

# 다계층 MBS(CMO)의 듀레이션 분석: 콜금지기간과 콜한도를 통한 효율적 조기상환위험의 배분

박연우\*, 방두환\*\*

---

\* 중앙대학교 경영학부 교수(Tel : 02-820-5793, E-mail: [yunwpark@cau.ac.kr](mailto:yunwpark@cau.ac.kr), 교신저자)

\*\* 한국주택금융공사 연구위원(Tel : 02-2014-8157, E-mail: [doowon@hf.go.kr](mailto:doowon@hf.go.kr))

< 국문초록 >

주택담보대출은 조기상환위험에 노출되어 있고 이런 주택담보대출을 유동화한 주택담보대출유동화증권(MBS)도 같은 조기상환에 노출되어 MBS 투자자들은 조기상환으로 인한 만기의 축소를 예측하여 재투자위험을 관리하는 것이 필요하다. 본 논문은 기초자산의 조기상환 회귀함수를 추정하고 이를 사용하여 한국주택금융공사(KHFC)가 발행하는 다계층 MBS의 듀레이션을 분석하였다. 특히 트랜치별로 콜금지기간과 콜한도를 지정하여 콜금지기간 이후에도 발행기관이 조기상환위험을 모두 투자자에게 이전할 수 없고 부분적으로 이전하는 구조를 분석하였다.

본 연구는 2004년과 2005년에 한국주택금융공사가 유동화한 주택담보대출 풀을 표본으로 조기상환 함수를 추정한 후 이를 기초로 2005년 5월 31일 발행된 2005년 3회차 MBS의 듀레이션을 추정하였다. 이 중 5년만기 트랜치, 7년만기 트랜치, 10년만기 트랜치, 15년만기 트랜치, 20년만기 트랜치는 주택금융공사가 일정 콜금지기간이 지나면 콜옵션을 행사하여 발행잔액의 5%까지 조기상환위험을 투자자에게 전가할 수 있는 구조를 가졌다고 가정하였다. 5년만기 트랜치, 7년만기 트랜치, 10년만기 트랜치, 15년만기 트랜치, 20년만기 트랜치의 경우 각각 20.94개월, 40.55개월, 49.62개월, 58.00개월, 65.82개월의 듀레이션을 보였다. 콜 한도를 5%에서 10%로 올렸을 때, 트랜치별 듀레이션은 각각 16.58개월, 36.76개월, 48.14개월, 56.03개월, 62.70개월로 감소했다. 콜 한도를 20%로 올렸을 때, 트랜치별 듀레이션은 각각 15.06개월, 34.81개월, 52.19개월, 64.59개월, 61.10개월로 감소했다. 따라서 제안된 콜 구조하에서는 콜금지기간 이후에도 발행기관이 조기상환위험의 상당부분을 책임지고 투자자는 조기상환의 일부에만 노출되는 것을 볼 수 있다. 금리 하락에 대한 효과를 분석하기 위해서 모수를 5에서 50으로 증가시켜도 듀레이션이 많이 줄어들지 않았는데 이 역시 최대콜액수가 누적현금흐름에 비해 현저히 낮은데 기인한다.

이와함께 본연구에서는 듀레이션의 조기상환 속도에 대한 민감도분석을 통해 투자자들이 조기상환 위험에 노출되어 있는 정도를 정량적으로 추정하였다. 풀단위 시계열 조기상환을 회귀식을 사용하여 금리하락의 영향을 추가한 후 듀레이션의 조기상환 속도에 대한 민감도분석을 한 결과 투자자들의 조기상환 위험이 추가적으로 증가하는 것을 확인하였다. 본 연구는 다계층 MBS에 콜금지기간 이후 콜한도를 지정하여 발행기관과 투자자들이 조기상환위험을 효율적으로 배분하는 구조를 분석하여 주택담보대출 유동화 시장의 활성화에 기여한다고 본다.

핵심단어: 다계층 MBS, 조기상환, 듀레이션, 콜금지기간, 콜한도

JEL 분류기호: G10, G20, G21

# 1. 서론

한국 주택담보대출시장은 외환위기 이후 크게 증가하여 주택담보대출 잔액은 2009년 말에는 264조원으로 증가하였다. 2004년에는 「한국주택금융공사법」이 제정되었으며, 이에 근거하여 한국주택금융공사(Korea Housing Finance Corporation: KHFC)가 설립되어 주택담보대출 유동화증권(MBS, mortgage backed security)시장의 활성화에 기여하고 있다. 한국주택금융공사는 민간금융기관을 통해 고정금리 장기대출<sup>1)</sup>을 공급하고 이를 유동화(MBS발행 및 매입보유)하는 업무를 담당한다. 한국의 MBS 시장은 2000년에 최초로 MBS가 발행되었고, 2009년 12월말 현재 누적 발행금액은 24조 9,298억원에 이르렀다. 이와 함께 한국주택금융공사가 발행하는 MBS는 한국주택금융공사가 원리금 전액을 보증함으로써 장기의 신용도 높은 증권의 공급이 가능하도록 하는 보장장치가 마련되어 있다.<sup>2)</sup>

한국주택금융공사의 MBS 구조를 살펴보면, 주택담보대출의 풀을 조성한 후 이를 기초자산으로 수익증권을 발행한다.<sup>3)</sup> 한국주택금융공사의 MBS는 다양한 만기를 가진 증권의 형태로 발행되는데 이를 CMO(collateralized mortgage obligation) 혹은 다계층(multi-tranche) MBS라고 부른다. 또한 한국주택금융공사의 MBS는 기초자산의 조기상환이 발생하여 자산의 현금흐름이 발행증권의 현금흐름을 초과하는 경우 초기 콜 금지기간이 지나면 만기순서로 트랜치(tranche)를 조기상환도록 하는 콜옵션(call option) 구조를 도입하여 조기상환을 투자자에게 이전(pass-through)하는 구조를 지니고 있다. 본 논문은 트랜치마다 콜금지기간이 있고 콜한도가 트랜치 발행액의 특정비율로 정해져 콜금지기간 이후에도 투자자가 조기상환위험을 일부를 인수하고 발행기관이 나머지 조기상환위험을 인수하는 구조를 분석하였다.

본 연구에서는 실증분석을 통해 조기상환함수를 추정하고 이를 통해 각 트랜치의 현금흐름을 추정하여 트랜치별 듀레이션을 추정하였다. 추정결과 조기상환이 매우 빠르게 진행되는 것을 확인하였고, 빠른 조기상환에 불구하고 발행자가 조기상환된 현금흐름의 대부분을 흡수하여 일부만을 투자자에게 이체(path-through)시킴으로 조기상환위험을 발행자가 상당부분 부담하는 구조임을 확인하였다. 따라서

---

1) 한국주택금융공사가 발행하는 MBS의 기초자산이 되는 주택저당채권은 한국주택금융공사가 양수하기로 확약하고 은행이 사전에 약정한 조건별로 실행한 대출을 의미한다.

2) 모기지론에 대한 보증이 아니고 MBS에 대한 보증으로 MBS 이자지급일(3개월 주기)에 미상환 MBS 금액에 대한 이자의 적시지급(timely payment)과 개별 MBS 법정만기에 원금지급을 보증(ultimate payment)한다.

