온실가스 배출권거래제 상쇄제도 외부사업 방법론 **07A-001-Ver01**

바이오 CNG 생산 및 자동차 연료 이용 사업의 방법론

Version **01** (2015.04.21)

1 방법론 일반사항

1.1 방법론명

바이오 CNG 생산 및 자동차 연료 이용 사업의 방법론

1.2 방법론 적용조건

본 방법론은 유기성 폐기물 바이오매스로부터 발생된 바이오가스를 이용하여 바이오 CNG를 생산하고 자동차의 연료로 사용하여 기존 화석연료 기반의 CNG를 대체함으로써 온실가스를 감축하는 사업에 적용가능 하다. 본 방법론을 적용하기 위해서는 다음의 조건을 모두 만족해야 한다.

① 바이오 CNG는 유기성 폐기물 바이오매스에 의해 생산되어져야 함
② 본 사업을 통해 생산된 바이오 CNG는 차량의 연료로서 사용되어져야 함
③ 바이오 CNG는 일반 CNG 차량 및 개조된 CNG 차량에 사용되어져야 함
④ 바이오 CNG 생산을 위해 생산 및/또는 공급된 바이오가스는 유기성 폐기물의 혐기적 소화작용에 의해 생성된 것이어야 하며, 기존에 에너지화되지 않은 것이어야 함
⑤ 생산된 바이오가스의 메탄 함량은 국가기준[1]에 부합된 것이어야 함
⑥ 반응기에 남은 소화된 잔류물 폐기물의 처리 과정에서 메탄이 발생되지 않음을 입증하여야 함

또한, 본 방법론은 아래의 사업에는 적용불가하다.

① 생산된 바이오 CNG를 도시가스 공급망으로 전송하는 사업
② 최종 사용자 및 소매상이 바이오 CNG를 사용하여 온실가스를 감축하는 사업
③ 생산된 바이오 CNG을 수출하는 사업

1) 대기환경보전법 시행규칙 [별표33] 자동차연료·첨가제 또는 촉매제의 제조기준(115조 관련)

1.3 사업경계

사업경계는 바이오 CNG 생산 및 이용에 영향을 미치는 모든 시설(제조, 정제, 압축, 저장, 운송, 충전시설 등)을 포함하며, 사업경계에 포함되는 배출원 및 온실가스 종류는 다음과 같다.

배출원		온실가스	산정 포함여부	배출원 설명
베이스라인 배출량	자동차의 CNG 연소에 따른 이산화탄소 배출	CO_2	○	주요 온실가스 배출원
		CH_4	×	–
		N_2O	×	–
사업 배출량	발전계통에서 전력생산에 따른 온실가스 배출 (계통전력 사용량)	CO_2	○	주요 온실가스 배출원
		CH_4	○	–
		N_2O	○	–
	화석연료 사용에 따른 이산화탄소 배출	CO_2	○	주요 온실가스 배출원
		CH_4	×	–
		N_2O	×	–
	바이오매스 및 바이오 CNG 운송에 따른 배출	CO_2	○	주요 온실가스 배출원
		CH_4	×	–
		N_2O	×	–
	바이오 CNG 생산과정 중 메탄의 물리적 누출에 따른 배출	CO_2	×	–
		CH_4	○	주요 온실가스 배출원
		N_2O	×	–

2 베이스라인 방법론

2.1 베이스라인 시나리오

본 방법론의 베이스라인 시나리오는 본 사업을 시행하지 않았을 경우 사업 경계 내에서 바이오매스의 혐기성 처리과정에서 발생되는 바이오가스는 회수되어 에너지화 되고 있지 않으며, 자동차는 화석연료를 기반으로한 CNG를 연료로 사용하고 있다.

2.2 추가성 입증

외부사업의 추가성은 법적·제도적 추가성과 경제적 추가성 기준을 만족해야 한다. 단, 경제적 추가성은 사업의 연간 예상 온실가스 감축량이 이산화탄소상당량톤(tCO_2-eq)으로 60,000톤을 초과한 사업만 평가한다. 추가성 평가방법은 "외부사업 타당성 평가 및 감축량 인증에 관한 지침" 별표 5를 따른다.

