

横田基地周辺航空機騒音の分布

(昭和43年度夏季・冬季調査結果)

今泉 信夫 高山 孝 菅野 菊江
斎藤 利次 望月 富雄

Aircraft Noise around Yokota Airport

Nobuo Imaizumi, Takashi Takayama, Kikue Kanno
Toshitsugu Saito and Tomio Mochizuki

1 はじめに

近年航空機の発達にともない、空港周辺の騒音公害の問題は、各地で社会問題化している。特に軍用基地については民間空港と異なり、一定のスケジュールもなく、昼夜をとわず発着が行われるので、周辺住民への影響は特にはげしいとされている。

本調査は、都内にある米軍基地のうち、ジェット機の離着のはげしい横田基地を対象とし、基地周辺の航空機騒音の公害の実状を把握するため、周辺地区において昼夜連続の測定をおこなったものである。この報告は、各測定点別に騒音ピーク値、70dB(A)以上の騒音レベル持続時間、日中、夜間の時間別ひん度等の統計処理をおこなった結果、および各測定点における騒音の評価と周辺地区の騒音分布についての考察を述べてたものである。

2 調査場所と調査期日

滑走路南北延長6 km、東西5 kmの範囲を対象地域とした。地図上に、滑走路の南北両端をそれぞれ基点とする $90^\circ/4$ (22.5°)の放射線と同点を中心とした1 kmおきの同心円との交点を取り、左右滑走路に平行な範囲では1 km間隔の平行線を引きこの中より測定点が均等に分布するよう別紙測定地点図のとおりそれぞれ延37地点を抽出した。

夏季調査にあたっては、滑走路南側に重点をおき、南側19カ所、東西側、北側はそれぞれ9カ所選定したが、町別にみると、昭島市8カ所、瑞穂町5カ所、村山町5

カ所、福生町4カ所、立川に3カ所、羽村町2カ所、秋多町2カ所、青梅市、日野市、入間市各1カ所である。

冬季調査では、滑走路北側に重点をおき北側に19カ所と測定点の半数を配置し、東西側南側は夏季調査の補充調査地点として選定した。町別にみると、瑞穂町10カ所、昭島市6カ所、入間市5カ所、青梅市4カ所、福生町3カ所、村山町3カ所、羽村町3カ所、秋多町2カ所、立川市1カ所である。

調査期間は、夏季調査が昭和43年9月9日から9月21日まで、冬季調査が昭和43年12月2日から12月14日までであるが、騒音レベル等の記録測定を行なったのはそれぞれ12日間である。

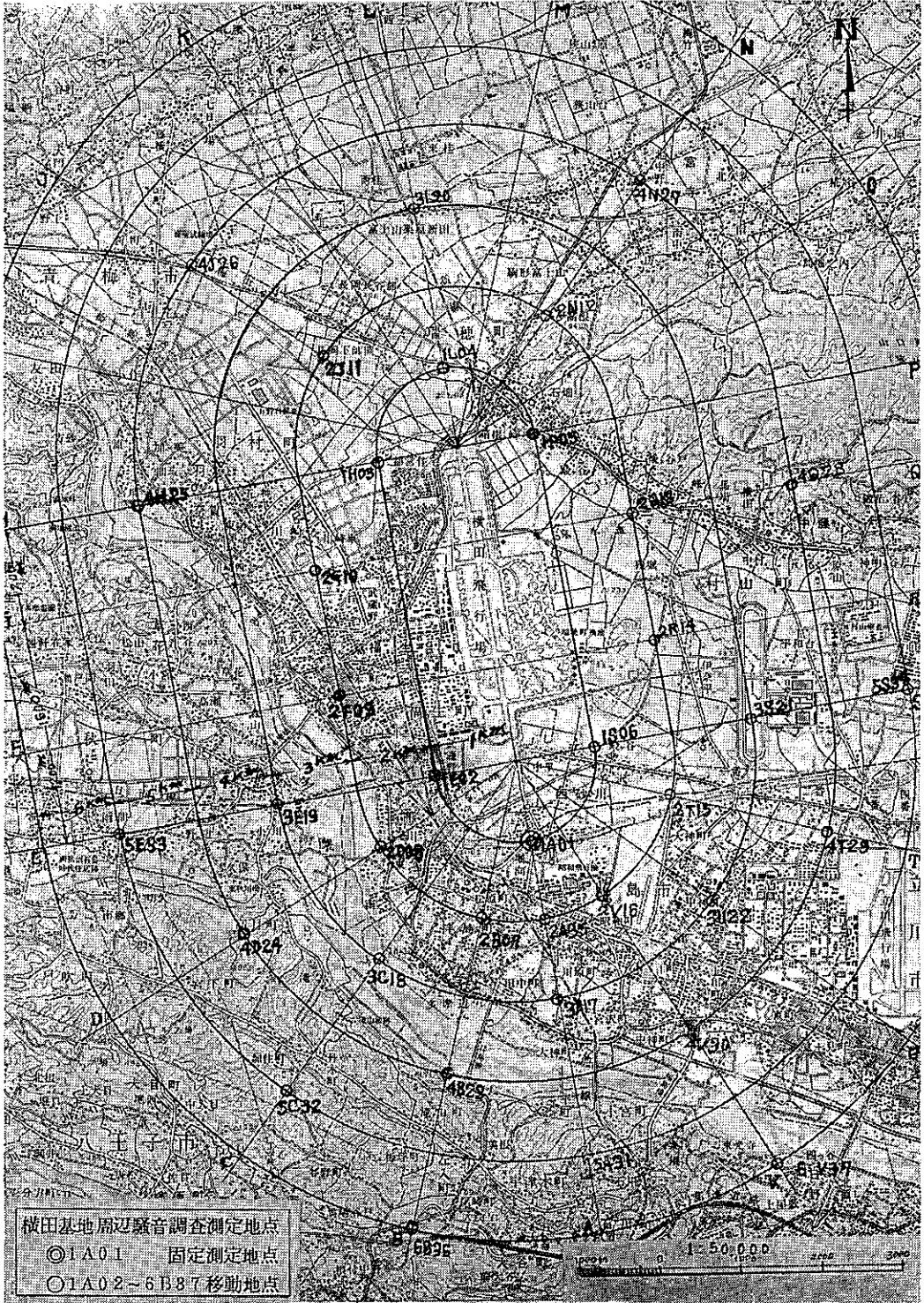
3 調査内容

両調査とも、測定は騒音計とレベルレコーダによる記録方式を主体としたので、これからよみとりうる次の(1)、(2)を主な測定項目とし、その他(3)以下の項目についても飛行状況気象条件を把握するため観測を行なった。

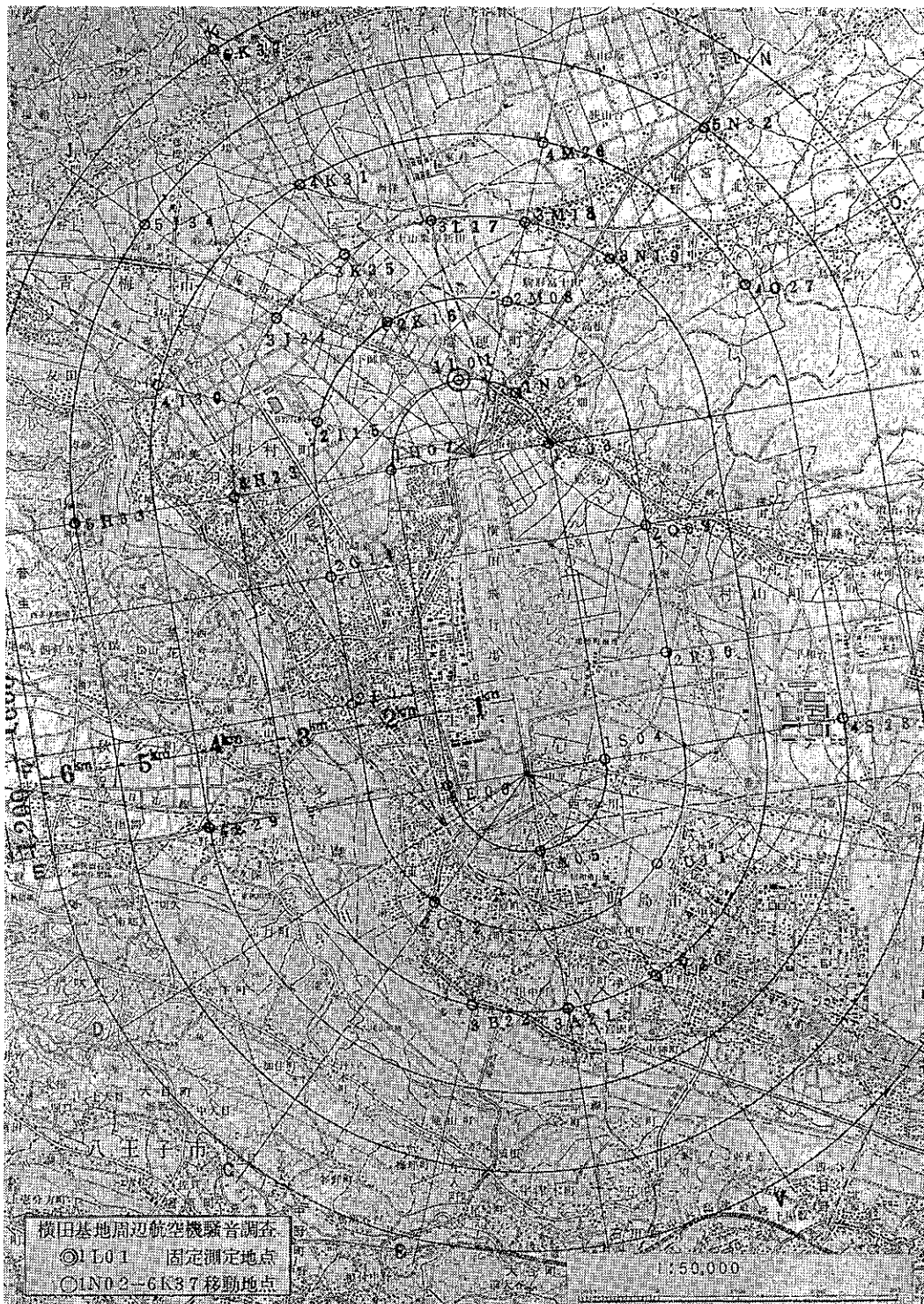
- (1) 騒音レベルピーク値
- (2) 70dB(A)以上騒音持続時間
- (3) 飛行時刻、機種、離着別、飛行方向、飛行高度
- (4) 風向、風速、温度、湿度、天候
- (5) 暗騒音
- (6) 航空機騒音の周波数特性

4 測定器械及び測定方法

4.1 測定器械



測定点配置図 (夏季調査)



測定点配置図 (冬季調査)

【今回の調査に使用した主な測定器は次のとおりである。

- (1) 指示騒音計（リオン製NA07型）
- (2) 高速レベルレコーダ（リオン製LR-01型）
- (3) 磁気録音器（NAGRA III型）
周波数分析器（リオン製SA52型）
- (4) 風向、風速計（服部製 KH式）
温度計（アスマン式）

4.2 測定方法

測定期間中、夏季調査は滑走路南側延長1km、冬季調査では北側延長1kmの固定点に連続して、その他の移動点には3日毎にマイクロホンに全天候マイクカバーを装着した騒音計とレベルレコーダを配置し、昼夜連続の記録を行なった。

固定点においては昼間のみ測定員を配置し、一機ごとに飛行状況の記録と毎時ごとに気象条件の観測を行ない、各測定点の暗騒音はそれぞれの巡回点検時にJ.I.S規格の測定法により中央値、90%レンジを求めた。

飛行高度、飛行コースの観測は、夏季調査では滑走路延長2.3km地点における高度をその西側450m、910mの2点における仰角から算出したが、一地点のみの高度ではコースの判定に不充分なので、冬季調査では滑走路北側延長1km、3km点の高度を同時観測することとした。

5 測定対象航空機

測定対象航空機を機種別にみると、C-141（4発ジェット輸送機）、F-4（双発ジェット戦闘爆撃機）が最も多く、KC-135（4発ジェット輸送機）、C-130（4発プロペラ輸送機）がこれにつぎ、その他B-727、B-707、DC-8（4発ジェット人員輸送機）、RB-57（双発ジェット爆撃機）、T-33（双発ジェット練習機）などが主なものである。

