

# 광대역 무선 멀티미디어 통신을 위한 밀리미터파대의 이용과 기술과제

이주현\* · 하덕호\*

## 1. 서론

현재 사회의 정보화가 급속히 진전되고 있는 상황에서 무선전파의 이용은 모든 분야에 있어서 그 수요증대와 더불어 다양화되고 있다. 한정된 전파자원을 적극적으로 개발하고 이용의 촉진도도모함은 매우 중요한 일이다. 이미 사용 중에 있는 마이크로파 대 이하의 주파수대는, 특히 도심지역에서의 주파수 수요가 포화상태에 이르러 새로운 전파자원으로서 밀리미터파 대를 이용하는 연구개발이 기대된다.

밀리미터파 전파는 그 전파특성이 강우에 약한 특징이 있기 때문에 밀리미터파를 이용하고자 하는 기술개발이 다른 주파수 영역에 비해서 매우 늦어지고 있다. 그러나 밀리미터파 대에서는 장치가 소형·경량이고 광대역 특성 등의 이점이 많기 때문에 이러한 특징을 살린 밀리미터파 대 통신시스템의 연구개발이 필요시 된다.

본고에서는 밀리미터파 기술의 특징을 명확히 함과 동시에 밀리미터파 이용을 위해 연구개발이 필요시 되는 기술적 과제를 고정무선통신, 이동통신 그리고 육내 무선통신을 중심으로 기술한다.

## 2. 밀리미터파 대 기술개발의 역사

1896년 마르코니가 무선전신을 발명한 이래 전

파공학의 발전은 [그림 2.1]에 나타내는바와 같이 “보다 높은 주파수” 달리 말하면 “보다 짧은 파장”의 개척역사였다. 코히어런트 파의 발생기술과 통신기술의 완성 등은 모두 약 6년 주기로 1단계의 주파수 상승( $10^3$  배 상승)을 계속하면서 달성되어 왔다. 그런데 1960 년대가 되면서 밀리미터파 부근에서의 기초기술, 통신기술의 개발이 정체하였고 1980 년대에 들어서 주파수가 300~500 THz(적외선 이외~가시광선 영역)으로 점프하여 기술개발이 전개되었다.

이와 같이 밀리미터 전파는 1950 년대에 들어서면서 연구개발이 시작되었고, 1953 년에 미국의 Bell 연구소에서 밀리미터파에 의한 대용량 통신을 목표로 밀리미터파용 원형 도파관을 개발한 것이 그 시초라 볼 수 있다. 그 후 1960 년대 후반부터는 위성통신분야나 remote sensing 분야의 연구개발도 진행되었다. 하지만 당시에는 통신분야에서의 수요가 충분하지 않았고 그 시기에 Laser 가 등장(1960년)하고, 저 손실 광 파이버의 개발(1970년 이후)과 생산화(1980년 이후)가 실현되면서 주파수의 이용은 급작스럽게 광 영역으로 옮겨졌다. 따라서 통신방식, 소자기술 등의 밀리미터파 관련 기술의 본격적인 개발은 잠시 정체하는 계기가 되었다.

그러나 최근 사회·문화의 발달과 더불어 가치관이 다양화되면서 산업구조도 집중화로부터 분

\* 부경대학교 정보통신공학과

산화로, 중후·장대함에서 소형·경량화로 바뀌었다. 또한 사회생활도 안전성, 신뢰성, 편리성 등이 요구되는 양상으로 되면서 밀리미터파 대 소자 기술의 연구개발도 급속한 진전을 하게 되었다. 이와 같은 시대배경에 의해 [그림 2.2]에 표시하는 바와 같이 밀리미터파 대의 제반 기술은 사회요구에 부응하는 근거리 sensing기술과 같은 새로운 이용분야를 개척하기 시작했고[1], 현재는 차세대 고속 광대역 멀티미디어 무선통신에서도 준 밀리미터파 또는 밀리미터파의 주파수대를 이용한 디지털 전송에 대한 연구개발도 활발하게 진행 중에 있다.

### 3. 밀리미터파의 전파전파특성

마이크로파 대 이하의 주파수 전파에 비하여 밀리미터파 대 전파는 파장이 매우 짧은 것을 지적할 수 있지만 가장 크게 다른 물리특성으로는 대기중의 산소, 수증기 등의 분자들에 의한 흡수 및 강우산란에 의한 감쇠가 크다는 것, 그리고 전파의 도달거리가 다른 주파수대의 전파에 비하여 짧다는 것 등을 들 수가 있다. 밀리미터파의 시스템 실현을 위해서는 이와 같은 밀리미터파의 물리적 특징을 충분히 살린 시스템 구축이 필요하다.

