

우리나라 대학에서 응용생태공학 교육의 현황과 개선

The Current Status and the Improvement of Ecological Engineering Education in South Korean Universities

박제량^{1*} · 정진호² · 남경필³ · 이애란⁴ · 조강현⁵

¹홍익대학교 건설도시공학부, ²고려대학교 환경생태공학부, ³서울대학교 건설환경공학부, ⁴청주대학교 환경조경학과, ⁵인하대학교 자연과학대학 생명과학과

Jeryang Park^{1*}, Jinho Jung², Kyoungphile Nam³, Ai-Ran Lee⁴ and Kang-Hyun Cho⁵

¹School of Urban and Civil Engineering, Hongik University, Seoul 121-791, Korea

²Division of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University, Seoul 136-713, Korea

³Department of Civil and Environmental Engineering, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

⁴Department of Environmental Landscape Architecture, Cheongju University, Cheongju 363-764, Korea

⁵Department of Biological Sciences, Inha University, Incheon 402-751, Korea

Received 1 March 2015, revised 11 March 2015, accepted 20 March 2015, published online 31 March 2015

ABSTRACT: Social demand for ecological engineering and technology has increased in tandem with national economic growth in order to improve the environmental capacity of civil infrastructures. To meet this demand, the Korean Society of Ecology and Infrastructure Engineering (KSEIE) was established in January 2013 and has contributed to the development of ecological engineering technologies. However, the establishment of an educational system for human resources training in ecological engineering is still at an early stage, and it is imperative to develop a curriculum for producing the human resources that can understand and apply ecological principles and functions and that is equipped with the abilities required for ecological conservation, restoration, and creation. As part effort, the KSEIE held a forum, entitled *Founding the Education for Ecological Engineering*, to discuss the establishment of the education system for ecological engineering in Korea. In this paper, based on the discussions and suggestions made during the forum, we analyzed the current status of ecological engineering education in various disciplines – civil and construction engineering, biology and environment, and landscape planning – in domestic universities, and attempted to seek possible solutions based on the cases of foreign universities. Generally, ecology and other application curricula are taught as fragmented subjects and fields in domestic universities. The development of new education strategies and systematic curricula for multidisciplinary education, ecological response to climate change, and the expansion of research fields is required.

KEYWORDS: Curriculum, Ecological engineering education, human resource training, multidisciplinary education, University education

요 약: 국가 경제력이 성장함에 따라서 사회기반시설에 대한 국토의 환경역량을 제고하려는 요구가 크게 증가하였고 이에 부응하여 생태공학 기술의 수요가 증가하고 있다. 우리나라에서는 이러한 사회적 요구에 부응하기 위하여 2013년에 응용생태공학회가 창립되어 생태공학 분야의 기술 발전에 기여하고 있다. 하지만 이러한 사회적 수요에도 불구하고 생태공학 분야 인력양성 체계가 아직 정착되지 못하고 있는 실정이며, 생태학적 원리와 기능을 충족시킴과 동시에 생태계 서비스를 확보할 수 있는 생태계 보전, 복원, 창조 기술을 갖춘 유능한 인력을 배출할 수 있는 교육 프로그램이 시급히 요구되고 있다고 판단된다. 이러한 노력의 일환으로서 응용생태공학회에서는 “2015 응용생태공학 포럼 - 생태교육의 터잡기”를 개최하여 대학에서 생태공학 교육체계를 정립하기

*Corresponding author: jeryang@hongik.ac.kr

© Korean Society of Ecology and Infrastructure Engineering. 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.

위한 논의를 하였다. 본 고에서는 포럼에서 토론되고 제안된 내용을 중심으로, 우리나라 대학에서 토목과 건설, 생물과 환경 및 조경과 계획의 다양한 분야에서 생태공학 관련 교육의 실태를 파악하고, 국외의 우수한 교육 사례를 바탕으로 국내 대학에서 생태공학 교육을 개선하여 정립할 수 있는 방안을 모색하고자 하였다. 전반적으로 아직까지는 생태 및 각 응용분야 교과목들이 단편적인 교과목과 영역별 교육으로 한정되어 있어 향후 융합교육, 기후변화의 생태적 대응, 연구대상의 확대에 초점을 맞춘 새로운 교육전략과 체계적인 생태융합적 커리큘럼의 개발이 요구된다.

핵심어: 교육과정, 생태공학교육, 인력양성, 융합교육, 대학교육

1. 서론

우리나라는 1960년대 이후 인구증가와 더불어 급속한 산업화에 의하여 세계에서 유례가 없는 높은 경제성장을 이루었으나, 이 과정에서 자연 및 조성 환경이 심각하게 훼손되어 왔다. 우리나라의 개인당 국민총생산 (GDP)은 1960년에 80달러에서 2013년에 33,790달러로 약 420배 이상 증가하였고 (IMF 2014), 인구는 1960년에 약 25,000,000명에서 2013년에 약 50,000,000명으로 약 2배 증가하였다 (UN 2014). 이처럼 우리나라에서는 최근 인구증가와 산업화에 따른 환경 스트레스가 크게 증가하였는데, 특히 환경 분야 중에서는 대기질, 농업, 생물다양성과 서식지, 기후와 에너지 분야에서는 환경 정책의 성과가 매우 취약한 것으로 평가되고 있다 (Hsu et al. 2014). 우리나라가 환경 스트레스 및 이에 대한 취약성이 세계에서 가장 높은 국가 중에 하나로 평가되고 있지만, 반면 환경변화에 대한 적응력이 높은 것으로 평가되어 올바른 환경정책이 수립된다면 환경 스트레스를 극복할 수 있는 가능성이 큰 것으로 평가된다 (Morgan Stanley Research 2007) (Fig. 1). 그러므로 생태적인

국토 환경 관리를 통하여 생물다양성과 생물 서식지를 보전, 복원하여 환경 스트레스와 취약성을 저감하는 환경정책의 수립이 시급하다.

