

# DTV 채널배치 계획

1999. 6. 10.

한국전자통신연구원  
무선방송기술연구소 전파자원연구팀

이 형 수

(042-860-5625: hsulee@etri.re.kr)

# TV 채널 사용 현황

## ○ 현 NTSC 채널 대역

LOW VHF	LOW VHF	FM	HIGH VHF	UHF
CH 2 통신	CH 5~ CH 6		CH 7~ CH 13 통신	CH 14 ~ CH 60 CH 14 ~ 18

54MHz 72MHz 76MHz 88MHz 174MHz 216MHz 470MHz 500MHz 752MHz

- 채널 2번은 한국군과 미군이 서울 이북에서 사용중
- 채널 8, 10번은 Jamming용
- 14~18번(5개 채널)은 군에서 사용

\* DTV 채널 대역 : 기존 NTSC 채널 2~60을 같이 사용

# 기지국 및 채널 사용 분석

‘98.9. 현재

종류 지역	기간국		간이국		계	
	중계소	채널	중계소	채널	중계소	채널
서울·경기	4	15	34	104	38	119
강원	7	26	48	159	55	185
충북	3	9	36	95	39	104
대전·충남	4	16	22	51	26	67
전북	2	8	42	106	44	114
전남	5	12	65	197	70	209
대구·경북	4	17	43	120	47	137
부산·경남	6	22	60	199	66	221
제주	2	8	2	5	4	13
합계	37	133	352	1036	389	1169

○ 서울경기, 충북, 대전, 충남권 채널 배치 분석

- 동일채널 간섭 영역으로 기간국은 재사용 불가

- 전체 50개 채널( 타용도사용 9개를 제외)로 간이국, 기간국 총 290개 채널을 재사용 : 재사용율 6배

**ETRI**

# 각국의 채널 이용 비교

	한국	일본	미국	영국
기간국 채널수	137 국	169 국	1,752 국	236 국
중계(간이)국 채널수	1039 국	14,925 국	5,184 국	4,085 국
중계국채널수/기간국채널	7.57	88.3	3.0	17.3
국토 면적	9.9 만 $km^2$	37.8 만 $km^2$	963.3 만 $km^2$	24.2 만 $km^2$
1 채널당 커버 면적	84.2 $km^2$ /채널	25.4 $km^2$ / 채널	1202 $km^2$ / 채널	56.0 $km^2$ / 채널
인구수	4,600 만명	1.2 억명	2.5 억명	5,800 만명
채널수	59(50) 채널	62 채널	68 채널	63 채널
1 채널당 주파수폭	6MHz	6MHz	6MHz	8MHz

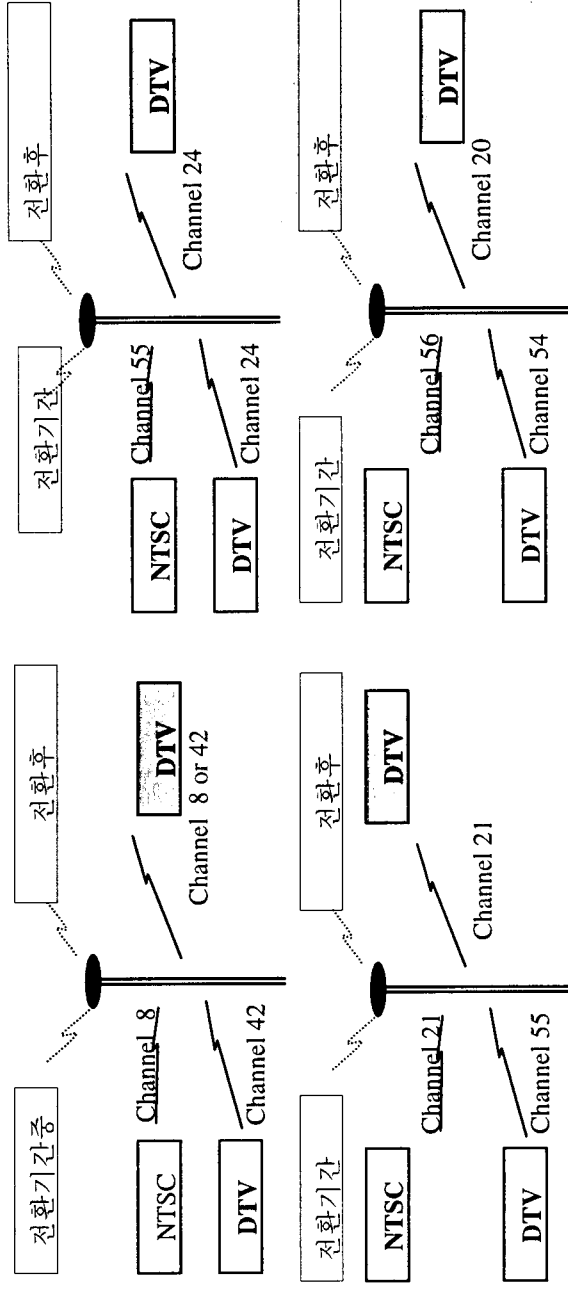
\* 최소 1개의 채널 변경시 8개이상의 간이국채널이 변경되어야 함

# 스펙트럼 집중대역

## γ 미국 FCC의 집중대역(Core Spectrum)

- '97년 : 7CH ~ 51CH(270MHz)
- '98년 2월(FCC98-24) 수정 : 2CH ~ 51CH(300MHz), 전파특성 측정후 재검토
  - 1단계 회수 : 60CH ~ 69CH(60MHz)
  - 2단계 회수 : 52CH ~ 59CH(48MHz)

