패널 분위회귀분석을 활용한 한국의 미세먼지 국내외 영향요인 분석

김해동(연세대)

• Abstract

본 연구는 중국의 3개 도시 및 국내 11개 광역시의 미세먼지 및 초미세먼지 농도에 대하여 패널 분위회귀 분석을 진행함으로써, 국내 및 중국요인을 살펴보고자 한다.

특히, 미세먼지와 초미세먼지가 각각 농도가 높고 낮음에 따라 주요 배출 요인의 영향력이 다를 것으로 판단하였다. 또한, 미세먼지 및 초미세먼지 농도에 따라 국내 및 중국 요인의 영향력이 달라질 것이라 판단하였다. 따라서, 최종적으로 다음과 같은 연구가설을 가지고 연구를 진행하였다

연구가설(A) : 국내 미세먼지 및 초미세먼지 농도(PM10 및 PM2.5)가 높은 경우, 국내 전력수요의 영향력이 낮을 때에 비하여 상대적으로 큼. 특히, 초미세먼지의 경우 미세먼지보다 국내 전력수요의 영향력이 더 강함

연구가설(B) : 국내 미세먼지 농도가 높을 때는 중국의 영향이 양(+)으로 유의하지만, 국내 미세먼지 농도가 낮을 때는 중국의 영향이 유의하지 않음

따라서, 본 연구에서는 미세먼지의 농도가 높고 낮음에 그 발생원인이 다르다는 가정을 검증하기 위하여 특정 분위(quantile)마다 분포가 다른 경우를 분석하고자 한다.

미세먼지 농도의 변화는 일별로 패턴이 변화하므로, 본 연구에서는 **일별 패널자료**를 구축하여 분석을 진행하였다.

특히, 국내 미세먼지 농도를 설명하는 주요 변수로 예상되는 일별 교통량 자료 및 전력사용량 자료를 활용하여 분석의 설명력을 높이고자 한다. 아래 표는 국내 미세먼지 농도 하위 10%에 대한 추정결과를 나타낸다.

설명변수	PM10			PM2.5		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
ln(전력수요량)	0.064 (0.041)	0.059 (0.041)	0.051 (0.041)	0.224*** (0.053)	0.264*** (0.053)	0.266*** (0.053)
서풍×ln(L.진안 미세먼지)	0.195*** (0.019)	0.154*** (0.021)	0.156*** (0.021)			
서풍×ln(L.진안 초미세먼지)				0.149*** (0.021)	0.110*** (0.023)	0.113*** (0.023)
서풍×ln(L.다롄 미세먼지)	0.253*** (0.020)	0.250*** (0.022)	0.251*** (0.022)			
서풍×ln(L.다롄 초미세먼지)				0.287*** (0.021)	0.262*** (0.023)	0.264*** (0.023)
서풍×ln(L베이징 미세먼지)		0.038** (0.017)	0.037** (0.017)			
서풍×ln(L베이징 초미세먼지)					0.051*** (0.017)	0.051*** (0.017)
ln(교통량)	0.236*** (0.036)	0.205*** (0.036)	0.210*** (0.037)	0.228*** (0.045)	0.216*** (0.046)	0.222*** (0.023)
강수량	-0.013*** (0.001)	-0.013*** (0.001)	-0.013*** (0.001)	-0.014*** (0.001)	-0.014*** (0.001)	-0.014*** (0.001)
황사			0.079*** (0.021)			0.082*** (0.026)

아래 표는 국내 미세먼지 농도 상위 10%에 대한 추정 결과이다.

설명변수	PM10			PM2.5		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
ln(전력수요량)	0.175*** (0.035)	0.178*** (0.035)	0.189*** (0.035)	0.345*** (0.043)	0.325*** (0.043)	0.329*** (0.043)
서풍×ln(L.진안 미세먼지)	0.197*** (0.017)	0.196*** (0.018)	0.189*** (0.018)			
서풍×ln(L.진안 초미세먼지)				0.189*** (0.017)	0.190*** (0.019)	0.181*** (0.019)
서풍×ln(L.다롄 미세먼지)	0.350*** (0.017)	0.349*** (0.019)	0.329*** (0.019)			
서풍×ln(L.다롄 초미세먼지)				0.349*** (0.017)	0.344*** (0.019)	0.333*** (0.019)
서풍×ln(L베이징 미세먼지)		0.016 (0.015)	0.017 (0.015)			
서풍×ln(L베이징 초미세먼지)					0.006 (0.014)	0.007 (0.013)
ln(교통량)	0.156*** (0.031)	0.141*** (0.031)	0.134*** (0.031)	0.070*** (0.037)	0.070* (0.038)	0.061 (0.037)
강수량	-0.005*** (0.001)	-0.005*** (0.001)	-0.005*** (0.001)	-0.007*** (0.001)	-0.007*** (0.001)	-0.007*** (0.001)
황사			0.191*** (0.018)			0.205*** (0.021)
봄	0.161*** (0.014)	0.159*** (0.014)	0.159*** (0.014)	0.067*** (0.016)	0.073*** (0.016)	0.068*** (0.016)
가을	-0.030** (0.014)	-0.027** (0.014)	-0.026* (0.014)	-0.050*** (0.017)	-0.051*** (0.017)	-0.052*** (0.017)
겨울	0.006 (0.015)	0.012 (0.015)	0.020 (0.015)	-0.057*** (0.018)	-0.044** (0.019)	-0.039** (0.019)

연구가설(A)와 같이 국내 미세먼지 및 초미세먼지 농도가 높은 경우, 국내 화력발전으로 인한 미세먼지 및 초미세먼지 농도 상승분이 상당한 수준임을 확인하였다. 다만, 국내 전력수요량이 1% 증가할 때, 초미세먼지 농도는 0.33% 상승한 반면 미세먼지 농도는 0.19% 상승하였다. 즉, 국내 화력발전 가동에 따라 발생한 초미세먼지 농도 상승 기여분이 미세먼지 상승 기여분보다 약 75% 높게 나타났다. 여기서, 국내 화력발전시설의 초미세먼지 감축에 더욱 노력을 기울일 필요가 있다는 시사점을 얻을 수 있다.

중국 측 요인의 경우, 중국의 1일전 미세먼지의 경우 국내 미세먼지 농도가 높고 낮음에 관계없이 항상 양(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 연구가설(B)와 다르게 중국의 1일 전 미세먼지 및 초미세먼지는 국내 미세먼지 및 초미세먼지 농도에 상관없이 항상 상당한 양(+)의 영향을 미치고 있다.

결론적으로 국내 요인의 경우, 우리나라의 미세먼지 문제가 심각할 때 국내 화력발전에서 나오는 대기오염물질은 미세먼지 및 초미세먼지 농도를 유의하게 상승시킨다. 특히, 국내 화력발전으로 인한 초미세먼지 발생 문제가 미세먼지보다 더 심각함을 확인할 수 있다.

반면, 중국 요인의 경우 연구가설과 다르게 미세먼지 및 초미세먼지 농도와 관계없이 우리나라에 상시 상당한 양(+)의 영향을 미침을 확인하였다.

따라서 향후 국내 초미세먼지(PM2.5) 고농도 문제를 해결하기 위해서는 중국 등과의 국제적 협력도 필수적으로 이뤄져야겠지만, 국내 화력발전으로 인한 초미세먼지 발생분에 대한 감축이 현재보다 강화되어야 함을 확인할 수 있다.