

■ 論 文 ■

아파트가격에 내재된 도로교통소음가치 추정

Estimation of the Value of Road Traffic Noise within Apartment Housing Prices

임 영 태

(국토연구원 SOC·건설경제연구실 책임연구원)

손 의 영

(서울시립대학교 교통공학과 부교수)

목 차

- | | |
|---|---|
| <p>I. 서론</p> <p>II. 국내외 선행연구 검토</p> <p>III. 분석방법 및 자료특성분석</p> <p style="margin-left: 20px;">1. 분석방법 정립</p> <p style="margin-left: 20px;">2. 조사항목 구성 및 아파트 배치형태</p> <p style="margin-left: 20px;">3. 자료수집 및 조사</p> <p style="margin-left: 20px;">4. 자료특성분석</p> | <p>IV. 자동차 소음가치의 추정</p> <p style="margin-left: 20px;">1. 회귀분석의 기본모형 설정</p> <p style="margin-left: 20px;">2. 전체대상단지 모형의 추정</p> <p style="margin-left: 20px;">3. 사례지역의 회귀분석</p> <p>V. 결론 및 정책건의</p> <p>참고문헌</p> |
|---|---|

Key Words : 도로교통소음, 주택가격, 특성가격기법, 한계소음가치, 잠재가격

요 약

선진 외국과는 달리 우리나라의 경우 외부효과의 계측과 가치화에 대한 노력이 미미하여, 공학적 뿐만 아니라 경제학적 입장에 입각하여 교통소음이라는 환경재에 대한 가치화를 대도시 도로주변 아파트가격과 실제 소음측정을 통해 본 논문에서 최초로 분석하였다. 그리고 본 논문의 목적은 자동차 소음이라는 환경재의 비시장적 가치를 시장가치로 환산하여 아파트 가격에 내재된 소음가치를 특성가격기법과 회귀분석에 의해 추정하는 것이었다. 즉 소음수준에 따라서 아파트 매매가격에 영향을 미치는 정도가 다르므로 소음차이로 인한 아파트 매매가격에 내재된 한계소음가격 도출이 가능하였다. 구체적으로는 평형대별 한계소음가격을 도출함으로써 소음 1dB(A)의 증가(혹은 감소)가 주택가격에 미치는 영향의 정도를 분석하였다.

본 논문에서 도출된 결과를 정리해 보면, 먼저 대도시권의 교통소음이 아파트 가격에 내재된 가치를 추정하기 위해 「준-특성가격기법」을 이용하였으며, 자료의 한계를 극복하기 위하여 소음변수를 제외한 다른 요인에 의한 주택가격 차이를 제거할 수 있는 표본을 선정하고, 선정된 표본집단의 소음수준을 측정한 자료를 활용하여 소음에 의한 주택가격의 한계소음가치를 추정하였다. 선형, 준로그, 역준로그, 이중로그 회귀모형식을 이용하여 소음수준에 따른 주택가격 차이를 분석하였으며, 그 중에서도 이중로그 함수식이 가장 적합성이 뛰어난 모형으로 나타났다.

한계소음가격은 대상지역과 주택의 평수에 따라 상당히 다른 것으로 분석되었다. 즉, 서울시 지역의 소음가격은 경기도 지역보다 높은 것으로 나타났다. 또한, 큰 평수의 주택이 작은 평수의 주택보다 소음가격이 높은 것으로 나타났다. 한편, 서울시와 경기도에 있어서 소음 1dB증가가 주택가격에 미치는 영향은 서울시 주택가격이 경기도 주택가격에 비해 거의 3배나 되기 때문에 이들 두 지역에서의 소음 1dB증가가 주택가격에 미치는 영향에는 별 차이가 없었다. 즉, 서울시와 경기도의 소음 1dB증가가 주택가격에 미치는 영향은 평균 0.3%로 추정되었으며, 평형대별로는 규모가 큰 평수일수록 소음 1dB증가가 주택가격에 미치는 영향은 높은 것으로 분석되었다. 이상의 연구결과를 통해 볼 때 본 논문에서 도출된 교통소음의 가치를 교통시설의 타당성 평가에 적용할 수 있을 것으로 판단된다.

1. 서론

지난 수십년간 우리나라 경제의 고속성장에 힘입어 국민 소득수준이 향상됨에 따라 국민들은 생활의 질적향상을 추구하기 시작하였고 점차 쾌적한 환경에 대한 욕구가 점차 높아지고 있다.

최근 리오회담 등 전 세계적으로 환경문제가 중요한 이슈로 등장함에 따라 향후 환경개선이 경제성장의 전제조건이라는 인식하에 환경의 질을 개선하기 위한 여러 가지 규제제도나 법규, 정책들이 모색되어야 하는 단계에 이르렀다.

특히 교통시설의 신설 혹은 개선은 자연경관을 변경시키고 운행에 따른 소음, 진동, 매연을 발생시키기 때문에 환경보존에 대한 관심이 날로 고조되고 있는 지금 교통사업이 환경에 미치는 영향의 중요성이 크다고 할 수 있다.

그런데 이같은 환경의 변화는 계량화하기 어려울 뿐만 아니라 시장가격을 반영하는 화폐가치로 환산하기는 대단히 어렵다. 그렇지만 환경이 가지는 정확한 경제적 가치의 추정이 전제되지 않고서는 이에 따른 환경관련 투자의 비용효과분석 이라든가 환경관련 정책의 우선순위결정 등이 체계적으로 논의되기 어렵다. 따라서 환경오염의 경제적 피해 또는 환경개선의 경제적 편익을 추정할 수 있는 방법이 요구된다.

선진국에서는 교통소음을 사람들의 삶의 질에 영향을 미치는 중요한 요소중의 하나인 동시에 일상생활에서 직면하게 되는 가장 심각한 문제중의 하나로 여기고 있으며, 교통 및 도시계획가 뿐만 아니라 일반사람들도 교통소음의 중요성에 대해 충분히 잘 인식하고 있다. 즉, 몇몇 나라에서는 이미 교통소음이라는 환경재의 비시장적 가치를 시장가치로 환산, 순현재가치 또는 비용-편익분석에 반영하여 교통소음을 교통시설의 타당성 평가에 명백하게 고려하고 있는 한편, 또 다른 나라에서는 교통소음을 화폐가치로 측정되고 있지는 않지만 교통시설의 타당성 분석시 교통소음이 미치는 영향을 반드시 측정함으로써 평가에 암묵적으로 반영하고 있다. 그렇지만 우리나라에서는 대부분의 경우 교통시설 평가에 있어서 교통소음의 효과는 반영되지 않았다. 왜냐하면 교통시설공급이 훨씬 중요하다고 인식하여 소음과 대기오염 같은 교통시설공급에 따른 악영향은 상대적으로 덜 중요하게 인식되었기 때문이다.

최근 소득수준이 증가함에 따라 사람들은 그들의 생활환경에 보다 중요성을 두기 시작하였고, 따라서 우리나라에서도 교통시설 평가에 교통소음과 대기오염의 효과를 반영하려는 시도가 일어나고 있으며, 어떤 경우에는 소음과 대기오염 모두를 측정하고 있다. 반면에 우리나라에서 교통소음의 가치를 추정하는 시도는 아직까지 없었다.

본 논문의 목적은 서울 대도시권의 교통소음이 아파트 가격에 내재된 가치를 추정하는데 있다. 소기의 목적을 달성하기 위해 특성가격기법을 이용하였는데 좀 더 정확히 말하자면 「준-특성가격기법」으로서 이는 특성가격분석에 필요한 자료의 한계를 극복하면서 본 연구에서 추구하고자 하는 주택가격에 내재된 소음가치를 추정하는데 현실적으로 가장 적합한 방법론중의 하나이다. 즉, 기존의 특성가격기법을 위해서는 주택가격을 포함한 주택특성변수, 주변특성변수, 사회·경제적 특성변수 등이 필요하나, 본 연구에서는 자료의 한계를 극복하기 위하여 소음변수를 제외하고 다른 요인에 의한 주택가격 차이를 제거할 수 있는 표본을 선정하고, 선정된 표본집단의 소음수준을 측정된 자료를 활용하여 소음에 의한 주택가격의 한계가치를 측정하고자 하였다. 왜냐하면 우리나라의 경우 특정 지역 내에 200-1,000가구가 동시에 건축됨에 따라 특정 주택단지 내에서는 주택특성변수를 내포한 기타 변수에 의한 가격차이를 배제할 수 있기 때문이다. 그런 경우 특정 복합고층 주택에서 주택가격에 영향을 미치는 요인은 주택의 층수와 소음수준 등이라고 할 수 있다. 게다가 만약 동일 층수에서 주택가격이 비교된다면, 주택가격 차이에 영향을 미치는 가장 중요한 요인은 소음수준이라고 할 수 있다.

