

전치형  
챗지피티와 글쓰기

SF - 김혜윤  
딥 러닝 레퀴엠

김연수  
그건 오해다. 나는 이해했다.

이 계절의 새벽 - 정인경  
몇 계단을 내려가면,  
다른 종의 신비로운  
의식 세계가 있다

김초엽  
인공지능은 소설가의  
친구가 될 수 있을까

재활의 발견 - 강미량  
로봇과 물리치료사

정지돈  
쓰여진 문장과  
쓰여지지 않은 문장 사이

장강명  
야생 앞에서

Epi

24

인공지능과 소설가의 일

em  
이름

Epi

과학잡지  
에피

24

인공지능과  
소설가의  
일



ISSN 2586-2006  
₩15,000



9 772586 200242

## 탄소중립 개념 검토

탄소중립의 중요성에 대한 관심이 높아지면서 국가적 과제 로도 여겨지고 있다. 각계각층에서 참여하고 있지만 아직은  
 마지못해 눈치계임을 하는 모양새다. 위기는 '위험+기회'라  
 고 하지만 기후위기를 반기는 사람은 없을 것이다. 자연히  
 이와 연관된 탄소중립을 이야기하는 것도 그리 유쾌하지 않  
 다. 그래서 이 글에서 탄소중립을 이야기할 나의 마음도 무  
 겁다.

글에는 글 특성에 맞는 스타일이 있다. 보고서를 쓸  
 때는 보고서의 스타일을, 이메일을 쓸 때는 이메일의 스타일  
 을 따라야 한다. 티머시 모튼은 생태·기후에 관한 글의 스타  
 일은 '정보 투기' 스타일을 따른다고 본다. 도입부에서 기후  
 위기의 위험성에 관한 정보를 우르르 쏟아버리는 것이다.<sup>1</sup>  
 예컨대 이 글을 2023년 3월 만장일치로 채택된 <IPCC 제  
 6차 평가보고서(AR6) 종합보고서>의 위협적인 숫자들로 시  
 작하는 것이다. 하지만 이 글에서 나는 그러지 않기로 했다.

이것도 피하고 저것도 피해서 도착한 이 글의 장르를  
 기후사회학(climate sociology)이라고 하고 싶다. 이는 나 자신

이 기후위기를 늘상 다루면서도 IPCC 보고서를 작성한 과학자들처럼 기후위기를 자연과학적으로 측정해본 경험은 없다는 선언이기도 하다. 기후과학자들이 문제의 원인을 드러내는 데 필수적인 역할을 했다면, 기후사회화학자들은 문제를 규정하고 해결 방안을 제시하는 역할을 한다. 통용되고 있는 개념을 따져보는 것과 지나치게 확신을 주는 해결책을 의심하는 것은 기후사회학의 시작점이다.

### 개념 검토의 필요성

이명박 정부 시절 ‘녹색성장’이라는 말이 사회 전면에 등장했을 때, 환경의 편에 있던 연구자들은 이 개념이 가지는 문제를 심각하게 지적했다.<sup>2</sup> ‘녹색’이라는 환경 문제를 ‘성장’이라는 개발주의로 해결하겠다는 뚜렷하고 협소한 가치지향은 아직까지도 논란의 대상이다. 이에 비해 ‘탄소중립’에 대해서는 사회적 논의가 충분하지 않은 채로 통용되고 있다. 물론 기후약당 국가에서 탄소중립이라는 단어가 이렇게 익

숙해지고 이만큼 많은 이들이 생각하고 논의할 수 있게 된 사회적 진전은 반가운 일이다. 게다가 탄소중립(炭素中立), 이렇게 한자로 한글과 함께 쓰면 마치 사자성어처럼 친숙하게, 오래 사용해온 말처럼 느껴진다. 그러나 이 개념 역시 많은 단어들과의 경쟁을 거쳐 신중하게 선택된 것이다.

이 글은 공간적으로 한국을 배경으로 사용되는 탄소중립 개념을 소개하고 검토하고자 한다. 탄소중립의 사전적 정의와 실제 의미와의 비교와 대조를 진행하고, 나아가 이 개념이 내포하거나 외면하는 측면들을 소개한다.