測定記録はほとんど横田基地離発着の航空機によるものであるが、一部立川基地に近い測定点にあっては立川基地離陸のプロペラ機なども含まれている。

6 測定結果

6.1 日別、時間別飛行ひん度と各測定点の比較（図

1～10）

6.1.1 日別飛行ひん度

固定点における1日の機数をみると、夏季調査では最高177機(9/18)、最低87機、平均136機であるが、冬季調査では最高が148機(12/4)、最低90機、平均126機とやや少なくなっている。曜日別にみると、土、日曜は週日の2/3程度に少なくなるが、それでも昼間だけでも50機程度の飛行がある。又雨天の日は晴天に比べやや少ない。

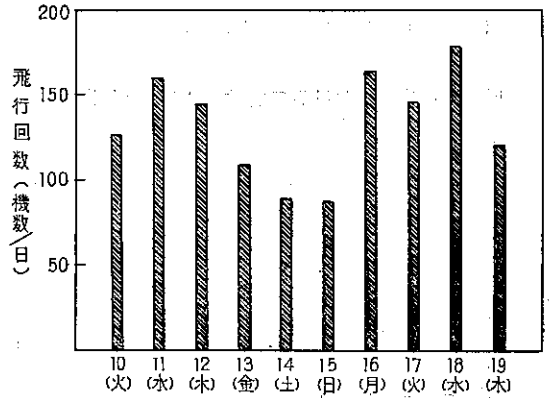


図1 固定点における日別飛行ひん度の比較
〔夏季調査〕

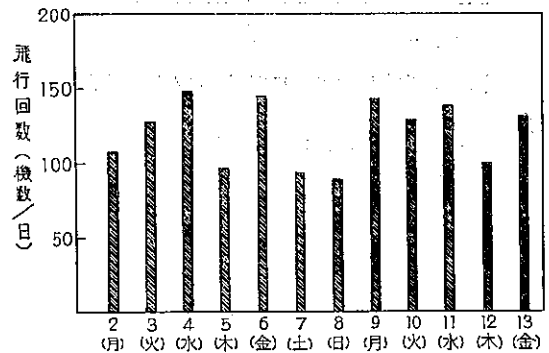


図2 固定点における日別飛行ひん度の比較
〔冬季調査〕

6.1.2 時間別ひん度

昼間を午前7時から午後7時まで、夜間を午後7時から翌朝午前7時までと区分して、昼夜別にみると昼間飛行ひん度の半数程度の夜間飛行ひん度が示されている。

時間別推移をみると、飛行回数の多いのは、夏季調査では正午から16時まで、冬季調査では、8時から正午までとなっており、期間中の離着状況の記録より、午前中

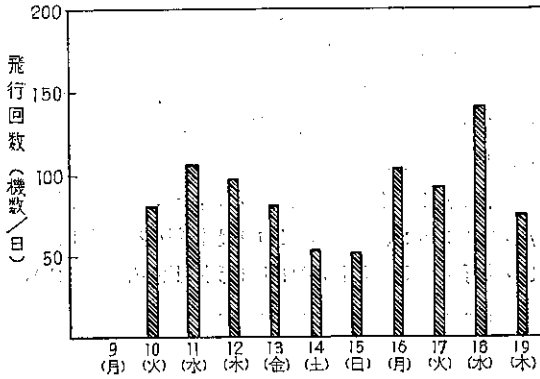


図3 固定点における日別飛行ひん度(昼間)
[夏季調査]

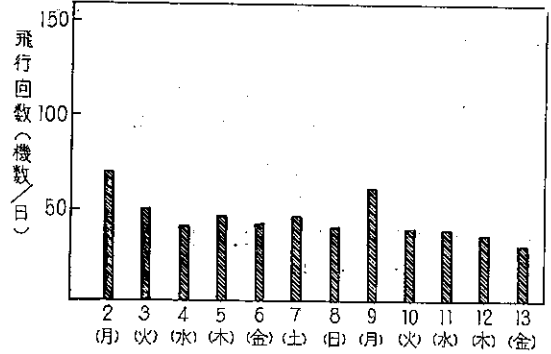


図6 固定点における日別飛行ひん度(夜間)
[冬季調査]

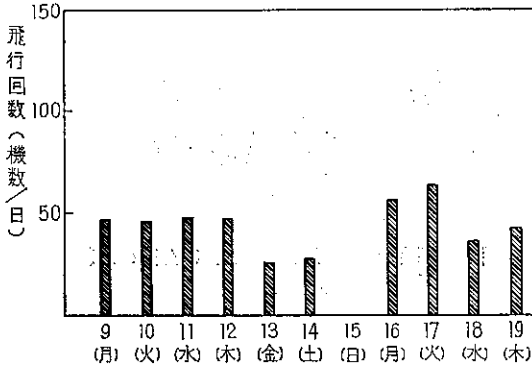


図4 固定点における日別飛行ひん度(夜間)
[夏季調査]

(注) 9日(昼間), 19日(夜間はデータ不完全)

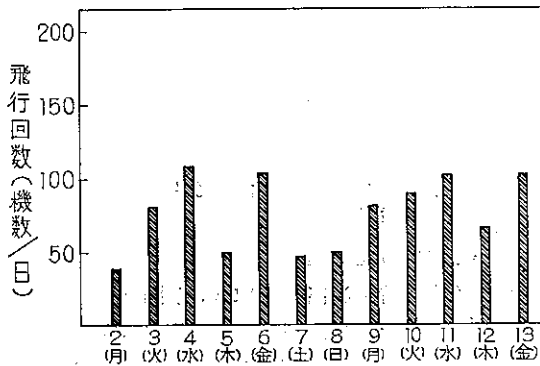


図5 固定点における日別飛行ひん度(昼間)
[冬季調査]

(注) 2日はデータ不完全

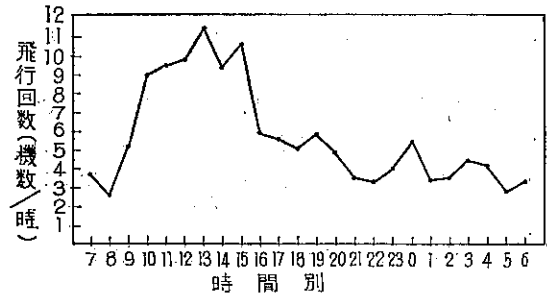


図7 固定点における時間別飛行ひん度の比較
[夏季調査] (12日間平均)

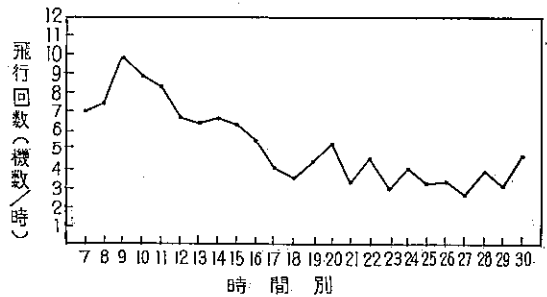


図8 固定点における時間別飛行ひん度の比較
[冬季調査] (12日間平均)

は離陸が多く、午後は着陸が多いものと考えられる。昼間多いときは1時間当たり10機程度の飛行があるが、深夜でも毎時3~4機の飛行音が記録されており、深夜における騒音の発生状況が分る。

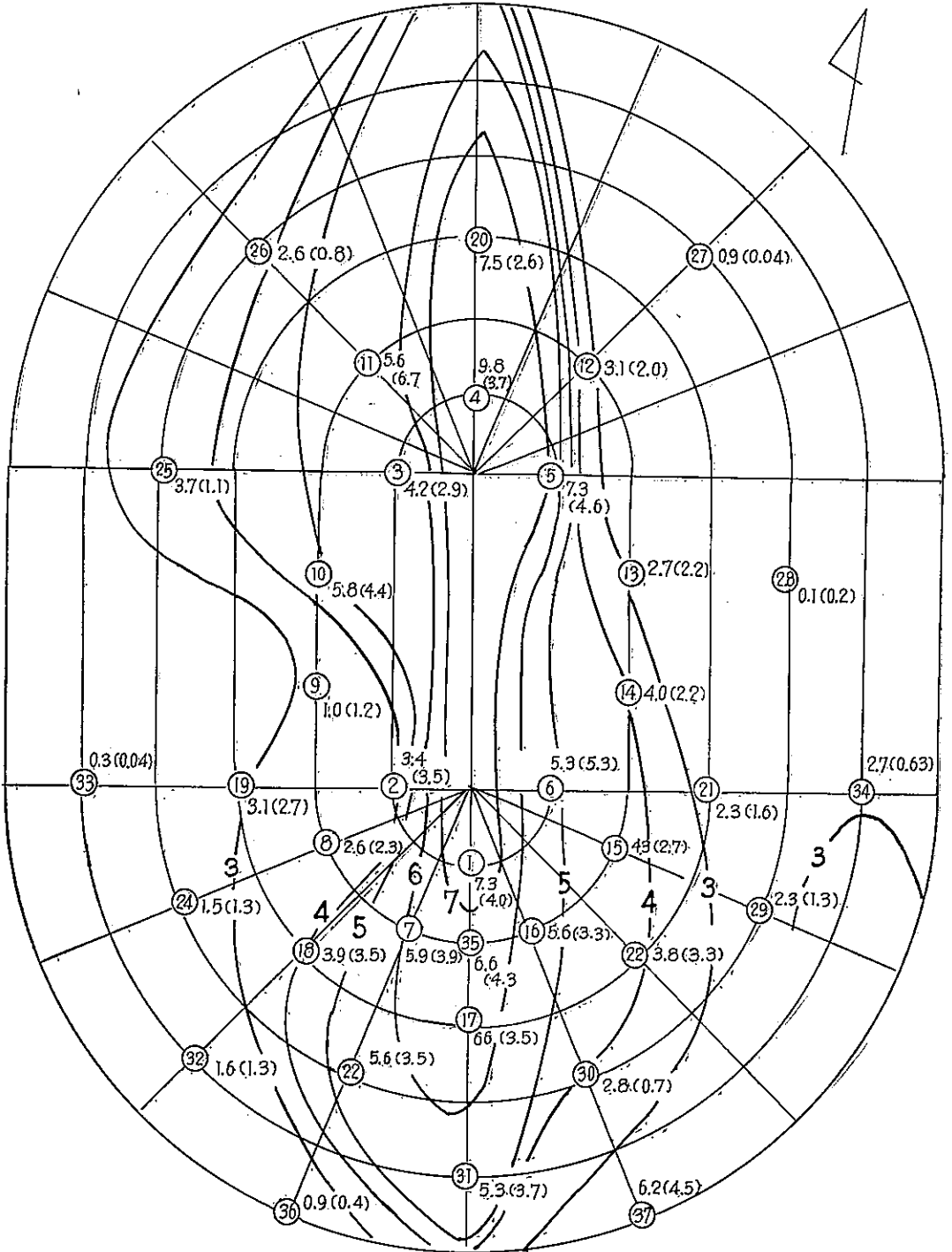


図9 横田基地周辺昼間飛行ひん度〔夏季調査〕

() は夜間 (1時間当り機数) (飛行ひん度は騒音レベルが60dB(A)をこえる機数にて示す)

