

기후과학의 철학적 쟁점: 성공적 융합 연구를 위한 인식론적 조건과 윤리적 함의[†]

이 상 욱[‡]

본 논문은 기후과학과 관련된 두 철학적 쟁점, 즉 융합연구의 인식론적 성공 조건과 과학연구에 내재된 윤리적 함의를 탐색한다. 필자는 우선 기후변화에 대한 연구가 어떻게 여러 분과학문에 흩어진 연구 결과로부터 하나의 종합적인 시각을 갖춘 학문 분야, 즉 기후과학(climate science)으로 성립되었는지를 킬링 곡선(Keeling Curve)과 일반순환모형(General Circulation Model)을 비롯한 여러 경험적, 이론적 분석 도구를 통해 살펴본다. 융합적 과학 연구가 생산적으로 이루어질 수 있는 인식론적 조건은 설명하려는 현상이 너무 복잡해서 단일한 이론 틀이나 분석 기법으로는 이해하기 어렵거나, 해결하려는 문제가 다양한 영역에 걸쳐 있어서 효과적이고 만족스러운 해결책을 찾기 위해서는 여러 영역에 대한 종합적 고려가 필요한 경우이다. 필자는 기후변화에 대한 연구는 이 조건을 만족하기에 융합연구의 범례(exemplar)를 제공한다고 주장한다. 다음으로 필자는 현재 관련 자연과학 연구를 기반으로 학문적 정체성을 갖추어

[†] 이 글의 일부는 2012년 12월 20-21일 부산에서 열렸던 STS 미래연구사업단 제3차 워크숍 “학제간 협력: 한국적 맥락에서 살펴본 창의성과 혁신”에서 발표되었다. 날카로운 논평으로 필자의 생각을 보다 풍성하게 하는 데 도움을 주신 김기홍 교수님과 이후에 전개된 유익한 토론에 참여해주신 참가자 여러분께 감사드린다. 현재 형태 원고의 초고는 2014년 3월 27일 KAIST 과학기술정책학과 콜로키움에서 발표되었다. 흥미로운 질문으로 필자의 생각을 깊게 해주신 참석자 여러분께 감사드린다. 또한 논문을 다듬는데 유익한 의견을 주신 심사위원들께도 감사드린다. 이 논문은 2013년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2013S1A5A2A01019342)

[‡] 한양대학교 철학과, dappled@hanyang.ac.kr.

가고 있는 기후과학이 지구적 맥락에서 윤리적으로 보다 만족스러운 대응 방안을 제시하기 위해서는 관련 과학 연구의 몇몇 전제에 대한 근본적 성찰이 필요하다는 점을 기후변화에 대한 경제학 연구, 특히 비용-편익 분석(cost-benefit analysis)이 갖는 윤리적 쟁점을 비판적으로 검토함으로써 이끌어낸다. 그런 다음 현재 우리나라에서 점차 등장하고 있는 기후변화 연구의 현황을 간략하게 소개하고 앞으로의 바람직한 발전 방향에 대해 논의한다. 마지막으로 기후변화 연구가 초학제적인 방식으로 이루어질 수 있는 가능성을 탐색한다.

【주요어】 기후변화, 기후과학, 융합 연구, 킬링 곡선, 일반순환모형, 비용-편익 분석

1. 머리말

최근 과학연구에서 융합의 중요성이 강조되고 있다.¹⁾ 하지만 모든 연구가 융합 연구이어야만 하는 것은 아니다.²⁾ 추상 대수학에서 특정 정리를 보다 엄밀하게 증명하거나 주어진 실험 자료의 특정 측면(예를 들어, 신호의 세기)을 보다 정확하게 분석하기 위한 컴퓨터 알고리즘을 작성하는 데

1) ‘융합’ 연구가 기존의 학제적 연구와 같은 것인지 여부와 융합의 여러 의미들 사이의 차이점이 연구방법론 차원에서 어떤 차이로 귀결되는지는 본격적인 논의가 필요한 중요한 문제이다. 필자는 이 논문에서 융합 연구의 융합적 성격에 대한 메타적 논의가 아니라 성공적인 융합 연구의 사례를 구체적으로 분석하는 데 초점을 맞추고자 한다. 필자의 융합 연구에 대한 이론적 분석은 이상욱 (2005), (2010)에 제시되어 있다. 이상욱 (2005)는 융합 연구의 중요한 두 접근 방식인 간학문(interdisciplinary) 연구와 다학문(multidisciplinary) 연구 사이의 차이점을 분석하고 있고, 이상욱 (2010)은 인간에 대한 연구에서 윌슨 류의 환원적 통섭(consilience)이 아닌 방법론적 다원주의적 융합 연구의 가능성을 탐색하고 있다. 융합의 다양한 개념들 사이의 관계에 대해 언급할 필요성을 지적해 주신 익명의 심사위원께 감사드린다.

2) 이 점에 대해서는 홍성욱 엮음 (2012)에 실린 여러 글들이 설득력 있게 보여주고 있다. 특히 엮은이의 서론과 박상욱 (2012) 참조.

도 융합적 시각이 반드시 필요한 것은 아니다. 그러므로 융합 연구가 보다 생산적인 결과를 낼 가능성이 높은 상황은 설명하려는 현상이 너무 복잡해서 단일한 이론 틀이나 분석 기법으로는 이해하기 어렵거나, 해결하려는 문제가 다양한 영역에 걸쳐 있어서 효과적이고 만족스러운 해결책을 찾기 위해서는 여러 영역에 대한 종합적 고려가 필요한 경우가 될 것이다. 예를 들어, 인간의 의식(consciousness)처럼 물리화학적 측면과 심리적 측면이 복잡하게 얽혀있는 현상에 대한 연구나, 분배적 정의의 실현처럼 추구하려는 목적에 대한 해명을 위해서는 경제적, 사회적, 정치적, 윤리적, 형이상학적 고려가 모두 필요한 주제에 대한 연구가 이에 해당될 것이다.

기후변화에 대한 연구는 이 두 의미 모두에서 융합적 연구의 필요성이 두드러지는 연구다. 기후(climate)란 일차적으로는 지구상의 특정 지역의 습도, 온도, 풍속 등의 다양한 기상 조건을 의미하지만 그와 더불어 이들 기상 조건이 인간, 동물, 식물에 끼치는 영향 요인을 통틀어 지칭한다.³⁾ 그러므로 기후라는 개념은 처음부터 통상적으로 우리가 날씨라 부르는 복잡 다단한 기상 현상 자체만이 아니라 그것이 인간의 삶과 동물상 및 식물상에 미치는 중층적 영향까지 포괄한다. 게다가 최근 연구에 따르면 기후가 인간의 삶이나 동물상, 식물상에 미치는 영향은 일방적이지 않고 상호적이다.⁴⁾ 즉, 인간의 활동, 특히 산업 활동으로 인한 영향이 기후를 변화시키고 있으며 농업과 축산업 등을 통한 특정 동식물의 대규모, 집중 사육 역시 기후에 상당한 영향을 끼치고 있다. 이처럼 기후변화는 일차적으로는 물리화학적 과정일 수 있지만,⁵⁾ 인간의 삶과 활동에 본질적인 관련을 맺고 있는 복합적 현상이다. 이런 이유에서 기후변화에 대한 연구는 융합적 고려가 성공적으로 이루어질 수 있는 분야라고 할 수 있다.

기후변화 연구는 둘째 이유에서도 융합 연구가 생산적으로 이루어질 수 있는 주제이다. 기후변화가 제기하는 현실적 난제의 성격을 명확히 규정하

3) Oxford English Dictionary, p. 6692.

4) 이 점을 보여주는 생생한 이미지는 Schmidt and Wolfe (2009)에 실린 여러 사진 자료 참조.

5) 이후 논의에서 알 수 있듯이 이 물리화학적 과정은 간단한 모형으로 환원적으로 이해될 수 있기에 너무나 복잡하다.

는 일, 적절한 대응책을 모색하는 일, 다양한 대응책의 장단점을 상대적으로 평가하여 우선순위를 정하는 일 등은 어느 한 전공 분야 지식 틀에 의거하여 이루어질 수 있는 일이 아니다.

흔히 기후변화에 대한 적절한 대응이 무엇인지, 혹은 대응을 취하는 것 자체가 합리적인 행동인지에 대한 판단에서 경제적 고려가 절대적인 우위를 차지한다고 생각하는 경향이 있다. 예를 들어, 롬보르 등을 비롯한 기후변화 회의론자들은 이러한 경제적 고려는 기후변화에 대해 적극적으로 대응하는 것이 비합리적임을 보여준다고 주장한다. 이들이 즐겨 드는 근거는 지구온난화를 위해 사용되는 자원을 기아 퇴치나 경제 개발처럼 다른 목적을 위해 사용했을 때 기대되는 효용이 더 크다는 것이다.⁶⁾ 이는 경제학적으로 적절하게 수행된 비용-편익 분석에 따르면 기후변화에 대한 우리의 대응은 최소한이거나 아예 무대응일 때 가장 합리적이라는 생각으로 이어진다. 이런 주장은 지구온난화 자체를 부인하거나 지구온난화가 사실이라도 인간의 활동이 그 원인이라는 점을 관련 과학적 증거가 확고한데도 완고하게 부인했던 프레드 싱어 같은 사람의 주장과는 다른 종류의, 다소 세련된 기후변화 회의론에 해당된다.⁷⁾

3절에서 필자는 이런 주장이 경제학적 관점에서 얼마나 논쟁적인지를 살펴보겠다. 하지만 복잡한 경제학적 고려에 호소하지 않더라도 이 주장이 사회 정의나 국제법적 고려에 따를 때 얼마나 설득력이 떨어질지는 쉽게 알 수 있다. 설사 기후변화에 대응하기 위해 사용하는 비용과 그러한 대응을 통해 얻을 수 있는 편익을 특정 국가의 관점에서 비교할 때 편익보다 비용이 크다는 점이 사실이더라도, 그렇기에 그 나라가 아무런 대응을 취하지 않는 것이 ‘정당하다’는 결론이 따라 나오지는 않는다. 예를 들어, 현재 진행되고 있는 기후변화에 상당한 책임이 있는 미국이 소극적으로 대응한 대가를 정작 책임이 크지 않은 다른 나라가 고스란히 떠안게 되는 상황은 어떤 기준으로 생각해보아도 정의롭지 않기 때문이다. 이 사실 자체는 전혀 논쟁적이지 않다.⁸⁾ 이처럼 기후변화는 그 인과 관계의 복잡성만이 아

⁶⁾ Lomborg (2010).