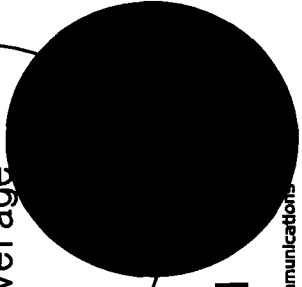
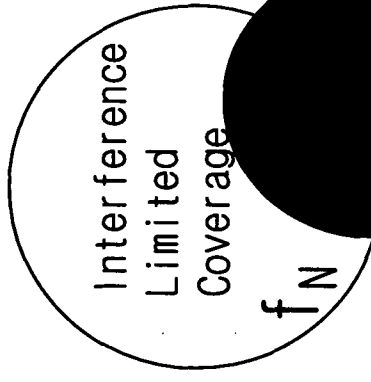
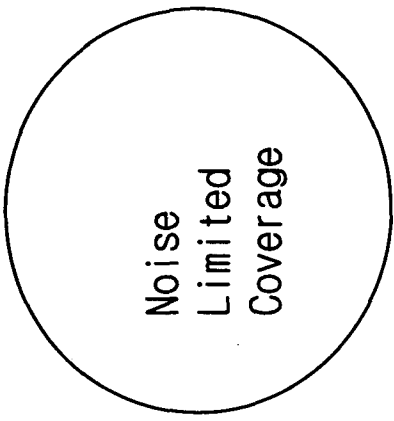
## γ 대처 방안



\* 국내는 재 검토할 필요가 있음

# 방송서비스 도달거리(수신범위)

- 수신신호( $P_r$ )
  - $ERP(=P_t + G_t - \text{Feeder\_Loss}) - L_0$
  - $ERP(\text{Effective Radiated Power}) = P_t + G_t - \text{Feeder\_Loss}$
  - $L_0$ (전파손실) :
    - $f$ (주파수),  $d$ (거리), 시간/장소율,  $L_d$ (회절) 에 의해 가변
- 평가기준
  - 수신잡음 한계레벨,  $N_L$  ( Noise Limit )
- 방송 서비스 구역
  - Noise Limited Coverage
  - Interference Limited Coverage



# 수신잡음 한계레벨 기준

○ 미국 FCC 기준

단위 : dBuV/m

	아날로그			디지털 (50, 90)	차이
	주요 도시 (90, 90)	A 등급 (70, 90)	B 등급 (50, 50)		
		74	68		
VHF	CH 2-6	74	68	28	Δ19
	CH 7-13	77	71	36	Δ20
UHF	CH 14-69	80	74	41	Δ23

\* 아날로그 B등급 기준을 디지털의 BER  $3 \times 10^{-4}$  기준으로 설정

○ 국내 NTSC 기준

- VHF : 고잡음 74dBuV/m, 중잡음 : 68dBuV/m, 저잡음 : 54dBuV/m
- UHF : 70dBuV/m

\* 차이점 검토

- UHF는 측정시 수신안테나높이의 차이( 미국 9m, 한국 4m)로 볼수 있음
- VHF는 미국기준과 유사하게 설정되어 있으나 일관성이 없음

# 수신잡음 한계레벨 내역 : FCC

설계 요인	변수	LOW VHF	High VHF	UHF	비고
기준 주파수(MHz)		69	194	615	
Dipole factor(dBu<-dBm)	Kd	-112	-121	-131*	ΔF보정
Thermal Noise(dBm)	Nt	106.2	106.2	106.2	
Antenna Gain(dB)	G	4	6	10	
Downlead Loss(dB)	L	1	2	4	RG-59
Noise Figure(dB)	Ns	10	10	7	한국내 제품 없음
Required C/N(dB)	C/N	15	15	15	
Field Strength(dBu)	FS	28	36	38.5/41 /43.1 *	Δ=4.6dB

