

PM10 농도변화에 따른 미세먼지 테마주 주가변동 빅데이터 분석*

김무정**, 임규건***

목 차

요약	3.2 분석 데이터
1. 서론	3.3 데이터 전처리
2. 본론	4. 연구결과
2.1 기후와 주가 관련 문헌	4.1 미세먼지 농도와 테마주의 주가변동성 분석
2.2 주가변동 관련 문헌	4.2 미세먼지 농도와 테마주 관련성 정도
2.3 미세먼지와 주가 변화 관련 문헌	5. 결론
3. 연구방법	
3.1 연구방법 및 연구모형	

요약

미세먼지 문제는 최근 우리나라 국민의 최대 관심사로 부상되었고 정부 및 지방자치단체에서도 상당한 노력을 기울이고 있다. 그간 미세먼지와 관련하여 다수의 학술적 연구가 진행되어왔지만 경제 분야의 연구는 상대적으로 미흡하였다. 본 연구에서는 미세먼지가 개별 주식에 어떠한 영향을 끼치는지에 대하여 빅데이터 분석을 통해 알아보고자 한다. 2013년부터 2017년까지 총 5개년을 대상으로 PM10농도 미세먼지 데이터와 미세먼지 테마주 데이터와의 관계를 분석하였다. 연구방법으로는 일반화최소제곱법을 사용한 선형회귀모형을 사용하여 회귀분석을 실시하였다. 연구 결과 미세먼지 농도가 전일에 비해서 증가했을 때 미세먼지 테마주의 주가가 상승하는 것으로 나타났다. 그리고, 2013년부터 2017년까지 주가변동 분석결과 회귀계수 값이 큰 기업은 매년 달라졌다. 5개년 동안 제일 큰 반응을 보인 기업은 오공, 웰크론, 동성제약, 삼일제약, 모나리자 순이었다. 그 중 연도별로 반복적으로 등장하는 기업으로는 모나리자가 2014년, 2015년, 2017년에, 삼일제약은 2015년, 2016년, 2017년에, 웰크론은 2016년, 2017년에 반복적으로 회귀계수가 크게 나타났으며 해당 기업은 미세먼지 농도에 주가가 민감하게 반응하는 기업이라고 사료된다. 향후 PM2.5 측정 데이터가 충분히 쌓이게 된다면 PM2.5의 농도를 독립변수로 한 연구와 비교·분석하는 것도 의미가 있을 것이다. 본 연구에서는 미세먼지 농도만을 독립변수로 하였는데 설명력을 높일 수 있는 변수를 추가한다면 좀 더 의미있는 연구결과를 기대할 수 있을 것이다.

표제어: 미세먼지, PM10, 주가변동, 일반화최소제곱법, 주가예측, 빅데이터

접수일(2019년 11월 7일), 수정일(1차:2019년 12월 16일), 게재확정일 (2020년 3월 27일)

*본 논문은 김무정의 석사학위 논문을 바탕으로 작성되었으며 초기 버전은 2019 경영관련융합학술대회에서 발표되었음 (김무정, 2019; 김무정과 임규건, 2019). 이 논문은 한양대학교 교내연구지원사업으로 연구되었음(HY-2019년도).

** 한양대학교 경영대학 일반대학원 석사과정 경영정보 전공, anwj7@gmail.com

*** 한양대학교 경영대학 교수, 교신저자, gglim@hanyang.ac.kr

1. 서론

환경의 중요성이 더욱 높아가는 시점에서 현재 우리나라 국민이 일상생활 속에서 가장 많은 신경을 쓰는 부분중 하나는 미세먼지라고 할 수 있다. 날씨 예보에서도 미세먼지 농도 정보를 추가적으로 제공하고 기업에서도 공기청정기, 마스크와 같은 미세먼지 관련 제품을 연일 선보이고 있다. 뿐만 아니라 마스크를 착용하고 다니는 모습은 이제 더 이상 낯선 모습이 아니다. 미세먼지에 대한 관심을 알아보기 위해 관련 검색량을 살펴보면 다음소프트가 2018년 1월에 발표한 자료에 따르면 블로그, 트위터, 뉴스에서 미세먼지 관련 언급량이 2015년에 254,913건, 2016년에 437,772건, 2017년에 676,312건으로 매년 증가하고 있다. 또한 구글코리아가 2018년 7월에 발표한 자료에 따르면 2018년 상반기 인기 검색어에 미세먼지가 1위에 올랐다. 이를 통해서도 미세먼지에 대한 관심이 꾸준히 증가한다는 것을 알 수 있다.

이토록 미세먼지가 국민적 관심사로 떠오른 이유는 미세먼지의 위해성이 그만큼 상당하기 때문이다. 세계보건기구(WHO)의 산하기구인 국제암연구소(IARC)는 2013년 미세먼지를 1군 발암물질로 지정할 정도이다. 또한 미세먼지는 만성폐쇄성폐질환(COPD), 급만성 호흡기 질환, 폐암, 심장질환, 뇌졸중 등에 직접적인 영향을 미친다. 미세먼지는 심근경색의 발생위험도를 높이며, 미세먼지 농도의 증가에 따라 심장질환으로 인한 입원과 사망 위험이 증가한다는 역학 연구결과가 지속적으로 보고되었다(조용민과 홍윤철, 2014). PM(Particulate Matter)과 같은 입자성물질은 흡입성 기도 자극, 기침, 호흡곤란과 같은 호흡기계 질환 증가, 폐기능의 감소, 천식의 악화, 만성 기관지염 발생, 불규칙한 심장박동, 경미한 심장마비, 심장질환 또는 폐질환자의 조기사망 등의 건강영향을 유발한다. 입자성물질은 전진

염증반응, 응고 이상, 혈전증, 혈관 기능 장애, 죽상경화성 질환, 심부정맥 혈전증, 폐색전증 등의 다양한 병리생리학적 변화들과 관련이 있다. 특히 PM2.5는 매우 작아 폐포까지 침투하여 심각한 건강문제를 유발하는 요인으로 지적되고 있다. PM2.5에 노출되면 호흡기계 증상(기도 자극, 기침, 호흡곤란) 증가, 폐기능 감소, 천식 악화, 만성 기관지염 발생, 불규칙한 심장박동 경미한 심장마비, 심장질환 또는 폐질환자의 조기사망 등의 건강문제가 발생한다. PM2.5 농도가 높을수록 심혈관계 질환뿐만 아니라 허혈성 심질환으로 인한 병입원과 사망이 늘어난다는 연구결과도 제시되고 있다(김운수 외, 2014).

