

환경감시 정책수립 지원을 위한 전략 마련*

Strategies for the Establishment of Environmental Monitoring Policies

손승우** · 유재진***

Seung-Woo Son · Jae-Jin Yu

요약: 환경에 대한 국민적 인식과 관심이 지속적으로 증대되고 있다. 이에 정부는 다양한 환경감시 관련 제도를 운영하고 있으며 이를 위해 많은 인력과 예산을 투입하고 있다. 그러나 현행 환경감시 업무는 지능화 및 다양화되는 불법행위에 대해 효율적으로 대응하기에 한계가 있으며, 현재의 인력 및 예산 등의 여건으로는 다양하고 수많은 배출업소에 대한 효율적인 환경감시 업무 수행이 어려운 상황이다. 따라서 환경감시에 있어 체계적이고 거시적인 추진전략과 종합계획이 마련되어야 하는 실정이다. 본 연구에서는 환경감시에 대한 체계적인 업무 수행 방안을 마련하고 과학적 기반의 환경감시 업무 수행 체계를 구축하고자 하였다. 이를 통해 현행 환경감시 체계의 강화와 환경범죄 감소 및 예방에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.
핵심주제어: 환경감시, 지도·점검, 종합계획, 배출시설, 환경범죄

Abstract: Public awareness and concern regarding the environment are continuously growing. Accordingly, governments operate a variety of environmental monitoring systems in which they have invested considerable human resources and funds. However, current environmental monitoring work faces challenges in efficiently addressing various shrewed but illegal activities. Additionally, performing efficient monitoring of various emission sites poses difficulties that are constrained by existing personnel and budgetary conditions. Therefore, it is necessary to develop a systematic and macroscopic implementation strategy and a comprehensive plan for environmental monitoring. This study aims to develop a systematic planning structure and establish a scientific system for environmental monitoring work. This study is anticipated to enhance existing environmental monitoring systems, thereby contributing to the reduction and prevention of environmental crimes.

Key Words: Environmental Monitoring, Guidance and Inspection, Comprehensive Plan, Emission Facilities, Environmental Crimes

* 본 논문은 한국환경연구원에서 환경부의 수탁과제로 수행 된 「환경감시 종합계획 (23~27) 수립을 위한 연구(2022-044)」의 지원을 받아 수행되었으며 보고서 일부를 학술논문 형태로 재구성함에 따라 문장, 표 등이 재인용됨을 밝힙니다.

** 주저자, 한국환경연구원 부연구위원

*** 교신저자, 공주대학교 지리교육과 조교수

I. 서론

환경에 대한 국민의 인식과 관심이 꾸준히 높아지고 있으며, 그에 상응하여 주변 환경의 질에 대한 개선 요구와 환경적으로 악영향을 유발하는 시설에 대한 감시 요구도 증가하고 있다. 환경감시 업무는 배출업소에서 배출하는 환경오염물질, 오염물질 배출 행위 등을 감시하여 환경오염을 예방하며 나아가 환경을 보전하는 업무로 볼 수 있다. 이러한 오염물질 배출 사고로 인해 막대한 재산상의 피해는 물론 인명 피해까지 발생하여 배출업소의 지도·점검의 중요성이 날로 커지고 있는 실정이다.

환경오염물질을 배출하는 배출업소는 해당 시설을 운영하기 전에 국가 및 지자체로부터 시설에 대한 인허가를 득해야 하며 운영 중에도 정기적으로 담당부서로부터 지도·점검 등의 관리를 받아야 한다. 이러한 지도·점검은 환경오염물질 배출로 인한 환경 및 인명 사고를 사전에 방지할 수 있는 제도로써 그 중요성이 매우 크며 계획부터 실시, 점검결과 조치, 사후관리 순으로 업무가 진행된다. 국내뿐만 아니라 국외에서도 환경감시와 관련된 다양한 제도가 마련이 되어 운영중이다.

국가 및 지자체에서는 다양한 환경감시 관련 제도를 운영하기 위해 많은 인력과 예산을 투입하고 있다. 그러나 비효율적인 점검, 낮은 수준의 행정적 처벌 등의 문제가 지속적으로 제기되고 있다. 국가에서 주도하는 환경감시 업무의 비효율성 등으로 인해 환경부는 단속기관과 지역주민, 기업 등이 환경오염 행위 감시를 위한 파트너가 되어 상호 지원하고 협력할 수 있는 민·관 환경감시 네트워크 운영지침을 마련한 바 있으며(환경부, 2004.), 최근에는 민간드론협회, 국립환경과학원과 8개 지방 및 유역 환경청을 아우르는 민관협력체계를 구축하여 드론으로 대기오염감시를 수행한 바 있다(환경부, 2021).

