

# Developing an Equilibrium Analysis Model of Cartel Game under Leniency Programs

Jihyun Park · Suneung Ahn<sup>†</sup>

Department of Industrial and Management Engineering, Hanyang University

## 자진신고자 감면제도하의 담합 게임에 대한 균형분석모형 개발

박지현 · 안선웅<sup>†</sup>

한양대학교 산업경영공학과

This study is to develop a mathematical analysis model to grasp the behaviors of cartels. Cartels are formed tacitly and cause tremendous damage to consumers in modern society which is composed of advanced industry structure. The government authorities have instituted the leniency programs to respond cartels. However, cartels will continue unless there are legal sanctions against cartels based on an accurate analysis of leniency programs. The proposed cartel equilibrium analysis model is a mathematical behavior model which is based on the existing methods and the prison's dilemma of game theory. Therefore, the model has a form of pay off matrix of two players. We use a iterated polymatrix approximation (IPA) method to deduct a Nash equilibrium point. The model is validated by an empirical analysis as well.

**Keywords** : Cartel, Leniency Program, Prison's Dilemma, Iterated Polymatrix Approximation

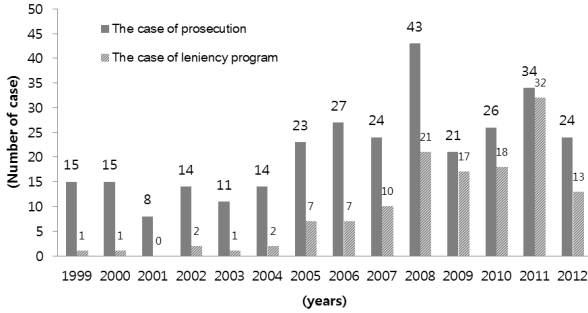
### 1. 서 론

현대사회에서 시장의 형태 가운데 소수 기업이 상품을 공급하는 시장을 과점(oligopoly)시장이라 한다. 자동차, 석유제품, 약품 등의 상품시장들이 이에 해당하는데 산업의 특성상 높은 진입 장벽이 존재하기 때문에 과점 시장이 유지되고 있다. 과점시장 내에서는 한 기업이 전략적 선택을 할 때, 경쟁자의 전략을 중요한 기준으로 삼는다. 이런 이유로 경쟁적 상황에 놓이게 되면, 가격 경쟁이 불가피하다. 이와 같은 상황에서는 기업이 경쟁하기보다 담합을 통해 이익을 추구하는 경향이 있다. 담합은 암묵적으로 형성된다는 특성 때문에 경쟁 당국은 이

를 적발하기가 힘든 실정이고, 현대사회에서 담합은 시장가격 상승이라는 측면에서 소비자에게 경제적 피해를 준다[1].

세계 각국은 담합에 대한 대응수단으로 자진신고자 감면제도(leniency programs)를 도입했다. 자진신고자 감면제도하에서의 담합상황은 균형게임(equilibrium game)으로 설명할 수 있다[8, 14]. 과점시장에서 담합상태가 균형이면 기업들은 균형상태를 유지하려고 할 것이다. 그러나 매년 담합 적발확률, 각 기업의 매출상황, 과징 비율이 변하기 때문에, 개별 기업들은 자진신고를 하려고 하고 균형상태는 붕괴할 가능성이 커질 수 있다. 이러한 원리를 이용하여 경쟁법 집행이 활발한 국가에서는 대부분 자진신고자 감면제도를 중요한 담합적발 수단으로 사용하고 있다[8, 9, 10]. 한국도 그 중요성을 인식하여 1996년에 자진신고자 감면제도를 처음 도입하였고 이후 담합 집행의

핵심수단으로 사용하고 있다. 2005년 이후에는 자진신고자 감면제도의 적용 대상 및 과정 비율이 커지면서 <Figure 1>과 같이 자진신고자 감면제도를 활용한 사건 수가 지속해서 증가하고 있다[6, 10].



<Figure 1> Application Number of the Leniency Programs in Korea

한국에서 담합과 자진신고자 감면제도에 대한 판단과 처벌은 공정거래법에 기초한다. 공정거래법에서 담합은 ‘사업자가 상호 간의 경쟁을 회피하기 위해 다른 사업자와 공동으로 가격을 결정하거나 인상하기도 하고, 시장을 분할하기도 하며, 출고를 조절하는 등의 내용으로 합의하여 부당하게 경쟁을 제한하는 행위’라고 규정한다[5]. 본 연구에서는 담합의 정의로 ‘가격상승으로 소비자의 피해를 유발하는 모든 행위’라고 하고, 가격상승의 관점으로 접근한다.

