

主題

불요발사의 제한

전파연구소 류 충 상
한국천문연구원 정 현 수

차 례

- I. 서 론
- II. 스푸리어스발사 허용치 기준
- III. 스푸리어스영역의 불요발사
- IV. 불요발사로부터의 수동업무 보호
- V. 결 론

I. 서 론

전파는 한정된 인류 공동의 자원이다. 당초에 해상에서의 조난, 안전, 긴급통신 등의 목적 달성을 위해 설립된 국제전기통신연합(ITU:International Telecommunication Union)도 1980년대 이후 전파스펙트럼 이용 효율 증대 측면 즉, 전파의 경제적 효과 제고 문제를 화두로 삼고 있다. 전파자원은 자연환경과 비슷하여 오염되기는 쉬워도 복원되기는 너무 어렵고 그 정책 구상이 잘못되면 향후 손실보상을 위한 투자가 엄청나기 때문에 각 국은 스펙트럼 활용에 있어서 최적의 방안을 찾기 위해 매우 신중하게 대처하고 있다.

ITU는 이러한 조건을 충족시키기 위하여 행정적, 기술적 조건과, 스펙트럼 감시등 크게 세 가지 분야로 구분하여 규정하고 있으며, 각국 주관청에 전파자원과 정지위성궤도자원의 유한성을 고려하여 회원국간의 동등한 사용권을 인정하고, 전파자원을 이용함에 있어 필요 최소한으로 제한

할 것을 규정하고 있다.

스펙트럼의 이용에 있어서 주파수적으로 분리시키지 않으면 통신채널을 구분할 수 없다는 것이 중단파 및 초단파를 사용하던 시대의 관측이었다. 하지만, 디지털 기술의 발달과 더불어 시간적 통신채널 분리가 가능해졌고, 극초단파의 보급이 활성화되면서 전파의 거리적 제약을 이용한 공간적 주파수 분리 개념이 셀룰라 기술로 정착하게 되었다. 셀룰라 기술은 위성에 있어 빔폭을 이용한 스펙트럼 공유 기술로 발전하고, 초고주파수 전파의 직진성을 이용한 동일 지역 내지상통신망과 위성통신망의 주파수 공유가 보편화되고 있다.

이러한 기술발전을 토대로 전파를 사용하는 설비는 국제전파규칙(RR:Radio Regulations)에서 정한 기술적 기준에 적합하여야 하고, 기술적 경제적으로 정당한 기술기준을 준수하고 있는 다른 주파수대를 이용하는 시스템으로부터의 영향을 감내할 수 있어야 한다.

국제전파규칙에서는 이러한 기술기준으로 송신국의 주파수안정도(부록 2), 스퓨리어스발사허용치(부록3)를 강제하고 있으며, 기술이 허용하는 범위에서 부록 2와 부록 3의 주파수안정도와 스퓨리어스발사 허용치 보다도 더 강한 값으로 규제해 줄 것을 각 국에 촉구하고 있다. 또한, 발사하는 전파의 대역폭도 가장 효율적인 기술을 이용하여 필요최소한으로 사용할 것을 촉구하고 있다. 국제전파규칙 부록 1은 이러한 대역폭 결정 방법을 하나의 지침으로 제공하고 있다.

1997년 세계전파통신회의(WRC-97)에서는 디지털통신기술의 발전을 고려하여 기존에 주파수대역별로 규정되어 있던 스퓨리어스발사허용치 기준을 업무별로 분류하여 정리하고, 2003년 1월 1일 이후 설치되는 모든 무선국에 당해 기준을 적용하기로 결의하였다. 단순히 업무별로 재분류한 것처럼 보이지만, 계속 예외적인 규정으로 관리해 오던 우주업무에 대한 기본 규정을 준비하였다데 그 의의를 두고 있다.

그러나, 우주업무의 스퓨리어스발사 허용치 기준 등의 적용에 있어 검증이 필요하거나, 기준값의 개정이 요구되는 사항이 여전히 남아 있어서 이러한 사항을 2000년 세계전파통신회의(WRC-2000)에서 의제 1.2에 의해 정리하였고, 그 결과 우주업무용 스퓨리어스발사 허용치 기준과 관련된 스퓨리어스발사 허용치 규정 개정 작업이 일단락되었다. 이와 같이 2차례에 걸쳐 준비된 스퓨리어스발사 허용치 기준은 그 기준값으로서 합리적인 것으로 국가간에 상호 이해하고 합의하였으나, 기존의 주파수대역별 스퓨리어스발사허용치 기준은 기본적으로 무변조 출력 신호에 적용되었던데 반해 새롭게 도입된 업무별 스퓨리어스발사허용치기준은 변조된 상태의 출력신호에 적용하기로 한 바, 스퓨리어스발사 허용치 기준을 적용하는 주파수대역의 선정이 큰 과제로 남게 되었다.

이번 2003년 세계전파통신회의(WRC-03, 2003. 6. 9 ~ 7. 6, 제네바)에서는 다양한 통신 시스템과 변조방식을 검토하여 새로운 스퓨리어스발사 허용치기준을 적용하는 주파수대역의 결정 방법을 구체화시켰다.

한편, ITU는 1979년 이후 급격히 보급되고 있는 위성통신시스템의 불요발사가 전파천문, 지구탐사 등 수동업무에 악영향을 미칠 것을 우려하여 권고 66에 의해 능동업무 특히, 우주업무 송신장치 불요발사로부터 전파천문업무, 지구탐사업무 등 수동업무를 보호하기 위한 법적 수단을 검토해 왔으나, 능동업무 제원이 확정되지 않는 등 기술적 자료 부족으로 대책을 수립하지 못하였다. 그러나 이번 WRC-03에서 일부 수동업무 주파수대역에 대하여 인접한 능동업무 불요발사로부터의 보호기준을 설정하고 당해 기준을 초과할 경우 주관청간에 조정할 수 있는 절차를 준비하였다.

