제도와 경제
제18권 제3호, 2024년 8월, 105-136
(사) 한국제도·경제학회

Review of Institution and Economics
Volume 18, No. 3, August 2024, 105-136
Korea Institution and Economics Association
https://doi.org/10.30885/RIE.2024.18.3.105

대칭적 및 비대칭적 정보 게임 하에서 단일 집단과 단일 경쟁자 간의 경합

박성훈*

〈목차〉

한글초록

본 연구는 (i) '집단의 상금 할당 규칙에 관한 정보'와 (ii) '노력 투입에 관한 타이밍'이 단일 집단과 단일 경쟁자 간의 경합(contest)에 미치는 영향을 (1) 할당률, (2) 노력 수준, (3) 기대보수 측면에서 분석한다. 이를 위해 본 연구는 두 경기자로 구성된 '단일 집단'과 '단일 경쟁자'가 경쟁하는 대칭적 및 비대칭적 게임을 분석한다. 첫째, 대칭적 정보 게임은 할당 규칙(할당률)에 대한 정보를 공유하는 게임으로서 '내쉬–쿠르노 게임', '집단 선도자 게임', '경쟁자 선도자 게임'으로 구성된다. 우선, 내쉬–쿠르노 게임의 경우 단일 집단과 단일 경쟁자는 노력 수준을 동시에 투입한다. 다음으로, 집단 선도자 게임에서는 단일 집단이 먼저 자신의 노력 수준을 투입하고, 이를 관찰한 후 단일 경쟁자가 자신의 노력 수준을 투입한다. 반면에, 경쟁자 선도자 게임의 경우 단일 경쟁자가 먼저 자신의 노력 수준을 투입하고, 이를 관찰한 후 단일 집단이 자신의 노력 수준을 투입한다. 둘째, 비대칭적 정보 게임은 정보를 공유하지 않는 게임으로서 단일 집단과 단일 경쟁자는 노력 수준을 동시에 투입한다.

본 연구의 결과는 세 가지로 요약된다. 첫째, 단일 경쟁자의 상대적 경쟁력이 낮다면 할당 규칙에 관한 '비대칭적 정보'는 단일 집단의 할당률을 낮추지만, 단일 경쟁자의 경쟁력이 뛰어나면 '비대칭적 정보'는 단일 집단의 할당률을 높인다. 둘째, 단일 집단은 자신의 경쟁력이 뛰어나면 '경쟁자 선도자 게임'에서 가장 높은 노력 수준을 투입하고, 자신의 경쟁력이 상대적으로 낮은 경우 '비대칭적 정보 게임'에서 가장 높은 노력 수준을 투입한다. 반면에 단일 경쟁자는 자신의 경쟁력이 낮을수록 '비대칭적 정보 게임'에서 가장 높은 노력 수준을 투입하고, 자신의 경쟁력이 뛰어날수록 '경쟁자 선도자 게임'에서 가장 높은 노력 수준을 결정한다. 마지막으로, 단일 집단은 '내쉬–쿠르노 게임'과 '집단 선도자 게임'에서 가장 높은 기대보수를 얻지만, 단일 경쟁자는 '경쟁자 선도자 게임'에서 가장 낮은 기대보수를 얻는다.

주제어(key words): 집단 경합, 대칭적 정보 게임, 비대칭적 정보 게임, 할당률, 노력 수준, 기대보수.

* 조선대학교 경제학과, E-mail: s.h.park@daum.net

Ⅰ. 서론

개념적으로 ‘경합(競合)이론’(Contest theory)은 ‘경쟁적인 환경에서 개인 또는 조직 간의 경쟁’에 관련된 현상을 분석하고 설명하는 이론으로서 경쟁의 본질, 인센티브, 그리고 결과에 대한 여러 유용한 시사점을 제공해 준다. 이에 착안하여 경합이론은 지대추구(rent seeking) 경쟁, 컨소시엄[1](consortium) 간의 특허 경쟁, 정당 간의 경쟁, 소비자 단체 또는 시민단체 소송, 스포츠 경기 등 다양한 분야에 적용되고 있다.

경합이론에서 분석하는 주요 관심은 크게 4가지로 분류할 수 있다. 첫 번째 관심사는, ‘경기자가 자원을 어떻게 할당(割當)하는지’를 분석한다. 경합이론에서 자원이 어떻게 할당되는지는 중요한 문제이다. 예를 들어, 지대추구 경쟁은 자원 낭비를 초래할 수 있으며, 컨소시엄 간의 특허 경쟁은 혁신을 저해할 수 있다. 두 번째 관심사는 ‘승리한 경기자나 집단에 대한 보상 또는 상금의 할당 방식’에 관한 연구이다. 세 번째 관심사는 ‘전략을 언제 사용할지(즉, 타이밍)’를 분석한다. 예를 들어, 선도자(first mover)가 경쟁에서 유리한지, 또는 추종자(follower)가 유리한 지를 분석한다. 마지막으로, 비대칭적 정보(asymmetric information)나 불완전한 정보 하에서의 경쟁이다. 이는 경기자들 간의 정보 공유(information sharing) 유무(有無)에 따른 의사결정 문제를 분석하는 것을 말한다.

방금 언급한 관심사들은 본 연구에서도 적용된다. 본 연구는 선행연구와 달리 상기 네 가지 관심사를 ‘하나의 모형’에서 통합적으로 분석하고자 한다. 이를 위해 본 연구는 두 경기자로 구성된 ‘단일 집단’과 이에 맞서는 ‘한 명의 경쟁자’ 사이의 경합을 고려하기로 한다[2]. 이러한 ‘단일 집단 경쟁’은 현실에서도 쉽게 목격할 수 있다. 한 예로 연구 및 개발 분야에서 두 기업은 하나의 집단(‘단일 집단’)을 결성하여 비용을 분담하여 경쟁기업(‘단일 경쟁자’)과의 경쟁에서 우위를 점하려 할 것이다. 또 다른 예로 대규모 프로젝트 수주를 위한 입찰을 들 수 있다. 건설, 에너지 등 대규모 프로젝트에 입찰할 때 두 기업은 자원

1) ‘컨소시엄’이란 ‘대규모 개발 사업의 추진이나 대량의 자금 수요에 대응하기 위해 국제적으로 은행이나 기업이 공동으로 참가하여 형성하는 차관단 또는 융자단’을 말함.
2) 설명의 편의를 위해 단일 집단 내 두 경기자는 ‘경기자 1’과 ‘경기자 2’로 표현하고, 단일 집단에 맞서는 한 명의 경기자는 ‘단일 경쟁자’로 표현하기로 한다.

조달, 기술 공유, 인력 확보 등을 위해 입찰에 하나의 집단을 조직하여 참여할 수 있다. 또한, 본 연구는 집단의 상금 할당 규칙에 대한 '비대칭적 정보'와 '노력 수준 결정에 대한 타이밍'을 고려하여 선행연구의 결과와 다른 결과를 유도하고자 한다.

본 연구는 우선, '정보 공유 유무'를 바탕으로 '대칭적 정보 게임'과 '비대칭적 정보 게임'으로 분류한다. 두 게임의 주요 차이점은 '상금 할당 규칙에 대한 정보'를 경쟁자가 알고 있는지의 여부(與否)이다. 여기서 '상금 할당 규칙'은 게임에서 승리하는 경우 상금을 각 경기자에게 할당하는 규칙을 의미한다. 상금 할당 규칙은 두 가지 기준에 따라 결정된다. 하나는 '노력 수준과 상관없이' 상금을 공평하게 할당하는 기준이며, 다른 하나는 개별 경기자의 '노력 수준에 따라' 상금을 할당하는 기준이다. 후자의 경우 단일 집단에 속한 경기자들이 받을 수 있는 상금은 '경기자들의 노력 수준'에 의존하게 된다. 본 연구에서는 이러한 상금 할당 규칙을 '대칭적 정보 게임'과 '비대칭적 정보 게임'에 적용하여 단일 집단과 단일 경쟁자의 상금획득을 위한 '노력 수준'을 분석해 보고자 한다. 먼저, 대칭적 정보 게임은 투입할 노력 수준 결정에 대한 '타이밍'(즉, 동시적이냐 순차적이냐)에 따라 세 가지 유형의 게임으로 분류한다. 즉, (1) 내쉬-쿠르노 게임, (2) 집단 선도자 게임, (3) 경쟁자 선도자 게임이다. '내쉬-쿠르노 게임'에서는 단일 집단과 단일 경쟁자는 노력 수준을 '동시에' 결정한다. 반면에 '집단 선도자 게임'에서는 단일 집단 내 두 경기자(즉, 경기자 1과 경기자 2)가 먼저 자신들의 노력 수준을 결정하고, 단일 집단의 노력 수준을 관찰한 후 단일 경쟁자가 자신의 노력 수준을 결정한다. 마지막으로, '경쟁자 선도자 게임'에서 단일 경쟁자가 먼저 노력을 결정하고, 단일 경쟁자의 노력 수준을 관찰한 후 단일 집단 내 두 경기자가 자신들의 노력 수준을 결정한다. 다음으로, 비대칭적 정보 게임에서는 정보의 비대칭성의 특성상 단일 집단 내 두 경기자와 단일 경쟁자는 자신들의 노력 수준을 '동시에' 결정한다.

본 연구는 이러한 네 가지 다른 유형의 게임에서 유도한 '할당률, 노력 수준, 기대보수'에 대한 균형 결과들을 비교함으로써 다음과 같은 주요 결과들을 도출하였다. 첫째, 비대칭적 정보 게임에서 단일 집단의 '경쟁력'이 단일 경쟁자보다 더 뛰어나다면 할당 규칙에 관한 '비대칭적 정보'는 할당률을 낮추지만, 그렇지 않으면 비대칭적 정보는 할당률을 높인다. 둘째, 단일 집단은 자신의 경쟁력이 단일 경쟁자보다 더 뛰어난 경우 '경쟁자 선도자 게임'에서 가장 높은 노력 수준을 투입하고, 그렇지 않으면 '비대칭적 정보 게임'에서 가장 높은 노력

수준을 투입한다. 반면에 단일 경쟁자는 자신의 경쟁력이 단일 집단보다 더 낮을수록 '비대칭적 정보 게임'에서 가장 높은 노력 수준을 투입하고, 그렇지 않으면(즉, 단일 집단보다 더 뛰어날수록) '경쟁자 선도자 게임'에서 가장 높은 노력 수준을 투입한다. 마지막으로, 단일 집단은 '내쉬-쿠르노 게임'과 '집단 선도자 게임'에서 가장 높은 기대보수를 얻지만, 단일 경쟁자는 '경쟁자 선도자 게임'에서 가장 낮은 기대보수를 얻는다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 제Ⅱ장에서 선행연구를 '노력 수준과 타이밍' 및 '할당률과 비대칭적 정보'로 나누어 검토한 후, 본 연구와의 차별성에 대해 논의한다. 제Ⅲ장에서는 세가지 유형의 '대칭적 정보 게임'(즉, 내쉬-쿠르노 게임, 집단 선도자 게임, 경쟁자 선도자 게임)을 소개하고, 각 게임의 부분게임 완전균형(Subgame Perfect Equilibrium, SPE)을 유도한다. 제Ⅳ장에서는 '비대칭적 정보 게임'을 소개하고, 이 게임의 부분게임 완전균형(SPE)을 유도한다. 제Ⅴ장에서는 네 가지 유형의 게임의 부분게임 완전균형(SPE)에서 얻은 '균형 할당률, 균형 노력 수준, 균형 기대보수'를 선행연구의 결과와 비교하고, 그 차이점에 관해 설명한다. 마지막으로 제Ⅵ장에서는 주요 결론과 시사점을 서술한다.

