

2016~2020 년 대한민국 대기오염의 지역 별 및 코로나 전후 차이

2019020958 박지수, 임상 및 상담심리 전공

Abstract

본 프로젝트는 첫째, 2016 년 1 월에서 2020 년 12 월 사이 대한민국 대기오염의 지역별 차이를 알아보고자 한다. 이 때 대기오염은 한국환경공단에서 관측하는 6 개의 대기오염물질(일산화탄소, 이산화질소, 초미세먼지, 미세먼지, 이황산가스, 오존)을 통해 측정했다. 구체적으로 대한민국의 광역지방자치단체 17 곳 중 ‘특별시’ 및 ‘광역시’ (세종특별자치시는 2020 년 4 월 이후로 관측소가 운영되어 분석에서 제외됨) 총 7 곳 그리고 ‘도’ 및 ‘특별자치도’ 9 곳의 대기오염 차이를 검증하고자 한다. 이를 위해 ANOVA 분석을 실시했다. 그 결과, 초미세먼지와 미세먼지를 제외한 대기오염물질에 대해 특별시 및 광역시 별 차이가, 그리고 모든 대기오염물질에 대해 도 및 특별자치도 별 차이가 존재하는 것으로 확인되었다.

둘째, 대기오염물질의 발생 원인이 대부분이 ‘인위적’인 것을 고려했을 때, 코로나 전후로 대기오염물질의 수치 차이가 있는지 알아보고자 한다. 이를 위해 2020 년 3 월(코로나의 본격적인 확산 이후)에서 12 월 사이의 대기오염물질 관측 값과 2019 년 3 월에서 12 월 사이의 대기오염물질 관측 값의 평균 차이를 검증했다. 이를 위해 대응표본 t 검정을 실시했다. 그 결과, 6 개의 대기오염물질 중 오존을 제외한 5 개의 대기오염물질 관측 값의 평균 차이가 통계적으로 유의미한 것으로 확인되었다.

Data

프로젝트 수행을 위한 데이터는 ‘한국환경공단’의 ‘최종확정 측정자료 조회’에서 가져왔다. 해당 데이터는 6 개의 대기오염물질에 대한 관측치로 구성되어 있다. 구체적으로 6 개의 대기오염물질의 수치는 하루에 24 번, 즉 한 시간 마다 관측되었다. 데이터의 양이 전체적으로 많아 지역 별 대기오염물질의 한 달 평균치를 산출해 분석에 사용하였다. 평균치 산출 전, 결측 값을 계산해 본 결과 지역별, 그리고 대기오염물질 별로 결측 값이 고르게 분포되어 있었다. 측정된 값의 양이 상당해 결측 값을 제거해도 무방하다고 판단되어 평균치를 산출할 때 결측 값은 제거되었다. 아울러, 대기오염물질 측정망에는 크게 도심 지역의 대기를 측정하는 ‘도시대기 측정망’, 교외 지역의 대기를 측정하는 ‘교외대기 측정망’, 국가의 배경농도를 파악하고 외국으로부터의 오염물질 유입을 측정하는 ‘국가배경농도 측정망’, 그리고 유동인구가 많은 도로변 대기를 측정하는 ‘도로변대기 측정망’이 있다. 이 중 ‘도시대기 측정망’으로부터 측정된 데이터를 사용하였다.

