

주파수의 경제적 가치를 고려한 할당대가 산정기준 분석

장희선^{1*} · 여재현² · 이광희³ · 최기석⁴

¹평택대학교 경상학부 / ²정보통신정책연구원 통신방송정책연구실

³한국전자통신연구원 기술전략연구부 / ⁴한국외국어대학교 산업경영공학부

Analysis of Radio Spectrum Charges based on Economic Value

Hee-Seon Jang¹ · Jae-Hyun Yeo² · Kwang-Hee Lee³ · Ki-Seok Choi⁴

¹Div. of Business Administration, Pyeongtaek University, 111 Yongyi-dong, Pyeongtaek 450-701, Korea

²Div. of Communications & Broadcasting Policy, Korea Information Society Development Institute, Gwacheon 420-710, Korea

³Div. of Technology Strategy, Electronics and Telecommunicaitons Research Institute, Daejeon 305-700, Korea

⁴School of Industrial & Management Engineering, Hankuk University of Foreign Studies, Yongin 449-791, Korea

The determination of spectrum charges for the operators is a main issue to efficiently manage the limited radio spectrum resources. In this paper, we propose a model to compute the optimal charges for radio spectrum usage. The objective is to determine that will maximize the spectrum charges, and decision variables of ratios for actual or estimated revenues are considered. The spectrum charges are maximized under satisfying the least profit for operators based on Log-Linear demand function. The parameters of actual sales and minimum profit of operators are analyzed to make an efficient management for radio spectrum. The results show that the spectrum charges increase as the actual sales increase, but it decrease as the required minimum profit of operator increases. It is also observed that the government should increase the ratio for estimated sales if anticipating the poor market in the future, otherwise they should increase the ratio for actual sales to maximize the spectrum charges.

Keywords: Spectrum Management, Spectrum Charges, Frequency Usage Fee

1. 서론

미래 유비쿼터스 정보통신 서비스에서 필수적인 이동성 제공을 위해서는 전파자원 또는 주파수가 반드시 필요하다. 전파란 “인공적인 유도 없이 공간을 전파하는 3,000GHz이하 주파수의 전자파”라고 ITU 및 국내 전파법에서 정의하고 있다 (ITU-R, 2000; RAPA, 2007). 그리고 주파수는 “전자파가 공간을 진행할 때 생기는 파동이 1초 동안에 진동하는 회수”로 정의되며, 모든 국가에서 주파수를 정보통신 산업에서 중요한 무형의 자원으로 평가하여 체계적으로 관리, 운영하고 있다 (Jang *et al.*, 2005; Kang and Yoon, 2006). 주파수에 대한 수요가

그다지 많지 않던 과거에는 기업 또는 개인이 요구시 할당 해 주고 기본적인 전파 관리 및 운영에 필요한 경비를 전파사용료로 징수하였다(Yu *et al.*, 2004). 그러나 최근 이동통신 시장을 중심으로 그 수요가 급증하면서 주파수의 경제적 가치평가 방법을 이용한 할당대가 산정의 논의가 대두되고 있다. 지금까지 국내외적으로 여러 가지 가치평가 방법론들이 제시되었으며 이는 크게 수익-비용구조 분석(ITU-R, 2000; NERA, 2004), 경제적 파급효과 분석(Falch *et al.*, 2004), 한계편익을 이용한 AIP(Sweet *et al.*, 2002; Indepen *et al.*, 2004), 경매(또는 거래제)를 통한 가치평가(Peter, 2002; Bykowsky, 2003) 및 실물 옵션 방법(Lenos, 1996) 등으로 구분된다. 제시된 방법론 별로

* 연락처 : 장희선, 450-701 경기도 평택시 용이동 111 평택대학교 경상학부, Tel : 031-659-8283, Fax : 031-659-8011, E-mail : hsjang@ptu.ac.kr

2008년 01월 접수; 2008년 04월 수정본 접수; 2008년 04월 게재 확정.

장단점을 가지고 있어 특정 방법이 다른 방법에 비하여 우수하다고 할 수 없으며 전파자원에 대한 시장 상황과 적용 사례들을 종합적으로 검토하여 선택하는 것이 바람직하다.

한편, 국내에서는 IMT-2000을 포함하여 DMB 및 WiBro 주파수에 대하여 시장 예상매출액의 일정 비율을 고정금액으로 납부하는 비교적 단순한 방법을 이용하여 왔다. 그러나 IMT-2000의 사례에서와 같이 예상매출액을 과도하게 책정함으로써 납부금이 기업에게 재정적 부담이 되어 산업 활성화를 저해하는 원인이 되었다. 따라서 정부는 지난 2006년 7월 개정된 전파법 시행령을 통하여 새로운 할당대가 부과 방법을 제시하였다(RRA, 2007). 이는 초기 고정금액과 실제매출액의 일정 금액(로열티)을 할당대가로 부과하여 기업의 재정적 부담을 줄이고 시장의 상황에 유연하게 대응하는 전략을 포함하고 있으며, 홍콩과 프랑스에서도 비슷한 방법을 적용하고 있다(Kang and Yoon, 2006).

