

이항옵션모형을 이용한 부동산 개발가치 평가에 관한 연구

조주현 · 박홍일

본학회 부회장, 건국대 부동산학과 교수 · 한국토지공사, 건국대 부동산학과 박사과정
jhcho@konkuk.ac.kr · hipark@iklc.co.kr

Valuation of Real Estate Development Project by Using Binomial Option Pricing Model

Cho, Joo-Hyun · Park, Hong-il

Professor, Konkuk University · Dept. of Real Estate Studies, Konkuk University

Abstract: Real estate development project is the core field of real estate industries. Furthermore, real estate development requires huge capital investment and has very risky characteristics. Until now, typical approaches of real estate development valuation such as NPV or IRR method have been used. But, they cannot properly capture managerial flexibility to adapt and revise later decisions in response to unexpected market risks. Real options valuation method is based on financial option's characteristics and checks every revision interval whether situation have changed favorable to decision maker or not. In advantageous situation, the decision maker exercises options. In contrast, with unfavorable situation, he abandons options immediately. In this aspect, real option is more suitable in very uncertain and dynamic market environment. In order to verify the usefulness of the real options valuation method, this study performed an economic analysis for a virtual construction and operation project of real estate development by using binomial model. The results from this case was compared to those from the traditional DCF method. Therefore, the project not justified in terms of DCF method would turn into the project with a positive project value by reflecting managerial flexibilities in the original project.

중요어: 부동산개발, 실물옵션, 운영상의 유연성

real estate development, real options, managerial flexibility

I. 서론

우리나라는 외환위기 이전까지 부동산 개발 금융에 대해서는 크게 관심이 없었으며, 부동산 개발에는 특별한 금융제도가 필요하지 않았다. 이는 부동산개발로 인한 이익이 다른 투자상품에 비해 상대적으로 컸기 때문에 개발에 필요한 자금을 조달하는 데에는 큰 어려움이 없었으며, 아파트나 상가 등의 분양을 위주로 한 부동산상품에는 선분양 제도가 일반화되어 있어 개발에 필요한 자금을 조달하는데 크게 어렵지 않았기 때문이다. 그러나 IMF 이후, 지금까지와는 달리 수도권권의 아파트시장에서도 미분양이 속출하고, 건설회사의 도산 등 부동산시장의 침체가 이어졌다. 이는 부동산시장이 전과 달리 무조건 개발만 하면 100%로 분양이 되고, 수익을 창출할 수 있는 환경이 아니라는 것을 말해준다. 이제 그만큼 위험요소들이 많아지고 투자자들의 시장참여도 또한 보수적으로 바뀌어가고 있다. 또한 최근에는 후분양 제도가 논의되는 등 갈수록 개발사업자(Developer) 입장에서 투자대안이 줄어들고 있는 현실이다.

자본예산(capital budgeting)¹⁾이란 투자의 효과가 1년 이상 장기간 지속되는 투자결정과 관련된 총괄적 투자계획 및 평가과정으로써 사업의 성패는 투자의사결정에 달려 있다고 해도 과언이 아니다. 더구나 IMF이후 시장을 둘러싼

1) 자본예산이란 실물자산에 대한 투자의 경제성을 분석하는 과정을 말하는데, 그 절차는 투자안에 대한 예상 현금흐름을 추출(cash flow projection)하고 적절한 할인율(appropriate discount rate)을 선정하여 이에 따른 투자안의 경제성을 분석한다. 이때 투자안을 평가하는 기본적인 틀은 순현재가법(NPV법)이다.

$$\frac{CF_1}{(1+r)} + \frac{CF}{(1+r)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n} - I_0 > 0$$

환경의 급격한 변화에 따라 프로젝트의 전략적 투자의사결정은 그 중요성이 더욱 더 커지고 있으며, 이는 부동산 개발사업에서도 예외가 아니다. 따라서, 이러한 불확실성이 점점 커지고 있는 시장의 변화에 따라, 부동산 개발 투자안을 평가할 수 있는 좀더 정교한 평가 방법이 필요하며, 본 연구에서는 이항옵션모형(binomial model)을 실물 투자안에 적용하는 실물옵션평가법(real options valuation)을 제시하고 있다. 이는 위험중립 가치평가(risk neutral valuation)를 적용하게 되어 자본예산이 지니고 있는 할인율 선택 문제(discount rate selection problem)를 극복할 수 있게 한다. 즉, 실물옵션가치평가는 불확실한 상황에서 옵션모형을 응용하여 실물 투자 결정을 분석하는 자본예산의 새로운 분야이며 특히, 시장의 불확실성이 높은 부동산개발 투자안에 적용하기에 타당한 기법일 것이다.

II. 선행연구 검토

1. 기존연구의 소개²⁾

Dean(1951), Hayes and Abernathy(1980), Hayes and Garvun(1982)은 이미 DCF법에 기초한 가치평가법들이 투자기회를 근시안적으로 분석하도록 하여 전략적인 가치를 제대로 측정해 내지 못한다는 점을 파악했다. 가치평가법에 대한 보안의 필요성이 점점 더 커지면서 Herts(1964), Magee(1964)등은 시뮬레이션과 의사결정트리분석을 추천하였으며, 투자안에 영향을 주는 보다 많은 요인을 분석해 낼 수 있게 되었다. Myers(1987)는 보다 근본적으로 전통적인 DCF법이 갖는 한계를 인정하면서도 모든 투자안의 평가에 사용하는 것이 잘못된 관행이라

2) Lenos Trigeorgis, 『Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation』, MIT Press, 1996, pp.14-21.

는 점을 지적하고 자연적으로 또는 전략적으로 실물옵션이 포함되어있는 평가안에 옵션이론의 적용이 가장 적합한 방법임을 주장하였다. Trigeorgis와 Mason(1987)은 의사결정분석법을 동태적인 평가안에 적용되기에 알맞은 형태로 변형시킨 것이 옵션가치평가이론임을 보인다. 지금까지의 이론적이 토대 마련을 위한 연구에 이어 실제로 실물옵션(real option)의 성격에 따른 세분화된 연구가 나타나기 시작했다.

Mayers(1977)는 성장옵션에 대한 이산형 투자기회에 대한 아이디어를, Kester(1984)는 성장의 기회를 전략적이고 경쟁적인 관점에서 개념화하는 작업을 한다. Geske(1979)는 대표적으로 옵션에 대한 옵션의 가치, 즉 복합옵션(compound option)의 가치를 평가하는 논문을 발표하며, Carr(1988)는 교환옵션(exchange option)을 이용한 복합옵션의 가치평가에 관한 연구를 한다. Majd와 Pindyck(1987)는 단계별 투자안을 갖는 프로젝트를 연기하는 경우의 연기옵션의 가치를 평가하는 연구를, Trigeorgis와 Mason(1987), Pindyck(1988)는 프로젝트를 확장 또는 축소할 수 있는 선택권에 대한 연구를 한다. McDonald와 Siegel(1985), Brennan과 Schwartz(1985)는 일정기간 영업을 중단할 수 있는 Temporary Shutdown option에 대해, Myers와 Majd(1990)는 포기옵션에 대한 연구를 아메리칸 풋옵션을 이용하여 설명하고 있다. Margrabe(1978), Kensinger (1987), Kulatilaka (1988), Kulatilaka와 Trigeorgis (1994)는 원재료와 생산품을 변경할 수 있는 Option to Switch Use에 관한 논문을 발표한다. 그 외 Trigeorgis와 Mason(1987), Trigeorgis (1988), Brealey & Myers(1991), Kulatilaka와 Marcus(1988, 1992) 등 다수의 연구논문들이 있다.

내생변수 이외에 외생변수인 환경적인 요소, 즉 경쟁이 고려되는 경우에 있어서의 실물옵션 가치평가법에 대한 연구논문으로는 대표적으로 Roberts와 Weitzman(1981), Baldwin(1982), Kulatilaka와 Marks(1988), Pindyck(1988),

Dixit(1989), Bell(1995), Kogut와 Kulatilaka (1994)가 있다.

수치분석에 대한 것으로는 첫째 몬테카를로 시뮬레이션 기법에 대한 연구논문으로는 Boyle (1977)의 것이 있으며, 다양한 래티스(lattice)접근법에 대한 것으로는 Cox-Ross- Rubinstein (1979)의 기본적인 이항분포(binomial lattice)법에 관한 논문이 있고, Trigeorgis(1991)의 log-transformed binomial lattice법이 있다. Hull과 White(1988)는 통제변수를 이용하는 경우 계산상의 효율성증진을 가져올 수 있는가에 대한 논문을 발표했으며, finite-difference schemes를 이용한 것으로는 Brennan(1979), Brennan과 Schwartz(1977, 1978) 그리고 Majd와 Pindyck (1987)의 논문이 있다.

2. Real Option의 분류와 적용분야

가. Amram · Kulatilaka의 분류³⁾

1) 운영옵션(operating options)

자산이 사용되고 있는 중이거나 운영되는 동안에 발생하는 불확실성으로부터의 유연성(flexibility)을 창출하는 것으로서 예컨대, 투입 전환시기(when to switch inputs), 산출전환시기(when to switch outputs), 일시적 조업중단(temporarily shut down) 등을 들 수 있다. 실물 옵션분석에서 실물자산의 가치는 모든 운영옵션의 최적행사를 기반으로 한다.