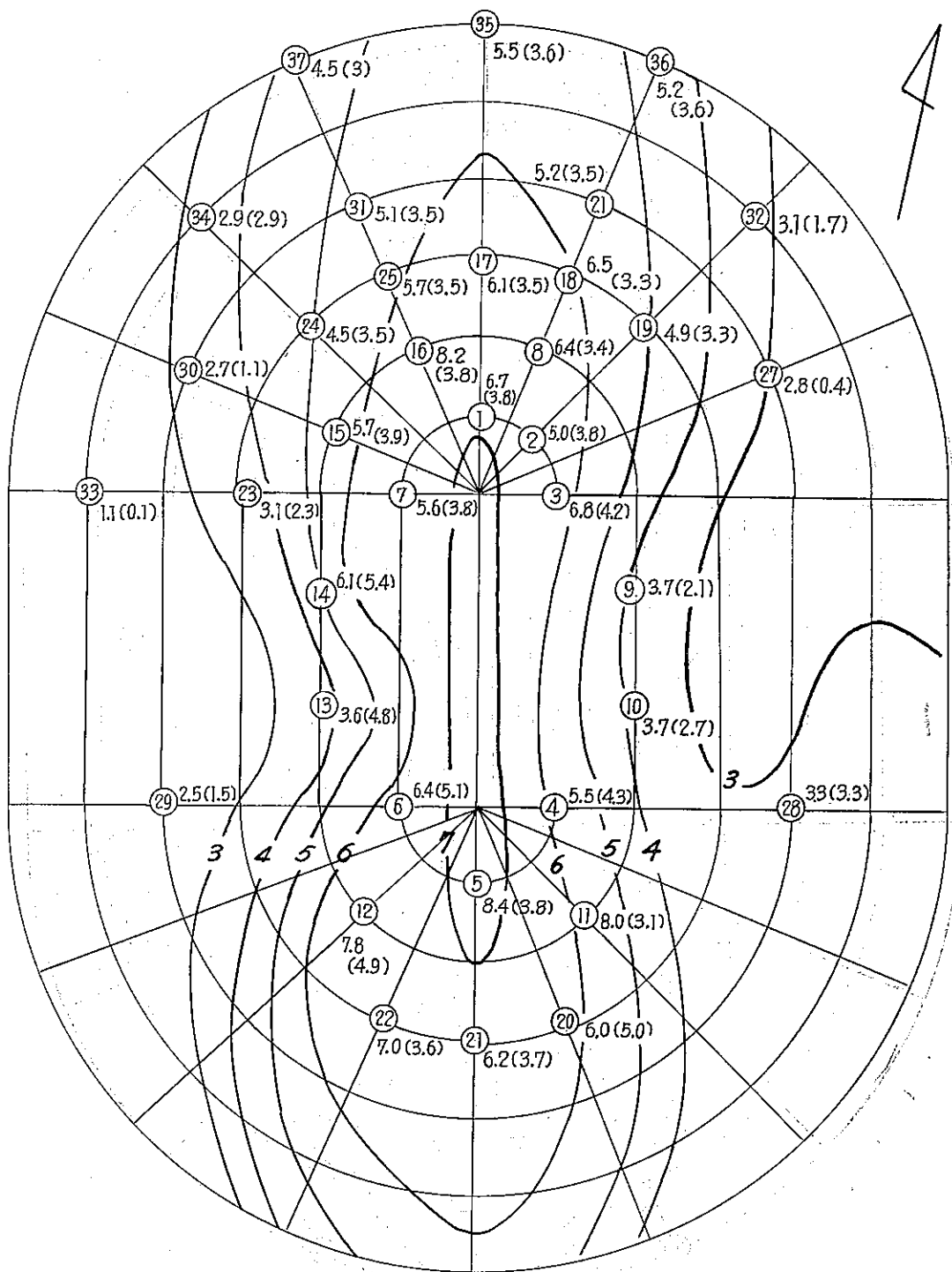


図10 横田基地周辺風間飛行ひん度 [冬季調査]

() は夜間 (60dB(A)をこえるものの1時当り機数)

各測定点別に飛行ひん度を比較すると、滑走路延長方向では3~4kmまでの範囲の飛行ひん度が昼間6~7機/時(夜間3~4機/時)に及び最も多く、東西側では飛行音の記録の多いのは1km地点までで2km以上になると昼間3~4機/時(夜間2~3機/時)と地点差が大きくなっている。

6.2 固定点における機種別騒音レベル(表1~2)

固定点における騒音レベル測定値を機種別に分類、各々の平均値(dBの平均)を求めてみると、離陸音ではF-4:110dB(A), DC-8, B-707:107dB(A), B-727:106dB(A), C-141:105dB(A), KC-135:99dB(A), RB-57:97dB(A), T-33:95dB(A)で、C-124, C-134のプロペラ機は90dB(A)とF-4に比べると20dBの差がある。(いずれも北側固定点測定値)着陸音は南側固定点の記録があるが、おおむねこれらより3~5dB低くなっている。

6.3 各測定における騒音ピーク値(図11~15)

各測定点における一機ごとの騒音ピーク値は70dB(A)から110dB(A)にわたりバラッキが大きいので、その度数分布図を図11のように作り中央値、90%レンジ上限値で代表させてみることにした。このピーク値の分布を昼間、夜間について実測値及びこれから推定した分布曲線で示すと図12~15のようになる。夏季、冬季調査とも南方着陸、北方離陸が主であったのでいずれもほぼ類似した傾向を示している。

北側離陸の騒音分布については測定点を多くとった冬季調査の結果からみると、着陸音に比し離陸音の影響距離、範囲の大きいことが分る、最も影響の大きいのは、滑走路延長方向の飛行コース直下で、昼間の中央値は北側1km点99dB(A)、3km点92dB(A)、6km点89dB(A)となっており、上限値はこれより約10dB高くなってい

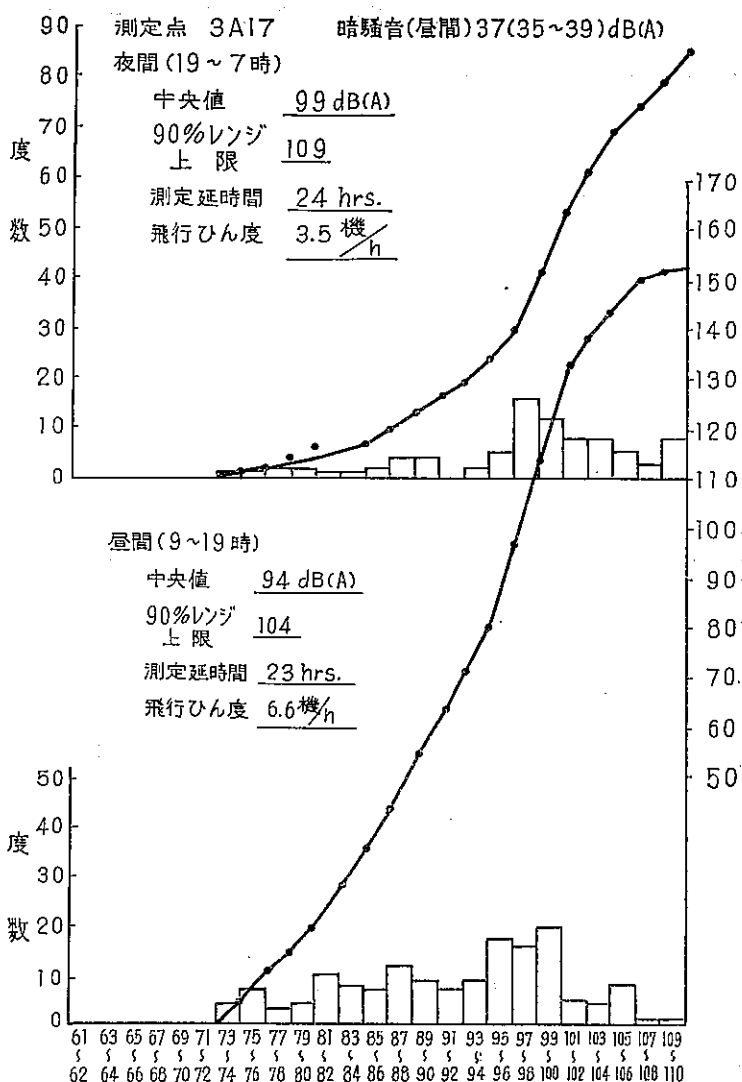


図11 横田基地周辺における航空機騒音ピーク値分布

る。同じ3km点でも22.5°斜方向となると82, 83dB(A), 45°斜方向では78, 79dB(A), 真横西側では70dB(A)と方向による差が大きい。これに対し反対の南側では3km地点は延長下90dB(A), 22.5°斜方向でも71, 73dB(A)と着陸音の影響範囲が狭くなっている。

表1 固定点における機種別騒音ピーク値の変動(夏季調査)

()は離陸

機種 騒音ピーク値 dB(A)	KC-135	C-141	B-727	T-33	B-707	F-4	DC-8	RB-57
71~72					(69~70) 1 (1)			1
73~74								
75~76				2	1			1 (1)
77~78								8 (4)
79~80								7 (3)
81~82				4	1 (1)			4
83~84				5		1	1	4
85~86		1	1 (1)	9				2
87~88		3	1 (1)	10				
89~90		1	2 (1)	10	1 (1)	4 (1)		1
91~92		1	2	3		2 (2)		
93~94		5	5 (1)	3 (2)		9 (1)	1 (1)	1
95~96		13	6 (1)	1 (1)		10	1	1
97~98		56 (4)	7 (3)		1 (1)	16	6	1
99~100		74(12)	2 (1)		5	10	14 (2)	2
101~102		20 (7)		1	2 (1)	11	7 (2)	2
103~104		6 (3)	1 (1)		14 (2)	6 (3)	7 (2)	1
105~106		1	2	1	17 (2)	7 (1)	1	
107~108					13 (1)	5		
109~110					3	4		
111~112								
113~114								
115~116								
117~118								
119~120								
計		181 (26)	29 (10)	49 (3)	59 (10)	85 (8)	39 (7)	36 (8)
平均 (dB 平均)		99 (101)	98 (98)	92 (95)	105 (103)	103 (101)	101 (102)	94 (78)

表2 固定点における機種別騒音ピーク値の変動(冬季調査)

()は着陸

機種 騒音ピーク値 dB(A)	F 4	C-130	C141	KC135	T-33	C-124	DC-8	RB-57	B-707	T-39	B-727
71~72		1									
73~74					1						
75~76	1	1						1			
77~78		2						2			
79~80	1	1			1	1		1			
81~82		15	1		2	1		5		1	
83~84		13	1			1		5			
85~86		11		3	1			4			
87~88	2	5	1			2		5			1
89~90	1	8		3			1	3		1	
91~92		2	(3)	10	6	5	1(2)				
93~94	4		(1)	9	12	1	1	1		2	
95~96	5	1	1	9	7			2	2	1	
97~98	3		10	11	3			1	1		
99~100	7(1)	2	30	22	3		3	2	4	4	
101~102	10(3)	1	35	9			5	2	1	2	1
103~104	13(1)		32	2			9	2	12	2	
105~106	20		16				8	1			1
107~108	22		2				5		5		
109~110	19		6				5		6		1
111~112	13		5				1		2		
113~114	11		1				1				
115~116	4										
117~118	1										
119~120	1										
計	138 (5)	63	141 (4)	78	36	11	40 (2)	37	33	13	4
平均 (dBの平均)	110	90	105	99	95	90	107	97	107	100	106

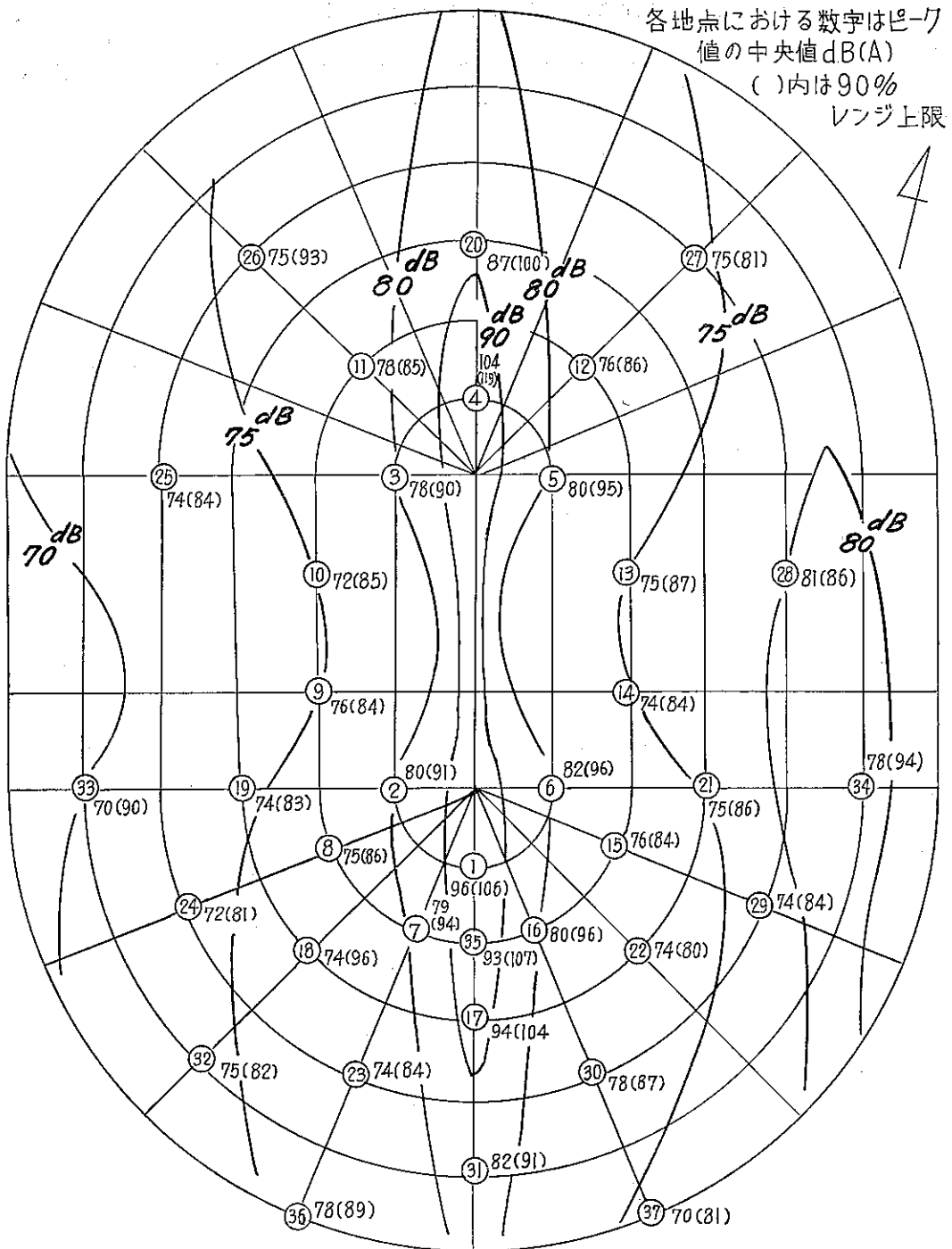


図12 横田基地周辺における航空機騒音ピーク値分布〔夏季調査〕昼間(7~19時)

