

환경관리

기후변화 대응을 위한 공지에서 신재생에너지 생산 가능성 연구

전의찬(세종대학교 환경에너지공간융합학과 교수)

1. 서론

74

전 세계적으로 기후변화 현상이 심각해지고, 온실가스 감축이 주요한 기후변화 대응방안으로 대두되면서 화석연료를 대체할 수 있는 신재생에너지에 관한 연구가 활성화되고 있다. 우리나라는 에너지 해외의존도가 약 97%로 에너지 안보에 취약한 에너지 공급구조를 가지고 있어 신재생에너지의 개발 및 보급이 매우 중요하다. 정부에서는 신재생에너지 보급을 확대하고 녹색산업을 육성하기 위하여 2012년 신재생에너지 공급 의무화 제도(RPS: Renewable Portfolio Standards)를 도입하였다.

신재생에너지 생산을 위해서는 신재생에너지 자원의 잠재량 못지않게 신재생에너지 생산시설을 설치할 공간이 필요하다. 도시에서 활용되지 못하고 있는 공지는 신재생에너지 시설의 도입에 의한 에너지 자급률을 향상시킬 수 있다는 점에서 기후변화 대응 측면에서 큰 의미를 갖는다고 할 수 있다.

본 연구에서는 공지의 신재생에너지 생산 가능성을 평가하고 신재생에너지 도입에 따른 온실가스 감축효과 추정을 통해 기후변화 대응 측면에서의 예를 분석해 보고자 한다.

2. 공지에서 생산 가능한 신재생 에너지

1) 태양광 발전

태양광 발전은 실리콘 등의 반도체 소자를 사용하여 생성된 태양에너지를 직류 전류로 생산하고, 인버터 등의 전력변환 장치를 통해 부하에 전력을 공급하는 발전방식으로, 태양전지 및 모듈, 전력변환 및 제어장치(PCS: Power Conditioning System), 시스템 설계 및 설치분야로 구분할 수 있다. 태양광 발전은 금속이나 반도체의 접촉면 또는 반도체의 PN 접합에 빛을 받으면 광전효과에 의해 전기가 발생하는 원리이다. 금속과 반도체의 접촉을 이용하여 발전하는 셀렌광전지와 아황산구리광전지가 있으며, 반도체 PN 접합을 사용하여 태양전지로 이용되고 있는 실리콘 광전지가 있다.

이러한 태양전지에 태양빛이 닿으면 태양빛은 태양전지 속으로 흡수되며, 흡수된 태양빛이 가지고 있던 에너지에 의해 반도체 내에 정공(hole)(+)과 전자(electron)(-)의 전기를 가진 입자(정공과 전자)가 발생하여 각각 자유롭게 태양전지 속을 움직이게 된다. 전자(-)는 N형 반도체 쪽으로 정공(+)은 P형 반도체 부분으로 모이게 되는데, 이때 전위가 발생하게 되며 이 때문에 앞면과 뒷면에 붙여 만든 전극에 전구나 모터와 같은 부하를 연결하게 한다. 이때 전류가 흐르게 되고 이것이 태양전지의 PN 접합에 의한 태양광발전의 원리이다.

2) 바이오매스

① 도시농업

도시에서 식물을 이용한 온실가스 감축은 직접 또는 간접적 측면으로 구분할 수 있다. 직접적인 측면은 식물의 탄소 흡수 및 저장을 의미하며, 간

접적인 측면은 녹화 또는 농업에 의한 화석에너지 사용 감소에 의한 온실가스 감축을 들 수 있다. 도시농업의 경우 대개 1년생 작물을 이용하여 생육과 수확을 반복하기 때문에 탄소 저장에 의한 직접적 효과보다는 화석에너지 사용 감소에 의한 간접적인 효과가 중요하다(이현우 외, 2013).

도시농업을 통한 화석에너지사용 감축 효과는 푸드 마일리지를 이용하여 추정할 수 있으며, 지역에서 생산되는 작물과 수입되는 작물 운반과 관련된 에너지양을 계산하여 에너지사용 감축효과를 파악하는 연구들이 많이 진행되고 있다(국립환경과학원, 2009; AEA Technology, 2005; Blanke and Burdick, 2005).

② 바이오 연료

바이오매스 에너지는 크게 전통적인 방식과 현대적인 2가지 방식으로 이용 형태를 구분할 수 있다. 전통적인 방식은 자연으로부터 획득한 다양한 형태의 바이오매스를 추가 가공 없이 이용하는 것을 말하며, 농작물의 찌꺼기, 목재, 축산분뇨 등이 있다. 전통적인 바이오매스는 생물학적인 관점에서는 재생가능한 에너지원에 속하지만, 과도한 이용에 따른 산림 파괴 및 가축분뇨의 이용으로 인한 질병의 발생 등과 같은 문제점을 일으키기도 한다. 또한, 전통적인 바이오매스는 이용 과정에서 다량의 오염물질이 배출되기 때문에 환경 문제를 심화시키기도 한다.