본고에서는 통신과 방송의 대 융합 시대에 직면하여 통신 및 방송시스템의 불요발사기준에 대한 WRC-03의 결정사항들을 소개하고, 이 결정사항들이 우리나라 제도와 정책에 미치는 영향을 분석하고, 그 대응방안을 제시하고자 한다.

II. 스퓨리어스발사 허용치 기준

1. 개요

전파통신 송신설비로부터 전파신호가 발사됨에 있어 통신에 필요한 신호 외에 송신기의 내부 잡음이나 증폭기의 비선형 특성에 의한 왜곡 등으로 부가적으로 불필요한 신호 성분도 함께 방사된다. 이러한 불요발사는 크게 변조특성과 관계없이 발생하는 스퓨리어스 발사와 변조특성에 따라 필요주파수대역 바깥쪽에서 발생하는 대역외 발사로 구분된다.

표 1 스퓨리어스 발사 허용치 기준(2003년 이전 적용)

주파수 대역	모든 스퓨리어스 성분에 대한 감쇠(필요대역내의 평균전력 대비 관계된 스퓨리어스 성분의 평균 전력)는 최소한 아래 명시한 값이라야 하고, 주어진 절대 평균전력을 초과해서는 아니 된다.
9kHz 초과 30MHz 이하	40 데시벨 50 미리วัต
30MHz 초과 235MHz 이하 - 평균전력이 25와트를 넘는 것. - 평균전력이 25와트 이하인 것.	60 데시벨 1 미리วัต 40 데시벨 25마이크로와트
235MHz 초과 960MHz 이하 - 평균전력이 25와트를 넘는 것. - 평균전력이 25와트 이하인 것.	60 데시벨 20 미리วัต 40 데시벨 25마이크로와트
960MHz 초과 17.7GHz 이하 - 평균전력이 10와트를 넘는 것. - 평균전력이 10와트 이하인 것.	50 데시벨 100 미리วัต 100 마이크로와트
17.7GHz 초과	17.7GHz를 넘는 주파수로 운용되는 업무에 채용되는 기술의 다양성 때문에 값의 지정 이전에 ITU-R은 더 많은 연구를 수행할 필요가 있다. 준수되어야 할 값들은 가능한 범주까지는 적절한 ITU-R 권고에 보인 값들로 한다. 적절한 권고가 채택되어질 때까지 가능한 한 최저 값을 사용해야 한다(권고 66 참조).

물리적인 의미를 그대로 이용한 국제전파규칙의 정의에 의하면 스퓨리어스발사라 함은 필요주파수대폭 바깥쪽의 주파수에서 발생하는 발사를 말하며, 정보의 전송에 영향을 미치지 아니하고 그 레벨을 저감시킬 수 있는 것으로 고조파발사, 기생발사, 상호변조 및 주파수 변환 등에 의한 발사를 포함하고, 대역외발사는 포함하지 아니한다. 또한, 대역외발사는 변조과정에 의하여 필요대역폭의 바로 바깥쪽에 위치한 주파수에서 발생하는 발사로 스퓨리어스 발사는 제외된다.

디지털 변조방식이 출현하기 전까지 불요발사는 RF 출력단의 필터 기술에 따라 정하였다. 따라서, 표 1과 같이 30 MHz 이하 주파수에서는 40 dB, 30 MHz 초과 960 MHz 이하 주파수에서는 60 dB, 960 MHz 초과 17.7 GHz 이하 주파수

에서는 50 dB, 17.7 GHz 초과 주파수에서는 별도의 기준을 정하지 못하고 있었다. 하지만, 최근 RF 설계 기술이 발전하여 수십 GHz 통신시스템 설계도 가능해지고, 기존의 아날로그 변조방식에 준하여 정해진 스퓨리어스발사 허용치 기준을 그대로 적용할 수 없는 경우가 발생하였다. 특히 기존의 스퓨리어스발사 허용치 기준에서 고려되지 못한 위성통신시스템 스퓨리어스발사 관리를 위해 스퓨리어스발사 허용치 기준의 전반적인 검토가 요구되었다.

기존의 아날로그변조방식을 사용하는 통신시스템은 특별한 경우가 아니면 변조신호를 입력시키지 않고 반송파만 송출하는 기능이 있었으며, 변조된 출력 신호가 스퓨리어스발사에 큰 영향을 미치지 않았다. 하지만, 최근 디지털 변조 방식의

통신시스템이 도입되면서, 디지털 신호가 포함된 고주파 성분과 의사위상잡음 등 다양한 형태의 신호가 필요대역폭으로부터 멀리 이격된 주파수 대역에서도 감지되고, 특히, 대부분의 경우 변조 신호가 없는 경우 RF 출력이 차단되는 형태로 설계되거나 반송파의 특성만을 이용하여 스푸리어스발사 특성을 파악하기 어려운 경우가 종종 발생한다.

2. WRC-97의 결과

이러한 여러 가지 문제점을 해결하기 위해 1997년 세계전파통신회의(WRC-97)에서는 기존에 주파수대역별로 규정되어 있던 스푸리어스발사 허용치 기준을 업무별로 분류하여 정리하고, 2003년 1월 1일 이후 설치되는 모든 무선국에 당해 기준을 적용하기로 결의하게 되었다.

WRC-97은 그동안 스푸리어스발사에 대해 가능한 낮은 값을 유지할 것으로 권고하던 우주업무용 시스템에 대해 스푸리어스발사제한기준을 잠정 결정하였으나 이 제한값의 적용가능성이 검증되지 않아 “설계목적(design objective)”라는 주석을 두고 ITU-R이 심화연구를 통해 이의 적용 여부를 결정하기로 하였다.

3. WRC-2000의 결과

2000년 세계전파통신회의(WRC-2000)에서는 의제 1.2에 의해 스푸리어스 발사 허용치 기준에 대해 다시 검토하고, 기존의 설계목적으로 정해진 우주업무용 스푸리어스발사 허용치가 실제 운용상의 목적으로 적용되어도 현재의 기술이나 구현상의 비용 효율성을 고려할 때 무리가 따르지 않으므로 해당 주석을 삭제하여 설계목적으로 산정된 값을 전파규칙상에 그대로 반영하여 적용하기로 하였다.

