

옵션가격결정이론에 기반한 실물자산의 투자시기 결정 - 부동산투자신탁회사(REITs)를 중심으로 -

Time to Invest in Real Asset with Option Pricing Theory - Focused on REITs -

전 재 범
Jun, Jae-Bum

이 삼 수
Lee, Sam-Su

요 약

기업은 이익창출을 위해 자본과 비용을 투입하고 재무적 타당성을 분석하여 투자의 가부를 결정한다. 일반적으로 실물자산의 투자가 창출하는 현금흐름은 투자분석시의 결과와는 달리 불확실하게 변화하고 실물자산이 내포한 여러 경영상의 유연성이 유발하는 비대칭수익구조도 사업의 가치에 영향을 미친다. 실물자산의 투자가 수반하는 다양한 경영상의 유연성들 중, 경영진이 특정 기간 동안 투자를 지연할 수 있는 투자지연의 의사결정은 시장에서 새로운 정보가 유입되면 합리적인 대응을 가능케 하여 사업의 가치를 증가시키는 것으로 알려져 왔으나 투자시기의 결정에 관한 연구는 부족해왔다. 그러므로 본 연구는 투자지연이 유효한 실물자산의 투자에서 합리적인 투자시기의 결정을 위해 투자지연에 의한 사업가치의 증분과 손실회복비용을 옵션가격결정 및 관련 금융·경제이론에 기반하여 추정하고 이를 수학적 변분원리를 이용하여 최적의 투자시기 탐색을 위한 이론 모델을 구성 한 후 부동산 실물자산인 REITs(Real Estate Investment Trusts)의 사례에 적용 및 분석함으로써 실물자산의 투자시기 결정을 위한 이론적인 틀을 제시하고자 한다.

키워드 : 옵션가격결정이론, 투자지연, 투자시기, 부동산투자신탁회사(REITs), 변분원리

1. 서론

기업의 존재목적은 이익창출이며 기업은 이를 위한 투자기회의 생성을 위해 일정량의 자본과 자본비용을 투입한다. 이 때 기업은 투자분석을 통해 투자의 가부를 결정하는데 이를 위해 사용되어온 대표적인 전통적 자본예산이론(Traditional Capital Budgeting Theory)이 NPV법(Net Present Value Method)이다. NPV법은 미래의 현금흐름 유입과 투입 및 소요비용을 사업에 내재된 위험에 준하는 위험조정할인률(Risk-adjusted Interest Rate)로 할인하여 사업의 현재가치를 산정한 후 이 값이 양의 값을 지니면 투자를 실행하는 NPV의 규칙(NPV's Rule)을 따른다(Brigham과 Houston 2004).

NPV법에 의한 투자의사의 결정은 그 이해와 적용이 매우 간

단하면서도 직관적이기 때문에 금융경제 및 여러 산업분야에서 폭넓게 활용되어오고 있지만 다음의 몇 가지 구조적 한계점들을 내포하고 있다. 먼저, NPV법은 투자의 기회는 가역적이라고 가정하거나 비가역적이라 하더라도 해당 투자를 당장 실행하거나 포기하는 단 하나의 대안만을 고려하기 때문에 투자지연과 같은 대안은 간과한다(Luehrman 1997; Myers 1984). 그러나 실물자산의 투자시 이미 투입된 자본은 투자실행 이전의 상태로 완전한 또는 부분적인 복구가 어려운 매몰비용이므로 기업의 경영진은 시장상황 및 여러 요인들로부터 기인하는 기초자산가치의 불확실성에 따라 사업을 독립적으로 분석하고 이에 상응하는 의사결정을 내리기 위해 노력한다. 둘째, NPV법은 실제 사업의 현금흐름이 예상현금흐름모델의 현금유입과 일치하며 경영진의 의사결정행태도 사업의 가치, 자본, 혹은 자산가치의 불확실 변

* 일반회원, 프라임금융자산연구소 대표, 도시및지역계획학박사, junjb@pfari.re.kr

** 일반회원, LH 토지주택연구원 수석연구원, 공학박사(교신기자), leesamsu@hotmail.com

등으로부터 발생하는 경영상의 유연성에 적극적으로 대응하지 않고 정해진 관행을 따름을 가정한다(Moon 2002). 불행히도 전술된 NPV법의 가정들은 경영진이 시장변화의 새로운 정보를 습득한 후 투자의 지연, 확대, 축소, 혹은 중단 등을 결정하거나 미래 불확실 요소의 위험회피를 위한 계약이나 자본구조 변경 등을 통해 사업의 불확실성을 감소시킨 후에 투자의 가부를 결정하는 경영상의 유연성을 간과하도록 만들었으며 이러한 이유들로 인해 다양한 산업분야에서 폭넓게 사용되어 오던 NPV법의 한계들을 보완하면서 투자의 비가역성, 불확실성, 그리고 경영상의 유연성 등을 정량적으로 고려할 수 있는 새로운 투자분석기법의 필요성을 대두되었다(Amram과 Kulatilaka 1999; Trigeorgis 1999).

특히, 실물자산의 투자에서는 시간이 흐르면서 경기변동과 같은 불확실 요인들로 인해 사업을 임의적으로 지연해야 할 상황들이 자주 발생하는데 이러한 “조건부 청구” 현상들이 사업의 가치와 수익에 미치는 영향들에 대해서는 어느 정도 알려져 왔으나 적절한 투자실행 시기와 관련한 연구는 매우 드물었다. 만일, 경영진이 특정 기간 동안 투자실행을 지연할 수 있는 경영상의 유연성을 지니고 있고 당장의 투자가 적절치 않다고 판단하면 투자는 지연될 것이다. 그리고 투자가 지연될수록 변화하는 시장상황에 대한 새로운 정보가 유입되면서 경영진이 변화에 능동적으로 대처할 수 있는 가능성이 커지므로 사업의 가치는 상승한다(Dixit 1992; Dixit과 Pindyck 1994).

반면에 투자가 지연되면 당장 투자를 실행함으로써 얻을 수 있었던 직접적인 수익 및 시장선점 효과, 광고비 절감효과, 규모의 경제효과, 학습효과와 같은 요인들이 유발하는 이자, 수익, 그리고 기회 등에 의한 부가수익들을 잃게 되어 손실과 손실의 회복을 위한 손실회복비용(Loss Recovery Cost)도 발생한다. 하지만, 이때의 투자지연이 유발하는 사업가치의 증가와 손실회복비용은 다양한 요인들로부터 유발된 결과이므로 이들을 고려한 투자시기를 직관적으로 판단하는 것은 어렵고 더욱 깊은 수준의 금융 및 경제이론에 기반한 논의들을 필요로 하게 된다. 이러한 의미에서 본 연구는 사업의 가치가 불확실 변동을 따르고 경영진이 특정기간동안 투자를 임의로 지연할 수 있을 때 투자지연이라는 의사결정이 야기하는 사업가치의 증분과 손실회복비용을 실물옵션가격결정이론과 관련 금융·경제이론을 이용하여 추정하고 여기에 수학적 변분원리(Variational Principle)를 적용하여 최적 투자시기의 탐색을 위한 이론모델을 구성한 후 부동산 실물투자자산인 REITs(Real Estate Investment Trusts)에 적용함으로써 실물자산의 투자시기 결정을 위한 이론적 틀을 제안하고자 한다.

