

고정업무용 주파수의 경제적 가치와 합리적 대가 부과 방안*

The Economic Value of the Radio Spectrum for Fixed Services, and the Proposed Reasonable Spectrum Usage Fees

연 권 흠 (Kwon-Hum Yeon)**

김 기 원 (Kiwon Kim)***

김 용 규 (Yongkyu Kim)****

국문초록

최근 정부는 주파수 이용방식에 있어 면허제를 도입하고 모든 면허권자를 대상으로 전파이용대가를 부과하고자 하고 있다. 이에 따라 주파수 면허별로 적정한 전파이용대가 부과체계에 대한 연구가 필요한 상황이다. 이에 본 연구는 국내의 다양한 용도의 주파수 중 고정업무용 주파수 중에서 국간중계(마이크로웨이브)용 주파수에 대한 합리적 이용대가 부과 방안을 모색해 보고자 하였다.

이를 위하여 마이크로웨이브 중계용 주파수의 경제적 가치를 도출하고자 4GHz 대역 동 용도 주파수의 기회비용을 측정하였다. 기회비용 측정은 해당 주파수가 주어지지 않을 경우 대안 중에서 가장 낮은 비용이 소요되는 경우의 비용으로 파악하였다. 이때 최소비용대안은 현재 이용대역에서 더 높은 대역으로 이전하는 경우로, 해당 주파수의 기회비용은 현재의 전파사용료보다 최소 1.9배에서 최대 6.8배 정도 큰 것으로 파악되었다.

다음으로는 마이크로웨이브 중계용 주파수의 이용대가 부과 방식의 개선을 제안하였다. 즉 이용대가를 무선국에서 링크 단위로 바꾸어 주파수 사용량에 비례하여 부과할 것, 주파수 대역을 세분화하고 대역간의 가격 격차를 축소할 것, 현재의 서비스 계수 이용을 재고하고 공용화 및 환경친화 계수를 제외할 것, 최소전송거리 기준을 산식에 포함시킬 것 그리고 지역별 혼잡을 고려하여 지역계수 도입을 고려할 것 등을 제안하였다.

주제어: 주파수, 이용대가, 고정업무, 마이크로웨이브, 경제적 가치

※ 논문접수일: 2019. 5. 20, 수정일: 2019. 6. 23, 게재확정일: 2019. 6. 24

* 본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원 정보통신방송 연구개발사업의 일환으로 수행된 김용규 외. (2018)의 연구를 보완하여 작성한 것입니다 (2017-0-00109, 전파자원 선순환을 위한 주파수 분석 기술 개발). 저자들은 소중한 조언을 주신 심사위원님들께 깊은 감사를 포함합니다.

** 세종기술경제연구소 소장, E-mail: kwonhum1@gmail.com

*** 한국방송통신전파진흥원 과장, E-mail: kkw@kca.kr

**** 한양대학교 ERICA캠퍼스 경상대학 경제학부 교수, 교신저자, E-mail: ykkim@hanyang.ac.kr

ABSTRACT

The Korean government plans to soon introduce a license system for allocating the use of the radio spectrum. Accordingly, a license charge is also going to be introduced. This study proposes a reasonable approach for setting the radio-spectrum usage fee for fixed-links microwave relay.

For this purpose, we attempt to measure the opportunity cost of using the radio spectrum in the 4GHz band. The opportunity cost is measured as the cost of a least-cost alternative for the use of the radio spectrum. The least-cost alternative involves moving the radio spectrum to an upper band. The opportunity cost of the radio spectrum amounts to 2–6.8 times the current spectrum usage fee in Korea.

Our policy recommendations for the imposition of the radio spectrum usage fees are as follows. First, usage fees should be imposed on the links rather than on the radio stations, and fees should be proportional to the amount of radio spectrum used. Second, the band should be classified in detail, and price gaps across the band should be narrowed. Third, service factor should be applied carefully, and sharing and environment factors should not be used in the formula. Fourth, a minimum path length should be specified in the formula. Last, area factors might be introduced to reflect spectrum congestion in some regions.

Key words: Radio spectrum, Usage fee, Fixed services, Microwave,
Economic value

I. 서론

스마트폰의 보편화와 5G 등 이동통신 기술의 획기적 발전은 국가 소유의 한정된 천연자원(finite natural resource)이라고 할 수 있는 주파수에 대한 급속한 수요 증가를 유발하고 있다. 이러한 수요 증가에 대비하여 많은 국가들은 주파수 관리에 있어서 시장기반(market-based) 또는 규제(regulation)에 의한 관리체계를 도입하고 있다. 대부분의 국가는 이동통신 주파수 할당에 있어 시장기반의 경매를 이용하고 있고, 영국 등 여러 나라는 경매를 하기 어려운 주파수의 경우 규제기반의 행정유인가격책정(Administrative Incentive Pricing: 이하 AIP)을 실시하고 있다. 여기서 AIP는 해당 주파수의 경제적 가치를 기회비용 등의 형태로 산정하여 부과하게 되는데 이는 주파수 보유로부터 오는 지대(rent)를 회수하는 의미가 있으며 불필요한 주파수 보유를 억제하는 효과도 있어 주파수의 효율적 이용에 기여하는 것으로 알려져 있다.

한편 최근 우리나라에서는 주파수 관리 정책에 있어 매우 중요한 변화가 진행되고 있다. 즉 정부는 2019년 1월 기존의 할당, 지정, 사용승인 등 다양한 주파수 이용제도를 면허제도로 일원화하고 원칙적으로 모든 면허권자를 대상으로 주파수 이용대가를 부과할 것임을 천명하였다(과학기술정보통신부, 2019). 이에 따라 정부는 주파수 면허제도에 대하여 검토하고 있으며 면허별 적절한 주파수 이용대가를 파악하여 공표할 계획이다.

국내의 여러 용도의 주파수 중에서 현재 경매되고 있지 않으면서 많이 사용되고 있는 주파수가 ‘고정업무 국간중계용(M/W: microwave) 주파수’(이하 ‘M/W 중계용 주파수’)인데 이는 통신 및 방송 중계용으로 널리 사용되고 있다. M/W 중계용 주파수는 1.7GHz 대역에서 86GHz 대역에 이르기까지 넓은 범위에 산재하여 총 7,028MHz폭이 분배되어 사용되고 있다. 특히 10GHz 대역 이하에서는 장거리용(13km 이상) 전송에 적합한 이유로 M/W 중계용 주파수로 약 3,000MHz폭이 분배되어 사용 중에 있으며, 이는 10GHz 이하 대역에서 가장 많은 부분을 차지하는 용도 중 하나이다. 그런데 M/W 중계용 주파수가 사용하고 있는 대역 중 일부가 5G 이동통신 대역에 해당하여 이의 다른 주파수대역으로의 이동 등 효율적 이용의 유도가 필요한 상황이다.

본 연구에서는 이러한 배경에서 향후 M/W 중계용 주파수에 대한 이용대가 부

과에 대비하여 해당 주파수의 경제적 가치를 측정하고 아울러 현재의 이용대가 부과 체계의 개선 방안을 도출해 보고자 한다. 본 연구의 구성은 다음과 같다. II 장에서는 고정업무용 주파수 현황을 파악하고, III 장에서는 동 주파수의 경제적 가치를 측정한 기존 연구를 알아보고 본 연구의 차별성에 대해 논의한다. IV 장에서는 고정업무용 주파수의 기회비용을 분석하고, V 장에서는 고정업무용 주파수의 이용대가 부과체계 개선 방안을 논의한다. VI 장에서는 결론을 맺고 향후 과제를 논의한다.

