

# 일본에서 도래하는 800 MHz 대역의 전파 간섭 분석 전 중 성†

(원고접수일 : 2012년 1월 3일, 원고수정일 : 2012년 3월 20일, 심사완료일 : 2012년 4월 18일)

## An Analysis of Radio Interference in 800 MHz-Band from Japan

Joong Sung Jeon†

**요 약 :** 전파통신의 수요 증가 및 통신 시스템의 발달과 더불어, 인접국가간의 전파간섭은 중요한 문제로 부각되고 있다. 이러한 문제는 미묘한 것이므로 명확한 기술적 근거를 가지고 대처해야 한다. 우리나라의 경우, 일본 해안지역에 위치한 기지국에 의한 남해안 TRS 서비스에 전파간섭이 발생하며, 인접국가간의 전파간섭 문제가 중요하게 부각되었다. 따라서 본 논문에서는 일본에서 한국으로 유입되는 전파를 측정·분석하여, 대책방안을 마련하였다.

**주제어 :** 주파수공용통신, 전파간섭, 표면덕팅, 트래핑층, 가시경로, 회절, 대류권 산란, 상층 반사 및 굴절

**Abstract:** Along with the increase of demand of radio communication and with the rapid progress of communication systems, the radio frequency interference of neighbor nations is a matter of argue. This problem is a delicate matter which must be dealt with technical background. The radio interference has been experienced in the Korean TRS service on the south seashore due to the seashore base station in Japan. The radio interference problem between neighbor nations has become the matter of conflict. For the purpose to solve this problem, we has measured the radio waves that come from Japan mainly to Korea and also analyzed the radio interference.

**Key words:** TRS(Trunked Radio System), Radio Interference, Surface Ducting, Trapping Layer, Line-of-Sight, Diffraction, Tropospheric Scatter, Elevated Layer Reflection and Refraction

### 1. 서 론

국내에서 간섭이 발생한 지역은 동·남해안지역의 TRS 기지국과 일부 내륙지방의 경북 팔공산 중계국과 조항산 중계국에서 발생하고 있다.

96년 중앙전파감시소는 동·남해안 간섭발생기 지국에서 전파신호측정기를 이용하여 간섭 발생지를 방탐한 결과 간섭원의 발생 지점은 일본 후쿠오카와 야마구치지역으로 확인되었으나, 98년 5월 일본과 한국 측 공동으로 부산에서 측정한 결과를 보면 일본 전 해안지역에서 발생되는 것으로 측정 결과 확인되었다.

중앙전파관리소에서는 1998년 9월 일본 전파 남

해안 월경현황을 조사한 결과 TRS 대역외 이동전화대역(824~828 MHz)까지 혼신이 확산되고 있음을 확인하였으며, 같은 시기에 부산지역에서 일본(DDI)에 의한 전파혼신이 발생됨에 따른 부산 분소에서 정밀 조사한 결과 한국 측 이동통신 회사에 혼신을 제공하는 것으로 나타났다.

이러한 전파 간섭 문제를 원만하게 해결하기 위하여 국제전기통신연합(ITU: International Telecommunication Union)에서는 인접 국가간 조정 절차나 간섭 예측 및 분석 방법, 그리고 간섭기준 등에 대한 연구를 통하여 권고안들을 제시하고 있다[1-5].

† 교신저자(주)안세기술, E-mail: jsjeon@ansetech.co.kr Tel: 02)6220-6195)

따라서 본 연구에서는 일본에서 도래하는 전파 신호가 계절적으로 8월중에 가장 심하게 발생하는 대류권 산란 및 덕팅에 의한 것으로 예상하고, 측정 데이터를 분석, 정리하여 덕팅에 의한 일본에서 한국으로 전파되는 전파간섭을 측정 및 분석을 하였다.

