

토양오염도 현황 통계의 품질 진단과 개선 방안

김 기 대

한국교원대학교 환경교육과

(2009년 3월 3일 접수; 2009년 5월 27일 수정; 2009년 7월 21일 채택)

Statistics Quality Assessment and Improvement of Monitoring on Soil Quality

Kee Dae Kim

Department of Environmental Education, Korea National University of Education, Chungbuk 363-791, Korea
(Manuscript received 3 March, 2009; revised 27 May, 2009; accepted 21 July, 2009)

Abstract

The statistics of monitoring on soil quality is a report statistics which is made on the basis of Article 15, Environment Strategy Basic Law and Article 5, Soil Environment Conservation Law. This study was conducted according to quality assessment of Korea National Statistical Office. The assessment of quality infrastructure advised that the authority bring up and increase completely responsible officer and secure the budget. The assessment of user satisfaction and reflection of request propose that the statistics is focused on soil background concentration, decrease soil sampling points and extend survey period. The assessment of error management system per processes of detailed preparation suggest change of the statistics objective, a reduction of sampling points and improvement of survey period and soil measurement properties. Accuracy assessment of data proposed cuts of sampling points, accessibility increment and build up of management system linking subordinates and Ministry of Environment. The substantiality assessment of data service demonstrated information environment improvement for users including reference expression and records of statistics table and figure contents.

Key Words : Result of monitoring on soil quality, Statistics quality assessment, User satisfaction, Error management system assessment, Accuracy assessment of data

1. 서 론

토양오염도 현황 통계는 환경정책기본법 제15조와 토양환경보전법 제5조에 의거하여 작성되는 보고 통계로서 전국 토양의 토양 오염 추세를 파악하고 토양오염 우려지역에 대한 오염실태를 조사하여 토양오염을 예방하고 오염된 토양을 정화하는 등 토

양보전대책을 수립하는데 기초 자료가 되고 있다¹⁾. 토양오염도 현황 통계는 1987년 전국망 250지점의 토양측정망으로 출발하여 2008년 현재 토양측정망과 실태조사를 합하여 3982여 지점을 선정하여 토양분석을 하고 있다²⁾.

토양오염도 현황 통계는 급속도로 오염되고 있는 국토를 보존하고 오염된 국토를 개선하는 방안을 도출할 수 있는 기초적인 자료를 제공하는 통계로서, 통계 작성방법은 정확해야 하며 통계 결과는 국민들이 용이하게 접근할 수 있어야 하며 공표 시기

또한 정시성을 가져야 한다. 인간의 활동에 의하여 오염물질이 배출되어 토양으로 많이 이동하는 현 상황에서 토양의 오염상태를 모니터링하여 토양의 오염도를 파악하고 국민에게 이를 알리는 것은 필요하다. 또한, 본 통계는 작성기관뿐만 아니라 환경 관련 기관의 정책 수립을 하는데 사용될 수 있고 학술기관이나 연구소 등 토양 오염 관련 분야에서 필요로 하는 중요한 통계이다. 그러나, 토양오염도 현황 통계는 1987년부터 작성된 이래로 통계 자체에 대한 품질 진단을 받은바 없다. 따라서, 본 논문은 토양오염도 현황 통계 전 과정의 정확성, 관련성 등을 진단하였으며 진단 결과를 토대로 개선방안을 도출하고자 하였다.

2. 자료 및 방법

토양오염도 현황 통계 품질진단 연구는 2007년도에 간행된 환경통계연감에 실린 토양오염도 현황 통계를 대상으로 하여 통계청에서 지정한 5개 부문에 대한 통계품질진단을 실시하였다³⁾. 각 부문별 진단절차는 진단절차별로 몇가지 단계에 걸쳐 진행된다.

2.1. 품질관리기반

품질관리기반 진단은 먼저 진단에 사용할 조사표와 항목을 선정하고 세부계획을 수립하였다. 이 세부계획은 통계작성담당자에게 미리 통보하여 수정이 필요할 경우 이를 반영하였다. 조사표를 통계작성담당자에게 보내 품질관리기반 현황표 작성을 요청하고, 진단팀은 품질관리기반 현황표 작성이 완성되었는가를 확인하고 담당자와 면담을 하였다.

면담을 통해 진단팀은 품질관리기반 현황표 작성내용을 확인하고, 필요한 자료를 수집하였다. 품질관리기반 현황표에서 수집된 자료는 통계작성담당자의 통계품질에 대한 인식을 평가하는 기본 자료로 사용하였다. 자료를 종합적으로 정리하여 품질관리기반을 진단하고 이를 품질관리 책임자와 담당자에게 보고하여 통계의 품질개선을 위한 기초자료로 활용하도록 하였다.

2.2. 이용자 만족도 및 요구사항 반영실태

이용자 만족도 및 요구사항 반영실태 진단은 크

게 6단계로 나뉘어 실시되었다. 첫번째 단계로 조사대상인 이용자 명부를 관련 공무원, 학계, 관련 업무 종사자 등 총 195명을 대상으로 작성하였다. 그리고 통계이용실태 및 만족도 조사표를 통계작성담당자와 협의하여 설계하고 작성하였다. 조사전문기관에서 조사를 실시하여 객관성과 신뢰성을 확보하였다. 총 63명이 응답을 하였고 이를 통해 얻어진 조사 자료를 분석하여 결과보고서를 작성하였다. 보고서에 포함되는 항목은 크게 3가지로 속성별 만족도, 종합만족도, 포트폴리오 분석이 포함되었다⁴⁾.

