完全情報下 有限展開形競技에 대한 새로운 解槪念으로서의 戰略的 均衡*

李 承 勳**

<目 次>

I. 序 論

競技理論——특히 非協同的 競技理論이 경제학에 도입되어 중요한 분석틀로 사용된 것은 오래 전부터이지만 본격화된 것은 최근 10여년래의 일이다. 分權化된 사회는 非協同的 競技의 형태로 잘 模型化될 수 있는 것으로 믿어지고 있으며, 해당하는 非協同的 競技의 均衡은 이것이 模型化한 分權化社會에서 실제로 실현되는 상태를 잘 묘사하고 있는 것으로 받아들여지고 있다. 競技理論에서 非協同的 競技의 解를 규정하는 개념으로서 가장 보편화된 것은 내쉬(Nash) 均衡의 槪念이다. 이 개념은 寡占的 市場構造와 같은 分權化된 社會體制를 연구대상으로 삼는 대부분의 競技理論的 硏究에서 실제로 구현됨직한 상황을 묘사하는 解槪念으로서 널리 사용되어 왔다. 그러나 그렇다고 해서 내쉬均衡의 개념이 競技의 解개념으로서 완벽했던 것은 결코 아니다. 내쉬均衡의 개념적 결함은 로젠달(Rosenthal)의 「지네競技(centipede game)」에서와 같이 현실적 解槪念으로 부적절한 측면이 제기된 것을 비롯하여, 均衡의 複數性, 배후에 깔린 合理性의 문제 등 여러 측면에서 활발히 제기되었다. 그 가운데 젤텐(Selten)의 「연쇄점역설(chainstore paradox)」로부터 비롯된 내쉬均衡 槪念의 精緻化에 대한 잇달은 연구는 내쉬均衡의 기본적 특성은 살리면서 불합리한 측면을

* 본연구는 1988년도 문교부 연구비의 지원아래 이루어졌다. 이 자리를 빌어 감사를 표한다. 동국대학교의 배 형 교수는 본 연구의 내용에 대하여 많은 도움 말씀을 주셨다. 역시 감사를 드린다.
** 本硏究所 硏究員, 서울大學校 經濟學科 敎授

하나하나 배제해 나감으로써 보다 그럴듯한 均衡概念을 모색해 나아가는 연구로서 學界의 관심을 모으고 있다.

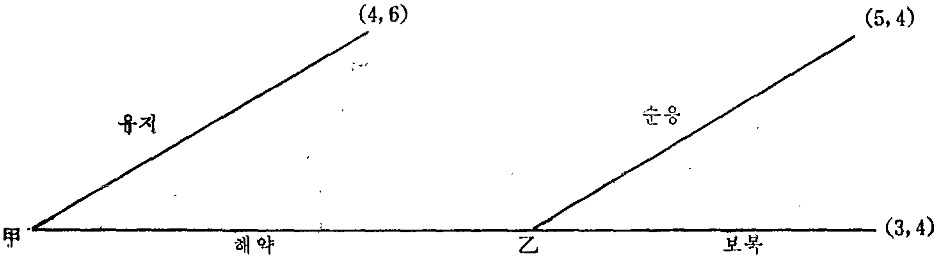
젤텐은 「無效한 威脅(incredible threat)」의 행동을 均衡戰略으로부터 배제함으로써 「部分競技完全均衡(subgame perfect equilibria)」의 개념을 제시하였다. 이 부분경기완전균형의 개념이 (展開形競技(extensive form game)라고 할지라도) 不完全情報(imperfect information)의 경우에는 여전히 비현실적 상태를 균형으로 포괄하고 있음이 밝혀짐에 따라서 이를 補完하고자 하는 完全均衡(perfect equilibria), 順次均衡(sequential equilibria) 및 適正均衡(proper equilibria) 등의 개념이 각각 젤텐, 크렙스와 윌슨(Kreps and Wilson) 및 마이어슨(Myerson) 등에 의하여 고안되었다. 최근에는 콜버그와 메르땅(Kohlberg and Mertens)이 安定均衡(stable equilibria)의 개념을 고안하는 등 내쉬均衡概念의 精緻化에 대한 연구는 계속 이어지고 있는 실정이다.

그러나 部分競技完全均衡의 概念이 제기된 이후의 연구는 모두 不完全情報의 有限競技를 그 연구대상으로 삼고 있는 것이 특징이다. 즉 完全情報下 有限展開形競技에 있어서는 部分競技完全均衡의 개념보다 더 精緻化된 균형개념은 제시된 바 없으며, 完全均衡 등 그 이후에 제기된 均衡概念을 完全情報下 有限展開形競技에 적용하면 예외없이 部分競技完全均衡으로 귀결되고 마는 실정이다. 현재로서는 完全情報下 有限展開形競技에 있어서는 部分競技完全均衡의 개념이 가장 精緻化된 개념으로 남아 있는 실정이다. 本 硏究에서는 部分競技完全均衡의 개념이 完全情報下 有限展開形競技에 있어서도 만족스럽지 못한 경우가 있음을 보이고 이 결함을 補完할 수 있는 새로운 解概念으로서 戰略的 均衡(strategic equilibria)의 개념을 제시하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 서론에 이어 Ⅱ절에서는 部分競技完全均衡의 개념이 적절한 解를 규정하는데 실패할 수 있는 예를 살펴보기로 한다. Ⅲ절에서는 이와같은 문제점을 해결하기 위하여 部分競技完全均衡의 어느 점이 해결되어야 하는 지를 살펴보고 새로운 解概念으로서 戰略的 均衡(strategic equilibria)의 개념이 소개될 것이다. 다음 Ⅳ절에서는 戰略的 均衡의 개념이 不完全情報下 有限展開形競技에까지 확대될 가능성 등에 대하여 부분적으로 논의할 것이며 마지막으로 결론적 소감이 피력될 것이다.

