

## 지구온난화에 대한 과학적 이해와 대응 - 21세기 초반을 사는 그리스도인의 관점 -

최 병 주\*

### 목 차

- |                               |               |
|-------------------------------|---------------|
| I. 평형상태에 있는 지구시스템             | IV. 대응과 적응 방안 |
| II. 지구온난화와 기후변화에 대한 이해        | V. 결론         |
| III. 성경 역사와 근현대 역사 속의 지구환경 변화 |               |

### 국문초록

지구 시스템은 수권, 대기권, 지권, 생물권으로 구성되어 있으며, 각 구성요소는 서로 긴밀히 연결되어 있다. 최근 150년 동안 생물권에 속해 있는 사람이 지권에서 빠른 속도로 많은 양의 탄소를 꺼내서 대기권으로 이동시켰다. 대기 중으로 방출된 이산화탄소는 대기 중 이산화탄소의 농도를 증가시키고 온실효과를 증가시켜 전 지구적 대기와 해양의 온도상승과 각 지역에 기후변화를 만들고 있다. 이로 인해 지구 시스템의 현재 평형상태가 불안정해지고 새로운 평형상태로 옮겨가고 있다. 최근 120~170년 동안 관측된 온실기체의 농도, 기온, 수온, 해수면 높이 자료가 이러한 변화과정을 보여주고 있으며, 지구시스템 수치 예측 모델이 100~300년 후 새로운 평형상태가 어떤 상태인지 전망해주고 있다. 이 연구에서는 성경 속 역사와 근현대 역사에 있었던 지구시스템의 평형상태 변화와 현재 지구시스템의 평형상태 변화의 차이점을 살펴보았다.

21세기 초반을 살아가는 그리스도인으로서 하나님이 만드신 지구시스템을 이해하고 관리하고 다스릴 책임이 있다고 믿는다면 그리고 미래 세대의 권리를 존중한다면, 지구온난화에 대하여 적극적으로 대응해야 한다. 이를 위해서 사람은 지구시스템과 새로운 관계를 설정하고, 온실기체 배출량을 줄일 대응 방안을 실천하며, 지구온난화의 큰 영향을 받는 생물들과 사람들을 위한 적응대책을 사

\* 전남대학교 지구환경과학부 해양학과

논문접수일 : 2021. 5. 15. 논문심사일 : 2021. 5. 20. 게재확정일 : 2021. 6. 10.

량으로 세워야 한다. 근본적으로는 지구시스템이 하나님의 창조원리에 따라 유지되고 있으므로 사람은 지구시스템이 안식년을 누릴 수 있도록 대책을 세울 필요가 있다. 만약 우리가 적절히 대응하지 못해서 지구온난화가 일어난다 하더라도 지구의 마지막이 오지는 않을 것이다. 그러나 지구시스템은 새로운 평형상태로 이동할 것으로 예상되며, 이러한 이동 과정은 미래에 생물권에서 살아갈 생물들과 사람에게 생존의 위협과 큰 고통을 가져다줄 것이다. 그러므로 사람은 할 수 있는 범위 내에서 지구시스템의 현재 평형상태를 잘 관리할 책임이 있다.

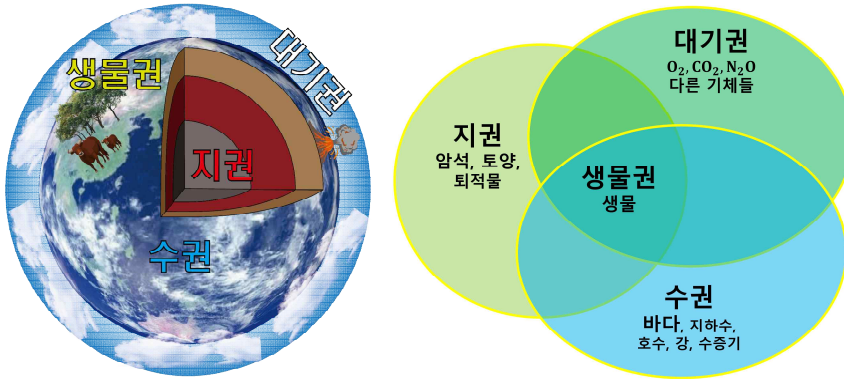
주제어 : 지구온난화, 기후변화, 성경, 책임, 안식년, 사랑 실천

## I. 평형상태에 있는 지구시스템

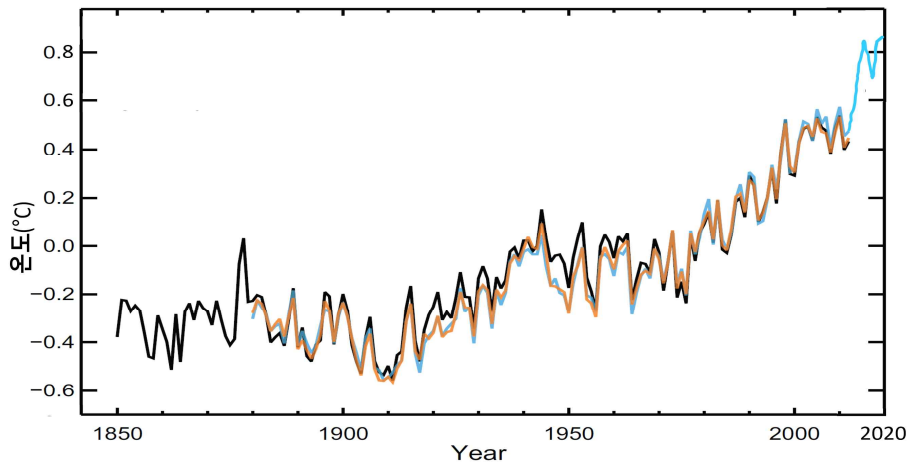
지구시스템을 구성하는 요소에는 무엇이 있는지, 그리고 지구시스템 내의 각 요소가 어떻게 서로 영향을 주고받으며 지구시스템을 유지하는지 살펴보자. 그리고 지구시스템이 21세기 초반의 평형상태에서 다른 평형상태로 변화해가는 이유를 간단히 알아보자. 지구시스템(Earth system)은 수권(hydrosphere), 대기권(atmosphere), 지권(geosphere; lithosphere), 생물권(biosphere)으로 구성되어 있으며, 각 구성요소가 서로 물질과 에너지를 교환한다. 각 구성요소 사이에 물질과 에너지 교환 속도는 일정한 정도로 유지되어 있으며, 수천 년 동안 현재의 균형이 유지되어왔다. 지구 시스템 구성요소 상호 간의 물질과 에너지 교환 속도가 한 곳에서 빨라지거나 느려지면, 한쪽 구성요소에 과잉이나 결핍이 일어난다. 이러한 과잉과 결핍은 그 구성요소 내부에 교란이 일어나서 내부 상태가 변화되고, 이와 같은 상태 변화는 다른 구성요소로 전달되는 물질과 에너지 전달속도를 변화시킨다. 이는 지구시스템의 구성 요소들이 서로 강하게 연결되어 있기 때문이다(그림 1).

지구온난화(global warming)는 지구 전체의 평균 온도가 상승하는 것을 의미한다. 전 지구의 평균이므로 어느 지역은 느리게 어느 지역은 빠르게 온도가 상승한다. 여기서 온도는 대기의 기온과 해수의 수온을 의미한다. 전 세계 평균 기온과 수온은 1910년부터 2010년까지 최근 100년 동안 약 1.0℃ 상승했다(그림 2).

날씨(weather)와 기후변화(climate change)를 구분하여 인식할 필요가 있다. 날씨는 매일 매일 변화한다. 기온이 높은 날도 있고, 기온이 낮은 날도 있다. 올해 여름은 지난해 여름보다 시원할 수 있다. 이처럼 대기의 상태(기온, 습도, 맑음, 비, 바람)가 매일 그리고 매월 변화하는 것을 날씨라고 한다. 날씨가 변화하는 것은 우리

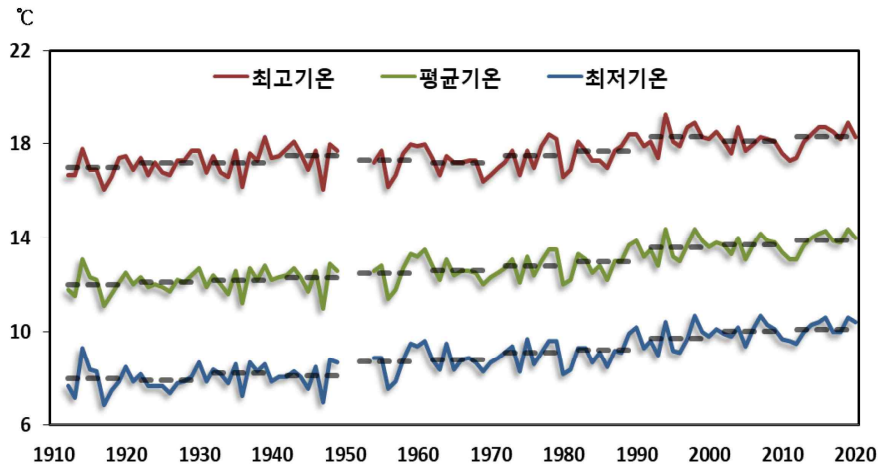


〈그림 1〉 지구시스템은 수권, 대기권, 지권, 생물권으로 구성되어 있으며 이 구성요소들이 서로 연결되어 평형상태를 유지하고 있음.



〈그림 2〉 1850년부터 2020년까지 전 세계 평균 기온과 수온의 변화(anomaly) 시계열(IPCC, 2014a; [climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/](https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/)). 그래프의 서로 다른 색은 서로 다른 자료세트(dataset)를 근거로 만든 온도의 변화를 나타낸다.

가 매일 느낀다. 날씨를 100년 정도 평균한 것을 기후(climate)라고 한다. 기후변화는 어떤 특정 지역에서 1800년대, 1900년대 그리고 2000년대의 100년 평균 날씨가 각각 달라지는 것을 말한다. 그러나 현실적으로는 관측 자료의 길이가 짧아서 30년을 평균하여 기후값(climatology)이라고 하는 경우가 많다. 예를 들어, 한 개인이 경험할 수 있는 기후변화는 태어나서 처음 30년 동안의 평균 날씨와 그 사람이 70세에서 100세까지 사는 동안의 평균 날씨의 차이이다.



〈그림 3〉 1912년부터 2020년까지 대한민국 연평균 최고, 평균, 최저 기온의 변화(기상청, 2021)

우리나라 기후변화 분석보고서에서는 전국 6개 지점(인천, 부산, 목포, 서울, 대구, 강릉)에서 1912년부터 2020년까지 총 109년 동안 기온을 관측한 자료를 분석하여 기온 상승률을 계산하였다(기상청, 2021). 우리나라의 경우 최근 30년(1991-2020)의 평균 기온은 13.7℃이고, 과거 30년(1912-1941)의 평균 기온은 12.1℃이다(그림 3). 따라서 우리나라는 79년 동안 지구온난화로 인하여 기온이 1.6℃ 상승한 것이며, 평균적으로 1년에 0.02℃씩 기온이 상승했다. 지난 109년 동안 강수량 자료를 분석해보면, 평균 강수량은 1242.6mm이다. 평균 강수량이 매년 1.77mm 증가하고, 강수일수는 매년 0.273일 줄었다.

#### 1. 불안정해지는 지구시스템의 평형상태

최근 150년 동안 생물권에 속해 있는 사람이 너무 빠른 속도로 많은 양의 탄소를 지권에서 대기권으로 이동시키고 있다. 사람에 의해 급격히 빠르게 대기 중으로 방출된 이산화탄소의 2/3는 대기 중에 남아서 온실효과(green house effect)를 증가시켜 대기의 기온과 해양의 수온이 올라가도록 하며, 나머지 1/3의 이산화탄소는 해양이 흡수하여 증가한 이산화탄소가 해양을 산성화시키고 있다. 이러한 전 지구적 대기와 해양의 온도상승은 각 지역에 기후변화를 만들고 있다.