그러나 현재의 환경감시 업무는 지능화 및 다양화되는 불법행위에 대한 효율적 대응에 한계점이 존재한다. 또한 현재의 인력 및 예산 등의 여건으로는 다양하고 수많은 배출업소에 대한 효율적인 환경감시 업무 수행이 어렵기 때문에 종합적이고 체계적인 거시적인 추진전략이 필요한 상황이다(황계영,

2015, 손승우 외, 2021).

따라서 본 연구는 환경감시에 대한 체계적인 업무 수행 방안을 마련하고 과학적 기반의 환경감시 업무 수행 체계를 구축하고자 한다. 또한 환경감시 종합계획의 목표를 제시하고 달성을 위한 법·제도 개선 방안과 연구개발사업 등의 추진전략을 제시하고, 환경감시 인력의 역량 강화 및 환경감시 조직의 정비 등 환경감시 업무의 효율성을 향상시킬 수 있는 5년간의 시급한 전략 및 과제제시를 목적으로 하였다.

II. 선행연구

1. 환경감시 정책 개요

환경감시란 환경법 위반행위의 단속 및 예방을 위하여 환경부 및 그 소속 기관의 환경감시조직에서 수행하는 환경오염물질배출시설의 통합지도·점검, 환경단속 및 수사에 관련된 모든 업무를 말하며, 이와 관련된 세부 개념으로는 지도·점검과 환경단속 및 수사가 있다(손승우 외 2022). 지도·점검이란 한 사업장 내에 매체별(대기, 수질, 폐기물 등) 관련 규정에 따른 허가 및 등록 사항의 준수 등 위법 여부를 확인하기 위하여 시료 채취, 관계서류, 시설 점검 또는 관련 장비 등을 검사하는 것이다.

환경감시의 개념을 명확히 이해하기 위해서 환경단속과 환경수사의 특징을 구분할 필요가 있다. 환경단속은 일반적으로 환경오염물질을 배출하는 사업장에 대한 지도·점검을 하고, 위반사항을 발견한 경우 필요한 행정상의 조치를 하는 것이며, 환경수사는 환경범죄 혐의 유무를 가려내는 절차로 범죄자를 처벌하기 위하여 관련 범죄사실을 조사하고 공소의 제기 및 수행을 위해 필요한 증거 확보 및 보전하는 일련의 행위를 의미한다(손승우 외 2017).

환경감시와 관련한 법·규정은 총 1개의 규정과 2개의 법에서 다루어지고 있다. 「환경오염배출시설 등에 관한 통합지도·점검규정」(환경부훈령), 「환경범죄 등의 단속 및 가중처벌에 관한 법률」(환경범죄단속법), 「환경오염시

설의 통합관리에 관한 법률」(환경오염시설법)이 해당되며(손승우 외 2022), 각 법·규정에 대한 세부적인 내용은 국내 환경감시 업무 및 정책 현황 분석 부분에서 살펴보았다.

환경감시 업무와 관련한 선행연구는 지방행정 제도적 관점에서 지도·점검 업무의 특성과 지도·점검 현황분석, 최신 IoT 기술의 환경감시 업무로의 적용 가능성에 대한 연구 등이 있다(김종순, 문태훈 2013; 손승우 외 2017; S.L. Ullo, G.R. Sinha 2020; L.Moses et al., 2020; 김명제 외 2022).

2. 종합계획 개요

국토종합계획이나 국가환경종합계획, 에너지기본계획 등의 국가법정계획은 그 수립권자가 중앙행정기관으로서 법률적 근거를 가진 계획이며, 중앙행정기관이 소관 법령에 따라 수립하는 국가법정계획은 우리나라에서 매우 광범위하게 사용되는 행정작용이라고 할 수 있다. 우리나라는 1960년대 이후 경제기획원 주도의 중앙집중적이고 종합적인 경제개발 5개년 계획의 바탕 위에서 경제발전전략을 수립·추진해 왔고, 1990년대 이후 민주화, 개방화 등 정책환경의 변화에 따라 기존의 중앙집중적이고 종합적인 계획체계에서 부처 단위의 분권화된 계획체제로 전환되었다(이광희, 박준, 2022).

국가 법정계획은 지속적으로 확대되고 있는데, 특히 2000년대 이후 급증하였다. 부처별로 보면, 해양수산부, 국토교통부, 환경부 등의 순으로 나타나고 있으며, 이 중 환경부는 총 56개의 법령계획을 수립하고 있다. 환경 분야에는 10-20년 장기계획이 다수 있으며, 국정과제와 연계하기 위해 일부 수정이나 변경이 이루어지며, 최상위 계획인 국가환경종합계획의 주요 내용에 따라 국토자연, 대기분야, 물관리, 자원순환 등 세부 분야별로 연계되는 구조이다(이광희, 박준, 2022).

