

## 국내 위성회선에 미치는 강우감쇄의 영향 분석

正會員 楊俊圭\*, 申昌潤\*\*, 姜榮興\*

### An Analysis on the Effects of Rain Attenuation into the Domestic Satellite Link

Chun Gyu Yang\*, Chang Yoon Shin\*\*, Young Heung Kang\* Regular Members

이 논문은 1994년도 한국학술진흥재단의 지방육성과제의 일환으로 수행됨

#### 要 約

위성회선설계에 있어 신호의 심각한 열화는 대부분 강우에 의한 감쇄이며, 이에 대한 연구가 외국에서는 많이 수행되어 왔으나 우리나라에서는 미약한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 군산 지역의 강우감쇄량 추정에 필요한 강우강도 특성을 군산기상대의 최근 5년간의 강우량 데이터로부터 도출한 후, 추정된 강우강도 데이터를 분포함수로 근사시켜 함수의 파라메타들을 구하였다. 또한 추정된 강우강도 특성으로부터 군산지역의 강우감쇄량을 계산하여 다른 주요도시와 비교 분석하였고, 강우감쇄 평가모델들에 의한 군산지역의 강우감쇄량을 비교 분석하였다. 특히 강우가 위성회선에 주는 영향을 분석하기 위해 회선설계 시뮬레이션을 수행한 후 불가동율, 즉 시간율에 따른 C/N 마진을 구하였다.

본 연구의 결과로서 군산지역의 강우강도는 Moupfouma 분포함수와 Lognormal 분포함수가 잘 일치하였고, 우리나라 주요도시의 강우감쇄량 분포는 시간율 0.01% 및 주파수 14GHz에서 대략 12dB~16dB로 얻어졌다. 평가모델들에 의한 강우감쇄량은 14GHz일때 森田모델이 시간율 0.009% 이상에서 가장 작게, 시간율 0.009% 이하에서는 타모델 보다 크게 추정되었지만 30GHz 일때는 CCIR모델이 다른 모델들보다 가장 적게 추정되었다. 한편 군산지역의 강우감쇄량은 우리나라 주요도시와 비교 할때 광주지역과 유사하게 얻어졌다. 회선설계시 불가동율을 0.05%로 할때 C/N 마진은 맑을시 4.97dB, 엷강우시 1.04dB, 다운강우시 0.76dB를 각각 얻었다.

#### ABSTRACT

Serious signal attenuation in the design of satellite channel is mostly due to rain. Many of studies on the rain attenuation have

\*군산대학교 정보통신공학과  
Dept. of Telecom. Eng., Kunsan National Univ.

\*\*한국항공대학교 항공통신정보공학과  
Dept. of Telecom. & Inform. Eng., Hankuk Aviation Univ.

論文番號 : 95263-0807  
接受日字 : 1995年 8月 7日

been carried out in foreign countries, but seldom in Korea. In this paper, the rain rate characteristics based on the recent year data for Kunsan Weather Bureau are approximated to several distribution functions, and the parameters of these functions are calculated from the published data. From rain rate characteristics, we have estimated the rain attenuation in Kunsan and compared it with those of other major cities in Korea. Also, the effects of rain in Kunsan area have been analyzed by means of several estimation models. Especially, we have developed the simulation program for satellite link design in order to take into account the effects of rain properly on the satellite link. By this program, we obtained C/N margin for a time rate in year.

The results of this study show that Moupfouma and Lognormal distribution functions are consistent with the the rain rate characteristics in Kunsan, and the values of major cities in Korea are distributed from 12dB to 16dB at 0.01% of year and at 14GHz of frequency. At 14GHz of frequency, the rain attenuation of Morita model is the lowest above the time rate of 0.009%, but it is the highest below 0.009%, and that of CCIR model is the smallest at 30GHz. The rain effects of Kunsan are the similar to that of Kwangju. At 0.05% of year, C/N margins are calculated 4.9dB for clear sky, 1.04dB for up rain, and 0.76dB for down rain respectively.

## I. 서 론

위성회선을 설계하는데 있어 가장 중요한 파라메타 중의 하나가 강우에 의한 전파의 감쇄이다. 위성전파의 강우감쇄는 비의 형태에 따라 차이가 있는데, 예를들어 장마철의 비와같이 소량의 비가 내리는 경우는 그다지 감쇄가 없지만 여름철의 뇌우성이나 태풍에 의한 집중호우와 같은 강한 비가 내릴때는 전파의 감쇄가 크게 되어 결국에는 위성회선의 단절을 가져오기도 한다. 또한 강우는 자연현상으로서 그 통계적 성질이 지역, 년, 계절 등에 의해 다양하므로 위성회선에 미치는 강우의 영향을 분석하기 위해서는 보통 기상대에서 제공하는 강우량 데이터를 이용할 수가 없고 3년 이상의 장기간에 걸쳐 측정된 1분간의 강우강도(mm/h) 데이터가 필요하다. 하지만 이러한 강우강도 데이터를 측정, 제공하는 기상대는 우리나라에는 아직 없다.