#### 3.1 대기 가스 흡수

대기중의 수증기 또는 산소분자에 의해 [그림 3.1]과 같이 특정 주파수의 밀리미터파가 흡수된다[2]. 수증기 흡수선의 중심주파수는 온도가 300°K 일 때 22.2GHz 및 183.3GHz 에서 각각 한 개씩 있다. 산소의 흡수선은 60GHz 을 중심으로 ±10 GHz 폭의 간격으로 37 개소에서 나타나고 있고, 또한 118.7GHz에서도 한 개소가 나타난다. 그 이외에도 [표 3-1]에 나타내는 바와 같이 오존, 일산화탄소, 산화질소, 염화산소 등의 대기분자 흡수선이 밀리미터파 대에 존재한다.

이들 흡수 대 사이에는 상대적으로 흡수감쇠가 적은 주파수대인 “전파의 창 영역”이 존재한다. 그러나 100GHz를 넘는 주파수대에서는 수증기에 의한 감쇠가 크고 전파의 창 영역에 있어서도 감쇠가 대단히 큰 것으로 알려져 있다. 수증기 분자는 마이크로파로부터 적외선 영역에 걸쳐 다수의 흡수선을 가지며 22GHz 근방 및 120GHz이상의 주파수대에서의 대기감쇠는 거의 수증기에 의한 것이다. 이상과 같이 수증기의 흡수선의 중심주파수는 온도가 300°K일 때 22.2GHz 및 183.3GHz에서 각각 한 개씩 있다.

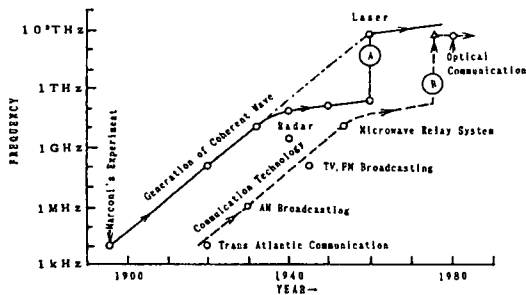


그림 2.1 주파수 개발의 역사

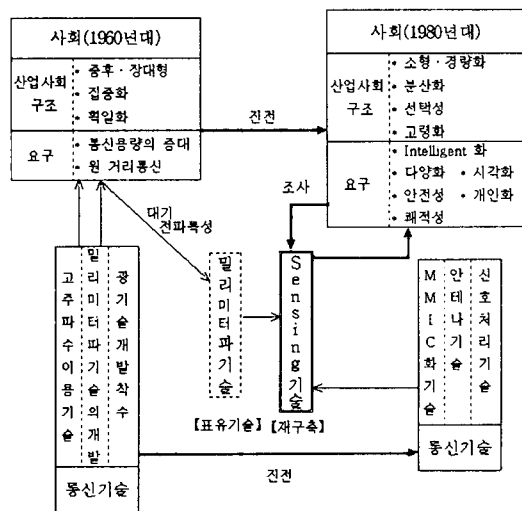


그림 2.2 밀리미터파 기술의 사회적용 개념

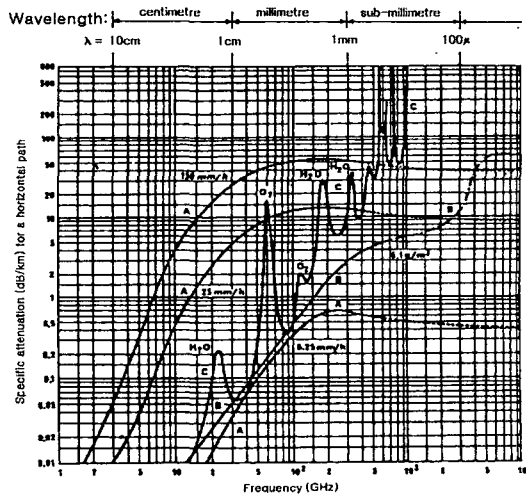


그림 3.1 밀리미터파 주파수대의 강우(A), 안개(B), 대기가스(C)로부터의 감쇠계수 (dB/km); (CCIR Rep. 719-2)

