

2022
12.5

KRIHS POLICY BRIEF
No. 894

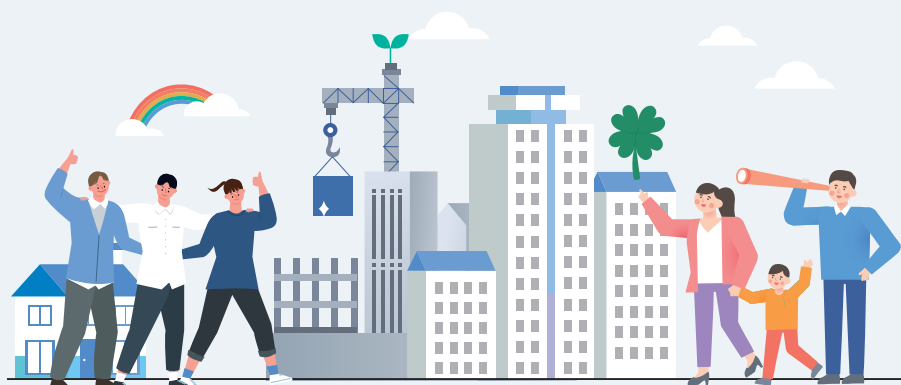
발행처 국토연구원
발행인 강현수
www.krihs.re.kr



국토정책 Brief

KRIHS POLICY BRIEF

탄소중립사회 정책지원을 위한 탄소통계지도 구축방향과 추진과제



주요 내용

- 1 탄소의 배출, 흡수와 관련된 사회현상과 자연환경에 대한 위치, 분포, 관계를 시공간 차원으로 나타내는 탄소현황지도를 온실가스 인벤토리와 연계하여 소지역단위의 공간통계지도로 구축하면 탄소중립 정책지원분야에 유용하게 활용될 것으로 기대됨
- 2 탄소통계지도 구축방향
 - ① 탄소중립사회의 의사결정과 문제해결 수요를 중심으로 탄소인벤토리의 시공간화를 지향
 - ② 마을·도시·국토 차원의 탄소통계지도를 구축 및 융합할 수 있도록 다층적 표준모델 개발
 - ③ 지역사회의 탄소중립도 및 지속가능성 변화를 시뮬레이션하도록 활용성 위주로 구축
- 3 탄소중립사회 의사결정도구로 탄소통계지도를 구축·활용하기 위해서는 관련 자료 개방, 탄소배출/흡수 원단위 개발 확장, 탄소인벤토리의 시공간 플랫폼 개발, 탄소중립 정책과 활동에 대한 시뮬레이션 및 모니터링을 위한 기술 개발이 필요

정책제안

- 1 마을, 도시, 광역 등 공간 위계별로 탄소배출 변화를 모니터링하고, 탄소중립을 위한 정책 및 실천 효과를 시뮬레이션하도록 상세한 공간단위로 탄소통계지도 표준모델 개발
- 2 시공간 통합모델을 적용한 탄소통계지도의 구축 및 활용을 위한 단계적 로드맵 마련
 - (1단계) 지자체 대상 탄소배출/흡수 현황지도 구축을 위한 시공간 표준모델 개발
 - (2단계) 지자체 탄소감축목표 설정 및 시나리오 작성이 가능한 탄소통계지도 플랫폼 구축
 - (3단계) 탄소중립 영향평가 및 의사결정지원을 위한 시뮬레이션 모델 구축 및 확산
- 3 국토 및 지역계획, 도시 및 마을계획이 탄소중립의 관점에서 수립·시행·평가될 수 있도록 탄소중립 이행도를 점검하는 탄소통계지도 기반 공간모니터링 지표를 개발하고 활용방법 교육 및 확산

임은선 선임연구위원
손재선 부연구위원
정예진 연구원
박중순 국토환경·자원연구본부장
윤은주 부연구위원
박중화 부연구위원

1

탄소중립정책 지원을 위한 탄소통계지도 구축 의의

탄소중립은 향후 30년 이내 온실가스의 순배출량을 '0'으로 만들기 위해 화석연료의 사용을 최대한 줄이는 경제 사회로의 대전환을 의미한 것으로, 유럽연합이 탄소중립을 선언(19)한 후 우리나라를 포함한 각국이 탄소중립에 참여

- 파리협정(2015)에서는 선진국과 개발도상국 참여하에 2100년까지 지구평균온도의 상승분을 2℃ 이하로 유지하고 1.5℃를 넘지 않도록 할 것을 촉구한 데 이어 IPCC는 '1.5℃ 특별보고서(2018)'에서 지구평균온도 상승분을 1.5℃ 이내로 억제하기 위해 2050년까지 탄소중립이 달성되어야 함을 과학적으로 제시함

탄소중립을 실현하기 위한 노력은 국제사회와 경제에 큰 변화를 가져올 것이며, 상품 제조과정에서 배출한 탄소량에 대한 모니터링이 강화되고 국가 간 또는 기업 간 교역의 기초가 되는 '탄소통상의 시대'가 전개될 것임

