

실물옵션을 통한 부동산의 최적 투자시점에 관한 연구

—기숙사 개발 사례를 중심으로—

A Study on the Investment Timing and Business Analysis of Real Estate Utilizing the Real Option Valuation

—Focus on the University Dormitory Development Case—

정 성 훈* · 박 근 우**

Jeong, Seong-Hoon · Park, Keun-Woo

目 次

I. 서 론	IV. 사례 연구
1. 연구의 배경 및 목적	1. 전통적 방법을 통한 기숙사 개발 사업평가
2. 연구의 범위 및 방법	2. 실물옵션을 통한 기숙사 개발 사업 평가
II. 선행연구	V. 결 론
1. 의사결정에 관한 기존연구	<abstract>
2. 부동산 가격결정에 관한 기존연구	<참고문헌>
III. 연구방법	
1. 현금할인법	
2. 이항옵션모형	
3. 연기옵션과 투자시점	

ABSTRACT

1. CONTENTS

(1) RESEARCH OBJECTIVES

The purpose of this study is find a method suitable for business analysis of the dorm and find the best investment timing which using the option to delay

(2) RESEARCH METHOD

In this study, making use of the Real Option Valuation method, were analyzed dormitory feasibility.

* 주 저 자 : 대구가톨릭대학교 경제금융부동산학과, 조교수, 경영학박사, james1101@cu.ac.kr

** 교신저자 : 지우감정평가법인 개발금융연구소 연구원, pkw8810@cu.ac.kr

▷ 접수일(2014년 2월 11일), 수정일(1차 : 2014년 3월 20일, 2차 : 2014년 4월 16일), 게재확정일(2014년 5월 20일)

(3) RESEARCH FINDINGS

In this study, Using the traditional DCF method, can find the NPV value. And we can find the ENPV(Expanded Net Present Value) value through the binomial tree of ROV method. Furthermore we try to find the best investment timing which using the delay option. And then in this study can find an ENPV value of each session and the best investment timing.

2. RESULTS

The research are as flows. The ENPV value is 12,518,231 thousand won, NPV is 10,684,543 thousand won and ROV value is 1,833,688 thousand won. Moreover in case study, through the delay option, can find the best investment timing is 0 session.

3. KEY WORDS

- Dormitory Valuation, Real Option Valuation, Binomial Tree, The Option to Delay, The Best Investment Timing

국문초록

최근 들어 부동산 개발 시장에 대해 기존의 현금흐름할인법(DCF)으로 개발 프로젝트의 가치를 평가하는 것은 변동성을 고려하지 못하기에 적절하지 못하다. 기숙사 또한 최근의 학생 수 급감 등의 다양한 변동성이 내재되어 가치평가 시 같은 문제에 봉착하고 있다. 따라서 본 연구에서는 실물옵션(ROV)기법인 이항옵션모형을 사용하여 프로젝트를 평가하였고, 연기옵션을 이용할 때 투자시점 판단에 있어 정량적 기법을 제시했다. 분석 결과 NPV가 106억 8454만 원 ENPV의 가치는 125억 1823만 원으로 미래의 불확실성에 대한 변동성 및 전략적 가치가 18억 3368만 원이 산출되었으며 최적투자시점은 0년으로 산출되었다. 즉, 연기를 하지 않는 것이 합리적이라고 산출 되었다. 이러한 결과가 나오는 것은 변동성이 낮기 때문이라 할 수 있다.

핵심어 : 기숙사 가치평가, 실물옵션, 연기옵션, 이항격자모형, 최적투자시기

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

과거 한국의 부동산 개발 시장은 지속적

으로 성장해왔고 프로젝트 수익률도 비교적 안정적이고 높아서 다른 사업에 비해 투자가 활발히 되었다. 하지만 외환위기 이후 다양한 위험성이 내제되었고 항상 수익을 얻는 것은 불가능 하게 되었다. 그리고 불확실성의 증가

와 함께 자본예산(Capital budgeting)의 중요성이 부각되었다.

자본예산이란 비유동자산의 투자 여부의 결장과 이에 소요되는 장기자본의 조달 및 배분에 관한 장기계획이며¹⁾ 외환위기 이전 불확실성이 낮았을 때 부동산 개발사업의 사업성을 분석하기 위해서 현금할인법(DCF : Discounted Cash Flow)을 사용하여 프로젝트의 시행 여부를 분석하였다. 그러나 외환위기 이후 부동산의 사업성 분석에는 불확실성이 높아져서 현금할인법의 평가방법만을 가지고는 프로젝트의 사업성을 분석하기에 적절하지 못하다는 평가를 받고 있으며 보다 정교한 평가 방법이 필요하게 되었다. 이러한 점은 대학의 기숙사 또한 마찬가지이다. 학생수의 감소로 인한 불확실성이 커지는 지금 대학교 기숙사의 사업성 분석에서도 의사결정의 유연성과 많은 위험을 고려하기 시작했다. 하지만 대학교 기숙사의 수익성 분석 또는 사업의 타당도 분석에 대한 연구는 이루어지지 않았으며 각 대학의 기숙사 사업에서도 학생 수 급감에 따른 다양한 옵션을 생각해야 하는 상황에 직면하게 되었다. 이러한 상황에서 대표적인 사업성 분석의 도구인 현금할인법만 가지고는 다양한 불확실성에 대응할 수 없기에 본 논문에서는 대학의 기숙사 사업의 타당성을 분석하기 위해서 현금할인법과 실물옵션(Real Option Valuation)의 하나인 이항트리(Binomial Tree)를 비교해보고 기숙사 개발 사업을 연기했을 때 어떠한 시점에서 최적의 투자가 이루어질 수 있는지 분석하려 한다.

2. 연구의 범위 및 방법

본 연구의 공간적 범위는 A 대학의 신축 예정인 B 기숙사에 한정 하였으며 시간적 범

위는 건축기간 2년 운영기간 4년으로 가정하였다.

본 연구의 수행방법으로는 우선 현금할인법을 이용하여 기숙사 B를 순현재가치(Net Present Value)를 산출하고 사업성 분석을 한다. 이후 실물옵션의 방법 중 하나인 이항옵션모형을 이용하여 확장된 순현재가치(ENPV : Expanded or Strategic Net Present Value)를 산출하여 전통적인 현금할인법으로 산출된 순현재가치와 비교한다. 이후 투자를 연기했을 시의 연기옵션의 가치를 알아보고 최적 투자 시점을 산출해본다.

