

환경분야 시험·검사 기술인력의 전문성 강화를
위한 효율적 검정 방안 연구

2018년 3월

환 경 부
김 선 영

국외훈련 개요

1. 훈련국 : 영국

2. 훈련기관명 : 응용해양과학연구원 (CAMS ; Center for Applied Marine Sciences)

3. 훈련분야 : 환경정책

4. 훈련기간 : 2017. 4. 11. ~ 2018. 4. 10.

훈련기관 개요

I. 개 요

- 훈련기관명 : CAMS(Center for Applied Marine Sciences)
- 인터넷 웹주소 : www.cams.bangor.ac.uk
- 주소 : (LL59 5AB) MENAI BRIDGE, ANGRESEY

II. 소속대학 소개 : Bangor university

- 공식명칭 : Bangor University(웨일즈어: prifysgol Bangor)
- 설립연도 : 1884년
- 설립형태 : 공립
- 학교교호 : Gorau Dawn Deall (The Best Gift is Knowledge)
- 위치 : 영국 웨일즈, 귀네드 카운티, 뱅거시 소재
- 공식홈페이지 : <https://www.bangor.ac.uk/>
- 학교 구성 : 5개 단과대학, 25개 학부, 및 각종 연구소 등으로 구성
- 학생수: 총학생수 10,630명(학부 8,240명, 대학원 2,390명)
- 국제학생 수 및 비율: 2,211명(EU 국가 421명. 비EU 국가 1,790) 20.80%
- 세계대학 순위: Times 301 ~ 350위, QS 411~420위
- 영국대학 순위: Times 40위, QS 49위

Ⅲ. 훈련기관 소개

- 기관명 : CAMS(Centre for Applied Marine Sciences)
- (현황) 학문적 연구와 실제 산업간 접목을 통해, 최종 사용자의 필요를 반영하여 해양 연구를 선도하고 있음. 유럽에서 가장 큰 해양과학연구센터의 하나로, 30여명의 연구진과 100여명의 Bangor 대학 해양과학대학의 100여명의 연구진이 참여하고 있음.
- (전문 시설) 광범위한 분야의 특별 시설과 장비, 실험실, 컴퓨팅 설비뿐만 아니라 해양 실습선을 제공함으로써 실제적인 연구에 기여하고 있음.
- (협력 연구) 산업, 전국적, 그리고 국제적 기구 및 정부와의 연계를 통하여 전략적 프로그램, 협력적 연구, 계약 연구 및 컨설팅 프로젝트를 수행하고 있음.
- (연구분야) 분석화학, 응용해양생물학, 응용해양학, 연안관리학, 해양지질과학, Survey and Instrumentation
- (부속기관) SEACAMS (Sustainable Expansion of Applied Coastal and Marine Sectors)

SEACAMS 소개

- (명칭) SEACAMS (Sustainable Expansion of Applied Coastal and Marine Sectors)
- (현황) 유럽연합 유럽지역개발기금(ERDF; European

Regional Development Fund)과 웨일즈 정부의 지원하에 Bangor 대학교를 중심으로 웨일즈의 스완지대학교, 애버리스위스 대학교등 웨일즈 내 3개 연구 중심 대학의 협력을 토대로, 웨일즈 해양 및 연안 분야의 학제적 연구 및 사업 기회를 제공하고 있음.

- (홈페이지) <http://www.seacams.ac.uk/>
- 주요시설 : Marine Centre Wales(웨일즈 해양센터)
SEACAMS 프로젝트의 일환으로 2015년 Bangor 대학교 해양과학대학이 위치한 Menai Bridge 지역에 설립되었음. 새로운 센터는 비즈니스와 학술 연구간 접근을 용이하도록 제공하고, 산학협력을 가능한 인프라를 구축하는 한편, 지역내 산업과의 유기적 협력을 진행할 수 있는 공간을 배치하였음. 실험실, 연안 작업을 위한 소형 선박, 연안부두 (RV Prince Madog이 접안 가능)
 - 실습용 선박 : RV Prince Madog(34m 다목적 연구선), RV Noctiluca(12.5m 연구목적 쌍동선), Macoma (8m 연구용 쌍동선), 2척의 소형선
- (실험분야) 수상 및 침전 영양 분석, 해수 및 식품관리표준에 적합한 미생물학적 테스트, 유기, 무기 오염원의 측정 및 추적, 주요 생물지질화학적 요소의 반응 및 이동 관측을 위한 탄소, 질소, 산소 동위원소 분석 및 원자분석, 중금속, 지질 및 단백질 분석, 담수 내의 플랑크톤 및 해양 환경에서의 입자분석, 특수 현미경을 통한 샘플 분석 등

목 차

<국외훈련 및 훈련기관 개요>	1
1. 서 론	10
2. 환경분야 기술인력 양성	
1) 환경기술인력 육성계획	13
2) 환경산업 및 환경분야 시험·검사 시장	16
3) 환경분야 시험·검사 기관 정도관리	24
3. 국가자격제도	
1) 국가직무능력기준(NCS)	34
2) 국가기술자격제도 운영	44
3) 환경분야 국가자격	51
4. 영국의 자격제도 및 직업훈련	
1) 국가직무능력표준(National Occupational Standards)	56
2) 자격제도 및 기술훈련	59
3) 자격제도 관리 및 운영	74
5. 환경분야 시험·검사의 국제표준화	
1) 환경 시험·검사 관련 국내외 동향	83
2) 국제표준화 기구 및 활동	85
3) 인정제도 및 인정기구	100
4) 국제숙련도 시험	111

6. 정책제안	123
7. 결론	126
<참고문헌>	128

표 목차

<표 1> 2017년도 환경기술인력 육성 시행계획 주요 및 세부 과제	10
<표 2> 제2차 환경시험 검사 발전 기본계획 추진 방향	11
<표 3> 대기질환경분석 사업체 및 종사자수	12
<표 4> 시험검사기관 분류	14
<표 5> 측정대행업체 등록현황	16
<표 6> 정도관리 적합관정 받은 기관 현황(2017년)	21
<표 7> 정도관리 평가 항목	22
<표 8> 연도별 NCS 개발 및 개선	24
<표 9> NCS 개발 프로세스	25
<표 10> 환경, 에너지 부문 NCS	26
<표 11> 직무능력구성(2017년 4월 기준, 중분류: 산업환경, 소분류: 수질관리)	27
<표 12> 직무능력구성(2017년 4월 기준, 중분류: 산업환경, 소분류: 대기관리)	28
<표 13> 환경, 에너지 부문 NCS	32
<표 14> 선행연구를 통한 국가기술자격제도 개선사항 도출	34
<표 15> 국가기술자격 현황	37
<표 16> 국가자격현황	39
<표 17> 대기관리 국가자격현황	39
<표 18> NOS 개발과 인증절차	40
<표 19> 지역별 자격체계(2015년 ~ 현재)	41

<표 20> 영국의 자격 종류	43
<표 21> 영국의 자격제도 수준(입문 ~ 3수준)	47
<표 22> 영국의 자격제도 수준(4 수준 ~ 8 수준)	47
<표 23> 영국 자격체계의 자격분야	48
<표 24> 주·지방정부 세입구조 변화	50
<표 25> Office of Qualifications and Examinations Regulation ..	51
<표 26> 자격 발급 업무 절차	54
<표 27> 시험·검사 관련 직업 훈련	55
<표 28> 영국의물관리 정부 기관	57
<표 29> ISO 정회원국(Member body)	60
<표 30> ISO 준회원국(Correspondent Member)	61
<표 31> ISO 통신회원국(Subscriber Member)	62
<표 32> ISO 표준 제정 현황	62
<표 33> ISO 국가별 분담금	63
<표 34> KOLAS 인정분야별 국제인증 규격	65
<표 35> KOLAS 인정 시험 기관(인정분야 : 화학시험, 2018년 2월 기준) ...	67
<표 36> 국내 KOLAS 인정 숙련도 시험기관(2018년 2월 기준)	69
<표 37> UKAS 인정분야별 국제인증 규격	72
<표 38> 숙련도 시험 형태	67
<표 39> 도제제도와 일반교육 수준 비교	67
<표 40> 영국의 환경분야 숙련도시험 제공기관	67

그림 목차

<그림 1> 영국의 QCF 체계	35
<그림 2> RQF 자격프레임	38
<그림 3> Ofqual 조직 (2017년 2월)	42
<그림 4> 분야별 표준 제정 현황 및 연간 표준 제정 현황	44
<그림 5> APLAC 인정 공인기관 현황	3
<그림 6> 숙련도 시험 중 연속참가 스킴 모식도	3
<그림 7> 영국의 Public Health England에서 제공하는 식품미생물 분야 숙련도시험 일정	3
<그림 8> 영국의 Public Health England에서 제공하는 수생미생물 분야 숙련도시험 일정	3
<그림 9> 영국의 Public Health England에서 제공하는 식품미생물 분야 숙련도시험 결과에 따른 액션 가이드라인	3

1. 서 론

산업혁명 이후 대기 중 이산화탄소의 농도가 꾸준히 증가하고 있으며 이로 인해 지구온난화가 초래되었다. 세계적으로 전례가 없는 대형규모의 허리케인(예, 허리케인 어마, 2017년 9월)이 출몰하는 등 이상기후 현상이 심해지고 지구 온난화에 따른 해수면 상승은 연안에 위치한 국가들의 존립자체를 위협하고 있다. 더불어 각종 화학물질(항생제, antibacteria 용 청소용품, 살균성분을 포함한 세정제, 각종 플라스틱, 미립자 화장품 등)의 생산 및 이용은 예상치 못한 질병의 확산 및 환경피해(해양오염, 오존층 파괴, 생물다양성의 감소, 유해폐기물 등)를 초래하고 있다. 이제 환경문제는 개별 국가의 문제가 아니라 전 세계적 차원에서 해결해야만 하는 과제로 대두되었다. 이를 위해 지난 수십 년 간 다양한 국제환경협약이 체결되었고, 환경관련 규제 (TBT, Technical Barriers to Trade, 무역기술장벽)가 강화되었다. 더불어 다국적 기업의 Global Outsourcing 이 증가함에 따라 국제표준화 규격의 사용이 강화되고 있어 기술 및 제품에 대한 국제표준화와 적합성 평가가 지역 및 글로벌 무역에서 중요한 요인으로 작용하고 있다.

국가 간 무역활동에 있어 환경규제가 강화됨에 따라 유해오염물질 또는 특정물질, 제품 등에 대한 시험·검사가 매우 중요한 위치를 차지하고 있다. 특히, ISO(International Organization for Standardization, 국제표준기구), IEC(International Electrotechnical Commission, 국제 전기 기술위원회)와 같은 국제표준에 환경, 자원 및 에너지와 같은 환경성이 도입됨에 따라 환경관련 시험·검사 시장은 국내 산업계의 제품 수출과 유기적으로 연계되었다. 예를 들면, 국제 기준에 부합하는 시험 능력을 갖춘 시험·검사 기관이 제품에 대한 시험 및 검사 또는 교정을 실시할 경우, 해당 제품의 국가 간 수출입이 원활하게 되어 국내 산업계의 경쟁력이 강화된다.

더불어 각종 유해오염물질 또는 특정 환경오염물질로부터 국민의 건강을 보호하고, 환경을 보전하기 위해 환경분야 시험·검사의 기술향상은 필수적이다. 예를 들어 이산화탄소 배출, 대기를 통한 황사 및 대기오염물질들의 국가 간 이동, 하천을 통한 오염물질의 인근 국가로의 유입 등으로 인해 국가 간 환경 분쟁 발생 시, 오염물질에 대한 측

정결과의 정확성 및 신뢰성은 분쟁 해결을 위한 필수요소이다. 이때 국제적 기준에 합당한 공인기관에서 생산한 결과값은 각종 국제환경분쟁 발생 시 중요한 근거자료로 사용될 수 있다. 더불어 국내적으로는 시험·검사기관으로 부터 배출된 측정분석 결과가 환경정책수립 및 사업장에 대한 행정처분의 근거자료로 사용되므로 국내 시험·검사시장의 질향상은 필수적이다.

전세계적으로 시험·검사시장의 중요성이 부각됨에 따라 일부 유럽국가의 다국적 시험·검사기관이 국제인증기구로부터 인증을 받아 세계 시험·검사시장을 주도하고 있다. 영국의 Intertek, 스위스의 SGS, 프랑스 BV 등 상위 10대 다국적 시험·검사기관이 세계시장의 20 % 이상을 점유하고 있다. 비록 국내 환경분야 시험·검사 시장의 총규모는 약 1조원으로 전체 환경산업시장의 약 1 % 수준이다. 그러나 국내 시험·검사기관의 정도관리 수준 향상, 부처 간 기술기준 정비, 공정시험기준 표준화 등 국가적 차원의 국제 표준화가 이루어지고 있다. 관련 기관 및 산업계는 시험·검사에 대한 품질향상을 위해 다양한 시스템을 활용하여 생산된 결과에 대한 품질 보증을 하고 있으므로 향후 국내시장의 세계시장으로의 진입 가능성은 긍정적이다.

과거 유럽지역 중심의 국제표준화가 아시아·태평양 지역으로 확산되고 있으며 향후 21세기에는 아시아·태평양지역이 국제표준화 활동의 중심지역으로 부상되리라 전망되고 있다. 이러한 변화에 능동적으로 대처하고 국내 산업계 및 국가 이익을 최대화하기 위해 국내에서도 다양한 환경분야(수질, 대기, 폐기물, 토양 등)에서 국제적 기준에 부합하는 시험·분석 기술 인력 및 기관을 양성해야 한다. 이는 국제기준에 적합한 숙련도시험 운영체계를 통해 해당 기관 및 기술자의 분석능력을 체계적으로 평가하고 이를 체계적으로 관리하는 시스템을 통해 달성될 수 있다. 더불어 효과적인 국가 또는 민간 검정을 통해 해당 기술자를 산업계에 효과적으로 공급하고, 기존 기술자들의 역량 개발을 위한 지속적인 교육 및 역량 인증을 위한 재교육 단계가 필요할 것이다. 이를 통해 국제 기준에 적합한 기술 인력을 국내 시장에 공급하고 검증된 시험·검사 기관을 양성함으로써 글로벌 시장에서 국가 경쟁력을 높이고 국내 시험·분석 시장의 관리를 효율화할 수 있을 것이다. 또한

국민 보건의 향상과 환경 보전에 이바지 할 것으로 사료된다.

본 연구는 국내 시험·검사기관의 전문성과 국제 경쟁력을 높이고 시험·분석 인력을 효과적으로 검정하기 위한 방안을 도출하기 위해 기술인력 양성 및 검증, 국제표준화 등에 대한 각종 자료를 현실화하였다. 더불어 관련한 다양한 정보를 수집함으로써 향후 제도 발전 및 개선 시 필요한 기초자료를 제공하는데 주목적이 있다.

- 이를 위해 제 2 장에서는 환경분야 기술인력 양성과 관련하여 국내 환경기술인력 양성계획, 환경시험 발전계획, 환경산업 및 환경분야 시험·분석 시장, 환경분야 시험검사 기관에 대한 정도관리 현황 등을 살펴보았다.
- 제 3 장에서는 국가자격제도와 관련하여 국가직무능력표준 (NCS, National Competency Standards), 국가기술자격제도 운영, 자격제도 관리 및 운영 환경분야 국가자격 등에 대해 살펴보았다.
- 제 4 장에서는 영국의 기술인력 양성 및 교육 제도와 관련하여 국가직무능력표준 (National Occupational Standards, NOS), 자격제도 및 직업훈련 등에 대해 살펴보았다.
- 제 5 장에서는 환경분야 시험·검사 관련 국제표준화와 관련하여 환경 시험 검사 관련 국내외 동향, 국제표준화 기구 및 활동, 인정제도 및 인정기구, 국제숙련도 시험 등에 대해 살펴보았다.
- 이를 통해 제 6 장에서 국내 시험·검사기관의 전문성과 국제 경쟁력을 높이고 시험·분석 인력을 효과적으로 검정하기 위한 방안을 제안한다.

2. 환경분야 기술인력 양성

1) 국내 환경기술인력 양성 계획

가. 환경기술인력 육성계획

정부는 환경산업의 지속적인 성장과 국내외 시장확대를 견인할 전문인력을 체계적으로 확보하기 위해 “환경기술인력 육성계획”을 2003년부터 5년 단위로 수립하고 있다. 이를 통해 환경기술인력에 대한 교육 강화, 환경기술인력의 확보 및 관리 등에 대한 대책을 마련하고, 매년 당해연도 시행계획을 수립하여 추진하고 있다(법적근거 : 환경기술 및 환경산업 지원법 제27조). 금년은 제3차 환경기술인력 육성계획(‘13 ~ ‘17)에 따라 2017년도 연차별 시행계획이 수립되었다. 주요계획은 특화된 전문인력양성, 취업연계 강화, 탄력적 수요대응 총 3개 분야로 나누어진다. (2017년 4월, 정부간행물 등록번호 11-1480000-001428-10)

전문인력양성의 경우 4개의 세부계획(핵심연구인력, 현장전문인력, 재직현업인력, 해외진출)으로 세분화되며 각 분야별로 세부과제가 존재한다.(표 1) 핵심연구인력 양성을 위해 환경서비스, 기후변화, 폐자원에너지, 환경에너지, 생물자원 등의 연구를 수행하는 특성화대학원, 또는 대학교를 중심으로 인력양성사업을 운영한다. 현장전문인력 양성을 위해 온실가스 전문인력, 물산업 프로젝트 매니저, 토양지하수 전문인력, 폐자원에너지화 전문인력, 국제환경전문인력, 화학물질평가전문인력, 산학협력선도대학 육성, 환경측정분석사, 상하수도 전문인력, 자연환경해설사, 환경, 안전, 보건 전문인력 총 12개의 세부사업이 운영된다. 폐자원 에너지화 재활용 교육, 이러닝 활성화, 화학사고 예방 교육, 화학물질 및 화학물질 제품 관리, 재활용환경성평가 전문인력 양성 등을 통해 재직현업인력의 기술능력을 제고하고자 한다. 더불어 국제환경기술전문교육과정(ISCET)과 개도국 공무원 석사학위과정을 통해 국내 기술인력의 해외진출을 모색하고자 한다. 그 외 취업연계 강화를 위해 취업정보 서비스 강화, 일자리 박람회 개최, 자격제도(환경영향평가사 검정제도) 확대 등의 세부계획이 수립되었으며, 폐자원에너지화 인재개발 협의회 구성 및 운영을 통해 관련 분야 수요요구에 탄력적으로 대응하도록 하였다.

<표 1> 2017년도 환경기술인력 육성 시행계획 주요 및 세부 과제

주요계획	특화된 전문인력양성
세부계획	세부과제
핵심연구인력 양성	지식기반 환경서비스 특성화대학원 운영
	기후변화특성화대학원 지원
	폐자원에너지화 특성화대학원 지원
	환경에너지 대학원 인재양성 프로그램 대학원 지원
	미개척 생물분류군 전문인력 양성 대학원지원
현장전문인력 양성	온실가스관리 전문인력 양성
	물산업프로젝트매니저 양성
	토양지하수 전문인력 양성
	폐자원에너지화 전문인력 양성
	국제환경전문인력 양성
	화학물질평가 전문인력 양성
	산학협력 선배학 육성
	환경측정분석기술인력양성
	탄소흡수원 특성화 고등학교
	상하수도전문인력 양성
	자연환경해설사 양성
	환경·안전·보건 전문인력 양성

재직자 선진기술 대응력 제고	폐자원에너지화 재활용 재직자 교육
	이러닝 활성화
	법정교육 품질 개선
	화학사고예방 대응 교육
	화학물질 및 화학물질제품 관리
	재활용환경성평가 전문인력 양성
해외진출	국제환경기술전문교육과정(ISCET)
	개도국 공무원 석사학위과정
주요계획	취업연계강화
세부계획	세부과제
환경고용정보 플랫폼 구축	워크넷을 활용한 일자리 정보 강화
	환경산업 일자리 박람회 확대 운영
직무기반 자격제도 및 경력개발 지원	환경영향평가사 국가전문자격제도 운영
주요계획	환경기술인력 단력적 수요 대응을 위한 인프라 구축
세부계획	세부과제
상생협력을 통한 환류기능 강화	인재개발협의회 활성화

과제운영을 위한 투자규모의 경우, 인력양성을 위해 2015년 215억원(국고 198억원, 민간 17억원), 2016년 230억원(국고 217억원, 민간 13억원)이 투자되었으며, 금년 2017년에는 171억원(국고 157억원, 민간 14억원)이 투자될 예정이다. 2017년 투자예산이 대폭 감소함에 따라 환경전문인력 양성수 또한 감소할 예정에 있다.(2016년 6,835명 -> 2017년 예상 4,594명)

나. 환경시험 발전 기본계획(참고: 제2차 환경시험검사 발전 기본계획)

국가는 국제 수준의 환경분야 시험검사 체계 운영을 통해 국가 환경관

리와 환경복지의 실현을 효율화해야 한다. 또한 국민보건 향상 및 환경보전을 위해 시험검사 관련 기반기술을 선진화해야 한다. 이를 위해 『환경분야 시험검사 등에 관한 법률』 제 3조에 따라 “환경시험 발전 기본계획”을 매 5년 마다 수립하고 있다. 이는 시험검사 등의 운영체계의 기본 방향, 시험검사 등의 중장기 투자계획, 시험검사 관련 기술의 연구개발 및 인적자원, 시험 검사 등의 정밀도 및 정확도 향상, 시험검사 등 관련 국제 협력, 그 밖의 시험 검사 등의 발전을 위한 필요사항을 포함한다. 이를 통해 향후 5년간 환경분야 시험 검사기준 및 운영체계의 선진화를 추진하고 환경시험 검사 운영 목표 및 기본계획, 전략 과제를 설정한다. 기본계획 수립 및 전략과제 설정은 ILAC, APLAC 등의 시험검사 관련 국제인정기구 및 주요국 환경시험 검사 운영 현황 등의 분석을 기반으로 하며, 1차 환경시험 검사발전 기본계획('08~'12), 국내외 환경시험 검사 국내 현황과약, 전문가 의견 수렴 등을 토대로 수립된다. 그 결과 제2차 환경시험 검사발전 기본계획('13~'17)은 국내 환경시험 검사 운영체계의 선진화, 글로벌 대응형 환경시험검사체계구축, 소통하는 환경시험 검사 기반 구축, 신뢰받는 환경시험 검사 등 총 4개의 추진 전략 과제와 13개 중점 추진과제를 수립하였다.(표 2)

2) 환경산업 및 환경분야 시험분석 시장 (출처워크넷, 한국직업정보시스템, 한국고용정보원)

(출처워크넷, 한국직업정보시스템, 한국고용정보원)

환경산업이란 기후·대기, 물, 환경복원·복구, 환경안전·보건, 자원순환, 지속가능 환경·자원, 환경지식·서비스 분야 등 환경보전 및 관리를 위한 환경시설 및 측정기기 등을 설계·제작·설치하거나 환경기술 등에 관한 서비스를 제공하는 산업 활동이다. 범세계적으로 환경규제 강화와 환경의식의 급신장으로 인해 환경산업의 지속적인 성장이 예상된다. 더불어 기후변화로 인한 환경위기와 자원고갈에 따른 유가상승, 경제 발전에 따른 환경오염원의 발생 등으로 인해 환경산업의 범위는 점점 넓어질 것으로 예상되며, 더불어 향후 고용 기회는 다소 증가할 것으로 판단된다.

국내 환경시장 규모는 2009년에 44조 64억원, 2010년에 55조 5,523억원, 2011년에 59조 3,632억원, 2012년에 82조 2,185억원, 2013년에 89조 8,044억원으로 지속적으로 확대추이에 있다. '14년도에는 '13년 대비 9.2 % 증가하여 약 98조원 규모를 나타내고 있다. 2013년 말 기준 국내 환경관련 산업체 수는 총 56,411개소로 전년도 대비 13.0% 증가하였으며 지속적인 증가추세에 있다.(2013년 기준 환경산업 통계조사보고서, 환경부) 자원순환관리(폐기물분야) 및 물관리 분야가 전체산업의 58%를 차지하고 있다.

2013년 기준 환경관련 56,411개 사업체에서 종사하는 총 종사자 수는 1,050,983명으로 전체 산업체 종사자인 19,173,474명의 5.5%를 차지한다. 이 중 환경부문 종사자는 421,166명으로 40.1%를 차지하고, 전년도 환경부문 종사자 수 290,413명 대비 45.0% 증가하였다. 폐기물, 물, 소음진동 등 전통적인 환경산업에 전체 환경일자리가 대부분을 차지하고 있다.

환경분석 사업체 및 종사자수를 살펴보면 수질관리의 경우 약 만여개의 사업체가 존재하고 종사자수는 십오만명 이상이다.(통계청 전국산업체조사, 2011년 기준, 표 3) 대기분야의 환경분석사업체는 약 이백팔십여개 이며, 총 종사자는 천삼백여명이다. 환경분야 전체 종사자의 2/3이상이 100억원 미만 매출의 중소기업에 종사하고 있으며, 환경산업체의 2013년 평균매출액(사업체당)은 15.9억원, 종사자수는 사업체당 7.5명이다.

<표 2> 제2차 환경시험 검사 발전 기본계획 추진 방향

구분	세부과제
----	------

환경시험·검사 표준체계의 글로벌화	환경시험·검사 국가표준 운영체계 개선
	환경시험·검사 표준 정비 및 개발 확대
	환경 기술의 산업화 촉진을 위한 시험 검사 방법 개발
환경시험·검사 활성화 기반 구축	수요자와 함께하는 환경표준개발
	환경시험·검사 전문기관 육성
	환경시험·검사 전문인력 양성
	수요자 중심의 정부 서비스 지원
환경시험·검사 경쟁력 강화	환경시험·검사기관 운영 체계의 통합
	환경측정기기 정밀 정확도의 국제적 동등성 확보
	환경시험·검사의 국제 활동 강화
환경시험·검사 신뢰도 확보	환경시험·검사기관에 대한 품질관리 강화
	환경분야 표준물질 개발 및 보급활성화
	환경데이터에 대한 품질표시제도 도입

<표 3> 대기질환경분석 사업체 및 종사자수(통계청 전국산업체조사, 2011년 기준)

소분류	세분류	관련사업	사업체수	종사자수
대기관리	대기환경관리	대기오염통제기기제조	193	11,366
	온실가스관리	대기오염통제 관련서비스	6	781
		분석, 자료수집 및 평가관련 서비스	87	1,104
합		계	286	13,251

국내 환경 분야 시험검사 기관은 지방 환경청, 시도보건환경연구원 등의 정부기관과 환경관리공단, 측정대행업체들이 중심이 되는 민간 기관들이다. 시험·검사기관이란 환경분야 시험·검사 등에 관한 법률 제2조에 의거 환경의 관리·보전을 위하여 환경분야 관련 법령에 따라 수행하는 환경오염 또는 환경유해성의 측정·분석·평가, 측정기기·환경설비의 시험·검사 및 이와 관련된 규격의 제정·확인 등을 수행하는 기관이다. 시험·검사기관 등록, 등록취소, 준수사항, 및 정도관리 운영 및 지정 등은 환경분야 시험·검사 등에 관한 법률 16조 ~ 18조에 걸쳐 명시되어 있으며, 각각의 공정시험방법에서 각 분야 별로 측정, 분석 항목, 방법 및 절차 등이 규정되어 있다.

시험·검사기관은 「환경시험·검사법」 제18조의2제1항에 의거 총 13개로 분류되며, 해당 기관은 해당 법적근거(「환경시험·검사법」, 「대기환경보전법 시행령」, 「실내공기질 관리법」, 「악취방지법」, 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」, 「먹는물관리법」, 「폐기물관리법」, 「토양환경보전법」, 「환경영향평가법」, 「잔류성유기오염물질 관리법」, 「공공기관의 운영에 관한 법률」)를 통해 운영되고 있다.(표 4)

<표 4> 시험검사기관 분류

구분	시험검사기관	근거법
1	환경측정기기검사기관	법 제13조
2	측정대행업자	법 제16조
3	대기오염도 검사기관	「대기환경보전법 시행령」 제22조제2항
4	실내공기질 오염도 검사기관	「실내공기질 관리법」 제13조 제4항
5	악취검사기관	「악취방지법」 제18조제1항
6	공공폐수처리시설·공공하수처리 시설	「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 제2조제17호
7	오염도 검사기관	「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 제68조제2항
8	먹는물 수질검사기관	「먹는물관리법」 제43조
9	폐기물분석전문기관, 검사기관 및 측정기관	「폐기물관리법」 제17조의2제4항, 제30조제1항 및 제31조제2항
10	토양관련 전문기관	「토양환경보전법」 제23조의2 제1항
11	환경영향평가업의 등록을 한 자 중 측정기기를 갖추어 시험·검사를 하는 자	「환경영향평가법」 제54조, 법 제6조제1항
12	잔류성유기오염물질 측정기관	「잔류성유기오염물질 관리법」 제19조제1항
13	국가·지방자치단체 또는 공공기관이 대기·수질, 먹는물 또는 소음·진동 분야 등에 대한 정도관리를 의뢰하는 기관이나 단체	「공공기관의 운영에 관한 법률」 제4조

국내 환경시험 검가기관의 경우, 일부 법정 및 공공 시험 검사기관을 제외하고는 국제경쟁력이 전무한 영세규모의 기업이 대다수를 차지한다. 환경법령에 의한 법정/등록/지정/인정 시험 검사기관은 약 1500개 실험실이며, KOLAS 가 인정한 환경실험실은 약 130개이다. 시험검사

기관중 특히 측정대행업은 대기오염물질, 다중이용시설 등의 실내공간 오염물질, 악취, 수질오염물질, 소음·진동 또는 인공조명에 의한 빛공해의 측정업무를 대행하는 시험 검사기관으로 자가측정이 의무화되어 있는 대기, 실내공기질 분야 대상 사업장(약 67천개소) 중 76%가 측정대행업체에게 위탁하고 있는 실정이다. 이로 인해 덤핑가격으로 계약을 체결하여 부실 측정 등을 일삼는 악습이 성행하며, 심지어 대기, 수질 오염물질을 측정하지 않고 허위로 성적서를 발급하는 등 불법행위가 적발(2016년 12월) 되기도 해 국내 시험검사 시장의 신뢰도와 정확도에 국민 논란을 야기 한바 있다. 현재(2016년12월31일 기준) 총 337개 업체가 측정대행업체로 등록되어 있으며, 개별 분야별로 수질 199개, 대기 157개, 소음진동 139개, 실내공기질 61개, 악취 54개로 총 610개에 달한다.(표 5)

<표 5> 측정대행업체 등록현황(환경부 보도자료, 2017년 7월 18일) (2016년 12월 31일 기준)

등록업체	계	수질	대기	소음·진동	실내공기질	악취
337개	610	199	157	139	61	54

< 참고 > 관련법령

「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」

제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다. <개정 2008.2.29., 2013.3.23.>

1. "시험·검사등"이라 함은 환경의 관리·보전을 위하여 환경분야 관련 법령에 따라 수행하는 환경오염 또는 환경유해성의 측정·분석·평가, 측정기기·환경설비의 시험·검사 및 이와 관련된 규격의 제정·확인 등을

말한다. 다만, 해양수산부 소관 법률에 따른 해양환경 분야의 경우를 제외한다.

