

# 반복매매지수의 지수변화 보정에 관한 연구

## Revision in Repeat Sale Index : Problem and Solution

류 강 민 (Ryu, Kang-Min)\*

이 창 무 (Lee, Chang-Moo)\*\*

### I. 서론

국토해양부 아파트 실거래가 지수가 공개되면서, 실거래가를 이용한 다양한 연구가 진행되고 있다. 지수 역시 과거 시세를 이용한 연구에서 실거래가를 이용한 많은 연구가 진행되었고, 시세와 다른 실거래가의 특성으로 인해, 과거 지수 산정방법과는 차별적인 방법으로 지수 산정이 이루어졌다.

한국감정원은 거래가 이루어질 때에만 가격이 존재하는 실거래가를 활용하여 연속적인 지수를 산정하기 위해 용역을 발주하였고, 지수를 산정하기 위한 다양한 방법이 제시되었다. 이 때 제시된 지수산정방법은 헤도닉가격지수, 반복매매지수, SPAR지수 등으로 감정이 혹은 통계적인 방법을 이용한 지수 산정방법이며, 최종적으로 반복매매지수가 국토해양부 지수로 선정되었다.

반복매매지수는 두 번 이상 거래된 자료를 이용하여 지수를 추정하는 방법으로 Bailey, Muth and Nourse(1963)를 시작으로 Case(1986), Case and Shiller(1987), Shiller(1991), Goetzmann(1992) 등에 의해 발전되어 왔다. 국내에는 2006년 실거래가 자료가 축적되기 이전에는 시세자료를 바탕으로 한 아파트 가격지수와 월세지수를 산정하기 위해 활용된 사례가 있으며, 실거래 자료가 공개되면서 실거래가를 이용한 반복매매지수가 만들어졌다(이창무·김병욱·이현 2002; 이창무·김동근·안건혁·2003; 이창무·김진유·이상영 2005; 이창무·김용경·배익민).

또한, 반복매매지수는 개별 주택가격변동의 평균을 추정하는 동일가중 반복매매지수와 총자산의 변동을 추정하는 가치가중 반복매매지수가 있어 목적에 따라 다양한 이용이 가능하며, 헤도닉 가격지수나 SPAR 지수<sup>1)</sup>에 비해 저비용으로 지수를 만들 수 있는 장점을 가지고 있어, 지수 추정에 널리 사용되고 있다.

그러나 반복매매지수는 기하평균으로 인한 지수의 저평가 문제, 실거래가 자료 중 반복거래된 자료만을 사용함으로써 발생하는 자료의 비효율성 문제, 지수변화 문제, 반복 거래된 자료의 편성 문제, 이분산 문제 등의 한계 또한 가지고 있으며, 이를 극복하기 위한 연구가 이루어지고 있

---

\* 미래에셋부동산연구소, locsword@hanmail.net, 주저자

\*\* 한양대학교 도시공학과 교수, changmoo@hanyang.ac.kr, 공저자

1) 헤도닉 가격지수의 경우 변수별 자료를 확보해야 하기 때문에 고비용이 소요되며, SPAR지수의 경우, 표본마다 감정가를 가져야 하기 때문에 고비용이 소요됨

다(Case and Shiller 1987; Shiller 1991; Goetzmann 1992; Goetzmann and Peng 2002; Peng 2002; 류강민·박유미·이창무 2009)

특히 본 연구에서 주제로 삼고 있는 지수변화(Index Revision)에 관한 연구로는 Wang and Zone(1997), Clapp and Giaccotto(1999), Clapham, Englund and Quigley(2006) 등이 있으며, 지수변화가 왜 일어나는가에 대해 연구가 주를 이루었다. 이들은 시간이 지나면서 표본수가 증가함에 따라 재추정된 지수가 하락하는 현상이 나타나며, 이러한 지수변화는 표본의 편의 또는 단기간에 거래된 표본, 그리고 OLS에 의해 사용된 가중치 변화에 의해 나타난다고 주장하였다. 또한 표본수가 많아질수록 지수값이 더 효율적으로 나타남을 언급하였다.

본 연구는 간단한 예를 활용하여 지수변화가 왜 나타나는지를 파악하고 지수변화에 대한 보정방법을 제시하고자 한다. 이 보정방법은 Shiller(1993)가 제시한 Pre-base and Post-base Index Estimation이란 방법이므로 현재 S&P/Case-Shiller housing Price Index 지수 산정에 활용되고 있다.

