

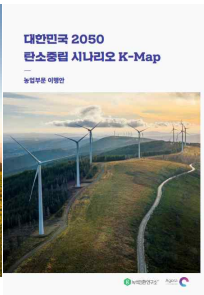
저탄소농업 활성화를 위한 농업·농촌 에너지전환 과제와 대안

2023. 5. 4.

이정필(에너지기후정책연구소 소장)

발표 내용

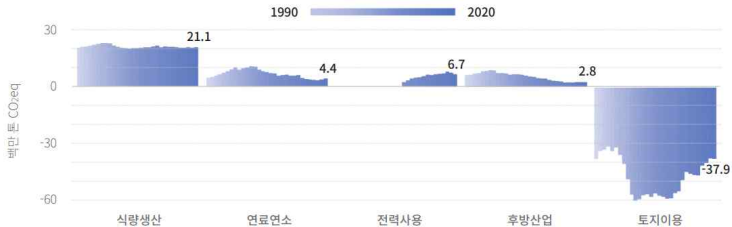
- 정부 농업부문 탄소중립 계획과 정책
- K-Map 농업부문 탄소중립 시나리오와 이행방안
- 농업부문 탄소중립 에너지전환의 과제와 대안



➤ 참고자료

- 녹색전환연구소, “5. 농업 부문”, 녹색에너지전략연구소·녹색전환연구소·사단법인 넥스트·Agora Energiewende, <대한민국 2050 탄소 중립 시나리오 K-Map: 미래 세대와 한국 경제를 위한 보다 야심 찬 경로>, 2022.
- 녹색전환연구소·Agora Energiewende, <대한민국 2050 탄소중립 시나리오 K-Map: 농업부문 이행안>, 2023.
- 에너지기후정책연구소, <탄소중립을 위한 농어업·농어촌분야 전략과 에너지 전환 제도>, 대통령 직속 농어업·농어촌 특별위원회, 2021.

국가 온실가스 인벤토리상 농업부문 관련 배출·흡수량



- 주: 현재 국가 온실가스 인벤토리상 농업분야는 식량생산(축산, 경종)만을 의미하지만, 정부 시나리오와 K-Map 시나리오상 농업부문은 부문 배출량 계산시 연료연소를, 이행점검에 있어서는 전력사용에 의한 간접배출량을 포함하며, 내용상으로는 후방산업(식품산업 등)과 토지이용(농경지 등)을 포함한다. 전력사용에 의한 배출량은 추정치이며, 산정 방법론은 [그림 1-2]의 주석에서 다뤘다.
- 참조: 탄소중립위원회, 2021b. 2050 탄소중립 시나리오; 탄소중립위원회, 2021c. 2050 탄소중립 시나리오(최종) 세부 산출근거; 환경부 온실가스종합정보센터, 2022c. 2022년 국가 온실가스 인벤토리(1990-2020)공표.

자료: 녹색전환연구소·Agora Energiewende, 2023

2050 농식품 탄소중립 추진전략(21.12.)

구 분 (원본CO2)		2030년		2040년		2050년	
		목표치	감축량	목표치	감축량	목표치	감축량
민생에너지	합 계		5,809		6,460		8,012
	소계		540		540		540
	간단편계(중간편계)(주, 5)	61.1	474	61.1	474	61.1	474
	농산물에너지(5)	10	66	10	66	10	66
	농업용수 이용 효율화 ·농산물 제재 구축 ·배출량 통제 구축 ·저장기술 효과 증진	·용수관리 자동화·디지털화 ·기술 및 배출계수 개발 ·물관리 및 유역관리 등 통제구 ·측정 및 검증 체계 구축	·용수관리 체계 개선 ·현장보급·적용, 민선도 개발 ·관련 통제 강화 ·신규 저감기술 개발	·용수관리 효율화·고도화 ·유역 물관리 고도화 ·관련 통제 고도화 ·신규 저감기술 적용			
농업에너지	소계		2,008		2,144		2,269
	질소제로 제량(kg/ha)	115	267	115	268	115	268
	바이오메탄올(1.32t/ha) 공급 목표 설정	9	58	9.5	62	10	65
	농장지 투입 분뇨율 제량(kg)	33	1,683	34	1,814	35	1,936
	·비료관리 및 시비 처방 확대 ·농약적용률 제고 ·바이오차 고효율 및 농가 보급 ·경운 최소화	·기초데이터 수집·개발 ·농작물 수확 시기 보충 ·비료관리·제초제·농약·농기계 등 ·비료관리·제초제·농약·농기계 등 ·비료관리·제초제·농약·농기계 등	·데이터 기반 기술 적용화 ·시설향 유지 보수 ·바이오차 보급 ·집적지구 확대(23%)	·데이터 기반 기술 적용화 ·시설향 유지 보수 ·바이오차 보급 ·집적지구 확대(23%)			
축산에너지	소계		751		915		1,075
	저탄소사료 보급(2배이상)	30	121	65	261	100	402
	분뇨제로 제량(kg)	13.2	630	13.2	654	13.2	673
	·저탄소사료 개발 ·저탄소사료 보급 ·저탄소사료 보급	·2배 이상 환원율·점진적 ·2배 이상 환원율·점진적 ·2배 이상 환원율·점진적	·2배 이상 환원율·점진적 ·2배 이상 환원율·점진적 ·2배 이상 환원율·점진적	·2배 이상 환원율·점진적 ·2배 이상 환원율·점진적 ·2배 이상 환원율·점진적			
	·저탄소사료 개발 ·저탄소사료 보급 ·저탄소사료 보급	·2배 이상 환원율·점진적 ·2배 이상 환원율·점진적 ·2배 이상 환원율·점진적	·2배 이상 환원율·점진적 ·2배 이상 환원율·점진적 ·2배 이상 환원율·점진적	·2배 이상 환원율·점진적 ·2배 이상 환원율·점진적 ·2배 이상 환원율·점진적			
에너지효율	소계		452		649		1,773
	식단변화 가속 감소율(%)	-	-	-	-	10.2	999
	축산환경개선 향상(축산환경개선)	30	389	40	507	50	579
	대체에너지(%)	4.4	63	9.7	142	15	200
	·식단변화 촉진 ·축산환경개선 ·대체에너지 확대	·전통식단·건강·교육·기타 ·축산환경개선 ·대체에너지 확대	·전통식단·건강·교육·기타 ·축산환경개선 ·대체에너지 확대	·전통식단·건강·교육·기타 ·축산환경개선 ·대체에너지 확대			
에너지효율	소계		49		141		231
	고효율 에너지설비(중소기업)	9	14	30	28	50	41
	농기계(중소기업)	10/5	35	50/25	113	100/50	190
	·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선	·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선	·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선	·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선			
	·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선	·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선	·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선	·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선			
에너지효율	소계		49		141		231
	고효율 에너지설비(중소기업)	9	14	30	28	50	41
	농기계(중소기업)	10/5	35	50/25	113	100/50	190
	·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선	·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선	·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선	·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선			
	·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선	·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선	·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선	·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선 ·에너지효율 개선			
합계			5,858		6,601		8,243
배출전량(B)			24,653		24,401		24,450
감축 후 배출량(B-A)			17,940		16,744		15,454
(수산 포함한 농축수산 전체목표)							

