

# 무조건부 분위회귀를 이용한 아파트 가격결정요인 분석 - 양재천 인근 아파트를 중심으로 -

Analysis of Apartment Price Determinants using Unconditional Quantile Regression  
- Focused on Apartments near Yangjae Stream -

한 제 선 (Han, Je-Sun)\*

이 창 무 (Lee, Chang-Moo)\*\*

## < Abstract >

In estimating the effect of housing characteristics on housing prices, the ordinary least squares method has a limitation in that the result shows only a part of the influence on the conditional mean price, so the conditional quantile regression has been used as an alternative to measure the effect by price levels.

However, the conditional quantile regression has a problem in which different price groups are connected to each other. It is recognized that such a problem arises remarkably when the heteroskedasticity occurs or when the shape between conditional distribution and the unconditional distribution are different.

In order to get more reasonable effects by price levels, we apply the unconditional quantile regression based on the recentered influence function for apartments near Yangjae Stream in Seoul. The result shows that the price effect is more sensitive to surrounding amenity factors like Yangjae Stream View, as it goes to expensive houses. This result is more consistent with common sense than the result of other methods of analysis. It is also confirmed that the utility of traffic types like the accessibility to subway stations may vary depending on the level of housing prices.

주 제 어 : 무조건부 분위회귀, 헤도닉 모형, 양재천 조망, 이분산성

Keyword : Unconditional Quantile Regression, Hedonic Model, Yangjae Stream View, Heteroskedasticity

## I. 서론

주택가격을 하위 특성들의 효용이 합쳐진 결과로 보고 특성들이 가격에 기여하는 한계효과를 측정하는 기법을 헤도닉 추정법이라고 한다. 헤도닉에 일반적으로 이용되는 최적화 방식인 최소자승법(Ordinary Least Square)은 주택특성을 조건부로 하는 평균가격들을 도출하고 이

들을 이을 수 있는 하나의 추정선 또는 기울기(한계효과)만을 제공하게 된다. 여기서 주택가격 수준별로 대상 가구가 생각하는 하위 특성들의 중요도가 다르다면 동일한 추정식이라도 한계효과는 차별화되어 나타날 수 있을 것이다. 아주 단순하게는 가격 그룹을 나누고 그룹마다 일반적인 회귀모형을 적용하는 방법을 떠올릴 수 있을 것이다. 그러나 이러한 접근은 특정 가격 그룹 내 관측치 수를 충분히 확보하기 어려울 뿐만 아니라 인위적인 표본선택으로

\* 본 학회 정회원, 한양대학교 도시공학과 박사과정, h5762@hanyang.ac.kr, 주저자

\*\* 본 학회 정회원, 한양대학교 도시공학과 교수, changmoo@hanyang.ac.kr, 교신저자

인해 추정상 편의를 발생시킬 수 있다. 이에 가격 수준별 한계효과를 측정하는 목적으로 ‘조건부 분위회귀(Conditional Quantile Regression)’가 그 대안으로써 활용되고 있다.

‘조건부 분위회귀’란 예를 들어 방 1개 갖는 주택 중에서 고가에 해당되는 주택가격, 그리고 방 4개 갖는 주택 중에서 고가에 해당되는 주택가격을 서로 이어서 고가 주택에서의 방 개수에 따른 한계효과를 측정하는 방식이다. 그런데 문제는 조건부 분위회귀에서 의미하는 분위는 전체 주택에서 판단한 가격 분위가 아니라는 점이다. 방 1개를 갖는 주택 중에서 고가주택은 실제로는 전체 주택 중에서 저가주택일 가능성이 크다. 따라서 주택특성별 가격 분위가 아닌 전체 주택에서의 가격 분위(무조건부 분위)에서 한계효과를 측정해야 할 필요성이 있었으며, 여기에는 몇 가지 추정원리나 최적화 기법들이 존재하나 이를 통상적으로 무조건부 분위회귀(Unconditional Quantile Regression)라고 부른다.

이에 본 연구는 기존 조건부 분위회귀의 문제점을 검토하였으며, 대안적인 기법으로서 무조건부 분위회귀의 개념을 소개하고 실제 추정을 통해 가격분위별 해석을 시도하였다. 구체적으로는 강남구 양재천 인근 아파트의 가격분위별 한계효과를 기법별로 비교하였다. 특히 주택가격의 수준에 따른 한계영향력의 차이가 예상되는 어메니티인 양재천 조망 및 접근성의 영향력에 초점을 맞추어 무조건부 분위회귀로서 검토하였다.

## II. 선행연구 검토

선행연구 검토는 가격결정요인 분석에 있어 특성변수나 이용자료가 보완되어 온 과정, 그리고 새로운 추정 기법들이 등장하게 된 배경을 중점적으로 살펴보았다.

먼저 국내에서 헤도닉 주택가격 결정모형을 시도한 논문으로 허세림·곽승준(1994)이 있다. 국내에서 아파트의 물리적 특성과 일부 입지특성으로서 주택가격을 해석한 초창기 논문이라는 점에서 그 의의가 있다. 다만 해당 연구는 교통시설 접근성이나 조망변수 등 환경적인 변수를 다양하게 고려하지는 못하였다는 한계를 갖는다. 이후 국내의 연구들에서는 공원까지의 거리, 조망 등 다양한 입지·환경변수들을 고려하게 된다. 대표적으로 오규식·이왕기(1997)는 조망가치가 주택가격에서 실제로 지불되고 있음을 증명하였으며, 추가적으로 조망가치를 구성하는 상세 요인들도 파악하였

다. 오동훈·이찬범(2003)은 한강조망의 가치를 실증하는 동시에 조망 분석시에는 층에 대한 영향도 같이 고려해야 한다는 점을 강조하였다. 소음을 중심으로 한 주택가격 분석도 존재하며, 오규식 외(2005)는 철도 소음에 의한 아파트 가격 하락을 실증하고 이를 금액 단위로 측정하였다. 또한 주택 어메니티 영향력 변화를 시계열적으로 추적한 연구도 있다. 김태호·이창무(2005)는 환경적으로 양호한 녹지공간에서는 주택가격에 미치는 양의 영향력이 매년 증가하고 있음을 보고하였다.

특성변수뿐만 아니라 가격자료의 정교함에 있어서도 큰 진전이 있었다. 2006년부터는 실거래가 자료가 축적되면서 아파트 개별 호 단위의 정밀한 분석이 시도되었다. 황형기 외(2008)는 실거래 가격을 기반으로 한강 조망이 가능한 아파트들의 전면, 후면 조망 정도에 따른 영향력을 측정하였다. 이어서 이창무 외(2009)는 시세 대비 실거래가를 종속변수로 이용함으로써 아파트 단지 단위의 공통된 정보를 제외한 개별 호별 특성을 다양한 조망 특성변수들로 해석하였다. 이는 가격 종류별로 담겨져있는 정보의 범위가 차별화될 수 있다는 직관에 기초한 재치있는 접근이었다.

주택가격 결정모형의 자료와 변수 측면에서 많은 보완이 이루어졌던 것과는 달리 추정기법에 있어서는 최소자승법(OLS)이 계속적으로 활용되어 왔다. 이는 가격 수준별 특성변수의 영향력 차이를 고려할 필요가 없었던 대부분의 연구에서는 최소자승법만으로도 충분히 연구목적을 달성할 수 있었기 때문이었다. 가격 수준별 한계 영향력 분석에 이용되는 분위회귀란 일반적으로 Koenker & Bassett(1978)이 제시한 조건부 분위회귀를 지칭한다. 앞서 방 개수를 예로 들어 간단히 설명하였듯이, 방 1개 갖는 주택 중에서 고가주택, 그리고 방 4개 갖는 주택 중에서 고가주택을 서로 이어서 고가주택에서의 방 개수에 따른 한계효과를 측정하는 원리라고 할 수 있다.

주택가격 수준별 영향력 차이에 주목하고 분위회귀를 활용한 국내 연구는 다음과 같다. 먼저 양승철(2014)은 서울시 단독주택의 가격결정 요인을 분위회귀를 이용하여 추정하였으며 강북지역과 강남지역에서 영향요인이 다르게 작용함을 밝히고 있다. 이동현 외(2015)는 서울의 도시형 생활주택의 임대료에 미치는 영향을 OLS와 분위회귀를 통해 분석하였으며, 저렴한 임대료를 위한 주택 공급측면의 정책을 이끌어내고 있다. 한편 배성완·유정석(2017)은 과세 목적의 개별주택 평

가액이 실거래가격에 대비하여 가격수준별로 너무 높거나 낮아서 과세 공정성이 떨어지고 있음을 분위회귀로 실증하였다.

