

기술이전에서의 위험분산: 사후적 옵션(ex-post option) 계약

이정동, 류태규, 이성상
서울대학교 기술정책대학원

<목 차>

- I. 서론
- II. 최저기술료와 사후적 옵션계약
- III. 사후적 옵션계약모형
 - 3.1 기본가정과 모형설정
 - 3.2 수요의 불확실성
- IV. 기대효용의 변화
 - 4.1 불확실성에 따른 이윤구조
 - 4.2 기대효용의 비교
- V. 시뮬레이션을 통한 분석
- VI. 결론

Abstract : The minimum royalty should have two objectives. One is to guarantee the minimum license payment and the other is to screen the eligible licensee to prevent the licensee's strategic behavior. In the licensing contract for public-to-private technology transfer, the latter plays more important role than the former in viewpoint of the successful technology transfer and commercialization. However, the minimum royalty falls into a dilemma to increasing the risk on the part of licensee in case of failure in technology transfer and commercialization.

In our study, ex-post option contract will be suggested as a risk sharing mechanism to overcome above dilemma. The ex-post option contract means the contract which the licensee has the option whether to go or not at the time of manufacturing stage. To proof the usefulness of ex-post option contract, it is shown in the study that expected utility of a licensor and a licensee can increase with a certain constraint, which depends on degree of uncertainty and licensee's risk aversion, after introducing the ex-post option contract. In spite of this constraint, the usefulness of ex-post option contract may be highly appreciated because its constraint is quite normal case in the real world.

Key words: Minimum payment; ex-post option contract; Risk sharing

I. 서론

기술이전계약은 새로운 기술의 유형, 잠재적 기술도입자의 유형과 같은 불완비정보와 이전된 기술을 상업화 시키는데 투입되는 당사자들간의 노력수준 등의 불완전정보를 동시에 가지고 있다. 이러한 정보의 비대칭성은 기술이전 계약에 중요한 영향을 미치게 된다. 또한 시장상황에 따라 실제로 이전받은 기술로 생산한 제품이 안정적인 시장 수요를 확보할 수 있는지 또는 실제 비용절감의 효과가 어느 정도인지 등이 미지수로 남아있고 이러한 수요 또는 비용절감에 대한 불확실성은 기술이전에 있어서, 특히 기술을 도입한 기업에 있어서는 상당한 위험요소가 된다. 따라서 합리적인 기술이전계약 모델의 설계를 위해서는 이러한 정보의 비대칭성과 불확실성을 기술이전 계약모델에 충분히 반영하는 것이 무엇보다도 중요하다 할 수 있다.

기술이전 방식과 최적계약형태에 관한 연구들은 정보의 비대칭성과 불확실성의 고려 정도에 따라 다음과 같이 나눌 수 있다. 첫째, 시장의 경쟁구조에 따라 기술이전을 통한 특허의 개인적 또는 사회적 잉여를 극대화 하는 전략적 방안을 찾는 연구이다. 이러한 연구들에서는 주로 비용절감 혁신 (cost reduction innovation)을 중심으로 쿠르노 (Cournot), 베르트랑 (Bertrand) 경쟁상황에서 어떠한 기술료 방식이 기술제공자 또는 소비자 효용의 측면에서 더 우월한 것인지를 증명하는데 관심을 가졌다. 즉, 정보의 비대칭성이나 불확실성보다는 시장에서의 경쟁구조에 따라 기술제공자에게 귀속되는 혁신의 가치를 어떻게 극대화시킬 것인가에 초점이 맞추어져 있다.¹⁾ 둘째, 정보의 비대칭성을 고려하는 연구이다. 이 연구들에서는 불완전 정보로 인한 도덕적 해이 (moral hazard)²⁾, 불완비 정보로 인한 역선택 (adverse selection)³⁾의 문제를 제어할 수 있는 최적계약을 설계함으로써 비대칭정보로 인해 기술이전 시 발생하는 문제를 해결하려 한다. 셋째, 기술이전 계약 이후에 나타날 수 있는 불확실성에 대한 연구로 이 연구들에서는 불확실성에 대응하여 위험을 분산할 수 있는 최적계약형태를 제안한다.⁴⁾ 이와 같이 이전의 여러 연구들은 시장의 경쟁구조, 비대칭정보 그리고 불확실성에 따라 기술이전을 통한 사적 또는 사회적 효용을 극대화하는 최적의 기술이전 방식과 계약형태를 논증하는데 그 목적이 있다고 할 수 있다. 또한 최적계약형태는 주로 고정기술료 (fixed fee)와 경상기술료 (running royalty)의 조합으로 설명되어 왔으며 기술이전

1) Kamien and Tauman (1986), Katz and Shapiro (1986), Kamien et al. (1992), Muto (1993), Wang (1998, 2000), Wang and Yang(1999)등의 연구가 대표적인 경우이다.

2) Choi (1999), Jensen and Thursby (2001) 등

3) Gallini and Wright (1990)는 기술가치에 대한 사적정보를 기술제공자가 가지고 있고, Beggs (1992)는 특허가치에 대한 사적정보를 기술도입자가 가지고 있다고 가정하였다. Antelo (2001)는 상업적 가치와 생산비용이라는 두 가지 정보의 비대칭성이 존재하는 상황에 대해 연구하고 있다.

4) Bousquet (1998) 등의 연구는 불확실성에 대응하여 위험분산 기능을 갖는 기술이전 계약 방식을 통해 기술이전의 성과를 높일 수 있다는 것을 보이고 있다. Jensen and Thursby (2001)의 연구에서도 기술의 가치에 대한 불확실성이 존재하는 경우에 산출물에 근거한 기술료 (경상 기술료 등)와 고정기술료 (up-front fee)를 동시에 사용하여야 함을 보이고 있다.

행위에 영향을 미치는 상황에 따라 각 기술료의 역할을 설명하는 데에 중점을 두었다. 반면 Rorke et al. (1992), Ryu et al. (2003)의 연구들에서는, 특히 공공연구기관에서 민간으로의 기술이전의 경우, 고정기술료와 경상기술료 외에 기술도입자의 전략적 행위를⁵⁾ 제어하는 장치로써 최저기술료의 역할과 필요성을 주장하고 있다. 최저기술료는 기술도입자의 전략적 행위를 막음으로써 성공적인 기술이전과 상업화를 가능하게 하는 장치이며 실제로 많은 기술이전이 기술도입자의 전략적 행위로 인하여 성공적인 상업화로 이어지지 못하고 있는 것도 사실이다.⁶⁾ 따라서 기술이전 계약에 있어서 최저기술료의 도입은 필요하다고 할 수 있다. 그러나 최저기술료의 도입이 갖는 문제점은 기술이전을 통한 사업의 실제성고가 불확실하기 때문에 발생하는 위험을 모두 기술도입자가 가지게 된다는 것이다. 따라서 기술도입자의 전략적 행위 방지라는 최저기술료의 순기능을 그대로 유지하면서 최저기술료로 인한 위험부담의 불균형이라는 문제점을 해결할 수 있는 새로운 기술이전 계약방식이 필요하다. 이 논문의 목적은 최저기술료와 함께 사후적 옵션계약 (ex-post option contract)⁷⁾을 사용하는 새로운 기술료 책정방식을 제시하고 이 새로운 방식이 비대칭정보 (기술도입자의 유형에 대한 사적정보로 인하여 발생하는 역선택문제)와 이전된 기술의 성과에 대한 불확실성이 존재할 때 적절한 기술도입자의 선별과 위험분산 기능을 동시에 가지고 있음을 보이는 것이다.

이를 위해 먼저 2장에서는 최저기술료와 사후적 옵션계약에 대한 기본적인 개념과 두 가지 방식의 조합이 기술이전계약에서 필요한 이유에 관해 설명할 것이다. 3장에서는 분석 대상이 되는 사후적 옵션계약모형을 설정하고 4장에서는 이전받은 기술을 통해 새로이 시장에 출시할 상품의 수요가 불확실한 경우에 최저기술료를 사용하는 기존의 방식과 최저기술료와 사후적 옵션계약을 조합하는 방식사이의 이윤구조와 기대효용 차이를 비교한다. 5장에서는 기대효용의 변화에 영향을 미치는 요인들을 변화시켜 가면서 사후적 옵션계약의 위험분산기능을 시뮬레이션을 통해 분석한다. 6장에서는 결론과 함께 공공연구기관에서 민간으로의 기술이전에서 사후적 옵션계약이 갖는 의미를 찾아본다.

II. 최저기술료와 사후적 옵션계약 (ex-post option contract)

최저기술료는 기술제공자가 일정금액을 설정해 두고 경상기술료가 이에 미치지 못할

5) 기술도입자의 전략적 행위는 다른 경쟁자의 시장진입을 저지하기 위해서 새로운 기술을 먼저 이전 받고 상업화 하지 않는 경우나 공공연구기관으로부터 기술이전 시 정책적으로 제공되는 각종 금융·세제 지원을 받기 위해 기술을 이전받고 상업화에는 적극적이지 못한 경우 등을 생각할 수 있다.

6) 한국발명진흥회 (2000)의 설문조사에 의하면 기술상업화 부진사유로 방어적 권리획득 및 기술도입자의 전략적 행위를 선택한 응답은 한국의 경우 39%, 일본의 경우 15%로 조사되었다.

7) 이 논문에서 사용하는 사후적 옵션계약 (ex-post option)이라는 용어는 현재 기술이전계약에서 사용되는 옵션(option)계약과는 다르다. 이에 관해서는 2장에서 설명이 될 것이다.

경우 사업의 성과에 관계없이 징수하게 되는 기술료이다. 일반적으로 기술제공자가 기술도입자에게 독점적 실시권(exclusive licensing)을 줄 경우에 사용되는 기술료 확보 전략으로 공공연구기관에서 민간으로의 기술이전에서도 자주 사용된다.⁸⁾ 최저기술료를 사용하는 목적은 기술제공자 입장에서 최소의 기술료 수입을 보장받기 위함이다. 또한 최저기술료는 기술도입자의 전략적 행위를 막고 기술도입자로 하여금 기술상업화를 위해 최선의 노력을 다하도록 유도하려는 목적도 가지고 있다. 특히 공공연구기관에서 민간으로의 기술이전에서는 이 두 번째 목적이 매우 중요한 의미를 가진다. 이 논문의 관심 역시 공공연구기관의 성공적인 기술이전과 상업화를 위한 최적 계약모형의 도출에 있으므로 이 논문에서는 최저기술료가 가지는 기술도입자의 선별기능에 초점을 맞추고자 한다.