### 탄소중립, 국내법적 정의

2019년 UN 기후정상회의 이후 140여 개국이 ‘2050 탄소중립’을 선언했다. 한국 정부는 세계 14번째로 2050 탄소중립 이행을 법제화한 나라다.<sup>3</sup> 법치국가에서 법제화는 중요한 의미를 지닌다. 탄소중립을 선언에만 그치지 않고, 그 목표를 행정적으로 이행할 수 있는 중요한 토대를 마련한 것

이기 때문이다. 법에도 여러 종류가 있지만 그중에서도 한국에서의 ‘기본법’은 행정력의 원천이 된다. 따라서 탄소중립이 국가정책뿐 아니라 거의 모든 친환경 행동을 형성하는데 쓰이고 있음에도 불구하고, 우리는 이를 국가의 언어로 간주하게 된다.

2050 탄소중립 이행 법안의 명칭은 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법(약칭 : 탄소중립기본법)」이다.4 법 제7조1항은 “정부는 2050년까지 탄소중립을 목표로 하여 탄소중립 사회로 이행하고 환경과 경제의 조화로운 발전을 도모하는 것을 국가비전으로 한다”고 명시함으로써, 2050년까지 탄소중립을 이루는 것이 정부의 책무라는 점을 제시한다. 재미있는 점은 법 제목에 녹색성장을 넣었지만 그것을 정부의 책무 항목에는 명시하지 않았다는 점이다.

법 제2조3항은 탄소중립이 무엇인지 정의한다. 이에 따르면 탄소중립이란 “대기 중에 배출·방출 또는 누출되는 온실가스의 양에서 온실가스 흡수의 양을 상쇄한 순배출량이 영(零)이 되는 상태를 말한다.” 국가 언어로서의 탄소중립 개념을 검토하고자 하는 이 글의 목적에 따라 법 제2조3항에 대해 두 가지 질문과 답을 던져 구체화하고자 한다. 첫째, 무엇을 중립으로 만들고자 하는 것인가? 탄소뿐 아니라 온실가스이다. 둘째, 중립이란 무엇인가? ‘배출량+흡수량=0’

이다.

### ‘탄소뿐 아니라 온실가스’

탄소중립기본법은 온실가스를 다룬다. 법 제2조5항은 온실가스를 “적외선 복사열을 흡수하거나 재방출하여 온실효과를 유발하는 대기 중의 가스 상태의 물질로서 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 메탄(CH<sub>4</sub>), 아산화질소(N<sub>2</sub>O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF<sub>6</sub>) 및 그 밖에 대통령령으로 정하는 물질”로 정의한다. 이 6가지는 일찍이 1997년 교토의정서에서 정한 6대 온실가스 리스트이다. 이산화탄소 외 5가지 온실가스를 다룰 때는 이산화탄소 대비 상대적 온난화 효과인 지구온난화지수(Global Warming Potential, GWP)를 곱해 이산화탄소 환산량 또는 등가물(CO<sub>2</sub>eq. 또는 CO<sub>2</sub>e)을 산출할 수 있다. 탄소만 중립을 하면 되는 것 같았는데 다른 온실가스들까지 중립을 해야 한다.