- EU는 '탄소국경조장'을 통해 수입상품의 생산과정에서 발생한 탄소에 대해 비용을 부과하는 제도를 마련하고, 미국도 '2021년 무역정책 아젠다 보고서'에서 탄소국경조정제를 도입하는 등 기후변화 대응을 위해 무역정책도 바뀌고 있음
- 우리나라도 탄소중립 사회로의 전환을 위한 길라잡이가 될 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법」을 제정하고, 다양한 정책과 제도를 마련하고 있으며, 국민이 함께 실천하는 노력이 요구되는 실정임

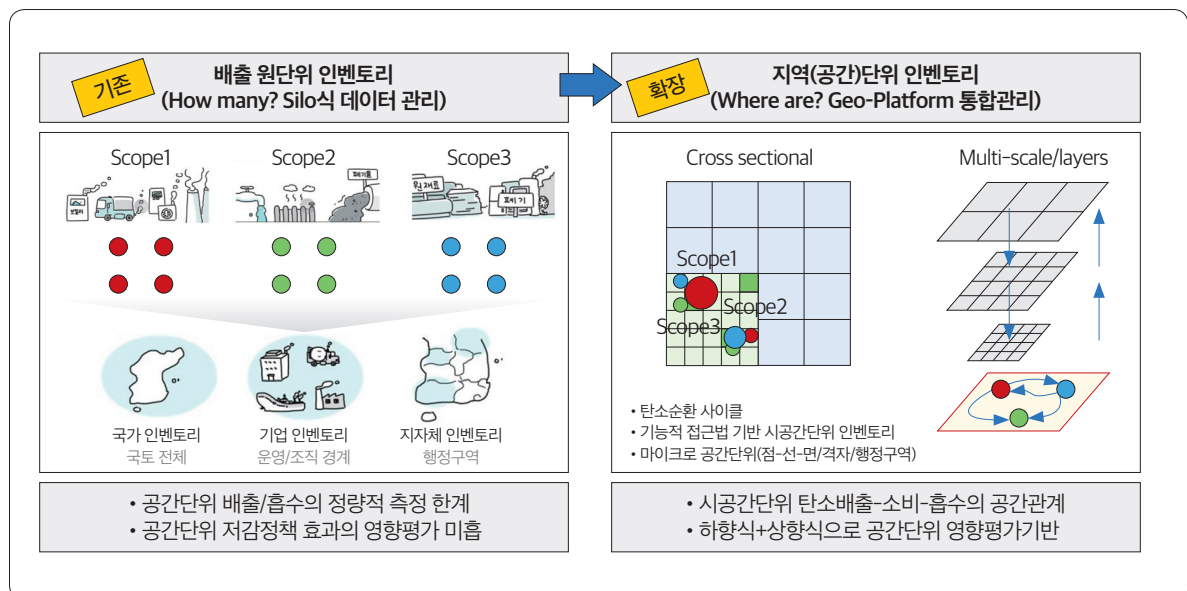
「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법」 제36조에 따르면 온실가스 배출량·흡수량, 배출·흡수계수 등 온실가스 관련 정보와 통계를 작성·관리해야 하며, 동법 시행령 제39조제10항에 따라 환경부 장관과 국토교통부 장관은 지역·공간단위의 온실가스 배출량·흡수량 등의 정보를 반영한 공간정보 및 지도를 작성하여 관리

- 지자체가 주도적으로 탄소중립적 계획을 수립하여 이행수준을 점검하고 정책에 환류하는 과정에서 마을-도시-지역단위의 탄소통계지도를 구축하여 의사결정지원도구로 활용하거나 국민과의 소통도구로 활용할 필요가 있음

탄소통계지도는 탄소인벤토리의 공간지도화로 정의할 수 있으며, 어디에서 얼마만큼의 탄소가 배출·흡수되고 있는지 측정하여 집계할 수 있도록 시공간 기반 탄소통계지도를 구축할 필요

- 기존의 배출 원단위 인벤토리는 Scope 1~3까지 부문별 측정값을 바탕으로 국가 차원에서 얼마만큼의 탄소가 배출되는지 살펴보기 때문에, 도시나 지역과 같이 공간적인 접근이나 실천과제를 모색할 때는 한계가 있음
- 탄소의 배출부터 흡수까지 다양한 역학관계나 특성에 대한 자료를 지도형식의 데이터로 구축하기 위해서는 횡단적 접근(cross sectional)과 다중스케일/다층위적(multi-scale/layers) 데이터 모델에 대한 개념이 필요함

