

환경감시업무 지원을 위한 환경정보시스템 분석과 정보 활용도 평가

손승우, 윤정호, 전형진*, 이종민, 문지원, 김태현
한국환경정책·평가연구원

Environmental Information System Analysis and Evaluation of Information Applications for Supportig the Environmental Inspection Practices

Seung-Woo Son, Jeong-Ho Yoon, Hyung-Jin Jeon*, Jong-Min Lee, Ji-Won Moon,
Tae-Hyun Kim
Korea Environment Institute

요약 본 연구는 다양한 환경정보시스템 중 대기 및 수질 환경정보시스템 분석을 통해 도출한 환경정보가 환경감시 지도·점검에서 활용이 가능한지 여부를 분석하기 위해 연구를 수행하였다. 환경정보시스템에서 구축된 정보를 수집하고, 수집한 정보를 토대로 배출업소 지도·점검 현장 동참, 지도·점검 전문가와의 심층면담을 통해 지도·점검에 활용 가능한 환경정보 활용 체계를 구분하였다. 또한 구분한 환경정보 활용체계를 기반으로 해당 정보의 활용도를 평가하였다. 그 결과, 환경정보시스템은 대부분 배출업소에서 배출하는 배출물질 및 측정물질정보가 구축되어 해당 목적에 따라 관리되고 있었으며 지도·점검에 필요한 환경정보 범주를 배출물질정보, 배출업소정보, 점검이력정보, 지리정보 4가지로 구분할 수 있었다. 4가지 범주를 기반으로 각 시스템의 환경정보를 평가한 결과, 대부분의 시스템에서 지도·점검에 중요한 점검이력 정보를 확인할 수 없었으며 지리정보 또한 낮은 활용도를 보였다. 도출한 결과를 토대로 기존 환경정보시스템의 정보 활용 관점과 환경정보를 연계하고 통합하는 방안을 제안하였다. 본 연구를 통해 효율적인 지도·점검 업무 지원에 필요한 환경정보시스템 및 정보 활용 측면에서 의사결정을 지원할 수 있을 것으로 기대할 수 있다.

Abstract This study was conducted to analyze whether environmental information could be used for environmental inspection. In addition, environmental information was collected and then an environmental information system applicable to inspection was (developed) using the on-site inspection of pollutant emission facilities and interviews with inspection experts based on the collected information. Moreover, the availability of the information was evaluated based on the (dual-purpose) environmental information system. The information was accumulated in the environmental information system and controlled according to its purpose. The environmental information needed for inspection was divided into four categories: information on emissions, information on emission companies, information on inspection records, and geographic information. The environmental information for each system was evaluated based on these four categories. For most of the systems, it was not possible to find the necessary inspection records. Based on the results, a method was proposed to connect and integrate the perspective of applied and environmental information from previous environmental information systems.

Keywords : Environmental Information, Pollutant Emission, Inspection Records, Geographic Information, Field Verification

본 연구는 환경부의 환경서비스기술개발사업(과제번호: 2014001610001)에서 지원받아 한국환경정책·평가연구원에서 수행하였음.

*Corresponding Author : Hyung-Jin Jeon(Korea Environment Institute)

Tel: +82-44-415-7747 email: hjjeon@kei.re.kr

Received October 4, 2016

Revised (1st January 25, 2017, 2nd February 2, 2017)

Accepted February 3, 2017

Published February 28, 2017

1. 서론

행정정보시스템은 사람과 처리절차, 의사결정규칙 및 조직 운영원리를 법제도라는 규칙을 기반으로 정보기술을 유기적으로 접목시킨 사회·기술적 시스템으로 정의할 수 있다[1-3]. 환경관련 업무에서도 배출업소, 배출물질, 측정정보 등을 정보시스템에 입력하고 조회하며 공개, 관리하는 등 효율적인 업무수행을 위해 다양한 행정정보시스템을 운영하고 있다. 하지만 환경부 각 실국 및 여러 산하기관, 지자체 등 운영주체가 다양하여 환경감시에 유용한 정보의 소재파악과 활용이 어려운 정이다[3].

환경감시업무 중 배출업소 지도·점검은 배출업소에서 배출하는 환경오염물질, 각종 시설, 오염물질 배출 행위 등을 감시하여 환경오염을 예방하며 나아가 환경을 보전하는 중요한 업무라 할 수 있다. 종종 발생하는 배출업소 오염물질 배출사고로 인해 막대한 재산피해는 물론 인명피해까지 발생함에 따라 배출업소 지도·점검은 날로 중요해지고 있는 실정이다. 하지만 배출업소의 불법행위는 날로 지능화되고 다양화되고 있기 때문에 시의적절하고 효율적으로 대응하기에는 다소 어려운 실정이다. 또한 지도·점검을 위한 인력과 예산은 부족한 실정이며 지도·점검의 효율성을 높이기 위해서는 “선택과 집중”을 통해 환경법을 이행해야 하는 상황이다[4].

배출오염물질 매체별 배출시설 규제 집행을 위해 환경부와 지방자치단체는 감시업무를 분담하고 있으며 지방자치단체가 주로 정기적인 지도·점검 업무를 수행하고 있으며 환경부는 특히 위반 가능성이 높은 지역, 시기, 업종 등을 특정하여 중점적으로 점검하는 기획단속을 실시하고 있다. 환경부와 지방자치단체는 지도·점검에 대한 정보 연계, 정보 공유 등이 원활하지 않고 기존 정보 활용이 어려워 중복 지도·점검이 빈번하게 일어나고 있으며 앞서 언급했듯이 예산이나 인력 등의 어려운 상황에서 효율적인 지도·점검 수행이 요구되는 상황이다. 따라서 과거부터 지속적으로 축적되어온 지도·점검 관련 환경정보를 활용한다면 업무담당자는 현장에 직접 가지 않고 중점 단속 대상 배출업소 선정, 오염물질 정보 파악, 관련정보 파악 등이 가능할 것으로 판단되며 이를 통해, 부족한 인력과 예산문제가 개선될 것으로 보인다. 또한 축적된 환경정보를 이용하여 배출업소 지도·점검 활용을 위한 데이터분석, 환경부와 지방자치단체 업무담당자간의 정보 연계 등 업무에 필요할 정보를 활용할 수

있기 때문에 그 중요성이 높다고 볼 수 있다.