Ⅱ. 선행연구의 검토

1. 노력 수준과 타이밍

Dixit(1987)은 경합에서 '사전 약속'(precommitment)의 중요성과 효과를 게임이론적으로 분석하였다. 그 결과 사전 약속이 경합에서 경기자들의 노력 수준을 '높이는' 역할을 할 수 있음을 보였다. 즉, 사전 약속은 경합에서 경기자들이 상금을 얻기 위해 더 많은 자원(노력)을 투입하는 매개 역할을 한다. 특히 두 명의 비대칭적 경기자가 경합하는 경우에 우세자(the favorite)는 사전 약속을 통해 자신의 노력 수준을 높이는 동시에 열세자(the underdog)의 노력 수준을 자신의 노력 수준보다 더 낮추도록 유도할 수 있기 때문이다[3].

3) Dixit은 승리 확률이 50%를 초과하는 경기자를 '우세자'로, 그렇지 않은 경기자를 '열세자'로 명명하였다.

Dixit(1987)의 결과는 경합에서 '사전 약속의 전략적 사용'을 분석하는 데 유용하다. 한 예로 어떤 기업(우세자)은 경쟁사(열세자)보다 먼저 시장 진출을 약속(사전 약속)함으로써 자신의 시장 점유율을 높이고, 경쟁사의 시장 점유율을 낮출 수 있다. 다른 예로 정치인들은 선거 이전에 특정 정책을 이행할 것이라고 약속(사전 약속)함으로써 자신의 지지율을 높일 수 있다.

반면에 Baik & Shogren(1992)은 Dixit(1987)의 이러한 결과와 달리 우세자가 자신의 노력 수준을 높이지 않는다는 결과를 보였다. Baik & Shogren에 따르면 자원을 투입하는 시기를 선택할 수 있다고 가정한다면(즉, 노력 수준을 선택할 타이밍이 내생적이라면) 우세자는 추종자가 되어 노력 수준을 내쉬-쿠르노 균형에서의 노력 수준보다 줄이게 된다. 이때 열세자는 선도자가 되기를 원한다. Baik & Shogren의 결과는 Fundenberg & Tirole(1984)의 '강아지 책략'(puppy-dog ploy)과 반대되는 결과이다. '강아지 책략'에서 기존 기업(우세자)이 외부적으로 먼저 움직이고, 진입 기업(열세자)으로부터의 잠재적 경쟁을 고려하여 투자를 낮춘다. 즉, Baik & Shogren(1992)의 결과를 Fundenberg & Tirole(1984)의 사례에 적용하면 "열세자가 먼저 움직일 수 있다면 우세자는 투자를 낮출 수 있다"라는 의미가 된다.

또한, Baye & Shin(1999)은 Dixit(1987)과 Baik & Shogren(1992)의 연구를 보완하였다. Baye & Shin(1999)은 경기자의 경쟁능력이 같은 경우를 고려하면서 선도자는 내쉬-쿠르노 균형에 비해 더 높은 노력 수준을 선택할 수 있음을 보여주었다. 이 외에도 '노력 수준의 내생적 타이밍'을 고려한 연구는 많이 있다. 예를 들면, Baik *et. al.*(1999), Baik & Lee(1992), Baik *et al.*(2022), Fu(2006), Hamilton & Slutsky(1990), Park(2022) 등이 있다.

본 연구는 단일 집단 경합을 통해 Dixit(1987), Baik & Shogren(1992), Baye & Shin(1999) 등의 선행연구와 다른 결과를 도출하고자 한다. 예를 들어, 본 연구는 누가 우세자인지 또는 열세자인지 상관없이 "단일 집단은 자신이 추종자가 되기를 선호하지 않고, 단일 경쟁자는 자신이 선도자가 되기를 선호하지 않는다"(즉, "단일 집단은 자신이 선도자가 되기를 선호하고, 단일 경쟁자는 자신이 추종자가 되기를 선호한다")라는 결과를 도출하고자 한다.

2. 할당 규칙과 비대칭적 정보

집단 내 구성원들은 서로에게 협력 상대이면서, 또한 경쟁 상대일 수 있다. 한편으로, 집단은 상금을 획득하기 위해 서로 협력한다. 다른 한편으로, 상금을 획득한 후에는 구성원들 간에 상금을 할당해야 하며, 이 과정에서 구성원들은 상금을 더 많이 가져오기 위해 경쟁한다. 상금을 할당할 때 어떤 '할당 규칙'을 선택하느냐에 따라 구성원들 간 경쟁의 강도가 달라진다. 예를 들어, (1) 자원 투입량(즉, 노력 수준)이 가장 높은 구성원에게 상금을 가장 많이 할당하는 규칙을 설정할 수 있거나, (2) 자원 투입량에 상관없이 상금을 균등하게 할당할 수도 있다. 일반적으로는 자원 투입량의 비중이 높은 구성원에게 높은 할당을 책정한다. 또한, 한 집단은 경쟁자(또는 경쟁 집단)의 할당 규칙을 알지 못할 수 있다. 할당 규칙을 알지 못하는 경우에 경쟁자의 최적 전략은 달라질 수 있다. 따라서 집단 경합에서 주요 관심은 '할당 규칙에 따른 성과의 분배'와 '할당 규칙에 관한 정보의 유무'이다. 할당 규칙과 비대칭적 정보를 고려한 선행연구로 Park & Shogren(2003), Baik(2012), Baik & Lee(2007), Baik & Lee(2012), Gürtler(2005), Lee(1993, 1995), Lee & Kang(1998), Park & Lee(2007), Park & Lee(2021) 등이 있다.

Katz *et al.*(1990), Park & Shogren(2003)과 Park & Lee(2007)는 공공재(公共財)를 상금으로 하는 집단 경합을 고려하였다. Katz *et al.*(1990)은 공공재를 획득하기 위해 경쟁하는 모든 집단이 '같은' 수준의 노력을 투입한다는 결과를 보여주었다. Park & Shogren(2003)은 오염피해자가 다수인 법정 분쟁을 집단 경합모형으로 분석하였다. Park & Shogren은 각 오염피해자의 환경피해가 다른 경우에 환경피해를 가장 많이 받은 오염피해자가 환경분쟁에 참여하고, 그렇지 않은 피해자는 무임승차를 한다는 결과를 도출하였다. 특히, 피해자가 승소하여 할당 규칙에 따라 추가적인 보상을 받더라도 환경피해를 적게 받는 피해자의 무임승차 문제를 해결할 수 없음을 보여주었다. 또한, Park & Lee(2007)는 오염피해자들이 선도자이고 총오염피해액이 크다면 모든 오염피해자가 법정 분쟁에 참여할 수 있음을 주장하였다.

그러나 이러한 세 가지 선행연구는 사적재(私的財)를 상금으로 하는 경쟁은 고려하지 않았다. 사적재가 상금인 경우에 할당 규칙은 집단의 구성원에게 노력 수준을 선택할 유인책으로 작용할 것이다. Lee(1993)는 집단 내 할당률이 일정한 경우를 가정하고, 작은 집단에 속한 개별 구성원이 큰 집단에 속한 개

별 구성원의 노력 수준을 초과함으로써 작은 집단이 사적재를 얻을 확률이 더 높다는 결과를 도출했다. 이 결과는 Katz *et al.*(1990)의 결과와 다르다. 또한, Lee(1995)는 할당 규칙이 내생적으로 결정된다고 가정하고, 집단 경합은 구성원이 노력 수준을 결정하기 이전에 할당 규칙이 결정되는 2단계 게임으로 간주하였다. 그 결과 할당 규칙이 내생적으로 결정되면 집단 내 구성원의 기대보수가 작아짐을 증명하였다. 이는 구성원의 노력 수준이 증가하기 때문이다. Lee & Kang(1998)은 내생적 할당 규칙과 비용 외부성을 가진 집단 경합을 분석한 결과, 집단 경합에서 구성원의 노력 수준은 '개별 경합'에서 경기자의 노력 수준을 초과한다는 결과를 도출했다. Gürtler(2005)는 Lee & Kang(1998)의 결과를 보완하여, 집단 경합에서 유도된 노력 수준이 개별 경합에서 유도된 노력 수준을 초과하지 못한다는 결과를 제시하였다. Baik & Lee(2007)는 할당 규칙에 대한 비대칭적 정보가 경기자들의 노력 수준에 미치는 영향을 분석한 후, 내생적 할당 규칙에 관한 비대칭적 정보가 할당률(노력 수준에 따라 상금을 할당하는 비중)을 낮춘다는 결과를 제시했다. 따라서 할당 규칙에 관한 비대칭적 정보는 경기자들의 노력 수준을 낮추게 된다. Baik & Lee(2012)는 Baik & Lee(2007)를 확장하여 두 집단이 할당 규칙을 공개 또는 비공개할 수 있는 선택권이 있는 경쟁을 고려하였다. Baik & Lee(2012)는 두 집단 모두가 자신의 할당 규칙을 공개하는 게임은 발생하지 않음을 보였다. 구체적으로 살펴보면, '약한 집단'(열세자)은 '선도자'가 되어 자신의 할당 규칙을 공개하고, '강한 집단'(우세자)은 '추종자'가 되어 자신의 할당 규칙을 공개하지 않는다. 이처럼 열세자가 선도자가 되고, 우세자가 추종자가 되는 결과는 두 경기자 간의 경쟁을 고려한 Baik & Shogren(1992)에서 확인할 수 있다. Park & Lee(2021)는 할당 규칙에 관한 비대칭적 정보가 노력 수준과 기대보수에 미치는 영향을 분석하였다. 특히 Park & Lee는 Baik & Lee(2007)의 결과와 유사하게 할당 규칙을 공개하지 않은 집단 경합은 노력 수준을 낮추고, 기대보수를 높인다는 결과를 제시했다.

본 연구는 '할당 규칙에 관한 비대칭적 정보'가 할당률을 높이고, 또한 경기자들의 노력 수준을 높이는 조건을 제시하고자 한다. 이러한 결과는 Baik & Lee(2007)와 Park & Lee(2021)의 결과와 상반된다.

Ⅲ. 대칭적 정보 게임

1. 기본 모형

두 경기자로 구성된 ‘단일 집단’과 ‘단일 경쟁자’가 상금을 획득하기 위해 경쟁하는 게임을 가정해 보자. 분석의 편의를 위해서 총상금을 1이라고 가정하자. 단일 집단은 두 명의 경기자(경기자 1과 경기자 2)로 구성되어 있다.