II. 선행연구

1. 의사결정에 관한 기존연구

부동산과 같은 비유동자산에 장기간 투자하기 위해 투자가치를 평가하는 것에 대해서 Dean(1951)²⁾이 최초로 자본예산에 대한 연구를 시작한 이래로 현금할인법에 대해 다양하게 연구되었고 Harold Bierman Jr. and Seymour Smidt(1971)³⁾에 의해 투자가 정의되고 본격적으로 연구가 시작되었다.

그러나 Hayes and Garvin(1982)⁴⁾에서는 현금할인법이 과거와 현재의 경제 환경에 대한 오인과 이론적용방식의 큰 오류로 투자에 대한 선입견을 갖게 하는 2가지 이유로 투자하려는 의지를 감소시킨다고 주장하였다.

이러한 현금할인법의 오류를 보완하기 위해 경영 의사결정에 대한 연구가 이루어졌는데 Magee(1964)⁵⁾에서는 의사결정을 위해 의사결정 트리를 이용하여 의사결정을 하였고

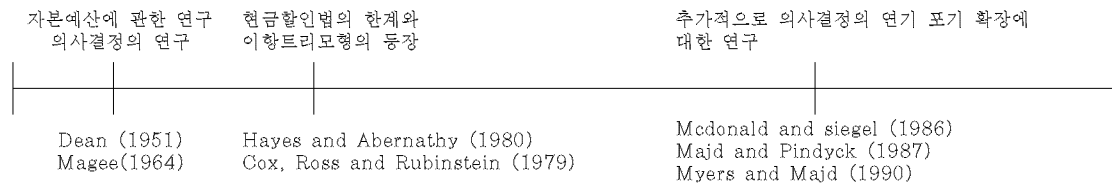
1) 조지호, 정성훈, 현대재무관리, 박영사, 2012, p.96.

2) Joel Dean, *Capital budgeting*, Columbia University Press, 1951 p.131.

3) Harold Bierman Jr. and Seymour Smidt, *The capital Budgeting Decision*, Macmillan Co., 1971 p.4.

4) Hayes, Robert and David Garvin "Managing as if Tomorrow Mattered", *Havard Business Review*, May-June 1982, Vol 60, pp.71-79.

〈그림 1〉 의사결정에 관한 연구



의사결정트리를 발전시킨 Cox, Ross and Rubinstein(1979)⁶⁾에 의해 이항트리를 이용한 옵션의 가격 결정모형이 개발되어졌다. 이항트리를 이용한 옵션의 가격결정모형은 50,000 기간까지 늘리게 될 경우 Black and Scholes(1973)⁷⁾에서 제시했던 옵션의 가격 결정 모형과 같아지는 모습을 볼 수 있었다.

최근에는 이항분포 모형과 관련된 연구에서는 투자자 또는 경영자가 할 수 있는 의사결정인 연기, 포기, 확장 등에 대한 연구가 추가적으로 이루어졌다.(McDonald and Siegel 1986, Majd and Pindyck 1987, Myers and Majd 1990)⁸⁾ 그리고 Trigeogis(2005)⁹⁾는 미래불확실성의 조절이 전체 프로젝트의 가치를 조절시키는 것을 ENPV를 통해 나타내었으며 각 옵션을 사용 프로젝트별로 분류하였다. 또한 임금순(2007)¹⁰⁾에서는 차세대 이동통신사업에 대해 이항모형

을 이용하여 실물옵션분석을 사용하였다.

2. 부동산 가격결정에 관한 기존연구

국내 부동산에 이항모형을 이용한 연구로는 조주현, 박홍일(2004)¹¹⁾가 있다. 여기에서는 운영상의 유연성을 의사결정 트리에 반영하기 위해 우선 가상의 부동산개발 사업을 NPV(Net Present Value)분석을 하고 이후 실물옵션을 이용하여 옵션별(포기, 연기, 확장, 축소) 타당성을 분석 및 비교하였다.

그리고 전재범, 이상수(2010)¹²⁾는 투자를 통해 얻을 수 있는 현금흐름의 불확실성과 경영선택의 유연성은 사업의 가치에도 영향을 미친다고 보고 옵션가격결정이론을 바탕으로 실물자산인 부동산 REITs(Real Estates Investment Trust)의 가치를 평가 및 투자시기를 결정하였다. 또한 투자시기 결정을 위

5) Magee, J. "How to Decision Tree in Captital Investment", *Havard Business Review*, 1964, v.42, pp.69-79.

6) Cox, J. C, Ross, S. A. and Rubinstein, M, Option Pricing: A Simplified Approach, *Journal of Financial Economics*, 7, 1979, pp. 229-263.

7) Black, F. and Scholes, M, "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", *Journal of Political Economy*, 1973, 81, pp.637-659.

8) Majd, S., Pindyck, R, "Time to build, option value and investment decisions.", *Journal of Financial Economics*, 1987, 18, pp.7-27.

McDonald, R., Seigel, D, "The value of waiting to invest", *Quarterly Journal of Economics*, 1986, 101(4), pp.707-727.

Myers and S, Majd, *Abandonment Value and Project Life*, Advanced in Futures and Operations Research, 1990, pp.1-21.

9) Trigeogis, L, "Making Use of Real Options Simple: An Overview and Applications in Flexible/Modular Decision Making", *The Engineering Economist*, 2005, 50, pp.25~53.

10) 임금순, "프로젝트 가치평가와 투자시기결정을 위한 다중 실물옵션 분석모형", 서울대학교 산업대학원 박사학위논문, 2007, pp.114-148

11) 조주현·박홍일, "이항옵션모형을 이용한 부동산 개발가치 평가에 관한 연구", 부동산학연구, 한국부동산분석학회, 2004, 제10권 제1호, pp.37-60.

12) 전재범·이상수, "옵션가격결정이론에 기반한 실물자산의 투자시기 결정", 한국건설관리학회 논문집, 한국건설관리학회, 2010, 11, 제11권 제6호, pp.54-64.

