

측정 항목별 분석 소요시간과 연계한 자가 측정 대행 제도 개선 연구

이정규 · 배재근[†]

서울과학기술대학교 에너지환경대학원 에너지환경공학과

A Study on the Improvement of Self-measurement Agency System Related with Time Required for Analysis by Measurement Items

Jeong-Kyu Lee and Chae-gun Phae[†]

Department of Energy Environment Engineering, Graduate School of Energy & Environment,
Seoul National University of Science and Technology, Seoul 01811, Korea

Received August 2, 2017/Revised August 25, 2017/Accepted September 1, 2017

The problem with the current self-measurement agency system is that as in 2007, the self-measurement agency fee was abolished and was improved to be operated according to the market economy principle, it is in the state that in the case of the price competition for the measurement agency, the measurement fees are priced at the lower prices, to set the unit price by applying the lowermost bidding system. With the lower measurement fee, in order to make the measurement fee collected, the cases non-complying with the regulations, such as the arbitrary result report and so on, are currently occurring, and it is difficult to guarantee the reliability for the measurement results because it is a limiting factor in recruiting the technical manpower with the certificates. In this study, the environmental pollutants were divided into the areas of atmosphere (28 items), water quality (80 items), and indoor air quality (10 items), and then, the time required for the sampling, preprocessing, analysis, writing reports, etc. was estimated. The sampling time was Min. 12.3 minutes – Max. 170 minutes in atmosphere, Min. 26.9 minutes – Max. 45 minutes in water quality, and Min. 52.9 minutes – Max. 96.720 minutes in indoor air quality. As a result of calculating the daily workload per 1 group (2 people) for the technical manpower in the atmospheric field based on these findings, it appeared that the Min. 3 units – Max. 5 units of measurement vent (or companies) could be collected. It is expected that when the limitations of the workload quantity derived like above might be used as a factor in the rating method by each measuring agent, it could be a starting point to fix the chronic problem of the current measurement agency system.

Key words: Environmental analysis, Workload, Self-measurement alternative system

1. 서 론

자가측정제도란 사업자가 오염물질 배출시설을 가동할 때 그 시설에서 배출되는 오염물질을 스스로 측정하여 배출되는 오염물질의 배출 수준과 배출허용기준 초과여부를 자율적으로 확인하여 적절한 대책을 강구함으로써 환경오염의 요인을 사전에 억제, 예방하기 위한 제도이다¹⁾. 그러나 자가측정 능력이 없는 사업자는 의무를 보충하기 위하여 일정한 장비와 인력을 갖춘 자로 하여

금 자가측정 업무를 대행할 수 있도록 하여 그 결과를 사실대로 기록하고 보존하도록 하고 있다.²⁾ 이 때 그 업무를 맡아 수행하는 업체를 측정대행업체라 한다.

1983년 제도 시행 이후 초반부터 측정결과에 대한 공정성, 객관성 및 신뢰성에 대한 우려가 제기되었으며, 측정수수료문제와 실내공기질 측정시기 쏠림현상 등 현실과 부합되지 않는 관리기준과 같이 지속적으로 제도의 실효성에 대한 문제가 제기되었다. 현실적으로 오염물질 배출 업소는 기준초과에 따른 부담으로 측정대행업체에

[†]To whom correspondence should be addressed.

계 결과의 수정을 요청하게 되며, 형성된 갑·을관계 중 을인 대행업체는 측정 의뢰인의 요구에 따라 허위기재 등 부실 측정이 우려된다. 특히 대기 및 실내공기질 분야의 시료채취에서 간이측정 등 부정행위가 발생될 수 있다. 또한, 각 측정대행업체간 과다경쟁과 배출업소의 저가입찰 우선원칙의 폐해로 수수료가 적정 수준에 미치지 못하여, 측정대행업체의 운영환경(검사장비의 낙후 및 인력부족 등) 개선을 위한 투자 등이 부족하며 적절한 운영이 어려운 실정이다. 따라서 정확하고 신뢰성 있는 분석 결과의 생산이 현실적으로 불가능하므로 공정 거래의 기틀을 시급히 마련할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 환경측정분석분야 기술 인력의 1일 업무의 한계량을 산정하여 제한함으로써 환경기술인력 양성 및 재직자 향상 교육의 기회로 삼고 환경오염물질 자가측정대행제도에 대한 실무차원의 문제점 진단과 국외 운영제도 조사 등을 통해 합리적인 개선방안을 제시하고자 한다.

2. 연구의 범위 및 연구방법

샘플링 및 분석시간 조사는 환경 분야의 기본이 되는 수질분야와, 자가측정이 법적으로 의무화되어 있는 대기 및 실내공기질 분야로 연구범위를 한정하였다. 업무량 산출 연구는 자가측정 횟수가 법적으로 의무화되어 있는 대기 및 실내공기질 분야로 한정하였다.

국내·외 자가측정대행제도의 현황과 국내 측정대행업체 운영 현황을 조사하였으며, 환경측정분석산업의 측면에서 볼 때 오염물질 배출원별 항목의 종류에 해당하는 공급측면과 공급항목별 분석할 수 있는 소요시간을 수요측면에서 조사하였으며, 조사결과를 바탕으로 자가측정대행업체의 기술인력 1조당 1일 업무량을 산출하였다.

2.1. 국내·외 자가측정대행제도 현황 조사

외국의 자가측정대행제도에 대하여 조사한 후 국내·외 운영제도를 조사하여 개선방안을 모색하였다. 또한, 기타 문헌조사를 통하여 현행 불법 위반 사례와 자가측정대행제도의 현행 문제점을 진단하였다.