## II. 지수변화(Index Revision)와 보정방법

### 1. 지수변화(Index Revision)

간단한 예를 통해 지수를 재추정할 때 지수변화가 나타나는 이유에 대해 살펴보도록 하자. <표 1>에서 보는 것처럼 5개의 표본이 있고, 이 표본은 4기까지 두 번 거래된 거래쌍을 가지고 있다.

<표 1> 지수변화 예시

구분	1기	2기	3기	4기
h1	$P_{11}$		$P_{13}$	
h2	$P_{21}$	$P_{22}$		
h3		$P_{32}$	$P_{33}$	
h4	$P_{41}$			$P_{44}$
h5		$P_{52}$		$P_{54}$

현재시점이 3기이면, 3기까지의 지수는 1기~3기에 두 번 거래된 표본(h1, h2, h3)이 지수추정에 사용된다. 반복매매지수를 이용하여 지수를 추정하기 위해서는 먼저, 식(1)과 같은 행렬로 변수를 구성해야 한다. 식(1)의 Y는 종속변수 행렬로써 두 번째 거래시점 대비 첫 번째 거래시점의 거래가격 변동률을 로그 변환한 값이며, X는 독립변수 행렬로 첫 번째 거래일 경우 -1, 두 번째 거래일 경우 1, 거래가 이루어지지 않을 경우 0의 값을 가진 더미변수 행렬이다. B는 각각 2기와 3기에 추정하고자 하는 계수의 행렬이다.

$$Y = \begin{pmatrix} \ln P_{13} - \ln P_{11} \\ \ln P_{22} - \ln P_{21} \\ \ln P_{33} - \ln P_{32} \end{pmatrix}, X = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ -1 & 1 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} \hat{\beta}_2^F \\ \hat{\beta}_3^F \end{pmatrix} \quad (1)$$

추정하고자 하는 B값은 식(2)와 같은 OLS 행렬식을 이용해 계산된다. 이 때 계산의 편의를 위해 식(2)를 식(2')로 변형하여 행렬 B를 구할 수 있다.

$$B = (X'X)^{-1}X'Y, \quad (2)$$

$$X'Y = (X'X)B \quad (2')$$

식(2)를 이용하여 행렬식을 추정하면 식(3), 식(4)와 같이 해당시점의 계수가 추정된다. 이 때 추정된 식(3)을 살펴보면,  $\ln \frac{P_{22}}{P_{21}}$ 는 표본 h2가 1기에서 2기로의 변동률을 로그 변환한 값을 알 수 있다. 또한  $\left( \ln \frac{P_{13}}{P_{11}} - \ln \frac{P_{33}}{P_{32}} \right)$ 의 경우, 표본 h1이 1기에서 3기로 변동한 변동률을 표본 h3가 2기에서 3기로 변동한 변동률로 차감해준 것임을 알 수 있다. 즉,  $\ln \frac{P_{22}}{P_{21}}$ 과  $\left( \ln \frac{P_{13}}{P_{11}} - \ln \frac{P_{33}}{P_{32}} \right)$  모두 1기에서 2기로의 변동률을 추정하는 방법이며, 추정된 계수( $\hat{\beta}_2^F$ )는 다른 가중치를 가진 두 값의 합으로 구성되어 있다. 가중치의 경우, 1기에서 2기로의 변동률을 추정하기 위해 사용한 조합이 2개일 때 보다 1개일 때, 더 높은 가중치가 적용되었음을 알 수 있다. Wang and Zone(1999)은 변동률을 계산하기 위해 조합이 많아질수록 '덜 명백한(less obvious)'이라 표현하였으며, 'OLS를 이용한 지수추정은 덜 명백한 변동률일수록 가중치를 작게 하여 지수를 적절하게 추정할 수 있도록 한다'라고 언급하였다<sup>2)</sup>. 식(3) 뿐만 아니라 식(4) 역시 1기에서 3기까지 변동률을 추정하기 위해 조합이 많을수록 더 작은 가중치를 가지고 있음을 알 수 있다.

$$\hat{\beta}_2^F = \frac{2}{3} \ln \frac{P_{22}}{P_{21}} + \frac{1}{3} \left( \ln \frac{P_{13}}{P_{11}} - \ln \frac{P_{33}}{P_{32}} \right) \quad (3)$$

$$\hat{\beta}_3^F = \frac{2}{3} \ln \frac{P_{13}}{P_{11}} + \frac{1}{3} \left( \ln \frac{P_{22}}{P_{21}} + \ln \frac{P_{33}}{P_{32}} \right) \quad (4)$$

한편, 시간이 흘러 4기가 되었을 때, 지수 추정에 사용되는 표본은 총 5개(h1~h5)이며, OLS를 위해 행렬식으로 표현하면, 식(5)와 같이 나타난다. 식(5) 역시 식(2)를 이용하여 추정계수 행렬 B

2) Shiller(1993) 역시 변동률을 계산하기 위해 사용되는 조합이 많을수록 ' 좋지 않은 방법(worse way)'이라고 표현하였다.

