

발간등록번호
11-1240000-000637-10

정기통계품질진단 연구용역

『수질오염실태보고』
2012년 정기통계품질진단
연구용역 최종결과보고서

2012. 11.

주 의

1. 이 보고서는 통계청에서 수행한 정기통계품질진단 연구
용역사업 결과보고서입니다.
2. 이 보고서에 대한 저작권 일체와 2차적 저작물 또는
편집저작물의 작성권은 통계청이 소유하며, 통계청은 정책상
필요시 보고서의 내용을 보완 또는 수정할 수 있습니다.

제 출 문

제 출 문

통계청장 귀하

본 보고서를 “『수질오염실태보고』 2012년 정기 통계 품질진단” 연구용역 과제의 최종 연구결과물로 제출합니다.

2012년 11월 20일

한국통계진흥원 임 명 선 ㉠

연구진

책임연구원	한국통계진흥원 임 명 선 원장
연구원	서울시립대학교 김 현 욱 교수
자문위원 (통계분야)	한국통계진흥원 현 영 기 부장
연구보조원	한국성서대학교 안 현 미 교수
	서울시립대학교 정 현 상 박사과정
	서울시립대학교 허 용 준 박사과정
	서울시립대학교 신 태 섭 석사과정

품질보고서

『수질오염실태보고』
품질보고서

2012. 11.

차 례

1. 개요	1
2. 통계 품질 정보	2
가. 차원별 품질 상태	2
(1) 관련성	2
(2) 정확성	2
(3) 시의성/정시성	4
(4) 비교성	5
(5) 일관성	6
(6) 접근성/명확성	6
3. 결론	7

1. 개요

본 국가통계의 명칭은 수질오염 실태보고(승인번호 제10601호, 승인일자 : 1980년 03월 08일)이며, 환경부 물환경정책국 물환경정책과에서 생산하고 있는 일반·조사 통계¹⁾이다. 수질오염 실태보고 통계는 전국의 하천 및 호소 등 수질보전대상 공공수역에 대한 수질현황을 종합적으로 조사하여 수질 변화 추세를 파악하고, 이미 집행된 주요정책의 효과를 분석하여 장래 수질보전정책 수립을 위한 기초자료로 활용된다.

본 통계는 환경부에서 발간하는 수질측정망 운영계획에 따라 조사되며, 수질측정망 운영계획의 법적근거는 「환경정책기본법」 제15조 (환경상태의 조사, 평가 등), 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 제9조 (상시측정 및 수질·수생태계 조사) 및 같은 법 시행규칙 제22조 (환경부장관이 설치·운영하는 측정망의 종류 등), 제23조 (시·도지사가 설치·운영하는 측정망의 종류 등)에 따른다.

수질측정망 운영계획의 목적은 하천·호소 등 공공수역의 수질 및 수생태계의 실태를 파악하기 위해 운영하는 수질측정망의 설치, 운영, 관리에 필요한 전반적 사항을 정하는 데에 있다.

본 통계의 조사 기관은 환경부(국립환경과학원, 유역(지방)환경청, 물환경연구소), 시·도(보건환경연구원), 한국수자원공사, 한국농어촌공사 등이다. 조사지점은 일반측정망, 총량측정망, 자동측정망, 퇴적물 측정망으로 구분되며, 총 2,158개 지점이다. 조사항목은 폐놀류 등 40여 가지이다. 조사 횟수는 측정망과 지점 특성에 따라 항목별로 실시간측정, 매일측정, 분기별 측정, 반기 측정, 연 측정으로 이루어진다.

본 통계는 환경부가 전산 입력된 측정자료, 조사기관의 월간 운영결과 및 국립환경과학원의 평가결과를 비교 검토하여 이상 여부를 최종 확인하고, 관보를 통해 일괄 공표한다. 국립환경과학원은 수질오염도가 관보에 게재된 이후, 물환경정보시스템(<http://water.nier.go.kr>), 간행물 등을 통해 측정자료를 공개한다.

1) 본 품질진단 시행중 통계청 통계협력과에서 작성방법이 보고통계에서 조사통계로 변경되었으나 (2012년 6월), 세부작성절차별 체계 점검 등의 품질진단은 보고통계기준으로 수행되었음.

2. 통계 품질 정보

가. 차원별 품질상태

(1) 관련성(relevance)

관련성은 이용자 관점에 초점을 둔 측면으로 통계자료가 포괄범위와 개념, 내용 등에 있어서 이용자 요구사항을 충족하는 정도를 말한다. 즉, 통계이용자에게 얼마나 의미 있고 유용한 통계를 작성하여 제공하고 있는가와 관련된 개념이다.

수질오염 실태보고의 이용자들은 주로 환경 전공 관련 대학원생, 공무원, 연구원, 교수 등의 전문직 종사자들로 일반인의 활용은 적은 편이다. 환경부에서는 일반인들의 이해와 접근을 용이하게 하기 위하여 물환경정보시스템에 환경 지식, 용어, 기준 등을 캐릭터를 이용하여 친근하고, 알기 쉽게 설명하고 있다.

일반인들의 수질에 대한 관심 증가와 수질자료의 대표성을 높이기 위해, 조사지점 확대, 측정횟수 증대, 분석항목 추가 등의 이용자 요구가 높아지고 있으나, 분석 인력과 장비 확보를 위한 예산 확보가 필요한 사안이다.

수질측정망 운영계획에 따른 수질측정망 실무위원회 및 수질측정망 운영위원회를 통해 전문가에 의한 자문 회의를 개최하고 있다. 그러나, 물환경정보시스템에 통계 이용자들을 위한 FAQ, Q&A 등의 게시판 운영, 담당자 명시 등의 이용자 편의 사항이 제공되지 않고 있다. 또한, 통계 자료를 이용하는 이용자 파악, 이용자 만족도 조사가 이루어지지 않아 양방향이 아닌 일방적 정보 제공에 그치고 있다. 담당부서가 환경부 유역총량과에서 물환경정책과로 변경되었음에도 연락처를 변경하여 명시하지 않고 있다.

통계 담당자의 전문성을 위한 정기적인 통계 교육이나, 전문 통계 인력이 부족한 상황이다.

(2) 정확성(accuracy)

정확성이란 측정하고자 하는 모집단의 특성이나 크기를 얼마나 근사하게 측정했는가를 말한다. 대부분의 통계는 알 수 없는 참값을 추정하게 되는데,

정확성은 미지의 참값과 추정된 값과의 근접성에 관한 개념이다. 따라서 참값과 추정된 값의 차이인 오차가 작을수록 정확성이 높은 통계가 된다.

각 항목별 시험결과가 표시자릿수 이상으로써 「수질오염공정시험기준」에 따른 정량한계 미만인 경우 “정량한계미만”으로 입력하고, 평균값 산출 등 측정값 활용 시 불검출된 것으로 간주하며 “0”으로 처리한다. 다만, 정도관리/정도보증의 절차에 따라 시험하여 얻은 측정값이 「수질오염공정시험기준」에 따른 정량한계 미만이라도 표시자릿수 이상이며, 그 결과가 유의미한 경우에는 측정값을 입력하고, 측정값 활용 시 입력된 값을 사용한다.

측정결과의 수치 뱃음은 「한국산업규격」 KSQ5002(측정값의 수치 뱃음법)를 따르되, 표시 자릿수 아래 수치와 똑같이 가까운 2개의 이웃하는 정수배가 있는 경우에는 큰 쪽의 정수배를 고른다.

수치 뱃음법에 의해 기재된 항목별 측정결과를 평균값 산출에 이용한다. 평균값(일, 월, 연)은 하위 단계(일, 월)의 평균값을 평균하여 산출한다. 일평균 값은 같은 날, 같은 지점의 측정값을 평균하고, 같은 지점에서 2개 이상의 반복시료를 분석하는 경우(총량관리대상물질 등) 이들 시료 분석값을 산술평균 한다.

월평균 값은 해당 월의 일평균 값을 산술평균하며, 총량측정망의 측정치를 활용하는 경우, 일반측정망에 활용되는 값은 해당 월에 측정된 모든 값의 평균을 산출한다. 연평균 값은 해당 연도의 월평균 값을 산술평균하며, 다만, 월평균 값의 개수가 7개 미만인 경우에는 평균값을 산출하지 아니한다.

조사기관은 측정결과가 산출된 즉시, 다음 사항 중 하나(이하 “특이 측정값”이라 한다)에 해당 여부를 확인하여야 한다.

- 해당 지점 과거 측정자료의 최소 또는 최대 값을 벗어날 경우
- 유사한 경향을 보이는 같은 수계 직 상·하류 지점의 오염도 경향(악화 또는 개선)과 다를 경우
- 유사한 경향을 보이는 같은 지점 다른 항목(예; BOD, COD, TOC)의 오염도 경향(악화 또는 개선의 정도)과 다를 경우
- 특정수질유해물질 항목이 검출된 경우
 - 하천분류구간과 호소수 : 정량한계 이상 검출시
 - 기타지류 : 환경기준 초과 검출시
 - 공단배수 : 배출허용기준초과 검출시

특이 측정값이 확인된 경우에는 현장여건, 기기이상여부, 정도관리 등 제

반절차를 정밀 검토하여 유효측정값으로 사용여부를 결정하여야 한다. 시료 채취나 측정·분석과정에 오류가 없는 경우에는 유효측정값으로 사용하되, 신속한 원인 규명 및 대응조치를 실시하여야 한다. 계산상의 단순 오류 시에는 재 산출 후 유효측정값으로 사용해야 한다. 기기오류 등 바로 잡을 수 없는 오류에 의한 경우에는 재시험을 실시하거나, 시료를 다시 채취하여 측정·분석해야 한다. 조사기관은 월간 측정자료의 전산입력 전에 누락된 특이 측정값이 있는지 여부를 재확인하고, 기기오류 등 바로 잡을 수 없는 오류에 의한 경우에는 결측으로 처리해야 한다.

조사기관의 측정자료 확인 절차에 있어서, 특이 측정값 확인은 조사자의 경험에 의해서 자료 사용 여부를 결정하므로, 측정값을 참값으로 판단 시 조사기관 담당자의 주관이 개입될 소지가 있다. 특이 측정값의 원인 규명이 시간적 물리적 제한으로 정확히 검토하는데 어려움이 있을 수 있다.

측정자료 공표 시, 측정 항목에 따라서 평균값보다 중앙값이 수질자료의 대표성을 나타내는데 적합할 수 있다.

(3) 시의성/정시성(timeliness/punctuality)

통계의 시의성은 작성기준시점과 결과공표시점 간의 차이를 나타내는 통계의 현실 반영도와 관련된 개념이고 정시성은 예고된 공표시기를 정확히 준수하는가에 대한 개념이다.

측정결과의 보고는 다음과 같이 이루어진다. 일반 및 총량 측정망의 경우, 조사기관은 전월 초일부터 말일까지의 수질측정결과를 익월 10일까지 환경부 전산망에 입력한다. 자동측정망의 경우, 한국환경공단은 '수질자동측정소 운영·점검일지'에 따라 경보발생내역 및 기타 특이사항 등의 종합적인 자료를 익월 15:00까지 전산입력 또는 유선을 통해 유역(지방)환경청 및 물환경연구연구소로 보고한다. 퇴적물 측정망의 경우, 물환경연구소는 5~6월 조사결과는 같은 해 8월말까지, 연간 조사결과는 다음 해 1월말까지 환경부 전산망에 입력한다.

측정자료의 확정은 다음과 같이 이루어진다. 일반 및 총량측정망의 경우, 국립환경과학원은 각 조사기관에서 입력된 측정결과 및 월간 측정망 운영결과 등을 검토하여 측정자료를 확정한다. 월간 자료는 익월 15일까지 확정하고, 연간 자료는 다음 해 1월말까지 확정한다. 다만, 총량측정망의 유량자료는 국토해양부 확정환산유량(매년 6월)을 반영하여 다음 해 7월말까지 확정

한 후 물환경정보시스템에 입력한다. 자동측정망의 경우, 국립환경과학원은 물환경연구소가 제출한 월간 운영결과를 검토하여 익월 20일까지 측정자료를 최종 확정한다. 퇴적물 측정망의 경우, 국립환경과학원은 물환경연구소가 제출한 퇴적물 측정망 운영결과를 검토하여 측정결과를 최종 확정한다. 5~6월 자료는 9월말까지 확정하고, 연간 자료는 익년 2월말까지 확정한다.

측정자료의 평가는 다음과 같이 이루어진다. 국립환경과학원은 전국 수질 측정망 운영결과 및 수질평가 결과를 환경부로 보고한다. 월간 수질측정망 운영결과(주요지점 및 중권역 대표지점에 한함)는 익월 15일까지, 분기별 수질측정망 운영결과는 매분기 익월말까지, 연간 수질평가결과는 다음 해 2월 말까지 보고한다.

환경부는 전산 입력된 측정자료, 조사기관의 월간 운영결과 및 국립환경과학원의 평가결과를 비교 검토하여 이상 여부를 최종 확인하고, 관보를 통해 일괄 공표한다. 국립환경과학원은 수질오염도가 관보에 게재된 이후, 물환경정보시스템(<http://water.nier.go.kr>), 간행물 등을 통해 측정자료를 공개한다.

월간 보고 통계의 경우, 당월 조사 자료가 익월 말 정도에 공표되므로, 자료 조사 기준시점과 공표시점은 20~60일 정도의 차이가 있다. 물환경정보시스템에 정확한 공표 일정이 게재되어 있지 않다. 신속한 수질 정보를 이용자에게 제공하기 위해서는 기준시점과 공표시점의 차이를 단축시킬 수 있는 효율적 자료 관리가 필요할 것이다. 장기적으로는 자동측정망 설치를 점차 확대시키는 것도 통계의 시의성을 위해 좋은 방법이나, 예산 등의 문제로 단기간에는 해결되기 어려울 것으로 판단된다.

(4) 비교성(comparability)

비교성은 시간 또는 공간이 달라도 통계 자료가 동일한 개념, 분류, 측정 도구, 측정과정 및 기초자료 등을 기준으로 집계되어 서로 비교가 가능한지를 나타낸다.

수질오염 실태보고는 총 2,158개 조사지점에서 40여 가지의 수질 항목을 분석하여 작성된다. 주요 조사항목별 자료의 시계열은 각기 다른 시기에 도입되었으며, 시작시점이 서로 다르다. 또한, 시간이 흐름에 따라 수질에 중요시되는 유해성 물질 항목이 점차 추가 편입되고, 의미가 없는 항목은 삭제되는 과정에 있다. 추가, 삭제되는 조사 항목의 변화 사유에 대한 설명이 없는 것은 보완해야 될 사항이다.

e-나라지표 수질현황에 4대강 주요 지점의 BOD, COD 항목에 대한 시계열조회와 연도별 수질 농도 그래프는 잘 제시되어 있으나, 그 밖의 지점과 항목에 대한 과거 자료 비교 그래프 등의 도식화된 비교 자료가 없어, 자료의 비교가 불편하다.

수질오염 총량 관리제도에 대한 외국 사례는 미국, 일본, 독일 등의 사례를 들어 비교적 자세히 제시되어 있다. 그러나, 수질에 관한 국제 기준, 국가별 기준, 도시별 기준, 수질측정망 운영 현황 등의 다른 나라, 또는 지역과 비교가 가능한 자료를 제시하지 않고 있다.

(5) 일관성(coherence)

동일한 경제·사회현상에 대해 서로 다른 기초자료나 작성방법에 의해 작성된 통계자료들이 얼마나 유사한가를 나타낸다.

수질오염 실태보고 통계는 하천 및 호소수에 대한 수질 오염도를 나타내는 유일한 국가 통계이다. 이와 유사한 화학물질 배출량, 토양 오염, 대기 오염 등의 통계와 연계하여 종합적인 환경에 대한 평가를 위한 기초 자료로 이용된다면 보다 유용하게 쓰일 수 있을 것으로 판단된다.

(6) 접근성/명확성(accessibility/clarity)

접근성은 이용자가 통계자료에 얼마나 쉽게 접근할 수 있는지에 대한 정도를 말하며 명확성은 통계가 어떻게 만들어졌는지에 대한 정보제공 수준을 말한다.

수질오염 실태보고 통계는 환경부 물환경정책국 물환경정책과에서 관보를 통해 일괄 공표한다. 국립환경과학원은 수질오염도가 관보에 게재된 이후, 물환경정보시스템(<http://water.nier.go.kr>), 환경통계연감 등의 간행물을 통해 측정자료를 공개한다. 물환경정보시스템 자료실에 자료수집의 전반적인 내용이 수록된 수질측정망 운영계획을 PDF 파일로 다운로드 할 수 있다.

수질오염 실태보고의 메타정보는 국가통계포털(<http://kosis.kr>)에 명시되어 있다. 메타 정보는 통계명, 최초 작성연도, 통계종류, 법적근거, 조사대상, 작성기간, 작성방법, 조사체계, 주요연혁, 계속여부, 작성지역, 작성기준시점 등의 내용을 담은 조사개요와 자료처리방법을 담은 조사방법론, 공표방법, 공표범위, 공표주기, 간행물명, 자료검색 등의 내용을 담은 자료제공현황, 보

고서 항목, 이용시 유의점, 연락처 등의 내용이 명시되어 있다. 메타 정보 중에 보고서 항목에서 변경된 항목과 연락처에 대한 수정이 필요하다.

3. 결론

물환경정보시스템에 통계 이용자들을 위한 FAQ, Q&A 등의 게시판을 운영하고, 통계 담당자의 구체적인 연락처가 필요하다. 또한, 이용자 요구사항 파악을 위한 이용자 파악, 이용자 만족도 조사 등을 실시하여 통계의 이용자 형태별 제공과 통계 품질 향상을 위한 방안이 필요하다.

일부 측정항목의 경우, 특이 측정값이 측정 수질을 왜곡하는 결과를 초래할 수 있으므로, 측정 항목에 따라서 평균값보다 중앙값 등의 다른 형태의 대표값을 비교 제시해서 수질자료의 대표성과 신뢰성을 높여야 한다.

“수질측정망 운영계획”에 따라 시료의 채취, 분석, 정도 관리 등이 이루어지고 있다. 하지만, 자료평가 시 조사자의 경험에 의한 특이 측정값의 분류가 이루어지기 때문에 주관적인 판단이 개입될 소지가 있다. 또한, 정도관리 방법 등이 항목별로 구체적으로 제시되지 않고, 개략적으로 제시되어 있다.

자료의 수집주기가 너무 간헐적인 항목들이 있어서 “수질측정망운영계획”의 취지인 수질변화 추이를 제대로 반영치 못 하는 경우도 있다. 따라서, 측정횟수의 증가, 측정지점의 확대로 정확성을 높여 통계 품질을 향상시킬 수 있다.

자료 조사 기준시점과 공표시점은 항목에 따라서 20 ~ 60일 정도의 차이가 있다. 즉, 자료가 획득된 시점에서 공표되는 시점까지 상당 기간이 소요된다. 신속한 수질 정보를 이용자에게 제공하기 위해서는 자동측정망 설치, 확대 등을 통해서 통계자료의 시의성을 개선하는 좋은 방법이 될 것으로 판단된다.

4대강 주요 지점의 BOD, COD 항목뿐만 아니라 다른 항목들에 대해서도 지점별 과거 자료 비교 그래프 등의 도식화된 자료를 제공하여 시간적 비교성을 높여야 한다. 또한, 수질에 관한 국제 기준, 국가별 기준, 도시별 기준, 수질측정망 운영 현황 등의 다른 나라, 지역과 비교가 가능한 자료를 제시하여 지리적 비교성을 향상시켜야 한다.

수질오염 실태보고 통계는 하천 및 호소수에 대한 수질 오염도를 나타내

는 유일한 국가 통계이다. 이와 유사한 다른 통계와 연계하여 종합적인 환경에 대한 평가를 위한 기초 자료로 이용된다면 보다 유용하게 쓰일 수 있을 것으로 판단된다.

수질오염 실태보고 통계는 물환경정보시스템(<http://water.nier.go.kr>), 또는 환경통계연감 등의 간행물을 통해 측정자료를 누구나 쉽게 제공받을 수 있다. 수질오염 실태보고의 메타정보는 국가통계포털(<http://kosis.kr>)에 명시되어 있는데, 메타정보 중에 보고서 항목에서 변경된 항목과 연락처에 대한 수정이 필요하다.

최종결과보고서 요약문

연구과제명	「수질오염실태보고」 정기통계품질진단
주 제 어	통계품질진단, 수질측정망, 물환경정보시스템
연 구 기 간	2012.04. ~ 2012.11.
연 구 기 관	한국통계진흥원
연구진구성	임명선, 김현욱, 현영기, 안현미, 정현상, 허용준, 신태섭
<p>수질오염실태보고 통계는 전국의 하천 및 호소 등 수질보전대상 공공수역에 대한 수질현황을 종합적으로 파악하여 수질 변화추세를 파악하고, 이미 집행된 주요정책의 효과를 분석하여 장래 수질보전정책 수립을 위한 기초자료로 활용하는데 목적이 있다. 작성과 공표는 매월 시행되고 있으며, 보고 기준 시점은 매월 초이고, 보고 기간은 익월 10일 부터 익월 말일까지이다. 간행물로 매월 전자관보와 매년 전국수질평가를 발행하고 있으며, “물환경정보시스템”(http://water.nier.go.kr)에서 통계자료를 확인 할 수 있다.</p> <p>품질관리기반, 이용자 요구사항 반영실태, 세부작성절차별 체계, 수집자료의 정확성, 통계자료 서비스의 충실성 등 5개 부문별로 통계 품질 진단을 진행하였고, 관련성, 정확성, 시의성/정확성, 비교성, 일관성, 접근성/명확성 등의 6가지 차원으로 품질 수준을 측정하였다.</p> <p>환경분야 국가통계 수질오염실태보고에 대한 정기통계품질진단 결과, 작성절차별 평점에서 5점 척도 평균은 4.3점, 가중치적용 점수는 86.71점으로 양호한 품질수준인 것으로 나타났다.</p> <p>개선과제로 통계담당자의 전문성, 이용자 편의사항, 보고양식 및 자료관리, 측정자료의 신뢰성, 측정자료의 대표성 등을 중점 진단하였다.</p> <p>개선방안으로 정기적인 통계 교육 실시, 통계 전문 인력 확보, 통계담당자 연락처 기재, 이용자 참여게시판 설치, 물환경정보시스템과 연계 가능한 실험실 정보관리시스템 구축, 자동측정망 확대 등의 방법을 제시하였다.</p> <p>개선 지원으로 일부 수질 항목에 대해 특이 측정값에 의한 영향으로 수질자료가 왜곡되는 문제를 해결을 위해, 중앙값 등의 다른 대표값 사용을 제시하였다.</p> <p>환경에 대한 일반인들의 관심이 점차 늘어가고 있는 시점에 수질오염실태보고 통계가 이용자들이 편리하게 활용되도록 통계 품질을 높이기 위한 방안이 다각도로 강구되어야 할 것이다.</p>	

차 례

제 1 장 개요	1
제 1 절 품질진단 개요	1
제 2 절 통계 개요	8
제 3 절 중점 진단사항	35
제 2 장 품질진단 결과	41
제 1 절 부문별 품질진단 결과	41
제 2 절 개선과제별 개선방안	78
제 3 장 개선지원 결과	84
제 1 절 부문별 개선지원	84
제 2 절 통계 활용 사례	94
제 3 절 해외 사례	95
부 록	109
1. 수집 자료의 정확성	110
2. 현장방문 점검표	114
3. 공표자료 오류 점검표	116
4. 이용자 편의사항 점검표	120

표 차례

<표 1> 부문별 진단방법 및 배경	6
<표 2> 수질오염실태보고 통계 연혁	9
<표 3> 기관별 조사지점	12
<표 4> 수질측정 조사항목·횟수·주기	13
<표 5> 환경부의 임무	17
<표 6> 국립환경과학원의 임무	18
<표 7> 조사기관의 임무	19
<표 8> 일반 및 총량측정망의 항목별 단위, 정량한계 및 기재방법	25
<표 9> 자동측정망의 항목별 단위, 정량한계 및 기재방법	26
<표 10> 퇴적물 측정망의 항목별 단위, 정량한계 및 기재방법	27
<표 11> 2007년 품질진단 결과 중 개선과제 반영 현황	36
<표 12> 2007년 품질진단 결과 중 중장기 발전전략 반영 현황	37
<표 13> 2007년 품질진단 결과 중 단기 발전전략 반영 현황	38
<표 14> 통계 작성 체계	41
<표 15> 통계 담당 인력현황 및 전문성	42
<표 16> 통계 작성 관련 예산 규모	43
<표 17> 통계 작성 관련 정보 자원 현황	43
<표 18> 조직관리 실태 및 통계 작성 담당자의 인식	44
<표 19> 표적집단면접(FGI) 참석자 구성	45
<표 20> 작성절차별 평점	51
<표 21> 통계작성 기획 진단 결과	52
<표 22> 보고통계 설계 진단 결과	54
<표 23> 자료 수집 진단 결과	55
<표 24> 자료 입력 및 처리 진단 결과	56
<표 25> 자료분석 및 품질평가 진단 결과	57
<표 26> 문서화 및 자료제공 진단 결과	59

<표 27> 자료분석 및 품질평가 진단 결과	61
<표 28> 품질차원별 평점	62
<표 29> 현장 방문 점검기관의 수질측정 조사지점 현황	64
<표 30> 공표자료 오류 점검 결과	67
<표 31> 수치자료 점검표	68
<표 32> 수질 자료가 누락된 조사지점 및 조사기간	69
<표 33> 메타자료와 현재 작성방법 차이 및 오기 내용	70
<표 34> 통계표 형식 및 내용 점검표	71
<표 35> 용어해설 부분 점검표	72
<표 36> 기타 오류 점검표	72
<표 37> 이용자 편의사항 점검 결과	73
<표 38> 이용자 편의사항 점검 : 이용자를 위하여	74
<표 39> 이용자 편의사항 점검 : 조사정보	75
<표 40> 국제기구 요구자료 및 제공 현황	76
<표 41> 개선 과제 및 개선 지원 방향	83
<표 42> 공단배수의 수질자료 분석 결과 1	85
<표 43> 공단배수의 수질자료 분석 결과 2	86
<표 44> 공단배수 pH, DO, BOD, COD, SS, 온도 data box plot	87
<표 45> 공단배수 전기전도도, Cd, CN, Pb, Cr6+, As data box plot	88
<표 46> 공단배수 Hg, Cu, Zn, Cr, F, ABS data box plot	89
<표 47> 공단배수 색도, T-N, T-P, Phenol, n-헥산, Mn data box plot	90
<표 48> 공단배수 Fe, 총대장균군수 data box plot	91
<표 49> 해외 주요 자동측정망 요약	96
<표 50> Aquatic Sensor Workgroup 참여기관	102
<표 51> USGS에서 요구하는 QC 샘플의 종류	104

그림 차례

<그림 1> 수질측정망 운영체계	11
<그림 2> 작성절차별 진단 종합 점수	52
<그림 3> 품질차원별 진단 종합 점수	62
<그림 4> 스마트폰을 이용한 수질 자료 전송	92
<그림 5> 갤럭시 노트 및 갤럭시 탭에 구현된 화면	93
<그림 6> 미국 뉴욕 실시간 수질 자료의 공개 시스템	94
<그림 7> 미국의 물정보 관련 자문위원회 구성도	100
<그림 8> 미국의 물정보 관련 위원회 구성원 명단	101
<그림 9> 미국 MDCD의 하부 workgroup	102
<그림 10> 미국의 측정방법 및 정도관리 방법을 제시한 웹사이트	103
<그림 11> 자료 요구 및 자료 개선 사항 요구 홈페이지	105
<그림 12> 국내와 해외 수질측정망 설치 현황 요약	106

제 1 장 개요

제 1 절 품질진단 개요

급속한 산업화와 인구 증가로 인해 환경오염이 심화되고 있다. 특히 산업 폐수, 축산폐수, 생활하수의 수생태계 유입에 따른 수질오염 문제가 심각한 사회문제로 대두되고 있다. 더욱이, 경제발전에 따른 삶의 질 향상으로 수질에 대한 국민의 관심은 계속 증가되고 있다.

하천수와 호소수 등의 공공수역은 상수도 취수원으로 이용되어 먹는 물과 직접적인 관련이 있으므로, 국민건강을 위해 수질 모니터링은 필수적이라 할 수 있다. 또한, 수중 생태계 보전과 자연경관 보전, 냄새 등의 심미적 이유로 하천수와 호소수 수질에 대한 오염물질 유입 감시 등이 수행되고 있다.

우리나라 환경부는 하천 및 호소수 등의 공공수역에 대한 수질현황을 파악하고, 그 결과를 수질보전정책 수립을 위한 기초자료로 활용하기 위해 수질오염실태보고 형태로 작성하여 공표하고 있다. 환경부에서 작성한 수질오염실태보고는 민감 자료를 담고 있기 때문에, 보고되는 분석 결과 값들이 통계적으로 정확하게 수집·보고 되어야 할 것이다. 부정확하게 수집·보고·공개된 자료는 이용자에게 큰 혼란을 주고, 결국엔 국가 통계 자료에 대한 신뢰를 잃게 한다. 우리나라는 국가통계의 품질을 높게 유지하고, 통계자료 이용자의 국가 통계에 대한 신뢰도 제고를 위해 일정 간격마다 국가통계 품질진단을 진행하고 있다.

1. 품질진단의 배경

통계는 개인, 기업, 국가의 의사결정을 위한 기초 자료로서의 기능을 수행하고 있다. 모든 국가구성원이 통계 정보를 이용하여 합리적 판단을 하기 위해서는 통계의 신뢰성과 대표성이 우선되어야 한다. 통계품질진단은 통계가 이용자의 사용 목적에 맞게 작성·보급되고 있는지를 체계적, 과학적으로 진단하여 지속적으로 개선해나가는 과정을 말한다. 국가통계 품질진단의 목적은 고품질의 국가통계를 생산·서비스함으로써 국가통계에 대한 이용자의 신뢰도를 높이고, 나아가 국가 정책 운용의 효율성과 국제 경쟁력 제고에 기여하는 데 그 목적이 있다.

체계적인 통계품질관리를 위해서는 통계가 ‘이용자에게 얼마나 유용하게 사용되고 있는지’를 진단하기 위한 통계품질진단이 필요하며, 이를 위해 객관적이고 체계적인 방법으로 현재의 통계작성실태를 살펴보아야 한다. 통계품질진단은 통계자료가 정확한지, 시의성은 있는지, 유용한 통계인지, 이용자들이 쉽게 접근할 수 있는지, 이용자들이 쉽게 분석하고 활용할 수 있는지를 가늠해 보기 위해 통계작성 전 과정을 진단하는 업무이다.

2. 통계품질관리의 개념

전통적 의미에서의 품질 좋은 통계란 “정확하고 신속한 통계”를 강조하는 것이었다면, 현대적 의미에서는 품질의 개념에 점차 고객만족의 개념이 도입되면서, “통계가 얼마나 이용하기 적합하게 작성 및 제공되고 있는가를 나타내는 특성”을 뜻한다. 통계품질관리란 통계이용자들에게 사용적합성에 관한 고객만족을 주면서 경제적인 방법으로 통계를 작성·보급·관리하기 위한 모든 수단을 통합한 체계를 말한다.

통계품질관리는 통계의 작성과 보급과 관련해 더 나은 통계를 만들기 위한 모든 관리활동이므로 기획단계에서부터 공표단계에 이르기까지 모든 이해관계자가 숙지하고 따라야 한다. 통계작성을 담당하는 직원은 자신의 업무활동이 통계품질에 어떤 영향을 주는가를 제대로 인식하여야 한다. 통계자료가 현장에서 제대로 수집되기 위해서는 현장조사원이나 보고자도 품질관리체계에 따라 관리되어야 한다. 지속적인 품질개선을 위해서는 이해관계자 모두를 대상으로 하는 품질관리교육이 필요하며, 교육과 훈련 역시 품질관리체계에 의해 운영된다.

3. 통계품질 수준 측정

제품의 품질은 제품의 성능, 디자인, 가격 등에 대한 여러 가지 소비자 요구를 얼마나 적절히 잘 반영하느냐에 달려 있다. 통계품질도 마찬가지로 통계이용자의 요구사항을 얼마나 잘 반영하고 있는가 하는 사용적합성(fitness for use)에 달려있으며, 다차원적인 개념(multi-dimensional concept)이다.

통계품질의 차원(dimension)은 통계청에서는 다음의 6가지로 정의하고 있으며, 통계품질진단은 궁극적으로 이 6가지 차원의 품질수준이 어느 정도인

지를 측정하고, 각 차원의 품질수준을 높이기 위해 통계를 어떻게 개선해야 하는지 그 방향을 제시해 준다.

(1) 관련성(relevance)

관련성은 이용자 관점에 초점을 둔 측면으로 통계자료가 포괄범위와 개념, 내용 등에 있어서 이용자 요구사항에 부합되는 정도를 말한다. 즉, 통계이용자에게 얼마나 의미 있고 유용한 통계를 작성하여 제공하고 있는가와 관련된 개념이다.

통계를 작성하는 과정에서 통계의 목적을 명확히 설정하고, 이를 달성하기 위하여 이용자 파악, 전문가 자문회의, 이용자 만족도 조사 등을 통하여 지속적으로 이용자의 요구를 파악하고 통계에 반영하고 있는지 등을 점검하여 관련성 측면에서 통계 품질을 평가한 결과를 기술한다.

관련성 점검을 위한 세부 내용으로는 주요이용자 파악 및 분류 여부 확인과 이용자 요구사항을 파악하여 우선순위를 정하고 있는가를 평가해야 한다. 또한, 공표하고 있는 통계가 작성목적 및 이용자 요구에 부합되는지 여부와 이용자들이 필요로 하는 모든 통계자료를 생산하고 있는지를 평가해야 한다. 마지막으로 관련성이 부족한 경우에 주요 원인 및 향후 해결방안에 대해서도 평가해야 한다.

(2) 정확성(accuracy)

정확성이란 측정하고자 하는 모집단의 특성이나 크기를 얼마나 근사하게 측정했는가를 말한다. 대부분의 통계는 알 수 없는 참값을 추정하게 되는데, 정확성은 미지의 참값과 추정된 값과의 근접성에 관한 개념이다. 따라서 참값과 추정된 값의 차이인 오차가 작을수록 정확성이 높은 통계가 된다.

표본오차는 전체를 조사하는 대신 일부를 조사하여 전체를 추정함으로써 발생하는 오차로 그 크기를 측정할 수 있으며, 표본설계 및 추정방법에 따라 달라질 수 있다. 조사통계의 경우 포괄범위, 표본추출, 응답 및 무응답, 작성과정 등에 의해서 오차가 발생한다. 국민계정과 같은 가공통계는 투입자료인 다른 표본조사나 총조사자료의 오류나 포괄범위, 조사시기, 평가방법 등의 불일치 등에 의해 오차가 발생할 수 있다. 따라서, 표본오차 및 비표본오차의 크기 및 발생원인, 오차를 최소화하기 위한 방안을 마련하고 있는지 등을

점검하여 정확성을 높이는 방안을 마련해야 한다.

(3) 시의성/정시성(timeliness/punctuality)

통계의 시의성은 작성기준시점과 결과공표시점 간의 차이를 나타내는 통계의 현실 반영도와 관련된 개념이고 정시성은 예고된 공표시기를 정확히 준수하는가에 대한 개념이다.

작성기준시점과 결과발표시점이 근접할수록 시의성이 높은 통계이다. 통계이용자들이 통계의 공표일정을 사전에 알 수 있도록 일부 주요통계는 사전예고제를 실시하는데, 이러한 사전공표일정을 정확히 준수할수록 정시성이 높은 통계이다.

(4) 비교성(comparability)

통계 자료는 시간 또는 공간이 달라도 동일한 개념, 분류, 측정도구, 측정과정 및 기초자료 등을 기준으로 집계되어 서로 비교가 가능해야 한다. 비교성은 시간적 및 공간적으로 자료가 비교 가능한 정도를 말한다. 즉, 특정 통계에 대하여 다른 나라, 다른 도시 또는 다른 연도의 자료와 비교가 가능한지를 보는 것이다. 지리적 및 비지리적 영역 또는 시간적으로 통계를 비교할 때 통계작성에 적용된 개념, 정의와 측정방법의 차이가 주는 영향 등을 점검한다. 통계의 국제 비교성을 높이기 위해서는 국제적인 기준 및 분류, 평가방법 등의 적용이 필요하다. 또한 작성주기가 부정기 또는 장기인 경우는 담당자 변동, 환경변화 등으로 과거조사와 개념, 조사항목, 조사방법 등이 달라져 시간적 비교성이 낮아질 수 있으므로 특히 유의하여야 한다.

(5) 일관성(coherence)

일관성은 동일한 경제·사회현상에 관해 작성된 다른 통계 자료와의 유사 또는 근접한 정도를 말한다. 통계 자료들이 서로 다른 기초자료나 작성방법에 의해 작성되었다고 동일한 현상을 반영하는 통계자료들은 서로 유사한 결과를 보여야 한다. 예를 들어, 잠정자료와 확정자료, 연간자료와 분기(월)자료, 산업별 통계수치와 국민계정이 서로 유사한 결과를 보이는지 등을 점검하여, 일관성 측면에서 통계 품질을 평가한 결과를 기술한다.