국가환경종합계획은 헌법 및 환경정책기본법에 따른 환경분야 범정부 최상위 계획으로 분야별 환경계획, 타 중앙행정기관 및 지자체 환경계획에 대한 기본원칙 및 방향을 제시하고 있다(관계부처합동, 2020). 국가환경종합계획은 세부 분야로는 국토자연, 대기, 물관리, 자원순환, 환경보건, 기후탄소

경제 등으로 구분된다. 본 연구에서 다루는 환경감시 종합계획은 이러한 세부 분야에서 발생할 수 있는 오염물질의 종합적인 감시 체계를 의미한다.

III. 연구방법 설계

환경 및 사회·경제적 변화 및 기술의 발전 등과 같은 환경감시 제반 업무에 영향을 미칠 수 있는 요인 파악은 추후 환경감시 업무의 연속성 및 전문성 확보를 위해 지속적으로 이루어져야 할 필요가 있다. 또한 한정적인 예산 범위 내에서 활용가능한 환경감시 관련 장비를 고려한 과학적이고 체계적인 환경감시 업무의 추진이 필요하다. 따라서 국내외 환경감시 현황을 면밀히 분석하여 환경감시 종합계획 목표 설정 및 추진의 타당성을 확보해야 한다(양재문, 2010). 이를 위해 본 연구는 크게 국내외 환경감시 업무 및 정책 현황 분석과 이를 통한 환경감시 정책 전망 제시, 국가 및 민간 환경감시 전문가 의견 수렴을 통한 추진전략 도출, 그리고 앞선 분석틀을 통해 도출된 결과를 기반으로 환경감시 종합계획 추진전략별 방향을 설정하고 제안하는 부분으로 나누어 전개하였다.

1. 국내 환경감시 업무 및 정책 현황 분석

국내 환경오염물질 배출업소를 대상으로 하는 감시는 해당 업무에 대한 전문 지식, 효율성 등의 이유로 시도·점검에 대한 관할기관이 중앙정부와 지자체 사이에 위임과 회수를 반복해오고 있다(김종순, 문태훈, 2013; 손승우 외, 2021). <표 1>은 배출업소에 대한 감시·단속기관의 변천사이다. 시도·점검은 현재 환경부와 각각의 시·도에서 개별 수행하고 있는데 환경부는 특별 단속을 위주로 하며, 지자체에서는 정기 점검을 위주로 수행하고 있다.

〈표 1〉 감시·단속기관의 변천

기간	분담체제	환경부(지방환경청)	시·도
1977 ~1984.2	시·도 전담	-	전담
1984.3 ~1986.12	중앙기동점검반과 시·도 분담	환경부 중앙기동점검반: 단속권만 분담 (허가·행정 처분은 시·도가 전담)	모든 배출업소
1986.12 ~1992.6	지방환경청과 시·도 분담	지방환경청 신설: 산업단지 내 업소, 특정 유해 물질 배출업소, 산업단지 외 대형배출업소 (허가·단속·행정처분권을 분담)	산업단지의 소형배출업소
1992.7 ~1994.5	시·도 전담 (낙동강 식수 오염사고 발생 1994)	-	전담
1994.5 ~2002.9	환경부와 시·도 분담	지방환경청: 산업단지 내 배출업소 (허가·단속·행정처분권을 분담)	산업단지 외 배출업소
2002.10 ~2013	환경부와 시·도 분담	지방환경청: 특별단속 (단속권만 분담)	모든 배출업소
2013.5	환경부와 시·도 분담 (대기환경보전법개정 2012.5)	대기오염물질 배출업소에 대한 감시·단속권 한을 시·도로 이양, 시·도에서 허가, 감시·단속, 행정 처분 전담	대기오염물질 배출업소 시·도 전담
2015.1		화학물질 사업자 관리 권한이 지자체에서 지방환경관서로 이관	

자료: 김종순, 문태훈(2013), 환경부 훈령 제1412호(2019) 토대로 재구성

환경오염물질 배출시설을 설치하여 운영하는 사업자는 대기, 수질, 소음·진동 등 개별법에 근거하여 시설을 설치하고 인·허가를 받아 시설을 운영하고 있으며 인·허가 기관이 해당 사업이 적정하게 관리되고 있는지 여부를 확인하는 과정에서 지도·점검을 수행하고 있다.

환경감시와 관련하여 1개의 규정과 2개의 법에서 관련 내용을 다루고 있는데, 각각 「환경오염배출시설 등에 관한 통합지도·점검규정」(환경부훈령), 「환경범죄 등의 단속 및 가중처벌에 관한 법률」(환경범죄단속법), 「환경오염시설의 통합관리에 관한 법률」(환경오염시설법)이 해당된다(표 2).

