

주파수 공동사용 제도 분석 및 국내 도입 방안

김 태 한*

Analysis of Spectrum Sharing Systems and Some Plans for the Adoption in Korea

Taehan Kim*

Abstract

As mobile traffic is growing, the demand for spectrum is increasing but the deficiency of spectrum becomes serious as the supply is restricted essentially. For resolving the issue, spectrum sharing system is discussed from the technical and regulatory point of view, where multiple radio users occupy same frequency. In this paper, the policies and adoptions of spectrum sharing system in some countries are analyzed with a focus on TV white space and licensed shared access, which are based on unlicensed and licensed spectrum usage respectively. Some legal and regulatory plans to adopt and activate spectrum sharing in the Radio Waves Act system of Korea are proposed as well.

Keywords : Spectrum Sharing, TV White Space, Licensed Shared Access, Frequency Assignment

논문접수일 : 2014년 11월 07일 논문수정일 : 1차 2014년 12월 04, 2차 2014년 12월 10일 논문게재확정일 : 2014년 12월 10일

※ 본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신·방송 연구개발 사업의 일환으로 수행하였음(모바일 빅뱅 시대의 주파수 효율 개선 핵심기술 개발).

* 한국전자통신연구원 창의미래연구소 선임연구원, 과학기술연합대학원대학교 겸임교수, e-mail : taehan@etri.re.kr

1. 서 론

IT 기술이 발전하고 확산됨에 따라, 주파수 자원의 수요와 공급 사이의 불균형은 심화되고 있다. 스마트폰의 사용증가 등 이동통신 트래픽이 계속 증가하고 있을 뿐만 아니라, DMB나 UHD TV 등 새로운 방송기술도 등장하고 있으며, IoT (Internet of things)를 위한 기반이 조성되는 등 각 기기도 지능화되어 기기 간 데이터 교환을 위한 무선 트래픽도 급증하고 있다. Cisco에서 예측한 자료[Cisco, 2014]에 따르면, 전 세계 모바일 트래픽은 2013년 1.5EB에서 연평균 61% 증가하여 2018년에는 15.9EB까지 증가할 것으로 예측하였다.

주파수에 대한 수요는 가파르게 증가하는 반면, 주파수 자원의 공급은 기술적, 산업적 특성상 한정되어 있어 더딘 증가속도를 보이고 있다. 현재까지 3GHz 이하의 주파수 대역만 주로 활용되어 왔으며 해당 주파수 대역의 혼잡도는 계속 증가하고 있어 새로운 주파수 대역의 발굴이 요구되나, 전파이용의 기술적 특성상 높은 주파수 대역의 활용에는 아직까지 한계가 존재한다. 이용이 저조한 주파수를 회수하여 새로운 서비스에 활용하는 회수·재배치 제도도 존재하나, 이의 시행에는 많은 비용과 시간이 소요되며, 주파수 면허권자가 일단 그 이용권을 취득하게 되면 해당 주파수를 반납하지 않거나 회수에 비협조적인 태도를 보이는 경우도 많다.

이와 같은 주파수 자원의 수급 불균형 현상에 대한 해결책으로서, 주파수를 다른 무선국 또는 사용자와 같이 이용하는 주파수 공동사용이 주목받고 있다. 해외 주요국에서는 주파수 회수·재배치 정책에 대한 대안으로 주파수 공동사용을 주목하고 관련 기술 및 정책을 개발중에 있으며, 특히 미국은 모바일 트래픽 증가에 대비하기 위해 연방정부가 사용하고 있는 주파수를 개방하여

상업용으로도 같이 활용할 수 있는 기술적, 제도적 방안을 마련하고 있다.

주파수를 공동 사용하는 제도는, 원래 면허를 받은 1차 사용자에게 유해한 혼신을 끼치지 않는 범위 내에서 주파수를 공동으로 사용해야 할 2차 사용자가 면허를 받아야 하는지 여부에 따라 비면허기반 및 면허기반으로 분류할 수 있다. 비면허기반의 대표적인 예는 DTV 전환에 따른 TV 유휴대역(white space) 주파수를 활용하는 것이며, 면허기반 공동사용의 대표적인 예는 유럽의 2.3GHz 대역 또는 미국의 3.5GHz 대역에서 2차 사용자가 면허를 받아 주파수를 공동사용하는 LSA(licensed shared access) 방식이다.

본 논문에서는 각국이 추진중인 주파수 공동사용 제도 및 정책을 분석하며, 특히 TV 유휴대역 활용과 LSA 도입 등 구체적인 주파수 공동사용 제도 도입 및 기술 개발 현황을 살펴본다. 또한, 전파법 및 전파법시행령, 무선설비규칙 등 우리나라의 전파법 체계를 바탕으로, 주파수 공동사용을 활성화시키기 위한 법적, 제도적 방안을 제안한다. 먼저, 제 2장에서는 TV 유휴대역과 LSA를 포함한 주파수 공동사용의 개념 및 형태를 살펴보고, 제 3장에서는 해외 주요국을 중심으로 TV 유휴대역 활용, LSA 도입 등 주파수 공동사용 제도의 도입 현황을 살펴본 후 시사점을 도출한다. 제 4장에서는 이를 바탕으로 법적, 제도적, 산업적 측면에서 주파수 공동사용을 활성화시키기 위한 방안을 제안하며, 마지막으로 제 5장에서는 본 연구를 요약하고 향후 연구과제에 대해 제시한다.

2. 주파수 공동사용 제도 개요

2.1 주파수 공동사용의 개념

주파수 공동사용에 대해 우리나라에서 법적으로 정의된 바는 없으며, ‘주파수 공유’라는 용

어가 보편적으로 사용되어 왔다. 다만, 우리나라 전파법 제6조에서는 전파자원의 공평하고 효율적인 이용을 촉진시키기 위한 방안의 하나로서 ‘주파수의 공동사용’을 제시하고 있으며, 전파자원은 국민 모두 사용하는 공공재이므로 특정인의 소유가 불가능하다는 점에서, 본 논문에서는 주파수 ‘공유’ 대신 주파수 ‘공동사용’이라는 용어를 사용하기로 한다.

