

VHF 帶의 都市電波雜音

電波課

電波雜音 擔當

姜 進 · 金 勝 丕

1. 序 言

都市電波雜音은 大氣汚染, 水質汚染 等과 같은 公害의 한 種類로서 無線通信의 品質을 決定하는 主要素이며 自動車의 普及, 電鉄과 送配電線路의 擴張, 電磁Range, 냉 장고 等 家電機器의 普及에 따라 增加趨勢에 있고, 그 調査資料는 回線設計나 放送局 서비스에러아의 決定, 無線局 置局計劃 等の 基礎資料가 된다.

電波雜音調査는 場所와 時刻, 地域的인 環境에 따르는 大幅的인 變化, 放射源의 레벨이 極히 낮기 때문에 發生하는 諸問題, 測定帶域幅과 出力応答間 의 問題, 또한 基本的으로 雜音은 Nonedeterministic 이기 때문에 Data를 統計処理 하여야 하는 等の 諸問題가 있으나 当所에서는 電波雜音調査가 無線 通信業務의 基礎가 되는 重要한 事業임을 勘案하 여 1978年 부터 全國 主要都市의 電波雜音을 調査 한바 있으므로 그 結果를 分析考察한다.

2. 조사도시 및 측정지점수

조사년도	도 시 명	(*1) 도시규모	측정지점수 (*2)			
			B	R	G	계

1978	서울	L	7	5	2	14
	대전	M	5	3	2	10
	목포	N	4	3	2	9
	원주	S	3	3	2	8
	강릉	S	3	3	2	8
	천안	S	3	2	2	7
	6개도시		25	19	12	56
1979	부산	L	6	4	2	12
	인천	L	6	3	2	11
	전주	M	4	3	2	9
	광주	M	4	3	2	9
	춘천	S	3	3	2	8
	충주	S	3	3	2	8
	6개도시		26	19	12	57
1980	수원	N	5	4	3	12
	안양	N	9	7	4	20
	군산	S	4	3	2	9
	3개도시		18	14	9	41
1981	안양	N	11	5	4	20
	대구	L	16	12	4	32
	2개도시		27	17	8	52
1982	마산	M	9	7	4	20
	청주	N	9	7	4	20
	여주	S	7	5	3	15

	3개도시		25	19	11	55
1983	성남	N	8	10	2	20
	울산	N	8	10	2	20
	포항	S	8	10	2	20
	3개도시		24	30	6	60
총계	23개도시		145	118	58	321

- * 1. 도시규모 L : 인구 100만 이상 (4개 도시)
M : 인구 40만 이상 100만 미만 (4개 도시)
N : 인구 20만 이상 40만 미만 (7개 도시)
S : 인구 20만 미만 (8개 도시)

- * 2. 측정지점수에서
B : 상공지대
R : 주택지대
G : 녹지대

3. 측정장비 및 주요특성

년도별	측정기명	(*1) 측정대역폭	(*2) 시정수	검파방식	측정주파수
78	EMC-25	500 KHz	1/600	*3 QP	50, 100, 200
79	"	50 KHz	1/600	QP	"
80	"	50 KHz	1/600	QP	"
81	"	50 KHz	1/600	QP	70, 100, 200
82	NM-37/57A	120 KHz	1/550	QP	"

- * 1. 전파잡음 측정에 있어서 측정 대역폭은 중요한 의미를 갖는다. 왜냐하면, 전계강도의 측정은 단일정현파의 측정으로 볼수 있어 대역폭에 무관하지만, 잡음측정에 있어서는 동일잡음을 측정하여도 대역폭에 따라 그 값이 변화한다. 이러한 이유로 CISPR (국제무선장해 특별위원회)에서는 잡음 측정기의 규격을 정하여 권고하고 있다.

- * 2. 시정수의 단위는 ms이며, 충전시정수/방전시정수이다.

- * 3. (Quasi Peak, 준첨두치)

QP 방식은 본래 음성방송에 대한 잡음의 영향을 인간의 청각특성에 대응하도록 고안된 검파방식으로서 시정수에 의하여 첨두치(Peak)보다 다소 낮은 값을 지시하도록 되어 있다.