이러한 전통적 바이오매스의 문제를 해결하기 위해서 아프리카와 중국, 인도 등에서는 바이오매스의 이용 방식을 개선하는 사업을 진행하고 있다(Goldemberg, 2004). 즉, 전통적인 바이오매스와 대조되는 개념으로 현대적인 바이오매스의 개념이 있으며, 바이오에탄올과 바이오디젤 등이 현대적인 바이오매스에 속한다. 현대적인 바이오매스는 일반적으로 전력 생산, 난방에너지, 수송에너지 등으로 이용된다. 현대적인 바이오매스는 전

통적인 바이오매스와 동일한 원료로부터 일차적으로 추출된 후 가공해서 사용하는 방식을 사용하고 있으며, 특히 전통적인 바이오매스의 사용으로 인한 문제점을 해결하고 지속가능성을 높이는 방안 모색도 활발히 이루어지고 있다(Goldemberg, 2004).

3. 공지의 신재생에너지 생산시설 선행연구 및 설치사례 조사

1) 공지의 신재생에너지 생산 관련 선행연구

공지의 신재생에너지 생산과 관련된 국내 연구로 아이비즈컨설팅(2012)에서는 ‘신재생에너지 대규모 수요창출 연구방안’을 통해 유휴부지에서 태양광 발전시설 설치 가능성을 국내·외 사례를 통해 분석하였다. 한국환경공단(2013)에서는 ‘환경기초시설 탄소중립 프로그램 민간투자방안 조사 분석’ 연구를 통하여 9개 지자체의 환경기초 시설에 해당하는 시설의 유휴부지를 활용하기 위하여 유휴부지 면적을 산정하고 태양광 발전설비 설치 가능성에 대하여 평가하였다.

한국환경정책평가연구원(2010)은 ‘도시농업의 온실가스 감축효과 및 정책방안’을 통하여 전통적 도시농업 공간 이외의 지역에서 도시농업을 추가로 실시할 경우 발생할 수 있는 온실가스 감축효과를 추정하였다.

미래농정연구원(2005)에서는 ‘산업용 원료(바이오에너지)로 사용가능한 농작물의 경제성 분석 및 정책적 지원방안 연구’를 통해 우리나라의 향후 유채 재배 가능 면적은 47.8천ha(유휴농지 최대 활용시)~550천ha(쌀+유채 이모작 고려 시)이며, 유채생산량은 191천톤(유휴농지 최대 활용

시)~2,200천톤(쌀+유채 이모작 고려 시), 유채를 원료로 하는 바이오디젤 생산량은 76천kℓ(유휴농지 최대 활용 시)~880천kℓ(쌀+유채 이모작 고려 시)로 전망하여 유휴지의 바이오 디젤 생산 가능성을 평가하였다. 또한, KLIK(2008)에서 호박을 통해 하나의 원료로부터 바이오에탄올과 바이오디젤을 동시에 생산하는 연구를 수행하였다. 호박은 개체 당 최대 200kg이상까지 성장할 수 있기 때문에 국내에서 호박을 대량으로 재배할 경우 획기적으로 바이오 연료를 생산할 수 있다.

국외에서는 Ghazanfar Khan¹(2014)가 지리정보시스템(GIS)을 이용하여 인도지역에서의 최적 태양광 발전 부지를 산정하는 연구를 수행하였다. 최적 태양광발전 부지 선정의 기준 요소 중 하나로 공지를 설정하였으며 공지 5에이커 당 1MW의 태양광 발전설비를 설치하여 연구지역에서는 약 10MW의 태양광발전 설비를 설치할 수 있을 것으로 판단하였다. Richard Lord(2009)는 사례 조사를 통해 재개발 공업단지에서의 바이오매스 생산가능성에 대해 소개하고 있다. 실제로 영국 북동부지역에서 재개발 공업단지 중 약 2660ha에 해당하는 공지를 활용하여 바이오매스 생산 시설을 건설하고 있다. 그리고 Teessied 지역에 30MW 규모에 해당하는 바이오매스 발전소를 설치하여 주변 바이오에너지 생산시장에 새로운 기회가 되고 있다.