3. 화석에너지 사용 축소 및 에너지 전환

개 요

◇ [정책여건] 농업 에너지 분야 온실가스 배출은 증가 후 정점치 감소 전망

- '50년 농업분야 에너지부분 온실가스 배출 예상량은 394천톤으로 '18년 대비 60.4% 감소를 것으로 전망
 - 농기계의 에너지 전환 및 온실 등의 재생에너지 사용 확대에 따라 석유 등 화석연료 사용이 감소하면서 온실가스 발생량도 감소세를 나타낼 전망

구 분 (원본CO2)	배출량 ('18)	배출전망(AU)		
		'30	'40	'50
에너지 직접(석탄, 석유, 가스)	996	653	489	394

◇ [정책목표] 고효율 에너지 설비 보급·농기계 에너지 전환으로 온실가스 감축

- 에너지 이용 효율화와 재생에너지 등 저탄소 에너지 이용 확대
- 내연기관 농기계의 전기농기계 등으로 전환 및 수소농기계 조기 제작을 통해 농기계 이용 에너지 전환

◇ [정책수단] 시설에너지 및 농기계 재생에너지 전환

- 화석연료 의존도가 높은 시설농업은 재생에너지로 전환
 - 시설원예 농가의 에너지사용 현황 DB를 기반으로 재생에너지로 전환하고, 에너지 절감시설도 확대
 - 재생에너지 순환모델과 연계한 온실단지 입지선정 등 최적의 에너지 사용 환경 구축
 - RE100 등 재생에너지지원 활용과 연계하여 전기난방시설 보급
- 농작업에 사용되는 농기계의 에너지원을 전환
 - 화석연료 중심의 내연기관 농기계를 전기 농기계 등으로 전환 하고, 노후 농기계 조기 폐차

4. 농촌 재생에너지 공급 확대

개 요	
◇ [정책여건] 탄소중립 선언에 따라 재생에너지 공급 확대 필요	
□ 국가적 차원의 탄소중립 목표 달성을 위해서는 태양광 등 재생에너지 비중 확대가 필수적	
○ 「재생에너지 3020 계획」(17.12)에 따라 '30년까지 농촌지역에 태양광 10GW(1.32t/ha) 공급 목표 설정	
□ 최근 3년간('18년~'20년) 농촌태양광 3.26GW(4,238ha) 설치	
· 농촌태양광 공급(GW, 두척) : ('18) 0.68 → ('19) 1.82 → ('20) 3.26	
◇ [정책목표] '50년까지 농촌태양광 등 재생에너지 지속 확대	
□ 농업기반시설, 임해간척지 등을 활용하여 농업친화형 등 유망농지를 보전하면서 재생에너지 확대	
□ 농촌 태양광 등 재생에너지 발전시설을 둘러싼 갈등을 해소하면서 우량농지 보전(식량안보)과 재생에너지 확대 동시 달성	
○ 농업용시설(축사, 비닐재배사), 농업기반시설(저수지, 용제수로, 저수지 주변 유휴부지), 유휴농지(농지, 저지)를 우선적으로 활용	
□ 농촌공간계획을 통해 농촌환경 보전 및 재생에너지 확대	
○ 농촌마을은 재생에너지 보급을 통한 RE100 계획을 구축하고, 축사·온실·에너지시설을 연계한 에너지 자립 추진	
◇ [정책수단] 주민협의 및 공간계획을 토대로 체계적인 공급 추진	
□ 주민참여형 태양광 확대 등 주민 공감대 형성을 통해 사업 추진	
○ 농업생산기반시설, 임해간척지, 농업·가공·유통시설 등을 최대한 활용	
○ 주민참여를 기반으로 농촌마을 유휴부지 등을 활용한 재생에너지 공급을 확대하고, 지자체·농협·공사 등의 참여 확대로 공공성 강화	
□ 농촌공간계획을 토대로 농촌마을의 에너지 전환 및 지역에너지 순환체계 구축 지원	

2050 농식품 탄소중립 감축지표와 감축수단

감축 수단		지표	감축량(천 톤 CO ₂ e)	
			2030	2050
비 에 너 지	논물 관리	2주 이상 간단관계 면적 비율 ¹⁾ (%): 2030년 61.1, 2050년 61.1 논물알개대기 면적 비율 ¹⁾ (%): 2030년 10, 2050년 10	474	474
	농경지	질소비료 투입량(kg/ha): 2030년 115, 2050년 115	267	268
		바이오차 토양개량제 대비 보급률 ²⁾ (%): 2030년 9, 2050년 10	58	65
		농경지 투입 분뇨량 저감 비율 ³⁾ (%): 2030년 33, 2050년 35	1,683	1,936
	장내 발효	2세 이상 저메탄사로 보급 비율 ⁴⁾ (%): 2030년 30, 2050년 100	121	402
		분뇨 내 질소 저감 비율(%): 2030년 13.2, 2050년 13.2	630	673
	가축 분뇨	에너지화·정화처리 비율 ⁵⁾ (%): 2030년 33, 2050년 35	2,058	2,355
	생산성 향상	식단변화에 따른 가축 감소율 ⁶⁾ (%): 2050년 10.2	-	995
		스마트축사 보급률(%): 2030년 30, 2050년 50	389	579
		대체식품 비율(%): 2030년 4.4, 2050년 15	63	200
에 너 지	에너지	고효율에너지설비에 따른 등유 감소율 ⁷⁾ (%): 2030년 9, 2050년 50	14	41
		농기계의 경유/등유 수요 감축 비율 ⁸⁾ (%): 2030년 10/5, 2050년 100/50	35	190
합계			5,858	8,243