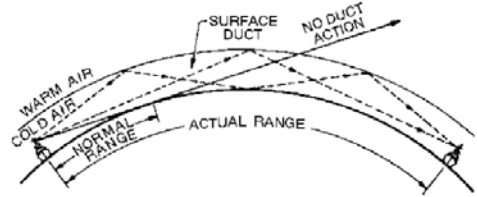


그림 1: 덕팅 전파 전파

## 2. 전파 간섭의 종류

### 2.1 대류권 산란

대류권 산란 현상은 지표상 1~12 km의 대류권 대기의 불균일성에 의한 이상굴절 및 부분 반사 산란에 의해 일어나는 현상으로, 송신점과 수신점 상호간에 연결되는 고공영역의 공기 난류에 의해 발생하는 것으로 보인다. 이러한 현상에 의해 형성된 전파는 송신된 전파가 대류권 내를 전달하는 동안에 산란되어 수신안테나에 도달되며, 항상 10 dB 이상 끊임없이 변하는 단주기 페이딩을 수반하며, 일출 일몰 때 그 변동폭이 크며, 육지보다 해상 전파경로에서 변동폭이 크다[6-8].

### 2.2 표면 덕팅

대기중에 굴절율이 급격히 감소하는 트래핑층(Trapping Layer)이 발생하여 이 트래핑층과 대기(수면)간은 도파관과 같은 역할을 하여, 전파가 이 부분에 갇혀서 진행하게 되며, 이것은 트래핑 현상이라고 한다. 그림 1은 덕팅에 의한 전파 전파 현상을 나타내고 있다. 따라서 전파는 적은 감쇠로 원거리까지 전파가 가능하고, 자유공간 전파신호보다 간섭신호 레벨이 더 클 수도 있다. 이러한 표면 덕팅이 일어나는 원인은 고온 저습한 대기권 상층에, 저온 다습한 대기가 하층에 병존할 때 발생한다.

즉, 해안지역에서는 야간에 육지로부터의 고온 건조한 바람이 해수면 상의 저온다습한 공기 위로 불어올 때, 또는 저온건조한 공기가 고기압권의 하강기류에 의해 습한 공기와 만날 때 일어날 수 있다.

우리 나라에 전파간섭을 발생시키는 표면덕팅의 특징은 1년을 기준으로 3 ~ 9월말까지 지속적으로 발생되나 10월 ~ 3월초까지는 거의 발생되지 않고, 기상상태가 쾌청할 때 간섭이 심하며, 우천시나 흐릴 때는 간섭이 거의 발생하지 않는 특성을 가진다[7,9].

## 3. 전파간섭 스펙트럼 배치

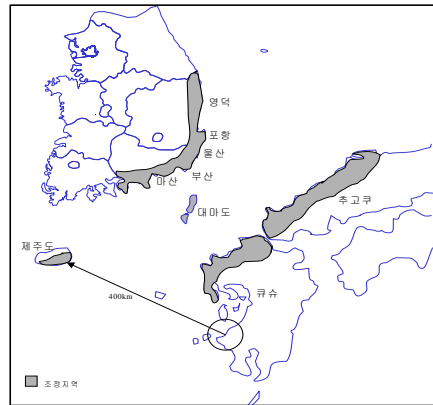


그림 1: 한·일 전파간섭 지역

그림 1은 남해안 지역의 한·일간 전파간섭이 발생하는 지역을 나타내는 그림이다. 그림 1에서 보는 바와 같이 전파간섭 현상은 마산, 부산 등 남해안 지역뿐만 아니라 영덕, 강릉 등 동해안 지역에서도 발생하는 것을 볼 수 있다.