2) 공지의 신재생에너지 생산 관련 사례

공지에서 신재생에너지 생산과 관련된 사례로 서울시는 햇빛도시 건설 정책을 통하여 유휴공간을 활용한 태양광발전소(햇빛발전소)를 설치하고 있다. 11개 공공시설의 유휴공간에 민간자본 368.7억 원을 투입하여 태양광발전시설(13.5MW)을 설치하였다. 또한, 서울시는 공공시설인 아리수정수센터, 공영차고지 및 주차장 등의 유휴공간은 물론 국·공유 시설을 포함한 민간 부

분의 유휴공간을 활용하여 햇빛발전소사업을 계획·시행하고 있다.

경기도는 발전회사와 함께 2010년 도내 3개 시·군과 함께 배수지 등 공공기관 유휴지를 활용한 태양광발전사업을 통해 2011년 1월부터 12월까지 안산 8곳, 수원 3곳, 양평 2곳 등 8만 8200㎡의 공공기관 유휴지에 270억 원을 투입해 5MW급 발전시설을 건립하였다. 또한, 2011년 농어촌공사, 발전회사, 민간 기업 등과 함께 ‘경기 서해안 신재생에너지 공동 개발사업’으로 한국농어촌공사의 시화·화홍 방조제 및 방수제, 저수지 등의 유휴지를 활용해 서해안에 총 풍력 200MW, 태양광 20MW의 대규모 풍력 및 태양광발전사업 공동개발을 실시하고 있다.

국외의 경우 다양한 나라들이 신재생에너지 발전시설로 공지를 활용하고 있다. 특히 100MW와 같은 대규모 태양광 발전시설의 설치는 주로 사막, 유휴부지, 나대지 등을 활용하여 설치되고 있다.

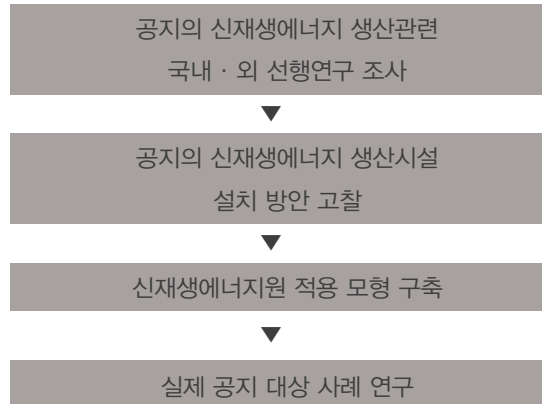
또한, 바이오매스 생산과 관련된 사례들도 많이 나타나고 있다. 미국 서부 Mariposa시에서는 Mariposa Biomass Project를 통하여, 바이오매스 경작물을 생산하는데 공지를 활용한 바이오매스를 생산계획을 추진하고 있으며, 주변에 1MW의 바이오매스 발전시설을 설치하여 마을에 전력 및 열에너지를 보급하려는 계획을 갖고 있다.

4. 공지의 신재생에너지 생산가능성 추정

본 연구에서는 공지의 신재생에너지 생산가능성을 추정하기 위하여 [그림 2]와 같은 절차를 통해 연구를 수행하였다. 공지의 신재생에너지 생산

가능성 추정을 위해 관련 국내·외 선행연구를 조사하여 신재생에너지 발전시설로 공지의 활용가능성에 대하여 파악하고, 선연구결과를 기반으로 실제 공지에서 신재생에너지 생산시설 설치방안에 대하여 고찰하였다. 그리고 신재생에너지원 적용을 위한 모형을 구축하고 실제 사례지역을 선정하여 신재생에너지 생산시설 설치 시 발전가능성을 살펴보았다.

본 연구에서는 선행연구를 검토를 통해 사례지역에 적용할 신재생에너지로 태양광 발전과 바이오매스를 선정하였다. 사례지역은 서울특별시 강동구로 설정하였으며, 공지면적을 파악하고 신재생에너지 생산시설에 의한 온실가스 감축효과를 추정하였다.



<그림 1> 공지의 신재생에너지 생산 가능성 추정 절차

1) 태양광 발전시설의 신재생에너지 생산 가능성 및 온실가스 감축량 추정 방법

태양광 발전시설의 신재생에너지 생산가능성은 RETScreen을 이용하여 실시하였다. RETScreen은 신재생에너지 설비 설치 가능성 및 비용 등 신재생에너지와 관련된 각종정보를 제공하기 위해 캐나다 Natural Resources Canada(NRCAN)의 VANMET Energy Diversification Research Laboratory(CEDRL)에서

개발, 보급하고 있는 프로그램이다(산업자원부, 2006). 이 프로그램은 특정 신재생에너지 프로젝트를 설정하고 관련된 기상자료, 설비 특성, 투자비용 등의 요인을 사용하여 에너지 생산량과 이에 따른 수입 등을 계산하여 에너지 생산가능성과 경제성 평가를 수행할 수 있다.

