

지자체의 온실가스 지표 분석 및 저감잠재력 평가

박비오 · 박성순[†] · 기여운 · 양고수

전북대학교 환경공학과

The Study on Index Analysis and Mitigation Potential of GHGs for Local Governments

Bi-Oh Park, Seong-Soon Park[†], Yeo-Woon Ki, and Go-Su Yang

Dept. of Environmental Engineering, Chonbuk University, Jeonju 561-756, Korea

Received February 6, 2014/Revised February 25, 2014/Accepted March 12, 2014

This study aims to establish the methodology for the estimation of local governments' potentialities for mitigation of greenhouse gases and to estimate those potentialities by applying the established methodology. In order to secure the usefulness of the estimation method of the potentiality for mitigation of greenhouse gasses, the method was applied to local governments. A local government "A" in Jeollabuk-do was chosen as the analysis object, and the local governments "B" in Chungcheongnam-do, "C" in Jeollanam-do, and "D" in Chungcheongbuk-do were chosen as comparative ones. For the analyses of local governments' potentialities for the reduction, the analyzed sectors were divided into six sub-sectors (transportation, family, commercial, public, industrial, agro-livestock, and waste areas). The results of the estimation on "A" local government's potentiality for mitigation of greenhouse gases demonstrates that the potentiality in transportation sector is high, those in family, commercial, public, and industrial sectors are moderate, and those in agro-livestock and waste sectors are low.

Key words: Mitigation, Potential, Greenhouse gas, CO₂eq, Methodology

1. 서 론

국가 2020년 온실가스 배출전망치 7억 7600만 톤 CO₂ 중 2억 3300톤인 30%를 저감하는 것으로 확정되었다. 부문별 감축률은 수송이 34.3%, 건물 26.9%, 전환 및 발전 26.7%, 공공 25.0%, 산업 18.5%, 폐기물 12.3%, 농어업 5.2% 순이다.¹⁾ 그리고 2015년부터 온실가스배출권 거래제를 시행함에 따라 기초지자체의 온실가스 저감 목표 수립과 시행이 절실하다.¹⁾ 특히, 기초지자체는 저탄소사회 실현의 실질적 추진주체로서 자치단체의 능동적인 온실가스 저감이 국가 온실가스 저감목표 달성을 위해서 중요하다.²⁾ 이와 같이 지자체의 온실가스를 효율적으로 저감하기 위해서는 지자체의 지역적 특성에 적합한 저감 목표 수립이 중요하다. 국가

의 부분별 목표를 지자체에 적용하여 수립하였을 경우에는 지자체의 여건과 특성이 고려되지 않아 목표 달성이 어려울 뿐만 아니라 불필요한 예산만 낭비 될 것이다. 현재 정부는 국가 온실가스 감축잠재량 분석을 위해 상향식 기술 모형과 하향식 경제 모형을 활용하고 있다. 이와 같은 모형은 대부분이 에너지원별 수요와 공급 전망에 기반을 두고 있어,³⁾ 기초지자체 수준에서 적용하기에는 무리가 있다. 그러므로 지자체의 지역적 여건과 지역의 온실가스 배출특성을 고려한 부문별 지자체 목표 수립이 필요하다. 달성 가능한 목표 수립을 위해서는 관련 지자체의 온실가스 저감 잠재력 평가를 우선적으로 시행하여 저감잠재력이 높은 부문은 높은 목표를 수립하고, 저감잠재력이 낮은 부문은 낮은 목표를 수립하여 실효성을 확보해야 한다. 그러나 기초

[†]To whom correspondence should be addressed.

지자체는 기초 통계자료 부족 등으로 온실가스 인벤토리 구축, 지역특성을 고려한 온실가스 목표설정, 효과적인 감축대책 등이 미흡한 실정이다.⁴⁾ 이와 같이 기초 지자체는 사용가능한 통계자료가 부족하므로, 기초지자체에서 이용 가능한 통계자료를 활용한 지표체계의 구축과 구축된 지표를 활용하여 온실가스 감축잠재량 분석을 위한 방법론의 개발이 필요하다. 그러므로 본 연구에서는 확보 가능한 통계자료를 지표로 이용하여 기초지자체의 온실가스 저감잠재력을 평가하는 방법론을 정립하고, 정립된 평가방법론을 이용하여 실제 기초지자체에 적용하여 실효성을 확보하고자 한다.

