.
5. 27개 대학 환경 전공을 대상으로 2014년 이루어진 산업계 관점 대학평가에서는 전공 필수학점의 축소로 인한 주요과목의 미 수강과 환경공학 실무 능력을 배양할 수 있는 다양한 교과목의 부족, 교과 혹은 교과 외 과정의 산학연계 교육과정의 필요성이 주로 지적되었으며 이러한 평가는 2018년 현재 교과과정을 제공하는 주체인 대학에서도 여전히 유효하게 고려해야할 사항일 것으로 보인다.
6. 교과과정과 교과내용은 학내 구성원간 상호 공유와 토의를 통하여 효율적으로 운영하고 주기적으로 개선하여야 하며 대학의 지역적 특성, 대학과 학과가 추구하는 교육방향, 재학생의 교육 수용 역량, 졸업생이 취업하는 산업계의 특성 등을 고려한 전공 특성화가 필요

하다. 또한 학계와 산업계의 다양한 인적 구성원의 집합체인 유관 학회는 환경 분야에서 필요로 하는 직무역량을 파악하고, 향후 환경산업의 발전 방향을 반영하여 현장에서 활용 가능한 적정 교과 내용과 수준 제시를 통하여 대학에서 일정 수준 반영 할 수 있는 가이드라인을 제시하는 역할이 필요하다.

Supplementary materials

영문으로 표기된 Table과 Figure는 www.jksee.or.kr에서 확인할 수 있습니다.

References

1. Korean Education Statistics Service(KESS), <https://kess.kedi.re.kr/index>, October(2019).
2. Accreditation Board for Engineering Education of Korea(ABEEK), Accreditation criteria 2015(KEC 2015), <http://www.abeeek.or.kr/intro/standard>, February(2019).
3. Park, J.-S. and Lee, M.-C., "A study on plans for the improvement of educational courses in the colleges of environment-related science and engineering," *J. of Engineering Education Research*, **6**(1), 42-55(2003).
4. Korean Council for University Education(KCUE), Industry perspective university evaluation in 2014, Summary report for environmental field demand analysis, ER 2015-03-2932, pp. 29-98(2015).
5. Korean Council for University Education(KCUE), Industry perspective university evaluation in 2017, Summary report for environmental field demand analysis, ER-2018-1-3043, pp. 21-59(2018).
6. Higher education in Korea, <http://www.academyinfo.go.kr>, October(2018).
7. Accreditation Board for Engineering Education of Korea(ABEEK), Accredited Program, <http://www.abeeek.or.kr/program>, October(2018).
8. Korea Educational Statistics Service, <https://kess.kedi.re.kr/index>, November(2019).
9. Kangwon National University, <http://www.kangwon.ac.kr>, December(2018).
10. Kyungpook National University, <http://www.knu.ac.kr>, December(2018).
11. Kyung Hee University, <https://www.khu.ac.kr>, December(2018).
12. KwangWoon University, <http://www.kw.ac.kr>, December(2018).
13. Dong-A University, <http://www.donga.ac.kr>, December(2018).
14. Pusan National University, <http://www.pusan.ac.kr>, December(2018).
15. University of Seoul, <http://www.uos.ac.kr>, December(2018).
16. Ajou University, <http://www.ajou.ac.kr>, December(2018).
17. Yeungnam University, <http://www.yu.ac.kr>, December(2018).
18. Ewha Womans University, <http://www.ewha.ac.kr>, December(2018).
19. Inha University, <http://www.inha.ac.kr>, December(2018).
20. Chonnam National University, <http://www.jnu.ac.kr>, December(2018).
21. Chonbuk National University, <http://www.jbnu.ac.kr>, December(2018).
22. Chungnam national University, <http://www.cnu.ac.kr>, December(2018).
23. Hoseo University, <http://www.hoseo.ac.kr>, December(2018).
24. Park, J.-S., "A Study on the development of national skill system in environmental field," *J. of Engineering Education Research*, **11**(4), 94-108(2008).