4. 都市規模와 雜音強度의 相關

都市電波雜音은 都市内の 各種 電波雜音이 合成된 것이기 때문에 窮極的으로서 都市規模의 函數로 假定 할수 있으므로 이들간의 關係를 78~83년도 사이에 調査한 都市別 電波雜音強度와 79년도 경제기획원 조사통계국 자료를 利用 分析하였다. 그림 1은 세로축에 100MHz의 雜音強度(QP치, 대역폭 120 KHz, 시간율 5%, 장소율 50%)를 가로축에 인구수의 對數값(單位 10萬名)을 取한 散布圖이다.

그림에서 보는바와 같이 여수 포항, 마산 및 인천의 4개 海岸都市가 都市規模에 無関하게 飽和레벨로 나타나는 것을 除外하고는 대체로 人口數에 따라 增加됨을 알수있다. 여수 및 포항시를 제외한 13개 都市(79~83년도 조사도시)의 人口數(log 값)의 雜音強度의 相關係數는 $r = 0.67$ 로서 상당히 높게 나타나고, 또한 人口 100萬以上에서는 대체로 飽和레벨(약 28~30dB)을 나타낸다. 한편 人口數와 雜音強度의 關係를 最小自乘法를 利用하여 直線回歸方程式으로 나타내면,

$$y' = 17.4 + 5.514x$$

가 된다. 여기에서

y' 는 都市電波雜音의 推定值, x 는 人口數의 log 값(單位 10萬名)이다. 이식에 의하면 人口數의 增加에 對한 雜音強度의 增加는 人口數 10萬~100萬 사이에서 5.5dB ($\mu v/m$)/decade 가 된다.

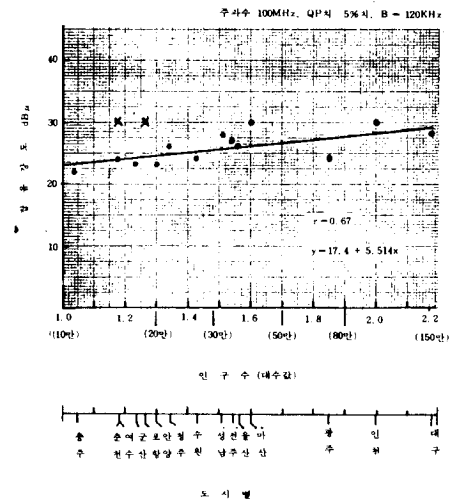


그림 1. 人口數와 雜音強度의 關係

5. 環境別 雜音強度

都市内の電波雜音은 電磁波 環境에 따라 同 都市内에서도 顯著的한 level 差를 나타내므로 雜音調査都市를 人口 20萬 以上 都市와 未滿都市로 나누고 이를 다시 商工, 住宅, 綠地帶로 分類하여 環境別, 周波數別 雜音強度를 比較하면 表 1 과 같다. (1978~1982年度 調査資料에 依함) 이 表에서 雜音強度는 QP치 時間을 5%치로서 都市電波雜音의 Random性을 假定하여 帶域幅 120KHz로 換算한 값이며, 經年變化는 考慮하지 않았다.

人口 20萬 以上과 未滿都市의 雜音強度差는 50MHz 商工地帶에서 約 5dB로 最大가 되지만, 環境別 雜音強度의 差는 周波數 50MHz에서 商工-綠地帶間에 最大 15dB의 差를 보이므로 都市電波雜音은 都市規模 보다는 地域的 環境의 影響을 크게 받는다는 것을 알수 있으며, 細部的인 Data는 表 2 와 表 3 및 그림 1, 2, 3에 나타난다.

표 1. 도시규모별, 주파수별 잡음강도 비교

주파수 (MHz)	환경별 잡음강도 (dBu)					
	상 공		주 택		녹 지	
	L	S	L	S	L	S
50	28.7 (11.2)	23.9 (11.1)	18.5 (6.8)	14.7 (5.1)	13.6 (4.5)	12.1 (3.6)
100	30.8 (8.6)	28.3 (9.2)	22.9 (5.8)	19.7 (3.6)	18.6 (4.9)	16.6 (3.4)
200	32.1 (5.9)	29.9 (5.3)	25.7 (6.0)	23.8 (4.9)	23.2 (5.1)	22.6 (4.6)

