

모기지의 조기상환 모형에 근거한
MBS 가격결정에 관한 연구
-OAS 방법을 중심으로-

2008. 07.

초빙위원 박연우
연구위원 김필규
선임연구원 이현진
한국주택금융공사 정재선

한국증권연구원
Korea Securities Research Institute

序 言

MBS시장은 전세계적으로 채권시장에서 중요한 하나의 섹터로 자리 잡고 있는 시장이다. 한국의 경우도 2000년 MBS가 최초 발행된 이후 2007년까지 총 MBS 발행규모가 21조원에 달하고 전체 유동화증권 중 가장 높은 비중을 차지하며 MBS시장이 중요한 시장으로 발전하게 되면서 이에 대한 관심이 고조되고 있다. 또한 최근 전세계 금융시장을 위기로 몰아넣은 서브프라임 모기지 사태의 발발은 투자자와 감독당국의 MBS시장에 대한 관심을 더욱 증폭시키는 계기가 되고 있다.

그러나 MBS시장의 규모 및 관심의 증대에 비해 한국은 MBS시장의 역사가 10년도 채 경과하지 않아 모기지론이나 MBS에 대해 심도깊은 연구가 제대로 이루어지지 않고 있는 실정이다. MBS시장의 역사가 깊고 활발한 모기지론시장이 형성되어 있는 미국 및 유럽의 경우에는 모기지론의 조기상환, 부도에 대한 체계적인 연구가 이루어지고 있으며, 이러한 연구가 다양한 구조의 MBS 발행으로 이어질 뿐 아니라 합리적인 MBS 가격결정에 효율적으로 활용되고 있다. 특히 한국의 경우에는 모기지론의 현금흐름에 결정적인 영향을 미치는 조기상환에 대한 분석이 미흡하고 이를 기초로 한 합리적인 가격결정은 거의 이루어지지 않고 있다.

이에 본 보고서는 한국주택금융공사가 발행한 MBS의 구조와 특성을 분석하고, 다양한 조기상환 예측모형을 통한 실증분석 결과를 보여주며, 이를 바탕으로 OAS 방법을 활용한 MBS 가격결정 방법을 제시하고 있다. 본 연구는 MBS시장에 대한 이해를 증진시키고 합리적인 가격결정의 기반이 될 수 있으며, 이를 통해 MBS시장의 활성화를 위한 초석이 될 수 있을 것이다. 또한 이러한 연구를 바탕으로 다양한 구조의 MBS 발행이 촉진되고 한국 주택금융시장의 건전한 발전을 도모할 수 있을 것으로

로 판단된다. 본 연구가 한국 MBS시장의 발전을 위해 유용하게 사용되기를 기대해 본다.

본 보고서를 작성하는데 많은 노고를 아끼지 않은 본 연구원의 박연우 박사, 김필규 박사와 이현진 선임연구원, 그리고 한국주택금융공사의 정재선 부장에게 감사의 뜻을 표한다. 또한 보고서의 지정 논평을 맡아준 남길남 박사에게 감사의 뜻을 표한다. 그리고 원활한 연구를 위해 MBS에 관한 상세한 자료를 제공하고 보고서에 대한 고견을 제시해주신 한국주택금융공사의 김대근 과장, 이진호 팀장, 이철우 팀장, 김연수 대리에게 심심한 감사를 드린다. 또한 박연우 박사의 지도하에 OAS 방식을 Matlab으로 구현한 KAIST의 금융공학 석사과정 이윤진씨의 노고에 감사를 드린다. 마지막으로 본 보고서는 연구진 개인의 의견이며 본 연구원의 공식 의견이 아님을 밝혀둔다.

2008년 7월

한국증권연구원

원장 김형태

목 차

Executive Summary	viii
Abstract	xvi
I. 서론	3
1. 연구의 배경과 목적	3
2. 연구의 구성	7
II. 국내 MBS의 발행 현황과 특성 분석	11
1. MBS시장 제도의 도입 연혁	11
2. MBS시장 현황	14
가. MBS 발행 추이	14
나. KoMoCo MBS의 발행구조 분석	17
다. KHFC MBS의 발행구조 분석	22
III. 모기지 행태에 대한 이론적인 연구	31
1. 조기상환의 개념과 측정	31
2. 조기상환과 모기지론의 현금흐름	32
3. MBS 가격결정이론	34
4. 실증 모형의 선택	35
가. 통계적 조기상환 모형	36
나. 조기상환 결정에 대한 경제적 모형	37

IV. 조기상환 예측모형에 대한 실증적인 연구	47
1. PSA 모형의 분석 결과	47
2. Schorin 모형의 분석 결과	52
3. 수정된 OTS 모형의 분석 결과	59
4. OFHEO 모형의 분석 결과	62
5. Schwartz and Torous 모형의 분석 결과	65
6. 조기상환 모형의 분석 결과 요약	68
V. OAS 방법에 기초한 KHFC MBS 가격결정 모형	73
1. KHFC MBS 구조의 개관	73
2. OAS 방법	74
가. OAS 방법을 사용한 KHFC MBS 가격결정	76
나. 모형의 민감도 분석	78
다. 트랜치별 평균 상환기간(average life)과 평균 듀레이션(average Macaulay duration)	85
라. 조기상환 성향 변화에 대한 평균 상환기간의 민감도	86
VI. 국내 MBS시장의 효율성 제고 방안	91
1. 조기상환 분석에 근거한 가격결정 모형의 활용	91
2. MBS시장의 효율성 제고 방안	95
참 고 문 헌	99
부록 1: MBS 건별 발행구조 분석	109
부록 2: OAS 방법에 기초한 KHFC MBS 가격결정 모형	121

표 목 차

<표 II-1> 연도별·기관별 MBS 발행실적 추이	16
<표 II-2> 기관별 발행 MBS의 비교	17
<표 II-3> 연도별 KoMoCo MBS의 발행 특성	18
<표 II-4> 연도별 KHFC MBS의 발행 특성	23
<표 IV-1> Schorin 모형 변수의 기술통계량	53
<표 IV-2> Schorin 모형의 분석 결과	55
<표 IV-3> Schorin 모형(모형6)의 발행연도별 분석 결과	56
<표 IV-4> Schorin 모형(모형6)의 발행회차별 분석 결과	57
<표 IV-5> 수정된 OTS 모형의 분석 결과	61
<표 IV-6> OFHEO 모형 변수의 기술통계량	63
<표 IV-7> OFHEO 모형의 분석 결과	65
<표 IV-8> Schwartz and Torous 모형 변수의 기술통계량	66
<표 IV-9> Schwartz and Torous 모형의 분석 결과	67
<표 IV-10> 한국 조기상환 모형의 분석 자료 및 분석 방법	69
<표 IV-11> 한국 조기상환 모형의 분석 결과	70
<표 V-1> 민감도 분석에 사용된 금리기간구조 입력모수	79
<표 V-2> KHFC 2005-3 MBS의 트랜치 구조	79
<표 V-3> 금리 기간구조 100bps씩 하향조정한 경우 SP 계수에 대한 민감도 분석	83
<표 V-4> 금리 기간구조 200bps씩 하향조정한 경우 SP 계수에 대한 민감도 분석	84
<표 V-5> 트랜치별 평균 상환기간	85
<표 V-6> 트랜치별 평균 듀레이션	85
<표 V-7> 조기상환 성향 변화에 대한 평균 상환기간의 민감도	87

그림 목 차

<그림 II-1> MBS 발행규모 및 자산유동화증권 대비 비중 추이	15
<그림 II-2> KoMoCo MBS의 연도별 스프레드 추이	19
<그림 II-3> KoMoCo MBS의 만기 구조	20
<그림 II-4> KoMoCo MBS의 만기별 스프레드	21
<그림 II-5> KoMoCo MBS의 투자자 현황	21
<그림 II-6> KHFC MBS의 연도별 스프레드 추이	24
<그림 II-7> KHFC MBS의 만기구조	25
<그림 II-8> KHFC MBS의 만기별 스프레드 추이	26
<그림 II-9> KHFC MBS의 투자자 추이	27
<그림 IV-1> KoMoCo MBS의 조기상환율	48
<그림 IV-2> KHFC MBS의 조기상환율	49
<그림 IV-3> KHFC MBS의 발행연도별 조기상환율	50
<그림 IV-4> KHFC MBS의 시점별 조기상환율	51
<그림 IV-5> CPR의 월별평균자료	53
<그림 V-1> OAS 방법을 사용한 KHFC MBS 가격결정의 흐름도 ...	78
<그림 V-2> 시뮬레이션 횟수에 대한 민감도	80
<그림 V-3> OAS 변동에 대한 민감도	80
<그림 V-4> 금리 변동성 가정의 변동에 대한 민감도	81
<그림 V-5> 기준금리 변동에 대한 민감도	82

약 어 표

CMO	Collateralized Mortgage Obligation
CPR	Conditional Prepayment Rate
FHA	Federal Housing Administration
FHLMC	Federal Home Loan Mortgage Corporation
FNMA	Federal National Mortgage Association
GNMA	Government National Mortgage Association
HUD	Department of Housing and Urban Development
KHFC	Korea Housing Finance Corporation
KoMoCo	Korea Mortgage Corporation
LTV	Loan-to-Value
MBS	Mortgage-Backed Securities
OAS	Option Adjusted Spread
OFHEO	Office of Federal Housing Enterprise Oversight
OLS	Ordinary Least Squares
OTS	Office of Thrift Supervision
PSA	Public Securities Association
SLBS	Student Loan-Backed Securities
SMM	Single Month Mortality Rate
WAC	Weighted Average Coupon
WALA	Weighted Average Loan Age

《 Executive Summary 》

전세계적으로 MBS시장은 주요한 채권부문의 하나로 성장하고 있다. 미국의 경우 1970년대 주택저당공사가 모기지론의 유동화를 추진한 이래 다양한 구조의 MBS가 발행되고 있고 모기지론의 조기상환, 부도에 대한 체계적인 연구가 이루어지고 있으며 연구결과가 합리적인 MBS 가격결정에 활용되고 있다. 한국의 경우에는 1999년 「주택저당채권유동화회사법」이 제정되고 한국주택저당채권유동화회사(KoMoCo)가 설립되어 2000년 최초로 MBS가 발행되었으며, 2004년 MBS시장 활성화를 위해 한국주택금융공사(Korea Housing Finance Corporation: KHFC)가 설립된 이후에는 MBS 발행규모가 크게 증가하였다. 그러나 한국의 경우에는 모기지론 조기상환율, 부도율에 대한 체계적인 연구와 이에 근거한 합리적인 가격결정에 대한 이론적·실증적인 연구가 미흡한 실정이다.

이에 본 보고서에서는 고정금리 모기지론의 조기상환에 대한 이론적·실증적인 연구를 토대로 KHFC MBS의 조기상환모형을 검토하고 이를 근거로 합리적인 가격결정모형을 설정한다.

I. MBS의 발행 현황과 특성 분석

국내 MBS 발행 현황을 보면, 2000년 KoMoCo에 의해 최초로 1조 3,788억원의 MBS가 발행된 이후 2003년까지는 매년 발행규모가 감소하였으나, 2004년 KHFC 출범 및 일부 은행의 해외 MBS 발행 효과로 5조 466억원의 발행실적을 보였고, 2007년에는 4조 4,309억원이 발행되었다.

KoMoCo는 2000년~2003년 사이에 총 2조 8764억원의 MBS를 발행하였다. KoMoCo MBS는 동일만기 국고채 평균금리 대비 스프레드가 높게 나타났고, 이는 MBS의 발행규모나 빈도가 적어 유동성 프리미엄이 상대적으로 높기 때문으로 보인다. 만기구조에 있어서는 5년 초과 10년 이하 장기채권의 비중이 전체 발행증권의 37.8%로 가장 높게 나타나고 있어 장기채권시장을 도입하는데 기여하였다고 판단된다. KoMoCo MBS의 주요 투자자로는 은행과 보험사의 비중이 높고, 증권회사나 투신사의 비중은 상대적으로 낮은 것으로 나타났다.

KHFC는 2004년 출범이후 은행이 실행한 장기 고정금리 모기지론인 '보금자리론'을 기초로 MBS를 지속적으로 발행하고 있다. MBS의 평균금리는 2004년 이후 매년 상승해 2007년 발행된 MBS는 5.507%를 기록하였다. KHFC MBS의 스프레드 추이를 보면, 동일만기 국고채 대비 24bps이내의 효율적인 발행실적을 기록하고 있다. KHFC MBS의 만기구조를 보면, 1년 만기에서 20년 만기까지 8개 종목의 다양한 만기의 MBS가 발행되고 있고, 5년 이상 장기채권의 비중이 전체 발행 MBS의 73%를 차지하여 장기채에 대한 비중이 높은 것으로 나타나고 있다. KHFC MBS의 주요 투자자로는 은행과 보험사의 비중이 높고, 투신사의 비중은 상대적으로 낮는데 이는 채권형 펀드에 대한 수요의 감소로 인해 투자비중이 감소하였기 때문이다.

위에서 살펴본 바와 같이, KHFC MBS의 발행은 국내 주택금융시장의 활성화와 더불어 장기채시장의 형성에 크게 기여하고 있는 것으로 평가되고 있다. 발행시장 측면에서 KHFC MBS의 발행은 높은 신용도의 장기채권을 시장에 공급함으로써 장기투자상품을 선호하는 금융기관의 수요에 부응하여 장기채시장의 건전한 발전에 기여하고 있다. 그러나 MBS의 유통 측면에서는 실적이 저조하여 효율적인 유통시장이 형성되어 있지는 못한 실정이다.

II. 조기상환 예측모형에 대한 실증적인 연구

모기지론의 조기상환 분석모형은 크게 통계적 특성을 분석한 통계적 조기상환모형과 경제적인 요소를 감안한 경제적 조기상환모형으로 구분된다. 대표적인 통계적 조기상환 모형으로는 미국의 PSA 모형이 있고, 경제적 조기상환 모형은 모형의 특성에 따라 풀별 선형모형, 풀별 비선형 모형, 개별 모기지론 분석 모형으로 구분된다. 본 보고서에서는 KHFC MBS의 조기상환을 분석하기 위해 통계적 조기상환 모형 중에서 PSA 모형을 사용한다. 그리고 경제적 조기상환 모형 중 풀별 선형 모형에서는 Schorin 모형을 사용하고, 풀별 비선형 모형에서는 OTS 모형을 선형화하여 분석하며, 개별 모기지론 분석모형 중에서는 OFHEO 모형과 Schwartz and Torous 모형으로 분석한다.

우선 PSA 모형을 2004년~2007년에 발행된 KHFC MBS에 적용한 결과, 미국 PSA 모형과는 다소 상이한 모습이 나타났다. 미국 PSA 모형의 경우 첫달의 조기상환율은 0% 근처에서 시작하여 매달 일정한 비율로 증가하다가 일정 기간 이후에는 안정적인 모습을 보이고 있는 반면 국내 MBS의 조기상환율은 6%에서 시작하여 한달에 1.1%p씩 증가하고, 10개월을 지나면 17%로 안정적인 모습을 나타내고 있다. 한국의 조기상환율을 미국의 PSA 모형과 비교하자면, 기울기는 한국의 경우 1.1로서 미국 0.2의 550%에 해당하고, 조기상환율의 상한은 한국의 경우 17%로 미국 6%의 약 300%에 해당한다고 볼 수 있다. 한국의 경우 대출 직후부터 조기상환율이 높게 나타나는 현상은 부동산 가격 상승으로 인한 차환유인이 존재하기 때문인 것으로 보인다. 즉, 부동산 가격이 상승하면 시세차익을 위해 부동산을 매각하고 이로 인해 조기상환율이 급증한다고 해석될 수 있다.

폴별 선형 모형중 Schorin 모형을 2004년과 2005년에 발행된 KHFC MBS 자료로 분석한 결과, 계약 이자율보다 현재 이자율이 하락할수록, 모기지론폴의 연령(*age*)이 높을수록, 그리고 특정월의 경우에 조기상환율이 높은 것으로 나타났다. 이는 국내 MBS의 경우 차환요인, 모기지론의 성숙도 및 계절성이 조기상환에 영향을 미치고 있음을 나타내는 결과이다. 폴별 비선형 모형 중 대표적인 OTS 모형을 선형화하여 동일한 폴별 자료로 분석한 결과, Schorin 모형과 유사한 결과를 얻었다. 조기상환 모형의 결과 중 MBS 가격결정을 위한 모수에는 Schorin 모형의 결과를 사용하였다.

개별 모기지론의 조기상환모형 중에서는 로짓(logit)방법을 이용하는 OFHEO 모형과 지속기간분석(duration analysis)을 이용하는 Schwartz and Torous 모형을 통해 KHFC MBS의 조기상환확률을 분석하였다. OFHEO 모형의 경우 2004년부터 2005년까지 발행된 MBS의 기초자산이 된 개별 모기지론 94,359개 자료로 분석한 결과, 계약 이자율과 현재 이자율의 차이 또는 비율이 증가할수록 조기상환확률이 증가하는 결과를 보였다. LTV의 경우에는 LTV가 증가할수록 조기상환확률은 증가하지만 LTV가 60%를 초과하면 조기상환확률이 감소하는 것으로 나타났다. Schwartz and Torous 모형은 2004년과 2005년에 실행된 개별 모기지론 중 2,000개를 임의추출하고 이의 월별 자료를 사용하여 분석하였다. 그 결과, 계약 이자율과 현재 이자율의 차이가 증가할수록 조기상환확률이 증가하고, 특정월의 경우에 조기상환확률이 높으며, LTV가 60%를 초과할수록 조기상환확률은 감소하는 결과를 보였다.

상기의 결과를 요약하면, KHFC MBS의 조기상환에 영향을 미치는 요인은 계약 이자율과 현재 이자율의 차이에 의한 차환요인, 모기지론의 성숙도 및 계절성인 것으로 나타났다.

III. OAS 방법에 기초한 KHFC MBS 가격결정 모형

본 연구는 OAS 방법을 사용하여 MBS 가격결정을 하고 있다. KHFC MBS는 설계상으로 볼 때 만기 설정형 콜 옵션부 순차적 다계층 증권(maturity defined callable sequential CMO)의 특성을 가진다. 증권 설계에 포함된 옵션(embedded option)을 직접 계산하는 방법으로 이러한 복잡한 형태를 가진 MBS의 가격을 구하는 것은 매우 어렵다. 이에 따라 본 연구는 OAS 방법을 사용하여 MBS 가격을 실증적으로 분석한다. Nominal OAS(option adjusted spread)는 모기지론 차입자의 조기상환 콜 옵션 행사를 고려한 프리미엄을 의미한다. OAS 방법에서는 현금흐름에 조기상환을 반영하고 무위험 기대 수익률에 nominal OAS를 가산해서 할인율을 구한다. 금리 자체가 확률 변수(stochastic variable)이고 금리에 영향을 받는 조기상환율은 과정 종속적 확률 변수(path-dependent stochastic variable)이므로 MBS의 내재 가치 계산은 Monte Carlo 방식으로 진행된다. OAS 방법의 또 다른 큰 특징은 MBS 투자자의 현금흐름이 조기상환의 실증 분석에 기초한다는 것이다. OAS 방법의 중요한 장점은 다양한 금리기간구조 모형을 비교적 손쉽게 접목시킬 수 있다는 점이다. 예를 들어 고정수익증권(fixed income securities) 시장에서 널리 사용되고 있는 Black-Derman-Toy 금리모형이나 Heath-Jarrow-Morton 모형뿐 아니라 금융투자회사가 자체 개발한 다양한 금리기간구조 모형을 필요에 따라 기존 프로그램에 모듈의 형태로 손쉽게 도입할 수 있다. OAS 방법의 또 다른 중요한 장점은 다양한 조기상환 모형을 비교적 손쉽게 접목시킬 수 있다는 점이다. 조기상환 모형은 MBS 풀의 특성에 맞도록 계속적으로 모형 개발이 이루어져야 하므로 OAS 방법의 이러한 모듈적 구성은 중요한 장점이라고 할 수 있다.

마지막으로 OAS 방법은 현금흐름을 시각적으로 보여주므로 다양한 증권 설계에 이상적인 개발 환경이다. OAS 방법을 사용한 MBS 가격결정의 과정은 (1)이자율 추정, (2)조기상환 모형 추정, (3)이에 따른 현금흐름 추정, (4)각 트랜치별 현금흐름 배분, (5)현재가치 계산의 단계로 수행된다.

본 연구에서는 사용한 중요한 모형 가정치가 MBS 가격에 미치는 영향을 알아보기 위해 민감도 분석을 실시하였다. 설명을 용이하게 하기 위하여 KHFC 발행 2005-3회차 MBS의 3년 만기 트랜치 가격과 5년 만기 트랜치 가격만을 논하였다. 시뮬레이션 회수에 대한 민감도 분석 결과, 대략 2,000번 이상의 시뮬레이션을 수행하면 가격이 0.045% 미만으로 안정되는 것으로 나타났다. OAS 변동에 대한 민감도 분석 결과, OAS를 기존 53.2bps일 때의 가격을 100%로 했을 때, 0부터 200까지 25bps씩 증가시키면 약 0.63%씩 가격이 감소하는 것으로 나타났다. 금리변동성 가정의 변동에 대한 민감도 분석결과는 이자율 기간구조의 연간 변동성을 기존 12% 가정을 기준으로 0%에서 20%까지 1%씩 변동할 때 트랜치 가격은 줄어들기도 하고 늘어나기도 하는 모습을 보이고 있다. 가격의 금리변동성에 대한 민감도가 낮은 이유는 CPR 결정에 금리 스프레드의 영향력이 낮아서, 금리변동성 또한 CPR에 큰 영향을 주지 못하기 때문이라고 판단된다. 기준금리 변동에 대한 민감도에서는 기준금리를 25bps 단위로 양방향으로 200bps까지 이동시켰다. 기준금리를 25bps 단위로 수평이동시킬 때 트랜치 가격은 -0.6% 정도씩 반응하는 것으로 나타났다. 트랜치별 평균 듀레이션 계산 결과 트랜치별로 듀레이션이 트랜치별 call time과 거의 같았다. 즉, 최초 콜 조건이 되자마자 조기상환이 되는 경향을 보였다. 따라서 실질 상환기간이 법정만기 대비 아주 빠르게 나타났다.

이 현상의 주요 원인은 KHFC의 보수적인 설계 때문이라기보다 서울과 수도권의 급격한 주택 가격 상승으로 비금리 유형 조기상환이 급격히 증가하였기 때문인 것으로 보인다. 연도별 조기상환분석에 의하면 2007년부터 조기상환율이 급격히 감소하였는데 이를 고려하여 조기상환 성향을 감소시켰을 때 평균 상환기간이 길어지는 것을 볼 수 있었다.

IV. 국내 MBS시장의 효율성 제고 방안

본 연구에서는 MBS 조기상환 분석 모형을 설정하여 KHFC MBS의 조기상환분석을 실시하였고, 조기상환을 반영한 가격결정 모형인 OAS MBS 가격결정 모형을 설정하고 민감도 분석을 실시하였다.

조기상환의 시계열 분석 결과를 보면 보금자리론의 중도상환에 영향을 미치는 요소는 미국과는 다소 상이한 결과를 나타내고 있다. 개별 풀 자료에 근거한 모형을 적용한 결과의 경우에도 미국의 조기상환 모형과는 다소 차이를 나타내고 있다. 이는 국내 주택금융시장이 환경과 특성 및 행태가 다르기 때문인 것으로 판단된다.

조기상환 모형에 대한 분석결과의 활용도를 제고하기 위해서는 정기적으로 모기지론에 대한 조기상환 분석이 필요하며, 이러한 분석을 위한 자료의 구축이 매우 중요하다고 볼 수 있다.

이와 더불어 국내 은행이 주로 실행하고 있는 변동금리 모기지론의 조기상환 요인에 대한 체계적인 연구도 이루어질 필요가 있다.

본 연구에서는 조기상환 모형의 분석을 토대로 OAS 방법을 사용하여 MBS 가격을 실증적으로 분석하고, 분석에서 사용한 중요한 모형 가정치가 MBS 가격에 미치는 영향을 살펴보았다. 민감도 분석결과

KFHC MBS는 중도상환의 변동성과 금리변동성 등에 따른 민감도가 크지 않은 것으로 나타나고 있다. 이는 KHFC MBS가 CMO(다계층 채권)의 형태로 발행하여 상대적으로 가격의 변동성이 적은 구조를 지니고 있기 때문으로 판단된다. 향후 국내 MBS시장이 보다 발전하기 위해서는 국내 주택금융시장에 대한 지속적인 분석을 통해 MBS 구조를 보다 효율적으로 개선할 필요가 있다. 모기지론의 조기상환에 대한 지속적인 분석에 근거하여 이를 반영한 효율적인 MBS의 상품성 개선이 이루어져야 한다. 예를 들어 조기상환에 근거한 Sequential Call Structure를 사용한 MBS상품의 도입을 통해 각 종목의 상환만기에 대한 예측 가능성을 향상시키고, 기존 발행증권 종목을 축소하여 MBS 발행구조의 단순화를 유도할 필요가 있다.

이와 더불어 가격결정 모형을 실증적으로 검증하기 위해서는 MBS 유통시장이 활성화되어야 한다. 국내의 경우 MBS시장의 도입 기간이 짧고, 합리적인 가격결정에 대한 연구가 이루어지지 않았기 때문에 효율적인 유통시장이 형성되지 않고 있다. 특히 MBS 가격에 대한 심도깊은 분석이 이루어지지 않은 상황이다. 따라서 본 연구와 같은 모기지론의 행태와 MBS 가격에 대한 연구는 MBS의 거래전략의 수립에 기반이 되며 이러한 연구들이 축적됨에 따라 다양한 투자전략이 마련될 수 있을 것이다.

« Abstract »

**A Study of the KHFC MBS Valuation
Based on Prepayment Analysis: OAS Approach**

We examine the primary market of the mortgage-backed securities issued by the Korea Housing Finance Corporation (KHFC). Since its inception in 2004 as a government sponsored housing finance enterprise (GSE), KHFC has been issuing multi-class mortgage-backed securities with maturities ranging from 1 to 20 years about 6 times a year. All classes backed by the homogeneous pool of mortgages are standard bonds with bullet principal payments and differ primarily in maturities. However, all classes with the exception of the bullet maturity tranche are callable subjecting the bond investors to a measure of prepayment risk. That is, the issuer has the option to call the bond after the call protection period, passing the prepayment risk to the bond investors. The coupons, which are paid quarterly, are paid sequentially from the lowest maturity class down to the longest maturity class each payment period.

The KHFC MBS had an average legal maturity of 8.5 years, which has declined to 5.9 years in 2007. Bonds with maturities 5 years or longer account for well over half of the bonds issued showing that the KHFC has become an established supplier of intermediate-term and long-term fixed income securities to institutional investors in the Korean bond market.

We find that the spread on the KHFC MBS is within 27 basis points relative to the government bonds, suggesting that the issue market is very efficient.

Pricing the KHFC MBS, a highly complex product, by valuing the embedded options is clearly very difficult. We price the mortgage-backed securities issued by the Korea Housing Finance Corporation using the OAS (option-adjusted spread) method. In order to price the bonds using the OAS method, we first develop a series of prepayment models. We first build the prepayment model similar to the PSA model for the US mortgages. We find that the conditional prepayment rate (CPR) of the Korean mortgages start at about 6%, rise 1.1% a month to about 17% before leveling off after about 10 months. We conclude that the Korean mortgages season fast and rise to a high conditional prepayment rate before leveling off. Using pool level data, we find that the CPR is positively related to the spread between the MBS coupon interest rate and the current market mortgage rate, a few seasonal dummies, loan-to-value (LTV) ratio, and inversely related to the excessive LTV dummy.

The OAS method is modular in design in which appropriate interest term structure models as well as appropriate prepayment models can be implemented independent of one another. Once an interest term structure model and a prepayment model have been chosen, Monte Carlo simulation generates cashflows to bondholders. The cashflows to various classes are discounted using the discount rate, which is typically estimated as the sum of

the risk-free rate and the OAS. We have conducted the sensitivity analysis of tranche prices in regard to simulation counts, OAS, interest rate volatility, risk-free rate and the coefficient of the interest spread and find that the direction of sensitivities are as expected. We find that actual lives as well as durations as determined through simulations are much shorter than the expected lives based on legal maturities. We interpret this as arising mainly from the fact that the house prices in Seoul went up steeply during the study period causing a surge of mobility related refinancing. The KHFC MBS is rarely traded in Korea. Therefore, the applicability of the OAS method is currently limited in Korea since the OAS method requires the OAS observed in the market as an input.

Our research makes a contribution to the further development of the MBS market in Korea by analyzing and pricing the KHFC MBS, thus adding to the knowledge base of the MBS product. We propose that the market participants in the Korean MBS market produce the daily quotes of the market consensus PSA/CPR/OAS for the KHFC MBS making it easier for the global fixed income securities communities to trade the KHFC MBS in years to come.

1. 서론

1. 연구의 배경과 목적
2. 연구의 구성

I. 서론

1. 연구의 배경과 목적

전세계적으로 주택저당증권(mortgage-backed securities: MBS¹)시장은 주요한 채권시장중 하나로 성장하고 있다. 미국의 경우 1970년대 주택금융시장의 부실에 대응하여 주택저당공사²)가 모기지론(mortgage loan)³)의 유동화를 추진한 이래 다양한 구조의 MBS가 발행되고 있고, 그 시장 규모도 급격히 성장하고 있다. 특히 주택저당공사(mortgage agency)들은 모기지론을 표준화시키고, 우량 모기지론(prime mortgage)을 유동화함으로써 주택시장을 활성화하고 신용도 높은 장기 채권형 상품을 시장에 제공하는 역할을 담당하고 있다. 미국의 주택저당공사가 발행하는 MBS는 신용도가 높은 우량대출을 기초자산으로 하고 있고, MBS의 원리금을 주택저당공사가 보증해주는 구조로 발행되기 때문에 신용위험이 거의 없다. 다만 미국 MBS의 경우 모기지론의 조기상환⁴)에 따라 현금흐름의 불확실성이 존재한다. 즉 모기지론의 조기상환은 이를 기초로 발행된

-
- 1) 주택저당채권을 기초로 발행되는 주택저당증권은 본 보고서에서는 'MBS'라는 용어로 통일하여 사용한다.
 - 2) 미국의 경우 금융기관이 실행한 표준화된 모기지론을 매입하여 이를 보유하거나 유동화하는 것을 전문으로 하는 GNMA(Government National Mortgage Association), FNMA(Federal National Mortgage Association), FHLMC(Federal Home Loan Mortgage Corporation)과 같은 주택저당공사들이 있다.
 - 3) MBS의 기초자산은 통상 주택담보대출, 주택담보부대출, 주택저당채권, 모기지, 모기지론 등의 용어로 사용되는데 본 보고서에서는 '모기지론'이라는 용어로 통일하여 사용한다.
 - 4) 조기상환은 모기지론 차입자가 자발적으로 예정된 상환스케줄 이전에 대출금의 전부 또는 일부를 상환하는 것을 의미한다.

4 모기지론의 조기상환 모형에 근거한 MBS 가격결정에 관한 연구

MBS의 현금흐름 변동성을 초래하고 궁극적으로는 MBS 가격에 영향을 미치게 된다. 이에 따라 모기지론의 조기상환을 예측하고 이러한 조기상환이 MBS 가격에 미치는 영향을 분석하기 위한 다양한 모형들이 개발되었다. 모기지론 조기상환 모형은 과거 조기상환 자료의 통계적 특성을 분석한 모형에서 출발하여 경제적인 요소를 감안한 경제적 조기상환 모형으로 진화하고 있다. 모기지론 조기상환에 대한 예측은 초기에는 기존 모기지론의 조기상환 형태를 모형화하는 방식으로의 접근이 이루어졌다. 이후에는 개별차주의 특성과 거시변수 등을 포함한 모기지론의 조기상환에 영향을 미치는 다양한 요소를 파악한 정교한 모형이 만들어지고 있다. 또한 최근에는 조기상환과 모기지론 부도를 동시에 고려한 모형의 개발도 이루어지고 있다.