국가 경제력의 증가에 따라서 사회 기반시설에 대한 국토의 환경역량을 제고하려는 요구가 크게 증가하였고 이에 부응하여 생태공학 기술의 수요가 증가하고 있다 (Shijun 1985, Guterstam and Todd 1990). 생태공학 (Ecological Engineering)은 인간 사회와 자연 환경이 공존할 수 있는 설계와 건설을 위하여 기초과학인 생태학과 응용 과학이 접목된 공학으로서 주로 훼손된 생태환경 복원 기술과 새로운 생태환경 창조 기술을 다루고 있다 (Mitsch and Jorgensen 1989). 한편 일본에서 사용되는 용어인 응용생태공학 (applied ecological engineering)은 생태학적 지식을 토목, 건축 공학 등의 분야에 응용하기 위한 공학적 방법론으로서 개발에 따른 자연환경 훼손의 완화, 회피, 감소, 대치 등을 포함한다 (ECES 2015). 우리나라의 응용생태공학학회에서는 응용생태공학을 건설 사업의 계획, 설계, 시공, 유지관리 등 전 단계에 걸쳐 자연환경의 훼손 및 오염의 회피, 완화, 복원, 창조 등의 방법을 동원하여 생태계의 건전성을 유지함과 동시에 인간에게는 그로 인한 어메니티를 향상 시키는데 있어 가장 최적 대안을 마련하여 제공하는 기술이라고 정의하고 있다 (KSEIE 2015).

생태공학 기술에 대한 사회적 수요에 부응하기 위해서는 이 분야에 대한 교육체계의 수립이 매우 중요하다. 이에 따라서 이미 미국에서는 생태공학을 위한 학위과정이 제공되고 있으며 표준화된 교육과정 (curriculum)도 제안되었다 (Matlock et al. 2001). 이러한 교육과정의 핵심과목으로는 정량생태학, 체계생태학, 생태모델링, 복원생태학, 생태공학, 생태공학경제학 등의 과목이 포함된다 (Matlock et al. 2001). 더불어 학생들의 구체적인 취업 목적에 부응하기 위

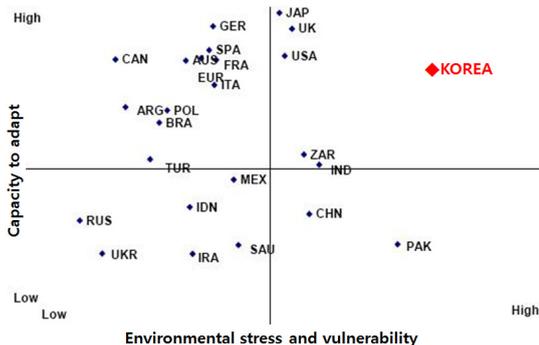


Fig. 1. Country exposure to climate related damage (Morgan Stanley Research, 2007).

하여 육수학 (limnology), 환경식물생리학, 생태경제학, 생태계계획 등의 심화과목을 개설하여야 한다고 제안되었다 (Matlock et al. 2001).

우리나라에서는 생태공학에 대한 사회적 요구에 부응하기 위하여 2013년에 응용생태공학회가 창립되어 이 분야의 기술 발전에 기여하고 있다. 그러나 생태공학 분야 인력양성 체계가 아직 정착되지 못하고 있는 실정이다. 따라서 네트워크 구조, 다양성 및 향상성의 생태학적 원리와 기능을 충족시킴과 동시에 생태계 서비스 (ecosystem service)를 확보할 수 있는 생태계 보전, 복원, 창조 기술을 갖춘 유능한 인력을 배출할 수 있는 교육 프로그램이 시급히 요구되고 있다고 판단된다. 이러한 노력의 일환으로서 응용생태공학회에서는 “2015 응용생태공학 포럼 - 생태교육의 터잡기”를 개최하여 대학에서의 생태공학 교육체계를 정립하기 위한 논의를 하였다. 본 논문에서는 2015 응용생태공학 포럼에서 토론되고 제안된 내용을 중심으로, 우리나라 대학에서 토목과 건설, 생물과 환경 및 조경과 계획의 다양한 분야에서 생태공학 관련 교육의 실태를 파악하고, 국외의 우수한 교육 사례를 바탕으로 대학에서 생태공학 교육을 개선하여 정립할 수 있는 방안을 모색하고자 하였다.

2. 연구 방법

2.1 국내 교육 현황 조사

국내 생태공학과 관련된 토목, 건설, 생물, 환경, 조경 및 계획 분야 전공학과를 대상으로 생태학 및 생태공학 관련 교과과정과 교과목을 각 대학교 인터넷 사이트에서 조사하였다. 특히 생물 및 환경분야에서는 학문간 융합을 통하여 응용생태공학을 특성화하고 있는 부경대학교 생태공학과와 고려대학교 환경생태공학부에 대하여 그 교육과정을 세밀하게 분석하였다.