해서 수학적 변분원리를 도입하여 이론모형을 구성했으며, 이를 통해 실물자산 투자시기 결정을 위한 이론적인 틀을 제시하였다. 유승동(2013)¹³⁾의 경우에는 부동산 개발을 평가함에 있어서 기존 논문들과는 달리 이항트리를 사용하지 않고, 연속시간체계에서 실물옵션의 가치를 도출하였다.

권태인, 이상효, 김재준(2011)¹⁴⁾에서는 현금흐름할인법을 이용할 경우 불확실성에 대한 예측력이 떨어지고 경영의사선택의 유연성이 부족하여 기존의 재무적 투자자들의 투자기피성향이 나타난다고 판단하였다. 이에 포기옵션을 이용하게 되면 사업이 실패할 때의 위험(risk)을 줄일 수 있게 되고 이로 인해 재무적투자자들을 유인할 수 있게 된다고 판단하였다. 연구의 방법은 미래의 불확실성과 투자의 의사결정의 선택권을 고려한 이항옵션 방법을 사용하였으며 결과 재무적 투자자들이 예상했던 기대수익과 다른 수익률이 나타난다면 전략적으로 대응할 수 있는 포기옵션의 가치를 2,081백만 원으로 산정하였다.

해외의 사례로는 Guthrie(2009)¹⁵⁾가 상업 부동산의 융통성 있는 개발을 평가하는 방법에 대해 실물옵션 분석을 사용하여 설명하였다. 그리고 Jihoon Kang(2004)¹⁶⁾은 송도 신도시 프로젝트의 사례를 실물옵션 및 의사결정트리를 이용하여 분석하였으며 대형 프로젝트에는 실물옵션을 이용하는 방법이 적합하다고 주장하였다. 또한 구승환, 왕핑, 장성웅(2013)¹⁷⁾은 해외부동산에 투자할 때의 의사결정에 대한 방법으로 실물옵션을 제시하

며, 서울과 상하이의 부동산 시장을 대상으로 순현재가법과 실물옵션기법을 비교하였다. 분석 결과 순현재가법을 이용할 때 서울의 투자가치가 높게 산출되지만 실물옵션기법을 사용하면 상하이의 가치가 더 높게 산출되어 실물옵션기법을 사용하여 의사결정하는 것이 더욱 적합한 것으로 나타났다고 밝혔다.

Ⅲ. 연구방법

1. 현금할인법

대표적인 수익형 부동산의 사업성을 분석하는 방법에는 현금할인법(DCF : Discounted Cash Flow)이 있다. 현금할인법이란 화폐의 시간적 가치를 고려해 미래의 가치를 현재의 가치로 할인하여 미래에 기대되는 현금유입액의 현재가치를 서로 비교하여 투자가치를 평가하는 방법이다.¹⁸⁾ 현금할인법의 종류로는 내부수익률법(IRR : Internal Rate of Return)과 순현재가법(NPV : Net Present Value Method)이 있다.

내부수익률법(IRR)을 이용한 사업성분석은 다음과 같은 식으로 평가할 수 있다.

$$\sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{O_t}{(1+r)^t}$$

13) 유승동, "부동산 개발의 실물옵션에 대한 분석적 고찰", 한국금융공학회 학술발표논문집, 한국금융공학회, 2013, 2013권1호, pp.267-280.

14) 권태인 · 이상효 · 김재준 "부동산 개발사업에 지분투자 형태의 재무적투자자 유인을 위한 실물옵션 적용 연구", 大韓建築學會論文集 計劃系, 대한건축학회, 2011.1. 제27권(제 1호), pp.165-172.

15) Graeme Guthrie "Evaluating Real Estate Development Using Real Option Analysis", Victoria University of wellington, 2009. pp.9-20.

16) Jihoon, Kang, "Valuing Flexibilities in Large-Scale Real Estate Development Projects", Massachusetts Institute of Technology, 2004. pp.77-127.

17) 구승환 · 왕핑 · 장성웅 "실물옵션을 활용한 해외 부동산 투자 가치평가 연구", 한국산학기술학회 논문지, 한국산학기술학회, 2013, 제14권(제11호), pp.5456-5475.

18) 조지호 · 정성훈, 현대재무관리, 박영사, 2012, p.108.

두 항이 같아지게 만드는 내부수익률(r)이 투자안의 요구수익률보다 같거나 클 경우 사업을 채택하는 방식이다.

순현재가법(NPV)은 아래의 식 2를 통해서 산출된 NPV값이 0과 같거나 높은 경우 사업을 채택하는 것이다.

$$\sum_{t=0}^n \frac{O_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+r)^t} = NPV$$

$NPV \geq 0$ 채택, $NPV < 0$ 기각

2. 이항옵션모형

기존의 현금할인법을 이용할 때에 반영되지 않는 의사결정의 유연성 또는 불확실성 조절의 가치를 포함하기 위해서는 실물옵션(Real Option Value)을 활용할 필요가 있다(Myers 1984)¹⁹⁾. 여기에서 실물옵션이란 금융옵션에서 파생된 개념²⁰⁾이며 금융자산이 아닌 실물자산(Real assets)을 기초자산으로 한 옵션의 형태라 할 수 있다. 실물옵션을 다루기 위해서는 Trigeogis(2005)²¹⁾에서는 ENPV방식을 통해서 기존의 NPV방식과 불확실성의 가치를 고려하는 방식이 존재한다.

$$ENPV = NPV + ROV$$

ENPV(Expanded or Strategic Net Present Value) : 불확실성을 고려한 확장된 순 현재가치

NPV(Net Present Value) : 전통적인 순 현재가치

ROV(Real Option Value) : 실물옵션의 가치로 나타나며 불확실한 미래에 대해 유연하게 대처한 가치와 전략적 가치의 합

확장된 순 현재가치와 실물옵션을 고려하기 위해서 이항옵션모형을 사용하는 방법이 있는데 이항옵션모형은 Cox, Ross and Rubinstein(1979)²²⁾에서 변동구간에 따라서 이산적으로 변하는 모형으로써 1979년 최초로 제시된 이후 다양한 분야에 적용이 되어졌다. 이항모형의 특징은 전진이연과정(Rolling Forward Process)의 이항옵션을 이용하면 이항격자모형을 구축하여 매기간의 상태를 확인할 수 있으며 역순환과정(Recursive Backward Iteration)을 이용하면 옵션의 현재가치를 알 수 있게 된다는 점이다.