한국의 경우 1999년 「주택저당채권유동화회사법」이 제정되었고, 2004년에는 「한국주택금융공사법」이 제정되었으며, 이에 근거하여 한국주택금융공사(Korea Housing Finance Corporation: KHFC)⁵⁾가 설립되어 MBS시장의 활성화에 기여하고 있다. KHFC가 설립되기 이전에는 대부분의 모기지론이 은행, 보험 및 여신전문금융기관의 고유계정에서 실행되었다. 특히 은행의 모기지론은 만기가 비교적 짧고, 금리는 대부분 변동금리가 적용되고 있으며, 조기상환에 대한 수수료를 부과하여 인위적으로 조기상환을 막는 구조를 도입하였다. 이에 따라 금리변동 위험을 고객이 부담하고, 자산의 만기가 단기이기 때문에 이를 유동화하기 보다는 은행의 고유자산으로 보유하는 경우가 대부분이었다. 그러나 은행의 모기지론은 금리의 급격한 변동이 있는 경우 고객의 부담이 증가할 수 있고, 은행 및 고객의 상황이 변동함에 따라 차환 시 고객이 유동성 위험에 노출되는 등의 문제를 지니고 있다.

5) 이하에서는 한국주택금융공사를 KHFC로 표기한다.

이러한 문제를 해결하고 장기의 주택금융 활성화를 도모하기 위해 KHFC가 출범하였다. KHFC는 은행의 고정금리 장기대출⁶⁾을 유동화(MBS발행 및 매입보유)하는 업무를 담당한다. KHFC의 MBS는 풀링된 모기지론자산에 자기신탁구조를 도입하여 수익증권의 형태로 발행된다. 즉 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. 그러나 수익증권의 경우에는 펀드에 편입비율 제한 등 투자의 제약이 존재하기 때문에 KHFC가 발행하는 수익증권 형태의 MBS에 대해서는 수익증권 투자한도를 완화하는 특례를 인정한다.⁷⁾ 이와 함께 KHFC가 발행하는 MBS는 KHFC가 원리금 전액을 보증⁸⁾함으로써 장기의 신용도 높은 증권의 공급이 가능하도록 하는 보장장치가 마련되어 있다. 또한 KHFC의 MBS는 기초자산의 조기상환이 발생하여 자산의 현금흐름과 발행증권의 현금흐름 간의 불일치(mismatch)가 발생하는 경우 특정 종류의 증권인 트랜치(tranche)를 조기상환도록 하는 call option 구조를 도입하여 조기상환을 통제하고 있다. 미국의 pass-through MBS의 경우에는 기초자산의 조기상환이 발생하는 경우 그 현금흐름을 투자자에게 모두 전가하는 구조를 지니고 있다. 그러나 KHFC MBS의 경우 call option을 도입하여 일정한 조건 하에서 조기상환을 하는 pay-through 구조를 지니고 있다고 볼 수 있다.

-
- 6) KHFC가 발행하는 MBS의 기초자산이 되는 주택저당채권은 KHFC가 양수하기로 약속하고 은행이 사전에 약정한 조건별로 실행한 대출을 의미한다.
 - 7) 간접투자자산운용업법에서는 각 간접투자기구 자산총액의 10% 이상 동일종목 투자증권에 대해 투자하지 못하도록 제한하고 있으나, 시행령 제73조 제2항 제7호에서는 MBS에 대한 투자한도를 30%로 적용하는 특례를 인정하고 있다.
 - 8) 이는 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.

6 모기지의 조기상환 모형에 근거한 MBS 가격결정에 관한 연구

MBS의 합리적인 가격결정을 위해서는 현금흐름의 불확실성에 영향을 미치는 조기상환에 대한 연구와 증권구조에 기초한 적절한 가격결정 모형의 개발이 매우 중요하다. 그러나 국내의 경우 모기지론 조기상환율, 부도율에 대한 체계적인 연구 및 이에 근거한 합리적인 가격결정에 대한 이론적·실증적인 연구가 미흡한 상황이다. 이는 고정금리 장기대출에 기초한 MBS시장의 도입기간이 짧고, 은행이 자체적으로 실행한 변동금리 대출의 경우 이를 유동화한 실적이 매우 적기 때문이다. MBS시장이 활성화되고 효율적인 모기지론시장이 설정된 미국 및 유럽의 경우에는 모기지론의 조기상환, 부도에 대한 체계적인 연구가 이루어졌고, 이러한 연구를 바탕으로 다양한 구조의 MBS가 발행되고, 합리적인 MBS 가격결정에 활용되고 있다.

향후 국내 MBS시장의 발전 및 주택금융시장의 활성화를 위해서는 모기지론의 조기상환에 대한 이론적·실증적인 연구와 이에 근거한 합리적인 가격결정에 대한 연구가 요구된다.

이에 본 연구에서는 고정금리 모기지론의 조기상환에 대한 이론적·실증적인 연구에 근거하여 KHFC MBS의 조기상환 모형을 검토하고 이를 근거로 OAS방법에 기초해 합리적인 가격결정 모형을 설정한다. 이러한 연구는 MBS의 합리적인 가격결정의 기반이 될 수 있으며, 이를 통해 MBS시장의 활성화를 위한 기초적인 바탕이 마련될 것으로 기대한다. 또한 이를 바탕으로 다양한 구조의 MBS 발행이 촉진되는 한편 한국 주택금융시장의 건전한 발전을 도모할 수 있을 것으로 판단된다.

2. 연구의 구성

본 연구에서는 한국의 모기지론 조기상환 모형을 설정하고, 조기상환이 MBS가격에 미친 영향을 분석한다. 특히 최근 개발된 다양한 조기상환 모형을 검토하고, 국내 모기지론의 특성분석에 근거하여 국내 상황에 적합한 조기상환 모형을 설정한다. 이를 위해 본 연구에서는 KHFC의 자료를 이용하여 다양한 조기상환 모형의 실증적인 분석을 실시한다. 또한 조기상환 모형에 근거하여 국내에서 발행되는 MBS의 구조를 반영한 합리적인 가격결정 모형을 도출한다. 이러한 분석과 더불어 국내 MBS시장의 특성분석을 통해 국내 MBS시장의 가격효율성을 제고하고, 시장 활성화 방안에 대한 시사점을 제공한다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 서론에 이어 제II장에서는 국내 모기지론의 구조와 MBS 구조 및 MBS 발행실적을 분석하고, 제III장에서는 기존의 모기지론 조기상환 이론 및 실증적인 연구들을 살펴본다. 제IV장에서는 다양한 조기상환 모형에 대한 실증분석을 실시한다. 특히 국내 고정금리 모기지론의 풀링(pooling)자료와 개별자료를 활용하여 국내 상황에 적합한 조기상환 모형을 구축한다. 이어서 제V장에서는 모기지론 조기상환이 MBS가격에 미친 영향을 분석한다. 이를 위해 KHFC MBS의 특성을 분석하고, 이러한 특성분석과 조기상환 모형에 근거하여 국내 모기지론의 조기상환이 MBS 가격에 미친 영향을 실증적으로 분석한다. 제VI장에서는 이상의 분석을 바탕으로 국내 MBS시장의 효율성 제고를 위한 시사점을 도출한다. 특히 모기지론 조기상환 모형에 근거한 합리적인 주택금융시장 개선방안에 대해 검토한다. 이와 더불어 건전한 주택금융시장의 발전을 위한 MBS시장의 활성화 방안도 제시한다.

II. 국내 MBS의 발행 현황과 특성 분석

1. MBS시장 제도의 도입 연혁
2. MBS시장 현황

II. 국내 MBS의 발행 현황과 특성 분석

1. MBS시장 제도의 도입 연혁

1997년 아시아 금융위기 이후 주택저당채권유동화증권의 발행을 통해 주택금융시장의 활성화를 도모하고 증권화를 촉진하기 위한 다양한 자산유동화제도가 마련되었다. 1998년 9월에는 「자산유동화에 관한 법률」이 제정되어 자산유동화증권의 발행을 위한 제도적인 기반이 마련되었다.⁹⁾ 이후 1999년 1월에는 「주택저당채권유동화회사법」이 제정되어 주택저당채권유동화회사의 설립을 위한 제도적 근거가 도입되었다.¹⁰⁾ 「주택저당채권유동화회사법」은 주택저당채권을 지속적으로 유동화할 수 있는 주택저당채권유동화회사의 설립 근거를 마련한 법률이다. 즉 「자산유동화에 관한 법률」의 경우 하나의 유동화회사가 하나의 유동화계획만을 담당하는 구조의 유동화가 가능하기 때문에 미국과 같이 주택저당공사가 지속적으로 주택저당채권을 양도받아 여러 번에 걸쳐 MBS를 발행할 수 있는 구조의 도입에 제약이 존재하였다. 이에 따라 「주택저당채권유동화회사법」의 제정을 통해 주택저당채권유동화회사의 설립근거와 주택저당채권유동화회사가 계속적으로 MBS를 발행할 수 있는 제도적인 기반을 마련하였다. 「주택저당채권유동화회사법」에 따르

9) 「자산유동화에 관한 법률」은 자산유동화를 지원하는 조성법으로 자산유동화의 기본개념과 자산유동화증권 발행을 위한 다양한 제도 및 자산유동화를 제한하는 기존 법률에 대한 특례조항을 마련하여 유동화를 촉진하는 법률로 제정되었다.

10) 「주택저당채권유동화회사법」은 주택자금의 장기적·안정적 공급으로 주택금융의 기반을 확충하기 위하여 주택저당채권유동화회사의 설립·운영과 주택저당채권담보부채권 및 주택저당증권의 발행에 관하여 필요한 사항을 규정함으로써 국민경제의 건전한 발전에 기여함을 목적으로 하고 있다.

면 채권유동화업무를 영위하고자 하는 자는 ①주식회사일 것, ②자본금이 250억원 이상일 것, ③자기자본비율이 8% 이상일 것을 요건으로 하고 있다. 채권유동화회사는 주택저당증권과 「자산유동화에 관한 법률」에 의하여 유동화전문회사 등이 주택저당채권을 유동화자산으로 하여 발행한 유동화증권에 대하여 채권유동화회사 자기자본의 20배(2002년 30배로 개정)를 초과하지 않는 범위 내에서 지급보증을 할 수 있다. 이를 통해 주택저당채권유동화회사는 금융기관으로부터 매입한 주택저당채권을 기초로 유동화증권을 발행하고 발행한 증권에 대한 보증을 제공하여 주택금융을 확대하고, 주택산업의 발전을 간접적으로 지원할 수 있다는 기대효과를 도모하였다.

「주택저당채권유동화회사법」에 근거하여 1999년 9월에 한국주택저당채권유동화회사(KoMoCo)가 설립되었다. 그러나 KoMoCo는 당초의 기대와는 달리 주택금융의 유동화 업무를 원활히 수행하지 못하였다. KoMoCo의 주택금융 유동화가 활발히 추진되지 못한 이유에는 크게 두 가지가 있다. 첫째는 국내의 경우 장기 고정금리 분할상환 모기지론 상품이 발달하지 못하여 상대적으로 유동화 대상자산이 많지 않다는 문제가 존재한다. 국내 은행들이 실행한 모기지론은 단기의 변동금리 모기지론이 대부분이기 때문에 동 대출의 유동화에 대한 인센티브가 상대적으로 적었다. 이로 인해 KoMoCo가 유동화한 모기지론은 대부분 주택기금 대출이었으며 우리나라 전체 주택자금대출에 비하여 유동화실적이 매우 저조한 상황이었다.

둘째, KoMoCo가 보증한 MBS에 대한 공신력이 상대적으로 낮다는 문제가 있었다. KoMoCo는 MBS 발행에 대해 원리금 적시상환을 보증을 통하여 높은 신용도로 증권을 발행하여 MBS의 원활한 소화와 주택금융 시장의 활성화를 도모하였다. 그러나 KoMoCo의 자본규모에 따른 지급 보증 규모가 전체 주택금융시장에 비해 적은 관계로 KoMoCo의 MBS 발행을 통한 주택금융의 지속적인 확대에 한계가 존재했다. 또한 KoMoCo

의 주주는 대부분 은행들로서 자산의 부실화나 MBS 발행 확대에 따른 KoMoCo의 보증여력이 감소할 경우 상업적인 목적으로 운용되는 은행들이 추가로 자본금을 출자하여 보증여력을 확대하는 데에도 한계가 존재하였다.

이에 따라 정부는 이러한 문제를 해결하기 위해 2003년 12월 「한국주택금융공사법」을 제정하였고 동 법에 근거하여 2004년 3월 KHFC가 설립되었다. 「한국주택금융공사법」은 주택금융신용보증기금의 근거법인 「주거안정법」을 근간으로 「주택저당채권유동화회사법」에서 관련조항을 발췌하여 제정된 법률이다.

동 법률은 주택저당채권 등의 유동화와 주택금융신용보증 및 주택담보노후연금보증 업무 등을 통해 서민의 주거안정 및 주택금융시장의 활성화를 도모하는 것을 주요 목적으로 하고 있다. 또한 동 법률에서는 KHFC의 법인격을 정부가 설립한 공사로 정의하고 있다. KHFC의 주요 업무는 MBS 발행, 학자금대출증권(Student Loan-Backed Securities: SLBS) 발행, 채권유동화, 채권보유 및 기타 보증업무 등이다. KHFC는 주택금융 1차시장에서 개인보증을 통해 주택수요자가 필요로 하는 임차자금·중도금·취급자금에 대한 대출보증을 공급하고, 사업자보증을 통해 주택사업자가 분양 또는 임대를 목적으로 주택을 신축할 경우 주택신축 소요자금에 대한 대출보증을 공급한다. 2차시장에서는 KHFC는 주택저당증권·학자금대출증권의 발행 및 지급보증 업무, 그리고 주택저당채권의 매입·보유 업무를 수행한다.

특히 KHFC는 MBS 발행을 통해 자본시장에서 조달한 자금으로 장기 고정금리 모기지론을 확대하는 역할을 주요 업무로 하고 있다. 즉 은행이 장기고정금리대출을 실행하고 이를 KHFC가 유동화함으로써 장기채권시장의 활성화 및 주택금융의 활성화를 도모하고 있다.

또한 「한국주택금융공사법」에서는 높은 신용도의 MBS 발행을 확대하기 위해 발행하는 MBS에 대해 KHFC가 보증¹¹⁾을 하고 있으며, 한국주택금융공사에 손실이 발생할 경우 정부가 손실보전을 할 수 있는 근거¹²⁾도 마련하고 있다.

2. MBS시장 현황

가. MBS 발행 추이

국내 MBS 발행 추이를 보면, 2000년 최초로 MBS가 발행된 이래 2003년까지는 매년 발행규모가 감소하였으나, 2004년 한국주택금융공사 출범 이후 발행규모가 크게 증가하는 모습을 보이고 있다. 연도별로 MBS 발행실적을 살펴보면, KoMoCo가 설립되어 MBS가 최초로 도입된 2000년에 1조 3,788억원을 기록하였고, 이후 발행실적이 다소 감소하여 2003년에는 3,266억원 발행에 그쳤다. 그러나 2004년에는 한국주택금융공사 출범 및 일부 은행의 해외 MBS 발행 효과로 5조 466억원의 발행 실적을 보였고, 2005년에는 4조 6,306억원, 2006년에는 3조 7,666억원, 2007년에는 4조 4,309억원이 발행되었다.

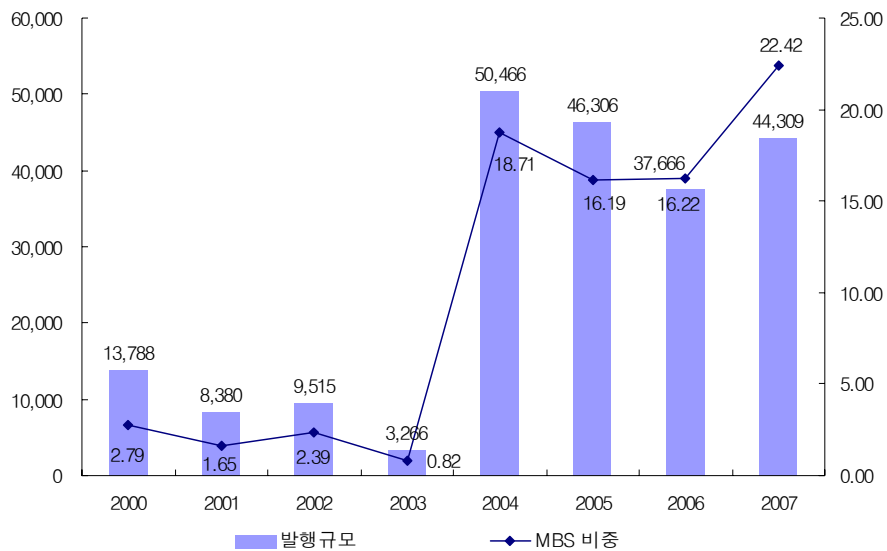
11) 한국주택금융공사법 제34조(지급보증) : 공사는 주택저당증권·학자금대출 증권 및 「자산유동화에 관한 법률」에 의한 유동화전문회사등이 주택저당 채권을 유동화자산으로 하여 발행한 유동화증권에 대하여 공사의 자기자본의 50배를 초과하지 아니하는 범위 안에서 지급보증을 할 수 있다.

12) 한국주택금융공사법 제51조(손실금의 보전) : 공사의 결산에서 손실금이 생긴 때에는 제50조제1호의 규정에 의하여 적립한 금액으로 이를 보전하고, 적립금이 부족할 때에는 정부가 이를 보전한다.

이에 따라 전체 자산유동화증권 중 MBS가 차지하는 비중은 2000년 2.0%에서 2004년에는 18.7%로 크게 증대하였고, 2007년에는 22.4%를 기록하며 전체 자산유동화증권 중 가장 높은 비중을 차지하고 있다.

<그림 II-1> MBS 발행규모 및 자산유동화증권 대비 비중 추이

(단위: 억원, %)



주: 1) 금융감독원 유동화계획 기준
 2) 해외발행분을 포함한 실적임

연도별·기관별 MBS 발행실적을 보면, KoMoCo의 경우 2000년에 1조 2,789억원의 MBS를 발행하였으나 이후 발행규모가 지속적으로 감소하는 모습을 보이고 있다. 또한 여신전문금융기관의 경우에는 2000년부터 2002년까지 일부 여신전문금융기관이 소액의 MBS를 발행하였으나 이후 발행이 중단되었다. 한편 은행의 경우 SC제일은행이 MBS의 유일한 발

행기관으로 2004년 이후 매년 지속적인 해외 MBS 발행을 추진함에 따라 총 6조 9,137억원의 발행실적을 기록하였다.

<표 II-1> 연도별·기관별 MBS 발행실적 추이

(단위: 억원)

구분	KHFC	KoMoCo	은행	보험	여전	합계
2000		12,789			999	13,788
2001		7,427			953	8,380
2002		5,282		4,110	123	9,515
2003		3,266				3,266
2004	30,161		20,305			50,466
2005	38,611		7,695			46,306
2006	17,531		20,135			37,666
2007	21,884		21,001		1,523	44,408
합계	108,187	28,764	69,137	4,110	3,598	213,796

주 : 해외발행분 포함
 자료: 금융감독원 자산유동화증권 발행실적을 가공

기관별 MBS 발행구조를 비교해 보면, KHFC가 발행한 MBS는 만기가 1년부터 20년까지의 선순위증권으로 발행되고 있으며, 발행증권의 신용등급은 KHFC가 원리금을 전액 지급보증함에 따라 모두 AAA로 발행되고 있다. 후순위증권의 경우 만기 21년의 증권이 발행되고 있다. 한편 KoMoCo가 발행한 MBS는 주택기금대출을 기초로 발행한 MBS로 선순위 증권인 경우 6개월~15년의 다양한 만기의 증권이 발행되고 있다. 여신전문금융기관이 발행한 MBS의 경우에는 다양한 구조가 도입되고 있고, 신용보강을 위해 주로 후순위로 발행되었으나 일부 구조에서는 은행의 신용보강이 활용되기도 하였다. 은행의 경우 SC제일은행이 해외에서 MBS를 발행하였다

<표 II-2> 기관별 발행 MBS의 비교

발행기관	선순위 MBS			후순위 MBS		신용보강
	만기	금리(%)	신용등급	만기	금리(%)	
KHFC	1년~20년	3.43~6.08	AAA	21년	4.37~6.08	· 후순위MBS · 공사지급보증
KoMoCo	6개월~15년	4.83~10.04	AAA	6년~16년	2~7	· 후순위MBS · KoMoCo지급보증
뉴스테이트캐피탈	1년~10년	7.7~12.0 국고채 +355bps	AAA~BBB-	8년~15년	10~20	· 후순위MBS · 주택은행신용공여
우리캐피탈	5년	국민주택 채권1종 +145bps	AAA	5년	20	· 후순위MBS · 주택은행신용공여

나. KoMoCo MBS의 발행구조 분석

KoMoCo는 2000년부터 2003년까지 9회에 걸쳐 2조 8,764억원의 MBS를 발행하였다. 이중 7회는 국민주택기금의 모기지론을 기초로 한 MBS 발행이었고, 2회는 농협이 실행한 장기 고정금리 모기지론과 삼성생명이 실행한 장기 변동금리 모기지론을 유동화한 것이다.¹³⁾

KoMoCo MBS의 연도별 발행추이를 보면, 2000년에 선순위증권을 기준으로 1조 2,160억원이 발행되었으나 이후 발행규모가 점차 감소하여 2003년에는 3,255억원의 발행실적을 기록하였다. 이와 같이 발행규모가 지속적으로 감소한 것은 KoMoCo MBS의 기초자산인 국민주택기금 대출 규모가 감소추세를 보였고, 은행이 자체로 보유한 모기지론을 KoMoCo에 양도하여 발행하는 구조가 거의 이루어지지 않았기 때문이다. 특히 은행의 모기지론은 대부분 변동금리를 적용하고 상대적으로 만기가 짧

13) KoMoCo MBS의 건별 발행특성에 대해서는 부록 1을 참조하기 바란다.

기 때문에 이러한 자산이 유동화될 유인은 크지 않다. 이에 따라 2002년과 2003년에는 농협과 삼성생명에서 장기대출을 실행하고 이를 유동화하는 구조를 시범적으로 도입하였으나 실제 발행실적은 매우 낮았다. 이는 대출고객들의 고정금리 장기대출에 대한 인식이 낮은 것이 주요 원인으로 작용한 것으로 판단된다.

<표 II-3> 연도별 KoMoCo MBS의 발행 특성

(단위: 억원, 년)

연도	발행금액	평균만기	평균금리	기준 금리
2000	12,160	4.529	8.416%	7.673%
2001	7,280	7.172	6.827%	6.333%
2002	5,095	6.896	6.564%	6.057%
2003	3,255	5.803	5.432%	4.892%

- 주: 1) 발행금액은 선순위증권을 기준으로 함
 2) 평균만기는 발행금액 가중평균 값임
 3) 기준금리는 국고채 동일만기의 발행일 이전 3일 평균값임

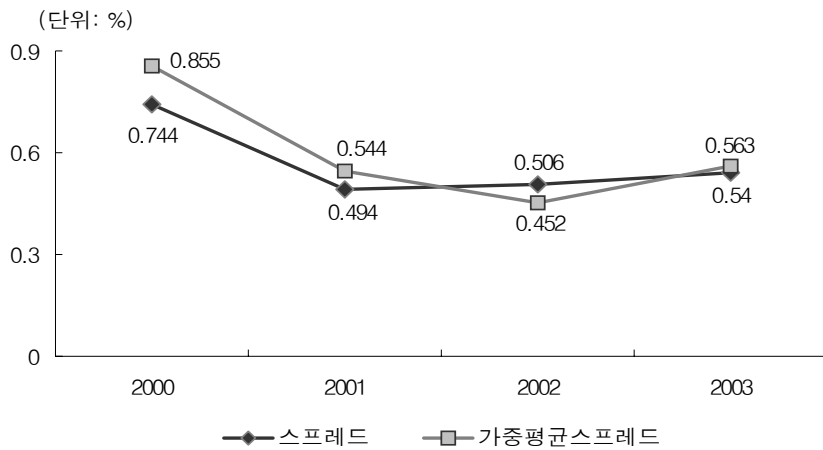
KoMoCo MBS의 스프레드 측정을 위해 발행시점의 개별 MBS 이표금리와 발행전일을 기준으로 3일간의 동일만기 국고채 평균 금리¹⁴⁾의 차이를 측정하였다. 이러한 개별 MBS 스프레드의 단순 평균값과 금액을 가중한 평균값으로 평균스프레드를 측정하였다.

KoMoCo MBS의 연도별 스프레드 추이를 보면, 2000년 74bps에서 2001년에는 49bps로 낮아졌으나 2002년부터는 다소 높아지는 모습을 보이고 있다. 2000년의 스프레드가 높은 주요 원인은 새로운 증권의 도입

14) 한국증권업협회 국고채 금리자료(YTM)를 사용하여 발행증권과 동일만기금리의 발행일 3일전부터 1일전 금리의 평균치를 계산하였으며, 기준금리의 동일만기 자료가 없는 경우 만기가 가장 근사한 값을 적용하였다.

에 따라 투자자가 상대적으로 높은 스프레드를 요구하였기 때문으로 보인다. 또한 2003년에 전년대비 스프레드가 상승한 것은 발행규모가 작아 해당채권의 유동성이 낮기 때문에 이에 대한 프리미엄을 요구한 것이 가장 주요한 원인으로 파악된다.

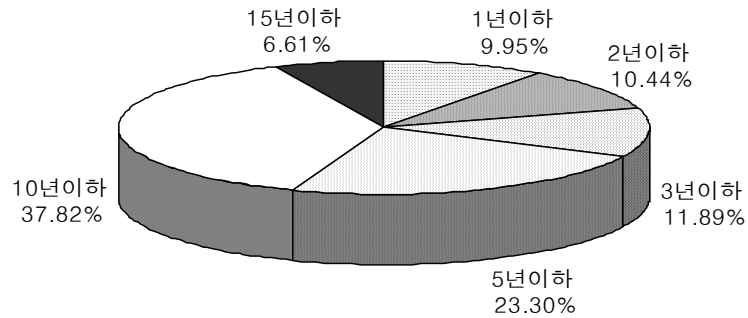
<그림 II-2> KoMoCo MBS의 연도별 스프레드 추이



주: 1) 스프레드는 발행시점의 개별 MBS의 이표금리와 발행전일자 기준 3일간 동일만기 국고채 평균금리의 차이
 2) 가중평균스프레드는 발행금액 가중평균을 의미

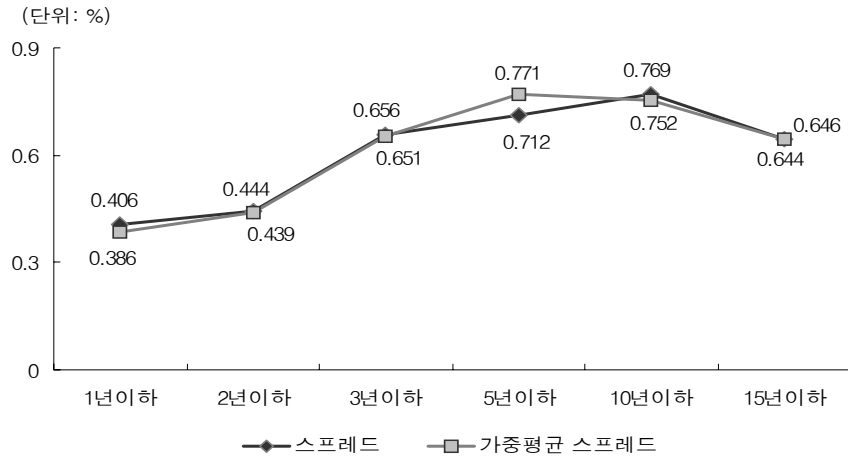
만기구조 측면에서 KoMoCo MBS를 살펴보면, 5년 초과 10년 이하 장기채권의 비중이 전체 발행증권의 37.8%로 가장 높게 나타나고 있으며, 3년 초과 5년 이하 채권의 비중이 23.3%로 그 다음을 기록하고 있다. 이와 같이 KoMoCo MBS는 장기의 대출을 기초로 증권을 발행함으로써 장기채권시장을 도입하는데 기여하였다. 특히 발행된 MBS의 6.6%는 만기 10년 초과 15년 이하의 장기채권으로 발행되어 장기채권시장을 새롭게 만드는 역할을 한 것으로 판단된다.

<그림 II-3> KoMoCo MBS의 만기 구조



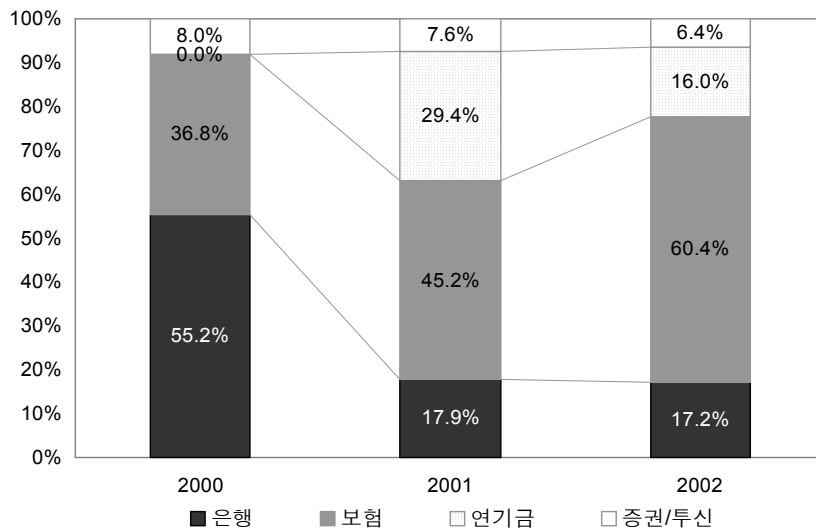
동일만기 국고채 금리 대비 KoMoCo MBS의 만기별 스프레드를 보면, 만기가 길어질수록 스프레드가 확대되다가 15년물의 경우에는 다소 축소되는 모습을 보이고 있다. 만기가 길어질수록 스프레드가 확대되는 것은 국내의 경우 장기채시장이 형성되어 있지 않아 유동성에 대한 프리미엄이 높기 때문으로 해석되어진다. 한편 15년물의 스프레드가 10년 물에 비해 축소되는 것은 국고채의 경우 15년물 기준금리가 존재하지 않기 때문에 20년 만기 국고채 금리를 기준금리로 사용한 것이 가장 주된 요인으로 판단된다.

<그림 II-4> KoMoCo MBS의 만기별 스프레드



주: 1) 스프레드는 발행시점 개별 MBS의 이표금리와 발행전일자 기준 3일간 동일만기 국고채 평균금리의 차이임
 2) 가중평균 스프레드는 발행금액 가중평균을 의미

<그림 II-5> KoMoCo MBS의 투자자 현황



KoMoCo MBS의 주요 투자자를 살펴보면, 2000년의 경우에는 은행의 비중이 가장 높고 다음으로 보험사의 비중이 높은 것으로 나타났으나, 이후에는 은행의 비중은 낮아지는 대신 보험사의 비중이 높아지고 있다. 이에 반해 증권회사나 투신사의 비중은 상대적으로 낮은 것으로 나타나고 있다.

이상에서와 같이 KoMoCo는 주로 국민주택기금대출을 기초로 한 MBS를 발행하여 국내에 장기채권시장을 도입하고 새로운 상품을 시장에 공급하였다는 의의를 지니고 있다.

그러나 KoMoCo MBS는 다음과 같은 측면에서 한계를 나타내고 있다. 첫째, KoMoCo MBS의 주요한 기초자산인 국민주택기금대출의 규모가 점차 작아짐에 따라 발행규모가 점진적으로 감소할 수 밖에 없는 한계가 존재하였다. 특히 장기의 고정금리 모기지론을 새롭게 제공할 수 있는 수단이 제약되어 있는 상황에서 국민주택기금대출만을 유동화하는 구조로는 시장의 개척에 한계가 존재하였다. 둘째, KoMoCo MBS의 효율적 발행에 제약요인이 존재하였다. KoMoCo MBS의 경우 새로운 구조의 도입과 장기채에 대한 낮은 수요로 인해 스프레드가 다소 높게 나타나고 있다. 이와 더불어 증권 발행구조에 있어서도 초기에 발행된 MBS의 경우 기초자산의 조기상환을 적정히 통제하는 구조를 도입하지 못하였다는 문제도 있다.