유럽에서는 주파수 공동사용을 ‘collective use of spectrum’과 ‘shared use of spectrum’으로 구분하기도 한다[RSPG, 2011]. 전자는 불특정 다수가 주어진 기술적 조건 하에서 동일한 주파수를 동일 시간, 동일 지역에서 사용하는 것을 의미하며, 후자는 특정 사용자들이 사전에 약속한 조건에 따라 동일한 주파수를 같이 사용하는 것을 의미한다. Peha는 주파수 공동사용을 주파수 이용자간 권리의 동등 또는 차등 여부와 주파수 이용시 공존 또는 협력 여부에 따라 4가지 형태로 분류하였으며[Peha, 2009], 각 형태별 사용 예는 <표 1>과 같다. 또한 Kitscha 등은 이와 같은 분류 체계에 면허 필요 여부를 추가하여 8가지 형태의 주파수 공동사용 모델을 제시하였다[Kitscha et al., 2013].

<표 1> 주파수 공동사용 형태 분류 및 예

구 분		이용자간 권리	
		동등	차등
이용자간 관계	공존	Wi-Fi	Ultra-wide band
	협력	Mesh Network	주파수 임대

본 논문에서는 주파수 공동사용을 ‘한정된 전파자원을 효율적으로 활용하기 위해 여러 무선국이 시간, 공간, 또는 출력을 달리하여 간섭을 회피하면서 동일한 주파수를 사용하는 것’이라고 정의하고자 한다. 이는 전술한 주파수 공동

사용의 개념을 모두 포함하며, 면허가 필요한 경우 및 그렇지 않은 경우, 주파수 이용시간 동등 또는 차등의 권리를 갖는 경우를 모두 포함한다.

2.2 주파수 공동사용의 형태

앞서 제시한 주파수 공동사용의 정의에 따라 주파수 공동사용의 형태를 살펴보면 다음과 같다. 먼저, 주파수 공동사용은 ‘여러 무선국’이 동일한 주파수를 사용하는 것이다. 일반적인 경우 다수의 사용자가 각각 무선국을 개설하여 주파수를 공동사용하게 될 것이나, 동일한 사용자가 다수의 무선국을 개설하여 동일한 주파수로 다양한 서비스에 사용하는 경우도 생각해 볼 수 있다. 따라서, 주파수 공동사용에서 ‘공동’의 기준은 사용자가 아닌 무선국을 기준으로 설정해야 할 것이다.

주파수 공동사용의 방식은 ‘시간, 공간, 또는 출력을 달리하여’ 사용하는 것이다. 동일한 주파수를 같은 공간, 같은 시각, 같은 출력으로 2개 이상의 무선국이 사용하게 되면 서로 혼신을 일으켜 신호를 전달할 수 없게 된다. 따라서, 다른 무선국이 사용하지 않는 공간, 시각에 사용하거나 다른 출력을 사용하여야 한다. 시각을 분리하는 경우는 Cognitive Radio(인지무선) 기술을 사용하는 전형적인 경우로, 주변 전파환경을 인지하여 1차 면허권자를 포함한 다른 무선국이 사용하지 않는 시간에 해당 주파수를 사용하고 다른 무선국이 등장하면 다른 주파수로 옮겨가는 것이다. 공간을 분리하는 경우는 2가지로 나눌 수 있는데, 위도 및 경도로 표현되는 지역을 분리하거나, 높이를 달리하여 고도를 분리하는 경우가 있다. 예를 들어 TV 유희대역은 TV 방송용 주파수(470~698MHz) 중 방송국간 전파간섭방지를 위해 지역적으로 사용하지 않고

비어있는 주파수 대역을 의미하는데, 이를 해당 지역에서 다른 용도로 사용하는 경우 지역 분리에 해당하며, 지상의 두 지점 간을 연결하는 고정통신용 주파수를 위성-지상 간 통신에도 사용하는 경우 고도 분리에 해당한다. 출력을 분리하는 경우는 UWB(ultra wide band)가 대표적인데, 다른 무선국과 동일한 주파수를 이용하지만 훨씬 넓은 대역폭의 주파수를 낮은 출력으로 사용함으로써 다른 무선국의 운용에 지장을 주는 잡음 수준 이하의 혼신만 끼치는 것이다.

마지막으로, 주파수 공동사용은 ‘간섭을 회피’해야 한다. 이는 무선국이 스스로 간섭을 회피할 수 있도록 간섭회피기술을 적용하거나 주파수 사용을 감독하는 기관의 통제하에 간섭이 일어나지 않도록 주파수를 사용하는 동적(dynamic) 주파수 접근을 의미한다. 이는 사전에 간섭분석을 통해 각 무선국이 사용할 주파수를 사전에 정하는 현행 무선국 허가체제나 이동통신 사업자의 주파수 재사용(frequency reuse)과는 구별되는 개념이다. 간섭을 회피하는 방법은 Peha[2009]의 분류와 같이 동등 또는 차등 권리부여로 나누어 볼 수 있는데, 동등한 권리가 부여되면 상호 간섭을 회피하면서 사용해야 하며 Wi-Fi 사용이 이에 해당된다. 차등 권리부여의 경우 낮은 권한의 무선국은 더 높은 권한의 무선국에 유해 혼신을 주지 않도록 운용해야 하며, TV 방송을 1차 사용자로 하는 TV 유희대역 활용이 이에 해당된다.

2.3 TV 유희대역의 개요 및 특징

TV 유희대역은 그 전파특성이 우수하다는 점에서 가장 큰 장점을 가지며, 저대역 주파수를 이용하므로 네트워크 구축 비용을 절감할 수 있다. 또한, 방송용 주파수는 자주 변하지 않으므로 안정된 DB 구축 및 주파수 이용이 가능하다. 그 외에도 다른 국가에도 유사한 제도 도입이 예상되며

로 국제적인 조화를 이룰 수 있는 가능성이 높고, TV가 디지털 방식으로 전환되어 잡음에 강하게 되었으므로 보다 넓은 지역에서 해당 주파수를 공동 사용할 수 있다는 장점이 있다. TV 유희대역을 사용하기 위해서는 TV 방송용 주파수 중 비어있는 채널을 알아야 하는데, 가용채널 정보를 획득하는 방식에는 각 무선국의 위·경도 좌표를 위치(geolocation) DB에 입력하고 가용채널 정보를 받는 DB 접속 방식, 스스로 신호를 감지하여 가용채널 정보를 알아내는 센싱(sensing) 방식 등이 사용되며, 비콘(beacon) 신호를 이용하는 방식도 적용할 수 있다.

