

## ESG ISSUE

2024.2.29.

한국은행  
지속가능성장실  
과장 김재윤\*  
jkim20@bok.or.kr  
(☎02-750-6858)

# NGFS 제4차 기후변화 시나리오의 주요 내용

※ NGFS(Network for Greening the Financial System)는 중앙은행·감독기구의 기후변화 대응을 위해 '17.12월 설립된 국제협의체로, '23.11월 기준 129개 회원기관으로 구성. 당행은 '19.12월 가입.

## Key takeaways

- NGFS는 2023년말 저탄소 전환경로(기후변수)와 실물경제 영향(거시변수) 추정치로 구성된 제4차 기후변화 시나리오를 발표하였으며, 이를 바탕으로 중앙은행·금융기관들이 기후변화의 금융부문 영향을 분석할 것을 제안하였다.
- 금번 4차 시나리오는 전 세계적으로 2021~25년 중 탄소감축이 더딘 상황을 반영하여 향후 전환리스크가 종전보다 커지는 방향으로 재구성하였다. 아울러, 폭염·가뭄·태풍·홍수 등 자연재해의 거시경제적 영향에 대한 추정치도 국가별로 처음 제시하였다.
- 한국의 경우 2050년 탄소중립을 달성하기 위해서는 현재 톤당 7달러 내외 수준인 탄소가격이 2030년경 톤당 150달러, 2050년경 톤당 1,700달러까지 상승해야 하는 것으로 추정되었다. 또한, 폭염 등으로 인한 피해도 커질 우려가 있는 것으로 나타났다.
- 당행(지속가능성장실)은 기후리스크 분석시 저탄소 전환경로(기후변수)는 NGFS 시나리오를 주로 활용하되, 실물경제와 금융부문 파급영향은 한국의 특수성을 반영하여 자체 개발한 모형으로 분석할 계획이다.

## 시나리오 개발 배경 및 경과

NGFS는 '23년말 4차 기후변화 시나리오를 발표하였다. NGFS 시나리오는 각국 중앙은행·감독기구 기후변화 연구의 주요 전제로 활용된다.

NGFS는 2023.11월 세계 각국의 기후변화 대책 변화, 기술발전 상황 등을 반영한 새로운 버전(4차)의 기후변화 시나리오를 공개하였다. NGFS는 각국 기후변화 연구의 공통된 출발점('A common starting point')을 제공하고자 2020년 기후변화 시나리오를 처음 개발하고 평가 모형, 대응경로 등에 대한 개선 작업을 지속해 오고 있다. 현재 한국은행, 금융감독원 및 국내 금융기관(10개 은행 및 보험사<sup>1)</sup>)의 기후리스크 분석 모형도 NGFS 시나리오를 주요 전제로 활용하고 있다.

1) 4개 은행(KB, 신한, 하나, 우리) 및 6개 보험사(삼성생명, 한화생명, 교보생명, 삼성화재, 현대해상, KB손해보험)

\* 본 자료의 내용은 집필자 개인의견이며 한국은행의 공식견해와는 무관합니다. 따라서 본 자료의 내용을 보도하거나 인용할 경우에는 집필자명을 반드시 명시하여 주시기 바랍니다.

NGFS 시나리오는 탄소가격, 온도 등 기후변수로 구성된 저탄소 전환경로 부문과 성장, 물가 파급영향 등 실물경제 영향 부문으로 구성된다.

NGFS 시나리오는 크게 저탄소 전환경로 부문과 실물경제 영향 부문으로 구성된다. 첫째로, NGFS 시나리오는 온실가스 감축경로와 탄소가격, 온도 변화 등 저탄소 전환경로별 주요 기후변수 추정치를 제공한다. 둘째로, NGFS는 각 전환경로별 기후변수 변화가 성장률, 물가 등 실물경제 변수에 미치는 영향도 제공<sup>2)</sup>한다. 이에 따라 중앙은행·감독기구, 금융기관 등은 동 전제치를 기반으로 기후변화가 금융 부문에 미칠 영향을 분석할 수 있다.

[그림 1] NGFS 시나리오 개요

NGFS 시나리오는 저탄소 전환경로(기후변수) 부문과 실물경제 영향(거시변수) 부문으로 구성된다.



금번(4차) 시나리오에서는 최근 전 세계적으로 탄소감축이 더딘 상황을 반영하여 탄소중립에 필요한 탄소가격을 상향 조정하였다.

4차(23년) 시나리오는 3차(22년) 시나리오와 비교하여 크게 3가지 측면에서 차이가 있다. 첫째, 4차 시나리오는 최근 전 세계적으로 탄소배출 감축이 더딘 상황<sup>3)</sup>을 반영하여 저탄소 전환경로에서 2021~25년 중 탄소배출 감축폭이 미미할 것으로 전제하였다. 둘째, 탄소중립을 달성하기 위한 2050년 기준 탄소가격이 기존 톤당 600(전세계)~700(한국) 달러 수준에서 1,200(전세계)~1,700(한국) 달러 수준으로 큰 폭 상승해야 할 것으로 보았다.<sup>4)</sup> 셋째, 폭염, 가뭄, 태풍, 홍수 등 자연재해의 실물경제 파급영향(GDP 감소폭)을 추가하였다.

- 2) 기후변화 리스크 분석에 있어 기후변수 경로뿐만 아니라 기후변수 변화가 성장, 물가 등 거시변수에 미치는 영향도 필요하다는 중앙은행·감독기구의 요구를 반영하여 2021년부터 제공하고 있다.
- 3) 러시아-우크라이나 전쟁 등으로 인해 화석연료 가격이 상승함에 따라 기후정책 강도가 완화되고 온실가스 배출이 늘어난 점을 반영하였다.
- 4) 한국은 화석연료 의존도가 높아 탄소감축을 위해 상대적으로 높은 탄소가격이 요구된다.

[그림 2] 3차 시나리오와 4차 시나리오의 주요 차이점

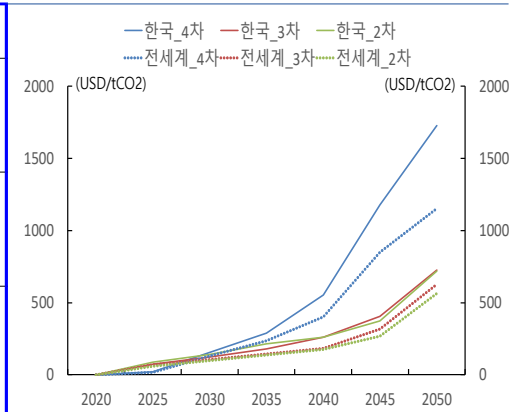
4차 시나리오는 탄소배출 감축 노력이 더딘 점을 반영하여 탄소중립에 필요한 탄소가격을 상향 조정하고 자연재해 영향을 추가하였다.