를 구할 수 있다.

OLS를 이용한 추정계수는 식(6)~ 식(8)에 나타나며, 1기 대비 2기 변동의 추정계수인 식(3)의  $\hat{\beta}_2^F$ 와 식(6)의  $\hat{\beta}_2^R$ 이 추정에 사용된 표본과 가중치가 다름을 알 수 있다. 식(6)의 경우 새로 추가된 표본이 계수를 추정하는데 이용되었으며, 가중치 역시 바뀌고 있다. 1기 대비 3기 변동의 추정계수 역시 식(4)의  $\hat{\beta}_3^F$  식(7)의  $\hat{\beta}_3^R$ 에서 보는 것처럼 가중치와 사용된 표본이 달라졌음을 알 수 있으며, 이는 표본수가 변하게 되면(시간이 흐르게 되면) 지수 변화(Index Revision)가 일어나게 됨을 보여준다.

$$Y = \begin{pmatrix} \ln P_{13} - \ln P_{11} \\ \ln P_{22} - \ln P_{21} \\ \ln P_{33} - \ln P_{32} \\ \ln P_{44} - \ln P_{41} \\ \ln P_{54} - \ln P_{52} \end{pmatrix}, X = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} \hat{\beta}_2^R \\ \hat{\beta}_3^R \\ \hat{\beta}_4^R \end{pmatrix} \quad (5)$$

$$\hat{\beta}_2^R = \frac{2}{4} \ln \frac{P_{22}}{P_{21}} + \frac{1}{4} \left( \ln \frac{P_{13}}{P_{11}} - \ln \frac{P_{33}}{P_{32}} \right) + \frac{1}{4} \left( \ln \frac{P_{44}}{P_{41}} - \ln \frac{P_{54}}{P_{52}} \right) \quad (6)$$

$$\hat{\beta}_3^R = \frac{5}{8} \ln \frac{P_{13}}{P_{11}} + \frac{2}{8} \left( \ln \frac{P_{22}}{P_{21}} + \ln \frac{P_{33}}{P_{32}} \right) + \frac{1}{8} \left( \ln \frac{P_{33}}{P_{32}} + \ln \frac{P_{44}}{P_{41}} - \ln \frac{P_{54}}{P_{52}} \right) \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \hat{\beta}_4^R &= \frac{1}{2} \ln \frac{P_{44}}{P_{41}} + \frac{1}{2} \left( \ln \frac{P_{54}}{P_{52}} + \hat{\beta}_2^R \right) \\ &= \frac{5}{8} \ln \frac{P_{44}}{P_{41}} + \frac{2}{8} \left( \ln \frac{P_{22}}{P_{21}} + \ln \frac{P_{54}}{P_{52}} \right) + \frac{1}{8} \left( \ln \frac{P_{13}}{P_{11}} + \ln \frac{P_{54}}{P_{52}} - \ln \frac{P_{33}}{P_{32}} \right) \end{aligned} \quad (8)$$

## 2. 지수변화 보정(Pre-base and Post-base)

Pre-base and Post-base 지수추정은 지수변화(Index Revision)를 보정하는 방법으로서, Shiller(1993)가 제안하였으며 현재 S&P/Case-Shiller 주택가격지수 산정에 이용되고 있다. 앞서 언급한 <표 1>의 예시에서 3기까지는 일반 반복매매모형으로 지수를 추정하고, 4기에는 Pre-base and Post-base 방법을 이용하여 지수를 추정하도록 한다. 먼저 3기까지의 자료(h1, h2, h3)로 추정된 계수( $\hat{\beta}_2^F$ ,  $\hat{\beta}_3^F$ )는 식(3), 식(4)와 같이 추정된다. 4기에 새로 추가된 자료 h4, h5는 <그림 1>과 같이 첫 번째 거래시점과 가격을 3기로 변화시킨 새로운 거래쌍을 만든다. 이 때 h4, h5의 3기 추정가격( $P_{43}'$ ,  $P_{53}'$ )은 식(9)와 같이 이전에 추정된 계수를 이용하여 계산된다. 즉, h4의 1기에 거래된  $P_{41}$ 에 1기