2.2. 측정대행업체 운영 현황 조사 및 분석

전국 자가측정대행업 등록현황을 환경측정분야별(대기, 수질, 소음진동, 실내공기, 악취), 지역별로 분석하였다. 또한 수질, 대기, 실내공기질 분야 등록업체 230개소를 대상으로 업체의 기술인력과 업무량, 분석 능력 및 관리

수준 등 수행역량과 수행실태를 파악하고 운영현황을 조사하여 현행제도의 운영 실태와 문제점을 파악하였다. 조사는 약 26.1%의 응답률을 보여 현황 파악 및 문제점 도출에 의미 있는 결론을 얻을 수 있을 것으로 판단된다. 주요 설문 항목은 측정대행업 등록분야, 업체별 분석을 의뢰하는 배출업소 사업장 규모, 현행 측정대행제도의 문제점, 분석항목별 시료채취 및 분석시간으로 구성하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 국내 자가측정대행제도의 현황

자가측정제도는 사업자가 오염물질 배출시설을 가동할 때 그 시설에서 배출되는 오염물질을 스스로 측정하여 배출되는 오염물질의 배출허용기준 초과여부를 자율적으로 확인하여 대책을 강구함으로써 환경오염의 요인을 사전에 억제·예방하기 위한 제도이다.¹⁾ 그러나 자가측정 능력이 없는 사업자는 의무를 보충하기 위하여 일정한 장비와 인력을 갖춘 자로 하여금 자가측정 업무를 대행할 수 있도록 하여 그 결과를 사실대로 기록하고 보존하도록 하고 있다²⁾(「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제16조).

<환경분야 시험·검사 등에 관한 법률>

제16조(측정대행업의 등록) ①대기오염물질, 다중이용시설 등의 실내공간오염물질, 악취, 수질오염물질 또는 소음·진동 또는 인공조명에 의한 빛공해의 측정업무를 대행하는 영업(이하 “측정대행업”이라 한다)을 하고자 하는 자는 대통령령이 정하는 기술능력·시설 및 장비를 갖추어 특별시장·광역시장·도지사 또는 특별자치도지사(이하 “시·도지사”라 한다)에게 등록하여야 한다. 등록된 사항 중 대통령령으로 정하는 중요사항을 변경하고자 하는 경우에도 또한 같다.³⁾

측정대행업자는 환경오염매체(수질, 대기, 폐기물 등)별로 규정된 공정시험기준에 따라 측정분석을 실시한다. 이에 따라 많은 측정분석 항목 분석을 대행하여야 하므로 다양한 측정분석 장비 및 기술이 요구되고 많은 인력을 채용해야 한다. 측정 횟수는 배출시설의 종별에 따라 주 1회 이상, 월 2회 이상, 2월 1회, 분기 1회 이상 등 일정한 주기를 두고 실시하며, 사업자는 측정대행 의뢰 시 성적서를 발급·보관하며 자가 측정이 가능한 사업자는 자가측정기록부를 비치하도록⁴⁾ 하고 있다.

Table 1. Object items for the allowable exhaust standard of air pollutants

Field	Measurement category
Gaseous substance	NH ₃ , CO, HCl, SO _x , NO _x , CS ₂ , HCHO, H ₂ S, HF, HCN, Br, C ₆ H ₆ , C ₆ H ₅ OH, Hg, As, VC, THC, CH ₂ Cl ₂ , C ₂ HCl ₃
Particulate matter	Dust, Cd, Pb, Cr, Cu, Ni, exhaust, Zn, Dust Scattering

수질분야의 측정항목은 배출허용기준이 적용되는 수질오염물질을 대상으로 하며, 측정방법은 환경부고시 수질오염공정시험기준에 따라 실시한다(「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 시행규칙」 별표 13). 2016년 6월 기준 수질오염물질로는 유기물질, 구리, 납, 니켈, 시안 등 53종이 지정되어 있으며, 특히 중금속, 폐놀류 등 28종의 특정수질유해물질이 지정되어 있다.⁵⁾

대기분야는 배출허용기준이 적용되는 대기오염물질을 대상으로(다만, 악취·비산먼지는 제외, 시행규칙 별표 8) 하고 측정 방법은 환경부고시 대기공정시험기준에 따라 실시하며, 사업장의 배출구 규모별 측정횟수가 상이하다(「대기환경보전법 시행규칙」 별표 11). 배출허용기준은 개별 배출시설에서 배출되는 오염물질의 최대허용치 혹은 최대허용 농도로 황산화물 등 27개 대기오염물질에 대해 배출허용기준을 설정하고 있다.⁵⁾ 배출허용기준은 환경오염 현황, 산업계의 방지기술 및 대처능력을 감안하여 단계적으로 강화하고 있으며, 1991년 예고제를 도입한 이후, 5차례(1단계: 1995.1.1.~1998.12.31., 2단계: 1999.1.1~2004.12.31, 3단계: 2005.1.1~2009.12.31, 4단계: 2010.1.1~2014.12.31, 5단계: 2015.1.1. 이후)에 걸쳐 강화하였다.⁶⁾

실내공기질 분야는 「다중이용시설 등의 실내공기질관리법」에 따라 지하 역사, 의료기관, 찜질방, 영화 상영관

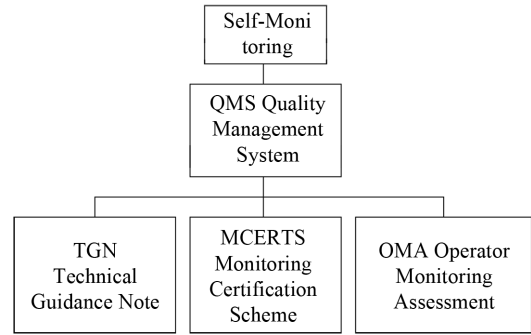


Fig. 1. Autonomous check support system of the Ministry of Environment in the UK.

등 21개 시설군으로 환경부고시 실내공기질공정시험기준에 따라 측정대상오염물질을 측정한다. 측정대상오염물질로는 미세먼지(PM₁₀), 이산화탄소(CO₂), 폼알데하이드(HCHO), 총부유세균(TAB), 일산화탄소(CO), 이산화질소(NO₂), 라돈(Rn), 휘발성 유기화합물(VOC), 석면, 오존(O₃) 등이 있다. 다중이용시설에 대한 실내공기질의 엄격한 관리를 위해 미세먼지, 이산화탄소, 폼알데하이드, 총부유세균, 일산화탄소 등 5개 물질에 대한 유지기준을 설정하고 위반시 과태료부과, 개선명령 등 행정조치하고 있다. 또한, 외부에 오염원이 있거나 위험도가 비교적 낮은 이산화질소, 라돈, 휘발성유기화합물, 석면, 오존 등 5개 오염물질은 권고기준을 설정하여 자율적으로 준수하도록 하고 있다.⁵⁾

3.2. 국외 자가측정대행제도 운영현황

유럽은 배출권을 보유한 배출업소는 의무적으로 자율 점검 및 보고를 하도록 규정하고 있으며, 이는 유럽연합 대부분의 국가들이 채택하고 있는 총량오염관리제도의