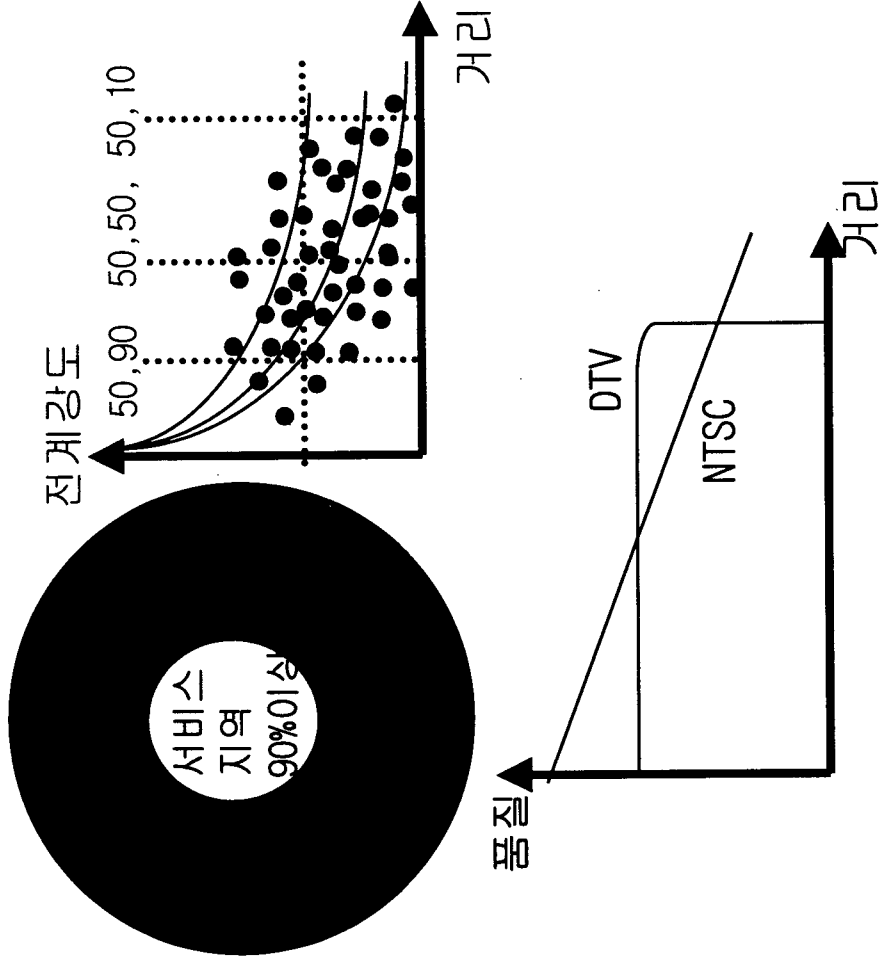
\* ΔF :  $20 \log[615 / (\text{채널의 중앙 주파수})]$

\*  $FS + Kd + G - L - Nt - Ns = C/N$  ( $41 - 131 + 10 - 4 - (-106) - 7 = 15$ )



# 예측모델의 시간율, 장소율

- 아날로그방송은 전파예측모델은 시간율, 장소율 50% (median) 값임
- 서비스 지역설계와 간섭계산시 시간율, 장소율을 역으로 적용
- 디지털방송은 시간율, 장소율 90% 적용 : 디지털신호의 Cliff Effect 반영
- 미국 FCC에서는 (50, 90) 율을 적용
- 50km 지역 이상의 (50, 50) 전파손실과 (50, 90) 전파손실의 차는 6-9dB



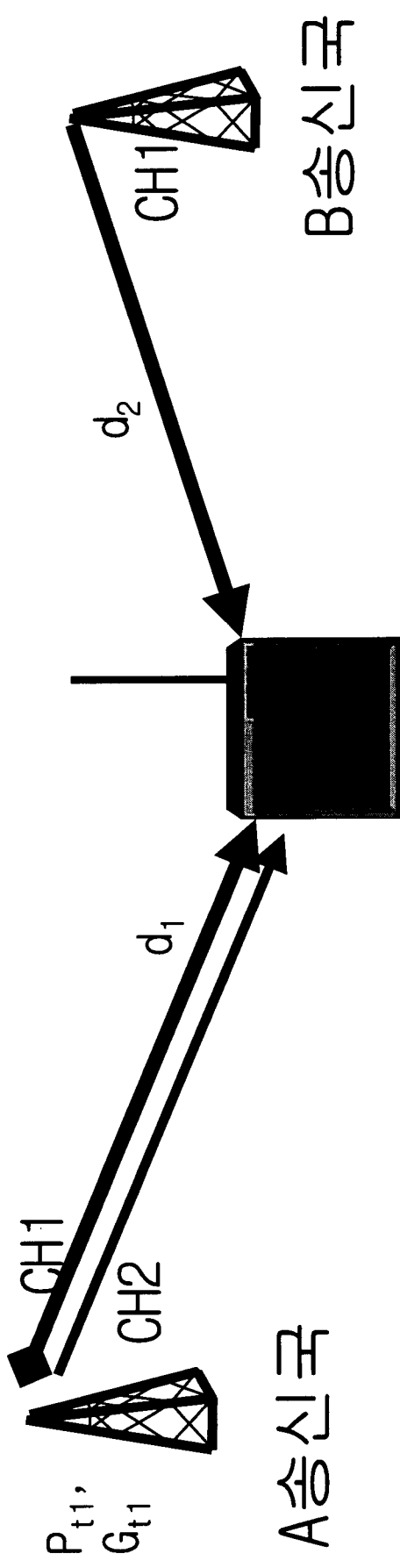
# 주파수와 출력의 관계

- 출력과 주파수 관계 :
  - 출력  $10\log(P_2 / P_1)$  , 주파수  $20\log(f_2 / f_1)$
  - 비슷한 Coverage를 갖는 주파수와 출력의 예