우선, 단일 집단(g) 내 두 경기자 i(= 1, 2)가 상금 획득 경쟁 게임에 투입할 ‘노력 수준’을 $x_{gi}(\geq 0)$, 단일 경쟁자(c)가 경쟁 게임에 투입할 ‘노력 수준’을 $y_c(\geq 0)$로 표시하기로 한다. 이때 단일 집단과 단일 경쟁자가 상금을 획득할 확률(즉, p_g와 p_c)은 다음과 같이 Tullock(1980)이 제시한 성공함수(success function)로 표현할 수 있다:

$$\begin{aligned} p_g &= (x_{g1} + x_{g2})/(x_{g1} + x_{g2} + \theta y_c) \\ p_c &= 1 - p_g = \theta y_c/(x_{g1} + x_{g2} + \theta y_c) \end{aligned} \quad (1)$$

여기서 확률 p_g는 x_{g1}과 x_{g2}에 대해 오목함수이고, 확률 p_c는 y_c에 대해 오목함수라고 가정한다: 즉, $\partial p_g/\partial x_{gi} > 0$, $\partial^2 p_g/\partial x_{gi}^2 < 0$, $\partial p_c/\partial y_c > 0$, $\partial^2 p_c/\partial y_c^2 < 0$이다. 또한 파라미터인 θ (> 0)는 단일 집단과 단일 경쟁자 간의 ‘경쟁력의 차이’ 를 나타낸다. 여기서 $\theta < 1$이면 단일 집단의 경쟁력이 단일 경쟁자보다 더 뛰어나며, $\theta = 1$이면 단일 집단과 단일 경쟁자의 경쟁력이 같으며, $\theta > 1$이면 단일 경쟁자의 경쟁력이 단일 집단보다 더 뛰어남을 의미한다. 예를 들어, $\theta = 1$이고 $x_{g1} + x_{g2} = y_c$이면 단일 집단의 성공확률(p_g)과 단일 경쟁자의 성공확률(p_c)은 50%로 동일하다: $p_g = p_c = 1/2$.

다음으로, 단일 집단의 ‘할당 규칙’(σ_{gi})은 다음과 같이 표현된다:

$$\sigma_{gi} = \delta x_{gi}/(x_{g1} + x_{g2}) + (1 - \delta)/2 \quad (2)$$

단일 집단 내 두 구성원인 경기자 1과 경기자 2는 ‘할당률’($\delta \geq 0$)을 결정함으로써 ‘할당 규칙’을 설정할 수 있다. 예를 들어, $\delta = 0$은 단일 집단 내 두 경기자가 각자 투입한 노력 수준과 관계없이 ‘상금을 동등하게 분배’하는 경우

이다: σ_{gi} = 1/2. 다음으로, δ 가 0에 가까울수록 단일 집단 내 두 경기자의 노력 수준에 대한 상대적 중요도가 작아진다. 반면에, δ 가 커질수록(즉, 할당률이 높을수록) 두 경기자의 노력 수준에 대한 상대적 중요도가 커진다. 마지막으로, δ = 1인 경우 단일 집단 내 두 경기자의 상금 분배(σ_{gi})는 단일 집단 전체의 총노력 수준($x_{g1} + x_{g2}$)에서 자신의 노력 수준(x_{gi})이 차지하는 비중에 의해 결정된다: $\sigma_{gi} = x_{gi}/(x_{g1} + x_{g2})$.

단일 집단 내 두 경기자 i(i = 1, 2)의 '기대보수'를 π_{gi}로 표시한다면 경기자 1과 경기자 2의 기대보수는 각각 다음과 같다:

$$\pi_{g1} = p_g \sigma_{g1} - x_{g1} \tag{3}$$

$$\pi_{g2} = p_g \sigma_{g2} - x_{g2} \tag{4}$$

또한, 단일 경쟁자의 '기대보수'를 π_c로 표시하면 단일 경쟁자의 기대보수는 다음과 같다:

$$\pi_c = p_c - y_c \tag{5}$$

앞에서 소개한 바와 같이 제Ⅲ장에서는 세 가지 유형의 '대칭적 정보 게임'을 분석한다. 먼저, '내쉬-쿠르노 게임'은 2단계로 구성된다. 제1단계에서 단일 집단 내 두 경기자는 '할당 규칙'(할당률)을 결정하고, 제2단계에서 할당 규칙을 관찰한 후 단일 집단 내 두 경기자(경기자 1과 경기자 2)와 단일 경쟁자는 자신들의 기대보수를 극대화하기 위한 '노력 수준'을 각각 결정한다. 다음으로, '집단 선도자 게임'과 '경쟁자 선도자 게임'은 다음과 같이 각각 3단계로 구성된다. 제1단계에서 단일 집단이 할당 규칙(할당률)을 정하는 과정은 내쉬-쿠르노 게임과 같다. 그러나 '집단 선도자 게임'의 경우에 제2단계에서 단일 집단 내 두 경기자는 자신의 '노력 수준'을 결정하고, 제3단계에서 할당 규칙과 단일 집단의 노력 수준을 관찰한 후 단일 경쟁자가 자신의 '노력 수준'을 결정한다. 반면에, '경쟁자 선도자 게임'의 경우에 제2단계에서 할당 규칙을 관찰한 후 단일 경쟁자는 자신의 '노력 수준'을 결정하고, 제3단계에서 경쟁자의 노력 수준을 관찰한 후 단일 집단 내 두 경기자는 각각 자신의 '노력 수준'을 결정한다. 이 과정에서 각 게임의 '부분게임 완전균형'(SPE)을 유도하기 위해 역진귀납(backward induction) 방식을 사용한다.

2. 내쉬–쿠르노 게임

내쉬–쿠르노 게임(N)의 제1단계에서 단일 집단은 '할당 규칙'(할당률)을 정하고, 이를 공개적으로 알린다. 다음으로, 제2단계에서 단일 집단과 단일 경쟁자는 각각 자신의 '노력 수준'을 결정한다.

부분게임 완전균형(SPE)을 역진귀납적으로 도출하기 위해 먼저, 제2단계 문제를 고려해 보자. 제1단계에서 단일 집단이 선택한 할당률(δ)을 관찰한 후 단일 집단에 속한 두 경기자 i는 (3)식 또는 (4)식으로 표현된 자신의 기대보수를 극대화하기 위한 '노력 수준'(x_{gi})을 결정한다. 그 결과 최적화 문제에 대한 1계 미분조건은 다음과 같다($i = 1, 2$; $j = 1, 2$; $i \neq j$)[4]:

$$[2\delta x_{g2} + \theta(1+\delta)y_c]/[2(x_{g1} + x_{g2} + \theta y_c)^2] - 1 = 0 \tag{6}$$

$$[2\delta x_{g1} + \theta(1+\delta)y_c]/[2(x_{g1} + x_{g2} + \theta y_c)^2] - 1 = 0 \tag{7}$$

단일 경쟁자 역시 단일 집단이 결정한 할당률을 관찰한 후 (5)식으로 표현된 자신의 기대보수를 극대화하기 위한 '노력 수준'(y_c)을 결정한다. 그 결과 최적화 문제에 대한 1계 미분조건은 다음과 같다[5]:

$$\theta(x_{g1} + x_{g2})/(x_{g1} + x_{g2} + \theta y_c)^2 - 1 = 0 \tag{8}$$

이제, (6)식~(8)식을 이용하여 경기자 1과 경기자 2, 그리고 단일 경쟁자의 '최적대응함수'를 구할 수 있다. 단일 집단 내 두 경기자 i의 최적대응함수를 $b_{gi}(x_{gj}, y_c)$, 단일 경쟁자의 최적대응함수를 $b_c(x_{g1}, x_{g2})$라고 하자. 그 결과 경기자 1과 경기자 2, 그리고 단일 경쟁자의 최적대응함수를 각각 다음과 같이 표현할 수 있다:

$$b_{g1}(\delta, x_{g2}, y_c) = -(x_{g2} + \theta y_c) + [2\delta x_{g2} + \theta(1+\delta)y_c/2]^{1/2} \tag{9}$$

$$b_{g2}(\delta, x_{g1}, y_c) = -(x_{g1} + \theta y_c) + [2\delta x_{g1} + \theta(1+\delta)y_c/2]^{1/2} \tag{10}$$

$$b_c(\delta, x_{g1}, x_{g2}) = -(x_{g1} + x_{g2})/\theta + [(x_{g1} + x_{g2})/\theta]^{1/2} \tag{11}$$

---

4) x_{gi}에 대한 2계 미분조건은 다음과 같이 만족된다: $-[2\delta x_{gj} + \theta(1+\delta)y_c]/(x_{g1} + x_{g2} + \theta y_c)^3 < 0$.

5) y_c에 대한 2계 미분조건은 다음과 같이 충족된다: $-2\theta^2(x_{g1} + x_{g2}y)/(x_{g1} + x_{g2} + \theta y_c)^3 < 0$.

상기 (9)식과 (10)식을 이용하여 다음의 결과를 도출할 수 있다:

$$b_{g1}(\delta, y_c) = b_{g2}(\delta, y_c) = -\theta y_c/2 + \delta/8 + (\delta^2 + 8\theta y_c)^{1/2}/8 \quad (12)$$

또한, (11)식과 (12)을 이용하여 다음과 같이 제2단계 부분게임 완전균형 ($x_{g1}(\delta)$, $x_{g2}(\delta)$, $y_c(\delta)$)을 유도할 수 있다:

$$x_{g1}(\delta) = x_{g2}(\delta) = \theta(1 + \delta)^2/[2(1 + 2\theta)^2] \quad (13)$$

$$y_c(\delta) = (1 + \delta)(2\theta - \delta)/(1 + 2\theta)^2 \quad (14)$$

(14)식은 단일 경쟁자가 양(+)의 노력 수준을 결정할 조건을 보여준다: 즉, $\theta > \delta/2$. 이 조건은 단일 경쟁자가 자신의 경쟁력이 어느 정도 충족되어야 경쟁에 참여한다는 것을 의미한다.

다음으로, 제1단계 문제를 고려해 보자. 제1단계에서 단일 집단 내 두 경기자는 자신의 기대보수를 극대화하기 위한 '할당률'을 결정한다. 최적화를 위한 기대보수($\pi_{gi}(\delta)$)는 (13)식과 (14)식을 (3)식 또는 (4)식에 대입함으로써 도출할 수 있다:

$$Max\ \pi_{gi}(\delta) = (1 + \delta)[1 + \theta(1 - \delta)]/[2(1 + 2\theta)^2] \quad (15)$$

마지막으로, 단일 집단 내 두 경기자와 단일 경쟁자의 최적화 행위로부터 내쉬-쿠르노 게임(N)의 '부분게임 완전균형'(δ^N)을 도출할 수 있다. 또한, δ^N를 (13)식과 (14)식에 대입하면 부분게임 완전균형 상태 하에서 단일 집단과 단일 경쟁자의 '노력 수준'(x_{g1}^N, x_{g2}^N, y_c^N)을 구할 수 있다. 다음으로, 부분게임 완전균형 상태에서 단일 집단의 '성공확률'은 도출한 δ^N, x_{g1}^N, x_{g2}^N, 그리고 y_c^N를 (1)식에 대입함으로써 구할 수 있다. 마지막으로, 단일 집단 내 두 경기자와 단일 경쟁자의 기대보수(π_{g1}^N, π_{g2}^N, π_c^N)는 도출한 δ^N, x_{g1}^N, x_{g2}^N, y_c^N를 각각 (3)식과 (4)식, 그리고 (5)식에 대입하여 유도할 수 있다. 다음 〈보조정리 3〉은 이러한 균형 결과를 요약하고 있다:

〈보조정리 1〉 내쉬-쿠르노 게임(N)의 '부분게임 완전균형'은 다음과 같다:

(1) ‘할당율’은 $\delta^N = 1/(2\theta)$이다.
(2) 단일 집단 내 두 경기자의 노력 수준은 $x_{g1}^N = x_{g2}^N = 1/(8\theta)$이고, 단일 경쟁자의 ‘노력 수준’은 $y_c^N = (2\theta - 1)/(2\theta)^2$이다.
(3) 단일 집단의 ‘성공확률’은 $p_g^N = 1/(2\theta)$이다.
(4) 단일 집단 내 두 경기자의 ‘기대보수’는 $\pi_{g1}^N = \pi_{g2}^N = 1/(8\theta)$이고, 단일 경쟁자의 ‘기대보수’는 $\pi_c^N = [(2\theta - 1)/(2\theta)]^2$이다.