RETScreen 모델은 하나의 프로젝트에 대한 경제성 분석만을 실시할 수 있기 때문에 다양한 신재생에너지원 도입에 따른 통합적인 분석은 힘들다는 한계점을 가지고 있다. 하지만 자료 입력 및 분석방법이 비교적 간편하여 신재생에너지 프로젝트의 예비타당성 조사 시 유용하게 사용할 수 있는 장점이 있다(이주수 외, 2013).

RETScreen 분석 도구에는 제품, 프로젝트, 수문학 및 NASA의 기후 위성 데이터뿐만 아니라 전 세계의 에너지 자원 지도가 전부 통합되어 있으며, 다양한 형태의 신재생에너지 프로젝트에 대한 Template와 Case studies 자료들이 내장되어 있다.

이러한 자료들은 실제로 건설된 신재생에너지 프로젝트의 기술 및 재무관련 데이터를 기초로 작성된 것이며, 이러한 자료들은 Power, Heating, Cooling, Combined heating & power 등으로 구분할 수 있는 Project type과 Project location, Climate data location 그리고 Project name으로 구분되어 있어 다양한 형태의 프로젝트를 분석해 볼 수 있다(최봉석, 2014). 또한, RETScreen은 Energy Model, Cost Analysis, Emission Analysis, Financial Analysis 등의 단계를 걸쳐 분석을 실시한다.

공지의 태양광발전시설 설치에 따른 에너지 생산 및 온실가스 감축효과를 추정하기 위해 사례 지역의 공지 면적에 태양광 발전시설 설치용량을 구하고, RETScreen 프로그램을 이용하여 태양광

발전량을 산정하였다. 그리고 태양광 발전량에 따른 온실가스 감축량은 기존 전력을 태양광 발전을 통해 생산된 전력으로 대체하여 사용하는 것으로 가정하여 추정하였다.

2) 도시농업을 통한 온실가스 감축 효과 추정 방법

도시농업을 통한 온실가스 감축량 추정은 작물의 수송거리 단축 측면에서 산정하였다. 도시농업을 통한 온실가스 감축량 산정방법은 작물의 단위면적당 생산량을 파악한 후 작물의 푸드마일리지와 탄소배출계수를 이용하여 산정할 수 있다. 푸드마일리지는 생산자가 생산하여 소비자까지 수송되는 수송거리를 뜻한다. 푸드마일리지는 식량의 무게와 이동거리를 통해 구하게 되며, 단위는 톤-킬로미터로 사용된다. 푸드마일리지는 식품 수송에 따른 이산화탄소 배출량을 파악할 수 있기 때문에 식품 수송이 기후변화에 미치는 영향을 알 수 있는 간단한 방법이다(Engelhaupt, 2008).

따라서 본 연구에서는 도시농업을 통해 재배할 수 있는 작물을 설정하고 그 작물을 통해 푸드마일리지 감축량을 구하는 방법으로 온실가스 감축량을 산정하였다.

3) 바이오연료 생산에 따른 신재생에너지 생산 가능성 및 온실가스 감축량 추정 방법

바이오연료 생산에 따른 신재생에너지 생산가능성 및 온실가스 감축량 추정은 바이오 연료를 생산할 수 있는 작물을 설정하고 자동차 연료를 바이오연료로 대체하였을 때를 기준으로 산정하였다. 바이오연료는 탄소중립성으로 인해 배출량 산정 시 제외하고 있어 온실가스 감축량은 해당 품종의 바이오연료로 대체되는 기존 연료의 온실가스 배출량을 산정하는 것으로 추정할 수 있다. 일반적으로 바이오연료의 대체는 바이오디젤의 경우 자동차 연료 중 경유를 대체할 수 있으며,

바이오에탄올은 휘발유를 대체할 수 있으며, 바이오연료를 생산할 수 있는 작물로 유채와 옥수수를 선정하였다.

