

## 관점

# 인류를 향한 세계 과학자들의 경고: 두 번째 경고

WILLIAM J. RIPPLE, CHRISTOPHER WOLF, THOMAS M. NEWSOME, MAURO GALETTI, MOHAMMED ALAMGIR, EILEEN CRIST, MAHMOUD I. MAHMOUD, WILLIAM F. LAURANCE, 그리고 184 개국 15,364 명의 과학자들이 서명

25년 전, 과학계의 현존하는 노벨상 수상자 대다수를 포함하여 우려하는 과학자 연합과 1,700명 이상의 독립적인 과학자들이 1992년 “인류를 향한 세계 과학자들의 경고”를 작성했습니다. (보충 파일 S1 참조) 이러한 염려하는 전문가들은 환경 파괴를 줄이기 위해 인류를 촉구하고 “인류에 닥칠 막대한 고통을 피하려면 지구를 관리하는 방식과 지구 위에서의 삶에 큰 변화가 필요하다.”고 경고했습니다. 그들의 선언문은 인류가 자연 세계와 충돌하는 과정에 있음을 보여주었습니다. 오존층 파괴, 담수 이용 가능성, 해양 생물 고갈, 죽음의 해역, 산림 손실, 생물 다양성 파괴, 기후 변화 및 지속적인 인구수 증가 등 지구에서 현재 진행 중이거나, 임박한 또는 잠재적인 악영향에 대하여 우려를 표명했습니다. 그들은 현재의 과정이 불려올 결과를 피하려면 근본적인 변화가 긴급히 필요하다고 선언했습니다.

1992년 선언의 저자들은 인류가 지구의 생태계가 생명 망을 떠받칠 수 있는 수용력을 초과해서 밀어붙이고 있다고 우려했습니다. 그들은 생물권이 돌이킬 수 없는 상당한 손상을 입기 전까지 견딜 수 있는 여러 한계에 우리가 얼마나 빠르게 다가가고 있는지 설명했습니다. 과학자들은 많은 인구(1992년 이래 35% 증가한 20억 명의 인구 증가)가 어떻게 지구에 스트레스를 가하며 지속 가능한 미래를 실현하기 위한 다른 노력을 압도할 수 있는지 설명하면서, 인구수를 안정화할 것을 간청했습니다. (Crist 외, 2017) 그들은 온실가스(GHG) 배출량을 줄이고, 화석 연료 사용을 단계적으로 중단하고, 삼림 벌채를 줄이며 생물 다양성이 붕괴하는 추세를 반전시켜야 한다고 탄원했습니다.

그들의 요청의 25주년을 맞이하여 우리는 경고를 되돌아보고 사용 가능한 시계열 데이터를 탐색하여 인류의 대응을 평가합니다. 성층권의 오존층 안정화를 제외하면, 1992년 이래 인류는 이러한 예측된 환경 문제를 해결하는 데 있어 충분한 진전을 이루지 못했고 걱정스럽게도 대부분은 훨씬 더 악화하고 있습니다. (도표 1, 파일 S1) 특히 문제가 되는 것은 화석 연료 연소(Hansen 외, 2015)와 삼림 벌채(Keenan 외, 2015), 그리고 농업 생산(특히 육류 소비를 위한 반추 동물 사육)(Ripple 외, 2014)에 따른 온실가스 증가로 비롯된 잠재적으로 치명적인 기후 변화의 현재 궤도이다. 더욱이 우리는 대략 5억 4천만 년 동안 6번째인 대멸종 사건을 일으켰으며, 그 점에서 현존하는 많은 생명체가 소멸하거나 적어도 금세기 말까지 멸종될 수 있습니다.