II. 敵對的 同業者의 例

甲이 乙을 同業者로 선택하여 오랜 기간 동안 영업에 종사해 온 경우를 생각하여 보자.



〈그림 1〉 敵對的 同業者

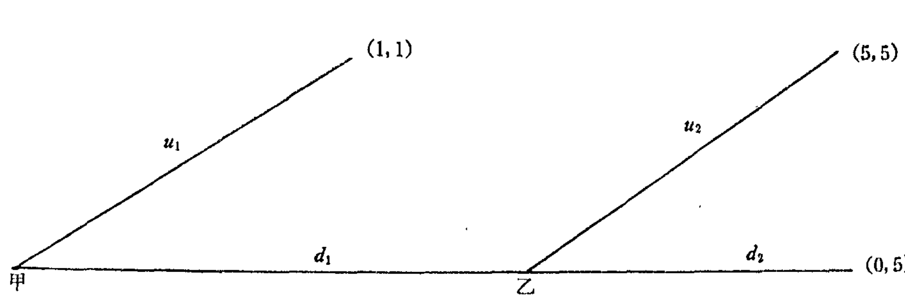
이 과정에서 乙은 자연스럽게 甲의 영업과 관련된 모든 기밀사항을 파악하게 되었다고 하자. 乙은 甲의 同業者로 남아 있는 경우에 그렇지 못한 경우보다 더 높은 소득을 누릴 수 있다고 하자. 반면에 甲은 최근에 새로이 丙을 알게 되었는 바 乙 대신에 丙을 동업자로 삼을 경우에 더 높은 소득을 얻을 수 있는 처지에 놓여 있다. 이와 같은 경우라면 合理的인 甲은 乙 대신에 丙을 동업자로 삼으려고 할 것이다. 그런데 문제는 甲이 동업자를 바꾸는 경우에 지금까지 동업자였던 乙의 반응이다. 乙이 두말 않고 조용히 물러나 준다면 별 문제가 없겠으나, 그렇지 않고 그동안 알아 둔 甲의 영업상 기밀사항을 폭로하는 등의 형태로 보복을 가해 온다면 丙과 동업하기로 한 甲의 이익은 오히려 乙과 동업하던 때의 수준보다도 더 낮아질 수도 있는 것이다. 그리고 乙이 아무런 비용을 부담함이 없이 보복을 자행할 수 있다면 甲으로서는 乙의 보복가능성을 진지하게 고려하여야 할 것이다. 이와 같은 상황을 展開形競技의 樹形圖로 도시해 보면 〈그림 1〉과 같다.

甲은 乙과의 同業契約을 "유지"하거나 "解約"하는 전략 가운데 어느 하나를 선택할 수 있으며 乙은 해약당하는 경우에 "순응"하거나 "보복"하는 전략 가운데 어느 하나를 선택할 수 있다. 〈그림 1〉의 競技에서는 두 개의 내쉬均衡이 존재한다. 즉 甲이 "해약"하고 乙은 "순응"하는 戰略의 組合이 하나의 均衡을 이루며 동시에 甲은 "유지"하고 乙이 "보복"하는 戰略의 組合도 또다른 均衡을 이룬다. 더우기 이들 두 내쉬균형은 동시에 部分競技完全均衡이기도 한 것이다. 즉 두 개의 내쉬균형은 각 部分競技에 있어서도 각각 내쉬균형을 구현시키고 있다. (물론 이 균형은 純粹戰略(pure strategy) 균형이다. 混合戰略(mixed strategy)의 개념을 도입한다면 乙이 "순응"할 확률을 1/2과 비교하여 어떻게 잡느냐에 따라서 적절한 혼합전략균형이 결정되며 이 때의 혼합전략균형은 역시 부분경기 완전균형이다.)

그러면 (해약, 순응) 및 (유지, 보복)의 두 순수전략균형 가운데 어느 것이 더 그럴듯한 균형인가? 甲이 "해약"하는 경우에 乙은 "순응"하여도, 그리고 "보복"하여도 같이 4의 보

수를 얻는다. 반면에 甲으로서는 乙이 "순응"하는 경우에는 5의 보수를 얻지만 "보복"하는 경우에는 3의 보수를 얻음으로써 오히려 "유지"하는 경우에 보장된 보수 4의 수준에도 못 미치게 된다. 그러므로 甲은 乙의 보복이 "확실"시되는 경우에는 마땅히 "유지"하는 전략을 취하게 되어 있다. 문제는 과연 乙이 확실히 "보복"하겠는가라는 점이다. 甲이 "해약" 하는 경우에 乙의 最良戰略은 두 가지인데 "보복"도 그 가운데 하나이다. 그러므로 乙이 "보복"하기로 위협하는 경우에 甲으로서는 이것을 믿고 "유지"하는 수밖에 없으며, 이것을 아는 乙은 비록 甲이 실제로 "해약"하는 경우에 "순응"과 "보복"이 서로 무차별하기는 하지만 항상 "보복"하려고 할 것이다. 그러므로 〈그림 1〉의 競技에서 실현됨직한 결과는 (유지, 보복)의 전략조합이라고 결론지을 수가 있다. 소위 「연쇄점역설」의 예와 다른 점은 乙의 "보복"이 믿을만한 威脅(credible threat)으로 작용한다는 점이다.