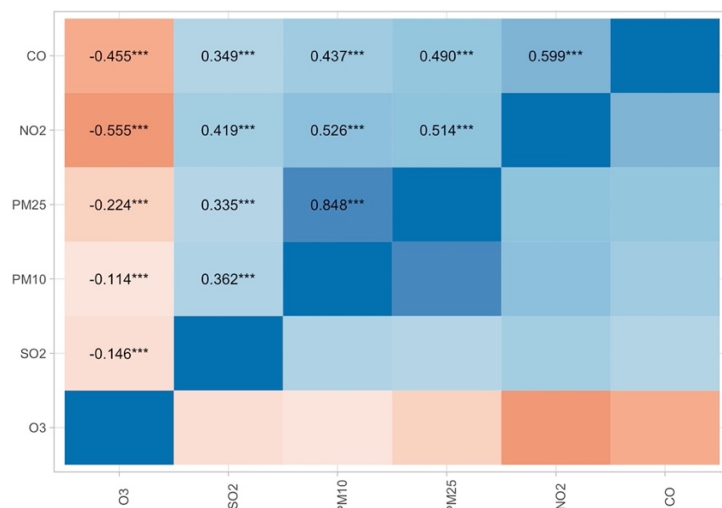
Method

첫 째, 전체적인 대기오염물질 간 상관관계를 알아보기 위해 Pearson 단순 상관관계 분석을 실시했다. 둘째, 대기오염의 지역별 차이를 알아보기 특별시 및 광역시 7 곳(세종특별자치시 제외), 그리고 도 및 특별자치도 9 곳의 대기오염물질의 관측 값을 그래프로 시각화 하였다. 이후, 대한민국의 광역지방자치단체 중 특별시 및 광역시와 도 및 특별자치도의 대기오염 관측 값의 차이를 검증하고자 한다. 이를 위해 ANOVA 분석을 실시했다. ANOVA 분석 결과 대기오염물질 별로 집단 간 차이가 유의한 경우, 사후검정(Tukey.HSD)을 실시했다. 셋째, 2020 년 3 월에서 2020 년 12 월 사이의 대기오염 관측 값과 2019 년 3 월에서 2020 년 12 월 사이의 대기오염 관측 값의 평균 차이를 검증해 코로나 전후의 대기오염 차이를 확인하고자 한다. 이를 위해 대응표본 t 검정을 사용하였다.

Result

첫째, 6 개의 대기오염물질 간 상관관계를 Pearson 단순 상관관계 분석을 통해 확인하였다. 결과는 아래 그림 1 에 제시하였다. 모든 변인 간 상관관계가 나타났으며, 오존은 다른 변인들과 유의한 부적 상관을, 나머지 변인들은 유의한 정적 상관을 보였다.

그림 1. 대기오염물질 간 상관



주 1. CO = 일산화탄소; NO2 = 이산화질소; PM25 = 초미세먼지; PM10 = 미세먼지; SO2 = 이황산화물; O3 = 오존

둘째, 구체적인 지역 별 대기오염의 정도를 검증하기 전에 특별시 및 광역시 그리고 도 및 특별자치도 별 대기오염물질 관측 값의 전체적인 변화를 알아보고자 한다. 이를 위해 2016 년에서 2020 년 사이의 대기오염물질 별 월 평균 관측 값을 특별시 및 광역시(그림 2) 그리고 도 및 특별자치도(그림 3)에 따라 그래프로 제시하였다.

그림 2. 특별시 및 광역시 별 대기오염물질 변화

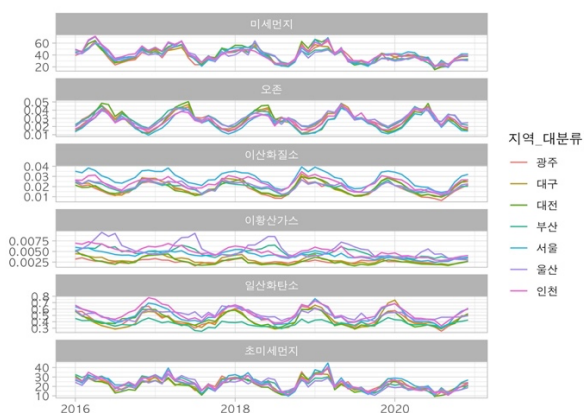
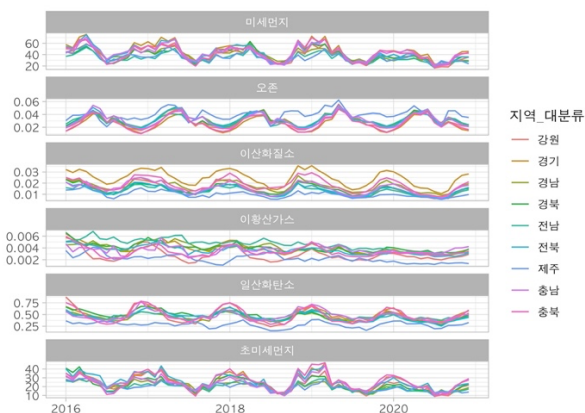


그림 3. 도 및 특별자치도별 대기오염물질 변화



전체적으로 특별시 및 광역시 간 차이보다는 도 및 특별자치도 간 차이가 큰 것으로 보이며, 코로나가 발생한 2020 년 봄에는 이전과 달리 각종 대기오염물질의 수치가 감소한 것을 확인할 수 있다.

다음으로, 특별시 및 광역시 7 곳과 도 및 특별자치도 9 곳의 대기오염 관측 값의 차이를 알아보았다. 이를 위해 ANOVA 분석을 실시해 지역 간 차이를 검증했다. 결과는 그림 4(특별시 및 광역시)와 그림 5(도 및 특별자치도)에 제시하였다.