한편 우리나라의 강우강도 추정은 한국전자통신연구소가 서울, 부산, 대구, 대전, 광주, 춘천지역에 있어 5년간의 장기간의 강우량의 측정 데이터로부터 시간에 대한 기술품을 조사하여 Gamma 분포로 근사시킨 결과가 보고되어 있지만<sup>(1)</sup>, 분산된 강우강도 데이터로 인한 편차가 크게 나타나고 있다. 따라서 외국에서는 좀더 정확한 강우강도 추정을 위해 Gamma 분포함수 이외에 Lognormal, Moupfouma 분포함수에 의한 이론적 추정을 행하고 있다<sup>(2,3)</sup>. 이러한 강우강도 데이터로부터 강우감쇄량을 추정하는 대표적인 방법으로는 CCIR,

Global, SAM 모델 등이 있으며, 이 모델들을 이용하여 사용주파수, 지구국 및 위성의 위치가 주어졌을때 임의의 시간율에 따른 강우감쇄값을 얻을 수 있다<sup>(4)</sup>.

따라서 본 연구에서는 군산기상대의 5년간('89년~'93년)의 강우데이터를 이용하여 정확한 강우강도 추정식의 파라메타를 도출해내고 이와 森田의 강우감쇄추정식을<sup>(5)</sup> 이용 군산지역의 강우감쇄량을 추정한 후 CCIR모델에 의해 기존에 추정되어 있는 서울, 부산, 대구, 대전, 광주, 춘천지역의 강우강도 데이터에 의한 강우감쇄량을 비교한다. 또한 森田, CCIR, Global, SAM 모델에 의한 군산지역의 강우감쇄량을 비교분석하고, 위성회선설계 시뮬레이션 프로그램을 구성하여 군산을 송신지구국, 서울을 수신지구국으로 하였을 때 위성회선의 마진을 설정하여 무궁화 위성회선 설계에 있어 강우의 영향에 대처하기 위한 운용데이터를 제공하고자 한다.

## II. 강우강도의 추정

위성회선설계에 있어 필요한 데이터 중의 하나는 강우감쇄의 시간율 특성이다. 하지만 강우감쇄 데이터가 측정되고 있는 경우는 거의 없으며 보다 널리 사용될 수 있는 강우강도 데이터를 이용하여 추정하는 것이 보통이다. 이 경우 넓게 분산된 관측치인 강우강도의 시간율의 추정, 긴 적분시간의 강우강도 관측 데이터로부터 짧은 적분시간의 특성의 추정, 강우강도의 확률분포로부터 강

우감쇄의 확률분포 계산 등의 목적으로 관측 또는 추정된 강우강도의 시간율분포의 확률분포함수를 이용한 이론적 근사가 행해지고 있다<sup>(2,6)</sup>.

강우강도 분포의 근사식으로 많이 사용되고 있는 Lognormal, Gamma, Moupfouma 분포에 대한 표현은 다음과 같다<sup>(2,3)</sup>.

(1) Lognormal 분포

Lognormal 변수 R의 확률밀도 함수 p(R)은 다음 식으로 주어진다.

$$p(R) = \frac{\log e}{\sqrt{2\pi\sigma R}} \exp\left\{-\frac{(\log R - m)^2}{2\sigma^2}\right\} \quad (1)$$

여기서 R은 강우강도 (mm/h),  $\sigma$ 는 logR의 표준편차, m은 logR의 평균이다. Lognormal 분포의 변수의 합도 근사적으로 Lognormal 분포를 따른다.

(2) Gamma 분포

Gamma 변수 R의 확률밀도 함수 p(R)은 다음 식으로 주어진다.

$$p(R) = \frac{\lambda^k}{\Gamma(k)} R^{k-1} \exp(-\lambda R) \quad (2)$$

여기서 k 및  $\lambda$ 는 분포의 파라메타이고  $\Gamma(k)$ 는 Gamma 함수이다. Gamma 변수의 합도 근사적으로 Gamma 분포에 따른다.

(3) Moupfouma 분포

Moupfouma의 변수 R의 확률밀도 함수 p(R)은 다음 식으로 주어진다.

$$p(R) = \frac{a}{R^r} \exp(-BR)\left(\frac{r}{R} + \beta\right) \quad (3)$$

$(R_{\min} \leq R < \infty)$

여기서 a,  $\beta$  및  $\lambda$ 는 분포의 파라메타이고,  $R_{\min}$ 은 밀

표 1. 분포함수의 파라메타 값

Lognormal 분포		Gamma 분포		Moupfouma 분포		
m	$\sigma$	k	$\lambda$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
-0.11	0.59	0.0045	0.06	0.143	0.11	1.69

도함수의 발산을 막기위한 변수의 하한값이다.

본 논문에서는 군산기상대에서 최근 5년간('89년 ~ '93년) 측정된 강우 데이터로부터 시간율에 따른 강우강도를 추정한 후 식(1), (2), (3)의 분포함수식을 이용하여 이론적 근사분포를 구하였다. 그 결과를 그림 1에 보이며 각 분포함수의 파라메타를 표 1에 구해 놓았다.

그림 1에서 추정된 모든 강우강도 데이터에 걸쳐 Moupfouma 분포 및 Lognormal 분포가 잘 일치하고 있으며, Gamma 분포는 강우강도 60mm/h 이하에서는 어느정도 일치하지만 그 이상이 되면 큰차이가 난다.