따라서 본 연구에서는 환경감시 지도·점검 업무에 활용 가능한 환경정보를 도출하고 실제 지도·점검 업무에서 활용 여부를 평가하며, 국내·외 환경정보시스템 분석 결과를 기반으로 하여 환경정보 활용 방안 제언을 연구의 최종 목적으로 하였다.

2. 이론적 배경

2.1 환경감시 지도·점검

「환경오염물질배출시설 등에 관한 통합지도·점검 규정」에는 지도·점검을 대기환경보전법, 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률, 폐기물관리법, 악취방지법 등 관련 규정에 따른 허가 및 등록 사항의 준수 등 위법 여부를 확인하기 위하여 시료 채취, 관계 서류, 시설 점검 또는 관련 장비 등을 검사하는 것이라고 정의하고 있다. 크게 지도·점검은 정기지도·점검과 수시지도·점검으로 구분하고 있으며 주로 지방자치단체에서 지도·점검을 수행하고 환경부에서는 특별 지도·점검을 수행하고 있다. 감시단속 권한의 변화는 1984년부터 지방자치단체가 전담하던 배출업소 지도·점검을 환경부의 중앙기동점검반이 담당하는 것으로 바뀐 이후 세차례의 위임과 회수가 반복되어 왔으며 2002년 10월부터는 환경부가 담당하고 있던 공단 내 배출업소에 대한 지도·점검 권한을 지방자치단체로 위임함으로써 공단 내외 구분 없이 모든 지역의 배출업소를 지방자치단체가 관리하고 있다[5].

배출업소 지도·점검에 대한 연구는 주로 지방행정제도적인 관점에서 연구되었으며 관련된 연구는 매우 부족한 실정이다[2]. 과거부터 환경부와 지방자치단체 사이에서 지도·점검에 대한 권한이 꾸준히 바뀌었고 이러한 변화는 지속적으로 이슈화 되었다. 따라서 2002년부터 현재까지 환경부에서 지방자치단체로 권한이 이임된 이후 김종순과 문태훈(2013)은 업무의 변화를 분석하고 평가하였다[5]. 지방자치단체에서 수행하는 지도·점검은 지역경제, 지역연고 등의 이해관계와 낮은 행정역량으로 인해 영향을 받기 때문에 이에 대한 개선이 필요함을 시사하였다. 이와 유사한 연구로, 지방자치단체의 행정역량 및 지도·점검 역량을 평가하는 모형을 개발하여 모형에 대한 적용가능성과 활용방향, 문제점 등을 분석하여 정책방향을 제시한 연구가 있다[6]. 이 외에도 김승완

(2009)의 배출업소의 자율점검제도에 있어서, 지방자치단체 공무원과 민간환경감시단이 배출업소 자율점검에 대한 인식을 분석한 연구가 있다[7].

대부분의 선행연구는 지도·점검에 대한 제도 및 정책적 문제, 시민 참여, 의식 등에 대한 연구이며 최근에는 지도·점검에 대한 현황을 분석하여 문제점을 도출하고 향후 정책방향을 제시한 연구가 있다[2, 4]. 손승우 외(2015)에 대한 연구는 지도·점검에 대한 문제점을 정보관리 관점에서 해석하고자 지방행정시스템을 분석하고 업무담당자와의 설문, 면담조사 등을 통해 지도·점검 체계의 문제뿐만 아니라 배출정보 관리에 대한 문제점을 지적하였다[2]. 하지만 다양한 환경정보시스템이나 환경정보의 관점에서 지도·점검업무에 접근하거나 활용 가능성, 문제점 분석 등에 대한 연구는 전무한 실정이다.

2.2 환경정보시스템

우리나라는 1960년대에 정보기술이 도입되어 공공부문을 중심으로 발달하기 시작하였으며 현재는 공공부문 뿐만 아니라, 민간부문 곳곳에서 정보시스템이 활발하게 활용되고 있다. 각각의 목적에 따라 정보화 사업이 진행되고 있으며 특히, 행정자치부에서는 국가정보화 사업을 지원하여 행정 서비스를 개선하고 있다. 이처럼 다양한 분야에서 정보시스템을 도입하고 활용함으로써 높은 성과와 경영효율성은 우리나라가 IT(Information Technology) 강국으로 자리 잡은 계기가 되었다[8]. 또한 국가 전반의 경쟁력 향상에 크게 기여하였으며 UN 전자정부 평가에서 2년 연속 1위를 함으로써 우리나라 정보화 성과를 세계에 알리고 인정받았다[9].

정보화의 활성화로 IT기업 성장은 물론 학문적으로도 꾸준히 연구가 진행됨에 따라 산학간 발전이 꾸준히 이루어지고 있다. 과거에 수행된 연구는 주로 정보시스템의 도입, 설계, 구현, 개발 등 정보시스템 구축에 관한 연구가 주로 이루어졌으며 시스템 구축에 대한 목적과 분야도 매우 다양하다. 강순애(1997)는 고문헌에 대한 목록정보, 원본, 통합시스템 구축방향 등을 제시[10]하였으며 김윤중 외(1999)는 서울시의 다양한 환경자료를 전산정보화하여 환경정보시스템을 구축 방안을 마련하는 연구를 진행하였다[11]. 또한 장문현과 이정록(2009)은 Web GIS기반으로 영산강 유역의 역사문화정보시스템을 구축하여 수계권의 유적정보, 유적분포 분석지도 등의 역사문화정보를 전자지도로 구현 연구를 진행하였다

[12]. 이 외에도 토지이용 관련 정보시스템 구축 등 농업, 문화, 환경, 의료, 교통, 재난과 같이 다양한 분야에서 정보시스템 구축에 대한 연구가 진행되고 있다. 또한 다양한 정보시스템을 기반으로 연구가 진행되고 있는데, 정보시스템에 대한 비교 연구, 정보시스템에 대한 만족도 연구, 정보시스템에 대한 효과 연구, 정보시스템에 대한 선행연구 고찰 등 정보시스템의 활용 관점에서도 많은 연구가 진행되고 있다.

