BOK 이슈노트

이상기후가 실물경제에 미치는 영향

정원석
한국은행 전북본부 기획조사팀
과장
Tel. 063-250-4082
wschung@bok.or.kr

이솔빈
한국은행 전북본부 기획조사팀
조사역
Tel. 063-250-4083
solbins@bok.or.kr

조은정
한국은행 금융안정국 글로벌금융규제팀
조사역
Tel. 02-750-6835
eunjeong@bok.or.kr

2024년 8월 19일

본고에서는 기온, 강수량 등의 이상기후 현상을 나타내는 우리나라 기후위험지수(Climate Risk Index; 이하 CRI)를 제시함으로써 이상기후 현상이 국내 실물경제에 미치는 영향에 대해 분석하였다.

우리나라 CRI의 특징을 분석한 결과 전국 및 지역별 CRI가 시간에 따라 상승하는 추세를 보이는 가운데 시간이 지날수록 지역별 편차가 확대되는 경향을 나타냈다. 이는 지구온난화 및 환경오염 등의 영향으로 이상기후의 빈도 및 강도가 높아졌기 때문으로 보인다. 또한 과거대비 지역별 편차도 최근들어 확대되고 있는데 특히 강원과 제주가 전국 CRI 수준을 큰 폭으로 상회하였다. CRI 구성요인을 분해해보면 강원은 이상고온, 제주는 해수면높이가 전국에 비해 큰 비중을 차지한 것으로 확인되었다.

이상기후 현상의 경우 최근들어 경제에 미친 영향력 및 지속성이 커지는 시간상의 비대칭성이 관찰되었다. 이상기후 현상이 과거에는 산업생산에 큰 영향을 미치지 못했지만 2001년 이후 부정적인 영향이 과거에 비해 크고 지속적인 것으로 분석되었다. 인플레이션의 경우 이상기후 현상으로 인한 물가상승의 지속성이 과거대비 더 길어지는 것으로 나타났다.

CRI를 활용하여 전품목, 식료품, 과실, 채소에 관련된 소비자물가지수의 필립스 곡선을 추정해보면 이상기후 현상이 인플레이션에 미치는 영향력은 2010년 이후 대부분 품목에서 통계적으로 유의하게 나타났다. 특히 식료품 및 과실가격에 미치는 영향력이 큰 것으로 나타나는 가운데, 2023년 중반 이후 이상기후가 물가에 미친 영향력이 확대되고 있다. 또한 이상기후가 산업별 성장에 미친 영향을 분석하면 농림어업, 건설업에 미친 부정적 영향이 큰 것으로 나타났다.

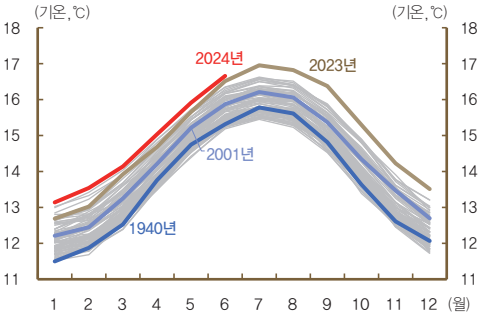
■ 본 자료의 내용은 한국은행의 공식견해가 아니라 집필자 개인의 견해라는 점을 밝힙니다.
따라서 본 자료의 내용을 보도하거나 인용할 경우에는 집필자명을 반드시 명시하여 주시기 바랍니다.
■ 논고 작성에 많은 도움을 주신 채희권 전북본부장님, 이승철 전북기획조사팀장님, 노정원 인턴께 감사드립니다. 본문에 남아있는 오류는 저자의 책임임을 밝힙니다.

한국은행

Ⅰ. 검토배경

최근 이상기후(Extreme Weather) 현상이 빈번하게 나타나고 있는 가운데 이와 연관된 기후변화에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 실제로 최근 글로벌 평균 기온이 지속적으로 상승하는 가운데 2023~2024년의 평균 기온은 과거대비 매우 높은 편(〈그림 1〉 참조)이었고, 이는 국내 이상기후에도 큰 영향을 미친 것으로 보인다. Bilal and Kanzig(2024)는 글로벌 평균기온 상승이 이상기후 증가에 큰 영향을 미친 것으로 분석했는데, 이들의 방법론[1]을 활용하여 분석한 결과 글로벌 평균기온 상승 충격이 국내 이상기후[2] 증가에 4년 정도 통계적으로 유의한 영향력을 미치는 것으로 나타났다(〈그림 2〉 참조).

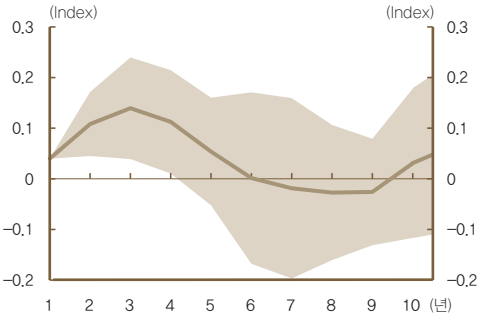
〈그림 1〉 글로벌 평균 기온변화 추이[1)2)]



주: 1) 1940.1월~2024.6월에 해당
2) 회색선은 1940, 2001, 2023~24년 이외의 연도
자료: Climate Reanalyzer

해외는 1970년대부터 경제학적 모형을 통해 기후변화 영향에 대한 연구가 시작되었지만, 국내의 경우 최근들어 기후변화가 경제에 미치는 영향에 대한 논의가 시작되어 관련 연구가 부족한 실정이다. 특히 이상기후가 경제에 미친 영향을 파악하기 위해서는 이상기후 현상을 나타내는 지표가 필요한데, 우리나라의 경우 현재까지 경제학적 분석을 위한 이상기후 지표가 산출된 적이 없다.

〈그림 2〉 글로벌 기온이 국내 이상기후에 미치는 영향[1)]



주: 1) 음영은 95% 신뢰구간을 의미
자료: Berkeley Earth, 저자 추정

따라서 본고에서는 ACI(Actuaries Climate Index)[3]의 방법론을 참고하여 우리나라 이상기후 지표를 개발하고, 이를 통해 이상기후가 실물경제에 미치는 영향에 대해 분석한 이후 시사점을 도출하였다. 또한 최근들어 이상기후 현상이 심화되었는데 이로 인해 실물경제에 미치는 효과가 과거에 비해 커졌는지를 점검해 보았다.

Ⅱ. 선행연구

기후변화의 영향은 그 자체가 초래하는 물리적 리스크(physical risks)와 기후변화 대응과정에서 발생하는 전환리스크(transition

1) 해밀턴 필터링(추세와 순환을 구별하는 기법)을 통해 글로벌 기온 충격을 식별한 뒤, 이 충격과 국내 이상기후 지표를 이용하여 국소투영법(Local Projection)의 충격반응함수를 도출하였다.
2) 국내 이상기후 지표는 본고에서 개발한 기후위험지수(Climate Risk Index; CRI)를 사용하였다.
3) 미국과 캐나다 계리학회가 최신 기후변화의 영향력을 파악하기 위해 미국과 캐나다의 이상기후 및 해수면 자료를 이용하여 만든 월간 지표이다.

risks)로 나뉘는데, 본고의 경우 이상기후가 미치는 영향을 다루므로 전환리스크는 제외하기로 한다.