지구온난화로 변화된 기온과 수온에 맞추어 대기권과 수권에서 현재 평형상태(equilibrium state)가 불안정해지고 변화하고 있다. 가장 큰 변화를 보여주고 있는

것은 수권에 있는 빙하의 양, 바다 얼음의 분포, 해수면 높이, 해수의 산성도 변화이다. 한편 대기권에서는 기온과 강수량의 변화가 일어나고 있다. 대기권과 수권의 변화는 생물권에 속한 생물들의 서식지와 먹이에 영향을 주고 있다. 대기권에 이산화탄소의 양이 지난 150년 동안 약 48.6% 증가하였기 때문에 수권과 생물권이 반응하면서 지구시스템이 현재 평형상태에서 새로운 평형상태로 옮겨가려고 한다. 지구시스템이 새로운 평형상태로 이동하는 과정은 점진적으로 일어나겠지만, 그 과정 동안 생물들과 사람이 적응하지 못하면 큰 위협을 겪게 될 것이다.

## 2. 새로운 평형상태

지구시스템이 새로운 평형상태로 옮겨가는 것이 선과 악의 문제는 아니다. 그러나 이로 인해서 지구시스템에 불안정과 혼란이 오고, 적응하지 못하는 약한 생명체들이 위협을 겪는다. 생물들이 살아가는 서식처가 없어지고, 먹이의 분포에 변화가 일어난다. 지구온난화는 농업과 수산업에도 큰 변화를 가져온다. 미국과 유럽에서는 사람들이 생태정의와 기후정의(climate justice)를 외치고 있으며, 적응하기 어려운 가난한 사람들에 대한 배려가 꼭 필요하다고 주장한다(조영호, 2014; 송오식, 2020).

# II. 지구온난화와 기후변화에 대한 이해

지구에서 관측한 자료들을 분석해서 지구온난화가 무엇이며, 그 원인이 무엇인지 알아보자. 그리고 지구과학자들이 수치모델을 이용하여 지구시스템이 미래 100~300년 동안 어떻게 변화해갈지 예측한 미래 전망을 살펴보자.

## 1. 지구온난화에 대한 사회의 논쟁

한국은 지구온난화를 바로 인식하고 이에 대하여 적극적인 대응하고자 하는 사람들이 비교적 많은 편이다(김은혜, 2009; 전현식 2009; 조영호, 2014; 박일준, 2010; 송오식, 2020). 미국은 아직도 “지구온난화가 일어나는가? 사람의 산업 활동이 지구온난화에 크게 기여하는가? 사람이 지구온난화에 관심을 갖고 대응할 필요가 있는가?”에 대하여 계속 논쟁(debate) 중이다(Zaleha and Szasz, 2015). 일부 그리스도인들은 사람의 활동이 지구온난화를 일으키는 주요 원인이라는 하지만, 사람들이

지구의 기후에 관여하려는 행동은 하나님이 다스리는 영역에 관여하는 것이라고 생각한다. 미국의 이러한 논쟁은 역사적으로 정치와도 많은 관련이 있다. 미국인의 기후변화에 대한 태도를 결정하는 가장 강력한 요인 중 하나가 자신의 정당 소속이다(Hoffman, 2011).

미국에 있는 그리스도인들은 최근(2018년부터 2021년)까지도 지구온난화와 대응에 대하여 크게 다른 세 가지 의견을 갖고 있다(Ackerman, 2007; Veldman, 2019; Hescocx, 2020). 첫 번째는 “지구온난화를 줄이기 위하여 사람이 적극적으로 생활 방식과 산업생산 방법을 변경해야 한다”는 것이고(Hay, 1990; Bookless, 2008; Hayhoe and Farley, 2009), 두 번째는 “기후는 하나님의 소관이니 우리는 특별한 행동을 하지 말고 그대로 받아들여야 한다”는 의견이다. 세 번째는 “지구온난화는 없다” 또는 “사람에 의한 온실가스 배출에 의한 지구온난화는 작고 지구시스템 내에서 자연적으로 일어나는 변화이다”이다(Christy, 2017; Spencer, 2017). 21세기를 살아가는 그리스도인에게 기후변화 대응(mitigation)과 적응(adaptation)은 하나님, 사람, 그리고 자연의 상호 관계 측면에서 탐구해볼 신학적인 문제이다(조영호, 2014). 또한 지구온난화는 지구촌 사회구조와 체제의 문제이다(박일준, 2010).

## 2. 과학적 증거들

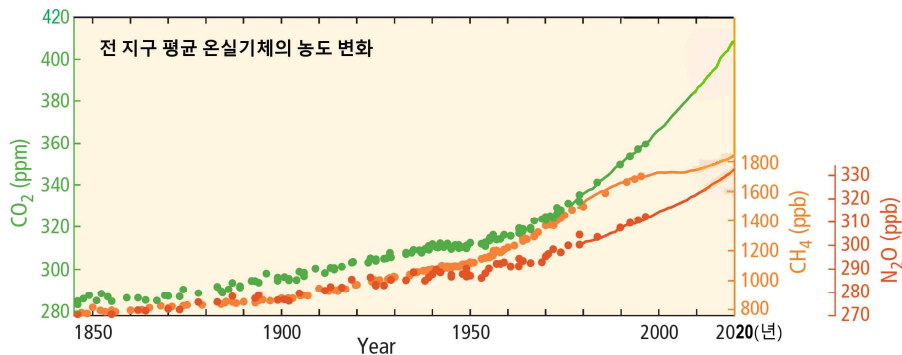
현재 2021년의 과학적 사실(facts)이 최종적인 진리는 아닐 수 있다. 과학은 하나님의 창조 질서를 알아가는 과정에 있기 때문이다. 그래서 과학적 사실과 창조 질서에 대한 사람들의 이해는 시대에 따라 변화하고 발전하고 있다는 것을 고려하길 바란다. 여기서는 기후변화에 관한 정부 간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC)와 한국 기상청 자료를 소개하고, 최근 30년 동안 지과학자들이 지구온난화와 기후변화에 대하여 파악한 내용을 알아본다. IPCC는 유엔 환경 프로그램 (UNEP)과 세계 기상기구(WMO)에 의해 1988년에 설립되었다. 1990년에 만들어진 제1차 IPCC 평가보고서(First Assessment Report; FAR)는 기후변화의 결과는 세계적이며, 이에 대응하기 위한 국제적 협력이 필요함을 강조했다. 제5차 평가보고서(AR5)는 2013년과 2014년 사이에 완성되었다. IPCC 제6차 평가보고서(AR6)는 2022년 6월에 마무리될 예정이다<sup>1)</sup>.

---

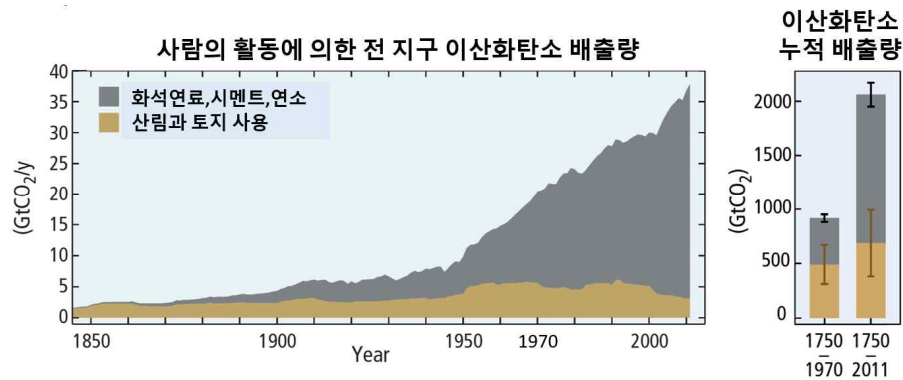
1) [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

## 1) 대기 중 이산화탄소 농도 증가

산업혁명이 전 세계적으로 급격히 확산되기 전이었던 1850년에 대기권 이산화탄소의 평균 농도는 290ppm이었으나, 2021년 3월 이산화탄소의 평균 농도는 416ppm이다. 대기권의 이산화탄소의 농도는 171년 동안 126ppm 증가하였으며, 이것은 산업혁명 이전 상태와 비교하여 43.5% 증가이다.



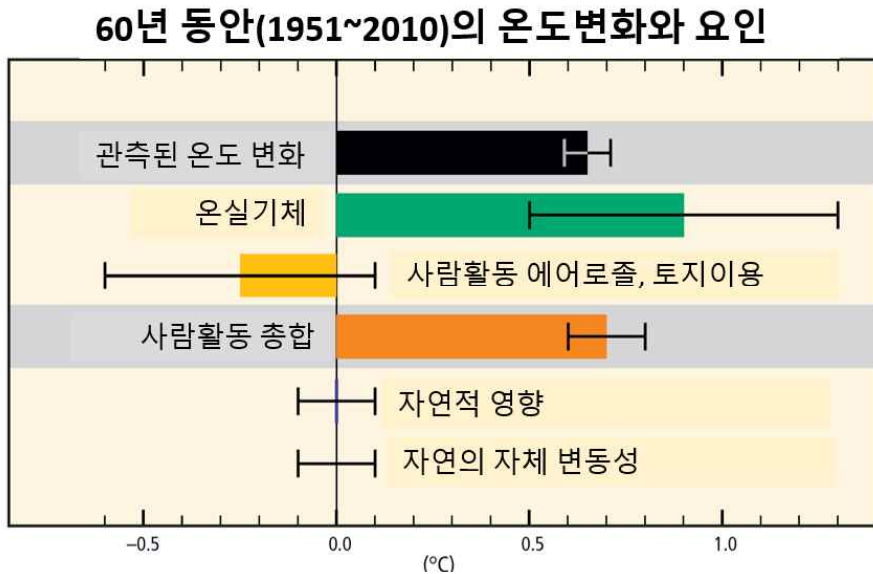
〈그림 4〉 대기 중에 존재하는 온실기체인 이산화탄소 ( $\text{CO}_2$ , 녹색), 메테인 ( $\text{CH}_4$ , 주황색), 아산화질소 ( $\text{N}_2\text{O}$ , 빨간색). 극지방 빙하코어(ice core)에서 계산한 값은 점으로 표현하였고, 대기 중에서 직접 관측한 값은 실선으로 표현함 (IPCC, 2014a; [www.gml.noaa.gov/dv/data/](http://www.gml.noaa.gov/dv/data/)).



〈그림 5〉 왼쪽 시계열은 1750년부터 2011년까지 사람에 의해서 배출되는 이산화탄소( $\text{CO}_2$ )양이며, 단위는 1년당  $\text{CO}_2$  기가톤(gigaton), 즉  $\text{GtCO}_2/\text{yr}$ 이다(IPCC, 2014a). 오른쪽 막대그래프는 이산화탄소 배출 누적량을 나타내며, 가는 선 막대는 불확실성을 나타낸다.

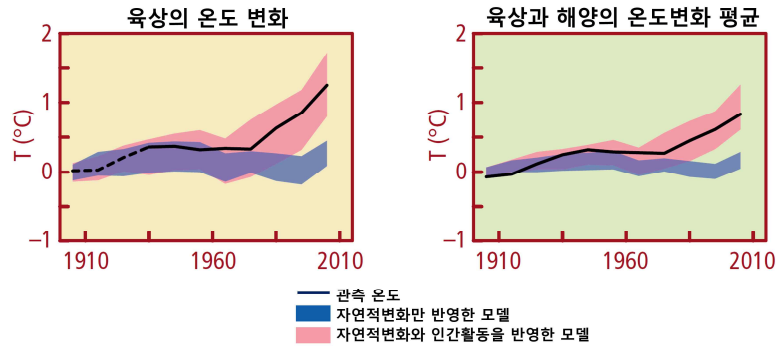
## 2) 전 지구 평균 온도 증가와 지구온난화

지구온난화의 영향은 지역마다 다를 수 있다. 지구온난화의 영향으로 각 지역의 기후가 변화하는 것을 기후변화라 한다. 1951년부터 2010년까지  $0.64^{\circ}\text{C}$ 의 온도 변화는 자연적인 변화보다는 대부분은 사람의 활동( $+0.70^{\circ}\text{C}$ )에 의한 변화이다(그림 2, 6).



〈그림 6〉 1951년부터 2010년까지 온도상승에 대한 사람의 기여도(주황색 막대)와 자연적인 변화의 기여도 비교(Jones et al., 2013; IPCC, 2014a). 에어로졸과 토지사용(Other anthropogenic forcing) 변화에 따른 온도 하강 효과(노란색)도 고려함.