온실가스	화합식	지구온난화지수(GWP)
이산화탄소	CO <sub>2</sub>	1
메탄	CH <sub>4</sub>	21
아산화질소	N <sub>2</sub> O	310
수소불화탄소(HFCs)	-	140 - 11,700
HFC-23	CHF <sub>3</sub>	11,700
HFC-32	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	650
HFC-41	CHF <sub>3</sub>	150
HFC-43-10mee	C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> F <sub>10</sub>	1,300
HFC-125	C <sub>2</sub> HF <sub>5</sub>	2,800
HFC-134	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub> (CHF <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub> )	1,000
HFC-134a	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub> (CH <sub>2</sub> FCF <sub>2</sub> )	1,300
HFC-152a	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> F <sub>2</sub> (CH <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub> )	140
HFC-143	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> F <sub>3</sub> (CHF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> F)	300
HFC-143a	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> F <sub>3</sub> (CF <sub>3</sub> CH <sub>3</sub> )	3,800
HFC-227ea	C <sub>3</sub> HF <sub>7</sub>	2,900
HFC-236fa	C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	6,300
HFC-245ca	C <sub>3</sub> H <sub>3</sub> F <sub>5</sub>	560
과불화탄소(PFCs)	-	6,500 - 9,200
PFC-14	CF <sub>4</sub>	6,500
PFC-116	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	9,200
PFC-218	C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	7,000
PFC-31-10	C <sub>4</sub> F <sub>10</sub>	7,000
PFC-318	c-C <sub>4</sub> F <sub>8</sub>	8,700
PFC-41-12	C <sub>5</sub> F <sub>12</sub>	7,500
PFC-51-14	C <sub>6</sub> F <sub>14</sub>	7,400
육불화황(SF <sub>6</sub> )	SF <sub>6</sub>	23,900

이 점에 대해, 세계 각국의 기후정책을 추적하는 민간 기구인 Climate Action Tracker(CAT)는 한국 정부가 배출 범위를 어디로 잡고 있는지 명확히 없다고 지적한다.<sup>5</sup> 제목은 탄소중립인데 왜 정책에는 메탄 조치들이 포함되어 있는지, 탄소중립 시나리오의 단위 역시 CO<sub>2</sub> 환산량인 MtCO<sub>2</sub>e로 제시되어 있는지 묻는다. CAT의 조사에 따르면 중립 대상이 탄소인지 온실가스인지 명확지 않은 나라는 태국, 중국 등으로, 그 수가 많지 않다.

탄소만 다루는 것과 온실가스까지 다루는 것 사이에 틈이 존재한다. 국내에서 CO<sub>2</sub>는 국내 온실가스의 91.4%를 기여한다.<sup>6</sup> 무엇을 지칭하는 것인지에 대한 혼선은 결코 가벼운 것이 아니다. 온실가스를 줄이는 모든 메커니즘은 현재의 배출량 산정에서 시작하기 때문이다. 나중에 어떤 정치 세력이 법을 개정하여 ‘온실가스’를 슬쩍 ‘탄소’로 개정한다면, 8.6%를 쉽게 감축할 수 있다. 내가 너무 뻔족한 마음으로 보고 있는지도 모르지만, 우리는 그런 식의 눈 가리고 아웅을 너무 많이 겪어왔다.

그림1 --- 온실가스별 지구온난화지수

(출처 - (IPCC 제2차 평가보고서)(AR2, Second Assessment Report)(IPCC, 1995);  
 〈온실가스종합정보센터 2022 국가 온실가스 인벤토리 보고서〉  
 (환경부 온실가스종합정보센터, 2022) 재인용)

## 우리나라의 온실가스

탄소중립을 본격적으로 추진하려면 온실가스 통계를 주의 깊게 보아야 한다. 탄소만 중립을 하든 6대 온실가스를 중립을 하든 측정-모니터링은 국가와 국제정치가 고안할 수 있는 핵심적인 감시장치(Tracker)이다. 1997년 교토의정서 때부터 그랬듯이, 우리는 탄소 발자국을 정확하게 계산할 수 있고 끝내 통제할 수 있다는 근대주의자의 신념을 가져야 한다.

첫 단추는 온실가스 통계의 작성이다. 온실가스 통계는 국가 곳곳에서 벌어지는 모든 산업, 소비, 국토사용을 조사하는 방대한 작업이다. 측정을 할 때는 ‘스코프1’, ‘스코프2’, ‘스코프3’ 중 어떤 스코프로 접근하는가를 결정해야 한다. 온실가스 배출량 산정을 기업을 대상으로 한다면, 스코프1에서는 공장에서 직접 연료를 연소한 직접 배출량까지, 스코프2에서는 공장에서 사용한 열과 전기를 만드는데 들었던 배출량까지, 스코프3에서는 판매된 제품의 폐기시점까지의 탄소 및 직원들의 출퇴근 등까지 배출량을 산정한다. 가장 완결성 있는 스코프3 공시를 하고 있다고 알려진 기업은