2. 선행연구

옵션가격결정이론에 기반한 실물자산의 가치평가는 Black과 Scholes가 금융시장에서 파생상품의 가치평가를 위해 고안한 옵션가격결정이론을 Myers가 NPV법의 한계를 극복하기 위해 실물자산에 적용함으로써 시작되었다(Black과 Scholes 1973; Myers 1977). 이후 1990년대에 들어서며 이 이론은 수학적 복잡성 등의 이유로 석유 및 제약 산업 등의 대규모 자본이 투입되는 실물자산의 투자분석을 위해 매우 단순화되어 응용되어오고 있으며 금융·경제학 분야에서의 학문적인 영역도 여전히 확립 중에 있다(Miller와 Park 2002). 옵션가격결정이론을 활용한 실물자산의 가치평가와 관련된 연구들 중 Smith와 McCardle(1998)은 실물자산이 내포한 경영상 유연성의 가치결정을 위해 확률이론에 기반한 동적 계획법(Dynamic Programming)을 활용하여 의사결정트리와 옵션이론을 결합한 모델을 제안했다. 이후 Park과 Herath(2000)는 베이시안(Baysian) 의사결정법을 적용, 실물옵션가치를 결정하는 모형을 제시했으며 Boer(2003), Mello 그리고 Pyo(2003), Yao와 Jaafari(2003)는 기술적 불확실성을 고려하여 실물자산의 가치결정에 대한 연구를 수행했다.

선행 연구들 중, 실물자산의 가치가 불확실하게 변동하고 투자지연이라는 경영상 유연성이 존재할 경우, 투자시기의 결정과 관련하여 옵션가격결정이론의 금융·경제학적 측면에서 접근한 이론 연구들은 매우 드문데 그 대표적인 연구들이 Dixit(1992), MacDonald와 Siegel(1986), 그리고 Pindyck(1991)에 의하여 수행되었다. 먼저 투자지연의 정량적 가치에 관한 연구로써 Dixit(1992)는 사업가치의 불확실 변동이 투자가치에 미치는 영향과 투자의사결정의 이력효과(Hysteresis)를 밝혀냈다. 전통 경제학의 Marsahllian 모델에서 기업의 목적은 사업가치의 극대화이며 수익이 투입비용보다 작을 경우에는 투자를 실행해서는 안 된다(Marshall 1949). 하지만, 실제로 많은 기업들이 투자의사결정시 이러한 기본적인 규칙을 위반하여 수익이 투입비용보다 낮아도 투자를 실행하거나 수익이 비용을 상회함에도 투자를 철회하는 등의 합리적이지 않은 비탄성이력거동을 보여주고 있다. 이러한 투자의사결정의 비탄성이력거동은 이론적으로는 투자가 내포한 기본적인 속성인 불확실성으로부터 기인하는데(Bowen 1987; Dixit 1989; Dixit 1992; Kelly 1991) 전통의 Marsahllian 모델로는 2차 시장의 존재, 기업의 자본스톡(Capital Stock) 감소율이 감가상각률보다 작기 때문에 발생하는 가역성, 그리고 투자시점의 유연성을 고려치 않아 발생하는 기 결정된 투자실행이나 투자철회 상태의 지속 등과 같은 요인들로 인해 불확실성하의 실물자산의 투자에서 발생하는 현상들

을 설명하기 어려웠다(Cross 1993; Davidson 1993; Katzner 1993). Dixit는 이러한 문제점들을 보완하기 위해 투자결정의 세 가지 주요 특징인 비가역성, 사업가치와 비용변화의 불확실성, 그리고 투자시점의 유연성과 이토의 정리(Ito's Lemma)를 연구의 주요 틀로 설정하고 현재시점에서 관측된 자료에 기반한 미래수익의 예측은 불완전하므로 수입의 불확실성을 전제로 단일시기투자모형을 제시했다. Dixit는 단위시간당 순운영수입(NOI: Net Operating Income)을 기하학적 브라운운동(Geometric Brownian Motion Process)을 따르는 기초자산으로 전제함으로써 수익률의 확률분포상 정규성을 확보 한 후, 투자의 비가역성, 불확실성, 그리고 투자시점의 유연성 등과 같이 투자사결정의 특성으로부터 발생하는 불확실성의 투자지연의 정량적인 가치, 투자의사결정의 이력효과, 그리고 불확실성 하에서 동적의사결정(Dynamic Decision-making)이 최적을 유지하기 위한 관성(Inertia)의 존재를 밝혀냈다. 옵션가격결정 이론에 기반한 투자시기의 결정과 관련한 주제에 대해서는 MacDonald와 Siegel(1986) 및 Pindyck(1991)이 대표적인 이론 연구들을 수행하였다. 먼저, MacDonald와 Siegel은 투자비용과 사업이 창출하는 가치가 확산과정을 따르도록 가정한 후 사업이 창출하는 가치와 투자비용의 차가 극대화되는 시기를 결정하는 방법을 연구했다. 이후에 Pindyck(1991)은 사업의 가치가 기하학적 브라운 운동을 따르는 개별 재화가격의 영향을 받는 함수로 정의한 후, MacDonald와 Siegel의 연구와 같이 사업이 창출하는 가치와 고정된 투자비용의 차가 극대화 되는 시점을 수학적 기법을 통해 밝혀냈다.

앞서 언급한 투자지연이라는 경영상 유연성의 가치 및 투자시기결정과 관련한 선행연구들은 기초자산의 가치가 특정 확률과정을 따르도록 가정하고 옵션가격결정이론과 전통의 금융경제이론들을 이용하여 투자지연의 가치와 투자시기를 결정했으나 이론에 기반한 해석을 위해 사업이 처한 상황을 지나치게 단순화함으로써 실제 사업의 투자분석에 적용하기에는 한계가 있었다. 또한, 다수의 경쟁자들이 존재하는 시장에서는 투자시기의 결정이 매우 중요함에도 불구하고 선행연구들에서는 투자를 위한 적절한 자본투입시기가 확률분포의 형태로 보여지기 때문에 정확한 투자시점을 알기 힘든 문제도 존재하였다. 게다가, 기존의 연구에서는 투자비용 이외에도 전술되었던 투자지연으로부터 발생하는 손실회복비용도 고려하지 못했다. 그러므로 본 연구는 실물자산의 사업가치가 동적 불확실성을 따르고 경영진이 특정 기간 동안 투자를 지연할 수 있을 경우, 투자지연으로부터 발생하는 사업가치의 증가와 사업가치의 증가를 상쇄하는 손실회복비용의 거동을 옵션가격결정이론 및 관련 금융경제이론을 활

용하여 추정하고 이를 변분원리를 이용해 최적의 투자시기 탐색을 위한 이론모형을 구성 한 후 REITs에 적용 및 분석함으로써 적절한 투자시기결정을 위한 이론적인 틀을 제안하고자 한다.

3. 전략적 의사결정을 고려한 투자시기

3.1 이론적 가정

실물자산의 투자시기결정을 위한 이론모형을 구축하기 위해서는 다음의 기본적인 가정들이 필요하다. 먼저, 시간을 t 라고 했을 때 t 가 0이 아닌 특정시기에 투자가 실행될 경우, 투자지연의 의사결정은 사업의 가치에 영향을 미치는데 투자지연으로 인해 당해 사업과 관련한 시장, 금융·경제, 그리고 물리적인 환경에 대한 정보가 풍부해지면 경영진이 투자에 대한 현실적인 판단을 내릴 가능성이 커져 사업의 가치는 상승한다. 둘째, 투자가 지연되면 투자를 당장 실행하는 것에 비해 시장 선진입의 효과, 규모의 경제효과, 광고비 절감의 효과 등과 이들이 유발하는 상승효과를 잃게 되어 손실이 발생하며 이를 회복하기 위한 비용인 손실회복비용은 투자지연에 의한 사업가치의 증가를 상쇄한다. 셋째, 투자지연에 의한 사업가치의 증분 및 손실회복비용의 함수는 t 에 대해 미분가능하다.

3.2 투자지연으로 인한 사업가치의 증가함수

투자지연이 유발하는 사업가치 증분량의 모형화는 모델링의 용도, 경제성, 복잡성, 그리고 오차허용의 한계 등에 주의하면서 적절한 금융·경제 이론들에 기반해야 한다. 본 연구에서 투자가 지연됨에 따라 증가하는 사업의 가치분은 옵션가격결정이론에 근거하여 시간 t 에 따라 변화하는 콜옵션(Call Option)의 거동으로 근사가 가능하다(Black과 Scholes 1973; Dixit 1992).