본 논문에서는 개정된 주파수 할당대가 부과 방법을 전제로 기업의 최소이윤을 보장하면서 정부수입을 최대로 하는 최적의 할당대가 산정 모델을 제시한다. 이를 위하여 로그선형 수요함수를 가정하고 기업의 최소이윤을 보장해 주는 범위 내에서의 최대 할당대가와 최적의 매출액 기준 납부금의 비율을 구한다. 아울러 할당대가 수입에 영향을 미치는 주요 변수들의 민감도 분석을 통하여 보다 효율적인 주파수 관리 전략을 제안한다.

2. 주파수 할당대가

지금까지 국내에서는 <Table 1>과 같이 주파수 할당대가를 부

과하여 왔으며, 이는 주로 산업의 예상매출액을 기준으로 산정되었다. 예를 들어, IMT-2000에서는 예상매출액의 3%에 해당하는 1.3조원의 금액을 비동기식 사업자에게 부과하였으며 1.3조원과 이의 75%에 해당하는 1조원의 평균값($1.15 = (1.3+1)/2$) 1.15조원을 동기식 사업자에게 부과하였다.

이와 같은 일률적인 할당대가 부과는 많은 문제점을 안고 있으며, 대표적으로 IMT-2000에서 예상매출액의 3%를 기준으로 산정한 1.3조원의 금액이 사업자에게 경제적인 부담이 되어 동기식 사업자들이 사업권을 포기하게 된 요인이 되었고, 이에 따라 전반적인 이동통신 산업의 활성화를 저해하게 되었다. 따라서 정부에서는 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 전문가들의 공청회를 거쳐 주파수 할당대가의 대안을 찾고자 노력하여 왔으며, 지난 2006년 7월, 주파수 사용에 대한 할당대가를 보다 효율적으로 산정하기 위하여 <Table 2>와 같은 새로운 방법론을 제시하였다(RRA, 2007).

개정된 전파법에 따르면, 주파수 할당대가는 크게 두 부분으로 이루어진다. 먼저, 예상매출액을 기준으로 부과하는 납부금에서는 시장의 수요예측을 이용한 예상매출액을 산정하고 개별 기업에게 할당되는 주파수의 비율과 전파특성계수를 곱하여 이의 일정 비율(x)을 부과한다. 여기서 주파수의 비율(주파수 할당율)은 주파수 할당시 공고한 전체 주파수 대역폭에 대한 개별 사업자가 할당받은 주파수의 대역폭을 의미하며, 전파특성계수는 사업의 유사성 및 전파의 특성 등을 고려하여 고시하는 값을 말한다. 반면, 기업의 실제매출액을 기준으로 부과하는 납부금 부과 방법에서는 개별 사업자의 연간 실제매출액의 일정 비율(y)을 부과하는 방법을 이용하며, 두 부분에 대한 비율의 합은 $0.03(x + y = 0.03)$ 으로 제한하였다.

예상매출액의 일정 비율을 고정금액으로 부과하던 기존 방

Table 1. 국내 주파수 할당대가 부과 사례

주파수	기간	산정 금액	산정시 고려 기준	실제 부과금
IMT-2000	15년	상한액 : 1.3조원	예상매출액의 3%	비동기식 : 1.3조원 동기식 : 1.15조원
		하한액 : 1조원	상한액의 약 75%	
위성DMB	12년	상한액 : 84억원	예상매출액의 3.5%	78억원
		하한액 : 72억원	예상매출액의 3%	
지상파DMB	5년	상한액 : 83억원	산업체가 전망한 예상매출액의 3%	55억원
		하한액 : 27억원	영국의 할당대가에 경제규모를 고려하여 환산한 금액	
WiBro	7년	상한액 : 1,258억원	예상매출액의 3% (가입자당 월평균지출액 3.5만원가정)	1,258억원(SKT) 1,170억원(KT)
		하한액 : 1,082억원	예상매출액의 3% (가입자당 월평균지출액 3만원가정)	

