

# GIS 분석을 통한 주유소 휘발유 가격 결정 요인 분석 - 협약주유소 입지와 관공서 입지 요인을 중심으로 -

## Analysis of the Gas Price Determination Factors at Gas Stations Using GIS Analysis

- Centered on the Location Factors of the Gas Station and Government Offices -

고규희<sup>1)</sup>, 이제승<sup>2)</sup>, 이세영<sup>3)</sup>

Go, Gyu-Hee<sup>1)</sup> · Lee, Jae Seung<sup>2)</sup> · Lee, Sae-Young<sup>3)</sup>

Received May 13, 2021; Received June 26, 2021 / Accepted June 29, 2021

**ABSTRACT:** The 'public agency oil joint purchase system' was introduced to lower public sector oil prices and contribute to the stability of the overall consumer oil market. The present study used spatial regression to analyze the factors affecting domestic gasoline price, focusing on the impact of potential implicit collusion among gas stations in determining domestic gasoline prices. Also, this study investigated the effect the location characteristics of the market convention gas stations and government offices on the pressure of price competition in the market and the gasoline price at general gas stations. To summarize the results of the spatial lag model (SLM), the individual characteristics of gas stations such as convenience stores (+), self-fuelling (-), commercial areas (+), subway stations (+), population density (-), and sales (-) are correlated to gasoline prices at gas stations, and the institutional location factors of gas stations (+) affected the average of 9 won per liter, 11 won per liter. In order to solve these problems, the establishment of a monitoring system reflecting the location characteristics of the region and the ongoing review of the system should be carried out. In addition, separate, expanded and promotional measures should be prepared for the convenience of general and public oil buyers.

**KEYWORDS:** GIS, Spatial Autocorrelation, Spatial Big Data, Oil price, Contracted Gas Station

**키 워 드:** GIS, 공간자기상관성, 공간빅데이터, 휘발유 가격, 협약주유소

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

과거에 국내 석유 사업은 안정적인 발전을 위해 모든 유통의 단계가 정부에 의해 통제되고 있었지만, 점차 자율적인 시장 시스템이 도입되었다. 이러한 과정에서 1994년 2월부터 국내 유가와 원유가를 연동하는 유가 연동제를 시행하였으며, 1997년 1월부터 유가 자유화를 통해 자율적인 산업 시장이 나타나기 시작했다(Table 1).

Table 1. Annual price of petroleum products

Year	Gasoline		Policy
	Oil Refinery	Gas Station	
1980	538.35	580.82	A fixed price system for government
1985	619.96	660.00	
1990	331.38	383.54	
1997	769.20	838.65	
	~		Oil price liberalization
2010	1,605.88	1,710.41	
2011	1,809.80	1,929.26	
2012	1,860.87	1,985.76	
2013	1,796.64	1,924.48	

Source : 한국석유공사

<sup>1)</sup>학생회원, 홍익대학교 도시계획학과 석사과정 (a26243007@gmail.com) / 본 연구는 고규희의 2020년 홍익대학교 대학원 도시계획과 석사학위 논문을 바탕으로 작성됨

<sup>2)</sup>정회원, 서울대학교 환경조경학과 부교수 (js.lee@snu.ac.kr) (교신저자)

<sup>3)</sup>정회원, 중앙대학교 건축학부 교수 (syl@cau.ac.kr)

국내 석유제품 소비자가격은 크게 세금, 정유사의 세전 판매가격, 유통비용 및 판매이윤으로 구성된다. 석유 제품들은 원유 가격의 상승이나 환율의 변화, 정부의 정책 등에 같은 영향을 받음에도, 주유소마다 모두 다른 가격을 책정하고 있어 지역별, 정유사별 가격 또한 모두 다르다. 정유사의 세전 판매가격은 정유사가 국제가격, 관세 및 부담금, 정유사 이윤 및 유통비 등을 고려하여 결정하고, 가장 큰 차이를 만들고 있는 요인으로 유통비용 및 판매이윤은 대리점과 주유소의 물류비와 임대료, 인건비, 중간이윤 등이 고려되어 결정된다(Ahn, 2016).

산업통상자원부의 자료에 따르면 2018년도 7월 기준 17개 광역자치체 중 휘발유를 기준으로 가장 비싼 서울 중구와 가장 저렴한 부산 연제구는 리터당 468.96원 차이가 났고, 서울 내에서도 기초자치체별로 가격 차이가 벌어지고 있다. 서울시 주유소에서 유통되는 석유제품의 가격은 매년 전국에서 가장 높은 수치를 기록하고 있다. 산업통상자원부 관계자 인터뷰에 따르면 이러한 휘발유 가격 차이가 발생하는 이유는 "서울시 중구의 경우 도심지이기 때문에 대부분 법인 고객이고 주유소 숫자가 적어 주유소 간 경쟁이 치열하지 않아 다소 비싸게 팔아도 사는 사람이 있다."

행정기관이나 공공기관에 등록된 법인 차량의 유류비는 운전자의 개인 비용이 아니라 정부 예산에서 지출되고 있으며, 실제로 국회의원이나 법인 차량이 자주 이용하는 여의도 국회 앞 A 주유소는 당시 휘발유 가격이 리터당 2,295원으로, 서울 주유소 평균 가격인 2,013원보다 180원 넘게 비쌌다(KTV, 2011). 이에 정부는 문제를 인지하고 2012년부터 '공공기관 유류 공동구매 제도'를 시행하여 국가기관 및 산하기관 등 조달청장이 인정하는 기관에 공공 부문 유류 가격을 인하하고, 이를 소비자 유류 시장 전반으로 확대하는 계기로 활용하기 위해 추진했다.

공공기관 유류 공동구매 협약주유소는 <Table 2>와 같이 GS 칼텍스(주)가 첫 계약 사업자로 선정되었고 2년 동안 차량용 유류 약 5억 L, 금액으로는 약 9,000억 원 규모의 입찰을 받았으며, 2차 SK네트웍스가 선정되어 3년 동안 약 4억 5천만 L, 5,300억 원 규모의 입찰을 받았다. 조달청 통계에 따르면 유류 공동구매로 예산 절감 효과가 있었다고 한다. 하지만 일부 공공 협약주유소의 경우 시중 가격보다 비싼 경우가 많았고, 실제 공공기관별 설문조사 결과, 이용자의 25%가 협약주유소가 비싸다고 인식하고 있었다(Public Procurement Service Blog, 2018). 또한, 비싼 공공 협약주유소에서 공공기관 차량과 일반 소비자 차량을 모두 수용했기 때문에 공공기관 차량이 받는 할인 혜택을 받지 못하는 일반 소비자 차량의 유류 구매 피해가 존재했다(Public Procurement Service Blog, 2018).

