

인터넷을 이용한 국내외 생태위해성평가 교육 현황 파악

김용화^{*}, 정규혁¹, 최진희², 안광국³, 강소영¹, 박연정²,
김현맥³, 류지성⁴, 윤준현⁴, 최경희⁴

안전성평가연구소, ¹성균관대학교 약학대학, ²서울시립대학교 도시과학대학,
³충남대학교 생물학과, ⁴국립환경과학원

An Internet Search on the Status of Global Training on Ecological Risk Assessment

Yong-Hwa Kim^{*}, Kyu-Hyuck Chung¹, Jinhee Choi², Kwang-Guk An³,
So-Young Kang¹, Yun-Jung Park², Hyun-Mac Kim³, Jisung Ryu⁴,
Junheon Yoon⁴ and Kyunghee Choi⁴

Korea Institute of Toxicology

¹*School of Pharmacology, SungKyunKwan University*

²*College of Urban Science, University of Seoul*

³*Department of Biology, ChungNam National University*

⁴*National Institute of Environmental Research*

ABSTRACT

This internet search was made to collect background information for a short-term training proposal for securing a national critical mass in ecological risk assessment the need of which is drastically increasing in every sector of Korean society due to the advent of new environmental regulations in industrialized countries, such as EU REACH.

This study depended mainly on internet search engines and individual home pages of concerned universities, colleges, and organizations involved in short-term training. Out of lecture titles and syllabus of 200 Korean universities, 86 Japanese national universities, and numerous English speaking educational and training institutions in the world, 60 syllabi were selected and analysed for comparison purpose. Conclusion from the analysis is as follows:

Firstly, individual component lectures for ecological risk assessment is provided at different departments in Korea, but no lecture is at present given under the sole title of ecological risk assessment.

Secondly, several lectures under the title of ecological risk assessment are open in English-speaking industrialized countries. Lectures as well as technical training and field studies are emphasized in those courses. Lecturers from the regulatory authorities are also involved in those courses. Several short-term training courses are

^{*}To whom correspondence should be addressed.
Tel: +82-42-860-7490, Fax: +82-42-610-8015
E-mail: yhkim@kitox.re.kr

also under operation.

Thirdly, it was concluded that the difference in the level of education/training in ecological risk assessment is originated from the substantive requirement of ecological risk in the concerned laws and regulations.

Therefore, it is suggested that training of domestic man power in this area is urgent to cope with the industrial pressure imposed by the environmental regulations concerned with chemicals/articles import and export from/to industrialized countries and also to upgrade the domestic laws and regulations.

Key words : internet search, ecological, risk assessment, training, education

서 론

1. 생태위해성평가의 개념, 분류, 약사(略史)

이 분야의 대표 학자인 Dr. Lawrence Barndthouse가 2008년에 SETAC (미국 환경독성 화학회지) 학술지에 발표한 ERA에 대한 총설 내용을 요약하면 다음과 같다(Barndthouse, 2008).

생태위해성평가(ERA: Ecological Risk Assessment)는 1983년에는 ERA라는 용어가 사용되지 않았고, 생태평가(Ecological Assessment)가 여러 연구기관에서 서로 다른 원리와 방법으로 수행되었다. 미국 EPA 내에서는 Clean Water Act, FIFRA(농약관리법), TSCA(유해화학물질관리법)등을 시행하기 위하여 여러 가지 생태평가를 수행하였다. 1983년에 일반적인 위해성평가체계가 국가연구위원회에서 공표된 데 자극을 받아 1992년에 ERA체계도, 1998년에 종합 ERA 가이드라인, 그 이후 개별 법인 수질(WQA), 농약(FIFRA), 화학물질(TSCA), 폐기물(Superfund) 등에 맞는 개별 가이드라인이 공표되었다.

ERA는 1) Clinch River remedial investigation; Superfund 일환으로 내용으로는 오염물질 지도, 환경거동 모델, 군집조사(community surveys), 생체부하측정, 생체지표, 단일물질 독성시험, 환경매질 독성시험 등, 2) 지표수 중 제초제 Atrazine의 광역 ERA; 대규모 확률론적 ERA, 3) 6개 의약품의 ERA; 2004년 유럽의약품평가처(EMEA)의 ERA 방법 등에 적용되고 있다.

이 총설을 통하여 ERA는, 독성기반의 ERA(TB ERA)와 지역수준의 ERA(RS ERA)로 크게 분류할 수 있고, TB ERA는 화학물질관리, 농약의 신규 등록, 기존 물질의 스크리닝 등에, RS ERA는 농약의 재등록, 환경질관리, 오염지역 관리 등에 적용될

수 있다.

이와 유사하게 EU 쪽에서 REACH의 학문적 기초를 닦은 학자 중의 한사람인 Dr. Cornelius J. Van Leeuwen 등이 2004년에 종합한 ERA에서는, 등급화, 우선순위화, 위해기반 스크리닝 수준의 ERA와 장소 특이적 ERA, 혹은 고급 수준(생물학적, 시공간적 고려)의 ERA 등 두 가지의 ERA로 대별하고 있다(Bradbury *et al.*, 2004)

미국 EPA 산하 국립환경평가센터(NCEA: National Center for Environmental Assessment)는 위해성평가의 대분류(www.epa.gov /risk/basicinformation.htm)를 물질기반(Agent-based) 위해성평가와 장소기반(Place-based) 위해성평가로 하여 보고서를 만들고 있다.

한편, 국내외의 법적인 관련 규제 현황을 개괄하면 다음 Table 1과 같다.

우리나라 및 세계 여러 나라의 환경법의 근간은 인간과 생태의 보호/보전을 목표로 하고 있다. 그러나 대부분의 환경법의 시행은 대부분 인간의 보호를 최우선으로 하고 있고 생태계 생물의 보호를 통한 생태계의 보전에는 다소 소홀한 것을 볼 수 있다. 특히 우리나라는 선진국에 비하여 환경법규의 기술적인 내용을 볼 때 생태계 보전을 위한 항목이 다소 낙후되어 있음을 알 수 있다.

Table 1에 따르면 우리나라는 환경오염 예방의 차원에서 산업용 및 가정용 화학물질을 관리하기 위한 수단으로 위해성을 평가할 때 생태계 보전을 위한 고려가 미흡하며, 생태계에 바로 살포되는 농약의 등록에 필요한 자료의 수도 다소 제한적으로 요구하고 있어 국내 생태계에 대한 부정적인 영향을 판단하기는 부족하다는 것을 알 수 있다. 또한 하천 등 수질을 관리하는 방안으로서 특정유해물질에 대한 수질기준이 제시되고 있는 반면, 미국은 120여 항목에 인간 보호를 위한 기준과 생태계를