이러한 걱정스러운 추세에 의해 설명되듯, 인류는 이제 두 번째 경고를 받고 있습니다. (도표 1) 우리는 지리적으로나 인구 통계학적으로나 균등하지 않은 강렬한 물질 소비를 억제하지 않고 지속적이고 급속한 인구 증가를 많은 생태적, 나아가 사회적 위협의 주요한 요인으로 인식하지 않음으로써 미래를 위태롭게 하고 있습니다. (Crist 외, 2017) 인구 증가의 적절한 제한, 성장에 뿌리를 둔 경제 역할의 재평가, 온실가스 감소, 재생 에너지 장려, 서식지 보호, 생태계 복원, 오염 억제, 개체 감소 중단, 침략적인 외래종 제한 등에 실패하며 인류는 위태로운 생물권 보호에 필요한 시급한 조치를 취하지 못하고 있습니다. 대부분의 정치 지도자들이 압력에 반응함에 따라 과학자와 언론 영향력자, 일반 시민들은 현재와 미래 세대의 인류와 다른 생명을 위한 도덕적 의무로서 정부의 즉각적인 조치를 주장해야 합니다. 조직화 된 풀뿌리 노력의 고조로, 완강한 반대는 극복할 수 있고 정치 지도자들은 옳은 일을 하게 될 것입니다. 또한 우리 자신의 번식을 제한(이상적으로 대체하는 수준의)하고 화석 연료, 육류 및 기타 자원의 1인당 소비량을 크게 줄이는 등 개인의 행동을 재검토하고 변경할 때입니다.

오존층 파괴 물질의 세계적인 급격한 감소는 우리가 결단력 있게 행동하면 긍정적인 변화를 이룰 수 있음을 시사합니다. 우리는 또한 극심한 빈곤과 기아를 줄이는 데까지 진전했습니다.

([www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)) 다른 주목할만한 진전(도표 1 의 글로벌 데이터 세트에는 아직 나타나지 않지만)으로는, 여아 및 여성을 위한 교육 투자로 출산율의 급격한 감소([www.un.org/esa/population](http://www.un.org/esa/population))와 일부 지역의 삼림 벌채 비율의 유망한 감소세, 재생 가능 에너지 부문의 급속한 성장 등이 있습니다. 우리는 1992 년 이후 많은 것을 배웠지만 환경 정책, 인간 행동 및 세계적 불평등에서 긴급히 요구되는 변화와 진전은 여전히 한참 부족합니다. 지속 가능성 전환은 다양한 방식으로 발생하며 모두 시민 사회 압력과 증거를 기반으로 한 지지, 정치적 리더십 및 정책에 대한 확실한 이해가 필요합니다.

게스트 권한으로 <https://academic.oup.com/bioscience/article-abstract/67/12/1026/4605229> 에서 2019 8 월 14 일에 다운로드 됨.

**1026 BioScience** • December 2017 / Vol. 67 No. 12  
<https://academic.oup.com/bioscience>

## 관점

- a. 오존층 파괴 물질 (연간 CFC-11 메가톤 상당)
- b. 1 인당 담수 자원 (1000 m<sup>3</sup>)
- c. 재건된 해양 어획량 (연간 메가 톤)
- d. 죽음의 해역 (영향 받은 지역 수)
- e. 총 숲 면적 (십억 헥타르)
- f. 척추동물 종류 존재량 (1970 년 기준 %)
- g. 이산화탄소 배출량 (연간 기가 톤)
- h. 온도 변화 (°C)
- i. 개체 수 (십억 명) 인간      반추동물 가축

**그림 1. 1992 년의 인류를 향한 과학자들의 경고에서 확인된 환경 문제에 대한 시간 별 추세. 1992 년의 과학자들의 경고 전과 후는 각각 회색과 검은색 선으로 표시됩니다. 패널 (a) 는 해마다 0.11 CFC - 11 메가톤 상당의 지속적인 자연 방출률을 가정했을 때 성층권 오존을 고갈시키는 할로겐 소스 가스의 배출량을 보여줍니다. 패널 (c) 에서 1990 년대 중반 이후부터 해양 어획량은 감소했지만 동시에 어획 노력량은 증가하고 있습니다. (보충 파일 S1) 패널 (f) 의 척추동물 존재량 지수는 분류학적 및 지리적 편향에 대해 조정되었지만 연구가 매우 적은 개발 도상국의 비교적 소량의 데이터는 포함하지 않았습니다. 1970 년에서 2012 년 사이에 담수, 해양, 육생 개체가 각각 81%, 36%, 35% 감소하면서 척추동물의 개체는 58% 감소했습니다. (파일 S1) 5 년 평균이 패널 (h) 에 표시됩니다. 패널 (i) 에서 반추동물 가축은 가축, 양, 염소 및 물소로 구성됩니다. y 축은 0 에서 시작하지 않으므로 각 그래프를 해석할 때 데이터 범위를 검사해야 합니다. 1992 년 이후 각 패널의 변수에 대한 백분율 변화는 다음과 같습니다. (a) -68.1 %; (b) -26.1 %; (c) -6.4 %; (d) + 75.3 %; (e) -2.8 %; (f) -28.9 %; (g) + 62.1 %; (h) + 167.6 %; 그리고 (i) 인간: + 35.5 %, 반추동물: + 20.5 %. 변수 및 추세에 대한 추가 설명과 도표 1 의 출처가 파일 S1 에 포함되어 있습니다.**