3) 현재 자산유동화증권에 관한 제도가 하나의 유동화회사가 하나의 유동화계획만을 수립하도록 되어 있기 때문에 여러 번에 걸쳐 유동화증권을 발행하기 위한 구조를 도입하기 위해 수익증권 구조로 발행되고 있다.

조기상환속도가 크게 증가하여도 트랜치별 듀레이션은 크게 변하지 않아 투자자의 조기상환위험은 크게 증가하지 않는 것으로 나타났다. 트랜치별 콜가능한도를 올리면 조기상환위험이 투자자에게 추가적으로 전가되어 듀레이션이 감소하고 것을 볼 수 있었다. 안정적 듀레이션은 기관투자자들의 포트폴리오 관리에 큰 영향을 미치므로 본 논문의 결과는 MBS나 커버드본드(covered bond) 설계시 유용하게 사용될 것이다.

본 연구는 다음과 같이 구성되어 있다. 제1장의 서론에 이어 제2장에서는 선행연구를 살펴봄으로써 제3장에서는 방법론을 제4장에서는 자료의 구성을 다루고자 한다. 제5장에서는 실증분석결과를 제시하고 마지막으로 제6장에서는 본 연구의 결론과 한계 그리고 향후 연구방향을 논의한다.

## 2. 선행연구 검토

MBS의 듀레이션에 관한 연구는 국내뿐만 아니라 해외 학술문헌에서도 찾아보기 힘들다. 특히 다계층 MBS의 듀레이션 분석은 전무한 것으로 보인다.<sup>4)</sup> 반면 MBS의 듀레이션에 결정적인 영향을 미치는 조기상환율에 대한 연구는 매우 방대하다.

모기지의 조기상환이란 대출자가 대출의 상환기간이전에 원금의 일부 또는 전부를 상환하는 것을 의미한다. 조기상환에 관한 선행연구는 현재 다양한 방법론을 적용한 다수의 문헌이 존재한다. 이들 연구는 방법론적 측면에서 단순회귀분석, 로짓회귀분석 그리고 비례위험 모형 등의 방법론을 사용하여 조기상환율을 추정하고 있다.

일반적으로 조기상환의 원인이 되는 중요한 요인은 네 가지 정도가 있는 데 주택의 매매, 차환, 부도, 조기상환 등으로 구분할 수 있다. Chinloy(1991, 1993)는 1986년 1월부터 1989년 5월까지 GNMA MBS의 월별 조기상환율을 세 가지의 중요한 변수로 설명하고 있는 데, 세 변수는 계약이자율, 시장이자율, 모기지 연령이다.

조기상환율에 대한 Asay, Guillaume and Mattu(1987)의 연구는 계약금리와 시장금리의 차이만을 설명변수로 사용한 풀별선형모형이다.<sup>5)</sup> 그들은 조기상환의

---

4) 단지 CMO전반에 걸친 참고서로 Fabozzi and Ramsey(1999) 등이 있고 Fabozzi and Ramsey는 CMO 구조, 가격결정, 듀레이션 전반에 걸쳐 상세히 소개한다.

5) 풀별선형모형의 대표적인 연구는 이 외에도 Brazil(1988), Carron and Hogan(1988), Davidson, Schwartz and Torous(1989), Chinloy(1991), Schorin(1992) 등을 들 수 있다.

요인 중 금리 차이를 설명변수로 하여 실제 자료를 이용한 연구를 하였다. 계약금리에 비하여 시장금리가 낮아지면 조기상환율이 점차적으로 증가한다는 것을 보였으나 설명변수가 금리 차이 한 가지에 불과하여 조기상환의 다른 측면을 설명할 수 없다는 한계를 지니고 있다.

Richard and Roll(1989)은 조기상환율의 변동 요인으로 차환에 대한 유인, 성숙화, 계절성, 그리고 소진효과(burn-out effect) 등의 네 가지 요인을 설정하고 이들 요인 간의 상호작용으로 특정 시점에서의 조기상환율이 결정된다고 주장하였다.<sup>6)</sup>

Chinloy(1989)는 계약금리, 시장금리, 모기지 경과연수(age) 등을 설명변수로 한 선형모형으로 GNMA MBS 모기지론 풀의 월간 자료를 이용하여 조기상환율을 분석하였다. 그의 연구 결과에 의하면 계약금리에 비하여 시장금리가 낮을수록 조기상환율이 높아지는 것으로 나타났다. 그러나 성숙화 정도를 반영하는 **모기지** 경과기간 변수의 설명력은 미약한 것으로 나타났다.

Schorin(1992)은 GNMA 30년 만기 MBS 모기지론을 1년 단위로 풀링(pooling)하여 계약금리와 시장금리의 비율, 모기지 경과기간, 월별 더미변수, 산업생산, 월간 신규 모기지 대출 건수, 3개월 금리변동율, 월간 신규주택건설허가 건수, 월간 주택매매 건수, 실업률 등을 설명변수로 하여 조기상환율을 분석하였다. 그의 연구결과 시장금리 대비 계약금리의 비율이 클수록, 모기지 경과기간이 높을수록 조기상환율이 증가하는 것으로 나타났다.

Schwartz and Torous(1989)는 개별 모기지론의 조기상환 발생 사실을 분석 대상으로 하고 비례위험모형을 이용하여 조기상환율을 추정하였다. 1978년부터 1987년까지 대출된 30년 만기 GNMA 모기지론 풀을 대상으로 분석을 실시한 결과 조기상환율은 시장이자율이 계약이자율 아래로 하락하였을 때 상승하는 것을 실증적으로 보여주었다.

Deng, Quigley, and Van Order(2000)는 채무불이행과 조기상환이 경쟁적 종결위험이라는 사실을 고려하여 채무불이행률과 조기상환율에 영향을 미치는 요인을 동시에 추정하였다. 최초의 LTV가 높으면 채무불이행률과 조기상환율이 높은 것으로 나타났고, 채무불이행률과 조기상환율이 지역별로 차이가 나는 것으로 분석하였다.

Deng, Zheng and Ling(2005)은 중국모기지 시장을 대상으로 분석한 결과 중국의 주거용 모기지 시장 채무불이행과 조기상환 모형은 기존의 옵션이론으로는 설명되지 않고 비옵션이론 분야인 금융 경제적 요소가 채무불이행과 조기상환을 잘 설명할 수 있다고 주장하였다. 주택가격 하락기와 장단기금리차이가 없을 때,

---

<sup>6)</sup> 조기상환 유인이 높은 대출은 초기에 조기상환이 되므로 시간이 경과함에 따라 조기상환율이 감소되는 효과를 말한다.