Table 2. 주파수 할당대가 산정 방법

항 목	주 요 내 용
주파수 할당대가	1. 주파수 할당대가는 다음의 산식에 따라 산정한다. 주파수할당대가 = 예상매출액을 기준으로 부과하는 납부금 + 실제매출액을 기준으로 부과하는 납부금
예상매출액 기준 납부금	2. 예상매출액을 기준으로 부과하는 납부금은 다음의 산식에 따라 산정한다. 예상매출액을 기준으로 부과하는 납부금 = 주파수 이용기간 동안의 시장전체 예상 매출액 × x × 전파특성계수 × 주파수 할당율
실제매출액 기준 납부금	3. 실제매출액을 기준으로 부과하는 납부금은 다음의 산식에 따라 산정한다. 실제매출액을 기준으로 부과하는 납부금 = 개별 사업자의 연간 실제 매출액 × y
비고	1) 제 2호에서 “시장”이라 함은 역무의 유사성 등을 고려하여 정보통신부장관이 정하는 사업자 집단을 말한다. 2) 제 2호에서 “전파특성계수”라 함은 사업의 유사성 및 전파의 특성 등을 고려하여 정보통신부장관이 정하여 고시하는 값을 말한다. 다만, 최대치는 1로 한다. 3) 제 2호 및 제3호에서 “ x ” 및 “ y ”라 함은 정보통신부장관이 해당 시장의 특성 등을 고려하여 고시하는 값을 말한다. 다만, x 와 y 를 합한 값은 100분의 3으로 한다. 4) 제 2호에서 “주파수 할당율”이라 함은 다음의 산식에 따른 값을 말한다. 주파수 할당율 = 개별 사업자가 할당받은 주파수 대역폭 ÷ 주파수할당 공고시 할당한 전체 주파수 대역폭 5) 제 3호에서 “실제매출액”이라 함은 영업 활동으로 발생한 수익에서 다른 전기 통신 사업자의 통신망을 이용하고 지불하는 대가를 차감하여 산정한 값을 말한다.

법과 달리, 개정된 방법에서 주목할 사항은 개별 사업자의 실제매출액을 고려하여 할당대가를 부과함으로써 기업의 재정적인 부담을 줄이고, 전파 산업의 활성화를 도모하고자 하는 복안이 숨어 있는 것으로 판단된다. 그러나 개정된 방법에서 예상매출액 산정과 전파특성계수를 정하는 방법 이외에도 매출액의 일정 비율 즉, x 와 y 에 대한 구체적인 산출 방안이 제시되지 않고 있다. 따라서 다음 장에서는 <Table 2>의 주파수 할당대가 부과 방법에 대한 수학 모형을 통하여 할당대가 구조를 분석한다.

3. 할당대가 분석

3.1 모형

주파수 할당대가의 구조(x , y , 할당대가)를 분석하기 위하여 다음과 같은 변수를 정의한다.

- x : 예상매출액을 기준으로 부과하는 납부금의 비율(×100%)
- y : 실제매출액을 기준으로 부과하는 납부금의 비율(×100%)
- $x + y = 0.03$
- a : 전파특성계수($0 \leq a \leq 1$)
- f : 주파수할당율($0 \leq f \leq 1$)
- m : 기업의 수
- α : 수요의 가격 탄력성
- \hat{p} : 예상 가격(원/초)
- \hat{q} : 주파수 이용기간 동안 개별 기업의 예상생산량(초)
- S : 주파수 이용기간 동안의 시장전체 예상매출액(원),

$$S = m\hat{p}\hat{q}$$

F : 예상매출액을 기준으로 부과하는 기업별 납부금(원),

$$F = Safox = m\hat{p}\hat{q}afx$$

p : 실제 가격(원/초)

q : 주파수 이용기간 동안 개별 기업의 실제 생산량(초)

R : 실제매출액을 기준으로 부과하는 기업별 납부금(원),

$$R = pqy$$

c : 한계비용, 단위 생산에 필요한 개별 기업의 비용(원/초)

L : 주파수 이용기간 동안 개별 기업의 최소 이윤(원)

Z : 정부의 할당대가 수입(원),

$$Z = m(F + R) = m\{m\hat{p}\hat{q}afx + pqy\}$$

그리고 분석의 편의를 위해 다음을 가정한다.

- 1) 실제매출액을 구하기 위하여 통신서비스의 수요분석시 많이 인용되는 로그선형(Log-Linear) 수요함수를 가정한 다. 즉, 생산량(q)과 가격(p)은 $\ln(mq) = \theta - \alpha \ln p$ 의 관계가 성립되며 여기서 α 는 수요의 가격 탄력성(가격의 변화율에 대한 수요량(생산량)의 변화율)을 나타내는 지표로써 $\alpha > 1$ 인 경우 수요가 탄력적이라고 한다. 그리고 θ 는 불확실성을 나타내는 모수로써 그 값이 클수록 생산량 증가(감소)에 따른 매출액 증가(감소)량이 더욱 커지게 된다.
- 2) 예상매출액 기준 납부금을 구하기 위한 전파특성계수(a)와 주파수할당율(f)은 기업마다 동일하고 기업별 예상 및 실제매출액과 대가할당 금액은 동일하다. 예를 들어 10조를 기준으로 $\hat{p} = 18.64$ 원, $\hat{q} = 2.307 \times 10^8 \times 1$ 초 (Kang