한편 조경, 계획 분야에서는 생태공학 분야 교육의 실태와 전망을 알아보기 위하여 설문조사를 추가적으로 실시하였다. 전국 40여개 조경학과 중에서 각 시도 별로 2~3개를 고르게 선정하여 총 20개 종합대학교의 조경학과를 설문대상으로 하였다. 설문조사 방법은 첫째, 각 학교의 홈페이지를 통해 학과커리큘럼 내에 공개된 생태공학 및 생태환경 관련 교과목을

조사하였으며, 둘째, 생태관련수업을 담당하고 있는 교수를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 이를 통해 전체 교과 중 생태학분야의 비중과 주요상세과목의 유형 그리고 학과의 교육주안점과 이를 통한 생태공학 분야의 미래핵심전략에 대한 견해를 조사하였다. 시간적 범위는 2014년 12월 21일~30일이며, 설문대상인 20개 학교에 설문지를 전송하고 12개를 회수하여 60%의 회수율을 보였다. 설문 문항은 교육의 주안점에 대한 리커트 척도 문항과 서술형 문항으로 구성하였다.

2.2 미국 교육 사례 조사

생태학과 환경공학은 이미 전통학문으로서 자리를 잡을 만큼 대부분의 대학에서 교육과정이 마련되어 있다. 하지만, 본 논문에서 논하고자 하는 생태공학이 개별 과목만이 아닌 통합적 교육 프로그램으로서 마련되어 있는 대학은 해외에서도 드물며 현재 성장단계에 있는 것으로 판단된다. 생태공학으로 분류될 수 있는 교육 프로그램이 있는 미국 내 대학은 웹에서 ‘ecological engineering’ 이라는 키워드로 검색하여 선별하였으며, 이 중 대표적으로 퍼듀 대학교, 오하이오 주립대학교, 오레곤 주립대학교, 뉴욕 주립대학교, 세인트프랜시스 대학교, 미네소타 대학교, 루이지애나 주립대학교 등 7개 대학으로 조사되었다 (Table 1). 하지만, 이는 단지 웹에서의 단순 검색에 의한 결과이므로 완전한 목록이라 할 수는 없으며 각 프로그램의 명칭 및 교육 커리큘럼의 상세 분석을 통한 조사가 다시 이루어져야 할 것으로 판단된다. 조사된 학교 중 퍼듀 대학교의 경우, 생태공학 프로그램이 융합 교육 프로그램의 일환으로 설립되었으며, 그 상세 교육 목표 및 내용이 타 대학들과 비교하여 상당히 혁신적인 방향으로 설정되어 본 논문에서는 퍼듀 대학교의 생태공학 교육 현황에 대하여 상세 조사를 하였다.

3. 결과

3.1 국내 교육 현황과 전망: 토목, 건설 분야

미국에서의 생태공학은 인간사회와 자연환경의 공존을 위한 설계기술이라고 정의될 수 있으며, 여기

Table 1. List of U.S. universities in which ecological engineering education program exists.

Universities	Programs	Website
Purdue University	Environmental and Ecological Engineering (undergraduate) Ecological Science and Engineering (graduate)	https://engineering.purdue.edu/EEE http://www.purdue.edu/gradschool/ese/
Ohio State University	Ecological Engineering	http://fabe.osu.edu/future-students/majors/food-agricultural-and-biological-engineering/ecological-engineering
Oregon State University	Biological & Ecological Engineering	http://bee.oregonstate.edu/ecological-engineering-undergraduate-program
State University of New York	Ecological Engineering	http://www.esf.edu/ere/graduate/ee/
Saint Francis University	Ecological Engineering	http://francis.edu/ecological-engineering/
University of Minnesota	Environmental and Ecological Engineering	https://www.bbe.umn.edu/undergraduate/majors-minors/environmental-and-ecological-engineering
Louisiana State University	Coastal & Ecological Engineering	http://www.cee.lsu.edu/academics/graduate/areas/coastal

에는 훼손된 생태환경의 복원과 새로운 생태환경의 창조를 포함하고 있다 (Mitsch and Jorgensen 2004). 현재 우리나라에서 논의되고 있는 생태공학은 생태학적 지식을 토목 및 건설분야와 접목할 수 있는 매개체로서의 역할에 주안점을 두고 있다. 즉, 건설사업의 계획, 설계, 시공, 유지관리 등 전 단계에서 자연환경을 훼손할 수 있는 요인을 회피, 완화하거나 훼손된 자연환경을 복원하고 창조하는 설계기술을 의미하며, 이는 생태계의 건전성을 유지함과 동시에 인간에게는 그로 인한 어메니티 또는 생태계서비스를 향상시키는 최적 대안을 마련하여 제공하는 기술이다 (Woo 2005). 따라서, 우리나라 토목, 건설분야에서의 응용생태공학교육은 생태학적 원리와 기능 (즉, 망상구조, 다양성, 항상성 등)을 충족시킴과 동시에 생태계서비스를 확보할 수 있는 생태계 보전, 복원, 창조기술을 제공할 수 있는 프로그램을 제공해야 한다고 생각된다. 유럽, 주로 네덜란드의 생태도로 기술에서 이와 같은 사례들을 찾을 수 있다 (Woo and Nam 2005).

국내 주요대학에서 생태학 또는 생태공학 교과목은 주로 환경학 또는 환경공학도를 중심으로 개설되어 있으나 이들은 주로 생태학적 시각에서 접근하고 있어, 본 논문에서 논의하고 있는 응용생태공학의 목표를 달성하기에는 생태학적 원리를 구현할 수 있는 공학적 틀이 부족한 것으로 판단된다. 토목, 건설분야에서 생태학적 지식을 다루고 있는 교과과정은 대

부분 수공학 분야이며, 생태하천과 관련된 교과목으로 생태학이 다루어지고 있다. 이러한 예로서, 연세대에는 수생태복원, 하천생태환경 등의 교과목이 개설되어 있고, 인하대, 홍익대에 각각 생태수리학, 생태수문학 강좌가 있다. 이와 유사한 맥락에서, 고려대, 한양대, 중앙대, 충북대, 영남대, 제주대, 창원대, 공주대 등의 도시공학과와 건축공학과에서 생태도시, 생태건축 등의 명칭으로 생태관련 교과목이 개설되어 운영되고 있다. 이렇게 볼 때, 토목, 건설분야에서 필요로 하는 본 논문에서 논의되고 있는 응용생태공학 개념에 부합하는 교과목이 개설되어 있는 학교는 거의 없는 실정이다. 다만, 경남과학기술대의 토목생태공학, 홍익대의 건설생태공학 등이 가장 유사한 성격을 가진 교과목으로 생각된다.