먼저 성장과 관련된 선행연구들은 기후변화가 평균기온 상승이나 강수량 증가 등을 통해 성장에 부정적 영향을 미친다고 분석하였다. Dell *et al.*(2012)는 평균기온이 상승할 경우 개발도상국을 중심으로 경제성장률에 부정적인 영향을 미치는 것에 대해 실증분석하였고, Colacito *et al.*(2019)는 미국의 경우 여름 평균기온이 1℉ 높아지면 주(state)별 연평균 경제성장률이 0.15~0.25%p 감소한다고 주장하였다. 이지원(2023)은 우리나라의 경우 연강수량이 지역내총생산의 장기성장에 부정적 영향을 미치나 연평균기온은 장기성장에 통계적으로 유의한 영향을 미치지 못하는 것으로 분석했다.

물가에 대한 선행연구들의 경우 자연재해, 이상고온과 같은 기후변화가 개발도상국 등의 농축산물 가격을 상승시켜 소비자물가 등에 영향을 미친다고 분석했다. Parker(2018)는 자연재해가 인플레이션에 미친 영향을 연구했는데, 선진국은 그 영향이 제한적인 반면 개발도상국의 경우 그 효과가 상대적으로 크고 지속성이 긴 것으로 나타났다. Faccia *et al.*(2021)은 여름의 이상고온이 단기적으로 식료품 관련 소비자물가를 크게 상승시키고 이는 무역상대국인 선진국의 수요를 감소시켜 중기적으로 개발도상국 생산자물가를 하락시킨다고 주장했다. 김재윤 외(2023)는 기후변화에 따른 해외 농축산물 공급충격이 국내 수입가격 상승으로 이어져 생산비용과 소비자물가가 상승되는 현상을 분석했다. 이승희(2024), 조병수 · 민초희(2024)는 기온 및 강수량 등의 날씨 충격이 신선식품, 농산물, 가공식품 가격 상승에 미치는 영향을 분석했다.

한편 선행연구들은 기후변화의 영향을 분석하는데 있어 패널회귀분석, 국소투영법(Local Projection), 동태적 요인모형(Dynamic Factor Model), GaR(Growth-at-Risk) 등 다양한 경제계량모형을 사용했다. Pretis *et al.*(2018), Dell *et al.*(2012) 등 기존의 많은 연구들이 패널회귀분석을 활용하였으나 최근 Berg *et al.*(2023), Metcalf and Stock(2023) 등은 국소투영법을 통해 분석을 시도하였다. Diebold *et al.*(2021)은 동태적 요인모형을 통해 북극해 빙하자료를 활용하여 기후변화 관련 지표를 제시하였다. Kiley(2021)는 분위회귀(Quantile Regression)를 사용하여 기후가 경제성장에 미치는 영향력을 GaR(Growth-at-Risk)로 분석하였다.

한편 기후변화가 경제에 미치는 영향이 상태(state)나 시간(time)에 따라 비대칭적이 될 수 있는데 이에 대한 연구들도 존재한다. Burke *et al.*(2015)는 연평균 기온 13℃의 임계점을 중심으로 이 평균기온보다 높은 국가들의 경우 높은 기온이 경제성장에 부정적인 영향을 미칠 수 있다고 분석하였다. Kim *et al.*(2021)은 미국의 경우 과거에는 이상기후가 실물경제 및 물가에 통계적으로 유의한 영향을 미치지 못했으나, 최근에는 실물경제를 악화시키고 물가를 상승시키는 비대칭적 영향을 보인다고 주장하였다.

본고의 경우 이상기후 현상을 나타내는 우리나라 지역별 · 시기별 기후위험지수(Climate Risk Index; 이하 CRI)를 국내 최초로 제시하고, 이 지수가 성장 및 물가에 미치는 비대

칭적 영향을 검토하기 위해 국소투영법을 활용하였다.

Ⅲ. 기후위험지수(CRI) 추정 및 특징

1. CRI 추정

기후위험지수(또는 이상기후지수)인 CRI는 ACI(Actuaries Climate Index)의 방법론을 참고하여 ① 이상고온(T90), ② 이상저온(T10), ③ 강수량(P), ④ 가뭄(D), 해수면높이(S)와 같이 5개의 요인으로 구성하였다.

먼저 ① 이상고온(T90)은 기준기간(reference period: 1980년~2000년)의 월별 상위 10%에 해당되는 기온보다 높은 날에 대한 빈도수를 의미한다. ② 이상저온(T10)은 기준기간의 월별 하위 10%에 해당되는 기온보다 낮은 날에 대한 빈도수를 나타낸다. ③ 강수량(P)은 매월 비가 가장 많이 내린 5일에 대한 강수량 합계를 의미하고, ④ 가뭄(D)은 매월 1mm 미만의 강수량이 연속된 날짜수 중 최대값을 나타낸다. 마지막으로 ⑤ 해수면높이(S)는 월별 평균 해수면높이(cm)를 의미한다.

CRI 추정방법은 16개의 시도별[4]로 앞서 언급한 5개의 요인들을 구한 다음 기준기간 대비 표준화한 값들을 평균하여 도출하는 방식이다. 구체적으로 5개의 요인들에 대한 측정단위가 다르기 때문에 표준화 작업이 필요하고 기준기간 대비 기후리스크의 증감을 표현하기 위해 표준화시 다음과 같이 기준기간(1980~2000년)의 평균 및 표준편차를 활용하였다.

$$X_{i,t}^{std} = \frac{X_{i,t} - \mu_{X,i}^{1980\sim2000}}{\sigma_{X,i}^{1980\sim2000}}$$

여기서 X^{std}는 구성요인의 표준화값, i는 시도, t는 시간, μ는 평균, σ는 표준편차를 의미한다. 마지막으로 CRI를 산출하기 위해서 다음과 같이 요인별로 평균하였다.

$$CRI_t = mean(T90_t^{std} - T10_t^{std} + P_t^{std} + D_t^{std} + S_t^{std})$$

이상저온($T10_t^{std}$)의 경우 CRI 도출시 부호가 반대로 되어있는데, 이는 지구온난화로 인한 기후리스크가 크다는 것을 반영하기 위한 것으로 ACI 방법론과 동일한 방식을 사용하였다.

CRI의 평균과 표준편차를 통해 요약통계량(전국기준)을 비교해보면 전반적으로 과거 기준기간(1980~2000년) 대비 최근기간(2001~2023년)의 이상기후 현상이 심화되었다는 사실이 관찰된다[5].