Table 2. Scale and measurement frequency for each discharge vent in workplaces

Type	Scale	Establishment that do not automatically send to the Control Center	Establishment that automatically send to the Control Center and do not have automatic chimney meters	Prevention facility front and rear measurement
1	80 ton ≤ Dust+SO _x +NO _x	More than once a week	More than once every two weeks	More than once a month
2	20 ton ≤ Dust+SO _x +NO _x < 80 ton	More than twice a month	More than once a month	More than once every two months
3	10 ton ≤ Dust+SO _x +NO _x < 20 ton	More than once every two months	More than once every two months	More than once per quarter
4	2 ton ≤ Dust+SO _x +NO _x < 10 ton			
5	Dust+SO _x +NO _x < 2 ton		More than once every half-year	

Table 3. List of technical guidelines for autonomous check by the Ministry of Environment in the UK⁷⁾

M1: Sampling facility requirements for the monitoring of particulates in gaseous releases to the atmosphere
M2: Monitoring of stack emissions to air
M3: Standards, organisations and the UK measurement infrastructure
M4: Standards for IPC Monitoring-Part 2 standards in support of IPC monitoring
M8: Environmental Monitoring Strategy-Ambient Air
M9: Monitoring Methods for Ambient Air
M11: Monitoring of Radioactive Release to Atmosphere
M12: Monitoring of Radioactive Release to Water
M13: Monitoring hydrogen sulphide and total reduced sulphur in atmospheric releases and ambient air
M16: Measurement and monitoring of volatile organic compounds (VOC's) to air from industrial processes
M17: Guidance for monitoring of particulate matter in ambient air around waste facilities
M18: Monitoring of discharges to water and sewer. Guidance on undertaking an Operator Monitoring Assessment (OMA) Audit

기반 하에서 각 배출업소의 이행상황을 파악하고, 규제 이행여부를 평가하는 가장 중요한 자료가 되고 있다.⁷⁾ 따라서 자율점검 방법 자체의 효율성과 일관성을 유지 하면서 자료의 품질을 향상시키기 위한 다양한 기술적 지침과 기준, 보조 제도를 마련하여 자율적인 점검과 보고가 되도록 지원하고 있다(OECD, 2009). 영국은 대기, 토양, 물로 배출되는 오염물질의 자가 측정을 환경부가 구축하고 있는 Fig. 1의 지원체계에 의해 관리하고 있으며, 스스로 측정이 어려운 배출업소는 위탁을 의뢰하고 있다(환경부, 2005).

유럽 등에서의 자율점검체계의 특징은 자발적이고 능동적이며, 체계적인 점검과 관리를 의무로 강조하여 규정하여 적용하고 있다.

3.3. 국내 측정대행업체 대상 설문조사 결과

2014년 말 기준 수질, 대기, 실내공기질분야에 등록된 230개 측정대행업체를 대상으로 한 설문조사에서 60개소에서 설문에 응답하여 약 26.1%의 응답률을 보였다. 응답한 60개 업체의 등록된 매체별 분야의 분포는 수질 32.2%, 대기 31.4%, 실내공기질 9.3%, 소음·진동 15.3%, 약취 11.9%로 나타났으며, 등록된 분야가 2개 이상인 업체가 대부분으로 환경오염물질매체를 기준으로 하면 전체 118개 분야로 나타났다(Table 4).

응답한 측정대행업체를 대상으로 분석업무를 의뢰하는 배출업소 사업장(거래처) 규모에 대하여 조사하였으며, 시기별로 다르겠지만 평균적인 업체별 거래처의 보유현황으로 응답을 유도하였다. 1~9개 배출 사업장 6.8%, 10~49개 15.9%, 50~149개 38.6%, 150~500개 31.8%, 500개 이상이 6.9%로 조사되어 50~149개와 150~500개의 배출업소 사업장을 보유한 비율이 가장 높은 것으

Table 4. Response rates by each sector

Registration Area	Number of fields (overlapping response)	Ratio (%)
Atmosphere	37	31.4
Water quality	38	32.2
Indoor air quality	11	9.3
Noise & Vibration	18	15.3
Odor	14	11.9
Total	118	100

Table 5. The number of client workplaces in analysis business

Number of managed emission workplaces	Number of workplaces	Average holding person
1 to 9	3	10
10 to 49	7	85
50 to 149	17	22.7
150 to 500	14	18.9
More than 500	3	22.6
Total	44	

로 나타났다. 또한, 거래 배출업소의 수가 많을수록 일의 양도 많으므로 상대적으로 자기측정대행업체에서 보유한 인원도 많을 것이라고 예상하였으나 배출업소수와 보유인원은 상관관계를 보이지는 않았다(Table 5).

측정대행업체에서 느끼고 있는 현행 측정대행제도의 문제점 및 애로사항에 대한 질의에 복수로 답변한 결과, 낮은 측정수수료(25.1%)와 현장성이 반영되지 않은 정부의 정책(21.7%)에 가장 많이 답하였다. 그 뒤로 조사자의 근로조건(18.9%), 공정시험법의 적절성(9.1%) 등을 문제로 제기하였다. 예상과 달리 배출사업장에서의 불합리한 요구(데이터 수정 등)에 대한 응답이 적은 편으로 나타났다(Table 6).

Table 6. Problems of measurement agency system (multiple responses)

Contents	Number of responses	Ratio (%)
Low measurement fee	36	25.1
Reliability of measurement analysis results	10	7.0
Working Conditions of Employees	27	18.9
Government policy that does not reflect field	31	21.7
Requirements for registration of measurement agents	9	6.3
Appropriate of process test method	13	9.1
Unreasonable demand at the emission establishments	12	8.4
Etc.	5	3.5
Total	143	100

3.5%를 차지하고 있는 기타의견으로는 측정분석 데이터 수정 요청, 공표된 측정수수료와는 다른 터무니 없는 (낮은) 수수료의 요청, 배출허용기준 초과시 무료로 재측정 요구, 측정대행 시료채취 방문시 비협조 등이 애로사항으로 조사되었다. 또한, 개선 및 요구사항으로는 시·도에서 발주하는 대형사업에 대한 분할 발주와 낮은 측정수수료에 따른 측정수수료의 고시화, 법정 교육의 질개선 및 기간조정, 공정시험법 개선 등이 나타났다(Fig. 2).