국제생태공학회 (International Ecological Engineering Society, IEES)에서 제시하고 있는 현재 생태공학적 기술이 적용되고 있는 구체적인 분야를 보면 (IEES 2015), 인공습지, 폐수의 생태학적 재활용, 재생에너지 등이 있는데 이들은 현재 환경공학분야에서도 비교적 활발히 교육과 연구가 이루어지고 있고, 현장에서 활용되고 있는 분야라 할 수 있다 (Table 2). 토목, 건설분야에서 주로 필요로 하고 있는 응용생태공학 분야는 사회기반시설, 건축, 교통, 도시 및 단지개발 등에 활용될 수 있는 현실적 설계기술이며, 따라서 이들 분야에 대한 교과과정 개설이 필요하다. 미국의 토목 및 환경 공학과의 경우, 구조, 지반, 수공, 건설

Table 2. Current status of ecological engineering education in Korean universities according to the application fields of ecological engineering techniques proposed by the IEES (International Ecological Engineering Society).

Application fields	Current status in Korean universities
<ul style="list-style-type: none"> • Constructed wetlands and aquaculture • Wastewater reuse and recycling/ Ecological sanitation • Integrated water resources management • Renewable energy/Solids recycling systems 	<ul style="list-style-type: none"> • Related courses opened in colleges • Active research activities and national funding available • Increasing field application
<ul style="list-style-type: none"> • Restoration ecology and habitat reconstruction • Green architecture and integrated building techniques • Transportation and infrastructure • Urban and regional planning/ Landscape architecture • Industrial ecology 	<ul style="list-style-type: none"> • Inactive college courses and national research funding • Field applications available only for rivers and roads

관리, 환경 등과 같은 전통적인 전공분류에서 벗어나 주요 이슈 별로 전공 프로그램을 재분류하여 운영하는 추세이다. 예를 들면, MIT의 경우 수공과 환경을 하나의 프로그램으로 운영하여 기후변화, 물 부족 및 환경오염 문제 등에 유연하고 종합적으로 대처할 수 있도록 하고 있다.

3.2 국내 교육 현황과 전망: 환경, 생물 분야

생물 분야 학과에서는 생물이 아닌 생명현상에 대한 교육이 주를 이루고 있어 총체적인 접근의 생물학 교육이 부족한 실정이다. 응용생태공학 관련 교과목으로 생태학, 환경생물학, 복원생태학, 생물다양성 등이 개설되어 있으며, 기타 관련 교과목으로 계통분류학, 생물통계학, 진화생물학, 분류생태학, 생물지리학, 생물정보학 등이 마련되어 있다. 응용생태공학 교육을 위한 개선 방향으로 우선, 생태학 (생물과 환경 간의 상호작용 교육)과 보전생물학 (생물 보존 및 다양성 교육)을 필수적으로 개설할 필요가 있으며, 생태공학에 대한 이해를 높일 수 있는 교과목으로 시스템생태학 (총체적인 생태계 분석 교육)과 생태공학 (생물공학의 한계를 보완할 수 있는 교육)을 도입할 필요가 있다.

환경 분야 학과에서는 환경 및 토목기술에 기반한 매체 중심의 공학 교육이 주를 이루고 있으며, 생태학에 기반한 생태공학 교육이 부족한 실정이다. 응용생태공학 관련 교과목으로 생태공학, 시스템생태학, 생태복원공학, 환경복원학, 생태모형학 등이 개설되어 있으며, 기타 관련 교과목으로 환경생태학, 보전생물학, 경관생태학, 생태계생태학, 자연순환공학, 생태지리정보시스템, 생태위해성평가 및 관리 등이 마련되어 있다. 특히, 고려대 환경생태공학부와 부경대

생태공학과는 응용생태공학으로 특성화한 학과로서 다양한 생태학 및 생태공학 교과목을 개설하고 있다 (Table 3). 고려대 환경생태공학부는 2000년에 설립되어 현재 14명의 교수가 생태학, 환경과학 및 생태공학 중심의 교육을 실시하고 있다. 이 학부는 미생물, 동물, 식물에 대한 생태학과 이들의 서식처인 물과 토양 관련 환경학 등 자연과학 중심의 교과과정을 운영하고 있다. 이런 점에서 공학적인 생태공학 교육과 함께 생태계디자인과 생태계서비스 등의 응용 교육을 강화할 필요가 있다. 그리고, 부경대 생태공학과는 2003년에 설립되어 현재 6명의 교수가 환경공학, 해양학, 생태공학 중심의 교육을 실시하고 있다. 이 학과는 하천, 도시, 해양, 습지, 산업 등을 대상으로 한 생태공학과 시스템생태학 및 생태계모델링 등 공학 중심의 교과과정을 운영하고 있다. 이런 점에서 생태계생태학과 보전생물학 등의 생태학 기초 교육을 강화할 필요가 있다.