2. "측정기기"라 함은 제6조제1항 각 호의 규정에 따른 오염물질 등을 측정·분석하거나 검사하는 장비 또는 기기를 말한다.

참고 관련법령

환경분야 시험·검사 등에 관한 법률

제18조의2(시험·검사기관의 정도관리) ① 환경부장관은 제6조제1항 각 호에 따른 분야에 대한 시험·검사등을 하는 자 중 대통령령으로 정하는 자(이하 "시험·검사기관"이라 한다)에 대하여 시험·검사등에 필요한 능력과 시험·검사등을 한 자료의 검증 등[이하 "정도관리"(精度管理)라 한다]을 할 수 있다.

참고 관련법령

환경분야 시험·검사 등에 관한 법률

제3조(환경시험·검사발전기본계획의 수립) ① 환경부장관은 5년마다 시험·검사등의 기준 및 운영체계의 선진화를 위하여 「환경정책기본법」 제58조에 따른 중앙환경정책위원회의 심의를 거쳐 환경시험·검사발전 기본계획(이하 "기본계획"이라 한다)을 수립하여야 한다.
<개정 2012.2.1.>

② 기본계획에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.

1. 시험·검사등의 운영체계의 기본방향
2. 시험·검사등의 중장기 투자계획
3. 시험·검사등 관련 기술의 연구개발 및 인적자원에 관한 사항
4. 시험·검사등의 정밀도 및 정확도 향상에 관한 사항
5. 시험·검사등 관련 국제협력에 관한 사항

6. 그 밖에 시험·검사등의 발전을 위하여 필요한 사항

참고 관련법령

환경분야 시험·검사 등에 관한 법률 시행령

제13조의2(시험·검사기관 등) ① 법 제18조의2제1항에서 "대통령령으로 정하는 자"란 다음 각 호의 시험·검사기관을 말한다. <개정 2014.1.14., 2016.1.19., 2016.12.20., 2017.1.17., 2017.7.17.>

1. 법 제13조에 따른 환경측정기기검사기관
2. 법 제16조에 따른 측정대행업자
3. 「대기환경보전법 시행령」 제22조제2항에 따른 대기오염도 검사기관
4. 「실내공기질 관리법」 제13조제4항에 따른 실내공기질 오염도 검사기관
5. 「악취방지법」 제18조제1항에 따른 악취검사기관
6. 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 제2조제17호에 따른 공공폐수처리시설·공공하수처리시설
7. 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 제68조제2항에 따른 오염도 검사기관
8. 「먹는물관리법」 제43조에 따른 먹는물 수질검사기관
9. 「폐기물관리법」 제17조의2제4항, 제30조제1항 및 제31조제2항에 따른 폐기물분석전문기관, 검사기관 및 측정기관
10. 「토양환경보전법」 제23조의2제1항에 따른 토양관련 전문기관
11. 「환경영향평가법」 제54조에 따라 환경영향평가업의 등록을 한 자 중 측정기기를 갖추어 법 제6조제1항 각 호에 따른 분야에 대한 시험·검사를 하는 자
12. 「잔류성유기오염물질 관리법」 제19조제1항 전단에 따른 잔류성유기오염물질 측정기관
13. 국가·지방자치단체 또는 「공공기관의 운영에 관한 법률」 제4조에 따른 공공기관이 대기·수질, 먹는물 또는 소음·진동 분야 등에 대한 정도관리를 의뢰하는 기관이나 단체

3) 환경분야 시험검사 기관 정도관리

가. 목적

국립환경과학원은 환경분야 시험·검사기관에 대한 시험검사 능력 향상 및 데이터 품질 강화를 목적으로 환경분야 시험·검사기관에 대한 정도관리를 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 근거하여 실시한다. (관련 법령 참조) 이는 국제기준(ISO 17025 및 17043)에 부합되는 국가정도관리 시스템을 강화하고 시험검사기관이 생산한 데이터의 품질 보증을 목표로 한다. 이를 통해 공공사업보고서 중 시험검사결과의 정확성을 향상하고 동시에 현장평가 위원에게 보수교육 기회를 제공함으로써 평가역량수준의 상향평준화를 도모한다. 정도관리는 숙련도 시험과 현장평가로 이루어지며, 결과가 모두 판정기준에 적합한 경우에만 정도관리 적합으로 판정된다. 2017년 정도관리 적합판정을 받은 기관을 살펴보면, 총 747 기관으로 수질 분야가 약 이백여개로 가장 많으며, 대기, 먹는물, 토양, 악취, 실내공기질 순이다.(표 6)

<표 6> 정도관리 적합판정 받은 기관 현황(2017년)

<http://qaqc.nier.go.kr/qaqcnew/main.do>환경시험검사 종합운영시스템 참조

구 분	기관수
총 기관	747
수질	217
대기	147
먹는물	93
폐기물	40
토양	70
실내공기질	64
악취	66

잔류성 유기오염물질	12
폐기물(절연류 PCBs)	20
복합악취	2
환경유해인자	16

참고 관련법령

환경분야 시험·검사 기관 정도관리 관련법령

- 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제18조의2(시험·검사기관의 정도관리), 같은 법 시행령 제13조2(시험·검사기관 등) 및 같은 법 시행규칙 제24조(정도관리의 방법 등)
- 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제16조(측정대행업의 등록), 같은 법 시행령 제12조(측정대행업의 등록기준) 및 같은 법 시행규칙 제14조3항(측정대행업의 등록)
- 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제18조의3(시험·검사결과의 효력 등) 및 같은 법 시행규칙 제17조의5(사업 관련 보고서의 종류 및 범위)
- 「환경시험·검사기관 정도관리 운영 등에 관한 규정」(과학기술 고시 제2015-14호)

나. 숙련도 평가

숙련도 시험(proficiency testing)이란 시험검사기관 및 교정기관의 시험 수행능력 또는 측정능력을 파악하기 위해 균질성이 보장된 시료를 참가시험소 또는 교정기관에 배포 하고 그 기관이 제출한 시험 또는 측정결과를 통계적으로 분석하여 시험 수행능력 또는 측정 능력을 종합적으로 판정하는 것이다. 숙련도 시험 및 시험 결과는 다음과 같은 목적으로 사용될 수 있다. (1) 특정시험이나 측정에 있어 개별시험소의

능력을 확인할 수 있다. (2) 시험소의 측정능력을 지속적으로 모니터링 함으로써 시험소 내의 문제점을 조기에 파악, 개선하는 등 시험소의 내부품질관리 절차를 개선한다. (3) 숙련도 시험 결과는 시험·분석 의뢰자에게 시험소로부터 얻은 결과에 대한 신뢰감을 부여한다. (4) 시험소를 인정한 기관이 시험소에 대한 현장심사, 사후관리기능 등을 통해 시험소 관리 시 해당 시험소의 품질 능력을 보여주는 자료로 사용된다.

2017년 숙련도시험을 위한 정도관리 대상 실험실은 보건소 및 정수장 포함하여 총 1,450 여개이다. 평가 항목은 총 105개 이며, 세부별로 대기 7개, 수질 30개, 먹는물 20개, 폐기물 4개, 토양 13개, 약취 6개, 실내공기질 8개, 잔류성유기물질 1개, 환경유해인자 6개이다.(표 7)

<표 7> 정도관리 평가 항목

분야	대상기관	대상항목
대기 (7)	대기오염도 측정기관	굴뚝(먼지)시료채취, 대기연속자동측정기운영능력(6항목)
수질 (30)	수질오염도 측정기관	물 : BOD, COD , SS, 총질소, 총인, Cd, Pb, Hg, As, Cu, Cr, Mn, 시안, 페놀류, 노말핵산추출물질, 총대장균군, TOC, 클로로폼, 벤젠, Cr ⁶⁺ 퇴적물 : 구리, 납, 니켈, 비소, 아연, 카드뮴
	폐·하수종말 처리시설	BOD, COD, 총질소, 총인, SS
	생태독성 시험기관	생태독성물질 A, B, C, D
먹는물 (20)	먹는물수질 검사기관	NH ₃ -N, F, NO ₃ -N, Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Pb, Hg, As, Cd, Cr, 파라티온, 다이아지논, 분원성연쇄상구균, 살모넬라, 쉬겔라, 벤젠, 클로로폼, 시안, 페놀
	보건소	NH ₃ -N, 총대장균군
	정수장	NH ₃ -N, NO ₃ -N, Cl ⁻

분야	대상기관		대상항목
폐기물 (14)	법정기관		Pb, Cr, Cu, Cd, 트라이클로로에틸렌(TCE), 테트라클로로에틸렌(PCE), Cr ⁶⁺
	분석 전문 기관	일반	Pb, Cr, Cu, Cd, 혼합유기용제(클로로벤젠, 1,2-다이클로로에탄, 2-클로로페놀), 혼합유기인(파라티온, 다이아지논, 이피엔), Cr ⁶⁺
		PCBs	절연유 PCBs
	고형연료제품		표준시료의 확보에 따라 확정
토양 (13)	토양오염도 검사기관	Cd, Zn, Cu, Pb, TPH, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌, 벤조(a)피렌, 비소, 니켈(Ni)	
	토양누출 검사기관	누출검사 숙련도	
약취(6)	약취 검사기관	아세트알데하이드, 뷰틸알데하이드, 복합약취, 톨루엔, 자일렌, 스타이렌	
실내 공기질 (8)	실내공기질 검사기관	벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌, 스타일렌, TVOCs, 석면, 폼알데하이드	
잔류성 유기오염 물질(1)	잔류성 유기오염물질 측정기관	다이옥신	
환경유해 인자 (6)	어린이용품	표준시료의 확보에 따라 확정	
	어린이활동공 간	모래 중의 납, 카드뮴, 비소, 도료 또는 마감재 중 납, 바닥재 중 카드뮴, 납	

대기 분야에 대한 숙련도시험은 시·도 보건환경연구원의 협조 하에 공동으로 추진하되, 시·도 보건환경연구원은 과학원 대기공학연구과에서 수행한다. 평가는 먼지시료채취능력 평가표에 따라 평가한 후 평점으로 판정한다. 수질분야의 경우, 과학원에서 표준시료를 수질오염도 측정기관으로 배송하며, 폐·하수종말처리시설은 TMS 설치여부에 관계없이 일일처리용량에 따라 숙련도시험을 차등 실시한다. 예를 들면 하수 5만 톤/일 이상, 폐수 1만 톤/일 이상 시설은 BOD 등 5개 항목에 대하여 추진하고, 하수 5만 톤/일 미만, 폐수 1만 톤/일 미만 시설은 자체 숙련도 시험을 하도록 농도가 표시된 표준시료를 제공한다. 과학원에서 먹는물 수질 검사기관으로 먹는물 분야 표준시료를 배송하며 보건

소는 특별시·광역시 소재 보건소를 대상으로 추진하며, 정수장은 시설 용량 5만 톤/일 이상을 대상으로 추진하되, 5만 톤/일 미만의 시설용량 정수장에 대해서는 자체 숙련도 시험을 하도록 농도가 표시된 표준시료를 제공한다. 폐기물, 토양 등 기타 분야의 숙련도 시험용 표준시료는 과학원에서 직접 배송하되, 실내공기질 및 악취분야 표준시료는 별도로 지정한 장소에서 대상기관 직원이 직접 시료를 채취하여 숙련도 시험을 진행한다. 다만, 실내공기질 석면은 과학원에 담당자가 방문하여 계측하며, 토양 누출검사 숙련도 시험은 한국환경공단 등의 시설을 임차하여 수행하되, 임차 수수료 및 평가자에 대한 수당은 별도로 지급한다.

숙련도시험 평가기준은 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률 시행규칙」 제17조의3제1항 [별표11의2]에 따라 Z값 (Z-score), 오차율 등을 사용하여 평가항목별로 평가하고 이를 종합하여 기관을 평가한다(표 참조). Z값 (Z-score) 도출시 기준값은 참여기관의 분석 평균값을 적용하고, 측정값의 분산정도 또는 목표표준편차는 2013년도 연구사업 ‘통계기법을 활용한 정도관리 숙련도 평가 연구’의 결론(수질, 먹는물, 폐기물) 및 2013년 적용 값(토양, 실내공기질 등)을 적용한다. 단, 전문가 회의를 통하여 목표표준편차의 조정 필요성이 제기되면 조정가능하다. 분야별 항목평가는 도출된 개별 평가항목의 Z값이 2 이상일 경우 “적합”, 2 미만일 경우 “부적합”으로 한다. 정규 숙련도 시험 기간외 별개로 숙련도 시험을 하게 되는 경우, 오차율로 평가하며 개별 항목의 오차율이 $\pm 30\%$ 이하인 경우 “적합”, $\pm 30\%$ 보다 큰 경우 “부적합”으로 평가함을 원칙으로 하되 기술위원회의 의견을 반영하여 변경할 수 있다. 분야별 기관 평가는 분야별 항목 평가결과를 만족 “5점”, 불만족 “0점”으로 부여하여 총점을 100점으로 환산하여 계산하며, 분야별 환산점수는 2015년 이후 90점 이상을 적합으로 평가한다. 숙련도 시험 평가결과가 부적합인 경우는 1회에 한하여 재시험을 실시하고 재시험 결과가 부적합일 경우 당해 연도 숙련도 시험을 최종 부적합으로 평가 한다. 단, 법 제18조의2제4항, 시행규칙 제14조제3항 및 제17조의3에 따른 신청에 의하여 숙련도 시험을 실시한 경우에는 그 시험 결과가 부적합일 경우 최종 부적합으로 평가한다. 현장평가 시 숙련도

시험의 근거자료가 없는 경우 또는 숙련도 표준시료의 위탁분석 행위 등이 적발될 경우 부정행위로 간주되어 ‘부적합’처리한다. 숙련도 시험 결과는 ‘환경시험검사 종합운영시스템’(http://qaqc.nier.go.kr)에서 확인할 수 있다. 단, Z-score 및 오차율은 공개하지 않는다.

참고 관련법령

정도관리 판정 기준(제17조의3제1항 관련)

1. 숙련도 시험 판정기준

숙련도 시험은 Z값 (Z-score), 오차율 등을 사용하여 평가항목별로 평가하고 이를 종합하여 기관을 평가한다. 단, 표준시료 개발 등을 위하여 예비로 실시한 항목은 기관평가에 활용하지 아니한다.

가. Z값에 의한 평가

1) Z값의 도출

측정값의 정규분포 변수로서 대상기관의 측정값과 기준값의 차를 측정값의 분산정도 또는 목표표준편차로 나눈 값으로 산출한다.

$$Z = \frac{x - X}{s}$$

여기서, x 는 대상기관의 측정값

X 는 기준값

s 는 측정값의 분산정도 또는 목표표준편차

단, 기준값은 시료의 제조방법, 시료의 균질성 등을 고려하여 다음 4가지 방법 중 한 방법을 선택한다.

가) 표준시료 제조값

나) 전문기관에서 분석한 평균값

다) 인증표준물질과의 비교로부터 얻은 값

라) 대상기관의 분석 평균값

2) 분야별 항목평가는 도출된 개별 평가항목의 Z값에 따라 평가결과를 다음과 같이 각각 “적합”과 “부적합”으로 한다.

항목별 Z 값에 따른 평가

적합	부적합
$ Z \leq 2$	$2 < Z $

나. 오차율에 의한 평가

1) 오차율 산정방법

오차율은 다음과 같은 방법으로 산정한다.

$$\text{오차율}(\%) = \frac{\text{대상기관의 분석값} - \text{기준값}}{\text{기준값}} \times 100$$

단, 기준값은 시료의 제조방법, 시료의 균질성 등을 고려하여 다음 4가지 방법 중 한 방법을 선택한다.

가) 표준시료 제조값

나) 전문기관에서 분석한 평균값

다) 인증표준물질과의 비교로부터 얻은 값

라) 대상기관의 분석 평균값

2) 분야별 항목평가는 개별 항목의 오차율이 $\pm 30\%$ 이하인 경우 “적합”, $\pm 30\%$ 보다 큰 경우 “부적합”으로 평가함을 원칙으로 하되 기술위원회의 의견을 반영하여 변경할 수 있다.

다. 기타 방법에 의한 평가

미생물과 같이 정성분석을 실시하는 항목과 위 “가”, “나”의 방법에 따라 평가 할 수 없는 경우는 국립환경과학원장이 별도의 기준을

정하여 평가할 수 있다.

라. 분야별 기관 평가는 “가”에서부터 “다”의 방법에 따라 평가한 분야별 항목 평가결과를 만족 “5점”, 불만족 “0점”으로 부여하여 총점을 100점으로 환산하여 계산하며, 분야별 환산점수는 연차별로 다음과 같은 기준에 따라 적합, 부적합으로 평가한다.

연도	적합	부적합
2012년 ~ 2014년	≥ 80점	< 80점
2015년부터	≥ 90점	< 90점

<분야별 환산점수 산출식>

$$\text{환산점수} = \frac{\text{총점}}{\text{항목수}} \times \frac{100}{5}$$

마. 숙련도 시험 평가결과가 부적합인 경우는 1회에 한하여 재시험을 실시하고 재시험 결과가 부적합일 경우 당해 연도 숙련도 시험을 최종 부적합으로 평가 한다. 단, 법 제18조의2제4항, 시행규칙 제14조 제3항 및 제17조의3에 따른 신청에 의하여 숙련도 시험을 실시한 경우에는 그 시험 결과가 부적합일 경우 최종 부적합으로 평가한다.

다. 현장평가

정도관리의 현장평가는 3년 주기로 실시되며, 당해 연도에 검증기간이 종료되는 시험실과 전년도 신규로 등록한 측정대행업체를 포함한다. 수행방법 및 시기는 ‘환경시험·검사기관 정도관리 운영 등에 관한 규정’(이하 “고시”라 함) 제14조에 따른다. 측정대행업체에 대한 현장평가는 시·도 보건환경연구원에서 주로 시행하며, 먹는물, 토양, 폐기물, 약취 등 지정·인정기관은 과학원과 시도보건환경연구원이 공동으로 수행한다. 현장평가는 기술인력, 시설, 장비, 실험실 운영을 포함한 운영 및 기술 분야와 시험·검사 능력, 이와 관련된 자료를 포함한 시험분야별 분석능력 분야로 구분하여 평가한다. 현장평가 분야별 세부사항

은 국립환경과학원장이 별도로 정하는 바에 따른다. 현장평가 점수는 운영 및 기술점검표의 환산점수와 시험분야별 분석능력 점검표의 평균값으로 한다. 다만, 숙련도 시험 평가 결과 부적합 판정을 받은 항목은 시험분야별 분석능력 점검의 환산 점수를 “0”점으로 처리하고 평가항목 수에는 포함시켜 계산한다. 현장평가 결과에 대한 적합 판정은 미흡사항이 없는 경우 또는 현장평가 합계평점이 70점 이상이며 현장평가에서 미흡한 것으로 지적된 미흡사항의 보완조치에 대하여 정도관리 심의회에서 적합으로 판정한 경우이다. 단, 현장평가 합계평점이 70점 이상이나 현장평가에서 미흡한 것으로 지적된 미흡사항의 보완조치에 대하여 정도관리 심의회에서 부적합으로 판정한 경우 부적합으로 판정한다. 부적합의 경우는 현장평가 합계평점이 70점 미만인 경우, 현장평가 시 중대한 미흡사항이 발견되어 현장평가를 종료한 경우, 현장평가를 시작하는 날로부터 1년 이내에 중대한 미흡사항에 해당되는 사유로 개별법에 따라 행정처분을 받은 경우이다. 현장평가 시 중대한 미흡사항이란 다음 사항을 말한다. 인력의 허위기재(자격증만 대여해놓은 경우 포함), 숙련도 시험에서의 부정행위(근거자료가 없는 경우 및 숙련도 표준시료의 위탁분석 행위 등), 고의 또는 중대한 과실로 측정 결과를 거짓으로 산출(근거자료가 없는 경우 및 시험 성적서의 거짓 기재 및 발급 등)한 경우, 기술능력·시설 및 장비가 개별법의 등록·지정·인정기준에 미달된 경우이다. 그 밖에 국립환경과학원장이 고시한 중대한 미흡사항에 해당할 경우 부적합판정을 받게 된다.

라. 수시 정도관리 및 수시 숙련도 시험

국립환경과학원은 측정대행업 등록을 위해 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제18조의2제4항 및 같은 법 시행규칙 제14조제4항에 따라 숙련도시험을 신청한 기관을 대상으로 대기, 수질, 실내공기질, 악취분야에 한해 수시 숙련도 시험을 실시한다. 숙련도 시험 항목은 측정대행업 등록 예정항목 중 숙련도 시험 시료 배포가 가능한 항목에 한한다. 단 신청분야가 다를지라도 매질의 특성이 동일하다고 판단되면 표준시료가 확보된 항목으로 숙련도 시험을 추진할 수 있다. 수시 숙련도 시험의 운영은 정규 숙련도 시험과 동일하게 운영하며, 국제숙련도

시험에 참여하여 적합 판정을 받은 항목 중 z값이 ± 2 이내에 있는 항목은 '만족' 처리한다. 민원 처리기한은 90일이며, 결과의 평가는 정규 숙련도 시험과 동일하며, 시험결과의 원자료는 기술위원을 통하여 적정성을 검토한다. 시험 원자료가 적정하지 않다고 판정되는 경우, 표준 시료의 시험 결과가 '만족' 판정을 받아도 그 항목에 대해서는 최종적으로 '불만족' 판정한다.

공공사업 관련 보고서 작성에 시험결과를 제공 또는 활용코자 하는 기관의 경우 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제18조의3에 따라 신청 항목의 범위 내에서 숙련도 시험과 현장평가를 실시한다. 법률적으로는 정도관리를 받도록 의뢰된 기관이 대상이지만 국민에 대한 편의제공을 위하여 직접 정도관리를 신청하여도 정도관리를 진행한다. 숙련도 시험 운영은 측정대행업 등록을 위한 수시 숙련도 시험과 동일하며, 현장평가는 정규 현장평가와 동일한 방법으로 추진하되 그 시기는 신청기관과 협의하여 선정한다. ISO 17025에 따른 공인인정을 받은 경우, 인정범위 내에서 정도관리 검증을 발급한다. 동일 회사에 여러 시험실이 등록된 경우, 각 시험실별로 정도관리를 진행하며, 한 회사가 다수의 처리장과 계약을 한 경우에도 등록된 시험실에 대해서만 정도관리를 진행한다. 하수처리장이 직접 생산한 시험 검사 결과를 기술진단보고서 등에 사용하고자 할 때는 현장평가 없이 숙련도 시험만으로 정도관리를 진행하고 평가한다. 하수처리장이 TMS를 운영하며 그 결과를 기술진단보고서 등에 사용하는 경우, 별도의 숙련도 시험을 진행하지 않고 정상적인 환경측정기기 정도검사 결과를 제출하면 '만족'으로 처리한다. 결과의 평가 및 판정은 정규 숙련도 시험 및 현장평가와 동일하게 진행하고, 결과의 판정은 고시 제45조제5항을 적용하여 별도 심의를 하지 않고 내부결재 후 판정 통보하며, 처리기한은 90일이다.

3. 국가자격제도

1) 국가직무능력표준 (NCS, National Competency Standards)

가. 추진 연혁

과거 우리나라의 인재개발은 정부 중심의 자격제도와 교육훈련으로 이루어져 있어 산업현장의 변화와 수요를 빠르게 충족하지 못하였다. 그 결과 산업현장과 교육훈련 과정의 불일치, 능력개발의 중복 투자, 자격의 통용성 저하 등 산업현장 인력수급에 있어 양적·질적 불균형이 초래되었다. 그리하여 1999년 국무조정실의 자격제도 규제개혁 과제의 일환으로 '국가직업능력표준의 조기 개발·보급'이 제시되었다. 2002년에는 2000년 노사정 합의에 따라 국가직무능력표준(NCS)의 개발에 착수하였다. 고용노동부와 한국산업인력공단 주관으로 국가직업능력표준(NOS:National Occupational Standards)을 개발하였으며, 교육부와 한국직업능력개발원 주관으로 국가직무능력표준(KSS:Korea Skills Standards)을 개발하였다. 2005년부터 지속적으로 교육부와 한국직업능력개발원은 일(직무)-학습(교육과정)간 연계를 위해 NCS 기반 교육과정 및 교재를 개발하였다. 2007년에는 자격기본법령 개정으로 NCS 개발을 법제화하였고, 동 법령은 각 부처가 소관 산업분야의 NCS를 개발하여 고시하도록 규정하였다. 2009년에는 「국가직무능력표준 일원화 TF」가 구성·운영되었으며, NCS 기반 교육과정의 시범적용을 실시하여 NCS에 의한 교육과정개발 기반을 확대하였다. 2010년에는 NCS 명칭을 국가직무능력표준으로 통일하고 개발주체를 고용노동부와 한국산업인력공단, NCS 연구 및 교육과정 지원은 교육부와 한국직업능력개발원으로 일원화하였다. 2013년에는 '능력중심사회를 위한 여건 조성'의 핵심 국정과제로 확정되었으며, 2014년 12월까지 총797개 NCS를 개발 완료하였다.(2013년 240개, 2014년 557개 개발) 2015년에는 기획재정부, 고용노동부, 교육부 등 정부부처와 협력하여 공공기관 및 기업에서의 활용, 과정평가형 자격제도 시행, 신직업자격의 설계와 적용 등에 중점을 두어 NCS 활용·확산을 추진하였다. 2015년 12월까지 총 847개 NCS 개발 완료(2015년 50개 개발)되었으며(표 8) 890개 민간

중견·중소기업 대상으로 기업 컨설팅을 실시하였다. 2016년에는 「자격기본법」 제5조, 같은 법 시행령 제6조제1항에 따라 국가직무능력표준을 고시(고용노동부고시 제2016 - 33호)하였으며, 2016년 12월까지 총 897개 NCS 개발 또는 개선하였다(2016년 50개 개발, 403개 개선). 2017년에는 「자격기본법」 제5조, 같은 법 시행령 제6조제1항에 따라 국가직무능력표준 개정 고시하였다(고용노동부고시 제2017 - 26호). 2017년 4월 기준 NCS 수는 총 897개, 능력단위수는 11,198개, 능력단위요소수는 40,269개이다.

<표 8> 연도별 NCS 개발 및 개선

연도	2013	2014	2015년	2016년
NCS 개발	240개	557개	50개	50개
NCS 개선	없음	없음	없음	403개

나. NCS 정의 및 필요성

NCS란 산업현장에 적합한 인적자원을 개발하기 위해 국가차원에서 근로자가 산업현장에서 직무를 성공적으로 수행하기 위해 요구되는 능력을 표준화한 것이다.(자격기본법 제2조) 직업교육 훈련을 받은 근로자가 산업체에서 수행하게 될 직무내용과 직무수준 그리고 성공적인 수행을 위해 실제로 필요한 능력을 체계적으로 분석하고 국제기준 및 산업기술의 변화 등을 고려하여, 체계적인 인재 양성과 관리를 위한 가이드라인을 제공한다. 정부는 NCS를 바탕으로 직업교육과정(특성화고, 전문대), 훈련과정(폴리텍, 훈련기관), 자격제도(국가자격의 검정 및 출제기준, 민간자격의 공인기준)를 현장에 맞도록 개편하고, 기업이 업무 능력을 중심으로 채용을 실시하고 인사관리(승진·업무분장 등)하도록 분야별 직무능력에 대한 표준을 제시한다. 즉 NCS를 통해 국가적 수준에서 직무별 명확한 정의와 각 직무에 필요한 직무역량이 표준화됨에 따라 산업계는 필요로 하는 인재 고용 시 NCS에 기반한 인력의 직무능력을 평가하여 직무 적합성 여부를 판단할 수 있다. 더 나아가

직무 능력에 대한 평가 결과에 따라 승진과 보상 등의 인적자원관리 제도를 활성화할 수 있다.

NCS의 필요성은 다음과 같다. 첫째 과거에는 산업현장에서 필요로 하는 직무수행 능력 개발 및 향상을 위한 교육·훈련 시스템 미흡하였으나, 이제 교육 및 훈련기관은 NCS에 기반한 교육훈련을 실시하여 수요자 중심의 인력을 양성할 수 있다. 둘째, 지금까지는 교육훈련과 별개로 입직을 위한 자격을 취득해야 하는 상황이었으나, NCS 기반 교육훈련 이수 후 평가를 통해 자격을 취득하는 과정평가형 자격으로 개편함으로써 능력개발을 위한 중복투자를 방지할 수 있다. 세째, 과거에는 입직을 위해 일률적으로 어학 등 무분별한 스펙(Over-spec)을 준비한 결과 입사 후 해당 직무 능력에 대한 재교육을 실시하는 등 많은 시간과 비용이 소요되었으나 NCS를 참고하여 직무능력에 필요한 스펙(On-spec)만을 준비함으로써 입사 후 빠른 업무 적응이 가능하다. 넷째, NCS 기반한 직무역량 평가를 통해 인사 및 승진이 이루어짐으로써 우리사회의 학력과 경력(근속)평가 체계를 방지하고 역량중심사회로 전환할 수 있다. NCS는 학력, 경력, 훈련 등 다양한 방식으로 취득한 직무역량에 대해 직무능력으로 공인해주는 NQF를 구축하는데 기본 바탕을 제공한다. 다섯번째, 선진국들도 해당 국가 특성에 맞게 국가직무능력표준을 개발·활용하고 있으므로 국가 간 동일 직무분야에 대한 비교를 통해 동일한 직무능력을 지닌 인력의 해외 진출을 꾀할 수 있다.

참고 관련법령

자격기본법

제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

2. "국가직무능력표준"이란 산업현장에서 직무를 수행하기 위하여 요구되는 지식·기술·소양 등의 내용을 국가가 산업부문별·수준별로 체계화한 것을 말한다.

제4조(국가의 책무) ①국가는 국가직무능력표준을 수립하고 이에 따라 자격이 관리·운영되도록 필요한 시책을 수립·시행하기 위하여 노력하여야 한다.

제5조(국가직무능력표준) ①정부는 국제기준 및 산업기술의 변화 등을 고려하여 국가직무능력표준을 개발·개선하여야 한다.

② 국가직무능력표준에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.

1. 직무의 범위·내용·수준
2. 직무수행에 필요한 지식·기술·소양 및 평가의 기준과 방법
3. 그 밖에 직무수행에 필요한 사항

③ 정부는 정부가 정하는 교육훈련과정, 국가자격의 검정 및 출제기준, 민간자격의 공인기준 등이 국가직무능력표준에 따라 마련되도록 노력하여야 한다.

④ 국가직무능력표준의 개발·개선 및 활용에 관한 세부적인 사항은 대통령령으로 정한다.