II. 국내 M/W 중계용 주파수 이용 및 전파사용료: 현황과 문제제기

1. 국내 M/W 중계용 주파수 이용현황

무선국이 하는 여러 업무 중 고정업무는 ‘일정한 고정지점 간의 무선통신 업무’로 정의되는데 전파지정기준에서는 고정업무에 사용되는 주파수를 경비업무용, 국간 중계(M/W)용, 공공업무용, 무선데이터 전송용, 산업통신용 등의 용도로 구분하고 있다(과학기술정보통신부, 2017). 이 중 국간중계(M/W)용 주파수는 고정업무에 사용되는 주파수 중 가장 큰 비중을 차지하고 있고 고정국간 중계, 빌딩간 통신 및 이동통신 백홀(backhaul) 및 프론트홀(fronthaul) 등의 고속 대용량 고정통신에 이용되는데 1~90GHz의 고주파 대역에 걸쳐있다. M/W 중계용 주파수는 전파의 직진성이 뛰어나 지역적·방향간 이격에 의한 주파수 공동사용이 용이하며 주파수가 높아질수록 전송거리가 짧아지는 특성이 있으며 특히 10GHz 이상 대역의 경우 단거리 전송용에 적합한 것으로 알려져 있다(강영홍, 2015).

2017년 12월 기준 국내 이용현황을 살펴보면 방송사업자가 1.7GHz 대역에서 152개 무선국과 6GHz 대역에서 201개 무선국 등 1.7GHz~12GHz 대역에서 총 395개 무선국을 허가 받아 사용 중이며, 통신사업자 및 공공단체 등에서는 3GHz~86GHz 대역에서 고정용 4,356국, 이동용 554국 등 총 4,910개 무선국을 사용 중이다(한국방송통신전파진흥원, 2018).

<그림 1> 국내 M/W 중계용 주파수 대역 분배현황

1700	2067	3.4GHz	3.7	4.2		5.65	6.0	7.11	8.43	8.5
M/W 중계용	M/W 중계용	M/W→ 이동통신 재배치 중	M/W 중계용	M/W 중계용	M/W 중계용	M/W→ C-ITS 등 재배치	M/W 중계용	M/W 중계용	M/W 중계용	M/W 중계용
1710	2100MHz			4.4	4.5	5.0	5.925	7.725	8.35	
10.5	11.7		17.7	19.7		36.5	42.5	81	86GHz	
무선 전송링크	무선 전송링크		무선전송링크	무선전송링크		무선전송링크	무선전송링크	무선전송링크	무선전송링크	
12	12.2		21.2	23.6		71	76			

자료: 과학기술정보통신부 (2018)

2. M/W 중계용 주파수의 이용대가

전파사용료는 무선국을 개설한 시설자에게 해당 무선국이 사용하는 전파에 대한 사용료를 부과하는 제도로써 국내에서는 1993년부터 시행되었다. 전파사용료는 전파관리의 비용충당 및 전파진흥을 위해 수익자 부담 원칙에 따라 무선국 시설자에게 분기별로 산정식에 근거하여 부과하고 있다. '11년~'18년까지의 평균 전파사용료 징수액은 2,506억원이며 '18년의 경우 약 2,533억원이다.

이중 기간통신사업자의 M/W 이용에 대한 전파사용료는 <부표 1>의 전파법 시행령 별표 9의 산정기준을 따라 '무선국'에 대하여 부과되는데 분기별로 기초가액 250,000원에 전파사용량계수, 서비스계수 등을 적용하여 산정된다. 기간통신사업자 이외(예: 방송사업자)의 전파사용료는 <부표 2>의 산정기준에 따라 '주파수'에 대하여 부과되며, 기초가액은 2,000원으로 전파의 폭, 감면계수 등을 적용하여 산정된다.

이처럼 M/W 중계용 주파수에 대한 이용대가는 기간통신사업자와 기간통신사업자 이외의 사업자별로 부과대상이 다르고 또한 부과에 있어 서로 다른 산식이 적용되고 있는 상황이다.

3. 문제 제기

우선 기간통신사업자의 M/W 중계용 무선국의 전파사용료 기초가액은 전체 기초가액 25만원에 M/W용 무선국 서비스 계수(0.5)를 곱한 금액인 12만 5천원인데

이 기초가액의 산정 근거가 없어 이의 타당성에 대한 검토가 필요한 상황이다. 또한 전파사용료가 주파수가 아니라 무선국별로 부과되고 있고 전파사용량 계수가 사용량을 정확하게 반영하지 못하고 있는 등의 문제가 있다.

기간통신사업자가 아닌 경우는 해당 주파수의 기초가액이 2천원으로서 기본적으로 동일한 서비스에 대하여 기간통신사업자의 경우에 비해 큰 차이를 보이고 있으며 또한 선호계수에 있어서도 대역별로 편차가 지나치게 큰 상황이다.

이에 M/W용 주파수의 경제적 가치의 파악과 함께 현행 전파사용료 부과체계에 대하여 전면적인 검토와 함께 보다 합리적인 부과체계의 모색이 필요한 상황이라고 할 수 있다.

Ⅲ. 기존 문헌 분석 및 본 연구의 차별성

1. 기존 관련 문헌 분석

고정업무용 주파수의 가치를 측정한 연구는 주로 영국에서 AIP를 시행하기 위하여 행해져 왔다. 일찍이 Smith & NERA (1996)는 영국의 고정업무(fixed link)용 주파수의 가치를 해당 주파수의 기회비용으로 측정하였다. 즉 이들은 기회비용을 고정링크 사용에 있어 혼잡이 있음에도 주파수가 주어지지 않을 경우 이를 해소하기 위한 대안의 비용으로 측정하였는데 몇 가지 대안 중 가장 비용이 적게 드는 대안인 최소비용대안(least cost alternative)의 비용을 해당 주파수의 가치로 보았다. 그 결과 고정업무용 주파수를 현재의 대역에서 높은 대역으로 이전할 경우의 비용을 계산하였고 해당 주파수의 기회비용은 2×1MHz 링크 당 £380로 도출되었다. 한편 Indepen et al. (2004) 연구에서는 보다 효율적인 기술을 사용하는 경우의 소요 비용으로 해당 주파수의 기회비용을 측정하였으며 그 결과 2×1MHz 링크 당 £132로 도출하였다.

Ofcom (2005)에서는 상기의 연구 등을 참고하고 공공자문(public consultation)을 거쳐 고정업무용 면허료 산정기준을 <표 1>과 같이 주파수 기준가격, 대역폭 계수, 대역 계수, 경로길이 계수 및 가용성 계수를 적용하여 산정하도록 결정하였다.

<표 1> 영국 고정링크 면허료 결정 공식

$$\text{고정링크 면허비용} = \text{주파수 기준가격} \times \text{대역폭 계수} \times \text{대역 계수} \times \text{경로 길이 계수} \\ \times \text{가용성 계수}$$

주파수 기준가격은 가용한 모든 주파수 대역에서의 평균 혼잡도 등을 반영하고 일부 조정을 거쳐 2×1MHz 링크 당 £88로 설정하였다. 위 식에서 대역폭 계수는 실제 이용 대역폭을 말하며, 대역 계수는 이용 주파수 대역에 따른 기회비용 차이를 반영한 것이다. 최소 경로 길이 계수는 우리나라의 전송거리 기준에 상응하는 개념으로 1.4GHz 대역과 2GHz 대역은 최소 경로길이를 30km 기준으로 하고 있으며, 만일 실제 경로가 이를 초과할 경우 계수를 ‘1’로 산정한다. 실제 경로가 최소 경로길이에 크게 못 미치는 경우에도 계수의 최대값은 4를 넘지 않게 하였다. 가용성 계수는 해당 사용자가 수신하는 주파수의 품질을 적용하는 계수이다.

Plum (2015)은 Ofcom의 2015년 공공자문을 위하여 시도된 연구이다. 본 연구에서는 고정업무(fixed link)용 주파수의 기회비용 도출에 있어 높은 주파수 대역으로 이전하는 경우의 비용으로 기회비용을 측정하였다. 이용 중인 주파수 대역보다 높은 대역으로 이전할 경우 대개 추가 홉(hop)이 소요되어 비용이 증가하는데 이를 반영하여 대역별 기회비용을 제시하였다. 또한 이들은 대역별 중요도를 반영하였는데 이동통신용으로 사용하는 것이 바람직한 3.6~3.8GHz 대역의 경우 2×1MHz 링크 당 가격을 무려 £ 1,095로 측정하였다. 공공자문에서는 이러한 대가 산정의 타당성 및 수용가능성에 대하여 이해관계자들의 의견을 청취하였는데 Ofcom은 동 대역이 5G 용으로 사용될 가능성이 높아지고 불확실성이 커짐에 따라 본 공공자문에서 시도한 요금인상을 잠정적으로 중단하기로 결정한 바 있다.