주파수		출력
VHF	CH 2-6(69MHz)	100
	CH 7-13(194MHz)	316
UHF	CH 14-69(615MHz)	5000

- NTSC 대 DTV 출력 관계
  - 전파손실의 시간율, 장소율 차이(50,90) : 거리에 따라 6-10dB가변
  - 회절손실 : 주파수의 함수이므로 주파수가 변경시 가변
  - 수신잡음한계레벨 설계기준의 차이없
- \* 동일 주파수에서 동일 coverage를 갖는 DTV 평균출력 : NTSC peak치보다 12dB절감

# 채널간 간섭 계산 : 보호비 기준



$$U1 = P_{t1} + G_{t1} - L(d_1) : A송신국의 인접채널 간섭신호$$

$$U2 = P_{t2} + G_{t2} - L(d_2) : B송신국의 동일채널 간섭신호$$

$$D = P_{t1} + G_{t1} - L(d_1) : A송신국의 원하는 신호$$

$$8 D/U \text{ 기준값} > D - (U1+U2)$$

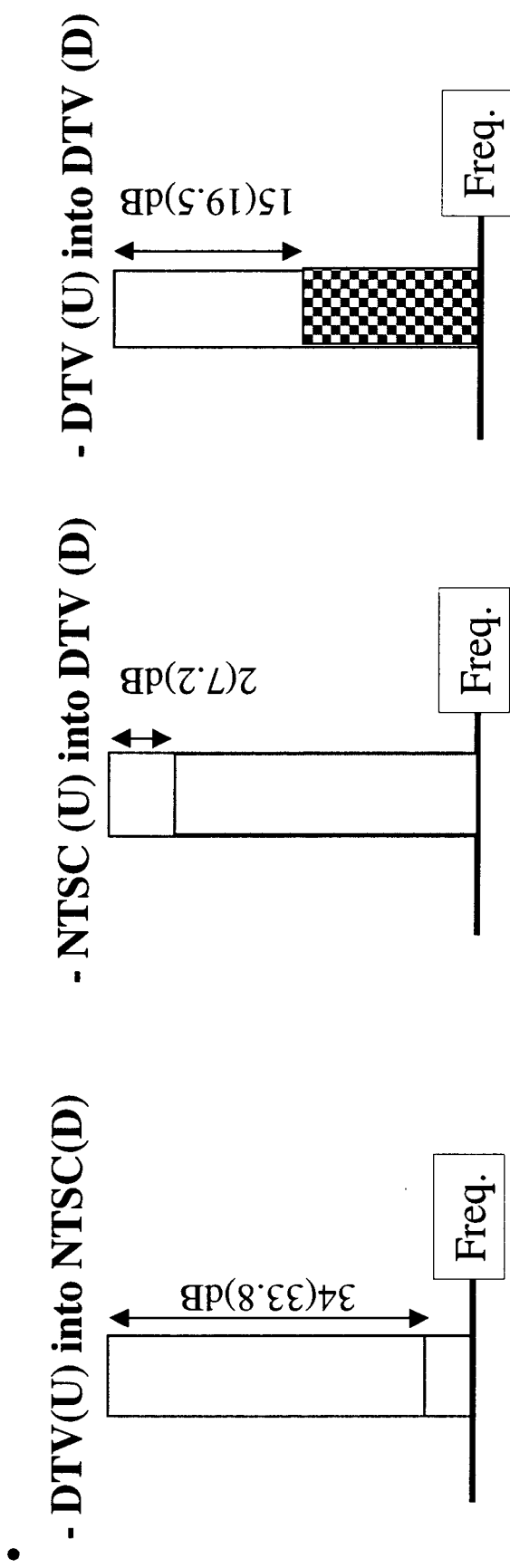
# DTV/NTSC 시스템간의 채널 보호비

(단위 : dB)

	캐나다	미국
Carrier to Noise Ratio	19.5	
C/N+1	16.5	15
Co-channel D/U Ratio		
DTV into NTSC	33.8	34
NTSC into DTV	7.2	2
DTV into DTV	19.5	15
Adjacent Channel D/U Ratio		
Lower DTV into NTSC	-16	-14
Upper DTV into NTSC	-12	-17
Lower NTSC into DTV	-48	-48
Upper NTSC into DTV	-49	-49
Lower DTV into DTV	-27.2	-28
Upper DTV into DTV	-27.2	-26

Taboo D/U Ratio, DTV into NTSC	캐나다	미국
N-2	-24	-24
N+2	-28	-28
N-3	-30	-30
N+3	-34	-34
N-4	-34	-34
N+4	-25	-25
N-7	-35	-35
N-8	-32	-32
N+8	-43	-43
N+14	-33	-33
N+15	-31	-31