실업률이 높을 때, 조기상환율이 높았다. 최초대출금액은 조기상환에 영향을 주지 않고, 차입자의 소득수준이 높을수록, 연령이 높을수록 조기상환하는 경향이 있었으며 사무직 종사자가 기술직 종사자보다 조기상환율이 높았다. 차입자의 연령은 조기상환에 정(+)<sup>의 영향을 주었으나 채무불이행에는 영향을 주지 않았으며 독신 차입자의 채무불이행률이 더 높은 것으로 나타났다.</sup>

Deng and Liu(2009)의 중국 모기지시장에 대한 연구에서는 주가지수가 상승하면 채무불이행과 조기상환이 감소하고, 실업률이 상승하면 채무불이행과 조기상환이 증가하는 것으로 나타났다. 장단기금리 차이 확대는 채무불이행에는 영향을 주지 않았으나 조기상환을 증가시키는 것으로 나타났고 초기 LTV가 크면 채무불이행이 증가하고, 조기상환은 감소하는 것으로 분석되었다. 고소득 차입자는 채무불이행이 낮고, 조기상환은 높은 것으로 나타났고 차입자의 연령이 높으면 채무불이행은 낮고, 조기상환은 높은 것으로 나타났다. 그러나 성별은 채무불이행과 조기상환에 아무런 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

국내 주택담보대출의 경우 기초자료의 접근성 제약으로 조기상환의 실증적 분석은 제한적이며 국내 주택담보대출 조기상환의 대표적인 논문으로는 신승우(2008)와 방두완·박세운·박연우(2010)의 논문이 있다. 신승우(2008)는 2004부터 2005년까지 주택금융공사가 유동화한 주택담보대출 자료를 사용하여 경쟁위험방법으로 채무불이행과 조기상환 행태를 분석하였다. 이 연구에서는 개별 주택담보대출의 초기 LTV와 조기상환수수료 더미가 조기상환에는 음(-)<sup>의 영향을 미치는 것으로 나타났다.</sup>

방두완·박세운·박연우는 2004년 1월부터 2007년 12월까지 주택금융공사가 유동화 목적으로 인수한 145,782건의 모기지대출 자료를 활용하여 다양한 방법으로 조기상환율과 부도율을 추정하였다. 조기상환율은 계약금리 대비 시장금리가 하락할 때 증가하고, 당기 담보인정비율(MLTV)이 증가할수록 대출잔액이 증가할수록 증가하는 것으로 보고하였다.

### 3. 방법론

#### 3.1 조기상환모형

본 연구에서는 PSA 통계모형과 같이 조기상환율을 경과기간의 계단함수(step function)로 표현하였다. PSA 통계모형은 조기상환은 초기 성숙기간이 있어 이 기간 동안 조기상환율은 선형적으로 상승하고 조기상환율이 안정치에 이르면 풀이

소진될 때까지 안정치를 유지한다는 가정에 근거한다. 따라서 추정할 회귀함수는 다음과 같다.

$$CPR_{i,t} = \alpha + \beta_1 Rise_{i,t} + \beta_2 Run_{i,t} + \epsilon_{i,t} \quad \text{식(1)}$$

여기서  $Rise_{i,t}$ 는 초기 성숙기간 동안의  $i$  풀의  $t$  기 경과기간을 의미하고  $Run_{i,t}$  성숙후 기간 더미로 성숙기간 전에는 0의 값을 갖고 성숙기간 후에는 1의 값을 갖는다.

추가적으로 조기상환율의 결정요인으로 이자율요인과 비이자율요인으로 설명 변수를 구분하여 다음과 같은 조기상환 회귀모형을 추정하였다.

$$CPR_{i,t} = \alpha + \beta_1 Spread_{i,t} + \beta_2 Age_{i,t} + \beta_3 \Delta HPI_t + \epsilon_{i,t} \quad \text{식(2)}$$

여기서  $Spread_{i,t}$  변수는  $i$  풀의  $t$  기 평균 계약금리와 평균 시장금리의 차이를 의미하고  $Age_{i,t}$ 는  $i$  풀의  $t$  기 평균 경과기간을 의미한다.  $\Delta HPI_t$ 는  $t$ 기의 주택가격변동률을 의미한다.  $MS_i$ 는  $i$  풀의 봄, 가을 이사철을 의미하는 더미변수이다.

본 연구에서는 금리하락으로 인한 차환유인을 대출이자율( $r_c$ )과 현재 주택담보대출 평균이자율( $r_t$ )의 차이인  $Spread$ 로 측정한다.<sup>7)</sup> 시장금리가 대출금리보다 낮으면 낮을수록 기존대출을 시장금리대출로 차환할 유인이 크므로  $Spread$ 의 예상부호는 양(+)<sup>8)</sup>이다. 또한 주택담보대출의 성숙화는 주택담보대출 풀의 평균 연령인  $Age$ 로 측정한다.<sup>8)</sup> 이사비용, 주택담보대출의 조기상환 수수료 등의 이유로 주택담보대출의 초기 조기상환은 낮고 경과기간이 증가하면서 조기상환율이 증가하므로  $Age$ 의 예상부호는 양(+)<sup>8)</sup>이다. 일반적으로 한국주택금융공사는 3개월간 누적된 주택담보대출을 유동화하기 때문에  $Age$ 는 풀의 경과기간에 3개월을 더하여 추정하였다.

듀레이션(duration)은 채권투자의 이자수입 및 원금상환의 현재가치와 현금흐름의 유입시기를 고려한 투자원금의 가중평균 회수기간을 의미한다. 즉, 듀레이션

7) 일부 선행연구에서 차환유인을 측정하기 위해 사용한 (계약이자율과 현재이자율의 차이)/(계약이자율)을 사용하여 분석한 결과 동일한 결론을 도출하였다.

8) 가중평균 주택담보대출 경과기간(weighted average loan age: WALA)을 사용하여도 비슷한 결과를 도출하였다.

은 채권의 원금뿐만 아니라 이자의 현금흐름을 고려하여 상환기간을 현재가치로 표시한 것으로 평균상환기간이라고 부르기도 한다. 듀레이션의 개념중에서 가장 널리 알려진 일반적인 개념은 매컬레이 듀레이션(macaulay duration)이고 매컬레이 듀레이션은 채권의 변동성과 일정한 관련성을 가지기 때문에 채권 포트폴리오의 금리위험 헤징의 중요한 변수이다.

### 3.2 단일계층 MBS 현금흐름추정 추정

조기상환은 모기지론의 차입자가 미리 약정된 상환계획보다 빨리 원금의 일부 또는 전부를 상환하는 것을 의미한다. 모기지론의 조기상환은 일정 모기지론 풀(pool)을 바탕으로 발행되는 MBS의 현금흐름(cash flow)에 직접적인 영향을 주기 때문에 MBS의 가격결정에 매우 중요한 요인으로 작용한다. 그러므로 조기상환의 정확한 예측은 효율적인 MBS 가격결정에 매우 중요한 요소 중 하나로 평가된다.

조기상환을 예측하기 위한 통계적·경제적 모형에 대해 논의하기에 앞서 조기상환분석에 필요한 기초적 개념과 조기상환율의 변화가 모기지론에서 발생하는 현금흐름에 어떠한 영향을 미치는지 간단히 설명하기로 한다.