비교성과 일관성 모두 Dataset을 서로 비교한다는 점은 같으나, 두 Dataset 간의 일관성의 판단기준은 실제 자료간의 일치성이고, 비교성은 보통 메타자료를 기준으로 평가한다. 이는 비교성은 보통 관련이 없는 모집단에 근거한 통계간의 비교이고, 일관성은 동일 또는 유사한 모집단에 대한 통계간의 비교이기 때문이다.

(6) 접근성/명확성(accessibility/clarity)

접근성은 이용자가 통계자료에 얼마나 쉽게 접근할 수 있는지에 대한 정도를 말하며 명확성은 통계가 어떻게 만들어졌는지에 대한 정보제공 수준을 말한다.

통계자료의 DB화, 간행물 및 보도자료 홈페이지 게시, SMS로 속보 전송 등 다양한 방법으로 통계자료를 제공하고, 자료를 쉽게 찾을 수 있도록 검색 기능추가 등이 통계의 접근성을 높이는 활동이 된다. 또한 이런 다양한 매체를 통해 제공되는 통계에 대한 이해를 돕기 위해 통계를 작성하는 과정, 자료 이용방법, 마이크로데이터 이용방법, 적절한 메타자료 및 품질정보 등을 제공하는 것이 통계의 명확성을 높이는 방법이다.

따라서, 이용자들이 통계자료를 쉽게 이용할 수 있도록 이용자 친화적인 절차로 통계정보를 제공하고 있는지, 이용자를 위한 적절한 정보와 지원을 하고 있는지를 점검하여 접근성/명확성 측면에서 통계 품질을 평가한다.

4. 부문별 품질진단

진단대상 통계가 선정되면 ①품질관리기반, ②이용자 요구사항반영실태, ③세부작성절차별 체계, ④수집자료의 정확성, ⑤통계자료 서비스 등 5개 부문별로 진단이 진행되며, 부문별 진단이 완료되면 진단내용을 종합하여 진단 결과 보고서를 작성하고 개선과제를 확정하여 통계작성 기관에 전달한다.

각 진단부문을 순차적으로 진행할 필요는 없으며, 품질관리기반 진단을 진행한 후에는, 상황에 맞게 병행하여 진단완료 시점에 차질이 없도록 한다. 또한, 각 부문별 진단 완료 후에는 즉시 결과보고서를 작성하여 통계작성기관에 송부하고 의견을 수렴한다. 이때, 통계청에도 사본이 제출되도록 한다.

부문별 진단방법 및 배경은 다음의 <표 1>과 같다.

<표 1> 부문별 진단방법 및 배경

부 문	진단방법	진단배경
품질기반 진단	- 품질관리기반 현황표를 이용하여 해당통계의 작성 여건 및 통계담당자 인식 진단	- 고품질 통계 생산을 위한 품질관리기반 파악
이용자 요구사항 반영실태	- 통계이용실태를 파악하기 위해 이용자를 대상으로 표적집단면접, 심층면접 등을 실시	- 이용자 적합성(Fitness for use)에 근거하여 이용자가 직접 평가
세부 작성절차별 체계	- 통계품질에 영향을 미치는 품질지표를 품질진단서라는 질문형식의 체크리스트로 설계하여 연구진 진단 실시	- ‘생산과정의 품질이 제품의 품질을 결정한다.’ 는 과정중심(Process-Oriented)의 품질 정의에 근거
수집 자료의 정확성	- 현장조사원 또는 응답자/보고자를 대상으로 응답/보고내용과 응답/보고 환경 점검	- 자료수집(현장조사)의 품질을 개선하기위한 현지실태 파악
통계자료 서비스	- 보도자료, 보고서, DB 등 공표자료에 수록한 내용의 오류 점검	- 이용자 적합성(Fitness for Use)에 근거하여 통계자료 서비스의 충실성 및 편의성 파악

(1) 품질관리기반

통계품질에 영향을 미치는 요인으로 리더쉽과 인적자원관리 등의 통계 작성 환경을 들 수 있다. 이들은 통계를 생산하는데 필요한 기본 인프라이다. 본격적인 품질진단에 앞서 기관장의 관심, 전략과 방침, 인적자원 관리 및 예산규모, 통계 작성환경 등을 파악하는 품질관리기반 진단이 필요하다.

품질관리기반 진단의 실제 업무는 첫째 세부 진단계획을 수립하고, 둘째 해당통계 담당자에게 품질관리기반 현황표 작성을 의뢰한 후, 셋째 면담을 통해 조사된 내용을 다시 확인하고, 넷째 그 결과를 분석하여 작성환경을 진단하는 과정으로 이루어져 있다. 이중에서 가장 중요한 과정의 하나가 품질관리기반 현황표를 작성하는 일이다. 통계작성 담당자로부터 절실한 문제점과 의견이 제시되지 않으면 작성환경 파악이 힘들기 때문이다.

(2) 이용자 요구사항 반영실태

품질이 우수한 통계는 이용자가 원하는 정보를 많이 가진 통계이다. 따라서 통계이용자가 통계자료에 대해 얼마나 만족하는지를 조사하여 품질진단에 활용할 필요가 있다. 통계작성기관은 통계의 전문이용자, 일반이용자를 구분하여 리스트를 확보하고 수시로 이용자가 해당통계를 만족스럽게 이용하는지 확인할 필요가 있다. 이 부분의 진단에서는 통계이용자의 통계에 대한 만족도와 요구사항의 반영정도를 측정하는데, 이를 위해서는 해당 통계의 관련 전문 또는 일반 이용자로 구성된 표적집단면접(Focus Group Interviews)과 정책수립 및 평가, 학술연구 등에 직접 활용한 경험이 있는 주요이용자를 대상으로 한 심층면접을 실시한다.

(3) 세부 작성절차별 체계

세부 작성절차별 체계 진단은 통계작성 과정이 통계작성의 본래 목적을 실현하기 위해 적합하게 이루어지고 있는가를 세부 작성 절차별 점검표를 이용하여 진단하는 것이다. 점검표는 통계 작성과정 중 통계품질에 영향을 미치는 지표들로 구성된 진단도구로서 통계작성형태에 따라 조사통계용, 보고통계용, 가공통계용의 3가지로 구분된다.

진단 연구진은 통계작성기관에서 제출한 기초자료를 바탕으로 통계분야 전문가 자문결과를 반영하여 점검표를 작성한다. 대상통계의 작성절차에 대해 개선할 사항을 중심으로 품질개선건의서도 함께 제출한다.

자문위원으로 위촉된 표본전문가는 진단통계 중 조사통계의 표본설계부문을 정밀 진단 후, 그 결과보고서를 연구진에게 제출하고, 연구진은 제출받은 보고서를 검토한 후 통계청 품질관리과에 송부한다.

(4) 수집자료의 정확성

통계자료가 얼마나 정확한가는 수집된 자료가 얼마나 정확한가에 달려 있으며, 이는 조사나 보고 등 자료가 수집되는 시스템의 효율성에 의해 좌우된다. 자료가 정확히 수집되었는지, 절차적 오류는 없는지 등에 대한 점검 과정은 통계품질을 결정하는 매우 중요한 과정이다.

조사통계와 보고통계의 경우는 자료수집이 이루어지는 다양한 과정에서

나타날 수 있는 자료수집 오류 가능성을 체계적으로 점검하고, 가공통계의 경우에는 통계작성을 위해 투입되는 자료의 선정 및 중간처리 과정에서의 오류 가능성을 점검하여 발생한 또는 발생 가능한 문제점을 인식하고 개선 방안을 도출하여 자료수집 과정에서의 품질을 높일 수 있도록 해야 한다.

(5) 통계자료 서비스의 충실성

작성과정에서 오류가 없는 통계일지라도 공표되는 과정에서 오류가 발생한다면 잘못된 통계가 되고 만다. 통계자료 서비스의 충실성 점검을 중요하게 생각하는 이유가 바로 이런 점이다. 우리나라에서는 매년 수많은 통계자료들이 통계간행물, 조사보고서, 각종 백서 및 통계DB 등의 형태로 제공되고 있으나, 이들에 대한 사전·사후 점검이 취약한 실정이다.

통계자료 서비스의 충실성을 진단하는 목적은 두 가지이다.

첫째, 주로 발생하는 오류의 유형과 발생 원인을 파악하여, 이러한 오류의 재발 방지 방안을 모색하기 위함이다. 둘째, 이용자에게 필요한 기본정보가 통계간행물에 충분히 제공되고 있는 지를 점검하여 미흡한 점을 보완하도록 함으로써, 통계서비스의 질을 향상시키기 위함이다.

통계자료 서비스의 충실성 진단은 세부 진단계획을 수립하고, 통계간행물, 통계DB 등에 대한 오류 및 이용자 편의성 점검내용을 확인·집계하여, 진단 대상통계 담당자에게 환류하는 업무로 이루어져 있다.

제 2 절 통계 개요

1. 개요

수질오염 실태보고(승인번호 제10601호, 승인일자 : 1980년 03월 08일)는 환경부 물환경정책국 물환경정책과에서 생산하고 있는 일반·보고 통계이다. 본 품질진단 수행중, 2012년 6월 통계청 통계협력과에서 작성방법을 “보고통계”에서 “조사통계”로 변경하였으나, 세부작성절차별 체계 점검 등 보고통계 기준으로 진단이 수행되었다.

수질오염 실태보고 통계는 전국의 하천 및 호소 등 수질보전대상 공공수역에 대한 수질현황을 종합적으로 조사하여 수질 변화추세를 파악하고, 이미

집행된 주요정책의 효과를 분석하여 장래 수질보전정책 수립을 위한 기초자료로 활용하는데 그 목적을 두고 있다.

<표 2> 수질오염실태보고 통계 연혁

일 시	내 용
1980년 3월 8일	수질오염실태보고 통계 작성 승인(승인번호 제10601호)
1981년	15개 시·도 보건환경연구원에서 수질측정망 운영
1982~1991년	환경처, 16개 지방측정관리사무소 및 15개 시·도 보건환경연구원이 각각 자체적으로 조사
1992년	수질측정망 통합운영(환경처에서 자료총괄관리, 전산망 구축)
1993년 9월	“환경오염실태보고”를 “수질오염실태보고”로 명칭 변경
2008년 2월 29일	정부조직법 개정(환경부)

2. 조사 방법

(1) 목적

수질측정망 운영계획의 목적은 하천·호소 등 공공수역의 수질 및 수생태계의 실태를 파악하기 위해 운영하는 수질측정망의 설치, 운영, 관리에 필요한 전반적 사항을 정하는 데에 있다.

(2) 법적 근거

수질측정망 운영계획의 법적근거는 「환경정책기본법」 제15조 (환경상태의 조사, 평가 등), 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 제9조 (상시측정 및 수질·수생태계 조사) 및 같은 법 시행규칙 제22조 (환경부장관이 설치·운영하는 측정망의 종류 등), 제23조 (시·도지사가 설치·운영하는 측정망의 종류 등)에 따른다.

(3) 수질측정망 구분 및 운영체계

1) 수질측정망의 구분 및 운영 목적

가. 수질 일반측정망

수질 일반측정망의 운영 목적은 하천·호소 등 공공수역에 대한 수질현황 및 추세를 파악하고, 주요 환경정책의 효과분석 및 정책수립을 위한 기초자료 확보에 있다.

나. 수질 총량측정망

수질 총량측정망의 운영 목적은 오염총량관리 시행지역의 수질현황 및 총량제 이행사항을 평가하고, 단위유역의 수질, 유량 등 총량관리에 필요한 기초자료를 확보하는데 있다.

다. 수질 자동측정망

수질 자동측정망의 운영 목적은 수질오염 사고시 신속한 대응조치를 위한 수질감시경보 체계를 운영하고, 수질예보제 운영 지원 등 수질 일반측정망의 보완적 기능을 하는데 있다.

라. 퇴적물 측정망

퇴적물 측정망의 운영 목적은 수저 퇴적물의 환경질(Sediment Quality)을 평가하고, 퇴적물이 수질과 수생생태계에 미치는 영향에 대한 기초자료를 확보하는데 있다.

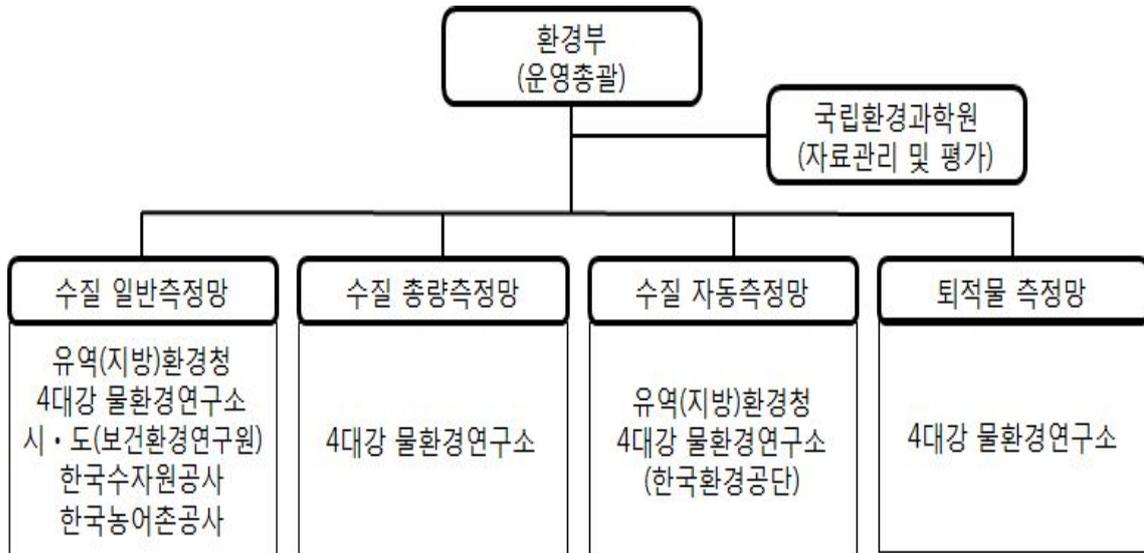
2) 조사기관 및 운영체계

가. 조사기관

조사 기관은 하천·호소 등의 수질 및 수생태계 현황을 조사하는 환경부

(국립환경과학원, 유역(지방)환경청, 물환경연구소), 시·도(보건환경연구원), 한국수자원공사, 한국농어촌공사 등이다.

나. 운영체계



<그림 1> 수질측정망 운영체계

(4) 조사 지점

조사지점은 일반측정망 1,687개 지점, 총량측정망 267개 지점, 자동측정망 60개 지점, 퇴적물 측정망 144개 지점, 총 2,158개 지점이다(<표 3> 참조).

<표 3> 기관별 조사지점

단위(개소)

구분	계	일반측정망						총량 측정망 (일반 병행)	자동 측정망	퇴적물 측정망		
		소계	하천	호소	농업 용수	도시 관류	공단 배수			하천	호소	
계	2,158	1,687	573	189	805	50	70	267 (104)	60	144	-	
환경청	소계	436	376	291	81	-	4	-	-	60	-	-
	한강유역	66	55	46	7	-	2	-	-	11	-	-
	낙동강유역	42	36	34	2	-	-	-	-	6	-	-
	금강유역	69	58	38	20	-	-	-	-	11	-	-
	영산강유역	63	56	37	19	-	-	-	-	7	-	-
	원주지방	94	86	62	24	-	-	-	-	8	-	-
	대구지방	66	51	49	2	-	-	-	-	15	-	-
전주지방	36	34	25	7	-	2	-	-	2	-	-	
4대강 물환경 연구소	소계	461	50	43	7	-	-	-	267 (104)	-	144	-
	한강	107	16	11	5	-	-	-	62 (48)	-	29	-
	낙동강	162	17	17	-	-	-	-	93 (26)	-	52	-
	금강	93	9	8	1	-	-	-	56 (17)	-	28	-
	영산강	99	8	7	1	-	-	-	56 (13)	-	35	-
시·도	소계	348	348	209	23	-	46	70	-	-	-	-
	서울	24	24	21	-	-	-	3	-	-	-	-
	부산	26	26	5	-	-	19	2	-	-	-	-
	대구	13	13	-	2	-	7	4	-	-	-	-
	대전	20	20	14	-	-	3	3	-	-	-	-
	인천	9	9	1	-	-	4	4	-	-	-	-
	광주	6	6	1	2	-	-	3	-	-	-	-
	울산	28	28	16	-	-	4	8	-	-	-	-
	경기	68	68	39	18	-	-	11	-	-	-	-
	강원	19	19	16	-	-	-	3	-	-	-	-
	충북	32	32	27	-	-	-	5	-	-	-	-
	충남	27	27	25	-	-	-	2	-	-	-	-
	전북	21	21	12	-	-	4	5	-	-	-	-
	전남	15	15	9	-	-	-	6	-	-	-	-
	경북	11	11	4	-	-	1	6	-	-	-	-
경남	29	29	19	1	-	4	5	-	-	-	-	
제주	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
한국수자원공사	108	108	30	78	-	-	-	-	-	-	-	
한국농어촌공사	805	805	-	-	805	-	-	-	-	-	-	

<표 4> 수질측정 조사항목·횟수·주기

구분	조사항목	일반지점	총량지점	중권역대표	주요지점	보지점	예보지원		
일반·총량측정망	하천수	페놀류, 분원성대장균군수, 총대장균군수	12회/년 (매월)	-	12회/년 (매월)	48회/년 (매월 4회)	36회 이상/년 (평균 8일)	*	
		TOC		36회 이상/년 (평균 8일)				*	
		pH, DO, BOD, COD, SS, 총질소, 총인, 수온, 전기전도도		-				-	-
		NH ₃ -N, NO ₃ -N, DTN, DTP, PO ₄ -P, 클로로필a		-				-	-
		유량	-	36회 이상/년 (평균 8일)	-	-	-	-	
		Cd, CN, Pb, Cr ⁶⁺ , As, Hg, ABS	4회/년 (3,6,9,12월)	-	4회/년 (3,6,9,12월)	12회/년 (매월)	-	-	*
		TCE, PCE, 사염화탄소, 1,2-디클로로에탄, 디클로로메탄, 벤젠, 클로로포름	-	-	2회/년 (3,9월)	-	-	-	
		PCB, 유기인	-	-	1회/년 (7월)	-	-	-	
		디에틸헥실프탈레이트 (DEHP)	-	-	1회/년 (10월)	-	-	-	
		안티몬	-	-	1회/년 (9월)	-	-	-	
	호소수	TOC, 페놀류, 분원성대장균군수, 총대장균군수, 투명도	12회/년 (매월)	-	12회/년 (매월)	-	-	12회/년 (매월)	
		pH, DO, BOD, COD, SS, 총질소, DTN, NH ₃ -N, NO ₃ -N, 총인, DTP, PO ₄ -P, 수온, 전기전도도, 클로로필a		-				36회 이상/년 (평균 8일)	
		Cd, CN, Pb, Cr ⁶⁺ , As, Hg, ABS	4회/년 (3,6,9,12월)	-	4회/년 (3,6,9,12월)	-	-	4회/년 (3,6,9,12월)	
		TCE, PCE, 사염화탄소, 1,2-디클로로에탄, 디클로로메탄, 벤젠, 클로로포름	-	-	-	2회/년 (3,9월)	-	-	
		PCB, 유기인	-	-	-	1회/년 (7월)	-	-	
	농업용수	pH, DO, BOD, COD, TOC, SS, 총질소, 총인, 수온, Cu, Pb, Cd, As, Hg, Cl ⁻ , 전기전도도	4회/년 (2,5,8,10월)	-	-	-	-	-	
	도시관류	'하천수' 와 같음							

구 분	조사항목	일반 지점	총량 지점	중권역 대표	주요 지점	보 지점	예보 지원
일반·총량 측정망	pH, DO, BOD, COD, SS, 수온, 전기전도도	24회/년 (매월 2회)	-	-	-	-	-
	Cd, CN, Pb, Cr ⁶⁺ , As, Hg, Cu, Zn, Cr, F, ABS, 색도, 총질소, 총인, 페놀, N-헥산, 용해성Mn, 용해성Fe, 총대장균군수	12회/년 (매월)	-	-	-	-	-
	유기인, PCB, TCE, PCE, 사염화탄소, 1,2-디클로로에탄, 디클로로메탄, 벤젠, 클로로포름	1회/년 (11월)	-	-	-	-	-
자동 측정망	(기본)수온, pH, DO, EC, TOC (선택)TN, TP, NH ₃ -N, NO ₃ -N, PO ₄ -P, 생물감시 장치(물벼룩, 물고기, 미생물, 조류 등), 페 놀, 클로로필-a, 탁도, VOCs(9종 10개 항목), Cu, Pb, Zn, Cd	실시간 측정					
퇴적물 측정망	수심, 수온, DO, pH, 전기전도도, 입도, 함수율, 완전연소가능량, CODsed, TOC, 총질소, 총인, 수용성 인(SBP), Pb, Zn, Cu, Cr, Ni, As, Cd, Hg, Al, Li	2회/년 (상반기 5~6월, 하반기 9~10월)					
	하천 항목 외에 '투명 도, PCBs(10동족체), PAHs(16종), DDTs(6종), VOCs(12종)' 추가조사	1회/년 (상반기 5~6월)					

- 1) 둘 이상 용도 또는 중복지점에 해당되는 경우, 측정항목 및 횟수가 많은 것에 따름.
- * 예보지원지점(하천수)의 경우, 일반 또는 총량지점에 따른 중복 측정주기 기재 생략됨.
- 2) 일반 측정망 중 공단배수의 색도 항목은 염색폐수가 배출되는 측정지점에 한함.
- 3) 일반 및 총량 측정망의 유량은 측정대상 지점에 한함.
- 4) 자동 측정망의 측정항목은 측정소별로 별도 설정
- 5) 자동 측정망의 VOCs(9종 10개 항목) : Dichloromethane(염화메틸렌), Trichloroethylene(트리클로로에틸렌), 1,1,1-trichloroethane(1,1,1-트리클로로에탄), Carbontetrachloride(사염화탄소), Benzene(벤젠), Tetrachloroethylene(테트라클로로에틸렌), Toluene(톨루엔), Ethylbenzene(에틸벤젠), m,p-Xylene(m,p-자일렌), o-Xylene(o-자일렌)
- 6) 퇴적물 측정망의 PCBs(10동족체) : Mono-, Di-, Tri-, Tetra-, Penta-, Hexa-, Hepta-, Octa-, Nona-, Deca-PCBs
- 7) 퇴적물 측정망의 PAHs(16종) : 나프탈렌(Naphthalene), 아세나프틸(Acenaphthylene), 아

세나프틴(Acenaphthene), 플루오렌(Fluorene), 페난트렌(Phenanthrene), 안트라센(Anthracene), 플루오란텐(Fluoranthene), 피렌(Pyrene), 벤조(a)안트라센(Benzo[a]anthracene), 크라이센(Chrysene), 벤조(b)플로란텐(Benzo[b]fluoranthene), 벤조(k)플로란텐(Benzo[k]fluoranthene), 벤조(a)피렌(Benzo[a]pyrene), 인데노(1,2,3-cd)피렌(Indeno[1,2,3-cd]pyrene), 다이벤조(a,h)안트라센(Dibenzo[a,h]anthracene), 벤조(g,h,i)페릴렌(Benzo[g,h,i]perylene)

8) 퇴적물 측정망의 DDTs(6종) : o,p'-DDE, p,p'-DDE, o,p'-DDD, p,p'-DDD, o,p'-DDT, p,p'-DDT

9) 퇴적물 측정망의 VOCs(12종): 사염화탄소(Carbond tetrachloride), 1,2-디2클로로에탄(1,2-Dichloroethane), 테트라클로로에틸렌(Tetrachloroethylene, PCE), 다이클로로메탄(Dichloromethane), 벤젠(Benzene), 클로로포름(Chloroform), 1,1,1-트리클로로에탄(1,1,1-trichloroethane), 트리클로로에틸렌(Trichloroethylene, TCE), 톨루엔(Toluene), 에틸벤젠(Ethylbenzene), m,p-Xylene(m,p-자일렌), o-Xylene(o-자일렌)

(5) 조사 항목

조사항목은 페놀류, 분원성대장균군수, 총대장균군수, TOC, pH, DO, BOD, COD, SS, 총질소, 총인, 수온, 전기전도도, NH₃-N, NO₃-N, DTP, PO₄-P, 클로로필 a, 유량, Cd, CN, Pb, Cr⁶⁺, As, Hg, ABS, TCE, PCE, 사염화탄소, 1,2-디클로로에탄, 디클로로메탄, 벤젠, 클로로포름, PCB, 유기인, 디에틸헥실프탈레이트(DEHP), 안티몬, 투명도, Cu, Zn, Cr, F, Cl⁻, 색도, 페놀, N-헥산, 용해성 Mn, 용해성 Fe 등이다(<표 4> 참조).

(6) 조사 횟수와 조사 주기

조사 횟수는 측정망과 지점 특성에 따라 항목별로 실시간측정, 매월측정, 분기(3, 6, 9, 12월)별 측정, 반기 측정(상반기 5 ~ 6월, 하반기 9 ~ 10월), 연 측정(상반기 5 ~ 6월)으로 이루어진다(<표 4> 참조).

(7) 측정망 운영 및 관리

1) 측정망 운영

가. 일반사항

측정망의 효율적 운영을 위해 각 조사기관은 시료채취 일정, 정도관리시행, 운영결과평가, 유관기관 연락체계 등의 세부적인 운영계획을 수립한다. 조사기관은 조사업무의 안정성 및 연속성을 확보할 수 있도록 조사지점별, 업무기능별 담당자를 지정 관리한다. 조사기관은 측정망 관리대장을 작성하여 요청 열람이 가능하도록 사무실에 비치한다.

나. 중복지점 측정결과의 공동활용

정기적인 호소 수질조사지점과 중복되는 지점에 대해서는 별도로 조사하지 않고, 해당 측정결과를 활용한다. 같은 지점이 하천수와 호소수 등 2개 이상의 용도로 운영되는 경우에는 중복 측정하지 않고 하나의 측정결과를 공동 활용한다. 접경지역(군사보호구역)으로서 측정이 불가능한 지점의 경우에는 상·하류 인접 지점의 측정결과를 활용한다. 기관별 유량 조사 계획지점의 중복방지를 위한 매년 12월 조사지점을 협의 조정한다.

다. 위원회·협의회 운영

○ 수질측정망 실무위원회

운영기관은 유역(지방)환경청이며, 수질측정망(농업용수 지점, 총량측정망 및 퇴적물 측정망 제외)의 신설·폐쇄·변경시 이에 대한 적정성 여부 검토를 목적으로 한다. 위원장은 환경관리국장(유역청) 또는 측정분석과장(지방환경청)으로 하며, 위원은 해당수계의 유역(지방)환경청, 물환경연구소, 한국환경공단(지역본부), 지방자치단체의 수질측정망 담당자, 외부전문가 2인 이상으로 한다. 실무위원회의 기능은 수질측정망의 신설·폐쇄·변경에 관한 협의 및 적정성 검토(총량측정망 신설 등에 따른 일반측정망의 변경 필요성 검토), 목표수질 신설·변경시 적정성 검토 등이다.

○ 수질측정망 운영위원회

운영기관은 국립환경과학원 물환경연구부(수질통합관리센터)이며, 조사지점, 측정항목, 자료관리 등 수질측정망 운영 전반에 관한 기술적 협의·자문 등을 목적으로 한다. 위원장은 국립환경과학원 물환경연구부장이며, 위원은

국립환경과학원 및 유역(지방)환경청 관련안전 과장, 4대강 물환경연구소장, 한국환경공단 수질측정망 팀장, 외부전문가 3인 이상으로 한다. 운영위원회의 기능은 수질측정망 신설·폐쇄·변경에 관한 사항, 정도관리 개선 등 측정자료 신뢰도 제고에 관한 사항, 자동측정망 운영관리 실태조사 등 수질측정망 개선에 관한 사항 등이다.

○ 총량측정망 운영기관 실무협의회

운영기관은 환경부 유역총량과이며, 수문자료 등 수질총량오염관리에 필요한 자료 공유 등의 협의를 목적으로 한다. 실무협의회의 구성은 환경부에서는 유역총량과장, 국립환경과학원 수질총량연구과장, 4대강 물환경연구소장, 유역(지방)환경청 수질총량관리과장, 시·도에서는 오염총량관리 담당사무관, 국토해양부에서는 하천관리 담당사무관 및 유량조사사업단장, 유관기관에서는 한국수자원 조사기획처장, 한국수력원자력(주) 전력관리처장, 한국농어촌공사 수자원관리처장으로 이루어진다.

라. 기관별 임무

○ 환경부

<표 5> 환경부의 임무

구분		임무
물환경 정책과	공통	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수질측정망 설치·운영계획 수립 - 측정지점신설·변경, 측정항목, 횟수 등 ○ 수질측정망 운영기관 지도·감독 ○ 측정결과 및 평가결과의 일괄 공표 - 관보게재, 보도자료 배포, 환경통계연감 수록 등
	자동 측정망	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수질자동측정망 역무대행 계약관리 ○ 수질자동측정소 자산관리
유역 총량과	공통	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유량측정 업무에 대한 협의 등
	총량 측정망	<ul style="list-style-type: none"> ○ 총량측정망 운영기관 실무협의회 운영 ○ 총량측정망 운영계획 수립

○ 국립환경과학원

<표 6> 국립환경과학원의 임무

구분		임무
수질통합 관리센터	공통	<ul style="list-style-type: none"> ○ 측정자료의 DB구축·운영 등 전산관리 - 측정결과 취합, 통계처리, 이상치 검색기능 개선 등 ○ 측정결과(퇴적물분야 제외)의 2차 검증 및 확정 ○ 수질측정망 운영결과 및 수질변화 추이 분석 ○ 전국 하천·호소 수질평가 및 계간지·연보 발행 ○ 측정결과(물환경정보시스템) 공개 ○ 수질측정망 운영위원회 운영
	자동 측정망	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수질자동측정망 데이터 공개시스템 구축관리 ○ 민관합동 수질자동측정망 운영실태 점검 ○ 자동측정망 설치·변경안 제시 ○ 자동측정망 정도관리
수질총량 연구과	총량 측정망	<ul style="list-style-type: none"> ○ 총량측정망 운영계획안 제시 ○ 수문자료 관련기관 공유 및 관측유량 품질관리관리·공인 등 표준화
물환경 공학 연구과	공통	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수질측정망 정도관리 총괄 ○ 「수질측정망 정도관리 지침」 제·개정
	퇴적물 측정망	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수계별 퇴적물 오염도 및 변화 추이 파악 ○ 퇴적물 측정결과(물환경정보시스템) 최종 검증 및 확정

○ 조사기관

<표 7> 조사기관의 임무

구분		임무
조사 기관	공통	<ul style="list-style-type: none"> ○ 소관 측정망 세부운영계획 수립 ○ 소관 측정지점 시료채취, 측정·분석 ○ 소관 수질측정망 정도관리 시행 ○ 측정결과(자동측정망 제외)의 1차 검증 및 확정 <ul style="list-style-type: none"> - 이상자료 검색, 원인규명, 보완조치 등 ○ 측정망 운영결과 정리·평가·보고(전산입력) [유역(지방)환경청] ○ 관할 유역 수질측정망 실무위원회 운영 <ul style="list-style-type: none"> - 조사지점(농업용수 지점 및 퇴적물측정망 제외) 신설·변경·폐쇄 검토 등
	자동 측정망	<ul style="list-style-type: none"> [유역(지방)환경청] ○ 자동측정소 유지관리 지도·감독 <ul style="list-style-type: none"> - 운영실태평가(연 1회 이상) ○ 자동측정소 설치·변경에 따른 인·허가 업무 [4대강 물환경연구소] ○ 수계별 수질자동측정망 설치·운영 기술지원 ○ 수계별 측정결과의 1차 검증 및 보고(전산입력) <ul style="list-style-type: none"> - 이상자료 선별 및 원인규명 [한국환경공단] ○ 수질자동측정소 유지·관리 ○ 수질자동측정망 DB서버 관리 ○ 데이터 수집, 전송 및 관리 등 전산업무
자료 협조기관		<ul style="list-style-type: none"> ○ 국토해양부 : 기존 수위 관측소 운영자료 ○ 기상청 : 기상자료 ○ 시·도 : 상수도 취수량 ○ 한국수자원공사·한국수력원자력(주) : 생·공용수 및 다목적댐 수문자료(유입량, 발전방류량, 월류량, 취수량, 증발량 등) ○ 한국농어촌 공사 : 농업용 저수지 수문자료

2) 조사지점의 신설 및 변경

가. 기본 원칙

조사지점의 신설은 유역, 하천의 환경변화 등으로 오염원의 영향, 하천수질 등의 관리 필요성이 새로이 제기되는 지점을 원칙으로 한다. 조사지점의 변경은 하천 복개, 건천화 등 급격한 하천환경변화로 인한 채수 불가 등의 사유로 기존 위치에서 조사가 불가능한 경우에 한다. 수질 변화추이 분석 등 측정자료의 연속성 확보를 위해 경미한 사유로는 기존 측정지점 변경(또는 폐쇄)이 불가능하다.

나. 조사지점 선정기준

조사지점의 신설, 변경 등에 따른 조사지점 선정기준은 '수질측정망 조사지점 선정기준'에 따른다.

다. 신설·변경 절차

조사기관은 소관 조사지점의 신설·변경이 필요하다고 판단될 때에는 해당 수계 '수질측정망 실무위원회'의 심의를 요청할 수 있으며, 채수불가로 인해 직 상·하류로 경미하게 변경하는 경우와 일반측정망 중 농업용수 지점의 경우에는 실무위원회 심의 없이 조사기관에서 환경부(물환경정책과)로 직접 요청할 수 있다. 유역(지방)환경청은 실무위원회에서 현지조사, 협의 등을 거쳐 신설·변경이 타당하다고 심의한 때에는 심의 결과를 첨부하여 환경부(물환경정책과)로 요청할 수 있다. 실무위원회는 조사지점 폐쇄시에는 해당 지점을 대체할 수 있는 지점을 동시에 심의·선정하여 요청할 수 있다. 이 때, 신설·변경의 고시에 필요한 위치(좌표 등), 조사기관 등을 함께 제시하여야 한다.

환경부(물환경정책과)는 실무위원회 심의결과, 국립환경과학원 의견 등을 바탕으로 신설·변경안을 마련한다. 환경부는 조사기관의 소요 외에 별도 중장기계획, 개선계획, 국립환경과학원 요구 등에 의해 조사지점의 신설·변경안을 마련한다. 총량측정망의 신설·변경안 마련시 인접 일반측정망의 조정 필요성 검토 및 실무위원회 심의를 통해 조정안 마련을 병행한다. 환경부(물환경정책과)는 신설·변경안을 차기 「수질측정망 운영계획」에 반영하여 관계기

관 의견을 수렴한다. 조사지점의 신설·변경은 「수질측정망 운영계획」이 고시됨에 따라 확정한다.

라. 신설 . 변경 지점의 조사개시 및 자료관리

신설·변경 지점에 대한 조사 개시는 해당 조사지점의 변경사항이 반영된 「수질측정망 운영계획」의 시행일 규정에 따르며, 별도로 시행일을 규정하지 아니한 경우에는 고시 시행일 익월부터 조사를 개시하고 측정결과를 공식 활용한다. 조사기관은 신설·변경 지점이 고시된 이후 1개월 내에 '수질측정망 관리대장' 또는 '수질자동측정소 관리대장'를 작성하여 환경부(물환경정책과)와 국립환경과학원(수질통합관리센터)으로 제출한다.

3) 시료의 채취 및 측정·분석

가. 일반 사항

시료의 채취방법, 채취시료의 보존, 현장측정, 시험방법은 「수질오염공정시험기준」에 따른다. 「수질오염공정시험기준」에 규정되지 아니한 사항에 대해서는 「수질측정망 운영계획(환경부 고시 제2011-93호)」, 「하천·호소 등 퇴적물측정망 운영계획(환경부 고시 제2011-92호)」의 관련 규정, Standard Method 등 국제 공인시험방법을 따른다. 「수질측정망 정도관리지침」은 국립환경과학원이 정하고, 조사기관은 동 지침 및 자체 정도관리 시행계획에 따라 정도관리를 실시한다. 조사기관은 시료채취부터 현장측정기 교정·확인, 시료채취 정도관리, 결과산출까지 일련의 과정을 「수질오염공정시험기준」, 「수질측정망 정도관리지침」에 따라 기록하고 관리한다.

나. 시료채취 시기 및 지점

채취시기는 조사기관의 세부계획에 따르되, 가능한 수질(또는 퇴적물)이 안정되고 대표적 상태라고 판단되는 때에 시료를 채취한다. 가능한 강우의 직접 영향이 작은 시기에 채취하고, 주요지점은 월 또는 분기 내에서 적정 배분하여 특정 요일·월 편중을 방지한다. 총량측정망의 시료채취는 수문량 분석을 위한 유량측정주기와 일치시킨다. 하천 유량이 적을 때 또는 계절적

변동이 심하거나 기타 오염 물질 유입량 변화가 심하다고 판단될 때는 조사 횟수를 증가한다. 채취지점은 정해진 지점에서 채취하되, 물 흐름, 하상 등 현장 여건을 감안하여 수체(Water body)의 수질 및 퇴적물에 대한 대표성과 기존자료와의 연속성을 확보할 수 있는 지점에서 채취한다.