종합만족도(S)는 개별 항목별 만족도가 전반적(체감) 만족도에 미치는 영향력의 크기(중요도)를 고려하여 (1)과 같이 산출하였다.

$$\text{종합만족도}(S) = \sum (S_i \cdot w_i) \quad (1)$$

S_i 는 i 번째 항목 만족도이며 w_i 는 i 번째 항목 중요도이다.

항목 중요도(w_i)는 각 항목별 만족도 응답 값과 전반적 만족도 응답 값과의 상관계수의 제곱 값을 구한 후, 그 값의 항목별의 합에 대한 각 항목의 비율로 산출하였다. 이에 대한 계산식은 (2)와 같다.

$$\text{항목 중요도}(w_i) = \frac{r_i^2}{\sum r_i^2} \quad (2)$$

r_i 는 i 번째 항목의 전반적 만족도와와의 상관계수이다.

만족도 향상을 위한 개선과제를 찾아내기 위해서 개별 속성 항목의 만족도와 중요도를 바탕으로 portfolio matrix를 작성하고 부가적으로 통계이용실태에서 통계이용 시 문제점으로 지적된 사항을 분석하였다. 이용자 만족도 및 요구사항 반영실태 조사결과를 통계작성담당자에게 통보하여 필요한 경우 의견을 수렴하였다.

2.3. 세부 작성절차별 오차관리 체계

세부 작성절차별 오차관리 체계 진단은 내부진단과 외부진단 두 가지 측면에서 실시되었다. 내부진단은 1명의 통계 담당자가 정해진 작성절차 품질진단서를 직접 작성하였다. 외부진단은 통계품질심의 위원으로 위촉된 2명의 외부전문가가 내부진단결과와 참고자료를 바탕으로 재진단 하였다. 외부전문가의 진단보고서는 진단표와 함께 진단대상통계

에 대한 개선사항을 중심으로 진단의견서를 제출하였다.

진단표는 통계작성단계와 통계품질차원이 동시에 고려되어 작성되었는데 품질차원은 정확성, 시의성, 관련성, 접근성, 비교성, 일관성 등이며 작성단계는 통계작성기획 및 관리, 자료수집 대상설정 및 양식설계, 보고체계 관리, 자료처리 및 집계, 자료이용 등으로 구분되었다. 각 품질차원과 작성단계는 리커트 척도(5점)를 사용하여 평가하였다.

2.4. 수집자료의 정확성

수집 자료의 정확성 진단은 자료수집 체계와 자료의 정확성을 점검하는 단계이다. 토양 오염도 현황 통계 자료의 정확도와 신뢰도를 확인하기 위해 각 지방 환경청과 지방자치단체를 방문하여 조사하였다. 토양오염도 현황 통계를 작성하는 10개 기관을 방문하여 조사원, 조사대상자, 통계작성담당자와 함께 집계된 조사 자료를 확인하고 참고자료를 입수하는 방식으로 진행되었다(Table 1).

토양 측정망 및 토양오염실태조사를 위해 행정담당자와 분석사와의 면담을 통해 조사 과정 및 보고 과정을 청취하고 이 과정에서 통계자료의 정확도와 신뢰도를 위협할 수 있는 요소를 조사하였다.

2.5. 통계자료 서비스의 충실성

통계자료 서비스의 충실성은 두 가지 단계로 구성되었다. 첫번째 단계로 우선 보도자료, 통계결과 보고서 등 각종 간행물에서 발생하는 오류를 점검하였다. 두번째 단계로서 이용자에게 필요한 정보가 충분히 제공되고 있는지를 살펴보았다. 이를 위해 조사전문기관의 발간물 점검원이 표준화된 규칙

에 따라 간행물을 검토하였다.

또한 5개 부분별 진단 후 품질차원별로 분석하여 종합하며, 차원별 품질요약 보고서를 작성하였다. 또한 진단대상 통계 중 유사한 통계에 대해 주제 분야 분석을 실시하였다.

3. 결 과

3.1. 품질관리기반 진단 결과

통계작성 담당자가 작성한 품질관리기반 현황표와 담당자 면담을 통하여 품질관리기반을 진단하였다.

조직관리 실태 면에서 조직의 리더는 전반적으로 통계 품질을 높이기 위해서 비전과 가치관을 제시하고, 통계품질관리의 필요성을 인식하고 있었다. 통계품질 향상을 위한 조직관리 실태나 통계작성담당자의 인식수준이 대체적으로 높았다. 토양 오염도 현황은 전국 규모의 통계로서 업무량에 비해서 통계를 작성하는 담당자수가 너무 적다고 판단된다. 그러나 통계담당자의 짧은 경력으로 해당 업무에 대한 부하를 크게 느낄 수 있고, 통계담당 인력의 확충이 시급하다고 판단된다.