	3차('22)	4차('23)
■ 탄소배출 감축경로	'21-'25년 중 상당폭 배출량 감축 가능	'21-'25년 중 상당폭 배출량 감축 불가
■ 탄소가격	\$700전후 수준 (50 탄소중립 기준)	\$1,200~1,700 수준 (50 탄소중립 기준)
■ 자연재해 영향	미반영	자연재해로 인한 GDP 손실 반영

자료: NGFS

[그림 3] NGFS 시나리오의 탄소가격 전망 비교

2050년 탄소중립 정책 이행시, 한국(전세계)의 탄소가격 전망치가 종전 톤당 \$700(\$600) 수준에서 \$1,700(\$1,200) 수준으로 큰 폭 상승하였다.



자료: NGFS

## 저탄소 전환경로

NGFS는 저탄소 전환경로를 기후정책 강도 등에 따라 크게 4가지로 설정하였다. (1)점진적 온실가스 감축을 통해 질서있는 전환을 하는 Orderly, (2)'30년 이후부터 급격히 온실가스를 감축하는 Disorderly, (3)저탄소 전환 노력을 하지 않는 Hot house world, (4)글로벌 공조없이 일부 선진국만 기후대응을 하는 Too little too late.

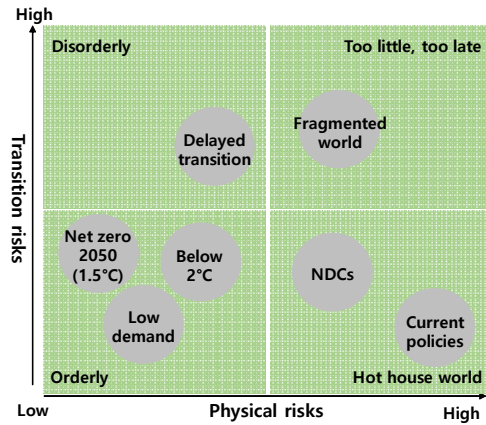
NGFS는 기후정책의 강도 및 도입 시기에 따라 저탄소 전환경로를 크게 Orderly, Disorderly, Hot house world, Too little too late 등 4가지 경로로 설정하고 있다. 먼저, Orderly 경로는 기후정책이 현 시점(23년)부터 도입되어 질서있는 저탄소 전환이 이루어지는 상황으로, 이 경우 전환리스크와 물리적리스크가 모두 일정 수준으로 제한된다. Disorderly 경로는 기후정책 도입이 지연되다가 2030년 이후부터 강력하게 도입되어 저탄소 전환이 무질서하게 진행되는 경우로, 물리적리스크는 일정 수준으로 제한되나 전환리스크가 확대된다. Hot house world 경로는 대부분 국가가 저탄소 전환 노력을 하지 않아 기후변화가 심화되는 경우로, 전환리스크는 크지 않으나 물리적리스크는 크게 확대된다. Too little too late 경로는 탄소중립 목표를 선언한 선진국 중심으로 일부 국가만 기후대응을 추진하고 여타 국가는 기후대응을 하지 않는 경우로, 전환리스크와 물리적리스크 모두 확대된다.

[그림 4] 저탄소 전환경로

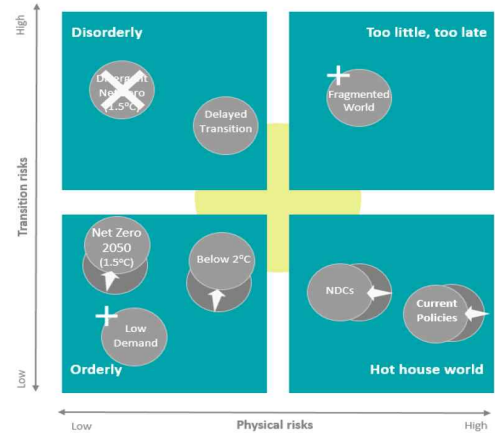
[그림 5] 4차 시나리오와 3차 시나리오간 전환경로 비교

저탄소 전환경로는 기후정책의 강도 및 도입 시기에 따라 크게 4가지 경로로 구분되며, 탄소감축 정도, 기술발전 등에 따라 이는 다시 7가지 경로로 세분화된다.

4차 시나리오는 에너지 수요감소(low demand), 글로벌 분절화(fragmented world) 등 새로운 전환경로를 추가하였다.



자료: NGFS



자료: NGFS

4가지 전환경로는 탄소감축 정도, 기술발전 상황 등에 따라 7개 경로로 세분되며, 주요 세부경로로는 Net Zero 2050(50년 탄소중립 달성), Delayed transition (30년 이후부터 파리협정 이행), Current policies (현재 온실가스 배출량 유지), Fragmented world (탄소중립 선언 국가만 기후대응) 등이 있다.

4개의 저탄소 전환경로는 탄소감축 정도, 기술발전 상황 등에 따라 7가지 경로로 세분화된다. 먼저, Orderly 경로는 Net Zero 2050, Below 2°C, Low demand 등 3가지 세부경로를 포함한다. Net Zero 2050은 2050년에 탄소중립을 달성하고 산업화 이전(1,850~1,900년) 대비 지구 평균온도 상승폭을 1.5°C 이하로 억제하는 경로이다. Below 2°C는 온실가스 배출량을 2050년까지 현재 대비 80%가량 감축하여 지구 평균온도 상승폭을 2°C 이하로 억제하는 경로이다. Low demand는 에너지 절약 및 에너지 효율 증대(전기화<sup>5)</sup>, 재생에너지 보급 확대 등)로 인해 에너지 수요가 급감하는 상황 하에서 2050년 탄소중립을 달성하는 경로이다. Disorderly 경로는 Delayed transition만을 상징한다. Delayed transition은 각국이 2030년까지 온실가스를 감축하지 않다가 2030년 이후부터 파리협정 목표 달성(평균온도 상승폭 2°C 이하 억제)을 위해 강력한 온실가스 감축정책을 실시하는 경로이다. Hot house world 경로는 Current policies, NDCs<sup>6)</sup> 등 2가지 세부경로를 포함한다. Current policies는 기존에 도입된 기후정책 외에 추가적인 정책이 도입되지 않아 지구온난화가 심화되는 경로이다. NDCs는 현재 국가별로 既 발표한 단기 기후정책(30년 감축목표)만 시행하는 경로이다.<sup>7)</sup> Too little too late 경로는 Fragmented world 세부경로만을 포함한다. Fragmented world는 전세계가 2030년까지 온실가스를 감축하지 않다가

5) 전기화(electrification)는 사용 에너지를 화석연료에서 전기로 전환하는 것을 의미한다. 일례로, 내연기관 자동차가 줄고 전기차 보급이 확대되는 경우를 포함한다.  
 6) NDC(Nationally Determined Contributions)는 파리협정 당사국들이 기후 대응을 위해 자발적으로 정한 온실가스 감축목표를 의미한다.  
 7) 30년까지는 既 설정한 NDC 목표 달성을 위해 온실가스 감축정책이 시행되며, 30년 이후에는 배출량 수준이 30년과 유사하게 유지되는 것을 가정한다.