미세먼지가 문제로 대두되면서 정부 및 지방자치단체에서도 미세먼지 관리에 대한 정책을 펼쳐 나가기 시작하였다. 대표적인 예로 수도권 대기환경 개선을 위한 특별법 제정, 수도권 대기환경 개선 기본계획 수립, 서울시 대기질 개선 시행계획 수립 및 추진, 환경부 미세먼지 종합대책, 대기질 개선 종합대책, 제2차 서울시 대기질 개선 시행계획 등을 뽑을 수 있다. 관련 법에 따라 노후 경유차, 노후 건설기계 등을 대상으로 배출가스 저감장치 부착, 비상저감조치 발령 시 공공부문 차량 2부제 시행, 사업장·공사장 단축운영 등이 시행되었다. 2019년 2월에는 미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법(미세먼지법)이 시행되었으며 이에 따라 국무총리 소속의 미세먼지특별대책위원회와 미세먼지개선기획단이 설치되고, 국가미세먼지정보센터를 설치하는 등의 미세먼지 전담 조직이 강화되었다.

국내학계에서도 미세먼지가 화두로 떠오르면서 미세먼지와 관련하여 연구들을 진행해왔는데 미세먼지의 구성원소간 관계, 배출원인, 오염원, 관리방안, 정책의 효율성, 건강(호흡기, 피부)등과 연관되어 진행되어왔다. 기존에 미세먼지와 관련하여 진행된 연구들은 미세먼지의 구성원소간 관계(김신도 외, 2008; 서영화, 2014; 김기주 외, 2014), 배출원인(김동영과 최민애, 2012; 양진우, 2015; 장영기, 2016; 김동

영 외, 2018), 오염원(김중구와 서영화, 2013), 정책의 효율성(김우창, 2016; 한혁 외, 2017), 건강(최종일과 이영수, 2015; 이주은 외, 2016; 손동욱, 2016)등과 연관되어 진행되어왔다.

하지만 경제 분야와의 관련성 분석은 상대적으로 미비한 실정이다. 기존에 환경과 경제 분야와의 관련성 분석은 주로 날씨를 기준으로 연구되어 왔다. 본 연구에서는 미세먼지 농도변화와 주가 분석을 통해 미세먼지가 경제에 어떤 영향을 끼치는지 분석하고자 한다. 미세먼지의 농도변화(전일대비)가 경제에 어떤 영향을 끼치는지 알아보기 위해 미세먼지와 밀접한 관계를 지닌 미세먼지 테마주(31개 종목)와의 관련성을 빅데이터 분석을 통해 분석하고자 한다. 이를 통해 미세먼지 농도변화가 관련 테마주에 영향을 끼치는 그 정도와 영향을 크게 받는 기업이 연도가 바뀌어도 반복적으로 나타나는지에 대해 알아본다. 그리고 미세먼지 농도변화(전일대비)에 따른 미세먼지 테마주에서 주가변동이 높은 종목들을 알아보고자 한다.

2장에서는 기후가 주가에 영향을 주는 관련 문헌, 주가변동에 대한 관련 문헌, 미세먼지가 주가에 영향을 주는 관련 문헌 등을 살펴본다. 3장에서는 연구모형과 연구방법과 데이터 처리방안을 제시하고, 4장에서는 연구결과 5장에서는 결론 및 한계점을 제시한다.

2. 본론

2.1 기후와 주가 관련 문헌

Hirshleifer와 Shumway(2003)는 1982년부터 1997년까지 26개국의 국가 주요 증권 거래소 도시의 날씨와 일일 시장 지수 수익률 간의 관계를 조사하였다. 날씨가 호릴 경우 OLS 회귀분석결과 18개 도시에서 음의 값을 보였으며, 로지스틱 회귀분석의 경우 25

개 도시에서 음의 값을 보였다. 이를 통해 흐린 날씨가 수익에 영향을 끼친다는 것을 알 수 있다. Saunders(1993)은 도시의 구름과 일일 주식 시장 수익 사이에 유의 한 음의 상관관계가 있음을 발견하였다. Lucey와 Dowling은 (2005)은 주식 가격에 대한 투자자의 감정의 영향을 조사하였는데 긍정적인 분위기의 사람들은 낙관적인 결정을 부정적인 분위기의 사람들은 비관적인 결정을 내리는 것으로 나타났다. 날씨와 생체리듬에 이르는 다양한 환경과 스트레스 요인에 대한 경험적 연구는 주식 수익률에 통계적으로 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. Kamstra 외(2003)은 일광과 계절성 정서장애(SAD)가 관련이 있으며 이것이 위험을 감수하는 행위와도 연관있음을 설명하였다. 계절성 정서장애는 가을에 상대적으로 낮은 수익률로 이어지고 겨울에는 상대적으로 높은 수익률로 이어진다는 것을 가정하였다. 대상은 스웨덴, 영국, 독일, 캐나다, 뉴질랜드, 일본, 호주, 남아프리카로 국가별 주가지수를 선정하여 진행하였다. 가을 더미변수를 포함한 회귀분석 결과 한 가지 경우를 제외한 모든 국가에서 가을 더미 계수추정치가 음의 값을 가졌다.