〈그림 2〉의 競技는 〈그림 1〉의 「敵對的 同業者」의 競技와 정확히 대칭을 이루는 경우이다. 이 경기의 내쉬균형은 (u_1, d_2)와 (d_1, u_2)의 두 개이다. 그리고 이 두 균형은 동시에 모두 다 部分競技完全均衡이기도 하다. 이 競技에서도 甲이 d_1을 선택하는 경우에 乙은 u_2와 d_2 사이에서 무차별하다. 즉 乙에게는 u_2와 d_2가 동등하게 최선의 전략인 것이다. 그러나 만약 乙이 d_2를 선택한다면 甲으로서는 결코 d_1을 선택하지 않고 u_1을 선택하고 말 것이다. 반면에 乙이 u_2를 선택한다면 甲은 반드시 u_1 아닌 d_1을 선택할 것이다. 이와 같은 점을 잘 알고 있는 乙은 스스로 1 아닌 5의 보수를 확보하기 위하여 항상 u_2를 선택할 것이라고 결론지을 수가 있다. 따라서 두 개의 部分競技完全均衡 가운데에서 실제로 실현됨직한 상황은 $(d_1,\ u_2)$로 한정된다. 〈그림 1〉의 경우에는 乙이 무차별한 두 개의 전략을 놓고 甲으로 하여금 乙의 決定마디(decision node)에 오지 못하도록 威脅할 수 있는 전략을 선택하였으나 〈그림 2〉의 경우에는 반대로 오도록 誘因할 수 있는 전략을 선택하였다는 점이 대조적이다. 그러나 두 경우에서 모두 乙이 局地的으로 볼 때에는 무차별한 두 전략을 全域的 시각에서



〈그림 2〉

고찰하여 자신에게 더 유리하도록 戰略的으로 활용하고 있다는 점에서는 공통적이다.

원래 部分競技完全均衡의 개념은 逆行縮約(backward reduction)에 토대를 둔 개념이다. 즉 최후 경기자의 최선선택을 먼저 찾은 다음 이를 토대로 하여 그 다음 경기자의 최선선택을 찾는 방식으로 전개형 경기를 축약시켜 나아가 마지막으로 최초 경기자의 최선전략을 선택하고, 이렇게 결정된 최선전략의 조합으로 이루어진 결과를 우리는 部分競技完全均衡이라고 부르는 것이다. 그러므로 부분경기완전균형에서 각 경기자는 자신 이후의 경기자들이 어떻게 행동할 것인가를 파악한 상태에서 자신의 행동을 결정한다. 즉 先行競技者는 後行競技者에 대하여 폰스탁겔버그先導者(von Stackelberg leader)의 역할을 하고 있는 것이다.

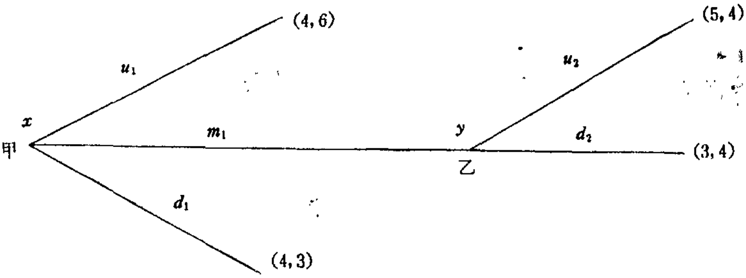
이에 반하여 〈그림 1〉과 〈그림 2〉의 예는 후행경기자도 폰스탁겔버그先導者로서 구실을 할 수 있는 경우를 보여주고 있다. 각 경우에 있어서 우리가 실제로 실현됨직한 상태로 규정한 균형은 後行競技者가 폰스탁겔버그先導者의 노릇을 적절하게 수행한 결과의 균형인 것이다. 물론 先行競技者가 행동한 다음에 비로소 後行競技者가 움직일 수 있도록 구조가 주어진 전개형경기에서 後行競技者가 先行競技者를 先導할 수 있는 한계는 매우 제약되어 있다. 예컨대 後行競技者 乙의 決定마디에서 乙의 最善戰略이 한 가지 뿐이라면 乙은 결코 先行競技者를 조금도 先導하지 못한다. 다만 〈그림 1〉과 〈그림 2〉의 경우처럼 乙의 最善戰略이 두 개 이상인 경우에 한하여 乙의 先導可能性이 제한적으로 존재하는 것이다.