옵션가격결정이론에서는 기초자산(Underlying Asset)인 주가의 불확실한 가치변동을 확률과정(Stochastic Process)으로 고려하는데 일반적으로 확산과정(Diffusion Process)인 기하학적 브라운운동으로 규정하여 로그정규분포를 따르도록 한다. 이때 기초자산인 주가는 장기간 일정하게 증가하면서 단기적으로는 불확실하게 요동치는 식 (1)의 거동을 따르는데 이는 자산가치의 불확실 변동을 고려한 것이다(Black과 Scholes 1973).

$$dS/S = \mu dt + \sigma dz \quad (1)$$

여기서, S 는 주가, μ 는 수익률, σ 는 주가 변동성(Volatility), 그리고 dz 는 마코프 과정(Markov Process)의 하나인 표준 위너(Wiener) 프로세스이다. Black-Scholes는 기초자산의 가치

와 시간에 따라 변화하는 옵션의 가치를 평가하기 위해 편미분 방정식을 기초자산과 옵션 사이의 관계에서 도출된 경계조건하에서 풀어 유럽형 옵션(European Option)의 가치를 구했는데 이것이 바로 Black-Scholes 방정식이다. 식 (2)는 Black-Scholes 방정식에 의한 유럽형 콜 옵션의 가치이다.

$$S_t \Phi(d_1) - K \cdot \text{Exp}[-r_f(T-t)] \Phi(d_2) \quad (2)$$

$$d_1 = [\text{Ln}(S_t/K) + (r_f + \sigma^2/2)(T-t)] / \sigma \sqrt{T-t}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T-t}$$

여기서, S_t 는 시간 t 에서의 주가, K 는 콜옵션의 행사가격, r_f 는 국고채 수익률, T 는 옵션의 만기, Φ 는 누적표준정규분포 함수이며 $\Phi(d_1)$ 과 $\Phi(d_2)$ 는 각각 d_1 과 d_2 에서의 누적표준정규확률분포의 값이다. 앞서 언급한 바대로 본 연구에서는 0이 아닌 시간 t 에서 투자실행을 고려할 경우 투자지연에 의한 사업의 가치를 함수로 가정하는데 이때의 함수를 $Tdv(t)$ 라 하면 투자기회의 현가는 만기가 T 이며 t 에 대해서 미분 가능한 유럽형 콜옵션의 가치로 식 (3)과 같이 모델링이 가능하다.

$$Tdv(t) = V_0 \Phi \left[\frac{(\text{Ln}(V_0/I(t)) + r_f t) / \sigma \sqrt{t} + (1/2\sigma \sqrt{t})}{(1/2\sigma \sqrt{t}) - \sigma \sqrt{t}} \right] - I(t) \text{Exp}(-r_f t) \Phi \left[\frac{(\text{Ln}(V_0/I(t)) + r_f t) / \sigma \sqrt{t} + (1/2\sigma \sqrt{t})}{(1/2\sigma \sqrt{t}) - \sigma \sqrt{t}} \right] \quad (3)$$

식 (3)에서 V_0 는 사업의 초기가치, $I(t)$ 는 투자비용, σ 는 사업의 수익률 변동성이다. 투자비용인 식 (4)의 $I(t)$ 는 시간이 흐르면서 소비자물가지수(CPI: Consumer Pricing Index), 즉, 시장 인플레이션 증가율의 변화에 연동하여 연속 지수함수의 형태로 증가하는 콜옵션의 행사가격이며 I_0 는 초기투자비용이고 r_{cpi} 은 소비자물가지수의 증가율이다.

$$I(t) = I_0 \text{Exp}(r_{cpi} \cdot t) \quad (4)$$

3.3 투자지연으로 인한 손실회복비용 함수

투자지연은 사업의 가치를 상승시키나 시장에서는 단일 재화에 대하여 다수의 기업들이 경쟁하는 양상을 보이므로 투자를 적시에 실행치 않으면 투자를 당장 실행했을 경우에 누릴 수 있었던 수익을 회복하기 위해 투입되어야 하는 손실회복비용이 발생한다. 이 비용은 투자지연이라는 의사결정이 유효한 동안에 일정량

의 자본을 투입함으로써 상쇄가 가능한데 식 (5)는 시간 t 에서 투자지연에 의한 손실을 회복하기 위한 비용인 $J(t)$ 이다.

$$J(t) = I(t)_{t=0} \text{Exp}[(r_{cpi} + r_{bond} - r_f)t] - I(t) = I_0 [\text{Exp}[(r_{cpi} + r_{bond} - r_f)t] - \text{Exp}(r_{cpi} \cdot t)] \quad (5)$$

식 (5)에서 r_{bond} 는 회사채 수익률이고 r_f 는 국고채 수익률이다. r_{bond} 는 시장 인플레이션, 사업의 위험할증(Risk Premium), 그리고 시장의 실질금리(Real Rate of Interest)가 고려된 값이므로 회사채 수익률에서 국고채 수익률을 차감한 값이 투자가 즉시 실행되었다면 얻는 인플레이션을 고려치 않은 순수익률(혹은 투자지연에 의한 투자비의 증가율 및 기회비용)이고 투자지연시 시간 t 에서의 투자비용인 $I(t)$ 는 인플레이션의 상승률에 이 수익률이 가산된 만큼의 속도로 시간에 따라 증가한다. 그러므로 본 연구에서는 손실회복비용을 투자가 즉시 실행되었을 경우에 얻을 수 있었던 수익을 회복하기 위한 제반의 비용을 고려하여 투자지연이 유효한 시간 범위 내에서 시간에 따라 증가하는 볼록(Convex) 함수로 모형화하였다.

$$Lr(t) = I_0 [\text{Exp}[(r_{cpi} + r_{bond} - r_f)t] - \text{Exp}(r_{cpi} \cdot t)] \times \text{Exp}(-r_f t) \quad (6)$$

상기의 식 (6)은 손실회복비용 함수의 현가인 $Lr(t)$ 이다.

3.4 투자시기의 결정

투자지연이라는 경영상의 유연성은 시간이 흐르면 투자로부터 발생하는 현금흐름의 변동성을 증가시키고 투자손실의 가능성을 제거하여 사업의 내재가치를 증대시킨다. 이는 투자지연으로 인한 사업가치의 증가분이 시간과 기초자산의 가치를 변수로 하는 함수이기 때문인데 본 연구에서 시간에 따른 사업가치의 증가분인 $Tdv(t)$ 는 Black-Scholes 방정식의 유럽형 콜옵션으로부터 모형화되었다. $Tdv(t)$ 에서 시간과 투자지연으로 인한 가치증분은 양의 상관관계를 지니며 단기적으로는 선형이나 장기적인 관점에서는 $\partial Tdv(t) / \partial t < 0$ 의 오목한(Concave) 비선형 형태를 따른다.

투자지연으로 인한 손실회복비용의 현가인 $Lr(t)$ 는 국고채 수익률, 회사채 수익률, 그리고 시장 인플레이션과 관련된 함수로 시간이 지날수록 증가한다. 그리고 경영진이 투자를 지연하게 되면 투자비용은 자연 상승을 따른다. 게다가, 투자지연에 의한 경쟁자의 시장진입, 광고비 증가, 불확실성에 의한 조건부 청

구 등의 요인들을 상쇄하기 위해 투입되어야 할 비용과 투자를 당장 실행했을 때 얻었을 수익을 만회하기 위한 비용을 고려한 손실회복비용은 투자지연이 단기적일 경우에는 선형으로 커지나 장기화되면서 비선형으로 볼록한 모양을 그리며 증가한다.