본 논문의 수행방법은 제Ⅱ장에서 국내외 선행연구 검토에 이어 제Ⅲ장에서는 분석방법의 정립과 자료수집 및 특성분석을 하는데 여기서는 부동산 중개소를 통한 조사대상 아파트의 매매가격 조사와 그 아파트의 실제 소음측정을 통해 소음 수준에 따른 아파트 매매가격 차이를 평형대별로 통계적 분석결과를 제시한다. 제Ⅳ장 자동차 소음가치의 추정에서는 통계적인 회귀분석 절차를 거쳐 함수형태별 모형설정과 추정을 통해 적합한 회귀식을 도출한다. 전체 조사자료를 대상으로 함수형태별 모형의 적합성 및 한계소음가격을 도출한 뒤, 대·중·소형 아파트의 한계소음가격의 범위를 제시한다. 마지막 제Ⅴ장에서는 연구

의 결과를 요약 정리하고 정책적 시사점과 향후 연구 과제를 제시한다.

II. 국내외 선행연구 검토

소음피해비용을 계량화하기 위한 기존의 시도는 주로 특성가격기법(hedonic price application)에 의존하였다. 특성가격기법은 환경의 질이나 편의성 같은 비시장적 특성의 가치를 간접적으로 추정하는 방법으로서 자산가치법(property value approach)이 대표적인 예인데, 이는 주택 등 자산의 가치가 그 자산을 구성하고 있는 여러 가지 특성에 따라 영향을 받는다는 사실로부터 환경질 등 비시장적 가치의 암묵가격을 추정한다.

소음에 대한 초기 연구가 Nelson(1980)¹⁾에 의해 수행되었는데 그는 미국, 영국, 호주, 그리고 캐나다에 있는 도시를 대상으로 소음 1 데시벨(dB)증가에 대해 예상되는 자산가치의 감소율을 특성가격기법에 의해 추정하였으며, 그 결과 각 국가의 도시별로 0.40%~1.10%의 범위로 평균 0.62%의 자산감소를 나타내었으며, Nelson에 의해 수행된 6개의 또 다른 연구에서도 평균 0.5% 자산감소가 되는 것으로 추정했다.

Collins와 Evans(1994)는 맨체스트 공항으로 인

해 발생하는 소음영향분석에서 Stockport에 있는 주택가격에 상당히 높은 영향을 미친다는 연구결과를 도출하였다. 그들은 특정 주택유형에 대한 주택가격 변화를 예측하였는데, 즉 조용한 구역에 있는 semi-detached 주택의 재산가치 22,255파운드가 가장 시끄러운 구역에서 21,293파운드의 가치를 가짐으로써 소음 1 데시벨(dB)증가가 주택가격 0.74%를 하락시킨다고 하였다.

또한, 소음피해비용을 계량화하기 위한 또 다른 시도로 조건부가치측정법과 결합분석은 모두 선호의식기법을 이용한 연구를 통해 수행되어 왔다. 회피비용 계산에 의해서도 연구가 수행되어 왔으나 이 수법은 환경적 가치에는 적절하지 않다. 왜냐하면 소음을 줄이기 위한 비용은 그러한 지출이 정당화되는지 어떤지 우리에게 아무것도 말해주지 않기 때문이다.

주택임대료에 미치는 소음영향에 대해 Soguel²⁾(1994)는 스위스 노체텔이라는 도시에서 임대료를 이용한 특성가격기법에 의하여 연구를 수행하였다.

그는 소음 1 데시벨(dB)증가가 임대료를 평균 0.91% 하락시킨다는 임대료와 소음간의 유의관계를 보여주었다. 스위스에서 의 또 다른 연구도 비슷한 수준을 보이고 있다. 즉, Iten(1990)은 쥐리히를 대상으로 0.9% 하락을, Pommerehne(1987)은 Bale이라는

〈표 1〉 소음가치에 대한 선행연구 검토결과

연구자	추정기법	대상지역	특징	범위 및 추정치 표현	외부효과
Nelson (1980)	특성가격기법	미국, 영국, 호주, 그리고 캐나다에 있는 도시		0.40%~1.10%	0.62%
Nelson (1982)	특성가격기법	6개의 또 다른 연구			0.5%
Collins & Evans (1994)	특성가격기법	맨체스터 공항	특정주택유형, 조용한구역과 소음이 심한구역 구분		0.74%
Soguel (1994)	특성가격기법	스위스 노체텔	임대료		0.91%
Iten (1990)	조건부 가치측정법	스위스 쥐리히			0.9%
Pommerehne (1987)	조건부 가치측정법	스위스 Bale			1.26%
	선호의식기법	스위스	지불의사액	매달 연간	1.77파운드 21.24파운드

1) Nelson, J. P., "Airports and Property Value : A Survey of Recent Evidence", Journal of Transport Economics and Policy, 14(January 1980), pp.37~52.

2) Soguel, N(1994) ' Measuring Benefits from Traffic Noise Reduction Using a Contingent Market', CSERGE WP GEC94-03, University College London and University of East Anglia.

도시를 대상으로 1.26% 하락을 발견했다.

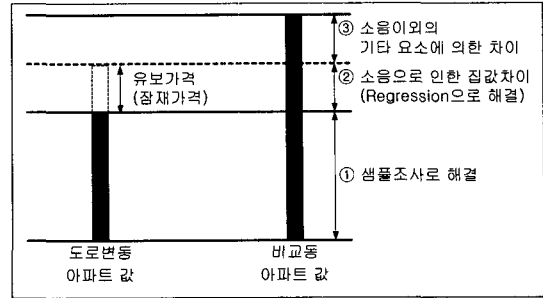
국내의 경우 소음에 대한 화폐가치화에 대한 연구는 드물다. 몇몇 연구에서 지하철 소음과 건설비와의 관계에서 소음가격을 설문조사하는 것이 있으며, 공항주변 거주자에 대한 항공기 소음피해에 대한 보상비를 산정하는 과정에서 판례에 의한 소음피해비용 산정을 다룬 것에 불과하다. 본 연구는 자동차 소음의 한계소음가격을 소음과 아파트 매매가격차를 통해 추정하되, 함수형태별, 지역별, 평형대별에 따른 소음 차이로 인한 아파트가격 차이를 분석한 최초의 연구인 셈이다.

III. 분석 방법 및 자료 특성분석

1. 분석방법 정립

국내의 경우 소음에 대한 화폐가치화에 대한 연구는 드물다. 몇몇 연구에서 지하철 소음과 건설비와의 관계에서 소음가격을 설문조사하는 것이 있으며, 공항주변 거주자에 대한 항공기 소음피해에 대한 보상비를 산정하는 과정에서 판례에 의한 소음피해비용 산정을 다룬 것에 불과하다. 본 논문은 자동차 소음의 한계소음가격을 소음과 아파트 매매가격차를 통해 추정하되, 함수형태별, 평형대별에 따른 소음차이로 인한 아파트가격 차이를 분석한다.

따라서 본 논문의 접근방법은 다음과 같이 설명할 수 있다.



〈그림 1〉 접근방법 모형도

변수간의 상관관계 규명과 소음수준에 따른 아파트 매매가격차이와의 관계를 규명하기 위해 소음측정 및 설문조사(샘플링)를 실시한다. 특히 부동산 중개업소를 통한 사례지역 아파트 매매가격 조사³⁾를 하고 조사를 통해 수집된 소음수준별 아파트 매매가격차이에서 소음으로 인한 가격차이에 대한 비중을 회귀분석으로 파악한다. 즉, 회귀분석 자체가 소음수준에 따른 아파트가격차이에서 소음차이변수의 계수값을 찾아내는 행위를 말하며 그러한 분석으로 함수형태별 한계소음가격 도출이 가능하다.