2. 온실가스 저감잠재력 평가 방법

지자체의 저감 잠재능력 분석을 총 6개 부문(수송, 가정, 상업 및 공공, 산업, 농축산, 폐기물)으로 분류하였으며, 지역의 온실가스 저감 필요성과 관련된 지표 4개와 지역의 온실가스 저감 여건과 관련된 지표 4개를 각각 선정하였다. 또한, 지표별 방향을 제시하여 지표가 온실가스 저감잠재력에 미치는 영향을 제시하였다.⁵⁾ 지표별 온실가스 저감잠재력과의 상관관계가 높은 경우는 +방향, 낮은 경우는 -방향으로 표시하였다.⁶⁾

2.1. 수송부문 지표 선정

수송부문의 저감 잠재능력 분석은 대중교통이용, 친환경자동차, 자전거, 에코드라이빙, 철도이용, 지능형교통망, 정보시스템, 물류전환교통 및 수단간 연계, 바이오연료 혼합이용 등의 수단 적용 시 대상지역에서 고려하여야 할 요소를 반영하였다. Table 1에서 제시한 바와 같이 수송부문의 필요성 분석은 1세대 당 차량 보유수, CO₂ 배출율, 탄소집약도, 교통법규 위반수를

지표로 선정하였고, 여건분석은 차량 대비 대중교통 보유율, 면적대비 대중교통 차량수, 철도 교통망, 1인당 자전거 도로 길이를 지표로 선정하였다.^{6-8,10,11)} 여건분석의 차량 대비 대중교통 보유율, 면적 대비 대중교통 차량수 지표는 현재의 서비스 여건을 나타내며, 이 부분이 취약할 경우는 향후 개선을 위하여 고 예산의 투입이 필요하므로 중요한 지표 중의 하나이다.

2.2. 가정부문 지표 선정

가정부문의 저감 잠재능력 분석은 그린홈 보급 확대, LED 등의 고효율제품보급, 스마트그리드 반영, 신재생에너지 확대 등의 수단 적용 시 대상지역에서 고려하여야 할 요소를 반영하였다. Table 2에서 제시한 바와 같이 가정부문의 필요성 분석은 CO₂ 배출기여도, 탄소집약도, 1인당 전력 사용량 및 급수량을 지표로 선정하였고, 여건분석은 재활용 가능 폐기물, 기초수급자 비율, 신재생에너지사용 비율, 기상, 경제력 여건을 지표로 선정하였으며,^{6,8,11)} 필요성 분석의 1인당 가정 전력사용량, 급수량 지표는 현재 에너지 및 수자원의 필요성 및 지속성, 향후 절약 또는 전환 필요성을 나타낸 것으로 지표가 높을수록 녹색성장 전환으로의 필요성이 높음을 의미한다. 또한, 재활용 가능 폐기물은 폐자원을 에너지원을 활용할 수 있는 가능성을 나타내는 지표로 높을수록 녹색성장 전환으로의 필요성이 높음을 나타내며, 기초수급자 비율 및 경제력 지표는 기후변화 대응을 위한 정부 또는 지자체의 경제적 지원에 한계가 있으므로 지역 주민의 경제적 투자 여건도 중요한 지표 중의 하나이다. 평균 일사량 지표는 태양광에너지의 이용 효율을 나타낸 것으로, 지표가 높을수록 에너지 효율을 높일 수 있음을 의미한다.

Table 1. Index selection and analysis system of transport sector

separation	Index	Analysis system	direction
necessity	vehicles per household (number/household)	vehicles number/household	+
	CO ₂ emission rate in transport field (%)	(transport CO ₂ emissions/whole CO ₂ emission degree)*100	+
	Carbon intensity (thousand tonCO ₂ /GRDP billion)	transport CO ₂ emission degree /GRDP	+
	traffic violation number (number/person)	traffic violation number/population	+
condition	number of public transport vehicles (number/km ²)	number of public transport vehicles/whole area	+
	CNG bus penetration (%)	number of CNG bus/whole public transport	+
	traffic network of track (station/ten thousand person)	number of station/number of municipalities	+
	bicycle road length per person (m/person)	bicycle road length/population	+