⁷⁾ Oreskes and Conway (2010).

⁸⁾ 물론 그렇다고 해서 기후변화에 대한 어떤 대응이 국제적 수준에서 정의로

나라 적절한 대응 방식의 모색에 있어서도 경제적, 정치적, 사회문화적, 윤리적 고려가 개입할 수밖에 없는 복잡한 주제이다. 이 점을 고려할 때 기후변화는 다양한 관점에서 복잡한 문제를 바라보고 종합적 해결책을 모색하려는 융합 연구가 유용해지는 조건을 만족하는 주제라고 할 수 있다.

다음 절에서 필자는 융합 연구가 생산적으로 이루어지기 위한 ‘이상적인’ 조건을 두루 갖춘 기후변화에 대한 연구가 어떻게 여러 분과학문에 흩어진 연구 결과로부터 하나의 종합적인 시각을 갖춘 학문 분야, 즉 기후과학(climate science)으로 성립되었는지를 살펴본다. 그런 다음 현재 관련 자연과학 연구를 기반으로 학문적 정체성을 갖추어가고 있는 기후과학이 지구적 맥락에서 보다 만족스러운 대응방안을 제시하기 위해서는 기존의 다학제 및 학제간 연구로서의 기후변화 연구가 전제하고 있는 여러 생각의 기본 틀에 대한 근본적 성찰이 필요하다는 점을 지적한다. 이 과정에서 기후변화에 대한 경제학 연구 전반에 대한 비판적 분석이 활용될 것이다. 그런 다음 현재 우리나라에서 점차 등장하고 있는 기후변화 연구의 현황을 간략하게 소개하고 앞으로의 바람직한 발전 방향에 대해 논의한다. 마지막으로 기후변화 연구가 초학제적으로 이루어질 수 있는 가능성을 탐색한다.

2. 기후변화 연구의 국제적 전개: 다학제 연구에서 학제간 연구로

현재 시점에서 기후변화 연구(혹은 기후 연구)가 다른 학문과 구별되는 단일한 정체성을 가진 새로운 학문 분야로 자리 잡았는지에 대해서는 아직

운지에 대한 답이 누구나 쉽게 동의할 수 있을 정도로 명백하다는 말은 아니다. 기후변화 발생의 책임이 큰 나라일수록 그에 대한 대응에서 더 많은 부담을 져야 한다는 원칙에 동의하더라도, ‘책임’의 크기를 어떻게 산정할 것인지 ‘부담’을 어떤 방식으로 지울 것인지, 책임이나 부담을 회피하려는 나라를 어떻게 대응해야 할 것인지 등에 대해 현재 많은 이견이 있으며 이를 조정하는 일은 현재 국제 환경정치의 주요한 문제로 떠오르고 있다. 보다 자세한 내용은 Dessler and Parson (2010) 참조.

판단하기 이르다.⁹⁾ 기후를 종합적으로 다루는 기후과학(climate science)은 이미 관련 교과서가 여럿 나와 있고, 빠른 속도로 축적되는 관련 연구 결과를 수용하기 위해 거의 매년 교과서의 개정판이 출간되고 있으며 관련 학과에서 독립된 전공과목으로 교육되고 있다.¹⁰⁾ 과학사의 여러 사례 연구에서 우리는 이런 측면들이 전형적으로 새로운 학문 분야의 성립과 관련된다는 점을 알고 있다.¹¹⁾ 그러므로 우리는 이러한 근거에 입각하여 기후과학이 이미 기후라는 공통 연구 주제를 다루는 다양한 학문적 성과물의 집합을 넘어 진정한 융합적 연구 분야로 새롭게 탄생하는 과정을 거치고 있다고 판단할 수도 있다.

하지만 아직은 기후과학이 생화학이나 분자생물학에 비견될만한, 기존의 학문과 분명하게 구별되는 학문적 정체성을 갖추고 있다고 평가하기는 어렵다. 현재 기후 과학이 비교적 빠르게 학문적 독자성을 갖추어나가고 있는 상황은 기후의 다양한 측면을 아우르는 종합적 융복합 연구로서의 기후과학의 정체성에 대한 학계의 분명한 학술적 판단의 결과라기보다는, 아마도 기후변화와 관련된 여러 주제들이 우리들에게 갖는 현실적 중요성에 힘입은 바가 크다고 판단된다. 즉, 기후변화의 원인을 정확하게 파악하고 관련 미래 예측을 안정적으로 수행하는 일이 우리의 생존과 삶의 질의 유지에 있어 매우 중요하기에 여러 분야에 흩어져 있던 관련 연구가 비교적 빠른 속도로 결집하여 기후과학이라는 단일 학문 분야로 연구되고 있는 것이다.¹²⁾

9) 이상욱 (2005)는 다학문 연구와 간학문 연구라는 개념을 사용하여 다학제 연구와 학제간 연구의 차이를 포착했다. 이 글에서는 홍성욱 엮음 (2012)의 용어를 채택해 다학제와 학제간 연구라는 개념을 사용하기로 한다. 기후변화가 다학제 연구에서 학제간 연구로 변화하는 과정에 대한 유용한 비교적 시각을 제공해주는 사례 연구로는 박형욱 (2012), 최형욱 (2012) 참조.

10) 예를 들어, Aguardo and Burt (2010) 참조.

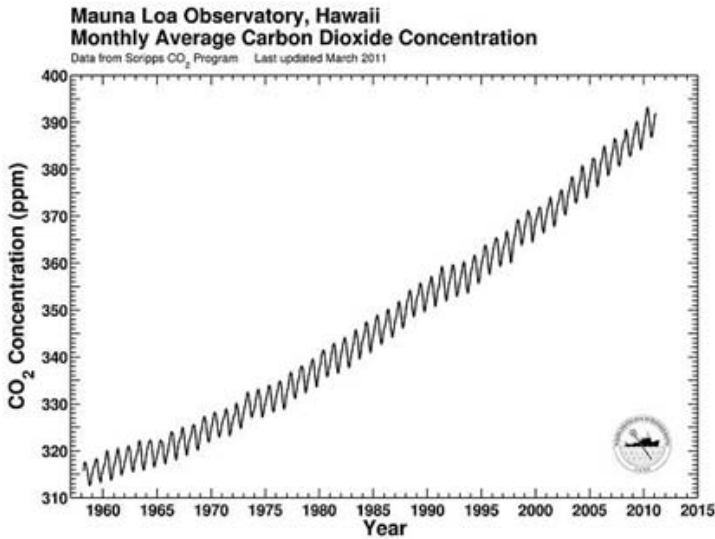
11) 전과학의 단계를 넘어 성숙된 과학(mature science)에 이르기 위해 교과서 등을 통한 정상과학적 패러다임의 성립이 필수적이라는 쿤의 견해는 이런 측면에서 시사적이다.

12) 기후과학 연구의 ‘긴급성’에 대한 관련 논의는 Houghton (2009) 참조. 특히, 이 책은 초판이 1994년이 출간된 이후로 판을 거듭하면서 지구 온난화에 대한 서술이 점점 더 심각해지고 있다.

실제로 현재 우리가 이해하고 있는 의미로의 기후 연구, 즉 고전적 의미에서의 결정론적 기후 연구와 대비되는 복잡계적 기후 연구의 역사는 그리 오래 되지 않았다. 고전적 기후연구는 대개 지구상에 특정 위도 영역이 정해지면 그에 따라 그곳의 기상조건과 동식물의 섭생 조건이 거의 필연적으로 규정되기에, 결국에는 그곳에 사는 지역민들의 문화적 특징까지도 기후로 설명이 가능하다는 결정론적 양상을 보였다. 열대지방 사람들은 힘들여 노동하지 않아도 먹을 것을 쉽게 얻을 수 있기에 게으르고 도전 정신이 부족한 반면, 북유럽 사람들은 혹독한 기후 조건에서 살아남기 위해 협동정신을 발휘하고 강인한 성격을 갖게 되었다는 식의 사변적 일반화가 이에 속한다.

하지만 엄청난 규모로 수집된 다양한 종류의 경험적 자료에 근거하여 연평균 온도나 대기적 특징의 변화 양상을 탐색하는 현대의 기후 연구 결과는 이러한 무모한 일반화를 지지하는 근거를 제공하지 않는다. 너무도 당연한 이야기이지만 지구상의 어느 위도대에 살고 있는지에 따라 그곳 사람들의 문화가 결정될 리도 없거니와, 위도에 의해 단순하게 결정되기에는 특정 지역의 기후는 너무나 많은 복잡한 요인의 영향을 받기 때문이다.¹³⁾ 예를 들어, 런던은 서울보다 훨씬 위도가 높은 지역에 위치하지만 런던의 겨울은 서울의 겨울보다 훨씬 따뜻하다. 이는 해류가 기후에 끼치는 영향(이 경우에는 난류성 해류)을 잘 보여주는 예이다. 자연스럽게 이런 의미의 기후 연구는 기후에 미치는 다양한 요인들을 비교적 최근까지도 분과 학문적으로 분석하는 방식으로 주로 이루어져 왔다. 즉, 고기후학, 기상학, 지질학, 기체화학, 자기물리학, 해양학 등의 여러 연구 분야에 걸쳐 다양한 전문 연구 주제로 흩어져 연구되었던 것이다. 이때 각각의 분과 학문 내에서의 연구 양상은 비교적 분명하게 구별될 수 있는 자체의 연구 전통에 의해 규정되어 왔다.

