

수자원 분야 탄소발자국의 국제적 동향

International Trend of Carbon Footprint in the Water Sector



박 성 제
미래자원연구원 원장
psungje@gmail.com



김 재 준
미래자원연구원 주임연구원
jaejkim99@gmail.com



김 주 영
미래자원연구원 연구원
Juyoungk920@gmail.com

서도 특히 교토의정서(Kyoto Protocol)를 통하여 시장기반의 온실가스 저감 메커니즘을 마련하려는 노력이 가시화되고 있다. 교토 메커니즘은 기후변화의 핵심적인 요인으로 알려진 온실가스 저감을 위한 선진국들의 신축적인 저감조치로 배출권 거래제도(Emission Trading)¹⁾, 청정개발체제(Clean Development Mechanism)²⁾, 그리고 공동이행제도(Joint Implementation)³⁾로 구성되어 있다. 최근 교토의정서에서 합의한 선진국들의 의무감축 기한 종결시점이 다가오면서 국제사회는 포스트 교토 체제(Post-Kyoto Regime)⁴⁾에 대한 논의를 진전시키고 있다. 그러나 개발도상국의 참여를 유도하려는 2009년 제15차 코펜하겐 기후변화협약 당사국 총회는 구체적인 포스트 교토체제에 합의하지 못하고 종결된 바 있다. 일부 국가를 제외한 선진국의 온실가스 저감 성과가 미진하고 개발도상국의 감축 비용이 선진국과 비교할 때 상당히 크기 때문에 감축량, 감축방법, 선진국의 개발도상국 지원책 등에서 포괄적 합의를 도출하기가 어려웠기 때문으로 판단된다. UN 차원의 공동 온실가스 저감계획 수립이

1. 배경

국제사회는 최근 기후변화의 심각성을 인지하고 문제해결을 위하여 많은 노력을 하고 있다. 그 중에

- 1) 온실가스 감축의무에 따른 배출권터를 시장에서 거래할 수 있도록 하는 제도이다. Article 17 of Kyoto Protocol.
- 2) 선진국(부속서 I 국가)이 개발도상국(비 부속서 I 국가)에 투자하여 얻게 되는 온실가스 감축분 일부를 선진국의 감축 실적으로 인정받는 제도이다. Article 12 of Kyoto Protocol.
- 3) 한 국가가 다른 국가에 투자하여 감축한 온실가스 감축량 일부를 투자국의 감축실적으로 인정하는 제도(부속서 I 국가들 사이의 온실가스 감축 사업 공동 수행 실적 인정), Article 6 of Kyoto Protocol.
- 4) 교토체제(2005~2012년) 이후 2013년부터의 새롭게 적용하는 국제협력 체제이다. 교토체제는 선진 38개국의 온실가스를 평균 5.2% 감축하는 것을 목표로 하고 있다. 한국은 교토체제에서는 온실가스 의무감축국이 아니지만 포스트 교토체제에서 의무감축국에 포함될 것이 거의 확실하다.

표 1. 주요 국가 온실가스 중기 감축목표 발표현황

국 가	중기 감축 계획(목표연도, 감축량)	국 가	중기 감축 계획
일본	2020년, 2005년 대비 15%	러시아	2020년, 1990년 대비 10~15% 감축
영국	2020년, 1990년 대비 26%	멕시코	2020년, 기준 시나리오 대비 20%
미국	2020년, 2005년 대비 17%	중국	2020년, GDP 대비 일정수준
호주	2020년, 2000년 대비 5~15%	인도	제시예정, 선진국 제안 거부
캐나다	2020년, 2006년 대비 20%	남아공	2050년, 2003년 대비 목표량(30~40%)
EU	2020년, 1990년 대비 20%	대만	2025년, 2000년 배출량 수준
노르웨이	2020년, 1990년 대비 30~40%	한국	2020년, 기준 시나리오 대비 30%

자료출처: 녹색성장위원회 (2009) 보도자료 중 참고사항, 외교통상부(2008), 해양경찰청(2010), 참조

난향을 겪고 있는 가운데 개별 국가들은 자체적인 온실가스 저감계획을 수립하고 이행전략을 구체화하고 있다. 우리나라는 현재까지 발표된 개발도상국 감축계획 중 최대인 자발적 온실가스 감축 계획을 발표하고 녹색성장전략을 국가의 신 성장 비전으로 제시하여 국제사회의 주목을 받고 있다.

