

미국의 농업부문 기후변화정책*

신 하 나
(한국환경정책평가연구원 연구원)

1. 들어가며

미국은 2015년 파리협정 체결 당시 제출한 국가별 이행방안(INDC)에서 2025년까지 온실가스 배출량을 2005년 수준 대비 26~28% 감축하겠다고 선언하였다. 본고에서는 미국의 농업부문 기후변화 대응을 위한 관련 정책을 살펴본다. 먼저 2장에서 2000년대 초반부터 2013년까지 미국 농업부문의 온실가스 배출량 및 상쇄량 현황을 살펴보고, 3장에서 농업부문의 기후변화대응 정책을 완화 정책과 적응 정책으로 나누어 제시하였다. 4장에서 우리나라 농업부문의 기후변화정책 수립 시 참고할 수 있는 시사점을 정리하였다.

2. 미국의 농업부문 온실가스 배출 현황

미국에서 산림을 제외한 농업부문(축산, 초지, 경종·원예, 에너지 사용 포함)의 2013년도 온실가스 배출량은 5억 9,500만 이산화탄소환산톤이었다. 이는 2013년 기준으로 미국 온실가스 배출량의 약 9%를 차지하는 수준이다. 농업부문에서 발생한 온실가스

* (shinhana@kei.re.kr).

배출량에는 미미하지만 농지 토양에 흡수된 140만 이산화탄소환산톤 상쇄분이 포함되어 있다.

2013년에 미국의 산림부문은 약 8억 6,520만 이산화탄소환산톤의 온실가스를 격리하여 농업부문에서 발생한 온실가스를 전부 상쇄하고도 남는다. 따라서 온실가스 배출원과 탄소 격리를 모두 고려하면, 미국의 농지와 산지는 총 2억 7,040만 이산화탄소환산톤의 온실가스를 흡수하였다.

산림과 농지 토양의 탄소 저장을 제외할 때, 2013년 기준으로 농업부문 배출원의 이산화탄소 배출량은 2000년 대비 11.1% 증가하였다. 반면에 산림부문의 흡수력은 53.6% 증가하였으며, 농지 토양의 탄소 흡수력은 약 102.8% 감소하였다. 2000년대 초반 이후 온실가스 배출량이 증가하였지만, 산림에 의한 탄소 격리가 더 큰 규모로 증가했기 때문에 농림업부문의 순 배출량은 마이너스가 되었고, 2000년 대비 2013년 순 격리량은 2배 이상 증가하였다.

표 1. 미국 농림업부문의 온실가스 배출량 및 상쇄량(2000-2013)

단위: 백만 이산화탄소환산톤

구분	GHG	2000	2005	2010	2011	2012	2013
가축		236.9	241.6	249.1	247.4	247.4	243.2
• 장 소화	CH ₄	170.6	168.9	171.1	168.7	166.3	164.5
• 축산폐기물	CH ₄	50.0	56.3	60.9	61.4	63.7	61.4
	N ₂ O	16.3	16.4	17.1	17.3	17.3	17.3
초지		33.0	82.9	101.5	101.4	100.7	102.0
• 초지	CH ₄	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5	2.8
	N ₂ O	70.8	85.0	96.1	96.0	95.5	95.9
	CO ₂	(40.5)	(4.8)	2.8	2.8	2.7	3.3
작물		133.1	164.0	174.7	173.0	177.1	175.1
• 농지 토양	N ₂ O	141.8	158.6	168.1	169.8	170.5	167.8
	CO ₂	(18.8)	(3.9)	(4.9)	(5.7)	(3.1)	(1.4)
• 벼 재배	CH ₄	9.6	8.9	11.1	8.5	9.3	8.3
• 잔여물 소각	CH ₄	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
	N ₂ O	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
에너지 사용	CO ₂	73.9	69.9	72.7	73.3	73.9	74.4
산림		(563.2)	(887.6)	(851.5)	(856.1)	(860.7)	(865.2)
• 산림	CO ₂	(376)	(704)	(705)	(705)	(705)	(705)
• 수확된 목재	CO ₂	(113)	(103)	(60.5)	(63.9)	(67.3)	(70.8)
• 도시숲	CO ₂	(73.8)	(80.5)	(86.1)	(87.3)	(88.4)	(89.5)
순 배출량	GHG	(86.2)	(329.2)	(253.5)	(261.1)	(261.6)	(270.4)

주: ()는 순 격리량, GHG는 온실가스, CH₄는 메탄, N₂O는 아산화질소, CO₂는 이산화탄소를 의미함.
 자료: USDA(2016b).

3. 농업부문 기후변화 정책

3.1. USDA 기후스마트농림업 정책

2016년 5월 12일 미국 농무부(USDA) 장관 탐 빌삭(Tom Vilsack)은 “USDA 기후스마트농림업 정책(USDA Building Blocks for Climate Smart Agriculture and Forestry)”을 발표했다. 이 계획을 통해 미국 농무부는 농림업부문에서 배출되는 온실가스를 2025년까지 매년 1억 2,000만 이산화탄소환산톤 이상 감축시킬 계획이다. 미국은 2015년 12월 체결된 파리협정에서 2025년까지 온실가스 배출을 2005년 수준 대비 26~28% 감축시키겠다고 공언한 바 있다.

발표된 미국 농림업부문의 기후변화 완화 로드맵을 살펴보면, USDA는 온실가스 배출 저감을 위해 농림업에 “기후스마트(climate smart)” 접근법을 시도했다. “기후스마트”란 지속가능한 농업생산성 향상과 기후변화에 대한 복원력(resilience)을 구축하는 동시에 온실가스 배출 저감, 탄소 격리 증진, 재생에너지 생산을 달성한다는 개념이다. 즉, 농업생산성 향상, 기후변화 적응 및 완화 3가지 개념을 아우르는 정책이다.

이를 달성하기 위해서 5가지 원칙이 적용되는데, 이는 다음과 같다. 첫째, 자발적이고, 인센티브 기반의 협력에 기초한다. 둘째, 효율성 향상, 단수 증가, 위험 감소 등을 통해 복합적인 경제적, 환경적 이익에 부합한다. 셋째, 생산자의 니즈(needs)를 충족시킨다. 넷째, 계량화된 목표를 설정하여 성과를 평가한다. 다섯째, 산업계, 농민단체, 환경보호단체와 협력적인 파트너십 관계를 구축한다.