〈표 2〉 환경감시 관련 법·규정 개요

구분	이름	내용	시행년도
규정	환경오염물질배출시설 등에 관한 통합 지도·점검규정	환경오염물질 배출시설의 통합지도·점검 사항 규정	2002.10.14
법	환경범죄 등의 단속 및 가중처벌에 관한 법률 (약칭: 환경범죄단속법)	환경오염 또는 환경훼손 행위에 대한 가중처벌 및 단속·예방 등	1991.05.31
법	환경오염시설의 통합관리에 관한 법률 (약칭: 환경오염시설법)	배출시설 등의 통합관리 및 최적환경관리 기법 적용을 위한 체계 구축	2017.01.01

「환경오염배출시설 등에 관한 통합지도·점검 규정」은 환경오염물질 배출시설의 통합지도·점검의 투명성과 효율성을 제고하고, 배출시설 및 방지시설 관리를 통해 쾌적한 환경 보전을 도모하기 위해 제정되었다. 지도·점검 단속의 대상은 「대기환경보전법」, 「소음·진동 관리법」, 「물환경보전법」, 「하수도법」 등 관련 규정에 따른 허가 및 등록 사항의 준수 등 위법 여부를 확인하게 되어 있다.

「환경범죄 등의 단속 및 가중처벌에 관한 법률」은 생활환경 또는 자연환경 등에 위해를 끼치는 환경오염 혹은 환경훼손 행위에 대한 가중처벌, 단속, 예방 등에 관한 사항을 정하고 환경보전에 이바지하는 것을 목적으로 제정되었고, 환경단속과 환경수사 등에 대한 일련의 절차를 마련하고 있다. 환경 단속·수사 업무의 유역·지방환경청과 지자체에서 이원적으로 실행하고 있으며, 주로 현장조사를 통해 환경 관련 범죄 적발과 증거 수집을 수행하고 있다(윤정호 외, 2017).

통합환경관리제도(인·허가제도)의 법적 근거가 되는 「환경오염시설의 통합관리에 관한 법률」은 오염매체별(대기·수질·토양·폐기물 등)로 허가·관리하던 기존 배출시설관리를 사업장 단위로 통합하여 관리하기 위해 제정되었다. 이는 「대기환경보전법」, 「물환경보전법」, 「폐기물관리법」 등 7개 법률의 10종 시설에 대한 인·허가 신고를 통합하고, 최적가용기법을 활용하여 오염물질 발생을 최소화하려는 노력의 일환이다(김동균, 2020).

2. 국외 환경감시 관련 계획 및 정책 현황 분석

미국 EPA 법집행 프로그램의 제도적 근거는 미국 법전 18호와 환경법령에 기반하고 있으며, 환경법령에는 Clean Air Act(청정대기법), Clean Water Act(청정수질법) 등 12개 미연방법령이 포함되어 있다. ‘청정대기법’은 고정·이동배출원의 오염물질 배출을 규제하기 위한 연방 법률이며, 자국 내 대기질 기준과 연간 재생연료 기준 등을 설정할 권한이 부여된다. 최근에는 동법상 다수 조항이 기후변화에 영향을 미치는 배출가스를 규제하기 위하여 적용되고 있다. 아울러, ‘청정수질법’은 미국 수계에서 발생하는 오염물질 배출을 규

제하고 지표수에 대한 수질을 규정하고 있다(윤지영 외, 2016; 소병천, 2019).

독일은 형법전에 환경형법이 규정되어 있고, 환경범죄 구성요건이 여러 가지 분류 기준을 통해 나뉘어 있다(윤지영 외, 2016). 독일의 경우 환경형법이 형법전에 편입되면서 규범이 매우 명확해진다는 장점이 있으며, 환경범죄의 사회적 유해성에 대한 공공의 인식을 심화하는 효과를 불러일으켰다.

중국 또한 형법전 제6장 사회질서 방해죄 중 제6절 환경자원보호 파괴죄에서 환경오염과 환경파괴에 대한 범죄구성요건과 형벌이 규정되어 있는 등 환경범죄 관련 규정이 대부분 형법전에 규정되어 있다. 환경 관련 법규 준수 여부에 대한 관리·감독을 위해 「환경감찰방법」을 2012년에 제정하여 시행 중에 있으며, 이는 국내의 지도·점검 방식과 제도적 유사성을 가지고 있다고 할 수 있다.

3. 환경감시 정책 분석 및 전망 모색

국내 환경감시 업무 및 정책 현황과 국외 환경감시 관련 계획 및 정책 현황을 분석했을 때, 국내 환경감시 정책 방향에 대한 전망을 크게 세 부분으로 구성할 수 있었다. 우선 첫째, 법·제도 정비를 통한 환경감시 업무의 실효성 강화이다. 환경감시 관련 법·제도의 연계성 강화를 통한 환경범죄에 대한 실질적인 처벌 강화는 환경감시에 대한 전반적인 인식 개선에 영향을 미칠 것이며, 배출업소의 법·제도 이해도를 높여 자발적인 배출 감소 의지를 형성하는 것 역시 필요할 것으로 판단된다. 둘째, 배출업소의 지능화되는 환경범죄에 대한 과학적인 대응의 필요성이 지속적으로 증대되고 있으므로 환경감시와 관련된 기술의 발전을 고려하여 이를 활용한 환경감시 과학화 기법을 장기적으로 발굴할 수 있는 기반을 조성하는 등 새로운 환경감시 장비를 활용한 환경감시 업무의 과학화가 전망된다. 끝으로, 환경감시 기술과 법·제도 등의 종합적 연계를 통한 단기적인 성과가 아닌 환경감시 업무의 장기적인 내실화를 유도하기 위해 국내외 환경감시 현황을 고려한 환경감시 종합계획 목표 설정 및 추진의 타당성 확보가 필요하다.