한·일간 전파간섭 현상이 발생하고 있는 한국 측 TRS 대역은 일본의 PDC(Personal Digital Cellular)용 주파수 대역에 해당한다. 그러나 동대역 내 한·일간 전파간섭은 사실상 일본에서 한국으로의 일방적인 단 방향전파간섭이라 할 수 있다. 즉, 한국 측 TRS 신호는 일본의 Digital Cellular에 간섭영향을 미치지 않지만 일본 측 PDC 순방향 신호는 한국의 TRS 대역에 지대한 혼신영향을 미치고 있다. 한·일 TRS 통신 주파수 대역은 10 MHz (811~821 MHz)로서 우리나라에 3 MHz(KT파워텔: 815~818 MHz), 일본 7 MHz(NTT: 811~815 MHz, KDD I: 818~821 MHz)에 대하여 우선 사용권을 설정하였다. 전체적인 한·일간 전파간섭의 이해를 위한 간섭관련 주파수 배치도는 아래 그림과 같다.

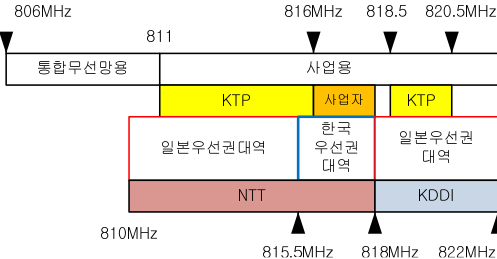


그림 2: 한·일간 TRS 전파간섭 주파수 배치도

4. 혼신신호 측정

간섭 주파수에 대한 스펙트럼 측정은 간섭 영향이 가장 심각한 계절인 8월 중에 측정하였으며, 표 1은 측정 지점에 대한 해발고 및 위치 좌표를 나타낸다[6-7.9].

표 1: 측정 지점에 대한 정보

구분	기지국명	해발고	좌표
1	부산 금련산	269	35-09-41.00, 129-05-43.00
2	부산 중앙동	71	35-06-06.40, 129-02-21.60

4.1 금련산 기지국

금련산 기지국은 해발 269 m인 산 정상에 위치



그림 3: 금련산 기지국 주변 환경

해 있으며, 남쪽 방향이 일본 방향으로서 간섭 주파수의 측정 및 분석에 적절한 기지국이다. 그림 3은 금련산 기지국 주변 전경을 나타낸다.

그림 4는 811 ~ 816 MHz 대역 내에서의 스펙트럼 분포로서 811.5 ~ 812 MHz, 815.5 ~ 816 MHz 대를 제외한 대부분의 대역에서 일본으로부터 간섭 주파수가 측정되었다.

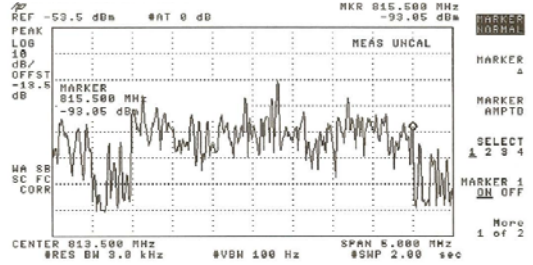


그림 4: 811 ~ 816 MHz 대역 내 스펙트럼 분포

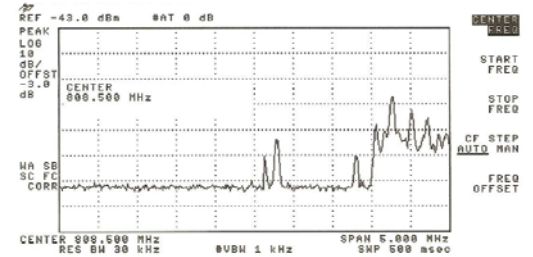


그림 5: 806 ~ 811 MHz 대역 내 스펙트럼 분포

그림 5는 806 ~ 811 MHz 대역 내에서의 스펙트럼 분포를 나타낸다. 전체 대역에서 일본 우선권 대역인 810 ~ 811 MHz 대에서 간섭 주파수가 강하게 측정되었으며, 한국 우선권 대역 내인 808.7 MHz 대에서의 신호는 국내 TRS 신호가 측정되었다.