5. 사례연구를 통한 공지의 신재생에너지 생산가능성 및 온실가스 감축효과 추정

1) 강동구의 에너지 사용량 및 공지 현황

본 연구에서 강동구의 에너지 사용량은 서울시 원전하나 줄이기 홈페이지를 통해 조사하였다. 강동구의 2014년 기준 평균 에너지 사용량은 전력 4,662,181kwh, 도시가스 171,628m³ 석유 99,941TOE으로 나타났다. 그리고 2014년 에너지 사용량을 토대로 각 에너지원 별 온실가스 배출계수를 적용하여 온실가스 배출량을 산정하였으며, 사용에너지원 중 평균 석유 사용량은 경유를 기준으로 하였다. 도시가스와 경유의 온실가스 배출계수는 2014년 국가 온실가스 인벤토리 보고서에 제시된 온실가스 배출계수를 적용하였으며 순발열량은 2011년 에너지 열량 환산기준의 순발열량을 적용하였다. 전력배출계수는 한국전력에서 제시한 2010년 전력배출계수를 적용하여 온실가스 배출량을 산정하였다. 온실가스 배출량을 산정한 결과 2014년 기준 강동구의 온실가스 배출량은 31,557tCO₂로 산정되었다.

강동구의 공지 현황은 서울시 협조를 받아 확보하였으며 강동구의 공지현황은(표 1)과 같다. 강동구의 공지는 총 6곳이며, 총 면적은 1540.3m²로 조사되었다(표 1). 또한, 조사된 공지 이외에도 초·중·고등학교의 옥상, 강동구의 한강시민공원 중 갈대밭 면적을 공지로 추정하였다. 초·중·고등학교 현황은 서울시 열린 데이터 광장의 서울교

육통계시스템 학교 일람표를 통해 조사하였으며 강동구 한강시민공원의 갈대밭 면적은 서울시 한강사업본부의 홈페이지를 통해 조사하였다. 조사 결과, 초·중·고등학교는 58개, 강동구 한강공원의 갈대의 면적은 6,382m²으로 조사되었다.

<표 1> 강동구의 공지 현황

구분	소재지	용도	면적
1	서울시 강동구 둔촌동116-4	녹지	905
4	서울시 강동구 둔촌동579-1	녹지	75
2	서울시 강동구 암사동99-7	나대지	418
3	서울시 강동구 천호동122-26	녹지	93
5	서울시 강동구 성내동198-13	나대지	36
6	서울시 강동구 명일동334-22	도로, 나대지	13.3
총계			1540.3

단위: m²

2) 공지의 태양광발전시설 설치에 따른 에너지 생산 및 온실가스 감축효과 추정

사례 연구 대상지인 강동구는 2014년 기준 총 29개의 태양광발전소가 설치되어 있으며, 그 중 13개는 공공용으로 16개는 상업용으로 이용하고 있어 태양광발전시설 설치 가능성은 충분한 것으로 판단된다.

태양광 발전량을 산정하기 위해 사례지역의 기상 현황은 RETScen에 구축되어 있는 NASA 자료를 사용하였고 태양광발전시스템에 직접적 영향을 미치는 기후요소 중 하나인 태양복사량은 신재생에너지 데이터센터에 구축되어있는 2012년 강동구의 수평면 전일사량 자료를 사용하였다. 강동구의 연간 평균기온은 12.9°C, 수평면 전일사량 3.33kWh/m²/day으로 나타났으며, 상대습도와 풍속은 각각 63.7%, 2.4%로 나타났다.

태양광 시스템은 계통 연계형으로 설치하는 것으로 가정하였다. 적용 태양광 모듈은 250W급 단결정 셀을 사용하고 태양광 모듈의 최적효율을 위해 경사각은 30°를 유지하도록 하였다. 또한, 집열판은 유지관리가 용이한 고정형 방식을 선택하

였으며, 발전전력의 역송전에 사용되는 인버터는 100kva, 90% 효율을 가진 제품을 설치하는 것으로 가정하였다(표 2). 태양광 발전시설은 강동구에 있는 58개 중 50%의 초·중·고등학교 옥상에 100kW규모로 설치하는 것으로 가정하였으며, 총 설치 용량은 2,900kW의 규모이다.

<표 2> 태양광 발전 시스템 설치 가정

태양광 모듈 Type	mono-si
태양광 모듈 발전 용량	250W
태양광 모듈 발전효율	15.6%
경사각	30°
인버터 효율	90%
인버터 용량	100kva

출처 : 이상신(2014), 건국대학교 학위논문.

(표 2)와 같은 가정 사항을 RETscreen에 적용하여 태양광 발전량을 산정하여 보았다. 산정결과, 약 2,791Mwh의 전력을 생산할 수 있는 것으로 나타났다. 그리고 태양광 발전량에 따른 온실가스 감축량은 한국전력에서 제시한 2010년 전력배출계수 0.460tCO₂e/Mwh를 곱하여 산정할 수 있다. 온실가스 감축량 산출결과 약 1,284,000kgCO₂를 감축할 수 있는 것으로 나타났으며, 이는 2014년 기준 강동구 온실가스 배출량 31,557,000kgCO₂의 4.07%에 해당하는 양이다.