3.2. 이용자 만족도 및 요구사항 반영실태 진단 결과

토양오염도 현황 조사 통계의 이용자 만족도 조사를 실시한 결과 총 63명이 응답하였으며, 전체 응답자의 71.4%가 남자, 28.6%가 여자이고, 30대와 40대가 각각 23.8%와 30.2%로 가장 많았으며, 직업별 분포로는 연구직이 28.6%, 공무원이 27.0%로 나타났다. 소속기관별 응답자 분포는 기타 일반 이용자가 34.9%, 관련연구기관 이용자가 31.7% 순으로 조

Table 1. Organizations visited for accuracy assessment of data

Number	Area	Organization/Division
1	Chungbuk	Chungbuk Provincial Office/Culture, Tourism & Environmental Bureau
2	Cheongju	Cheongju City Office/Department of Environment
3	Daejeon	Research Institute of Public Health & Environment/Department of Waste Analysis
4	Gangwon	Kangwon Provincial Office/Department of Environment Policy
5	Gangwon	Research Institute of Public Health & Environment/Department of Waste Analysis
6	Chuncheon	Chuncheon City Office/Department of Environment Management
7	Daejeon	Geum River Basin Environmental Office/Department of Measurement Analysis
8	Jeonju	Jeonju Regional Environmental Office/Department of Measurement Analysis
9	Kyeonggi	Han River Basin Environmental Office/Department of Measurement Analysis
10	Wonju	Wonju Regional Environmental Office/Department of Measurement Analysis

사되었다.

토양오염도 현황 조사 통계의 이용 빈도는 연 1회 정도 또는 더 드물게 이용한다는 응답자의 비율이 33.3%로 가장 많았다. 활용방법은 연구·학술·학습활동에 사용한다는 응답이 64.5%로 가장 높고, 정책 수립 및 진단에 의해서 이용한다는 응답이 17.7%로 조사되었다. 이용시 자료 형태는 공표된 통계표나 보고서를 이용한다는 응답이 71.0%로 가장 많았고, 분석한 설명 자료를 사용한다는 응답이 17.7%가 되었다. 통계 자료의 입수 경로는 환경부 홈페이지에서 얻었다는 응답이 74.6%로 주로 인터넷을 통하여 자료를 획득했음을 알 수 있었다.

토양 오염도 현황의 이용자 만족도를 통계생산과정, 활용편리성, 내용충실성 측면으로 나누어 분석하였다. 또한 만족의 정도를 '전혀 그렇지 않다'를 1점으로 하고, '매우 그렇다'를 5점으로 하는 리커트 척도를 사용하였다.

통계생산과정에 대한 만족도에서 '공표시기의 적절성(3.59점)', '예고된 일정에 공표(3.65점)'의 항목에 대한 만족도가 평균 3.62점 정도로 나타나 만족도가 보통인 것으로 판단되었다(Fig. 1).

활용편리성에 대한 만족도에서 '제공방법/편제의 편리성', '시계열 비교 용이성', '국가간 비교 용이성', '유의사항/개념정리'에서는 각각 3.65점, 3.52점, 3.13점, 3.54점으로 통계생산과정의 세부 항목에 비교하여 다양한 만족도를 보였다(Fig. 2).

내용충실성에 대한 만족도에서는 '정보의 충분성(3.51점)', '정보의 다양성(3.40점)', '정보의 신뢰성(3.68점)'의 세부 항목에 대한 만족도도 보통 값을

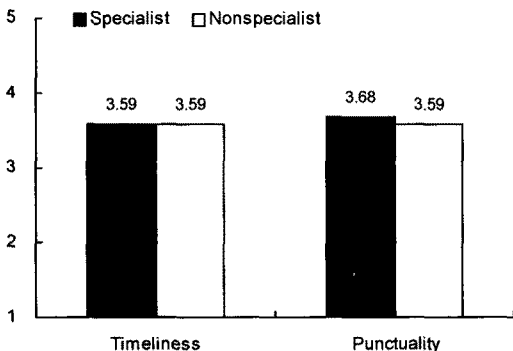


Fig. 1. Comparison of satisfaction with data production process.

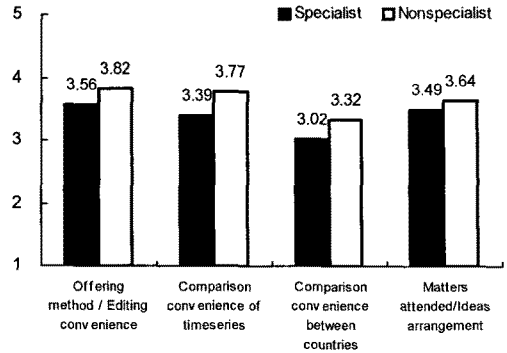


Fig. 2. Comparison of satisfaction with use convenience.

보였다(Fig. 3).

전반적인 이용자의 만족수준에 대한 결과인 전반적 만족도의 평균은 3.54점으로 대부분 항목별 만족도가 보통인 수준으로 분석되었다.

종합만족도를 산출하기 위하여 항목별 만족도와 항목별 중요도를 계산한 결과는 Table 2와 같다. 이를 통하여 종합만족도를 산출한 결과 3.54점으로 나타났다으며, Table 3의 전반적(체감) 만족도 3.54와 동일하게 나왔다.