자진신고자(declarer)에 대한 공정거래법은 ‘조사가 시작되기 전에 당국에 자진해서 정보를 주는 자’라고 규정한다[5]. 특히 한국에서는 자진신고자를 두 가지로 구분한다. 정보 제공 신고자(declarer)는 조사 전에 경쟁 당국에 자진신고하는 기업이고, 조사 협조자(cooperator)는 경쟁 당국의 조사에 도움을 주는 기업이다. 첫 번째 신고자와 두 번째 신고자 사이의 신청경쟁을 부추기는 것이 자진신고자 감면제도의 핵심이다. <Table 1>과 같이 한국은 자진신고자 감면제도를 도입한 이래, 자진신고자 감면 비율은 첫 번째 신고자는 100%, 두 번째 신고자는 50%이다. 그러나 2012년에 개정된 공정거래법에 따르면 두 기업의 담합사건에 대해서 첫 번째 신고자만 감면 혜택을 받게 개정되었다[5, 13].

경제학에서는 과점모형 중 복점(duopoly)모형에 대한 연구가 주로 이뤄졌다. 복점은 시장 내 경쟁기업이 둘인 경우로 복점시장인 경우 과점시장의 문제를 단순화시켜 경쟁 상황을 분석해 볼 수 있다. 대표적인 연구로 프랑스의 수학자이자 경제학자인 Cournot는 수량 결정식 복점 경쟁모형을 제시하였고, Bertrand은 가격 결정식 복점 경쟁모형을 제시하였다[16]. 최근 자진신고자 감면제도에 대

<Table 1> Amnesty Rate of Leniency Program in Korea

Type	First applicant		Second applicant	
	Declarer	Cooperator	Declarer	Cooperator
Before 2005	75% Amnesty	Not applicable	Not applicable	Not applicable
Current	100% Amnesty	100% Amnesty	50% Amnesty	50% Amnesty

한 관심에 따라 담합에 대한 수리적인 접근이 연구의 흐름이 되고 있으며, 대표적인 연구로 Motta and Polo[12], Aubert et al.[1], Harrington[8], Miller[11], Brenner[3] 등이 있다. Motta and Polo[12]는 비용 관점에서 최적의 자진신고자 감면제도에 대한 수리적인 모형을 통해, 경쟁 당국의 적발능력이 뛰어나다면 자진신고자 감면제도는 불필요하다는 결론을 도출하였다[12]. Aubert et al.[1]는 자진신고자 감면제도의 효과와 신고를 하는 개인에 대한 보상을 같이 실시하면 자진신고자 감면제도를 이용하는 사건이 증가하는 효과에 대한 수리적 모형을 도출하였다[1]. Harrington[8]은 자진신고자 감면제도의 세 가지 효과를 고려한 유인 양립 제약(incentive compatibility constraint) 모형을 도출하였다[8]. Miller[11]는 담합형성 확률, 적발력, 억지력을 고려한 Markov transition process 모형을 수립하여 미국 법무부(Department of Justice)자료를 사용하여 담합사건에 대해 시계열 분석하였다. 이를 통하여 자진신고자 감면제도의 변화에 따른 효과를 분석하였다[11]. Brenner[3]는 선형회귀모형을 유럽위원회(European Commission)에 의해 기소된 61건의 담합사건을 이용해 분석하였다. 이를 통해 자진신고자 감면제도가 담합 조사비용과 효율성에 미치는 효과와 자진신고자 감면제도가 담합 안정성에 미치는 효과에 대해 분석하였다[3].

Harrington[8], Aubert et al.[1], Motta and Polo[12], Miller[11]와 같은 기존의 연구에서는 적발확률과 과정 비율의 변화에 따른 이익의 변화를 기준으로 담합과 자진신고에 대한 균형게임을 분석하였다[1, 8, 11, 12]. 본 연구에서는 기존 모형에 추가로 담합에 참여하는 기업들의 전략을 고려한 담합균형게임을 분석하기 위한 수리적 모형을 개발한다. 개발한 모형을 현실적 담합 사례에 적용하여 그 타당성을 검증한다.