各地点における数字は
ピーク値の中央値dB(A)
()内は90%
レンジ上限

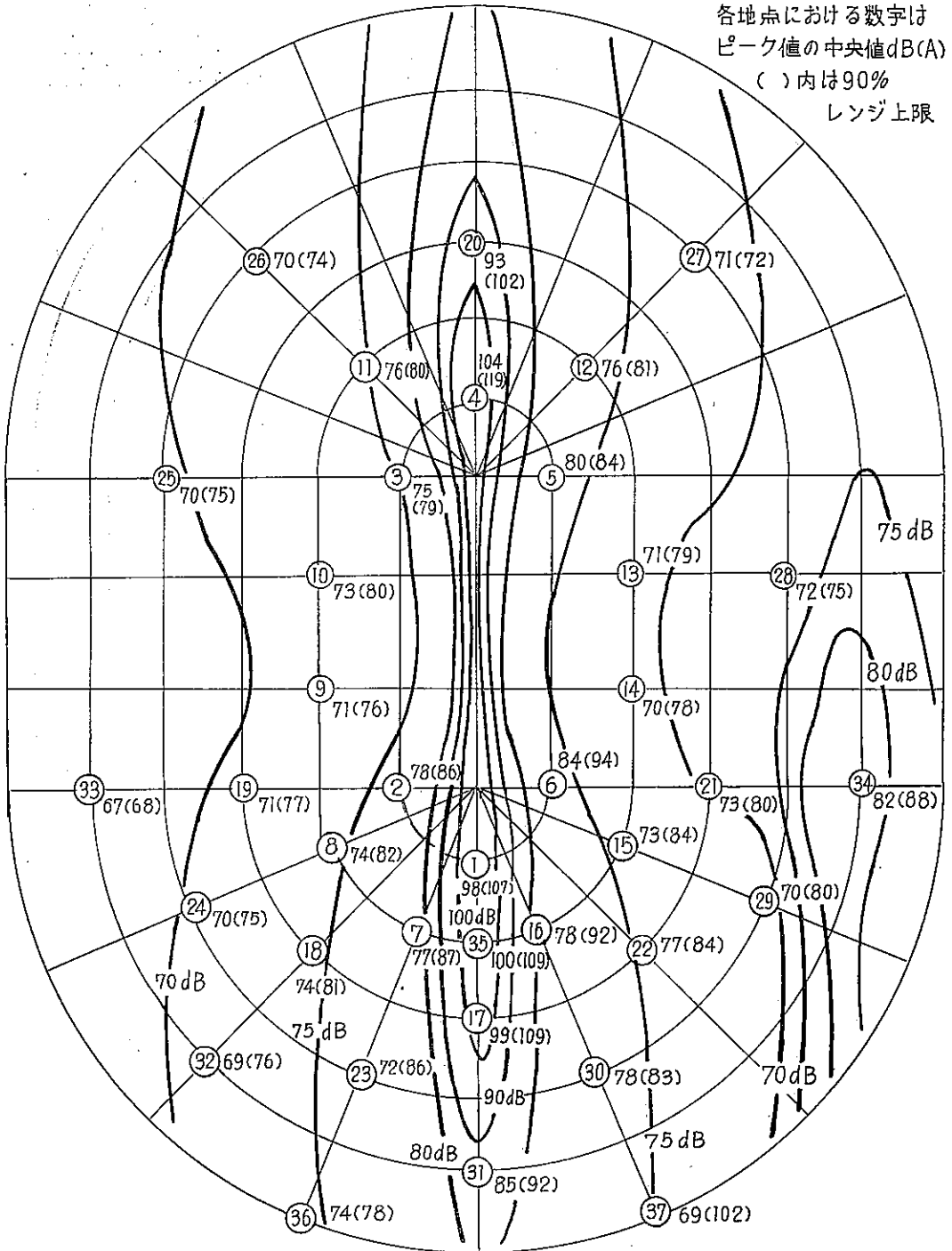


図13 横田基地周辺における航空機騒音ピーク値分布〔夏季調査〕夜間(19~7時)

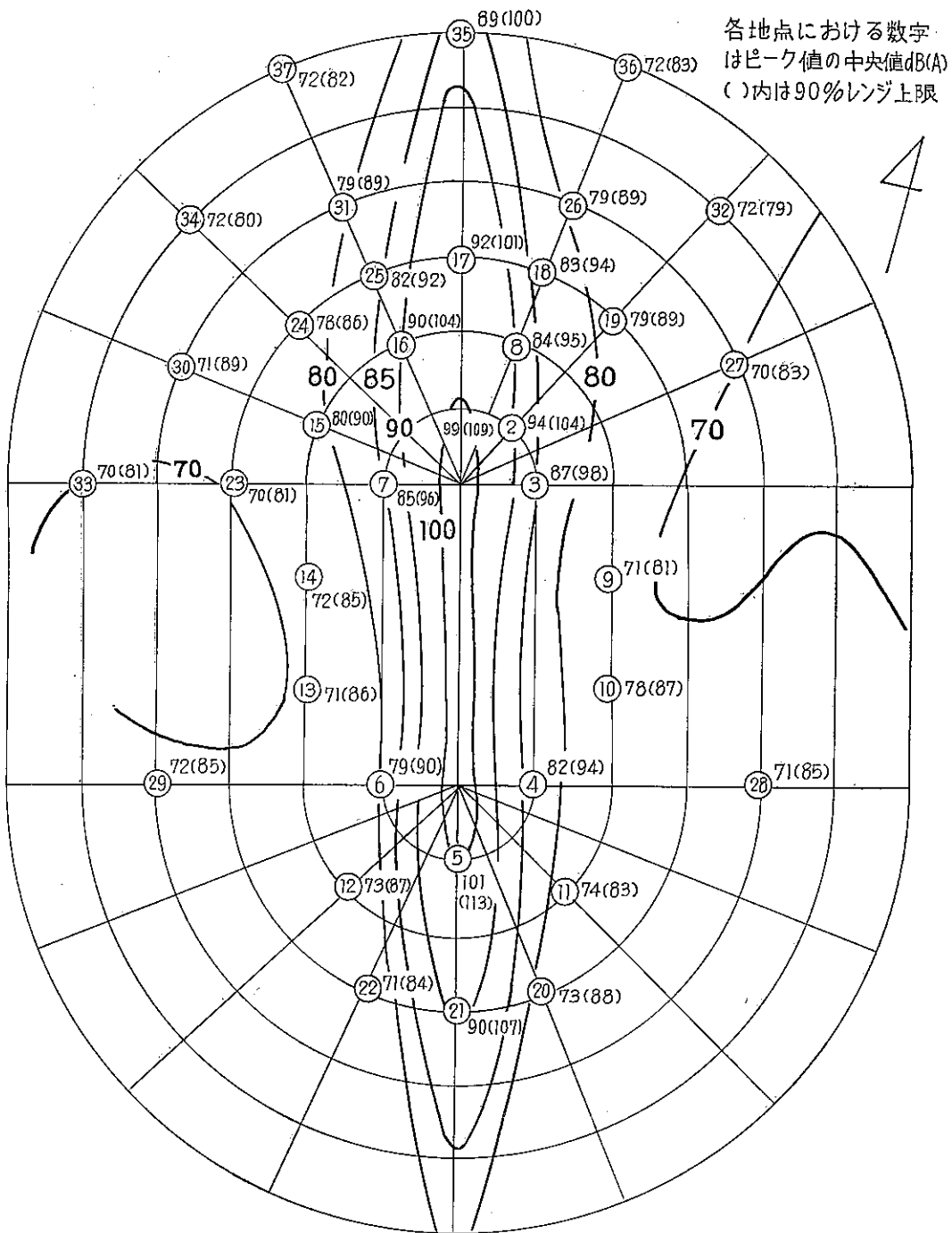


図14 横田基地周辺における航空機騒音ピーク値分布〔冬季調査〕風間（7～19時）

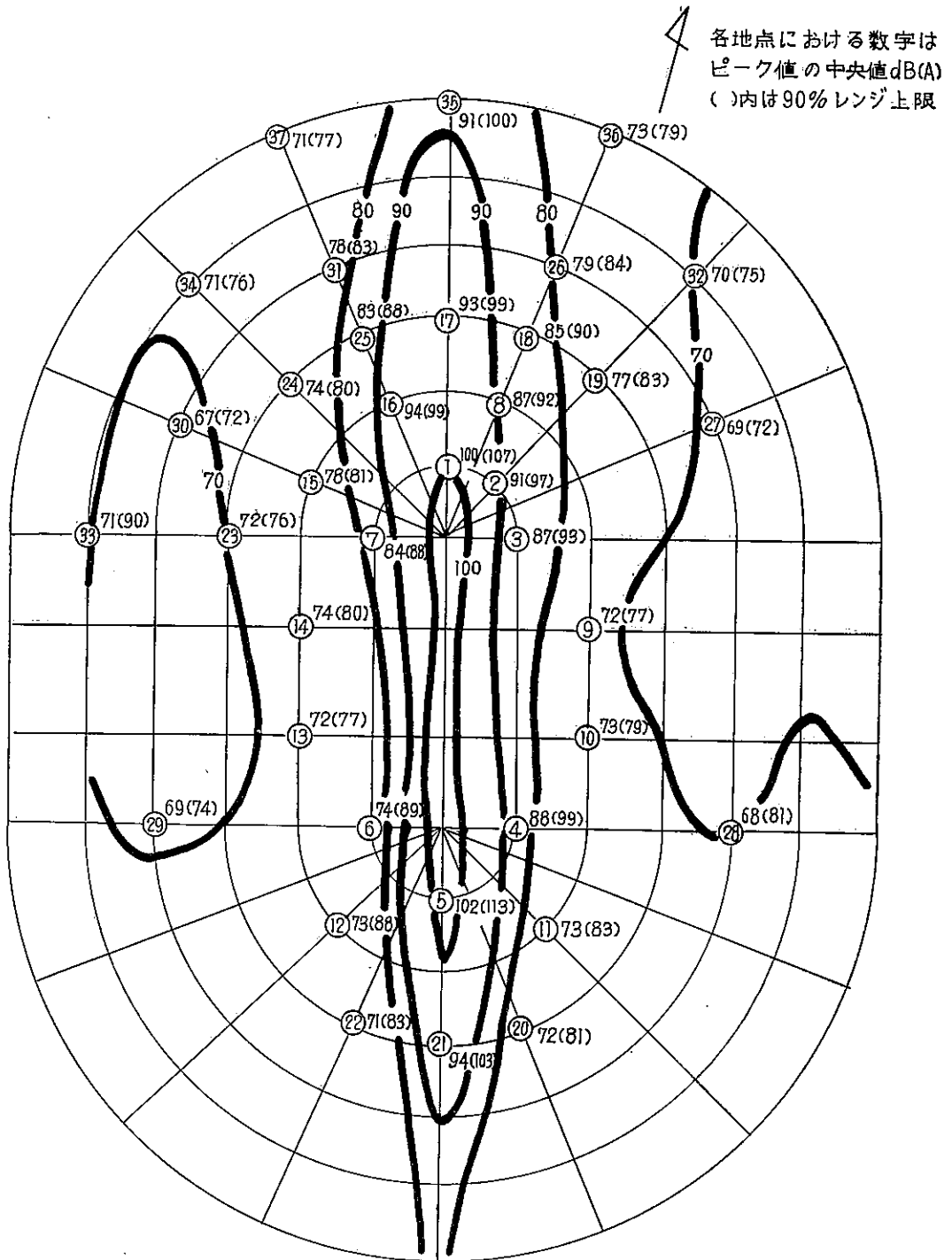


図15 横田基地周辺における航空機騒音ピーク値分布〔冬季調査〕夜間(19~7時)