Portfolio matrix 분석결과를 살펴보면, 1차 개선 영역으로 중요도는 높으나 만족도가 낮은 항목으로 '정보의 충분성', '정보의 다양성'이 속하였다(Fig. 4). 이들은 내용 충실성에 속하는 항목으로 시급히 개선해야 하는 항목으로 선정되었다. 2차 개선 영역으로 중요도와 만족도가 낮은 항목은 '유의사항/개념정리', '국가 간 비교용이성', '시계열 비교 용이성'으로 활용 편리성에 속하는 항목으로 토양 오염도 현

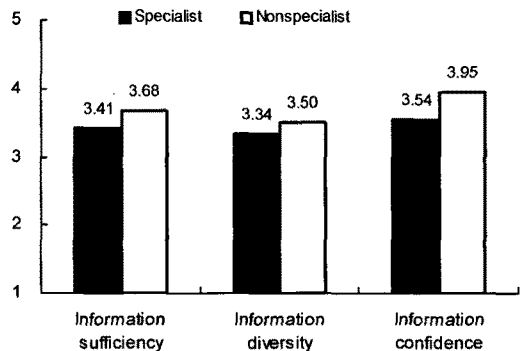


Fig. 3. Comparison of satisfaction with contents convenience.

Table 2. Comparison of satisfaction and importance

Property	Satisfaction	Importance (Weighted value)
Timeliness	3.59	0.09
Punctuality	3.65	0.08
Offering method / Editing convenience	3.65	0.15
Comparison convenience of timeseries	3.52	0.07
Comparison convenience between countries	3.13	0.06
Matters attended / Ideas arrangement	3.54	0.10
Information sufficiency	3.51	0.21
Information diversity	3.40	0.11
Information confidence	3.68	0.13
Total satisfaction	3.54	1.00

Table 3. Total and whole satisfaction

# of Respondent	Total satisfaction	Whole satisfaction
63	3.54	3.54

황 통계에서 차후에 개선해야 하는 항목으로 선정되었다. 1차 개선 영역과 2차 개선 영역을 보았을 때, 내용 충실성, 활용 편리성 면에서 개선의 여지가 있음을 보여주었다.

다음으로는 차별화 영역으로 '공표시기 적절성', '예고된 일정에 공표' 항목이 선정되었고, 권장영역으로 '정보의 신뢰성'과 '제공/편제 편리성' 항목이 선정되었다(Fig. 4). 차별화 영역과 권장영역을 살펴보면, 토양 오염도 현황 통계의 정확성 및 시의성, 정시성 측면에서 만족할 만한 수준이라 할 수 있다.

3.3. 세부 작성절차별 오차관리 체계 진단 결과

토양오염도 현황 조사 통계에 대한 세부 작성절차별 오차관리 체계 진단 현황을 살펴보면, 내부진단의 경우 우수하다는 응답이 26문항 중 14문항을 차지하여 통계작성에 대해 높은 점수를 부여하였다(Table 4). 심의위원 1은 우수에 9문항, 보통에 9문항 미흡에 7문항 매우 미흡에 1문항을 선택하였고, 심

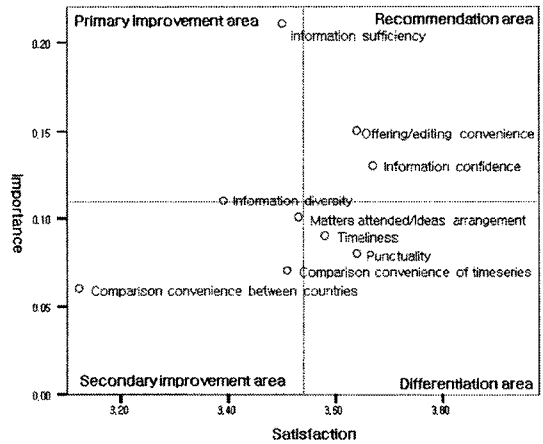


Fig. 4. Portfolio of satisfaction and importance.

의위원 2는 우수에 4문항, 보통에 16문항, 미흡에 6문항을 선택하였다. 결과를 살펴볼 때, 심의위원 2는 16문항에 보통을 부여하여 내부진단과 심의위원 간에 의견의 차이를 보였다. 진단점수는 내부진단은 3.46점, 심의위원 1은 3.00점, 심의위원 2는 2.92점의 점수를 주었다. 내부진단위원과 심의위원간의 점수 격차가 크다는 것을 발견할 수 있다.

통계작성 절차에 대한 품질진단 결과를 종합해볼 때, 종합평균이 3.13점이었다(Table 5). 이러한 평

Table 4. Statistics quality assessment of internal and outer diagnosis

Reviewer	Diagnosis score	# of diagnosis response					
		Very excellent	Excellent	Normal	Insufficient	Very insufficient	Impertinent
Internal diagnosis	3.46	0	14	10	2	0	0
Outer diagnosis 1	3.00	0	9	9	7	1	0
Outer diagnosis 2	2.92	0	4	16	6	0	0

Table 5. Overall score per processes of detailed preparation

Diagnosis	Mean	Planning and management of statistics production	Data sampling/object determination	Report system management	Data processing and sum	Data use	Aftercare
Mean	3.13	3.00	3.33	3.08	3.17	3.25	2.50
Internal diagnosis	3.46	3.25	4.00	3.00	3.50	3.63	3.00
Outer diagnosis	2.96	2.88	3.00	3.13	3.00	3.06	2.25

가결과를 위원별로 보면, 내부진단 점수는 3.46점이 고 2인의 외부진단위원 평균은 2.96점으로 내부진단의 점수가 컸으며 격차가 크다는 것을 발견할 수 있다.