그림 1 탄소통계지도의 구축 방향과 의의



2

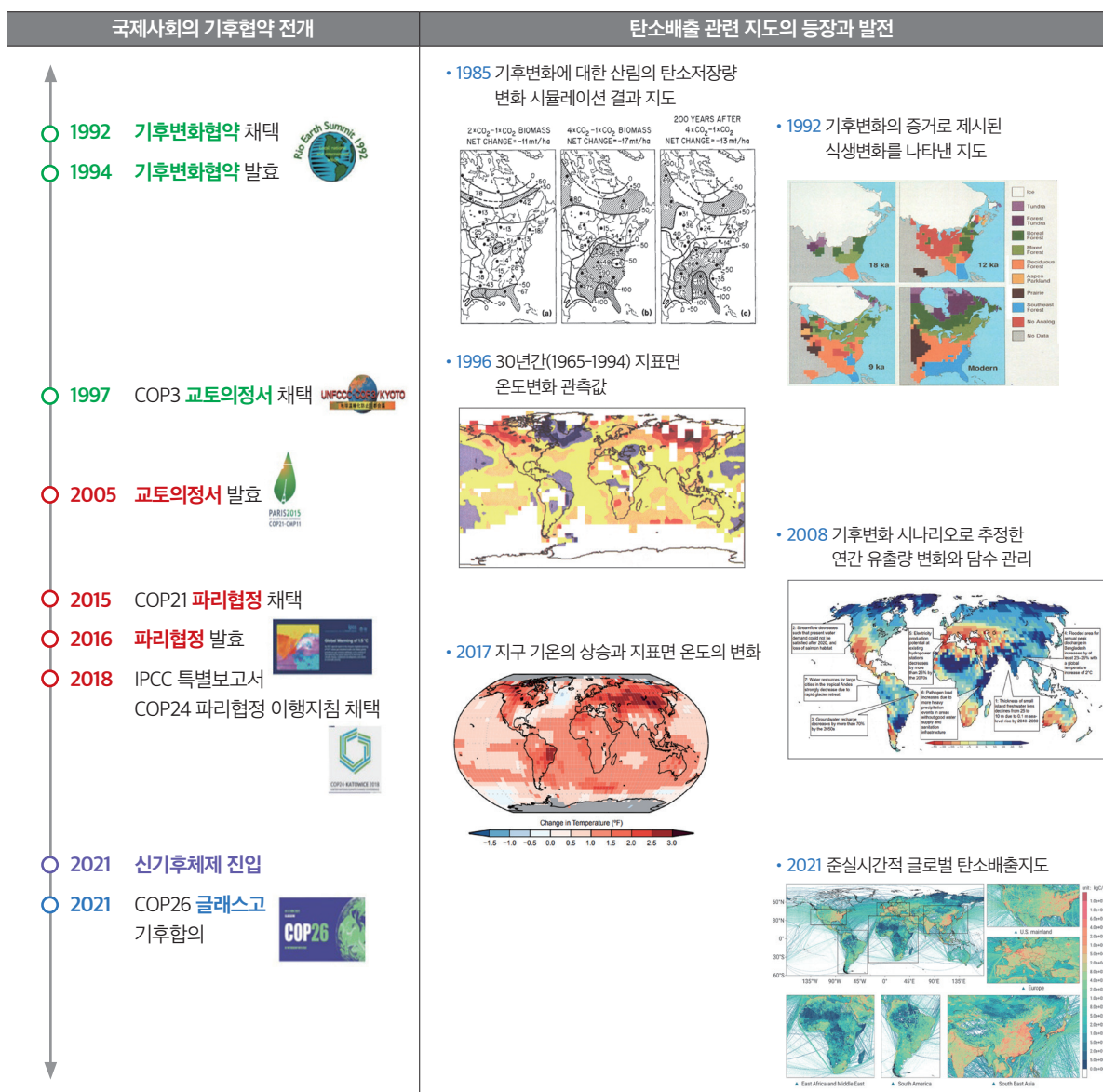
시대별 탄소배출 관련 지도의 작성 동향과 시사점

기후협약 전후로 탄소배출 관련 지도가 작성되어 왔으며 데이터 기술의 발전과 더불어 진화하고 있음

기후협약에 대한 논의가 전개되는 동안 세계 곳곳에서는 기후변화와 탄소배출 관련 다양한 지도가 작성되어 왔고, 빅데이터, 인공지능 등 기술지원을 받아 국제사회 기후정책 수립의 근거로 활용

- 1992년 브라질 리우데자네이루 기후변화협약에서부터 2021년 글래스고 기후합의까지 기술발전으로 탄소배출 관련 지도의 구축방법도 크게 발전해 옴. 국제 규약으로 지역단위의 온실가스 인벤토리 작성방법을 규정하고, UN에서도 공간정보와 통계의 통합 표준 프레임워크를 만드는 등 다양한 노력이 진행 중임
- 정책 여건 및 기술 발전에 따라 정보시스템으로 관리하고 있는 공공데이터, 차량 및 물류 등에 대한 실시간 빅데이터, 위성영상이나 드론영상 등을 활용하여 탄소의 배출 패턴과 소비 등 다양한 활동과 현상을 지도로 작성 및 시각화하여 활용이 가능해질 것으로 기대됨

그림 2 시대별 탄소배출 관련 지도의 발전



출처: 윤순진 2022, 22의 국제기후협약 전개를 기준으로 탄소 관련 주요 지도를 정리하였음.