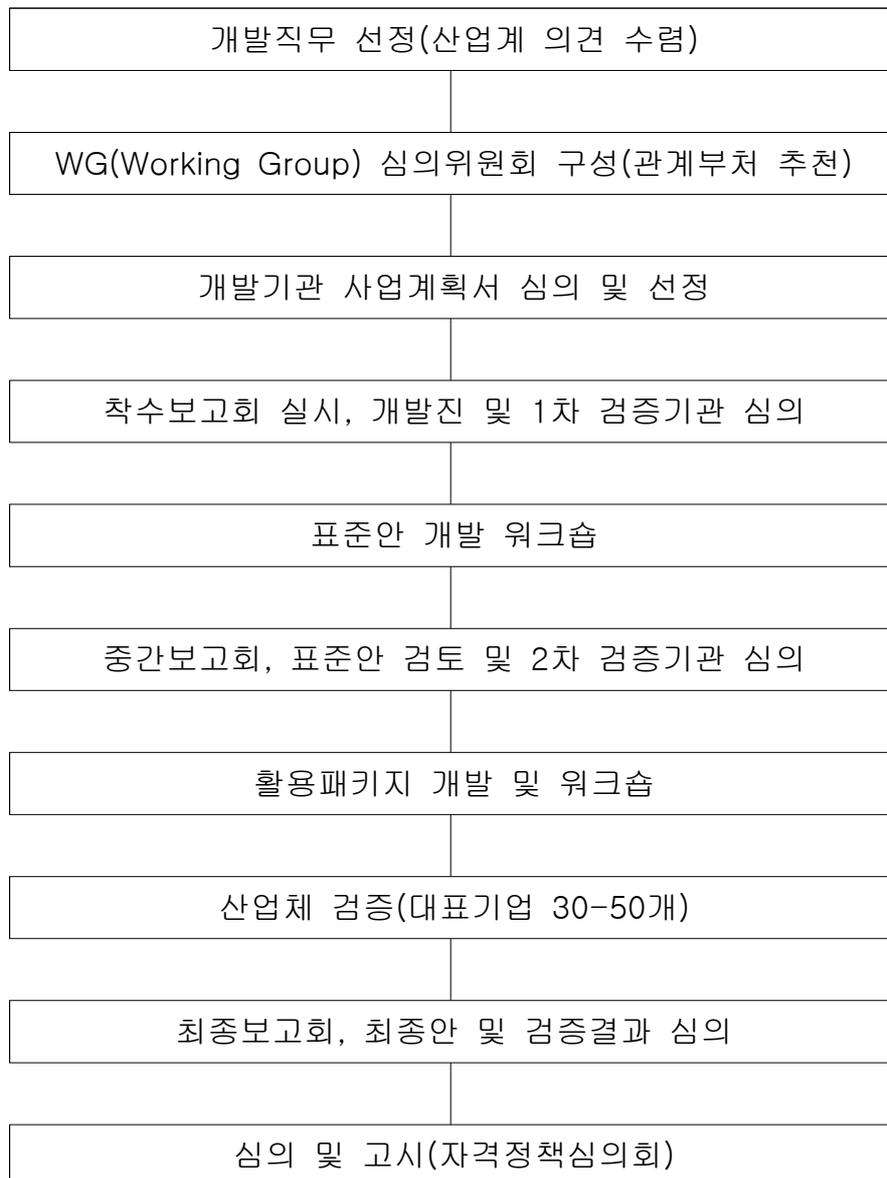
다. NCS 내용 및 개발

NCS는 직무분야별로 직무의 범위·내용·수준, 직무수행에 필요한 지식·기술·소양(태도) 및 평가의 기준과 방법, 그 밖에 직무수행에 필요한 사항 등을 포함한다.(자격기본법 제5조 제2항) 일반적으로 지칭하는 NCS는 하나의 직무에 해당하는 세분류를 의미하며, 통상 하나의 학과 또는 채용의 모집단위에 해당한다. 하나의 NCS는 10개 내외의 능력단위로 구성되는데 능력단위는 교육·훈련의 과목, 업무분장의 단위로 활용 가능하다. 능력단위는 다수의(2~10개) 능력단위 요소로 다시 세분화된다. 능력단위 요소는 작업에 요구되는 역량을 나타내는 수행준거, 지식, 기술, 태도로 구성되며, 수행준거는 학습목표, 평가기준에 해당한다. 능력단위별로 직무 복잡성, 난이도에 따라 1~8의 수준이 부여된다.

NCS 개발을 위해 NCS당 산업현장전문가 7명, 교육·훈련 전문가 3명, 자격 전문가 1명이 NCS 개발에 참여하여 현장성과 활용성을 모두 고려하여 개발하였다. 부처 추천을 통해 분야별 산업현장 전문가(5

명), 교육·훈련 전문가(3명), 자격 전문가(1명) 및 부처 공무원으로 구성된 WG(Working Group) 심의위원회는 NCS 개발기관·개발진 선정 및 착수·중간·최종보고에 걸쳐 심의를 실시하고 NCS의 현장 적합성을 검증하였다. 또한 산업체 검증을 위해 분야별 30~50개의 대표기업을 대상으로 검증을 거쳐 NCS 개발에 반영하였다. NCS 개발 프로세스는 다음과 같다.(표 9)

표 9 NCS 개발 프로세스



라. 환경분석 관련 NCS 예시

(1) 수질오염분석

수질환경 자격직종과 관련이 있는 NCS는 대분류 23. 환경·에너지, 중분류인 1. 산업환경에 포함되어 있다. 산업환경은 수질관리, 대기관리, 폐기물관리, 소음진동관리, 토양관리로 소분류되며, 수질환경 자격직종은 산업환경 중 소분류의 수질관리에 포함되어 있다. 수질관리 세분류에는 수질오염분석, 수질공정관리, 수질환경관리, 정수시설운영관리로 구분할 수 있다. 수질오염분석은 지표수, 지하수, 상수, 하·폐수, 해수 등의 수질 오염도를 측정·분석하여 수자원의 안전성을 확보하기 위한 각종 실험 및 연구 활동을 하는 일로서 직무능력구성은 다음과 같다.(표 10, 11)

<표 10> 환경, 에너지 부문 NCS

대분류	중분류	소분류	세분류
23. 환경· 에너지	01. 산업환경	01. 수질관리	수질오염분석, 수질공정관리, 수질환경관리, 정수시설운영관리
		02. 대기관리	대기환경관리, 온실가스관리, 기상관측관리, 기후변화적응
		03. 폐기물관리	폐기물처리시설 설계·시공, 폐기물관리
		04. 소음진동관리	소음진동관리, 소음진동측정·분석평가
		05. 토양관리	지하수관리, 토양관리

<표 11> 직무능력구성(2017년 4월 기준, 중분류: 산업환경, 소분류: 수질관리)

세분류 (직무)	능력 단 위	수준	능력 단 위 요 소
수질오 염분석	수질오염분석 계획·평가	7	수질오염물질 성상 파악하기
			수질오염 현장 조사하기
			시료 채취 방법 설정하기
			분석방법 선정하기
			분석일정 수립하기
			자료 해석·평가·보고하기
	시료 채취	3	시료 채취 준비하기
			시료 채취하기
			시료 저장·운반·보관하기
일반 항목 분석		5	관능법으로 분석하기
			무게차법으로 분석하기
			적정법으로 분석하기
			전극법으로 분석하기
			비색법(UV/VIS)으로 분석하기
			수질자동 연속측정기로 분석하기
유기물질 (기기)분석		5	유기물질 전처리하기
			GC로 분석하기
			GC-MS로 분석하기
			HPLC로 분석하기
			LC-MS로 분석하기
			TOC 측정기로 분석하기
무기물질 (기기)분석		5	무기물질 전처리하기
			IC로 분석하기
			AAS로 분석하기
			ICP-AES로 분석하기
			ICP-MS로 분석하기
			방사성물질 분석하기

	미생물 분석	5	세균 검사하기
			바이러스 검사하기
			원생동물 검사하기
	조류·생태독성 분석	5	조류 검사하기
			생태독성 시험하기
	품질·정도 관리	6	품질관리 매뉴얼 작성하기
			표준작업절차서(SOP) 작성·관리하기
			실험실 환경 관리하기
			사용기기 검교정하기
			표준물질, 시약, 가스 관리하기
			정도 관리하기
			실험실 정보 시스템 관리하기
실험일지 작성·관리하기			
	안전 관리	5	관련법령 파악하기
			안전관리 지침서 작성하기
			화학물질 분류 및 관리하기
			안전시설 관리하기
			실험실 폐기물 관리하기

(2) 대기환경관리

수질환경 자격직종과 관련이 있는 NCS는 대분류 23. 환경·에너지, 중분류인 01. 산업환경에 포함되어 있다. 산업환경은 수질관리, 대기관리, 폐기물관리, 소음진동관리, 토양관리로 소분류되며, 대기환경 자격직종은 산업환경 중 소분류의 대기관리에 포함되어 있다. 대기관리 세분류에는 대기환경관리, 온실가스관리, 기상관측관리, 기후변화적응으로 구분할 수 있다. 대기환경관리는 대기오염과 악취물질 및 실내 공기질을 측정 분석하고 대기질 모델링을 이용하여 대기 환경영향평가를 수행하며, 대기오염방지시설의 설계·설치·운영 및 대기관리 계획을 수립하는 일이다.(표 12) 대기환경분야 NCS의 경우 수질분야와 달리 대기오염분석 직무가 존재하지 않고 대기오염물질측정분석으로 능력단위로만 존재한다. 대기오염물질은 다시 분석계획 수립하기(수준 5), 시료

채취하기(수준 3), 가스상 기기분석하기(수준 4), 입자상 기기분석하기(수준 4), TMS 측정·관리하기(수준 4)의 능력단위요소로 세분화된다.

<표 12> 직무능력구성(2017년 4월 기준, 중분류: 산업환경, 소분류: 대기관리)

세분류 (직무)	능 력 단 위	수준	능 력 단 위 요 소
대기환 경관리	대기환경관리 대관업무	3	행정 업무 수행하기
		3	대기오염 영향 파악하기
	대기환경관리 계획수립	7	경제성 분석 수행하기
		7	행정계획 수립하기
		5	국제 규제동향 파악하기
	대기오염물질 측정분석	5	분석계획 수립하기
		3	시료 채취하기
		4	가스상 기기분석하기
		4	입자상 기기분석하기
		4	TMS 측정·관리하기
	대기 모델링과 영향평가	4	배출량 산정하기
		6	기상입력자료 작성하기
		6	대기 모델링 수행하기
		6	대기환경영향평가하기
	방지시설 설치	4	공정별 배출 오염 물질 산출하기
		6	최적 방지시설 선정하기
		6	최적 방지시설 설계하기
		5	최적 방지시설 설치하기
	방지시설 운전 관리	4	규제 준수조건 파악하기
		5	최적 운전조건 도출하기
		4	시설 유지·관리하기
		5	작업안전 관리하기

	악취관리	6	악취 관리·계획 수립하기
		4	악취발생원 파악하기
		5	악취 원인물질 측정·분석하기
		5	악취 저감시설 선정하기
		6	악취 저감시설 설치·운영하기
	실내 공기질 관리	4	실내 공기질 파악하기
		5	실내 공기질 개선방안 도출하기
		5	실내 공기질 개선방안 실행하기
	이동오염원 관리	4	자동차 오염 저감기술 파악하기
		4	자동차 오염물질 배출현황 조사하기
		4	자동차 오염물질 저감장치 부착·관리하기
		4	기타 이동오염원과 환경규제 파악하기

(3) 화학물질분석

화학산업을 공종별로 구분하면 크게 화학물질·화학공정관리분야, 석유·기초 화학물 제조 분야 등 제조 분야로 크게 분류된다. 화학물질 분석 분야는 공업계 고등학교, 일반대학교 화학관련 학과 및 전산업 전반에 걸쳐 제조, 품질관리 및 공정관리 등과 연계되어 있다. 화학분석 전문 업체는 국가가 운영하는 한국화학연구원, 한국화학융합시험연구원 등이 있고, 민간업체로서는 환경분석 위탁업체, 화학물질분석 대행업체가 있다. 한국고용직업분류에 따른 화학관련 직업에서는 화학공학기술자 연구원 및 시험원, 석유 및 화학물 가공장치 조작원, 화학고무 및 플라스틱 제품 생산 조작원 등으로 분류된다. 이 중 화학공학 시험원은 건설용 원료전지 품질검사원, 농약품질관리원 등 관련 직업의 수가 18개로서 화학분야 전체 직업수인 374개 중 4.8% 수준이다.

화학분석 자격직종과 관련이 있는 NCS는 대분류 17. 화학, 중분류인 01. 화학물질, 화학공정관리, 소분류인 01. 화학물질 관리로 구분된다. 화학물질관리는 01. 화학물질분석, 02. 화학물질검사,평가, 03. 화학물질취급관리로 세분화된다. 화학물질분석은 화학물질의 성분, 조

성, 구조, 함량, 특성 등을 확인하기 위해 화학반응이나 분석기기 등을 활용하여 분석계획수립, 시료채취, 전처리, 분석, 데이터 해석, 결과보고서 작성 등의 분석업무를 수행하는 일이다.(표 13, 14)

<표 13> 환경, 에너지 부문 NCS

대분류	중분류	소분류	세분류
17.화학	01.화학물질, 화학공정관리	01. 화학물질관리	01.화학물질분석
			02.화학물질검사,평가
			03.화학물질취급관리

2) 국가기술자격제도 운영

가. 개요

국가기술자격제도는 국가의 경제성장과 국민경제에 기여하며, 자격 취득자의 직업능력개발과 이로 인하여 개인의 경제적·사회적 지위를 향상시키는 기능을 위하여 1973년부터 국가기술자격법 제정에 따라 시행되어 왔다. 국가기술자격제도는 『국가기술자격 기본계획』과 『제4차 산업혁명을 대비하기 위한 국가기술자격 개편방안』에 따라 운영된다. 국가기술자격 기본계획은 국가기술자격법에 따라 1차('07~'09), 2차('10~'12), 3차('13~'17) 계획이 수립·시행되었으며, 자격운영 틀개선 및 재설계, 국가기술자격 제도의 현장성 강화, 자격취득자의 활용도 제고, 평생능력개발 지원 등이 주요 정책 추진 내용에 포함된다. 『제4차 산업혁명을 대비하기 위한 국가기술자격 개편방안』에서는 ISC 등 산업계의 자격 수요를 바탕으로 과정평가형 자격을 확대하고, 신직업자격 종목은 신규 개발 또는 개편하였다.

국가기술자격 종목의 신설·변경 및 폐지는 국가기술자격법 시행령 제11조에 따라 검토 절차를 거쳐 국가기술자격 정책 심의위원회의 심의에 따라 결정된다. 국가기술자격의 신설은 검토요소 중 1~6까지의

사항에 관한 검토의견을 주무부처 또는 고용노동부에 서면으로 요청함에 따라 검토 절차가 이루어진다. 자격 폐지는 자격 존재 가치 상실 또는 자격 통용성 저하로 주무부처에서 폐지 타당성을 검토하여 폐지 절차가 이루어진다.

나. 검정 방식

국가기술자격 부여를 위한 검정방식으로는 검정형, 과정평가형, 혼합형이 존재한다. 검정형 국가기술자격은 2017년 총 527개(기사 이하 등급 416개)가 운영되고 있으며, 자격 검정 시행을 위해 출제기준이 개발되어 있다. 검정형 자격 출제기준은 직무분야 및 중직무분야, 자격종목명, 적용기간, 직무내용, 검정방법, 시험시간, 과목명, 주요항목, 세부항목, 세세항목 등에 대한 정보를 제공한다. 검정형 자격은 기능사 이하 등급의 경우 필기(객관식 4지 선다형) 및 실기(필답형, 작업형, 복합형)로 검정방법을 선택활용하고 있다.

과정평가형 자격제도는 2014년 국가기술자격법 개정을 통해 도입·운영되고 있다. 직업교육훈련과 자격제도의 연계 미흡으로 학교공부와 자격취득 준비를 따로 해야 하는 학생에게 이중적 부담을 해소하고, 직업교육훈련의 정상화로 직업교육훈련과 자격이 유기적으로 연계될 수 있도록 도입되었다. 또한 직업능력개발의 현장성 및 효율성을 제고하고, 현장에서 요구하는 인재를 검증·배출하는데 목적이 있다. 도입 이후 기존의 검정형 자격에서 검정형 및 과정평가형 자격이 병행하여 운영되고 있다(2015년 15개, 2016년 30개, 2017년 61개, 2018년 111개 운영). 국가기술자격법 및 동법 시행령에서는 과정평가형 자격 운영 가능 분야를 ‘국민의 생명·건강 및 안전을 해할 가능성’, ‘국가기술자격 검정의 방식보다 정확하게 능력을 측정할 수 있는지 여부’, ‘산업 인력수급에 미치는 영향’, ‘국가직무능력표준이 개발된 분야’, ‘신산업분야 및 뿌리산업분야’로 정하고 있다.

과정평가형 자격은 국가직무능력표준(NCS)에 기반하여 일정 요건을 충족하는 교육훈련과정을 충실히 이수한 후, 내부·외부 평가를 거쳐 일정 합격기준으로 충족하는 교육훈련생에게 국가기술자격을 부여하는 제도이다. 자격여부는 교육훈련기관에서 실시하는 내부평가와 교

육훈련 실시 후 외부기관(한국산업인력공단)에서 실시하는 외부평가의 결과를 종합하여 결정된다. 외부평가는 1차 평가(객관식, 주관식), 2차 평가(작업형, 면접)로 검정이 이루어지고 있다.

다. 자격제도의 문제점

현대사회는 산업의 고도화 및 정보화로 인해 지식과 기술의 수명이 단축되고, 다수의 신기술이 출현하는 등 산업 및 기술변화와 사회적 요구에 효과적으로 대처하는 것이 쉽지 않다. 또한 이에 탄력적으로 유연하게 반응하여 고부가가치를 창출하는 고급인력을 양성하는 것은 더욱더 어려운 과제이다. 이로 인해 국가 자격, 기술위주의 자격제도 운영은 과거에 비해 국가가 직접 관리가 어렵고 관리의 필요성 또한 감소하고 있다.

우리나라는 과거 정부 주도하의 경제개발을 추진하였으며 이로 인해 정부 위주의 자격제도가 운영되어 왔다. 특히 국가기술자격의 경우 공급자가 수요자의 참여 없이 자격증의 부여 및 관리 업무를 담당하고 있다. 이러한 공급자 위주의 자격제도는 자격취득자의 직무수행 능력과 수요자의 필요를 정확히 파악하지 못하게 되며, 이로 인해 노동시장에서 자격의 활용도가 감소하는 문제점을 가진다. 더불어 자격증 취득 후 자격 취득자의 관리와 평생학습(보수교육)이 제대로 이루어지지 않아 자격의 현장성과 활용성이 감소한다.

2000년 대 들어 국가기술자격 등급체계의 단순화(8등급 → 5등급)와 민간자격 활성화가 시작되었다. 또한 국가자격 검정의 민간위탁 확대 등 자격제도 내에서 민간의 역할이 강화되면서 정부가 모든 업무를 주도하되 민간의 참여를 부분적으로 허용하고 민간자격을 활성화하기 위한 제도적 기반을 구축하기 시작하였다. 그러나 여전히 국가와 민간간의 불균형이 존재하며 민간자격이 국가자격에 비해 평가절하되는 것이 현실이다.

우리나라 국가 자격제도는 기술 자격이 개인의 직업능력을 객관적으로 평가할 수 있는 기준으로 활용되지 않고 있다. 예를 들면, 기업은 인력 채용 시 자격증 취득여부가 주요 고려 요소가 아니며, 자격취득자들은 자격증과 관련이 없는 기업이나 업무에 종사하고 있다. 취업

후에도 승진 평가 시 자격증 취득여부보다 동료 상사의 평가가 더 중요하다. 이는 기업이나 자격증 취득자가 기술 및 기능 자격의 직무능력 정도를 높게 평가하지 않고 있음을 보여 주며, 이는 자격증 소지자의 업무능력이 현장의 요구수준에 미치지 못함을 반증한다. 더불어 자격수요와 관계없이 자격을 비탄력적으로 공급할 뿐만 아니라 자격과 현장수요의 연계성 미흡으로 인한 전문성 미확보로 인해 자격 취득이 후에도 교육 훈련이 추가로 실시되어야 하는 등 사회경제적 비용이 높은 문제점이 있다.

라. 국가기술자격제도의 개선방향에 대한 선행연구

2000년대 이후 정책환경변화 및 산업계에 부응하는 국가기술자격제도의 관리·운영 개선방향 도출을 위한 선행연구가 다수 수행되었다. 그 중 박영범(2007), 나승일 외(2012), 노병호 외(2014), 최영렬 외(2014), 최영렬(2015), 한국직업능력개발원(2016) 연구를 종합한 결과 다음과 같은 국가기술자격제도 개선방향은 다음과 같다.(표 14)

첫째, 자격제도의 운영 및 관리에 있어 산업계의 참여를 강화하여 국가주도-민간참여형 자격제도에서 민간주도-국가지원 자격제도로 체제를 바꿈으로써 국가기술자격의 질을 제고해야 한다. 현재 산업인력관리공단으로 독점화되어 있는 국가기술자격 체제를 민간부분의 자격제도로 전환하여 현장성을 강화하고 정부주도의 경직된 관리를 탈피해야 한다. 자격 검정 시 학교 교과과정위주의 평가를 벗어나 실무능력을 검증할 수 있는 체계로 전환하고 자격의 현장성 확보를 위한 제도를 구축해야 한다. 이를 위해 국가기술자격을 현장직무중심으로 개편하고 실무능력 검정을 강화하거나 필기와 실기를 통한 평가가 아닌 현장에서의 실무과정의 이수여부를 자격증 부여의 기준으로 삼는 것이 필요하다. 평가는 현장의 숙련근로자가 실무과정의 각 평가 단계에서 실시하고 최종단계에서는 산업현장에서 활용되고 있는 기술과 지식에 대한 이해 중심의 실무 내용을 평가하도록 한다. 이를 위해 각 단계별 외부 평가자 인력 풀을 구축하고 평가 인력 양성 및 보수 교육 시스템을 구축하여야 한다. 이를 통해 산업계의 수요를 반영하고 자격과 노동시장의 연계를 강화할 수 있다.

둘째, 국가기술자격에 대한 응시 자격 조건을 완화하고 합리적인 응시자격부여가 필요하다. 예를 들면 국가 자격 취득을 위한 응시 자격을 학력과 실무 경력뿐만 아니라 실무과정 이수 여부를 고려하고, 선행학습을 이수하였거나 일정수준의 경력을 소유할 경우 검정의 일부 또는 전부를 면제하는 등 응시자격 및 자격부여 방식의 다양화가 필요하다. 또한 교육-훈련-자격과의 연계성을 통해 검정위주의 자격제도 대신 교육 훈련과 실무과정을 병행하는 과정평가형 국가기술자격 검정 방식으로서의 자격제도변화를 모색해야 한다.

셋째, 국가직무능력표준(NCS) 기반으로 자격제도를 수립해야 한다. 국가직무능력 표준체계를 수요자의 여건에 맞게 현실화하고 직무를 수행하기 위해 요구되는 지식, 기술, 소양 등의 내용의 개발 및 관리를 민간이 주도하고 정부가 지원한다. 또한 국가직무능력표준의 수준 체계와 국가기술자격 수준체계의 연계성을 위해 직무특성을 고려하여 등급체계를 재조정해야 한다. 예를 들면 1973년에 제정된 국가기술자격 수준체계를 5개 수준체계에서 국가 직무능력표준의 수준인 8단계로 구성하고 직무단위로 자격을 설정해야 한다.

넷째, 국가기술자격 취득 후 자격취득자의 사후관리를 강화해야 한다. 이를 위해 자격 유효기간을 도입하여 자격에 대한 재교육 이수 시 자격 인정 기간을 연장하는 방안이 있다. 또한 국가기술자격 취득자에 대한 자격 활용실태를 주기적으로 모니터링하여 기술자격자의 기술 활용도의 정도를 점검하고, 자격의 활용도를 높이도록 다양한 교육 커리큘럼을 개발하여 이수하도록 해야 한다. 사후 교육과 더불어 국가기술자격 취득자가 보유한 직무능력에 대하여 합당한 우대조치를 받을 수 있도록 인센티브를 강화하여야 한다. 정부가 산업계에서 기술자격자에 대한 우대여부를 지속적으로 점검하는 체계를 마련하고, 국가기술자격 취득이 직접적으로 채용, 임금, 승진에 반영될 수 있도록 지원해야 한다.

마지막으로 기술자격제도의 효율적 관리·운영을 위해 NQF의 구축과 활성화를 위한 노력이 필요하다. 이를 위해 자격 관리 주체와 역할을 재구성하고 NCS를 매개로 부처간 협업 체계를 강화하여야 한다. 과정평가형자격 체계의 현실화 및 내실화를 위해 기관/프로그램인증평

가와 내/외부평가 병행 시스템이 필요하다. 더불어 검정전문 기관 육성을 통해 기술자격제도의 효율성과 효과성을 제고하여야 한다. 기술자격체제 구축을 통해 자격제도의 국제적 통용성을 확보하여야 한다. 즉 선진국을 대상으로 국가 간 상호인정 확대를 추진하고, 이를 통해 국내인력의 해외취업 기반을 마련할 필요가 있다.

<표 14> 선행연구를 통한 국가기술자격제도 개선사항 도출

구분	개선사항
현장성 확보	<ul style="list-style-type: none"> - 국가기술자격의 질 제고, 자격제도 관리·운영에 산업계 참여 강화, 산업계 주도 국가기술자격 체제 구축 - 민간주도-국가지원 자격제도로 체제, 외부 평가센터 구축 - 외부 평가인력 풀 구축 - 민간자격 활성화 및 체계적 모니터링, 관리 필요 - 현장성 확보, 현장직무중심 국가기술자격종목 개편, 실무능력 검정 강화, 자격부여 시 실무과정 이수 여부 고려, 자격제도의 현장성 확보를 위한 제도 구축 필요 - 기존의 평가유형 이외의 검정방법의 다양화, 필기와 실기 외에 실무과정 이수 여부 고려, 과정평가형 국가기술자격 검정, 검정방식 유형화(훈련과 숙련의 형태)
응시자격 및 자격부여 방식 다양화	<ul style="list-style-type: none"> - 응시자격 조건 완화 및 실제 적용이 가능한 합리적인 응시자격부여가 필요, 응시자격에 학력과 실무 경력뿐만 아니라 해당 자격에 필요로 하는 교육과목이나 과정의 이수 여부를 인정 - 교육-훈련-자격과의 연계, 검정위주의 자격제도 대신 교육훈련과 실무과정을 병행하는 자격제도, 교육훈련과정의 기준과 자격검정기준 일치, 선행학습 또는 경력을 또한 검정의 일부 또는 전부 면제

<p>NCS 기반 연계</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 국가직무능력표준 개발 완료 및 지속적인 업데이트 병행, 현실화 - 국가직무능력표준의 수준 체계와 국가기술자격 수준체계의 연계 필요(직무특성을 고려한 등급체계 재조정 - 1973년에 제정된 국가기술자격 수준체계를 5개 수준체계에서 국가 직무능력표준의 수준인 8단계로 구성, NCS를 기초로 자격제도 수립필요, 직무단위 자격 설정 필요)
<p>자격취득자 관리</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 자격취득자 사후관리 강화 (자격 유효기간 도입, 국가기술자격 재교육 시간 지정, 재교육을 통한 자격 인정 기간 연장) - 국가기술자격 취득자에 대한 자격 활용실태를 주기적으로 점검하는 모니터링을 강화 - 자격 취득자 우대 강화(국가기술자격 취득자가 보유한 직무능력에 대한 합당한 우대조치를 받을 수 있도록 인센티브 강화, 우대여부를 지속적으로 정부에서 점검하는 체계 마련, 국가기술자격 취득이 직접적으로 채용, 임금, 승진에 반영될 수 있는 지원체제 마련)

체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 효율적 관리·운영 및 수요자 중심 자격체제 구축(자격 관리 주체와 역할 재구성, 과정평가형자격은 기관/프로그램인증평가, 내/외부평가 병행 필요), 부처간 협업 체계 강화 - 국가기술자격 정책심의회 고도화 및 정례화 - NCS를 매개로 하는 부처 간 업무 통합 - 검정기관 전문화를 통한 효율성 및 효과성 제고, 검정전문기관 육성 - NQF 구축 및 운영 활성화 - 자격제도의 국제화 및 국제적 통용성 확보(선진국을 대상으로 국가간 상호인정 확대를 추진하도록 하고, 이를 통해 국내인력의 해외취업 기반을 마련할 필요가 있음), 자격제도의 국제적 통용성 확보 필요)
-------	---

3) 환경분야 국가자격

국가기술자격은 기능·기술 분야의 기술사, 기능장, 기사, 산업기사, 기능사 등급과 서비스분야의 1급, 2급, 3급, 단일 등급으로 자격이 분류되고 있으며, 각 자격 등급별에 따라 응시조건과 검정기준이 마련되어 있다. 고용노동부에서 국가기술자격법령 및 제도 운영을 총괄하고 있으며, 주무부처에서 국가기술자격 종목의 관리와 자격취득자의 활용 및 사후관리를 담당한다. 자격검정집행, 시험문제 출제, 자격취득자 자격증 발급 및 사후관리 등의 기능은 한국산업인력공단 외 7개 수탁기관에서 담당한다.

2013년 기준 환경분야 종사자의 자격증현황을 보면, 자격증소지자는 71,571명으로 환경산업 부문 총 종사자(1,050,983명)의 6.8%가 자격증을 소지한 것으로 추정된다. 환경분야별로는 수질분야의 자격증소지자가 15,087명으로 21.1%의 비중을 차지하였고, 대기분야 9,294명(13.0%), 소음진동분야 2,844명(4.0%), 폐기물분야 2,722명(3.8%)이다.(출처: 2013년 기준 환경산업통계조사보고서, 환경부)

가. 수질 환경 분석분야

수질관리 분야 국가기술자격은 수질관리기술사, 수자원개발기술사, 상하수도기술사가 있으며, 기사 등급으로는 수질환경기사, 화학분석기사, 생물공학기사, 해양환경기사가 있으며, 기능사 등급으로 화학분석기능사와 환경기능사가 있다. 수질관리 분야 국가자격으로는 관리사 등급으로 정수시설운영관리사 1,2,3 급이 있으며, 분석사로는 2009년 자격검정을 처음 실시한 환경측정분석사가 있다.(표 15, 16)

수질환경기사는 1979년 신설되었으며, 수질 분야에 측정망을 설치하고 그 지역의 수질오염상태를 측정하여 다각적인 연구와 실험분석을 통해 수질오염에 대한 대책을 강구하고 수질 오염물질을 제거 또는 감소시키기 위한 오염방지시설을 설계, 시공, 운영하는 업무를 수행한다. 자격취득은 필기 및 실기검정으로 구성되며, 필기시험은 수질오염개론,상하수도계획,수질오염방지기술,수질오염공정시험기준, 수질환경관계법규로 구성되며, 실기시험은 수질오염측정 및 수질관리를 포함하는 수질오염방지실무이다. 출제기준, 세부항목, 세세항목의 검정관련 정보는 <http://www.q-net.or.kr> 에서 제공된다. 최근 5년간 수험현황을 살펴보면 2010년 응시자수 6479명에서 2014년 7072명으로 증가하였으나 증가율이 점점 감소하고 있다. 필기합격률은 23% 내외에서 최고 30% 초반대 이며, 있고, 실기합격률은 최저 48%에서 최고 약 71%대로서 다소 편차가 있다. 자격취득자의 진로를 살펴보면 정부의 환경관련 공무원, 환경관리공단, 한국수자원공사 등 유관기관, 화공, 제약, 도금, 염색, 식품, 건설 등 오·폐수 배출업체, 전문폐수처리업체 등으로 진출할 수 있다.

