

단위사업명
영문명

환경위해성평가를 위한 기초자료 확립과
심사사례 분석

Data Analysis and Case Study for
Risk Assessment of LMO in Korea

2002. 6

한국환경정책·평가연구원

제 출 문

한국생명공학연구원장 귀하

본 보고서를 “환경위해성 평가를 위한 기초자료 확립과 심사사례분석” 연구과제 (연구기간 : 2000년 7월1일 - 2002년 6월 30일)의 최종보고서로 제출합니다.

2002년 8월

한국환경정책·평가연구원장

참여연구진

총괄책임자

한국환경정책·평가연구원 연구위원 박용하

참여연구원

한국환경정책·평가연구원 책임연구원 박정규

한국환경정책·평가연구원 책임연구원 방상원

한국환경정책·평가연구원 연구원 김정원

한국환경정책·평가연구원 연구원 윤정호

한국환경정책·평가연구원 연구원 정다운

한국환경정책·평가연구원 연구원 김남범

한국환경정책·평가연구원 연구원 원신원

요 약 문

I. 제목 : 환경위해성 평가를 위한 기초자료 확립과 심사사례분석

II. 연구개발의 목적 및 필요성

본 연구는 국내의 환경에 방출되는 LMO의 환경 위해성 평가를 수행하기 위한 국내외 기초자료를 정리하고, 이들 자료의 DB체계를 구축하며, 주요 LMO의 환경위해성 평가시 관여되는 의사(결정)요소 들을 체계화하는 목적으로 수행하였다.

II. 연구개발의 내용 및 범위

위와 같은 연구목적을 달성하기 위해 다음과 같은 연구를 수행하였다. 첫째, 국내외의 LMO 환경방출에 관한 자료 및 LMO의 환경 위해성 평가 사례를 분석하였다. 특히 향후 국내에서 개발 또는 수입될 가능성이 있는 주요 LMO의 원산지 및 근연종에 대한 분류학적 위치, 생리·생태학적 특성에 관한 자료를 수집·정리하고, LMO의 환경 위해성 평가에 필요한 database를 구축하였다. 둘째, 주요 국제 기구 및 각 국가의 LMO 정보의 내용과 관리체계를 정리하고 분석하였다. 셋째, 컴퓨터 프로그램으로 개발되고 있는 LMO의 환경 위해성 평가시스템에 관한 선진 외국의 자료를 정리하고 주요 시스템을 검토하였으며, 이를 토대로 LMO의 환경 위해성을 평가할 수 있는 모델 (LMO의 환경위해성평가 의사결정시스템)을 마련하였다. 넷째, 본 연구에서 도출된 결과를 포함하여 다양한 LMO 환경 위해성 평가에 대한 정보를 제공하는 Website를 구축하였다.

III. 연구개발결과

현재까지 상품화된 LMO는 옥수수, 유채, 콩, 면화 등 16개 작물 등 총 75개 정도이다. 개발된 LMO상품의 유전적 특징으로 제초제 저항성이 46%로 많은 비중을 차지하고 있으며, 해충저항성이 16%, 기타 바이러스 저항성, 숙성지연, 번식력 개선, 융성불임, 색상개선(화훼류) 등이다. 이러한 LMO의 상품화는 1996년까지 증가하였다가 이후 감소하는 추세를 보이고 있는 데, 이는 세계적으로 LMO 상품에 대한 환경 및 인체 위해성에 대한 우려가 높아지면서 위해성 평가가 강화된 것으로 추정된다. 반면 세계적인 LMO 작물의 재배허가 국가 수가 증가하면서 LMO의 재배면적이 증가되고 있다. 1996년부터 2001년까지 6년 동안 전세계 LMO 작물 재배면적은 1996년 170만 ha에서 2001년 5,260만 ha로 30배 이상 증가하였다. 현재까지 우리나라에서 개발하여 상품화된 LMO는 없으나 그간 우리나라에서는 LMO의 개발에 대해서 대략 70여 건의 연구가 농촌진흥청 등 정부 기관의 주도하에 수행된 것을 감안할 때, 향후 5년 이내에 국내에서 약 40여 가지의 LMO 상품이 등록될 것으로 전망된다.