본 연구 범위인 환경정보시스템 또한 기후대기, 수질, 자원순환, 보건 등 환경 범주 안에서 다양한 시스템이 구축 및 운영되고 있다. 우리나라는 1988년부터 시작된 환경정보화 초창기 시절 대기오염자동측정망이나 수질자동측정망을 통한 자료 관리와 통계처리 위주의 전산화를 추진하였으며 1997년부터 시작된 환경정보화 촉진기 시절에는 근거리통신망 구축, 홈페이지 개설, 매체별 환경정보화 추진 등 다양한 정보시스템을 구축하였다. 이후 2002년부터 시작된 환경정보화 확산기에는 제2차 환경정보화전략계획을 마련하고 시스템간 부분적 연계, 정보자원 공동 활용체계를 마련하였다. 이처럼 과거부터 다양한 환경정보시스템이 해당 목적에 따라 구축되어 운영되고 있지만 기관이나 부서간의 원활하지 않은 소통 또는 이해관계 등으로 인해 유사한 정보를 다루는 시스템이 지속적으로 구축되는 실정이다. 하나의 정보시스템을 구축하기 위해서는 많은 비용과 시간을 투자해야 하지만 그 활용성에 대해서는 예측하기 힘든 실정이다. 따라서 최근에는 효율적인 정보시스템 이용과 관리를 위해 시스템 통합, 환경정보 연계 등이 중요시되고 있다.

국외에도 환경관리 지원을 위한 정보시스템에 대한 연구[13]가 수행되었으며 다양한 환경정보시스템이 구축 및 운영되고 있었다. 미국 환경청에서 운영하는 NPDES(National Pollutant Discharge Elimination System)의 경우 환경청 또는 주에서 허가한 오염물질감소제도 관련 850항목의 정보를 구축하여 제공하고 있다. 무엇보다 우리나라는 배출시설 및 방지시설에 대한 인허가 자료를 종이문서로 제출하고 있지만 NPDES에는 eNOI(Electronic Notice of Intent) 체계를 구축하여 건설, 산업시설, 선박 등의 인허가를 종이문서가 아닌 전자문서로 제출하도록 하고 있다. 수질과 관련된 My WATERS Mapper 시스템과 WQP(Water Quality Portal) 시스템은 미국의 수질정보를 지도화하여 제공하는 시스템이며 기본적인 물 정보 외에도 병원균, 영양소

등의 정보와 수질모니터링 등에 대한 정보, 수질 배출업소 정보 등 다양한 관점에서 정보를 제공하고 있었다. 유럽 환경청에서 운영하는 EPRTR(European Pollutant Release and Transfer Register) 시스템은 EU회원국 외에도 노르웨이, 스위스 등에 3만개 이상의 산업시설의 환경정보를 제공하고 있다. 산업시설은 폐기물, 폐수, 화학산업 등 9가지 산업으로 분류되며 유럽에서의 대기오염물질이나 수질오염물질 등의 이동경로를 지도화하여 정보를 제공하고 있다. 무엇보다 대국민이 시스템을 통해 참여와 의견제시가 가능하여 국민 참여가 보장된다.

국의 시스템에서 환경감시와 관련된 국외 정보시스템 중 미국의 ECHO(Enforcement and Compliance History Online) 시스템은 환경감시와 관련된 대표적인 환경정보시스템으로 판단된다. 환경감시와 관련된 다양한 정보가 구축되어 있으며 업무담당자뿐만 아니라 일반인도 이용이 용이하도록 구축되어 있다. 배출업소 인허가 정보, 위반사항 정보, 패널티 정보 등 약 80만개의 배출정보를 구축 및 제공함에 따라 지도·점검에 유용하게 활용할 수 있다. 또한 조건부 정보조회나 통계자료의 시각화 외에도 배출업소에서 3년간 위반사항이나 지도·점검 이력정보, 배출시설 주변 인구밀도, 인종 등에 대한 정보를 일반인들도 확인이 가능함에 따라 생활과 관련된 다양한 목적에 따라 정보를 활용할 수 있다. 이처럼 국내·외에는 분야별로 다양한 환경정보시스템이 구축되어 있기 때문에 환경감시업무에 활용 가능한 정보를 구분할 필요가 있으며 선진 국외사례를 바탕으로 환경감시를 위해 국내에서 추구해야 하는 정보시스템 구축 및 개선 방향이나 정보 활용 방안 등을 제시할 필요가 있다.

3. 연구 범위 및 방법

3.1 연구 범위

환경감시 지도·점검은 대기, 수질, 소음·진동, 폐기물, 비산먼지, 악취 등의 환경오염물질을 배출하는 배출업소를 대상으로 실시하고 있다. 이중 대부분의 배출업소는 대기 및 수질 오염물질을 배출하는 사업장이며 일부 대기 및 수질 배출업소는 환경감시를 피하기 위하여 지하화되고 은밀화된 오염물질 배출행위를 저지르고 있다. 이에 따라 현대 사회에서 대기 및 수질 오염물질 예방은 더욱 복잡해지고 어려워지는 실정이다[14].

따라서 본 연구에서는 대기 및 수질 관련 환경정보시스템 중 지도·점검과 관련된 정보를 다루는 환경정보시스템을 연구의 내용적 범위로 설정하였다. 또한 지도·점검에 필요한 정보가 무엇인지, 도출한 정보가 지도·점검에 활용 가능한지 평가하기 위하여 1종부터 5종 배출업소가 모두 존재하는 대전광역시를 대상으로 선정하여 현장 조사를 실시하였다. 현장 조사는 2016년 5월부터 7월까지 6회 실시하였다.