UN 통계국은 공간-통계정보를 연계한 국제 표준 프레임워크 수립을 제안하고 다양한 연구를 진행 중

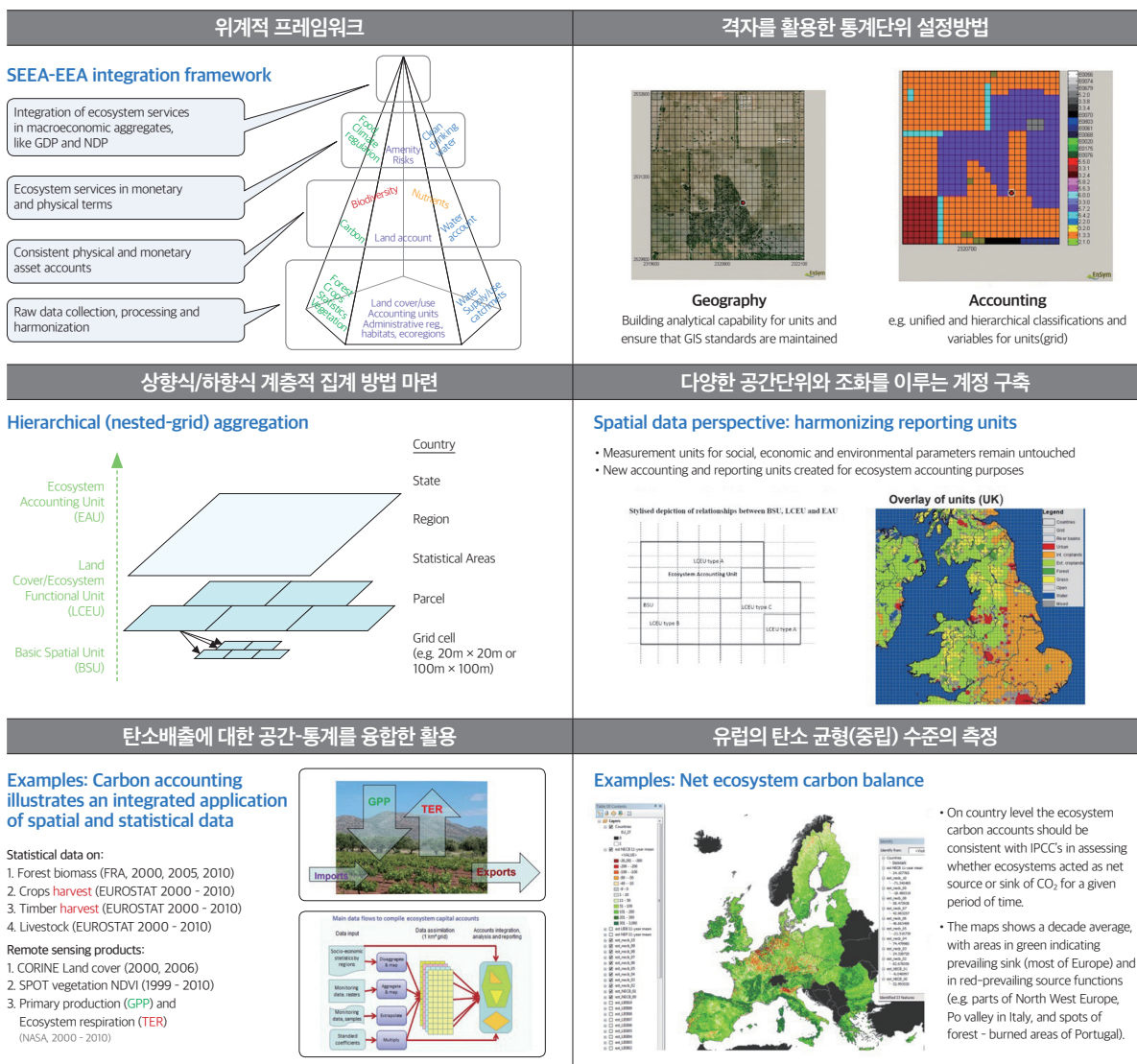
UN 통계국은 지구온난화와 탄소배출권과 같은 국제이슈에 대응하기 위해 공간-통계정보를 연계한 국제 표준 프레임워크 수립을 제안하고 다양한 연구를 시도

- UN 통계국에서는 공간-통계정보 융합의 성공적 활용사례를 발굴하여 국제 표준 프레임워크 마련의 중요성을 홍보하고, 환경경제 계정에서 중요한 요소인 탄소 계정을 추정하기 위해 다양한 사회경제적 통계와 생태계 관련 측정값의 통합이 필요함을 강조
- UN 통계국은 유럽을 사례로 다양한 사회경제 통계와 토지피복, 식생지수, 증발산량 등 원격탐사자료에서 추출한 환경통계를 공간 기반의 융합큐브 형태로 통합하고, 지구온난화와 탄소배출권과 같은 국제적 이슈에 공간-통계정보 융합모델이 어떻게 활용될 수 있는지 시범 구축

국제 규약과 지역단위의 공간 특성을 종합한 데이터 구축 프레임워크의 체계적인 정립과 구축 가이드라인에 대한 공유 및 확대가 중요

- UN 통계국(2014)에서 발표한 경제-사회-환경 계정의 통합적 프레임워크를 비롯하여 실세계의 복잡한 대상을 위계적 데이터로 수집-집계하는 방법, 다른 규격의 공간단위와 조화롭게 계정을 산출하는 방법 등 연구 진행 중
- 탄소중립을 위한 정책의사결정에 필요한 현황조사, 진단, 예측, 처방 등 일련의 정량적 모델에 근거한 시뮬레이션이 될 수 있는 표준 데이터 모델의 설계가 중요