## 2. 담합 균형분석모형

### 2.1 수학적 행동 모형

본 연구에서 고려하는 담합에 대한 수리적 행동 모형은 Harrington[8] 모형과 Aubert et al.[1] 모형을 바탕으로

한다. Aubert et al.[1]은 담합으로 기소되고 위법으로 판결될 확률을 고정했고[1], Harrington[8]은 이 확률의 변화에 따른 담합과 자진신고 균형을 분석하였다. 또한, 자진신고자 감면제도가 담합 형성과정에 미치는 효과를 세 가지로 정리하였다. 첫째 효과는 ‘이탈자 사면 효과(Deviator Amnesty Effect)’이다. 담합은 참여 기업들의 공동 이익을 목적으로 하지만, 개별 기업의 측면에서는 자진신고와 같은 이탈행위로 얻는 이득이 더 큰 것을 나타낸다. 둘째 효과는 ‘카르텔 사면 효과(Cartel Amnesty Effect)’이다. 담합에 대한 조사가 시작되면서 담합기업을 자진신고 함으로써 과징금의 기대치를 낮출 수 있는 것을 나타낸다. 마지막 효과로는 ‘자진신고 경쟁 효과(Race to the Courthouse Effect)’이다. 자진신고를 통한 과징금 감면 같은 혜택이 있다면 담합 참여기업은 우선적으로 자진신고하기 위해 경쟁 효과를 나타낸다[8].

자진신고 감면제도가 있는 담합 균형분석 모형의 메커니즘은 다음과 같이 표현할 수 있다. 시간적인 개념을 도입하여, 기간 n에 동일 업종의  $m (\geq 2)$ 개 기업이 담합에 참여함으로써 얻는 총 기대이익을  $A_n (> 0)$ , 동일 기간에 경쟁 당국에 의한 담합 적발확률은  $\rho_n \in (0, 1)$ 이라 하고, 적발 시 기대되는 과징금을  $K_n (\geq 0)$ 이라고 정의한다. 담합 적발확률에 대한 정의는 Harrington[8]의 연구에서 찾아볼 수 있다. 해당연구에서 담합 적발확률을 조사가 시작될 때 기소가 될 확률로 정의하였다[8]. 이를 근거로 본 연구에서는 담합으로 접수된 사건 중 적발된 사건의 비율을 담합 적발확률로 정의한다.

$$\text{기간 } n \text{의 담합적발확률}(\rho_n) = \frac{\text{기간 } n \text{에 적발된 사건 수}}{\text{기간 } n \text{에 접수된 사건 수}}$$

담합 적발확률 산출을 위해 다음 두 가지를 가정한다. 첫째, 담합사건은 업종단위에서 발생한다. 동일 업종 내 담합은 두건 이상 발생할 수 없고, 업종 내 모든 기업이 참여한다. 실제로 담합사건은 과점 업종의 모든 기업이 참여하는 방식으로 발생하였다. 둘째, 한 해 동안의 한 업종에서 발생한 담합은 한 건의 담합사건으로 인정한다. 모든 담합사건은 적발이 되면 시정조치를 받게 되어 경쟁체제로 변하게 된다. 이는 경제학 용어로 방아쇠 전략 (grim trigger strategy)이라 하고 반복되는 죄수의 딜레마 게임에 주로 사용한다. 예를 들어 협력을 지속해서 유지하고 있을 때 한 참가자가 협력에 이탈하면, 해당게임은 다시 이루어지지 않는 가정이다[8].

총 기대이익은 담합 시작 시점부터 매기간 누적하여 증가하고, 적발확률과 과징금은 매기간 변한다. 자진신고자 감면제도가 있는 상황에서 담합을 유지할 때 참여기업의 기대 순이익( $\pi_{C,n}$ )은 미래의 적발에 대한 리스크

를 포함하여 표현한다.

$$\begin{aligned} & \text{담합 유지 시 기대 순이익}(\pi_{C,n}) \\ & = \text{기대이익} - (\text{담합 적발확률} \times \text{과징금}). \end{aligned}$$

이를 수식으로 표현하면, 기간 n에 담합 적발시 기업의 기대순이익( $\pi_{C,n}$ )은 식 (1)과 같이 표현한다. 식 (1)에서  $\mu \in [0, 1]$ 는 일년 중에 담합이 중단되었을 때 담합한 기간에 해당하는 비중이다.