¹³⁾ Henson (2011).



<그림 1> 킬링 곡선

예를 들어, 대기 중 이산화탄소 농도의 연중, 연간 변화 추이를 정확하게 측정하려는 대기화학적 노력은 결국 지구 온난화의 분명한 증거로 알려진 킬링 곡선을 산출해냈다. (그림 1 참조) 킬링 곡선은 스크립스 해양연구소에서 근무하던 대기화학자 찰스 데이비드 킬링(1928-2005)이 하와이의 마우나 로아 관측소에서 1960년대부터 꾸준히 대기 중의 이산화탄소 농도를 측정한 결과물이다. 이 관측결과는 대기 중 이산화탄소 농도가 연중 규칙적 변화를 제외하면 꾸준히 상승하고 있음을 보여주며 온실기체로서의 이산화탄소의 역할을 부각시키는 데 큰 기여를 했다.

하지만 이 연구는 현재 우리가 이 연구와 깊은 관련을 가진 것으로 생각하는 수많은 다른 기후변화 연구와 비교적 독립적으로, 적어도 초기에는 보다 정확하게 대기화학적 측정 결과를 얻으려는 목적에 따라 수행되었다. 그리고 그 과정에서 연구 결과의 타당성에 대한 다양한 비판에 직면하면서 (예를 들어, 대기 중의 이산화탄소 ‘평균 농도’라는 개념이 충분히 유의미하게 안정적으로 규정될 수 있는지 여부) 지구상에서 이산화탄소의 변동 폭이 가장 작은 지역(예를 들어, 산업화 활동에서 가장 멀리 떨어진 마우나

화산 근처)에서도 여전히 안정적으로 이산화탄소 농도가 증가하고 있다는 최종 결론을 옹호하기 위해 측정상의 다양한 개선 작업이 이루어졌다.

마찬가지로 과거의 기후변화의 패턴, 특히 인간의 활동이 아니라 지구의 세차운동 축의 변화처럼 천체물리학적 요인에 의한 기후변화의 흔적을 얼음기둥이나 동토층으로부터 시기별로 정확하게 읽어내려는 고기후학 연구 역시 수많은 비판에 직면하면서 서로 다른 지역에서 얻어진 자료들 사이의 비교검증을 통해 오류를 제거하고 보다 정밀한 측정 결과를 얻어내려 노력하는 방식으로 연구가 진행되어 왔다.¹⁴⁾

그렇다면 이처럼 분과학문 내에서 개별적으로 이루어지던 연구들이 어떻게 서로 상호작용하여 기후과학이라는 연구 분야로 탄생하게 되었을까? 다른 말로 하자면 여러 분과학문의 각기 독자적인 연구 전통 내에서 연구되던 기후가 어떤 이유에서 다학제적(multi-disciplinary) 연구로 등장하게 되었을까? 그 단초는 부정합성(inconsistencies)과 변칙 현상(anomalous phenomena)의 등장에 있었다. 즉, 한 분야의 연구 결과가 다른 분야의 연구 결과와 정면으로 배치되거나 적어도 동시에 설명가능하기 어려운 문제를 제기하는 상황이 발생한 것이다. 이를 해결하기 위해서는 여러 분야 과학자들이 함께 각자의 연구 결과를 정합적으로 만드는 공동 노력이 필요했고 이것이 융합 학문으로서의 기후과학의 단초를 제공한 것이다.

하지만 이런 상황이 과학자들로 하여금 다학제적 연구로 나아가도록 추동하기 위해서는 우선 서로 다른 분야에서 연구하는 과학자들이 자신들이 이런 상황에 처했다는 사실을 깨달을 수 있어야 한다. 이를 위해서는 그들이 서로 상대방 연구 결과와 그것이 함축하는 바를 검토하고 의견을 교환할 수 있는 기회가 필요하다. 전문화된 현대 과학연구에서 개별 연구자들은 자신들이 좁은 전공 분야에 속하지 않는 학술지를 읽거나 다른 분야의 최신 연구결과를 알기 어렵다. 그렇기에 서로 다른 분야에서 연구하는 과학자들이 서로의 연구결과 사이에 불일치가 존재한다는 사실 자체를 깨닫는 것은 쉬운 일이 아니다. 이런 깨달음과 후속 연구를 자극할 수 있는 제

14) 킬링 곡선이 어떤 방식으로 학제적 비판에 대응하며 자신들의 측정치에 대한 학술적 신뢰를 확보해 나갔는지에 대한 자세한 역사적 서술은 Weart (2008) 참조.

도적 장치로 기능한 것이 명확한 주제와 해결해야 할 문제를 설정하고 개최된 다학제적 학술대회였다. 그러므로 다학제적 연구로서의 기후변화 연구는 개별 분과학문 연구결과들 사이의 긴장 관계를 여러 분야 전문가들이 모인 학술 모임을 통해 주목하고 각자의 연구 분야 내에서 이런 부정합이나 변칙적 문제를 해결하려고 노력하는 과정에서 탄생했다고 볼 수 있다.

기후 변화 연구의 초기 단계, 즉 1980년대 이전 연구에서 진행된, 지구의 평균 온도가 상승하고 있는지 혹은 하강하고 있는지와 관련된 다양한 수준의 논쟁이 이 과정을 보여주는 좋은 예다. 이산화탄소의 평균 농도가 대기 중에서 상승하고 있다는 정밀 측정 결과에 이산화탄소가 온실기체로 작용할 수 있다는 기체화학적 분석이 더해지면 얻어질 수 있는 자연스러운 결론은 지구가 점차 뜨거워지고 있다는 것이었다. 하지만 산업화가 고도로 진행된 20세기 초중반에 수행된 평균 기온 측정값은 이러한 결론과 배치되는 것으로 드러났다. 실제 관측값은 오히려 떨어지고 있었고, 이는 고기후학 연구가 예측하는 새로운 빙하기로 지구가 진입하고 있다는 추정에 힘을 실어주었다. 지구가 점점 따뜻해지고 있는지, 추워지고 있는지 자체에 대해 대기과학적 연구 결과와 고기후학적 연구 결과가 서로 다른 결론을 내리고 있었던 것이다. 게다가 각각의 분과학문적 주장의 신뢰성을 높여주는 정밀 측정값 또한 동시에 존재했다.¹⁵⁾ 흔히 경험적 자료는 거짓말을 하지 않는다고 하지만 이 경우에는 서로 정면으로 배치되는 경험적 자료 중 적어도 하나는 문제가 있는 것이 아닐까? 혹은 두 경험 자료 모두 문제가 있는 것은 아닐까? 하지만 관련 과학자들이 보기에 각자의 관측값에 결정적 오류가 있을 가능성은 낮아 보였다. 그렇다면 어떻게 이런 모순적인 현상을 설명할 수 있을까?

해답은 그전까지 별로 주목하지 않았던 먼지, 즉 미세입자의 인과 작용에 대한 연구로부터 나왔다. 고기후학에 대한 연구로부터 대기 중의 먼지 농도 상승이 지구의 평균 온도를 떨어뜨릴 수 있음은 알려져 있었다. 비교적 최근에 폭발한 화산 활동에 대한 연구로부터도 먼지가 단기적으로 상당한 기후 변화를 가져올 수 있음도 비교적 상세하게 연구되어 있었다. 이런 다양한 인과 작용이 결합되면서 과학자들은 산업화를 통한 대기 중 먼지량

15) Weart (2008).

증가의 효과와 이산화탄소 증가의 효과를 ‘모두’ 고려해야 지구의 온도 상승에 대한 보다 만족스러운 설명과 예측을 얻을 수 있다는 점을 알아차렸다. 그래서 서로 상충하는 경험 자료를 놓고 고민하던 각기 다른 영역의 과학자들은 자신들이 축적하고 있었던 연구 결과가 기후에 대한 ‘조각 그림’에 지나지 않으며 좀 더 완결된 그림을 얻기 위해서는 다른 영역에서 연구되고 있던 인과 메커니즘을 함께 고려해야 할 필요성을 느끼게 된 것이다. 결국 이 두 메커니즘을 결합하여 지구의 평균 온도에 대한 상대적 영향력을 추정하면 궁극적으로는 이산화탄소 등의 온실기체의 인과적 힘이 더 크다는 점에 관련 전문가들은 합의하게 되었다.¹⁶⁾

일단 이러한 깨달음에 이르자 과학자들은 지구 온도 변화와 이에 따른 기후 변화를 온전하게 이해하기 위해서는 자신들의 좁은 전문 분야에서 주로 논의되는 인과적 메커니즘을 넘어선 다양한 메커니즘(그 중 대부분은 자신들에게는 매우 ‘낯선’)을 포괄적으로 이해하고 그들간의 상대적 크기를 추정해야 한다는 사실 또한 깨닫게 되었다. 즉, 지구의 평균 온도 변화처럼 비교적 단순하게 몇 개의 숫자로 대표될 수 있는 현상조차 실은 무수하게 많은 인과작용의 결합을 통해서만 (그리고 그 중 많은 것들은 서로 다른 방향의 인과적 힘을 미치는) 추정될 수 있다는 점을 받아들였다는 것이다. 게다가 자신들 분야의 계산과정에서 상수로 취급되던 것이 다른 분야에서는 변수로 연구되고 있으며 그 연구 결과에 따라 자신들 분야의 연구 역시 영향을 받는다는 점도 인식하게 되면서 다학제적 연구의 필요성은 보다 절실하게 공유되기에 이르렀다.¹⁷⁾

이처럼 서로 별다른 영향을 주고받지 않은 채 연구된 서로 다른 영역의 분과학문의 결론이 상충할 때, 그 해결책이 반드시 어느 한 쪽이 맞고 다른 쪽이 틀리다는 식으로 얻어지는 것은 아니다. 좀 더 흔한 경우는 각각의 분과학문의 전문가가 보기에는 의심의 여지없이 ‘확고한’ 연구 결과가 실은 몇 가지 이론적, 경험적 조건에 의존하고 있으며 그러한 조건이 만족

16) IPCC (2007).