또한 조건부 분위회귀는 기법상의 고유한 특징과 장점 덕분에 가격수준별 영향력 차이 이외의 다양한 목적으로 활용되기도 한다. 먼저 이창무 외(2013)에서는 서울시 아파트 실거래가 반복매매지수를 산정함에 있어 OLS 방식이 아닌 분위회귀 방식을 적용하였다. 해당연구는 중위수에 기초한 분위회귀가 이상치에 강건하여 자료가 희박한 상황에서도 안정적인 추정결과를 도출한다는 장점을 활용하였다. 또한 김미경·이창무(2015)는 주택연면적을 종속변수로 한 분위회귀를 통하여 주택규모별 수요예측을 시도한 바 있다. 분위회귀가 모분포를 분위별로 세세하게 복원 가능하다는 장점을 활용한 분석이다.

한편 외국에서는 일찍이 2000년대 중반부터 조건부 분위회귀를 주택가격 관련 분석에 적용한 연구들이 다수 존재한다. 대표적인 연구들을 소개하면, McMillen & Thorsnes(2005)는 단독주택 반복매매지수 산출에 있어 이상치에 강건한 분위회귀의 장점을 활용하여 개보수·대수선이 미치는 편의 문제를 보완하였다. 이어서 McMillen(2008)은 1995년과 2005년의 시카고 주택가격을 분위회귀로 추정하고 가격수준별로 가격결정요인 영향력에 구조적인 변화가 생겼는지를 추적하였다. 또한 2010년 이후 들어서는 분위회귀에 공간자기상관을 접목시키는 등 다양한 기법적인 시도들이 이루어지고 있다. Liao & Wang(2010)은 중국 창사시의 주택가격 분석에 공간자기상관을 접목한 분위회귀를 적용하여 높은 가격분위와 낮은 가격분위에서 공간자기상관이 상대적으로 크게 나타남을 보고하고 있다.

이와 같이 Koenker & Bassett(1978)의 조건부 분위회귀가 국·내외 주택가격 관련 연구에서 다양하게 활용되고 있는 반면에 무조건부 분위회귀, 그리고 Firpo et al.(2009)의 RIF(Recentered Influence Function) 방식이 적용된 실증연구는 세계적으로 드물다. 이는 2010년 이후 최근까지도 기법 측면에서 다양한 시도가 이루어지고 있기 때문으로 판단된다.

무조건부 분위회귀를 이용한 실증연구들은 대부분 기존의 조건부 분위회귀가 갖고 있는 문제점, 그리고 무조건부 분위회귀를 이용해야 하는 당위성을 언급하면서 논문이 시작된다. 그 요지는 기존 조건부 분위회

귀에서 의미하는 특정 분위가 실제로는 전체 자료상에서의 분위가 아니라는 점, 즉 고가주택에서의 영향력을 보고자 하는데 저가주택도 같이 포함되어 분석되는 한계가 있다는 것이다. 그리고 이러한 문제는 추정된 회귀모형에서 이분산성이 심한 경우에 더 부각된다. 관련하여 Borah(2013)는 환자들이 처방전을 얼마나 잘 따르는지를 분석하면서 가상의 데이터로서 조건부 분위회귀와 무조건부 분위회귀 결과가 크게 차이나는 상황들을 검토한 바 있다. 또한 OECD(2012)는 전 세계 주요국의 소득불평등 구조를 파악하기 위해 임금결정 모형을 분위회귀로 추정하였는데, 기존 조건부 분위회귀의 개념원리로는 연구 목적을 달성하는데 무리가 있다고 판단하여 무조건부 분위회귀를 적용하고 있다.

한편 무조건부 분위가 적용된 연구 중에서도 주택가격 관련 논문은 굉장히 소수이다. 2010년 이후 최근에는 벨기에의 중금속 오염으로 인한 토지가치 하락에 무조건부 분위회귀를 적용한 몇 편의 Working Paper가 있는 실정이다. 아쉽게도 국내에서는 무조건부 분위회귀를 주택가격에 적용한 실증연구는 아직 없는 실정이며, 도시지역의 임금불평등 변화를 무조건부 분위회귀로서 추적한 연구(김계숙·민인식, 2013), 수도권과 비수도권 간의 임금격차를 무조건부 분위회귀를 통해 비교분석한 연구(김민영·임업, 2017)가 존재한다.

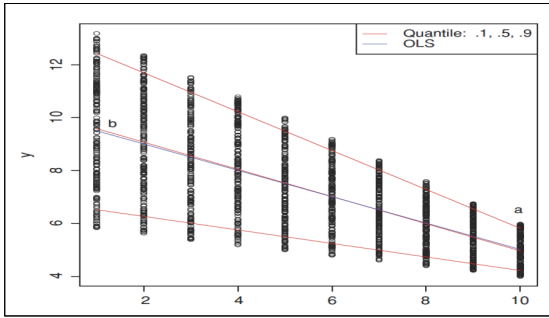
따라서 본 연구는 국내에서 무조건부 분위회귀를 주택가격 결정모형에 처음 시도한다는 측면에서도 그 의의를 찾을 수 있다.

### III. 무조건부 분위회귀 이론고찰

#### 1. 무조건부 분위의 필요성 및 개념

무조건부 분위회귀가 필요하게 된 배경과 개념을 이해하려면 그 이전에 기존의 조건부 분위회귀(Koenker & Bassett, 1978)의 원리와 한계점을 살펴보아야 한다. 조건부 분위회귀는 아래의 예시 그림에서와 같이 조건부 분위기를 대표할 수 있는 추정선, 그리고 조건부 한계효과를 얻어내는 것을 목표로 한다.

<그림 1> 조건부 분위회귀 추정선 예시



출처 : McMillen(2013)

그리고 그 추정 원리로는 추정선 상위·하위 잔차(절대값)에 비대칭적인 가중치를 부여하여 그 합을 최소화하게 된다. 예를 들어 조건부 90% 분위에 해당되는 조건부 한계효과  $\hat{\beta}(\tau=0.9)$ 를 얻기 위해서는 추정선 상위의 잔차에 상대적으로 큰 가중치를 부여하여 하위보다는 상위에서의 잔차를 줄이는 것이 유리하도록 설정하게 된다.

$$\hat{\beta}(\tau) = \underset{\beta}{\operatorname{argmin}} \left[ (\tau - 1) \sum_{y_i < x_i' \beta} (y_i - x_i' \beta) + (\tau) \sum_{y_i \geq x_i' \beta} (y_i - x_i' \beta) \right]$$

$$\hat{\beta}(\tau=0.9) = \underset{\beta}{\operatorname{argmin}} \left[ -(0.1) \sum_{y_i < x_i' \beta} (y_i - x_i' \beta) + (0.9) \sum_{y_i \geq x_i' \beta} (y_i - x_i' \beta) \right]$$

식(1)

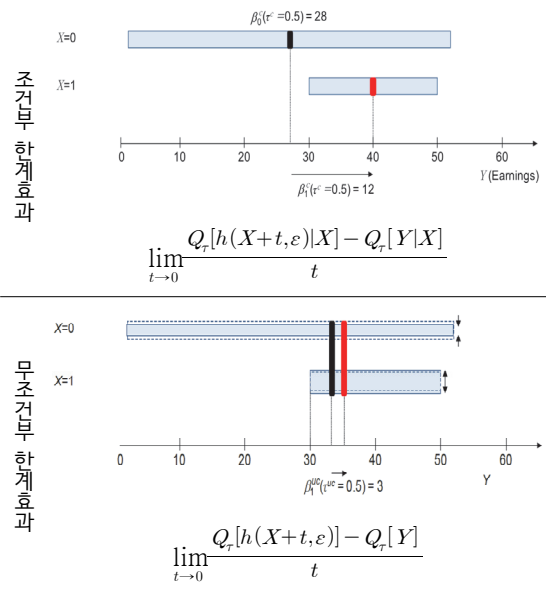
출처 : 김미경·이창무(2015)

이러한 조건부 분위회귀는 추정원리가 직관적이고 기존 방법론과도 연속선 상에 있어서 손쉽게 활용될 수 있었으나 조건부 분위의 개념에 있어서는 중요한 한계점을 가지고 있었다. 문제의 핵심은 조건부 분위가 전체 자료에서의 분위에 해당되지 않는다는 점이며 이러한 문제의식에서 새롭게 ‘무조건부’ 분위회귀의 필요성이 부각되었다.