국내의 관련 연구로서 설성호 외 (2011)는 행정유인가격의 구체적인 산정방법에 관한 국내외 연구를 비교·분석하고 향후 개선방안을 논의한 바 있다. 김태한 외 (2016)는 영국 주파수의 기회비용 방법론 및 주파수로 인한 후생증가에 관한 연구 등 주파수의 경제성 평가에 관한 사례를 광범위하게 분석하였다. 강영홍 (2015)은 M/W 고정무선시스템에 대한 공학적인 연구로서 국내 M/W 시스템의 효율적 이용방법과 주파수 대역별 최소 전송거리의 합리적 대안을 제시하고 있다. 변희섭 외 (2017)에서는 주파수의 경제성 평가 방법론에 대하여 소개하고 해외의 공중이동무선 및 사설이동무선 서비스에 대한 주파수 가치 측정사례를 조사하였다.

2. 본 연구의 차별성

앞서 살펴본 바와 같이 영국의 경우 M/W 중계용 주파수에 대한 경제적 가치 산정 및 이용대가 부과에 대한 정책적 연구가 꾸준히 실시되어온 것에 비하여 국내에서는 관련 연구가 아직 이루어지지 못한 상황이다. 이에 본 연구는 M/W 중계용 주파수의 경제적 가치를 측정하고 기존의 이용대가를 부과하는 방법을 개선하는 방안을 제시하고자 한다.

동 주파수의 경제적 가치 산정을 위해서는 영국의 AIP 방법론을 사용하였는데 이는 영국이 주파수 가격 책정 측면에서 가장 오랜 역사를 갖고 있으며 공학이론 등에 기초한 정밀한 방법론을 지속적으로 제시해오고 있기 때문이다. 그리고 특히 M/W 중계용 주파수의 이용대가에 관한 연구로는 Plum (2015)의 연구가 최근의 현실을 잘 반영한 연구로 널리 알려져 있기 때문이다. 본 연구에서는 Plum의 연구와 같이 기존 대역에서 상위 대역으로 이전하는 경우에 소요되는 비용을 해당 주파수의 기회비용으로 인식하고자 한다. 이는 과거 Ofcom의 고정링크에 대한 최소비용대안이 보다 효율적인 변조(modulation) 장비를 사용하는 경우를 가정하여 산출되었지만, 현재는 모든 사업자가 최고수준의 변조장비를 사용하고 있기 때문에 더 이상 이 방법을 사용할 수 없다는 점에 기인한다.¹⁾

그리고 본 연구는 M/W 중계용 주파수에 대하여 이용대가를 부과하고 있는 현행 전파사용료 부과 제도에 문제점이 있음을 감안하여 이를 보다 합리적으로 개선하는 방안을 모색한다.

IV. 고정업무용 주파수의 경제적 가치 측정

1. 주파수의 경제적 가치 산정 방법

주파수 자원의 경제적 가치 산정 방법에는 크게 기회비용 방식, 수익접근 방식 그리고 벤치마크 방식 등이 있다. 기회비용 방식은 앞서 언급한 바와 같이 해당 주파수의 기회비용을 측정하는 것으로서 만일 해당 주파수가 주어지지 않을 경우

1) “this approach to estimating opportunity cost can no longer be used because there is now no additional cost associated with using a more efficient modulation scheme” (Plum, 2015, p.49)

채택해야 했을 다른 대안의 비용으로 해당 주파수의 가치를 측정한다. 수익접근 방식은 해당 주파수를 통해 얻을 수 있는 수익에 근거한 가치 추정방법이다. 벤치마크 방식은 해당 주파수의 시장 거래가격 등의 정보가 있을 경우 이를 활용하는 방법이다.

<표 2> 주파수 자원의 경제적 가치 산정 방식

방식	내 용
기회비용 방식	· 비용 절감 가치(cost reduction value)의 추정
수익접근 방식	· 주파수 자원을 통해 얻을 수 있는 총수익(total revenue)에 근거한 가치 추정
벤치마크 방식	· 경매나 거래 등 시장에서의 주파수 거래 자료(transaction data) 등을 참고

본 연구는 국내 M/W 중계용 주파수의 경제적 가치를 산정하기 위해 기회비용 방식을 적용하였는데 그 이유는 다음과 같다. 첫째, M/W 중계용 주파수는 통신이나 방송서비스의 중간 투입물로 활용되기 때문에 M/W 중계용 주파수로부터의 수익을 파악하는 것이 불가능하다. 둘째, M/W 주파수는 또한 해당대역이 일반적으로 경매되거나 거래되지 않아서 벤치마크 방식의 적용이 어렵다.

기회비용 방식을 적용하여 M/W 중계용 주파수를 타 대역으로 이전하는 비용을 도출하기 위한 방법으로 국내 주파수 회수·재배치에 따른 손실보상금 산정기준을 사용할 수 있다. 이는 실제로 M/W 중계용 주파수 이전에 널리 사용되고 있는 방법이다. 현재 주파수 회수와 재배치의 경우의 손실 보상금 계산식이 별도로 규정되어 있는데 이는 <표 3>과 같다.

<표 3> 주파수 회수·재배치의 경우 손실보상금 계산식

주파수 회수의 경우	주파수 재배치의 경우
손실보상금=기존시설의 잔존가액+철거비용+부대비용	손실보상금=기존시설의 잔존가액+철거비용+부대비용+신규시설의 취득에 따른 금융비용+이전비용

자료: 전파법 시행령 별표 1

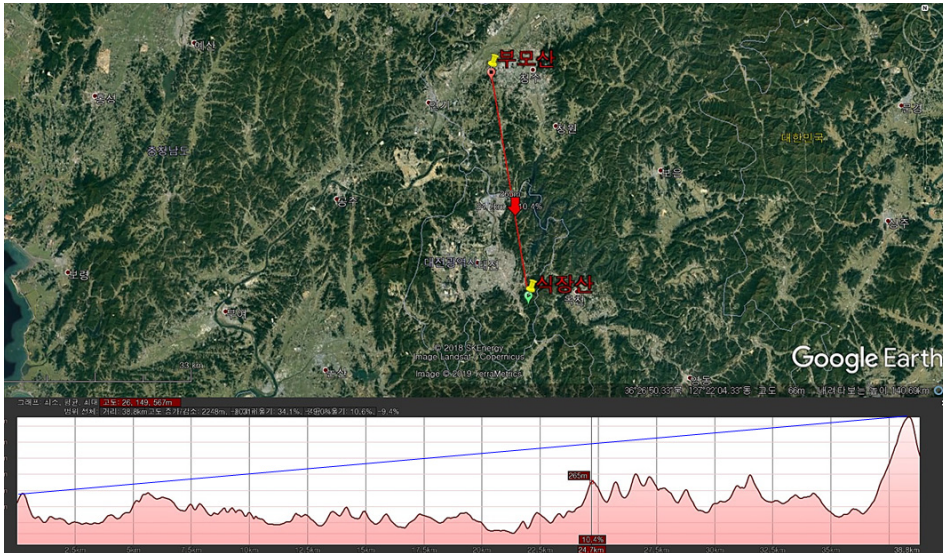
기존시설의 잔존가액은 주파수 회수·재배치로 철거되는 기존의 시설에 대하여 「부동산가격공시 및 감정평가에 관한 법률」에 따른 평가 방법 및 기준에 따라 평가한 잔존가액을 말한다. 철거비용의 경우, 주파수 회수·재배치에 따라 기존시설의 철거에 소요되는 비용을 산정하고 있는데, 다만 해당 시설자 등이 철거시설의 구성 부분을 처분하거나 재사용할 목적으로 철거하는 경우에는 보상금 산정에서 제외토록 하고 있다. 부대비용은 주파수 회수·재배치에 따른 무선국 허가·검사수수료, 손실보상금 산정비용 등 부수적으로 발생하는 비용을 말한다. 그리고 신규시설의 취득에 따른 금융비용은 원활한 주파수 재배치를 유도하고 재배치 대상 무선국의 신규 개설이 필요한 경우 재투자로 인한 시설자의 이자비용 부담을 경감하기 위하여 인정해 주고 있다(전파법 시행령 별표 1).