에서 3기까지의 평균 변동률인  $\exp(\widehat{\beta}_3^F)$ 을 적용하여 3기의 추정가격( $P_{43}'$ )을 만든다. h5 역시 2기에 거래된  $P_{52}$ 에 2기에서 3기까지의 평균 변동률인  $\exp(\widehat{\beta}_3^F - \widehat{\beta}_2^F)$ 을 곱하여 3기의 추정가격( $P_{53}'$ )을 만든다.

$$P_{43}' = P_{41} \times \exp(\widehat{\beta}_3^F), P_{53}' = P_{52} \times \exp(\widehat{\beta}_3^F - \widehat{\beta}_2^F) \tag{9}$$

<그림 1> Pre-base and Post-base 지수추정 예시

	1기	2기	3기	4기
h3		$P_{32}$	$P_{33}$	
h4	$P_{41}$			$P_{44}$
h5		$P_{52}$		$P_{54}$

⇒

	1기	2기	3기	4기
h3		$P_{32}$	$P_{33}$	
h4			$P_{43}'$	$P_{44}$
h5			$P_{53}'$	$P_{54}$

새로 구성된 5개의 거래쌍으로 OLS를 이용하여 계수를 추정하면 다음과 같이 나타나며, 1기 대비 2기와 3기의 추정계수가 식(3)과 식(4)의 추정계수와 같은 것을 알 수 있다. 그러나 식(8)의 추정계수( $\widehat{\beta}_4^P$ )와 식(12)의 추정계수( $\widehat{\beta}_4^F$ )를 비교해보면, Pre-base and Post-base 방법의 경우, 4기 계수를 추정하기 위해 과거에 이미 추정된 계수( $\widehat{\beta}_2^F$ )를 이용한 반면, 일반 반복매매모형의 경우 재추정된 계수( $\widehat{\beta}_2^P$ )를 이용하는 것을 알 수 있다.

$$\widehat{\beta}_2^P = \frac{2}{3} \ln \frac{P_{22}}{P_{21}} + \frac{1}{3} \left( \ln \frac{P_{13}}{P_{11}} - \ln \frac{P_{33}}{P_{32}} \right) = \widehat{\beta}_2^F \tag{10}$$

$$\widehat{\beta}_3^P = \frac{2}{3} \ln \frac{P_{13}}{P_{11}} + \frac{1}{3} \left( \ln \frac{P_{22}}{P_{21}} + \ln \frac{P_{33}}{P_{32}} \right) = \widehat{\beta}_3^F \tag{11}$$

$$\begin{aligned} \widehat{\beta}_4^P &= \frac{1}{2} \ln \frac{P_{44}}{P_{41}} + \frac{1}{2} \left( \ln \frac{P_{54}}{P_{52}} + \widehat{\beta}_2^P \right) = \frac{1}{2} \ln \frac{P_{44}}{P_{41}} + \frac{1}{2} \left( \ln \frac{P_{54}}{P_{52}} + \widehat{\beta}_2^F \right) \\ &= \frac{3}{6} \ln \frac{P_{44}}{P_{41}} + \frac{2}{6} \left( \ln \frac{P_{22}}{P_{21}} + \ln \frac{P_{54}}{P_{52}} \right) + \frac{1}{6} \left( \ln \frac{P_{13}}{P_{11}} + \ln \frac{P_{54}}{P_{52}} - \ln \frac{P_{33}}{P_{32}} \right) \end{aligned} \tag{12}$$

이처럼, 간단한 예를 통해 Pre-base and Post-base 지수 추정방법에 대해 살펴보았으며, 추정결과 지수변화를 보정하는 것으로 나타났다. 그러나 식(8)과 식(12)을 비교하여 살펴보면, Pre-base and Post-base 방법의 경우, 과거에 이미 추정된 계수를 이용하여 가장 최근의 변동을 계산하는 반면에, 일반 반복매매모형의 경우, 새로 재추정한 계수를 이용하는 것을 알 수 있다.

### III. 실증분석

#### 1. 자료 및 지수산정

먼저 지수변화에 대한 분석을 위해 실거래가 가격을 이용하여 서울시 매매가격지수를 산정하였다. 자료는 2006년 1월부터 2010년 6월까지 부동산114에서 국토해양부의 실거래가 정보를 수집한 자료를 이용하였다.

