

## 국민환경보건기초조사의 현황 및 전망

박충희<sup>†</sup> · 유승도

국립환경과학원 환경보건연구과

### Status and Prospects of the Korean National Environmental Health Survey (KoNEHS)

Choonghee Park<sup>†</sup> and Seung Do Yu

National Institute of Environmental Research, Environmental Health Research Division, Korea

#### ABSTRACT

**Objectives:** The purpose of this review is to suggest future directions for the Korean Environmental Health Survey (KoNEHS) in terms of an environmental health monitoring system and recent environmental health issues in Korea.

**Methods:** The national scale biomonitoring program and environmental health researches which conducted by Ministry of Environment was reviewed for this study. The scope, contents and utilization of results of KoNEHS as a biomonitoring program and other basic function for environmental health monitoring was analyzed.

**Results:** Biomonitoring survey was conducted for basic functions, such as evaluating exposure levels of environmental chemicals and analyzing exposure factors. In order to expand the basic purposes of KoNEHS, the biomonitoring function should be strengthened by enlarging the range of chemicals analyzed and including all age groups in the biomonitoring and health status monitoring functions by using official health-care and mortality data. Exposure factors such as time-activity patterns and micro-environmental pollution levels were studied. The data from the environmental health study were established into a standardized database system for supporting environmental health policy. A definition and concept of environmental health services should be established.

**Conclusion:** To achieve the aims of environmental health, changes in environmental health status and related factors must be observed and predicted reflecting real conditions. In this regard, improving the methodology and system through diverse approaches is necessary for KoNEHS.

**Keywords:** Environmental health survey, Biomonitoring, Methodology, Exposure factor

#### I. 서 론

환경보건은 환경과 연관된 건강문제를 포함하는 현황과 그 원인을 파악하고 문제를 개선하기 위한 노력을 투입하며, 이들 과정과 함께 효과를 평가하여 개선해야 할 지점으로 되돌림으로써 유해 환경요인으로부터 건강영향을 예방 또는 최소화하려는 노

력이라 할 수 있다.

우리나라에서는 환경보건의 중요성을 인식하여 2008년 환경보건법을 제정하였으며, 이 법에서는 ‘국민환경보건기초조사(이하 기초조사)’를 매 3년마다 수행하여 환경부장관에게 보고하도록 규정하고 있다.<sup>1)</sup> 기초조사에는 우리나라 국민의 생체 내 환경유해인자의 농도, 환경유해인자로 인한 건강피해 현황, 환경

<sup>†</sup>Corresponding author: Risk Assessment Division, National Institute of Environmental Research, Kyungseo-Dong, Seogu, Incheon, 440-170, Korea, Tel: 032-560-711, E-mail: whoispch@gmail.com

Received: 13 February 2014, Revised: 25 February 2014, Accepted: 28 February 2014

성질환의 발생 현황 등이 포함된다. 조사결과 환경유해인자의 생체 내 농도가 높은 경우, 환경유해인자로 인한 건강피해가 큰 경우, 환경성질환이 지역적으로 많이 발생한 경우 등 어느 하나에 해당하는 결과가 나오면, 원인규명 등을 위한 정밀조사까지 하도록 되어있다.

기초조사가 환경보건문제의 도출부터 해결방안 제시까지를 포함하는 기본적이고 종합적인 성격으로 해석될 수 있음에도 불구하고 환경보건의 범위와 DPSEEA(Driving force-Pressure-State-Exposure-Effect-Action)모형에 기반 하여 보면, 국민이라는 수용체 측면에서 환경유해인자의 노출, 특히 생체노출 및 건강피해의 모니터링에 국한되었다고 할 수 있고, 수용체 측면에서 문제가 파악되지 않으면 환경 또는 건강문제의 개선에 대한 추동력을 얻을 수 없는 한계가 있다.<sup>2,3)</sup> 물론, 환경부장관과 지방자치단체의 장은 환경성질환의 발생 또는 환경유해인자로 인한 건강피해가 우려되거나 의심되는 지역주민에 대하여 역학조사를 실시할 수 있다(법 제15조). 또한 국민의 청원에 따른 건강영향조사(법 제17조)도 할 수 있다. 그럼에도 불구하고 환경보건문제를 해결하기 위하여 먼저 환경보건 문제를 파악하는 체계가 잘 확립되어야 한다. 환경보건법이 시행(09.3.22)된지 이제 5년이 지났으므로, 그간 추진된 내용에 비추어 기초조사의 한계와 발전방안을 모색하는 것이 필요하다.

본 연구는 환경보건법에 근거하여 그 동안 진행되었던 기초조사를 환경보건의 목적을 달성하기 위한 기본적 조사로서의 내용과 활용성을 구비하고 있는지를 검토하고, 최근의 환경보건 문제 및 기술발전 등에 비추어 발전방향을 모색하고자 하였다.