2.2 주가변동 관련 문헌

박진우와 김민혁(2003)은 거래시간과 주가변동성 간의 관계 및 주가변동성의 원천을 분석하여 주가변동성의 거래시간효과가 존재하고 일중 거래시간의 증가와 밀접함을 확인하였다. 신종협(2015)은 가격제한폭 확대가 주가수익률에는 영향을 미치지 못한 반면 주가변동성에 일정한 패턴이 존재하지는 않지만 영향을 끼치는 것을 확인하였다. 지청 외(2001)은 한국 주가변동과 미국 주가의 영향을 분석한 결과 한국 주가는 미국의 주가변동에 유의하게 반응하고 있고, 한국의 밤수익률, 낮수익률 모두 미국의 주가변동에 유의하게 반응하고 있음을 확인하였다. 송치승(2003)은 day trading(초단기 매매)과 주가변동성의

관련성을 분석하여 day trading 비중은 주가가 낮을수록, 거래량이 높을수록, 기업규모가 클수록 높게 나타남과 day trading 비중이 높은 기업일수록 변동성도 높게 나타남을 발견하였다. 오경희와 강석규(2003)는 미국과 일본시장의 주가변동과 신흥아시아 시장의 주가변화 분석결과 아시아 신흥시장 각국의 주가는 일본보다 미국시장에 민감하였고, 일본시장의 영향력은 외환위기 이후에 커지고 있음을 확인하였다. 특히 한국주식시장은 외환위기를 계기로 미국 및 일본주식시장과 동조화현상이 다른 국가에 비해 더욱 심화되었음을 확인하였다. 전세미 외(2016)는 투자자의 관심척도로 코스닥에 상장된 기업에 대한 인터넷 검색량을 사용하여 산업별 주가변동성의 변화를 관찰하였고 그 결과 IT 소프트웨어, 건설, 유통 산업군에서 변동성이 크게 나타났음을 발견하였다.

2.3 미세먼지와 주가 변화 관련 문헌

Lepori(2016)은 1998년 1월 2일부터 2006년 5월 19일까지 밀라노의 PM, NOx, SO₂의 데이터와 밀라노 증권 거래소(MSE)의 글로벌지수 3가지 MIB Storico, Comit Global, Datastream Italy-market를 사용하여 이탈리아 주식시장과의 관련성을 분석하였다. 대기 오염농도가 높아지면 기분이 나빠지며 대기 오염농도가 높아지면 신체수준의 코티솔 농도가 증가한다는 심리적인 가설을 기반으로 하였다. 결과로 첫 번째 하위 표본(1989-1994)에서 t-1일의 대기 오염 수준과 t일의 수익 간에 통계적으로 유의미한 부정적 관계가 있음을 확인하였다. Bullinger(1990)은 대기 오염이 심리적, 정신적 상태에 직접적, 간접적 영향을 줄 수 있음을 발견하였다. Demir 외(2016)은 대기 오염과 주식 시장 수익 사이의 부정적인 연관에 대하여 경험적 증거를 제시 하였다. Li 외(2016)는 대기오염이 의사결정에 어떻게 영향을 미칠 수 있는지에 대하여 대기오염의 영향으로 비관적인 기분은 부정적인 정보를 찾는 경향을 유도하고, 대기오염의

영향으로 투자 활동이 감소하며 이러한 결과로 나타나는 불안은 EIS(중역정보시스템)의 투자 탄력성을 낮춘다는 것을 밝혀내었다. 기후 변화가 정보시스템 활용에 영향을 미칠 수 있는 것이다(Lim et al., 2010). Levy와 Yagil(2011)은 1997년 1월 1일부터 2007년 6월 30일사이의 미국 내 대기 질 지수(AQI)와 주식 수익률의 관계를 분석하였다. 대기 질 지수와 주식 시장 수익률 간의 관계, 증권 거래소와 거리차이에 따른 대기 질 지수의 관계의 정도, 주요 금융 중심지의 대기오염이 해당 거래소 뿐만 아니라, 다른 지역의 멀리 떨어진 다른 거래소에서 수행하는 거래에도 영향을 미친다는 것을 규명하였다. 뉴욕과 가까운 킹스 카운티의 AQI가 좋지 않은 날의 평균 일일 수익률은 음의 값으로 대기 질이 나쁠 경우 주식 시장 수익률이 좋지 않음을 알 수 있었다. 그리고, 증권 거래소와의 거리가 증가하면 주식 시장 수익률과 대기 오염 사이의 음의 관계가 약해짐을 알 수 있었다. 또한 뉴욕의 대기질이 좋지 않은 날에는 PHLX의 일일 평균 수익률이 -0.70%임을 통해 뉴욕의 대기 오염이 필라델피아 증권 거래소의 부정적인 주식 수익률과 관련이 있음을 보였다. Hu 외(2014)는 중국의 대기 질 지수와 중국 주식시장의 관계를 분석하였다. 지방 AQI와 주요 31개 도시의 가중평균 AQI의 차이와 주식 수익률과의 관계에서 OLS 회귀분석 결과 계수가 음의 값을 가지며 유의미하였다. 또한 지방 AQI와 베이징AQI 차이와 주식 수익률의 관계에서 OLS 회귀분석과 로지스틱 회귀분석 모두에서 계수가 음의 값이며 유의미하였다. 추가적으로 지방 AQI지수가 베이징의 AQI보다 높아질 때 일일 주식 수익률이 감소하였다. 또한, 일일 거래량이 AQI와 부의 관계에 있음을 발견하였고 이러한 결과는 AQI가 주가 및 투자자 거래 행태에 중요한 영향을 끼친다는 주장을 뒷받침한다. Försti(2017)은 헬싱키와 홍콩의 PM10과 헬싱키 증권 거래소와 홍콩 증권 거래소의 주식수익률과의 영향을 분석하였다. 증권 거래소에서 분야를 기초 재료,

금융, 산업, 소비재 및 석유 및 가스 분야로 나누고 헬싱키는 Kallio와 Mannerheimintie 두 지역으로 나누어 분석하였다. t검정과 회귀분석을 실시한 결과 Kallio 지역은 대기오염이 심할 경우 기초 재료, 금융, 석유 및 가스에서 음의 값을 보이며 통계적으로 유의미하였고 석유가스분야가 가장 크게 반응하였다. 그러나, Mannerhimintie과 홍콩의 경우는 통계적으로 유의미한 값을 보이지 않았다.