- 주 1) 면적 비율은 전체 벼 재배면적에서 차지하는 비율을 나타냄.
 2) 전체 토양개량제 가운데 바이오차 토양개량제가 차지하는 비율을 나타냄.
 3) 2030년과 2050년 기준 발생되는 분뇨량 중 저감량 비율을 나타냄.
 4) 2세 이상 한우·젖소에게 먹이는 사료 중 저메탄 사료의 비율을 나타냄.
 5) 2030년과 2050년 기준 발생되는 분뇨량 중 처리량 비율을 나타냄.
 6) 2050년 가축사육 두수 중 감소율을 나타냄.
 7) 고효율에너지설비에 의한 등유 수요량의 감축 비율을 나타냄.
 8) 농기계에 사용되는 경유/등유 수요량의 감축 비율을 나타냄.

구분			감축 수단 정의 혹은 감축 원리
비 에 너 지	논물관리	간단관계	답수로 인해 환원된 토양에 산소를 공급하여 메탄생성균의 활성을 억제
		논물알개대기	벼 이앙 후 한 달간 논물을 깊이 대고 이후부터는 논물을 얕게(3~5cm) 대어 논 토양에 산소를 주기적으로 공급하여 메탄 발생을 저감
	농경지	질소비료 저감	질소비료를 대체하는 못거름작물, 완효성비료, 부산질비료 등을 이용하여 비료생산에 과정과 토양에서 발생하는 아산화질소배출을 줄임
		바이오차 보급	미생물에 의한 분해가 어려운 바이오차 형태로 유기물을 탄화시켜 토양에 투입하여 토양에 탄소를 격리, 대기 중 온실가스를 저감
		농경지 투입 분뇨량 저감	가축분뇨 퇴액비를 경종 재배에 투입하는 양을 감소시킴으로써 온실가스를 감축
	장내 발효	저메탄사로 보급	사료에 메탄 저감 물질을 첨가하거나, 영양소 조절을 통해 장내발효 메탄 발생량을 줄이는 사료를 사용하여 반추가축(한·우·육 및 젖소) 장내발효 메탄 발생량 감소
		분뇨 내 질소 저감	적정 단백질 사료(가축의 성장에 필요한 만큼의 단백질을 공급하여, 분뇨로 배출되는 과잉 양분을 줄이는 사료) 급여로 분뇨 질소 배출량 저감
	가축 분뇨	비농업계이동 (에너지화·정화처리)	가축분뇨 에너지화, 정화율을 제고시킴으로써 가축분뇨로부터 발생하는 온실가스를 감축
	생산성 향상	식단변화 가축 감소	식단변화에 따른 가축 사육두수 감소
		축산생산성 향상 (스마트축사 보급)	주요 축종(한·우·육, 젖소, 돼지, 닭) 대상 스마트축사 보급을 중심으로 디지털 축산 경영을 통한 가축 정밀 사양, 폐사를 감소 등을 통해 축산의 생산성을 높여 축산업의 지속가능성 향상
		대체식품	대체가공식품(배양육, 식물성분 고기, 곤충원료 등) 이용 증가로 가축 사육두수 감소
에 너 지	에너지	고효율에너지설비 (등유 감소)	고효율에너지설비 보급을 확대함으로써 등유 사용량을 감소시킴
		농기계(경유/등유 수요)	농기계에 경유/등유 대신 전기, 바이오에너지를 사용함으로써 경유/등유 사용량을 줄이고 온실가스 배출을 줄임

농식품부 로드맵(상)과 K-MAP 시나리오(하)의 감축목표·수단 비교



(단위: 백만 톤 CO₂eq)

항목			온실가스 종	2018 배출량	2020 배출량	2030 배출전망	2030 배출목표	
							정부	K-Map
비에너지	축산	장내발효	CH ₄	4.5	4.7	4.8	3.9	4.4
		축분처리	CH ₄ , N ₂ O	4.9	5.0	6.2	2.9	1.8
	경종	비료 ^주	N ₂ O	5.5	5.6	6.3	2.9	4.8
		버찌배	CH ₄	6.3	5.7	5.0	5.7	5.4
		작물잔사소각	CH ₄ , N ₂ O	0.1 미만	0.1 미만	0.1 미만	0.1 미만	0.1 미만
에너지		농림어업	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	3.5	4.4	※	2.6	1.3
농축수산 합계			CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	24.7	25.5	※	18.0	17.7

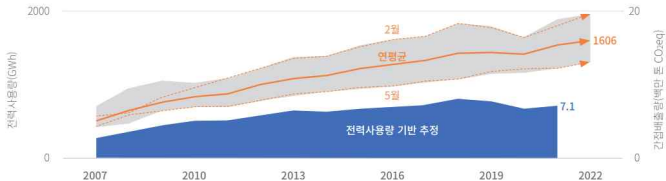
* 참조: 녹색에너지전환연구소 외, 2022. 『대한민국 2050 탄소중립 시나리오 K-Map』 농림축산식품부, 2021. 『2050 농식품 탄소중립 추진전략』 탄소중립위원회, 2021a. 『2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 설정안』 탄소중립위원회, 2021b. 『환경부 온실가스통합정보센터』, 2022c.

자료: 녹색에너지전환연구소·Agora Energiewende, 2023

* 주: 농식품부(2021)와 해양수산부(2021) 로드맵에서 제시된 농축수산부문 13가지 주요 감축수단을 K-Map 시나리오에서 제시된 감축수단에 맞춰 5가지 범주로 재분류하였다(표 참고). 농식품부 로드맵은 2030년 배출전망량 34.7백만 톤으로 가장하고 배출전망 대비 6.7백만 톤 감축목표로 하기 때문에, 농업부문 2020년 배출량 25.5백만 톤에서 예상되는 감축량을 합산할 경우 2030 NDC인 18백만 톤과 0.8백만 톤 이상의 감축과차가 발생한다. 2050년 배출량에 있어 농식품부 로드맵상 목표치와 본 분석상 수치 간의 차이가 나타나는데, 이는 농식품부 로드맵에 해양수산부가 제시한 어선전환과 목표 수치가 고려되지 않았기 때문이다.