## II. 연구내용 및 방법

환경보건법에서 정의한 기초조사의 첫 번째 내용인 국민의 생체 내 환경유해인자의 농도 현황은 제1기 기초조사와 함께, 선행 조사인 국민 혈액 중 중금속 농도 조사(2005) 및 국민 생체시료 중 유해물질 실태조사(2007, 2008)를 포함하여 조사범위, 내용 및 결과의 활용에 대하여 분석하였다. 기초조사의 두 번째와 세 번째 내용인 환경유해인자로 인한 건강피해 현황과 환경성질환의 발생현황에 대한 평가는 환경부(국립환경과학원)에서 진행하였던 환경

오염 취약지역 및 민감집단을 대상으로 한 건강영향 연구의 내용과 결과를 활용하였다. 또한, 최근 및 미래의 환경보건 문제에 대한 인식과 수요 등 제반 환경보건 여건 등을 고려하여 기초조사의 방향을 검토하였다.

## III. 결 과

국가단위의 바이오모니터링은 환경보건법에 근거하여 2009년 이후 추진 중인 기초조사와 그 이전에 2005년부터 2008년까지 진행된 조사로 구분할 수 있다. 2005년에는 환경부가 질병관리본부에서 수행중인 국민건강영양조사 체계를 활용하여 국민의 체내 중금속 농도를 조사하였다.<sup>4)</sup> 조사기간은 2005년 3월부터 2005년 11월까지이며, 조사대상자는 환경노출요인을 고려하지 않고 인구비례로 추출한 전국의 성인 2,000명이었다. 분석항목은 혈액 중 중금속 3종(납, 수은, 카드뮴)이며, 환경노출과 관련된 설문조사가 포함되어 있으나 4문항만으로 구성되어 있다. 이 조사는 우리나라 최초의 전국규모 바이오모니터링이라는데 의의가 있다.

2007년에는 환경부가 별도의 바이오모니터링 체계를 구축하여 일반 배경도시지역, 해안지역, 대기측정망 설치지역 및 토양오염 우려지역으로 층화하여 전국의 8개 조사구에서 만 18세 이상 성인 2,000명을 조사하였다.<sup>5)</sup> 조사기간은 2007년 8월부터 2008년 4월까지이며, 분석항목은 혈액 중 중금속 4종(납, 수은, 카드뮴, 망간), 요 중 중금속 2종(수은, 카드뮴) 및 대사체 2종(2-naphthol, cotinine) 등 총 8종이었다. 환경노출과 관련된 설문조사는 인구사회학적 특성, 생활 및 거주환경 등 총 80문항으로 구성되었다. 이 조사는 생체시료 채취를 위한 협력체계 구축, 표준화된 시료채취와 분석과정에서의 표준화매뉴얼 작성 및 적용, 분석과정의 정도관리프로그램 마련, 시료 이송 및 보관 체계 마련 등 바이오모니터링을 위한 기반을 마련하였다는데 의의가 있다.

2008년에 진행된 조사는 표본설계 단계에서 인구학적 대표성을 고려하고 도시지역, 농촌지역, 해안지역 및 대기측정망 설치지역으로 노출요인을 층화하여 전국 200개 조사구에서 5,000명을 추출하였다. 조사기간은 2008년 4월부터 2008년 12월까지이며, 분석항목도 혈액 중 중금속 3종(납, 수은, 망간), 요

**Table 1.** Exposure matrix among biomonitoring levels and major affecting factors of 1st KoNEHS

Matrix	Chemicals	Gender		Age		Region			Monitoring station	Smoking
		Man	Woman	Ages in highest level	Trend with aging	Urban	Rural	Coastal		
Blood	Pb	○		60~69	Increase				○	○
	Mn							○		
	Hg	○		50~59				○		○
Urine	Hg	○		20~39	Decrease			○	○	
	Cd		○	70~	Increase			○		
	Inorganic As <sup>1)</sup>	○		60~69	Increase			○		
	Pyrene	○		40~59	Increase			○		○
	Naphthalene	○		40~49	Increase			○		○
	MnBP <sup>2)</sup>						○			
	MEHHP <sup>3)</sup>						○			
	MEOHP <sup>4)</sup>						○			
	Bisphenol A	○		20~29	Decrease			○		○
	3-PBA <sup>5)</sup>			70~	Increase		○			
	Benzene			30~39	Decrease				○	○
	Toluene		○	70~	Increase		○			
	Xylene	○		30~49	Decrease				○	○
Styene	○		40~59	Increase			○		○	
Ethyl benzene	○		50~59	Increase					○	