또한, 방사신호의 대역폭이 극도로 좁은 협대역 신호의 경우 (예를 들면, 이론적으로 필요주

파수대폭이 0인 무변조 신호의 경우)에는 앞서 언급한 스푸리어스발사와 대역외발사 경계(기본파의 중심으로부터 필요주파수대폭의 250% 이격된 주파수 지점) 정의를 적용하기가 매우 어려워진다. 특히 위성의 경우 상하향 링크시 비콘 신호를 이용하여 위성의 제어 및 추적 기능을 수행하는데 이러한 비콘 신호는 무변조 신호로서 필요대역폭의 정의를 적용하기가 현실적으로 어렵다. 따라서 무변조 신호나 협대역 신호를 증폭기를 사용하여 전송하는 경우에는 증폭기의 대역폭을 필요대역폭으로 결정하는 것이 바람직한 것으로 합의하고 이의 지속적인 연구를 수행하기로 하였다.

한 위성체에 동일 지역을 서비스 대상으로 한 다수의 트랜스 폰더가 존재하는 경우 한 트랜스 폰더에서 방사되는 스푸리어스 발사가 인접한 트랜스 폰더가 전력을 송출하고 있는 주파수 대역과 겹치는 경우가 있을 수 있다. 이 경우에 첫 번째 트랜스폰더에서 방사되는 스푸리어스 발사 전력 레벨은 인접한 트랜스폰더들의 기본파 대역 및 대역외 발사 전력에 의하여 극복이 되므로 스푸리어스 발사에 의하여 영향을 받지 않는다. 따라서 이런 특수 상황을 고려하여 동일 위성에 탑재된 2개 이상의 트랜스폰더들이 동시에 동일 서킷 영역으로 전파를 방사하는 경우에는 이들 트랜스폰더가 방사하는 기본파 대역 및 대역외 발사 대역에 대하여 스푸리어스 발사 전력 기본파나 대역외발사 전력 보다 낮은 경우에 한하여 스푸리어스발사 허용치 규정을 적용하지 않기로 하였다.

이 관계를 그림 1에 나타내었는데 트랜스폰더 A,B,C,D가 동일 위성체내에서 동일 지역을 서비스 대상지역으로 할 경우 트랜스폰더 A는 2번과 4번 주파수 범위에 대해서는 스푸리어스발사 허용치 기준의 적용이 면제되지만, 1번과 3번의 경우에 대해서는 스푸리어스발사 허용치 기준의 적

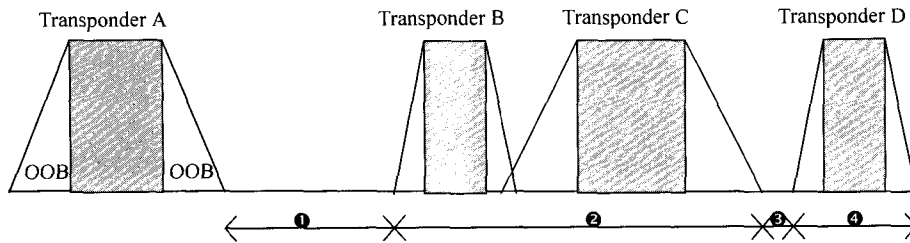


그림 1. 한 위성체에 두 개 이상의 트랜스폰더가 있는 경우의 스푸리어스 방사제한 적용방법

표 2 개정된 스푸리어스 방사 제한 기준(2003년부터 적용)

전과규칙 조항 S1에 따른 업무 범주, 또는 장비 형식	안테나 급전선에 공급되는 전력 이하 감쇠 (dB)
아래에 언급된 업무들을 제외한 모든 업무:	43 + 10log(P)와 70dBc 중 덜 엄격한 값
우주 업무 (지구국)	43 + 10log(P)와 60dBc 중 덜 엄격한 값
우주 업무 (우주국)	43 + 10log(P)와 60dBc 중 덜 엄격한 값
무선표지	43 + 10log(PEP)와 60dBc 중 덜 엄격한 값
텔레비전 방송	46 + 10log(P)와 60dBc 중 덜 엄격한 값. VHF국에 대해서 1 mW의 최대 절대 전력 레벨을 초과하지 않을 것. 그렇지만, 각 경우의 근거에 따라서 이상의 감쇠가 필요할 수도 있음
FM 방송	46 + 10log(P)와 70dBc 중 덜 엄격한 값; 1 mW의 최대 절대 전력 레벨을 초과하지 않을 것
MF/HF 방송	50 dBc; 50 mW의 최대 절대 전력 레벨을 초과하지 않을 것
이동국으로부터 단측파대	PEP 이하의 43 dB
30 MHz 이하에서 운영하는 아마추어 업무 (단측파대 포함)	43 + 10log(PEP)와 50dB 중 덜 엄격한 값
우주, 무선지정, 방송, 아마추어 그리고, 이동국으로부터 단측파대를 사용하는 업무를 제외한 30 MHz 이하에서 운영하는 업무	43 + 10log(X)와 60dBc 중 덜 엄격한 값. 여기서 단측파대 변조에 대해 X = PEP 그리고, 다른 변조에 대해 X = P
저전력 장치 무선 설비	56 + 10log(P)와 40 dBc 중 덜 엄격한 값
비상 송신장치 (위치지시용 무선표지설비 (EPIRB), 비상위치 송신기(ELT), 개인위치표지설비 (PLB), 수색 구조 트랜스폰더 선박 비상 송신기 또는 구명정 및 구명부기 송신기, 육상, 항공, 해상 송신기를 비상시 사용하는 경우 등)	제한 없음

용을 받아야 한다.