2) 투자옵션(investment/dis-investment options)

투자규모에 대한 의사결정(확장, 축소 또는

3) Martha Amram · Nalin Kulatilaka, 『Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World』, Harvard Business School, 1999, p.92.

처분), 투자대상의 유형과 규모의 선택(자산 A 또는 자산 B)을 포함하여 자산 운용을 변화시킬 수 있다. 투자를 촉진하거나 연기하는 시기선택과 관련된 옵션(timing option) 역시 여기에 포함된다. 몇몇 투자는 차후에 실행 가능한 의사결정범위(set of feasible decisions)를 수정하여 실행 가능한 투자전략을 바꿀 수 있는 옵션을 발생시키기도 한다. 예컨대, 단기적인 제품 사이클을 가진 산업에 시설투자를 할 때, 어떤 제품 사이클에 대한 투자를 다음 제품 사이클에 대한 투자기회를 발생시킨다.

3) 계약보증옵션(contractual options)

자산소유자가 직면하는 위험의 형태 또는 노출정도에 따라 위험 포트폴리오를 조정하는 조항을 계약에 포함시키는 경우를 말한다. 예컨대, 벤처 투자자의 경우 청산에 대한 우선변제권을 자신들에게 부여하는 거래조항을 요구하여 하방 위험(손실)의 방어하며, 추가적인 자본의 증가시에 자신들이 증자에 참여할 수 있는 권리조항을 거래계약 내용에 종종 포함시켜 투자로부터 발생하는 성장잠재력이 제3자로 인해 희석되는 것을 방지하기도 한다.

나. Trigeorgis의 분류⁴⁾

1) 연기옵션(option to defer)

특정 사업자가 경제적 가치가 있는 토지나 자원에 대한 임대계약(lease) 또는 매입할 수 있는 옵션계약을 보유한 상태에 해당한다. 해당 사업자는 생산품의 판매가격이 유리한 방향으로 변화하여 건물 혹은 공장을 건설하거나 토지를 개발하는 것이 경제적으로 타당한 시점까지 투자를 보류할 수 있다. 해당 분야로는 천연자원 채굴분야, 부동산 개발, 농업, 제지 등을 들 수

있다. 기존 연구로는 McDonald and Siegel (1986), Paddock et al(1988), Tourinho(1979), Ingersoll and Ross(1992) 등이 있다.

2) 단계별 투자옵션(time-to-build option or staged investment)

일련의 지출에 따라 투자를 단계화 하는 것은 새로운 정보가 해당 사업에 불리할 경우 중도에라도 사업을 포기할 수 있는 옵션을 생성시킨다. 여기서, 각 단계는 다음 단계의 가치를 바탕으로 하는 특정옵션으로 생각할 수 있고, 복합옵션(compound option)으로 가치평가가 가능하다. 해당 분야로는 R&D가 집중적으로 요구되는 분야, 특히 의약품 개발 관련 투자사업, 대규모의 건설사업 또는 에너지 생산설비 등 장기간의 자본집약적 투자사업분야, 초기 단계의 벤처 사업 등이다. 기존 연구로는 Majd and Pindyck (1987), Carr(1988), Trigeorgis(1993) 등을 들 수 있다.

3) 확대, 축소, 휴업 및 조업재개 등의 규모변경옵션(option to alter operating scale, e.g. to expand ; to contract ; to shut down and restart)

시장환경이 예상보다 좋아질 경우, 해당 사업자는 생산규모를 확대시키거나 자원이용을 가속화시킬 수 있다. 반대로, 시장환경이 예상보다 나빠질 경우, 운영규모를 축소시킬 수 있다. 극단적인 경우, 해당 생산자체를 중단시키거나 재가동시킬 수 있다. 해당분야로는 광산채굴과 같은 천연자원 개발사업, 경기 순환적인 산업에서의 시설계획 및 건설, 유행 의류, 상업용 부동산 등이 있다. 기존 연구로는 Trigeorgis and Mason(1987), Pindyck(1988), McDonald and Siegel(1985), Brennan and Schwartz(1985) 등을 들 수 있다.

4) Lenos Trigeorgis, 전제서, pp.2-3.

4) 포기옵션(option to abandon)

시장환경이 심각하게 침체할 경우, 해당 사업자는 현재 운영을 영구히 포기하고 중고시장에서 자본재와 여타 자산의 판매가치를 확보할 수 있다. 해당분야로는 항공, 철도 등 자본집약적인 사업분야, 불확실한 시장상황하에서 신규제품 출시 등이 있다. 기존 연구로는 Myers and Majd(1990)을 들 수 있다.

5) 전환옵션(option to switch use, e.g. outputs or inputs)

시장에서 해당 제품의 가격이나 수요가 변화할 경우, 해당 사업자는 제품조합을 변경할 수 있는데, 이를 “생산품 유연성(product flexibility)” 이라고 한다. 또한, 동일한 제품이 상이한 형태의 투입물로 생산이 가능한데, 이를 “공정 유연성(process flexibility)” 이라고 한다. 산출물 변환(output shift) 분야로 소비재 전자제품 등과 같이 소규모 단위로 구입되는 제품이나 수요변동이 심한 제품, 장난감, 특수 제지, 기계 부품, 자동차 등이 있다. 투입물 변환(input shift) 분야로는 투입물에 의존하는 설비, 발전분야, 화학제품, 작물 교체 등이 있다. 기존연구로는 Margrabe(1978), Kensinger(1987), Kulatilaka (1988), Kulatilaka and Trigeorgis(1994) 등이 있다.

6) 성장옵션(growth option)

R&D나 미개발 토지 또는 유전에 대한 임대차 계약, 전략적 자산취득, 정보네트워크 등과 같이 초기 투자가 반드시 필요한 분야나 상호연계된 일련의 프로젝트에서의 연계과정이 있는 경우가 성장옵션에 해당한다. 이러한 투자사업은 신규 제품이나 공정, 유전, 신규 시장으로의

진입, 핵심 사업의 강화 등과 같이 미래 성장기회를 제공한다. 성장옵션은 프로젝트간의 복합 옵션과 유사한 형태로서 가치평가를 할 수 있다. 해당 분야로는 하부구조를 요구하는 분야나 전략적 사업분야, 특히 첨단기술, R&D, 복수의 제품이 생산되는 분야 예컨대, 컴퓨터나 의약품, 또한 다국적 운영사업, 전략적 자산취득 등이 있다.

7) 복합적 연계옵션(multiple interacting option)

실제 프로젝트는 종종 상기의 다양한 옵션들의 집합체로 구성된다. 즉, 상향 잠재성을 강화하고 하향 보호책을 수립하는 옵션들이 조합되어 구성된다. 이러한 조합에 따른 결합가치는 개별적으로 분리된 경우의 단순한 합계와는 다를 수 있다. 해당분야로는 위에서 언급하였던 전 분야와 관련된 프로젝트들이다. 기존 연구로는 Brennan and Schwartz(1985), Trigeorgis (1993), Kulatilaka(1994) 등을 들 수 있다.

<표 1> 실물옵션의 대표적인 유형과 적용분야⁵⁾

종류	내용	적용분야
연기옵션 (Option to Defer)	현재 보유하고 있는 설비자산이나 토지에 대해 개발시기를 늦출 수 있는 옵션	· 천연자원 채굴산업 · 부동산개발 · 농장개발 · 제지산업
단계적 투자옵션 (Time-to-Build Option ; Staged Investment)	투자 후 상황변화에 따라 후속투자의 규모나 철수 등에 대한 선택이 있는 옵션	· R&D투자산업 · 벤처산업 · 장기자본집약산업 · 건설, 에너지 생산시설
규모변경옵션 (Option to Alter Operating Scale) - 확장, 축소, 폐쇄, 재개	시장상황이 좋은 경우에는 생산설비를 확장할 수도 있고 그렇지 않은 경우에는 축소할 수도 있는 옵션	· 천연자원채굴 · 의류산업 · 소비재 · 상업용 부동산
포기옵션 (Option to Abandon)	시장상황이 악화되면 현재의 자산을 재판매시장에서 처분하고 떠날 수 있는 옵션	· 항공, 철도 등 자본집약산업 · 금융회사 · 불확실한 시장환경에서 신제품 도입시
전환옵션 (Option to Switch)	생산 투입물을 변환(process flexibility)하거나, 시장상황에 따라 산출물을 변환(product flexibility)시킬 수 있는 옵션	· 부품 기계류, 장난감, · 전기, 화학, 농산물재배
성장옵션 (Growth Options)	미래 성장기회 확보를 위해 선행투자가 필수적인 옵션	· 사회간접자본투자 · 다국적 기업경영 · 전략적 자산취득, 합병
복합적 연계옵션 (Multiple Interacting Options)	독립적으로 옵션이 존재할 경우보다 복합적으로 옵션이 존재할 경우, 옵션의 가치가 달라질 수 있는 옵션	· 현실세계 대부분의 투자안

III. 실물옵션 평가기법

1. 실물옵션평가법

5) Schwartz, E., and L. Trigeorgis. 『Real Options and Investment under Uncertainty: Classical Readings and Recent Contributions』, MIT Press, 2001, pp.104-105.