2. 고정업무용 주파수 기회비용 분석

기회비용 분석을 위하여 현재 4GHz 대역에서 사용 중인 M/W 중계용 주파수를 8 GHz, 11GHz, 18GHz, 38GHz 대역으로의 이전하는 경우를 가정하고 이전 비용을 산출한다. 비용 산출을 위해서는 대전 식당산 중계소의 무선국 링크를 활용하였는데 이는 식당산이 우리나라의 중앙에 위치하고 있는 가장 중요한 중계소임을 감안한 것이다. 본 무선국 링크(link)는 현재 통신사에서 이용 중인 대전 식당산 - 청주 부모산간 M/W 링크이며 식당산 - 부모산간 이격거리는 31km이다. 전송속도는 60Mbps, 대역폭은 30MHz 폭을 가정하였으며 신규 M/W 장비, 안테나 등의 가격은 싱가포르 NERA사에서 생산하고 있는 장비를 기준으로 책정하였다.²⁾ 무선국 설치와 관련한 공사원가(노무비 등)를 산정함에 있어서는 정보통신 표준품셈을 적용하였다.

2) 국내 통신사업자의 통신중계용 무선설비는 대부분 NERA(싱가포르), 세라곤(이스라엘), 알카텔루슨트(현재 핀란드 Nokia)의 제품인데 여기서는 가장 광범위한 주파수대역과 대역폭을 제공하고 있는 NERA(싱가포르) 장비를 기준으로 산정하였다.

<그림 2> 대전 직장산 - 청주 부모산 무선국 위치 및 고도



1) 상위대역으로의 이전 시 비용³⁾

가. 4GHz 대역에서 8GHz 대역으로 이전 경우

기존 4GHz에서 운용 중인 M/W 중계용 주파수를 상위 대역으로 이전함에 있어 우선 대상 주파수 대역을 파악하였다. 상위 대역 중 5GHz 대역은 이미 차세대 지능형 교통시스템(C-ITS)으로 분배되어있고, 6GHz 대역은 이동방송중계 외 신규지정이 불가한 대역이어서 8GHz 대역을 이전 가능 대역으로 선정하였다. 이에 따라 기존 4GHz에서 운용 중인 직장산 - 부모산 무선설비와 이전대역(8GHz 대역)에 대한 링크 분석을 실시하였다. 분석결과, 기존 4GHz대역 무선설비의 경우 강우감쇠, 회절손실 등을 고려한 가용률은 99.99671%, 페이드 마진은 36.33dB로 나타났다. 8GHz 대역의 경우, 전송품질을 판단하는 요소인 페이드 마진은 42.02dB로 분석되었으며, 강우감쇠, 회절손실 등을 고려한 가용률은 99.99824%로 나타나 대역 이전이 가능한 것으로 분석되었다.⁴⁾ 분석에 의하면, 현재 운용중인 4GHz 대역의 페이드

3) 본 분석은 ㈜디지털아이엔씨의 기술 지원으로 이루어졌다.

4) 페이드 마진은 수신기에서의 수신신호전력과 수신감도와의 차이를 나타내는 기준으로 페이드 마진이 크다는 것은 전파 환경이 나빠지더라도 통신품질을 보장할 수 있는 여유가

마진에 비해 이전대역인 8GHz 대역에서 약 5.6dB 이상의 페이드 마진이 확보되어 동등 수준의 전송품질이 가능한 것을 알 수 있다.

<표 4> 식당산 - 부모산 링크 분석 (4GHz와 8GHz 대역)

중심 주파수	4425 MHz	8410 MHz
송신단 등가등방복사전력 (EIRP)	66.00 dBm	70.20 dBm
경로 거리 (부모산 - 식당산)	37.6 km	
자유공간 손실 (free space loss)	136.89 dB	142.47 dB
대기 흡수 손실 (atmospheric absorption loss)	0.28 dB	0.42 dB
전송 손실 (net path loss)	71.17 dB	68.48 dB
강우감쇠 (rain attenuation)	36.33 dB	42.02 dB
페이드 마진 (fade margin)	36.33 dB	42.02 dB
가용률 (Annual rain + multipath availability)	99.99671 %	99.99824 %

대역 이전 시에는 기존 무선장비의 철거에 따른 철거비용과 8GHz 대역에서 운용할 수 있는 M/W 송수신기, 안테나, 동축케이블 및 정류기 등 관련 무선장비에 대한 신설비용이 소요된다. 8GHz 대역 이전 시 소요되는 비용은 약 134백만원으로 산출되었으며 이중 재료비, 노무비, 경비 등 순공사원가는 116백만원으로 분석되었다.

나. 4GHz 대역에서 11GHz 대역으로 이전 경우

기존 4GHz에서 운용 중인 M/W 중계용 주파수를 상위 대역인 11GHz 대역으로 이전할 수 있는가를 분석한 결과 강우감쇠 등을 고려했을 때 동일한 품질을 유지할 수 있는 것으로 분석되었다. 다만 11GHz 대역의 경우 8GHz 대역의 경우와 다르게 일반 인터넷 회선과 고신뢰 요구 회선 두 가지 경우에 대하여 서로 다른 접근이 필요하다. 고신뢰 요구 회선의 경우에는 2개 중계국소의 추가 설치와 11GHz 대역에서 운용할 수 있는 무선장비(M/W 송수신기, 안테나, 동축케이블 및 정류기 등)

있음을 의미한다(서경환 외, 2010).

의 신설이 필요하며, 일반 인터넷회선의 경우 1개 중계국소 추가 설치와 관련 무선장비 신설이 필요하다. 11GHz 대역 이전비용 산출에 있어서는 기존 무선장비의 철거비용과 이전 대역에서 운용할 수 있는 M/W 송수신기, 안테나, 동축케이블 및 정류기 등 관련 무선장비를 위한 신설비용 및 2개의 중계국소 추가 설치를 위한 철탑 신설비용(부지매입 및 진입로 공사 제외)을 고려하였다. M/W 장비의 4GHz에서 11GHz 대역으로의 이전 시 소요비용은 안테나 사이즈의 변경, 고대역 M/W 송수신기 운용, 중계국소 추가 설치를 위한 철탑 신설 등으로 인해 약 469백만원으로 산출되었다.

다. 4GHz 대역에서 18GHz 대역으로 이전 경우

4GHz 대역에서 18GHz 대역으로 이전할 경우 페이드 마진이 34.89dB, 강우감쇠, 회절 손실 등을 고려한 가용률이 99.96274%로 나타나 동일한 품질을 유지하기 어려운 것으로 분석되었다.

<표 5> 식장산 - 부모산 링크 분석 (4GHz와 18GHz 대역)

중심 주파수	4425 MHz	17900 MHz
송신단 등가등방복사전력 (EIRP)	66.00 dBm	67.70 dBm
경로 거리 (부모산 - 식장산)	37.6 km	
자유공간 손실 (free space loss)	136.89 dB	149.03 dB
대기 흡수 손실 (atmospheric absorption loss)	0.28 dB	1.98 dB
전송 손실 (net path loss)	71.17 dB	49.61 dB
강우감쇠 (rain attenuation)	36.33 dB	34.89 dB
페이드 마진 (fade margin)	36.33 dB	34.89 dB
가용률 (Annual rain + multipath availability)	99.99671 %	99.96274 %

이와 같이 18GHz 대역의 경우 동일한 품질을 유지하기 어려워 이전이 어렵지만 만일 주파수의 부족 등으로 인해 피치 못하게 이전해야 하는 상황을 가정한다면,

이전 대역에서 운용할 수 있는 M/W 장비, 안테나 이외에 4~5개의 중계국소와 중계국소 추가 설치를 위한 철탑 신설이 필요할 것으로 판단되었다.

라. 4Ghz 대역에서 38Ghz 대역으로 이전 경우

현재 생산중인 M/W장비와 안테나는 38Ghz 대역에서 링크거리가 2km 이하로 분석되어 38Ghz 대역으로의 이전은 불가한 것으로 분석되었다.