조기상환율을 측정하는 지표로 가장 널리 사용되는 지표는 1개월 상환율(single month mortality rate: SMM)과 단순조기상환율(conditional prepayment rate: CPR)이다. CPR은 SMM을 연간화(annualize)한 개념으로 아래의 식에 의해 도출된다.

$$CPR = 1 - (1 - SMM)^{12} \quad \text{식(3)}$$

우선 조기상환이 없다고 가정하고 고정금리, 균등분할 상환방식의 모기지론에서 발생하는 현금흐름에 대해 분석한다. 채무자가 대출기관에 n개월 동안 지급하는 현금흐름의 현재가치는 다음과 같이 계산된다.

$$PV = \frac{PMT}{(1+r_c)} + \frac{PMT}{(1+r_c)^2} + \dots + \frac{PMT}{(1+r_c)^n} = PMT \frac{(1+r_c)^n - 1}{r_c(1+r_c)^n} \quad \text{식(4)}$$

식(4)에서 PV는 현금흐름의 현재가치이며 PMT는 균등상환액,  $r_c$ 는 계약 이자율(contract rate)로서 월간 이자율이며 모기지 이자율(mortgage rate)의 1/12로 계산된다. 채무자로부터 채권금융기관으로 흘러들어가는 현금흐름의 현재가치는 모기지론의 최초 대출총액(original mortgage balance)인  $BAL(0)$ 과 동일해야 하므로 균등상환액은 다음과 같이 주어진다.



$$PMT = BAL(0) \frac{r_c(1+r_c)^n}{(1+r_c)^n - 1} \quad \text{식(5)}$$

그러므로  $t$ 번째 상환이 이루어진 직후의 모기지론 잔고  $BAL(t)$ 는 식(6)와 같이 주어진다.

$$BAL(t) = BAL(0) \frac{(1+r_c)^n - (1+r_c)^t}{(1+r_c)^n - 1} \quad \text{식(6)}$$

한편,  $t$ 번째 균등상환액  $PMT$ 는 원금상환  $P(t)$ 와 이자  $I(t)$ 로 구성된다. 즉,

$$\begin{aligned} I(t) &= r_c BAL(t-1) \\ P(t) &= PMT - I(t) \end{aligned} \quad \text{식(7)}$$

식(7)에서  $BAL(t-1)$ 은  $(t-1)$ 기 동안 예정된 조기상환이 이미 발생한 이후의  $(t-1)$ 기 말, 즉  $t$ 기 초의 모기지론 잔고를 가리킨다.

조기상환이 존재하는 경우의 현금흐름은 조기상환이 존재하지 않는 경우보다 훨씬 복잡한 구조를 가진다. 조기상환에 의하여 발생하는 현금흐름(PRE)의 계산은 월초(또는 지난달 말)의 모기지론 잔액에서 해당 월의 원금상환을 차감한 금액의 일정 부분이므로 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\begin{aligned} PRE(t) &= SMM(t)[BAL(t-1) - (PMT(t) - I(t))] \\ &= SMM(t)[BAL(t-1) - P(t)] \end{aligned} \quad \text{식(8)}$$

마지막으로 모기지론에서 발생하는 총 현금흐름  $CF(t)$ 와 모기지론의 월말 잔고  $BAL(t)$ 는 다음과 같이 각각 정의된다.

$$\begin{aligned} CF(t) &= PMT(t) + PRE(t) = P(t) + I(t) + PRE(t) \\ BAL(t) &= BAL(t-1) - (P(t) + PRE(t)) \end{aligned} \quad \text{식(9)}$$

### 3.3 다층 MBS의 현금흐름추정과 듀레이션 추정

자산풀에 유입된 현금흐름은 각 트랜치에 순차적으로 예정된 원리금을 지급한다. 단지 누적현금흐름이 예정상환액을 초과했을 때 발행기관은 콜금지기간이

경과한 경우 만기를 고려한 순차 트랜치별로 초기원금의 5%내에서 조기상환을 할 수 있게 된다. 따라서 트랜치  $i$ 의  $t$ 기의 현금흐름과 잔액은 다음과 같다.

$$CF_i(t) = P_i(t) + I_i(t) + \min(CCF(t), 0.05 \times BAL_{i,0}) \quad \text{식(10)}$$

$$BAL_i(t) = BAL_i(t-1) - (CF_i(t))$$

$$CCF(t) = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^t CF_i(j) - [P_i(j) + I_i(j) + PRE_i(j)]$$

최초의 트랜치별 모기지 대출금을  $BAL_i(0)$ 으로 설정하고, 계약 이자율, 대출의 만기와 조기상환율에 대한 자료를 모수(parameter)로 하여 위의 식을 이용하여 축차적(recursive)으로 현금흐름을 비롯한 여러 변수들의 시간경로(time path)를 추적할 수 있다.

트랜치  $i$ 의 듀레이션은 다음과 같이 계산한다.

$$D_i = \frac{\sum_{t=1}^{\tau} \frac{CF(t)}{(1+r)^t}}{BAL_i(0)} \tau \quad \text{식(11)}$$

## 4. 분석자료

본 연구에서는 2004년과 2005년에 유동화한 주택담보대출 풀의 월별자료 1,143개를 사용하여 조기상환회귀함수를 추정하였다. 연도별 KHFC CMO의 발행 특성은 <표 1>에 제시되어 있다.

<표 1> 연도별 KHFC CMO의 발행특성

연도	발행 회차수	인수대출 수	발행금액 (십억원)	모기지 평균금리(%)	CMO 평균금리	기준금리 (%)
2004	7	37,139	3,016	6.44	4.45	3.84
2005	9	42,857	3,861	6.09	5.04	4.47
2006	5	24,342	1,753	6.41	5.37	5.00
2007	6	27,096	2,188	6.16	5.54	5.24
2008	7	27,750	2,648	6.58	5.93	5.25
2009	14	31,977	8,587	6.69	5.52	4.68

2010      15              41,623              8,405              5.90              4.78              4.27

Notes: 1) 발행금액은 선순위증권 기준  
 2) 평균만기는 주택담보대출금리 산술평균값  
 3) 기준금리는 국고채 동일만기의 발행일 이전 3일 평균값

<표 2>에 제시된 한국주택금융공사의 MBS 발행추이를 보면, 2004년에는 선순위채권을 기준으로 3조 160억원의 MBS가 7회에 걸쳐 발행되었고, 2005년의 경우에는 전년에 비해 다소 증가한 3조 8,610억원의 MBS가 9회에 걸쳐 발행되었다. 2006년의 경우에는 전년에 비해 다소 증가한 1조 7,530억원의 MBS가 5회에 걸쳐 발행되었다. 한편, 한국주택금융공사 MBS의 평균만기를 보면, 법정만기는 3.74~8.49년 사이였고 기준금리대비 가산금리는 30~84bp 사이였다.