2030년 이후부터 탄소중립 목표를 선언한 일부 국가만(주로 선진국) 기후정책을 도입하고 여타 국가들(주로 개도국)은 기후대응을 하지 않는 경로이다.

저탄소 전환경로 측면에서 4차 시나리오는 3차 시나리오와 크게 3가지의 차이를 보인다. 첫째, Low demand, fragmented world 등 2가지 세부경로를 추가하였다. 기술발전 등에 따른 에너지 수요감소 가능성을 반영하고자 Low demand 경로를 추가하였으며, 온실가스 감축을 위한 글로벌 공조가 쉽지 않은 환경을 반영하여 Fragmented world 경로를 추가하였다. 반면 실현 가능성이 낮은 Divergent Net-zero<sup>8)</sup> 세부경로는 제외하였다. 둘째, 최근 전 세계적으로 온실가스 감축이 더딘 상황을 반영하여 Net zero 2050, Below 2°C 경로에서 탄소감축 요구수준이 높아지고 전환리스크도 커지는 것으로 설정하였다. 셋째, EU의 강화된 기후정책(Fit-for-55)<sup>9)</sup>, 일부 파리협정 당사국들의 강화된 NDC를 반영하여 Current policies와 NDCs 경로에서 물리적 리스크가 다소 축소되는 것으로 수정하였다.

## 분석 방법론

NGFS는 기후-경제 통합평가모형(IAM)을 활용하여 탄소가격, 기술발전 경로 등을 추정하고, 기후변화 예측모형(MAGICO)을 이용하여 온도변화, 자연재해 규모 등을 추정한다.

NGFS는 저탄소 전환경로별 기후변수 변화와 이에 따른 실물경제 파급영향을 평가하기 위해 다양한 분석 모형을 활용하고 있다. NGFS는 각 모형을 soft-link<sup>10)</sup> 방식으로 연결하여 기후변수 및 거시변수 분석 결과를 제시하고 있다.

먼저, 2가지 모형을 이용하여 저탄소 전환경로별 기후변수 변화를 추정하였다. 기후-경제 통합평가모형(Integrated Assessment Model, 이하 'IAM')<sup>11)</sup>을 이용하여 전환경로별 온실가스 감축목표(2050 탄소중립 등) 달성에 필요한 탄소가격 수준, 탄소배출량, 저탄소 기술(재생에너지 등) 발전 경로 등을 1차 추정한다. 다음으로 동 IAM 모형에서

8) Divergent Net-zero 경로는 부문별(에너지, 산업, 수송, 건물 등)로 상이한 탄소가격 정책을 도입하여 2050년에 탄소중립을 달성하는 경로이다.

9) Fit-for-55는 유럽 집행위가 '21.7월 발의한 법안으로 2030년까지 온실가스 배출량을 1990년 대비 55% 감축하겠다는 목표를 담은 법안이며, '23.4월 유럽의회는 동 법안의 주요 패키지를 일부 채택하였다. 채택된 동 법안에는 EU ETS 기업의 2030년 감축목표를 2005년 대비 62% 감축한다는 내용이 규정되어 있다.

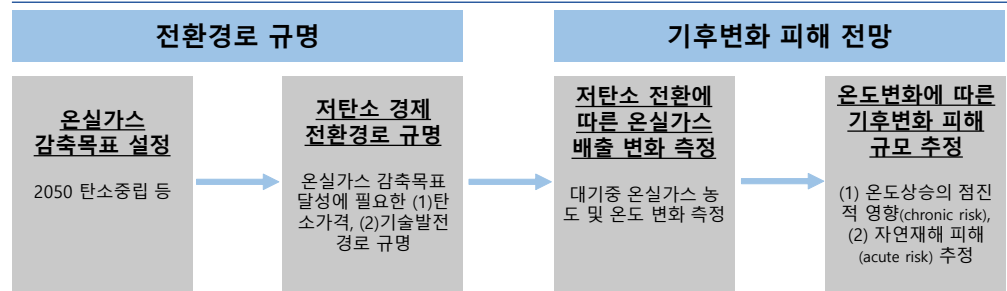
10) Soft-link는 서로 다른 2개 이상의 모형을 결과값을 기초로 연결하는 방식을 의미한다. 예를 들어 A 모형의 결과값(output)을 B 모형의 투입값(input)으로 활용하여 A와 B 모형을 연결시키는 것을 의미한다. 이와는 반대로, Hard-link는 서로 다른 모형의 함수들을 내생적으로 결합하여 1개의 단일화된 모형으로 연결하는 방식을 의미한다.

11) 기후-경제 통합평가모형(IAM)은 기후변화(기후피해, 대응 정책 등)와 경제주체(기업, 가계 등) 간의 상호작용을 구현한 모형이다. NGFS 시나리오에서 사용된 IAM은 GCAM, MESSAGE-GLOBIOM, REMIND-MAGPIE 등 3가지 모형이다.

도출된 온실가스 배출량 추정치를 기후변화예측모형(MAGICC)<sup>12)</sup>의 투입값(input)으로 활용하여 국가별 온도 변화, 자연재해 피해<sup>13)</sup> 규모 등을 2차 추정한다.

[그림 6] 저탄소 전환경로 규명 방법론

저탄소 전환경로별 기후변수 추정은 먼저 저탄소 전환경로(탄소가격, 탄소배출량, 기술발전 경로 등)를 규명하고 이에 따른 기후변화 피해 전망치(국가별 온도 변화, 자연재해 규모 등)를 도출하는 방식으로 이루어진다.



자료: NGFS

전환경로별 기후변수 변화가 성장, 물가 등 거시변수에 미치는 영향은 NiGEM 거시계량모형 등을 활용하여 추정하였다.

전환경로별 기후변수 변화가 거시경제 변수(성장, 물가 등)에 미치는 영향은 NiGEM<sup>14)</sup> 거시계량모형 등을 활용하여 추정하였다. 먼저 NiGEM 모형에 앞서 추정된 기후변수 값을 투입값(input)으로 입력하여 탄소가격 상승에 따른 화석연료 공급 감소, 기술발전 에 따른 재생에너지 공급 확대 등이 거시경제에 미치는 영향을 측정한다. 동일한 방식으로 자연재해 발생에 따른 영향도 추정한다. 자연재해에 따른 손실(급성 물리적리스크, 이하 'acute 리스크')은 폭염에 의한 노동감소, 태풍·홍수에 의한 물적자본파괴, 가뭄에 의한 농작물 생산감소 등이 거시경제에 미치는 영향을 평가하는 방식으로 이루어진다. 한편, 평균 온도 상승 영향(만성 물리적리스크, 이하 'chronic 리스크')은 기후피해 함수(climate damage function<sup>15)</sup>)를 이용하여 온도상승에 따른 생산성 변화를 추정하는 방식으로 이루어진다.