6・4 各測定点における70dB(A)以上騒音持続時間
(図16~20)

70dB(A)以上の騒音持続時間は、同一地点でも一機ごとに異なる。数秒から1分以上におよび、非常にバラッキが大きい。このため図16のような度数分布図を作成し、これから求めた中央値、90%レンジ上限値により代表させることとした。

ここにいう持続時間の90%レンジの上限値とは、そのレベルが70dB(A)をこえる時間がこの時間数以下の機数を数えると、それは全数の95%に達するという機数であって、全機数の90%がこの時間だけの継続時間をもっという意味ではない。したがって、この値以上の継続時間をもつ機数は全体の5%であることになる。

騒音持続時間の影響距離範囲の大きいのもやはり離陸方向飛行コースに近いところである。冬季調査における昼間の中央値では滑走路延長方向、1km点で30秒、3km点38秒、6km点36秒であり、90%レンジ上限値は約1分程度に達する。同方向3kmの22.5°、45°の斜方向においても中央値30~40秒と持続時間は長い。着陸の多かった南側では3km点の滑走路延長下でも20秒程度、斜方向では10秒台と短かくなっている。側面になると1km点の20~30秒以外は10秒未満の点が多い。

このように影響の大きい地点では1機平均30秒としても、1日120機の飛行がある場合、その騒音曝露時間は累計で1時間に及ぶこととなる。実際には10分おき程度の断続的騒音であるからその要素も加味して妨害度を考える必要がある。

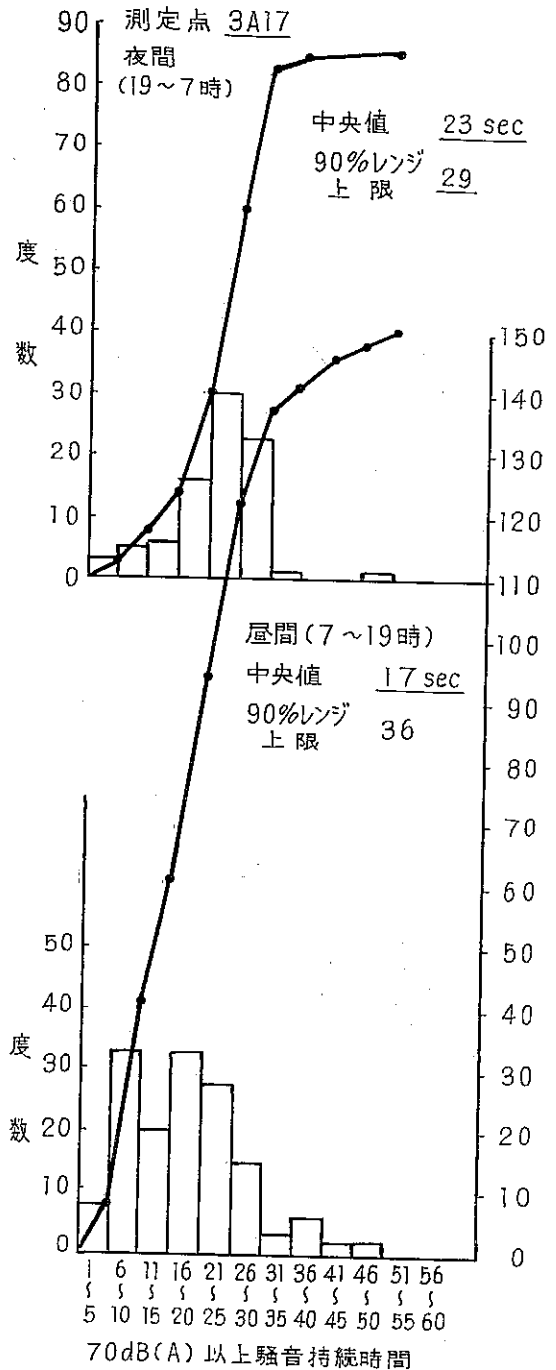


図16 横田基地周辺における航空機騒音(70dB(A)以上)持続時間の分布

各地点における数字は
70dB(A)以上持続時間
の中央値。()内は90%
レンジ上限。

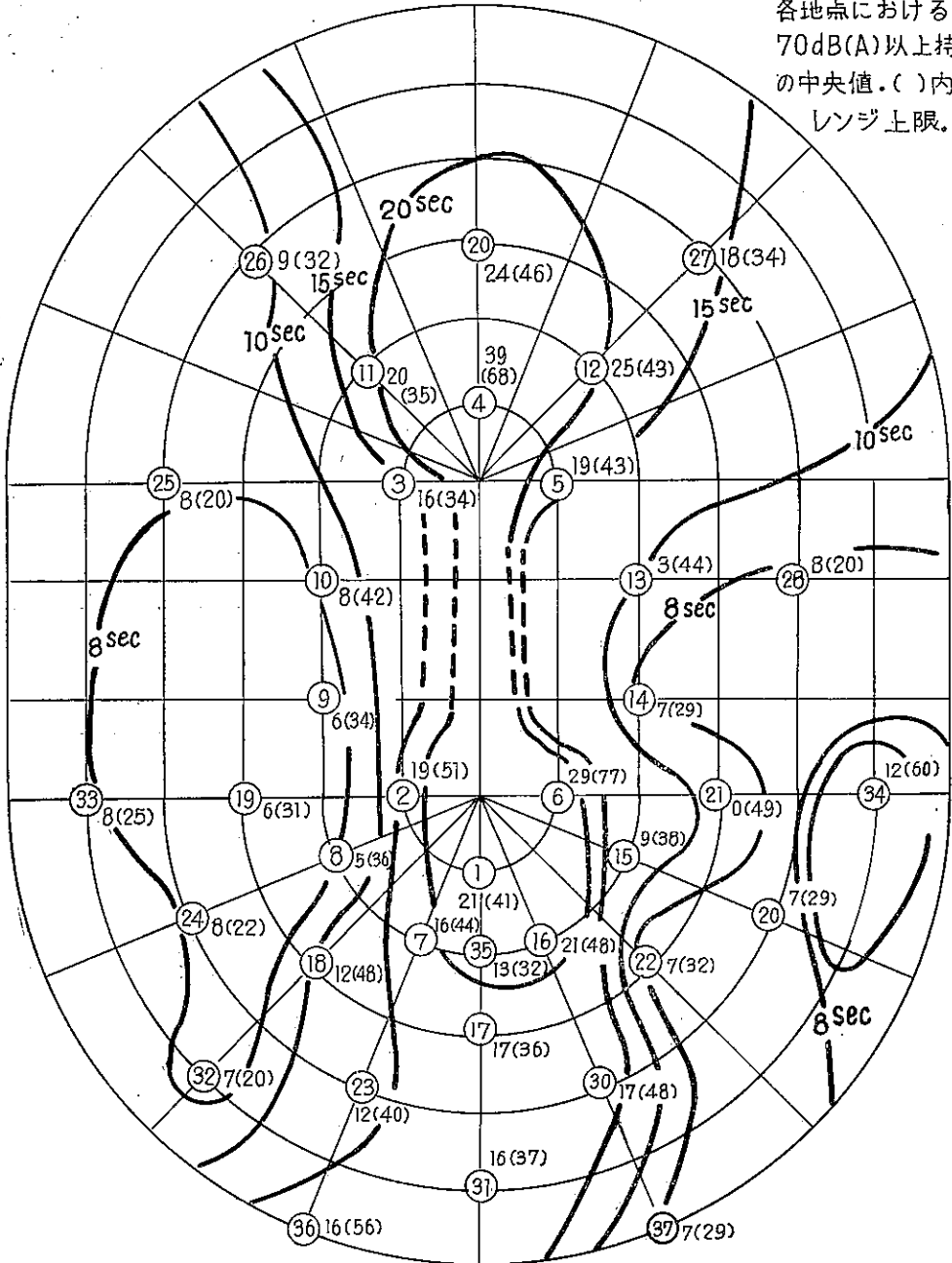


図17 横田基地周辺航空機騒音持続時間の分布〔夏季調査〕風間（7～19時）

各地点における数字は70dB(A)
 以上持続時間の中央値、
 ()内は90%レンジ上限

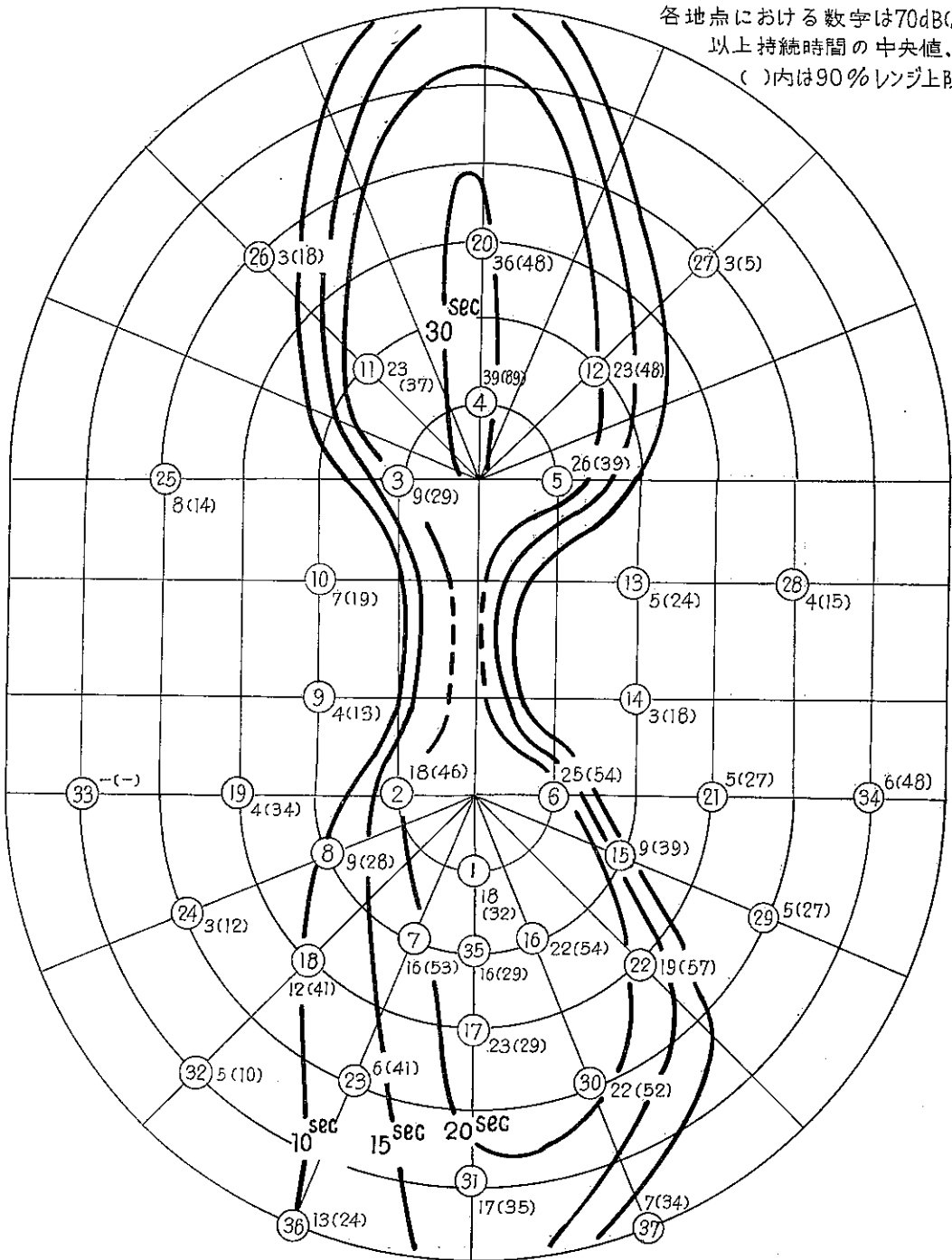


図18 横田基地周辺航空機騒音持続時間の分布〔夏季調査〕夜間(19~7時)