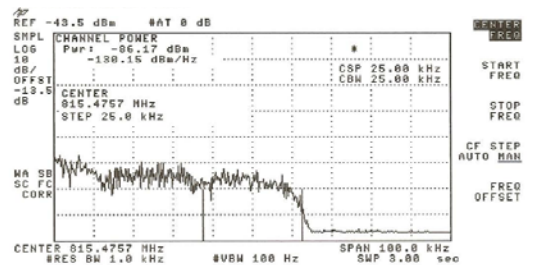


그림 6: 815.43 ~815.53 MHz 대역 내 스펙트럼 분포

그림 6은 815.43 ~ 815.53 MHz 대역에서의 간섭 주파수 측정치를 나타낸다. 그림에서 한국 우선권 대역인 815.5 MHz 이상 대역에서는 간섭 주파수가 없는 것을 볼 수 있다.

그림 7은 한국 우선권 대역인 816 ~ 818 MHz 대역 내에서의 간섭 주파수 측정 결과로서 부분적으로 대역 내에서 최대 -90 dBm의 간섭 주파수가 유입되는 것을 볼 수 있다.

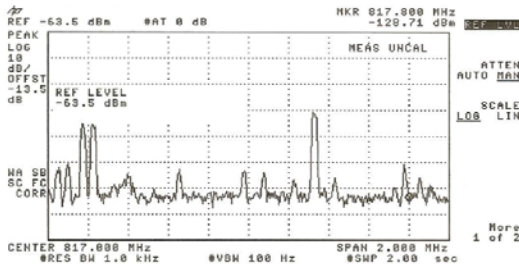


그림 7: 816 ~ 818 MHz 대역 내 스펙트럼 분포

그림 8에서 나타난 한국 우선권 대역 내 간섭 주파수인 중심 주파수 817.3245 MHz 신호의 스펙트럼을 나타낸다. 그림에서 약 -83 dBm의 비교적 큰 간섭 주파수가 유입되는 것을 볼 수 있다.

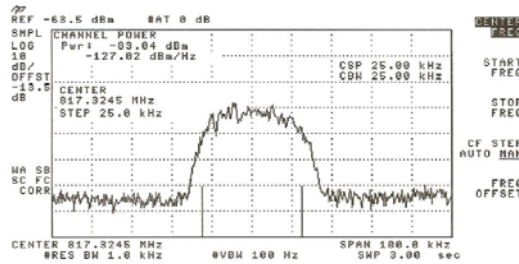


그림 8: 중심주파수가 817.3245 MHz인 대역 내 스펙트럼 분포

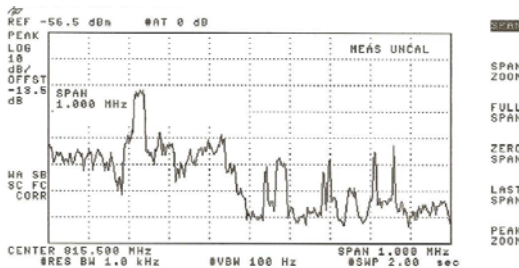


그림 9: 815 ~ 816 MHz 대역 내 스펙트럼 분포

그림 9는 815 ~ 816 MHz 대역 내에서의 스펙트럼 분포로서 하위 0.5 MHz(일본 우선권 대역)와 상위 0.5 MHz 대역(한국 우선권 대역) 내의 스펙트럼이 많은 차이를 가지고 있으나 간섭 주파수가 측정됨을 알 수 있다.

전체 대역에 걸쳐 일본으로부터의 간섭 주파수가 측정되었다. 특히 일본 우선권 대역에서는 매우 심하게 간섭 주파수가 측정되었으며, 한국 우선권 대역에서도 일본 해안가 기지국이 아닌 내륙 지방에 위치한 기지국으로부터의 간섭 주파수가 측정되었다. 각 대역에 따라 간섭 주파수를 분석하면 다음과 같다.