2) 전용회선 임차 시 비용

M/W 중계용 주파수가 제공되지 않을 경우 상위 대역으로 이전하는 방안 외에 기존의 통신사에서 운용하는 전용회선을 임차하여 사용하는 경우도 다른 대안으로 고려할 수 있다. 이에 무선장비 전송속도와 이격거리가 비슷한 수준의 국내 통신사업자의 전용회선을 임차할 경우의 비용을 산출하였다. 약 30km 이격된 거리에서 KT의 45Mbps 전송속도의 전용회선을 사용하고자 하는 경우 요금표에 따르면 1년 총 비용은 약 2억원(17,155,600원 × 12개월)인 것으로 나타났다.

<표 6> 통신사업자의 기업 전용회선 요금표

종 별		월정액요금					
		20Mbps	30Mbps	45Mbps	100Mbps	155Mbps	622M/1Gbps
시 내	1~6Km	3,366,000원	4,158,000원	5,628,700원	8,020,100원	11,258,500원	16,043,500원
	7~12Km	3,494,700원	4,317,500원	5,844,300원	8,328,100원	11,690,800원	16,658,400원
	13Km~	3,624,500원	4,477,000원	6,061,000원	8,636,100원	12,124,200원	17,275,500원
시 외	~ 10Km	5,362,500원	6,703,400원	9,727,300원	12,067,000원	17,108,300원	21,596,300원
	~ 30Km	9,458,900원	11,823,900원	17,155,600원	21,281,700원	30,169,700원	38,085,300원
	~ 50Km	13,207,700원	16,509,900원	23,955,800원	29,719,800원	42,128,900원	53,182,800원
	~ 100Km	21,051,800원	26,316,400원	38,183,200원	47,368,200원	67,149,500원	84,767,100원

자료: KT 홈페이지

3) 종합

여기에서는 고정업무용(M/W) 주파수 기회비용 분석을 위해 기존 4Ghz 대역에서

운용중인 M/W 장비를 상위 대역(8GHz, 11GHz)으로 이전하는 경우에 소요되는 비용을 산출하였다. 산출 결과, 4GHz 대역에서 8GHz 대역으로 이전하는 경우 이전비용은 약 134.4백만원 정도가 소요되는 것으로 분석되었다. 무선장비의 내용연수를 30년, 잔존가치는 0원으로 가정하고 해당 무선장비를 정액법으로 감가상각한다고 가정하면 4GHz 대역에서 8GHz 대역으로의 이전비용은 연간 약 448만원으로 산출된다. 또한 4GHz 대역에서 11GHz 대역으로의 이전비용은 약 468.6백만원 정도가 소요되는 것으로 분석되었다. 마찬가지로 무선장비의 내용연수를 30년, 잔존가치는 0원으로 가정하고 해당 무선장비에 대해 정액법으로 감가상각할 경우 4GHz 대역에서 11GHz 대역으로 이전비용은 연간 약 1,562만원으로 산출되어, 8GHz 대역 대비 약 3.5배 큰 것으로 나타났다. 전용회선의 경우 주파수의 이전 경우에 비하여 비용이 너무 커서 대안이 될 수 없는 것으로 나타났다. 이에 따라 4GHz 대역 30MHz 폭 M/W 중계용 주파수의 경제적 가치는 448만원과 1,562만원 사이라고 할 수 있다.

<표 7> 대안의 비용으로 측정한 M/W 중계용 주파수의 가치

구 분	고대역으로 이전 시		전용회선 비용
	8GHz 대역으로 이전 시	11GHz 대역으로 이전 시	
4GHz 대역 30MHz 폭 M/W 중계용 주파수	448만원	1,562만원	2억 586만원

V. 고정업무용 M/W 주파수 전파사용료 제도 개선 방안

여기에서는 고정업무용 M/W 주파수의 이용대가 관련 향후 제도 개선 방안에 대하여 논의하고자 한다. 이와 관련하여 한 가지 전제하에 논의를 진행하였다. 즉, 향후 국내 주파수 면허제의 도입에 따라 일부 주파수의 이용대가는 주파수의 경제적 가치를 반영하게 될 것으로 예상되는데 특히 M/W 중계용 주파수의 경우 이동통신 등 용도로 사용될 경우 그 가치가 높아질 수 있어 그 이용대가가 경제적 가치를 반영하게 될 가능성이 크다고 보았다. 따라서 현행 전파사용료가 향후 주파수의 경제적 가치를 반영한다는 전제하에 주파수 기초가액 변경 논의를 전개하였다.

또한 기회비용을 반영한다는 AIP 관점에서 현행 전파사용료 부과 제도는 여러

문제가 있다. 즉 주파수의 기회비용은 그 사용량, 대역, 지역 등에 따라 달라지는 데 현재의 부과제도는 이를 충분히 반영하고 있지 않으므로 이를 개선하기 위한 방안을 제안하였다.

1. 고정업무용 M/W 주파수의 기초가액의 변경

우선 4GHz 대역에서 30MHz 대역폭의 주파수를 사용하는 기간통신사업자 M/W 무선국의 전파사용료를 현행 부표 1의 공식에 따라 계산해 보면 공용화율 및 환경친화율을 50%로 가정할 경우 1년에 약 231만원의 비용이 소요된다.

<표 8> M/W 무선국 (30MHz 대역폭) 전파사용료 산정 비교

구 분		가액 및 계수
4GHz 대역 M/W 무선국 전파사용료 (현 행)	기초가액	250,000 원
	전파사용량계수	5.38
	서비스계수	0.5
	공용화감면계수	0.07
	환경친화감면계수	0.07
	전파사용료(1년)	2,313,400 원
8GHz대역 이전비용을 기회비용으로 산정시	기초가액	173,640원
	전파사용량계수	15
	서비스계수	0.5
	공용화감면계수	0.07
	환경친화감면계수	0.07
	전파사용료(1년)	4,480,000 원
11GHz대역 이전비용을 기회비용으로 산정시	기초가액	605,430원
	전파사용량계수	15
	서비스계수	0.5
	공용화감면계수	0.07
	환경친화감면계수	0.07
	전파사용료(1년)	15,620,000 원

주: 1. 공용화율과 환경친화율을 각각 50%로 가정하였음.
2. 기초가액은 원단위에서 반올림 함.

한편 앞에서 살펴본 바와 같이 주파수 이전비용을 해당 주파수의 기회비용으로 인식할 경우, 40㎐ 대역의 고정업무용(M/W) 주파수 기회비용은 1년 기준으로 최소 448만원에서 최대 1,562만원인 것으로 볼 수 있다.

그렇다면 고정업무용 M/W 주파수의 기초가액은 얼마가 되어야 적절한가? 현행 기간통신사업자 마이크로웨이브용 전파사용료는 무선국을 단위로 징수하도록 되어 있어 단위주파수당 기초가액을 산정하기가 어려운 상황이다. 현재는 무선국에 여러 장치가 주어지고 또한 장치별로 여러 주파수가 주어지는 상황을 감안하여 무선국별로 소위 ‘전파사용량계수’라는 것을 통하여 전파사용료를 징수하고 있다. 하지만 주파수의 효율적인 이용을 유도하기 위해서는 전파사용료가 주파수, 곧 링크에 대하여 부과될 필요가 있다. 이 경우 산정기준이 MHz 당 단가가 되는데 이를 계산하면 아래와 같이 2×1MHz 당 약 174천원에서 605천원으로 산정됨을 알 수 있다. 즉 해당 전파사용료를 링크에 대하여 부과할 경우 기초가액을 평균 약 39만원으로 변경할 필요가 있다고 하겠다.⁵⁾

2. 고정업무용 M/W 주파수 이용대가 부과 방식의 개선

1) 주파수 사용량에 비례한 대가 부과

앞서 언급한 바와 같이 영국 등 주요국은 대부분 M/W 중계용 주파수의 이용대가를 송·수신 링크(link)별로 부과하고 있다. 즉 앞서 <표 1>과 같이 기준요금(reference fee)에 사용 주파수 대역과 대역폭, 전송거리, 장비의 가용성 계수를 고려하고 있다.