〈표 1〉 CRI(전국) 및 구성요소 요약통계량

기준기간(1980.1월~2000.12월)						
	CRI	이상고온	이상저온	강수량	가뭄	해수면높이
평균	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
표준편차	2.148	0.870	0.901	0.859	0.758	0.942
최근기간(2001.1월~2023.12월)						
	CRI	이상고온	이상저온	강수량	가뭄	해수면높이
평균	1.731	0.711	-0.388	0.011	0.053	0.568
표준편차	2.183	1.123	0.702	0.878	0.768	0.962

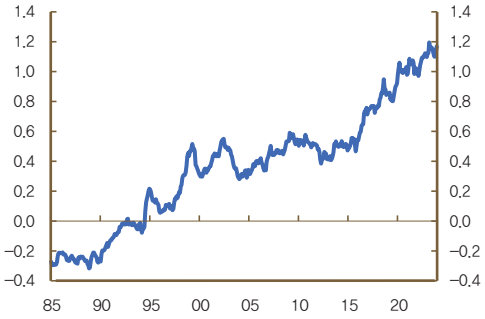
자료: 저자추정, 기상청, 국립해양조사원

4) 서울, 인천, 대전, 대구, 광주, 울산, 부산, 경기, 강원, 충북, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남, 제주를 의미하고, 세종시는 제외하였다.
5) 이상저온은 지구온난화 심화로 인해 과거대비 낮아지고 있어 평균값이 낮아진 현상이 관찰되고 있다.

2. CRI 구성요인 및 특징

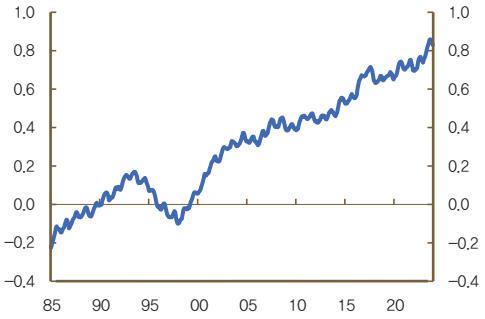
CRI 구성요인의 추세적 흐름[6]을 살펴볼 경우 구성요인별로 조금씩 다른 양상이 나타났다.

〈그림 3〉 이상고온($T90^{std}$) 추세



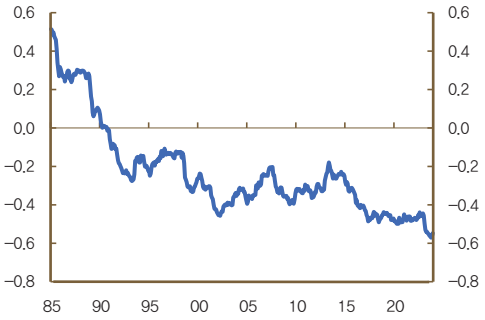
자료: 저자 추정(전국 기준), 기상청

〈그림 4〉 해수면높이(S^{std}) 추세



자료: 저자 추정(전국 기준), 국립해양조사원

〈그림 5〉 이상저온($T10^{std}$) 추세

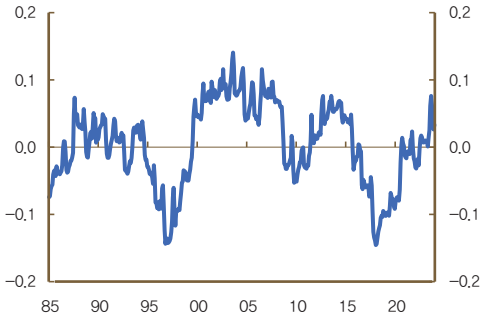


자료: 저자 추정(전국 기준), 기상청

이상고온 및 해수면높이의 경우 추세가 시간에 따라 우상향하는 반면 이상저온은 추세가 우하향하는 모습이다(〈그림 3, 4, 5〉 참조). 이는 온실가스 배출 증가로 인한 지구온난화가 이상고온 현상 증가 및 해수면높이 상승을 야기하고 이상저온 현상을 감소시켰기 때문인 것으로 보인다.

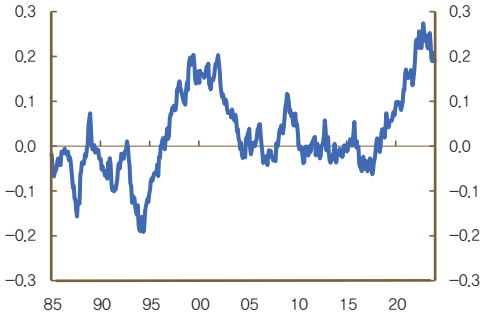
하지만 강수량 및 가뭄의 경우 기온과 해수면처럼 지속적으로 상승 또는 하락하는 추세가 보이지 않았다(〈그림 6, 7〉 참조). 다만 가뭄은 2015년 이후 전반적으로 우상향하는 추세가 관찰되었다.

〈그림 6〉 강수량(P^{std}) 추세



자료: 저자 추정(전국 기준), 기상청

〈그림 7〉 가뭄(D^{std}) 추세

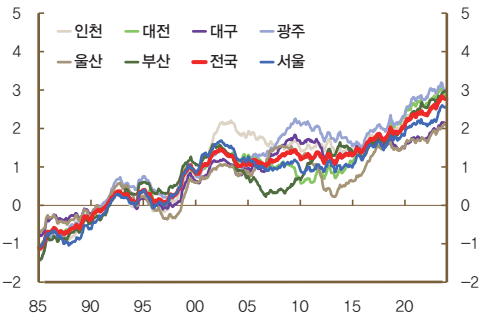


자료: 저자 추정(전국 기준), 기상청

6) 추세적 흐름을 나타내기 위해 5년 이동평균을 활용하였다.

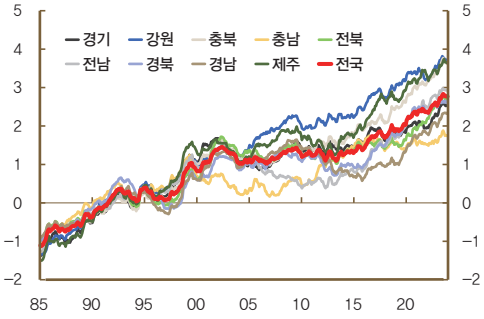
CRI의 특징의 경우 전국 및 지역별[7] CRI가 시간에 따라 상승하는 추세를 나타내는 가운데 시간이 지날수록 지역별 편차가 확대되는 경향이 있다(〈그림 8, 9〉 참조). 이는 지구온난화 및 환경오염 등의 영향으로 이상기후의 빈도 및 강도가 높아져 CRI가 지속적으로 상승하고 있기 때문으로 판단된다. 최근들어 지역별 편차도 확대되고 있는데 특히 강원과 제주가 전국 CRI 수준을 큰 폭으로 상회하고 있다. CRI 구성요인을 분해해보면 강원은 이상고온, 제주는 해수면높이가 전국에 비해 큰 비중을 차지한 것으로 확인된다[8](〈그림 10〉 참조).