3.2 연구 방법

Fig.1.은 본 연구의 전반적인 연구 흐름으로, 연구 방법은 다음과 같다. 지도·점검 관련 환경정보시스템을 분석하여 구축된 환경정보를 수집하고, 배출업소 지도·점검에 동참하여 업무를 수행하기 위해 필요한 정보체계를 구분하였다. 정보체계 구분은 지도·점검 업무를 수행하는 전문가와의 면담과 현장 검증을 통해 수행하였다. 구

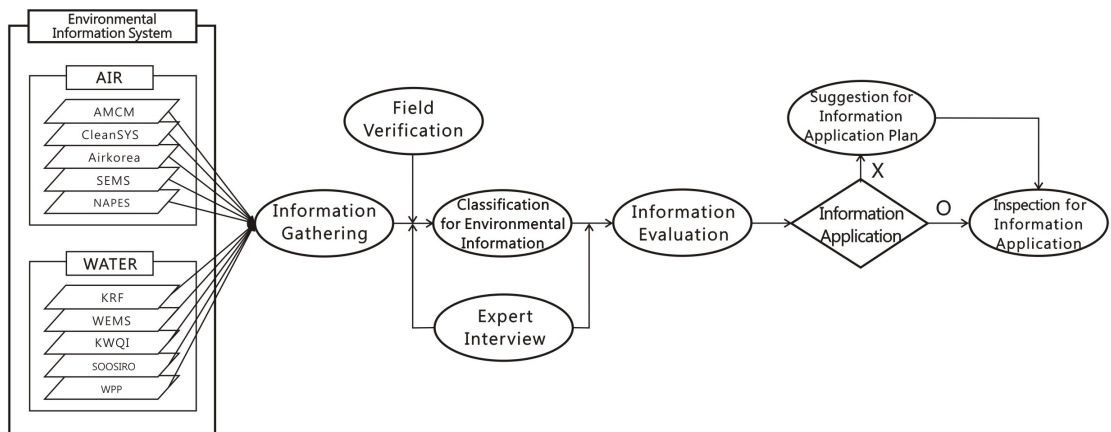


Fig. 1. Flow of the study

분한 정보체계를 토대로 실제 지도·점검에 필요한 정보 여부를 확인하기 위해 전문가와의 심층 면담을 통해 정보의 활용도를 평가하였다. 마지막으로 정보 활용도 평가결과와 국의 선진사례 분석결과를 토대로 지도·점검에서의 환경정보 활용방안을 제안하였다.

3.2.1 환경정보시스템 현황 분석 및 환경정보 활용체계 구분

지도·점검 관련 환경정보시스템(Table 1)은 해당 정보시스템의 관련 연구자료, 정보화전략계획 자료, 매뉴얼 등의 문헌조사와 운영주체에 정보제공요청을 통해 해당 시스템의 환경정보를 제공 받아 분석하였다. 주로 환경정보시스템의 구축목적, 주요정보, 정보속성 등을 분석하였다. 분석한 환경정보를 토대로 배출업소 지도·점검에 동참하였으며 지도·점검 전문가에게 실제 업무 시 필요한 정보에 대한 개방형 질문을 실시하였다. 이를 기반으로 지도·점검 활용을 위한 환경정보 활용체계를 구분하였다.

3.2.2 환경정보 활용도 평가

앞서 분석하고 구분한 환경정보 활용체계를 토대로 각각의 환경정보시스템에 구축되어 있는 정보가 실제 환

경감시 지도·점검에서 활용할 수 있는지를 평가하기 위하여 전문가 면담조사를 재실시하여 활용도를 평가하였다. 평가한 결과를 토대로 2회에 걸쳐 지도·점검 전문가, 환경정보 전문가에게 최종 검증을 실시하였다.

4. 연구 결과

4.1 환경정보시스템 현황 분석 및 환경정보 활용체계 구분

환경정보시스템은 대부분 배출업소에서 배출하는 배출물질에 대한 정보 또는 지역 측정망에서 측정된 물질 정보가 구축되어 해당 목적에 따라 관리되고 있었다. 활용 목적은 시스템별로 다양한 범주로 구분할 수 있었다. 대기총량관리시스템, CleanSYS시스템의 경우, 배출업소에서 배출하는 오염물질 정보뿐만 아니라 비오염물질 정보를 5분, 30분 간격으로 구축하여 대기오염물질 총량 관리제도를 지원하거나 배출오염물질 관리를 위해 시스템이 활용되고 있었다. 수질원격감시체계시스템의 경우, 공공하수처리시설, 1~3종 배출업소 등에서 배출하는 COD, T-N, T-P 등의 정보가 실시간으로 시스템을 통해 구축되고 있으며 이를 이용하여 수질을 모니터링하고 있

Table 1. Environmental Information System for Analysis

Category	Information System	Purpose	Websites	Operating Agency
Air	Air Emission Cap Management System	Remote Administration for Air Emission for 24hours a day	www.n-sky.or.kr	Ministry of Environment (Korea Environment Corporation)
	CleanSYS System	Remote Administration for Air Emission for 24hours a day	www.cleansys.or.kr	
	Airkorea System	Providing Real-time Information on Air Quality Monitoring Networks	www.airkorea.or.kr	
	Stack Emission Management System	Data Investigation on Air Emission Quantity and Sources	http://sodac.nier.go.kr	Ministry of Environment (National Institute of Environmental Research)
	National Air Pollutants Emission Service System	Providing Information and Statistics on Air Emission	http://airemiss.nier.go.kr	
Water	Korean Reach File System	Utilizing Measurement Information on River Section with Reach File	Interior System	Ministry of Environment (National Institute of Environmental Research)
	Water Emission Management System	Managing Data Input and Statistics on Water Emission Sources	http://wems.nier.go.kr	
	Korea Water Quality Information System	Providing Measurement Information on Water Quality Monitoring Networks and Implementation of Surveillance and Early Warning System	www.koreawqi.go.kr	Ministry of Environment (Korea Environment Corporation)
	SOOSIRO System	Real-time Surveillance on Current Status of Water Pollutants with TMS	www.soosiro.or.kr	
	Water Pollution Prevention System	Prevention, Surveillance and Response on Water Pollution Accident	www.waterkorea.or.kr	