이에 비하여 국내 기간통신사업자의 전파사용료 산정기준의 ‘전파사용량 계수’는 ‘무선국의 송신설비에 지정된 모든 전파의 폭을 합한 것과 사용주파수 대역이 교차하는 부분에 해당하는 수’를 말한다. 즉 현행 전파사용량 계수는 전파사용량을 정확히 반영하고 있지 못하다.

아래 <표 9>에서 실제 이용대역이 동일한 국내 허가 무선국 사례를 살펴보면, 통신사업용 M/W 무선국 A의 경우 총 16개 채널의 점유대역폭이 452MHz폭이다.

5) 이와 관련 현행 M/W 대역을 어느 대역으로 이전한다고 가정하는 것이 합리적인가에 대해 세부적인 검토를 할 필요가 있으며 이전 대역별 비중에 따라 기초가액 추계치가 달라진다.

이때 주장치의 사용량을 226MHz폭으로 추정한다. 이 경우 무선국 A의 전파사용량은 ‘150MHz 이상’으로 분류된다. 이에 비하여 통신사업용 M/W 무선국 B의 경우 점유대역폭이 1,000MHz폭으로 주 장치의 전파사용량이 500MHz폭으로 추정된다. 즉 무선국 B의 주장치가 무선국 A 보다 2배 이상의 주파수를 점유하고 있으나 B의 전파사용량 또한 ‘150MHz 이상’으로 분류되어 무선국별 사용량간의 차이가 반영되지 못한다고 할 수 있다.

<표 9> 무선국별 전파사용량 계수 적용범위 예시⁶⁾

구분	이용대역	지정 채널수	점유 대역폭	주장치 점유대역폭*	국종	무선국목적	적용범위
무선국 A	1GHz 이상 3GHz 미만	4	116MHz폭	58MHz폭	고정국	통신사업용 (M/W)	150MHz 이상
	10GHz 이상 30GHz 미만	12	336MHz폭	168MHz			
	소 계	16	452MHz폭	226MHz폭			
무선국 B	1GHz 이상 3GHz 미만	18	944MHz폭	472MHz폭	고정국	통신사업용 (M/W)	150MHz 이상
	10GHz 이상 30GHz 미만	2	56MHz폭	28MHz폭			
	소 계	20	1,000MHz폭	500MHz폭			

※ 하나의 무선국 내에 주·예비 장치수의 비중이 통상 5:5이므로 주장치의 점유대역폭을 1/2로 추정

영국의 경우, 2×1MHz 단위당 주파수 가격을 산출할 때 하나의 송·수신 링크가 점유하고 있는 실제 사용 대역폭인 대역폭 계수(bandwidth factor)를 곱하도록 하고 있는데, 이는 실제 사용한 대역에 비례하는 사용료를 부과한다는 측면에서 합리적이라 할 수 있다.

2) 주파수 대역의 세분화 및 가격격차 축소

국내 전파법 시행령 별표 9의 경우 M/W 중계용 주파수 대역이 크게 5개 대역으로, 별표 10의 경우 준마이크로파 이하 4개 대역으로 구분되어 있다. 하지만 최근

6) 한국방송통신전파진흥원 내부자료

들어 3GHz 이상 주파수 대역이 5G 이동통신서비스에 사용되는 등 기회비용이 크게 증가함에 따라 각국은 고정 M/W 대역을 아주 세분화하고 적절한 기회비용 도출을 위하여 노력하고 있다. 예컨대 영국 AIP 산정식 상 주파수 대역 계수에서 는 전체 M/W 대역을 6개 범주로 구분하고 있다.

<표 10> 영국 AIP의 고정 M/W 대역 계수

주파수 대역의 범위 (GHz)	대역 계수
$1.35 \leq f_b < 2.69$, $3.60 \leq f_b < 4.20$	1.0
$5.92 \leq f_b < 7.13$, $7.42 \leq f_b < 7.90$	0.74
$10.70 \leq f_b < 11.70$, $12.75 \leq f_b < 15.35$	0.43
$17.30 \leq f_b < 19.70$, $21.20 \leq f_b < 23.60$	0.30
$24.50 \leq f_b < 29.06$, $31.00 \leq f_b < 31.80$, $31.80 \leq f_b < 33.40$, $37.00 \leq f_b < 39.50$	0.26
$49.20 \leq f_b < 57.00$	0.17

자료: Ofcom (2011)

이에 비하여 우리나라의 경우 외관상으로는 5개 대역으로 구분되어 있으나 구분에 있어 타 용도의 주파수까지 포함하다 보니 M/W 중계용 주파수의 구분으로 활용하기에는 적합하지 않다. 우선 M/W 주파수는 1GHz 미만에서는 거의 사용되지 않으며 M/W 중계용 주파수가 대부분 상향 재배치되고 있는 추세이므로 1GHz 미만 범주는 불필요하다. 다음으로 3~4GHz 대역과 7~8GHz 대역을 사용하는 무선국의 경우 전파특성에 따른 망구축 비용과 주파수 수요에 따른 상대적 가치 차이가 발생한다. 따라서 기존의 1GHz 미만, 1~3GHz미만, 3~10GHz미만의 분류 대신 6GHz(5925 MHz)를 기준으로 둘로 나누고 오히려 과거 이용이 저조했던 10GHz 이상 대역에서 도심지역의 단거리 백홀용 사용이 증가하는 추세⁷⁾ 등을 반영하여 영국과 같이 고대역을 보다 세분화하여 분류하는 것이 주파수 이용효율 제고 측면에서 바람직해 보인다.

7) 한국방송통신전파진흥원 기록에 따르면 2011년도 11GHz 대역에서 M/W 무선국 2,050국이 일시에 허가되어 전체 고정중계용 무선국의 약 50% 가량이 증가한 사례가 있다. 또한 2015년 이전에는 30GHz 이상 대역에 허가 무선국이 없었으나, '15년 이후 '18년까지 총 68국의 M/W 통신중계용 무선국이 허가된 바 있다.

다음으로는 대역간 계수의 차이인데 영국의 경우 고대역 주파수의 용도가 점차 중요해짐에 따라 계수들을 1.0~0.17로 정하여 상대적 차이를 줄였다. 하지만 국내 전파사용료 산정식은 <부표 1>에서 보는 바와 같이 전파사용량 계수에서 대역간 계수 차이가 무려 250배로 나타나는 등 30GHz 이상 주파수의 가치를 지나치게 낮게 평가하고 있는 상황이다. 이의 시정이 필요하다고 하겠다.

<표 11> 전파법 시행령 [별표9] 전파사용료 산정기준의 전파사용량 계수

대역 전파사용량(MHz)	1GHz미만 (A)	1GHz이상 3GHz미만	3GHz이상 10GHz미만	10GHz이상 30GHz미만	30GHz이상 (B)	A/B
0.1 미만	1	0.7	0.23	0.03	0.004	250
80 ~ 110	38	26.6	8.89	1.29	0.152	250

3) 서비스 계수 재검토 및 공용화 감면 및 환경친화 계수 삭제

국내 전파사용료 산정기준의 ‘서비스 계수’는 보편적 역무나 공익적 성격을 지닌 특정 무선국에 대한 정책적 고려와 서비스 활성화 목적으로 적용된 계수이다. 즉 M/W 중계용 주파수는 유선망 구축이 어려운 도서·산간 지역의 중계망 등의 구축 활성화를 위하여 0.5라는 계수를 부여하고 있다. 하지만 이러한 목적 외에 상업적 임대 목적의 무선국에도 본 계수가 일괄적으로 적용되는 것은 바람직하지 않은 것으로 보인다.

‘공용화 감면계수’는 무선국 설비의 중복투자 방지 및 신규사업자의 진입 활성화, 무선국 난립에 따른 민원발생 억제 목적으로 도입된 계수이다. 또한 ‘환경친화 계수’는 환경보호 및 미관을 목적으로 환경친화적 기지국 건설을 유도하기 위한 계수이다. 하지만 이러한 계수들은 무선국과 관련되는 것이므로 M/W 주파수 이용대가가 링크에 부과될 경우 산식에 포함되는 것이 부적합하다. 따라서 별도의 방식을 통하여 고려되는 것이 타당해 보인다.