*. L : 인구수 20만 이상 (12개도시)

S : 인구수 20만 미만 (7개도시)

() : 표준편차

표 2. 인구수 20만 이상 도시와 미만도시의 잡음강도차 (단위 dBu)

주파수 (MHz)	상공지대	주택지대	녹지대
50	4.8	3.8	1.5
100	2.5	3.2	2.0
200	2.2	1.9	0.6

표 3. 환경별 잡음강도차

(단위dBu)

주 파 수	상공 - 주택		상공 - 녹지		주택 - 녹지	
	L	S	L	S	L	S
50 MHz	10.2	9.2	15.1	11.8	4.9	2.6
100 MHz	7.9	8.6	12.2	11.7	4.3	3.1
200 MHz	6.4	6.1	8.9	7.3	2.5	1.2

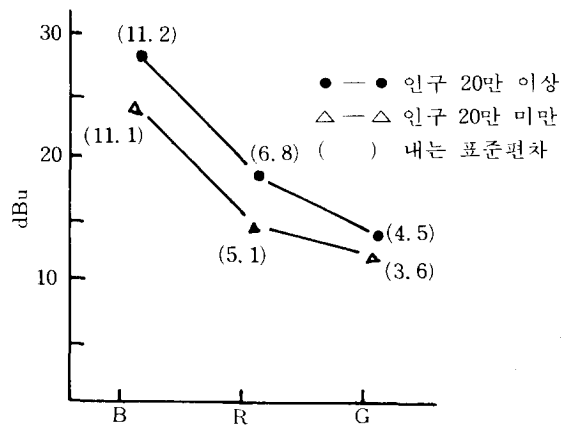


그림 2. 환경별 잡음강도 (50MHz)

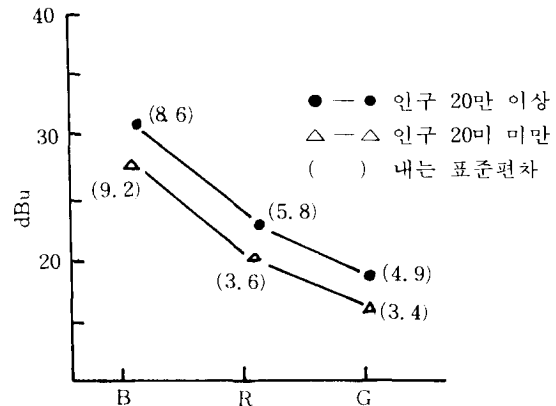


그림 3. 환경별 잡음강도 (100MHz)

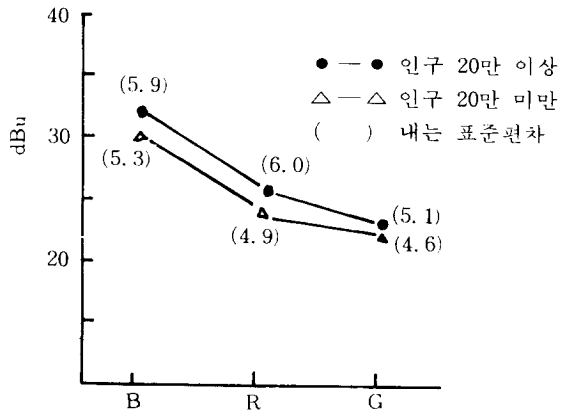


그림 4. 환경별 잡음강도 (200MHz)

6. 都市電波雜音의 分布 Model

都市電波雜音의 場所率 分布에 對한 히스토그램을 作成하여 보면 대체로 正規分布에 近似하므로 都市電波雜音의 場所率 分布가 確率密度函數

$$f(x) = (\delta\sqrt{2\pi})^{-1} \text{EXP} - \frac{1}{2} \frac{(x-\mu)^2}{\delta^2}$$