지금까지의 투자지연으로부터 발생하는 사업가치의 증가분과 손실회복비용에 수학적 변분원리를 적용함으로써 투자시기의 최적점을 탐색하기 위한 조건들을 도출할 수 있다(Rockafellar 와 Wets 1998). 먼저, 함수 $Tdv(t)$ 와 $Lr(t)$ 는 각각 식 (7)의 조건들을 만족시키는 t 에 대한 증가함수이다.

$$\partial Tdv(t)/\partial t > 0, \partial Lr(t)/\partial t > 0 \quad (7)$$

또한, $Tdv(t)$ 는 시간 t 가 증가함에 따라 오목한 모양을 띠며 $Lr(t)$ 는 볼록하므로 미분 가능한 함수인 $Tdv(t)$ 와 $Lr(t)$ 간의 차가 극대화 되는 시기인 t 가 존재한다. 여기서 두 함수간의 차를 극대화하는 t 의 산정을 위해서는 식 (8)의 조건이 만족되어야 한다.

$$\partial^2 Tdv(t)/\partial t^2 - \partial^2 Lr(t)/\partial t^2 < 0 \quad (8)$$

투자지연으로 인한 사업가치의 증가와 손실회복비용의 차를 시간 t 에 관한 함수인 $K(t)$ 를 이용하여 0이 아닌 시간 t 에서 투자를 가능한 늦출 수 있는 유한한 시점, 즉, 만기를 $T_{t \rightarrow maturity}$ 라 할때 $0 \leq t \leq T_{t \rightarrow maturity}$ 에서 투자를 고려하기 위한 최소한의 조건은 식 (9)와 같다.

$$K(t) = Tdv(t) - Lr(t) \geq 0 \quad (9)$$

이는 식 (7)과 (8)에 의한 조건들을 만족하는 시기 t 중, 경영진이 사업의 가치를 극대화하기 위한 합리적인 투자자라면 투자지연으로 인한 사업가치의 증분함수와 손실회복을 위한 비용함수간의 관계로부터 도출되는 경계조건하에서 식 (9)의 $K(t)$ 를 극대화 하는 t 를 산정하는 문제로 볼 수 있으며 식 (10)으로 표현할 수 있다.

$$Max K(t) \quad (10)$$

즉, 투자지연시 투자시기의 결정은 $K(t)$ 가 극대 값을 지니는 시기인 t 를 산정하는 문제로 투자지연으로 인한 수익 증가분인 $Tdv(t)$ 와 투자지연으로 인해 소요되는 비용 $Lr(t)$ 가 만들어 내는 비대칭 수익구조(Asymmetric Payoff)이다. 식 (10)

을 앞서 도출되었던 $Tdv(t)$ 와 $Lr(t)$ 를 이용하여 표현하면 식 (11)과 같으며 $K(t)$ 를 극대화하는 시간 $t_{Max K(t)}$ 를 구하게 된다. 식 (12)와 (13)은 $K(t)$ 를 극대화하는 시간 $t_{Max K(t)}$ 의 산정을 위한 조건들이다.

$$Max K(t) = \quad (11)$$

$$Max \left[\begin{array}{l} V_0 \Phi \left[\left(\ln(V_0/I(t)) + r_f t \right) / \sigma \sqrt{t} + (1/2\sigma \sqrt{t}) \right] \\ - I(t) \text{Exp}(-r_f t) \Phi \left[\left(\ln(V_0/I(t)) + r_f t \right) / \sigma \sqrt{t} \right. \\ \left. + (1/2\sigma \sqrt{t}) - \sigma \sqrt{t} \right] \\ - I_0 \left[\text{Exp}[(r_{cpi} + r_{bond} - r_f)t] - \text{Exp}(r_{cpi} \cdot t) \right] \\ \cdot \text{Exp}(-r_f t), \quad 0 \end{array} \right]$$

$$\partial Tdv(t)/\partial t - \partial Lr(t)/\partial t = 0 \quad (12)$$

$$\partial^2 Tdv(t)/\partial t^2 - \partial^2 Lr(t)/\partial t^2 < 0 \quad (13)$$

시간이 흐르면서 매시간 $Tdv(t)$ 와 $Lr(t)$ 의 가치는 변화하고 사업의 가치가 극대화되는 시간은 기하학적 브라운 운동의 거동을 따르는 사업이 창출하는 가치인 V_0 와 시간에 따라 변화하는 변수인 $I(t)_{t=0}$ 의 상대적인 크기에 따라 다음의 경우들로 나누어 살펴볼 수 있다. 먼저, V_0 가 $I(0)$ 보다 크고 식 (11)을 만족하는 t 가 존재한다면 $Tdv(t)$ 는 오목이고 $Lr(t)$ 는 볼록하므로 식 (11)을 극대화하는 t 가 존재한다. 여기서, 사업의 가치가 극대화되는 시기는 사업 시작시기와 종료시기에서의 $K(0)$ 와 $K(T_{t \rightarrow maturity})$, 그리고 시간 t 가 0과 만기가 아닐 경우에 $K(t)$ 를 극대로 만드는 시기 중 가장 큰 $K(t)$ 를 제시하는 t 이다. 투자지연의 효과가 유효한 시간범위 내에서 식 (11)을 만족시키는 t 가 존재치 않으면 t 가 0일때 사업가치의 증분이 극대가 되므로 투자를 당장 실행함으로써 극대화된 사업가치인 $V_0 - I(0)$ 을 얻는다. 둘째, V_0 와 $I(0)$ 가 동일하고 식 (11)을 만족하는 t 가 존재한다면 식 (13)을 만족할 것이고 이때 식 (12)를 만족하는 t 혹은 $t = T_{t \rightarrow maturity}$ 중 하나가 사업의 가치를 극대화 하는 시기이다. 마지막으로 V_0 가 $I(0)$ 보다 작을 경우, 시간 $t = 0$ 일 때는 사업의 가치를 극대화 하는 것이 목적인 합리적 투자자는 투자를 실행치 않을 것이다. 하지만, 이 경우에는 초반의 $Tdv(t) - Lr(t)$ 가 음에서 양의 값으로 변화하므로 $Tdv(t) - Lr(t)$ 의 극대값이 $I(0) - V_0$ 의 값을 상쇄할 정도의 값인지 검토 한 후, 만일 그렇다면 식 (12) 및 (13)을 만족시키는 t 와 $t = T_{t \rightarrow maturity}$ 중에서 $K(t)$ 를 극대화

하는 값이 $t_{Max K(t)}$ 이다.

4. 사례: REITs의 기초자산인 상업용 오피스 빌딩 "B"

사례분석에 있어 경영진이 투자지연을 고려중인 실제 자산을 찾기는 매우 어려우므로 본 연구에서는 기 존재하는 실물자산인 REITs(Real Estate Investment Trusts)와 시장의 자료들을 기반으로 가상의 사례를 구성한 후 본 연구의 이론적인 틀을 적용 및 분석하고자 한다.

자산신탁사인 "J사"는 부동산자산인 REITs를 주력으로 하는 자산관리회사(AMC: Asset Management Company)이다. J사는 2010년 1월 현재 REITs 상품인 "J 3호"를 준비 중이며 기초 자산으로써 서울 강남지역에 위치한 프라임(Prime)급 오피스 빌딩인 "B"에 투자를 계획 중이나 다음의 이유들로 인해 그 시기를 조율 중에 있다.