다. KHFC MBS의 발행구조 분석

KHFC는 2004년 출범한 이래 은행이 실행한 장기 고정금리 모기지론인 '보금자리론'을 기초로 MBS를 지속적으로 발행하여 MBS시장을 크게 활성화시키고 있다.

KHFC MBS의 발행추이를 보면, 2004년에는 선순위를 기준으로 3조 160억원의 MBS가 발행되었다. 2005년의 경우에는 전년에 비해 다소 증가한 3조 8,610억원의 MBS가 발행되었다. 2006년에는 일부 지역의 주택 가격 급상승 등 부동산시장이 과열됨에 따라 정부가 다양한 주택금융 억제 정책을 취하였고, 이로 인해 보금자리론의 대출 규모가 크게 감소하여 MBS 발행규모도 전년에 비해 대폭 감소하였다. 한편 2007년에는 MBS 발행이 전년에 비해 다소 증가하기는 하였으나 2005년에 비해서는 낮은 수준을 보이고 있다.

평균만기 측면에서 KHFC MBS를 살펴보면, 2004년의 경우에는 평균만기가 8.5년을 기록하였으나 이후 만기가 점차 짧아져 2007년 발행된 MBS의 평균만기는 5.9년인 것으로 나타났다.

KHFC MBS의 이표금리 평균을 보면, 2004년 이후 국고채 금리가 상승하는 등 금리의 상향기조에 따라 평균이표금리도 상향하는 모습을 보이고 있다. 이에 따라 2004년 발행된 MBS의 평균금리는 4.356%에서 매년 상승하여 2007년 발행된 MBS는 5.507%를 기록하였다.

<표 II-4> 연도별 KHFC MBS의 발행 특성

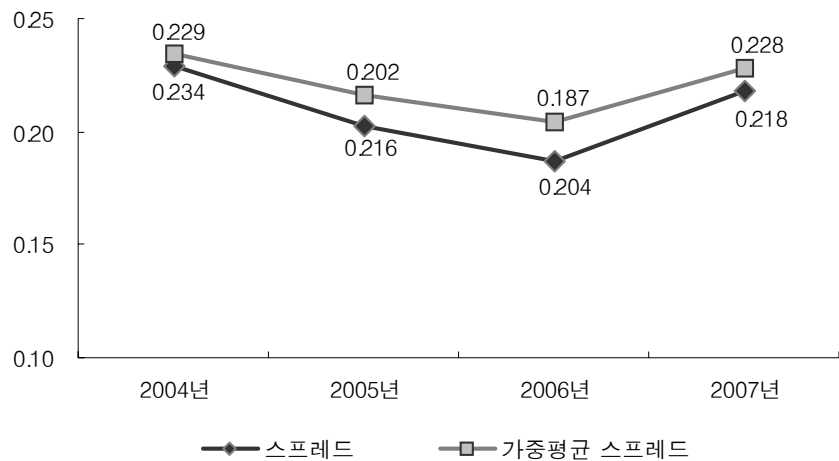
(단위: 억원, 년)

연도	발행금액	평균만기	평균금리	기준금리
2004	30,160	8.495	4.356%	4.127%
2005	38,610	7.821	4.820%	4.618%
2006	17,524	6.347	5.214%	4.979%
2007	21,861	5.922	5.507%	5.289%

- 주: 1) 발행금액은 선순위증권을 기준으로 함
 2) 평균만기는 발행금액 가중평균 값임
 3) 기준금리는 국고채 동일만기의 발행일 이전 3일 평균값임

동일만기 국고채 대비 KHFC MBS의 스프레드 추이를 보면, 연도별로 다소 변동성을 보이고 있으나 24bps 이내의 효율적인 발행실적을 기록하고 있다. 이는 KoMoCo MBS의 국고채 대비 평균스프레드인 49~74bps에 비해 훨씬 낮은 수준인 것으로 나타났다. 이와 같이 KHFC MBS의 조달비용률이 낮아진 것은 KHFC가 새롭게 출범하여 발행증권의 신용도가 대폭 개선되었고, 금리의 하향 안정세에 따라 스프레드의 폭도 비교적 줄어들어 데에 주로 기인한 것으로 판단된다.

<그림 II-6> KHFC MBS의 연도별 스프레드 추이

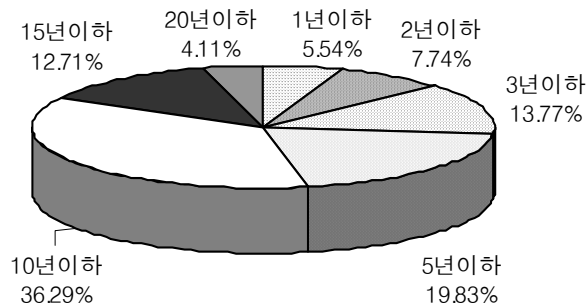


- 주: 1) 스프레드는 발행시점의 개별 MBS의 이표금리와 발행전일자 기준 3일간 동일만기 국고채 평균금리의 차이임
 2) 가중평균 스프레드는 발행금액 가중평균을 의미함

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.

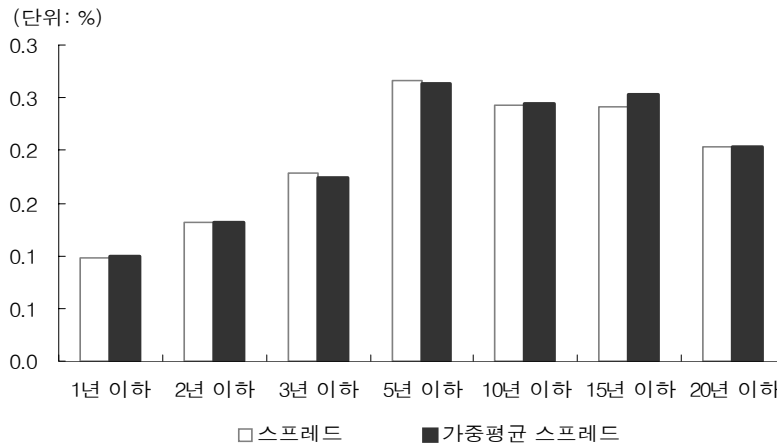
이를 세부적으로 살펴보면, 1년 만기 MBS의 발행은 전체 발행된 MBS에서 5.54%를 차지하고 있고, 2년물과 3년물의 비중은 각각 7.74%, 13.77%이다. 이에 따라 3년물 이하의 비중은 전체 발행 MBS의 27.05%를 차지하고 있다. 한편 20년물의 경우에는 전체 발행 MBS의 4.11%를 차지하고 있다. 이와 같이 KHFC MBS는 모기지론을 기초하여 장기증권을 발행하여 시장에 공급함으로써 장기채시장의 개발에 기여하고 있다.

<그림 II-7> KHFC MBS의 만기구조



동일만기 국고채 금리 대비 KHFC MBS의 만기별 스프레드를 보면, 5년만기 MBS의 스프레드가 가장 높은 것으로 나타나고 있다. 5년만기 MBS의 경우 조기상환 옵션이 있기 때문에 높은 스프레드는 조기상환에 대한 프리미엄으로 판단된다. 한편 10년 이상 장기채권의 스프레드가 낮아지는 것은 국내 채권투자자들의 장기채 수요가 증대한 것에 주로 기인한다. 신용도가 높은 장기채의 공급이 한정된 상황에서 KHFC MBS는 투자자의 기간투자 선호에 부응하는 장기채를 공급하는 기능을 하고 있다.

<그림 II-8> KHFC MBS의 만기별 스프레드 추이

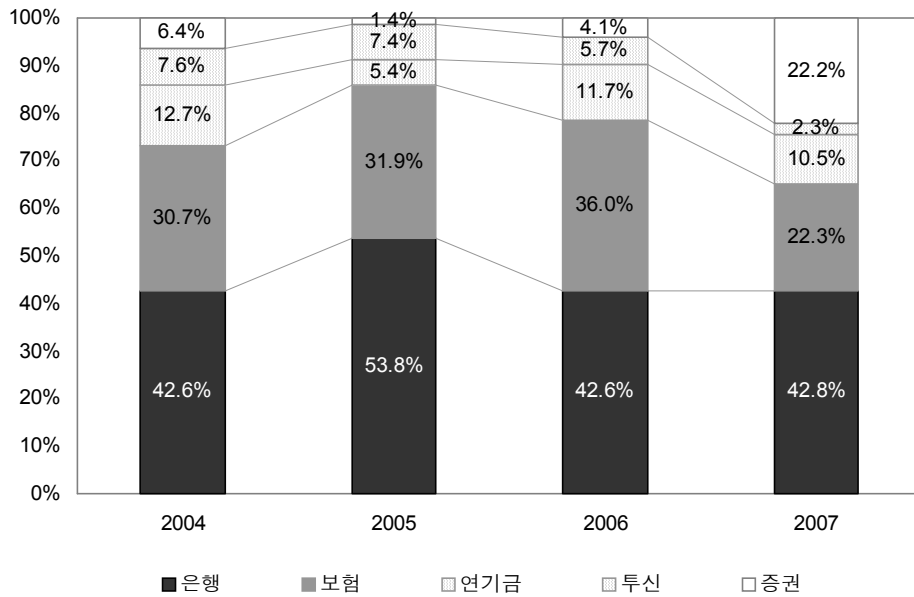


주: 1) 스프레드는 발행시점의 개별 MBS의 이표금리와 발행전일자 기준 3일간 동일만기 국고채 평균금리의 차이임
 2) 가중평균 스프레드는 발행금액 가중평균을 의미함

KHFC MBS의 투자자를 살펴보면, 은행이 가장 높은 비중을 차지하고 있고 다음으로 보험 부문의 비중이 높은 것으로 나타나고 있다. 은행과 보험의 비중이 높은 것은 최근 금융기관들의 신용도 높은 장기물에 대한 수요가 점진적으로 증대된 것에 주로 기인한 것으로 보인다. 한편 2007년의 경우 증권회사의 비중이 크게 증대한 것으로 나타나고 있는데, 이는 2007년중 일시적인 은행의 자금경색 등으로 인하여 증권회사가 총액인수한 MBS의 판매에 다소 제약이 존재하여 증권회사의 일시적인 보유 물량이 증대하였기 때문으로 판단된다. 연기금의 경우 장기채에 대한 수요가 점진적으로 늘어나면서 10% 내외의 비중을 차지하고 있다. 한편 투신의 비중은 2004년 7.6%에서 매년 지속적으로 감소하여 2007년에는 2.3%로 크게 비중이 감소하는 모습을 보이고 있다. 이와 같이 투신의 비중이 감소한 것은 주식시장 호황으로 채권형 펀드에 대한 수요가 크게 감소한 것이 주요한 원인으로 판단된다. 이와 같은 펀드의 MBS에 대한

낮은 수요는 장기적으로 MBS 유통시장 발전에 제약요인으로 작용할 가능성이 있다.

<그림 II-9> KHFC MBS의 투자자 추이



위에서 살펴본 바와 같이, KHFC MBS의 발행은 국내 주택금융시장의 활성화와 더불어 장기채권시장의 형성에 크게 기여하고 있는 것으로 평가되고 있다. 최근 장기채에 대한 금융기관의 수요 증대 또한 MBS의 효율적인 발행에 큰 영향을 미치고 있다.

발행시장의 측면에서 보면 KHFC MBS의 발행은 매년 대규모의 장기채권을 제공하여 장기투자상품을 선호하는 금융기관의 수요에 부응하고 장기채권시장의 건전한 발전에 기여하고 있다. 특히 높은 신용도의 장기채권을 시장에 공급함으로써 금융기관의 안정적인 운용에 기여하는 것으로 나타나고 있다.

그러나 유통시장의 측면에서 보면, KHFC MBS의 유통시장은 효율적으로 형성되어 있지 못한 상황이다. 이는 대부분의 투자자들이 장기보유 목적으로 MBS에 투자를 하고 있는 것이 가장 주요한 원인으로 보인다. 특히 자산운용부문의 채권형 펀드시장 저조에 따라 MBS 투자가 원활히 이루어지지 않고 있으며, 이로 인하여 MBS 유통시장의 형성에 제약요인이 되고 있다.

발행조건을 살펴보면, KHFC MBS는 KoMoCo MBS에 비해 효율적인 조건으로 발행이 이루어지고 있다. 다만 채권시장의 변동성으로 인하여 자금경색이 존재하거나 시장의 불안정 요인이 발생하는 경우 스프레드가 급격히 상승하는 경향을 보인다. 따라서 이에 대응하여 다양한 발행 전략을 개발할 필요가 있다.

III. 모기지 행태에 대한 이론적인 연구

1. 조기상환의 개념과 측정
2. 조기상환과 모기지론의 현금흐름
3. MBS 가격결정이론
4. 실증 모형의 선택

III. 모기지 행태에 대한 이론적인 연구

1. 조기상환의 개념과 측정

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 설명하도록 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 식 (3-1)에 의해 도출된다.

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

2. 조기상환과 모기지론의 현금흐름

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

$$PV = \frac{PMT}{(1+r_c)} + \frac{PMT}{(1+r_c)^2} + \dots + \frac{PMT}{(1+r_c)^n} = PMT \frac{(1+r_c)^n - 1}{r_c(1+r_c)^n} \quad (3-2)$$

위에서 PV 는 현금흐름의 현재가치이고 PMT 는 균등상환액이며, r_c 는 계약 이자율(contract rate)로서 월간 이자율이고 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.

$$PMT = BAL(0) \frac{r_c(1+r_c)^n}{(1+r_c)^n - 1} \quad (3-3)$$

그러므로 t 번째 상환이 이루어진 직후의 모기지론 잔고 $BAL(t)$ 는 식 (3-4)와 같이 주어진다.

$$BAL(t) = BAL(0) \frac{(1+r_c)^n - (1+r_c)^t}{(1+r_c)^n - 1} \quad (3-4)$$

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

$$I(t) = r_c BAL(t-1) \quad (3-5)$$

$$P(t) = PMT - I(t) \quad (3-6)$$

위에서 $BAL(t-1)$ 은 $(t-1)$ 기 동안 예정된 조기상환이 이미 발생한 이후의 $(t-1)$ 기 말, 즉 t 기 초의 모기지론 잔고를 의미한다.

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

$$\begin{aligned} PRE(t) &= SMM(t)[BAL(t-1) - (PMT(t) - I(t))] \\ &= SMM(t)[BAL(t-1) - P(t)] \end{aligned} \quad (3-7)$$

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

$$CF(t) = PMT(t) + PRE(t) = P(t) + I(t) + PRE(t) \quad (3-8)$$

$$BAL(t) = BAL(t-1) - (P(t) + PRE(t)) \quad (3-9)$$

최초의 모기지 대출금을 $BAL(0)$ 으로 설정하고, 계약 이자율, 대출의 만기와 조기상환율에 대한 자료를 모수(parameter)로 하여 위의 식을 이

용하여 축차적(recursive)으로 현금흐름을 비롯한 여러 변수들의 시간경로(time path)를 추적할 수 있다.

3. MBS 가격결정이론

조기상환을 변화에 따라 모기지론에서 발생하는 현금흐름이 변하게 되고 이러한 현금흐름의 변화가 모기지론을 바탕으로 발행된 MBS의 가격에도 큰 영향을 미친다. 모기지론 차입자가 지불하는 현금흐름에는 대출서비스에 대한 수수료가 포함되어 있으며 이 부분은 MBS 투자자에게 전달되지 않으므로 MBS의 가격결정에서는 제외되어야 한다. 즉 원금상환, 이자지급, 그리고 조기상환에 의하여 매월 발생하는 현금흐름이 MBS 투자자들에게 지급되는 것이다.

MBS의 현재 가격 $MBS(t)$ 는 다음과 같이 주어진다.

$$MBS(t) = E_t \sum_{j=1}^n SDF_{t+j} \overline{CF}(t+j) \quad (3-10)$$

위에서 E_t 는 시점 t 까지 획득 가능한 정보 집합(information set)에 기반하는 조건부 기대치를 의미하는 연산자(operator)이며, SDF_{t+j} 는 시점 $(t+j)$ 에 적용되는 확률적 할인요소(stochastic discount factor), 그리고 $\overline{CF}(t+j)$ 는 시점 $(t+j)$ 에서 MBS 채권으로부터 발생하는 현금흐름이다.

다른 한편으로 MBS에서 발생하는 모든 현금흐름을 투자자가 요구하는 필요 수익률(required rate of return)로 할인한 현재가치를 MBS의 가격으로 확정할 수도 있다. 즉,

$$MBS(t) = \sum_{j=1}^n \frac{\overline{CF}(t+j)}{(1+k_r/12)^j} \quad (3-11)$$

위에서 k_r 는 MBS 투자에 대하여 투자자가 기대하는 필요 수익률을 의미한다.

특정 모기지론이나 모기지론의 풀에 대한 조기상환은 아직 발생하지 않은 미래의 사건이므로 정확한 예측이 불가능하고 사전적으로는 과거의 경험을 바탕으로 통계적 방법론을 이용하여 조기상환의 분포 또는 평균 등과 같은 기초적인 통계량을 추정하는 것이 가능할 뿐이다. 이하에서는 조기상환율을 예측하기 위하여 제시된 각종 방법론에 대하여 논의한다. 모기지론과 관련된 제도가 가장 발달해 있고 MBS의 거래 또한 활발하여 조기상환에 대한 연구가 활발한 미국의 경우를 중심으로 논의가 전개될 것이다.

4. 실증 모형의 선택

실증 모형의 선택에 있어 가장 중요한 기준은 현실 설명력, 즉 모형이 얼마나 데이터의 움직임을 잘 설명할 수 있는가라고 할 수 있다. 모형이 너무 복잡하여 유지·관리에 지나친 비용이 소요된다면 그러한 모형의 유용성은 제한적일 수밖에 없다. 본 보고서에서는 모형의 설명력을 고려하면서 최대한 간결한(parsimonious) 모형을 선택한다.

가. 통계적 조기상환 모형

모기지론 조기상환의 가능성은 설정 초기에는 일정 기간에 걸쳐 점차로 증가하다가 이후로는 안정적인 모습을 보이는 것이 일반적인 현상으로 알려져 있다. 미국의 연방주택청(Federal Housing Administration: FHA)은 모기지론 보증을 제공하는 과정에서 입수된 자료를 바탕으로 모기지론의 조기상환에 대한 통계치를 작성하여 발표하고 있다.¹⁵⁾ ‘Survivorship and Decrement Table’이라고 불리는 표에서 FHA가 제공하는 모기지 보증을 구매한 모기지론 풀의 조기상환에 대한 역사적 경험치를 볼 수 있다. 대출 초기에는 조기상환율이 점차 증가하다 6%에 이르면 상당 기간 동안 안정화되며 만기 직전에 다시 증가하는 현상이 발견된다. 이러한 현상을 감안하여 딜러들의 협의체인 Public Securities Association(PSA)에서는 다음 식 (3-12)와 같은 기본 모형(benchmark model)인 PSA 모형을 제시하였다.

$$CPR(t) = \begin{cases} \frac{6}{30}t, & \text{if } t \leq 30 \\ 6, & \text{if } t > 30 \end{cases} \quad (3-12)$$

위 식에서 t 는 대출 이후 경과시간을 개월로 표시한 것이다.

PSA 모형은 대출 직후 1개월 동안 CPR을 0.2%로 가정하였으며 그 후 30개월에 도달할 때까지 매달 0.2%p 씩 증가하여 6%에 도달하고 대출 만기까지 그 수준을 유지하는 것으로 가정하였다. 기본 모형을 변형

15) FHA는 1934년 연방 주택·도시개발부(Department of Housing and Urban Development: HUD)의 산하에 설치되었으며, FHA에 의하여 미리 승인된 대출기관이 제공하는 모기지론에 대한 모기지론 보험(mortgage insurance)을 담당하는 정부 기관이다.

하여 각 시점에서 기본 모형보다 조기상환율이 X% 높은 경우를 상정해서 $(100+X)\%$ PSA 모형이라고 부르며 사용하고 있다. 예를 들어, 200% PSA 모형은 각 시점에서 기본 모형보다 조기상환율이 100% 높은 경우를 상정한다. 그러므로 200% PSA 모형에서 20개월째 조기상환율은 $(6\%)(20/30)(2)=8\%$ 이다.

PSA 모형은 전형적인 모기지론 풀에서 발생하는 조기상환율과 시간 경과와의 관계를 간단하면서도 정확하게 묘사하고 있으므로 모기지론 및 MBS의 현금흐름과 가격결정을 위한 개략적인 분석에 사용될 수 있다. 그러나 경제 주체의 조기상환 결정에 관계되는 이자율 등 각종 경제 변수들을 고려하지 않고 단순한 역사적 경험에 의거하여 제시된 모형이라는 측면에서 특정 모기지론이나 모기지론 풀의 조기상환 확률을 예측하는데 사용되지는 않는다.

나. 조기상환 결정에 대한 경제적 모형

경제 주체들은 다양한 경제적·사회적 이유로 모기지론의 조기상환을 결정한다. 조기상환 여부를 결정함에 있어 경제 주체가 고려하는 경제적 요인은 조기상환으로부터 기대되는 이득과 그에 수반되는 비용이며 이자율의 차이를 이용하기 위한 차환에서 발생하는 부분과 이자율의 변동과 직접적인 관련이 없이 직업상의 이유 등으로 거주지를 이전하여 보유 주택을 처분하는데서 발생하는 부분으로 크게 분리할 수 있다. 모기지론 계약이자율과 현재이자율 간의 관계에 의해 결정되는 차환 유인 및 모기지론 이자율의 시간경로에 의존하는 조기상환 소진은 이자율의 변동에 의하여 지배되는 조기상환을 설명하는 변수들이며 차주 및 계약의 특성은 차환 비용 결정에 중요한 영향을 주는 변수들이다. 한편, 계절적 요인, 모기지론의 성숙화(seasoning), 경제상황 등은 주로 이주에

대한 압력으로 인하여 조기상환이 이루어지는 상황을 설명할 수 있는 변수들이다.

모기지론 차입자는 만기 이전에 언제든지 모기지론 잔고를 조기상환할 수 있는 권리를 보유하고 있다. 매 시점에서 모기지론 차입자는 기존의 조건에 따라 모기지론의 상환을 계속할 것인지 차환을 통하여 기존의 모기지론을 조기상환하고 새로운 이자율로 모기지론을 다시 대출받을 것인지 결정하여야 한다. 모기지론의 차입자는 차환에서 발생하는 이득의 현재가치가 차환에서 발생하는 비용의 현재가치를 초과하는 경우 차환을 통하여 조기상환을 할 것이다. 차환에서 기대되는 이득은 이자율 차이에서 발생하는 상환액 감소의 현재가치이며 차환에 수반되는 비용에는 담보주택의 감정비용, 차주의 신용도 평가비용, 대출 설정비 등이 포함된다. 차환을 통한 조기상환의 결정에 영향을 미치는 요인은 계약 모기지론 이자율 r_c , 현재의 모기지론 이자율 r_t , 그리고 차환 비용에 영향을 미치는 각종 변수들이다. 이하에서는 조기상환 결정에 영향을 미치는 변수들을 모기지론 이자율, 계절적 요인, 모기지론의 성숙화, 일반적인 경제 상황, 차주 및 계약의 특성 등으로 분류하여 논의한다.

Follain and Tzang(1988)은 차환 유인을 계약이자율과 현재이자율 간의 차이로 측정하였다. 반면 Richard and Roll(1989)은 차환에 대한 유인은 계약이자율과 현재이자율 간의 차이보다 이들의 비율에 의하여 더 잘 근사될 수 있음을 주장하였다.

조기상환 발생의 정도는 현재의 모기지론 이자율이 어떤 경로를 거쳐 현재의 수준에 도달하였는지에 상당 부분 좌우된다. 가령 대출 발생 이후 모기지론 이자율이 지속적으로 현재 이자율보다 높은 수준으로 유지되다가 처음으로 모기지론 이자율이 하락한 경우에서 그 이전에도 모기지론 이자율이 하락한 적이 있는 경우보다 조기상환율이 높게 나타날 것으로 예상할 수 있다. Schorin(1992)은 모기지론 풀의 현재 잔고와 최

초 잔고(즉 대출금 총액)의 비율을 풀요소(pool factor)라고 정의하고 풀요소가 낮은 모기지론 풀일수록 상대적으로 다수의 조기상환이 이미 발생하였기 때문에 관찰되는 현상이라는 점에 착안하여 풀요소를 소진의 변수로 제안하였다.

미국의 경우 조기상환에도 뚜렷한 계절성이 발견되고 있다. 주택시장은 봄부터 활황세를 보이기 시작하여 늦여름에 최고조에 이른 후 점차 거래가 줄어들어 겨울에 가장 부진한 모습을 보이는 것으로 알려져 있다. 활발한 주택시장은 주택거래가 빈번하게 일어남을 의미하고 이는 바로 조기상환에 반영된다. 차환이 이루어지기까지는 일정 시간이 소요되기 때문에 조기상환의 계절성은 주택시장의 계절성과 일정한 시차를 두고 후행한다고 알려져 있다.

성숙화는 모기지론의 대출 이후 시간경과를 의미한다. 조기상환율은 대출개시 이후 매우 낮은 수준에서 시작하여 점차 증가하다 일정 시간이 지나 정점에 이른 후 그 수준에서 안정되는 경향을 보이는 것이 일반적이다. PSA 모형은 이러한 경험적 현상을 정형화한 것이다. 모기지론의 성숙화를 실증 모형화하기 위하여 여러 가지 방법이 고안되고 있는데, 가장 간단한 방법은 대출 개시 이후 경과된 시간을 적절히 가공하여 조기상환에 대한 설명변수로 사용하는 것이지만 일부 모형은 PSA 모형을 변형하여 조기상환율 예측에 사용하기도 한다.

경기 상승기에는 소득이 증가하고 새로운 일자리가 많이 창출되면서 노동의 이동이 활발해지는 경향이 있는데, 이러한 현상들은 주택에 대한 수요를 증대시키고 주택 거래를 촉진시키는 역할을 한다. 반대로 경기의 하강은 주택시장의 상대적 침체를 통하여 조기상환율이 낮아지는 결과를 초래한다. 이러한 상황을 반영하기 위하여 일부 조기상환 모형은 국내총생산(GDP)이나 산업총생산 등의 거시경제 변수들을 설명 변수로 추가하기도 하지만 이러한 거시경제 변수들은 일반적으로 유의하지 않다.

모기지론 계약의 특성이 조기상환 행태에 중요한 영향을 미칠 것임은 자명하다. 특히 담보 대상 주택의 가치에 비한 대출금의 규모 즉 LTV(loan-to-value) 비율은 조기상환의 속도에 영향을 줄 수 있는 가능성이 높다. 차주의 특성 또한 개인의 조기상환에 영향을 미치는 요인으로 작용할 가능성이 있다. 차주의 차환비용에 영향을 미치는 차주의 소득수준과 신용도 및 차주의 연령, 학력, 결혼 여부, 직업 또는 직장 등 인구학적 변수들은 조기상환과 일정한 관계에 있을 것으로 예측할 수 있다.

현재까지 조기상환율에 대하여 다양한 계량경제학적 모형이 제시되어 왔다. 모형의 특성에 따라 풀별 선형 모형, 풀별 비선형 모형, 개별 모기지론 분석 모형으로 구분할 수 있다.

1) 풀별 선형 모형

풀별 선형 모형은 비교적 초기의 실증 모형들로서 대표적인 연구로는 Asay, Guillaume, and Mattu(1987), Brazil(1988), Carron and Hogan(1988), Davidson, Herskovits and Van Drunen(1988), Schwartz and Torous(1989), Chinloy(1991), Schorin(1992) 등이 있다. 이들 모형들은 개별 모기지론이 아니라 모기지론을 결집한 모기지론 풀을 기본적인 분석대상으로 한다. 이들 모형은 간단한 구조를 가지고 있고 추정에 요구되는 자료의 양도 많지 않으므로 조기상환율을 효율적으로 측정할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

풀별 선형 모형 중 대표적인 모형으로 Schorin(1992)은 1973년부터 1989년까지 발행된 GNMA 30년 만기 MBS 모기지론을 1년 단위로 풀링하여 이들 모기지론 풀의 조기상환율, 모기지론 연령(age), 모기지론 이자율과 계약 모기지론 이자율 간의 차이, 가중 평균잔고 등을 계산하여 추정에 사용하였다. Schorin(1992)은 다음과 같은 실증 모형을 제안하였다.

$$CPR_{i,t} = \alpha + \beta PSP_{i,t} + \gamma AGE_{i,t} + \delta D_t + \epsilon_{i,t} \quad (3-13)$$

위에서 $PSP_{i,t}$ 는 현재 모기지론 이자율과 계약 모기지론 이자율 간의 차이를 계약 이자율에 대한 비율로 나타낸 변수이며 차환에 대한 유인을 정량화한 변수이다. $AGE_{i,t}$ 는 폴 i의 t시점에서의 연령이고 D_t 는 각 월(month)을 나타내는 11개의 더미변수(dummy variables)로 이루어진 벡터이다. Schorin(1992)은 식에 제시된 변수 이외에 산업생산, 월간 신규 모기지론 건수, 3개월간 이자율 변동, 월간 신규주택건설 허가 건수, 월간 기존주택 매매건수, 실업률 등의 거시변수들을 추가하여 추정하였으나 모형의 설명력에 도움을 줄 수 있는 변수들을 발견하지는 못하였다.

2) 풀별 비선형 모형

풀별 비선형 모형들은 분석의 기본단위로 모기지론의 풀을 사용하며 모형은 지극히 비선형적인 특성을 갖고 있다.

Richard and Roll(1989)은 조기상환율의 변동을 설명하는 중요한 요인으로 차환에 대한 유인, 성숙화, 계절성, 그리고 소진 등 네 가지를 상정하고 이들 요인 간의 상호 작용에 의하여 특정 시점에서의 조기상환율이 결정된다고 파악하였다.

$$CPR_t = RI_t \times SM_t \times MM_t \times BM_t \quad (3-14)$$

위에서 RI_t 는 시점 t에서의 차환 유인(refinancing incentive), SM_t 는 성숙도 승수(seasoning multiplier), MM_t 는 계절성 승수(seasonality multiplier), 그리고 BM_t 는 소진승수(burnout multiplier)이다. 이상의 각 부분별 함수를 구체화하면 최종적으로 조기상환함수가 결정된다.

Richard and Roll(1989)의 모형 이후 많은 변형된 모형이 제시되었으나 가장 널리 받아들여지고 있는 모형은 수정된 Goldman Sachs 모형(modified Goldman Sachs model)과 OTS(Office of Thrift Supervision) 모형이다. 이들 모형은 조기상환과 관련한 이론적 논의에서 중요한 요인으로 인식된 변수들을 충실히 고려하여 비교적 정교한 모형의 추정을 시도하고 있으나 모형이 지극히 비선형적이므로 모수 추정치가 안정적이지 않다는 근본적인 결함을 갖고 있다. 따라서 본 보고서에서는 KHFC MBS 조기상환 모형 개발과 관련해서 모수추정치의 안정화를 위한 모형의 선형화 작업을 시도한다.

3) 개별 모기지론 분석 모형

개별 모기지론 분석 모형은 개별 모기지론 자료에 대한 접근성 확대와 통계기법의 발달에 발맞추어 비교적 최근에 개발된 조기상환 모형이다. 이들 모형들은 개별 모기지론 자료를 이용하고 있으므로 차주의 특성이나 모기지론의 계약적 특성을 구체적이고 직접적으로 고려한다. 개인별 조기상환 결정을 나타내는 변수의 특징을 고려해서 제한종속변수(limited dependant variable) 기법이 사용되거나 조기상환에 이르기까지 경과된 시간의 길이에 포함된 정보를 충분히 고려하는 지속기간분석(duration analysis) 기법이 이용된다.