기후변화의 영향 저감은 CO₂로 대표되는 온실가스의 저감을 의미하며, 따라서 온실가스 배출량은 이산화탄소톤(Ton of Carbon Dioxide, 이하 탄소톤)으로 산정되고 있다. 지구온난화의 핵심 요인이 무분별한 화석연료 사용에 있으며, 이는 근본적으로 인간 활동으로부터 유발되기 때문에 인간의 자취가 기후변화 등 환경파괴의 척도로서 활용되고 있다. 환경에 대한 인간 활동의 영향을 지표화해 정량적으로 환산된 최초의 개념이 생태발자국(Ecological Footprint) (Mathis Wackernagel 등, 2002; 김인, 2009)인데, 여기서 물발자국(Water Footprint) (Chapagain, A.K. and A.Y. Hoekstra, 2004)과 탄소발자국(Carbon Footprint, 이하 CFP) 등의 파생된 개념이 등장하게 된다. 탄소발자국은 재화 및 서비스의 생산 및 소비, 그리고 폐기의 전 과정(Life Cycle)에서 발생하는 직·간접적인 탄소배출 총량으로 정의된다(Thomas Widemann and J. Minx, 2008). 따라서 제품 및 서비스의 탄소발자국은 전 과정 평가 방법론에 따라 탄소배출량 산정 방식을 적용해 계산된다(Bo P. Weidena, 2008).

이미 유럽 국가들을 비롯한 선진국과 우리나라 등 일부 개발도상국들은 탄소발자국 산정을 제도화하여 기업의 온실가스 저감 유인책을 마련하고 있다. 특히 세계적인 수준의 기업들은 탄소정보공개사업(Carbon Disclosure Project, 이하 CDP)⁵⁾를 통해 이미 온실가스 인벤토리 분석을 수행하고 탄소배출량 산정 및 저감기술개발을 진행하여 탄소발자국 보고서, 탄소경영보고서 등을 발간하고 있다. EU와 미국의 선진 글로벌 기업들은 국가 차원의 규제에 따라 상대기업의 탄소정보관리 공개를 요구하고 있으며 국내 민간 기업들의 대응력도 점차 확대되고 있다.⁶⁾ CDP 2009 Korea 100 보고서에 따르면 우리나라 기업들의 온실가스 인벤토리 구축은 대상기업 중 50%에 이르렀으며, 외부 검증수준도 상당부분 진전된 것으로 나타났다. 그러나 에너지, 원자재, 그리고 일부 필수재 분야의 응답률이 낮고 이들 업종의 정보공개수준은 아직까지 선진국 기업에 비해 상당히 뒤쳐진 것으로 평가되었다. 특히 공공부문에서는 2010년 한국공항공사가 최초로 탄소경영보고서를 발간한 사례가 존재할 뿐 민간분야에 비해 상대적으로 저조한 것으로 판단된다.

수자원은 에너지와 함께 인간생활 및 경제활동의 필수적인 재화로 인식되고 있다. 그러나 수자원은 기후변화에 매우 취약하여 세심한 관리가 필요한 부문이다. 상하수도 서비스업 등 물 산업이 여타 산업과 비교해 에너지 집약적인 산업이라 할 수는 없

5) Carbon Disclosure Project 2009 Korea 100 Report(2009).

6) 이미 노키아, 지멘스, 유럽투자은행 등 글로벌 기업들은 기존의 지속가능보고서에서 나아가 기후변화 대응전략과 이행 정보를 담은 탄소전략보고서를 발간하고 있으며, 삼성전자, 포스코, 웅진그룹, 하이닉스 등 국내 대표 기업들도 지속가능보고서 및 탄소경영보고서를 통해 탄소배출 정보공개, 온실가스 저감 이행계획 등을 구체화하고 있음. 장현숙 외(2010), Carbon Disclosure Project 2009 Korea 100 Report(2009).

학술/기술기사

지만 기후변화에 대응한 수자원의 지속가능한 보전과 사용을 위해서 물 관련 산업의 탄소배출 저감노력은 필수적이다. 앞서 살펴보았듯이 민간 산업부문은 탄소정보공개가 활성화되고 있으나 수자원 분야의 온실가스 저감계획은 아직 미진한 상황이다. 물의 절약은 에너지 저감과 수자원 보호를 동시에 달성할 수 있는 방법이며, 물 분야의 녹색기술 개발로 인해 지속가능한 수자원 활용이 용이하다. 이러한 노력은 결국 이상기후로 인한 물 부족문제 해결 등 기후변화 적응대책 마련에도 기여할 것이다. 또한 물산업의 국제화를 위해서도 탄소정보공개 및 탄소배출량 산정의 국제표준화 등 국제화에 신속히 대비할 수 있는 방안을 마련해야 하겠다.