3.3 국내 교육 현황과 전망: 조경, 계획 분야

조경, 계획 분야의 학과는 과학과 예술을 접목하여 실현하는 실용학문으로서 크게 예술미학, 환경심리학 등의 인문사회와 예술 및 공학 관련 과목을 교육하도록 교육과정이 구성되어 있었다. 생태 분야가 하나의 학문으로서 조경 분야에 깊숙이 들어오게 된 직접적 계기는 1998년 조경학계를 중심으로 (사)한국환경복원기술학회 (구 한국환경복원녹화기술학회)의 창립과 2003년부터 기술인력 자격제도인 한국산업공단의 생태복원기사와 자연환경기술사를 배출하는 것에 기인한다. 이로 인하여 생물학 중에서 개별 기술 습득 과목인 수목학, 화훼학, 환경학개론 등에서 벗어나, 생태학 분야의 시스템적이며 현장 활용성을

Table 3. An outline and core curricula of Korean universities specialized in ecological engineering.

University	Establishment year	Faculty number	Specialized area	Major courses
Division of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University	2000	14	Ecology, Environmental science, Ecological engineering	Ecology, Environmental ecology, Plant ecology, Animal ecology, Aquatic ecology, Microbial ecology, Conservation biology, Ecosystem ecology, Landscape ecology, Systems ecology, Ecological engineering, Ecological restoration engineering, Ecological modeling practice, Resource recycling technology, Renewable energy, Natural environmental disaster management
Department of Ecological Engineering, Pukyong National University	2003	6	Environmental engineering, Oceanography, Ecological engineering	Ecological engineering, Systems ecology, River ecological engineering, Urban ecological engineering, Marine ecological engineering, Wetland ecological engineering, Industrial ecological engineering, Ecological modelling, Ecological engineering design, Ecology information system, Ecology survey, Recycling and reuse of wastes and practices, Ecological economics

Table 4. Subjects related to ecology or ecological engineering in the curricula of twelve country-wide departments of landscape architecture and planning in Korea.

Subjects		Required subjects related to ecology
Opened in more than 50% of universities	Opened in less than 50% of universities	
Environmental ecology, Ecological (environmental) restoration engineering, Environmental ecological planning, Landscape ecology	Environmental (ecological) conservation management, Urban environment/biotope design, Ecological landscape (restoration) planning, Ecological tourism (recreation)	Landscape dendrology, Landscape plant (flowering plant) materials, Landscape (ecological) planting, Environmental open space planning

고려한 체계적 수업내용으로 개편하였다. 이러한 관련 사업의 요구와 산업인력 배출에 의하여 현재는 전국 모든 조경학과에서 생태학 관련 교육이 진행되고 있다.

조경, 계획 분야는 계획, 설계 및 시공이 연결된 학문이라는 특성으로 인하여 특화분야에 따라 다양한 단과대학에 속해 있다. 또한 학과명에 있어서도 환경이나 생태와 관련된 용어를 전후에 붙여 학문 영역을 확대하고 있다. 예로, 농업생명과학대학 조경지역시스템공학부, 예술디자인대학 환경조경디자인학과, 산업대학 환경조경학과, 바이오융합대학 조경학과, 도시과학대학 조경학과, 이공대학 환경조경학과, 생명 (자연)과학대학 환경생태공학부 조경학과, 건축대학 생태조경학과 등으로 학과명과 소속이 다양하다.

이러한 조경, 계획학과의 영역 확대에도 불구하고 생태학의 중요성은 전 학교에서 공통적으로 나타나

고 있다 (Table 4). 우선 생태학 관련 주요 교과목 (생태, 환경생태 용어로 검색)의 비중을 살펴보면, 2과목인 학교 6개교, 3과목인 학교 10개교, 4과목인 학교 1개교, 5교과 이상인 학교 3개교이었고, 모든 학교에서 전체 교과 중 기본적으로 10% 이상 생태학 분야의 수업을 실시하고 있었다. 수목, 식재, 생태계획 분야 교과를 포함하면 생태 관련 교과목을 전체 교과목의 20%~30% 이상으로 개설하고 있다. 전 대학교 중에서 절반 이상이 가르치는 분야는 환경생태학 이론으로서 20개 학교 중 14개 학교에서 개설하고 있다. 또한 생태 시공의 주요 조경학 교과인 생태복원공학 분야에서는 환경부, 국토교통부 등의 건설분야와 연계하여 경관생태학과 환경생태계획이 생태계획과 설계 분야와 관련하여 60% 이상의 대학에서 교육하고 있다. 또한 생태보존관리의 중요성이 커짐에 따라 보존관리학에 대한 교과도 증가하는 추세이다. 또한 전

Table 5. The number of universities along the degree of strengthening on focus fields in the twelve country-wide departments of landscape architecture and planning in Korea.

Focus fields	Degree of strengthening				
	Very low	Low	Mode rate	High	Very high
Segmentation of major		1	2	6	2
Construction technique		2	5	4	1
Employment education		2	5	2	1
Internationalization	1	5	2	1	2
Convergence education	1	2	2	4	2
Self-improvement	1		2	6	1

공필수 교과목 중에서 생태교육과 연계된 과목을 살펴보면, 수목 식물학, 식재계획 등으로 생태적 이론과 적용을 연계하는 이론과 실습의 교육과정을 통해 수행하고 있음을 알 수 있었다.

현재 학과 교육 주안점의 비중에 대한 설문조사에서 기초적인 전공 학문에 대한 교육과 기술력 강화가 모든 학교에서 중요 핵심사항으로 파악되었다 (Table 5). 최근 취업 교육과 연계한 실무능력 강화 교육이 증가하고 있는데, 예를 들면 이론과 실습을 겸하는 현장실무 실습, 캡스톤 과정, 인문역사와 관련 프로그램, 공학능력 강화 수업 등이 있다. 특히, 융합교육을 강조하는 대학이 늘어나고 있는 것으로 보아, 계획설계와 시공을 동시에 다루는 학과의 특성을 잘 반영하고 있었다. 이러한 결과 자기계발을 심화하는 전공분야의 선택영역을 넓이는 계기를 마련할 수 있는 효과를 가져오는 것으로 판단되었다. 한편 국제화에 대해서는 학과의 전공교육에서 중점을 두고 있지는 않으나 앞으로 융합학문의 국제적 학문교류 확대에 대비하여 그 비중이 증가할 분야로 나타났다.