4) 최소전송거리의 산식 포함

추가적으로 고려되어야 할 요소로 영국 AIP에 적용되는 경로길이 계수(Path length factor)의 적용을 생각해 볼 수 있다. 이는 전파특성상 저대역일수록 장거리

전송이 가능하기 때문에 수요가 증가하는 저대역 주파수의 사용을 상위 대역으로 분산하기 위하여 적용하는 계수이다. 이에 대역별 최소경로 길이(MPL: Minimum Path Length) 기준을 정하고 실제 사용하는 M/W 링크간 경로길이(PL: Path Length)가 최소경로 길이 기준에 미치지 못할 경우 1보다 큰 계수값이 적용되어 전파사용료를 더 납부하도록 되어있다.

<표 12> 영국 AIP의 경로 길이 계수 산식

If $MPL \leq PL$, then 경로 길이 계수 = 1	링크 경로 길이가 최소 경로 길이 이상인 경우 경로 길이 요소는 1이다.
If $MPL > PL$, then 경로 길이 계수 = $\text{Min} [(MPL/PL)^{0.5}, 4]$	링크 경로 길이가 최소 경로 길이보다 작은 경우 경로 길이 계수는 MPL/PL의 제곱근과 4 중에서 작은 숫자를 취한다.

자료: Ofcom (2015) 면허비용의견서

국내에서도 MPL과 동일한 개념의 최소 전송거리 기준이 전파지정기준에 의하여 M/W 무선국 허가 시 적용되고 있는데 10GHz 이하 대역의 경우 M/W 무선국 링크의 전송거리가 13Km 이상인 경우에 한하여 사용하도록 허가하고 있다. 향후에는 이 전송거리에 대한 규제를 영국의 경우처럼 전파이용대가 산식에 포함시켜 짧은 무선국간 전송거리를 갖는 주파수를 낮은 주파수 대역에서 사용하고자 하는 경우 전파사용료를 많이 부담하도록 할 필요가 있다.

한편 영국 AIP 산정식의 가용성 계수(availability factor)는 상이한 전파이용 장비의 성능에 따라 더 높은 수신률, 즉, 더 높은 가용성을 가진 장비를 사용할 경우 타 링크에 주는 간섭 등을 고려하여 더 높은 값이 적용되도록 하는 계수이다. 하지만 국내 M/W 무선국은 전송품질을 고려하여 수신감도(-73dBm 또는 -74dBm) 등 제원이 비슷한 외산 장비⁸⁾를 공통적으로 사용하고 있어 가용성 계수의 적용에 따른 사용료 차이는 미미할 것으로 생각된다.

5) 지역계수

국내 M/W 중계용 주파수의 경우 서울·경기 지역에 전체 M/W 무선국의 34%가

8) NERA EVO 시리즈, 세라곤 FibeAir 1500 시리즈, 알카텔루슨트 9600LSY 장비 등

집중되는 등 지역별 사용편차가 크게 나타나는바 이러한 혼잡도의 완화를 위하여 지역계수 도입을 고려할 필요가 있다. 지역 계수의 설정 시, 가입자 기반 통신서비스의 경우 인구밀도 비중 등으로 지역계수를 설정하는 것이 합리적일 것이다. 하지만 M/W 중계용 주파수는 서비스 가입자 수보다 지리적 조건 및 기존의 무선국 점유 등 환경에 따라 수요가 결정된다. 따라서 아래 <표 13>과 같이 면적당 인구수가 아닌 면적당 무선국 수 비중을 통해 지역계수를 설정하는 것이 타당하다. 실제 무선국 관리는 각 지역 전파관리소에서 담당하고 있으므로 10개 지역별 전파관리소의 관할 지역별 허가무선국 수를 통해 무선국 집중도를 산출하고 전국 대비 상대값을 계산하여 지역계수로 활용하는 방안을 고려해 볼 수 있다.

<표 13> 무선국 통계를 활용한 지역계수(안)

전파 관리소	지 역	면적(km ²) ¹⁾	무선국수 ²⁾	무선국 집중도	상대값 (지역계수)
서울	서울, 경기, 인천	11,829	1,340	0.113	2.88
광주	광주, 전남	12,814	767	0.060	1.52
부산	부산, 경남일부	6,039	518	0.086	2.18
대전	대전, 세종, 충남	9,218	380	0.041	1.05
대구	대구, 경북	19,915	352	0.018	0.45
전주	전주, 전북	8,067	176	0.022	0.55
강릉	강원	16,826	159	0.009	0.24
청주	청주, 충북	7,407	94	0.013	0.32
제주	제주	1,849	91	0.049	1.25
울산	울산, 경남일부	6,331	69	0.011	0.28
계	전국	100,295	3,946	0.039	1

자료: 1) 국가통계포털 (2017)

2) 한국방송통신전파진흥원 내부 자료

IV. 결론

우리나라는 현재의 복잡한 주파수 이용체계를 단일한 주파수 면허제로 개편하고 주파수 할당대가와 전파사용료를 단일한 전파 이용대가로 통합할 계획이다. 본 연구는 이러한 배경에서 고정업무용 M/W 주파수의 이용대가를 추정하고 이용대가 부과 방법에 대한 개선 방안을 제시하고 있다.

우선 고정업무용 M/W 주파수의 이용대가는 저대역 주파수에서 고대역 주파수로 M/W 시스템을 이전할 경우에 들어가는 비용을 산출하여 도출하였다. 해당 주파수의 기회비용은 현재의 전파사용료보다 최소 1.9배에서 최대 6.8배 정도 큰 것으로 파악되었다.

다음으로는 M/W 중계용 주파수의 이용대가 부과 방식의 개선을 제안하였다. 즉 이용대가를 무선국에서 링크 단위로 바꾸어 주파수 사용량에 비례하여 부과할 것, 주파수 대역을 세분화하고 대역간의 가격 격차를 축소할 것, 현재의 서비스 계수 이용을 재고하고 공용화 및 환경친화 계수를 제외할 것, 최소전송거리 기준을 산식에 포함시킬 것 그리고 지역별 혼잡을 고려하여 지역계수 도입을 고려할 것 등을 제안하였다.

하지만 본 연구 중 M/W 주파수 이용대가 산식에 있어 보다 정확한 단위가격의 산정에 있어서는 몇 가지 추가 작업이 필요할 것으로 판단된다. 단위가격 산정에 있어 도시지역과 비도시 지역 간에는 중계국 건설비 등에 있어 차이가 존재하기 때문이다. 또한 본 연구에서는 4GHz 대역에서 높은 대역으로 이전하는 경우만 다루었으나 실제로는 보다 많은 대역에서 더 높은 대역으로 이전하는 경우의 비용을 산출하여 주파수 단위가격 산출을 해야 할 것으로 보인다.

본 연구에서 차용한 기회비용 접근법도 제약점을 안고 있다. 이는 기술발전예 따라 최소비용 대안의 금액이 달라질 수 있다는 것인데 이에 따라 이용대가 측정에 있어 주기적인 갱신이 필요하다고 하겠다. 향후 정책 반영 시 이점을 감안할 필요가 있다.

본 연구는 희소한 국가자원인 주파수 자원에 대한 기회비용 분석 방법론을 실제 적용하여 운영한 영국의 사례를 바탕으로 우리나라의 고정업무용 주파수의 가치를 산정하고 또한 현재 전파사용료 운용의 개선점을 제시하였다는데 의의가 있다고 하겠다. 이러한 방법론은 다른 용도의 주파수 가치 산정에도 활용될 수 있어 향후 정부의 주파수 면허별 대가 산정에 참고가 될 것으로 기대된다.