4. 국가 및 민간 환경감시 전문가 의견 수렴을 통한 추진전략 도출 내용 검토

본 연구에서는 환경감시 업무를 담당하고 있는 환경부 유역·지방환경청 업무담당자와 환경감시 전문가를 대상으로 심층 면담을 진행하였다.

업무담당자 및 관련 전문가들은 환경감시에 대한 제도의 정비 및 정합성을 확립에 대한 필요성을 제기하였다. 이는 제도가 근간이 되어 환경감시의 타당성을 확보하고 추진을 확장하기 위함으로 판단된다. 또한 수많은 배출업체를 감시 혹은 관리하기에는 현재 인력이 매우 부족한 상황임을 언급하였으며 배출업체들의 위반행위가 날로 늘어남에 따라 과학기술을 활용하여 소규모 배출업체의 위반행위까지도 감시할 수 있는 기술에 대한 필요성을 언급하였다. 또한 중앙 및 지방정부간 배출업체에 대한 이력관리, 정보 공유 등을 위한 체계의 필요성을 언급하였다.

IV. 환경감시 추진전략별 계획 설정

1. 체계적인 환경감시 업무 수행을 위한 법·제도 강화 계획

현장 중심 지도·점검 방식의 물리적 한계와 배출량 측정에 집중된 환경감시 방법의 한계가 부각되고 있는 상황이며, 현행 주요 법에서 환경감시라는 단어가 혼용되고 있거나 정확한 정의가 부재한 실정으로 환경감시 관련 법·규정 간 연계성이 낮고, 개별 법령 내 환경감시의 연계도 잘 이루어지지 않고 있다. 또한 행정계획은 임의계획에서 법정계획으로 발전할 수 있으므로, 다른 계획과의 관계 설정과 연계가 중요하기 때문에 환경감시 종합계획을 독자적으로 수립할 시, 다른 계획들과의 관계도 고려하는 것이 필요하다.

따라서 현재의 상황을 기반으로 한 향후 체계적인 환경감시 업무 수행을 위한 법·제도 강화 계획은 첫째, 현행 법제도 정비 및 방법론 개편을 위한 환경감시 법·제도 및 진단 강화, 둘째, 총량관리 및 자율감시 기반 정비를 위한 환경감시의 제도적 기반 구축, 셋째, 환경감시 관련 법제 간 정합성 확립을 위

한 환경감시 체계 합리화 추진으로 정리할 수 있다<표 3>.

〈표 3〉 체계적인 환경감시 업무 수행을 위한 법·제도 강화 계획 전략

현재	미래 방향
환경부 환경조사담당관실 및 각 유역·지방환경청 환경감시단, 지자체 환경감시팀에서 통합지도·점검 규정에 따라 정기, 수시 점검 진행	⇒ 환경감시에 대한 명확한 정의 및 범위 설정을 통해 지도·점검 업무의 체계화
개별 사업장 운영에 영향을 줄 수 있는 법·규정의 환경감시와의 연결성 모호	⇒ 총량규제, 자율감시 등 환경감시의 근본적인 문제점을 보완할 수 있는 제도의 정비 병행
환경감시 관련 법·제도 간 연계성 부족	⇒ 환경감시 관련 법·제도 간 정합성 확립을 통한 업무 효율성 증대

2. 환경감시 인력의 역량 강화 방안 마련

환경감시 업무는 인력에 비해 많은 지도·점검 대상 업체의 수, 한정적인 예산 확보를 통한 인력 증원의 한계 등의 문제점이 있으므로, 단순한 인력 증원만으로는 근본적인 문제점을 해결하기 어렵다. 즉, 이러한 현황 및 변화에 대응할 수 있도록 환경감시 인력의 역량 강화에 대해 장기적인 투자가 필요한 실정이며, 이에 대해 2024년부터 시행되는 통합환경관리인(통합관리사업장의 배출시설 및 방지시설을 관리하는 자, 환경오염시설법 제21조의2) 제도는 환경감시와 직접적으로 연관이 있으므로 부족한 환경감시 인력의 보완책으로 활용될 수 있을 것이다(손승우 외 2022).