이러한 공공 협약주유소 문제에 대한 언론 보도가 증가하면서 제도 개선 방안 마련이 필요하다는 지적이 증가했다. 이에 따라 2018년 6월 국민권익위원회에서는 이를 취합하여 공공기관 지정

Table 2. 'Public agency oil joint purchase system' implementation plan and national gas price average



Contractor	Contract Period	Special Condition
GS Caltex	'13.12.1 ~ '15.11.30	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3.99% off the selling price</li> <li>• Accumulate 1.1% cashback of the amount of oil purchase card use</li> </ul>
SK Networks	'15.12.1 ~ '18.11.30	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5.74% off the selling price</li> <li>• Accumulate 1.1% cashback of the amount of oil purchase card use</li> </ul>

Source : 한국석유공사

주유소 운영 실효성 제고 방안을 권고하였고, 2018년 8월 조달청에서 유류 공동구매 개선 계획이 발표되었다. 2차 정책 시행 당시인 2018년 11월 휘발유 가격이 전국 최고가였던 강남구청 인근은 서울 강남이라는 지역적 특성을 고려하더라도 200m 이내 주유소의 차이가 크게는 495원이었다. 이는 단순 시설 임대료나 지대 차이뿐 아니라 관공서의 입지, 협약주유소의 입지가 주유소 휘발유 가격 결정에 영향을 받았을 가능성을 나타낸다.

이에 본 연구는 관공서와 협약주유소의 입지적 경쟁 요인을 중점적으로 공간적 측면의 영향을 분석하였으며, '정부정책을 통해 통제된 유류 가격을 중심으로 주변 시장의 암묵적인 담합이 나타나 지역별 휘발유 가격에 영향을 끼쳤을 것이다'를 가설로 하여 이를 증명하는 것을 연구의 목적으로 하였다.

## 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 범위는 같은 행정구역 내에서도 휘발유 가격의 편차가 심하고 협약주유소의 유치가 많았던 서울시를 중심으로 경기도 일부를 포함하고 있다(Figure 1).

연구의 시간적 범위는 공공기관 유류 공동구매 제도의 개선 권고가 있었던 2018년도 6월과 제도 개선 방안이 발표된 8월 사이인 7월 중 데이터를 시간적 범위로 하였다. 이 시기는 제도의 문제가 가장 활발히 논의되던 시점으로 개선 정책의 타당성을 확인하기에 적절하다고 판단된다.

본 연구는 휘발유 가격의 공간빅데이터를 활용하여 실증 분석을 수행하였다. 한국석유공사가 운영 중인 유류 가격 정보 공개 사이트 오피넷(www.opinet.co.kr)을 통해 수집된 일별 주유소의 위치와 휘발유 가격을 기준으로 하여 관련된 요인들을 특성별로 구분하였다.

연구 방법으로는 먼저 이론적 배경과 선행연구를 고찰하여 적절한 연구설계의 토대를 만들고자 하였다. 두 번째, GIS(Geographic Information System)을 이용하여 주유소의 휘발유 가격을 종속변수, 각각의 특성들을 독립변수로 추출하였다.

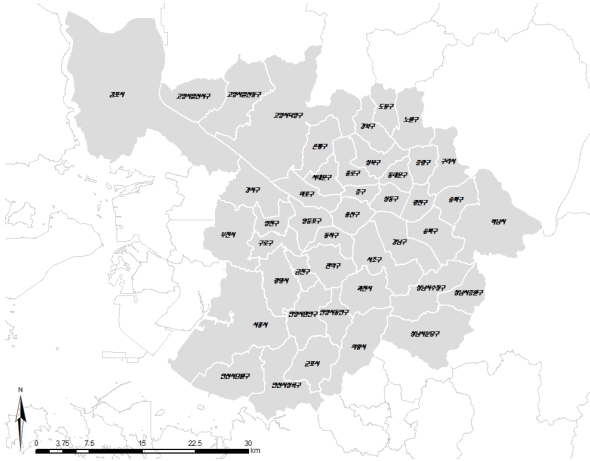


Figure 1. Analysis scope

세 번째, 가격 결정 요인 분석에 주로 사용되는 최소자승법(OLS, Ordinary Least Squares) 모형은 공간자기상관성(Spatial Autocorrelation) 문제를 충분히 고려하지 못한다 (Anselin, 2003; Griffith & Layne, 1999). 따라서 가까운 주유소 가격 결정이 거리상으로 가까운 주변 주유소의 영향을 받는다는 가정에 따라 공간차모형(SLM, Spatial Lag Model) 및 공간오차모형(SEM, Spatial Error Model) 분석을 시행하였다 (Anselin et al., 2004).

네 번째, 변수 및 회귀 모형의 적합성을 확인하는 방법으로 정규성, 다중공선성, 이분산성, 공간자기상관성, 공간 종속성, 등분산성 검증을 수행하였다. 마지막으로, 최종적인 모형을 비교 분석하여 휘발유 가격을 결정에 미치는 영향을 해석하였다 (Borenstein & Shepard, 1996; Halvorsen & Pollakowski, 1981).

## 2. 선행연구 고찰

주유소의 가격 결정 요인을 분석한 연구는 경제학 분야에서 주로 이루어졌다. 이달석<sup>1)</sup>은 오차 수정 모형을 이용해 휘발유 도매가격이 원유 가격 변동에 비대칭 반응함을 제시하였다 (Lee & Shin, 2006). 이는 도매가격 하락률은 원유 가격이 실제 하락보다 작게, 상승률은 실제 원유 가격 상승보다 더 크게 소비자에게 유통되었다고 해석할 수 있으며, 이러한 비대칭 현상은 시장 참여자와 더욱 관련되었음을 시사하고 있다. 윤형호<sup>2)</sup>의 의역은 주유소 휘발유 가격 결정이 근접 경쟁사와의 거리를 비

롯한 입지 특성에 영향을 받고 있음을 실증하였다 (Yoon & Lee, 2008). 조영진<sup>3)</sup>이치훈<sup>4)</sup>윤충한의 연구는 주유소 입지 반경 설정을 통해 경쟁 압력의 정도를 추정하여 주유소의 가격 결정을 분석하였다 (Cho et al., 2015).

주유소의 가격 결정의 공간적 입지적 요인에 집중한 선행연구는 다음과 같다. 김민은 설문조사와 GIS를 활용하여 대전시 주유소 입지의 공간 패턴을 분석하였다 (Kim, 2004). 김형건의 연구는 공간가중치를 고려한 패널공간더빈모형을 활용하여 주유소 소매시장의 가격 결정에 있어 공간효과를 중점적으로 분석하였다 (Kim, 2018). 경쟁 주유소의 가격은 해당 주유소의 가격에 양(+)의 영향을 미쳤으며 이는 공간적 측면의 연구설계를 통해 시장 내 서로의 경쟁으로 동조화되는 현상을 실증할 수 있음을 나타낸다.