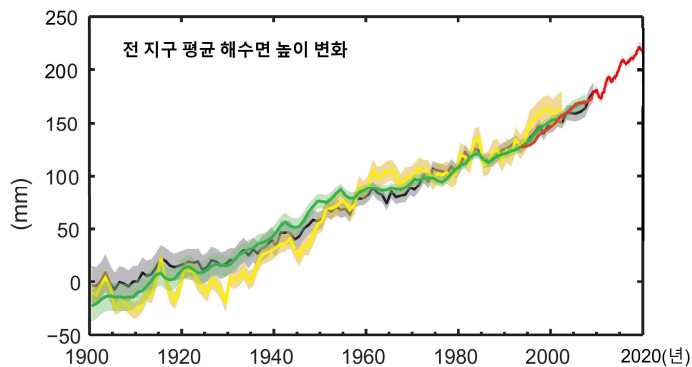
1951년부터 2010년까지 관측된 지구 표면의 평균 온도를 증가시킨 양의 절반 이상은 사람이 온실기체와 에어로졸을 증가시켜 만들어진 결과일 가능성이 매우 크다(그림 6; Otto-Bliesner, 2016). 1951년부터 2010년까지 온실기체 배출이 지구 표면의 평균 온도를 증가시킨 것으로 추정되는 범위는  $0.5\sim 1.3^{\circ}\text{C}$ 이며, 여기에 에어로졸에 의한 냉각 효과와 다른 자연적인 변동성이 추가로 기여했다(그림 6). 이러한 추정치는 실제 동일한 기간에 관측 온도가 증가한 값인  $0.6\sim 0.7^{\circ}\text{C}$ 와 비슷하다.



〈그림 7〉 수치모델이 예측한 전 지구 평균 온도 변화(anomaly)와 관측 자료 비교(IPCC, 2014a). 여기서 세로축에 표시된 온도는 1880년부터 1919년까지 40년 동안 평균 온도를 기준으로 증가한 양(anomaly)이다. 모든 온도 변화 시계열은 10년 평균의 중심에 표시함. 관측 온도 자료를 얻을 수 있는 공간 범위가 전 지구의 50% 미만인 경우는 점선으로 표시. 표시된 모델 결과에 색으로 채워진 밴드는 Coupled Model Intercomparison Project Phase 5(CMIP5)에 참여한 수치모델들의 결과를 이용하여 구한 5~95% 신뢰 구간을 나타낸다.

### 3) 해수면 상승

사람이 배출한 온실기체 때문에 남극 대륙을 제외한 모든 대륙 지역에서 1970년 이후로 육상의 온도가 상승했다(그림 7). 인간 활동에 의한 영향이 1970년대 이후 관측된 전 세계 해양 상층 열 함량(0-700m) 증가와 전 지구 평균 해수면 상승의



〈그림 8〉 1986년부터 2020년까지 매년 전 지구 평균 해수면 높이의 변화를 구해서 나타냄. 다른 색상 선들은 다른 자료 세트들을 나타낸다(IPCC, 2014a; [www.climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/](http://www.climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/)). 모든 해수면 높이 자료 세트는 위성 고도계 자료(빨간색)가 처음 얻어진 1993년을 기준으로 동일한 값을 갖도록 정렬하였다. 각 자료의 불확실성은 색상 음영으로 표시하였다.

상당히 많은 부분에 기여했을 가능성이 있다. 이와 같은 해수면 상승을 일으키는 두 가지 가장 큰 기여요인은 빙하가 녹은 물이 바다로 들어가는 것과 해수의 열팽창이다. 2020년에 전 지구 평균 해수면은 1900년에 비하여 약 230mm 상승하였다.

#### 4) 수치모델이 예측한 미래

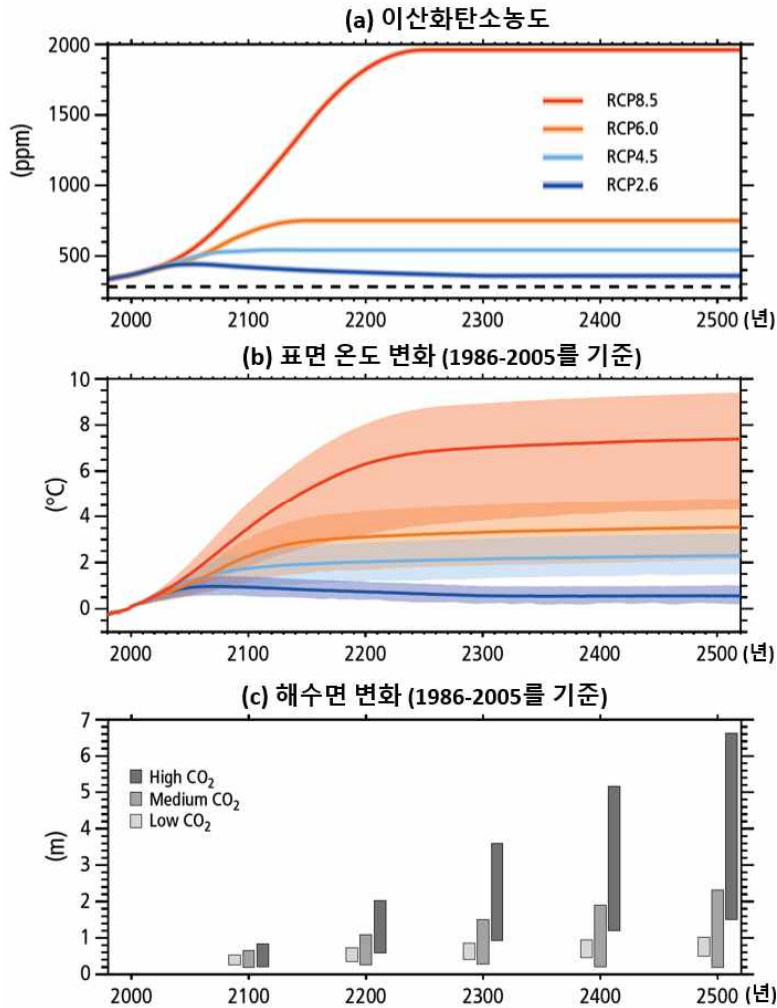
미래의 지구시스템 변화를 예측할 때 수권, 대기권, 지권, 생물권에서 일어나는 각각 물리, 화학, 생물학, 지질학적인 과정(process)들을 방정식으로 나타내서 이 방정식을 컴퓨터를 이용해서 풀고 그 결과를 살펴본다. 아직 사람이 자연에서 일어나는 모든 현상을 방정식으로 표현하는 데는 한계가 있지만, 제한된 범위에서 지구시스템 수치모델들은 자연현상을 비교적 잘 재현하고 있다. 지구과학자들은 이러한 수치모델들을 서로 비교하고, 예측 값을 평균해서 지구시스템의 미래 변화를 살펴보는 데 사용한다.

수치모델이 미래의 지구시스템 변화를 예측할 때 대표적 온실기체 농도 경로(Representative Concentration Pathways; RCP)를 사용하여 실험한다. RCP<sup>2)</sup>는 21세기에 지구시스템이 갖게 될 온실기체 배출, 대기 오염 물질 배출, 토지사용에 대한 시나리오(scenarios)이다. 이들 경로는 엄격한 온실기체 배출 완화 시나리오(RCP2.6), 두 가지 중간 정도 배출 시나리오(RCP4.5 및 RCP6.0), 매우 높은 온실기체 배출 시나리오(RCP8.5)가 있다. 온실기체 배출을 제한하기 위한 추가적인 노력이 없는 경우(기준 시나리오; baseline scenarios)는 RCP6.0과 RCP8.5 시나리오에서 나타나는 현상이 발생할 것으로 예측한다. 한편 RCP2.6은 지구 온난화를 산업화 이전 온도와 비교하여 2℃ 범위 내에서 유지하는 것을 목표로 하는 시나리오이다. 즉, RCP2.6 시나리오는 사람들이 국제적으로 협력하며 많은 노력을 기울여 온실기체의 배출량을 줄일 때만 가능하다.

수치모델들의 예측 결과는 사람들이 적극적인 저감 노력(RCP2.6)을 하지 않으면 지구시스템의 현재 평형상태가 불안정해지고 옮겨가기 시작해서 2100년~2200년 사이에 새로운 평형상태에 도달할 것으로 예측하고 있다(그림 9). 2100년~2200년에 만들어질 것으로 예상되는 새로운 지구시스템 평형에서는 대기 중 이산화탄소 농도가 500~2000ppm이며, 기온이 2000년에 비해서 2.4~7.5℃ 상승한다. 그러나 해수면 높이는 평형에 도달하지 않고 계속 상승할 것으로 예측한다. 수치모델

2) RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 및 RCP8.5는 2100년에 온실기체에 의한 총 복사 강제력이 각각 2.6, 4.5, 6 및 8.5 W/m<sup>2</sup>가 되는 경우를 나타낸다.

이 예측하는 해수면 높이 상승에는 수치모델의 예측 정확도에 한계가 있어 많은 불확실성이 포함되어 있다.



〈그림 9〉 지구 시스템 모델들을 이용하여 4개의 대표적 온실기체 농도 경로(RCP)에 대하여 2300년 까지 계산한 (a) 대기 중 이산화탄소( $\text{CO}_2$ ) 농도, (b) 지구 평균 표면 온도 변화. 기준 온도는 1986~2005년의 지구 평균 표면 온도이다. (a)에 파선은 산업화 이전의  $\text{CO}_2$  농도이다. (c) 2100년의 온실 가스 농도를 세 가지 경우로 가정하고 미래의 해수면 변화를 전망한 결과이다:  $\text{CO}_2$ 를 적게, 중간정도, 많이 배출하는 시나리오. 이 수치모델들은 남극의 빙하 용해에 대하여 낮게 모의하는 경향이 있기 때문에 2100년 이후 실제 해수면 상승은 더 클 수 있다(IPCC, 2014a).

### Ⅲ. 성경 역사와 근현대 역사 속의 지구환경 변화

최근 150년 동안과 미래의 지구온난화와 기후변화를 조사하였지만, 더 이전 시대의 지구시스템 변화를 성경 속 역사와 근현대 역사 자료를 통해서 살펴보고자 한다. 먼저 역사를 기록하고 있는 성경에서 지구시스템의 평형상태가 언제 크게 변화되었는지 살펴본다. 그리고 이러한 새로운 평형상태가 사람들에게 가져다준 영향을 찾아본다.

#### 1. 에덴동산의 환경 (창세기 1장과 2장)

지구과학자들이 하나님의 창조 세계를 이해하는 데는 아직 한계가 많이 있지만, 지구과학자들이 지구시스템을 이해는 방법으로 하나님의 창조 세계를 정리해보면 지구시스템은 궁창(대기권과 우주), 수권, 지권, 생물권으로 이루어져 있다. 지구과학자들은 하나님이 만드신 궁창(firmament)을 두 개로 구분한다. 궁창 중에서 멀리 있는 부분을 우주 공간이라 하고, 지구의 땅과 바다를 덮고 있으며 기체가 많이 있는 부분을 대기권이라 한다(창세기 1장 7절). 대기권의 두께는 약 100km이다. 바다, 지하수, 강물, 호수, 비, 안개가 수권에 포함된다(창세기 1:8~9; 2:5~6, 2:10~14). 땅과 그 아래 있는 암석들이 지권이다(창세기 1:8~9). 생물권 안에는 식물, 동물, 사람이 있으며, 이들은 생태계를 구성하고 있다(창세기 1:11~12; 1:20~22; 1:24~28; 2:29~30). 사람은 채소와 열매를 먹고 살았다(창세기 2:29). 짐승, 날짐승, 땅에서 기는 것들도 채소를 먹고 살았다(창세기 2:30). 성경은 지구시스템뿐만 아니라 우주 공간과 지구시스템의 관계에 대하여 설명하고 있다(창세기 1:14~18).

하나님이 만드신 모든 것이 매우 좋았다(창세기 1:31). 에덴의 동산에 살던 사람은 영원히 살 수 있는 환경이었다. 에덴에 있었던 동산에서 사람이 하는 일은 동산을 잘 가꾸고 유지하는 일이었다(창세기 2:15). 이때는 채소와 과일이 동산에서 스스로 잘 자라는 지구시스템이 유지되었다. 우리는 사람이 에덴의 동산에서 살던 시대에 대기의 조성과 태양으로부터 오는 빛에 대하여 정확히 알 수는 없다.