일부 모형에서는 조기상환 결정과 채무불이행(default) 결정을 별개의 독립된 의사 결정으로 간주하지 않고 상호 관련된 의사 결정으로 보고 동시에 고려하기도 한다. 이러한 모형은 채무불이행위험이 존재하는 비공사 MBS에 적절하다고 볼 수 있다. 하지만 KHFC MBS의 기초자산이 되는 모기지론은 채무불이행위험이 매우 낮기 때문에 채무불이행을 고려한 연방주택금융기관감독청(Office of Federal Housing Enterprise Oversight: OFHEO)이 사용한 다중 로짓모형(multinomial logit model)

을 통해 설명력을 높이는 정도가 미미하다. 따라서 OFHEO 모형에서는 채무불이행은 고려하지 않고 조기상환 결정만을 고려한 단순 로짓모형 (simple logit model)을 사용하기로 한다. 또한 지속기간분석 기법을 사용할 때 상호 경쟁적 다중 위험 모델(Competing Risk Model) 대신 콕스 비례 위험 모형(Cox Proportional Hazard Model)을 이용한다.

OFHEO는 주택금융의 원활화를 지원하기 위하여 정부 주도하에 설립된 회사, 즉 GNMA, FNMA 그리고 FHLMC의 자산 건전성을 감독하고 이들과 거래하는 소비자를 보호하기 위한 각종 규제를 생산하고 집행하는 기관이다. OFHEO 모형은 로짓 모형으로 개별 모기지론 수준의 자료를 이용한다. OFHEO의 고정이자율 모기지론 조기상환 모형에서는 설명변수로 모기지론의 성숙화 정도, 대출 개시 당시의 LTV, 담보주택의 시장가치가 모기지론의 현재 잔고를 넘어설 확률, 계약이자율과 시장이자율의 상대적 차이, 수익률 곡선의 기울기 등을 고려했다.

Schwartz and Torous(1989)는 모기지론 풀의 조기상환율이나 개별 모기지론의 조기상환 발생 사실만을 분석 대상으로 하는 것이 아니라 조기상환에 이르기까지 경과한 시간을 고려하는 지속기간분석 기법을 사용하였다. 먼저 T 는 대출개시 이후 조기상환 결정에 이르기까지 경과된 시간을 의미하는 연속확률변수(continuous random variable)이며 t 는 임의의 시점을 나타낸다고 하자. 그리고 $x' = (x_1, x_2, \dots, x_n)'$ 인 n -벡터로 조기상환 결정을 설명할 수 있는 변수를 나타내며 $\theta' = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_l)'$ 인 l -벡터로 모형에서 추정되어질 모수(parameter)의 벡터를 의미한다고 가정하자.

시점 t 직전까지 조기상환이 발생하지 않았다는 전제하에 시점 t 부터 시점 $(t + \Delta t)$ 의 기간 동안 조기상환이 발생할 조건부 확률 $\pi(t; x, \theta)$ 는 아래와 같이 주어진다.

$$\pi(t; x, \theta) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0^+} \frac{\Pr(t \leq T < t + \Delta t \mid T \geq t)}{\Delta t} = \frac{f(t; x, \theta)}{S(t; x, \theta)} \quad (3-15)$$

위에서

$$f(t; x, \theta) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0^+} \frac{\Pr(t \leq T < t + \Delta)}{\Delta t} \quad \text{이며} \quad S(t; x, \theta) = \Pr(T \geq t) \quad (3-16)$$

로서 각각 T 의 확률밀도함수(probability density function)와 생존함수(survivor function)를 가리킨다.

Schwartz and Torous(1989)는 Cox(1972)의 예를 따라 조기상환함수 $\pi(t; x, \theta)$ 를 아래와 같이 비례위험(proportional hazard) 형태로 가정하였다.

$$\pi(t; x, \theta) = \pi_0(t; \alpha, \zeta) \exp(\beta' x) \quad (3-17)$$

위에서 $\pi_0(t; \alpha, \zeta)$ 는 기본위험함수(baseline hazard function)이며, 비례 위험함수 형태로 주어진 조기상환함수의 가장 중요한 특징은 설명변수의 변화가 age에 관계없이 모든 age의 모기지론에 대하여 동일한 비율로 조기상환 확률에 영향을 미친다는 것이다. 설명변수 벡터 x 에 포함될 수 있는 대표적인 변수로 차환에 대한 유인과 비용, 차주의 특성, 담보주택의 특징 등을 들 수 있다.

Schwartz and Torous(1989)는 1978년부터 1987년까지 대출된 30년만기 GNMA 모기지론 풀을 대상으로 분석을 실시한 결과 이자율 차이가 커질수록 조기상환 확률이 증가하는 것을 보여주었다.

IV. 조기상환 예측모형에 대한 실증적인 연구

1. PSA 모형의 분석 결과
2. Schorin 모형의 분석 결과
3. 수정된 OTS 모형의 분석 결과
4. OFHEO 모형의 분석 결과
5. Schwartz and Torous 모형의 분석 결과
6. 조기상환 모형의 분석 결과 요약

IV. 조기상환 예측모형에 대한 실증적인 연구

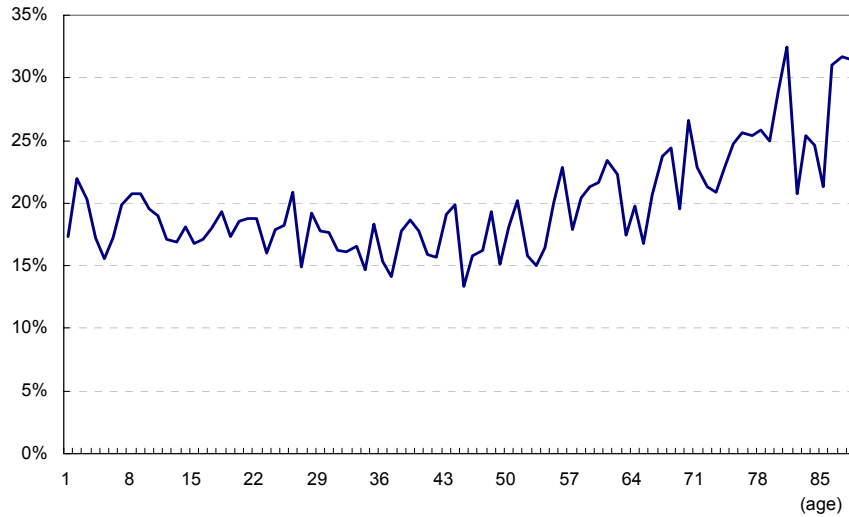
1. PSA 모형의 분석 결과

본 절에서는 KoMoCo MBS와 KHFC MBS에 대해 PSA 모형을 적용하여 한국 MBS의 조기상환 유형을 분석한다. KoMoCo MBS와 KHFC MBS는 그 대상자산과 계약상 특성이 상이하기 때문에 이를 구분하여 PSA 모형에 적용하기로 한다.

우선 2000년~2003년에 발행된 KoMoCo MBS의 발행이후부터 2007년 12월말까지의 월별 CPR¹⁶⁾ 자료를 PSA 모형에 적용하면, MBS 발행일 초기부터 20%대의 높은 조기상환율을 보이고 있다. 이는 KoMoCo MBS의 경우 이미 상당 수준 성숙화가 진행된 대출채권을 풀링하여 발행되었기 때문으로 판단된다. 그러나 age가 80개월 이후인 경우에는 조기상환율이 상승하는 모습을 보이고 있다.

16) KHFC가 제공하는 월별 만기전상환율은 [(만기전 상환금액/기준전월말 대출잔액)*100]에 의해 산출되는데, 이는 일반적인 SMM의 의미와 완전히 일치하지는 않으나 SMM의 대용치로 사용하기로 한다. CPR은 KHFC가 제공하는 월별 만기전상환율을 식 (3-1)과 동일한 방식으로 연간화하여 사용하였다. 본장에서 사용되는 CPR은 모두 동일한 방식으로 산출하였다.

<그림 IV-1> KoMoCo MBS의 조기상환율



주 : 2001년~2003년까지 발행된 KoMoCo MBS의 조기상환율을 age에 대해 평균한 수치임

자료: KHFC

다음으로 2004년~2007년에 발행된 KHFC MBS의 발행일 이후부터 2007년 10월말까지의 조기상환율을 PSA 방식으로 모형화하면 식 (4-1)로 표현할 수 있다.

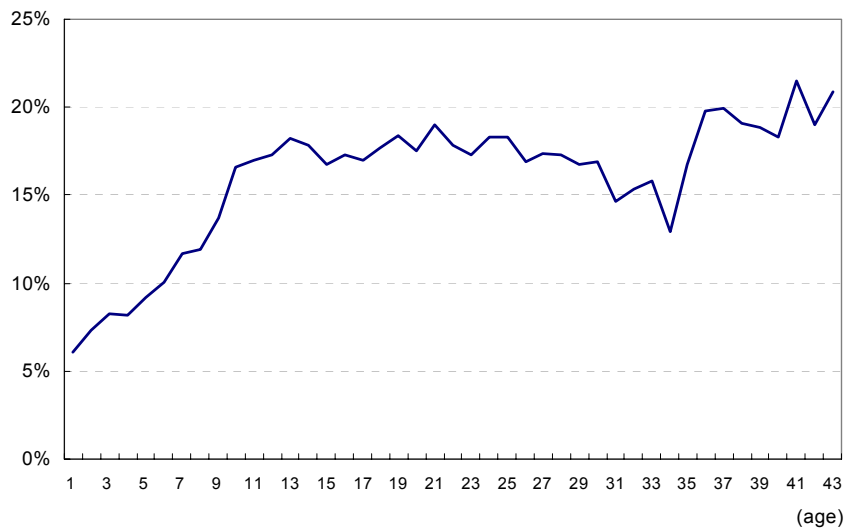
$$CPR = \begin{cases} 6\% + \frac{11}{10}t, & \text{if } t \leq 10 \\ 17\%, & \text{if } t > 10 \end{cases} \quad (4-1)$$

즉 age가 10개월 이하의 경우 조기상환율은 6%에서 시작하여 한달에 1.1%p 씩 증가하고, 10개월이 경과되면 17%로 안정적인 모습을 나타내고 있다. 이와 같은 한국의 조기상환율을 미국의 PSA 모형과 직접 비교하여 'X% PSA'로 칭하는 것은 다소 무리가 있다. 왜냐하면, KHFC가 발

행한 MBS의 경우 대출 한 달 후부터 조기상환율이 6%대로 높게 나타나고 있기 때문이다. 즉, 미국 PSA 모형과 달리 절편이 존재한다. 따라서 한국의 조기상환율을 미국의 PSA 모형과 비교하자면, 기울기는 한국의 경우 1.1로서 미국 0.2의 550%에 해당하고, 조기상환율의 상한은 한국의 경우 17%로 미국 6%의 약 300%에 해당한다고 볼 수 있다.

한국의 경우 대출 직후부터 조기상환율이 높게 나타나는 현상은 부동산 가격 상승으로 인한 차환유인이 존재하기 때문인 것으로 해석될 수 있다. 특히 2005년 2월~2006년 7월에 발행된 MBS2005-1~MBS2006-3의 경우에는 1개월째 조기상환율이 평균 9%대로 높게 나타났고, 이는 부동산 가격 상승시기와 일치한다. 즉 부동산 가격이 상승하면 시세차익을 위해 부동산을 매각하고 이로 인해 조기상환율이 급증한다고 볼 수 있다.

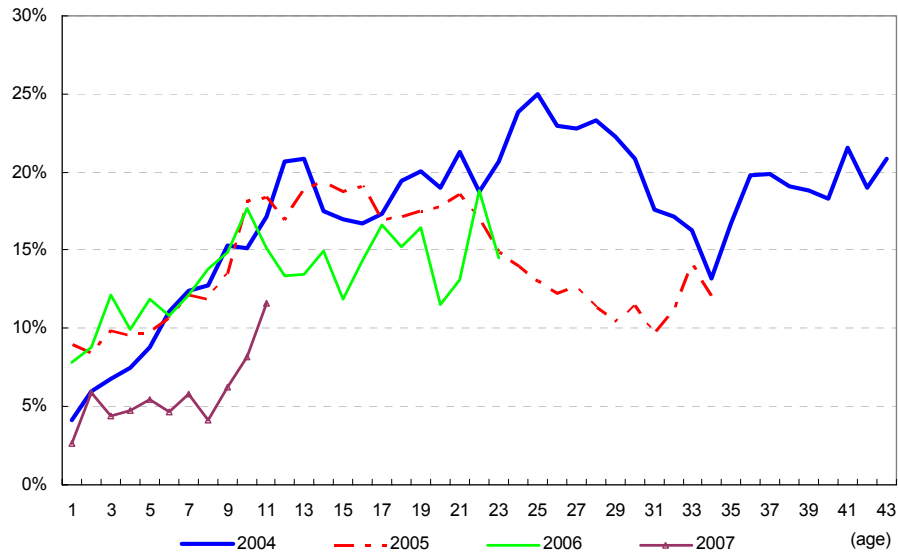
<그림 IV-2> KHFC MBS의 조기상환율



주 : 2004년~2007년까지 발행된 KHFC MBS의 조기상환율을 age에 대해 평균한 수치임

자료: KHFC

<그림 IV-3> KHFC MBS의 발행연도별 조기상환율

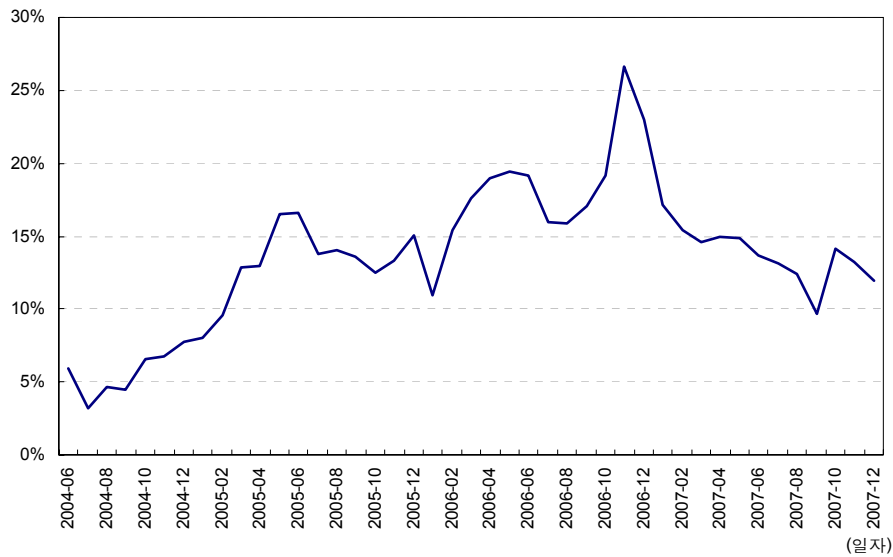


주 : KHFC MBS를 각 발행연도별로 age에 대해 평균한 수치임
 자료: KHFC

KHFC MBS의 조기상환율을 발행연도별로 살펴보면, 연도별로 조금씩 다른 패턴을 보이고 있는 것을 알 수 있다. 가장 age가 긴 2004년의 경우 1개월째 조기상환율이 4%대에서 시작하여, 12개월에는 20%까지 증가하는 것으로 나타나고 있다. 부동산 가격 상승시기인 2005년과 2006년은 1개월째 조기상환율이 8~9%로 높은 모습을 보이고 있으며, 10개월째에 각각 19%, 17%까지 상승하고 있다. 마지막으로 2007년에 발행된 MBS의 경우, 1개월째 조기상환율이 2.6%로 가장 낮게 나타나 부동산 가격이 보합세로 들어선 시기와 일치함을 알 수 있다. 또한 11개월까지 성숙화가 진행 중인 것으로 나타나고 있어 자료의 시계열이 늘어나면 정확한 패턴을 파악할 수 있을 것으로 보인다. 이렇게 MBS의 발행연도별로 다른 조기상환율을 보이는 것은, MBS의 조기상환율이 발행된 연도의 여러 가지 경제적·제도적 상황들에 의해 영향을 받는다는 것을 알 수 있다.

발행연도별 조기상환율과 함께, 동일한 시점의 금리변화 또는 정부의 부동산정책이 조기상환율에 미치는 영향을 살펴보기 위해 KHFC MBS의 발행시점별 조기상환율을 살펴보기로 한다. 2004년 6월에는 KHFC MBS의 조기상환율이 6%대로 낮게 나타나고 있으나, 부동산 가격 상승과 함께 점차 조기상환율이 증가하고, 2006년 11월에는 조기상환율이 26.7%까지 증가한 모습을 보이고 있다. 이는 아파트 분양가 상승과 뉴타운·재개발·재건축 등의 호재로 매매가격 상승에 대한 기대심리가 확산됨에 따라 조기상환율이 급증한 것으로 판단된다. 정부의 부동산 대책이 발표된 2007년에는 점차 조기상환율이 낮아지고 있는 것을 확인할 수 있다.

<그림 IV-4> KHFC MBS의 시점별 조기상환율



주 : 2004년~2007년 KHFC가 발행한 MBS의 조기상환율을 월별로 평균한 수치임
 자료: KHFC

2. Schorin 모형의 분석 결과

KHFC MBS를 풀별 선형 모형 중 가장 대표적인 Schorin 모형을 통해 분석하면, 다음 식 (4-2)으로 추정할 수 있다.

$$CPR = \alpha + \beta PSP + \gamma WALA + \delta d_m + \epsilon \quad (4-2)$$

$$PSP = \frac{r_c - r_t}{r_c}$$

$$WALA = \sum_i \frac{\text{론 } i \text{의 잔액}}{\text{전체 풀의 잔액}} \cdot \text{age}$$

d_m :

$$d_{m_{11,12}} = \begin{cases} 1, & \text{if month} = 11 \text{ or } 12 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{또는}$$

$$d_{nycs} = \begin{cases} 1, & \text{if month} = 4 \text{ or } 5 \text{ or } 11 \text{ or } 12 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

Schorin 모형의 설명변수로는 차환유인을 나타내는 계약 이자율과 현재 이자율의 차이인 SP 또는 그 비율인 PSP 를 사용한다. 또한 모기지의 성숙화를 나타내는 모기지론 풀의 가중평균연령(weighted average loan age: $WALA$), 계절성을 나타내는 특정월 더미변수를 설명변수로 사용한다. 특정월 더미변수 d_m 으로는 조기상환율이 가장 높은 11월·12월 더미변수 $d_{m_{11,12}}$ 또는 4월·5월·11월·12월 더미변수 d_{nycs} ¹⁷⁾를 사용하여 분석한다.

17) 4월·5월과 11월·12월은 각각 1월·2월과 8월·9월의 2~3개월 후로 이 시기에 조기상환율이 높은 이유는 두 가지로 설명할 수 있다. 첫째, 한국의 특성상 구정과 추석에 주택시장에 대한 정보와 의견을 공유 및 교환하는 rumormill effect가 존재한다. 즉 구정과 추석 이후 주택매매가 증가하고 조기상환까지 2~3개월이 소요됨을 고려하면 4월·5월과 11월·12월에 조기상환율이 증가하는 것이다. 둘째, 하절기 및 동절기 방학시기에 주거이동이 증가하고 2~3개월 후 조기상환이 이루어짐을 고려하면 4월·5월과 11월·12월에 조기상환율이 증가한다. 그러나 이 두 가지 효과 중 어떤 요인이 더 크게 영향을 미쳤는지 구분할 수는 없다.

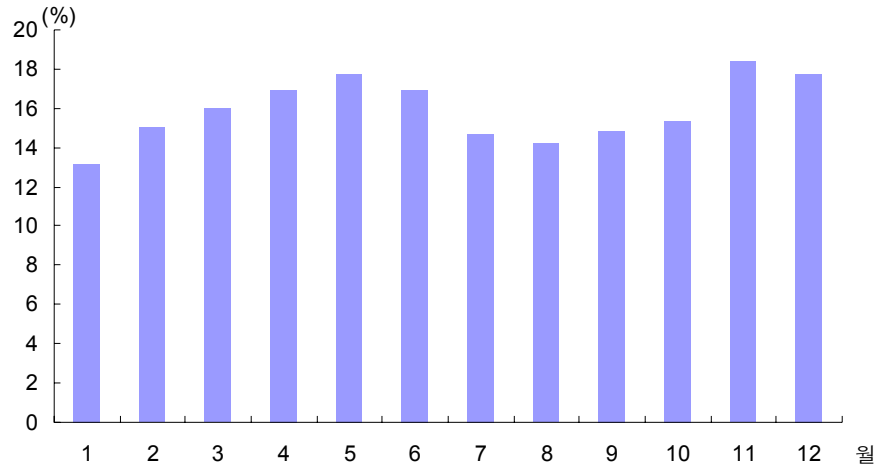
2004년과 2005년에 발행된 MBS의 발행일부터 2007년 8월말까지의 월별자료 487개를 사용하여, Schorin 모형을 추정한다. 모형에 사용된 변수의 기술통계량은 <표 IV-1>과 같다.

<표 IV-1> Schorin 모형 변수의 기술통계량

변수	표본크기	평균	표준편차	최소값	최대값
<i>SP</i>	487	0.542	0.456	-0.480	1.570
<i>PSP</i>	487	0.084	0.070	-0.080	0.230
<i>WALA</i>	487	17.670	9.450	1.329	39.947
<i>CPR</i>	487	15.897	5.875	2.139	35.353

주: $SP=r_c-r_t$, $PSP=\frac{r_c-r_t}{r_c}$, $WALA=\sum_i \frac{\text{론 } i \text{의 잔액}}{\text{전체 풀의잔액}} \cdot \text{age}$, $CPR=1-(1-SMM)^{12}$

<그림 IV-5> CPR의 월별평균자료



Schorin 모형 중 모형1은 <표 IV-2>와 같이, 모든 변수가 유의한 값을 보이며, 계수값의 부호도 예측한 바와 동일한 방향으로 나타나고 있다. 즉, 계약 이자율보다 현재 이자율이 하락할수록, *WALA*가 높을수록 조기상환율이 높은 것으로 나타난다. 또한 11월 또는 12월이 다른 월에 비해 조기상환율이 높게 나타난다. 모형2는 *PSP* 대신 *SP*를 사용하여 추정된 결과를 나타내고 있으며, 모형1과 동일한 결과를 보이고 있다.

모형3~6은 특정월 더미인 $d_{m_{11-12}}$ 대신 d_{nycs} 를 사용한다. 또한 부동산 가격 상승에 대한 기대를 반영하기 위해 강남주택매매가격지수 gn_index 와 그 변화율 gn_change 를 설명변수로 포함하였다. 모형3~6을 통해 조기상환율을 추정된 결과 모든 변수가 유의한 값을 보이며, 계수값의 부호도 예측한 것과 동일하게 나타나고 있다. 즉, 계약 이자율보다 현재 이자율이 하락할수록, *WALA*가 높을수록 조기상환율이 높은 것으로 나타난다. 또한 4월·5월·11월·12월이 다른 월에 비해 조기상환율이 높은 것으로 나타난다.

모형5를 통해 계수추정치 의미 살펴보면, 다른 모든 변수가 일정할 때, *PSP*가 한단위 증가하면 *CPR*은 0.243%p 증가하고, *WALA*가 1개월 증가하면 *CPR*은 0.405%p 증가하며, 4월·5월·11월·12월이 다른 달에 비해 *CPR*이 0.971%p 높고, gn_change 가 전달에 비해 한단위 상승하면 *CPR*이 2.311%p 증가하는 것으로 나타나고 있다. 모형6의 경우에는, 다른 모든 변수가 일정할 때, *SP*가 한단위 증가하고, *WALA*가 1개월 증가하며, 4월·5월·11월·12월일수록, gn_change 가 전달에 비해 한단위 상승할수록 *CPR*이 각각 3.613%p, 0.396%p, 0.970%p, 2.343%p 증가하는 것으로 나타나고 있다.

<표 IV-2> Schorin 모형의 분석 결과

	모형1		모형2	
	계수값	t값	계수값	t값
<i>intercept</i>	4.138***	6.40	4.610***	7.29
<i>PSP</i>	34.815***	10.79	-	-
<i>SP</i>	-	-	5.053***	10.30
<i>WALA</i>	0.468***	19.50	0.454***	19.08
<i>d_m_{11,12}</i>	3.383***	6.23	3.382***	6.17
<i>adj R²</i>	0.45		0.45	
설명변수	모형3		모형4	
	계수값	t값	계수값	t값
<i>intercept</i>	-27.197***	-5.59	-25.295***	-5.13
<i>PSP</i>	55.881***	12.05	-	-
<i>SP</i>	-	-	8.119***	11.40
<i>WALA</i>	0.196***	4.29	0.186***	3.95
<i>d_ny_{cs}</i>	1.935***	4.68	2.006***	4.80
<i>gn_index</i>	0.291***	6.52	0.279***	6.13
<i>adj R²</i>	0.49		0.48	
설명변수	모형5		모형6	
	계수값	t값	계수값	t값
<i>intercept</i>	4.239***	8.11	4.464***	8.78
<i>PSP</i>	24.313***	9.05	-	-
<i>SP</i>	-	-	3.613***	8.95
<i>WALA</i>	0.405***	20.59	0.396***	20.56
<i>d_ny_{cs}</i>	0.971***	2.75	0.970***	2.74
<i>gn_change</i>	2.311***	16.17	2.343***	16.44
<i>adj R²</i>	0.64		0.64	

주: *, **, ***는 각각 양측 10%, 5%, 1%에서 유의함을 나타냄

<표 IV-3> Schorin 모형(모형6)의 발행연도별 분석 결과

	모형6(2004년)		모형6(2005년)	
	계수값	t값	계수값	t값
<i>intercept</i>	3.706***	4.01	2.141	1.29
<i>SP</i>	4.252***	6.24	6.422***	3.43
<i>WALA</i>	0.399***	14.95	0.524***	6.65
<i>d_nyces</i>	0.665	1.38	1.342***	2.59
<i>gn_change</i>	2.516***	12.13	1.883***	7.60
<i>adj R²</i>	0.69		0.51	
표본크기	252		235	

주: *, **, ***는 각각 양측 10%, 5%, 1%에서 유의함을 나타냄

2004년과 2005년에 발행된 MBS를 풀링하기 위해서는 2개년 데이터 사이의 동질성이 보장되어야 하므로, 이를 검증하기 위해 2004년과 2005년 발행 MBS를 구분하여 모형6으로 추정해보았다. 그 결과, 모수추정치 사이에 약간의 차이가 있을 뿐, 큰 차이가 나타나지 않아 모기지론 풀을 대상으로 하는 Schorin 모형에서는 2개년 데이터를 풀링하여 사용하고, 역시 모기지론 풀을 대상으로 분석하는 2세대모형(OTS모형)에서도 2개년 데이터를 풀링하여 추정하기로 한다.

반면 발행회차별로 구분하여 모형6을 추정한 결과, 발행회차마다 계수의 추정치와 유의성에 큰 차이를 보이는 것으로 나타난다. 이러한 결과는 Schorin 모형을 실무적인 차원에서 사용하기 위해서는 각 발행회차별로 상이한 조기상환 모형을 개발해야 함을 시사한다.

<표 IV-4> Schorin 모형(모형6)의 발행회차별 분석 결과

	2004S-01		2004S-02		2004S-03	
	계수값	t값	계수값	t값	계수값	t값
<i>intercept</i>	-8.159***	-2.63	-8.510***	-2.81	-7.644**	-2.12
<i>SP</i>	11.448***	5.28	12.408***	5.66	12.263***	5.12
<i>WALA</i>	0.599***	9.48	0.568***	8.67	0.640***	8.68
<i>d_nyccs</i>	2.071**	2.03	-0.875	-0.96	-2.042***	-2.36
<i>gn_change</i>	1.798***	3.59	1.141***	2.47	1.831***	4.03
<i>adj R²</i>	0.86		0.82		0.86	
표본크기	39		38		37	
	2004S-04		2004S-05		2004S-06	
	계수값	t값	계수값	t값	계수값	t값
<i>intercept</i>	-4.827	-0.98	-1.925	-0.37	0.777	0.14
<i>SP</i>	12.802***	3.42	9.267**	2.21	7.397	1.44
<i>WALA</i>	0.566***	4.76	0.563***	4.07	0.525***	3.00
<i>d_nyccs</i>	0.053	0.04	1.017	0.81	1.385	0.95
<i>gn_change</i>	1.259*	1.95	2.298***	3.38	2.254***	2.86
<i>adj R²</i>	0.64		0.70		0.59	
표본크기	36		35		34	
	2004S-07					
	계수값	t값				
<i>intercept</i>	3.099	0.81				
<i>SP</i>	4.220	0.93				
<i>WALA</i>	0.476***	3.02				
<i>d_nyccs</i>	1.852	1.44				
<i>gn_change</i>	1.926***	2.86				
<i>adj R²</i>	0.63					
표본크기	33					

주: *, **, ***는 각각 양측 10%, 5%, 1%에서 유의함을 나타냄

<표 IV-4> Schorin 모형(모형 6)의 발행회차별 분석 결과(계속)

	2005S-01		2005S-02		2005S-03	
	계수값	t값	계수값	t값	계수값	t값
<i>intercept</i>	3.252	0.64	-0.609	-0.14	-2.154	-0.33
<i>SP</i>	6.367	1.02	10.189*	1.80	13.011	1.57
<i>WALA</i>	0.476**	1.98	0.663***	3.04	0.755**	2.19
<i>d_nyys</i>	0.617	0.40	0.940	0.67	1.931	1.08
<i>gn_change</i>	3.027***	3.74	2.003***	2.73	1.411	1.51
<i>adj R²</i>	0.57		0.58		0.40	
표본크기	30		30		28	
	2005S-04		2005S-05		2005S-06	
	계수값	t값	계수값	t값	계수값	t값
<i>intercept</i>	0.830	0.14	-3.773	-0.60	1.128	0.26
<i>SP</i>	11.042	1.51	12.121*	1.82	7.738	1.62
<i>WALA</i>	0.588*	1.94	0.734***	2.64	0.572***	2.87
<i>d_nyys</i>	1.227	0.74	2.690*	1.75	1.972*	1.76
<i>gn_change</i>	0.988	1.18	0.996	1.29	1.092*	1.95
<i>adj R²</i>	0.30		0.51		0.62	
표본크기	27		26		25	
	2005S-07		2005S-08		2005S-09	
	계수값	t값	계수값	t값	계수값	t값
<i>intercept</i>	-2.551	-0.43	12.715	1.64	-0.265	-0.04
<i>SP</i>	9.747	1.52	-6.252	-0.70	5.741	0.73
<i>WALA</i>	0.765***	2.93	0.103	0.29	0.661**	2.01
<i>d_nyys</i>	0.488	0.33	0.123	0.06	3.001*	1.70
<i>gn_change</i>	1.454*	1.94	3.072***	2.93	1.867**	2.08
<i>adj R²</i>	0.58		0.37		0.50	
표본크기	24		23		22	

주: *, **, ***는 각각 양측 10%, 5%, 1%에서 유의함을 나타냄

3. 수정된 OTS 모형의 분석 결과

미국 OTS가 사용하는 수정된 Goldman Sachs 모형의 경우, 한국의 MBS 조기상환율 자료에는 적절하지 않아 본 보고서에서는 OTS 모형을 선형화하고 한국의 실정에 맞는 형태로 수정한 모형을 사용하기로 한다.¹⁸⁾ 즉, 식 (3-14)를 선형화하여 차환유인, 성숙도, 계절성을 곱의 형태가 아닌 합의 형태로 수정한다.

선형화한 모형에서 차환유인은 계약 이자율과 현재 시장이자율의 차이인 SP 에 의해 설명하고, 성숙화를 설명하기 위해 10개월 이전에는 일정 속도로 조기상환이 증가하고 10개월 이후에는 안정화되는 형태로 모형화한다.¹⁹⁾ 또한 계절성은 Schorin 모형과 동일하게 특정월 더미를 사용한다.

$$CRP = RI + SM + MM \quad (4-3)$$

$$= \beta_0 + \beta_1 SP + \beta_2 T_1 + \beta_3 T_2 + \beta_4 d_m$$

$$SP = r_c - r_t$$

$$T_1 = \begin{cases} t & \text{if } t \leq 10 \\ 0 & \text{if } t > 10 \end{cases}$$

$$T_2 = \begin{cases} 0 & \text{if } t \leq 10 \\ 1 & \text{if } t > 10 \end{cases}$$

18) OTS 모형은 비선형방법(nonlinear least square estimation)으로 추정을 하는데, 이 경우 모수 추정치가 안정적이지 않다는 근본적인 결함을 가지고 있고, 한국의 MBS 조기상환율 자료를 비선형방법으로 추정해 보았을 때도 모수 추정치가 하나의 값으로 수렴하지 않는 문제가 발생하였다.