17) 이런 인식에 근거하여 기후변화에 대한 다학제적 연구가 실제로 어떻게 이루어지고 있는지를 생생하게 보여주는 학술서로는 Schmidt and Wolfe (2009) 참조.

되지 않는 상황에서는 잘못된 결론으로 이어질 수 있다는 사실을 다른 분야 연구자의 연구 결과를 참조함으로써 깨닫게 되는 것이다. 현대 과학연구의 분과학문적 특성상 이런 깨달음이 항상 가능한 것은 아니다. 하지만 서로 다른 영역의 연구결과 사이의 불일치나 변칙 현상을 해소해야만 하는 제도적 압력이 존재할 때 이러한 깨달음의 과정이 촉진될 수 있다. 기후변화의 원인과 메커니즘에 대한 다학제적 탐구는 참여 연구자들이 정확히 이러한 절박함을 느꼈기에 과학적 모형의 ‘조각 그림’적 성격에 대한 깨달음에 이를 수 있었던 것으로 볼 수 있다.¹⁸⁾

결국 인식론적 차원에서 볼 때 기후변화 연구를 하나의 다학제 연구로 성장하게 만든 것은 개별 분과학문에서 이루어지던 연구 결과들이 서로 비교되고 상호 검토되는 과정에서 부정합성을 해소하고 보다 일관적인 설명을 찾으려는 노력이었다. 하지만 이런 인식론적 깨달음은 그런 깨달음으로부터 파생된 연구를 적극적으로 수행할 수 있는 여러 제도적 뒷받침이 있을 때만 융합적 기후 연구의 등장으로 나아갈 수 있었다. 이를 위해서는 우선 서로 다른 분야에서 연구하는, 그래서 평상시에는 만나기 어려운 연구자들이 각자 분야의 최신 연구결과를 제시하고 그것이 의미하는 바에 대해 다른 분야 연구자들과 공동 검토하는 기회가 주어져야 한다. 그리고 이런 기회는 주로 기후 변화 연구 역사에서 중요한 위치를 차지하고 있는, 스크립스 해양연구소를 비롯한 여러 학문 분야의 연구소가 제공했다.

기존 분과학문적 연구의 틀에 갇혀 있었기에 이를 넘어서기 위한 유인이 부족했던 대학의 학과들에 비해 연구소는 특성상 구체적인 문제를 성공적으로 풀기 위해 다소 모험적 연구를 수행하기에 수월했다. 해양연구소에 킬링과 같은 대기화학자가 채용되어 장기 연구를 수행할 수도 있었던 것이 좋은 예이다. 기후변화 연구와 기후과학이 현재는 대학의 교육과정에도 반영될 정도로 어느 정도 자리를 잡고 있지만 막 형성되던 즈음에는 대학 내에서는 분과학문의 벽을 넘기 어려웠다. 중요하다고 판단되는 문제 해결을 위해 비교적 자유롭게 다양한 전문성을 가진 인력과 자원을 집중할 수 있었던 연구소들이 다학제적 기후변화 연구의 성립에 큰 역할을 할 수 있었다는 사실은 성공적인 융합 연구의 탄생 과정에서 우호적인 제도적 환경이

18) 이 점을 논의할 필요성을 지적해 주신 김기홍 교수님께 감사드립니다.

얼마나 중요한지를 잘 보여준다.¹⁹⁾

여기에 더해 다학제적 학술대회가 제공한 학술교류의 기회가 수행한 역할의 중요성도 간과할 수 없다. 실제로 기후변화 연구가 획기적 변화를 거친 시기는 대중 관련 연구가 각자의 개별 학문 분야에서 발표되고 그 함의를 학제적 학술대회에서 검토하여 최종 결론이 도출된 후 다음 단계 연구로 나아가는 과정을 통해 마련된 경우가 많았다. 그러므로 여러 분과학문이 함께한 학술대회, 특히 각자 연구 분야에서의 구체적인 연구결과 특히 다른 분야로부터의 비판을 수용하여 개선한 연구 결과를 갖고 모인 학술대회가 다학제적 연구로서 기후변화 연구의 등장에 끼친 영향은 매우 크다.

하지만 더욱 중요한 점은 이들 학술대회의 핵심적 성격이다. 스크립스 해양연구소에서 정기적으로 개최되던 학술대회를 비롯하여 기후관련 학술대회의 개최 목적이나 발표 내용은 모두 구체적인 문제, 즉 기후변화의 양상과 원인에 대한 분과학문의 연구 결과를 서로 비교 분석함으로써 기후변화의 인과 작용에 대한 보다 통합적인 이해를 얻기 위함이라는 명확하게 정의된 문제를 설정하고 있었다. 그렇기에 여기에 모인 학자들은 가벼운 학제간 ‘만남’을 위해 모인 것이 아니라 개별 학문적 성과 사이의 긴장 관계를 해소하고 점점 심각해져가는 기후변화의 동인을 정확하게 추정하여 하루빨리 적절한 대응책을 모색하자는 절박한 위기의식을 공유하고 있었다. 그런 의미에서 이들 학술대회는 기후변화의 융합적 연구의 이론적, 현실적 계기를 제공한 학술대회이자 이후의 기후변화의 연구 방향을 결정하고 관련 연구의 필요성을 적극적으로 연구지원 기관에게 설득하는 중요한 제도적 기능을 수행했다.

이처럼 기후변화 연구가 다학제 연구로 성립되는 과정에는 분과학문 연구에서 획득된 연구결과들 사이의 불일치를 해소하려는 인식론적 노력과 이러한 노력을 구체적인 융합적 성격의 연구로 결실을 맺을 수 있었던 제도적 환경을 제공해 준 문제 중심 연구를 수행하던 연구소와 다학제적 학술대회의 도움이 있었다. 여기에 더해 컴퓨터의 계산능력 향상에 힘입어 등장한 일반기후모형 연구라는 새로운 연구 분야의 통합적 설명 능력도 기후과학이 다학제적 연구를 통해 도출한 결론이 대중적 설득력을 갖게 하는

19) 이 점을 논의할 필요성을 지적해 주신 최형섭 교수님께 감사드립니다.

데 중요한 역할을 했다. 앞서 지적한 것처럼 기후변화에 영향을 끼치는 다양한 인과 작용이 알려지면서 이들을 상호 작용과 순환을 보다 종합적으로 모형화하는 작업의 필요성이 인식되었다. 게다가 지구적으로 수집되는 관측 자료의 양이 많아지면서 이런 자료를 통계적으로 분석하고 상호연관성을 조사할 필요성도 인식되었다. 초기 일반순환모형은 ‘일반’이라는 말이 무색할 정도로 비현실적으로 단순하게 지구의 기후를 다루었다. 지구 표면의 2/3를 차지하는 해양의 특징을 고려하지 않았고 기상학적으로 이미 잘 알려져 있는 대기 순환도 아주 기본적인 수준에서만 다루는 식이었다.

자연스럽게 일반순환모형은 초창기에 다른 분야 연구자들의 놀림거리였다. 그들은 모형의 극단적인 단순함과 비현실적인 가정을 지적하며 그로부터 얻어진 결론을 신뢰할 수 없다고 비판했다. 이러한 비판은 모두 타당한 것이었고 아무리 컴퓨터 능력이 발전하더라도 원칙적으로는 모두 극복하기 어려운 내용의 비판이었다.²⁰⁾ 하지만 일반순환모형은 기존의 분과 학문적 연구가 다룰 수 없는 기후변화의 측면을 다룰 수 있었다. 즉 하나 이상의 인과 관계가 서로 상호작용하면서 동시에 작동할 때, 특히 서로 독립적으로 작동하는 것으로 상정되어 연구되던 인과 관계가 되먹임(feedback) 방식으로 연결되어 작동할 때 어떤 일이 벌어질 것인지에 대한 해답의 단초를 제공해줄 수 있었던 것이다.²¹⁾

이처럼 일반순환모형은 기후과학의 성립 과정에서 중요한 기여를 했지만 그 기여의 성격을 분명히 이해하는 것이 중요하다. 일반순환모형은 원래 화성이나 금성처럼 직접 탐사가 어려운 행성의 대기조건을 탐색하기 위한 컴퓨터 모형에서 출발했다. 그런 이유로 대기순환의 전체적인 모습을 파악할 수 있는지 여부가 특정 지역의 기후를 정확하게 예측할 수 있는지 여부보다 더 중요했다. 이 단계까지는 일반순환모형을 기후에 작용하는 모든 인과적 요인을 아우르는 기후과학의 일종의 포괄적 초모형으로 생각하

20) 이 점은 일반순환모형이 전지구적 수준에서의 복잡계(complex systems)를 다루는 이론틀이라는 점에서 근본적인 한계를 드러낸 것으로 볼 수도 있었다. 이 점을 지적해 주신 익명의 심사위원께 감사드린다.

21) 일반순환모형을 포함한 기후변화에 대한 컴퓨터 흉내내기(simulation) 혹은 모의실험 연구의 역사에 대해서는 Edward (2010) 참조.