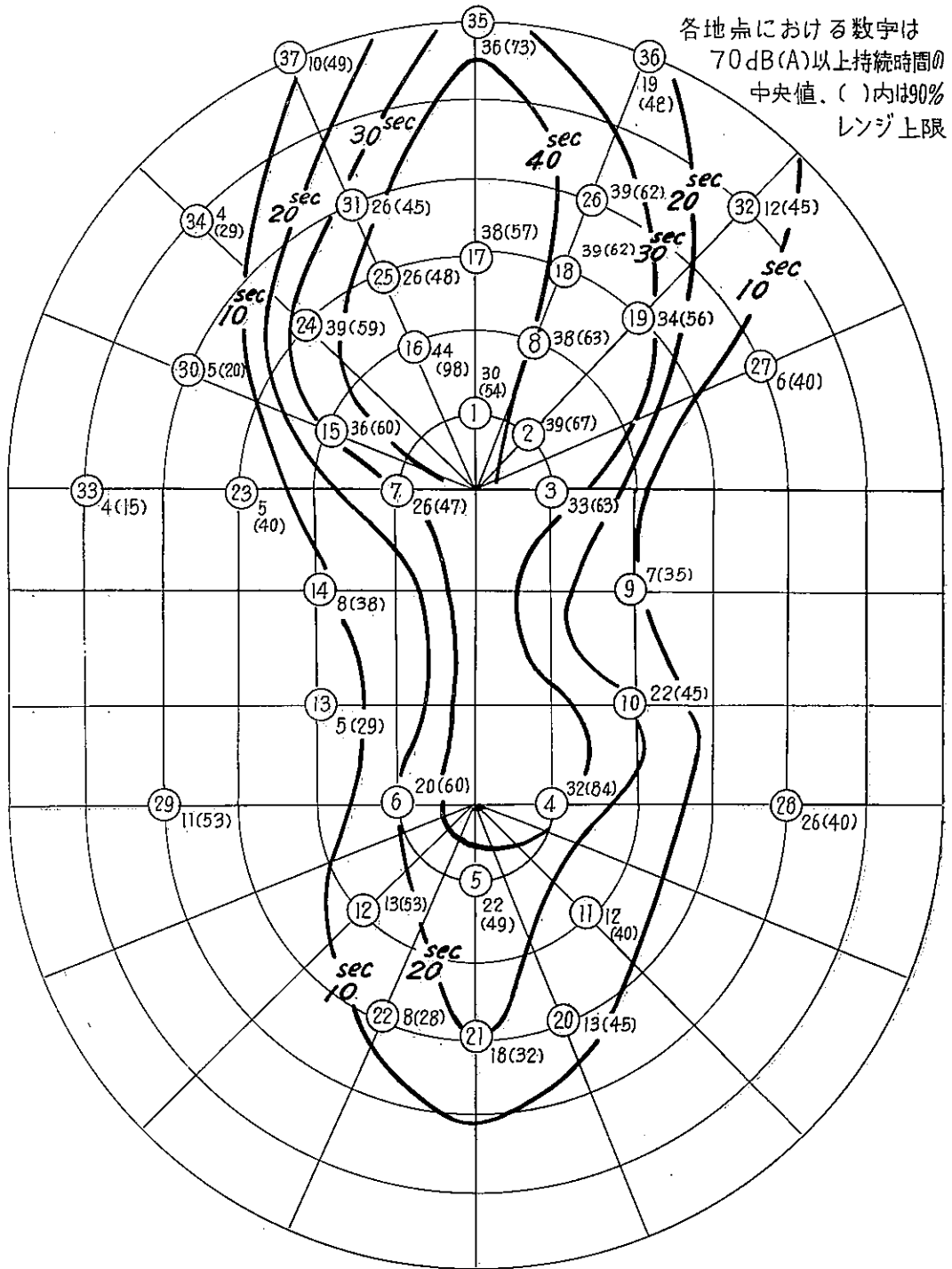


図19 横田基地周辺航空機騒音持続時間の分布〔冬季調査〕昼間（7～19時）

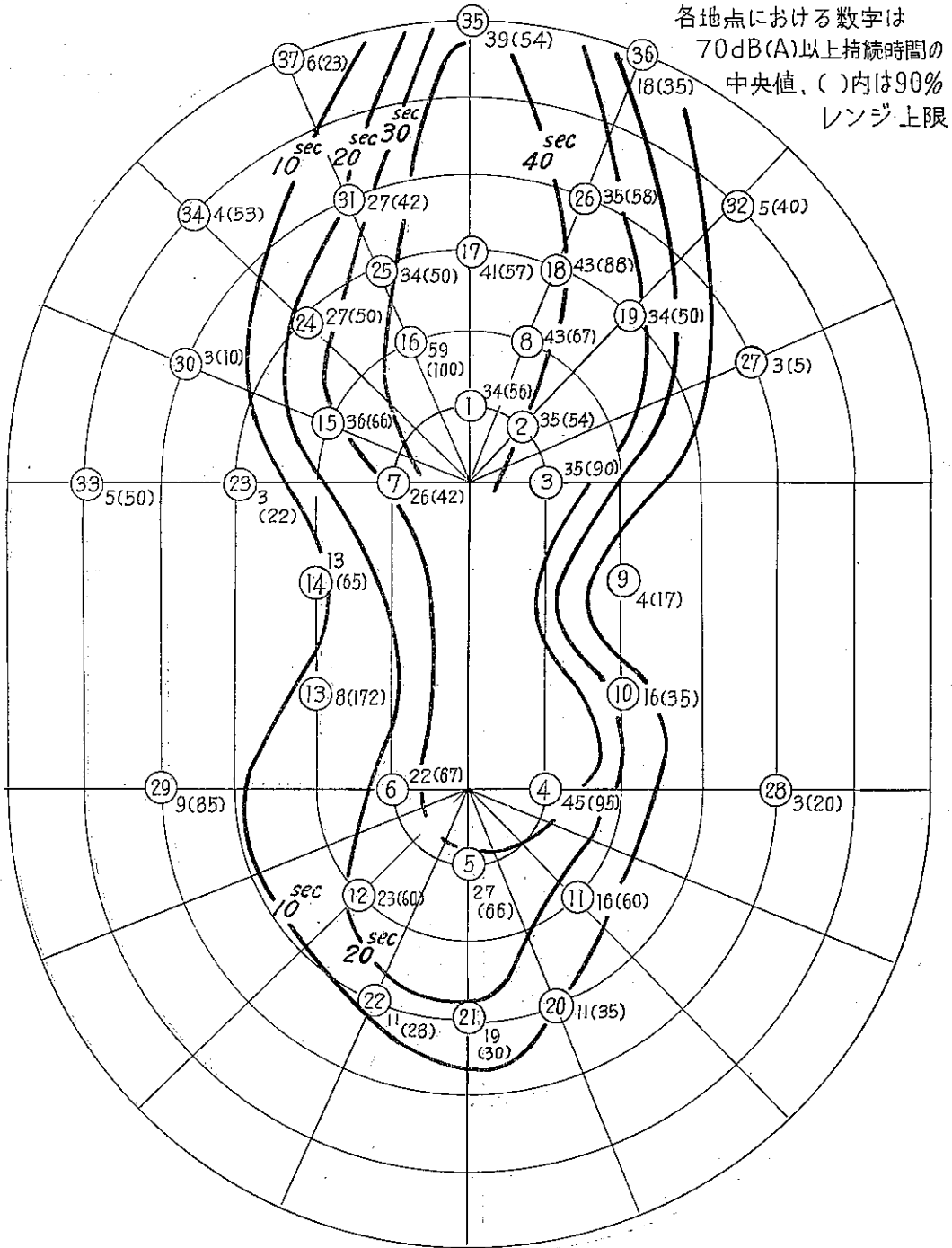


図20 横田基地周辺航空機騒音持続時間の分布 [冬季調査] 夜間 (19~7時)

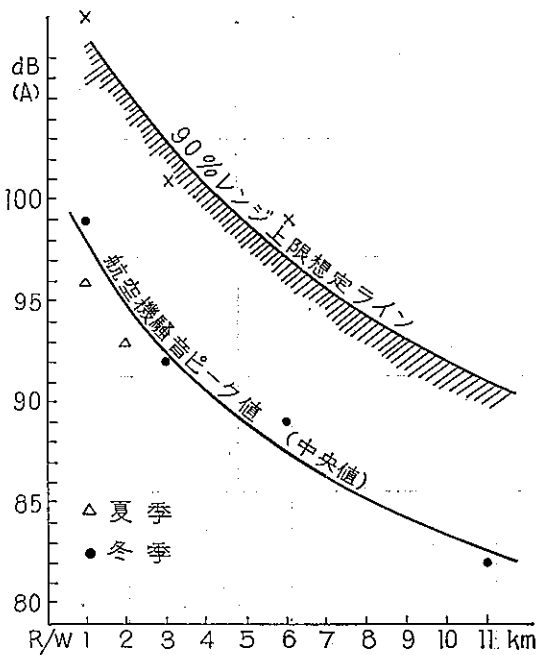


図21 R/W延長上飛行騒音ピークレベルの距離的变化

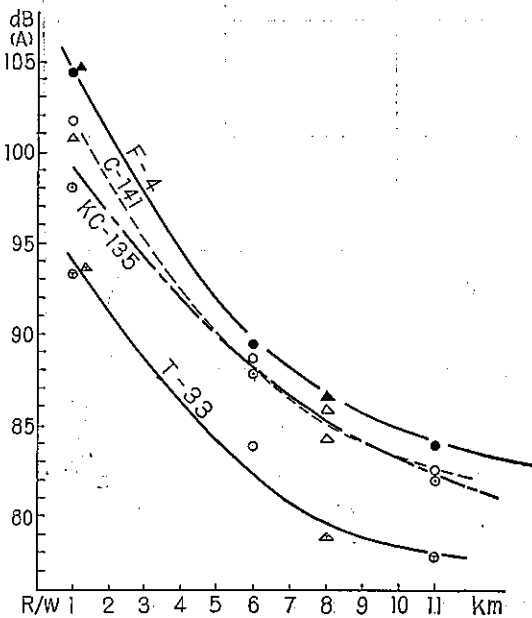


図22 R/W延長上機種別騒音ピークとの距離的变化(夏季, 冬季最終日測定による平均値)

6・5 滑走路延長上における騒音レベルの変化(図21~22)

基地航空機の飛行状況は、大部分のものが滑走路延長上を運行する。この方向の距離による騒音ピーク値の変化を示したのが図21~22である。この図から分るように、延長上6km付近までは直線的に騒音レベルが低下するが、それ以遠は緩やかな低下となっている。これは音の減衰特性によるものであるが、さらに高度が増すに従って高周波騒音の減衰が大きくなり、低周波騒音が主となることも考えられる。

なお機種によって一様ではない点が見受けられるが、これはそれぞれの航空機のパワーレベルの差によるものと考えられる。

6・6 滑走路延長方向周辺における騒音レベルと時間との関係(図23~24)

ジェット機が離陸し、1km地点を通過した騒音レベルをレベル変動波形からみると、急激なレベルの上昇、

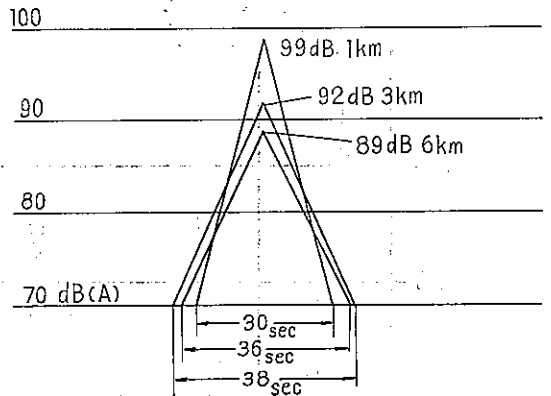


図23 滑走路延長上における70dB持続時間とピークとの関係[冬季調査]