표 3.1 대기오염분자의 흡수선

주파수(GHz)	분자
100.49	산 화 질 소
110.80	오 존
115.27	이 산 화 탄 소
125.61	산 화 질 소
150.74	산 화 질 소
164.38	산 화 질 소
167.20	산 화 질 소
175.86	산 화 질 소
183.31	수 증 기
184.75	오 존
200.98	산 화 질 소
226.09	산 화 질 소
230.54	이 산 화 탄 소
235.71	오 존
237.15	오 존
251.21	산 화 질 소
276.33	산 화 질 소
301.44	산 화 질 소
325.10	수 증 기
345.80	이 산 화 탄 소
364.32	오 존
380.20	수 증 기

### 3.2 강우에 의한 영향

전파의 창 영역의 주파수에 있어서는 강우시의 빗방울에 의한 감쇠가 밀리미터파의 전파특성에 가장 큰 영향을 미친다. 강우감쇠의 누적분포, 계속시간분포, 최악의 월별분포의 통계는 통신회선의 강우 margin 설계에 사용되고 있지만 감쇠크기는 강우강도뿐만 아니라 빗방울 입자직경분포에도 강하게 의존한다.

단일 빗방울에 의한 산란특성, 흡수특성에 대해서는 마이크로파대에서 밀리미터파대에 걸쳐 상세하게 조사되어져 있고 이론계산과 실측치가 잘 일치하는 것으로 알려져 있다. 문제는 실제의 강우에 의한 빗물의 입자직경마다의 개수 즉 강우 입자분포를 알아야한다. 입자직경분포는 강우의 장소, 시간, 형태에 따라 크게 다르며, 특히 밀리미터파대에서는 강수량에 그다지 기여하지 못하며 빗방울이 작은 것이 오히려 흡수감쇠에 영향을 미친다. 따라서 강우강도만으로는 강우감쇠를 정확하게 추정할 수 없으므로 입자직경분포를 알아야한다. 지상부근에서의 표준적인 강우의 입자직경분포로서 Laws and Parsons 의 분포를 지수함수로 나타낸 Marshall and Palmer 분포, Loss 분포 등이 있다.

[그림 3.2]는 빗방울 입자직경분포로서 Laws and Parsons 분포, 빗방울 낙하속도, 그리고 20°C의 물의 굴절률을 이용하여 구형 빗방울에 대하여 계산한 강우감쇠계수의 주파수변화를 강우강도를 파라미터로 하여 나타낸 것이다[3]. [그림 3.2] 또는 [그림 3.1]에서 알 수 있듯이 강우감쇠계수는 100GHz까지는 급속히 증가하지만, 100GHz이상에서는 약한 강우강도이외에는 그다지 증가하지 않는다. 약 200GHz이상에서는 강우강도에도 의존하지만 감쇠계수가 주파수에 비례해서 약간 감소하여 1000GHz 근처에서 광학적인 극한에 접근한다.

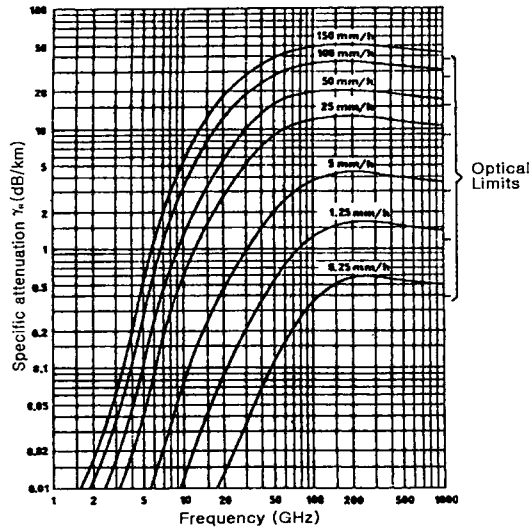


그림 3.2 강우감쇠의 주파수특성(CCIIR Rep. 721-2) 빗방울 입자직경분포: Laws and Parsons  
 빗방울 낙하의 종단속도: Gunn and Kinzer  
 물의 복소 굴절률 (20°C): Ray  
 구형 물방울

### 3.3 기타 기상입자에 의한 영향

강우 이외에 안개, 눈, 싸라기눈, 눈비 등의 기상입자나 모래, 진흙 등이 밀리미터파 전파에 영향을 미치지만, 일반적으로 형상, 구성, 온도 등에 의해 현저하게 변화한다.

