

재난통신용 주파수 후보대역과 효율적 활용방안 1

이상윤

한국방송통신전파진흥원

요약

광대역 기술을 적용한 재난통신망 구축에 대한 관심이 증가함에 따라 이에 필요한 주파수 자원 확보에 관해서도 활발한 논의가 진행되고 있다. 미국, 유럽 등 주요국을 중심으로 LTE를 이용한 광대역 시스템용 주파수가 분배가 논의되고 있고, 국제 조화 주파수 대역을 결정하는 ITU-R에서도 광대역 PPDR 주파수 대역 분배를 논의 중에 있다. 재난통신용 주파수 대역 선정에 위해서는 재난통신용도의 활용 적합성이 우선적으로 고려되어야 하고, 경제적 망 구축 가능성, 국제적 조화 주파수 여부, 적기 활용 가능성 등이 검토되어야 한다. 이러한 사항을 고려할 때 국내에서 활용 가능한 대역으로는 700MHz 대역이 가장 적합한 후보대역으로 판단된다. 주파수 활용이 평시, 재난시에 따라 크게 변하는 재난통신용 트래픽 특성을 고려할 때 평시의 효율적 주파수 활용방안 강구가 필수적이다. 이에 따라 철도, 연안선박 광대역 서비스 등과 연계하여 재난통신망 주파수의 이용 효율성을 증대할 뿐만 아니라 공공 사물인터넷 등 다양한 공공 서비스 개발이 필요하다.

I. 서론

재난통신 시스템은 경찰, 소방, 의료 등 국민의 생명과 안전, 재산보호와 관련된 공공업무를 위한 통신 시스템으로서 일반 이동통신 시스템과 달리 직접통신, 그룹 통신 등과 같은 특수 기능이 필요하고, 재난상황에서도 신뢰성 있는 서비스 제공을 위해 강건성, 생존성 등이 보장되어야 한다. 그러나 이러한 특수성으로 인해 네트워크, 기술 진화가 상용 이동통신 시스템에 비해 다소 뒤떨어져 있는 것이 현실이다. 현재 재난통신용 시스템의 주요 애플리케이션은 음성통화로서 데이터나 영상은 상용 이동통신망에 의존하고 있는 상황이며, 재난통신 관련 장비 시

장 규모가 협소함에 따라 기술진화도 상용 이동통신 만큼 원활하게 이루어지지 않고 있다. 그러나 최근 국내외에서 효율적인 재난, 자연재해 대응에 있어 ICT 기술 활용의 중요성이 부각되면서 각국 정부, 국제기구 등은 광대역 재난통신 시스템의 구축에 관심을 나타내고 있다.

재난안전통신망의 구축을 위해서는 재난통신을 위한 신규 기술개발, 경제적으로 효율적인 서비스 제공을 위한 망 구축 방식 선정, 기존 협대역 망에서 광대역 망으로의 진화 방향 등의 사항이 고려되어야 함과 동시에 이들을 뒷받침할 수 있는 주파수 자원의 확보가 고려되어야 한다. 주파수 자원은 무선통신 서비스 제공에 있어 필수적이지만 한정된 자원으로서 최근 스마트 디바이스의 보급 확대에 따른 광대역 주파수 수요 급증으로 주파수 부족 문제가 심각해지고 있다. 이에 우리나라를 비롯한 세계 주요국은 주파수 자원 확보를 위해 주파수 회수·재배치, 경매, 공동사용 등의 다양한 정책을 통해 주파수 부족에 대처하고 있으나, 주파수 특성이 우수한 일부 대역에 대해서는 수요 집중에 따라 신규 주파수 공급에 어려움을 겪고 있다. 재난통신용 주파수의 경우도 광대역 기술방식 사용으로 20MHz폭 이상의 광대역의 주파수 자원 공급이 필요함에 따라 전파특성, 국제적 조화, 적기 확보 가능성 등을 고려한 최적의 주파수 대역 확보가 필요하며, 이와 함께 효율적 이용을 위한 정책방안 강구가 필요한 상황이다.

본고에서는 재난통신용 후보 주파수 대역을 알아보고 이를 효율적으로 활용하기 위한 방안을 알아본다. 2장에서는 해외의 재난통신용 주파수 정책 동향을 살펴보고, 3장에서는 국내 재난통신용 후보 주파수 대역 발굴을 위한 고려사항을 제시하고 후보대역을 검토한다. 4장에서는 재난통신용 주파수의 효율적 이용을 위한 방안을 제시하고 마지막으로 5장에서 결론을 도출한다.