각국은 TV 유희대역을 활용할 수 있는 서비스 모델을 제시하고 있는데, 먼저 우리나라의 ‘TV 유희대역 활용계획’에서는 도서지역 무선 가입자망, 관광지 등 소규모 지역 내 정보전송, 재난 시 지하구간 영상 전송, M2M 형태의 환경정보 수집 등 4가지 모델을 제시하였다[방송통신위원회, 2011]. 유럽 FP7 프로젝트 중의 하나로 진행된 COGEU의 연구에서는 유럽에서의 TV 유희대역 활용 모델로서 UMTS/LTE 확장, Wi-Fi, WiMAX, DVB-H(방송), 공공안전, PMSE(program making and special events) 등 6가지를 제시하였다[COGEU, 2010]. 다양한 서비스 모델 및 네트워크 범위에 따라 기술표준도 다양하게 나타나게 되었는데, 다음 표에서 대표적인 기술표준을 정리하였다.

〈표 2〉 TV 유희대역 활용을 위한 기술표준의 예

표준명	범위	표준화 완료
IEEE 802.22	Regional Area	2011년
IEEE 802.22b		진행 중
IEEE 802.11af	Local Area	2014년
Ecma-392	Personal Area	2009년
IEEE 802.15.4m		진행 중
Weightless		2013년

2.4 LSA의 개요 및 특징

LSA는 1차 사용자가 존재하는 상황에서 한정된 수의 주파수 이용자에게 개별적으로 주파수 공동사용을 위한 면허를 부여하고 해당 주파수를 사용할 수 있도록 하는 체계이다. Qualcomm과 Nokia가 2011년 ASA(authorized shared access)라는 이름으로 제안한 것이며, 이용이 저조한 주파수 대역을 사용할 수 있도록 2차 사용자에게 면허를 부여하고 이동통신용으로 사용할 수 있도록 하는 것이다. 면허를 받는 절차(다른 무선국들과 마찬가지로의 절차 또는 웹사이트에서의 등록 등 간이한 절차)를 밟아야 하고 필요시 소정의 비용을 납부해야 하는 부담을 가지는 대신, 주파수 이용 가능성을 어느 정도 예측할 수 있어 일정한 통신품질(QoS)을 보장할 수 있다는 장점이 있다.

TV 유희대역과 달리 LSA는 제조사 중심의 이동통신 관련 기업들이 이동통신용 주파수를 추가로 확보하기 위해 제안한 개념이다. 따라서 비면허 주파수를 기반으로 여러가지 서비스 모델이 논의되는 TV 유희대역과 달리, 매크로셀에서 사용하기 위해 할당받은 이동통신용 주파수를 보조하기 위한 수단으로 사용될 전망이며, 활용방식으로는 스몰셀 방식으로 사용하는 서비스 모델이 현재 논의되고 있다. 또한 이동통신용 주파수의 추가 확보를 위해 LSA가 제안된 만큼, 기술적으로는 매크로셀용 할당 주파수와 LSA 주파수를 동시에 사용하는 방법(반송파 집성기술 등)이 개발되고 있다. LSA를 도입하기 위해서는 1차 면허권자가 사용하지 않는 전파자원을 활용하기 위한 또다른 면허가 부여되어야 하므로, 위치 DB 등을 활용한 간섭 회피, 1차 면허권자와 2차 면허권자와의 관계, 2차 면허권자의 권리와 의무, 법적 지위 등을 고려해야 하는 점이 특징이다.

3. 주요국의 주파수 공동사용 추진 현황 및 시사점

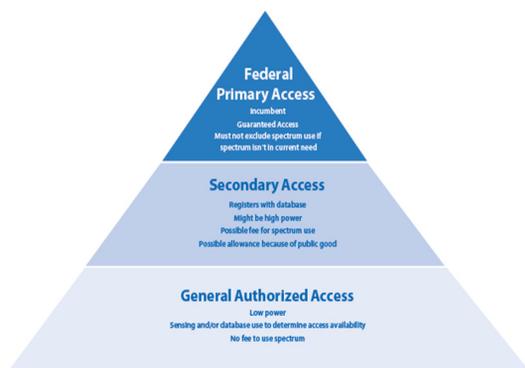
3.1 미국

미국은 주파수 공동사용에 관해 기술적, 제도적으로 가장 진전된 국가이다. 미국은 2008년 11월 세계 최초로 TV 유희대역 이용을 허용하였는데, 1차 사용자인 TV 방송, 무선마이크 등에 유해한 혼신을 유발하지 않는 조건으로 TV 방송용 주파수 대역에서 비면허 기기의 사용을 허용하였다[FCC, 2008]. TV 유희대역을 이용하는 기기를 고정기기와 이동기기로 구분하고, 위치 DB 또는 센싱을 사용하여 가용 채널 정보를 획득할 수 있도록 하였다. 2011년에는 위치 DB를 운영할 Google, Spectrum Bridge 등 9개사를 선정하였으며, 2012년에는 Spectrum Bridge사가 세계 최초로 미국 Wilmington시에서 무선인터넷, 수질관리, 가로등 관리 등의 상용서비스를 시작하였다.

한편, 미국 정부는 2010년 국가광대역계획(national broadband plan)을 발표하여 광대역용 주파수를 확보하기 위한 방안을 제시하였고, 이에 따라 연방정부가 사용하는 주파수를 관리하는 NTIA(통신정보관리청)는 연방정부용 주파수를 광대역 이동통신용으로 공동사용하는 방안을 발표하였다[NTIA, 2010]. 이 보고서에서는 1.7GHz, 3.5GHz, 4.2GHz, 4.3GHz 등 여러 주파수 대역을 LSA 방식으로 공동사용하기 위한 방안을 검토하였으며, 이후 FCC는 의견수렴을 거쳐 3.5GHz 대역을 공동사용하기 위한 규칙을 제안하였다[FCC, 2012]. 해당 대역은 국방부가 해안 지역(지상, 선박, 항공기 등)에서 레이더용으로 사용하고 있는데, FCC는 이를 민간부문에서 "Citizens Broadband Service"로 공동사용하는 방안을 마련하였다. 이어 2014년에는 3.5GHz 대역의 구체적 공동사용 방안을 제안하였는데[FCC, 2014], 이에는 면허방식의 우선이용(priority

access)과 비면허 방식의 일반이용(general authorized access)이 있다. 이 중 우선이용이 LSA에 해당하는데, 주파수 이용시스템(spectrum access system)에 등록하여 면허를 받아야 하며 면허신청에 경쟁이 있을 경우 경매도 실시할 수 있도록 하였다.