아마추어 지상무선국과 아마추어 지구국은 동일한 전송시스템을 사용하므로, 30MHz이하의 아마추어 무선국 및 지구국은 동일한 스푸리어스발사 허용치를 적용 받도록 하였다. 또한, 심우주에서 심우주연구를 목적으로 운용되는 우주국은 발사전력의 강도가 극히 미약하여 안테나가 매우 크거나 극 저잡음 냉각 증폭기와 같은 극히 특수 수신장비를 사용하더라도 기본대역의 신호만을 겨우 검출할 수 있는 정도이므로 심우주업무 목적으로 심우주에서 운용되는 우주국에 대해서는 스푸리어스발사 허용치의 적용을 제외하기로 하였다.

한편, WRC-2000에서는 스푸리어스발사 허용치 규정의 적용방법이 모호한 레이더와 관련된 제반 문제를 함께 다루었다. 즉, 전파측위(특히 레이더)업무의 스푸리어스 발사전력 측정방법으로 제시한 권고 ITU-R M.1177은 표 2에 보이는 새로운 규정에 대한 측정 방법만을 담고 있어 사실상 표 1의 규정을 레이더와 같은 특수한 상황에 적용하기 어렵다. 회의 결과 2003년 1월 1일 이전에 설치된 레이더에 대해서는 2012년 1월 1일까지 스푸리어스발사 허용치의 적용에서 제외를 시키고, 각 주관청의 노력으로 실현 가능한 최소한의 스푸리어스 전력값을 유지하도록 하였다. 또한, 레이더와 같이 도파관을 사용하는 경우에는 급전선 및 공중선이 지향성 및 선택성을 가지고 있어 급전단에서 측정해서는 의미가 없으므로 기본파 및 스푸리어스 전력을 측정함에 있어 방사패드에서 측정하도록 규정하였다.

Ⅲ. 스푸리어스영역의 불요발사

1. WRC-03 의제 1.8.1

WRC-97과 WRC-2000을 통해 스푸리어스발사 허용치 기준을 규정하였으나, 당시 스푸리어스발사 허용치 기준은 기본파의 중심주파수로부터 필요주파수대폭의 250% 이상 떨어진 주파수에 대하여 적용하는 것으로 정하였다. 하지만, 250%기준은 변조기술에 따라 모든 시스템에 일괄 적용하기 어려우므로, WRC-03까지 이에 대한 대책을 연구하기로 하였다.

Agenda item 1.8.1

"consideration of the results of studies regarding the boundary between spurious and out-of-band emissions, with a view to including the boundary in Appendix 3"

2. ITU-R 연구 결과

일반적인 대역외발사와 스푸리어스발사 경계 기준 원칙은 국제전파규칙 부록 3과 권고 ITU-R SM.329-9에 기본파의 250% 이격된 주파수로 정하고 이 기준의 적용이 어려운 경우에 대하여는 권고 ITU-R SM.1539에 정한 바를 따르기로 있다. 권고 ITU-R SM.1539은 스푸리어스발사허용치 기준을 적용할 주파수 영역을 결정하는 방법을 권고하고 있다. 하지만, 대역외발사와 스푸리어스발사는 주파수마다 중첩되어 존재하기 때문에 권고 ITU-R SM.329와 SM.1541에서는 그 주도 성분에 따라 “대역외영역”과 “스푸리어스영역”이라는 용어를 도입하고 있다.

따라서, 이러한 새로운 정의를 도입함으로써 일반적인 경계기준 원칙 (기본파의 250% 또는 2.5Bn)에 대한 변형된 형태를 취하기가 매우 용이해졌다. 초협대역 시스템의 경우 최소 이격 주파수를 지정하여 두고 있으며, 광대역 신호의 경우 기본 경계기준 보다 더 낮은 비율의 이격 기준을 적용하고 있다. 권고에서는 1차 레이더와

표 3. 스퓨리어스 영역 결정방법

주파수대역	협대역의 경우		일반적인 경우	광대역의 경우	
	BN <	주파수이격	주파수이격	BN >	주파수이격
9 kHz < $f_c \leq 150$ kHz	250 Hz	625 Hz	2.5 BN	10 kHz	1.5 BN + 10 kHz
150 kHz < $f_c \leq 30$ MHz	4 kHz	10 kHz	2.5 BN	100 kHz	1.5 BN + 100 kHz
30 MHz < $f_c \leq 1$ GHz	25 kHz	62.5 kHz	2.5 BN	10 MHz	1.5 BN + 10 MHz
1 GHz < $f_c \leq 3$ GHz	100 kHz	250 kHz	2.5 BN	50 MHz	1.5 BN + 50 MHz
3 GHz < $f_c \leq 10$ GHz	100 kHz	250 kHz	2.5 BN	100 MHz	1.5 BN + 100 MHz
10 GHz < $f_c \leq 15$ GHz	300 kHz	750 kHz	2.5 BN	250 MHz	1.5 BN + 250 MHz
15 GHz < $f_c \leq 26$ GHz	500 kHz	1.25 MHz	2.5 BN	500 MHz	1.5 BN + 500 MHz
$f_c > 26$ GHz	1 MHz	2.5 MHz	2.5 BN	500 MHz	1.5 BN + 500 MHz

주 : f_c 는 중심주파수, BN은 필요주파수대폭. 할당주파수대역이 2개 주파수대역에 걸쳐 있는 경우에는 높은 주파수대역의 기준을 이용한다.

같은 특정 서비스 형식에 대하여는 경계기준에 대한 추가적인 지침을 정하고 있다.

레이더 시스템의 경우 기준대역폭을 정하여 부록 3에 포함시키고 관련 권고 ITU-R SM.329, SM.1539, SM.1541에서도 언급하였다.

당해 연구 결과는 1997년부터 연구되어 온 결과들이며, 일반적으로 부록 3의 기준을 적용하는데 적절하지만, 특정 업무에 대하여는 비현실적일 수 있다.

예를 들면, 마그네트론 기반의 1차 레이더는 경계기준을 정함에 있어 40 dB 대역폭을 적용하고 있는데, 실제의 경우 펄스폭과 펄스 상승시간

을 이용하여 계산한 40dB 대역폭은 실제 대역폭보다 작기 때문에 비현실적이며, 보다 많은 연구가 필요하다.