본 글에서는 국내외 수자원 분야의 국제적인 탄소발자국 제도와 산정과정에 대한 동향을 살펴보고 국내 발전방향을 모색해 보기로 한다. 이를 위해 먼

저 외국의 탄소발자국 정책 및 제도를 검토해 보고 국내 제도와 비교해 본다. 다음으로 외국 주요국의 수자원 분야 탄소발자국 산정 방법과 온실가스 저감조치에 대해 살펴보고 국내 적용에의 시사점을 제시해 보고자 한다.

2. 선진국의 탄소발자국 정책 동향

1) 주요 선진국의 사례

주요 선진국들은 CFP를 표기하는 라벨링 방식을 통해 각 제품 및 서비스의 이산화탄소 배출정보를 표기하고 있다. 표 2를 보면 기후변화 영향에 대한 홍보와 대응이 적극적인 영국 등 유럽 국가들은 정부 주도의 탄소라벨링 제도 마련과 민간부문의

표 2. 주요 선진국의 탄소발자국 산정 정책 동향

국가	탄소발자국산정 제도	법/규정/지침	실용화 진행
영국	Carbon Reduction Label	PAS 2050 DEFRA 가이드라인	사업시행(2007) PAS 2050 표준 개정
스웨덴	Carbon Declation	정부지침	정부주도 사업시행
일본	Carbon Footprint (CFP)	CFP 평가 및 라벨에 관한 일반원칙 제정 CFP 시스템 산정 가이드라인	정부주도 시범인증 농림부 농업제품 탄소라벨링 적용(2011. 4)
미국	Climate Conscious Carbon Label	The Carbon Labeling Act of 2008, 캘리포니아 (법제화 진행 중) Guideline for Voluntary GreenHouse Gas Reporting	Climate Conservancy (비영리 공공기관) 추진 (2008)
EU	EU-ETS	EU-ETS 규정: Directive 2003/89/EC 배출산정 및 보고 Guideline: Decision 2007/589/EC	배출권거래시장 운영(2005)
한국	탄소성적표지 제도	환경기술개발 및 지원에 관한 법률 제18조 환경부 고시 제2009-96호, 탄소성적표지 인증업무 등에 관한 규정	정부주도 사업시행(2009)
태국	Carbon Reduction Label Carbon Footprint Label	Thailand Greenhouse Gas Management Organization 주도 가이드라인 개발 중	민간-EU 협력 정부지원 (Carbon Fund)
호주	Carbon Reduction Label	Planet Ark (환경단체) - Carbon Trust 파트너십	민간단체 주도 사업시행
스위스	Climatop		민간업체 주도 사업시행
프랑스	Indice Carbon	Grenelle II 채택 제228조 (프랑스 소비법안 L112-10, 탄소라벨링 부착)	민간업체 주도 사업시행 (공식시행, 2011. 7)
독일	Product Carbon Footprint	정부검토단계	정부주도 Pilot Project 민간업체 자율사업 시행

자료출처: 김익 (2009), 박순덕(2009), 한국환경산업기술원 (2010) 정리

자발적 운영이 동시에 진행되고 있다. 각 국가의 탄소발자국 표기 제도들은 산정방법과 운영방식에 차이가 존재하지만 상품 및 서비스에 대한 전 과정(Life Cycle)에서의 온실가스를 측정한다는 공통점이 있다. 또한 영국 등 대부분의 국가가 탄소발자국을 표기하는 반면, 스위스와 미국은 등급 또는 랭킹을 제품에 표기하는 등 정보유형에 차이가 존재한다(김익, 2009).

선진국의 CFP 표기제도는 국가 차원의 탄소저감 노력 홍보와 참여기업 및 참여소비자의 시장을 통한 인센티브 제공방안이 동시에 진행되고 있다. 따라서 시장에서 탄소인증 상품의 선호가 증가하게 되면 기업들은 시장수요에 따라 보다 적극적인 탄소인증과 저감노력에 동참하게 된다. 이러한 선순환적 탄소저감노력은 녹색소비와 녹색기술개발을 조장하는 우리나라의 녹색성장 전략과도 상당 부분 부합한다고 볼 수 있다.