주파수 공동사용의 전체적 제도의 틀은 대통령 과학기술자문위원회(PCAST) 보고서에서 제시되었다. 2012년 발행된 이 보고서에는 경제성장을 촉진하기 위해 정부 보유 주파수를 최대한 활용하는 방안이 제시되었다[PCAST, 2012]. 우선 연방 정부가 보유한 주파수 총 1GHz폭을 공동사용 대역으로 지정할 것을 제시하였으며, <그림 1>과 같이 이용권이 보장된 primary access, 등록 절차를 밟아 약간의 비용을 내고 2차 사용자 권리를 획득하여 이용하는 secondary access(LSA 포함), 정해진 조건을 만족하면 누구나 비용없이 낮은 출력으로 이용하는 general authorized access 등 3계층으로 이용하는 방안을 제안하였다. 또한, PCAST는 주파수 공동사용을 위해 시범 도시(test city)를 구축하고 민-관 합동으로 주파수 공동사용 정책, 기술, 시스템 용량을 시험할 것을 권고하였다. 이에 따라 2014년 7월 NTIA와 FCC는 공동사용 기술을 적용하고 평가하기 위한 'Model City' 구축에 관해 의견을 수렴하였다[FCC et al., 2014].



〈그림 1〉 PCAST가 제안한 주파수 공동사용 계층

3.2 유럽연합 및 영국

유럽은 주파수 정책 자문기구인 RSPG(radio spectrum policy group)를 중심으로 주파수 공동사용 정책 및 권고안을 마련해 왔으며, 여러 EU 회원국이 인접해 있고 인원 및 기기의 왕래가 빈번한 상황을 고려하여 최신의 기술 및 정책을 개발하기 보다는 각 국가별로 전파자원의 사용을 통일(harmonization)하는 방안을 검토해 왔다. 2012년 EU 의회는 주파수의 공유(collective use of spectrum 및 shared use of spectrum)를 촉진하도록 한 RSPG(radio spectrum policy program)를 승인하였는데, white space의 이용을 포함한 인지 무선 기술의 개발을 장려하며 피코셀 및 펌토셀을 확산시키고 공동사용 및 비면허 주파수 대역을 활용하도록 하여, 무선 광대역이 확산되고 디지털 격차가 해소되기를 기대하였다[EU, 2012].

LSA의 경우 2.3GHz 대역에서 도입을 적극 검토하고 있고, 현재 주파수 조화(harmonization)를 위한 노력이 진행 중이다. 해당 주파수 대역의 1차 사용자는 방송제작을 위한 PMSE, 항공 원격측정(aeronautical telemetry), 공공안전 등인데, 1차 사용자의 전파 이용 특성상 2차 사용자에게 주파수 활용기회가 많고 우수한 전파특성을 가지므로 이동통신용(특히 LTE-TDD 방식)으로 적합하다. 2013년 RSPG는 LSA에 관한 의견을 모집하고 최종 의견서를 발행했는데[RSPG, 2013], 각국은 LSA의 기여도와 기술적 조건을 연구하고 LSA에 대해 활발히 토의하며, 1차 사용자 보호와 규모의 경제를 달성하고 장비 및 표준의 적절한 개발을 위해 기술적 조건의 조화를 추진할 것을 제시하였다. 또한, LSA 도입시 공정한 경쟁 환경 및 소비자의 편익이 보호되어야 한다고 밝혔다.

영국도 TV 유휴대역 이용을 비롯한 주파수 공동사용에 관해 적극적인 정책을 펼치고 있다. DTV 전환에 따른 여유 주파수의 활용방안을 논

의한 ‘digital dividend review’에서 TV 유휴대역(interleaved spectrum)을 비면허로 사용하는 방안을 제안한 이후[Ofcom, 2007a], 2009년에는 가용 주파수를 결정하는 방법(DB 접속방식, 센싱방식, 비콘 방식)을 제시한 바 있다. 이후에도 DB 구축 및 기기 동작방법을 제안하고 기기의 기술적 요건에 대한 자문을 시행하였으며, 간섭 최소화를 위한 무선국 설정값 및 알고리즘 등 기술적, 제도적 사항을 계속 논의하고 있다.

또한, 영국 Ofcom은 주파수 공동사용 정책 및 효과에 관한 자문을 실시하고 활성화 정책을 발표하였다[Ofcom, 2014]. 실내 Wi-Fi, 실외 스펙트럼, IoT 등 주파수 공동사용에 따라 소비자 편익이 증가할 것으로 보았으며, 주파수 공동사용을 확대하여 주파수 이용 장벽을 제거하고 혁신적 서비스 제공을 유도할 것을 발표하였다. 또한, 5GHz 대역의 Wi-Fi 확대에 따른 기술 검토 및 Wi-Fi 혼잡 경보를 실시하고, 새로운 주파수 대역의 공동사용 가능성(특히 1GHz 이하에서 협대역 공동사용)을 검토하며, TV 유휴대역 외 DB 기반의 공유 서비스를 확대할 것을 발표하였다.

3.3 일본

일본은 TV 유휴대역 활용을 위해 2009년 12월부터 약 7개월간 ‘새로운 전파활용 비전에 대한 검토 팀’을 운영하여 TV 유휴대역 활용을 위한 기술적, 정책적 과제를 검토하였다. 이에는 white space 특구 설치, TV 유휴대역의 활용 모델 검토 등에 대한 내용이 포함되었다. 이에 따라 우리나라의 DMB와 유사한 1seg형 및 광고를 위한 디지털 사이니지형이 유망하다고 판단하여 2012년에 추진하기로 하였다. 이후 ‘White Space 추진회의’를 운영하여 ‘White Space 이용 시스템의 공유 방침’을 발표(2012년)하였으며, 2013년에는 ‘White Space 이용 시스템의 운용조정 방법’을 발표하였다.