각 절차별 점수를 살펴보면 자료수집 대상설정은 종합 3.33점으로 다른 절차 항목에 비하여 가장 높은 점수로 평가하였다. 자료이용 항목은 내부진단과 심의위원이 각각 3.63과 3.06으로 나와 가장 점수 차이가 많았다.

3.4. 수집자료의 정확성 진단 결과

수집자료의 정확성 진단결과 여러 문제점을 발견하였다. 조사 지점의 지목 분실로 인해 일정한 장소의 샘플링에 어려움을 겪었다. 또한 조사 지점 중 접근이 어려운 지점이 있어 지점 근처 다른 장소에서 시료를 채취하는 경우도 있었다. 이밖에도 여러 차례의 보고 과정을 거치는 중 입력하는 과정에서 오류 가능성이 있을 수도 있으며 보고 기간이 정해져 있어 업무 부하량이 일정 기간에 집중되어 오류가 발생할 가능성도 있었다.

3.5. 통계자료 서비스의 충실성 진단 결과

발간물 오류점검 부문에서는 발간물의 내용과 형식 및 수치표현 등에 대한 실태를 점검하는 절차로 '통계품질관리 이렇게 합니다'에 수록된 '발간물 오류 점검지침'에 따라서 점검대상 발간물의 내용과 표기 및 맞춤법, 표에 관한 형식과 내용, 단위, 주석, 출처, 도표와 그림 등에 대한 오류를 점검하였다. 이용자 편의사항 부문에서는 토양오염도 현황 통계의 발간물의 내용이 이용자의 입장에서 편리하게 구성되어 있는지 여부를 알아보기 위해 해당 통계를 공표하기까지의 절차에 관한 기본적인 정보(조사정보, 표본설계, 자료집계 등)를 제공하고 있는지 여부 등을 확인하는 절차로 '통계품질관리 이렇게 합니다'에 수록된 '이용자 편의사항 점검표'에 나오는

해당항목을 점검하였다.

발간물 오류점검 결과 심각한 오류는 없으나 통계 조사 결과를 보고서의 형태로 공표하여서 점검 항목을 판단하기에 어려운 항목이 많았다. 이용자 편의사항 부문 점검 결과 토양 측정망 및 실태조사 결과에 해당하는 진단항목 총 21개 중 이를 충족시킨 항목은 2개로 진단되어 수록률은 약 9.5%로 분석되었다.

4. 고 찰

토양오염도 현황 통계의 진단절차별 분석을 통해서 다음과 같은 문제점과 개선방안을 도출하였다.

4.1. 품질기반진단

토양오염도 현황 통계의 통계작성환경에서 나타난 문제점을 알아보고 개선방안을 제안한다. 통계작성환경의 문제점으로 첫째, 통계작성 담당자는 8개월의 짧은 통계업무 경력을 가지고 있고 통계업무에 비해서 4배의 다른 업무를 하고 있어 담당 통계 업무가 과중하게 느껴질 것으로 판단된다. 둘째, 토양오염도 현황 통계는 전국 규모의 통계로서 업무량에 비해서 통계를 작성하는 담당자수가 너무 적다고 판단된다. 이런 결과 매년 12월 말까지 토양 분석 결과가 도달하여도 간행물은 6월에 생산되는 결과를 놓고 있다. 셋째, 토양오염도 현황 통계 담당자는 토양오염도 현황 통계를 효과적으로 관리하기 위한 장비와 예산의 필요성을 절감하고 있다.

이를 개선하기 위해서는 전문적인 통계 작성 담당자를 육성하고 통계담당 인력의 확충과 예산 지원이 시급하다고 판단된다.

4.2. 이용자 만족도 및 요구사항 반영

토양오염도 현황 통계의 이용자 만족도 및 요구사항 반영 실태 진단에서 나타난 문제점과 개선방

안 다음과 같다.

문제점으로는 첫째, 통계의 개념을 명확히 하고 그에 맞는 조사를 수행해야 한다. 현재 토양오염도 현황 통계는 토양측정망의 경우, 실제 토양 배경농도 현황이 현실에 맞는다. 둘째, 온라인상에서 통계를 볼 때, 사진, GPS 위치, 기록대장 등이 추가되어야 한다. 셋째, Portfolio matrix에서 1차 개선 영역으로 나타난 정보의 충분성과 정보의 다양성 항목을 개선하여야 한다는 것이다. 넷째, 토양오염도 현황 통계 이용시 문제점으로 제기된 추가적인 정보를 얻는 방법에 대한 정보의 부족과 조사 후 결과 발표까지 시간이 많이 걸린다는 점이다.