한편 CCIR 및 Global 모델에서는 우리나라의 강우강도 분포를 각각 K 및 D 지역으로 구분하고 있으며<sup>(4)</sup>, 이 모델에서 제공되는 시간율에 따른 강우강도 데이터와 그림 1로부터 얻어진 군산지역의 각 분포함수에 의한 강우강도 데이터를 표 2에 비교해 놓았다.

그림 1의 강우데이터로부터 추정된 군산지역의 강우강도는 시간율 0.01%(1년중 52.6분)에서 50mm/h로 얻어졌으며, 이 값과 표 2에서의 Lognormal, Gamma, Moupfouma 분포함수에 의한 추정량과 비교해 보면 각각 1.4mm/h, 2.25mm/h, 2.89mm/h의 근소한 오차를 보이고 있다. 또한 CCIR, Global 모델의 강우강도 데이터는 시간율 0.01%에 있어서 군산지역의 강우강도 추정 데이터에 비해 각각 약 10mm/h, 3mm/h정도 낮게 제공되고 있다.

### III. 강우영향 분석

#### 1. 강우감쇄량 추정

표 2. 군산지역의 시간율에 따른 강우강도 추정값 (mm/h)

시간율 (%)	Lognormal 분포	Gamma 분포	Moupfouma 분포	CCIR 모델	Global 모델
0.001	115.00	88.00	116.00	100.00	108.00
0.005	68.33	64.98	70.00	58.00	64.50
0.01	51.40	52.25	52.89	42.00	49.00
0.02	39.00	41.35	38.35	30.00	35.00
0.05	25.90	28.82	24.43	19.00	22.00
0.1	18.7	19.89	17.40	12.00	14.50
0.2	14.40	12.51	12.22	8.00	9.50
0.5	5.40	4.18	7.36	5.00	5.20

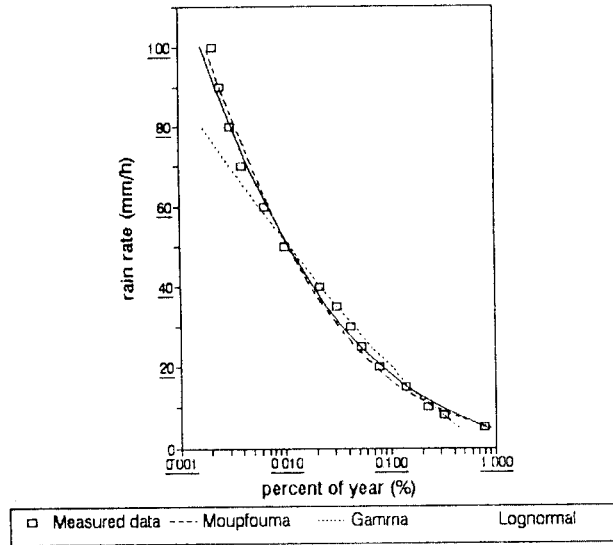


그림 1. 군산지역의 강우강도 추정

강우강도가 Lognormal 분포를 따를 때 강우강도 파라미터도 Lognormal 분포에 따른다는 점을 이용, 분포의 파라미터를 구하고 임의의 시간율에 대한 강우강도를 구하는 방법이 알려져 있으며<sup>(5)</sup>, 그 방법은 다음의 과정과 같고 이하 森田모델 이라 한다.

(1) 강우강도 A의 평균치  $\mu_A$ 와 분산  $\sigma^2$ 의 계산

강우강도 A의 평균치  $\mu_A$ 와 분산  $\sigma^2$ 은 다음 식으로 구한다.

$$\mu_A = L_s \exp\left\{-\frac{(\log h + um)}{K} + \frac{(uS)^2}{2K^2}\right\} \quad (4)$$

$$\sigma^2 = \frac{4}{v^2} [L_s + 2(L_s + 3\sqrt{L_s} + \frac{3}{v^2}) \exp(-v\sqrt{L_s}) - \frac{6}{v^2}] \cdot \exp\left\{\frac{2(\log h + um)}{K} + \frac{(uS)^2}{K^2}\right\} \left\{\exp\left[\frac{(uS)^2}{K^2}\right] - 1\right\} \quad (5)$$

여기서  $K = \log e = 0.43429$ ,  $h, u$ 는 주파수의 함수이다<sup>(5)</sup>. 또한  $m$  및  $S$ 는 강우강도의 Lognormal 분포의 파라미터로 군산지역에서는  $m = -0.11$  및  $S = 0.59$ 로 추정되었다. 한편,  $L_s$ 는 강우전송로의 길이이고, 공간상관 파라미터  $v$ 는 전송로에 의존하는 계수로

0.350로 주어진다.