and Yoon, 2006)인 경우 개별 기업의 예상 매출액은 $\frac{S}{m} =$

$$\hat{p}\hat{q} = 18.64 \times 2.307 \times 1\text{조} = 43\text{조원 이 된다.}$$

3) 주파수 이용기간 동안 서비스의 한계비용(c)과 가격(p)은 변하지 않으며 기업마다 동일하다.

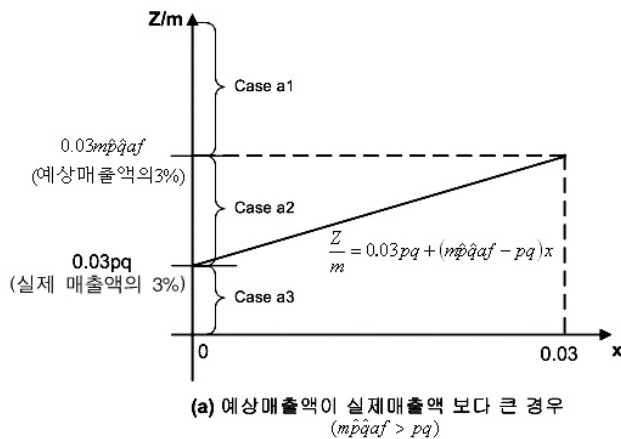
주파수 이용기간 동안 실제생산량이 q 이고 한계비용이 c 이므로 기업의 이윤은 $(p-c)q - (F+R)$ 이 되며 결국, 기업의 최소이윤을 보장하면서 정부의 할당대가 수입을 최대화하는 문제는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{Max } Z &= m(F+R) = m\{m\hat{p}\hat{q}afx + pqy\} \\ \text{subject to } & (p-c)q - (F+R) \geq L \\ & x + y = 0.03 \\ & x \geq 0, y \geq 0 \end{aligned} \quad (P1)$$

$y = 0.03 - x \geq 0, F+R = \frac{Z}{m}$ 이므로 위 모형은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{Max } Z &= 0.03mpq + m(m\hat{p}\hat{q}af - pq)x \\ \text{subject to } & (p-c)q - \frac{Z}{m} \geq L \\ & 0 \leq x \leq 0.03 \end{aligned} \quad (P2)$$

최적의 할당대가 구조(x^*, y^*, Z^*)를 구하기 위하여 본 논문에서는 비교적 해석에 용이한 그래프를 이용한 탐색 방법론(Taha, 2000)을 이용한다. (P2)에서 할당대가 수입(Z)은 예상매출액 기준 납부금의 비율(x)에 따라 변하며 만약 예상매출액이 실제매출액 보다 큰 경우($m\hat{p}\hat{q}af > pq$) x 가 커지면 할당대가 수입은 증가하지만 반대로 $m\hat{p}\hat{q}af < pq$ (실제매출액이 예상매출액보다 큼)의 경우에는 x 가 커짐에 따라 할당대가는 감소한다.



<Figure 1>은 x 에 따른 기업별 할당대가(Z/m)를 나타낸다. <Figure 1>의 (a)는 예상>실제(예상매출액이 실제매출액보다 큼)인 경우, (b)는 예상<실제(예상매출액이 실제매출액보다 작음)인 경우를 보여준다. (P2)의 제약식에서 $\frac{Z}{m} \leq (p-c)q - L$ 이므로 개별 기업으로부터 거둬드리는 최대 할당대가는 $Z_u = (p-c)q - L$ 이다. 그리고 Z_u 의 값에 따라 최적의 x^* 와 Z^* 가 결정되며 <Figure 1>의 (a)를 예로 들어 설명하면 다음과 같다. 먼저 Z_u 가 예상매출액의 3%($0.03m\hat{p}\hat{q}af$) 보다 큰 경우($Z_u = (p-c)q - L \geq 0.03m\hat{p}\hat{q}af$) 즉, 기업의 최소이윤이 $(p-c)q - 0.03m\hat{p}\hat{q}af$ 보다 작다면($L \leq (p-c)q - 0.03m\hat{p}\hat{q}af$) 정부는 예상매출액의 3%($0.03m\hat{p}\hat{q}af$)를 할당대가로 부과하는 것이 최적이며, 이는 <Figure 1>의 Case a1에 해당된다. 반면, L 이 너무 커서 Z_u 가 실제매출액의 3% 보다 작다면(즉, $L > (p-c)q - 0.03pq$) 주어진 조건을 만족하는 해가 존재하지 않으며(Case a3), 이는 본 분석 대상에서 제외한다. <Figure 1>의 Case a2에서 Z_u 가 실제매출액의 3%와 예상매출액의 3% 범위 내에 있을 때 예상매출액 기준 최적 납부금의 비율(x^*)은 $Z_u = 0.03pq + (m\hat{p}\hat{q}af - pq)x^*$ 를 만족하고 이로부터 x^* 와 Z^* 를 다음과 같이 구할 수 있다.