3. 연구방법

3.1 연구방법 및 연구모형

본 연구에서는 전국평균 일일 미세먼지 농도와 미세먼지 테마주의 주가변동성을 파악하기 위해 일반화최소제곱법(GLS: Generalized Least Squares)을 사용한 선형 회귀 모형을 사용한다. 일반화최소제곱법은 오차항의 분산이 일정하지 않은 경우나 서로 독립이라는 가정이 성립되지 않을 경우 회귀계수를 추정하기 위하여 최소제곱법 대신 사용하는 방법이다.

회귀식의 기본 모형은 다음과 같다.

$$y_i = \beta X_i + \epsilon_i$$

y_i 는 i번째 종목의 주가변동성이며 X_i 는 설명변수 및 조절변수 벡터를 의미하고 β 는 설명변수에 대한 추정계수, ϵ_i 는 오차항을 나타낸다. 최소제곱법(OLS: Ordinary Least Squares)에 의해 회귀식을 추정하기 위해서는 몇 가지 가정이 만족되어야 한다. 선형모형이어야 하며 오차항의 평균은 0이어야 하고 등분산성을 가져야 한다. 또한 오차항 간 상관관계가 없이 독립적이어야 한다. 본 연구의 종속변수인 주가변동성은 전일대비 종가의 변동비율로 종가는

매일 달라지고 주가가 전 날의 주가에 영향을 받기 때문에 독립적으로 발생한다고 볼 수 없다. 따라서 오차항이 1차-자기회귀(AR(1)) 공분산 구조를 가졌다고 가정한다.

본 연구의 연구모형은 다음과 같다.

$$volatility = \beta_0 + \beta_1 pm + \beta_2 mc + \beta_3 tv + \epsilon$$

$volatility$ 는 전일대비 주가 변동 비율로 $close_t$ 를 t시점의 종가로 하여 $close_t / close_{t-1}$ 로 정의한다. pm 은 전일대비 미세먼지 농도변화율로 독립변수로서 pm_t / pm_{t-1} 로 정의한다. 분석을 위해 전국평균값을 구하여 분석한다. mc 는 시가총액으로 기업의 규모에 따라 주가변동성의 차이가 존재하기 때문에 조절변수로 제어한다. tv 는 주식거래량을 나타내며 마찬가지로 조절변수로 사용한다. 회귀계수 추정량을 구하고 β_1 이 양의 값을 가질 때 pm 의 증가는 주가변동성의 증가를 초래한다고 추정할 수 있다. 연구모형의 도식화된 그림은 Fig. 3-1 과 같다.

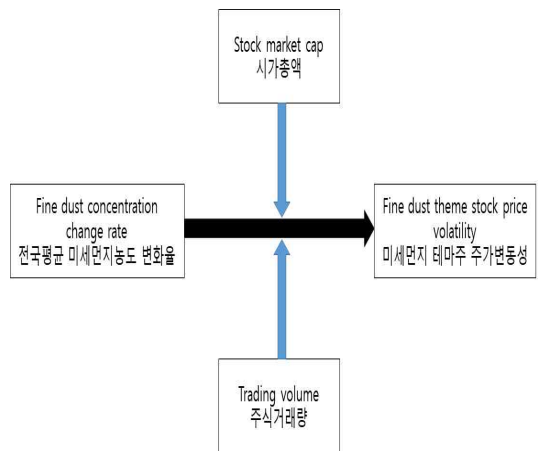


Fig. 3-1 Research Model

3.2 분석 데이터

미세먼지 농도데이터는 에어코리아 환경부 대기 환경정보의 확정자료를 통해 수집하였다. 기간은 2013년부터 2017년 총 5개년을 수집하였다. 미세먼지 농도데이터의 경우 결측치와 이상치는 단순 대치 방법으로 처리하여 최종 13,994,179 데이터를 분석에 썼다. 주가데이터는 DataGuide5를 이용하여 5개년 일일종가, 거래량, 시가총액 항목을 수집하였다.

미세먼지 테마주는 미세먼지와 관련있는 자동차용 여과지, 대기정화 사업, 마스크생산, 공기청정기 등의 사업을 실시하는 기업으로 코스피 11종목, 코스닥 20종목 총 31개의 종목을 선정하였다. 코스피 11종목은 모나리자, KC코트렐, 코웨이, JW중외제약, 삼일제약, 보령제약, 락앤락, 동아쏘시오홀딩스, 동성제약, 일동제약, 유유제약이며, 코스닥 20종목은 크린앤사이언스, 나노, 오공, 케이엠, 웰크론, 성장오토텍, EMW, 한국테크놀로지, 포스코CT, 에코프로, 비디아이, 위닉스, 대유위니아, 하츠, 안국약품, 디에이치피코리아, 휴비츠, 조아제약, 삼천당제약, 동국제약이다.

3.3 데이터 전처리

미세먼지 데이터의 경우 지역별, 측정소명, 측정일시 순으로 정렬하였다. 그 다음으로 측정일시가 시 단위로 구분되어 있어 이를 일별평균을 내었다. 각 지역 구 단위 별로 미세먼지 농도(PM10)를 일별 평균을 구하고, 다시 각 지역 미세먼지 일별평균으로 처리하였다. 최종적으로 전체 평균을 구하여 전국일별 평균농도를 계산하였다. raw데이터는 연도별로 4분기로 나누어져 있는데 각 분기 데이터에서 측정일시가 차례로 존재하지 않는 데이터는 삭제하였다. 측정일시는 존재하지만 PM10 데이터가 존재하지 않는 경우와 -999(오류표시)의 경우에는 0으로 대체하여 처리하였다. 세종시의 경우 2016년과 2017년에

만 데이터가 존재한다.