본 연구에서는 위해성 평가에 있어 까다롭다고 인식되고 있는 영국에서 시행한 LMO 미생물의 환경 위해성 평가를 분석하였다. 이 사례 연구의 주요 시사점은 다음 두가지로 볼 수 있다. 첫째, 영국에서 시행하고 있는 LMO의 환경위해성 평가절차는 미국, 일본 등과 영국의 위해성 평가절차와 유사하게 진행되고 있다고 할 수 있다. 더욱이 신청서에 제시되는 각 평가항목에 대한 공식적인 평가 기준이 없는 것은 위해성 평가자에게 위해성 평가를 일임하는 것으로 위해성 평가위원회에 그 권한을 부여하고 있다는 것을 확인할 수 있었다. 둘째, LMO의 위해성 평가단계에서부터 평가자와 심사자가 상호간의 의견 교환으로 문제점을 사전에 파악하고, 함께 문제 해결에 접근한다는 것이다. 우리나라의 경우 아직까지 LMO의 위해성 평가를 위한 구체적인 제도가 구축되어 있는 상태는 아니다. 그러나 영국의 LMO 위해성 평가방법과 체계, 이전에 연구된 미국, 캐나다, 일본 등의 선진외국에서 시행하고 있는

위해성 평가체계 및 방법 등을 볼 때, 국내의 여건으로 국가적인 차원에서 결코 어려운 것은 아닐 것이다.

세계적으로 선진 외국을 포함한 주요 정부협력기구에서는 LMO의 환경 위해성에 대한 정보 및 자료를 Website를 통해 전달하고 다양한 계층의 의견을 수렴하고 있다. 정부협력기구인 OECD, EC, EU와 미국, 캐나다 등에서는 1990년 중반 이후 LMO의 환경방출실험 자료의 관리 및 환경방출실험 database, LMO의 평가절차 및 방법, 관련 동향 등을 소개하고 있다. 이에 관련되어 우리나라의 정부차원에서 운영되고 있는 Website는 2개소가 있으나, 외국에서 운영하고 있는 Website와 비교할 때, 포함하고 있는 내용과 기능이 미흡한 실정이다.

LMO의 위해성을 비교적 쉽고 객관적으로 평가하기 위한 의사결정 지원 시스템으로 컴퓨터 프로그램이 개발되고 있다. 현재 UNIDO와 Edmonds Institute에서 개발된 프로그램 등을 분석한 결과에 의하면, 컴퓨터 프로그램화된 위해성 평가시스템은 각 LMO 생물체에 대해서 일률적인 위해성 평가를 진행하게 되며 이용자가 보유한 정보가 한정적인 경우에는 정확한 위해성 평가결과를 도출해 낼 수 없다는 단점이 있다. 그러나 각 LMO의 종류별로 각각의 위해성 평가 절차를 수립하고, 변형된 유전적 특성, 변형방법 등 유전자 변형 생물체의 기초적인 정보에 따라서 절차의 흐름을 세분화하고, 프로그램 내에 관련 정보를 제공함으로써 이러한 단점을 보완하고 있다.

본 연구에서는 UNIDO의 Dtree 모델을 기본 골격으로 하여 국내에서 적용할 수 있는 LMO의 환경위해성 평가 모델을 개발하였다. 개발한 모델은 DTree 모델에서의 기본적인 시스템 오류를 수정하였으며, LMO의 환경 위해성평가 요소 중에서 주요한 요소인 교잡종의 생육력 및 번식력에 대한 평가부분을 포함시켰다. 또한 LMO나 형질변환 교잡종에 의해서 발현되는 새로운 대사산물이 그 지역의 미생물(특히 토양미생물)이나 동물의 섭식에 영향(독성을 나타내는 등)을 포함시켰다. 또한 국내에서 개발되어 수입될 가능성

이 있는 주요 LMO의 생태자료를 프로그램의 단계에 삽입시킴으로써 사용자의 입장에서 쉽게 이용할 수 있도록 개선하였다. 그럼에도 불구하고, 본 연구에서 개발한 LMO의 환경 위해성 평가시스템은 완성 작품이 아니다. 특히, 본 개발 시스템은 LMO의 다양한 환경 위해성 평가 요소 중에서 잡초화 가능성에 대해서 중점 되어 있어, 다양한 LMO의 개발 요소에 대한 직접적인 적용에는 문제가 있다. 그러나 본 연구에서는 이들 요소에 대해서 적용할 수 있는 기본 프로그램을 만들어 둠으로써 향후 이들 요소에 대한 충분한 자료 등의 입력을 통해 프로그램을 지속적으로 개선할 수 있도록 하였다.