ITU-R에서는 이렇게 개발한 SM.1539 및 SM.1541의 스퓨리어스발사허용치 적용영역의 가변적 설정 방법을 국제전파규칙 스퓨리어스 허용치 기준(부록3)에 반영할 것을 제안하고, 또한, 권고안 개발 과정에서 파생된 영역(domain)이라는 용어를 전파규칙 정의(제1조)에 추가할 것을 제안하였다.

즉, “대역외발사영역”과 “스푸리어스영역” 용어 정의를 전파규칙에 삽입하는 방안을 제안한

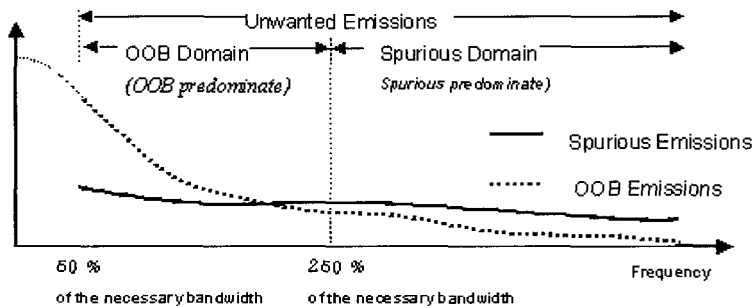


그림 2 대역외영역과 스퓨리어스영역의 구분

표 4 협대역 시스템에 대한 경계기준

시스템 또는 업무	주파수범위		협대역의 경우	
			BN < (kHz)	주파수이격 (kHz)
고정업무	14 kHz - 1.5 MHz		20	50(1)
	1.5-30 MHz	PT ≤ 50W	30	75(2)
		PT > 50W	80	200(2)

(1) 주파수이격은 14 kHz-1.5 MHz에서 최대 필요주파수대폭을 약 3 kHz로 가정한 경우로, 필요 주파수대폭에 비해 지나치게 큰 50kHz 주파수 이격을 정한 것은 고출력 시스템의 스퓨리어스허용치 기준 70 dBc를 만족시키기 위해 필요한 값이다.

(2) PT는 송신기 출력을 나타내며, 주파수 이격값은 1.5-30 MHz 대역에서 필요주파수대폭이 12 kHz로 가정했을 때의 값이다. PT > 50W일때 200 kHz는 매우 크지만, 스퓨리어스발사 허용치 기준 70 dBc를 만족시키기 위해 필요한 값이다. 필요주파수대폭이 12 kHz 이상 되는 경우에는 200 kHz 규정도 재검토 되어야 한다.

것이다. 그 예로 국제전파규칙에 다음과 같은 정의를 둘 것을 제시하였다. “대역외 영역”이라 함은 필요대역폭의 바로 바깥쪽의 주파수 범위로서, 스퓨리어스 영역은 제외되며, 일반적으로 대역외 영역에서는 대역외 발사가 주로 발생한다. 대역외 발사는 대역외 영역과 스퓨리어스 영역에서 미소하게 발생한다. 스퓨리어스 발사 역시 스퓨리어스 영역에서 뿐만 아니라 대역외 영역에서 발생할 수 있다. “스푸리어스영역”이라 함은 대역외 영역 이후의 주파수 범위로서, 스퓨리어스 영역에서는 일반적으로 스퓨리어스 발사가 주로 발생한다.

3. WRC-03 결과

WRC-03에서는 우리나라를 포함한 여러 국가의 제안을 받아 “대역외영역”, “스푸리어스영역” 정의를 채택하고, 전파규칙 정의(Article 1)에 포함하기로 하고, 스퓨리어스영역 결정하는 방법을 부록 3에 포함시키기로 결의하였다. 스퓨리어스 발사와 스퓨리어스영역에서의 불요발사 개념의

관계 및 대역외영역과 스퓨리어스영역의 구분을 그림 2에 도시하고, 스퓨리어스 영역 결정 방법을 표 3에 나타내었다.

통상적인 경우 중심주파수로부터 대역폭의 250% 이상 이격된 주파수에 적용하던 스퓨리어스발사 허용치에 대해서 협대역 시스템의 경우 주파수대별로 정해진 임계값(대역폭의 250% 이상으로 선정됨) 이상 이격된 주파수에 적용하고, 광대역 시스템의 경우 150% 이상 이격된 주파수에 적용하기로 결정하였다. 표 3의 규정에도 불구하고 특별한 경계기준값이 필요한 협대역 시스템 대해 적용하기로 결의한 규정을 표 4에 보았다. 표 5는 마찬가지로 기본적인 경계기준의 적용이 어려운 광대역 시스템에 대해 적용하기 위한 경계기준이다.

한편, 1차 레이더 시스템의 경우 불요발사 계산 및 측정방법이 명확하지 않아 이를 계속 연구할 것을 권고로 채택하였다. 이로써, 스퓨리어스 발사 허용치 기준에 대한 골격이 완성되고 따라서, 1979년부터 불요발사 기준 연구의 근거가 되

던 권고 66은 폐지하였다.

4. 결과고찰

우리나라는 국제적인 기술변화와 이에 따른 국제전파규칙의 개정 사항들을 국내 규정에 회색시켜 무선설비규칙 등 관련 법령을 개정해 왔다. 이번 WRC-03 의제 1.8.1에 의한 스푸리어스발사 허용치의 적용에 대한 주파수 영역 기준의 변화도 국내 규정으로 도입하여 정리할 필요가 있다. 스푸리어스발사와 스푸리어스영역에서의 불요발사 허용치 등 2가지 기준이 2015년까지 혼용될 예정이므로 규정의 적용상 오해가 발생하지 않도록 용어의 정의와 스푸리어스발사 허용치 기준을 적용할 수 있는 주파수대 선정방법을 반영하여야 한다. 또한, 세부 시험방법에 대하여는 전파연구소 및 체신청의 인증 및 검사 시험 방법에 반영할 필요가 있다. 또한, 한국정보통신기술협회 단체표준(표준명 : 스푸리어스 발사 표준 측정법, 2002년도)에 반영시키고, 새로운 “영역”이라는 용어 정의도 함께 반영할 필요가 있다.