이러한 문제점을 개선하기 위해서 다음을 제안한다. 첫째, 토양오염실태조사가 토양오염도 현황 통계의 목적에 맞게 실제 오염된 토양 분석 결과가 나오므로 토양오염도 현황 통계 목적에 부합한다고 생각된다. 토양 측정망은 배경 토양망으로서의 의미가 있으므로 토양오염도 현황 통계에서 토양 배경 농도로서의 의미를 부여해서 통계의 목적을 전환하면 될 것이다. 토양오염실태조사 결과도 환경 통계연감에 수록하는 것도 타당하나 환경통계연감에서 많은 부분을 차지하므로 간행물인 '토양측정망 및 실태조사결과'를 통계간행물로 발전시켜 '토양통계연감'(가칭)의 형태로 분리해서 발전시키는 것도 합리적인 것이다. 둘째, 현재 운영되고 있는 토양 지하수종합정보시스템이 발전하여 향후 토양오염도 현황 관리시스템이 구축된다면 현장 사진, GPS 위치 등 현장 관련정보, 기록대장이 추가되어야 한다. 셋째, 토양오염도 현황 통계 내용을 담고 있는 보고서, 환경통계연감, 토양 지하수종합정보시스템 등에 상호 접근 정보를 공유하게 하여 이용자들의 다양한 이용 목적을 충족시킨다.

4.3. 세부 작성절차별 오차관리체계

토양오염도 현황 통계의 세부 작성절차별 오차관리체계에서 나타난 문제점과 개선방안은 다음과 같다.

절차별 평가와 차원별 평가에서 내부진단과 외부진단위원의 편차가 많았던 항목은 '자료수집 대상 설정' 항목과 비교성, 일관성이다. 편차가 많은 것은 문제점을 담고 있는 항목으로 판단된다. 또한, 외부진단위원이 품질개선 의견으로 제시한 토양오염배경농도로서 이용, 조사지점수 축소, 유기물, 양이온

치환용량, 입도분석 등 이화학적 특성에 관한 항목 추가, 자료의 지역 대표성 문제, 조사 주기의 변경 등이 제시되었다. 개선 방안으로는 첫째, 자료 수집 대상 및 범위에 대한 명확한 설정이 필요하다. 둘째, 토양측정망의 통계 목적 수정을 고려해야 한다. 셋째, 조사지점수 축소와 조사주기의 개선, 토양 측정 항목의 발전을 고려하여 토양오염도 현황 통계를 발전시켜야 한다.

4.4. 수집자료의 정확성

토양오염도 현황 통계의 수집자료의 정확성 진단에서 나타난 문제점과 개선방안은 다음과 같다.

문제점으로 분석된 사항은 첫째, 조사지점 수와 변경, 둘째, 분석결과를 담은 엑셀 파일외에 총괄 현황표 추가 작성 문제 등이다. 개선사항으로 첫째, 조사지점 축소와 접근 용이한 지역으로 변경, 둘째, 분석결과를 입력하여 곧바로 환경부로 보고되는 관리 시스템 구축 등이다.

4.5. 통계자료 서비스의 충실성

토양오염도 현황 통계의 통계자료 서비스의 충실성에서 나타난 문제점과 개선방안은 다음과 같다.

오류가 발견된 사항으로서 보고서에 수록된 자료의 출처가 거의 표기되지 않았다는 것과 목차에 통계표의 제목과 순서가 나열되지 않았다는 것이다. 이밖에 보고서에 나타난 오류와 이용자들의 편의성을 높이기 위한 개선점은 다음과 같다. 보고서내 자료에 대한 출처를 명확하게 기재, 보고서내 기록된 통계표와 그림에 대하여 목차에 수록, 이용자를 위한 소개 부분 수록, 통계자료 활용에 참고 되는 내용을 부록으로 수록, 통계표에 사용되는 기호들의 의미를 명시, 통계간행물 이외에 통신매체를 통해서 자료가 제공되는 경로를 표시, 조사 목적을 명확하게 기재, 조사 범위와 조사의 구체적인 대상을 명확하게 기재, 국내·외 통계자료를 비교할 수 있도록 조사에 적용된 국내 또는 국제적 기준과 그 내역 설명, 조사 항목을 나열하고 주요 조사항목이 무엇인지 설명, 조사주기와 실제조사시간 명시, 조사체계와 조사 방법 등을 명시, 조사표가 사용되지 않은 경우에는 자료수집 방법과 절차에 대한 설명, 조사표의 변천사, 연도별 추가, 신설 항목 등 변경내역의 설명 수록, 보고서에 수록된 모든 용어들에 대한 상

세한 설명이 수록, 조사결과와 공표 방법, 향후 공표 일정의 예고 수록 등이다.

4.6. 외국 토양오염도 관련 통계와의 비교

미국은 토양오염측정망과 관련된 통계 시스템을 갖추고 있다. 국가우선 복원 목록 등 복원 관련 정보 관리 시스템인 CERCLIS을 구축하여 인터넷상으로 접근 가능하다. 우리나라의 토양측정망과 같은 토양오염현황을 알 수 있는 시스템은 없다. Superfund 부지는 CERCLIS에 입력되어 예비조사가 실시되고 이 지역의 조사자료는 보고서로 출간된다. EPA에서 운영하는 Enviromapper는 환경 시설의 위치를 검색할 수 있고 Superfund 부지, 독성물질 누출 부지, 유해폐기물시설 등의 위치를 알 수 있다. Envirofacts는 폐기물, 대기, 수질, 토양에 관한 DB로 구성되어 일반 토양 관련 자료로 Superfund 시설, RCRA(Resource Conservation and Recovery Act of 1976) 시설 목록과 유해폐기물 관련 정보를 제공한다.