따라서 환경감시 인력의 역량 강화 방안 계획은 첫째, 환경감시 인력의 체질 개선, 둘째, 교육 프로그램 강화로 환경감시 업무의 연결성 강화, 셋째, 민·관 합동 운영을 통한 환경감시 인력의 전문성 강화 부분으로 구분하여 추진할 필요가 있다<표 4>.

〈표 4〉 체계적인 환경감시 업무 수행을 위한 법·제도 강화 계획 전략

현재	미래 방향
환경감시 업무의 근본적인 한계점에도 불구하고 기존의 방식 그대로 유지	⇒ 환경감시 인력의 체질 개선
작은 인력 교체와 베테랑 퇴직 등 업무 공백이 생기는 경우가 많음	⇒ 교육 프로그램 강화로 환경감시 업무의 연결성 강화
민간환경감시단의 전문성 부족 및 운영 부실, 민간전문가 활용 방안 부재	⇒ 민·관 합동 운영을 통한 환경감시 인력의 전문성 강화

3. AI 기반 환경감시를 위한 연구개발사업 발굴 및 기획

환경범죄는 나날이 지능화되고 있으나 환경감시는 여전히 현장 방문을 통해 진행되어 많은 노동력과 예산이 요구되는 작업인데 반해 지자체 및 유역·지방환경청의 부족한 인력과 예산으로 인해 적절한 수준에서의 감시 및 단속에 한계가 발생하고 있는 실정이다. 그런데 최근에는 최근 수많은 데이터를 자동으로 학습하고 유의미한 결과를 도출하는 AI 기반 데이터 학습 기술이 다양한 분야에 활용되고 있고, 환경정보시스템에서 제공하는 대기, 수질 등의 데이터에 인공지능 기술을 적용하면 과학적이고 체계적인 환경감시가 가능하다고 판단된다.

그러므로 AI 기반 환경감시를 위한 연구개발사업 발굴 및 기획을 위해, 첫째, 인공지능 기술 발달로 지능형 IoT 적용, 둘째, 지능형 IoT 및 대체 데이터 추가 활용, 셋째, 전체 감시 대상의 24시간 연속 감시, 넷째, 인공지능에 의한 예측·이상 감지 담당자에 의한 최종 점검 및 의사결정과 같은 전략이 필요하다고 판단된다(표 5).

〈표 5〉 AI 기반 환경감시를 위한 연구개발사업 발굴 및 기획 전략

현재	미래 방향
인공지능 기술 발전 이전의 단순 연결형 IoT 적용	⇒ 인공지능 기술 발달로 지능형 IoT 적용
일부 환경감시 및 저감 감지 IoT 센서 데이터만 제한적으로 활용	⇒ 지능형 IoT 및 대체 데이터 추가 활용
전체 감시 대상 중 일부 점검	⇒ 전체 감시 대상의 24시간 연속 감시
담당자에 의한 모니터링 및 현장점검	⇒ 인공지능에 의한 예측·이상 감지 담당자에 의한 최종 점검 및 의사결정

4. 효율적인 환경감시 조직 정비 및 정보공유 체계 마련

최근 10년간 대기 및 폐수배출시설의 단속 건수는 감소하였으나 위반율은 증가하여 유의미한 환경감시라기보다는 실적을 위한 단속·수사가 이루어지고 있고(환경부, 2021), 환경범죄는 검찰의 직접 수사가 제한되어 특별사법경찰을 통한 수사로 대응하고 있으나 정부 및 지자체 소속 특별사법경찰의 관할 구역이 상이하고, 협업체계가 미흡해 통일적이고 체계적인 수사지휘 및 수사공조가 어려운 상황이다. 또한 각 지방·유역환경청은 ‘환경배출시설 통합관리시스템’으로의 접근 권한을 가지고 있으며, 환경감시단 내 시스템 담당자가 있는데, 이를 환경감시에 실무적으로 사용하려는 방안이 마련되어야 한다.

따라서 효율적인 환경감시 조직 정비 및 정보공유 체계를 마련하기 위한 전략으로 첫째, 환경부 내 환경감시 관련 신설국 조성을 통한 환경감시 부처의 권한 및 역량 강화, 둘째, 환경감시 관련 개별 전문 부서 신설을 통한 업무세분화 및 전문성 강화, 셋째, 환경감시 업무 담당자들의 업무 수행에 실질적으로 활용될 수 있는 시스템 구축이 필요하다(표 6).