#### 2. 첫 번째로 변화된 지구시스템 (창세기 3~6장)

아담과 하와는 죄를 짓기 전에는 에덴에 있는 동산에서 스스로 잘 자라는 채소와 과일을 먹으며 살고 있었다. 사람은 욕심 때문에 죄를 범하게 되었다(창세기 3:5-6). 사람이 죄를 지은 결과로 땅이 저주를 받고, 자연환경(지구시스템)이 변화

되었다. 땅이 가시덤불과 엉겅퀴를 냈다. 아담이 땀을 흘려 땅을 일구어야 농작물이 잘 자랄 수 있는 지구환경이 되었다(창세기 3:17). 또한 사람은 육체적인 죽음을 직면하게 되었다(창세기 3:19; 로마서 5:12). 사람(아담, 아벨)이 땅을 갈고 땀 흘려 노동을 해야 식물 수확을 얻을 수 있는 지구시스템이 된 것이다(창세기 3:23). 여기서 우리가 알 수 있는 것은 지구시스템에 변화가 일어났다는 것이며, 특히 생물권에 일어난 변화가 성경에 기록되어 있다는 것이다. 식물이 잘 자라는 데는 빛, 영양분, 이산화탄소가 필요한데, 식물이 더 이상 스스로 잘 자라지 않는 환경이 된 것이다. 한편 성경은 아담과 하와가 죄를 지어서 일어났던 대기권, 지권, 수권의 변화에 대해서 직접적으로 자세히 기록하지 않고 있다.

아담과 하와의 자손으로부터 사람의 수가 많아지면서 도시생활을 하는 사람들이 생겼다. 사람들은 유목생활을 하기도 하고, 악기를 만들어 연주하고, 청동기와 철기를 이용하였으며, 그 숫자가 계속 증가하였다(창세기 4장). 청동기와 철기를 만드는 데는 많은 탄소연료가 필요로 했을 것이다. 이때부터 사람들이 많이 그리고 빠른 속도로 탄소를 공기 중에 배출하기 시작했음을 의미한다. 그러나 이 당시 사람이 지구시스템에 미치는 영향은 매우 적었다. 이 시대 사람들의 수명(longevity)은 약 700세에서 969세였다(창세기 5장). 하나님은 육체를 가진 사람의 수명이 120세가 될 것을 말씀했다(창세기 6:3). 사람의 기대수명 변화가 또한 주변 환경(지구시스템)의 변화를 간접적으로 보여준다. 시간이 지나면서 사람들이 생각하고 상상하고 행동하는 것이 계속 더 악하여졌다(창세기 6:5).

### 3. 대홍수 이후 지구 환경 (창세기 7장)

하나님의 명령을 받은 노아는 방주를 만들기 시작했고, 노아가 600세 때에 방주에 들어가고 대홍수가 시작되었다(창세기 7:11). 40일 동안 아래에서 물이 나오고 하늘에서 비가 오고(창세기 7:12), 물들이 150일 동안 땅 위에 넘쳤다(창세기 7:24; 8:13). 하나님은 대홍수 이후에 구름 속에 만들어지는 무지개<sup>3)</sup>를 다시는 홍수로 심판하지 않는다는 하나님과 지구 사이의 증표로 삼는다(창세기 9:12~13). 여기서 지구는 사람과 살아있는 모든 창조물을 의미한다(창세기 9:10,16~17). 하나님이 “다시는 사람의 죄 때문에 땅을 저주하지 않겠다.”고 약속하시고, 땅이 있을 동안

3) 하나님께서 이르시되, 내가 나와 너희와 또 너희와 함께하는 살아 있는 모든 창조물 사이에 대대로 영구히 맺은 언약의 증표가 이것이니라. 내가 내 무지개를 구름 속에 두노니 그것이 나와 땅 사이에 맺은 언약의 증표가 되리라. (창세기 9:12~13) [킹제임스 흠정역]

뿌리고 거두는 일이 계속되며 계절과 밤낮이 계속되리라고 하셨다(창세기 8:21~22). 하나님은 땅, 살아있는 생물들, 사람을 분리해서 말씀하신다. 사람은 어려서부터 마음에 상상하는 바가 악하지만, 사람이 악하다고 해서 (1) 하나님께서 땅을 저주하 시지는 않을 것이고, (2) 살아있는 생물을 괴롭게 하고 파괴하지 않겠다는 것이다.

성경의 기록을 통해서 살펴보았을 때 노아시대의 대홍수 이후에 지구시스템이 또 한 번 크게 새로운 평형상태로 이동했을 가능성이 크다. 무지개는 가시광선이 빔방울을 통과하면서 일어나는 굴절과 반사의 결과로 만들어진다. 가시광선은 파장이 긴 것부터 짧은 것까지 빨간색, 주황색, 녹색, 노란색, 파란색, 보라색 빛으로 이루어져 있다. 많은 성경학자는 무지개가 대홍수 이전부터 있었다고 생각한다. 그러나 Keil and Delitzsch(1996)은 창세기 8장을 설명하면서 대홍수 이후에 무지개가 만들어졌고, 대홍수 전과 후에 대기의 조성성분이 달랐다고 주장했다<sup>4)</sup>. 1800년 대를 살았던 Keil and Delitzsch는 2000년대에 사람에게 위협이 되고 있는 지구온난화와 기후변화의 심각성에 대해서 알지 못했고, 최근 40년 동안 관측된 대기 조성 성분 농도 변화 자료를 보지 못했음에도 대기의 조성성분 변화 가능성을 제시하였다. 성경이 명확히 언제 무지개가 처음 만들어졌는지는 언급하지 않는다. 그러나 만약 대홍수 이후에 무지개가 만들어졌다면 이것은 대홍수 이전과 이후에 지구 대기권의 조성이 달라졌고, 이로 인해서 지구 표면 근처에 도달하는 빛의 조성(가시광선의 양)이 달라졌을 수도 있다는 것을 의미한다. 무지개가 지구시스템 변화의 첫 번째 증거가 될 수 있다(Dillow, 1981). 즉, 대홍수 이후에 지구의 대기권의 조성도와 지표면 근처에 도달하는 태양 빛의 조성이 무지개를 만들 수 있는 조건으로 변화한 것이다.

대홍수 이후에 지구시스템의 생물권에 큰 변화가 일어난다. 사람들이 이전에는 식물을 주식으로 했으나 이때부터 하나님의 허락으로 육식이 가능해졌다(창세기 9:2-3). 사람이 육식을 시작했다는 사실을 통해 사람이 음식을 조리하는 과정에서 더 많은 탄소연료를 사용하게 되었다는 것을 추론할 수 있다. 그리고 노아 시대 대홍수가 일어난 후에 사람의 수명은 급격히 줄어든다. 이에 대해 “지구의 대기권 위에 물들 또는 증기가 있었는데, 이 물들이 대홍수 때 모두 소모되었다”는 주장

4) “The establishment of the rainbow as a covenant sign of the promise that there should be no flood again, presupposes that it appeared then for the first time in the vault and clouds of heaven. From this it may be inferred, not that it did not rain before the flood, which could hardly be reconciled with Genesis 2:5, but that the atmosphere was differently constituted; a supposition in perfect harmony with the facts of natural history, which point to differences in the climate of the Earth's surface before and after the flood.”

이 있으나 현재로서 이것이 사실인지 정확히 알 수는 없다(Vail, 1902; Dillow, 1981). 노아는 950세를 살았고, 그의 아들 셈은 600세를 살았으며(창세기 11:10-11), 그 다음 세대부터 수명이 계속 줄어든다. 아브라함과 이삭이 살았던 족장시대에는 사람의 수명이 약 120세가 되었다. 다윗과 솔로몬 시대는 70~80세였다(시편 90:10). 유다 왕들의 평균 수명은 52세였으며, BC300년부터 AD1800년까지 유럽 남자들의 평균 수명은 지역과 시대마다 다르지만 56~69세였다(Griffin, 2008). 유럽의 귀족들(Noble)의 경우 AD800년에서 AD1300년대까지는 수명의 큰 증가 없이 50~52세이었다. 이것을 종합해보면 사람의 수명은 점점 줄어들었으며, 유다 왕들 시대부터 AD1400년대까지 오랫동안 사람의 기대수명은 약간의 변동은 있지만 50세 초반으로 유지되었다. 사람의 기대수명은 지구환경, 음식을 통한 영양 공급, 의학기술의 영향을 받는다. 사람의 기대수명의 단축은 지구시스템이 사람의 수명을 줄이는 쪽으로 천천히 변화되어서 나타났을 가능성이 크다. 1400~1800년대에 평균 수명이 다소 증가하여 53~57세였다(Cummins, 2017). 1400년 이후 기대수명의 증가에 대한 명확한 설명은 없다. 1900년대에는 의학기술의 발달로 기대수명이 증가한다(Bunker, 1995). 2018년에 태어난 이스라엘과 한국 사람들의 기대수명은 82.9세와 82.7세이다<sup>5)</sup>. 2018년에 65세인 이스라엘과 한국 사람들의 기대수명은 85.9세와 85.8세이다.

#### 4. 산업혁명이후 지구환경 변화 (1800년대 이후)

사람들은 하나님이 주신 지혜와 의지를 가지고 기술과 과학을 발전시킨다. 그리고 대량 생산을 위하여 지권 깊은 곳에 존재하는 석유, 석탄, 천연가스 등 탄소연료를 빠른 속도로 꺼내서 태우고, 이 과정에서 이산화탄소의 양이 대기권에 급격히 늘어난 것이다. 여기서 중요한 것은 속도(rate)의 문제이며, 사람이 지권에서 탄소연료를 빼내서 대기로 이산화탄소를 방출하는 속도가 너무 빠르다는 것이다. 사람에게 의해서 배출되는 이산화탄소 증가량은 대기권과 수권(해양)이 받아들여서 다른 형태로 변환하여 축적할 수 있는 양보다 더 많다<sup>6)</sup>. 육상 식물과 바다의 식물과

5) OECD (2021), Life expectancy at birth (indicator). doi: 10.1787/27e0fc9d-en (Accessed on 08 May 2021)

6) 대기에 증가한 이산화탄소는 식물의 광합성 과정에서 사용되어 유기물이 된다. 식물에 의해 사용되지 못한 이산화탄소는 대기 중에 계속 남아서 그 농도가 늘어난다. 대기 중의 이산화탄소가 바다의 해수 속으로 녹아 들어가 일부는 식물플랑크톤의 광합성에 사용되고, 일부는 물 분자와 반응하여 탄산, 탄산(carbonate) 이온과 중탄산(bicarbonate) 이온으로 변화된다. 이러한 화학반응의 결과로 해수 속에 수온이온 농도가 증가하여 해양산성화가 일어난다.

플랑크톤이 이산화탄소를 이용하여 광합성을 해서 소비할 수 있는 속도보다 더 빠르게 대기 중에 이산화탄소가 늘어난다. 이것은 지구시스템의 평형이 이루어져 있는데 사람의 활동이 현재의 평형을 불안정하게 만들어서, 새로운 평형으로 옮겨가도록 영향을 주고 있다는 것을 의미한다.

사람들은 11~14세기를 거치면서 기술과 과학을 발전시키면서 지구시스템 속의 하나님의 창조원리를 더 잘 이해하게 되고, 발견한 원리를 이용해서 지구시스템으로부터 더 많은 것을 더 빨리 얻기를 원했다. 사람들이 창세기 1장 28절 “땅을 정복하라 바다의 물고기와 하늘의 새와 땅에 움직이는 모든 생물을 다스리라”는 구절을 이해할 때 지구생태계에 있는 많은 것들을 사람의 삶을 편리하고 안전하게 하는 데 마음껏 사용하라(exploit)는 명령으로 해석하여 받아들였다 주장이 있다(White, 1967). 사람은 하나님의 형상으로 지음 받았으며 하나님과 교제하는 특별한 존재이다. 그러나 사람은 또한 육체를 가지고 있어서 지구시스템 안에서 살아가는 존재이다. 하나님의 창조물은 모두 하나님의 것이다(시편 24:1). 사람도 다른 창조물들도 하나님의 영광을 드러나게 하고 노래한다(로마서 1:20). 생물권, 수권, 대기권, 지권에 있는 모든 것이 하나님이 정하신 자연의 법칙에 따라 서로 평형상태에서 안정한 가운데 있게 하도록 사람은 자신의 행동을 통제하고, 지구시스템을 관리해야 한다(창세기 2:15).