반복매매지수 산정방법은 앞서 언급한 Bailey et al(1963)의 반복매매모형과 같으며, 이를 일반화하면, 식(13)과 같이 나타난다. 즉, 주택  $i$ 가 두 번 거래될 때, 거래된 두 시점의 거시경제 특성을 제외한 주택특성(건물, 입지, 단지특성)은 변하지 않기 때문에 가격변동이 거래된 두 시점의 거시경제 특성(상수항)에 의해 나타남을 가정한다. 이 때 추정계수( $\hat{\beta}_t$ )는 기준시점(1시점) 대비  $t$ 시점의 평균 가격변동률을 로그변환한 값으로 OLS를 통해 추정할 수 있으며,  $t$ 시점의 지수  $I_t$ 는  $\exp(\hat{\beta}_t) \times 100$ 이 된다.

$$\ln P_{is} - \ln P_{if} = \ln \left( \frac{P_{is}}{P_{if}} \right) = r_{is} - r_{if} = \sum_{t=2}^T \beta_t D_{it} + \epsilon_i \quad (13)$$

$\ln P_{if(s)}$  : 주택  $i$ 의 첫 번째(두 번째) 가격의 로그변환 값

$r_{if(s)}$  : 주택  $i$ 의 첫 번째(두 번째) 시점의 거시경제변수

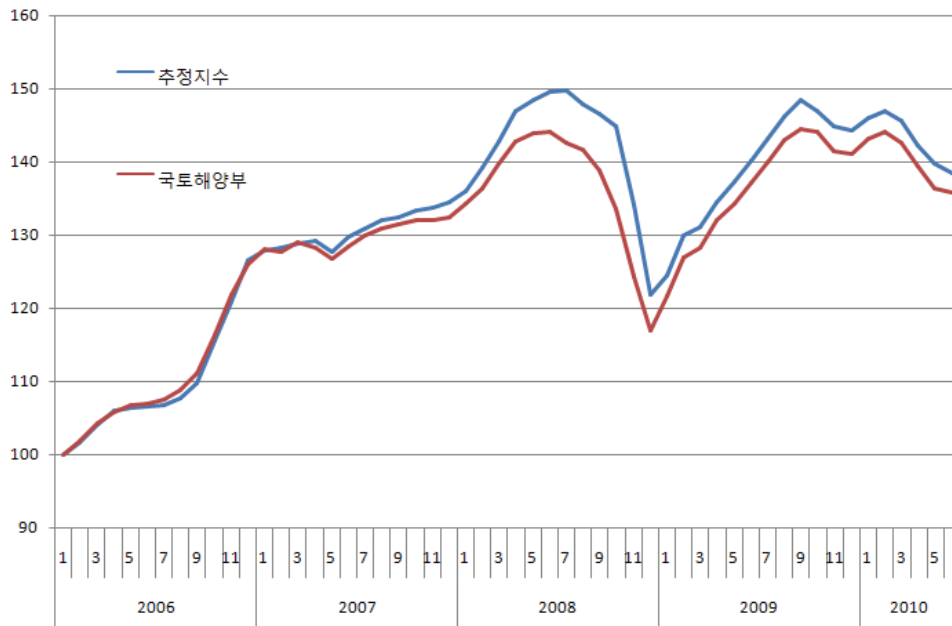
$D_{it}$  : 주택  $i$ 의 각 시점별 더미변수,  $t$ 시점에 첫 번째 거래가 이루어진 경우 -1,  
두 번째 거래가 이루어진 경우 1, 나머지는 0

한편, 국토해양부의 반복매매지수는 아파트를 대상으로 하기 때문에, 단지과 동, 평형, 평형타입, 3가지로 분류된 층 구분이 같을 경우, 동일한 주택이 거래되었다고 가정하고 거래쌍을 구성한다. 또한 앞서 언급한 4가지 기준에 의해 거래된 아파트의 거래량을 가중치로 하여 가중된 반복매매지수를 산정하고 있다. 그러나 본 연구에서 산정한 반복매매지수는 단지와 평형, 평형타입, 층이 같을 경우 동일한 주택이라 가정하고 지수를 산정하였다<sup>3)</sup>.

지수 산정결과, 동일한 주택에 대한 가정의 차이로 인해 본 연구에서 추정한 추정지수와 국토해양부 지수에 차이가 나는 것으로 나타났다. 그러나 지수의 상승과 하락은 대체적으로 비슷한 수준을 보이고 있다.