12) MAGICC(Model for the Assessment of Greenhouse gas Induced Climate Change)은 기후 시스템 모형으로 IAM에서 추정된 배출량을 투입값(input)으로 활용하여 대기 중 온실가스 농도, 복사강제력, 온도 변화 등을 측정한다.  
 13) 자연재해 피해의 경우 CMIP(Coupled Model Intercomparison Project), ISIMIP(Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Project), CLIMADA(CLIMATE ADAPtation) 등 기후 피해 예측 모형을 활용하여 폭염에 의한 인구 피해, 가뭄에 의한 농작물 생산 감소, 태풍·홍수에 의한 물적자본파괴 등을 측정한다.  
 14) NiGEM(National institute Global Econometric Model)은 계량분석을 기초로 추정된 연립 방정식 체계를 이용해서 노동, 자본, 에너지 등 투입요소의 변화가 거시경제에 미치는 영향을 분석하는 모형이다. 동 모형은 다국가 분석 및 장기시계 분석에 용이하나, 최적화에 기반하지 않는다는 한계를 지니고 있다.  
 15) Climate damage function( $Y(\text{growth})=f(\text{average temperature})$ )은 Kalkuhl&Wenz(2020)의 추정모형( $g_{i,t} = 0.00641 \Delta T_{i,t} + 0.00345 \Delta T_{i,t-1} - 0.00109 T_{i,t-1} \Delta T_{i,t} - 0.000718 T_{i,t-1} \Delta T_{i,t-1}$ )을 활용하였다.

[그림 7] 실물경제 파급영향 추정 방법론

거시 변수(생산, 물가 등)는 기후변수(탄소가격, 온도변화 등)가 노동, 자본, 투입요소 등에 미치는 파급경로를 바탕으로 추정된다.

	전환리스크(Transition risks) <sup>1)</sup>	물리적리스크(Physical risks)	
		Acute 리스크 <sup>1)</sup>	Chronic 리스크 <sup>2)</sup>
노동		폭염에 따른 노동생산성 하락	평균온도 상승에 의한 노동생산성 하락
자본		태풍·홍수에 의한 물적자본파괴	
투입요소	탄소세 인상에 따른 화석연료 공급감소	가뭄에 의한 농작물 생산감소	평균온도 상승에 의한 농작물 생산감소
	기술발전에 의한 재생에너지 공급확대		

주 : 1) NiGEM(National institute Global Econometric Model) 모형을 활용  
 2) Kalkuhl&Wenz(2020)의 Climate damage function을 활용  
 3) 붉은색 음영은 부정적 파급효과를, 파란색 음영은 긍정적 파급효과를 의미

NGFS가 제시한 우리나라 기후변화 시나리오

1) 저탄소 전환경로별 기후변수 변화

Net Zero 2050 경로를 따를 경우 2020년 6억톤인 우리나라의 CO<sub>2</sub> 배출량은 2030년경 32%, 2050년경 110%까지 감축되어야 한다.

NGFS가 제시한 우리나라의 저탄소 전환경로별 온실가스 감축 필요규모를 살펴보면, 2020년 기준 6.0억톤인 우리나라의 CO<sub>2</sub> 배출량이 Net Zero 2050 달성을 위해서는 2030년경 4.1억톤(△32%), 2050년경 -0.7억톤(△110%)<sup>16)</sup>까지 감축되어야 한다. 반면, Current policies 경로 하에는 2020년의 온실가스 배출 수준이 유지되며, NDCs 경로의 경우 2030년까지 온실가스 감축이 필요하고 이후에는 추가 감축이 이루어지지 않는다.

Net Zero 2050 달성을 위해 우리나라 톤당 탄소가격은 2030년경 150달러, 2050년경 1,700달러까지 상승할 것으로 추정되었다.

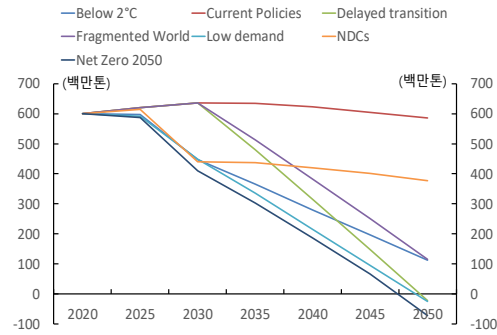
이에 따라 Net Zero 2050 경로 이행시 우리나라의 톤당 탄소가격은 현재 7달러 내외 수준에서 2030년경 150달러, 2050년경 1,700달러<sup>17)</sup>까지 상승할 것으로 추정되었다. 동 추정치는 종전(3차) 시나리오(730달러)보다 크게 상승한 수치인데, 이는 최근 온실가스 감축이 더딘 상황을 반영하였기 때문이다. 한편, Current policies 경로를 따를 경우 탄소가격은 0 수준을 유지하고, NDCs 경로 하에서는 2030년까지 140달러 수준까지 상승하다가 이후에는 가격 수준이 유지되는 것으로 분석되었다.

16) Below 2°C 기준 1.1억톤(△80%), Low demand 기준 -0.2억톤(△100%), Delayed transition 기준 -0.2억톤(△100%), Fragmented world 기준 1.1억톤(△80%). 단, Delayed transition과 Fragmented world에서는 2030년까지 온실가스 배출량이 줄지 않다가 2030년 이후부터 감축된다.

17) Below 2°C 기준 650달러, low demand 기준 1,200달러, Delayed transition 기준 1,400달러, Fragmented world 기준 470달러

[그림 8] 한국의 온실가스 배출경로<sup>1)2)</sup>

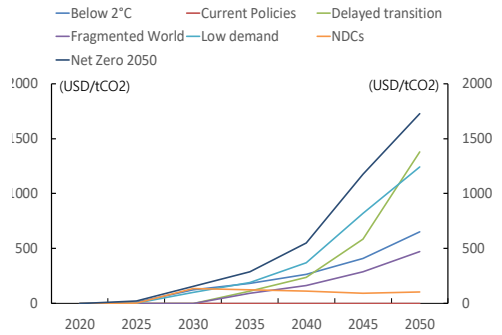
NGFS는 저탄소 전환경로별 우리나라의 온실가스 감축 필요규모를 제시하였다.



주: 1) CO2 배출경로 기준  
2) GCAM(Global Change Analysis Model) 시뮬레이션 결과  
자료: NGFS

[그림 9] 한국의 탄소가격 경로<sup>1)</sup>

시나리오별로 온실가스 감축목표를 달성하기 위한 탄소가격 수준이 추정되었으며, 감축목표가 가장 강한 Net Zero 2050에서 탄소가격 상승이 두드러진다.