일반적으로 특성가격은 소음이외의 여러 요인에 따라 결정되므로 Box-Cox 변환⁴⁾을 통해 적합한 함수형태를 도출해야 하나, 본 논문에서는 아파트 가격에 영향을 미치는 여러 요인 중 많은 부분을 동일 조건의 샘플을 확보함으로써 굳이 Box-Cox 변환을 적용할 필요는 없었다. 통상적으로 Box-Cox 변환을 적용하기 위해서는 수많은 데이터가 필요하나 본 논문에서는

3) 본 연구는 선호의식(SP)자료를 이용하지 않고 현선호(RP)자료를 이용하였다. 물론 선호의식기법 적용을 위한 설문디자인을 구상하였으나 아파트 주민들의 소음수준과 부동산 가격에 대한 자의적인 대답으로 인한 편의(bias)문제를 어떻게 처리할 것인가가 SP적용을 망설이게 한 가장 큰 이유였다. 또한 가상적인 시장상황을 전제로 구성된 설문을 무언으로 발송할 경우 회수율이 낮으며, 직접 개별 방문하여 자세하게 설명을 해 줄 조사원의 확보에도 또한 SP적용을 망설이게 한 이유로 꼽을 수 있다. 향후 높은 교육수준과 표본 추출방법, 그리고 설문조사에 익숙한 사회분위기가 조성되면 SP를 이용한 자료로 분석이 가능하리라고 본다.

4) Box-Cox 변환에 대해 간략히 설명하면, Rosen이 제안한 특성가격기법에 의하면 시장가격인 주택가격과 환경조건의 관계를 표현하기 위해서는 시장가격함수가 필요하다. 이 단계에서도 함수형태의 설정이나 다중공선성을 포함하는 파라메타 추정에 관련된 계량경제학상의 문제가 존재한다. 따라서 이러한 문제에 대한 하나의 방책으로서 가장 적용이 용이한 함수로서 Box-Cox형이 사용되고 있다. 특히 1980년 이후의 연구에서는 함수형태의 선정에 대해서 Box-Cox 변환이 빈번하게 사용되고 있다. Box-Cox 변환은 변수 P를 아래 모형식처럼 파라메타 λ를 이용하여 변환하는 것이다.

$$G(P; \lambda) = (P\lambda - 1) / \lambda \quad (\lambda \neq 0)$$

$$= \ln P \quad (\lambda = 0)$$

따라서 Box-Cox 변환은 대수형이나 선형의 함수형태를 그 특수한 경우로서 포함하는 일반적인 고차함수로서 고려된다. 이러한 변환을 이용하면 특성가격함수는

$$G(P; \lambda) = a + \sum \beta_i h_i(Z_i; \mu_i) \text{ 로서 표시된다.}$$

여기서 $h_i(Z_i, \mu_i) = (z_i \mu_i - 1) / \mu_i$, λ와 $\mu_i (i=0, \dots, n)$ 는 변환 파라메타이다.

종속변수인 P의 변환을 행하지 않는 경우에는 독립변수 Z의 변환에 대해서 어느 변환이 통계적으로 가장 적합도가 양호한지에 대한 판단에는 통상적으로 자유도 조정 결정계수를 이용할 수 있다. 그렇지만 종속변수에 변환을 실시할 경우에는 오차분포는 정규분포를 따르지 않으므로 추정에는 최우추정법이 이용된다. 이러한 것에서부터 우도함수에 의해 대수우도치가 최대가 되는 μ_i 를 선택해 가는 것이 된다.

〈표 2〉 국내 관련연구에서 사용한 아파트 가격 결정요인

결정요인		연구논문	이학우	장영재	허세립	정홍주	이왕기	비고
공통요인	평수							주택 자체 특성
	향			○	○		○	
	층					○		
	방수						○	
	단지규모(총 세대수)		○	○			○	단지 특성
	건축년도(경과년수)		○	○	○		○	
	도심까지거리(지하철역까지)		○		○		○	
개별요인	조망					○	○	지역 특성
	학교(학군)		○	○	○			
	공원		○					
	공해			○				환경 특성
	소음(분진)				○		○	
	범죄율			○				
병상수				○				

자료 : 1) 이학우(1992), 부산시 고층집합주거단지의 주거편익도와 주택가격의 상관관계연구, 부산대.
 2) 장영재(1993), 주택의 목시적 가격과 교육의 수요, 인제논집, 9(2): 573-84.
 3) 허세립(1994), 해도너가격기법을 이용한 주택특성의 잠재가격추정, 주택연구, 2(2):27-42.
 4) 정홍주(1995), 아파트가격결정모형에 관한 실증연구: 서울지역 한강변 아파트를 중심으로, 건국대.
 5) 이왕기(1996), 아파트가격에 내재한 경관조망가치의 측정 및 분석, 한양대.

특성가격기법의 변형으로서 2단계 추정을 시도하였다. 본 연구에서 수행하는 회귀분석은 아파트가격의 차이를 소음이 설명하는 부분과 샘플링에 의해서 해결되지 못한 기타의 요인에 의해 결정되는 부분 그리고 설명되지 않는 잔차항으로 구분한다. 회귀식을 추정된 결과 한계소음가격을 구할 수 있다.

회귀식의 종속변수로는 아파트가격차이가 사용되며, 가장 주된 설명변수는 소음차이이다. 소음차이 이외의 설명변수로는 평형변수와 도로유형더미가 사용된다. 더미변수는 정량적으로 정확히 표현되지 않는 변수들을 0 과 1과 같이 단순화시켜서 질적인 차이만을 담고 있는 변수들이다. 그 밖에 분진, 진동, 매연 등과 같이 설명하기 곤란한 소음관련 변수들은 잔차항 속에 포함된다.

2. 조사항목 구성 및 아파트 배치형태

1) 조사항목 구성

아파트 가격과 관련한 기존 연구들에서는 모형의

적합성과 설명력을 향상시키기 위해 다양한 가격결정요인을 사용하였고 같은 요인이라 하더라도 측정하는 방법을 달리하거나 대상범위를 달리하는 등 다각적인 접근을 시도하였다. 본 연구에서는 기존연구의 검토를 통해 아파트가격에 영향을 미치는 요인들을 선정하였는데 아파트가격 결정요인을 크게 세 가지 형태로 나누어서 비교대상 아파트간에 평형과 소음 이외의 요인은 조사대상지역 표본설정시 가능한한 같은 조건에 처한 아파트를 대상으로 함으로써 별도의 자료조사가 불필요하게 만들었다.

왜냐하면 우리나라 대단위 아파트 단지는 주택특성을 내포한 기타 변수에 의한 가격차이를 배제할 수 있고, 그런 경우 특정 복합고층주택에서택가격에 영향을 미치는 요인은 주택의 층수와 소음 등이라고 할 수 있다. 게다가 동일 층수에서 주택가격이 비교된다면 주택가격 차이에 영향을 미치는 가장 중요한 요인은 소음수준이라고 할 수 있기 때문이다.

따라서 샘플조사에서는 우선 아파트가격에 영향을 미치는 요인을 모두 고려하여 가능한한 다른 조건은

5) 아파트 가격결정요인을 세 가지 형태로 나눌 때 첫째, 아파트 자체특성으로 평수,향, 층 등이 포함되며, 둘째, 아파트단지특성으로 도심까지의 거리, 지하철역까지의 거리 등이 포함된다. 셋째, 학교, 학군, 공원과 같은 주변환경특성이 포함된다.

〈표 3〉 아파트 가격에 영향을 미치는 설명변수(조사항목)

종속변수	설명변수(조사항목)		내용	극복방안
아파트 매매가격	주택 특성	평수	국민주택(18평이하) 국민주택규모(33평이하(85m ²)) 민영주택(33평이상)	독립변수(평수) 더미변수 처리
		층	인기층, 비인기층으로 구분	인기층 기준
		향	남, 남서, 남동과 그 이외로 구분	남, 남서, 남동 기준
		조망(경관) 여부	조망 유무	동일조건
		소음	소음 유무	
	단지 특성	경과년수		동일 조건
		총세대수	단지규모(주변단지 포함)	대규모단지로 동일
		전철역과의 거리		동일조건
		도심과의 거리		동일조건
	지역 특성	학교		동일조건
		학군		동일조건
		공원		동일조건
	분석 항목	한계소음가격	소음 한단위(dB) 증가(또는 감소)로 인한 아파트 매매가격 변화분	

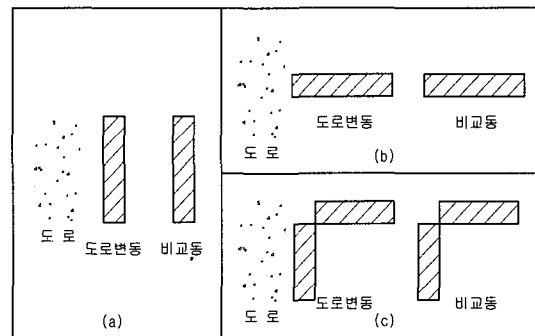
모두 같다고 볼 수 있을 정도로 면밀하게 표본을 구성하였다.