(여기서 A = ‘비대칭적 게임’, G = ‘집단 선도자 게임’, N = ‘내쉬-쿠르노 게임’, C = ‘경쟁자 선도자 게임’을 나타낸다.)

내쉬-쿠르노 게임이 내부해를 얻는 조건을 살펴보기로 한다. (14)식에서 유도된 경쟁자의 참여 제약 조건($\theta \le \delta/2$)과 〈보조정리 1(1)〉의 할당률($\delta^N = 1/(2\theta)$)을 고려하면 참여 제약은 $\theta \le 1/2$이다. 따라서 〈보조정리 1〉은 $\theta > 1/2$인 경우만을 고려한 것이다. 〈보조정리 1(2)〉에 따르면 단일 경쟁자의 경쟁력이 더 뛰어날수록 단일 집단은 노력 수준을 낮추지만, 단일 경쟁자는 노력 수준을 높인다는 것을 보여준다. 〈보조정리 1(3)〉의 경우 $1/2 < \theta < 1$이면 단일 집단이 우세자이지만, $\theta > 1$이면 단일 경쟁자가 우세자임을 보여준다. 마지막으로, 〈보조정리 1(4)〉의 기대보수 결과에 의하면 경쟁자의 경쟁력이 더 뛰어날수록 단일 집단의 기대보수는 작아지지만, 단일 경쟁자의 기대보수는 높아진다는 것을 보여준다.

3. 집단 선도자 게임

집단 선도자 게임(G)의 제1단계에서 단일 집단은 ‘할당 규칙’을 설정하고, 이를 공개적으로 알린다. 다음으로, 제2단계에서는 단일 집단 내 두 경기자가 자신의 ‘노력 수준’을 결정한다. 마지막으로, 제3단계에서는 단일 집단의 할당 규칙과 노력 수준을 관찰한 후 단일 경쟁자가 자신의 ‘노력 수준’을 결정한다. 집단 선도자 게임의 부분게임 완전균형(SPE)을 역진귀납법을 이용하여 유도하면 다음과 같다.

첫째, 제3단계 문제를 고려해 보자. 제3단계에서 단일 집단이 정한 할당률(δ)과 단일 집단의 노력 수준(x_{g1}, x_{g2})을 관찰한 후 단일 경쟁자는 (5)식으로 표현된 자신의 기대보수를 극대화하기 위한 노력 수준(y_c)을 결정한다. 최적화 문제에 대한 1계 미분조건과 단일 경쟁자의 최적대응함수는 각각 위에서 도출

한 (8)식과 (11)식과 같다.

둘째, 제2단계 문제를 고려해 보자. 즉, 단일 집단 내 두 경기자의 '노력 수준'을 도출하기로 한다. 단일 집단 내 두 경기자 i는 단일 경쟁자의 최적대응함수를 고려하면서 각각 자신의 노력 수준을 결정한다. 상기 (8)식을 (3)식과 (4)식에 대입함으로써 경기자 1과 경기자 2의 최적화 문제를 다음과 같이 표현할 수 있다:

$$Max\ \pi_{g1} = \sigma_{g1}[\theta(x_{g1} + x_{g2})]^{1/2} - x_{g1} \tag{16}$$

$$Max\ \pi_{g2} = \sigma_{g2}[\theta(x_{g1} + x_{g2})]^{1/2} - x_{g2} \tag{17}$$

두 경기자의 최적화 행위를 이용하여 제2단계 부분게임 완전균형을 유도할 수 있다. 제2단계 부분게임 완전균형에서 경기자 1과 경기자 2의 노력 수준 ($x_{g1}(\delta)$, $x_{g2}(\delta)$)은 다음과 같이 유도된다[6]:

$$x_{g1}(\delta) = x_{g2}(\delta) = (1 + 2\delta)^2/(32\theta) \tag{18}$$

이를 (8)식에 대입하면 단일 경쟁자의 '노력 수준'($y_c(\delta)$)은 다음과 같이 유도된다:

$$y_c(\delta) = (1 + 2\delta)[4\theta - (1 + 2\delta)]/(4\theta)^2 \tag{19}$$

(19)식은 단일 경쟁자가 양(+)의 노력 수준을 결정할 조건을 보여준다: 즉, $\theta > 1/4 + \delta/2$.

마지막으로, 제1단계에서 단일 집단 내 두 경기자는 자신의 기대보수를 극대화하기 위한 할당률을 결정한다. 단일 집단 내 두 경기자의 최적화를 위한 기대보수($\pi_{gi}(\delta)$)는 (18)식과 (19)식을 (3)식 또는 (4)식에 대입함으로써 다음과 같이 유도된다:

$$Max\ \pi_{gi}(\delta) = (1 + 2\delta)(3 - 2\delta)/(32\theta) \tag{20}$$

---

6) x_{gi}에 대한 1계 미분조건은 다음과 같다: $[(1 + \delta)x_{gi} + (1 + 3\delta)x_{gj}]/[4(x_{gi} + x_{gj})(\theta(x_{gi} + x_{gj}))^{1/2}] - 1 = 0$. 또한, x_{gi}에 대한 2계 미분조건은 다음과 같이 만족된다: $-[(1 + \delta)x_{gi} + (1 + 7\delta)x_{gj}]/[8(x_{gi} + x_{gj})^2(\theta(x_{gi} + x_{gj}))^{1/2}] < 0$.

(20)식은 단일 집단 내 두 경기자가 양(+)의 노력 수준을 선택할 조건을 보여준다: 즉, $\delta < 3/2$.

단일 집단 내 두 경기자의 최적화 행위로부터 집단 선도자 게임(G)의 부분게임 완전균형(δ^G)을 얻을 수 있다. 또한, 도출한 δ^G를 (18)식과 (19)식에 대입하면 부분게임 완전균형에서 단일 집단과 단일 경쟁자 각각의 노력 수준(x_{g1}^G, x_{g2}^G, y_c^G)을 유도할 수 있다. 집단 선도자 게임(G)의 부분게임 완전균형에서 단일 집단의 성공확률은 도출한 δ^G, x_{g1}^G, x_{g2}^G, y_c^G를 (1)식에 대입하여 구할 수 있다. 또한, 단일 집단 내 두 경기자와 단일 경쟁자의 기대보수(π_{g1}^G, π_{g2}^G, π_c^G)는 도출한 δ^G, x_{g1}^G, x_{g2}^G, y_c^G를 각각 (3)식과 (4)식, 그리고 (5)식에 대입하여 구할 수 있다. 〈보조정리 2〉는 집단 선도자 게임의 균형 결과를 요약한다:

〈보조정리 2〉 '집단 선도자 게임'(G)의 부분게임 완전균형은 다음과 같이 유도된다:

(1) 할당율은 $\delta^G = 1/2$이다.

(2) 단일 집단 내 두 경기자의 노력 수준은 $x_{g1}^G = x_{g2}^G = 1/(8\theta)$이고, 단일 경쟁자의 노력 수준은 $y_c^G = (2\theta - 1)/(2\theta)^2$이다.

(3) 단일 집단의 성공확률은 $p_g^G = 1/(2\theta)$이다.

(4) 단일 집단 내 두 경기자의 기대보수는 $\pi_{g1}^G = \pi_{g2}^G = 1/(8\theta)$이고, 단일 경쟁자의 기대보수는 $\pi_c^G = [(2\theta - 1)/(2\theta)]^2$이다.

(여기서 A = '비대칭적 게임', G = '집단 선도자 게임', N = '내쉬–쿠르노 게임', C = '경쟁자 선도자 게임'을 나타낸다.)

〈보조정리 1〉과 〈보조정리 2〉를 비교해 보면 할당률을 제외하고는 '내쉬–쿠르노 게임'과 '집단 선도자 게임'의 균형 결과가 일치함을 볼 수 있다. 내쉬–쿠르노 게임(N)에서 할당률은 $\delta^N = 1/(2\theta)$이고(〈보조정리 1〉의 (1) 참조), 집단 선도자 게임(G)에서 할당률은 $\delta^G = 1/2$이다(〈보조정리 2〉의 (1) 참조). 두 게임에서 할당률의 차이는 다음과 해석할 수 있다. 우선, 내쉬–쿠르노 게임에서 단일 집단과 단일 경쟁자는 각자의 노력 수준을 '동시에' 선택한다. 이때 단일 집단은 자신의 경쟁력이 더 뛰어날수록 할당률을 높임으로써 자신의 노력 수준을 높이고, 자신의 경쟁력이 낮을수록 할당률을 낮춰 자신의 노력 수준도 함께 낮추려 한다. 반면에 집단 선도자 게임에서 단일 경쟁자는 단일 집단의

노력 수준을 관찰한 후 이에 맞춰 자신의 노력 수준을 결정한다. 따라서 단일 집단은 할당률을 매개로 자신의 노력 수준을 통제할 인센티브를 갖지 못한다.

4. 경쟁자 선도자 게임

경쟁자 선도자 게임(C)의 제1단계에서 단일 집단은 할당 규칙을 정하고, 이를 공개적으로 알린다. 다음으로, 제2단계에서 단일 집단이 정한 할당 규칙을 관찰한 후 단일 경쟁자는 자신의 노력 수준을 결정한다. 마지막으로, 제3단계에서 단일 집단 내 두 경기자는 단일 경쟁자의 노력 수준을 관찰한 후 각각 자신의 노력 수준을 결정한다.

먼저, 제3단계 문제를 고려해 보자. 제3단계에서 단일 경쟁자의 노력 수준(y_c)과 자신이 결정한 할당률(δ)을 관찰한 후 단일 집단 내 두 경기자 i는 각각 (3)식과 (4)식으로 표현된 자신의 기대보수를 극대화하기 위한 노력 수준(x_{gi})을 결정한다. 단일 집단 내 경기자 1과 경기자 2의 최적화 문제에 대한 1계 미분조건은 각각 다음과 같이 도출된다[7]:

$$[2\delta\, x_{g2} + \theta(1 + \delta)y_c]/[2(x_{g1} + x_{g2} + \theta\, y_c)^2] - 1 = \qquad (21)$$

$$[2\delta\, x_{g1} + \theta(1 + \delta)y_c]/[2(x_{g1} + x_{g2} + \theta\, y_c)^2] - 1 = 0 \qquad (22)$$

이제, (21)식과 (22)식을 이용하여 경기자 i와 경기자 $j(i \neq j)$, 그리고 단일 경쟁자에 대한 최적대응함수인 $b_{gi}(x_{gj},\ y_c)$를 유도할 수 있다. 이러한 최적대응함수를 두 경기자의 최적대응함수($b_{g1}(x_{g2},\ y_c)$과 $b_{g2}(x_{g1},\ y_c)$)로 표현하면 다음과 같다:

$$b_{g1}(x_{g2},\ y_c) = -(x_{g2} + \theta\, y_c) + [2\delta\, x_{g2} + \theta(1 + \delta)y_c/2]^{1/2} \qquad (23)$$

$$b_{g2}(x_{g1},\ y_c) = -(x_{g1} + \theta\, y_c) + [2\delta\, x_{g1} + \theta(1 + \delta)y_c/2]^{1/2} \qquad (24)$$

(23)식과 (24)식을 이용하면 경기자 1과 경기자 2의 최적대응함수인 $b_{g1}(y_c)$과 $b_{g2}(y_c)$는 다음과 같이 유도된다:

$$b_{g1}(y_c) = b_{g2}(y_c) = -\theta\, y_c/2 + \delta/8 + (\delta^2 + 8\theta\, y_c)^{1/2}/8 \qquad (25)$$

7) x_{g1}과 x_{g2}에 대한 2계 미분조건은 각주 4)를 참조하기를 바람.

