

## 세계 과학자들의 인류에 대한 권고: 두번째 알림

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 과학자들의 서명

25 년전, Union of Concerned Scientists 그리고 노벨상 수상자를 포함한 1,700 여명의 독립적인 과학자들은 “세계 과학자들의 인류에 대한 권고”를 1992 년에 작성하였다 (참고파일 S1). 이러한 관련 전문가들은 환경파괴를 줄이기 위해 인류에게 호소했으며, 비참한 인류의 고통을 피하기 위해서는 지구에 대한 관리와 그 속에서의 삶에 대한 광범위한 변화가 요구된다고 권고했다. 그들은 선언문에서 인간이 자연세계와의 대립 혹은 충돌과정에 있음을 보여주었다. 그들은 오존 감소, 담수 가용성, 해양생물 고갈, 해양 데드존, 산림 손실, 생물다양성 파괴, 기후변화 및 계속되는 인구증가와 관련하여 지구의 현재, 임박한 또는 잠재적인 피해에 대한 우려를 표명했다. 그들은 우리 인류가 만들어온 현재의 과정들이 가져올 결과를 피하기 위해 근본적인 변화가 시급히 필요하다고 선언했다.

1992 년 선언의 저자들은 인류가 지구생태계에 생태계 스스로가 생명체들을 수용할 수 있는 능력 이상으로 영향을 줄 것을 두려워했다. 그들은 우리가 얼마나 빠르게 생물권이 비가역적인 해를 입지 않고 버틸 수 있는 한계에 접근하고 있는지 설명했다. 과학자들은 1992 년 이후 20 억 인구가 증가하면서 (35%) 이러한 인구변화가 지속 가능한 미래를 실현하기 위한 다른 노력들을 능가할 수 있는 영향들을 지구에 주고 있음을 밝혔다 (Crist et al., 2017). 그들은 온실가스 (GHG) 배출량을 감소시키고, 화석연료를 단계적으로 줄이며, 산림벌채를 줄이며, 생물다양성 파괴의 흐름을 뒤바꿀 수 있어야 함을 제안했다.

지난 선언문의 25 주년을 맞이하여, 우리는 그들의 경고를 되돌아 보고, 가용한 자료들을 분석함으로써 그 동안 인류의 대응 혹은 반응을 평가하였다. 1992 년 이래로 성층권 오존층의 안정화를 제외하고, 인류는 이러한 예기치 않은 환경문제들을 해결하는데 충분한 진전을 보이지 못했으며, 놀랍게도 대부분 문제들은 훨씬 더 악화되고 있는 실정이다 (그림 1, 파일 S1). 특히 문제가 되는 부분은 화석연료를 사용하는 것에 따른 온실가스 증가 (Hansen et al., 2013), 산림 벌채 (Keenan et al., 2015) 및 농업 생산 - 특히 육류 소비를 위한 반추동물 사육 (Ripple et al. 2014) 들에 의한 재앙적인 기후변화가 현재 우리가 직면하고 있는

상황이다. 또한, 우리는 많은 생명체들이 전멸하거나 적어도 금세기 말까지 멸종될 수 있는 5억 4천만년 사이에 발생한 6번째인 멸종사건을 야기시켰다.

이러한 놀라운 추세로 설명되는 것처럼, 인류는 이제 두 번째 알림을 받고 있는 것이다 (그림 1). 우리는 극심하게 지리적으로나 인구학적으로 고르지 않은 물질소비를 통제하지 않고, 급속한 인구증가를 생태적 혹은 사회적 위협의 근본적인 원인으로 인식하지 않음으로써 우리의 미래를 위험에 빠뜨리고 있다 (Crist et al., 2017). 인류는 인구증가의 적절한 제한, 성장에 기반을 둔 경제 역할의 재평가, 온실가스 감축, 재생 가능 에너지 장려, 서식지 보호, 생태계 복원, 오염 억제, 동물도살 중단, 외래종 침입 억제 등을 실패함으로써, 우리의 위태로운 생물권을 보호하는데 긴급히 필요한 조치들을 취할 수 없다.