部分競技完全均衡은 각 競技者가 선택하는 戰略이 그 선택행위 이후의 部分競技에서도 최선일 것을 요구하는데 그친다. 즉 部分競技完全均衡이 요구하는 바 전략선택의 最善性은 局地的인 것으로 그치고 있다. 물론 이 조건은 後行競技者의 선택을 先行競技者가 신뢰하도록 만드는 필요조건임에 틀림이 없다. 그러나 이 조건만으로는 〈그림 1〉과 〈그림 2〉에서 보는 바와 같이 完全情報下 有限展開形競技에서 조차 타당한 解를 최종적으로 규정하는데 실패하고 마는 것이다. 그러므로 局地的으로 (즉 이후의 部分競技에서) 最善인 選擇이 앞의 例들에서와 같이 둘 이상인 경우에는 競技者가 全域的으로 視界를 넓혀서 어느 戰略을 선택하여야 자신의 궁극적인 報酬를 최대로 할 수 있는지를 고려한 뒤에 하나의 전략을 선택한다는 점을 염두에 두고 均衡을 정의하여야 할 필요가 있다. 이렇게 定義되는 均衡의 집합은 당연히 部分競技完全均衡集合의 한 部分集合으로 결정될 것이다.

III. 戰略的 均衡

부분경기완전균형은 기본적으로 각 競技者가 자신이 선택할 차례가 되었을 때 자신에게 가장 유리한 행동을 선택할 것을 요구하고 있다. 이 경우 각 경기자가 선택하는 시점에까지 이르는 과정에서 이루어져야 하는 경기자들의 선택은 이미 주어진 것으로서 현재 전략을 선택하여야 하는 경기자의 선택에 의해서 전혀 영향을 받지 않는다는 점이 특징이다. 이처럼 앞에서 이루어지는 행위가 나중에 이루어지는 선택에 대하여 일방적으로 우세한 위치에 놓이도록 처리된 까닭에 부분경기완전균형은 모든 부분경기에 있어서도 내쉬均衡을 구현하게 된다. 그 결과 실제로 競技가 진행되는 과정에서 비록 현재의 시점까지 이르는 동안 선택된 戰略들이 均衡으로부터 이탈된 것이라고 하더라도 이 이후의 상황 (즉 部分競技)에서 정해지는 均衡은 원래의 部分競技完全均衡에서 정해진대로 결정되는 것이다. 부분경기완전균형을 이루는 전략의 조합은 실제로 선택이 필요한 시점에 이르면 그대로 실현되는 전략으로서 어느 競技者도 部分競技完全均衡의 전략이 아닌 다른 전략을 취할 誘因을 가지지 않는 것이다. 바로 이와 같은 점이 部分競技完全均衡을 自己實現的(self-enforcing)인 균형으로 만든다는 것이 현재의 일반적인 인식이다.

〈그림 1〉의 競技는 部分競技完全均衡이 과연 지금까지 알려진대로 完全情報下 有限展開形競技에서는 항상 自己實現的이겠는가라는 의문의 토대를 제공한다. 물론 甲이 일단 "해약"하고 나면 乙로서는 "순응"하거나 "보복"하거나 간에 같은 보수 4를 얻는다. 그러나 그렇다고 해서 "해약"할 경우 乙이 반드시 "순응"할 것이라고 甲이 믿는다면 이와 같은 믿음이 타당한 것일까? 乙이 "보복"보다 "순응"을 더 選好할 근거는 무엇이란 말인가? 오히려 〈그림 1〉의 경우에는 乙의 選擇이 능히 甲의 선택에 영향을 끼칠 수 있고 이 점을 최대한 이용할 때 乙의 報酬는 4보다 높은 6이 되는 상태이다. 이 경우 甲이 합리적이라면 자신이 "해약"할 경우 乙은 반드시 "보복"할 것이라고 믿어야 할 것이다. 우리가 이와 같은 견해를 받아들인다면 〈그림 1〉의 部分競技完全均衡 (해약, 순응)은 결코 自己實現的이라고 말할 수가 없다. 즉 完全情報下 有限展開形競技라고 하더라도 自己實現的 解를 규정하기 위해서는 部分競技完全均衡의 조건보다 더 강화된 조건이 필요한 것이다. 이 조건은 앞의 例를 논하는 과정에서 드러난 바와 같이 어느 결정마디에서 그 競技者에게(局地的으로) 가장 좋은 선택이 複數일 때 이 競技者가 戰略的으로(strategically) 행동함으로써 그 이전에 이루어지는 다른 競技者들의 선택에 영향을 끼칠 수 있다는 점을 定式化하여야 한다.