〈그림 8〉 시(市)별 CRI 추이[1)2)]



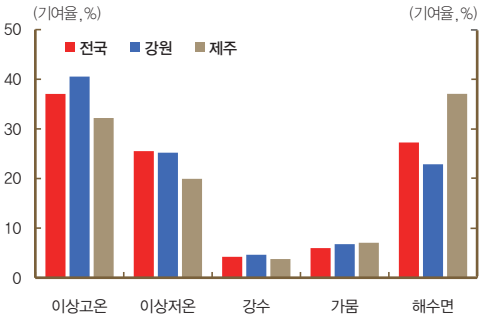
주: 1) 5년 이동 평균
2) 각 시별로 구해놓은 T90, T10, P, D, S 요인들을 활용해 공식에 따라 시별 CRI를 도출한 후, 각 시도의 CRI를 전체 평균한 값이 전국 CRI에 해당
자료: 저자 추정

〈그림 9〉 도(道)별 CRI 추이[1)2)]



주: 1) 5년 이동 평균
2) 각 도별로 구해놓은 T90, T10, P, D, S 요인들을 활용해 공식에 따라 도별 CRI를 도출한 후, 각 시도의 CRI를 전체 평균한 값이 전국 CRI에 해당
자료: 저자 추정

〈그림 10〉 전국 · 강원 · 제주 CRI 요인분해



자료: 저자 추정

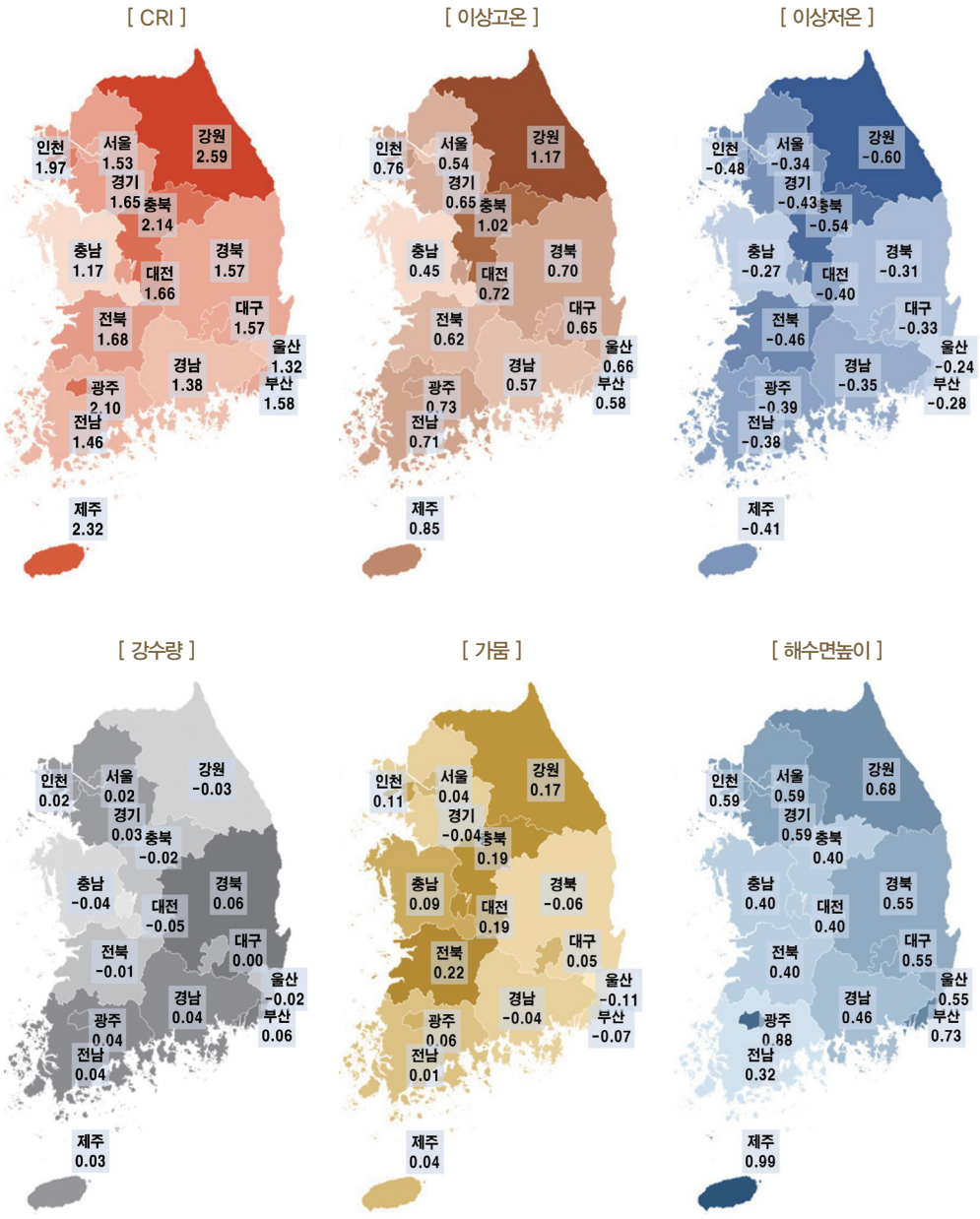
반면 충남의 경우 2000년 이후 CRI 수준이 대부분 기간에서 전국대비 낮은 수준을 유지하였다. 특히 CRI 구성요인중 이상고온이 전국에 비해 특히 낮은 것으로 나타났다[9].

한편 구성요소별 평균값(2001~2023년)을 살펴보면 이상고온은 강원, 충북, 제주 등에서 나타나고, 강수량 증가는 경남, 전남, 부산, 제주 등 남부해안지방을 중심으로, 가뭄 심화는 전북, 충북, 강원 등 중부권을 중심으로 나타났다. 해수면 상승의 경우 제주, 부산,

7) CRI 추정시 사용된 지역별 기상 및 해수면높이 관측장소는 〈참고〉를 참조하기 바란다.
8) 1985~2023년 동안 강원은 타지역 평균기온 대비 1.3℃ 정도 더 높게 상승했고(강원: 4.3℃, 타지역 평균: 3.0℃ 상승), 같은 기간동안 제주는 해수면 높이가 평균 8cm 더 높이 상승했다(제주: 19cm, 타지역 평균: 11cm 상승).
9) 충남은 2000~2011년중 월별 이상고온 발생일수가 전국 평균을 하회(충남: 3.3일, 전국 평균: 4.2일)하였고 2020년 이후 이상고온 발생일수는 전국에서 가장 낮았다(충남: 4.6일, 전국 평균: 6.1일).

강원 등에서 높게 나타났다(〈그림 11〉 참조). 동해안 · 남해안 해수면이 크게 상승하게 된 원인은 지구온난화로 인해 북극 빙하감소의 영향을 많이 받는 가운데 동해를 중심으로 수온상승에 따른 열팽창효과가 컸기 때문으로 판단된다.