안개에 의한 감쇠는 광파 대에서는 강우에 의한 감쇠보다도 훨씬 크지만 100GHz 이하에서의 밀리미터파 대에서는 강우감쇠에 비해 작아서 무시 가능하다. 그러나 100GHz 이상의 주파수대에서는 감쇠크기는 수분 함유량에 비례하여 증가하게 되고, 중간 정도의 안개(수분 함유량 0.05g/m<sup>3</sup>) 및 짙은 안개(수분 함유량 0.5g/m<sup>3</sup>)에서는 140GHz대의 밀리미터파에서 각각 0.4dB/km 및 4dB/km의 값으로 알려져 있다.

강설의 감쇠계수는 [그림 3.3]에 나타내는 바와 같이[4], 건조한 눈일 경우는 작아서 별 문제가 안 되지만, 눈비의 경우는 강우의 감쇠계수에 비하여

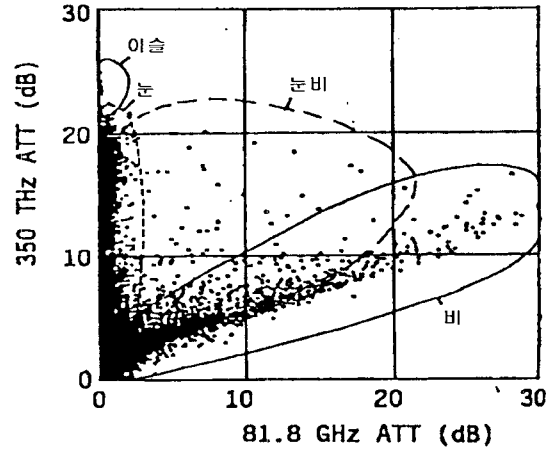


그림 3.3 밀리미터파와 광파의 감쇠 상관도

상당히 크게 된다. 강설시의 밀리미터파 대의 전파는 데이터가 적어서 앞으로도 검토가 필요시 되고 있는 상황이다.

### 3.4 산란특성

금후 밀리미터파를 이용하는 시스템 증가에 대처하기 위해 고층 빌딩도로, 폐쇄공간 등의 여러 다중경로 전파환경에서의 전파장애·혼신 등의 문제를 해결할 필요가 있다. 이를 위해서는 각종 지물, 인공구조물 등에 의한 밀리미터파의 산란특성을 파악하는 한편, 산란 발생 레벨의 평가방법, 억압기술 등의 연구개발이 반드시 수행되어야 한다. 이와 관련하여 건축자재를 포함한 각종 인공구조물로부터의 반사·산란특성의 측정실험이 요구된다. 옥외 무선통신에서의 밀리미터파 반사특성을 파악하기 위해서는 아스팔트 재료, 콘크리트, 벽돌 등과 같은 시료로부터의 반사계수 측정 실험 등이 필수적이며, 옥내통신을 위해서는 벽면 재료, 천장재료, 창유리 그리고 책상 등과 같이 실내의 건축 내장재로 사용되고 있는 각종 시료로부터 밀리미터파 반사 및 산란특성을 조사하고 실제 실험을 통한 기초적 데이터의 축적 또한 중요하다.

아직까지 국내는 물론 외국의 경우에도 밀리미터파 대의 반사 및 산란실험에 대한 구체적 사례는 그다지 많지 않고 다만 기초 데이터 수집에 착수한 실험 예만 몇몇 있을 정도이다. [그림 3.4], [그림 3.5], [그림 3.6]은 35GHz, 95GHz에서의 지표면에 있는 식물의 나뭇잎, 눈 그리고 해면 산란실험으로부터 정리한 감쇠정수의 주파수특성을 나타낸다[4]. [그림 3.4]는 나뭇잎에서의 감쇠정수의 주파수특성을 나타낸다. 계절변화에 의한 나뭇잎의 밀도변화에 따라 감쇠계수 인자가 1~2 정도 변화한다. [그림 3.5]는 입사각 40°에 대한 눈의 산란계수의 주파수 의존성을 나타낸다. 10GHz로부터 35GHz 까지 주파수가 증가함에 따라 증가하고, 또한 건조한 눈이 습한 눈보다도 산란계수가 크게 됨을 알 수 있다. [그림 3.6]은 거의 수평입사시의 해면 산란계수의 주파수 의존성을 수직 및 수평