예수님이 오신 후 2000년대를 살아가는 사람들은 또 한 번의 기후변화 위기(지구시스템의 평형상태 이동)에 처했다. 이 세 번째 기후변화가 이전 것들과 다른 점은 하나님이 걱정하신 것이 아니고 사람의 과도한 활동에 의한 급격한 변화라는 것이다. 1900년대의 평형상태에서는 전 세계 평균 기온이 14℃, 이산화탄소 농도가 360ppm이었으며, 3000m 이상의 산에는 만년설과 빙하가 있었으며, 남극과 그린란드에 빙하가 덮고 있었고, 바다의 수소이온 농도가 8.1이이었다. 이러한 상태에서 물리적 화학적 과정(process)을 통한 지구시스템 속의 자연현상들이 지속되고, 그 속에서 생물들이 살아가고 있었다. 그런데 미래의 지구시스템에서 이루어질 새로운 평형은 어떤 상태가 될지는 현재로서 정확히 알 수 없다. 예를 들어 사람들이 2000년부터 2021년까지 산업 활동을 하던 대로 앞으로도 온실기체의 배출량을 계속 늘려간다면(baseline scenarios), 새로운 지구시스템 평형은 전 세계 평균 기온을 18℃, 이산화탄소 농도를 600ppm, 3000m 이상의 산에는 만년설과 빙하가 녹아 줄어들고, 4000m 이상의 고산지대에만 만년설과 빙하가 있으며, 그린란드에 빙하가 대부분 녹고, 남극의 빙하가 절반만 있는 상태가 될 수 있다. 바다의 수소이온 농도는 7.9가 된다. 그리고 해수면의 높이가 현재보다 0.8m 이상 상승한다.

## IV. 대응과 적응 방안

지금까지 21세기 초반을 살아가는 그리스도인으로서 지구온난화와 그 원인을 과학적으로 살펴보았다. 그리고 성경 역사와 근현대 역사 자료를 통해서 과거에 일어난 기후변화를 살펴보았다. 이제 현재 일어나고 있는 지구온난화에 대응하고 적응하는 방안을 알아본다.

### 1. 인식의 전환

1900~2000년대에 지구온난화가 급속하게 일어나게 된 이유는 사람들이 현재 더 많이 갖고, 더 많이 누리겠다는 욕망을 절제하지 않고 계속 불태우고 있기 때문이다. 100년 전에 살았던 사람들은 사람의 탄소연료 남용(abuse)이 지구시스템을 새로운 평형상태로 옮겨놓을 수 있다고 생각하지 못했다. 그러나 2000년대에 들어서면서 우리는 사람의 활동이 대기 중 이산화탄소의 증가에 많은 기여를 하고 있으며, 이것이 지구시스템의 현재 균형을 무너뜨리고 새로운 균형으로 옮겨가도록 하고 있다는 것을 알게 되었다(Hay, 1990). 이와 같이 지구시스템이 새로운 균형으로 옮겨가는 것은 전 지구적으로는 지구온난화로 나타나고, 각 지역에서는 지역의 기후변화로 나타난다. 현재의 지구시스템 균형이 무너지면 새로운 균형(지구 전체의 기온이 4~7℃ 높은 지구)으로 가는 과정에서 수많은 식물과 동물들이 적응하려다 어려움을 겪고, 멸종할 수 있다(Manes et al., 2021). 지구상에 부유하지 못한 나라의 국민은 농산물 생산량과 수산물의 수확량 그리고 주거환경의 변화로 큰 어려움을 겪을 것이다. 만약 2000년대에 지구온난화가 계속 급속히 진행되어 지구시스템의 평형상태가 변화한다면 이것은 사람이 하나님의 창조원리를 이용해서 지구시스템을 과도하게 남용하면서 만들어진 것이다. 이 세 번째 기후변화는 하나님이 작정하시고 행하신 첫 번째와 두 번째 기후변화와 다른 것이 될 것이다(창세기 8:21~22).

대부분의 사람들은 일, 가족, 가치관, 신앙 사이의 균형을 맞추면서 시소(seesaw)처럼 살아간다. 지구온난화와 같은 문제가 발생하더라도 이미 바쁜 개인의 일상생활에 또 하나의 스트레스가 추가되는 것처럼 느껴지기 때문에 사람들은 이를 무시하거나 거부하며 살아가기 쉽다. 지구온난화의 영향과 사람들의 일상생활 사이에는 심리적으로 거리가 있다. 사람은 어떤 문제가 개인 자신의 존재 자체나 자신이 가장 소중하게 여기는 사람들에게 위협이 될 때만 자신의 일상생활 균형점과 가치

관을 변화시키고, 조치를 취한다(Hescox, 2020). 그래서 중요한 것은 ‘지구온난화의 위협’이 그리스도인들과 다른 사람들에게 얼마나 현실적으로 다가오느냐는 것이다. 또한 ‘이 위협을 줄이기 위해 우리에게 주어진 기회가 무엇인가?’를 바로 아는 것이다.

그리스도가 이 땅에 온 목적은 사람이 생명을 얻고 생명을 더 풍성히 얻도록 하기 위함이다<sup>7)</sup>. 생명의 존귀함과 도덕적으로 오염되지 않는 순결은 그리스도인들이 추구하는 최고의 도덕적 가치이다. 따라서 우리 사회에서 의미 있는 의사소통과 지구온난화에 대한 교육은 이 두 가지 도덕적 가치에 초점을 맞춰야 한다(Feinberg and Willer, 2012). 생명을 소중히 여기는 가치 그리고 다음 세대의 건강을 우선으로 하는 가치가 사람들이 지구온난화에 대해 적극적인 조치와 행동을 취하고자 하는 감수성의 문을 여는 열쇠가 된다(Hescox, 2020).

### 1) 지구환경과의 관계설정

사람들의 행동은 자신들의 생각과 믿음에 근거하여 달라진다. 지구온난화에 대한 그리스도인들의 대응 또한 그리스도인들의 생각과 믿음에 따라 달라질 것이다. 사람의 창조 목적은 하나님의 영광을 드러내는 것이다(마태복음 5:16, 고린도전서 10:31, 골로새서 4:17). 그리고 사람 주변에 있는 모든 창조물(지구시스템의 구성요소들)도 하나님의 영원하신 권능과 신격을 보여주고 있다(로마서 1:20; 시편 19:1~6). 사람을 둘러싸고 있는 창조물들은 그 자체로서 하나님 보시기에 좋으며<sup>8)</sup>, 하나님의 권능과 신격을 보고 주고<sup>9)</sup> 있으므로 사람은 그 창조물들이 그 역할을 잘 수행할 수 있도록 잘 도와야 한다. 하나님이 사람을 창조하기 전에 만들어진 지구시스템과 우주는 그 자체로 하나님이 보시기에 좋았다(창세기 1: 10, 18, 21, 25). 사람의 주변에 있으면서 사람의 삶을 윤택하게 해주는 것들의 주인은 하나님이다<sup>10)</sup>. 그리고 예수님을 위하여 창조되었다<sup>11)</sup>. 사람에 의한 급격한 온실기체의 증가가 21

7) 도둑이 오는 것은 다만 도둑질하고 죽이고 멸망시키려 함이거니와 내가 온 것은 양들이 생명을 얻게 하고 생명을 더욱 풍성히 얻게 하려 함이라. (요한복음 10:10) [킹제임스 흠정역]

8) 하나님께서 자신이 만든 모든 것을 보시니, 보라, 매우 좋았더라. 그 저녁과 아침이 여섯째 날이더라. (창세기 1:31) [킹제임스 흠정역]

9) 그분의 보이지 아니하는 것들 곧 그분의 영원하신 권능과 신격은 세상의 창조 이후로 분명히 보이며 만들어진 것들을 통해 깨달아 알 수 있나니 그러므로 그들이 변명할 수 없느니라 (로마서 1:20) [킹제임스 흠정역]

10) 땅과 거기의 충만한 것이 주의 것이요, 세상과 그 안에 거하는 자들도 그러하니 (시편 24:1) [킹제임스 흠정역]

11) 이는 그분에 의해 모든 것이 창조되었기 때문이라. 하늘에 있는 것들과 땅에 있는 것들, 보이

세기 지구시스템의 평형을 불안정하게 만들고 새로운 평형상태로 이동하게 하는 중요한 요인이라는 것에 동의하고, 사람이 하나님이 만드신 지구시스템을 이해하고 관리하고 다스릴 책임이 있다고 믿는다면 적극적인 행동을 보여야 한다.

생태신학에서는 하나님, 사람, 자연의 상호관계를 연구해 왔다(배정훈, 2012). 생태신학에서 언급하는 자연은 지구시스템이라고 할 수 있다. 생태신학에서는 지구시스템의 균형상태가 불안정해지는 것을 생태학적인 위기(생태위기, *ecologic crisis*)라고 정의하고 ‘어떻게 사람과 지구시스템과 관계를 수립할 것인가?’라는 질문을 해왔다. 생태신학은 사람이 자연을 지배하는 모델과 하나님으로부터 받은 자연에 대한 청지기적 역할을 수행하는 모델을 서로 비교하며 발전하고 있다. 생태신학은 창세기 1장 28절에 나오는 정복(have dominance; subdue)을 약탈이 아니라 돌보고 양육하는 의미가 있다고 본다(Hay, 1990).

기술과 과학이 발전하기 전에는 사람이 지구시스템에 영향을 줄 수 있는 범위가 작았다. White(1967)는 중세 이후로 그리스도인들이 사람과 자연(*nature*)의 관계를 설정할 때 첫째로 사람과 그를 둘러싸고 있는 자연을 서로 다른 부류로 구분하였고, 둘째로 ‘하나님의 뜻에 따라 사람의 유익과 무한한 발전을 위하여 자연을 마음껏 사용(착취, *exploit*)할 수 있다’라고 주장한다고 했다. 또한, 이와 같은 자연을 향한 그리스도인들의 관계 설정이 유럽과 미국에서 생태위기를 만들어낸 역사적인 근원이라고 생각했다. 생태위기를 걱정하던 White(1967)는 사람이 탄소연료를 과도하게 사용하여 지구의 대기의 조성을 바꾸는 것이 생물권에 위협이 될 것도에 예견하였다. 지구과학자들은 사람이 지구시스템의 변화에 주도적인 영향을 미치게 된 시기가 되었다는 의미에서 1950~1960년대 이후를 인류세(*anthropocene*)라 부른다.

생태위기와 지구온난화에 직면한 21세기 그리스도인들은 사람과 지구시스템의 구성요소들과 관계를 다시 설정할 필요가 있다. 하나님의 창조물들에 대한 사람의 군주적인 지배 의식을 버리고, 사람도 하나님의 창조물들이 하나님의 신성을 잘 드러낼 수 있도록 잘 관리하고 돕는 역할을 해야 한다. 그러나 사람은 지구시스템 자체를 신성화하거나 경배해서는 안 된다. 지구시스템은 하나님이 만드신 창조물들과 그 속에서 작동하고 있는 하나님의 물리적 화학적 생물학적 원리들로 구성되어 있으며, 하나님의 영광을 밝히 드러내기 위한 것이며, 사람에게 제공되는 삶의 터전이기 때문이다.

---

는 것들과 보이지 아니하는 것들 곧 왕좌들이나 통치들이나 정사들이나 권능들이나 모든 것이 그분에 의해 창조되고 그분을 위하여 창조되었노라. (골로새서 1:16) [김제임스 함정역]

## 2) 지구시스템의 안식년(Sabbatical year)

성경에서는 땅도 7년마다 안식(sabbath)이 필요하다고 한다(권오룡, 2007). 하나님은 사람에게 땅을 열심히 경작할 것을 명령하셨으며, 동시에 땅의 안식도 명령했다(Moore, 2014). 레위기에서 땅의 휴식<sup>12)</sup>(release)에 대해 다음과 같이 말하고 있다. 이스라엘 민족이 거주하는 땅이 주께 안식을 지키게 할지니라(레위기 25:2), 안식이 그 땅에 있게 할지니(레위기 25:4), 일곱째 해는 그 땅의 안식년(a year of rest)이라(레위기 25:5). 그렇다면 사람이 밭에 씨를 뿌리지 않고 포도원을 가꾸지 않아 땅이 안식하는 일곱째 해에 사람들은 무엇을 먹고살까? 하나님이 여섯째 해에 복을 내려서 세 해 동안 먹을 열매가 나게 해주신다고 약속한다(레위기 25:20-21). 이스라엘 민족이 이집트에서 나와서 가나안으로 이동할 때 광야에서 생활할 때도 하나님은 사람들이 여섯째 날에는 만나를 두 배로 거두어서 안식일에 만나를 거두는 일이 없도록 하셨다(출애굽기 16:16-18, 22, 25). 안식일과 안식년을 지키는 것은 하나님의 약속에 대한 믿음의 문제이기도 하다. 그러나 만약에 사람이 안식년을 지키지 않을 경우(레위기 26:14-15)는 땅이 황폐해지고 땅이 자기 소출을 내지 아니하고 땅의 나무가 자기 열매를 맺지 아니하리라(레위기 26:20)고 약속했다. 사람들이 안식년에 땅을 안식하지 못하게 했으므로 거민들이 다른 나라로 포로가 되어 가고 거주하지 않는 동안 땅이 자기의 안식을 누리게 된다고 한다(레위기 26:34-35).