그림 3 탄소통계지도 구축을 위한 데이터 프레임워크 및 데이터 모델 설계 사례



국내 온실가스 부문별 인벤토리를 활용한 탄소지도 구축여건 검토 및 시사점

정부는 탄소중립사회를 실현하기 위해 탄소중립도시의 지정, 녹색교통의 활성화, 탄소흡수원 확충 등 부처별로 특화된 감축정책을 추진하기 위해 탄소지도 구축 및 활용 근거를 마련

- 환경부, 국토교통부는 공동으로 ‘탄소중립도시’를 추진해 나갈 예정으로, 지자체의 탄소중립 모델을 발굴하고 지자체 탄소중립 수준을 진단 및 모니터링하는 데 활용할 수 있는 ‘(가칭)탄소공간지도’ 제작에 착수함 (국토교통부 2022, 9)

[에너지 부문] 각 사업장 산정지침에 따라 에너지부문 탄소배출량 산정을 별도의 시스템으로 수집 및 관리하고 있으며, 지자체 업무 담당자가 새로운 지침에 따라 인벤토리 자료를 입력

- 지자체별 인벤토리 구축에 따라 관리 담당자의 업무 증가 부담과 데이터 처리 혼란을 줄이고, 이를 탄소통계지도로 연계하는 방안의 모색이 필요

[수송부문] 산업통상자원부, 환경부, 국토교통부, 해양수산부 등 관계부처가 협업하여 온실가스 감축목표를 설정하고, 대중교통 활성화, 전기·수소차 전환, 철도·항공·선박의 친환경화 등 녹색교통 활성화를 추진 중

- 공개된 통계 데이터 최소 공간단위는 시군구, 도로단위이며, 판매량 기준 탄소산정방법은 판매지역과 실제 발생지역이 일치하지 않는 문제가 발생하여, 격자 단위로 배출하는 지역 또는 구간에 대한 탄소배출량 측정방법에 관한 연구 필요

[산업부문] 온실가스종합정보센터(GIR)는 산업공정 부문에서 발생하는 온실가스 배출량을 광역시도 수준에서 제공, 온실가스 배출량 산출을 위한 사업장별 생산량 정보 등 기초자료가 미흡한 상태

- 지자체단위에서 일부 자료를 활용한 지도 작성이 가능하지만 대형 사업장 위주로 정보가 구축되어 소규모 사업장 정보가 부족. 지자체별 자료 확보 단계에서 배출량 측정값의 신뢰도를 높이기 위해서는 사업장단위 정보 개방 및 공유 시급

[건물부문] 건축물 정보시스템 관련 데이터를 활용하여 에너지 사용량을 파악할 수 있고 용도별 배출 원단위를 적용하여 간접 배출량을 건물단위로 지도화 가능

- 국토교통부 ‘그린투게더’의 건물데이터를 활용하면, 건물별/용도별/지역별로 건물 에너지 사용에 따른 배출량을 지도화할 수 있으나, 신뢰도 높은 산정을 위해 건물 등록 용도와 실제 활용 용도에 따른 배출량 차이도 반영하는 방안 검토

[폐기물부문] 폐기물의 특성상 발생지역과 처리지역의 차이를 고려하여 구체적 통계산정 방법 설계

- 생활폐기물이 사업장폐기물 모두 발생한 지역과 처리되는 지역이 상호 일치하지 않기 때문에, 폐기물 매립지 혹은 소각장이 집중된 지역일수록 온실가스 배출량이 많게 산출되는 결과가 도출됨(1인당 폐기물 발생량을 바로 적용하면 안 됨)
- 지역폐기물의 흐름에 대한 추적, 이에 대한 통계 혹은 공간정보는 구축되어 있지 않음. 인구구조, 소비패턴, 생활패턴과 폐기물 부문의 온실가스 배출량과의 관련성에 관해서는 후속적인 연구가 필요함

[흡수원부문] 정주지의 범위에 대해 산림청-국토교통부 간 이견이 있으며, 현 체계는 지목기준으로 구분하고 있으나 관계부처가 논의 및 개선방안 마련

- 지자체단위로 탄소흡수원지도를 구축할 때, 임지에 대해서는 임상도, 산림기본통계 등을 활용할 수 있으나 정주지에 대해서는 기초자료가 미흡함
- 정주지에 대해서는 도시생태현황도 또는 토지피복 세분류를 활용할 수 있을 것으로 판단되나, 활동자료 및 배출계수와 매칭하기가 어렵다는 단점이 있음

탄소통계지도가 사회적으로 통용되고 정책적으로 활용되기 위해서는 탄소통계지도에 대한 정의와 프레임워크를 인벤토리 규약과 표준에 맞추어 정립할 필요

3

탄소통계지도의 구축방향

탄소중립사회 의사결정의 도구로 탄소통계지도를 활용할 수 있도록 제도적 근거부터 관련 기초자료, 탄소배출/흡수 원단위, 공간차원에서 인벤토리 구축을 위한 방법론 등이 체계적으로 정립·추진되어야 함