그림 4. 대기오염물질 별 특별시 및 광역시 차이에 대한 ANOVA 분석 결과

	cate	term	df	sumsq	meansq	statistic	p.value
1	CO	지역_대분류	6	1.18102096170151	0.196836826950252	22.1560649989608	1.2443812165986e-22
2	CO	Residuals	413	3.66913572126942	0.00888410586263781		
3	NO2	지역_대분류	6	0.00512877666063237	0.000854796110105395	27.3386965835843	1.81538536020791e-27
4	NO2	Residuals	413	0.0129132269489947	0.0000312668933389701		
5	O3	지역_대분류	6	0.00154723802323797	0.000257873003872994	3.21040693159163	0.00430540757953929
6	O3	Residuals	413	0.0331738476987234	0.000080324086437587		
7	PM10	지역_대분류	6	813.593076186113	135.598846031019	1.03094815502818	0.404476195877817
8	PM10	Residuals	413	54321.183017472	131.528288177898		
9	PM25	지역_대분류	6	301.424876417416	50.2374794029027	1.23032541708235	0.289510369771955
10	PM25	Residuals	413	16863.8952795121	40.832676221579		
11	SO2	지역_대분류	6	0.000493385107664872	0.0000822308512774786	77.1201593021155	2.39826367120252e-64
12	SO2	Residuals	413	0.000440369183426558	0.00000106626920926527		

그림 5. 대기오염물질 별 도 및 특별자치도 차이에 대한 ANOVA 분석 결과

	cate	term	df	sumsq	meansq	statistic	p.value
1	CO	지역_대분류	8	1.99931019742933	0.249913774678666	24.075410307912	1.28249076945568e-31
2	CO	Residuals	531	5.51202295857696	0.0103804575491092		
3	NO2	지역_대분류	8	0.00845635236565762	0.0010570440457072	46.1034384941446	3.40544223927602e-56
4	NO2	Residuals	531	0.0121745884169098	0.00002292766180209		
5	O3	지역_대분류	8	0.00753879151971629	0.000942348939964537	10.64234786899	6.44062151947986e-14
6	O3	Residuals	531	0.0470185050593219	0.0000885470905071976		
7	PM10	지역_대분류	8	7887.30853984284	985.913567480355	7.27574430390754	3.4664643796044e-9
8	PM10	Residuals	531	71954.1647513513	135.506901603298		
9	PM25	지역_대분류	8	3507.16747930283	438.395934912854	8.18309716685159	1.82022372219585e-10
10	PM25	Residuals	531	28447.449259397	53.5733507709924		
11	SO2	지역_대분류	8	0.00023566057392106	0.0000295707571740132	45.4483244526733	1.56596198184045e-55
12	SO2	Residuals	531	0.000345492870166249	6.50645706527775e-7		

ANOVA 분석을 실시한 결과, 특별시 및 광역시에서는 초미세먼지와 미세먼지를 제외한 대기오염물질의 수치에 대해 지역 간 차이가 존재하는 것으로, 도 및 특별자치도에서는 모든 대기오염물질에의 수치에 대해 지역 별 차이가 존재하는 것으로 확인되었다.

구체적인 지역 간 차이를 검증하고자 Tukey의 HSD를 이용하여 사후분석을 실시했다. 해당 결과는 다음 링크¹에서 확인할 수 있다. 전체적인 지역 간 차이를 알아보고자 대기오염물질 별로 각 지역의 관측 값(Boxplot으로)을 그림 6(특별시 및 광역시)과 그림 7(도 및 특별자치도)에 제시하였다. 전체적으로 대기오염물질의 지역별 수치의 차이가 특별시 및 광역시 보다는 도 및 특별자치도에서 더 크게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 또한 특별시 및 광역시의 경우, 초미세먼지와 미세먼지의 지역 별 차이가 통계적으로 유의미하지 않았다. 전체적으로 대기오염물질은 인구수와 비례하는 모습을 보였다. 특별시 및 광역시 중에서는 인구 수가 많은 서울과 부산의 수치가, 도 및 특별자치도에서는 경기도의 대기오염물질의 수치가 상대적으로 높은 경향을 보인다.

¹ 사후 분석 결과를 보고서에 담기에 분량이 많아(지역이 많음) 이와 같은 형태로 보고함

다운로드 링크: <https://drive.google.com/uc?id=1Mme5StDfd6www6yRzLnuKeyugNeXpxzk&export=download>