Table 2. Index selection and analysis system of family sector

separation	Index	Analysis system	direction
	CO ₂ emission rate in family field (%)	(CO ₂ emissions in family field/ whole CO ₂ emissions)*100	+
necessity	Carbon intensity (thousand tonCO ₂ /GRDP billion)	CO ₂ emissions in family field /GRDP	+
	power consumption per person (Mwh/person)	power consumption per person	+
	household water supply (m ³)	household water supply (m ³)	+
	recyclable waste rate (%)	(recycling of waste/total of waste)*100	+
condition	recipient of basic living rate (%)	recipient of basic living people/ population	-
	average insolation (kcal/m ²)	average annual insolation (kcal/m ²)	+
	economic strength (GRDP, billion)	GRDP/number of local government	+

2.3. 상업 · 공공부문 지표 선정

상업 및 공공부문의 저감 잠재능력 분석은 그린건물 보급 확대, LED 등의 고효율제품보급, 스마트그리드 일부 반영, 신재생에너지 확대 등의 수단 적용 시 대상 지역에서 고려하여야 할 요소를 반영하였다. Table 3에서 제시한 바와 같이 상업 및 공공부문의 필요성 분석은 CO₂ 배출기여도, 탄소집약도, 1인당 에너지 사용량, 급수량을 지표로 선정하였고, 여건분석은 1인당 공공시설 면적, 재정 자립도, 신재생에너지사용 시설 수, 기상여건을 지표로 선정하였다.^{6-8,11)}

필요성 분석의 1인당 에너지 사용량 지표는 현재 에너지의 필요성 및 지속성, 향후 절약 또는 전환 필요성을 나타낸 것으로 지표가 높을수록 녹색성장 전환으로의 필요성이 높음을 나타낸다. 여건 분석의 1인당 공공시설 면적 지표는 지역의 친환경적 기반 요소, 재정 자립도 지표는 녹색성장기술의 경제적 투자 여건을 나타내며, 평균 풍속과 평균 일사량 지표는 풍력 및 태양광 에너지의 이용 효율을 나타낸 것으로, 지표가 높을수록 에너지 효율을 높일 수 있음을 의미한다.

2.4. 산업부문 지표 선정

산업부문의 저감 잠재능력 분석은 고효율공정혁신, 신재생에너지 및 원전확대, 스마트그리드, LED 등 고효율 제품 보급, 이산화탄소 포집 및 저장 등의 수단 적용 시 대상지역에서 고려하여야 할 요소를 반영하였다. Table 4에서 제시한 바와 같이 산업부문의 필요성 분석은 CO₂ 배출기여도, 탄소집약도, 제조업체 비율, 산업 에너지 사용량, 산단조성 면적비율을 지표로 선정하였고, 여건분석은 대형사업장 비율, 탄소집약도, 환경오염배출시설 단속 조치, 기상여건을 지표로 선정하였다.^{6-8,11)}

필요성 분석의 산업 에너지 사용량 지표는 현재 에너지의 필요성 및 지속성, 향후 절약 또는 전환 필요성을 나타낸 것으로 지표가 높을수록 녹색성장 전환으로의 필요성이 높음을 의미한다. 여건 분석의 대형사업장 비율은 향후 고효율 공정혁신 확충 여건을 나타낸 것으로, 지표가 높을수록 공정혁신율이 높음을 의미하며, 공정 탄소집약도 지표는 현재의 산업부문의 탄소배출량 수준을 나타낸다. 환경오염배출시설 단속 조치를 지표는 지역 산업체의 환경관련 의식 및 의지 등의 척도로

Table 3. Index selection and analysis system of commercial-public sector

separation	Index	Analysis system	direction
	CO ₂ emission rate in commercial · public field (%)	(CO ₂ emissions in commercial+public field/ whole CO ₂ emissions)*100	+
necessity	Carbon intensity (tonCO ₂ /GRDP)	CO ₂ emissions in commercial · public field/GRDP	+
	power consumption per person in commercial · public field (Mwh/person)	commercial · public field power consumption/population	+
	commercial · public field water supply (m ³)	commercial · public field water supply (m ³)	
	public area per person (m ² /person)	public area/population	+
condition	financial independence (%)	financial independence (%)	+
	average wind speed (m/sec)	average annual wind speed (m/sec)	+
	average insolation (kcal/m ²)	average annual insolation (kcal/m ²)	+