미국 농무부의 기후스마트농림업 정책은 크게 10가지 분야에 대한 목표와 실행방안으로 구성되어 있다. 10가지 분야에는 토양 관리, 질소 관리, 가축 파트너십, 민감토지의 보존, 목초지, 사유림의 성장 및 유지, 연방산림 관리, 목재제품 판촉, 도시숲, 에너지 생산 및 효율성이 포함되어 있다. 이 중 산림과 관련된 분야가 4개로 가장 많고, 토지 및 축산과 관련된 분야가 각각 2개, 양분 및 에너지와 관련된 분야가 각각 1개씩이다. 다음 절에서 10가지 분야의 목표와 구체적인 실행방안에 대해서 하나씩 살펴보기로 한다. <표 2>에서 분야별 목표를 간략히 정리하였다.

표 2. USDA의 기후스마트농업 정책

분야	2025년 목표
토양 건강(Soil Health)	토양 속 유기물질을 개선시키는 토양보존 농법을 장려하고, 토양과 관련 농기계로부터 발생하는 온실가스 배출을 저감하고, 건강한 토양을 전국적으로 장려함.
질소 관리(Nitrogen Stewardship)	“4R”을 시행하여 아산화질소 배출을 저감하고 비용을 절감함.
가축 파트너십(Livestock Partnership)	협기성 소화조를 500개 설치하고, 젖소 및 돼지 오수처리장의 10%에 불침투성 덮개를 씌움.
민감토지의 보존(Conservation of Sensitive Lands)	탄소 격리 잠재력이 높은 농지 40만 에이커를 CRP에 등록함. 지역권을 설정하여 4만 에이커를 보호함. 만료되는 CRP 농지에 영구적인 지역권을 설정함.
방목지(Grazing and Pasture Lands)	방목지관리계획을 900만 에이커에 추가적으로 시행함(총 2,700만 에이커).
사유림의 성장 및 유지(Private Forest Growth and Retention)	FLP와 CFP를 활용하여 약 100만 에이커의 경관을 보전함.
연방산림 관리(Stewardship of Federal Forests)	매년 3만 2,000에이커의 국가산림시스템(National Forest System) 토지에 재조림함.
목재제품 관촉(Promotion of Wood Products)	기술 지원을 하는 건축 프로젝트 개수를 2014년 280개에서 2025년 2,000개로 증가시킴.
도시숲(Urban Forests)	도시 지역에 추가적으로 10만 그루를 식수함.
에너지 생산 및 효율성(Energy Generation and Efficiency)	재생에너지 기술을 촉진하고, 에너지 효율성을 증가시킴.

- 주 1) 4R은 알맞은 비료종류(right source), 시비량(right rate), 시비 시기(right time), 시비 장소(right place)를 통칭함.
 2) CRP(Conservation Reserve Program: 보전휴경프로그램)는 토양침식이 심하게 우려되는 농지를 보호할 목적으로 1985년 식량안보법(Food Security Act)에 의해 도입된 일종의 환경직불제도임.
 3) FLP(Forest Legacy Program: 산림유산프로그램)는 비산림 용도로 전용될 우려가 있는 중요한 임지를 보호할 목적으로 보전지역권(conservation easement) 또는 부동산 절대소유권(fee simple)의 획득을 지원하는 제도임.
 4) CFP(Community Forest and Open Space Conservation Program: 공동체산림·공지보전프로그램)는 지역공동체가 지역의 산림자원을 유지·보호할 수 있도록 소유권 획득을 위한 보조금을 제공함.
 자료: Johansson(2016).

3.1.1. 토양 관리

토양관리는 토양 건강(Soil Health)을 증진시키는 농법(예: 무경운, 피복작물)을 장려하여 토지 황폐화를 막고 토양에 탄소를 저장함으로써 농업에서 발생하는 온실가스 배출량을 감소시키는 것을 목적으로 한다. 즉, 탄소가 풍부한 표토층의 침식을 최소화하고 토양 속 유기물질을 증가시킴으로써 토양을 건강하게 만드는 것이다. 이로써 토양 속 유기물질이 안정화되고 대기 중 이산화탄소를 토양에 저장할 수 있는 능력이 커지게 된다. 또한 간접적으로 투입제 및 연료사용 감소를 통해 이산화탄소 및 아산화질소 배출을 저감할 수 있다.

토양 건강이 증진되어 얻을 수 있는 이익은 기후변화 완화 외에도 토양생태계 복원, 단수 증가 등 환경적, 사회적, 경제적으로 다양하다. 그 밖에 토양 건강 개선은 방목지 개선, 민감토지의 보존과 연계되어 실행된다면 더 큰 시너지 효과를 거둘 수 있을 것으로 기대된다.

3.1.2. 질소 관리(Nitrogen Stewardship)

양분 관리를 통해 단수 감소 없이 질소비료 투입량을 감소시킴으로써 투입재 비용을 절감하는 동시에 아산화질소 배출을 저감하는 것을 목적으로 한다.

미국 농업부문은 이산화탄소보다 250배 이상 온실효과가 있는 아산화질소의 주요 배출원이다. 또한 농업생산 부문에서 발생한 온실가스 배출량 중 합성 질소비료와 기타 유기물질에서 발생한 아산화질소의 비중이 매우 높다. 2013년 기준, 농경지에서 배출된 아산화질소의 양은 약 1억 3,600만 이산화탄소환산톤에 달했다. 이 중 합성비료와 토지개량제에서 발생한 아산화질소 배출량이 절반이 넘는다(7,200만 이산화탄소환산톤). 양분 관리를 통해 이러한 아산화질소 배출을 저감하려는 것이다.

질소 시비로 인한 아산화질소 배출은 시비 시기, 유기·합성 등 비료 종류, 시비 장소, 시비량 등 4가지 요인에 의해 주로 결정된다. 또한 날씨와 토양의 건강 상태도 작물의 양분 흡수효율성에 영향을 미침으로써 질소 손실에 영향을 준다. 따라서 질소 관리 개선(4R)과 작물 및 목초지의 질소 흡수율 향상을 통해 온실가스를 저감할 수 있는 여지가 크다. 영양 관리를 개선은 기후변화 완화뿐만 아니라 하천 및 지하수로 유입되는 질소 침출수를 감소시켜 수질을 개선하고, 농가의 투입재 비용을 절감하는 효과가 있다.