Table 1. Comparison of regulations requiring ecological risk assessment

	화학물질 등록	농약 등록	수질관리	폐기물관리/ 오염지역복원	비고
한국	화학물질 관리법 - 제한된 생태독성 시험 자료 요구	농약관리법 - 간이 생태위해성평가 지침 (독성 및 잔류성 정도별 농약의 구분: 시행령 1999~2008)	수질환경보전법 - 생태계보호 기준 무 - 폐수 생태독성 기준 도입 (2011)	폐기물관리법	
미국	TSCA - 생태위해성평가 지침 - 미흡 자료 허용	FIFRA - 생태위해성평가 지침 - 요구항목 및 조건부 자료 구분	WQA - 생태계 보호기준 병행 - 폐수 생태독성 기준	RCRA CERCLA	Framework, 1992 Guideline, 1998 (US EPA, 1998)
EU	Existings & New substances (TGD 1996) - 생산량에 따른 3단계 자료 제출	Biocides (Directive 98/8: TGD 2003)	Environmental Quality Standards (33 Priority substances) (EU Parlia- ment, 2008) - 대부분 생태위해성 기준(급성 및 만성) - 폐수		
일본	화심법(화학물질의 심사 및 제조 등의 규제에 관한 법률) - 미생물 분해성 및 생물농축성위주의 생태위해성평가	농약취체법 - 환경성: 수산동식물에 대한 독성에 관한 등록보류기준 (2005~2009)(일본 환경성, 2009a)	수질오탁방지법 - 수생생물 보전환경 기준전문위원회(2002) 기준 通知 (2003) - 기준항목: 총아연 (2003 고시), 요감시항목: Chloroform, Phenol, Formaldehyde - 폐수 생태독성 기준 총아연 검토중(2006) (일본 환경성, 2009b)	폐기물 처리 및 청소에 관한 법	

보호하기 위한 기준이 설정되어 시행되고 있다. EU는 미국보다 생태계를 중점적으로 고려하고 있으며, 30개 이상의 화학물질에 대하여 인간 보호 기준이 아닌 대부분이 생태계 생물 보호를 위한 기준을 설정하여 시행하고 있다. 일본은 우리나라와 유사하게 인간의 건강 보호를 위한 수질 기준만을 시행해 오다가, 최근에 1개 물질에 대하여 수생태계 보호를 위한 기준을 공표하여 시행하고 있으며, 3개의 화학물질에 대하여 주요 감시항목으로 지정함으로써 보다 많은 물질이 수생태계 보호를 위한 목적으로 관리될 예정으로 보인다.

이러한 선진국의 추세는 단지 환경의 질을 관리하기 위한 별개의 국가적인 노력에 그치지 않고 국제적인 화학물질의 무역에 커다란 장애가 되기도 하여 수출입 관련 국가 경제에 미치는 영향이

적지 않다. 그 일례로서 2007년 6월에 발효된 EU의 REACH제도는 기존 화학물질에 대한 전면적인 재평가를 위한 자료의 확보 및 위해성평가 시행을 천명함으로써 EU에 화학물질 및 관련 제품을 수출하던 당사국은 자료 확보 및 재등록을 위한 재정적 부담을 안게 되었다. 우리나라는 EU와 같은 화학물질 등록 체계를 운용하지 않고 있었으므로 REACH에 대응하는 자료를 확보하기 위한 기술적인 준비가 미흡한 상황이고, EU의 재등록의 의사결정에 필요한 위해성평가 체계를 충분히 이해하고 대응하는 인력이 매우 부족한 상황이다. 이는 우리가 생산한 화학물질을 외국에 수출할 때 그 물질에 대한 안전성/위해성에 대한 변호를 외국의 전문인력에 의존할 수밖에 없다는 것을 의미한다.

이러한 세계의 화학물질 관리 추세에 부응하기

위하여 우리나라 환경부에서도 화학물질의 등록에 필요한 시험항목을 점차로 확대하는 계획을 가지고 있다.

한편으로 우리나라도 EU REACH와 유사한 제도를 도입할 준비를 하고 있으며, 이 때에는 국내 전문 인력에 의존하여 법적인 관리와 규제 제도를 운영하지 않으면 안된다.

2. 국내 생태위해성평가 기술력 현황과 국가 경쟁력

예비 조사 결과를 보면 국내 관련 교육 현황은 대부분 환경공학과 환경과학 관련학과에서 “환경위해성평가” 과목이 다수 개설되어 있는 것으로 추정되나, 이 과목에서 생태위해성을 어느 정도 다루고 있는지는 불명확하였다. 또한 대학에서의 석·박사과정에서 생태위해성평가는 전문가 수준의 이론 강의가 있으나, 화학물질관리와의 연계성은 미흡한 실정으로 보인다.

화학물질관리협회에서는 2006년을 전후로 화학물질 제조, 수입, 사용업체를 대상으로 위해성평가 전반에 대한 기초과정과 전문과정의 단기 훈련과정을 운영해 오고 있다. 훈련의 내용을 보면 위해성평가의 이해를 돕기 위한 원리 위주의 강의를 제공되고 있으며 그 중의 일부로 생태위해성이 간략히 취급되고 있다.

환경부에서는 2009년부터 생태독성 전문인력 양성 교육과정을 개설하여 생태독성 및 환경화학 관련 시험 기술을 훈련하는 프로그램을 진행하고 있다.

위에서 보는 바와 같이 우리나라에서 생태위해성평가에 대한 교육이 다양하지 못하여 국내에서는 생태위해성평가 전문인력이 충분히 확보되지 못한 상황이다. 따라서 위해성에 근거하여 법률 제도가 운영되는 선진국의 체제를 이해하기 어려우며 이에 기술적으로 대비되지 않은 국내 산업계의 국제경쟁력의 저하도 예상된다.

따라서 환경·건강 보호 및 지속가능한 화학산업과 생태위해성평가 전문인력 양성을 위한 전문화된 교육·훈련 프로그램 개발이 시급한 것으로 판단된다. 이를 위한 기초 작업으로서 국내외 생태위해성평가 교육의 내용을 보다 자세히 파악함으로써 이 분야 국내 인력 개발 교육 계획 수립을 위한 정보를 제공하고자 한다.

Table 2. Search titles of curricula concerning ecological risk assessment

생태위해성평가 관련 교과목	환경위해성평가 환경영향평가 환경(생태)독성학
노출평가 관련 교과목	환경화학 물질 전달 및 이동
생태독성 관련 교과목	(환경)생태학
위해성평가 관련 교과목	(생태, 환경)복원학 유해물질관리

조사 방법

1. 정규대학

1) 국내 대학

한국교육대학협의회에 등록되어 있는 4년제 대학 200개교(신학대, 교육대학 포함)를 대상으로 환경공학과, 생물/환경관련학과(생물학과, 생명과학과, 생명공학과, 농생물학과, 환경과학), 보건관련학과(약학과, 보건학과) 등으로 구분하여 학부와 대학원과정에서 교육되고 있는 생태위해성평가 관련 교과목 현황을 조사하였다. 각 학과에 대한 조사는 교육과학기술부 산하의 커리어넷(<http://www.career-net.re.kr>)을 이용하여 진행하였으며, 생태위해성평가 관련 교과목 조사 대상은 Table 2와 같다. 관련 학과가 개설되어 있는 대학 홈페이지와 검색사이트인 구글을 통해 교과목 교육 현황과 수업계획서 공개 여부 등을 조사하였으며, 구글을 통한 수업계획서 검색에는 “해당 교과목명 수업계획서”를 검색어로 하여 조사하였다.

2) 외국 대학

외국 대학의 교과과정 검색은 크게 두 가지로 나뉜다. 영어권의 검색과 일어권의 검색이었다. 영어권은 www.google.com을 이용하였고, 일어난 www.google.jp를 이용하였다.

외국 대학의 교과과정은 두 가지 방법으로 조사하였다. 첫째로 EU 내 대학의 현황 파악을 위하여 영국 DEFRA Central Research Laboratory의 보고서(EU EUROPA, 2009)를 조사하였으며, 미국 및 캐나다의 현황 파악을 위하여 미국의 Education for Sustainability Western Network 사이트(

west.madwolf.com) (Madwolftech, 2009)를 조사하였다. 둘째로는 구글을 이용한 검색을 통하여 보완하는 방법을 사용하였다.