LMO의 환경위해성 평가에 관련된 Website(ICRA, Information Center for Risk Assessment of LMO: <http://www.kei.re.kr/lmo>)를 개설하였다. 본 Website에는 본 연구의 결과를 포함하여 다양한 자료와 관련 Website를 연결하고 있다. LMO의 개발 현황, LMO의 환경 위해성 평가에 대한 일반적인 내용 및 관련 문헌, 그간의 연구 보고서 및 관련 회의 문서 및 국제 동향, 본 연구에서 개발한 LMO 작물의 위해성 평가시스템을 포함하고 있다. 본 사이트는 관련된 다양한 자료를 수집 정리하고, 또한 전문가 및 대중의 의견을 지속적으로 수렴하며, 정보를 제공함으로써 생명력을 지닐 수 있다. 따라서 이 사이트는 향후 관리되어야 한다. 이러한 차원에서 본 사이트는 관련 자료의 지속적인 추가 및 적절한 분류, LMO의 환경방출실험 및 LMO 상품개발의 동향 파악, 국내 LMO 관련 자료의 집계, 국내외 전문가 및 일반인들의 논의 여건을 제공할 수 있는 방향에서 발전되어야 한다.

IV. 연구개발결과의 활용계획

이번 연구를 통해 도출된 연구결과는 LMO의 정보 관리를 마무리할 수 있는 최종 결과는 아니다. LMO의 환경위해성 평가를 위한 추가적인 연구가 이루어져야 하며, 본 연구에서 도출되는 연구 결과는 의정서 이행 및 국내 자연생태계의 보전을 위한 LMO의 환경위해성 평가를 위한 귀중한 자료와 경험으로 활용할 수 있을 것이다.

S U M M A R Y

Attempt to analyze the domestic and international materials and data, to build up the database, and to systemize the decision-making factors for risk assessment of Living modified organisms (LMOs) were performed. To achieve the objectives of the research, the followings were carried out: i) to collect and analyze the domestic and foreign documents including a case of environmental release of the LMOs; ii) to build up a database system for environmental release of and the risk assessment of LMOs; iii) to develop a computer-using risk assessment model of LMOs based on analysis of various computer model systems developed in the UNIDO and the Edmonds Institute; iv) to build up a website which includes a database system developed and information gathered for this research.

Two major points we need to consider from the case study of the risk assessment of a living modified microorganisms carried out in the United Kingdom: i) a process of risk assessment of living modified microorganisms carried out in the United Kingdom is similar to that of United States and Japan, however, an advisory committee for risk assessment of LMOs is organized periodically and decide the degree of the risk of the living modified microorganisms based on expertises of the committee members; ii) an applicant who developed the LMO and the advisory committee members try to solve the problem together, if any, from the initial experimental design. Based on the case study of the risk assessment systems of LMOs performed in the United Kingdom, the United States, Canada, and Japan, constructing the rational administration structure for assessing the risk assessment of LMOs for releasing in open

environment would not be a limitation in Korea.

Correcting the basic system errors and changing the flow of the DTree model of UNIDO, and adding a part of the program including the assessing the virus and insect resistance of LMO were performed to develop the model for risk assessment of LMO. Also, we add the ecological data and information of four LMOs which exist and might appear in Korean market soon to help the potential model users. We applied the living modified two soybean cultivars which are insect resistant and herbicide tolerant, and found our computer-using model working. We do not claim our model is completed because that this model do not deal with all factors which might appear in environmental when we apply certain LMOs in open environment. However, our model is the first attempt to assess environmental risk of the various LMOs in Korea and this approach will dedicate to develop a better computer-using risk assessment and user-friendly model in the future.

The Website (ICRA, Information Center for Risk Assessment of LMO: <http://www.kei.re.kr/lmo>) specializing in environmental risk assessment of LMO was constructed for this research. The ICRA provides a wide range of information and materials related to LMOs' risk assessment. Information of the website includes various website information which provides risk assessment database of the OECD, UNEP, UNIDO and advanced counties. We hope the ICRA will be useful and developed better with good management system.