대부분의 정치 지도자들은 주변의 압력에 반응하기 때문에, 과학자, 언론, 영향력있는 사람들 및 일반 시민들은 정부가 인간을 비롯한 다른 생물들의 현재와 미래세대를 위해 즉각적인 행동을 취해야 함을 촉구해야 한다. 뿐만 아니라, 우리는 재생 및 대체 그리고 화석연료, 육류 및 기타자원에 대한 우리의 1인당 소비량을 대폭 줄이는 등의 우리 개인의 행동을 재검토하고 스스로 변화해야 한다.

오존파괴물질의 세계적인 급속한 감소는 우리가 단호히 행동할 때 긍정적인 변화를 일으킬 수 있음을 단적으로 보여준다. 우리는 또한 극심한 가난과 굶주림을 줄이는 데에도 앞장 서왔다 ([www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)). 다른 주목할만한 진전들 (그림 1에는 표시되지 않음)에는 여아 및 여성 교육 ([www.un.org/esa/population](http://www.un.org/esa/population))에 대한 투자로 인한 많은 지역의 출산율 감소, 일부 지역의 산림벌채 비율 감소 및 재생 가능 에너지 부문의 급속한 성장 등이 있다. 우리는 1992년 이래로 많은 것을 배웠지만, 환경정책, 우리의 상응하는 행동 및 불평등에 시급히 필요한 변화들에 대한 진전은 아직 성취하지 못했다.

지속 가능한 시스템으로의 전환은 다양한 방식으로 이루어지며 시민사회의 압력과 증거기반 지지, 정치 리더십, 정책수단, 시장 및 기타 요인들에 대한 확실한 이해를 필요로 한다. 인류가지속 가능한 시스템으로 전환하기 위해 취할 수 있는 다양하고 효과적인 방법의 예는 다음과 같다 (중요성 또는 긴급성 순서가 아님). (a) 세계의 많은 육상, 해양, 담수 및 대기 서식지들에 대한 재정적 지원과 관리가 잘 될 수 있도록 법률 제정을 우선적으로 처리하는 것; (b) 산림, 초원 및 기타 토착 서식지들의 전환을 중단하여 자연의 생태계 서비스를 유지하는 것; (c) 토착 식물 서식지를 대규모로 복원 하는 것, 특히 산림 경관으로 복원; (d) 생태계의 구조, 기능 그리고 역학을 재건 및 복원하기 위해 토착종들, 특히 최상위 포식자와 함께 관심 지역을 재야생화 하는 것; (e) 종의 제거, 밀렵 위기 및 멸종 위기 종의 착취와 교역을 개선하기 위한

적절한 정책 도구를 개발하고 채택하는 것; (f) 교육과 더 나은 기반 시설을 통해 음식물 쓰레기를 감소시키는 것; (g) 주로 식물성 식품으로 식이변화를 촉진하는 것; (h) 특히 자원이 부족한 곳에서 교육 및 자발적인 가족계획 서비스에 대한 접근성을 보장함으로써 출산율을 감소시키는 것; (i) 사회 전반적인 자연에 대한 인식과 아동을 위한 야외 자연 교육을 증가하는 것; (j) 긍정적 환경변화를 장려하기 위한 금전적 투자와 구매를 철폐하는 것; (k) 화석연료를 통한 에너지생산 보조금을 단계적으로 삭감하면서 신재생에너지기술을 고안 및 홍보하고 재생가능에너지원을 대규모로 채택하는 것; (l) 부의 불평등을 줄이고 가격, 세금 및 인센티브 시스템이 환경에 부담을 주는 우리의 소비패턴을 반영하도록 경제시스템을 수정하는 것; (m) 장기적인 관점에서 과학적으로 수용가능하고, 지속가능한 인구규모를 추정함으로써 국가와 지도자들이 적절한 목표설정을 하도록 장려하는 것.

광범위하고 비극적이며 그리고 극변의 생물다양성 손실을 방지하기 위해 인류는 환경적으로 지속가능한 대안을 실행해야한다. 이러한 해결책은 25 년 전 세계 유수의 과학자들에 의해 권고되었지만, 대부분의 측면에서 우리는 그들의 경고에 주의를 기울이지 않았다. 머지않아 우리는 실패로 직결되는 궤도에서 벗어나기에 너무 늦을 것이며, 시간 또한 부족할 것이다. 우리는 우리 일상생활과 국가기관에서 지구가 모든 생명을 가진 유일한 곳이라는 것을 다시 한번 인식해야 한다.