표 1. "J 3호"의 기초자료(2010년 1월 현재)
(단위 : 억 원)

투자금액		자본조달	
빌딩 매입금액	700	자기자본(45%)	333.8
매입 부대비용	35	차입(55%)	367.4
창업비	1.54	이자(7%)	
주식발행할인처금	1.78	임대보증금	40.6
여유현금	3.5	부채합계	408
총투자금액 합계	741.8	자본조달액 합계	741.8

- ① 2010년 상반기 현재, 여러 경제지표를 통해 실물경기가 개선되고 있음을 알 수 있으나 여전히 시장은 불확실성을 내포하고 있으며 기업의 고용실적도 부진하여 서울 내 오피스 빌딩의 공실이 쉽게 감소하지는 않을 것을 전망함
- ② 현재 오피스빌딩의 누적공실률이 크고 최근의 경제상황을 미루어 볼 때 더 좋은 조건의 빌딩으로 이전할 수 있는 여력을 지닌 오피스 임차인들이 많지 않을 것으로 판단됨
- ③ 경기회복이 진행되더라도 오피스빌딩 임대시장은 경기변동을 약 6개월 후행하는 특성을 보여 왔으므로 2010년 하반기까지는 오피스 임차인 모집이 쉽지 않을 것으로 예상됨
- ④ 최근의 주요 오피스 빌딩의 거래들 중 상당수가 실수요 목적이 아닌 투자를 위한 REITs에 의한 것이었음

J사의 경영진은 REITs의 기초자산인 B빌딩의 투자를 지금 실행할 지 혹은 시장상황에 대한 정보를 추가적으로 얻은 후 적절한 시기에 실행할 지를 고민 중이다. J사의 경영진은 투자지연의 결정이 2011년 말까지로 약 2년간 유효하며 이후에는 B 빌딩

이 타사로 매각되거나 J사의 다른 부동산 관련 거래로 인해 투자가 어려울 것으로 예상했다. 표 1과 2는 B빌딩을 기초자산으로 하는 REITs인 "J 3호"의 기초자료, 배당금, 그리고 자기자본 대비 수익률이다. 분석을 위한 변수들 중 r_m 과 r_{qti} 는 지난 10년간('00~'09년) KOSPI지수의 수익률과 소비자물가지수 상승률의 평균값으로 각각 9.6%와 3.13%, 그리고 r_f 는 5년물 국고채(2010년 1월 기준)의 평균 수익률인 4.82%이다. 기업의 $\beta(=1.02)$ 는 증권사들이 제공하는 J사의 자료로부터, r_{bond} 와 σ 는 타 자산신탁사가 2005년(만기 7년)과 2006년(만기 5년)에 설립한 서울 강남지역의 프라임급 오피스 빌딩들을 기초자산으로 한 상장 REITs들의 평균값으로부터 각각 9.35%와 0.262를 얻었다. J사의 자기자본사용비용 r_e 는 9.7%, 임대수입에 의한 배당 및 REITs 만기시 빌딩매각수익을 고려한 사업가치 V_0 는 345.19 억 원, 그리고 초기 자기자본투입액 $I(0)$ 는 333.8 억 원이다. 지금까지 사례와 관련된 자료 및 이론적 틀을 토대로 투자지연으로 인한 사업가치의 증분과 손실회복비용 함수를 도출할 수 있다.

여기에서 투자지연에 의한 사업가치의 증분함수인 $Tdv(t)$ 와 손실회복비용 함수인 $Lr(t)$ 의 도출시 시간 t 를 잘게 쪼개 후에 각 시기의 사업가치 증분 및 손실회복비용을 산정하고 비선형 회귀분석으로 설명력 R^2 가 신뢰할만한 수준 이내에서 실제 $Tdv(t)$ 및 $Lr(t)$ 함수와 근사한 t 에 관한 지수함수나 고차함수로의 추계도 가능하다.

표 2. "J 3호"의 예상배당(빌딩매각 고려)
(단위 : 년, 억 원)

0	1	2	3	4	5	ROE(%)
-333.8	16.58	20.53	22	24.21	444.14	10.51

표 3. 분석을 위한 변수들

r_{bond}	9.35%	β	1.02
σ	0.262	r_m	9.60%
r_e	9.70%	r_f	4.82%
V_0	345.19 억 원	I_0	333.8 억 원

표 4. 시간에 따른 $I(t)$ 의 변화(빌딩매각 포함)
(단위 : 년, 억 원)

0	0.1	0.2	0.3	...	1.8	1.9	2
333.8	334.9	335.9	337	...	353.2	354.3	355.4

4.1 전략적 의사결정의 가치 $Tdv(t)$

앞서 산정된 변수들로부터 투자지연에 의한 사업가치의 증분인 $Tdv(t)$ 를 식 (14)와 같이 구하였으며 그림 1은

$Tdv(t)$, $\partial Tdv(t)/\partial t$ 와 $\partial^2 Tdv(t)/\partial t^2$ 이다.

$$Tdv(t) = 345.19\Phi \left[\frac{\ln \left[\frac{345.19}{333.8 \text{Exp}(0.0935t)} \right] + 0.0482t}{0.262\sqrt{t} + \frac{1}{0.524\sqrt{t}}} \right] - 333.8 \text{Exp} [0.0935 - 0.0482]t \times \Phi \left[\frac{\ln \left[\frac{345.19}{333.8 \text{Exp}(0.0935t)} \right] + 0.0482t}{0.262\sqrt{t} + \frac{1}{0.524\sqrt{t}}} - 0.262\sqrt{t} \right] \quad (14)$$

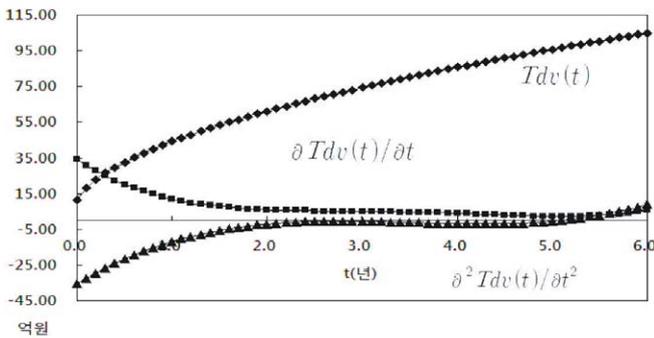


그림 1. $Tdv(t)$, $\partial Tdv(t)/\partial t$, 그리고 $\partial^2 Tdv(t)/\partial t^2$

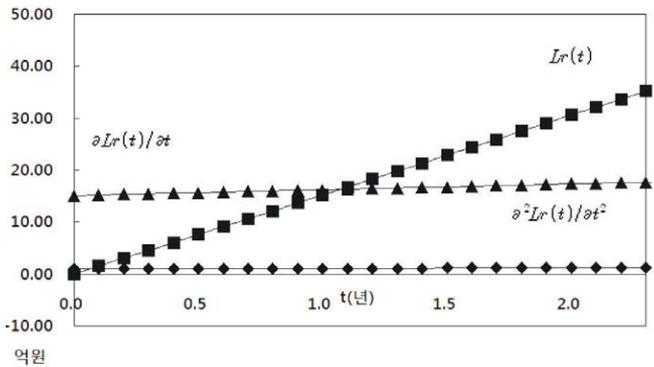


그림 2. $Lr(t)$, $\partial Lr(t)/\partial t$, 그리고 $\partial^2 Lr(t)/\partial t^2$

4.2. 전략적 의사결정에 의한 손실회복비용 $Lr(t)$

식 (15)는 손실회복비용함수인 $Lr(t)$ 이며 그림 2는 $Lr(t)$, $\partial Lr(t)/\partial t$, 그리고 $\partial^2 Lr(t)/\partial t^2$ 이다.

$$Lr(t) = 333.8 \left[\frac{\text{Exp}(0.0766)t - \text{Exp}(0.0313t)}{\text{Exp}(-0.0482t)} \right] \quad (15)$$

4.3. REITs의 투자시기결정

투자지연이 유발하는 사업가치의 증분이 최대화 되는 시기를 결정하기 위해 식 (12)와 (13)을 고려하였으며 $\partial Tdv(t)/\partial t -$

$\partial Lr(t)/\partial t=0$ 이 되는 시기에서 $\partial^2 Tdv(t)/\partial t^2 - \partial^2 Lr(t)/\partial t^2$ 의 값은 시간 t 가 약 1.8일때 $\partial^2 Tdv(t)/\partial t^2 - \partial^2 Lr(t)/\partial t^2$ 가 음의 값을 지니는 것을 확인할 수 있었다. 본 사례에서 사업가치인 V_0 는 345.19 억 원이고 I_0 가 333.8 억 원이며 $Tdv(t)$ 가 볼록하고 $Lr(t)$ 가 오목한 함수이므로 시간이 지나며 투자지연에 따른 사업가치의 증분이 극대화 되는 시점이 존재한다. 즉, 사업시작시기인 2010년 1월($t=0$), 투자지연 결정의 한계인 2011년 하반기($t=2$), 그리고 $\partial Tdv(t)/\partial t - \partial Lr(t)/\partial t = 0$ 이고 $\partial^2 Tdv(t)/\partial t^2 - \partial^2 Lr(t)/\partial t^2$ 가 음인 시기($t=1.8$)에서의 $K(t)$ 를 각각 비교하였으며 그 결과는 그림 3 및 표 5와 같다. 표 5로부터 t 가 1.8일때 $K(t)$ 가 극대화됨을 알 수 있었으며 이는 2010년 1월에 투자를 실행하지 않고 21.6 개월을 기다린 후에 투자를 할 경우에 사업의 가치가 극대화되며 약 30.58 억 원의 추가수익을 얻을 수 있음을 의미한다. 또한, 투자지연시 획득 가능한 전체 사업의 가치는 375.78 억 원에 달함을 알 수 있다.