즉, 아파트가격에 영향을 미치는 요인을 자료없이도 해결할 수 있는 항목과 자료없이 해결할 수 없거나 미미한 영향을 갖는 것은 한계항목으로 나누고, 해결할 수 있는 부분은 어떻게 극복했는지 〈표 3〉과 같이 제시하였다.

단, 아파트 매매가격은 대상지역 인근의 공인중개사 사무실을 방문하여 조사시점인 금년 3월 현재 거래기준가격을 조사하였는데 이는 실거래가격을 적용할 경우 급매 및 계절적 영향에 따른 아파트 매매가격에 변동폭이 크기 때문에 적합한 자료가 될 수 없다고 판단되었기 때문이다.

2) 아파트 배치형태

아파트는 주택특성상 일반적으로 남향을 위주로 하는 배치이기 때문에 대부분 남향을 위주로 아파트를 선정했고 경우에 따라서는 남동향, 남서향으로 배치된 아파트도 조사대상에 포함시켰다. 도로변동과 비교동의 아파트 배치가 같은 것을 조사대상으로 선정했고, 아파트 배치 방향이 반드시 남향이 아니더라도 도로변동과 비교동의 배치가 같은 것은 추가적으로 포함시켜 조사했다. 앞에서 전제했듯이 모든 조건이



〈그림 2〉 조사대상 아파트 배치형태

동일하다는 가정하에 아파트를 선정하였기 때문에 서로 향이 틀리면 도로변동과 비교동 아파트 매매가격을 비교할 때 향의 영향이 들어가기 때문에 가능한 같은 향을 가지며 같은 배치를 가진 아파트를 선정한 것이다. 〈그림 2〉는 조사대상 아파트 배치형태를 나타낸 것이다.

3. 자료수집 및 조사

1) 소음측정

소음측정은 소음측정기를 통해 도로변동과 비교동을 동시에 측정하였는데 로알층을 기준으로 해서 5초

간격으로 해서 50회를 측정하여 평균값을 도출하였으며 각 대상지별로 하루에 2회를 실시하였다. 소음측정을 함에 있어서 대상지 전체를 일괄적으로 같은 시간대에 조사하면 더 정확한 자료를 산출할 수 있지만 조상대상수가 방대하고 또한 소음측정장비 부족으로 인해서 같은 시간대에 동시에 조사는 하지 못했다. 하지만 도로변동과 비교동은 가능한 한 같은 시간대에 조사를 실시하였다. 본 연구에 있어서 소음측정은 도로변동과 비교동과의 소음수준의 차이에 있기 때문에 소음측정을 하면서 주변에 예기치 않은 공사로 인한 소음이나 사고로 인한 소음 등을 배제할 수 없어서 도로변동과 비교동은 동시에 소음측정이 진행되었다.

(1) 측정방법

소음은 발생원에서의 영향범위가 지극히 협소하고 샘플지점마다의 정보가 필요하다. 또한 본 논문에서의 특징인 주택가격과 소음의 데이터의 계측 핵심의 일치성을 확보하기 위해 본 연구에서는 소음샘플 지점에서 실제로 소음을 계측하였다.

소음조사는 교통량, 속도, 대형차량 구성비율에 따른 도로소음특성을 가급적 정확히 파악하기 위해 비교적 암소음이 낮고, 지형이 평탄하고 장애물이 없는 지역을 대상으로 하였다. 측정은 ISO 3095를 준용하여 반자유음장이 만족되는 환경에서 도로 중앙분리대로부터 조사대상 아파트까지, 소음이 비교적 많이 잡히는 10층⁶⁾을 기준으로 ±2층에서 행해졌으며, 아파트 층별 실외 소음도를 측정하였다.

(2) 측정자료 분석

측정자료는 다음 경우에 따라 분석·정리하며, 소수점 둘째자리에서 반올림하였다.

계기조정을 위하여 먼저 선정된 측정 위치에서 대략적인 소음의 변화양상을 파악한 후 소음계 지시치의 변화를 목적으로 5초간격 50회 판독 기록하여 다음의 방법으로 그 지점의 측정소음도 또는 암소음도를 정하였다.

- ① 소음계의 지시치에 변동이 없을 때에는 그 지시치
- ② 소음계의 지시치의 변화폭이 5dB(A)이내 일때에

는 구간내 최대치 10개의 산술평균 소음도

- ③ 소음계 지시치의 변화 폭이 5dB(A)를 초과할 때에는 “등가소음도 계산방법”에 의한 등가소음도를 계산하며, 본 논문에서는 등가소음을 측정할 수 있는 소음계를 사용하였기 때문에 그 소음계에 나타난 등가소음도를 사용하였다.

2) 주택가격 조사

본 연구를 하면서 첫 번째로 도면을 통해서 대상지를 선정하였고 각 대상지에 대해서 조사항목을 설정하고 대상지별로 배치 및 평형 등 여러 가지 조사항목에 대해서 직접조사를 실시하였다. 설문에 대한 조사대상자는 대상단지에 인접한 부동산 중개업자를 통해서 알아보았는데 매매가격은 2000년 3월 현재시점의 거래기준가격으로 자료를 취득하였다. 매매가격에 대해서 세입자를 통해서 설문을 하는 연구도 있으나 이는 아파트가격에 대한 정보가 부족하여 주관적인 판단이 강하게 작용할 우려가 있다. 하지만 부동산 중개업자의 경우는 제3자의 관점에서 다양한 거래를 통한 경험적 가격을 제시할 수 있고 대상아파트에 대한 자세한 정보를 가지고 있다는 장점이 있다.

물론 아파트 매매가격 조사상의 애로점은 있었으나 부동산 중개소의 매매정보와 인터뷰를 통해 도로변 아파트가격시세를 파악하였으며, 급매 및 전세와 같은 것은 자료조사에서 배제시켰다.

일반적으로 도로변에는 대형아파트가 드문 반면, 중소형 아파트는 많았으며, 비교동이 평수가 달라 표본에서 제외되는 경우도 많이 있었다. 경우에 따라서는 도로변동과 비교동이 최대 3~4평 차이가 나는 경우에는 평당가격을 적용하여 유효표본으로 삼고 아파트 매매가격을 부동산 중개업자에게 묻기도 하였다.

4. 자료특성분석

조사대상아파트 134개중 표본오차의 범위를 넘어서는 6개의 조사자료를 제외한 128개 아파트의 통계량을 살펴보면, 서울 강남지역과 부천 중동지역은 평균 평수는 비슷하나 주택가격과 평당주택가격에서 상당한 지역적 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉 서울

6) 최근의 사례(자연종합환경, 2000년 3월 20일)로 성수대교 북단 응봉아파트(15층 짜리) 방음벽 설치를 위한 아파트 소음 측정결과, 소음은 온도와 습도에 영향을 받으면서 3층의 경우 70dB, 9층 81dB, 10층 80dB로 10층±2층이 소음이 가장 높게 잡히는 것으로 볼 수 있음.

〈표 4〉 서울강남과 부천중동의 지역별 통계량

지역구분	서울 강남지역				부천 중동지역				단 위
	평균	최소	최대	표준편차	평균	최소	최대	표준편차	
주택가격	285.00	152.15	546.13	46.26	111.10	56.86	218.68	31.90	백만원
평당가격	12.09	6.03	20.67	2.69	3.68	2.52	5.26	0.65	백만원
소 음	69.05	65.80	71.80	1.32	68.07	63.70	72.70	2.36	dB
평 수	24.31	11.00	49.00	6.74	28.54	16.00	50.00	6.00	평

강남지역의 주택가격 평균은 2억8천만원대 인데 비해 부천 중동지역은 1억 1천만원대로 서울지역이 거의 3배 정도 높으며, 평당주택가격 역시 서울 강남지역이 부천 중동지역 보다 3배 정도 높은 것으로 분석되었다. 이러한 차이는 대부분이 두 지역이 갖는 교통접근성 및 평균 소득수준 차이로 인해 발생한 것으로 추측할 수 있다.