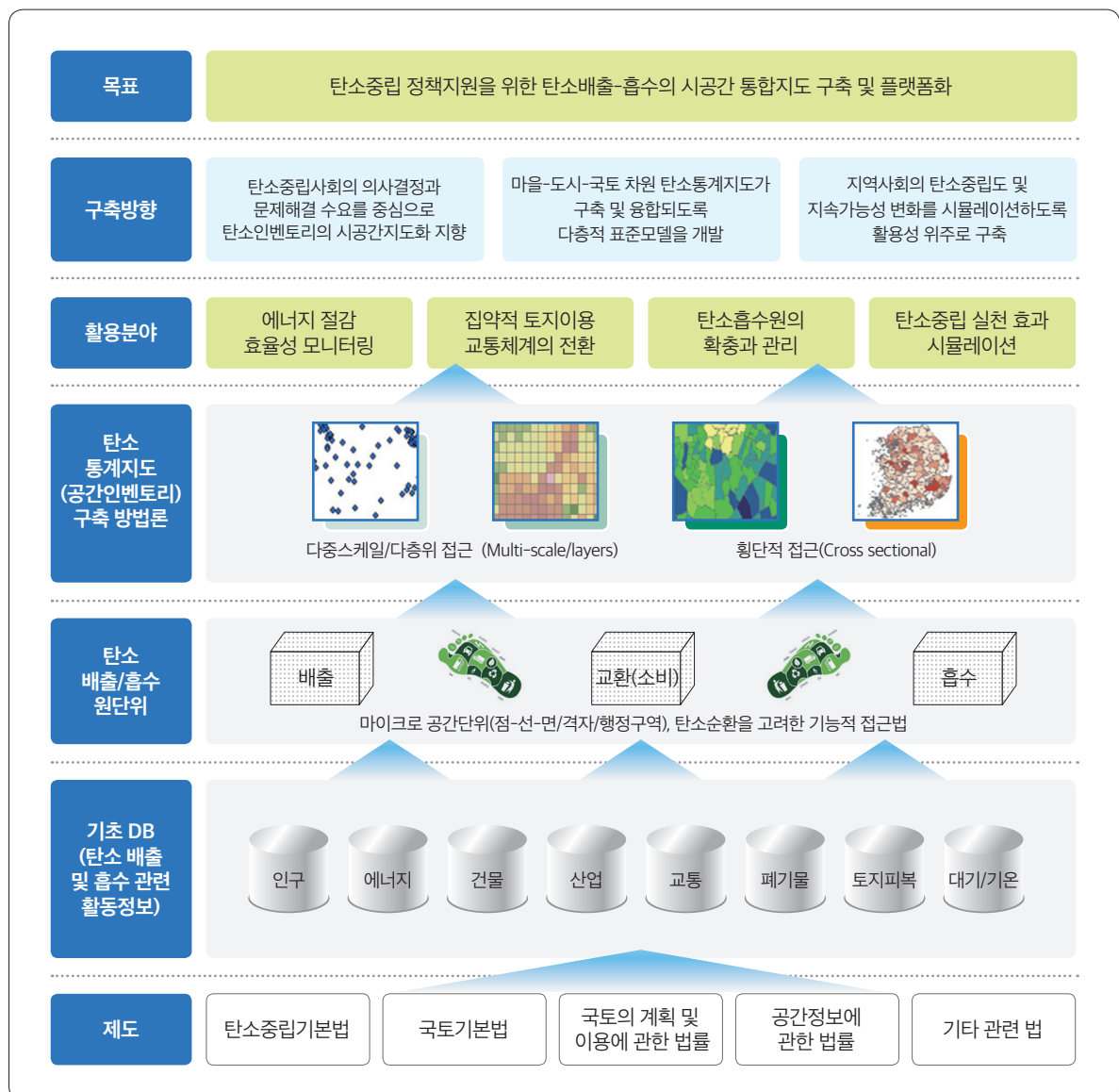
[목표] 탄소순환체계에 근거한 탄소배출-흡수의 시공간 통합지도의 구축 및 플랫폼화

[기본방향] ① 탄소중립사회의 의사결정과 문제해결 수요를 중심으로 탄소인벤토리의 시공간 지도화를 지향, ② 마을-도시-국토차원의 탄소통계지도가 구축 및 융합되도록 다층적 표준모델 개발, ③ 지역사회의 탄소중립도 및 지속가능성 변화를 시뮬레이션하도록 활용성 위주로 구축

[구축절차 및 구성요소] 기초DB(탄소배출 및 흡수 관련 활동정보)-탄소배출/흡수 원단위-탄소통계지도(공간 인벤토리) 구축을 위한 방법론 개발 및 기초자료가 원만히 제공 및 갱신되도록 제도적 기반을 우선 확보

[주요 활용분야] 에너지 절감형 정책의 효율성 모니터링, 집약적 토지이용-교통체계의 전환, 탄소흡수원의 확충 효과 평가, 탄소중립 실천효과 시뮬레이션 등에 활용