1 본 논문의 내용은 진흥원의 공식 입장이 아닌 필자 개인의 의견임을 밝힙니다.

II. 재난안전통신용 주파수 동향

1. 해외 주요국 재난안전통신용 주파수 정책 동향 [1]

미국의 공공안전용 주파수는 VHF/UHF 대역, 700/800MHz 대역, 4.9GHz 등에서 주·지방기관용으로 107.2MHz폭, 연방기관용으로 24.45MHz폭을 사용하고 있으며, 최근 700MHz, 4.9GHz대역 분배를 통해 주파수 공급을 확대하고 있는 상황이다[2]. 700MHz 대역의 경우, 911 테러, 태풍 카트리나 등 대규모 재난, 자연재해 이후 효율적인 재난대응을 위해 '07년에 24MHz폭(협대역 12MHz, 광대역 10MHz, 보호대역 2MHz)을 공공안전용으로 분배했다. FCC는 소요량 산정을 통해 2x5MHz폭으로 광대역 서비스 제공이 가능하며, 초과 수요에 대해서는 인접 상용망 주파수를 활용하는 방안을 고려했다. 이에 따라 인접한 D블록의 10MHz폭은 상업용으로 할당하되 비상시 공공안전용으로 우선권을 주는 방식으로 공공-민간 협력(Public-Private Partnership)을 추진했다. 그러나 '08년 주파수 경매에서 D블록이 유찰됨에 따라 공공안전 관련 단체의 요구를 수용해 '12년에 공공안전 광대역용으로 분배하기로 했으며 이로써 총 34MHz폭을 공공안전용으로 확보하게 되었다. 이중 광대역용으로 할당된 20MHz폭에 대해서는 현재 공공안전 광대역 전국망 구축을 추진 중인 NTIA 산하의 FirstNet에 할당되었다. 한편 FCC가 2002년에 분배한 4.9GHz 대역은 다른 공공안전용 대역에 비해 비교적 높아 고정, 광대역 서비스에 적합한 대역으로서 주로 Hotspot(트래픽이 집중적으로 발생하는 구조현장), 점대다지점(point-to-multipoint), 기지국/이동/휴대 서비스, 임시 고정 점대점 서비스 등으로 활용되고 있다.

유럽우편통신주파수위원회(CEPT)는 재난통신용 주파수로 wideband용으로 380-430MHz, broadband용으로 4.9GHz대역 이용을 권고했으며, 현재 유럽 대부분의 국가에서 TETRA 또는 Tetrapol 방식으로 서비스 중이거나 망 구축이 진행 또는 계획 중이다. 유럽에서도 최근 광대역 재난통신의 수요가 증대됨에 따라 CEPT 산하에 광대역 재난안전통신 연구반(FM49)을 구성해 관련 연구를 추진 중이다. 광대역 PPDR 요구사항 및 주파수 소요량에 관한 연구가 완료되었으며, 소요량의 경우 데이터, 영상 등 광대역 애플리케이션 이용 시 2x10MHz폭이 필요할 것으로 분석했다[3]. 주파수 대역에 관한 사항은 현재 논의 중에 있는데 후보대역 중 450MHz와 700MHz 대역이 중점적으로 검토되고 있다. 특히 700MHz 대역의 경우 WRC-12 결정에 따라 '15년부터 제1지역(유럽, 아프리카)에서도 이동업무로 활용가능하게 되어 유럽위원회(EC)

는 동 대역의 활용 방안으로 무선 광대역 뿐만 아니라 재난통신용(PPDR)으로 활용할 수 있도록 채널 배치 및 기술적 조건을 연구하도록 규정한 바 있다. CEPT에서는 700MHz 대역을 가장 우선적으로 활용하는 방안을 고려하고 있으나 국가별로 700MHz 활용정책에 대한 입장이 정해지지 않아 유럽의 최종적인 정책방향은 당분간 추가적인 논의가 필요할 것으로 보인다. 유럽은 현재 380MHz대역의 협대역 시스템을 운영 중이거나 구축 계획으로 있어 광대역 시스템이 구축되더라도 당분간은 협대역, 광대역 시스템이 공존할 가능성이 높을 것으로 전망된다. TCCA는 기술발전 추세를 고려할 때 2020년 이후에 협대역 시스템의 음성기능이 광대역 시스템에서 지원 가능할 것으로 전망하고 있다[4].