$$\pi_{C,n} = \sum_{i=1}^{n-1} A_i + \mu A_n - \rho_n \left( \sum_{i=1}^{n-1} K_i + \mu K_n \right). \quad (1)$$

자진신고 감면제도가 있는 상황에서 담합 참여기업이 자진 신고시 가질 수 있는 기대 순이익( $\pi_{D,n}$ )은 자진신고자로 인정받지 못할 리스크를 고려하여 표현한다.

$$\begin{aligned} & \text{자진신고 시 기대 순이익}(\pi_{D,n}) \\ & = \text{기대이익} - (\text{자진신고자로 인정받지 못할 확률} \times \text{과징금}). \end{aligned}$$

수식으로 표현하면, 기간 n에 자진신고 시 기업의 기대순이익( $\pi_{D,n}$ )은 식 (2)와 같이 표현된다. 식 (2)에서  $\phi \in (0, 1)$ 는 담합 참여 기업들이 동시에 자진신고를 할 때, 한 기업 입장에서 자진신고자로 인정받지 못할 확률이다.

$$\pi_{D,n} = \sum_{i=1}^{n-1} A_i + \mu A_n - \phi \left( \sum_{i=1}^{n-1} K_i + \mu K_n \right). \quad (2)$$

자진신고 시 기업의 기대순이익에 관한 식에서 자진신고자로 인정받지 못할 확률은 Harrington[8] 연구에서 찾아볼 수 있다. 자진신고로 인한 과징금 감면율이  $\theta$ 일 때, Harrington[8]은 파레토 지배(Pareto dominance)성질을 이용하여 담합 참여 기업들이 동시에 자진신고를 할 때, 자진신고자로 인정받지 못할 확률로 식 (3)으로 정의하였다[8].

$$\phi = \left(1 - \frac{1}{m}\right) + \frac{1-\theta}{m}$$

순이익과 과징금에 대한 직접적인 자료를 사용하는 대신에 매출액을 기준으로 순이익과 과징금을 추산하여 사용하는 경우가 많다. 순이익과 과징금을 매출액 기준으로 나타내면 식 (4)와 식 (5)와 같다. 기간 n에 담합 참여기업의 매출액은  $S_n (\geq 0)$ , 영업이익률은  $r_n \in (0, 1)$ , 매출액에 대비하여 과징비율은  $k_n \in (0, 1)$ 이라 할 때, 총 기대이익( $A_n$ )은 순이익으로 매출액과 영업이익률의 곱,

과징금( $K_n$ )은 매출액과 과징비율의 곱으로 표현한다.

$$A_n = S_n \times r_n \quad (4)$$

$$K_n = S_n \times k_n \quad (5)$$

자진신고 감면제도가 있을 때, 담합 참여 기업은 자진 신고 시 기대 순이익( $\pi_{D,n}$ )이 담합유지 시 기대 순이익( $\pi_{C,n}$ )보다 클 경우 자진신고자 감면제도를 신청하려 한다. 이로부터 기간  $n$ 에 담합 적발확률( $\rho_n$ )의 범위가 결정된다. 자진신고로 전략을 바꾸게 되는 담합 적발확률 값( $\bar{\rho}_n$ )보다 담합 적발확률( $\rho_n$ )이 클 때, 담합 참여 기업들은 자진 신고자 감면제도를 신청하려고 경쟁할 것이다. 따라서 자진신고자 감면제도가 존재하는 경우 담합 참여기업의 기대 순이익( $\pi_{C,n}^L$ )은 자진신고 시 기대순이익과 담합유지 시의 기대순이익의 합을 식 (6)과 같다.

$$\begin{aligned} \pi_{C,n}^L &= P(\rho_n \geq \bar{\rho}_n)\pi_{D,n} + [(1 - P(\rho_n \geq \bar{\rho}_n)) \times \pi_{C,n}] \quad (6) \\ &= P(\rho_n \geq \bar{\rho}_n) \times [\sum_{i=1}^{n-1} A_i + \mu A_n - \phi(\sum_{i=1}^{n-1} K_i + \mu K_n)] \\ &\quad + [(1 - P(\rho_n \geq \bar{\rho}_n)) \times [\sum_{i=1}^{n-1} A_i + \mu A_n - \rho_n(\sum_{i=1}^{n-1} K_i + \mu K_n)]]. \end{aligned}$$