양분 관리는 알맞은 시비 시기(right time), 알맞은 비료 종류(right source), 알맞은 시비 장소(right place), 알맞은 시비량(right rate) 등 4R로 통칭되는 방법을 통해서 이루어진다. 4R은 합성질소뿐 아니라 콩과작물, 거름, 퇴비, 하수도 슬러지(biosolid)¹⁾에서 배출되는 아산화질소에도 적용된다.

미국 농무부는 2025년까지 매해 700만 이산화탄소환산톤을 저감한다는 목표를 달성하기 위해 2016년부터 2025년까지 매년 450만 에이커의 새로운 농지에 양분 관리를 실시해야 한다. 미국은 여러 작물 중 옥수수 생산에서 비롯되는 아산화질소 배출의 비중이 가장 높기 때문에 특히 중서부 지역에서 옥수수 생산의 질소 시비를 개선하는 일에 정책적 우선순위가 주어진다.

1) 하수를 처리하여 비료로 사용할 수 있게 만든 물질을 의미함.

3.1.3. 가축 파트너십(Livestock Partnership)

가축 분뇨가 거름으로 처리되는 과정에서 혐기성 상태에 놓이게 되면(예: 라군(lagoon), 못, 탱크, 웅덩이에 액체 또는 슬러지 상태로 모인 거름), 분뇨가 분해되는 과정에서 많은 양의 메탄이 배출된다. 메탄은 이산화탄소보다 온실효과가 더 높은 기체로서 대기에 미치는 단기적인 영향력이 더 크다. 메탄이 거의 발생하지 않는 호기성 분해를 촉진하거나, 소화조(digester) 기술을 이용하여 탄소를 포집하거나, 메탄을 소각하는 등의 거름 관리 방법으로 가축 생산에서 발생하는 온실가스를 저감하는 것이 목적이다.

혐기성 소화조(anaerobic digester)는 가축 분뇨에서 발생하는 온실가스를 저감하기 위한 대표적인 방법으로서 포집한 메탄을 연소시켜 에너지를 생산하거나, 가공하여 천연연가스 대용으로 사용할 수 있다. 또한 분해과정에서 비료, 베딩(bedding), 토지개량제로 사용할 수 있는 부산물이 함께 생산된다.

메탄을 소각시킬 수 있는 라군 덮개 또는 오수저장고 덮개는 온실가스 배출량을 저감하면서도 소화조보다 저렴하고 관리 및 유지가 용이하다는 장점이 있다.

고체 분리장치(solid separator)는 오수에서 고형화된 부분을 메탄으로 분해되기 전에 제거함으로써 온실가스 배출을 저감한다. 제거된 고형물은 비료, 베딩, 퇴비 또는 에너지 생산에 사용할 수 있다. 고체 분리장치는 소화조, 덮개 등과 함께 사용이 가능하다.

미국 농무부의 미국농촌에너지프로그램(Rural Energy for America Program, REAP)은 보조금과 융자를 통해 혐기성 소화조를 지원하고 있다.

3.1.4. 민감 토지 보존(Conservation of Sensitive Lands)

미국 농무부의 정의에 따르면, 민감토지(sensitive lands)란 히스토솔(histosol)²⁾처럼 유기물이 풍부하거나 범람원, 강가 주변의 습지처럼 야생동물에게 서식지를 제공하고, 물을 여과하거나 저장하는 등의 가치 있는 특성 또는 기능을 가진 토양과 경관을 의미한다.

농업생산으로부터 민감토지를 보호함으로써 토양과 식생에 격리되어 있는 탄소를 보존하고, 경운, 질소시비, 에너지 사용 등 농작업이 감소하여 기후변화를 완화하는 효과를 추가적으로 얻을 수 있다.

미국 농무부 산하의 농업진흥청(Farm Service Agency)과 자연자원보호청(Natural Resources Conservation Service)은 민감토지를 파악하고, 보전휴경프로그램, 농업보전지

2) 이탄토(peat soil)라고도 불리며 유기물 함량이 매우 높은 토양의 한 종류임.

역권프로그램 등 재정 및 기술 지원을 통해 토지의 소유자(농가, 목축업자)가 자발적으로 토지 보존 프로그램을 시행하도록 장려하고 있다.

토양침식이 심각히 우려되는 농지를 보호할 목적으로 1985년 식량안보법(Food Security Act)에 의해 도입된 보전휴경프로그램(Conservation Reserve Program, CRP)은 이후 농업법(Farm Bill)에 의해 확장되어 농지를 휴경하고 풀, 나무, 습지를 보전함으로써 작물 생산으로 인한 온실가스 배출을 저감하고 토양에 탄소를 격리시키는 효과가 있다.

농업보전지역권프로그램(Agricultural Conservation Easement Program, ACEP)은 지역권 설정을 통해 습지, 수변구역 등 적합한 토지와 천연자원을 보전하고 비 농업적 이용을 제한할 목적으로 2014년 농업법(Agricultural Act)에 의해 제정되었다. 농업법에 따르면, 농무부 장관은 CRP 토지를 ACEP에 편입시키기 위해 CRP 계약을 종료하거나 변경할 수 있다. ACEP를 이용하여 CRP 토지에 지역권을 설정하는 것은 몇 가지 장점이 있다. 첫째, 지역권을 설정하여 영구적으로 또는 장기간에 걸쳐 보전을 유지할 수 있고, 따라서 CRP를 통해 토양과 식생에 격리된 탄소를 보호할 수 있게 된다. 둘째, CRP는 법적으로 등록할 수 있는 농지면적이 한정되어 있지만, CRP 토지를 지역권으로 변경함으로써 온실가스 저감 가능성이 높은 농지를 CRP에 추가적으로 등록할 수 있는 여지가 생긴다.

3.1.5. 방목지(Grazing and Pasture Lands)

미국 농무부 산하 자연자원보호청에서 시행하는 지정방목(Prescribed Grazing)은 방목가축 수, 방목가축의 분포, 계절별 방목 시기, 가축 종류 등이 방목지의 풀의 성장과 균형이 맞도록 지원한다. 이 중 방목가축의 수를 연중 모니터링하고 조절하는 것이 가장 중요하다. 자연자원보호청은 2016년에 지정방목을 1,800만 에이커의 방목지에 도입하기로 계획하고, 2025년까지 매년 도입 면적을 10%씩 증가시키겠다고 밝혔다.