<표 2> 연도별 KHFC CMO의 법정만기

연도	발행금액(십억)	평균만기	평균금리(%)	기준금리(%)	가산금리
2004	3,016	8.49	4.45	3.84	0.61
2005	3,861	7.82	5.04	4.47	0.57
2006	1,753	6.35	5.37	5.00	0.37
2007	2,188	5.92	5.54	5.24	0.30
2008	2,648	3.74	5.93	5.25	0.68
2009	8,587	5.91	5.52	4.68	0.84
2010	7,797	5.78	4.78	4.27	0.51

주) 1. 발행금액은 선순위증권을 기준으로 함  
 2. 평균 만기는 발행금액 가중평균 값임  
 3. 기준금리는 국고채 동일만기의 발행일 이전 3일 평균값임

<표 3>의 KHFC MBS의 만기 구조를 보면, 발행기간별로 약간의 조정을 하고 있으며 최근에는 1년 만기 MBS로부터 20년 만기 MBS까지 8개 종목의 다양한 만기의 MBS를 발행하고 있다. 만기구조 조정추이를 보면, KHFC MBS 2004-1의 경우에는 만기별로 9개 트랜치(tranche)가 발행되었다. 특히 동 구조에서는 7.5년 만기 증권이 발행되었다는 것이 가장 큰 특징으로 보여진다. KHFC MBS 2004-2의 경우에는 1년 만기 증권이 발행되지 않았고, 이전에 7.5년 만기 증권이 7년 만기 증권으로 대체되었다. KHFC MBS 2005-4의 경우에는 이전의 만기구조에 1년 만기 증권과 2년 만기 증권이 추가되어 단기채권 발행이 추가되는 구조를 지니고 있다.

한편 일시적으로 20년 만기 증권의 발행이 제외되는 경우가 있었으나 이후에 20년 만기증권의 발행이 재개되어 현재는 총 8개 만기를 가진 MBS가 발행되고 있다.

<표 3> KHFC MBS의 회차별 만기 구성 변경 내역

회차(발행일)	만기 구성	비 고
MBS 2004-1 (2004.06.15)	1년, 2년, 3년, 5년, 7.5년, 10년, 12년, 15년, 20년	총 9개 종목
MBS 2004-2 (2004.07.28)	3년, 5년, 7년, 10년, 15년, 20년	총 6개 종목
MBS 2005-4 (2005.05.25)	1년, 2년, 3년, 5년, 7년, 10년, 15년, 20년	총 8개 종목
MBS 2006-1 (2006.01.26)	1년, 2년, 3년, 5년, 7년, 10년, 15년	총 7개 종목
MBS 2006-2 (2006.03.30)	1년, 2년, 3년, 5년, 7년, 10년, 15년, 20년	총 8개 종목

조기상환 옵션의 도입 추이를 보면, 발행한 MBS 중에 5년 만기 이상의 MBS에 대해서는 콜옵션에 의한 조기상환이 가능한 구조를 도입하고 있다. 또한 KHFC는 부분 콜옵션의 행사 단위를 점진적으로 축소하였다. <표 4>에서 확인할 수 있는 것처럼 KHFC MBS는 조기상환 행사단위를 발행잔액의 1%까지 점진적으로 축소하여 현재 콜 구조는 콜금지기간 이후 조기상환위험은 모두 투자자에게 전이될 수 있는 구조를 가지고 있다.

<표 4> KHFC MBS의 콜옵션 유예기간 및 행사배수 변경 내역

회차(발행일)	만 기	콜옵션 유예기간 <sup>1)</sup>	콜옵션 행사단위 <sup>2)</sup>	비 고
MBS 2004-1 (2004.06.15)	5년~20년	3개월~6년	10%	
MBS 2004-2 (2004.07.28)	5년~20년	3개월~6년	5%	행사단위 축소
MBS 2004-6 (2004.11.30)	5년~20년	1년~6년	5%	유예기간 조정(5년물)
MBS 2005-9 (2005.11.10)	5년~20년	3개월~5년	5%	유예기간 조정(전종목)
MBS 2007-4 (2007.08.23)	5년~20년	3개월~5년	1%	행사단위 축소

주: 1) 종목별로 유예기간 차등 설정

2) 종목별 발행금액 기준

<표 5>의 KHFC MBS의 만기구조를 보면, 5년에서 10년 사이가 56.1%로 높은 비중을 차지하고 있고 5년 이상의 장기채권의 비중이 전체 발행 MBS의 73%를 차지하여 장기채에 대한 비중이 높은 것으로 나타나고 있다.

이를 세부적으로 살펴보면, 1년 만기 MBS의 발행은 전체 발행된 MBS에서 5.54%를 차지하고 있고, 2년채와 3년채의 비중은 각각 7.74%, 13.77%이다. 이에 따라 3년채 이하의 비중은 전체 발행 MBS의 27.05%를 차지하고 있다. 한편 20년채의 경우에는 전체 발행 MBS의 4.11%를 차지하고 있다.

<표 5> KHFC MBS의 만기구조

만기구조	비중(%)
1년 이하	5.54
2년 이하	7.74
3년 이하	13.77
5년 이하	19.83
10년 이하	36.29
15년 이하	21.71
20년 이하	4.11

## 5. 실증분석

### 5.1 조기상환 모형 추정

본 연구에서는 2004년과 2005년에 유동화한 주택담보대출 풀의 월별자료 1,143개를 사용하여 조기상환회귀함수를 추정하고 이를 기초로 2005년 5월 31일 발행된 2005년 3회차 MBS의 듀레이션을 추정하였다. 듀레이션 분석에 사용된 CMO는 KHFC 2005-3 MBS이다. 모형에 사용된 변수의 기술통계량은 <표 6>와 같다.

<표 6> 기술통계량

변수명	표본크기	평균	SD	최소값	최대값
Spread(%)	1,143	0.413	0.781	-1.680	2.080
Age(월)	1,143	38.428	20.989	3	82
$\Delta HPI$ (%)	1,143	0.211	1.327	-1.988	7.011
CPR(%)	1,143	18.497	7.462	2.188	50.452

$$Spread = r_c - r_t$$

$$Age = pool\ age + 3$$

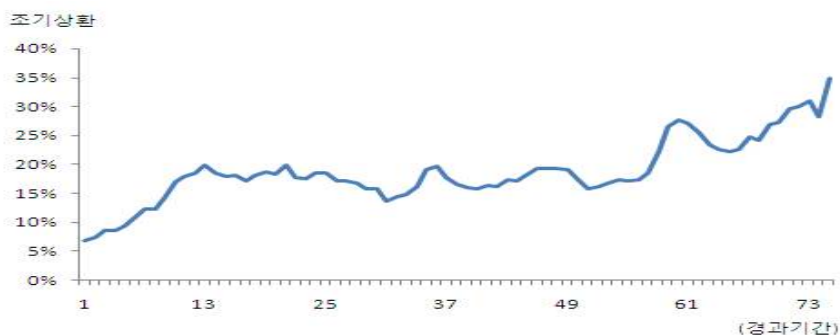
$$\Delta HPI = (HPI_t - HPI_{t-1}) / HPI_{t-1}$$

$$CPR = 1 - (1 - SMM)^{12}$$

주)여기서  $r_c$ 는 계약금리,  $r_t$ 는 시장금리를 의미하고 CPR(conditional prepayment rate)은 연조기상환율을 의미하고 SMM(single month mortality rate)은 월별조기상환율을 의미함

<그림 2>에 제시한 2004년-2005년 풀의 조기상환율 추이를 보면 통계모형의 가정과 일치하게 초기 성숙기간이 존재하고 이 기간 동안 조기상환율은 비교적 빨리 증가하고 초기 성숙기간이 지나면 조기상환율은 크게 변하지 않음을 볼 수 있다. 2004년-2005년 풀의 경우 초기 성숙기간은 약 12개월로 보인다.