Table 2. Analysis Result of Environment Information System

Category	Information System	Critic Information	Measurement Time	Application
Air	Air Emission Cap Management System	Emission Information (SO ₂ , NO _x)	Automatic Measurement for every 5 and 30 minutes	Business Use
	CleanSYS System	Emission Information (Dust, SO ₂ , NO _x , HCl, HF, NH ₃ , CO)	Automatic Measurement for every 5 and 30 minutes	Business Use
	Stack Emission Management System	Information on Emission Company, Emission Facility Deodorization Equipment and Stack etc. Integration of Information with CleanSYS System	Every year (type 1~3) and every 4 years (type 4~5)	Business Use
	National Air Pollutants Emission Service System	Emission Information (CO, NO _x , SO _x , TSP, PM ₁₀ , PM _{2.5} , VOC, NH ₃)	Linking to Annual Measurement Data	Business Use, Public Service
	Airkorea System	Emission Information (PM ₁₀ , PM _{2.5} , O ₃ , NO ₂ , CO, SO ₂)	Real-time	Public Service
Water	Korean Reach File System	Measurement Information (BOD, COD, T-P, T-N, etc.)	Real-time	Business Use
	Water Emission Management System	Emission Information (BOD, COD, SS, T-N, T-P, etc.)	Corresponding Date	Business Use
	Korea Water Quality Information System	Emission Information (BOD, COD, T-P, T-N, etc.)	Real-time	Public Service
	SOOSIRO System	Emission Information (BOD, COD, SS, T-P, T-N, etc.)	Real-time	Business Use
	Water Pollution Prevention System	Measurement Information (COD, SS, pH, EC, T-P, T-N, etc.)	Real-time	

었다. 일부시스템은 일반인들에게 정보를 공개하기 위해 구축되고 운영하고 있었다. 에어코리아시스템의 경우, 전국 97개 시·군에 설치된 317개 도시대기 측정망, 도로변대기 측정망, 국가배경 측정망 및 교외대기 측정망 등에서 측정된 대기환경기준물질의 측정 정보를 제공하고 있다. 실시간 수질정보시스템의 경우, 4대강 수계에 설치된 측정망에서 측정된 데이터를 실시간으로 한국환경공단 수질 TMS(Tele-Monitoring System) 관제센터에서 수집하고 수집된 데이터는 실시간수질정보시스템으로 전송되어 웹 및 모바일 서비스를 통해 일반인들에게 공개되고 있다. 이처럼 대기 및 수질 환경정보시스템은 환경오염물질, 비오염물질 등 배출업소에서 배출하는 오염물질정보 또는 측정망에서 측정된 정보를 다루고 있으며 해당업무 및 일반인 공개용으로 시스템이 활용되고 있었다. 각 시스템에 대한 분석결과는 Table 2와 같다. 정보시스템 분석 결과를 보면 구축되고 관리되는 정보는 각 정보시스템에 따라 각각 서로 다른 형태와 특성으로 존재하고 있었다. 이에 따라 도출한 정보는 환경감시 지도·점검에 활용하기에 다소 어려움에 따라 각 시스템별로 도출한 정보를 토대로 배출업소 지도·점검에 동참하였으며 지도·점검 전문가에게 실제 업무에서 필요한 정보에 대한 개방형 질문을 실시하였다. 그 결과, 환경감시

지도·점검에 활용 가능한 정보의 범주는 배출물질정보, 배출업소정보, 점검이력정보, 지리정보 4가지 범주로 구분할 수 있었다(Table 3).

Table 3. Classification for Environmental Information Application

Categories	Details
Information on Emission	Emission Information
	Measurement Information
Information on Emission Company	Basic Information of the Emission Company
	Environmental Permission Information
	Information on Emission Facility and Prevention Facility
Information on Inspection Records	Regulatory Information on the Emission Company
	Information on inspection and Violations
	Detail Action Information
Geographic Information	Location Information of Emission Company and Measurement Point
	Environmental Information on Surrounding Environment of the Company
	Demographic Information on Surrounding Area of the Company

Table 4. Evaluation Result of Environment Information System

Categories	Information System	Classification for Environmental Information							Total	
		Information on Emission /Score	Information on Emission Company/Score	Information on Inspection Records/Score	Geographic Information/Score					
Air	Air Emission Cap Management System	Emission Information	2	Basic Information of the Emission Company, Information on Emission Facility and Prevention Facility	1	-	0	-	0	3
	CleanSYS System	Emission Information	2	Basic Information of the Emission Company, Information on Emission Facility and Prevention Facility	1	-	0	-	0	3
	Stack Emission Management System	Emission Information	1	Basic Information of the Emission Company, Information on Emission Facility and Prevention Facility, Stack Emission	1	-	0	-	0	2
	National Air Pollutants Emission Service System	Emission Information	1	-	0	-	0	-	0	1
	Airkorea System	Information on Emission and Measurement	1	-	0	-	0	Measurement Point	1	2
Water	Korean Reach File System	Measurement Information	2	-	0	-	0	Thematic Map, Catchment Basin	1	3
	Water Emission Management System	Information on Emission and Quantity of waste water	1	Basic Information of the Emission Company	1	-	0	-	0	2
	Korea Water Quality Information System	Information on Emission and Measurement	1	-	0	-	0	Measurement Point, Water System	1	2
	SOOSIRO System	Information on Emission	2	Basic Information of the Emission Company, Additional Facilities Information, Information on Watt-hour meter and Rheometer	1	Emission Charges, Administrative Measure	1	-	0	4
	Water Pollution Prevention System	Information on Emission and Measurement	2	Basic Information of the Emission Company	1	-	0	Emergency GIS Information	1	4