2.3 온실가스 배출량 산정방법

① 베이스라인 배출량(BE_y)

베이스라인 배출량은 사업 후 소매상 또는 충전소에 직접 공급·판매된 바이오 CNG의 양과 해당 순발열량에 CNG의 배출계수를 곱하여 산정되며, 계산식은 다음과 같다.

$$BE_y = FS_{Bio-CNG,y} \times NCV_{Bio-CNG} \times EF_{CO_2,CNG} \quad (1)$$

기호	정의	단위
BE_y	y년도 베이스라인 배출량	tCO_2-eq/년
$FS_{Bio-CNG,y}$	사업 후 y년도 소매상, 충전소에 직접적으로 공급되거나 판매된 바이오 CNG의 양	Nm^3/년
$NCV_{Bio-CNG}$	바이오 CNG의 순발열량 ※ 바이오 CNG의 메탄 함량이 부피기준 95% 이상일 경우 CNG의 순발열량을 사용해야 함	TJ/Nm^3
$EF_{CO_2,CNG}$	CNG의 CO_2 배출계수	$kgCO_2/TJ$
※ 외부사업 규모에 따라 적정 계량 단위 및 단위 환산계수를 적용하되, 최종 배출량은 이산화탄소상당량톤(tCO_2-eq)으로 산정		

단, y년도 소매상, 충전소에 직접적으로 공급되거나 판매된 바이오 CNG의 양($FS_{Bio-CNG,y}$)은 y년도에 사업활동으로 인해 생산된 바이오 CNG($FP_{Bio-CNG,y}$)의 양 이하여야 한다.

② 사업 배출량(PE_y)

사업 배출량은 바이오가스 처리 및 바이오 CNG 생산과정, 바이오 CNG 운송과정, 저장 및 충전과정에 따른 배출량으로 구분된다. 여기서 바이오 CNG 운송이란 바이오

CNG 생산시설에서 충전시설까지의 운송을 의미한다.

$$PE_y = PE_{elec,y} + PE_{fuel,y} + PE_{transport} + PE_{CH_4} \quad (2)$$

기호	정의	단위
PE_y	y년도 사업 배출량	tCO_2-eq/년
$PE_{elec,y}$	y년도 설비 운전 시 전력사용에 따른 온실가스 배출량	tCO_2-eq/년
$PE_{fuel,y}$	y년도 설비 운전 시 화석연료사용에 따른 온실가스 배출량	tCO_2-eq/년
$PE_{transport}$	y년도 바이오 CNG의 수송에 따른 온실가스 배출량	tCO_2-eq/년
PE_{CH_4}	y년도 바이오 CNG의 생산, 저장 및 충전과정에서 메탄의 물리적 누출에 의한 배출량	tCO_2-eq/년
※ 외부사업 규모에 따라 적정 계량 단위 및 단위 환산계수를 적용하되, 최종 배출량은 이산화탄소상당량톤(tCO_2-eq)으로 산정		

$$PE_{elec,y} = EC_{elec,y} \times EF_{grid} \quad (3)$$

기호	정의	단위
$PE_{elec,y}$	y년도 설비 운전 시 전력사용에 따른 온실가스 배출량	tCO_2-eq/년
$EC_{elec,y}$	y년도 설비 운전에 따른 전력사용량	MWh/년
EF_{grid}	전력배출계수	tCO_2-eq/MWh

$$PE_{fuel,y} = EC_{fuel,i,y} \times NCV_{fuel,i} \times EF_{fuel,i} \quad (4)$$

기호	정의	단위
$PE_{fuel,y}$	y년도 설비 운전 시 화석연료사용에 따른 온실가스 배출량	tCO_2-eq/년
$EC_{fuel,i,y}$	y년도 설비 운전에 따른 화석연료 i의 사용량	Nm^3,L,ton/년
$NCV_{fuel,i}$	화석연료 i의 순발열량	GJ/Nm^3,L,ton
$EF_{fuel,i}$	화석연료 i의 이산화탄소 배출계수	tCO_2/GJ

$$PE_{transport} = (Q_{Bio-CNG} / CT_{Bio-CNG}) \times DAF_{Bio-CNG} \times EF_{CO_2,k} \quad (5)$$

기호	정의	단위
$PE_{transport}$	y년도 바이오 CNG의 수송에 따른 온실가스 배출량	tCO_2-eq/년
$Q_{Bio-CNG}$	y년도 바이오 CNG 생산량	Nm^3/년
$CT_{Bio-CNG}$	y년도 바이오 CNG 운송용 트럭 평균 용량	Nm^3/truck
$DAF_{Bio-CNG}$	평균 바이오 CNG 운송 거리	km/truck
$EF_{CO_2,k}$	바이오 CNG 운송 차량 k의 CO_2 배출계수	$kgCO_2$/km

$$PE_{CH_4} = PE_{AD,y} + PE_{Bio-CNG,y} \quad (6)$$

기호	정의	단위
PE_{CH_4}	y년도 바이오 CNG의 저장 및 충전과정에서 메탄의 물리적 누출에 의한 배출량	tCO_2-eq/년
$PE_{AD,y}$	y년도 혐기성 처리과정으로부터 CH_4 누출량	tCO_2-eq/년
$PE_{Bio-CNG,y}$	y년도 바이오가스 및 바이오 CNG 제조, 정제, 압축, 저장 및 수송과정에서의 CH_4 누출량	tCO_2-eq/년

$$PE_{AD,y} = Q_{Biogas} \times EF_{biogas-leaked} \times w_{CH_4} \times D_{CH_4} \times GWP_{CH_4} \quad (7)$$