애플인데, 2022년 애플 지속가능경영보고서에 따르면 스코프1의 규모는 5만5,200tCO<sub>2</sub>e였지만, 스코프3에 해당하는 온실가스량은 2,313만tCO<sub>2</sub>e로, 420배의 차이를 보였다.<sup>7</sup>

스코프3으로 갈수록 배출량은 측정하기가 복잡하지만, 진정한 탄소중립은 스코프3에 있다.<sup>8</sup> 비즈니스에서는 스코프3, 즉 온실가스 배출량 산정을 더 포괄적으로 해야 한다는 국제적인 요구가 높아지고 있는 상황이다. 내가 시민으로서 혹은 투자자로서 기업의 탄소중립을 감시하고자 할 때는 디테일을 살펴보아야 한다.

다만 근대주의자의 신념과 달리 현실에서는 온실가스 배출량 산정 작업이 어려운 것이 현실이다. 온실가스 종합정보센터는 온실가스 국가통계를 작성하고 이 통계의 신뢰성을 제고하고자 한다. 매년 재계산되어 내용이 바뀌는 일이 흔하기 때문에 단순한 비교는 지양해야 한다. 공동 작성 주체인 지자체는 자기 지역 통계를 매년 작성하여 제출해야 한다. 우리가 ‘중립’으로 만들어야 할 ‘탄소’가 얼마나 발생되고 있는지를 정확하게 알기 위해서는 200여 지자체가 한마음 한뜻으로 조사 프로토콜을 이해하고 적극 협력해야 한다 (고 믿어야 한다).

탄소중립에서 중립은 순배출량이 0, 즉 온실가스 배출량과 온실가스 흡수·제거량을 더하면 0이라는 뜻이다. 네이버 사전의 탄소중립 정의는 “탄소를 배출하는 만큼 그에 상응하는 조치를 취하여 실질 배출량을 ‘0’으로 만드는 일”이다. 이 정의에서 탄소는 줄여야만 하는 것에서 그렇지 않은 것, 상쇄가능한 것으로 바뀐다.

관공서 홈페이지나 일부 문헌들에서 탄소중립에서 순(純)배출량이 0이라는 것을 ‘Net-zero’로 표현한다는 점도 지적할 필요가 있다. 탄소중립을 영어로 net zero로 번역하기도 하고, 한국어로 다시 “넷제로” 또는 “순제로”라고 쓰기도 한다. “net”라는 단어는 명사 ‘그물’이 아니라 형용사 ‘순’이다. 그러나 탄소중립을 넷제로로 표현하는 것은 최근 국제 동향으로는 적합하지 않은 표현이다.

IPCC는 탄소중립(carbon neutrality)의 정의를 수정한 바 있다. IPCC가 2018년 펴낸 <1.5℃ 특별보고서>는 Net Zero를 ‘Net zero CO2 emissions’의 약어로 보고, 넷제로를 탄소중립(carbon neutrality)과 동의어로 설명한다.<sup>9</sup> 그

러나 2023년 3월 발표된 IPCC 6차 통합보고서 본문은 일정 분량을 할애하여 ‘net zero CO2 emission’과 ‘net zero GHG’(Green House Gas, 온실가스)를 뚜렷하게 분리하여 설명하고 있다.<sup>10</sup> 6차 통합보고서에서 탄소뿐 아니라 메탄 감축의 중요성이 강조되었는데, 그 과정에서 용어를 분명히 하는 것이 필요하다고 판단한 듯하다. 요약하자면, 넷제로라는 말은 CO2만을 커버하다가 온실가스까지 커버하는 말로 바뀌고 있다. 이에 따라 탄소중립 대신 기후중립(Climate neutral)을 쓰자는 목소리도 커진다. 최근 기후중립 문헌들에서는 Net zero를 탄소에 한해서만 쓰지 않고 온실가스 전체에 대해서 까지 쓴다.<sup>11</sup>