- 1) inorganic As: As<sup>+3</sup>, As<sup>+5</sup>, MMA(methyl arsenic), DMA(di-methyl arsenic)
- 2) MnBP : mono-butylphthalate
- 3) MEHHP: mono-(2-ethyl-5-hydroxyhexyl)phthalate
- 4) MEOHP: mono-(2-ethyl-5-oxohexyl)phthalate
- 5) 3-PBA : 3-phenoxybenzoic acid

중 중금속 2종(카드뮴, 비소), 요 중 대사체 9종(1-hydroxypyrene, 2-naphthol, cotinine, 프탈레이트 대사체 3종, bisphenol A, VOCs대사체 2종) 등 총 13종으로 확대하였다. 또한, 환경노출에 대한 조사를 강화하기 위하여 설문조사 항목도 기존의 설문내용을 보완하여 총 125문항으로 확대하였다. 이 조사에 서부터 전국 대표성을 갖는 환경유해인자의 인체노출 정보를 산출하기 시작하였다.

환경보건법에 근거한 국민환경보건기초조사는 3년 단위의 조사로 구성되었다. 제1기 기초조사는 2009년부터 2011년까지 진행하였다. 표본은 전국대표성, 인구분포 및 지리적 특성을 반영하도록 설계하였으며, 만 19세 이상 성인을 대상으로 년 간 2,000명, 3년 간 총 6,000명을 조사하였다. 조사항목은 혈액 중 중금속 3종(납, 수은, 망간)과 요 중 중금속 3종(수은, 비소, 카드뮴), PAHs 대사체 2종(1-hydroxypyrene, 2-

naphthol), 프탈레이트 대사체 3종(MEHHP, MEOHP, MnBP), bisphenol A, 피레스로이드계 살충제 대사체(3-PBA) 및 VOCs 대사체 5종 등 총 18종이었다 (Table 1). 환경노출을 평가하기 위한 설문조사도 기존의 설문항목에 식이습관, 환경 및 직업 노출력 등 노출경로 파악을 위한 내용을 보완하여 약 140개의 문항으로 구성되었다. 제2기 기초조사는 2012년부터 2014년까지 전국의 성인 6,000명을 대상으로 진행하고 있으며, 1기 조사항목에서 프탈레이트 등 3종을 추가하여 총 21종으로 분석대상을 확대하였으며, 환경유해인자의 노출과 건강영향과의 상관성 분석을 위한 간, 신장기능 및 알레르기 지표 등 19개의 임상검사 항목을 추가하였다.

기초조사를 통하여 생체 내 환경유해인자의 전국 대표값을 산출하였으며, 유럽, 미국 등 외국의 바이오모니터링 결과와 비교하여 환경보건정책 수립을

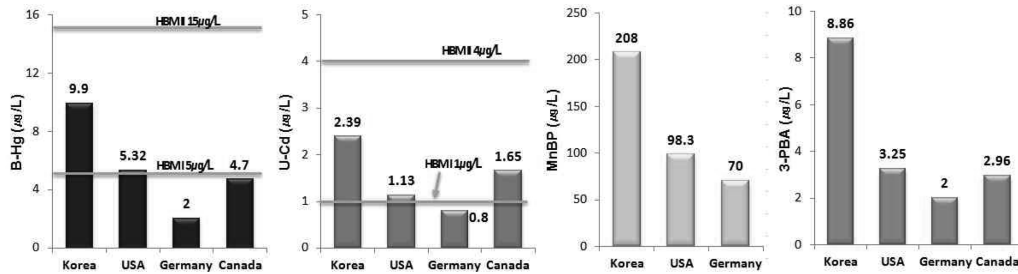


Fig. 1. Comparison of reference values with foreign countries.

위한 기초정보를 확보하였다(Fig. 1). 우리나라 국민의 혈 중 수은과 요 중 카드뮴, DBP 및 피레스로이드계 살충제의 노출수준은 미국, 독일 및 캐나다 보다 높았으며, 특히, 혈 중 수은과 요 중 카드뮴은 독일 인체모니터링 위원회에서 제안한 인체노출 기준치를 고려할 때, 노출저감을 위하여 전반적인 검토가 필요한 것으로 나타났다.<sup>6-8)</sup> 환경유해인자별로 상대적으로 높은 노출수준을 나타내는 인구집단의 특성을 분류하였고, 도시, 농촌 및 해안지역 등 지리적 특성에 따른 노출수준의 차이를 확인하였다(Table 1). 프탈레이트와 일부 휘발성유기물질을 제외하면 남성이 여성보다 높았으며, 남, 비소 및 피레스로이드계 살충제는 60대 이상 연령층에서 높은 것으로, 식이와 관련된 중금속은 해안지역에서 높은 것으로 나타나 노출저감 정책의 대상과 방향을 정하는데 활용할 수 있다. 2007년 조사에서는 혈 중 수은이 비정상적으로 높게 나타난 지역을 확인하였고, 정밀조사를 통하여 주요인자가 육식성 대형어류(상어)의 섭취라는 것을 확인하였다.<sup>9)</sup> 2005년 조사의 혈 중 수은 결과는 환경부의 수은관리 종합대책을 수립하는 근거가 되었다.