#### 끝맺는 말

우리는 우리 글에 대한 지지에 놀랐고, 전 세계에서 15,000 명 이상의 서명을 해준 분들께 감사를 표한다 (서명자 목록은 보충 파일 S2 를 참조). 우리가 알고있는 한, 이것은 가장 많은 과학자들이 출판 된 논문에 공동서명하고 공식적으로 지원한 사례다. 이 글에서는 지난 25 년 동안의 환경 추세를 파악하고, 현실적인 문제를 보여주며, 몇 가지 가능한 구제책을 제시했다. 이제 세계 과학자 연합 ([scientists.forestry.oregonstate.edu](http://scientists.forestry.oregonstate.edu)) 및 일반대중의 입장에서, 이 작업을 지속하여 문제점을 문서화하고, 개선된 상황을 파악하고, 명확하고 추적 가능한, 실용적인 솔루션을 제공하는 동시에 세계 지도자들에게 동향과 요구사항을 공유할 것이다. 이렇게 함께 문제를 헤쳐나가는 것은 많은 사람들의 다양성과 전세계 사회 정의의 필요성을 존중하는 동시에 인류와 지구를 위해 큰 진전을 이룰 수 있다고 믿는다.

이 글의 스페인어, 포르투갈어 및 프랑스어 버전은 파일 S1 에 있다.

## 감사의 말

의미있는 토론, 의견 또는 데이터를 제공 한 Union of Concerned Scientists 소속의 Peter Frumhoff 와 Doug Boucher Zeller 그리고 다음으로 열거된 사람들에게 감사를 포함합니다: 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, 그리고 Robert Johnson.

## 참고 문헌

- 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, 그리고 Thomas M. Newsome* 은 Corvallis 에 위치한 Oregon 대학의 산림생태 및 사회학과의 *Global Trophic Cascades* 프로그램에 소속되어있다. *TMN* 는 또한 호주 Geelong 에 위치한 Deakin 대학의 통합생태학 센터 그리고 Sydney 대학의 생명환경과학대학에 소속되어 있다. *Mauro Galetti* 는 브라질 São Paulo 에 위치한 Estadual Paulista 대학의 생명과학대학에 소속되어 있다. *Mohammed Alamgir* 는 방글라데시에 위치한 Chittagong 대학의 산림 및 환경과학 연구소에 소속되어 있다. *Eileen Crist* 는 미국 Blacksburg 에 위치한 Virginia Tech 의 과학기술대학에 소속되어 있다. *Mahmoud* 는 나이지리아 Abuja 에 위치한 기름유출탐지 및 관리기관의 지리정보분과에 소속되어 있다. *William F. Laurance* 는 호주 Queensland 에 위치한 James Cook 대학의 이학 및 공학대학 내 열대산림환경 및 지속가능과학 센터에 소속되어 있다.