〈그림 11〉 시도별 CRI 및 구성요소별 평균(2001년~2023년)[1)2)]



주: 1) 각 변수의 기준기간(1980~2000년)중 평균과 표준편차를 이용하여 표준화한 값
2) 이상저온의 경우 진한 색일수록 수치가 낮고, 그 이외의 변수는 진한 색일수록 기준기간대비 각 변수의 수치가 높음
자료: 저자 추정

Ⅳ. 이상기후(CRI)가 경제에 미치는 영향

1. 비대칭성 분석

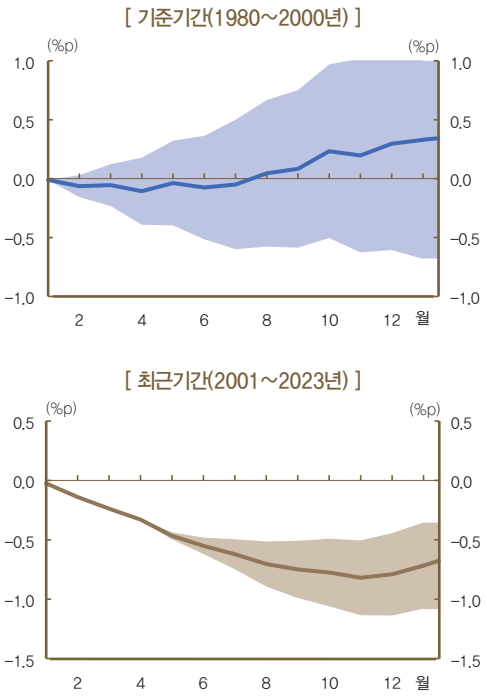
Jorda(2005), Ramey and Zubairy (2018)의 방법론을 참고하여 다음과 같은 국소투영법(Local Projection) 모형을 설정하였다.

$$y_{t+s} = (1-I_{t-1})[\alpha^s_{before} + \sum_{i=1}^{p} B^{s+1}_{i,before}\, y_{t-i}] + I_{t-1}[\alpha^s_{after} + \sum_{i=1}^{p} B^{s+1}_{i,after}\, y_{t-i}] + u^s_{t+s}$$

단, $s=0,1,\ldots,h$, I_t가 0이면 기준기간(1980.1월~2000.12월)이고 1이면 최근기간(2001.1월~2023.12월), y_t는 기후위험지수(CRI), 전국 산업생산지수(IP; 전년동월비), 전국 소비자물가지수(CPI; 전년동월비), 콜금리로 구성되어 있다.

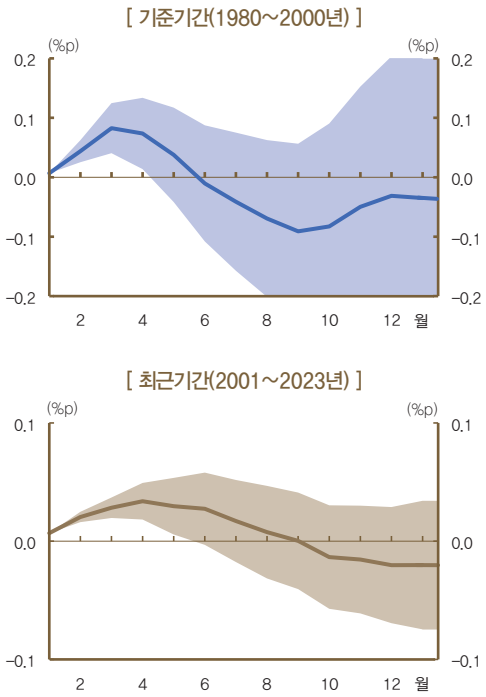
이 모형을 통해 충격반응 분석을 해본 결과, 이상기후 변화가 과거에는 산업생산에 유의한 영향을 미치지 못했지만[10] 2001년 이후 부정적인 영향이 과거에 비해 크고 지속적인 것으로 분석되었다(〈그림 12〉 참조). 최근기간(2001~2023년)의 경우 이상기후 충격이 산업생산 증가율을 12개월 후 약 0.6%p 정도 하락시킨 것으로 나타났다. 기후변화가 성장에 부정적인 영향을 미치는 원인에 대해 분석한 연구는 여러가지가 있는데, 박경훈 외

〈그림 12〉 이상기후 충격이 산업생산에 미친 영향[1)]



주: 1) 음영은 68% 신뢰구간
자료: 저자 추정

〈그림 13〉 이상기후 충격이 인플레이션에 미친 영향[1)]



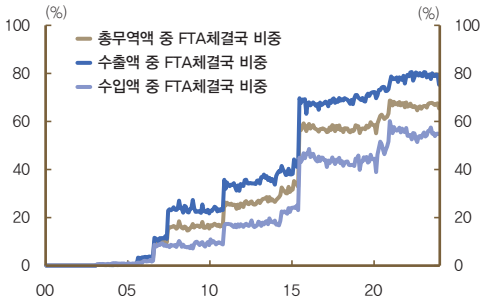
주: 1) 음영은 68% 신뢰구간
자료: 저자 추정

10) 본고에서는 통계적 유의성과 관련하여 신뢰구간이 0을 통과하는지 여부로 판단하는데 기준기간(1980~2000년)의 경우 결과가 대부분 통계적으로 유의하지 않았다.

(2021)는 기후변화가 노동생산성을 하락시키고 농축수산물 생산량을 감소시킨다고 분석했고, 이지원(2023)은 기후변화가 조업중단, 원자재 수급 차질, 재고 유지비용 증가 등을 통해 산업에 부정적인 영향을 끼친다고 주장하였다.

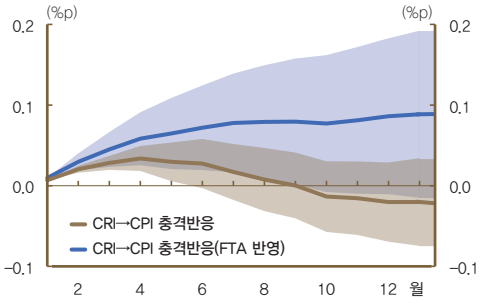
이상기후 변화는 과거와 최근기간 모두 인플레이션 상승에 영향을 미쳤지만 최근의 경우 영향력의 크기가 작은 반면 지속성이 상대적으로 긴 특성이 나타났다(〈그림 13〉 참조). 최근의 경우 충격반응 정점 크기가 0.05%p 정도 낮지만(최근기간: 0.03%p vs 기준기간: 0.08%p) 그 지속기간은 2개월 정도 길게 나타났다. 이런 현상은 최근들어 FTA 등을 통한 수입증대에 따른 농축수산물 관련 대체효과가 커짐에 따라 이상기후 변화가 가격에 미치는 영향력이 상대적으로 낮게 나타났기 때문으로 생각된다[11]. 다만 이상기후 현상 심화로 인해 그 효과의 지속성이 과거대비 길어지고 있는 모습도 관찰되었다.