## □ 동일 채널 보호비

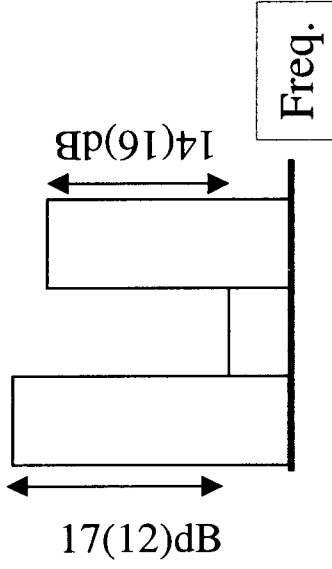


NTSC가 DTV보다 34dB이상 : DTV가 NTSC보다 2dB이상 : DTV(D)가 DTV(U)보다 15dB이상

- DTV 전계강도
- NTSC 전계강도
- ▣ 동일채널 간섭 DTV 전계강도

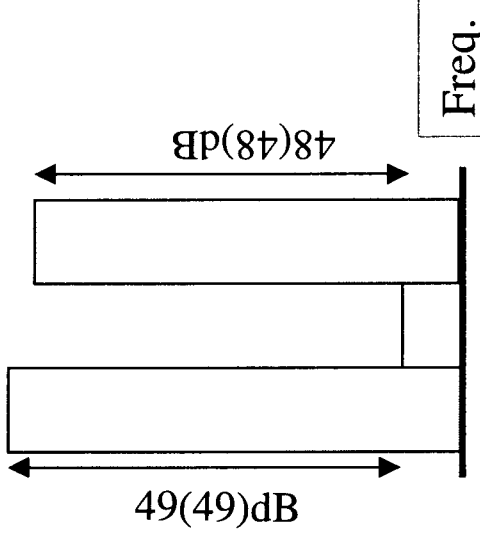
# 인접채널 보호비

- DTV(U) into NTSC(D)



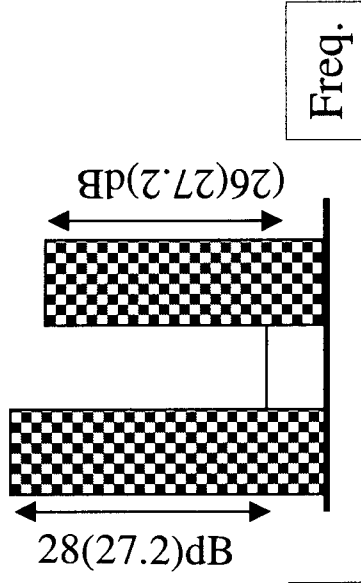
: NTSC보다 DTV(간섭신호)가 14/17dB 더 크더라도 견딜수 있음

- NTSC(U) into DTV(D)



: DTV보다 NTSC(간섭신호)가 48/49dB 더 크더라도 견딜수 있음

- DTV(U) into DTV(D)



: DTV(U)보다 DTV(간섭신호)가 28/26dB 더 크더라도 견딜수 있음

- DTV 전계강도
- 인접채널 DTV 전계강도
- NTSC 전계강도

# 미국 FCC 채널배치 처리 과정

< 거리에 따른 최적 채널 선정

< NTSC와 동일 Coverage 갖는 DTV 출력 산출

< 상세 전파도달 거리 계산 및 간섭계산

< 방송사의 의견 수렴 및 수정

# 채널 선정

## <기간 송신소별 가용 채널 선정

- ◆ 높이, 출력 고려 안함
  - ◆ 기간국간 이격거리로만 채널 선택
- < Simulated Annealing S/W 사용 : FCC 개발
- ◆ Cost 최대의 경우 할당, 없을때 Cost 변경
    - D→N동일 : 150km 이하이면 최악
    - D→NTSC인접채널 간섭 : 70km 이하이면 최악
    - D→D인접 : 50km 이내 까지가 최적
    - D→D동일 : 170km 이하이면 최악



# FCC의 최적 거리 이격

채널 N에 대한 상대채널	N-8	N-7	N-5	N-4	N-3	N-2	N-1	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5	N+7	N+8	N+14	N+15
NTSC into NTSC	35	100	NC	NC	35	35	100	300	100	35	35	35	NC	100	35	100	125
DTV into NTSC	35	35	NC	35	35	35	100	300	100	35	35	35	NC	35	35	35	35
NTSC into DTV	25	25	NC	25	25	25	50	250	50	25	25	25	NC	25	25	25	25
DTV into DTV	25	25	NC	25	25	25	50	250	50	25	25	25	NC	25	25	25	25

# DTV 출력 산출

<NTSC와 동일 Coverage( Noise Limited Coverage) 갖는 DTV 출력 산출  
<NTSC와 DTV의 비교

- ◆ 출력 : NTSC는 Peak치, DTV는 평균치
- ◆ 시간율, 장소율 : NTSC는 (50,50), DTV는 (50, 90)
- ◆ 수신잡음 한계 기준치

<FCC 699 전파 예측 모델

- 유효송신안테나 높이 계산(HAAT) : 송신소 주변의 평균해발고도로부터 안테나중간까지의 높이
  - 평균지표면 : (45도 방위각별 2mile~16mile의 해발고도 + 철탑의 해발고도)/73
- 8개 방위각 중 최대반경 선정
- 채널 변화에 따른 전파손실 계산 :  $f(50,50)$ ,  $f(50,10)$ 을 이용하여  $f(50,90)$  도출