이항옵션을 활용한 현재가치를 파악하기 위해서는 먼저 이항옵션 변수들의 설정이 필요하다.

〈표 1〉 이항옵션모형을 위한 변수설정

S	프로젝트의 현재가치(투자수익)
X	행사가 (투자비용)
r	무위험 이자율
σ	프로젝트 가치의 불확실성
Δt	변동구간
T	옵션 만기기간

〈표 1〉에서 제시된 변수들은 흔히 금융 옵션에서 볼 수 있는 변수들이며 이를 실물옵

19) Myers, "Finance Theory and Financial Strategy", Massachusetts Institute of Technology, 1984, pp.126-137.

20) 양동훈 외 3인 "실물옵션을 이용한 가치평가와 투자의사 결정: IT 프로젝트 사례를 중심으로", 경영교육연구, 경영교육학회, 2006. 8. 제10권(제 1호), p.242.

21) Trigeogis, L, "Making Use of Real Options Simple: An Overview and Applications in Flexible/Modular Decision Making", *The Engineering Economist*, 2005, 50, pp.25~53.

22) Cox, J. C, Ross, S. A. and Rubinstein, M, "Option Pricing: A Simplified Approach", *Journal of Financial Economics*, 1979. 7, pp. 229-263.

선에 적용하여 아래의 식에 대입하면 프로젝트의 상승확률(u)과 하락확률(d) 그리고 위험 중립 확률(p)을 도출할 수 있다.

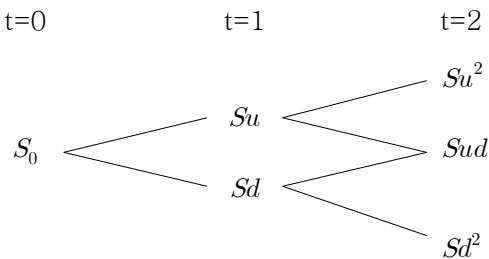
$$\text{상승확률 } u = e^{\sqrt{\Delta t}}$$

$$\text{하락확률 } d = e^{-\sqrt{\Delta t}}$$

$$\text{위험 중립 확률 } p = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d}$$

상승확률과 하락확률 그리고 위험 중립 확률은 이항 옵션 모델을 구성할 때 중요한 요소이다. 위의 확률변수를 대입하여 전진이연과정(Rolling Forward Process)을 실시할 때에는 <그림 2>와 같이 프로젝트의 현재가치에 상승확률을 곱한 값을 상승시의 가격으로, 하락확률을 곱한 값을 하락할 때의 가격으로 나타낼 수 있다.

<그림 2> 이항옵션모델의 분화형태

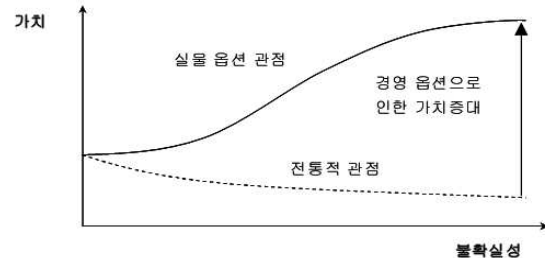


전진이연과정과 역순환과정을 <그림 2>의 이항 격자 모형으로 나타낼 수 있으며 아래의 식을 통해서 콜옵션과 풋옵션 같은 형태를 보인 옵션의 가치를 산정할 수 있다.

$$S_0 = \frac{pS_u + (1-p)S_d}{e^{r\Delta t}}$$

위의 식에 속한 상승확률과 하락확률 그리고 위험 중립확률의 식을 통해 프로젝트 가치의 불확실성(σ)이 프로젝트의 ENPV에 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 임금순(2007)²³⁾에서는 불확실성과 가치 평가에 대해 <그림 3>과 같은 다음의 그래프로 나타내고 있다.

<그림 3> 불확실성과 가치평가



자료 : 임금순, 서울대학교 박사학위논문, 2007, pp.17 인용

경영 옵션으로 인한 가치 증대가 바로 ROV가 될 것이며 기존의 전통적 NPV분석은 이러한 점을 반영하지 못해서 프로젝트의 가치를 낮게 평가한다는 것이다. 그리고 Grenadier(1996)²⁴⁾는 불확실성이 증가하면 토지가격이 상승하는 것을 보여 주었다. 따라서 프로젝트 가치의 불확실성 추정이 중요한데 이에 대해서는 다양한 방법이 존재한다. 금융자산의 경우 불확실성 추정을 위해서 대량의 과거 데이터를 이용하면 되지만 실물 자산의 경우 부족한 경우가 많다. 특히 기숙사의 경우 학생 수의 변동이 변동성(σ) 산출의 중요한 요인이 될 것인데 이를 예측하기가 힘들어 본 연구에서는 대용변수(Proxy Variable)인 A 대학이 속한 지역의 지가변화를 사용하였다.

다음으로 본 연구에서 연구할 옵션의 형태는 손실이 발생할 경우에는 권리행사를 하지 않는 콜옵션의 형태가 될 것이며 이를 위

23) 임금순, "프로젝트 가치평가와 투자시기결정을 위한 다중 실물옵션 분석모형", 서울대학교 산업대학원 박사학위논문, 2007. p.17.

24) Grenadier, S, "The Strategic Exercise Of Options: Development Cascades And Overbuilding In Real Estate Markets," *Journal of Finance*, 1996, 51(5), pp.1653-1679.