WRC-03에 의해 현재 남겨진 불요발사 관련 과제는 WRC-07까지 마그네트론을 사용하는 1차 레이더에 대한 스푸리어스영역발사 제한기준을

검증하고, 측정방법을 정립하는 연구에 관한 것이다. 국내에서도 항행레이더, 기상레이더, 측위레이더 등 많은 레이더가 사용중에 있으나, 당해 레이더의 스푸리어스발사 허용치 기준 적용 주파수를 제2고조파 제3고조파 등에 한정하고 있다. 주파수 효율 증대 측면에서 스푸리어스발사 허용치 기준 적용 주파수 범위를 보다 구체적으로 정의할 필요가 있으므로 이를 위한 기반 연구를 통해 WRC-07에 대한 적극적인 대응이 필요하다.

또한, 국내 위성 사업자, 통신·방송사업자 및 제조업체를 대상으로 당해 기술기준의 개정 사항을 적극적으로 홍보하여 시스템 제작 단계부터 반영될 수 있도록 유도함으로써 피해를 최소화할 예정이다.

IV. 불요발사로부터의 수동업무 보호

1. WRC-03 의제 1.8.2

1979년 ITU-R은 위성통신 업무의 증가에 따라 전파천문 업무가 크게 영향 받을 것을 우려하여 위성통신업무의 불요발사허용치 규정을 연구

표 5 광대역시스템에 대한 예외적인 경계기준

시스템 또는 업무	주파수범위	광대역의 경우	
		BN >	주파수이격
고정업무	14-150 kHz	20 kHz	1.5 BN + 20 kHz
고정위성업무	3.4-4.2 GHz	250 MHz	1.5 BN + 250 MHz
고정위성업무	5.725-6.725 GHz	500 MHz	1.5 BN + 500 MHz
고정위성업무	7.25-7.75 GHz 7.9-8.4 GHz	250 MHz	1.5 BN + 250 MHz
고정위성업무	10.7-12.75 GHz	500 MHz	1.5 BN + 500 MHz
방송위성업무	11.7-12.75 GHz	500 MHz	1.5 BN + 500 MHz
고정위성업무	12.75-13.25 GHz	500 MHz	1.5 BN + 500 MHz
고정위성업무	13.75-14.8 GHz	500 MHz	1.5 BN + 500 MHz

표 6 ITU-R의 수동업무 대역별 보호기준 연구결과 (권고 SM.1633)

주파수대역 별 검토사항		검토의견				Annex	해당 각주
수동업무	능동업무	status	VLBI	C	L		
1400-1427 MHz (RAS)	1452-1492 MHz (BSS)	1.3	OK	OK	OK (mit)	2	5.340
1400-1427 MHz (RAS)	1525-1559 (MSS)	3	OK (mit)	OK (mit)	OK (mit)	5	5.340
1610.6-1613.8 MHz (RAS)	1559-1610 MHz (RNSS)	3	OK (mit)	N/A	OK (mit)	6	5.149
1610.6-1613.8 MHz (RAS)	1613.8-1626.5 MHz (MSS)	3	OK (mit)	N/A	OK (mit)	7	5.149
1610.6-1613.8 MHz (RAS)	1525-1559 (MSS)	1	OK	N/A	OK	8	5.149
2690-2700 MHz (RAS)	2655-2690 MHz (BSS, FSS)	2	NO	NO	NO	9	5.340
10.6-10.7 GHz (RAS)	10.7-10.95 GHz (FSS)	1.2	OK	NO	NO	11	5.149
22.21-22.5 GHz (RAS)	21.4-22 GHz (BSS)	1.2	OK	NO	NO	13	5.149
42.5-43.5 GHz (RAS)	40.5-42.5 GHz (BSS, FSS)	1.2	OK	NO	NO	19	5.149, 5.547 5.551AA 5.551G

할 것을 권고로 채택하였다. 하지만, 수동업무 보호를 위한 노력이 위성통신업무의 활성화를 저해할 수 있다는 각국의 우려와 위성통신시스템 규격에 대한 정보 수집 부족으로 수동업무 보호를 위한 능동업무 불요발사허용치 기준은 20여년 동안이나 완성되지 못하였다. WRC-2000에서는 이 문제를 더이상 방치할 수 없다고 판단하고, WRC-03까지는 어떠한 경우에도 규정의 틀을 구성하기로 하고 권고 66을 개정한 바 있다.

권고 66 (WRC-2000 개정) “불요발사의 최대 허용치 연구”의 결의항 5는 기술적, 운영적 이유로 전파천문등과 같은 수동업무나 안전업무 보호를 위해, 부록 3에 규정한 일반적인 스푸리어스 발사허용치 기준보다 더 강한 기준이 요구되는 주파수대역에 대해 연구하고, 그 영향을 분석할 것을 결의하고 있다. 또한 결의항 6은 결의항 5

와 마찬가지로 이유로 대역외발사허용치를 규정하여야 하는 경우의 연구를 결의하고 있다.