이밖에 농림부의 NASIS(National Soil Information System)은 토양조사자료를 통합, 운영, 관리하고 있고 Soil survey geographic DB, State soil geographic DB, National soil geographic DB로 나누어진다. 특히, National soil geographic DB는 토양의 물리화학적 특성자료, 물관리, 위락시설, 작물재배지, 산림지역, 방목지, 야생생물지역 등 토양 이용 및 관리에 관한 자료를 제공한다⁵⁾.

유럽연합은 1990년 중반 이후부터 토양오염지역에 대한 자료를 국가차원에서 제공하고 있다. 네덜란드는 1990년대 중반 이후 토양오염부지에 관한 자료를 제공하고 있다. 네덜란드 연방정부는 토양오염부지에 대한 토양오염정보를 수집하여 VROM (Ministrie Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment)의 홈페이지에 DB로 구축하여 일반인에 접근할 수 있게 하고 있다. 영국은 지방정부 차원에서 오염부지의 규제조치에 관한 정보를 기록하고 있는 공공기록부를 관리하고 일반 국민에게 제공하고 있다⁶⁾. 덴마크는 토양오염지역의 자료를 제공하였는데 1990년대부터 덴마크오염부지목록을 운영하여 오염부지의 위치, 토지용도, 오염물질의 종류 등 토양오염에 관한 정보를 제공하고 있다. 등록된 오염부지는 토지대장에 기록되어 일반인에게

공개되었다.

우리나라 토양오염도 현황은 토양측정망과 토양오염실태조사로 이루어져 있다. 우리나라 토양측정망은 외국의 토양오염지역을 우선으로 파악하여 DB로서 관리하는 제도와는 다르게 토양의 배경농도로서의 기능만을 하는 오염되지 않는 토양을 다루고 있다. 독일의 경우 1980년대 이후부터 약 800여개 부지에서 토양 모니터링을 하는 것에 비하면 토양 샘플 수가 너무 많고 1년인 작성주기도 짧다고 판단된다. 또한, 미국과 유럽연합의 경우 처럼 토양오염지역에 대한 정보를 토대로 집중적으로 토양오염지역의 토양을 모니터링하는 방안도 고려하여야 한다. 토양오염지역에 대해서는 토질 성분, 투수계수, 지하수 수질 등 토양오염물질의 향후 이동과 관련된 분석항목을 추가하여 과학적인 토양오염관리를 하여야 한다. 외국에서 많이 채택하는 토양오염도를 GIS 기술을 이용하여 공간적인 통계자료를 만드는 것을 발전 방향으로 모색하여 볼 수 있다.

4.7. 「토양오염도 현황 통계」 발전 전략 및 로드맵

4.7.1. 품질기반 개선

토양오염도 현황 통계의 정확성을 늘리기 위해서는 토양오염도 현황 통계 작성을 담당하는 환경부와 지방청, 지자체 분석기관의 인력 구성과 지속적인 업무 수행이 필요하다. 따라서, 토양오염도 현황 통계 담당자의 과중한 업무를 줄이고 토양오염도 현황 통계를 효율적으로 관리하기 위해서 통계 담당자를 전문가로 육성하고 통계 담당 인력의 확충과 예산 확보가 필요하다.

4.7.2. 통계 목적에 부합하는 토양오염도 현황 통계의 발전

토양오염도 현황 통계의 통계 작성 목적은 전국 토양에 대한 오염추세를 파악하고 오염 우려 지역에 대한 오염실태를 조사하여 토양오염을 예방하고 오염토양을 정화하는 등 토양보전 대책 수립·추진을 목적으로 하고 있다. 그러나, 실제 토양오염도 현황 통계의 일부분을 차지하는 토양측정망 통계의 경우 오염된 토양이 아니라 오염되지 않은 토양내 오염물질의 범위를 알려주고 있다. 그러므로, 토양배경 농도로서의 의미를 가지고 있는 토양 측정망

의 규모를 줄이고 토양 오염지역의 토양을 분석하는 토양오염실태조사를 확대하여 통계 목적을 완수할 수 있도록 한다. 아울러 정확성을 높이고 토양오염도 현황을 공간적으로 분석할 수 있게 하기 위해서 현재 운영중인 GIS 방법을 이용한 ‘토양지하수종합정보시스템’을 체계적으로 발전시킨다. 또한, ‘토양지하수종합정보시스템’에서 토양오염은 필연적으로 지하수 오염과 병행되므로 지하수 오염 조사를 토양오염과 같은 지점에서 동시에 분석하는 방안도 고려해야 한다.