Tab. 3-1 Number of Data

Year	Before Preprocessing	After Preprocessing	Deleted Data
2013 1Q	679,657	678,241	1,416
2013 2Q	687,961	687,961	0
2013 3Q	698,449	697,729	720
2013 4Q	699,937	699,937	0
2014 1Q	680,401	680,401	0
2014 2Q	688,516	688,516	0
2014 3Q	695,712	695,712	0
2014 4Q	695,525	695,525	0
2015 1Q	683,305	682,561	744
2015 2Q	692,329	692,329	0
2015 3Q	699,937	699,937	0
2015 4Q	700,502	699,937	565
2016 1Q	698,881	698,881	0
2016 2Q	699,601	698,881	720
2016 3Q	708,769	708,769	0
2016 4Q	711,721	710,977	744
2017 1Q	693,376	693,361	15
2017 2Q	711,939	703,249	8,690
2017 3Q	735,489	731,593	3,896
2017 4Q	759,190	739,681	19,509
Total	14,021,197	13,984,178	37,019

주가 데이터는 해당 연도에서 종가, 거래량, 시가총액 중 결측치가 존재하는 경우 분석에서 제외하였다.

Tab. 3-2 Excluding stocks for fine dust themes

Year	Excluding stocks for fine dust themes	Final
2013	Ildong-Pharma, NANO, BDI Daeyuunia (4)	27
2014	Ildong-Pharma, NANO, BDI Daeyuunia (4)	27
2015	Ildong-Pharma, BDI Daeyuunia (3)	28
2016	Ildong-Pharma, BDI Daeyuunia(3)	28
2017	BDI (1)	30

4. 연구결과

4.1 미세먼지 농도와 테마주의 주가변동성 분석

미세먼지 농도 전국평균 전일대비 변화율과 미세먼지 테마주 증가 전일대비 변화율의 회귀분석을 통해 미세먼지 농도변화에 가장 민감하게 반응하는 기업이 어떤 기업인지, 연도별로 보았을 때 연도별 공통점이 나타나는지, 미세먼지 농도변화가 미세먼지 테마주 증가에 영향을 준다고 할 수 있는지에 대해 알아보려고 한다.

분석방법으로 R 패키지 중 ‘nlme’ 패키지 내장 함수인 gls 함수를 이용해 일반화최소제곱법(GLS: Generalized Least Squares)을 사용한 선형 회귀 모형을 사용하였다. 분석결과는 다음과 같이 요약하였다. 각 해당연도의 연구모델의 회귀분석결과 β_1 의 값 중 상위 5개만을 선정하여 정리하였다. 그 다음으로 5개년 전체에서 미세먼지 전국평균 농도를 기준으로 β_1 값 상위 10개 기업을 정리하였다.

Tab. 4-1은 연도별 회귀계수 상위 5개를 정리한 표이다. 연도별로 반복적으로 등장하는 기업을 살펴보면 모나리자는 2014년, 2015년, 2017년에, 삼일제약은 2015년, 2016년, 2017년에, 웰크론은 2016년, 2017년에 반복적으로 등장하며 해당 기업은 미세먼지 농도에 주가가 민감하게 반응하는 기업이라 판단된다.

Tab. 4-2는 미세먼지 전국평균 농도와 미세먼지 테마주의 회귀분석 결과 5개년 동안 회귀계수 상위 10개를 정리한 표이다. 가장 크게 주가변동성이 크게 나타난 기업은 오공(2017)이었으며, 웰크론(2017), 동성제약(2013), 삼일제약(2017), 웰크론(2013), 모나리자(2014), 유유제약(2014), 한국테크놀로지(2016), 웰크론(2016), 안국약품(2017) 순으로 나타났다.

Tab. 4-1 Top 5 Regression Coefficient Result

Year	Company	Coefficient
2013	Dongsung-pharma 동성제약	0.045021
	Welcron 웰크론	0.042126
	KM 케이엠	0.034928
	Choa-pahrma 조아제약	0.027311
	DHP Korea 디에이치피코리아	0.026518
2014	Monalisa 모나리자	0.041763
	Yuyu-pharma 유유제약	0.039235
	Dongsung-pharma 동성제약	0.030622
	Ahngook-pharma 안국약품	0.028413
	LocknLock 락앤락	0.026753
2015	DHP Korea 디에이치피코리아	0.027504
	Samil-pharma 삼일제약	0.023937
	Ecopro 에코프로	0.023405
	Monalisa 모나리자	0.0221
	NANO 나노	0.019857
2016	Hankook Technology 한국테크놀로지	0.037623
	Welcron 웰크론	0.036774
	KM 케이엠	0.031371
	Samil-pharma 삼일제약	0.030687
	Choa-pahrma 조아제약	0.029517
2017	Okong 오공	0.064166
	Welcron 웰크론	0.051741
	Samil-pharma 삼일제약	0.043796
	Ahngook-pharma 안국약품	0.036649
	Monalisa 모나리자	0.035386

Tab. 4-2 Top 10 Fine Dust Theme Stocks for 5 Years

Company	Coefficient
Okong 오공(2017)	0.064166
Welcron 웰크론(2017)	0.051741
Dongsung-pharma 동성제약(2013)	0.045021
Samil-pharma 삼일제약(2017)	0.043796
Welcron 웰크론(2013)	0.042126
Monalisa 모나리자(2014)	0.041763
Yuyu-pharma 유유제약(2014)	0.039235
Hankook Technology 한국테크놀로지(2016)	0.037623
Welcron 웰크론(2016)	0.036774
Ahngook-pharma 안국약품(2017)	0.036649

4.2 미세먼지 농도와 테마주 관련성 정도

미세먼지 테마주와 전국평균 미세먼지 농도의 회귀분석 결과 회귀계수가 모두 양의 값이 나타난 것은 아니다. Tab. 4-3 같이 음의 값이 포함되어 있어 미세먼지의 농도변화가 미세먼지 테마주에 있어서 반드시 주가변동성을 일으킨다고는 볼 수는 없다. 하지만 상대적으로 음의 값을 나타내는 경우가 적으며 따라서 미세먼지 농도변화가 미세먼지 테마주의 주가변동에 영향을 끼침을 알 수 있다.