셋째, 다른 연구들은 제도적 측면에 집중하여 지금까지의 시행되었던 정책 효과를 분석하였다. 손양훈<sup>5)</sup>나인강은 유가 자유화 이후 정부의 통제를 벗어난 시장 기능을 분석하였다. 이 연구는 국내 도입 원유가와 환율이 휘발유 가격에 직접적으로 영향을 미치고 있으나 실제 소비자가 구매하는 휘발유 가격의 약 35%에 불과하며 그 이외의 부분은 정부에서 부과하는 유류세와 유통마진을 위한 가격 결정으로 구성되어 있음을 제시했다 (Shon & Na, 2002). 강재성은 미국의 제도적 대응을 국내와 비교 분석하

Table 3. Preceding study table

	Title	Researcher	Year
가격 결정 요인 분석	휘발유 소매가격 결정에 관한 연구	Lee & Shin.	2006
	서울시 주유소 휘발유 가격 결정에 관한 연구	Yoon & Lee	2008
	주유소의 가격 결정 전략	Cho et al.	2015
공간적 요인 분석	GIS를 활용한 대전시 주유소 입지와 판매권역 분석	Kim	2004
	국내 주유소 시장의 휘발유 가격 경쟁 분석 : 공간 효과를 중심으로	Kim	2018
제도적 측면 분석	휘발유 가격 결정과 유가 자유화 정책에 관한 연구	Shon & Na	2002
	미국 휘발유 소매가격의 비대칭성과 제도적 대응 분석	Kang	2010
	셀프서비스 주유소의 진입에 관한 실증적 연구 : 이중차분모형을 통한 접근	Kim & Kim	2011
	유류세 인하의 부정적 영향에 관한 연구	Yim	2012
	수도권 소매 휘발유가격의 가격정보공급효과 분석	Chung et al.	2016
	수도권 휘발유 시장에서 알뜰주유소 진입으로 인한 시장경쟁효과에 관한 연구	Hong	2017

여 시장 친화적인 정책 기조를 바탕으로 수급 안정화를 위한 공급능력 확대에 힘써야 하며, 현재의 시장 집중화를 완화하거나, 미래의 시장 집중화를 방지하기 위해 시장 감시를 강화하는 것의 필요성을 제시하였다 (Kang, 2010).

김대욱, 김중호는 셀프주유소의 등장과 주유소 종합 정보 시스템(오피넷)의 도입이 서울시 내 인근 경쟁 주유소의 휘발유 가격을 낮추어 주유소 간의 유류 가격 차이와 판매마진 감소에 기여하였음을 실증하였다 (Kim & Kim, 2011). 임상수는 유류세 인하안이 서민층보다 부유층에게 유리하며, 중앙정부의 세수를 줄이고, 지방정부 재정의 착시현상을 유발할 수 있는 부정적 측면을 제시하였다 (Yim, 2012).

정예민 · 조용성 · 박호정은 다양한 공간계량모형을 사용하여 휘발유 시장 내 공간적 상호작용을 실증하였다 (Chung et al., 2016). 홍우형은 알뜰주유소의 진입이 경쟁주유소들의 가격 인하 효과는 나타나지 않았으나 유일하게 수도권외의 경우 미미한 효과는 있었음을 실증하였다 (Hong, 2017).

지금까지의 선행연구에서 공간적 측면의 분석은 정책, 제도적인 고려가 부족하였다. 특히 '공공기관 유류 공동구매 제도'의 시행으로 인한 영향 분석에 관한 연구는 없었다. 이에 본 연구는 세분류로 나눈 선행연구(Table 3)를 기반으로 변수와 환경, 연구방법을 고려하여 연구를 설계하고자 한다.

### 3. 연구설계

#### 3.1 지표 추출 및 변수의 구성

종속변수인 개별 주유소의 석유제품 가격은 서울을 중심으로 경기도 일부를 함께 고려하여 총 1,177개의 주유소 위치별 데이터를 추출하였다.

독립변수는 '공공기관 유류구매 제도'로 인한 휘발유 가격의 상승을 검증하고자 제도적인 측면을 공간적 데이터로 만들기 위해 '협약주유소'변수와 '관공서'변수를 추가하였다. 또한 가격 결정 요인을 분석한 선행연구에서 사용된 변수들을 검토하여 통제 변수를 포함하였다 (Table 4).

Table 4. Large category

category	content
개별적 요인	세차장 유무, LPG 유무, 경정비 유무, 셀프유무
입지적 요인	인구밀도, 구별 유류사업장매출액, 상업지역, 사업체수, 공시지가
교통적 요인	차량 통행량, 지하철 유무, 인접도로의 종류
제도적 입지 요인	협약주유소 유무, 정치·사회·외교 시설 관공서 유무, 중앙 행정 기관 관공서 유무, 지방 행정 기관 관공서 유무, 특별 지방 행정 기관 및 미분류 관공서 유무

하지만 모든 독립변수들을 종속변수와 비교 분석하기 위해 데이터의 단위, 크기, 수집 시기를 모두 통일하기에 어려움이 있어 종속 변수의 시간적 범위 안에 의미를 둘 수 있도록 제도의 시행 시기인 2015년에서 2018년까지 고려하여 수집하여 변수로 구축하였다.

개별적 요인은 해당 주유소가 가지는 부가적인 서비스요인에 의한 가격 책정이 주변 주유소의 가격과 차이가 있는지를 비교하고자 하였다. 내용으로는 세차장 유무, 경정비 유무, LPG 유무, 편의점 유무, 셀프주유소인지 아닌지의 변수로 한국석유공사가 운영 중인 유류 가격 정보 공개 사이트 오피넷(www.opinet.co.kr)을 통해 더미 변수로 구축하였다.

입지적 요인인 인구밀도는 서울 열린 데이터 광장(www.data.seoul.go.kr), 공시지가는 국가 공간정보 포털(openapi.nsd.go.kr/nsdi), 지역의 용도, 사업체 수는 공공 데이터 포털에서 일부 추출하여 사용하였다. 매출액은 통계청이 운영 중인 마이크로데이터 사이트 MDIS(www.mdiskostat.go.kr)의 차량용 주유소 운영업 코드를 기준으로 하여 2015년도 매출액 데이터를 추출하여 구축하였다.

교통적 요인인 지하철의 유무는 서울시 빅데이터 캠퍼스(www.bigdata.seoul.go.kr)와 경기도데이터드림(www.data.gg.go.kr)에서 2017년도 데이터를 추출하였으며, 인접도로의 종류는 MDIS에서 2017년도 노드링크 데이터에서 추출하고, 잠재적 차량 통행량은 자동차 등록 대수 데이터로써 서울지역은 국토교통부, 경기지역은 경기도 교통정보센터를 통해 2018년도 데이터를 사용하여 구축하였다.

제도적 입지 요인인 협약주유소는 정보 공개 포털(www.open.go.kr)을 통한 데이터 요청을 통해 조달청(www.pps.go.kr)으로부터 2017~2018의 전국의 SK네트웍스 협약주유소의 목록을 제공받았다. 이 중 2018년도의 데이터만을 사용하여 전국 1,805개의 변수를 구축한다. 관공서는 정치/사회/외교시설, 중앙행정기관, 지방행정기관, 특별지방행정기관 및 미분류로 지정된 기관을 의미한다. 서울은 서울시 빅데이터 캠퍼스의 공공기관 및 관공서 2018년도 데이터를 활용했으며, 경기 지역은 경기데이터드림의 2019년도 경기도 관공서 현황 데이터로 추출하였다.

#### 3.2 분석 입지 요인 분석

주유소의 좌표를 공간적 위치로 변환하기 위해 지오코딩 알고리즘을 사용하였다. Figure 2는 개별 주유소의 위치와 휘발유 가격을 시각화하였다.

주 선행연구인 조영진 · 이지훈 · 윤충한의 연구는 주유소 입지 환경 설정을 통해 경쟁 압력의 정도를 추정하여 주유소의 가격 결정을 분석하였다 (Cho et al., 2015). 이 연구는 500m, 1,000m, 1,500m, 2,000m 중 주유소 경쟁 효과를 추정하는데 유의미한 경쟁 반경은 1,000m로 증명하였다. 이는 1km 이내에서는 소비자가 더 저렴한 가격을 찾아 이동할 수 있음을 의미한다.