Agenda item 1.8.2
 "consideration of the results of studies, and proposal of any regulatory measures regarding the protection of passive services from unwanted emissions, in particular from space service transmissions, in response to recommends 5 and 6 of Recommendation 66 (Rev.WRC-2000)"

2. ITU-R 연구 결과

ITU-R은 특별 작업반 TG1/7을 구성하여 당해 연구를 수행하였다. TG1/7은 서로 인접하여 있거나 가까이 있는 수동업무대역과 능동업무대

표 7 정지궤도 위성에 대한 전력속밀도값의 허용치

우주업무	우주업무 대역	전파천문 대역	단일경 연속파 관측		단일경 스펙트럼선 관측		VLBI
			pdf	기준 대역폭	pdf	기준 대역폭	pdf
	MHz	MHz	dB(W/m ²)	MHz	dB(W/m ²)	kHz	dB(W/m ²)
BSS (s-to-E) MSS (s-to-E)	1452-1492 1525-1559	1400-1427	-180	27	-196	20	-166
MSS (s-to-E) MSS (s-to-E)	1525-1559 1613.8-1626.5	1610.6-1613.8	NA	NA	-194	20	-166
BSS(s-to-E) FSS (s-to-E)	2655-2670	2690-2700	-177	10	SI	25	-161
FSS (s-to-E)	2670-2690	2690-2700 (1지역, 3지역)	-177	10	SI	20	-161
	GHz	GHz					
BSS (s-to-E)	21.4-22.0	22.21-22.5	SI	SI	SI	250	-128

NA: 비관측대역 SI : 공유연구 비완료 대역
BSS : 방송위성업무, FSS : 고정위성업무, MSS : 이동위성업무

역간의 양립성 분석 방법을 개발하고 이 방법에 따라 분석된 결과를 권고 ITU-R SM.1633로 정리하였다. 이 권고는 기술적 또는 경제적으로 능동업무에 어려움을 줄 수 있는 특정 수동업무 대역을 지정하고, 수동업무 보호 기준을 준수할 것을 권고하였다. 당해 연구에는 관련 권고 ITU-R RA.769, SA.1029, RA.1513, S.1586, M.1583 and DNR RA.[PATTERN NGSO].

당해 연구에는 1350 MHz부터 52.8 GHz 까지 양립성 연구가 필요한 20여개 대역이 포함되었고, 이중 일부 대역은 기 운용중이거나 계획된 능동업무와 수동업무 시스템간에 양립성이 보장되지 않는 경우도 발생하여 별도로 구분해 두었다. 연구 결과 중 9개 전파천문 업무 대역에 대한 양립성 연구 결과를 표 6에 나타내었다. 수동업무와 능동업무 상호간 양립성이 보장된 경우에는 검토된 불요발사 허용치 기준을 규정으로 정해 둘 수 있다.

3. WRC-03 결과

기본적으로는 APT 회원국들은 권고 66의 권고항 5와 6에 따라 ITU-R TGI/7에 의해 제시된 CPM 문서의 연구내용 및 ITU-R SM.1633의 대역별 연구결과를 지지하였다. CEPT 및 아랍권 국가 등도 이에 합류하였으나, 미국을 비롯한 지구탐사위성업무 등 능동업무의 활성화를 꾀하고 있는 일부 국가는 전파규칙 수정 없이 향후 WRC 차원의 의제발굴도 하지 않고 다만 ITU-R 차원의 연구만 지속할 것을 제시하였다. 이로 인해 많은 논쟁이 있었지만, 결국 신규 결의를 채택하여 위성업무의 전력속밀도값을 제한하기로 하였다. 신규 결의 739와 740의 전파천문 보호를 위한 정지궤도 및 비정지궤도 위성(고정위성, 방송위성, 이동위성)에 대한 전력속밀도제한값은 각각 표 7과 8에 보이는 바와 같다.

당해 기준을 초과하는 경우 전파천문 업무를 수행하는 국가에 즉시 통지하여 상호 조정절차를

표 8 비정지궤도 위성에 대한 전력속밀도값의 허용치

우주업무	우주업무 대역	전파천문 대역	단일경 연속파관측		단일경 스펙트럼선 관측		VLBI
			유효전력속 밀도	기준대역폭	유효전력속 밀도	기준대역폭	
	MHz	MHz	dB(W/m ²)	MHz	dB(W/m ²)	kHz	dB(W/m ²)
MSS (s-to-E)	1613.8- 1626.5	1610.6- 1613.8	NA	NA	-258	20	-230
NA: 비관측대역 SI : 공유연구 비완료 대역							

거칠 것을 결의로 채택하였다. (전파천문 보호기
준 설정 대역 : 1400-1427MHz, 1610.6-1613.8MHz,
2690-2700MHz, 22.21-22.5MHz)

그리고 WRC-03에서는 우리나라와 CEPT의
제안을 토대로 150.05-153 MHz 등 9개 전파천문
주파수대역과 4개 지구탐사주파수대역 등에 대한
보호기준을 WRC-07까지 계속 연구하기로 결의
하였다 (WRC-07 의제 1.21). 당해 연구 대상 주

파수는 표 9에 보이는 바와 같다.

4. 결과 분석

1979년 이래 24년 동안 난제로 남아 있던 수
동업무와 능동업무 불요발사간의 상호 양립 문제
가 급변 WRC-03회의를 통하여 상호간에 해결할
수 있는 전기를 마련하는데 성공하였다. 우리나라

표 9 전파천문/우주업무간의 인접대역 공유를 위한 향후 연구대역

우주업무 대역	우주업무(우주대지구)	전파천문업무 대역
MHz		MHz
137-138	MSS	150.05-153.0 (No. 5.208A)
387-390	MSS	322-328.6 (No. 5.208A)
400.15-401	MSS	406.1-410 (No. 5.208A)
620-790(No. 5.311) 결의 545	BSS	608-614
1452-1492	BSS (non-GSO 시스템 한정)	1400-1427
1525-1559	MSS (non-GSO 시스템 한정)	1400-1427
1525-1559	MSS (space-to-Earth) (non-GSO 시스템 한정)	1610.6-1613.8
1559-1610	RNSS	1610.6-1613.8
2655-2670	BSS	2690-2700
2655-2670	FSS(2지역)	2690-2700
2670-2690	FSS(2지역)	2690-2700
GHz		GHz
10.7-10.95	FSS	10.6-10.7
21.4-22.0	BSS	22.21-22.5

라는 한국 천문연구원에서 총 예산 300억원 이상을 투입하여 구축 중에 있는 전파천문 및 정밀측지용 최첨단 전파망원경 시스템인 한국우주전파관측망(KVN; Korean VLBI¹⁾ Network)에 탑재될 2 GHz, 8 GHz, 22 GHz, 43 GHz 대역의 전파천문 업무를 보호하기 위하여 APT에 회원국들의 지지를 이끌어 내고, APT 공동 제안서를 우리나라가 주도하여 작성하였다. 이번 WRC-03에서 우리나라는 유럽과 미국의 중재적인 역할을 수행하면서, 충분히 우리나라의 의견을 반영하고, KVN 시스템의 보호를 이끌어 낼 수 있었다. 상기 KVN 시스템을 구축하면 지름 500 km에 해당하는 망원경을 가진 것과 같은 효과를 얻을 수 있다.