Tab. 4-3 The Number of Stocks of Minus Regression Coefficient

	Number	Total	Rate
2013	2	27	7%
2014	5	27	19%
2015	7	28	25%
2016	2	28	7%
2017	4	30	13%

5. 결론

본 연구는 미세먼지 농도변화가 미세먼지 테마주에 끼치는 영향을 일반화최소제곱법(GLS)을 사용한 회귀분석을 통해 분석하였다. 그리고 회귀계수를 바탕으로 주가변동성이 큰 기업을 연도별로 정렬하였다. 미세먼지 농도변화와 미세먼지 테마주 주가변동 분석결과 미세먼지 농도변화는 미세먼지 테마주에 영향을 끼치는 것으로 분석되었다. 미세먼지 농도가 전일에 비해서 증가했을 때 대체로 미세먼지 테마주 주가도 증가하는 것으로 나타났다.

미세먼지 테마주를 기준으로 2013년부터 2017년까지 주가변동 분석결과 β_1 값이 큰 기업이 매년 달라졌다. 이를 통해 주가변동이 크게 나타난 기업이 반드시 지속적으로 크게 반응하는 것은 아니라는 것을 확인할 수 있었다. 5개년 동안 제일 큰 반응을 보인

기업은 오공, 웰크론, 동성계약, 삼일계약, 모나리자 순이었다. 그 중 연도별로 반복적으로 등장하는 기업을 살펴보면 모나리자는 2014년, 2015년, 2017년에, 삼일계약은 2015년, 2016년, 2017년에, 웰크론은 2016년, 2017년에 반복적으로 등장하며 해당 기업은 미세먼지 농도에 주가가 민감하게 반응하는 기업이라 판단된다. 따라서 추후에도 지속적으로 반복되는 경향이 나타나는지에 대한 연구를 진행한다면 좀 더 명확한 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

연구의 한계점으로는 미세먼지 농도데이터와 주가 데이터가 완벽하지 못한 부분이 있다는 것이다. 미세먼지 농도데이터의 경우 결측치와 이상치 처리를 단순 대체법으로 처리하였는데 처리방법을 다르게 할 경우 결과가 다르게 나타날 수 있다. 주가데이터의 경우에도 미세먼지 테마주 선정에 있어서 분석대상에서 제외된 관련 기업이 실제 분석대상보다 주가변동이 클 수 있다.

연구의 보완점으로 실제 주가변동이 높게 나타난 기업들이 해당 연도에 발생한 다른 이슈가 존재했는지 추가적으로 조사한다면 좀 더 정교한 분석이 될 것이라고 사료된다. 경영상태나 웹 뉴스의 양과 주가와 관계와 같은 다양한 변수의 적용도 고려할 필요가 있다 (김상수 외 2012). 또한 본 연구는 미세먼지를 PM10을 대상으로 선정하였는데 이는 PM10의 측정이 더 오랜 기간 이루어졌기 때문이다. 최근 경향은 미세먼지보다 초미세먼지인 PM2.5에 더 많은 관심이 쏟아지는 만큼 PM2.5 측정 데이터가 충분히 쌓이게 된다면 PM2.5의 농도를 독립변수로 한 연구와 비교·분석하는 것도 의미가 있을 것이다. 미세먼지 테마주의 경우에 관련 기업을 추가하여 모집단의 크기를 늘리는 것도 새로운 결과를 나타낼 수 있다. 본 연구의 한계점으로 지적했던 데이터의 불안전성을 극복하여 향후 미세먼지 데이터 측정 및 관리가 오류 없이 이루어지고 설명력을 높일 수 있는 변수를 추가한다면 좀 더 명확하고 설명력 높은 결과를 기대할 수 있을 것이다.

References

- [1] Bullinger, M. (1990), Environmental stress: effects of air pollution on mood, neuropsychological function and physical state. In *Psychobiology of Stress*, Springer, Dordrecht, 241-250
- [2] Cho, Y.M., Y.C. Hong (2014), Health Effects of Fine Dust and the Role of the Korean Medical Association, *Journal of the Korean Medical Association*, 12(2), 32-36. (조용민, 홍윤철 (2014), 미세먼지로 인한 건강영향과 대한의사협회 의 역할. *의료정책포럼*, 12(2), 32-36.)
- [3] Choe, J.I., Y.S. Lee (2015), A Study on the Impact of PM2.5 Emissions on Respiratory Diseases, *Journal of Korea Environmental Policy And Administration Society*, 23(4), 155-172 (최종일, 이영수(2015), 초미세먼지 (PM 2.5) 배출량이 호흡기계 질환에 미치는 영향 연구. *환경정책*, 23(4), 155-172.)
- [4] Demir, E., Ersan, O. (2016), When stock market investors breathe polluted air. In *Entrepreneurship, Business and Economics-Vol. 2*. Springer, Cham, 705-720
- [5] Försti, A.(2017), The Stock Market Effect of Air Pollution: Evidence from Finland and Hong Kong, Thesis of Aalto University
- [6] Han, H., C.H. Jung, H.S. Kum, Y.P. Kim (2017), The Revisit on the PM10 Reduction Policy in Korea : Focusing on Policy Target, Tools and Effect of 1st Air Quality Management Plan in Seoul Metropolitan Area, *Journal of Environmental Policy and Administration*, 25(1), 49-79 (한혁, 정창훈, 금현섭, 김용표 (2017), 미세먼지 (PM 10) 저감 정책의 비판적 검토: 1 차 수도권 대기환경관리 기본계획의 정책 대상, 수단, 효과를 중심으로. *환경정책*, 25(1), 49-79.)
- [7] Hirshleifer, D., Shumway, T. (2003), Good day sunshine: Stock returns and the weather. *The Journal of Finance*, 58(3), 1009-1032.
- [8] Hu, X., Li, O. Z., Lin, Y. (2014), Particles, pollutions and prices. Available at SSRN 2525980.
- [9] Jang, Y.K. (2016), Status and Problems of Fine Dust Pollution, *Journal of Environmental Studies*, 58(9), 4-13. (장영기(2016), 미세먼지 오염의 현황과 문제점, *환경논총*, 58(9), 4-13.)
- [10] Jee, C., D. Cho, C.Y. Yang (2001), Information Impacts of U. S. Stock Price Changes on Korean Stock Prices, *Korean Journal of Financial Studies*, 28(1), 1-19. (지청, 조담, 양채열 (2001), 우리나라 주가변동에 대한 미국 주가의 영향. *한국증권학회지*, 28(1),1-19.)
- [11] Jeon, S.M., Y.J. Chung, D.Y. Lee (2016), The Relationship between Internet Search Volumes and Stock Price Changes: An Empirical Study on KOSDAQ Market, *Korea Intelligent Information Systems Society*, 22(2), 81-96. (전세미, 정여진, 이동엽 (2016), 개별 기업에 대한 인터넷 검색량과 주가변동성의 관계. *지능정보연구*, 22(2), 81-96.)
- [12] Kamstra, M. J., Kramer, L. A., Levi, M. D. (2003), Winter blues: A SAD stock market cycle. *American Economic Review*, 93(1), 324-343.
- [13] Kim, C.K., Y.H. Seo (2013), Identification of sources contributing to west coast regional aerosol of Daechon city, *Journal of Korea Society Of Environmental Administration*, 19 (1), 29-38 (김중구, 서영화 (2013), 서해안 지방 대천시 미세먼지 (PM 10) 의 오염원 기여도. *환경관리학회지*, 19 (1), 29-38.)
- [14] Kim, D.Y., M.A Choi, Yoon Bo-mi (2018),