또한, 평형대별 주택가격은 대형, 중형, 소형 등 3가지 유형으로 구분하였는데, 전용면적 25.7평(85m²) 이상인 대형의 경우 수도권 조사대상지역의 평균 주택가격은 2억5천만원대였으며, 중형(60~85m²)인 경우 1억8천만원대, 전용면적 18평(60m²)이하인 소형의 경우는 1억 5천만원대로 나타났다.

이를 지역별로 구분해서 평형대별로 비교해 보면, 서울 강남지역의 대형 아파트의 주택가격 평균은 3억 3천만원대인데 비해 부천 중동지역은 1억7천만원대로 서울지역이 약 2배 정도 높으며, 중형 아파트인 경우 서울 강남지역이 2억9천만원대로 부천 중동지역의 1억원대 보다 거의 3배 정도 높았으며, 소형아파트인 경우는 서울강남지역이 부천중동지역보다 4배를 상회하는 것으로 분석되어 수요가 많은 중, 소형 아파트로 갈수록 아파트 매매가격에 있어 지역간 차이가 두드러지는 것으로 분석되었다.

〈표 5〉와 같은 조사자료의 통계적 분석을 통해 지역별, 평형대별 주택가격에는 일정 부분이 소음수준에 따라 영향을 받고 있다는 것을 짐작할 수 있으며, 따라서 두 조사대상 지역 아파트의 평균 평수와 평균소음수준에는 큰 차이가 없지만 다음 장에서 추정될 한계소음가치에 의해 지역별, 평형대별로 아파트가격에 내재되어 있는 소음가치의 비중을 도출할 수 있을 것이다.

〈표 5〉 평형대별 평균 주택가격 (단위:백만원)

지역 평형	수도권	서울강남지역	부천 중동지역
대 형	251.44	338.57	175.20
중 형	184.82	292.15	100.26
소 형	151.73	224.29	57.84

N. 자동차 소음가치의 추정

1. 회귀분석의 기본모형 설정

본 연구에서 사용되는 분석은 회귀방정식을 추정하여 한계소음가격을 구하는 것이고, 여기서 사용되는 기본모형(prototype model)은 식(1)과 같다.

$$dp = \alpha + \beta dn + \epsilon \quad (1)$$

여기서

dp : 아파트가격차이

dn : 소음차

ϵ : 오차항

아파트가격차이와 소음차이를 가장 잘 설명해 주는 모형을 다음과 같은 과정을 거쳐 설정하였다. 먼저 가장 일반적인 형태라고 할 수 있는 모형으로서 가능한 설명변수를 모두 사용하여 회귀분석을 실시하고 여기에서 유의하지 않은 변수들을 소거해나가는 방식을 취했다.

그리고 함수형태⁷⁾로는 선형과 준로그, 역준로그, 이중로그를 사용하였다. 각각의 함수형태에 따라 한

7) 여기서의 함수형태는 선형함수, 준로그 함수, 역준로그함수, 이중로그 함수 4가지이며, 각각의 함수식과 한계소음가격은 다음과 같다.

선 형(linear)	준로그(semi logarithm)	역준로그(inverse semi logarithm)	이중로그(double logarithm)
$dp = \alpha + \beta dn$	$dp = \alpha + \beta \ln dn$	$\ln dp = \alpha + \beta dn$	$\ln dp = \alpha + \beta \ln dn$
β	β/dn	βdp	$\beta \frac{dp}{dn}$

제소음가격도 달리 도출된다. 여기서 주의해야 할 점은 로그형태를 띤 함수를 사용하지만 이들이 추정하고자 하는 모수(parameter)에는 영향을 주지 않고 모수에 대하여는 여전히 선형을 유지하므로 추정방식은 단순회귀(ordinary least square)를 적용할 수 있다.

2. 전체대상단지 모형의 추정

1) 상관관계 분석

소음가격 결정모형을 설정함에 있어 변수들에게 다양한 함수변환을 통해 최적 함수를 찾아야 한다. 물론 현실적으로 나타나는 함수형태는 비선형일 수 있고 이들을 본 연구에서 사용한 4가지 함수변환처럼 간단한 변환으로 선형화 시킬 수 있다. 여기서 4가지 함수형태가 모두가 적합한 모형으로 나타날 수는 없다. 하지만 각 함수형태는 모형이 가지고 있는 특성을 다른 측면에서 해석 가능하게 한다. 선형의 함수형태에서는 종속변수와 독립변수가 단순 증감의 관계를 갖는 반면 이중로그 함수형태에서는 지수적 관계를 갖는다. 따라서 4가지 함수형태에서 결정된 모형의 설명력이나 계수들을 비교한다면 주택가격차이

와 독립변수들간에 어떠한 관계를 갖는지 파악할 수 있다.

모형에 사용된 변수중에는 유의수준이 낮게 나타나는 변수들이 있을 수 있다. 기존 연구들은 이러한 변수들을 제거한 후 새로운 모형을 설정하여 보다 적합한 모형을 구성하려고 하였다. 하지만 유의수준이 떨어지는 변수들은 모형에 큰 영향을 미치지 못한다. 따라서 전체변수를 사용한 모형을 통해 소음가격에 영향을 줄 수 있는 모든 변수들과 소음가격과의 관계를 분석할 필요가 있다. 그런데 회귀식의 문제점중에 다중공선성(multicollinearity)문제와 모형에 불필요한 영향을 미칠 수 있는 변수의 제거는 필요하다. 분산확대지수(VIF:variance inflation factors)⁸⁾의 확인과 변수간 상관관계 분석을 통해 변수들에 대한 검토를 실시하였고, 이를 통해 문제가 될 만한 변수를 제거한 뒤 모형을 재구성하였다.

<표 6>은 전체 8개 변수들에 대한 상관관계 분석을 실시한 결과를 정리한 것이며, 여기서 상관계수가 ±0.3이상⁹⁾인 경우는 종속변수인 "주택가격차이"와 독립변수인 "평형"이 0.517로 비교적 높게 상호작용을 하고 있으며, 종속변수인 "주택가격차이"와 독립변수인 "소음차이"는 0.326으로 상호작용하고 있음을 알 수 있다.

<표 6> 표본의 각 변수간 상관관계

	아파트 가격 (도로변)	아파트 가격 (비교동)	소음수준 (도로변)	소음수준 (비교동)	평형	주택가격 차이	소음 차이	도로유형 더미
아파트 가격(도로변)	1.0	0.999	0.288	0.247	0.321	0.898	0.103	0.812
아파트 가격(비교동)		1.0	0.288	0.246	0.325	0.90	0.106	0.811
소음수준(도로변)			1.0	0.965	0.148	0.238	0.053	0.307
소음수준(비교동)				1.0	0.1	0.140	-0.149	0.303
평형					1.0	0.517	0.136	-0.128
주택가격 차이						1.0	0.326	0.632
소음차이							1.0	-0.005
도로유형 더미								1.0

8) 분산확대지수는 어떤 변수가 다중공선성을 지니는 가를 결정하는데 유용하다. i번째 변수에 대한 분산확대지수는 $1/(1-R_i^2)$ 로 정의되는데 이 때 R_i^2 은 i 번째 독립변수를 종속변수로 하고 나머지 독립변수들을 독립변수로 한 모형의 R^2 값이다. 모형의 VIF값보다 크게 나타나는 변수들은 다중공선성이 있다고 본다(조인호, 1995. SAS강좌와 통계컨설팅. 제일경제연구소. pp.20~23.

9) 표본집단에서 상관계수가 ±0.3인 경우 표본수가 100개를 넘고 있기 때문에 모집단의 상관계수는 95% 신뢰수준에서 약 0.2-0.4 정도로 볼 수 있다.