다음으로, 제2단계 문제를 고려해 보자. 단일 경쟁자는 단일 집단 내 경기자 1과 경기자 2의 최적대응함수($b_{g1}(y_c)$, $b_{g2}(y_c)$)를 고려하면서 자신의 노력 수준을 결정한다. (25)식을 (5)식에 대입하면 단일 경쟁자의 최적화 문제는 다음과 같이 표현된다:

$$Max\ \pi_c = 4\theta y_c/[\delta + (\delta^2 + 8\theta y_c)^{1/2}] - y_c \tag{26}$$

제2단계 최적화 문제로부터 단일 경쟁자의 노력 수준을 다음과 같이 구할 수 있다:

$$y_c(\delta) = (2\theta - \delta)(2\theta + \delta)/(8\theta) \tag{27}$$

(27)식은 단일 경쟁자가 양(+)의 노력 수준을 결정할 조건을 보여준다: 즉, $\theta > \delta/2$. 이 조건을 만족하는 경우 $y_c(\delta)$를 (25)식에 대입하면 단일 집단 내 경기자 1과 경기자 2의 노력 수준(x_{g1}^C, x_{g2}^C)을 다음과 같이 구할 수 있다:

$$x_{g1}(\delta) = x_{g2}(\delta) = \theta(1 - \theta)/4 + \delta(2 + \delta)/16 \tag{28}$$

(28)식은 단일 집단 내 두 경기자가 양(+)의 노력 수준을 선택할 조건을 보여준다: 즉, $\delta/2 < \theta < \delta/2 + 1$.

마지막으로, 제1단계 문제에서 단일 집단 내 두 경기자는 자신의 기대보수를 극대화하기 위한 할당률을 결정한다. 여기서 두 경기자의 최적화를 위한 기대보수($\pi_{gi}(\delta)$)는 (27)식과 (28)식을 (3)식 또는 (4)식에 대입함으로써 도출할 수 있다:

$$Max\ \pi_{gi}(\delta) = \delta(2 - \delta)/16 + (1 - \theta)(2 - \theta)/4 \tag{29}$$

단일 집단 내 두 경기자의 최적화 행위로부터 '경쟁자 선도자 게임'(C)의 부분게임 완전균형(δ^C)을 도출할 수 있다. 또한, δ^C를 (27)식과 (28)식에 대입하면 경쟁자 선도자 게임의 부분게임 완전균형에서 단일 집단 내 두 경기자와 단일 경쟁자의 노력 수준(x_{g1}^C, x_{g2}^C, y_c^C)을 구할 수 있다. 경쟁자 선도자 게임의 부분게임 완전균형에서 단일 집단의 성공확률은 도출한 δ^C, x_{g1}^C, x_{g2}^C, y_c^C를 (1)식에 대입하여 구할 수 있다. 단일 집단 내 두 경기자와 단일 경쟁자의

기대보수(π_{g1}^{C}, π_{g2}^{C}, π_{c}^{C})는 도출한 δ^{C}, x_{g1}^{C}, x_{g2}^{C}, y_{c}^{C}를 각각 (3)식과 (4)식, 그리고 (5)식에 대입함으로써 구할 수 있다. 〈보조정리 3〉은 경쟁자 선도자 게임의 부분게임 완전균형 결과를 요약하고 있다:

〈보조정리 3〉 경쟁자 선도자 게임(C)의 부분게임 완전균형은 다음과 같이 유도된다:

(1) 할당율은 $\delta^{C} = 1$이다.

(2) 단일 집단 내 두 경기자의 노력 수준은 $x_{g1}^{C} = x_{g2}^{C} = 3/16 + \theta(1 - \theta)/4$이고, 단일 경쟁자의 노력 수준은 $y_{c}^{C} = (2\theta - 1)(2\theta + 1)/(8\theta)$이다.

(3) 단일 집단의 성공확률은 $p_{g}^{C} = 1/2$이다.

(4) 단일 집단 내 두 경기자의 기대보수는 $\pi_{g1}^{C} = \pi_{g2}^{C} = [4(2\theta - 5)\theta^{2} + 3(3 + 2\theta)]/[16(1 + 2\theta)]$이고, 단일 경쟁자의 기대보수는 $\pi_{c}^{C} = (2\theta - 1)^{2}/(8\theta)$이다.

(여기서 A = '비대칭적 게임', G = '집단 선도자 게임', N = '내쉬-쿠르노 게임', C = '경쟁자 선도자 게임'을 나타낸다.)

〈보조정리 3(1)〉은 $\delta^{C} = 1$임을 보여준다. 이는 다음과 같이 해석할 수 있다. 경쟁자 선도자 게임(C)에서 추종자인 단일 집단은 할당률이 전적으로 노력수준에 의존한다는 결과를 단일 경쟁자에게 알린다. 그 이유는 단일 집단이 큰 노력을 투입할 것을 사전에 단일 경쟁자에게 알림으로써 단일 경쟁자의 노력수준에 영향을 미치려 하기 때문이다.

경쟁자 선도자 게임에서 내부해를 얻는 조건을 알아보기로 한다. (27)식으로부터 단일 경쟁자의 참여 제약, 그리고 (28)식으로부터 단일 집단의 참여 제약을 유도할 수 있다. $\delta^{C} = 1$을 고려하면 단일 집단의 참여 제약은 $\theta \leq 1/2$ 또는 $\theta \geq 3/2$이다. 따라서 〈보조정리 3〉은 $1/2 < \theta < 3/2$만을 고려한 결과이다. 〈보조정리 3〉의 (2)는 단일 경쟁자의 경쟁력이 더 뛰어날수록 단일 집단은 노력 수준을 낮추며, 단일 경쟁자는 노력 수준을 높인다는 것을 보여준다. 〈보조정리 3〉의 (3)은 경쟁력과 상관없이 단일 집단과 단일 경쟁자의 성공확률은 같다는 것을 의미한다. 〈보조정리 3〉의 (4)로 표현된 기대보수는 단일 경쟁자의 경쟁력이 더 뛰어날수록 단일 집단의 기대보수는 작아지지만, 단일 경쟁자의 기대보수는 높아진다는 것을 보여준다.

Ⅳ. 비대칭적 정보 게임

이제, 비대칭적 정보 게임(A)을 살펴보기로 한다. 비대칭적 정보 게임은 2단계로 구성된다. 먼저, 제1단계에서 단일 집단 내 경기자 1과 경기자 2는 할당 규칙(즉, 할당률)을 정한다. 다음으로, 제2단계에서는 제1단계에서 결정된 할당 규칙을 '알고 있는' 단일 집단 내 경기자 1과 경기자 2, 그리고 할당 규칙을 '모르고 있는' 단일 경쟁자가 서로 경쟁한다.

먼저, 제2단계 문제를 고려해 보자. 단일 집단 내 경기자 1과 경기자 2는 각각 자신의 기대보수를 극대화하기 위한 노력 수준을 결정한다. 그 결과 1계 미분조건은 다음과 같이 유도된다:

$$b_{g1}(x_{g2},\ y_c;\ \delta) = -(x_{g2} + \theta y_c) + [2\delta x_{g2} + \theta(1+\delta)y_c/2]^{1/2} \tag{30}$$

$$b_{g2}(x_{g1},\ y_c;\ \delta) = -(x_{g1} + \theta y_c) + [2\delta x_{g1} + \theta(1+\delta)y_c/2]^{1/2} \tag{31}$$

(30)식과 (31)식을 이용하여 단일 집단 내 두 경기자의 최적대응함수를 다음과 같이 유도할 수 있다:

$$b_{g1}(y_c) = b_{g2}(y_c) = -\theta y_c/2 + \delta/8 + (\delta^2 + 8\theta y_c)^{1/2}/8 \tag{32}$$

제2단계에서 단일 경쟁자 역시 자신의 기대보수를 극대화하기 위한 노력 수준을 다음과 같이 결정한다:

$$b_c(x_{g1},\ x_{g2}) = -(x_{g1} + x_{g2})/\theta + [(x_{g1} + x_{g2})/\theta]^{1/2} \tag{33}$$

(9)식~(11)식과 (31)식~(33)식은 각각 동일하다. 즉, 단일 집단 내 경기자 1과 경기자 2, 그리고 단일 경쟁자의 제2단계 최적 전략은 정보 공유 유무(有無)와 상관없이 동일하다. 그러나 경기자 1과 경기자 2의 제1단계 최적 전략은 정보의 공유 유무에 따라 달라진다.

다음으로, 비대칭적 정보 게임의 제1단계 문제를 고려해 보자. (32)식과 (33)식을 (3)식 또는 (4)식에 대입하면 제1단계 최적화를 위한 단일 집단 내 경기자 1과 경기자 2의 기대보수를 유도할 수 있다. 단일 집단 내 두 경기자 i의

기대보수는 다음과 같이 도출할 수 있다:

$$Max\ \pi_{g1}(\delta, y_c) = [-(\delta + 12\theta y_c) + 2\delta(1 + \theta y_c) + (2(1 + \theta y_c) - \delta)(\delta^2 + 8\theta y_c)^{1/2}] \div 4[\delta^2 + (\delta^2 + 8\theta y_c)^{1/2}] \tag{34}$$

단일 집단 내 두 경기자 i의 기대보수 최적화 문제로부터 $\delta(y_c)$를 다음과 같이 구한다:

$$\delta(y_c) = (\theta y_c)^{1/2} \tag{35}$$

이 식을 (32)식에 대입하면 다음과 같은 결과를 얻는다:

$$b_g(y_c) = -\theta y_c/2 + (\theta y_c)^{1/2}/2 \tag{36}$$

다음으로, $x_{g1} = x_{g2} = x_g$를 고려하면 (33)식은 다음과 같이 간소화할 수 있다:

$$b_c(x_g) = -2x_g/\theta + (2x_g/\theta)^{1/2} \tag{37}$$

(36)식과 (37)식을 이용하여 비대칭적 정보 게임(A)에서 (x_{g1}^{A}, x_{g2}^{A}, y_c^{A})를 구할 수 있으며, 도출한 y_c^{A}를 (35)식에 대입하면 δ^{A}를 구할수 있다. 단일 집단 내 두 경기자와 단일 경쟁자의 기대보수(π_{g1}^{A}, π_{g2}^{A}, π_c^{A})는 도출한 δ^{A}, x_{g1}^{A}, x_{g2}^{A}, y_c^{A}를 각각 (3)식과 (4)식, 그리고 (5)식에 대입함으로써 유도할 수 있다. 그 결과 〈보조정리 4〉는 비대칭적 정보 게임(A)의 부분게임 완전균형 결과를 요약하고 있다:

〈보조정리 4〉 비대칭적 정보 게임(A)의 부분게임 완전균형은 다음과 같이 유도된다:

(1) 할당률은 $\delta^{A} = \theta/(1 + \theta)$이다.