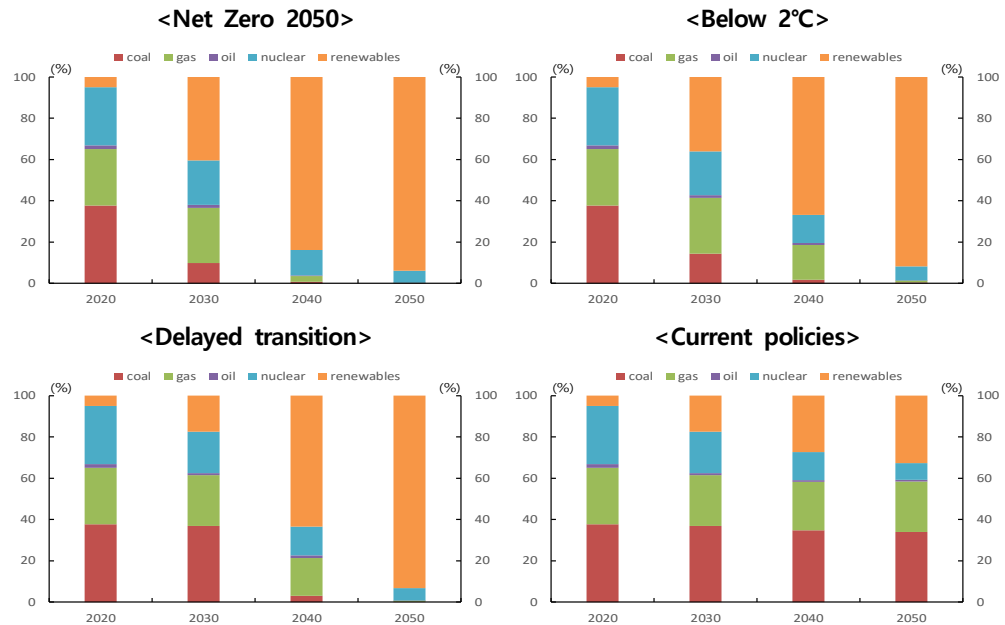
주: 1) GCAM(Global Change Analysis Model) 시뮬레이션 결과  
자료: NGFS

기술발전 등으로 우리나라의 화석연료 발전 비중이 대폭 축소되고 재생에너지 발전 비중이 확대된다.

한편, 저탄소 전환 과정에서 재생에너지 및 탄소 포집·저장<sup>18)</sup> 기술 보급 확대 등으로 우리나라의 화석연료 발전 비중이 축소되고 재생에너지 발전 비중이 확대되는 에너지 전환(energy transition)이 발생할 것으로 추정하였다. 이러한 현상은 Net Zero 2050, Below 2°C, Delayed transition 경로 등에서 두드러질 것으로 보았다.

[그림 10] 한국의 재생에너지 보급 경로<sup>1)</sup>

기술발전 등으로 재생에너지 발전 비중이 높아지고, 화석연료 발전 비중이 축소된다.



주: 1) GCAM(Global Change Analysis Model) 시뮬레이션 결과  
자료: NGFS

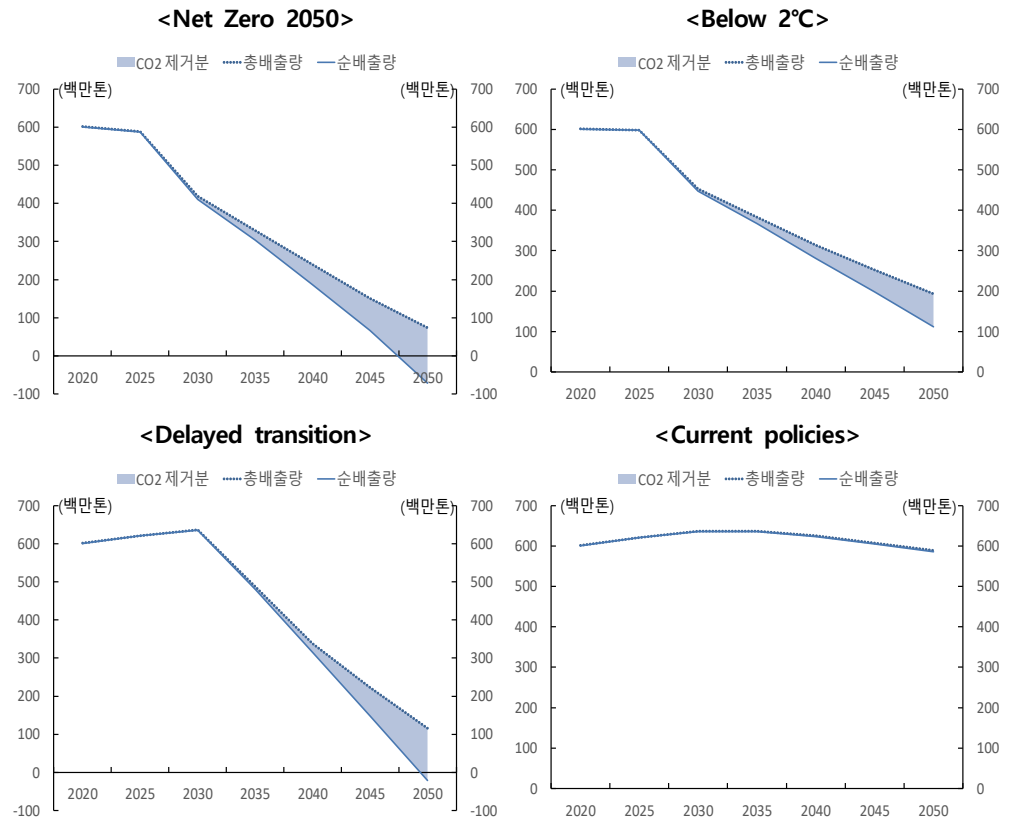
18) 탄소 포집·저장 기술(CCS; Carbon Capture and Storage)은 탄소가 배출원에서 방출되는 것을 막고(Carbon Capture) 지하에 저장(Storage)하는 기술이다.



아울러, Net Zero 2050과 Delayed transition 경로에서는 탄소가격 급등에 따른 탄소 포집·저장 설비의 상대가격(기존 탄소집약적 설비 대비) 하락으로 탄소 포집·저장 기술 보급이 확대된다. 이에 따라 동 기술로 제거되는 탄소량(CO<sub>2</sub> 기준)이 증가하는 것으로 나타났다.

[그림 11] 한국의 탄소 포집·저장 기술 보급 경로<sup>1)2)</sup>

Net Zero 2050 등 탄소가격이 급등하는 경로에서는 탄소 포집저장 기술로 제거되는 탄소량이 빠르게 증가한다.