경상기술료를 사용하는 기술료 책정방식은 이전되는 기술의 성과에 대한 불확실성이 존재하는 경우에 위험분산 기능을 할 수 있지만 기술도입자의 감추어진 유형(hidden type)으로 인한 역선택의 문제를 해결하기는 어렵다. 실제로 기업의 전략적 행위에 의해 기술이전이 일어나는 경우 기술이전을 통해 얻게 되는 기술제공자의 수익이 현저히 낮아질 뿐만 아니라 기술의 이전과 성공적인 상업화를 통한 사회후생의 증대라는 공공연구기관의 보다 근본적인 목적을 달성할 수 없게 될 것이다. 이런 가능성에 대해 최저기술료는 기술도입자의 전략적 행위를 막음으로써 적합한 기술도입자를 선별(screening)하는 기제로써 활용될 수 있다⁹⁾. 이것이 최저기술료를 사용하는 두 번째 목적이며 특히 공공기관으로부터 민간으로의 기술이전에서는 이와 같은 선별기능이 성공적인 기술이전과 상업화라는 취지에서 안정적인 기술료 수입보다 더 중요한 의미를 갖는다고 할 수 있다.¹⁰⁾ 그러나 최저기술료는 기술도입을 통한 사업의 실제 성과가 미진한 경우에 발생하는 문제, 즉 성과의 불확실성에 따른 위험을 기술도입자에게 전가시키는 문제가 있다. 특히, 공공연구기관¹¹⁾에서 이전되는 기술은 그 성숙단계가 개념의 증명이나 실험실 수준에 머무르는 경우¹²⁾가 많기 때문에 최저기술료가 책정되었

8) Thursby et al. (2001)의 연구에 의하면 미국의 대학기술이전센터 (Technology Transfer Office: TTO)를 대상으로 한 기술료 책정방식에 관한 설문에서 최저기술료를 거의 항상 사용한다는 응답은 56.5%, 자주 사용한다는 응답은 32.3%, 가끔 사용한다는 응답은 9.7%, 거의 사용하지 않는다는 응답은 1.6%에 불과했다. 우리나라의 경우에는 수도권공공기술이전 컨소시엄에서 이루어진 기술이전계약 25건 중 8건에서 최저기술료를 사용하였다.

9) Besanko and Thakor (1987), Bester (1987)등의 논문에서 채권시장에서 위험이 낮은 채무자들이 위험이 높은 채무자들보다 더 많은 담보를 제공함으로써 담보가 인센티브 또는 선별의 도구로써 작용함을 보였다. 비록 채권시장에 대한 논의였지만 이 결과는 최저기술료를 사용하는 기술시장에서도 적용될 수 있다.

10) Thursby et al. (2001)의 연구에 의하면 민간부문이 기술이전을 통한 이익에 관심을 가지는 것보다 달리 대학의 경우는 기술료 수입뿐만 아니라 경제적 발전에 공헌하는데 관심을 가지고 있는 것으로 나타났다. 특히 공공연구기관의 경우 기술이전의 1차적인 목표는 성공적인 기술이전을 통해 사회후생을 증진시키는데 있다고 보는 것이 타당하다. 이런 경우 적절한 기술도입자를 선별하여 기술을 이전하는 것은 중요한 의미를 갖는다.

11) 본 논문에서 공공연구기관이라 함은 정부출연연구기관, 대학, 비영리 민간연구소 등을 통칭하는 것으로 정의한다.

을 때, 기술도입자가 가지게 되는 위험부담의 문제는 매우 크다¹³⁾. 따라서 경상기술료와 최저기술료 또는 선급기술료와 경상기술료만을 같이 사용하는 기술료 책정방식은 잠재적 기술 도입자의 감추어진 유형에 따른 문제와 이전된 기술을 통한 성과의 불확실성을 동시에 해결할 수 없는 딜레마에 빠지게 된다. 이러한 딜레마 상황을 극복하기 위한 새로운 위험분산기제가 필요하고 이 논문에서는 사후적 옵션계약을 제안하고자 한다.

옵션계약(option contract)은 현행 기술이전계약에서도 사용되고 있다. 그러나 현재 사용되는 옵션계약은 기술도입 여부를 판단하기 위한 최소한의 요건을 검토할 목적으로 비밀유지보장각서(None Disclosure Agreement: NDA)를 체결한 후 일정한 대가 하에 이전기술을 기술도입자에게 공개하는 것이다. 즉, 이전받고자 하는 기술의 내용을 알기 위한 탐색과정에 해당한다고 볼 수 있다. 그러나 이 논문에서 제안하는 옵션 계약은 계약이 이루어진 후에 나타날 수 있는 불확실성에 대한 문제를 다루고 있으므로 현재 기술이전에서 사용되고 있는 옵션계약과는 그 시기와 의미상에서 큰 차이가 있다. 따라서 현재의 옵션계약을 사전적 옵션계약 (ex-ante option contract)라고 한다면 이 논문에서 제안하는 옵션계약은 사후적 옵션계약 (ex-post option contract)이라고 할 수 있다. 사후적 옵션계약은 실물옵션의 포기 옵션과 유사한 개념으로 기술 도입자가 대량생산 단계에서 기술의 사업성이 매우 취약하다고 판단될 경우에 그 기술의 사용권을 포기할 수 있는 권리를 갖는 계약으로 이 옵션을 기술도입자가 행사하면 선급 기술료를 제외한 모든 기술료 부담에 대한 의무에서 벗어나지만 그 기술에 대한 권리를 잃어버리게 되는 계약으로 정의한다.

III. 사후적 옵션계약 모형

대부분의 위험관리 활동들은 세 가지 기본적인 방법들의 조합으로 이루어진다. 위험원천을 위험이 없는 것으로 대체하거나 여러 개의 자산에 위험을 분산시키거나 일종의 보험기능을 갖는 특정 조건부상품을 이용하는 것이다¹⁴⁾. 옵션의 기본적인 성격은 미래의 불확실한 상황이 주는 위험 (즉 확률변수의 분산)을 줄여줌으로써 위험을 헷징(hedging)하는 것이다. 그리고 이에 대한 대가로서 위험 프리미엄에 해당하는 옵션가격(option fee)을 부담하게 된다. 따라서 옵션을 기술이전계약에 적용하면 기술도입자에게

12) Thursby et al. (2001)의 연구에 의하면 미국의 대학 TTO (기술이전센터)를 대상으로 한 설문에서 라이선싱 된 기술의 대부분은 개념의 증명단계 (45%), 실험실 수준의 견본단계 (37%)에 속하는 것으로 나타났다.

13) Poole and Moore (2002)는 기술의 개발단계와 기술도입자가 원하는 기술성숙도의 차이, 즉 기술성숙도의 괴리 (development gap)가 기술이전 및 상업화의 성공을 가로막는 가장 중요한 요인이며, 그 핵심에는 기술상업화의 성공에 대한 불확실성이 있다고 하였다.

14) 삼성경제연구소 (1999)

는 새로운 기술이 만들어낼 성과의 불확실성에 대한 일종의 조건부상품이 된다. 이에 반해 불확실성이 존재하는 경우에 경상기술료가 위험분산기능을 하는 것은 불확실성 하에 따른 위험이 위험중립적인 기술제공자에게 이전되기 때문이다. 그러나 전체적으로 보면 이 연구에서 제안하고 있는 사후적 옵션 (ex-post option)계약의 유용성을 보이는 과정은 경상기술료의 위험분산기능을 보여주는 Bousquet et al. (1998)의 연구에서와 유사하다고 할 수 있다¹⁵⁾.

이 논문에서는 이전되는 기술을 제품혁신기술 (product innovation)로 한정하여 이전받은 기술을 통해 새로이 시장에 출시할 상품의 수요에 불확실성이 존재하는 상황 (demand uncertainty)을 분석한다. 수요의 불확실성이 존재하는 경우에 역수요함수는 $P=F(q, w)$ 로 나타나는 확률변수가 된다. 분석을 효율적이고 단순화하기 위해서 역수요함수는 $P=\alpha(w)-q$ ($\alpha(w)>0$)로 나타나는 선형수요함수를 가정한다. 이때 q 는 생산량, w 는 확률변수로서, 시장환경의 변화를 나타내며 $\partial P/\partial q < 0$, $\partial P/\partial w > 0$ 으로 가정한다. 또한 한계비용을 $c(w)$ 라고 하면 $c'(w) = 0$ 으로 놓는다. 즉, 한계비용이 일정한 선형기술을 가정한다. 기술이전계약 시점과 옵션행사 시점과의 할인율은 존재하지 않는다고 가정하고, 기술도입자는 위험기피적($V' < 0$)이며 기술제공자는 위험중립적($U' = 0$)이다. 사후적 옵션계약의 유무에 따른 기술제공자와 기술도입자의 효용변화를 살펴보기 위해서, 사후적 옵션을 적용하지 않은 기술이전 계약은 선급기술료(A), 생산단위당 경상기술료(r), 최저기술료(m_s)로 이루어진 $S(A, r, m_s)$ 로 나타나며 $A, r, m_s \geq 0$ 이라고 놓는다. 이 논문에서 제안된 사후적 옵션계약은 $S_o(A, r, m_s, \rho)$ 로 나타나며 옵션가격 $\rho \geq 0$ 이다. 사후적 옵션계약을 포함한 기술이전 계약은 다음과 같은 순서에 의해서 이루어진다.

1단계: 기술제공자는 잠재적 기술도입자에게 기술이전계약 $S_o(A, r, m_s, \rho)$ 을 제안한다.