<그림 2> 고정금리 주택담보대출 조기상환율과 경과기간의 관계



Notes: 2004-2005년풀의 조기상환율 추이  
 자료: 한국주택금융공사

<표 7>은 통계모형을 추정한 결과를 제시하고 있다. 2004년 풀의 경우 상수항은 0.359로 추정되었고, 성숙기간 동안 성숙속도를 나타내는 경과기간의 상관계수는 1.282로 추정되었다. 2005년 풀의 경우 상수항은 5.108로 추정되었고, 성숙기간 동안 성숙속도를 나타내는 경과기간의 상관계수는 0.825로 추정되었다. 2004년~2005년 풀의 경우 상수항은 3.030로 추정되었고, 성숙기간 동안 성숙속도를 나타내는 경과기간의 상관계수는 1.025로 추정되었다. 따라서 2004년~2005년 풀의 추정결과에 기초하여 다음의 조기상환율 식으로 듀레이션을 추정하였다.

$$CPR = \begin{cases} 3.030 + 1.025t, & \text{if } t \leq 12 \\ 15.330, & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{식(14)}$$

<표 7> 풀별 조기상환회귀모형 분석결과

설명변수	2004년 풀		2005년 풀		2004-2005년 풀	
	회귀계수	t 값	회귀계수	t 값	회귀계수	t 값
상수항	0.359	0.167	5.108	2.586 <sup>a</sup>	3.030	2.050 <sup>b</sup>
Rise	1.282	4.799 <sup>a</sup>	0.825	3.356 <sup>a</sup>	1.025	5.571 <sup>a</sup>
Run	20.794	9.598 <sup>a</sup>	13.387	6.704 <sup>a</sup>	16.733	11.206 <sup>a</sup>
수정된 설명력	0.28		0.14		0.19	
표본크기	539		604		1,143	

<sup>a</sup> 유의수준 1%에서 유의함  
<sup>b</sup> 유의수준 5%에서 유의함

금리가 하락할 때 조기상환이 증가하는 현상을 반영하기 위해 확장된 조기상환 회귀모형을 추정하였다. 추정된 설명 변수의 상관계수의 부호는 2004년 풀, 2005년 풀, 2004년·2005년 풀 모두에서 예상부호와 대체로 일치하였다. Spread,

Age,  $\Delta HPI$ 의 상관계수의 부호는 모두 양(+) 이었고 매우 유의하였다.

Spread의 부호는 양(+)이었고 상관계수는 모든 풀에서 3에서 4사이로 안정되게 추정되었다. 이는 시장금리가 대출금리 보다 낮으면 낮을수록 기존대출을 차환할 유인이 크다는 가설을 지지하는 실증분석 결과이다. 금리가 1% 하락하면 조기상환율이 3-4% 증가하고 금리가 1% 증가하면 조기상환율이 3-4% 감소함을 의미한다.

또한 Age의 부호는 양(+)이었고 상관계수는 모든 풀에서 0.2에서 0.3사이로 안정되게 추정되었다. 이사비용, 주택담보대출의 조기상환 수수료 등의 이유로 주택담보대출의 초기 조기상환은 낮고 경과기간이 증가하면서 조기상환율이 증가하므로 Age의 예상부호는 양(+)이다.

$\Delta HPI$ 의 부호는 양(+)이었고 상관계수는 모든 풀에서 1에서 2사이로 안정되게 추정되었다. 주택가격이 월 1%(연 12%) 증가하면 조기상환율(CPR 기준)이 1-2% 증가하고 주택가격이 1% 감소하면 조기상환율이 1-2% 감소함을 의미한다. 따라서 주택가격변동률( $\Delta HPI$ )은 조기상환에 양(+)의 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 주택가격이 상승할 때 주택의 매매가 활발해지고 조기상환이 늘고 반대로 주택가격이 하락할 때 주택의 매매는 감소하고 조기상환이 감소한다는 가설을 지지하는 결과를 도출하였다.

<표 8> 풀별 조기상환회귀모형 분석결과

설명변수	2004년 풀		2005년 풀		2004-2005년 풀	
	회귀계수	t 값	회귀계수	t 값	회귀계수	t 값
상수항	7.749	16.28 <sup>a</sup>	8.417	17.52 <sup>a</sup>	8.036	24.58 <sup>a</sup>
Spread(%)	2.928	10.32 <sup>a</sup>	3.346	11.62 <sup>a</sup>	3.068	15.85 <sup>a</sup>
Age(월)	0.233	23.43 <sup>a</sup>	0.223	18.47 <sup>a</sup>	0.229	29.84 <sup>a</sup>
$\Delta HPI$	2.141	12.76 <sup>a</sup>	1.534	8.75 <sup>a</sup>	1.841	15.23 <sup>a</sup>
수정된 설명력	0.60		0.54		0.58	
표본크기	539		604		1,143	

<sup>a</sup> 유의수준 1%에서 유의함

### 5.3 트랜치별 듀레이션 분석

듀레이션 분석에 사용된 CMO는 KHFC 2005-3 MBS로 트랜치 구조는 다음 <표 9>에서 설명하고 있다. 본 연구에서는 듀레이션의 조기상환 속도에 대한 민감도 분석을 통해 투자자들이 조기상환 위험에 노출되어 있는 정도를 정량적으로 추정하였고 풀단위 시계열 조기상환율 회귀식을 사용하여 듀레이션의 조기상환



속도에 대한 민감도 분석을 한 결과 투자자들의 조기상환 위험이 조금 더 증가하는 것을 확인하였다.

<표 9> KHFC 2005-3 MBS의 트랜치 구조

만기	원금	계약 이자율	신용등급	옵션	트랜치 호칭
3년	870	3.96%	AAA	-	트랜치1
5년	800	4.30%	AAA	콜옵선부(1년 이후)	트랜치2
7년	950	4.56%	AAA	콜옵선부(3년 이후)	트랜치3
10년	950	4.82%	AAA	콜옵선부(4년 이후)	트랜치4
15년	800	4.89%	AAA	콜옵선부(5년 이후)	트랜치5
20년	300	4.93%	AAA	콜옵선부(6년 이후)	트랜치6
21년	0.1	4.93%		만기일시연단리	트랜치7

트랜치별 추정 듀레이션은 <표 10>와 같다. 5년만기 트랜치(트랜치2), 7년만기 트랜치(트랜치3), 10년만기 트랜치(트랜치4), 15년만기 트랜치(트랜치5), 20년만기 트랜치(트랜치6)의 경우 각각 20.94개월, 40.55개월, 49.62개월, 58.00개월, 65.82개월의 듀레이션을 보였다.