$$x^* = \frac{Z_u - 0.03pq}{m\hat{p}\hat{q}af - pq} = \frac{(p-c)q - 0.03pq - L}{m\hat{p}\hat{q}af - pq} \quad (1)$$

$$y^* = 0.03 - x^*$$

$$Z^* = m\{(p-c)q - L\}$$

동일하게 실제매출액이 예상매출액보다 클 때 <Figure 1>의 (b)와 같이 해석할 수 있다. 여기에서 Case b1은 $L \leq (p-c)q - 0.03pq$ (Z_u 가 실제매출액의 3% 보다 큰 경우)이고 Case b3은 $L > (p-c)q - 0.03m\hat{p}\hat{q}af$ (Z_u 가 예상매출액의 3% 보다

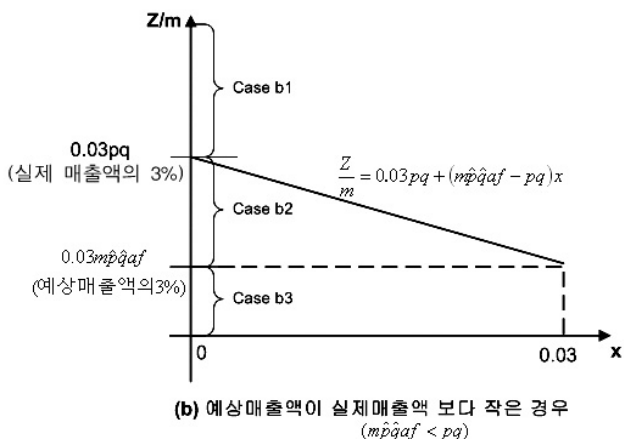


Figure 1. 납부금의 비율에 따른 할당대가

작은 경우)로 해가 존재하지 않는 구간을 나타낸다. Z_u 가 예상 매출액의 3%와 실제매출액의 3%에 해당하는 범위 내(Case b2)에 존재할 때 $Z_u = 0.03pq + (m\hat{p}\hat{q}af - pq)x^*$ 가 성립되고, 최적 해는 식 (1)과 같다.

이와 같이 매출액의 크기와 기업이 요구하는 최소이윤에 따라 최적 할당대가 구조가 결정되며 L 이 큰 경우(Case a3 and b3) 가능한 해가 존재하지 않고 L 이 작다면(Case a1 and b1) 예상매출액의 3%(예상 > 실제) 또는 실제매출액의 3%(예상 < 실제)가 정부의 할당대가 수입이 된다. 반면, L 이 적정한 범위 내에 존재하여 Z_u 가 예상매출액의 3%와 실제매출액의 3% 범위 내에 있다면 정부는 식 (1)의 할당대가 구조를 이용하는 것이 최적의 전략이다.

3.2 수리 분석

수리분석을 위한 기본 파라미터 값을 요약하면 <Table 3>과 같다. 여기서는 주로 IMT-2000 시장 분석시 사용되었던 파라미터 값들을 인용(Kang and Yoon, 2006)하며 일반적인 이동통신 시장에서의 수요의 가격 탄력성 값($\alpha=3.796$)을 가정하였다.

Table 3. 파라미터 값

파라미터	값	파라미터	값
기업의 수(m)	3	전파특성계수 (a)	1/3
예상 가격(\hat{p})	18.64 원/10초	주파수할당율 (f)	1/3
예상 생산량(\hat{q})	2.307×10 조 \times 초	수요의 가격탄력성 (α)	3.796

<Figure 1>에서 보듯이 예상>실제에서는 할당대가 x 에

대한 증가함수이지만 예상<실제는 x 에 대한 감소함수임을 알 수 있으며, 따라서 기업이 요구하는 최소이윤이 감소하여 Z_u 값이 증가(할당대가 수입이 증가)한다면, 예상 > 실제에서는 최적의 x^* 가 증가(y^* 는 감소)되어야 하고, 반대로 예상<실제에서는 x^* 가 감소(y^* 는 증가)되어야 한다.