2단계: 잠재적 기술도입자는 제안된 계약을 수용할 것인지 결정한다. 잠재적 기술도입자는 기술도입으로 연계 될 이윤이 유보효용 수준 \bar{V} 보다 크면 계약

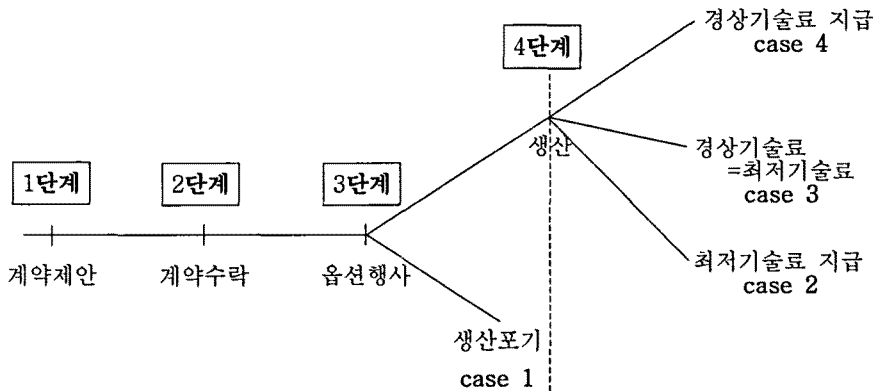
15) Bousquet et al. (1998)의 연구에 의하면 기술도입자가 위험 기피적 (risk-averse)이고 기술제공자는 위험 중립적 (risk-neutral)이라고 가정하면 이전받은 기술을 통해 새로이 시장에 출시할 상품의 수요가 불확실하거나 또는 이전받은 기술을 통한 비용절감 효과가 불확실한 경우 고정기술료만 사용하는 기술이전계약은 최적의 계약이 아니다. 경상기술료는 기술도입자의 최적생산량에 영향을 미쳐서 그렇지 않은 경우보다 과소 생산이 일어나게 하는 문제가 있지만 위험 기피적인 기술도입자의 입장에서는 기대치보다 낮은 성과가 발생할 경우 생산량 또는 매출액에 따라 기술료가 책정되면 고정기술료만을 부과하는 경우에 비해 손해를 일정수준으로 제한시킬 수 있다. 이와 같은 경상기술료의 두 가지 상반된 효과가 적절한 균형을 이루는 점에서 경상기술료의 양이 결정된다. 경상기술료의 사용이 양 (positive)의 효과를 갖는다는 것은 기술제공자가 경상기술료의 사용을 통해 연계 되는 이익만큼 선급기술료를 낮추게 되면 위험기피적인 기술도입자의 효용이 증가함을 통해서 증명될 수 있다. 다시 말하면 경상기술료의 사용을 통해 기술도입자의 효용을 유보효용 이상으로 유지하면서 기술제공자는 기술료 수입의 기대값을 높일 수 있다.

을 받아들인다. 기술도입자는 선급기술료 (A)를 지불하고 다음단계로 넘어간다.

3단계: 시장환경 (w)이 기술도입자에게 관찰되고 기술도입자는 옵션을 행사할 것인지를 결정한다 (옵션행사단계). 옵션을 행사하면 기술도입자는 지급한 선급기술료 (A)와 옵션가격 (ρ)을 제외한 모든 기술료 부담의무에서 벗어나지만 그 기술에 대한 권리를 잃어버린다. 옵션을 행사하지 않으면 다음 단계로 넘어간다.

4단계: 기술도입자는 생산을 위해 고정비용 (F)를 투자하며, 자신의 이익을 극대화하는 생산량 (q)을 결정한다. 생산량에 따라 이윤이 실현되면 기술제공자에게 계약에 따라 기술료가 지불된다.

상기의 기술이전단계는 옵션의 행사여부와 최저기술료, 고정비용, 경상기술료와의 상관관계, 그리고 최적생산량의 수준에 따라 [그림 1]과 같이 나타난다. 여기서는 제안된 계약이 잠재적 기술도입자의 유효효용수준을 만족하여 기술이전계약을 수락하였다고 가정한다.



[그림 1] 사후적 옵션계약의 기술이전 단계

즉 case 2, 3, 4의 경우는 기술이전 계약의 4단계 과정이 진행되지만, case 1의 경우는 3단계에서 게임이 끝난다. 여기서 case 1은 생산을 통해 얻는 수익이 옵션을 행사하여 생산을 하지 않고 기술실시권리를 반환할 때의 수익보다 작은 경우, case 2는 최저기술료를 지불하더라도 대량생산하는 것이 옵션을 행사하는 것보다 수익이 크지만 경상기술료가 최저기술료보다 작아서 기술료로 최저기술료를 지불해야하는 경우, case 3은 대량생산 후, 최저기술료와 경상기술료가 같아지는 생산수준이 최적 생산수준인 경우, case 4는 경상기술료가 최저기술료보다 커서 기술료로 경상기술료를 지불하는 경우를 각각 의미한다.

기술이전의 네 번째 단계에서 기술제공자는 자신의 효용을 극대화하는 생산수준 (q)을 결정한다. 여기에서 F 는 대량생산에 필요한 설비, 광고비 등의 모든 고정비용 (sunk cost)을 나타낸다. 불확실성을 나타내는 $a(w)$ (시장크기)의 실현 값에 따라서 case 2 ($m_s - r q > 0$), case 3 ($m_s - r q = 0$), case 4 ($m_s - r q < 0$)가 결정되고, 각각의 경우에 기술제공자의 효용을 극대화하는 생산수준이 결정된다.

$$(1) \quad \text{Max}_q \pi = F(q, w)q - (c+r)q - F - A - \rho - \max\{m_s - r q, 0\}$$

세 번째 단계에서 기술도입자는 자신의 효용을 극대화하는 생산수준에 따라 옵션을 사용할 것인지, 아니면 계속해서 생산을 할 것인지를 결정하게 된다. 즉, 식 (2)를 만족하면 옵션을 행사하지 않고 네 번째 단계로 넘어가고 그렇지 않으면 옵션을 행사하여 기술실시권한을 반환하고 계약은 무효화 된다 (case 1).

$$(2) \quad \pi_{\text{licensee}} \geq -(A + \rho)$$

두 번째 단계에서는 편의상 식 (3)을 만족하므로 계약이 이루어진다고 가정한다. 여기서 $V(V' > 0, V'' < 0)$ 는 위험 기피적인 기술도입자의 효용함수이다.

$$(3) \quad E[V(\pi(r, A, \rho; w))] \geq \bar{V}$$

첫 번째 단계에서 기술제공자는 공공연구기관으로서 기술이전참여자의 결합이윤 (joint profit)을 극대화하면서 기술제공자의 최저보장이윤¹⁶⁾과 기술도입자의 유보효용을 만족시키는 선급기술료, 생산단위당 경상기술료, 그리고 기술도입자의 전략적 행위를 방지하는 최저기술료, 옵션가격 등을 결정한다. 본 연구의 초점은 사후적 옵션계약의 도입에 따른 효용변화의 비교를 통해 사후적 옵션계약의 유용성을 보이는 것이므로 고정기술료, 생산단위당 경상기술료, 최저기술료는 상기의 목적을 만족시키도록 주어졌다고 가정한다. 또한 사후적 옵션계약의 도입에 따른 효용변화를 비교하기 위해서 옵션가격은 식 (4)와 같이 결정된다고 가정한다. 식 (4)와 같은 옵션가격이 책정되면 기술도입자의 기대효용은 사후적 옵션계약 도입 유무에 관계없이 일정하게 된다. (이에 대한 자세한 내용은 4장에서 설명될 것이다.)

$$(4) \quad \rho = m_s \cdot G_{\text{option}}$$

16) 공공연구기관의 최저보장이윤은 정부가 투자한 연구개발사업에 의해서 개발된 기술을 이전할 때, 투자비용의 30%를 정부에 반환해야 한다는 규정과 기술이전에 투입된 비용 등을 고려해서 정해질 수 있다.

여기서 G_{option} 은 옵션을 사용할 수밖에 없는 $a(w)$ (시장크기)가 실현될 확률로 정의한다.

IV. 기대효용의 변화

이 논문의 목적은 기술도입자의 유형에 대한 사적정보가 존재하고 이전된 기술의 성과에 대한 불확실성이 존재할 때 최저기술료와 더불어 사후적 옵션계약을 사용하면 적절한 기술도입자의 선별과 위험분산이 동시에 이루어질 수 있음을 보이는 것이다. 이를 위해 최저기술료만을 사용하는 경우와 비교하여 옵션계약을 사용할 때 기술제공자와 기술도입자의 기대효용의 변화를 살펴볼 것이다. 최저기술료를 사용할 때 기술제공자가 선택하게 되는 (r, A, m_s) 를 옵션계약에서도 동일하게 적용했을 때 기대효용이 증가한다면 이는 옵션계약이 위험분산 기제로 작용 할 수 있음을 뜻하게 되는 것이다.

4.1. 불확실성에 따른 이윤구조

기술도입자가 제안된 계약을 수용했을 때 확률변수 $a(w)$ 의 실현 값에 따라 기술도입자와 기술제공자의 생산량과 이윤은 앞에서 전개된 게임의 각 case별로 서로 다르게 나타난다. 여기에서 한 가지 고려해야 할 부분은 고정비용과 최저기술료 및 생산단위당 경상기술료의 크기에 따라 옵션을 행사하는 생산량이 다르게 표현되어 진다는 것이다.¹⁷⁾ 따라서 대량생산을 위한 고정비용의 크기에 따라 두 가지 경우로 나누고, 사후적 옵션계약의 사용 유무, 그리고 case별로 각각 생산량과 이윤을 정리하면 다음과 같이 <표 1>, <표 2>, <표 3>, 그리고 <표 4>로 요약할 수 있다. 여기에서 $a_- = c + \frac{2m_s}{r}$, $a^+ = r + c + \frac{2m_s}{r}$ 를 각각 나타낸다.