다. 시료채취 및 보존

「수질오염공정시험기준」에 따라 시료를 채취 및 보존한다. 시료채취용기(채수용기) 사용, 채수 전 3회 이상 세척, 시료의 교란 방지, 공기 접촉 최소화, 채취량(3~5 L), 즉시 실험 등을 따르며, 일시 저장·보관 시에는 「수질오염공정시험기준」의 관련 규정을 따르되, 미 규정 항목은 가급적 4℃ 보관 및 24 시간 이내 분석을 실시한다. 호소수의 시료채취는 최저수심이 5 m 이하인 지점에서는 상층수만 채수하고, 최저수심이 5 m를 넘는 지점은 3가지 이상의 위치를 선정하여 채수(유리용기로 채수하는 항목은 표층수만 직접채수)한다. 상층수는 수표면으로부터 아래로 5 m 사이, 중층수는 전체 수심의 1/2에 해당되는 수심, 저층수는 호소바닥으로부터 위로 5 m 사이에서 채수한다. 표층에 육안으로 현저한 수준의 조류가 분포할 때에는 평균적 수질자료를 얻을 수 있도록 채수지점을 증가시킨다.

라. 현장측정기의 교정·확인

「수질측정망 정도관리 지침」 중 현장측정기 교정·확인방법에 따른다.

마. 측정·분석 및 수문관측

수질오염항목은 「수질오염공정시험기준」에 따라 측정·분석한다. 총량관리 대상 측정항목은 2개 이상의 반복 시료로 분석하고, 이들 시료 분석값의 산술평균을 해당지점의 대표 값으로 한다. 유량은 「수문관측 매뉴얼(2004.5, 국토해양부)」 및 「수질오염총량관리를 위한 목표수질/유량 측정사업 통합운영 지침(2011.7, 환경부)」에 따라 관측한다. 과도한 유속 수심 등 유량의 직접관측이 어려운 경우, 물수지에 영향이 작은 상 하류측 인근 교량 등을 이용한 관측 및 보정을 실시한다. 댐 방류량 등 유량자료를 가공 없이 확보할 수 있거나 유관기관(국토해양부 등)의 자료를 활용할 수 있는 지점은 별도

유량 관측 없이 유관기관 자료를 활용한다. 국토해양부 등과의 중복지점 협의에 따른 유량관측 중복지점은 관측결과를 물관리정보유통시스템(WINS)을 통해 상호 공유하며, 최종 확정된 수위-유량 곡선식으로 환산한 유량자료를 활용한다.

4) 자동측정망의 설치 및 관리

가. 자동측정소 설치

측정기기의 설치는 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제9조 및 같은 법 시행규칙 제2조에 해당되는 측정기기는 형식승인을 득한 기기를 설치한다. 형식승인 대상이 아닌 경우에는 「수질오염공정시험기준」 총칙 1.2.4에 따라 공정시험기준과 측정결과가 같거나 그 이상의 정확도가 있다고 공인된 국내·외 시험방법에 적합한 기기를 설치한다. 자동측정소에 설치된 연속자동 측정기의 내용연수는 7년으로 하되, 「물품관리법」 등 관련법령에 따라 불용 처분을 결정한다. 불용결정한 장비는 유지보수를 위한 부품 등으로 활용 가능하다. 유역(지방)환경청은 수질자동측정소 신설·변경에 따른 하천점용 허가 등 관련 인.허가 업무를 수행한다. 한국환경공단은 신설·변경 측정소에 대하여 항목별 수질오염 감시경보 기준의 설정에 필요한 기초자료 확보를 위해 설치(또는 변경)후 1년을 넘지 않는 기간에서 측정기기의 시험가동을 실시한다. 위치변경이 경미하여 경보기준 재설정이 불필요하거나 기준 설정에 필요한 측정값이 확보되었다고 판단되는 경우에는, 유역(지방)환경청과 협의하여 시험가동기간을 단축할 수 있다. 한국환경공단은 시험가동기간이 장기화 될 경우에는 그 사유 및 조치계획을 유역(지방)환경청에게 보고해야 한다.

나. 자동측정소의 관리

한국환경공단은 각 측정소별로 담당자를 지정하여 관리한다. 채수지점 및 채수시설의 운전은 취수구가 수면 10 cm 이상 아래, 바닥에서 15 cm 이상을 유지토록 하고, 부유물질 등에 의한 영향이 없도록 상시 관리한다. 홍수기 다량의 부유물질 유입, 겨울철 결빙, 기기이상 등으로 채수시설의 정상가동이 곤란한 경우 일시적 운전정지가 가능하다. 운전정지는 한국환경공단이 해당 유역(지방)환경청과 협의·결정하고, 환경부, 국립환경과학원 및 해당 유역

(지방)환경청에게 보고한다. 채수시설이 정상으로 가동되지 않을 경우는, 수동 현장측정기기로 최소한의 측정을 수행함으로써 기본적 수질오염 감시경보기능을 유지한다. 한국환경공단은 주 2회 이상 방문 점검을 실시하되, 채수지점의 유량, 수질상황, 측정기기 노후정도, 측정기기 오작동 사례 등을 고려하여 측정소별 점검계획 수립·시행한다. 점검은 '수질자동측정소 점검사항'을 참고하여 일상점검과정기(주간, 월간)점검 사항으로 구분하여 실시한다. 점검 결과는 '수질자동측정소 운영·점검일지'에 따라 기록 유지하고 이를 정도관리결과에 반영한다. 한국환경공단은 매년 초에 연간 물품수급계획을 수립하고, 측정기기 운영에 차질이 없도록 적정량의 부품을 확보한다. 부품 및 소모품은 기기별, 모델별 교체주기 및 고장빈도 등을 고려하여 구비하며, 적정량의 재고를 확보하여 관리한다.

다. 자동측정자료의 정도관리

한국환경공단은 「환경분야 시험검사 등에 관한 법률」 제9조 제1항에 따른 형식승인대상 자동측정기기에 대해서는 같은 법 제11조에 따른 정도검사를 정기적으로 실시한다. 한국환경공단은 국립환경과학원의 검토를 거쳐 정도 보증사업계획을 마련하고 연도별 사업계획에 반영한다.

라. 운영관리 실태 점검 및 평가

유역(지방)환경청은 '수질자동측정망 운영실태 점검사항'을 참고하여 물환경연구소 등과 함께 매년 1회 이상 소관 자동측정소 유지관리 실태를 평가하고 환경부에 보고한다. 국립환경과학원은 수질측정망 운영위원 등이 참여하는 민·관 합동 점검단을 구성하여 격년 단위로 '수질자동측정망 운영실태 점검사항'에 따라 종합적 운영실태를 평가하고 환경부에 보고한다.

5) 조사결과의 기재방법

가. 항목별 단위, 정량한계 및 기재방법

일반 및 총량측정망, 자동측정망, 퇴적물 측정망에 따른 조사항목, 항목별 단위, 정량한계 및 기재방법은 다음 <표 8>, <표 9>, <표 10>과 같다.

○ 일반 및 총량측정망

<표 8> 일반 및 총량측정망의 항목별 단위, 정량한계 및 기재방법

조사항목	단위	정량한계	기재방법 (표시자릿수)
수위	m	-	0.00
투명도	"	-	0.0
유량	m ³ /sec	-	0.000
수온	℃	-	0.0
전기전도도(EC)	μS/cm	-	0
용존산소(DO)	mg/L	0.1(적정법) 0.5(전극법)	0.0
유기물질	생물학적 산소요구량(BOD)	"	0.0
	화학적 산소요구량(COD)	"	0.0
	총유기탄소(TOC)	"	0.5
부유물질(SS)	"	2mg 이상	0.0
수소이온농도(pH)	-	-	0.0
염소이온농도(Cl ⁻)	mg/L	0.1(IC법) 0.7(적정법)	0.0
n-Hex 추출물질	"	0.5	0.0
페놀(phenol)	"	0.005(추출법) 0.007(연속흐름법)	0.000
시안(CN)	"	0.01	0.00
크롬(Cr)	"	0.0002~0.04	0.00
용해성 철(Fe)	"	0.007~0.08	0.00
아연(Zn)	"	0.0001~0.01	0.000
구리(Cu)	"	0.002~0.01	0.000
카드뮴(Cd)	"	0.002~0.004	0.000
수은(Hg)	"	0.0001~0.003	0.0000
유기인	"	0.0005	0.0000
비소(As)	"	0.0003~0.05	0.000
납(Pb)	"	0.0001~0.04	0.00
6가크롬(Cr ⁶⁺)	"	0.007~0.04	0.00
용해성망간(Mn)	"	0.0005~0.2	0.000
셀레늄(Se)	"	0.005~0.03	0.000
불소(F)	"	0.1~0.05	0.00
폴리클로로다이비페닐(PCB)	"	0.0005	0.0000
총대장균군	총대장균군수/100ml	-	0
분원성대장균군	분원성대장균군수/100ml	-	0
색도	(도)	-	0
암모니아성 질소(NH ₃ -N)	mg/L	0.01~1	0.000
질산성 질소(NO ₃ -N)	"	0.1~0.5	0.0000
용존 총질소(DTN)	"	0.004~0.1	0.000
총질소(T-N)	"	0.004~0.1	0.000
인산염 인(PO ₄ -P)	"	0.003~0.1	0.000
용존 총인(DTP)	"	0.003	0.000
총인(T-P)	"	0.003	0.000
트리클로로에틸렌(TCE)	"	0.001~0.008	0.000
테트라클로로에틸렌(PCE)	"	0.001~0.005	0.000
음이온계면활성제(SBS)	"	0.02~0.09	0.0
클로로필 a(Chlorophyll a)	mg/m ³	-	0.0
사염화탄소	mg/L	0.001~0.005	0.0000
1,2-다이클로로에탄	"	0.001~0.005	0.000
다이클로로메탄	"	0.001~0.005	0.0000
벤젠	"	0.001~0.005	0.0000
클로로포름	"	0.001~0.005	0.000
다이에틸헥실프탈레이트(DEHP)	"	0.0025	0.000
안티몬(Sb)	"	0.0004~0.02	0.0000

※ 범위로 표기된 항목(크롬 등)은 동일항목에 복수의 시험법이 있어 최소 및 최대 정량 한계를 범위로 나타낸 것으로 실제 측정값 산출시에는 수질오염공정시험기준에 따른 해당 시험법의 정량한계를 적용하여야 함.

○ 자동측정망

<표 9> 자동측정망의 항목별 단위, 정량한계 및 기재방법

조사항목		단위	정량한계	기재방법(표시자릿수)	
공통 항목	수온	℃	-	0.0	
	수소이온(pH)	-	-	0.0	
	전기전도도(EC)	μ S/cm	-	0	
	용존산소(DO)	mg/L	-	0.0	
	총유기탄소(TOC)	"	0.1	0.0	
선택 항목	탁도	NTU	-	0.0	
	총질소(T-N)	mg/L	0.005	0.000	
	총인(T-P)	"	0.001	0.000	
	암모니아성질소(NH ₃ -N)	"	0.002	0.000	
	질산성질소(NO ₃ -N)	"	0.1	0.000	
	인산염인(PO ₄ -P)	"	0.001	0.000	
	클로로필-a(Chlorophyll a)	mg/m ³	-	0.0	
	VOCs	μg/L	0.1	0.0	
	중금속	μg/L	2	0	
	페놀(phenol)	mg/L	0.005	0.000	
	생물감시	물벼룩, 물고기		-	0
		조류, 미생물	%	-	0.0

1) 중금속(4) : Cu, Pb, Zn, Cd

2) VOCs 중 염소기가 들어간 항목은 ECD 값을, 그 외의 항목은 FID 값을 대표 값으로 함

- 불꽃이온화 검출기(FID) : Benzene, Toluene, Ethylbenzene, m,p-Xylene, o-Xylene

- 전자포획형 검출기(ECD) : Dichloromethane, 1,1,1-trichloroethane,

Carbontetrachloride, Trichloroethylene, Tetrachloroethylene

○ 퇴적물 측정망

<표 10> 퇴적물 측정망의 항목별 단위, 정량한계 및 기재방법

오염물질		단위	정량한계	기재방법(표시자릿수)
수질 현장 조사 항목	수위	m	-	0.0
	수온	℃	-	0
	용존산소(DO)	mg/L	-	0.0
	수소이온농도(pH)	-	-	0.0
	25℃ 전기전도도(EC)	μ S/cm	-	0
	투명도	m	-	0.0
입도	모래	%	-	0.0
	실트	"	-	0.0
	점토	"	-	0.0
함수율	"	-	0.0	
완전연소가능량	"	-	0.00	
화학적산소요구량(COD _{sed})	"	-	0.00	
총유기탄소(TOC)	"	0.1	0.00	
총질소(T-N)	mg/kg	600(원소분석법) 500(과황산포타습법)	0	
총인(T-P)	"	40	0	
수용성 인(SRP)	"	4.0	0.0	
납(Pb)	"	3.6(ICP/AES) 0.5(ICP/MS)	0.0	
아연(Zn)	"	1.0(ICP/AES) 1.0(ICP/MS)	0.0	
구리(Cu)	"	1.0(ICP/AES) 1.0(ICP/MS)	0.0	
크롬(Cr)	"	1.0(ICP/AES) 1.0(ICP/MS)	0.0	
니켈(Ni)	"	1.2(ICP/AES) 1.2(ICP/MS)	0.0	
비소(As)	"	0.1(ICP/MS)	0.0	
카드뮴(Cd)	"	0.50(ICP/AES) 0.02(ICP/MS)	0.00	
수은(Hg)	"	0.010	0.000	
리튬(Li)	"	0.2(ICP/AES) 0.2(ICP/MS)	0.0	
알루미늄(Al)	%	0.001(ICP/AES) 0.001(ICP/MS)	0.0	
PCBs	μg/kg	1.5	0.00	
PAHs	"	1.5	0.00	
DDTs	"	0.6	0.00	
VOCs	"	0.3~6	0.0	

1) ICP/AES : Inductively coupled plasma/atomic emission spectrometry

2) ICP/MS : Inductively coupled plasma/mass spectrometry

나. 정량한계 미만의 입력 및 처리

각 항목별 시험결과가 표시자릿수 이상으로써 「수질오염공정시험기준」에 따른 정량한계 미만으로 나타난 경우 “정량한계미만”으로 입력하고, 평균값 산출 등 측정값 활용시에는 불검출된 것으로 간주하며 “0”으로 처리한다. 다만, 정도관리/정도보증의 절차에 따라 시험하여 얻은 측정값이 「수질오염공정시험기준」에 따른 정량한계 미만이라도 표시자릿수 이상이며, 그 결과가 유의미한 경우에는 측정값을 입력하고, 측정값 활용시 입력된 값을 사용한다.

다. 수치 뺏음법

측정결과의 수치 뺏음은 「한국산업규격」 KSQ5002(측정값의 수치 뺏음법)를 따르되, 표시 자릿수 아래 수치와 똑같이 가까운 2개의 이웃하는 정수배가 있는 경우에는 큰 쪽의 정수배를 고른다(규칙 B).

< KSQ5002 수치의 뺏음법 중 관련내용 >

- 어떤 수치를 n자리 수치로 뺏음하는 방법은 다음과 같다.

a) 만일, 주어진 수치에 가장 가까운 정수배가 하나 밖에 없는 경우에는 그것을 뺏음한 수로 한다.

보기(뺏음 간격 0.1) : 12.223→12.2, 12.251→12.3, 12.275→12.3

b) 만일, 주어진 수치와 똑같이 가까운 2개의 이웃하는 정수배가 있는 경우에는 규칙A와 규칙B 중 어느 한쪽에 따른다.

1) 규칙 A : 생략

2) 규칙 B : 뺏음한 수치로서 큰 쪽의 정수배를 고른다.

보기(뺏음 간격 0.1) : 12.25→12.3, 12.35→12.4

라. 평균값의 산출

수치 뺏음법에 의해 기재된 항목별 측정결과를 평균값 산출에 이용한다. 평균값(일, 월, 연)은 하위 단계(일, 월)의 평균값을 평균하여 산출한다. 일평균 값은 같은 날, 같은 지점의 측정값을 평균하고, 같은 지점에서 2개 이상의 반복시료를 분석하는 경우(총량관리대상물질 등) 이들 시료 분석값을 산술평균 한다. 같은 지점에서 수심별로 채수하여 분석한 호소수는 다음과 같

이 평균값을 산출한다.

- 채수한 수심 간격이 같을 경우 산술평균
- 다양한 수심에서 채수한 경우 항목별 측정결과를 수심에 따라 아래와 같이 가중평균

< 수심 가중평균 산출방법(COD) >

- 수심 가중평균 COD산출방법 = $\frac{[(\text{중층COD} + \text{상층COD}) \times (\text{중층수심} - \text{상층수심}) / 2] + [(\text{저층COD} + \text{중층COD}) \times (\text{저층수심} - \text{중층수심}) / 2]}{(\text{저층수심} - \text{상층수심})}$

※ 수심별 시료를 분석하고 수심값, 측정결과 보존(수질측정망 DB 입력)

월평균 값은 해당 월의 일평균 값을 산술평균하며, 총량측정망의 측정치를 활용하는 경우, 일반측정망에 활용되는 값은 해당 월에 측정된 모든 값의 평균을 산출한다. 연평균 값은 해당 연도의 월평균 값을 산술평균하며, 다만, 월평균 값의 개수가 7개 미만인 경우에는 평균값을 산출하지 아니한다.

마. 자동측정망 자료의 통계처리

자동측정망에서 생산된 자료의 통계처리방법은 '수질자동측정망 측정결과 의 통계처리 방법'에 따른다.

(8) 측정자료의 관리 및 활용

1) 조사결과의 처리 및 보고

가. 조사기관의 측정자료 확인

- 공통 사항(자동측정망 제외)

조사기관은 측정결과가 산출된 즉시, 다음 사항 중 하나(이하 "특이 측정 값"이라 한다)에 해당 여부를 확인하여야 한다.

- 해당 지점 과거 측정자료의 최소 또는 최대 값을 벗어날 경우
- 유사한 경향을 보이는 같은 수계 직 상·하류 지점의 오염도 경향(악화

또는 개선)과 다를 경우

- 유사한 경향을 보이는 같은 지점 다른 항목(예; BOD, COD, TOC)의 오염도 경향(악화 또는 개선의 정도)과 다를 경우
- 특정수질유해물질 항목이 검출된 경우
 - 하천본류구간과 호소수 : 정량한계 이상 검출시
 - 기타지류 : 환경기준 초과 검출시
 - 공단배수 : 배출허용기준초과 검출시

특이 측정값이 확인된 경우에는 현장여건, 기기이상여부, 정도관리 등 제반절차를 정밀 검토하여 유효측정값으로 사용여부를 결정하여야 한다. 시료 채취나 측정·분석과정에 오류가 없는 경우에는 유효측정값으로 사용하되, 신속한 원인 규명 및 대응조치를 실시하여야 한다. 오류가 없는 특이 측정값은 “월간 수질측정망 운영결과”중 특이측정값 현황 서식에 따라 작성하여 관련 지자체, 유역(지방)환경청(환경감시단, 환경감시과) 등에 즉시 통보해야 한다. 계산상의 단순 오류 시에는 재 산출 후 유효측정값으로 사용해야 한다. 기기 오류 등 바로 잡을 수 없는 오류에 의한 경우에는 재시험을 실시하거나, 시료를 다시 채취하여 측정·분석해야 한다. 조사기관은 월간 측정자료의 전산 입력 전에 누락된 특이 측정값이 있는지 여부를 재확인하고, 기기오류 등 바로 잡을 수 없는 오류에 의한 경우에는 결측으로 처리해야 한다. 조사기관은 현장측정팀과 품질관리팀을 별도 운영하고, 수문자료의 수시 검토를 실시해야 한다. 현장측정팀은 1차 측선기준(측선수, 측정수, 측정시간 등)검토 및 수위대비 실측유량 검토를 실시하고, 품질관리팀은 2차 측선기준 검토 및 유량 자료 수리특성 분석(H-A, H-V, $H-\sqrt{Q}$, H-Q 등)을 실시해야 한다.

○ 자동측정망

한국환경공단은 실시간 측정결과를 공단 내 수질자동측정망 운영시스템(DB서버)에 저장하고 관리한다. 시스템에 수집된 자료를 검색하여 회선장애 등으로 누락된 자료가 있을 경우에는 덤프 기능을 이용하여 DB에 저장한다. 한국환경공단은 측정결과를 상시 모니터링하고, 특이 측정값 출현시 즉시 기기이상여부, 현장 상황 확인한다. 물환경연구소는 수질자동측정망 공개·평가 시스템에서 특이 측정값을 검색하고 한국환경공단의 보고내용 등을 검토하여 측정결과(5분 단위)의 사용여부를 익월 25일까지 확정한다. 측정치, 계차,

시계열 변화경향 등에 이상이 있는 자료는 측정기기 이상여부를 우선 확인하고, 다른 오염물질과의 관계 및 주변상황 등을 면밀히 조사한 후 자료 사용여부를 판단한다. 명백한 측정기기 이상에 의한 오류 외에는 자료를 삭제해서는 아니 되며, 무효처리시 및 고농도 발생 시에는 사유를 규명하여 시스템상에서 기록을 유지해야 한다.

나. 조사기관의 측정결과 보고

조사기관은 환경부 전산망(물환경정보시스템)을 통한 전산입력과 전국 On-line망(행정포털)을 이용하여 문서를 보고한다.

○ 일반 및 총량측정망

조사기관은 전월 초일부터 말일까지의 수질측정결과를 익월 10일까지 환경부 전산망에 입력한다. 익월 10일 이후에 수정 입력할 경우에는 국립환경과학원(수질통합관리센터)에 유선통보 후 입력한다. 조사기관은 소관 측정망에 대한 '월간 수질측정망 운영결과'를 익월 10일까지 환경부(물환경정책과) 및 국립환경과학원(수질통합관리센터)으로 제출한다. 특이측정치 현황은 특이측정값 현황 서식에 의해 모사전송(FAX)을 통하여 환경부 및 국립환경과학원에게 즉시 통보한다. 물환경연구소는 총량측정망에서 관측한 유량을 잠정유량 및 확정유량안으로 구분하여 보고한다. 분기별 유량 관측결과를 해당유역(지방)환경청, 시·도, 환경부(유역총량과) 및 국립환경과학원(유역총량연구과) 등에 매분기 익월 말일까지 잠정유량으로 보고한다. 수문자료 자체평가결과와 국토해양부 확정 환산유량을 반영하여 최초년도 측정자료부터 최종 측정자료까지 누적하여 유량보고서를 작성한 후, 익년 6월말까지 국립환경과학원(수질총량연구과)에 보고한다.

○ 자동측정망

한국환경공단은 '수질자동측정소 운영·점검일지'에 따라 경보발생내역 및 기타 특이사항 등의 종합적인 자료를 익일 15:00까지 전산입력 또는 유선을 통해 유역(지방)환경청 및 물환경연구소로 보고한다. 한국환경공단은 정도관리 추진실적을 익월 15일까지 물환경연구소로 보고한다. 물환경연구소는 측

정소별로 월간 운영 결과를 작성하여 익월 25일까지 국립환경과학원, 유역(지방)환경청에 보고 및 한국환경공단에게 통보한다. 월간 운영결과는 전월, 전년 동월과 대비한 수량, 수질, 경보상황 등을 측정기기 가동현황 및 정도관리 결과 등과 연계하여 작성한다.

○ 퇴적물측정망

물환경연구소는 5~6월 조사결과는 같은 해 8월말까지, 연간 조사결과는 다음 해 1월말까지 환경부 전산망에 입력한다. 입력기한 이후에 수정 입력할 경우에는 국립환경과학원(수질통합관리센터)에 유선통보 후 입력한다. 물환경연구소는 소관 측정망에 대한 운영결과를 '월간 수질측정망 운영결과'를 포함하여 작성한 후, 전산입력보고 기한까지 환경부 및 국립환경과학원으로 보고한다.

다. 웹 시스템(DB 서버)의 관리

국립환경과학원(수질통합관리센터)은 조사기관의 측정결과 입력, 특히 측정값 검색, 확정, 공유·공개 등을 위한 정보시스템을 구축·운영한다. 한국환경공단은 자동측정망 실시간 측정결과의 수집 및 모니터링을 위한 정보시스템을 구축·운영한다.

2) 측정자료의 확정 및 평가

가. 측정자료의 2차 검증 및 확정

○ 일반 및 총량측정망

국립환경과학원은 각 조사기관에서 입력된 측정결과 및 월간 측정망 운영결과 등을 검토하여 측정자료를 확정한다. 월간 자료는 익월 15일까지 확정하고, 연간 자료는 다음 해 1월말까지 확정한다. 다만, 총량측정망의 유량자료는 국토해양부 확정환산유량(매년 6월)을 반영하여 다음 해 7월말까지 확정 후 물환경정보시스템에 입력한다. 국립환경과학원은 측정자료의 2차 검증을 위해 특히 측정값의 검색을 수행하고, 필요시 조사기관을 통한 확인한다.

국립환경과학원은 특이 측정값의 검색 및 관리를 위한 전산프로그램을 개발하여 보급하고, 기능을 지속적으로 개선한다.

○ 자동측정망

국립환경과학원은 물환경연구소가 제출한 월간 운영결과를 검토하여 익월 20일까지 측정자료를 최종 확정한다. 검토과정에서 측정자료 품질평가(DQA: Data Quality Assessment)를 실시하고, 그 결과를 환경부에 보고 및 한국환경공단에 통보한다.

○ 퇴적물측정망

국립환경과학원은 물환경연구소가 제출한 퇴적물 측정망 운영결과를 검토하여 측정결과를 최종 확정한다. 5~6월 자료는 9월말까지 확정하고, 연간 자료는 익년 2월말까지 확정한다.

나. 측정자료의 확정·공표 후 오류정정

조사기관 또는 국립환경과학원은 측정자료를 확정하여 공표한 이후에도 오류가 확인된 경우에는 이를 정정한다. 이 경우, 조사기관은 환경부 및 국립환경과학원으로 문서에 의해 오류의 원인 및 내역을 제시하여 정정을 요청한다. 환경부 및 국립환경과학원은 공표된 자료의 오류를 정정하는 경우에는, 관련 공고 및 간행물에서 오류 정정사항을 게재한다.

다. 측정자료의 평가

국립환경과학원은 전국 수질측정망 운영결과 및 수질평가 결과를 환경부로 보고한다. 월간 수질측정망 운영결과(주요지점 및 중권역 대표지점에 한함)는 익월 15일까지, 분기별 수질측정망 운영결과는 매분기 익월말까지, 연간 수질평가결과는 다음 해 2월말까지 보고한다. 물환경연구소는 「수문자료의 공인 및 저장·배포·활용 기준」(국토해양부 고시)에 따라 수문자료 자체평가를 실시 한후, 매년 4월 말까지 국토해양부로 공인신청서를 제출한다. 국립환경과학원 및 조사기관은 매년 특이 측정값, 오류에 의한 결측과 그 원인

등을 종합적으로 평가·분석하여, 문제점을 개선함으로써 측정자료의 신뢰성을 제고한다.

3) 측정자료의 활용

가. 측정자료의 공표·공개

환경부는 전산 입력된 측정자료, 조사기관의 월간 운영결과 및 국립환경과학원의 평가결과를 비교 검토하여 이상 여부를 최종 확인하고, 관보를 통해 일괄 공표한다. 국립환경과학원은 수질오염도가 관보에 게재된 이후, 물환경정보시스템(<http://water.nier.go.kr>), 간행물 등을 통해 측정자료를 공개한다.

나. 측정자료의 활용

조사기관은 환경부의 측정자료 일괄공표 후 필요한 자료를 전산출력하여 업무에 활용하고, 관내 측정자료를 대외에 공표(인터넷 등을 이용 포함)하거나 자료를 제공한다. 조사기관은 공단배수의 측정결과를 측정분석시기마다 평가·분석하고, 관내 유관기관에 통보하여 배출업소에 대한 지도점검 및 오염사고의 긴급대처 등의 업무에 활용토록 조치한다. 조사기관은 오류가 없는 특이 측정값에 대해 신속한 원인분석 및 대응조치가 이루어질 수 있도록 “월간 수질측정망 운영결과” 중 특이측정값 현황 서식에 따라 작성하여 관련 지자체, 유역(지방)환경청(환경감시단, 환경감시과) 등에 즉시 통보한다.

제 3 절 중점 진단 사항

1. 2007년 품질진단 결과 및 반영현황 점검

2007년 수질오염 실태보고 통계에 대한 품질진단이 시행된 바 있다. 당시 품질진단을 통해서 파악되었던 문제점과 이의 개선방안으로 제시되었던 사항들의 반영 현황을 점검하였다. 개선과제 점검은 단기 발전전략, 중장기 발전전략으로 구분하여 수행하였다.

(1) 개선과제

2007년 품질진단 결과에 따르면 통계 작성을 담당하는 인력은 총 2명으로, 환경사무관이 업무의 5%, 공업주사(현재 주무관) 담당자가 업무의 10%를 통계 업무에 할애하고 있었다. 현 보직 근무 연수는 각각 9개월과 2개월이고, 통계업무 경력은 각각 3년 1개월, 4년 1개월이었다. 현재의 통계 담당 인력은 환경부 물환경정책국 물환경정책과 소속 사무관 1명, 주무관 1명, 국립환경과학원 물환경연구부 수질통합관리센터 소속 연구관 1명, 연구사 1명으로 총 4명이다. 2007년에 비해 통계 담당 인력이 2명에서 4명으로 늘고, 통계 업무 전담 비율도 평균 7.5%에서 35%로 증가하였다. 또한, 현 보직 근무 연수는 평균 5.5개월에서 2년 6개월로 증가하였으나, 통계업무 경력은 평균 3년 7개월에서 3년 1개월로 비슷한 수준이었다.

관련 업무 담당 인력과 통계 업무 전담 정도는 증가하였으나, 통계 업무를 100% 담당하는 통계전문 담당자의 확보 제안은 아직 반영이 되지 않고 있다.

통계 자료에 측정 일시, 측정 시 기상 상황을 홈페이지에 제시하여 이용자가 측정 당시의 수질 상황을 파악하는데 도움을 주고자 하는 개선방안이 있었다. 수질 조사기관은 시료채취부터 결과 산출까지 [수질오염 공정시험기준], [수질측정망 정도관리지침]에 따라 기록·관리하고 있으며, 수질이 안정되고 대표적인 상태일 때를 주관적으로 판단하여 채취하고 있었다. 측정일시와 측정 시 기상상황에 따른 수질변화 추이는 확인이 어려웠다.

홈페이지에 이용자 형태별로 자료를 제공하고, 이용자 의견란을 신설하려는 개선 방안이 있었으나, 반영되지 않았다. 일반시민과 전문이용자가 원하는 자료의 질이 다르므로, 이용자 눈높이에 맞는 세분화된 자료 제공이 필요

하다는 요구가 있었음에도 불구하고, 이 역시 반영되지 않았다. 또한 이용자의 의견을 들을 수 있는 FAQ, Q&A 게시판 설치 등 사용자 의견 취합 등의 편의성이 미흡하다.

통계 자료의 취합 및 보고 기간을 단축하여 신속한 업데이트를 하도록 하는 개선 요구 사항은 매달 측정 자료를 익월에 공개하는 것으로 반영되었다.

측정 자료의 범위 또는 편차를 측정값의 신뢰성 향상을 위해서 명기하고, 국내외 환경 기준을 제시하여 측정 자료와 비교 및 분석을 할 수 있도록 하는 개선방안에 대해서는 수질측정망 운영계획에 측정 자료의 통계 처리 방법을 제시하는 것으로 반영하였다. 또한, 홈페이지에 국내 수질 환경 기준과의 설명을 제시하였다. 그러나, 해외 자료는 “수질오염총량관리제”에 대한 사례에 대한 기술만 명시되어 있고, 해외 수질기준이나 수질 현황에 대한 예시는 제공되지 않고 있다.

2007년 수행된 품질진단에서 제시된 개선과제와 이에 대한 대응 혹은 반영 현황을 <표 11>에 요약하였다.

<표 11> 2007년 품질진단 결과 중 개선과제 반영 현황

과제	개선 방안	반영 현황
통계 담당 인력 부족	예산 확보를 통한 통계 전문 인력 확보	- 통계 인력 증가와 담당자의 통계 전담 업무 비율 증가 - 통계 전담 인력은 미확보
측정 일시, 측정시 기상상황 기록	통계 자료에 채수 일시, 채수시 기상 상황을 제시하여 이용자 편의 제공	- 조사기관은 시료채취부터 결과 산출까지 [수질오염 공정시험기준], [수질측정망 정도관리지침]에 따라 기록, 관리 - 수질이 안정되고 대표적인 상태일 때 채취 - 홈페이지에는 미반영
이용자 의견 반영	홈페이지에 이용자 형태별로 자료 제공, 이용자 의견란 신설	- 미반영
측정 자료의 신속한 업데이트	자료 취합 및 보고 기간을 단축하여 신속한 업데이트	- 매달 측정 자료를 익월에 공개하는 것으로 반영
측정 자료 신뢰성과 비교 자료 분석	측정 자료의 범위 또는 편차 기재, 국내외 환경기준과 비교 분석	- 수질자동측정망 측정 자료의 통계 처리 방법 제시 - 국내 환경기준 제시 - 해외 환경 기준 자료 제공 요구는 미반영

(2) 중장기 발전전략

2007년 수질오염 실태보고 통계 품질진단을 통해서 3가지의 중장기 발전

전략을 제시하였다.

첫째, 조사항목과 통계자료 제공 항목이 다른 문제점을 지적하였다. 각 측정망에서 분석되는 다양한 항목의 수질 측정 자료를 모두 활용할 수 있도록 분기, 반기, 년마다 정기적인 자료를 제공하거나, 보다 자세한 자료가 있는 홈페이지를 제시하라는 개선 방안이 있었다. 현재는 매월 월간 측정 자료를 홈페이지 자료실에서 “전국수질측정자료”가 제공되고 있고, 모든 자료를 취합하여, “환경통계연감”이라는 간행물로 제공하고 있다.

둘째, 수질오염 실태보고 통계와 국외 수질 현황 자료(미국 EPA, 일본 환경부)를 비교, 분석할 수 있는 자료를 제공하여, 우리나라의 수질 실태를 이용자가 파악할 수 있도록 하는 개선방안을 제시하였고, 우리나라 수질 기준과 국외 수질 기준과의 비교, 분석 자료도 제시하도록 요구하였다. 그러나, 이 부분에 대한 반영이 이루어지지 않아 이용자의 편의성 요구를 수용하고 있지 못한 실정이다.

셋째, 자료가 취합되는 수질오염 항목을 통해서 전체 수생태계의 건강성을 확인할 수 있는 지표가 부족하므로, 하천의 생태건강성 지표 통계를 개발하라는 개선방안이 있었다. 이에 대해서는 “하천의 생활환경기준”, “호소의 생활환경기준”에 대해서 “매우 좋음”에서 “매우 나쁨”까지 7가지 등급으로 단계별로 목표를 설정할 수 있는 상태 캐릭터와 지표를 개발하여 제시하고 있다. 또한, 하천의 생물학적 상태의 이해를 돕기 위하여 생물이해등급을 추가로 설정하고, 수질 및 수생태계 상태별 생물지표종(어류 및 저서생물)과 서식지 및 생물특성을 고려하여 참고적 성격의 4가지 등급을 제시하고 있다.

<표 12> 2007년 품질진단 결과 중 중장기 발전전략 반영 현황

과제	발전 전략	반영 현황
조사 항목과 통계자료 제공 항목의 차이	각 측정망에서 분석되는 모든 항목의 분기, 반기, 년 주기의 정기적인 자료 제공	- “전국수질측정자료” 매월 홈페이지 자료실에서 엑셀파일로 제공 - “환경통계연감” 간행물 제공
국외 수질 통계자료와의 비교, 분석	- 국외 수질 통계(미국 환경청, 일본 환경부)와의 비교, 분석 자료 제공 - 국외 수질 기준 비교, 분석	- 미반영
수생태계 건강성 확인 지표 부족	하천의 생태 건강성 지표 통계 개발	- 하천과 호소의 생활환경기준에 상태 캐릭터를 개발하여 7등급으로 구분 제시 - 생물지표종을 이용한 4등급으로 구분 제시

(3) 단기 발전전략

2007년 단기간에 반영될 수 있는 단기 발전전략은 3가지가 제시되었고, 모두 반영이 되었다.

홈페이지에 “간편수질정보”와 “상세자료검색”으로 구분한 자료 검색 시스템을 제공하고 있고, 자료 활용 방법을 자세히 제시하여 일반 이용자들의 홈페이지 이용 편리성을 높였다.

월간 자료는 익월 말까지(20일 ~ 말일) 자료실에 “전국수질측정자료”라는 엑셀파일로 제공된다.