2. 단기 교육 과정

1) 국 내

국내 생태위해성평가 단기교육 현황에 대한 조사는 웹사이트 검색을 통한 방법으로 진행하였으며, 국내에서 가장 많이 이용되는 포털사이트와 검색사이트는 웹사이트 순위제공 사이트인 100HOT (<http://100hot.co.kr/chart/list.jsp>)을 통하여 네이버 (www.naver.com)와 구글 (www.google.co.kr)로 확인하였다. 검색어로는 “위해성평가 교육”, “환경위해성평가 교육”, “생태위해성평가 교육” 등으로 선정하여 조사하였다.

2) 국 외

주로 미국의 환경독성화학회(Society of Environmental Toxicology and Chemistry) 및 위해성평가학회(Society of Risk Analysis)를 중심으로 조사하였고, www.google.com에서 검색하였다.

조사 결과

1. 국내 생태위해성평가 교육 현황

1) 국내 정규 대학

(1) 환경공학과

국내 정규 대학 200개교 중에서 환경공학과가 있는 84개교(대학교과정 83개교, 대학원과정 82개교)의 교과목을 조사해 본 바 다음 Table 3과 같이 생태위해성평가와 관련된 과목들이 개설되어 있음을 알 수 있다. 우선, 생태위해성평가라는 과목은 없었으며, 제일 근접한 과목명이 환경위해성평가로서 학부 6개교, 대학원 8개교로 확인되었다. 27개 대학이 학부에 환경영향평가 과목을, 그리고 13개 대학이 환경/생태 독성학 과목을 개설해 두고 있었다. 대학원 과정에서는 환경/생태 독성학으로 14개교가 강의하고 있다. 노출평가와 관련해서는 학부 및 대학원 합하여 49개 강의가 개설되어 있어 국내 환경공학과에서 환경화학에 대한 교육의 비중이 큼을 알 수 있다. 생태독성과 관련해서는 학부에서

Table 3. Summary of the number of the curricula concerning ecological risk assessment in the department of environmental engineering in Korean universities

개설과목	학부	대학원 (고급, 특론 포함)
생태위해성평가		
환경위해성평가	6	8
환경영향평가	27	7
환경(생태)독성학	13	14
노출평가		
환경화학	29	20
물질 전달 및 이동	3	9
생태독성		
(환경)생태학	34(공학 포함)	13
위해성관리		
(생태, 환경)복원학	2	4
유해물질관리	2	

34개교가 생태학을 교육, 대학원과 합하여 총 47개 강의가 개설되어 있으므로 생태학에 대한 강의도 환경화학과 비슷한 수준인 것을 알 수 있다. 그러나 생태관리와 연관되는 생태/환경 복원학은 학부와 대학원을 합하여 6개 강좌에 불과했다. 그리고 화학물질 관리에 대한 개별 강좌도 이와 같은 수준이었다.

환경공학과가 개설되어 있는 84개 학교를 대상으로 수업계획서를 조사한 결과, 학부과정에서 2개 교과목(환경화학, 환경영향평가)과 대학원과정에서 2개의 교과목(환경독성학, 환경영향평가)에 대한 수업계획서를 확인할 수 있었다. 제한된 숫자이기 는 하나 이를 간략하게 요약하면, 환경공학과에서의 환경화학 과목은 주로 무기화학 위주이며, 환경영향평가 과목은 생태에 대하여 제한된 수준으로 다루고 있으며, 환경독성학은 인체 위주의 내용인 것으로 파악되었다.

(2) 생물/환경관련학과

교육과학기술부에서 운영하는 커리어넷을 이용한 생물학과/생명과학과/생명공학과/농생물학과/환경과학과 검색결과 88개 학교에서 167개 학과가 검색되었으며, 검색된 학과를 대상으로 위해성평가 관련 강의 현황을 조사하였다(Table 4). 위해성평가 관련학과 조사결과 59개 대학 83개 학과에서 325개의 강의가 개설되어 있었으나 명확히 위해성평가 교육을 주제로 하는 강의는 개설되어 있지 않았다.

Table 4. Summary of the number of curricula concerning ecological risk assessment in the department of biological/environmental science in Korean universities

개설과목	학부	대학원 (고급, 특론 포함)
생태위해성평가		
환경위해성평가		
환경영향평가	2	1
환경(생태)독성학	3	9
노출평가		
환경화학		1
물질 전달 및 이동		
생태독성		
(환경)생태학	65	67
(환경)생물학	58	51
야외실습	29	2
환경생리학		11
환경과학	2	9
환경공학	10	6
수질환경	3	
오염생물학	3	
환경유전공학	1	
위해성관리		
(생태, 환경)복원학	1	
유해물질관리		

위해성평가와 관련된 과목은 주로 환경/생태/독성학으로 개설되어 있고 학부 및 대학원을 합하여 12개였다. 대학원과정은 위의 환경공학과와 유사한 경향이었으며, 노출평가와 관련된 과목은 미미함을 볼 수 있다. 생태와 관련된 과목으로는 환경생물/생태학이 단독으로 혹은 병행하여 학부와 대학원을 합하여 총 241개 강좌가 개설되어 있다. 이와 연관되어 야외 실습도 31개가 있다. 그 외에 환경생리학, 환경과학, 환경공학, 수질환경, 오염생물학 등 10개 과목 내외로 개설되어 있다. 생태 복원에 관해서는 1개 강좌가 있다. 이를 요약하면 국내 생명/환경과학과에서는 생태학에 대한 강좌가 최대의 강점임을 파악할 수 있다.

생물/환경관련학과가 개설되어 있는 88개교를 대상으로 수업계획서를 조사한 결과, 3개 교과목(생태학 및 실험, 야외생물학 및 실습, 생태학)에 대한 수업계획서를 확인할 수 있었다. 이를 간략하게 요약하면 생물/환경관련학과에서의 생태학 강의는 강의와 실습이 병행되어서 상당한 깊이의 지식과

Table 5. Summary of the number of curricula concerning ecological risk assessment in the department of public health in Korean universities

개설과목	학부	대학원 (고급, 특론 포함)
생태위해성평가		
환경위해성평가	2	1
환경영향평가	6	1
환경(생태)독성학	3	4
노출평가		
환경화학	6	3
물질 전달 및 이동		
생태독성		
(환경)생태학	4	1
위해성관리		
(생태, 환경)복원학		
유해물질관리		

기능을 습득시키는 것으로 판단된다.

(3) 보건관련학과

국내 약학과, 보건학과, 보건대학원 등이 있는 즉, 보건 관련 학과를 조사한 결과, 대상 총 49개교 중에서 생태위해성평가 관련 과목은 다음 Table 5와 같다. 환경위해성평가, 환경영향평가, 환경독성학 등이 각각 3, 7, 7개씩 강좌가 개설되어 있다. 이는 보건 관련 학과들이 위해성평가의 일부로 생태 위해성을 포함하고 있음을 보여 주고 있다. 그리고 환경화학은 9개 강좌가 개설이 되어 이 분야에 다소 강점이 있을 것으로 보인다. 그 외 생태학이나, 복원에 관해서는 미미한 것으로 보아 화학물질의 관리를 염두에 둔 교과목의 편성임을 알 수 있다.