〈그림 3〉

문제의 본질을 더 분명하게 부각시키기 위하여 하나의 例를 더 살펴보기로 하자. 〈그림 3〉의 競技는 〈그림 1〉의 競技를 變容시킨 것이다. 이 競技의 내쉬均衡은 (u_1, d_2), (d_1, d_2) 및 (m_1, u_2) 등 3개로서 이들은 각각 部分競技完全均衡이기도 하다. 만약 각 競技者가 각 決定마디에서 局地的으로 最善인 두 가지 選擇을 戰略的으로 활용할 것이라고 본다면 실제로 실현됨직한 상태는 均衡 (m_1, u_2) 뿐이다. 그 까닭은 다음과 같다. 앞 節에서 이미 설명한 바와 같이 決定마디 y에서 乙은 무차별한 두 전략 u_2와 d_2를 전략적으로 활용할 수 있다. 즉 u_2를 선택한다면 甲으로 하여금 m_1을 선택하도록 유인하게 되고 d_2를 선택한다면 甲으로 하여금 m_1을 선택하지 못하도록 견제하는 효과를 얻는 것이다. 甲이 m_1을 선택하는가 또는 그렇지 않은가에 따라서 乙의 報酬는 영향을 받게 되며 〈그림 1〉의 경우에는 甲으로 하여금 m_1을 선택하지 못하도록 견제함으로써 6의 보수를 확보할 수 있었던 것이다. 그러나 〈그림 3〉의 경기에서는 문제가 달라진다. 乙이 甲으로 하여금 m_1을 선택하지 못하도록 견제하는 경우에 甲에게 최선인 선택은 u_1과 d_1의 두 가지가 된다. 만약 甲이 u_1을 선택한다면 乙의 견제는 좋은 전략으로 평가될 것이다. 그러나 만약 甲이 d_1을 선택한다면 乙의 견제행위는 최악의 결과를 초래하게 된다. 그러므로 甲으로서는 乙로 하여금 m_1의 선택을 견제하지 못하도록 (즉 乙로 하여금 u_2를 선택하도록) 효과적으로 위협하는 잠재적 견제수단으로서 d_1의 선택을 전략적으로 활용할 수가 있는 것이다. 乙로서는 甲의 m_1 선택을 견제할 경우 甲이 d_1을 선택하면서 반발해 오는 결과를 믿을 수 밖에 없으므로 乙은 〈그림 1〉의 경우와는 달리 u_2를 전략적으로 선택함으로써 甲으로 하여금 m_1을 선택하도록 유도할 수 밖에 없는 것이며 그 결과 실제의 상황은 (m_1, u_2)로 전개될 것이다.

이 논의를 一般化시켜 보면 다음과 같다. 하나의 展開形競技를 대상으로 하여 쿤(Kuhn)의 方法으로 逆行縮約(backward reduction)시키기로 한다. 이 과정에서 최선의 선택이 複數로 주어지는 최초의 競技者가 나타났다고 하자. 그 決定마디를 x라고 하고 이 競技者가

그 決定마디에서는 局地的으로 무차별한 複數의 最善選擇을 전략적으로 활용할 수 있는 경우와 그 방식을 定型化해 보기로 한다. 첫째, 이 競技者가 어떠한 最善選擇을 취하든 간에 先行競技者의 선택을 결정마디 x로 유인할 수 없다면 이 競技者는 결코 전략적인 행동을 취할 수가 없다. 이 경우 先行競技者로서는 後行競技者의 선택이 무엇이든 간에 결정마디 x에 이르는 선택보다 항상 더 우월한 선택을 보유하고 있다. 따라서 後行競技者의 선택은 아무 의미도 지니지 않는 것이다. 둘째, 이 競技者가 어떠한 最善選擇을 취하든 간에 先行競技者가 항상 결정마디 x를 선택하는 경우이다. 이 경우에는 이 先行競技者보다 한단계 더 앞선 先行競技者의 선택을 보고 판단한다. 만약 한단계 더 앞선 先行競技者가 존재하지 않으면 이 경우에도 後行競技者의 戰略的 選擇은 불가능해진다. 마지막으로 이 競技者가 어떤 最善選擇을 취하면 先行競技者를 결정마디 x로 유인할 수 있고 다른 最善選擇을 취하면 결정마디 x로 오는 선택을 견제할 수 있는 경우이다. 바로 이와 같은 경우에 이 競技者는 實效있는 戰略的 行動을 전개할 수가 있다. 즉 決定마디 x에서 局地的으로는 동등하게 最善이라고 하더라도 全域的으로 볼 때 先行競技者를 x쪽으로 유인하거나 또는 견제하는 것이 더 유리하다면 실제로는 더 유리한 선택을 취하는 것이다. 유인과 견제 가운데 어느 것이 더 유리한가는 견제당할 경우에 先行競技者가 무엇을 선택하는가에 달려 있다. 견제당한 先行競技者에 대하여 最善選擇이 하나 뿐이라면 문제는 간단하다. 그러나 이것이 둘 이상이라면, 그리고 이들 가운데 어느 하나가 선택되면 견제가, 다른 하나가 선택되면 반대로 유인이 後行競技者에게 각각 유리하게 되는 경우라면 先行競技者 또한 전략적인 선택을 시도하게 되는 것이다. 後行競技者가 先行競技者를 유인할 수도 있고 동시에 견제할 수도 있는 경우에는 先行競技者로서는 유인되는 경우에 더 높은 보수를 얻으며 견제당할 때 얻는 보수는 次善에 지나지 않는다. 그러므로 先行競技者는 後行競技者에 의하여 전략적으로 견제당하는 경우에 자신의 최선선택 가운데에서 後行競技者에게 가장 불리한 행동을 선택함으로써 逆견제를 시도하는 전략적 행동을 전개하게 된다. 〈그림 3〉의 경기에서 각 競技者가 이와 같은 원칙 아래 행동한 결과가 균형 (m_1, u_2)를 초래하는 것이다.