한 프로젝트의 가치(ENPV)를 산정하기 위해서는 콜옵션의 가치산정과 같은 다음의 식을 사용할 것이다.

$$\begin{aligned} S_t &\geq X = S_T - X \\ S_t &< X = 0 \\ &= \text{MAX}(S_t - X, 0) \end{aligned}$$

〈표 2〉 이항모형

i \ j	0	1	2	3
0	S_0	S_0u	S_0u^2	S_0u^3
1		S_0d	S_0ud	S_0u^2d
2			S_0d^2	S_0ud^2
3				S_0d^3

위 〈표 2〉의 이항모형에서 콜옵션의 가치를 구하기 위해서는 아래의 식을 사용해야 한다.

$$\begin{aligned} V_{n,j}^c &= \max[S_{n,j} - X, 0] \\ V_{i,j}^c &= e^{-r\Delta t} p V_{i+1,j+1}^c + (1-p) V_{i+1,j}^c, \\ &\quad (0 \leq i \leq n-1, 0 \leq j \leq i) \\ V &= e^{-r\Delta t} \times \sum_{t=0}^n \frac{n!}{(n-t)!} \times p^t \times (1-p)^{n-t} \\ &\quad \times \max[0, S_{u^t d^{n-t}} - X] \end{aligned}$$

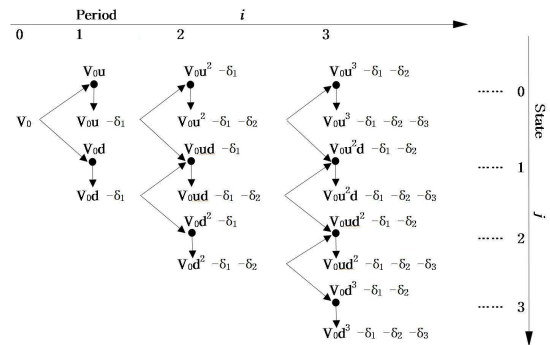
이항 트리 마지막 기에 위의 두 번째 식을 사용하여 역순환과정을 거치게 되면 만기가 n인 콜옵션의 가치는 첫 번째 식이 된다. 즉, 콜옵션의 식을 세 번째 식과 같이 나타낼 수 있다. 이 가치가 불확실성을 고려한 ENPV가 되는 것이다.

3. 연기옵션과 투자 시점

외환위기 이후 불확실성이 증가하면서 부동산 투자시기와 사업에 대한 의사 선택이 강조되고 있다. 부동산의 경우 개발 프로젝트도중 시장의 상황 등에 의해 연기되거나 중단되는 경우가 비일비재하다. 기숙사의 경우도 학생 수의 급감 또는 증가가 기숙사 개발 사업의 프로젝트 연기로 이어질 수 있다.

연기옵션을 가지고 있을 때 옵션 만기 동안 언제나 개발할 수 있는 권리를 가지는 것이며 선택의 유연성 또한 가지게 된다. 하지만 사업을 진행하기 위해 대출로 인한 이자와 같은 금융비용과 물가 상승에 따른 사업비용 증가의 손실을 고려할 필요성이 있다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해서 박도영 외 4인(2010)²⁵⁾에서는 임금순(2007)²⁶⁾의 배당이 있는 콜옵션 형태의 이항 격자모형을 수정하여 다음의 〈그림 4〉의 이항 격자모형을 제시하였다.

〈그림 4〉 배당금을 고려한 이항모형



자료 : 박도영 외 4인, 이항옵션을 활용한 부동산 개발 사업의 가치 평가 및 투자 시점에 관한 연구, 2010, pp.111 인용

〈그림 4〉는 현금흐름의 손실금액을 고려했으며 이 격자모형과 함께 다음의 식이 도출되게 되었다.

25) 박도영·정성훈·손영진·김주형·김재준, "이항옵션을 활용한 부동산 개발 사업의 가치평가 및 투자시기 결정에 관한 연구", 大韓建築學會論文集 計劃系, 대한건축학회, 2010. 제26권, 제11호, pp.107-116.

26) 임금순, "프로젝트 가치평가와 투자시기결정을 위한 다중 실패옵션 분석모형", 서울대학교 산업대학원 박사학위논문, 2007. pp.38-46.

$$V_{i,j} = V_0, i = 0, j = 0$$

$$V_{i,j} = V_0 u^{i-j} d^j - \sum_{m=1}^i \delta_m$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$j = 0, 1, 2, \dots, i$$

위 식에서는 투자 시점을 연기할 때 발생하는 현금흐름의 손실금액(δ_i)을 변수로 정의하였다. 이를 바탕으로 옵션을 연기하였을 때 결정되는 ENPV의 값이 최대가 되는 시점을 최적투자 시점이라 할 수 있다.

$$V_{i,j} = V_0 u^{i-j} d^j - X^*(1+r)^d$$

본 연구에서는 위의 금융비용이 할인율에 포함되고 투자 시점이 연기될 때 발생하는 현금흐름이기 때문에 이처럼 표현하였으며 산출되는 최적투자 시점을 통해서 더욱 정교한 의사결정을 할 수 있다.

IV. 사례 연구

1. 전통적 방법을 통한 기숙사 개발 사업 평가

1) 사업개요

본 연구에 사용된 기숙사 개발 사례는 현재 개발 중인 A 대학의 B 기숙사를 대상으로 하며 이 경우 원래 소유하고 있던 대학교의 기숙사 부지에 C 회사에게 맡겨 건설하는 방식으로 지상 15층 지하 1층 규모의 기숙사이다. 상세한 개요는 아래 <표 3>에 나타내었다.

우선 <표 3>의 사업기간은 건설기간 2년과 운영기간 4년으로 임의 가정 하였으며 부지면적은 사업 신청 시 기숙사 지역 전체를

<표 3> 사례개요 및 가정사항

구 분	내 용
용도지역	자연녹지지역 교육 및 연구시설(대학교 - 기숙사)
사업기간	건설기간 : 2년 운영기간 : 4년
층수	지하1층, 지상15층
부지면적	16358.97 m ²
건축면적	1,640.97 m ²
연면적	14,233.89 m ²
지하연면적	637.70 m ²
지상연면적	13,596.19 m ²
토지매입비용	7억 6887만 원
건축비용	133억 1400만 원
대출이자율	8.8%
현가할인율	3.25%
공실률	0%

신청하였기 때문에 기존 신청 대지에 B기숙사의 신청분을 기준으로 비율법을 사용하여 추정하였다. <표 3>에서 토지매입비용은 A 대학교가 가지고 있던 원래의 땅이었기 때문에 실제로는 비용처리가 되지 않았다. 하지만 사업기간 이후에 처분한다고 가정한다면 토지의 매입비용도 고려해야 하기 때문에 한국토지정보시스템(KLIS)의 개별공시지가를 사용하여 산출하였다. 건축비용은 도금액을 기준으로 산출하였으며 대출이자율은 ECOS에서 2013년 회사채 bbb- 3년 기준으로 하여 8.8%로 산정하였다.