보건관련학과가 개설되어 있는 49개교를 대상으로 수업계획서를 조사한 결과, 홈페이지 및 웹사이트를 통한 수업계획서는 확인되지 않았다.

2) 단기 교육

국내 생태위해성 관련 단기 교육은 Table 6에 나타난 바와 같이 크게 두 가지로 보인다. 첫째는, 화학물질관리협회가 주관하여 산업체를 대상으로 하는 환경위해성평가 교육(Table 6) 프로그램이다. 그 교육 내용을 보면 화학물질의 인체위해성평가를 근간으로 생태위해성이 일부 포함된 교육이다. 이 교육은 기초반(Table 7)과 전문반(Table 8)으로 나누어 있고, 기초반은 1일, 전문반은 2~3일의 과정

Table 6. Status of short-term training in ecological risk assessment in Korea

연도	교육명	교육주관	교육지원	대상	교육일정	교육시간 (생태위해성)	인원
2009	국내외 환경규제 대응을 위한 환경위해성평가 교육	한국화학물질 관리협회	환경부	화학물질 제조·수입·사용 사업장	기초과정	'09.5.29	
			기술진흥원	배출량조사 대상 사업장 기타 화학물질·환경관련 사업장 및 연구소 담당자	전문과정	'09.6.26 '09.8.27~28	
2008	2008년 환경위해성평가 기초과정 및 전문과정 교육	한국화학물질 관리협회	한국환경 기술진흥원	화학물질 제조·수입·사용 사업장	기초과정	'08.3.28 '08.4.25 '08.5.23	
					전문과정	'08.8.28~29	
2007	환경위해성평가 전문과정 교육	한국화학물질 관리협회	한국환경 기술진흥원	화학물질 제조·수입·사용 사업장	전문과정	'07.8.29~31	
	2007년 위해성평가 기초과정 교육	한국화학물질 관리협회	한국환경 기술진흥원	화학물질 제조·수입·사용 사업장	기초과정	'07.6.1	3시간
2006	2006년 위해성평가 기초과정 및 전문과정 교육	한국화학물질 관리협회	환경관리공단	화학물질 제조·수입·사용 사업장	기초과정 전문과정	'06.9.8 '06.11.8~10	120 30
	폐광산지역의 환경위해성평가 단기강좌	광주과학기술원	지질환경 비소제어연구실, USGS, Colorado School of Mines	관련 전문가		'06.3.20~21	30분

Table 7. Curriculum of the short-term basic training course offered by the Korea Chemicals Management Association

구분	교육과목	세부내용
기초과정	환경위해성평가의 개요	위해성평가의 전반적 흐름 이해
	국내외 관련 법령 및 국제동향	위해성 평가제도 관련된 법령 및 국제적 동향을 이해하여 산업체의 대응에 도움
	위해성평가기초해설 환경/생태 위해성평가기술개요	독성, 노출, 용량-반응평가 등 위해성 평가의 기초적 이론 해설을 통해 기본적인 개념 습득
	위해성관련 자료수집 및 확인방법	위해성과 관련된 국내외 자료를 수집할 수 있는 방법 및 위해성 확인 방법 이해
	위해성평가 사례	위해성 평가 관련 산업체 실제 적용 사례 제시

Table 8. Curriculum of the short-term advanced training course offered by the Korea Chemicals Management Association

과정명	교과분야(안)	과목 및 세부내용(안)
전문과정	환경위해성평가 이해	- 환경위해성평가의 개요 및 국제동향 이해 : 위해성평가의 전체적 흐름과 국제적 동향 이해
	환경유해성평가 (I), (II)	- 독성시험방법, 환경독성평가, 화학물질의 위해성평가 등 : 위해성평가를 위한 시험방법, 환경독성에 대한 평가 방법 이해
	환경유해성평가 (III)	- CSR작성, QSAR실습, Risk Communication 위해성 평가, 자료 수집 (인터넷 실습) : 위해성평가에 대한 실습 또는 모델링 실습을 통해 실무적인 지식 습득

이다. 기초반은 강의 위주로서 관련 법규의 이해를 중심으로 일정이 잡혀 있고, 전문반은 화학물질 등록과 관련된 실무 교육으로 구성되어 있다. 둘째로는, 생태위해성평가의 단기 교육으로는 비록 일회성이기는 하였으나 광주과학기술원에서 주관한 폐광산의 관리를 위한 교육이 특기할 만하다. 이 교육의 특징은 대부분 미국의 전문가들이 참여하여 교육한 점과 현장에서의 실습 교육이 상당 부분을 점하고 있다는 것이다.

2. 국외 생태위해성평가 교육 현황

1) 영어권 정규 대학 검색 결과

영어권의 정규 대학 인터넷 검색 결과는 Table 9에 나타내었다. 영어권의 검색은 “생태위해성평가”만을 검색어로 입력하여도 검토하기에 충분한 수업계획서(syllabus)를 확보하였다.

출력한 84개 수업계획서들을 분류하고 검토한 결과는 다음 Table 10과 같다. 표에서 보는 바와 같이 미국에는 세 대학이 생태위해성평가라는 명칭의 교과목이 개설되어 있다. 생태독성학, 환경독성학, 환경위해성평가 및 관리 등 관련 강좌에서 생태위해성평가가 일부 포함되어 강의되고 있음을 알 수 있다. 여기서 환경위해성평가, 생태독성학, 환경독성학 등 관련 과목들이 대부분 생명/환경과학 분야의 학부 및 대학원에서 교육하고 있음을 알 수 있다. 아마도 이는 생태위해성평가의 학제적인 특성상 자연과학분야의 기술 분야(환경화학 및 생태학)가 주를 이루기 때문인 것으로 생각된다.

다수의 수업계획서를 검토한 결과 단기 교육에

참고로 할 만한 특이한 수업계획서는 다음과 같다.

- 캐나다의 University of Saskatchewan의 생물학과는 학부과목으로 Ecological Toxicology (Biol. 475)를 주당 3시간 강의, 3시간 30분 실험 강좌가 있다. 이 강좌는 1월에서 4월까지이므로 3학기제로 보이나, 2학기제와 유사한 시간이다. 강의 내용 및 실습내용은 아래와 같다.

강의내용

- 독성학, 생태독성학
- 실험실적 독성시험 1, 2
- 생태계의 구성과 작용
- 생태계의 비교
- 생태계의 compartment model
- 생태계 모델
- 오염물질의 거동
- 거동 사례
- 영향의 조사: 환경영향 모니터링
- 환경영향 조사
- Stress에 대한 생태계의 반응
- 영향 조사의 설계 1, 2
- 집단생물학
- 집단수준에서의 영향조사
- 유전적 변이 및 저항성의 진화 1, 2
- 군집 수준의 영향 조사 1, 2
- 우라늄 광산의 영향
- 위해성평가

실습내용

- 독성시험

Table 9. Result of the internet search (www.google.com) in the English-speaking countries

검색어	검토 개수	검색수/히트 수
“ecological risk assessment” syllabus	84	200/1810

Table 10. Categorization of curricula by major departments in the English-speaking countries.