넷제로와 탄소중립의 넷(net)과 중립(neutrality)은 상쇄가능성이라는 점에서 똑같이 격렬한 비판을 받고 있다. 상쇄가능성의 가장 큰 문제는 온실가스를 줄이는 일을 덜 시급한 것으로 만든다는 것이다. 대표적인 넷제로 비판론자인 제임스 다이크(James Dyke)는 넷제로란 ‘지금 불 지르고, 나중에 지불하자’라는 식의 위험한 함정이고, 노골적인 그린워싱이라 평한다.<sup>12</sup> 홀리 벅(Holly Jean Buck)은 지구 북반구의 숲이 울창한 국가들이 ‘총배출’이라는 논리를 협상에 가져왔고 이것이 1997년 교토의정서에 탄소 흡수원(carbon sink) 항목으로 감축목표에 반영된 것을 넷제로의 기원으로 본다.<sup>13</sup>

상쇄가능성 이때지너리는 포집기술에 대한 투자를 부추긴다. 최근 들어 탄소 포집, 활용, 저장 기술인 CCUS (Carbon Capture, Utilization and Storage)가 유망한 분야인 것으로 각광받고 있다. 탄소포집 기술은 일부 산업에 국한되어 사용되고 있고 비용이 높아 정책자금 지원이 필수적이다.<sup>14</sup> 한국 정부는 2년 전부터 K-CCUS 추진단을 발족하여 기술개발과 상용화를 통해 산업화를 지원한다.<sup>15</sup> 탄소중립 시나리오에서도 한국 정부는 CCUS를 적극적으로 끌어안았다. 예컨대 2050 탄소중립 시나리오안 2가지 중 1가지(B안)는 화력발전 중 LNG를 유지하여 20.7백만tCO<sub>2</sub>e을 배출하면서, 동시에 CCUS로 84.6백만tCO<sub>2</sub>e을 흡수 및 제거한다.<sup>16</sup> 84.6백만톤은 2030년 총배출량의 14%에 달하는 양이다.<sup>17</sup> 2023년 3월 발표된 탄소중립녹색성장기본계획은 2030년 전체 배출량이 436.6백만tCO<sub>2</sub>e이 될 것인데, CCUS에서 11.2백만tCO<sub>2</sub>e을 흡수 및 제거하겠다고 발표했다. 기후위기를 위해 무엇을 해야 하는지에 대한 질문에, 탄소는 이전처럼 배출하고 별도로 이를 포집하는 기술 및 산업에 대한 투자가 필요하다라고 답하는 것은 과연 누구를 위한 논리인지 되물어야 한다.

## 탄소중립 개념과 그 잔여물들

굳이 IPCC 보고서를 인용하지 않더라도 우리는 문제를 알고 있다. 산업활동으로 기후위기가 심각해졌다. 이로부터 발생하는 이산화탄소 및 온실가스를 줄여야 한다. 지금의 행동을 바꾸지 않으면 대멸종은 피할 수 없고, 미래세대에, 저개발국가에 부담을 지우게 된다. 탄소중립 개념은 이런 자명한 상황을 마치 사회적 진공상태에서도 설명할 수 있는 것처럼 포장한다. 그 결과는 의심스럽다. 기업, 지역, 국가가 지금 배출하고 있는 온실가스가 얼마만큼인지에 대한 계산도 신뢰하기 어려운데, 이산화탄소를 공기 중에서 포획해 땅속에 묻겠다는 기술은 신뢰받는다.

이 글에서는 지난할 정도로 탄소중립의 개념을 따져 보았다. 개념 간 관계도 의심스럽다. 탄소중립이 된다고 탄소를 배출하지 않는 것은 아니다. 탄소를 배출하고 흡수하면 되기 때문이다. 역으로 탄소를 배출하지 않는다고 탄소중립이 되는 것도 아니다. 지구를 뜨겁게 만드는 여러 온실가스들을 해결해내야 하기 때문이다. 부정확한 개념들 틈새로 비집고 들어오는 것은 해결의 책임을 미루는 그린워싱일 것이



다. 때문에 ‘노력하고 있다, 몇 %를 감축하겠다’는 수사만을 믿어서는 안 된다.