〈그림 14〉 FTA체결국과의 교역 비중



자료: 한국무역통계진흥원

〈그림 15〉 FTA 체결변수 반영시 충격반응 비교



주: 1) 음영은 68% 신뢰구간
자료: 저자추정

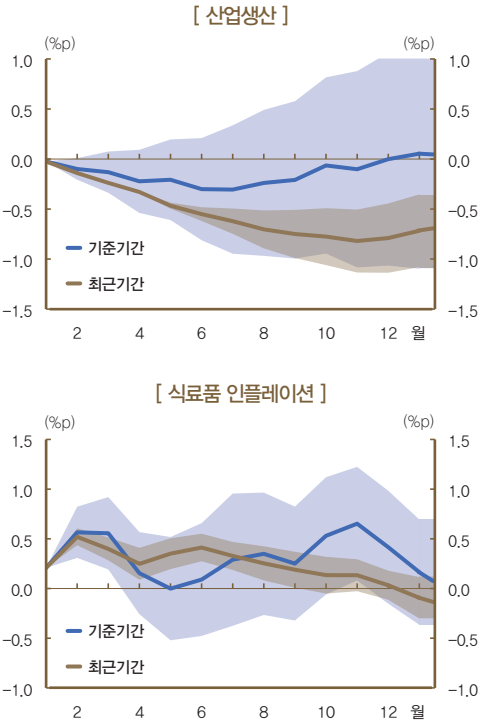
실제 FTA 관련 대체효과를 통제하기 위해 곽노선 · 임호성(2017)을 참고하여 FTA 체결국과의 교역비중을 활용하였다[12](〈그림 14〉 참조). 이 경우 이전 결과대비 인플레이션이 약 0.05%p(인플레이션 정점기준) 정도 상승하고, 지속기간이 3개월 정도 더 길게 나타났다(〈그림 15〉 참조). 다시 말해 FTA 등을 통한 수입대체효과를 통제한 경우와 하지 않은 경우 이상기후 충격이 인플레이션에 미친 영향력이 0.05%p 정도 차이가 나므로, 이 차이가 이상기후 발생시 인플레이션에 대한 수입대체효과의 간접적 크기라고 말할 수 있다.

이상기후는 식료품에 대해 미치는 영향력이 크기 때문에 전품목을 포함하는 소비자물가 대신 식료품 관련 소비자물가를 사용하여 국소투영법을 사용하면 전품목 소비자물가보다 과거대비 이상기후의 영향력이 더 크고 지속성이 더 길게 나타난다. 구체적으로 최근기간(2001~2023년)의 경우 산업생산 증가율이 1년후 약 0.8%p 정도 하락하게 되고 식료품 인플레이션은 지속기간이 9개월 정도로 나타나는 것으로 분석되었다(〈그림 16〉 참조).

11) 이외에도 김재윤 외(2023)는 우리나라의 경우 임계치가 존재하여 일정온도에 도달할 때까지는 농축수산물 가격이 하락하는 효과가 있다고 분석했기에 최근기간의 이상기후 영향력이 낮게 나타났을 가능성도 존재한다.

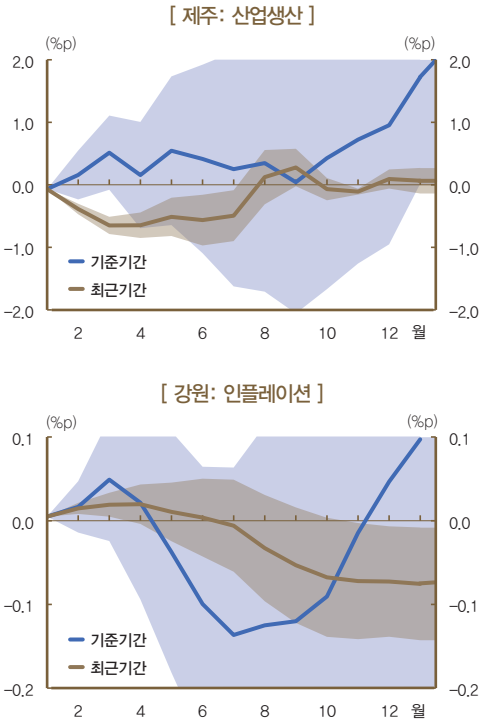
12) 2003년 이전은 FTA체결국이 없기 때문에 2003년 이후의 기간만을 사용하여 분석하였고, y_t를 CRI, 산업생산지수(전년동월비), 소비자물가지수(전년동월비), 콜금리로 구성하여 국소투영법을 사용하였다.

〈그림 16〉 이상기후 충격에 대한 각 변수의 반응[1)]



주: 1) 음영은 68% 신뢰구간
자료: 저자 추정

〈그림 17〉 이상기후 충격이 지역경제에 미치는 영향[1)]



주: 1) 음영은 68% 신뢰구간
자료: 저자 추정

한편 이상기후가 지역경제에 미친 비대칭적 영향에 대해서도 살펴볼 수 있다. 이상기후 현상이 타지역에 비해 심했던 제주와 강원의 경우 경제에 미치는 영향력 및 지속성이 과거대비 커지는 비대칭성이 관찰되었다. 제주는 전국과 유사하게 과거에는 이상기후가 산업생산에 큰 영향을 미치지 못했지만 최근에는 부정적인 영향이 확대되었다. 강원의 경우 과거에는 이상기후가 인플레이션에 통계적으로 유의미한 영향을 미치지 못했지만 최근기간의 경우 단기적으로 인플레이션을 소폭 상승시키는 것으로 나타났다(〈그림 17〉 참조).

2. 품목별 물가 영향 분석

품목별로 물가에 미치는 영향을 분석하기 위해 표준적인 필립스 곡선에 CRI를 추가하여 아래와 같은 모형을 설정하였다.

$$\pi_{i,t}^{CPI} = c + \beta \pi_{i,t-1}^{CPI} + \gamma \widehat{IP}_t + \alpha CRI_t + \epsilon_t$$

단, π_i^{CPI}는 i품목의 전국 CPI 인플레이션(전년동월비), $\widehat{IP}$는 HP 필터링을 활용한 전국 산업생산갭을 의미한다.

전품목, 식료품, 과실, 채소 등에 관련된 소비자물가지수의 필립스 곡선을 추정해보면 2010년 이후 대부분 이상기후 현상이 인플레이션에 미치는 영향력은 통계적으로 유의하게 나왔다(〈표 2〉 참조).

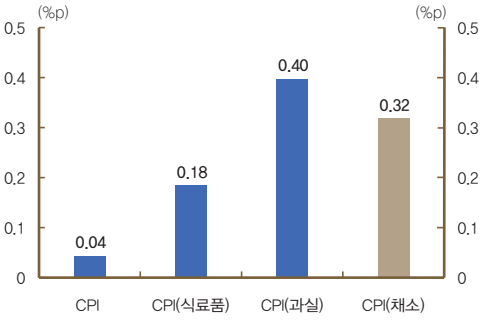
〈표 2〉 필립스 곡선 추정 모형[1]

	2010.1월~2023.12월			
	CPI	CPI 식료품	CPI 과실	CPI 채소
CRI(이상기후)	0.04**	0.18**	0.40*	0.32
IP(산업생산)갭	0.01**	0.01	0.16*	0.05
	2001.1월~2009.12월			
	CPI	CPI 식료품	CPI 과실	CPI 채소
CRI(이상기후)	−0.01	0.09	0.59	−0.67
IP(산업생산)갭	0.03**	−0.14**	−0.36*	−0.02

주: 1) *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1%의 통계적 유의수준
자료: 저자추정

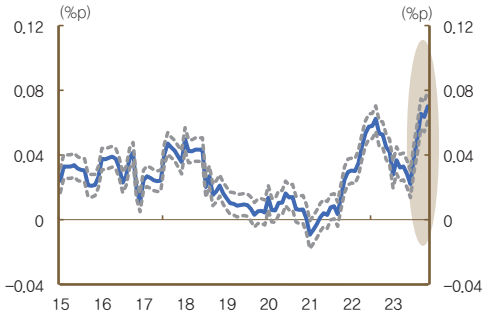
특히 식료품 및 과실의 영향력이 크게 나타나고, 2023년 중반 이후 이상기후가 물가에 미친 영향력이 확대된 현상이 관찰되었다(〈그림 18, 19〉 참조). 다만 채소의 경우 일부는 시설재배가 가능하여 이상기후의 영향이 과실에 비해 상대적으로 작고 이로 인해 실증분석 결과 이상기후의 통계적 유의성이 없는 것으로 판단된다.