가. 개념

실물옵션평가방식은 기존의 옵션가치 평가모

형을 활용하여 실물자산(real assets) 또는 프로젝트(project)에 대한 가치를 평가하는 것을 말한다. 또한 여기서, 실물자산이란 비금융자산(non-financial asset)으로서 해당 자산에 대한 가격을 시장에서 결정할 수 없는 경우에 해당하는 자산을 말한다.

전통적인 NPV법은 투자안의 현금흐름과 관련변수들이 가지는 미래의 확률분포가 최초의 의사결정단계와 다르지 않다고 가정한다. 따라서 투자자는 상황 변화에 따른 투자 전략의 변경을 고려할 필요가 없으며, 최초의 투자의사결정시의 상황이 지속적으로 유효하다고 가정한다. 이는 주식이나 채권과 같이 현금흐름과 할인율에 대한 조건이 투자시점에서 비교적 확정되어 있는 금융자산에 대한 평가를 위해 고안된 가치평가방법이다. 그러나 최초의 투자의사결정시와 상황이 달라질 수 있으며, 이러한 상황 변화에 따라 투자조건이 달라지고 새로운 현금흐름이나 할인율을 고려하는 방법으로는 적합하지 못하다.

그러나 실물옵션에서 투자자는 이러한 변화를 인식하여 후속되는 의사결정을 변경할 수 있다. 즉, 투자자는 미래의 상황 변화(새로운 정보의 유입, 시간경과에 따른 불확실성의 변화)에 반응하여 좀더 나은 투자기회를 확보할 수 있도록 최초의 투자전략을 수정할 수 있는 기회를 가지고 있다. 예컨대, 기존 투자안을 연기할 것인가(defer), 확장할 것인가(expand), 축소할 것인가(contract), 포기할 것인가(abandon) 아니면 투자실행단계에서 수정할 것인가 등에 대한 선택권 혹은 권리에 대한 내재적 가치(implied value)를 의미한다.

따라서, 투자자가 가지고 있는 이러한 수정의 기회는 옵션(options)의 개념으로 이해할 수 있으며, 상황의 변화에 대응하여 미래의 의사결정을 수정하는 것은 이익창출가능성을 보다 크게(upside potential) 하고 손실 발생 가능성을 제한(downside protection)하여 투자안의 가치를 증가시키는 역할을 한다.⁶⁾

$$\begin{aligned} & \text{실물옵션부 투자안의 가치} = \\ & \text{NPV법에 의한 가치} + \text{투자안의 수정기회가치} \\ & \text{Expanded (Dynamic or Strategic) NPV} \\ & = \text{Passive (Static, passive or direct) NPV} \\ & \quad + \text{Option Premium} \end{aligned}$$

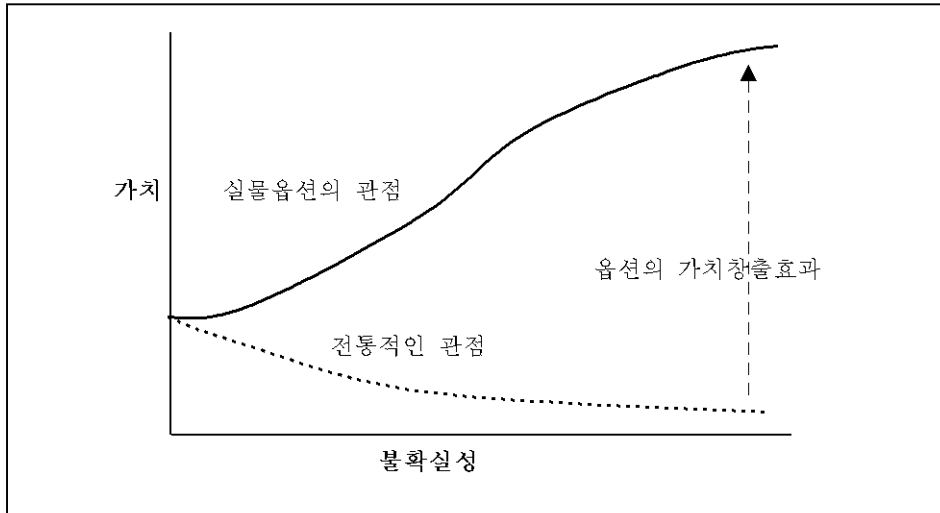
나. 불확실성의 가치창출효과

현실에서 의사결정자는 특정 프로젝트에 있어, 중도에 계획을 수정하거나, 해당 투자안 자체를 포기함으로써 현재 예측할 수 없는 불확실성에 대처한다. 실물옵션과 관련하여 이러한 행위는 “조건부적 의사결정(contingent decisions)이라 불린다. 즉, 특정 프로젝트의 의사결정자는 발생하지 않은 상황의 전개에 따라서 해당 프로젝트에 계속 투자할지 또는 포기할지를 결정한다는 것이다. 그러나 의사결정자가 알기를 원하는 사실과 이를 해결할 수단 사이에는 상당한 괴리가 존재하기 때문에 때때로 정량적인 분석 없이 특정 투자결정을 내릴 경우가 있는데, 이러한 투자의사결정은 다음과 같은 2가지 심각한 문제를 갖고 있다.

첫째, 투자결정을 위한 일부 수단들이 미래 현금흐름에 대한 예측을 필요로 한다는 점이다. 실제 분석에서는 단일의 예측치가 활용되기 때문에, 정밀한 조사가 요구된다. 이는 해당 프로젝트를 옹호하는 입장에서 너무 낙관적인 예측을 내릴 수 있기 때문이다. 또한, 해당 예측치는 성장률이나 수익률에 대한 가정에 따라 영향을 받을 수 있다. 종종, 의사결정자는 예측치를 현

6) Lenos Trigeorgis, 전제서, Preface. "Real option involve discretionary decisions or rights, with no obligation, to acquire or exchange an asset for a specified alternative price."

<그림 1> 불확실성하에서 실물옵션의 가치창출효과



실로 취급하여, 해당 수치에 대한 확실성이라는 환상을 만들 수 있다. 이러한 문제점을 보완하기 위해, 단일의 예측치가 아닌 예측 범위나 시나리오를 설정하여 해당 분석을 확대시킬 수 있다. 이러한 노력들은 관련 당사자에게는 신중하게 보일지 몰라도 제3자에게는 여전히 임의적인 행동으로 보일 수밖에 없다. 결국 하나의 시나리오든지 시나리오 조합이든지 관계없이, 현금흐름에 대한 예측은 주관적 투입요소로 작용하기 때문이다.

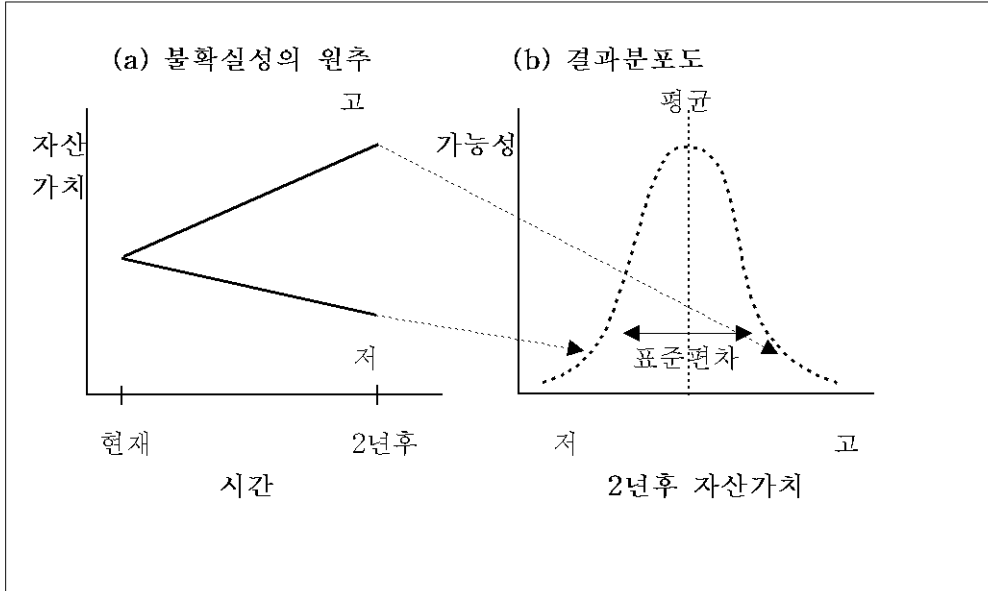
둘째, 투자안의 초기 계획단계에서 미래 투자결정이 고정된다는 점이다. 특정 투자안의 의사결정자는 새로운 정보를 입수하여 해당 계획을 변경하고 수정할 수 있지만, 대부분의 정량적 분석수단은 단지 초기 계획만을 반영하도록 설계되어 있다. 즉, 세상은 변하는데 해당 분석모형을 변하지 않는다는 의미이다. 특정 분석수단과 현실간의 괴리가 커질수록, 해당 분석수단을 폐기되고 주요한 의사결정은 “전략적인 고려”(strategic considerations)와 “경영자의 지도력”(charisma)에 의해 좌우된다. 투자의사결정과 관련 이러한 관행은 첨단기술, 의약품 개발, 유전개발 등과 같은 특정 산업에서, 그리고 IT,

R&D분야, 부동산 개발 등과 같은 대규모의 투자의사결정에서는 제대로 성과를 거둘 수 없다. 만약 불확실성을 명시적으로 고려할 경우, 전체 의사결정체계는 변경된다.