〈표 6〉 효율적인 환경감시 조직 정비 및 정보공유 체계 마련 전략

현재	미래 방향
환경조사담당관실에서 환경감시 업무 총괄	⇒ 환경부 내 환경감시 관련 신설국 조성을 통한 환경감시 부처의 권한 및 역량 강화
환경감시 업무 지도·점검, 단속·수사 경계가 모호하거나 업무 객관성 부족한 경우가 많음	⇒ 환경감시 관련 개별 전문 부서 신설을 통한 업무 세분화 및 전문성 강화
환경감시 통합관리시스템의 낮은 활용성	⇒ 환경감시 업무 담당자들의 업무 수행에 실질적으로 활용될 수 있는 시스템 구축

V. 고찰 및 결론

본 연구에서는 오랜 역사를 지니고 있는 환경감시 업무에 대한 종합적인 진단과 분석을 통해 환경감시 종합계획을 수립할 수 있는 방안을 마련하였고, 환경감시 종합계획을 위한 전략의 필요성과 함께 각 전략의 미래방향을

제시하였다. 각 전략의 세부 내용을 간략히 정리하면 다음과 같다.

환경감시 종합계획 전략 1인 '체계적인 환경감시 업무 수행을 위한 법·제도 강화'에서는 환경감시의 정확한 정의의 필요성, 환경감시를 보완할 수 있는 총량관리, 자율감시 등 다른 제도적 기반과의 조화 필요성, 환경감시 관련 법·규정의 연계성 강화 등을 다루었다. 이를 토대로 1) 환경감시 법·제도 진단 및 강화, 2) 환경감시 제도적 기반 구축, 3) 환경감시 체계 합리화 추진을 주요 정책과제로 제시하고, 각각 현행 법제도 정비 및 방법론 개편, 총량관리 및 자율감시 기반 정비, 환경감시 관련 법제 간 정합성 확립을 세부과제로 제시하였다.

전략 2인 '환경감시 인력의 역량 강화 방안 마련'에서는 환경감시 인력의 부족과 그로 인해 파생되는 여러 문제점, 환경감시 인력의 역량 강화와 체계적인 교육 프로그램 구축의 필요성 등을 다루었다. 이를 기반으로 1) 환경감시단 역량 강화 방안 마련, 2) 환경감시 전문가 육성 방안 마련을 주요 정책과제로 제시하였다. 환경감시단 역량 강화와 관련해서는 매체별·지역별 환경감시 인력 활용도 재고 방안, 민간전문가 기반의 지도점검 담당자 역량 강화 체계 마련을 세부과제로 하면서 기존 민간 참여 방식을 재편하고, 민간전문가 노하우 기반의 환경감시 담당 교육 체계를 마련해야 하는 것을 제시하였다. 환경감시 전문가 육성 방안과 관련해서는 대학을 통한 환경감시 전공 교육 강화, 기존 민간환경감시단 가이드라인의 문제점 분석 등을 제시하였다.

전략 3인 'AI 기반 객관적이고 효율적인 언택트 환경감시를 위한 연구개발 사업 발굴 및 기획'에서는 현장 방문 지도·점검의 한계점을 보완할 수 있는 AI 기술의 필요성과 기술 적용을 위한 데이터 구축의 방안 등을 다루었다. 이를 토대로 주요 정책과제와 세부과제를 제시하였다. 1) 환경감시 데이터 연계, 통합 및 신규 구축의 과제에서는 매체별 환경감시 데이터 연계 및 통합 기반 확보, 환경감시 추가데이터 수집 체계 확보의 세부과제 수행이 가능, 2) AI 기반 예측 및 이상 감지 모델 개발의 과제에서는 데이터 전처리 및 추가데이터 구축, 이상징후 탐지를 위한 AI 기반 예측 및 이상 감지 모델 개발 등 AI 기술 적용을 위한 기반 작업이 필요, 3) 지능형 플랫폼 서비스 개발의 과제에서는 지능형 환경감시 플랫폼 설계 및 구축, 공간 기반의 과학적 환경감시 의사

결정 지원 시스템 설계 등을 통해 장기적으로 AI를 활용한 환경감시 플랫폼이 효율적으로 활용될 수 있는 방안을 마련하였다.

전략 4인 ‘효율적인 환경감시 조직 정비 및 정보공유 체계 마련’에서는 환경감시 조직 정비를 통한 권한 강화, 환경감시 관련 독자적인 전문 부서의 필요성, 환경감시 통합관리시스템을 위한 기존 시스템 활용 방안 등을 다루었다. 이를 토대로 1) 환경감시 총괄 컨트롤타워 권한 강화, 2) 환경감시 정보공유 방안 마련을 주요 정책과제로 제시하였고, 각 과제에서는 환경감시 컨트롤타워 권한 강화를 위한 부서 연계 방안 마련, 환경감시 업무 통합의사결정 시스템 구축을 세부과제로 추가 제시하였다.

본 연구에서 제안하는 환경감시 정의와 전략, 세부과제 등은 기존의 환경감시 시스템에서 이루어지고 있는 문제점을 보완하여 현행 환경감시 체계를 강화하고 과학 기반의 감시업무를 통해 환경범죄의 감소와 예방에 기여할 것으로 판단되며, 각 전략의 수립과 실행을 통해 궁극적으로 국토환경의 건강성 증진과 동시에 국민이 건강한 환경에서 쾌적하게 생활할 수 있는 권리를 보호할 수 있을 것이다.