호주 ACMA는 재난통신용 주파수로 협대역 시스템을 위한 400MHz대역과 이동 광대역 시스템을 위한 800MHz대역, 고정·임시 광대역 시스템을 위한 4.9GHz대역을 사용하는 방안을 고려하고 있다. 즉 멀티밴드, 멀티표준을 이용한 통합 시스템을 구축하는 방안을 고려하고 있다. 특히 800MHz 대역의 경우 2x5MHz폭만 사용하는 방안을 고려하고 있는데, 초과 트래픽 수요에 대해서는 상용망을 활용하는 방안을 고려하고 있다.

중국은 1447-1467 MHz 대역을 이용해 TD-LTE 방식으로 재난안전통신망 시험망을 구축했다. 2011년부터 베이징 지역에 망 구축을 시작했으며, 주요 서비스는 공공시설 확인, 응급정보 전송, 영상감시 등이며, 2012년 부터는 텐진 지역에 단계적으로 망 구축을 추진 중이다. 그러나 재난통신망 주파수는 시험망 구축과는 관계없이 아직 미정인 상태로 알려져 있다. 후보 주파수 대역으로는 1.4GHz대역이 우선적으로 고려되고 있으나 망 구축 비용 문제로 700MHz 대역 사용에도 관심이 있는 것으로 파악되고 있다.

일본의 경우 '11년에 광대역 재난통신 서비스용으로 VHF TV 대역(170-202.5MHz)을 분배했다. 동 대역은 디지털 TV 전환에 따라 사용이 가능해진 대역으로 주로 재난현장의 영상을 지위부로 전송하는데 이용된다. 최대한 넓은 지역 커버를 위해 VHF대역이 이용된 것으로 파악되며, 기술방식은 WiMAX 표준을 VHF대역에 맞게 변형한 자체 표준을 활용하고 있다.

2. ITU-R의 광대역 재난안전통신용 주파수 표준화 동향

PPDR 주파수 대역의 국제적 조화는 규모의 경제를 통한 저렴한 장비 구매가 가능하고, 국경 지역에서의 작전 또는 대형 재난 발생으로 여러 국가의 구조요원이 공동 구조활동을 벌이는 경우 장비간 원활한 통신을 제공하기 위한 기반이 된다는 점에서 중요하다. 전파규칙(Radio Regulation)

을 통해 전 세계의 주파수 이용에 관한 규정을 만드는 국제기구인 ITU-R(International Telecommunication Union-Radiocommunication Sector)은 '03년 세계전파통신회의(World Radiocommunication Conference: WRC)에서 채택한 재난통신에 관한 결의 646을 통해 지역별 Public Protection and Disaster Relief(PPDR)통신용 주파수를 <표 1>과 같이 권고한 바 있다. 결의 646에 제시되어 있는 대역으로는 유럽, 아프리카에 해당하는 제1지역의 경우 유럽에서 TETRA 등 TRS 용으로 주로 사용하고 있는 380MHz대역이 있으며, 미주에 해당하는 제2지역의 경우 P25, iDEN 등의 TRS 방식으로 사용되는 700MHz대역과 800MHz대역이, 광대역용으로 4.9GHz 대역이 권고대역으로 제시되었다. 아시아 태평양 지역에 해당하는 제3지역의 경우 주로 무전기용으로 사용되는 400MHz대역, TRS용으로 사용되는 800MHz대역, 광대역용으로 사용되는 4.9GHz 및 5.8GHz대역을 권고대역으로 제시하고 있다. 제3지역에 속하는 우리나라는 공공기관 등에서 무전기용 등으로 400MHz 대역 등을 사용하고 있으며, 800MHz대역은 TETRA방식을 사용하는 국가통합지휘통신망이 수도권, 광역시를 중심으로 운용되고 있다.

표 1. ITU-R 결의 646(Rev. WRC-12)의 PPDR 권고 주파수[5]

| 구분 | 주파수 | 비고 |
|-------|--|-----------------------------------|
| 제 1지역 | 380-470 MHz (이중 380-385/ 390-395 MHz 대역이 우선 핵심 조화대역) | |
| 제 2지역 | 746-806 MHz, 806-869 MHz, 4 940-4 990 MHz | 베네주엘라 380-400 MHz 사용 |
| 제 3지역 | 406.1-430 MHz, 440-470 MHz, 806-824/851-869 MHz, 4 940-4 990 MHz and 5 850-5 925 MHz | 일부 국가는 380-400 MHz, 746~806MHz 사용 |