(2) 강우강도의 Lognormal 분포 파라미터  $m_e, S_e^2$ 의 계산

$m_e$  및  $S_e^2$ 은 식 (4), (5)의  $\mu_A$  및  $\sigma^2$ 와 다음의 관계를 갖는다.

$$m_e = \log \mu_A - \frac{1}{2} \log\left(1 + \frac{\sigma^2}{\mu_A^2}\right) \quad (6)$$

$$S_e^2 = K \log\left(1 + \frac{\sigma^2}{\mu_A^2}\right) \quad (7)$$

(3) 임의의 시간율 Q(%)에 대한 강우강도 ( $A_Q$ ) 계산

강우강도 A의 누적분포의 Q(%)값은 다음식으로 추정한다.

$$[A_Q] = 10^{m_e + S_e C_Q} \quad (8)$$

여기서  $C_Q$ 는 근사적으로  $2.33 - 0.847(\log Q) - 0.144(\log Q)^2 - 0.0657(\log Q)^3$ 이다.

위 과정의 강우강도 추정기법 즉, 森田에 의한 군산지역의 주파수 및 시간율에 따른 추정 강우강도를 그림 2에 나타내었다.

그림 2의 그래프에서 시간율을 작게하거나 주파수를 크게 할수록 강우감쇠량이 점점 커지고 있으며, 예를들어 시간율 0.01%에서 주파수가 12GHz, 14GHz, 20GHz, 30GHz로 높아짐에 따라 강우감쇠값은 각각 8.93dB, 12.11dB, 22.79dB, 43.50dB로 강우에 의한 영향이 크게 나타난다는 것을 알 수 있다. 또한 주파수가 14GHz일때 시간율 1.0%, 0.1%, 0.01%, 0.001%로 낮아짐에 따라 강우감쇠량이 각각 0.74dB, 3.75dB, 12.11dB, 45.97dB로 상당한 열화를 보인다. 따라서 위성회선을 설계할때는 시간율(또는 불가동율)의 선택에 따라 강우감쇠 마진을 다르게 설정해야 한다.

森田모델 이외에도 시간율에 따라 강우감쇠량을 계산하는 방법은 CCIR, Global, SAM 모델등이 있다.

Global모델은 강우가 존재할때 등온선의 높이와 시간율의 관계를 이용하여 0°C 등온고를 구하고, 지역감쇠(Specific attenuation)를 강우경로에 따라 적분하여 전체감쇠를 구한다<sup>(4)</sup>.

SAM모델은 0°C 등온고를 지구국의 위도에 구하고, 공간강우량(Spatial rainfall)을 강우경로에 따라 적분하여 전체감쇠를 구한다<sup>(4)</sup>.

2. CCIR 모델에 의한 타지역과의 비교

본 연구에서는 군산지역과 타지역과의 강우감쇠량을 비교하기 위해 시간율 0.01%의 강우강도 추정 및 CCIR<sup>(4)</sup>기법을 이용하였다. 또한 군산지역이외의

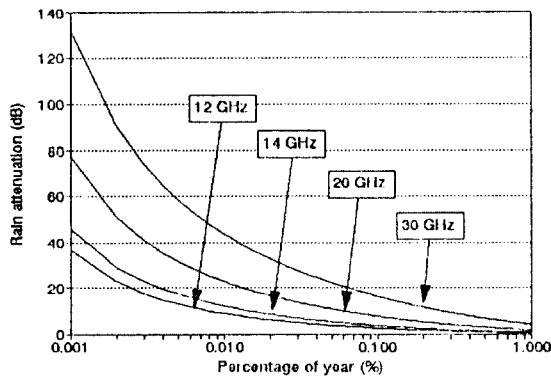


그림 2. 군산지역의 강우감쇠

0.01%에 대한 강우강도는 한국전자통신연구소에서 행한 감마분포로부터 추정된 값<sup>(1)</sup>을 이용하였다. CCIR모델에 의한 평가방법은 그림 3과 같다<sup>(4)</sup>.

위 CCIR 모델을 이용해 주파수가 12GHz, 14GHz 일때 우리나라 주요도시의 강우감쇠량을 구한 후 그림 4, 5에 각각 비교해 놓았다.

그림 4, 5의 그래프로부터 우리나라 강우에 의한 영향은 서울지역이 가장 크고, 군산 및 광주지역이 가장 작게 나타났다. 예를들어 시간율 0.01%에서 주파수가 12GHz, 14GHz 일때 서울과 군산지역의 강우감쇠는 각각 3.5dB, 5dB의 차를 보인다

3. 평가모델에 따른 강우감쇠량 분석

우주-지구간 경로상에서 누적감쇠 특성 평가를 위한 여러 모델들이 개발되어 왔으며, 각 모델들은 특정 응용에 있어서 장단점을 갖고 있다.