성경에서 7년마다 있는 안식년은 세 가지 의미로 확장되어 나타난다(권오룡, 2007; 송오식, 2020). 즉, ① 땅의 안식(출23:10~13, 레25:2~7), ② 채무의 면제(신 15:1~11), ③ 종의 해방(출21:2~6, 신15:12~18)이다. 사람들이 안식년을 지키지 못하는 이유에는 자신의 소유를 무한정으로 계속 늘리고자 하는 욕구와 관련이 있다. 성경은 안식년을 통해서 ① 지구시스템(땅)은 하나님의 것이다. 그러므로 지구시스템을 하나님의 창조원리에 따라 정기적으로 쉬게 하는 것이다. ② 빚진 사람이 7년이 지나서도 빚을 못 갚으면 면제해주는 것이다. 안식년은 경제적으로 불평등하게 된 것을 다시 회복하는 기회이다. ③ 종으로 7년 동안 주인을 섬기면 이 사람의 인권을 존중하여 다시 자유인이 되어 책임감 있는 경제주체가 될 수 있게

12) 너는 육 년 동안 네 밭에 씨를 뿌리며 육 년 동안 네 포도원을 가꾸어 그것의 열매를 거둘 것이나 일곱째 해에는 안식하는 안식이 그 땅에 있게 할지니 곧 주께 대한 안식이라. 너는 네 밭에 씨를 뿌리거나 네 포도원을 가꾸지 말며 네 수확물 중에서 저절로 난 것을 거두지 말고 손질하지 아니한 네 포도나무의 포도를 거두지 말라. 그 해는 그 땅의 안식년이니라. (레위기 25장 3~5절) [킹제임스 흠정역]

한다. 지구온난화는 21세기의 사람들이 안식년에 대한 하나님의 원리를 무시하고 살고 있어서 나타나는 한 가지 현상으로 파악해볼 수도 있다. 유대인의 달력 5782년에 해당하는 2021년 9월 7일에 다음 안식년이 시작된다. 최근에는 사상가와 사회 활동가들은 안식년이 21세기의 전 세계적 환경문제와 경제적 불안정성을 해결할 방법이라고 주장한다<sup>13)</sup>(Deutscher et al. 2014).

안식년의 목적은 땅, 사람과 가축을 쉬게 하는 것이다. 더 나아가서는 지구시스템이 사람의 영향에서 벗어나서 스스로 1년 동안 쉬는 것이다. 사람의 안식년 준수는 생물권과 대기권에 큰 영향을 준다(레위기 26: 2, 4, 14, 20). 사람이 7년마다 안식년을 지키고 산업활동을 한 해 동안 멈춘다면 지구시스템이 그 한 해 동안 스스로 회복하고, 그다음 6년 동안 사람들에게 좋은 조건들을 제공해줄 것이며 지구온난화도 완화될 것이다. 21세기 초반 세계 경제 여건상 7년마다 안식년을 갖지 못하는 것은 21세기에 사람들이 하나님의 창조원리를 무시하고 지구시스템을 남용하고 사는 것을 보여주는 것이다. 현재와 같은 지구시스템 남용은 레위기 26장에 기록된 것과 같은 악순환을 가져올 것이다. 지구시스템이 하나님의 창조원리에 따라 유지되고 있으므로 사람은 지구시스템도 안식년을 지킬 수 있도록 대책을 세울 필요가 있다.

### 3) 회개와 사랑

안식일을 통해서 일과 안식(쉬)의 균형을 배울 수 있다. 사람이 안식일과 안식년을 준수하는 것은 사람, 땅과 짐승이 살아가는 데 영향을 줄 뿐만 아니라 지구시스템의 안정을 유지하는 데 매우 중요하다. 일과 안식이 균형을 이루는 것이 하나님의 창조원리이다(송오식, 2020). 사람이 7년마다 안식년을 갖지 않고 지구시스템에게도 안식을 주지 않고 계속해서 남용한 것에 대하여 돌아보고 회개해야 한다(레위기 26:1~20). 하나님은 사람에게 지구시스템을 자산으로서 맡겨주었다. 사람은 선물로 받은 이 지구시스템을 잘 돌보고 관리하는 청지기이다. 관리자인 사람의 행동에 따라 지구시스템 내에 땅을 포함한 여러 요소가 저주를 받기도 하고 복을 받기도 하며 안정되기도 하고 불안정해지기도 한다. 하나님께서 맡겨주신 자산을 하나님의 원리에 따라 올바르게 관리하지 못한 것에 대한 반성 그리고 태도와 행동의 변화가 필요하다. 지구시스템은 사람의 것이 아니고 하나님의 것이다(마태복음 21:33~41). 지구시스템의 주인이 하나님임을 인정한다면, 사람들이 지구시스템

13) [www.myjewishlearning.com/article/what-is-shemita-the-sabbatical-year/](http://www.myjewishlearning.com/article/what-is-shemita-the-sabbatical-year/)

을 대하는 태도가 달라질 것이고 지구시스템에게 안식년을 주어서 이를 안정되게 할 수 있을 것이다.

예수님이 십자가에서 피를 흘리심으로써 하나님과 땅에 있는 것들이나 하늘에 있는 것들이나 모두 하나님과 화해하게 되었다(골로새서 1:19~23). 예수님을 믿고 거듭나서 새로운 피조물이 되었다면(고린도후서 5:18), 하나님과 관계가 화평하게 되었고 또한 지구시스템과도 화해해야 한다(Moo, 2010). 사람이 죄를 범하여 그 결과로 땅의 창조물들이 신음하고 있으며 예수님이 재림하셔서 온전히 회복해주실 것을 소망하며 기다리고 있다(로마서 8:18~25).

성경에서 지구온난화에 대하여 어떻게 인식하고 대응하라는 직접적인 언급은 없다. 그리스도인이 인생을 살아가며 만나는 일 중에는 선한 일도 아니고 악한 일도 아닌 중립적인 일들(gray areas)이 많이 있다. 지구온난화에 대한 그리스도인의 대응도 그중의 하나라고 생각할 수도 있다(Hayhoe and Farley, 2009). 또한 지구온난화와 지역의 기후변화를 인식하고, 그것에 적극적으로 대응하거나 그냥 반응하지 않는 것 모두 그리스도 안에서 우리의 자유라고 주장할 수도 있다. 그러나 우리가 지구온난화에 적극적인 행동으로 대응하여 우리 자신, 우리의 자손들, 그리스도 안의 형제와 자매, 그리고 이웃에게 유익(benefits)을 끼치면, 이것은 하나님이 우리에게 주신 자유를 가지고, 우리가 선택하여 하나님의 사랑을 이웃에게 표현하고 나타내는 것이다(고린도전서 6:12; 갈라디아서 5:13; 빌립보서 2:4).

우리에게 필요한 것은 두려움이 아니라 현실을 인식하고 회개하는 것이다(Bookless, 2008). 21세기 지구온난화에 대한 대응은 하나님이 마음을 바꾸시기를 기다리는 것이 아니라 사람이 지구시스템에 대한 태도와 마음을 바꾸는 것이 필요하다(조영호, 2014). 예수님은 스스로 하나님으로서의 권리, 권한, 지위를 버리고(empty), 이 땅의 사람들을 위하여 사람으로 오셨다(Wood, 2009). 우리도 나, 이웃과 후손들을 위하여 우리가 누릴 수 있는 기회와 권리를 포기할 필요가 있다(사도행전 2:44~45, 빌립보서 2:4, 요한일서 3:16-18). 지구시스템의 자원을 사용하는 데 오늘 나에게 꼭 필요한 만큼만 사용해야 한다. 모든 땅은 하나님의 것<sup>14)</sup>이고 사람은 하나님에게 의지하는 존재에 불과하다(송오식, 2020). 지구시스템은 사람과 다른 모든 생물들이 공간적으로 시간적으로 공유하는 곳이며, 하나님의 것이다.

14) 땅(land)을 영원히 팔 수 없나니 땅은 내 것이니라. 너희는 나그네요, 나와 함께 머무는 자니라. (레위기 25:23) [킹제임스 흠정역]

## 2. 대응(mitigation)

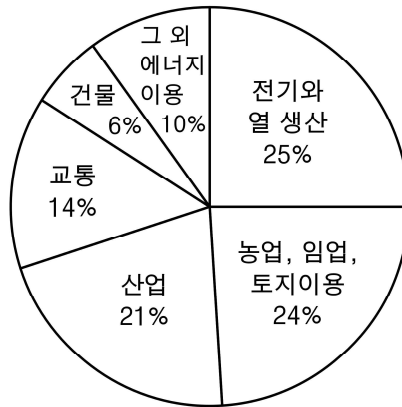
가속화되는 지구온난화의 새로운 시대 상황을 맞이하여 생태신학적 숙고들이 인식의 추상성을 넘어 일상생활 속에서 구체적으로 “다르게 살기”를 실현하고, 기독교 생명문화를 형성하자는 신학적 제안이 있었다(김은혜, 2009). 21세기 지구온난화는 근원적으로 자연의 문제가 아니라 사람의 문제이다. 미래의 급속한 지구온난화를 줄이거나 방향을 바꿀 수 있는 것은 사람이다. 김은혜(2009)는 지구온난화 대응은 결국 사람의 문제이며, 지식과 기술의 문제를 넘어 사람의 인식과 태도 그리고 실천의 문제로 보고 있다. 전현식(2009)은 사람이 지구시스템에 거주하는 동안 지구시스템을 정성껏 돌보고, 양육하고, 보존하여 미래 세대에게 넘겨주어야 할 사명과 책임을 가져야 한다고 한다<sup>15)</sup>.

정의, 공정성, 형평성 및 책임은 국가 간의 협상과 한 국가 내에서 정책을 만드는 데 중요하며 또한 개인들에게도 중요하다(IPCC, 2014b). 세대 간 정의(intergenerational justice)는 21세기를 살아가는 사람들이 미래에 지구에서 살 사람들에게 온전하고 안정된 지구시스템을 물려주어야 할 도덕적 의무와 미래의 사람들이 현재 사람들에게 지구시스템에 대해 갖는 권리를 포함한다(Hay, 1990). 21세기를 살아가는 사람이 할 수 있는 적극적인 대응은 ① 대기권으로 탄소배출을 줄이는 것, ② 에너지 사용 효율을 높이는 것, ③ 대기권에 배출된 탄소를 다시 생물권과 지권으로 돌려보내는 것(carbon sequestration)이다.

### 1) 온실기체 배출 저감 행동

사람이 배출하는 온실기체 중 가장 중요한 기체가 이산화탄소(76%)와 메테인(16%)이다. 그리고 사람이 온실기체를 배출하는 산업 영역을 가장 큰 것부터 일차적으로 분류하면 전기·열 생산(25%), 농업·임업·토지이용(24%), 일반산업(21%), 교통(14%), 건물(6%) 순서이다(그림 10). 온실기체를 배출하는 산업 중에서 가장 많은 기여를 하는 전기·열 생산 산업에서 만들어진 에너지는 최종적으로는 건물(12%)과 산업(11%)에 활용된다. 사람들은 이산화탄소를 대기 중으로 배출하는 양을 줄이기 위하여 크게 세 가지 노력을 하고 있다. ① 탄소를 덜 배출하는 연료(재생 에너지, 원자력 및 천연가스)를 사용하고, ② 에너지 수요와 공급 과정에서 더 효율이 좋은 기술을 채택하여 사용하고, ③ 탄소 포집 및 저장<sup>16)</sup> (CCS) 기술을 개발하고 구현하고자 한다.