2) 최적 회귀식 도출

4가지 함수형태별로 회귀식 모형(1,2)을 구성하여 분석한 결과 이중로그 함수형태가 모형의 적합도와 설명변수의 유의성면에서 가장 적합한 것으로 도출되었다. 앞에서 언급한 것처럼 함수형태가 선형인지, 비선형인지 정확하게 파악하기 위해서는 Box-Cox변환을 통해 적합한 함수형태를 추정해 보아야 하겠으나 본 연구에서는 Box-Cox변환을 적용할 수 있을 정도로 데이터 수도 많지 않고 또한 회귀분석 결과 나타난 이중로그함수형태가 최적이라고 말하는 것은 본 사례대상지역의 데이터에 한정될 뿐 모든 지역에 적용되는 가장 적합한 함수형태는 아니다. 다시 말하면 본 연구에 국한된 최적 함수형태는 4가지 선형 함수 형태중 이중로그함수가 변수간의 자기상관관계를 설명하는 더빈-왓슨값(Durbin-Watson stat)이나 모형의 적합성을 나타내는 Akaike info criterion 또는 Schwarz criterion 값이 다른 세가지 함수형태값보다 우수하여 본 연구의 최적모형식이라고 보았다.

$$\text{LDP} = -5.07 + 1.05\text{LDN} + 1.13\text{LSZ} + 1.19\text{RGD} \\ (-15.45) \quad (5.99) \quad (12.61) \quad (18.30) \\ (2)$$

여기서

LDP : 주택가격차이를 나타내는 변수이고

LDN : 소음의 차이를 나타내며

LSZ : 평수 그리고 RGD는 지역더미변수

$$\text{R-square} \quad 0.7991 \quad \text{Adj R-sq} \quad 0.7943 \\ \text{Prob(F-statistic)} \quad 0.0000$$

이 회귀식은 기울기는 같고 절편이 다른 형태에 해당되므로 서울 강남지역과 부천 중동지역 자료에 의해 또 다시 회귀분석을 해보면 두 지역 회귀모형식의 적합성 여부를 판정할 수 있다.

$$\text{LDP(서울 강남)} = -2.70 + 1.00\text{LDN} + 0.79\text{LSZ} (3) \\ (-9.42) \quad (6.51) \quad (10.06) \\ \text{R-square} \quad 0.7263 \quad \text{Adj R-sq} \quad 0.7170 \\ \text{Prob(F-statistic)} \quad 0.0000$$

$$\text{LDP(부천 중동)} = -7.05 + 1.03\text{LDN} + 1.75\text{LSZ} (4) \\ (-17.48) \quad (4.56) \quad (15.03) \\ \text{R-square} \quad 0.8234 \quad \text{Adj R-sq} \quad 0.8178 \\ \text{Prob(F-statistic)} \quad 0.0000$$

두 지역의 회귀모형식 추정결과 부천 중동지역이 서울 강남지역보다 소음수준에 대한 민감도가 크게 나타난 이유는 일반적으로 소음값은 주택가격이 비싼 (또는 소득수준이 높은) 서울 강남지역이 부천 중동 지역 보다 클 수 있지만, 소음에 대한 한계소음값(소음변수에 대한 파라메타) 자체는 상대적으로 조용한 환경의 부천 중동지역 사람들이 소음에 대한 민감도가 더 큰 것으로 본 논문에서는 추정되었다.

<표 7>은 전체 128개 아파트 등을 대상으로 4개의 소음가격에 대한 설명변수를 구성한 것으로 각 셀의 상단부는 계수값이고 하단부의 괄호안은 t값이다. 그리고 모형1은 4개(독립변수 2개, 더미변수 2개) 요 모두 사용한 경우이고, 모형2는 다소 유의성이 떨어지는 "도로유형더미"변수를 제외한 3개의 결정요인을 사용한 경우이다. 4가지 함수형태의 모형 1과 2 모두에서 모형은 높은 설명력을 보였으며, 특히 모형 2에서는 이중로그 함수형태가 80%에 가까운 설명력(R-square=0.7991)과 99% 수준의 유의수준(F통계치=0.0000)을 보이고 있으며, 그 다음이 역준로그 함수형태로 이 또한 높은 설명력을 보이고 있음을 알 수 있다.

3) 한계소음가격 도출

한계소음가격은 회귀모형에서 추정된 각 변수의 계수값으로 도출할 수 있는데, 함수형태에 따라 소음 1단위(dB) 변화에 따른 아파트가격차이인 한계소음가격은 46만원에서 75만원으로 계산되었으며, 평형별로는 전용면적 25.7평(85m²)이상인 대형의 경우 78만원~122만원, 중형(60~85m²)인 경우 46만원~59만원, 전용면적 18평(60m²)이하인 소형의 경우 27만원~51만원으로 나타났다.

소득수준이 높을수록 한계소음가격이 높았으며, 대형의 경우 한계소음가격의 범위가 40만원 정도로 차이가 나는 것은 대형 평수일수록 소득 수준이 높기 때문에 소음에 대해 회피할 수 있는 선택의 폭이 넓기 때문으로 해석할 수 있다.

<표 7> 전체 대상단지의 회귀모형식에 대한 추정결과

함수형태 변수		선형 (linear)		준로그 (semi logarithm)		역준로그 (invers semi logarithm)		이중로그 (double logarithm)	
		모형 1	모형 2	모형 1	모형 2	모형 1	모형 2	모형 1	모형 2
상수항(C)		-1.535 (-2.979)	-2.125 (-6.369)	-4.909 (-7.893)	-5.372 (-10.22)	-2.655 (-8.273)	-2.521 (-12.17)	-5.288 (-13.74)	-5.073 (-15.45)
소음(DN, LDN)		0.354 (2.009)	0.564 (5.519)	1.089 (2.247)	1.632 (5.788)	0.415 (3.781)	0.363 (5.731)	1.250 (4.167)	1.055 (5.992)
평수(SZ, LSZ)		0.054 (8.890)	0.053 (8.890)	1.468 (9.868)	1.422 (9.857)	0.043 (11.420)	0.043 (11.783)	1.149 (12.490)	1.137 (12.614)
지역 더미	RGD	0.747 (1.193)	1.637 (14.903)	0.981 (1.654)	1.677 (15.982)	1.567 (4.019)	1.172 (17.183)	1.739 (4.741)	1.199 (18.300)
	RGN	0.304 (1.462)	-	0.244 (1.245)	-	-0.128 (-0.990)	-	-0.171 (-1.407)	-
도로 더미	RTD	-0.255 (-0.401)	-	-0.416 (-0.682)	-	-0.216 (-0.547)	-	-0.330 (-0.874)	-
	RTN	0.076 (0.363)	-	0.103 (0.512)	-	0.052 (0.400)	-	0.069 (0.556)	-
R-square		0.724	0.718	0.751	0.745	0.784	0.781	0.807	0.799
Adj R-sq		0.710	0.712	0.738	0.738	0.773	0.775	0.798	0.794

<표 8> 함수형태별 한계소음가격 (단위:만원)

선형	준로그	역준로그	이중로그
β	β/dn	βdp	$\beta \frac{dp}{dn}$
46.0	47.0	74.0	75.0

여기서,

LDP : 주택가격차이를 나타내는 변수이고

LDN : 소음의 차이를 나타내며

LSZ : 평수

RTN : 도로더미변수임

<표 9> 평형대별 한계소음가격 (단위:만원)

평형	선형	준로그	역준로그	이중로그
대형	78.0	80.0	116.0	122.0
중형	46.0	47.0	57.0	59.0
소형	27.0	38.0	51.0	51.0

R-square 0.7637 Adj R-sq 0.7515

Prob(F-statistic) 0.0000

3. 사례지역의 회귀분석

1) 서울강남지역

(1) 회귀식 도출

4가지 함수형태별로 회귀식 모형(1,2)을 구성하여 분석한 결과 이중로그 함수형태가 모형의 적합도와 설명변수의 유의성면에서 가장 적합한 것으로 도출되었다.

$$LDP = -2.69 + 0.91LDN + 0.79LSZ + 0.58RTN \quad (5)$$

(-10.02) (6.21) (10.71) (3.02)

<표 10>은 서울 강남지역 62개 아파트 등을 대상으로 4개의 소음가격에 대한 설명변수를 구성한 것으로 각 셀의 상단부는 계수값이고 하단부의 괄호안은 t값이다. 그리고 모형1은 4개(독립변수 2개, 더미변수 2개) 요인을 모두 사용한 경우이고, 모형2는 다소 유의성이 떨어지는 "도로유형더미"변수를 제외한 3개의 결정요인을 사용한 경우이다. 4가지 함수형태의 모형 1과 2 모두에서 모형은 높은 설명력을 보였으며, 특히 모형2는 이중로그 함수형태가 80%에 가까운 설명력(R-square=0.7637)과 99% 수준의 유의수준(F통계치=0.0000)을 보이고 있으며, 그 다음이 역준로그 함수형태로 이 또한 높은 설명력을 보이고 있음을 알 수 있다.