그러나 최근 광대역 서비스 요구증대 및 기술발전에 따라 기존 결의 646에 대한 개정 필요성이 제기됨에 따라 WRC-15 의 제 1.3으로 결의 646 개정에 대한 사항이 채택되었다. 의제 1.3에서는 결의 648(Rev. WRC-12)에서 요구하는 사항 즉, PPDR 서비스, 응용을 위한 기술적 요구사항, 기술적 진보에 따른 광대역 PPDR 발전, 개도국의 요구사항 등의 3가지 사항을 고려해 광대역 PPDR을 위한 결의 646(Rev. WRC-12)을 검토 및 개정하도록 하고 있다. 현재 ITU-R에서 PPDR에 관한 논의는 지상업무를 다루는 연구반인 SG5 산하 WP5A에서 진행하고 있다. WP5A에서는 WRC-15 의제 1.3의 논의를 위한 기초 연구 자료인 Conference Preparatory Material(CPM) 문서의 초안을 개발했으며[6], 재난통신 관련 보고서(M.[PPDR]) 개발 및 관련 권고(M.2015(주파수), M.2009(기술방식))의 개정을 진행하고 있다[7].

표 2. WRC-15 의제 1.3(광대역 PPDR) CPM 문서 초안 주요 내용

| Method | 주요내용 |
|--------|--|
| A | <ul style="list-style-type: none"> 내용변경은 없으며, 주석 및 참고문헌 등 현행화 PPDR 요구사항은 ITU-R 연구에서 수행됨 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 장점 <ul style="list-style-type: none"> 광대역 PPDR 요구사항을 ITU-R 연구를 통해 수행 지역별 주파수 조화가 가능한 결의 646의 방침을 유지 단점 <ul style="list-style-type: none"> 결의 648에서 인정하는 PPDR 기관의 주파수 수요에 대한 방향 고려 및 WRC-15에서 결의 646 개정 추진 수행 불가 광대역 PPDR 주파수 조화와 관련해 주관청 및 제조사에 대한 지침이 부재 결의 646에서 요구하는 제1지역에 대한 추가 주파수 식별이 불가하며, 제 3지역 주파수로 포함된 746-806 MHz는 APT 700 MHz 밴드플랜 범위 내의 이 주파수는 조화주파수가 아니므로 개정이 요구되나 수정이 불가함 |
| B | <ul style="list-style-type: none"> 결의 646 수정을 통해 결의 648에서 요구하는 내용을 반영함 (1안) 제1지역의 광대역 PPDR용 우선 조화대역으로 694-790 MHz를 추가함. 제3지역 일부 국가의 분배 사례(174-205MHz, 698-806MHz 등)는 주석에 추가함 (2안) 제1지역의 광대역 PPDR용 우선 조화대역으로 694-790 MHz 대역 내에서 698-713MHz/753-768MHz를, 790-862 MHz 대역 내에서 791-801MHz/832-842MHz를 추가함. 제3 지역 일부 국가의 분배 사례(174-205MHz, 698-806MHz 등)는 주석에 추가함 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 장점 <ul style="list-style-type: none"> 광대역 PPDR 망 구축을 위한 지역별 조화 주파수 식별이 가능 주파수 조화를 통해 광대역 PPDR 장비의 규모의 경제 구축이 가능하고, 이로 인해 개도국에 저렴한 장비공급이 가능. 공동 기술방식, 주파수 활용 시 지역적 협력, 국경간 협업이 가능해 공공 안전 증진 및 시장규모 확대에 기여 단점 <ul style="list-style-type: none"> 기 확립된 주파수 대역의 변경은 국경지역에서 주관청 간의 광대역 PPDR의 조화를 어렵게 하고 상호운용성 문제 야기 우려 700 MHz 하단 대역에서 광대역 PPDR을 도입하려는 제1지역 국가는 CH 48에서 고출력 지상파 방송을 송출하는 인접국가와의 조정이 필요할 수 있음. |
| C | <ul style="list-style-type: none"> 결의 648에 따른 요구사항은 신규 연구보고서 M.[PPDR] 개발을 통해 해결 주파수 조화에 관한 사항은 결의 646에서 제외하고, ITU-R 권고 M.2015를 참조하도록 함 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 장점 <ul style="list-style-type: none"> 각 주관청이 PPDR 주파수 선택할 수 있는 유연성을 부여 미래의 PPDR 규제, 기술에 관한 정보를 관련 ITU-R 산출물에 반영하여 효율적인 정보이용이 가능 단점 <ul style="list-style-type: none"> 결의 646에서 주파수 대역을 제거하면 조화 주파수 대역의 잦은 변경이 가능하여 장비 제조사, 운영자, 이용자에게 불확실성을 제공함에 따라 투자 의욕 저하. ITU-R 작업반은 RR의 지침 없이 스스로 주파수 대역을 결정할 수 없으므로 실행 불가한 방안 결의 646의 narrow/wide-band 주파수 대역을 변경하는 것은 의제 1.3의 범위에서 벗어남 ITU-R 작업반이 참조할 지침이 제거되므로 주파수 조화가 어려워지며, 타업무에 영향을 줄 수 있어 중요한 주파수 이용에 관한 결정을 단일 작업반에서 처리하게 되는 문제가 있음 |