“미래의 포커스로서 생태학 관련 학문분야의 미래 핵심은 무엇이라 생각하십니까?” 라는 서술형 설문에 대한 답변을 크게 분류하면, 연계 분야간 융합전략, 기후환경변화에 대응한 생태공학 및 생태계획적 대처방안 모색, 연구대상의 확대, 분야별 생태학 활용방안에 대한 구체적 모형개발로 구분할 수 있었다. 또한 생태학 관련 타학문과의 차별화 전략에 대한 서술형 답변은 크게 상호이해와 활용, 새로운 영역창출, 생태학적 원리에 기초한 융합, 이론과 실무의 업무와 교육 체계화의 네 가지로 나눌 수 있었다. 이는 학문

분야간 근본적 차이를 상호 이해하고 활용적 교류가 이루어져야 하며, 이러한 학제간 활용은 적극적인 소통과 융합을 통해서만 이루어질 수 있다고 답하였다. 또한 기존의 조정계획 분야의 수평적 연구에서 벗어나 생태공학적 측면을 고려한 입체적 경관 구조와 기능에 대한 연구와 교육이 필요하다고 강조하였다. 더 나아가 도시, 인문 및 환경 생태의 지속가능한 연계라는 차별화 이슈 등의 새로운 융합적 영역 창출을 제안하였다. 교육과정에 있어서는 이론에서 실무 분야인 시공, 모니터링까지 이어지는 체계적인 융합 커리큘럼의 필요성을 제시하였다.

3.4 국외 교육 현황과 시사점

미국에서 생태공학 교육과정이 모범적으로 제공되고 있는 퍼듀 대학교에는 학부와 대학원 프로그램으로서 각각 Environmental and Ecological Engineering (EEE)과 Ecological Sciences and Engineering (ESE)이 운영되고 있다. 우선 대학원 프로그램인 ESE의 경우, 퍼듀 대학교의 융합대학원 프로그램 중 하나로 설립되었으며, 매년 약 20여명의 석박사 입학생이 들어오고 있다. 본 프로그램 내에서 진행되는 연구 주제는 다양하지만 모두 인간의 활동과 생태계 사이의 상호작용 및 동역학을 이해하는 데에 초점이 맞추어져 있으며 이러한 현상들을 발견하고 이해하기 위해서는 학문 분야를 초월하는 연구 협력 네트워크가 필수라는 판단 하에 본 프로그램이 설립되고 운영되고 있다고 하겠다. 따라서 ESE에서 추구하고자 하는 목표는 생태학적 접근법을 이용한 주요 환경문제 해결을 위한 공학과 과학의 융합, 그리고 더 나아가서는 생태학과 인간/문화 차원의 융합이다. 또한, ESE 프로그램이 동일 대학 내 교수진끼리의 다학제 융합 연구를 촉진하는 촉매로서의 역할 역시 담당하고 있다.

타 대학 내에서 운영되는 생태공학 프로그램과 비교하여 ESE와 EEE의 가장 두드러진 특징은 프로그램을 구성하는 교수진의 원 소속 학과의 분포에서 드러난다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 생태학, 생물학 등 생태공학의 핵심 교과목들이 당초 농학대학 중심으로 교육되어왔기 때문에 농학 관련 학과 (Agronomy, Agricultural & Biological Engineering, Forestry & Natural Resources 등) 교수들이 약 60%를 차지하고

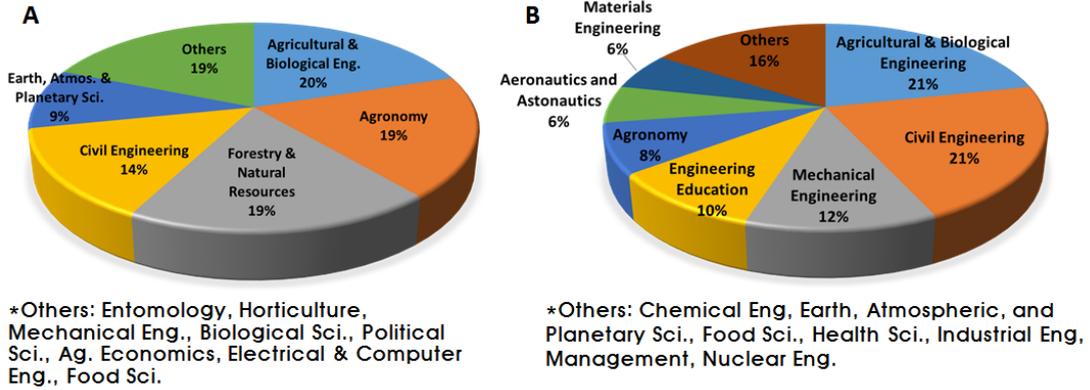


Fig. 2. The ratio of faculties by departments in Ecological Sciences and Engineering (ESE) (A) and Environmental and Ecological Engineering (EEE) (B) of Purdue University.