2) 산정방법론

아직까지 이산화탄소 톤 배출량 산정에 대한 국제표준이 마련되지 않은 상태이지만 국제표준화기구에서는 탄소배출량 산정기준에 대한 표준화 논의가 진행되고 있다.⁷⁾ 탄소배출량은 화석연료의 사용량에 의존한다. 화석연료는 제품의 생산과 소비, 그리고 폐기되는 과정에서 사용되기 때문에 이산화탄소는 경제활동을 통해 지속적으로 배출되고 있다. IPCC, EU, 영국, 스웨덴, 미국, 일본 등은 국가 온실가스 인벤토리 작성 표준 및 가이드라인을 공표하여 탄소배출량 산정 지침으로 활용하고 있다. 이들 국가는 국제사회의 검증된 탄소배출계수 사용과 국가 실정에 적합한 산정방식을 적용하고 있으며, 국제표준화에 대비한 산정기준 개정을 지속하고 있다.

우리나라는 탄소성적표지 인증제도를 마련하면

서 탄소발자국 산정지침을 제시하고 있다(환경부 총괄, 환경산업기술원 운영). 탄소발자국은 제품 및 서비스의 전 과정 단계별, 온실가스 배출원 별 활동량에 따라 산정된 탄소배출계수를 적용하여 계산된다. 우리나라도 IPCC (2006)의 국가 온실가스 인벤토리 작성 가이드라인에 제시된 방법론을 활용한 탄소 배출계수를 작성·공표하였다.

$$CO_2 \text{ emission}(g) = CFP = \sum_i \sum_j A_{ij} \times E_j \quad \text{수식 1}$$

i , 전 과정 단계: 원료수집(생산), 제품생산(공정), 제품수송, 제품소비, 제품폐기
 A_{ij} , 배출원별 활동량: 단계부문별 활동량(연료 이용량)
 E_j , 부문별 배출계수

환경부가 개정 공표한 탄소성적표지 배출계수는 전 과정 영향평가까지 고려해 산정되었기 때문에 별도의 전 과정 영향평가를 수행할 필요는 없다. 다만 각 온실가스 배출부문별 연간 얼마나 에너지를 사용하였는지에 대한 활동량 조사가 이루어져야 한다. 여기서 각 단계별 온실가스 배출량은 산정 주체 기업이 관측이 가능한 경우(직접배출량)와 관측이 불가능한 경우(간접배출량)로 구분된다(IPCC, 2006). IPCC(2006)는 간접배출 영역을 2가지로 구분하였는데, 간접배출 2 영역은 의무 산정기준에서 배제하고 있다. 우리나라는 연료유형별, 기술 및 운영조건에 따라 상세한 배출계수 적용이 아직까지 이루어지지 않고 있다. 현재는 연료 형태별 배출계수를 고려하여 3가지 영역별로 전 과정에 대한 인벤토리 구축을 통해 탄소발자국을 산정하고 있다.⁸⁾ 연료별 특성을 감안한 탄소배출계수와 자체 연소율 자료는 IPCC가 제공하는 값을 이용한다.

아직까지 우리나라의 온실가스 배출량 산정은 선

7) 국제표준화기구(ISO)는 제품의 탄소라벨링(Carbon Labeling)에 대한 표준개발 작업을 진행 중임. 환경산업기술개발원(2010), 탄소라벨링 뉴스레터 제3호, 박순덕(2009), 지식경제부 기술표준원. 자료 참조.

8) 에너지를 이용한 이산화탄소 배출량 산정방식은 Tier1(Simple Method)과 Tier2(Detailed Method)로 구분됨. 우리나라는 Tier1 방식 적용. 해양경찰청(2010).



그림 1. 온실가스 배출영역

자료출처: IPCC(2006), 김익(2009) 활용, 정리

진국과 비교하여 세세한 인벤토리 구성에서 차이가 있다. 다만 국제기구에서 공인된 자료를 활용하고 있는 상황이다. 물론 영국과 일본에서 개발한 작성 지침과 산정방식도 IPCC의 배출계수를 참조하지만 인벤토리 작성정보가 우리나라보다 상세하며, 국가 에너지 사용 여건에 따른 배출계수 추정결과를 폭넓게 반영하고 있다. 따라서 향후 국제표준화에 대비한 산업공정별, 에너지 사용 기술과 여건에 적합한 배출계수 개발과 인벤토리 정보 상세화가 추진될 필요성이 있다.