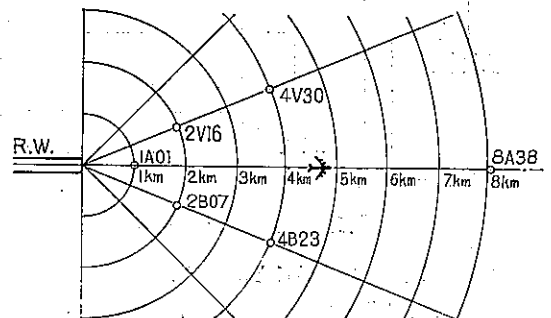


図24① 飛行方向観測点配置図[夏季調査]

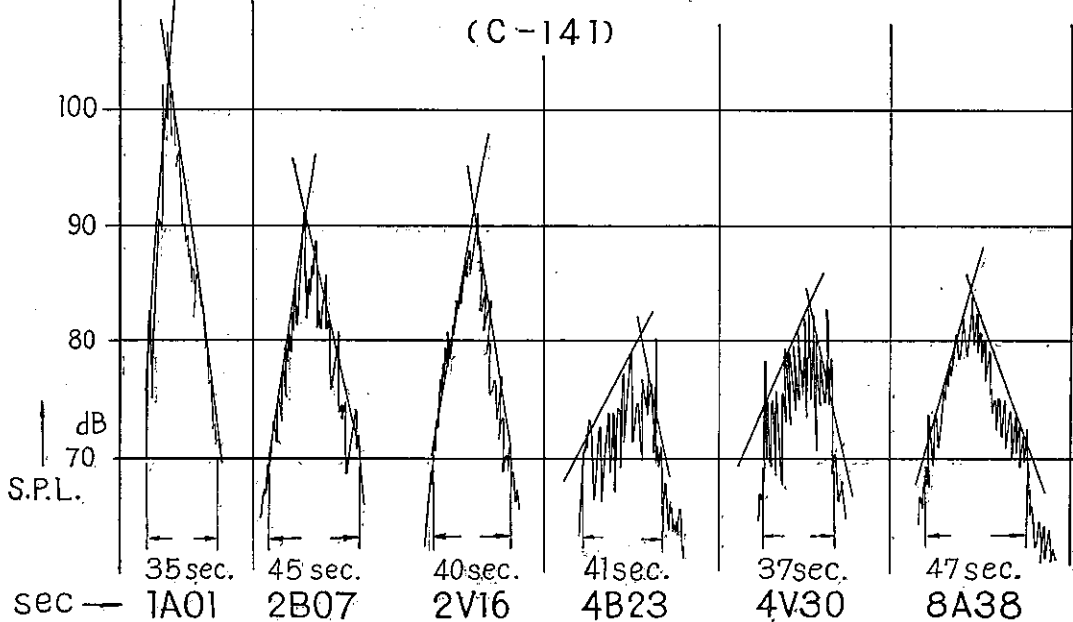
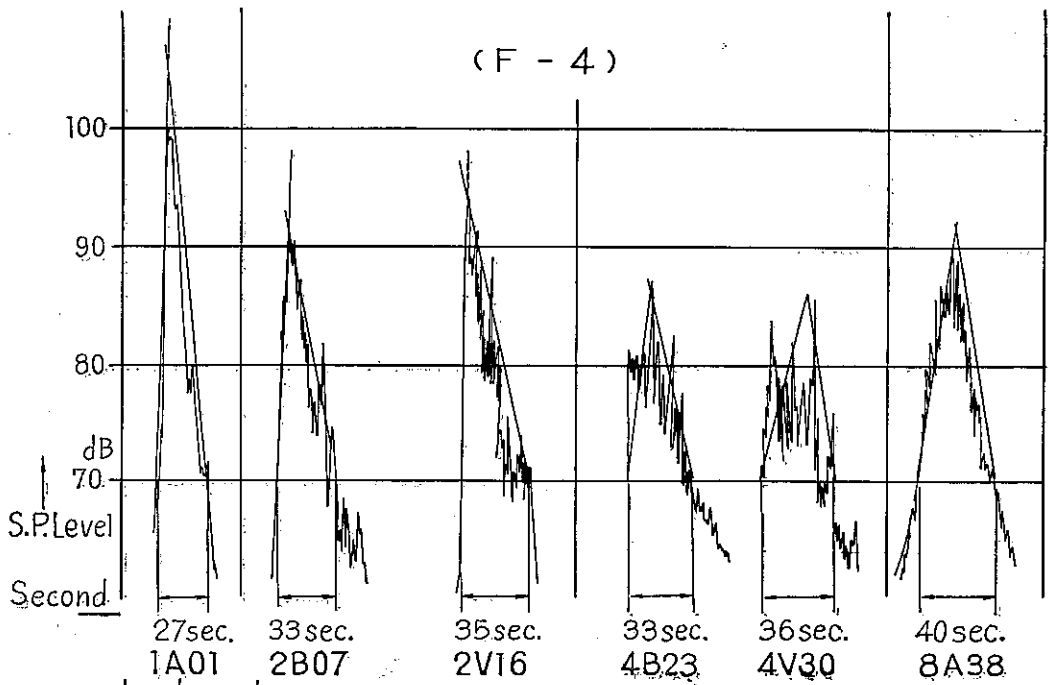


図-24-② 飛行方向観測点のレベル波形〔夏季調査〕

下降による三角形状であることが観察される(図23)。

これはジェット機が低空で飛ぶため、視野に対する去来時間が早いと思われるが、これに反し6km地点

を通過する場合は、1km地点と比較して高度があるため視野からの去来時間が長くなり、かつ視野をさえぎる障害物が少なく、これに加えて6・10に説明するように

騒音の低周波成分の影響を受けているためその持続時間が長くなるものと考えられる。

図24は夏季調査最終日における6地点同時測定によるF-4及びC-141の騒音レベル記録である。

これをみると、やはり1km地点では鋭い三角形のレベルを記録するが、70dB(A)以上の持続時間は比較的短い。遠地点ではレベルは低くなるが70dB(A)以上の持続時間は逆に長くなっている。この図の2km及び4kmの各地点におけるレベル波形をみると対象位置においても差があることがわかる。これは飛行コース、風向き、風速、温湿度等の影響によるものと考えられ、波形の乱れはこのことをあらわしている。大略的な見方をすれば、図24に示すような持続時間を底辺とし、騒音レベルを高さとする三角形に模形図化することができる。

航空機騒音の評価としては本調査においてはNNIの評価法を用いることとした。しかし、これは会話等の妨害となるレベル以上の騒音持続時間の影響を考慮していないので、このレベルと持続時間をそれぞれ高さとして底辺とする三角形の面積と飛行ひん度の相乗積のような1つの評価方法が考慮されても良いのではないかと思われる。

実際、学校での授業、事務所での会議、電話等両者を距てた会話では妨害度が大きく、持続時間の長いものになると1分以上のものもある。

したがって、騒音が及ぼす影響のなかで、ピークレベルが問題になる場合と、あるレベル以上の継続時間と頻度が問題になる場合も適用できる評価法を研究する必要があるだろう。

6・7 飛行高度及び飛行方向の傾向 (図25)

(1)飛行高度の定点測定は、夏季調査では滑走路端より南へ2.3kmのAライン上地点でAラインとほぼ直交している測定線に沿ってAラインより450m西をA地点、Aよりさらに460m西をB地点と定め、A、B点の飛来航空機の仰角より、高度を求めるとともに、Aラインよりの偏り(飛行方向)をも調べた。

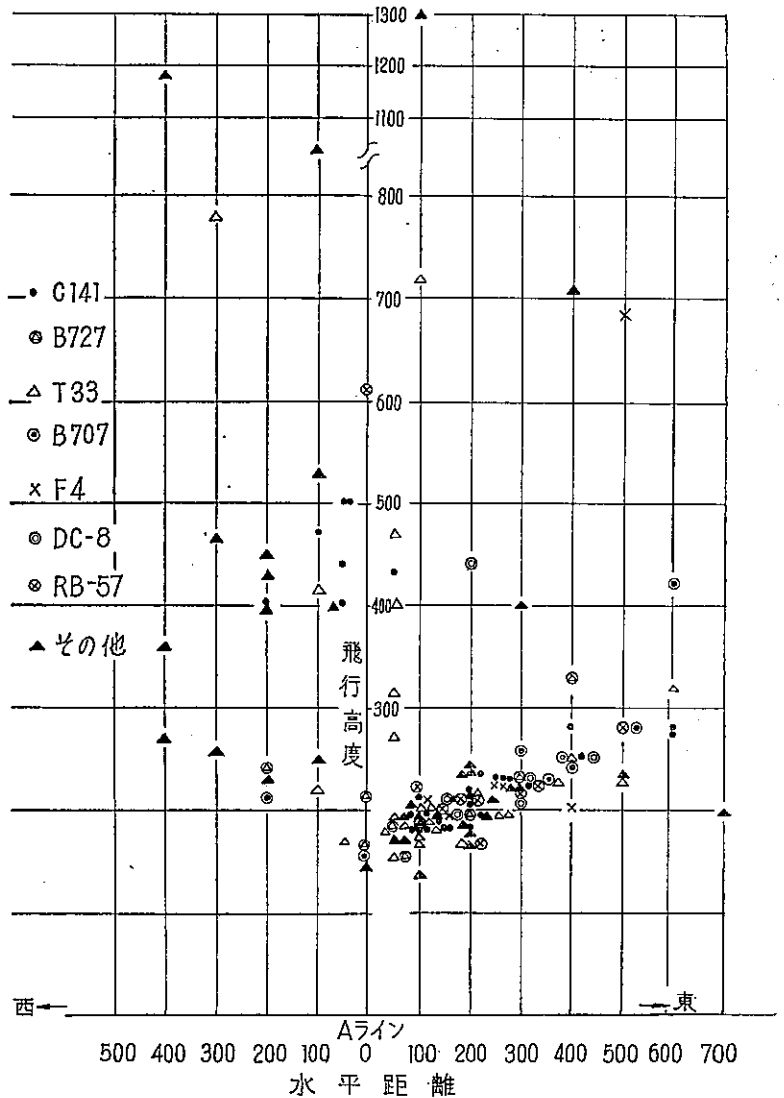


図25 機種別飛行高度、飛行方向の分布 [夏季調査, 2.3km地点]

夏季測定期間中は着陸が多く、この場合は進入高度がほぼ一定しているのに反し、離陸では各機種とも高度の差が大きい。着陸の場合、飛行高度が一定しているのは、誘導灯などの誘導を受けるので、進入角と滑走路の着陸点が定まっているものと考えられる。これに反し、離陸の場合は2.3kmの測定点上において500m前後の高度差がある。これは滑走路の離陸点が不定であること、積載負荷の有無、向風の強さ等により上昇角度に差が生じるためと考えられる。また2.3km地点の着陸航路は平均して、Aラインの東側100m付近を通過しており、若干東側に偏っている。このことは着陸進入時の滑走路中心線が地図（国土地理院1/25,000）の上のAラインよりも東へ1°~2°程度偏しているものと思われる。

離陸航路については、Aライン付近を通過しており風向に関係しているようである。以上いずれの場合もAラインに沿って運航しているとみて、差支えないものと考えられる。

(2)基地の飛行方向の傾向を調べるため、夏季、冬季とも、調査の最終日に、滑走路延長線に沿って、飛行方向の観測及び騒音レベル測定をおこなった。

夏季には、南側滑走路より8kmの地点に観測点を設

けたが、冬季は、北側滑走路端より11kmの地点に観測点を設けた。この地点は飯能市内にあり、国鉄東飯能駅より北東に約1km離れた所で、背後には丘陵が続いている。

滑走路北端より6km付近に緩やかな、標高約100mの丘陵が横たわっており、離陸する航空機はこの丘陵の上に姿を現わすまでは、騒音は聞えない。観測は午前10時より午後2時30分まで行ったが、4時間半の間にこの周辺に飛来した機数は30機であった。また騒音レベルも機種によって異なるが4発ジェット機の平均は82dB(A)程度である。

1km固定点との関連を調べると、固定点通過の観測機数41機に対し、11km上空通過の機数は30機であり、練習飛行及び逆方向運航のための旋回を除けば、やはり延長上を運行しているとみられる。C-141, KC-135 DC-8等4発ジェット機の航跡を11km地点の見透しのきく場所で観測すると、徐々に高度をあげながら北に向って飛び去るのが望見されるので、定まった航路が規定されているものと思われる。