인 對數正規分布(log-Normal distribution)로 됨을 檢定하기 위하여 歪度를 計算하여 周波數別 環境別로 比較하여 보면 표 4와 같다. 歪度(skewness)는 歪度數分系에서 平均値를 中心으로 左右對稱인 것을 標準으로 할때 分布가 左 또는 右로 어느 程度 치우쳐 있는가를 나타내는 값으로서

$$SK = \frac{m_3}{S^3} \text{ 또는 } \frac{3(Ma - Me)}{S}$$

로 정의된다. 여기에서

S는 標準偏差

Ma는 平均値

Me는 中央値

m_3 는 3次 모멘트*

이다. 歪度는 그 값이 0에 가까울 수록 正規分布에 近似하며 그 값이 1 이상이 되면 正規分布로 보기가 곤란하다. 표 4의 人口 20萬 以上에서는 歪도가 모두 1 以下이며 人口 20萬 未滿에서는 標本數가 적기 때문에 (22개 sample) 50MHz와 100MHz 주택지대에서 그 값이 1을 넘지만 (이 결과는 X% 檢定結果와도 一致한다.) 正規分布 確率紙(그림 5~

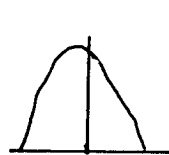
그림 10)에 理論値와 實測値를 比較하여보면 確率50% 以下에서는 거의 一致하고 있고 또한 標本數 30 以上이면 中心極限의 定理에 의하여 正規分布로 될 것이 예상되므로 全体的으로는 對數正規分布로 보아도 무난하다고 思料된다.

한편 環境別로 比較하여 보면 住宅地帶의 歪도가 높게 나타나는데 그 原因은 住宅地帶의 雜音強度는 대체로 市內中心街의 住宅地域인가, 市外廓의 住宅地域 인가에 따라 雜音強度가 兩分 되기 때문이라고 思料된다.

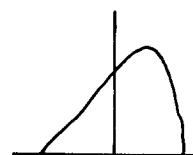
표 4. 왜도의 비교

주파수 (MHz)	환경별	표 본 수				왜 도	
		인구수 20만이상	인구수 20만미만	인구수 20만이상	인구수 20만미만	인구수 20만이상	인구수 20만미만
50	B	84	26	0.45	0.78		
	R	61	22	0.66	1.59		
	G	33	15	0.40	0.92		
100	B	72	26	0.28	0.59		
	R	61	22	0.99	1.00		
	G	33	15	-0.24	0.53		
200	B	84	26	0.05	0.51		
	R	61	22	0.10	-0.12		
	G	33	15	-0.47	-0.91		

* 왜도의 값이 부(-)값으로 되는것은 분포가 우로 치우침을 나타낸다.



왜도 > 0



왜도 < 0

* 1. Moment (積率)

平均値와의 差의 K乘의 平均値를 平均値에 對한 K次 Moment라고 한다.

즉, 平均値에 對한 1次 Moment

$$m1 = \sum ni \cdot xi / N = 0$$

2次 moment

$$m2 = \sum ni \cdot xi^2 / N = \sigma^2$$

3次 moment

$$m_3 = \sum n_i \cdot x_i^3 / N = (\delta, sk)^3$$

여기에서 δ : 標準偏差 sk : 歪度

n_i : 度数 x_i : $(X_i - \bar{x})$ 이다.

7. 環境別 雜音強度의 尖度

度数分布曲線에서 頂上部(peak)의 平坦性의 程度를 數量的으로 나타내는 값 즉, 變量值의 度数가 平均值를 中心으로 集中의인가 分散의인가를 나타내는 값으로서 尖度가 있으며,

$$\text{尖度 } \beta = m_4 / S^4$$

로 정의된다. 여기에서

$$m_4 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^4 \cdot n_i$$

m_4 는 4次 Moment로서 n : 標本數, x_i : 變量, \bar{x} : 平均, n_i : 度数 이다.

正規分布曲線에서는 $\beta = 3$ 이며, β 가 3보다 클때를 leptokurtosis, β 가 3보다 작을때를 platykurtosis 라고한다.

1978~1982년 사이에 調査한 都市電波雜音의 尖度는 표 5와 같다. 이 표에서 알수있는것 처럼 대체로 商工, 住宅, 綠地帶의 順으로 이 값이 커지고 있는바, 이는 商工보다는 住宅, 住宅보다는 綠地帶의 雜音強度가 平均值에 集中되어 있음을 나타낸다.