가) 815 ~ 815.5 MHz 대역

- (1) 최고 -75 dBm의 간섭 주파수가 측정되었다.
- (2) 전 대역에 걸쳐 -98 dBm 이상의 간섭 주파수가 측정되었다.

나) 815.5 ~ 816 MHz 대역

- (1) 최고 -77 dBm 수준의 간섭 주파수가 측정되었다.
- (2) 815 ~ 815.5 MHz 대역에 비해 평균 7~10 dB 낮은 주파수로 전 대역에 걸쳐 간섭 주파수가 측정되었다.

다) 816 ~ 818 MHz 대역

- (1) 최고 -68 dBm 수준의 간섭 주파수가 측정되었다.
- (2) 전 대역에 걸쳐 평균 -90~-100 dBm 이상의 간섭 주파수가 측정되었다.

#### 4.2 중앙동 기지국

중앙동 기지국은 부산광역시 중구 중앙동 5가에 위치한 기지국으로 해발 71 m인 비교적 낮은 지대에 위치하고 있다.



그림 10: 중앙동 기지국 주변 환경

그림 11은 811 ~ 816 MHz 대역 내 스펙트럼 분포를 나타낸다. 일본 우선권 대역의 대부분에서 -100 dBm 이상의 간섭 주파수가 포함되어 있으며, 한국 우선권 대역인 815.5~816 MHz 대에서는 비교적 깨끗한 스펙트럼을 가지고 있다.

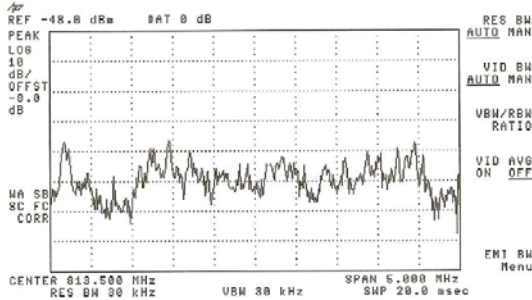


그림 11: 811 ~ 816 MHz 대역 내 스펙트럼 분포

그림 12는 한국 우선권 대역인 816 ~ 818 MHz 대역 내 스펙트럼 분포 현황으로서 817.3 MHz 대에서 간섭 주파수가 나타나지만 대부분의 대역에서 깨끗한 상태를 유지한다.

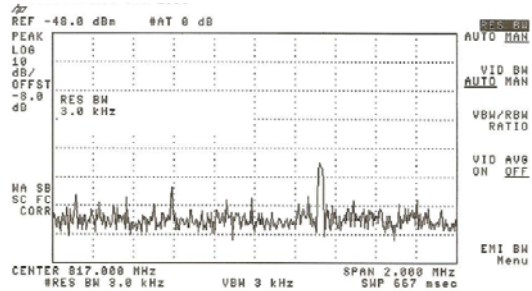


그림 12: 816 ~ 818 MHz 대역 내 스펙트럼 분포

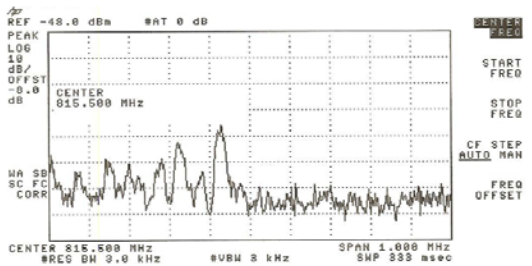


그림 13: 815 ~ 816 MHz 대역 내 스펙트럼 분포

그림 13은 815 ~ 816 MHz 사이에서의 스펙트

럼 분포를 나타낸다. 그림에서 815 ~ 815.5MHz 대역은 일본 우선권 대역이며, 815.5 ~ 816 MHz 대역은 한국 우선권 대역으로서 비교적 간섭 주파수가 측정되지 않으며, 두 대역 간 주파수 분포차이가 심하게 나타나는 것을 볼 수 있다.