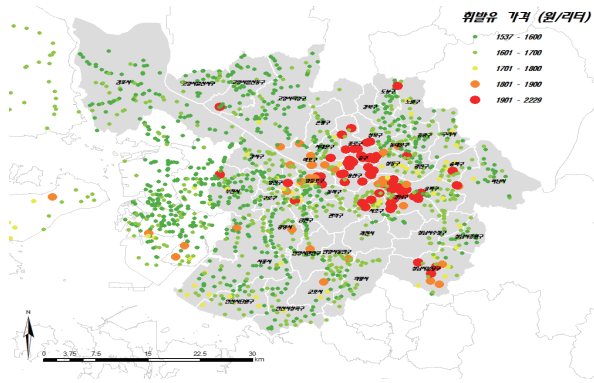


Figure 2. Gasoline price by gas station location (18.07.02)

이에 입지 반경 설정을 1km로 하는 버퍼를 만들고 공간 분석을 위한 나머지 변수 데이터 또한 모두 추출하였다. 공간 특성 변수는 지도로 추출되었다(부록 Figure 3).

### 3.2 변수의 기술 통계

본 연구의 기술 통계량은 <Table 5>과 같다. 독립변수는 일부 정규분포와 유사하도록 로그변환 하였다. 종속변수의 분포를 확인해본 결과 치우친 왜도가 심할 뿐 아니라 기본적인 변수의 변환을 통해서도 정규성 이론을 가정하기에 어려움이 있어 변수의 극단적인 변환이 필요하였다.

Table 5. Statistics of variables

category	Variable		Average	S.D	MIN	MAX	
Dependent Variable	PRICE	Gas price (won)	1651.85	118.38	1537	2229	
	BC_PRICE	Box-cox transformed gas price	1.15	0.51	0.013	2.43	
Independent Variable	Individual Gas Station Factor	Car Wash	CARWASH: 1. Car wash; 0. No car wash	0.72	0.44	0	1
		LPG	LPG: 1. LPG; 0. No LPG	0.013	0.12	0	1
		Maintain	MAINTAIN: 1. Maintenance service; 0. No maintenance service	0.21	0.41	0	1
		Store	STORE: 1. Convenient store; 0. No convenient store	0.097	0.30	0	1
		Self	SELF: 1. Self-service; 0. No self-service	0.37	0.48	0	1
	location Factor	Population Density	POPDEN: Population / area of 1km buffer (ha) LN_POPDEN: log-transformed population density	104.37 3.83	98.10 1.61	0.23 -1.44	417.65 6.034
		Official Land Price	JIGA: Average land price in 1km buffer LN_JIGA: log-transformed average price	11970.11 8.66	14203.67 1.43	14.088 2.71	144186 11.87
		Commercial Area	USE_C: 1. commercial area; 0. other area	0.56	0.49	0	1
		Number of Businesses	BUSINESS: The number of businesses in 1km buffer LN_BUSINESS: log-transformed the number of businesses	27979.32 9.58	36043.3 1.19	212 5.35	266063 12.49
		Sales	SALES: Sales amount LN_SALES: log-transformed sales amount	227546.5 12.15	126065.2 0.62	33775 10.42	440453 12.99
		Traffic Factor	Existence of Subway	SUBWAY: 1. Subway; 0. No subway	0.53	0.50	0
	Types of Adjacent Roads		ARTERIAL: 1. Arterial road; 0. otherwise	0.0076	0.087	0	1
			CONNECTOR: 1. Connector road; 0. otherwise	0.097	0.30	0	1
			LOCAL: 1. Local road; 0. otherwise	0.48	0.50	0	1
	Potential Vehicle Traffic		TRAFFIC: Estimated traffic LN_TRAFFIC: log-transformed traffic	148711.5 11.82	61395.1 0.43	21080 9.96	305998 12.63
	Institutional Position Factor	Existence of Contracted Gas Station Nearby	CONTRACTED: 1. Contracted gas station; 0. No contracted gas station	0.60	0.49	0	1
		Existence of Government Offices	GOV_POL: 1. Political, social, or diplomatic government office; 0. otherwise	0.094	0.29	0	1
			GOV_CENTRAL: 1. Central government office; 0. otherwise	0.18	0.39	0	1
			GOV_LOCAL: 1. Local government office; 0. otherwise	0.73	0.44	0	1
			GOV_OTHER: 1. Other government office; 0. otherwise	0.015	0.12	0	1
Obs			1177				

이에 통계 프로그램인 R과 R Studio의 패키지를 사용하여 종속변수의 정규분포화를 만족하는 모형식을 만족하는  $L_{max}(\lambda)$ 는 -14로 95% 신뢰구간임을 확인하였다. 확인 결과 종속변수의 형태는  $price^{-14}$ 로 나타낼 수 있으나 값이 너무 작기 때문에  $price^{-14} \cdot 10^{45}$ 으로 변환하여 <Table 5>의 'bc\_price' 값으로 추가하여 명시하였다. 또한 BOX-COX 변환 전 'price' 변수와 변환 후 'bc\_price'가 정규분포에 가까워졌음을 확인하였다. 그러나 BOX-COX 변환으로 모형 계수의 해석이 어려워지고, 원래의 종속변수의 역수를 취하므로 계수의 부호를 반대로 해석해야 하는 단점이 있다 (Box & Cox, 1964).

### 3.3 연구 모형

개별 주유소의 휘발유 가격은 주변 주유소의 가격에 영향을 받을 수 있다. 따라서 휘발유 가격 변수에 공간자기상관성이 존재하지 않으면 선형 함수인 최소자승법을 활용하고, 공간자기상관성이 존재하면 공간회귀 분석 모형을 해석하고자 하였다.

공간회귀분석모형에서 공간자기상관을 통제하기 위해 공간가중행렬은 특정 지역 내 다수의 지점 간의 거리 또는 인접 여부를 행렬의 형태로 표현하여 정의할 수 있다. (Bailey and Gatrell, 1995: 261 ;Lee and Wong, 2001: Anselin, 2003).

공간가중행렬을 적용하는 공간시차모형은 종속변수인 주유소

의 휘발유 가격 결정이 이웃 주유소의 휘발유 가격에서 받는 집 단적 영향이 미치고 있음을 가정하며 식(1)과 같다.

$$bc\_price = \rho W_{bc\_price} + X_{1i} \beta_1 + X_{2i} \beta_2 + X_{3i} \beta_3 + X_{4i} \beta_4 + \epsilon \quad \text{식(1)}$$

$bc\_price$  ( $price^{-14} \cdot 10^{45}$ ): 휘발유 가격 변수 벡터  
 $X_{1i}$ : 개별적 요인 변수 행렬  $X_{2i}$ : 교통적 요인 변수 행렬  
 $X_{3i}$ : 입지적 요인 변수 행렬  $X_{4i}$ : 제도적 입지 요인 변수 행렬  
 $W$ : 공간가중행렬  $\rho$ : 공간중속변수에 대한 계수  
 $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ : 계수  $\epsilon$ : 잔차 벡터

공간오차모형은 종속변수인 주유소의 휘발유 가격 결정이 고려 되지 않은 또 다른 변수에서 영향을 받기 때문에 잔차에 공간자기 상관성이 남는 경우, 잔차에 공간가중행렬을 적용한다(식(2)).