<표 15> 국가기술자격 현황

중분류	소분류	등급	종목
산업환경	수질관리	기술사	수질관리기술사
			수자원개발기술사
			상하수도기술사
		기사	수질환경기사
			화학분석기사
			생물공학기사
			해양환경기사
		산업기사	수질환경산업기사
		기능사	환경기능사
			화학분석기능사

<표 16> 국가자격현황

중분류	소분류	등급	종목
산업환경	수질관리	관리사	정수시설운영관리사 1급
			정수시설운영관리사 2급
			정수시설운영관리사 3급
		분석사	환경측정분석사(수질)

나. 대기 환경 분석분야

대기환경관리·온실가스관리 분야 국가기술자격은 대기관리기술사, 대기환경기사, 대기환경산업기사가 있으며 기능사 등급으로 대기환경관리 분야를 포함하는 환경기능사가 해당한다.(표 17) 대기관리 분야 국가기

술자격 총 취득자 수는 2010년 1,540명에서 2011년에 1,679명, 2012년에 2,332명으로 증가 추세에 있다. 한국산업인력공단 자격정보망 (<http://www.q-net.or.kr>)에 따르면 대기환경관리·온실가스관리 분야 국가자격 및 공인민간자격은 현재까지 없다.

대기환경기사 자격은 1979년 신설되었으며, 대기 분야에 측정망을 설치하고 그 지역의 대기오염상태를 측정하여 다각적인 연구와 실험분석을 통해 대기오염에 대한 대책 강구하는 직무이다. 또한 대기오염물질을 제거 또는 감소시키기 위한 오염방지시설을 설계, 시공, 운영하는 업무를 수행한다. 자격취득은 필기 및 실기검정으로 구성되며, 필기시험은 대기오염개론, 연소공학, 대기오염방지기술, 대기오염공정시험기준, 대기환경관계법규로 구성되며, 실기시험은 대기오염측정 및 대기관리를 포함하는 대기오염방지실무이다. 출제기준, 세부항목, 세세항목의 검정관련 정보는 <http://www.q-net.or.kr> 에서 제공된다. 최근 5년간 수험현황을 살펴보면 2009년 응시자수는 3,898명에서 2011년 3,001명, 2013년 3,829명으로 2009년 이후 응시자수가 감소하였으나 다시 증가하였다. 필기합격률은 18% 내외에서 최고 20% 초반대로서 비교적 안정적인 경향을 보이고 있고, 실기합격률은 최저 51%에서 최고 약 66%대로서 다소 편차가 있다. 자격취득자의 진로를 살펴보면 정부의 환경관련 공무원, 환경관리공단, 한국수자원공사 등 유관기관, 화공, 제약, 도금, 염색, 식품, 건설 등 오·폐수 배출업체, 전문폐수처리업체 등으로 진출할 수 있다.

<표 17> 대기관리 국가자격현황

중분류	소분류	등급	종목
산업환경	대기관리	기술사	대기관리기술사
		기사	대기환경기사
		산업기사	대기환경산업기사
		기능사	환경기능사

다. 화학물질 분석기사

화학분석기사는 2005년 신설되었으며, 화학관련 산업제품이나 의약품, 식품, 소재 등의 개발, 제조, 검사를 함에 있어 제품의 품질을 유지하거나 향상시키기 위해 원재료나 제품 등의 화학성분 조성과 함량을 분석하기 위한 분석계획수립을 수립한다. 또한 분석항목을 측정하고 자료를 분석, 종합 평가하여 결과의 보고 및 자료의 종합관리와 새로운 분석기법을 조사 개발하는 직무를 수행한다.

자격취득은 필기 및 실기검정으로 구성되며, 필기시험은 일반화학, 분석화학, 기기분석1, 기기분석2로 구성되며, 실기시험은 화학분석, 습식분석 및 기기분석실무이다. 출제기준, 세부항목, 세세항목의 검정 관련 정보는 <http://www.q-net.or.kr> 에서 제공된다. 최근 5년간 수험현황을 살펴보면 2009년 응시자수는 1,199명에서 2011년 1,223명, 2013년 1,605명으로 매년 소폭이지만 응시인원이 전년대비 매년 약 5~10% 정도 꾸준히 증가하는 추세이다. 필기합격률은 30% 내외에서 최고 40% 초반대로서 비교적 안정적인 경향을 보이고 있고, 실기합격률은 최저 26%에서 최고 약 40%대로서 다소 편차가 있다.

라. 환경측정분석사

환경측정분석사는 환경부에서 시행하는 국가자격으로 환경인력개발원이 검정기관으로 지정되어 2009년부터 자격검정을 시작하였다. 검정분야로는 대기환경측정분석과 수질환경측정분석이 있으며, 필기시험(객관식·주관식)과 실기시험(작업형·구술형)으로 나누어 검정한다. 대기환경측정분석 필기시험은 환경오염공정시험기준, 정도관리로 구성되고, 실기시험은 일반항목분석, 중금속분석, 유기물질분석 등 습식분석 및 기기분석작업을 수행한다. 필기시험은 객관식과 주관식을 혼합한 형태이며, 실기시험은 국가기술자격시험과 달리 작업시간이 16시간(2일에 걸쳐 검정 시행)이며, 따로 면접시험인 구술시험을 시행하고 있고, 검정기관이 자체 검정시설에서 보유한 다수의 분석기기로 검정을 시행하므로 시험의 난이도 등이 실제 산업현장의 직무와 유사하다.

4. 영국의 기술인력 양성 및 교육 제도

1) 국가직무능력표준(National Occupational Standards, NOS)

영국의 국가직업표준(National Occupational Standards: 이하 NOS)은 산업계의 요구에 부응하는 높은 수준의 직무수행능력 개발 체계를 구축하기 위해 1980대 후반부터 개발되었다. 이는 개인이 작업장에서 필요한 직무 또는 기능을 수행할 때 필요한 관련 지식과 이해, 능력과 기술을 의미하는 직업능력(Occupational Competence)에 대한 기준을 의미한다. 즉 NOS는 농업, 경영, 정책, 생산기술 등 각종 직업분야에 걸쳐 직무를 수행할 때 필요한 핵심적 기능을 정의하고 있다.

여기서 직업 능력은 (1) 작업에 필수적인 직업적 기술과 지식 등의 기술적 능력(Technical requirement) (2) 작업의 전반적 과정 즉 기획 작업, 품질 모니터링, 문제 해결 능력 등의 작업과정 관리 능력(managing the work process) (3) 고객과의 관계나 팀 구성원과의 관계, 동료와의 관계 등의 업무상 인간관계 능력(working relationship) (4) 건강, 안전, 윤리, 가치와 품질 관리 등과 같은 전반적인 작업 환경 관리 능력(managing the work environment)을 포함한다.

NOS의 개발은 직업의 기능적 분석(occupational and functional analysis)을 통해 시작된다. 이는 직업 영역의 전반적 목적을 기술하는 하나의 '핵심 목적'을 설정한 후 핵심 목적을 달성하기 위해 무슨 일을 해야 하는가를 확인하여 '주요 기능'을 제시한다. 주요 기능 달성을 위해 무슨 일을 해야 하는가 하는 구체적 '기능'을 분석하여 각각 기능에 대한 NOS를 개발한다. 직무분석 내용에는 산업·직업, 하위 산업과 조직의 지리적 위치, 근로자 규모와 프로파일, 산업별 직업유형과 고용패턴 변화 예측, 해당 산업·직업과 다른 것과의 연계, 산업·직업의 주요 경향과 유인요소, 전형적 경력개발 경로와 발전 기회, 사업주와 기타 핵심 관계자에 대한 정보 등이 포함된다.

직업적 기능적 분석을 통해 개발된 NOS는 고유번호(Unique Reference Number), 명칭(Title), 개요(Overview), 성과기준(Performance Criteria), 지식과 이해(Knowledge and Understanding), 표준개발 관련 기술 자료(Technical Data)를 포함한다. 명칭(Title)은 각

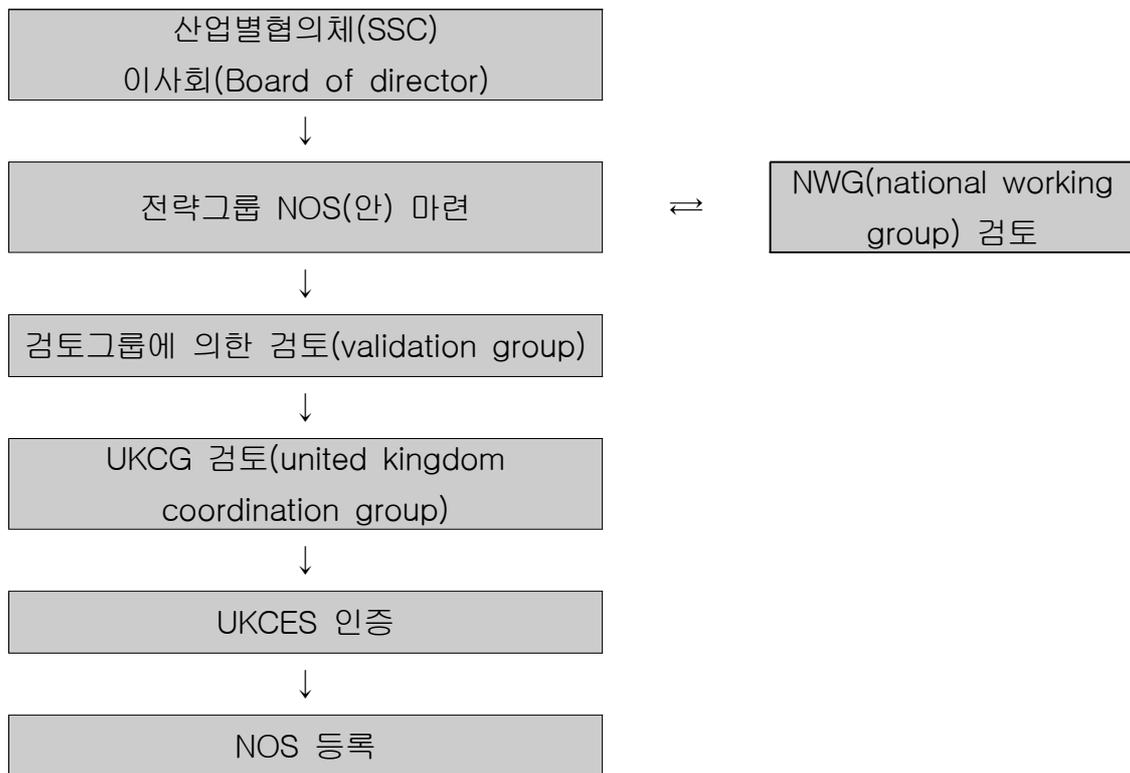
NOS의 일의 역할, 직무 등의 중심 내용을 한 문장으로 분명하게 표현하여야 한다. 개요(Overview)는 NOS가 어떤 직업 또는 직무에 관한 것인지, 누구를 위한 것인지를 기술한다. 성과기준(Performance Criteria)은 직무를 수행할 때 요구되는 수행 기준을 구체화한 것으로 업무수행이 ‘충분히 성공적인지’ 아니면 ‘기대에 미치지 못하는지’를 판단 할 수 있을 정도의 판단기준이기도 하다. 지식과 이해(Knowledge and Understanding)는 개인이 표준을 수행하기 위해 반드시 필요로 하는 지식과 이해를 구체화하여 제시한다. 기술 자료(Technical Data)는 표준개발기관의 이름이나 개정 회수, 승인날짜, 승인 상태, NOS 상태 등의 정보를 제공한다. 문서의 양은 통상 적으로 5~6 페이지를 넘지 않도록 한다.

NOS 개발 및 승인은 『분야 및 직업수요에 대한 조사와 분석 -> 기능적 분석 -> 기존 NOS의 검토 -> NOS의 개발 -> NOS의 인증 -> NOS의 적절한 유지와 유포 -> 촉진 및 지원 -> NOS의 평가』로 이루어지며, 이러한 과정은 계속해서 순환되면서 개별 NOS를 보완, 개선한다. 분야 및 직업수요에 대한 조사와 분석은 NOS 개발의 출발점으로 개발하려는 NOS의 산업분야 및 직무에 관련된 고용주, 학습자들의 요구를 조사하여 정확한 수요조사를 시행하는 단계로 주로 SSC(Sector Skill Council)가 담당을 하고 있다. SSC는 NOS를 개발하는 조직으로 NOS 초안을 마련하는 전략그룹, NOS 초안을 1차 검토하는 National Working group, NOS 초안을 2차 검토하는 validation group으로 구성된다. SSC의 전략그룹이 실제로 NOS(안)을 마련하면, 자체적으로 개발된 NOS 초안은 National Working group과 validation group에 의해 2회에 걸쳐 검토된다. 기능분석은 특정 직업영역에서 핵심 업무와 책임을 규명하는 단계이다. 기존 NOS의 검토는 현존하는 NOS가 수요자의 요구와 일치하는지 그리고 특정 직업에서 요구되는 주요한 역할과 책임을 모두 포괄하는지를 검사하는 단계이다.(표 18)

NOS의 인증은 개발된 NOS를 검토하는 단계로 SSC내에서 자체 검토를 거친 NOS를 Ofqual, BIS, DfE 등의 전문가로 구성된 UKCG(UK Coordination Group)가 검토한다. 최종적으로 영국고용기술위원회

(UKCES, UK Commission for Employment and Skills)가 개발된 NOS 최종 승인 및 활용을 지원하며, 승인가간은 2개월 정도가 소요된다. NOS의 적절한 유지 및 유포는 승인된 NOS가 기업 및 조직에 의해 활용되고 UKCES에서 활용을 지원받는 단계이다. NOS의 촉진 및 지원은 NOS운영 시 요구되는 기타 제반사항 및 요구사항을 산업혁신기술부 (BIS, Department of Business Innovation & Skills)의 관장아래 지원받는 단계이다. BIS는 NOS 개발 및 활용의 전체적인 업무를 관장한다. NOS의 평가는 개발된 NOS는 5년 단위로 검토되고 이에 따른 연구 및 평가 하는 단계이다. 개발된 NOS 는 다시 산업/직업 요구에 대한 연구 분석을 통해 재검토되는 등 계속되는 순환과정을 통해 산업계의 요구와 신기술에 대한 요구를 수용한다.

<표 18> NOS 개발과 인증절차



NOS는 잉글랜드, 웨일즈, 스코틀랜드, 북아일랜드 등 영국 전역에 걸쳐 적용되며 정부가 승인한 기관(Sector Skills Councils) 이나 대표성을

지닌 표준개발기관에서만 개발할 수 있다. 표준개발기관에서는 해당 직업과 밀접한 이해관계가 있는 사업주와 다른 이해관계자, 예를 들면 직업 협회, 노동조합 등이 이러한 작업을 함께 수행하도록 할 책임이 있으며, NOS가 승인되기 위해서는 영국 전역에 걸쳐 지원과 참여가 이루어졌다는 것을 입증해야 한다. 또한 NOS는 공식적인 검토를 거쳐 재승인되거나 갱신되기까지는 변경될 수 없다.

NOS는 주로 직업교육 훈련과정에서 교육훈련목표 및 교육훈련 내용 개발을 위한 기반이 된다. 훈련기관은 특정 직업에 맞춤형 인재를 개발하기 위한 훈련 맞춤형 훈련과정을 개발하는데 사용할 수 있다. 고용주는 해당 기업의 역량체계를 구성하는 데에 참고자료로서 활용할 수 있으며, 기업의 직무를 기술하고, 직무에 요구되는 필수조건을 명시하는데 사용할 수 있다. 또한 조직구성원의 성과 평가를 위한 기준으로 사용할 수 있다. 학습자는 자신의 경력을 계획하고 개발하는데 중요한 기준으로 사용하며, NOS는 NVQ를 승인하는 데 활용된다.

2) 자격제도 및 기술훈련

가. 자격체계의 발전

과거 영국의 직업교육은 전일제 학생들을 중심으로 이루어지는 VRQ(Vocationally Related Qualifications)와 재직자들을 중심으로 이루어지는 NVQ(National Vocational Qualifications)으로 구성되었다. 1940년대부터 10대를 주대상으로 직업교육을 실시하였으며, 일반 교육 학교, 중등학교(Grammar School), 숙련직 양성학교(Secondary Technical School), 단순노무직 양성학교(Secondary Modern School)으로 구분하여 실시하였다. 그러나 1970년대 들어 일반 교육학교와 직업교육학교의 구분이 모호해지면서 직업교육에 대한 지도역량이 하락하고, 산업 현장에서 필요로 하는 역량을 충족시키지 못하게 되었다.

1980년대 초까지는 각 지역별로 서로 다른 자격체계가 운영되었으나 1987년부터 기존에 체계 없이 운영되던 자격을 정비하기 위해 국

가직업자격인 NVQ(National Vocational Qualifications)가 도입되면서 스코틀랜드를 제외한 잉글랜드, 웨일즈, 북아일랜드의 전문 자격체계가 상당 부분 통합되어 하나의 체계로 정리되었다. NVQ는 학생이 아닌 성인을 위한 전문 자격체계로서 노동 시장의 수요에 부응하도록 대학교육을 장려하는 대책을 마련하였으며, 이를 위해 중앙정부와 지방정부, 교육훈련기관, 훈련기업위원회(TEC: Training and Enterprise Council)이 상호 협력하였다. 하지만 이러한 성인 역량 강화 중심의 자격제도로 인해 중등교육단계에서 충분한 학습과 역량강화가 이루어지지 않아 기술부족과 청년실업 문제가 부작용으로 대두되었다. 영국은 이를 극복하기 위해 사업주의 참여를 장려하여 자격제도의 운영을 사업주 중심으로 전환하고 중등단계의 직업교육을 부활시켜 학생들이 사업주와 산업현장에서 요구하는 역량을 습득하도록 1998년 NQF(National Qualification Frameworks)를 도입하였다.

영국은 NQF를 통해 여러 산업분야에 존재하는 각종 자격들을 등급과 크레딧값으로 체계화하였으며, 정규교육의 교육훈련과 연계하였다. 이는 고등교육참여자자와 현장기반 교육 참여자의 효과적인 훈련을 위해 확실한 교육단계를 확립하여 개인이 특정분야에 전문성을 보유하고, 대중들에게 여러 자격간의 관계와 교육내용의 차이 등에 대한 설명을 효과적으로 제공하여 교육 훈련 참여자가 가장 적합한 교육방법 및 경로를 선택하도록 한다. 또한 여러 자격에 대한 인증, 교육과정, 평가 등에 대한 신뢰도를 높임으로써 교육훈련에 대한 지속적인 참여를 유도하고, 이를 평생학습으로 연결하는 데 있다.

NQF는 도입 당시 5수준으로 구성되었으나 2004년 8수준(1~8수준)으로 세분화시켰으며, 고등교육자격체계인 FHEQ(Framework of Higher Education Qualifications, 4~8수준)와 수준을 연계시켰다. 그러나 점차 NQF 내에 있는 자격들 간에 중복이 발생하고, 최신기술 및 업무 내용을 반영하지 못하는 자격에 대해 고용주는 불만을 갖게 되었다. 또한, 많은 학습자의 성취, 커뮤니티 중심의 학습 활동, 다른 비공식적 훈련들이 현존 자격체계에서는 비인정되어 자격체계의 포괄성 문제가 제기되었다. 이러한 기존의 NQF에서 제기되었던 문제점을 해결하기 위해 2008년 실용성과 대중성 확보를 위해 자격증 획득 방식의

유연성을 제공하는 자격 학점체계인 QCF (Qualification and Credit Framework)로 대체 도입되었으며, 2010년부터 본격적으로 운영되었다. 2011년 NVQ는 QCF에 의해 완전 대체되었다. 이를 통해 전 영국지역 (잉글랜드, 북아일랜드, 스코틀랜드, 웨일즈)에 존재하는 학위자격 (academic)을 포함한 모든 자격이 QCF 크레딧과 등급에 따라 분류되었다.

이를 통해 영국에서의 자격은 “학위(diploma, degree 등), 학생이 취득하는 자격증(certificate), 근로자가 취득하는 자격증 (vocational certificate)”을 모두 포괄하는 개념으로 발전하였다. 자격평가는 자격에 따라 다양한 방법으로 이루어진다. 시험뿐만이 아니라 포트폴리오, 현장에서의 활동 등에 대해 평가가 이루어지며, 학습자의 역량을 교육과정 이수여부가 아닌 그 결과만으로 평가가 이루어지기도 한다. 즉, 자격과정에 참여하지 않았더라도 평가를 통해 성취기준을 통과하면 자격증을 받을 수 있었다. 이러한 결과 중심의 검정방식은 학습자가 정해진 시간적·공간적 여건을 넘어 다양한 방식을 통해 유연성 있게 역량을 개발하도록 한 것이다. 또한 자격과정 참여에 대한 시간적·지리적 부담을 줄이고 자격을 이수할 수 있도록 함으로써 역량 강화의 기회를 확대하는 이점이 있으나, 자격 취득이 목적이 되어 정작 자격취득을 통한 역량 강화라는 목적이 달성되지 못하는 문제점도 있다. 2014년 QCF 평가 결과 QCF가 수요자와 훈련자의 필요를 잘 충족하지 못하고 너무 많이 구조에 집중되어 복잡하다는 평가를 받았으며 이를 대체하기 위한 새로운 체계인 RQF(Regulated Qualifications Framework)가 2015년 10월 1일부터 새롭게 도입되었다. 현재까지 RQF 자격체계가 잉글랜드의 학위자격과 전문자격, 북아일랜드의 전문자격을 포함하고 있다.(표 19)

<표 19> 지역별 자격체계(2015~ 현재)

구분	자격체제
스코틀랜드	SCQF (Scottish Credit and Qualifications Framework) for

	all qualifications by SQA (the Scottish Qualifications Authority)
웨일스	<ul style="list-style-type: none"> ▫ CQFW (Credit and Qualifications Framework for Wales) for all qualifications by DCELLS (Department for Children, Education, Lifelong Learning and Skills)
잉글랜드	<ul style="list-style-type: none"> ▫ RQF (Regulated Qualifications Framework) for general and vocational qualifications regulated by Ofqual ▫ FHEQ (Framework for Higher Education Qualifications for England and Northern Ireland)
북아일랜드	Council for the Curriculum, Examinations and Assessment (CCEA)

나. 자격체계의 종류

(1) NVQ (National Vocational Qualification)

NVQ는 직업자격을 의미하며, 기존에 체계 없이 운영되던 자격을 정비하기 위해 1987년에 도입되었다. 이전의 자격은 각 직업현장에서 요구하는 지식과 역량이 낮은 수준이었을 때 개발된 것으로, 당시에는 대부분의 사업체가 자격이나 훈련 과정을 운영하고 있지 않았으며, 운영된 소수의 자격 역시 서로 연계성 또는 호환성을 보유하지 못했다. 한 기관에서 운영되는 직업자격 및 도제훈련 과정은 해당 기관에 지나치게 특성화되어 다른 기관이나 사업체에 적용되기 어렵다는 문제점이 있었다. 당시 영국정부는 이러한 문제를 해결하기 위해 산업체 전문가들을 통해 비즈니스 운영 전반에 필요한 모든 분야에 대한 검토를 실시하였으며, 근로자들이 그들이 속한 산업체에 특화된 자격을 취득하도록 하였다. 이를 통해 특정 사업체나 교육훈련기관에 국한되지 않고 같은 산업분야에서 근로자들이 자유롭게 이동할 수 있도록 하였다.

NVQ는 SSC가 직무분석을 통해 개발한 국가직업능력표준(NOS)

을 토대로 개발된 자격으로, 특정 직무에서 자격취득자가 직무수행에 필요한 기술과 지식을 검증하도록 개발되었다. NVQ는 전문적인 직업 수행능력의 검증을 목표로 하기 때문에, 교육훈련과정과의 연계 없이 평가만을 토대로 자격을 부여한다. 이처럼 NVQ는 산업현장에서 실제 근로자의 직무수행능력 검증을 원칙으로 하는 자격으로서 자격은 일정한 직업교육훈련 과정과 결부된 것이 아니라 철저하게 결과물 중심적, 즉, 평가 지향적으로 운영되는 자격이다. 일반적으로 NVQ는 현직근로자나 도제제도를 수행중인 견습생이 비형식적 학습의 결과로 취득한다.

NVQ는 QCF에 기반을 둔 자격으로 유닛(unit) 단위의 과목들을 일정 기간에 걸쳐 이수할 수 있고, 각 과목의 점수를 합쳐 NVQ를 취득할 수 있다. NVQ는 QCF에 기반을 두었기 때문에 특별한 학습 연한이나 필기시험을 요하지 않아 산업현장에서 제공되는 훈련과 평가를 통해 능력이 있음을 입증하면 자격을 발급받을 수 있다. 자격의 발급은 자격수여기관 (Awarding Bodies)을 통해 취득하거나 개별 직종이나 산업별로 설립되어 있는 소규모의 자격수여기관을 통하여 취득할 수도 있다.

(2) QCF (qualifications and credit framework)

QCF는 기존의 NQF를 대체하는 자격체계로서 영국 직업자격 프로그램 개혁의 일환으로 2008년에 도입되었으며, 초기에는 직업 또는 관련 자격에 핵심을 두었으나 영국, 웨일스, 북아일랜드의 고등교육자격을 모두 포함하는 체계로 개발되었다. QCF는 모든 학습의 영역 및 수준에 있는 학습자들의 성취를 인정할 수 있는 포괄적인 자격체계이며, 개인과 고용주들의 요구에 따라 학점과 자격을 개발하는 기관을 인정하고, 그들의 요구에 적합한 성취에 따라 경로를 만들 수 있다.

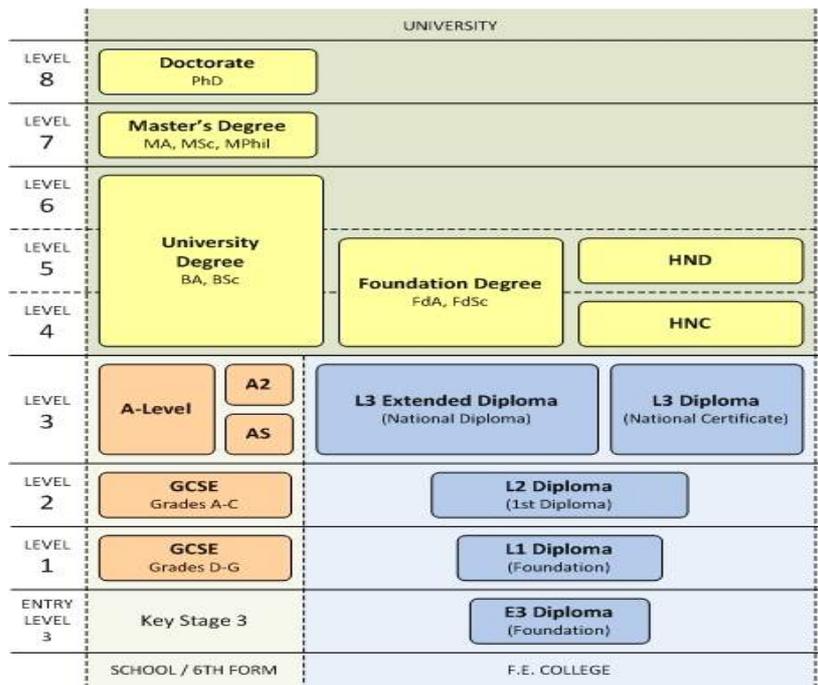
QCF는 자격 취득을 위한 학습유닛과 학점(credit)단위를 부여하는 체계로서 비형식, 무형식 학습 등 다양한 형태의 학습을 학점으로 인정하여 교육훈련의 결과를 자격으로 인정하기 용이하게 도입되었다. 즉 QCF는 학점전환시스템으로 학점에 따라 자격과 단위를 인정한다. NVQ와 비교하여 QCF는 자격을 취득하기에 좀 더 수월하여 직업을 가

진 근로자이더라도 본인의 형편에 따라 자격취득이 가능하다. 또한 QCF는 학생이 자격을 정해진 기간 내에 따지 못하더라도 기존에 부여된 크레딧을 보유할 수 있다. QCF는 신규 자격을 취득하고 동시에 직업을 구하는 18~24세 사람들에게 이상적이다. 또한, QCF는 모든 사용자들이 이해하기 쉽도록 운영되어 접근성이 높다.

자격 수준은 얼마나 어려운지에 따라 기초(Entry) 수준과 1~8 수준까지 있다. 초급레벨(Entry Level), 일반자격(GCSE, GCE 등), 직업자격(NVQ)로 구성된다. 초급레벨(Entry Level)은 국가자격체계에서 가장 낮은 단계의 자격이다. 이는 특정 직무기술에 적용하는 지식이 아닌 매우 보편적인 상황에서 적용 가능한 기본적인 지식 및 기술을 포함한다. 일반자격으로는 자격체계 1 수준과 2 수준의 일반 중등교육 증명서 GCSE(General Certificate of Secondary Education)와 3 수준의 A-level이 있다. FHEQ(Framework of Higher Education Qualification)와 연계 되어 4~8 수준에 포함되는 고등자격 (Higher Level)인 학사, 석사, 박사 등을 포함한다. The Diploma는 초급레벨에서 4 수준까지이다.(그림 1)

QCF의 규모는 얼마나 많은 시간이 걸리는지에 따라 학습자에게 학점을 부여하는 시스템에 기반한다. 1 학점은 10시간의 학습시간 내에 성취하는 학습결과물에 대한 것을 의미한다. 총 3 종류의 규모(size)가 존재하며, 1~12 학점(120 시간 이하)은 Award, 13~36 학점(121~369 시간)은 Certificate, 37 학점(370 시간 이상) 이상은 Diploma로 구분한다.

NQF에서 직업교육훈련/자격운영체계는 산업혁신고용부(BIS)가 전체적인 업무를 관장하며, 산업별협의체(SSC)는 NOS를 개발하고 영국고용기술위원회(UKCES)는 NOS를 승인하는 역할을 담당한다. 독립적인 행정기구인 Ofqual(Office of Qualifications and Examinations Regulation)의 승인을 받은 자격수여기관(Awarding body)에서는 NOS에 기반한 NVQ를 개발하며 Ofqual의 승인을 받아 NVQ를 발급한다. NVQ는 평가 센터에 의해 자격검정 훈련이 시행된다.



<그림 1> 영국의 QCF 체계

(3) RQF (Regulated Qualifications Framework)

Ofqual에 의해 승인된 자격에 대한 관리를 좀 더 수월하기 위해 2015년 10월부터 도입되었다. 이는 잉글랜드의 일반자격과 전문자격, 북아일랜드의 전문자격을 포함한다. RQF는 자격은 Ofqual에 의해 승인된 자격을 기술 수준(level) 과 규모(size)에 따라 인덱스화한 결과 학습자와 고용주 입장에서도 QCF에 비해 상호 비교가 수월하다. 예를 들어 복잡하고 어려운 기술과 지식을 요구하는 자격일수록 높은 레벨에 배치된다. 동일한 레벨에 있는 자격이라도 포함된 내용이나 목적에 따라 규모(size)가 상이하다.(그림 2)

자격등급(Qualification level)은 과거 QCF에서 사용한 자격 등급을 변경하지 않았으나, 자격에 대한 기술을 좀 더 결과 중심으로 기술하였으며, 자격을 취득한 사람에게 기대되는 기술, 지식과 이해도를 업데이트하였다. 자격등급은 3개의 입문 등급위로 8개의 등급이 존재하며, 자격과 관련된 지식과 기술의 난이도와 복잡도 정도를 나타낸다.