<표 1> $(m_s/r)^2 - m_s \geq F$, 최저기술료만 사용하는 경우¹⁸⁾

분류	불확실성	q^*	기술도입자의 이윤	기술제공자의 이윤
----	------	-------	-----------	-----------

17) $m_s^2 - r^2 m_s - r^2 F \geq 0$ 의 경우에는 $q = \sqrt{m_s + F}$ 이고, $(m_s/r)^2 - m_s \leq F \leq (m_s/r)^2$ 의 경우에는 $q = \frac{1}{2} \left(\frac{m_s}{r} + \frac{rF}{m_s} \right)$ 가 된다.

18) 최저기술료와 사후적 옵션을 사용하는 경우에 case 1은 대량생산을 통해 얻는 수익이 옵션을 행사하여 생산을 하지 않고 기술실시권리를 반환할 때의 수익보다 작은 경우를 뜻하지만, 최저기술료만을 사용하는 경우의 case1은 생산을 통해 얻는 수익이 대량생산을 위해 투자되는 수익보다 작아서 기술도입자가 대량생산에 들어가지 않는 경우를 뜻한다.

case 1	$a \leq c + 2\sqrt{F}$	0	$-A - m_s$	$A + m_s$
case 2	$c + 2\sqrt{F} < a < a_-$	$\frac{a-c}{2}$	$\frac{1}{4}(a-c)^2 - A - m_s - F$	$A + m_s$
case 3	$a_- \leq a < a^-$	$\frac{m_s}{r}$	$\frac{(a-c)m_s}{r} - \frac{m_s^2}{r^2} - A - m_s$	$A + m_s$
case 4	$a^- \leq a$	$\frac{a-c-r}{2}$	$\frac{1}{4}(a-r-c)^2 - A - F$	$\frac{1}{2}r(a-r-c)^2 + A$

<표 2> $(m_s/r)^2 - m_s \geq F$, 최저기술료와 사후적 옵션계약을 사용하는 경우

분류	불확실성	q^*	기술도입자의 이윤	기술제공자의 이윤
case 1	$a \leq c + 2\sqrt{m_s + F}$	0	$-A - \rho$	$A + \rho$
case 2	$c + 2\sqrt{m_s + F} < a < a_-$	$\frac{a-c}{2}$	$\frac{(a-c)^2}{4} - A - m_s - F - \rho$	$A + m_s + \rho$
case 3	$a_- \leq a < a^-$	$\frac{m_s}{r}$	$\frac{(a-c)m_s}{r} - \frac{m_s^2}{r^2} - A - m_s - \rho$	$A + m_s + \rho$
case 4	$a^- \leq a$	$\frac{a-c-r}{2}$	$\frac{1}{4}(a-r-c)^2 - A - F - \rho$	$\frac{r(a-r-c)}{2} + A + \rho$

$a(w)$ 의 실현 값에 따라 나타나는 이윤구조를 보면 (Appendix 1), 실제 $a(w)$ 가 일어날 확률이 모두 같다면 옵션가격 ρ 의 크기에 관계없이 사후적 옵션계약을 적용했을 때 기술도입자와 기술제공자의 기대이윤의 합은 감소한다. 이와 같은 결과는 사후적 옵션계약이 가지는 생산량의 왜곡효과 (distortion effect)를 고려한다면 놀라운 것은 아니다. 경상기술료를 사용할 때의 왜곡효과는 경상기술료가 제조원가에 영향을 미쳐서 최적생산량에 영향을 주는 구조였다면 사후적 옵션계약은 기술도입자가 일정 수준 이상의 시장규모가 실현되지 않을 경우 기술의 권리를 포기함으로써 손해를 최소화시키는 구조이므로 최저기술료만을 사용하는 경우에 비해 생산이 이루어지지 않는 영역¹⁹⁾이 더 넓어진다.

<표 3> $(m_s/r)^2 - m_s \leq F \leq (m_s/r)^2$, 최저기술료만을 사용하는 경우

19) 최저기술료만을 사용하는 경우에 비해 $c + 2\sqrt{F} \leq a(w) \leq c + 2\sqrt{m_s + F}$ 만큼 생산이 이루어지지 않는 영역이 넓어진다.

분류	불확실성	q^*	기술도입자의 이윤	기술제공자의 이윤
case 1	$a \leq c + 2\sqrt{F}$	0	$-A - m_s$	$A + m_s$
case 2	$c + 2\sqrt{F} < a < a_-$	$\frac{a-c}{2}$	$\frac{1}{4}(a-c)^2 - A - m_s - F$	$A + m_s$
case 3	$a_- \leq a < a^-$	$\frac{m_s}{r}$	$\frac{(a-c)m_s}{r} - \frac{m_s^2}{r^2} - A - m_s - F$	$A + m_s$
case 4	$a^- \leq a$	$\frac{a-c-r}{2}$	$\frac{1}{4}(a-r-c)^2 - A - F$	$\frac{1}{2}r(a-r-c)^2 + A$

<표 4> $(m_s/r)^2 - m_s \leq F \leq (m_s/r)^2$, 최저기술료를 사후적 옵션계약을 사용하는 경우

분류	불확실성	q^*	기술도입자의 이윤	기술제공자의 이윤
case 1	$a \leq a_o$	0	$-A - \rho$	$A + \rho$
case 3	$a_o < a < a^-$	$\frac{m_s}{r}$	$\frac{(a-c)m_s}{r} - \frac{m_s^2}{r^2} - A - m_s - F - \rho$	$A + m_s + \rho$
case 4	$a^- \leq a$	$\frac{a-c-r}{2}$	$\frac{1}{4}(a-r-c)^2 - A - F - \rho$	$\frac{r(a-r-c)}{2} + A + \rho$

* $a_o = c + r + \frac{m_s}{r} + \frac{rF}{m_s}$

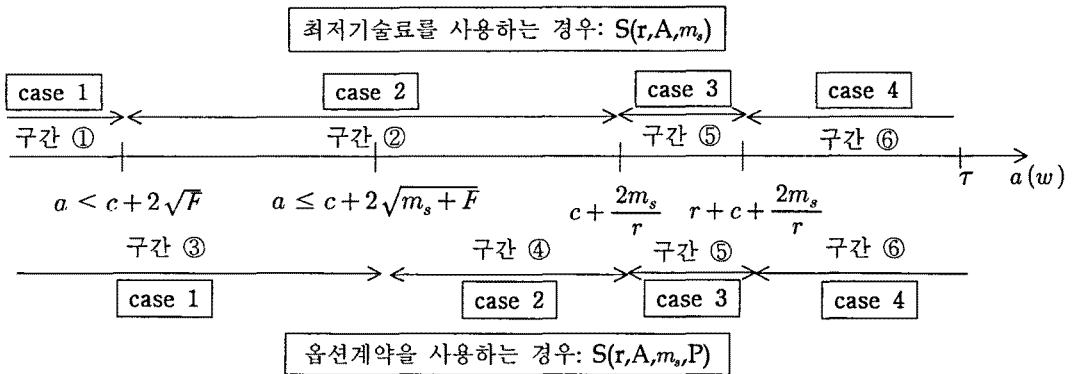
<표 4>의 경우, case 2는 주어진 가정에 의해서 존재하지 않는다. $a(w)$ 의 실현 값에 따라 나타나는 이윤구조를 보면 (Appendix 2), 첫 번째 경우와 마찬가지로 실제 $a(w)$ 가 일어날 확률이 모두 같다고 하면 옵션가격 ρ 의 크기에 관계없이 사후적 옵션계약을 적용했을 때 기술도입자와 기술제공자의 기대이윤의 합은 감소한다. 또한 옵션계약을 적용했을 때의 기대이윤의 합과 적용하지 않았을 때의 기대이윤의 합의 차이는 첫 번째 경우보다 더 크다는 것을 알 수 있다. 이것은 대량생산을 위한 고정비용 F 가 첫 번째 경우보다 크기 때문에 기술의 권리를 포기함으로써 손해를 최소화하려고 하는 영역²⁰⁾이 더 넓어지기 때문이다.

20) 최저기술료만을 사용하는 경우에 비해 $c + 2\sqrt{F} \leq a(w) \leq c + r + \frac{m_s}{r} + \frac{rF}{m_s}$ 만큼 생산이 이루어지지 않는 영역이 넓어지는데 첫 번째 경우와 비교하면 $c + 2\sqrt{m_s + F} \leq a(w) \leq c + r + \frac{m_s}{r} + \frac{rF}{m_s}$ 만큼이 더 넓어진 것이 된다.

4.2. 기대효용의 비교

이 장에서는 사후적 옵션계약의 유용성을 검증하기 위해 최저기술료를 사용하는 경우와 사후적 옵션계약을 사용하는 각각의 경우에 대해서 기술제공자와 기술도입자의 기대효용변화를 살펴볼 것이다. Appendix 1, 2에서 볼 수 있는 것처럼 사후적 옵션계약을 사용하면 기술제공자와 기술도입자의 기대수익의 합은 사용하지 않았을 때보다 감소한다. 그러나 $a(w)$ 가 실현되는 확률분포와 옵션대가로 지불되는 ρ 의 값에 따라 기술도입자와 기술제공자의 기대효용의 변화는 다르게 나타날 수 있다. 또한 위험 기피적인 기술도입자는 자신의 기대효용을 극대화하려 하기 때문에 사후적 옵션계약의 유용성을 검증하기 위해서는 기술 도입자의 효용함수도 반영해야 한다.

$(m_s/r)^2 - m_s \geq F$ 인 경우 기술제공자와 기술도입자의 수익구조에 영향을 주는 $a(w)$ 의 경계 값들을 표시하면 [그림2]와 같다²¹⁾.