측정대행업 등록기관에서 제출한 설문을 기초로 시험항목별 시료채취 및 분석시간을 파악하였다. 실험분석시간은 대기, 수질, 실내공기질 분야의 실험항목별 시료채취시간, 전처리시간, 분석시간, 분석보고서 작성 시간으

로 실험과정을 세분화하여 고려하였다. Table 7의 산출기준을 바탕으로 조사하여 실험 항목별 소요시간을 산정하였다.

설문 및 현장조사의 응답결과의 업체별 소요시간을 총합한 후 업체수로 나누어 평균시간을 산출하였다. 또한, 시료채취가 가장 중요한 대기분야에 대해서는 산출된 시간을 활용하여 1조당 1일 업무량을 진단하였다.

수질오염공정시험기준에는 “30분 이상의 간격으로 2회 이상 채취하여 일정량의 단일시료로 한다.”라고 명시되어 있으나, 조사 결과 시료채취 시간이 지켜지지 않는 사업장이 다소 발견되었다. 또한, 대기시료 채취도 배출구당 측정하여야 하는 준수시간이 대부분 지켜지지 않

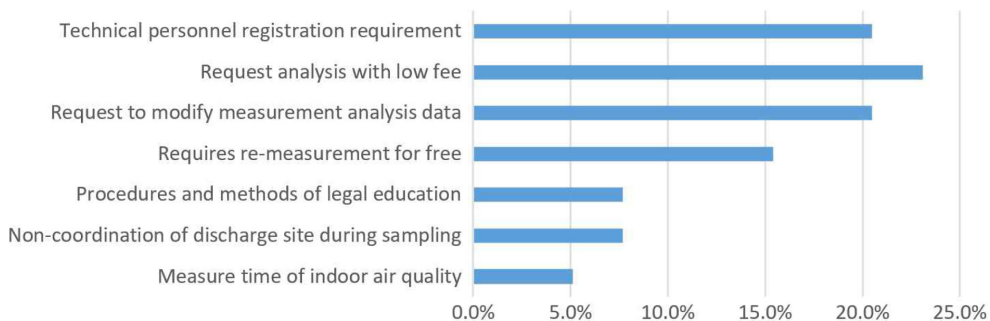


Fig. 2. Problems of measurement agency system - other opinions.

Table 7. Calculating standard for experimental analysis time

Process	Calculation Criteria	Remarks
Sampling	Equipment setting, sampling, withdrawal time (Based on the Process Test Method)	
Pretreatment	Based on the Process Test Method	Minute unit survey
Analysis time	Reagent preparation, standard solution preparation, instrument analysis	by item
Create analytical reports	Results output, record daily report, review and confirmation of input results, test writing time	

은 것으로 파악되었다.

실험분석시간 산출시 다음과 같은 사항의 한계점을 파악하였다.

① 전처리 공정에서 시험 절차가 유사한 경우에는 대부분 동시분석이 가능한 항목을 취합하여 실시하게 되어 준비 및 시험시간이 절감되는 경우가 있다.

② 장비의 분석능력, 최신장비 사용 여부에 따라 분석

시간의 절감 여부가 상이하다.

③ 분석기관마다 분석자의 숙련도가 다르므로 편차가 크게 나타날 것이다. 분석능력이 우수한 인력을 채용한 사업장에 대해서 동등한 조건으로 평가하는 것은 불합리하나 일부의 특정 검사기관을 기준으로 산출하기에는 현실적으로 한계가 존재한다.

Table 8. The time required for the sampling and analysis for each analysis items in atmosphere area

Fild	Item	Analysis method	Sampling time (min)		Analysis time (min)		Other Resources ⁸⁾ (Difference)
			Average	Standard Deviation	Average	Standard Deviation	
Atmosphere	Sulfur oxides (SOx)	Precipitation titration method	48.2	25.87	37.5	24.17	33.10 (4.40)
	Ammonia (NH ₃)	Indianphenol method	34.0	21.85	61.2	25.41	29.10 (32.08)
	Sulfur dioxide (SO ₂)	Absorption photometry	60.0	35.18	44.7	23.81	29.10 (15.59)
	Hydrogen sulfide (H ₂ S)	Absorption photometry	28.0	11.66	51.2	18.75	36.10 (15.08)
	Carbon monoxide (CO)	Non-dispersive infrared analysis	32.1	25.73	26.0	18.28	14.10 (11.90)
	Nitrogen oxide (NOx)	UV/VIS Spetrometry-Naphtyl Ethylene Diamine	42.3	31.80	53.3	31.11	32.10 (21.23)
	Dust	Semi-Automatic Method	65.9	28.09	97.9	87.26	104.10 (-6.16)
	Scattering dust	High volume air sampler	170.0	152.64	31.3	2.17	64.10 (-32.85)
	Smoke	Ringelmann chart	16.4	8.75	15.0	5.00	10.10 (4.90)
	Cadmium (Cd)	Atomic absorption photometry	57.7	22.24	78.1	67.40	56.10 (22.03)
	Lead(Pb)	Atomic absorption photometry	57.7	22.24	74.4	64.59	56.10 (18.34)
	Chrome (Cr)	Atomic absorption photometry	60.8	19.40	75.3	66.37	56.10 (19.19)
	Copper (Cu)	Atomic absorption photometry	60.7	18.69	80.0	67.14	56.10 (23.90)
	Nickel (Ni)	Atomic absorption photometry	60.8	19.40	75.3	66.37	56.10 (19.19)
	Zinc (Zn)	Atomic absorption photometry	60.8	19.40	74.4	64.59	56.10 (18.34)
	Hydrogen fluoride (HF)	Absorption photometry	48.9	9.94	60.3	26.70	30.10 (30.19)
	THC	Flame Ionization Detector	30.6	12.59	49.0	15.62	24.10 (24.90)
	Chlorine (Cl)	Ortho Toulidine Method	12.3	7.50	29.1	16.76	34.10 (-5.01)
	Hydrogen chloride (HCl)	Mercury Thiocyanate UV/VIS Spectrometry	28.4	12.68	38.6	14.70	33.10 (5.51)

Table 8. The time required for the sampling and analysis for each analysis items in atmosphere area (Continued)