이제 逆行的 縮約의 과정에서 최초로 局地的으로 최선인 선택이 複數로 나타나는 決定마디를 x라고 하고 이 마디에서 선택하는 경기자가 현재의 선택에 대한 기준으로 삼는 報酬를 u라고 하자. 그리고 이 경기자의 선택이 이루어지는 직전 단계에서 선택의 주체가 되는 先行競技者가 선택의 기준으로 삼는 報酬를 v라고 하자. 後行競技者의 局地的 最善選擇 가운데 先行競技者의 선택을 마디 x로 유도하는 選擇의 집합을 M_1이라고 하고 x로 오지 못하도록 견제하는 選擇의 집합을 M_2로 표기한다. 그리고 先行競技者의 選擇 가운데 마디 x

로 향하는 선택을 k라고 하고 k가 견제된 상태에서 局地的으로 최선인 선택의 집합을 N으로 표기한다. 실제 先行競技者와 後行競技者가 취하는 선택을 각각 n 및 m으로 표기하면 이후의 모든 선택이 逆行的으로 縮約된 상태에서는 각각 $v(n, m)$ 및 $u(n, m)$으로 표기할 수가 있다. 당연히 $u(k, m)$은 $M_1 \cup M_2$에 속하는 모든 m에 대하여 一定하다. 그리고 M_1이 非空이면 $m \in M_1$일 때 $v(k, m) \geq v(n, m)$의 관계가 모든 $n \in N$에 걸쳐서 성립한다.

決定마디 x에서의 逆行的 縮約, 즉 後行競技者의 선택은 다음과 같이 결정된다.

(1) x가 競技全體의 最初 마디이면 複數의 선택이 그대로 유효하고 이 때의 (순수전략) 균형의 갯수는 x에서의 (순수전략으로서의) 최선선택의 갯수와 일치한다.

마디 x가 최초의 마디가 아니라고 하자.

(2) $M_1 = \phi$이면 마디 x는 축약의 과정에서 제거된다.

(3) $M_2 = \phi$이면 x에서의 複數의 最善選擇이 직전의 先行마디에 그대로 이전된다.

(4) $M_1 \neq \phi$, $M_2 \neq \phi$이라고 하자. 이 경우에 後行競技者의 선택 m이 $m \in M_1$이면 先行競技者의 선택 n은 $n = k$일 것이고 $m \in M_2$이면 $n \in \operatorname{argmin}_{a \in N} u(a, m)$일 것이다. 즉 x로 유도당하면 순응하고 견제당하면 보복할 것이다. 그러므로 後行競技者는

(4-1) $\min_{n \in N} u(n, m) > u(k, m)$, $m \in M_1 \cup M_2$이면 $m^\circ \in \operatorname{argmin}_{b \in M_2} v(n, b)$되는 m°를 선택하여 先行競技者의 k 선택을 견제할 것이고,

(4-2) $\min_{n \in N} u(n, m) \leq u(k, m)$, $m \in M_1 \cup M_2$이면 $m^\circ \in \operatorname{argmax}_{b \in M_1} v(k, b)$ 되는 m°를 선택하여 k 선택을 誘導할 것이다. (여기에서 $u(a, m)$은 $a \neq k$이면 당연히 m에 대해서는 常數이다.)

이제 戰略的 均衡(strategic equilibria)을 定義하기로 한다.

〔定 義〕

完全情報下 有限展開形競技를 쿤의 원칙에 더하여 위의 (1)~(4)의 원칙에 따라서 逆行的으로 縮約시킨다고 하자. 이 때 縮約의 과정에서 이루어진 각 마디別 선택으로 형성되는 戰略의 組合을 戰略的 均衡(strategic equilibria)이라고 부른다.

지금까지의 논의에서 다음의 定理는 自明하다.

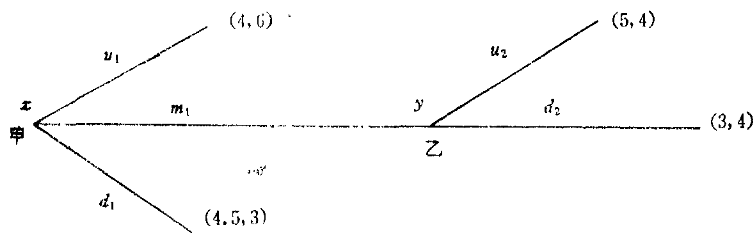
〔定 理〕

完全情報下 有限展開形競技는 반드시 최소한 하나의 戰略的 均衡을 가진다. 그리고 戰略的 均衡은 반드시 部分競技完全均衡이지만 逆의 관계는 성립하지 아니한다.

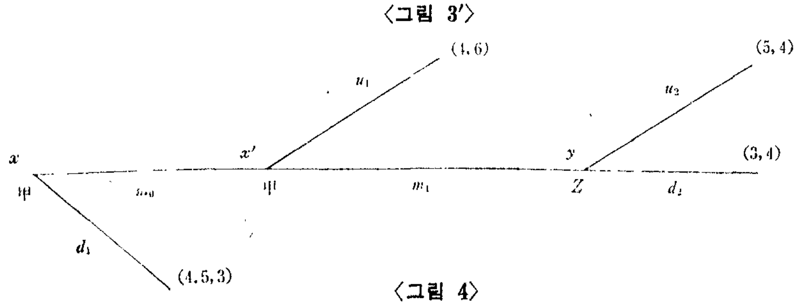
IV. 몇 가지의 고려사항

앞 節에서 소개한 "戰略的 均衡"의 개념은 분명히 部分競技完全均衡의 개념보다 한단계 더 精緻化된 解개념이다. 이 개념은 〈그림 1〉의「敵對的 同業者」의 例에서 보는 바와 같이 不合理한 部分競技完全均衡을 배제시키는 역할을 성공적으로 수행하고 있다. 〈그림 1〉의 경기는 甲을 輸出國으로, 그리고 乙을 輸入先을 다른 나라로 전환시킬 수 있는 상태에서 甲의 開放을 요구하는 輸入國으로 둘 경우의 무역마찰 模型으로 사용될 수도 있을 것이다. 이 절에서는 "戰略的 均衡"의 개념과 관련된 몇 가지 문제를 살펴보기로 한다.