주: 1) 음영 부분은 탄소 포집·저장 기술로 인해 제거된 이산화탄소량을 의미

2) GCAM(Global Change Analysis Model) 시뮬레이션 결과

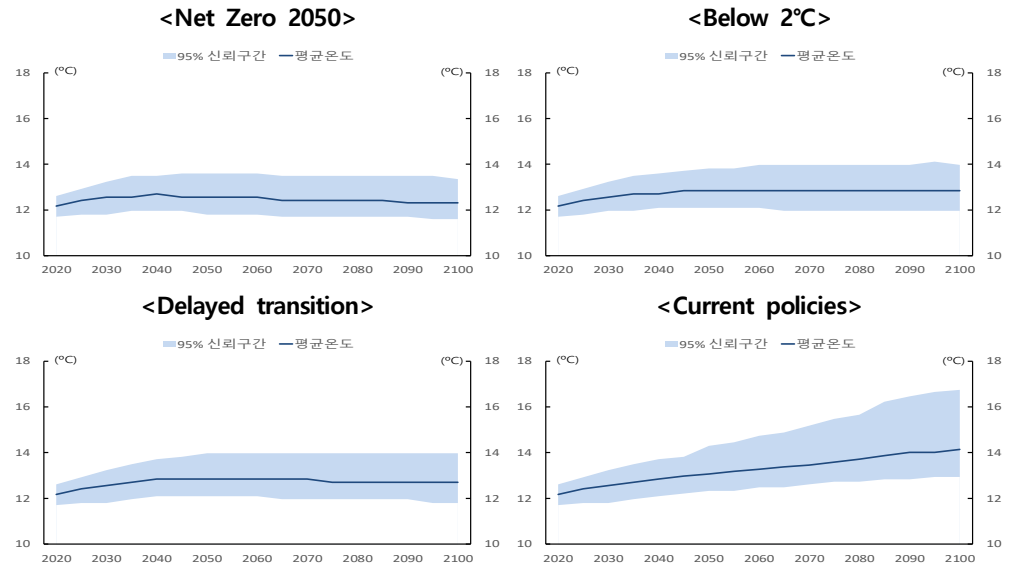
자료: NGFS

우리나라 평균온도는 Net Zero 2050 등의 경로를 따르는 경우 큰 변화가 없을 것으로 보이나, current policies 경로를 따르는 경우 크게 상승할 가능성이 있다.

2020년 12.2℃ 수준인 우리나라의 평균온도는 Net Zero 2050, Below 2℃, Delayed transition 등의 경로를 따를 때 2100년경 11.6~14.0℃ 수준으로 변화할 것으로 추정되었다. 다만, Current policies 경로를 따르는 경우 우리나라 평균온도는 2100년경 12.9~16.7℃ 수준까지 상승할 것으로 추정되었다.

[그림 12] 한국의 평균온도 변화

한국의 평균온도 상승은 온실가스를 감축하지 않는 current policies에서 두드러진다.



자료: NGFS

우리나라 강수량은 current policies 경로를 따르는 경우 상당폭 늘어날 것으로 추정되었다.

Net Zero 2050, Below 2°C, Delayed transition 등의 경로 하에서 우리나라의 2100년경 강수량은 과거(1986~2006년 평균) 대비 -3.9~16.5% 범위 내에서 변동할 것으로 분석되었다. 반면, 물리적 리스크가 확대되는 Current policies 경로를 따르는 경우 2100년경 강수량은 과거 대비 1.8~23.3% 정도까지 증가할 것으로 추정되었다.

[그림 13] 한국의 강수량 변화<sup>1)2)</sup>

한국의 평균 강수량은 온실가스 감축이 이뤄지지 않는 current policies에서 상당폭 늘어날 것으로 예상된다.



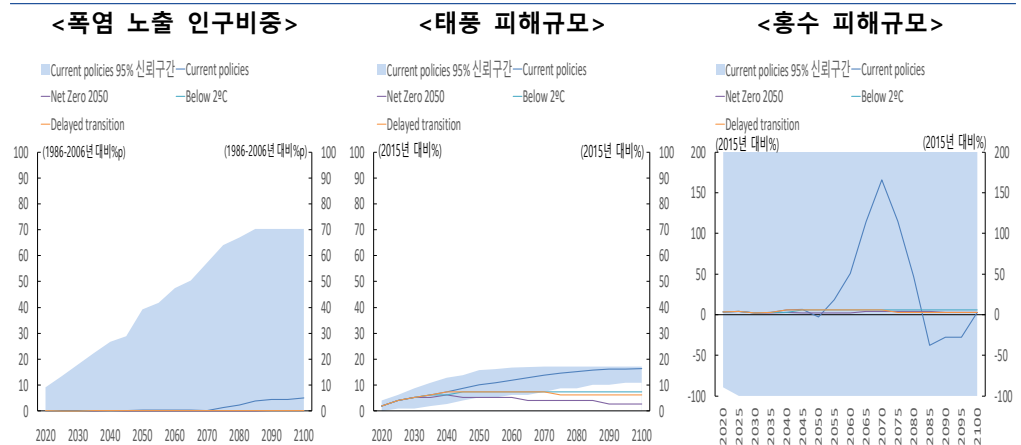
자료: NGFS

Current policies 경로를 따르는 경우 향후 우리나라의 자연재해 발생 규모는 상당폭 확대될 가능성이 있다.

우리나라의 자연재해 규모는 Net Zero 2050, Below 2°C, Delayed transition 등의 경로 하에서는 일정 수준으로 제한될 것으로 추정되었다. 다만, Current policies 경로를 따르는 경우에는 상당폭 확대될 가능성이 있는 것으로 전망되었다. 예를 들어, Current policies 경로 하에서 2100년경 폭염에 노출되는 인구 비중은 1986-2006년 대비 0~80%, 태풍 피해규모는 2015년 대비 10.9~17.2%, 홍수 피해규모는 2015년 대비 200% 이상 확대될 것으로 추정되었다. 아울러, 가뭄으로 인해 쌀(2100년경 1986-2006년 대비 -24.4~21.8%), 옥수수(-96.7~18.0%), 콩(-56.5~27.0%) 등의 생산감소도 우려된다.