## 2.2 죄수의 딜레마 게임이론

균형게임이론에서 과징금 감면혜택이 커지면 상대방의 자진신고 여부와 상관없이 자진신고를 하는 것이 담합참여기업의 우월전략(dominant strategy)이 될 수 있다. 이 경우 담합 참여 기업이 자진신고 전략을 선택하는 여부는 죄수의 딜레마(prisoner's dilemma)문제의 구조가 된다. 죄수의 딜레마 문제에서는 두 명의 죄인이 자백(confession)과 묵인(connivance) 두 가지 전략을 두고 상대방의 전략을 예측하여 자신에게 최선의 결과가 나오도록 선택하는 방법론에 대한 것이다. 이 경우에 참여자가 받을 수 있는

<Table 2> Interrelation between Prisoner's Dilemma and Leniency Program

	Prisoner's dilemma	Leniency program
Game presenter	Police	Antitrust authority
Game players	Prisoners	Cartel companies
Strategy	Confession	Declaration
	Connivance	No declaration

이익의 수준을 보상 매트릭스(payoff matrix) 형태로 표현하고, 두 죄인의 최적의 전략을 내쉬 균형점(Nash equilibrium point)이라 한다[15]. 죄수의 딜레마와 자진신고자 감면제도가 기업의 담합 상황은 <Table 2>와 같이 연관성을 가진다[8]. 특히, Axelrod[2]는 반복적 죄수의 딜레마(iterated prisoner's dilemma) 상황에서 협력행위의 변화와 연관성에 대해 행위자 기반모형(agent-based model)으로 분석하였다[2].

본 연구의 담합분석 모형은 담합의 수학적 행동 모형과 죄수의 딜레마 게임이론을 연관시킨 모형으로 <Table 3>과 같이 복점시장의 기업 A와 기업 B에 대한 보상 매트릭스가 구성된다. 본 연구에서는 담합상황을 단순화시키기 위해 과점 모형 중 복점모형만을 가정한다. 모형에서 변수  $\theta_n$ 는 기간  $n$ 에 과징금 감면비율로 자진신고자로 인정되었을 때 적용한다. 두 기업이 자진신고를 할 확률( $p_n, q_n$ )은 제 2.1절의 수리적 행동 모형에서 기업 A와 기업 B에 대해  $\rho_n$ 가  $\bar{\rho}_n$ 보다 클 확률, 즉  $P(\rho_n \geq \bar{\rho}_n)$ 을 가리킨다.

본 연구에서는 보상매트릭스의 내쉬 균형점 풀이를 위해 Govindan and Wilson[7]의 연구인 IPA(iterated polymatrix approximation) 기법을 사용한다. 일반적 내쉬 균형점 도출을 위해 호모토피 연속화(homotopy continuation) 기법과 다자게임으로 확장된 방법인 글로벌뉴턴기법(global Newton method)을 주로 사용한다. 그러나 Govindan and Wilson [7]에 따르면 호모토피 연속화 기법은 둘 이상의 다자게

<Table 3> Payoff Matrix in Duopoly Market

	Declaring of company B( $q_n$ )	No declaring of company B( $1 - q_n$ )
Declaring of company A ( $p_n$ )	$(\sum_{i=1}^{n-1} A_i + \mu A_n - \phi(\sum_{i=1}^{n-1} K_i + \mu K_n), \sum_{i=1}^{n-1} A_i + \mu A_n - \phi(\sum_{i=1}^{n-1} K_i + \mu K_n))$	$(\sum_{i=1}^{n-1} A_i + \mu A_n - (1 - \theta_n)(\sum_{i=1}^{n-1} K_i + \mu K_n), \sum_{i=1}^{n-1} A_i + \mu A_n - (\sum_{i=1}^{n-1} K_i + \mu K_n))$
No declaring company A ( $1 - p_n$ )	$(\sum_{i=1}^{n-1} A_i + \mu A_n - (\sum_{i=1}^{n-1} K_i + \mu K_n), \sum_{i=1}^{n-1} A_i + \mu A_n - (1 - \theta_n)(\sum_{i=1}^{n-1} K_i + \mu K_n))$	$(\sum_{i=1}^{n-1} A_i + \mu A_n - \rho_n(\sum_{i=1}^{n-1} K_i + \mu K_n), \sum_{i=1}^{n-1} A_i + \mu A_n - \rho_n(\sum_{i=1}^{n-1} K_i + \mu K_n))$