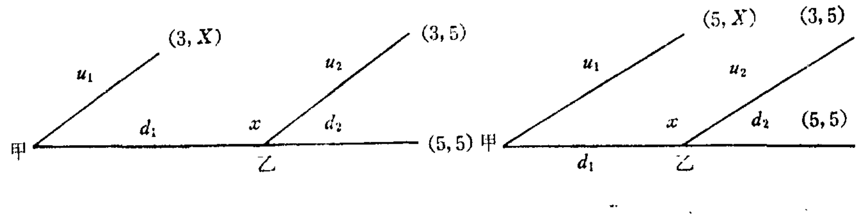
첫째, "戰略的 均衡"은 콜버그—메르땅이 제시하고 있는 조건 가운데 하나인 競技의 本質을 歪曲하지 않는 한도 이내에서는 그 구조를 변경시키더라도 均衡이 변하지 말아야 한다는 조건을 위배한다. 〈그림 4〉의 競技는 〈그림 3′〉의 競技를 變容시킨 것이다. 콜버그—메르땅에 의하면 이 競技의 本質은 〈그림 3′〉의 그것과 다르지 않다. 그러나 〈그림 4〉의 戰略的 均衡은 〈그림 3′〉의 그것과는 判異한 것이다. 즉 이미 알아본 바와 같은 논법으로 조사하면 〈그림 3′〉의 戰略的 均衡은 (m_1, u_2)이다. 그러나 〈그림 4〉의 전략적 균형은 甲이 x에서는 d_1, x'에서는 u_1을 택하고 乙은 d_2를 택하는 것으로 결정된다. 즉 部分競技 x'에서의 戰略的 均衡이 (u_1, d_2)로 결정되기 때문에, 甲의 x에서의 선택은 d_1으로 결정되는 것이다. 〈그림 4〉의 경기에서 甲은 x'에서 乙의 견제를 역견제할 수단을 가지고 있지 않다. 그러므로 이 점을 〈그림 3′〉의 마디 x의 상황과 비교하면 〈그림 4〉가 戰略的 均衡의 視角



〈그림 3′〉



〈그림 4〉



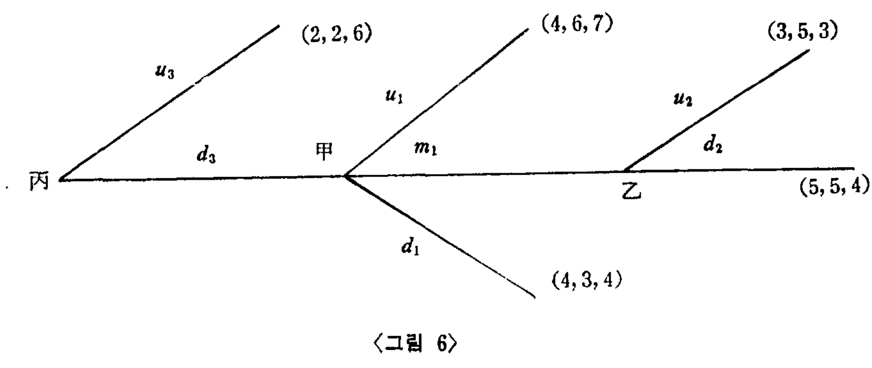
(가) $k \in N$ (나) k와 무차별한 선택의 존재

〈그림 5〉

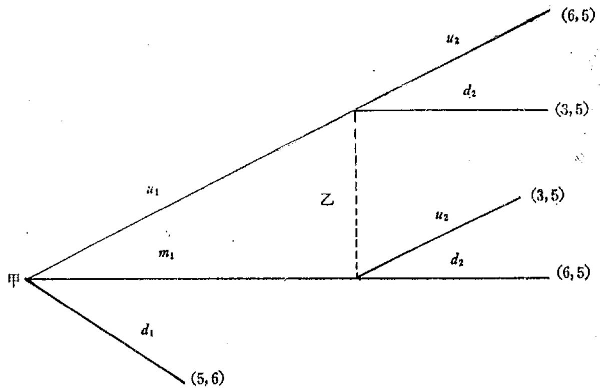
으로는 〈그림 3′〉의 본질까지도 변형시킨 것임을 알 수 있을 것이다.