현가할인율은 3.25%로 산정하였는데 이는 아래의 식의 가중평균자본비용(Weighted Average Capital Cost)을 이용하여 분석하였다.

$$WACC = W_e K_e + W_d K_d$$

$$K_e = r_f + \beta(E(r_m) - r_f)$$

$$K_d = k_d(1 - t)$$

여기에서 자기자본비용을 분석하기 위해서 CAPM 모형을 이용하였으며 $E(r_m)$ 은 1991년도부터 2012년까지의 전국 부동산 시

장의 가격상승률을 기준으로 산정하였으며 이 기간 사이의 IMF와 같은 변동이 심한 구간은 제외하였다. r_i 는 A 대학이 위치하는 지역의 부동산 시장 가격상승률을 기준으로 산출하였으며 β 의 값은 아래의 식을 통해서 0.5895가 산출되었다.

$$\beta = \frac{cov(r_m, r_i)}{var(r_m)}$$

W_d 는 A 대학의 부채의 비율을 16.2%를 산정하여 대입하였으며 K_d 는 위의 대출이자율에 법인세율(13.74%)을 차감한 값을 대입하였다. 또한, A 대학 B 기숙사의 경우 1학년 입학생 전체를 B기숙사 및 타 기숙사에 수용할 계획이 있기에 공실률은 0%로 설정하였다.

2) 전통적 NPV분석

〈표 4〉는 매 기 발생하는 현금흐름(Cash flow)을 현재가치인율(3.45%)로 할인하여 NPV를 분석하였다.

수입 부분의 기숙사비는 A 대학 B 기숙사의 2013년 기준 기숙사비 1년 기준으로 산정하였으며 단위는 천원 단위이다. 처분가

치의 경우는 기숙사를 처분할 경우 가치이며 기숙사의 연면적에 현재 A 대학이 위치한 지역 내 수익형 부동산(원룸)의 1m²당 가격을 기준으로 산정하였다.

건축비용 및 부대비용은 사업 시작년도에 선 지급하는 것으로 하였으며 금융비용은 1기부터 일정하게 나타냈다. 또한 관리비용의 경우 학생들이 입주하는 2기부터 발생이 되며 이는 기숙사비의 10%로 가정하였다.

전통적방식인 NPV분석법을 통하여 B 기숙사의 사업성을 평가한 결과 106억 8454만 원의 수익이 발생하며 NPV가 0보다 크므로 사업이 채택되었다. 하지만 전통적인 방법으로는 불확실성이나 유연한 선택의 가치를 반영할 수 없다. 따라서 다음에는 이항모형을 사용해 보기로 한다.

2. 실물옵션을 통한 기숙사 개발 사업 평가

1) 이항옵션모형을 이용한 분석

아래의 〈표 5〉는 이항옵션모형을 구성하기 위한 기초 값들이다. 이항옵션모형의 현재 가치는 전통적 NPV분석에서 초기 투자비용을 제외하고 현재 가치로 할인한 총수입의 현금흐름이다. 위와 같은 방법은 조주현, 박홍

〈표 4〉 전통적 NPV분석

(단위 : 천원)

구 분		2013 t=0	2014 t=1	2015 t=2	2016 t=3	2017 t=4	2018 t=5
수입	기숙사비	-	-	961,719	988,551	1,016,131	1,044,481
	처분가치	-	-	-	-	-	25,274,733
	소계	-	-	961,719	988,551	1,016,131	26,319,214
지출	부동산매입비용	768,872					
	건축 및 부대비용	13,314,000					
	관리비용			96,171.88	98,855.08	101,613.13	104,448.14
	소계	14,082,872	-	96,172	98,855	101,613	104,448
분석	순영업이익	- 14,082,872	-	865,547	889,696	914,518	26,214,766
	Cash Flow (할인율 3.4%)	- 14,082,872	-	811,940	808,336	804,747	22,342,392
	NPV	10,684,543					
	IRR	16%					

〈표 5〉 옵션의 기초 값 설정

현재가치 S	24,767,414
변동성 σ	0.028079462
무위험이자율 r	2.79%
유형 연기 옵션 만기 T	5
행사가 X	14,082,872
Δt	1.0
e^{rt}	1.02829285
사업기간	5
u	1.028
d	0.972
p	0.997
1-p	0.003

일(2004)에서 사용되었다.

다음으로 변동성(σ)의 경우 기초자산의 변동성을 의미하기 때문에 입학생 수의 변동성 또는 기숙사 가치의 변동성을 변수로 사용해야 하나 입학생 수의 변화 또는 가치의 변화를 알기가 어려워 대응변수로 온나라(Onnara)에서 발표한 A 대학이 속해있는 지역의 1991년부터 2012년까지의 지가변동률의 표준편차를 이용하였다. 또한, 이 기간의 IMF와 같이 변동성이 크게 나타나는 경우는 제외하였다.

무위험이자율 r의 경우 ECOS에서 밝히고 있는 2013년도 국고채 3년을 기준으로 하였다. 만기 T는 사업기간 5년이며 행사가 X의 경우 옵션의 권리행사를 의미하기 때문에 최초 투자비용인 토지매입비용과 건축 및 부대비용을 합산한 금액인 140억 8287만 원으로 산정하였다.

변동구간인 Δt 는 1년을 기준으로 설정하였으며 위의 값들에 따라 e^{rt} 는 1.028이 산출되게 된다.

〈표 5〉의 기초자료를 통해 상승확률 u와 하락확률 d 그리고 위험 중립 확률 p를 구할 수 있었고 이 확률을 전진이연과정을 통해 전

개하게 되면 〈표 6〉과 같은 기본 이항격자모형이 나타난다.