측정 결과값이 가지는 의미는 홈페이지 “알기쉬운물환경”-“정책관”에 생활환경기준, 목표기준 등의 설정 자료를 제시하여 이용자의 이해를 돕고 있다.

<표 13> 2007년 품질진단 결과 중 단기 발전전략 반영 현황

과제	발전 전략	반영 현황
일반 이용자들의 통계자료 탐색 곤란	자료 검색 시스템 또는 자료 활용 방법 제시	홈페이지에 자료 검색 시스템과 자료 활용 방법 자세히 제시
수질 자료의 신속한 업데이트	매달 입력 자료를 익월에 공개되도록 개선	월간 데이터 익월 말경 자료실에 공개
자료 제공시 분석 결과만을 월별로 제공	측정 자료 결과값이 갖는 의미(정상범위, 환경기준)도 같이 제공	홈페이지에 환경기준과 목표기준 등을 설정하여 제시

2. 금번 진단의 중점 진단 사항

(1) 통계 담당자의 전문성 확보

수질오염 실태보고 통계가 국가 통계로서 제 역할을 하기 위해서는 통계 담당자의 전문성이 우선되어야 한다. 현재의 통계 담당자는 환경에 대한 전문성은 가지고 있으나, 통계에 대한 전문성이 부족한 실정이다. 담당자가 통계 업무 이외의 업무도 분담하고 있으며, 정기적인 통계 교육 이수도 잘 이루어지지 않고 있는 실정이다. 통계 품질향상을 위한 담당자의 전문성 확보가 필수적이므로 이에 대한 중점적인 진단과 개선방안을 강구하여 제시하고자 한다.

(2) 이용자 편의 사항 제공

본 통계가 수질오염 실태를 각 기관이 조사하여 보고하는 통계여서 일방적인 정보 제공 및 게시로만 기능할 가능성이 있다. 2007년 진단결과에서 “이용자 의견 반영” 개선과제에 대한 개선방안으로 홈페이지에 이용자 형태별 자료 제공과 이용자 의견란 신설 등이 제시되었으나 반영되지 않고 있다. 이 경우, 이용자 의견 수렴과 이에 따른 피드백이 이루어지지 않아 통계 품질 저하를 초래할 수 있다. 이에 대한 중점 진단과 개선방안을 제시하고자 한다.

(3) 측정 항목 변경 및 추가

COD의 경우, 국제적 추세와 맞지 않는 망간법을 사용하고 있고, 중금속과 유기계 살충제의 경우, 외국 수질 자료와 비교하여 측정이 이루어지지 않고 있는 항목이 존재한다. 이들 측정항목의 변경과 추가에 대한 제시를 하고자 한다.

(4) 수질자료에 적절한 대푯값 제공

측정 자료 공표 시 자료의 평균값을 입력함으로써, 측정 수질을 왜곡하는 결과를 초래할 수 있다. 측정 항목에 따라서는 단순산술평균을 사용하는 것보다 중앙값 등의 적절한 대푯값으로 입력하는 것이 측정 자료의 대표성을 나타내는데 적합할 수 있다. 따라서, 측정 자료의 대표성을 높여 통계품질을 향상시킬 수 있는 적절한 대푯값을 제시하고자 한다.

(5) 보고 양식 및 자료 관리 통합시스템 구축

본 통계의 조사기관은 환경부(국립환경과학원, 유역(지방)환경청, 물환경연구소), 시·도 보건환경연구원, 한국수자원공사, 한국농어촌공사 등 다양하고, 분석자료 입력 및 관리시스템도 상이하다. 각 조사기관의 시스템은 물환경정보시스템과 연계되어 있지 않아, 담당자는 수질 분석 자료를 이중으로 입력해야 하는 불편이 있고, 입력이나 수정 중 오류나 실수가 발생할 가능성이 크다. 이에 각 조사 기관의 시스템과 물환경정보시스템이 연계하여 효율적으

로 운영될 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

(6) 현장 측정 시 측정자료의 신뢰성 확보

조사기관 현장 담당자는 동절기 호소수 및 하천수 결빙 시, 또는 도서 지역 등과 같이 거리가 먼 조사 지점에서 시료를 채취해야 할 경우 많은 어려움이 있다고 한다. 현장 기상 상황(강우, 강설)이나 거리가 먼 조사 지점에서도 영향을 받지 않고, 안정적으로 시료 채취와 현장 측정이 가능하도록, 자동채수장치를 설치하여 측정 자료의 신뢰성을 높일 수 있어야 할 것이다.

제 2 장 품질진단결과

제 1 절 부문별 품질진단 결과

1. 품질관리기반

(1) 기본 현황

본 보고통계의 명칭은 “수질오염실태보고”이고, 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 제9조의 법적 근거에 따라 작성된다.

본 통계의 목적은 전국의 하천 및 호소 등 수질보전대상 공공수역에 대한 수질현황을 종합적으로 파악하여 수질 변화추세를 파악하고, 이미 집행된 주요정책의 효과를 분석하여 장래 수질보전정책 수립을 위한 기초자료로 활용하는데 있다.

작성 주기와 공표 주기는 매월 시행되고 있으며, 보고 기준 시점은 매월 초이고, 보고 기간은 익월 10일 부터 익월 말일까지다.

자료수집 방법은 행정 보고이고, 보고 방법은 전용시스템과 행정망시스템을 이용하며, 자료 수집은 상용 조사원이 실시하고 있다.

간행물로 매월 전자관보와 매년 전국수질평가를 발행하고 있으며, “물환경정보시스템”(http://water.nier.go.kr)에서 통계자료를 확인 할 수 있다.

<표 14> 통계 작성 체계

		기관명(소속부서)
작성기획		환경부 물환경정책과
자료수집 및 보고	자료수집	유역(지방)환경청, 물환경연구소, 시도 보건환경연구원
	취합	유역(지방)환경청, 물환경연구소, 시도 보건환경연구원
	검토	유역(지방)환경청, 물환경연구소, 시도 보건환경연구원
	입력	유역(지방)환경청, 물환경연구소, 시도 보건환경연구원
	보고	유역(지방)환경청, 물환경연구소, 시도 보건환경연구원
자료처리·분석		국립환경과학원 수질통합관리센터
결과공표		환경부 물환경정책과

(2) 통계작성 여건

1) 인적자원 여건

통계 담당 인력은 환경부 물환경정책국 물환경정책과 소속 사무관 1명, 주무관 1명, 국립환경과학원 물환경연구부 수질통합관리센터 소속 연구관 1명, 연구사 1명으로 총 4명이다. 평균 보직 근무연수는 2년 6개월이며, 평균 통계업무 경력은 3년 1개월이다. 2007년에 비해 통계 담당 인력이 2명에서 4명으로 늘고, 통계 업무 전담 비율도 평균 7.5%에서 35%로 증가하였다. 또한, 현 보직 근무 연수는 평균 5.5개월에서 2년 6개월로 증가하였고, 통계업무 경력은 평균 3년 7개월에서 3년 1개월로 비슷한 수준이었다. 전체적으로 인력과 통계 업무 전담 정도가 증가하였으나, 환경부 물환경정책과 담당자의 경우, 순환 보직 근무제로 인해 보직 근무 연수가 각각 8개월, 1개월로 매우 짧아 전문성을 유지하기 어려운 현실이다. 통계 업무 전담비율도 평균 35%로 낮은 수준이고, 통계 업무를 100% 담당하는 통계전문 담당자의 확보는 아직 반영이 되지 않고 있다. 또한 최근 3년간 통계 교육 이수 실적도 평균 1회 2일로 미흡한 실정이다.

<표 15> 통계 담당 인력현황 및 전문성

직급/성명	성별	구체적인 통계업무	통계 업무 전담 정도 (본인 업무 100% 대비)	현 보직 근무연수	통계업무 경력	통계 교육 이수 실적 (최근 3년간)
5급/박○○	남	총괄	20%	년 8월	2년 9월	회 일
7급/박○○	여	자료관리	40%	년 1월	년 1월	회 일
연구관/강○○	남	수질평가	50%	4년 1월	4년 1월	1회 3일
연구사/신○○	여	수질평가	30%	5년 6월	5년 6월	1회 5일
평균			35%	2년 6월	3년 1월	1회 2일

2) 물적자원 여건

통계작성관련 예산규모는 2010년 39억, 2011년 35억, 2012년 41억으로 나타났다.

<표 16> 통계 작성 관련 예산 규모

(단위: 천원)

	2010년	2011년	2012년
자체실시	3,953,958	3,551,874	4,175,720
인건비	411,000	411,000	411,000
외부기관 위탁			
인건비			
합 계	3,953,958	3,551,874	4,175,720

* 외부기관(시·도, 한국수자원공사, 한국농어촌공사) 예산 미포함

* 인건비는 사업비로 편성된 비정규직 인건비만 포함

통계작성관련 정보자원현황으로 물환경정보시스템이 있으며, 운영장비는 HP DL580 G4, 통계분석패키지는 S-Plus를 이용한다. 통계분석패키지 S-Plus가 서버시스템에 이식되어 있으나, 활용성은 낮은 것으로 조사되었다.

<표 17> 통계 작성 관련 정보 자원 현황

통계업무단계	통계생산	통계관리	통계서비스
시스템 명칭	물환경정보시스템	물환경정보시스템	물환경정보시스템
운영장비	HP DL580 G4	HP DL580 G4	HP DL580 G4
통계분석패키지	S-Plus		

(3) 조직관리 실태 및 통계작성 담당자의 인식

조직관리 실태 5개 문항, 담당자의 인식 5개 문항, 총 10개 문항으로 구성하여 통계작성 담당자의 평가의견을 5점 척도(매우 그렇다 ↔ 전혀 아니다)로 조사하였다.

조직관리 실태에서는 5개 항목에 대해 조사하였으며, 모든 문항에서 5점으로 높게 평가하였다. 조직관리 실태에 대한 담당자의 평가는 긍정적인 것으로 조사되었다.

통계 담당자 인식에서는 “현재 맡고 있는 통계업무량의 적정량 정도”, “통계작성 과정에서 품질 고려의 필요성 인식 정도”에서 5점으로 높은 점수를 받았으나, “통계작성업무를 수행하는데 필요한 해당 예산의 적정도”와 “통계작성업무를 수행하는데 필요한 장비 및 소프트웨어 확보 정도” 문항에서 3점, “통계업무를 원활하게 수행하기 위한 교육의 필요성” 문항에 대해 4점으로 비교적 낮게 평가했다. 통계 담당자의 인식 평균은 4.0점으로 조사되었다.

<표 18> 통계작성관련 조직관리 실태 및 통계담당자의 인식 정도

질문내용		점수 (5점만점)
조직 관리 실태	기관장의 통계품질 향상을 위한 비전과 가치관 제시 정도 및 역할	5
	부서장의 통계품질관리 필요성 인식정도 및 품질개선 추진 정도	5
	부서장의 통계품질관리 비전 달성을 위한 계획, 목표 수립 및 시행 정도	5
	작성 통계의 품질관리를 위한 인적자원 관리 정도	5
	통계담당 직원의 품질관리 능력 개발 및 품질관리 참여 정도	5
	평균	5.0
통계 담당 자의 인식	현재 맡고 있는 통계업무량의 적정량 정도	5
	현재 통계작성업무 수행을 위한 예산의 적정도	3
	현재 통계작성업무 수행을 위한 장비와 소프트웨어 확보 정도	3
	통계업무를 보다 원활하게 수행하기 위한 교육의 필요성 정도	4
	통계작성 과정에서 품질 고려의 필요성 인식 정도	5
	평균	4.0

통계 담당자와의 면담 결과, 애로사항으로는 통계지식에 대한 전문성을 갖춘 인력이 부족하다는 의견이 있었다.

통계에 대한 개선 필요 의견으로는 각 항목별 측정횟수 및 자료취합 방법에 대한 외국에서 발표된 통계에 대한 비교 검토 지원 요청 의견이 있었다.

(4) 진단 결과

환경부에서 수질오염실태보고 통계업무를 담당하는 담당자가 순환 보직으로 현 담당자들이 정해지기 때문에 보직근무 연수가 각각 8개월, 1개월로 짧

아 전문성을 유지하기 어렵고, 통계 업무 전담 정도도 평균 35%로 낮은 수준이다. 다른 업무와 통계 업무를 병행할 경우 통계품질이 우수하지 않을 수 있다. 최근 3년간 통계 교육 이수 실적이 낮아 통계에 대한 전문성이 부족할 수 있다.

통계업무가 전문성이 요구되는 만큼 통계지식을 갖춘 전문 인력 확충과 함께 다른 업무 부담을 줄이고, 통계 보직에서 장기간 근무할 수 있는 시스템이 필요하다. 만약, 순환보직을 피할 수 없다면, 통계 전문 인력은 예외로 하여야 할 것이며, 모든 직원들이 참여하는 정기적이고 의무적인 통계 교육 프로그램이 필요하다.

통계 담당자 인식에서는 통계작성업무를 수행하는데 필요한 해당 예산과 장비 및 소프트웨어 문항에서 “보통”, 교육필요성에 대해 “그렇다”고 평가했다. 통계 작성 시 필요한 예산, 필요장비, 소프트웨어 등의 확충과 정기적인 통계 교육 참여 프로그램이 필요하다.

2. 이용자 요구사항 반영 실태

(1) 표적집단면접(FGI)

1) 회의 준비 과정

참석자 선정방법 : 환경부 물환경정보시스템을 활용하여 학술연구 및 정책 수립, 평가 등의 경험이 있는 연구원, 교수 등 전문가그룹과 물환경정보시스템에 학술적 목적을 가지고 1회 이상 접속해본 경험이 있는 일반인 및 대학원생으로 구성된 일반인그룹을 선정하였다.

<표 19> 표적집단면접(FGI) 참석자 구성

일반이용자		전문이용자	
대학원생(석사과정)	5명	연구원(박사)	5명
연구원(석사)	1명	교수	1명

2) 회의 진행과정

회의는 미리 이메일로 발송된 질문지를 바탕으로 사회자가 해당질문을 하면 참가자가 차례대로 의견을 개진한 후, 세부 토론사항은 자유롭게 토론하는 방식으로 진행되었다. 회의는 전문가그룹, 일반인그룹 각각 1시간에서 1시간 30분 정도 진행되었으며, 회의 내용은 기록과 함께 녹취하여 회의록 작성 시 참고하였다.

3) 진단 결과

가. 전문가 대상 FGI

○ 접근성 및 명확성

전문가들은 현재의 물환경정보시스템의 통계 자료는 일반인이 이용하기엔 자료 접근과 이해가 어렵고, 전문가의 자료 활용도가 낮았다. 수질자료를 일반인용과 전문가용으로 이용자 형태별로 분리 공개하여, 전문가와 일반인 모두가 통계자료를 편리하게 활용할 수 있도록 하고, 일반 포털 사이트에 배너를 링크하여 보다 많은 국민들이 쉽게 접근할 수 있도록 해야 한다는 의견을 제시하였다. 또한, 오염부하량에 대한 총량적 접근을 위해서는 국토부와 연계하여 유량 등의 수리 수문자료도 함께 열람이 쉽게 이루어지도록 함은 물론, 절대량으로 표기할 수 있도록 하여 이용자의 편의 증진 방안을 검토하여야 한다는 의견을 개진하였다.

○ 정확성

수질오염 실태보고 통계는 중금속, 농약 등의 유해성 물질에 대해서도 검출한계 이하 존재 시 불검출 처리하고 있다. 검출한계 이하인 측정자료를 불검출로 표기하는 현행 보고방식에 대한 검토와 이에 따른 전 측정기관의 실험지침 개선 방안을 강구해야 한다는 의견을 제시하였다. 측정자료의 신뢰성을 위해서는 실험 방법에 따른 검량한계와 오차 등을 병기하는 것이 합당하며, 모든 측정기관이 참여해 검량한계 조정 등 종합적인 검토가 필요하다고 인식하였다.

측정자료의 대표성과 신뢰성을 위해, 측정주기를 단축하고, 측정지점도 확대하고, 측정횟수를 증가시켜야 한다는 의견이 많았다. 이에 따른 예산 확충과 인력 보장이 필요하다는 의견을 제시하였다.

측정자료의 연속성도 중요하지만, 측정지점 주위의 개발 등으로 인한 수계 환경변화가 초래되어 측정자료의 대표성이 떨어질 우려가 있다는 의견이 있었다. 일부 측정지점의 환경변화로 측정지점의 적절성이 상실되었는데, 이에 대한 개선방안으로 측정지점의 타당성 검토와 측정지점의 추가, 변경을 위한 관계자 및 전문가가 참여하는 연찬회, 혹은 운영위원회 개최를 제의하였다.

○ 시의성 및 정시성

현재 수질오염 실태보고 통계는 작성기준시점과 결과공표시점간의 차이가 20 ~ 60일 정도가 나서 수질자료 이용이 불편하다는 의견이 많았다. 이용자 편의를 위해 수질자료의 신속한 업데이트가 필요하다는 의견이 제시되었다. 측정지점, 측정항목 등이 많고, 조사기관도 다양해서 시료 채취, 분석, 보고, 평가 등의 기간을 단축시키는 것이 단기간에는 쉽지 않을 것이라는 의견이 있으나, 자동측정망을 확충을 통한 신뢰성 있고, 신속한 자료 축적도 한 방법이 될 것이라는 의견이 있었다.

나. 일반인 대상 FGI

○ 접근성 및 명확성

일반인들은 통계 자료의 접근성과 물환경정보시스템 홈페이지 이용 편의성에 대해 많은 의견을 피력하였다.

수질이 기후에 영향을 받으므로 측정일자 옆에 기후현상을 표기하면 편리하겠다는 의견이 있었다.

간편 수질정보에서 거점지역은 지도를 확대하지 않아도 확인 가능하도록 개선하고, 지점별로 월별이나 연간별로 유동사항을 알 수 있는 그래프 서비스를 제공해야 한다는 의견을 제시하였다.

상세자료 검색 결과에서 첫번째 줄(항목명)이 스크롤을 내려도 고정되고, 검색결과가 새 창으로 뜨게 변경하고, 검색 3단계 종료일시가 현재일 기준으로 변경해야 한다는 의견이 있었다.

하천 수 검색 결과 중 해당항목별 기준치를 초과하는 항목에 대해서는 특별한 표기를 하여 구분하고 원인을 분석하여 표기하는 방안도 제시하였다.

수생태 조사항목, 출현 생물종을 탭으로 구분하지 않고, 한 표에 나타나게 변경하고, 탭 이동 시 접속시간이 오래 걸리는 문제도 해결해야 한다는 의견도 피력하였다.

개체수에 대한 정확한 단위 표시가 필요하고, 전체 수계에 대한 검색이 가능하도록 변경하고, 수계로 찾기에서 대분류 후 소분류를 검색할 수 있게 빈칸에 “소분류를 입력하세요” 등의 문구를 추가하여 구분이 가능하도록 변경하는 방안도 제시하였다. 또한, 홈페이지 전반적인 응답속도가 느리고, 간혹 서버접속이 원활하지 않으므로 개선이 필요하다는 의견이 있었다.

○ 정확성

일반인집단의 정확성에 대한 의견도 측정지점, 측정방법, 측정주기에 대한 의견이 많이 개진되었다. 측정자료의 신뢰성을 위해서는 주변 환경을 고려하여 대표성을 가지는 타당한 측정지점 선정이 필요하다는 의견이 있었다. 측정주기를 단축하고, 자동측정망을 확대하여 측정자료의 신속성과 대표성 확보해야 한다는 의견을 제시하였다.

○ 시의성 및 정시성

일반인들 역시 이용자 편의를 위해 수질자료의 신속한 업데이트가 필요하다는 의견이 제시되었다.

(2) 심층면접

전문가 및 일반인 표적집단면접에서 제시된 안건 및 요구사항을 정리하여, 제기된 주요 사항에 대해 심층면접을 실시하였다. 심층면접의 대상자는 수질자료 항목 정책 경험자 및 수질자료 보고 체계 시스템 구축 경험자를 선정하였다. 심층면접은 품질진단 연구팀과의 일대일 면접으로 약 1시간 가량 진행되었다.

물환경정보시스템 활용 확대를 위한 방안, 측정항목의 적합성, 측정장소의 적합성, 측정자료의 대표성, 측정주기의 적합성, 측정자료의 신뢰성, 업데이

트의 신속성, 자료 이용의 편리성 등에 대한 다양한 내용으로 면접을 실시하였다.

현재 측정항목은 현실적으로 적합하나, 향후 일반측정항목 이외에 중금속, 유해성 유기물질에 대한 항목의 확대가 요구된다는 의견을 제시하였다. 또한, 효율적인 수질측정망 운영을 위해서는 전문가 회의를 통해 수질을 평가하는데 의미가 없는 항목들은 삭제 또는 다른 항목으로 대체하는 방안도 강구해야 할 것이라는 의견도 있었다.

측정지점의 적합성에 대해 지속적인 연구가 필요할 것이라는 신중한 의견을 피력하였다. 측정지점의 대표성도 중요하지만, 수질 자료의 연속성도 고려해야 하기 때문에 측정지점의 잦은 변경은 오히려 통계품질을 저하시킬 수 있으므로, 측정지점 변경은 전문가들의 토론을 거쳐 신중하게 결정해야 할 사항이라는 의견이 있었다.

현재의 측정주기는 월 1회로 적당하다고 판단되나, 이용자들의 요구가 점점 높아짐에 따라 측정주기 단축으로 측정자료의 신뢰성과 대표성을 높이는 노력이 필요하다는 의견을 제시하였다. 이는 예산문제와 직결되므로 단기에 해결이 쉽지 않으므로, 지속적인 예산확보 방안이 필요할 것으로 판단된다는 의견이 있었다.

이용자가 보다 쉬운 통계값 활용을 위해서는 각 통계들의 선택 및 도식화가 간편하도록 하는 시스템 구축이 필요하다는 의견도 제시하였다.

(3) 문제점 및 개선과제

수질오염실태보고 통계에 대한 표적집단면접 및 심층면접 결과, 다음과 같은 문제점과 개선사항에 대한 의견이 있었다.

첫째, 현재의 물환경정보시스템의 통계 자료는 접근성 및 이용 편의성을 보완해야 한다고 인식하고 있었다. 이를 개선하기 위해 수질자료를 일반인용과 전문가용으로 이용자 형태별로 분리 공개, 일반 포털 사이트에 배너를 링크, 각 통계들의 선택 및 도식화가 간편하도록 하는 등의 시스템 개편 등이 필요하다는 의견을 제시하였다.

둘째, 측정자료의 대표성과 신뢰성을 높이기 위한 방안이 필요하다. 측정자료의 신뢰성을 위해서는 실험 방법에 따른 검량한계와 오차 등을 병기하는 것이 합당하며, 모든 측정기관이 참여해 검량한계 조정 등 종합적인 검토

가 필요하다고 인식하였다. 또한, 측정주기를 단축하고, 측정지점도 확대하며, 측정횟수를 증가시켜야 한다는 의견이 많았다. 일부 측정지점의 환경변화로 측정지점의 적절성이 상실되었는데, 이에 대한 개선방안으로 측정지점의 타당성 검토와 측정지점의 추가, 변경을 위한 관계자 및 전문가가 참여하는 연찬회 개최를 제의하였다.

셋째, 수질자료의 신속한 업데이트가 필요하다는 의견이 제시되었다. 자동 측정망 확충을 통한 신뢰성 있고, 신속한 자료 축적도 한 방법이 될 것이라는 의견이 있었다.

3. 세부작성절차별 체계

(1) 진단 개요

세부 작성절차별 체계진단은 통계작성의 기획부터 사후관리까지 통계생산 목적을 실현하기 위해 적합하게 작성되고 있는가를 점검하기 위해 세부 작성 절차별 점검표를 이용하여 진단하는 과정이다.

본 품질진단 수행 중 통계청 통계협력과에서 작성방법을 보고통계에서 조사통계로 변경하였으나, 본 진단은 보고통계 기준으로 진단을 수행하였다.

(2) 진단 방법

기존의 진단방식은 각 품질지표에 대해 동일한 가중치를 적용하여 5점 척도로 측정함으로써 통계품질 수준 정도를 파악하기엔 한계가 있고, 주관적 평가 지표가 많아, 진단 수행자가 바뀌면 동일 진단에 대해 편차가 발생하는 문제점이 있다. 이러한 종전 방식의 문제점을 보완하기 위해 점검 방식을 변경하였다. 각 품질지표를 객관적으로 측정하기 위해 품질지표 하위에 품질지표요소로 추가 구성하였다. 각 품질지표요소별로 실행 또는 준수여부를 체크한 후, 각 요소마다 부여된 점수를 합산한 결과를 근거로 합산 점수를 그룹화 하여 해당 품질지표의 수준을 5점 척도로 최종 평가한다.

또한, 작성절차별 7개 부문의 각 품질지표에 가중치를 적용하여 평균함으로써 작성절차의 중요도를 반영하면서 5점 척도가 100점으로 환산되도록 하였다. 이에 따라 품질수준별로 체계적 관리가 용이하고, 품질진단의 효율성

이 높아질 것으로 기대된다. 진단분야는 통계작성 기획, 보고통계 설계, 자료 수집, 자료입력 및 처리, 자료분석 및 품질평가, 문서화 및 자료제공, 사후관리의 7개 영역으로 구분되어 있다.

(3) 작성절차별 진단 결과

작성절차별 평점에서 5점 척도 평균은 4.3점, 가중치적용 점수는 86.71점으로 양호한 품질수준인 것으로 나타났다.

자료수집, 자료입력 및 처리에서는 5점으로 높은 평가를 받았다.

통계작성기획에서는 이용자의 요구 및 이용실태 파악에서 5점 척도에서 2점으로 가장 낮은 점수를 받아서 전체적으로 3.8점의 낮은 점수를 보였다. 이러한 이유는 이용자 의견수렴의 부재로, 결과적으로 이용자 의견 요구사항이 통계작성에 반영되지 않고 있기 때문이다.

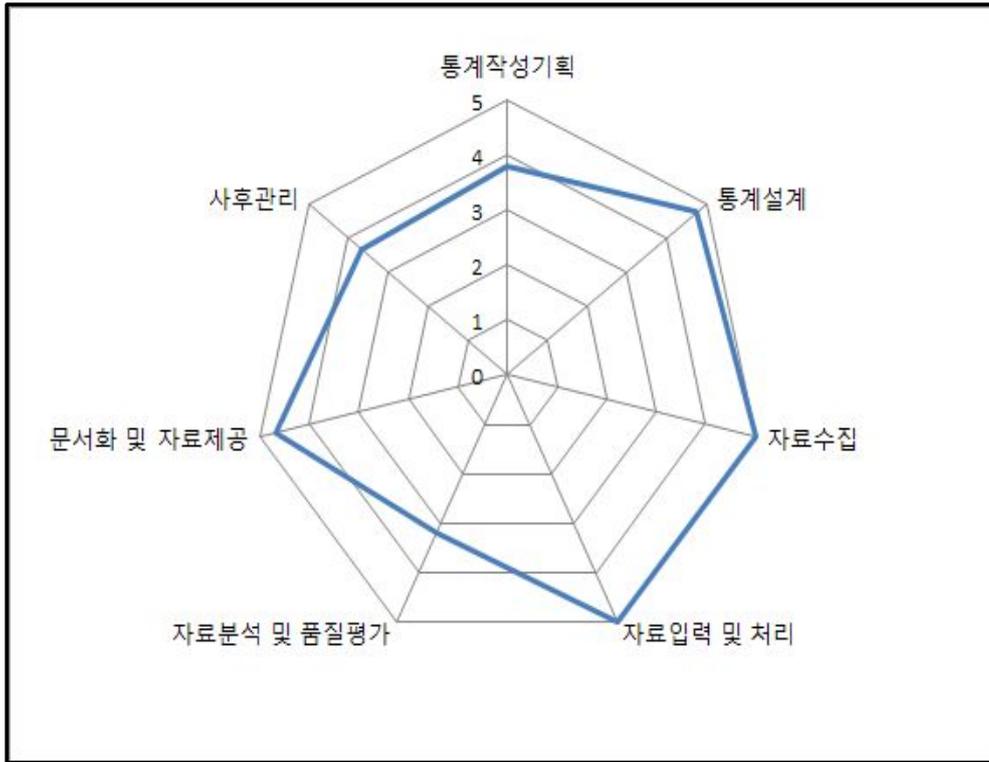
자료 분석에서는 관련 통계와의 비교 분석에 따른 결과 검증, 경제·사회현상이나 통계작성방법 변경 등이 통계자료에 미치는 영향에서 각각 1점을 받아서 전체적으로 3.2점의 낮은 점수를 받았다. 이는 외국 자료와의 비교 분석과 통계 개념, 정의, 분류, 작성방법 등이 변경된 경우, 그 영향에 대한 분석이 이루어지지 않고 있기 때문이다.

사후 관리에서도 3.67점의 낮은 점수를 받았다. 이는 통계 담당직원이 통계 관련된 전문성과 제반 지식이 부족하고, 외부전문가에 의한 자문, 진단의뢰가 이루어지지 않기 때문이다.

통계 설계, 문서화 및 자료 제공에서는 각각 4.75점, 4.67점으로 비교적 높은 점수를 받았다.

<표 20> 작성절차별 평점

부문	통계 작성기획	통계 설계	자료 수집	자료입력 및 처리	자료 분석	문서화 자료제공	사후 관리	평균
5점 척도	3.8	4.75	5	5	3.2	4.67	3.67	4.3
가중치 적용	11.56 (15.1)	16.98 (17.9)	16.60 (16.6)	11.40 (11.4)	9.82 (15.1)	13.82 (14.9)	6.53 (9.0)	86.71 (100.0)
수준	-	-	-	-	-	-	-	양호



<그림 2> 작성절차별 진단 종합 점수

1) 통계작성 기획

통계작성 기획 진단 결과, 5개 항목에 대한 5점 척도 평균은 3.8점으로 평가되었다.

<표 21> 통계작성 기획 진단 결과

품질지표	품질차원	5점 척도
통계작성 목적이 명확하게 설정되어 있는가?	관련성	5
이용자의 요구 및 이용실태를 파악하고 있는가?	관련성	2
통계작성에 사용하고 있는 개념, 용어, 분류체계 등의 타당성을 검토하여 적용하고 있는가?	관련성	4
국내·국제적으로 표준화된 정의, 기준 및 분류 체계를 따르고 있는가?	비교성	5
통계작성 개편작업이 적절하게 이루어지고 있는가?	정확성	3
평균		3.8

- ① **통계작성 목적의 명확성** : 전국 하천 및 호소 등 수질보전대상 공공수역에 대한 수질현황을 종합적으로 파악하여 수질변화 추세를 파악하고, 이미 집행된 주요정책 사업의 효과를 분석하여 장래 수질보전정책수립을 위한 기초자료를 확보하고자 하는 목적과 활용분야를 제시하고 있다. 국내 수리수문데이터와 외국관련기관 링크되어 있으며, 수질오염총량관리제도에 대한 외국사례를 제시하고 있다.
- ② **이용자 요구 및 이용실태 파악** : 이용자 파악을 위한 간행물 무료 배부처 명부, 자문회의 참석자 명부는 있으나, 마이크로데이터 이용자 명부, 회원/정책고객 명부, 자료 요청자 명부 등은 파악되지 않고 있다. 통계작성 담당자와 이용자 그룹 간 토론회, 자문회의 또는 위원회 등의 이용자 의견수렴의 부재로, 결과적으로 이용자 의견 요구사항이 통계작성에 반영되지 않는다. 이런 이유로 이용자의 요구 및 이용실태 파악에서 5점 척도에서 “2점”으로 가장 낮은 점수를 평가받았다. 이용자 의견수렴을 위한 체계적인 이용자 관리와 자문회의, 토론회, 위원회 등을 제도화 하고 실행할 필요가 있다.
- ③ **통계작성 시 개념, 용어, 분류체계의 타당성 검토** : 통계작성에 사용하고 있는 개념, 용어에 대한 검토는 이루어지고 있으나, 측정항목에 대한 구체적인 분류체계는 이루어지지 않고 있다. 전문가 자문회의를 통한 분류체계 확립이 필요하다.
- ④ **표준화된 정의 및 분류체계** : 관련법령 및 수질오염공정시험법 등 관련규정에 따라 시료채취, 현장측정, 시료관리, 측정방법 등이 이루어지고 있으나, COD 측정방법의 경우 국제적으로 행해지는 크롬법이 아닌 망간법으로 분석되고 있어 국제기준과는 차이가 있었다.
- ⑤ **통계작성 개편작업의 적절성** : 수질측정망(농업용수 지점, 총량측정망 및 퇴적물 측정망 제외)의 신설·폐쇄·변경에 관한 협의 및 적정성 검토(총량측정망 신설 등에 따른 일반측정망의 변경 필요성 검토), 목표수질 신설·변경시 적정성 검토 등을 위한 수질측정망 실무위원회를 두어 운영하고 있다. 수질측정망 신설·폐쇄·변경에 관한 사항, 정도관리 개선 등 측정자료 신뢰도 제고에 관한 사항, 자동측정망 운영관리 실태조사

등 수질측정망 개선에 관한 사항 등을 협의하는 수질측정망 운영위원회를 두어 운영하고 있다. 수문자료 등 수질총량오염관리에 필요한 자료 공유 등의 협의를 목적으로 하는 총량측정망 운영기관 실무협의회를 두어 운영하고 있다. 각 위원회, 협의회 등에서 수질측정망의 개편에 관한 전문가 회의를 통해 개편의 필요성을 검토하고 그 결과에 대한 문서화를 실시하고 있다.

2) 보고통계 설계

보고통계 설계 진단 결과, 4개 항목에 대한 5점 척도 평균은 4.75점으로 평가되었다.

<표 22> 보고통계 설계 진단 결과

품질지표	품질차원	5점 척도
통계작성 대상이 명확하게 정의되어 있는가?	정확성	5
자료수집 및 보고 양식은 기입자가 이해하기 쉽고, 작성하기 편리하게 설계되어 있는가?	정확성	4
양식의 전부 또는 일부를 변경할 경우 사전 검토를 철저히 하고 있는가?	정확성	5
자료수집 및 보고양식이 통계작성에 적합하게 설계되어 있는가?	정확성	5
평균		4.75

- ① **통계작성대상의 명확성** : 수질측정망 운영계획에 수질 측정항목과 측정횟수, 측정장소, 측정주기 등이 명확하게 제시되어 있다.
- ② **자료수집 및 보고 양식의 편리성** : 측정항목에 대한 용어 설명, 측정목적, 법적 근거 등이 제시되어 있으나, 각 측정항목의 효과적 배열을 위한 효과성 검토는 이루어지지 않고 있다. 이용자가 주로 이용하는 항목과 특히 건강에 유해한 항목 등 이용자 선호도에 따라 측정항목을 배열한다면 이용자 편의성을 높일 수 있을 것으로 판단된다. 이러한 측정항목의 효과적 배열을 위한 이용자 사전 조사 및 전문가 협의 등이 필요하다.

- ③ **양식의 변경시 사전 검토** : 국립환경과학원에서 수질오염공정시험기준 제·개정 및 표준화를 담당하고 있다. 수질측정망 운영계획에 시료 채취, 시료 관리, 측정방법, 측정조사결과 기재 등의 통계작성에 필요한 양식을 명시하고 있다. 위원회와 협의회 운영을 통해 내부 전문가에 의한 의견 수렴과 수렴된 의견에 대한 반영이 이루어지고 있으나, 외부기관 전문가에 의한 구체적 의견 수렴과 반영은 없다. 외부 전문가에 의한 자문 의견을 수렴할 필요가 있다.
- ④ **자료 수집 및 보고 양식 설계의 적합성** : 각 현장측정 분석기관이 국립환경과학원에 보고하는 양식이 구비되어 있으며, 하천, 호소수, 공단 배수 등에 따른 측정지점의 특성에 따라 적절한 측정항목을 결정하여 보고하는 체계로 되어 있다.

3) 자료 수집

자료 수집 진단 결과, 3개 항목에 대한 5점 척도 평균 점수는 5점으로 높게 평가되었다.

<표 23> 자료 수집 진단 결과

품질지표	품질차원	5점 척도
자료수집 및 보고 양식에 대한 작성요령 등이 제공하고 있는가?	정확성	5
보고단계별 담당자 교육 및 관리를 실시하고 있는가?	정확성	5
자료수집시 체계적인 현장관리를 실시하고 있는가?	정확성	5
평균		5

- ① **자료수집 및 보고 양식에 대한 작성요령 제공** : 수질측정망 운영계획에 각 항목에 대한 부가적인 설명과 양식 작성 견본 등은 명시되어 있으나, 오류 사례 추적 및 관리, Q&A 게시판 등은 구축되어 있지 않다. 오류의 재발생을 막기 위해 오류 사례에 대한 관리가 필요하고, 보고자의 편의를 위한 Q&A 게시판 설치가 필요하다.
- ② **보고단계별 담당자 교육 및 관리** : 현장채취, 시료관리, 수질분석 방

법 등은 수질오염공정시험기준에 따르고, 그 외에 명시되지 않은 것은 "Standard Method"의 방법을 따른다고 명시되어 있다. 분석방법과 절차 등의 변경시에 공지와 공문을 통해 변경사항을 담당자에게 전달하고 있다.