3) 현재 국토해양부에서 공개한 실거래가 자료는 동 정보를 공개하고 않아, 국토해양부에서 가정한 동일아파트 기준과 차이를 보인다.

<그림 2> 국토해양부 아파트 실거래가 지수와 추정지수

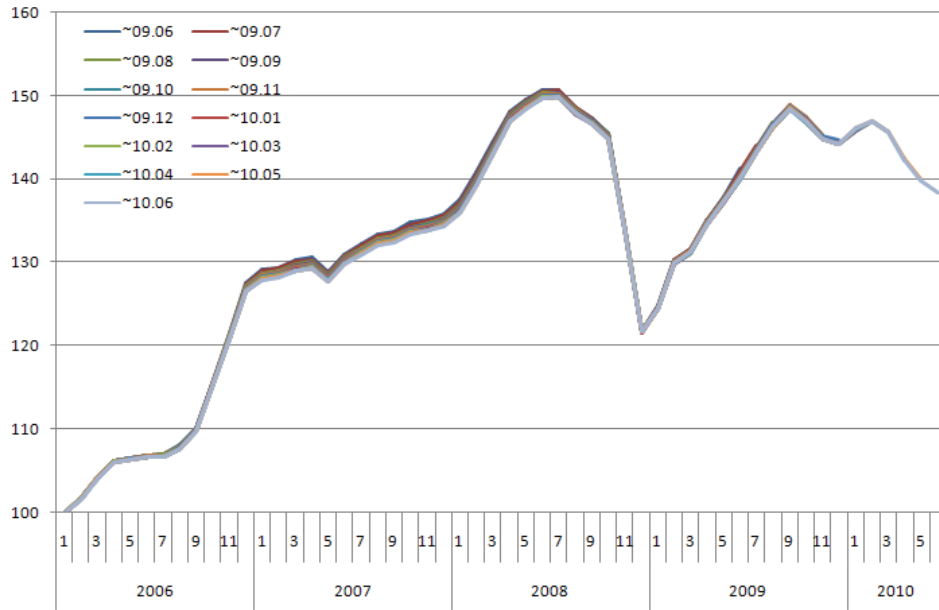


## 2. Index Revision

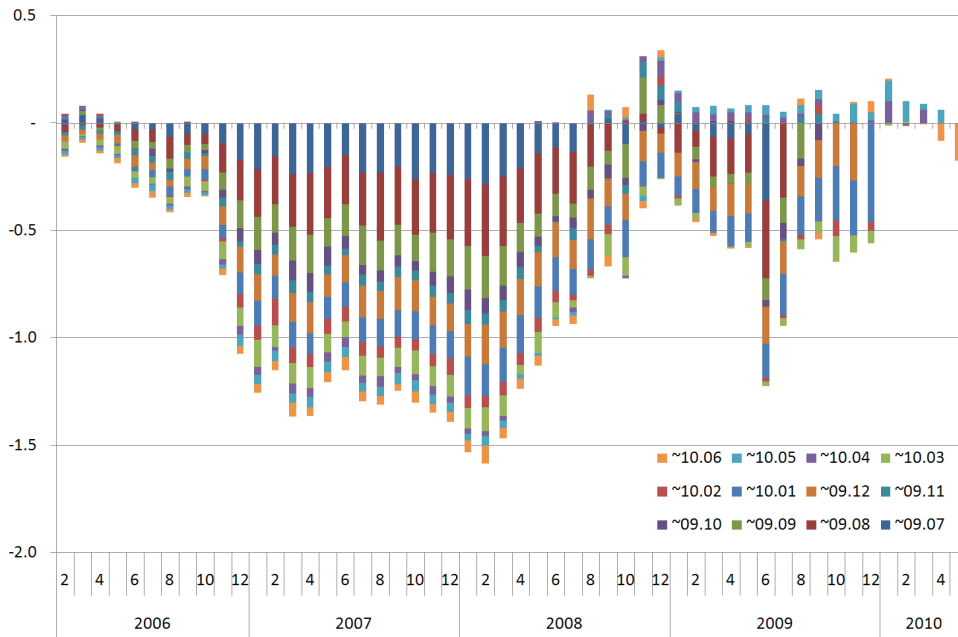
지수변화(Index Revision)가 어떻게 나타나는가를 살펴보기 위해, 2009년 6월에 추정된 지수를 기준으로 1개월씩 시간을 늘려 나가면서 지수를 추정하였다. 지수추정 결과 <그림 3>과 같이 재추정된 지수가 상하로 변동하여 굵게 나타난 것을 알 수 있다.