방목지파종(Range Planting)과 사료작물·바이오매스파종(Forage and Biomass Planting)은 방목지에 적합한 사료작물 또는 콩과작물, 관목, 나무 등 식생을 조성하여 토양 침식을 막고 토지의 생산성을 향상시키는 방법이다. 지난 10년간 매년 약 25만 에이커 미만의 방목지에 방목지파종과 사료작물·바이오매스파종이 시행되었다. 자연자원보호청은 방목지파종과 사료작물·바이오매스파종을 지속적으로 도입할 계획이다.

3.1.6. 사유림의 성장 및 유지(Private Forest Growth and Retention)

미국 농무부 산하 산림청(Forest Service)은 개발 위협에 놓인 사유림을 보호하기 위해 두 가지 보조금 프로그램을 시행하고 있다.

산림유산프로그램(Forest Legacy Program)은 비산림 용도로 전용될 우려가 있는 중요한 임지를 보호할 목적으로 도입된 제도이다. 사유림에 대한 소유권 이전 없이 보전지역권(conservation easement)을 설정하여 일정한 재산권을 양도함으로써 개발을 제한한다. 부동산 절대소유권(fee simple)을 매입하여 사유림을 보호하기도 한다. 사유림 소유자의 자발적 참여에 기초하며, 프로젝트 비용의 75%는 연방정부에서 부담하고, 나머지 25%는 자부담 및 주정부, 지방정부 재원으로 해결한다.

공동체산림·공지보전프로그램(Community Forest and Open Space Conservation Program)은 지방정부, 부족정부(Tribal government), 자격을 갖춘 비영리 단체에 재정 지원을 통해 지역공동체가 활용할 수 있는 산림을 조성하게 한다. 보전지역권이 아닌 완전한 소유권이 요구되며, 연방정부에서 50%의 비용을 부담한다.

3.1.7. 연방산림 관리(Stewardship of Federal Forests)

연방산림 관리는 크게 생태계 복원과 재조림으로 구성되어 있다. 생태계 복원이란 훼손되거나 파괴된 생태계를 회복하는 일련의 과정을 의미한다. 즉, 현재 또는 미래의 환경 변화에 따라 지생 및 수생 생태계의 지속가능성과 복원력(resilience)을 촉진하는 데 필요한 생태계의 구성, 구조, 패턴, 과정을 재조정한다. 현재 국가산림시스템(National Forest System)에 등록된 약 6,000만 에이커의 산림이 매우 높은 수준의 산불 위협에 노출되어 있으며, 생태계 복원이 필요한 실정이다. 생태계 복원 방법에는 상업적 간벌 및 예비 간벌, 사전 입화(prescribed burning), 병충해 방제, 유역(流域) 복원, 야생동물 서식지 보호 등이 있다.

재조림은 특히 대규모 화재, 병충해 발생 등으로 인해 산림이 파괴된 지역에서 이루어진다. 상업적 벌채 후의 재조림, 자연적 재생을 통한 재조림은 연방산림 관리의 대상에 해당되지 않는다. 자연적인 상태에서 조림이 이루어지지 않아 산림에 의한 탄소 격리가 제한될 경우에 산림청이 개입한다.

미국은 세계에서 4번째로 산림이 많이 우거진 국가로 산림면적이 약 7억 6,600만 에이커에 달하며, 이 중 19%가 국유림이다. 2013년 기준으로 미국의 국유림과 수확된 목재에 함유된 탄소량은 107억 7,000만 이산화탄소환산톤으로 추정된다. 이는 미국

전체 산림 흡수원의 약 24%를 차지하는 수준이다. 미국의 산림은 매년 3,200만 이산화탄소환산톤을 격리하여 기후변화 완화에 지대한 영향을 미치고 있다.

3.1.8. 목재제품 판촉(Promotion of Wood Products)

미국 농무부는 건축 분야에서 온실가스 배출을 저감하고 탄소를 격리시키기 위해 전통적인 목재 건축 기술(예: 목재 틀을 이용한 건축)과 새로 개발된 건축 자재 기술을 장려하고 있다.

목재는 어디에서나 쉽게 구할 수 있고, 재생 가능한 건축 자재이다. 목재는 예전부터 집, 회사 등 건축물을 짓는 데 사용되어 왔기 때문에 콘크리트, 석조, 강철의 대체재로 사용할 수 있다. 흡수원인 나무를 건축 자재로 사용하면 탄소를 저장할 수 있는 동시에 대체된 건축 자재의 생산에서 발생하던 온실가스를 상쇄함으로써 온실가스 배출을 감축할 수 있다.

미국에서는 최근에 고층 빌딩 건축 시 구조용면재료(Cross Laminated Timber, CLT)와 같은 고급 목제품을 사용하는 것이 각광받고 있다. CLT는 기존 목재의 단점을 기술 개발로 극복하여 신축성이 뛰어나고, 강도가 세고, 불에 잘 타지 않는 속성을 가졌다. 특히, 중고층 건물 건축 시 콘크리트와 강철을 비용 효과적이고 지속가능하게 CLT로 대체할 수 있음이 이미 세계적으로 입증되었다. 또한 CLT 건물은 수십 년간 탄소 부정적(carbon negative)으로 평가되었다. 즉, CLT 건물은 건축 시 배출되는 탄소보다 격리되는 탄소가 많다. 중고층 건물은 건축 시 주로 콘크리트를 생산하는 과정에서 상당량의 탄소가 배출됨을 감안할 때, CLT를 활용한 건축을 통해 온실가스를 감축할 수 있는 여지가 비교적 크다.

3.1.9. 도시숲(Urban Forests)

2012회계연도에 미국 농무부 산하 산림청은 아버데이재단(Arbor Day Foundation)이 개발한 에너지절약나무프로그램(Energy Saving Trees Program)에 100만 달러를 투자했다. 이 프로그램은 주택 소유주가 에너지와 비용을 최대한 절약할 수 있도록 나무를 심을 장소를 결정하는 데 도움을 주는 온라인 지도화 서비스를 제공한다. 적절한 장소에 나무를 심으면 최대 20%의 에너지 비용을 절감할 수 있다. 동시에 빗물 유출수 절감, 공기질 개선, 도시열섬 현상 감소, 탄소 흡수, 부동산 가치 상승 등의 이익이 발생한다.