그림 14는 그림 12에서 나타난 혼신 신호인 817.3 MHz 대에서의 신호를 보다 정확하게 측정 한 결과를 나타낸다. 그림에서 약 25 kHz 대역폭을 가진 주파수가 측정되는 것을 볼 수 있다.

그림 15는 815.2 MHz 대 근처에서 주파수 간격이 100 kHz인 스펙트럼 분포 현상을 나타낸다. 그림에서 일본 우선권 대역에서는 간섭 주파수가 측정됨을 확인 할 수 있다.

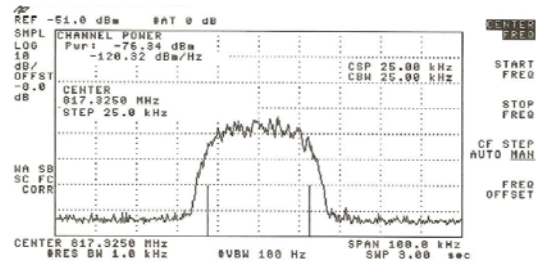


그림 14: 중심 주파수가 817.3250 MHz인 대역 내 스펙트럼 분포

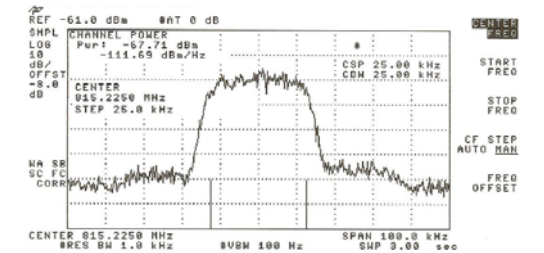


그림 15: 중심 주파수가 815.2250 MHz인 대역 내 스펙트럼 분포

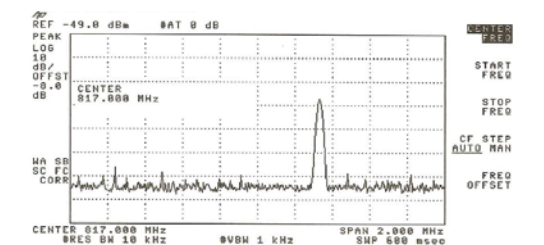


그림 16: 816 ~ 818 MHz 대역 내 스펙트럼 분포



그림 16은 한국 우선권 대역인 816 ~ 818 MHz 대역 내 스펙트럼 분포로서 간섭 주파수가 없어야 하나 817.3 MHz 대에서 -75 dBm의 간섭 주파수가 측정되고 있는 것을 볼 수 있다.

전체 대역에 걸쳐 일본으로부터의 간섭 주파수가 나타나는 것을 볼 수 있다. 각 대역에 따라 간섭 주파수를 분류하면 다음과 같다.

#### 가) 815 ~ 815.5 MHz 대역

- (1) 최고 -67 dBm의 간섭 주파수가 측정되었다.
- (2) 전 대역에 걸쳐 -105 dBm 이상의 간섭 주파수가 측정되었다.

#### 나) 815.5 ~ 816 MHz

- (1) 간섭 주파수가 거의 측정되지 않았다.
- 다) 816 ~ 818 MHz
  - (1) 최고 -70 dBm수준의 간섭 주파수가 측정되었다.
  - (2) 전 대역에 걸쳐 평균 -98 dBm 이상의 간섭 주파수가 측정되었다.

## 5. 결 론

본 논문에서는 외래 전파의 세기를 분석하여 최근 우리나라와 주변국가들 사이에 빈번히 발생하고 있는 지상망간 전파 간섭의 원인을 규명하기 위하여 실측 데이터를 통해 외래 전파의 전파 메커니즘을 확인하였다.

전체 대역에 걸쳐 일본으로부터의 간섭 주파수가 측정되었다. 특히 일본 우선권 대역에서는 매우 심하게 간섭 주파수가 측정되었으며, 한국 우선권 대역에서도 일본 해안가 기지국이 아닌 내륙 지방에 위치한 기지국으로부터의 간섭 주파수로 추정되는 주파수가 측정되었다. 각 대역에 따라 간섭 주파수 현황을 분류하면 다음과 같다.