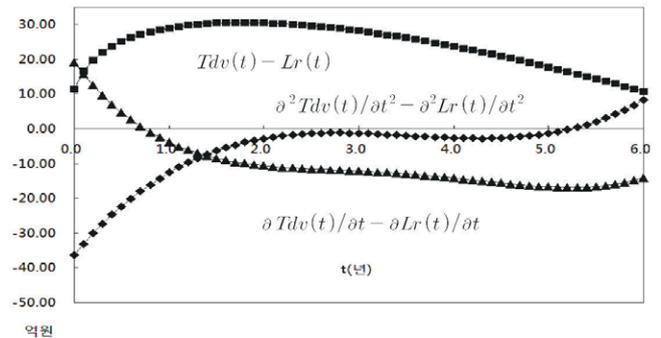


그림 3. $Tdv(t) - Lr(t)$, $\partial Tdv(t)/\partial t - \partial Lr(t)/\partial t$, 그리고 $\partial^2 Tdv(t)/\partial t^2 - \partial^2 Lr(t)/\partial t^2$

표 5. 시간에 따른 사업가치의 증가량

(단위 : 년, 억 원)

t	0	1.8	2
$K(t)$	11.37	30.58	30.49

4.4 분석결과

REITs의 기초자산인 오피스빌딩의 투자시기결정에서 투자지연으로 인한 사업가치 증분 산정 시, 관련된 변수들의 변화가 $t_{MaxK(t)}$ 에 미치는 영향을 이해하는 것은 자본의 투입시기에 영향을 미치는 주요 요인을 파악하고 시장변화에 적절히 대응하기 위해서 중요하다. 전술한 바대로 $Tdv(t)$ 와 $Lr(t)$ 가 $I_0, V_0, r_f, \sigma, r_{cpi}$, 그리고 r_{bond} 의 함수이므로 각 변수의 변화가 투자시기에 미치는 영향을 살펴보기 위해 $V_0=345.19$ 억 원, $I_0=333.82$ 억 원, $r_{cpi}=3.13\%$, $r_f=4.82\%$, $\sigma=0.262$, 그리고 $r_{bond}=9.35\%$ 로 고정시킨 후, 각 변수들의 단위증감에 따른

$t_{Max K(t)}$ 를 살펴보았다.

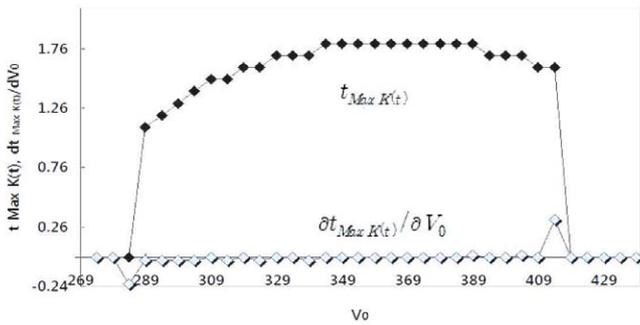


그림 4. V_0 의 변화에 따른 $t_{Max K(t)}$ 와 $\partial t_{Max K(t)} / \partial V_0$

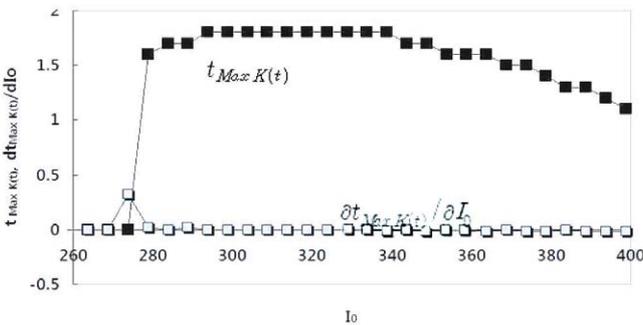


그림 5. I_0 의 변화에 따른 $t_{Max K(t)}$ 와 $\partial t_{Max K(t)} / \partial I_0$

먼저, $I_0=333.82$ 억 원, $r_{cpi}=3.13\%$, $r_f=4.82\%$, $\sigma=0.262$, $r_{bond}=9.35\%$ 을 유지하면서 사업가치인 V_0 를 증감시킬 때 $t_{Max K(t)}$ 의 변화는 그림 4와 같다. V_0 가 약 286억 원 이하에서 모든 t 에 대하여 $Tdv(t)-Lr(t)$ 는 음의 값을 지니므로 투자를 철회하는 것이 적절하다. V_0 가 286억 원 이상이고 초기 투자비용인 333.82억 원보다 작을 경우, 사업의 가치가 투자비용보다는 작으므로 합리적인 투자자라면 투자를 철회하는 것이 일반적이나 $\partial Tdv(t)/\partial t - \partial Lr(t)/\partial t < 0$ 이므로 시간이 흐르면서 부분적으로 사업가치의 증분과 손실회복비용의 차가 사업가치와 초기투자비용의 차를 상쇄하는 시기가 존재하며 이 기간 동안에 $t_{Max K(t)}$ 는 1.1에서 1.7로 증가한다. 또한, V_0 가 초기 투자비용인 333.83억 원에서 388.82억 원으로 증가하면 $t_{Max K(t)}$ 는 1.7에서 1.8로 증가했다. 이는 V_0 가 I_0 보다 크면 $\partial Tdv(t)/\partial t$ 는 $\partial Lr(t)/\partial t$ 보다 작으므로 $t_{Max K(t)}$ 도 작으나, I_0 가 V_0 에 근접하게 되면 사업가치의 상승분인 $Tdv(t)$ 의 증가속도가 빨라져서 $t_{Max K(t)}$ 도 증가하는 것이다. V_0 가 388.82억 원에서 418.82억 원으로 증가하게 되면 $t_{Max K(t)}$ 는 1.8에서 1.7로 감소하고 V_0 가 I_0 보다 과대할 경우, 즉, V_0 가 418.82억 원 이상이면 $t_{Max K(t)}$ 는 0이 되는데 이는 시간이 흐르며 $\partial Lr(t)/\partial t > \partial Tdv(t)/\partial t$ 의 효과가 증대되