(2) 단일 집단 내 두 경기자의 노력 수준은 $x_{g1}^{A} = x_{g2}^{A} = \theta/[2(1 + \theta)^2]$이고, 단일 경쟁자의 노력 수준은 $y_c^{A} = \theta/(1 + \theta)^2$이다.

(3) 단일 집단의 성공확률은 $p_g^{A} = 1/(1 + \theta)$이다.

(4) 단일 집단 내 두 경기자의 기대보수는 $\pi_{g1}^{A} = \pi_{g2}^{A} = 1/[2(1+\theta)^2]$이고, 단일 경쟁자의 기대보수는 $\pi_{c}^{A} = [\theta/(1+\theta)]^2$이다.

‘대칭적 정보 게임’의 균형 결과들과 달리 ‘비대칭적 정보 게임’은 θ의 크기와 상관없이 단일 경쟁자는 참여 제약에 직면하지 않는다. 〈보조정리 4〉의 (1)을 보면 θ가 커질수록 할당률이 높아진다. 이는 θ가 커질수록 단일 집단은 상금을 할당할 때 노력 수준에 대한 중요도가 크도록 할당률을 설정한다는 것을 말한다. 〈보조정리 4〉의 (2)는 단일 경쟁자의 경쟁력이 $1/2 < \theta < 1$의 영역에서 θ가 커질수록 단일 집단은 자신의 노력 수준을 높이며, $1 < \theta < 3/2$의 영역에서 θ가 커질수록 단일 집단은 자신의 노력 수준을 낮추는 결과를 보여준다. 이러한 결과는 단일 경쟁자에게도 적용된다. 즉, $1/2 < \theta < 1$의 영역에서 θ가 커질수록 단일 경쟁자는 자신의 노력 수준을 높이며, $1 < \theta < 3/2$의 영역에서 θ가 커질수록 단일 경쟁자는 자신의 노력 수준을 낮춘다. 〈보조정리 4〉의 (3)은 $1/2 < \theta < 1$이면 ‘단일 집단’이 우세자가 되고, $1 < \theta < 3/2$이면 ‘단일 경쟁자’가 우세자가 된다는 결과를 보여준다. 〈보조정리 4〉의 (4)로 표현된 기대보수는 단일 경쟁자의 경쟁력이 더 뛰어날수록 단일 집단의 기대보수는 작아지지만, 단일 경쟁자의 기대보수는 높아진다.

V. 균형 할당률, 균형 노력 수준, 균형 기대보수

1. 균형 할당률

우선, 대칭적 정보 게임에서 ‘참여 제약’ 문제를 고려해 보기로 하자. 단일 경쟁자의 경쟁력이 매우 낮으면($\theta \le 1/2$) 단일 경쟁자는 모든 게임(내쉬-쿠르노 게임, 집단 선도자 게임, 경쟁자 선도자 게임)에서 ‘참여 제약’에 직면한다. 이는 단일 집단이 단일 경쟁자의 경쟁력을 고려하면서 할당률을 정하면 단일 경쟁자의 참여를 ‘제한’할 수 있음을 의미한다. 또한, 단일 집단의 경쟁력이 매우 낮으면($\theta \ge 3/2$) 단일 집단은 경쟁자 선도자 게임에서 참여 제약에 직면한다. 이는 단일 경쟁자가 선도자가 될 때 단일 경쟁자는 경쟁력이 낮은 집단의 참여를 제한할 수 있음을 의미한다. 반면에 비대칭적 정보 게임에서 단일 집단과 단일 경쟁자는 참여 제약에 직면하지 않는다. 이는 할당 규칙에 대한

정보 공유가 참여 제약에 영향을 준다는 것을 의미한다.

대칭적 정보 게임에서 참여 제약 조건이 $1/2 < \theta < 3/2$인 경우에 '균형 할당률의 특성'을 살펴보면 다음과 같다. 당연한 결과이지만, 각 게임에서 균형 할당률은 다르다. 먼저, 노력 수준을 '동시에' 결정하는 게임과 '순차적으로' 결정하는 게임으로 분류하여 균형 할당률의 차이점을 분석해 보기로 한다. 노력 수준을 '동시에' 결정하는 게임은 '내쉬-쿠르노 게임'과 '비대칭적 정보 게임'이다. 이 두 게임에서 균형 할당률은 경쟁력에 달려 있다. 반면에 '집단 선도자 게임'과 '경쟁자 선도자 게임'에서 균형 할당률은 경쟁력에 의존하지 않는다. 즉, 단일 집단과 단일 경쟁자가 노력 수준을 동시에 결정하는 경우에 단일 집단은 자신과 단일 경쟁자의 경쟁력을 비교하면서 할당률을 정한다. 또한, 본 연구는 노력 수준을 '동시에' 결정하는 게임에서 할당 규칙에 대한 정보의 유무에 따라 경쟁력과 균형 할당률의 관계가 달라짐을 보여주고자 한다. 먼저, '내쉬-쿠르노 게임'에서 단일 경쟁자의 경쟁력이 커질수록 단일 집단은 할당 규칙에 대한 노력 수준의 의존을 줄인다: 즉, $\partial\delta^{N}/\partial\theta = -1/2\theta^{2} < 0$. 반면에 비대칭적 정보 게임에서 단일 경쟁자의 경쟁력이 커질수록 단일 집단은 할당 규칙에 대한 노력 수준의 의존을 높인다: 즉, $\partial\delta^{A}/\partial\theta = 1/(1+\theta)^{2} > 0$. 또한, '순차적으로' 결정하는 게임에서 누가 선도자인지에 따라 균형 할당률의 크기가 달라짐을 보여주고자 헌다. 먼저, '집단 선도자 게임'에서 단일 집단은 균형 할당률을 노력 수준에 전적으로 의존하지 않는다: 즉, $\delta^{G} = 1/2$. 이에 반해 '경쟁자 선도자 게임'에서 단일 집단은 균형 할당률을 전적으로 노력 수준에 의존한다: 즉, $\delta^{C} = 1$. 단일 집단은 자신이 선도자인 경우에 자신의 노력 수준을 먼저 결정할 수 있으므로 높은 균형 할당률을 미리 정하지 않고 노력 수준을 결정하려 한다. 이에 반해, 단일 집단은 자신이 추종자인 경우 사전에 균형 할당률을 높여 단일 경쟁자의 노력 수준에 대응하려 한다.

내부해를 갖는 경우에 균형 할당률의 크기를 비교해 보기로 하자. 다음 〈보조정리 5〉는 각 게임에서 유도된 균형 할당률의 크기를 비교하고 있다.

〈보조정리 5〉 각 게임에서 균형 할당률의 크기는 다음과 같이 도출된다:

(1) $1/2 < \theta < 1$인 경우 $\delta^{A} < \delta^{G} < \delta^{N} < \delta^{C}$이다.

(2) $1 < \theta < 3/2$인 경우 $\delta^{N} < \delta^{G} < \delta^{A} < \delta^{C}$이다.

(여기서 A = '비대칭적 게임', G = '집단 선도자 게임', N = '내쉬-쿠르노 게임', C = '경쟁자 선도자 게임'을 나타낸다.)

〈보조정리 5〉는 다음과 같은 함의를 갖는다. 선행연구(Baik & Lee, 2007; 2012)는 내쉬-쿠르노 게임(N)과 비대칭적 정보 게임(A)을 비교하면서 할당률에 관한 비대칭적 정보가 할당률을 '낮추게' 된다는 결과를 보여준다. 그러나 〈보조정리 5〉는 단일 경쟁자의 상대적 경쟁력이 낮다면 선행연구와 동일한 결과를 얻지만(〈보조정리 5(1)〉 참조), 단일 경쟁자의 경쟁력이 더 뛰어나다면 할당률을 '높이는' 결과를 보여준다(〈보조정리 5(2)〉 참조). 즉, 단일 집단은 단일 경쟁자의 경쟁력이 더 뛰어나면 비대칭적 정보 게임(A)에서 높은 할당률을 선택함으로써 노력 수준을 높이려는 전략을 사용한다. Baik & Lee(2007, 2012)의 결과와 달리, 본 연구는 '단일' 집단 경쟁을 고려하였다. Baik & Lee(2007, 2012)의 비대칭적 정보 게임은 '두 집단'이 자신의 할당 규칙을 상대방에게 알리지 않는 상황이며, 본 연구의 비대칭적 정보 게임은 '단일 집단'이 자신의 할당 규칙을 경쟁자에게 알리지 않는 상황이다. Baik & Lee(2007, 2012)에서처럼 두 집단이 상대방의 할당 규칙을 알지 못하는 게임에서는 할당률을 낮추지만, 경쟁력이 뛰어난 단일 경쟁자를 만난 '단일 집단'은 높은 할당률을 숨김으로써 자신의 기대보수를 높이게 된다. 그 결과 〈보조정리 5〉는 다음과 〈정리 1〉과 같이 요약된다:

〈정리 1〉 단일 경쟁자의 경쟁력과 비대칭적 정보가 단일 집단의 '할당률'에 미치는 효과는 다음과 같이 요약된다:

(1) 단일 경쟁자의 상대적 경쟁력이 낮다면 할당률에 관한 비대칭적 정보는 단일 집단의 할당률을 낮춘다.

(2) 단일 경쟁자의 경쟁력이 더 뛰어나면 할당률에 관한 비대칭적 정보는 단일 집단의 할당률을 높인다.

2. 균형 노력 수준

먼저, 내부해를 만족하는 경우($1/2 < \theta < 3/2$)에 각 게임에서 '균형 노력 수준의 특성'을 살펴보기로 한다. 〈보조정리 1〉과 〈보조정리 2〉에서 보는 바와 같이 내쉬-쿠르노 게임과 집단 선도자 게임의 균형 결과는 일치한다. 두 게임에서 단일 경쟁자의 경쟁력(θ)이 증가할 때 단일 집단에 속한 두 경기자는 자신들의 노력 수준(x_{gi}^{N})을 낮춘다: 즉, $\partial x_{gi}^{N}/\partial\theta = \partial x_{gi}^{G}/\partial\theta = -1/(8\theta^{2}) < 0$. 이에 반해, 단일 경쟁자는 자신의 상대적 경쟁력을 고려하면서 자신의 노

력 수준에서 '변화'를 선택한다. 단일 경쟁자는 자신의 경쟁력이 상대적으로 낮은 상태에서 높아지면 자신의 노력 수준을 높인다: 즉, $1/2 < \theta < 1$이면 $\partial y_c^N/\partial\theta = \partial y_c^G/\partial\theta = -(\theta - 1)/(2\theta^3) > 0$. 반면에, 경쟁력이 상대적으로 높은 상태에서 더 높아지면 자신의 노력 수준을 낮춘다: 즉, $1 < \theta < 3/2$이면 $\partial y_c^N/\partial\theta = \partial y_c^G/\partial\theta < 0$.

다음으로, 경쟁자 선도자 게임의 비교정태분석을 시행하기로 한다. 이 게임에서 단일 경쟁자의 경쟁력이 증가할 때 단일 집단에 속한 두 경기자는 자신의 노력 수준을 높인다: 즉, $\partial x_{gi}^C/\partial\theta = (1 + 2\theta)/4 > 0$. 또한, 단일 경쟁자 역시 경쟁력이 증가할 때 자신의 노력 수준을 높인다: 즉, $\partial y_c^C/\partial\theta = (1 + 4\theta^2)/(8\theta^2) > 0$.