는 연구자는 없었다. 하지만 컴퓨터의 성능이 향상되고 기후에 관련된 여러 인과 작용을 순차적으로 모형에 포함시키는 일이 가능해지면서 일부 연구자들은 일반순환모형이 기후과학을 구성하는 모든 분과학문 연구를 아우르고 궁극적으로는 불필요하게 만드는 거대 초이론이 될 수 있을 것이고 생각하기 시작했다.²²⁾

하지만 일반순환모형의 분석 결과는 우리가 어떤 인과 작용을 어떤 방식으로 포함시키는지에 따라 상당히 달라진다. 이는 일반순환모형이 만족스러운 인과 모형의 주요 특징인 견고함(robustness)을 갖추지 못했음을 의미한다. 게다가 모형이 점차 복잡해져서 모사하는 대상에 점차 비슷해질수록 모형으로부터 얻을 수 있는 유용한 정보량은 줄어들기 마련이다. 다소 역설적으로 들리겠지만, 과학자들이 단순한 모형을 사용하여 자연 현상을 설명하는 것은 자연이 정말로 그렇게 단순하다고 믿어서라기보다는 단순한 모형으로부터 얻을 수 있는 유용한 정보 혹은 자연에 대한 ‘이해’가 복잡한 모형으로부터 얻을 수 있는 정보보다 더 많기 때문이다. 복잡한 모형은 모든 것을 하나의 이론틀에 담으려는 이론가의 꿈을 만족시켜줄 수는 있겠지만 실현가능성이나 실천적 유용성에 있어 본질적 한계를 가질 수밖에 없다. 그러므로 필자가 보기에 일반순환모형은 다른 모든 분과학문을 아우르는 ‘종합적’ 초기후과학이 아니라 다른 학문에서 다룰 수 없었던 종류의 문제를 풀기 위해 특화된 또 다른 종류의 분과학문으로 평가되는 것이 적절하다.

이처럼 기후과학은 특정한 학문으로 다른 모든 종류의 학문이 환원되거나 일반순환모형처럼 보다 포괄적인 연구방법론으로 다른 모든 세부적 연구들이 수직계열화되는 방식이 아니라, 기후 관련 분과학문이 서로 중첩되는 영역에서 발생하는 부정합과 변칙 현상을 해결해가면서 그런 해결에 도움이 되는 새로운 연구방법론을 개발하면서 다학제적으로 발전해왔다고 볼 수 있다. 이처럼 다양한 학문 분야들 사이의 정합적 협력을 통해 인류에게 매우 중요한 여러 질문에 대한 답을 도출하려는 시도는 일차적으로는 제기된 문제의 복잡성에 의해 다학제적 연구의 필요성이 인식되었지만 점차적

22) 다른 말로 하자면, 전형적인 이론간 환원의 후보로 일반순환모형을 이해했던 것이다.

으로 일반순환모형처럼 기존 학문의 연구방법론을 뛰어넘는 새로운 학제간 방법론의 등장을 촉진하기도 했던 것이다.

극히 최근에 기후변화 연구가 다학제적 연구에서 보다 본격적인 학제간 연구로 진입하게 된 데는 유엔기후변화패널이나 IPCC와 같은 국제단체의 역할이 결정적이었다.²³⁾ 이들 국제기구나 연합체는 우선 기후변화 연구의 초기부터 부각되었던, 다양한 전문가들 사이의 의견교환을 촉진하는 기회를 풍부하게 제공함으로써 다학문적 연구를 촉진했다. 여기에 더해 이들 국제기구는 단순히 기존 분과학문 연구가 상호작용을 통해 각자의 연구 내용을 세련화하는 과정에 도움을 주는 데 그치지 않고, 기존의 분과학문 연구에서는 소홀하게 다루어지거나 아예 다루어지지 않던 주제로 우리의 관심을 이끌었다. 즉, 기후변화에 대한 결과론적 원인 분석만이 아니라 그러한 결과를 낳게 한 근본적인 원인, 특히 인간의 활동과 관련된 역사적, 사회적, 정치적 원인이 무엇인지에 대한 인문사회과학적 연구와 그 결과의 파국적 효과를 최대한 막기 위해 필요한 국가적, 국제적 수준의 노력의 내용 및 추진 전략에 대한 연구가 그것이다.²⁴⁾

이는 IPCC 등의 기후변화 관련 국제기구가 단순히 관련 연구자들로만 조직된 단체가 아니라 처음부터 관련국의 정부과학자 및 해당분야 행정 관료가 포함된 보다 이질적인 조직 구성을 가졌다는 점에서도 잘 드러난다. 자연스럽게 이들 국제기구는 기후변화 연구가 기후 관련 자연과학적 메커니즘만이 아니라 사회공학적, 국제정치적 메커니즘에 대한 고려를 함께 연관 지어 수행하게 되었다. 기후변화의 피해가 지구상의 어떤 지역에 어떤 형태로 나타날 것인지, 국제적 노력을 통해 기후변화를 적절하게 통제할 경우 각국이 얻게 될 이득의 내용은 구체적으로 무엇인지, 기후변화에 대응하는 조치에 수반되는 비용은 어떻게 배분할 것인지 등의 의제가 기후변화의 정치학이나 경제학이라는 독자적인 연구 분야로 정립되게 된 것이다.

이들 분야는 일차적으로는 기후변화의 원인을 밝히는 기후 과학적 연구

²³⁾ IPCC에서 이루어진 기후변화 관련 논의의 역사에 대해서는 직접 그러한 논의에 참여하여 중요한 역할을 했던 과학자의 시각에서 집필된 Bolin (2007)이 시사하는 바가 많다.

²⁴⁾ Giddens (2009).

결과에 의존하지만, 거꾸로 채택된 국제적 정책의 효과가 기후에 전반적 영향을 끼칠 수 있고 이는 다시 기후 과학적 연구결과에 영향을 줄 수 있다. 그러므로 두 연구 분야 사이의 관계는 단순한 다학제적 관계를 넘어서 보다 역동적이다. 게다가 다음 절 논의에서도 알 수 있듯이 기후변화와 관련된 경제학적, 정치적 논의는 실증과학으로서의 사회과학적 이상에 따라 이루어지기 어려운, 근본적인 수준에서 가치적재적(value-laden) 특징을 보여준다. 그래서 최근 십 수 년 사이에 기후정의나 기후윤리처럼 간학문적 연구 분야가 새롭게 등장하고 있는 것도 주목할 만하다.²⁵⁾

3. 비용-편익 분석과 세대 간 할인

현재까지 이루어진 기후변화에 대한 연구는 크게 기후변화의 원인과 미래 예측에 대한 연구(주로 자연과학적 접근이 주를 이루는)와 기후변화에 대한 적절한 대응을 모색하는 연구(주로 사회과학적 접근이 주를 이루는)로 나눌 수 있다. 이 두 분야가 서로 독립적인 것은 물론 아니다. 특히, 우리가 동원할 수 있는 모든 수단을 강구하더라도 당분간 지구 온난화와 그에 따르는 기후 변화를 피할 수는 없다는 것에 관련 학계가 대체적으로 합의하고 있기에, 새로운 기후 환경에서 우리가 생물학적, 사회문화적, 제도적으로 어떻게 적응할 것인지에 대한 논의가 매우 중요해진다. 이 적응에 대한 논의는 본질적으로 기후변화의 예측과 대응의 두 축을 연결 짓는 내용을 담게 된다.²⁶⁾

그럼에도 불구하고 기후변화에 대한 대응과 관련된 논의는 주로 국제정치적, 경제적 논의의 틀에서 다루어지고 있고 이 두 분야는 비용-편익 분석을 활용한다는 공통점을 갖는다. 나고야 의정서를 통해 도입된 탄소권 배출거래나 최근 논의되고 있는 탄소세 도입 모두 이러한 비용-편익 분석의 결과물이라 볼 수 있다.

왜 이런 상황이 도래했을까? 기후변화 대응책은 국가적 수준에서 다른

²⁵⁾ 예를 들어, Gardiner (2010), (2011).

²⁶⁾ IPCC (2007).

곳에서 사용될 수도 있는 많은 자원이 소요되는 대형 정책적 대응에 해당된다. 기후변화 논의 이전에도 이렇게 사회적 자원이 많이 투입되는 국가적 정책에는 해명가능성(accountability) 요구가 있었다. 즉, 제한된 공적 자원을 투입하여 이것 대신 저것을 하는 것이 어떻게 정당화되는지에 대한 논의가 필요한 것이다. 이는 특정 정책에 사용되는 자원이 다른 목적을 달성하기 위한, 다른 정책에 활용될 수도 있었을, 희소한 자원임을 인식할 필요에서 출발한다. 그러므로 국가 정책에 대한 평가는 그 정책의 지향점이나 실현 방안, 기대 효과에 대한 절대 평가에 그쳐서는 안 되며 동일하거나 유사한 목표를 달성할 수 있는 대안적 정책에 상대적인 비교 평가여야 한다.²⁷⁾

다시 말하자면 국가 수준의 정책은 단순히 그 정책이 좋은 의도를 갖고 좋은 일을 하기 위해 수립되고 시행된다는 점만으로는 정당성을 확보하기 어렵다. 그에 더해서 다른 곳에 쓰일 수도 있었던 공공 자원을 특별히 이 정책에 이런 방식으로 활용했을 때 상대적으로 국민의 복지 향상이나 국가 미래 비전 달성에 얼마나 더 도움이 되는 지에 대해 설득력 있는 근거를 제시할 수 있어야 하는 것이다.