환경유해인자로 인한 건강피해 및 환경성질환의 발생 현황에 대한 평가는 기존의 산업단지, 폐금속 광산 및 시멘트 공장 주변지역 주민의 건강영향조사와 산모영유아, 어린이 및 노령인구 등 민감계층 대상의 건강영향연구 사업을 활용하였다.

건강피해와 관련된 정보는 시멘트 공장 및 석회석 광산 주변지역 주민건강영향 조사에서 직업력이 없는 진폐환자 및 폐쇄성폐질환자의 확인, 석면광산 주변지역의 악성중피종, 석면폐 및 폐암 발생 등 폐질환 등을 확인한 사례가 있다.<sup>10,11)</sup> 질병발생 단계 이전의 생체지표 단위에서 건강영향을 확인한 사례는

(구)장항제련소 주변지역 주민에게서 카드뮴에 의한 신장기능 저하를 확인한 사례와 폐금속 광산 주변지역 주민에게서 신장손상지표의 이상을 확인한 조사가 있었다.<sup>12,13)</sup> 조사에서 확인된 건강피해의 예방과 사후관리를 위하여 환경부에서는 호흡기, 석면 및 중금속 분야의 환경보건센터를 설립하였다. 산모영유아 대상의 건강영향연구에서 중금속, 프탈레이트 및 비스페놀A의 노출과 태아의 성장 및 영유아의 인지 발달 등과 같은 건강영향간의 상관성을 확인하였고, 산모영유아 및 여성의 건강피해예방을 위한 환경보건가이드를 제시하였다.<sup>14)</sup>

환경성질환과 관련된 정보는 기존의 건강영향연구에서 아토피, 천식과 같은 알레르기 질환의 병원진단 경험 등을 묻는 설문조사의 형식으로 진행되었다.<sup>15,16)</sup> 이렇게 수집된 정보는 조사지역내에서 노출군과 대조군의 환경오염수준과 환경성질환의 발생에 대한 비교평가에 활용하였다.

#### IV. 고 찰

기초조사의 기본개념은 환경오염이 적은 지역부터 심한 지역까지, 환경오염물질에 대한 건강영향의 민감도가 작은 사람부터 큰 사람까지를 모두 포함하여 환경보건상태를 파악하는 것이다(Fig. 2). 즉, 환경보건법상의 기초조사는 환경오염의 취약지역 및 민감집단을 포함한 우리나라 전체 인구집단의 환경유해인자 노출 및 건강영향에 관한 기초자료를 생산하는 구조로 되어 있다. 즉, 기초조사는 우리나라 전반에 걸친 환경보건 문제를 도출하고 정책방향을 제시하는 역할을 하며, 환경보건법 제6조에서 명시한 환경보건종합계획을 통하여 문제해방을 마련하고 이행한다.

현재 진행 중인 기초조사의 한계점을 극복하고 기

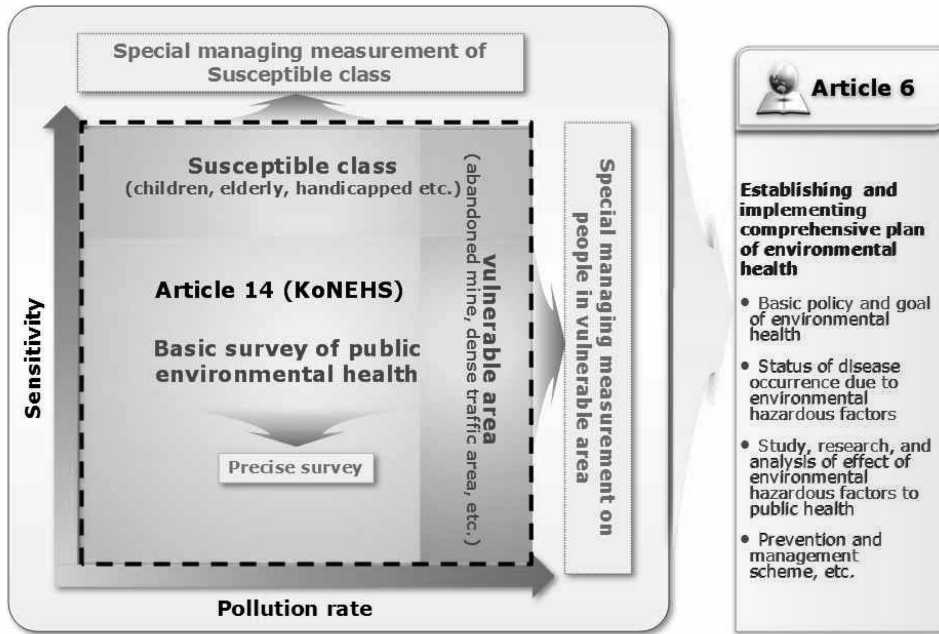


Fig. 2. Scope and areas of Korean National Environmental Health Survey (KoNEHS).