첫째, 배출물질정보는 배출시설에서 배출하는 오염물질 또는 측정망 정보로써 환경에 직접적으로 영향을 미치기 때문에 지도·점검에 활용할 수 있는 필수 정보라 할 수 있다. 둘째, 배출업소 정보는 배출업소에 대한 기본정보뿐만 아니라 배출시설 정보, 방지시설 정보, 환경관리정보 등에 대한 배출업소에 대한 전반적인 정보가 지도·점검에 직·간접적으로 도움을 줄 수 있는 정보로 볼 수 있다. 셋째, 점검이력정보는 배출업소의 위반행위, 행정처분 정보 등으로 구분할 수 있는데 이는, 지도·점검 대상을 선정할 때 과거 정보를 활용할 수 있기 때문에 그 중요성이 높다고 볼 수 있다. 예컨대, 기존 지도·점검에서 적발되는 경우가 빈번한 배출업소와 그렇지 않은 배출업소의 경우 차등을 주어 지도·점검을 수행할 수 있

다. 넷째, 지리정보는 배출업소의 위 치확인뿐만 아니라 주변의 자연환경, 생활환경 등에 대한 정보를 지도로 확인할 수 있기 때문에 그 중요성이 높다고 볼 수 있다.

4.2 환경정보 활용도 평가

앞서 분석하고 구분한 환경정보 활용체계를 기반으로 하여 대기 및 수질환경정보시스템에 구축되어있는 환경정보의 지도·점검 활용도를 평가하였다. 배출물질 정보부터 지리정보까지 환경감시 지도·점검을 위해 필요한 환경정보가 모두 충족하면 2점, 1개 또는 2개의 정보가 구축되어 있으면 1점, 정보가 구축되어 있지 않으면 0점으로 점수를 부여하였다.

배출물질 정보는 각기 다른 시스템이어도 동일한 정

보를 이용하는 경우가 있었다. 예컨대, 대기 환경정보시스템 중 대기총량 및 CleanSYS 시스템은 대기 배출업소에 TMS를 설치하여 데이터를 직접 생산하여 정보를 구축하고 있었지만 여타 시스템에서는 이러한 정보를 연계하여 목적에 맞게 활용하고 있었다. 수질원격감시체계 시스템에서도 수질TMS를 설치하여 정보를 구축하며 여타 시스템에서 이러한 정보를 연계 및 활용하고 있었다.

배출업소 정보는 대부분의 환경정보시스템에서 배출업소에 대한 기본정보를 확인할 수 있었다. 지도·점검에 필요한 배출업소 정보는 이러한 기본정보 외에도 배출시설이나 방지시설에 대한 정보, 인허가 정보 등이 필요하기 때문에 배출업소 정보를 모두 충족하는 시스템은 찾기 어려웠다.

점검이력 정보는 지도·점검 대상을 선정할 때 필요한 중요한 정보임에도 불구하고 대부분의 시스템에서 정보를 확인할 수 없었다. 손승우 외(2015)에 의하면 지도·점검 업무담당자는 배출업소 점검 후 이력정보를 대부분 엑셀(Excel)이나 워드(Word), 한글(Hwp) 등의 별도 양식으로 작성하고 관리하기 때문이라고 언급하고 있다[2].

지리정보의 경우에도 일부 시스템에서 측정망 위치 정보나 배출업소 위치 정보를 확인할 수 있었지만 대부분의 시스템에서 배출업소 주변의 환경정보나 통계 정보 등의 지리 정보를 확인하기 어려웠다.

분석 시스템 중 대기는 대기총량관리시스템과 CleanSYS시스템에서 가장 높은 활용도를 보였으며 수질은 수질원격감시체계 시스템과 수질오염방제 정보시스템에서 가장 높은 활용도를 보였다. 활용도가 높은 시스템은 대부분 배출업소에서 배출하는 오염물질정보를 다루는 시스템이지만 수질오염방제정보시스템의 경우 배출정보나 측정망정보를 연계하여 활용하고 있기 때문에 높은 정보 활용도를 보인 것으로 판단된다. 하지만 대부분의 시스템에서 지도·점검에 중요한 점검이력 정보를 확인할 수 없었으며 지리정보 또한 낮은 활용도를 보였다. 시스템의 전반적인 정보 및 활용도 평가결과는 Table 4와 같다.

5. 제언

앞서 지도·점검에 필요한 환경정보 활용체계를 구분하고 이를 토대로 각 환경정보시스템별로 정보의 활용도

를 평가하였다. 지도·점검에 환경정보를 활용하기 위해서는 배출물질 정보, 배출업소 정보, 점검이력 정보, 지리정보가 필요함을 도출하였다. 본 연구에서는 두 가지 방향으로 환경정보 활용방안을 제안하고자 한다.

첫째, 기존 환경정보시스템의 정보 활용이다. 대부분의 시스템은 환경감시 지도·점검이 목적이 아닌 각각의 업무효율을 높이기 위한 목적으로 구축되어 있기 때문에 환경감시에 직접적으로 활용하기에는 다소 어려움이 존재하고 있었다. 하지만 일부 환경정보시스템에는 환경감시에 직·간접적으로 도움을 줄 수 있도록 인터페이스 및 기능이 구현되어 있어 환경정보를 활용할 수 있을 것으로 보인다. 대기환경정보시스템의 CleanSYS시스템은 대기오염물질정보를 5분, 30분 간격으로 구축하고 있으며 시스템의 통계기능을 이용하여 정보를 활용할 수 있다. 통계기능에는 배출업소별, 굴뚝별, 물질별, 시간별 조건부 검색 기능을 이용하여 실시간 정보를 확인할 수 있고 배출기준 초과 정보 또한 확인할 수 있다. 이 외에도 배출정보별로 시간에 따라 추이변화를 관찰할 수 있어 지도·점검 필요 여부를 결정할 때 활용할 수 있을 것으로 판단된다. 수질환경정보시스템의 수질원격감시체계시스템은 실시간으로 구축되는 수질오염정보의 통계기능을 이용하여 지역, 배출업소, 방류구 등의 조건검색을 통해 배출물질 정보를 조회할 수 있다. 무엇보다 특정 지역 선택 시 실시간으로 해당지역의 수질정보를 확인하여 배출기준 초과 여부를 확인할 수 있다. 마지막으로 하천망분석도 시스템은 하천구간(Stream Reach)을 설정하는 기능이 구축되어 하천 집수구역 안에 있는 정보를 선별하여 조회할 수 있다. 하천 구간별 시계열별, 배출오염물질별 측정값의 추이변화를 확인함으로써 환경감시 대상지역 및 지도·점검 배출업소 대상 선정을 위한 의사결정 지원이 가능할 것으로 보인다.