* 참조: 녹색에너지전환연구소 외, 2022. 『농림축산식품부, 2021. 해양수산부, 2021. 해양수산부, 2050 탄소중립 로드맵』 환경부 온실가스통합정보센터, 2022b. 『환경부 온실가스통합정보센터』, 2022c. 연구진 재가공.

농업부문 전력사용량 추이와 향후 전망



주: 한국전력의 산업분류별·월별 전력사용량 데이터를 이용하여 2007~2022년 기간에 대한 농업·농촌의 전력사용량 추이(굵은 화살표선), 월별 분포 범위(회색 면적), 연중 최대·최소 전력사용량(얇은 화살표선)을 나타냈다. 농업·농촌 전력사용에 의한 간접배출량 추정을 위해 통계청 발전실적 추이, 국가 온실가스 인벤토리 데이터를 이용하여 2007~2021년 단위발전량(GWh)당 온실가스 배출량을 구했고, 이를 농업·농촌에 의한 전력사용량에 곱했다. 이렇게 산정한 2018년 배출량은 8백만 톤으로, 탄소중립위원회가 계산한 8.5백만 톤과 다소간의 차이가 확인된다. 이는 본 분석에서는 농업·농촌 목적으로 사용되는 도시가스 및 지역난방 등에 의한 배출량이 제외됐기 때문이다.

참조: 통계청, 2022. 발전실적 추이; 한국전력공사, 2023; 환경부 온실가스종합정보센터, 2022b; 환경부 온실가스종합정보센터, 2022c.

자료: 녹색전환연구소·Agora Energiewende, 2023



2050 농축수산 부문 에너지 수요 전망(2050탄소중립위원회, 2021)

구분	농업·농촌 에너지 소비(BAU)	시나리오 미반영(BAU)				2050 (시나리오 반영)
		2018	2030	2040	2050	
산출 기준	농업 에너지 소비량(천 toe)	2,333	2,797	2,432	2,341	2,107
	농촌 에너지 소비량(천 toe)	4,236	4,278	4,214	4,003	3,603
넷제로 재생에너지 설비용량	농업 에너지(GW)	8.1	9.7	8.5	8.2	7.3
	농촌 에너지(GW)	14.8	14.9	14.7	14.0	12.6
	합 계	22.9	24.7	23.2	22.1	19.9

자료: "2019 국가 온실가스 인벤토리보고서(온실가스배출량)", "2017 에너지 총조사(에너지 소비량)", "2050 탄소중립 시나리오안."

농업·농촌 탄소중립 달성 재생에너지 설비용량(이상엽 외, 2022)

농어업·농어촌 탄소중립 정의로운 전환의 현안과 과제(1)

❖ 정의로운 전환 정책의 현실화·주류화 필요

- 「탄소중립기본법」 제2조(정의)
 - 12. “기후정의”란 기후변화를 야기하는 온실가스 배출에 대한 사회계층별 책임이 다름을 인정하고 기후위기를 극복하는 과정에서 모든 이해관계자들이 의사결정과정에 동등하고 실질적으로 참여하며 기후변화의 책임에 따라 탄소중립 사회로의 이행 부담과 녹색성장의 이익을 공정하게 나누어 사회적·경제적 및 세대 간의 평등을 보장하는 것을 말한다.
 - 13. “정의로운 전환”이란 탄소중립 사회로 이행하는 과정에서 직·간접적 피해를 입을 수 있는 지역이나 산업의 노동자, 농민, 중소상공인 등을 보호하여 이행 과정에서 발생하는 부담을 사회적으로 분담하고 취약계층의 피해를 최소화하는 정책방향을 말한다.

Dimension of justice (A-level)	Principle (B-level)	Criterion for just transition: process- / policy-pathway evaluation level
Distributive justice	Right to vital goods (incl. right to food)	The access of the whole population to sufficient nutritious, adequate, and safe food at all times is protected. The resilience of food supply chains towards shocks is increased. The established or supported food jobs have fair payment and working conditions.
	Labor justice (incl. farmers and fishers)	Farmer resilience towards shocks is retained or improved. Established food chain relations are reciprocally agreeable.
	Just food-chain structures	The viability of farming is retained or improved. The access to suitable farmland is protected.
	Livelihood opportunities	Multiple opportunities for livelihoods in rural areas are retained or designing them is supported. Transition demands are designed in a way that different-sized food system actors are able to respond to them.
Cosmopolitan justice	Global fairness	Decarbonizing activities do not cause food insecurity elsewhere in the world. Decarbonizing activities respect the participatory control over and access to productive resources elsewhere in the world.
	Intergenerational justice	Decarbonizing activities do not undermine fair livelihood opportunities for distant actors. Transitions towards decarbonization do not undermine the opportunities of future generations to achieve well-being.
Ecology and non-human beings	Ecological integrity	Ecosystem health is improved. Biodiversity is protected or increased. Soil, water, and air health/quality is retained or improved. Natural (biotic and abiotic) resource use stays within planetary boundaries.
Procedural justice	Justice for animals	The inherent value of animals is respected, and they are treated respectfully.
	Just processes	Decision-making processes are sufficiently transparent, inclusive, and provide a fair opportunity for different voices to be heard. Decision-making does not create or intensify power disparities.
Recognition justice	Access to relevant information	Reliable information about the impacts of food systems and different diets on humans and nature is available to all in decision-making and climate action.
	Respectful pluralism and esteem recognition	Traditional, indigenous, and local knowledge is respected and given a voice. Diverse visions of producing, preparing, and eating food are respected. Climate actions in different food professions and by both genders are equally recognized and esteemed.
Capacities	Non-discrimination	People are not discriminated on ethnic-, gender-, age-related, or other grounds.
	Capacity building	Supported innovations are made available to interested actors, especially least-advantaged groups. Developing individuals' skills for transition activities is supported. Capacity building to engage people in collective action for transitions is supported.