위 <그림 1>은 실물옵션 방식에 의한 의사결정체계의 주요 변화 가운데 하나를 예시하고 있다. 즉, 불확실성 자체가 기회를 창출하게 되는 것을 보여준다. 기존 관점에서는 불확실성이 높아질수록 해당 자산 또는 프로젝트의 가치는 하락하게 된다. 하지만, 실물옵션방식에 의하면 해당 프로젝트의 의사결정자가 향후 발생할 수 있는 상황에 유연하게 대응할 수 있는 대안들(options)을 파악하고 활용할 경우 불확실성의 증가는 오히려 해당 자산 또는 프로젝트의 가치의 상승으로 연결될 수 있다는 것을 보여준다. 따라서 불확실성은 회피의 대상이 아닌 새로운 기회를 창출할 수 있는 기회로 인식할 필요가 있다.⁷⁾

7) Martha Amram and Nalin Kulatilaka, 전게서, pp.13-19.

<그림 2> 불확실성의 해결에 대한 2가지 관점



다. 불확실성의 전략적 관리

실물옵션접근법에 의하면 불확실성은 투자안의 가치를 증대시키고 불확실한 상황에 대한 노출을 변경시킴으로써 부정적인 결과에 대한 노출은 줄이고 긍정적인 결과에 대한 노출은 확대시킬 수 있게 된다. 결국, 불확실성을 관리하기 위해서 실물옵션을 고려하고 의사결정에 활용함으로써 불확실성이 투자안의 가치를 증가시킬 수 있다.

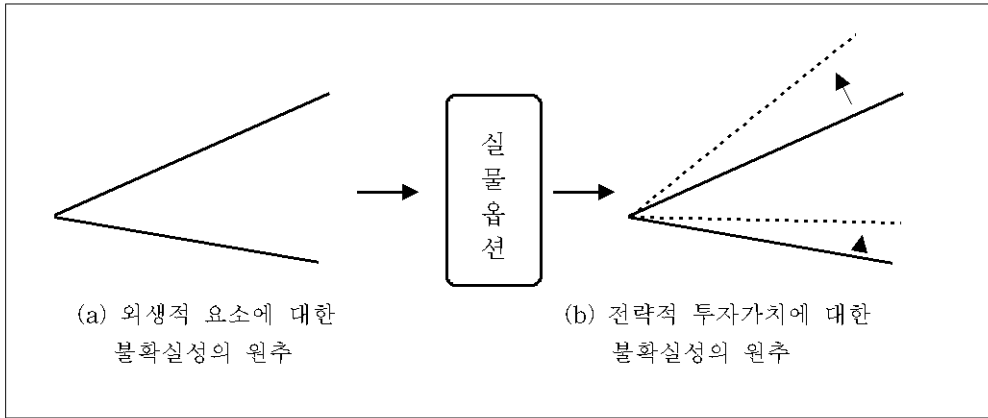
미래 의사결정이 불확실성의 출처에 좌우될 경우, 해당 프로젝트 의사결정자는 의사결정 시점에 있어 불확실한 변수의 발생가능범위에 관심을 가지게 된다. 그런데, 여기서의 핵심은 시간과 불확실성간의 연계성이다. 다음 <그림 2>의 왼쪽 그림에서는 “불확실성의 원추”(cone of uncertainty)개념을 보여주고 있다. 이 개념에 의하면 시간의 경과에 따라 특정 자산가치가 변화하는 과정을 쉽게 이해할 수 있다. 즉, 시간이 경과하면 할수록 불확실성의 범위가 확대됨을 알 수 있다. 원추의 왼쪽 모서리는 현재 시점의

해당 자산의 가치를 나타낸다. 시간이 경과함에 따라 발생 가능한 결과의 범위는 확대된다. 이러한 범위의 크기는 시간의 길이에 좌우된다.

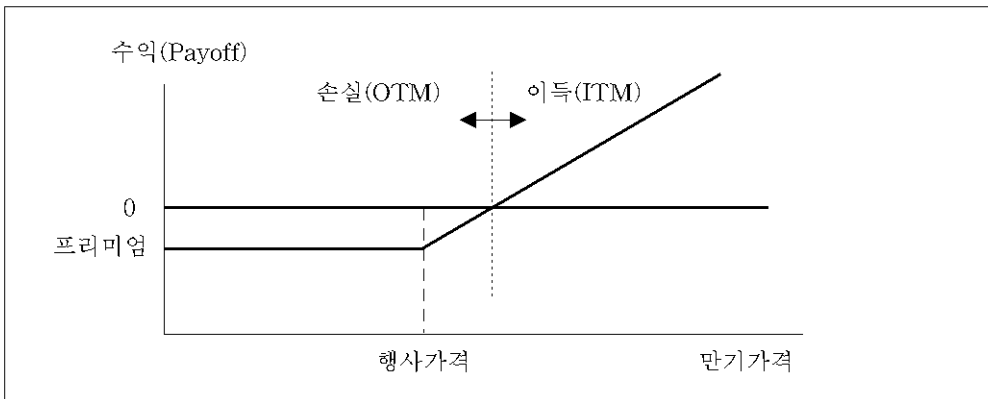
향후 최종시점인 2년간에 걸쳐 예상되는 수익률의 양(+)의 값은 해당 원추의 상향 기울기를 형성하게 된다. 또한 우측 그림에서는 시간 경과에 따른 불확실한 변수의 변화가 최종 시점에서의 결과치에 대한 분포와 어떤 연관성을 가지는지를 보여준다. 최종시점에서 해당 자산의 가치가 전체 발생 가능한 범위의 중간에 근접할 것이라는 것을 보여준다. 그런데, 여기서 최종 시점에서 예상되는 가치는 해당 분포의 평균으로 나타내고, 결과의 범위는 해당 분포의 표준편차에 의해 나타낸다. 실제로 다양한 전략적 투자 의사결정은 일련의 옵션으로 표현할 수 있는데 이들 의사결정시점은 최종시점의 의사결정 이전에도 무수히 발생하며, 이는 불확실성의 원추 내부에서 각 의사결정시점에 해당하는 무수히 많은 분포가 존재함을 의한다.

<그림 3>에서는 외생적인 불확실성이 자산 가치에 어떻게 반영되는가를 보여준다. 외생적

<그림 3> 실물옵션을 통한 외생적 불확실성의 수정



<그림 4> 전형적인 콜옵션 계약의 만기수익구조



인 불확실성이 해당 자산의 노출(exposure) 또는 민감도(sensitivity)는 전략적 투자의 가치평가에서 해당 불확실성의 크기와 형태를 결정짓는다. 즉, 외생적인 불확실성은 해당 자산을 통해 전략적 투자가치에 대한 불확실성의 형태로 전환된다. 기존의 가치평가에서는 해당 자산의 노출은 상당한 수준으로 유지된다. 그러나, 전략적 투자에 내재하는 실물옵션은 원하지 않는 결과에 대한 노출은 감소시키고 원하는 결과에 대한 노출은 강화시키는 효과를 발생시킴으로써 해당 자산의 불확실성에 대한 노출 형태를 변화시킬 수 있고, 전략적 투자의 가치를 향상시킬 수 있다. 그림에서 해당 자산에 해당하는 불확실성의 원추가 보다 상향 기울기를 가지게 되

며, 전략적 투자로부터 예상되는 가치가 증대됨을 보여준다.

이러한 논의는 전형적인 옵션계약의 만기시 수익구조(payload structure)를 살펴보면 쉽게 알 수 있다. 옵션계약의 만기시 수익구조는 항상 행사가격(X)을 중심으로 굴절된(kinked) 형태를 나타낸다. 이러한 비선형적(nonlinear) 형태가 불확실성이 어떻게 가치를 창출하는가를 분명히 나타낸다고 볼 수 있다. 아래 <그림 4>은 콜옵션을 매수한 경우의 만기시 수익구조를 보여준다.

<그림 4>에서, 행사가격 이하에서 발생하는 손실은 초기 옵션가격 즉 프리미엄(premium)에

<표 2> 금융옵션과 실물옵션의 변수 비교⁹⁾

콜옵션(Call Option)	실물옵션(Real Option)
기초주식의 현재가격(S_0)	실물투자안의 예상수입의 현재가치(S_0)
행사가격(X)	투자비용(I)
옵션 잔존만기(T)	수정기회가 소멸되는 시점(T)
주가변동성(σ)	실물투자안의 현금흐름 변동성(σ)
무위험이자율(R_f)	무위험이자율(R_f)

해당하는 금액으로 제한할 수 있다. 반면에, 행사가격을 초과하는 이득은 해당 자산의 가치 증가에 따라 비례적으로 상승함을 알 수 있다. 일단 특정한 옵션계약이 체결되면, 변동성의 증가는 바로 만기시점에서 발생 가능한 결과의 범위가 확대됨을 의미한다. 꼬인 형태의 수익흐름 또는 비선형적 수익흐름의 일방효과(one-sided effect)를 발생시키며 그 이유는, 잠재이윤은 증가하는 반면 잠재손실은 일정 수준으로 유지됨을 의미한다. 결국 불확실성은 이러한 꼬인 형태의 수익흐름에는 유리한 결과를 낳게 한다.