15) 주 하나님께서 남자를 데려다가 에텐의 동산에 두시고 그것을 가꾸고 지키게 하셨더라. (창세기 2:15) [킹제임스 흠정역]



〈그림 10〉 사람이 배출하는 온실기체에 대한 산업별 기여도. IPCC(2014b)가 2010년 자료에 근거하여 계산함<sup>17)</sup>.

지구온난화 문제가 국가들 사이에 협력해야 하는 전 지구적인 문제임을 인식한 국제사회는 유엔기후변화협약(1992년)과 파리기후변화협약(2015년)을 맺고<sup>18)</sup>, 지구온난화 문제에 대응하고 있다. 2023년부터 파리기후변화협약 이행 점검에 들어간다. 2020년 10월 28일 문재인 대통령이 국회 시정연설에서 2050년까지 탄소중립<sup>19)</sup>을 실현하겠다는 내용의 ‘2050 탄소중립 계획’을 선언했다. 탄소중립은 대기 중에 배출된 탄소를 ‘0(zero)’으로 만드는 것이다. 앞으로도 사람의 산업 활동으로 이산화탄소는 계속 배출될 것이므로, 이산화탄소 배출량을 줄이는 것뿐만 아니라 매년 초과 배출하는 양만큼 대기 중의 이산화탄소를 생물권과 지권으로 돌려보는 일을 해야 한다. 이러한 분야는 아직도 연구가 많이 필요한 영역이다. 2020년 12월 7일에 ‘2050 탄소중립 추진전략’과 ‘2050 장기 저탄소 발전전략<sup>20)</sup>’ 및 ‘2030 국가 온실가스 감축목표<sup>21)</sup>’ 정부안을 확정했다. 대한민국의 2030년 국가 온실가스 감축

16) carbon capture and storage (CCS)

17) Ritchie, H. 2020 Sector by sector: where do global greenhouse gas emissions come from?에서 2016년 자료를 이용하여 분석한 자료를 확인할 수 있음. <https://ourworldindata.org/ghg-emissions-by-sector> (Accessed on 08 May 2021)

18) 2015년 전 세계 195개국의 장관들이 파리기후변화협약에 서명했다. 이 국가들은 지구의 평균 온도를 산업화 이전 수준보다 2°C, 가능하면 1.5°C, 이상 증가하지 않는 범위 내에서 유지하기로 약속했다.

19) carbon neutral 또는 carbon net zero emissions

20) Long-term low emissions development strategies (LT-LEDS)

21) Nationally Determined Contribution (NDC)

목표는 온실기체 배출을 2017년 대비 24.4% 감축하는 것으로 설정하였다. 각 나라마다 다른 방식과 방법으로 탄소 배출 저감 목표를 세우고 있다. 2021년 4월에 유럽연합 의회와 회원 국가들은 2030년까지 1990년 탄소배출량에 비하여 55%로 감축하겠다는 법을 제정하였고, 또한 2050년까지 온실기체 배출량 중립을 이루는 것을 목표로 설정하였다.

## 2) 신에너지 개발과 에너지의 효율적 사용

산업혁명 이후 탄소연료에 의존해서 사람들의 산업 활동이 이루어져 왔다. 21세기에 들어서 사람이 지권에 보존되어 있는 탄소를 꺼내는 속도를 줄이고, 태양에너지, 풍력, 수소에너지를 사용하려고 노력하고 있다. 지구 내부의 열에너지를 사용하는 지열발전에는 주의가 필요하다. 지권에 보존되어 있는 열을 과도하게 빠른 속도로 빼내서 대기권과 수권에 공급하면 현재의 지구시스템 평형상태에 영향을 줄 수 있다. 탄소연료에 의존하는 현재 사람들의 산업 활동 유지를 위하여 신에너지를 개발하는 일과 연구가 필요하다. 사람이 신에너지를 개발하여 사용할 때, 대기권과 수권에 에너지(열)를 빠른 속도로 증가시키면 현재의 지구시스템 평형상태가 불안정해질 수 있어 연구가 필요하다(박일준, 2010).

가정에서는 전기사용, 소형자동차, 도시가스, 냉방과 난방을 통해서 이산화탄소를 발생시킨다. 효율적 에너지 사용을 위해서 에너지 소비효율 등급표시와 에너지 절약 마크를 확인하여 고효율 제품을 구입하고 대중교통을 이용할 수 있다. 냉방과 난방에 사용되는 에너지를 줄이기 위해 집의 단열이 잘되도록 한다. 프랑스의 경우는 국가적으로 주거 영역에서 신축건물의 에너지 소비효율의 향상을 추구하고, 기존 주거지의 열효율 개선을 위한 건물의 리모델링을 지원하고 있다. 또한 교통영역에서 저탄소 차량 신차 보조금 정책을 통해 에너지를 절감할 수 있도록 하고 있다(홍의표 등, 2015).

## 3. 적응(adaptation)

지구온난화에 적응한다는 것은 지구온난화의 현재와 미래의 영향에 대비하고 조치를 취하는 것을 의미한다. 지구온난화와 기후변화 적응은 개인, 지역 사회, 조직 및 지구시스템이 꼭 겪어야 할 지구온난화와 기후변화의 결과를 대비하는 데 도움이 된다. 기후변화 적응은 정부, 기업 및 가정이 함께 책임지고 수행해야 할 일이다<sup>22)</sup>. 개인과 기업은 자산과 생계가 기후 위험에 노출되는 것을 줄이기 위한

결정을 내려야 한다.

지구온난화와 기후변화에 적응하는 예로서는 여러 가지가 있다. 우선 생태계의 종 다양성이 유지되도록 도와야 한다. 기후변화는 강우, 증발, 유출 및 토양 수분 저장을 변경한다. 장기간의 가뭄은 현재 발생하는 것보다 더 많은 경제적, 정치적, 사회적 혼란과 함께 농업생산 변화와 소규모 농장에 큰 피해를 초래할 수 있다. 조림사업은 사람에 의한 기후변화와 지속가능하지 않은 토지 사용으로 발생한 사막화를 줄이는 방법의 하나다. 해안지방의 경우 해수면 상승에 대비해야 한다. 그리고 고산지대의 경우 빙하가 녹아서 만들어진 호수들에 댐을 만들어서 하류 지방의 홍수 위험을 줄여야 한다. 지구온난화로 열파<sup>23)</sup>가 발생하는 날 수가 늘어나고 큰 피해를 줄 수 있다. 아시아의 경우는 특별히 강수량 증가와 홍수, 가뭄, 열파에 대한 대비가 필요하다.

#### 1) 위기에 처한 생물들에 대한 대책이 필요함

지구온난화로 서식지와 먹이 공급에 위협이 생긴 식물과 동물들을 적극적으로 도와야 한다<sup>24)</sup>. 사람에게서는 하나님이 창조하신 생물들의 종 다양성이 계속 유지되도록 해야 할 의무가 있는 것이다. Manes et al.(2021)는 전 세계에서 종 다양성이 뛰어난 273개 지역에서 지구온난화가 종 다양성에 미치는 연구를 수행하였다. 그들의 연구에 따르면 지구온난화로 인한 기후변화는 모든 평가 지역에서 종 다양성에 부정적인 영향을 미칠 것이며, 특별히 고유종(endemic species)에게 더 많은 악영향을 줄 것이다. 고유종 중 육상 및 해양 생태계에서 각각 34%와 46%, 섬과 산지에서 각각 100%와 84%의 종들이 높은 멸종 위험<sup>25)</sup>에 직면할 것으로 예상했다.

22) National Climate Resilience and Adaptation Strategy by the Australian Government (2 December 2015).

23) 열파(heat waves)는 장기간에 걸쳐 더위가 맹렬하게 이어지는 것이다. 열파는 극단적으로 뜨거운 공기덩어리가 지배하여 기온이 장기간 높은 상태를 말한다.

24) 이스라엘 자손들아, 너희는 주의 말씀을 들으라. 그 땅에 진리도 없고 긍휼도 없고 하나님을 아는 지식도 없으므로 주께서 그 땅의 거주민들과 논쟁하시느니라. 그들이 맹세와 거짓말과 살인과 도둑질과 간음을 행함으로 터져서 피와 피가 닿는도다. 그러므로 그 땅이 애곡하며 그 안에 거하는 모든 사람이 들의 짐승들과 하늘의 날짐승들과 더불어 쇠약할 것이요, 참으로 바다의 물고기들도 없어지리라(호세아 4장 1-3절) [킹제임스 흠정역]

25) Manes et al.(2021)은 지구온난화에 의한 기후변화 때문에 풍도(abundance)가 80% 이상 줄어들 경우를 ‘높은 멸종 위험’으로 정의했다.

## 2) 가난하고 위기에 처한 사람들에게 도움이 필요함

지구온난화와 지역 기후변화로 인해서 삶의 터전인 땅이 없어진 사람들, 농업과 수산업 환경이 변화되어 소출이 적어진 사람들을 돕고, 가난한 사람들을 돌아볼 필요가 있다(갈라디아서 2:10; 누가복음 10:25-37; 사도행전 11:27-30). 형제를 사랑하는 마음으로 앞으로 일어날 가뭄과 홍수로 자연재해를 입어 궁핍해진 형제를 보면 도와주어야 한다(요한일서 3:17-18; 4:9-11). 예수님의 이름으로 위기에 처한 이웃에게 사랑을 베풀어야 한다(마가복음 9:37; 마태복음 10:41-42). 성경은 하나님으로부터 그에 맞는 상과 칭찬이 있다고 약속한다.

## V. 결론

과학자들은 국제협력을 통해서 1980년부터 지구온난화에 대한 자료들을 수집하고 분석하였으며, 지구온난화를 만드는 원인이 자연적인 것뿐만 아니라 사람이 지권으로부터 빠른 속도로 탄소연료를 꺼내서 대기 중으로 방출한 것의 영향이 크다고 밝히고 있다. 이러한 전 지구적 대기와 해양의 온도상승은 각 지역에 기후변화를 만들고 있다. 이러한 지구온난화는 사람이 과잉으로 탄소를 배출하여 발생한 것이므로 사람들이 회개하고 결심하고 계획하여 탄소배출을 줄이면 지구온난화를 줄이거나 막을 수 있다. 그러나 이러한 과정은 앞으로 40년에서 100년 정도의 국제적인 협력과 각 개인의 노력으로 이루어질 수 있다.

만약 우리가 적절하게 대응하지 못해서 지구온난화가 일어나더라도 지구의 마지막이 오지는 않고, 지구시스템이 새로운 평형상태로 이동할 것으로 예상된다. 그러나 이러한 새로운 평형상태로의 이동 과정은 생물권에 생명체들과 우리의 후손들에게 큰 고통을 가져다줄 것이다. 그래서 21세기에 이 지구에 거주하는 사람은 그리스도의 재림을 기다리며, 하나님이 우리에게 주신 지혜와 의지로 지구온난화를 최대한 줄이고 빨리 지구시스템을 안정 상태로 유지하는 것이 필요하다. 이 일을 위한 적극적 대응은 ① 지구시스템에 대한 인식 전환, ② 온실기체의 배출량을 줄이는 일, ③ 지구온난화에 대한 적응을 포함한다.

세상의 마지막은 하나님이 그의 정하신 때에 그리스도가 재림함으로써 이루어질 것이다(마태복음 24:36, 사도행전 1:11). 그리고 하나님이 새 하늘과 새 땅을 준비해 주실 것이다(이사야 65:17-25, 요한계시록 21:1). 그러나 그 이전에는 사람들

이 과도하게 지구시스템을 남용해서(abuse) 지구시스템의 평형상태를 불안정하게 만들고, 땅과 생물들과 후손들에게 고통을 주지 않도록 사람이 할 수 있는 범위 내에서 지구시스템의 평형상태를 잘 관리해야 한다.