Table 2. Comparison of biomonitoring programs with foreign countries

	KoNEHS	GerES	NBP	CHMS
Term	3 years	1~4 years	2 years	2 years
No. of subjects (age range)	6,000 (19~79)	1,800~4,800 (3~69)	2,500 (1~)	6,000 (3~79)
bio-sample	Blood, urine	Blood, urine	Blood, urine	Blood, urine
No. of Chemicals	21	43	250	91
Environment measurement	-	Drinking water, indoor dust and air	-	Indoor VOCs
Physical examination	Included	-	Included in NHANES	Included

본적인 개념을 충족시킬 수 있도록 다음과 같은 방향으로 기초조사를 개선할 필요가 있다.

1. Biomonitoring의 강화

기초조사의 biomonitoring은 독일의 German Environment Survey (GerES), 미국의 National Biomonitoring Program (NBP) 및 캐나다의 Canadian Health Measures Survey (CHMS)와 비교해 볼 수 있다(Table 2).

독일은 1985년부터 1차 GerES를 시작하여 2006년 4차 조사를 완료하였고, 현재 5차 조사를 준비

중이다. GerES는 단계별로 3세부터 79세까지 다른 연령층을 대상으로 1,800명에서 4,800명의 생체시료에서 중금속을 포함하여 총 43종의 화학물질을 조사하고 있다.<sup>17)</sup> 이밖에 노출요인의 파악을 위한 설문조사와 가정의 식수, 진공청소기, 칩적먼지 및 실내공기의 분석도 포함되어 있다. 미국은 제3차 국민건강영양조사(1988~1994)부터 생체 내 환경유해물질을 측정하고 있으며 1999년부터는 2년 주기의 NBP로 운영하고 있다.<sup>18)</sup> 조사대상자는 6세 이상을 원칙으로 2년간 2,500명 수준이며, 분석 대상물질은 총 250여종이고 노출요인의 파악은 국민건강

영양조사의 설문 및 건강검진 자료를 활용하고 있다. 캐나다는 2007년부터 2년 주기로 CHMS를 운영하고 있다.<sup>19)</sup> 조사대상자는 주기별로 약 6,000명, 연령은 2~70세, 생체시료 중 분석항목은 91종이며, 설문 조사와 거주환경측정 및 건강검진이 포함되어 있다.

국외에서 수행되고 있는 조사 연구를 고려할 때, 기초조사는 조사 대상자 및 항목의 확대와 노출에 의한 건강영향 지표의 체계적인 조사가 가능하도록 연구체계를 보완하여야 환경보건연구 및 정책에 활용성이 커질 것이다. 현재 기초조사는 성인만을 대상으로 하고 있다. 물론 제 2기 기초조사에서 어린이청소년 등 학령기 아동을 포함하였으나, 기획단계에서 포함된 것이 아니라 기초조사의 표본과는 별도의 표본으로 전 국민 대표성을 갖기에는 일부 제한점이 있다. 따라서 조사의 기획단계에서 영유아 및 어린이를 포함한 전 연령을 대표할 수 있도록 표본을 설계하고 조사방법도 표준화해야 한다.

분석대상 환경유해인자의 종류도 일상생활에서 노출되고 있는 화학물질 중 극히 일부만 반영되고 있다. 연령층 별로 생활환경 및 사용하는 일상용품의 종류가 다르기 때문에 노출되는 화학물질에 차이가 있다. 따라서, 화학물질의 특성, 노출빈도 및 건강영향의 중요성 등을 고려하여 조사 대상물질을 선정하고 확대할 필요가 있다.

현재 환경유해인자로 인한 건강영향의 조사를 위하여 제2기 기초조사는 21개의 임상 항목을 포함하고 있으나, 건강영향의 규모를 파악하고 노출과 건강영향의 상관성을 분석하기에는 한계가 있다. 따라서 노출-영향의 원인적 연관성(causal association)과 불확실성을 검토하여 다양한 건강지표를 추가하는 것이 필요하다. 다만, 예산의 효율성, 자료의 실질적 활용성 등을 고려할 때 조사의 주기 및 내용 등의 조정이 필요하고, 그에 따른 조사 및 분석기반이 유지될 수 있는 방안이 마련되어야 한다.