정의로운 전환 원칙과 식량 부문의 기준(Tribaldos-Kortetmaki, 2022)

농어업·농어촌 탄소중립 정의로운 전환의 현안과 과제(2)



한국농정(2022.12.18)



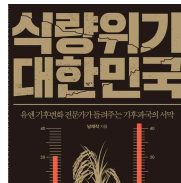
'농업·농촌부문 탄소중립 관련 시장 활성화 방향' 세미나(2023.2.24)



남도일보(2023.2.27)



뉴스워커(2023.2.14)



"인류의 한계 온도 1.5도를 넘어서면, 한국은 물주머니의 화성상이 될 것이다!"

뜨거워지는 지구, 빼앗아 가는 식량
가장 이변에 따른 밥상 변동은 지금부터

포스트 2022
대한민국

Agricultural Policy Monitoring
and Evaluation 2022
REFORMING AGRICULTURAL POLICIES FOR CLIMATE
CHANGE MITIGATION



OECD

농어업·농어촌 탄소중립 정의로운 전환의 현안과 과제(3)

❖ 농사용 전기요금 및 화석연료 보조금 관련 대응 방향

- ① 저투입·순환형 농업 확산 등 온실가스 배출을 줄이고 에너지 이용을 효율화하는 등 탄소제로 시대의 농업을 공론화
 - ② 농림어업 관련 종사자들의 기후위기 인식을 높이는 홍보 및 교육 활동을 강화
 - ③ 공익직불제 가운데 선택직불제를 확충해 탄소저감과 연계한 농업활동을 장려
 - ④ 탄소중립 이행과정에서 탈락하거나 소외될 수 있는 산업과 계층에 대한 지원 강화 등(농어업·농어촌 특별위원회, 2021)
-
- 기후변화에 관한 정부 간 패널(IPCC, 2019)은 농업식품 시스템에 대한 공급 측면과 수요 측면에서의 정책, 특히 정의로운 전환 (just transition) 매커니즘을 통해 온실가스를 감축하고 식량 주권을 강화할 수 있으리라 전망하는 한편, 기후와 농업에 대한 통합 정책이 없다면 소농과 지역 사회가 파괴되는 등의 부정적인 영향이 나타날 것이라고 경고함
 - 국제사회와 여러 나라들이 그린뉴딜 및 탄소중립을 실현하는 과정에서 정의로운 전환에 대한 관심을 기울이고 있지만, 농축산 분야의 에너지·기후 정책과 관련해서는 정의로운 전환에 관한 관심이 부족한 상황(Blattner, 2020). 이런 배경에서 농업 부문에서의 정의로운 전환의 원칙으로 불평등 해소, 자연과 기후가 조화를 이루는 식량 시스템으로의 전환, 포용성과 참여의 증진, 포괄적 계획과 정책 프레임 개발 등이 제안됨(Balsera, 2019)

농어업·농어촌 탄소중립 정의로운 전환의 현안과 과제(4)

❖ 공익직불제 개편 방향

- 농업 부문에서의 정의로운 전환의 대표적인 정책 수단 중 하나로, 식량 안보뿐 아니라 생태 및 기후 보호 등의 가치를 지향하는 공익 기반의 직접 지불 제도(direct payments)를 꼽을 수 있음(Long, 2019; Chapman, 2020)
- 현재 국내에서는 농업 및 수산업 분야 공익직불제도가 시행되고 있으나, 탄소중립과 불평등 문제를 모두 해소하기에는 여러 한계가 나타나고 있음. 저탄소 농업을 직불제 프로그램에 포함해야 한다는 주장이 제기된 바 있고, 최근에는 현재 시행되고 있는 선택형 공익 직불제에 논벼 물 관리, 완효성 비료·퇴액비 사용, 피복 작물 재배, 보전 경운, 바이오 차 이용, 수막 재배 및 다겹 보온 커튼 사용, 지열·공기열 히트 펌프 이용, 반추 위 발효 조정제 투여 등을 포함하여 저탄소 직불제를 신설하자는 제안도 등장함(김창길·임정빈, 2021)
- 농업 부문에서의 탄소 중립을 위한 정의로운 전환의 추가 대책으로 2030년까지 연간 최소 10조 원(잠정 추정치)을 마련하여 탄소 중립 직불제를 신설하고 기존의 공익 직불제를 확대 및 개편할 필요가 있음(k-Map, 2022)

「농어업·농어촌 탄소중립 에너지전환법」 제정안(1)

❖ 배경과 취지

- 농업부문의 탄소중립 정책 수립과 이행에 관련된 법적 근거는 현재 「기후위기 대응을 위한 탄소중립 녹색성장기본법」 상 하나의 조항(제45조 농림수산의 전환 촉진 등)에만 명시. 농업부문의 탄소중립과 에너지전환을 종합적으로 뒷받침하는 제도 기반이 부재한 상황
 - (동법 제45조 제2항) ① 정밀농업, 유기농업 등 농림수산구조의 전환, ② 농림수산 분야 온실가스 감축 기술·기자재·시설의 개발 및 보급, ③ 농림수산 분야의 화석연료 사용량 감축, 신·재생에너지 보급과 에너지 순환 및 자립 체계 구축, ④ 기후위기로 인한 농림수산업 여건 변화 예측과 신제품 개량 등을 통한 식량 자급률 제고 등
- 농어촌은 고령화와 인구감소 등으로 인해 탄소중립 감축수단의 도입이 쉽지 않은 한편, 태양광, 풍력, 바이오에너지 같은 재생에너지 설비가 들어설 공간과 자원을 가지고 있는 공간이기도 함. 따라서 농어촌·농어업이 가진 본래의 식량생산과 공익 기능을 유지하는 동시에 계획적인 탄소중립과 에너지전환이 추진될 수 있도록 관련 내용을 법률로 규정한 「농어업·농어촌 탄소중립 에너지전환법」 제정을 제안함

「농어업·농어촌 탄소중립 에너지전환법」 제정안(2)