## 참고문헌

- 기상청, 국립기상과학원 2021 우리나라 109년(1912~2020년) 기후변화 분석 보고서. 서울 68p.
- 김은혜 2009 기후변화와 생태위기에 대한 신학적 성찰. 장신논단, 36:179-205
- 권오룡 2007 안식일과 안식년, 희년의 연속성과 성취적 의미 고찰. 대신대학교 신학대학원. 석사학위논문 82p.
- 박일준 2010 성서의 눈으로 바라보는 기후 변화의 문제. 기독교사상, 2010.5: 258-271.
- 배정훈 2012 창세기 1-9장을 통해서 본 생태 신학. Canon & Culture, 6(2): 21-50.
- 송오식 2020 기후위기 대응을 위한 바람직한 정책과 제도. 종교문화학보 17(2): 87-108
- 전현식 2009 기후변화에 대한 신학적 성찰. 기독교사상 54(11): 34-43.
- 조영호 2014 신학적 과제로서의 기후변화. 기독교사회윤리 28: 45-78.
- 홍의표, 김지영 2015 기후변화 대응을 위한 주요국가의 에너지효율화 법제와 정책. 한국법제연구원 151p.
- Ackerman, T. 2007 Global Warming: Scientific Basis and Christian Responses. Perspectives on Science and Christian Faith 59(4): 250-264.
- Bookless, D. 2008 Planetwise: dare to care for God's world. Inter-Varsity Press 156p.
- Bunker, J. P. 1995 Medicine matters after all. J, R, Coll. Physicians Lond. 29(2):105-12.
- Christy, J. 2017 Testimony for the U.S. House Committee on Science, Space & Technology on 29 Mar 2017.
- Cummins, L. 2017 Lifespans of the European Elite, 800-1800. Journal of Economic

- History 77(2): 406-439.
- Deutscher, Y., A. Hanau and N. Savage 2014 Hazon Shmita Sourcebook, May 2014, New York, Hazon, Inc.
- Dillow, J. C. 1981 The Waters Above: Earth's Pre-Flood Vapor Canopy. Chicago, Moody Press. 479p
- Douglas, P. and M. Hescoc 2016 Caring for Creation: The Evangelical's Guide to Climate Change and a Healthy Environment. Bethany House Publishers. 192p.
- Feinberg, M. and Willer, R. 2012 The moral roots of environmental attitudes. Psychological Science 24: 56-62.
- Griffin, J. P. 2008 Changing life expectancy throughout history. J. R. Soc. Med. 101:577-578.
- Hay, D. A. 1990 Christians in the global greenhouse. Tyndale Bulletin 41(1):109-127.
- Hayhoe, K. and A. Farley 2009 A Climate for Change: Global Warming Facts for Faith-Based Decisions. New York, Faith Words, 206p.
- Hescoc, M.C. 2020 Caring for Creation: The Evangelical's Guide. In: Al-Delaimy W., Ramanathan V., Sánchez Sorondo M. (eds) Health of People, Health of Planet and Our Responsibility. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-31125-4\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-030-31125-4_21)
- Hoffman, A.J. 2011 The culture and discourse of climate skepticism. Strategic Organization 9(1): 77-84
- IPCC 2014 Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.). IPCC, Geneva, Switzerland, 151p.
- IPCC 2014 Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier,

- B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlomer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 1435p.
- Jones, G. S., P. A. Stott, and N. Christidis 2013 Attribution of observed historical near surface temperature variations to anthropogenic and natural causes using CMIP5 simulations. *J. Geophys. Res. Atmos.*, doi:10.1002/jgrd.50239.
- Keil, C. F. and F. Delitzsch 1996 Keil and Delitzsch Commentary on the Old Testament, Hendrickson Publishers, 7,744p.
- Manes, S., M. J. Costello, H. Beckett, A. Debnath, E. Devenish-Nelson, K.-A. Grey, R. Jenkins, T. M. Khan, W. Kiessling, C. Krause, S. S. Maharaj, G. F. Midgley, J. Price, G. Talukdar, M. M. Vale 2021 Endemism increases species' climate change risk in areas of global biodiversity importance, *Biological Conservation*, doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109070.
- Moo, J. 2010 Continuity, discontinuity, and hope: The contribution of new testament eschatology to a distinctively Christian environmental ethos. *Tyndale Bulletin* 61(1): 21-44.
- Moore, R. D. 2014 Heaven and nature sing: How evangelical theology can inform the task of environmental protection (and vice versa) *Journal of the Evangelical Theological Society* 57(3): 571-588.
- Otto-Bliesner, B.L., E.C. Brady, J. Fasullo, A. Jahn, L. Landrum, S. Stevenson, N. Rosenbloom, A. Mai, G. Strand 2016 Climate Variability and Change since 850 C.E.: An Ensemble Approach with the Community Earth System Model (CESM), *Bulletin of the American Meteorological Society*, 735-754.
- Spencer, R. 2017 Testimony for the U.S. House Committee on Science, Space & Technology on 29 Mar 2017.
- Vail, I. N. 1902 *The Waters Above the Firmament: Or, The Earth's Annular System; the Mosaic Record Scientifically Explained*. Philadelphia, Ferris and Leach 375p.
- Veldman, R. G. 2019 *The Gospel of Climate Skepticism: Why Evangelical Christians Oppose Action on Climate Change*. Univ. of California Press, 332p.

- White, L. 1967 The historical roots of our ecologic crisis. *Science* 155: 1203-1207.
- Wood, M. 2009 Climate change: a theological reflection and challenge. *The new critic* 10, Institute of advanced studies, University of western Australia.
- Zaleha, B. D. and A. Szasz 2015 Why conservative Christians don't believe in climate change. *Bulletin of the Atomic Scientists* 71(5): 19-30.

Abstract

**Scientific understanding and responses to global warming  
- the early 21st century Christian perspective -**

**Choi, Byoung-Ju**

**(Department of Oceanography, Chonnam National University)**

The Earth system consists of the hydrosphere, atmosphere, geosphere, and biosphere, each of which is tightly interconnected. In the last 150 years, humans in the biosphere have taken out large amounts of carbon from the geosphere at a rapid rate and pumped it into the atmosphere. Excess carbon dioxide released into the atmosphere increases the concentration of carbon dioxide and enhances the greenhouse effect in the atmosphere, causing global atmospheric and ocean temperature rise and climate change in each region. This causes the current equilibrium in the Earth system to become unstable and move to a new equilibrium state. The greenhouse gas concentration, air temperature, water temperature, and sea level data observed for the last 120 to 170 years indicate this transition process, and the Earth system numerical prediction models predict what the new equilibrium state will be in 100 to 300 years. In this study, the difference between the change in the Earth system in the history of the Bible and the modern history and the change in the 21st century Earth system is examined.

As a Christian living in the early 21st century, if we believe that we have a responsibility to understand, manage, and govern the Earth system created by God as well as we respect the rights of future generations, we must actively respond to global warming. To this end, humans must establish a new relationship with the Earth system, implement countermeasures to reduce greenhouse gas emissions, and set up adaptation measures with love for the creatures and people who are greatly affected by global warming. Fundamentally, since the Earth system is maintained according to God's creation principle, man needs to help the Earth system to take the Sabbatical year every seven year. Even if we do not take actions appropriately and global warming continues, the end of the Earth would not come, and the Earth system is expected to move to a new equilibrium state. However, during the transition to a new equilibrium state, plants, animals, and humans living in the biosphere will experience critical threats and great suffering.

**Key words** : Global warming, climate change, Bible, responsibility, sabbatical year, practice of love

## 토론문

## 지구온난화에 대한 과학적 이해와 대응

## - 21세기 초반을 사는 그리스도인의 관점 -

김 태 훈

전남대학교 지구환경과학부

기후학자들은 지구 기후의 변화를 이해하는데 세 가지 밀접히 관련 된 방법을 쓴다. 고기후 기록을 읽어서 어떻게 왜 기후변화가 있었는지 살피고, 수치모형을 만들어서 기후가 어떻게 작동하는지를 이해하고, 우주로 내보낸 위성부터 심해의 온도계까지 각종 장비를 배치해 놓고 지구의 중요한 기후변수들을 밀착 감시하고 있다. 그러나 이런 감시 도구들은 등장한 지 몇십 년밖에 되지 않았다. 대기의 거동을 이해하고 미래의 기후변화를 예측하려면 과거에 있었던 기후변화를 판독할 줄 알아야 한다.

지구의 기후를 바꾸는 자연적인 요인으로는 태양 에너지와 지구공전궤도의 변화가 있다. 첫 번째로 태양 에너지의 변화는 태양이 내놓는 에너지가 늘거나 줄면 온난화와 냉각이 일어난다는 주장이다. 두 번째는 지구공전궤도의 변화이다. 지구 궤도는 자연적인 기후변화를 일으킨다. 공전궤도 모양(이심률), 공전면과 자전축이 이루는 각도(황도경사)의 바뀔, 그리고 자전축 자체의 회전(세차운동)은 지표에 도달하는 햇빛의 양에 계절적인 위도에 따른 변동을 일으킨다. 지구공전궤도의 모양은 원과 타원 사이를 10만 년 주기로 반복한다. 지구공전면에 대한 지구 자전축의 기울기는 약 41,000년을 주기로 21.5도에서 24.5도 사이로 바뀐다(현재는 23.5도). 지구의 자전축은 팽이의 꼭지처럼 원운동을 한다. 그 주기는 26,000년이며 자전축이 가르키는 별이 바뀐다. 이런 주기가 겹쳐지면 보강간섭을 일으켜 기후변화를 불러오고 지난 몇 백만 년 동안에 있었던 최근의 빙하기와 간빙기가 거듭되는 기후 사건이 세르비아 천문학자의 이름을 붙여서 만든 밀랑코비치 주기 때문이라고 인정받고 있다.

또 다른 자연적인 요인으로 화산폭발과 지각판의 이동이다. 과격한 화산폭발은 대기로 엄청난 양의 가스와 미세 입자 부스러기를 내놓는다. 분출물들은 몇 달간

또는 몇 년간 대기 머무르면서 전지구로 퍼져나간다. 역사적인 화산폭발들, 인도네시아의 탐보라(1815), 인도네시아의 크라카토아(1883), 멕시코의 엘 치촌(1982), 필리핀의 피나투보(1991)는 화산재를 대기로 쏘아 올려 이것이 햇빛을 가려서 지구를 냉각시킨 바 있다. 1815년에 탐보라 화산이 폭발한 이듬해에 화산이 북미와 유럽의 날씨에 영향을 주어 여름이 없는 해로 기록되었다. 그러나 아무리 큰 화산 폭발이라 하더라도 영향은 비교적 작고 단기에 그친다. 지각판의 이동은 기후에 결정적인 영향을 여러 차례에 걸쳐 주었다. 땅덩이가 움직이면 해류 체계가 따라서 바뀌면서 열과 수증기의 운반이 달라져서 결국 기후변화를 불러온다. 그러나 판의 움직임은 아주 느려서 1년에 겨우 몇 센티미터이므로 대륙의 위치가 바뀌는 데에는 장구한 지질 시간이 걸린다. 판의 움직임으로 촉발되는 기후변화는 점진적이며 백만 년 규모의 시간에 걸쳐 일어난다.

현재 경험하고 있는 극단적이며 매우 빠른 기후변화를 자연적으로 변동하는 기후 요인으로 설명할 수 있는가라는 질문에 답을 내리기는 힘들다. 과거에 자연적인 요인으로 기후가 변한 것과 미래에도 그럴 것이라는 것은 틀림이 없다. 예를 들어 최근의 전지구적인 기후 바뀔에 해당하는 플라이스토세의 빙하기, 중세 온난기, 소빙하기 등은 자연적인 요인과 명확하게 관련이 있다. 하지만 최근 몇십 년 사이에 일어나고 있는 온난화의 속도는 어떤 자연적인 요인이 일으켰던 것보다 훨씬 빠르다. 최근의 연구에 따르면 지난 30년 동안의 온난화는 최근 1000년 동안에 서는 유례를 찾을 수 없다고 한다. 지표의 온난화를 포함하여 최근의 기후변화를 설명하는 유일한 길은 사람이 배출한 양이 늘어났다는 기록뿐이다. 우리가 기후변화와 관련된 자연현상은 인간의 힘으로 된 것이 아니라 하나님께서 이 지구를 유지하기 위한 놀라운 하나님의 섭리이다. 하나님의 섭리 역시 기후변화를 일으킨다고 할 수 있다. 최병주 교수님의 의견대로, 사람에 의한 급격한 온실기체의 증가가 현재 지구시스템의 평형을 불안정하게 만들고 새로운 평형상태로 이동하게 하는 중요한 요인이라는 것에 동의하고, 사람이 하나님이 만드신 지구시스템에 대해 이해하고 관리하고 다스릴 책임이 있다고 믿는다면 적극적인 행동을 보여야한다 라는 측면은 기독교인으로서 우리가 생각해 야 할 부분이라고 판단된다.