<표 10> 조기상환율 통계모형 사용한 추정 듀레이션

년도	전체만기	트랜치1	트랜치2	트랜치3	트랜치4	트랜치5	트랜치6
2004	48.19	32.93	20.94	40.55	49.62	58.00	65.82
2005	48.43	32.93	20.94	40.55	49.62	58.00	65.82
2004-2005	48.33	32.93	20.94	40.55	49.62	58.00	65.82

콜한도가 듀레이션에 미치는 영향은 <표 11>에 제시되어 있다. 콜 한도를 5%에서 10%로 올렸을 때, 트랜치별 듀레이션은 각각 16.58개월, 36.76개월, 48.14개월, 56.03개월, 62.70개월로 감소했다. 콜 한도를 20%로 올렸을 때, 트랜치별 듀레이션은 각각 15.06개월, 34.81개월, 52.19개월, 64.59개월, 61.10개월로 감소했다. 콜한도를 20%까지 올려도 듀레이션은 비교적 안정적으로 나타난다. 따라서 제안된 콜 구조하에서는 콜금지기간 이후에도 발행기관이 조기상환위험의 상당부분을 책임지고 투자자는 조기상환의 일부에만 노출되는 구조를 가지고 있다.

<표 11> 콜한도별 추정 듀레이션

Call limit	전체만기	트렌치1	트렌치2	트렌치3	트렌치4	트렌치5	트렌치6
5%	48.33	32.93	20.94	40.55	49.62	58.00	65.82
10%	48.33	32.93	16.58	36.76	48.14	56.03	62.70
20%	48.33	32.93	15.06	34.81	52.19	64.59	61.10

주)2004년, 2005년 통합 풀을 이용해서 추정

본 연구에서는 조기상환 속도에 대한 듀레이션의 민감도를 살펴보기 위해 기본 PSA모형을 사용하였다. 기본 CPR모형으로 100% PSA를 가정한다면 100% PSA에서 CPR이 상수항 없이 월별로 0.2%씩 30개월까지 증가하다가 6%에서 고정되며, 여기에 조기상환속도 모수인 m을 추가한다.

기본 모형:

$$CPR = \begin{cases} 0.2t, & \text{if } t \leq 30 \\ 6, & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{식(15)}$$

승수모형:

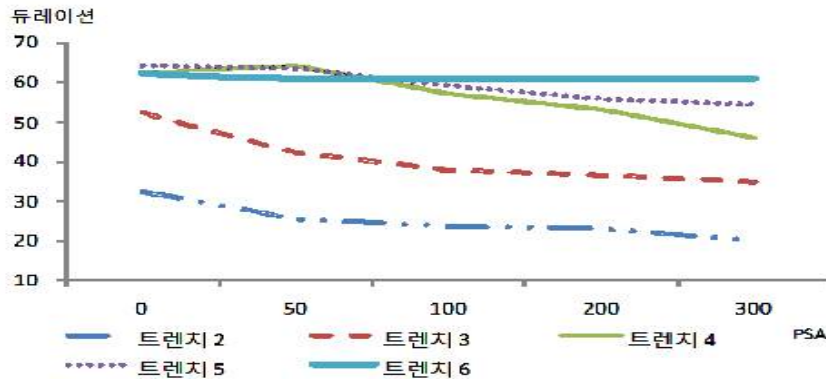
$$CPR = \begin{cases} m(0.2t), & \text{if } t \leq 30 \\ 6m, & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{식(16)}$$

조기상환속도를 0%(m=0)에서 300%(m=3)까지 변화시키며 듀레이션을 추정한 결과를 <표 12>에서 보여준다. 조기상환속도가 급속히 증가하여도 모든 트렌치의 듀레이션이 제한적으로 감소하는 것을 보여준다. 특히 트렌치6은 조기상환속도가 크게 PSA 50% 이상에서는 듀레이션은 전혀 감소하지 않는 것을 보여주는 데, 이는 콜한도를 통해 투자자의 조기상환위험 노출이 통제되는 결과로 해석할 수 있다.

<표 12> 조기상환 성향변화에 대한 트렌치별 듀레이션

PSA	전체만기	트렌치1	트렌치2	트렌치3	트렌치4	트렌치5	트렌치6
0	97.48	32.93	32.51	52.38	62.67	64.17	62.39
50	84.78	32.93	25.44	42.08	64.36	63.50	61.10
100	74.67	32.93	23.62	37.98	57.13	59.07	61.10
200	59.91	32.93	23.08	36.35	53.29	55.70	61.10
300	49.96	32.93	19.81	34.81	46.08	54.40	61.10

<그림 5> 조기상환 성향변화에 대한 트렌치별 듀레이션



한편, 금리하락효과를 반영하기 위해 기본 PSA 모형을 다음과 같이 변형하여 추가 분석하였다. 기본 CPR모형으로 100% PSA를 가정한다면 100% PSA에서 CPR이 상수항 없이 월별로 0.2%씩 30개월까지 증가하다가 6%에서 고정되며, 여기에 Spread × parameter 항을 추가한다. 따라서, 2004년-2005년 폴의 조기상환통계모형을 다음과 같은 식으로 표현할 수 있다.

$$CPR = \begin{cases} 0.2t + 3.068SP, & \text{if } t \leq 12 \\ 6, & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{식(17)}$$

그리고 (m x 100)% PSA는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$CPR = \begin{cases} m(0.2t) + 3.068Spread, & \text{if } t \leq 12 \\ 6m, & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{식(18)}$$

SP는 금리패스를 로그노말과정(lognormal process), BDT, BK 모형 등의 다양한 금리예측모형을 사용하여 추정할 수 있다.<sup>9)</sup> 본 연구에서는 이러한 금리패스를 사용하여 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 듀레이션을 추정하고 결과를 <표 13>에 제시하였다. 추정 듀레이션은 통계모형을 통해 추정한 듀레이션 보다 조금 더 짧은 것으로 나타나 금리하락 효과가 투자자의 조기상환 위험을 증가시킨다는 것을 보여준다.

<sup>9)</sup> MIAC의 WinOAS와 같은 상업용 소프트웨어를 통해 다양한 가정하에 금리패스를 구현할 수 있다. 금리 생성이론은 James and Weber(2000), Brigo and Mercurio(2001) 등에서 볼 수 있다.

<표 13> 시뮬레이션을 이용한 조기상환 속도별 듀레이션  
패널 A. 조기상환 속도별 듀레이션

PSA	전체만기	트렌치1	트렌치2	트렌치3	트렌치4	트렌치5	트렌치6
0	95.36	32.93	29.81	48.46	61.43	63.87	65.82
50	82.91	32.93	26.21	43.22	60.17	60.69	65.82
100	73.00	32.93	23.98	41.41	56.85	60.68	65.82
200	58.58	32.93	20.94	40.55	49.62	58.00	65.82
300	48.87	32.93	20.94	40.55	49.62	58.00	65.82

Panel B. 민감도 분석에 사용된 금리기간 구조 입력 모수

기간(월)	3	6	9	12	18	24	30	36	60	120	240
금리(%)	3.40	3.52	3.62	3.66	3.74	3.78	3.80	3.81	4.07	4.65	5.00
변동성(%)	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00

## 6. 결론

본 연구에서는 콜금지기간 이외에도 콜한도를 지정하는 다계층 MBS의 듀레이션을 분석하였다. 2004년 정부보증 MBS를 최초로 발행한 이후 한국주택금융공사는 1년에서 20년의 만기를 가진 다계층 MBS를 매년 6회 정도 발행하고 있다.