# 간섭계산 및 방송구역 비교

<상세 전파도달 거리 계산 및 간섭계산

- 지형정보를 고려한 전파가능지역 및 불능지역 분석
- 동일/인접/ **taboo** 채널 에 의한 간섭영역 분석
- **NTSC**와 **DTV** 방송 구역간의 비교 구역( **Matcing Area**)분석

< **Long ley-Rice** 전파 예측모델

- 컴퓨터와 지형정보를 이용한 전파 예측모델
  - . 미국의 지형을 반영
  - . **Interference Limited Coverage** 분석
  - . 동일채널, 인접채널/**taboo**간 **NTSC**와 선정된 **DTV**채널간 **D/U**계산 및 간섭 계산

# 미국 NTSC -> DTV 변환 분석

전체 기간국중 주파수 대역 변환 비율

구분	갯수	비율
VHF -> UHF 변환	630	37.1 %
VHF -> VHF 변환	76	4.4 %
UHF -> UHF 변환	943	55.5 %
UHF -> VHF 변환	49	2.90 %
전체	1698	100.00 %

최대출력 제한

구분	NTSC		DTV	
	최소값	최대값	최소값	최대값
VHF Low	0.1 ~ 10kW	100kW	1.0kW	10~45kW
VHF High	0.4 ~ 31.62kW	316kW	3.2kW	30~160kW
UHF	500kW	5MW	50kW	1MW

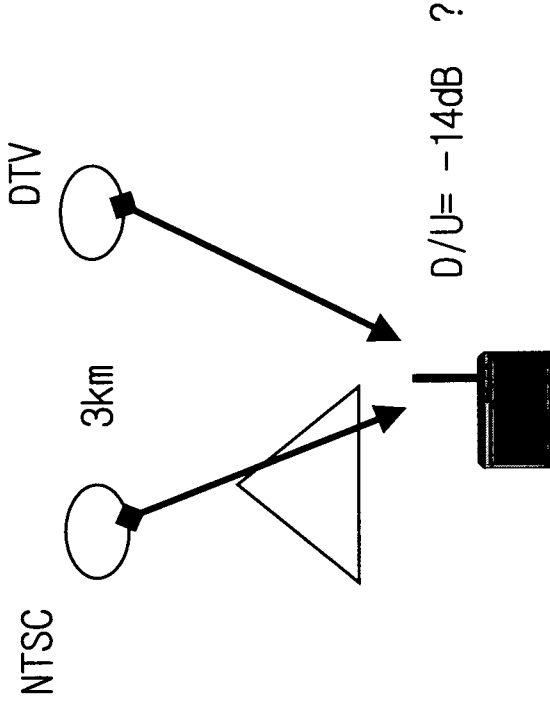
- 지역구분에 따라 최소값이 다른데, 예로 VHF Low 인 경우, Zone I 은 0.1, Zone II, III 는 10kW 임

# 동일 도시내 전환 분석

구 분	갯 수	비율
<b>NTSC-DTV</b> 인접채널 사용 (N-D = 1) (D-N = 1) (동일사이트)	331 (154) (177)	20.419 % (9.5003 %) (10.919 %) 
<b>NTSC-DTV 쌍중</b> 인접채널 사용 (다른 사이트간)	0	0 %
<b>DTV-DTV</b> 인접채널 사용 (동일사이트)	120 (16)	7.4028 % 0.987 %

# 동일 Site내 인접채널 배치 분석

- 안테나이득과 안테나패턴의 많은 차이가 나면 안됨
- NTSC 채널위에 DTV채널 배치시 정확한 주파수 offset이 요구됨
- DTV송신국들이 많은 출력 차이가 나면 안됨
- 송신 안테나 철탑이 가능한 같은 지역에 위치



# 국내 DTV 채널배치 전제조건

- 지역별 채널수 및 대역폭 : '97년 DTV 전환 추진위원회 보고서
  - 1개 채널 6MHz를 할당
  - 현재 사용중 각 방송사의 아날로그 채널 개수만큼 DTV 배정
  - 채널 집중대역 : UHF CH14-60, VHF CH2-13
- 방송서비스지역 및 수신 형태
  - 현 아날로그 방송 서비스구역과 동일한 방송구역 확보 : 출력 결정 고정 수신
- 송신국 특성
  - 설치장소, 해발고는 아날로그방송과 동일(새로 설치시 100m이내)
  - 각 방송사별 동일한 유효방사출력 (erp :출력 + 안테나이득 + feeder 손실)
- 채널배치 우선권
  - 가용 채널이 적으므로, 1차적으로 기간국 위주로 배치
  - 간이국의 배정이 어려울 때는 전환기간후 바로 디지털로 전환
- 채널배치 기술기준 : 미국 FCC기준(국내 현장 측정 완료후 변경 예정)
- \* 아날로그 채널 변경 및 신규 배정방안
  - 수도권, 충청권, 경남권은 추가 배정이 어려움 : 변경 및 신규 배정 중단 요청
  - 3개권 이외의 지역은 DTV서비스 개시후 배정 중단