3.4 국내 도입 현황

우리나라는 2011년 11월 처음으로 TV 유휴대역의 실험 서비스를 제주도에서 실시하였다. 이후 2011년 12월에는 ‘TV 유휴대역 활용 기본계획’을 확정하였으며, 기술기준 제정, 제도 정비, 전파환경 DB 구축, 시범서비스 등을 계획하였다[방송통신위원회, 2011]. 이후 TV 유휴대역을 활용하기 위한 기술적 조건을 담은 무선설비규칙 및 주파수분배표 개정안을 입안 예고하였으며(2012년 9월), 2013년에는 TV 유휴대역을 활용하는 시범서비스 지원사업을 진행하였다.

시범서비스를 시행할 컨소시엄에는 문화방송, 제주테크노파크, CJ헬로비전, 한국전력공사, 위월드 등 5개가 선정되었으며, 서비스 형태는 고화질방송, 인터넷망 구축, 공공/지역 정보 제공, 안전확인 및 전력망 등으로 다양하다. 각 컨소시엄에는 정부가 사업비의 일정액을 지원하며, 2013년 말까지 장비를 개발하고 사업종료 후 6개월 이상 시범서비스를 제공할 예정이다. 현재 진행 중인 시범서비스로는 KT의 도서, 산간, 오지 인터넷 서비스, 케이블 사업자 컨소시엄의 관제, 인터넷, 전자안내 서비스, 제주테크노파크의 Super Wi-Fi 서비스 등이 있다.

3.5 각국 사례의 시사점

각국의 사례를 살펴보면, 다음과 같은 시사점을 얻을 수 있다. 먼저, 주파수 공동사용은 산업계(특히 통신 장비 제조사 및 IT 관련 기업)에서 적극적으로 추진하고 있다. 지금까지는 주파수가 배타적으로 할당되어 통신 서비스 기업의 영향력이 컸으나, 주파수 공동사용이 도입되면 많은 기기에서 주파수를 보다 자유롭게 사용할 수 있게 되므로 주파수 이용정보를 생산하는 IT 관련 기업이나 주파수 공동사용에 필요한 기기 제조 기업의 영향력이 확대될 것이다. TV 유휴대역 가용채널 정보를 포함

한 'Spectrum Database'를 운용하는 Google의 사례나 ASA의 도입을 주장한 Qualcomm의 사례에서 보듯이, 주파수를 배타적으로 할당받지 못한 기업들은 주파수 공동사용을 통해 주파수 사용기회를 획득하고 생태계 영향력을 확대하려고 노력하고 있다.

또한 주파수 공동사용이 확대되고 있는 국가들을 보면, 정부가 이해관계자들간의 갈등을 조정하고 주파수 공동사용의 확대에 앞장서고 있는 모습을 볼 수 있다. 미국에서 TV 유휴대역 사용을 허용할 당시 혼신을 우려한 방송계의 우려를 FCC가 조정한 사례나, 유럽에서 주파수 공동사용을 확대하기 위해 유럽 의회나 RSPG 차원에서 적극적인 권고안을 만든 사례에서 이러한 점을 찾아볼 수 있다. 미국 정부가 보유하고 있는 주파수를 민간에서도 공동으로 사용할 수 있도록 개방한 사례에서도 주파수 공동사용을 위한 정부의 의지를 볼 수 있다.

마지막으로, 각국은 자국의 전파 이용환경 특색을 살려 주파수 공동사용 정책 및 서비스 모델을 추진하고 있다는 점을 알 수 있다. 미국은 TV 유휴대역을 넓은 지역을 커버하기 위한 무선 인터넷, 기기 제어 등에 주로 사용하는 반면, 일본은 이를 1seg 형태의 방송 서비스용으로 우선 검토하였다. EU의 경우에는 여러 국가의 연합체인 특성을 고려하여, 특정한 서비스 모델을 정하여 육성하기 보다는 주파수의 조화, 기술의 표준화 및 인터페이스 통일, 정보격차 해소 등을 우선적으로 추진하기 위해 노력하고 있다.

4. 국내 도입 방안

4.1 주파수 공동사용 도입 필요성

우리나라는 TV 유휴대역 활용 계획을 수립하고 현재 시범서비스를 진행하는 단계에 있으나,

TV 유휴대역 활용을 제외하면 주파수 공동사용을 위한 기술적, 정책적 준비가 부족한 것이 사실이다. 전술한 바와 같이 주요국의 경우 TV 유휴대역뿐만 아니라 LSA에 대해서도 후보 대역 발굴, 2차 사용을 위한 서비스 발굴, 기술적 가능성 확인 등의 노력을 기울이고 있으며, 주파수 공동사용의 법적인 지위와 주파수 공동사용으로 인한 경제적 효과 분석 등 경제적·사회적으로도 많은 검토를 하고 있다.

특히 우리나라의 경우 모바일 통신기기 사용이 증가하고 있고 앞으로도 IoT 등의 발전에 따라 모바일 트래픽이 계속 증가할 전망이다, 이에 비해 추가로 확보할 수 있는 주파수 대역폭은 부족한 상황이며, 최근 700MHz 대역 주파수 이용과 관련하여 나타나고 있는 갈등에서 볼 수 있듯이 서로 다른 서비스간 주파수 확보 경쟁도 치열한 실정이다. 따라서, 이에 대한 하나의 해결책으로서 주파수의 공동사용을 통해 논리적인 가용 주파수의 양을 늘리는 방안이 요구된다. 이를 위해서는 먼저 현재 사용중인 주파수의 이용 현황을 분석하고, 주파수 대역별 특성 및 이용 현황, 2차 용도로서 활용이 가능한 잠재적인 서비스, 이러한 공동사용의 효과에 대한 검토가 필요하다. 그리고 전파이용의 고도화와 다양화에 따라 기존 전파법 제도에서 지원할 수 없는 새로운 이용 형태를 포함할 수 있도록 제도적 조치가 필요하다. 본 장에서는 법제도와 산업 측면에서 주파수 공동사용을 도입하고 활성화시키기 위한 과제에 대해 논의하며, 이러한 노력이 실제로 효과를 거두기 위한 방안에 관해서도 논의하고자 한다.