아버데이재단은 주택 소유주가 최적의 배치 및 수종을 선택하고, 주택 소유주에게

저렴한 가격 또는 무료로 나무를 제공하기 위해 공익기업과 협력해 왔다. 산림청과 아버데이재단은 이 프로그램을 활용하여 향후 10년간 10만 그루의 나무를 식수할 계획이다. 향후 10년간 식수될 10만 그루의 나무는 1만 이산화탄소환산톤의 탄소를 격리시키고, 2,300만 kWh의 전력을 절약하고, 15만 5,000섬(therm)³⁾의 천연가스 에너지를 상쇄할 것으로 추정된다.

3.1.10. 에너지 생산 및 효율성(Energy Generation and Efficiency)

2014년 농업법(Agricultural law of 2014)의 Title IX(일명, 에너지 章)는 재생에너지와 에너지 효율화 기술 도입을 촉진할 수 있는 미국 농무부의 권한을 명시하고 있다. 동법 Title II(일명, 보전 章)는 미국 농무부가 자연자원보호청의 환경품질인센티브프로그램(Environmental Quality Incentives Program, EQIP)를 통해서 농가 단위에서 다양한 에너지 개선을 지원하도록 되어 있다. USDA는 두 개의 법령을 근거로 미국 농촌에서 에너지 생산 및 사용으로부터 배출되는 온실가스를 감축할 수 있는 구체적인 방안을 확보하고 있다.

이러한 노력은 다음과 같이 4가지로 분류할 수 있다.

- EQIP의 National On-Farm Energy Initiative를 통한 농가 단위 에너지 효율성 향상
- 에너지 생산, 에너지 효율성 향상, 생물 기반의(bio-based) 생산품⁴⁾
- 농촌 주택의 에너지 효율성 향상
- 유틸리티 단위의 에너지 생산 및 효율성 향상

미국 농무부는 앞에서 열거된 10가지 기후스마트농림업 세부방안을 시행하는 동시에 프로그램의 효과, 온실가스 배출 감축량 등 각 실행방안의 성과를 지속적으로 측정하고, 목표 달성 여부 등을 평가할 계획이다. 프로그램의 효과는 프로그램 실행으로 인해 발생한 직접적인 효과(direct support), 프로그램 종료 후에도 지속되는 효과(legacy effect), 프로그램에 참여하지 않은 농가의 모방으로 인한 승수 효과(multiplier effect)로 구분하여 평가한다. 두 번째와 세 번째 효과는 농림업부문 공동체의 온실가스 발자국을 줄이기 위한 노력의 소산으로 생각할 수 있다.

3) 에너지 단위의 하나로서 1메가 칼로리임. 영국에서는 가스 공급량 측정 단위로 쓰임(농업용어사전, 농촌진흥청, 네이버 사전).

4) 미국 농무부의 정의에 따르면, 생물 기반의 생산품이란 생물학적 생산물 또는 재생가능한 국내 농림업 소재로, 전체 또는 상당량 부분적으로, 구성된 상업적 또는 공업적 생산품을 가리킴.

3.2. USDA 기후변화적응 계획

미국은 2013년 6월 발표한 “대통령의 기후행동계획(The President’s Climate Action Plan)”을 통해 기후변화에 체계적으로 대응할 수 있는 정책 기반을 마련하였다. 대통령 행정명령에 근거하여 연방정부의 주요 부처들은 기후변화 적응 계획을 수립하였고, 미국 농무부는 2014년 6월 “USDA 기후변화적응계획(USDA Climate Change Adaptation Plan)”을 발표하였다. “대통령의 기후행동계획”에 포함된 약 72개의 행동(action) 중에서 미국 농무부는 취약성 확인, 농업 지속가능성 유지 등을 포함하여 19개의 행동에 참여한다.

미국 농무부는 기후변화에 따른 리스크를 분석하고, 분석 결과를 바탕으로 기후변화 적응 관련 전략적 목표와 목적을 수립하였다<표 3 참조>. 미국 농무부는 농업 지역의 경제, 자원관리 및 회복탄력성, 기회 창출, 식량 안보, 유연한 조직을 중심으로 기후변화 적응 전략을 마련하였다.

표 3. USDA의 기후변화 적응 관련 전략적 목표·목적

전략적 목표 1	자급자족하고, 인구 재유입되고, 경제적으로 번성할 수 있도록 농촌 공동체들의 번영 지원
• 목적 1.1	자본시장들을 활용하여 농촌 지역에 정부의 투자를 증대시키며, 농촌 번영 향상
• 목적 1.2	새로운 시장 창출하고 경쟁적 농업시스템 지원하며, 탄탄한 안전망을 확보하여 농업 기회 증가
• 목적 1.3	재생가능 에너지와 바이오 기반 제품의 개발, 생산, 소비를 지원하여 바이오경제 확대 기여
전략적 목표 2	국유림과 민간 경작지를 보존, 회복, 기후변화에 더욱 회복탄력적으로 만들며, 수자원 향상
• 목적 2.1	자연자원 관리를 통해 국유림, 초지, 경작지의 건강 향상
• 목적 2.2	농업 및 임업 분야에서 기후변화, 가뭄 및 극한기후에 대한 완화와 적응의 노력 주도
• 목적 2.3	국유림과 경작지의 수자원 보호 및 향상을 통해 깨끗하고 풍부한 물 보존에 기여
• 목적 2.4	재난적 산불의 리스크 저감
전략적 목표 3	식량안보 향상을 위해 노력함에 따라 농작물 및 바이오기술 수출 촉진 지원
• 목적 3.1	미국 농업 자원의 글로벌 식량 안보 향상에 기여
• 목적 3.2	신기술과 기존 기술들을 활용한 농작물의 개발 및 무역 능력 향상
전략적 목표 4	미국의 모든 어린이들이 안전하고 영양적이고 균형잡힌 식사를 할 수 있도록
• 목적 4.4	안전하고, 풍요롭고, 영양적인 식량에 대한 접근을 확보하기 위해 주요 질병과 해충을 최소화하여 농업건강 보호
전략적 목표 5	고성과, 효과적으로 적용하여 적응적인 21세기에 적합한 미국 농무부
• 목적 5.2	기술과 기관경계를 넘어 공유된 해결방안들을 활용하여 안전하고, 확실한, 효율적 직장 만들기

자료: USDA(2014).