무조건부 분위회귀에서 ‘무조건부’가 의미하는 바는 “무엇을 측정하고자 하는가?”에 대한 답변으로써 명확해진다. 이를 개념적인 그림으로 살펴보면 아래와 같다. 조건부 분위회귀(CQR)가 종속변수 분포가 고정되어 있는 상태에서 조건부 분위 값들의 연결선을 추정하는 반면 무조건부 분위회귀(UQR)은 종속변수 분포 자체(그림 막대두께)가 변하고, 변화된 분포에서 모분

포 특정 분위(예:  $\tau^{UC} = 50\%$ )에 해당하는 값(붉은색 선)을 다시 찾는다라는 점에서 차이를 갖는다. 즉, 무조건 분위회귀(UQR)는 한계 분포(Marginal Distribution) 변화에 대한 연구이다. 또한 무조건부 분위회귀에서 측정하고자 하는 한계효과를 수식으로 표현하면,  $Q_\tau[Y|X]$ 와 같은 조건부 분위가 아닌  $Q_\tau[Y]$ 와 같이 전체 자료에서의 분위(무조건부 분위)로써 한계효과를 측정한다는 점을 다시 확인 가능하다.

<그림 2> 무조건부 한계효과 개념

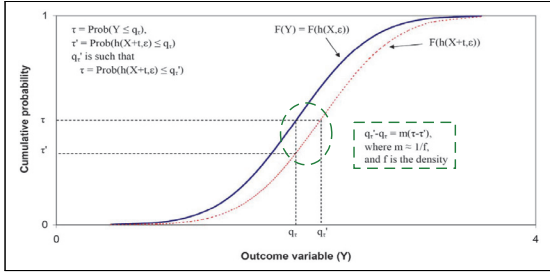


출처 : OECD(2012)

## 2. RIF 방식의 무조건부 분위회귀

무조건부 분위회귀에서는 한계효과를 측정함에 있어 종속변수 분포 자체를 이동시키는 접근을 취한다. 아래 그림에서 무조건부 한계효과(Unconditional Quantile Partial Effect)는 처음에 목표로 한 분위( $\tau$ )에 대해, 새로운 누적분포(빨간 점선)에서의 분위값과 기존의 누적분포(파란 실선)에서 분위값의 차이( $q'_\tau - q_\tau$ )를 의미한다. 그런데 ( $q'_\tau - q_\tau$ )와  $(\tau - \tau')$ 는 근사적으로 직각 삼각형의 두 변과 같고, 두 변 사이에 tangent 관계에는 누적분포의 순간기울기, 즉 확률밀도함수를 이용가능하다.

<그림 3> 무조건부 한계효과 측정



출처 : Firpo & Fortin(2006)

그림을 그대로 식으로 바꾸어 표현하면 아래와 같고, 무조건부 한계효과는  $q_\tau$  및  $\frac{1}{f_Y(q_\tau)}$ , 그리고  $E(\frac{dPr[Y > q_\tau | X = x]}{dx})$ 의 다른 형태(리만-스틸체스 적분)  $\int \frac{dPr[Y > q_\tau | X = x]}{dx} \cdot dF_X(x)$ 을 재료로 하여 얻어낼 수 있다. 여기서 마지막 재료인  $E(\frac{dPr[Y > q_\tau | X = x]}{dx})$ 는 Logit 모형 등 선택모형에서의 추정계수인데, 근사적인 방법으로서 확률 그 자체를 선형회귀(OLS)로 추정하기도 한다.

$$\begin{aligned}
 UQPE(\tau) &= q'_\tau - q_\tau \\
 &\approx (1/f) \cdot (\tau - \tau') \\
 &= \frac{1}{f_Y(q_\tau)} \int \frac{dPr[Y > q_\tau | X = x]}{dx} \cdot dF_X(x) \\
 &= c_{1,\tau} \cdot \int \frac{dPr[Y > q_\tau | X = x]}{dx} \cdot dF_X(x) \\
 &= c_{1,\tau} \cdot E\left(\frac{dPr[Y > q_\tau | X = x]}{dx}\right)
 \end{aligned}$$

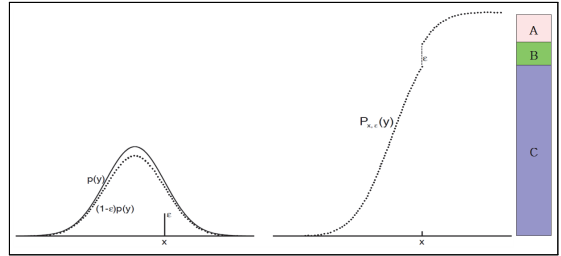
식(2)

Firpo et al.(2009)는 변화된 종속변수 분포상에 새롭게 위치하는 분위 값을 포착하고 무조건부 한계효과를 파악함에 있어 영향력함수(Influence Function)를 이용하는 방식을 제안했다. 영향력함수(Influence Function)는 개별 관측치 특성 및 가격이 미세하게 변했을 때 이로 인한 종속변수 분포의 전체적인 이동이 (특정 분위에서) 초래하는 효과를 표현한다.

<그림 4>에서와 같이 개별 관측치 특성, 그리고 개별

관측치 가격의 미세한 충격( $\epsilon$ )에 의해 새롭게 이동한 가격 종속변수 누적분포를 상상해 볼 수 있으며 누적분위 하위구간별(A,B,C)로 불연속성을 설정할 수 있다. 목표 분위( $\tau$ )에 해당되는 새로운 종속변수 값을 역함수로써 표현하고, 이를 개별 관측치 가격의 충격( $\epsilon$ )으로 미분하면 (식 3)과 같이 종속변수 순간변화율이 도출된다.

<그림 4> 충격( $\epsilon$ )에 의한 종속변수 분포변화



For fixed  $x < y_\tau$  we have

$$\frac{\partial}{\partial \epsilon} P^{-1}\left(\frac{\tau - \epsilon}{1 - \epsilon}\right) = \frac{1}{p\left(P^{-1}\left(\frac{\tau - \epsilon}{1 - \epsilon}\right)\right)} \cdot \frac{(\tau - 1)(1 - \epsilon)}{(1 - \epsilon)^2}$$

$$\phi_{[J]_\tau, P(x)} = \begin{cases} \frac{\tau - 1}{p(y_\tau)}, & \text{for } x < y_\tau \\ 0, & \text{for } x = y_\tau \\ \frac{\tau}{p(y_\tau)}, & \text{for } x > y_\tau \end{cases}$$

식(3)

Firpo et al.(2009)는 부수적으로 영향력함수에 분위 값을 더하여 재중심<sup>1)</sup> 영향력함수(Recentered Influence Function)를 산출하여 이용하였다. 이를 부등호 조건 만족시에 '1', 그 이외에 '0'을 의미하는  $1\{y > q_\tau\}$  항을 중심으로 정리하면 처음 (식 2)에서 보았던 무조건부 한계효과(UQPE)로 유도할 준비가 된다.

$$\begin{aligned}
 RIF(y; q_\tau) &= q_\tau + IF(y; q_\tau) = q_\tau + \frac{\tau - 1\{y \leq q_\tau\}}{f_Y(q_\tau)} \\
 &= \frac{1}{f_Y(q_\tau)} \times 1\{y > q_\tau\} + \left(q_\tau - \frac{1 - \tau}{f_Y(q_\tau)}\right) \\
 &= c_{1,\tau} \times 1\{y > q_\tau\} + c_{2,\tau}
 \end{aligned}$$

식(4)

1) 재중심은 한계효과 추정에 있어서는 필요없는 절차이다. 다만 효과를 분리(Oaxaca decomposition)하여 살펴볼 때 그 실익이 있다.

마지막으로 RIF에 조건부평균을 적용하는 (식 5), 이를 미분한 한계효과들을 전체적으로 평균내는 OLS원리 (식 6)를 나란히 살펴보면 다음과 같다. 이는 결과적으로 처음 (식 2)에서의 무조건부 한계효과와 같아진다. 이처럼 무조건부 분위회귀에서 OLS를 부분적으로 이용하는 추정방식을 RIF-OLS라고 하며, 본 논문의 무조건부 한계효과 측정에 이용하였다.

$$\begin{aligned}
 & E[RIF(Y; q_\tau) | X = x] \\
 &= c_{1,\tau} \times E[1\{Y > q_\tau\} | X = x] + c_{2,\tau} \quad \text{식(5)} \\
 &= c_{1,\tau} \times \Pr[Y > q_\tau | X = x] + c_{2,\tau}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & E\left(\frac{dE[RIF(Y; q_\tau) | X = x]}{dx}\right) \\
 &= c_{1,\tau} \times E\left(\frac{dE[1\{Y > q_\tau\} | X = x]}{dx}\right) \quad \text{식(6)} \\
 &= c_{1,\tau} \times E\left(\frac{d\Pr[Y > q_\tau | X = x]}{dx}\right) \\
 &= UQPE(\tau)
 \end{aligned}$$

## IV. 실증 분석

### 1. 분석자료 및 더미기준

분석 대상은 2006년~2008년<sup>2)</sup> 매매된 강남구 아파트 중에서 양재천 인근 지역으로 한정하였다. 단지규모는 100세대 이상, m<sup>2</sup>당 거래가격은 300만원~3,000만원만을 남겨서 가격 이상치를 제거하였고, 주상복합아파트는 가격결정 기제가 다를 수 있기에 분석자료에서 제외하였다. 이에 사용된 관측치는 총 3,766개로 나타났다.