## 2. 환경유해인자로 인한 건강피해 및 환경성질환 감시체계 구축

환경유해인자로 인한 건강피해 및 환경성질환의 발생 현황 파악을 위한 별도의 체계가 기초조사에 포함되지 않아, 기존의 건강영향연구의 결과를 활용하고 있다. 건강영향연구 사업의 목적 또한 환경성질환에 맞추어진 것이 아니기 때문에 발생원인 및

경향에 대한 평가는 어려운 실정이다. 따라서 전국 규모의 현황파악을 위한 별도의 체계나 타 부처와의 연계방안이 필요하다.

환경유해인자로 인한 건강피해는 역학조사를 통하여 확인이 가능하기 때문에 전국 단위의 조사는 어려우며, 건강피해의 발생 가능성이 높거나 언론 등 지역의 의견을 반영하여 조사지역을 선정하고 있다. 산업단지 및 폐광 등 환경오염 취약지역과 어린이, 노인 등 민감집단에 대한 환경유해인자의 노출수준을 분석하여 건강피해 발생가능성이 높은 지역을 분류하고 건강피해에 대한 모니터링 체계를 만들 필요가 있다. 건강피해의 종합적인 평가를 위하여 노출 및 건강영향 정보와 환경역학조사의 결과를 취합, 분석, 보고하는 일련의 체계가 마련되어야 한다.

환경성질환의 발생현황은 협의로 법에서 지정한 질환과 함께 광의로 세계보건기구(WHO)에서 제시하는 환경에 기인되는 부분이 일정수준 이상 되는 질환에 대한 현황까지 모니터링해야 한다. WHO에서는 환경오염에 의한 건강부담(EBD, Environmental Burden of Disease)을 통하여 각 국가별 건강피해 현황을 분석하고 있으며, 우리나라에서도 질병부담을 정책에 활용하기 위한 연구가 진행되었다.<sup>20,21)</sup> 환경성질환의 감시를 위하여 EBD의 활용이외에, 통계청, 국민건강보험공단 등의 사망 및 상병 자료의 활용과 환경유해인자와의 역학적 관련성을 상시적으로 분석하는 역학적 감시체계의 마련을 검토해야 한다.

## 3. 정책지원을 위한 노출평가 기반 강화

기초조사 결과를 환경보건 정책에 구체적으로 연계시키기 위해서는 환경유해물질의 노출경로 및 노출기여율에 대한 평가가 필수적이다. 설문을 통한 조사는 일반적인 수준에서의 노출경로에 대한 분석만 가능하고, 다양한 노출원 및 노출경로별 기여율에 대한 평가는 어렵다. 사람의 행동 및 생활습관은 인구 사회학적 특성에 따라 다르기 때문에 인구집단에 따라 노출되는 환경유해인자의 종류가 다르고 이로 인한 건강영향에도 차이가 있다.<sup>22,23)</sup> 환경유해인자의 노출을 정확히 평가하기 위해서는 개인이 주요 국소환경(micro-environments)에서 머무는 시간과 유해물질의 농도를 조사하여 노출원, 노출경로 및 기여율을 평가해야 한다.

미국에서는 환경유해인자의 노출을 평가하기 위하

여 사람의 활동양상과 국소환경에서의 머무는 시간 등에 대한 정보를 CHAD(consolidated human activity database)를 통하여 공개하고 있다.<sup>24)</sup> 우리나라에서는 통계청의 생활시간조사(time-use survey)를 바탕으로 일일활동시간양상에 따른 군집을 분류하고 일부 지역을 대상으로 노출모형을 설계하여 분석한 연구가 있다.<sup>25)</sup> 현재 기초조사에는 일부 대상자에 한정하여 시간활동조사를 하고 있으나, 향후 지역 및 사회경제 특성이 다양한 인구집단(학생군, 전업주부군 등)을 시간활동 양상이 비슷한 주요 군집(유사 시간활동 군집)으로 분류하고 노출수준과 연계시키기 위하여 시간활동조사를 확대해야 한다.

시간활동 조사와 함께 주요 매체 및 식품뿐 아니라 국소환경 오염도에 대한 데이터베이스(D/B)를 구축해야 한다. 현재에는 측정망 자료를 노출과 연계하여 분석이 가능하나, 측정망자료를 통한 개인노출평가는 측정망과의 거리, 기상특성 등에 따른 불확실성이 있다.<sup>26)</sup> 따라서, 보다 정확한 개인노출평가를 위하여 국소환경을 분류하고 기존의 측정 자료를 취합하여, 보완이 필요한 자료와 오염도 측정이 필요한 공간을 분류하고 자료를 생산하는 체계를 갖추어야 한다. 이렇게 만들어진 국소환경 오염도 D/B와 시간활동 양상이 결합된다면, 보다 정확한 노출평가와 함께 정책적 활용도 또한 커질 것이다.