- Urgent workplace discharge facility management to improve fine dust, Gyeonggi Research Institute, 316, 1-25. (김동영, 최민애, 윤보미 (2018), 미세먼지 개선을 위해 시급한 사업장 배출시설 관리, 316, 1-25.)
- [15] Kim, D.Y., M.A. Choi (2012), PM10 Management in Suburbs of Gyeonggi-Do, Gyeonggi Research Institute, 1-117. (김동영, 최민애 (2012), 경기도 교외지역의 미세먼지 특성 분석 및 관리 방안. 정책연구, 1-117.)
- [16] Kim, M.J. (2019), Analysis of KOSPI 200 and fine dust stocks stock price change according to particulate matter 10 concentration, Master thesis, Hanyang University. (김무정 (2019), PM10 농도변화에 따른 코스피200과 미세먼지 테마주 주가변동 분석, 한양대학교 석사학위논문)
- [17] Kim M.J. and G.G. Lim (2019), Analysis of Fine Dust Theme Stock Price According To Pine Dust Concentration Change Proceedings of 2019 Business Related Total Conference. (김무정, 임규건 (2019), 미세먼지 농도변화에 따른 미세먼지 테마주 주가변동 분석, 2019 경영관련 융합학술대회 프로시딩, 한국경영학회/한국IT서비스학회)
- [18] Kim, K.J., S.H. Lee, D.R. Hyeon, H.J. Ko, W.H. Kim, C.H. Kang (2014), Composition comparison of PM10 and PM2.5 fine particulate matter for Asian dust and haze events of 2010-2011 at Gosan site in Jeju Island, Analytical Science & Technology, 27(1), 1-10. (김기주, 이승훈, 현동림, 고희정, 김원형, 강창희 (2014), 황사와 연무시 PM 10 및 PM 2.5 미세먼지 조성 비교 분석 과학, 27(1), 1-10.)
- [19] Kim, S.D., C.H. Kim (2008), The Physico-chemical Character of Aerosol Particle in Seoul Metropolitan Area, Seoul Studies, 9(3), 23-33. (김신도, 김창환 (2008), 서울지역 미세먼지의 물리화학적 특성. 서울도시연구, 9(3), 23-33.)
- [20] Kim, S.S., D.W. Nam, Hyun Cho, S.H. Kim (2012), A Study on the Relation of Web News and Stock Price, Journal of Information Technology Service, 11(3), 191-202. (김상수, 남달우, 조현, 김성희 (2012), 웹 뉴스의 양과 주가의 관계에 관한 연구. 한국IT서비스학회지, 11(3), 191-202.)
- [21] Kim, W.C. (2016), Focusing on the limitations of the government's 'Special' Countermeasures-Special Measures for Special Countermeasures for Fine Dust Management, Graduate School of Environment Studies Seoul National University, 47-56. (김우창, 특별한 것이 없는 정부의 미세먼지 '특별' 대책 - '미세먼지 관리 특별대책 세부이행계획'의 한계를 중심으로, 47-56.)
- [22] Kim, W.S., J.A. Kim, J.S. Hong, J.H. Jung, J.B. Lee (2014), A Study on Establishing PM2.5 Advisory Criteria with Emission Source Management System in Seoul", Seoul Studies, 1-183. (김운수, 김정아, 홍재선, 정중흡, 이준복 (2014), 서울시 초미세먼지 (PM2.5) 예·경보 적정기준 설정 및 배출원 관리정보 구축. 서울연구원 정책과제연구보고서, 1-183.)
- [23] Lee, J.E., M.J. Lee, J.H. Kwon, K.N. Kim, S.H. Ye, E.H. Ha (2016), Particulate Matter Effect on Children's Atopic Dermatitis, The Korean Society of Environmental Toxicology, 95. (이주은, 이명지, 권정현, 김경남, 예신희, 하은희 (2016), 미세먼지가 영유아의 아토피 피부염에 미치는 영향. 환경독성보건학회 심포지엄 및 학술대회, 95.)
- [24] Lepori, G. M.(2016), Air pollution and stock