3.2.1. 미국 농무부 산하기관들의 기후변화 적응 계획

미국 농무부는 기후변화 취약성, 리스크 평가의 결과를 기반으로 농업부문 적응의 큰 틀로서 기후변화 적응 계획을 마련하였으며, 산하기관들은 이러한 적응계획의 목표 및 목적들에 따라 세부 적응대책을 마련하여 이행하고 있다. 미국 농무부는 총 11개의 산하기관들이 있으며, 각 기관들의 세부 기후변화 적응 활동 계획을 마련하여 수행하고 있다.

미국 농무부에서는 연방 차원의 농업부문 기후변화 적응을 지원하고 관련 기반 구축 및 강화에 기여하기 위하여, 대표적으로 관련 인프라 구축, 역량강화, 중점 투자 분야 변경, 내부 기반 강화, 그리고 다양한 관계기관들과의 협업 등을 중심으로 활동하고 있다.

또한 미국 농무부에서는 지역별 기후허브(Regional Climate Hubs)을 설립하고 지원하고 있다. 지역별 기후 허브는 각 지역의 기후변화에 맞추어 농업 관련 이해관계자들이 의사결정 지원을 위해 과학기반 도구, 전략, 실무적 정보들을 제공하는 역할을 한다. 지역 기후 허브는 기후변화에 대응하기 위해 필요한 기술적 지원, 지역의 기후변화 리스크 및 취약성 평가, 관련 자료 제공, 그리고 농업 관계자들에게 교육을 제공하는 기능을 수행한다. 허브는 미국 농무부의 기술 및 리스크 관리 방안에 대한 정보와 가이드라인을 제공하는 역량을 강화시킬 것이며, 농업 생산, 자연자원관리, 그리고 농촌경제 발전 유지 및 강화에 기여할 것으로 기대된다. 이에 대해서는 다음 절에서 자세히 살펴보기로 한다.

관계자들의 이해 향상 및 행동 변화 유도를 위한 역량강화 지원에도 힘쓰고 있다. 미국 농무부 산하기관들은 각 기관의 직원들과 이해관계자들을 교육하고 변화를 유도하기 위한 계획을 개발 중이다. 현재 그리고 향후 과학 및 정보 수요를 충족시키기 위해 필요한 연구와 기술들을 향상시키기 위해 과학자들과 토지 관리자 간의 파트너십을 강화하고 있다.

① 농업경제연구청(Economic Research Services, ERS)

ERS는 국가농업통계청(National Agricultural Statistics Service) 및 기타 미국 농무부 및 연방 기관들과 함께 토지 자원, 기후, 토지 이용 및 영농 의사결정과 관련된 현재와 과거의 기준 자료를 개발하기 위해 협업하고 있다. 기준 자료는 기후가 어떻게 변화해 왔고, 그 변화로 인해 자원에는 어떤 변화가 있었으며, 영농 의사결정에 영향을

미치는지, 미국 농무부 프로그램을 어떻게 반응할 것인지에 대한 연구 분석 시에 활용될 것이다.

또한 기후변화 영향의 국내외 경제학적 모델들을 비교하고 개선하기 위한 “농업 모델 상호 비교 및 향상 프로젝트(Agricultural Model Inter-comparison and Improvement Project, AgMIP)”에 참여하고 있다. 경제, 수확량, 기후, 환경 통합 모델의 개발 및 향상을 통해 농업과 축산업 분야에 필요한 기후변화의 영향과 적응 전략에 관한 정보에 대한 높아지는 수요를 충족시킬 수 있을 것으로 기대된다. 가뭄 리스크에 대응하기 위하여 ERS는 산림청과 함께 변화하는 기후 속 발생가능한 물 부족을 연구하고, 물 부족으로 인한 지역 농업 회복탄력성에의 영향을 분석하고 있다.

② 농업진흥청(Farm Service Agency, FSA)

기후변화 적응은 새로운 기술 및 인프라에 대한 상당한 투자가 요구되기 때문에 일부 농부들에게는 용자 접근이 제약받을 수 있다. 그렇기 때문에 FSA 농가 대출(FSA Farm Loans)을 마련하였다. 또한 극한 기후로부터 피해를 입은 본 농부들을 지원하기 위한 FSA 재난 프로그램(FSA Disaster Program)을 마련하기도 하였다.

③ 산림청(Forest Service, FS)

다양한 과학자 및 토지 관리자들과 함께 현재와 미래 필요한 과학 및 정보 수요를 충족시키기 위한 연구와 기술을 향상시키는 파트너십을 만들었다. 다양한 파트너기관들과 함께 협업하여 자원 인벤토리, 모니터링 및 평가 활동, 의사결정지원 도구들을 개발하였다.

④ 국가농업통계청(National Agricultural Statistics Service, NASS)

프로그램 변화와 기후변화로 인한 통계 샘플링 조사의 확대를 검토하고 있다.

⑤ 국립식량농업원(National Institute of Food and Agriculture, NIFA)

과학적 연구, 모델링, 연구 프로그램, 지도 활동을 중점으로 역할을 수행한다. 다른 연구, 교육, 그리고 지도활동과 함께 기후변화 대응을 위한 필요한 연구 활동을 지원한다.

⑥ 위험관리청(Risk Management Agency, RMA)

RMA는 농가, 축산농가에게 홍수, 가뭄, 허리케인, 기타 자연재해에 대한 보험을 제공한다. 농장 방식에 따라 기후변화로 인한 리스크를 다르게 받게 되므로 RMA는 기후변화 적응을 위한 농법을 교육한다.

3.2.2. 농업부문 기후변화 적응 거버넌스

미국 농무부는 기후변화 적응 추진을 위하여 자체적으로 규제를 마련하여 조직을 만드는 등 관련 거버넌스 기반을 마련하였다. 미국 농무부 규제는 2011년부터 미국 농무부 프로그램, 정책, 운영에 기후변화 적응 계획과 행동을 통합하려는 노력의 기반을 위해 마련되었다. 이에 따라 기후변화프로그램사무소(Climat Change Program Office)는 수석 경제실(Office of the Chief Economist) 내 위치하여 관련 활동들을 지원하도록 조직 개편되었다. 기후변화 프로그램 사무소 소장은 글로벌 변화작업반(Global Change Task Force)의 운영을 책임지며, 기후변화와 관련하여 매달 모든 미국 농무부 관계 기관 및 사무소들을 소집하여 회의를 개최한다. 매월 회의에서 각 부서 및 기관 활동 보고, 주요 이슈 토론, 활동 조정 등이 이루어진다.