$$bc\_price = \beta_0 + X_{1i} \beta_1 + X_{2i} \beta_2 + X_{3i} \beta_3 + X_{4i} \beta_4 + \epsilon_1 \quad \text{식(2)}$$

$bc\_price$  ( $price^{-14} \cdot 10^{45}$ ): 휘발유 가격 변수 벡터  
 $X_{1i}$ : 개별적 요인 변수 행렬  $X_{2i}$ : 교통적 요인 변수 행렬  
 $X_{3i}$ : 입지적 요인 변수 행렬  $X_{4i}$ : 제도적 입지 요인 변수 행렬  
 $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ : 계수  $\epsilon_1$ : 잔차 벡터

$$\epsilon_1 = \lambda W \epsilon + \epsilon_2$$

$\epsilon_1$ : 잔차 벡터  $\lambda$ : 잔차에 대한 추정 계수  
 $W$ : 공간가중행렬  $\epsilon_2$ :  $\epsilon_1$ 의 잔차 벡터

공간 가중행렬( $W$ )을 구축하는 접근법으로는 Contiguity, Spatial distance, k-nearest 방법이 있다. 공간가중치의 기준 첫 번째는 같이 근접하고 있는 경우를 이웃으로 보는 접근법(Binary Contiguity Weights)으로 점을 기준으로 양옆, 위, 아래까지 4 방향을 이웃으로 정의하는 Rook's case contiguity와 양옆, 위, 아래, 대각선까지 8방향을 이웃으로 정의하는 Queen's(King's) case contiguity가 있다.

근접한 K개의 점을 이웃으로 하는 접근법(K-Nearest Neighbors Weights)의 공간 가중행렬  $W_{ij}$ 는 식(3)과 같다.

$$W_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{(d_{ij})^p} & p : \text{승수} \\ \sum \frac{1}{(d_{ij})} & d_{ij} : \text{중심점 } i \text{와 이웃 } j \text{의 거리} \end{cases} \quad \text{식(3)}$$

공간적 거리를 기준으로 이웃을 정의하는 접근법(Spatial Distance)은 가까우면 가까울수록 가중치를 크게 갖는 공간 가중 행렬  $W_{ij}$ 는 식(4)와 같다.

$$W_{ij} = \frac{1}{d_{ij}} \cdot \frac{1}{(d_{ij})^2} \quad p : \text{승수} \quad d_{ij} : \text{중심점 } i \text{와 이웃 } j \text{의 거리} \quad \text{식(4)}$$

### 3.4 공간자기상관성(Spatial Autocorrelation) 진단

본 연구에서는 종속변수와 모형 잔차의 Moran's I 값을 확인하여 검정하고자 한다. Geoda 통계 프로그램을 사용하여 주유소 위치를 기준으로 세 종류의 공간가중치를 만들어 휘발유 가격에 공

간자기상관이 존재하는지 진단하였고 <Table 6>와 같이 공간자기 상관성이 존재하면서 정(+)의 군집성을 가지고 있음을 확인 하였다.

다음으로 분석 모형의 적합성을 판단하기 위한 최소자승법 회귀모형과 공간시차모형 각각 잔차 공간자기상관성 검정 결과는 <Table 7>과 같다.

Table 6. Moran's I of the dependent variable

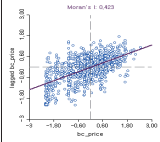
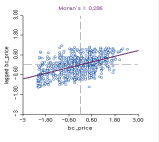
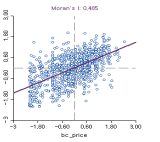
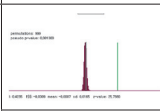
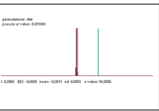
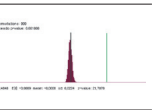
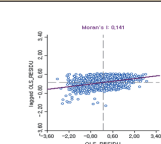
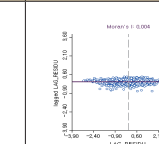
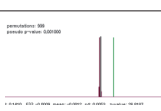
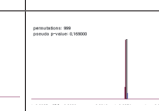
bc_price	Contiguity	Spatial Distance	K-nearest
Moran's I	 0.423	 0.286	 0.485
P-Value	 0.001	 0.001	 0.001

Table 7. Moran's I of OLS residual and SLM residual

Regression Model	OLS Residual	SLM Residual
Moran's I	 0.141	 0.004
P-Value	 0.001	 0.169

최소자승법 회귀모형의 잔차의 Moran's I 값이 유의하여 공간자기상관이 존재하지만, 공간시차모형 잔차에는 공간자기상관이 존재한다고 볼 수 없어 최종분석모형은 공간시차모형으로 결정하였다.

## 4. 최종 분석 결과

각 모형의 분석 결과는 <Table 8>과 같으며, 이전의 모형의 적합성 결과와 분석 결과를 포함하여 고려했을 때, 공간시차모형이 가장 적합한 모형을 알 수 있다. 공간시차모형의 R2은 0.435로 43.5%의 종속변수의 분산을 독립변수들로 설명할 수 있다. 그러나 공간시차모형의 분석 결과를 해석하기 전에 위 모형의 종속변수가 BOX-COX Transformation을 통해 역수( $price^{-14}$ )로 변환되었으므로 설명변수의 해석은 부호를 반대로 해야 함을 유의해야 한다.