#### 가. 815 ~ 815.5 MHz 대역

- 1) 최고 -71 dBm의 간섭 주파수가 측정되었다.
- 2) 전 대역에 걸쳐 -98 dBm 이상의 간섭 주파수가 측정되었다.

#### 나. 815.5 ~ 816 MHz

- 1) 최고 -77 dBm 수준의 간섭 주파수가 측정되

었다.

- 2) 815~815.5 MHz대역에 비해 평균 9~12 dB 낮은 세기로 전 대역에 걸쳐 간섭 주파수가 측정되었다.

#### 다. 816 ~ 818 MHz

- 1) 최고 -70 dBm 수준의 간섭 주파수가 측정되었다.
- 2) 전 대역에 걸쳐 평균 -98 dBm 이상의 간섭 주파수가 측정되었다.

따라서 위의 간섭 주파수 대역 영역에서는 통합 망주파수 대역의 스펙트럼 측정분석 결과 전혀 영향이 없는 것으로 확인이 되었다.

전체적으로 한·일간 전파간섭에 의한 혼신 신호 비 유입대역과 유입 대역으로 구분하여 적용 환경에 따라 적절하게 배치하여야 하며, 즉, 혼신 신호가 유입되는 남해안 지역에서는 비 유입 대역 내의 채널을 이용하며 나머지 내륙 지역에서는 제한 없이 사용 가능하다.

또한 철도 및 지하철의 이용 특성에 따라 적절한 채널을 이용할 수 있도록 하며, 특히 터널 및 지하 구간에서 이용하는 철도 및 지하철 통신의 특성에 따라 한·일간 간섭에 영향을 거의 받지 않을 것으로 판단되어 일본으로부터 간섭이 유입되는 대역의 채널을 상대적으로 많이 배치하므로써 주파수 효율을 극대화 시킬 수 있다.

## 참고문헌

- [1] Rec. ITU-R F.699-5, "Reference radiation patterns for line-of sight radio-relay system antennas for use in coordination studies and interference assessment in the frequency range from 1 GHz to above 70 GHz," 2000.
- [2] REC. ITU-R F.1246, "Reference bandwidth of receiving stations in the fixed service to be used in coordination of frequency assignments with transmitting space stations in the mobile-satellite service in the 1-3 GHz range," 1997
- [3] REC. ITU-R F.1095, "A procedure for determining coordination area between

- radio-relay stations of the fixed service," 1994.
- [4] REC. ITU-R BO.1505, "Coordination procedure for assignments of space operations service in the guard-bands of Appendices S30 and S30A Plans of Radio Regulations (RR)," 2000.
- [5] 백정기 외 4인, 인접국가간 간섭 사례분석 및 대책연구, 한국전자통신연구원 연구보고서, 2000.
- [6] 배대환, 정인성, 배재영, 김동일, "일본에서 도래하는 전파간섭의 측정에 관한 연구", 한국항해학회지, 제25권, 제2호, pp. 119-129, 2001.
- [7] 이형수, 박윤현, 김창곤, 박한규, "한국과 일본 간의 800 MHz 대역의 전파 간섭 분석", 한국통신학회 논문집, 제23권 제8호, pp. 1952-1962, 1998.
- [8] 김태하, 무선통신망 구축실무(디지털), 우신, 1995.
- [9] A. A. R. Townsend, Digital Line-of-Sight Radio Links : A Handbook, Prentice-Hall, 1988.

## 저 자 소 개

### 전중성(田重成)



1961년생. 1997년 한국해양대학교 전자통신공학과(석사). 2000년 한국해양대학교 전자통신공학과(공학박사). 2009년-현재 (주)안세기술 정보통신기술연구소 연구원