먼저, WRC-15 회의에서 의제 1.3으로 논의할 결의 646의 개정 방법을 다루고 있는 CPM 문서 초안에서는 광대역 PPDR을 위한 각 지역별 조화 주파수 대역이 가장 핵심적으로 다루지고 있다[6]. 개정방법으로는 3가지(Method A, B, C)가 제시되었는데, Method A는 편집 수정방안, Method B는 결의 646(Rev. WRC-12) 개정방안이다. Method C는 Method B와 같이 결의 646(Rev. WRC-12)을 개정하는 방안이지만, <표 1>의 기존 주파수 관련 권고사항은 결의에서 제외시키고 ITU-R 권고 M.2015를 참조하도록 하는 방안이다. 이 중 Method B가 결의 646에서 광대역 PPDR 주파수 대역을 지정하는 방안으로서 제1지역의 경우 700MHz 대역이 광대역 PPDR용 대역을 신규 추가되었고, 아직 지역적 합의가 이루어지지 않은 제3지역의 경우 주관청별 개별 주파수 대역을 주석에 표시하는 방안이 고려되고 있다. Method b는 광대역 PPDR 도입을 위한 신규 주파수 대역을 지정하고 국제적 조화를 통해 그에 따른 장점을 기대할 수 있는 장점이 있으나, 신규 주파수 추가에 따른 기존 업무에 미치는 영향, 국가간 조화 어려움의 우려가 있다. Method C의 경우 결의 646에서 주파수를 정하지 않는 대신 주파수 배치 권고 M.2015를 참고하도록 하는 방법으로서 권고 주파수 대역의 변경 또는 추가를 위해 3-4년 마다 개최되는 WRC 회의를 거칠 필요 없이 필요 시 연구반 회의로 가능하다는 장점이 있으나, 조화 주파수 대역 지정에 관한 사항을 WRC 회의가 아닌 연구반에서 정하는데 따른 절차적 문제점, 연구반에서 주파수 배치 작업을 수행하는데 필요한 주파수 범위 가이드가 부재하다는 문제점이 지적될 수 있다.

CPM 초안은 내년에 확정될 예정이며, CPM 연구내용을 기반으로 최종적인 논의는 내년 10월에 개최되는 WRC-15 회의에서 논의 및 결정될 예정이다. 제1지역인 유럽이 400MHz 대역과 700MHz 대역을 논의하고 있고, 제2지역은 700MHz 대역으로 논의된 상태인 반면 제3지역의 경우, 중국, 호주가 각각 1.4GHz, 800MHz 대역을 고려 중에 있으나 아직 공식적으로 확정된 것은 아니어서, 일본과 우리나라를 제외한 국가에서는 아직 주파수 대역에 관한 입장이 확정되지 않아 주파수 조화에 대한 본격적인 논의는 이루어지지 않은 상태이다. 그러나 내년 10월 WRC-15 회의를 대비해 내년 초 개최예정인 APT Conference Preparatory Group for WRC-15 (APG-15) 회의 등에서 아시아 태평양지역 광대역 PPDR 조화 주파수에 대한 본격적인 논의가 이루어질 것으로 예상된다.