3.2.1 실제매출액 (pq)

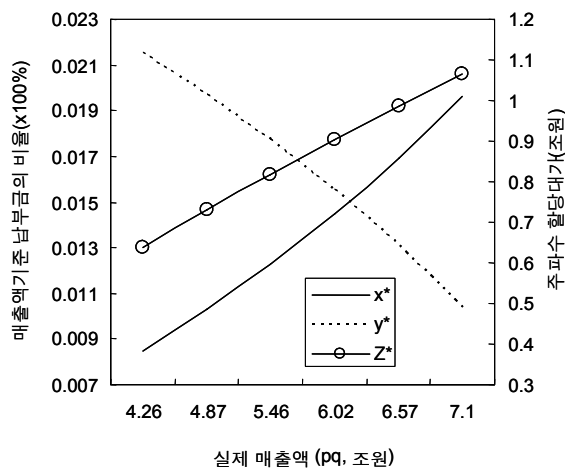
<Table 3>에서 기업별 예상매출액은 $m\hat{p}\hat{q}af = 14.3342$ (조원)이며, 실제매출액의 크기에 따라 할당대가 구조가 변한다. 로그선형 형태의 수요함수에서 가격은 $p = \text{Exp}\left[\frac{\theta - \ln(mq)}{\alpha}\right]$ 이며 실제매출액은 다음과 같다.

$$pq = \text{Exp}\left[\frac{\theta - \ln(mq)}{\alpha}\right]q = \text{Exp}\left[\frac{\theta}{\alpha}\right](mq)^{-\frac{1}{\alpha}} \quad (2)$$

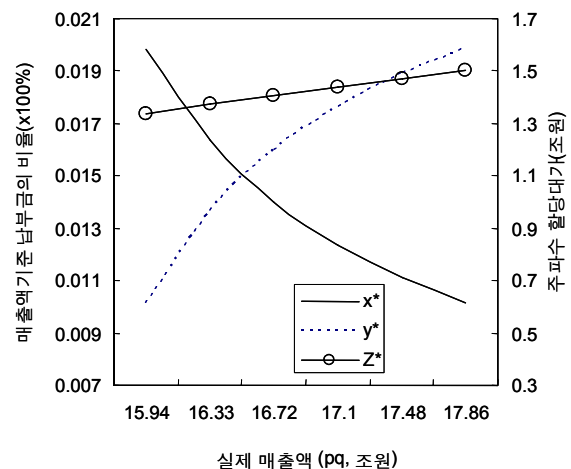
$$q = \text{Exp}\left[\frac{\theta}{\alpha}\right]m^{-\frac{1}{\alpha}}q^{\left(1-\frac{1}{\alpha}\right)}$$

즉, 실제매출액은 수요의 가격 탄력성(α)의 크기에 따라 생산량과 비례 또는 반비례 관계를 갖는다. 먼저, $1 - \frac{1}{\alpha} > 0$ ($\alpha > 1$)의 경우 생산량이 증가하면 실제매출액은 증가하지만 반대로 $1 - \frac{1}{\alpha} < 0$ ($\alpha < 1$)의 경우 생산량이 증가할수록 실제 매출액은 감소하게 된다($\alpha = 1$ 의 경우는 생산량의 변화에 따라 실제매출액이 변하지 않음). 따라서 $\alpha = 3.796$ 으로 가정 하였으므로 실제매출액의 증가에 따른 할당대가 구조를 알아보기 위하여 실제생산량 (q)의 크기를 증가 시켜야 한다.