종속변수인 매매가격은 국토교통부 실거래가(RTMS) 자료이며 모형 추정시에는 단위면적당 가격이 아닌 ‘호별 가격’을 자연로그 변환하여 이용하였다. 단위면적당 가격을 종속변수로 사용하지 않은 이유는 상식적으로 저가주택임에도 불구하고 작은 면적으로 인해 고

가주택으로 잘못 분류되는 문제가 발생하기 때문이다. 또한 호별 가격이라도 양재천 북쪽(대치동, 도곡동)과 양재천 남쪽(개포동, 역삼동, 일원동)의 평균적인 가격 수준에 다소 차이가 있어 모형 추정시에 국지적인 지역 통제를 거쳤다.

독립변수인 양재천 조망 등 호별 특성, 그리고 편의 시설 거리 등 입지 특성은 부동산114 보고서(2009)에서 조사된 자료이며, 세대당 주차대수 등 아파트 단지 특성은 건축물대장과 부동산114 REPS를 이용하였다.

호별 특성 중 양재천 조망의 경우, 부동산114 보고서(2009)와 이창무 외(2009)에서의 사진 활용 조망비를 조사방식<sup>3)</sup>을 참고하되, 조망기준은 새롭게 설정하여 이용하였다. 구체적으로는 전면 하천조망 비율이 ‘0’을 초과하거나 후면 하천조망 비율이 ‘0’을 초과하는 경우 즉, 조금이라도 하천이 보이게 되면 하천조망 가능으로 코딩하였다. 본 연구에서는 시세대비 실거래가가 아닌 실거래가 자체를 종속변수로 하면서 아파트 단지에 대한 통제는 단지특성 독립변수들에 의해 따로 이루어지므로 양재천 조망의 경우에도 단지별로 차별화된 기준이 아닌 일괄 기준(조망비율이 ‘0’ 초과)을 적용하였다. 결과적으로 양재천이 조망 가능한 관측치는 분석대상 중에서 17.2%로 나타났다. 이어서 ‘향’의 경우에는 아파트 전면 창의 방위각이 135~225도에 해당할 경우 ‘남향’으로 판단하였다.

<그림 5> 분석대상 및 조망가능 아파트



주 : 녹색 점은 양재천 조망가능 아파트를 내려다본 결과임 (17.2%)

2) 기존 연구에서 조망특성을 상세하게 분석한 자료(‘06~08년)를 재활용하여 비교분석하고자 하였다.

3) 이창무 외(2009)는 시세 대비 실거래가를 분석하면서 아파트 단지 내 평균치를 넘어서는 조망비율을 부분조망으로서 정의한 바 있다.



입지 특성인 주요 편의시설과의 거리는 모형 추정시에 더미로 변환하여 이용하였으며 더미변환을 한 이유에는 가격의 조건부 분포 형태를 명확하게 판단하기 위한 목적도 있다. 추정에 이용된 거리변수는 기본적으로 선행연구의 보행권에 기초하여 400m이내(4)를 '1'로 더미코딩 하였다. 다만, 도로와의 거리는 강남구에서는 교통 편의성이 아닌 소음을 측정하기 위한 목적으로 도입하여 50m이내를 '1'로 더미코딩 하였다. 또한 근린공원은 아파트와의 평균적인 거리가 다른 변

수들에 비해 상대적으로 짧아 100m이내를 '1'로 더미코딩 하였다.

단지특성에 있어서 건물연령은 '(거래연도-사용승인연도)'로 계산하였으며 추정시 건물연령의 제곱항도 같이 포함하여 가격 하락세의 전환이 일어나는 시점도 파악하였다. 다만 분석기간 중에는 가격이 크게 오르는 재건축 초기 단계의 아파트 단지가 없었기 때문에 재건축 관련 변수는 고려하지 않았다.

2. 조건부 분위회귀 문제

1) 상이한 가격 그룹이 연결되는 문제

조건부 분위회귀는 조건부 종속변수들을 연결하여 그 기울기를 한계효과로 삼기 때문에 서로 상이한 가격 그룹이 연결되더라도 전체자료 분위에서의 효과로 잘못 해석될 위험이 있다.

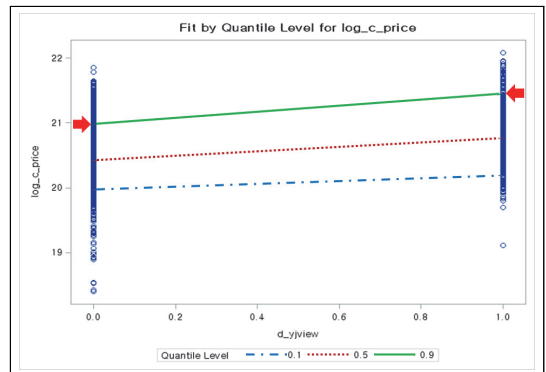
먼저 전체자료에서 분위가격(로그변환)은 90%에서 21.1153로 나타나고 있음을 염두해두자. 아래 그림은 조건부 분위회귀의 문제점을 보여주기 위해 다른 통제 변수를 추가하지 않고 양재천조망 단일변수로만 호별 가격을 추정한 결과이다. 가장 위쪽에 보이는 녹색 실선이 90% 조건부 가격분위에서의 추정선이며 조망 가능시 한계효과는 45.55%로 가파르게 나타난다. 이러한 조건부 분위회귀 한계효과는 조망불가 주택 중에서 90% 분위가격(20.9856)과 조망가능 주택 중에서 90% 분위가격(21.4411)이 서로 연결되어 산출된 결과인데, 조망불가 주택 중에서 90% 분위가격(20.9856)은 전체자료 기준의 90% 분위인 21.1153에 못미치며

<표 1> 기초 통계 (관측치 수 3,766개)

| 분류    | 변수         | 평균      | 표준 편차  | 최소    | 최대      | 변수 변환                       | 더미 기준 |
|-------|------------|---------|--------|-------|---------|-----------------------------|-------|
| 종속 변수 | 가격 (억원)    | 8.97    | 4.47   | 0.98  | 39.00   | Log 적용                      | -     |
|       | 전용면적 (㎡)   | 76.00   | 32.26  | 17.94 | 242.82  | -                           | -     |
| 호별 특성 | 호 배치       | 0.65    | 0.48   | 0.00  | 1.00    | 계단식=1<br>복도식=0              |       |
|       | 층          | 6.99    | 5.19   | 1.00  | 28.00   | 1~2층=0<br>/ 3~9층<br>/ 10층이상 |       |
|       | 남향         | 0.76    | 0.42   | 0.00  | 1.00    | 전면 창<br>135~225도<br>= 1     |       |
|       | 양재천 조망     | 0.17    | 0.38   | 0.00  | 1.00    | 조망가능=1                      |       |
|       | 양재천 거리(m)  | 761.74  | 402.93 | 70.98 | 1842.17 | 더미 적용<br>400m미만=1           |       |
| 입지 특성 | 근린공원 거리(m) | 247.12  | 176.84 | 0.00  | 829.99  | 100m미만=1                    |       |
|       | 지하철 거리(m)  | 616.58  | 369.77 | 30.77 | 1595.97 | 400m미만=1                    |       |
|       | 도로 거리(m)   | 113.25  | 63.85  | 11.80 | 327.66  | 50m미만=1                     |       |
|       | 초등학교 거리(m) | 337.27  | 155.71 | 42.22 | 792.21  | 400m미만=1                    |       |
|       | 중합병원 거리(m) | 939.31  | 445.33 | 82.79 | 2122.78 | 400m미만=1                    |       |
|       | 대단지        | 0.51    | 0.50   | 0.00  | 1.00    | 1000세대 이상=1                 |       |
|       | 호당 주차대수    | 1.07    | 0.42   | 0.00  | 2.71    | -                           | -     |
| 단지 특성 | 건물연령       | 16.62   | 9.15   | 0.00  | 28.00   | 제공 추가                       | -     |
|       | 지역 통제      | 양재천 남/북 | 0.42   | 0.49  | 0.00    | 1.00                        | 더미 적용 |

주 : 주요 시설과의 거리 등 입지 특성도 실거래가격과 동일한 기간('06~'08년)에 조사되었음.