- ③ **자료수집시 체계적인 현장관리** : 수질자료의 보고 작성과 지침에 대한 관리가 이루어지고 있으며, 측정자료의 검토와 문제점을 파악하는 체계에 대한 규정이 명시되어 있다. 보고기준시점은 익월 10일까지로 명시되어 있다.

4) 자료입력 및 처리

자료입력 및 처리 진단 결과, 3개 항목에 대한 5점 척도 평균은 5점으로 높게 평가되었다.

<표 24> 자료 입력 및 처리 진단 결과

품질지표	품질차원	5점 척도
자료 입력을 위한 표준화된 체계가 마련되어 있는가?	정확성	5
자료 내용검토(에디팅) 작업을 체계적으로 실시하고 있는가?	정확성	5
보고자료 내용에 대한 검증 단계를 거치고 있는가?	정확성	5
평균		5

- ① **자료 입력을 위한 표준화된 체계** : 엑셀로 된 자료 입력 프로그램이 구축되어 있으며, 자료 입력에 대한 지침과 교육을 실시하고 있다. 입력 오류에 대한 점검시스템과 사전 점검 실시를 하고 있다.
- ② **체계적인 자료 내용 검토 작업** : 자료 내용 검토를 위한 규칙과 시스템이 있고, 이상치에 대한 현장과 중앙에서의 점검과 조치가 이루어지고 있다.
- ③ **보고자료 내용에 대한 검증** : 개별 자료 입력 오류 점검 및 보완이 이

루어지고 있으며, 중복, 누락 자료의 보완이 이루어지고 있다.

5) 자료분석 및 품질평가

자료분석 및 품질평가 진단 결과, 5개 항목에 대한 5점 척도 평균은 3.2점으로 비교적 낮게 평가되었다. “관련통계 등과의 비교분석을 통한 자료 결과 검증”, “경제·사회현상이나 통계작성방법 변경 등이 통계자료에 미치는 영향” 항목에서 “1점”으로 낮은 점수를 받았다.

<표 25> 자료분석 및 품질평가 진단 결과

품질지표	품질차원	5점 척도
관련통계 등과의 비교분석을 통해 자료결과를 검증하고 있는가?	일관성	1
시계열 자료는 연속성이 있으며, 단절이 생길 경우 그 내용을 공개하고 있는가?	비교성	4
경제·사회현상이나 통계작성방법 변경 등이 통계자료에 미치는 영향을 분석하고 있는가?	비교성	1
최종 통계자료에 대한 검증은 체계적으로 실시하고 있는가?	정확성	5
공표된 잠정치, 확정치 간의 불일치에 대한 원인을 분석하여 관리하고 있는가?	정확성	5
평균		3.2

- ① **관련통계 등과의 비교분석을 통한 자료 결과 검증** : 국내 작성기관과의 자료 공유는 일부 이루어지고 있으나, 외국 자료와의 비교 분석은 이루어지지 않고 있다. 외국자료와의 비교 분석이 시행된다면, 수질 자료에 대한 신뢰성과 이용자의 이해가 높아질 것으로 예상된다. 현재는 자료 분석 결과에 대한 전문가회의가 이루어지지 않고 있으나, 변경된 “수질측정망운영계획”에 따라 향후, 국립환경과학원에서 측정자료의 2차 검증을 위해 특이측정값의 검색을 수행하고, 필요시 조사기관을 통한 확인 작업을 실시할 것이다. 또한, 자동측정망의 경우에는 검토 과정에서 측정자료 품질평가(DQA: Data Quality Assessment)를 실시하고,

그 결과를 환경부에 보고 및 환경공단에 통보할 예정이다.

- ② **시계열자료의 연속성 및 단절시 내용설명** : 수질측정망 운영계획에 따라 통계의 개념, 작성방법, 기준, 작성 시기 등은 매년 동일하게 적용되고 있다. 물환경정보시스템에서 44개 조사지점에서 수질 자료가 1개월에서 4개월 가량의 누락이 있었는데, 이에 대한 시계열 단절 발생원인, 자료 이용방법 등의 설명이 서술되어 있지 않다.

- ③ **경제·사회현상이나 통계작성방법 변경 등이 통계자료에 미치는 영향** : 통계 개념, 정의, 분류, 작성방법 등이 변경된 경우, 그 영향에 대한 분석은 이루어지지 않으며, 변경 전 비교 분석도 기술되지 않고 있다. 변경된 사유와 영향분석을 기술한다면 이용자의 편리성을 높일 것이다.

- ④ **최종 통계자료에 대한 체계적인 검증** : 국립환경과학원에서 전국 수질측정망 운영결과 및 수질평가 결과를 환경부로 보고하고 있다. 물환경연구소는 “수문자료의 공인 및 저장·배포·활용 기준”에 따라 수문자료 자체평가를 실시하고 있다. 국립환경과학원 및 조사기관은 매년 특이 측정값, 오류에 의한 결측과 그 원인을 종합적으로 평가·분석하여 문제점을 개선하고 신뢰성을 제고하고 있다. 이와 같이 최종 통계에 대한 검증이 이루어지고 있다.

- ⑤ **공표된 잠정치, 확정치 간의 불일치에 대한 원인 분석 관리** : 조사기관 또는 국립환경과학원은 측정자료를 확정하여 공표한 이후에도 오류가 확인된 경우에는 이를 환경부 및 국립환경과학원으로 문서에 의해 오류의 원인 및 내역을 제시하여 정정을 요청한다. 수질 자료 입력 시스템 구축으로 공표된 잠정치, 확정치 간의 불일치가 발생하지 않고 있다.

6) 문서화 및 자료제공

문서화 및 자료제공 진단 결과, 9개 항목에 대한 5점 척도 평균은 4.67점으로 평가되었다.

<표 26> 문서화 및 자료제공 진단 결과

품질지표	품질차원	5점 척도
통계작성과 관련된 각종 자료가 문서화되어 있는가?	정확성	4
간행물 수록 자료에 대한 오류를 점검하고 있는가?	정확성	3
간행물에 통계와 관련된 설명자료를 수록하여 이용자의 편의를 돕고 있는가?	접근성/ 명확성	5
개편작업 후 개편내용을 이용자에게 공개하고 있는가?	접근성/ 명확성	5
보고 양식에 포함된 모든 항목을 모두 공표하고 있는가?	접근성/ 명확성	5
통계자료 공표시 모든 이용자가 조사결과를 동시에 이용할 수 있도록 하고 있는가?	접근성/ 명확성	5
결과 자료를 적절한 시점에 공표하고 있는가?	시의성/ 정시성	5
결과 자료의 공표절차를 준수하고 있는가?	시의성/ 정시성	5
다양한 매체를 이용하여 결과자료를 제공하고 있는가?	접근성/ 명확성	5
자료제공시 개인 비밀보호를 위한 장치가 마련되어 있는가?	관련성	해당없음
동일 주제의 다른 통계자료와 비교하고 있으며, 차이가 있을 경우 그 요인을 설명하고 있는가?	일관성	해당없음
평균		4.67

- ① 통계작성과 관련된 자료의 문서화 : 통계작성을 위한 기본계획 수립 보고 문서, 변동사항에 대한 기록, 절차별 업무 매뉴얼 작성, 업무내용 변경시 매뉴얼 보완 등이 이루어지고 있다. 게시판 Q&A, 전화질의 정

리 축적과 축적된 자료집 발간 등은 이루어지지 않고 있다. 이용자 의 견수렴을 위한 게시판 설치와 통계담당자의 구체적인 연락처 기재가 필요하다.

- ② **간행물수록 자료에 대한 오류 점검** : 간행물의 오류를 점검하고 있으나, 오류를 따로 분류, 분석, 기록하지는 않고 있어 오류의 재발생이 우려된다. 최종 공표자료와 DB는 일치한다.
- ③ **간행물에 통계와 관련된 설명자료 수록** : 물환경정보시스템에 이용자를 위한 일반 통계 개요, 자료이용방법, 용어 해설 등이 제시되어 있고, 조사결과 요약 자료가 명시되어 있다. 수질측정망 운영계획에 자료처리 및 분석방법 등이 설명이 수록되어 있다.
- ④ **개편작업 후 개편내용을 이용자에게 공개** : 수질자료 측정의 개편결과에 대해 보고하고 있으나, 회의록은 공개하고 있지 않다.
- ⑤ **조사항목 모두 공표** : 보고양식에 포함된 모든 항목을 공표하고 있다.
- ⑥ **통계자료 공표시 모든 이용자의 동시 이용 가능 여부** : 공표와 함께 모든 이용자가 자료를 홈페이지에서 열람이 가능하다.
- ⑦ **결과자료 공표시점의 적절성** : 월간 측정자료의 경우, 익월 20 ~ 25일 사이에 공표되고 있다.
- ⑧ **결과자료 공표절차 준수** : 통계 공표 일정을 사전에 예고하지 않고, 일정한 시기에 공표하고 있다.
- ⑨ **매체를 이용한 결과자료 제공** : 물환경정보시스템 홈페이지에 데이터베이스 형태로 자료를 제공하고 있으며, 기관 홈페이지에 통계자료가 KOSIS, e-나라지표에 링크되어 자료를 제공하고 있다.

7) 사후관리

자료분석 및 품질평가 진단 결과, 3개 항목에 대한 5점 척도 평균은 3.67점으로 평가되었다.

<표 27> 자료분석 및 품질평가 진단 결과

품질지표	품질차원	5점 척도
새로운 정보요구에 신속히 대응할 수 있도록 통계작성 체계를 관리하고 있는가?	관련성	해당없음
고품질 통계생산을 위한 전문성 유지 및 개선 노력을 하고 있는가?	정확성	3
통계작성 방법의 타당성에 대한 지속적인 검토 및 개선을 하고 있는가?	기타	5
합리적이고 효율적으로 통계를 작성하기 위한 품질관리를 하고 있는가?	기타	3
통계조사가 완료된 후 수탁기관으로부터 조사와 관련된 자료 일체를 제출받고 있는가?	기타	해당없음
평균		3.67

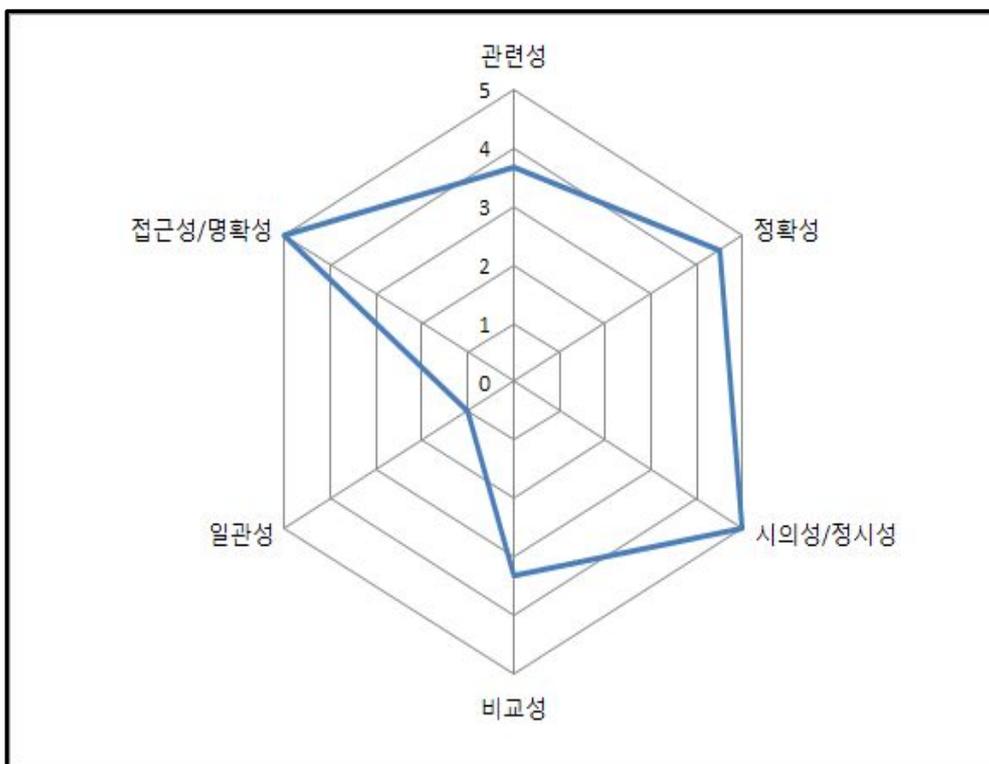
- ① **고품질 통계생산을 위한 전문성 유지 및 개선 노력** : 통계 담당직원이 통계 관련된 전문성과 제반 지식이 부족하다. 통계 교육을 실시하고 있으나, 교육주기가 길고, 통계 담당자가 자주 바뀌어 전문성 유지가 힘든 실정이다.
- ② **통계작성 방법의 타당성에 대한 지속적인 검토 및 개선** : 통계작성 과정의 타당성 검토를 위한 내부 및 외부 회의를 개최하며, 언론보도에 대한 적절한 대응을 하고 있다.
- ③ **합리적이고 효율적인 통계작성을 위한 품질관리** : 통계생산 절차에 대한 자체 품질진단시스템 및 매뉴얼이 없다. 자료 입력 시스템은 체계적으로 구축되어 있으나, 외부전문가에 의한 자문, 진단의뢰가 필요하다.

(4) 품질차원별 진단 결과

품질차원별 진단 결과를 살펴보면, '시의성'과 '접근성'이 5.0점으로 가장 높게 나타났고, '일관성'이 1.0점으로 가장 낮게 나타났다. '일관성'에서 점수가 낮은 이유는 외국 자료에 대한 비교 분석, 자료 분석에 대한 전문가 회의 등이 이루어지지 않고 있기 때문인 것으로 나타났다.

<표 28> 품질차원별 평점

	관련성	정확성	시의성	비교성	일관성	접근성
5점 척도	3.67	4.50	5.00	3.33	1.00	5.00



<그림 3> 품질차원별 진단 종합 점수

(5) 문제점 및 개선 방안

이용자 파악을 위한 마이크로데이터 이용자 명부, 회원/정책고객 명부, 자료 요청자 명부 등이 파악되지 않고 있다. 통계작성 담당자와 이용자 그룹 간 토론회, 자문회의 또는 위원회 등의 이용자 의견수렴도 이루어지지 않고 있다. 결과적으로 이용자 의견 요구사항이 통계작성에 반영되지 않고 있다. 이용자 의견수렴을 위한 체계적인 이용자 관리와 자문회의, 토론회, 위원회 등을 제도화 하고 실행할 필요가 있다. 혹은 web page를 통해서 이용자의 의견 취합을 가능하게 할 필요가 있다.

국내 작성기관과의 자료 공유는 일부 이루어지고 있으나, 외국 자료와의 비교 분석은 이루어지지 않고 있다. 국내 민간기관이나 외국자료와의 비교 분석을 시행하여 수질 자료에 대한 신뢰성과 이용자의 이해도를 높여야 할 것이다. 이를 위해 환경부에서 국내외 수질자료의 통합 관리를 위한 노력이 필요할 것으로 판단된다.

통계 개념, 정의, 분류, 작성방법 등이 변경된 경우, 그 영향에 대한 분석은 이루어지지 않으며, 변경 전 비교 분석도 기술되지 않고 있다. 변경된 사유와 영향분석을 기술하여 이용자가 자료 이용 시 측정값에 대한 쉽게 이해할 수 있도록 해야 할 것이다.

통계 공표 일정을 사전에 예고하지 않고 있는데, 정확한 공표 일정을 예고하여 이용자의 편의를 높여야 한다.

통계 담당자가 업무의 연속성면에서는 순환보직 근무제와 통계 교육의 미비로 담당자의 전문성이 부족한 현실이다. 통계 담당자가 통계 교육을 정기적이고 의무적으로 받게 하여 전문성을 높이고, 장기적으로는 통계만을 담당하는 전문 담당자를 확보해야 할 것이다.

통계생산 절차에 대한 자체 품질진단시스템 및 매뉴얼이 없고, 전문가에 의한 자문, 진단의뢰가 부족한 실정이다. 통계 생산에 대한 자체 품질진단시스템 및 매뉴얼을 만들고, 실질적인 결과를 도출할 수 있는 전문가 회의를 개최해야 할 것이다.

4. 수집자료의 정확성

(1) 진단 개요 및 방법

통계자료의 정확성은 수집된 자료의 정확성에 기인하며, 이는 조사나 보고 등 자료가 수집되는 시스템이 효율성에 의해 좌우된다. 자료가 정확히 수집되었는지, 절차적 오류는 없는지 등에 대한 점검 과정은 통계품질을 결정하는 매우 중요한 과정이다. 자료수집이 이루어지는 다양한 과정에서 나타날 수 있는 자료 수집 오류 가능성을 체계적으로 점검하고, 발생한 또는 발생 가능한 문제점을 인식하고 개선방안을 도출하여 자료수집 과정에서의 품질을 높일 수 있도록 해야 한다.

자료수집 단계별로 직접 현지 담당자를 면담하여 자료수집의 방법을 파악하고, 이에 대한 문제점과 개선사항이 있는지 살펴보았다. 특히, 최초 보고자가 자료를 수집하는 과정에서 잘못 조사될 소지가 있는지, 자료를 상급기관에 보고하는 과정에서 오류가 날 가능성이 있는지, 보고양식과 행정 전산망 등을 통해 효율적인 자료 보고가 이루어지고 있는지 등을 살펴보았다.

지역별 기관별로 일부 지역에 집중되지 않도록 다양하게 10곳의 현장 조사기관을 선정하였다. 현장 방문 전에 미리 현장점검 예상 질문지를 이메일로 발송하여 현장 방문하여 점검시 업무의 효율성을 높였다. 수질오염실태보고 통계 특성에 맞는 현장점검표를 연구진이 직접 작성하여 점검을 준비하였다.

〈표 29〉 현장 방문 점검기관의 수질측정 조사지점 현황

수질측정 조사기관	기관별 수질측정 조사지점				
	계	일반측정망	총량측정망	자동측정망	퇴적물측정망
서울시 보건환경연구원	24	24	-	-	-
경기도 보건환경연구원	68	68	-	-	-
금강유역 환경청	69	58	-	11	-
대전시 보건환경연구원	20	20	-	-	-
충남보건환경연구원	27	27	-	-	-
영산강유역 환경청	63	56	-	7	-
광주시 보건환경연구원	6	6	-	-	-
영산강 물환경연구소	99	8	56	-	35
금강 물환경연구소	93	9	56	-	28
한국수자원공사	108	108	-	-	-

(2) 점검 결과

방문한 모든 현장에서 “수질측정망 운영계획”에 명시된 시료의 채취방법, 채취시료의 보존, 현장측정, 시험방법은 「수질오염공정시험기준」을 따르고 있었으며, 그 외 규정되지 아니한 사항은 「Standard Method」 등 국제 공인 시험방법을 따르고 있다.

분석기계, 측정기 등은 국립환경과학원이 정한 「수질측정망 정도관리지침」에 따라 자체 정도관리 시행계획을 세우고 정도관리를 하고 있다.

시료 채취 시기는 조사기관의 세부계획에 따르되, 가능한 수질(퇴적물)이 안정되고 대표적 상태라고 판단되는 때에 시료 채취가 이루어지고 있다. 시료 채취시 강우 등의 날씨 변동, 유량 변동, 주변 환경 변화, 오염물질 유입 등의 특이사항 발생시 원인 분석과 상부에 보고 지침이 있다.

채취 지점은 정해진 지점에서 채취하되, 물 흐름, 하상 등 현장여건을 감안하여 수체의 수질 및 퇴적물에 대한 대표성과 기존자료와의 연속성을 확보할 수 있는 지점에서 이루어지고 있다.

측정치가 전월대비 이상변동 발생시 원인을 규명하여 보고하고, 원인 규명 불가시 재 측정하여 보고한다.

분석결과 보고는 환경부에서 제시한 엑셀 파일 양식에 따라 기입하여 전송하고, 문의사항은 행정포털 Q&A나 전화로 문의한다.

○ 현장 시료 채취시 문제

현장 시료 채취는 자료의 정확성에 가장 기초가 되는 단계로 대표성을 가지는 시료를 얻기 위해서 중요한 의미가 있다. 많은 현장 담당자들이 시료 채취시에 다음과 같은 어려움이 있다는 의견을 제시하였다.

동절기 호소수 결빙으로 인해, 배를 타고 얼음을 제거하며 측정지점까지 이동하여, 정확한 채취 지점을 찾아 채수해야 하는 어려움이 있다. 각 호소수 지점별로 배가 구비되지 않아 배를 가져간 뒤, 호소수 주위에서 배를 조립하여 조립된 배를 타고 측정지점까지 이동해야 하는 번거로움이 있다. 조사기관에서 거리가 먼 도서지역의 경우, 이동거리가 길어 이동시간이 오래 걸리는 어려움이 있다. 대표성을 가지는 자료를 얻기 위해서는 현장의 기상 상황(강우, 강설)을 고려해야 하기 때문에 채수 가능한 날이 짧아 채수 일정 조절이 어렵다. 채수하기 곤란한 지점은 자동 채수기를 설치하고, 장기적으

로는 자동 측정망 설치를 확대를 고려해야 할 것으로 판단된다.

○ 조사 인력과 분석 장비 문제

조사기관이 물환경시스템에 보고되는 수질 자료 뿐만 아니라 관원, 민원 대응 시료 분석 업무도 병행하기 때문에 분석 업무량에 비해 분석 요원이 적은 애로사항이 있다. 환경에 대한 국민들의 관심 증가로 유해화학물질 등의 신규 측정항목이 추가되는 추세이나, 이러한 측정항목을 분석 가능한 분석장비는 부족한 실정이다. 분석시간이 짧고, 분석방법이 간편하고, 신규 추가된 측정항목에 대해 분석이 가능한 자동 분석 장비 확보가 요구된다.

○ 보고 양식 및 자료 관리 문제

각 조사기관마다 보건환경연구원종합정보시스템(HEIS), 실험실정보관리시스템(LIMS), 서울시보건환경연구원 종합정보관리시스템(SRIMS) 등의 분석자료의 입력, 관리시스템이 달라서 입력된 정보시스템이 물환경정보시스템과 연계되지 않아 따로 물환경정보시스템에 입력해야 하는 불편함이 있다. 보고된 자료에 대한 수정 사항 발생시 수정 요구에 대한 반응이 늦고, 가끔 시스템이 불안정하여 오류가 발생하는 사례가 있다. 물환경정보시스템에 자료 수정 시스템 오류를 개선하고, 환경부 또는 국립환경연구원에서 모든 조사기관에서 사용이 가능한 통일된 종합정보시스템 구축이 필요하다.

○ 예산 문제

모든 현장 조사기관에서의 공통된 요구사항이 분석인력과 장비의 부족이다. 인력과 장비가 부족하면, 시간에 쫓겨 정확한 분석을 하기 어렵고, 자료의 정확성에 문제가 생길 수 있다. 재정이 열악한 시·도에서는 부족한 인력과 장비확보를 위한 예산확보가 어렵기 때문에 중앙 정부 차원의 예산확보로 각 조사기관별로 부족한 인력과 장비 확보를 위한 예산 지원이 필요하다.

5. 통계자료 서비스의 충실성

물환경정보시스템을 대상으로 공표되는 과정에 오류가 있는지를 점검하고, 주로 발생하는 오류의 유형과 발생 원인을 파악하였다. 또한 이용자에게 필요한 기본정보가 충분히 제공되는지를 점검하였다.

진단방법은 공표자료 오류 점검표와 이용자 편의사항 점검표를 이용하여 통계자료 서비스의 충실성을 진단하였다.

(1) 공표자료 오류 점검 결과

공표자료 오류 점검 결과, 수치자료 분야에서 4개, 통계표 형식 및 내용에 서 1개, 총 5개 항목에 대해 “부적절” 결과가 나왔다. 나머지 26개 항목에 대해서는 “적절” 결과가 나와 대체적으로 양호한 점검 결과를 보였다.

수치자료 분야에서 “부적절”로 진단된 4개 항목은 ‘시계열 자료의 일관성’에서 3개 항목과 ‘통계작성방법 변경의 공표자료 반영 여부’에서 1개 항목이었다. ‘시계열 자료의 일관성’에서는 첫째 시계열 자료의 단절이 있었으며, 둘째 시계열 자료 단절의 원인이 명시되어 있지 않았으며, 셋째 이용자에게 변경내용에 대한 충분한 설명 제시가 누락된 점 등의 3개 항목이 “부적절” 결과가 나왔다. ‘통계작성방법 변경의 공표자료 반영 여부’에서는 통계작성방법이 메타자료와 일치하지 않아 1개 항목이 “부적절”로 진단되었다.

통계표 형식 및 내용에서는 단위 표기의 적절성에서 물환경정보시스템 자료실 엑셀파일 수질자료에 통계 단위가 누락이 되어 1개 항목에서 부적절 평가를 받았다.

<표 30> 공표자료 오류 점검 결과

분 야	적절	부적절	해당없음
수치자료	4	4	-
통계표 형식 및 내용	14	1	-
용어해설 부문	3	-	-
기타 오류	5	-	-
합 계	26	5	-

수치자료 점검에서는 <표 31>과 같이, “적절” 판정이 4개 항목, “부적절” 판정이 4개 항목으로 나타났다.

<표 31> 수치자료 점검표

진 단 항 목	적절	부적절
1-1. 통계작성기관의 통계간행물과 통계 DB의 수치 일치 여부 - 최근 발행된 간행물과 자료생산기관의 DB를 비교하여 점검	■	□
1-2. 시계열 자료의 일관성 - 시계열 자료에 단절이 없는지 확인 - 단절이 있는 경우 그 사실 및 원인이 명시되어 있는지 확인 - 이용자가 변경내용을 알 수 있도록 충분한 설명을 제시하고 있는지 확인	□ □ □	■ ■ ■
1-3. 통계개편 등으로 인한 통계작성방법 변경이 공표자료에 정확히 반영되었는지 여부 - 통계작성방법이 메타자료에서 기술한 통계작성방법과 일치하는지 확인	□	■
1-4. 통계수치의 정확성 - 통계표의 가로합/세로합 불일치 확인 - 통계표에 비상식적인 수치 확인 - 시계열 상의 이상치(과대, 과소 수치) 확인	■ ■ ■	□ □ □

2012년 수질 자료에 대한 수치자료 점검 결과, <표 32>와 같이 44개 조사 지역에서 적은 곳은 1개월에서 많게는 4개월의 수질 자료가 누락된 것으로 나타났다. 물환경정보시스템 홈페이지에 누락 사실 및 원인에 대한 명시가 이루어지지 않았으며, 이용자가 변경내용을 알 수 있도록 하는 충분한 설명이 제시되지 않았다.

<표 32> 수질 자료가 누락된 조사지점 및 조사기간

조사지점	조사누락기간(월)				조사지점	조사누락기간(월)			
	1	2	3	4		1	2	3	4
가평천1		×			양구서천		×		
경안천6		×			영본B1	×	×		
고덕천	×	×	×	×	영본D3	×			
골지천1	×				오대천1	×	×		
공지천1	×	×			오산천1	×	×	×	×
공지천2	×	×			왕숙천1	×			
공지천3	×	×			우이천	×	×	×	×
금호C1	×	×	×		원서천		×		
낙본J1	×				인북천	×	×		
남이섬		×			임진강3	×	×		
내가천	×	×	×	×	제천천3	×	×		
달천2		×			진위천1	×	×		
달천4	×				차탄천		×		
문산천1		×			창릉천2		×		
미천A1	×	×			창릉천3	×			
반월천	×				춘천1		×		
번천	×	×			홍천강1	×	×		
삼교천3	×				화양강		×		
섬강1	×	×			화천천	×	×		
섬강4	×				화포천				×
송천1	×	×			황룡A1	×	×		
송천2	×	×			황지1	×			

국가통계포털(KOSIS)에 명시되어 있는 메타자료가 갱신이 되지 않아, 현재의 작성 방법과도 차이를 보이고 있다. 메타자료와 현재 작성방법 차이 및 오기 내용은 다음 <표 33>과 같다.

메타자료가 2008년에 작성된 것으로 조사기관의 정식 명칭 통계시스템의 명칭이 변경되지 않아, 이용자들이 메타자료를 참고하기가 불편하게 되어 있었다. 조사기관 중 “한국농촌공사”가 “한국농어촌공사”로 변경되었는데 이를 반영하지 않았다. 또한 “환경기초자료정보시스템”도 “물환경정보시스템”으로 정식명칭으로 변경되어야 할 것이다.

조사항목에서도 정식명칭이 잘못 표기된 경우가 많았다. 조사항목은 현재

일반 및 총량측정망, 자동측정망, 퇴적물 측정망으로 구분되며, 일반 및 총량 측정망은 다시 하천수, 호소수, 농업용수, 도시관류, 공단배수에 따라 조사 항목이 세분화 되어 있다. 메타자료 작성 후에 추가되어 누락된 항목은 다음과 같다. 일반 및 총량측정망에서는 총유기탄소(TOC), n-Hex 추출물질, 셀레늄(Se), 불소(F), 색도, 암모니아성 질소(NH₃-N), 질산성 질소(NO₃-N), 용존총 질소(DTN), 용존총인(DTP), 사염화탄소, 1,2-다이클로로에탄, 다이클로로메탄, 벤젠, 클로로포름, 다이에틸헥실프탈레이트(DEHP), 안티몬(Sb) 등이 누락되었다. 자동측정망에서는 총유기탄소(TOC), 탁도, 암모니아성 질소(NH₃-N), 질산성 질소(NO₃-N), VOCs(9종 10개 항목), 생물감시(물벼룩, 물고기, 미생물) 등이 누락되었다. 퇴적물 측정망에서는 입도, 함수율, 완전연소가능량, 총유기탄소(TOC), 수용성인(SRP), 니켈(Ni), 리튬(Li), 알루미늄(Al), PCBs(10동족체), PAHs(16종), DDTs(6종), VOCs(12종) 등이 누락되었다.

<표 33> 메타자료와 현재 작성방법 차이 및 오기 내용

작성 분야	메타자료	현재 작성방법	오기 내용
조사 체계	조사기관(16개 시,도 보건환경연구원 및 상수도 사업본부, 7개 유역(지방) 환경청 및 4개 물환경연구소, 한국수자원공사, 한국농촌공사) → 환경부 환경기초자료정보시스템 입력	<표 3> 참조	한국농촌공사 →한국농어촌공사 환경기초자료정보시스템 →물환경정보시스템
조사 항목	채수지점, 채수일시, 시험기간, 수위, 유량, 수온, pH, DO, BOD5 , COD, SS, 대장균군수, T -N, T -P, PO4 -P , Cd, CN, Pb, Cr+6 , As, HG , Cu, ABS, PCB, 유기인, 용해성Mn, 투명도, 클로로필a, 식물성프랑크톤(조류), Cl - , Zn, 총Cr, 용해성철, 페놀류, 유분, 전기전도도, 트리클로로에틸렌 , 테트라클로로에틸렌	<표 4>, <표 8>, <표 9>, <표 10> 참조	BOD5 → BOD T -N → T-N T -P → T-P PO4-P → PO ₄ -P Cr+6 → Cr ⁶⁺ HG → Hg Cl - → Cl ⁻ 트리클로로에틸렌 →트리클로로에틸렌
연락처	유역총량과	물환경정책과	유역총량과 →물환경정책과

통계표 형식 및 내용 점검에서는 전 진단항목에 대해 “적절” 평가를 받았다. 통계표 형식의 통일성, 수록된 항목의 일치성, 사용된 기호의 적합성, 수치 표기의 일관성 등에서 양호한 진단 결과를 보였다. 그러나, 단위 표기의 적절성에서 물환경정보시스템 자료실 엑셀파일 수질자료에 통계 단위가 누락이 되어 부적절 평가를 받았다.

<표 34> 통계표 형식 및 내용 점검표

진 단 항 목	적절	부적절
2-1. 통계표 형식의 통일성 - 통계표상 한글, 영문의 표기 위치, 방법 등의 통일 여부 확인	■	□
2-2. 통계표에 수록된 항목과 내용의 일치성 - 항목과 내용의 일치여부 확인 - 다른 통계를 인용한 경우 출처에 있는 통계표와 일치여부 확인	■ ■	□ □
2-3. 통계표에 사용된 기호의 적절성 - 통계표의 내용 이해에 꼭 필요한 기호들이 알맞게 표기되고 있는지 또는 누락되었는지 확인	■	□
2-4. 통계수치 표기의 일관성 - 통계표 내 항목별 소수 자리 및 반올림 일치 여부 확인	■	□
2-5. 단위 표기의 적절성 - 명, 개, % 등 통계표의 내용이해에 꼭 필요한 통계단위가 표기되어 있는지 확인 - 적절한 단위를 사용하고 있는지, 인용된 통계의 경우 출처의 단위와 일치하는지, 단위 환산이 정확한지 등 확인 - 단위 표기가 통계표의 일관된 위치에 있는지 확인	□ ■ ■	■ □ □
2-6. 주석 표시의 합리성 - 통계표 이해에 꼭 필요한 주석이 누락되지 않았는지 확인 - 주석과 통계표의 내용이 일치하는지 확인 - 주석과 통계표의 번호가 일치하는지 확인	■ ■ ■	□ □ □
2-7. 자료 출처의 명확성 - 인용한 통계표의 출처가 명기되었는지 확인 - 출처기관과 출처간행물이 올바르게 기재되었는지 여부 확인	■ ■	□ □
2-8. 도표, 그림 등의 정확성 - 도표나 그림이 정확한 수치로 작성되었는지 확인 - 도표나 그림 등이 오해를 유발하지 않도록 수치에 알맞은 크기나 영역으로 표시되었는지 확인	■ ■	□ □

용어해설 부분에 대한 점검에서 용어의 적절성, 용어의 일치성, 용어의 통일성 등은 적절한 것으로 조사되었다.

<표 35> 용어해설 부분 점검표

진 단 항 목	적절	부적절
3-1. 용어정의의 적절성 - 주요 용어에 대한 정의가 적절하게 작성되어 있는지 확인	■	□
3-2. 인용한 통계의 경우, 자료를 제공한 기관에서 사용하는 용어와의 일치성 - 자료를 제공한 기관의 간행물과 비교해서 동일내용에 대한 용어사용이 서로 일치하는지 확인 (영문 표기 포함)	■	□
3-3. 용어의 통일성 - 간행물 전체적으로 동일 내용에 대해서는 동일한 용어를 사용하고 있는지 확인	■	□

기타 오류 점검에서 목차, 색인 등과 본문의 일치성, 한글 및 영문 표기의 적절성, 통계표 제목의 적절성 등은 “적절” 평가를 받았다.

<표 36> 기타 오류 점검표

진 단 항 목	적절	부적절
4-1. 목차, 색인 등과 본문의 일치성 - 통계표의 목차와 본문의 제목 및 페이지가 일치하는지 확인 - 색인에 표기된 페이지에 해당 내용이 수록되어 있는지 확인	■ ■	□ □
4-2. 한글 및 영문 표기의 적절성 - 맞춤법, 오타, 누락, 영어단어 표기 등을 확인 - 의미에 맞는 영문 표기 여부, 영문 설명 시 문장이나 단어의 누락 등으로 의미가 왜곡되는지 확인	■ ■	□ □
4-3. 통계표 제목의 적절성 - 제목이 통계표 내용을 대표하며 내용에 적합한지 확인	■	□

(2) 이용자 편의사항 점검 결과

이용자 편의사항 점검은 매뉴얼에 따라 이용자를 위하여, 조사정보, 모집단 및 표본설계, 자료집계 및 추정으로 구분된 항목을 점검한다. 환경부 물환경정보시스템을 대상으로 점검하였다.

수질오염 실태보고가 보고통계인 관계로 모집단 및 표본설계, 자료집계 및 추정 항목에 대해서는 진단에서 제외하였다. 이용자 편의사항 점검 결과 14개 항목에 대한 자료가 명시되고, 5개 항목은 명시되어 있지 않았으며, 요약 사항은 다음 <표 37>과 같다.

<표 37> 이용자 편의사항 점검 결과

분 야	유	무	해당없음
이용자를 위하여	5	2	-
조사정보	9	3	-
모집단 및 표본설계	-	-	해당 없음
자료집계 및 추정	-	-	해당 없음
합 계	14	5	-

1) 이용자를 위하여

“이용자를 위하여” 편의사항 점검 결과, “1-4 잠정치, 확정치” 항목과 “1-7 문의처” 항목이 수록되지 않음을 확인하였다.

잠정치와 확정치를 구분하여 공표하지 않고, 자료 검토가 끝난 확정치를 공표하고 있는데, 이는 수질자료가 실험을 통해 얻는 분석자료임을 감안하면 문제가 없어 보인다. 정확한 공표 예정일을 명시하지 않고, 월간 자료의 경우 익월 20 ~ 30일 사이에 공표하고 있는 것은 이용자가 자료이용에 불편을 느낄 것으로 보인다. 공표일을 최대한 앞당기고, 정확한 공표일을 알려서 이용자의 편리하게 자료이용이 가능하도록 해야 할 것으로 판단된다.