# 국내 채널배치 처리 과정

## <가용채널 분석 : 경험적 간섭상황표 사용

- ◆ 미국과 같은 최적이격간격 방법으로 채널 선정을 할 수 없음

## <NTSC와 동일 Coverage 갖는 DTV 출력 산출

## <상세 전파도달 거리 계산 및 간섭계산

- ◆ 국내 환경 고려한 예측모델 사용 : 현장 측정값 비교 및 수정
- ◆ 동일채널간, 인접채널간, **taboo**채널간 **D/U**비 계산 및 간섭분석

## <방송사의 의견 수렴 및 수정

- ◆ '99.4월부터 방송사와 의견 수렴중



## 국내 DTV 방송채널 배치 결과

- 전국 기간국 사이트에 DTV 채널 추가
  - 2~3개 site에 일부 채널이 부족함
- 서비스영역의 차이 발생
  - Matching rate 약 10%
- 동일 사이트의 모든 방송사에 동일 erp만 제시
  - 출력, 안테나 형태는 제시 안함

# 국내 NTSC-DTV 출력 비교

구분	NTSC		DTV	
	최소값	최대값	최소값	최대값
VHF Low	3.72 kW	106.65 kW	1.0 kW	50 kW
VHF High	3.39 kW	500 kW	1.0 kW	160 kW
UHF	2.81 kW	807.46 kW	1.0 kW	1 MW

구분	LOW VHF (CH 2~6)		HIGH VHF (CH 7~13)		UHF (CH 14~60)	
	NTSC	DTV	NTSC	DTV	NTSC	DTV
총기간국 수	12	15	38	17	87	105
DTV ERP <= 1 kW	0	11	0	9	0	23
DTV ERP < 50 kW	7	4	17	8	15	56
DTV ERP < 100 kW	4	0	6	0	18	3
DTV ERP < 300 kW	1	0	13	0	31	4
DTV ERP < 500 kW	0	0	2	0	15	1
DTV ERP <= 1000 kW	0	0	0	0	8	16
평균 ERP	39.41	1.90	86.37	5.33	202.4	182.7

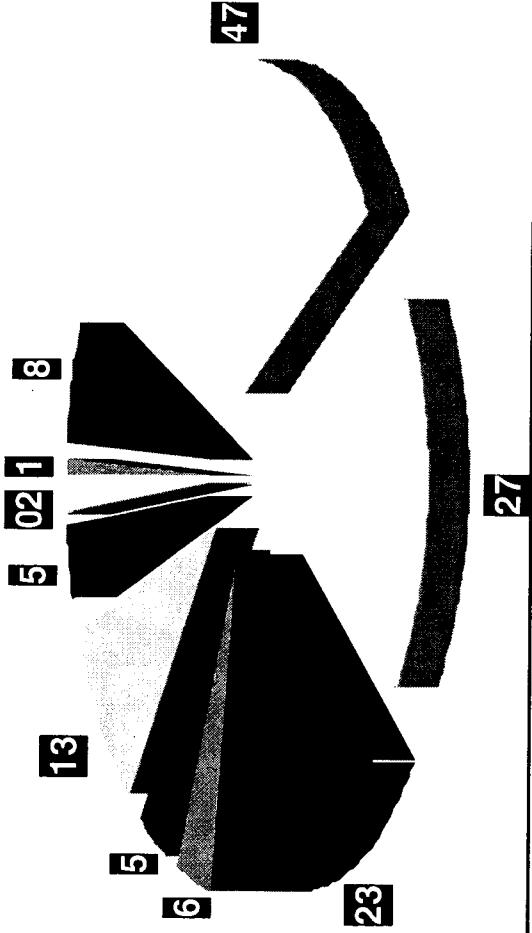
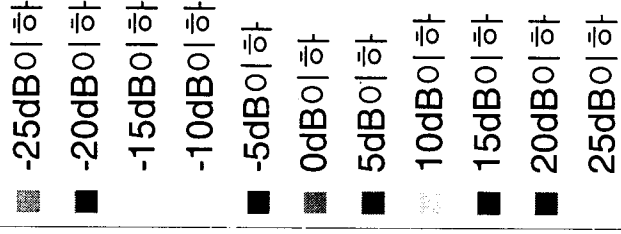
# 국내 DTV 채널 할당 출력 분포

- ERP기준
  - 최소 DTV 출력 : 1kW
  - 최대 DTV 출력 : 1000kW
  - 출력비 : DTV 평균출력 비(dB) / NTSC Peak출력

구 분	갯 수	비율	출력비 (평균)
VHF -> VHF 변환	27	19.7%	-10.34dB
VHF -> UHF 변환	23	16.8%	9.16dB
UHF -> VHF 변환	5	3.6%	-19.11dB
UHF -> UHF 변환	82	59.9%	-14.67dB
전체	137	100%	