〈표 6〉 기본 이항격자모형 (단위 : 억 원)

i \ j	0	1	2	3	4	5
0	247.67	254.72	261.98	269.44	277.11	285.00
1		240.81	247.67	254.72	261.98	269.44
2			234.14	240.81	247.67	254.72
3				227.66	234.14	240.81
4					221.36	227.66
5						215.23

〈표 6〉은 기본 이항격자모형을 나타내고 있으며 현재 가치 S에 상승확률 u와 하락확률 d를 곱해서 나오게 되었다. 이 기본 이항격자모형은 아래의 식에 의해서 전진이연과정이 이루어지게 되며 이후 역순환과정을 시행하게 되면 옵션가치를 산정할 수 있게 된다.

$$V_{i,j} = S_0 u^{j-i} d^i, (1 \leq i \leq n, 0 \leq j \leq i)$$

$$V_{0,0} = S_0$$

$$V_{0,1} = S_0 u$$

$$V_{1,1} = S_0 d$$

$$V_{5,0} = MAX(S_0 u^5 - X, 0)$$

$$V_{5,1} = S_0 u^4 d$$

$$V_{4,0} = (V_{5,0} * p) + (V_{5,1} * (1-p)) * e^{-r \Delta t}$$

〈표 7〉 옵션 가치 산출 구조 (단위 : 억 원)

i \ j	0	1	2	3	4	5
0	125.18	128.76	132.46	136.25	140.16	144.17
1		114.85	118.15	121.54	125.02	128.61
2			104.66	107.64	110.72	113.89
3				99.9	102.77	99.98
4					89.25	86.83
5						74.40

〈표 7〉은 〈표 6〉의 이항격자모형을 아래의 식을 이용한 역순환과정을 통하여 옵션가치를 산출하였다. 산출과정은 먼저 마지막 5기의 값을 전진이연과정을 통해 산출하고 5기의 값을 콜옵션 행사의 방식을 이용하여 역순환과정을 사용하였다. 그 결과 확장된 순현재가치(ENPV)는 95억 4998만 원이 산출되었으며 기존의 순현재가치(NPV)의 값 106억 8454만 원보다 18억 3368만 원이 더 크게 나왔다. 이 18억 3368만 원이 바로 실물 옵션 가치(ROV)가 된다.

2) 연기옵션의 분석

$$* V_{6,0} = S_0 u^6 - X(1+k)$$

$$** V_{5,0} = V_{6,0} * p + V_{6,1} * (1-p)e^{-r \Delta t}$$

본 사례의 경우 B 기숙사 건설 투자를 연기하는 것으로 가정하였다. 연기하는 기간은 1년에서 5년으로 설정하였으며 1 기간 연기옵션의 경우 〈표 8〉과 같이 분석되었다.

1 기간에서 산출된 128.25억을 현재가치화한 결과 124.77억이 나오게 되었다.

〈표 9〉의 분석결과에서 연기하지 않는

0기간의 ENPV가 125억 1823만 원으로 가장 높게 나왔으며 최적 투자기간은 연기를 하지 않는 0기간인 것으로 밝혀졌다. 이 의미는 연기하지 않는 것이 최적의 선택이라는 것을 의미한다. 이는 변동성이 낮으므로 다음과 같은 결과가 나온다고 볼 수 있다.

V. 결 론

최근 들어 다양한 위험성이 내재하는 부동산 개발 시장은 기존의 현금흐름할인법(DCF)으로 개발 프로젝트의 가치를 평가하는 것에 변동성을 포함하지 못하는 한계가 있었다. 이러한 점은 대학의 기숙사 개발에서도 마찬가지라 할 수 있다. 최근 대학의 기숙사 개발도 학생 수 급감 등 다양한 변동성이 내재하여 있고 그에 따른 의사결정의 중요성이 강조되고 있다. 따라서 본 연구에서는 실물옵션방법(ROV)중 이항옵션모형을 사용하여 A대학 B 기숙사의 개발 프로젝트를 평가했으며 다양한 변동성으로 인한 개발의 연기옵션에 대해 연구하였다. 이 연구는 기숙사 개발 프로젝트를 시행하는 개발자의 입장에서 프로젝트를 언제

〈표 8〉 1 기간 연기옵션

i \ j	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6
0	124.77	128.25	131.93	135.71	139.60	143.60**	147.71*
1			117.62	120.99	124.46	128.03	131.71
2				107.08	110.16	113.32	116.57
3					96.63	99.41	102.27
4						86.26	88.74
5							75.95

〈표 9〉 연기옵션 분석결과

(단위 : 천 원)

투자연기기간	0	1	2	3	4	5
ENPV	12,518,231	12,477,519	12,436,572	12,395,388	12,353,965	12,312,304
NPV	10,684,543	10,637,107	10,589,882	10,542,867	10,496,061	10,449,462
ROV	1,833,688	1,840,412	1,846,689	1,852,520	1,857,904	1,862,842

까지 연기해야 하는가에 대한 정량적 근거가 될 수 있다.

본 연구의 사례인 A 대학의 B 기숙사는 건설기간 2년, 운영기간 4년으로 전통적 평가방법인 현금할인법으로 평가한 결과 NPV가 106억 8454만 원이 나왔다. 이후 이항옵션을 사용하여 평가한 결과 ENPV의 가치는 125억 1823만 원으로 미래의 불확실성에 대한 변동성 및 전략적 가치가 18억 3368만 원이 산출되었다.

연기옵션은 특정기간 프로젝트의 투자 및 시행을 연기하는 옵션으로써 본 연구에서는 1~5년 동안 연기할 수 있는 만기 5년의 프로젝트를 통해서 연기옵션의 가치와 최적투자시점을 알아보았다. 연구결과 0년 연기옵션의 ENPV가치가 95억 4998만 원으로 다른 연기옵션에 비해 가장 큰 것으로 밝혀졌으며 최적투자시점은 0년으로 연기를 하지 않는 것이 합리적이라고 산출 되었다. 이러한 결과가 나오는 것은 변동성이 낮기 때문이라 할 수 있다.