(2) 한계소음가격 도출

서울강남지역의 함수형태별 소음 1단위(dB) 변화에

<표 10> 서울 강남지역의 회귀모형식에 대한 추정결과

변수	함수형태	선형(linear)		준로그(semi logarithm)		역준로그(inverse semi logarithm)		이중로그(double logarithm)	
		모형1	모형2	모형1	모형2	모형1	모형2	모형1	모형2
상수항(C)		-1.011 (-1.913)	-1.088 (-2.715)	-4.175 (-6.668)	-4.307 (-7.452)	-0.985 (-3.761)	-0.940 (-4.733)	-2.696 (-9.222)	-2.698 (-10.025)
소음 (DN, LDN)		0.661 (3.794)	0.688 (5.615)	1.828 (4.043)	2.010 (6.361)	0.326 (3.780)	0.310 (5.102)	0.911 (4.317)	0.914 (6.211)
평수 (SZ, LSZ)		0.057 (7.514)	0.057 (7.665)	1.486 (9.048)	1.464 (9.229)	0.030 (7.921)	0.030 (8.175)	0.791 (10.323)	0.791 (10.714)
도로더미	RTD	-0.166 (-0.224)	-	-0.378 (-0.567)	-	0.098 (0.267)	-	-0.005 (-0.017)	-
	RTN	0.174 (0.708)	0.120 (2.578)	0.205 (0.929)	0.082 (1.987)	0.046 (0.381)	0.078 (3.403)	0.060 (0.583)	0.584 (3.029)
R-square		0.647	0.646	0.721	0.720	0.662	0.661	0.763	0.763
Adj R-sq		0.622	0.628	0.702	0.705	0.638	0.644	0.747	0.751

<표 11> 함수형태별 한계소음가격 (단위:만원)

선형	준로그	역준로그	이중로그
β	β/dn	βdp	$\beta \frac{dp}{dn}$
70.0	67.0	96.0	93.0

여기서,

LDP : 주택가격차이를 나타내는 변수이고

LDN : 소음의 차이를 나타내며

LSZ : 평수

RTN : 도로더미변수임

<표 12> 평형대별 한계소음가격 (단위:만원)

평형	함수	선형	준로그	역준로그	이중로그
대형		200.0	195.0	212.0	207.0
중형		90.0	93.0	91.0	95.0
소형		45.0	48.0	42.0	44.0

R-square 0.9336 Adj R-sq 0.9304

Prob(F-statistic) 0.0000

따른 아파트가격차이인 한계소음가격은 67만원에서 96만원으로 계산되었으며, 평형별로는 전용면적 25.7평(85m²)이상인 대형의 경우 200만원~212만원, 중형(60~85m²)인 경우 90만원~95만원, 전용면적 18평(60m²)이하인 소형의 경우 42만원~48만원으로 나타났다.

<표 13>는 부천 중동지역 66개 아파트 동을 대상으로 4개의 소음가격에 대한 설명변수를 구성한 것으로 각 셀의 상단부는 계수값이고 하단부의 괄호안은 t값이다. 그리고 모형1은 4개(독립변수 2개, 더미변수 2개) 요인을 모두 사용한 경우이고, 모형2는 다소 유의성이 떨어지는 "도로유형더미"변수를 제외한 3개의 결정요인을 사용한 경우이다. 4가지 함수형태의 모형 1과 2 모두에서 모형은 높은 설명력을 보였으며, 특히 모형 2에서는 이중로그 함수형태가 90%를 상회하는 설명력(R-square=0.9336)과 99% 수준의 유의수준(F통계치=0.0000)을 보이고 있으며, 그 다음이 역준로그 함수형태로 이 또한 높은 설명력을 보이고 있음을 알 수 있다.

2) 부천 중동지역

(1) 회귀식 도출

4가지 함수형태별로 회귀식 모형(1,2)을 구성하여 분석한 결과 이중로그 함수형태가 모형의 적합도와 설명변수의 유의성면에서 가장 적합한 것으로 도출되었다.

$$LDP = -7.30 + 1.22LDN + 1.80LSZ - 0.17RTN \quad (6)$$

(-29.14) (8.65) (25.07) (-10.14)

(2) 한계소음가격 도출

부천 중동지역의 함수형태에 따라 소음 1단위(dB) 변화에 따른 아파트가격차이인 한계소음가격은 32만원에서 35만원으로 계산되었으며, 평형별로는 전용면적

〈표 13〉 부천 중동지역의 회귀모형식에 대한 추정결과

변수	함수형태	선형 (linear)		준로그 (semi logarithm)		역준로그 (invers semi logarithm)		이중로그 (double logarithm)	
		모형1	모형2	모형1	모형2	모형1	모형2	모형1	모형2
상수항(C)		-1.741 (-7.498)	-1.913 (-9.807)	-5.862 (-14.733)	-5.990 (-15.571)	-2.907 (-16.525)	-3.142 (-20.605)	-7.126 (-28.755)	-7.306 (-29.147)
소음(DN, LDN)		0.333 (4.112)	0.399 (6.125)	1.041 (3.790)	1.242 (5.704)	0.309 (5.036)	0.399 (7.834)	0.944 (5.515)	1.228 (8.651)
평수(SZ, LSZ)		0.069 (19.331)	0.068 (19.325)	1.818 (16.103)	1.789 (16.161)	0.068 (25.1270)	0.067 (24.213)	1.849 (26.305)	1.809 (25.075)
도로터미	RTD	-0.539 (-1.344)	-	-0.563 (-1.192)	-	-0.735 (-2.422)	-	-0.797 (-2.709)	-
	RTN	0.002 (0.015)	-0.173 (-7.731)	-0.007 (-0.045)	-0.189 (-7.281)	0.084 (0.842)	-0.154 (-8.839)	0.086 (0.891)	-0.172 (-10.146)
R-square		0.897	0.894	0.860	0.856	0.935	0.929	0.940	0.933
AdjR-sq		0.890	0.889	0.850	0.849	0.931	0.925	0.936	0.930

〈표 14〉 함수형태별 한계소음가격 (단위:만원)

선형	준로그	역준로그	이중로그
β	β/dn	βdp	$\beta \frac{dp}{dn}$
33.0	35.0	32.0	34.0

〈표 16〉 지역별 평형대별 한계소음가격 (단위:만원)

평형	함수	서울 강남			부천 중동		
		최대	최소	평균	최대	최소	평균
대형		212.0	200.0	207.0	74.0	65.0	73.0
중형		95.0	90.0	95.0	34.0	28.0	29.0
소형		48.0	42.0	44.0	19.0	17.0	19.0

〈표 15〉 평형대별 한계소음가격 (단위:만원)

평형	함수	선형	준로그	역준로그	이중로그
대형		68.0	65.0	74.0	73.0
중형		33.0	34.0	28.0	29.0
소형		17.0	17.0	18.0	19.0

평형대별 한계소음가격이 전반적으로 높은 것으로 나타났다.

(2) 소득대리변수로서의 평형대간 교차비교

일반적으로 아파트 평형은 소득대리변수로 보아도 무방하며, 따라서 두지역의 평형대간 교차비교를 해 보고자 한다.

즉, 서울 강남지역의 중형과 부천 중동지역의 대형 평수간의 한계소음가격이 어떠한지, 서울 강남지역의 소형과 부천 중동지역의 중형 평수간의 한계소음가격이 어떠한지를 살펴 본 결과, 〈표 13〉에서도 볼 수 있듯이 서울 강남지역 중형의 한계소음가격이 평균 95만원으로서 부천 중동지역의 대형 평수의 한계소음가격 73만원보다 22만원 높으며, 서울 강남지역 소형의 한계소음가격이 평균 44만원으로서 부천 중동지역의 중형 평수의 한계소음가격 29만원보다 15만원 높은 것으로 나타났다.

이러한 결과는 비슷한 소득수준에 대해서도 한계소음가격이 지역간에 차이가 있음을 설명하고 있음을 알 수 있다.

25.7평(85m²)이상인 대형의 경우 65만원~74만원, 중형(60~85m²)인 경우 28만원~34만원, 전용면적 18평(60m²)이하인 소형의 경우 17만원~19만원이었다.

3) 두 지역 비교

(1) 동일 평형대별 비교

두 지역간의 평형 규모별 한계소음가격을 비교해보면 대형 평수인 경우 서울 강남지역이 평균 207만원으로서 부천 중동지역의 73만원보다 3배 정도 큰 것으로 분석되었다.