참고문헌

- 강영홍 외 (2015). 『M/W 주파수 이용효율화 방안』 (KCA연구 2015-16). 나주: 한국방송통신전파진흥원.
- 과학기술정보통신부 (2017). 『전파지정기준』.
- _____ (2019). 『제3차 전파진흥기본계획』.
- 김용규·연권흠·황용하·김용원 (2018). 『고정업무용 주파수 기회비용 분석』 (KCA연구 2018). 나주: 한국방송통신전파진흥원.
- 김태한·장재혁·서용운 (2016). 『전파자원 이용의 가치분석을 위한 방법 및 적용 방안 연구』 (방송통신정책연구, 15-진흥-073). 과천: 미래창조과학부.
- 변희섭 외 (2017). 『지역기반 무선 서비스 경제성 분석 방법론 연구』 (KCA연구 2017). 나주: 한국방송통신전파진흥원.
- 서경환 외 (2010). 『주파수 재배치 관련 전파품질 및 서비스품질 분석 연구』 (연구보고서). 서울: 한국전파진흥원.
- 설성호·권수천·김병운 (2011). 주파수 자원에 대한 행정유인가격 산정 방법론 연구. 『산업경제연구』, 24(5), 3165-3186.
- 이봉규·김기원 (2014). “국내 M/W 주파수 이용현황”, 한국전자파학회 스펙트럼연구회 워크숍.
- 전파법 시행령 (대통령령 제29390호, 2018. 12. 18 일부개정).
- 중앙전파관리소. “전파관리 통계현황” 각호.
- 한국방송통신전파진흥원 (2018). “M/W 주파수 분배 현황”, 한국방송통신전파진흥원 내부자료.
- 한국전파진흥원 (2010). “주파수 회수·재배치를 위한 손실보상”, 2010년.
- Indepen, Aegis Systems & Warwick Business School (2004). *An economic study to review spectrum pricing*.
- Ofcom (2005). *Spectrum pricing: A statement on proposals for setting Wireless Telegraphy Act licence fees*.
- _____ (2010). *Appendix A: Our current practice in setting AIP fees (An appendix to SRSP: The revised Framework for Spectrum Pricing)*.
- _____ (2011). *Wireless Telegraphy (Licence Charges) Regulations 2011*.

Ofcom (2015). *Review of spectrum fees: For fixed links and satellite services, Initial Consultation.*

Plum (2015) *Support to Ofcom's review of fees for fixed links and permanent earth stations. A final report to Ofcom.*

Smith-NERA (1996). *Study into the Use of Spectrum Pricing.*

〈부표 1〉 전파법 시행령 별표 9. 전파사용료 산정기준 (제90조제2항제1호 관련) (개정 2017.1.24.)

1. 무선국별로 다음 산식에 따라 산정한다.

$$\text{무선국별 전파사용료} = \text{기초가액} \times \text{전파사용량계수} \times \text{서비스계수} \times (1 - \text{공용화 감면계수} - \text{환경친화 감면계수})$$

2. 기초가액: 250,000원

3. 전파사용량계수: 해당 무선국의 송신설비에 지정된 모든 전파의 폭을 합한 것과 사용주파수대역이 교차하는 부분에 해당하는 수를 말한다.

대역 \ 전파 사용량 (MHz)	0.1 미만	0.1 이상 0.3 미만	0.3 이상 1.5 미만	1.5 이상 4 미만	4 이상 7 미만	7 이상 10 미만	10 이상 15 미만	15 이상 20 미만	20 이상 30 미만	30 이상 40 미만	40 이상 60 미만	60 이상 80 미만	80 이상 110 미만	110 이상 150 미만	150 이상
1GHz 미만	1	2	3	5	7	9	12	15	19	23	28	33	38	44	50
1GHz 이상 3GHz 미만	0.7	1.4	2.1	3.5	4.9	6.3	8.4	10.5	13.3	16.1	19.6	23.1	26.6	30.8	35
3GHz 이상 10GHz 미만	0.23	0.47	0.70	1.17	1.64	2.11	2.81	3.51	4.45	5.38	6.55	7.72	8.89	10.3	11.7
10GHz 이상 30GHz 미만	0.03	0.07	0.10	0.17	0.24	0.31	0.41	0.51	0.65	0.78	0.95	1.12	1.29	1.50	1.7
30GHz 이상	0.004	0.008	0.012	0.02	0.028	0.036	0.048	0.06	0.076	0.092	0.112	0.132	0.152	0.176	0.2

비 고: 육상이동업무를 하는 아날로그방식의 무선국에 대하여는 전파사용량계수를 위 계수에 3을 곱한 값으로 한다.

4. 서비스계수

	무선국	계 수
가. 고정국	1) 마이크로웨이브용 무선국	0.5
	2) 가입자회선용 무선국	0.25
	3) 도서통신용 무선국	0.05
	4) 그 밖의 고정국	1
나. 위성방송사업자가 개설한 위성방송보조국		0.03
다. 통합공공망 전용주파수를 사용하는 무선국		0.012
라. 그 밖의 무선국		1

5. 공용화·환경친화 감면계수 산정기준

공용화율, 환경친화율(%)	10 미만	10 이상 20 미만	20 이상 30 미만	30 이상 40 미만	40 이상 45 미만	45 이상 50 미만	50 이상 55 미만	55 이상 60 미만	60 이상 70 미만	70 이상 100
공용화 감면계수	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10
환경친화 감면계수	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10

비고 1. 공용화율: 해당 기간통신 사업자의 무선국 중 법 제48조제1항 및 제48조의2제1항에 따라 다른 시설자와 안테나설치대 또는 송신·수신 설비를 공동 사용하는 무선국이 차지하는 비율을 말한다.
2. 환경친화율: 해당 기간통신 사업자의 무선국 중 법 제48조의2제1항에 따라 무선국의 무선설비를 환경친화적으로 설치한 무선국이 차지하는 비율을 말한다.

〈부표 2〉 전파법 시행령 별표 10. 전파사용료 산정기준 (제90조제2항제2호 관련) (개정 2016.6.21)

1. 무선국의 송신설비별로 지정된 주파수마다 다음 산식에 따라 산정한다.
 지정된 주파수별 전파사용료 = 기초가액 × (√안테나공급전력 + 전파의 폭) × 선호계수
 × 이용형태계수 × 목적계수
 × (1 - 공용화 감면계수 - 환경친화 감면계수)

2. 기초가액: 2천원
 3. 안테나공급전력: 와트를 단위로 산정한다.
 4. 전파의 폭: kHz 단위로 산정하되, 1kHz 미만인 경우에는 1kHz로 하고
 960MHz 이상의 주파수대에서는 전파의 폭이 1MHz 미만인 경우 1MHz로 한다.
 5. 선호계수

주파수대		계수
UHF	300MHz 이상 960MHz 미만	1.5
VHF	28MHz 이상 300MHz 미만	1.3
중단파 이하	28MHz 미만	1
준마이크로파	960MHz 이상 3GHz 미만	0.1
마이크로파	3GHz 이상 10GHz 미만	0.0234
	10GHz 이상 30GHz 미만	0.0034
밀리미터파	30GHz 이상	0.0004

6. 이용형태계수 : 단독이용의 경우 1, 공동이용의 경우 0.1
 비고: “단독이용”이란 전국적으로 시설자가 특정한 주파수를 배타적으로 이용하는 경우를 말하며,
 “공동이용”이란 그 외의 경우를 말한다.

7. 목적계수

운용 목적	계수
가. 무선항행업무(레이더·트랜스폰더·거리측정기·전파고도계)	0.5
나. 무선측위(탐지 및 표지를 포함한다)업무	0.1
다. 제1호 및 제2호를 제외한 업무	1

8. 공용화·환경친화 감면계수 산정기준

공용화율, 환경친화율(%)	10 미만	10 이상 20 미만	20 이상 30 미만	30 이상 40 미만	40 이상 45 미만	45 이상 50 미만	50 이상 55 미만	55 이상 60 미만	60 이상 70 미만	70 이상 100
공용화 감면계수	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10
환경친화 감면계수	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10

- 비고 1. 공용화율: 해당 기간통신 사업자의 무선국 중 법 제48조제1항 및 제48조의2제1항에 따라 다른 시설자와 안테나설치대 또는 송신·수신 설비를 공동 사용하는 무선국이 차지하는 비율을 말한다.
 2. 환경친화율: 해당 기간통신 사업자의 무선국 중 법 제48조의2제1항에 따라 무선국의 무선설비를 환경친화적으로 설치한 무선국이 차지하는 비율을 말한다.