게스트 권한으로 <https://academic.oup.com/bioscience/article-abstract/67/12/1026/4605229> 에서 2019 8 월 14 일에 다운로드 됨.

<https://academic.oup.com/bioscience> December 2017 / Vol. 67 No. 12 • BioScience 1027

## 관점

매개체, 시장 그리고 다른 요인들. 인류가 지속 가능성으로 전환하기 위해 취할 수 있는 다양하고 효과적인 단계에 다음과 같은 예시들이 있습니다. (중요도나 긴급함과는 무관한 순서) (a) 세계의 육상, 해상, 담수 및 공중 서식지의 상당 부분을 위해 충분한 재원이 마련되고 잘 관리된 보호구역의 법률 제정을 우선시하기. (b) 산림, 초원 및 기타 자연 서식지의 전환을 중단함으로써 자연의 생태계 기능 유지. (c) 특히 산림 경관의 대규모 토착 식물 군집 복원. (d) 생태학적 과정과 역학 회복을 위한 자연 자생종, 특히 정점 포식자가 있는 지역의 재구성. (e) 개체 감소, 밀렵 위기, 멸종 위기종의 착취 및 거래를 해결하기 위한 적절한 정책 수단의 개발과 채택. (f) 교육과 더 나은 기반 시설을 통한 음식물 쓰레기양 축소. (g) 식물성 식품 중심의 식이요법 전환 촉진. (h) 특히 자원이 여전히 부족한 곳에서 여성과 남성이 교육 및 자발적인 가족계획 서비스에 접근할 수 있게 함으로써 출산율을 더욱 감소시키기. (i) 어린이 대상 야외 자연 교육과 자연을 감사하는 사회 전반적인 참여 증대. (j) 긍정적인 환경 변화 장려를 위한 금전적 투자 및 구매 매각. (k) 화석 연료를 통한 에너지 생산 보조금을 단계적으로 폐지하며 새로운 녹색 기술 고안 및 홍보, 재생 가능한 에너지를 대량으로 채택. (l) 부의 불평등을 줄이고 소비 패턴이 환경에 따라 부과되도록 가격, 세금 및 인센티브 시스템이 실제 비용을 본질적으로 고려하도록 경제를 수정하기. (m) 과학적으로 옹호할 수 있고 지속 가능한 인구 규모를 장기적으로 추정하는 한편 국가와 지도자들은 그 중요한 목표를 지지하기 위해 결집하기.

광범위한 불행과 치명적인 생물 다양성 손실을 방지하기 위해 인류는 평소보다 더 환경적으로 지속 가능한 사업 대안을 실천해야 합니다. 이 처방전은 25년 전에 세계 최고의 과학자들에 의해 잘 표현되었지만 우리는 대부분 경고를 귀담아듣지 않았습니다. 머지않아 실패의 궤도에서 벗어나기 위해 과정을 전환하기에는 너무 늦을 것이며, 시간은 얼마 남지 않았습니다. 우리는 일상의 삶과 통치 기관에서 모든 생명을 가진 지구가 우리의 유일한 집임을 인정해야 합니다.