2. 금융옵션과 실물옵션

실물옵션은 금융옵션의 가치평가모형을 이용하여 실물 투자안의 가치를 평가하는 방법을 말한다. 따라서, 금융옵션의 가치결정 방법론을 실물옵션에 적용하기 위하여 고려해야 될 사항들이 있겠다. 일반적인 옵션가치평가 모형을 기초 자산(underlying asset), 변동성(risk), 행사가격(exercise price), 무위험이자율(risk-free interest rate), 만기일(expiration date), 배당(dividend) 등의 6가지 변수를 고려한다⁸⁾. 즉, 실물옵션은 금융옵션의 내용을 그대로 실제 투자안에 적용한 것으로서 옵션가격결정에 영향을 미치는 요소들을 주식에 대한 콜옵션에 견주어 다음과 같이 대응시켜 볼 수 있다 <표 2>는 금융옵션에서의 콜옵션과 실물옵션에서 사용되는 변수의

내용을 비교 정리한 것이다.

가. 모형의 선택 문제

금융옵션은 대부분 금융시장에 거래되는 주식, 채권 등의 유가증권이 기초자산이며, 과거의 가격이나 수익률 등에 대한 축적된 자료가 많이 있어 옵션의 가치평가가 용이하다. 그러나 실물옵션의 경우는 기초자산이 주로 R&D나 새로운 프로젝트에 대한 투자여서 일반적으로 시장에서 거래되지 않으며 그로 인해 가치평가에 필요한 축적된 자료가 금융옵션에 비해 상대적으로 빈약하거나 거의 없는 실정이다.¹⁰⁾ 따라서, 연속시간(continuous time)을 가정하는 블랙-숄즈 모형을 그대로 적용하기는 힘들다.

또한 실물옵션의 경우는 옵션이 갖는 만기기간과 옵션의 행사시점이 일반 금융옵션보다는 길고 또한 유럽형 옵션(European option)보다는 미국형 옵션(American option)일 가능성이 높다. 먼저 미국형 옵션의 경우에는 무배당(no dividend)을 가정하는 블랙-숄즈 모형을 그대로 적용하기는 힘들다. 이러한 한계를 극복할 수 있는 방법론이 앞에서 설명한 이항옵션가격결정 모형이다. 이 방법은 일단 블랙-숄즈 모형보다 사용하기가 편리하고 직관적 이해가 쉬우며 계산이 용이하기 때문에 실물옵션의 분석도구로

8) 본 연구의 사례분석에서는 분석의 편의상 무배당(no dividend)을 가정하였다.

9) Copland, Tom and V. Antikarov, 『Real Options』, Texere, 2001

10) 홍동표 외, "Real Option을 이용한 IT투자분석, 정보통신정책연구원, 2001, p.63.

적합하다 할 수 있겠다.¹¹⁾

나. 변동성 설정의 문제

실물옵션이 금융옵션과 다른 점은 만기기간이 보통 장기인 경우가 많다는 점이다. 이는 일반적인 금융옵션 가격결정 방법론에서 가정하고 있는 기초자산의 변동성이 고정이라는 설정이 적합하지 않을 수 있다는 것이다. 이 문제는 사실 실물옵션에 한정된 문제는 아니고 금융옵션에서도 변동성 자체가 확률과정(stochastic process)인 경우가 예외가 아닌 일반화된 현상이라는 점은 이미 인정된 바이다. 이로부터 발생하는 이론가격의 왜곡을 수정하기 위해 변동성의 확률과정 혹은 시계열(time series) 모형을 설정하여 이론가격을 도출하려는 연구는 많이 이루어지고 있다. 금융옵션에서는 이러한 시도가 현실성이 있는데, 왜냐하면 변동성은 기초자산(대개 주식)의 시장가격에서 쉽게 구할 수 있을 뿐 아니라 과거 데이터도 비교적 풍부하기 때문에 시계열적 특성이나 확률과정을 설정할 수가 있고 이러한 모형이 시장에서 관찰되는 시장가격과 이론가와의 괴리를 설명할 수 있는가를 검증할 수도 있기 때문이다. 그러나 실물옵션의 경우는 기초자산이 투자 프로젝트의 할인된 현재가치인 점을 감안하면 이와 같은 상황에 적합한 변동성 모형을 설정하는 것과 결과를 검증하는 것은 현실성이 없을 수밖에 없다. 또한, 임의로 변동성 모형을 설정하여 이를 이용하기 위한 계수를 사용할 경우 정확도를 높이는 방향보다 오히려 결과를 임의로 왜곡할 수도 있기 때문에 모형에 적용할 때 신중을 기해야 한다.¹²⁾

실물옵션의 경우 변동성과 관련해서 생각해야 할 문제는 보다 근본적인데 있다. 즉, 옵션의 기초자산이 되는 프로젝트의 현금흐름 과거 데이터가 없기 때문에 금융옵션에서처럼 역사적 변동성을 계산할 수 없고 따라서 다른 유사한 대리변수(proxy)를 구해야 한다는 것이다. 어떤 대리변수를 사용하는가에 대한 판단은 투자안에 따라 달라진다. 예컨대, 반도체 생산라인을 증설하는 프로젝트가 있을 경우 이 프로젝트의 변동성으로 반도체의 시장가격의 변동성을 대리변수로 생각해 볼 수 있다.¹³⁾ 아파트 개발 프로젝트의 경우에는 시장의 매매가격이나 건축자재가격의 불확실성뿐만 아니라 장래 부동산가격에 대한 불확실성에 추가되어 복합되어 고려될 수 있겠다. 만약 프로젝트의 현금흐름에 가장 영향력이 큰 변수가 아파트 가격이고 다른 변수들은 미미한 영향만 있거나 프로젝트를 수행하는 회사의 영향력 하에 있는 경우에는 가장 좋은 대리변수가 될 수 있을 것이다. 경우에 따라서는 프로젝트를 수행하는 회사가 주식시장에 상장(예컨대, REITs) 되어 있을 수 있고 프로젝트의 성공여부가 기업가치와 직결되는 경우, 상장된 회사의 주가 변동성을 대리변수로 생각해볼 수도 있다. 그러나 이는 매우 단순한 가정이 될 수 있는데 그 이유는 회사가 수행하는 프로젝트가 다양한 경우, 프로젝트의 포트폴리오(portfolio)에 의해 어느 정도 분산되어서 기업의 가치변화와 지금 수행하는 프로젝트와의 상관성이 희박할 수 있기 때문이다.

요컨대, 과거 데이터의 부재로 인한 변동성의 대리변수 문제는 결국 사안별로 프로젝트의 성질을 면밀히 분석한 후 프로젝트 현금흐름에 대한 불확실성에 영향을 끼치는 변수들을 확인하여 이 변수들의 확률적인 성격과 서로간의 상관관계를 분석한 다음 시뮬레이션(simulation)을

11) 강진우, “실물옵션을 이용한 대형연구개발사업의 경제적 타당성 평가 방법론”, 서울대학교 경제학석사학위논문, 2003, pp. 32-33.

12) Martha Amram and Nalin Kulatilaka, 전제서, pp.107-113.

13) 이인형 외, “인터넷 비즈니스의 가치평가를 위한 변동성 선택의 문제”, 기술신용보증기금, pp.11-13.

통해서 프로젝트 현금흐름의 확률분포를 규명할 수 있다면 이 시뮬레이션을 통해 생성된 확률분포의 표준편차(σ)를 프로젝트의 변동성으로 사용할 수 있다. 이러한 방법은 불확실성의 근원이 무엇이고 그것의 확률적인 모형은 어떻게 설정될 수 있으며, 서로간의 상관관계는 어느 정도인가를 규명해야 하는 어려움과 작위성이 개입될 수 있는 문제가 있을 수 있으나, 어느 정도 현실적인 가정 하에 도출될 수 있다면 대표성을 갖는 대리변수로 인정할 수 있겠다.

다. 위험중립 가정의 타당성

금융옵션의 가격을 계산하는데 있어, 위험중립을 가정할 경우에는 위험중립을 가져다주는 위험중립확률(risk neutral probability)을 이용하여 미래 옵션의 기대값을 구한 다음 무위험 이자율(risk-free interest rate)로 할인하는 방법으로 비교적 쉽게 구할 수 있다. 이 방법은 이항 옵션모형을 전개시킨 다음 위험중립하에서 옵션 가격을 역산하는 방법으로 현재가치를 계산하는데 적용된다. 그런데, 애초에 위험중립을 가정할 수 있었던 이유는 금융옵션과 그 기초자산을 이용하여 헤지포트폴리오(hedge portfolio)를 구성할 수 있기 때문이다.¹⁴⁾

만약 실물옵션의 값을 계산하는데 금융옵션의 위험중립 가정을 적용하기 위해서는 실물옵션의 기초자산과 옵션으로 헤지(hedge)가 가능하다는 가정이 필요하다. 이것이 불가능할 경우에는 적어도 프로젝트 현금흐름을 거의 모방해 줄 수 있는 대리 유가증권이 필요하다. 그러나 만약 시장에서 이를 대리해 줄 수 있는 유가증권이 없다고 할 경우에는 프로젝트 현금흐름의 현재가치 자체가 시장성을 갖는다고 가정해야 한다. 그런데, 이는 그렇게 제약적인 가정은 아

니다. 일반적으로 NPV법에서도 현재가치화 하기 위한 할인율을 구하는 경우, 유사 유가증권(twin security)의 시장가치를 대리변수로 사용하듯이 실물옵션의 경우에도 유사 유가증권이 없을 경우에는 대상 투자안의 현금흐름의 현재가치가 그것의 시장가치의 가장 유력한 대리변수라고 가정하는 것은 그리 큰 문제가 되지 않을 것이다.