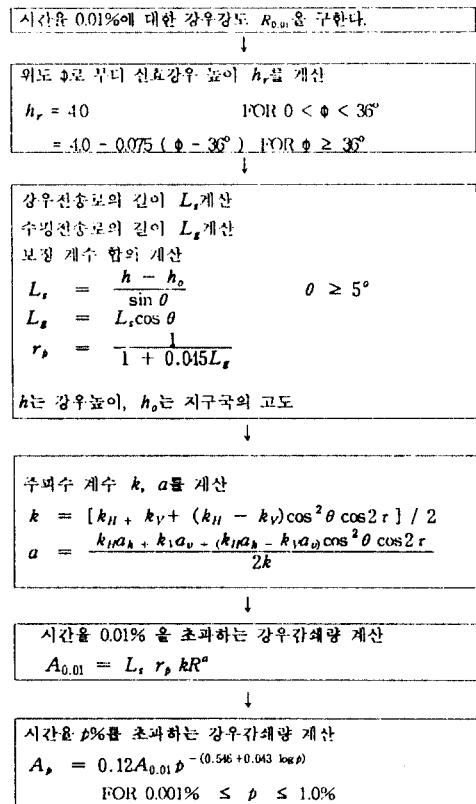


그림 3. CCIR모델의 계산 순서

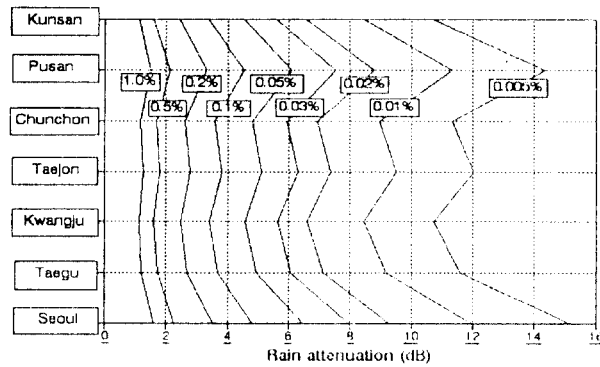


그림 4. 12GHz에서 우리나라 주요도시의 강우감쇄

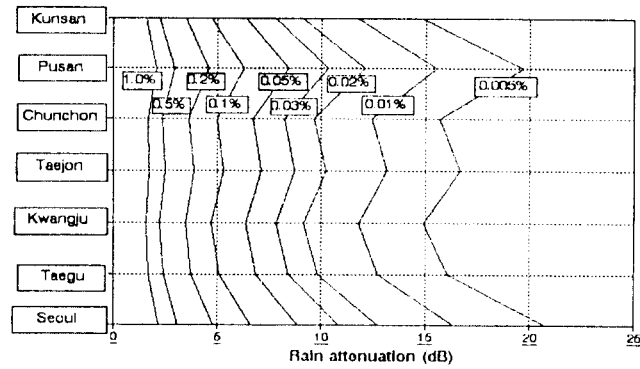


그림 5. 14GHz에서 우리나라 주요도시의 강우감쇄

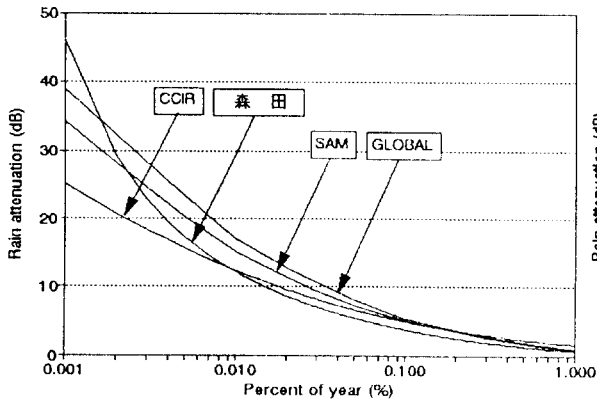


그림 6. 14GHz에서 각 모델에 의한 군산지역의 강우감쇄 비교

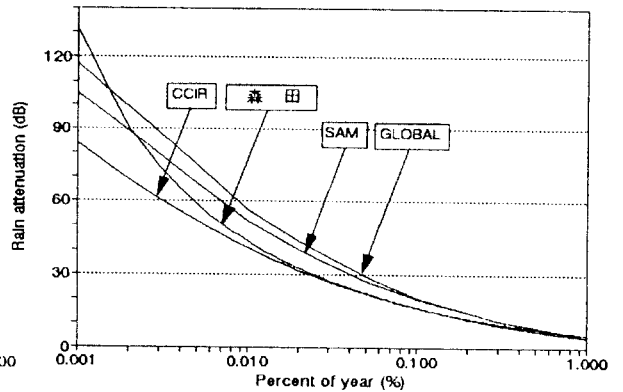


그림 7. 30GHz에서 각 모델에 의한 군산지역의 강우감쇄 비교

한편 본연구에서는 여러 모델중 널리 이용되고 있는 CCIR, Global, SAM 평가모델과 Lognormal 분포를 이용한 森田모델을 이용하여 주파수 14GHz와 30GHz일때 군산지역의 강우감쇄 추정량을 구해 그림 6, 그림 7에 비교해 놓았다. 그림 6을 보면 주파수가 14GHz일때 시간율이 0.009%이상에서는 森田모델이 가장 작게 추정되었고 0.009%이상의 시간율에서는 타 모델 보다 급격히 커지는 것을 알 수 있다. 또한 30GHz에서는 CCIR모델이 가장 작게 나타남을 알 수 있다. 예를들어 14GHz에서 시간율 0.01%에서 CCIR, Global, SAM, 森田 모델에 의한 강우감쇄량은 각각 12.32dB, 16dB, 15dB, 12.11dB로 다르게 평가되었다.