Fild	Item	Analysis method	Sampling time (min)		Analysis time (min)		
			Average	Standard Deviation	Average	Standard Deviation	Other Resources ⁸⁾ (Difference)
Atmosphere	Hydrogen cyanide (HCN)	Pyridine Pyrazolone Method	30.0	19.36	38.1	17.04	52.10 (-13.98)
	HCHO	High Performance Liquid Chromatography	42.2	26.99	50.0	31.01	21.60 (28.40)
	Bromine (Br)	Absorption photometry	28.0	11.08	36.7	21.81	32.60 (4.07)
	Benzene (C ₆ H ₆)	Methylethylketone method	20.7	13.02	70.0	58.05	58.10 (11.90)
	phenolic compounds	Absorption photometry	30.8	14.41	45.0	20.00	35.60 (9.40)
	Arsenic (As)	Absorption photometry	58.7	32.63	87.1	59.39	231.10 (-14.404)
	Mercury (Hg)	Atomic absorption photometry	60.0	34.82	79.4	53.67	256.60 (-177.23)
	Vinyl chloride (VC)	Gas Chromatography	15.6	7.68	110.0	97.34	61.10 (48.90)
	Dichloromethane (CH ₂ Cl ₂)	Gas chromatograph method	18.8	7.63	104.5	83.49	94.10 (10.45)

Table 9. The time required for the sampling and analysis for each analysis items in water quality area

Fild	Item	Analysis method	Sampling time (min)		Analysis time (min)		
			Average	Standard Deviation	Average	Standard Deviation	Other Resources ⁸⁾ (Difference)
Water quality	pH	Glass electrode	32.8	9.01	6.5	2.31	5.00 (1.54)
	Temoerature	Direct measurement	26.9	13.79	9.1	7.33	3.50 (5.59)
	DO	Electrode Method	31.9	7.73	20.8	14.66	12.50 (8.27)
	Chromaticity	Permeability method	33.3	6.24	28.7	20.61	10.50 (18.17)
	BOD	Sodium azide conversion method	34.8	9.55	6,056.7	2,556.62	45.50 (6,011.17)
	COD	permanganate method	34.3	8.98	50.4	25.62	28.00 (22.39)
	CODcr	potassium dichromate method	37.5	6.37	90.5	66.95	29.00 (61.50)
	SS	GF/C method	34.3	8.98	116.4	74.57	9.00 (107.42)
	Cyanogen(CN)	Absorption photometry	37.3	6.55	70.0	35.31	47.00 (23.00)
	Phenol	Absorption photometry	35.3	8.31	49.2	29.92	31.00 (18.21)
Fluorine(F)	Absorption photometry	37.3	6.55	76.7	35.90	29.00 (47.67)	
Arsenic(As)	Atomic absorption photometry	35.8	6.40	66.7	34.40	50.50 (16.21)	

Table 9. The time required for the sampling and analysis for each analysis items in water quality area (Continued)

Fild	Item	Analysis method	Sampling time (min)		Analysis time (min)		
			Average	Standard Deviation	Average	Standard Deviation	Other Resources ⁸⁾ (Difference)
Water quality	Mercury(Hg)	Atomic absorption photometry	35.8	6.40	53.7	33.43	40.00 (13.67)
	Alkylmercury	Gas chromatograph method	40.0	12.25	130.0	86.02	97.00 (33.00)
	Organic phosphorus	Gas chromatograph method	37.1	10.30	186.4	152.94	89.00 (97.43)
	PO ₄ -P	Absorption photometry	33.7	8.26	48.7	33.14	49.50 (-0.81)
	T-P	Absorption photometry	33.3	8.98	53.7	50.59	13.00 (40.65)
	DTP	Gas chromatograph method	35.0	7.07	61.4	65.86	13.00 (48.40)
	PCB	Gas chromatograph method	37.1	10.30	255.3	182.68	112.00 (143.29)
	TCE	Gas chromatograph method	37.5	9.68	161.6	128.60	108.00 (53.63)
	PCE	Gas chromatograph method	37.5	9.68	161.6	128.60	108.00 (53.63)
	Cr ⁶⁺	Atomic absorption photometry	39.3	8.34	56.7	51.85	32.00 (24.71)
	Cadmium(Cd)	Atomic absorption photometry	39.3	8.34	69.9	66.39	41.00 (28.94)
	Lead(Pb)	Atomic absorption photometry	39.3	8.34	69.9	66.39	41.00 (28.94)
	Copper(Cu)	Atomic absorption photometry	39.3	8.34	69.9	66.39	41.00 (28.94)
	Zinc(Zn)	Atomic absorption photometry	39.3	8.34	69.9	66.39	41.00 (28.94)
	Iron(Fe)	Atomic absorption photometry	39.3	8.34	69.9	66.39	41.00 (28.94)
	Manganese(Mn)	Atomic absorption photometry	39.3	8.63	69.9	66.39	41.00 (28.94)
	Aluminium(Al)	Atomic absorption photometry	38.6	9.90	94.9	92.42	41.00 (53.86)
	n-hexane	Weight method	37.3	6.55	160.7	114.60	32.50 (128.17)
	n-hexane (Photocellulose, Plants and animals)	Weight method	37.3	6.55	179.2	168.91	51.50 (127.74)
	Chlorine ion(Cl ⁻)	Titration(silver nitrate)	37.3	6.55	25.4	6.40	19.00 (6.36)
	NH ₃ -N	Absorption photometry (Indianphenol method)	34.0	8.00	53.0	27.60	36.50 (16.50)
	Cyanogen(CN)	Absorption photometry	37.3	6.55	70.0	35.31	47.00 (23.00)
	Phenol	Absorption photometry	35.3	8.31	49.2	29.92	31.00 (18.21)
Fluorine(F)	Absorption photometry	37.3	6.55	76.7	35.90	29.00 (47.67)	

Table 9. The time required for the sampling and analysis for each analysis items in water quality area (Continued)