	환경공학		생명/환경 과학		보건관련		사회과학	
	학부	대학원	학부	대학원	학부	대학원	학부	대학원
생태위해성 평가			1	2				
생태독성학			5	1		1		
환경독성학		1	6					
환경위해성 평가 및 관리	2	1	2	1		1	1	1

- 생태계의 compartment model
- 생태계 모델: 직·간접영향평가
- 실험설계
- Exxon Valdez 기름유출사고의 영향 연구
- 집단 비교
- 집단영향검색: BACI 설계
- 중금속에 대한 저항성
- 광산유출수의 조류군집에 대한 영향
- 광산유출수의 생태계에 대한 영향

○ California State University, Sacramento의 환경학과(Environmental Studies Department)에 환경위해성평가입문(ENVS 199) 과목이 개설되어 있다. 주당 1시간으로 15주, 총 15시간을 강의함으로써 현재 사회에서 진행되고 있는 위해성평가 전반을 이해시키는 데 목적이 있다. 이 강의의 특징은 모든 강의가 팀체제로 이루어진다는 것이다. 그리고 반 이상의 시간을 주정부의 환경보건국(OEHHA) 공무원이 강사로 참여하고 있는 것이 특징이다.

- 그 내용을 보면,
- 개요: 위험성확인, 용량-반응, NOAEL/UF, 생식독성물질, 반응 모델
 - 내분비장애물질, BMD
 - 발암물질 위해성 평가
 - 노출평가
 - 위해성평가 패러다임, 작용기작
 - 대기 규제 계획, 문제지역, 민감군
 - 수질과 음용수 안전 수준
 - 농약 평가, MOE 고려, 잔류허용량, FQPA
 - 지역 특이적 위해성평가, Superfund의 예
 - California의 어린이 적용 RfD, 통합 위해성평가
 - 생태위해성평가-식물과 새

- 생태위해성평가-해수/담수 경계수계
- 생태위해성평가: 수계환경
- 최근이슈: 누적영향, REACH, 예방원리, 녹색화학
- 기후변화와 환경지표 등이다.

2) 영어권 단기 교육훈련 과정 검색 결과

Table 11과 같이 영어권의 여러 나라에서 생태위해성평가 명목으로 제시된 단기 교육 프로그램의 검색 수는 많지 않았다.

제한된 숫자 중에서도 생태위해성평가가 중요한 비중을 차지하는 단기 교육 두 개의 프로그램은 아래와 같다.

- 첫 번째는 미국 Fish & Wildlife Service (FWS)의 NCTC (National Conservation Training Center)가 지원하는 프로그램이다. ECS3135로 코드명이 되어 있고, 내무성(DOI) 직원을 대상으로 교육한다. 기간은 5일 36시간이고 non-FWS 직원에게는 \$850의 교육비가 부과된다. 그 교육 목적은 Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act (CERCLA)와 Resource Conservation and Recovery Act (RCRA)을 시행하는데 필요한 생태위해성평가이다. 구성내용은 다음과 같다.
 - 평가 및 측정, 문제제기의 적정성 검토
 - 해당 환경상황을 대표하는 필요 자료 확인
 - 오염의 특성과 정도에 관한 자료를 사용하여 미진한 자료 및 자료의 질을 평가하고, 문제 오염물질의 리스트를 만드는데 사용한 절차 기술
 - 환경상황과 문제 물질의 분포에 관한 정보를 종합하여 개념모델 결정
 - 적정 평가 및 측정 종말점을 선정하기 위

Table 11. Result of internet search (www.google.com) on short-term training courses in the English-speaking countries

검색어	검토 개수	검색수	히트수
Short course on "Ecological risk assessment" SETAC	5	100	1980
w/o SETAC	5	100	2,380
"Training curriculum"	3	69	185 → * 69
"Ecological risk assessment"	3	69	185 → * 69
"Training curriculum"	3	112	250 → 112
"Environmental risk assessment"	3	112	250 → 112

*총 히트수 중 무관한 히트가 제외된 최종 검색수

- 해 개념모델을 사용하여 노출 모델의 적용 가능성 결정
- 분석단계의 정보를 사용하여 노출과 영향 부분을 결정하기 위하여 사용한 자료, 방법, 결과의 적합도 해석
- 위해성을 계산하고 결정하기 위해 사용된 노출평가와 영향평가의 종합 과정 검토

○ 두 번째 과정은 Resource Training Institute (RTI)에서 제공하는 RTII293으로 명명된 Managing Human Health and Ecological Risk Assessments Under RCRA and CERCLA 강좌이다. 3일간 24시간 강좌이며 교육비는 \$1,525이며 교육 대상은 정부 공무원과 CERCLA, RCRA, 연방정부기관 오염제거 관련 종사자들이다. 특이한 점은 이 강좌를 이수하면 University of South Carolina의 평생교육학점 (Continuing Education Unit) 2.4 단위를 받게 된다. 구성 내용은 다음과 같다.

- 개요: 위해성평가
- CERCLA/RCRA 법규 framework
- 과업계획 및 지점 조사: 과정 계획
- 과업계획 및 지점 조사: 개념적 지점 모델 및 자료의 질 목표
- 인체보건 위해성평가: 화학물질 평가
- 인체보건 평가: 방사성동위원소 평가
- 위해성 의사소통 및 주민 참여
- 생태위해성평가
- 위해성평가로부터 위해성관리
- 계산적 접근 등

이와는 별개로 사례 중심이나, 생태위해성 관련 비중이 다소 낮은 단기 교육들은 다음과 같다.

○ 국제기구인 UNEP은 2009년 1월 Belize에서 기름유출방지에 대한 워크샵을 가졌다. 3일간의 훈련 기간 중 2일은 생태위해성평가에 할애되었으며, 그 내용은 크게 네 가지로,

- 기름의 거동 및 이동 예측
- 위험 예상 환경 자원의 확인
- 고려 가능 대응방안들의 확인
- 대응전략의 확인 등이다.

환경위해성평가의 제목 하에 개설된 단기 강좌는 많지는 않으나, 다수 진행되고 있다.

- 태국의 Asian Institute of Technology (AIT)의 Extension 프로그램으로 개설된 강좌는 EU13으로 명명되고, 2주간 강의된다. 평가를 관리에 이용할 수 있는 기술을 습득시킨다는 목표이며 구성 내용은 다음과 같다.
 - 위해성평가 framework: 사업 의사결정의 환경적 측면, 사업 주기에서 ERA, 개발사업을 위한 ERA framework
 - 위험성확인: 위험의 빈도 및 정도, 영향에 대한 민감도, 위험 관리
 - 위험성계산 (Scoping): 위해성관리과정의 범위, 분석의 수준, 시스템 범주, 위해성 표현과 위해성 과정의 정의, 범위 설정 회의

민간 자문회사에서도 교육/훈련을 제공한다. Ciba 회사와 ICF International에서 환경위해성평가 훈련을 제공한다고 하고 있으나 그 구체적 내용에 대해서는 공표하고 있지 않다.

미국의 환경독성화학회 (SETAC)는 이런 분야에서 선도적 역할을 담당하고 있다. 거의 매년 생태위해성평가 교육이 short course의 형태로 전해져 내려오고 있다.

- 2004년 4월 22~23일 Hudson-Delaware Regional Chapter의 연례학회에서는 3시간의 단기 과정이 있었다. 여기서는 EPA의 Superfund site의 생태위해성평가의 8단계에 대한 기본적인 소개로 구성되었다.
- 2008년 8월 3일 SETAC 세계학술대회 기간 중에 EU의 농약과 가정용 방제약품들의 생태위해성평가에 대한 단기 과정이 있으며, 수강료는 1일 \$500이었다. 특별히, Higher-tier Aquatic Risk Assessment for Pesticides (HARAP)에 대한 도구와 학문적 배경에 대해서 교육하였다.
- 2008년 11월 16~20일에 Tampa에서 있는 북미주 연례 학술대회에서는 1일 단기 과정으로서 Application of population biology to ecological risk assessments 강좌가 있었다.