미국 농무부는 투자에 있어서도 기후변화 적응과 회복탄력성을 향상시키기 위해 노력하고 있다. 현재 에너지관리 및 온실가스(Energy Management and Greenhouse Gas), 지속가능한 건물(Sustainable Buildings), 지속가능한 위치(Sustainable Locations) 분야의 다양한 이니셔티브에서 기후적응 및 회복탄력성을 지원하고 있다.

기후변화와 적응 활동의 특성상 다양한 측면에서의 접근이 필요함에 따라 미국 농무부는 다른 기관들과 협업을 통해 미국 전반의 기후변화 적응 추진을 위한 기반 마련에 기여하고 있다.

- 미국 농무부의 지역별 기후허브는 내무부(Department of Interior)의 기후과학센터(Climat Science Centers), 경관보전협동조합(Landscape Conservation Cooperatives), 국립해양대기청(National Oceanic and Atmospheric Administration)의 지역통합과학 및 평가 프로그램(Regional Integrated Sciences and Assessment Programs)과 지역기후센터(Regional Climate Centers), 다양한 관계기관, 학계, 시민단체들과 협동하여 지역별 기후허브를 운영하고 있다.
- 기후준비 및 복원력 위원회(Council on Climate Preparedness and Resilience)는 주, 지역, 원주민 리더 중심의 TF팀을 운영하고, 지역 공동체의 기후변화 준비성 구축

을 지원하기 위한 연방정부의 노력에 협력하는 역할을 한다. 본 위원회에는 환경 질위원회 의장, 과학기술정책국 국장, 국가안보 및 대 테러부 부장 비서로 구성되어 운영된다.

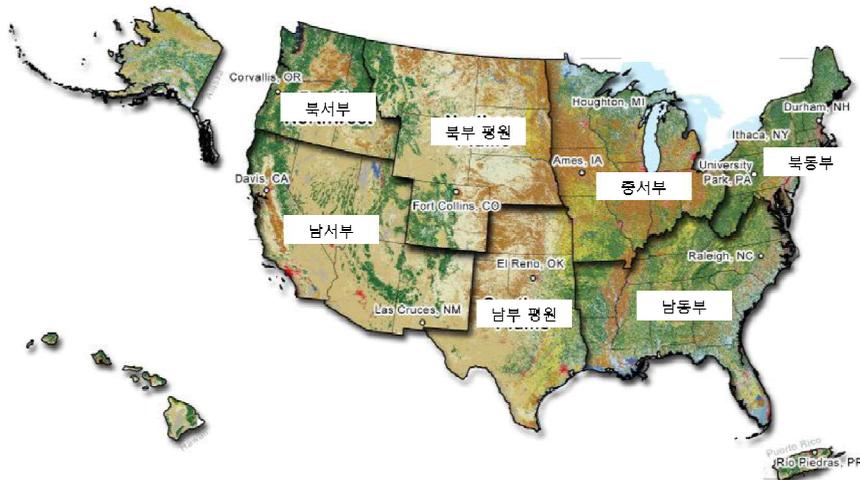
- 미국 글로벌 변화 연구 프로그램(US Global Change Research Program)은 13개의 연방정부 부처 및 기관들의 협업으로 운영되며, 농무부가 함께 활동한다. 글로벌 변화 연구 프로그램은 기후과학연구의 불확실성에 대한 이해를 향상시키고, 글로벌 관측 시스템 확대, 과학 기반 의사결정지원 자료 개발 등의 업무를 수행한다.
- 국가기후평가(National Climate Assessment)는 자연환경, 농업, 에너지 생산 및 소비, 토지 및 수자원, 운송, 보건복지, 사회시스템, 생물다양성에 미치는 글로벌 변화의 영향을 분석하여 제공한다. 또한 글로벌 변화의 현재 동향을 분석하고 미래의 주요 동향을 예측한다. 미국 농무부 소속 과학자들이 2013년 국가기후평가의 기술보고서 작성에 기여하였다.
- 미국 농무부는 국립해양대기청(NOAA)과 기후서비스 향상과 농업, 임업, 다른 환경자원 분야에의 서비스 제공 협력 증진을 위해 양해각서를 체결하였다. 국가통합가뭄정보시스템 부수계약을 통해 농업과 관련된 가뭄 모니터링 및 계획 역량 강화, 그리고 리스크 관리 전략 지원을 위한 협동 프레임워크를 구축하였다.
- 미국 농무부의 농업 대기질작업반(Agricultural Air Quality Task Force, AAQTF)은 1996년 연방 농업 향상 및 개혁법 391조에 따라 설립되었다. 이는 농무부 산하기관들과 다른 연방 파트너 간 대기질 관련 활동과 자원들을 보다 잘 조정하기 위해 마련되었다. 농업 대기질과 관련하여 조언하고, 관련 농무부 연구 노력들을 촉진하며, 농업 대기질 향상을 위한 비용 효과적 방안을 찾는 업무를 주로 수행한다.

3.3. USDA 지역별 기후 허브

2013년 6월 버락 오바마 미국 대통령은 “대통령의 기후행동계획(The President’s Climate Action Plan)”에서 기후와 관련된 위협에 맞서 농업의 지속가능성을 유지하기 위해 농무부 주도로 7개의 지역별 기후허브(Regional Climate Hubs)를 설립한다고 발표했다. 이를 근거로 농가, 축산농가, 산지 소유자에게 기후변화 적응과 관련한 과학지식과 실질적인 정보를 전달할 목적으로 2014년 2월에 7개의 권역별 허브와 3개의 하부허브 등 총 10개의 지역별 기후허브가 설립되었다.

기후허브가 위치한 7개의 권역은 북동부(메인, 뉴햄프셔, 버몬트, 매사추세츠, 로드아일랜드, 코네티컷, 뉴욕, 뉴저지, 펜실베이니아, 메릴랜드, 델라웨어, 웨스트버지니아), 중서부(미시건, 오하이오, 인디애나, 위스콘신, 일리노이, 아이오와, 미주리, 미네소타), 남동부(앨라배마, 아칸소, 조지아, 플로리다, 켄터키, 루이지애나, 미시시피, 노스캐롤라이나, 사우스캐롤라이나, 테네시, 버지니아), 북부 평원지대(몬태나, 노스다코타, 사우스다코타, 와이오밍, 네브래스카, 콜로라도), 남부 평원지대(캔자스, 오클라호마, 텍사스), 북서부(알래스카, 아이다호, 워싱턴), 남서부(애리조나, 캘리포니아, 하와이, 네바다, 뉴멕시코, 유타)로 구분되며, 동북부에 북부 산림 기후허브, 동남부에 캐리비안 기후허브, 남서부에 캘리포니아 기후허브가 하부기관으로 존재한다<그림 1 참조>.