19) 이는 PSA 모형에서 경험적으로 나타나는 모기지론의 성숙화 현상을 모형에 반영한 것이다. Schorin 모형에서 WALA를 직접 설명변수로 사용하였지만, 수정된 OTS 모형에서는 시간경과에 따른 조기상환의 구조적 변화를 설명변수로 사용한 것이다.

d_m :

$$d_{m_{11,12}} = \begin{cases} 1, & \text{if } month = 11 \text{ or } 12 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{또는}$$

$$d_{nycs} = \begin{cases} 1, & \text{if } month = 4 \text{ or } 5 \text{ or } 11 \text{ or } 12 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

Schorin 모형에서 사용한 자료와 동일한 자료를 통해 수정된 OTS 모형을 추정한 결과는 <표 IV-5>와 같다. 모형1로 추정된 결과, 상수항을 제외하고 모든 설명변수의 계수값이 유의한 것으로 나타나고 있으며 계수값의 부호 역시 예상한 바와 동일한 부호를 보이고 있다. 즉, 계약 이자율과 현재 이자율의 차이가 클수록 조기상환율이 높아지고, 다른 변수가 일정할 때 스프레드가 한단위 증가하면 조기상환율은 3.792%p 증가하는 결과를 얻었다. 또한 모기지론의 성숙화정도를 파악하기 위해 추가한 변수인 T_1 을 보면 10개월 미만의 경우 한 달이 경과할 때마다 0.892%p씩 조기상환율이 증가하고, T_2 를 통해 10개월이 경과하면 약 16% (15.353%+0.560%) 수준에서 안정되는 것으로 나타나고 있다. 이를 KHFC MBS의 PSA 조기상환분석표와 비교해 볼 때, 통계적 방법에 의해 추정된 경우에는 기울기가 1.1%이고 수정된 OTS 모형에 의해 추정된 경우에는 0.9% 수준으로 유사하여 수정된 OTS 모형이 조기상환율의 적절한 계수추정치 를 갖는다는 것을 알 수 있다. 마지막으로 특정월 더미인 $d_{m_{11,12}}$ 의 경우에도 다른 달에 비해 11월 또는 12월은 조기상환율이 3.388%p 정도 높은 결과를 보이고 있다.

모형2와 모형3에서는 특정월 더미를 $d_{m_{11,12}}$ 대신 d_{nycs} 를 사용하고, gn_index 또는 gn_change 를 설명변수에 추가하였다. 그 결과, 모형1에 비해 모형2와 모형3의 설명력이 높아지고 있으며, 모형2와 모형3중에서는 gn_index 보다는 gn_change 를 설명변수로 추가한 모형3이 더 높은 설명력을 가진 것으로 나타났다. 설명변수 계수값의 부호는 모두 예

측한 바와 동일하게 나타나고 있으며, *gn_index* 및 *gn_change*가 높을 수록 조기상환율이 증가하는 결과를 보이고 있다. 즉, 부동산가격 상승에 대한 기대심리가 주택매매에 영향을 미치고 이로 인해 조기상환율이 증가하는 것으로 해석할 수 있다.

<표 IV-5> 수정된 OTS 모형의 분석 결과

	모형1		모형2		모형3	
	계수값	t값	계수값	t값	계수값	t값
<i>intercept</i>	0.560	0.56	-22.895***	-7.82	2.443***	2.81
<i>SP</i>	3.792***	9.27	7.141***	12.76	2.615***	7.18
<i>T1</i>	0.892***	6.12	0.661***	4.76	0.610***	4.79
<i>T2</i>	15.353***	15.80	10.875***	10.60	12.116***	14.00
<i>d_{m11-12}</i>	3.388***	6.96	-	-	-	-
<i>d_{nycs}</i>	-	-	2.073***	5.80	1.272***	3.76
<i>gn_index</i>	-	-	0.214***	8.53	-	-
<i>gn_change</i>	-	-	-	-	1.850***	13.11
<i>adj R²</i>	0.56		0.61		0.67	
표본크기	487		487		487	

주: *, **, ***는 각각 양측 10%, 5%, 1%에서 유의함을 나타냄

4. OFHEO 모형의 분석 결과

OFHEO 모형은 모기지론의 연령더미변수, 대출개시 당시 LTV , 주택의 담보가치가 원금에 미달할 확률, 소진요인, 투자자소유 주택에 의하여 보증된 대출여부, PSP , 수익률곡선의 기울기, 평균모기지론 금액 대비 최초 대출금액을 설명변수로 사용해 로짓 모형으로 조기상환확률을 추정하고 있다. OFHEO 모형은 대출개시 이후 매시점 개별 모기지론의 조기상환, 채무불이행, 정상상환의 세 가지 경우를 고려하는 다중 로짓 모형이지만, 한국의 경우 자료의 한계로 인해 조기상환²⁰⁾ 여부만을 고려하는 단순 로짓 모형을 사용하기로 한다.

KHFC MBS의 조기상환확률을 설명하기 위한 변수로, 금리요인에 의한 조기상환확률을 추정하기 위해서는 PSP , PSP_{t-1} , PSP_{t-2} , PSP_{t-3} 를 사용한다.²¹⁾ 차주의 차환비용의 대리변수로는 대출개시 당시의 LTV 를 사용하고, LTV 변수와 함께 d_LTV60 ²²⁾를 변수로 추가한다.²³⁾ age

20) 본 모형에서는 개별 모기지론의 부분조기상환은 고려하지 않고 전액 조기상환된 모기지론만을 조기상환된 것으로 간주한다.

21) 일반적으로 금리가 변동하고 이에 따라 조기상환이 이루어지기까지는 길게는 3개월 정도의 시간이 소요되기 때문에, PSP 의 경우 1,2,3개월 전 시차변수를 설명변수로 포함하였다.

22) d_LTV60 는 60% 초과할 경우 1, 60% 이하일 경우에는 0의 값을 갖는다.

23) 모기지론시장이 활성화되어 있는 미국의 경우 LTV 에 대한 상한이 존재하지 않는 반면 한국은 LTV 의 상한이 70%로 제한되어 있다. 미국 모기지론의 경우 LTV 80%를 기준으로 80% 이하일 때는 조기상환율이 증가하지만, 80%를 초과할 때에는 조기상환율이 감소하는 현상을 보이고 있다. 담보주택에 비해 과도한 대출을 받는다는 것은 차주에게 재산제약(wealth constraint)이 존재한다는 것을 나타낸다고 볼 수 있다. 또한 LTV 가 높은 경우 이 모기지론을 상환하고 더 우수한 계약조건의 모기지론을 받는 것이 용이하지 않을 것이다. 따라서 LTV 가 일정수준 이상일 경우 조기상환율이 감소하는 것은 당연한 결과이다. 이러한 현상을 반영

는 조기상환이 이루어진 경우 대출개시 이후 조기상환일까지의 경과월수, 조기상환이 이루어지지 않은 경우 대출개시 이후 특정월까지의 경과월수를 사용한다.

2004년부터 2005년까지 발행된 MBS의 기초자산이 된 개별 모기지론 자료 94,359개(조기상환된 개별 모기지론 28,857개, 조기상환되지 않은 개별 모기지론 65,502개)를 이용하여 단순 로짓 모형을 통해 조기상환확률을 분석한다. 먼저 개별 모기지론 횡단면 자료의 기술통계량을 살펴보면 다음 <표 IV-6>과 같다.

<표 IV-6> OFHEO 모형 변수의 기술통계량

변수	표본크기	평균	표준편차	최소값	최대값
<i>PSP</i>	94,359	-0.012	0.088	-0.139	0.234
<i>PSP_{t-1}</i>	94,359	-0.007	0.087	-0.134	0.234
<i>PSP_{t-2}</i>	94,359	0.009	0.079	-0.110	0.234
<i>PSP_{t-3}</i>	94,359	0.026	0.072	-0.085	0.234
<i>age</i>	94,359	29.220	9.076	1.000	43.000
<i>LTV</i>	94,359	60.190	10.774	1.120	70.000
<i>d_LTV60</i>	94,359	0.491	0.500	0.000	1.000

<표 IV-7>은 OFHEO 모형을 설명변수에 따라 모형1~모형6로 구분하여 추정한 결과를 나타내고 있다. 모형1의 설명변수는 *PSP*, *age*, *LTV*, *d_LTV60*, *d_m_{11,12}*이다. 이중 *age*의 경우 20개월 이하의 개별 모기지론은 모두 조기상환된 자료만이 포함되어 있고, 20개월을 초과하는 개별 모기지론은 2007년 10월말까지의 경과월수가 *age*로 표시되기 때문에 20개

하여 *LTV*의 상한이 70%로 제한되는 한국의 경우에는 60%를 기준으로 하여, *d_LTV60*을 모형에 반영하기로 한다.

월을 초과하는 자료 특히 30개월을 초과하는 자료는 대부분 조기상환이 이루어지지 않았다. 이에 따라 *age*가 조기상환에 미치는 영향이 유의하게 나타나지만 계수값은 (-) 부호를 보이고 있어, 개별 모기지론의 *age*가 증가할수록 조기상환확률은 낮아지는 것으로 나타났다. 이는 *age* 계산방법상의 문제로 인해 발생하며 이에 따라 모형2~모형6의 경우에는 설명변수에서 *age*를 제외하고 추정하기로 한다. 또한 $d_{m_{11,12}}$ 의 경우 계수값이 유의하지 않은 결과를 보이고 있는데, 이는 자료가 개별 모기지론의 전체 *age*에 대한 자료가 주어진 것이 아니고, 조기상환이 이루어지지 않은 변수는 모두 2007년 10월말로 주어졌으며, 조기상환이 이루어지지 않은 자료가 전체의 70%를 차지하기 때문인 것으로 추측된다. 이로 인해 모형2~모형6에서도 $d_{m_{11,12}}$ 를 제외하고 추정하기로 한다. 그리고 표에는 추가하지 않았으나 특정월의 더미를 $d_{m_{11,12}}$ 대신 d_{nycs} 사용하여도 계수값이 유의하지 않게 나타나 설명변수에서 제외하고 추정하기로 한다.

모형2~모형6에서는 금리요인을 나타내는 변수로 각각 PSP , PSP_{t-1} , PSP_{t-2} , PSP_{t-3} 를 사용하고, 차주의 차환비용을 대리하는 변수로 LTV 와 d_{LTV60} 을 사용한다. 추정결과, 모든 모형에서 설명변수가 모두 유의하고, 계수값의 부호 역시 예상한 바와 동일한 부호를 보이고 있다. 먼저 PSP 와 PSP 의 시차변수는 증가할수록 조기상환확률이 높아지고, 이중에서는 PSP_{-1} 가 가장 큰 계수값을 보인다. 즉, 이자율 차이에서 발생하는 편익을 실현하기 위해 차환을 결정하더라도 일정한 시간이 소요되기 때문에 차환의 유인으로 적절한 변수가 계약이자율과 1개월전 이자율의 비율이라는 결과를 얻었다. LTV 는 60% 이하일 경우에는 조기상환확률이 증가하지만 60%를 초과할 경우에는 오히려 조기상환확률이 낮아지는 것으로 나타나고 있다. 즉, LTV 가 60%를 초과할 경우 더 우수한 조건으로 모기지론을 받을 가능성이 낮아져 조기상환을 하지 않거나, 차주의 재산계약으로 인해 조기상환을 할 수 없기 때문에 조기상환확률이 낮아지는 결과를 잘 나타내고 있다.

<표 IV-7> OFHEO 모형의 분석 결과

	모형1	모형2	모형3	모형4	모형5
<i>intercept</i>	8.476*** (<.0001)	-1.664*** (<.0001)	-1.879*** (<.0001)	-2.378*** (<.0001)	-2.729*** (<.0001)
<i>PSP</i>	45.580*** (<.0001)	35.574*** (<.0001)			
<i>PSP_{t-1}</i>			37.771*** (<.0001)		
<i>PSP_{t-2}</i>				35.053*** (<.0001)	
<i>PSP_{t-3}</i>					31.404*** (<.0001)
<i>age</i>	-0.292*** (<.0001)				
<i>LTV</i>	0.002 (-0.3222)	0.013*** (<.0001)	0.013*** (<.0001)	0.013*** (<.0001)	0.013*** (<.0001)
<i>d_LTV60</i>	-0.263*** (<.0001)	-0.369*** (<.0001)	-0.363*** (<.0001)	-0.389*** (<.0001)	-0.423*** (<.0001)
<i>d_m_{11,12}</i>	14.060 (-0.9050)				

주: 1) *, **, ***는 각각 양측 10%, 5%, 1%에서 유의함을 나타냄

2) ()의 수치는 χ^2 통계량의 P값을 나타냄

5. Schwartz and Torous 모형의 분석 결과

제Ⅲ장 제4절에서 설명한 바와 같이, 한국의 경우도 Schwartz and Torous 모형과 같이 개별 모기지론의 시계열 자료로 지속기간분석을 할 수 있다. Schwartz and Torous 모형은 대출개시 이후 조기상환일 또는 특정일까지의 *age*를 산출하여 조기상환함수의 요소로 대입한다. 조기상환 확률에 영향을 미치는 설명변수로는 계약이자율과 현재이자율의 차이인 *SP*와 *SP*의 시차변수, 계약의 특성을 나타내는 *LTV* 및 *d_LTV60*, 계절성을 설명하기 위한 특정월 더미를 사용한다.

2004년과 2005년에 실행된 개별 모기지론중 2,000개를 임의추출 (random sampling)하여 대출개시일부터 조기상환일 또는 대출개시일부터 2007년 10월까지의 월별 시계열자료로 Schwartz and Torous 모형을

분석하였다. 먼저 Schwartz and Torous 모형에 사용된 개별 모기지론 시계열 자료의 기술통계량을 살펴보면 다음 <표 IV-8>과 같다.

<표 IV-8> Schwartz and Torous 모형 변수의 기술통계량

변수	표본크기	평균	표준편차	최소값	최대값
SP	61,186	0.536	0.492	-0.800	1.570
SP_{t-1}	61,186	0.564	0.471	-0.770	1.570
SP_{t-2}	61,186	0.588	0.448	-0.630	1.570
SP_{t-3}	61,186	0.608	0.429	-0.490	1.570
LTV	61,186	60.245	10.861	4.020	70.000
d_LTV60	61,186	0.501	0.500	0	1

2,000개의 개별 모기지론 중 조기상환이 발생한 모기지론은 총 565개 이고, 조기상환이 발생하지 않은 모기지론은 1,435개이다. 설명변수로는 계약 이자율과 현재 이자율간의 차이인 SP , LTV , d_LTV60 , 특정월더미 $d_m_{11,12}$ 또는 d_nycs 를 사용한다. 또한 주택매매와 조기상환의 시차를 고려하여 SP 대신 1, 2, 3개월 시차를 둔 SP 시차변수를 사용한다.

<표 IV-9>의 Panel A 모형1 분석 결과를 살펴보면, SP 가 증가할수록 조기상환확률이 증가하는 것으로 나타나고 있다. LTV 의 경우에는 유의하지 않은 것으로 나타나는데, 해외의 실증 분석에서도 LTV 에 대해서는 조기상환확률에 미치는 영향의 유의성에 대해서 일관된 결과를 보이고 있지는 않다. 이에 따라 모형2~모형6에서는 LTV 를 설명변수에서 제외하고 추정한다. d_LTV60 와 $d_m_{11,12}$ 는 유의하고 부호도 예측한 바와 동일하게 나타나고 있다. 모형2~모형6에서는 LTV 변수를 제외하고, SP 와 SP 의 시차변수를 교대로 설명변수로 포함한 결과, 시차를 고려하지 않은 모형이 가장 설명력이 높은 것으로 나타난다. 특정월 더미변수로

$d_{m_{11,12}}$ 대신 d_{nycs} 를 포함한 Panel B의 경우 SP 와 SP_{t-1} 을 사용한 모형2와 모형3은 Panel A보다 설명력과 d_{nycs} 의 유의성이 낮은 것으로 나타난 반면, SP_{t-2} 와 SP_{t-3} 을 사용한 모형4와 모형5는 Panel A보다 설명력이 높은 결과를 보이고 있다.

<표 IV-9> Schwartz and Torous 모형의 분석 결과

Panel A					
	모형1	모형2	모형3	모형4	모형5
SP	0.896*** (0.00)	0.897*** (0.00)			
SP_{t-1}			0.853*** (0.00)		
SP_{t-2}				0.784*** (0.00)	
SP_{t-3}					0.723*** (0.00)
LTV	0.006 (0.26)				
d_LTV60	-0.292*** (0.01)	-0.203*** (0.02)	-0.203*** (0.02)	-0.203*** (0.02)	-0.203*** (0.02)
$d_{m_{11,12}}$	0.306*** (0.01)	0.306*** (0.01)	0.293*** (0.02)	0.360*** (0.00)	0.428*** (0.00)
LR chi2	130.92	129.61	114.93	98.21	86.41
Panel B					
	모형1	모형2	모형3	모형4	모형5
SP	0.904*** (0.00)	0.904*** (0.00)			
SP_{t-1}			0.864*** (0.00)		
SP_{t-2}				0.812*** (0.00)	
SP_{t-3}					0.769*** (0.00)
LTV	0.006 (0.26)				
d_LTV60	-0.291*** (0.01)	-0.203*** (0.02)	-0.203*** (0.02)	-0.203*** (0.02)	-0.203*** (0.02)
d_{nycs}	0.156* (0.09)	0.156* (0.09)	0.205** (0.02)	0.303*** (0.00)	0.362*** (0.00)
LR chi2	127.35	126.05	114.03	100.31	89.59

주: 1) *, **, ***는 각각 양측 10%, 5%, 1%에서 유의함을 나타냄
 2) ()의 수치는 z통계량의 p값을 나타냄

6. 조기상환 모형의 분석 결과 요약

상기에서 분석한 PSA 모형, Schorin 모형, 수정된 OTS 모형, OFHEO 모형, Schwartz and Torous 모형에서 사용된 자료의 형태와 분석방법을 요약하면 <표 IV-10>과 같다. PSA 모형은 KHFC웹사이트에서 얻은 2000년부터 2007년까지 발행된 모든 회차 MBS의 만기전 조기상환율 자료를 통해 age별 평균 CPR을 산출하였다. 풀별 선형 모형인 Schorin 모형과 수정된 OTS 모형은 2004년과 2005년에 발행된 MBS 풀의 발행일 이후부터 2007년 8월말까지의 월별 자료를 가지고 최소자승법(Ordinary Least Squares: OLS)을 통해 추정하였다. 개별 모기지론 분석 모형중 OFHEO 모형은 2004년과 2005년에 발행된 MBS에 포함된 개별 모기지론의 횡단면자료를 가지고 단순 로짓 모형을 통해 분석하였다. Schwartz and Torous 모형은 2004년과 2005년에 발행된 MBS에 포함된 개별 모기지론 중 2,000개를 임의추출하여 대출개시일부터 조기상환일 또는 2007년 10월말까지의 시계열 자료를 통해 지속기간분석 방법으로 모형을 추정하였다.

<표 IV-10> 한국 조기상환 모형의 분석 자료 및 분석 방법

모형	통계적 조기상환 모형	경제적 조기상환 모형			
		풀별 선형 모형		개별 모기지론 분석 모형	
	PSA 모형	Schorin 모형	수정된 OTS 모형	OFHEO 모형	Schwartz and Torous 모형
자료 구분	2000년~2007년 전체 풀자료	2004년, 2005년 발행 MBS풀자료	2004년, 2005년 발행 MBS풀자료	2004년, 2005년 발행 MBS 개별론 횡단면 자료	2004년, 2005년 발행 MBS 개별론 시계열 자료
자료 기간	발행일~ 2007.6월말	발행일~ 2007.8월말	발행일~ 2007.8월말	2007.10월말 현재	대출개시일~조 기상환일 또는 2007년 10월말
자료 출처	KHFC 웹사이트	KHFC	KHFC	KHFC	KHFC
분석 방법	통계적 방법 (age별 평균CPR)	OLS	OLS	단순 로짓 모형	지속기간분석 모형

한국 모기지론의 경제적 조기상환 모형의 분석결과를 요약하면 <표 IV-11>과 같다. 4개 모형에서 모기지론 이자율로 인한 차환유인을 살펴 보기 위해 설명변수로 포함된 *SP* 또는 *PSP* 그리고 각각의 시차변수는 모두 유의하며 (+)의 부호를 보이고 있어 현재 이자율이 계약 이자율보다 하락할수록 조기상환을 또는 조기상환확률이 증가하는 결과를 나타내고 있다. 조기상환의 계절적 요인을 설명하기 위해 포함된 특정월 더미의 경우, 해당월이 다른 달에 비해 조기상환이 높은 것으로 나타나고 있다. 모기지론의 성숙화를 설명하기 위해 풀별 선형 모형에 포함된 *WALA*와 *T1* 및 *T2* 역시 유의하며 예상과 동일한 방향의 부호를 보이고 있다. 마지막으로 차주 및 계약의 특성이 조기상환확률에 미치는 영향을 설명하기 위해 개별 모기지론 분석모형에 포함된 *LTV*의 경우 *OFHEO* 모형에서만 유의하게 나타나고 있고 *Schwartz and Torous* 모형에서는 유의하지 않은 결과를 보이고 있다. *LTV*와 함께 설명변수로

추가된 d_LTV60 의 경우에는 두 모형 모두에서 유의하며 예측한 바와 같이 (-)의 부호를 보여 LTV 가 60을 초과하면 조기상환확률이 낮아지는 결과를 보였다. 상기의 결과를 요약하면, KHFC MBS의 조기상환에 영향을 미치는 요인은 계약 이자율과 현재 이자율의 차이에 의한 차환요인, 모기지론의 성숙도 및 계절성으로 나타났다.

<표 IV-11> 한국 조기상환 모형의 분석 결과

변수구분	설명변수	모기지론 풀 (조기상환율)		개별 모기지론 (조기상환확률)	
		Schorin 모형	수정된 OTS 모형	OFHEO 모형	Schwartz and Torous 모형
모기지론 이자율	SP 및 SP 시차변수	(+)	(+)		(+)
	PSP 및 PSP 시차변수	(+)	(+)	(+)	
계절적 요인	d_m_{11-12} d_nycs	(+)	(+)		(+)
모기지론의 성숙화	$WALA$	(+)			
	$T1, T2$		(+)		
차주 및 계약의 특성	LTV			(+)	
	d_LTV60			(-)	(-)

V. OAS 방법에 기초한 KHFC MBS 가격결정 모형

1. KHFC MBS 구조의 개관
2. OAS 방법

V. OAS 방법에 기초한 KHFC MBS 가격결정 모형

1. KHFC MBS 구조의 개관

주택저당 자동이체증권(mortgage pass-through securities) 구조에서는 투자자들이 차환, 이사, 채무불이행 등으로 인한 조기상환위험을 부담한다. 자동이체(pass-through) 구조의 이러한 문제를 극복하기 위해 현금흐름의 지급방법을 다양한 형태로 변경하여 이들로부터 발생하는 조기상환위험을 완화시키기 위한 다양한 상품이 개발되었다. 이하에서는 자동이체 구조중 다계층 주택담보대출유동화증권(collateralized mortgage obligation: CMO)에 대해 분석한다.

자동이체 구조는 조기상환위험으로 인해 자산·부채의 위험관리 측면에서 기관투자자들에게 매력적이지 않은 투자상품이다. 반면에 CMO는 주택저당채권 관련 상품의 현금흐름을 조정함으로써 투자자들이 원하는 조기상환위험의 정도에 따라 조기상환위험을 재분배하는 투자상품이다. CMO 설계에 있어 만기 구조를 다양화하는 등 수많은 제도 개선과정을 통해 다양한 구조가 개발되었다. CMO는 다계층(multiple classes 혹은 multiple tranches)으로 구성되어 있는데 각 트랜치의 현금흐름은 기초담보물의 조기상환율을 가정하여 추정할 수 있다. 각 트랜치의 추정된 수익률은 현금흐름 수익률로서 구체적인 수치는 사용된 조기상환에 대한 가정에 따라 달라진다. 각 트랜치의 상환기간(duration)과 내재 가치도 사용된 조기상환에 대한 가정에 따라 달라진다.

제II장에서 살펴본 바와 같이 KHFC MBS는 만기가 다른 다수의 트랜치를 가지고 있는 일종의 CMO이다. 좀 더 구체적으로 만기가 정확히 설정돼 있는 순차적(sequential) CMO의 특성을 가진다. 하지만 각 트랜치는 원금 일시 상환 이표 채권(bullet bond)의 형태를 가지고 있지만 5

년 만기 이상의 트랜치에 콜 옵션을 둠으로서 사실 조기 상환액의 자동 이체가 비교적 자유롭게 발생한다. KHFC MBS는 설계상으로 볼 때 만기 설정형 콜 옵션부 순차적 CMO(maturity defined callable sequential CMO)의 특성을 가진다.

2. OAS 방법

Stanton 모형을 포함한 다수의 논문에서는 MBS 증권 설계에 포함된 옵션(embedded option)을 계산하는 방법을 제안하고 있는데 이런 방법으로 복잡한 구조를 가진 MBS의 가격을 구하는 것은 매우 어렵다. 본 연구는 OAS 방법을 사용하여 MBS 가격결정을 하고 있다. 옵션 수정 스프레드(option adjusted spread: OAS)는 모기지론 차입자의 조기상환 콜 옵션 행사를 고려한 프리미엄을 의미한다. 제Ⅲ장에 소개된 OAS 방법에서는 현금흐름이 이미 조기상환 옵션을 반영하므로 OAS는 무위험 기대 수익률에 가산해서 발행 가격(혹은 거래가격)을 만족시키는 할인율로 정의된다.²⁴⁾ 이렇게 추정된 OAS는 nominal OAS라고 불리기도 한다. 월가에서는 일반적으로 상대적 수익성을 평가하는 틀로서 옵션 가격을 제외한 스프레드라는 의미의 OAS를 사용한다. 즉, OAS는 총 스프레드와 조기상환 옵션 비용의 차이로 정의되고 모델 리스크, 신용 프리미엄, 유동성 프리미엄 등에 기인한다. 실제로 조기상환 옵션 비용은 모델 리스크, 신용 프리미엄, 유동성 프리미엄 등에 비해 상대적으로 작으므로 일반적으로 OAS 값은 총 스프레드에 가깝다.

금리 자체가 확률 변수(stochastic variable)이고 금리에 영향을 받는 조기상환율은 과정 종속적 확률 변수(path-dependent stochastic variable)이므로 MBS의 내재 가치의 계산은 Monte Carlo 방식으로 진행된다.

24) Martellini, Priaulet, and Priaulet(2003)을 참조 바란다.

OAS 방법의 또 다른 큰 특징은 MBS 투자자의 현금흐름이 조기상환의 실증 분석에 기초한다는 점이다.

OAS 방법은 다수의 문헌에 소개되어 있는데,²⁵⁾ OAS 방법을 통한 CMO 트랜치의 가격 추정은 Fabozzi and Ramsey(1999)의 문헌에 비교적 소상하게 소개돼 있다. Hayre(2001)는 월가의 투자은행 간에 통용되는 OAS 방법에 대해 상세히 소개하고 있고, Brazil(1988)은 Citicorp에서 사용하는 OAS 방법에 대해, Davidson and Hershovits(1987)는 Merrill Lynch에서 사용하는 OAS 방법에 대해 소개하고 있다. Heidari and Wu(2004)는 MBS시장에서 가장 활동적인 투자은행과 헤지 펀드들이 자체적으로 개발하여 거래에 사용하고 있는 OAS방법에 기초한 가격결정 프로그램에 대해 비교하고 있다.

OAS 방법의 중요한 장점은 다양한 금리기간구조 모형을 비교적 손쉽게 접목시킬 수 있다는 점이다. 예를 들어 고정 수익 증권(fixed income securities) 시장에서 널리 사용되고 있는 Black-Derman-Toy 금리 모형이라든지 Heath-Jarrow-Morton 모형 뿐 아니라 금융투자회사가 자체 개발한 다양한 금리기간구조 모형을 필요에 따라 기존 프로그램에 모듈의 형태로 즉 독립 프로그램으로 손쉽게 도입할 수 있다. 또 다른 중요한 장점은 다양한 조기상환 모형을 비교적 손쉽게 접목시킬 수 있다는 점이다. 조기상환 모형은 MBS 풀의 특성에 맞도록 계속적으로 모형 개발이 이루어져야 하므로 OAS 방법의 이러한 모듈적 구성(modular construction)은 중요한 장점이라고 할 수 있다. 마지막으로 OAS 방법은 현금흐름을 시각적으로 보여주므로 다양한 증권 설계에 이상적인 개발 환경이다.

단, 한국에서는 MBS의 거래 자료가 부족하므로 현재로서는 OAS 측정을 발행시점에만 할 수 있다는 단점이 있다. 그러나 MBS 발행 물량이

25) Fabozzi(1992), Fabozzi(1998), Fabozzi and Yuen(1998), Fabozzi and Ramsey(1999), Hayre(2001), Heidari and Wu(2004), Torgovitsky(2006), London(2007)을 참조 바란다.

늘고 시장에서 MBS의 인지도가 높아지고 MBS의 거래가 활발해지면서 OAS 방법이 더욱 설득력을 얻을 수 있을 것이다.

가. OAS 방법을 사용한 KHFC MBS 가격결정

OAS 방법을 사용한 MBS 가격결정의 과정은 (1)이자율 기간구조 시뮬레이션, (2)조기상환 모델 추정, (3)모기지풀의 현금흐름 추정, (4)각 트랜치별 현금흐름 배분, (5)OAS 추정을 통한 MBS 현재가치 계산의 단계로 수행된다. <그림 V-1>은 OAS 방법을 사용한 KHFC MBS 가격결정의 흐름도를 보여 주고 있다. 또한 부록 2에서는 OAS 방법에 기초한 KHFC MBS 결정모형을 Matlab으로 구현한 결과를 상세히 설명하고 있다.

<이자율 기간구조 시뮬레이션>

이자율 기간구조 시뮬레이션 단계에서는 현재의 이자율 기간구조를 관찰하고 향후 이자율 기간구조가 어떻게 변동할 것인지에 대해 예측한다. 본 보고서에서는 Black-Derman-Toy의 이자율 모델에 근거하여 이자율 기간구조의 변동을 시뮬레이션한다.

<조기상환 모형 추정>

제IV장에서 설명한 것처럼 PSA 모형, Schorin 모형, 수정된 OTS 모형, OFHEO 모형, Schwartz and Torous 모형을 포함한 다양한 조기상환 모형을 사용하여 매월 각 이자율 기간구조 시뮬레이션 경로에 해당하는 CPR을 측정한다. CPR은 금리 요인과 비금리 요인에 의해 결정되고, 금리 요인은 각 시점의 차환 금리와 계약 금리의 차이에, 비금리 요인은 LTV, 성숙도, 계절성 등에 영향을 받도록 설계된다. MBS 가격결정과 민감도 분석에 사용된 조기상환 방정식은 다음과 같다.

$$CPR = \begin{cases} 6 + \left(\frac{11}{10}\right)j + 5.053SP, & \text{if } j \leq 10 \\ 17 + 5.053SP, & \text{if } j > 10 \end{cases} \quad (5-1)$$

<모기지풀의 현금흐름 추정>

모기지풀의 현금흐름 추정단계에서는 주어진 이자율 시나리오와 조기상환 모형 가정에 따라 각 이자율 기간구조별 조기상환 금액을 계산하고 이를 바탕으로 모기지론 풀 전체의 현금흐름을 계산한다. 모기지론 풀의 월별 현금흐름은 각 이자율 기간구조 시뮬레이션 경로에 따라 추정된다.

<각 트랜치별 현금흐름 배분>

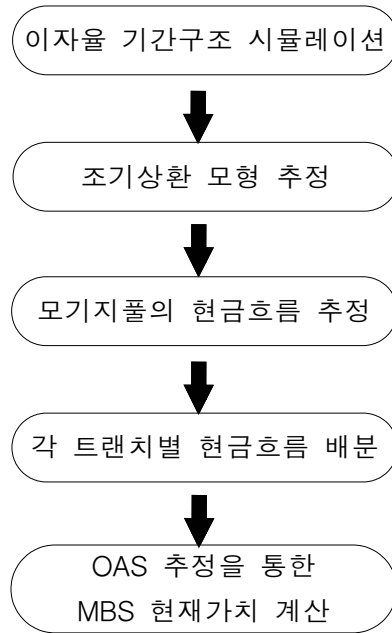
모기지론 풀의 현금흐름으로부터 트랜치의 현금흐름이 계산되고 계약서상 조건에 따라 현금흐름이 분배된다. 계약서상 조건에는 각 트랜치의 만기와 원금, 쿠폰, 상환 단위, 기타 상환조건 등이 포함된다.