그러나 일반적으로 SETAC의 단기강좌의 내용은 공개되지 않는다.

정부간 합의에 의한 단기 과정도 있다. 생태 및 인체보건 위해성평가에 대한 단기강좌

는 멕시코 정부의 요청으로 2008년 3월 10~14일 5일간 멕시코시티에서 캐나다와 미국 정부가 지원하는 훈련에 관하여 진행되었다. 그 목적을 보면 다이옥신으로 오염된 지역 문제를 해결하는 기술 능력을 신장하는 데에 집중하는 것이었고, 그 내용 중 생태 부분만을 보면 아래와 같다.

- 문제제기

- 지점 파악
- 생태 파악
- 문제 예상 화학물질
- 배경 농도
- 문제 화학물질
- 노출 경로
- 문제 생물(receptor)
- 개념 모델
- 평가 및 측정 종말점
- 분석 계획

- 노출평가

- 단계와 방법의 개관
- 결정론적 노출 평가
- 중심경향의 측정법
- 확산의 측정법
- 불검출의 처리
- 지리·공간적 도구
- 노출평가 모델
- 수계 사례-chloramines
- 야생계 사례-PCB에 노출된 밍크
- 불확실성의 계산

- 영향평가

- 단계와 방법의 개관
- Benchmark와 독성 표준치
- 농도와 용량-반응 곡선
- 무작용량(NOELs)과 최저작용량(LOELs)
- 회귀분석
- 종민감성 분포
- 야외조사

- 위해성결정

- 단계적 접근
- 위해성 곡선
- 기타 증거들
- 밍크 사례
- 밍크 야외 조사

- 증거 가중치 평가
- 불확실성의 근원
- 강점과 약점
- 의사결정

캐나다의 Guelph 대학에서 제공하는 개방대학과정인 Advanced Principles of Toxicology라는 강좌가 있다. 10일간의 기간 중에서 최종 1.5일간에 생태독성학적 위해성평가 강의가 있는데, 그 내용은 다음과 같다.

- 생태독성학

- 생태계 개념
- 구조와 작용
- 개념적 모델과 위해성 가설
- 위해성평가 분석

- 위험성 확인

- 용량-반응 관계를 설정하는 기술

- 분석 기술

- 육생생태계: 식물 및 미생물
- 육생생태계: 무척추동물
- 육생생태계: 척추동물
- 육생생태계: 새
- 수생생태계: 조류와 대형식물
- 수생생태계: 무척추동물
- 수생생태계: 척추동물

- 야외에서의 영향 측정

- 모의생태계 시험: 모의생태계 관찰

- 환경에서의 노출 농도 결정

- 환경 시료 채취
- 분석
- 노출 예측의 간이 모델

- 생태위해성평가

- 생태위해성평가의 단계
- 생태위해성평가의 체계

- 독성, 위험성, 위해성

- 위해성평가의 첫 단계-스코어법

- 위험성계수

- 확률론적 접근

- 확률론적 위해성평가의 사용
- 평가 방법
- 노출 profile
- 분포 순위 계산

- 확률론적 위해성평가를 위한 노출 모델
- 독성 profile 등

미국 EPA에서 시행하는 단기 교육 프로그램으로는 신규화학물질의 등록에 사용되는 위해성평가와 관련된 P2 Framework 교육이 있다. 이 교육은 3일(2.5일)동안의 인체 및 생태위해성평가 교육으로서 EPA에서 신물질 및 기존 화학물질의 위해성에 대한 사전 스크리닝 방법으로 화학구조식에 근거한 생태독성 예측치 및 이화학적 특성의 예측치에 근거하여 노출 추정치를 계산하고, 위해성을 평가하는 방법을 교육한다. 강의와 컴퓨터 프로그램 운용 실습을 통한 실전적인 훈련이며, 그 내용은 아래와 같다.

- (1일) 개요(1.5시간)
 - 요약평가(0.5시간)
 - 자료, 정보(0.5시간)
 - EPISUITE: 이화학특성(0.75시간)
 - EPISUITE: 거동(1시간)
 - EPISUITE: 실습(0.5시간)
 - ECOSAR: 수생태 독성(1시간)
 - ECOSAR: 실습(0.5시간)
 - PBT profiler(0.5시간)
 - PBT profiler 실습(0.5시간)
- (2일) 비발암 스크리닝(1시간)
 - 비발암 스크리닝 실습(0.5시간)
 - 유사구조체 확인 도구(0.25시간)
 - OncoLogic(1시간)
 - OncoLogic 실습(0.5시간)
 - E-FAST(1시간)
 - E-FAST 실습(0.5시간)
 - ChemSTEER 설명 및 실습(1시간)
 - 토의(0.5시간)
- (3일) 위해성평가(1.25시간)
 - 위해성평가 실습(1.25시간)
 - 녹색화학/녹색공학(0.5시간)
 - 최종정리(0.25시간)
 - 질의, 토의(2시간) 등이다.

EU에서는 REACH의 도입에 대비하기 위한 화학물질의 위해성평가 도구에 대한 강의와 실습이 혼합된 ECB(European Chemical Bureau) 여름 과정으로 실질적인 교육이 이루어졌고, 이의 후속 교육들이 진행되고 있다. 2006년에 이탈리아의 Ispra

(Institute for Health and Consumer Protection의 소재지)에서 5일간의 교육이 진행되었으며, 이 프로그램의 내용을 요약하면 아래와 같다.

[Module I: QSAR]

(1일) 개요

REACH제도 하에서 비시험 자료의 사용 컴퓨터를 사용한 독성과 거동의 예측: 이론적 배경 및 철학

EPISUITE(미국 EPA 사용 software) 소개(1시간)

EPISUITE 실습(0.45시간)

Generic 3 Trophic Model(캐나다 환경청 사용) 설명(1.25시간)

Generic 3 Trophic Model 실습(2.5시간)

(2일) Ambit Discovery를 사용한 활용 도메인 평가

독성예측을 위한 MultiCASE software 소개(1.5시간)

MultiCASE 실습(미국 개발) - 생태(1.5시간)

MultiCASE 실습-인체(2.5시간)

(3일) Derek software(독성 예측: 영국 개발) 소개(1.5시간)

Derek 실습(1.5시간)

Meteor 소개 및 실습(영국 개발)(1.5시간)

Vitic 소개 및 실습(영국 개발)(1시간)

[Module II: EUSES]

(1일) TGD와 EUSES의 관계

EUSES 소개(1.5시간)

배출 추정 소개 및 실습(2시간)

환경(생태) 노출평가 소개 및 모델링 실습(1시간)

인체(간접, 소비자, 작업자) 노출평가 소개 및 실습(2시간)

(2일) 생태 영향평가 및 위해성 결정 소개 및 실습(1.5시간)

인체 영향평가 및 위해성 결정 소개 및 실습(2시간)

REACH 하에서 추후 위해성평가의 접근(1.5시간)

이 코스의 특징은 강의와 실습이 병존하고, 실습 위주의 교육이며, EU 연구직 공무원과 미국, 영국,

Table 12. Number of universities in Japan

구분	국립	공립	사립	총계	사립의 비율 (%)
平成 10년	99	61	444	604	73.5
平成 20년	86	90	589	765	77

Table 13. Departments and curricula concerning ecological risk assessment in 86 Japanese universities.