3) 도시농업을 통한 기후변화 대응

본 사례 연구에서의 기본 가정으로는 이현우 외(2010) 도시농업의 온실가스 감축효과 및 정책방안의 기본 가정을 이용하였다. 온실가스 감축효과를 추정하기 위하여 수송수단에 적용할 탄소배출계수는 환경산업기술원에서 제공하는 탄소성적표지 배출계수 0.249kgCO₂/t·km를 적용하였다. 작물의 집하지는 서울시 농작물 총 반입량의 약 40%를 차지하는 가락동 농수산물 도매시장을 기준으로 하였으며, 대상작물은 실외에서 재배하기 좋은 12가지 작물을 선정하였다. 공지의 작물

별 배분면적은 도시로 반입되는 각 작물의 반입량만큼을 생산하기 위해 필요한 총면적을 구한 후, 강동구의 대상 공지면적을 기준으로 각 작물이 해당하는 비율만큼 배분하여 산정하였다.

강동구 공지를 대상으로 작물 생산면적을 재분배하여 생산량을 산정한 결과, 감자의 생산 면적이 240m²으로 가장 높게 나타났다(표 3). 생산량은 무가 992kg으로 가장 높게 나타났다. 작물마다 다른 푸드마일리지는(표 4)와 같으며, 배추와 무의 푸드마일리지가 가장 큰 것으로 나타났으며, 이는 도시농업을 통해 배추와 무를 재배할 경우 온실가스 감축효과가 다른 작물 보다 크다는 것을 의미한다. 푸드마일리지 감축량은(표 3)에서 추정한 생산면적에 따른 작물별 생산량에 1톤당 푸드마일리지를 곱하여 산정하였다. 산정한 결과를 보면 총 1,392.36 t·km의 푸드마일리지를 감축할 수 있는 것으로 나타났다.

<표 3> 강동구의 공지 면적당 작물의 면적 배분 및 생산량

작물명	푸드마일리지(t·km)
무	300.02
파	228.54
배추	354.57
오이	145.89
양배추	271.61
감자	207.32
고추	237.07
토마토	150.13
고구마	118.26
시금치	159.28
상추	57.92
가지	89.82

출처 : 이현우 외(2010), 도시농업의 온실가스 감축효과 및 정책방안.

산정된 감축 푸드마일리지를 대상으로 1톤 화물트럭의 배출계수와 곱하면 푸드마일리지 감축에 따른 온실가스 감축량을 산정할 수 있다. 산정한 결과를 보면 강동구 공지에 도시농업을 하였을 경우 2014년 기준 강동구 온실가스 배출량 31,557,000kgCO₂ 중 347kgCO₂에 해당하는 온

<표 4> 작물별 푸드마일리지

작물명	가락동 반입량(ton)	생산 면적 당 작물 생산량 (kg/m ²)	생산 면적(m ²)	작물 생산량(kg)
무	131,411	5.25	189	992
파	103,030	3.40	229	778
배추	100,503	7.24	105	760
오이	97,374	5.85	126	737
양배추	87,677	5.54	119	659
감자	84,637	2.66	240	639
고추	47,648	5.16	70	361
토마토	46,308	7.85	44	345
고구마	39,891	1.62	186	302
시금치	28,912	1.22	178	218
상추	23,805	4.24	42	178
가지	15,242	9.54	12	114
총 계			1,540	6,084

출처 : 출처: 이현우 외(2010), 도시농업의 온실가스 감축효과 및 정책방안의 표 재계산

실가스를 감축할 수 있는 것으로 나타났다.

4) 바이오연료 작물 재배를 통한 바이오 연료 생산량 및 온실가스 감축량 추정

강동구 공지에 적용할 재배 작물은 유채와 옥수수로 품종은 유채의 경우 한라유채, 옥수수의 경우 장다옥으로 선정하였다. 유채의 경우 주로 바이오디젤로 생산되며 옥수수는 바이오 에탄올로 생산된다. 유채 및 옥수수의 면적당 종실 및 바이오 연료 생산량은 [표 5]와 같다.

<표 5> 유채 및 옥수수의 재배면적 당 종실수량 및 바이오 연료 생산량사항

품종	종실수량*(kg/m ²)	바이오 연료
한라유채(유채)	0.103	0.041
장다옥(옥수수)	1.127	0.518

출처 : 이상신(2014), 건국대학교 학위논문.