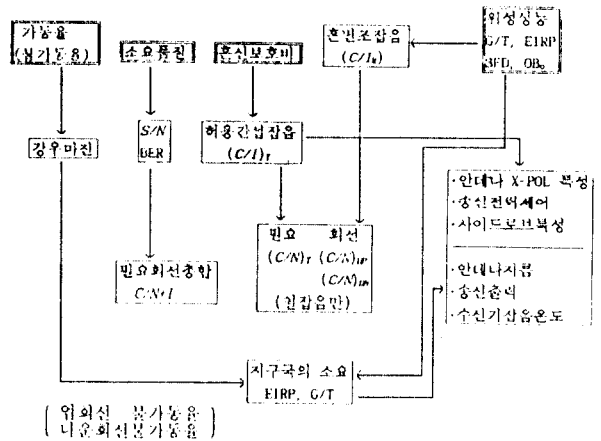


그림 8. 회선설계과정

IV. 회선설계에 미치는 강우영향 분석

1. 회선설계 프로세스

위성통신 회선설계는 어떤신호를 어떤품질로 어떤특성의 위성을 사용하여 전송할 것인가의 문제를 주어진 조건을 만족하는 회선을 설계하기 위한 것으로 그 프로세스는 그림 8과 같다.

위 그림의 파라메타를 결정하기 위해서는 업(Up)/다운(down) 회선의 반송파대 잡음전력비 C/N, 반송파대 간섭잡음전력비 C/I, 회선총합의 반송파대 총잡음전력비 C/N+I 등의 평가가필요한데 업/다운 회선의 C/N의 수식적 표현은 다음과 같다<sup>(8,9)</sup>.

$$\left[ \frac{C}{N} \right]_{UP} = [SFD]_S - 10 \log \left( \frac{4\pi}{\lambda^2} \right) - [BO_I] - 10 \log_{10} N + [G/T]_S - [k] - [B] \quad (9)$$

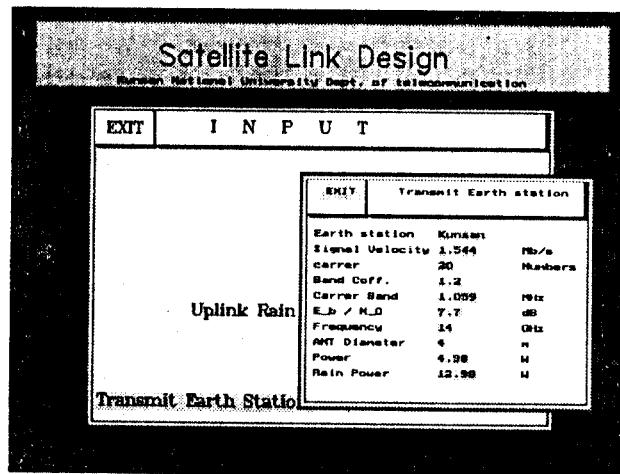
$$\left[ \frac{C}{N} \right]_{DOWN} = [EIRP] - [BO_O] - 10 \log_{10} N - [L_P]_{DOWN} + [G/T]_E - [k] - [B] \quad (10)$$

여기서,

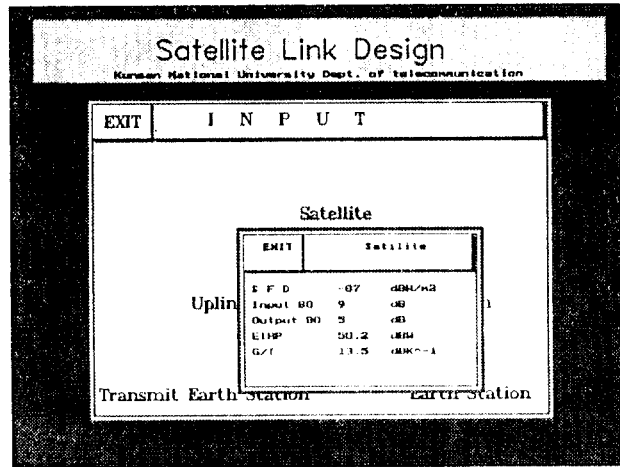
$[SFD]_S$  : 위성중계기를 포화시키는 전력속 밀도 (dBW/m<sup>2</sup>)

$[BO_I]$  : 입력 백오프(Back-off) (dB)

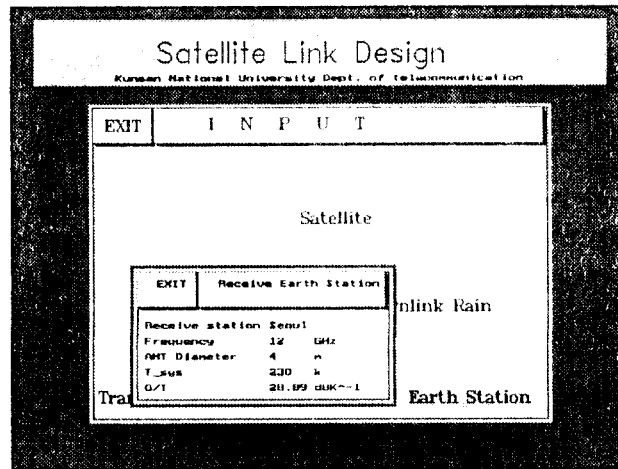
$[BO_O]$  : 출력 백오프 (dB)