므로 발생하며 이때에는 투자를 가능한 빨리 실행하는 것이 좋다. $\partial t_{Max K(t)} / \partial V_0$ 의 범위는 0.02~0.32였다. 둘째, 그림 5는 $V_0=345.19$ 억 원, $r_{cpi}=3.13\%$, $r_f=4.82\%$, $\sigma=0.262$, 그리고 $r_{bond}=9.35\%$ 일 때, I_0 의 증가에 대한 $t_{Max K(t)}$ 의 변화이다. I_0 가 약 263억 원 이하이면 모든 t 에 대하여 $Tdv(t)-Lr(t) > 0$ 이며 t 가 0일 때 극대값을 지닌다. 그러므로 투자비용이 과소하다면 매물비용이 작으므로 투자의 비가역성을 고려하더라도 투자를 즉시실행하는 것이 적절하다. I_0 가 263억 원에서 275억 원으로 증가할 경우에는 투자를 당장 실행하는 것이 사업의 가치를 극대화하며 $\partial Lr(t)/\partial t$ 와 $\partial Tdv(t)/\partial t$ 의 차이로 인해 부분적으로 투자지연에 의한 사업가치의 증분량이 변화한다. I_0 가 275억 원에서 339억 원으로 증가하면 $t_{Max K(t)}$ 도 1.6에서 1.8로 증가하는데 이 역시 앞의 경우와 마찬가지로 $Lr(t)$ 가 오목하면서 $\partial Tdv(t)/\partial t < \partial Lr(t)/\partial t$ 이므로 발생한다. 이후, I_0 가 약 339억 원에서 약 399억 원으로 증가하면 $t_{Max K(t)}$ 는 1.8에서부터 1.1까지 급격히 감소하며 I_0 가 402억 원 이상에서 $\partial^2 Tdv(t)/\partial t^2$ 가 감소하고 $t_{Max K(t)}$ 도 작아져서 투자는 철회되는 것이 적절하다. 이때 $\partial t_{Max K(t)} / \partial I_0$ 의 범위는 0~0.32였다. 셋째, 그림 6은 $V_0=345.19$ 억 원, $I_0=333.82$ 억 원, $r_{cpi}=3.13\%$, $r_f=4.82\%$, 그리고 $r_{bond}=9.35\%$ 일 때, σ 의 증가가 $t_{Max K(t)}$ 에 미치는 영향을 보여준다. 먼저, σ 가 0에서 0.1036로 증가하면 $t_{Max K(t)}$ 는 0의 값을 유지하는데 그 이유는 σ 가 과소하여 투자지연에 의한 사업가치의 증가분인 $Tdv(t)$ 도 작고 $t_{Max K(t)}$ 가 0에 근접하기 때문이다. 이 때, 투자자가 수익을 극대화하기 위해서는 투자를 즉시 실행해야 한다. σ 가 0.1036을 상회하면 $Tdv(t)$ 와 $t_{Max K(t)}$ 가 증가하나 그 속도는 완만히 감소했다. 본 사례에서 투자지연이 유효한 2년간은 σ 가 0.1036 이상에서 $t_{Max K(t)}$ 는 점차 증가하였으며 σ 가 0.01만큼 변화할 때 $t_{Max K(t)}$ 의 증감은 0~0.2였다. 마지막으로 그림 7은 $V_0=345.19$ 억 원, $I_0=333.82$ 억 원, $r_{cpi}=3.13\%$, $r_f=4.82\%$, $\sigma=0.262$, 그리고 $r_{bond}=9.35\%$ 로 고정시킨 후, r_{cpi} , r_f , 그리고 r_{bond} 를 각각 단위 증감시켰을 때의 $t_{Max K(t)}$ 를 보여준다. 먼저, r_f 가 커지면 $t_{Max K(t)}$ 가 증가하고 증가속도는 점차 커짐을 알 수 있다. 금융시장에서 콜옵션의 매입이 주식의 매입시기를 지연시키므로 옵션거래의 기회비용인 무위험이자율이 높을수록 콜옵션의 가치는 증가한다. 본 연구에서 $Tdv(t)$ 가 콜옵션으로 모델링되었고 $Lr(t)$ 는 r_f 의 함수이다. 즉, r_f 가 커지면 $Tdv(t)$ 는 증가하고 $Lr(t)$ 가 감소하며 $\partial Tdv(t)/\partial t - \partial Lr(t)/\partial t < 0$ 이므로 투자시기는 점차 늦춰진다. r_f 의 증가에 대한 $t_{Max K(t)}$ 의 변화범위는 0~0.233였다.

r_{bond} 와 r_{cpi} 의 경우, 각 변수가 증가하면서 $t_{Max K(t)}$ 는 작아졌으며 $t_{Max K(t)}$ 의 변화범위는 각각 0.133~0과 0.28~0.0으로 나타났다. $\partial t_{Max K(t)} / \partial r_f$, $\partial t_{Max K(t)} / \partial r_{bond}$, 그리고 $\partial t_{Max K(t)} / \partial r_{cpi}$ 의 평균값은 각각 0.071, -0.088, 그리고 -0.052였다.

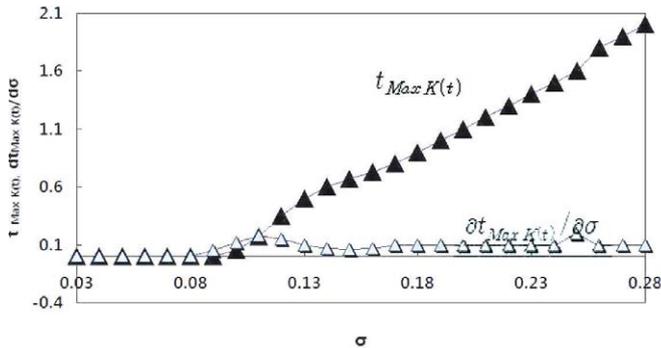


그림 6. σ 의 변화에 따른 $t_{Max K(t)}$ 와 $\partial t_{Max K(t)} / \partial \sigma$

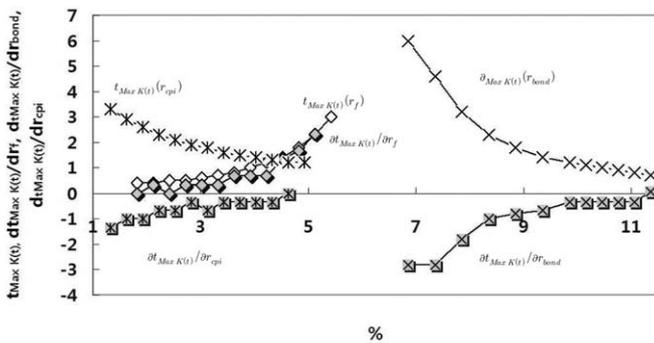


그림 7. r_{cpi} , r_f , r_{bond} 의 변화에 따른 $t_{Max K(t)}$, $\partial t_{Max K(t)} / \partial r_f$, $\partial t_{Max K(t)} / \partial r_{bond}$ 그리고 $\partial t_{Max K(t)} / \partial r_{cpi}$

5. 결론

투자지연이라는 경영상의 유연성을 지닌 합리적인 투자자는 시장의 변동을 관찰한 후 투자의 실행시기를 결정함으로써 사업의 가치를 극대화하고자 한다. 이러한 투자지연의 의사결정은 사업과 관련된 새로운 정보의 습득을 가능케 하여 사업의 가치를 상승시키는 것으로 알려져 왔으나 투자가 실행되었다면 얻을 수 있었던 수익을 잃게 되어 손실도 유발한다. 옵션가격결정이론에 기반한 투자지연과 관련한 선행연구들은 금융·경제이론의 해석들을 이용하여 투자지연의 가치와 시기를 논하고 있으나 사업의 지나친 단순화, 정확한 투자시기를 알 수 없었던 점, 그리고 투자지연이 유발하는 손실회복비용을 고려치 못했다는 점 등에서 한계를 지니고 있었다. 그러므로 본 연구는 경영진이 일정기간동안 투자지연의 의사결정을 지닌 실물자산에서 투자지

연이 유발하는 사업가치의 증가와 손실회복비용의 거동을 옵션가격결정이론을 활용하여 추정하고 이를 수학적 변분원리를 통해 최적 투자시기의 탐색을 위한 이론모형을 구성한 후 실물 부동산투자자산인 REITs의 사례를 적용 및 분석함으로써 기존 연구들의 단점들을 보완하면서 적절한 투자시기의 결정을 위한 이론적인 틀을 제시하였다.