[그림2] $a(w)$ 의 경계 값

옵션계약을 사용할 경우와 최저기술료를 사용할 경우에 기술이전계약을 통해 얻는 기술제공자와 기술도입자의 기대효용변화²²⁾는 각각 다음과 같이 나타난다. 여기에서

21) $(m_s/r)^2 - m_s \leq F \leq (m_s/r)^2$ 인 경우도 [그림2]와 같이 $a(w)$ 의 경계 값들을 표시할 수 있다. 최저기술료를 사용하는 경우에 나타나는 경계 값은 $(m_s/r)^2 - m_s \leq F \leq (m_s/r)^2$ 인 경우에도 동일하게 나타난다. 반면에 사후적 옵션계약을 사용하는 경우에는 case2가 존재하지 않고 각 경계 값들도 $(m_s/r)^2 - m_s \geq F$ 일 때에는 다르게 나타난다. 그러나 두 가지 경우 모두 유사한 과정을 거쳐 결론에 이르게 되고 결과의 해석에 있어서도 실제적인 차이가 없기 때문에 간결한 전개를 위해서 이 장에서는 $(m_s/r)^2 - m_s \geq F$ 경우만을 정리하였다. (경계값과 이윤구조는 <표 4> 참조)

22) (옵션계약을 사용할 경우의 기대효용)-(최저기술료를 사용할 경우의 기대효용)

$g(\cdot)$ 와 $G(\cdot)$ 는 각각 확률변수 $a(w)$ 의 확률밀도함수와 누적확률밀도함수를 나타내고 $E_i[V(\cdot)]$ 는 구간 i 에서의 $V(\cdot)$ 의 기대값을 나타낸다.

$$(5) \quad \nabla U_{\text{licensor}} = -(m_s - \rho) \cdot G(c + 2\sqrt{m_s + F}) + \rho \cdot (1 - G(c + 2\sqrt{m_s + F}))$$

$$(6) \quad \nabla V_{\text{licensee}} = E_{\textcircled{3}}[V(\Pi_1)] + E_{\textcircled{4}}[V(\Pi_2)] + E_{\textcircled{5}}[V(\Pi_3)] + E_{\textcircled{6}}[V(\Pi_4)]$$

$$- E_{\textcircled{7}}[V(\Pi_5)] - E_{\textcircled{8}}[V(\Pi_6)] - E_{\textcircled{9}}[V(\Pi_7)] - E_{\textcircled{10}}[V(\Pi_8)]$$

$$\text{단, } \Pi_1 = -A - \rho,$$

$$\Pi_2 = \frac{(a-c)^2}{4} - m_s - A - \rho - F,$$

$$\Pi_3 = \frac{(a-c)m_s}{r} - \frac{m_s^2}{r^2} - m_s - A - \rho - F$$

$$\Pi_4 = \frac{(a-c-r)^2}{4} - A - \rho - F, \quad \Pi_5 = -A - m_s, \quad \Pi_6 = \Pi_2 + \rho, \quad \Pi_7 = \Pi_3 + \rho,$$

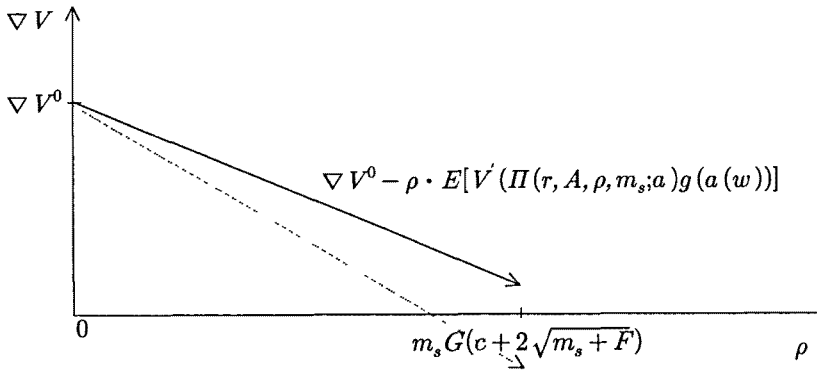
$$\Pi_8 = \Pi_4 + \rho$$

사후적 옵션계약을 적용하면 기술제공자의 기대효용은 $-m_s G(c + 2\sqrt{m_s + F}) + \rho$ 만큼 변화한다. 만일 옵션가격을 $\rho = m_s G(c + 2\sqrt{m_s + F})$ 로 책정한다면 기술제공자의 기대효용은 사후적 옵션계약을 사용할 경우와 그렇지 않을 경우에 관계없이 변화가 없다. 따라서 옵션가격에 대한 제약조건을 $\rho = m_s G(c + 2\sqrt{m_s + F})$ 로 놓으면, 기술도입자의 기대효용의 변화를 통해서 사후적 옵션계약 적용의 유용성을 검증할 수 있게 된다. 기술도입자의 기대효용변화에 영향을 주는 요인을 도출하기 위해서 간단한 분석을 해 보면 다음과 같다. 먼저 옵션가격이 $\rho = 0$ 인 경우 즉, 옵션에 대한 대가가 없는 경우 기술도입자의 기대효용의 변화를 ∇V^0 라 하면 $\nabla V^0 (> 0)$ 는 식 (7)과 같이 표현되며, 옵션가격 ρ 가 0에서부터 $m_s G(c + 2\sqrt{m_s + F})$ 까지 증가할 때 기대효용의 변화는 식 (8)과 같이 표현된다.

$$(7) \quad \nabla V^0 = E_{\textcircled{3}}[V(-A)g(a(w))] - E_{\textcircled{10}}[V(-A - m_s)g(a(w))]$$

$$- \int_{c+2\sqrt{F}}^{c+2\sqrt{m_s+F}} V(\Pi_6) dG(a(w))$$

$$(8) \quad \nabla V = \nabla V^0 - \rho \cdot E[V'(\Pi(r, A, \rho, m_s; a)g(a(w)))]$$



[그림3] 기대효용의 변화(∇V)

[그림3]과 같이 $\rho = m_s G(c + 2\sqrt{m_s + \bar{F}})$ 에서 기술도입자의 기대효용 변화(∇V)가 양 (+)의 값을 갖는다면 사후적 옵션계약을 적용했을 때 기술제공자와 기술도입자의 기대효용에 미치는 효과가 항상 양의 값을 갖는다는 것을 뜻한다. 또한 효용함수 V 의 모양과 확률변수 $a(w)$ 의 확률분포인 $g(a(w))$ 가 ρ 가 증가함에 따라 ∇V 가 감소하는 속도를 결정하는 요인임을 알 수 있다. 즉, 기술도입자의 위험기피도 정도와 불확실성의 정도에 따라 사후적 옵션계약의 유용성이 결정된다.

V. 시뮬레이션을 통한 분석

이 장에서는 기대효용의 변화에 영향을 미치는 요인들을 변화시켜 가면서 사후적 옵션계약의 위험분산 기능을 분석한다. 먼저 분석을 위해 기술도입자의 효용함수는 식 (9)와 같이 절대적 위험기피도 (absolute risk aversion)가 일정한 지수함수 형태²³⁾로 가정한다.

$$(9) \quad V_{\text{exp}}(x) = -\frac{1}{\beta} \exp\{-\beta x\}, \quad \beta > 0$$

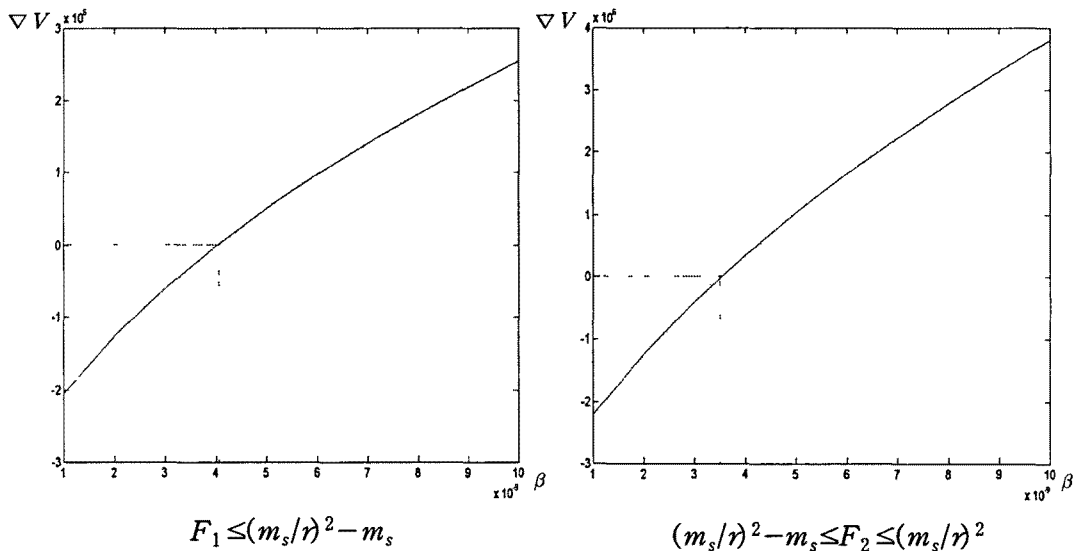
또한 $g(a(w))$ 는 평균 m ²⁴⁾과 표준편차 σ 를 갖는 정규분포로 가정한다. 기술도입자의 위험기피도 정도와 불확실성의 정도에 따라 옵션계약의 유용성이 결정되므로 기술도

23) 이 효용함수는 쌍곡 절대 위험회피(HARA) 효용함수군(群)의 하나이다.

24) 이때 정규분포의 평균값은 경상기술료와 최저기술료가 같아지는 확률변수의 경계 값 $a^0(w)$ 이상의 특정 값으로 가정한다. 이러한 가정은 기술이전 시, 기술의 가치 (또는 기술로 만들어진 제품의 시장 수요)에 대한 예측이 부정적이라면 기술이전계약이 이루어지지 않을 것이라는 일반적인 상식에 기초한 합리적인 것 가정이다.