임에서는 오류가능성이 높은 비선형(nonlinearity)을 따르고, 글로벌뉴턴기법은 균형점이 복수개의 균형점을 도출하는 단점이 있다고 하였다. Govindan and Wilson[7]의 IPA 기법은 기간에 따른 각 단계를 혼합 전략(mixed strategy profile)을 고려한 Polymatrix 형태로 표현하여 내쉬 균형점을 도출하는 방법이다. Polymatrix 형태는 선형성(linearity) 풀이 적합 때문에 Lemke-Howson algorithm을 적용할 수 있다[7]. Lemke-Howson algorithm은 일반적으로 bimatrix 게임에서 내쉬 균형점도출을 위한 유용한 방법론으로 선형성 풀이에 적합하다. 각 단계를 Lemke-Howson algorithm으로 계산하고, 결과값은 균형점의 근사치(approximation)로 수렴할 때까지 반복하여 실행한다. IPA 기법은 기존의 내쉬 균형점 방법론인 글로벌 뉴턴 기법보다 빠르고 정확한 균형점을 도출할 수 있다[7]. IPA 기법의 반복성과 다자게임에 적합한 특성 때문에, 시간의 흐름에 따른 상대방의 전략에 영향을 많이 받는 담합게임에 적용하기 적합하다.

### 3. 담합분석모형 적용

본 연구의 담합분석 모형의 실험에 사용된 사례는 2007년 공정거래위원회에서 판결한 기업 A, 기업 B의 황동봉 부당한 공동행위에 대한 사건에 적용한다. 황동봉(brass bar)은 구리와 아연의 합금을 봉형태로 만들어 놓은 것으로서 반도체, 전기, 전자, 자동차, 기계, 건축, 화학, 철강, 조선 등 산업 전반에 중간 원자재를 공급하는 기초소재다. 그러므로 황동봉 산업의 담합행위는 제조업체, 판매업체, 소비자 등 산업 전반에 큰 영향을 준다. 황동봉의 국내 시장규모는 2007년도 판매량을 기준으로 약 95,000톤(약 5,200억 원)으로 A, B 두 기업은 전체 시장의 70% 이상의 판매량을 점유하고 있는 과점이면서 복점 산업이다. <Table 4>는 한국 금융감독원의 공시자료를 이용하여 1999~2007년까지 9년 동안의 담합을 한 A, B 두 기업의 매출액과 예상 순이익과 과징금을 산출한 값을 나타낸다. 본 사건은 2004년 4월 1일에 개정된 ‘독점규제 및 공정거래에 관한 법률 시행령’에 따라서 자진신고자에 대한 감면비율은 75%을 적용한다[5].

<Table 5>는 공정거래위원회의 자료를 이용하여 1999~2007년 동안의 담합 적발확률을 추정한 것이다. 자진신고자로 인정받지 못할 확률은 담합 참여기업이 2개이고 과징금 감면비율은 75%을 식 (3)에 대입함으로써 0.675라는 결과가 나온다.

<Table 4>와 <Table 5>의 정보를 이용하여 <Table 3>의 복점시장의 매트릭스에 대입하여 IPA기법을 이용한 자진신고 확률을 계산하면 <Table 6>과 같다.

<Table 4> Data of Cartel Companies

Years	Company	Sales(won)	Operation profit rate(%)
1999	A	57,934,000,000	12.5903
	B	102,102,000,000	7.7806
2000	A	61,150,000,000	15.4495
	B	105,435,000,000	9.6987
2001	A	53,865,000,000	13.1425
	B	120,448,000,000	4.6275
2002	A	59,095,000,000	9.7473
	B	144,506,000,000	4.3361
2003	A	63,215,000,000	8.4235
	B	170,192,000,000	3.8647
2004	A	78,038,000,000	7.6042
	B	276,682,000,000	3.2547
2005	A	92,697,000,000	6.7372
	B	308,661,000,000	2.5149
2006	A	129,470,000,000	7.3348
	B	486,788,000,000	4.0116
2007	A	142,277,000,000	3.8777
	B	504,576,000,000	1.4967