있으며, 환경공학 관련 교과목들이 운영되는 토목공학과 역시 14%를 차지하고 있다. 또한, 거시적 지구 환경 문제를 다룰 수 있도록 지구대기우주과학과도 주요 구성 학과로서 위치하고 있다. 특히 사항은 기타 분류에 기계공학과, 전기컴퓨터공학과, 정치학과, 농경제학과 등 타 대학의 생태공학 프로그램에서는 찾아볼 수 없는 학과 교수들이 포함되어 있다는 것이다. 학부 프로그램인 EEE의 경우에도 우주항공공학과, 재료공학과, 산업공학과, 원자핵공학과 등의 교수가 포함되어 있어 일반적인 관점에서 바라보는 생태공학 교육과는 큰 차이점을 보인다.

이러한 다양한 학과의 교수진들이 포진될 수 있는 근본적인 이유는 융합 프로그램 특성 상 새로운 이론 및 접근법이 필요한 경우, 이러한 연구 및 교육을 할 수 있는 전문가를 동일 대학 내의 타 학과에서 발굴하여 ESE 및 EEE 학생들에게 교육을 할 수 있도록 하기 때문이다. 또한, 이러한 운영이 가능한 이유는 프로그램의 커리큘럼 자체를 유연성 있게 운영하여 필요한 교과목들을 상대적으로 용이하게 추가 및 변경할 수 있도록 하기 때문이다. 예를 들어, 최근 들어 인간-생태계와 같은 복잡계 연구와 관련하여 각광 받고 있는 방법론 중에 복잡계 네트워크 이론이나 agent-based modelling 등이 있는데, 우주항공공학과 내에서 대상분야가 다르다 하더라도 동일한 방법론에 관한 연구와 교육을 하고 있는 교수가 있다면 해당 교과목을 ESE나 EEE 프로그램 내의 교과목으로 편입하거나 학생이 해당 수업을 이수할 경우 전공 과목 학점으로 인정을 하고 있다. 이와 같이 비록 대상체

는 다르지만 동일한 이론과 방법론이 생태공학 연구 및 교육에 적용될 수 있기 때문에 이러한 교수진을 필요에 따라 ESE와 EEE 프로그램에 소속시켜 학생들로 하여금 필요한 이론을 손쉽게 교육받을 수 있도록 하고 있다.

4. 결론 및 제언

우리나라 토목, 건설분야에서 응용생태공학교육이 활성화되고 그 현장 적용성을 높이기 위해서는, 일차적으로는 생태학적 원리가 현실적으로 접목되고 있는 하천공학, 환경, 도로 분야의 교과목을 개발하여 교육을 강화하고 현장적용사례를 증대시킨 후, 도시 및 건축 분야와 그 이외의 토목, 건설 분야 (구조, 지반, 건설관리 등)로 교육과 연구의 범위를 확대시켜 나가는 것이 현실적인 방안으로 판단된다.

국내 생물 분야 학과는 총체적인 생물학 교육을 위하여 생태학, 보전생물학, 시스템생태학 및 생태공학 교과목을 우선적으로 운영할 필요가 있다. 그리고, 국내 환경 분야 학과는 생태학에 기반한 생태공학 교육을 강화하기 위하여 생태학, 보전생물학, 시스템생태학, 생태계생태학, 생태위해성평가, 생태복원공학, 생태계서비스 교과목을 적극적으로 도입할 필요가 있다. 더 나아가 환경 분야의 일부 학과들은 응용생태공학을 특성화할 수 있는 학과로 발전할 수 있기를 기대한다.

조경, 계획 분야 학과는 과학과 예술, 인문학의 접

목으로 실현되는 학과의 특성과 본 학문이 다루는 대상 공간이 자연환경을 포함하고 있다는 측면에서 생태학 분야의 적극적 융합이 절실한 분야이다. 아직까지는 생태 분야가 단편적인 교과목과 영역별 교육으로 한정하고 있으나, 미래의 포커스인 조경-생태의 융합교육, 기후변화의 생태적 대응, 조경 연구대상의 확대를 위해서 새로운 교육전략이 요구된다. 따라서 미래에 필요로 하는 지속가능한 생태적 조경계획 분야의 차별화 전략 강구, 학문 분야간 소통과 융합을 통한 새로운 지식 기반의 모델 제시, 이를 위한 이론 연구에서 시공, 관리, 모니터링에 이르기까지 체계적인 생태융합적 커리큘럼의 개발이 요구된다.

국내에서 응용생태공학이라는 학문 분야는 신생 분야이기 때문에 향후 국내 대학에서 어떤 방법으로 어떤 교과목들을 가르칠 것인지 초석을 다질 필요가 있다. 본 고에서 분석한 퍼듀 대학교의 ESE와 EEE 프로그램의 경우, 해외의 타 대학과 비교하여 상대적으로 혁신적인 형태로 운영되고 있어 향후 국내 생태공학 교육의 방향을 잡는데에 좋은 사례로서 이용이 될 수 있을 것으로 판단된다. 하지만, 이러한 프로그램 운영 방식이 항상 장점만 있는 것은 아니다. 예를 들면, 유연한 커리큘럼의 운영은 새로운 이론 및 접근법의 신속한 교육이 가능하게 하지만, 현재 국내의 응용생태공학이라는 분야의 범위가 어디까지인가에 관한 논의가 되고 있는 바와 같이 생태공학 프로그램 내에서 어디까지를 교육 범위로 설정하여야 하는지에 관한 고민 또한 하게 될 것으로 판단된다. 국내 생태공학 교육의 터잡기를 위해 향후 미국은 물론 유럽, 일본 등 선진국의 프로그램 운영 사례를 자세히 조사하고 한국형 인재양성에 맞는 교육 커리큘럼의 개발이 필요하다.