■ 참고문헌 ■

- 관계부처합동, 2020, 제5차 국가환경종합계획(2020-2040).
- 김동균, 2020, “통합환경관리법(환경오염시설법)상 허가제도의 한계와 개선 방안”, 『한국환경법학회』, 42(3), pp.57-87.
- 김명제·윤정호·김동우·이상혁·손승우, 2022, “데이터 기반 환경감시를 위한 환경정보 시스템 분석 및 시사점 도출”, 『환경정책』, 30(2), pp.173-198.
- 김중순·문태훈, 2013, “오염물질배출업소 감시. 단속권한의 지방위임 효과에 대한 연구”, 『한국행정학보』, 47(4), pp.231-258.
- 소병천, 2019, “미국 연방환경규제입법 최근 동향 및 전망”, 세종: 한국법제연구원.
- 손승우·윤정호·전형진·이종민·문지원, 2017, “환경감시업무 지원을 위한 환경정보시스템 분석과 정보 활용도 평가”, 『한국산학기술학회』, 18(2), 726-736.
- 손승우·윤정호·이상혁·김명제·김동우·김유훈·이은정, 2021, 『데이터 기반 환경감시를 위한 환경정보시스템 활용방안 연구』, 세종: 한국환경연구원.
- 손승우·윤정호·이상혁·이길상·김명제, 2022, 『환경감시 종합계획(’23~’27) 수립을 위

- 한 연구』, 세종: 한국환경연구원.
- 양재문, 2010, “환경오염물질 배출업소 환경감시 정책 방향”, 『환경정책』, 32, pp.4-6.
- 윤정호·전형진·손승우·유재진, 2017, 『환경단속 및 수사의 과학화 방안 연구』, 세종: 한국환경연구원.
- 윤지영·윤정숙·임석순·김대식·김영환·오영근, 2016, 『법과학을 적용한 형사사법의 선진화 방안(VII): 기후변화 위기 시대의 환경범죄 대응』, 서울: 한국형사정책연구원.
- 이광희·박준, 2022, 『국가법정계획의 범정부적 실행력 강화방안- 국정과제와의 연계성을 중심으로』, 서울: 한국행정연구원.
- 환경부, 2021, 『2021 환경통계연감』, 세종: 환경부.
- 환경부훈령 제1412호, 2019, 환경오염물질배출시설 등에 관한 통합지도·점검규정
- 황계영, 2015, “환경지도·단속 업무의 현황 및 향후 정책방향”, 『환경법연구』, 37(2), pp.75-101.
- L. Moses, Tamilselvan, Raju and Karthikeyan, 2020, “IoT enabled Environmental Air Pollution Monitoring and Rerouting system using Machine learning algorithms,” IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 955 012005
- S.L. Ullo, G.R. Sinha 2020, “Advances in Smart Environment Monitoring Systems Using IoT and Sensors”, 『Sensors』, 20(11), pp.3113. <https://doi.org/10.3390/s20113113>
- Using IoT and Sensors,” Sensors, 20(11), 3113, DOI:10.3390/s20113113.
- 경제타임스, 2021, <http://ket.kr/news/view.php?idx=11050> (검색일: 2023.11.19.)
- 환경부, 2004, http://27.101.216.209/home/web/policy_data/read.do?jsessionid=1kG033XXcFqA6YeXbFp64df1.mehome2?pagerOffset=5480&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=&searchValue=&menuId=10259&orgCd=&condition.toInpYmd=null&condition.fromInpYmd=null&condition.orderSeqId=1633&condition.rnSeq=5473&condition.deleteYn=N&condition.deptNm=null&seq=1822 (검색일: 2023.12.18.)
- 환경부, 2021, <https://me.go.kr/home/web/board/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=&searchValue=&menuId=286&orgCd=&boardMasterId=1&boardCategoryId=&boardId=1468010&decorator=> (검색일: 2023.12.10.)

손승우: 서울대학교에서 공학 박사학위를 취득하고 현재 한국환경연구원 환경계획연구실에서 부연구위원으로 재직 중이다. 환경계획 수립, 녹색복원, AI를 이용한 생태계 모니터링 기술 개발, 정보시스템 개발 및 관리 등 ICT 기반의 연구를 수행하고 있다 (swson@kei.re.kr).

유재진: 공주대학교에서 이학 박사학위를 취득하였다. 한국환경연구원 재직 시 환경감시 및 드론 기반의 3차원 모델링, 환경영향평가 업무를 수행했으며 현재는 공주대학교 지리교육과 조교수로 재직 중이다. 지형학을 비롯한 자연지리, GIS/RS를 전공했다 (jjyu@kongju.ac.kr).

투 고 일: 2024년 01월 16일
심 사 일: 2024년 01월 24일
게재확정일: 2024년 02월 26일