한편, 지수 차이가 어떻게 나는지 좀 더 명확히 파악하기 위해 전기 대비 지수차이를 누적하여 살펴보면, <그림 4>와 같이 지수가 재추정될수록 전반적으로 하락하는 것으로 나타나 선행연구와 마찬가지로 결과를 보이고 있다. <그림 4>를 세부적으로 살펴보면, 2009년 6월에 추정된 지수와 재추정된 지수의 차이를 살펴보면, 최고 -1.5p까지 차이가 나고 있음을 알 수 있으며, 2007년과 2008년에 집중적으로 지수가 하락하고 있다. 이러한 지수의 변화는 여러 가지 이유가 있을 수 있지만, 선행연구에서 지적한 것처럼 이전에 사용된 표본의 성격과 새로 추가된 표본의 성격이 다른, '표본의 편의'에서 비롯된 것일 수 있다.

<그림 3> 시간 변화(표본수 변화)에 따른 지수변화



<그림 4> 이전지수와 재추정한 지수의 차이 결과(누적)

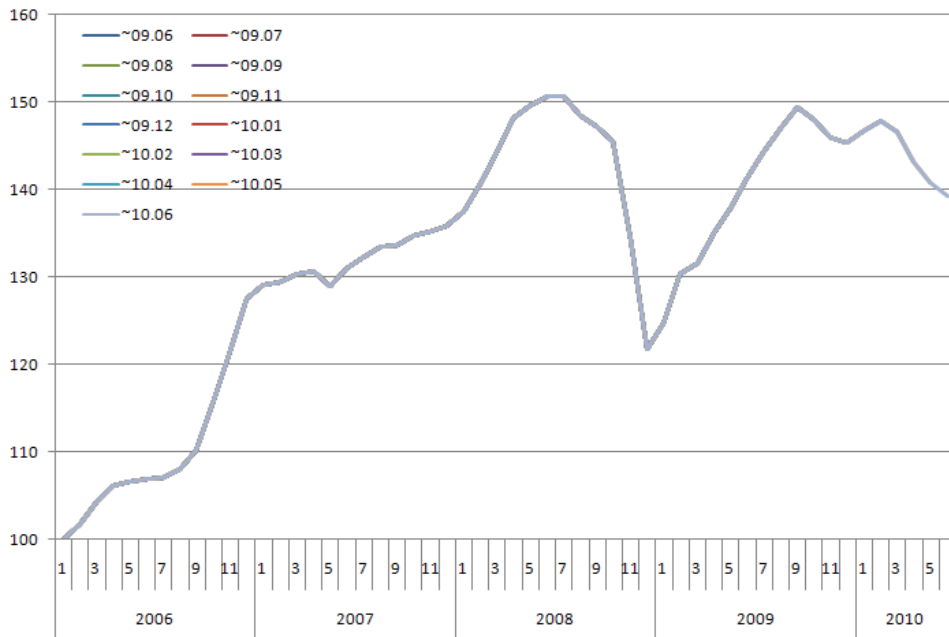


### 3. Pre-base and Post-base

한편, Pre-base and Post-base 방법으로 지수를 추정한 결과를 살펴보면, 앞서 간단한 샘플을 통해 살펴본 것과 같이 지수 변화가 나타나지 않는 것을 알 수 있다.



&lt;그림 5&gt; Pre-base and Post-base 지수추정 결과



#### IV. 결론

본 연구는 반복매매지수 산정에 있어 문제가 되는 지수변화(Index Revision)가 어떤 절차를 거쳐 일어나는지 간단한 예를 통해 살펴본 결과, 사용되는 가중치와 표본의 차이가 지수변화를 일으키는 원인이 됨을 알 수 있었다. 또한 지수변화를 보정하기 위한 방법으로 S&P/Case -Shiller 주택가격지수에서 사용하고 있는 Pre-base and Post-base 방법을 소개하였다. 한편, 서울시 실거래가 자료를 이용하여 지수를 추정할 결과, 지수를 재추정할 수록, 지수가 변화하며, 그 경향이 점차 이전 지수보다 낮은 값을 가지는 것을 알 수 있었다. 이에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

이처럼 본 연구는 지수변화를 보정할 수 있는 방법을 소개하였고, 실증분석을 통해 이 방법이 보정에 적정함을 보였다. 그러나 본 연구에서 사용한 지수산정방법이 가장 효율적이며 적절한 지수라고 말할 수는 없다. 이는 앞서 선행연구에서 살펴보았듯이, 표본이 추가되면서 재추정된 지수 값이 더 효율적이기 때문에, 과거 지수를 고정시키는 방식은 가장 효율적이라 할 수 없다.