(a) 송신지구국의 입력파라메타



(b) 위성의 입력파라메타



(c) 수신지구국의 입력파라메타

그림 9. 위성회선설계를 위한 입력파라메타

- [N] : 반송파수 [dB]
- [k] : 볼츠만상수 [dBW/K-Hz]
- [B] : 전송대역폭 [dBHz]
- [L<sub>p</sub>] : 자유공간 전파 손실 [dB]

$[C/N]_{IM}$ , 간섭잡음에 의한  $[C/N]_T$ 의 값을 사용하여 식 (11)로부터 얻을수 있다.

$$[C/N+I]^{-1} = [C/N]_{UP}^{-1} + [C/N]_{DOWN}^{-1} + [C/N]_{IM}^{-1} + [C/I]_T^{-1} \quad (11)$$

한편, 회선전체의 반송파대 총잡음 전력비  $C/N+I$ 는 식 (9), (10)으로 주어지는 혼변조잡음에 의한

여기서,

$$[X]^{-1} = 10^{-\frac{1}{10}[X]} = 10^{-\frac{1}{10}(10 \log_{10} X)}$$



이다.

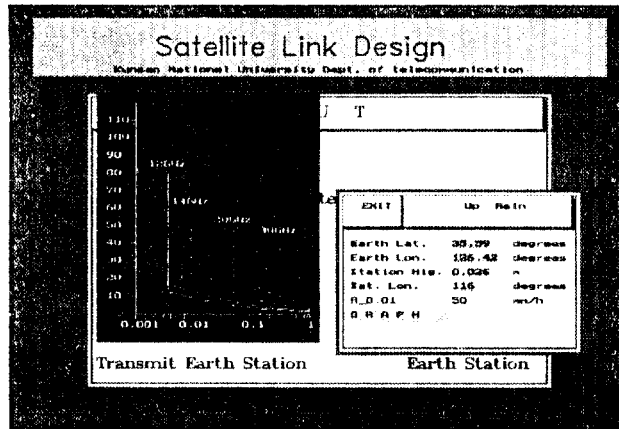
2. 회선설계에

본 연구에서는 위성 회선설계에 미치는 강우의 영향을 평가하기 위해 CCIR 강우평가 모델, 그림 8의 회선설계 프로세스와 식 (9), (10), (11)를 이용하여 시뮬레이션 프로그램을 구성하였으며 위성, 송신 및 수신지구국의 파라메타들은 그림 9(a), (b), (c)와 같으며,

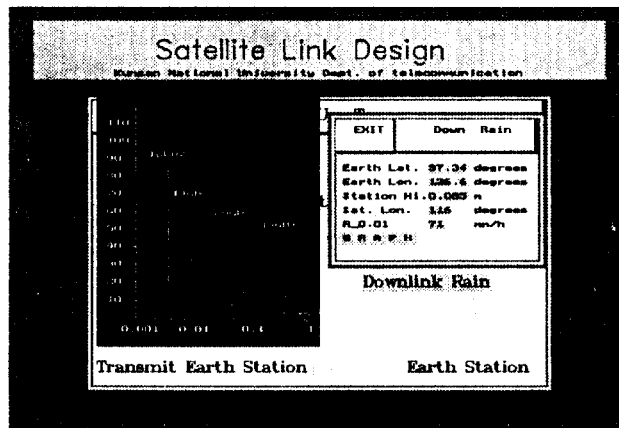
특히 위성은 95년 8월에 발사될 무궁화위성 특성을 이용하였다.

본 연구에서는 위성회선설계의 한 예로 III절의 CCIR 평가모델을 이용 업회선(군산지역) 및 다운회선(서울지역)의 강우특성을 그래픽 처리하여 그림 10 (a), (b)에 각각 나타내었다.

본 시뮬레이션에서는 강우감쇄량을 구하기 위해 시간을 0.01%의 강우강도의 값, 각 시간을 및 주파수에 따



(a) 업회선의 강우특성



(b) 다운회선 강우특성

그림 10. 위성 회선설계에 필요한 강우특성 예

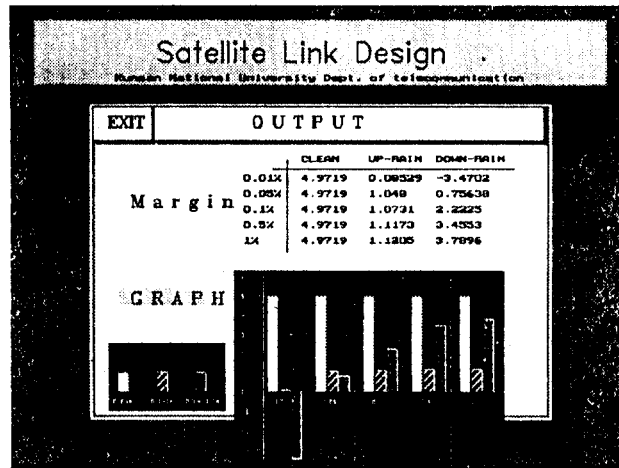


그림 11. 시간율에 따른 위성회선설계 예

른 강우감쇄량이 구해져 식 (11)에 의한 전체  $C/N+I$  마진을 구하도록 하였다. 또한 다른 입력 파라미터들은 고정시키고 강우특성의 시간율에 따른  $C/N+I$  마진의 변화량을 분석하여 그림 10에 나타내었다. 그림 11로부터 시간율 0.05%일때의 맑을시, 업강우시, 다운강우시의 마진이 각각 4.97dB, 1.05dB, 0.76dB로 구해졌으며, 다운강우시의 예로서 시간율 1%에서 0.01%로 변화함에 따라 마진이 각각 3.79dB에서 3.47dB로 열화함을 알 수 있다.