그림 4 탄소통계지도의 구축목표와 추진방향



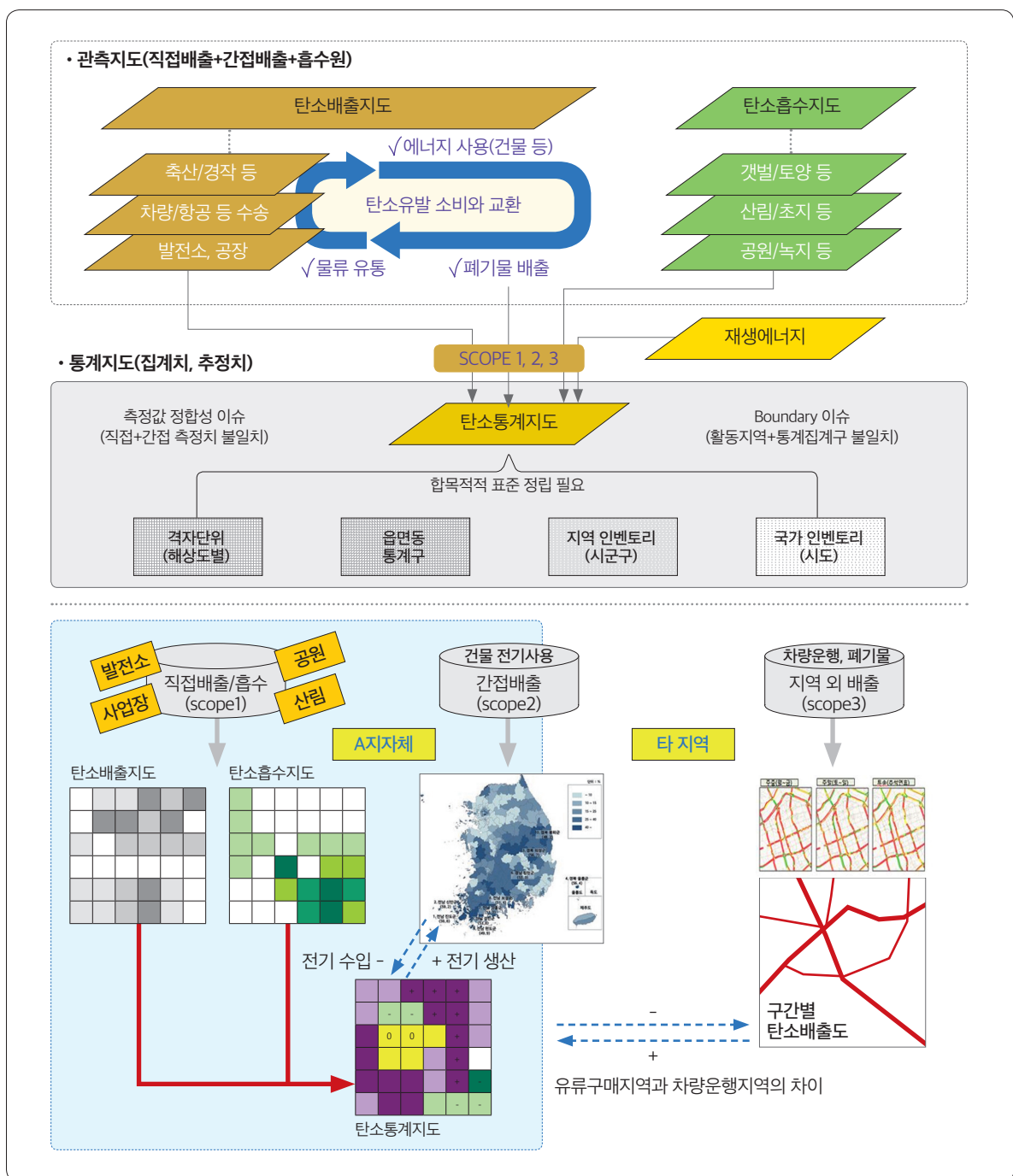
탄소배출/흡수 원단위의 신뢰도 제고 및 원단위를 적용한 탄소통계지도는 부문 특성에 따라 다양한 방법론 적용

- 탄소순환체계를 고려한 탄소지도의 다층적/다중스케일 지도의 개념을 적용하고, 탄소인벤토리와 연계할 수 있도록 탄소의 배출과 흡수를 나타내는 통계지도 형식의 다층적 구성으로 전환 및 공간해상도별 구축방법을 모색해야 함

탄소통계지도를 구축하기에 앞서 정책적으로 우선 검토되어야 할 요소와 고려사항, 향후 추진과제 등을 고민하기 위해서 시범적으로 탄소통계지도를 구축하는 방법을 개념적으로 구상

- 탄소배출과 흡수에 대한 통계의 시공간 자료로 작성하는 주제도에서부터 정책시뮬레이션이 가능한 격자단위 탄소통계지도의 제작까지 절차적으로 검토해야 할 여러 요소가 있음
- 특히 국가 인벤토리와의 정합성 또는 일관성을 확보하기 위해서는 상향식 방법과 하향식 방법 모두 검토해 보고, 중장기적으로 탄소통계지도의 정확도와 표준을 확보하기 위한 프레임워크를 정립해야 함

그림 5 탄소지도 구축을 위한 방법론 개념 구상(상: 탄소통계지도의 구축 이슈, 하: 지자체 탄소통계지도 구축방향)