이처럼 공공 정책의 정당성을 확보하는 과제를 공공 정책의 책무성 혹은 해명가능성(accountability)의 문제라 한다.²⁸⁾ 공공 정책의 책무성을 확보하는 일은 매우 어렵다. 정책이 지향하는 바가 직관적으로 바람직한 내용을 담고 있더라도 (예를 들어, 노인 복지 수준 향상이나 미취학 아동의 교육 시설 확충 등), 그 목표를 실현하기 위한 최선까지는 아니더라도 비교우위에 있는 방안이 정책 내용을 구성하고 있는지를 다시 검토해 보아야 하기 때문이다.

27) 연구자가 과학 연구주제를 선택하는 과정과 과학연구에 대한 자원 배분이 사회적으로 이루어지는 과정에 대한 탁월한 과학철학적 논의로는 Kitcher (2001), (2011) 참조.

28) accountability는 사회과학에서는 일반적으로 책무성으로 번역되나 인문학 문헌에서는 공공정책의 타당성이 얼마나 설득력이 있는지에 대한 평가의 맥락에 초점을 두어 해명가능성으로 번역되기도 한다. 이 글에서는 일반적으로 책무성이라는 번역어를 사용하겠지만 맥락에 따라 해명가능성이 더 적합한 문맥에서는 해명가능성으로 옮기기도 하겠다.

공공 정책의 책무성 확보가 요구하는 이러한 어려움에 대처하기 위해 가장 널리 사용되는 방법은 정책의 경제적 합리성을 비용-편익(cost-benefit) 분석을 통해 따져보는 것이다. 비용-편익 분석은 탄탄한 이론적 기초와 정교한 통계 방법을 활용하여 이론적 신뢰감을 줄 수 있고 계량화된 결론은 객관적 결과라는 믿음을 줄 수 있다는 장점이 있다.²⁹⁾ 게다가 거시적 정책의 사회윤리적 정당화의 맥락에서 설득력이 높은 공리주의적 입장을 취한다면 가장 쉽게 수용할 수 있는 입장이기도 하다. 흔히, 근대 경제학, 특히 공공복지 경제학의 윤리적 토대를 공리주의(utilitarianism)에서 찾기 때문이다.³⁰⁾ 이런 이유 때문에 공공 정책 입안과 실행, 평가 과정에서 비용-편익 분석으로 측정되는 경제적 합리성은 주도적 역할을 담당하고 있다.³¹⁾

비용-편익 분석의 직관적 설득력은 대중 매체에 제시되는 공공 정책에 대한 정당화 과정에도 그대로 반영되어 나타난다. 흔히 이러한 정책이나 개발이 실현되면 얼마의 경제적 가치가 예상된다는 예측치가 제시되며, 예상되는 경제적 이득이 클수록 소개되는 공공 정책의 타당성이 높아지는 것으로 간주된다. 이런 식의 경제적 ‘과급효과’에 대한 강조는 첨단 기술개발에 대한 투자대비 효율성, 즉 R&D 효율성 평가에서 가장 두드러지게 등장한다.

하지만 기후변화 대응 과정에서 비용-편익 분석은 근본적인 한계를 드

29) 비용-편익 분석방법에 대한 포괄적 논의, 특히 경제적 분석과 법적 분석을 결합하여 공공정책의 효율성에 대한 깊이 있는 분석을 제공하는 논의로는 Adler and Posner (2001), (2006) 참조. 비용-편익 분석 방법론이 ‘최악의 시나리오’와 같은 극단적 상황에 대처하는 정책 평가 방식으로 갖는 장점과 한계에 대한 비교적 객관적인 분석은 Sunstein (2007) 참조.

30) 하지만 비용-편익 분석과 공리주의 사이의 연결점은 실제로는 훨씬 복잡하다. 이 주제에 대한 세련된 그리고 논쟁적인 논의는 Williams and Sen (1982) 참조.

31) 이 절의 논의와 관련하여 이상욱·미야가와 타쿠야 (2012)는 공공정책 입안 및 수행과정에서 비용-편익 분석으로 대표될 수 있는 경제적 합리성에 대한 고려 이외에 사회문화적 합리성과 인문학적 합리성의 고려가 더해질 필요가 있음을 주장하였다. 보다 포괄적인 맥락에서 경제적 합리성의 한계와 보완책을 지적한 이상욱 (2014)도 참조.

러낸다. 여기서 말하는 한계란 비용-편익 분석이 특정 정치적 입장이나 나고야 의정서 도출 과정 및 약속 이행 과정에서 잘 드러난 국가 이기주의의 영향을 받아 '왜곡'되었음을 지적하는 것이 아니다. 그보다는 지극히 객관적이어서 제대로만 시행된다면, 합리적인 인간이라면 누구나 동의해야만 할 결론을 도출하는 것처럼 보이는 비용-편익 분석 방법론이 실은 윤리적으로나 정치적으로 매우 논쟁적인, 암묵적 전제를 숨기고 있기에 근본적인 한계를 지닌다고 말하는 것이다.

정책 결정 과정은 과학적으로 검증된 사실에 기반을 두어야 한다. 많은 사람들의 선택 행동에 대한 조사에서 분명하게 드러난 사실은 사람들이 현재의 재화를 미래의 재화보다 선호한다는 사실이다. 현재 만원은 10년 후의 만원에 비해 설사 물가상승률을 고려하더라도 더 선호된다. 이는 단순한 심리적 안정감 추구의 결과일 수도 있고, 투자를 통해 더 큰 재화로 변환될 수 있는 가능성을 염두에 둔 것일 수도 있다. 경제적 고려에서 이러한 선택행동은 '할인(discounting)'이라는 형태로 반영된다. 즉, 미래의 비용이나 편익은 현재의 비용이나 편익에 비해 평가 절하된 형태로 고려되는 것이다.

문제는 이런 식의 사고가 개인의 선택 행위에 대해서는 근사적으로 꽤 정확하지만, 장기간의 정책 효과가 미칠 것으로 예상되는 사안에 대한 평가와 결정 과정에서는 정당화하기 어려운 결론을 가져온다는 것이다. 즉, 통상적으로 적용되는 3-7%의 할인율을 사용하면 몇 백 년 후의 편익이나 비용은 실질적으로 현재 정책의 고려에서 거의 고려될 수 없다. 하지만 국가 정책 중에는 현재 우리에게만 비용보다는 편익을 많이 발생시키지만 미래에는 편익보다는 비용을 더 많이 발생시킬 것으로 예상되는 것이 상당수 있다. 핵 발전에 대한 정책적 판단과 기후변화 대응에 대한 정책적 판단이 대표적이다. 이런 상황에서는 진지하게 개인이 비교적 짧은 시기의 재화의 분배 및 활용에 대해 내리는 판단을 수백 년 이상 정책 효과가 발생하는, 특히 미래 세대의 복지 수준에 심각한 영향을 끼치는 정책에 대한 판단에 적용하는 것이 과연 바람직한지에 대한 물음이 제기될 수 있다. 기후변화 대응비용의 경제적 효율성에 대한 스턴 보고서가 일으킨 사회적 논쟁은 비용-편익 분석이 세대 간 할인에 적용될 때 초래하는 분명한 윤리적

난제를 잘 드러내 주고 있다.³²⁾

게다가 노벨 경제학상 수상자인 저명한 경제학자 토마스 셸링은 이에 더해 미래 세대는 현재 세대보다 항상 더 부유할 것이므로 미래 세대를 위해 현재 세대가 비용을 지불하는 것은 경제적으로 낙후한 후진국이 경제 선진국을 재정적으로 보조하는 것과 마찬가지로는 논리를 폈다.³³⁾ 셸링의 논지는 물론 기후변화에 대한 어떠한 비용효율적 대응도 경제적으로 볼 때 비합리적이라는 주장으로 이어진다. 하지만 미래 세대가 현재 세대보다 경제적으로 부유할 것이라는 주장 자체가 자원이 무한히 존재하고 그것을 활용하는 데는 채굴이나 이동 및 가공 과정을 제외하고는 비용이 들지 않는다는 고전 경제학의 가정에 의존한다. 이러한 가정이 더 이상 견지될 수 없을 때 그에 기반을 둔 비용-편익 분석은 타당성을 의심받을 수밖에 없다.

게다가 비용-편익 분석 과정에서 계산되는 비용이나 편익이라는 개념 자체는 질량이나 전하량처럼 절대적으로 존재하는 양이 아니다. 그보다는 적응도(fitness)처럼 주어진 사회경제적 환경 내에서 각기 다른 방식으로 정의될 수 있는 환경적 변수이다. 예를 들어, 탄소세가 있는 사회와 탄소세가 없는 사회에서 기업이 친환경적 기술을 채택할 때 드는 편익과 비용은 다르게 계상될 수밖에 없다. 그러므로 탄소세의 도입 이전에는 경제적으로 비용보다 편익이 작아 도입하지 않는 것이 합리적인 조치들이, 탄소세가 신설되면서 갑자기 경제적으로 채택하는 것이 합리적이 될 수 있다. 이 점은 비용-편익 분석의 결과가 얼마나 주어진 제도적 환경에 민감한지를 잘 보여준다.³⁴⁾

32) 관련 논의는 Stern (2007) 참조. 경제학적 고려가 갖는 윤리적, 정책적 함의에 대한 스텐의 생각은 Stern (1991)에 잘 드러나 있다.

33) 셸링의 주장을 담은 논문을 비롯한 여러 관련 논의는 Portney and Weyant (1999)에 모여 있다. 이에 대한 정치철학적 시각에서의 비판적 논의는 Parfit (1984) 참조. 보다 직관적인 반대 논변은 Ackerman and Heinzerling (2004) 참조. 선스타인은 비용-편익 분석의 장점을 인정하면서도 통상적인 재할인을 고려가 미래세대에도 적용되는 것은 윤리적 차원에서 적절하지 않다고 지적했다. Sunstein (2007), 6장 참조.