<그림 6> 양재천조망 조건부 분위회귀 결과

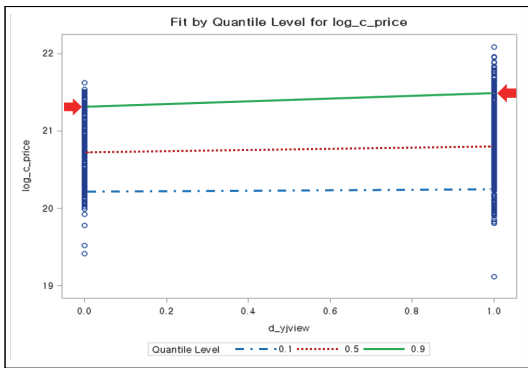


4) 이창무 외(2014)는 지하철역의 영향력 수준이 변하는 결정적인 거리를 약 450m(직선거리, 지하철역입구 기준시)로 보고하고 있다.

85% 분위 정도에 해당되는 가격이다. 다시 말해서 전체 자료를 기준한 무조건부 분위에서의 가격을 대표하지 못하고 있으며, 이는 결과적인 형태만으로 보면 추정 잔차의 이분산성 문제와 맞닿아있다.

이번에는 통제변수들이 모형에 점차 추가되는 상황을 상정하되, 대신에 양재천 거리가 400m 이내(또는 400m 밖)인 자료만으로 양재천조망 단일변수의 효과를 추정해 보았다. 유사한 주택만으로 한정되기 때문에 90% 가격분위 한계효과는 16.12%까지 완만해지는 것으로 나타난다. 그러나 다른 특성들이 유사한 주택들로 통제가 이루어졌다고 하여도 여전히 조망불가 주택 중에서 90% 분위가격과 조망가능 주택 중에서 90% 분위가격이 전체자료를 기준한 90% 분위가격을 대표한다고 확신할 수 없다. 이와 같은 문제는 조건부 분위회귀의 개념원리에서 파생되는 것이기 때문에 변수의 통제가 근본적인 해결책이 되지는 못한다.

<그림 7> 양재천조망 조건부 분위회귀 결과 (양재천 거리 400m이내 자료만)



2) 무조건부 분위회귀와 차이나는 상황

앞서 조건부 분위회귀가 갖는 개념원리상 한계를 살펴봐왔는데, 분위회귀 기법별 추정결과를 해석할 때 실제적으로 부딪치는 애로사항은 기법별(조건부 vs. 무조건부)로 분위별 한계효과의 추세가 달라서 일관성 있는 해석이 어려울 때이다. 물론 무조건부 분위회귀로 해석함이 개념적으로 합리적이었으나 어떠한 상황에서 차이가 발생하는지를 아는 것은 분위회귀를 조심스럽게 해석할 수 있도록 하는 단서를 제공해줄 것이

다. 아쉽게도 본 연구의 ‘호별가격’ 분석사례에서는 조건부 분위회귀와 무조건부 분위회귀의 결과가 유사한 상황, 그리고 차이나는 상황이 준실험적으로 마련되지 못하였다. 이에 선행연구들에서 검토되었던 상황을 제시하고자 한다.

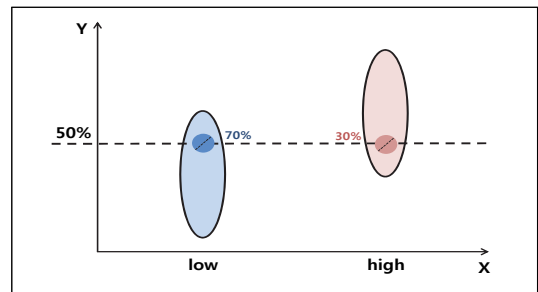
무조건부 한계효과가 조건부 한계효과와 차이나는 상황은 먼저 둘 간의 관계식을 통해 그 실마리를 찾을 수 있다. Firpo(2007)은 무조건부 한계효과가 조건부 한계효과들의 일종의 가중평균 개념<sup>5)</sup>으로서 전개될 수 있음을 증명하였다.

$$UQPE(\tau) = E[\omega_\tau(X) CQPE(\zeta_\tau(X), X)] \quad \text{식(7)}$$

$$\omega_\tau(x) \equiv \frac{f_{Y|X}(q_\tau|x)}{f_Y(q_\tau)}$$

여기서  $CQPE(\zeta_\tau(X), X)$ 는 전체 자료서  $\tau$ % 분위에 해당되는 점에서의, 조건부 분위회귀 기울기이다. 예를 들어, 아래 개념도에서 모분포 50% 분위에서 무조건부 한계효과  $UQPE(50\%)$ 는  $CQPE(70\%, X=low)$ 와  $CQPE(30\%, X=high)$  두 기울기를 가중평균 하는 원리이다.

<그림 8> 분위회귀 기법 간의 관계



이러한 수식을 재해석하면 조건부 한계효과와 무조건부 한계효과가 유사해질 수 있는 특수한 상황을 제시해볼 수 있다. 첫 번째 상황은 모분위에 대응하는 조건부 한계효과들의 유의성이 떨어지고 ‘0’과 다름없어서 가중평균을 거처도 ‘0’에 가까운 경우이다. 다른 하나는 모분위에 대응하는 조건부 분위회귀 계수들이 모두 동일하여 가중평균을 거처도 무조건부 계수가 조

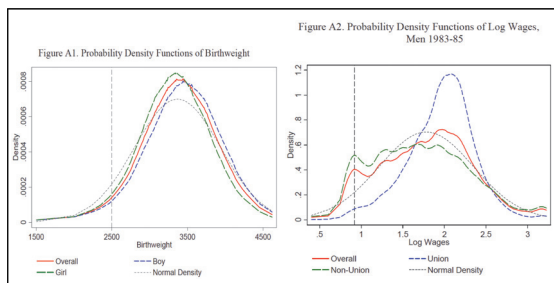
5) 가중평균이라도 조건부 분위회귀의 분위별 계수들의 범위를 넘어서는 무조건부 분위회귀의 계수가 나타난다. 이는 조건부 분위회귀도 순간적인 조건부 한계효과들의 평균이며, 또한 순간적인 한계효과들에 새로운 가중치  $\omega_\tau(x)$ 가 적용되기 때문이다(Firpo, 2009).



건부 계수와 동일한 값으로 도출되는 경우이다.

Firpo(2007)는 추가적으로 종속변수의 조건부 분포와 무조건부 분포 형태를 비교하여 직관적인 설명을 시도하였다. 좌측이 해당변수에서 조건부 분위회귀와 무조건부 분위회귀 추정계수 값이 유사하게 추정되는 경우(성별 신생아 몸무게)이며, 우측이 차이나는 경우(노조 가입별 임금수준)이다. 즉, 조건부 종속변수 분포가 무조건부 종속변수 분포와 형태적으로 차이 날 때 추정결과의 차이로 이어지게 된다.

<그림 9> 독립변수의 하위그룹별 종속변수 분포 (Firpo, 2007)



한편, 무조건부 분위회귀와 조건부 분위회귀가 어떠한 상황에서 차이를 보이는지를 모의실험한 선행연구도 존재한다. Borah(2013)는 환자들이 처방전을 얼마나 잘 따르는지를 무조건부 분위회귀로 분석하면서 가상의 데이터를 생성하여 분위회귀 기법 간 차이를 확인하였다. 자료생성과정(Data Generating Process)에 있어 종속변수 Y를 ①독립변수 X, 그리고 정규분포를 따르는 잔차  $\epsilon$ 의 합, ②앞의 경우에 교호항( $X*W$ )을 추가한 경우로 하였다. ②를 독립변수 X만으로 추정하면 잔차에 인위적으로 이분산성을 만들어낸 것과 같다. Borah(2013)는 이를 통해 잔차에 이분산성(Heteroskedasticity)이 존재할 때 무조건부 효과와 조건부 효과에 차이가 생긴다는 점을 보였다.

### 3. 무조건부 분위회귀 추정 결과

#### 1) 합리적인 모형 식별 (OLS)

무조건부 분위회귀를 추정하기 전에 먼저 OLS를

기준하여 주요 변수의 영향력을 검토하고 모형이 적절히 식별되었는지 확인하고자 한다. 종속변수가 ‘로그 변환 호별가격’이므로 추정계수는 독립변수 단위 변화에 의한 가격변화율로 해석된다.

호별 특성을 살펴보면, 계단식이 복도식에 비해 높은 가격으로, 중·고층이 저층에 비해 높은 가격으로 추정되었다. 이는 프라이버시와 관련된 일반적인 아파트 선호특성이 반영된 결과이다. 이어서 남향일 때 11.38% 높은 가격, 양재천 조망이 가능할 때 5.58% 높은 가격을 보이며 이는 양재천과의 거리를 통제한 결과이므로 순수한 조망 효과에 해당된다.