III. 국내 재난통신용 주파수 발굴을 위한 고려사항과 후보대역

1. 고려사항

후보대역 선정 시 먼저 고려해야할 부분은 서비스의 요구 특성에 적합한 대역을 선정하는 것이다. 일반적으로 낮은 대역일수록 감쇄가 덜해 넓은 커버리지 확보가 가능해 망 구축 투자비용이 절감되고, 회절성이 강해 장애물이 많은 지하나 실내 구간에서 우수한 통신 품질을 확보할 수 있다. 특히 실내 구조활동이 많은 소방의 경우 회절성이 우수한 주파수 활용이 필수적이다. 이러한 이유로 재난통신용 주파수 대역은 1GHz 이하 대역이 권고되고 있으며[9], 1 GHz 이상 대역은 광대역폭을 활용해 용량 확보용으로 활용된다. 또한 재난통신망과 함께 연계 제공될 예정인 철도 무선망의 경우 450 km/h 이상의 고속 이동체에서도 안정적인 서비스 제공을 위해서는 저대역이 필요하다. LTE 표준에서는 약 350 km/h 까지의 이동속도를 지원하나 이동체의 속도가 증가할수록 처리량이 저하되는 경향이 있다. 이러한 처리량 저하는 높은 대역일수록 도플러 주파수가 증가함에 따라 크게 나타나는 특징이 있다. 연안 선박 광대역 통신 서비스의 경우도 최대 100km에 이르는 넓은 반경에서의 커버리지 확보를 위해 저대역의 활용이 필수적이다.

주파수 대역 선정 시 국제조화(global harmonization) 주파수 여부도 필수적으로 고려해야 할 부분이다. 2장에서 언급했듯이 규모의 경제를 통한 저렴한 장비 수급, 국가간 장비 호환 등을 고려할 때 국제 조화 주파수 대역 활용이 필요하다. 이동통신의 경우, 최근 주파수 수요 급증에 따라 다양한 표준 주파수 대역이 등장하는 주파수 파편화(fragmentation) 현상이 심화하고 있어 특정 대역에서 규모의 경제를 이루기가 어려운 환경이 조성되고 있다고 볼 수 있다. 그러나 이동통신의 경우는 시장 성장, 기술투자 확대 등으로 단말에서 다양한 주파수 대역 활용이 가능한 상황인데 반해, 재난통신망은 제한된 숫자의 가입자만 이용하는 특수 목적의 시스템으로서 이동통신만큼의 규모의 경제 확보가 어려울 수 있다. 최근 국제적으로 광대역 재난통신용 기술방식이 LTE로 선정되는 이유도 이동통신 시장에서 확보된 규모의 경제를 활용하고자 하는 측면이 강하다. 따라서 원활한 장비, 단말 수급을 고려할 때 국제적으로 조화된 표준 주파수 대역의 활용은 필수적이라 할 수 있다.

특성이 우수하고 국제적으로 조화된 대역이라 하더라도 국내에서 이미 다른 용도로 활용하고 있거나 활용 계획이 있는 경우 적기에 활용이 어려울 수 있으므로 가급적 미사용 대역을 활용하는 것이 바람직하다. 만약 기사용 대역이라면 주파수·회

수 재배치를 통해 주파수 확보가 가능할 수 있다. 그러나 주파수 회수·재배치의 법적 절차를 거치는 데에만 2년 이상이 소요되고, 그 이전에 이전대역발굴, 손실보상 재원확보 등의 과정을 거치는 경우 그 이상이 걸릴 수 있다. 또한 비면허 주파수인 경우 이용 중인 무선국 현황 파악이 어려워 재배치에 상당한 시간이 소요될 수 있어 적기 확보가 사실상 어려울 수 있다. 국내에서 현재 미사용 중이어서 당장 확보가 가능하더라도 인접국가와의 간섭 가능성이 있을 수 있으므로 이러한 문제도 함께 고려되어야 한다.

2. 후보대역

LTE 기술 이용이 가능한 표준 주파수 대역 중 회수, 재배치 없이 국내에서 활용 가능한 주파수 대역으로서 700MHz, 1.8GHz, 2.1GHz, 2.6GHz대역 등을 후보대역으로 고려할 수 있다.