3. 수자원 분야의 탄소발자국

수자원분야의 이산화탄소 저감은 기후변화 영향을 줄이는데 기여할 뿐 아니라 중·장기적인 기후변화 적응을 위해서도 중요하다. 통합물관리 정책 이행이 안정적인 수자원 확보와 물 분야 기후변화 적응의 국제적 조류라 한다면 탄소저감은 장기적인 기후변화 영향 저감과 물 산업 성장을 위한 핵심적인 요소로 인식된다(환경부, 2009). 영국은 지난 2005년부터 물 분야의 온실가스 배출과 에너지 사용 자료를 구축하여 인벤토리 작업을 추진하며 물 절약 조치가 수자원과 에너지 분야의 온실가스 저감이 행에 시너지효과를 가져오는 전략을 강조하고 있다(DEFRA, 2008). 또한 영국 환경청은 국

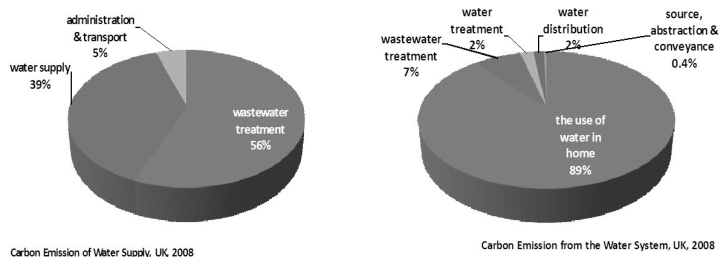
9) TCO₂e(ton of CO₂ equivalent)

가 온실가스 감축계획에 부합하는 물 산업의 CFP 저감을 위한 핵심적인 정책방향을 제시한 바 있다(EA, 2009). 특히 민영화된 영국과 유럽의 물 기업들은 탄소배출저감을 물산업의 필수적인 기후변화 적응정책으로 인식하고 있다.

1) 영국 물 관련 탄소발자국 산정

영국 환경청은 지난 2008년 기후변화법이 제정되면서 수자원 분야의 온실가스 저감잠재력 분석에 관한 연구개발을 추진해오고 있다. 영국은 기후변화법 제정을 통한 중장기 온실가스 감축계획 수립으로 기후변화협약 당사국 중 법제도적 측면에서 가장 신속하게 온실가스 감축계획을 실천하고 있는 국가라 할 수 있다. 수자원 분야와 관련하여 영국환경청은 CFP 산정 가이드라인을 배포하고 물 회사로 하여금 CFP 산정과 온실가스 저감에 관한 저감계획을 수립토록 하고 있다(DEFRA, 2008).

영국 환경청의 연구개발 결과(EA, 2009)에 의하면 2007/2008년 영국 물 관련 온실가스 배출량은 약 총 4천만 CO₂ ton⁹⁾을 배출한 것으로 나타났다. 이 중에서 물 수요자인 가계부문의 연간 온실가스 배출량은 약 3천5백만 CO₂ ton으로 전체 영국 온실가스 배출의 약 5.5%, 물 관련 온실가스 배출의 약 89%를 차지하였다. 또한 물 공급자인 23개 물 회사의 온실가스 배출량은 약 5백만 CO₂ ton으로 전체 국가 온실가스 배출량의 약 0.8%, 물 관련 온실가스 배출의 11% 정도를 차지한다.



Carbon Emission of Water Supply, UK, 2008

Carbon Emission from the Water System, UK, 2008

그림 2. 영국의 물 관련 탄소발자국 산정

자료출처: EA (2009) figure 1, 설명자료 참조

영국의 가계부문에서 온수사용으로 인한 탄소배출량은 총 가계의 평균 CFP의 약 23%를 차지하는 것으로 나타났다. 영국정부는 2016년부터 건설되는 신규 주택은 ‘온실가스 배출이 없는 집 (zero carbon)’으로 건설하기 원하고 있기 때문에 이러한 물 사용과 관련된 온실가스 배출도 함께 고려될 필요성이 제기된다. 또한 지난 2008-2009년간 수행된 CDP 사업을 통해 물의 효율적 사용, 저탄소 설계 및 처리장치 등의 개발, 수자원 분야의 신재생 에너지 및 수력에너지 활용 증대, 그리고 물 공급 및 처리 분야 에너지 절감을 위한 지속가능한 배수 시설 사용 등을 물산업의 온실가스 저감 분야로 도출한 바 있다. 환경청은 영국 수자원정책 지침인 EU WFD의 수질기준 달성을 위해 요구되는 추가적인 이산화탄소 배출량은 연간 11만 톤이 증가할 것으로 예상하고 있다. 이러한 수치는 현재 물 산업 분야 CFP의 약 2.2% 정도로 미미하며, 저감잠재력과 비교해도 큰 영향을 미친다고 보기 어렵다. 그러나 만일 추정치보다 2배 이상 증가할 경우는 수질 개선분야의 기술투자 등 추가적인 개선노력이 필요한 것으로 보고 있다(EA, 2009). 영국 환경청은 물 분야 CFP 산정 및 저감잠재력 분석결과를 가지고 EST(Energy Saving Trust)와 공동으로 물 시스템에서 가계 분야의 구체적인 탄소저감 효과 및 비용절감에 관한 연구를 수행한 바 있다. EST는 가정의 온수사용 절약 조치 이행으로 약 30%까지 탄소배출을 줄일 수 있을 것으로 전망하면서 이러한 조치를 통해 가계당 연간 225파운드 상당의 비용절감 효과가 발생한다고 전망하였다.