- returns: Evidence from a natural experiment, *Journal of Empirical Finance*, 35, 25-42.
- [25] Levy, T., Yagil, J. (2011), Air pollution and stock returns in the US. *Journal of Economic Psychology*, 32(3), 374-383.
- [26] Li, Q., Peng, C. H. (2016), The stock market effect of air pollution: evidence from China. *Applied Economics*, 48(36), 3442-3461.
- [27] Lim, G.G., D.H. Kim, M.S. Choi, J.H. Choi, K.C Lee (2010), An exploratory study of the weather and calendar effects on tourism website usage, *Online Information Review*, 34(1), pp. 127-144.
- [28] Lucey, B. M., Dowling, M. (2005), The role of feelings in investor decision-making, *Journal of economic surveys*, 19(2), 211-237.
- [29] Oh, K.H., S.K. Kang (2003), The Stock Price Responses of Emerging Asian Markets to the U.S. and Japan Stock Price Changes, *International Business Review*, 7(2), 83-99. (오경희, 강석규 (2003), 미국과 일본시장의 주가변동에 대한 신흥아시아 시장의 주가반응. *국제경영리뷰*, 7(2), 83-99.)
- [30] Park J.U., M.H. Kim (2003), Information and Volatility: Evidence found in the Korean Stock Market, *Korean Journal of Financial Studies*, 32(2), 141-163. (박진우, 김민혁 (2003), 정보와 주가변동성, *한국증권학회지*, 32(2), 141-163.)
- [31] Saunders, E. M. (1993), Stock prices and Wall Street weather, *The American Economic Review*, 83(5), 1337-1345.
- [32] Seo, Y.H. (2015), Characterization of high concentration PM2.5 by nitrate and ammonium ions of PM2.5 in Seoul, *Journal of Korea Society Of Environmental Administration*, 21(1), 1-7. (서영화 (2015), 고농도 초미세먼지 현상 시 황산이온, 질산이온, 암모늄이온 농도 변화와의 관계 분석. *환경관리학회지*, 21(1), 1-7.)
- [33] Seo, Y.H. (2014), Correlation analysis of sulfate anion and organic carbon in high concentration of air particulates (PM10) at Seoul, *Journal of Korea Society Of Environmental Administration*, 20(3), 71-80. (서영화 (2014), 서울에서 채취한 고농도 미세먼지 (PM10) 에서 황산이온과 유기성 탄소물질과의 상관관계 분석. *환경관리학회지*, 20(3), 71-80.)
- [34] Shin, J.H. (2015), A Study on the Effects of Widening Daily Stock Price Limits on Stock Returns and the Volatility of Stock Returns, *Journal of Industrial Economics and Business*, 28(6), 2505-2521. (신종협 (2015), 가격제한폭 확대가 주가수익률 및 주가변동성에 미치는 영향. *산업경제연구*, 28(6), 2505-2521.)
- [35] Sohn, D.W. (2016), Gender-dependent Association Between the Risk of Diabetes and the Concentration of Ambient Particulate Matter, *Journal of Korea Planning Association*, 51(4), 211-223. (손동욱 (2016), 성별에 따른 거주지역 대기 중 미세먼지 (PM 10) 오염도와 당뇨병 위험도와의 상관관계 분석. *Journal of Korea Planning Association*, 51(4), 211-223.)
- [36] Song C.S. (2003), Day Trading and Price Volatility: Observation of the Korea Stock Exchange, *Korean Journal of Financial Studies*, 32(3), 45-84. (송치승 (2003), Day Trading 과 주가변동성. *한국증권학회지*, 32(3), 45-84.)
- [37] Yang, J.W. (2015), Customized fine dust management plan for healthy living environment, *BDI Policy Focus*, 282, 1-12. (양진우 (2015), 건강한 생활환경을 위한 맞춤형 미세먼지 관리방안. *BDI 정책포커스*, 282, 1-12.)

Mu Jeong Kim (anwjd7@gmail.com)



Mu Jeong Kim is a M.S student of Business informatics at School of Business, Hanyang University. His interesting research areas are big data analysis, intelligent systems, and innovative business models.

Gyoo Gun Lim (gglim@hanyang.ac.kr)



Professor Gyoo Gun Lim is currently a Professor of MIS at School of Business, Hanyang University. He received his Ph.D. in Management Engineering from Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST) in 2001. He received an award from Korea Ministry of Information and Communication for his contribution to Korea SW industry in 2007 and an award from Korea Ministry of Knowledge Economy for his contribution to Korea IT innovation in 2009. His current research interests include IT service, innovative business models, e-business, intelligent information and knowledge management, and etc.

Bigdata Analysis of Fine Dust Theme Stock Price Volatility According to PM10 Concentration Change

Mu Jeong Kim*, Gyoo Gun Lim**

ABSTRACT

Fine dust has recently become one of the greatest concerns of Korean people and has been a target of considerable efforts by governments and local governments. In the academic world, many researches have been carried out in relation to fine dust, but the research on the economic field has been relatively few. So we wanted to know how fine dust affects the economy. Big data of PM10 concentration for fine dust and fine dust theme stock price were collected for five years from 2013 to 2017. Regression analysis was performed using the linear regression model, the generalized least squares method. As a result, the change in the fine dust concentration was found to have a effect on the related theme stocks' price. When the fine dust concentration increased compared to the previous day, the fine dust theme stocks' price also showed a tendency to increase. Also, according to the analysis of stock price change from 2013 to 2017 based on fine dust theme stocks, companies with large regression coefficients were changed every year. Among them, the regression coefficients of Monalisa were repeatedly high in 2014, 2015, 2017, Samil Pharmaceutical in 2015, 2016 and 2017, and Welcron in 2016 and 2017, and the companies were judged to be sensitive to the concentration of fine dust. The companies that responded the most in the past 5 years were Wokong, Welcron, Dongsung Pharmaceutical, Samil Pharmaceutical, and Monalisa. If PM2.5 measurement data are accumulated enough, it would be meaningful to compare and analyze PM2.5 concentration with independent variables. In this study, only the fine dust concentration is used as an independent variable. However, it is expected that a more clear and well-explained result can be found by adding appropriate additional variables to increase the explanatory power.

Keyword : Fine dust, PM10(particulate matter 10), Stock Price Fluctuation, Generalized Least Squares, Stock Price Prediction, Bigdata

* Business School, Hanyang University, Master Student, anwjd7@gmail.com

** Business School, Hanyang University, Professor, Corresponding Author, gglim@hanyang.ac.kr