<OAS 추정을 통한 MBS 현재가치 계산>

기발행된 MBS의 거래가격을 통해 OAS가 추정되고 이를 기준 금리(예, 5년 만기 국채 수익률)에 합산하여 할인율을 구한 후, 각 이자율 기간구조별로 계산된 MBS 트랜치별 가격을 평균하여 MBS의 최종 가격이 계산된다. 계산된 가격은 트랜치별 현재가치와 원금대비 현가 비율로 표현된다. 본 보고서에서는 발행 시에만 MBS가격을 추정하였으므로 발행 시 총 스프레드에서 옵션 비용을 차감하는 방식으로 OAS가 추정되었다.²⁶⁾

26) 본 보고서에는 2005-3 MBS의 nominal OAS를 53.8bps로 추정하여 사용한 결과를 표로 작성했다. 옵션비용은 10~20bps 정도로 추정되었다.

<그림 V-1> OAS 방법을 사용한 KHFC MBS 가격결정의 흐름도



나. 모형의 민감도 분석

본 절에서는 보고서에 사용된 중요한 모형 가정치가 MBS 가격에 미치는 영향을 알아보기 위해 민감도 분석을 실시한다. 여기서는 용이한 설명을 위해 KHFC 발행 2005-3회차 MBS의 3년 만기 트랜치과 5년 만기 트랜치의 가격만을 논하기로 한다. 민감도 분석에 사용된 금리기간구조 입력모수는 <표 V-1>과 같고, 대상 MBS의 트랜치 구조는 <표 V-2>에서 설명하고 있다. 또한 Schorin 모형에서 금리 유인항의 계수 추정치는 5.05%이며, OAS는 53.2bps가 적용된다.

<표 V-1> 민감도 분석에 사용된 금리기간구조 입력모수

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

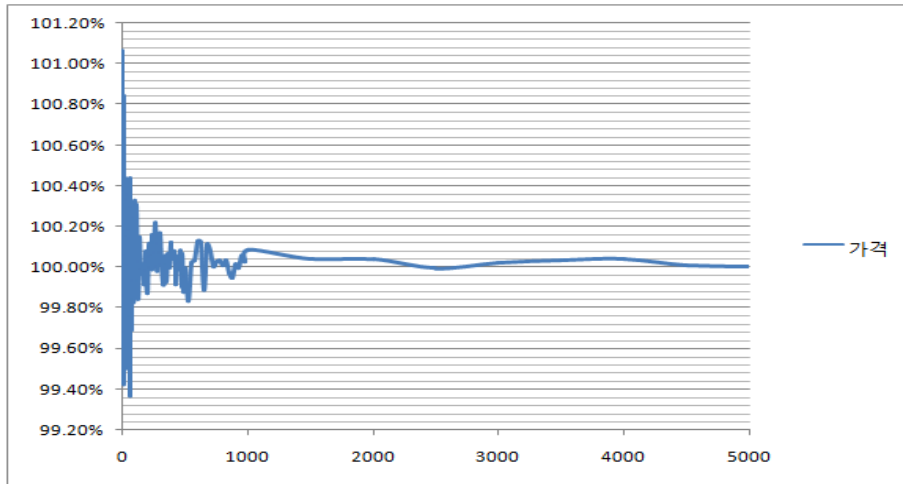
<표 V-2> KHFC 2005-3 MBS의 트랜치 구조

만기	원금	계약 이자율	신용등급	옵션
3년	870	3.96%	AAA	
5년	800	4.30%	AAA	콜옵선부(1년 이후)
7년	950	4.56%	AAA	콜옵선부(3년 이후)
10년	950	4.82%	AAA	콜옵선부(4년 이후)
15년	800	4.89%	AAA	콜옵선부(5년 이후)
20년	300	4.93%	AAA	콜옵선부(6년 이후)
21년	.1	4.93%		만기일시연단리

1) 시뮬레이션 횟수에 대한 민감도

<그림 V-2>는 3년 만기 트랜치 가격과 5년 만기 트랜치 가격의 합이 이자율 시뮬레이션 횟수에 따라 어떻게 변동하는지를 나타내고 있다. 그 결과, 대략 2,000번 이상의 시뮬레이션을 수행하면 두 트랜치 가격의 합이 0.045% 미만으로 안정되고 있음을 알 수 있다.

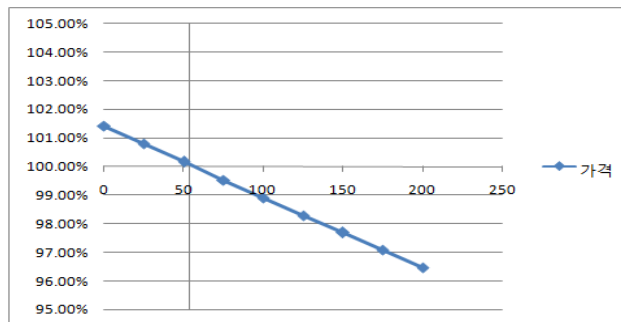
<그림 V-2> 시뮬레이션 횟수에 대한 민감도



2) OAS 변동에 대한 민감도

3년 만기 트랜치 가격과 5년 만기 트랜치 가격의 OAS 변동에 대한 민감도를 살펴보면, OAS가 53.2bps일 때의 가격을 100%로 했을 때, OAS를 0부터 200까지 25bps씩 증가시키면 약 0.63%씩 가격이 감소하는 것으로 나타났다.

<그림 V-3> OAS 변동에 대한 민감도

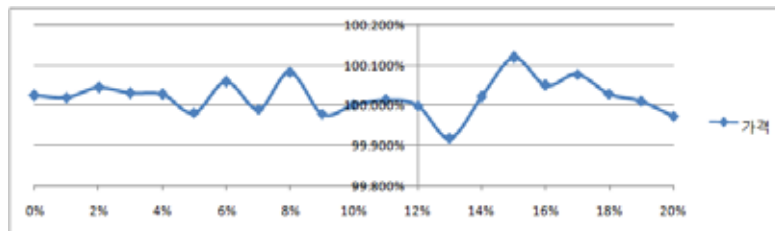


3) 금리 변동성에 대한 민감도

3년 만기 트랜치 가격과 5년 만기 트랜치 가격의 이자율 기간구조의 연간 변동성에 대한 민감도를 살펴보면, 이자율 기간구조의 연간 변동성을 기존 12% 가정을 기준으로 0%에서 20%까지 1%씩 변동시킬 때 트랜치 가격은 줄어들기도 하고 늘어나기도 하는 모습을 보이고 있다.

가격의 이자율 변동성에 대한 민감도가 낮은 이유는 CPR 결정에 미치는 이자율 스프레드의 영향력이 낮아서, 이자율 변동성 또한 CPR에 큰 영향을 주지 못하기 때문이라고 판단된다. 표로 만들지는 않았지만 CPR 결정에 이자율 스프레드가 미치는 영향이 클수록, 이자율 변동성과 트랜치 가격 사이의 반비례 관계가 뚜렷해진다.

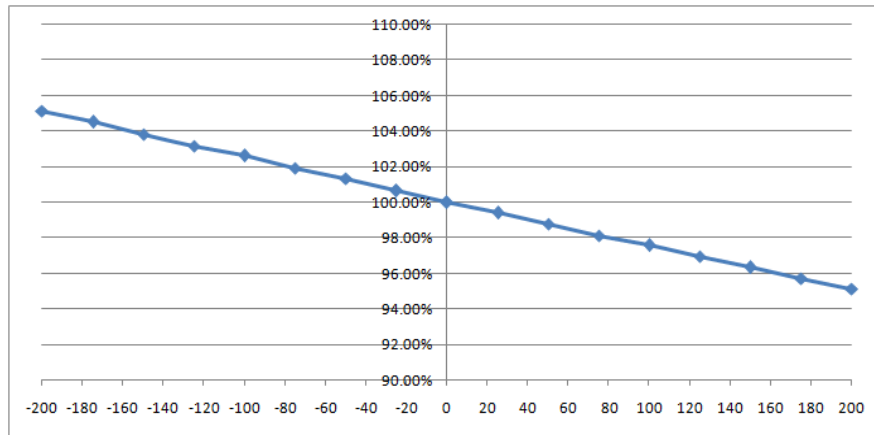
<그림 V-4> 금리 변동성 가정의 변동에 대한 민감도



4) 기준금리 변동에 대한 민감도

3년 만기 트랜치 가격과 5년 만기 트랜치 가격의 기준금리에 대한 민감도를 살펴보기 위해 기준금리를 25bps 단위로 양방향으로 200bps 까지 이동시켰다. 기준금리를 25bps 단위로 수평이동 시킬 때마다 트랜치 가격은 -0.6% 정도씩 반응하는 것으로 나타난다.

<그림 V-5> 기준금리 변동에 대한 민감도



5) CPR 모형의 금리요인모수에 대한 민감도 분석

액면가 채권(par bond)의 경우는 그 성격상 금리 차이(SP) 계수에 대한 민감도가 0으로 나오고, 할증 채권(premium bond)의 경우 SP 계수와 그 가격은 일반적으로 역의 관계를 보일 것으로 기대된다. 따라서 금리 구조가 100bps, 200bps 하향 이동했다는 가정 하에서 SP 계수에 대한 민감도를 구한다.

트랜치 가격·트랜치 평균 상환기간·트랜치 듀레이션에 대해 각각 계산하면, 계수가 기존 5에서 0으로 떨어질 경우에는 결과에 변화가 약간 있지만, 계수가 높아질 경우에는 결과에 영향을 미치지 않고 있다. 그 이유는, 조기상환이 거의 최대한의 속도로 일어나고 있기 때문에(트랜치별 평균 상환기간 = 상환시점 조건), 이자율 기간구조가 떨어진다고 하더라도 더 이상 빨리 상환될 수가 없기 때문이다. Callable time 조건을 없애서 조기상환을 더 빨리할 수 있도록 해주거나 시간에 대한 CPR 증가 비율을 많이 줄이는 경우, 즉 모형에서 금리 계수의 설명 비율을 증가시키면, 비로소 SP 계수에 대한 민감도가 나타날 것으로 기대된다.

<표 V-3> 금리 기간구조 100bps씩 하향조정 한 경우
SP 계수에 대한 민감도 분석

트랜치별 가격 변화							
모수	트랜치 1	트랜치 2	트랜치 3	트랜치 4	트랜치 5	트랜치 6	트랜치 7
0.0	884.1	808.7	981.6	988.6	823.2	307.4	0.1
2.5	884.1	808.6	981.6	988.6	824.5	307.8	0.1
5.0	884.1	808.6	981.6	988.6	824.6	307.8	0.1
7.5	884.1	808.6	981.6	988.6	824.6	307.8	0.1
10.0	884.1	808.6	981.6	988.6	824.6	307.8	0.1
20.0	884.1	808.6	981.6	988.6	824.6	307.8	0.1
30.0	884.1	808.6	981.6	988.6	824.6	307.8	0.1
40.0	884.1	808.6	981.6	988.6	824.6	307.8	0.1
50.0	884.1	808.6	981.6	988.6	824.6	307.8	0.1

트랜치별 평균상환기간 변화							
모수	트랜치 1	트랜치 2	트랜치 3	트랜치 4	트랜치 5	트랜치 6	트랜치 7
0.00	36.00	15.00	36.00	48.00	69.00	81.00	240.00
2.50	36.00	12.00	36.00	48.00	60.44	72.23	240.00
5.00	36.00	12.00	36.00	48.00	60.00	72.00	240.00
7.50	36.00	12.00	36.00	48.00	60.00	72.00	240.00
10.00	36.00	12.00	36.00	48.00	60.00	72.00	240.00
20.00	36.00	12.00	36.00	48.00	60.00	72.00	240.00
30.00	36.00	12.00	36.00	48.00	60.00	72.00	240.00
40.00	36.00	12.00	36.00	48.00	60.00	72.00	240.00
50.00	36.00	12.00	36.00	48.00	60.00	72.00	240.00

트랜치별 듀레이션 변화							
모수	트랜치 1	트랜치 2	트랜치 3	트랜치 4	트랜치 5	트랜치 6	트랜치 7
0.0	34.0	11.9	33.8	43.8	55.2	65.1	99.6
2.5	34.0	11.8	33.8	43.8	53.4	62.5	99.6
5.0	34.0	11.8	33.8	43.8	53.4	62.5	99.6
7.5	34.0	11.8	33.8	43.8	53.4	62.5	99.6
10.0	34.0	11.8	33.8	43.8	53.4	62.5	99.6
20.0	34.0	11.8	33.8	43.8	53.4	62.5	99.6
30.0	34.0	11.8	33.8	43.8	53.4	62.5	99.6
40.0	34.0	11.8	33.8	43.8	53.4	62.5	99.6
50.0	34.0	11.8	33.8	43.8	53.4	62.5	99.6

**<표 V-4> 금리 기간구조 200bps씩 하향조정 한 경우
SP 계수에 대한 민감도 분석**

트랜치별 가격 변화							
모수	트랜치 1	트랜치 2	트랜치 3	트랜치 4	트랜치 5	트랜치 6	트랜치 7
0.0	909.5	816.8	1009.6	1027.2	864.1	325.3	0.1
2.5	909.5	816.6	1009.6	1027.2	864.2	325.0	0.1
5.0	909.5	816.6	1009.6	1027.2	864.2	325.0	0.1
7.5	909.5	816.6	1009.6	1027.2	864.2	325.0	0.1
10.0	909.5	816.6	1009.6	1027.2	864.2	325.0	0.1
20.0	909.5	816.6	1009.6	1027.2	864.2	325.0	0.1
30.0	909.5	816.6	1009.6	1027.2	864.2	325.0	0.1
40.0	909.5	816.6	1009.6	1027.2	864.2	325.0	0.1
50.0	909.5	816.6	1009.6	1027.2	864.2	325.0	0.1

트랜치별 평균상환기간 변화							
모수	트랜치 1	트랜치 2	트랜치 3	트랜치 4	트랜치 5	트랜치 6	트랜치 7
0.0	36.00	15.00	36.00	48.00	69.00	81.00	240.00
2.5	36.00	12.00	36.00	48.00	60.00	72.00	240.00
5.0	36.00	12.00	36.00	48.00	60.00	72.00	240.00
7.5	36.00	12.00	36.00	48.00	60.00	72.00	240.00
10.0	36.00	12.00	36.00	48.00	60.00	72.00	240.00
20.0	36.00	12.00	36.00	48.00	60.00	72.00	240.00
30.0	36.00	12.00	36.00	48.00	60.00	72.00	240.00
40.0	36.00	12.00	36.00	48.00	60.00	72.00	240.00
50.0	36.00	12.00	36.00	48.00	60.00	72.00	240.00

트랜치별 듀레이션 변화							
모수	트랜치 1	트랜치 2	트랜치 3	트랜치 4	트랜치 5	트랜치 6	트랜치 7
0.0	34.06	11.91	33.80	43.93	55.44	65.43	103.40
2.5	34.06	11.77	33.80	43.93	53.58	62.75	103.40
5.0	34.06	11.77	33.80	43.93	53.58	62.75	103.40
7.5	34.06	11.77	33.80	43.93	53.58	62.75	103.40
10.0	34.06	11.77	33.80	43.93	53.58	62.75	103.40
20.0	34.06	11.77	33.80	43.93	53.58	62.75	103.40
30.0	34.06	11.77	33.80	43.93	53.58	62.75	103.40
40.0	34.06	11.77	33.80	43.93	53.58	62.75	103.40
50.0	34.06	11.77	33.80	43.93	53.58	62.75	103.40

**다. 트랜치별 평균 상환기간(average life)과 평균 듀레이션
(average Macaulay duration)**

트랜치별 평균 상환기간 계산 결과, <표 V-5>에서 보는 바와 같이 상환기간이 트랜치별 call time과 거의 같은 것으로 나타났다. 즉, 최초 콜 조건이 되자마자 조기상환이 되는 경향을 보였다. 이 현상의 주요 원인은 KHFC의 보수적인 설계 때문이라기보다 서울과 수도권의 급격한 주택가격 상승으로 비금리 유형 조기상환이 급격히 증가하였기 때문으로 보인다.

<표 V-5> 트랜치별 평균 상환기간

	트랜치 1	트랜치 2	트랜치 3	트랜치 4	트랜치 5	트랜치 6	트랜치 7 ¹⁾
평균 상환연수	3.00	1.00	3.00	4.00	5.05	6.05	21.00
callable time	not-callable	1	3	4	5	6	21
maturity	3	5	7	10	15	20	21

주: 1) 법정만기가 21년 후순위 MBS로 callable time은 법정만기로 표기

<표 V-6> 트랜치별 평균 듀레이션

모수	트랜치 1	트랜치 2	트랜치 3	트랜치 4	트랜치 5	트랜치 6	트랜치 7
1	34.0	11.8	33.7	43.7	54.2	63.2	94.6
2	34.0	11.8	33.7	43.7	53.7	62.6	94.6
3	34.0	11.8	33.7	43.7	53.5	62.4	94.6
4	34.0	11.8	33.7	43.7	53.3	62.3	94.6
5	34.0	11.8	33.7	43.7	53.3	62.2	94.6
10	34.0	11.8	33.7	43.7	53.2	62.1	94.6
30	34.0	11.8	33.7	43.7	53.2	62.1	94.6
50	34.0	11.8	33.7	43.7	53.2	62.1	94.6

회차 가중평균 듀레이션은 37.2개월이었고 회차 산술평균 듀레이션은 39.8개월이었다. 따라서 실질 상환기간이 법정만기 대비 아주 빠르게 나타는 것을 알 수 있다. 금리 차이(SP) 변수에 대한 모수를 5에서 50으로 증가시켜도 듀레이션이 많이 줄어들지 않았는데 이는 콜 유예기간이 최소치를 보장하기 때문이다. 콜 유예기간을 1개월까지 점차적으로 조정하였는데 평균 듀레이션이 20%에서 최대 60%까지 단축됨을 볼 수 있었다.

라. 조기상환 성향 변화에 대한 평균 상환기간의 민감도

조기상환 성향 변화에 따른 평균 상환기간의 반응을 살펴보면, 실제로 <그림 IV-3>의 연도별 조기상환분석에 의해 2007년부터 조기상환율이 급격히 감소한 것으로 나타났다. 조기상환 성향 변화에 대한 평균 상환기간의 민감도 분석 결과는 <표 V-7>에 제시되어 있고 조기상환 성향이 감소할 때 평균 상환기간이 길어지는 것을 볼 수 있다.

먼저 CPR모형으로 100% PSA를 가정한다. 100% PSA에서 CPR이 intercept 없이 월별로 0.2%씩 30개월까지 증가하다가 6%에서 고정되며, 여기에 Spread * parameter 항을 추가한다.

$$CPR = \begin{cases} 0.2j + parameter \times SP, & \text{if } j \leq 30 \\ 6 + parameter \times SP, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5-2)$$

각 행은 이자율 모수(SP 모수)의 변화에 따른 평균 상환기간 민감도를 보여 준다. 5를 기준으로 모수를 줄이면 평균 상환기간이 길어지고, 모수를 늘이면 평균 상환기간이 줄어들고 있으며, 그 폭이 매우 크다.

다음에 CPR 모형으로 50% PSA를 가정하고, 아래와 같은 CPR 모형을 사용하였다.

$$CPR = \begin{cases} 0.1j + parameter \times SP, & \text{if } j \leq 30 \\ 3 + parameter \times SP, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5-3)$$

그 결과는 100% PSA 모형보다도 평균 상환기간이 더 극적으로 길어지고 있다.

<표 V-7> 조기상환 성향 변화에 대한 평균 상환기간의 민감도

(단위: 월)

100% PSA							
모수	트랜치 1	트랜치 2	트랜치 3	트랜치 4	트랜치 5	트랜치 6	트랜치 7
0.0	36.0	30.0	57.0	87.0	114.0	123.0	240.0
2.5	36.0	24.0	45.0	72.1	99.2	110.4	240.0
5.0	36.0	18.8	38.2	60.4	88.1	99.6	240.0
7.5	36.0	15.9	36.0	53.2	78.7	90.9	240.0
10.0	36.0	13.5	36.0	50.1	71.7	84.9	240.0
20.0	36.0	12.0	36.0	48.0	61.4	75.0	240.0
30.0	36.0	12.0	36.0	48.0	60.0	72.0	240.0
40.0	36.0	12.0	36.0	48.0	60.0	72.0	240.0
50.0	36.0	12.0	36.0	48.0	60.0	72.0	240.0
50% PSA							
모수	트랜치 1	트랜치 2	트랜치 3	트랜치 4	트랜치 5	트랜치 6	트랜치 7
0.0	36.0	36.0	69.0	102.0	129.0	141.0	240.0
2.5	36.0	27.0	52.7	84.4	113.9	125.5	240.0
5.0	36.0	19.6	41.9	69.9	99.8	112.0	240.0
7.5	36.0	16.6	36.8	59.2	88.6	101.3	240.0
10.0	36.0	13.6	36.0	53.2	79.5	93.1	240.0
20.0	36.0	12.0	36.0	48.0	64.6	78.9	240.0
30.0	36.0	12.0	36.0	48.0	60.0	73.6	240.0
40.0	36.0	12.0	36.0	48.0	60.0	72.0	240.0
50.0	36.0	12.0	36.0	48.0	60.0	72.0	240.0
0% PSA							
	트랜치 1	트랜치 2	트랜치 3	트랜치 4	트랜치 5	트랜치 6	트랜치 7
평균 상환기간	36.0	48.0	84.0	117.0	144.0	153.0	240.0
단기	36.0	60.0	84.0	120.0	180.0	240.0	252.0
차이	0.0	12.0	0.0	3.0	36.0	87.0	12.0

마지막으로 CPR 모형으로 0% PSA를 가정한다. 0% PSA에서는 CPR이 항상 0이라고 가정하였을 때의 결과이다. 평균 상환기간이 트랜치별 만기보다 조금씩 작는데, 이것은 모기지 풀에 유입되는 annuity 금리보다 트랜치들의 쿠폰 금리가 작기 때문이다. 즉, WAC이 적용된 annuity 금액에서 트랜치별 쿠폰을 지급하고 남은 돈이 조금씩 쌓여서 상환조건이 만족되면 일부가 조기상환되기 시작하기 때문이다. 이 부분은 CPR보다 영향력이 적지만 평균 상환기간의 결정에 일부 영향을 미치고 있는 것으로 보인다.

VI. 국내 MBS시장의 효율성 제고 방안

1. 조기상환 분석에 근거한 가격결정 모형의 활용
2. MBS시장의 효율성 제고 방안

VI. 국내 MBS시장의 효율성 제고 방안

1. 조기상환 분석에 근거한 가격결정 모형의 활용

MBS의 합리적인 가격결정을 위해서는 현금흐름의 불확실성에 영향을 미치는 조기상환에 대한 연구와 증권구조에 기초한 적절한 가격결정 모형의 개발이 매우 중요하다. 그러나 국내의 경우 모기지론 조기상환율, 부도율에 대한 체계적인 연구 및 이에 근거한 합리적인 가격결정에 대한 이론적·실증적인 연구가 미흡한 상황이다. 이에 본 연구에서는 MBS 조기상환 분석모형을 설정하여 KHFC MBS의 조기상환분석을 실시하였고, 조기상환을 반영한 가격결정 모형인 OAS MBS 가격결정 모형을 설정하고 민감도 분석을 실시하였다.

조기상환 분석 결과를 보면, KHFC가 발행한 MBS에 PSA모형을 적용한 결과, 미국 PSA 모형과는 다소 상이한 결과가 나타났다. 미국 PSA 모형의 경우 첫달의 조기상환율은 0% 근처에서 시작하여 매달 일정한 비율로 증가하다가 일정 기간 이후에는 안정적인 모습을 보이고 있는 반면 국내 MBS의 조기상환율은 6%에서 시작하여 한달에 1.1%p씩 증가하고, 10개월을 지나면 17%로 안정적인 모습을 나타내고 있다. 한국의 경우 대출 직후부터 조기상환율이 높게 나타나는 현상은 부동산 가격 상승으로 인한 차환유인이 존재하기 때문으로 판단된다.

풀별 선형 모형중 Schorin 모형을 KHFC MBS 자료로 분석한 결과, 계약 이자율보다 현재 이자율이 하락할수록, 모기지론 연령이 높을수록, 그리고 특정월의 경우에 조기상환이 높은 것으로 나타났다. 이는 국내 MBS의 경우 차환요인, 모기지론의 성숙도 및 계절성이 조기상환에 영향을 미치고 있음을 나타내는 결과이다. 풀별 비선형 모형 중 대표적인 OTS 모형을 선형화하여 동일한 풀별 자료로 분석한 결과 역시 Schorin

모형과 유사한 결과를 얻었다. 개별모기지론을 대상으로 로짓 모형을 이용하는 OFHEO 모형과 지속기간분석을 이용하는 Schwartz and Torous 모형을 통해 KHFC MBS의 조기상환확률을 분석한 결과 계약 이자율과 현재 이자율의 차이 또는 비율이 증가할수록 조기상환확률이 증가하는 결과를 보였다. 담보비율(LTV)의 경우에는 LTV가 증가할수록 조기상환확률은 증가하지만 LTV가 60%를 초과하면 조기상환확률이 감소하는 것으로 나타났다.

KHFC MBS의 조기상환 결정요소 분석 결과를 미국의 MBS 조기상환 결정요소 비교하면 양국의 결과가 다른 것을 알 수 있다. 이는 국내 주택금융시장의 특성 및 행태가 미국과 상이하기 때문에 조기상환과 관련한 요소들도 다른 모습을 보이는 것으로 판단된다.

이와 같은 조기상환 모형에 대한 분석 결과를 효율적으로 활용하기 위해서는 정기적으로 모기지론에 대한 조기상환 분석이 이루어질 수 있도록 다양한 주택금융에 대한 체계적인 자료의 구축이 매우 중요하다. 이러한 주택금융에 대한 체계적인 자료구축을 통해 MBS시장 뿐 아니라 부동산 금융 및 부동산 산업의 선진화를 도모하는 효과를 기대할 수 있다. 따라서 주택가격, 주택보유행태 등을 포함한 부동산정보체계와 모기지론의 조기상환율, 연체율 및 회수율에 대한 다양한 기초자료가 구축되어야 한다. 기초자산에 대한 연구와 이에 근거한 유동화구조의 검토는 시장의 합리적 가격결정 및 시장효율성을 제고하는 데에 기초가 될 수 있다.

한편 본 연구에서는 고정금리 장기 모기지론인 보금자리론의 조기상환을 주로 분석하였다. 그러나 국내 은행이 주로 실행하고 있는 변동금리 모기지론의 경우에는 조기상환에 영향을 미치는 요소가 고정금리대출과는 매우 다를 것으로 예상된다. 이에 따라 향후 국내은행들이 주로 실행하는 변동금리 모기지론의 조기상환에 대한 연구도 이루어질 필요가 있다.

본 연구에서는 조기상환 모형의 분석을 토대로 OAS 방법을 사용하여 MBS 가격을 실증적으로 분석하고, 분석에서 사용한 중요한 모형 가정치가 MBS 가격에 미치는 영향을 살펴보았다. 민감도 분석결과 OAS를 기존 53.2bps일 때의 가격을 100%로 했을 때, 0부터 200까지 25bps씩 증가시키면 약 0.63%씩 가격이 감소하는 것으로 나타났다. 금리변동성 가정의 변동에 대한 민감도 분석결과는 가격의 금리변동성에 대한 민감도가 낮게 나타나고 있다. 이는 CPR 결정에 금리 스프레드의 영향력이 낮아서, 금리변동성 또한 CPR에 큰 영향을 주지 못하기 때문이라고 판단된다. 기준금리 변동에 대한 민감도에서는 기준금리를 25bps 단위로 양방향으로 200bps 까지 이동시켰다. 기준금리를 25bps 단위로 수평이동 시킬 때마다 트랜치 가격은 -0.6% 정도씩 반응하는 것으로 나타난다. 트랜치별 평균 듀레이션 계산 결과 트랜치별로 듀레이션이 트랜치별 call time과 거의 같았다. 즉, 최초 콜 조건이 되자마자 조기상환이 되는 경향을 보였다. 따라서 실질 상환기간이 법정만기 대비 아주 빠르게 나타났다. 이 현상의 주요 원인은 KHFC의 보수적인 설계 때문이라기보다는 서울과 수도권의 급격한 주택가격 상승으로 비금리 유형 조기상환이 급격히 증가하였기 때문으로 보인다. 연도별 조기상환분석에 의하면 2007년부터 조기상환율이 급격히 감소하였는데 이를 고려하여 조기상환성향을 감소시켰을 때 평균 상환기간이 길어지는 것을 볼 수 있다.

이와 같이 KHFC MBS는 조기상환의 변동성과 금리변동성 등에 따른 민감도가 크지 않은 것으로 나타나고 있다. 이는 KHFC MBS의 경우 CMO(다계층 채권)의 형태로 발행하여 상대적으로 가격의 변동성이 적은 구조를 지니고 있기 때문으로 판단된다.

KHFC MBS의 경우 다양한 만기, 장기채 공급, 주택구매 자금의 자본시장에서의 직접 조달, 기관투자자에게 국채대비 수익률 제고의 기회, 단기 채권(트랜치)의 조기상환으로부터의 보호 등의 구조를 사용함으로써 한국의 상황에 적합한 증권구조를 도입하였다는 의의를 지니고 있다.

KHFC MBS의 경우 조기상환의 변동성을 통제하기 위해 5년만기 이후의 MBS에 조기상환옵션을 부여하는 구조를 주로 도입하고 있다. 이에 따라 5년만기 MBS의 경우 조기상환 위험에 노출되어 있으며, 이를 반영하여 MBS 가격이 결정된다고 볼 수 있다. 그러나 조기상환에 대한 정교한 예측모형이 설정되어 있지 않기 때문에 조기상환을 반영한 합리적인 가격예측 및 투자전략에는 제약이 존재한다. 따라서 모기지론의 조기상환에 대한 분석과 이에 근거한 MBS 가격결정 모형 설정을 통해 MBS 가격결정의 정교성을 제고해야 한다. 예를 들어, 조기상환에 대한 분석에 근거하여 Sequential Call Structure를 사용한 MBS상품의 도입을 통해 각 종목의 상환만기에 대한 예측 가능성을 향상시키고, 기존 발행증권 종목을 축소하여 MBS 발행구조의 단순화를 유도할 필요가 있다.

이와 더불어 은행들이 보유한 변동금리 모기지론에 근거한 효율적인 MBS시장도 도입되어야 한다. 국내 은행들이 주로 실행하는 변동금리 모기지론을 기초로 한 MBS 발행은 거의 이루어지지 않고 있다. 그러나 최근 국내 은행들은 운용규모의 급격한 증가에도 불구하고 수신증가율이 둔화됨에 따라 자금조달에 어려움을 경험하고 있다. 은행들의 수신여건 약화는 조달비용의 상승, 조달구조의 변화 및 유동성 문제 등으로 확대되었고 시장 금리의 상승을 초래하기도 하였다. 이러한 은행들의 문제를 해결하기 위해 변동금리 모기지론을 효율적으로 활용한 유동화구조의 도입이 필요한 상황이다. 그러나 기초자산에 대한 다양한 분석이 이루어지지 않은 상황에서는 효율적인 유동화구조 도입에 제약이 존재하며, 이로 인해 변동금리 모기지론을 기초로 한 MBS 발행이 원활히 이루어질 수 없다. 따라서 은행들이 보유한 변동금리 모기지론의 특성 분석에 근거하여 효율적인 유동화구조의 도입에 대한 검토가 절실히 필요한 시점이다.

2. MBS시장의 효율성 제고 방안

MBS시장은 주택금융시장의 활성화, 효율적인 장기채권시장의 형성 및 주택정책 등에 매우 중요한 영향을 미치고 있다. 특히 MBS시장은 주택금융시장과 밀접하게 영향을 주고받는다. 향후 효율적인 MBS시장 구축을 통한 주택금융시장 활성화를 위해서는 주택금융상품에 대한 기초 연구와 체계적인 가격결정 모형이 개발되고 지속적으로 동 모형을 개선하는 방안이 마련되어야 한다.