2) 스코틀랜드 탄소발자국 산정 사례 (Scottish Water, 2009)

스코틀랜드 물 회사(Scottish Water)는 물산업의 탄소배출을 효율적으로 관리하기 위해 물관리

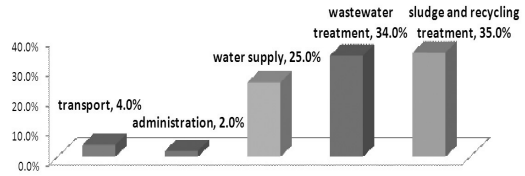


그림 3. 물공급 분야 탄소발자국 비율

자료: Scottish Water Carbon Footprint Report (2008-2009), p. 3.

사업 영역별 탄소발자국을 산정하여 공개하고 있다. 물산업 분야 탄소발자국 산정은 DEFRA의 가이드라인에 따라 영국 물산업연구회(UKWIR: UK Water Industry Research)가 개발한 CAW (Carbon Accounting Workbook) 3.0 버전을 사용하여 계산하였다. 2008/2009년 보고서에 나타난 탄소발자국은 총 475,265톤으로 전년도의 배출량과 유사한 수준인 것으로 나타났다.

물 공급과 관련된 활동 영역별 탄소발자국은 슬러지 및 재활용 처리, 폐수처리, 물 공급, 물 운송, 물 관련 행정처리 순서로 온실가스가 배출된 것으로 나타났다. 여기서 폐수처리 및 슬러지, 물의 재사용 처리 등은 약 79%로 영국 물산업의 폐수처리 분야보다 훨씬 배출이 많게 나타나고 있다. 또한 물 공급과 관련한 배출은 약 25%로 39%인 영국과 차이가 있다. 이러한 차이는 물 활동 영역 분류차이가 존재¹⁰⁾하며, 탄소발자국 산정을 위한 자료의 가용성에 의해 발생할 수 있다. 특히 스코틀랜드 물회사의 탄소발자국 보고서에서는 각 영역별 저감잠재력과 저감계획을 명확히 제시하지 못하고 있으며, 탄소발자국 계산에 활용된 인벤토리 자료의 지속적 관리와 향상을 주장하고 있다. 인벤토리 자료의 향상을 위해 Scottish Water는 자료의 신뢰성 향상과 가용 자료의 수집 확대 등을 단기목표로 하고 있다. 이러한 과정은 물 분야의 온실가스 인벤토리 구축을 위해 물 활동 영역의 탄소배출 경로를 명확히 분석할 필요성이 있음을 시사한다.

10) 재활용수 처리 및 공급분야가 물 공급분야로 분류된다면 활동 영역의 Scottish Water의 탄소배출비율은 물 공급분야가 늘어나고, 슬러지 처리 등의 배출비율이 줄어드는 등 변화할 수 있다.

3) 미국의 물 분야 탄소발자국 산정사례(River Network, 2009)

미국은 교토의정서 비준국은 아니지만 자발적인 탄소거래시장을 개방하여 운영하고 있다. 아직까지 유럽의 배출권 거래시장에 비해 규모는 작지만 민간부문의 탄소저감활동이 확대되고 있는 추세이다. 지난 2008년 미국 캘리포니아 주의 탄소라벨제도 법제화 움직임이 있었으나, 아직까지 주 정부차원의 제도화는 이루어지지 않은 상태이며¹¹⁾ 다만 Climate Conservancy 라는 민간단체에 의한 탄소라벨링 사업이 진행되고 있다.¹²⁾ 국가 수준의 물 분야의 탄소발자국 산정(‘A Carbon Footprint of Water’) 작업 역시 하천 네트워크(River Network)라는 비정부 민간단체에 의해 진행되었다. 동 보고서에서는 미국의 물 수요공급체계에 수반된 에너지 사용량, 에너지 집약도, 그리고 탄소배출량을 조사하고 수자원 분야 온실가스 배출저감을 위한 적절한 관리전략의 이행방안을 제시하고 있다. 산정결과, 미국의 물 관련 에너지 사용총량은 약 5억 2100만 MWh로 국가 전력 사용량의 약 13%에 이르며, 탄소발자국은 최소 2억 9천만 톤으로 계산되었다. 이러한 배출량은 전체 이산화탄소 배출의 약 5%에 이르며, 62개의 화력발전소에서 배출되는 양과 맞먹는다. 보고서에서는 향후 물 수요가 증가하면서 대체수자원 운송, 높은 수질기준 만족을 위한 폐수처리 확대 등과 관련하여 에너지 및 탄소비용이 증가할 것으로 전망하고 있다. 이러한 수자원 에너지 소비 저감을 위해서는 수자원 보전, 물 사용 효율성 향상, 물 재활용, 그리고 저영향 개발(Low Impact Development) 전략 추진을 핵심적인 목표로 제시하였다. 또한 상기 전략들의 이행효과에 대해 물 공급에 대한 요인분석과 자료조사, 탄소발자국 추정 등을 통해 사례분석 결과를 소개하고 있다. 탄소저