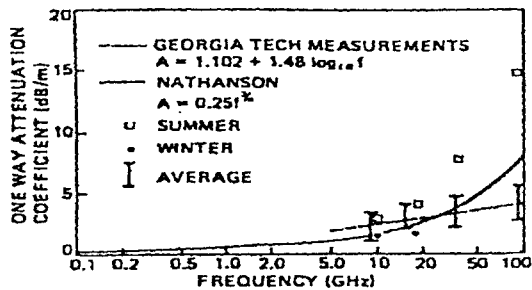


그림 3.4 나뭇잎(침엽수 및 활엽수)에서의 감쇠정수의 주파수 특성

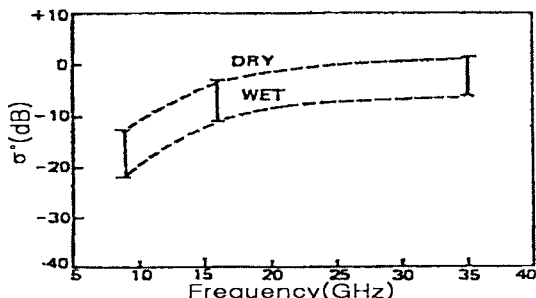


그림 3.5 눈의 산란계수  $\sigma^0$ 의 주파수 의존성(입사각 = 40°)

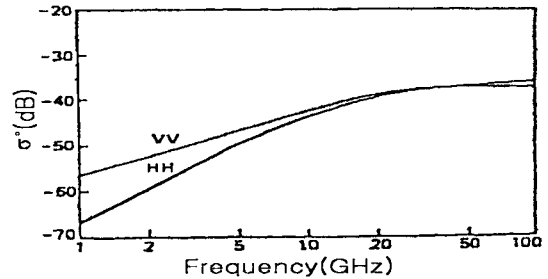


그림 3.6 해면의 산란계수  $\sigma^0$ 의 주파수 의존성(거의 수평방향 입사)

편파에 대하여 100GHz까지의 주파수에 대하여 나타낸 것이다.

#### 4. 밀리미터파 이용기술의 특징

밀리미터파 이용기술의 특징을 [표 4-1]에 나타낸다. [표 4-1]은 밀리미터파의 특성을 단파장 특성, 광대역성 및 전파특성에 대하여 분류하였고, 이용상의 이점과 그 이점을 활용하는 응용분야에 대하여 나타냈다. 또 [표 4-2]에 밀리미터파 기술응용상의 유의점을 열거하고 그 대책을 기술했다.

#### 5. 밀리미터파 이용 시스템의 기술적 과제

일반적으로 밀리미터파 대의 주파수를 각종 무선통신시스템에 이용할 경우, 그 장점으로서 광대역, 장치의 소형화를 피할 수 있다는 것을 생각할 수 있다. 마이크로파 대 이하의 주파수 영역의 전파와 비교해서 밀리미터파의 전파특성은 대기중의 분자나 강우입자에 의한 감쇠가 크고 도달거리가 짧다는 점이 가장 큰 특징이다. 이는 다른 의미로는 동일 주파수를 반복 사용해도 혼신·간섭에 대한 우려가 없다는 것과 같다. 게다가 주파수영역이 넓기 때문에 대용량 화상통신이나 고분해능의 탐지시스템에 적합한 점, 또한 파

표 4-1. 밀리미터파 기술의 특징

밀리미터파 특성	응용상의 이점	이점을 활용하는 응용분야
단파장	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 소자 형태를 작게 할 수 있다.</li> <li>* Beam 폭을 좁게 할 수 있다.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 높은 각도 분해능</li> <li>- 저고도 각</li> <li>- 방해받기 어렵다.</li> <li>- 공간 이용효율이 높다.</li> <li>- 전력밀도를 올릴 수 있다.</li> <li>- 공간 분해능이 크다.</li> </ul> </li> <li>* 회절이 작고 직진성이 높다.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 입사전파 차단이 용이</li> </ul> </li> <li>* Doppler shift 가 크다.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 저속주행물의 검출이 가능</li> </ul> </li> </ul>	위성, 항공기 탐재 기기  레이더 레이더, 통신기기 통신기기, 레이더 통신기기 위성통신 방해물 탐지기  통신기기(폐 공간 내)  Doppler 레이더
광대역성	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 펄스 폭을 작게 할 수 있다.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 고 분해능</li> <li>- Bit rate를 올릴 수 있다.</li> </ul> </li> <li>* 변조대역폭을 크게 할 수 있다                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 고 분해능</li> <li>- 통신 용량을 크게 할 수 있다.</li> <li>- 광대역 Spread Spectrum 방식이 가능</li> </ul> </li> <li>* 많은 주파수를 사용 할 수 있다.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jamming과 간섭에 강한 시스템이 가능</li> </ul> </li> <li>* 수신대역을 넓게 할 수 있다.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수신감도가 높다.</li> </ul> </li> </ul>	레이더(펄스) 통신기기  레이더(FM) 통신기기 통신기기  통신기기  방사계
전파특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 안개중의 전파손실이 빛 보다 작다.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인간의 시력 보안이 가능</li> </ul> </li> <li>* 대기흡수가 높은 주파수대가 있다.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전파방해, 혼신이 적다.</li> </ul> </li> </ul>	충돌방지 레이더 방해물 탐지기 통신기기