Table 4. Index selection and analysis system of industry sector

separation	Index	Analysis system	direction
necessity	CO ₂ emission degree in commercial field (%)	(CO ₂ emission degree in commercial field / whole CO ₂ emission degree)*100	+
	manufacturer rate (%)	(number of manufacturer/ total number of industries)*100	+
	industrial electricity consumption (Mwh/number)	(industrial electricity consumption/ number of industries)	+
	creating industrial complex area ratio (%)	(area of industrial complex/local area)*100	+
condition	large business rate (%)	(number of industry has more than 300 people/ total number of businesses)*100	+
	Carbon intensity (tonCO ₂ /GRDP)	local industrial sector emissions/GRDP	+
	enforcement actions rate in emissions facility (%)	(number of enforcement actions in emission facility/total industries)*100	-
	average insolation (kcal/m ²)	average annual insolation (kcal/m ²)	+

이용한다. 평균 일사량 지표는 태양광에너지의 이용 효율을 나타낸 것으로, 지표가 높을수록 에너지 효율을 높일 수 있음을 의미한다.

2.5. 농축산부문 지표 선정

농·축산부문의 저감 잠재능력 분석은 친환경농법 확대 및 영농방법개선, 축산분뇨 자원화, 토양 내 유기탄소저장, 반추기축 장내발효개선, 바이오매스 활용 및 화석연료 감축 등의 수단 적용 시 대상지역에서 고려하여야 할 요소를 반영하였다. Table 5에서 제시한 바와 같이 농·축산부문의 필요성 분석은 CO₂ 배출기여도, 탄소집약도, 경작지당 비료사용량, 단위 면적 반추기축 사육수를 지표로 선정하였고, 여건분석은 친환경농경지 면적비율, 농작지당 곡물생산, 농가인구비율, 관리되는 토지비율 지표로 선정하였다.^{6,7,9)}

필요성 분석의 농·축산 탄소집약도 지표는 현재의 농·축산부문의 탄소배출량 수준을 나타낸 것으로 지

표가 높을수록 향후 온실가스 저감의 필요성을 나타낸다. 여건 분석의 친환경농경지 면적비율 지표는 향후 친환경농법으로의 확충 여건을 나타낸 것으로, 지표가 높을수록 확충 여건이 높음을 의미한다. 또한, 농가인구비율 지표는 지역의 농업의존도를 나타낸 것으로 지표가 높을수록 농업 녹색성장 기반 구축을 위한 여건 정도가 높다고 평가할 수 있으며 관리되는 토지비율은 자연에 대한 인간의 교란 정도를 나타내는 지표로 낮을수록 녹색성장 전환으로의 필요성이 높음을 의미한다.

2.6. 폐기물부문 지표 선정

폐기물부문의 저감 잠재능력 분석은 재생 가능한 폐기물의 재활용 확대에 대한 수단 적용시 대상지역에서 고려하여야 할 요소를 반영하였다. Table 6에서 제시한 바와 같이 폐기물 부문의 필요성은 폐기물의 CO₂ 배출, 탄소집약도, 1인당 음식물쓰레기 발생량, 1인당 생활폐기물 배출량 등을 지표로 선정하였으며, 여건 분

Table 5. Index selection and analysis system of agro-livestock sector

separation	Index	Analysis system	direction
necessity	CO ₂ emission rate in commercial field (%)	(CO ₂ emissions in commercial field /whole CO ₂ emissions)*100	+
	manufacturer rate (%)	(number of manufacturer/ total number of industries)*100	+
	industrial electricity consumption (Mwh/number)	(industrial electricity consumption/ number of industries)	+
	creating industrial complex area ratio (%)	(area of industrial complex/local area)*100	+
condition	large business rate (%)	(number of industry has more than 300 people/ total number of businesses)*100	+
	Carbon intensity (tonCO ₂ /GRDP)	local industrial sector emissions/GRDP	+
	enforcement actions rate in emissions facility (%)	(number of enforcement actions in emission facility/total industries)*100	-
	average insolation (kcal/m ²)	average annual insolation (kcal/m ²)	+