KHFC MBS는 동질의 모기지풀에 기초한 다수의 계층 즉, 채권으로 구성되는데 이들은 원금 일시상환 이표채권(bullet bond)의 형태를 가지고 있으며 계층별로 만기가 다르다. 원금 일시상환 트렌치를 제외한 모든 트렌치는 발행기관이 투자자에게 조기상환 위험을 전가할 수 있는 콜옵션부 형태를 가지고 있다.

본 연구에서는 콜금지기간 이후 발행기관이 상환할 수 있는 채권의 한도, 즉, 콜한도를 지정하여 콜금지기간 이후에도 투자자가 조기상환위험에 제한적으로 노출되고 발행기관이 조기상환위험을 대부분 부담하는 MBS 구조를 분석하였다. 2004년과 2005년에 한국주택금융공사가 유동화한 주택담보대출 풀을 표본으로 조기상환 함수를 추정한 후 이를 기초로 2005년 5월 31일 발행된 2005년 3회차 MBS의 듀레이션을 추정하였다. 이 중 5년만기 트렌치, 7년만기 트렌치, 10년만기 트렌치, 15년만기 트렌치, 20년만기 트렌치는 주택금융공사가 일정 콜금지기간이 지나면 콜옵션을 행사하여 발행잔액의 5%까지 조기상환위험을 투자자에게 전가할 수 있는 구조를 가졌

다고 가정하였다. 5년만기 트랜치, 7년만기 트랜치, 10년만기 트랜치, 15년만기 트랜치, 20년만기 트랜치의 경우 각각 20.94개월, 40.55개월, 49.62개월, 58.00개월, 65.82개월의 듀레이션을 보였다.

콜 한도를 5%에서 10%로 올렸을 때, 트랜치별 듀레이션은 각각 16.58개월, 36.76개월, 48.14개월, 56.03개월, 62.70개월로 감소했다. 콜 한도를 20%로 올렸을 때, 트랜치별 듀레이션은 각각 15.06개월, 34.81개월, 52.19개월, 64.59개월, 61.10개월로 감소했다. 따라서 제안된 콜 구조하에서는 콜금지기간 이후에도 발행기관이 조기상환위험의 상당부분을 책임지고 투자자는 조기상환의 일부에만 노출되는 것을 볼 수 있다. 금리 하락에 대한 효과를 분석하기 위해서 모수를 5에서 50으로 증가시켜도 듀레이션이 많이 줄어들지 않았는데 이 역시 최대콜액수가 누적현금흐름에 비해 현저히 낮은데 기인한다.

이와함께 듀레이션의 조기상환 속도에 대한 민감도분석을 통해 투자자들이 조기상환 위험에 노출되어 있는 정도를 정량적으로 추정하였는데, 풀단위 시계열 조기상환을 회귀식을 사용하여 금리하락의 영향을 추가한 후 듀레이션의 조기상환 속도에 대한 민감도분석을 한 결과 투자자들의 조기상환 위험이 추가적으로 증가하는 것을 확인하였다. 본 연구의 이러한 결과는 콜금지기간 이후 콜한도 지정을 통해 투자자의 조기상환 위험을 감소시켜 조달비용을 하락시킬 수 있음을 시사한다. 단지 이러한 콜옵션 구조는 기초자산의 조기상환이 급격히 증대하는 경우 여유자금이 증가해서 발행기관이 자금운용을 효율적으로 할 수 있어야 한다는 부담을 지니고 있다.

## <참고문헌>

신승우, 2008, “보금자리론의 부도 및 조기상환 위험에 관한 실증적 연구,” 『주택 연구』 제16권 제3호, 5-26.

방두완, 박세운, 박연우, 2010, “한국 모기지시장의 채무불이행 및 조기상환 분석,” 『금융연구』, 제24권 제4호, 87-118.

Asay, M., Guillaume, F.H., Mattu, R.K., 1987, Duration and convexity of mortgage backed securities: some hedging implications from a prepayment linked present value model, *in Mortgage Backed Securities*, edited by Frank J. Fabozzi, Chicago: Probus Publishing.

Brigo, D. and F. Mercurio, 2001, *Interest Rate Models*. Springer-Verlag, Berlin.

Brazil, A. J., 1988, Citicorp's mortgage valuation model: option-adjusted spreads and option based duration, *Journal of Real Estate and Economics* 1, 151-162.

Carron, A. S. and M. Hogan, 1988, The option valuation approach to mortgage pricing, *Journal of Real Estate Finance and Economics* 1, 131-149.

Chinloy, P., 1989, The Probability of prepayment, *Journal of Real Estate Finance and Economics* 2, 267-283.

Chinloy, P., 1991, The option structure of a mortgage contract, *Journal of Housing Research* 2, 21-38.

Chinloy, P., 1993, Elective mortgage prepayment : Termination and curtailment, *Journal of the American Real Estate and Urban Economics Association* 21, 313-332.

Cooperstein, R. L., F. S. Redburn, and H. G. Meyers, 1991, Modeling mortgage terminations in turbulent times, *American Rreal Estate and Urban*

*Economics Association Journal* 19, 473-494.

- Davidson, A., M. Herskovits and L. D. Van Drunen, 1988, The refinancing threshold pricing model: an economic approach to valuing MBS, *Journal of Real Estate Finance and Economics* 1, 117-130.
- Deng, Y., Quigley, J., van Order, R., 2000, Mortgage terminations, heterogeneity, and the exercise of mortgage options, *Econometrica* 68, 275-308.
- Deng, Y., D. Zheng and C. Ling, 2005, An Early Assessment of Residential Mortgage Performance in China, *Journal of Real Estate Finance and Economics* 31, 2005, 117-136.
- Deng, Y. and P. Liu, 2009, Mortgage Prepayment and Default Behavior with Embedded Forward Contract Risks in China's Housing Market, *Journal of Real Estate finance and Economics* 38, 214-240.
- Fabozzi, F.J., C. Ramsey, 1999, Collateralized Mortgage Obligations: Structure and Analysis, 3rd Edition, Frank J. Fabozzi Associates.
- Follain, J. R., L. O. Scott, and T. L. Yang, 1992, Micro foundation of a mortgage prepayment function, *Journal of Real Estate and Economics* 5, 197-217.
- Follain, J. R., Tzang D.N., 1998, Interest rate differential and refinancing a home mortgage, *Journal of Appraisal April*, 243-251.
- Giliberto, S. M. and T. G. Thibodeau, 1989, Modeling conventional residential mortgage refinancing, *Journal of Real Estate Finance and Economics* 2, 285-299.

- James, J. and N. Weber, 2000. Interest Rate Modeling. John Wiley and Sons.
- Navratil, F. J., 1985, The estimation of mortgage prepayment rates, *Journal of Financial Research* 8, 107-117.
- Richard, S. F. and R. Roll, 1989, Prepayments on fixed-rate mortgage-backed securities, *Journal of Portfolio Management*, Spring 15, 73-82.
- Schorin, C.N., 1992, Modeling and projecting MBS prepayments, in *Handbook of Mortgage Backed Securities*, edited by Frank J. Fabozzi, Chicago: Probus Publishing, 221-262.
- Schwartz, E. S. and W. N. Torous, 1989, Prepayment and the valuation of mortgage-backed securities, *Journal of Finance* 44, 375-392.