#### 4. 환경보건서비스 개념 정립

환경보건 문제의 도출, 노출저감 정책의 수립 및 이행, 일반 국민의 노출상황에 대한 인식과 피드백을 통하여 환경보건상황을 개선시키는 것이 기초조사의 보다 넓은 개념이며 역할이다. 이를 위하여 국민에게 기초조사의 결과를 정확하고 유의미하게 전달하는 것이 중요하다.

조사결과를 우편으로 통보하는 방식은 제공되는 정보의 범위와 국민이 갖는 의문점을 해소하는데 한계가 있어, 휴대폰 등 스마트 정보기술을 활용하여 쌍방향 의사소통이 가능한 환경보건서비스의 개념을 정립하고, 기반을 구축해야 한다. 지금까지 환경보건 정보는 노출수준, 인구 집단특성 등 특정 인구집단에 대한 노출 및 건강영향에 대한 일반적인 정보를 제공하고 있다.<sup>26)</sup> 그러나, 인구 및 사회경제 특성이 다양하고, 개인의 관심분야와 이해도가 다르다는 것을 고려하여 개인의 특성을 고려한 맞춤형 환경보건

정보를 제공해야 한다. 또한 제공되는 정보는 그 특성을 이해할 수 있도록 국민의 눈높이에 맞추어 쉽게 작성되어야 하며 누구나 접근이 가능하도록 다양한 의사소통 경로를 마련해야 한다.<sup>27,28)</sup>

환경보건서비스는 환경유해인자의 노출수준 뿐 아니라 이로 인한 건강영향, 궁극적으로는 개인이 접하고 있는 환경보건 상황과 함께 의학적 진단 및 치료정보를 제공할 수 있도록 확장되어야 할 것이다. 이를 위하여 기존 환경보건 자료의 표준화를 포함한 중장기적인 로드맵의 마련이 필요하다. 집단의 노출수준부터 개인의 노출수준까지, 영유아부터 노령까지 전 생애에 걸쳐 생애주기별로 노출되는 유해인자의 종류 및 노출수준, 국소환경과 이동 상태에서의 노출평가 정보까지 개인의 특성에 맞추어 정보를 생산하고 제공해야 하며, 수요자의 피드백을 반영하여 수요자의 요구에 맞는 정보를 지속적으로 생산하는 체계를 갖추어야 한다.

환경보건 분야의 연구는 다학제적인 방향에서 이루어져 왔으나 학문적인 신기술이나 인터넷과 모바일 등과 같은 스마트정보기술이 접목된 연구 및 사업은 아직까지 미비한 상태이다.<sup>29)</sup> 현재 대중화된 스마트기기의 센서를 활용하여 시간활동 및 국소환경을 측정하여 개인의 노출현황을 분석하고 실시간으로 정보를 제공하는 방안도 고려해야 한다. 정보와 기술에 대한 공유가 자유롭게 이루어지며 다양한 분야와의 협력 네트워크를 구축함으로써 정보를 공유하고 보다 나은 정보수집 체계 및 서비스제공 체계를 마련해야 한다.<sup>30)</sup> 이와 함께 수요자에게 보다 정확한 정보를 제공하기 위하여 위에 제시된 DB를 활용한 노출 및 위해성 분석모형의 구축이 필요하다.

## V. 결 론

본 연구에서는 환경보건상황의 평가를 위한 가장 기본적인 조사라는 전제로서의 ‘국민환경보건기초조사’의 현황과 한계 등에 대하여 검토하였고, 우리나라 국민의 환경보건에 대한 인식과 수요, 그리고 최근의 정보기술 환경을 활용한 환경보건서비스를 포함하여 기초조사의 방향을 제시하고자 한다. 바이오모니터링을 위하여 조사대상자의 연령대 및 조사범위를 확대해야 하며, 환경유해인자로 인한 건강피해 현황, 환경성질환의 발생 현황 등을 파악하기 위하

여 기존의 상병, 사망 자료를 활용한 역학적 감시체계를 마련해야 한다. 그리고 보다 정확한 노출평가를 위하여 국민의 시간활동에 대한 조사와 다양한 국소환경에서의 환경유해요인의 조사 및 D/B 구축이 필요하다. 마지막으로, 국민들의 환경보건에 대한 수요와 인식, 인터넷 정보기술을 고려한 환경보건서비스의 개념을 정립하고, 노출에서 질병까지, 집단에서부터 개인수준까지 그리고 전 생애에 걸친 노출 및 위해성 분석모형의 개발과 활용이 필요하다.