4.2 법적, 제도적 근거 마련

먼저, 전파법 및 전파법시행령으로 대표되는 현행 전파이용제도의 수정사항을 논의한다. 먼저, 주파수를 공동으로 사용하는 무선국의 법적

지위가 확정되어야 한다. 군용 등 예외적인 경우에 적용되는 주파수 사용승인 제도를 제외하면, 현재 무선국을 개설할 수 있는 방법에는 허가, 신고, 비신고(신고없이 개설하는 무선국)가 있다. 또한 주파수에 대한 이용권리를 획득하는 방식에는 할당, 지정이 있으며, 비신고의 경우 이용권리가 별도로 부여되지는 않으나 주파수를 이용할 수 있다. 따라서 주파수를 공동사용하는 경우에는 1차 사용자보다는 우선권은 낮으나 정해진 기술적 조건하에서 주파수를 사용할 수 있는 권리가 부여되어야 하는데, 현행 전파법 체계에서는 이러한 무선국에 부여할 법적 지위가 명확하지 않다.

이와 관련하여, 유럽에서는 가벼운 면허체계(light-licensing)를 고려하고 있다. Light licensing의 법적 지위는 국가별로 다르나, 영국에서는 ‘송신기 장소등록 및 타사용자와의 조정의무가 부과되고, 무료 또는 최소한의 사용료로 비배타적 면허를 부여하는 체계’로 정의된다[Ofcom, 2007b]. <표 3>에서 보듯이 light licensing을 우리나라 전파법 체계와 비교하면 ‘신고’와 ‘비신고’의 중간형태이며, 간단한 등록절차를 거쳐 면허를 획득하고 약간의 이용료를 납부할 수 있고, 이에 따라 일정 부분 법적 권리를 획득하는 것을 의미한다.

<표 3> Light licensing 및 국내 제도의 비교

구 분	허가	신고	Light Licensing	비신고
주파수 이용계획	정부의 사전계획	정부의 사전계획	이용자 주도	이용자 주도
면허획득 절차	서류제출	서류제출	온라인 등 간이등록	없음
전파 사용료	부과	부과	부과 (인하가능)	부과근거 없음
이용자수	제한	제한	제한가능	무제한

무선국의 법적 지위와 관련하여, 주파수를 공동 사용하는 2차 이용자의 주파수 이용권리를 어느

수준으로 부여할지에 대해서도 이해관계자에 따라 의견이 다른데, 이는 결국 규제당국이 해당 주파수 사용의 특성을 고려하여 결정해야 할 과제이다. 미국 FCC는 TV 유휴대역을 활용하는 무선국 면허를 받도록 할지, 비면허로 운용 가능하도록 할지에 대해 검토하였으며, 다양한 서비스 모델을 육성하기 위해 비면허 방식으로 결정한 바 있다 [FCC, 2008]. 또한, 3.5GHz 대역은 전술한 바와 같이 면허방식과 비면허 방식 모두 가능하도록 하였다 [FCC, 2014]. 전체적인 주파수 공동사용 체계를 수립하는데 있어서는, 미국은 PCAST가 제안한 3계층 모델로, 유럽은 shared use of spectrum과 collective use of spectrum의 2가지 모델로 접근하고 있다. 이러한 방식들은 1차 사용자, 2차 사용자, 규제기관 각각에 대해 장단점을 가지므로 [Matinmikko, 2014], 국내의 지리적 특성과 전파 사용 형태를 감안하여 주파수별로 차별화된 정책이 필요하다.

공동사용 무선국간의 주파수 이용규칙 및 권리 관계를 설정하고, 공동사용에 필요한 DB의 구축 및 운용 주체를 규정하며, DB 접속시 납부해야 할 수수료를 규정하는 등 현행 전파법령에서 규정하고 있지 않은 새로운 사항에 대한 규정도 필요하다. 미국은 TV 유휴대역 활용에 필요한 DB를 FCC의 승인을 받은 민간 사업자가 운영할 수 있도록 하였으며, 소정의 이용료도 받을 수 있도록 하였다. 우리나라도 TV 유휴대역을 이용하는 무선설비는 DB 접속을 통해 채널을 획득하여 사용하도록 추진 중이나[방송통신위원회, 2012], DB를 구축하고 운영할 주체에 대해서는 아직까지 공식적으로 결정되지 않았다. 만약 정부나 정부의 대리기관이 DB를 운영하고 수수료를 받는다면, DB의 운영주체와 수수료 부과에 대한 근거를 전파법에 마련해야 할 것이다.

또한, 기술발전 및 신규 서비스의 출현에 대비하여, 용도 및 기술방식이 특정되지 않은 무선국

을 수용할 수 있는 제도 마련이 필요하다. 현행 전파법에서는 주파수분배 및 할당, 무선설비규칙상 기술기준, 전파사용료 부과 등에서 각 주파수의 용도를 고려하고 있다. 그러나 공동사용 주파수는 사전에 정의되지 않은 새로운 서비스로 사용될 가능성이 높으므로, 창의적인 서비스 출현을 유도하기 위해서는 1차 사용자를 보호하기 위한 최소한의 기술적 기준(DB 접속 의무, 출력의 한계 등)만 정하고, 구체적인 용도나 기술방식은 명시하지 않는 것이 바람직하다. 미국 FCC는 2008년 TV 유희대역 활용을 허용할 때부터 구체적인 기술방식을 언급하지 않았으며, 영국 Ofcom도 TV 유희대역을 활용하는 무선국이 갖추어야 할 기술적 조건을 검토할 때 기술중립성(technology-neutrality) 및 용도중립성(application-neutrality)을 전제로 한 바 있다[Ofcom, 2012].

4.3 사업모델별 권리 부여 및 지원

주파수 공동사용의 방식에 따라 다양한 사업 모델이 생겨나게 될 것이며, 이에 따라 다양한 형태의 주파수 이용권리가 필요할 것이다. 따라서 주파수 이용 형태별로 명확한 권리가 부여될 수 있도록 제도를 개선하고 사업모델을 지원하는 정책이 필요하다.