분류	학부	대학원
환경공학	Toyohashi U. of Tech.: 화학생태학, 환경평가계획론	
	Okayama U.: 환경영향평가학	
	Nagaoka U. of Tech.: 환경생태공학, 생태학 기초	
	Iwate U.: 환경화학, 환경생물학, 환경영향평가	Tohoku U.: 영향평가론, 환경생태학, 환경화학/생태학개론
	Saitama U.: 환경독성학	
환경과학	Hokaido U.: 환경평가학	
	Yamanashi U.: 환경생태학, 환경화학, 환경생물실험	
	Nagasaki U.: 환경독성학	
	Akita U.: 환경독성학, 환경평가론, 생태계관리학, 생태학야외실습, 환경화학실험, 환경화학물성론	Yokohama U.: 환경위해성관리
이학	Shinshu U.: 생태독성학	
	Nara Women's U.: 수권생물학야외실습, 생태학, 생태학실습	
	Ochanomizu U.: 생태학	Tsukuba U.: 환경모델링론, 생태학, 환경화학물질위해성론
	Tsukuba U.: 생태학	
	Yamanishi U.: 환경생물실험, 환경야외조사, 환경화학	
농학	Miyazaki U.: 수산환경독성학	
	Ehime U.: 환경독성학	
	Shizuoka U.: 환경독성학	
	Kyoto U.: 환경동태학	Tokyo U.: 보전생태학
	Utsunomiya: 환경화학, 환경평가론, 지역생태학 연습	
	Tokyo U. of Agr. & Tech.: 환경독성학	
보건관련		

캐나다의 software 개발자들이 직접 강의한다는 점이다.

3) 일본 정규 대학 검색 결과

일본의 문부과학성에서 공표한 정규 대학의 숫자는 Table 12에서 보는 바와 같이 2008년에 국립대학이 86개, 사립대학이 589개이기 때문에 국내 조사에서와 같이 모든 정규 대학의 개별 웹사이트를 조사하는 것이 어려우므로 우선 국립대학을 조사하고, 동시에 일본 구글을 통한 수업계획서 검색을 시도하였다. 그 결과는 Table 13과 같다.

일본의 국립대학은 생태위해성평가를 정식 과목으로 채택한 대학은 없고, 환경공학 분야에서는 환경영향평가가 주를 이루고 환경생태학 및 환경독성학, 환경화학 등이 개설되어 있다. 국립대학의 한

Table 14. Result of internet search (www.google.jp) on ecological risk assessment in Japanese universities

검색어	유효수	검색수/히트 총수
生態危害性評價 syllabus	0	33
生態毒性學 syllabus	38	180/393
“生態リスク評価” syllabus	3	8
“生態リスク評価” シラバス	3	76

경과학, 이학, 농학 분야에서 환경/생태 독성학의 명칭으로 개설된 과목이 주를 이루고, 이학계통에서는 생태학 및 실습이 주종을 이루고 있다. 우리나라와 다소 차이가 있는 것은 보건관련 학과에서 관련 강의를 개설되어 있지 않다는 점이다.

구글을 통한 검색 결과를 Table 14에 나타내었다.

Table 15. Categorization of 60 foreign syllabi by objectives and departments

		화학물질 관리	생태 복원	원리/방법 이해	계
정규 대학 과정	생명/환경과학	1	4	20	25
	환경공학	2	2	7	11
	약학, 보건학			8	8
	사회과학			8	8
단기 교육		3	5		8
계		6	11	43	60

일본에서의 정규 대학에서의 생태위해성평가에 대한 단일 강좌는 검색되지 않았다. 그러나 ‘생태독성학’이라는 명칭과 관련된 강의 계획서는 다수 찾을 수 있었다.

Shinshu University (<http://science.shinshu-u.ac.jp/~environ/class.html>)의 학부 과정에 유해화학물질의 생태학적 관점에서 이해시키기 위한 2학점의 생태독성학 과목이 개설되어 있다. 그 내용을 보면, 아래와 같다.

- 개요
- 유해화학물질의 야외에서의 거동
- 오염의 실태
- 직접영향
- 직접영향평가법
- 독성시험법 개설
- 바이오 모니터링
- 간접영향의 개념
- 간접영향평가법: 메조코즘
- 생물간 상호작용에의 영향
- 생태계의 구조와 기능에 미치는 유해화학물질의 영향
- 유해화학물질의 생물축적, 생물농축
- 환경호르몬
- 산성비, 지구온난화의 생태계 영향.

일본에서의 인터넷 검색 결과는 따로 분석을 하지 않고 다음에서 영어권 국가의 수업계획서 검색 결과와 합하여 결과 현황을 분석하였다.

4) 국외 주요 수업계획서의 목적별, 분야별 분석

구미 영어권 국가와 일본에서 찾아 낸 주요 수업 계획서를 강의의 목적별, 그리고 학문의 분야별로 분류함으로써 국내 교육의 방향에 도움이 될 수 있도록 하였다. 분석 결과는 Table 15와 같다. 확보된

총 60개의 수업계획서 중에서 정규 대학 교육에서는 방법과 원리 이해 수준의 과목이 가장 보편적이었고 생태 복원, 화학물질 관리 등을 다루고 있다. 단기 교육에서는 생태 복원과 화학물질 관리를 구체적 목적으로 하는 내용이 대부분이었다. 그리고 생태위해성평가 과목은 대부분이 생명/환경과학 분야에서 주로 이루어지고 있으며, 환경공학, 보건관련 분야, 사회과학 분야에서도 일부 교육되고 있었다.

검색된 외국 주요 syllabus의 인터넷 주소는 참고문헌의 후미에 분야별로 수록하였다.

결 론

이상에서 파악된 국내외의 교육의 현황을 비교해 보면 다음과 같이 요약될 수 있다.

첫째, 국내 정규 대학 교육에서는 생태위해성평가 할 수 있는 기본적인 전문 교육과정은 수행되고 있다. 즉, 환경화학 분야는 환경공학과와 보건관련 학과에서, 생태학 관련 분야는 환경공학과와 생물, 생명, 환경과학과가 있는 다수의 대학에서 시행되고 있는 것으로 파악되었다. 그러나 화학물질의 생태위해성을 평가하고 생태 복원을 목적으로 하는 평가 능력을 겸비한 “생태위해성평가사”의 자질을 가진 인재의 양성에는 미흡한 점이 있다.

둘째, 국내에 진행되고 있는 소수의 단기 교육 프로그램들은 인체 위주의 평가 지식을 이해하는 수준에 머무르고 있고, 현장이나 실무에 적용하기에는 부족한 면이 있다.

셋째, 선진국에서는 국내와 동일한 전문 분야의 강좌가 개설되어 있을 뿐만 아니라, “생태위해성평가”라는 명칭의 단일 강좌가 제공되고 있다. 그리고 강의와 병행하여 동일한 비중의 실습이 도입되

며, 현장에서 근무하는 규제기관의 담당자에 의한 강의가 부분적으로 이루어지고 있다.

넷째, 이러한 국내외의 차이는 국내외의 관련 법규에서 구체적으로 요구하는 평가 지침의 유무의 차이에서 기인하는 것으로 판단된다.