<Figure 2>는 실제매출액의 변화에 따른 최적의 할당대가



(a) 예상매출액>실제매출액



(b) 예상매출액<실제매출액

Figure 2. 실제매출액에 따른 할당대가

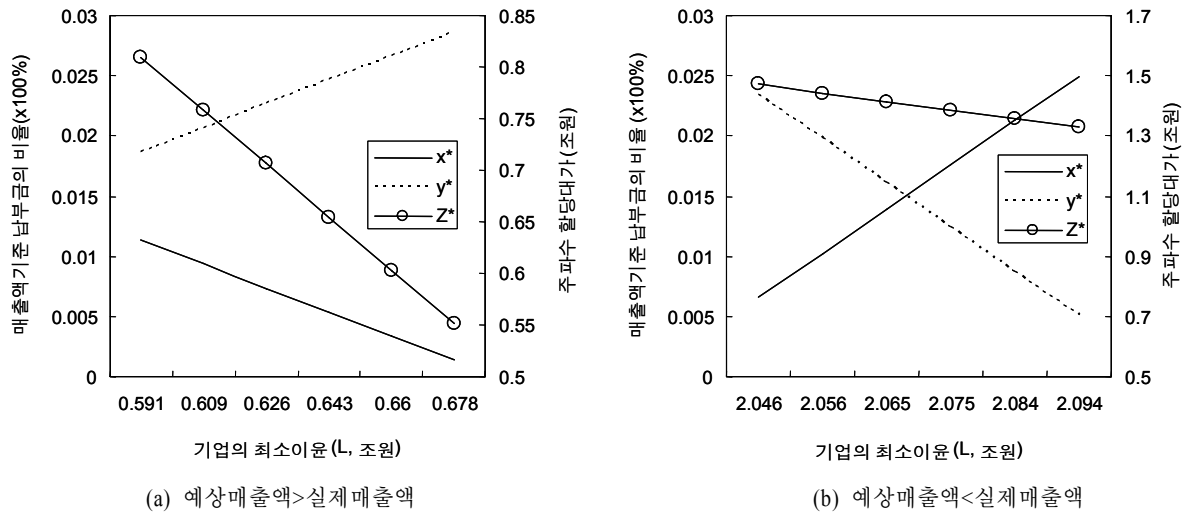


Figure 3. 기업의 최소이윤에 따른 할당대가

구조(x^* , y^* , Z^*)를 나타낸다. 여기서 (a)는 예상>실제인 경우 ($L = 0.1pq$, $c = 0.85p$, $\theta = 13.038$), (b)는 그 반대의 경우 ($L = 0.122pq$, $c = 0.85p$, $\theta = 13.038$)를 보여준다. 기업별 최대 할당대가는 $Z_u = (p - c)q - L$ 이며, 한계비용(c)보다 가격(p)이 큰 경우만 고려하면 생산량이 증가함에 따라 Z_u 는 증가한다. 먼저, 예상>실제의 경우 실제매출액이 증가하면 Z_u 는 증가하고 예상매출액에 대한 적용 기준 값, x^* 가 증가(Z 또는 Z/m 은 x 에 대한 G증가함수)하며, y^* 는 감소한다. 반대로 예상<실제의 경우 Z/m 은 x 에 대한 감소함수이며 따라서 실제매출액이 증가하면 기업별 Z_u 가 증가하여 예상매출액 기준 x^* 는 감소(y^* 는 증가)한다. 반면, Z_u 와 무관하게 정부의 할당대가 수입($Z^* = m\{(p - c)q - L\}$)은 실제매출액이 증가함에 따라 항상 증가한다.

3.2.2 기업의 최소이윤 (L)

기업의 최소이윤 변화에 따른 할당대가는 <Figure 3>과 같다. L 이 0.591~0.678조원인 (a)는 예상>실제인 경우($q = 0.15$, $c = 0.85p$, $\theta = 13.038$)이며, $L = 2.046$ 조원 이상의 (b)는 반대의 경우($q = 0.65$, $c = 0.85p$, $\theta = 13.038$)를 보여준다. L 이 증가

하면, Z_u 가 감소하며 따라서 할당대가가 감소한다. L 이 증가하는 경우 Z_u 의 감소로 인하여 예상>실제에서는 x^* 가 감소하지만 예상<실제에서는 x^* 가 증가한다.

주파수 할당대가의 결정에 영향을 미치는 주요 파라미터들에 대하여 가능한 해를 갖는 범위에서의 민감도 분석을 수행한 결과를 요약하면 <Table 4>와 같다. 모든 결과는 수요에 대한 가격 탄력성(α)이 1보다 큰 경우를 가정한다. 할당대가는 기업의 최소이윤을 보장해 주는 범위 내에서의 최대 할당대가 Z_u 의 값에 따라 결정된다. 즉, 실제매출액이 증가하는 경우 Z_u 가 증가하여 할당대가 수입이 증가하지만 기업이 요구하는 최소이윤이 증가한다면 Z_u 가 감소하여 할당대가 수입이 감소된다. 그리고 시장 상황이 악화되어 실제매출액이 예상매출액보다 작을 때 할당대가는 x (예상매출액기준 납부금의 비율)에 대한 증가함수이므로 할당대가를 증가시키기 위하여 x 를 증가시키고 반대로 y (실제매출액기준 납부금의 비율)를 감소시킨다. 그러나 시장 상황이 호전되어 예상매출액 보다 실제매출액이 큰 경우에는 할당대가가 x 에 대한 감소함수가 되며 이 경우에는 파라미터의 변화에 의해 할당대가를 증가시키기 위해서 x 를 감소시키고 y 를 증가시켜야 한다.

Table 4. 할당대가 구조 분석($\alpha > 1$)

파라미터	예상매출액 > 실제매출액				예상매출액 < 실제매출액			
	Z_u	x^*	y^*	Z^*	Z_u	x^*	y^*	Z^*
실제매출액(pq) 증가(+)	+	+	-	+	+	-	+	+
기업의 최소이윤(L) 증가(+)	-	-	+	-	-	+	-	-

(주) +는 증가, -는 감소를 의미함.