기호	정의	단위
$PE_{AD,y}$	y년도 혐기성 처리과정으로부터 CH_4 누출량	tCO_2-eq/년
Q_{Biogas}	바이오가스 생산량	Nm^3(생산량)/년
$EF_{biogas-leaked}$	바이오가스의 물리적 누출 기본배출계수	Nm^3(누출량)/ Nm^3(생산량)
w_{CH_4}	바이오가스 중 메탄 함유율	%
D_{CH_4}	메탄의 밀도	tCH_4/m^3
GWP_{CH_4}	메탄 지구온난화지수	–

$$PE_{Bio-CNG,y} = Q_{mathane,y} \times LR_{biogas} \times GWP_{CH_4} \quad (8)$$

기호	정의	단위
$PE_{Bio-CNG,y}$	y년도 바이오가스 및 바이오 CNG 제조, 정제, 압축, 저장 및 수송과정에서의 CH_4 누출량	tCO_2-eq/년
$Q_{mathane,y}$	y년도 메탄 생산량	Nm^3/년
LR_{biogas}	물리적 누출 계수	tCH_4/m^3
GWP_{CH_4}	메탄 지구온난화지수	–

③ 누출량(LE_y)

누출량은 고려되지 않는다.

④ 온실가스 배출 감축량(ER_y)

본 방법론은 바이오 CNG 생산 및 자동차 연료 이용 사업의 방법론으로, 온실가스 배출 감축량은 아래의 수식을 이용하여 산정한다.

$$ER_y = BE_y - PE_y - LE_y \quad (9)$$

기호	정의	단위
ER_y	y년도 온실가스 배출 감축량	tCO_2-eq/년
BE_y	y년도 베이스라인 배출량	tCO_2-eq/년
PE_y	y년도 사업 배출량	tCO_2-eq/년
LE_y	y년도 누출량	tCO_2-eq/년

3 모니터링 방법론

3.1 모니터링 절차

본 방법론의 모니터링 계획은 다음의 중요한 모니터링 항목이 포함되어야 하며, 도식화 및 계획이 수립되어야 한다.

구분	항목	비고
1	y년도 소매상, 충전소에 직접적으로 공급되거나 판매된 바이오 CNG의 양	
2	바이오 CNG의 순발열량	계수
3	CNG의 CO_2 배출계수	계수
4	y년도 설비 운전에 따른 전력사용량	
5	전력배출계수	계수
6	y년도 설비 운전에 따른 화석연료 i의 사용량	
7	화석연료 i의 순발열량	계수
8	화석연료 i의 이산화탄소 배출계수	계수
9	y년도 바이오 CNG 생산량	
10	y년도 바이오 CNG 운송용 트럭 평균 용량	
11	평균 바이오 CNG 운송 거리	
12	바이오 CNG 운송 차량 k의 CO_2 배출계수	계수
13	바이오가스 생산량	
14	바이오가스의 물리적 누출 기본배출계수	계수
15	바이오가스 중 메탄 함유율	
16	메탄의 밀도	계수
17	y년도 메탄 생산량	
18	물리적 누출 계수	계수

3.2 베이스라인 고정 데이터 및 인자

베이스라인 온실가스 배출량 산정을 위해 고정된 데이터 및 인자는 아래와 같다.

데이터/인자	$NCV_{Bio-CNG}$
데이터 단위	TJ/Nm^3
설명	바이오 CNG의 순발열량
데이터 출처	온실가스 배출권거래제
측정 방법/절차	계수값
모니터링 주기	–
QA/QC 절차	–
데이터 목적	베이스라인 배출량 산정
기타 의견	바이오 CNG의 메탄 함량이 부피기준 95% 이상일 경우 CNG의 순발열량 사용

데이터/인자	$EF_{CO_2,CNG}$
데이터 단위	$kgCO_2/TJ$
설명	CNG의 CO_2 배출계수
데이터 출처	2006 IPCC 가이드라인
측정 방법/절차	계수값
모니터링 주기	–
QA/QC 절차	–
데이터 목적	베이스라인 배출량 산정
기타 의견	–