## V. 결 론

강우의 영향은 강우강도, 주파수, 연간시간율, 지역에 따라 많은 차이가 나타나므로 위성회선의 설계에 있어 연간시간율(또는 불가동율), 주파수 및 지역에 따른 정확한 강우감쇄를 추정하여 이에 대한 마진을 설정해야 한다. 이를 위해 본 연구에서는 군산기상대의 최근 5년간의 강우데이터를 분석해 시간율에 대한 강우강도를 추정하여 분포함수의 도출과 함께 강우감쇄량을 계산하여 다른 주요도시와 비교하였다. 그리고 군산을 송신지구국으로, 서울을 수신지구국으로 하여 회선설계 프로그램을 작성하여 반송파대 총잡음 전력비  $C/N+I$ 의 마진을 계산해 보았다. 본 연구에서 분석된 강우강도 및 강우감쇄량에 대한 실제 측정이 이루어지고 있지 않아 이론값과

측정값의 비교분석을 행할 수가 없어 수행된 추정방법의 타당성 검토가 이루어지지 못했다. 본 연구에서 행한 군산지역과는 달리 서울, 부산, 대전, 대구, 광주, 춘천지역의 강우강도 데이터는 한국전자통신연구소가 분산된 데이터를 Gamma 분포함수로 추정한 값을 사용하므로서 실측값과 오차가 크리라 예상된다. 따라서 앞으로의 연구에서는 우리나라의 모든 지역 기상대의 강우 데이터로부터 군산지역에서 수행된 추정방법을 이용해 우리나라의 강우감쇄분포도를 구하는데 있다. 또한 우리나라 각 지역의 위성회선 및 지구국 설계의 운용 데이터를 제공하고 강우강도 및 강우감쇄의 측정 데이터를 찾아내어 본 연구에서 수행한 추정방법의 타당성을 검증하고, 또한 회선설계에서 사용된 파라미터들에 대한 정확한 고찰과 수행되지 못한 파라미터 값을 구하여 완전한 위성회선 설계 시뮬레이터를 구성하는데 있다.

## 참고문헌

1. 권태곤, 박세경, 김재명, "국내지역별 시간율에 따른 강우강도의 분포 추정", 한국전자통신연구소 기술검토자료, 1990년.
2. 入江浩一, "降雨分布の對數正規分布, カンマ分布およびMoupfouma分布近似.", 電子情報通信學會論文誌, vol. J71-B, no. 12, pp.1724-1726, 1988年. 12月.

3. CCIR, "Statistical distributions in radio-wave propagation," Rep. 1007, 1986.  
 4. L.J. Ippolito, *Propagation effects handbook for satellite systems design*, NASA Reference Publication, pp.3-17~6-44, 1989.  
 5. 富水英義, 森河 悠, *衛星通信 가이드ブック*, オーム 社, pp.92-100, 1990年.  
 6. 細矢良雄, "日本各地の1分雨量分布の一推定法," *電子情報通信學會論文誌*, vol. J71-B, no. 22, pp.256-

262, 1988年, 2月.  
 7. CCIR, "Propagation data and prediction methods required for earth-space telecommunication systems," Rep. 564-4, 1990.  
 8. 永井裕, *衛星通信*, 電氣書院, pp.153-176, 1989年.  
 9. W.L.Morgan and G.D.Gordon, *Communication Satellite Handbook*, John Wiley & Sons Inc., pp.354-399, U.S.A. 1989.



楊 俊 圭(Chun Gyu Yang) 정회원

1970년 10월 10일생  
 1995년 2월 : 군산대학교 정보통신 공학과 졸업(공학사)  
 1995년 3월~현재 : 군산대학교 대학원 정보통신공학과 석사과정

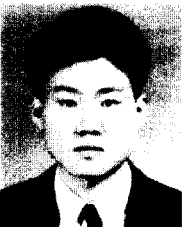
※주관심 분야 : 위성통신, 이동통신 등



姜 榮 興(Young Heung Kang) 정회원

1960년 9월 24일생  
 1984년 2월 : 항공대 항공통신공학과 졸업(공학사)  
 1996년 2월 : 동 대학원 항공전자공학과 졸업(공학석사)  
 1993년 2월 : 동 대학원 항공전자공학과 졸업(공학박사)

1993년 4월~현재 : 군산대학교 정보통신공학과 교수  
 ※주관심 분야 : 디지털통신, 오율제어 등임



申 昌 潤(Chang Yoon Shin) 정회원

1968년 2월 4일생  
 1994년 2월 : 한국항공대학교 항공통신정보공학과 졸업(공학사)  
 1994년 3월~현재 : 한국항공대학교 대학원 항공통신정보공학과 석사과정 재학 중

※주관심 분야 : 이동통신, 위성통신