문의처의 경우, 환경부와 국립환경과학원 주소가 적힌 링크만 되어 있고, 통계 작성방법과 자료 수집방법에 대한 추가 정보를 문의할 수 있는 관련 담당자의 구체적인 연락처가 명시되어 있지 않았다. 통계작성담당 부서인 환경부 물환경정책과 담당자와 국립환경과학원 담당자의 구체적 연락처와 연락 방법 등이 제공되어야 할 것으로 판단된다.

<표 38> 이용자 편의사항 점검 : 이용자를 위하여

진단항목	수록여부	의견
1-1. 소개	○	홈페이지 「기타서비스」 - 「이용안내」에 자료 이용 시 유의사항과 이용자를 위한 소개 정보를 제시하고 있음.
1-2. 부록(참고자료)	○	홈페이지 「알기 쉬운 물환경」 - 「지식관」, 「정보관」, 「사진관」, 「정책관」에 용어 해설 등의 참고 내용을 수록하고 있음.
1-3. 기호	○	홈페이지 「알기 쉬운 물환경」 - 「용어사전」에 통계표에 사용되는 각 기호들의 의미를 명시하고 있음.
1-4. 잠정치, 확정치	×	잠정치와 확정치를 구분하여 공표하지 않고, 자료 검토가 끝난 확정치를 공표하고 있음. 정확한 공표 예정일을 명시하지 않고, 월간 자료의 경우 익월 20 ~ 30일 사이에 공표하고 있음.
1-5. 자료 출처	○	홈페이지 「알림마당」 - 「자료실」에 통계자료의 엑셀파일 등이 제공되고 있음.
1-6. 제공 매체	○	홈페이지 「알림마당」 - 「관련기관링크」에 통계간행물 이외의 다른 매체를 통해 자료가 제공되는 경로를 표시하고 있음. 홈페이지 「기타서비스」 - 「이용안내」에 통계DB 이용방법이 제시되어 있음.
1-7. 문의처	×	환경부와 국립환경과학원 주소가 적힌 링크만 되어 있고, 구체적인 담당자와 연락처가 제공되지 않고 있음.

2) 조사 정보

조사 정보에 대한 점검 결과, 총 12개 항목 중에서 9개 항목에 대해 수록이 되어 있고, 3개 항목에 대해서는 일부 수록되지 않은 것이 있었다.

국가통계포털(KOSIS)에는 수질오염 실태보고 통계에 대한 연혁이 메타정보로 명시되어 있으나, 물환경정보시스템 홈페이지에는 통계 연혁에 대한 설명이 없었다.

적용 기준 분야에서도 홈페이지에 국내 수질 기준에 대한 자세한 설명이 기술되어 있으나, 국제적 기준과 사례에 대한 설명은 없었다. 국제적 수질기준과 국내 수질기준을 비교자료가 제시된다면, 우리나라의 수질기준이 국제적 기준과 비교하여 어느 정도 수준에 근접한 것인지, 향후 어떤 방향성을 가져야 하는지를 이용자가 판단하는데 큰 도움이 될 것으로 사료된다. 현재는 홈페이지에 “수질오염총량관리제”에 대한 해외 사례만이 제시되어 있는

데, 이 외에 수질기준에 대한 해외 및 국제 기준과 사례가 명시되어 이용자의 편의성을 향상시켜야 할 것으로 판단된다.

공표방법 분야에서는 공표방법은 기술되어 있으나, 향후 공표일정에 대한 제시가 이루어지지 않고 있다. 정확한 공표일정을 제시하여 이용자가 편리하게 통계 자료를 이용할 수 있도록 하는 방안이 필요하다.

<표 39> 이용자 편의사항 점검 : 조사정보

진단항목	수록여부	의견
2-1. 통계작성 목적	○	홈페이지 「물환경전문정보」 - 「수질측정망」에 통계 작성의 목적을 명확하게 제시하고 있음.
2-2. 통계 연혁	×	홈페이지에 통계의 주요 연혁에 대한 설명이 없음.
2-3. 통계작성 범위 (대상)	○	홈페이지 「물환경전문정보」 - 「수질측정망」에 통계 작성 범위와 구체적인 대상을 제시하고 있음.
2-4. 적용 기준	×	홈페이지 「알기 쉬운 물환경」 - 「정책관」에 국내 수질 기준에 대한 자세한 설명이 되어 있으나, 국제적 기준과 내역에 대한 설명이 없음.
2-5. 작성 항목	○	홈페이지 「알림마당」 - 「자료실」 “수질측정망 운영계획”에 작성항목에 대한 자세한 내용을 기술하고 있음.
2-6. 작성 주기	○	홈페이지 「알림마당」 - 「자료실」 “수질측정망 운영계획”에 작성주기에 대한 자세한 내용을 기술하고 있음.
2-7. 자료수집 방법	○	홈페이지 「알림마당」 - 「자료실」 “수질측정망 운영계획”에 자료수집 방법에 대한 자세한 내용을 기술하고 있음.
2-8. 자료수집 체계	○	홈페이지 「알림마당」 - 「자료실」 “수질측정망 운영계획”에 자료수집 체계에 대한 자세한 내용을 기술하고 있음.
2-9. 자료수집 양식 견본	○	홈페이지 「알림마당」 - 「자료실」 “수질측정망 운영계획”에 자료수집 양식 견본에 대한 자세한 내용을 기술하고 있음.
2-10. 자료수집 양식 변경 내역	○	홈페이지 「알림마당」 - 「자료실」 “수질측정망 운영계획”에 자료수집 양식 변경 내역에 대한 자세한 내용을 기술하고 있음.
2-11. 용어 설명	○	홈페이지 「알기 쉬운 물환경」 - 「용어사전」에 주요 용어들에 대한 설명이 제시되어 있음.
2-12. 공표 방법	×	홈페이지 「알림마당」 - 「자료실」 “수질측정망 운영계획”에 공표방법은 기술되어 있으나, 향후 공표일정은 예고하고 있지 않음.

(3) 국제기구 자료제공 관련 점검 결과

수질오염 실태보고 통계는 OECD, WEPA 등의 국제기구에 자료가 제공되는 것으로 파악되었고, 환경통계연감, 물환경정보시스템에 공표된 수치와 OECD/WEPA 간행물상의 수치는 일치하고 있었다.

<표 40> 국제기구 요구자료 및 제공 현황

자료요구 기관명	요청항목 (지표)	제공 주기	최근 제공 시	관련 간행물	미제공 항목 (지표)	미제공 사유	비고
OECD	-하구 또는 하류경계에서의 선택된 강의 수질 (측정지점 : 한강, 낙동강, 금강, 영산강) ·하구로부터의 거리 ·최소 측정횟수 ·최대 측정횟수 ·수온 ·산성도 ·용존산소량 ·BOD(20℃, 5d) ·부유물질 ·총질소 ·질산염(NO ₃) ·암모늄(NH ₄) ·총인 ·정인산염 ·엽록소 a(여름) ·분변성 대장균 ·금속 ·총비소 ·총카드뮴 ·총납 ·총수은 ·시안 ·COD(KMnO ₄) ·유량 ·산소포화도 ·COD(K ₂ Cr ₂ O ₇) ·용존물질 ·총크롬 ·총구리 ·총니켈 ·총아연 ·유기염소계 살충제 -호소의 수질 (측정지점 : 팔당호, 충주호, 춘천호) ·표면적 ·평균수심 ·최대수심 ·최소 측정횟수 ·최대 측정횟수 ·수온 ·산성도 ·용존산소량 ·BOD(20℃, 5d) ·부유물질 ·총질소 ·질산염(NO ₃) ·암모늄(NH ₄) ·총인 ·정인산염 ·엽록소 a(여름) ·분변성 대장균 ·총비소 ·총카드뮴 ·총납 ·총수은 ·시안 ·COD(Mn) ·COD(K ₂ Cr ₂ O ₇) ·용존물질 ·총크롬 ·총구리 ·총니켈 ·총아연 ·유기염소계 살충제	2년	2010	OECD Environmental data compendium 2006-2008	-하구 또는 하류경계에서 선택된 강의 수질 ·유량 ·산소포화도 ·COD(K ₂ Cr ₂ O ₇) ·용존물질 ·총크롬 ·총구리 ·총니켈 ·총아연 ·유기염소계 살충제 -호소의 수질 ·COD(K ₂ Cr ₂ O ₇) ·용존물질 ·총크롬 ·총구리 ·총니켈 ·총아연 ·유기염소계 살충제	측정지 않음.	
WEPA (IGES)	BOD, COD, TP	부정기 (2회)	2012. 2.21	WEPA outlook on water environmental management in Asia, 2012			

OECD에 2년마다 하구 또는 하류경계에서의 선택된 강의 수질(측정지점 : 한강, 낙동강, 금강, 영산강)과 호소의 수질(측정지점 : 팔당호, 충주호, 춘천호) 자료를 제공하고 있다. 최근 수질 자료가 실린 간행물은 “OECD Environmental data compendium 2006-2008”이며, 최근 자료 제공시기는 2010년이다.

OECD로부터 자료 제공을 요청받았으나, 미제공 항목은 다음과 같다. 하구 또는 하류경계에서의 선택된 강의 수질에서는 유량, 산소포화도, COD($K_2Cr_2O_7$), 용존물질, 총크롬, 총구리, 총니켈, 총아연, 유기염소계 살충제 등이고, 호소의 수질에서는 COD($K_2Cr_2O_7$), 용존물질, 총크롬, 총구리, 총니켈, 총아연, 유기염소계 살충제 등이다. 항목별 미제공 사유는 다음과 같다. COD의 경우, 우리나라는 망간법 COD를 시행하고 있어 크롬법의 COD는 측정하고 있지 않다. 국제적 추세가 일본과 우리나라를 제외하고 크롬법의 COD 측정방법으로 시행되고 있다는 사실을 주지할 필요가 있다. 용존물질의 경우, 우리나라는 SS, 즉 부유물질만 측정하고 있는데, SS 중 용존성 물질이 미생물 성장에 관여를 많이 하므로, 이 항목의 추가 방안도 고려할 필요가 있다. 총크롬, 총구리, 총니켈, 총아연 등의 중금속물질은 퇴적물 측정망에서는 측정하고 있으나, 일반·총량 측정망의 하천 및 호소수에서는 측정하고 있지 않다. 유기염소계 살충제도 측정하고 있지 않다. 우리나라의 하천 및 호소수에서 중금속과 유기염소계 살충제의 검출이 거의 나타나지 않는다 하더라도, 이와 같은 물질은 아주 극미량만 존재시에도 인체와 수생태계에 매우 위험한 영향을 끼칠 수 있으므로, 향후 측정 항목에 추가 여부를 전문가와 협의하여 면밀히 검토할 필요가 있다고 판단된다.

WEPA(Water Environment Partnership in Asia)는 2003년 3월, 일본 교토에서 개최된 3차 세계물포럼에서 일본 환경성이 제안하여 설립된 단체로 아시아지역 물환경문제의 원만한 해결을 위한 적극적인 파트너십 강화를 목적으로 한다. 제8차 한중일 장관회의(2006.12.2~3, 중국)시 WEPA를 통해 지속가능한 개발촉진 및 아시아지역의 물환경문제의 원만한 해결을 위한 적극적인 파트너십 강화에 공감하여 대한민국, 중국, 일본, 필리핀, 태국 등 아시아 몬순지역 13개국이 참여하고 있으며, 일본 환경성(사무국 : 일본 IGES)이 WEPA의 업무를 수행하는 기관이다.

WEPA에는 부정기적으로 한강(팔당), 낙동강(물금), 금강(대청), 영산·섬진강(주암)의 수질 자료를 제공하고 있다. 자료 제공 항목은 BOD, COD, TP 등이다.

제 2 절 개선과제별 개선방안

개선과제별 개선방안에서는 통계 담당자의 전문성 확보, 이용자 편의사항 제공, 측정항목 변경 및 추가, 수질자료에 적절한 대푯값 적용, 보고양식 및 자료관리 통합 시스템 구축, 현장측정 시 측정자료의 신뢰성 확보 부문으로 6개의 개선과제를 채택하였다.

각각의 개선과제에 대하여 개선에 소요되는 현실적인 기간을 예측하여, 개선에 소요되는 기간이 짧은 단기과제와 개선에 소요되는 기간이 상대적으로 긴 중·장기 과제로 구분하여 선정하였다.

이하에서는 각 개선과제에 대해 현황, 문제점 및 개선방안을 살펴보았다.

1. 단기 과제

(1) 통계담당자의 전문성 확보

1) 현황

통계 담당 인력은 환경부 물환경정책국 물환경정책과 소속 사무관 1명, 주무관 1명, 국립환경과학원 물환경연구부 수질통합관리센터 소속 연구관 1명, 연구사 1명으로 총 4명이다. 평균 보직 근무연수는 2년 6개월이며, 평균 통계업무 경력은 3년 1개월, 통계 업무 전담 비율은 평균 35%이다. 최근 3년간 통계 교육 이수 실적은 평균 1회 2일이다.

2) 문제점

물환경정보시스템을 총괄 관리하는 환경부 물환경정책과 담당자의 경우, 순환 보직 근무제로 인해 보직 근무 연수가 각각 8개월, 1개월로 매우 짧아 전문성을 유지하기 어려운 현실이다. 통계 업무 전담비율도 평균 35%로 낮은 수준이다. 또한, 최근 3년간 통계 교육 이수 실적도 평균 1회 2일로 미흡한 실정이다. 이런 현실에서는 통계 담당자의 전문성과 통계 품질의 향상을 기대하기 어렵다.

3) 개선방안

통계담당자에 대한 통계 교육 실시의 강화가 필요하다. 매년 실시하는 연찬회 프로그램에 통계 교육 프로그램을 포함시켜 통계 교육을 실시하는 것도 좋은 방안이 될 것이다. 통계 담당자의 전문성을 위한 방안은 단기 과제로 개선이 가능할 것으로 판단된다.

(2) 이용자 편의 사항 제공

1) 현황

이용자 파악을 위한 마이크로데이터 이용자 명부, 회원/정책고객 명부, 자료 요청자 명부 등은 파악되지 않고 있다.

통계작성 담당자와 이용자 그룹 간 토론회, 자문회의 또는 위원회 등의 이용자 의견과 요구사항이 통계작성에 반영되지 않는다.

물환경정보시스템 홈페이지에 통계 담당자의 구체적인 연락처와 이용자 의견 수렴을 위한 게시판 등이 설치되어 있지 않다.

2) 문제점

현재 운영되는 물환경정보시스템은 이용자의 의견수렴과 요구사항이 반영되지 않고, 일방적인 정보 제공이 되어, 결과적으로 통계 품질의 저하를 가져올 수 있다.

3) 개선 방안

물환경정보시스템 홈페이지에 통계를 운영·관리하는 구체적인 담당자 연락처를 기재하고, "Q&A", "FAQ" 인터넷 게시판을 설치하여 이용자의 의견과 요구사항을 수렴할 수 있어야 한다. 이용자 편의 사항 제공도 단기 개선 과제로 충분히 실행 가능할 것으로 판단된다.

(3) 측정 항목 변경 및 추가

1) 현황

COD의 경우, 일본과 우리나라만 망간법을 사용하고 있고, 해외에서는 크롬법을 사용하고 있다.

우리나라의 하천 및 호소수에서 중금속과 유기염소계 살충제 등 유해화학물질의 수질 자료가 공개되지 않고 있다.

2) 문제점

COD 수질 자료는 분석방법이 달라서 외국 수질 자료와의 비교 분석이 불가능하다.

중금속과 유기염소계 살충제 같은 유해화학물질은 아주 극미량만 존재 시에도 인체와 수생태계에 매우 위험한 영향을 주어 이용자들의 관심이 높은 항목이다. 그러나, 이러한 항목들의 수질 자료가 공개되지 않아 이용자들이 자료이용에 불편을 겪을 수 있다.

3) 개선 방안

COD 망간법을 크롬법으로 실험 방법을 변경하여 해외 자료와의 비교 분석을 가능하도록 해야 할 것이다. 하천 및 호소수에 유기염소계 살충제 등 유해화학물질 수질 자료를 수질오염실태보고 통계에 추가하는 방안을 검토해야 한다. 측정 항목의 변경 및 추가는 전문가 협의를 거치면 단기 과제로 개선할 수 있을 것으로 판단된다.

2. 중·장기 과제

(1) 수질 자료에 적절한 대푯값 적용

1) 현황

수질오염실태보고 측정 자료 공표 시 수질 자료의 평균값만을 산정해 공표하고 있다.

2) 문제점

측정 자료 중에서 특이 측정값의 존재에 의해 평균값이 왜곡되는 현상이 발생할 수 있다.

3) 개선 방안

측정자료의 통계분석을 통해 측정항목에 따라 중앙값, 기하평균 등 측정값의 대표성을 나타낼 수 있는 적절한 값을 결정하여야 한다. 이를 위해 현재 산술평균으로 정하는 수질 기준에 대한 검토가 선행되어야 하고, 각각의 수질 자료에 대한 통계 분석과 전문가와의 협의가 요구된다. 수질 자료에 대한 적절한 대푯값 적용은 위와 같은 신중한 검토가 필요하기 때문에 중·장기 개선 과제로 선정하여 개선해 나가야 할 것이다.

(2) 보고 양식 및 자료 관리 통합시스템 구축

1) 현황

각 조사기관마다 보건환경연구원종합정보시스템(HEIS), 실험실정보관리시스템(LIMS), 서울시보건환경연구원 종합정보관리시스템(SRIMS) 등의 분석자료의 입력, 관리시스템이 다르고, 입력된 정보시스템이 물환경정보시스템과 연계되지 않는다.

2) 문제점

각 조사기관의 실험실정보시스템 입력 후, 별도로 물환경정보시스템에 다시 입력해야 하는 불편함이 있다. 보고된 자료에 대한 수정 사항 발생 시 수정 요구에 대한 반응이 늦고, 가끔 시스템이 불안정하여 오류가 발생하는 사례가 있다.

3) 개선 방안

환경부 또는 국립환경연구원에서 모든 조사기관에서 사용이 가능한 통일

된 종합정보시스템 구축이 필요하다. 시스템 구축을 위해서는 환경부, 국립환경과학원, 시·도 보건환경연구원, 물환경연구소 등의 각 기관별 협의와 예산이 필요하므로 중·장기 과제로 개선해 나가야 할 것이다.

(3) 현장 측정 시 측정 자료의 신뢰성 확보

1) 현황

각 조사기관마다 현장 측정 요원이 기상상황 등을 고려하여 측정 항목에 따라 1주일에 1회 ~ 1년 1회의 측정 주기로 측정을 실시한다. “수질측정망 운영계획” 상의 매뉴얼에 따라 일정한 측정시간에 같은 측정 장소에서 채수하려고 노력하나, 현장 직원의 숙련도나 경험에 의존하기 때문에 오차가 발생할 소지가 있다.

2) 문제점

조사기관에서 거리가 먼 도서지역의 경우, 이동거리가 길어 이동시간이 오래 걸리는 어려움이 있다. 대표성을 가지는 자료를 얻기 위해서는 현장의 기상상황(강우, 강설)을 고려해야 하기 때문에 채수 가능한 날이 짧아 채수 일정 조절이 어렵고, 현장 담당자가 정확하게 채수하였는지 여부에 대한 감독, 관리가 용이하지 않다.

3) 개선 방안

측정항목에 따라 자동 채수기 설치와 자동 측정망 설치 확대를 고려해야 할 것으로 판단된다. 스마트폰을 이용하여 현장 측정 데이터를 전송하는 시스템을 적용하면, 현장 담당자가 정확한 지점과 일정한 시간에 채수하였는지를 확인할 수 있을 것이다. 자동채수기 설치와 스마트폰 이용 측정 자료 전송시스템은 예산 확보가 필요하므로 중·장기 과제로 개선해 나가야 된다고 판단된다.

각 부문별 개선과제에 대한 개선 지원 방향과 기대 효과, 예상되는 문제는 다음 <표 41>과 같다.

<표 41> 개선 과제 및 개선 지원 방향

	개선과제	실행방법	기대효과	예상되는 문제	비고(p)
단기과제	통계 담당자의 전문성 확보	- 정기적인 통계 교육 실시 강화	- 통계 담당자의 전문성 확보로 통계 품질 개선		38-39, 44-45, 78-79
	이용자 편의사항 제공	- 통계 운영 관리하는 구체적인 담당자 연락처 기재 - 인터넷을 통한 "Q&A", "FAQ" 게시판 설치	- 통계 이용자의 의견을 수렴하고, 이용자의 편의를 제공하여 통계 품질 향상	- 운영관리자 업무 과중	39, 55, 79
	측정 항목 변경 및 추가	- COD 망간법을 COD 크롬법으로 변경 - 유기염소계 살충제 등 유해화학물질 항목 추가	- 외국 수질자료와의 비교 용이 - 이용자 편의성 증가	- 추가 분석장비 및 인력확보와 예산문제	39, 79-80
중·장기과제	수질자료에 적절한 대푯값 적용	- 측정자료의 통계분석을 통해 중앙값, 기하평균 등 측정값의 대표성을 나타낼 수 있는 적절한 값을 결정하여 게시	- 특이측정치에 의한 측정값이 왜곡되는 현상을 방지	- 통계전문가에 의한 모든 데이터의 통계 분석 필요	39, 80-81
	보고 양식 및 자료 관리 통합시스템 구축	- 각 조사 기관별로 분석 자료 입력 및 관리시스템, 작성 양식을 통일하고, 물환경정보시스템과 연계 - 물환경정보시스템의 안정성 확보를 위한 프로그램 구축	- 관리자의 자료 입력이 편리하고 자료 간 비교 용이 - 자료 수정에 따른 시스템 오류 방지	- 통일된 자료 입력 및 관리시스템 구축을 위한 중앙 정부 차원의 예산 확충이 어려움. - 관리자를 대상으로 한 추가교육이 필요하고, 프로그램 구축 시간 소요	39-40, 65-66, 81
	현장측정시 측정자료의 신뢰성 확보	- 측정항목에 따라 자동 채수기 등의 시료채취 장비 확보 - 장기적으로 수질자동측정망 확대 - 스마트폰을 이용한 실시간 측정 데이터 전송	- 현장 기상상황(강우, 강설 등)에 맞는 채수 가능 - 도서지역 등 이동거리가 먼 지역의 수질을 자동측정하여 현장 출장 불편 해소 - 채수시 정확한 기상 상황, 시간, 장소 등의 정보를 얻을 수 있고, 현장요원이 적절하게 채수를 수행했는지 확인 가능 - 현장 조건에 대한 정보를 즉각적으로 얻을 수 있음.	- 자동 채수장치 및 자동 측정 장비 구입에 따른 예산확보	40, 81-82

제 3 장 개선 지원 결과

제 1 절 부문별 개선 지원

1. 수질자료에 적절한 대푯값 제공

수질 자료 중에 적정 측정 범위를 벗어나는 특이 측정값, 즉 아웃라이어(Outlier)가 존재할 경우에는 평균값에 큰 영향을 주어 측정 자료의 대표성에 문제가 있을 수 있다. 그러므로, 이를 고려하여 median 등의 다른 형태의 대표값으로 입력하는 것이 측정 자료의 대표성을 나타내는데 적합할 수 있다. 예로써 몇 개 항목에 대해서 측정된 자료들을 통계 분석을 시행하였다. 이를 통해서 어떤 항목이 문제가 있는지를 살펴보았다.

다음 <표 42> ~ <표 43>은 2012년 1월 ~ 4월 공단폐수 배출수 수질측정 결과에 대한 분석 결과이다. <표 44> ~ <표 48>은 각 항목에 대한 box plot 결과이다.

pH, DO, BOD, COD, SS, 수온의 경우, 표준편차가 크지 않고, 특이 측정치가 존재하나, 평균값에 미치는 영향은 크지 않은 것으로 나타났다. 전기전도도의 경우 표준편차값이 크나, 평균값에는 큰 영향이 없는 것으로 보인다. Cd의 경우, 2월 자료는 최대값 30 mg/l라는 특이 측정값으로 인해 평균값이 0.435 mg/l로, 1월 0.0002 mg/l, 3월 0.0003 mg/l, 4월 0.0002 mg/l에 비해 높게 나타났다. CN의 경우, 1월 자료는 최대값 4.24 mg/l라는 특이 측정값으로 인해 평균값이 0.065 mg/l로, 2월 0.009 mg/l, 3월 0.002 mg/l, 4월 0.009 mg/l에 비해 높게 나타났다. Pb의 경우, 1월, 3월, 4월 자료가 특이 측정값으로 인해 평균값이 높게 나타났다. Cr⁶⁺의 경우 2월 자료가 특이 측정값으로 인해 평균값이 높게 나타났다. As, Cu, Zn, Cr, F, ABS의 경우, 1월에서 4월까지 모든 자료가 특이 측정값으로 인해 평균값이 높게 나타났다. Hg의 경우에 특이 측정값은 관찰되지 않았다. 색도, T-N, T-P의 경우, 특이 측정값에 의한 평균값의 영향은 크지 않은 것으로 나타났다. Phenol, n-헥산, Mn, Fe, 총대장균군수의 경우, 특이 측정값의 영향으로 평균값이 높게 나타나는 것으로 나타났다.

<표 42> 공단배수의 수질자료 분석 결과 1

항목	월	자료수	평균	표준편차	최소값	최대값
pH	1	69	7.4	0.40	6.6	8.4
	2	69	7.4	0.44	6.4	8.3
	3	69	7.5	0.42	6.4	8.3
	4	69	7.4	0.43	6.5	8.5
DO (mg/L)	1	69	8.5	2.13	3.2	14.8
	2	69	8.6	2.37	4.0	16.6
	3	69	8.0	2.29	3.3	13.0
	4	69	7.3	2.16	1.9	13.2
BOD (mg/L)	1	69	37.0	77.88	0.5	531.0
	2	69	36.8	84.48	0.8	609.0
	3	69	34.8	95.88	0.6	727.5
	4	69	41.3	119.60	0.7	923.3
COD (mg/L)	1	69	31.6	48.36	4.1	348.0
	2	69	34.3	59.75	3.1	459.5
	3	69	31.2	53.75	3.4	411.0
	4	69	30.8	61.41	2.3	490.0
SS (mg/L)	1	69	22.2	33.22	0.3	148.4
	2	69	20.4	36.82	0.5	183.9
	3	69	19.8	31.46	0.4	131.2
	4	69	20.1	32.06	0.4	143.1
온도 (℃)	1	69	11.6	4.59	0.9	22.5
	2	69	11.4	4.45	1.0	23.0
	3	69	14.4	3.93	6.5	24.5
	4	69	17.9	3.35	11.9	28.5
전기전도도 (μ S/cm)	1	69	3465	6420	262	36635
	2	69	3475	6496	313	32825
	3	69	3419	7236	214	50421
	4	69	2965	5367	134	31980
Cd	1	69	0.0002	0.002	0	0.017
	2	69	0.4350	3.612	0	30
	3	69	0.0003	0.002	0	0.017
	4	69	0.0002	0.002	0	0.016
CN	1	69	0.0649	0.510	0	4.24
	2	69	0.0087	0.028	0	0.19
	3	69	0.0025	0.008	0	0.05
	4	69	0.0091	0.046	0	0.37
Pb	1	69	0.0013	0.008	0	0.06
	2	69	0	0	0	0
	3	69	0.0016	0.013	0	0.11
	4	69	0.0016	0.013	0	0.11
Cr ⁶⁺ (mg/L)	1	69	0	0	0	0
	2	69	0.0006	0.0048	0	0.4
	3	69	0	0	0	0
	4	69	0	0	0	0
As (mg/L)	1	69	0.0013	0.004	0	0.025
	2	69	0.0018	0.005	0	0.029
	3	69	0.0013	0.004	0	0.018
	4	69	0.0007	0.003	0	0.012
Hg (mg/L)	1	69	0	0	0	0
	2	69	0	0	0	0
	3	69	0	0	0	0
	4	69	0	0	0	0

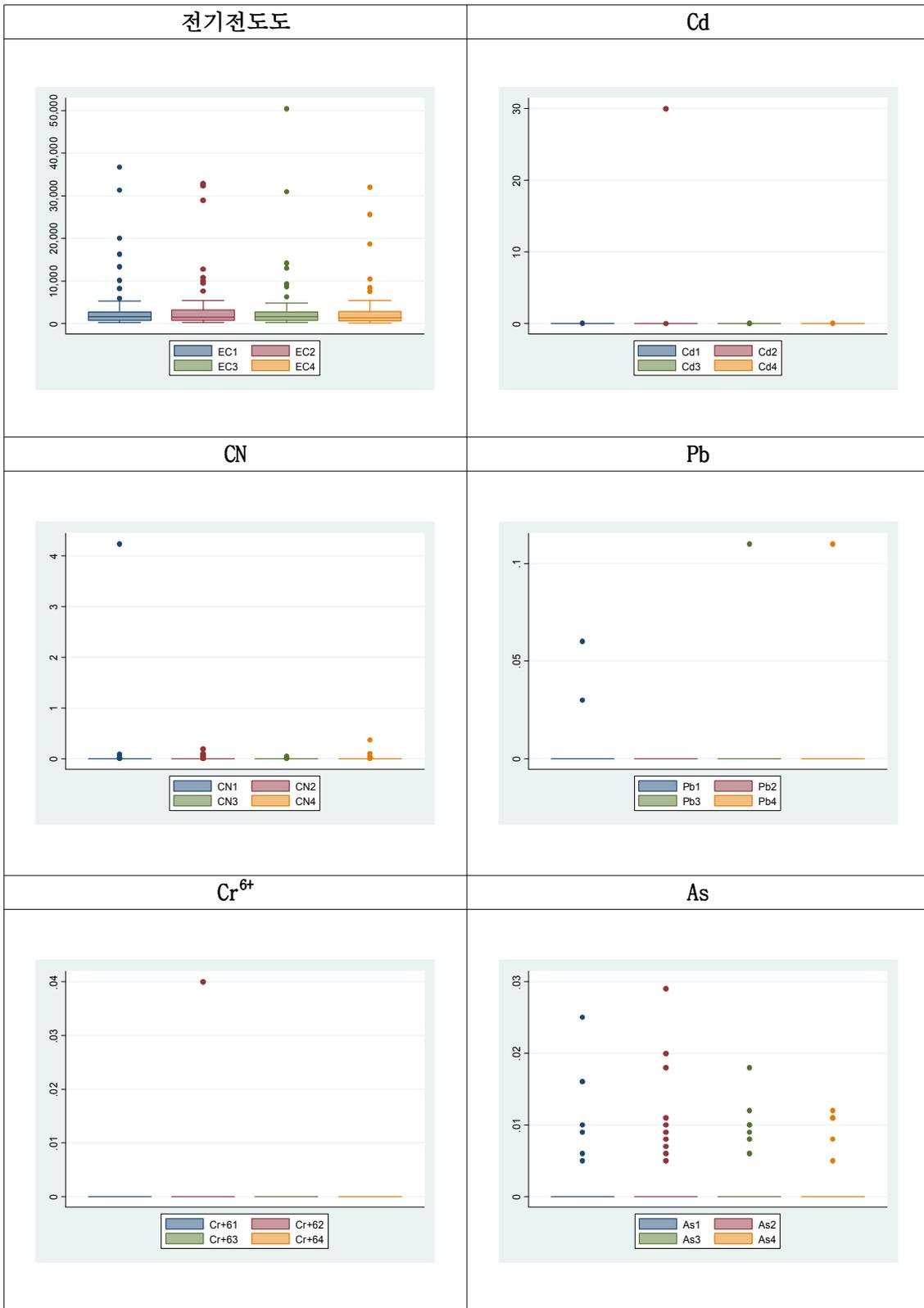
<표 43> 공단배수의 수질자료 분석 결과 2

항목	월	자료수	평균	표준편차	최소값	최대값
Cu (mg/L)	1	69	0.107	0.35	0	2.46
	2	69	0.104	0.41	0	2.54
	3	69	0.074	0.29	0	1.93
	4	69	0.067	0.30	0	2.26
Zn (mg/L)	1	69	0.18	0.50	0	3.35
	2	69	0.20	0.50	0	3.45
	3	69	0.19	0.39	0	2.37
	4	69	0.15	0.36	0	1.90
Cr (mg/L)	1	68	0.008	0.02	0	0.12
	2	69	0.018	0.06	0	0.41
	3	69	0.015	0.08	0	0.70
	4	69	0.007	0.02	0	0.14
F (mg/L)	1	68	0.833	1.03	0	5.13
	2	69	1.032	1.58	0	9.40
	3	69	0.834	1.35	0	7.98
	4	69	0.963	2.13	0	14.61
ABS (mg/L)	1	69	0.217	0.52	0	3.1
	2	69	0.194	0.54	0	3.6
	3	69	0.272	1.13	0	9.2
	4	69	0.216	0.64	0	4.0
색도	1	38	38.4	43.1	0	256
	2	38	36.1	35.3	0	171
	3	38	41.3	47.0	0	208
	4	38	55.4	73.6	0	345
TN (mg/L)	1	69	16.98	23.54	0.60	184.07
	2	69	17.52	17.17	1.52	118.57
	3	69	16.79	17.84	0.57	91.29
	4	69	15.79	16.98	1.03	101.98
TP (mg/L)	1	69	0.93	1.2	0.05	5.76
	2	69	0.97	1.3	0.06	8.41
	3	69	0.84	1.2	0.01	5.47
	4	69	0.88	1.3	0.02	7.44
Phenol (mg/L)	1	69	0.0049	0.02	0	0.148
	2	69	0.0117	0.07	0	0.574
	3	68	0.0070	0.02	0	0.140
	4	69	0.0026	0.01	0	0.043
n-헥산 (mg/L)	1	66	0.9985	1.85	0	11.2
	2	66	1.0833	1.96	0	9.2
	3	66	1.3439	2.50	0	11.1
	4	66	1.2030	2.22	0	10.4
Mn (mg/L)	1	69	0.24	0.56	0	3.25
	2	69	0.17	0.24	0	1.56
	3	69	0.15	0.25	0	1.47
	4	69	0.14	0.21	0	1.22
Fe (mg/L)	1	69	0.22	0.44	0	2.68
	2	69	0.25	0.54	0	3.96
	3	69	0.14	0.23	0	1.57
	4	69	0.16	0.24	0	1.43
총대장균군수 (대장균군수/ 100ml)	1	68	11981	31131	0	160000
	2	69	16503	56405	0	330000
	3	69	54026	349412	0	2900000
	4	69	18919	58833	0	360000

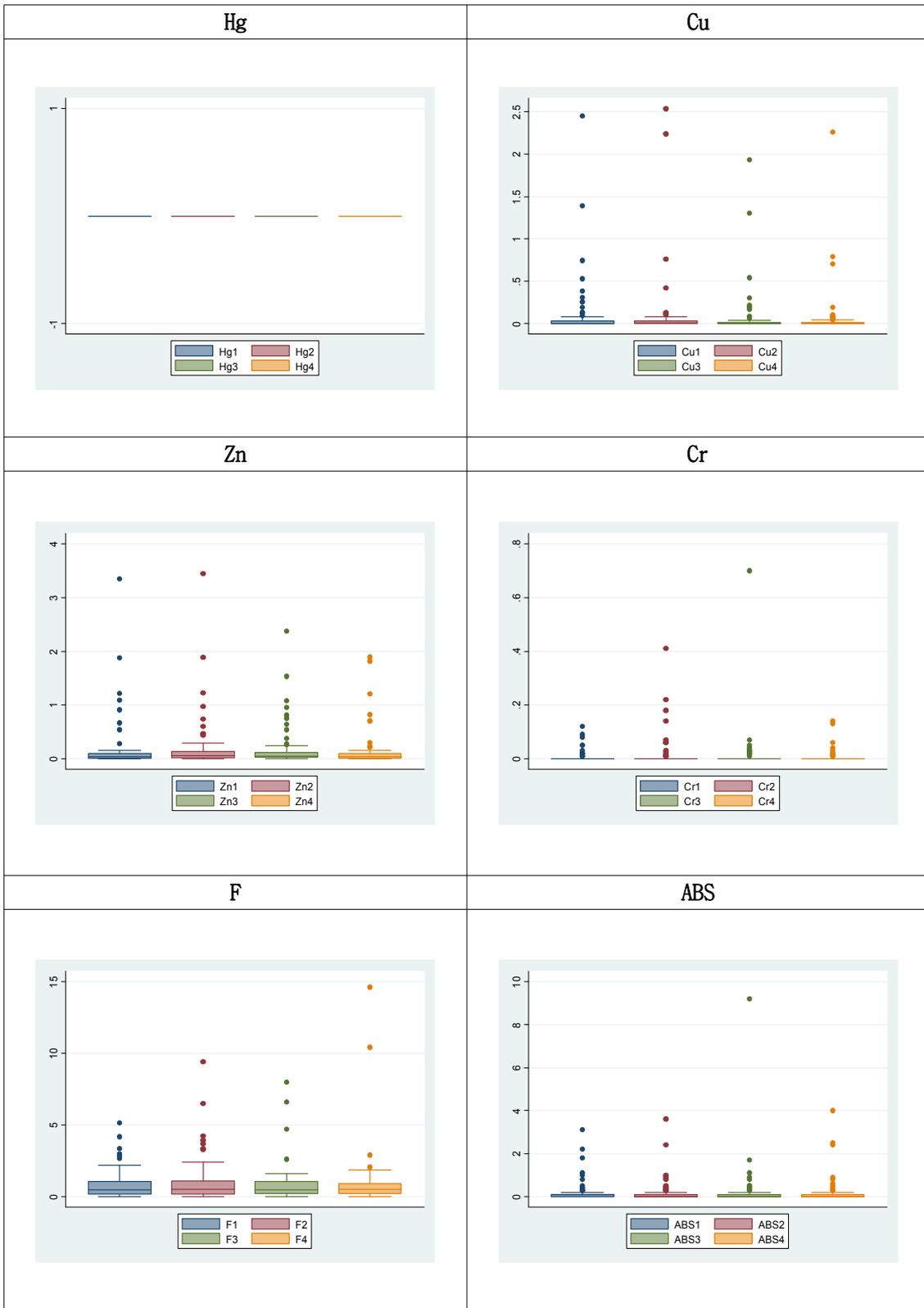
<표 44> 공단배수 pH, DO, BOD, COD, SS, 온도 data box plot