데이터/인자	EF_{grid}
데이터 단위	tCO_2-eq/MWh
설명	전력배출계수
데이터 출처	온실가스 배출권거래제
측정 방법/절차	계수값
모니터링 주기	–
QA/QC 절차	–
데이터 목적	사업 배출량 산정
기타 의견	–

데이터/인자	$NCV_{fuel,i}$
데이터 단위	GJ/Nm^3,L,ton
설명	화석연료 i의 순발열량
데이터 출처	온실가스 배출권거래제
측정 방법/절차	계수값
모니터링 주기	–
QA/QC 절차	–
데이터 목적	사업 배출량 산정
기타 의견	–

데이터/인자	$EF_{fuel,i}$
데이터 단위	tCO_2/GJ
설명	화석연료 i의 이산화탄소 배출계수
데이터 출처	2006 IPCC 가이드라인
측정 방법/절차	계수값
모니터링 주기	–
QA/QC 절차	–
데이터 목적	사업 배출량 산정
기타 의견	–

데이터/인자	$EF_{CO_2,k}$
데이터 단위	$kgCO_2/km$
설명	바이오 CNG 운송 차량 k의 CO_2 배출계수
데이터 출처	2006 IPCC 가이드라인
측정 방법/절차	계수값
모니터링 주기	–
QA/QC 절차	–
데이터 목적	사업 배출량 산정
기타 의견	–

데이터/인자	$EF_{biogas-leaked}$
데이터 단위	Nm^3(누출량)/Nm^3(생산량)
설명	바이오가스의 물리적 누출 기본배출계수
데이터 출처	통계값, 국내외 공인계수 등
측정 방법/절차	계수값
모니터링 주기	–
QA/QC 절차	–
데이터 목적	사업 배출량 산정
기타 의견	UNFCCC, CDM방법론 AMS-III.AQ(Version 02.0) 기본 값 등

데이터/인자	D_{CH_4}
데이터 단위	tCH_4/m^3
설명	메탄의 밀도
데이터 출처	국내외 공인계수 등
측정 방법/절차	계수값
모니터링 주기	–
QA/QC 절차	–
데이터 목적	사업 배출량 산정
기타 의견	–

데이터/인자	LR_{biogas}
데이터 단위	tCH_4/m^3
설명	물리적 누출 계수
데이터 출처	통계값, 국내외 공인계수 등
측정 방법/절차	계수값
모니터링 주기	–
QA/QC 절차	–
데이터 목적	사업 배출량 산정
기타 의견	UNFCCC, CDM 방법론 AMS-III.H(Version 17.0) 기본 값 등

3.3 모니터링 데이터 및 인자

사업기간 동안 베이스라인 배출량, 사업 배출량, 누출량을 산정하기 위하여 모니터링 되어야 하는 인자들은 다음과 같다.

데이터/인자	$FS_{Bio-CNG,y}$
데이터 단위	Nm^3/년
설명	y년도 소매상, 충전소에 직접적으로 공급되거나 판매된 바이오 CNG의 양
데이터 출처	계측기
측정 방법/절차	측정
모니터링 주기	연속, 누적
QA/QC 절차	계량에 관한 법률 등
데이터 목적	베이스라인 배출량 산정
기타 의견	계측 데이터와 판매 고지서 및 바이오가스 생산량과 교차 확인

데이터/인자	$EC_{elec,y}$
데이터 단위	MWh/년
설명	y년도 설비 운전에 따른 전력사용량
데이터 출처	전력량계
측정 방법/절차	측정
모니터링 주기	연속, 누적
QA/QC 절차	계량에 관한 법률 등
데이터 목적	사업 배출량 산정
기타 의견	–

데이터/인자	$EC_{fuel,i,y}$
데이터 단위	Nm^3,L,ton/년
설명	y년도 설비 운전에 따른 화석연료 i의 사용량
데이터 출처	계측기
측정 방법/절차	측정
모니터링 주기	연속, 누적
QA/QC 절차	계량에 관한 법률 등
데이터 목적	사업 배출량 산정
기타 의견	–

데이터/인자	$Q_{Bio-CNG}$
데이터 단위	Nm^3/년
설명	y년도 바이오 CNG 생산량
데이터 출처	계측기
측정 방법/절차	측정
모니터링 주기	연속, 누적
QA/QC 절차	계량에 관한 법률
데이터 목적	사업 배출량 산정
기타 의견	–