둘째, 앞 절에서 **戰略的 均衡**을 정의할 때에는 $k \notin N$의 경우와 **先行競技者**가 x로 유인될 때에는 **局地的**으로 k와 무차별한 선택은 없는 경우를 전제하였다. 〈그림 5〉는 이 전제가 타당하지 않은 경우를 보여주고 있다. (가)의 경우는 乙이 u_2를 택하여 甲을 견제하고자 할 때 甲이 국지적으로는 u_1과 d_1을 무차별하게 느끼는 경우이다. 이 때 $X=6$이면 甲은 d_1을 택하여 乙의 견제 의도를 역견제할 것이고 $X=4$이면 u_1을 택하여 역시 역견제하려고 할 것이다. $X \geq 5$이면 (d_1, u_2)와 (d_1, d_2)가 모두 전략적 균형이고 $X<5$이면 (d_1, d_2)가 전략적 균형이다. (나)는 乙이 d_2를 택하여 甲을 x로 유인하고자 할 때 u_1과 d_1이 모두 甲에게 무차별한 경우를 보여 준다. 만약 $X>5$이면 乙은 u_2를 선택함으로써 甲의 d_1 선택을 견제할 것이고 따라서 전략적 균형은 (u_1, u_2)로 결정된다. 만약 $X \leq 5$이면 乙로서는 u_2를 선택할 유인을 잃게 되고 따라서 (u_1, d_2) 및 (d_1, d_2)가 모두 다 전략적 균형으로 된다. 앞 **節**의 **戰略的 均衡**의 **定義**에서 핵심적 역할을 수행한 유인, 견제 및 역견제의 개념을 그대로 적용하면 〈그림 5〉의 경우에서도 "**戰略的 均衡**"이 아닌 **部分競技完全均衡**을 제외시킬 수가 있는 것이다.

셋째, **後行競技者**를 **逆**견제할 필요를 느끼는 **競技者**는 자신의 **先行競技者**를 **效果的**으로 유인 또는 견제할 수 없다는 점이다. 〈그림 6〉은 〈그림 3〉의 경기에다 세번째 **競技者 丙**을



〈그림 6〉



〈그림 7〉

甲의 先行競技者로 추가시킨 경우이다. 報酬벡터는 (甲, 乙, 丙)의 순서로 기술되어 있다. 이 경우 (d_3, u_1, u_2)는 부분경기완전균형으로서 甲이 u_1과 d_1 가운데에서 戰略的으로 행동하여 丙의 선택을 d_3로 유도하는데 성공하였을 때의 결과이다. 그러나 이것은 甲의 선택으로부터 비롯되는 부분경기에서의 전략적 균형 (m_1, d_2)와는 부합되지 아니한다. 즉 현재 甲이 아무리 u_1의 선택을 공언하고 있다 하더라도 정작 실제로 선택할 단계에 이르면 m_1을 선택할 것이 분명한 것이다. 그러므로 〈그림 6〉의 전략적 균형은 (u_3, m_1, d_2)로 귀결되고 만다.

넷째, 戰略的 均衡의 개념은 不完全情報의 경우까지도 확대적용될 수가 있다. 〈그림 7〉의 예를 보자. 이 경우 (u_1, u_2)와 (m_1, d_2)는 모두 順次的 均衡이다. 그러나 이들은 결코 戰略的 均衡일 수가 없다. 즉 乙이 u_2와 d_2를 각각 $\frac{1}{2}$의 確率로 선택하는 混合戰略을 취한다면 이 전략은 乙의 情報集合(information set)에서는 국지적으로 최선이다. 동시에 이 전략은 甲의 선택이 이 情報集合에 이르지 못하도록 效果的으로 저지함으로써 乙에게 5보다 더 높은 6의 보수를 보장해 주는 것이다.

V. 맺 음 말

지금까지 우리는 完全情報下 有限展開形競技를 대상으로 하여 部分競技完全均衡의 개념보다 한층 더 精緻化된 戰略的 均衡의 개념에 대하여 살펴보았다. 전략적 균형의 개념은 어느 情報集合에서 複數個의 최선선택이 주어질 때 힘을 발휘할 수 있다. 개념의 定式化는 完全情報의 競技에서 한결 간단하게 이루어지지만 이 경우에는 그 응용폭이 상대적으로 좁

아든다. 반면에 不完全情報의 競技에서는 각 정보집합에서의 최선선택이 混合戰略으로 주어지는 경우가 허다하다. 즉 무수하게 많은 최선선택이 주어지는 것이다. 그러므로 본 연구의 결과를 不完全情報의 경우까지 성공적으로 확대적용하는 후속연구가 성공한다면 均衡概念을 精緻化하는 연구에 뜻있는 기여를 제공할 것이라고 믿는다.

參 考 文 獻

Cho, I.K., and Kreps, D.M., "More Signalling Games and Stable Equilibria", Mimeo, Stanford University, 1985.

Kohlberg, E., and Mertens, J.F., "On the Strategic Stability of Equilibria", ***Econometrica***, Vol. 54, 1986:1003-37.

Kreps, D., "Signalling Games and Stable Equilibria", Mimeo, Stanford University, 1984.

Kreps, D., and Wilson, R., "Sequential Equilibria", ***Econometrica***, Vol. 50, 1982:863-94.

Myerson, R.B., "Refinement of the Nash Equilibrium Concept", ***International Journal of Game Theory***, Vol. 7, 1978:73-80.

Selten, R., "Reexamination of the Perfectness Concept for Equilibrium Points in Extensive Games", ***International Journal of Game Theory***, Vol. 4, 1975:25-55.

van Damme, E., "A Relation between Perfect Equilibria in Extensive Form Games and Proper Equilibria in Normal Form Games," ***International Journal of Game Theory***, Vol. 13, 1984:1-13.