본 연구로부터 얻을 수 있는 결론을 요약하면 다음과 같다. 먼저, 사업의 가치가 투자비용보다 과소할 경우, 투자를 철회하는 것이 적절하였으며 이는 전통의 자본예산이론이 시사하는 바와도 일치한다. 사업의 가치가 투자비용에 못 미칠 경우에는 투자철회의 의사결정이 타당하나 시간이 흐르면서 시장변화에 의한 투자수익의 변동성이 증가하면서 사업가치의 증분이 손실회복비용을 상회하는 구간이 부분적으로 존재할 수 있으므로 이 경우에 경영진이 시장의 추이를 지켜보며 투자시기를 기다리는 것도 하나의 대안이 될 수 있을 것이다.

또한, 사업가치가 투자비용을 상회하면 최적의 투자시기는 늦춰지나 이 차이가 과대해지면 투자시기는 빠르게 앞당겨지므로 투자를 즉시 실행하는 것이 수익성 측면에서 유리할 것이다. 시장의 불확실성에 의한 수익률 변동성의 경우, 안정화된 시장에서는 투자를 당장 실행하는 편이 적절하며 시장 변동성이 증가하면서 투자시기는 늦춰진다. 시장금리의 변화에 따른 투자시기의 변화의 경우, 국고채수익률이 증가하면 투자시기는 지연되며 지연속도도 빨라진다. 이에 반해 소비자물가지수의 성장률과 회사채수익률이 증가하면 투자시기는 앞당겨졌다. 사업가치의 변화와 투자비용의 변화가 투자시기의 변화속도에 미치는 영향은 서로 비슷했고 수익률의 변동성이 투자시기의 변화속도에 미치는 영향은 이보다는 상대적으로 작았다. 여기서 시장금리의 변화가 투자시기의 변화속도에 미치는 영향은 사업의 가치, 투자비용, 그리고 수익률변동성의 변화에 의한 투자시기의 변화속도에 비해 미미함을 알 수 있었다. 마지막으로 선행연구들의 결과와 마찬가지로 투자지연이라는 경영상의 유연성이 사업의 가치를 증대시킴도 확인할 수 있었다.

본 연구는 부동산 실물자산인 REITs의 투자시기결정을 위해 옵션가격결정이론과 금융·경제이론, 그리고 수학적 변분원리를 토대로 이론적 틀을 제안했다는 점에서 그 의의를 찾을 수 있다. 하지만, 다음의 몇 가지 연구의 한계도 지니고 있다. 먼저, 실제 사업의 투자에서는 본 연구에서 고려했던 투자지연이라는 경영상의 유연성보다 더욱 다양하고 복잡한 경영상의 유연성들이 동시에 존재하며 서로 영향을 끼친다. 그러므로 복잡한 경영상의 유연성들이 내포된 실물자산의 투자시기결정을 위해서는 먼저 이들의 모형화 및 정량적인 평가에 대한 연구가 선행되어

야 할 것이다. 또한, 본 연구에서는 손실회복비용이 단기적으로는 선형변화를 따르고 장기적으로는 급격히 증가함을 가정하였는데 이 역시 시장의 다양한 요인들이 뒤섞여 나타난 결과이므로 연구의 목적과 대상에 따라 추정 시 주의를 기울일 필요가 있다. 이와 같은 내용들이 추후의 연구를 통하여 지속적으로 보강된다면 본 연구가 제시한 합리적인 투자시기결정을 위한 이론적 틀의 정확도 향상에도 도움이 될 것으로 기대한다.

참고문헌

- Amram, M. and Kulatilaka, N. (1999). *Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World*, Harvard Business School Press, Cambridge.
- Black, F. and Scholes, M. (1973). "The pricing of options and corporate liabilities." *Journal of Political Economy*, 81, pp. 637~654.
- Boer, F. P. (2003). "Risk-adjusted valuation of R&D projects." *Research Technology Management*, Sep/Oct, pp. 50~58.
- Bowen, M. G. (1987). "The escalation phenomenon reconsidered: decision dilemmas or decision errors?" *Academy of Management Review*, 12, pp. 52~66.
- Brigham, E. F. and Houston, J. F. (2004). *Fundamentals of Financial Management*, 10th ed., Thomson South-Western, Mason, O.H.
- Cross, R. (1993). "Hysteresis and post keynesian economics." *Journal of Post Keynesian Economics*, 15(3), pp. 305~308.
- Davidson, P. (1993). "The elephant and the butterfly: or hysteresis and post keynesian economics." *The Journal of Post Keynesian Economics*, 15(3), pp. 309~321.
- Dixit, A. K. (1989). "Entry and exit decisions under uncertainty." *Journal of Political Economy*, 97, pp. 620~638.
- Dixit, A. K. (1992). "Investment and hysteresis." *Journal of Economic Perspectives*, 6(1), pp. 107~132.
- Dixit, A. K. and Pindyck, R. S. (1994). *Investment under Uncertainty*, Princeton Univ. Press, Princeton.
- Katzner, D. W. (1993). "Some notes on the role of history and the definition of hysteresis and related concepts in economic analysis." *Journal of Post Keynesian Economics*, 15(3), pp. 323~345.
- Kelly, M. (1991). "The value of the option to wait and see." *Economic Letters*, 36, pp. 147~151.
- Luehrman, T. (1997). "What's it worth? a general managers guide to valuation." *Harvard Business Review*, 75(3), pp. 132~142.
- MacDonald, R. and Siegel, D. (1986). "The value of waiting to invest." *The Quarterly Journal of Economics*, 101(4), pp. 707~727.
- Marshall, A. (1949). *Principles of Economics*, 8th ed., The Macmillan Press, London.
- Mello, A. S. and Pyo, U. (2003). "Real options with market risks and private risks." *Journal of Applied Corporate Finance*, 15(2), pp. 89~101.
- Miller, L. T. and Park, C. S. (2002). "Decision making under uncertainty—real options to the rescue." *The Engineering Economist*, 47(2), pp. 105~150.
- Moon, J. (2002). *Real Options Analysis: Tools and Techniques for Valuing Strategic Investments and Decision*, John Wiley & Sons, Inc., N.J.
- Myers, S. C. (1977). "Determinants of corporate borrowing." *Journal of Financial Economics*, 5(Nov), pp. 147~175.
- Myers, S. C. (1984). "Finance theory and financial strategy." *Interfaces*, 14(1), pp. 126~137.
- Park, C. S. and Herath, H. S. B. (2000). "Exploiting uncertainty—investment opportunities as real options: a new way of thinking in engineering economics." *The Engineering Economist*, 45(1), pp. 1~36.
- Pindyck, R. S. (1991). "Irreversibility, uncertainty, and investment." *Journal of Economic Literature*, 29(3), pp. 1110~1148.
- Rockafellar, R. T. and Wets, R. J-B. (1998). *Variational Analysis*, Springer, Berlin.
- Smith, J. E. and McCardle, K. F. (1998). "Valuing oil properties: integrating option pricing and decision analysis approaches." *Operations Research*, 46(2), pp. 198~217.
- Trigeorgis, L. (1999). *Real Options—Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation*, The MIT Press, Cambridge.
- Yao, J. and Jaafari, A. (2003). "Combining real options and

decision tree: an integrative approach for project investment decisions and risk management.” The Journal of Structured and Project Finance, Fall, pp. 53~69.

논문제출일: 2010.07.22

논문심사일: 2010.07.23

심사완료일: 2010.10.25

Abstract

A firm decides to go to the project based on its investment analysis. However, the cash flows generated from the real project can not be always coincident with what expected as it follows uncertain behavior and the asymmetric payoff caused by the managerial flexibilities involved in the real asset affects the project value. Amongst various managerial flexibilities entailed in most of the real assets, although investment delay has been known to enhance the project value thanks to its ability to provide new market information to management, the related research to select the time to invest have been just few. Therefore, this research aims to show the theoretical framework to decide when to invest reflecting the behaviors of increasing project value and loss recovery cost due to investment delay with option pricing, related financial economic, and variational theories.

Keywords : *Option Pricing Theory, Investment Delay, Time to Invest, REITs, Variational Principle*