Table 8. Analysis result

NOTE			OLS			SLM(공간시차)			SEM(공간오차)			
			$\beta$	P>  t	Std. Err.	$\beta$	P>  t	Std. Err.	$\beta$	P>  t	Std. Err.	
Individual Factor	Car Wash	CARWASH	-0.050	0.100	0.031	-0.042	0.130	0.028	-0.034	0.217	0.028	
	LPG	LPG	0.034	0.759	0.111	0.005	0.964	0.101	0.012	0.906	0.101	
	Maintain	MAINTAIN	-0.031	0.350	0.033	-0.018	0.543	0.030	-0.013	0.662	0.030	
	Store	STORE	-0.136	0.002**	0.045	-0.113	0.005***	0.040	-0.106	0.009***	0.040	
	Self	SELF	0.392	0.000***	0.027	0.356	0.000***	0.025	0.356	0.000***	0.025	
location Factor	Population Density	LN_POPDEN	0.065	0.000***	0.014	0.027	0.032**	0.013	0.025	0.078	0.014	
	Sales	LN_SALES	0.097	0.004***	0.033	0.070	0.024**	0.031	0.155	0.000***	0.039	
	Official Land Price	LN_JIGA	-0.098	0.000***	0.018	-0.006	0.752	0.017	-0.018	0.406	0.022	
	Number of Businesses	LN_BUSIBESS	-0.004	0.756	0.014	-0.006	0.668	0.013	-0.011	0.467	0.015	
	Commercial Area	USE_C	-0.099	0.000***	0.027	-0.070	0.004***	0.024	-0.056	0.025**	0.025	
Traffic Factor	Existence of Subway	SUBWAY	-0.094	0.007***	0.035	-0.076	0.016***	0.032	-0.077	0.019***	0.033	
	Potential Vehicle Traffic	LN_TRAFFIC	0.011	0.813	0.045	-0.007	0.859	0.041	-0.073	0.225	0.061	
	Types of Adjacent Roads	ARTERIAL	ARTERIAL	0.124	0.408	0.150	0.139	0.308	0.136	0.140	0.298	0.135
		CONNECTOR	CONNECTOR	0.014	0.770	0.047	-0.009	0.832	0.042	-0.003	0.944	0.043
		LOCAL	LOCAL	0.039	0.170	0.029	0.011	0.670	0.026	0.007	0.795	0.026
Institutional Position Factor	Existence of Conventional Oil Station	CONTRACTED	-0.130	0.000***	0.028	-0.110	0.000***	0.026	0.000	0.000***	0.026	
	Existence of Government Offices	GOV_POL	GOV_POL	-0.187	0.000***	0.047	-0.122	0.004***	0.0430	0.005	0.005***	0.044
		GOV_CENTRAL	GOV_CENTRAL	-0.017	0.646	0.037	0.058	0.090	0.034	0.537	0.538	0.037
		GOV_LOCAL	GOV_LOCAL	-0.025	0.528	0.040	-0.030	0.397	0.036	0.709	0.709	0.036
		GOV_OTHER	GOV_OTHER	-0.012	0.906	0.105	0.021	0.823	0.095	0.645	0.645	0.101
Statistics	R-squared	0.322257			0.435254			0.434922				
Fitness of model	Akaike Info Criterion	1378.38			1186.78			1194.49				
	Schwarz Criterion	1484.86			1298.34			1300.98				
Depen dence	Likelihood Ratio	-			1	193.6	0.0000	1	183.9	0.00		
NOTE			DF	VALUE	PROB	DF	VALUE	PROB	DF	VALUE	PROB	
Diagnostics	Jarque-Bera		2	10.3226	0.0057							
	brewusch-pagan		20	90.1962	0.0000	20	93.81	0.000	20	100.19	0.0000	
	Koenker-Basnett		20	108.716	0.0000							
Heterosceda sticity	White		230	1177	0.0000							
	LAGRANGE MULTIPLIER(LAG)					1	82.94	0.000				
	Robust LAGRANGE MULTIPLIER(LAG)					1	66.17	0.000				
Spatial Dependence	LAGRANGE MULTIPLIER(error)					1	50.14	0.000				
	Robust LAGRANGE MULTIPLIER(error)					1	33.37	0.000				
Spacing Coefficient	$\rho$						0.765	0.000				
	$\lambda$								0.856	0.000		

\*\*\*, \*\*: Prob.<0.01, Prob.<0.05

첫째, 주유소가 가지는 개별적인 특성은 주유소의 휘발유 가격에 영향을 미친다. 편의점(STORE)을 소유한 주유소는 아닌 주유소보다 가격을 높게 책정하는 것으로 나타났다. 유류가격을 주변 주유소보다 조금 높게 책정하더라도 주유 시 발생하는 여유 시간 동안 편의점을 이용하는 소비자가 증가하고 있어서 가격 상승

에 영향을 미치는 것으로 보인다. 또한, 셀프 주유(SELF)를 원칙으로 하는 주유소는 아닌 주유소보다 가격을 낮게 책정하는 것으로 나타났다. 주유소에서 인건비 부담을 최소로 운영하면서 가격 경쟁력을 높여 고객을 유치하는 운영 방식에 해당하는 특성으로 이웃 주유소의 휘발유 가격을 낮추는 경쟁 압력을 만들고 있음을

나타낸다.

둘째, 주유소가 위치한 지역의 입지적·교통적 특성은 주유소의 휘발유 가격에 영향을 미친다. 상업지역 (USE\_C)에 있는 주유소는 주거 지역의 주유소보다 가격을 높게 책정하고, 지하철역 (SUBWAY)이 가까운 곳에 있는 주유소는 그렇지 않은 주유소보다 가격을 높게 책정하는 것으로 나타났다. 이는 입지적·교통적 측면에서 상업지역이거나 지하철역이 위치하는 지역에 자리 잡은 주유소일수록, 해당 지역의 임대료 및 인건비의 부담이 높아 이윤을 남기기 위한 대안으로 가격 상승요인이 되었을 것으로 추론할 수 있다.

또한 인구밀도(POPDEN)가 높은 지역에 있는 주유소는 낮은 지역의 주유소보다 가격을 낮게 책정하고, 유류 사업 매출액 (SALES)이 높은 지역에 있는 주유소는 낮은 주유소보다 가격을 낮게 책정하는 것으로 나타났다. 이는 입지적 측면에서 인구밀도가 높거나 동종업계 매출액이 높은 지역일수록, 경쟁 주유소의 밀집 또한 높기 때문으로 판단된다. 이 특성 또한 이웃 주유소의 휘발유 가격을 낮추는 경쟁 압력을 만들고 있음을 나타낸다.

셋째, 시행되는 제도적 입지 요인은 이웃 주유소 휘발유 가격에 영향을 미친다. 협약주유소(CONTRACTED)가 가까운 곳에 있는 주유소는 협약주유소가 근처에 없는 주유소보다 평균적으로 리터 당 약 9원 휘발유 가격을 높게 책정하고 있었다. 관공서 (GOV\_POL)가 가까운 곳에 있는 주유소는 관공서가 근처에 없는 주유소보다 평균적으로 리터 당 약 11원 휘발유 가격을 높게 책정하는 것으로 나타났다.\*

협약주유소와 관공서가 위치한 지역의 주유소일수록 공공유류를 주유하는 소비자의 비중이 높아 유류 가격에 제한받지 않는 고객층을 가진다. 협약주유소는 정부의 규제를 통해 할인 제도를 운영하고 있지만 이를 이용할 수 있는 특정 소비자에게만 해당하며, 일반 소비자를 고려할 때 협약주유소의 휘발유 가격은 높게 책정되었음을 나타낸다. 일반 주유소 또한 이러한 입지 영향으로 시장 내 경쟁 압력이 낮아져 휘발유 가격이 상승했음을 추론할 수 있다.

## 5. 결론

### 5.1. 연구의 요약 및 시사점

주유소의 위치는 소비자의 소비 패턴에 영향을 받아 특정 입지에 군집을 형성하는 경향이 있다. 이에 본 연구는 '공공기관 유류

공동구매 제도'를 중심으로 협약주유소와 관공서의 입지 특성이 시장의 가격 경쟁 압력을 낮추고, 일반 주유소의 가격상승요인이 되는지 분석하기 위해 공간회귀 분석모형인 공간시차모형을 활용하였다.

분석 결과 협약주유소의 유무, 정치/외교/사회 분류의 관공서 유무가 주유소 휘발유 가격 결정에 있어 정(+)의 영향을 미쳤다. 이러한 결과는 비대칭성의 발생 원인의 선행연구 결과로 설명할 수 있다. 이러한 연구에서는 휘발유 가격 비대칭성의 원인을 비경쟁적인 시장 상황에서 암묵적 기업담합과 과점적 조정행위로 설명하고 있다 (Kang, 2010). 본 연구의 분석 결과 또한 공급자의 암묵적인 동조행위가 편익을 증가시키기 때문에 일부 휘발유 소매시장 내 암묵적 담합이 나타났고, 이를 통해 광범위한 휘발유 상승에 영향을 미쳤다고 설명할 수 있다.