데이터/인자	$CT_{Bio-CNG}$
데이터 단위	Nm^3/truck
설명	y년도 바이오 CNG 운송용 트럭 평균 용량
데이터 출처	현장 값(반출 차량 대장, 사진, 운송 계약서, 자동차등록증 등)
측정 방법/절차	현장 확인
모니터링 주기	바이오 CNG 반출시
QA/QC 절차	–
데이터 목적	사업 배출량 산정
기타 의견	–

데이터/인자	$DAF_{Bio-CNG}$
데이터 단위	km/truck
설명	평균 바이오 CNG 운송 거리
데이터 출처	계측기 또는 계산 값
측정 방법/절차	측정(주행거리) 또는 출발/도착지 지도상 거리 계산
모니터링 주기	바이오 CNG 반출시
QA/QC 절차	–
데이터 목적	사업 배출량 산정
기타 의견	–

데이터/인자	Q_{Biogas}
데이터 단위	Nm^3(생산량)/년
설명	바이오가스 생산량
데이터 출처	계측기
측정 방법/절차	측정
모니터링 주기	연속, 누적
QA/QC 절차	계량에 관한 법률 등
데이터 목적	사업 배출량 산정
기타 의견	사업계획서 작성시에는 예상 바이오가스 생산량을 사용하며, 모니터링 보고서 작성시에는 회수된 바이오가스량을 적용한다.

데이터/인자	w_{CH_4}
데이터 단위	%
설명	바이오가스 중 메탄 함유율
데이터 출처	계측기
측정 방법/절차	측정
모니터링 주기	연속
QA/QC 절차	계량에 관한 법률 등
데이터 목적	사업 배출량 산정
기타 의견	–

데이터/인자	$Q_{mathane,y}$
데이터 단위	Nm^3/년
설명	y년도 메탄 생산량
데이터 출처	계측기
측정 방법/절차	측정
모니터링 주기	연속 및 누적
QA/QC 절차	계량에 관한 법률 등
데이터 목적	사업 배출량 산정
기타 의견	–

4 참고문헌

· 외부사업 타당성 평가 및 감축량 인증에 관한 지침
· 계량에 관한 법률
· 온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률 시행령
· 대기환경보전법 시행규칙
· 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
· UNFCCC, CDM 방법론 AMS-III.AQ. (Version 02.0)
· UNFCCC, CDM 방법론 AMS-III.AK. (Version 02.0)
· UNFCCC, CDM 방법론 AMS-III.H. (17.0)
· UNFCCC, CDM 방법론 Tool : Tool to calculation baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption
· UNFCCC, CDM 방법론 Tool : Tool to calculate project or leakage CO_2 emissions from fossil fuel combustion

5 기타사항

5.1 용어 정의

·**바이오 CNG** : 바이오가스 원료로부터 추출한 압축천연가스(CNG, Compressed Natural Gas). 바이오 CNG는 CNG의 메탄 함유량 및 저위발열량이 유사함

·**바이오가스** : 혐기성 상태에서 생물유기체(biomass)를 변환시켜 얻은 기체. 바이오가스의 원료 물질로는 하수슬러지(폐활성슬러지), 음식물 쓰레기(음폐수 포함), 매립지, 유기성 산업 폐기물(폐수), 가축분뇨 등이 있음

·**혐기성 처리** : 산소가 존재하지 않는 조건하에서 혐기성 균의 구실을 이용하여 유기물을 분해 처리하는 방법

·**호기성 처리** : 충분한 산소의 존재하에서 호기성 균의 구실을 이용하여 유기물질을 분해 처리하는 방법

·**신규(Green Field) 사업** : 일반적으로 녹지나 미개발지를 의미하는 국토계획·환경 용어로써 그린필드 사업은 신규 공장을 건설하는 등의 신규 개발 사업을 의미

·**국제단위(International Unit, SI)** : 길이, 질량, 시간, 전류, 온도, 광도, 물질량의 총 7가지 기본 측정단위를 정의한 것으로 세계 대부분의 국가에서 채택하여 국제 공동으로 사용하고 있는 "국제단위계"를 의미함. 우리나라는 국가표준기본법을 제정하여 국제단위를

사용 토록 함. **외부사업의 온실가스 감축량 산정을 위해서는 기본적으로 국제단위를 적용하여야 하며, 사업규모에 따라 적정 계량 단위 및 단위 환산계수 적용 필요**

5.2 방법론 적용 유효시작일

본 방법론은 2015년 4월 21일 이후부터 승인 신청되는 외부사업에 적용할 수 있다.

5.3 방법론 이력관리

일자	구분	주요내용
2015.04.21	신규개발	환경부장관에 의한 직권 개발 방법론