표 3. 캘리포니아 도시 물 사용 저감 잠재력

영역별 도시 용수 사용	잠재적 물사용 감소
실내 거주용	39%
실외 거주용	25-40%
상업용/기관용	39%
산업용	39%
물 시스템	10%
총계	34%

자료출처: The Carbon Footprint of Water (2009), p. 26

감 효과 추정결과를 소개하면, 먼저 물 공급시스템에서의 누출량 5% 저감할 경우 연간 약 3억 1300kWh의 전력절약효과가 발생하였으며, 이러한 물 보전으로 약 31,000가구의 에너지 사용량이 절약되며, 약 225,000톤의 이산화탄소 톤이 저감되는 것으로 나타났다. 또한 물 재사용 시스템이 설치된 1000MWh 급 발전설비 도입으로 인해 연간 약 350가구의 전력 사용량 절감이 발생함을 추정하였다. 이러한 연구 성과는 수자원 분야 탄소저감을 위한 수자원보전, 물의 효율적 이용, 물의 재활용, 그리고 저영향개발에 대한 투자논리 당위성을 제공하고자 한 것으로 판단된다. 동 연구에서는 상기 분야의 장기투자 성과로 향후 20년간 일인 당 약 40%의 물 절약 효과가 발생할 것으로 예측하며, 캘리포니아에 대해 물 사용 영역별 저감 잠재성 평가 결과를 제시하였다.

4. 정리 및 시사점

본 글에서는 국내외 수자원분야의 국제적인 탄소발자국 제도 및 산정동향을 살펴보고 향후 국내 적용을 위한 발전방향을 모색해 보고자 하였다. 수자원 분야는 에너지 집약부문, 핵심 탄소배출영역으로 인식되지 않는다. 그러나 국제적인 온실가스 저감 노력과 병행하여 전 과정 평가를 통한 물 관련 온실가스 인벤토리 구축이 이행되고 있으며, 저감

11) 캘리포니아 탄소라벨(<http://www.carbonlabelca.org>) 담당자에게 e-mail로 직접 문의하고 회신을 받음. (2010. 2. 10).

12) 표 2. 참조, Climate Conscious Assessment 방법을 이용한 Climate Conscious Rating을 산출, 저탄소 제품 등급 인증제 시행.

잠재력 평가를 통해 구체적인 저감계획을 수립하고 있다는 점에 주목해야 한다. 선진국 수자원 분야의 온실가스 저감은 공급자 측면과 사용자 측면을 고려한 탄소발자국 산정을 통해 국가 차원의 물 절약과 에너지 절약의 시너지 효과를 추구하고 있다. 물 공급시스템의 온실가스 저감을 위해서는 공급시스템 전반의 인벤토리 구축을 위한 자료구축과 검정, 탄소발자국 산정, 그리고 배출영역별 저감 잠재성 평가 등이 이루어지고 있다. 선진국은 이러한 성과를 수자원 분야별 온실가스 저감계획과 물이용 계획에 반영하고 있다. 특히 물 공급시스템에서의 탄소배출 저감 잠재성 분석은 기술개발 전략과 저탄소 운영체계를 구체화하는데 활용된다. 또한 온실가스 배출 비중이 높은 물 소비 부문에서는 수요자 측면의 물 절약과 에너지 절약을 연계하는 정책개

발이 활발하다.