입지 특성의 경우, 대부분의 편의시설들이 가까울수록 양의 효과를 보여주면서 상식에 부합하게 추정되었다. 양재천이 400m 이내일 때 가격은 7.44% 높게 나타나며 이는 조망가능 효과와 비교해서 큰 영향력이어서 양재천은 조망가치 보다도 공원 이용가치가 크다는 사실을 알 수 있다. 400m 이내에서 지하철은 3.27%, 종합병원은 9.53% 높은 가격으로 추정되었다. 반면, 근린공원은 예상과 달리 100m 이내에서 약한 음의 효과(-0.72%)를 보이고 있으며 초등학교는 400m 내외를 기준했을 때 작지만 양의 영향(+1.9%)을 보여준다. 다만, OLS는 조건부 평균가격들로부터 도출한 평균적인 경향성이기 때문에 다른 주택가격 분위에서는 영향력의 크기나 부호가 달라질 수도 있다. 그리고 도로는 50m 내에서 음의 방향(-5.19%)으로 추정되었으며 강남구와 같이 도로망이 부족하지 않은 지역에서는 도로 접근성이 오히려 소음 등 주거환경에 안 좋은 요인을 담아내기 때문으로 판단된다.

단지 특성에 있어서는 1,000세대 이상의 대단지면 호별 가격이 13.20% 높게 나타났으며 상대적으로 큰 영향력을 보이고 있어 대단지에는 주변 인프라의 영향들도 담겨져 있을 것으로 판단된다. 다만 세대당 주차대수에서는 약한 음의 효과(-2.18%)가 나타나고 있다. 이어서 건물연령은 제곱항까지 고려하여 변곡점을 파악해보았다. 연령의 한계효과를 편미분으로 파악해보면 시간의 흐름에 따라 가격은 줄어들다가 12.56년<sup>6)</sup>부터 다시 증가세로 돌아서는 것을 확인할 수 있다.

마지막으로 지역더미에서 양재천 북측(대치동, 도곡동)의 호별가격 수준이 남측보다 높게 나타나는 부분이 통제되었다. 시간더미는 월 단위로서 3년간 총

6)  $\frac{\partial \log(\text{price})}{\partial \text{age}} = 2 \times 0.0008 \times \text{age} - 0.0201 = 0$

35개(36월-1월)이다. 이를 지수로서 표현해보면 호별 가격은 '06년 부터 '08년 1분기까지 완만히 상승하였으나 '08년 2분기 부터는 금융위기의 여파로 가격 하락이 나타나고 있다. 이와 같이 영향력의 크기와 방향

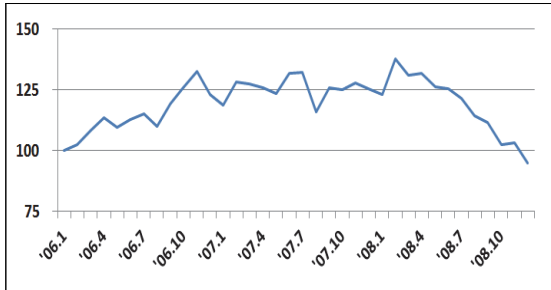
에 있어 모형이 무리없이 합리적으로 식별되었다는 사실을 OLS 결과로서 확인하였고 이후에 분위회귀 추정에 적용하였다.

<표 2> 추정기법별 · 가격분위별 영향력

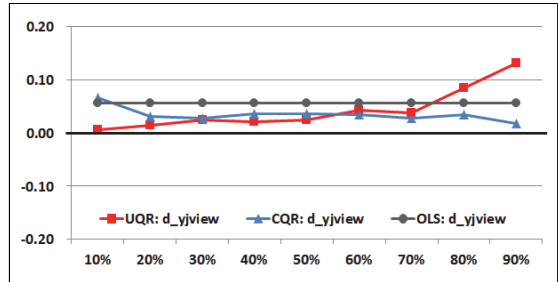
| 종속변수 :<br>log(호별 가격) |                       | 더미기준                    | OLS         | CQR             |                 |                 | UQR             |                 |                 |
|----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                      |                       |                         | mean        | 20%             | 50%             | 80%             | 20%             | 50%             | 80%             |
| -                    | 상수항                   | -                       | 19.2464 *** | 19.195 ...<br>9 | 19.259 ...<br>4 | 19.173 ...<br>6 | 18.955 ...<br>2 | 19.297 ...<br>9 | 19.455 ...<br>9 |
| 호별<br>특성             | 전용면적(m <sup>2</sup> ) | -                       | 0.0105 ***  | 0.0100 ***      | 0.0107 ***      | 0.0121 ***      | 0.0062 ***      | 0.0105 ***      | 0.0124 ***      |
|                      | 호 배치                  | 계단식=1<br>복도식=0          | 0.1847 ***  | 0.1320 ***      | 0.1700 ***      | 0.2136 ***      | 0.1813 ***      | 0.0485 ***      | 0.2198 ***      |
|                      | 층                     | 3~9층                    | 0.0198 **   | 0.0269 ***      | 0.0126 *        | 0.0214 ***      | 0.0351 *        | 0.0292 *        | 0.0191          |
|                      |                       | 10층이상                   | 0.0312 ***  | 0.0546 ***      | 0.0126          | 0.0234 **       | 0.0386 *        | 0.0434 **       | 0.0316          |
|                      | 남향                    | 전면 창<br>135~225도<br>= 1 | 0.1138 ***  | 0.1116 ***      | 0.1251 ***      | 0.0753 ***      | 0.1656 ***      | 0.2113 ***      | 0.0378 *        |
|                      | 양재천조망                 | 조망가능=1                  | 0.0558 ***  | 0.0311 ***      | 0.0355 ***      | 0.0334 ***      | 0.0143          | 0.0241          | 0.0846 ***      |
| 입지<br>특성             | 양재천거리                 | 400m미만=1                | 0.0744 ***  | 0.0718 ***      | 0.0661 ***      | 0.1090 ***      | 0.0214          | 0.0107          | 0.1838 ***      |
|                      | 근린공원                  | 100m미만=1                | -0.0072     | -0.0403 ***     | -0.0335 ***     | 0.0048          | -0.0235         | -0.0035         | -0.0220         |
|                      | 지하철                   | 400m미만=1                | 0.0327 ***  | 0.0455 ***      | 0.0079          | -0.0037         | 0.0591 ***      | 0.0479 ***      | -0.0195         |
|                      | 도로                    | 50m미만=1                 | -0.0519 *** | -0.0401 ***     | -0.0289 ***     | -0.0411 ***     | 0.0462 ***      | 0.0423 **       | -0.1819 ***     |
|                      | 초등학교                  | 400m미만=1                | 0.0190 **   | 0.0028          | 0.0167 ***      | 0.0152 **       | -0.0251         | -0.0486 ***     | 0.0194          |
|                      | 종합병원                  | 400m미만=1                | 0.0953 ***  | -0.0068         | 0.1550 ***      | 0.0733 ***      | -0.1211 ***     | 0.1211 ***      | 0.3825 ***      |
| 단지<br>특성             | 대단지                   | 1000세대<br>이상=1          | 0.1320 ***  | 0.1283 ***      | 0.0976 ***      | 0.1377 ***      | 0.1000 ***      | 0.1234 ***      | 0.2195 ***      |
|                      | 세대당<br>주차대수           | -                       | -0.0218 *   | -0.0422 ***     | -0.0038         | 0.0579 ***      | -0.0259         | -0.0314         | 0.0859 ***      |
|                      | 건물연령 <sup>2</sup>     | -                       | 0.0008 ***  | 0.0008 ***      | 0.0009 ***      | 0.0008 ***      | 0.0008 ***      | 0.0013 ***      | 0.0006 ***      |
|                      | 건물연령                  | -                       | -0.0201 *** | -0.0187 ***     | -0.0212 ***     | -0.0179 ***     | -0.0179 ***     | -0.0285 ***     | -0.0192 ***     |
| 지역<br>통제             | 양재천 남/북               | 북측=1<br>남측=0            | 0.0404 ***  | 0.0580 ***      | 0.0215 ***      | -0.0175 **      | 0.0288          | 0.0583 ***      | 0.0436 **       |
| 시점<br>통제             | 35개월<br>(36월-1월)      | 시점더미                    | ...         | ...             | ...             | ...             | ...             | ...             | ...             |
| R <sup>2</sup>       |                       |                         | 0.7703      | -               |                 |                 | -               |                 |                 |
| 이용 관측치 수             |                       |                         | 3,766개      | 3,766개          |                 |                 | 3,766개          |                 |                 |

주 : 시간더미는 월단위로서 3년간 총35개(36월-1월)이며, 추정도표에서는 생략하였으나 <그림 10>에서 지수로서 제시하였음

<그림 10> 시간더미 지수화('06.1월=100)



<그림 11> 가격분위별 양재천 조망 영향



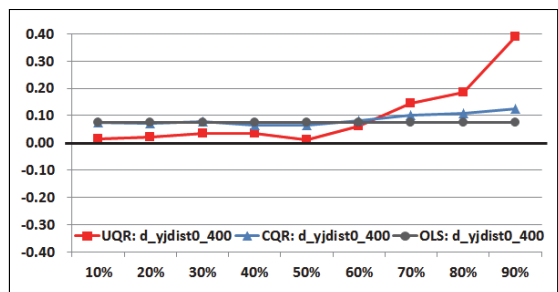
2) 무조건부 분위회귀 추정결과 (분위별 그래프)

OLS는 조건부 평균들의 경향성만을 나타낸다는 한계가 있으며, 조건부 분위회귀(CQR)는 앞서 살펴보았듯이 상이한 가격 그룹을 연결시켜 한계효과를 도출한다는 한계가 있다. 따라서 개념 원리에 있어 보다 합리적인 무조건부 분위회귀(UQR)를 추정하고 분위별 한계효과 그래프를 해석하였다. 분량 관계상 입지특성과 단지특성을 중점적으로 살펴보았으며, 극단적인 가격 분위(10% 이하, 90% 이상)에서는 관측치 수가 적어 추정계수의 신뢰도가 떨어질 수 있으므로 가격분위 20%를 저가주택, 가격분위 80%를 고가주택으로 인식하여 해석하였다.