Table 6. Index selection and analysis system of waste sector

separation	Index	Analysis system	direction
necessity	waste CO ₂ emission rate (%)	(waste CO ₂ /whole CO ₂ emissions)*100	+
	Carbon intensity (tonCO ₂ /GRDP)	waste CO ₂ emissions/GRDP	+
	emissions per capita food waste (ton/yr, per)	amount of food waste /population	+
	per household waste emissions (kg/day · per)	household waste emissions/population	+
condition	recyclable waste rate (%)	(recycling waste/whole waste)*100	+
	incinerator capacity (ton/day)	municipalities incinerator capacity	+
	per household waste management person (management person/thousand)	household waste management person/population	+
	total budget of waste management budget (billion/billion)	household waste management budget/total municipalities budget	+

석은 재활용 가능폐기물 비율, 소각로 용량, 1인당 생활폐기물관리인원, 총 예산대비 생활폐기물 관리예산 등을 지표로 선정하였다.^{6,7,9} 필요성의 음식물쓰레기 및 생활폐기물 발생량은 높을수록 향후 온실가스 저감의 필요성을 나타낸다. 또한, 여건 분석의 재활용 가능 폐기물, 소각로 용량, 생활폐기물 관리 인원 및 관리예산 이 높을수록 확충 여건이 높음을 의미한다.

2.7. 감축잠재력 평가 방법

부문별 세부지표에 대한 감축 잠재력 평가는 비교기 초지자체의 지표별 평균값과 비교하여,⁶⁾ Table 7과 같 이 대상기초지자체의 지표값이 비교기초지자체 평균값 의 -10% 이하일 경우에는 +1점, 비교기초지자체 평균 값의 ±10% 이내일 경우에는 +2점, 비교기초지자체 평균값의 +10% 이상일 경우에는 +3점을 부여하였으 며, 부여된 세부지표 점수를 식 (1)과 같이 모두 합산 하여 부문별 1차 잠재력을 평가하였다. 부문별 세부 1 차 잠재력 점수는 기여도를 고려하지 않고 모두 동일 한 점수를 부여하였다. 이와 같은 이유는 지자체별로 단일 지표에 대한 지역적인 의미가 상이하므로, 본 연 구에서는 여러 지자체에서 이용 가능할 수 있는 지표 체계구축 연구가 목표이기 때문이다. 그러나 최종 잠재 력 점수를 평가할 때는 부문별 CO₂ 배출비율을 고려한

가중치를 고려하였다.

$$\text{부문별 1차 잠재력 점수} = \sum_i \text{지표별 세부점수} \quad (1)$$

부문별 최종 잠재력 점수는 식 (2)와 같이 평가된 대 상기초지자체의 부문별 1차 잠재력 점수에 부문별 온 실가스 배출율(가중치)을 곱하여 산출하였다. 이와 같이 대상기초지자체의 부문별 온실가스 배출율을 가중치로 사용한 이유는 온실가스 배출율이 높을수록 대상부 문에 대한 온실가스 저감 가능량이 크기 때문이다.

부문별 최종 잠재력 점수를 다시 상대적인 평가를 위 하여 부문별 총괄 점수가 +2 점 미만은 감축 잠재력 낮음, 총괄 점수가 +2점 이상에서 +4점 미만은 보통, 총괄 점수가 +4점 이상은 높음으로 평가하였다.

$$\begin{aligned} &\text{부문별 총괄잠재력점수} = \\ &\text{부문별 1차 잠재력점수} \times \text{부문별 CO}_2 \text{ 배출비율} \quad (2) \end{aligned}$$

3. 평가방법을 이용한 기초지자체의 온실가스 감축잠재력 평가

본 연구에서 도출된 온실가스감축 잠재력 평가방법 의 실효성을 확보하기 위하여 실제 지자체에 적용하여

Table 7. evaluation method of mitigation potential by sector

result of detailed index (+ direction based on)	value on detailed index by sector		
	below -10% of the comparison value	±10% of the comparison value	above +10% of the comparison value
	+1 point	+2 point	+3 point
potential value of detailed index			
value of final mitigation potential evaluation	evaluation method of final mitigation potential by sector		
	below +2 point	above +2 point ~ less than +4 point	above +4 point
	low	moderato	high

평가하였다. 대상 지자체는 전라북도의 A지자체로 선정하였으며, 비교지자체는 충청남도의 B지자체, 전라남도의 C지자체, 충청북도의 D지자체를 선정하여 A지자체의 감축잠재력을 평가하였다.