Fild	Item	Analysis method	Sampling time (min)		Analysis time (min)		
			Average	Standard Deviation	Average	Standard Deviation	Other Resources ⁸⁾ (Difference)
Water quality	Arsenic(As)	Atomic absorption photometry	35.8	6.40	66.7	34.40	50.50 (16.21)
	Mercury(Hg)	Atomic absorption photometry	35.8	6.40	53.7	33.43	40.00 (13.67)
	Alkylmercury	Gas chromatograph method	40.0	12.25	130.0	86.02	97.00 (33.00)
	Organic phosphorus	Gas chromatograph method	37.1	10.30	186.4	152.94	89.00 (97.43)
	PO ₄ -P	Absorption photometry	33.7	8.26	48.7	33.14	49.50 (-0.81)
	T-P	Absorption photometry	33.3	8.98	53.7	50.59	13.00 (40.65)
	DTP	Gas chromatograph method	35.0	7.07	61.4	65.86	13.00 (48.40)
	PCB	Gas chromatograph method	37.1	10.30	255.3	182.68	112.00 (143.29)
	TCE	Gas chromatograph method	37.5	9.68	161.6	128.60	108.00 (53.63)
	PCE	Gas chromatograph method	37.5	9.68	161.6	128.60	108.00 (53.63)
	Cr ⁶⁺	Atomic absorption photometry	39.3	8.34	56.7	51.85	32.00 (24.71)
	Cadmium(Cd)	Atomic absorption photometry	39.3	8.34	69.9	66.39	41.00 (28.94)
	Lead(Pb)	Atomic absorption photometry	39.3	8.34	69.9	66.39	41.00 (28.94)
	Copper(Cu)	Atomic absorption photometry	39.3	8.34	69.9	66.39	41.00 (28.94)
	Zinc(Zn)	Atomic absorption photometry	39.3	8.34	69.9	66.39	41.00 (28.94)
	Iron(Fe)	Atomic absorption photometry	39.3	8.34	69.9	66.39	41.00 (28.94)
	Manganese(Mn)	Atomic absorption photometry	39.3	8.63	69.9	66.39	41.00 (28.94)
	Aluminium(Al)	Atomic absorption photometry	38.6	9.90	94.9	92.42	41.00 (53.86)
	n-hexane	Weight method	37.3	6.55	160.7	114.60	32.50 (128.17)
	n-hexane (Photocellulose, Plants and animals)	Weight method	37.3	6.55	179.2	168.91	51.50 (127.74)
	Chlorine ion(Cl ⁻)	Titration(silver nitrate)	37.3	6.55	25.4	6.40	19.00 (6.36)
	NH ₃ -N	Absorption photometry (Indianphenol method)	34.0	8.00	53.0	27.60	36.50 (16.50)
	NO ₂ -N	Absorption photometry (diazotization)	34.3	8.21	54.4	38.62	14.50 (39.85)
NO ₃ -N	Absorption photometry(brucine)	34.3	8.21	51.6	28.24	20.50 (31.11)	

Table 9. The time required for the sampling and analysis for each analysis items in water quality area (Continued)

Fild	Item	Analysis method	Sampling time (min)		Analysis time (min)			
			Average	Standard Deviation	Average	Standard Deviation	Other Resources ⁸⁾ (Difference)	
Water quality	T-N	Absorption photometry	34.2	9.32	44.5	31.91	13.00 (31.54)	
	DTN	Absorption photometry	35.7	7.28	52.7	37.29	13.00 (39.67)	
	Selenium(Se)	Atomic absorption photometry	38.8	9.27	81.6	65.33	19.00 (62.56)	
	ABS	Absorption photometry	37.3	6.55	69.4	54.99	39.00 (30.39)	
	electric conductivity	Electrical conduction method	35.5	7.82	12.5	8.77	15.00 (-2.53)	
	Chl-a	Absorption photometry	35.0	5.00	38.7	16.92	10.20 (28.47)	
	Total coliform group	test tube		30.7	7.76	1,012.3	1,033.58	25.00 (987.33)
		membrane filtration		32.5	4.33	1,209.0	983.51	
		plate colony		35.3	8.65	1,089.7	884.53	17.00 (1,072.67)
	Strontium(Sr)	Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy	38.3	10.67	137.5	102.56	48.50 (89.00)	
	ecotoxicity	Use water flea	38.0	11.66	1,460.0	797.25	45.50 (1,414.50)	
	flavor	Organic functions test	38.3	10.67	16.7	9.43	8.50 (8.17)	
	smell	Organic functions test	36.3	9.92	28.3	22.67	12.50 (15.83)	
	Turbidity	Nephelometry	36.0	9.17	18.6	16.39	13.00 (5.64)	
	Sulfate ion	Titration,	38.6	9.90	85.7	68.84	44.00 (41.71)	
	Diazinon	Gas chromatograph method	38.3	10.67	142.5	129.69	86.00 (56.50)	
	Parathion	Gas chromatograph method	38.3	10.67	180.0	129.61	86.00 (94.00)	
	Malathion	Gas chromatograph method	38.3	10.67	80.0	28.28	86.00 (-6.00)	
	1.1.1.-Trichloroethane	Gas chromatograph method	38.3	10.67	165.5	126.46	108.50 (57.00)	
	1.2-Dichloroethane	Gas chromatograph method	38.3	10.67	146.1	126.31	108.50 (37.64)	
	Chloroform	Gas chromatograph method	38.3	10.67	146.1	126.31	108.50 (37.64)	
	1.4-Dioxane]	Gas chromatograph method	38.0	11.66	326.1	471.75	63.50 (262.64)	
	Di-EthylHexyl Phthalate (DEHP)	Gas chromatograph method	38.0	11.66	201.7	249.69	74.00 (127.67)	
	CCl ₄	Gas chromatograph method	38.0	11.66	240.4	230.33	108.50 (131.93)	

Table 9. The time required for the sampling and analysis for each analysis items in water quality area (Continued)