〈표 4〉 주파수 이용권리별 공동사용 조합 및 예시

2차 사용 1차 사용	할당	지정	비신고
할당	차등/동등 (Co-primary)	차등	차등
지정	차등 (LSA)	차등/동등	차등 (TV 유희대역)
비신고	-	-	차등/동등 (WiFi)

〈표 4〉는 1차 사용자(incumbent user)와 2차 사용자(secondary user) 각각의 주파수 이용권리

부여방식과 권한의 차등 여부에 따라 조합될 수 있는 경우의 수를 나타낸 것이다. 현재 논의되고 있는 LSA는 이동통신 외 다른 용도로 사용되고 있는 주파수를 이동통신용으로도 공동 사용하고 자 하는 것이므로, 1차 사용자는 지정, 2차 사용자는 할당을 통해 주파수 이용 권리를 획득하게 된다. 정부가 보유한 주파수를 비면허 방식으로 이용하는 경우나 방송용 주파수인 TV 유희대역을 비면허로 활용하는 경우에는 1차 사용자는 지정, 2차 사용자는 비신고 방식으로 주파수 이용 권리를 받게 된다. 또한 동일한 이동통신용 주파수를 복수의 1차 사용자가 소정의 규칙에 따라 공동사용(co-primary)하는 경우에는 모두 할당 받은 주파수를 보유하게 될 것이다. 이외에도 주파수 사용 권리의 선/후 순위에 따라 나타날 다양한 사업 모델을 지원하기 위해서는 다양한 법적 권리 관계를 수용할 수 있는 준비가 필요하다.

또한, 1차 사용자가 타인에게 공동사용을 허용할 경우 인센티브를 부여하는 제도를 검토할 필요가 있다. 미국의 경우 방송용 주파수의 이용자가 해당 주파수를 경매에 부칠 경우 인센티브를 부여하는 인센티브 경매를 도입하고 구체적인 시행계획을 수립하고 있다. 주파수 공동사용의 경우는 인센티브 경매와 같은 완전한 권리의 이전은 아니나, 이와 같은 제도를 참고하여 1차 사용자가 자신이 보유한 주파수의 공동사용을 자발적으로 허용할 수 있도록 하는 유인 마련이 필요하다.

주파수를 공동사용 하는 무선국의 출력에 대해서도 사업모델과 연계하여 검토가 필요하다. 출력의 한계가 낮으면 혼신 가능성은 줄어드나 적용가능한 사업모델이 축소되는 문제점이 있다. 따라서 우리나라의 전파 이용 환경에 적합한 사업 모델이 자리잡을 수 있도록 출력 수준의 한계를 정해야 할 것이다. 미국은 TV 유희대역 이용 무선국에 대해 고정/이동 여부, 인접채널 여부 등에 따라 40

㎄에서 1W까지 다양하게 출력 수준을 정하고 있으며[윤덕원, 2013], 우리나라에서도 이와 유사한 기술기준을 검토한 바 있다[방송통신위원회, 2012].

또한 주파수 공동사용 기반의 사업모델을 발굴, 평가하고 육성하는 전략이 필요하다. TV 유희대역 기반의 사업 모델을 통신형과 방송형, 직접 구축형과 제휴형 등으로 분류하고 사업 모델 평가 체계를 이용해 평가한 바와 같이[김태한, 2012], 주파수 공동사용 사업 모델을 기준에 따라 평가하여 유망한 사업모델을 육성할 필요가 있다. 주파수 공동사용 사업모델은 공동사용 주파수의 이용자인 2차 사용자의 사업모델뿐만 아니라, Google 등 미국의 위치 DB 사업자와 같이 주파수 이용정보를 수집, 가공, 제공하는 사업모델을 포함한다. 이러한 주파수 정보 제공자 또는 중개인(broker)의 경우 기존 정보를 가공하여 새로운 정보를 창출하고 유통시킬 수 있는 잠재력이 있으므로 적절한 육성 전략이 필요하다.

4.4 토의 및 시사점

주파수 공동사용을 우리나라에 도입하기 위해서는 전파법 및 시행령 개정, 기술기준 마련 등과 같은 법적 검토, 전체적인 주파수 공동사용 제도의 틀을 마련하는 제도적 검토, 사업 모델을 발굴하고 및 평가하는 산업적, 경제적 검토 등이 이루어져야 함을 살펴보았다. 주파수 공동사용을 적극적으로 추진하고 있는 해외 주요국의 사례를 바탕으로 우리나라에서 이를 도입하기 위한 방안을 살펴보았으나, 외국과 우리나라의 전파 이용 환경은 서로 다르므로 우리나라에 적합한 사업 모델 검토와 실효성 있는 법령 개정 방향이 마련되는 것이 매우 중요하다. 따라서 외국과 비교한 법제도의 차이점, 지리적 차이점, 경제적 수준 및 전파이용 패턴의 차이점 등을 면밀하게 고려하는 작업이 선행되어야 할 것이다.

또한, 무엇보다도 중요시되어야 할 것은 국민이나 가입자의 편의 증진이다. 앞서 사례에서도 살펴보았듯이 주파수 공동사용은 IT 관련 기업이나 제조사 위주로 진행되고 있다. 이는 기업의 비용을 절감하고 다양한 서비스를 제공하는 데에는 도움이 될 수 있으나, 주파수 공동사용이 소비자의 편의 증진으로까지 연결되도록 하는 것은 정부 및 규제기관, 사업자, 제조사, 소비자 및 가입자가 공동으로 풀어야 할 과제이다. 이 점에서, 다양한 주파수 공동사용 모델에 따른 소비자 편익을 고려하도록 한 영국의 정책(Ofcom, 2014)이나, 주파수 공동사용을 통해 무선 광대역 확산과 디지털 격차 해소를 도모한 유럽의 정책(EU, 2012)은 참고할 필요가 있다.

5. 결론

본 논문에서는 주파수 공동사용의 개념과 형태를 살펴보고, 미국, 영국 등 주요국의 주파수 공동사용 정책 및 기술 검토 경과를 살펴보았다. 특히, 비면허 기반 주파수 공동사용의 대표적인 사례인 TV 유희대역 활용의 현황을 살펴보았으며, 면허 기반 주파수 공동사용 형태로서 LSA의 도입 경과와 사례를 알아보았다. 또한, 위와 같은 개념 및 사례 연구를 바탕으로 우리나라에서 주파수 공동사용을 도입하고 활성화시키기 위한 법적, 제도적, 산업적 과제를 제시하였으며, 이를 위해서는 우리나라의 전파 이용 환경에 맞는 제도 마련이 필요함을 살펴보았다. 본 연구는 그동안 이루어진 주파수 공동사용 관련 해외 사례연구나 기술적 검토에서 벗어나, 실제로 우리나라에서 주파수 공동사용을 구현하기 위한 방안을 전파관계법령(전파법 및 시행령, 기술기준 등)을 위주로 검토했다는 점에서 의의가 있다.