표 5. 첨도비교

주파수	환경별	첨도	
		인구 20만이상	인구 20만미만
50MHz	B	3.42	2.03
	R	3.32	2.31
	G	4.50	4.34
100MHz	B	2.44	2.33
	R	3.96	3.07
	G	3.72	3.39
200MHz	B	2.64	4.02
	R	5.21	3.47
	G	3.58	4.53

8. 場所率 分布

都市電波雜音은 場所와 時刻에 따라, 그 強度가

大幅으로 變化하기 때문에 測定對象都市內에서 測定地點을 Random으로 抽出하여 調査하고 있다. 이들 場所率에 따른 雜音強度分布는 6章에서 記述한 바와같이 對數正規分布로 볼수 있으므로 그 理論值를 구하여 實測値와 比較하여 周波數別, 都市規模別로 그림5~그림10에 나타낸다(1978~1982년도 調査資料에 의함). 이 그림에서 세로축은 雜音強度[dB($\mu V/m$)]로서, Q_p 치, 시간율5%치, 대역폭 120KHz의 값이며, 가로축은 세로축의 값을 超過하는 場所率이다.

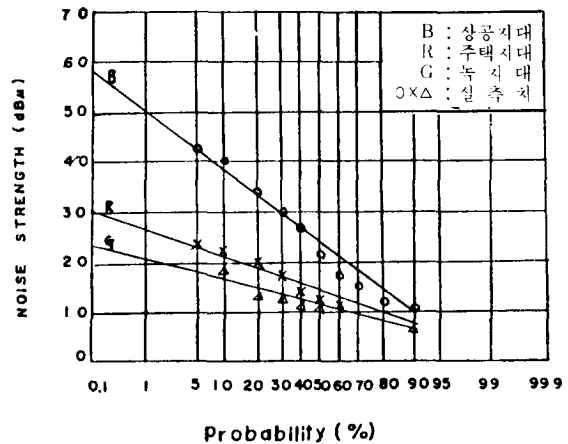


그림 5. 장소율 분포 (인구20만이하 50MHz)

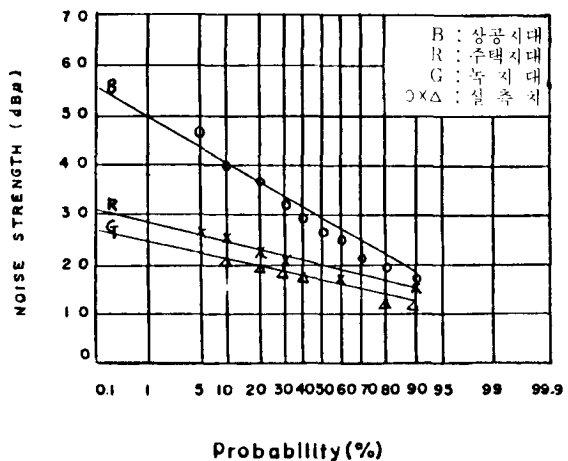


그림 6. 장소율 분포 (인구20만이하 100MHz)

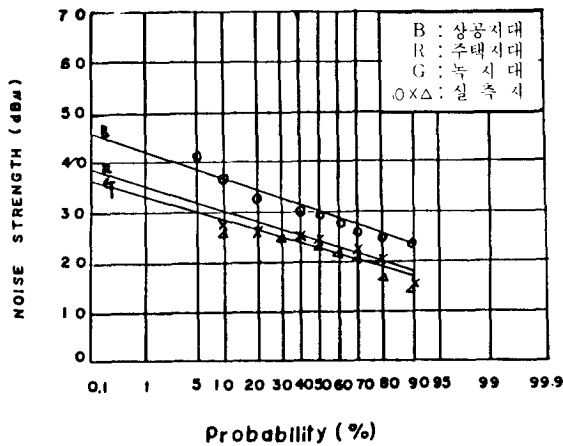


그림 7. 장소율분포 (인구20만이하 200MHz)