이에 '공공기관 유류 공동구매 제도'는 취지와는 반대로 시장 내 부정적인 영향을 끼쳤음을 확인할 수 있다. 이러한 현상은 시장의 경쟁 압력이 가장 낮은 구와 가장 높은 구의 지속적인 원인 분석을 통한 감시 체계 및 제도적 검토가 진행되어야 통제받지 않는 시장 내 경쟁 압력이 증진될 수 있을 것이다.

또한 협약주유소에서 일반유류구매와 공공유류구매가 동시에 진행되기 때문에 발생하는 지역 내 일반 유류 구매자의 피해를 최소화하기 위해 주유소 분리 체제가 필요하다. 함께 공공유류구매가 필요한 공공기관을 위해 적정 입지 분석을 통한 협약주유소 확충이 이루어진다면 향후 시장 내 또 다른 경쟁 요인으로써 유가 안정화를 효과적 대안이 될 것으로 생각한다.

### 5.2. 연구의 한계점 및 의의

본 연구는 '공공기관 유류 공동구매 제도'를 고려한 공간적 측면의 첫 연구로서 협약주유소 및 관공서의 입지가 휘발유 가격 결정에 유의함을 나타냄으로써 새로운 공간빅데이터 활용 방향을 제시하였다는 점에서 의의가 있다. 그러나 한계점으로서 데이터 취득 시 가능한 유가 데이터 연도와 일치시키고자 하였으나, 일부 데이터의 취득연도가 유가 데이터 연도와 달라서 분석 결과에 오류가 있을 수 있다. 또한, 유통비용과 인건비 등 유가에 영향을 미칠 수 있는 요인은 데이터의 한계로 포함하지 못하였다. 그리고 지역적으로 서울과 경기 일부 지역이 포함되어 서울과 경기도의 차이로 인해 해석에 한계가 있을 수 있다.

마지막으로 제도 시행의 전후를 전부 고려하지 못해 휘발유 가격의 특성을 설명하였다 하더라도 한시적인 패턴의 설명일 수 있다. 이에 시간적 범위를 확대하여 제도의 전후 영향까지를 설명

\*이는 최종 선택 모형인 공간시차모형 식(3)을 기준으로  $W_{bc-prio}$ 의 평균값을 이용하고, 분석결과 값 (Table 8)과 기술통계 평균을 참조하였으며, BOX-COX Transformation을 통해 풀이하여 나온 값이다 (Taylor, 1986).



할 수 있는 추가적인 연구를 통해 더욱 자세한 가격 결정의 차이를 확인해 볼 수 있을 것으로 기대된다.

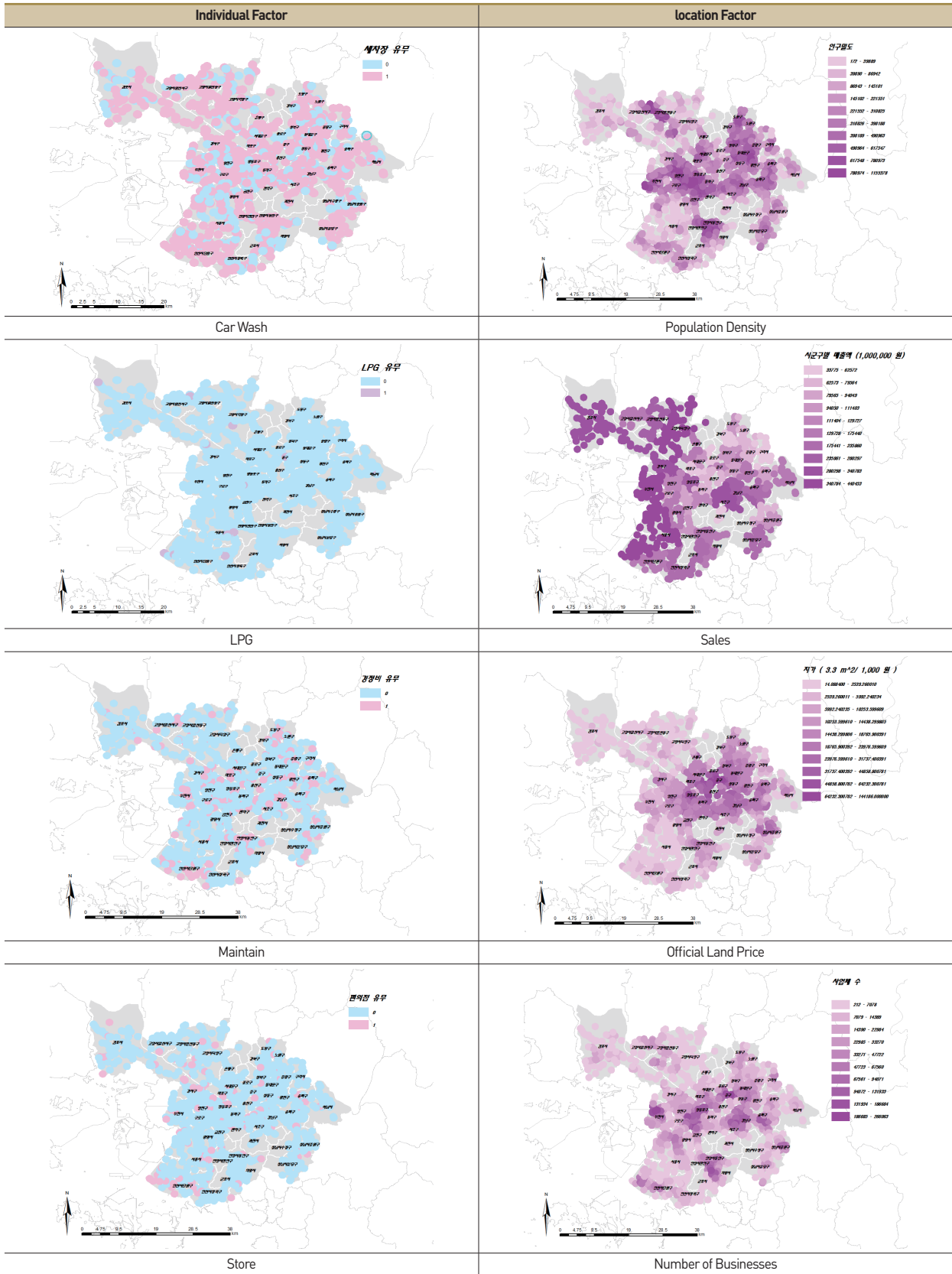
## 감사의 글

이 논문은 2019년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 인문사회 분야 중견연구자지원사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2019S1A5A2A01047678). 또한, 2000년도 중앙대학교 연구년 결과물로 제출됨.