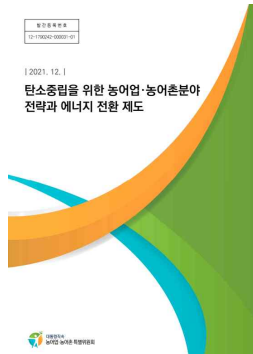
❖ 법안의 주요 구성

제1장 총칙	목적, 정의, 기본이념, 국가 및 지방자치단체의 책무, 사업자 및 농어업인의 책무, 다른 법률과의 관계 등
제2장 종합계획 수립 및 이행	국가종합계획의 수립 및 이행, 지방종합대책의 수립 및 이행, 계획의 협의 및 조정, 추진상황의 점검 및 평가 등
제3장 추진체계	농어촌·농어업 탄소중립 에너지전환 위원회 설치, 위원회의 심의·의결 사항, 사무처 등의 설치, 조사 및 의견청취, 지방위원회의 설치 등
제4장 탄소중립 에너지전환 시책	농어촌·농어업 탄소중립 에너지전환의 활성화 추진, 경종분야 탄소중립 실천, 축산분야 탄소중립 실천, 농어촌에너지자립마을 조성, 재생에너지사업특화지구 조성, 민관협의회, 지구지정에 따른 인허가 등의 의제, 탄소중립 에너지전환 권역의 조성, 지구 및 권역에 따른 특례, 농경지 흡수원 관리, 기후변화 적응 및 기후재해 대책 등
제5장 기반구축	에너지 및 온실가스 통계시스템 구축·운영, 탄소중립 에너지전환 센터의 설치, 탄소중립 에너지전환 기금의 설치 등

자료: 녹색전환연구소·Agora Energiewende, 2023

❖ 고려사항

- 「농어촌·농어업 에너지전환 특별법」 제안(농어업·농어촌 특별위원회, 2021년)
- 일본 「농림어업의 건전한 발전과 조화로운 신재생에너지 발전 촉진에 관한 법률」(2014년 제정)
- 「농촌공간 재구조화 및 재생지원에 관한 법률」(2023년 제정, 2024년 시행 예정)



「농어업·농어촌 탄소중립 에너지전환법」 제정안(3)

❖ 법안의 주요 내용

- ① 탄소중립 에너지전환 과정에서 발생하는 비용과 편익의 공정하고 공평한 부담
- ② 농어업인 등 및 농어업경영체의 참여를 보장하기 위한 농외소득 증진 지원 등 행정적·재정적 지원
- ③ 영농법 개선, 축산 생산성 향상, 농경지·초지 흡수원 관리, 식생활 전환 등을 통한 농축산업의 탄소중립 실천 활성화
- ④ 기후변화 적응 및 기후재해 대책 수립을 통한 기후위기로부터의 농어업 피해 예방 및 최소화
- ⑤ 농어업의 생산·유통·가공 시설, 가축 사육 시설, 농업생산기반시설 및 주변 지역, 농어촌 마을과 유희부지에 재생에너지 시설 설치
- ⑥ 시설농업의 에너지원 전환과 공동이용시설의 에너지 절감형 리모델링 확대
- ⑦ 노후 농기계 폐차와 내연기관 농기계의 전동 농기계로의 교체 추진
- ⑧ 축산·경종·임산 부산물 등을 활용한 바이오에너지의 개발·이용·보급 촉진을 위한 행정적·기술적 지원, 바이오에너지의 연료 및 열 생산·공급 활성화를 위한 설비투자 및 운영관리에 필요한 자금을 지원하여 농어촌 지역 내 에너지 순환 및 자립 체계 구축
- ⑨ 어선 효율화 도모, 노후 어선의 전기·수소 어선 등으로 교체, 양식장 및 수산물 가공공장에 히트펌프 등 고효율 장비 보급을 통한 에너지 절감 추진
- ⑩ 마을·지구·지역 단위의 탄소중립 실천, 에너지 절감·효율 및 재생에너지 사업에 농어업 및 농어업경영체의 효과적 참여를 위한 행정적·재정적·조직적 기반 마련
- ⑪ 화석연료 보조금 폐지와 에너지요금체계 개편 등이 농어촌·농어업에 미칠 영향을 고려한 에너지전환 과정에서의 비용 및 편익의 공정한 지원
- ⑫ 저탄소 및 탄소중립 농업직불제 등 탄소 농업의 제도적 기반 마련 등

‘자원순환바이오에너지사업단’ 구성 및 운영(안)

❖ 주요 내용

- 가축분뇨 바이오가스화는 온실가스 감축, 열과 전력의 동시 공급, 폐기물 자원화, 순환경제 활성화 등의 장점을 갖고 있음. 그러나 설비 투자 비용이 많이 들고, 수요처가 제한적이며, 경제성이 낮다는 한계가 있음. 가축분뇨 바이오가스화 사업은 축분의 공급 거리, 이동에 따른 물류비, 지역주민의 민원, 부지 확보 등 복합적인 요소를 고려해야 함. 따라서 가축분뇨 바이오가스화의 확산을 위해서는 재정적 지원뿐만 아니라 제도 개선과 거버넌스 활성화가 동시에 필요함

- ① 자원순환바이오사업단 운영 및 리빙랩 적용
- ② 바이오가스 경제성 제고(농촌형 열차액제도 검토)
- ③ 자원순환체계 기반 농촌공간계획 수립



❖ 고려사항

- ‘유기성 폐자원을 활용한 바이오가스의 생산 및 이용 촉진법’(2021년 제정, 2023년 시행 예정) 자료: 녹색전환연구소·Agora Energiewende, 2023

(단위: 억 원)

구분			'22	'23	'24	'25	'26	'27	'30
농식품부	가축분뇨 공동자원화시설	목표 (만 톤)	2030년까지 공공형 가축분뇨 에너지화 시설 10개소 설치 / 에너지화 시설에 의한 가축분뇨 처리량						
		-	-	-	350	-	-	-	830
		예산계획 (실배정)	110 (93)	340 (169)	619	619	619	-	-
환경부	가축분뇨 공공처리시설	예산	567	459	-	-	-	-	-
K-Map제안	가축분뇨 에너지화 확대	목표 ①	2027년까지 공공형 가축분뇨 에너지화 시설 10개소 설치를 위한 자원순환바이오에너지사업단 운영						
		예산		100	100	100	100	100	-
		목표 ② (만 톤)	에너지화 시설에 의한 분뇨 처리량						
			187	262	383	481	571	766	
		예산	4,631	6,488	9,476	11,897	14,130	18,952	

* 주: 목표 ②에 대해서는 처리 대상 가축분뇨를 돼지의 1개 축종으로 한정하고 K-Map 시나리오의 사육두 수 규모를 기반으로 작성하였다. 생산성 향상과 우수장축을 전제로 한 연간 분뇨 발생량은 2020년 2,054만 톤(상대비), 2025년 1,915만 톤, 2030년 1,532만 톤으로 추정했으며, 2025년에는 발생량의 20%, 2030년에는 발생량의 50%가 에너지화한다고 가정하였다. 바이오가스 플랜트 건설비용은 총량 출생 상무농장 '원천에너지전환센터'를 참조했으며, 농림축산식품부 가축분뇨 에너지화 정부 지원사업 표준사업비(98억 원, 정부보조비율 70%, 일 최대 110톤의 분뇨는 처리, 민간처리량 110톤 × 360일 = 39,600톤, 시간당 430kW 전기 생산 기준)를 준용했다. 바이오가스 플랜트 규모와 분뇨는 운송 거리에 대한 고려는 하지 않았다. 가축분뇨 에너지화 50% 달성을 위해 2030년까지 원천에너지전환센터에 준하는 바이오가스 플랜트를 1,018개 건설할 경우, 총 9조 8,801억 원이 소요될 것으로 추정된다.