이 시스템이 제 성능을 발휘하기 위해서는 2GHz, 8GHz, 22GHz, 43GHz, 86 GHz 이상의 대역에서 운영되고 있는 국내 전파망원경 사이트(4곳 - 대전, 서울, 울산, 제주) 주변의 전파환경 보호를 위한 전파침묵지역 설정 또는 기타의 방법에 의한 전파환경 보호가 필요하다. 그리고 국제전파규칙의 적용 이외에도 전파천문 관련 권고 ITU-R RA.314와 RA.769 등도 고정/방송위성 등 능동업무를 계획하는 사업자들이 필히 고려해야 할 권고사항들이므로 사업체에 대한 적극적인 홍보가 필요하다.

WRC-03 회의결과, 일차적으로는 상기 대역에 대한 양립조건이 마련되었으나, 수동업무의 보호 및 능동업무의 이용차원에서는 상당부분 미흡한 부분들이 있으며, 아울러 VLBI 시스템을 제외한 단일경 관측시스템의 경우에는 양립성 연구가 부족한 바, 향후 이에 대한 적극적인 연구가 필요할 것으로 사료된다. 한편 국내 전파천문 시스템의 22 GHz 대역의 단일경 스펙트럼선 관측에 대한 안정적인 운영 방안도 고려되어야 하고, 세계

적으로 VLBI 시스템이 10 GHz, 22 GHz 대역으로 상향조정되어 사용될 것으로 예상되는 바, 이에 대비하여 WRC-07 의제 1.21의 10, 22 GHz 대역에 대한 적극적인 양립성 연구를 수행할 필요가 있다.

VI. 결 론

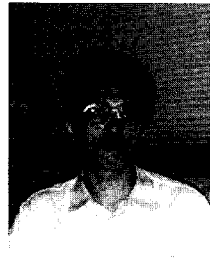
금번 WRC-03에서는 1997년부터 정리해 온 스푸리어스발사 허용치 기준이 사실상 모두 마무리 되었다. 레이더의 스푸리어스발사 허용치 적용 기준 등 몇몇 잔여 문제가 남아 있지만 우주업무를 비롯 스푸리어스발사허용치에 대한 기본 골격은 완성되었다. 우리나라의 경우 이미 스푸리어스발사 허용치 기준을 국제 기준과 일치시켜 적용하고 있으며, 당해 대역외영역과 스푸리어스영역의 구분도 권고 ITU-R SM.329와 SM.1541을 참조하여 적용하고 있는 바, 금번 WRC-03의 결과가 국내 제도에 큰 영향을 미치지 않는다. 하지만, 지난 20여 년간 진전이 없었던 수동업무 보호를 위한 불요발사 허용치 기준이 정리됨으로써 이에 대한 적극적인 검토가 필요하다. 이미 위성통신시스템 제조업체들이 권고 ITU-R RA.769를 참조하고 있지만, 우리나라도 위성통신시스템의 설계 및 제작을 시도하고 있는 만큼, 향후 무선통신관련 제조업체 및 서비스업체들에게 직접적이고도 현실적인 영향을 미치게 되었다. 다행히 이러한 국제 규정의 준비 과정에서 우리나라 대표단의 적극적인 노력으로 세계적인 수준의 VLBI (초장기선 전파간섭계) 전용 전파망원경 시스템(KVN, Korean VLBI Network)을 안정적으로 보호할 수 있게 되었다.

따라서, 국내의 무선통신기기 제조업체는 본 WRC-03의 결정을 숙지하여 해당 제품의 규격 작성시에 필히 반영하여야 하며, 특히 통신기기

1) VLBI : 초장기선 전파간섭계 (Very Long Baseline Interferometry)

의 수출시 상대국에 규정이 없는 경우에도 WRC-03의 결정을 따라야 하므로 특별한 주의가 요망되고 있다.

한편, 2003년 이후에 위성을 발사하여 운용하고자 하는 위성서비스 업체는 위성통신시스템의 외부 발주시에 개정된 스푸리어스발사 허용치 규정과 수동업무 보호기준을 준용하여 불이익을 받는 일이 없도록 각별히 유의하여야 할 것이다. 이번 WRC-03에서는 그동안의 피동적 관행을 깨고 우리나라 전파주권 수호에 많은 쾌거를 거두었다. 국제 협상 전문가를 적극 육성하여 다음 WRC에서도 세계 IT 시장을 선도해 나가는 우리나라가 비약적인 발전 모습을 보여줄 수 있길 바란다.



정 현 수

1981. 2 연세대학교 천문학과 학사
1986. 9 동경대학교 천문학과 석사
1989. 9 동경대학교 천문학과 이학박사

1991. 5-현재 한국천문연구원대덕전파천문대 연구원
1996-2000 충북대학교 천문우주학과 겸임교수
2000년 WRC-2000 한국대표단
2002-현재 한국천문학회 총무 이사
2003-현재 한국ITU-R연구위원회 과학업무분과(SG7) 의장
2003년 WRC-03 한국대표단



류 충 상

1990. 2 서울산업대학교 전자공학과 학사
1993. 8 광운대학교 대학원 전자공학과 석사
1997. 8 광운대학교 대학원 전자공학과 박사

1998. 5-현재 전파연구소 공업연구관
2000년 WRC-2000 한국대표단
2000-현재 한국ITU-R연구위원회 스펙트럼관리기술분과(SG1) 의장
2003년 WRC-03 한국대표단