그러나 본 연구는 일부 주요국의 사례 위주로만 분석하였다는 점에서 한계를 지닌다. 이러한 의미

에서, 미국 다음으로 TV 유휴대역 활용을 허용한 싱가포르의 사례[iDA, 2014]나, 넓은 국토를 고려하여 교외지역 인터넷 제공 서비스를 포함한 TV 유휴대역 이용정책을 마련하고 있는 캐나다의 사례[Industry Canada, 2012] 등, 다양한 전파 이용 환경에서 자국만의 고유한 정책을 추진하고 있는 사례들을 추가로 분석해야 할 것이다. 또한, 본 연구는 법적, 제도적 개선 방향은 제시하고 있으나 법령 개정안 등 보다 구체적인 제도 개선방안은 언급하고 있지 않다. 따라서 향후 연구에서는 전파 법령이나 관련 고시의 특정한 조항을 구체적으로 수정하는 방안을 논의해야 할 것이다. 해당 법조항의 수정과 연관된 경제적 파급효과나 산업적 변화도 언급되어야 할 것이며, 이와 관련한 국민소득 증가 등 계량적인 효과도 추가로 분석이 필요하다.

주파수 공동사용 제도는, 그 정도가 제한적이긴 하나 심화되고 있는 주파수에 대한 초과 수요를 해소할 수 있는 유용한 방법이라고 생각된다. 특히, 최첨단 IT 기술이 개발, 적용되고 있는 우리나라의 현실로 볼 때, 주파수에 대한 초과 수요도 늘어나고 있는 반면 주파수 공동사용에 대한 가능성도 역시 높다고 볼 수 있다. 현재 사용되고 있는 주파수 자원에 대한 이용 현황을 면밀히 파악하고, 이에 적용할 수 있는 적절한 주파수 공동사용 모델을 찾아서 합리적인 비용으로 이용할 수 있게 된다면, 1차 사용자 및 2차 사용자 모두가 만족할 수 있는 대안이 될 것이며, 정부 입장에서도 주파수의 이용효율성을 높이고 경제를 활성화시킬 수 있는 방안이 될 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 김태한, 송희석, “TV 유휴대역을 활용한 유망 비즈니스 모델의 평가 및 활성화 정책 연구”, *한국전자과학회논문지*, 제23권 제8호, 2012, pp. 909-922.
- [2] 방송통신위원회, “무선설비규칙 일부개정(안)”, 2012.
- [3] 방송통신위원회, “TV 유휴대역 활용 기본계획”, 2011.
- [4] 윤덕원, 장형민, 이원철, “실내 TVWS 무선통신을 위한 송신 전력 설정 실험에 관한 연구”, *한국통신학회 논문지*, 제38B권 제10호, 2013, pp. 851-860.
- [5] Cisco, *Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2013~2018*, 2014.
- [6] COGEU, “European TV White Spaces Analysis and COGEU Use-cases”, 2010.
- [7] European Union, “Establishing a Multiannual Radio Spectrum Policy Programme”, 2012, Decision No. 243/2012/EU.
- [8] FCC and NTIA, “Model City for Demonstrating and Evaluating Advanced Sharing Technologies”, 2014, Public Notice, DA 14-981.
- [9] FCC, “Amendment of the Commission’s Rules with Regard to Commercial Operations in the 3550-3650 MHz Band”, 2012, Notice of Proposed Rulemaking and Order, FCC 12-148.
- [10] FCC, “Amendment of the Commission’s Rules with Regard to Commercial Operations in the 3550-3650 MHz Band”, 2014, Further Notice of Proposed Rulemaking, FCC 14-49.
- [11] FCC, “Unlicensed Operation in the TV Broadcast Bands”, 2008, 2nd Report and Order and Memorandum Opinion and Order, FCC 08-260.
- [12] iDA, “Regulatory Framework for TV White Space Operations in the VHF/UHF Bands”,

- 2014, Decision Paper.
- [13] Industry Canada, “Framework for the Use of Certain Non-broadcasting Applications in the Television Broadcasting Bands Below 698MHz”, 2012.
- [14] Kitscha, D. and Santos, J., “Shared Use of Spectrum”, 2013, LSA Workshop.
- [15] Matinmikko, M., Mustonen, M., Roberson, D., Paavola, J., Höyhyä, M., Yrjölä, S., Röning, J., “Overview and Comparison of Recent Spectrum Sharing Approaches in Regulation and Research”, Proceedings of the IEEE International Symposium on Dynamic Spectrum Access(DySPAN), April 2014, pp. 55-65.
- [16] NTIA, “An Assessment of the Near-Term Viability of Accommodating Wireless Broad-band Systems in the 1675-1710 MHz, 1755-1780 MHz, 3500-3650 MHz, and 4200-4220 MHz, 4380-4400 MHz Bands”, 2010.
- [17] Ofcom, “Digital Dividend Review”, 2007, Statement.
- [18] Ofcom, “Licence-Exemption Framework Review”, 2007, Consultation.
- [19] Ofcom, “The Future Role of Spectrum Sharing for Mobile and Wireless Data Services”, 2014, Statement.
- [20] Ofcom, “TV White Spaces : A Consultation on White Space Device Requirements”, 2012, Consultation.
- [21] PCAST, Realizing the Full Potential of Government-Held Spectrum to Spur Economic Growth”, 2012.
- [22] Peha, J., “Sharing Spectrum through Spectrum Policy Reform and Cognitive Radio”, *Proceedings of the IEEE*, Vol. 97, No. 4, 2009, pp. 708-719.
- [23] RSPG(Radio Spectrum Policy Group), “Report on Collective Use of Spectrum(CUS) and Other Spectrum Sharing Approaches”, 2011, RSPG 11-392.
- [24] RSPG, “RSPG Opinion on Licensed Shared Access”, 2013, RSPG 13-538.

■ 저자소개

**김 태 한**

서울대학교 경영학과에서 경영
학사, 한국과학기술원 산업공학과
에서 박사학위를 취득하였고 현
재 한국전자통신연구원 선임연
구원 및 과학기술연합대학원대

학교 겸임조교수로 재직 중이다. 주요 관심분야는
전파자원 이용정책, 정보통신 비즈니스 모델 등이다.