이로 볼 때 국내의 정규 대학 교육 과정에서 다소 미흡한 생태위해성평가의 능력은 국내외적인 필요성과 시급성에 부응하기 위하여 이 분야의 단기 훈련으로 보완하는 것이 필요할 것으로 판단되고, 그 내용은 외국의 단기교육 과정을 골격으로 하되 내용을 국내 교육생의 수준에 맞추어 변경하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

감사의 글

본 조사는 환경부/국립환경과학원의 용역 연구비(사업명: 생태위해성평가 교육 프로그램 개발) 지원에 의하여 수행된 연구결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

참고 문헌

- 일본 환경성, 수산동식물의 피해방지에 관한 농약등록 보류기준에 대하여, 2009a, www.env.go.jp/water/sui-kaitei/kijun-index.html
- 일본 환경성, 수질오탁에 관한 환경기준에 대한서의 일부를 개정하는 건의 시행등에 대하여 (통지), 2009b, www.env.go.jp/hourei/syousai.php?id=5000096
- Barnthouse L. The Strength of the Ecological Risk Assessment Process: Linking Science to Decision Making, *Integrated Environmental Assessment and Management* 2008; 4(3): 299-305.
- Bradbury SP, Feijtel TC and Van Leeuwen CJ. Meeting the Scientific Needs of Ecological Risk Assessment in a Regulatory Context, *Env Sci & Tech* 2004; Dec. 1, 463A-470A.
- EU Parliament. Directive of the European Parliament and of the Council on Environmental Quality Standards in the field of water policy 2008; PE-CONS 3644/08.
- EU EUROPA, Public health-Database of risk assessment training schemes, 2009, http://ec.europa.eu/health/dyna/training/training_en.cfm
- Madwolftech, Education for Sustainability, Western Network,

Course-Search Results: "ecological risk assessment", 2009, http://efswest.madwol ftech.com/Resource_Center/Second_Nature/courses.nsf

US EPA. Guidelines for Ecological Risk Assessment 1998; EPA/630/R-95/002F.

<외국 대학의 syllabus 참고 사이트>

생태위해성평가

- Southern Illinois University at Edwardsville (SIUE)(www.siu.edu/~kevjohn/envs595/595.html)
- University of Minnesota (UMN) (www.entomology.umn.edu/classes/ent5241)
- University of Vermont (UMN) (http://vip2.uvm.edu/~wbowden/Teaching/ENSC202_Watersheds/Syllabus/Current)

생태독성학 (Ecotoxicology)

- University of Georgia (www.publichealth.uga.edu/student/Syllabi/EHSC4060.pdf)
- Davidson College (www.bio.davidson.edu/people/chparadise/ecotox/ecotxsyl.pdf)
- Purdue Univ. (www.agriculture.purdue.edu/fnr/faculty/sepuveda/courses.htm)
- University of Cincinnati (www.bioweb.ad.uc.edu/courses/Syllabi/666_syllabus_Shann_2006.pdf)
- University of Saskatchewan (www.usask.ca/biology/home/syllabi/475-2009.pdf)
- Danish Institute of Study Abroad (DIS) (www.dis.dk/Academic/Courses1/syllabi/ecotox_ruc.pdf)
- University of Minnesota (www.d.umn.edu/~pschoff/Ecotox-04Syllabus.htm)

환경독성학

- Washington State University (<http://feq1.wsu.edu/esrp532/SyllabusFall2004v4.pdf>)
- Ithaca College (www.ithaca.edu/faculty/sallen/Bio378/378_syl.pdf)
- Trent University (www.trentu.ca/ers/documents/ERSC370_syll_08-9.pdf)
- University of Saskatchewan (www.usask.ca/biology/home/syllabi/TOX301.pdf)
- Virginia Polytechnic Institute and State University (http://natrespro.nvgc.vt.edu/pdf_files/EnvironToxicologySS07.pdf)
- Michigan State University (www.msu.edu/course/ans/427)

환경위해성평가(및 관리)

- University of Massachusetts Boston (<http://alpha.es.umb.edu/>)

faculty/wer/files/Risk%20Management.rtf)
 New Jersey 차과대학 (<http://sphweb02.umdnj.edu/sphweb/files/faculty/syllabi/adamFinkel/Environmental%20Risk%20Assessment.pdf>)
 University of Alaska (www.faculty.uaf.edu/ffrap/EQE_693/CourseInfo/Syllabus.html)
 California State University, Sacramento (www.csus.edu/envs/ENVS199.doc)
 Oklahoma State University (<http://cive.okstate.edu/Student/civil-engineering-syllabi/civil-engineering-fall-08/5823.pdf>)
 North Carolina State University ([http://www.cals.ncsu.edu/gsc/course_actions%20\(CTM\)/\(1\)%20CAF%20rcvd.%20from%20Dept/New%20CAF's/2008-09/EA_502_Syllabus_9_15_08.doc](http://www.cals.ncsu.edu/gsc/course_actions%20(CTM)/(1)%20CAF%20rcvd.%20from%20Dept/New%20CAF's/2008-09/EA_502_Syllabus_9_15_08.doc))
 University of Notre Dame (www.nd.edu/~kshradr/courses/479/syllabus.pdf)
 Venice International University (www.isav.it/english/governance/pastprogrammes/old_documents/RiskAssessment.pdf)
 Tokushima Univ. (<http://cms.db.tokushima-u.ac.jp/syllabus/2008/PDF/168438/169338-en.pdf>)

생태독성학

Shinshu University (<http://science.shinshu-u.ac.jp/~environ/class.html>)
 Okayama University (www.okayama-u.ac.jp/user/est/syllabus/desain2009.html)
 Kanazawa Engineering University (www.kanazawa-it.ac.jp/syllabus_2/syllabus/2004320036052010.html)
 University of Shiga Prefecture (www.usp.ac.jp/japanese/campus/edu/syllabus/g_kankyo/kan_c06.html)

Nihon Universtiy (<http://hp.brs.nihon-u.ac.jp/~kaiyo/education/Syllabus/042.pdf>)
 Kyushu University (http://bbs2.agr.kyushu-u.ac.jp/geeklog/staticpages/index.php/sud05_071)

환경화학

Osaka University (<http://syllabus.eng.osaka-u.ac.jp/08/2006/0827/ja>)
 Kobe Kosen (공업고등전문학교) (www.kobe-kosen.ac.jp/education/syllabus/2009/pdf/C5_1421030.pdf)
 Iwate Prefecture University (www.iwate-pu.ac.jp/outside/syllabus/2008/4-pory/4090.pdf)
 Kindai University (<http://kenkyu.hiro.kindai.ac.jp/syllabud/pdf/91-0133>)

생태학

Ibaraki University (www.edu.ibaraki.ac.jp/syllabus/2002/kyuukari/12rika.pdf)

약학, 보건학

Hiroshima University (http://home.hiroshima-u.ac.jp/syllabus/2009/2009_1401_1700600.html)
 Setsunan University (www.webmail.edu.setsunan.ac.jp/~kyomu/syllabus/Y/Y063.pdf)
 Osaka University of Pharmaceutical Sciences (www.oups.ac.jp/syllabus/eSyllabus/College/Term/List/Syllabus/Syllabus_Term1_G.html)
 Hokuriku University (www.hokuriku-u.ac.jp/jimu/syllabus/yakukagu/3nen/3-32.html)
 Chiba University (www.p.chiba-u.ac.jp/syllabus/p40-41.pdf)
 Meijo University (www.yaku.meijo-u.ac.jp/Research/Laboratory/hygie_chem/2005_600085.html)