IV. 부동산개발 사례분석

1. NPV법에 의한 타당성 분석

가. 사업개요

본 연구의 사례분석의 대상은 주거 및 상업시설을 개발하여 일정 기간 운영 후 처분하는 가상의 부동산 개발사업이다. 해당 투자안을 개발하는 데에는 일련의 투자비용(I_t)이 소요되고, 운영수익을 통한 임대료(R_t)를 창출하는 과정에서 일련의 운영경비(O_t)가 발생한다. 해당 프로젝트는 기준시점(t_0) 이후 5년차(t_5)까지 매년 상이한 수준의 투자비용이 지출되고, 1년차부터 15년차까지 매년 상이한 수준의 수입과 비용이 발생한다고 가정한다. 주거시설은 5년간의 건설기간동안에 단계별로 분양이 이루어지고, 상업시설의 경우는 6년차부터 임대가 이루어져 15년차도에 매각이 이루어진다. 또한, 모든 현금흐름은 기말에 이루어진다고 가정한다. 구체적인 세부내역은 다음과 같다.

1) 자본구조

토지취득비 평당 600만원에 대해 년 10%이자에 5년 만기 원금일시상환조건의 타인자본으로 조달하여 5년간은 총 600,000백만원에 대한 10%

14) 박홍일, “실물옵션을 이용한 부동산 개발프로젝트의 가치평가”, 건국대학교 석사학위논문, 2004, pp.62-75 참조.

<표 3> 부동산 개발사업 개요

사업기간	건설기간	5 년	
	운영기간	10 년	
사업방식	분양(주거시설), 임대(상업시설)		
대상부지면적	100,000 평		
	주거시설	60,000 평	
	상업시설	40,000 평	
건축면적	주거시설	30,000 평	
	상업시설	20,000 평	
건축연면적	주거시설	360,000 평	
	상업시설	200,000 평	
토지취득비	6.00 백만원/평		
부지조성및토목공사비	4.00 백만원/평		
건설비용	주거시설	직접건설비	4.00 백만원/평
		간접건설비	0.10 백만원/평
	상업시설	직접건설비	5.00 백만원/평
		간접건설비	0.15 백만원/평
분양금액(주거시설)	7.00 백만원/평		
연간임대료(상업시설)	2.00 백만원/평		
임대료인상률	5.00%		
취등록세	취득세	2.00%	취득가액대비
	등록세	3.00%	취득가액대비 보존등기: 0.80%
	농어촌특별세	10.00%	취득세액대비
	지방교육세	20.00%	등록세액대비
법인세	15.00% 과세표준1억이하분		
	27.00% 과세표준1억초과분		
재산세	재산세	주택	0.30% ~ 7.00% 시가표준액대비
		주택이외 건축물	0.30% 시가표준액대비
	지방교육세	20.00%	재산세액대비
종합토지세	종합토지세	0.20 ~ 5.00%	시가표준액대비
	지방교육세	20.00%	종합토지세액대비
	농어촌특별세	10.00% ~ 15.00%	종합토지세액대비
무위험이자율	8.00%		
대출이자율	10.00%	5 년 만기(일시상환)	
요구수익률	12.00%		
Terminal Cap.Rate	15.00%		
감가상각	40 년 건물(정액법)		
공실률	5.00% 가능총소득대비		

의 금융비용만을 상환한다. 그리고, 나머지 투자 비용 및 기타비용에 대해서는 전액 자기자본으로 조달한다.

2) 건설비

건설비용은 부지조성 및 토목공사비가 평당 4백만원이며, 직접건설비(Hard Cost)와 설계·감리비, 인허가 비용 등의 간접건설비(Soft Cost)를 포함한 건설비용은 주거시설의 경우, 평당 4.10백만원이며 상업시설은 평당 5.15백만원이다. 또한, 공사대금은 직접건설비의 경우는 1

년차에 10%, 2년차에에서 4년차까지는 20%씩, 그리고 5년차에는 30%가, 간접건설비의 경우는 0년차에 70%, 그리고 1년차에서 3년차까지 각각 10%가 단계별로 지급되는 것으로 가정하였다.

3) 분양금 및 임대료

주거시설의 경우는 평당 분양금액을 7백만원으로 하고 상업시설은 임대료는 평당 2백만원으로 한다. 주거시설에 대한 분양은 3년차부터 단계별로 후분양을 가정하였고, 분양금은 3년차에 30%, 4년차에 30% 그리고 5년차에 40% 수납되

<표 4> 투자비 산정

(단위: 백만원)

연차	현재	1년후	2년후	3년후	4년후	5년후
토지취득비	0	0	0	0	0	600,000
부지조성및토목공사비	0	400,000	0	0	0	0
건설비용						
직접건설비	0	244,000	488,000	488,000	488,000	732,000
간접건설비	46,200	6,600	6,600	6,600	0	0
합계	46,200	650,600	494,600	494,600	488,000	1,332,000

<표 5> 총수입 산정

(단위: 백만원)

연차	현재	1년후	2년후	3년후	4년후	5년후
분양수입	0	0	0	756,000	756,000	1,008,000
임대료수입	0	0	0	0	0	0
기타수입	0	0	0	0	0	0
합계	0	0	0	756,000	756,000	1,008,000

어 5차년까지 미납없이 100% 수납된다. 또한, 임대료 보증금 없이 순수 연간 임대료만으로 가정하고 6년차부터 공실률을 제외하고 100%수납 되는 것으로 하였다.

4) 기타경비 및 연간상승률

공실률은 가능총소득(PGI)의 5%로 가정하였고, 유지수선비, 보험료, 운영경비는 각각 유효총소득(EGI)의 1%, 5%, 3%로 하였다. 취득등록세 및 재산세, 종합토지세는 <표 3>에 세율이 명시되어 있다. 또한, 임대료 포함한 보험료, 유지수선비, 재산세, 종합토지세 등은 연간 5% 상승률을 유지한다.

5) 법인세

법인세는 분양에 대한 법인세와 15년도말 상업시설 매각에 따른 법인세 즉, “토지 등에 대한 양도차익에 대한 법인세”와 운영에 따른 법인세 즉, “각 사업년도 소득에 대한 법인세”로 대별된다. 법인세율은 과세표준 1억 이하분에 대해서는 15%를, 1억 초과분에 대해서는 20%를 세율

을 각각 적용하였다. 또한 대상 법인은 본 개발 사업 이외에 다른 사업은 없다고 가정한다. 또한, 건물의 감가상각은 내용연수를 40년으로 한 정액법을 기준으로 산정한다.

나. NPV 분석

먼저, 실물옵션을 활용한 가치평가 이전에, NPV법을 이용한 경제성평가의 결과를 제시하고자 한다. 이는 실물옵션가치평가 방식의 적용을 위한 기초자료로서 그리고 가치평가 방식간의 차이를 제시하는데 활용될 것이다.

<표 4>, <표 5> 그리고 <표 6>은 해당 부동산 건설 및 운영 프로젝트 관련 연차별 항목별 투자비, 총수입, 그리고 총비용에 대한 내역을 보여준다.¹⁵⁾ <표 7>는 15년차의 매각과 그에 따른 비용 및 법인세 등 기타 비용을 고려한 순현금흐름(net cash flow) 내역을 보여준다. 순현가는 총수입에서 투자비를 포함한 총비용을 차감한 순편익에 대하여 일정한 할인율 즉, 요

15) 지면관계상 일부기간에 대한 현금흐름만을 표시하였음. 자세한 내역은 부록 참조.

<표 6> 총비용 산정

(단위: 백만원)

연차	현재	1년후	2년후	3년후	4년후	5년후
공실액	0	0	0	0	0	0
유지수선비	0	0	0	0	0	0
보험료	0	0	0	0	0	0
운영경비	0	0	0	0	0	0
취등록세	0	34,800	0	13,992	13,992	18,657
재산세	0	0	0	0	0	0
종합토지세	0	3,974	4,173	4,382	4,421	4,453
법인세	0	(17,285)	(17,339)	196,379	198,906	254,086
이자비용	0	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000
매각비용	0	0	0	0	0	0
합계	0	81,489	46,834	274,753	277,320	337,195

<표 7> 순현금흐름 산정

(단위: 백만원)

연차	현재	1년차	2년차	3년차	4년차	5년차
총수입합계	0	0	0	756,000	756,000	1,008,000
매각가치	0	0	0	0	0	0
투자비합계	46,200	650,600	494,600	494,600	488,000	1,332,000
총비용합계	0	81,489	46,834	274,753	277,320	337,195
순현금흐름합계	(46,200)	(732,089)	(541,434)	(13,353)	(9,320)	(661,195)
IRR	11.83%					
NPV	(22,314)					

구수익률로 할인한 값의 합계이다. 또한 내부수익률은 총수입의 현재가치와 총비용과 투자비의 합계의 현재가치를 동일하게 만드는 이자율을 말한다. 이들 방식에서 할인시점은 기준시점을 적용한다.