3.1. 부문별 1차 감축 잠재력 평가

Table 8은 A지자체의 부문별 지표별 온실가스 감축잠재력을 나타내었다. A지자체의 수송부문 CO₂ 배출율은 비교도시 평균보다 낮게 나타났고, 탄소집약도는 높게 평가되었으며, 여건부분은 차량대비 대중교통보유율, 면적대비 대중교통차량수, 도로교통망 등이 보통으로 평가되어 향후 A지자체의 수송부문에 저감잠재능력은 보통으로 평가되었으며, 철도 교통망의 경우는 비교지자체의 평균 대비 높게 평가되었다.

A지자체의 가정 및 상업부문 CO₂ 배출율, 1인당 전

력소모량은 비교도시 평균 대비 낮음으로 평가되었으며, 탄소집약도는 비교도시 평균 대비 높게 평가되었다. A지자체의 가정 및 상업부문 저감능력 여건을 평가하기 위한 지표 중 재활용가능 폐기물과 경제력 부문에서 비교도시 대비 높게 평가되어 가정 및 상업부문의 총괄 저감 잠재력은 높음으로 평가되었다.

A지자체의 상업 및 공공부문은 1인당 전력소모량 및 CO₂ 배출량이 비교도시 평균 대비 낮은 것으로 평가되었으며, 여건부문의 재정 자립도가 비교도시 평균 대비 낮은 것으로 평가되어 공공 및 기타부문 총괄 저감잠재력은 낮음으로 평가되었다. 그리고 산업부문은 대형사업장 비율은 낮으나 제조업체 비율이 높은 것으로 평가되었으며, 산업부문의 총괄 저감잠재력 역시 낮음으로 평가되었다.

A지자체의 농·축산 부문은 탄소집약도가 높음으로

Table 8. Primary potential evaluation of “A” local government

sector	separation	index	comparison value	"A" local government	
				index value	value of potential
transport	necessity	vehicles per household (number/per)	0.98	0.99	2
		CO ₂ emission rate in transport field (%)	26.17	20.17	1
		Carbon intensity (1,000tonCO ₂ /GRDP billion)	0.11	0.14	3
	condition	traffic violation number (number/person)	0.19	0.14	1
		number of public transport vehicles (number/km ²)	23.09	20.96	2
		CNG bus penetration (%)	9.50	10.00	2
		traffic network of track (station/10,000person)	0.02	0.05	3
bicycle road length per person (m/person)	0.42	0.45	2		
total	-	-	-	16	
family	necessity	CO ₂ emission rate in family field (%)	23.13	19.65	1
		Carbon intensity (1,000tonCO ₂ /GRDP billion)	0.10	0.14	3
		power consumption per person (Mwh/person)	3.77	4.80	3
	condition	household water supply (m ³)	66.98	65.67	2
		recyclable waste rate (%)	20.54	36.48	3
		recipient of basic living rate (%)	2.92	4.22	1
		average insolation (kcal/m ²)	4.89	4.98	2
economic strength (GRDP, billion)	455.03	374.97	1		
total	-	-	-	16	
commercial · public	necessity	CO ₂ emission rate in commercial · public field (%)	27.36	16.70	1
		Carbon intensity (tonCO ₂ /GRDP)	0.12	0.12	2
		power consumption per person in commercial · public field (Mwh/person)	3.38	2.79	1
	condition	commercial · public field water supply (m ³)	23.795	14.735	1
		public area per person (m ² /person)	5.72	2.67	1
		financial independence (%)	50.97	33.50	1
		average wind speed (m/sec)	1.83	2.10	3
average insolation (kcal/m ²)	4.89	4.98	2		
total	-	-	-	12	