[표 5]의 자료를 바탕으로 공지로 추정된 강동구의 한강공원 중 갈대밭 면적 6,382m²을 대상으로 종실수량 및 바이오연료 생산량을 추정하였으며, 재배 면적은 선정한 작물인 유채와 옥수수를 절반씩 재배하는 것으로 추정하였다. 추정된 결과 유채는 갈대밭 면적 3,191m²에 재배를 실시

할 경우 종실수량은 329kg, 바이오디젤 연료는 131 ℓ를 생산하는 것으로 나타났으며, 옥수수는 종실수량 3,596kg, 바이오 연료 1,653 ℓ를 생산할 수 있는 것으로 나타났다.

유채의 경우 바이오연료 생산량 130.83 ℓ를 적용하여 온실가스 배출량을 산정한 결과 342kg CO₂로 나타났으며, 옥수수의 경우 바이오연료 생산량 1653 ℓ를 적용하여 산정한 결과 3673kg CO₂로 나타났다. 유채 보다 옥수수를 이용하여 바이오 연료를 생산하는 것이 더 높은 온실가스 감축 효과를 얻을 수 있는 것으로 나타났으며, 갈대밭의 총 면적 6,382m²에 유채와 옥수수로 바이오연료를 생산할 시 총 4015kgCO₂의 온실가스 감축효과를 얻을 수 있는 것으로 나타났다.

5) 강동구 공지의 신재생에너지 생산 및 온실가스 감축효과

태양광발전시설은 강동구에 있는 58개 중 50%의 초·중·고등학교 옥상에 100kW씩 총 설치 용량은 2,900kW의 규모로 가정 하였다. 산정결과, 약 2,791Mwh의 전력을 생산할 수 있으며, 약 1,284,000kgCO₂를 감축할 수 있는 것으로 나

타났다. 그리고 도시농업의 경우 강동구 공지면적 1540.3㎡를 대상으로 작물재배에 따른 푸드마일리지 감소량으로 온실가스 감축효과를 산정하였다.

산정한 결과를 보면 1,392.36t·km의 푸드마일리지를 감소시켜 총 347kgCO₂의 온실가스를 감축할 수 있는 것으로 나타났다. 바이오연료의 경우, 강동구 한강시민공원 중 갈대밭의 면적 6,382㎡를 대상으로 하여 유채와 옥수수를 각각 3,191㎡ 면적으로 바이오연료 재배를 하는 것으로 가정해 신재생에너지 생산량 및 온실가스 감축량을 산정하였다. 산정결과, 유채는 바이오디젤 130.83ℓ를 생산할 수 있는 것으로 나타났으며, 옥수수는 바이오에탄올을 1652.92ℓ 생산할 수 있는 것으로 나타났다. 또한 각각의 온실가스 감축량은 유채 342kgCO₂ 옥수수 3673kgCO₂으로 산정되었다. 강동구 공지의 태양광, 도시농업, 바이오연료의 신재생에너지 생산시설 설치에 따른 온실가스 총 감축량은 1,288,362kgCO₂로 2014년 기준 강동구 온실가스 배출량의 4.08%를 감축할 수 있는 것으로 나타났다.

6. 결론

공지는 신재생에너지 시설의 확대, 에너지 자급률 향상 등을 가지고 올 수 있다는 점에서 다양한 정책적 효과를 기대할 수 있다. 본 연구에서는 선행연구를 검토하여 생산가능한 신재생에너지를 살펴보고, 사례지역 공지의 신재생에너지 생산 가능성 및 온실가스 감축 효과를 추정해 통해 기후변화 대응 측면에서 공지의 활용 방안에 대하여 알아보았다. 사례지역에 적용할 신재생에너지는 태양광 발전시설, 도시농업, 바이오연료 생산으로 선정하였다. 사례지역은 서울특별시 강동구로 설정하였으며, 공지면적을 파악하여 추정을 실시하였다.

강동구는 2014년 기준 평균 에너지 사용량은 전력 4,662,181kWh, 도시가스 171,628㎡, 석유 99,941TOE의 에너지를 사용하며, 약 31,557tCO₂의 온실가스를 배출하고 있다. 그리고 공지는 총 6곳으로, 총 1540.3㎡의 면적을 가지고 있으며 본 연구에서는 추가로 초·중·고등학교의 옥상, 강동구 한강시민공원 중 갈대밭의 면적을 활용가능한 공지로 추정하였다.

신재생에너지 생산 및 온실가스 감축량을 산정한 결과, 58개 초·중·고등학교 중 50%에 해당하는 29개 학교의 옥상에 태양광발전시설을 설치할 경우 온실가스 감축량은 2014년 기준으로 강동구의 온실가스 배출량 31,557,000kgCO₂의 4.07%에 해당하는 1,284,000kgCO₂으로 나타났다. 그리고 강동구 공지면적 1540.3㎡를 대상으로 추정한 도시농업의 온실가스 감축량은 347kgCO₂으로 나타났다.