4. 결 론

국내에서는 IMT-2000 주파수에 대한 가치평가 방법의 실패로 시장의 활성화는 조기에 달성시키지 못하였다는 평가가 있었으며 정부에서는 보다 현실적인 주파수 할당대가 부과 방법을 개정, 공고하기에 이르렀다. 개정된 방법에서는 예상매출액과 실제매출액의 일정 부분을 할당대가로 부과함으로써 시장 환경을 어느 정도 반영할 수 있을 것으로 판단된다. 본 논문에서는 기업의 최소이윤을 보장해 주는 범위 내에서 할당대가 수입을 최대화하는 매출액의 기준 비율 산정 모델을 제시하였다. 이를 위하여 로그선형 형태의 수요 함수를 가정하고 이로부터 기업의 매출액을 예측하며 기업이 요구하는 최소이윤을 고려하여 정부의 최대 할당대가 수입을 구하였다. 할당대가를 (예상매출액기준 납부금의 비율, 실제매출액기준 납부금의 비율, 최대할당대가 수입)의 구조로 표현하였으며, 실제매출액 및 최소이윤의 모수에 대한 할당대가 구조의 민감도를 분석하였다. 분석 결과, 실제매출액이 증가할 때 할당대가는 증가하지만 기업의 최소이윤이 증가하는 경우 할당대가는 감소하며, 할당대가 수입을 증가시키기 위하여 시장의 상황을 반영한 유연한 할당대가 구조를 가져야 함을 알 수 있다.

본 논문에서 제시된 주파수 할당대가의 구조는 예상매출액이 사전에 주어졌을 때 실제매출액을 포함한 다른 모수들이 변하는 상황을 가정하여 분석하였으며, 이 결과를 이용하여 이동통신 사업자들에 대한 주파수 할당대가 산정시 시장의 상황을 반영한 효율적인 대가 산정 비율을 산출할 수 있을 것이다. 그러나 실제적으로는 할당대가 부과 시점에서 예상매출액과 실제매출액을 어느 정도 비교하여 할당대가 수입을 평가할 수 있는 사전 분석모델이 필요하다. 또한, 본 논문에서 이용한 파라미터 외에도 할당대가에 영향을 미치는 다른 모수들을 인

용한다면 더 나은 주파수 할당대가 평가가 가능할 것이다.

참고문헌

- Bykowsky, M. (2003), A Secondary Market for the Trading of Spectrum : Promoting Market Liquidity, *Telecommunications Policy*, **27**, 533-541.
- Falch, M. and Tadayoni R. (2004), Economic versus Technical Approaches to Frequency Management, *Telecommunications Policy*, **28**, 197-211.
- Indepen, Aegis System, Warwick Business School (2004), An Economic Study to Review Spectrum Pricing.
- ITU-R SM2012-1 (2000), Economic Aspects of Spectrum Management.
- Jang, Hee-Seon, Han, Seong-Su, Yeo, Jae-Hyun, and Choi, Seong-Ho (2005), Frequency Demand Forecasting Model for Multimedia Wireless Services, *IE Interfaces*, **18**(3), 333-342.
- Kang, Imho, and Yoon, Kihoo(2006), A Quantitative Approach to the Optimal Structure of 3G Mobile Telecommunications Spectrum Charges, *Research Journal of Informations and Communications*, **13**(1), 27-47.
- Lenos, Trigeorgis (1996), Real Options-Managerial Flexibility and Strategy in Resources Allocation, The MIT Press.
- NERA (2004), GSM Guard Bands Economic Impact Study.
- Peter Cramton (2002), Spectrum Auctions(Handbook of Telecommunications Economics), ELSEVIER.
- Sweet, R., Viehoff, I., Linardatos, D., and Kalouptsidis, N. (2002), Marginal Value-based Pricing of Additional Spectrum Assigned to Cellular Telephony Operators, *Information Economics and Policy*, **14**, 371-384.
- Taha, H-A. (2000), Operations Research, Macmillian.
- Yu, H-C, Lee, Z-Y, and Lee H-Y. (2004), Revising Taiwan's Frequency Usage Fee Regulation, *Telecommunications Policy*, **28**, 679-695.
- Korea Radio Promotion Association, RAPA. (2007), Radio Technology, <http://www.rapa.or.kr>.
- Radio Regulation Act, RRA. (2007), Ministry of Knowledge and Economy(old Ministry of Information and Communication), <http://www.mke.go.kr> (<http://www.mic.go.kr>).