2. Real Option을 이용한 타당성 분석

가. 프로젝트의 변동성 추정

실물옵션을 이용한 가치평가를 위한 첫 번째 단계는 기초자산(S)의 현재가치를 구하는 것이다. 실물옵션의 기초자산은 바로 대상 프로젝트 투자시의 예상현금흐름의 현재가치이므로 전통적인 NPV법을 적용하여 기초자산 가치를 계산하면 된다. 두 번째 단계로, 옵션가격을 계산하기 위해 필요한 또 한가지 변수는 바로 변동성(σ)인데, 원래 대상 프로젝트의 변동성은 파

거 데이터로부터 역사적 변동성(historical volatility)으로 구할 수 있다. 그러나 앞서도 언급한 바와 같이 역사적 변동성을 쉽게 구할 수 없는 경우에는 아파트가격지수, 오피스임대지수, REITs 주식 등의 변동성을 대용치(proxy)로 사용할 수도 있고, 적당한 현실적인 가정 하에서 대상 프로젝트의 확률분포를 시뮬레이션할 수 있다고 했다. 즉, 변동성에 영향을 끼치는 중요한 변수들을 설정하여 시뮬레이션을 통한 프로젝트의 현재가치에 대한 확률분포를 생성할 수 있는데 이러한 방법으로 몬테카를로 시뮬레이션(Monte Carlo Simulation)을 흔히 사용한다. 본 연구에서는 개발프로젝트의 변동성을 20%로 가정하였다.

나. 옵션가치 산정

개별적인 실물옵션의 가치를 평가하기 위해

서는 아래와 같은 기본적인 투입요소에 대한 가정이 필요하다. <표 8>은 대안별 실물옵션가치를 산정하기 위한 준비단계로서 이항트리(binominal value tree)활용을 위한 제변수의 산정결과를 정리한 것이다. 이항트리 활용을 위한 제변수들을 간단히 보면,

S = 투자안의 순현금흐름의 현재가치
(투자비 제외)

σ = 연간변동성, r = 무위험 이자율

ΔT = 시간변동구간(1년), 만기(n) = 5년

$$u = e^{\sigma \Delta T},$$

$$d = e^{-\sigma \Delta T},$$

$$p = \frac{e^{r \Delta T} - d}{u - d}$$

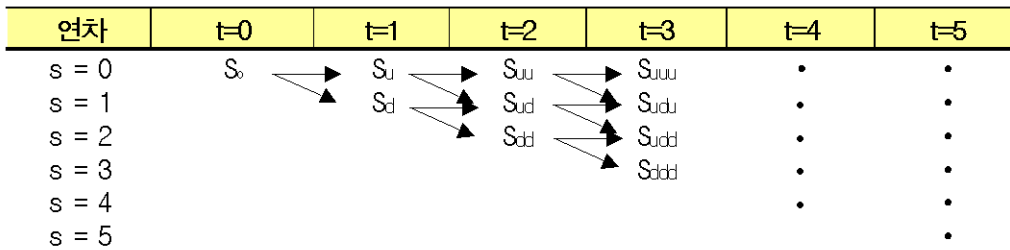
<표 9>에서는 옵션가치결정을 위한 이항트리 개념을 예시하고 있다. 표에서 알 수 있듯이, 전진계산과정(rolling forward process)을 통해 기초자산(S)의 초기값에서 위에서 계산된 u 와 d 를 이용하여 미래 시점별 현금흐름의 가치를 산정할 수 있다. 또한 <표 10>에서는 연간 변동성 20%, 무위험 이자율 8%를 전제로 $u = 1.2214$ 와 $d = 0.8187$ 을 적용하여 이항트리를 실제 산출한 과정을 예시하고 있다.

다음으로, 위의 <표 10>에서 산출된 이항트리를 기초로 하여 당해 투자안에서 고려할 수 있는 실물옵션들에 대한 가치를 산정하였다. 여기서, 개별 옵션가치의 산정은 역순순환과정(recursive backward iteration)으로 구하는데, 이는 앞서 전진과정(rolling forward process)을 통해 산출된 최종단계($t=0$) 기초자산의 가치에 p , $1-p$, $e^{-r \Delta t}$ 등의 제변수와 개별을

<표 8> 이항트리(binomial tree) 활용을 위한 제변수

S	σ	r	$e^{r \Delta T}$	u	d	p	1-p
2,417,063	20.00%	8.00%	1.0833	1.2214	0.8187	0.6488	0.3512

<표 9> 옵션가치결정을 위한 이항트리 개념



<표 10> 옵션가치결정을 위한 이항트리 산출 구조

연차	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
	2,417,063	2,952,207	3,605,834	4,404,176	5,379,272	6,570,258
		1,978,924	2,417,063	2,952,207	3,605,834	4,404,176
			1,620,206	1,978,924	2,417,063	2,952,207
				1,326,512	1,620,206	1,978,924
					1,086,056	1,326,512
						889,188

<표 11> 포기옵션 산출 구조

연차	a = 30%					
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
645,483	623,169	725,119	1,161,767	2,297,352	3,645,359	5,238,258
		725,119	725,119	864,873	1,877,302	3,072,176
			725,119	725,119	725,119	1,620,207
				725,119	725,119	725,119
					725,119	725,119
						725,119

션을 반영하여 바로 이전단계의 현재가치를 순차적으로 계산하게 된다. 즉, 옵션은 트리(t)의 말기(T시점)에서 출발하여 역행해 오면서 가치를 계산할 수 있다. T시점의 옵션가치는 알려져 있다. S_T 가 T시점의 기초자산 가격이고 X가 행사가격일 때, 콜옵션은 $Max(S_T - X, 0)$ 의 가치가 있고, 풋옵션은 $Max(X - S_T, 0)$ 의 가치가 있다. 위험중립 세계를 가정했으므로, $T - \Delta t$ 시점에서 각 교점의 가치는, T시점의 기대값을 Δt 기간 동안 무위험이자율 r로 할인하여 계산할 수 있다. 마찬가지로 방법으로, $T - 2\Delta t$ 시점에 각 교점의 가치는 $T - \Delta t$ 시점의 기대값을 Δt 기간동안, r의 이자율로 할인하여 계산할 수 있다. 나머지도 같은 역산과정을 거치면 된다. 만일 아메리칸 옵션이라면 각 교점에서 앞으로의 기간에 대하여 옵션을 보유하는 것보다 조기 행사를 하는 것이 좋은지 나쁜지를 검토하는 것이 필수적이다. 결과적으로, 모든 교점을 따라서 역행해 오므로써 0시점에서의 옵션의 가치가 얻어진다.¹⁶⁾ 다음에서 예시된 개별옵션의 가치평가는 20%의 연간 변동성과 무위험이자율인 8%의 할인율을 적용한 경우에 해당한다.

1) 포기옵션(option to abandon construction)

이는 만기 시점(5년차) 또는 그 이전시점에서 시장 상황이 악화되었을 때, 일정한 잔존가치를 회수할 목적으로 전체 프로젝트를 매각하는 대안을 말한다. 이는 미국식 풋옵션(American put option)의 형태로 나타낼 수 있다. 행사가격 X는 매각가치가 되며, <표 11>은 잔존가치가 순현금흐름의 현재가치 S_0 의 30% ($a = 0.3$)으로 가정하였다.

먼저 $s = 0$, $t = 5$ 시점에서의 프로젝트 가치는, $Max[a \times S_0, S_5 - I_5] = 5,238,258$ 백만원이며, $s = 0$, $t = 4$ 시점에서의 프로젝트의 가치는, $Max[a \times S_0, (p \times V_5^+ + (1 - p) \times V_5^-) e^{-r \Delta T} - I_4] = 3,645,359$ 백만원이다, 결국, 이러한 역순순환과정을 거치면 포기옵션의 가치는 645,483백만원이며, 총 프로젝트의 가치는 623,169백만원으로 산정된다.

2) 연기옵션(option to defer investment)

연기옵션은 특정 투자시점까지 전체 프로젝트의 시작을 연기하는 대안을 말한다. 이는 미국식 콜옵션(American call option)의 형태로 나타낼 수 있다. 행사가격 X는 필요한 투자 소요액이 되며 <표 12>, <표 13>, <표 14>은 각각 1년에서 3년까지 프로젝트를 연기한 경우로,

16) John C. Hull, 『Options, Futures and Other Derivatives』, 2002. pp.346-348.

<표 12> 1기간 연기옵션의 산출 구조

연차	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6
209,841	187,527	203,145	682,519	1,949,398	3,266,540	4,832,731	6,692,931
			(491,889)	510,607	1,503,848	2,673,221	4,047,272
				(453,844)	322,280	1,225,658	2,273,834
					(469,748)	255,328	1,085,063
						(395,104)	288,206
							(245,944)

<표 13> 2기간 연기옵션의 산출 구조

연차	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6	t=7
744,008	721,694		846,915	1,471,215	2,915,645	4,450,309	6,282,990	8,469,673
				36,789	1,158,302	2,297,352	3,645,359	5,238,258
					(19,681)	854,182	1,877,302	3,072,176
						(113,204)	692,138	1,620,207
							(102,302)	646,924
								(5,488)

<표 14> 3기간 연기옵션의 산출 구조

연차	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6	t=7	t=8
1,307,049	1,284,735			1,633,218	2,434,530	4,095,822	5,896,168	8,054,341	10,639,791
					682,519	1,949,398	3,266,540	4,832,731	6,692,981
						510,607	1,503,848	2,673,221	4,047,272
							322,280	1,225,658	2,273,834
								255,328	1,085,063
									288,206

해당 연기옵션의 가치는 각각 209,841백만원, 744,008백만원, 1,307,049백만원이며, 전체 프로젝트의 가치는 각각 187,527백만원, 721,694백만원, 1,284,735백만원으로 산정되었다.