그러나, 효율적인 면을 떠나, 실제 이용에 있어 과거 지수의 값이 계속적으로 변하게 될 경우, 지수의 신뢰성 측면에서 문제가 될 수 있으며, 지수를 이용하여 상품을 만드는 것과 같이 지수변화가 미치는 파급효과가 클 경우, 차선적인 선택으로 본 연구에서 소개한 지수보정방법이 차선적인 선택대안이 될 수 있다.

따라서, 가장 먼저 선행되어야 할 것은 Shiller(1993)가 언급한 것처럼 추정하는 지수가 되도록

변하지 않게 충분한 표본을 확보할 수 있도록 지역(또는 권역)을 설정하는 것이라 할 수 있으며, 이후에 지수보정의 필요가 있을 경우, 본 연구에서 제시한 방법이 의의를 가질 것이라 생각된다.

## 참고문헌

1. 류강민 · 박유미 · 이창무, “비선형 회귀분석을 이용한 산술평균 반복매매지수 산정방법에 관한 연구”, 「주택연구」 17(4), 2009, pp.258-278
2. 이용만 · 박현수 · 이창무, 「부동산 실거래가격에 기초한 주택가격지수 개발」, 한국감정원, 2007
3. 이창무 · 김동근 · 안건혁, “아파트 월세지수 산정에 관한 연구”, 「국토연구」 38(6), 2003, pp.47-60
4. 이창무 · 김병욱 · 이현, “반복매매모형을 이용한 아파트 매매가격 지수”, 「부동산학연구」 8(2), 2002, pp.1-19
5. 이창무 · 김용경 · 배익민, “반복매매모형을 이용한 아파트 실거래지수 운영특성 분석”, 「부동산학연구」 13(2), 2007, pp.21-40
6. 이창무 · 김진유 · 이상영 “공동주택 실거래가 지수 산정에 관한 연구”, 「국토계획」 40(4), 2005, pp.121-134
7. 이창무 · 배익민, “시세가격을 활용한 아파트 실거래가 반복매매지수 산정”, 「부동산학연구」 14(2), 2008, pp.21-37
8. Baily, M. J and R. F. Muth and H. O. Nourse, “A Regression Method for Real Estimate Price Index Construction”, *Journal of the American Statistical Association*, vol.58, 1963, pp.933-942
9. Case, K. E, “The Market for Single-Family Homes in Boston Area”, *New England Economic Review*, September/October, 1986, pp.38-48
10. Case, K. E and R. J. Shiller, “Price of Single Family Homes since 1970; New Indexes of Four Cities”, *New England Economic Review*, September/October, 1987, pp.46-56
11. Clapham, E., Peter Englund, J. M. Quigley and C. L. Redfearn, “Revisiting the Past and Settling the Score : Index Revision for House Price Derivatives,” *Real Estate Economics*, Vol. 34, 2006, pp.275-302
12. Clapp, John M. and Carmelo Giaccotto, “Estimating Price Indices for Residential Property: A Comparison of Repeat Sales and Assessed Value Methods”, *Journal of the American Statistical Association*, Vol.87, 1992, pp.300-306
13. Goetzmann, W. N, “The Accuracy of Real Estate Indices: Repeat Sales Estimators”, *Journal of Real Estate Finances and Economics*, vol.5, 1992, pp.5-53
14. Goetzmann, W. N. and Liang Peng, “The Bias of the RSR Estimator and the Accuracy of Some Alternatives”, *Real Estate Economics*, vol.30(1), 2002, pp.13-19

15. Liang Peng, "GMM Repeat Sales Price Indices", *Real Estate Economics*, vol.30(2), 2002, pp. 239-261
16. R. J. Shiller, "Arithmetic Repeat Sales Price Estimators", *Journal of Housing Economics*, vol.1, 1991, pp.110-216
17. R. J. Shiller, 「Macro Markets」, Oxford: Oxford University Press, 1993
18. Standard&Poor's, "S&P/Case-Shiller Home Price Indices: Index Methodology", *Standard&Poor's Report*, 2008
19. Wang, F. T. and P. M. Zorn, "Estimating House Price Growth with Repeat Sales Data: What's the Aim of the Game?", *Journal of Housing Economics*, Vol. 6, 1997, pp.93-118