대부분의 자격이 단일 등급에 배치되나 GCSE와 같은 자격은 1개 이상의 등급에 걸쳐 존재한다.

자격규모(Qualification size)는 자격을 학습하고 평가받기 위해 전형적으로 소요되는 총시간(TQT Total Qualification Time)으로 예측된다. TQT는 학습자의 자가 학습과 평가를 위해 소요되는 시간과 수업을 듣거나 지도를 받는 시간(Guided Learning Hours)으로 구성된다. 그러나 자격에 따라 몇 시간에서 수년간의 학습 시간이 필요하고, 학습자에 따라 동일한 자격이라도 학습에 소요되는 시간은 다를 수 있으므로 이는 절대시간이 아닌 학습자의 편의를 위한 참고자료로 사용될 수 있다. 자격은 다른 등급에 배치될 수 있지만 학습과 평가에 소요되는 시간은 비슷할 수 있다. 동일하게 자격들이 같은 등급에 존재하더라도 자격시간은 상이할 수 있다. 이를 통해 자격취득에 걸리는 소요 시간과 난이도 등을 측정할 수 있어 사람들은 자격들간의 연관성을 좀 더 쉽게 이해하게 되었다. 예전 시스템인 QCF와 비교하여 RQF는 자격 취득 시 시간제한이 없고 자격 취득 종료까지 소요되는 예상시간이 제시되므로 학생들은 자신들의 상황에 맞게 자격을 취득할 수 되었다. 예를 들면 근로자들은 TQT를 통해 얼마나 오랫동안 학습을 위해 직장을 떠나야 하는지, 자격을 취득하는데 소요되는 시간과 금액에 대한 예상이 가능하다.

RQF는 기존의 자격들을 검점, 발전, 향상하도록 기존 검정기관에게 요구했던 규칙과 구조에 대한 의무를 삭제하는 등 검정기관에 더 많은 자유를 부여하였다. 이를 통해 검정기관들은 검정 결과와 자격 목적 및 프로그램 혁신 등에 집중하도록 하였다. 학습자들도 더 이상 크레딧 취득 없이 자격에 걸 맞는 역량을 갖추는데 집중할 수 있게 되었다.



<그림 2> RQF 자격프레임

<https://ofqual.blog.gov.uk/>

다. 자격제도 세부사항

(1) 자격 종류

<표 20> 영국의 자격 종류

자격종류	세부사항
GCSE (A to G)	<ul style="list-style-type: none"> □ 일반 중등 자격으로 14~16세 고등학생 및 성인 대상이며 RQF 1~2등급 자격 부여
AS, A level	<ul style="list-style-type: none"> □ GCSE (A to G) 취득 후 16~18세 대상으로 특정 분야에 대해 더 깊이 공부하여 자격 취득 □ RQF 3등급 자격 부여

Diplomas (for 14- to 19-year-olds)	<ul style="list-style-type: none"> □ 14~19세 학습자를 대상으로 산업체와 대학이 원하는 필수 능력을 좀 더 현실적으로 제공하는 자격이나 2013년 이후 현재까지 과정이 취소된 상태임
Foundation Degrees	<ul style="list-style-type: none"> □ 고등교육자격으로서 현장학습을 포함한 대학교육 □ 대학, 칼리지, 고용주와 함께 학습과정 설계하며 일과 관련된 다양한 영역에서 학습가능함 □ 학사학위의 초기 2년과 동등한 과정으로 RQF 4~5 등급 자격 부여
HNCs (Higher National Certificates) and HNDs (Higher National Diplomas)	<ul style="list-style-type: none"> □ 일과 연관된 고등 교육 자격으로서 HNC는 풀타임 학습으로 1년, HNDs는 2년이 소요됨(파트타임으로도 자격 취득 가능) □ 산업체에 의해 고평가 받는 자격으로 자격증 취득후 전문가 또는 근로자 집단의 멤버쉽 취득에 도움이 된다. □ RQF 5 등급 자격 부여
Entry level	<ul style="list-style-type: none"> □ GCSE 과정 준비 단계로서 훈련자기 일을 하거나 계속해서 교육을 받을 수 있도록 기본 지식과 기술을 학습 □ RQF 입문 자격 부여
English for speakers of other languages (ESOL)	<ul style="list-style-type: none"> □ RQF 입문과정에서 3등급 자격 부여
Functional skills(Key Skills qualifications)	<ul style="list-style-type: none"> □ 학습자가 훈련 및 교육, 일상 생활 및 직장에서 일반적으로 필요한 실제적인 기술을 개발하는 자격 □ RQF 1~2등급 부여
National vocational qualifications(NVQs)	<ul style="list-style-type: none"> □ 일과 관련된 자격으로서 학습자가 일과 관련된 지식과 기술을 배우는 자격으로 NOS를 기반함. □ 자격의 종류에 따라 RQF 1~8등급 부여

Skills for Life (Basic Skills qualifications)	<ul style="list-style-type: none"> ▣ 16세 이상 학습자의 읽기, 쓰기, 수학, 정보통신관련 지식 및 기술 개발(풀타임 수업 필요) ▣ RQF 1~2등급 부여
---	--

(2) 자격 수준

<표 21> 영국의 자격제도 수준(입문 ~ 3수준)

Entry level	Level 1	Level 2	Level 3
	first certificate	CSE – grade 1	A level/AS level
	GCSE – grades 3, 2, 1 or grades D, E, F, G	GCSE – grades 9, 8, 7, 6, 5, 4 or grades A*, A, B, C	access to higher education diploma
			applied general international Baccalaureate diploma
		intermediate apprenticeship	advanced apprenticeship
award	○	○	○
certificate	○	○	○
diploma	○	○	○
	NVQ	○	○
ESOL	○	○	○
essential skills	○	○	×
functional skills	○	○	×
Skills for Life	music grades 1, 2 and 3	music grades 4 and 5	music grades 6,7 and 8
		O level – grade A, B or C	tech level
		national certificate	○
		national diploma	○

<표 22> 영국의 자격제도 수준(4 ~ 8수준)

Level 4	Level 5	Level 6	Level 7	Level 8
certificate of higher education (CertHE)	diploma of higher education	degree with honours	integrated master's degree	
	foundation degree	graduate certificate	postgraduate certificate	
		graduate diploma	postgraduate certificate in education	
higher national certificate (HNC)	higher national diploma (HND)	ordinary degree without honours	master's degree, postgraduate diploma	doctorate
higher apprenticeship award		degree apprenticeship		
certificate	○	○	○	○
diploma	○	○	○	○
NVQ	○	○	○	×

(3) 자격분야

<표 23> 영국 자격체계의 자격분야

구분	세부구분
1. Health, Public Services and Care	1.1 - Medicine and dentistry
	1.2 - Nursing, and subjects and vocations allied to medicine
	1.3 - Health and social care
	1.4 - Public services
	1.5 - Child development and well being

2. Science and Mathematics	2.1 – Science
	2.2 – Mathematics and statistics
3. Agriculture, Horticulture and Animal Care	3.1 – Agriculture
	3.2 – Horticulture and forestry
	3.3 – Animal care and veterinary science
	3.4 – Environmental conservation
4. Engineering and Manufacturing Technologies	4.1 – Engineering
	4.2 – Manufacturing technologies
	4.3 – Transportation operations and maintenance
5. Construction, Planning and the Built Environment	5.1 – Architecture
	5.2 – Building and construction
	5.3 – Urban, rural and regional planning
6. Information and Communication Technology (ICT)	6.1 – ICT practitioners
	6.2 – ICT for users
7. Retail and Commercial Enterprise	7.1 – Retailing and wholesaling
	7.2 – Warehousing and distribution
	7.3 – Service enterprises
	7.4 – Hospitality and catering
8. Leisure, Travel and Tourism	8.1 – Sport, leisure and recreation
	8.2 – Travel and tourism
9. Arts, Media and Publishing	9.1 – Performing arts
	9.2 – Crafts, creative arts and design
	9.3 – Media and communication
	9.4 – Publishing and information services

10. History, Philosophy and Theology	10.1 – History
	10.2 – Archaeology and archaeological sciences
	10.3 – Philosophy
	10.4 – Theology and religious studies
11. Social Sciences	11.1 – Geography
	11.2 – Sociology and social policy
	11.3 – Politics
	11.4 – Economics
	11.5 – Anthropology
12. Languages, Literature and Culture	12.1 – Languages, literature and culture of the British isles
	12.2 – Other languages, literature and culture
	12.3 – Linguistics
13. Education and Training	13.1 – Teaching and lecturing
	13.2 – Direct learning support
14. Preparation for Life and Work	14.1 – Foundations for learning and life
	14.2 – Preparation for work
15. Business, Administration, Finance and Law	15.1 – Accounting and finance
	15.2 – Administration
	15.3 – Business management
	15.4 – Marketing and sales
	15.5 – Law and legal services

(4) 도제제도(Apprenticeships)

: <https://www.gov.uk/apprenticeships-guide> 참조

영국의 의무교육은 중등교육까지이며 중등과정은 만 11세에서 만 16세까지 진행된다. 중등과정은 GCSE(The General Certificate of Secondary Education)라는 전국 시험을 끝으로 교육과정이 마무리되며 대학 진학을 원하는 학생은 A-Level이라고 불리는 2년 과정을 더 이수하고 고등교육을 받게 된다. 한편 고등교육을 원하지 않는 학생은 취업을 하거나 원하는 분야의 직업훈련을 받을 수 있다.

중등과정 종료 후 경제적, 사회적 이유로 기술 훈련을 받지 못한 청소년은 기술 및 근무 능력 부족으로 취업이 어렵고 비취업 기간이 길어질수록 자살 충동, 자해, 공황 발작 등 정신병 증상을 경험하는 등의 문제가 발생하게 되었다. 이에 영국은 도제제도를 도입함으로써 중등교육 종료 후 대학 진학을 원하지 않는 만 16세 이상의 청소년/청년을 대상으로 직업훈련 및 자격증을 제공하는 직업훈련제도를 도입하였다. 이를 통해 고등교육을 받지 않는 청소년들이 원하는 분야에서 일반근무를 하면서 직무훈련도 받도록 하였다. 이를 통해 청소년은 직무능력 및 경험을 기반으로 취업이 수월해 진다.

도제제도는 만 16세 이상 청소년 및 청년이 지원가능하다. 지원자는 잉글랜드에서 거주해야 하며, 시작 당시 풀타임 교육을 받고 있지 않아야 한다. 신청방법은 희망 도제제도를 서치한 후 개인 계정을 설정하고 지원서를 제출하면 된다. 지원자가 도제제도 지원에 앞서 관련 훈련이나 경험이 필요하다고 판단될 경우, 최대 6개월까지 연수제도(traineeship)를 통해 관련 직업교육을 받을 수 있다. 도제제도 교육 기간은 레벨 수준에 따라 1년에서 5년까지 소요되며 도제생은 학업과 더불어 경험 있는 직원과 함께 근무하면서 직무가 요구하는 기술을 훈련하게 된다. 고용주는 도제생의 일반 근로 시간과 직무훈련 시간(보통 일주일당 1일)에 대해 국가최저임금인 시간당 3.5 파운드의 임금을 지불해야 한다. 또한 बैं크 할러데이와 휴가 기간에도 최대 20일까지 도제생에게 임금을 지불해야 한다. 도제제도는 국가자격체제에 의해 등급에 따라 정규교육과정의 수준과 동일하게 취급된다. 예를 들면 Intermediate 과정의 경우 2 수준의 GCSE와 동일한 수준이며, 학위 수준의 경우 고등교육의 학사 또는 석사학위와 동등한 수준으로 취급된다.(표 24)

<표 24> 도제제도와 일반교육 수준 비교

Name	Level	Equivalent educational level
Intermediate	2	GCSE
Advanced	3	A level
Higher	4,5,6 and 7	Foundation degree and above
Degree	6 and 7	Bachelor's or master's degree

3) 자격제도 관리 및 운영

가. 자격 제도 관리

영국의 직업교육훈련, 자격운영체제, 일반교육 운영체제를 관리하는 기관은 영국의회 자격검정청(Ofqual), 영국 고용역량위원회(UKCES), 교육·아동복지·역량표준청(Ofsted)이다. 자격제도의 운영 주체는 검정기관(Awarding Body), 교육훈련과정을 운영하는 평가센터(Assessment center), 섹터카운슬(SSC)이다. 그 외 사업주 단체인 Trailblazers는 2013년에 조직된 신생 조직으로서 도제제도에 대해 SSC와 같은 역할을 수행하고 있다.

(1) 자격검정청(Ofqual: The Office of Qualifications and Examinations)

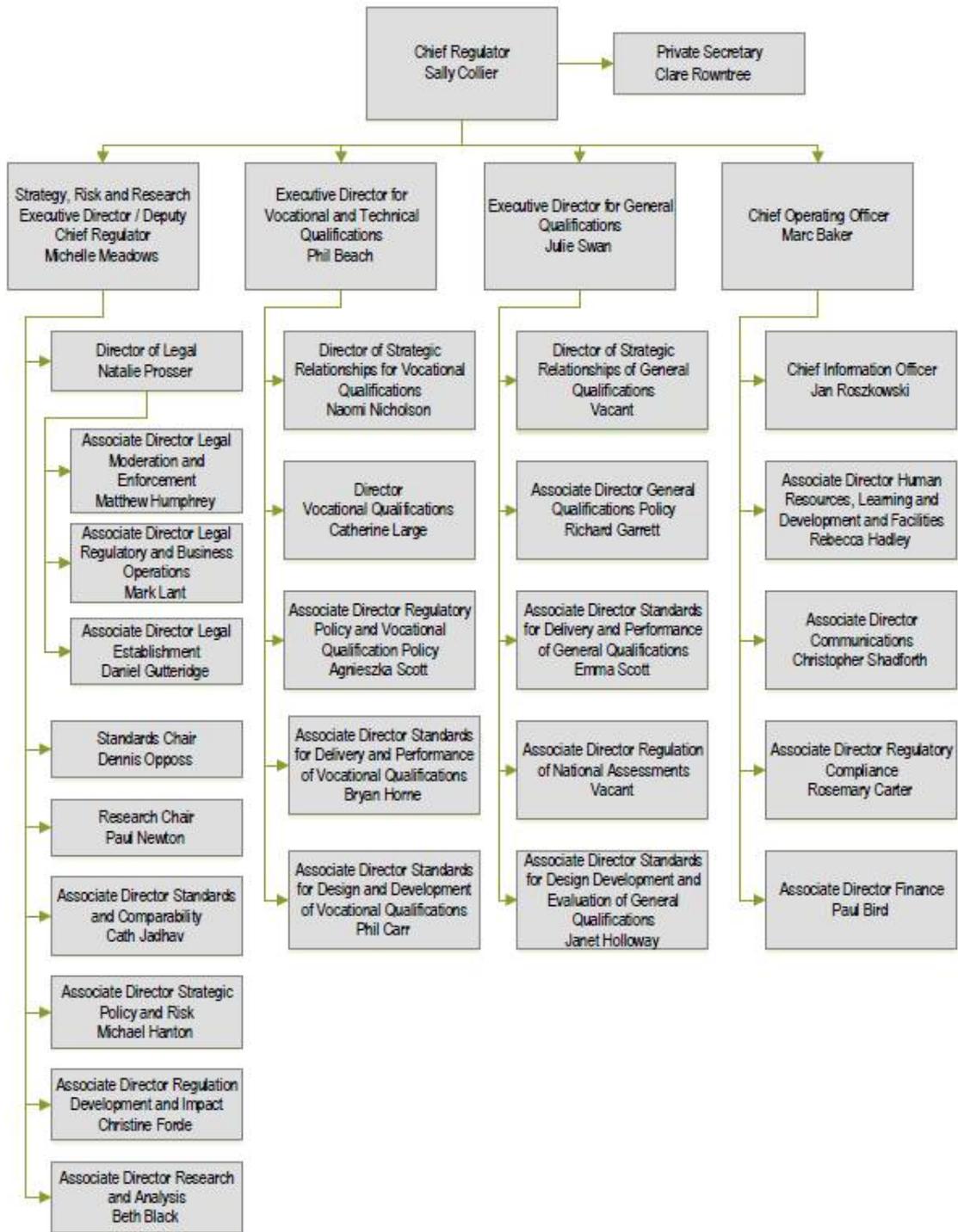
Ofqual(Office of Qualifications and Examinations Regulation)은 NQF, QCF 체계를 바탕으로 잉글랜드와 북아일랜드의 자격(qualification), 시험(examinations)과 평가(assessment)를 규제하는 기관이다.(표 25, 그림 3) Ofqual은 2010년 4월 Education Act 개정으로 제정된 Apprenticeship, Skills, Children and Learning 법에 따라 설립되었다. 자격검정청은 교육과 훈련에 있어 정치적인 간섭이 개입되는 것을 방지하기 위하여 정부부처에 귀속되지 않은 독립적인 정부기관

(Non-Ministerial Government Department)이다. 이에 따라 영국 웨스트민스터(Westminster) 국회와 북아일랜드 국회에 직접 보고하는 체계를 갖추고 있다.

주 설립 목적은 자격 기준과 평가의 수준을 효율적으로 관리하고, 대중으로부터 신뢰와 인지도를 높이는데 있다. 주요 목표는 (1) 자격 및 평가를 위한 표준체계 구축 및 신뢰성 확보 (2) 효과적인 자격체계 구축 (3) 영국표준자격의 국제적 연동 및 통용성 확보에 있다. 이를 위해 Ofqual은 섹터카운슬에서 제안한 국가자격에 대한 검증과 인증을 실시하고, 검정기관을 선정한다. 이 때 Ofqual은 자격승인기관(awarding organisation)이 설립목적에 부합하는 적절한 자원과 역량, 전문성을 보유하고 있는지를 평가, 인증하고, 인증된 기관만이 자격과정과 시험을 제공하도록 관리하고 있다. 또한 자격승인기관(awarding organisation)의 발급 자격 검증 및 국내외 유사 자격과의 비교 검증을 실시하고 자격, 시험, 평가 표준에 대한 모니터링을 실시하여 검정기관들이 활동을 하는 동안 지속적으로 인증 기준에 의거하여 활동하는지를 감사한다. 그 외 모든 지원자에게 동등한 기회 제공 현황 검토, 평가에 대한 신뢰도 향상을 위한 질 관리 실시, 발급된 자격의 경제성, 수요자들의 요구 반영 여부 검토, 자격과 시험 표준에 관한 주요 이슈 등에 대한 논의를 실시한다. 검정기관들은 내부적으로 감사를 실시하여 자기평가 보고서를 작성하고 이를 Ofqual에 제출하며, Ofqual은 검정기관의 보고서를 검토하고, 필요에 따라 실사를 진행하여 검정기관의 활동을 감시한다. 2011년에 개정된 교육법(Education Act 2011)을 통해 Ofqual의 역할은 더욱 강화되었으며, 자격의 질과 수준, 신뢰도를 보호하기 위해 필요에 따라 검정기관에 경고, 벌금, 폐업 등을 명령할 수 있는 권한이 부여되었다.

<표 25> Office of Qualifications and Examinations Regulation(Ofqual)

구분	주요 내용
설립	2008년 4월
이전기관	Qualifications and Curriculum Development Agency (QCA)
형태	Non-ministerial government department
정부기관관계	Department for Education (DfE), Department for Business, Innovation and Skills(DfBIS)와 협력 관계
관할구역	잉글랜드
조직	그림 3 참조, 232명 (2013/14)
구성	executive directors (경영진), Board members, Standards advisory group
예산	£19.5 million (2016/17)
Website	www.gov.uk/ofqual



<그림 3> Ofqual 조직 (2017년 2월)

(2) 영국의회

의회는 Ofqual로부터 자격검정 기관에 대한 정기 감사 결과를 보고받으며, 검정기관에 대한 문제가 제기될 경우 Ofqual에 조사를 지시하기도 한다. 또 Ofqual의 보고내용과 자격제도에 한 연구 결과(예: 올프보고서) 등을 바탕으로 향후 자격제도 운영 관련 정책에 한 주요 의사결정을 하고 있다. 영국의 국회는 또한 Ofsted로부터 보고를 받아 향후 자격제도 관련 정책의 주요 의사결정을 하고 있다.

(3) 영국고용역량위원회(UKCES: UK Commissions for Employment and Skills)

UKCES는 정부 독립기구로 활동하며, 노동시장에 대한 전문적인 지식을 구축하고 연구와 정책성과분석 등을 수행한다. 정부와 산업현장과 협력의 통해 인력의 취업, 창업, 사업 성공을 지원한다. 영국 인력의 역량 변화에 한 보고서를 작성하고 전문적인 자문기관으로서의 역할 수행하고 있다.

(4) 교육·아동복지·역량표준청(Ofsted: Office for Standards in Education, Children's Services and Skills)

Ofsted는 정부부처로부터 독립된 기관으로 3~5일간 교육훈련기관에 대한 감사를 진행하며, 감사보고서를 통해 교육훈련기관이 제공하는 교육과 훈련의 질을 모니터링 한다. 교육훈련기관은 매년 Ofsted의 기준에 따라 자체적으로 학생과 고용주 등의 만족도를 조사하고, 기관에서 제공한 교육의 성과를 분석하여 교육 훈련의 품질을 평가한 후 관련 보고서를 제출한다.

나. 자격 제도 운영

(1) 섹터카운슬(SSC: Sector Skills Council)

섹터카운슬은 영국의 산업분야별로 조직된 사업주 중심의 조직으로 4개의 주요목표를 가진다. (1) 산업의 요구와 근로자 역량 간의 격차와

역량 부족을 줄이고 생산성을 향상시킨다. (2) 산업체별로 현장에서의 기술을 향상하도록 지원한다. 즉 산업현장에서 근로자의 역량을 증가시킨다. (3) 사업주들이 도제제도 표준을 개발, 관리하도록 지원한다. (4) 학습자원(learning supply)을 개선한다. 이러한 목표를 성취하기 위해 각 산업분야별로 필요한 미래 기술을 예측하고 국가직업표준(NOS)을 개발하는데 기여한다. 각 섹터카운슬에서 특정 산업분야별로 사업주들이 근로자에게 기대하는 역량의 범위와 수준을 정의한 후 이를 토대로 산업별 NOS를 개발한다. NOS 개발과 개정은 사업분야별로 직무에 대한 기능 분석(Functional Analysis)을 기반으로 하며, 이 과정에서 사업주들은 근로자들이 필요한 역량이 무엇인지를 구체적으로 제시한다. 더불어 사업주들이 고용하고 있는 현장 기술전문가(Technical Expert) 등의 의견과 현장 근로자들의 역량을 바탕으로 각 수준에 따라 필요한 역량이 무엇인지를 결정한다. NOS가 작성된 후에는 자격의 기본틀을 작성하고 국가자격(National Qualification)으로 등록하여 Ofqual의 검증과 인증을 받는다. 이를 바탕으로 직업자격이 개발, 구성되어 학습자가 해당 분야에 필요한 직무능력을 갖추 수 있도록 한다.

한편 섹터카운슬은 사업주와 함께 도제제도 체계 및 훈련과정을 개발, 인증하며, 산업별 평가전략을 개발한다. 이를 위해 사업주, 검정기관, 훈련기관이 함께 협력하고 소통한다. 설립초기에는 정부 예산으로 운영되었으나 최근 들어 정부 예산 대신 사업주의 참여와 예산 지원을 토대로 운영되고 있다.

(2) 검정기관(Awarding Organisation)

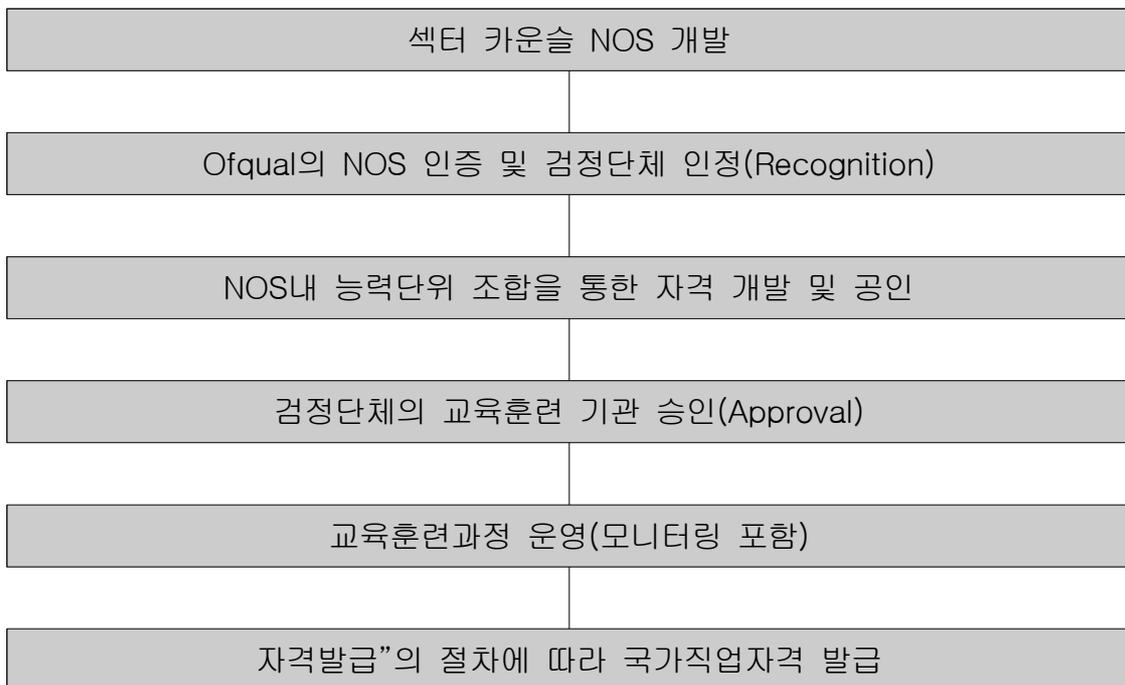
검정기관의 주요 업무는 크게 설계(Design), 승인(Approval), 홍보(Recognition), 서비스(Service)로 나눌 수 있다. Ofqual로부터 승인받은 자격검정기관은 자격을 발급하고, 섹터카운슬이 Ofqual에 등록한 국가 자격을 바탕으로 필요한 교육과정을 구축하여 최종적으로 교육현장에서 활용되는 자격을 개발하고 있다. 또한 자격 및 훈련의 커리큘럼 구성, 훈련제공, 평가 등을 총괄하는 기관이다. 교육훈련을 담당하게 되는 훈련기관 등을 평가인정하면서 자격의 질관리를 하고 있으며 자격 시험 응시자를 등록하고 평가자를 지정한다. 자격검정총괄기관으로써

검정시행을 관리하며, 자격의 품질을 보증하는 책임을 지고 있다. 또한 국가의 승인 하에 국가직업자격(NVQ)을 발급하고 있다. 초창기에는 옥스퍼드대학과 케임브리지대학에서 각각 검정기관을 설립하면서 대학을 중심으로 검정기관이 설립되었으나 자격제도의 변화와 새로 도입된 자격에 따라 기관 합병과 새로운 기관이 설립되었다.

(3) 교육훈련기관(평가센터)

Awarding Body로부터 승인을 받은 평가센터(Assessment Center)는 승인된 기준에 따라 평가와 검정을 해야 하는 책임을 지니고 있다. 훈련기관은 자격수여기관의 인정을 받아 실제적으로 교육훈련을 실시하고, 평가를 수행하며, 사실상의 단위 학교, 학원에 해당한다고 할 수 있다. 이들은 각 Awarding Body 별로 독점적으로 운영될 수도 있으나, 그렇지 않고 여러 Awarding Body의 자격 발급을 수행할 수도 있다.

<표 26> 자격 발급 업무 절차



다. 환경분야 기술인력 직업훈련 및 취업

영국은 산업전반에 걸쳐 총 15분야의 기술 훈련분야가 존재하며(표 23), 그 중 환경분야 시험·검사 인력에 관한 훈련은 4-Engineering and Manufacturing Technologies 의 4.1 Engineering 에 포함된다. 세부 훈련 종목에 대한 정보는 웹사이트(<https://register.ofqual.gov.uk/>)를 통해 알 수 있다. 예를 들어 water engineering 경우 engineering 섹션에 총 731 개가 존재하며, 훈련에 대한 평가는 포트폴리오를 통한 평가, 실습 및 과제 평가, 논술형 평가, 다중선택지 평가 중 하나 이상으로 이루어진다.

영국에서의 직업훈련은 주로 대학교 관련학과에서 이루어진다. 비록 수처리 관련 산업체 또는 환경물질 분석업체, 관련협회, 국가에서 인정된 교육기관 등에서 수업을 개설하지만 다루어지는 수분석은 매우 기본적인 분석으로 환경분야에서의 수분석에 비해 상대적으로 교육 범위가 협소하다.(표 27 참조) 또한 환경물질 분석관련 훈련이 단일 프로그램으로 제공되기보다 수처리 관련 훈련 프로그램의 일부분으로 포함되어 교육이 이루어지므로 심도 있는 교육훈련은 어렵다. 따라서 좀 더 심화된 시험·검사 관련 훈련을 받으려면 대학교 학위과정에 들어가거나 대학교나 칼리지, 오픈 대학 등에서 개설한 1년 과정 수업(화학과, 환경공학과, 지질학과, 기기분석과정 등)을 들을 수 있다. 결과적으로 산업체에서 필요로 하는 분석 기술은 해당학과를 전공하면서 듣게 되는 수업을 통해 관련 역량을 키우는 것으로 사설 기관을 통해 그 이상 또는 동등한 자격을 얻을 수 없다. 이는 환경물질 분석 관련 훈련이 다양한 기계와 공간이 필요하므로 개인 기관에서 관련수업을 체계적으로 개설하는 것이 어렵기 때문인 것으로 보인다. 훈련자는 훈련코스 검색엔진(<https://www.findcourses.co.uk>) 등을 통해 직업훈련과정에 대한 정보를 얻을 수 있다. 훈련과정에 대한 기간, 가격, 위치, 교육 일정, 수업제공기관, 수업형태 등에 대한 정보를 제공한다.