34) 후쿠시마 원전사고 이후 안전기준이 강화되면서 일본 내 핵발전소의 경제적 타산성이 급격하게 악화된 것도 같은 맥락에서 이해될 수 있다. 관련 논의는 Rifkin (2011) 참조.

그렇다면 어떤 제도적 환경이 경제적으로 합리적인지를 판단할 수 있을까? 이 주제는 원칙적으로 경제적 분석이 가능하기는 하지만 누구도 경제적 요인만으로 만족스러운 답이 얻어질 수 있다고 생각하지는 않는다. 결국 이에 대한 해답은 우리가 원하는 삶의 모습과 사회의 모습에 대한 윤리적, 정치적 판단에 결정적으로 좌우되기 때문이다. 그러므로 기후변화에 대한 대응에서 논리적인 순서는 일단 관련 사실들을 확정하고 그 사실들을 고려하여 우리가 바람직하다고 생각하는 삶과 사회의 제도를 결정한 후 그러한 제도 하에서 우리가 달성하고자 하는 목표, 즉 기후변화에 대한 비용 효율적 대응 방안을 모색하는 것이다. 물론 이 과정에서 경제적 분석이나 정치적 논의가 필수적이겠지만 윤리적 고려를 포함하는 거시적인 인문학적 고려를 우회하는 방식으로 이루어질 수는 없을 것이다. 이 점에서 기후변화 연구의 미래상이 다학문적 연구와 간학문적 연구를 넘어 가치적·적극적 고려를 적극적으로 도입하는 초학제적 연구가 되어야 하는 이유를 찾을 수 있다.

4. 기후변화 연구의 국내 현황: 다학문 연구의 시작?³⁵⁾

국내의 기후변화 연구는 출판된 학술서와 학술논문을 분석해 볼 때 아직 분과학문적 연구의 상황에 남아있다고 판단된다. 필자는 국내에 출간된 기후변화 관련 도서 중 명백하게 분과학문적 성격을 드러내는 책을 제외하고 여러 학문적 시각에서 기후변화를 바라보려는 노력이 담긴 책(국내 저자에 의해 저술된)을 살펴보았다. 그 중 두 권은 아마도 연구재단 프로젝트 보고서를 책의 형태로 출판한 것으로 보이는 데, 두 권 모두 전형적인 분과학문적 접근을 취하고 있었다.³⁶⁾ 매 장마다 기후변화 관련 분과학문적 논의가 전문적으로 제시되고는 있지만 개별 장들은 논의는 다른 논의를 인용하거나 관련짓지 않고 있었고 각 장의 참고문헌에도 겹치는 자료가 거의 없었다. 필자의 판단으로는 이 책의 내용이라면 책 제목이 표방하는 학제간

35) 이 절을 작성하면서 권용해 군이 수행한 자료 조사의 도움을 받았다.

36) 김학수 외 (2010), 김학수·김현철 (2010).

연구는 고사하고 다학제적 연구도 제대로 이루어졌다고 보기 어려워 보인다.

2012년에 출간된 전의찬 외 24인의 책은 보다 본격적으로 다학문적 연구를 시도하고 있는 책이다.³⁷⁾ 저자들은 기후변화가 여러 영역에 걸쳐있는 복잡한 현상임을 분명하게 인식하고 다양한 학문적 시각이 통합되는 것이 현상에 대한 올바른 이해나 적절한 대응책 마련에 필수적이라는 점을 인식하고 있는 것으로 보인다. 책의 구성에서도 전체적으로 다학문적 시각을 담아내려는 노력이 보인다. 제1부에서 기후변화의 ‘과학’을 다루고 제2부에서는 기후변화의 국제사회적 측면을 다룬 다음 제3부부터는 저탄소 전략, 온실가스 감축 전략, 기후변화 시대의 산업개발 등의 주제를 차례로 다루면서 대응책까지 모색하고 있는 점이 그것이다. 하지만 이 책에서도 각 장의 참고문헌 사이의 상호교차는 거의 찾아볼 수 없으며 IPCC 보고서를 제외하고는 공통적인 문제의식이나 공유하는 논의 주제를 찾기도 쉽지 않다. 결국 모든 논의는 25명의 저자들의 전공 분야 내에서 이루어지고 있어 진정한 의미의 다학제적 연구 결과물로 보기에는 미흡하다. 기후변화 교과서를 표방하고 있는 다른 책은 다루고 있는 내용이 편집자의 전문 분야인 생물학의 종다양성 문제에 집중되어 있어서 기후변화 관련 주제나 기후 과학 전반을 균형 있게 다루었다고 보기 어렵다.³⁸⁾

다음으로 국내에서 이루어지고 있는 기후변화 연구 사이에서 학술적 상호 관련성이 얼마나 있는지를 파악하기 위해 웹상의 정보 검색을 통해 국내 기후변화 전문가를 선정하고 이들의 논문에 다른 분야 기후변화 전문가들을 얼마나 많이 활용되었는지를 조사했다. 이를 위해 구글, 네이버, 다음 등을 활용하여 기후변화에 대한 중요 기고문을 수집했으며,³⁹⁾ 기고문 수집 대상은 주요 일간지에 5년간 실린 기고문으로 한정했고 대상 일간지는 조선일보, 동아일보, 중앙일보, 한겨레, 경향신문, 프레시안으로 제한했다. 그

³⁷⁾ 전의진 외 (2012).

³⁸⁾ 최재천 · 최용상 (2011).

³⁹⁾ 구글 학술 검색에서 ‘기후변화 연구’로 검색 후 학술 인용 횟수를 확인하고, 주요 인물들을 선별하여 각 언론사와 포털 사이트에서 검색했다. 학술 자료 검색은 구글 검색을 바탕으로 KISS와 DBPIA에서 ‘기후’, ‘기후변화’를 키워드로 수행했다.

런 다음 기후 변화에 대한 주요 언론 매체에 활발한 기고활동을 통해 여론 형성자로 참여하는 대표적인 학자를 선정한 후 이들이 2000년부터 2013년까지 발표한 논문을 국내 논문 데이터베이스(KISS, DBPIA)를 활용하여 논문의 초록과 참고문헌을 분석했다.

분석 결과 환경사회학, 환경공학, 기상학, 관광학, 정책학, 행정학, 환경교육 분야에서 기후 변화에 관한 연구가 다른 분야에 비해 비교적 활발하게 이루어지고 있는 것으로 분석되었다. 하지만 국내 학술적 논의는 앞서 지적한 분과 학문적 경계 내에서 이루어지고 있으며 타 분야 기후변화 국내 논의에 대해서는 전혀 언급하고 있지 않은 것이 대부분이다.

예를 들어, 윤순진의 2009년 논문 「‘저탄소 녹색성장’의 이념적 기초와 실재」는 『환경사회학연구』에 발표되었으며 그간 24회나 다른 논문에 인용되었다. 기후변화 관련 논문으로는 가장 영향력이 큰 논문이라고 할 수 있다. 하지만 이 논문이 인용한 논문은 모두 넓은 의미에서 환경사회학적 범주를 넘지 않는 것으로 볼 수 있고 본문 내에서도 타 학문 분야 논의에 대한 언급은 찾아볼 수 없다. 이는 권원태의 2005년 논문 「기후변화의 과학적 현황과 전망」에서도 동일한 방식으로 나타난다. 『한국기상학회지』에 발표된 이 논문(13회 인용) 역시 기상학을 중심으로 기후변화 과학의 표준적 논문이 인용되었으며 되었으며 유엔기후변화 협약의 의미와 국제적 문제로서의 기후변화, 국내에 이미 도래한 기후변화의 증거 등을 제시하고 있다. 이 논문의 결론은 국제 협약에 대한 외교적 노력과 온실가스 감축 연구에만 관심을 기울이고 있는 당시의 정책을 비판하는 내용이지만 저자가 속한 기상연구소 연구보고서와 과학기술부 연구보고서를 제외하고는 다른 분야 학술적 논의는 거의 전무하다. 이러한 양상은 김남조의 관광학 분야 논문(13회 인용), 허철의 해양환경공학회지 논문(12회 인용)에도 비슷하게 반복된다. 김남조의 논문은 기후변화 미래 시나리오에 대한 『대한지리학회지』의 논문 한편을 인용하고 있을 뿐 다른 사회과학 분야, 예를 들어 환경사회학적 논의나 정책학이나 행정학 논의조차 제대로 인용되고 있지 않다. 허철의 논문은 처음부터 끝까지 이산화탄소 포집 및 저장기술에 대한 관련 공학 논문만이 인용되고 있다.

흥미로운 점은 이들 논문들이 최근으로 올수록 다학제적 연구의 필요성

을 본문에서 강조하고 있다는 사실이다. 그러므로 국내 기후변화 연구자들도 자신의 전문분야를 넘어서 논의의 필요성에는 공감하고 있다고 추측해 볼 수 있다. 다만 기존의 분과학문적 연구 전통에 갇혀있는 현실을 연구자 스스로 변화시켜 나갈만한 동인이나 기회가 없다고 추측해 볼 수 있다. 여러 분야 논문을 묶어내는 방식의 학제적 ‘만남’이나 개별 연구를 집대성한 ‘무늬만’ 학제적 연구가 아니라 구체적으로 해결해야 할 복합적 문제를 설정하고 그 문제의 효과적 해결을 위해 다학제적, 학제간적 접근을 시도하려는 제도적, 개인적 동인 및 기회 제공의 필요성이 두드러진다고 분석할 수 있다.

5. 맺음말

기후변화의 원인과 미래 전개상황 예측에 대한 과학적 연구는 분과학문적 연구에서 축적된 분석 결과들 사이의 불일치 내지 긴장 관계를 해소하려는 인식론적 노력과 이를 뒷받침하는 사회적, 제도적 장치들의 성공적 활용을 통해 다학제적 연구로 발전했다. 여기에 더해 본격적인 기후변화 대응 방법에 대한 각국의 고민이 시작되면서 기후변화 연구는 간학제적 단계에 진입했다고 평가된다. 필자는 이러한 기존의 기후변화 연구가 가치적 제적 고려를 적극적으로 도입하는 초학제적 연구로 확장되어야 할 필요성을 제기했다.