〈그림 18〉 이상기후가 인플레이션에 미친 영향력[1]



주: 1) 채소 결과값은 통계적으로 유의하지 않음
자료: 저자추정

〈그림 19〉 시기별 이상기후가 물가에 미친 영향[1)2)3)]



주: 1) 5년 크기의 rolling regression 결과
2) 점선은 95% 신뢰구간
3) 음영부분은 최근에 영향력이 커진 구간
자료: 저자추정

반면 식료품, 과실 이외에 공업제품, 서비스, 개인서비스와 같은 품목에서는 2010년 이후 이상기후가 물가에 미친 영향력이 통계적으로 유의하지 않게 나왔다(〈표 3〉 참조).

〈표 3〉 필립스 곡선 추정 모형[1]

	2010.1월~2023.12월		
	CPI 공업제품	CPI 서비스	CPI 개인서비스
CRI(이상기후)	0.01	0.00	0.00
IP(산업생산)갭	0.04***	0.01***	0.01***

주: 1) *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1%의 통계적 유의수준
자료: 저자추정

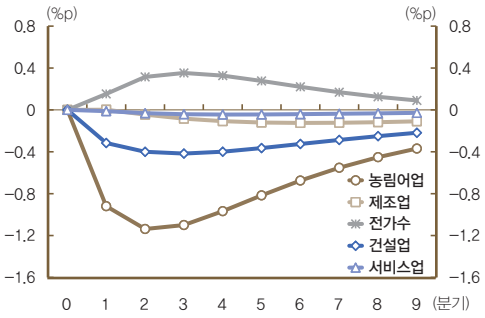
3. 산업별 성장 영향 및 충격분해

베이지안 VAR[13]을 통해 이상기후가 산업별 성장에 미친 영향[14]을 분석하면 농림어업, 건설업[15]에 미친 부정적 영향이 큰 것으로 나타났다. 이상기후 충격이 농림어업은 최대

13) 2001년 1분기~2023년 4분기 CRI, 산업별 GDP(전년동월비), 소비자물가지수(전년동월비), 콜금리 자료를 활용하여 미네소타(Minnesota) 사전분포를 가정한 베이지안 VAR을 사용하였다.
14) 산업생산지수의 경우 제조업 위주로 구성되어 있기 때문에 산업별 영향을 살펴보기 위해서 산업별 GDP를 활용하였다.
15) 건설업의 경우 호우나 폭염 등 이상기후가 조업 중단, 원자재 수급 차질, 노동생산성 감소를 통해 성장에 악영향을 미칠 수 있다.

1.1%p, 건설업은 최대 0.4%p 하락시키는 것으로 나타났고, 제조업과 서비스업은 상대적으로 영향이 작은 것으로 분석되었다(〈그림 20〉 참조). 전기 · 가스 · 수도 산업은 이상기후 충격으로 성장률이 상승했는데, 이는 이상기후로 인해 전기 및 가스 사용량이 확대되면서 나타난 결과인 것으로 보인다.

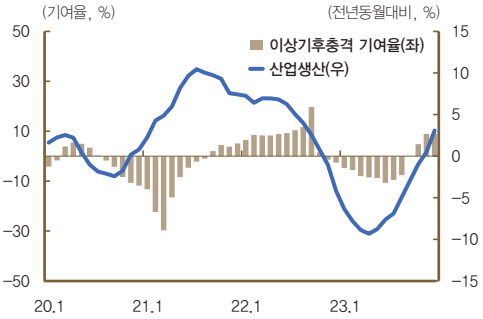
〈그림 20〉 이상기후 충격이 산업별 성장에 미친 영향[1)]



주: 1) 전가수는 전기 · 가스 · 수도 산업을 의미
자료: 저자추정

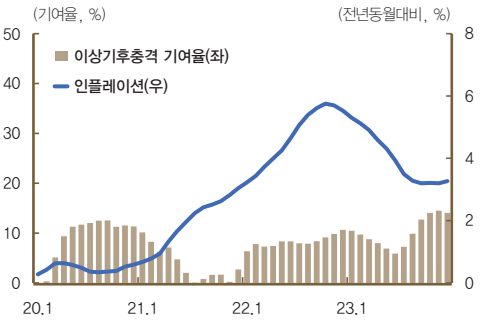
또한 베이지안 VAR[16)]을 통해 역사적 충격 분해 분석을 해보면 2020년 이후 이상기후가 산업생산에 일정기간 부정적인 영향을 미치는 가운데 인플레이션을 지속적으로 상승시키는 요인으로 나타났다(〈그림 21, 22〉 참조). 특히 2023년 이후 이상기후 충격이 CPI 인플레이션에서 약 10% 정도 기여하는 것으로 분석되었다.

〈그림 21〉 산업생산에 대한 이상기후 충격의 기여율



자료: 저자추정

〈그림 22〉 인플레이션에 대한 이상기후 충격의 기여율



자료: 저자추정

V. 결론 및 시사점

본고에서는 기온, 강수량 등의 이상기후 현상을 나타내는 우리나라 기후위험지수(Climate Risk Index; CRI)를 ACI 방법론을 참고하여 국내 최초로 제시하였다. 또한 이를 활용하여 이상기후 현상이 국내 실물경제에 미치는 영향에 대해 실증분석하였다. 이 CRI는 16개의 시도별로 모두 산출되기 때문에 이상기후가 지역경제에 미친 영향에 대해서도 분석이 가능하다.

16) 2010년 1월~2023년 12월 CRI, 산업생산지수(전년동월비), 소비자물가지수(전년동월비), 콜금리 자료를 활용하여 미네소타(Minnesota) 사전분포를 가정한 베이지안 VAR을 사용하였다.

과거 우리나라 CRI의 특징을 분석한 결과 전국 및 지역별 CRI가 시간에 따라 상승하는 추세를 보이는 가운데 시간이 지날수록 지역별 편차가 확대되는 경향을 나타냈다. 이는 지구온난화 및 환경오염 등의 영향으로 이상기후의 빈도 및 강도가 높아졌기 때문으로 보인다. 또한 과거대비 지역별 편차도 최근들어 확대되고 있는데 특히 강원과 제주가 전국 CRI 수준을 큰 폭으로 상회하였다. CRI 구성요인을 분해해보면 강원은 이상고온, 제주는 해수면높이가 전국에 비해 큰 비중을 차지한 것으로 확인되었다.

이상기후 현상의 경우 최근들어 경제에 미친 영향력 및 지속성이 커지는 시간상의 비대칭성이 관찰되었다. 이상기후 현상이 과거에는 산업생산에 큰 영향을 미치지 못했지만 2001년 이후 부정적인 영향이 과거에 비해 크고 지속적인 것으로 분석되었다. 인플레이션의 경우 이상기후 현상으로 물가상승의 지속성이 과거대비 2개월 정도 더 길어지는 것으로 나타났다.