물론 국내 대학에서의 체계적인 생태공학교육을 위해 앞으로도 많은 논의가 있어야 하겠으나, 국내외 현황 분석을 통해 몇 가지 가능한 대안을 제시하자면 다음과 같다. 우선, 전통적인 학과 내 세부전공 분류의 틀을 벗어나 사회적 요구에 부합하고 새로운 수요를 창출할 수 있는 세부전공 간 융합 및 창조를 통한 재분류가 필요하다. 예를 들어, 토목공학 전공의 경우 국내 대부분의 대학은 그 세부분야가 구조, 지반, 수공, 환경공학 등으로 구분되어 있다. 토목공학에서 생태공학교육을 포함시키고자 한다면 수공

및 환경분야의 융합 등을 통하여 더욱 효과적인 생태공학 교육이 일부 가능할 것이다. 앞의 현황분석에서 살펴본 바와 같이 이러한 노력은 일부 대학에서 이미 하고 있다. 하지만, 분야간의 융합 노력이 전공 수준은 물론 단과대학 혹은 종합대학 수준에서도 가능하다면 더욱 효과적인 생태공학 교육이 가능하리라 생각된다. 특히, 해외 사례에서와 같이 유연한 교과목 운영관리가 가능하다면 생태공학에서 다루고자 하는 이슈 (예, 기후변화 등) 별 융합교육이 가능할 것이다. 또 하나의 대안으로는 부전공 및 복수전공의 적극적 유도 및 특정 복수 혹은 부전공 이수 시 응용생태공학 관련 학위과정의 이수를 인정하는 방안도 생각해 볼 수 있다. 물론 단순히 복수 및 부전공을 함으로써 응용생태공학 교육에서 추구하는 시너지 효과를 크게 기대할 수는 없지만, 국내 대학의 구조적 경직성과 전공 간 인력 및 교과과정의 교류가 쉽지 않은 점을 감안할 때, 생태공학 교육을 위한 시작점으로서 충분히 의미가 있을 것으로 판단된다.

포럼 중 추가 제시된 의견 중에서는 이러한 응용학문의 교육은 아무래도 학부보다는 대학원에서 효과적일 것이므로 대학원 중심의 교육 커리큘럼 개발을 위해 논의하자는 의견이 개진되었다. 학부 과정의 경우 기초 전공 지식의 교육이 중심이 되기 때문에 응용학문의 교육은 대학원에서 더 효과적일 수도 있으나, 미국의 경우 일부 주에서는 이미 생태공학분야의 학위 과정이 신설되어 운영 중에 있고, 또한 국내의 경우에도 문제해결을 위한 설계학점 등이 공학인증교육과정을 통해 점차 강조되고 있는 점을 감안할 때, 대학원 중심 과정으로서만 한정할 필요는 없다고 판단된다.

국내 대학들이 처한 상황이 모두 다르기 때문에 이러한 결정 역시 각 대학별로 달리 결론이 날 수 있겠으나, 무엇보다도 중요한 것은 아무래도 해당 전공을 이수한 학생들에 대한 사회적 수요의 창출과 이에 따른 안정적인 취업이 될 것이라는 의견 또한 교육 커리큘럼을 어떻게 개발할 것인가라는 논의를 하기 이전에 심각하게 논의되어 할 부분이다.

감사의 글

본 연구는 '2015 응용생태공학회 포럼 - 응용생태

공학 교육의 터잡기'에서 토론된 내용을 중심으로 공동작업으로 수행하였으며, 포럼 개최와 논문작성에 도움을 주신 응용생태공학회에 감사드린다.

References

- ECES. 2015. http://www.ecesj.com/contents/english/index_english.html. The Ecology and Civil Engineering Society, Japan. Assessed 9 February 2015.
- Guterstam, B. and Todd, J. 1990. Ecological engineering for and its application in New England and Sweden. *Ambio* 19: 173-175.
- Hsu, A., Emerson, J., Levy, M., de Sherbinin, A., Johnson, L., Malik, O., Schwartz, J., and Jaiteh, M. 2014. 2014 Environmental Performance Index. Yale Center for Environmental Law & Policy, New Haven, CT., USA.
- IEES. 2015. <http://www.iees.ch>. International Ecological Engineering Society. Assessed 9 February 2015.
- IMF. 2014. World Economic Outlook Database. International Monetary Fund. Washington, D.C., USA.
- KSEIE. 2015. <http://www.kseie.or.kr/>. Korean Society of Ecology and Infrastructure Engineering, Korea. Assessed 9 February 2015. (in Korean)
- Matlock, M.D., Osborn, G.S., Hession, W.C., Kenimer, A.L., and Storm, D.E. 2001. Ecological engineering: a rationale for standardized curriculum and professional certification in the United States. *Ecological Engineering* 17: 403-409.
- Mitsch, W.J. and Jorgensen, S.E. 1989. Introduction to ecological engineering. In, Mitsch, W.J. and Jorgensen, S.E. (eds.), *Ecological Engineering: An Introduction to Ecotechnology*. John Wiley & Sons, New York, USA. pp. 3-12.
- Mitsch, W.J. and Jorgensen, S.E. 2004. *Ecological Engineering and Ecosystem Restoration*. John Wiley & Sons, New York, USA.
- Morgan Stanley Research. 2007. *The Economics of Climate Change – a Primer*. Morgan Stanley Research Europe.
- Shijun, M. 1985. Ecological engineering: application of ecosystem principles. *Environmental Conservation* 12: 331-335.
- UN. 2014. *World Population Prospects: The 2010 Revision*. United Nations, New York, USA.
- Woo, H. 2005. *Development of Ecological Construction Techniques for Human and Nature Coexistence*. Report on Planning and Policy Study of Korea Institute of Construction Technology, Ilsan, Korea. (in Korean)
- Woo, H. and Nam, K. 2005. *Ecological Engineering: Bridging between Ecology and Civil Engineering*. Cheongmungak, Seoul, Korea. (in Korean)