그림 6. 특별시 및 광역시의 대기오염물질 별 관측 값

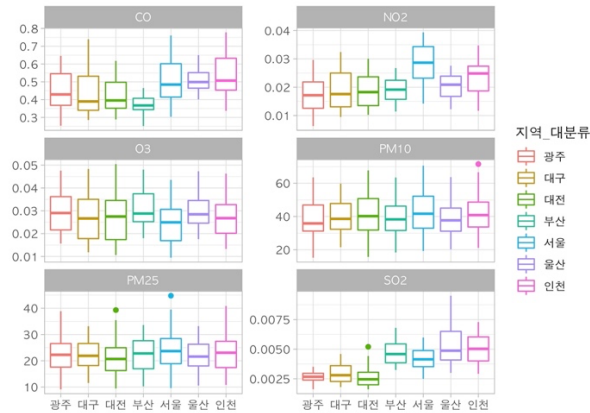
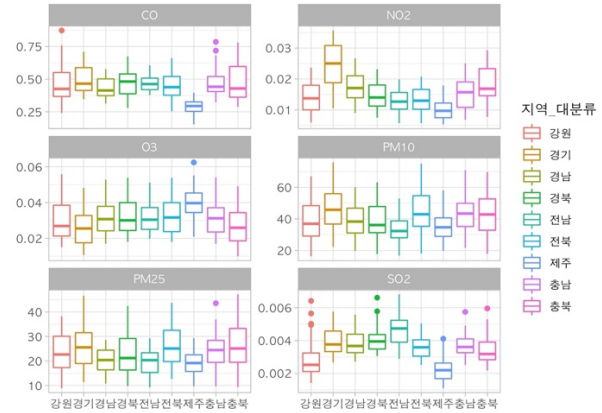


그림 7. 도 및 특별자치도의 대기오염물질 별 관측 값



셋째, 코로나 전후 대기오염의 차이를 알아보려고 2020년 3월에서 2020년 12월 사이의 대기오염 관측 값과 2019년 3월에서 2020년 12월 사이의 대기오염 관측 값의 차이를 검증했다. 이를 위해 대응표본 t 검정을 실시했으며 결과는 그림 8에 제시하였다. 대응표본 t 검정 결과, 오존을 제외한 대기오염물질 5개의 경우, 코로나 전후로 평균의 차이가 유의미하게 존재하는 것으로 확인되었다.

그림 8. 코로나 전후 대기오염물질 별 평균 차이

Show 10 entries		Search:							
	cate	estimate	statistic	p.value	parameter	conf.low	conf.high	method	alternative
1	CO	0.0239477	6.2096242	0	169	0.0163345	0.0315609	Paired t-test	two.sided
2	NO2	0.0024515	14.4844202	0	169	0.0021174	0.0027856	Paired t-test	two.sided
3	O3	0.0002381	0.5464383	0.5854854	169	-0.000622	0.0010981	Paired t-test	two.sided
4	PM10	5.5892199	9.5268615	0	169	4.4310545	6.7473854	Paired t-test	two.sided
5	PM25	3.535639	8.2603342	0	169	2.6906724	4.3806056	Paired t-test	two.sided
6	SO2	0.0004246	8.4345129	0	169	0.0003252	0.000524	Paired t-test	two.sided

Showing 1 to 6 of 6 entries

Previous 1 Next

Discussion

대기오염물질의 수치가 지역 간에도 그리고 코로나 전후로도 통계적으로 유의미하게 차이가 있었다. 그러나 그러한 차이가 과연 얼마나 현실적으로 영향을 주는지가 더 중요하다. 한국환경공단에서는 6개의 대기오염물질을 통해 통합대기환경지수(CAI, Comprehensive air-quality index)를 산출한다. CAI의 산출 기준으로 보았을 때 지역 간, 그리고 코로나 전후의 대기오염물질의 차이는 크지 않은 것으로 보인다. 또한 국민의 인식과 달리 대기오염물질은 지속적으로 감소하고 흐름이기도 하다(변성원, 김선영, 2020). 이런 점을 고려해보았을 때, 지역 간 그리고 코로나 전후의 차이의 실제적인 효과는 미미해 보인다.

하지만 대기오염물질의 월 별 평균기록을 사용해서 지역 간 혹은 전후 차이가 미미하게 나왔을 수 있다. 대기오염물질이 인간의 활동에 의해 발생한다는 점을 고려해보았을 때, 인간이 주로 활동하는 시간의 측정치만 사용하는 것이 더 바람직할 수 있다. 혹은 한국환경공단에서 제공하는 통합대기환경지수는 각 대기오염물질을 ‘ 좋음’, ‘보통’, ‘나쁨’, 그리고 ‘매우 나쁨’으로 구분한다. 이를 기준으로 일 별 대기오염물질의 상태를 산출한 후 이를 비교해보는 방법을 사용할 수도 있을 것으로 보인다.

참고문헌

변성원, & 김선영. (2020). 지난 17 년간 서울에서 미세먼지 대기오염 농도는 증가했는가?: 대중의 인식과 실제 농도의 차이. *한국대기환경학회지*, 36(2), 240-248.

에어코리아[웹사이트]. (2021.6.13). URL: https://www.airkorea.or.kr/web/khaiInfo?pMENU_NO=129

에어코리아[웹사이트]. (2021.6.13). URL: https://www.airkorea.or.kr/web/airMatter?pMENU_NO=130