둘째, 환경감시 지도·점검에 활용할 수 있는 환경정보를 연계하고 통합하여 통합 환경정보 활용체계를 구축하는 것이다. 국외 선진 환경정보시스템 중 미국의 ECHO 시스템은 환경감시에 필요한 정보를 하나의 시스템에 구축하여 이용이 용이하도록 UI(User Interface)를 구축하였으며 다양한 기능 또한 구현되고 있다. 이처럼 지도·점검에 유용한 환경정보가 구축되어 있는 대기총량관리시스템, CleanSYS시스템, 하천망분석도시스템, 수질원격감시체계 시스템 등에 대한 정보를 시스템간 유기적으로 연계하고 통합할 필요가 있다. 환경정보화 촉진기 시절

부터 홈페이지 개설, 매체별 환경정보화 추진 등이 일어남에 따라 다양한 환경업무에서 개별적으로 정보화가 진행되고 정보시스템이 구축되어, 현재는 기후대기 물환경 및 상하수도, 자연보전, 자원순환, 환경보건 등을 기반으로 수많은 정보시스템이 구축·운영되고 있다. 이러한 이유는, 부서간의 소통 및 공유체계의 부재와 무분별한 정보화 추진 등의 이유로 사료된다. 김태현(2015)의 연구에서는 도시, 환경, 방재 분야에서의 공간환경정보를 조사·분석하여 이들의 특성, 활용목적 등에 따라 유기적인 정보의 연계 필요성을 언급[15]하고 있는데, 환경감시 지도·점검 관련 정보 또한유기적인 연계에 대한 세밀한 방향설정이 필요하다. 우리나라는 현재 ICT(Information and Communication Technology) 기술의 성장과 함께 사물인터넷, 빅데이터, 클라우드, 플랫폼 등의 기술에 기반하여 모든 정보가 연결되고 편리한 정보활용체계를 구축할 수 있는 기술이 빠른 속도로 발전하고 있다. 이러한 기술을 토대로 법·제도부문을 함께 고려하여 유사한 정보시스템을 통합하거나 정보를 연계, 공유하는 등의 체계를 만들어 나갈 필요성이 있다.

6. 결론

본 연구는 다양한 환경정보시스템에서 축적된 환경정보를 이용하여 환경감시 지도·점검에서의 활용 가능성을 파악하고자 연구를 진행하였다. 국내에서 운영하고 있는 대기 및 수질 환경정보시스템 중 배출물질, 지도·점검 이력정보 등의 정보를 다루는 시스템을 대상으로 분석하였다. 시스템 분석, 전문가 면담, 현장 지도·점검 검증 등의 과정을 통해 환경감시에 필요한 환경정보 활용체계를 구분하였고 이를 토대로 정보 활용도를 평가하였다. 환경정보시스템은 대부분 배출업소에서 배출하는 배출물질에 대한 정보 또는 측정망에서 측정되는 물질정보가 구축되어 해당 목적에 따라 관리되고 있었다. 환경감시 지도·점검에 필요한 환경정보는 배출물질정보, 배출업소정보, 점검이력정보, 지리정보 4가지 범주로 구분할 수 있었다. 이를 기반으로 지도·점검에서의 환경정보 활용도를 평가한 결과, 대기총량관리시스템과 CleanSYS시스템, 수질원격감시체계 시스템과 수질오염방제 정보시스템에서 비교적 높은 활용도를 보였다. 하지만 대부분의 시스템에서 지도·점검에 중요한 점검이력 정보를 확인할

수 없었으며 지리정보 또한 낮은 활용도를 보였다. 이처럼 각각의 목적에 따라 구축된 환경정보시스템이지만 환경감시 업무 관점에서 평가한 이유는, 활용도를 평가함으로써 환경감시에 필요한 기존 시스템이나 정보를 도출하거나, 신규 시스템 구축, 시스템간 정보 연계 등의 의사결정과 정책적 제언이 가능하기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 도출한 결과를 토대로 기존 환경정보시스템의 정보 이용 관점과 환경정보를 연계하고 통합하는 방안을 제안하였다.

본 연구에서는 환경감시 지도·점검의 대상 중에서 대기 및 수질 관련 정보만을 연구 대상으로 진행한 한계가 있다. 추후 연구에서는 소음·진동, 가축분뇨, 악취 등에 대한 정보시스템 및 정보에 대한 연구를 수행하여 환경감시에서의 활용방안을 도출할 필요가 있다. 환경감시 지도·점검의 업무 수행 관점에서 본 연구는 업무 지원에 필요한 환경정보시스템 및 정보 활용 측면에서 의사결정을 지원할 수 있을 것으로 기대할 수 있으며 이를 통해 불법행위의 개연성이 높은 지역 및 배출업소 등을 효과적으로 선별하여 단속업무를 집중할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 업무담당자는 현장에 직접 가지 않고 중점 단속 대상 배출업소 선정, 관련 정보 파악 등 한정된 환경감시 인력 및 자원을 효율적으로 활용할 수 있으며 무엇보다, 정보를 통해 업무담당자간의 원활한 소통이 가능할 것으로 사료된다. 마지막으로 다양한 매체 및 운영기관에 걸친 환경정보시스템의 현황을 조사·분석한 결과는 환경감시 업무 외에도 다양한 측면에서의 환경정보 활용에 기초자료로의 활용할 것으로 판단된다.