표 4-2. 밀리미터파 기술 응용상의 유의점

밀리미터파 특성	응용상의 문제점	문제점에 대한 대책
단파장	<ul style="list-style-type: none"> <li>* component 의 크기가 작다.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 높은 공작정도로 가격이 높다.</li> </ul> </li> <li>* beam 폭이 좁다.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 넓은 범위의 목표 탐지가 곤란</li> </ul> </li> <li>* 수신안테나 직경이 작다.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수신전력이 작아 감도가 떨어진다.</li> </ul> </li> <li>* Doppler shift 가 크다.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수신주파수가 불안정하여 수신특성이 열화</li> </ul> </li> </ul>	마이크로스트립 화 유전체 도파회로 화 다른 주파수의 병용  시스템으로 대체
전파특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 대기전파손실이 크다.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 적용거리가 10-20km 이내로 제한된다.</li> </ul> </li> <li>* 강우 감쇠가 크다.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 적용거리가 수 km로 제한된다.</li> </ul> </li> <li>* 강우에 의한 후방 산란이 크다.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 비로 목표가 감추어진다.</li> </ul> </li> </ul>	대 출력화, 고 이득 안테나, 최적변조의 선택  고출력 화, 고 이득 안테나 화, 최적 변조 선택  협대역 화, 짧은 펄스 사용, 최적주파수 선택

장이 극히 짧기 때문에 장치의 경량·소형화가 가능하다는 점등이 특징이다. 이들의 특징을 최대한 활용한 시스템을 실현하기 위해서는 해결되지 않으면 안 되는 공통적인 기술적 과제로서 다음과 같은 중요한 사항을 들 수가 있다.

- (ㄱ) 다중경로 반사특성, 산란특성의 정량적 파악 및 이론해석
- (ㄴ) 밀리미터파 대의 MIC 및 MMIC 화 기술의 개발
- (ㄷ) 안테나 급전계 및 방사계의 손실을 적게 하는 설계방법 개발
- (ㄹ) 주파수 안정화기술의 개발
- (ㅁ) 통신망의 구성과 제어기술의 개발
- (ㅂ) 강우 margin 의 설정

### 5.1 고정무선통신

밀리미터파를 고정통신에 이용할 때 그 이점은 케이블 매설이 어려운 장소에서 단거리 광대역 정보통신을 수행할 수 있다는 것이다. 또한 광대역이 확보가능하다는 특징을 살려서 이용자의 기대에 부응하는 통신품질을 확보키 위한 오류정정 기능을 강화하기가 용이하고, 그리고 송수신 기기나 안테나의 소형화를 가능케 한다는 큰 이점이 있다.

고정통신의 회선설계에는 밀리미터파는 강우감쇠가 크다는 것을 고려할 필요가 있다. 전파 도달거리, 송신신호의 종류(화상, 음성전화, 데이터 등), 소요 불가동률 등 시스템 파라미터에 대응해서 강우감쇠에 대한 margin 을 설정해야한다. 특히 전기통신사업용 등 상당한 정도의 품질을 확보할 필요가 있는 회선의 경우에는 전파의 전파로성질에 대응해서 정확한 전파특성에 기초한 회선설계를 해야하며 기후, 통화밀도 까지도 고려해 넣는 탄력적인 망 운용기술이 필요하다.

도시 내에서의 빌딩간 통신의 경우에는 인근 건축물로부터의 반사등으로 발생하는 다중 경로 전파에 대한 장애대책 연구개발도 필요하다. 또한 CATV 신호분배 시스템 이용 시에는 주파수를 효율적으로 이용할 수 있는 채널 배열방식 및 변조방식 등의 연구개발이 필요하다.