먼저, DTV 전환에 따른 여유대역인 700MHz대역의 경우 우수한 전파특성으로 인해 경제적인 망 구축이 가능하고, 회절성이 우수해 지하, 실내 구간에서의 활용성이 우수하며, 고속 이동체에서 고대역에 비해 안정적인 성능보장이 가능한 장점이 있다. 또한 현재 대부분의 대역이 미사용 중으로 국가재난 망 구축을 위한 적기 확보가 가능한 장점이 있다. 한편 미국이 이미 700MHz 대역을 공공안전용으로 지정했고, WRC-12 이후 2nd Digital Dividend 대역으로서 700MHz 대역을 이동통신용으로 활용할 수 있게 된 유럽의 경우 동대역을 이동통신과 함께, 광대역 PPDR용으로 활용하는 방안을 검토 중에 있어 국제적 조화 측면에서도 유리하다. 세부 밴드 플랜 측면에서 미국의 밴드플랜(3GPP Band 14)이 우리나라가 채택한 밴드플랜(3GPP Band 28)과 상이하다는 문제가 제기될 수 있다. 그러나 미국의 밴드플랜은 미국, 캐나다 등 북미지역에서만 사용되고 있고, 그 이외의 아시아, 태평양 지역, 중남미 국가들은 이미 Band 28을 채택하거나 고려 중에 있으며, 유럽도 70MHz 대역에 대해 Band 28과의 조화를 고려하고 있어 거의 모든 지역에서 국제적 조화가 추진되고 있다고 볼 수 있다[8]. 다만 국내의 경우 현재 국내에서는 통신 뿐만 아니라 신규 방송 서비스 제공을 위한 주파수 수요가 제기되고 있어 다양한 서비스 수요를 수용할 수 있는 정책방안 마련이 필요한 상황이다.

1.8GHz 대역의 경우 '13년도 경매 이후 미활용 중인 일부대역의 활용을 고려해볼 수 있으나 연속된 2x10MHz폭의 광대역 확보가 어렵고, Carrier Aggregation 기술 활용해 광대역을 확보하더라도 표준화 문제, 비용 상승 등의 문제가 있다. 2.1GHz대역의 경우 위성용으로 분배된 대역이나 현재 국내에서 미사용

중인 대역으로 확보가 가능한 장점이 있다. 그러나 지상망 활용을 위한 표준화가 3GPP 등에서 진행 중이고, 중국, 일본 등 현재 위성으로 사용 중이거나 활용 계획 중인 인접국가와 간섭문제해결이 필요하다는 단점이 있다. 마지막으로 2.6GHz대역의 경우 광대역 확보가 가능한 장점이 있으나 전파특성 문제로 인해 700MHz대역에 비해 망 투자비용이 증가하고, 재난안전통신용으로서의 활용성이 저하될 뿐만 아니라 고속 이동체 지원, 연안 지역의 커버리지 확보 등이 어려운 문제가 있고 일본 위성과의 간섭으로 인해 활용에 제약이 있을 수 있어 현실적으로 활용이 어렵다.

IV. 효율적 활용방안

이동통신 시스템에서는 원활한 통신 서비스 제공을 위해 트래픽 수요에 따라 주파수 자원 또는 네트워크 자원을 분배한다. 상업용 이동통신 시스템의 경우 트래픽 수요가 집중되는 시간과 장소를 어느 정도 예측이 가능하여 그에 따른 주파수 자원, 네트워크 자원 분배가 가능하다. 재난통신망의 경우 언제, 어디에서 재난상황이 발생할지 예측하기가 어렵고, 재난상황이 발생한 지역, 시점에는 트래픽 수요가 급증하게 되는 경향이 있어 주파수 자원 및 네트워크 자원의 적절한 배분이 어려운 문제이다. 특히 주파수 자원의 경우 일반적으로 최번시(busy hour)의 트래픽을 기준으로 소요량을 산출하는데, 재난통신의 경우 재난 상황의 규모, 주파수 이용 시나리오에 따라 주파수 소요량이 크게 변할 수 있다. 따라서 적절한 기준으로 주파수 소요량 산정이 필요하며 관련 연구결과들을 종합해볼 때 최소 2x10MHz 정도면 일정 규모의 재난상황에 대처가 가능할 것으로 판단된다[9].

그러나 평시상황에서는 트래픽 사용이 거의 없어 주파수가 낭비될 가능성이 있다. 따라서 평시에서도 주파수를 효율적으로 사용할 수 있는 다양한 공공용 광대역 서비스의 개발이 필요하다. 국내의 경우 국토교통부가 열차 제어 등을 위한 철도통합무선망 구축을 추진하고 있고, 해양수산부는 연근해의 소형 선박을 위한 광대역 서비스를 준비하고 있다. 이들 서비스는 모두 LTE를 무선접속 기술로 채택하고 있으며 700MHz대역 이용을 요구하고 있어 재난안전망과의 연계 구축될 경우 평시의 주파수 이용 효율성이 증가될 것으로 전망된다. 다만 재난 발생으로 트래픽이 증가할 경우 2x10MHz폭 내에서 서비스 제공이 어려울 수 있는데, 이 경우 열차제어와 같이 우선순위가 높은 트래픽에 대해 서비스 품질 보장을 위해 우선적으로 처리하도록 하고, 신속한 설치가 가능한 이동통신 기지국을 트래픽 수요가 많

은 지역에 설치하여 트래픽 수용 용량을 확대하고, 영상 등 주파수 수요가 큰 애플리케이션은 M/W대역의 점대점 통신장비를 등을 설치해 트래픽이 분산하도록 해야 한다. 트래픽이 몰리는 hot spot 지역에서 트래픽 분산 목적으로 권고된 대역으로서 <표1>에서와 같이 4.9GHz대역의 신규 분배 방안도 고려할 수 있다.