입자의 위험기피도 정도를 나타내는 β 와 불확실성의 정도를 나타내는 σ 값을 변화시키면서 기대효용의 변화를 분석한다. 기대효용의 변화를 측정하기 위해 필요한 변수들 (r, m_s, A)은 기술시장에서 사용되는 값들과 유의미하도록 그 상관성을 조절하여 결정하였다. 또한 m_s 와 F 값의 변화에 따라 사후적 옵션계약의 유용성에 미치는 영향도 분석하였다.

variable	r	m_s	A	c	F_1	F_2	m	σ
	$5 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^7$	10^7	$5 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^7$	$5.1 \cdot 10^7$	$3.3 \cdot 10^4$	10^4



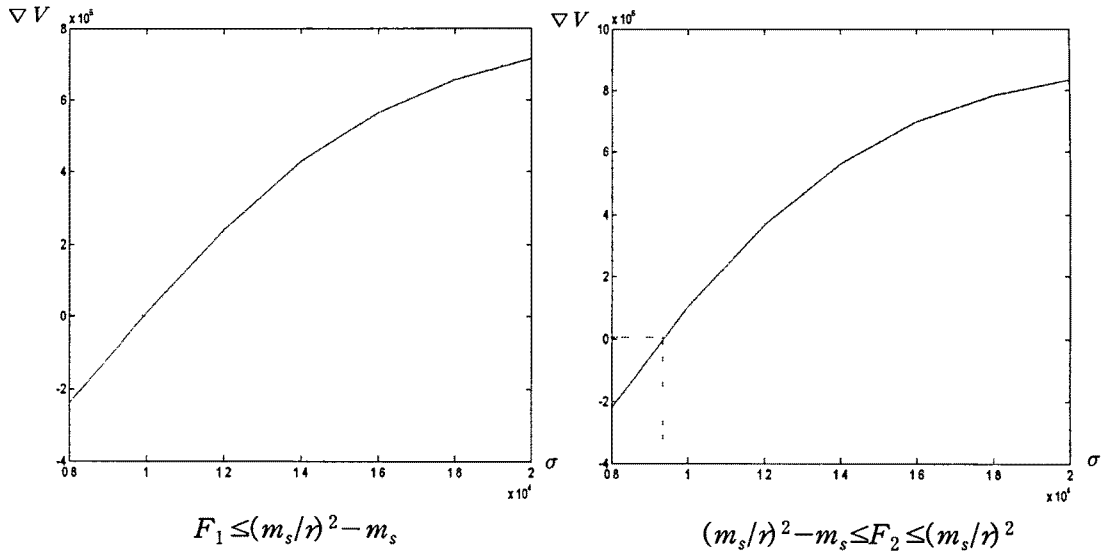
[그림 4] β 값의 변화에 대한 기대효용의 변화

[그림 4]는 사후적 옵션계약을 사용할 때와 그렇지 않을 때의 기술제공자의 기대효용이 같아지는 옵션가격 $\rho = m_s \cdot G_{option}$ 에서 β 에 따른 기술도입자의 기대효용 변화를 나타내고 있다.²⁵⁾ [그림 4]에 의하면 기술도입자의 위험기피도를 나타내는 β 값이 각각 $4.1 \cdot 10^{-9}$ 와 $3.6 \cdot 10^{-9}$ 이상이면 기술제공자의 기대효용이 일정한 상태에서 옵션계약을 통해 기술도입자의 기대효용이 증가하는 것으로 나타났다. β 값이 $4.1 \cdot 10^{-9}$ 와

25) $\nabla V_{license}$ 가 정의되기 위해서는 확률변수 $a(w)$ 의 상한(upper limit)이 결정되어야 한다. 기술도입자의 위험기피도와 옵션계약의 유용성에 대한 분석에서는 $a(w)$ 의 상한을 60,000으로 결정하였는데 $a(w) > 60,000$ 일 확률은 0.35%이다. 기대효용을 계산하기 위한 변수 중 대량생산을 위한 고정생산비인 F 는 그 범위에 대한 가정에 따라 각각 $F_1 = 3 \cdot 10^7$ 과 $F_2 = 5.1 \cdot 10^7$ 을 사용하였다. 또한 주어진 확률 분포하에서 기술도입자가 옵션을 행사할 확률은 각각 15.55%와 21.4%가 된다.

3.6×10^{-9} 이라는 것의 의미를 알아보기 위해 다음과 같은 예를 들 수 있다. 0.5의 확률로 10원을 주고 0.5의 확률로 10,000,000원을 주는 복권이 있다고 한다. 이 복권의 기대값은 5,000,005원이 된다. β 값이 4.1×10^{-9} 인 위험기피도를 가진 사람은 이 복권이 주는 기대효용과 확실한 소득 4,947,500원이 주는 효용을 같게 생각한다. β 값이 3.6×10^{-9} 인 위험기피도를 갖는 사람의 경우에는 이 복권이 주는 기대효용과 확실한 소득 4,954,700원이 주는 효용을 같게 생각한다. 각각의 경우에 위험프리미엄은 52,505원과 45,305원에 불과하다. 즉 거의 위험 중립에 가까운 위험 기피적인 기술도입자일지라도 $\rho = m_s \cdot G_{option}$ 의 옵션가격 하에서 사후적 옵션계약을 통해서 효용이 증대됨을 알 수 있다. 즉, 공공연구기관이 기대효용을 일정하게 유지하면서도 사후적 옵션계약을 통해서 대부분의 기술도입자들의 기대효용이 증가하게 하는 것이 가능하다고 해석할 수 있다.

variable	r	m_s	A	c	F_1	F_2	m	β
	5×10^3	5×10^7	10^7	5×10^3	3×10^7	5.1×10^7	3.3×10^4	4.1×10^{-9}



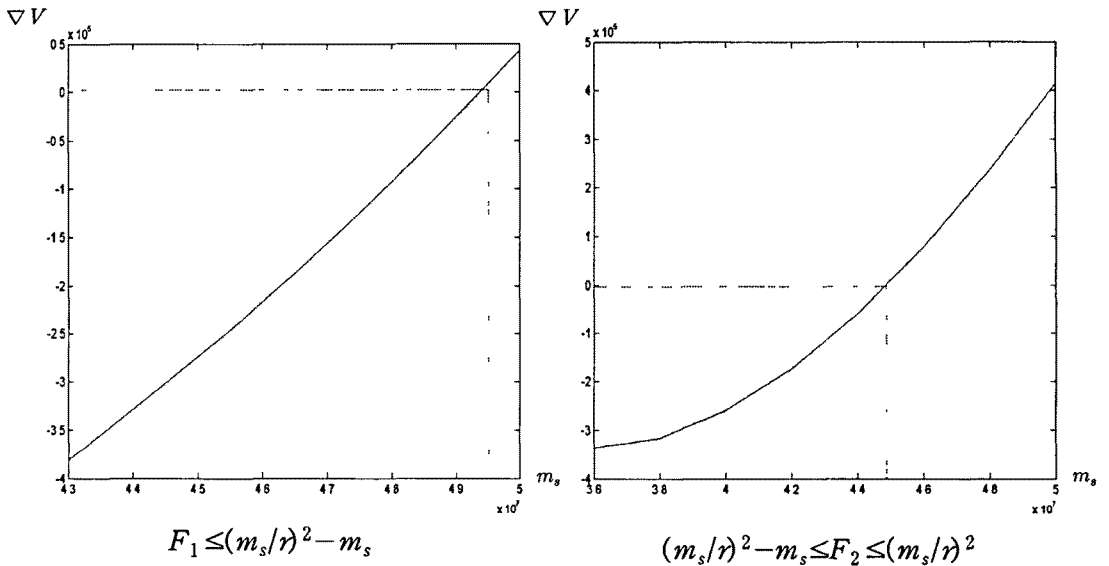
[그림 5] σ 값의 변화에 대한 기대효용의 변화

[그림 5]는 불확실성의 정도에 따른 옵션계약의 유용성을 검증한 결과이다.²⁶⁾ [그림 5]에 의하면 σ 값이 커질수록 즉, 기술의 상업화에 대한 불확실성이 커질수록 사후적 옵션

26) 불확실성과 옵션계약의 유용성에 관한 분석에서는 $a(w)$ 의 상한으로 80,000원을 사용하였다. σ 가 20,000일때 $a(w) > 80,000$ 일 확률은 0.9%이다.

선계약을 통한 기술도입자의 기대효용이 증가함을 확인할 수 있다. 주어진 σ 값이 커지면 상업화에 대한 불확실성이 증가하지만 기술제공자의 기대효용을 일정하게 하는 옵션가격도 증가하게 된다. 따라서 σ 값이 커질수록 옵션계약을 통한 기술도입자의 기대효용이 증가하는 것은 위험을 분산시킴으로써 기술도입자가 얻는 효용이 옵션가격의 증가에 따른 비효용보다 크다는 것을 의미한다. [그림 5]에 의하면 성과의 불확실성을 나타내는 σ 값이 각각 10^4 과 9.5×10^3 이상이면 기술제공자의 기대효용이 일정한 상태에서 사후적 옵션계약을 통해 기술도입자의 기대효용이 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 σ 값을 갖는 경우에 시장수요가 극히 미약하여 옵션을 행사하는 것이 유리한 상황이 발생할 확률은 각각 15.55%와 20.25%이다. 시물레이션을 위해 사용되는 변수들의 변화에 따라 이 확률은 다르게 나타나지만 현재의 분석결과는 이전되는 기술의 성숙단계에 비추어 볼 때 옵션계약의 유용성이 상당히 크다는 것을 보여준다. 즉, 공공연구기관으로부터 이전되는 기술들을 포함하여 많은 경우, 이전되는 기술의 성숙단계가 개념의 증명이나 실험실 수준에 머무르고 있기 때문에 기술의 상업화에 대한 불확실성, 즉 σ 값이 크다고 할 수 있다. 이러한 현실에 비추어볼 때 사후적 옵션계약의 유용성은 상당히 크다고 해석할 수 있다. 따라서 상기 분석의 결과는 공공연구기관에서 기술도입자의 전략적 행위를 막고 적절한 기술도입자를 선별하기 위해서 최저기술료를 사용한다면, 사후적 옵션계약은 이에 따라 발생하는 위험을 분산시키는데 있어 매우 중요한 역할을 할 수 있음을 시사해 준다.

variable	r	A	c	F_1	F_2	m	σ	β
	5×10^3	10^7	5×10^3	3×10^7	5.1×10^7	3.3×10^4	10^4	4.1×10^{-9}