References

- [1] D. H. Kang & H. K. Lee, "An Empirical Study of the Sido, Saeol System Service Quality: Local Government User Satisfaction and Job Satisfaction", *Information System Research* 20(2), pp. 135-154, 2011.
- [2] S. W. Son, J. H. Yoon, H. J. Jeon, N. W. Jo & N. I. Myung, "Research on the improvement measures on the guidance and inspection for an environmental pollutant discharging company by using the problem analysis", *Journal of the Korea Academia-Industrial* 16(10), pp. 6466-6474, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.10.6466>
- [3] Ministry of Environment, "Research on Utilization System of Environment Inspection with Environmental Measurement Information", Ministry of Environment Report, 2016.

[4] G. Y. Hwang, "Environmental Inspection and Control-Present State and Policy Direction-", Environmental Law Research, 37(2), pp. 75-101, 2015.

[5] J. S. Kim & T. H. Moon, "A Study on the Effect of Decentralizing Environmental Regulation on the Performance of Local Governments' Environmental Surveillance of Emission Facilities", Korean Public Administration Review 47(4), pp. 231-258, 2013.

[6] T. H. Moon, "A Study on the Evaluation of Local Government's Capacity to Manage Pollutants Emission Industries", Journal of industry and management, 11(2), pp. 3-26, 2002.

[7] S. W. Kim, "A Study on the Recognition of the Management Effectiveness of the Emission Company in the Voluntary Approach", Korea Policy Research 9(1), pp. 331-348, 2009.

[8] J. J. Jahng, S. D. Kwon & S. H. Koh, "A Study on the History of IS Development Methodology", Information Systems Review 10(2), p. 211-234, 2008.

[9] E. J. Kim, "Building and Operation guideline of Information System", Local Information Magazine 74, pp. 44-51, 2012.

[10] S. A. Kang, "The Project and Prospects of Old Documents Information Systems in Korea", Journal of the Korean Society for Library and Information Science 31(4), pp. 83-112, 1997.

[11] Y. J. Kim, Y. H. Cho, J. S. Won & K. M. Kim, "Development of Seoul Environmental Information System", The Journal of GIS Association of Korea 7(1), pp. 13-27, 1999.

[12] M. H. Jang & J. R. Lee, "A Study on the Implementation of Historical and Cultural Information System based on Web GIS for Youngsan River Area", The Journal of GIS Association of Korea 17(3), pp. 329-339, 2009.

[13] A. Brzozowska, D. Bubel & A. Pabian, "Implementation of technical and information systems in environmental management", Procedia-Social and Behavioral Sciences 213, pp. 992-999, 2015.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.516>

[14] U.S. Environmental Protection Agency, "National Pollutant Discharge Elimination System Compendium of Next Generation Compliance Examples", EPA Report, 2015.

[15] T. H. Kim, "Linking and Utilizing Urban, Environmental, Disaster Prevention Spatial Data for a Climate Change Adaptation Spatial Planning", Journal of Environmental Policy 14(1), pp. 85-112, 2015.
DOI: <https://doi.org/10.17330/joep.14.1.201503.85>

[16] <http://www.airkorea.or.kr>

[17] <https://www.n-sky.or.kr>

[18] <http://www.cleansys.or.kr>

[19] <http://sodac.nier.go.kr>

[20] <http://airemiss.nier.go.kr>

[21] <http://water.nier.go.kr>

[22] <http://wems.nier.go.kr>

[23] <http://www.koreawqi.go.kr>

[24] <https://www.soosiro.or.kr>

[25] <http://river.nier.go.kr/hbmis>

[26] <http://sgis.nier.go.kr>

[27] <http://www.river.go.kr>

[28] <http://ras.hrfco.go.kr>

[29] <http://www.wins.go.kr>

[30] <https://www.epa.gov>

[31] <https://www.epa.gov/npdes>

[32] <https://www.epa.gov/npdes/electronic-notice-intent-enoi>

[33] <https://cdx.epa.gov>

[34] <https://echo.epa.gov>

[35] <http://prtr.ec.europa.eu>

[36] <http://www.eea.europa.eu>

손 승 우 (Seung-Woo Son)

[정회원]



- 2013년 8월 : 서울대학교 생태조경학과 (조경학석사)
- 2014년 3월 ~ 현재 : 서울대학교 협동과정조경학 (박사수료)
- 2013년 7월 ~ 현재 : 한국환경정책·평가연구원 연구원

<관심분야>

환경정보, 공간정보, 공간분석, 환경계획

윤 정 호 (Jeong-Ho Yoon)

[정회원]



- 1997년 2월 : 고려대학교 산림자원학과 (농학석사)
- 2003년 2월 : 고려대학교 산림자원학과 (이학박사)
- 1996년 7월 ~ 현재 : 한국환경정책·평가연구원 선임연구위원

<관심분야>

정보시스템, 환경정보, 원격탐사

전 형 진(Hyung-Jin Jeon)

[정회원]



- 2005년 8월 : 한양대학교 공학대학원 (대기공학 석사)
- 2011년 2월 : 한양대학교 일반대학원 보건학과 (보건학박사)
- 2011년 1월 ~ 현재 : 한국환경정책·평가연구원 초빙연구원

<관심분야>

환경보건, 환경정보, IoT

김 태 현(Tae-Hyun Kim)

[정회원]



- 2010년 2월 : 연세대학교 도시공학과 (공학박사)
- 2011년 9월 ~ 2012년 11월 : 미국 애리조나대학 지리개발학과 (Visiting Scholar)
- 2014년 6월 ~ 현재 : 한국환경정책·평가연구원 부연구위원

<관심분야>

도시계획 및 설계, 환경정보, 공간분석

이 종 민(Jong-Min Lee)

[정회원]



- 2016년 2월 : 카이스트 경영대학 정보미디어 MBA (경영학 석사)
- 2016년 3월 ~ 현재 : 한국환경정책·평가연구원 연구원

<관심분야>

환경정보, 환경관리, 데이터분석

문 지 원(Ji-Won Moon)

[정회원]



- 2014년 8월 : 연세대학교 정보산업 도시공학과(도시) (공학박사)(석박사통합)
- 2015년 5월 ~ 현재 : 한국환경정책·평가연구원 초빙연구원

<관심분야>

도시개발 및 디자인, 환경정책