V. 결론

본고에서는 재난통신망 구축을 위한 주파수 자원의 활용방안을 살펴보았다. 재난통신용 서비스가 지하, 실내 구간에서 원활한 통신이 필요하고, 망 구축 경제성을 고려할 때 1GHz 이하 대역이 적합하며, 국제적 추세, 표준화 동향, 적기 확보 가능성 등의 측면에서도 700MHz 대역이 가장 적합한 후보대역이라 판단된다. 특히 최근 광대역 재난통신망 수요 증대로 국제적으로 ITU를 중심으로 주파수 관련 논의가 활발히 이루어지고 있고, 일부 선진국을 제외한 대부분의 국가는 주파수 대역이 미정인 상황임을 고려할 때 앞으로 활발한 주파수 표준화 활동이 필요하며, 우리나라의 주파수 대역 선정, 망 구축 사례를 적극적인 홍보할 필요가 있다. 이를 통해 재난통신 관련 시장 확대에 기여하고, 특히 국내 산업체가 해외 시장에 진출하는데도 도움을 줄 것으로 예상된다.

재난통신망 및 주파수의 효율적 사용을 위해 현재 철도망과 연근해 선박을 위한 광대역 서비스 제공이 고려되고 있지만, 주파수 사용이 적은 평시에 공공기관들이 사용할 수 있는 다양한 공공용 애플리케이션 개발이 필요하다. 향후 망 구축이 본격화되고 이용이 확대되면 재난통신망을 활용하는 다양한 광대역 애플리케이션이 등장함에 따라 재난통신 주파수의 활용도도 더욱 증가할 것으로 예상된다. 또한 현재 기술개발 및 상용화가 진행되고 있는 사물인터넷 서비스와 접목되면 재난통신망을 통해 제공되는 공공용 서비스의 범위도 더욱 확대될 것으로 기대된다.

참고 문헌

- [1] 이상윤, “ 해외 주요국 광대역 PPDR 도입 동향과 시사점, ” 방송통신정책, 제25권, 제20호, pp. 36-57, 2013년 11월.
- [2] 이상윤, “미국 공공안전 주파수 이용동향”, 방송통신전파저널 제33호, pp.34-43, 2011년 1월.
- [3] ECC Report 199, User requirements and spectrum

needs for future European broadband PPDR systems (Wide Area Networks), 2013.

- [4] TCCA, CCBG White Paper, Mission critical mobile broadband: Practical standardisation and roadmap considerations, 2013.
- [5] ITU-R, Resolution 646(Rev. WRC-12), 2012.
- [6] ITU-R, Report on the thirteenth meeting of Working Party 5A (Geneva, 19-29 May 2014) Annex 6, Draft CPM text for WRC-15 agenda 1.3, Jun, 2014.
- [7] ITU-R, Report on the thirteenth meeting of Working Party 5A (Geneva, 19-29 May 2014) Annex 14, Working document toward a preliminary draft revision of recommendation ITU-R M.2015, Jun, 2014.
- [8] Ericsson, APT 700 - A truly global LTE band, Feb. 2014.
- [9] WIK Consult, PPDR spectrum harmonisation in Germany, Europe, and Globally, Dec. 2010.
- [10] 이상윤, “차세대 재난안전통신망 주파수 이용방안”, 국가 재난안전통신망 공개토론회 자료집, 2014년 7월 29일.

약 력



이 상 윤

2000년 홍익대학교 전파공학과 공학사
 2002년 서울대학교 전기컴퓨터공학부 공학석사
 2002~2006 LG전자 MC 사업부 선임연구원
 2006~현재 한국방송통신전파진흥원 선임연구원
 2012~현재 한국정보통신기술협회
 공공안전통신프로젝트그룹(PG902) 간사
 2012~현재 한국 ITU 연구위원회 ITU-R SG5
 연구위원
 2014년 미래창조과학부 국가재난안전통신망TF
 관심분야: 주파수 관리정책, 공공안전재난통신,
 주파수공유기술, 주파수이용현황조사 등