강동구 한강시민공원 중 갈대밭의 면적 6,382㎡를 대상으로 산정한 바이오연료의 생산량은 유채의 경우 바이오디젤 130.83ℓ를 생산할 수 있는 것으로 나타났으며, 옥수수는 바이오에탄올을 1653ℓ를 생산할 수 있는 것으로 나타났다. 그리고 유채는 342kgCO₂ 옥수수는 3,673kgCO₂의 온실가스를 각각 감축할 수 있는 것으로 나타났다.

사례연구 결과를 요약하면 공지에 적용가능한 신재생에너지원 중 태양광 발전이 1,284,000kgCO₂로 가장 많은 온실가스를 감축할 수 있는 것으로 나타났으며, 그 뒤로는 바이오에탄올 3,673kgCO₂, 도시농업 347kgCO₂, 바이오디젤 342kgCO₂순으로 나타났다.

공지의 태양광, 도시농업, 바이오연료의 신재생에너지 생산시설 설치에 따른 강동구의 온실가스 총 감축량은 1,288,362kgCO₂로 2014년 기준 강동구 온실가스 배출량의 4.08%를 감

축할 수 있는 것으로 나타났다. 사례연구에서와 같이 공지는 기후변화 대응측면에서 신재생에너

지 생산시설로 충분한 가능성을 가지고 있다고 판단된다.

〈참고문헌〉

- 권준범, 2010. 12. 27., 경기도, 유휴지 활용한 태양광발전 추진, 에너지신문
- 국립환경과학원, 2009, 제품·생활패턴별 온실가스 배출량 산정 및 감축잠재량 평가
- 농업기술원, 2008, 경기지역 적합 바이오연료작물 생산모델 개발연구
- 미래농정연구원, 2005, 산업용 원료(바이오에너지)로 사용가능한 농작물의 경제성 분석 및 정책적 지원방안 연구
- 박규찬, 2011. 02. 21, 서해안대규모 풍력·태양광 조성, 투데이에너지
- 산업자원부, 2006, 신재생에너지시스템 경제성분석 프로그램 개발 및 적용 방안 연구
- 서울특별시, 2013, 2013 에너지백서, p.67-72
- 송기인, 2012, RPS에서 태양광 발전산업 현황과 전망, 대한기계학회저널, 52(3), p.42-46
- 아이비즈컨설팅, 2012, 신재생에너지 대규모 수요창출 연구방안
- 안지운, 2012, 국제 신재생에너지 정책 변화 및 시장 분석, 에너지경제연구원
- 온실가스종합정보센터, 2014, 2014 국가인벤토리 보고서
- 이성훈·최형철·이동근·김진오, 2011, 일사량 데이터 분석을 통한 태양광발전 시스템 개발을위한 경제성 평가 방법, 조명·전기설비학회논문지, 25(10), p.38-46.
- 이성훈·이남형·최형철·김진오, 2012, 수상태양광 발전시스템 개발을 위한 적지조사에 관한 연구, 조명·전기설비학회논문지, 26(7), p.30-38
- 이주수·최봉석·이화수·전의찬, 2013, RETScreen를 활용한 풍력발전사업의 투자 적절성 평가 사례연구, 한국기후변화학회지, 4(2), p.105-114
- 최봉석, 2014, Development of Renewable Energy Model for Sustainable Electric Power Supply System in Developing Countries - SCCS(Sejong Climate Change Screen)model Development and Application, 박사학위논문, 세종대학교
- 한국환경공단, 2013, 환경기초시설 탄소중립 프로그램 민간투자방안 조사 분석
- 환경부 자원순환국 생활폐기물과 보도자료, 2007, 수도권매립지에서 바이오디젤 원료 생산
- 한국환경정책평가연구원, 2010, 도시농업의 온실가스 감축효과 및 정책방안
- Klk, 2008, 호박을 이용한 바이오 연료 개발 성공
- AEA Technology, 2005, The validity of food miles as an indicator of sustainable development
- Blanke, M. M. and Burdick, B., 2005, Food(miles) for thought, Environmental Science and Pollution Research, 12(3), p.125-127
- Engelhaupt, E., 2008, Do food miles matter?, Environmental Science & Technology, 42, p.34-82
- Khan, G., 2014, Optimal Site Selection for Solar PV Power Plant in an Indian State Using Geographical Information System(GIS), International Journal of Emerging Engineering Research and Technology, 2(7), p.260-266
- Lord, R., 2009, Biomass production on brownfield sites - a case study and wider opportunities in the Northeast of England, Presented at Rejuvenate Conference