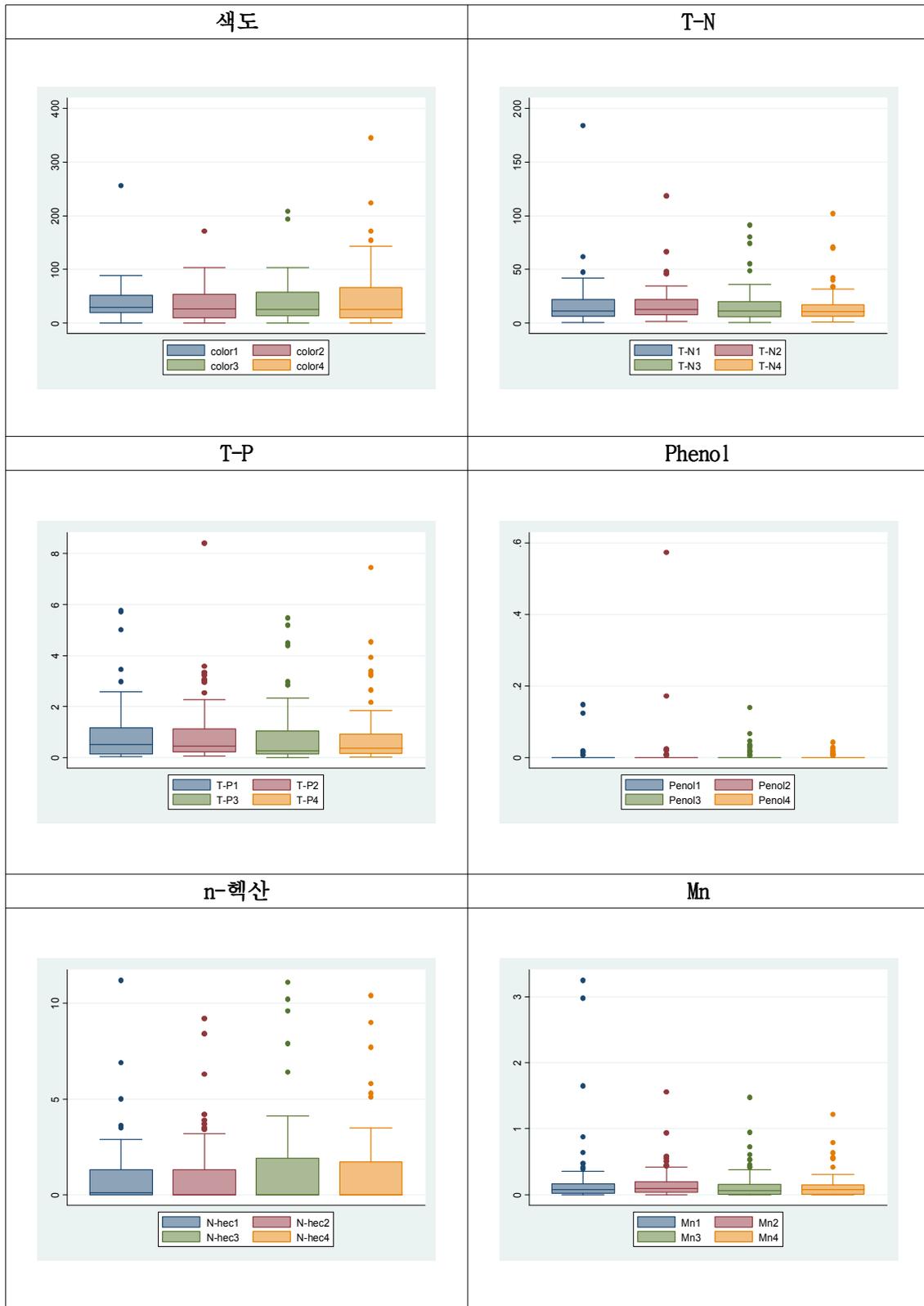
<표 45> 공단배수 전기전도도, Cd, CN, Pb, Cr⁶⁺, As data box plot



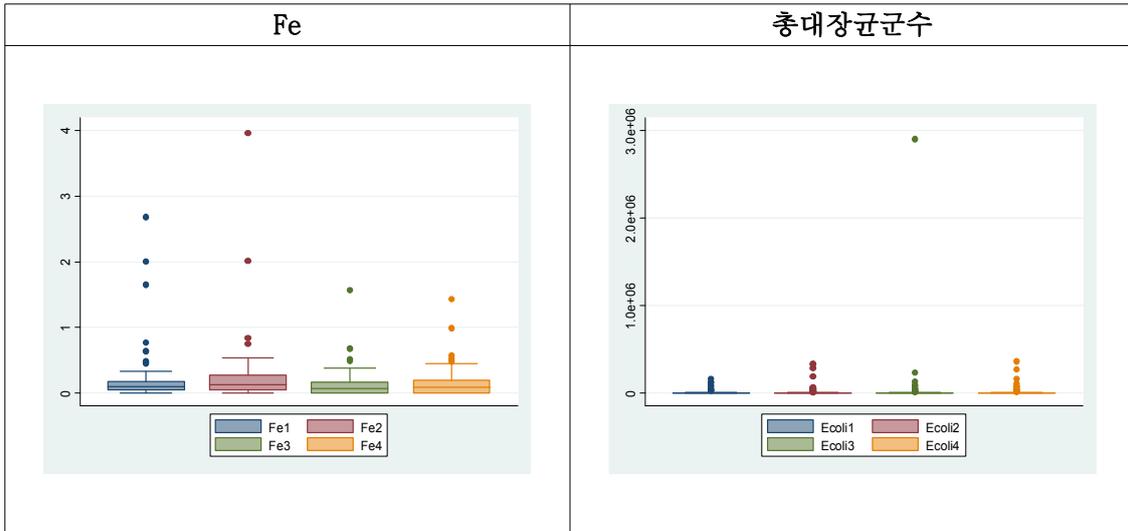
<표 46> 공단배수 Hg, Cu, Zn, Cr, F, ABS data box plot



<표 47> 공단배수 색도, T-N, T-P, Phenol, n-헥산, Mn data box plot



<표 48> 공단배수 Fe, 총대장균군수 data box plot



Cd, CN, Pb, Cr⁶⁺, As, Cu, Zn, Cr, F, ABS, Phenol, n-헥산, Mn, Fe, 총대장균군수 등은 대부분 측정농도가 매우 낮고, 총대장균군수를 제외하고 표준편차가 크지 않으면서, 특히 측정값에 의해 평균값이 영향을 많이 받는 것으로 파악되었다. 이런 항목에 대해서는 median 등의 다른 형식의 측정값 표현이 필요할 것으로 판단된다. 또한, 각 측정결과에 대한 분석방법의 검출한계 등이 함께 제시되어야 할 것이다. 그리하여, 이용자가 보다 대표성과 신뢰성이 있는 수질자료 이용이 가능할 것이다.

2. 현장 측정 시 측정 자료의 신뢰성 확보

기존의 수동 측정망은 주기적으로 지정된 장소에 운영위원을 파견하여 채수를 시행하고 수질을 측정하기 때문에, 정확한 측정시간 및 채수위치가 중요하다. 하지만 운영요원에 따라서 오차가 발생할 수 있다. 또한, 수동 측정된 데이터를 연구실로 복귀하여 가공·처리하는 과정에서 데이터를 손실하는 등의 문제점이 나타나고 있다.

이에 'N'사에서는 스마트폰을 이용한 수질자료 전송방식을 개발하여 미국 "WEFTEC 2012"에 전시하였다.

이 기술은 스마트폰의 GPS기능을 이용한 측정지점 찾기, 측정된 데이터를 파일화하여 현장에서 실시간으로 관제센터로 전송하는 Application의 개발로 수동측정망에서 나타나는 문제점을 개선 할 수 있다.

스마트폰과 수질 센서간 블루투스 통신을 이용하여 GPS데이터를 이용한 측정지점 찾기, 측정, 특이사항 입력, 데이터 전송 기능을 대표 기능으로 스마트폰 Application의 개발과 스마트폰 수질전송시스템의 기능, UI, 디자인 등을 개선하였다.



<그림 4> 스마트폰을 이용한 수질 자료 전송

개발된 스마트폰 수질전송시스템은 대상시장을 국내뿐 아니라 말레이시아, 미국 등 수질관련사업을 추진하고 있는 해외국가를 대상으로 확장하여 사업화를 추진하고 있으며, 이에 영문본을 별도로 개발하였고, 국외특허 2건이 출원된 상태이다.

스마트폰 수질전송시스템은 초기 윈도우 OS기반의 스마트폰 Application 버전 개발을 시작으로 안드로이드 OS버전도 개발하였다. 개발에 적용한 모델은 안드로이드 OS기반의 갤럭시 노트와 갤럭시 탭 10.1이 있다.



<그림 5> 갤럭시 노트 및 갤럭시 탭에 구현된 화면

스마트폰과 수질센서와의 통신은 블루투스 통신을 이용하였다. 향후 통신 모듈은 블루투스뿐만 아니라 와이파이 등 통신방식을 확대하여 개발예정이며, 시중의 모든 수질센서와 연결이 가능한 미들웨어 방식으로 개발을 확대할 계획이다.

스마트폰을 이용한 수질자료 전송 방식을 수질 측정 현장에서 이용한다면, 측정 자료의 신뢰성 확보가 가능하고, 나아가 통계 품질 향상에 이바지 할 것으로 기대된다.

제 2 절 통계 활용 사례

수질오염실태보고 통계는 환경부 국립환경과학원에서 매년 발간되는 “전국수질평가보고서”에 활용이 되고 있다. 이 보고서는 수질오염실태보고 통계 자료를 통해 전국의 수질을 종합적으로 평가하고, 수질변화의 추이 및 원인을 분석하여 종합적인 오염물질 저감방안 등의 대책을 제시하는 보고서이다.

보고서의 전국수질평가는 주요 상수원인 4대강 수계 주요지점의 종합적인 수질평가와 “좋은물 달성도 평가”, “목표기준 달성도 평가”, “한국형 부영양화에 의한 주요 호소(49개) 부영양화 시범 평가” 등의 분야별 평가로 나누어 실시한다.

4대강 수계 주요지점의 BOD, COD, TP, 클로로필-a 농도를 6등급(I a: 매우 좋음, I b: 좋음, II: 약간 좋음, III: 보통, IV: 약간 나쁨, V: 나쁨)으로 구분하여 종합적인 수질을 평가한다. 좋은물 달성도 평가는 하천의 경우 BOD 3 mg/ℓ 이하, 호소의 경우 COD 4 mg/ℓ 이하의 매우 좋음 ~ 좋음 등급의 수질을 달성한 물이 몇 %인지를 평가한다. 목표기준 달성도 평가는 매년 각 하천과 호소에 대해 항목별로 목표기준을 정하고, 중금속·유해물질 등 15개 건강항목은 하천 및 호소에서 전 항목이 환경기준 이내로 목표기준을 달성하고, 생활환경항목은 하천은 BOD, 호소는 COD가 목표기준을 달성했는지를 평가한다. 한국형 부영양화 지수에 의한 주요 호소 부영양화 시범평가는 49개 주요 호소에 대해 COD, 클로로필-a, TP에 가중치를 부여하여 부영양화 지수를 산정하여 빈영양(30 미만), 중영양(30 ~ 50 미만), 부영양(50 ~ 70 미만), 과영양(70 이상) 단계로 구분하여 호소의 부영양화를 평가한다.

일반인에 의한 수질오염실태보고 통계의 활용 사례는 거의 이루어지지 않고 있다. 논문이나 보고서에 주로 활용되는 자료는 시간별, 일별 자료인데 현재의 수질오염실태보고 통계는 하나의 측정지점에 대해 각 측정항목별로 월 1회 ~ 년 1회 정도의 빈도로 측정되어지기 때문에 거의 활용이 되지 못하는 실정이다. 또한, 논문이나 보고서에는 특정한 측정지점의 자료를 필요로 하는데, 수질오염실태보고 통계는 통계의 목적상 하천 및 호소수의 수질을 대표할 수 있는 지점에 대해서 자료가 조사되어지므로 활용이 어려운 측면이 있다. 향후, 실시간 측정되어지는 수질자동측정망 자료의 공개가 이루어지고, 측정지점이 확대된다면, 수질오염실태보고 통계 자료의 활용도 점차 이루어질 수 있을 것으로 예상된다.

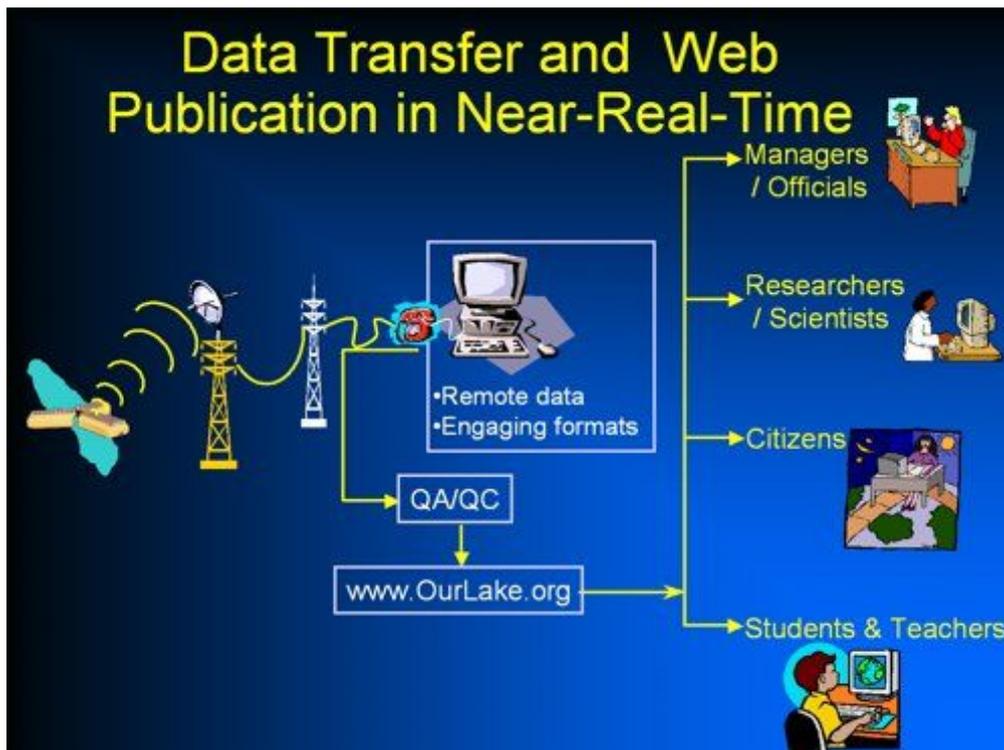
제 3 절 해외 사례

1. 수질측정망 선진 외국의 운영방법 사례조사

(1) 수질측정망의 설치 현황

해외 수질측정망의 설치 현황과 운영방법을 살펴봄으로써, 우리나라 수질 측정망 설치·운영 시 현황과 비교하여 부족한 점을 찾고, 결과적으로 수질오염실태보고 통계 품질의 향상을 위한 개선 방안을 도출하고자 하였다.

다음 <그림 6>은 미국 뉴욕 실시간 수질 자료의 공개 시스템의 흐름을 보여준다. 현장에서 측정된 각각의 수질 자료는 정해진 형식으로 원격으로 중앙 관제소로 전송되고, 전송된 데이터의 QC/QA를 거쳐 홈페이지인 "www.OurLake.org"에 공개되며, 공개된 자료는 관리자, 연구원, 과학자, 일반시민, 학생, 교사 등의 다양한 사람들이 쉽게 이용할 수 있다.



<그림 6> 미국 뉴욕 실시간 수질 자료의 공개 시스템

해외 수질측정망의 경우, 다양한 기능과 형태로 구축이 되고 있다(표 49 참조). 중앙정부에서 운영하는 수질측정망 외에도 지방 정부나 학계, 연구기관 등이 운영하는 수질측정망이 있으며, 이들 개별기관의 측정망에서 얻은 정보는 중앙 정부에서 함께 관리를 하고 있다.

<표 49> 해외 주요 수질측정망 요약

	개 요	주요 내용(측정대상, 측정소, 주요기술)
NWIS (미국)	<ul style="list-style-type: none"> · 물 관련 자료의 저장 및 검색 통합 시스템 · 물공급 측정, 공급 계획 수립, 홍수와 가뭄 예보와 수질 관리 	<ul style="list-style-type: none"> · 수량, pH, 염도, 탁도, 수온, DO, 암모니아, 질산염, 염화물, 염록소, 홍조류, 남조류 등의 측정 정보를 제공 · 33.8만 지표수 및 지하수 수질 관측 지점, 22,600개소의 과거 및 현재 유량 관측 지점, 8,830개소의 하천, 호수, 저수지, 지하수, 기상의 실시간 관측 지점, 140만개소의 우물 관측 지점
켄사스주 실시간 모니터링 시스템 (미국)	<ul style="list-style-type: none"> · 하천, 호수, 지하수 등에 광범위하게 측정소를 설치하여 저수지 혹은 댐 운영, 하천 예보, 홍수 경보 등의 정보를 제공 	<ul style="list-style-type: none"> · 하천(171개), 호수(14개) 등에서 전도도, pH, 수온, 탁도, 클로필, DO 등을 15분~1시간 간격으로 측정 · 지하수 측정소는 1시간의 측정빈도 · 인공위성을 이용한 실시간 자료 전송 · DCPS: 자동 데이터 수집 시스템
River Forecast Center (미국)	<ul style="list-style-type: none"> · 모든 하천에 모니터링 시스템을 구축하여 실시간 수문예측자료 및 정보자료를 제공 	<ul style="list-style-type: none"> · 미국 상무성 및 미국해양대기관리처 산하 미국 기상청이 운영 · 약 4,000여개 하천 지점별로 홍수예보와 시 관측 자료를 제공
REON	<ul style="list-style-type: none"> · 최초의 USN기반 수중환경 실시간 모니터링 서비스 · 315마일 길이의 허드슨강 전 구간에 5,000개가량의 센서, 로봇틱스, 컴퓨터생명공학 부품 및 장치로 이뤄진 네트워크를 구축할 예정 	<ul style="list-style-type: none"> · 태양광발전 패널과 배터리를 이용해 플랫폼의 센서와 무선통신 시스템의 전원을 공급하는 에너지 자립형 · 자율 로봇틱 프로파일러가 하천을 움직이며 분 단위로 센서어레이를 구동시켜 수질정보를 획득 · 약 100m 마다 센서를 배치하고 이들을 네트워크로 연결하여 온도, 수압, 염분, 탁도, 용존산소량 등 수질과 관련된 기본적 정보를 수집하여 실시간(분 단위)으로 전송 · 다수의 센서가 실시간으로 전달하는 데이터를 수집·처리
캘리포니아 주 식물원 환경모니터링 시스템 (미국)	<ul style="list-style-type: none"> · 미국 캘리포니아 주 Huntington식물원에 적용한 인터넷을 통한 실시간 식물원 환경 모니터링 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> · 식물원의 온실 내부, 실외 종묘원, 수분 온실 4곳, 온실 지중에 태양열을 사용한 센서를 설치 · 토양 온도 및 수분, 기온, 습도, 일사량, 산소량을 측정할 수 있는 센서 도입
On-farm Demonstration of a Wireless Mesh Network (미국)	<ul style="list-style-type: none"> · 무선랜 기반 메시 네트워크를 통한 음성통신 시스템을 Field Day 농장에 적용 	<ul style="list-style-type: none"> · 무선랜을 기반으로 하는 총 5개의 무선 노드로 구성되며, 최대 300m의 거리를 두고 농장에 설치

<p>Project Warmer (EU)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 유럽 전역의 수질을 모니터링 하려는 목적으로 화학, 전자, 통신 등 여러 영역의 R&D기관이 협동하여 추진하는 학제 간 연구 프로그램 	<ul style="list-style-type: none"> • 온도, 전기전도성, 염도 등의 물리적데이터, 암모니아, 질산 등의 영양소 뿐만 아니라 유기물, 이온 함유량, 중금속을 검출할 수 있는 센서 개발 • 적용될 효율적인 통신 프로토콜 RRABP(Resettable Receiver Alternating Bit Protocol)개발 • 베니스 주변에 10개의 이동형·고정형 모니터링 스테이션을 설치하여 필드테스트 수행
<p>FRICS (일본)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 하천 및 유역관리를 위한 모든 수문정보를 수집하고 분석하여, 홍수피해 절감 등을 위한 정보를 제공 	<ul style="list-style-type: none"> • 우량, 수위, 댐, 해안, 지진, 기온, 풍향, 풍속 등을 측정 • 원격측정관측소 약 15,000개가 상호 정보 공유
<p>Hokkaido Univ.'s farm and pasture WLAN system (일본)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 농업 종사자들의 노동력 절감 및 생산량 증대를 위한 센서와 무선랜 기반의 농장 모니터링 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> • 날씨, 강수량, 토양 습도, 전기전도도, 지하수, 수위 등을 실시간으로 측정 • 태양광 패널과 풍력터빈을 설치하여 모든 센서와 데이터 허브, 라우터에 전력을 공급함
<p>Rice seedling greenhouse remote control (일본)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 벼 재배의 노동력 절감과 산출량 증대를 위한 무선랜 기반의 벼 묘목 원격 관리 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> • 무선랜과 유선랜을 기반으로 온도 및 일조량 습도 센서를 탑재한 Control Object를 이용하여 묘목의 급수 및 관개 조절 • 센서들은 매 10분마다 주기적으로 온도, 토양 온도, 토양 수분, 일조량을 측정
<p>IKSER (독일)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 엘베강의 수질을 상시 자동 모니터링하는 프로그램 운영 	<ul style="list-style-type: none"> • 용존산소(DO), 전기전도도, 온도, 일반유기오염물, 암모니아 및 ortho-phospharates, Daphnia에 의한 독성 등을 연속 자동 측정 • 수질자동측정망은 소수의 운영인력만이 상주
<p>노트라인베스트팔렌 주 수질관리 (독일)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 단기간의 수질변화와 집중적인 수질감시를 위한 조기경보 모니터링 시스템 • 장기간 수질변화 및 수질의 체계적인 관리를 위한 장기 모니터링 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> • 3개의 유인측정소와 10개의 무인측정소를 설치하여 수질오염을 조기 경보함 • 수온, 전기전도도, pH 등의 물리·화학적 수질 데이터는 실시간 자동측정 • TOC, 질소, 황 등을 TOC 자동측정기와 이온크로마토그래피를 이용하여 일 2-3회 측정함
<p>RIMSYS 프로젝트 (마케도니아)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 수질 등 물의 화학적 특성보다 유량 등 물리적 특성을 모니터링하는 기능을 강화한 IT기술 기반 수자원 관리 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> • 마케도니아와 스위스의 다양한 수자원관리 관련 민·관 조직이 프로젝트에 참여 • 18개 수자원 모니터링 시스템에 최신기술을 적용하여 운영과 관리의 완전 자동화를 추진 • 수위, 수온, 탁도, pH, 전기전도도를 측정할 수 있는 다항목측정기와 수위측정을 위한 레이더 센서를 도입

(2) 각국의 수질측정망 운영 현황과 조직

가. USGS

미국내무부(USDOJ)산하의 미국지질조사국(USGS)에서 운영 중인 물 관련 자료의 저장 및 검색을 위한 통합 시스템을 운영한다.

분산데이터베이스 구조를 토대로 측정지점, 시계열적인 계측데이터, 침투 유량, 지하수, 수질, 수자원 이용 등에 관한 데이터를 실시간으로 수집·저장 및 관리한다. 누구나 손쉽게 Web페이지 상에서 다양한 파일형식(Text, XML, 그래픽)의 데이터를 제공받을 수 있다.

나. 캔사스 주

광범위하게 이용될 수 있는 실시간 물자원 자료를 측정하여 서비스한다. 캔자스 주 내 모든 연속 측정소는 자동자료수집시스템(automated data collection platforms, DCPs)을 갖추고 있으며, DCPs는 인공위성 기술을 이용해서 자료를 Lawrence에 위치한 미 지질조사국 사무실로 24시간마다 전송한다. 캔사스주와 지방 물관리 용수관련 기관, 미 기상청 하천예보센터(River Forecast Centers) 등이 다양하게 이용한다. 주 및 지방 물 관리 전략 계획·모니터링·조정, 홍수 범람 예보 등을 제공한다.

다. RFC

미국 상무성(DOC) 및 미국해양대기관리처(NOAA) 산하 미국 기상청(NWS; National Weather Service)이 운영하며, 기상예보국과 협동하여 모든 하천에 대한 모니터링 시스템을 구축, 실시간 수문예측자료 및 경보자료를 제공한다.

라. REON

2008년부터 Beacon 연구소, IBM社, Clarkson University가 공동으로 추진 중인 최초의 USN 기반 수중환경 실시간 모니터링 시범서비스이다.

Beacon 연구소는 2009년 4월에 선진화된 모니터링 플랫폼 B1을 허드슨강

Denning's Point 유역에 설치하였다. 2010년에는 GE社와의 협력을 통해 추가 기능을 갖춘 B2, B3 플랫폼을 Fort Edward, Schuylerville 유역에 각각 설치하였다.

마. Project Warmer

유럽 집행위원회(EC)는 수자원 관련 위험관리를 위한 실시간 수질관리시스템을 유럽 전역에 구축하려 한다. 기본 성격은 화학, 전자, 통신, 네트워크 등 여러 영역의 R&D기관이 연합하여 유럽 전역의 수질을 모니터링 하려는 목적으로 추진하는 학제간 연구 프로그램으로 다수의 국가와 다양한 연구기관이 Project Warmer의 파트너로 참가했다.

바. FRICS

하천 및 유역관리를 위한 모든 수문정보를 수집하고 분석하여, 홍수피해 절감 등을 위한 정보를 제공하는 일본의 하천정보센터(FRICS; Foundation of River & Basin Integrated Communication)가 개발한 시스템이다. 하천 유역 내의 하천 지진피해, 환경에 관한 정보를 최첨단 기술을 활용해 과거-현재-미래 관점에서 종합적으로 제공한다. 다양한 자료(우량, 수위, 댐, 해안, 지진, 기온, 풍향, 풍속 등) 및 정보(원격측정관측소 약 15,000개, 2004년 9월 기준)가 상호 시스템 간 공유된다. 일본 국토 교통성 하천국, 기상청, 지방자치단체(도도부 현) 등이 관할하는 다양한 자료가 통합적으로 제공된다.

사. 일본 지역하천 정보시스템

2005년 기준으로 47개 광역지자체 가운데 38개 지방자치단체에서 자체적으로 지역하천정보시스템을 구축 운영하고 있다. 국가와 지자체는 우량 수위, 강우, 댐 정보 등의 정보를 공유함으로써 광범위하고 고밀도의 정보를 상호 활용하고 있으며, 방재활동에 신속하게 대응함으로써 피해를 경감시키는 역할을 한다. 우량, 수위, 댐 정보, 지역 기상 관측시스템의 정보표시의 범례 및 표시방법을 표준화하였으며, 웹을 통해 정보를 제공하는 시스템을 개발한다.

(3) 해외 운영/자문위원회의 구성 및 운영 사례

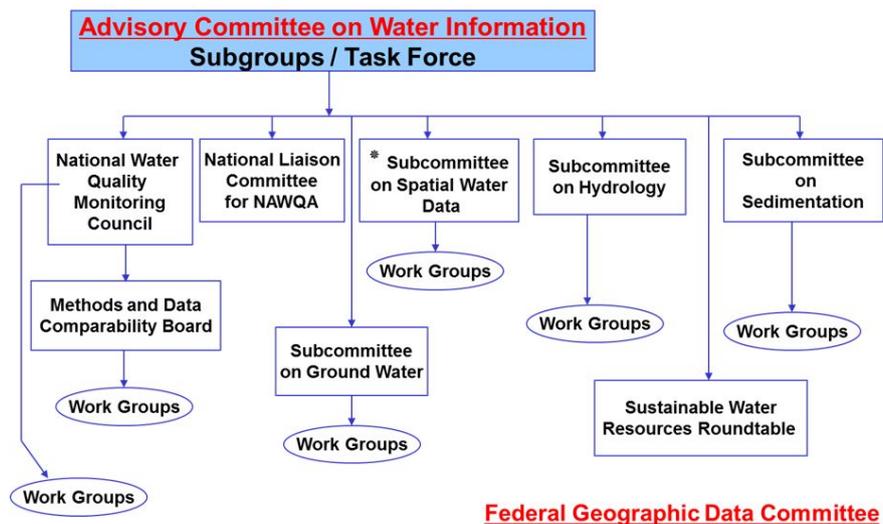
해외에서 수질측정망 운영을 위한 운영/자문위원회는 어떻게 구성되고, 어떤 활동과 역할을 수행하는지를 조사하였다.

○ 미국의 물정보 관련 자문위원회(Advisory Committee on Water Information)

1960년대에 미국의 OMB(Office of Management and Budget)의 주도로 구성되었다. 1991년에 Memorandum No. 92-01을 통해서 Water Information Coordination Program을 구성하였고, USGS가 leading agency이다.

여타 연방 정부는 물관련 정보 관련하여 재원 확보, 자료 취합, 자료 활용을 통해서 USGS에 협조하도록 명령하고 있다. 물 정보 관련 연방의 재원 확보 및 활동은 비연방 기관과 긴밀하게 협력하도록 명령하고 있다. 연방 내무부 장관은 Federal Advisory Committee Act(FACA) 법령에 따라서 advisory committee를 만들고 있다.

수자원 관리 및 환경보호에 관한 의사결정을 위한 물관련 정보의 질을 개선하는 데에 있어 목적이 있으며, 필요한 물정보의 규명, 현행 물정보 시스템의 효과분석 및 개선 제안하는 역할을 한다.



<그림 7> 미국의 물정보 관련 자문위원회 구성도

운영위원회는 연방, 주정부, 원주민, 사적 기관들을 대표하는 구성원들로 다양하게 구성되며, 구성원은 Federal agencies, Professional water-related associations, State and county water-related associations, Academia, Private industry, Water utility associations, Civil engineering societies, Watershed and land conservation associations, Ecological societies, Lake, coastal and ocean associations, Environmental and educational groups 등이다.

ACWI의 위원장은 내부부의 차관보가 맡으며, 부재 시 USGS 물관리 부국장이 맡을 수 있다. 구성원의 임기는 2년이다.

해외의 경우, 각 sub-group의 자문위원회의 구성원과 매회의 agenda 및 회의 결과를 webpage에 공개를 하고 있다. 이를 통해서 관심 있는 제3자 회의 내용에 대해서 의문이나 제언이 있을 경우, feedback을 할 수 있도록 하고 있다(그림 8 참조).



State, Interstate, and Regional Water Quality Monitoring Council Contacts

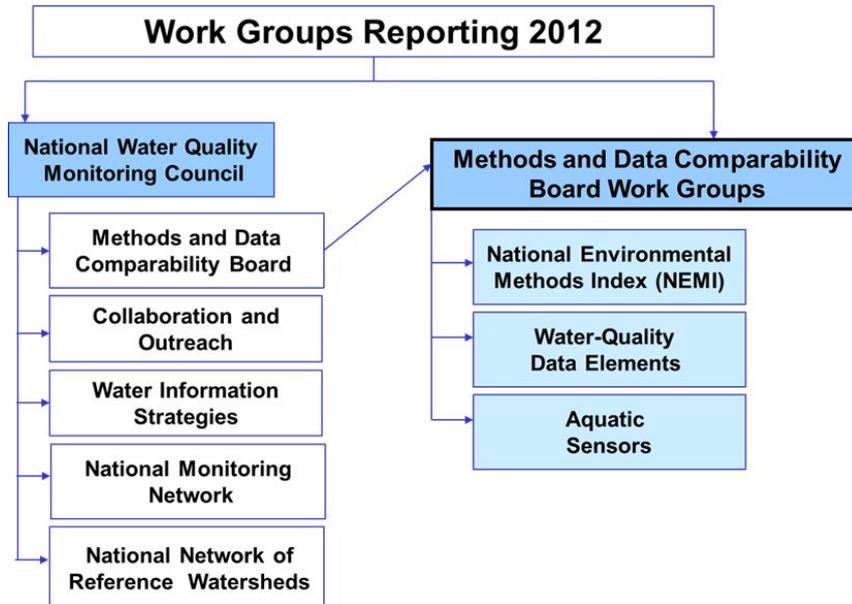
Council Name	Contact	E-mail	City and State
California Water Quality Monitoring Council	Jon Marshack	jmarshack@waterboards.ca.gov	Sacramento, California
Chesapeake Bay Program - Monitoring and Analysis Subcommittee	Mary Ellen Ley	meley@usgs.gov or meley@chesapeakebay.net	Annapolis, Maryland
Colorado Water Quality Monitoring Council	Barb Horn, Co-Chair	barb.horn@state.co.us	Denver, Colorado

<그림 8> 미국의 물정보 관련 위원회 구성원 명단

○ 정도관리 체계에 대한 운영/자문 위원회 : Methods and Data Compatibility Board

National Water Quality Monitoring Council의 하부 조직이며, 수질관리를 목적으로 하는 모든 측정방법에 대해서 검토를 하고, 개선사항을 제시하는 위원회이다.

다음 <그림9>와 같이 하부에 수질측정기기의 정도관리 및 운영 방법에 대해서 논의를 하는 Aquatic Sensor Workgroup이 있다.



<그림 9> 미국 MDCD의 하부 workgroup

각 Workgroup은 개별 구성원을 갖고 운영 중에 있으며, 이중 Aquatic Sensor Workgroup 참여기관은 다음 <표 50>과 같다. 연방정부기관, 지방정부기관 등의 정부기관 뿐만 아니라, 다양한 수질 계측기 회사가 참여하고 있으며, 각 참여자의 명단을 웹페이지에 공개하여, 이슈사항에 대해서 문의를 할 수 있다.

<표 50> Aquatic Sensor Workgroup 참여기관

YSI, Inc., U.S. Geological Survey, U.S. Environmental Protection Agency, National Park Service, Texas Commission on Environmental Quality, In-Situ, Inc., Hach Co., Greenspan Analytical, Virginia Tech. University, Oak Ridge National Laboratory, NOAA's Alliance for Coastal Technologies

(4) 미국의 수질측정자료의 정도관리지침 및 방법

미국 수질측정자료는 Methods and Data Compatibility Board 산하 Aquatic Sensor Workgroup(ASW)에서 각 측정항목별 측정장치에 따라서 정도관리 방법을 제시하고 있다. 이를 웹페이지 공개함으로써 해당 측정기기를

사용하려는 기관이나 개인이 같은 방식으로 장치를 교정하고 수질자료를 얻도록 하고 있다. ASW에서 제안한 센서별 정도관리 방법은 MEMO 웹사이트에서 확인 할 수 있다. 정도관리 및 사용은 각 측정기기의 특성에 맞춰 제시하고 있다.



<그림 10> 미국의 측정방법 및 정도관리 방법을 제시한 웹사이트

USGS의 경우, TMD13의 문건에서 수질측정 센서의 설치 및 정도관리에 대해서 기술하고 있다.

수질측정장비의 정도관리에 있어서 가장 중요하게 고려되어야 하는 사항은 측정 대상의 특성이다. 즉, 측정하고자 하는 물시료의 특성에 따라 측정기기의 반응이 달라지고, 그에 따라서 적절한 측정기기가 선택 운영되어야 할 것이다. 다음 <표 51>에 제시된 바와 같이 정도관리 시료의 종류가 다양하며, 우리나라에서도 이를 고려한 정도관리 방안 도출이 필요할 것이다.

<표 51> USGS에서 요구하는 QC 샘플의 종류

Source solution blank - a blank solution that is transferred to a sample bottle in an area of the office laboratory in a clean and protected atmosphere with respect to target analytes.

Ambient blank - a blank solution that is put in the same type of bottle used for an environmental sample, kept with the set of sample bottles before sample collection, and opened at the site and exposed to the ambient conditions.

Field blank - a blank solution that is subjected to all aspects of sample collection, field-processing preservation, transportation, and laboratory handling as an environmental sample.

Trip blank - a blank solution that is put in the same type of bottle used for an environmental sample and kept with the set of sample bottles before and after sample collection.