# 국내 NTSC-DTV 출력 분석

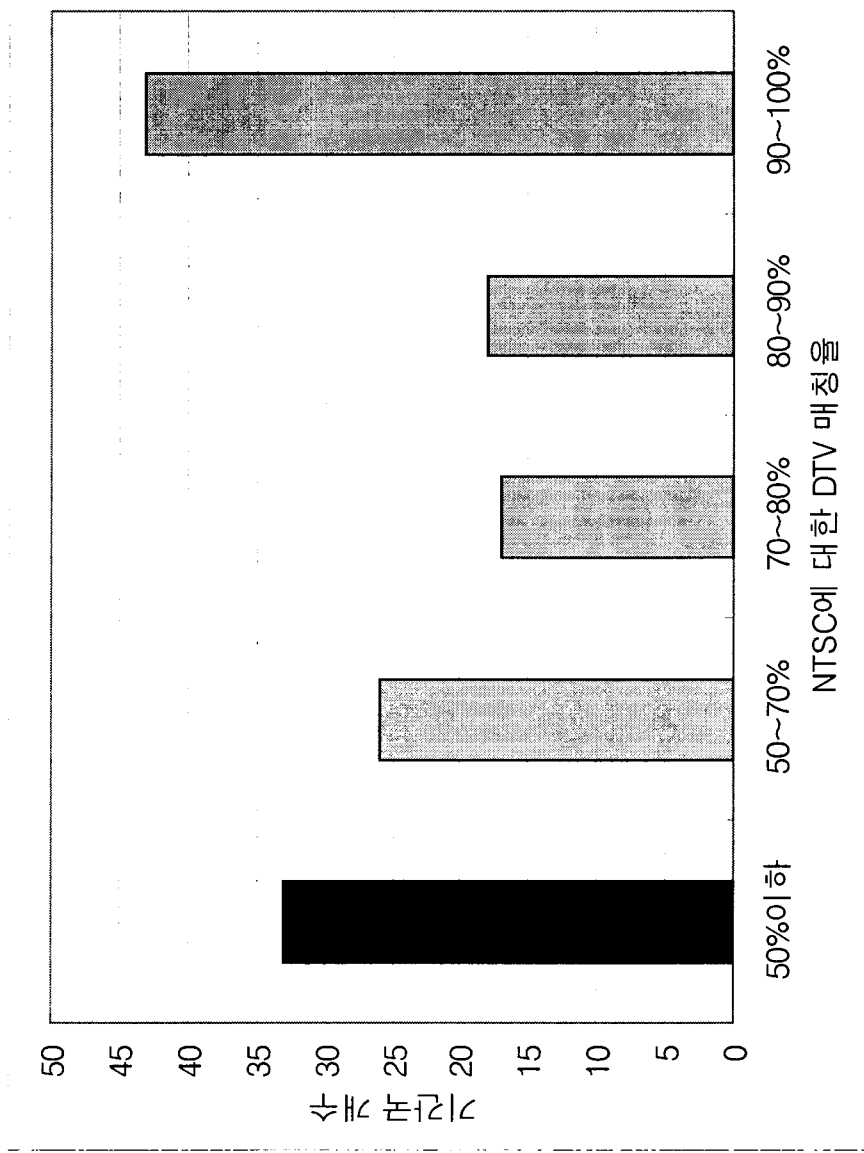
DTV 출력/NTSC 출력 (dB)



- 출력 감소 : 총 137개 기간국 중 112개
- 출력 증가 : 총 137개 기간국 중 25개

# NTSC와 DTV의 서비스 영역 비교

- NTSC 서비스 영역을 100으로 설정했을 경우 DTV 서비스 영역으로 커버할 수 있는 서비스 영역의 매칭율



\* 매칭율이 아주 낮은 채널은 바다이므로 매칭율에서 수정 요구

# 채널 배치 문제 해결 방안

- 1 방송 인접 채널의 주파수를 확보 : 61CH-69CH
  - 현재 고정, 이동업무로 분배되어 있음 : 분배변경은 주파수과와 협의
  - 할당은 무선마이크와 중계이동차에서 사용 : 방송사와 협의
  - \* 간이국 할당과 민방(SBS)의 추가 증설 문제에도 유리함
- 1 출력의 감소 및 송신소의 저지대화
  - 총청권과 수도권은 겹치는 영역이 많으므로, 출력을 최소로 유지
  - 낮은 지역의 송신소 위치로 전환
- 1 아날로그 수신지역의 간섭대책
  - DTV 이전 시기를 조기화, 간이국 채널의 변경
  - 안테나 패턴 조정
  - 동일 주파수중계기(On-Channel-Repeater) 이용
- 1 14번 인접채널(470MHz이하 대역)의 이동통신용 무전기의 간섭 보호
  - = 14번 필터특성강화, 인접 이동통신의 주파수재배치, 거리별 이격
- 1 전국적인 재배정
  - 1단계 : 수도권과 일부광역시만 배정
  - 2단계 : 아날로그방식 중단시 전체적인 재배치

# 향후 계획

## 1 측정에 의한 국내 DTV 기술기준의 확정

- Lab. 측정과 현장측정 결과치에 의한 정확한 기준 산출
- 전파예측/간섭 모델의 보정

## 1 기간국 채널배치안 작성

- 채널할당 Tool의 보완
- 채널배치 문제 해결 방안의 구체화
- 방송사와의 협의에 의한 기간국 배치안 작성 : '99년 12월

## 1 간이국 채널배치 연구

- 배치가 가능한 지역의 시뮬레이션
- On-Channel-Repeater의 측정 및 사용이 가능한 지역에 대한 분석