그림 1. 지역별 기후허브의 7개 권역



자료: USDA(2017).

기후허브는 미국 농무부 산하의 여러 기관 간의 독특한 협력체로 운영이 되고 있는데, 현재 농업연구청(Agricultural Research Service), 자연자원보호청, 국립식량농업원, 산림청, 농업진흥청, 위험관리청, 농촌개발청(Rural Development), 동식물검역청(Animal and Plant Health Inspection Service), 기후변화프로그램사무소가 관여하고 있다. 그중 농업연구청, 산림청, 자연자원보호청이 각 지역별 기후허브에서 주도적인 역할을 수행한다.

지역별 기후허브의 사무소는 각 권역의 미국 농무부 산하 농업연구청 또는 산림청

에 위치해 있다. 기후허브의 주요 역할은 첫째, 지역의 특성에 알맞은 정보와 기술을 개발하여 농업 및 천연자원 관리자와 지역사회에 보급하고, 둘째, 미국 농무부 산하 기관들이 기후변화에 대한 복원력을 높이고 지역 단위로 해결방안을 강구할 수 있도록 지원하고, 셋째, 토지 관리자들이 기후에 관한 정보를 갖고 결정을 내릴 수 있도록 적절한 프로그램을 알려주는 것이다.

기후허브의 협력기관에는 대학, 협동조합지도소(Cooperative Extension), 미국 농무부의 연구자 및 지역 사무소, 기후변화 완화 및 적응과 관련된 민간기업, 농민단체, 주정부 및 지방정부, 국립해양대기청(National Oceanic and Atmospheric Administration) 및 내무부(Department of Interior)의 지역 기후변화 전문가, 비영리단체 등이 있다.

4. 결론 및 시사점

미국의 농업부문 기후변화정책은 새로운 프로그램을 개발하기보다는 기존에 운영되고 있던 프로그램을 잘 엮어내는 데서 출발한다. 10개의 세부방안으로 구성되어 있는 미국의 스마트농림업 전략은 CRP, ACEP, FLP 등 프로그램을 이용하여 농가와 축산농가, 산지 소유주가 기후변화 완화를 위해 이미 수행하고 있는 노력들을 적절히 보상하는 자발성에 기초한 인센티브 체계를 마련하였다. 또한 지역별 기후허브를 주요 권역별로 설치하여 지역의 특성에 맞는 기후정보와 대응방법을 농가에게 전달할 수 있는 체계를 구축하였다.

우리나라는 2011년에 “농림수산식품 기후변화대응 기본계획(‘11~’20)”을 수립하여 농업, 축산, 수산, 산림, 수자원, 식품유통 부문별로 2020년까지 온실가스 감축 목표와 이행방안, 부문별 기후변화 적응 전략을 마련하였다. 당시 농림수산식품부 외에도 농촌진흥청, 산림청, 수산과학원 등이 참여하여 농림수산업 부문에서 관련 과제를 발굴하고, 해당 과제를 온실가스 감축, 온실가스 흡수, 기후변화 적응으로 구분하였다.

이러한 정부의 정책이 실효성을 거두기 위해서는 농업분야의 주체인 농가의 참여를 항상 염두에 두어야 한다. 우선 기존 과제를 통해 연구 개발된 기후변화 적응 관련 정보와 기술이 농가에 적절하게 전달될 수 있는 정보전달허브가 필요하다. 허브를 통해서 농가가 처한 또는 처하게 될 기후변화 리스크를 평가하고, 이와 관련된 정보를 농촌진흥청, 산림청 등 과제주관기관에 전달하여 필요한 정보와 기술을 개발하게 만들어야 한다.

또한 농가, 축산농가, 산지 소유주 입장에서 온실가스 감축에 자발적으로 참여할 수 있는 유인을 제공하고, 이를 달성하는 수단을 제공하는 데 좀 더 적극적일 필요가 있다. 이를 위해 경제적 이익과 환경적 이익을 동시에 가져다 줄 수 있는 “기후스마트” 전략을 개발하여 농가들에게 생산성 향상과 온실가스 감축이 양립할 수 있음을 주지시켜야 한다.

끝으로 ‘구슬이 서 말이라도 꿰어야 보배’라는 말이 있듯이 기존에 시행하던 과제들이 의도했던 효과를 거두기 위해서는 정부부처와 과제주관기관 사이에 거버넌스를 형성하는 것이 중요하다. 정부부처는 실행 가능한 목표를 세우고 관계기관을 연결하는 데 주도적인 역할을 하고, 정보전달허브를 중심으로 과제주관기관과 실제 정보 수요자인 농가, 축산농가, 산지 소유주 사이에 원활한 소통 및 협력이 가능하리라 본다.

참고문헌

- Executive Office of the President. 2013. *The President's Climate Action Plan*. The White House.
- Johansson, Robert. 2016. *Climate Change Policy and the US Agriculture Sector*. OECD Global Forum on Agriculture 2016 presentations. OECD.
- United States. 2015. *U.S. Note INDC and Accompanying Information*. United States.
- United States Department of Agriculture(USDA). 2012. *Climate Change and Agriculture in the United States: Effects and Adaptation*. USDA.
- _____. 2014. *US Department of Agriculture Climate Change Adaptation Plan*. USDA.
- _____. 2016a. *USDA Building Blocks for Climate Smart Agriculture and Forestry*. USDA.
- _____. 2016b. *U.S. Agriculture and Forestry Greenhouse Gas Inventory: 1990-2013*. USDA.
- _____. 2017. *USDA Building Regional Climate Hubs Factsheet*. USDA.

참고사이트

- 미국 농무부 농업진흥청(www.fsa.usda.gov)
- 미국 농무부 자연자원보호청(www.nrcs.usda.gov)
- 미국 농무부 기후허브(www.climatehubs.oce.usda.gov)