영국에서 물검사 관련 직업은 water quality scientist 로서 식수, 지하수, 지표수(강, 호수, 만)의 수질 검사에 특화되어야 하며, 물시료 채취, 실험실로의 시료 운반, 각종 화학적 생물학적 물질 측정, 분석데이터 통계처리, 오염이 발생한 장소 방문, 수질변화 원인 진단, 수질변

화 양상 예측 등의 업무를 하게 된다. 취업 시 초기 연봉은 18,000 ~ 25000 파운드이며, 몇 년 후에는 35,000 파운드까지 올라간다. 경험이 많고 더 큰 책임이 있는 자리라면 연봉 45,000 파운드에 달한다. 과학 분야 학위자(생화학, 생물학, 화학, 환경과학, 지구과학, 미생물학 등)가 취업에 유리하다. 주요 취업지는 Ofwat (The economic regulator of the water sector in England and Wales)로서 잉글랜드, 웨일즈에 걸쳐 총 11개의 water company 가 존재한다. 그 외에도 Scottish Water, Northern Ireland Water 가 존재한다. 정부의 물관리 업무 기관도 주요 취업대상지이다.(표 28)

<표 27> 시험·검사 관련 직업 훈련

제공기관	훈련명칭	세부사항
WTS (환경샘플 분석 업체)	Chemistry of Water & Analysis – Water Treatment Training (essential foundation module)	□ 1~5 일 과정 □ https://watertreatment services.co.uk/water/basic-chemistry-water-treatment-training/
Accepta (수처리관련 용품 판매 및 환경샘플 분석 업체)	Chemistry of Water & Analysis – Water Treatment Training(essential foundation module)	□ https://accepta.com/water-treatment-training-courses
Feedwater Limited (수처리 관련 용품 제조 및 판매 업체)	Water treatment training course	□ https://feedwater.co.uk/training/
NSF International, Pharma Biotech (제약회사)	Auditing QC Laboratories	□ 2일 과정
The Water Management Society (수처리협회)	Foundation Course In Water Treatment Chemistry – W013	□ 1일 과정 □ https://www.wmsoc.org.uk/legionella-training-courses/

Develop Training Limited (DTL) (교육제공기관)	Courses for Water utility training services	□ http://www.developtraining.co.uk
Oxford cambridge and RSA (OCR)	Laboratory skills	http://www.ocr.org.uk
BRITISH WATER(협회)	Sewage Treatment raining course	□ http://www.britishwater.co.uk/Accreditation-Certification/accreditation.aspx

<표 28> 영국의 물관리 정부 기관

기관명칭	기능
Environment Agency (EA)	잉글랜드와 웨일즈의 육수, 해수 지표수, 지하수의 수질 감독 기관
Drinking Water Inspectorate (DWI)	상수도 수질 및 수질 기준에 적합한 음용수 공급 책임 기관
Northern Ireland Environment Agency	북아일랜드의 오염물질 측정 및 지하수 수질 관리 기관
Scottish Environment Protection Agency (SEPA)	스코틀랜드의 지하수 수질 관리를 포함한 환경보호 기관
Drinking Water Quality Regulator (DWQR)	스코틀랜드의 음용수 수질 안전 책임 기관

5. 환경분야 시험·검사의 국제표준화

1) 환경 시험·검사 관련 국내의 동향

산업화로 인해 발생한 다양한 환경문제를 국제적으로 공동 대처하기 위해 국제환경협약 체결이 증가되고 있다. 우리나라 또한 현재 57개의 국제환경협약을 비준하였다. 또한 선진국들은 자국민의 보건·안전, 환경보호 및 자국 경제 이익을 위해 기술 규제를 강화하는 등 국제 환경규제가 새로운 기술장벽으로 출현하고 있다. 특히 WEEE, REACH, RoHS 등 유럽 주도의 각종 환경규제가 활성화되고 있다. TBT(Technical Barriers to Trade, 무역기술장벽) 통보문에 따르면 2002년부터 2011년까지 총 10,067건이 통보되었으며, 2012년에는 최고 수준인 1,560건을 기록하는 등 기술 및 제품에 대한 적합성 평가가 지역 및 글로벌 무역에서 중요한 요인으로 작용하게 되었다. 선진기업들은 단일 국제표준을 적용한 상품으로 세계 시장을 장악하거나(예, MS WINDOW, ORACLE 등), 신기술 이용 시 제품 생산 전에 표준화가 완료되어 표준화 작업에 참여한 기업만이 제품을 시판할 수 있게 되었다. 또한 다국적 기업들의 Global Outsourcing이 활발해 짐에 따라 국가 간 단일 표준의 사용을 요구하는 시장의 목소리가 확대되었다. 이에 1995년 1월 발효한 WTO-TBT 협정에서는 회원국이 국가표준을 새로이 제정하거나 개정할 경우 국제표준을 기초로 사용할 것을 규정하였으며, 지속적으로 각종 기술규정에 따른 무역장벽 해소를 위해 시험 방법, 시험검사기관 인정 등 국제표준화를 추진하고 있다. 같은 해, APEC 정상회담에서는 ‘오사카 행동지침’을 채택하여 자국의 국가표준을 선진국은 2010년 개도국은 2020년까지 국제표준에 완전 일치시키겠다는 것을 합의하였다. 현재 품질(ISO 9001), 환경(ISO 14000), 식품 안전(ISO 22000), 에너지(ISO 50001), 보안(ISO 27000), 위기(ISO 31000) 등과 관련한 국제 표준화가 제정되었다.

참고

무역 기술 장벽 (TBT, Technical Barriers to Trade)

- (정의) 국가간 서로 상이한 기술규정, 표준, 적합성 평가절차, 특정 인증마크 획득 및 라벨링 부착 의무화 등으로 인해 상품의 자유로운 이동이 저해되는 무역상 장애요소임. 동일한 상품에 대한 규정이 국가별로 다를 경우, 제조업자는 상대국의 기술기준이나 표준에 맞추기 위해 별도로 비용을 지출해야 하는 등 무역이 제한됨
- (유형 1) 기술규정 및 표준에 의한 장벽- 기술규정의 경우 자국민의 보건 · 안전, 환경보호 등을 위해 만드는 것이지만, 실제 운영하는데 있어 외국기업에게 불리한 점이 발생하면서 기술장벽화 초래함. 또한 표준의 경우 강제성은 없으나, 소비자의 선호에 따라 실질적인 강제성을 가질 수 있음. 실제로 정부의 강제검사제도 운영 시 표준을 인용하거나 기술규정을 활용할 경우 무역이 제한되는 기술장벽으로 작용함
- (유형 2) 강제검사 및 특정 인증마크 획득 의무화로 인한 장벽- 중복적인 검사요구 및 검사절차상 과도한 시간 소요, 특정 인증마크 획득 의무화 등으로 인한 기술장벽
- (유형 3) 특정 라벨링 부착으로 인한 장벽- 특정 라벨 부착의 의무화로 특정 생산요소에 대한 차별화 및 기술력이 부족한 국가에 대한 기술장벽화

전세계적으로 환경관련 규제가 강화됨에 따라 국가 간 무역기술장벽을 철폐하기 위해 ISO(International Organization for Standardization, 국제 표준기구), IEC(International Electrotechnical Commission, 국제 전기 기술위원회)와 같은 국제 단일표준사용에 대한 요청이 확대되고 있다. 이에 우리나라는 1963년 상공부 표준국이 우리나라를 대표하여 ISO에 Member body로 최초 가입하였으며, 1973년 공업진흥청, 1996년 이후로는 현재의 국가기술표준원(KATS: Korean Agency for Technology and Standards)이 정회원으로서 활동하고 있다. 또한 PASC 창립총회(1972년 설립)부터 회원으로 가입하였으며 Executive Committee(운영

위원회) 위원으로서 적극적인 참여활동을 수행하여 왔다. 총 2회에 걸쳐 서울에서 제 11차와 24차 총회(1986년 6월과 2001년 4월)를 개최하고, 2012년에는 여수 EXPO에서 "지속 가능한 환경 표준의 이행"이라는 주제로 에너지 효율 및 신재생에너지, 민간과 자연보호 등의 국제표준화 공조방안을 마련하는 등 우리나라의 표준화발전을 도모하고 국제무대에서 산업표준화 관련 우리나라의 지위향상을 위해 노력중이다.

2) 국제표준화 기구 및 활동

가. ISO(international organization for standardization)

국제표준화기구(ISO, international organization for standardization)는 1947년에 설립되었으며, ISO의 설립 목적은 상품 및 서비스의 국제적 교환을 촉진하고, 지적, 과학적, 기술적, 경제적 활동 분야에서의 협력 증진을 위하여 세계의 표준화 및 관련 활동의 발전을 촉진시키는데 있다(ISO 정관 제2조 근거). 현재 ISO(2017년 3월 기준)는 정회원(Member body) 119개국, 준회원(Correspondent Member) 40개국, 통신회원(Subscriber Member) 3개국 등 총 162개국이 가입, 활동하고 있다.(표 29, 30, 31)

<표 29> ISO정회원국(Member body)

국 명 (기관약호)	국 명 (기관약호)
가나(GSA)	아제르바이잔(AZSTAND)
가봉(AGANOR)	아프가니스탄(ANSA)
그리스(NQIS ELOT)	알제리(IANOR)
나미비아(NSI)	에스토니아(EVS)
나이지리아(SON)	에콰도르(INEN)

남아프리카공화국(SABS)	에티오피아(ESA)
네덜란드(NEN)	엘살바도르(OSN)
네팔(NBSM)	영국(BSI)
노르웨이(SN)	예멘(YSMO)
뉴질랜드(NZSO)	오만(DGSM)
덴마크(DS)	오스트리아(ASI)
독일(DIN)	요르단(JSMO)
라트비아(LVS)	우간다(UNBS)
러시아(GOST R)	우루과이(UNIT)
레바논(LIBNOR)	우즈베키스탄(UZSTANDARD)
루마니아(ASRO)	우크라이나(DSTU)
룩셈부르크(ILNAS)	이라크(COSQC)
르완다(RSB)	이란(ISIRI)
리투아니아(LST)	이스라엘(SII)
마케도니아(ISRM)	이집트(EOS)
말라위(MBS)	이탈리아(UNI)
말레이시아(DSM)	인도(BIS)
말리(AMANORM)	인도네시아(BSN)
말타(MCCAA)	일본(JISC)
멕시코(DGN)	자메이카(BSJ)
모로코(IMANOR)	중국(SAC)
모리셔스(MSB)	짐바브웨(SAZ)

몽골(MASM)	체코(UNMZ)
미국(ANSI)	칠레(INN)
바레인(BSMD)	카메룬(ANOR)
바베이도스(BNSI)	카자흐스탄(KAZMEMST)
방글라데시(BSTI)	카타르(QS)
베냉(ABENOR)	캐나다(SCC)
베트남(STAMEQ)	케냐(KEBS)
벨기에(NBN)	코스타리카(INTECO)
벨라루스(BELST)	코트디부아르(CODINORM)
보스니아헤르체코비나(BAS)	콜롬비아(ICONTEC)
보츠나와(BOBS)	콩고(OCC)
부르키나파소(ABNORM)	쿠바(NC)
북한(CSK)	쿠웨이트(KOWSMD)
불가리아(BDS)	크로아티아(HZN)
브라질(ABNT)	키프로스(CYS)
사우디아라비아(SASO)	탄자니아(TBS)
세네갈(ASN)	태국(TISI)
세르비아(ISS)	터키(TSE)
세인트루시아(SLBS)	튀니지(INNORPI)
수단(SSMO)	트리니다드토바고(TTBS)
스리랑카(SLSI)	파나마(COPANIT)
스웨덴(SIS)	파키스탄(PSQCA)

스위스(SNV)	페루(INACAL)
스페인(UNE)	포르투갈(IPQ)
슬로바키아(SOSMT)	폴란드(PKN)
슬로베니아(SIST)	프랑스(AFNOR)
시리아(SASMO)	피지(DNTMS)
싱가포르(SPRING)	핀란드(SFS)
아랍에미리트(ESMA)	필리핀(BPS)
아르메니아(SARM)	한국(KATS)
아르헨티나(IRAM)	헝가리(MSZT)
아이슬란드(IST)	호주(SA)
아일랜드(NSAI)	

<표 30> ISO준회원국(Correspondent Member)

국 명 (기관약호)	국 명 (기관약호)
가이아나(GNBS)	세이셸(SBS)
감비아(TGSB)	세인트키츠네비스(SKNBS)
과테말라(COGUANOR)	수리남(SSB)
니제르(DNPQM)	스와질란드(SWASA)
니카라과(DNM)	시에라리온(SLSB)
도미니카(DBOS)	아이티(BHN)
도미니카공화국(INDOCAL)	알바니아(DPS)

라오스(DOSM)	앙골라(IANORQ)
마다가스카르(BNM)	에리트레아(ESI)
마카오(CPTTM)	온두라스(OHN)
모리타니(DNPQ)	잠비아(ZABS)
모잠비크(INNOQ)	조지아(GEOSTM)
몬테네그로(ISME)	캄보디아(ISC)
몰도바(ISM)	키르기스스탄(KYRGYZST)
미얀마(DRI)	타지키스탄(TJKSTN)
바하마(BHN)	투르크메니스탄(MSST)
볼리비아(IBNORCA)	파라과이(INTN)
부룬디(BBN)	파푸아뉴기니(NISIT)
부탄(BSB)	팔레스타인(PSI)
브루나이(ABCI)	홍콩(ITCHKSAR)

<표 31> ISO 통신회원국(Subscriber Member)

국 명 (기관약호)	가입년도
벨리즈(BZBS)	안티구아바부다(ABBS)
세인트빈센트그레나딘(SVGBS)	-

ISO 설립 후 발전 사항을 살펴보면 다음과 같다. 1947년 ISO가 창설된 당시 세계 각 국은 국제협정에 큰 이해관계가 없었으며 국가적 표준화

만이 관심사항이었다. 이에 ISO는 먼저 약 15만 여 종의 국가규격들을 국제화시키는데 최대한 중점을 두었다. 이러한 이유로 ISO는 1950년대 초반까지는 활발한 활동을 전개하지 못하였다. ISO의 최초 표준은 1951년 발간된 "Standard Reference temperature for industrial measurement"였다. 초기의 국제규격은 주로 기계공학의 기본적인 기준(예, 오차, 단위 및 심볼)과 주요 구성요소(예, 나사, 볼트, 너트, 볼 및 로울러 베어링 등)의 규격에 치중되었다. 그러나 이러한 표준화 작업은 일부 선진국들이 자국의 국가규격만을 고집하고, 회원국들 또한 국가규격을 쉽사리 국제화시키려 하지 않는 등 어려움을 겪었다. 그러나 1950년대 후반에 ISO의 활동은 화학공학, 데이터처리, 원자력 분야 등과 같은 새로운 첨단분야의 규격을 국제화시키고자 하는데 이르게 되었다.

1960년대 들어 육상·해상·항공 교통 수단의 발전으로 인해 국제적 무역교류가 더욱 왕성하게 되었으며, 국가규격의 차이로 인해 활동에 지장을 받아온 다국적기업의 필요와 국제적·기술적으로 조화된 규격 개발이 필요하다는 인식 변화로 인해 각국 간 국제표준화의 교류가 활발해 졌다. 그 당시 개발도상국에서도 표준화단체 설립을 위한 활발한 활동이 진행되었으며, 상이한 분야에 대한 참여 확대로 인해 ISO 규격제정 대상범위가 확대되었고, 기술적 문제에 대한 국제적 규칙 제정의 필요성에 대한 타 국제기구의 인식이 제고되었다.

1960년대 당시 ISO의 활동은 주로 유럽지역 회원국들의 이해관계에 따라 이루어졌으며, 이에 대응하기 위해 1970년대에는 지역적 규모의 독립적인 표준화기구(예 PASC "태평양지역 표준회의")가 설립되었다. 1980년대에는 GATT의 무역상기술장벽협약(Standard's Code), 새로운 첨단분야 및 신소재분야의 기술발전, 자유무역 이행을 위한 각국 간 시장개방 압력과 마찰의 심화, 우루과이라운드의 진행 등으로 국제 간 교류에 있어 규격 표준화에 대한 요구가 더욱 강해졌다. 이 당시 선진 기업들은 규격의 단순화·통일화로 통해 기계화·자동화를 촉진하였으며, 이를 통해 시장수요를 확대하고 원가를 절감하는 등 당시 산업시대를 주도하였다.

그러나 1990년대에 국제표준화는 자국 경제이기주의로 인한 기

술 제재 강화, 단일 국제표준 적용 상품의 세계 시장 장악, 제품 생산 전 표준화 작업 선행, 다국적 기업들의 Global Outsourcing 등으로 인해 국가 간 단일 표준의 사용을 요구하는 시장의 목소리가 확대되었다. 또한 유럽국가들이 EU 단일경제체제를 구축하는 등 지역경제의 블록화 현상이 전 세계로 확산됨에 따라 지역표준화 활동이 활성화되었다. 기존의 표준이 주로 제품의 구조, 성능, 시험방법 및 용어만을 규정한 데 반하여, 1990년 이후에는 품질경영시스템, 환경경영시스템 등 모든 업종에 적용될 수 있는 시스템 표준이 등장하기 시작하는 등 표준의 적용 분야가 급속히 확대되었다. 이러한 시스템표준은 각종 인증과 관련된 표준으로 발전하여 인증산업을 새로운 산업으로 등장시켰다.

2000년대 들어 ISO 표준 대상이 2차 산업 중심에서 3차 산업인 서비스 분야로 확대되는 현상이 나타났으며, 이러한 서비스 표준화는 교통, 숙박업, 픽토그램 등으로 급속히 확대되었다. 설립 이후 10년간 ISO는 57종의 표준을 발간하였으나 2014년에 이르러 20,000종 이상을 보유하는 진보를 이룩하였다. 2016년 12월 현재 21,478종의 표준을 보유하고 있다.(표 32) 분야별 표준 제정 현황을 살펴보면 공학기술이 20.5%로 가장 많은 표준을 보유하고 있으며, 교통·물류(17.8%), 전자·정보·통신(16.7%), 재료·기술(14.7%), 일반·인프라·과학 서비스(11.5%), 보건·안전·환경분야(9.1%) 순이다. 건축, 농업기술, 특수기술은 각각 3.5%, 3.4%, 2.8% 이다. 연간 표준 제정 현황을 살펴보면 매년 약 1300건 정도가 신규 제정되고 있으며, 2016년의 경우 1381건이 신규 제정되었다. (그림 4)

<표 32> ISO표준 제정 현황

년도	2011	2012	2013	2014	2015	2016
누적 합계	19,023	19,573	19,977	20,493	21,133	21,478



<그림 4> 분야별 표준 제정 현황 및 연간 표준 제정 현황
 (<http://kats.go.kr/content.do?cmsid=371>)

세계 각국은 단일 표준의 사용을 통한 범세계적인 자유무역을 추구하고 있으나, 현 상황에서 이의 실현이 쉽지 않은 것이 사실이다. 이에, 선진국은 국가간 교역에서 나타나는 실질적 기술장벽은 제품이 표준에 적합하게 만들어졌는지 여부를 시험·검사·인증하는 적합성평가 행위임을 고려하여 수출 상대국의 적합성평가 결과를 상호인정하기 위한 협정 체결을 적극 추진하기 시작하였다.

참고

ISO 회원 가입 절차 및 재원
 (참조 : <http://kats.go.kr/content.do?cmsid=371>)

- (회원 구성) ISO의 회원은 정회원, 준회원 및 간행물 구독회원으로 구분된다. 정회원은 각국의 표준화 분야에서 가장 대표적인 국가표준기관으로서, ISO 절차규정에 의거 ISO 입회가 허용된 국가표준기관이다. 정회원이 없는 국가의 경우 표준화에 관심 있는 국가 기관은 이사회에서 규정한 절차에 따라, 투표권 없이 통신회원 또는 간행물 구독회원으로 등록할 수 있다. 한 국가에서 오직 하나의 기관만이 회원자격을 획득할 수 있다.
- (회원 가입) 정회원 가입을 희망하는 표준 기관은 정관 및 절차규정을 수락한다는 내용으로 사무총장에게 서면으로 신청해야 한다. 사무총장은 신청서를 즉시 이사회에 제출하여, 이미 그 국가의 다른 기관이 ISO에 등록되어 있는지의 여부와 신청기관이 표준화 문제에 있어 자국내에서 가장 대표적인 표준화 기관인지의 여부를 결정한다. 정회원 가입을 위해서는 이사회에서 최소 14개국의 찬성표를 획득하여야 한다. 이러한 찬성표를 획득하지 못하는 경우, 신청기관은 ISO에 이의를 제기할 수 있으며, 이러한 경우 동 문제를 전체 회원국에 회부시켜 회원국 3/4이상의 찬성을 얻으면 가입이 허용된다.
- (자격 취소 및 정지) ISO의 정회원기관은 회원자격의 취득과 동시에 매년 분담금 납부에 동의하여야 한다. 정회원기관이 ISO 회원자격을 취소하고자 하는 경우 당해 년도 6개월 이전에 이를 통보하여야 한다. 당해년도 12월31일까지 해당 분담금을 납부하지 못한 정회원기관은 다음해 1월1일부터 회원자격이 정지된다. 이 자격정지 기간 동안 총회 또는 ISO내의 다른 조직에서 투표할 권리가 없다. 또한 ISO 간행물이나 문서를 무료로 받을 권리가 박탈된다. 이 자격정지 기간 동안 정회원기관이 미납한 분담금을 납부하면 회원기관으로서의 지위를 회복할 수 있다. 정지된 자격을 회복하면 자격정지 기간 동안 ISO에서 발행한 국제표준, 기술보고서 및 가이드를 받아볼 권리가 있다. 자격 정지된 회원기관이 계속해서 분담금을 납부하지 못할 경

우, 3회 연속 분담금을 납부하지 못하는 즉시 ISO 회원자격이 상실된 것으로 간주한다. ISO 회원자격이 상실된 회원기관이 재가입을 신청할 경우, 이사회는 해당 기관의 ISO 재가입을 위한 재정 조건을 결정한다.

- (재원) ISO의 재원은 회원기관의 분담금 및 기여금과 간행물 판매로 마련된다. 여타 출처(증여 등)에서 얻어지는 재원에 대한 수락여부는 이사회에 결정에 따른다. ISO의 회계연도는 역년(Calendar year)으로 하며 차기년도 4월1일 이전까지 연간 결산보고서를 회원기관에 제출하도록 되어 있다. 이사회에서 승인한 차기년도 예산은 11월1일 이전까지 회원기관에 제출된다. 회원기관의 분담금 규모는 재무관의 건의에 따라 이사회에서 결정하는 바, 각 회원기관에 배정되는 분담금 구좌수와 그 구좌당 단가에 의해 결정된다. ISO의 2016년도 예산 규모는 약 453억원 정도이며 243억원 정도가 회원국의 분담금으로 나머지가 표준 및 간행물 판매 수익으로 총당된다. 동 예산은 사무국 운영비 및 회원국에 대한 문서배포 등 ISO 조직 관리에 사용된다. 우리나라가 부담하는 분담금은 CHF 476,544 (약 5.4억원)으로 정회원 119개국 중 11위 규모로 2.88%를 부담한다. (표 33 참조)

<표 33> ISO 국가별 분담금

순위	국가명	분담금비율(%)
1	독일	8
1	미국	8
1	영국	8
1	일본	8

1	프랑스	8
1	중국	8
7	이탈리아	4.2
8	러시아	3.6
9	캐나다	3.3
10	네덜란드	2.9
11	한국	2.88
12	스페인	2.7

참고

ISO 표준 제정 절차
(참조 : <http://kats.go.kr/content.do?cmsid=371>)

○ ISO 표준 제정 절차는 일반적으로 제안부터 발행까지 6단계로 구성되며, ISO/IEC 기술작업지침서를 준수한다. 신규표준제안은 ISO 국가회원기관, TC/SC 간사기관, 연계기관, 기술관리이사회 또는 자문그룹, ISO 사무총장에 의해 이루어질 수 있고, 작업안은 해당 기술위원회 정회원들에게 회부되어 투표를 거치게 된다.

프로젝트 단계	관련 문서	
	명 칭	설 명
0 예 비 단 계	예비작업항목(PWI)	기술위원회나 분과위원회는 후속단계로 진행하기에는 충분하지 않은 예비작업항목(PWI)을 P멤버의 단순 과반수 투표로 작업프로그램에 도입할 수 있다.
1 제 안 단 계	신규작업항목 제안(NP)	신규작업항목 제안은 NP제안서식에 작성하여 제출하며, 이 항목을 작업프로그램에 추가할 것인지는 서신 또는 회의를 통해 결정한다. 적어도 5개 이상의 P멤버

		가 적극적으로 참여하겠다는 의사를 표명해야 하며, 작업프로그램에 프로젝트로 포함시키는 문제는 1단계에서 결정된다.
2 준비 단계	작업초안(WD)	이 단계에서는 ISO/IEC Directive, Part 2에 따라 작업초안(WD)을 작성한다. 완성된 작업초안을 위원회안(CD)이라 하며, 위원회안이 기술위원회 또는 분과위원회의 멤버들에게 회람되고 중앙사무국에 등록되면 준비단계는 종료된다.
3 위원회단계	위원회 초안(CD)	위원회 단계는 국가 회원기관들의 의견을 검토하는 단계이다. 따라서 이 단계에서 국가 회원기관들은 위원회안의 내용을 검토하여 관련된 모든 의견, 특히 기술적인 의견을 제출하게 되며 국제회의의 대표자들은 자국의 입장에 대해 보고하게 된다. 질의안에 대한 회부 결정은 합의 원칙에 따르며, 위원회안이 회람을 위해 질의안으로 승인되고 중앙사무국에 등록되면 위원회단계는 종료된다.
4 질 의 단계	질의안(DIS)	질의단계 기간 동안 중앙사무국은 질의안을 모든 회원기관들에 배포하여 찬반투표를 하도록 하며 이는 다음 조건에서 승인된다. - 기술위원회 또는 분과위원회 P 멤버 투표수의 2/3가 찬성하고 - 전체 투표수의 1/4 이하가 반대할 경우
5 승 인 단계	최종국제표준안(FDIS)	최종국제표준안을 중앙사무국에서 회원국에 배포 후 8주동안 투표한다. 회원국은 찬성, 반대, 또는 기관의 의사를 명시하며 반대를 하는 경우 반드시 기술적 사유를 명시한다. 최종국제표준안은 질의안과 같은 조건에서 승인되며, 승인단계는 최종국제표준안을 국제표준으로 발간토록 승인하였음을 명시하는 투표보고서를 회람함으로써 종료된다.
6 출 판 단계	국제표준출판단계(ISO)	4주 안에 중앙사무국 기술위원회 또는 분과위원회 간사기관은 지적된 인쇄상 오류들을 수정하여 국제표준으로 인쇄하고 배포한다. 이 단계는 국제표준의 발간과 함께 종료된다.

나. IEC(International Electrotechnical Committee, 국제전기기술위원회)

IEC는 1904년 미국 세인트루이스에서 열린 국제전기회의의 결과로 1906년 스위스 제네바에서 창설된 비정부간 협의기구이며 스위스 민법 제 60조 등에 따른 사단법인으로 간주된다. IEC의 설립목적은 모든 전기 및 전자분야에서의 표준화 문제와 기타 관련 문제에 대해 국제적 협력을 증진하고 세계시장의 요구에 효율적으로 대처하는 것이다. IEC 활동은 회원국가와의 국제적 협력하에 전기 및 전자분야의 IEC 표준 규격을 제정하고 표준 규격을 세계 각국의 국가표준에 반영시키는 것이다. 이를 통해 모든 국가가 전기, 전자제품 및 이와 관련한 사항들이 규격에 맞게 표준화함으로써 전기, 전자제품에 대한 품질과 안전성을 확보하고 나아가 국제적 유통을 원활히 하는 데 그 목적이 있다. 1947년에 ISO(국제표준화기구)가 발족됨에 따라 ISO의 전기부문으로서 가입했다. 80개의 기술위원회가 있으며 현재까지 약 2000개의 IEC 국제규격(IEC publication)을 제정했다.

IEC의 작업에 참여하고자 희망하는 국가는 자국내에 전기기술위원회를 구성해야 하며, 입회 시 이 위원회는 국가위원회(National Committee)로 칭하며, 각 국에는 오직 하나의 국가위원회가 존재한다. 또한 국제연합기구(UN)에서 공식적으로 인정한 국가의 국가위원회만이 IEC의 회원이 될 수 있다. IEC의 표준화작업은 ISO와 공동으로 제정한 ISO/IEC Directive에 따라 이루어지므로 앞서 설명한 ISO의 표준화작업 절차와 같다. IEC의 회원가입 현황은 2017.3월 현재 정회원국(Full Member) 60개국, 준회원국(Associate Member) 23개국 등 83개국이 활동하고 있으며, 우리나라는 1963년 5월 공업진흥청이 가입했다.

다. PASC (Pacific Area Standards Congress, 태평양지역표준회의)

1960 ~ 70년대 당시 ISO의 활동이 주로 유럽지역 회원국들의 이해관계에 따라 이루어지는 것에 대응하고 지역적·국가적 차원에서 국제표준화 관련 상호 관심사를 논의할 필요성이 제기되어 미국표준협회(ANSI), 캐나다표준협회(CSA), 호주표준협회(SA), 일본공업표준조사회(JISC) 및 UL을 중심으로 1972년 5월 설립된 독립적인 표준화기구 (명칭 "태평양

지역 표준회의")이다. 주 설립목적은 ISO 및 IEC의 국제표준화 활동을 강화하고, 국제표준화 활동에 효과적으로 참여할 수 있는 능력을 배양하는 것을 목적으로 한다.

1차 총회 당시 우리나라를 포함한 8개국 24명으로 시작하였으나, 2016년 39차 총회 당시 20개국 100명이 참석하는 등 지금까지 국제표준화를 위한 ISO 및 IEC와의 협력업무, 회원국간의 협조 및 상호 관심사에 관한 다수의 중요한 결의안을 채택하여 지역내의 국제표준화 증진에 기여하고 있다. 2017년 현재 PASC의 회원국은 총 24개국이며 한국, 미국, 일본, 중국, 캐나다, 호주, 뉴질랜드, 필리핀, 싱가포르, 태국, 피지, 남아프리카공화국, 인도네시아, 홍콩, 파푸아뉴기니, 콜롬비아, 베트남, 말레이시아, 몽골리아, 브루나이, 인도, 페루, 멕시코, 에콰도르이다.

라. APEC/SCSC (Asia-Pacific Economy Cooperation, 아시아태평양경제협력체 내 Sub-Committee on Standards and Conformance, 표준적합소위원회)

APEC은 2017년 현재 아시아 태평양 지역 21개 회원국으로 구성된 세계 최대의 정부 간 지역협력체로서 무역투자자유화 및 경제기술협력을 통한 공동번영을 목표로 한다. APEC은 1989년 호주 캔버라에서 우리나라를 포함한 12개국 간 각료회의로 출범하였고, 미국의 클린턴 대통령의 제안으로 1993년부터 정상회의로 격상되었다. 1994년 보고르 정상회의에서 무역/투자 자유화 달성을 위한 보고르 목표(Bogor Goal)를 채택하였으며, 이에 따라 선진국 2010년, 개도국은 2020년을 시한으로 하여 무역 및 투자 자유화를 달성기로 하였다. 아시아/태평양 공동체 비전 달성을 위해 APEC은 보고르 목표로 대표되는 무역/투자 자유화 및 원활화(TILF, Trade and Investment Liberalization and Facilitation)와 경제기술협력(ECOTECH, Economic and Technological Cooperation)을 양대축으로 한다.