CRI를 활용하여 전품목, 식료품, 과실, 채소에 관련된 소비자물가지수의 필립스 곡선을 추정해보면 이상기후 현상이 인플레이션에 미치는 영향력은 2010년 이후 대부분 품목에서 통계적으로 유의하게 나타났다. 특히 식료품 및 과실가격에 미치는 영향력이 큰 것으로 나타나는 가운데, 2023년 중반 이후 이상기후가 물가에 미친 영향력이 확대되고 있다.

또한 이상기후가 산업별 성장에 미친 영향을 분석하면 농림어업, 건설업에 미친 부정적 영향이 큰 것으로 나타났다.

〈참고〉

CRI 추정시 사용된 지역별 기상 · 해수면높이 변수 관측지점

지역	기온(T)[1)]	강수량(P) · 가뭄(D)[1)]	해수면높이(S)
서울	서울(108)	서울(108)	인천 조위관측소
부산	부산(159)	부산(159)	부산 조위관측소
대구	대구(143)	대구(143)	울산 조위관측소
인천	인천(112)	인천(112)	인천 조위관측소
광주	광주(156)	광주(156)	목포 조위관측소
대전	대전(133)	대전(133)	군산 조위관측소
울산	울산(152)	울산(152)	울산 조위관측소
경기	수원(119)	수원(119)	인천 조위관측소
강원	원주(114)	원주(114)	묵호 조위관측소
충북	청주(131)	청주(131)	군산 조위관측소
충남	천안(232)	천안(232)	군산 조위관측소
전북	전주(146)	전주(146)	군산 조위관측소
전남	여수(168)	여수(168)	여수 조위관측소
경북	포항(138)	포항(138)	울산 조위관측소
경남	진주(192)	진주(192)	통영 조위관측소
제주	제주(184)	제주(184)	제주 조위관측소

주: 1) ( ) 내는 기상청 지점코드

〈참고문헌〉

곽노선 · 임호성(2017), “FTA의 물가 안정화 효과 분석”, BOK 경제연구, No. 2017-3

김재윤 · 정선문 · 이성태(2023), “수출입경로를 통한 해외 기후변화 물리적리스크의 국내 파급영향”, BOK 이슈노트 No. 2023-26

박경훈 · 박종욱 · 박상우 · 임준혁 · 김찬우 · 이종웅 · 곽윤영(2021), “기후변화 대응이 거시경제에 미치는 영향”, BOK 이슈노트 No. 2021-23

이승희(2024), “기상 여건 변화가 물가에 미치는 영향과 시사점”, KDI 현안분석

이지원(2023), “국내 기후변화 물리적 리스크의 실물경제 영향 분석”, BOK 경제연구, No. 2023-26

인소영 · 박기영(2021), “기후변화의 경제학”, 한국경제학보, Vol. 28, No. 1

임웅지 · 이동재 · 이윤수 · 박창현(2024), “우리나라 물가수준의 특징 및 시사점: 주요국 비교를 중심으로”, BOK 이슈노트 No. 2024-14

조병수 · 민초희(2024), “기후변화가 국내 인플레이션에 미치는 영향”, BOK 이슈노트 No. 2024-18

Ahn, J., & Lee, J.(2023), “The Roles of Import Prices in Flattening the Phillips Curve: Evidence from Korea”, Journal of Asian Economics, 86

Berg, K., Curtis, C., & Mark, N.(2023), “GDP and Temperature: Evidence on Cross-Country Response Heterogeneity”, NBER Working Paper

Bilal, A., & Kanzig, D.(2024), “The Macroeconomic Impact of Climate Change: Global Vs. Local Temperature”, NBER Working Paper

Burke, M., Hsiang, M., & Miguel, E.(2015), “Global Non-linear Effect of Temperature on Economic Producion”, Nature, 527(7577)

Chang, M., Choi, C., & Park, K.(2016), “Inflation Dynamics in the Postcrisis Period: Korea’s Experience”, BIS Paper, 89

Colacito, R., Hoffmann, B., & Phan, T.(2019), “Temperature and Growth: A Panel Analysis of the United States”, Journal of Money, Credit and Banking, 51(2-3)

Dell, M., Jones, F., & Olken, A.(2012), “Temperature Shocks and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century”, American Economic Journal: Macroeconomics, 4(3)

Diebold, X., Gobel, M., Coulombe, G., Rudebusch D., & Zhang, B.(2021), “Optimal Combination of Arctic Sea Ice Extent Measures: A Dynamic Factor Modeling Approach”, International Journal of Forecasting

Faccia, D., Parker, M., & Stracca, L.(2021), “Feeling the Heat: Extreme Temperatures and Price Stability”, ECB Working Paper

Hope, C., Anderson, J., & Wenman P.(1993), “Policy Analysis of the Greenhouse Effect: An Application of the PAGE Model”, Energy Policy, 21(3)

Jorda, O.(2005), “Estimation and Inference of Impulse Responses by Local Projections”, American Economic Review, 95

Kiley, M.(2021), “Growth at Risk from Climate Change”, Fed Discussion Series, 2021-054

Kim, H., Matthes, C., & Phan, T.(2021), “Extreme Weather and the Macroeconomy”, Fed of Richimond Working Paper

Metcalf, G., & Stock, J.(2023), “The Macroeconomic Impact of Europe’s Carbon Taxes”, American Economic Journal: Macroeconomics, 15(3)

Nordhaus, W.(1974), “Resources as a Constraint on Growth”, American Economic Review, 64(2)

_____(1977), “Economic Growth and Climate: The Carbon Dioxide Problem”, American Economic Review, 67(1)

_____(1992), “An Optimal Transition Path for Controlling Greenhouse Gases”, Science, 258(5086)

Nordhaus, W., & Yang, Z.(1996), “A Regional Dynamci General Equilibrium Model of Alternative Climate-Change Strategies”, American Economic Review, 86(4)

Parker, M.(2018), “The Impact of Disasters on Inflation”, Economics of Disasters and Climate Change, 2(1)

Pretis, F., Schwarz, M., Tang, K., Haustein, K., & Allen, R.(2018), “Uncertain Impacts on Economic Growth When Stabilizing Global Teperatures at 1.5°C or 2°C Warming”, Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 376(2119)

Ramey, V., Zubairy, S.(2018), “Government Spending Multipliers in Good Times and in Bad: Evidence from US Historical Data”, Journal of Political Economy, 126(2)

Copyright © BANK OF KOREA. All Rights Reserved

■ 본 자료의 내용을 인용하실 때에는 반드시 “BOK 이슈노트 No.2024-23에서 인용”하였다고 표시하여 주시기 바랍니다.

■ 자료 내용에 대하여 질문 또는 의견이 있는 분은 커뮤니케이션국 커뮤니케이션기획팀(02-759-4759, 4784)으로 연락하여 주시기 바랍니다.

■ 본 자료는 한국은행 홈페이지(http://www.bok.or.kr)에서 무료로 다운로드 받으실 수 있습니다.