여기서 초학제적 연구라 함은 기존 학문 분야를 다학문적으로 혹은 간학문적으로 연결하여 성공적으로 분과학문 내의 문제나 여러 영역에 걸친 복합적 문제를 과학적으로 풀어내는 것 이상을 의미한다. 즉, 통상적으로 과학의 영역이라 생각되지 않는, 다층적 가치에 대한 고려를 적극적으로 도입하여 기후변화에 대한 과학적 연구처럼 경험과학적 탐색에 적용하는 것이다. 기후변화에 대한 적절한 대응을 모색하는 일은 관련 과학적 결론과 그에 근거한 비용-편익 분석만으로는 해결하기 어려운 윤리적, 정치적 안건을 제기한다. 그렇기에 기후변화 상황에 대한 우리의 합리적이고 바람직한 대응을 위해서는 기존 학제적 연구가 전제하고 있는 개념적, 제도적 틀

자체에 대한 반성적 사유와 그에 기초한 제도 개혁이 필요할 것이다. 결국 기후변화에 대한 초학제적 연구는 지금까지 이루어져 온 자연과학과 사회과학 여러 관련 분과학문의 융합 연구를 넘어서서 인문학적 탐색이 적극적으로 결합하는 양상이 될 것이다. 기후운리를 포함하는 과학철학적 논의는 이렇게 새롭게 정립된 초학제적 기후학 연구에서 중요한 역할을 수행할 수 있을 것으로 필자는 기대한다.⁴⁰⁾

이미 다학제적 연구를 넘어서 간학제적 단계로 접어든 국외의 기후 변화 연구에 비해 국내의 기후 변화 연구는 아직까지도 매우 분과학문의 방식으로만 진행되고 있는 것으로 판단된다. 분과학문적 기후 변화 연구도 물론 개별 학문 내에서 좋은 연구 성과를 낼 수는 있지만, 기후 변화처럼 복잡한 현상을 조망하고 우리가 살기 원하는 미래의 전망에 근거한 정책을 수립하고 실천하기에는 미흡하다. 다행스러운 점은 최근 논의로 올수록 기후 변화를 다학제적으로 연구하는 것이 관련 주제에 대한 보다 정확한 이해를 얻기 위해 바람직하다는 인식이 연구자들 사이에서 퍼지고 있다는 사실이다. 이들 연구자들이 보다 구체적인 문제와 관련하여 의견을 교환하고 해결책을 모색할 수 있는 기회와 동인을 제공할 필요가 있다. 적절한 정책적 자극을 통해 국내 기후 변화 연구도 융합 연구의 진정한 생산성을 보여줄 수 있는 간학문적, 초학제적 연구의 단계로 나아갈 수 있을 것이다.

참고문헌

- 김학수 외 (2010), 『기후변화 관련 학제간 기반연구』, 서울: 지샘.
 김현철 · 김학수 (2010), 『기후변화 관련 융합연구 이론과 실천』, 서울: 미주.
 박상욱 (2012), 「융합은 얼마나: 이론 상의 가능성과 실천상의 장벽에 관하여」, 홍성욱 엮음 2012, pp. 21-40.

40) 초학제적 연구의 특성을 분명하게 규정할 것을 제언해 주신 익명의 심사위원께 감사드린다. 기후변화와 관련된 초학제적 연구의 구체적 모습은 후속 연구의 몫으로 남겨두기로 하겠다.

- 박형욱 (2012), 『칼로리, 노화, 수명: 다학제적 노화 연구 프로그램의 탄생』, 홍성욱 엮음 2012, pp. 71-96.
- 이상욱 · 미야가와 타쿠야 (2012), 『정책결정 및 수행 과정에서의 합리성의 세 층위적 고려방안』, 인문정책연구총서 2012-12, 서울: 경제인문사회연구회.
- 이상욱 (2005), 『학제간 과학철학 연구의 두 방향: 간학문 STS와 다학문 STS』, 『과학기술학연구』 5권 2호, pp. 1-21.
- (2010), 『성분업의 모형기반 이해와 방법론적 다원주의』, 『과학철학』 13권 2호, pp. 173-197.
- (2014), 『인간 조건 하에서의 합리성: 진화, 공감, 제도』, 『한국경제의 분석』 20권 2호, pp. 1-46.
- 임종태 · 변학문 (2012), 『한국적 두 문화의 현대적 기원』, 홍성욱 엮음 2012, pp. 195-218.
- 전의찬 외 (2012), 『기후변화 25인의 전문가가 답하다』, 서울: 지오북.
- 최재천 · 최용상 엮음 (2011), 『기후변화 교과서』, 서울: 도요새.
- 최형욱 (2012), 『미국 학제간 연구 제도의 역사적 기원』, 홍성욱 엮음 2012, pp. 97-116.
- 홍성욱 엮음 (2012), 『융합이란 무엇인가: 융합의 과거에서 미래를 성찰한다』, 서울: 사이언스북스.
- Ackerman, F. and Heinzerling, L. (2004), *Priceless: On Knowing the Price of Everything and the Value of Nothing*, New York: New Press.
- Adler, M. D. and Posner, E. A. (2001), *Cost-Benefit Analysis: Legal, Economic and Philosophical Perspectives*, Chicago, IL: University of Chicago Press.
- (2006), *New Foundations of Cost-Benefit Analysis*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Aguado, E. and Burt, J. E. (2010), *Understanding Weather and Climate*, 5th edition, Upper Saddle River, NJ: Pearson.
- Birkland, T. A. (2006), *Lessons from Disaster: Policy Change after Catastrophic Events*, Washington: Georgetown

- University Press.
- Bolin, B. (2007), *A History of the Science and Politics of Climate Change: The Role of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Dessler, A. and Parson, E. A. (2010), *The Science and Politics of Global Climate Change: A Guide to the Debate*, 2nd edition, Cambridge: Cambridge University Press.
- Edward, P. N. (2010), *A Vast Machine: Computer Models, Climate Data, and the Politics of Global Warming*, Cambridge, MA: The MIT Press.
- Gardiner, S. M. et al. (eds.) (2010), *Climate Ethics: Essential Readings*, Oxford: Oxford University Press.
- Gardiner, S. M. (2011), *A Perfect Moral Storm: The Ethical Tragedy of Climate Change*, Oxford: Oxford University Press.
- Giddens, A. (2009), *The Politics of Climate Change*, Cambridge: Polity.
- IPCC (2007), *Climate Change 2007 Synthesis Report*, adopted by section at IPCC Plenary XXVII (Valencia, Spain, 12-17 November 2007)
- Henson, R. (2011), *The Rough Guide to Climate Change*, 3rd edition, London: Rough Guides, Ltd.
- Houghton, J. (2009), *The Global Warming: the Complete Briefing*, fourth edition, Cambridge: Cambridge University Press.
- Kitcher, P. (2011), *Science in a Democratic Society*, New York: Prometheus Books.
- Lomborg, B. (2010), *Smart Solutions to Climate Change*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Oreskes, N. and Conway, E. M. (2010), *Merchants of Doubt*, New York: Bloomsbury Press.
- Parfit, D. (1984), *Reasons and Persons*, Oxford: Oxford University

- Press.
- Portney, P. R. and Weyant, J. P. (eds.) (1999), *Discounting and Inter-generational Equity*, Denvers, MA: Resources for the Future.
- Posner, R. A. (2004), *Catastrophe: Risk and Response*, Oxford: Oxford University Press.
- Rifkin, J. (2011), *The Third Industrial Revolution*, New York: St. Martin's Press.
- Schmidt, G. and Wolfe, J. (2009), *Picturing the Science*, New York: W.W. Norton.
- Stern, N. (1991), 'Public Policy and the Economics of Development', *European Economics Review* 35: pp. 231-71.
- ____ (2007), *The Economics of Climate Change*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Sunstein, C. R. (2005), *Laws of Fear: Beyond the Precautionary Principle*, Cambridge: Cambridge University Press.
- ____ (2007), *Worst-Case Senarios*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Weart, S. R. (2008), *The Discovery of Global Warming*, revised and expanded edition, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Williams, B. and Sen, A. (eds.) (1982), *Utilitarianism and Beyond*, Cambridge: Cambridge University Press.

논문 투고일	2015. 03. 11
심사 완료일	2015. 03. 15
게재 확정일	2015. 03. 21

Philosophical Issues of Climate Science:
Epistemological Conditions for Successful Interdisciplinary Research
and Ethical Implications

Sang Wook Yi

The paper examines two philosophical topics relating to climate science, namely the epistemological conditions for successful interdisciplinary research and ethical implications immanent in climate research. I describe first how climate science has been established its identity from disparate approaches to various aspects of climate, emphasizing the role of crucial empirical and theoretical tools such as Keeling Curve and General Circulation Model. The epistemological conditions for successful interdisciplinary research are either that the target phenomena are too complicated to be explained or understood within a single theoretical framework/discipline, or that the satisfactory solution to a crucial challenge has to cover a number of distinct areas of expertise. I claim that climate science satisfies these conditions, and provide an exemplar of successful interdisciplinary research. Then I argue that we need to re-evaluate some core assumptions of climate science including those of cost-benefit analysis in order to make it ethically more justifiable. Finally, I briefly discuss a few shortcomings of climate science research by Korean scholars, and try to offer some suggestions to further development.

Key Words: Climate change, Climate science, Interdisciplinary research, Keeling curve, General circulation model, Cost-benefit analysis