### 참고문헌

1. Ministry of Education. Environmental health law. Sejong: Ministry of Education Press; 2008.
2. WHO. Environmental health services in Europe 2: policy options. Switzerland: WHO Press; 1998.
3. WHO. Development of environmental health indicators. Switzerland: WHO Press; 1996.
4. Ministry of Education. Korea National Human Exposure and Biomonitoring Examination. Sejong: Ministry of Education Press; 2005
5. Ministry of Education. Korea National Survey for Environmental Pollutants in Human Body. Sejong: Ministry of Education Press; 2008.
6. The Umweltbundesamt. German Environmental Survey. Available: <http://www.umweltbundesamt.de/> [accessed 12 February 2014].
7. Centers for Disease Control and Prevention. National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals. Available: <http://www.cdc.gov/exposurereport/> [accessed 12 February 2014].
8. Health Canada. Human Biomonitoring of Environmental Chemicals. Available: <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/contaminants/human-humaine/>, <http://www.statcan.gc.ca/> [accessed 12 February 2014].
9. Ministry of Education. Research on Exposure and Health Effects of Mercury in the High Exposure Areas. Sejong: Ministry of Education Press; 2009.
10. Ministry of Education. A health survey on residents living near cement plants. Sejong: Ministry of Education Press; 2012.
11. Ministry of Education. Environmental Health Survey of resident near abandoned asbestos mine area. Sejong: Ministry of Education Press; 2012.
12. Ministry of Education. Environmental Health Survey Residents Living Near a Refinery Factory. Sejong: Ministry of Education Press; 2009.
13. Ministry of Education. Environmental Health Survey near abandoned metal mine area. Sejong: Ministry of Education Press; 2012.
14. Ministry of Education. Environmental Exposure and Health Effects in Pregnant Women and Infants. Sejong: Ministry of Education Press; 2012.
15. Ministry of Education. Exposure to environmental pollution and monitoring the health effects of resident near National Industrial Area. Sejong: Ministry of Education Press; 2012.
16. Ministry of Education. Environmental Exposure and Health Survey in Children and Adolescents. Sejong: Ministry of Education Press; 2010.
17. The Umweltbundesamt. German Environmental Survey. Available: <http://www.umweltbundesamt.de/> [accessed 12 February 2014].
18. Centers for Disease Control and Prevention. National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals. Available: <http://www.cdc.gov/exposurereport/> [accessed 12 February 2014].
19. Health Canada. Human Biomonitoring of Environmental Chemicals. Available: <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/contaminants/human-humaine/>, <http://www.statcan.gc.ca/> [accessed 12 February 2014].
20. WHO. Environmental burden of disease: country profile. Available: [http://www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/countryprofiles/en/](http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/countryprofiles/en/) [accessed 12 February 2014].
21. Ministry of Education. Measuring the burden of disease due to environmental risk factor in Korea. Sejong: Ministry of Education Press; 2009.
22. Klepeis NE, Nelson WC, Ott WR, Robinson JP, Tsang AM, Switzer P, Behar JV, et al. The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants. *J Expo Sci Environ Epidemiol.* 2001; 11: 231-252.
23. Moya J, Bearer CF, Etzel RA. Children's Behavior and Physiology and How It Affects Exposure to Environmental Contaminants. *Pediatrics.* 2004; 113: 996-1006.
24. US EPA. Consolidated Human Activity Database-CHAD. Available: <http://www.epa.gov/heads/chad.html> [accessed 12 February 2014].
25. National Institute of Environmental Research. Personal exposure assessment according to daily time-activity patterns of nation. Sejong: Ministry of Environment Korea Press; 2009.
26. Sexton K, Mongin SJ, Adgate JL, Pratt GC, Ramachandran G, Stock TH, Morandi MT. Estimating volatile organic compound concentrations in selected microenvironments using time-activity and



- personal exposure data. *J Toxicol Environ Health*. 2007; 70(5): 465-476.
27. World Health Organization. Environmental health services in Europe 5. Switzerland: WHO Press; 2000.
  28. Brauer M, Bert Hakkinen PJ, Gehan BM, Shirname-More L. Communicating exposure and health effects results to study subjects, the community and the public: Strategies and challenges. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2004; 14: 479-483.
  29. Kim TH , Lee KY, Yang WH, Yu SD. Classification of time location using global positioning system (GPS). *J Environ Monit*. 2012; 14: 2270-2274.
  30. Ministry of Education. A planning study of environmental health service for whole life stages(100+), Ministry of Environment, Korea, 2013. Sejong: Ministry of Education Press; 2013.