용도로서는 광대역 ISDN 용 단말회선, 위성통신회선, 도시에서의 교통감시를 위한 화상전송, 콘서트 홀·위성중계 스튜디오간의 단거리 구간의 방송 프로그램 링크, 댐·건설현장 등에서의 화상전송 등의 용도를 생각할 수가 있다. 특히 장애의 정보통신의 인프라가 되는 ISDN의 회선설정에 있어서는 높은 bit rate의 고속 데이터 전송이 필요시 되기 때문에 밀리미터파 사용이 크게 기대된다.

### 5.2 이동통신

미래형 주파수대의 이동통신에서는 어렵게만 생각되어온 화상·데이터의 광대역전송, 송수신 기기의 소형화에 따른 장착의 편의성 및 이동성 등에서 우수한 밀리미터파 대의 주파수 이용이 기대된다. 외국의 경우 보통 36.0~37.5GHz대에서 공공·업무용으로서 주로 화상전송이 이용되고 있다.

기술과제로서는 이동체가 고속으로 이동시 빠른 페이딩이 발생하므로 이동국측에서는 그에 대한 포착과 추적을 위한 회로구성기술이 필요하고, 좁은 beam 폭을 가지는 phased array antenna 나 smart antenna등에는 밀리미터파의 좁은 beam 을 고속으로 형성하고 포착하는 기술이 추가적으로 개발되어야 한다. 그리고 고정국측에서는 다이버시티 송수신기술 등을 개발할 필요가 있다. 또한 밀리미터파는 전파거리가 짧기 때문에 매우 작은 zone 방식이 주로 사용될 것이므로 네트워크

크 구성상 zone 마다 송신제어기술 등의 개발이 필요하다.

PC통신과 같은 다중 협대역 통신(음성, 저속 데이터 등)에서는 수요증가에 대응하기 위해 밀리미터파 대에서도 주파수 유효이용을 위한 발전 주파수 안정화기술, 고성능 변복조기술, MCA (Multi-Channel Access)기술 등의 연구개발이 필요시 된다.

이동통신에서는 일반적으로 기기가 옥외에서 사용되는 경우가 많기 때문에 비, 눈 등에 대한 대책이 필요하다. 우선 소형·경량화의 관점에서부터 MMIC화가 필수적이지만 정밀 가공된 디바이스가 옥외에서 사용될 경우는 혹독한 환경에서도 소정의 특성이 얻어질 수 있도록 실제 장치나 온도관리기술 등의 연구개발도 필요하다. 그리고 이동국측에서는 대용량의 전원을 갖출 수 없으므로 송신기의 고효율, 발전소자의 고효율, 저소비 전력화를 기할 필요가 있다.

### 5.3 구내 및 폐쇄공간에서의 통신

구내·폐쇄공간에서 밀리미터파를 이용하는 경우 일반적으로 전송거리가 짧기 때문에 대기분자나 강우에 의한 감쇠는 거의 문제가 되지 않는다. 아직까지의 사무자동화(OA)로 실내에서 많이 사용되어 왔던 유선 Ethernet 등은 무선 LAN 이나 Bluetooth 와 같이 단말기간의 무선전송화로 급속히 전환 될 전망이고, 앞으로도 이와 같은 요구는 보다 빠르고 많은 량의 각종 데이터를 주고받을 수 있는 고속 광대역 멀티미디어 무선전송 성향으로 발전되면서 밀리미터파 대의 이용기술로 변천이 기대되고 있다.

사무실내의 OA기기 등을 연결하는 고속·대용량의 데이터 전송 통신회선을 설계할 경우에는 POS 터미널의 무선화가 기대된다. 그리고 지하

가, 터널 등의 폐쇄공간에서도 화상 데이터를 주고받을 수 있는 통신이 기대된다. 특히 밀리미터파는 화재중인 상태에서도 전파가 가능하기 때문에 지하가나 터널 등에서 화재가 발생하였을 때에도 통신수단으로서 그 용도가 기대된다.

실내나 폐쇄공간에서 밀리미터파를 이용할 경우에는 인근으로부터의 다중경로 전파의 영향을 생각할 수가 있다. 실내에서 전파를 발사할 경우의 전계강도분포를 해명하고 다중경로 대책기술, 다중경로 전파로부터 영향이 적은 시스템 방식에 대한 연구개발이 필요하다.

폐쇄공간에서의 밀리미터파 전파실험 예는 극히 드물며, 외국의 경우 50GHz 대의 간이무선장치를 이용한 빌딩 내 또는 터널 내에서의 전파측정 실험 예가 있다. [그림 5.1]은 터널 내에서의 밀리미터파의 전파실험 예를 나타낸다.