Table 8. Primary potential evaluation of “A” local government (Continued)

sector	separation	index	comparison value	"A" local government	
				index value	value of potential
industry	necessity	CO ₂ emission rate in commercial field (%)	18.48	21.78	3
		manufacturer rate (%)	3.18	4.96	3
		industrial electricity consumption (Mwh/number)	71.06	20.08	1
		creating industrial complex area ratio (%)	1.44	1.35	1
		large business rate (%)	0.12	0.06	1
	condition	Carbon intensity (tonCO ₂ /GRDP)	0.08	0.19	1
		enforcement actions rate in emissions facility (%)	1.70	0.99	1
		average insolation (kcal/m ²)	4.89	4.98	2
		total	-	-	13
		agro-livestock	necessity	CO ₂ emission rate in commercial field (%)	0.71
Carbon intensity (tonCO ₂ /km ²)	0.12			0.28	3
industrial electricity consumption (Mwh/number)	0.63			0.39	1
creating industrial complex area ratio (%)	0.24			0.06	1
large business rate (%)	1.54			-	2
condition	Carbon intensity (tonCO ₂ /GRDP)		2.56	3.11	3
	enforcement actions rate in emissions facility (%)		2.44	3.27	3
	average insolation (kcal/m ²)		0.36	0.34	2
	total		-	-	18
	waste		necessity	waste CO ₂ emission rate (%)	4.15
Carbon intensity (tonCO ₂ /GRDP)		0.02		0.02	1
emissions per capita food waste (ton/yr, per)		1.14		1.37	3
waste emissions per household (kg/day · per)		1.07		0.92	1
recyclable waste rate (%)		20.54		36.48	3
condition		incinerator capacity (ton/day)	333	400	3
		waste management person (management person/thousand)	5.84	9.48	3
		waste management budget per total (billion/billion)	0.02	0.04	3
		total	-	-	18

평가되었으며, 여건 관련 지표 역시 비교도시 대비 높음으로 평가되어 총괄 저감잠재력 역시 높음으로 평가되었다. 그리고 폐기물부문은 필요성 지표로 1인당 음식물쓰레기 발생량과 생활폐기물 배출량 등을 평가한 결과 필요성은 낮음으로 나타났으며, 여건 지표 중 재활용가능 폐기물 비율, 소각로용량, 1인당 생활폐기물 관리인원, 총 예산 대비 생활폐기물 관리예산을 평가한 결과 높음으로 평가되었으나, 폐기물부문 총괄 잠재력 평가는 낮음으로 평가되었다.

3.2. 부문별 총괄 감축 잠재력 평가

Table 9는 A 지자체의 부문별 저감 잠재능력 평가를 총괄적으로 나타낸 표이며, 수송부문은 비교도시 대비 높음으로 평가되었으며, 가정, 상업 및 공공부문, 산업 부문은 보통, 농·축산부문과 폐기물부문은 낮음으로 평

가되었다.

4. 결 론

본 연구에서는 확보 가능하며, 지자체 온실가스의 배출전망시 필요한 통계자료를 이용하여 기초지자체의 온실가스 저감잠재력을 평가하는 방법론을 정립하고, 정립된 평가방법론을 이용하여 기초지자체에 적용하였다. 그리고 기초지자체의 저감 잠재능력 분석은 총 6개 부문(수송, 가정, 상업 및 공공, 산업, 농축산, 폐기물)으로 분류하였으며, 저감잠재력 분석을 위한 지표는 필요성에서 4개 지표, 여건에서 4개 지표를 각각 선정하였다. 이와 같이 선정된 지표는 쉽게 확보 가능한 자료로 기초지자체의 온실가스 배출 현황과 저감여건 등을 쉽게 파악할 수 있는 지표체계를 구축하였다.

Table 9. final potential evaluation of "A" local government

sector	primary value	emission rate of GHGs	final value (value×rate)	evaluation
transport	16	0.298	4.768	high
family	16	0.135	2.16	moderato
commercial · public	12	0.259	3.108	moderato
industry	13	0.303	3.939	moderato
agro · livestock	18	0.0047	0.0846	low
waste	18	0.04	0.72	low

본 연구의 부문별 세부지표에 대한 감축 잠재력 평가는 대상기초지자체의 지표값이 비교기초지자체 평균값의 -10% 이하일 경우에는 +1점, 비교기초지자체 평균값의 ±10% 이내일 경우에는 +2점, 비교기초지자체 평균값의 +10% 이상일 경우에는 +3점을 부여하였으며 부여된 세부지표 점수를 모두 합산하여 부문별 1차 잠재력을 평가하였다. 이와 같이 체계화된 부문별 지표별 잠재력 평가는 인적자원이 비교적 부족한 기초지자체에서 지역의 부문별 문제점과 여건을 과학적인 방법에 의하여 쉽게 파악할 수 있는 기초 방법론 연구로, 보다 세부적이며 신뢰성 있는 저감잠재력의 평가를 위해서는 우선적으로 지자체 통계자료의 확대 및 신뢰성 확보가 이루어진 이후에 가능할 것이다.