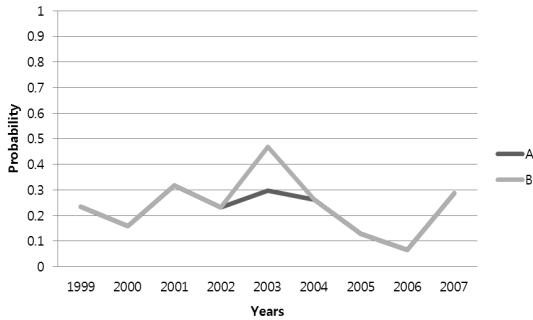
<Table 5> Annual Detection Probability of Cartel

Years	Number of reported cases	Number of imposed cases	The detection probability of cartel
1999	93	14	0.1505
2000	74	14	0.1891
2001	81	8	0.0987
2002	79	12	0.1518
2003	89	10	0.1123
2004	89	12	0.1348
2005	79	16	0.2025
2006	88	20	0.2272
2007	118	14	0.1186

<Table 6> Annual Probability of Voluntary Report by Using IPA Method

Years	Company A	Company B
1999	0.2343	0.2343
2000	0.1576	0.1576
2001	0.3176	0.3176
2002	0.2319	0.2319
2003	0.2975	0.4683
2004	0.2616	0.2616
2005	0.1274	0.1274
2006	0.0654	0.0654
2007	0.2878	0.2878

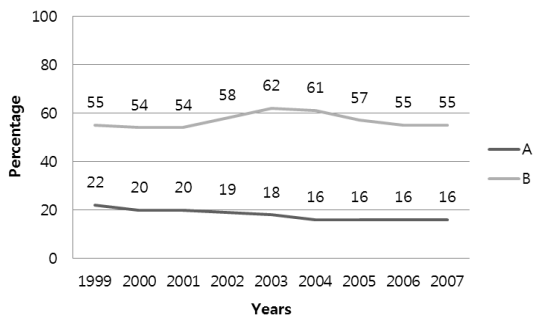
<Figure 2>은 <Table 6>를 도식화한 것으로 기업 A와 기업 B의 9년 동안의 자진신고 확률이다. 특이한 점은 2003년을 제외하고 두 회사의 수치가 동일한 것을 알 수 있다.



<Figure 2> Annual Probability of Voluntary Report

담합이 유지되는 것이 게임이론에서의 균형이라면 기업들은 담합을 형성하고, 균형을 유지하려 할 것이다. 경쟁 당국의 담합의심으로 인한 조사를 받고 유죄로 판결될 확률이 매 기간 변화해 되면서 자진신고로 인한 담합이 붕괴하면 균형이 무너지는 것이 담합게임의 핵심이다. 실제로 본 사건은 1999~2007년까지 장기 담합사건으로 2007년 익명의 신고로 조사가 착수된 후, 동일한 날에 기업 B와 기업 A 순으로 자진신고를 한 사건으로 종결되었다.

기존연구에 따르면 담합의 안정성을 위해서 산업 집중도와 시장점유율이 가장 큰 변수로 작용하는 것으로 나타났다[4]. <Table 6>과 같은 자진신고 확률의 결과에 대한 원인을 두 기업의 시장점유율 추이에서 확인할 수 있다. 두 기업의 시장점유율 추이에 대해 나타낸 <Figure 3>에서 1999~2002년 동안 일정했던 시장점유율이 2003년에 큰 폭으로 변화하게 된다. 기업 B 입장에서 시장점유율을 격차가 벌어졌을 때 자진신고를 하게 된다면 기업A는 과징금을 받게 되고 그로 인한 시장점유율의 격차를 더 벌릴 수 있었을 것이다. 그러나 실제로 조사하지 않았고 장기 담합으로 지속하였다.



<Figure 3> Change of Market Share

결론적으로 시장점유율과 자진신고 확률의 관계를 고려하면 본 연구의 담합게임의 균형분석 모형은 타당하다.

### 4. 결 론

본 연구에서는 기존 담합과 자진신고자 감면제도에 관한 연구인 Harrington[8], Aubert et al.[1]을 이용하여 수학적 행동모형인 게임이론을 이용하여 IPA(iterated poly-matrix approximation) 방법을 통해 내쉬 균형점 도출방법인 담합 균형분석모형을 개발하였다. Harrington[8] 연구를 근거로 모형 개발에 필요한 변수인 담합 적발확률과 자진신고자로 인정받지 못할 확률을 도출하였다. 담합분석 모형을 실제 사례를 통해 검증하기 위해 공정거래위원회 자료를 이용하여 실제 담합 적발확률과 자진신고자로 인정받지 못할 확률을 도출하였다. 실제 사례에 적용하여 의미 있는 결론을 도출하였다. 그러나 담합이라는 상황이 다양한 변수들이 존재할 수 있기 때문에 두 가지를 가정하였다. 담합 적발확률과 자진신고자로 인정받을 확률은 매년 새로운 값을 갖게 된다. 결국, 이러한 변수 도출을 위해 시간의 개념을 도입한 수리적 방법론을 도입하여 모델을 수립한다면 정교한 담합 균형분석모형이 될 것이다. 또한, 담합은 복점뿐만 아니라 소수의 기업이 점유하는 과점에서도 많이 발생한다. 따라서 추후 연구로는 과점모형으로 확장할 수 있다.