APEC의 의사결정은 합의(consensus) 방식에 따르며, 비구속적(non-binding) 이행을 원칙으로 한다. 또한 Retreat(비공식 회의) 방식을 채택함으로써 정상들이 형식에 구애받지 않고 역내 정치외교 현안에 대해 자유롭게 논의할 수 있는 기회를 제공함으로써 정치외교 현안

에 대한 논의와 정책 공조를 과시하였다. 출범 이후 협력 대상 의제가 점진적으로 확대·발전되어, 동티모르 사태, 9.11 테러, 조류 인플루엔자, 신종 인플루엔자, 식량안보, 재난 대응 등 민간 안보분야를 포함하여 아시아 태평양 지역의 경제·안보 협력 증진에 이바지 하고 있다. 또한 APEC은 지역공동체를 추구하되 EU, NAFTA 등과는 달리 개방적 지역주의(Open Regionalism) 통해 역내 무역·투자 자유화와 경제·기술 협력의 혜택을 역외권과 공유하고 있으며, 역내 민간부분의 참여 메커니즘을 다양하게 확보하여 기업 활동을 촉진하고 지역차원의 민간기구와 협력한다.

SCSC는 Sub-Committee on Standards and Conformance(표준 적합소위원회)의 약자로 APEC내의 무역투자위원회(CTI) 산하의 표준과 적합성 평가를 다루는 소위원회이다. APEC 회원국들은 1994년 11월 자카르타에서 개최된 제6차 각료회의에서 "APEC 표준적합성프레임워크에 관한 선언(Declaration on an APEC Standards and Conformance Framework)을 채택하고 CTI의 부속위원회로서 SCSC 설립을 승인하였다. SCSC에는 21개 회원국이 참가하고 있다.

마. 유럽연합(EU)의 대표적 표준화기구: CEN(유럽표준화위원회) - CENELEC(유럽전기기술표준화위원회)

CEN(Committee European de Normalisation, 유럽표준화위원회)은 EU 역내 국가들의 무역 촉진 및 유럽 표준의 이행을 촉진하기 위해 1957년 설립된 표준화기구로서, 유럽표준화에 맞추어 유럽경쟁력 강화 목표로 한다. CEN은 ISO 국제표준에 대응하기 위해 설립되었으며, 전기 전자분야를 제외한 전 산업분야에서의 유럽표준으로 ISO 와 유사하다.

CENELEC(Committee European de Normalisation Electrotechnique, 전기기술표준화위원회)은 유럽공동체 및 유럽 자유무역지역 가맹 국가의 국가전기 표준위원회 또는 국가전기 표준화 위임기관 연합체로서, 1973년에 설립되었다. CENELEC은 주로 전기안전, 전자기적 양립성, 전기전자에 관한 사항을 일치시켜 회원 국가의 무역 장벽 제거를 주 업무로 하며 IEC 국제표준에 대응하고 있다.

3) 인정제도 및 인정기구

가. 인정제도

인정제도는 국제표준화기구(ISO) 규격에서 요구하는 인정기구로서의 자격 요건을 갖춘 인정기관에 의해 적합성 평가기관을 심사하여 해당 기관이 규정된 요건을 충족시키고 특정 적합성평가업무를 수행할 수 있는 능력이 있음을 제3자가 증명해주는 제도이다. 적합성평가란 제품, 절차, 시스템, 요원 및 기관이 규정된 요건을 만족시키고 있음을 입증해주는 활동으로 적합성평가기관에는 시험기관, 교정기관, 검사기관, 표준물질생산기관, 제품인증기관, 요원인증기관 등이 있습니다.

정부가 국제기준에 따라 이들 인정제도를 운영하는 목적은 시험, 교정, 검사 및 제품인증 등 적합성평가 능력을 전반적으로 향상시키고, 적합성 평가기관을 국제 기준에 의해 보증하여 적합성평가결과(시험성적서, 교정성적서, 검사성적서, 제품인증서 등)에 대한 국내외 신뢰를 확보함으로써 산업체를 효과적으로 지원하는데 있다. 최종적으로는 적합성평가 결과에 대한 상호인정협정(MRA; Mutual Recognition Agreements)을 통해 국내에서 발행한 적합성평가결과가 해외에서도 수용되게 하여 제품 수출시 수입국에서 시험이나 제품인증을 다시 받지 않도록 함으로써 기술무역장벽을 극복하고 수출경쟁력을 확보하는데 있다.

우리나라는 국가기술표준원이 인정업무를 수행하기 위한 법적근거를 마련하고 관련 국제기준을 도입하여 한국인정기구(KOLAS)를 운영하고 있다. KOLAS는 시험기관, 교정기관, 검사기관 및 표준물질생산기관의 인정업무, 제품인증기관 인정업무를 수행하고 있다. 이 분야의 국제기구는 국제시험기관 인정협력체(ILAC)이며 지역적으로는 아시아 태평양 지역의 협의체인 아시아 태평양 시험기관 인정협력체(APLAC)가 있다.

참고

주요 용어 설명

- 인정기관이란? 법 및 국제표준관련기구에서 정한 국제기준에 의거 해당 평가기관이 규정된 요건을 충족시키고 특정 적합성평가업무를 수행할 수 있는 능력이 있음을 제3자가 증명해주는 인정업무를 수행하는 기관
- 공인기관이란? 적합성평가를 실시하는 인정기구로부터 인정을 획득한 교정기관, 시험기관, 검사기관, 표준물질생산기관, 제품인증기관
- 적합성평가란? 제품, 절차, 시스템, 요원 및 기관이 규정된 요건을 만족시키고 있음을 입증해주는 활동

나. 국가별 인정기구

(1) 한국

한국인정기구(Korea Laboratory Accreditation Scheme, KOLAS)는 국가기술표준원 조직으로서, 국가기술표준원장이 KOLAS장의 역할을 수행하고 있다. 주요 업무는 대한민국 “정부조직법” 및 “산업통상자원부와 그 소속기관 직제령”에 근거하여 국가표준제도의 확립 및 산업표준화제도 운영, 공산품의 안전/품질 및 계량·측정에 관한 사항, 산업기반기술 및 공업기술의 조사/연구 개발 및 지원, 교정기관, 시험기관 및 검사기관 인정제도의 운영, 표준화관련 국가간 또는 국제기구와의 협력 및 교류에 관한 사항 등이다. 1992년 12월에 출범하였으며, 1995년 4월 APLAC 정회원, 1996년 9월 ILAC 창립회원으로 가입 하였다. 1998년 10월 시험분야 APLAC 상호인정협정(MRA; Mutual Recognition Agreement)을 체결하고 2000년 10월에는 교정분야에서 상호인정협정을 체결하였다. 2000년 11월에는 시험분야 ILAC과 상호인정협정을 체결하였으며, 2001년 5월에는 교정분야가 ILAC MRA에 공식서명하였다.

현재 의료시험기관에 대한 ILAC MRA 가 체결되었다. 국제표준기법 및 ISO/IEC 17011: 적합성평가(인정기관에 대한 일반요구사항)의 규정에 따라 총 7개 분야에 대한 인정업무를 수행하고 있다. 인정업무분야는 교정기관, 시험기관, 검사기관, 표준물질생산기관, 메디칼시험기관, 숙련도시험운영기관, 제품인증기관이다.(표 34)

시험기관의 경우, 국제기준 ISO/IEC 17025 시험·교정기관의 자격에 대한 일반 요구사항에 따라 국내 시험기관의 시험능력을 평가하여 이에 적합한 경우 공인시험기관으로 인정하고 있다. '시험'이란 특정한 제품, 공정 및 서비스를 대상으로 하나 또는 그 이상의 특성을 규정된 절차에 따라 측정하는 기술적인 작업을 말한다. 현재 (2018년 2월) 총 513개의 공인 시험기관이 존재하며, 그 중 환경분야(수질, 폐수·폐기물, 대기, 토양, 실내 및 기타환경)에서 인정을 받은 공인시험기관은 130개이다.(표 35)

검사기관의 경우, ISO/IEC 17020에 따라 검사기관 인정업무를 수행하고 있다. '검사'란 제품설계, 제품, 서비스, 공정 및 시설에 대하여 특정요건에 대한 적합성 판정을 말하며 검사에는 경험, 전문적 판단에 연계된 육안검사가 포함되고, 공정에 대한 검사에는 직원, 시설, 기술 및 방법론 등이 포함된다. 총 3가지 유형의 검사기관에 대해 적합성 판정을 수행한다. 현재(2018년 2월) 총 58개의 기관이 공인검사기관으로 인정되었다.

교정분야의 경우, ISO/IEC 17025 기준으로 해당 기관에 대한 교정기관으로서의 적합성여부를 평가한다. 이는 측정기의 정밀·정확도를 지속적으로 유지시키기 위하여 주기적으로 교정을 실시함으로써 국가 측정표준과의 소급성을 유지시키기 위함이다. 이를 통해 측정기의 계속 사용, 마모, 내용년수 경과 및 사용환경 변화 등으로 발생할 수 있는 측정오차를 항상 허용 공차 이내로 유지시킬 수 있다. 이 제도의 궁극적인 목적은 제조공정에서 제품의 균질성과 성능을 보장하고, 시험/연구기관에서 산출하는 측정결과의 대외 신뢰도를 확보하는데 있다. 현재(2018년 2월) 총 217개의 기관이 공인검사기관으로 인정되었다.

KOLAS 는 KS Q ISO/IEC 17043 국제기준에 부합되는 숙련도시험 운영기관 인정제도업무를 수행하고 있다. 이와 관련하여 인정위원

회(15인 이내), 인정제도위원회, 교육훈련위원회, 분야별 기술위원회를 운영하며, 인정 및 평가시 숙련도시험운영기준, KS Q ISO/IEC 17043, KS Q ISO/IEC 17025 등의 국제 기준을 적용한다. 2018년 2월 기준 숙련도 시험기관은 국가(지방)기관 2개, 공공기관 5개, 측정기 제조판매 업체 2개로 총 9개 이다.(표 36)

<표 34> KOLAS 인정분야별 국제인증 규격

구분	분 야	규 격
1	검사(inspection body)	KS Q ISO/IEC 17020:2014(ISO/IEC 17020:2012) 검사기관 운영에 대한 일반기준
2	시험(testing body)	KS Q ISO/IEC 17025:(ISO/IEC 17025:2005) 시험 및 교정기관 자격에 대한 일반요구사항
3	교정(calibration body)	
4	메디컬시험	KS P ISO 15189:2013 공인메디컬시험기관 인정제도운영요령
5	표준물질생산	KS A ISO Guide 34 : 표준물질생산기관의 자격에 대한 일반 요건
6	숙련도시험운영기관 (PT provider)	KS Q ISO/IEC 17403 적합성평가 - 숙련도시험 일반 요구사항
7	제품인증기관 (certification body)	ISO/IEC Guide65

<표 35> KOLAS 인정 시험 기관(인정분야: 화학시험) 2018년 2월 현재

세부분야	기관수(개)
총수	130
수질	44

폐수·폐기물	12
대기	10
토양	13
실내 및 기타환경	41

<표 36> 국내 KOLAS 인정 숙련도 시험기관(2018년 2월 기준)

분류	기관명
1	(주)한국첨단시험연구원
2	서울대학교 농업생명과학대학 농생명과학공동기기원
3	(사)대한임상검사정도관리협회
4	국립수산과학원
5	한국수자원공사 수질연구센터
6	국립과학수사연구원
7	한국산업기술시험원(구로,시험)
8	한국건설생활환경시험연구원
9	한국계량측정협회

(2) 영국

UKAS(The United Kingdom Accreditation Service)는 영국의 유일한 일
정기구로서 비영리 민간기관이다. UKAS는 Accreditation Regulations
2009 (SI No 3155/2009) 와 EU Regulation (EC) 765/2008에 의해 국
가 인정기구로 승인되었다. 정부부처인 Department for Business,
Energy & Industrial Strategy(BEIS)와의 양해각서(MOU) 에 기반을 두어

운영된다. BEIS 승인하에 국가인정표식을 사용하고 공인기관에게 표식을 수여할 수 있다. UKAS 국제그룹인 EA, IAF, ILAC에 소속되어 있다. 이는 공급자들이 제품 생산 및 수출 시 다중 심사에 따른 시간과 비용을 줄이고, UKAS 인정을 가진 기관의 무역장벽을 감소시키는 이점이 있다. 따라서 BEIS는 가능하면 해당 기관들이 UKAS에 의한 적합성평가를 통해 공인기관이 되기를 추천한다.

UKAS 는 비영리 민간 기업으로 운영 및 기타 지출을 위한 비용은 인정업무에 따른 비용징수를 통해 충당된다. 그 외 BEIS의 지원을 받아 국제인정시스템에서 영국을 대표하기 위한 비영리 활동을 펼치고 있다. UKAS 의 2017년 보고서(Annual Report and Financial Statements for the year ended 31 March 2017)를 살펴보면 2016년에 비해 총 매출액은 10% 증가한 £29.4m 이다. 세금 후 순이익 또한 작년 대비 10% 증가한 £1,628k이다. 이는 연 인정업무에 소요된 총 일자가 23,333일에서 27,229일로 증가했기 때문이며 주로 법의학과 의료부문에 인정업무가 증가했다. 그러나 향후 몇 년간은 브렉시트로 인해 어려운 시기를 보낼 것으로 전망했다.

<표 37> UKAS 인정분야별 국제인증 규격

구분	분 야	규 격	
1	Laboratory accreditation	ISO 17025	Calibration Laboratories Testing Laboratories
2	Medical laboratory accreditation	ISO 15189	-
3	Clinical Pathology Accreditation	ISO 15189	-
4	Imaging Services Accreditation	ISAS Standard v3.0 2017	□ developed by The Royal College of Radiologists and the College of Radiographers □ specifically aimed at UK

			organisations providing diagnostic imaging services in both the NHS and the private sector
5	Physiological Services (IQIPS) accreditation scheme	IQIPS Standard	April 1st 2017
6	Certification body accreditation	ISO/IEC 17021-1	□ Quality Management Systems Certification (QMS)
		ISO/IEC 17021-1	□ Medical Devices – Quality Management Systems Certification
		ISO/IEC 17021-1	Healthcare Quality Management Systems Certification (HCQMS)
		ISO/IEC 17021-1	Environmental Management Systems Certification (EMS)
		Council Regulation (EC) No 1221/2009)	Eco-Management and Audit Scheme (EMAS)
		ISO/IEC 17021-1	Food Safety Management Systems Certification (FSMS)
		ISO/IEC 17021-1	Information Security Management Systems Certification (ISMS)
		ISO/IEC 17021-1	Business Continuity Management Systems Certification (BCM)
		ISO/IEC	Health and Safety

		17021-1	Management Systems Certification (H&SMS)
		ISO/IEC 17021-1	Information Technology Service Management System Certification (ITSMS)
		ISO/IEC 17021-1	Supply Chain Security Management Systems Certification (SCSMS)
		ISO/IEC 17021-1	Energy Management Systems Certification (EnMS)
7		ISO/IEC 17021-1	Asset Management Systems Certification (AMS)
		ISO/IEC 17021-1	Management System for Quality of Private Security Company Operations
		ISO/IEC 17021-1	Fire Risk Management Systems Certification (FRMS)
		ISO/IEC 17021-1	Competence Management System Certification (Gas Engineers)
		ISO/IEC 17065	Certification of Products, Processes and Services
		ISO/IEC 17024	Certification of Persons
		ISO 14065	Greenhouse Gas Verification (GHG)

(3) 미국

EPA 주도로 1986년부터 환경분야 시험검사기관에 대한 인정업무가 시작되었으며, 2006년 확대 설립된 TNI(The National Environmental Laboratory Accreditation Conference Institute)가 업무를 수행하고 있

다. TNI 는 ISO/IEC 17043 일부 기준은 변경한 자체 기준을 가지고 숙련도시험의 운영을 시작하였으며, 현재는 TNI 기준이 NELAC 기준을 완전히 대체하였다. TNI 는 숙련도시험 공급기관과 숙련도 시험 공급기관 인정기관을 두고 있다. 숙련도 시험 전문가 위원회(PT expert committee)와 이사회(PT board)는 시험 검사 기관, 숙련도 시험 공급기관 및 인정기관 관련 기준 개발, 숙련도 시험 공급기관 인정기관의 관리감독, 기준 해석 자문 및 지원 등의 업무를 수행한다. 2014년 이후 숙련도시험 이사회(PTB) 및 PTPA의 업무 중 다수를 PTPEC(PT program executive committee)로 이관하였으나 PTPEC는 PTB의 명칭이 변경된 것으로 PTB와 관련된 조항들은 모두 PTPEC와 관련되도록 개정하였다.

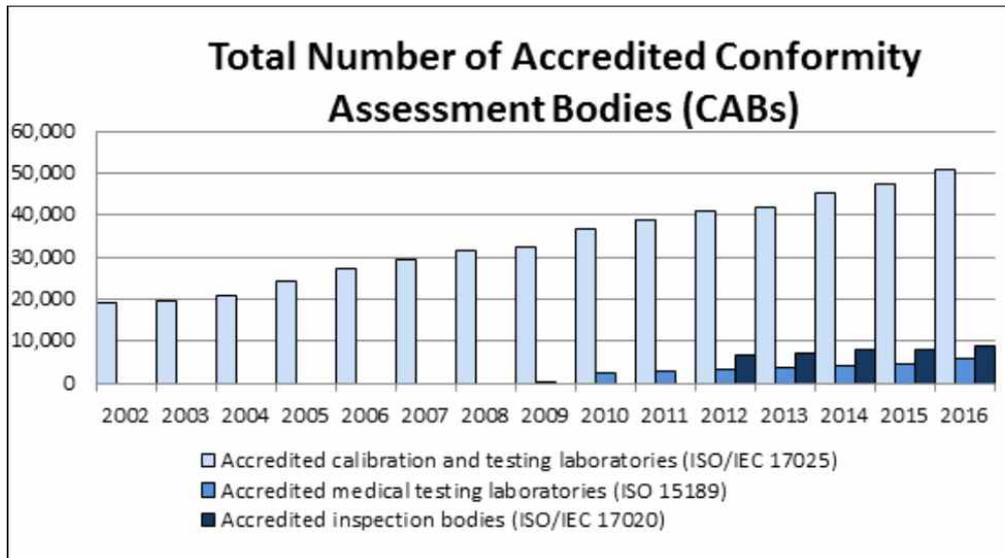
TNI 운영절차는 다음과 같다. TNI는 먼저 숙련도 시험 공급기관 인정기관인 PTPA를 지정한다. PTPA는 일반적인 인정기구로 ACLASS, A2LA가 여기에 해당한다. PTPA는 PIP를 인정하며 PIP는 미국 각 주 환경청이 대부분을 차지한다. 숙련도시험 공급기관 지정 시 인정스킴을 ISO/IEC 17043, TNI PTP, TNI SSAS(Stationary Source Audit Sample) 중 1개 이상을 선택할 수 있다.

다. 시험기관 인정기구 연합체

국가별 인정기구(Accreditation Body)는 시험기관 인정기구들의 국제협력체인 ILAC(International Laboratory Accreditation)에 정회원 및 준회원으로 소속되어 있다. ILAC은 각 지역별로 아시아태평양지역은 APLAC(Asia Pacific Laboratory Accreditation Cooperation), 유럽지역은 EA(European cooperation for Accreditation), 중앙아메리카지역은 IAAC(InterAmerican Accreditation Cooperation), 아프리카지역은 SADCA(South African Development Community Cooperation in Accreditation)으로 크게 네 지역으로 분류된다. 우리나라는 APLAC에 속한 인정기구로서 KOLAS(Korea Laboratory Accreditation Scheme)가 있다.

(1) ILAC (국제 시험기관 인정기구 협력체; International Laboratory Accreditation Cooperation)

ILAC의 주요 역할은 (1) 시험기관 및 검사기관 인정 업무를 개발 및 조화 (2) 국제기준을 통해 교정기관(ISO/IEC 17025), 시험(ISO/IEC 17025), 검사기관(ISO/IEC 17020), 메디칼시험기관(ISO 15189)의 적합성을 평가하고 ILAC MRA를 통해 전세계적인 공인시험 및 교정성적서의 상호 인정 (3) 업계, 정부, 규제기관 및 소비자에게 시험 및 검사기관 인정을 홍보 (4) 인정제도의 발전 지원이다. 1977년 공인시험 및 교정성적서의 상호인정을 장려하여 무역 용이성을 추구한다는 목적으로 비공식기구로 출범하였으나, WTO 출범과 함께 1996년 9월 44개 국가기관이 암스테르담에서 상호인정협정(MRA, Mutual Recognition Arrangement) 네트워크를 구축하기 위한 선언과 함께 공식적인 국제시험기관 인정기구 협력체로 개편하였다. 2001년 1월 28개국의 36개의 실험실인정기관은 시험 및 교정결과값의 상호인정을 위해 워싱턴 DC에서 교정, 시험기관에 대한 ILAC MRA를 구축하였다. 2012년 10월에는 검사기관에 대한 ILAC MRA를 구축하였다. 현재 숙련도심사 운영기관 및 표준물질 생산기관에 대한 ILAC MRA 구축을 준비 중에 있다. 현재 지역별 인정기구 협력체인 APLAC(the Asia-Pacific), EA(유럽), IAAC(미주), AFRAC(아프리카), SADCA(남부아프리카), ARAC(아랍) 등과 MRA가 체결되었다. 2016년까지 약 57000개의 시험기관, 8800개의 검사기관이 ILAC MRA에 의해 인정되었다.(그림 5) 숙련도 시험 프로그램인 CAEAL (Canadian Association for Environmental Analytical Laboratories)을 운영하고 있다.



<그림 5> APLAC 인정 공인기관 현황
 (<http://ilac.org/about-ilac/facts-and-figures/>)

(2) APLAC (아시아태평양 시험기관 인정 협력체; Asia Pacific Laboratory Accreditation Cooperation)

APLAC은 아시아태평양지역의 시험·검사기관 인정기구의 집합체로서 1992년 4월에 창설되었다. 1995년 4월 인도네시아에서 아시아태평양 지역 16개국이 APLAC 양해각서(MOU)에 서명함에 따라 정식기구로 발족하였다. 이후 10개국이 추가적으로 APLAC에 가입하여 2017년 47개 회원국 중 39개 기관이 APLAC-MRA에 서명하였으며, 이는 ISO/IEC 17011을 갖추고 APLAC 평가단의 동등성 평가에 적합하였음을 나타낸다. APLAC의 주요설립 목적은 회원국 내에서 능력을 갖춘 시험기관 및 검사기관의 개발을 촉진하고, 지역 간 인정업무의 조화를 추구하며, 공인시험, 측정 및 검사결과의 상호인정을 가능하게 하는데 있다. 즉 아시아태평양지역 인정기관 간 상호인정협정을 확립, 발전, 확장시키는 것이다. 초기에는 시험기관 및 교정기관을 인정했으며, 점차적으로 검사기관, 표준품 생산기관 등을 인정하면서 분야를 확장하였다.

APLAC은 각국에 제공되는 인정 서비스의 지속적인 개선을 목표로 회원국들에게 인정 관련 정보교환 포럼을 제공하며, 상호인정협정

(MRA; Mutual Recognition Arrangement) 서명국에 의해 인정된 증명서를 제공하여 각국의 정부와 산업계가 인정할 수 있도록 한다. APLAC은 ILAC로부터 인정을 받은 인정기구이며, 대부분의 APLAC MRA 서명국은 ILAC의 회원이기도 하다. APLAC은 소속 인정기관을 지원하기 위해 각국의 숙련도 시험 및 측정에 대한 감사활동 조직, 인정에 관한 워크숍 및 교육활동 운영 관리, 홍보물 마련, 기술지침문서 개발, 시험기관간 비교, 상호인정협정 체결 절차 및 규정 개발 등 다양한 활동을 한다. 숙련도 시험 프로그램으로는 NATA(AUSTRALIA), NEW ZEALAND, TAF(CHINESE TAIPEI), THAILAND, CALA, SCC(Standards Council of Canada) and Other (CANADA), A2LA(American Association for Lab Accreditation, USA), CNAS (People's Republic of China) 등이 있다.

(3) EA (유럽 시험기관 인정 협력체; European cooperation for Accreditation)

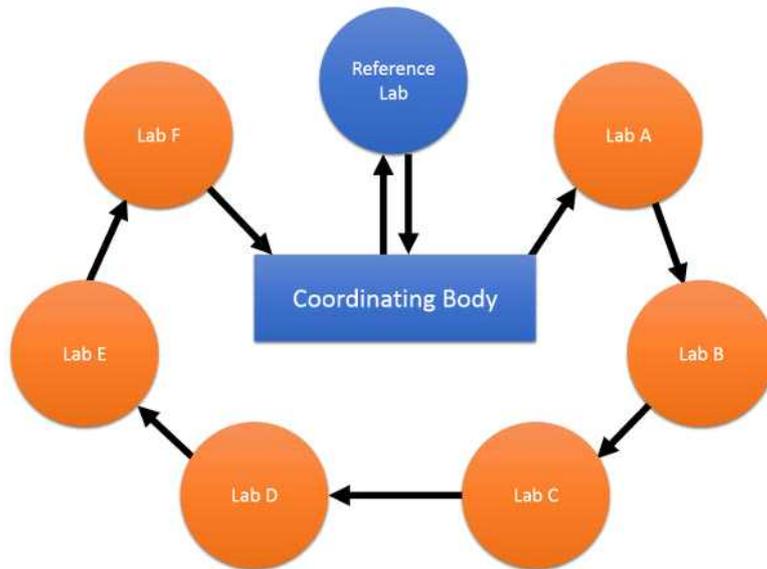
EA는 유럽지역 국가들의 인정을 받은 인정기구들의 조직망으로 1997년 11월에 설립된 비영리단체이며 2000년 6월, 네덜란드에서 협회로 등록을 했다. 현재 27개국 EU 회원국은 1국가 1인정기구 체계로 운영되며, EA에서 통합지원기능을 수행하고 있다. EA는 각 회원국이 검사하는 기준을 일관성 있게 해석하여 유럽 내 시험결과 인정제도의 일관성을 보장한다. 또한 EA는 회원들에게 제공된 결과와 수행한 작업의 투명성을 보장하고, 인정제도 및 인정된 적합성 평가 결과의 상호인정에 대한 다국간 협정을 유지한다. ILAC과 IAF(International Accreditation Forum)의 회원국으로서 국제관행과 일치된 평가 시스템을 확보하고 있으며, 인정에 대한 유럽정책의 구현 및 운영과 관련된 문제에 대한 기술적 기관으로서의 역할을 담당하고 있다.

4) 숙련도 시험 (Proficiency Testing)

가. 숙련도 시험 개요 (참조: <http://www.isobudgets.com/proficiency-testing-and-interlaboratory-comparisons>)

ISO/IEC 17043에 따르면 숙련도 시험이란 실험실간 비교 등의 방법을 통해 이미 알려진 기준을 가지고 참여자의 실험 결과를 평가하는 것으로 기준 실험실(reference laboratory) 값과 참여 실험실 결과값으로부터 도출된 값을 가지고 다른 참여기관의 분석능력을 증명하고 실험실의 측정 과정을 인증한다.(그림 6) ISO/IEC Guide 43-1:1997과 Guide 43-2:1997를 통합한 기준인 ISO/IEC 17043:2010은 적합성평가의 국제 기준으로서 숙련도 시험 운영기관(Provider)의 인정과 숙련도 시험(Proficiency Testing) 운영을 위한 필수요건을 제시한다.

숙련도 시험을 실시할 경우 시험검사능력에 대한 객관적인 평가가 가능하며, 이를 통해 시험검사기관의 신뢰도를 높이고 높은 수준의 검사능력을 관리할 수 있다. 또한 인정기구가 발생한 인증서와 인정기구 운영의 동일성에 기반하므로 국가시험 서비스 간에 상호신뢰를 유지·구축할 수 있을 뿐만 아니라 각 국가의 상이한 검사 결과로 인하여 국제분쟁 발생 시 이를 해결하기 위한 자료로 이용 가능하다. 그러나 ISO/IEC 17025 에 따르면 숙련도 시험은 실험실 인증에 있어 필수 조건은 아니다.



<그림 6> 숙련도 시험 중 연속참가 스킴 모식도

(<http://www.isobudgets.com/proficiency-testing-and-interlaboratory-comparisons/>)

숙련도 시험의 종류에는 연속참가 스킴(Sequential Participation Schemes)과 동시참가 스킴(Simultaneous Participation Schemes)이 있다.(그림 6, 표 38) 연 참가 스킴은 특성값을 알고 있는 기준시료를 참가기관이 차례대로 분석하고 그 측정값을 대조실험실 값과 비교하여 참가기관의 시험, 측정 능력을 평가하는 것이다. 먼저 숙련도 시험 운영기관은 대조실험실(reference laboratory)에 숙련도 시험을 위한 샘플을 보낸 후 참여기관 실험실들 한곳에 동일한 샘플을 배송한다. 샘플은 받은 기관은 독립적으로 샘플을 분석한 후 측정값을 운영기관에게 제출하고, 남은 샘플을 다른 참가 기관에게 배송한다. 모든 참여기관의 분석이 종료되면 샘플은 다시 운영기관으로 되돌려 보내진다. 숙련도 시험 운영기관은 제출된 모든 실험 결과값을 평가하고 각각의 참여기관에게 평가결과를 송부한다. 동시참가 스킴(Simultaneous Participation Schemes)은 샘플에서 부표본(Sub-Samples)을 임의로 선택하여 동시에 여러 시험소에 배부하는 것으로 사용한 샘플은 실험 수 폐기가능하다.

<표 38> 숙련도 시험 형태

구분	특징
연속 참가 스킴(Sequential Participation Schemes)	<ul style="list-style-type: none"> □ 시험 또는 측정대상이 되는 측정 기준물을 한 참가시험소에서 다른 참가시험소로 계속 순환시키는 방식 □ 측정기준물의 설정값(Assigned Value)은 기준시험기관(Reference Lab)에서 부여 □ 연속적 참가 형태를 취하고 있기 때문에 완료시까지 상당한 시간 소요
동시 참가 스킴(Simultaneous Participation Schemes)	<ul style="list-style-type: none"> □ 균질성이 있다고 가정되는 재료원으로부터 부표본(Sub-Samples)을 임의로 선택하여 동시에 여러 시험소에 배부 □ 참가시험소의 수가 통계적으로 의미 있는 결과를 얻을 수 있을 만큼 많아야 함

“숙련도 시험(Proficiency Testing)”과 “시험소간 비교(inter-laboratory comparison, ILC)”는 시험 검사 산업계에서 비슷한 용어로 사용되고 있으나 이는 정확하게 일치하지 않는다. ISO/IEC 17043:2010에 따르면 ILC는 두 개 이상의 실험실에서 동일하거나 비슷한 샘플을 가지고 분석을 수행하는 것으로 기준시험기관 또는 운영기관이 없으며, 단지 참가한 기관들 사이에서 비교된다. ISO Guide 43에 따르면 숙련도시험은 기준시험기관(reference laboratory)을 가진 운영기관에 의해 정식으로 운영되며, 시험결과는 En 과 Z 값이 제공되는 정식보고서를 통해 발행된다. 즉 숙련도 시험은 ILC와 달리 독립적인 제3의 기관에 의해 경영되는 특징을 가지고 기준시험기관의 실험값을 가지고 참가기관의 분석능력을 평가한다. ISO/IEC 17043에 따르면 숙련도시험 결과값은

Normalized Error(En)와 Z-값(Z-Score)으로 평가된다.