중형 평수인 경우에는 서울강남지역이 평균 95만원으로서 부천 중동지역의 29만원보다 3배 이상 크며, 소형 평수인 경우에는 서울 강남지역이 평균 44만원으로서 부천 중동지역의 19만원보다 2.5배 정도 큰 것으로 분석되어 서울 강남지역이 부천 중동지역보다

(3) 소음이 주택가격에 미치는 영향 비교

서울 강남지역과 부천 중동지역에 있어서 소음이 주택가격에서 미치는 영향을 비교해 볼 수 있는데, 즉 서울 강남지역의 평형대별 주택가격이 부천 중동 지역 보다 거의 3배 가까이 되며, 소음 1dB증가가 주택가격에 미치는 영향 또한 서울 강남지역이 부천 중동지역 보다 거의 3배에 가깝게 나타나 이들 두 지역에서의 소음 1dB증가가 주택가격에 미치는 영향은 별 차이가 없는 것으로 분석되었다. 즉, 서울지역과 경기도 지역의 소음 1dB증가가 주택가격에 미치는 영향은 평균 0.3%로 추정되었으며, 평형대별로는 규모가 큰 평수일수록 소음 1dB증가가 주택가격에 미치는 영향이 높은 것으로 분석되었다.

〈표 17〉 소음 1데시벨(dB)증가가 주택가격에 미치는 영향 (단위:만원,%)

합수 평형	서울 강남			부천 중동		
	주택가격	소음가격	비중	주택가격	소음가격	비중
대형	33,857	207.0	0.6	17,520	73.0	0.4
중형	29,215	95.0	0.3	10,026	29.0	0.3
소형	22,429	44.0	0.2	5,784	19.0	0.3
평균	28,500	85.0	0.3	11,110	33.0	0.3

V. 결론 및 정책건의

선진 외국과는 달리 우리나라의 경우 외부효과의 계측과 가치화에 대한 노력이 미미하여, 공학적 뿐만 아니라 경제학적 입장에 입각하여 교통소음이라는 환경재에 대한 가치화를 대도시 도로주변 아파트가격과 실제 소음측정을 통해 본 연구에서 최초로 분석하였다. 그리고 본 연구의 목적은 자동차 소음이라는 환경재의 비시장적 가치를 시장가치로 환산하여 아파트 가격에 내재된 소음가치를 특성가격기법과 회귀분석에 의해 추정하는 것이었다. 즉 소음수준에 따라서 아파트 매매가격에 영향을 미치는 정도가 다르므로 소음차이로 인한 아파트 매매가격에 내재된 한계소음 가격 도출이 가능하였다. 구체적으로는 평형대별 한계소음가격을 도출함으로써 소음 1dB(A)의 증가(혹은 감소)가 주택가격에 미치는 영향의 정도를 분석하였다.

본 논문에서 도출된 결과를 정리해 보면, 먼저 서울 대도시권의 교통소음이 아파트 가격에 내재된 가치를

〈표 18〉 소음 1데시벨(dB)증가가 주택가격에 미치는 영향 (단위:만원)

합수 평형	서울시			경기도		
	주택가격	소음가격	비율 (%)	주택가격	소음가격	비율 (%)
대형	33,857	207.0	0.6	17,520	73.0	0.4
중형	29,215	95.0	0.3	10,026	29.0	0.3
소형	22,429	44.0	0.2	5,784	19.0	0.3
평균	28,500	85.0	0.3	11,110	33.0	0.3

추정하기 위해 「준-특성가격기법」을 이용하였으며, 자료의 한계를 극복하기 위하여 소음변수를 제외한 다른 요인에 의한 주택가격 차이를 제거할 수 있는 표본을 선정하고, 선정된 표본집단의 소음수준을 측정된 자료를 활용하여 소음에 의한 주택가격의 한계 소음가치를 추정하였다.

선형, 준로그, 역준로그, 이중로그 회귀모형식을 이용하여 소음수준에 따른 주택가격 차이를 분석하였으며, 그 중에서도 이중로그 함수식이 가장 적합성이 뛰어난 모형으로 나타났다.

한계소음가격은 주택의 평수에 따라 상당히 다른 것으로 분석되었다. 즉, 서울시 지역의 소음가격은 경기도 지역보다 높은 것으로 나타났다. 또한, 큰 평수의 주택이 적은 평수의 주택보다 소음가격이 높은 것으로 나타났다. 그 이유는 서울시 지역과 큰 평수에 거주하는 사람들의 소득수준이 경기도 지역이나 적은 평수에 거주하는 사람들의 소득수준 보다 각각 높기 때문이며, 이는 고소득층이 갖는 교통소음가격이 저소득층의 교통소음가격보다 높다는 것을 말해 준다.

또한, 서울시와 경기도에 있어서 소음 1dB증가가 주택가격에 미치는 영향은 서울시 주택가격이 경기도 주택가격에 비해 거의 3배나 되기 때문에 이들 두 지역에서의 소음 1dB증가가 주택가격에 미치는 영향에는 별 차이가 없었다. 즉, 서울시와 경기도의 소음 1dB증가가 주택가격에 미치는 영향은 평균 0.3%로 추정되었으며, 평형대별로는 규모가 큰 평수일수록 소음 1dB증가가 주택가격에 미치는 영향은 높은 것으로 분석되었다.

이상의 연구결과를 통해 볼 때 정책건의 사항으로는 본 연구에서 도출된 교통소음의 가치를 교통시설의 타당성 평가에 적용할 수 있으며, 향후 교통소음 피해비용과 방음벽 설치비용과의 관계를 분석해 보면 소음저감방안으로서의 방음벽 설치여부에 대한 기준

을 제시할 수 있어 방음벽 설치여부를 둘러싼 민원들에 대한 해결의 실마리를 제공할 수도 있을 것이다.

또한, 추후에는 본 연구로 인해 기존의 항공기 소음, 철도(지하철 포함) 소음에 이어 자동차소음에 대한 소음피해비용을 화폐가치화함으로써 수송수단별 투자 계획수립에도 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 김기천, 1997, 지하철의 소음과 건설비의 관계에 관한 연구, 서울대 박사논문.
2. 이학우, 1992. 8, 부산시 고층집합주거단지의 주거편익도와 주택가격의 상관관계연구, 부산대, 석사학위논문.
3. 허세립, 1994, 헤도닉가격기법을 이용한 주택특성의 잠재가격측정, 주택연구, 2(2):27-42.
4. 이왕기, 1996, 아파트가격에 내재한 경관조망 가치의 측정 및 분석.
5. 엄영숙, 1999.8, 환경영향의 경제적 가치평가, 환경경제연구.
6. 박승준, 전영섭, 1995, 환경의 경제적 가치, 학현사.
7. 김종석, 이성원, 1996, 교통환경론, 21세기 한국연구재단연구.
8. Damodar N.Gujarati, 1993, 계량경제학 강의-이론과 응용, 형설출판사.
9. 清水, 肥田野 등 2인, 1988, 자산가치분석에 의한 중고층주택의 주거환경 평가수법에 관한 연구, 도시계획학술연구논문집, 23, pp.253~258.
10. 森彬壽芳, 宮武信春, 吉田哲夫, 1980, 소음의 사회적 비용의 측정방법에 관한 연구, 토목학회논문집, 302, pp.113~123.
11. 岩田, 殘田, 1985, 교통소음의 사회적 비용 계측 - 오사카국제공항을 사례로, 환경연구 55, pp.124~132.
12. 山崎, 1991, 자동차 소음에 의한 외부효과의 계측, 환경과학회지, 4, pp.251~264.
13. 矢澤·金本, 1992, 헤도닉어프로치에 있어서의 변수선택, 환경과학회지, 40(6), pp.388~396.
14. 肥田野·林山, 1996, 도시내 교통이 갖는 소음 및 진동의 외부효과의 화폐계측, 환경과학회지, 9(3), pp.401~409.
15. Nelson, J.P. 1978, Economic Analysis of Transportation Noise Abatement, Ballinger Publishing Company, Cambridge, Mass.
16. Daniel Haling and Harry Cohen, 1991, Residential Noise Damage Costs Caused by Motor Vehicles, Transportation Research Record 1559, pp.84~93.
17. Rosen, S., 1974, Hedonic prices and implicit market, Journal of Political Economics, Vol .82, pp.34~55.
18. Anil Markandya ; David W. Pearce, 1989, Blueprint for a green economy, pp.192.

✉ 주 작 성 자 : 임영태

✉ 논문투고일 : 2001. 4. 18

논문심사일 : 2001. 5. 30 (1차)

2001. 7. 11 (2차)

2001. 7. 19 (3차)

2001. 7. 30 (4차)

심사판정일 : 2001. 7. 30