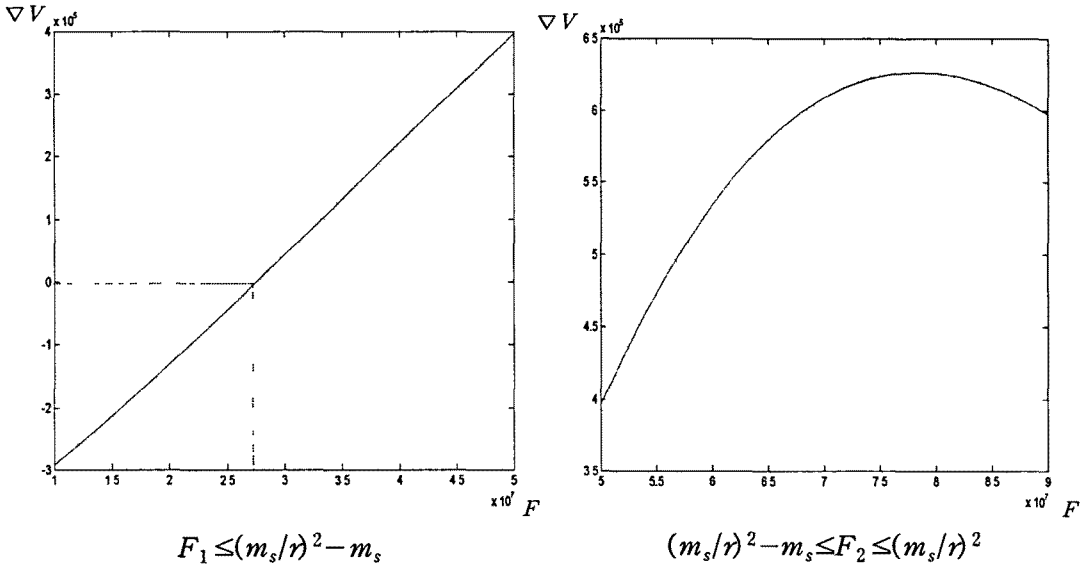
[그림 6] m_s 값의 변화에 대한 기대효용의 변화

[그림 6]은 최저기술료의 크기에 따른 옵션계약의 유용성을 검증한 결과이다. [그림6]의 두 그래프에서 최저기술료의 범위는 F 의 크기에 대한 가정에 따라 결정된다. 두 번째 그림의 경우 상대적으로 F 의 크기가 크기 때문에 주어진 가정을 만족하는 최저기술료의 범위가 더 넓게 나타난다. 그러나 최저기술료의 범위를 같은 구간에서 두 그래프의 모양이 거의 동일하게 나타남을 확인할 수 있다. [그림 6]에 의하면 최저기술료의 금액이 작아질수록 사후적 옵션계약을 통한 기대효용의 증가량이 작아진다. 최저기술료로 책정된 금액이 작을수록 기술도입자의 입장에서는 불확실성에 따른 기대수익의 분산이 작아지므로 이와 같은 결과는 매우 자연스러운 것이라고 할 수 있다.

[그림 7]은 대량생산에 소요되는 고정비용크기에 따른 사후적 옵션계약의 유용성을 검증한 결과이다. F 는 $(m_s/r)^2 - m_s \geq F_1$ 와 $(m_s/r)^2 - m_s \leq F_2 \leq (m_s/r)^2$ 를 만족하는 범위 내에서 움직인다. [그림 7]에 의하면 대량생산에 소요되는 비용의 크기가 작을수록 사후적 옵션계약을 통한 기대효용의 증가량이 작아진다. F 가 감소하면 다른 조건이 일정할 때 기술도입자가 옵션을 사용할 확률이 감소하고 기술도입자의 기대효용을 일정하게 유지시켜주는 옵션가격 ρ 도 감소하는데 그 감소비율은 항상 같다. 그럼에도 불구하고 대량생산에 소요되는 비용의 크기가 작을수록 사후적 옵션계약을 통한 기대효용의 증가량이 작아지는 것은 위험기피적인 기술도입자가 이익을 통한 기대효용의 증가보다는 손해를 통한 기대효용의 감소에 더 민감하기 때문이다. 그러나 F 가 주어진 변수값들 하에서 일정수준이상 커지게 되면, 옵션을 사용할 확률이 커지는 반면, 옵션가격이 그 만큼 상승하여 상업화 성공시 지불해야하는 옵션가격에 대한 부담

이 옵션으로 인한 효용증가를 상쇠하게 된다.

variable	r	A	m_s	c	m	σ	β
	$5 \cdot 10^3$	10^7	$5 \cdot 10^7$	$5 \cdot 10^3$	$3.3 \cdot 10^4$	10^4	$4.1 \cdot 10^{-9}$



[그림 7] F 값의 변화에 대한 기대효용의 변화

VI. 결론

선급기술료와 경상기술료를 사용하는 기술료 책정 방식은 이전되는 기술의 성과에 대한 불확실성이 존재하는 경우에 위험분산 기능을 할 수 있지만 기술 도입자의 감추어진 유형(hidden type)으로 인한 역선택의 문제를 해결하기는 어렵다. 경상기술료와 최저기술료를 사용하는 기술료 책정방식은 기술도입을 통한 사업의 실제 성과가 미진한 경우에 발생하는 문제, 즉 성과의 불확실성에 따른 위험을 기술도입자에게 전가시키는 문제가 있다. 이 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 최저기술료와 더불어 사후적 옵션계약(ex-post option contract)을 사용하면 적절한 기술도입자의 선별과 위험분산이 동시에 이루어질 수 있음을 보였다.

사후적 옵션계약은 직관적으로 볼 때 적절한 기술도입자와 위험분산이라는 두 가지 목적을 위해서 최저기술료와 함께 사후적 옵션계약을 사용하는 것은 상당히 의미 있는 것으로 생각된다. 하지만 옵션의 성격상 상황변수에 따라 기술제공자와 기술도입자

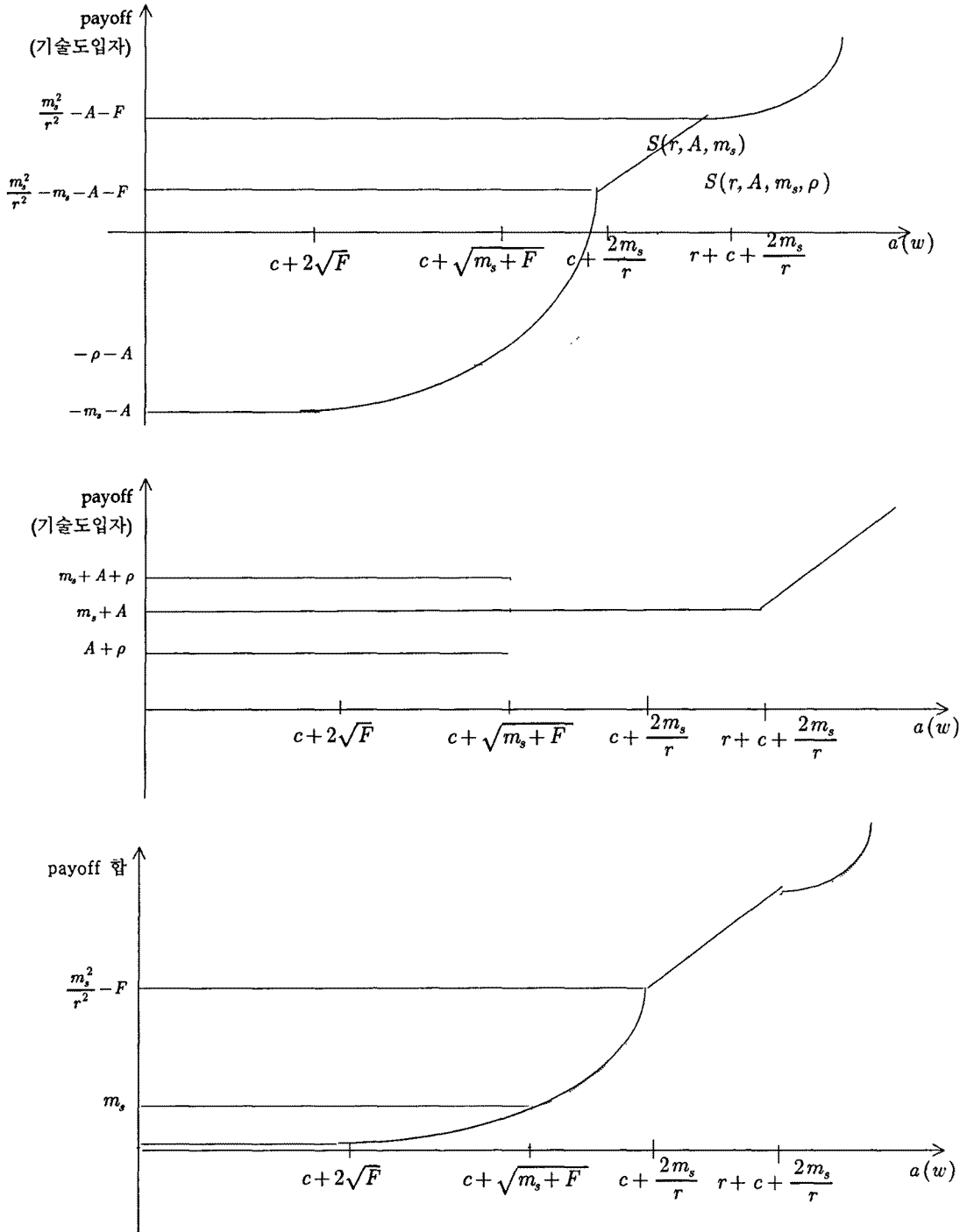
의 수익구조가 변하기 때문에 사후적 옵션계약의 유용성을 일반적으로 보이는 것은 상당히 복잡한 문제이다. 본 논문은 사후적 옵션계약을 사용할 때와 사후적 옵션계약을 사용하지 않을 때에 기술제공자의 기대효용이 일정하게 되는 옵션가격을 결정하고, 그 옵션가격 하에서 기술도입자의 기대효용변화를 측정하는 기법을 사용하였으며, 위험기피도를 나타내는 β 와 불확실성을 나타내는 σ 를 변화시키면서 사후적 옵션계약의 유용성을 검증했다. 위험기피도와 사후적 옵션계약의 유용성에 관한 분석에서는 기술도입자가 일정 이상의 위험기피도를 갖는 경우에 사후적 옵션계약을 통해 기대효용이 증가함을 확인할 수 있었다. 사후적 옵션계약을 통해 기대효용이 증가하기 위해서는 위험기피도가 일정 값 이상이라는 제약조건을 갖지만 이 제약조건을 만족하는 기술도입자의 유형은 현실에 비추어 볼 때 일반적인 유형이라고 볼 수 있다. 불확실성과 사후적 옵션계약의 유용성에 관한 분석에서는 확률변수의 분산이 커질수록 사후적 옵션계약을 통한 기대효용의 증가량이 커졌는데 이는 사후적 옵션계약이 기술이전 시 발생할 수 있는 위험을 분산하는 기능을 가지고 있음을 간접적으로 증명해 주고 있다.