Fild	Item	Analysis method	Sampling time (min)		Analysis time (min)		
			Average	Standard Deviation	Average	Standard Deviation	Other Resources ⁸⁾ (Difference)
Water quality	Dichloromethane	Gas chromatograph method	38.0	11.66	240.4	230.33	108.50 (131.93)
	Benzene	Gas chromatograph method	38.0	11.66	270.5	235.71	108.50 (162.00)
	antimony	Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy	38.0	11.66	257.5	279.85	50.00 (207.50)
	Gneral bacteria	Pour plate method	36.7	11.06	1,105.0	970.32	33.00 (1,072.00)
	Fecal Coliforms	Membrane filtration	36.7	11.06	1,038.0	585.30	32.00 (1,006.00)
	Toluene	Gas chromatograph method	38.0	11.66	441.9	460.13	108.50 (333.36)
	Ethylbenzene	Gas chromatograph method	38.0	11.66	441.9	460.13	108.50 (333.36)
	Xylene	Gas chromatograph method	38.0	11.66	441.9	460.13	108.50 (333.36)
	1.1-dichloroethylene	Gas chromatograph method	38.0	11.66	441.9	460.13	108.50 (333.36)
	1.2-dibromobutane-3-chloropropane	Gas chromatograph method	38.0	11.66	534.0	507.84	108.50 (425.50)
	Vinyl chloride	Gas chromatograph method	38.0	11.66	505.5	467.60	108.50 (397.00)
	Acrylonitrile	Gas chromatograph method	38.0	11.66	505.5	467.60	108.50 (397.00)
	Hardness	Hardness method	36.7	9.43	38.8	16.91	28.00 (10.75)
	Permanganate potassium consumption	Titration	37.1	10.30	32.8	19.88	31.00 (1.78)
	Evaporation residue	Weight method	36.7	9.43	165.5	221.50	9.00 (156.45)
	Bromoform	Mass spectrometry	38.0	11.66	505.5	467.60	-
	TOC	High Temperature Combustion Method	38.0	11.66	230.0	256.28	50.00 (180.00)
	Alkalinity	Titration	37.1	10.30	120.0	227.38	30.00 (90.00)
	Barium	Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy	38.3	10.67	194.3	231.88	48.00 (146.29)
	Bromate(Bro ³⁻)	Ion Chromatography	37.5	12.99	195.0	45.00	-
Flow rate survey(small river)	Velocity Area Method	45.0	15.00	750.0	690.00	44.00 (706.00)	

3.4. 환경측정 기술인력 1조당 1일 업무량 산정

설문조사를 통해 계산된 시료채취시간의 평균값을 이용하여 상황을 설정한 후, 상황과 조건별 환경측정분석 산업의 시료채취기술인력의 하루 채취가능한 업무량을

산정하기 위한 방법이다.

측정대행업체에서 시료채취 가능한 개수를 정해 측정값의 신뢰성을 확보하기 위한 방법이므로 2인 1조당 1일 시료채취가능량 산출식을 만들어 아래 가정조건에 대

Table 10. The time required for the sampling and analysis for each analysis items in indoor air quality area

Fild	Item	Analysis method	Sampling time (min)		Analysis time (min)		Other Resources ⁹⁾ (Difference)
			Average	Standard Deviation	Average	Standard Deviation	
Indoor air quality	Fine dust (PM ₁₀)	gravimetric method	360.0	0.00	20.0	9.26	47.70 (-27.70)
	Carbon dioxide (CO ₂)	non-dispersive infrared spectrometer	63.3	9.43	7.5	2.50	27.70 (-20.20)
	HCHO-Newly built housing	2,4-DNPH cartridge and high performance liquid chromatograph	60.0	0.00	71.4	51.67	115.70 (-44.27)
	HCHO-Multi-use facility	2,4-DNPH cartridge and high performance liquid chromatograph	60.0	0.00	71.4	51.67	97.70 (-26.27)
	Total floating bacteria	Crach method	52.9	22.19	30.0	0.00	77.70 (-47.70)
	Carbon monoxide (CO)	non-dispersive infrared spectrometer	63.3	9.43	1,445.0	1,435.00	27.70 (1,417.30)
	nitrogen dioxide (NO ₂)	Chemiluminescence method	63.3	9.43	1,445.0	1,435.00	27.70 (1,417.30)
	VOCs-Newly built housing	sorbent tube and gas chromatograph using MS/FID	60.0	0.00	260.0	101.98	164.70 (95.30)
	VOCs-Multi-use facility	sorbent tube and gas chromatograph using MS/FID	60.0	0.00	260.0	101.98	154.70 (105.30)
	Asbestos	phase contrast microscope	75.0	15.00	70.0	22.36	77.70 (-7.70)
	ozone	Ultraviolet photometer	63.3	9.43	43.3	23.57	27.70 (15.63)
	Radon (Short-term measurement)	Continuous radon monitor	3,040.0	452.55	47.5	21.65	30.00 (17.50)
	Radon (Long-term measurement)	Continuous radon monitor	96,720.0	51,717.63	60.0	0.00	80.00 (-20.00)

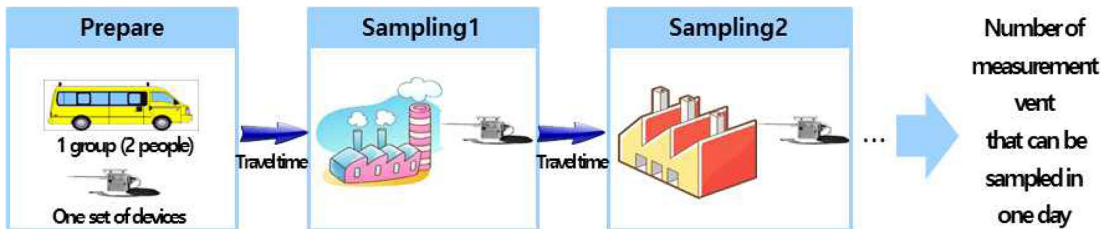


Fig. 3. How to calculate the workload based on site investigation.

입하여 1일 업무량을 산정하였다. 시료채취 1개 조는 2 인으로, 1일 업무 시간은 8시간으로 가정한 후 아래 조건에 따른 ①첫 번째 지점 이동시간과 복귀시간, ②첫

번째 지점 이동 후 측정공(또는 업체) 이동시간을 고려하여 업무량을 산정하는 방법이다.