## 끝맺는 말

우리는 우리 기사에 대한 지지에 압도되었으며 도처의 15,000명 이상의 서명자들에게 감사를 표합니다. (서명자 목록은 보충 파일 S2 참조) 우리가 아는 한, 이것은 가장 많은 과학자가 출판된 학술 기사에 공동 서명하고 공식적으로 지원한 사례입니다. 이 문서에서 지난 25년 동안의 환경 동향을 파악하고 현실적인 우려를 표했으며 실현 가능한 해결 방법 몇 가지를 예시로 제안했습니다. 이제 세계 과학자 연합(Scientists.forestry.oregonstate.edu)이자 일반 대중과 함께로서, 문제들과 개선된 상황들을 기록하고 분명하고 추적 가능하며 실용적인 해결책을 마련하는 동시에 추세와 요구 사항을 세계 지도자들에게 알리는 일을 계속하는 것이 중요합니다. 사람과 의견의 다양성과 전 세계의 사회 정의 필요성을 존중하며 함께 일함으로써 인류와 우리가 의존하는 지구를 위해 큰 발전을 이룰 수 있습니다.

이 기사의 스페인어, 포르투갈어 및 프랑스어 버전은 파일 S1에서 찾을 수 있습니다.

## 감사의 말

우려하는 과학자 연합의 Peter Frumhoff와 Doug Boucher 및 다음 개인은 이 기사에 신중한 토론, 의견 또는 데이터를 제공했습니다. Stuart Pimm, David Johns, David Pengelley, Guillaume Chapron, Steve Montzka, Robert Diaz, Drik Zeller, Gary Gibson, Leslie Green, Nick Houtman, Peter Stoel, Karen Josephson, Robin Comforto, Terralyn Vandetta, Luke Painter, Rodolfo Dirzo, Guy Peer, Peter Haswell, and Robert Johnson.

## 보충 자료

보충 파일 1과 보충 파일 2(모든 15,364명 서명자의 전체 목록)를 포함한 보충 데이터는 BIOSCI 온라인에서 제공됩니다.

## 참고 문헌 인용

Crist E, Mora C, Engelman R. 2017. The interaction of human population, food production, and biodiversity protection. *Science* 356: 260-264.  
Hansen J, et al. 2013. Assessing "dangerous climate change": Required reduction of carbon emissions to protect young people, future generations and nature. *PLoS ONE* 8 (art. e81648).  
Keenan, RJ, Reams GA, Achard F, de Freitas JV, Grainger A, Lindquist E. 2015. Dynamics of global forest area: Results from the FAO Global Forest Resources Assessment 2015. *Forest Ecology and Management* 352: 9-20.

Ripple WJ, Smith P, Haberl H, Montzka SA, McAlpine C, Boucher DH. 2014. Ruminants, climate change and climate policy. *Nature Climate Change* 4: 2–5. doi:10.1038/nclimate2081

*William J. Ripple (bill.ripple@oregonstate.edu), Christopher Wolf, and Thomas M. Newsome are affiliated with the Global Trophic Cascades Program in the Department of Forest Ecosystems and Society at Oregon State University, in Corvallis. TMN is also affiliated with the Centre for Integrative Ecology at Deakin University, in Geelong, Australia, and the School of Life and Environmental Sciences at The University of Sydney, Australia. Mauro Galetti is affiliated with the Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Departamento de Ecologia, in São Paulo, Brazil. Mohammed Alamgir is affiliated with the Institute of Forestry and Environmental Sciences at the University of Chittagong, in Bangladesh. Eileen Crist is affiliated with the Department of Science and Technology in Society at Virginia Tech, in Blacksburg. Mahmoud I. Mahmoud is affiliated with the ICT/Geographic Information Systems Unit of the National Oil Spill Detection and Response Agency (NOSDRA), in Abuja, Nigeria. William F. Laurance is affiliated with the Centre for Tropical Environmental and Sustainability Science and the College of Science and Engineering at James Cook University, in Cairns, Queensland, Australia.*

doi:10.1093/biosci/bix125

게스트 권한으로 <https://academic.oup.com/bioscience/article-abstract/67/12/1026/4605229> 에서 2019 8 월 14 일에 다운로드 됨.

**1028 BioScience** • December 2017 / Vol. 67 No. 12 <https://academic.oup.com/bioscience>

이 글은 번역가 윤석주 님이 번역하였습니다.