Equipment blank - a blank solution that is processed through some or all equipment used for collecting and processing an environmental sample (similar to a field blank but normally done in the more controlled conditions of the office than the field).

Sampler blank - a blank solution that is poured or pumped through the same field sampler used for collecting an environmental sample.

Filter blank - a blank solution that is filtered in the same manner and through the same filter apparatus used for an environmental sample.

Splitter blank - a blank solution that is mixed and separated using a field splitter in the same manner and through the same apparatus used for an environmental sample.

Preservation blank - a blank solution that is treated with the sampler preservatives used for an environmental sample.

Reference samples - Reference material is a solution or material prepared by a laboratory. The reference material composition is certified for one or more properties so that it can be used to assess a measurement method. Samples of reference material are submitted for analysis to ensure that an analytical method is accurate for the known properties of the reference material. Generally, the selected reference material properties are similar to the environmental-sample properties.

Replicate samples - Replicate samples are a set of environmental samples collected in a manner such that the samples are thought to be essentially identical in composition. Replicate is the general case for which a duplicate is the special case consisting of two samples. Replicate samples are collected and analyzed to establish the amount of variability in the data contributed by some part of the collection and analytical process. Many types of replicate samples are possible, each of which may yield slightly different results in a dynamic hydrologic setting, such as a flowing stream. The types of replicate samples collected in the USGS Illinois Water Science Center are:

Concurrent sample - a type of replicate sample in which the samples are collected simultaneously with two or more samplers or by using one sampler and alternating collection of samples into two or more compositing containers.

Sequential sample - a type of replicate sample in which the samples are collected one after the other, typically over a short time.

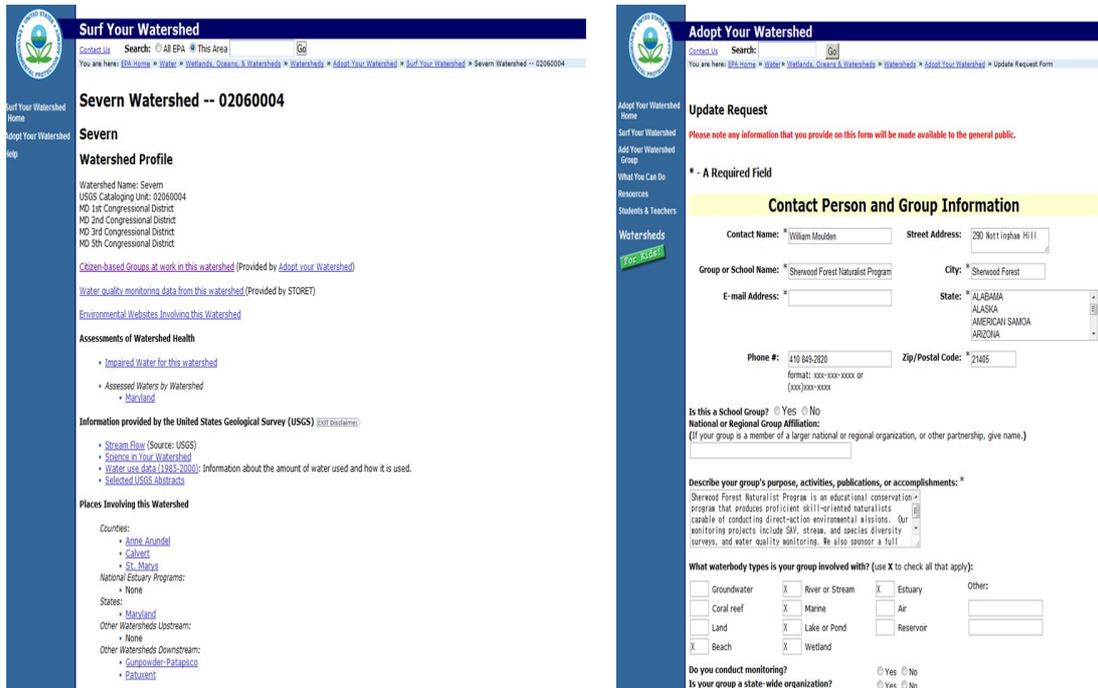
Split sample - a type of replicate sample in which a sample is split into subsamples; each subsample is contemporaneous in time and space.

Spike samples - Spike samples are samples to which known quantities of a solution with one or more well-established analyte concentrations have been added. These samples are analyzed to determine the extent of matrix interference or degradation on the analyte concentration during sample processing and analysis.

수질자동측정장비에 대한 정도관리 방안은 ASW에서 규정을 하고, 이를 web페이지를 통해서 공개하고 있다. 또한, USGS는 TM1D manual 작성을 통해서 수질측정장비를 다루는 운영자들이 같은 방법을 사용하도록 공개하고 있다. 우리나라의 경우, “수질측정망운영계획”에 정도관리방법이 명시되어 있고, 각 조사기관에서 수질측정기에 대한 정도관리를 수행하고 있으나, 홈페이지에 제시되지 않아 구체적인 정도관리방법에 대한 일반인의 접근이 어렵다.

(5) 사용자 요구사항 대응 방법

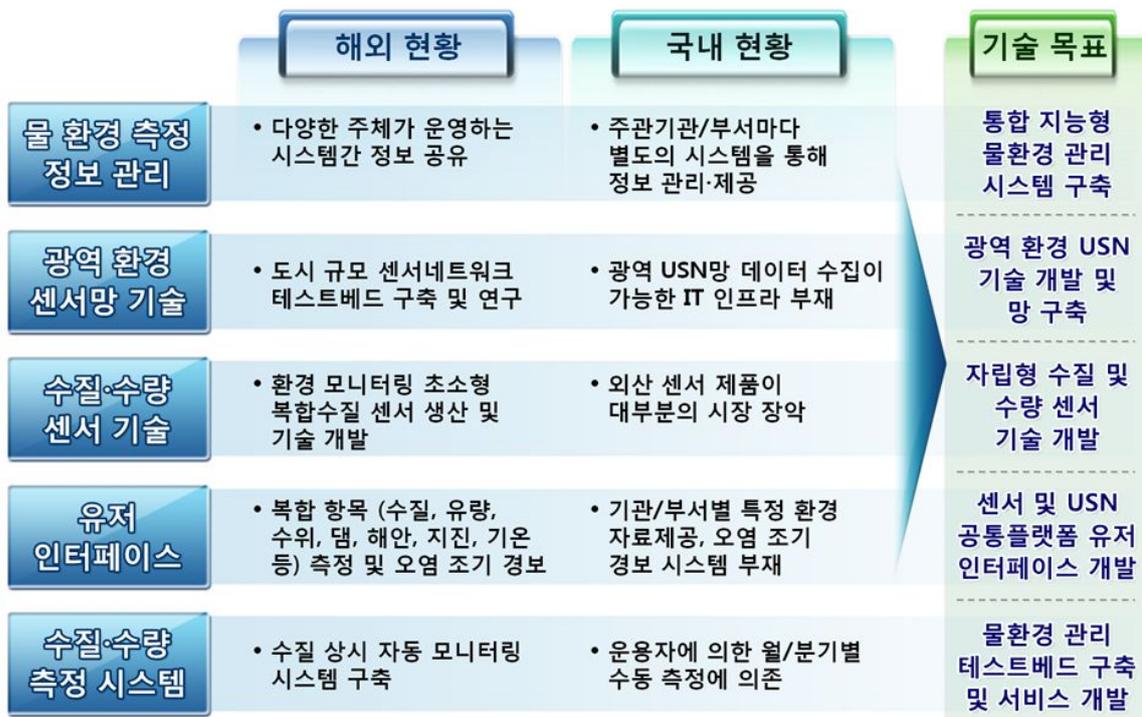
각 워크 그룹에서 공개된 자료의 질을 평가하고, 개선사항을 제시하고 있다. 개별 사용자들은 EPA 웹페이지에 있는 정보 공개 및 개선 요구사항 서식을 통해서 데이터의 요구 혹은 개선을 요구할 수 있다(그림 11 참조).



<그림 11> 자료 요구 및 자료 개선 사항 요구 홈페이지

2. 해외 사례를 통해 도출된 우리나라의 개선과제

해외의 수질측정망의 경우, 다양한 관계기관들이 서로의 정보를 함께 공유하고 있으며, 자동측정시스템에서 획득된 정보는 다양한 사용자들에게 제공되고 있다. 여러 기관의 정보를 함께 공유함으로써, 시스템 운영 및 관리에 대한 운영/자문위원회를 두고 있으며, 물관련 정보에 관심 있는 기관이나 개인들이 참여하고 있다. 자체 개발 센서 혹은 측정기를 사용함으로써, 기기에 대한 충분한 정보를 확보하고 있으며, 이를 기반으로 자체 정도관리 체계를 확보하고 있다.



<그림 12> 국내와 해외 수질측정망 설치 현황 요약

(1) 수질측정망 운영 관리 체계의 확대 및 다양화

해외 수질측정망의 경우, 다양한 기능과 형태로 구축이 되고 있다. 중앙정부에서 운영하는 수질측정망외에도 지방 정부나 학계, 연구기관 등이 운영하는 수질측정망이 있으며, 이들 개별기관의 측정망에서 얻은 정보는 중앙 정부에서 취합하여 함께 관리를 하고 있다. 우리나라는 정부에서만 물환경정보

시스템을 운영, 관리하고 있다.

민간이 물환경정보시스템 운영 관리에 참여한다면 보다 객관적이고, 다양한 수질 자료를 얻을 수 있고, 이용자에게도 많은 정보를 제공할 수 있을 것으로 판단된다. 그러나, 수질측정망 운영 관리에는 막대한 예산이 소요되므로, 중앙정부 차원에서의 예산지원이 필요할 것으로 판단된다. 또한 민간이 수질측정망 운영 시 측정자료의 투명성에 대한 감시도 필요할 것이다.

(2) 정도관리 체계 구축

수질측정에서 정도관리는 매우 중요한 인자이다. 측정하고자 하는 물시료의 특성에 따라 측정기기의 반응이 달라지고, 그에 따라서 적절한 측정기기가 선택 운영되어야 하기 때문이다. 정도관리 시료의 종류는 매우 다양하며, 이를 고려한 정도관리 방안 도출이 필요하다. 해외에서는 각 측정항목별 측정장치에 따라서 정도관리 방법을 웹페이지 공개함으로써 해당 측정기기를 사용하려는 기관이나 개인이 같은 방식으로 장치를 교정하고 수질자료를 얻도록 하고 있다. 정도관리 및 사용은 각 측정기기의 특성에 맞춰 제시하고 있다. 수질측정장비를 다루는 운영자들이 같은 방법을 사용하도록 공개하고 있다. 우리나라의 경우, “수질측정망운영계획”에 따라 각 조사기관에서 수질 측정기기에 대한 정도관리를 수행하고 있으나, 구체적인 방법이 홈페이지에 공개적으로 제시되어 있지 않아 일반인들의 정보 접근이 어렵다.

정부기관은 물론 측정기기 제조업체, 연구기관 등 민간기관이 포함된 자문 기구를 설립하여, 정도관리에 대한 문의사항 feedback이 가능하게 하고, 정도관리에 대한 종합적이고 체계화된 공개 웹 페이지를 구축하여 모든 측정기기 사용자가 적절한 정도 관리가 가능하도록 해야 할 것이다.

(3) 자문회의

우리나라의 경우, 수질측정망 운영과 관리에 많은 자문회의가 구성되어 있지만, 구성원, 역할 등이 불분명하다. 또한, 운영결과에 대한 보고가 이루어지고 있지 않다. 해외의 사례처럼 웹페이지에 자문회의 명단을 공개하고 회의내용 등도 일반인들이 볼 수 있도록 공개하여 실질적으로 수질측정망 운영에 도움을 주는 협의 기구 구성이 필요하다.

참고 문헌

국내 문헌

1. 통계청, “2012년 국가통계 품질관리 매뉴얼 ver. 2.0 - 정기 통계 품질 진단”, 2012.
2. 환경부, “수질측정망 운영계획”, 2012.
3. 통계청, “국가통계 품질진단 연구용역 최종결과보고서”, 2007.
4. 통계청, “표본 품질관리 매뉴얼”, 2007.
5. 통계청, “통계자료공표 매뉴얼”, 2007.
6. 통계청, “현장조사 품질관리 매뉴얼”, 2007.
7. 통계청, “조사표 설계 품질관리 매뉴얼”, 2008.
8. 통계청, “에디팅 품질관리 매뉴얼”, 2008.
9. 통계청, “조사통계의 정확성지표 품질관리 매뉴얼”, 2008.
10. 통계청, “조사·보고통계 품질관리 안내서”, 2009.
11. 통계청, “조사지침서 표준화 가이드라인”

웹사이트

1. 통계청 <http://kostat.go.kr>
2. 국가통계포털 <http://kosis.kr>
3. e-나라지표 <http://www.index.go.kr>
4. 환경부 <http://www.me.go.kr>
5. 물환경정보시스템 <http://water.nier.go.kr>
6. 미국 지질조사국 <http://www.usgs.gov/>
7. 미국 기상청 <http://www.nws.gov/>
8. 미국 환경보호국 <http://www.epa.gov/>
9. UN 환경전문기구 <http://www.unep.org/>
10. 유럽 물위험관리기구 <http://www.projectwarmer.eu/>
11. 일본 하천정보센터 <http://www.river.or.jp/>
12. 미국 물정보관련자문위원회 <http://acwi.gov/>
13. 미국뉴욕실시간수질자료공개시스템 <http://www.ourLake.org/>

부 록

<부록 1> 수집자료의 정확성 점검 결과

<부록 2> 현장방문 점검표

<부록 3> 공표자료 오류 점검표

<부록 4> 이용자 편의사항 점검표

수집자료 정확성 점검 결과보고

(보고통계)

부	문	환경		
통	계	명	수질오염실태보고	
승	인	번	호	제10601호
작	성	기	관	서울시립대
품질진단팀	연	구	원	김현욱
	연	구	보	조

제1부 점검계획

○ 점검을 위해 채택된 점검방법, 대상, 내용, 일정 등에 대하여 기술

1. 점검 방법			
1. 현장 시료 채취			
- 수질측정망 운영계획에 명시된 정확한 지점에서 채수 여부			
- 채수하는 수위, 시간, 방법은 공정시험기준에 따라 진행하는지 여부			
- 운반과 시료의 보관 방법			
2. 시료 분석			
- 직접 분석 혹은 위탁 분석 여부			
- 직접 분석하는 항목과 위탁 분석항목 조사			
- 운영계획상의 분석시험방법으로 분석하는지 점검			
- 분석주기와 분석횟수			
- 실험기구의 정도관리주기와 방법은 무엇이며, 적절한 정도관리 이루어지는지 점검			
3. 보고			
- 자료의 기록과 보관 방법			
- 상급기관으로 분석결과를 보고 시에 사용하는 양식은 환경부에서 제시하는지 점검			
- 보고 양식에서 각 항목에 대한 설명, 기입 요령, 내용검토 요령, 제출 요령, 대표적인 착오사례 제시 여부, Q&A 게시판 구축 및 실시간 관리 여부, 양식 작성 견본 제시 여부			
- 정기적인 교육 여부, 교육시간 적절성, 각종 양식의 변경, 추가, 삭제 시 관리지침 시달 및 지침서 발간 여부			
- 진행을 파악 여부, 의문사항 접수 및 해결방안 제시 여부, 보고시점 준수 여부, 보고 주기는 일정한지 여부			
4. 개선점			
- 자료수집상 문제점과 이에 대한 개선점 조사			
2. 면담(현장방문) 일정			
일시	면담대상자/참석자	장소	주요 점검사항
06.12	분석 및 보고 담당자/○○○		채수, 실험, 보고 절차 및 개선점
06.12	분석 및 보고 담당자/○○○		채수, 실험, 보고 절차 및 개선점
06.25	분석 및 보고 담당자/○○○		채수, 실험, 보고 절차 및 개선점
06.25	분석 및 보고 담당자/○○○		채수, 실험, 보고 절차 및 개선점
06.25	분석 및 보고 담당자/○○○		채수, 실험, 보고 절차 및 개선점
06.25	분석 및 보고 담당자/○○○		채수, 실험, 보고 절차 및 개선점
06.25	분석 및 보고 담당자/○○○		채수, 실험, 보고 절차 및 개선점
06.25	분석 및 보고 담당자/○○○		채수, 실험, 보고 절차 및 개선점
06.26	분석 및 보고 담당자/○○○		채수, 실험, 보고 절차 및 개선점
06.26	분석 및 보고 담당자/○○○		채수, 실험, 보고 절차 및 개선점
06.26	분석 및 보고 담당자/○○○		채수, 실험, 보고 절차 및 개선점

제2부 점검결과 요약

○ 점검결과 주요 문제점 및 개선의견 정리

구 분	문제점	개선의견
시료 채취	<ul style="list-style-type: none"> - 동절기에 호소수 결빙시 정확한 채수지점까지 배를 타고 이동이 어려움. - 도서지방 시료 채취시 거리가 멀어 이동시간이 김. - 시료 채취시 측정 지점의 기상 상황(강우, 강설)도 고려해야 하기 때문에 시료 채취 가능 기간이 짧음. 	<ul style="list-style-type: none"> - 정확한 지점에서 채수하기 위해 자동 채수기 확보 - 자동 측정망 확대
조사 인력 및 분석 장비	<ul style="list-style-type: none"> - 시.도 보건환경연구원의 경우, 수질오염실태보고 시료 분석 뿐만 아니라, 관원, 민원 시료도 분석해야 하므로 인력이 부족 - 실시간 분석 항목이 증대됨에 따라 분석 업무 과중 - 시료수가 많을 경우, 측정 및 분석 장비가 부족하고, 장비가 노후화 - 분석 항목과 방법이 다양화되어 신규 분석 장비 필요 	<ul style="list-style-type: none"> - 신속하고 정확한 분석을 위해 현장 채수 및 분석 요원 확충 - 측정 및 분석 장비 확보
보고 양식 및 자료 관리	<ul style="list-style-type: none"> - 각 조사 기관마다 분석 자료 입력 및 관리 시스템이 다름. - 물환경정보시스템 양식에 맞게 다시 입력 해 주어야 함. - 시스템에서 자료 수정할 경우, 즉시 수정되지 않는 오류 발생 	<ul style="list-style-type: none"> - 환경부 또는 국립환경과학원에서 모든 조사기관에서 사용이 가능한 통일된 분석 자료 입력 및 관리시스템 개발이 필요 - 자료 수정 시스템 오류 개선
예산 확보	<ul style="list-style-type: none"> - 인력과 장비 확보를 위한 예산이 부족 	<ul style="list-style-type: none"> - 중앙 정부차원에서 인력과 장비 확보를 위한 예산 마련

제3부 점검결과 종합

○ 점검결과를 통해 현장조사의 오류 유형과 발생 원인을 종합적으로 분석하고, 정확성 제고를 위한 방안 기술

○ 현장 시료 채취시 문제

- 동절기에 호소수 결빙으로 인해, 배를 타고 얼음을 제거하며 측정지점까지 이동하여, 정확한 채취 지점을 찾아 채수해야 하는 어려움이 있음.

- 각 호소수 지점별로 배가 구비되지 않아 배를 가져간 뒤, 호소수 주위에서 배를 조립하여 조립된 배를 타고 측정지점까지 이동해야 하는 번거로움이 있음.

- 조사기관에서 거리가 먼 도서지역의 경우, 이동거리가 길어 이동시간이 오래 걸림.

- 대표성을 가지는 자료를 얻기 위해서는 현장의 기상상황(강우, 강설)을 고려해야 하기 때문에 채수 가능한 날이 짧아 채수 일정 조절이 어려움.

⇒ 채수하기 곤란한 지점은 자동 채수기를 설치하고, 장기적으로는 자동 측정망 설치로 확대를 고려해야 할 것으로 판단됨.

○ 조사 인력과 분석 장비 문제

- 조사기관이 물환경시스템에 보고되는 수질 자료 뿐만 아니라 관원, 민원 등의 다른 시료 분석 업무도 병행하기 때문에 분석 업무량에 비해 분석 요원이 적은 애로사항이 있음.

- 환경에 대한 국민들의 관심 증가로 유해화학물질 등의 신규 측정항목이 추가되는 추세이나, 이러한 측정항목을 분석 가능한 분석장비는 부족한 실정임.

⇒ 분석시간을 단축하고, 분석방법이 간편하고, 신규 추가된 측정항목에 대해 분석이 가능한 자동 분석 장비 확보가 요구됨.

○ 보고 양식 및 자료 관리 문제

- 각 조사기관마다 보건환경연구원종합정보시스템(HEIS), 실험실정보관리시스템(LIMS), 서울시보건환경연구원 종합정보관리시스템(SRIMS) 등의 분석자료의 입력, 관리시스템이 다름.

- 입력된 정보시스템이 물환경정보시스템과 연계되지 않아 따로 물환경정보시스템에 입력해야 하는 불편함이 있음.

- 보고된 자료에 대한 수정 사항 발생시 수정 요구에 대한 반응이 늦고, 가끔 시스템이 불안정하여 오류가 발생하는 사례가 있음.

⇒ 자료 수정 시스템 오류 개선

⇒ 환경부 또는 국립환경연구원에서 모든 조사기관에서 사용이 가능한 통일된 종합정보시스템 구축이 필요

○ 예산 문제

- 인력과 장비의 확보를 위한 예산이 부족함.

⇒ 중앙 정부 차원의 예산확보로 각 조사기관별로 부족한 인력과 장비 확보를 위한 예산 지원이 필요

현장 방문 점검표

1. 채수

○ 수질측정망 운영계획에 명시된 정확한 지점에서 채수하는가?

-

- 채수하는 수위, 시간, 방법은 일정하고 적절한가? 즉, 공정시험기준에 따라 진행되는가?

- 운반과 시료의 보관은 적절하게 이루어지는가?

2. 실험

- 직접 분석 혹은 위탁 분석 여부와 그 이유는 무엇인가?

- 직접 분석하는 항목과 위탁 분석항목은 무엇인가?

- 운영계획상의 분석시험방법으로 분석하고 있는가?

- 분석주기와 분석횟수는?

- 실험기구의 정도관리주기와 방법은 무엇이며, 적절한 정도관리가 이루어지고 있는가?

3. 보고

- 자료의 기록과 보관은 어떻게 이루어지고 있는가?

- 상급기관으로 분석결과를 보고할 시에 사용하는 양식은 환경부에서 제시하는 양식을 사용하는가?

- 보고 양식에서 각 항목에 대한 설명, 기입 요령, 내용검토 요령, 제출 요령,

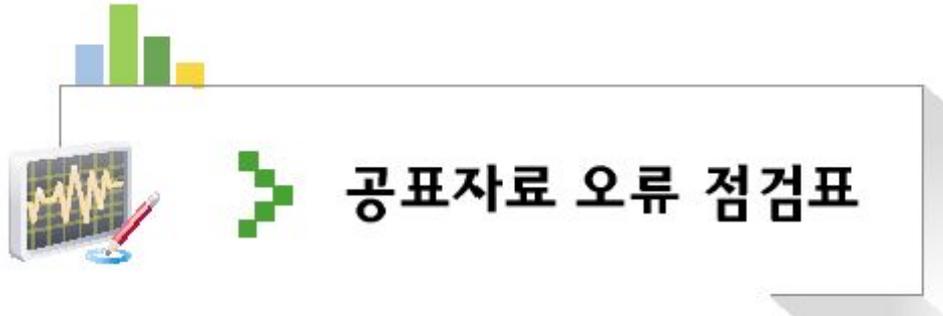
대표적인 착오사례 제시 여부, Q&A 게시판 구축 및 실시간 관리 여부, 양식 작성 견본 제시 여부

- 정기적인 교육 여부, 교육시간 적절성, 각종 양식의 변경, 추가, 삭제시 관리지침 시달 및 지침서 발간 여부

- 진행을 파악 여부, 의문사항 접수 및 해결방안 제시 여부, 보고시점 준수 여부, 보고 주기는 일정한지 여부

4. 개선점

- 자료수집상 문제점과 이에 대한 개선점은 무엇이라고 생각하는가?



공 표 자 료 명	물환경정보시스템				
공 표 시 기	부정기				
공 표 주 기	① 월	② 분기	③ 반기	④()년	⑤ 부정기

부 문	수질	
통 계 명	수질오염실태보고	
승 인 번 호	10601	
작 성 기 관	서울시립대	
진 단 일 자	2012년07월18일	
품 질 진 단 팀	연 구 원	김현욱
	연구보조	안 현 미 , 정 현 상 , 허용준, 신태섭



1.수치자료

진 단 항 목	적절	부적절	오류 내용 (구체적으로 기입)
1-1. 통계작성기관의 통계간행물과 통계 DB의 수치 일치 여부 - 최근 발행된 간행물과 자료생산기관의 DB를 비교하여 점검	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1-2. 시계열 자료의 일관성 - 시계열 자료에 단절이 없는지 확인 - 단절이 있는 경우 그 사실 및 원인이 명시되어 있는지 확인 - 이용자가 변경내용을 알 수 있도록 충분한 설명을 제시하고 있는지 확인	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	가평천 1월, 경안천6월 2월, 고덕천 1~4월 등 총 44곳의 일부 수질자료가 누락되어 있으나, 사실 및 원인에 대한 설명이 없음.
1-3. 통계개편 등으로 인한 통계작성방법 변경이 공표자료에 정확히 반영되었는지 여부 - 통계작성방법이 메타자료에서 기술한 통계작성방법과 일치하는지 확인	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
1-4. 통계수치의 정확성 - 통계표의 가로합/세로합 불일치 확인 - 통계표에 비상식적인 수치 확인 - 시계열 상의 이상치(과대, 과소 수치) 확인	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

2. 통계표 형식 및 내용

진 단 항 목	적절	부적절	오류 내용
2-1. 통계표 형식의 통일성 - 통계표상 한글, 영문의 표기 위치, 방법 등의 통일 여부 확인	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2-2. 통계표에 수록된 항목과 내용의 일치성 - 항목과 내용의 일치여부 확인 - 다른 통계를 인용한 경우 출처에 있는 통계표와 일치여부 확인	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
2-3. 통계표에 사용된 기호의 적절성 - 통계표의 내용 이해에 꼭 필요한 기호들이 알맞게 표기되고 있는지 또는 누락되었는지 확인	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

2. 통계표 형식 및 내용 (계속)

진 단 항 목	적절	부적절	오류 내용
2-4. 통계수치 표기의 일관성 - 통계표 내 항목별 소수 자리 및 반올림 일치 여부 확인	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2-5. 단위 표기의 적절성 - 명, 개, % 등 통계표의 내용이해에 꼭 필요한 통계단위가 표기되어 있는지 확인 - 적절한 단위를 사용하고 있는지, 인용된 통계의 경우 출처의 단위와 일치하는지, 단위 환산이 정확한지 등 확인 - 단위 표기가 통계표의 일관된 위치에 있는지 확인	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	자료실의 전국수질측정자료 엑셀파일에는 수질자료 단위가 누락되어 있음.
2-6. 주석 표시의 합리성 - 통계표 이해에 꼭 필요한 주석이 누락되지 않았는지 확인 - 주석과 통계표의 내용이 일치하는지 확인 - 주석과 통계표의 번호가 일치하는지 확인	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
2-7. 자료 출처의 명확성 - 인용한 통계표의 출처가 명기되었는지 확인 - 출처기관과 출처간행물이 올바르게 기재되었는지 여부 확인	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
2-8. 도표, 그림 등의 정확성 - 도표나 그림이 정확한 수치로 작성되었는지 확인 - 도표나 그림 등이 오해를 유발하지 않도록 수치에 알맞은 크기나 영역으로 표시되었는지 확인	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

3. 용어해설 부분

진 단 항 목	적절	부적절	오류 내용
3-1. 용어정의의 적절성 - 주요 용어에 대한 정의가 적절하게 작성되어 있는지 확인	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3-2. 인용한 통계의 경우, 자료를 제공한 기관에서 사용하는 용어와의 일치성 - 자료를 제공한 기관의 간행물과 비교해서 동일내용에 대한 용어사용이 서로 일치하는지 확인 (영문 표기 포함)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3-3. 용어의 통일성 - 간행물 전체적으로 동일 내용에 대해서는 동일한 용어를 사용하고 있는지 확인	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

4. 기타 오류

진 단 항 목	적절	부적절	오류 내용
4-1. 목차, 색인 등과 본문의 일치성 - 통계표의 목차와 본문의 제목 및 페이지가 일치하는지 확인 - 색인에 표기된 페이지에 해당 내용이 수록되어 있는지 확인	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
4-2. 한글 및 영문 표기의 적절성 - 맞춤법, 오타, 누락, 영어단어 표기 등을 확인 - 의미에 맞는 영문 표기 여부, 영문 설명 시 문장이나 단어의 누락 등으로 의미가 왜곡되는지 확인	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4-3. 통계표 제목의 적절성 - 제목이 통계표 내용을 대표하며 내용에 적합한지 확인	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	



이용자 편의사항 점검표

발 간 물 명	물환경정보시스템				
발 간 시 기	부정기				
발 간 주 기	①월	②분기	③반기	④ ()년	⑤ 부정기

부 문	수질	
통 계 명	수질오염실태보고	
승 인 번 호	10601	
작 성 기 관	서울시립대	
진 단 일 자	2012년07월19일	
품 질 진 단 팀	연 구 원	김현욱
	연구보조원	안현미, 정현상, 허용준, 신태섭

1. 이용자를 위하여

진 단 항 목	근거자료	의견
1-1. 소개 「이용자를 위하여」, 「자료이용시 유의사항」 등 이 용자를 위한 소개부분이 있다.	홈페이지- 기타서비스 -이용안내	
1-2. 부록(참고자료) 통계자료 활용에 참고 되는 내용을 부록으로 실고 있 다. · 통계작성기준, 산업 또는 직업분류기준, 용어해설 등의 참고자료 수록	홈페이지- 알기쉬운물 환경	지식관, 정보관, 사진관, 정책관에 참고 내용 수록
1-3. 기호 통계표 등에 사용되는 각각의 기호들의 의미를 명시하고 있 다.	홈페이지- 알기쉬운물 환경-용어 사전	
1-4. 잠정치, 확정치 통계간행물에 잠정치를 수록할 경우 잠정치의 표시 및 설명과 확정치의 공표 예정 일자를 명시하고 있다. · 잠정치로부터 의사결정을 최소화하기 위하여 잠정치 산출 이유와 확정치 공표 시점이 반드시 제공되어야 하며, 눈 에 잘 띄는 부분에 이러한 내용을 명시하여야 한다.		정확한 공표 예정일을 명시하면 이용자가 편리하게 이용할 수 있으리라 판단됨.
1-5. 자료 출처 통계간행물에 수록된 통계분석과 관련된 정보를 포함하고 있는 자료출처를 이용자들의 눈에 잘 띄게 간행물에 수록 하고 있다.	홈페이지- 알림마당- 자료실	
1-6. 제공 매체 통계간행물 이외의 다른 매체를 통해 자료가 제공되는 경 로를 표시하고 있다. · 통계DB이용방법, 인터넷 사이트 주소, 마이크로데이터 구 매절차	홈페이지- 알림마당- 관련기관링 크	
1-7. 문의처 통계작성방법과 자료 수집방법에 대한 추가 정보를 문의 할 수 있도록 연락처를 제공하고 있다. · 통계작성 또는 조사체계에 대한 충분한 식견이 있는 개별 직원에게 직접 연락되어야 한다.		구체적인 담당자와 연락처 제공이 필요

2. 조사정보

진 단 항 목	근거 자료	의견
2-1. 통계작성 목적 통계작성의 목적을 명확하게 제시하고 있다. · 유사통계와 차이점 포함	홈페이지-물 환경전문정 보-수질측정 망	
2-2. 통계 연혁 통계의 주요 연혁을 설명하고 있다.		통계연혁에 대한 내용과 설명 필요
2-3. 통계작성 범위(대상) 자료수집 범위와 구체적인 대상을 명확하게 제시하고 있 다.	홈페이지-물 환경전문정 보-수질측정 망	
2-4. 적용 기준 국내·외 통계자료를 비교할 수 있도록 조사에 적용된 국내 또는 국제적 기준과 그 내역을 설명하고 있다.	홈페이지-알 기쉬운물환 경-정책관	국제적 기준과 내역 설명이 필요
2-5. 작성 항목 작성항목을 나열하고 주요 항목에 대한 설명을 제공하고 있다.	홈페이지-알 림마당-자료 실	
2-6. 작성 주기 대상기간, 기준시점, 작성주기, 실제 조사(보고)기간 등을 명확히 명시하고 있다.	홈페이지-알 림마당-자료 실	
2-7. 자료수집 방법 조사방법 등을 명시하고 있다.	홈페이지-알 림마당-자료 실	
2-8. 자료수집 체계 현지에서 자료수집 하는 체계를 설명하고 있다. · 조사체계, 보고체계 등	홈페이지-알 림마당-자료 실	
2-9. 자료수집 양식 견본 자료수집 양식(조사표, 보고양식 등)을 수록하고 있 다.	홈페이지-알 림마당-자료 실	
2-10. 자료수집 양식 변경 내역 자료수집 양식(조사표, 보고양식 등)의 변경 내역이 설명되어 있 다. · 조사(보고)항목 변경사항, 연도별 추가·신설 항목 등 변경내역의 설명 수록 여부	홈페이지-알 림마당-자료 실	
2-11. 용어 설명 보고서에 수록된 주요 용어들에 대한 상세한 설명이 수록 되어 있다.(별도의 용어 설명 란의 할당 여부 등)	홈페이지-알 기쉬운물환 경-용어사전	
2-12. 공표 방법 결과의 공표 방법, 향후 공표일정의 예고 등이 있다.	홈페이지-알 림마당-자료 실	결과 공표 방법이나 향후 공표 일정이 예고되어야 한다.

3.모집단 및 표본설계

진 단 항 목	근거 자료	의견
3-1. 목표 모집단 통계작성이나 표본추출을 위한 목표 모집단을 명시하고 있다. · 목표 모집단이란 통계분석 단위에 대한 개념적인 모집단을 의미	홈페이지-알림마당-자료실-수질측정망운영계획	
3-2. 조사 모집단 조사나 통계작성의 실제 조사모집단을 명시하고 있다. · 조사모집단이란 실제로 정보자료를 수집하는 조사단위의 모집단을 의미	홈페이지-알림마당-자료실-수질측정망운영계획	
3-3. 모집단의 근접성 목표 모집단과 조사모집단이 근접정도를 설명하고 있다. · 모집단의 커버리지(Coverage) 등	홈페이지-알림마당-자료실-수질측정망운영계획	
3-4. 표본틀(표본조사) 표본추출에 사용되는 표본틀을 설명하고 있다. · 표본틀이란 표본이 추출되는 단위들의 목록을 의미		
3-5. 표본크기(표본조사) 표본설계 당시 목표로 하는 표본크기와 실제 조사된 표본을 명시하고 있다. · 목표 표본의 크기는 표본설계 시에 제시했던 표본크기임		
3-6. 표본틀의 변경(표본조사) 표본틀의 변경여부 및 내역을 설명하고 있다. · 조사대상의 발생, 소멸 변동사항(예: 산업분류의 변동) 등을 고려하여 표본틀을 갱신		
3-7. 표본틀 요약 정보(표본조사) 보고서에 표본틀의 주요 변수에 대한 요약 정보가 수록되어 있다.		
3-8. 표본설계 방법(표본조사) 층화표본추출 등과 같은 표본설계 방법을 설명하고 있다.		

4.자료집계 및 추정

진 단 항 목	근거 자료	의견
4-1. 가중치 통계자료를 작성할 때 사용하는 가중치의 부여방법을 설명하고 있다. · 모수를 추정할 때 또는 통계자료를 결합할 때 등		
4-2. 모수추정 방법(표본조사) 표본조사 자료로부터 모수를 추정하는 절차와 방법을 설명하고 있다.		
4-3. 표본오차 추정치 제공(표본조사) 표본조사의 경우에 표본오차의 추정치(표준오차, 변동계수 등)를 제공하고 있다. · 모수추정치에 대한 신뢰구간을 산출하는데 표본오차 추정치가 어떻게 사용되며, 신뢰구간을 어떻게 해석하는지를 명확하게 설명하고 있다		
4-4. 계절조정 기법 시계열에서 계절요인, 불규칙요인 등을 조정하는 절차와 방법을 설명하고 있다.		계절요인, 불규칙요인 등에 대한 설명이 필요
4-5. 품질수준 정보 표본오차, 비표본 오차, 대표도 등 통계자료에 대한 구체적인 품질수준을 제시하고 있다.		통계자료에 대한 품질수준 정보 제시 필요
4-6. 무응답 현황 무응답 현황(항목무응답, 단위무응답)을 보여주는 통계표를 제시하고 있다. · 최소한의 무응답 유형(부재, 응답거부 등)을 제시		누락된 수질자료에 대한 설명 필요
4-7. 응답자 분석 응답자와 무응답자 그룹간의 차이점을 설명하고 있다. · 수집자료의 편향(bias)정도를 설명		
4-8. 자료집계 무응답 항목을 보완하는 대체(Imputation) 방법을 설명하고 있다.		