탄소중립이라는 개념의 미래도 의심스럽다. 언어가 살아남으려면 실체적 효력이 있어야 한다. 살펴본 바에 의하면 탄소중립이라는 개념으로 현재의 위기에 진정으로 대처하기에는 부족한 점이 많다. 지금은 모든 것을 해결할 대안으로 여겨지고 있지만 결국 실망을 안겨주게 된다면, 이 탄소중립이라는 개념이야말로 2050년까지 살아남기 어려운, 효력을 잃어버린 한때의 유행어로 그치게 되지 않을까.

### 나가며... 및 개념 확인 문제

우선 밝히고 싶은 것은, 이 글이 탄소중립이라는 개념을 비판적으로 해체하고 부정적으로 평가하려는 것이 아니라는 것이다. 탄소중립에 대한 최소한의 객관적 합의지점을 찾고 싶었다. 그래서 공식적인 문헌과 자료들을 열심히 뒤적였지만, 오히려 얻은 교훈은 탄소도, 중립도, 그 기표는 항상 의심

해보아야 한다는 점이었다. 이 글이 그저 탄소중립의 행간을 둘러싼 부정확성과 의심스러움을 활자로 기록하는 데 기여했기를 바란다. 그런 바람에서 개념확인 문제로 글을 마무리한다.

- 
- 1 다음은 탄소중립녹색성장위원회 홈페이지의 탄소중립에 대한 설명이다. 이를 기반으로 현장에서 탄소중립 계획을 세우고자 할 때 문제 될 수 있는 지점을 고르시오.

“대기 중 이산화탄소 농도 증가를 막기 위해 인간 활동에 의한 배출량은 최대한 감소시키고, 흡수량은 증대하여 순 배출량이 ‘0’이 된 상태. 인간 활동으로 배출하는 온실가스(+요인)는 최대한 줄이고, 배출되는 온실가스는 산림 흡수나 CCUS로 제거(-요인)하여 실질적인 배출량을 ‘0’ 수준으로 낮추는 것을 탄소중립(Net zero)이라고 한다.”<sup>18</sup>

- ① 문제의 원인으로 이산화탄소만을 지목하고 있다.
- ② 탄소중립을 기후중립으로 설명하고 있다.
- ③ Net Zero 대상이 탄소인지 온실가스인지 명확하지 않다.
- ④ 모두 해당

- ① 가장 온실가스를 많이 배출하는 산업 부문의 감축률이 가장 적다.
- ② 2023년에도 상용화되지 않은 기술인 CCUS의 감축분이 너무 크다.
- ③ 2050년 계획이었다면 포함될 수 없는 국제감축분이 포함되어 있다.
- ④ 모두 해당

2 다음은 2023년 3월 21일 정부가 발표한 탄소중립녹색성장기본계획의 내용이다. 이에 대해 비판할 수 있는 지점을 고르시오.<sup>19</sup>

(단위: 백만톤CO<sub>2</sub>e, 괄호는 '18년 대비 감축률)

구분	부문	2018 실적	2030 목표	
			기존 ('21.10)	수정 ('23.3)
<b>배출량(합계)</b>		<b>727.6</b>	<b>436.6 (40.0%)</b>	<b>436.6 (40.0%)</b>
배출	전환	269.6	149.9 (44.4%)	145.9 (45.9%) <sup>1)</sup>
	산업	260.5	222.6 (14.5%)	230.7 (11.4%)
	건물	52.1	35.0 (32.8%)	35.0 (32.8%)
	수송	98.1	61.0 (37.8%)	61.0 (37.8%)
	농축수산	24.7	18.0 (27.1%)	18.0 (27.1%)
	폐기물	17.1	9.1 (46.8%)	9.1 (46.8%)
	수소	(-)	7.6	8.4 <sup>2)</sup>
	탈루 등	5.6	3.9	3.9
흡수 및 제거	흡수원	(-41.3)	-26.7	-26.7
	CCUS	(-)	-10.3	-11.2 <sup>3)</sup>
	국제감축	(-)	-33.5	-37.5 <sup>4)</sup>

※ 기준연도('18) 배출량은 총배출량 / '30년 배출량은 순배출량 (총배출량 - 흡수제거량)