4.7.3. 통계간행물 개선

현재 매년 토양오염도 현황 통계의 산출물로서 간행되는 토양측정망 및 실태조사결과 등은 결과 보고서에 가깝다. 통계간행물(토양측정망 및 실태조사결과, 환경통계연감 등)로서의 품질을 개선하

기 위해서 통계소개, 기호 의미 명시, 토양분석방법 등 토양관련 통계로서의 특성을 설명하여 이용자들에게 효율적으로 통계자료를 이용하게 한다.

4.7.4. 로드맵

토양오염도 현황 통계의 문제점 및 개선방안을 토대로 개선 권고사항에 대한 단기, 중기, 장기 실행 방안을 구상하였다(Table 6). 우선 정확성 증진을 위해서 품질기반을 개선해야 한다. 토양오염도 현황 통계 담당자의 과중한 업무를 줄이고 토양오염도 현황 통계를 효율적으로 관리하기 위해서 통계 담당자를 전문가로 육성하고 통계 담당 인력의 확충과 예산 확보가 필요하다. 통계 목적에 부합하는 토양오염도 현황 통계의 발전은 관련성 및 일관성과 연관이 있다. 단기, 중기, 장기에 걸쳐서 토양배경 농도로서의 의미를 가지고 있는 토양 측정망의 규

Table 6. Recommendations and action plan for improving Monitoring of Soil Quality

Recommendations	Action plan	Period	Expected result
Improvement of quality infrastructure	- Incentive system for officers to produce and develop statistics	Short and middle term	Accuracy
	- Completion of basic statistics course and special course for statistics quality assessment	Short and middle term	Accuracy
	- Completion of annual education course according to level of basic, application and practice		
	- Continuous Budget Request for statistics part - Request for increasing officers responsible for statistics	Long term	Accuracy
Conformity with statistics object	- Establishment of computer processing system for Monitoring of Soil Quality		
	- Object conversion of soil measurement network to national background concentration of soil pollution	Short term	Relevance /Coherence
	- Consistent publication of Soil Measurement Network and Status Survey of Soil Pollution - Development of Soil Statistics Book from combination of soil part of Environment Statistics Book and Result of Status Survey and Soil Measurement Network	Middle term	Relevance /Coherence
Improvement of use convenience through development of published book	- Stepwise decreasing of sampling points of Soil Measurement Network and maintenance of Status Survey of Soil Pollution	Long term	Relevance /Coherence
	- Amendment of statistics publication for users - Improvement from comparison with domestic related environmental statistics	Short term	Clarity
	- Analysis execution for user satisfaction of statistics publication and its practice	Middle term	Clarity

모를 줄이고 토양 오염지역의 토양을 분석하는 토양오염실태조사를 확대하여 통계 목적을 완수할 수 있도록 한다. 아울러 정확성을 높이고 토양 오염도 현황을 공간적으로 분석할 수 있게 하기 위해서 현재 운영중인 GIS 방법을 이용한 '토양지하수종합정보시스템'을 체계적으로 발전시킨다. 통계간행물 개선은 명확성을 늘릴수 있는데 통계간행물(토양측정망 및 실태조사결과, 환경통계연감 등)로서의 품질을 개선하기 위해서 단기 또는 중기에 걸쳐서 통계소개, 기호 의미 명시, 토양분석방법 등 토양관련 통계로서의 특성을 설명하여 이용자들에게 효율적으로 통계자료를 이용하게 한다.

5. 결 론

토양오염도 현황 통계에 대한 품질진단 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1) 품질기반진단에서 전문적인 통계 작성 담당자를 육성하고 통계담당 인력의 확충이 필요하다고 판단되었다.

2) 이용자 만족도 및 요구사항 반영 실태 진단을 통하여 토양 측정망은 배경 토양망으로서의 의미가 있으므로 토양오염도 현황 통계에서 토양 배경 농도로서의 의미를 부여해서 통계를 소개하는 것을 제안하였다.

3) 세부 작성 절차별 오차관리 체계 진단 결과, 토양측정망의 통계 목적 수정과 조사지점수 축소와 조사주기의 개선, 토양 측정 항목의 개선을 제안하였다.

4) 수집자료의 정확성 진단 결과, 조사지점 축소와 접근 용이한 지역으로 변경, 환경부로 보고되는 관리시스템 구축 등이 제안되었다.

5) 통계자료 서비스의 충실성 진단 결과, 자료 출처 명기, 통계표와 그림 목차 수록 등 이용자들의 정보 환경 개선을 제안하였다.

참 고 문 헌

- 1) 통계청a, 2008, 국가승인통계현황, 통계청, 2280pp.
- 2) 환경부, 2008, 2007년도 토양 측정망 및 실태조사결과, 환경부, 328pp.
- 3) 통계청b, 2008, 통계품질진단 이렇게 합니다, 통계청, 174pp.
- 4) 통계청c, 2008, 2008 정기통계품질진단, 통계청, 61pp.
- 5) 한중근, 홍기권, 김지선, 정영웅, 탁 힌, 이원욱, 송영재, 2006, 서울지역 토양환경 관리를 위한 로드맵 작성, 서울지역환경기술개발센터, 52pp.
- 6) 박용하, 윤서성, 송재우, 장지수, 이양희, 2003, 토양오염지역의 관리 및 복원방안II, 한국환경정책평가연구원, 188pp.