수자원 분야의 탄소배출 감소는 기후변화 영향 저감과 동시에 기후변화 적응분야에 시너지 효과를 가질 수 있다. 즉, 녹색기술 개발은 지속가능한 수자원 활용을 용이하게 하며 탄소배출 감소를 통한 기후변화 영향 저감에 기여한다. 또한 수요 측면의 물 절약 노력은 이상기후로 인한 물 부족문제 해결 등 기후변화 적응대책과 에너지 절약에 동시에 도움을 준다. 따라서 국가차원의 수자원 부문 온실가스 관리 및 운영체계구축은 기후변화 영향 저감과 적응을 동시에 이행하는데 도움이 될 것이다. 추가적으로 우리나라 물산업의 국제화를 위해 탄소정보 공개체계 구축이 필요할 것이며, 탄소배출량 산정의 국제표준화에 대응하려면 물 관련 탄소발자국 산정이 조속히 이행되어야 하겠다. ☞

참고문헌

1. 기획재정부 미래전략과 (2008), 외국의 기후변화 대응 현황과 정책적 시사점.
2. 김익 (2009), 전과정 평가를 이용한 탄소발자국 계산, Global Green Growth Policy - Special Issue 제6호, 한국환경산업기술원.
3. 김익 (2009), 기후변화 정책방안으로써 탄소라벨링의 필요성과 동향, Special Issue 제 10호, 한국환경산업기술원.
4. 녹색성장위원회 (2009), 보도자료 2009. 8. 4. 국가온실가스 중기(2020년) 감축목표 설정을 위한 3가지 시나리오 제시.
5. 무역환경정보네트워크(TEN) (2010), 녹색성장 해외동향.
6. 박순덕 (2009), 온실가스 관리 표준화 -기후변화협약 대응-, KATS 기술보고서 제8호, 지식경제부 기술표준원.
7. 장현숙, 윤덕찬 (2010), 해외 바이어의 탄소정보 요구 추세 및 대응방안 - 공급업체에 대한 정보요구 사례를 중심으로, Trade Focus Vol. 9, No. 60, 국제무역연구원.
8. 지식경제부 기술표준원 (2009), 온실가스 관리 표준화 - 기후변화협약 대응 -, KATS 기술보고서 제8호.
9. 한국환경산업기술원 (2009), 탄소성적표지 배출계수.
10. 한국환경산업기술원 (2010), 탄소라벨링 뉴스레터 issue No. 1-5.
11. 환경부 기후변화협력과 (2009), 보도자료 2009. 4.
12. 황영섭, 임영문 (2010), 단위 범위에서의 탄소발자국 계산 방법에 관한 연구, 2010 대한안전경영학회 춘계학술대회
13. 해양경찰청 (2009), 탄소발자국: 에너지절약 생활화를 위한 지침서.
14. Bo P. Weidema, Mikkel Thrane, Per Christensen, Jannick Schnridt, and Soren Lokke, Carbon Footprint - A Catalyst for Life Cycle Assessment, Journal of Industrial Ecology, Vol 12, Numbe. 1, Yale University.

15. Chapagain, A.K. and A.Y. Hoekstra.(2004). *Water Footprints of Nations*, Volumn 1: Main Report, UNESCO-IHE.
16. DEFRA UK (2008), Future Water.
17. DEFRA, (2008) Guidelines to Defra's Greenhouse Gas Conversion Factors for Company Reporting.
18. Eco-Frontier and KOSIF (2009), Carbon Disclosure Project Korea 100 Report.
19. EA UK (2009), A Low Carbon Water Industry in 2050.
20. EA UK (2009), Limiting Climate Change.
21. EC (2009), Product Carbon Footprinting – a study on methods and initiatives,
22. IPCC (2006), 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
23. Jan Minx, Kate Scott, Glen Peters and John Barrett (2008), An Analysis of Sweden's Carbon Footprint. WWF.
24. Live Earth (2007), Live Earth Carbon Assessment & Footprint Report.
25. Matis Wackernagel et al, 2002, Tracking the ecological overshoot of the human economy, PNAS Vol. 99, No. 14, 9266-9271.
26. Nixon peabody LLP (2008), California proposes carbon labels for consumer products.
27. Bevan Griffiths-Sattenspiel and Wendy Wilson (2009), The Carbon Footprint of Water, River Network.
28. Scottish Water, (2009) Scottish Water Operational Carbon Emission Report 2008-2009.
29. Thomas Wiedmann and Jan Minx, 2007, A Definition of Carbon Footprint, ISA UK Research Report 07-01.
30. United Nations (1998), Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change.29. Thomas Wiedmann and Jan Minx, 2007, A Definition of Carbon Footprint, ISA UK Research Report 07-01.
31. United Nations (1998), Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change.