사후적 옵션계약은 특히 공공기관에서 민간으로의 기술이전에 있어 중요한 의미를 갖는다. 이윤추구를 주 목적으로 하는 민간기관의 기술이전 행위나 전략은 공공기관으로부터의 민간으로의 기술이전을 설명하기에는 불충분한 면이 있다. 공공연구기관의 경우 기술이전의 1차적인 목표는 성공적인 기술이전을 통해 사회후생을 증진시키는데 있다고 보는 것이 타당하다. 이런 경우 최저기술료는 안정적인 기술료를 확보하기 위함보다는 적절한 기술도입자를 선별하여 기술이전과 상업화를 성공으로 이끌기 위한 장치로서 의미를 갖는다. 따라서 공공연구기관의 경우 옵션가격을 사후적 옵션계약을 사용했을 때와 사용하지 않았을 때의 기대효용을 일정하게 하는 수준보다 낮은 수준에서 결정할 수 있다. 공공연구기관의 목표는 이윤추구가 아니라 전략적 행위를 방지하고 위험의 적절한 분산을 통해 성공적인 기술이전과 상업화가 이루어지게 하는 것이기 때문이다. 기술제공자인 공공연구기관에서는 적절한 기술도입자를 선별하기 위해 최저기술료를 사용하면서 동시에 기술도입자의 기대효용을 증가시킬 수 있으므로 사후적 옵션계약을 통해 성공적인 기술이전과 사회후생 증대라는 목표에 더 다가갈 수 있게 된다.

이 논문은 이전된 기술을 바탕으로 시장에 새로운 제품을 출시했을 때 발생하는 수요의 불확실성만을 분석하였다. 그러나 사후적 옵션계약의 유용성을 보다 명확하게 검증하기 위해서는 비용절감 혁신(cost reduction innovation)에서 불확실성이 존재하는 경우 또는 두 가지 불확실성이 복합되어 있는 경우에 대해서도 추가적인 연구가 필요하다. 나아가 사후적 옵션계약의 유용성이 검증된 이후 적절한 옵션가격의 수준을 결정하는 연구도 필요할 것이다.

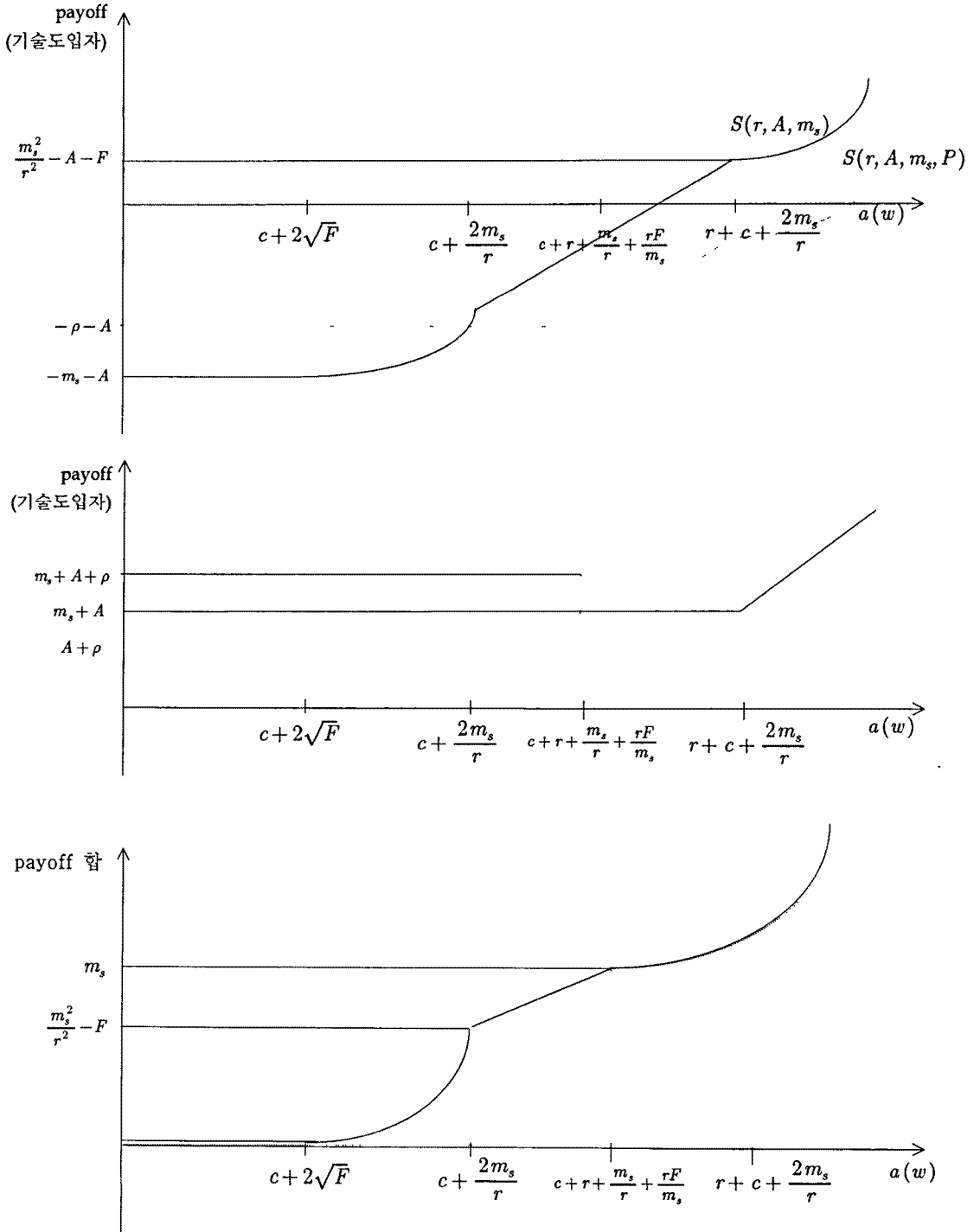
Appendix 1.

$(m_s/r)^2 - m_s \geq F_1$ 의 경우;



Appendix 2.

$(m_s/r)^2 - m_s \leq F_2 \leq (m_s/r)^2$ 의 경우;



<참 고 문 헌>

- 한국발명진흥회 (2000), “특허권창업지원 및 사업화방안 연구”, 한국발명진흥회.
- 금융공학사례연구회 역 (1999), “금융공학 & 금융혁신”, 삼성경제연구소.
- Antelo, M. (2003), "Licensing a non-drastic innovation under double informational asymmetry", *Research Policy* 32, pp.367-390.
- Beggs, A.W. (1992), "The licensing of patents under asymmetric information", *International Journal of Industrial Organization* 10, pp.171-191.
- Besanko, D. and Thakor, A.V. (1987), "Collateral and rationing: Sorting equilibria in monopolistic and competitive credit markets", *International Economic Review* 28, pp.671-690.
- Bester, H. (1987), "The role of collateral in credit market with imperfect information", *European Economic Review* 31, pp.887-899.
- Bousquet, A., Cremer, H., Ivaldi, M. and Wolkowicz, M.(1998), "Risk sharing in licensing", *International Journal of Industrial Organization* 16, pp.535-554.
- Choi, J.P. (2001), "Technology transfer with moral hazard", *International Journal of Industrial Organization* 19, pp.249-266.
- Gallini, N.T. and Wright, B.D. (1990), "Technology transfer under asymmetric information", *RAND Journal of Economics* 21, pp.147-160.
- Jense, R. and Thursby, M. (2001), "Proofs and prototypes for sale: The licensing of university inventions", *American Economic Review* 91, pp.240-259.
- Kamien, M. and Tauman, Y.(1986), "Fees versus royalties and the private value of a patent", *Quarterly Journal of Economics* 101, pp.471-491.
- Kamien, M., Oren, S. and Tauman, Y. (1992), "Optimal licensing of cost-reducing innovation", *Journal of Mathematical Economics* 21, pp.483-508.
- Katz, M.L. and Shapiro, C. (1986), "How to license intangible property", *Quarterly Journal of Economics* 101, pp.567-590.
- Muto, S.(1993), "On licensing policies in Bertrand competition", *Games and Economic Behavior* 5, pp.257-267.
- Rorke, M., Asolfi, E., and Friedlander, B. I. (1992), "Licensing in the federal laboratory: a discussion of the main subjects in licensing as it relates to the transfer of technology from the federal lab". *Northbrook (IL): The Association of University Technology Managers*.
- Ryu, T.K., Park, J.B., Lee, J.D. and Kim, T.Y. (2003), "The license payment in public-to-private technology transfer", *PICMET(Portland International Conference on Management of Engineering and Technology)*, Portland,

Jul. 20-24.

- Thursby, J., Jensen, R. and Thursby, M. (2001), "Objectives, characteristics and outcomes of university licensing: A survey of major U.S. universities", *Journal of Technology Transfer* 26, pp.59-72.
- Wang, X. H. (1998), "Fee versus royalty licensing in a Cournot duopoly model", *Economic Letters* 60, pp.55-62.
- Wang, X. H.(2002), "Fee versus royalty licensing in a differentiated Cournot duopoly", *Journal of Economics and Business* 54, pp.253-266.
- Wang, X. H. and Yang, B. (1999), "On licensing under Bertrand competition", *Australian Economic Papers* 38, pp.106-119.