입지 특성 중 '양재천 조망'은 전반적으로 양의 영향으로 나타나는 가운데 고가주택(80% 분위)에서 확연하게 양의 영향(8.46%)을 보여주고 있다. '양재천 접근성'의 경우에도 고가주택으로 갈수록 양의 영향이 두드러지며 가격분위 80%에서 그 한계효과는 18.38%에 이르고 있다. 양재천이 주요한 입지 여메니티 요인으로 작용하고 있으며 예산제약이 적은 고가주택에서 그 영향력이 크게 나타난다는 점을 확인하였다. 또한 고가주택에서도 양재천은 조망가치에 비해 공원 이용 가치를 더 중요하게 여기는 것으로 파악된다.

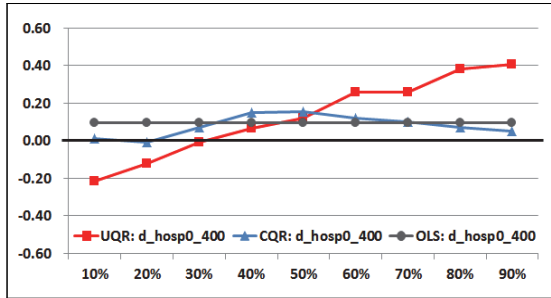
또한 양재천 조망과 접근성에서 나타나는 UQR과 CQR의 차이는 이분산성에 의한 CQR의 문제가 부각되면서 발생하는 것이므로, 조망불가 아파트의 가격분포와 조망가능 아파트의 가격분포가 매우 상이한 형태를 갖는다는 사실도 간접적으로 알 수 있다.

<그림 12> 가격분위별 양재천 접근성 영향

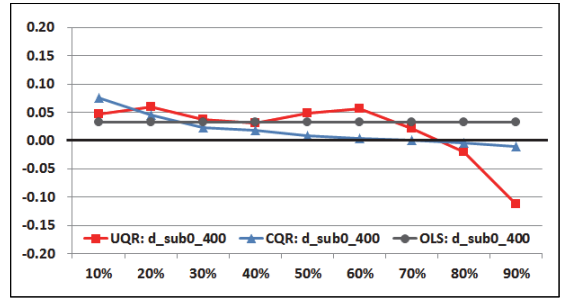


이어서 '종합병원 접근성'은 OLS에서도 큰 양의 영향력을 보여줬었는데, 무조건부 분위회귀에서는 고가주택으로 갈수록 그 한계효과가 더 커진다. 구체적으로 가격분위 80%에서 종합병원의 효과는 38.25% 정도로 매우 높다. 이는 종합병원이 여타 편의시설 중에서도 주변환경의 인프라 개선효과가 크다는 것을 말해주며 고가주택은 이러한 주변 입지환경에 민감하게 반응하고 있다. 고가주택이 저가주택에 비해서 주변 환경에 민감하게 반응한다는 점은 다른 입지 특성에서도 확인된다. 소음의 영향을 측정하기 위한 '도로 접근성'은 도로가 50m 이내에 있을 때 이를 기피하는 정도로 고가주택으로 갈수록 커지며, 80% 가격분위에서 한계효과는 -18.19%까지 떨어진다. '초등학교 접근성'은 OLS와 CQR에서 효과가 잘 나타나지 않았던 변수였는데, 무조건부 분위회귀에서는 가격분위별로 한계효과가 차이난고 있다. 구체적으로 중간분위의 주택에서 음의 영향으로 나타났다가 고가주택에서는 양의 영향으로 바뀌고 있다.

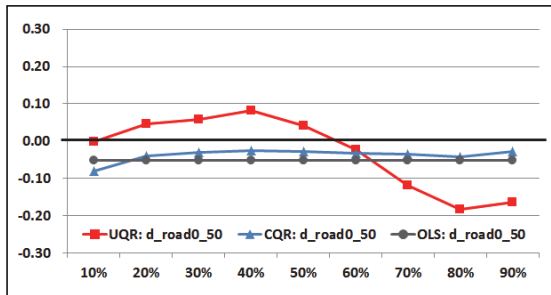
<그림 13> 가격분위별 종합병원 영향



<그림 16> 가격분위별 지하철 영향

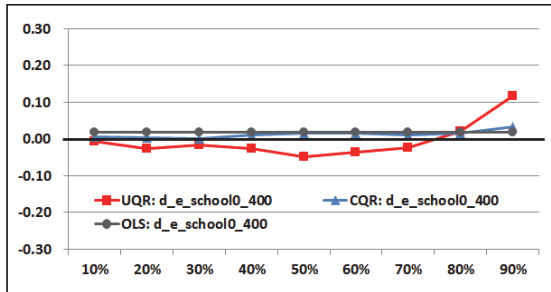


<그림 14> 가격분위별 도로 영향

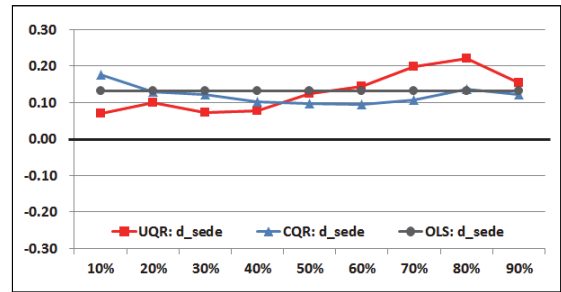


다음으로 아파트 단지 특성을 살펴보았다. 무조건 부 분위회귀에서 1,000세대 이상 대단지의 영향은 고가주택으로 갈수록 한계효과가 증가하고 있다. 이는 고가주택이 주변 인프라에 상대적으로 크게 반응한다는 전반적인 상식에 부합하는 결과이다. 이어서 세대당 주차대수에 있어서도 고가주택으로 갈수록 양의 효과가 증가하는 것을 확인 할 수 있다.

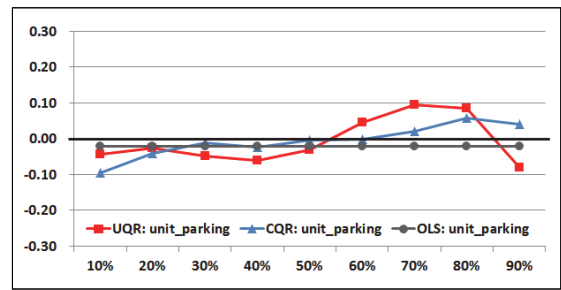
<그림 15> 가격분위별 초등학교 영향



<그림 17> 가격분위별 대단지 영향



<그림 18> 가격분위별 세대당 주차대수 영향



대부분의 입지 어메니티 요인에서 고가주택으로 갈수록 양의 영향이 커졌던 것과는 달리 '지하철 접근성'은 낮은분위·중간분위에서 양으로 추정되었던 효과가 고가주택에서는 '0'에 가깝거나 음수로 도출되고 있다. 이는 교통수단별 활용도나 그 효용이 주택가격 그룹별로 다를 수 있음을 시사하며, 고가주택에서는 저가주택에서 만큼 지하철을 중요한 어메니티 요인으로 생각하지 않는 것으로 판단된다.

7) 해당지역에 세대당 주차대수가 적은 아파트 단지의 경우 노후화된 아파트로 재건축 가능성이 연결되어 있어 명확한 방향성이 나타나지 않을 수도 있다.