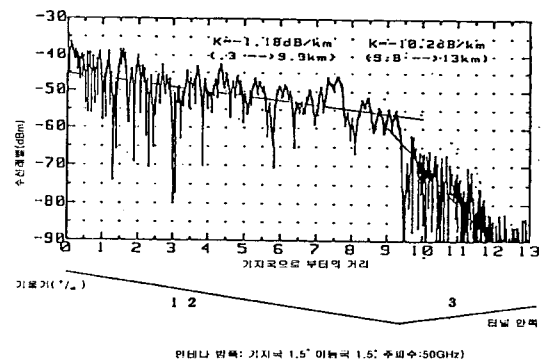


그림 5.1 터널 직선구간의 전파측정 실험 예

## 6. 결론

밀리미터파 전파전파는 마이크로파 대 이하의 주파수영역의 전파와 비교해서 대기중의 분자나 강수입자에 의한 감쇠가 크고 도달거리가 짧은 점이 최대의 특징이다. 이는 동일한 주파수를 반복사용해도 혼신·간섭의 우려가 적다는 것과 같다. 게다가 밀리미터파 대는 주파수 영역이 넓기



때문에 대용량 화상통신이나 고 분해능의 탐지기 술에 적합하다. 그리고 파장이 매우 짧기 때문에 장치의 소형·경량화가 가능하다는 특징이 있다. 이와 같은 밀리미터파의 특징을 살리면 최근의 다양화, 인텔리전트화, 고령화사회 등의 시대적 배경이나 고객 요구의 변화에 대응한 수많은 시스템이 실현 가능하다는 것을 알 수 있었다. 또한, 구체적인 시스템 실현을 위해서는 해결되어야 할 기술적 과제, 예를 들면 강우 margin의 설정, 주파 수 안정화 기술, 통신망 구성과 제어기술, 실내 반 사산란특성 파악 등이 필요함을 명시하였다. 아울러 이러한 밀리미터파의 이용촉진을 도모하기 위 해서는 사회요구의 표면화, 기술개발과제의 조사, 기초 데이터의 측정실험 등이 필요시 됨을 강조하 였다.



이 주 현

- 1986. 2: 경일대학교 전자공학과(공학사)
- 1999. 2: 부경대학교 정보통신공학과(공학석사)
- 1999. 3~현재: 부경대학교 정보통신공학과 박사과정 재학중
- 1990. 1~1992. 6: 군복무(공군)
- 1996. 8~1997. 4: 한국 공업고등기술학교 교사
- 2000. 3~2001. 2: 일본 구주공업대학 대학원연수생
- 관심분야: PCS, IMT-2000 실내외 전파특성 모델링, Diversity system, Microstrip antenna 등

참 고 문 헌

[1] M. Kotai and R. Ebukuro, "Application of Staying Technologies to Society," 3rd Inter. Sympo. on Human Factors in Organizational Design and Management, July, 1990

[2] CCIR Report 721-2, "Attenuation by hydrometers, in particular precipitation, and other atmospheric particles," Geneva 1986

[3] C. R. Grant and B. S. Vaplee, "Back Scattering from water and land at Centimeter and Millimeter Wavelengths," Proc. of IRE vol.45, pp.976-982, 1957

[4] R. N. Trebits, R. D. Hayes and L. C. Bomar, "mm-Wave Reflectivity of Land and Sea," Microwave Journal, vol.83, pp.49-53, August 1987



하 덕 호

- '72. 3~ '79. 2: 한양대학교 전자공학과(공학사)
- '74. 2~'76. 11: 군복무(공군 30단 레이더 정비)
- '78. 11~'81. 1: (주)금성사 중앙연구소 연구원
- '82. 4~'84. 3: 일본 Kyoto대학(공학석사)
- '84. 3~'87. 3: 일본 Kyoto대학(공학박사)
- '87. 3~'87. 8: 일본 (주)Matsushita 전기, 무선연구소 연구원
- '90. 8~'91. 8: 캘리포니아 대학(U.C., Davis) 방문 연구교수
- '00. 2~'01. 2: 미국 콜로라도 주립대학 방문 연구교수
- 1987년 9월~현재: 부경대학교 정보통신공학과 정교수
- 관심 분야: 실내외 전파특성 모델링, 다이버시티 시스템, 디지털 이동통신방식, 채널 코딩 등.