이와 더불어 가격결정모형을 실증적으로 검증하기 위해서는 MBS유통시장이 활성화되어야 한다. 국내의 경우 MBS의 효율적인 유통시장이 형성되지 않고 있다. 따라서 본 연구와 같은 모기지론의 행태와 MBS 가격에 대한 연구는 MBS의 거래전략의 수립에 기반이 되며 이러한 연구들이 축적됨에 따라 다양한 투자전략이 마련되고 유통시장을 형성하는 기반이 될 수 있을 것이다.

MBS시장의 효율성 제고를 위해 무엇보다 중요한 것은 MBS 중개기관이 다양한 분석을 통해 MBS 관련 정보의 제공을 확대하여야 한다는 점이다. 외국의 경우 투자은행들이 MBS에 대한 인수업무와 더불어 시장조성, 구조분석 및 가격결정 모형 개발 등을 통해 시장활성화에 큰 기여를 하였다. 그러나 국내 증권회사의 경우 실질적인 시장조성자의 역할을 제대로 수행하지 못하고 있으며 가격결정 모형 등에 대한 연구도 거의 이루어지지 않고 있는 상황이다. 향후 자본시장통합법 도입 등에 따른 투자은행업무 활성화 방안의 일환으로 금융투자업자의 MBS시장에서의 역할을 확대할 필요가 있다. 즉 금융투자업자들이 기초자산에 대한 분석능력에 기초한 MBS의 구조설계 및 분석능력을 제고하고, 위험의 인수, 위험의 배분 기능 등을 강화함으로써 MBS시장의 활성화를 도모하고 다양한 수익기회를 확대하는 궁극적인 투자은행 업무를 강화할 필요가 있다.

특히 MBS시장에 전문성을 지닌 증권회사가 주택금융시장의 분석, 기초 자산의 분석, MBS 가격결정 모형의 개발, 인수기능 강화 등을 통해 MBS 시장조성자의 역할과 효율적인 유통시장 형성의 선도적 역할을 담당함은 물론 MBS 조기상환정보, OAS 가격정보 등 투자자에 대한 다양한 정보제공을 통해 시장을 선도하는 역할을 해야 한다.

이와 같은 MBS시장의 활성화는 주택금융시장의 발전을 촉진하고 자본시장의 발전을 선도함은 물론 금융투자회사의 업무 확대에도 기여할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

참 고 문 헌

<국내문헌>

김형태·김필규, 2002, 『자산유동화증권(ABS) 시장 발전방안 연구』, 한국증권연구원 연구보고서02-01.

박창균·임경목, 2004, 자본시장 발전을 위한 정책과제, 한국개발연구원.

박창균·허석균·김현옥, 2005, 모기지론 조기상환을 예측 모형에 대한 연구, 한국개발연구원.

<외국문헌>

Archer, W., Ling, R.D., McGill, G., 2001, Prepayment risk and lower income mortgage borrowers, Low-Income Homeownership, working paper series LIHO-01.9, Joint Center for Housing Studies of Harvard University.

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.

- Black, F., Derman, E., Toy, W., 1990, A one-factor model of interest rates and its application to treasury bond options, *Financial Analysts Journal* 46, 33-39.
- 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.
- Brennan, M., Schwartz, E., 1985, Determinants of GNMA mortgage price, *AREUEA Journal* 13, 209-228.
- Carron, A.S., Hogan, M., 1988, The option valuation approach to mortgage pricing, *Journal of Real Estate Finance and Economics* 1, 131-149.
- Charlier, E., van Bussel, A., 2003, Prepayment behavior of Dutch mortgagors: an empirical analysis, *Real Estate Economics* 31, 165-204.
- Chen, S., 1996, Understanding option-adjusted spreads: the Implied prepayments hypothesis, *Journal of Portfolio Management* 22, 104-113.
- Cheyette, O., 1996, Implied prepayment, *Journal of Portfolio Management* 23, 107-113.
- 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., Redburn, F.S., Meyers, H.G., 1991, Modeling mortgage terminations in turbulent times, *American real Estate and Urban Economics Association Journal* 19, 473-494.
- Cox, D.R., 1972, Regression models and life-tables (with discussions), *Journal of the Royal Statistical Society Series B* 34, 187-220.
- Davidson, A., Hershovits, M., 1987, The refinancing threshold pricing model: an economic approach to valuing MBS, Merrill Lynch Mortgage-Backed Securities Research.
- Davidson, A., Herskovits, M., van Drunen, L.D., 1988, The refinancing threshold pricing model: an economic approach to valuing MBS, *Journal of Real Estate Finance and Economics* 1, 117-130.
- Deng, Y., 1997, Mortgage termination: an empirical hazard model with stochastic term structure, *Journal of Real Estate Finance and Economics* 14, 309-331
- Deng, Y., Quigley, J., van Order, R., 2000, Mortgage terminations, heterogeneity, and the exercise of mortgage options, *Econometrica* 68, 275-308.
- Dunn, K., McConnell, J., 1981, Valuation of mortgage-backed securities, *Journal of Finance* 36, 599-617.

- Dunn, K., Spatt, C., 1986, The effects of refinancing costs and market imperfections on the optimal call strategy and the pricing of debt contracts, working paper, Carnegie-Mellon University.
- Fabozzi, F.J., 1992, *Handbook of Mortgage-Backed Securities*, Probus Publishing Company.
- Fabozzi, F.J., 1998, *Advances in the Valuation and Management of Mortgage-Backed Securities*, Frank J. Fabozzi Associates.
- Fabozzi, F.J., Modigliani, F., 1992, *Mortgage and Mortgage-Backed Securities Markets*, Harvard Business School Press.
- Fabozzi, F.J., Ramsey, C., 1999, *Collateralized Mortgage Obligations: Structure and Analysis*, Third Edition, Frank J. Fabozzi Associates.
- Fabozzi, F.J., Yuen, D., 1998, *Managing MBS Portfolios*, Frank J. Fabozzi Associates.
- Follain, J.R., Scott, L.O., Yang, T.L., 1992, Microfoundation of a mortgage prepayment function, *Journal of Real Estate and Economics* 5, 197-217.
- Follain, J.R., Tzang D.N., 1988, Interest rate differential and refinancing a home mortgage, *Journal of Appraisal* 61, 243-251.
- Giliberto, S.M., Thibodeau, T.G., 1989, Modeling conventional residential mortgage refinancing, *Journal of Real Estate Finance and Economics* 2, 285-299.

- Han, A., Housman, J.A., 1990, Flexible parametric estimation of duration and competing risk models, *Journal of Applied Econometrics* 5, 1-28.
- Hayre, L., 2001, *Salomon Smith Barney Guide to Mortgage-Backed and Asset-Backed Securities*, John Wiley and Sons, Inc.
- Heath D., Jarrow, R., Morton, A., 1992, Bond pricing and term structure of interest rates: a new methodology for contingent claims valuation, *Econometrica* 60, 77-105.
- Heidari, M., Wu, L., 2004, What constitutes a good model?: An analysis of models for mortgage backed securities, working paper, City University of New York.
- Hilliard, J., Kau, J., Slawson, C., 1998, Valuing prepayment and default in a fixed rate mortgage: a bivariate binomial options pricing technique, *Real Estate Economics* 26, 431-468.
- Johnston, E., Van Drunen, L., 1988, Pricing mortgage pools with heterogeneous mortgagors: empirical evidence, working paper, University of Utah.
- Kau, J., Keenan, D., Muller, W., Epperson, J., 1992, A generalized valuation model for fixed rate residential mortgage, *Journal of Money, Banking and Credit* 24, 279-299.
- Kau, J., Keenan, D., Muller, W., Epperson, J., 1994, The value at origination of fixed-rate mortgages with default and prepayment, *Journal of Real Estate Finance and Economics* 11, 5-36.

- Kau, J., Slawson, C., 2002, Frictions, heterogeneity, and optimality in mortgage modelling, *Journal of Real Estate Finance and Economics* 24, 239-260.
- Kau, J.B., Keenan, D.C., 1995, An overview of the option-theoretic pricing of mortgage, *Journal of Housing Research* 6, 217-244.
- Kau, J.B., Keenan, D.C., Muller, W.J., Epperson, J.F., 1992, A generalized valuation model for fixed-rate residential mortgages, *Journal of Money, Credit and Banking* 24, 279-299.
- Klotz, R., Shapiro, A., 1993, *Dealing with streamlined refinancings: new implied prepayment model*, Merrill Lynch Mortgage Products Analysis.
- LaCour-Little, M., 1999, Another look at the role of borrower characteristics in predicting mortgage prepayment, *Journal of Housing Research* 10, 45-60.
- LaCour-Little, M., Marschoun, M., Maxam, C.L., 2002, Improving parametric mortgage prepayment models with non-parametric kernel regression, *Journal of Real Estate Research* 24, 299-327.
- Levin, A., 2001, Active-passive decomposition in burnout modeling, *Journal of Fixed Income* 10, 27-40.
- London, J., 2007, *Modeling Derivatives Applications*, Pearson Education.
- Martellini, L., Priaulet, P., Priaulet, S., 2003, *Fixed-Income Securities: Valuation, Risk Management and Portfolio Strategies*, Wiley Finance.

- McConnell, J.J., Singh, M., 1994, Rational prepayment and the valuation of collateralized mortgage obligations, *Journal of Finance* 49, 891-921.
- Navratil, F.J., 1985, The estimation of mortgage prepayment rates, *The Journal of Financial Research* 8, 107-117.
- Richard, S.F., Roll, R., 1989, Prepayments on fixed-rate mortgage-backed securities, *The Journal of Portfolio Management* 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., Torous, W.N., 1989, Prepayment and the valuation of mortgage-backed securities, *Journal of Finance* 44, 375-392.
- Schwartz, E.S., Torous, W.N., 1993, Mortgage prepayment and default decision: a poisson regression approach, *Journal of the American Real Estate and Urban Economics Association* 21, 431-449.
- Spahr R.W., Sunderman, M.A., 1992, The effect of prepayment modeling in pricing mortgage-backed securities, *Journal of Housing Research* 3, 381-400.
- Stanton, R., 1995, Rational prepayment and the valuation of mortgage-backed securities, *Review of Financial Studies* 8, 677-708.

- Timmis, G., 1985, Valuation of GNMA mortgage-backed securities with transaction costs, heterogeneous households and endogenously generated prepayment rates, working paper, Carnegie-Mellon University.
- Torgovitsky, A., 2006, Pricing arbitrary fixed income derivatives with short rate trees, working paper, University of California Davis.
- Yang, T.T., Buist, H., Megbolugbe, I.F., 1998, An analysis of the ex ante probabilities of mortgage prepayment and default, *Real Estate Economics* 26, 651-676.

<웹사이트>

- | | |
|----------|---|
| 금융감독원 | http://www.fss.or.kr/ |
| 한국주택금융공사 | http://www.khfc.co.kr/ |
| 한국증권업협회 | http://www.ksda.or.kr/ |

부 록

부록 1: MBS 건별 발행구조 분석

부록 2: OAS 방법에 기초한 KHFC MBS 가격결정 모형

부 록 1: MBS 건별 발행구조 분석

1. KoMoCo MBS

KoMoCo MBS의 평균 만기는 3.3년부터 10.4년에 걸쳐 다양한 것으로 나타나고 있다. 이는 특정시점에 양도받은 국민주택기금대출의 경과 연수의 차이에 주로 기인한다고 볼 수 있다. 발행 이표의 평균을 보면 2000년 이후 금리의 하향 안정 추세에 따라 평균 금리가 지속적으로 하락하는 모습을 보이고 있다.

<표 1> KoMoCo MBS의 발행건별 특성

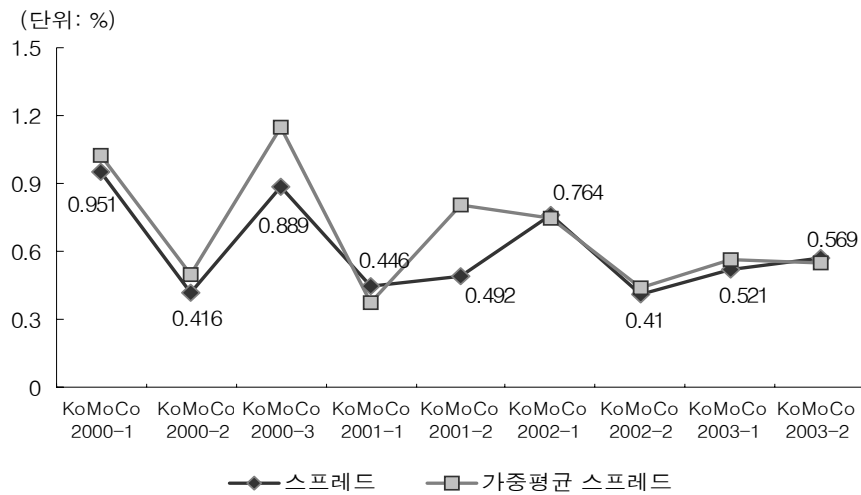
(단위: 억원, 년)

구 분	발행금액	평균만기	평균금리	기준금리
KoMoCo2000-1	3,690	3.337	9.699%	8.748%
KoMoCo2000-2	4,790	4.394	8.158%	7.742%
KoMoCo2000-3	3,680	5.901	7.691%	6.802%
KoMoCo2001-1	2,280	5.662	7.308%	6.862%
KoMoCo2001-2	5,000	10.443	6.004%	5.426%
KoMoCo2002-1	175	3.543	6.643%	5.879%
KoMoCo2002-2	4,920	7.015	6.534%	6.124%
KoMoCo2003-1	3,090	5.786	5.295%	4.774%
KoMoCo2003-2	165	6.112	5.650%	5.081%

- 주 : 1) 발행금액은 선순위증권을 기준으로 함
2) 평균만기는 발행금액 가중평균 값임
3) 기준금리는 국고채 동일만기의 발행일 이전 3일 평균값임

KoMoCo MBS의 스프레드를 살펴보면, 발행시점에 따라 스프레드의 변동성이 높게 나타나고 있다. KoMoCo 2000-1과 KoMoCo 2000-3의 스프레드 단순 평균은 각각 95bps와 89bps로 높게 나타나고 있으며, 이후 2001년부터 40~50bps 정도로 스프레드가 크게 낮아졌다. 그러나 2003년부터는 스프레드가 다시 확대되는 모습을 보여 KoMoCo 2003-1은 52bps, KoMoCo 2003-2의 경우에는 57bps를 기록하였다.

<그림 1> KoMoCo MBS의 발행건별 스프레드 추이



주: 1) 스프레드는 발행시점의 개별 MBS의 이표금리와 발행전일자 기준 3일간 동일만기 국고채 평균 금리의 차이
 2) 가중평균 스프레드는 발행금액 가중평균을 의미

이와 같이 KoMoCo MBS의 스프레드가 높은 것은 발행규모나 발행 빈도가 적기 때문에 유동성 프리미엄이 상대적으로 높은 것이 가장 주요 요인으로 보여진다. 이와 더불어 AAA의 높은 신용도로 발행하였음에도 불구하고 시장 인지도가 낮은 것도 한 요인으로 작용하고 있다.

KoMoCo MBS의 조기상환 약정을 보면, KoMoCo 2000-1과 KoMoCo 2000-2의 경우 최장 만기 MBS에 대해 조기상환 옵션을 부여하는 구조를 도입하였다. 그러나 KoMoCo 2000-1의 경우 기초자산의 조기상환에 따라 여유자금의 대거 생기는 문제가 발생하였다. 이로 인해 KoMoCo 2000-3부터는 3년만기 MBS부터 최장만기 MBS까지 조기상환 콜옵션을 부여하는 구조를 도입함으로써 기초자산의 조기상환 발생으로 인한 여유자금을 발행증권의 상환에 사용하는 구조를 도입하였다.

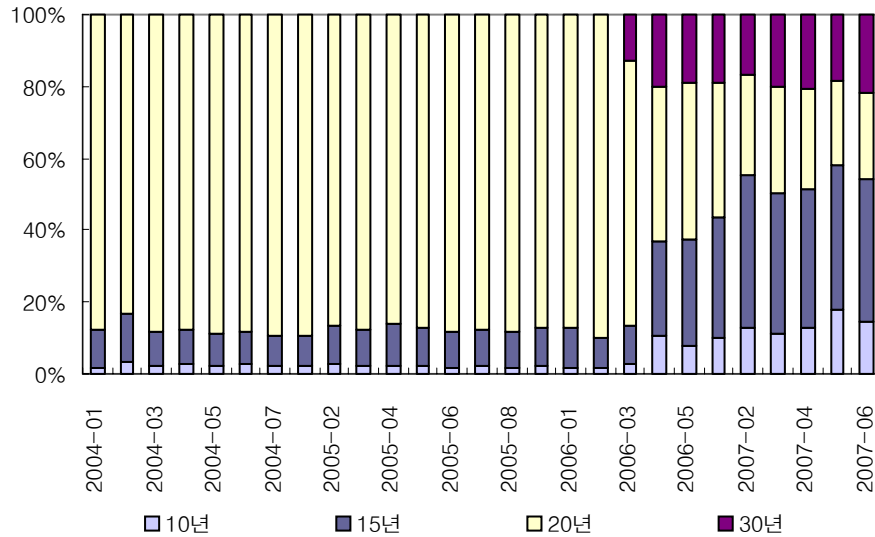
2. KHFC MBS

가. 보금자리론의 특성

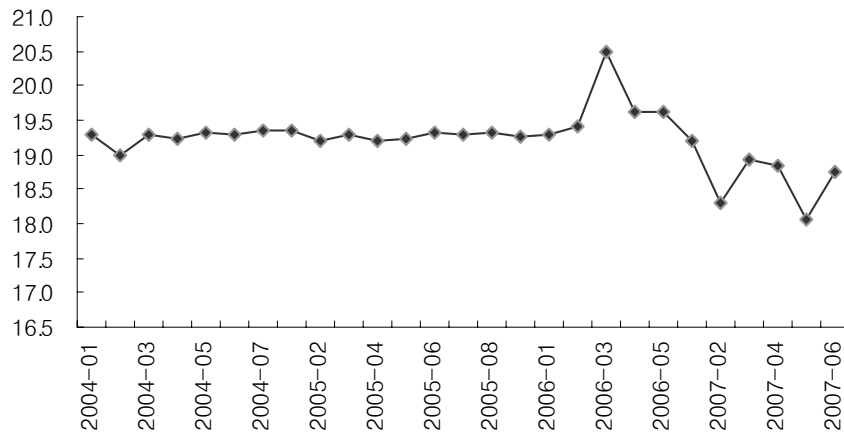
KHFC MBS 기초자산의 특성을 살펴보면 10년만기의 평균 비중은 5.2%, 15년 만기는 17.9%, 20년 만기는 70.7%, 30년 만기는 6.2%로 20년만기 대출상품이 가장 높은 비중을 차지하고 있다. 기간별로 보면 KHFC MBS 2006-2 이전까지는 10년, 15년, 20년 보금자리론이 실행되다가, MBS 2006-3 이후부터는 30년만기 보금자리론이 도입되었고 15년만기 보금자리론의 비중은 크게 증대한 반면, 20년만기 보금자리론의 비중이 크게 감소하는 모습을 보이고 있다.

MBS 개별 발행건별 기초자산의 평균 만기구조를 살펴보면 KHFC MBS 2006-2 이전까지는 평균 만기가 19.0~19.4년으로 비교적 개별 발행건별로 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 KHFC MBS 2006-3의 경우 30년 만기대출이 도입되어 평균 만기가 크게 증가하였다. 이후 15년 만기 보금자리론의 비중의 증대로 인하여 KHFC MBS 2007-1이후에는 평균 만기가 19년 미만으로 낮아지는 모습을 보이고 있다.

<그림 2> 보금자리론의 만기분포 추이

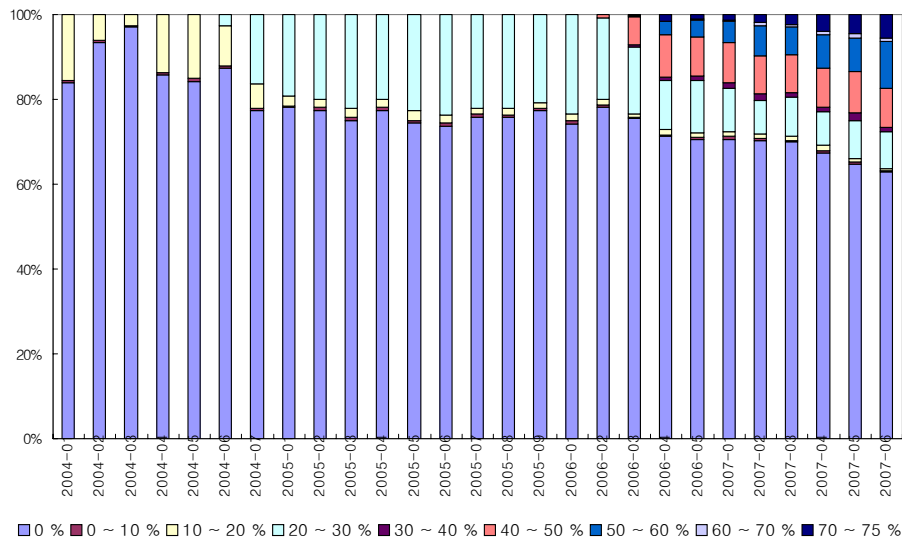


<그림 3> 보금자리론의 평균만기 추이



보금자리론의 만기일 지정 상환금액은 2004년 약 16% 수준에서 2007년 말에는 약 38%로 확대되었다. 이는 KHFC에서 최초 대출원금의 일정금액은 만기에 상환할 수 있는 만기일 지정 상환비율을 2004년 30%에서 2006년 1월 50%, 2006년 4월 75%²⁷⁾까지 확대 시행했기 때문이다. 만기일 지정 상환비율의 확대는 대출 만기시점에 차입자의 원금 상환부담이 늘어나는 경향이 있지만 월별 지급부담은 경감시켜주는 효과가 있다.

<그림 4> 보금자리론의 만기일 지정 상환금액 분포

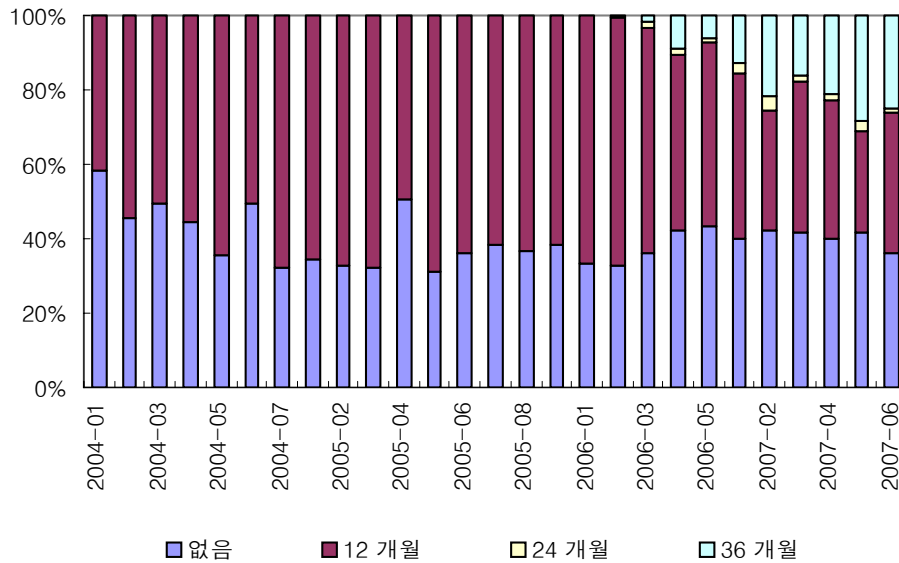


27) 대출만기별 차등적용으로 10년 만기는 75%, 15년 만기는 60%, 20년 만기는 50%, 30년 만기는 30%를 한도로 설정하고 있다.

한편 거치기간별 대출조건을 보면 거치기간 1년의 비중이 가장 높게 나타나고 있으며, 거치기간이 없는 비중도 높게 나타나고 있다. 보금자리론의 평균 거치기간을 보면 거치기간이 없는 보금자리론의 비중은 39.9%, 1년 거치기간 대출은 54.1%, 2년 거치기간은 0.8%, 3년 거치기간이 있는 대출의 비중은 5.2%를 나타내고 있다.

개별 건별 거치기간의 분포를 보면 KHFC MBS 2006-2까지는 1년 거치기간 상품이 주류를 이루어서 동 기간 대출상품중 1년 거치기간 상품의 평균 비중은 60.3%를 차지하고 있는 반면 이후에는 2년, 3년 거치기간 상품이 도입됨에 따라 1년 거치기간 상품의 비중의 평균은 41.8%로 낮아지는 대신 3년 거치기간의 비중이 점차 높아지고 있다.

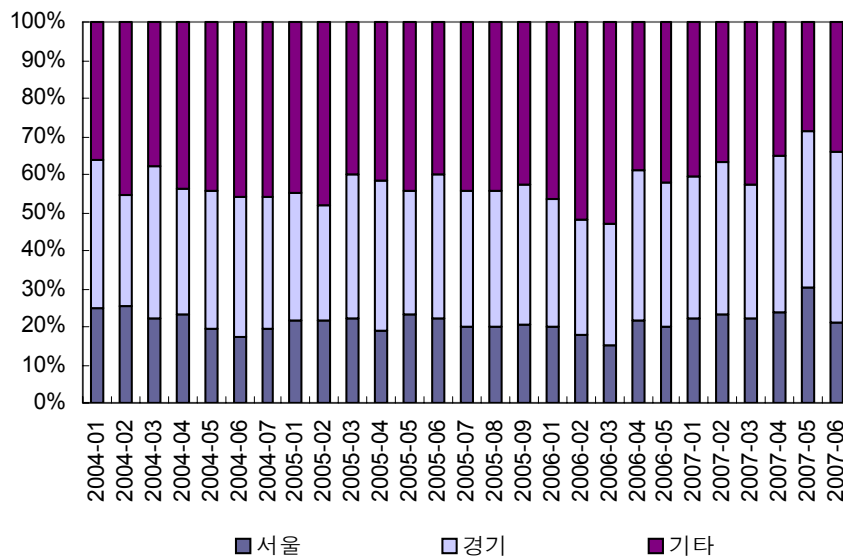
<그림 5> 보금자리론의 거치기간 분포



보금자리론의 지역별 분포를 보면 서울과 경기 지역의 대출이 전체 대출의 57.8%를 차지하고 있어 수도권 지역의 비중이 높은 것으로 나타나고 있다.

개별 MBS의 지역별 분포도 큰 차이를 보이지 않다가 2006년 상반기에 일시적으로 수도권 지역의 비중이 줄어드는 모습을 보이고 있다. 이는 수도권 주택가격의 급상승으로 인해 수도권에 대한 주택담보부 대출 규제가 강화됨에 따라 수도권 지역의 비중이 일시적으로 줄어든 데에 기인한다.

<그림 6> 보금자리론의 지역별 분포

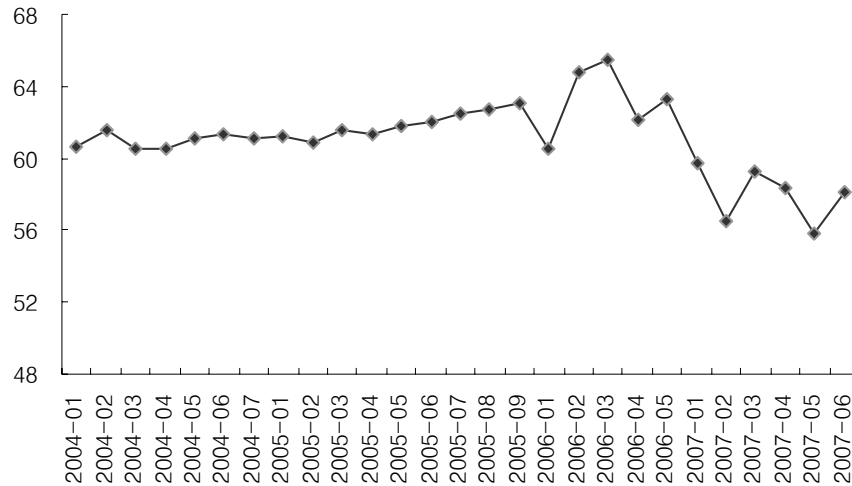


한편 보금자리론의 가중평균 LTV²⁸⁾를 보면 2006년 초까지는 상승하는 모습을 보였으나 그 이후에는 크게 감소하고 있다. 이와 같이 2006년 이후 LTV가 크게 감소한 것은 주택경기 과열에 따른 대출규제정책으로 인해 LTV에 대한 규제가 강화되었기 때문이다.

28) 가중평균 LTV는 $(\sum(LTV \times \text{대출원금})) / (\sum \text{대출원금})$ 로 계산된다.

<그림 7> 보증자리론의 가중평균 LTV 추이

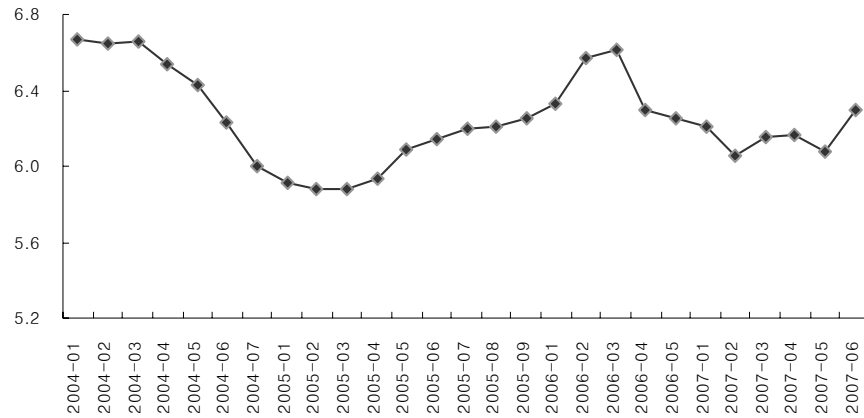
(단위: %)



보증자리론의 금리변화 추이를 보면, 2004년 이후 2005년 초까지 발행된 보증자리론의 금리는 하락하다가 2005년 초부터 2006년까지 발행된 보증자리론은 금리가 상승하여 KHFC 2006-3의 금리가 가장 높았고, 이후에 발행된 보증자리론의 금리는 다소 하락하는 모습을 보이고 있다. 보증자리론의 가중평균 금리는 시중금리수준 및 MBS조달 비용과 관련성이 높은 것으로 나타나고 있다. 즉 시중 실세금리가 상승하여 MBS 발행금리가 올라가면 보증자리론의 금리도 상승하고, MBS발행금리가 낮아지면 보증자리론의 금리가 하락하는 모습을 보이고 있다.

<그림 8> 보험자리론의 가중평균금리 추이

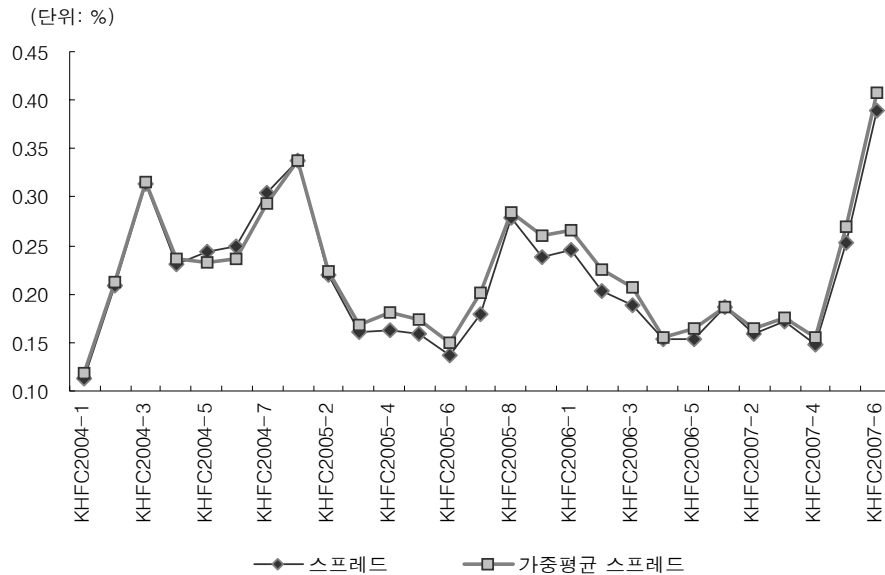
(단위: %)



나. KHFC 발행건별 특성 분석

KHFC MBS의 발행건별 스프레드를 보면, 자금경색기나 시중실세금리가 급격히 상승한 시기에 스프레드가 다소 높은 것으로 나타나고 있다. 2007년 하반기 이후에는 전세계적 신용경색으로 인해 KHFC MBS의 스프레드가 크게 상승하였다.