## V. 결론

본 연구는 강남구 소재 양재천 인근 아파트의 가격분위별 한계효과를 무조건부 분위회귀로서 검토하였다. 최소자승법(OLS)은 조건부 평균에서의 단편적인 영향력만을 제시한다는 한계가 있고, 조건부 분위회귀(CQR)는 상이한 가격 그룹이 연결되는 문제가 있음을 실제 자료를 통해 확인하였다. 또한 조건부 분위회귀와 무조건부 분위회귀의 결과가 서로 달라질 수 있는 상황도 선형연구를 통해 검토하였다. 이분산 현상이 발생하거나 종속변수의 조건부 분포와 무조건부 분포의 형태가 차이되면 조건부 분위회귀의 문제점이 크게 부각될 수 있음을 확인했다.

이에 양재천 인근 아파트를 대상으로 재중심 영향력 함수(RIF) 방식의 무조건부 분위회귀를 추정하였다. 무조건부 분위회귀 결과는 고가주택으로 갈수록 주변 어메니티 시설에 민감해지는 것으로 나타나, 다른 기법에 의한 추정결과보다 상식에 부합하는 것으로 나타났다. 구체적으로 양재천 조망과 양재천 접근성은 고가주택에서 양의 영향력이 증가하였으며 둘 사이에서 양재천 접근성이 상대적으로 크게 추정되어 양재천은 조망에 비해 공원 이용가치를 더 중요하게 여기는 것으로 파악되었다. 종합병원, 초등학교 등 어메니티 시설의 접근성도 고가주택으로 갈수록 양의 효과가 두드러졌으며, 소음의 대리변수인 도로 접근성의 경우에는 이를 기피하는 정도가 고가주택으로 갈수록 커졌다. 다만, 지하철 접근성은 낮은분위·중간분위에서 양으로 추정되었던 한계효과가 고가주택에서는 '0'에 가깝거나 음수로 도출되어서 고가주택에서는 저가주택에서 만큼 지하철을 중요한 어메니티 요인으로 생각하지 않는 것으로 판단된다. 이어서 아파트 단지 특성의 경우에도 대단지 등 변수에서 고가주택으로 갈수록 양의 영향이 증가하였다. 이러한 무조건부 분위회귀 결과로 종합해볼 때 고가주택이 주변의 어메니티 시설이나 인프라 수준에 상대적으로 민감하게 반응하며, 주택가격 그룹별로 교통수단별 활용도나 그 효용도 다를 수 있다는 사실을 알 수 있다.

본 연구에서 한계점은 다음과 같다. 첫째, 강남구는 주택가격이 높은 대표적인 지역이다. 따라서 저가주택과 고가주택을 나누는 것은 분석지역 내 상대적인 순위일 뿐 수도권과 같은 광역적인 지역을 대표하지 못한다. 둘째, 헤도닉 회귀모형의 특성상 변수 식별이 불완

전할 수 있다. 합리적인 부호로 추정되었다고 하더라도 잠재적으로 중요한 변수가 누락되었을 가능성이 항상 존재한다. 셋째, 공간자료에서 가격 분위를 파악함에 있어 공간범위 설정이나 공간변수 통제에 의해 결과가 달라질 수 있는 가능성이 있다.

논문접수일 : 2018년 11월 30일

논문심사일 : 2019년 12월 04일

게재확정일 : 2019년 01월 03일

## 참고문헌

1. 김계숙·민인식, “무조건분위회귀를 이용한 도시지역 임금 불평등 변화 분해”, 「국토계획」 제48권 제3호, 대한국토·도시계획학회, 2013, pp. 53-74
2. 김미경·이창무, “분위회귀를 이용한 주택규모별 수요예측”, 「부동산학연구」 제21집 제3호, 한국부동산분석학회, 2015, pp. 45-62
3. 김민영·임업, “수도권과 비수도권의 임금격차와 인적자본 - 무조건 분위회귀 분해법의 적용”, 「지역연구」 제33권 제2호, 한국지역학회, 2017, pp. 3-23
4. 김태호·이창무, “그린벨트 및 주택의 어메니티 요소가 주택 임대료에 미치는 영향력의 시계열적 변화”, 「국토계획」 제41권 제5호, 대한국토·도시계획학회, 2006, pp. 61-79
5. 배성완·유정석, “서울특별시 단독주택 과세 평가의 형평성에 관한 연구”, 「감정평가학 논집」 제16권 제1호, 한국감정평가학회, 2017, pp. 91-117
6. 부동산114, 「강남구 아파트 GIS 데이터베이스 구축 및 강남구 아파트 호별가격 산정 서비스 시스템 개발」, 2009
7. 오규식·이왕기, “아파트 가격에 내재한 경관조망 가치의 측정”, 「국토계획」 제32권 제3호, 대한국토·도시계획학회, 1997, pp. 139-151
8. 오규식·구자훈·양희범, “아파트가격에 내재된 철도소음 가치 추정”, 「국토계획」 제40권 제3호, 대한국토·도시계획학회, 2005, pp. 247-258
9. 오동훈·이찬범, “한강수변 아파트 가격에 미치는 조망과 층별요인의 영향 분석”, 「국토계획」 제38권 제5호, 대한국토·도시계획학회, 2003, pp. 247-257
10. 양승철, “분위회귀분석을 적용한 단독주택의 가격형성요인에 관한 연구 - 서울시 소재 단독주택을 대상으로”, 「대한지리학회지」 제49권 제5호, 대한지리학회, 2014, pp. 690-704
11. 이동현·임미화·고석찬, “서울시 도시형생활주택임대료 분위별 영향요인에 대한 연구”, 「한국지역개발학회지」 제27

- 권 제1호, 한국지역개발학회, 2015, pp. 143-164
12. 이창무 · 김종현 · 김형태, “시세 대비 실거래가를 활용한 아파트 호별 세부특성가격 추정”, 「국토계획」 제44권 제4호, 대한국토 · 도시계획학회, 2009, pp. 67-77
  13. 이창무 · 류강민 · 김지연, “Quantile Regression을 이용한 반복매매지수 산정에 관한 연구”, 「부동산학연구」 제19집 제4호, 한국부동산분석학회, 2013, pp. 27-40
  14. 이창무 · 주현태 · 이주아 · 최기주 · 구자훈, “통행수단 선택모형의 구조적 변화에 기초한 지하철 보행역세권 설정에 관한 연구”, 「국토계획」 제49권 제6호, 대한국토 · 도시계획학회, 2014, pp. 177-194
  15. 황형기 · 이창무 · 김미경, “한강조망이 주택가격에 미치는 영향”, 「주택연구」 제16권 제2호, 한국주택학회, 2008, pp. 51-72
  16. 허세림 · 광승준, “헤도닉가격기법을 이용한 주택특성의 잠재가격 추정”, 「주택연구」 제2권 제2호, 한국주택학회, 1994, pp. 27-41
  17. Borah, Bijan J. and Anirban Basu, “Highlighting differences between conditional and unconditional quantile regression approaches through an application to assess medication adherence,” *Health Econ*, Vol. 22 No. 9, 2013, pp. 1052-1070
  18. Firpo, Sergio and Nicole M. Fortin, “Decomposing Wage Distributions Using Reweighting and Recentered Influence Function Regressions,” *UCLA Departmental Seminar*, 2006
  19. Firpo, Sergio, Nicole M. Fortin and Thomas Lemieux, “Unconditional Quantile Regressions,” *Econometrica*, Vol. 77 No. 3, 2009, pp. 953-973
  20. Firpo, Sergio, Nicole M. Fortin and Thomas Lemieux, “Unconditional Quantile Regressions,” *NBER Technical Working Paper*, No. 339, 2007
  21. Fournier, J. and I. Koske, “The Drivers of Labour Earnings Inequality? An Analysis Based on Conditional and Unconditional Quantile Regressions,” *OECD Economics Department Working Papers*, No. 930, 2012
  22. Koenker, Roger and Gilbert Bassett Jr., “Regression Quantiles,” *Econometrica*, Vol. 46 No. 1, 1978, pp. 33-50
  23. Liao, Wen-Chi and Xizhu Wang, “Hedonic House Prices and Spatial Quantile Regression,” *IRES Working Paper*, 2010
  24. McMillen, Daniel P. and Paul Thorsnes, “Housing Renovations and the Quantile Repeat Sales Price Index,” *University of Otago Economics Discussion Papers*, No.0515, 2005
  25. McMillen, Daniel P., “Changes in the distribution of house prices over time: Structural characteristics, neighborhood, or coefficients?,” *Journal of Urban Economics*, Vol. 64 No. 3, 2008, pp. 573-589
  26. McMillen, Daniel P., *Quantile Regression for Spatial Data*, SpringerBriefs, 2013
  27. Schreurs, Eloi, Ludo Peeters, and Steven Van Passel, “Analyzing the impacts of soil contamination and urban development pressure on farmland values: Unconditional quantile regression estimation,” *European Association of Agricultural Economists 2014 International Congress*, 2014