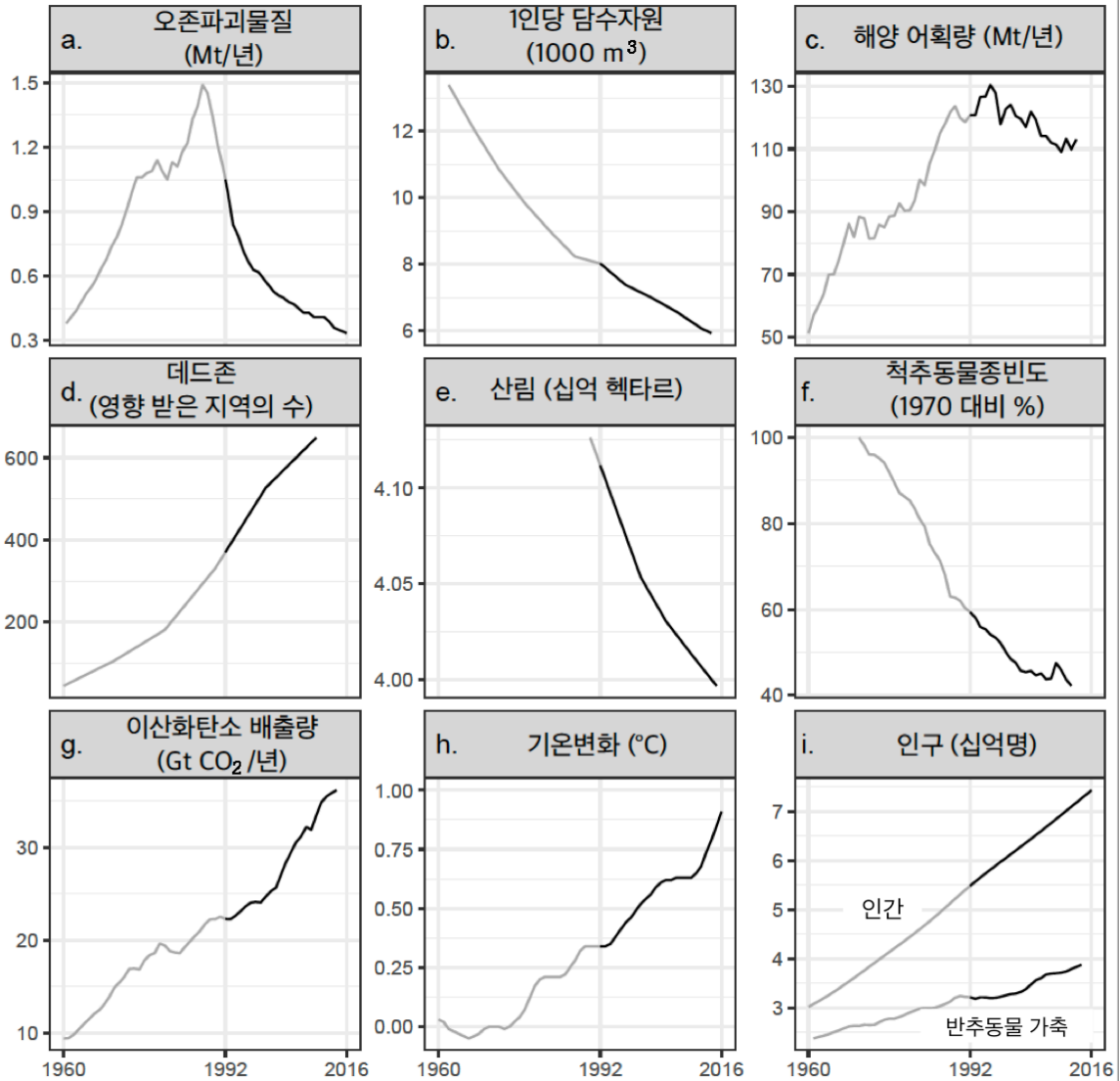


그림 1. 인류에 대한 1992년 과학자들의 경고에서 확인된 환경 문제에 대한 시간 경과에 따른 추세. 1992년 과학자들의 경고 전후의 시간은 각각 회색과 검은 색 선으로 표시되어 있다. 패널 (a)는 연간 자연 배출량이 0.11Mt CFC11인 것으로 가정하고 성층권 오존을 고갈시키는 할로겐 소스 가스의 배출량을 보여준다. 패널 (c)에서 1990년대 중반 이후 해양 어획량은 감소했지만 동시에 어획 노력이 진행되고 있다 (보충 파일 S1). 패널 (f)의 척추 동물빈도수는 분류학적 및 지리적 편향에 맞춰 조정되었지만 개발 도상국에서는 상대적으로 적은 데이터가 통합되었다. 1970년과 2012년 사이에 척추 동물은 58% 감소했으며 담수, 해양 및 육상 개체수는 각각 81%, 36% 및 35% 감소했다 (파일 S1). 패널 (h)에 5년 평균이 표시되어 있다. 패널 (i)에서, 반추 동물은 가축, 양, 염소 및 버팔로로 구성된다. y 축은 0에서 시작하지 않으므로 각 그래프를 해석할 때 데이터 범위를 확인하는 것이 중요하다. 1992년 이후 각 패널의 변수에 대한 백분율 변화는 다음과 같다: (a) -68.1%; (b) -26.1%; (c) -6.4%; (d) +75.3%; (e) -2.8%; (f) -28.9%; (g) +62.1%; (h) +167.6%; (i) 인간: +35.5%, 반추 동물: +20.5%. 변수 및 추세에 대한 추가 설명과 그림 1의 소스는 파일 S1에 포함되어 있다.