나. 국내 숙련도 시험 (참조: KOLAS 숙련도시험운영기준, 국가기술표준원 고시 제2015-514호(2015. 11. 5))

한국인정기관인 KOLAS는 국제 및 국내 기준(표 39)을 이용하여 시험기관, 교정기관, 검사기관, 메디컬시험기관, 숙련도시험 운영기관에 대한 숙련도시험을 실시하고 있다. 숙련도시험 결과는 시험기관 공인기관 인정 여부를 결정하는데 중요한 자료로 이용될 수 있으나, 숙련도시험 결과만을 가지고 판단하지는 않는다. KOLAS 공인 시험·교정기관은 인정분야의 측정수행능력을 지속적으로 입증하기 위하여 주요 인정분야별로 KOLAS가 인정하는 숙련도시험에 적어도 3년에 1회 이상 참가하여야 한다. 단, 메디컬시험기관(ISO 15189:2007)은 중분류별로 1년에 2회 이상 숙련도시험에 주기적으로 참가하여야 한다. KOLAS가 인정하는 숙련도시험은 (1) KOLAS 또는 KOLAS가 숙련도시험 운영기관으로 인정한 기관이 실시하는 숙련도시험, (2) 아시아·태평양시험기관 인정협력체(APLAC) 또는 유럽인정기구협력체(EA) 등 지역 시험기관 인정기구 협력체, 기타 국제기구에서 실시하는 숙련도시험, (3) 국제시험기관인정협력체(ILAC) MRA 체결 인정기구가 실시하거나 해당 인정기구가 ISO/IEC 17043에 의해 인정한 숙련도시험 운영기관이 실시하는 숙련도시험, (4) 1~3)항에 해당하는 시험이 없는 경우, KOLAS의 장이 인정하는 시험기관(자)간 비교시험 또는 측정심사이다.

숙련도시험 참가기관은 주어진 참가요강에 따라 시험을 실시하고 정해진 기간 내에 시험결과를 숙련도시험 운영기관에 제출하여야 한다. 특히 한 개의 시료가 참가기관들 사이에 순회되는 측정비교시험에서는 참가자들은 시료의 특성이 손상되지 않는 방법으로 시료를 취급하여야 한다.

<표 39> 숙련도시험 운영관련 참고규격

규격	세부사항
KS Q ISO/IEC 17043	적합성평가-숙련도시험 일반 요구사항
KS Q ISO/IEC 13528	시험소 간 비교 숙련도 시험용 통계적 방법
KS A ISO 5725-2	측정 방법 및 측정 결과의 정확도(진도 및 정밀도) - 제2부 : 표준 측정 방법의 반복 정밀도 및 재현 정밀도를 구하기 위한 기본적 방법
KS A ISO Guide 34	표준 물질 생산 기관의 자격에 대한 일반 요건
KS A ISO Guide 35	표준 물질의 인증 - 일반적 및 통계적 원칙
KOLAS-R-001	국가교정기관지정제도운영요령
KOLAS-R-002	공인기관인정제도운영요령
KOLAS-R-010	공인메디컬시험기관인정제도운영요령

숙련도에 대한 평가는 통계분석에 기초하며, 시험분야의 경우 z값에 기초하여 수행도를 평가한다. Z값은 측정값의 정규분포 변수로서 대상기관의 측정값과 기준값의 차를 측정값의 분산정도 또는 목표표준편차로 나눈 값으로 산출한다.

$$Z = \frac{x - X}{s}$$

여기서, x 는 대상기관의 측정값

X 는 기준값

s 는 측정값의 분산정도 또는 목표표준편차

시험기관의 수행도 평가는 z의 절대값이 2 이하일 경우 만족, 2 초과 3 미만일 경우 의심, 3 이상일 경우 불만족값으로 이상값이라 한다. 불만족 결과를 산출한 시험기관은 즉시 불만족 결과에 대한 원인을 조

사·분석하고 적절한 시정조치를 취해야 한다. 특히, 불만족 결과를 산출한 공인시험기관은 불만족 결과에 대한 통보를 받은 후 30일 이내에 파악된 잠재적인 원인, 시정조치 내용, 필요한 경우, 표준물질을 이용한 재시험 결과와 같이 시험기관이 취한 시정조치가 효과적임을 확인한 증빙자료를 국가인정기관에 제출하여야 한다. 만약 시험기관(자)간 비교시험에서 참가하는 기관수가 적거나 시험자간 비교시험을 실시하여 z 값 등으로 수행도 평가 어려운 경우에 결과 평가방법은 분산분석 또는 독립표본 t검정 등의 통계기법을 통해 시험결과가 일치하는 지를 판단할 수 있으며 이때에 가능한 시험기관에서는 독립된 시험횟수를 늘이는 것을 권장하며, 시험특성 및 참가기관 수에 따라 적절한 통계분석을 적용할 수 있다.

다. 영국의 숙련도시험

숙련도 시험의 중요성이 부각되면서 전세계적으로 국민들의 안전 및 제품의 품질향상을 위한 노력의 일환으로 시험검사기관에 대한 숙련도 시험을 제공하고 있다. 국제 숙련도 시험은 ISO/IEC Guide 43의 시험소 간 비교에 의한 숙련도 시험(Proficiency Testing by Interlaboratory Comparisons)에서 출발하였으나 기존의 ISO/IEC Guide 43-1과 Guide 43-2를 통합한 기준인 ISO/IEC 17043에 따라 각 국가의 인정기구(Provider)를 인정하고 있으며, 인정기구는 참여기관(Participant)의 숙련도 시험(Laboratory Proficiency Testing)을 제공한다.

영국의 경우, 총 9개 분야에서 UKAS로 부터 인정된 숙련도시험 운영기관이 숙련도 시험을 제공하고 있다. 분야는 임상, 소비자 안전, 환경, 식품 및 음료, 법의학, 가스, 인체 체액, 석유화학, 수의사로 구분된다. 환경분야에서 2018년 1월 현재 총 4개의 숙련도 시험 운영기관이 숙련도시험을 제공하고 있다.(표 40)

정부에서 실시하는 숙련도시험은 식품 및 음료시험 실험실을 대상으로 Public Health England(PHE, 공중보건기구)에서 실시하는 미생물분야가 유일하다. Public Health England(PHE, 공중보건기구)는

<표 40> 영국의 환경분야 숙련도시험 제공기관

구분	세부 분야
Fera Science Ltd http://www.fapas.com	<ul style="list-style-type: none"> □ Potable water chemistry (LEAP scheme) □ Effluent, waste water, surface water, high salinity water, contaminated land & hazardous waste (LEAP scheme) □ Contaminated land chemistry (soil) □ Potable water microbiology/parasitology (LEAP Scheme)
LGC Standards Proficiency Testing http://www.lgcstandards.co	<ul style="list-style-type: none"> □ Clean water – inorganic, organic, radiochemistry □ Wastewaters and effluents–inorganic □ Wastewater–organic □ Surface/portable water–ecotoxicology □ Agricultural soil–inorganics □ Simulated water and environmental products □ Water
Health and Safety Laboratory http://www.hsl.gov.uk/centres-of-excellence/proficiency-testing-schemes.aspx	<ul style="list-style-type: none"> □ Amosite, chrysotile, crocidolite, tremolite, anthophyllite and actinolite
NPL Management Ltd http://www.npl.co.uk	<ul style="list-style-type: none"> □ Multiple source radionuclides in aqueous matrices and non–aqueous matrices □ Particulate stack emissions □ Stack emissions calibration gas □ Stack emissions gas simulator

Department of Health & Social Care 소속의 책임운영기관이다. UKAS로부터 과거 ISO/IEC Guide 43-1: 1997, 현재는 ISO/IEC 17043:2010에 의거 식품, 수질, 환경 미생물분야의 국제적인 숙련도시험 운영기관으로 인증되었으며, 20여 년 동안 관련 실험실을 대상으로 숙련도시험을 제공하고 있다. PHE가 제공하는 숙련도시험스킴(PHE PT)은 외부정도관리(external quality assessment, EQA)라는 용어로 혼재되어 사용되고 있으며 특히 임상분야에서는 EQA가 흔히 사용된다.

PHE는 매년 4월 1일부터 다음해 3월 31일까지의 숙련도시험일정을 공지한다. 식품 일반미생물, 음용수, 휴양시설 및 표면수 등 주요항목의 경우 연 6회 2달 간격으로 이루어지며, 타 항목은 연 2~4회 실시된다.(그림 7, 8 ; <https://www.gov.uk/>) 숙련도시험의 신청은 PHE PT 멤버십 등록 후 가능하며, 멤버십은 1년 단위로 갱신된다. 숙련도시험 신청 후 분석용 샘플을 받게 되며, 실험결과는 on line reporting system 웹페이지를 통해 보고하게 된다. 이 때 부여된 실험실 번호, 속성(identity), 비밀번호 등을 통해 시스템에 접근할 수 있으며, 시료배부분야와 배부 날짜 확인 후 실험과정에 대한 정보 및 결과값을 입력할 수 있다. 일단 실험결과를 제출하게 되면, 결과에 대한 수정은 불가능하다. 시험이 종료되면 웹페이지에서 결과를 확인할 수 있다. 이를 통해 참여한 숙련도 시험결과가 5회까지 누적 기록되며, 누적기록은 향후 누적 수행도 평가로 이어진다.

Food Microbiology Schemes

Despatch Date	9 Apr 18	4 Jun 18	30 Jul 18	1 Oct 18	7 Jan 19	18 Feb 19
Standard	304	306	308	310	312	314
European Food Microbiology		EFL45		EFL46	EFL47	EFL48
Non-Pathogen All tests	NP060		NP061		NP062	
Non-Pathogen PYM option	PYM060		PYM061		PYM062	
Shellfish		SF060		SF061		SF062
Pathogenic <i>Vibrio</i>		V053		V054		V055
<i>S. aureus</i> enterotoxin	STA038		STA039		STA040	
Environmental Swab	ES11		ES12	ES13		ES14
Shiga toxin-producing <i>Escherichia Coli</i>		STX5			STX6	
Norovirus and Hepatitis A Virus*				NHV004		NHV005

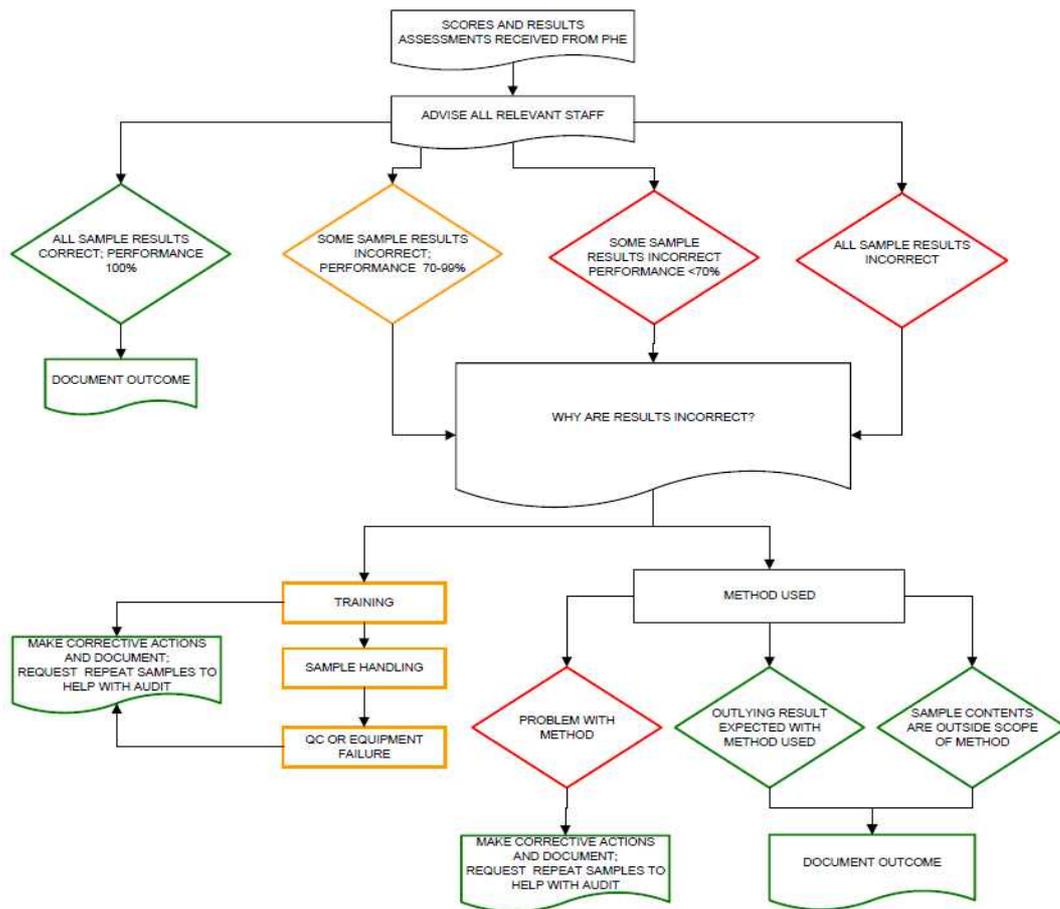
<그림 7> 영국의 Public Health England에서 제공하는 식품미생물 분야 숙련도시험 일정

Water Microbiology Schemes

Despatch Date	14 May 18	2 Jul 18	3 Sep 18	5 Nov 18	28 Jan 19	11 Mar 19
Legionella Isolation	G111	G112		G113	G114	
Legionella Molecular			LM4			LM5
Recreational and Surface Water	S84	S85	S86	S87	S88	S89
Drinking Water	W181	W182	W183	W184	W185	W186
Bottled and Mineral Water	BMW19		BMW20		BMW21	
Endoscope Rinse Water	EW19		EW20		EW21	
Dialysis Water		DW16		DW17		DW18
Hospital Tap Water		HTW13		HTW14		HTW15

<그림 8> 영국의 Public Health England에서 제공하는 수생미생물 분야 숙련도시험 일정

숙련도 시험 평가는 PHE 점수(scoring)과 Z 값을 판정기준으로 한다. PHE 점수는 영국 숙련도 시험에서만 사용하는 특수한 채점 방식으로 미생물 분야에 특화된 평가들이다. 시험 분야별로 다양한 체크항목이 있으며, 이를 바탕으로 항목별 점수가 계산된다. 최종결과값은 항목별 점수를 취합하여 만점대비 백분율로 나타낸다. 이는 장기간에 걸친 숙련도시험 결과를 취합하여 해당 실험실의 능력을 평가하는 것으로 참가자의 숙련도시험 참가 이력이 적을수록 실제적인 평가가 어려운 단점이 있다. 대부분의 경우 PHE 점수(scoring)과 Z 값은 만족 또는 불만족인지 여부에 대한 최종 결과값에 대해 비슷한 결과값을 도출한다. 비록 정부에서 제공하는 가이드라인이 존재하지만, 숙련도시험에 포함된 여러 항목의 결과값에 대한 종합적인 만족여부를 어떤 수준에서 적정하다고 판단할지 여부, 또한 이에 따른 향후 대처 방안 수립여부는 참가자의 결정에 달려 있다. 정부가이드 라인에 따르면, 모든 결과가 100% 만족이 아닐 경우, 문제의 원인을 파악할 것을 조언한다. 예를 들어 사용한 분석방법에 문제가 있을 경우 분석방법을 수정하고 재샘플분석을 의뢰할 수 있다. 또는 사용된 분석방법에서 일어날 수 있는 범위초과 결과인지, 또는 샘플농도 수준이 해당 분석방법으로 파악이 가능한지 여부 등을 조사하여 그 원인을 찾아낼 수 있다. 더불어 문제의 원인을 트레이닝, 샘플 취급, 품질관리 또는 장비 문제 등 일련의 과정을 통해 원인을 파악하고 문제 발견 시 이를 수정하고 향후 감사에 대비하여 재분석 샘플을 요구할 수 있다.(그림 9 ; <https://www.gov.uk/>)



<그림 9> 영국의 Public Health England에서 제공하는 식품미생물 분야 숙련도시험 결과에 따른 액션 가이드라인

6. 정책제안

1) 민간 중심의 교육훈련 및 검정으로의 개편

정부는 비효율성을 제거하고 체계적인 교육 조직 운영을 통한 보수교육의 질적 향상을 위해 정부 주도의 일방적 운영에서 벗어나 산업계와 민간 중심의 교육훈련을 강화해야 한다. 더불어 자격검정 또한 기존의 국가주도 자격제도에서 탈피하여, 민간이 주도적으로 개선하고, 국가는 이를 지원하는 방식으로 전환되어야 한다. 즉 정부는 직접 자격을 검증하고 자격증을 배부하는 업무에서 벗어나 국가 전문인력의 전문성 관리 체계 구축에 초점을 맞추어야 한다. 민간전문기관이 자격검정에 대한 위탁 운영은 맡아 산업계의 수요에 정확히 부응하는 전문자격증 소지자의 공급을 통해 노동시장을 긴밀하게 연계할 수 있도록 해야 한다. 이를 위해서는 관련 정부기관은 이를 모니터링하여 결과를 반영·개선하도록 관리하여야 한다. 교육 체계와 커리큘럼의 현실화를 위해 교육대상자 및 현장의 교육 요구를 효과적으로 분석하고 보수교육 후 교육효과를 정확히 진단하여 교육 결과를 다시 프로그램에 반영하는 순환형 모니터링 체계를 구축하는 것이 필요하다.

2) 과정평가형 자격방식 도입

우리나라의 국가기술자격은 2014년 과정평가형 자격제도 도입에 따라 기존의 검정형 자격에서 검정형 및 과정평가형 자격이 병행하여 운영되고 있다. 이에 과정평가형 자격은 2015년 15개, 2016년 30개, 2017년 61개, 2018년 111개로 점진적으로 확대되고 있다. 이처럼 국가기술 자격에 있어 검정형 및 과정평가형 자격이 병행운영됨에 따라 환경부의 국가자격인 환경측정분석사 역시 과정평가형 자격제도의 도입을 고려할 필요가 있다. 검정형 자격 시험의 경우, 필기 또는 실기시험에 대한 최종검정으로 자격증이 부여되므로 실질적인 학습과 역량 강화 대신 평가에 통과하기 위한 노하우 중심으로 시험 준비하게 되는 경향이 있다. 또한 교육훈련과 자격취득을 위한 자격 준비를 별개로 실시함으로써 능력개발을 위한 중복투자가 초래되어 자격준비생들의 금전적 부담을 증가시킨다. 따라서 교육과정 참여정도와 역량 개발 정도를 같이

고려하여 자격을 부여하는 과정평가형 자격제도를 도입할 때, 학습자가 산업현장이 요구하는 역량을 효과적으로 습득하는 결과를 낼 수 있을 것이라 본다. 이는 더불어 산업현장의 생산성과 기술력을 증가시키는 효과를 초래할 것으로 사료된다. 이를 위해 환경부는 환경분석분야에 대한 NCS를 기반으로 환경측정분석 기술 능력 개발을 위한 교육 및 훈련과정을 제공하고, 교육훈련 이수 후 평가를 통해 자격을 취득하도록 하는 과정평가형 자격제도의 도입을 고려할 만하다.

3) NCS와 연계한 검정 및 교육실시

NCS란 산업현장에 적합한 인적자원을 개발하기 위해 국가차원에서 근로자가 산업현장에서 직무를 성공적으로 수행하기 위해 요구되는 능력을 표준화한 것이다.(자격기본법 제2조) 현재 환경측정분석 분야에 대한 직무능력 표준이 개발되어 2016년 고시되었다. 따라서 환경측정분석사 검정의 출제기준을 NCS의 지식요소를 반영하여 작성하여 NCS와 연계하는 것이 필요하다. 더불어 현재 개발된 환경분석분야 NCS를 기반으로 교육훈련을 시행하고 자격검정과 직접적으로 연계하도록 개선할 필요가 있다. 또한 교육훈련의 효과를 극대화하기 위해 교육훈련 실시 및 보수교육에 대한 명확한 법적 근거를 마련하여 새로운 취득자와 기존의 취득자간의 전문성을 계속해서 강화하도록 해야 한다.

더불어 교육훈련과 자격의 연계를 통해 교육 훈련과정에서 자격 취득예정자가 검정시험 자체에만 에너지를 집중하는 등의 부작용을 방지해야 한다. 즉 교육훈련과정과 자격검정간의 상호 인정이 제대로 이루어지도록 하여 교육 기관, 훈련기관, 산업현장간의 상호 연계성 및 통용성을 높이도록 국가, 사회적 조치가 필요하다.

4) 환경측정분석 분야 NCS의 현실화

2016년 고시된 환경측정분석의 NCS 능력단위 및 능력단위 역량, 수준을 살펴보면, 결과 역량 수준에 있어 현실화가 필요한 것으로 보인다. 예를 들면, 수질오염분석 직무에 대한 NCS의 경우, 분석 방법 및 사용기기의 취급 난이도가 분야별로 상이함에도 불구하고 모든 분석분야의

수준이 5 수준으로 동일하다. 즉, 일반항목 분석은 유기물질 분석에 비해 수월한 분석공정임에도 불구하고 수준 5를 나타낸다. 비록 기기범용화로 현장에서 기기운영 및 활용도가 높아졌다고 하나, 일반항목 분석은 관능법, 무게차법, 적정법 및 전국법 등 단순한 분석 기법이 대부분이므로 수준 3~4가 적당할 것으로 사료된다.

또한 대기환경분야 NCS의 경우 수질분야와 달리 대기오염분석 직무가 존재하지 않고 대기오염물질측정분석이 능력단위로만 존재한다. 대기오염물질측정분석은 다시 분석계획 수립하기(수준 5), 시료 채취하기(수준 3), 가스상 기기분석하기(수준 4), 입자상 기기분석하기(수준 4), TMS 측정·관리하기(수준 4)의 능력단위요소로 세분화된다. 대기 분석 또한 대기오염물질 공정시험법에 따라 일반항목, 금속류 분석, 유기물질 등 세분화되어 분석이 진행되므로 수질오염분석과 같이 독립된 직무로 세분화하여야 할 필요가 있다고 사료된다. 또한 분석 시 수질 분야와 기본 장비 사용이 동일하므로 수준 또한 수질분야와 동일하여야 할 것으로 보인다.

5) 평가방식의 개선

현재 환경측정분석사 검정 평가는 분야별로 각각의 필기 및 실기검정을 실시하고 있다. 그러나 분야별로 주요 분석기기가 동일하고 분석방법 또한 전처리를 제외하면 동일함을 고려할 때 이에 대한 개선이 필요한 것으로 보인다. 따라서 실기검정 시 다양한 분야(대기, 수질, 통양 등)의 실험 능력 평가를 공통으로 실시하여 응시자의 분석 능력을 효과적으로 평가하는 것이 필요하다. 이는 또한 검정기관 운영의 행정상 효율을 높일 것으로 보인다.

또한 기존의 구술시험(면접형)을 강화하여 해당분야에서 일정 기간의 경력을 가진 응시자를 대상으로 특정 교육과정을 이수할 경우, 구술시험만으로 평가를 대체하는 검정방법의 다양화도 고려할 만하다. 응시자의 편의를 위해 출제기준 관련 정보를 수험자에게 제공하는 등 정보제공 기능도 강화할 필요가 있다.

6. 결 론

현재 환경문제는 개별 국가의 문제가 아니라 전 세계적 차원에서 해결해야 할 과제로 대두되었다. 이를 위해 지난 수십 년 간 다양한 국제환경협약 및 환경관련 규제가 강화되었다. 더불어 국제표준화 규격의 사용이 강화됨에 따라 기술 및 제품에 대한 국제표준화와 적합성 평가가 지역 및 글로벌 무역에서 중요한 요인으로 작용하고 있어 전세계적으로 시험·검사시장의 중요성이 부각되고 있다.

이러한 변화에 능동적으로 대처하고 국내 산업계 및 국가 이익을 최대화하기 위해 국내에서도 국제적 기준에 부합하는 시험·분석 기술 인력 및 기관 양성이 시급하다. 따라서 국제기준에 적합한 숙련도 시험 운영체계를 통해 해당 기관을 체계적으로 평가할 뿐만 아니라 국가 또는 민간 검정을 통해 국제적 수준의 기술자를 배출할 필요가 있다.

본 연구는 국내 시험·검사기관의 전문성과 국제 경쟁력을 높이고 시험·분석 인력을 효과적으로 검정하기 위한 방안을 도출하기 위해 국내 기술인력 양성 및 검증방안, 국제표준화 등에 대한 각종 자료를 조사하였다. 더불어 관련한 다양한 정보를 수집함으로써 향후 제도 발전 및 개선 시 필요한 기초자료를 제공하는데 주목적이 있다. 이를 위해 환경분야 기술인력 양성, 국가자격제도, 국가직무능력표준 (NCS, National Competency Standards), 국가기술자격제도 운영 등을 살펴보았다. 특히 영국의 기술인력 양성 및 교육 제도와 관련하여 국가직무능력표준 (National Occupational Standards, NOS), 자격제도 및 직업훈련 등에 대해 조사하였다. 더불어 국제표준화와 관련한 환경 시험·검사 시장의 국내외 동향, 국제표준화 기구 및 활동, 인정제도 및 인정 기구, 국제숙련도 시험 등에 대해 알아보았다. 마지막으로 국내 시험·검사기관의 전문성과 국제 경쟁력을 높이고 시험·분석 인력을 효과적으로 검정하기 위한 방안으로 다음과 같은 정책을 제안하였다.

첫째, 정부는 정부 주도의 일방적 국가자격제도 및 교육 운영에서 벗어나 산업계와 민간이 주도적으로 검정 및 교육에 참여하도록 해야 한다. 즉 정부는 직접 자격을 검증하고 자격증을 배부하는 업무에서 벗어나 국가 전문인력의 전문성 관리 체계 구축에 초점을 맞추고 민간전문기관이 자격검정 및 교육에 대한 위탁 운영은 맡도록 해야 한

다. 이를 위해 정부는 교육 및 검정 대상자, 현장의 요구를 효과적으로 분석하고 이를 검정 및 교육 프로그램에 반영하는 등 교육 체계와 커리큘럼을 현실화하도록 노력해야 할 것이다. 둘째, 우리나라의 국가기술자격이 기존의 검정형 자격에서 검정형 및 과정평가형 자격이 병행하여 운영됨에 따라 시험·검사 관련 국가 또는 기술자격(예, 환경측정분석사, 수질기사, 대기기사) 또한 과정평가형 자격제도의 도입을 고려할 필요가 있다. 셋째, 정부는 기 구축된 NCS를 적극적으로 활용하여 관련자격의 출제기준을 조정하고 교육훈련 커리큘럼을 개선해야 한다. 이를 통해 자격검정과 교육이 직접적으로 연계되어 기술인력의 고도화를 추구해야 할 것이다. 이를 위해 먼저 기존의 관련 NCS의 능력단위 및 수준을 산업계의 현실에 맞게 개선할 필요가 있다. 마지막으로 시험·검사 기술인력(특히 환경측정분석사) 검정에 있어 여러 분야(대기, 수질, 통양 등)의 실험 능력 평가를 공통으로 실시함으로써 응시자의 분석 능력을 효과적으로 평가할 뿐 만 아니라 검정수행기관의 행정 효율을 높일 필요가 있다. 또한 기존의 구술시험(면접형)을 강화하여 해당분야에서 일정 기간의 경력을 가진 응시자의 경우 특정 교육과정을 이수하거나 구술시험만으로 평가하는 등의 다양한 검정방법도 고려할 만하다.

참고 문헌

- 국립환경과학원, 환경숙련도 시험 운영기법의 국제 적합성 확보방안 연구, 2014 (NIER-SP2014-00)
- 권해수, 박영범, 2007, 우리나라 국가기술자격제도 개편방안 연구, 행정논총 45권 2호
- 금재호, 김주섭, 김기승, 2016, 직업능력개발의 외국사례 조사연구
- 김봄이, 주휘정, 2013, NCS를 활용한 공공기관의 직무역량모델 개발 : 2개 공공기관의 사례
- 나승일, 강순희, 장현진, 전승환, 정동열. (2012). 국가기술자격 운영 실태 및 현황 분석.
- 노병호, 최수홍. (2014). 국가기술자격법 변천에 따른 시사점. 노동법논총, 31(3), 643-674.
- 박순명, 2015, 공기업 사무직 근로자의 경력경로, 특성 및 관련 변인, 서울대학교 대학원 박사학위 논문
- 위크넷, 한국직업정보시스템, 한국고용정보원
- 유혜경, 정연경, 2012, 기록관리 전문인력의 전문성 증진 요건에 관한 비교 연구, 한국비블리아학회지 제 23권 3호
- 이동임 외(2014). 주요국 자격제도의 성과와 한계, 한국직업능력개발원
- 이연복, 2008, 국가기술자격취득자들의 경력개발에 대한 인식조사, 한국기술교육대학교 테크노인력개발전문대학원 석사학위논문
- 조정윤, 이동임, 최돈민, 배을규, 2009, 전문직 자격취득자의 계속전문교육 개선방안 연구, 한국직업능력개발원
- 최영렬, 조정윤, 조세형, 김현수, 오혁제. (2014). 국가직무능력표준(NCS)에 의한 자격제도 개편 방안.
- 최영렬. (2015). 자격제도의 연계성 제고를 위한 정책 과제.
- 한국산업인력공단 (2015) 국가기술자격 화학분석 자격직종 발전방안 (화학분석기사, 기능사)
- 한국산업인력공단, 2010, 영국의 교육훈련 및 자격제도에 관한

연구, 한국산업인력공단
한국산업인력공단, 2010, 외국의 자격제도 운영에 관한 연구,
한국산업인력공단
한국산업인력공단, 2017, NCS 기반 자격개편에 따른 국가기술자격
운영방안 연구, 한국산업인력공단
한국인정기구 (2015) 숙련도시험운영기준
한국인정기구 (2017) 숙련도시험운영기관 인정제도 운영요령
한국직업능력개발원. (2016). 국가기술자격 관리·운영체제
합리화 방안 연구.
환경부 보도자료, 2016년 8월 22일 환경시험검사법 개정-
자가측정대행 감·을 관계 청산
환경부 보도자료, 2017년 7월 18일 환경 시험 부실 측정
근절한다. 환경시험검사법 개정
환경부, 2013년 기준 환경산업통계조사보고서
환경부, 환경시험검사 발전 기본계획(2013~2017년). 2013.
환경부, 교육부, 고용노동부, 산림청. 2015. 2015년도
환경기술인력 육성 시행계획
환경부, 교육부, 고용노동부, 산림청. 2016. 2016년도
환경기술인력 육성 시행계획
환경부, 교육부, 고용노동부, 산림청. 2017. 2017년도 환경기술인력
육성 시행계획
Annual Report and Financial Statements for the year ended 31
March 2017, UKAS
<http://ilac.org>
<http://kats.go.kr/content.do?cmsid=371>
<http://www.isobudgets.com/proficiency-testing-and-interlaboratory-comparisons>
https://en.wikipedia.org/wiki/Qualification_types_in_the_United_Kingdom#cite_note-6
<https://ofqual.blog.gov.uk/2015/10/01/explaining-the-rqf/>
<https://www.gov.uk/apprenticeships-guide>

<https://www.gov.uk/government/organisations/ofqual>

https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/675287/FEPTU44.11.pdf

<https://www.ncs.go.kr/>

Whitehead, N (2013). Review of adult vocational qualifications in England. UKCES.