자진신고자 감면제도의 목적은 담합을 억제하는 것이다. 개발된 모형을 바탕으로 경쟁 당국은 담합 적발확률을 높이거나 감면을 변화를 통해 실질적 담합횟수를 줄이는 방향으로, 기업은 담합에 대한 순이익을 분석함으로써 의사 결정에 활용할 수 있다. 최근에는 자진신고자 감면제도의 보완으로 새로운 제도가 도입되고 있다. 대표적인 것이 담합을 줄이기 위해 추진 중인 추가감면(amnesty plus)제도와 징벌적 손해배상제도, 집단소송제도로, 정부는 추가적인 정책 보완과 연구가 필요할 것이다.

### Acknowledgement

This work was supported by the National Research Foundation of Korea Grant funded by the Korean Government [NRF-2013-S1A5B5A01-2012R1A1A2005401].

### References

[1] Aubert, C., Rey, P., and Kovacic, W.E., The Impact of Leniency and Whistle-Blowing Programs on Cartels. *International Journal of Industrial Organization*, 2006,

- Vol. 24, No. 6, p 1241-1266.
- [2] Axelrod, R.M., *The Complexity of Cooperation : Agent-Based Models of Competition and Collaboration*, Princeton University Press, New Jersey, USA, 1997.
- [3] Brenner, S., An Empirical Study of the European Corporate Leniency Program. *International Journal of Industrial Organization*, 2009, Vol. 27, No. 6, p 639-645.
- [4] Dick, A.R., When are Cartels Stable Contracts?. *Journal of Law and Economics*, 1996, Vol. 39, No. 1, p 241-283.
- [5] Fair Trade Commission, *Fair Trade White Paper, 2013.*, Fair Trade Commission, Sejong, Korea, 2013.
- [6] Fair Trade Commission, *Performance and Tasks of Enforcement Leniency Programs for 11 Years.*, Fair Trade Commission, Seoul, Korea, 2009.
- [7] Govindan, S. and Wilson, R., Computing Nash Equilibria by Iterated Polymatrix Approximation. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 2004, Vol. 28, No. 7, p 1229-1241.
- [8] Harrington, J.E., Optimal Corporate Leniency Programs. *The Journal of Industrial Economics*, 2008, Vol. 56, No. 2, p 215-246.
- [9] Kim, H.S. and Nahm, J.H., Several Topics in Cartel Leniency Program Implementation. *The Review of Applied Economics*, 2010, Vol. 12, No. 2, p 21-48.
- [10] Kwon, N.H., An Economic Analysis of Leniency in Korea. *The Korean Journal of Industrial Organization*, 2010, Vol. 18, No. 4, p 41-73.
- [11] Miller, N.H., Strategic Leniency and Cartel Enforcement. *The American Economic Review*, 2009, Vol. 99, No. 3, p 750-768.
- [12] Motta, M. and Polo, M., Leniency Programs and Cartel Prosecution. *International Journal of Industrial Organization*, 2003, Vol. 21, No. 3, p 347-379.
- [13] Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), *Leniency for Subsequent Applicants. Competition Policy Roundtables*, OECD Competition Committee, Paris, France, 2012.
- [14] Spagnolo, G., Divide et impera : Optimal Leniency Programs. CEPR Discussion Papers, 2004, No. 4840.
- [15] Rhee, M.H. and Cho, H.R., Game Theoretic Analysis of the Direct Marketing Channel Strategy of a Manufacturer. *Journal of the Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 2009, Vol. 32, No. 3, p 168-177.
- [16] Vives, X., Duopoly Information Equilibrium : Cournot and Bertrand. *Journal of Economic Theory*, 1984, Vol. 34, No. 1, pp. 71-94.