## References

- Ahn, D. Y. (2016). Influence Analysis of gasoline price decision factors, Master's Thesis, Konkuk University.
- Anselin, L. (2003). Spatial Externalities, Spatial Multpliers and Spatial Econometrics, *International Regional Science Review*, 26(2), pp. 153-166.
- Anselin, L., Florax, R., Rey, S. (Eds.) (2004). *Advances in Spatial Econometrics: Methodology, Tools and Applications*, Berlin: Springer-Verlag.
- Bailey, T. C., Gatrell, A. C. (1995). *Interactive Spatial Data Analysis*, Essex, England: Longman Limited.
- Borenstein, S., Shepard, A. (1996). Dynamic Pricing in Retail Gasoline Markets, *The RAND Journal of Economics*, 27(3), pp. 429-451.
- Box, G. E. P., Cox, D. R. (1964). An Analysis of Transformations, *Journal of the Royal Statistical Society Series B*, 26(2), pp. 211-252.
- Chung, Y., Cho, Y., Park, H. (2016). Analysis on the Effects of Information Disclosure of Retail Gasoline Prices, *The Korean Journal of Industrial Organization*, 24(4), pp. 83-108.
- Cho, Y. J., Lee, J. H., Yoon, C. H. (2015). The Pricing Behavior of Korean Gas Stations, *Journal of Korea Safety Management & Science*, 17(3), pp. 331-341.
- Griffith, D. A., Layne, L. J. (1999). *A Casebook for Spatial Statistical Data Analysis: A Compilation of Analyses of Different Thematic Data Sets*, Oxford, England: Oxford University Press.
- Halvorsen, R., Pollakowski, H. O. (1981). Choice of Fundamental Form for Hedonic Price Function, *Journal of Urban Economics*, 10(1), pp. 37-49.
- Hong, W. H. (2017). The Effects of the "Thrifty Station" Policy on the Market Competition in the Korean Retail Gasoline Market, *The Korean Economic Review*, 65(2), pp. 65-98.
- Kang, J. S. (2010). Analysis of Governmental Responses on Gasoline Price Asymmetry in the U.S., *Korea Energy Economics Institute*.
- Kim, D. W., Kim, J. H. (2011). The Impact of the Entry of Self-Service Stations in the Korean Retail Gasoline Market: Evidence from the Difference-in-Differences Methods, *The Korean Economic Review*, 59(2), pp. 77-99.
- Kim, H. G. (2018). Price Competition in Korean Retail Gasoline Market: Focusing on Spatial Effects, *Journal of Distribution Science*, 16(4), pp. 1-6.
- Kim, M. (2004). An application of GIS technique to analyze the sales area and the location of gas stations in Taejeon city, *The journal of geographic information system association of Korea*, 12(2), pp. 211-228.
- KTV. (2011). Public institution vehicle, cheap gas station designation transaction. [https://www.ktv.go.kr/content/view?content\\_id=396549](https://www.ktv.go.kr/content/view?content_id=396549)
- Lee, D. S., Shin, J. S. (2006). A Study on the Pricing in Retail Gasoline Market, *Korean Energy Economic Review*, 5(1), pp. 1-25.
- Lee, J., Wong, D. W. S. (2001). *Statistical Analysis with ArcView GIS*, New York, NY: John Wiley & Sons, Inc.
- Public Procurement Service Blog. (2018). Expensive gas station OUT! New fuel joint purchase system. <https://m.blog.naver.com/PostView.naver?isHttpsRedirect=true&blogId=ppspr&logNo=221347026675>
- Shon, Y. H., Na, I. K. (2002). The Determination of Gasoline Pricing and the Policy Effect of Deregulation, *Environmental and Resource Economics Review*, 11(3), pp. 493-513.
- Taylor, J. M. G. (1986). The Retransformed Mean After a Fitted Power Transformation, *Journal of the American Statistical Association*, 81(393), pp. 114-118.
- Yim, S. S. (2012). A Study on the Negative Impact of Oil Tax Cut, *The conference of the Korean Association for Policy Studies*, 20, pp. 237-256.
- Yoon, H. H., Lee, E. Y. (2008). The Analysis of Gasoline Price Determination in Seoul, *The Korean Journal of Industrial Organization*, 16(2), pp. 75-94.

# Appendix



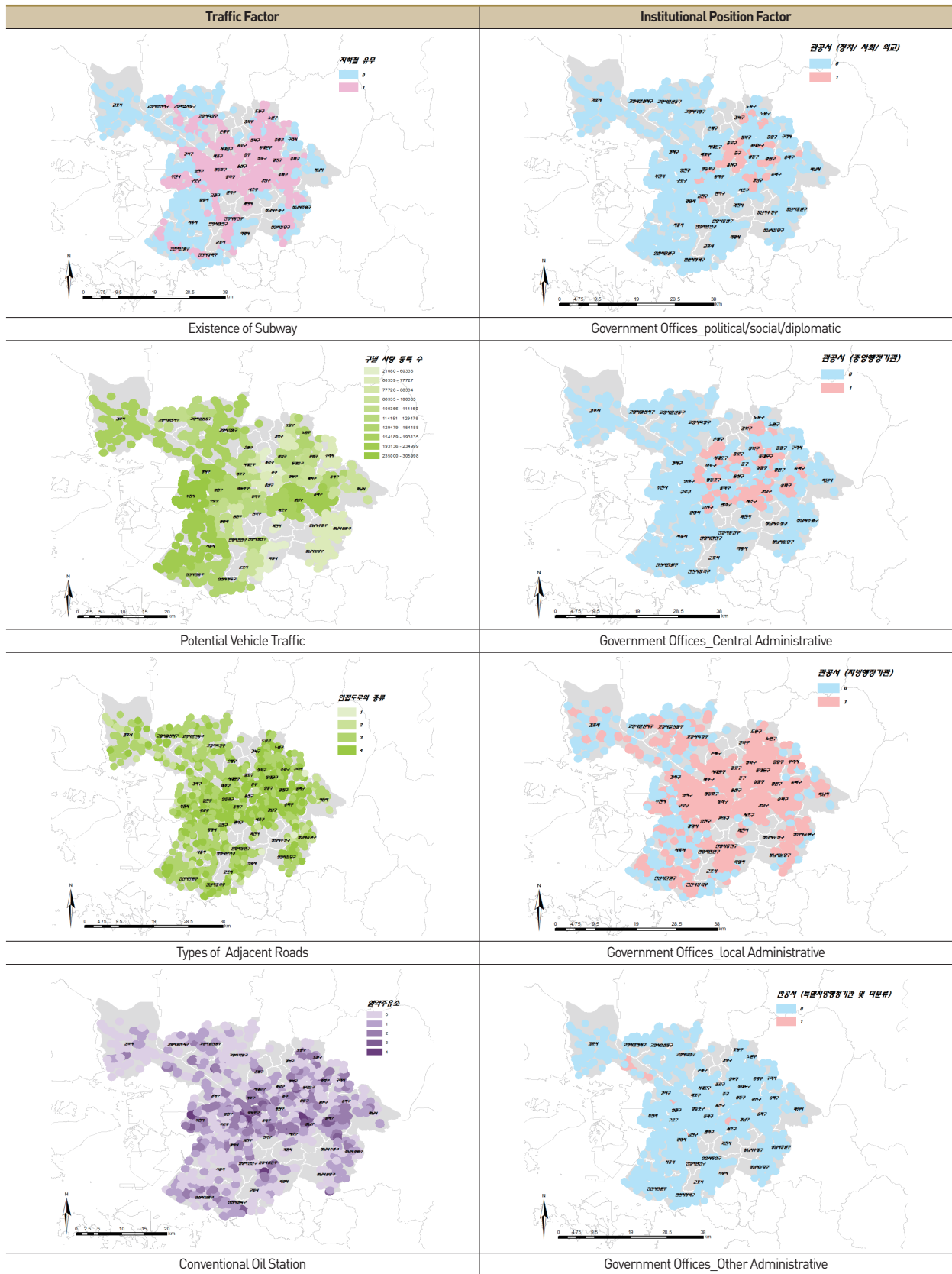


Figure 3. Spatial characteristics by factor