[그림 14] 전환경로별 우리나라의 폭염, 태풍 및 홍수 피해 발생 가능 규모<sup>1)</sup>

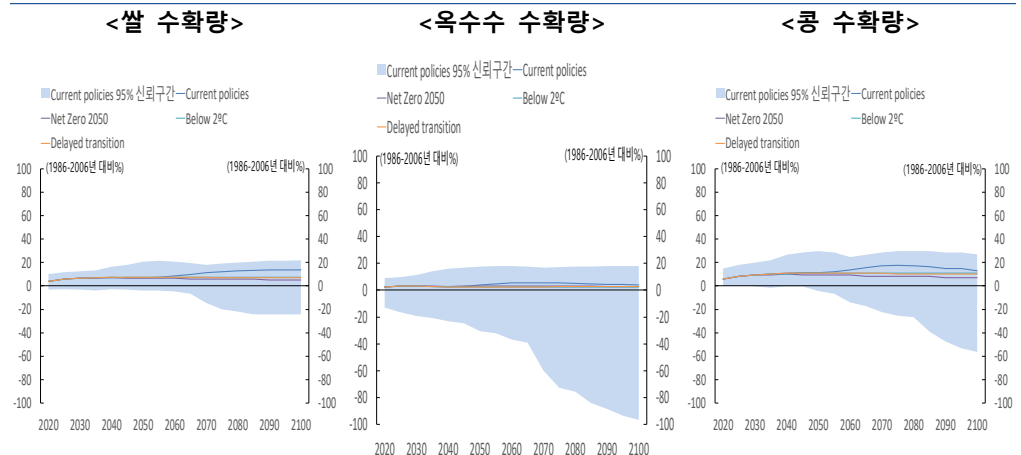
Current policies 경로를 따르는 경우 향후 우리나라의 폭염, 태풍 및 홍수 피해 규모가 확대될 가능성이 높다.



주 : 1) Current policies 기준  
자료: NGFS

[그림 15] 전환경로별 우리나라의 가뭄 피해 발생 가능 규모<sup>1)</sup>

Current policies 경로를 따르는 경우 우리나라의 쌀, 옥수수, 콩의 수확량이 현재 대비 상당폭 감소할 수 있다.



주 : 1) Current policies 기준  
자료: NGFS

## 2] 기후변수 변화가 우리나라 실물경제에 미치는 영향

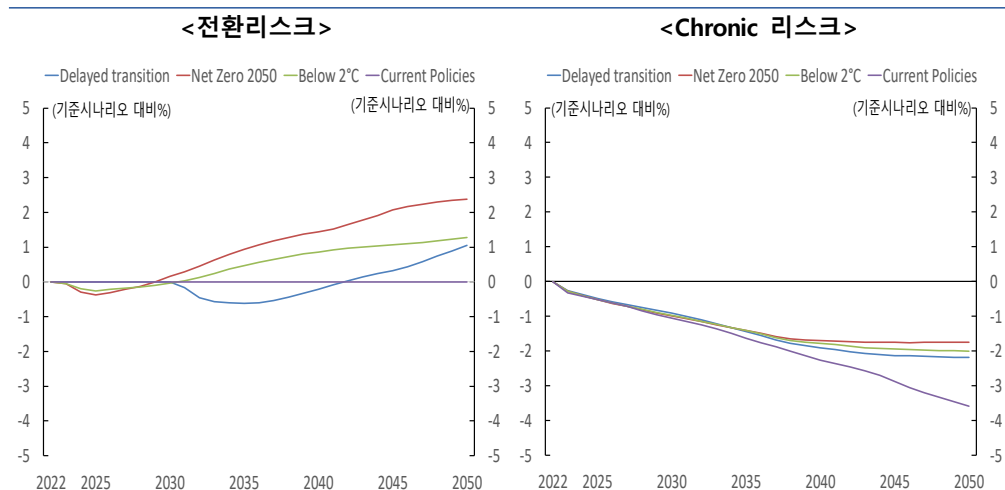
전환리스크는 탄소가격 상승 초기('23~'30) 우리나라 GDP에 부정적 영향을 미치다가 친환경 기술 보급 확대('30년 ~) 이후에는 GDP에 긍정적 영향을 미칠 것으로 추정되었다.

Chronic 리스크와 Acute 리스크는 지속적으로 우리나라 GDP에 부정적 영향을 미칠 것으로 보이며, Current policies 경로를 따르는 경우 더욱 확대되는 것으로 나타났다.

NGFS는 기후변화가 우리나라 GDP에 미칠 영향을 전환리스크, chronic 리스크, acute 리스크 등 3가지 측면으로 나누어 제시하고 있다. 전환리스크는 Net Zero 2050, Below 2°C, Delayed transition 등의 경로를 따르는 경우 탄소가격 상승 초기에는 화석연료 공급감소로 인해 우리나라 GDP를 감소시키는(기준시나리오<sup>19</sup>) GDP 하회) 요인으로 작용하지만, 화석연료가 재생에너지로 대체되는 2030년 이후부터는 GDP를 증가(기준시나리오 GDP 상회)시키는 요인으로 작용할 것으로 추정되었다. 다만, Current policies 경로를 따르는 경우 전환리스크는 향후 우리나라 GDP에 별다른 영향을 미치지 않는 것으로 추정되었다. Chronic 리스크는 평균온도 상승에 의한 생산성 감소로 우리나라 GDP를 감소(기준시나리오 GDP 하회)시키는 요인으로 작용할 것으로 추정되었다. Acute 리스크도 Current policies 경로를 중심으로 폭염에 의한 노동 공급 감소 등으로 우리나라 GDP를 감소시키는 요인으로 작용할 것으로 추정되었다. 태풍·홍수로 인한 물적자본파괴, 가뭄에 의한 국내외 농작물 생산감소 또한 GDP에 부정적 영향을 미치는 것으로 추정되었다. Chronic 리스크와 Acute 리스크가 우리나라 GDP에 미치는 부정적 영향은 Current policies 경로를 따르는 경우 더욱 두드러지는 것으로 나타났다.

[그림 16] 전환리스크와 Chronic risk가 한국 GDP에 미칠 영향

전환리스크는 탄소가격 상승 초기(20~30년) 우리나라 GDP에 부정적 영향을 미치다가 친환경 기술 보급 확대 이후(30년 이후) 긍정적 영향을 미칠 것으로 보이며, Chronic 리스크는 GDP에 지속적으로 부정적 영향을 미칠 것으로 추정되었다.

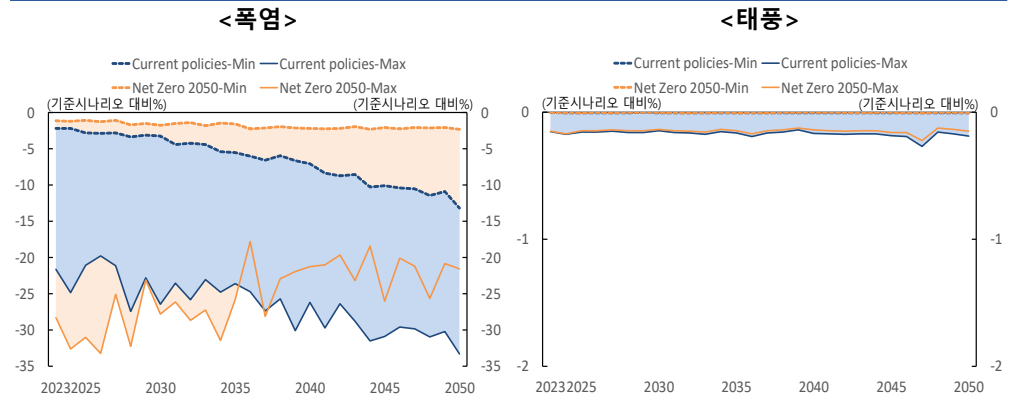


자료: NGFS

19) 기준시나리오는 기후리스크 충격이 없이 추세적으로 성장하는 경로이다.