Table 11. Assumption conditions

조건1	1) 측정업체에서 배출업체 이동시간, 측정업체 복귀시간 제외(오전 9시 이전, 오후 6시 이후 이동시간 제외) - 오전9시에 배출업소 도착, 오후 18시까지 시료채취 후 복귀
	2) 배출업소간 이동시간 15분 또는 30분 ----- ② - 첫 번째 지점 이동시간 + 복귀시간(min)은 고려하지 않음
	3) 시료채취 준비시간 등의 환경적 조건을 고려하여 채취가능 측정공의 여유분을 1개 추가
조건2	1) 최장거리 포인트 이동 중 경유지 지정하여 시료채취 - 최장거리지점 편도 이동시간 60분(이상) ----- ①
	2) 중간지역 이동시간 15분 ----- ②
	3) 하루 업무시간 480분(8시간)
조건3	1) 단·중·장거리 이동(왕복) - 단거리 조건 : 최대 이동시간 왕복 120분 ----- ① - 중거리 조건 : 최대 이동시간 왕복 180분 ----- ① - 장거리 조건 : 최대 이동시간 왕복 240분 ----- ① - 최장거리 이동 후 주변지역 이동시간 15분 ----- ②
	2) 시료채취 준비시간 등의 환경적 조건을 고려하여 채취가능 측정공의 여유분을 1개 추가
	3) 하루 업무시간 480분(8시간)

Table 12. The formula for calculating the possible amount of sampling for 1 group per day

1조(2인) 당 1일 시료채취가능량 = $\frac{480\text{min} - [\text{①}(\text{min}) + \text{채취시간}(\text{min})]}{[\text{②}(\text{min}) + \text{채취시간}(\text{min})]/\text{사업장}} + \text{첫 번째 지점수} + \frac{\text{여유분}}{(\text{1개 사업장})}$
480min : 1일 업무시간(8h)
시료채취시간(min)은 97.1분으로 하며, 설문조사를 근거로 산출함
① : 첫 번째 지점 이동시간+복귀시간
② : 첫 번째 지점 이동 후 측정공(또는 업체) 이동시간

Table 13. Estimation for the possible amount of daily sampling under the conditions

Consumption		Number of measurement vent that can be sampled in one day		
		Formula		Result
Condition 1	Travel time between workplace (15 min)	$\frac{480\text{min} - [97.1(\text{min})]}{[15(\text{min}) + 97.1(\text{min})]/\text{workplace}}$	Number of first spot (1 workplace) + Extra (1 workplace)	5.4
	Travel time between workplace (30 min)	$\frac{480\text{min} - [97.1(\text{min})]}{[30(\text{min}) + 97.1(\text{min})]/\text{workplace}}$	Number of first spot (1 workplace) + Extra (1 workplace)	5.0
Condition 2	Travel time between workplace (15 min), Travel time of longest distance (60 min)	$\frac{480\text{min} - [60(\text{min}) + 15(\text{min}) + 97.1(\text{min})]}{[15(\text{min}) + 97.1(\text{min})]/\text{workplace}}$	Number of first spot (1 workplace) + Extra (1 workplace)	4.7
	Travel time between workplace(15min), Short distance(120min)	$\frac{480\text{min} - [60(\text{min}) + 60(\text{min}) + 97.1(\text{min})]}{[15(\text{min}) + 97.1(\text{min})]/\text{workplace}}$	Number of first spot (1 workplace) + Extra (1 workplace)	4.3
Condition 3	Travel time between workplace (15 min), Medium distance (180 min)	$\frac{480\text{min} - [90(\text{min}) + 90(\text{min}) + 97.1(\text{min})]}{[15(\text{min}) + 97.1(\text{min})]/\text{workplace}}$	Number of first spot (1 workplace) + Extra (1 workplace)	3.8
	Travel time between workplace (15 min), Long distance (240 min)	$\frac{480\text{min} - [120(\text{min}) + 120(\text{min}) + 97.1(\text{min})]}{[15(\text{min}) + 97.1(\text{min})]/\text{workplace}}$	Number of first spot (1 workplace) + Extra (1 workplace)	3.3

4. 결 론

측정분석산업의 현황과 인력의 업무량을 산정하여 자가측정 및 측정분석산업인력의 적절한 양성계획과, 더 나아가서는 환경기술인력의 양성계획에 이바지하기 위하여 기술인력이 1조 1일당 업무량을 설정하였다.

현행 제도의 문제점으로는 2007년 시장경쟁을 제한하는 제도를 폐지·개선하면서 환경측정대행업의 측정수수료 고시제도가 폐지되었다. 측정대행업의 가격 경쟁은 최저 입찰제가 적용되어 단가를 맞추다보니 측정수수료가 낮게 책정되고 있다. 낮은 측정수수료는 분석 비용의 회수를 위해서 임의 결과보고 등 법규의 미 준수사항이 발생되고 있으며, 분석환경 여건 마련을 보장할 수 없어 측정 결과의 신뢰성을 보장하기에는 어려운 현실이다. 또한 대부분의 측정대행업체는 여러 분야를 중복 영업하고 있어서 분야별로 필수 인력을 모두 보유해야 하는데 필수인력으로 경력자를 인정하지 않아 기술인력 확보가 어렵다(자격증 소지자만 인정).

기술인력 1조당 1일 업무량 산정결과 최소 3개~최대 5개 측정공(또는 업체)를 채취할 수 있을 것으로 나타났다. 현행 제도에서 시료채취 가능량을 제한할 경우 시장경쟁의 원칙에 어긋날 수 있다는 우려가 있으나, 제도적으로 일정한 제한사항을 두어 불법 및 허위 성적서를 발급하는 일을 줄일 필요성은 제기되고 있다.

본 연구에서 도출된 업무량 제한사항을 측정대행업

체별 등급화 방안(우수 업체 인센티브 제공 방안 등)에 한 요소로 사용할 경우 현재 측정대행제도의 고질적인 문제점을 고칠 수 있는 시작점이 될 것으로 기대된다.

감사의 글

이 연구는 국립환경과학원의 지원으로 연구되었으며, 이에 감사드립니다(NIER-SP2016-173).

참고문헌

1. 환경부, “환경백서”, **1996**, 317.
2. 양주시, “2006 양주시 환경백서”, **2006**, 119.
3. 환경부, 「환경분야 시험·검시 등에 관한 법률」, 법률 제 13601호, 2015. 12. 22, 타법개정, 제16조.
4. 환경부, “환경백서”, **1997**, 182.
5. 환경부, “환경백서”, **2014**, 139, 171, 211.
6. 환경부, “환경백서”, **2016**, 316.
7. 환경부, “환경오염물질 배출시설 지도·점검방법 개선 방안 연구”, **2005**, 55, 56.
8. (사)한국산업경제연구소, “2015년 측정대행수수료 원가산정용역 예정원가조사보고서[III. 대기분야, 수질분야]”, **2015**, 5-801.
9. (사)한국산업경제연구소, “2015년 측정대행수수료 원가산정용역 예정원가조사보고서[III. 해수분야, 해저퇴적물분야, 소음진동분야, 실내공기질분야, 악취분야]”, **2015**, 437-521.