* 참조: 농림축산식품부, 2022a. 2030 NDC 상향안과 연계한 축산환경 개선대책; 농림축산식품부, 2023. 2023년도 예산 및 기금운용계획 개요; 환경부, 2022a. 가축분뇨 발생 및 처리량

농업 에너지이용 효율화와 농업·농촌 RE100 확대(안) (1)

❖ 주요 내용

- 에너지 저감 시설 등 '농업에너지이용 효율화 사업' 확대(다겹보온커튼, 자동보온덮개, 순환식수막 재배시설, 열회수형 환기장치, 배기열 회수 장치, 공기열 냉난방시설 등 + 스마트팜)
- '농업기반시설활용에너지개발사업', '농촌재생에너지보급지원사업' 등 기존 사업을 '농업·농촌 RE100 사업' 으로 확대 재편 및 농촌지역의 재생에너지 수용성 향상/주민 참여 정책 강화(에너지 리빙랩, 에너지 공동설계 프로그램 등)

(단위: 백만 원)

구분			'22	'23	'24	'25	'26	'27
농식품부	농업에너지이용 효율화	목표 (천TOE)	연간 보급 실적에 따른 에너지 절감량					
			29.6	3.4	-	-	-	-
		예산	19,405	15,150	-	-	-	-
K-Map 제언	농업에너지이용 효율화	목표 (천TOE)	연간 보급 실적에 따른 에너지 절감량					
				35	40	45	50	55
		예산		23,300	26,700	30,000	33,300	36,700

* 주: 농식품부 목표는 2023년 성과계획서를 참조했다. 23년부터 정부 목표와 예산은 에너지저감시설을 제외하고 신재생에너지 보급만 포함. 반면, 농업에너지이용효율화 제언의 목표와 예산은 신재생에너지시설과 에너지감시시설 포함하여 상향 조정하여 계산했다.

* 참조: 농림축산식품부, 2023.

(단위: 백만 원)

구분			'22	'23	'24	'25	'26	'27
농식품부	농촌태양광	목표 (MW)	농경지와 농업용건축물에 설치하는 태양광					
			1,289	1,289	1,289	1,289	-	-
	농업기반시설활용 에너지개발	예산	20,000	18,000	-	-	-	-
		농촌재생에너지 보급지원	3,050	4,142	-	-	-	-
K-Map 제언	농업·농촌 RE100	목표 (개소)	농업·농촌 RE100					
				20	40	80	120	200
		예산		25,000	50,000	100,000	150,000	250,000

* 주: 농식품부 목표는 2023년 성과계획서를 참조했다. 2022년 농업·농촌 RE100 시범사업의 단위 사업비 약 18억 원(국비 50%, 지방비 40~50%, 자부담 10%)을 참고하여 농업·농촌 RE100 제언의 단위 사업비(국비)를 9억 원에서 12.5억 원으로 상향 조정하여 계산했다.

* 참조: 농림축산식품부, 2023. 대한민국 정부, 2022a, 2023a, 2023년 성과계획서(농림축산식품부).

자료: 녹색전환연구소·Agora Energiewende, 2023

농업 에너지이용 효율화와 농업·농촌 RE100 확대(안) (2)



전남에너지발전

지역에너지산업업 우수사례집

2020년



한국에너지공단
Korea Energy Management Corporation



발달밀집지역 에너지다소비시설에 적용 가능한 사업모델

- 충북** — **의료복지시설 대상 친환경 에너지 클러스터 조성사업**
국비(총사업비) 4.1/16.62 억원 24.67 %
공공시설물 대상 제로에너지 모델 구축(태양광, 스마트조명, 히트펌프)
- 경기** — **수원나눔햇빛발전소 건립 운영을 통한 에너지나눔 복지사업**
국비(총사업비) 2.5/10 억원 25 %
나눔햇빛발전소 구축을 통한 에너지 복지 사업(태양광)
- 전남** — **자능형 에너지 관리솔루션 및 신재생에너지로 활용한 "녹색성장도시 실현"**
국비(총사업비) 9.24/37 억원 25 %
지역기(회)사설에 에너지효율 설비 - 인보라 구축 및 에너지관리솔루션 제공 (EMS, 태양광, ESS, 스마트조명)
- 전남** — **친환경 여너지를 활용한 Smart Energy Eco City 조성**
국비(총사업비) 10.7/46.33 억원 23.10 %
기술 간 융합 시스템 및 인프라 구축을 통한 Eco City 조성 (태양광, ESS, 스마트조명, 스마트센서, EMS)
- 제주** — **제주 지역 전력 피크절감을 위한 에너지 교환(창고) 구축 사업**
국비(총사업비) 8/25.2 억원 23.81 %
ESS 활용 건축물 전력피크 절감 및 EV 인프라 구축 (ESS, EV급속충전시스템)
- 대구** — **스마트그리드 확산사업 추진**
국비(총사업비) 7.4/7.4 억원 100 %
에너지다소비업체 - 공공기관 등 424개소 스마트그리드 시스템 (IAM, EMS, DR, TOU) 구축 운영