[그림 17] Acute 리스크가 한국 GDP에 미칠 영향

Acute 리스크는 폭염에 의한 피해 등으로 우리나라 GDP에 지속적으로 부정적 영향을 미칠 것으로 추정되었다.



자료: NGFS

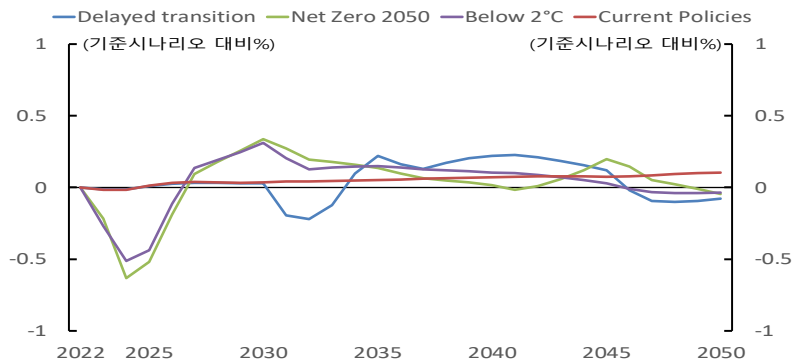
전환리스크는 탄소감축 시행 직후 일시적으로 우리나라 물가에 하락요인으로 작용하나 이후 지속적으로 상승요인으로 작용할 것으로 추정되었다.

Chronic 리스크는 대체로 우리나라 물가에 상승요인으로 작용할 것으로 추정되었다.

한편, 전환리스크가 우리나라 물가에 미치는 영향에 대해, NGFS는 전환리스크가 탄소세 인상 직후(2023~25년) 일시적으로 화석연료에 대한 수요감소를 유도하여 물가 하락요인으로 작용하나, 이후 탄소세 인상 효과가 경제 전반으로 파급되면서 물가 상승요인으로 작용할 것으로 추정하였다. 이러한 현상은 저탄소 전환경로별로 차이를 보이는데, 저탄소 전환이 즉시 시작되는 Net Zero 2050와 Below 2°C 경로에서는 2020년대 초부터, 저탄소 전환이 2030년 이후 시작되는 Delayed transition 경로에서는 2030년 이후부터 관측될 것으로 보았다. Chronic 리스크는 온도상승에 따른 생산성 감소로 대체로 우리나라 물가를 상승시키는 요인으로 작용할 것으로 추정되었다. 다만, NGFS는 Chronic risk의 물가에 대한 영향은 추가 보완이 필요하다는 입장이다. 한편, NGFS는 금번 시나리오에서 Acute risk가 물가에 미치는 영향에 대해서는 분석결과를 제시하지 않았다.

[그림 18] 전환리스크 및 Chronic 리스크가 한국 물가에 미칠 영향<sup>1)</sup>

탄소가격 상승 및 평균온도 상승은 2025년 이후부터 우리나라 물가에 상승압력으로 작용할 것으로 추정되었다.



주: 1) Acute risk의 영향은 분석에서 제외  
자료: NGFS

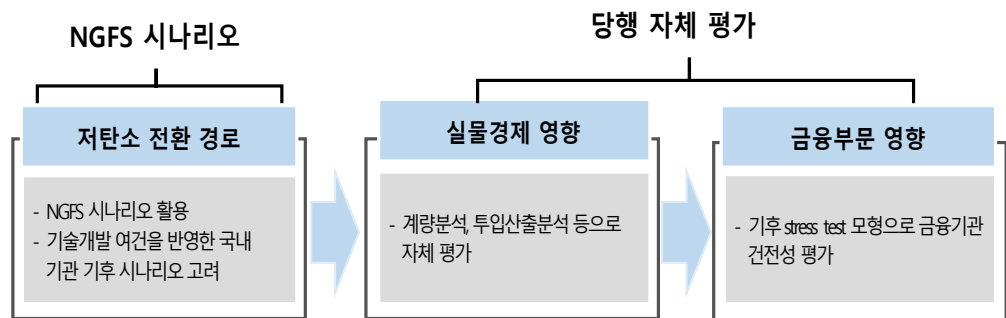
## NGFS 시나리오 활용

지속가능성장실은 저탄소 전환경로는 NGFS 시나리오를 주로 활용하되, 실물경제 및 금융부문에 미치는 영향은 한국의 특수성을 반영하여 자체개발 모형을 활용하여 분석할 계획이다.

당행(지속가능성장실)은 기후리스크 분석시 저탄소 전환경로는 NGFS 시나리오를 기반으로 하되, 실물경제와 금융부문에 미치는 영향은 모형을 자체 개발하여 분석하는 방안을 추진 중이다. 특히, 실물경제 파급영향 부분은 NGFS 시나리오가 제시한 추정치 대신 당행 BOK-Climate stress test 모형을 통해 추정된 값을 사용할 계획이다. 이는 NGFS가 활용한 NiGEM 모형의 경우 전체 산업중 에너지산업 부문만 저탄소 전환이 이루어지는 것을 상정하고 있어 제조업 중심인 우리나라의 특성을 온전히 반영하기 어려운<sup>20)</sup> 데다, 기후리스크의 산업별 영향 차이를 반영하지 못하는 한계가 있기 때문이다. 반면, BOK-Climate stress test 모형은 투입산출분석 등을 통해 기후리스크의 산업별 생산 영향을 반영할 수 있는 장점이 있다. 한편, 당행은 저탄소 전환경로에 대해서도 기후리스크 측정의 정도를 제고<sup>21)</sup>하고자 기후리스크 연구기관과의 공동연구 등을 통해 최근 국내 기술개발 여건 등을 반영하는 방안을 모색해 나갈 예정이다.

[그림 19] 당행의 기후리스크 연구 계획

저탄소 전환경로는 NGFS 시나리오를 주로 활용하되, 실물경제 및 금융부문에 대한 영향은 한국의 특수성을 반영하여 자체 개발한 모형을 활용하여 분석할 계획이다.



20) 제조업의 저탄소 전환이 에너지 산업의 저탄소 전환보다 어렵다는 점에서, NiGEM의 실물부문 영향 분석결과는 다소 낙관적인 것으로 볼 수 있다.

21) NGFS의 4차 시나리오에서 '21-'25년 중 탄소감축 수준에 대한 전제 변경으로 탄소가격이 3차 시나리오 대비 급격히 상승한 점을 감안할 때, 외부요인(탄소배출량, 기술여건 등) 변화에 대한 모형 추정치의 민감도가 높아진 것으로 보인다.