본 연구의 시사점으로는 세 가지를 제시할 수 있다. 첫 번째로 기숙사 개발을 평가할 때 기존의 현금할인법(DCF)보다 실물옵션을 사용하는 것이 변동성과 유연한 선택의 가치

를 나타낼 수 있는 긍정적인 평가를 할 수 있다는 점이다. 다음으로는 투자자가 기숙사 투자시점을 결정할 때 연기옵션을 이용하여 투자시점 판단에 있어 정량적 기법을 제시했다는 점이다. 또한, 본 연구에서는 연기하지 않는 것이 바람직한 결정으로 나왔으며 이는 할인율이 높고 변동성이 작으면 연기옵션의 가치는 작다는 것을 시사한다.

본 연구는 기존 가치평가 연구에서 잘 다루어지지 않던 기숙사에 대해서 연구하였다. 또한 기숙사에 이항옵션모형의 연기옵션을 활용하여 개발 프로젝트의 가치를 평가한 것은 기존의 부동산 개발 프로젝트의 가치 평가 연구들과의 차별성이 있다고 할 수 있다.

본 연구의 한계점으로써는 변동성(σ)을 추정하기 위해 대용변수로 사용된 자료가 지가변동률만이 사용되었다는 점과 학생 수의 변화가 포함되지 않았다는 점이 있다. 그리고 본 연구에서는 일정 기간 운영 후 처분을 한다는 가정을 하였으며 다음연구에 있어서 처분하지 않는 형태의 기숙사도 연구할 필요성이 있다고 할 수 있으며 이를 위해서는 정교하게 설정된 운영기간과 변동성의 파악이 중요할 것으로 사료된다.

參考文獻

- 구승환·왕평·장성용, "실물옵션을 활용한 해의 부동산 투자 가치평가 연구", 한국산학기술학회 논문지, 한국산학기술학회, 2013, 제 14권(제 11호).
- 권태인·이상호·김재준, "부동산 개발사업에 지분투자 형태의 재무적투자자 유인을 위한 실물옵션 적용 연구", 大韓建築學會論文集 計劃系, 대한건축학회, 2011, 제 27권(제 1호).
- 심형석·이동환, "국내 오토캠핑장 개발사업의 사업성분석에 관한 연구", 부동산학보, 한국부동산학회, 2012, 51집.
- 심혁주·김용일·이상엽, "자기관리리츠 투자의사결정 기준에 관한 연구", 부동산학보, 한국부동산학회, 2013, 55집.
- 박도영·정성훈·손영진·김주형·김재준, "이항옵션을 활용한 부동산 개발 사업의 가치평가 및 투자시기 결정에 관한 연구", 大韓建築學會論文集 計劃系, 대한건축학회, 2010, 제26권, 제11호.
- 박홍규, "DCF법에 의한 부동산 평가시 할인율 산정에 관한 연구: 자본자산가격결정모형의 적용가능성을 중심으로", 전국대학교 부동산대학원 석사학위논문, 2005.

- 양동훈·이준서·남찬기·박기재·곽명재, "실물옵션을 이용한 가치평가와 투자의사결정 : IT 프로젝트 사례를 중심으로," 경영교육연구, 경영교육학회, 2006, 제10권, 제1호.
- 유승동, "부동산 개발의 실물옵션에 대한 분석적 고찰", 한국금융공학학회 학술발표논문집, 한국금융공학학회, 2013, 2013권 1호.
- 임금순, "프로젝트 가치평가와 투자시기결정을 위한 다중 실물옵션 분석모형", 서울대학교 산업대학원 박사학위논문, 2007.
- 임영인, "수도권 주택전세가격 변동률에 영향을 미치는 요인 규명에 관한 연구", 부동산학보, 한국부동산학회, 2012, 51집.
- 전재범·이상수, "옵션가격결정이론에 기반한 실물자산의 투자시기 결정", 한국건설관리학회 논문집, 한국건설관리학회, 2010, 제11권 제6호.
- 전혜정, "주택 전세/매매가격비율 변동분석에 관한 연구", 부동산학보, 한국부동산학회, 2013, 53집.
- 조주현·박홍일, "이항옵션모형을 이용한 부동산 개발가치 평가에 관한 연구", 부동산학연구, 한국부동산분석학회, 2004, 제10권 제1호.
- 조지호·정성훈, 현대재무관리, 박영사, 2012.
- 최열·김형준·이고은, "Ridge Regression(능형회귀)을 이용한 지가변동 결정요인 분석", 부동산학보, 한국부동산학회, 2013, 52집.
- Benaroch, M., Kauffman, R. J., "Justifying Electronic Banking Network Expansion Using Real Options Analysis", *MIS Quarterly*, 24, 2000.
- Black, F. and Scholes, M., "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", *Journal of Political Economy*, 1973, 81.
- Cox, J. C, Ross, S. A. and Rubinstein, "M, Option Pricing: A Simplified Approach", *Journal of Financial Economics*, 1979, 7.
- Graeme Guthrie "Evaluating Real Estate Development Using Real Option Analysis", Victoria University of wellington, 2009.
- Grenadier, S., "The Strategic Exercise Of Options: Development Cascades And Overbuilding In Real Estate Markets", *Journal of Finance*, 1996, 51(5).
- Hayes, Robert and David Garvin "Managing as if Tomorrow Mattered", *Havard Business Review*, May-June 1982, 1982, Vol 60.
- Harold Bierman Jr. and Seymour Smidt, *The capital Budgeting Decision*, Macmillan Co., 1971.
- Jihoon, Kang, "Valuing Flexibilities in Large-Scale Real Estate Development Projects", Massachusetts Institute of Technology, 2004.
- Joel Dean, *Capital budgeting*, Columbia University Press, 1951.
- Magee, J. "How to Decision Tree in Capital Investment", *Havard Business Review*, 1964, v.42.
- Majd, S., Pindyck, R., "Time to build, option value and investment decisions", *Journal of Financial Economics*, 1987, 18.
- McDonald, R., Seigel, D., "The value of waiting to invest", *Quarterly Journal of Economics*, 1986, 101(4).
- Myers, "Finance Theory and Financial Strategy", Massachusetts Institute of Technology, 1984.
- Pindyck, R., "Irreversible investment, capacity choice, and the value of the firm", *American Economic Review*, 1988, 78.
- Trigeogis, L., "Making Use of Real Options Simple: An Overview and Applications in Flexible/Modular Decision Making", *The Engineering Economist*, 2005, 50.