본 연구의 부문별 최종 잠재력 점수는 평가된 대상 기초지자체의 부문별 1차 잠재력 점수에 부문별 온실가스 배출율을 곱하여 산출하였다. 부문별 최종 잠재력 점수를 상대 평가로 전환하기 위하여 부문별 총괄 점수가 +2점 미만은 감축 잠재력 낮음, 총괄 점수가 +2점 이상에서 +4점 미만은 보통, 총괄 점수가 +4점 이상은 높음으로 평가하였다. 이와 같은 부문별 최종 잠재력 점수의 신뢰성 확보를 위해서는 향후 온실가스 저감과 관련된 지표의 추가확보와 통계기반을 접목한 보완이 필요할 것이다.

본 연구에서 도출된 온실가스감축 잠재력 평가방법의 실효성을 확보하기 위하여 실제 지자체에 적용하여 평가하였다. 대상 지자체는 전라북도의 A지자체로 선정하였으며, 비교지자체는 충청남도의 B지자체, 전라남도의 C지자체, 충청북도의 D지자체를 선정하여 A지자체의 감축잠재력을 평가하였다. 실제 A 지자체의 온실가스 감축잠재력 평가 결과, 수송부문은 저감잠재력이 높음으로 평가되었으며, 가정, 상업 및 공공부문, 산업부문은 저감잠재력이 보통, 농·축산부문과 폐기물부문은 저감잠재력이 낮음으로 평가되었다. 이와 같이 3개 비교 지자체와 상대평가에 의하여 산출된 결과는 현재

A시의 부문별 실제 감축잠재력이 반영된 결과로 평가되나, 향후 신뢰성 향상을 위한 비교 지자체의 확대와 절대평가 방안을 고려할 필요성이 있다.

감사의 글

이 연구는 전북대학교 기후변화특성화대학원의 지원에 의해 연구되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 환경부, <http://www.me.go.kr>, 2011.
2. 서울시정개발연구원, “서울시 온실가스 감축목표 성과관리 모니터링방안 연구”, 2011.
3. 박년배, 유정화, 조미현, 윤성권, 전의찬, “저탄소 경로 모형을 활용한 2050년 한국의 온실가스 감축 시나리오 비교분석”, *한국대기환경학회지*, 2012, 28(5), 556-570.
4. 최봉석, 윤성권, 이동은, 전의찬, “GEBT를 활용한 지자체 온실가스 배출량 산정연구”, *한국기후변화학회지*, 2013, 4(3), 291-303.
5. 전북지역환경기술개발센터, “전라북도 주요시의 특성에 맞는 온실가스 감축프로그램 개발 및 ISO 인증”, 2009.
6. 한국환경정책평가연구원, “기후변화 취약성 평가지표의 개발 및 도입방안”, 2008.
7. 국립환경과학원, “지자체 기후변화대응종합계획 수립 지원을 위한 온실가스 감축계획 수립 가이드라인”, 2010.
8. 한국환경정책평가연구원, “녹색성장 평가를 위한 지표체계 개발 및 활용방안 연구”, 2010.
9. 한국환경공단, “지자체온실가스배출량산정지침”, 2012.
10. 한국교통연구원, “교통부문 녹색성장평가지표 개발 및 DB구축방안”, 2010.
11. 한국환경정책평가연구원, “저탄소 사회로의 이행을 위한 소비행태 조사 및 분석모형 개발 · 운용 III”, 2013.
12. 한국환경정책평가연구원, “지방단위 지속가능발전 지표 연구”, 2005.
13. 정태인, 박현식, 김동규, “제품의 온실가스 배출저감에 대한 성과지표 개발”, *대한환경공학회*, 2008, 30(12),

1245-1254.

14. 이주봉, 박현신, 김동규, “1999-2009 서울시 에너지사용량 분석을 통한 월별·부문별 온실가스 배출량 산정 및 평가”, *한국대기환경학회지*, 2012, 28(4), 466-476.
15. Ehler, C.N., “Indicators to measure governance performance in integrated coastal management”, *Ocean and Coastal Management*, 2003, 46(3-4), 335-345.