마지막으로, 비대칭 정보 게임의 비교정태분석은 다음과 같다. 먼저, 단일 경쟁자의 경쟁력이 증가할 때 단일 집단에 속한 두 경기자는 단일 경쟁자의 상대적 경쟁력이 낮은 상태에서 높아지면 자신의 노력 수준을 높인다: 즉, $1/2 < \theta < 1$이면 $\partial x_{gi}^A/\partial\theta = (1 - \theta)/[2(1 + \theta)^3] > 0$. 또한, 단일 경쟁자의 상대적 경쟁력이 높은 상태에서 더 높아지면 자신의 노력 수준을 낮춘다: 즉, $1 < \theta < 3/2$이면 $\partial x_{gi}^A/\partial\theta < 0$. 다음으로, 단일 경쟁자는 자신의 상대적 경쟁력이 낮은 상태에서 높아지면 자신의 노력 수준을 높인다: 즉, $1/2 < \theta < 1$이면 $\partial y_c^A/\partial\theta = (1 - \theta)/(1 + \theta)^3 > 0$. 또한, 단일 경쟁자는 자신의 상대적 경쟁력이 높은 상태에서 더 높아지면 자신의 노력 수준을 높인다: 즉, $1 < \theta < 3/2$이면 $\partial y_c^A/\partial\theta < 0$.

다음으로, 내부해를 갖는 경우에 각 게임에서 '균형 노력 수준의 크기'를 비교해 보기로 하자. 〈보조정리 6〉은 각 게임에서 균형 노력 수준의 크기를 비교한다.

〈보조정리 6〉 첫째, 각 게임에서 단일 집단 내 두 경기자의 노력 수준을 비교하면 다음과 같다:

(1) $1/2 < \theta < 1$인 경우 $x_{gi}^A < x_{gi}^N = x_{gi}^G < x_{gi}^C$이다.
(2) $1 < \theta < 1.2103$인 경우 $x_{gi}^N = x_{gi}^G < x_{gi}^A < x_{gi}^C$이다.
(3) $1.2103 < \theta < 1.2808$인 경우 $x_{gi}^N = x_{gi}^G < x_{gi}^C < x_{gi}^A$이다.
(4) $1.2808 < \theta < 3/2$인 경우 $x_{gi}^C < x_{gi}^N = x_{gi}^G < x_{gi}^A$이다.

둘째, 각 게임에서 단일 경쟁자의 노력 수준을 비교하면 다음과 같다:

(5) $1/2 < \theta < 0.7808$인 경우 $y_c^C < y_c^N = y_c^G < y_c^A$이다.

(6) 0.7808 < θ < 0.8048인 경우 $y_c^{\mathrm{N}} = y_c^{\mathrm{G}} < y_c^{\mathrm{C}} < y_c^{\mathrm{A}}$이다.
(7) 0.8048 < θ < 3/2인 경우 $y_c^{\mathrm{N}} = y_c^{\mathrm{G}} < y_c^{\mathrm{A}} < y_c^{\mathrm{C}}$이다.
(여기서 A = '비대칭적 게임', G = '집단 선도자 게임', N = '내쉬-쿠르노 게임', C = '경쟁자 선도자 게임'을 나타낸다.)

〈보조정리 6〉은 다음과 같이 설명될 수 있다. 단일 집단은 (1) 자신의 경쟁력이 높은 경우 '경쟁자 선도자 게임'(〈보조정리 6〉의 (1)과 (2) 참조)에서 가장 높은 노력 수준을 결정하고, (2) 자신의 경쟁력이 상대적으로 낮은 경우 '비대칭적 정보 게임'에서 가장 높은 노력 수준을 결정한다(〈보조정리 6〉의 (3)과 (4) 참조). 단일 경쟁자는 (1) 자신의 경쟁력이 낮을수록 '비대칭적 정보 게임'(〈보조정리 6〉의 (5)와 (6) 참조)에서 가장 높은 노력 수준을 결정하고, (2) 자신의 경쟁력이 높을수록 '경쟁자 선도자 게임'(〈보조정리 6〉의 (7) 참조)에서 가장 높은 노력 수준을 결정한다.

또한, 〈보조정리 6〉은 다음과 같은 함의를 갖는다. 선행연구(Baik & Lee, 2007; 2012)는 내쉬-쿠르노 게임과 비대칭적 정보 게임을 비교하면서 할당률에 관한 비대칭적 정보가 노력 수준을 '낮춘다'는 결과를 보였다. 그러나 〈보조정리 6〉은 단일 경쟁자의 경쟁력이 뛰어나면 '비대칭적 정보 게임'에서 유도된 단일 집단과 단일 경쟁자의 노력 수준이 '내쉬-쿠르노 게임'에서 유도된 단일 집단과 단일 경쟁자의 노력 수준보다 모두 '높을 수' 있음을 보여준다. 이 결과는 〈정리 1〉에 관련된다. 즉, 비대칭적 정보 게임에서 단일 경쟁자의 경쟁력이 뛰어나면 높은 할당률을 설정하게 됨으로써 단일 집단과 단일 경쟁자의 노력 수준은 모두 '높아진다'. 〈보조정리 6〉은 다음 〈정리 2〉로 요약된다:

〈정리 2〉 (1) 단일 집단은 자신의 경쟁력이 뛰어나면 '경쟁자 선도자 게임'에서 가장 높은 노력 수준을 결정하고, 그렇지 않으면 비대칭적 정보 게임에서 가장 높은 노력 수준을 결정한다.
(2) 단일 경쟁자는 자신의 경쟁력이 낮을수록 '비대칭적 정보 게임'에서 가장 높은 노력 수준을 결정하고, 자신의 경쟁력이 뛰어날수록 '경쟁자 선도 게임'에서 가장 높은 노력 수준을 결정한다.

3. 균형 기대보수

첫째, 내부해를 만족하는 경우에 각 게임에서 '균형 기대보수의 특성'을 살펴보

기로 한다. 〈보조정리 1〉과 〈보조정리 2〉에서 보는 바와 같이 내쉬–쿠르노 게임과 집단 선도자 게임의 균형 결과는 일치한다. 두 게임에서 단일 경쟁자의 경쟁력이 증가할 때 단일 집단에 속한 두 경기자의 기대보수는 작아진다: 즉, $\partial \pi_{gi}^{N} / \partial \theta = \partial \pi_{gi}^{G} / \partial \theta = -1/(8\theta^{2}) < 0$, 반면에 단일 경쟁자의 경쟁력이 증가할 때 단일 경쟁자의 기대보수는 커진다: 즉, $\partial \pi_{c}^{N} / \partial \theta = \partial \pi_{c}^{G} / \partial \theta = (2\theta - 1)/(2\theta^{3}) > 0$. 다음으로, 경쟁자 선도자 게임의 비교정태분석은 다음과 같다. 이 게임에서 단일 경쟁자의 경쟁력이 증가할 때 단일 집단에 속한 두 경기자의 기대보수는 작아진다: 즉, $\partial \pi_{gi}^{C} / \partial \theta = (3 - 2\theta)/4 < 0$. 단일 경쟁자는 자신의 경쟁력이 증가할 때 높은 기대보수를 얻는다: 즉, $\partial \pi_{c}^{C} / \partial \theta = (2\theta - 1)(2\theta + 1)/(8\theta^{2}) > 0$. 마지막으로, 비대칭적 정보 게임의 비교정태분석은 다음과 같다. 단일 경쟁자의 경쟁력이 증가할 때 단일 집단에 속한 두 경기자의 기대보수는 낮아진다: 즉, $\partial \pi_{gi}^{A} / \partial \theta = -1/(1 + \theta)^{3} < 0$. 반면에 단일 경쟁자의 기대보수는 증가한다: 즉, $2\theta/(1 + \theta)^{3} > 0$.

둘째, 내부해를 갖는 경우에 '균형 기대보수의 크기'를 비교해 보기로 하자. 〈보조정리 7〉은 각 게임에서 균형 기대보수의 크기를 비교한다:

〈보조정리 7〉 첫째, 각 게임에서 단일 집단 내 두 경기자의 기대보수를 비교하면 다음과 같다:

(1) $1/2 < \theta < 0.6351$인 경우 $\pi_{gi}^{A} < \pi_{gi}^{C} < \pi_{gi}^{N} = \pi_{gi}^{G}$이다.

(2) $0.6351 < \theta < 1$인 경우 $\pi_{gi}^{C} < \pi_{gi}^{A} < \pi_{gi}^{N} = \pi_{gi}^{G}$이다.

(3) $1 < \theta < 3/2$인 경우 $\pi_{gi}^{C} < \pi_{gi}^{A} < \pi_{gi}^{N} = \pi_{gi}^{G}$이다.

둘째, 각 게임에서 단일 경쟁자의 기대보수를 비교하면 다음과 같다:

(4) $1/2 < \theta < 1$인 경우 $\pi_{c}^{C} < \pi_{c}^{N} = \pi_{c}^{G} < \pi_{c}^{A}$이다.

(5) $1 < \theta < 3/2$인 경우 $\pi_{c}^{C} < \pi_{c}^{A} < \pi_{c}^{N} = \pi_{c}^{G}$이다.

(여기서 A = '비대칭적 게임', G = '집단 선도자 게임', N = '내쉬–쿠르노 게임', C = '경쟁자 선도자 게임'을 나타낸다.)

〈보조정리 7〉은 다음과 같은 함의를 갖는다. 단일 집단은 자신의 경쟁력과 상관없이 '내쉬–쿠르노 게임'과 '집단 선도자 게임'에서 가장 높은 기대보수를 얻으며, 반면에 단일 경쟁자는 '경쟁자 선도자 게임'에서 가장 낮은 기대보수를 얻는다.

Baik & Shogren(1992)은 '두 경기자가 경쟁하는 게임'에서 우세자는 추종

자일 때 가장 높은 기대보수를 얻으며, 반면에 열세자는 선도자일 때 가장 높은 기대보수를 얻는 결과를 보여주었다. 이에 반해, 본 연구는 '대칭적 정보 게임'에서 단일 집단은 자신이 선도자가 되는 게임을 선호하고, 단일 경쟁자는 선도자가 되는 게임을 선호하지 않는 결과를 보여주었다. 이는 다음과 같이 해석될 수 있다. 단일 집단은 자신이 추종자가 되면 경쟁력과 상관없이 단일 경쟁자의 노력 수준에 전적으로 의존하는 할당률($\delta^C = 1$)을 정하여 게임에 참가해야 한다. 이는 단일 집단 내 두 경기자의 처지에서 바람직하지 않다. 또한, 단일 경쟁자 역시 호전적인 단일 집단과 경쟁해야 한다는 측면에서 바람직하지 않다. 그 결과 〈보조정리 7〉로부터 다음 〈정리 3〉을 유도할 수 있다:

〈정리 3〉 단일 집단은 '내쉬-쿠르노 게임'과 '집단 선도자 게임'에서 가장 높은 기대보수를 얻지만, 단일 경쟁자는 '경쟁자 선도자 게임'에서 가장 낮은 기대보수를 얻는다.

Ⅵ. 결론 및 시사점

현실에서 단일 집단과 단일 경쟁자가 경쟁하는 상황을 목격할 수 있다. 예를 들어, 시민단체('단일 집단'에 해당)는 잠재적 오염을 유발하는 기업('단일 경쟁자'에 해당)을 상대로 피해를 보상받기 위한 소송을 제기할 수 있다. 또한, 자동차 시장에서 여러 기업이 연합('단일 집단'에 해당)하여 전기 자동차 기술개발과 인프라 구축을 위해 협력한다. 이러한 연합은 지식을 공유하고 표준화된 충전 인프라를 구축하는 등의 협력을 통해 전기 자동차 시장의 성장과 확대를 목표로 한다. 그러나 이 연합에 참여하지 않은 다른 기업('단일 경쟁자'에 해당)은 독자적으로 전기 자동차를 개발하고 경쟁제품을 출시한다.