3) 확장옵션(option to expand)

확장옵션은 해당 시점 (t=5)에서 시장 상황이 예상보다 좋을 경우, 계획된 투자를 증액하여 프로젝트 규모를 x % 확대하는 대안을 말한다. 이는 유럽식 콜옵션(European call option)의 형태로 나타낼 수 있다. 행사가격 X는 잠재적 투자소요 증가액을 말하며 <표 15>는 투자규모를 10% 확대 (i=10%)하여 프로

젝트 가치가 20% (x=20%) 증가한 경우를 예시한 것이다.

먼저 s=0, t=5 시점에서의 프로젝트 가치는 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$Max[S_5 - I_5, (1+x)S_5 - (1+i)I_5] = 6,419,110 \text{백만원이며, } s=0, t=4 \text{ 시점에서의 프로젝트의 가치는,}$$

$$(p \times V_5^+ + (1-p) \times V_5^-) e^{-r \Delta T} - I_4 = 5,476,944 \text{백만원이다. 이러한 역순환과정을 거치면 확장옵션의 가치는 1,562,073백만원이며, 총 프로젝트의 가치는 1,539,759백만원으로 산정된다.}$$

<표 15> 확장옵션의 산출 구조

연차	i = 10%				x = 20%	
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
1,562,073	1,539,759	2,232,441	3,463,592	4,491,361	5,476,944	6,419,110
		44,226	1,179,143	2,106,445	2,987,143	3,819,811
			(352,169)	507,789	1,318,179	2,077,449
				(563,823)	199,439	909,508
					(550,474)	126,615
						(398,175)

<표 16> 축소옵션의 산출 구조

연차	i = 20%				c = 10%	
	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
731,042	708,728	1,323,046	2,481,811	3,442,001	4,362,541	5,238,258
		(460,066)	602,600	1,464,485	2,287,707	3,072,176
			(612,553)	178,347	922,965	1,620,207
				(639,601)	63,653	715,431
					(498,782)	128,261
						(265,331)

4) 축소옵션(option to contract or shrink)

축소옵션은 해당 시점 ($t=5$)에서 시장 상황이 예상보다 나빠질 경우, 계획된 투자액의 일부를 절감하는 대안을 말한다. 이는 유럽식 풋옵션(European put option)의 형태로 나타낼 수 있다. 행사가격 X 는 잠재적 투자소요 절감액을 말하며 <표 16>은 투자규모를 20% 축소 ($i=20%$)하여 프로젝트 가치가 10% ($c=10%$) 감소한 경우를 예시한 것이다.

먼저 $s=0, t=5$ 시점에서의 프로젝트 가치는 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$Max[S_5 - I_5, (1 - c)S_5 - (1 - i)I_5] = 5,238,258 \text{백만원이며, } s=0, t=4 \text{ 시점에서의 프로젝트의 가치는,}$$

$$(p \times V_5^+ + (1 - p) \times V_5^-) e^{-r \Delta T} - I_4 = 4,362,541 \text{백만원이다. 이러한 역순순환과정을 거치면 축소옵션의 가치는 732,041백만원이며, 총 프로젝트의 가치는 708,728백만원으로 산정된다.}$$

V. 결론

전통적 NPV법에 의하면, 일반적으로 경제성이 없어 추진되지 못하고, 개발사업자(Developer) 입장에서 볼 때 투자를 주저하게 되는 투자안이, 옵션을 이용한 평가기법을 통해 극복이 가능함을 보았다. 이러한 관점에서 본 연구가 이론과 실제에 작은 교량역할을 할 수 있다고 확신한다. 그러나, 본 연구는 실증분석과 관련하여 다음의 사항이 보완될 필요가 있다고 판단한다.

첫째, 본 연구에서는 각 개별옵션 대안별로만 가치평가를 하였다. 하지만 실제 현실은 단일의 옵션형태가 아니라 복수의 옵션들이 조합 형태로 표현되는 것이 일반적일 것이다. 따라서 개별 실물옵션의 상호작용을 고려한 평가가 이루어져야 할 것이다.

둘째, 본 연구에서는 기초자산 즉, 개발사업의 변동성 σ 를 가정하였다. 따라서, 향후 보다 현실적인 분석이 되기 위해서는 해당 개발 프로젝트의 직접적인 변동성을 추정하기는 어렵더라도

대리변수(proxy)로 이용할 수 있는 관련 지수, 예컨대 오피스나 상가 등의 시계열지수의 자료 축적이 필요하겠다. 또한, 과거 데이터 부족은 사안별로 프로젝트 성질을 분석한 후 프로젝트 현금흐름에 영향을 끼치는 변수들의 확률적 성격과 상관관계를 분석한 다음 시뮬레이션을 통해 생성된 확률분포의 표준편차를 변동성으로 사용할 수 있는데 이러한 확률과정(stochastic process)을 이용한 가치평가모형이 추가적으로 제시되기를 기대한다.

마지막으로, 옵션(options)이라는 것은 취소 가능한 매매계약거래이다. 즉, 당사자들 간의 계약이다. 따라서, 실제 부동산 개발사업에 적용하기 위해서는 옵션계약 당사자들 즉, 옵션매수자가 될 수 있는 금융기관이나 부동산펀드 등과 옵션매도자가 될 수 있는 개발회사나 건설회사 사이에 이러한 계약이 성립할 수 있어야 하므로 좀더 실현 가능한 정교한 상품 모델링이 필요하겠다.

참고문헌

1. 국찬표·구본열 공저, 『현대재무론』, 비봉출판사, 2001.
2. 김건우·이홍재 공저, 『금융공학』, 경문사, 2003.
3. 김대호·오세경 공저, 『증권투자론』, 경문사, 2000
4. 류성희, 『EXCEL을 이용한 재무관리』, 도서출판 탐진, 2000.
5. 박정식·박종원·조재호 공저, 『현대재무관리』 (제6판), 다산출판사, 2001.
6. 박홍일, “실물옵션을 이용한 부동산 개발프로젝트의 가치평가”, 건국대학교 부동산학석사 학위논문, 2004.
7. 성태홍·최도성, 『파생금융상품과 금융위험관리』, 경문사, 2000.
8. 오준석, 『재무관리』, 응지경영아카데미, 2002.
9. 윤원철, “실물옵션가격결정법을 활용한 에너지 관련사업의 경제성 평가”, 에너지경제연구소, 2001.
10. 윤평식·김철중 공저, 『파생상품과 헤징전략』, 탐진, 1999.
11. 정대인, “몬테카를로 시뮬레이션을 이용한 옵션가격결정모형”, 연세대학교 경영학석사 학위논문, 1998.
12. 정한규·김철중·윤평식 공역, 『가치평가론 : Investment Valuation』, 경문사, 1998.
13. 홍동표 외, “Real Option을 이용한 IT투자분석”, 정보통신정책연구원, 2001.
14. Brealey and Myers, 『Principles of Corporate Finance』, 6th ed, McGraw-Hill, 2000.
15. Cavus, Jose Pereira and Kanak Patel, 『Real Option : Evaluating Corporate Investment Opportunities in a Dynamic World』, Prentice Hall, 2001.
16. Copland, Tom and V. Antikarov, 『Real Options』, Texere, 2001
17. Dixit, Avinash and Robert Pindyck, 『Investment Under Uncertainty』, Princeton: Princeton University Press, 1994.
18. F. Peter Boer, 『The Real Options Solution : Finding Total Value in a High-Risk World』, John Wiley & Sons, Inc., 2001.
19. Frank J. Fabozzi, 『Fixed Income Mathematics』, McGraw-Hill, 1997.
20. Jack Broyles, 『Financial Management and Real Options』, Wiley, 2003.
21. John C, Hull, 『Options, Futures and Other Derivatives』, 2002.

22. Johnathan Mun, 『Real Options Analysis Course : Business Cases and Software Applications』, John Wiley & Sons, Inc., 2003.
23. Martha Amram and Nalin Kulatilaka, 『Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World』, Harvard Business School, 1999.
24. Nancy E. Wallace, "An Introduction to Real Options", Asres Workshop Proceeding Vol.2, July 2002.
25. Schwartz, E., and L. Trigeorgis. 『Real Options and Investment under Uncertainty: Classical Readings and Recent Contributions』, MIT Press, 2001
26. Simon Benninga, 『Financial Modeling』, 2th ed., The MIT Press, 2001.
27. Trigeorgis. L, 『Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation』, MIT Press, 1996
28. William B. Brueggeman & Jeffery D. Fisher, 『Real Estate Finance and Investments』, 11th ed., McGraw-Hill , 2002.