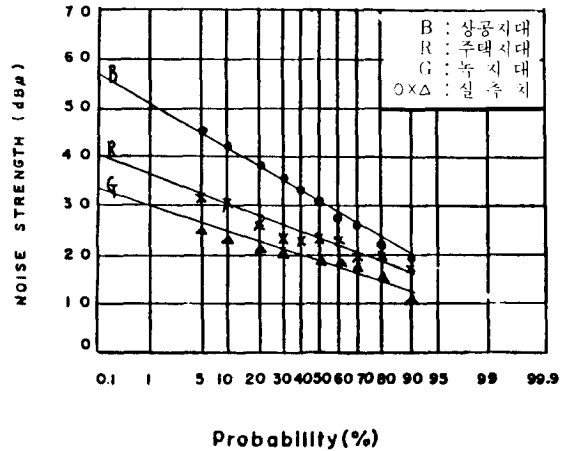


그림 9. 장소율분포 (인구20만이상 100MHz)

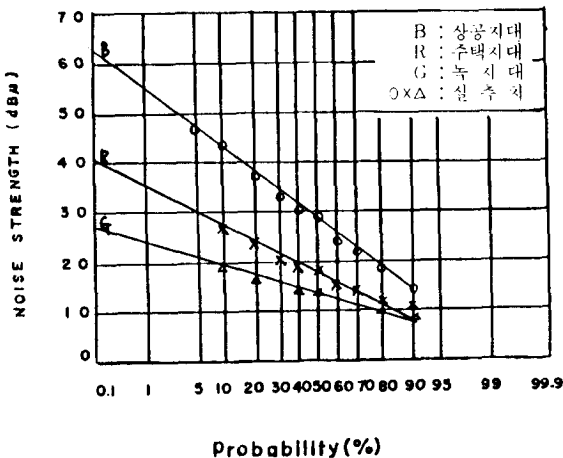


그림 8. 장소율분포 (인구20만이상 50MHz)

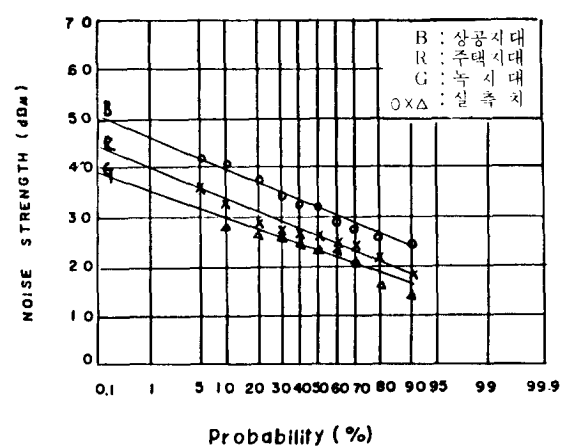


그림10. 장소율분포 (인구20만이상 200MHz)

9. 結論

1. VHF帶의 都市電波雜音은 人口數 10萬~100萬 사이에서 그 增加率은 5.5dB/decade이다.

2. VHF帶의 都市電波雜音은 交通量이 많은 市中心地域에서 가장 높게 나타나며 100MHz에서 綠地帶 보다 12dB程度 높다.

3. 우리나라 全体 都市의 平均 電波雜音 레벨은 100MHzQP치로서 人口 20萬 以上 都市의 경우, 商工地帶 31dB, 住宅地帶 23dB, 綠地帶 19dB (綠地帶의 境遇는 大部分 Set Noise로 限定된다.) 이고, 人口 20萬 未滿 都市에서는 이보다 2~3dB 낮다.

4. 都市電波雜音의 標準偏差는 商工地帶에서 最大로 나타나며, 50MHz에서 11dB, 100MHz에서 9

dB, 200MHz에서 6dB도 周波数 上乘에 따라 減少 된다.

5. 都市電波雜音의 理論的 Model은 標本数 30個 以上인 境遇 对数正規分布로 볼수있다.

6. 都市人口數와 雜音強度의 相關係數 $r=0.67$ 이며 直線回歸方程式은 $y'=17.4+5.514x$ 로 나타 낼수 있다.

7. 都市電波雜音은 都市規模보다는 地域的 環境의 影響을 크게 받는다.

참고문헌

1. 전파연구보고서 1978-1982
2. 統計學 在藤輝実著 評論社
3. 近代統計入門 西田俊夫著 中央經濟社
4. OT Report
US Department of Commerce/office
of Telecommunication.
5. 都市雜音의 経年変化に 関する 調査
日本電波 監理局 技術調査報告 第290号
6. Random Data : Analysis and Measurement
Procedures
Julius. s Bendat
Allan. G Piersol
Wiley - interscience, 1971.