대부분 선행연구는 개별 경기자 사이 또는 집단 사이에 발생하는 경쟁에 초점을 맞추었다. 본 연구는 '단일 집단 경합'을 고려함으로써 선행연구에서 얻지 못한 새로운 결과를 도출하였다. 이를 위해 본 연구는 네 가지 종류의 게임(내쉬-쿠르노 게임, 집단 선도자 게임, 경쟁자 선도자 게임, 비대칭적 정보 게임)을 분석하였다. 본 연구는 부분게임 완전균형(SPE)의 해를 유도하기 위해 역진귀납법을 이용하여 각 게임으로부터 균형 할당률, 균형 노력 수준, 균형 기대보

수를 유도한 후, 네 가지 게임의 균형 결과를 비교하였다.

본 연구의 결과는 세 가지로 요약된다. 첫째, 단일 경쟁자의 상대적 경쟁력이 낮다면 할당 규칙에 관한 ‘비대칭적 정보’는 단일 집단의 할당률을 낮추지만, 단일 경쟁자의 경쟁력이 뛰어나면 ‘비대칭적 정보’는 단일 집단의 할당률을 높인다. 둘째, 단일 집단은 (1) 자신의 경쟁력이 뛰어나면 ‘경쟁자 선도자 게임’에서 가장 높은 노력 수준을 투입하고, (2) 자신의 경쟁력이 상대적으로 낮은 경우 ‘비대칭적 정보 게임’에서 가장 높은 노력 수준을 투입한다. 반면에 단일 경쟁자는 (1) 자신의 경쟁력이 낮을수록 ‘비대칭적 정보 게임’에서 가장 높은 노력 수준을 결정하고, (2) 자신의 경쟁력이 뛰어날수록 ‘경쟁자 선도자 게임’에서 가장 높은 노력 수준을 결정한다. 마지막으로, 단일 집단은 ‘내쉬-쿠르노 게임’과 ‘집단 선도자 게임’에서 가장 높은 기대보수를 얻지만, 단일 경쟁자는 ‘경쟁자 선도자 게임’에서 가장 낮은 기대보수를 얻는다.

본 연구의 기여는 다음과 같다. 선행연구는 두 개별경제 주체가 경쟁하는 경우에 우세자는 추종자일 때 더 많은 보수를 얻고, 열세자는 선도자일 때 더 많은 보수를 얻게 되는 결과를 보여주었다. 그러나 본 연구는 두 개별주체(경기자)로 구성된 단일 집단과 단일 개별주체(경쟁자)가 경쟁하는 상황에서 단일 집단은 선도자이기를 원하고, 단일 경쟁자는 선도자이기를 원하지 않는 결과를 제시하였다. 한 가지 예로 특정 산업에서의 공동 연구 및 개발 협력, 또는 표준화 노력을 들 수 있다. 여러 기업이 연합(‘단일 집단’에 해당)하여 새로운 기술을 개발하거나 산업 표준을 수립하는 경우가 있다. 이렇게 연합체가 먼저 전략을 구축한 후, 단독 기업(‘단일 경쟁자’에 해당)은 해당 표준에 따라 제품을 출시하거나 기술을 도입함으로써 경쟁한다. 또 다른 예로 시장 진출 전략에서의 동맹 관계를 들 수 있다. 일부 기업은 해외 시장 진출이나 새로운 시장 개척을 위해 협력 파트너와 동맹 관계(‘단일 집단’에 해당)를 맺고 진출하는 경우가 있다. 이때 연합체는 초기에 시장 점유율과 경쟁 우위를 확보하며, 단독 기업(‘단일 경쟁자’에 해당)은 나중에 동일한 시장으로 진출하여 경쟁한다[8]. 또한, 선행연구는 ‘두 집단’이 경쟁하는 경우 할당 규칙에 관한 비대칭 정보는 할당률을 낮추고, 이에 따라 노력 수준이 낮아짐을 보여주었다. 반면에 본 연구는 ‘단일 집단’ 경쟁에서 단일 경쟁자의 경쟁력이 낮으면 선행연구의 결과와 동일하지만, 단일 경쟁자의 경쟁력이 높으면 단일 집단은 단일 경쟁자에게 대항하기 할당률

8) 이러한 구조가 성립하기 위해서는 기업 연합체가 할당률에 관해 동의해야 한다. 그렇지 않다면 기업 연합체는 ‘선도자’가 되기 어려울 것이다.

을 높임으로써 자신의 노력 수준을 높일 수 있음을 도출하였다.

본 연구는 다음과 같이 확장할 수 있다. 전쟁이나 국가 간 경쟁에서 한 국가가 단독('단일 경쟁자')으로 먼저 행동하고 다른 국가들이 연합('단일 집단')하여 대항하는 경우를 볼 수 있다. 제2차 세계대전의 경우에서 독일 침공과 이에 대항하는 영국과 연합국의 상황이 이에 해당한다. 독일('단일 경쟁자')은 폴란드를 침공하여 전쟁을 시작하였다. 이에 대항하기 위해 영국은 독일과의 전쟁을 선포하고 연합국('단일 집단')을 조직하여 독일에 대항하였다. 이러한 전쟁의 경우는 사전에 연합국 사이에 할당 규칙을 결정할 수 없는 예이다. 또한, 단일 집단에 속한 경기자들의 경쟁력이 다른 경우에 할당 규칙을 결정하기가 어려우며, 현실에서 이러한 경우는 자주 볼 수 있다. 따라서 단일 집단이 할당 규칙을 결정할 수 '없는' 경우를 분석한다면 관련 문헌이 더욱 확장될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

Baik, K. H. (2012), "Endogenous Group Formation in Contests: Unobservable Sharing Rules", *Journal of Economics and Management Strategy*, Vol. 25, No. 2, pp. 400-419.

Baik, K. H. and S. Lee (2007), "Collective Rent Seeking When Sharing Rules are Private Information", *European Journal of Political Economy*, Vol. 23, No. 3, pp. 768-776.

Baik, K. H. and D. Lee (2012), "Do Rent-Seeking Groups Announce Their Sharing Rules?", *Economic Inquiry*, Vol. 50, No. 2, pp. 348-363.

Baik, K. H., J. H. Lee and S. Lee (2022), "Endogenous Timing in Three-Player Tullock Contests", *Social Choice and Welfare*, Vol. 59, pp. 495-523.

Baik, K. H. and J. F. Shogren (1992), "Strategic Behavior in Contests: Comment", *American Economic Review*, Vol. 82, No. 1, pp. 359-362.

Baye, M. R. and O. Shin (1999), "Strategic Behavior in Contests: Comment", *American Economic Review*, Vol. 89, No. 3, pp. 691-693.

Dixit, A. (1987), "Strategic Behavior in Contests", *American Economic Review*, Vol. 77, No. 5, pp. 891-898.

Fu, Q. (2006), "Endogenous Timing of Contest with Asymmetric Information", *Public Choice*, Vol. 129, No. 1-2, pp. 1-23.

Fundenberg, D. and J. Tirole (1984), "The Fat-Cat Effect, the Puppy-Dog Ploy, and the Lean and Hungry Look", *American Economic Review*, Vol. 74, No. 2, pp. 361-366.

Gürtler, O. (2005), "Collective Contests with Externalities: Corrigendum", *European Journal of Political Economy*, Vol. 21, No. 2, pp. 533-536.

Hamilton, J. H. and S. M. Slutsky (1990), "Endogenous Timing in Duopoly Games: Stackelberg or Cournot Equilibria", *Games and Economic Behavior*, Vol. 2, No. 1, pp. 29-46.

Katz, E., Nitzan, S. and J. Rosenberg (1990), "Rent-Seeking for Pure Public Goods", *Public Choice*, Vol. 65, pp. 49-60.

Lee, S. (1993), "Inter-Group Competition for a Pure Private Rent", *Quarterly Review* *of Economics and Finance*, Vol. 33, No. 3, pp. 261-266.

Lee, S. (1995), “Endogenous Sharing Rules in Collective-Group Rent-Seeking”, *Public Choice*, Vol. 85, pp. 31-44.

Lee, S. and J. H. Kang (2007), “Collective Contests with Externalities”, *European Journal of Political Economy*, Vol. 14, No. 4, pp. 727-738.

Park, S.-H. (2022), “Contingent Fees and Endogenous Timing in Litigation Contests”, *European Journal of Law and Economics*, Vol. 54, pp. 453-473.

Park, S.-H. and M. Lee (2007), “Public-Good Nature of Environmental Conflicts: Individual and Collective Litigations”, *Seoul Journal of Economics*, Vol. 20, No. 3, pp. 283-295.

Park, S.-H. and J. F. Shogren (2003), “Public-Private Environmental Conflicts”, in *Risk and Uncertainty in Environmental and Natural Resource Economics*, Edward Elgar Publisher, pp. 61-92.

Tullock, G. (1980), “Efficient Rent-Seeking”, in *Toward a Theory of the Rent-Seeking Society*, edited by J. M. Buchanan, R. Tollison, and G. Tullock, pp. 262-267. College Station: Texas A&M Press.

Abstract

Contests Between Single Group and Single Competitor Under Symmetric and Asymmetric Information Games

Sung-Hoon Park
(Chosun University)

This study analyzes the impact of (i) information about the group's prize allocation rules and (ii) the timing of effort inputs on the contests between a single group and a single competitor in terms of (1) allocation rates, (2) effort levels, and (3) expected payoffs. To do so, we analyze *symmetric* and *asymmetric* games in which a single group of two players compete against a single competitor. First, symmetric information games are games in which information about the allocation rule (allotment rate) is shared and include the *Nash-Cournot* game, the *Group-leader* game, and the *Competitor-leader* game. Firstly, in the Nash-Cournot game, a single group and a single competitor simultaneously determine their effort levels. Next, in the Group-leader game, the single group first commits its effort level, and after observing it, the single competitor commits its effort level. In contrast, in the Competitor-leader game, the single competitor first commits its effort level, and after observing it, the single group commits its effort level. Second, the asymmetric information game is a game in which no information is shared, and the single group and the single competitor commit their effort levels simultaneously.

The results of this study are summarized in three main points. First, when the relative competitiveness of the single competitor is low, asymmetric information about the allocation rule lowers the single group's allotment rate, but when the single competitor is highly competitive, asymmetric information increases the single group's allotment rate. Second, a single group determines its highest effort in the Competitor-leader game when its own competitiveness is high, and determines its highest effort in the asymmetric information game when its own competitiveness is relatively low. A single competitor, on the other hand, determines the highest effort in the asymmetric information game when its competitiveness is low, and the highest effort in the Competitor-leader game when its competitiveness is high. Finally, the single group earns the highest expected payoff in the Nash-Cournot game and the Group-leader game, while the single competitor earns the lowest expected payoff in the Competitor-leader game.

Key words: Group contest, Symmetric information game, Asymmetric information game, Allotment rate, Effort level, Expected payoff.

【2024. 8. 1. 접수】【2024. 8. 26. 수정】【2024. 8. 27. 게재확정】