<그림 9> KHFC MBS의 발행건별 스프레드 추이



- 주: 1) 스프레드는 발행시점의 개별 MBS의 이표금리와 발행전일자 기준 3일간 동일만기 국고채 평균 금리의 차이
- 2) 가중평균 스프레드는 발행금액 가중평균을 의미

KHFC MBS의 만기구조를 보면, 발행기간별로 약간의 조정을 하고 있으며 최근에는 1년 만기 MBS로부터 20년 만기 MBS까지 8개 종목의 다양한 만기의 MBS가 발행되고 있다. 만기구조 조정 추이를 보면, KHFC MBS 2004-1의 경우에는 만기별로 9개 트랜치가 발행되었다. 특히 동 구조에서는 7.5년 만기 증권이 발행되었다는 것이 가장 큰 특징으로 보여진다. KHFC MBS 2004-2의 경우에는 1년 만기 증권이 발행되지 않았고, 이전의 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.

<표 2> 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

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

조기상환 옵션의 도입 추이를 보면, 발행된 MBS 중에 5년 만기 이상의 MBS에 대해서는 콜옵션에 의한 조기상환이 가능한 구조를 도입하고 있다. 또한 KHFC는 부분 콜옵션의 행사 단위를 점진적으로 축소하여 기초자산의 조기상환에 따른 여유자금의 규모를 축소하기 위한 조치를 점진적으로 취하였다. 초기 KHFC MBS의 경우에는 5년물 이상 MBS의 종목별 발행금액 기준 10% 조기상환이 이루어지는 경우 부분상환 콜을 행사할 수 있는 구조를 도입하였으나 이후에는 5%로 행사단위를 축소하였고, 현재는 1%로 감소하였다. 종목별 조기상환 유예기간을 조정하는 등 조기상환과 관련한 콜옵션을 조정함으로써 여유자금의 비중을 줄이려는 노력을 기울여 왔다.

이러한 콜옵션 구조는 기초자산의 조기상환이 증대하는 경우 여유자금을 줄임으로써 효율적인 자금운용이 가능하게 하는 장점을 지니고 있다.

<표 3> KHFC MBS의 콜옵션 유예기간 및 행사배수 변경 내역

회차(발행일)	만 기	콜옵션 유예기간 ¹⁾	콜옵션 행사단위 ²⁾	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(5년몰)
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

부 록 2: OAS 방법에 기초한 KHFC MBS 가격결정 모형

OAS 방법을 사용한 MBS 가격결정의 과정은 크게, (1)이자율 추정, (2)조기상환 모델 추정, (3)이에 따른 현금흐름 추정, (4)각 트랜치별 현금흐름 배분, (5)현재가치 계산의 단계로 나누어 볼 수 있다. 이하의 예제파일을 중심으로 주요기능, 입출력 변수 등을 통해 각 트랜치별 가격결정 과정을 살펴보도록 한다.

○ MBS_Input.m

입력 값: 금리 기간구조, 각 트랜치 구조(원금, 만기, 쿠폰, 조기상환 조건, OAS), 조기상환 단위(원금에 대한 퍼센트 단위), pool에 대한 정보(가중평균 이자율, 가중평균 모기지 론 age)

출력 값: MBS_Pricing.m에서 계산된 트랜치별 가격 및 원금대비 비율

기능: 특정 MBS의 가격결정을 위해 사용자로부터 변수 값을 입력받고 최종 결과 값(가격)을 출력한다.

○ MBS_Pricing.m

입력 값: MBS_Input.m의 사용자 입력값

출력 값: 트랜치별 가격 및 원금대비 비율

기능: 프로그램 메인으로서 MBS 가격 계산 과정의 골격이다. 사용자가 입력한 값을 이용하여 트랜치별 가격을 계산한다. 우선 이자율 기간구조의 시뮬레이션을 위해 BDT_Simulation 함수를

이용하고, 이로부터 이자율 path가 시뮬레이션 개수만큼 얻어지면 path 하나 마다 트랜치 가격을 계산하여 평균한다. 이때 트랜치 가격은 Mortgage_CashFlow 함수를 이용한다. BDT_Simulation 함수와 Mortgage_CashFlow 함수는 아래에서 자세히 설명하도록 한다.

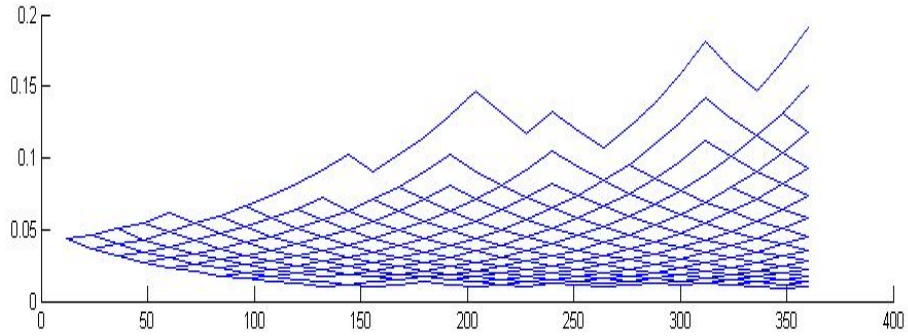
○ BDT_Simulation.m

입력 값: 메인으로부터 받아오는 값은, 관찰되는 국채금리와 각 금리에 해당하는 기간, 그리고 금리의 변동성이다.

출력 값: 생성된 path를 메인 함수로 출력하며, 그 대략적인 모양은 <그림 1>과 유사하다. 단, 모기지론의 현금흐름은 월 단위로 발생하므로, 'P'에서 각 path의 이자율을 차례로 추출하여 쓰기 전에, 각 path의 이자율도 월 단위로 smoothing한다.

기능: MBS 가격결정에 가장 중요한 요소가 조기상환이라고 할 수 있는데, 이 조기상환 금액은 이자율 변동에 큰 영향을 받는다. 따라서 이자율 기간구조가 현재 관찰되는 수준에서 향후 어떻게 변동할 것인지 예측하고 이에 따라 MBS의 가격을 결정하게 된다. 본 보고서에서는 Black-Derman-Toy의 이자율 모델에 근거하여 이자율 기간구조의 변동을 시뮬레이션한다. 당 파일에서는 <표 1>에 서와 같이 'FR' table에 BDT tree를 생성하고, 그 가치를 랜덤하게 올라가거나 내려가면서(randint 함수 이용) path를 생성하여 'P' 테이블의 한 행으로 저장하고 있다(<표 2> 참조). 한 행이 하나의 이자율 변동 시나리오로서, 시뮬레이션 횟수만큼 path가 생성되며, 이 횟수는 'M' 변수에 저장되어 있다.

<그림 1> 이자율 샘플 패스 예시



<표 1> 'FR' table 예시

4.3%	4.7%	5.1%	5.4%	6.2%	6.9%	7.6%	8.4%	9.3%	10.4%	11.6%	13.0%	14.6%	16.5%	18.6%
	3.7%	4.0%	4.3%	4.9%	5.4%	6.0%	6.6%	7.3%	8.2%	9.2%	10.3%	11.5%	13.0%	14.6%
		3.2%	3.4%	3.8%	4.2%	4.7%	5.2%	5.8%	6.4%	7.2%	8.1%	9.1%	10.2%	11.5%
			2.6%	3.0%	3.3%	3.7%	4.1%	4.5%	5.1%	5.7%	6.3%	7.1%	8.0%	9.0%
				2.4%	2.6%	2.9%	3.2%	3.6%	4.0%	4.5%	5.0%	5.6%	6.3%	7.1%
					2.1%	2.3%	2.5%	2.8%	3.1%	3.5%	3.9%	4.4%	5.0%	5.6%
						1.8%	2.0%	2.2%	2.5%	2.8%	3.1%	3.5%	3.9%	4.4%
							1.6%	1.7%	1.9%	2.2%	2.4%	2.7%	3.1%	3.5%
								1.4%	1.5%	1.7%	1.9%	2.1%	2.4%	2.7%
									1.2%	1.3%	1.5%	1.7%	1.9%	2.1%
										1.1%	1.2%	1.3%	1.5%	1.7%
											0.9%	1.0%	1.2%	1.3%
												0.8%	0.9%	1.0%

<표 2> 'P' table 예시

4.3%	4.7%	4.0%	4.3%	4.9%	4.2%	3.7%	3.2%	2.8%	2.5%	2.8%	3.1%	2.7%	3.1%	2.7%
4.3%	3.7%	3.2%	3.4%	3.0%	3.3%	2.9%	3.2%	2.8%	3.1%	2.8%	3.1%	3.5%	3.9%	4.4%
4.3%	4.7%	5.1%	4.3%	3.8%	4.2%	4.7%	4.1%	4.5%	4.0%	3.5%	3.1%	3.5%	3.1%	2.7%
4.3%	3.7%	4.0%	4.3%	4.9%	5.4%	6.0%	6.6%	5.8%	6.4%	7.2%	6.3%	7.1%	6.3%	7.1%
4.3%	4.7%	5.1%	5.4%	4.9%	4.2%	4.7%	5.2%	4.5%	4.0%	3.5%	3.9%	3.5%	3.9%	3.5%
4.3%	3.7%	4.0%	3.4%	3.0%	2.6%	2.9%	2.5%	2.2%	1.9%	1.7%	1.9%	2.1%	2.4%	2.1%
4.3%	3.7%	4.0%	4.3%	3.8%	4.2%	4.7%	5.2%	5.8%	5.1%	5.7%	5.0%	5.6%	5.0%	5.6%
4.3%	4.7%	4.0%	3.4%	3.0%	2.6%	2.9%	3.2%	3.6%	4.0%	3.5%	3.1%	3.5%	3.1%	2.7%
4.3%	3.7%	3.2%	2.6%	3.0%	3.3%	2.9%	3.2%	2.8%	2.5%	2.8%	3.1%	3.5%	3.9%	3.5%
4.3%	3.7%	4.0%	3.4%	3.0%	3.3%	3.7%	3.2%	2.8%	2.5%	2.2%	1.9%	1.7%	1.9%	2.1%
4.3%	4.7%	4.0%	4.3%	3.8%	3.3%	2.9%	3.2%	3.6%	3.1%	2.8%	3.1%	2.7%	3.1%	2.7%
4.3%	4.7%	5.1%	5.4%	4.9%	4.2%	4.7%	4.1%	3.6%	4.0%	3.5%	3.1%	3.5%	3.9%	4.4%
4.3%	3.7%	4.0%	3.4%	3.0%	2.6%	2.3%	2.0%	2.2%	1.9%	2.2%	1.9%	1.7%	1.5%	1.7%

○ Mortgage_CashFlow.m

입력 값: MBS_Pricing 함수에서 이자율 path 시나리오(테이블 'P')와 해당하는 기간에 대한 정보(테이블 'T'), 그리고 해당 MBS 를 구성하는 트랜치들의 각종 계약서상 조건들을 받아온다. 여기에는 각 트랜치의 만기와 원금, 쿠폰, 상환조건이 포함된다. 그 외에 풀의 가중평균이자율(WAC), OAS, '원금의 몇 퍼센트'로 표현되는 상환 단위가 있다.

출력 값: 이자율 시나리오 각각에 대해 계산한 MBS 트랜치별 가격을 평균하여 최종 가격을 출력한다. 이는 트랜치별 현재가치와, 원금대비 현가 비율로 표현한다.

ex: tranche_1 = 878.324825 (100.957%)

기능: 모기지론 풀의 현금흐름으로부터 트랜치의 현금흐름을 계산하는 과정이라고 할 수 있는데, 주어진 이자율 시나리오와 조기상

환 모델 가정에 따라 각 이자율 path별 조기상환 금액을 계산하고 이를 바탕으로 모기지론 풀 전체의 현금흐름을 계산하여 이를 트랜치별로 분배하되 분배 기준은 계약서상 조건에 따른다.

적용되는 이자율 시나리오와, MBS 풀에 들어온 현금흐름을 계약서상의 각 트랜치별 우선순위에 따라 배분하는 과정 등을 눈으로 확인할 수 있도록 현금흐름 과정을 CF_Table에 저장하고 있으며, 여기서는 예로서 <표 3>을 참조하여 설명하도록 한다.

테이블 1열은 MBS 발행일로부터 1개월에서 모기지론 수명인 240개월까지의 진행을 의미한다. 2열은 시뮬레이션된 이자율 기간구조의 한 가지 path이다. 3열의 CPR rate는 모기지론 풀의 연간 조기상환의 속도를 말하며, 본 보고서에서는 제IV장 Schorin 모형에 따라 추정한다. 따라서 CPR은 제IV장에서 추정한 모수를 대입하여 다음과 같이 계산한다.

$$CPR = \begin{cases} 6 + \left(\frac{11}{10}\right)j + 5.053SP, & \text{if } j \leq 10 \\ 17 + 5.053SP, & \text{if } j > 10 \end{cases}$$

여기서 SP는 풀에 적용된 가중평균 이자율과 이자율 변동에 의한 새로운 적용금리간의 스프레드이고 제IV장에서 추정한 모수인 5.053²⁹⁾이 적용되어있다. 위의 연간 CPR을 월별 상환율로 전환하려면 아래 식을 적용하여 간단히 계산된다.

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

29) Schorin 방법으로 추정한 모형중 모형2에 의해 추정된 SP의 계수값이다.

따라서 매월의 조기상환 금액은 해당 월의 SMM에 해당 월의 잔여 원금(테이블의 5열)을 곱하여 계산할 수 있으며 테이블의 6열에서 확인할 수 있다. 4열의 scheduled payment는 모기지론을 만기 상환한다는 계약서상의 가정에 따라 계산된 할부금이다. 조기상환이 일어남에 따라 원금이 줄어들기 때문에 모기지론 풀의 scheduled payment 금액도 줄어드는 것을 확인할 수 있다. 7열의 cash flow는 이 scheduled payment와 예상되는 prepayment 예상의 합계로서, 결국 풀 전체에서 해당 월에 들어올 것으로 예상되는 금액이다. 이 금액으로 우선 발행한 트랜치들의 쿠폰 이자를 지급하고 남은 금액은 다음 월로 이월된다. 전월로부터 이월된 금액과 당월에 발생한 현금흐름을 누적한 것이 8열의 Cumulative Cash Flow 즉, 누적현금흐름이다.

이제 모기지론 풀에서부터 들어올 현금흐름이 추정되었으므로, 이 월별 누적 금액을 모기지론에 바탕을 둔 트랜치들의 현금흐름으로 분배할 수 있다. 모기지론 풀의 조기상환으로부터 야기되는 누적현금흐름이 일정 이상 될 경우, 계약서상의 순서에 따라 MBS 트랜치들도 부분 조기상환(콜)될 것이다. 예의 테이블에서 9, 10, 11월의 트랜치 A는 콜 대상이 아니므로(계약서상) 일반적인 쿠폰 본드와 같이 매월 쿠폰이자만 지급하다가 만기인 36개월 시점에 일시 상환되고 있음을 볼 수 있다. 8월의 누적현금흐름은 11개월째에 1,003.6에 도달하였고, 12개월째 발생한 새로운 현금흐름 117.1(테이블 12행 7열)을 더하면 1,120.7이 된다. 여기서 일곱 트랜치들의 쿠폰을 모두 지급하고 나면 303.0이 된다. 최우선 콜 대상인 트랜치 B가 12개월째부터 콜 가능하므로 이 1,120.7의 현금흐름 내에서 콜 하도록 한다. 단, 콜 단위는 트랜치 원금인 800의 5% 배수이므로, 40의 배수로 한다. 따라서 12개월째의 트랜치 B에 대한 실제 콜 금액 800.0(12행 14열)과 타 트랜치의 이표지불액의 합을 뺀 나머지 303.0(= 1,120.7 - 800.0 - 17.7) 만큼은 테이블 12행 8열에서 보듯이 다음 월로 이월된다. 이런 방식으로 5년 만기의 트랜치 B가 48개월 만에 전액 상환

되었음을 볼 수 있다. 그리고 트랜치 B가 전액 상환되고부터는 그 다음 순위인 트랜치 C가 상환가능하게 된다.

이제 트랜치별로 월별 현금흐름이 정해졌으므로 트랜치별 현재가치를 구할 수 있게 되었다. 트랜치별 월별 현금흐름은 쿠폰이자와 원금상환(조기상환+만기상환)으로 나눌 수 있는데, 예를 들어 트랜치 B의 경우에는 13월이 쿠폰이자, 14월이 원금상환 부분이다. 이들을 행별로 더한 것이 월별 총 현금흐름이며, 이를 해당 월의 이자율 수준에 OAS를 더한 금리로 할인하여 더하면 트랜치 B의 현재가격이 된다. 이런 과정을 모든 트랜치에 대해 수행하며, 이자율 시뮬레이션 횟수만큼 모든 path에 대해 수행하여 트랜치별로 평균을 하도록 한다.

<표 3> CF_Table 예시

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
month	interest rate	CPR	scheduled payment	pool balance	prepayment	cash flow	cumulative cash flow	tranche A 3 yr maturity			tranche B 5 yr maturity		
								balance	coupon payment	principal retirement	balance	coupon payment	principal retirement
1	4.3%	0.12	33.2	4,659.9	50.9	84.1	66.5	870.0	2.9	0.0	800.0	2.9	0.0
2	4.2%	0.14	32.9	4,598.9	58.2	91.1	139.9	870.0	2.9	0.0	800.0	2.9	0.0
3	4.1%	0.16	32.4	4,530.6	65.0	97.4	219.7	870.0	2.9	0.0	800.0	2.9	0.0
11	3.6%	0.26	27.7	3,796.9	92.8	120.5	1,003.6	870.0	2.9	0.0	800.0	2.9	0.0
12	3.7%	0.26	27.0	3,695.3	90.1	117.1	303.0	870.0	2.9	0.0	0.0	2.9	800.0
13	3.7%	0.25	26.4	3,596.6	87.1	113.5	401.7	870.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0
14	3.7%	0.25	25.7	3,501.1	84.0	109.8	496.7	870.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0
15	3.8%	0.25	25.1	3,408.8	80.8	105.9	587.8	870.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0
35	5.6%	0.17	17.1	2,208.5	34.0	51.2	1711.4	870.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0
36	5.6%	0.17	16.9	2,168.3	33.4	50.3	796.9	0.0	2.9	870.0	0.0	0.0	0.0

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% KHFC MBS pricing is implemented in Matlab by YunJean Lee, KAIST, March, 2008.
% Parts of codes are based on Torgovitsky (2006) and London (2007).
% BDT_Simulation.m, the codes that generate the interest tree, is not listed.
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

```

○ MBS_Input.m

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% MBS input. Get information for pricing
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
clear; clc; tic
%% The 2005-03 MBS is priced.

%-----
% input-1: yield curve
%-----
T = [3; 6; 9; 12; 18; 24; 30; 36; 60; 120; 240];% periods in months
Y = [0.0340; 0.0352; 0.0362; 0.0366; 0.0374; 0.0378; 0.0380; 0.0381; ...
0.0407; 0.0465; 0.050]; % spot rates in decimal form

% -----
% input-2: MBS structure
% information for each tranche
% -----
maturity = [3 5 7 10 15 20 21]; % in years
init_balance = [870 800 950 950 800 300 0.1];
cpn_rate = [0.0396 0.0430 0.0456 0.0482 0.0489 0.0493 0.0493];
call_prct = 0.05; % callable this percent much for every 6 month
call_time = [0 1 3 4 5 6 99]; % call option condition. put '0' for non-callable, '99' for the
least priority tranche
wac = 0.059; % estimated from the pool information
oas = [53.2]; % in basis point
wala = 1.57; % weighted average loan age - in month

```

```

% take either OAS info or Market Price info for each tranche given, OAS
% info, get the Price || given, Market Price info, get OAS
choice = 1; % 1 = given OAS, 2 = given Price
oas_tran = [53.8; 53.8; 53.8; 53.8; 53.8; 53.8; 53.8]; % oas for each tranche (in basis
point)
prc_tran = [870 800 950 950 800 300 0.05]; % market price for each tranche

[CF_Table, stability] = MBS_Pricing(T, Y, maturity, init_balance, cpn_rate, call_prcnt,
call_time, ...
    wac, oas, wala, choice, oas_tran, prc_tran);

```

○ MBS_Pricing.m

```

function [CF_Table] = MBS_Pricing(T, Y, maturity, init_balance, cpn_rate, call_prcnt,
call_time, ...
    wac, oas, wala, choice, oas_tran, prc_tran);
%-----
% take biannual yield data from the monthly term structure
%-----
N = 5000;
kappa = 0.001;
t = [1:1:max(T)];
[t, zt] = QuadSpline(T,Y,N,kappa,t);

d_month = 12; % extract yield data for every 'd_month's
t2 = [1:length(t)/(d_month)];
zt2 = [1:length(t)/(d_month)];
for p=1:length(t)/(d_month)
    t2(p) = t(p*(d_month));
    zt2(p) = zt(p*(d_month));
end
%-----

```

```

% Build BDT tree
%-----
V = ones(size(t2))*0.12;
[P, FR] = BDT_Simulation(t2,zt2,V);

%-----
% for face $100,000
%-----

clear FR T t zt Y p
if choice == 1
    if (size(maturity)==size(init_balance))
        [CF_Table] = Mortgage_CashFlow(P,t2, maturity, init_balance, cpn_rate, ...
            call_prnt, call_time, wac, oas, wala, choice, oas_tran);
    else
        error('the input size must match for maturity, init_balance, cpn_rate and call_time
matrix');
    end
elseif choice == 2
    if (size(maturity)==size(init_balance))
        [CF_Table, oas_adjust] = Mortgage_CashFlow(P,t2, maturity, init_balance, cpn_rate,
...
            call_prnt, call_time, wac, oas, wala, choice, prc_tran);
    else
        error('the input size must match for maturity, init_balance, cpn_rate and call_time
matrix');
    end
end
%v % average MBS price

toc

return

```

○ Mortgage_CashFlow.m

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% (P, T: term structure support matrix and associated times
% maturity, init_balance, cpn_rate, call_time, wac, oas, call_prnt);
%OUTPUT:
% (v,V): E[NPV] and discounted cash flow support matrix
% CF_Table : cash flow table to check calculation steps
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

function [v, V, CF_Table, oas_adjust] = Mortgage_CashFlow(P,T, maturity, init_balance,
cpn_rate, ...
    call_prnt, call_time, wac, oas, wala, choice, choice_info)

%-----
% parameter setting
%-----

tau = 1; % frequency of payments (in months).
%wac = wac; % fixed interest rate for the mortgage.
principallevel = sum(init_balance); % starting principal of the mortgage (MBS).
tran_num = size(maturity,2); % number of the tranche
oas = oas/10000; % OAS in decimal point
if choice == 1
    oas_tran = choice_info/10000;
else
    prc_tran = choice_info;
    oas_adjust = ones(size(P,1),tran_num)*oas; % adjustment starting value
end

t = tau:tau:T(length(T));
V = zeros(size(P,1),length(t));
N = 1000;
kappa = 0.01;
% CF_Table = [1:1];

```

```

disc_Vs = zeros(size(V,1),(1+tran_num));
cpr_Table = [1:1];

for i = 1:1:size(V,1)
    clear CF_Table % to save memory
    CF_Table = [1:1]; % re-define the table
    principal = principallevel;
    [t ft] = BuildYieldCurve(T,P(i,:),N,kappa,t); % curve-fit each path.
    a = MortgageCFAnnuity(principal,wac,t(length(t)),tau); % determine the initial annuity
    level.

    L = size(V,2);
    CF_Table(1:L,1) = (1:L); % month numbering
    CF_Table(1:L,2) = ft; % applied int.rate

    for j = 1:1:L-1
        V(i,j) = a; % the annuity is paid.
        CF_Table(j,3) = a; % scheduled payment(principal+interest)
        % adjust the principal to reflect that the annuity has already been paid.
        principal = MortgageCFPrincipal(a,wac,t(length(t)),tau,j);
        CF_Table(j,4) = principal; % remaining balance

        sr = mean(ft(1:j)); % recover the spot rate.
        ref = mean(ft(j:j+59)) + initial_spread; % add initial spread (mortgage rate - 5-yr
        spot at the contract date) to the 5-yr spot rate to obtain the refinancing rate at each node

        SP = max((wac-ref)*100, 0);
        if j<= 10 % modified CPR equation
            cpr = 6 + (11/10*j) + param * SP;
        else
            cpr = 17 + 5.053*SP;
        end
        cpr_Table(j,1) = cpr;
        smm = 1-(1-cpr)^(1/12);
    end
end

```

```

CF_Table(j,5) = smm*principal; % Prepayment amount
V(i,j) = V(i,j) + smm*principal;
principal = (1-smm)*principal;
a = (1-smm)*a;

CF_Table(j,6) = V(i,j); % cash flow before the discount
CF_Bal = CF_Table(j,6); % the initial amount to be distributed to each tranches
this month

%-----
% calculate the cumulated cash flow
%-----
if j == 1
    CF_Table(j,7) = CF_Bal;
    Cum_CF_Bal = CF_Bal;
else
    CF_Table(j,7) = CF_Bal + CF_Table(j-1,7);
    Cum_CF_Bal = CF_Table(j,7);
end

V(i,j) = V(i,j)*exp(-(sr+oas)*(t(j)/12)); %Discount
CF_Table(j,8) = exp(-(sr+oas)*(t(j)/12)); % discounting factor

% distribute the cash flow (received_CF_bal) for coupon payments
% consider the CF is always enough for the coupon payment (to be altered)
tmpSum = 0;
for k=1:tran_num
    r2 = cpn_rate(1,k); prepayment=0;
    if j==1 % the first month
        p2 = init_balance(1,k);
        CF_Table(j,(3*k-2)+8) = p2; % outstanding balance of the Tranche
        CF_Table(j,(3*k-1)+8) = p2*r2/12; % coupon payment this month
        CF_Table(j,(3*k-0)+8) = 0; ; % prepayment
    elseif j==(maturity(1,k)*12) % the maturity of the tranche
        p2 = CF_Table(j-1,(3*k-2)+8);

```

```

        CF_Table(j,(3*k-2)+8) = 0;           % at maturity balance is zero
        CF_Table(j,(3*k-1)+8) = p2*r2/12;
        CF_Table(j,(3*k-0)+8) = p2;         % make the balance zero
    elseif j<(maturity(1,k)*12)
        p2 = CF_Table(j-1,(3*k-2)+8);
        CF_Table(j,(3*k-2)+8) = p2-prepayment;
        CF_Table(j,(3*k-1)+8) = p2*r2/12;
        CF_Table(j,(3*k-0)+8) = prepayment;
    end
    tmpSum = tmpSum + p2*r2/12; % sum of every coupon payments for the
month
end

%-----
% then, decide 'call' and adjust the remaining principal columns
%-----
Cum_CF_Bal = Cum_CF_Bal - tmpSum;
if rem(j,3)==0 % callable every 3 month & no need to call if maturity

    if Cum_CF_Bal > 0 %not a "while" clause
        for k=1:tran_num % check if prepayable, tranche by tranche
            if j < (maturity(1,k)*12)
                tranche_Bal = CF_Table(j-1,(3*k-2)+8); % outstanding balance of
THE tranche

                call_Unit = init_balance(1,k)*call_prct;

                %-----
                % put conditions to start prepayment:
                % prepayable & prepay term's started
                % &Cum_CF_Bal bigger than the minimum prepay amt. &
tranche_Balance is not zero
                %-----
                if (call_time(1,k) > 0) && (tranche_Bal > 0 ) && (j >=
call_time(1,k)*12) && (Cum_CF_Bal >= call_Unit)
                    %k, floor_int = floor(tranche_Bal/call_Unit)

```

```

        if call_Unit > tranche_Bal;
            CF_Table(j,(3*k-0)+8) = tranche_Bal; % prepay all
Cum_CF_Bal

            CF_Table(j,(3*k-2)+8) = 0; % adjust tranche balance
            Cum_CF_Bal = Cum_CF_Bal - tranche_Bal; % adjust
CF balance

        else
% "floor" decide how many times of call_unit to call
            call_Amt = call_Unit * floor(min(Cum_CF_Bal,
tranche_Bal)/call_Unit);

            CF_Table(j,(3*k-0)+8) = call_Amt; % prepayment amt
            CF_Table(j,(3*k-2)+8) = tranche_Bal - call_Amt;% adjust
tranche balance

            Cum_CF_Bal = Cum_CF_Bal - call_Amt; % adjust CF
balance

        end

        if tranche_Bal > 0
% the prior tranche should be fully prepayed before the next tranche starts to be called.
            break
        end

    end

    if (call_time(1,k) > 0) && (tranche_Bal > 0)
% the prior tranche should be fully prepayed before the next tranche starts to be called.
        break
    end
    end % "if j < (maturity(1,k)*12) " end
end % "for" end
end % "if" end
end

% rewrite the Cum_CF_Bal before it goes to the next month
CF_Table(j,7) = Cum_CF_Bal;

```

```

end
% No prepayment can occur at the last payment date, so only the annuity
% is paid.
V(i,L) = a;
V(i,L) = V(i,L)*exp(-(sr+oas)*(t(L)/12));
CF_Table(L,6) = a; % cash flow before the discount
CF_Table(L,7) = V(i,L);

%-----
% the value of the MBS is the average of sum of each tranche
% and the each tranche's value is discounted(present) value of
% sum of its' coupon payment and the prepayment plus the principal payment
%-----
for j=1:L
    disc_Vs(i,1) = disc_Vs(i,1) + ( CF_Table(j,7) * CF_Table(j,8) );
end

% -----
% calculate the tranche prices; into "disc_Vs"
%-----
if choice == 1
    for k=1:tran_num
        for j=1:L
            disc_Vs(i,k+1) = disc_Vs(i,k+1) + ...
                (CF_Table(j,(3*k-1)+8) + CF_Table(j,(3*k-0)+8)) * ...
                exp(-(ft(j)+oas)*(t(j)/12)); %add oas of each tranche to the discounting
factor
        end
    end

% -----
% turn the tranche OAS into "oas_adjust"
%-----
else
    for k=1:tran_num
        prcnt_diff = 100;

```

```

while abs(prcnt_diff) >= 0.1
    disc_Vs(i,k+1) = 0;
    for j=1:L
        disc_Vs(i,k+1) = disc_Vs(i,k+1) + ...
            (CF_Table(j,(3*k-1)+8) + CF_Table(j,(3*k-0)+8)) * ...
            exp(-(ft(j)+oas_adjust(i,k))*(t(j)/12)); %add oas of each tranche to
the discounting factor
    end
% percentage difference between the model and market
prcnt_diff = ( disc_Vs(i,k+1) - prc_tran(k) ) / prc_tran(k);
if prcnt_diff > 0
    adjustment = min(max(prcnt_diff, 0.01), 0.3);
else
    adjustment = -1 * min(max(-1*prcnt_diff, 0.01), 0.3);
end
oas_adjust(i,k) = oas_adjust(i,k) * (1+adjustment);
end %while end
end

end

v = mean(sum(V'));
averages = mean(disc_Vs);
KHFS = averages(1)
all_tranches = 0;

for i=1:tran_num
    x1 = averages(i+1);
    x2 = x1/init_balance(i)*100;
    disp(sprintf('tranche_%d = %f (%g%%)', i,x1, x2));
    all_tranches = all_tranches + x1;
end
all_tranches

```

```
if choice ==2
    adjusted_oas = mean(oas_adjust);
    for i=1:tran_num
        x1 = adjusted_oas(i);
        disp(sprintf('OAS_%d = %f ', i,x1));
    end
end

return
```