산업단지 또는 산업체 대상의 에너지산업업 모델

- 울산** — **폐열회수 및 비상용기기 활용을 통한 에너지 절감사업**
국비(총사업비) 2.06/8.24 억원 25 %
산업체 대상 폐열회수시스템 및 고효율난방시스템과 ESS 융합 시스템 구축(ESS)
- 부산** — **강서산업단지 ESS 통합 서비스 및 신재생에너지 통합 관제센터 구축**
국비(총사업비) 9.92/46.72 억원 21.23 %
산업단지 내 ESS 및 신재생에너지 설비 구축, 통합관제센터 구축(ESS, EMS)
- 전남** — **e-밸리 조성을 위한 나주 혁신산단 ESS, EMS 구축사업**
국비(총사업비) 5.63/22.52 억원 25 %
산업단지 에너지 효율화 및 마이크로그리드 구축 기반 조성(ESS, EMS)
- 대구** — **국가산업단지 불특정 마이크로그리드 구축**
국비(총사업비) 18.2/206 억원 55.63 %
태양광 및 연료전지와 ESS 융합 시스템 구축, 친환경 수송인프라 구축 (ESS, 태양광, 연료전지, 수소차, 전기차)



농촌지역 또는 농업인 대상의 에너지산업업 모델

- 충북** — **스마트 에너지가 전환하는 충청만의 "일터살타살터"**
국비(총사업비) 13.24/55.76 억원 23.74 %
주거지역, 산업단지, 시민다중이용시설 대상의 에너지 효율화 및 에너지 복지 사업 (태양광, ESS, EMS, LED 등)
- 충북** — **마을 태양광 발전소 건립사업**
국비(총사업비) 18.2/76.8 억원 25 %
마을 시설물의 유휴지붕 대상 태양광 설치 및 EMS 구축 (태양광, EMS)
- 부산** — **친환경 에너지마을 만들거 조성사업**
국비(총사업비) 4/5 억원 80 %
마을(공동)주택 대상 신재생에너지 집중 보급 및 에너지 자립마을 인증(태양광)
- 경북** — **햇살에너지농사 추진**
국비(총사업비) 0/50 억원 0 %
농업인 대상 신재생에너지 시설자금 융자지원(태양광)
- 전남** — **친환경 에너지 탁을 조성사업**
국비(총사업비) 22/22 억원 100 %
주민기(회)사설에 에너지 자립, 친환경 등 주민 수익모델 가미 (태양광, 에너지저장, 화력, 수소 등)



해안지역 또는 해양산업대상의 에너지 산업업 모델

- 전남** — **무선 전력전송기술을 이용한 친환경 아드크레인 개발사업**
국비(총사업비) 2.5/10 억원 25 %
무선 전력전송 아드크레인 개발 및 EMS 구축(EMS, RTGC)
- 울산** — **부유식 해상풍력 실증사업**
국비(총사업비) 100/100 억원 100 %
부유식 해상풍력 국산화 기술 개발 및 민간투자 실증 사업(해상풍력)
- 충북** — **수상태양광 발전소 건립**
국비(총사업비) 0/122 억원 0 %
자수지 및 댐 내 수상태양광 설비 구축(수상태양광)
- 전남** — **양식장 친환경에너지 보급사업**
국비(총사업비) 23/39 억원 59.97 %
육상양식장 대상 히트펌프 지원(히트펌프)
- 인천** — **함안형 해양 스마트 마이크로그리드기반의 선박용 친환경전력망**
국비(총사업비) 7.7/28 억원 27.5 %
선박용 친환경 전력공급망 구축 및 항주배출권 연계 (태양광, ESS)
- 울산** — **해수전지(기반) 에너지독립형 어망용 GPS 부이 개발 및 보급사업**
국비(총사업비) 3.63/14.5 억원 25.03 %
해수전지 기반 이차전지 개발 및 에너지 독립형 어망용 GPS부이 제작 및 보급(해수전지)

농기계 에너지전환(안)

❖ 주요 내용

- McKinsey의 global agriculture marginal abatement cost curve(MACC)에 따르면, 2050년까지 전 세계 배출 감축 잠재량(BAU 대비)은 화석연료를 사용하는 트랙터, 수확기, 건조기 등 농업 기계와 장비를 제로 배출 기계와 장비로 전환함으로써 최대 5억 3,700만 이산화탄소환산톤에 달할 것으로 전망함
- 국내에서 농기계 에너지전환을 위해서는 농기계 전동화 및 충전 시설에 대한 기술 확보 및 초기 시장 형성을 위한 보조금 지원, 기존 농기계 교체에 대한 보조금·용자 지원 및 세제 혜택 등 의 인센티브와 교육·훈련 관련 지원 정책이 필요함

(단위: 백만 원)

구분			'22	'23	'24	'25	'26	'27
농식품부	농기계 에너지전환	목표 (대)	2030년까지 전동 농기계 5,000대 보급					
			-	-	-	-	1,000	1,000
	친환경동력원적용 농기계기술개발 (R&D)	예산	7,341	9,788	-	-	-	-
K-Map 제언	농기계 에너지전환	목표 (대)	2030년까지 전동 농기계 10,000대 보급					
			-	-	-	-	2,000	3,000
		예산	-	-	-	-	100,000	150,000

* 주: 농식품부 목표는 2050 농식품 탄소중립 추진전략을 인용했다. 농기계 에너지전환의 제언 예산은 해외 사례를 참고하여 전동 트랙터 5천만 원 기준으로 보조·용자 포함하여 단순 계산했다.

* 참조: 농림축산식품부, 2023.

자료: 녹색전환연구소·Agora Energiewende, 2023

❖ 고려사항

- 「농기계화 촉진법」 등

Inside Climate News

Pollster: Priorities for voters, compared across regions
Suggest certain factors may play a role.

Clean Energy

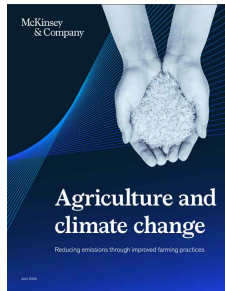
A New Project in Rural Oregon Is Letting Farmers Test Drive Electric Tractors in the Name of Science

With tractors being used in vineyards, berry fields and hobby farms, the EV industry hopes to prove out the promise of electrifying the \$38 billion US agricultural vehicle industry.

By Jessica Stringer
July 13, 2022



Support: Tractor equipment is a common electric tractor in Oregon. Oregon, Idaho, is a leading region where customers electric agricultural equipment for their farms and ranches. Credit: © Jessica Stringer



감사합니다



정의로운 전환을 위한
에너지기후정책연구소