4

탄소통계지도의 구축과 활용을 위한 추진과제

국토교통부, 환경부, 산업부 등 관련 중앙부처와 지자체가 탄소 관련 데이터 구축, 지도 제작, 시스템 개발, 기술 개발을 개별적으로 추진할 경우, 비표준화된 데이터의 양산에 따른 비효율성이 우려되므로 탄소중립위원회를 중심으로 표준화된 탄소통계지도의 구축과 신뢰성 검증, 개방과 이용 활성화 등이 중요한 시점임

시공간통합 모델을 적용한 탄소통계지도의 구축 및 활용을 위해 단계적 로드맵을 마련하여 추진

- ❶ (1단계) 지자체 대상 탄소배출/흡수 현황지도 구축을 위한 시공간 표준 데이터모델 개발: 마을, 도시, 광역 등 공간 위계별로 탄소배출 변화를 모니터링하고, 탄소중립을 위한 정책 및 실천의 효과를 시뮬레이션할 수 있도록 탄소통계지도의 표준 데이터모델을 개발(수십 미터 또는 수백 미터 표준격자단위 등)
- ❷ (2단계) 지자체 탄소감축 목표 설정 및 시나리오 작성이 가능한 탄소통계지도 플랫폼 구축: 국가온실가스 인벤토리를 중심으로 중앙정부-지방정부-국민이 공유 및 연계할 수 있는 탄소통계지도 플랫폼을 구축, 탄소 배출원, 사업장 데이터의 개인정보는 보호되면서 탄소통계지도를 작성하는 데 효과적으로 활용될 수 있도록 데이터 개방 및 공유 방안 모색
- ❸ (3단계) 탄소중립 영향평가 및 의사결정지원을 위한 시뮬레이션 모델 구축 및 확산: 국지적으로 건물에너지 절감 필요지역, 대중교통 확충에 따른 교통량 감소 유도, 녹화 또는 공원 확충에 따른 감축 등에 대한 영향평가 또는 에너지 절감형 정책의 효율성 모니터링, 집약적 토지이용-교통체계의 전환, 탄소흡수원의 확충 등 의사결정지원 모델 구축

토지의 이용, 공간구조의 형성, 인프라 공급 등이 탄소중립형으로 추진 및 이행되도록 국토조사, 국토모니터링, 국토계획평가 등 관련 제도와 업무가 상호 협력적 역할을 담당하도록 운영방식 점검과 협력 유도

- 개별적으로 추진할 우려가 있는 부처별 또는 기관별 플랫폼에 대한 종합적 점검 및 협의체를 구성하여 국가플랫폼의 신뢰성과 정확성을 제공하기 위한 협력과제를 발굴하고 이행
- 탄소통계지도가 제공하는 과학적 근거와 직관적 전달력으로 국민적 공감대를 확보할 수 있도록 탄소중립정책 홍보채널에 탄소통계지도 플랫폼을 연계하여 활용
- 탄소통계지도는 일반 국민들에게 탄소중립 실천을 독려하고 정책효과를 시뮬레이션할 수 있도록 구축하고 활용을 촉진하는 노력을 강구해야 함(참고: 탄소통계지도의 개념과 구축 방법 홍보 만화)

참고문헌

강현수. 2021. 지역 단위 온실가스 감축 전략의 필요성. 11월 22일자, 경향신문.

윤순진. 2022. 한국의 2050 탄소중립 시나리오: 내용과 과제. 에너지포커스 통권82호 울산: 에너지경제연구원.

Havinga, I. 2014. SEEA, accounts for the integration of economic, social and environmental statistics. Global Forum on the Integration of Statistical and Geospatial Information. https://ggim.un.org/meetings/2014-Global_Forum/documents/SEEA_EEA-%20UNSD%20presentation.pdf (2022년 12월 1일 검색).



※ 이 브리프는 “임은선, 손재선, 정예진, 박종순, 윤은주, 박종화. 2022. 탄소중립사회의 정책 지원을 위한 탄소지도 구축 및 활용 방향. 세종: 국토연구원” 보고서를 요약하여 수록한 것임.

- **임은선** 국토연구원 공간정보사회연구본부 선임연구위원
(esim@krihs.re.kr, 044-960-0413)
- **손재선** 국토연구원 공간정보사회연구본부 부연구위원
(jsson@krihs.re.kr, 044-960-0418)
- **정예진** 국토연구원 공간정보사회연구본부 연구원
(yaejin@krihs.re.kr, 044-960-0645)

- **박종순** 국토연구원 국토환경·자원연구본부장
(jspark@krihs.re.kr, 044-960-0233)
- **윤은주** 국토연구원 국토환경·자원연구본부 부연구위원
(yoonej@krihs.re.kr, 044-960-0219)
- **박종화** 국토연구원 국토환경·자원연구본부 부연구위원
(jh.park@krihs.re.kr, 044-960-0301)



KRIHS 국토연구원

세종특별자치시 국책연구원로 5
전화 044-960-0114

홈페이지 www.krihs.re.kr
팩스 044-211-4760



만화로 본 탄소통계지도

탄소지도가 뭐예요

기획/글: 국토연구원

그림: 이은지 국민일보 그래픽뉴스팀 기자

(혼잣말) 우리 모두
탄소중립을 실천해야
기후위기를 막을 텐데..