短時間の観測とは別に、12日間の調査における各点の飛行ひん度、騒音ピーク値等の分布状況からも、この傾

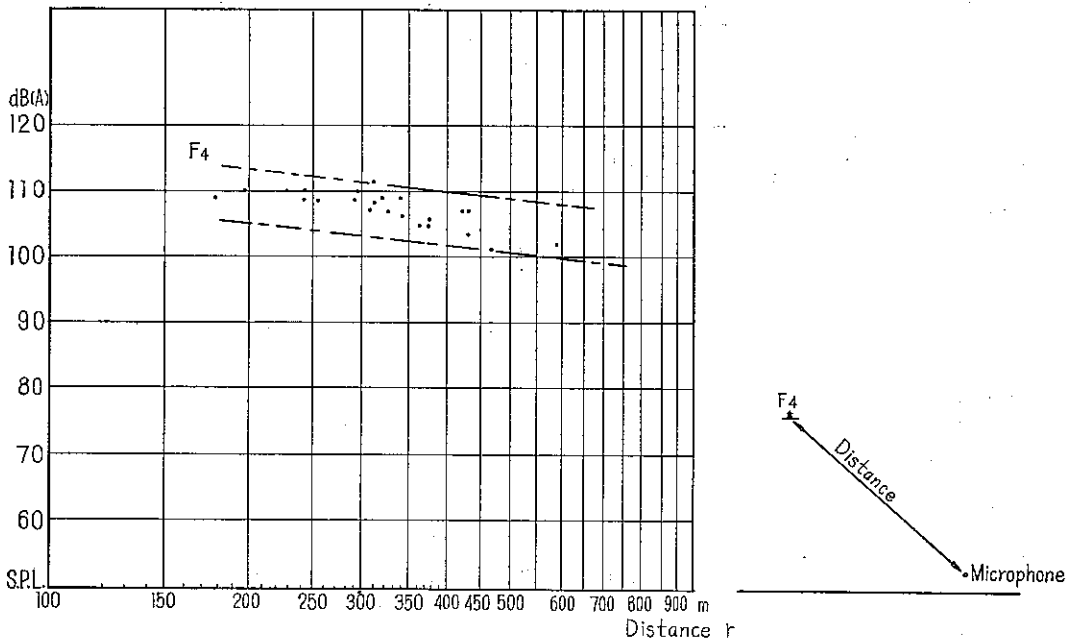


図26 固定点騒音レベルと飛行機距離との関係 (F-4)

向がみられる。

図10の1時間当りの飛行ひん度によれば、滑走路延長方向に沿って1 km 固定点で6.7機/時に対し、6 km地点で5.5機/時と固定点通過機数の80%以上が6 km地点を通過していることが分る。ひん度曲線の形状と騒音ピーク値、図14のピークレベル曲線の形状をみると、この傾向はさらに明瞭に推察される。

6・8 航空機の騒音コンター (図26~31)

騒音コンター (等音線) を求める理由として、下記のような点があげられる。

- 1) 機種別の騒音影響が掴める。
- 2) 飛行コースが定まっていれば、騒音影響の程度範囲が推察出来るので、利点として多数地点での測定を行わないでもその状況判断ができる。

今回は多数地点での測定データがあるので、コンターと実測との関係と、F-4及びC-141 (C-121とKC

135, DC-8, B-707等4発ジェット機は飛行コースが類似している)の2機種について調べてみることにした。

騒音コンターを調べるには、

6・8・1 機種別のパワーレベルの算出。

パワーレベルの測定については固定点 (滑走路延長線、以下 R/W と呼ぶ、1 km) 上空通過時の騒音レベルと測定点と航空機との直線距離を測るために、高度測定 (1 km R/W 直交方向、夏季調査2.3 km 点、冬季調査1 km、3 km 点) を行った。

各航空機についてのパワーレベル算出には、測定精度、温度、湿度、風による影響、航空機自体の離陸時のパワー変化等の各種条件、パワーレベル算出式の仮定条件等、不確定要素が多く精密なパワーレベルは求め得ないので、概略値とならざるを得なかった。

図26~27はC-141とF-4の近接距離 (航空機がマイクロホンにもっとも近接したときの距離) と最高騒音

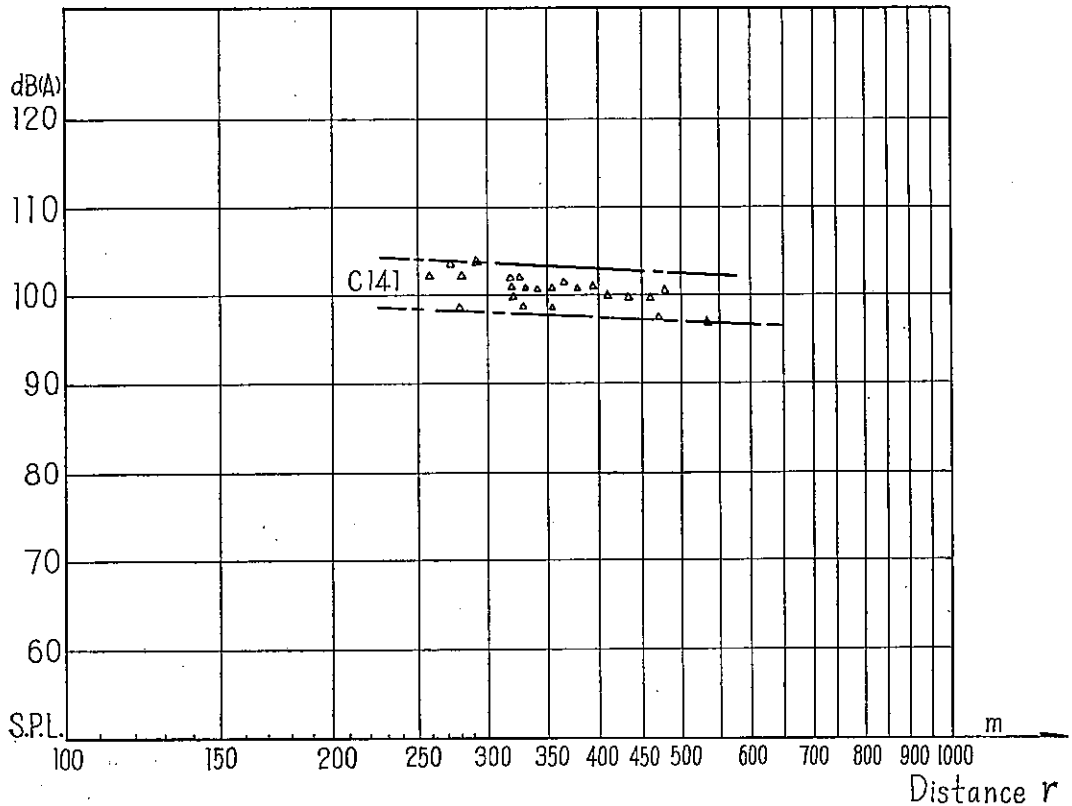


図27 固定点騒音レベルと飛行機距離との関係 (C-141)

表3 機種別に算出せるパワーレベル (PWL)

F-4					
No.	1 km 地点の 高度 Hm	Lラインよりの 偏り Dm	Distance. $r = \sqrt{(D+K)^2 + H^2}$	SPL dB(A)	PWL=SPL+20logr+10.9
1	135	- 30	198.1	110	166.8
2	162	+ 20	253.5	109	167.9
3	468	-175	468.0	101	165.3
4	468	-175	468.0	101	165.3
5	196	+ 85	325.6	108	169.2
6	386	-148	498.0	97	161.8
7	380	-148	498.0	97	161.8
8	520	+105	590.0	102	168.3
9	170	+ 65	294.0	110	170.3
10	214	+ 39	302.0	107	167.5
11	356	+ 75	435.0	107	170.3
12	135	+ 35	249.0	110	168.8
13	190	- 21	244.0	109	167.6
14	310	- 17	364	105	167.1
15	121	- 50	174	109	164.7
16	380	-148	498	97	161.8
17	380	-148	498	97	161.8
18	185	- 35	232	110	168.2
PWL 平均					166.2

レベルとの関係を示したものであるが、これから分ることは、その値がある幅をもった減衰傾斜線内におさまり、その中心線からの上下差が±3dB程度となっているので、さほど大きな誤差は生じないものと考えられる。

パワーレベルの算出は、次の仮定により、下式を用いておこなった。

航空機を無指向性音源とみなし、地面、地形の影響を無視して自由音場的な伝搬をするものとする。

$$PWL = SPL(A) + 20 \log r + 10.9$$

PWL パワーレベル dB(A)

SPL(A) 騒音レベル dB(A)

r 航空機とマイクロホンとの直線距離 m
 空気の吸音減衰の補正及び風向、風速等による影響については不明な点が多く省略した。

表3～4はパワーレベル算出表である。

6・8・2 航空機の機種別飛行コースの分析

基地周辺を航空機が飛行する場合、一定の飛行コースに従って運行するものと、飛行訓練、パトロール等周回飛行をするものとに分けられる。

横田基地の場合 今回の調査では、大部分の航空機がR/W方向に飛んでいることがわかったが、R/W線を中心線として左右にある程度の幅と飛行高度の高低幅が機

表4 機種別に算出せるパワーレベル (PWL)

C-141						
No.	1 km 地点の 高度 Hm	Lラインよりの 偏り Dm	$r = \sqrt{(D+K)^2 + H^2}$	SPL dB(A)	PWL = SPL + 20log r + 10.9	
1	214	+ 5	279	103	162.8	
2	265	- 3	316	100	160.9	
3	216	- 58	317	103	163.9	
4	280	+ 61	366	102	164.2	
5	338	+ 62	412	100	163.2	
6	172	+ 17	258	103	162.1	
7	250	+ 41	330	101	162.3	
8	197	+ 45	295	105	165.3	
9	305	+130	431	100	163.6	
10	220	+ 70	329	103	164.2	
11	297	- 40	320	102	163.0	
12	418	+ 20	461	100	164.2	
13	225	+ 15	294	105	165.3	
14	305	- 11	346	101	162.7	
15	315	+ 67	397	101	163.9	
16	256	- 27	296	104	164.2	
17	185	+ 25	272	103	162.8	
18	271	- 48	351	102	163.9	
PWL 平均					163.4	

種別にみられる。

4発ジェット機では離陸後 R/W 方向に沿って進行する空域(水平, 上下方向の拡がり)が狭く飛行コースが比較的安定しているが, F-4, T-33等の練習飛行では離陸後の方向変化が著しく飛行コースが不規則である。

コース測定は R/W 線 1km, 3km, 5.5kmの直交方向に2点ずつ高度測定員を配置し, 測定したのであるが, 5.5km地点は測定時間が少ないため機種別の飛行範囲等若干不備な点がある。

図28~29は, C-141とF-4についてのR/Wに沿った飛行範囲を表わしたものである。F-4は離陸後の拡

がり方が著るしい。

6・8・3 騒音コンター (C-141, F-4について)

図28および29より飛行コースの両サイドラインを基線として騒音コンターを画いたのが図30~31であり, コースの平均を求めたラインを基とし画いた騒音コンターが一点鎖線の部分である。

6・8・4 騒音コンターと実測騒音分布図の比較

1) C-141 で代表される4発ジェットの平均飛行コース (図28) の騒音コンターはデシベル平均騒音分布線に相似している。

2) F-4 ジェット機の平均飛行コース (図29) の騒

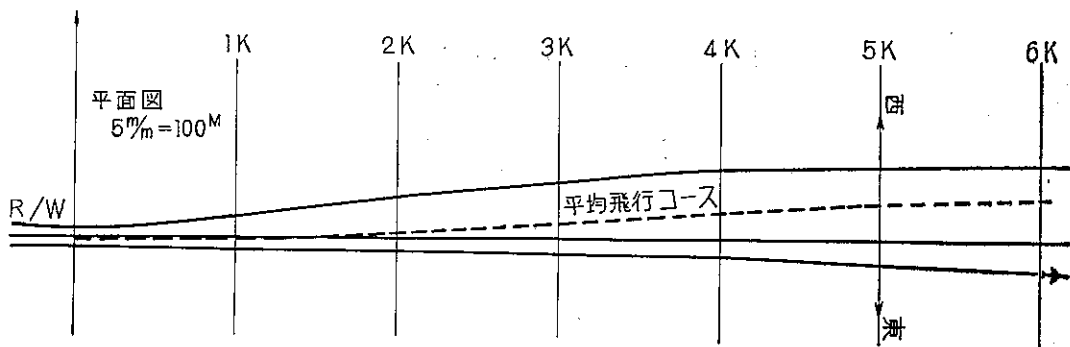


図28 C-141 飛行コース

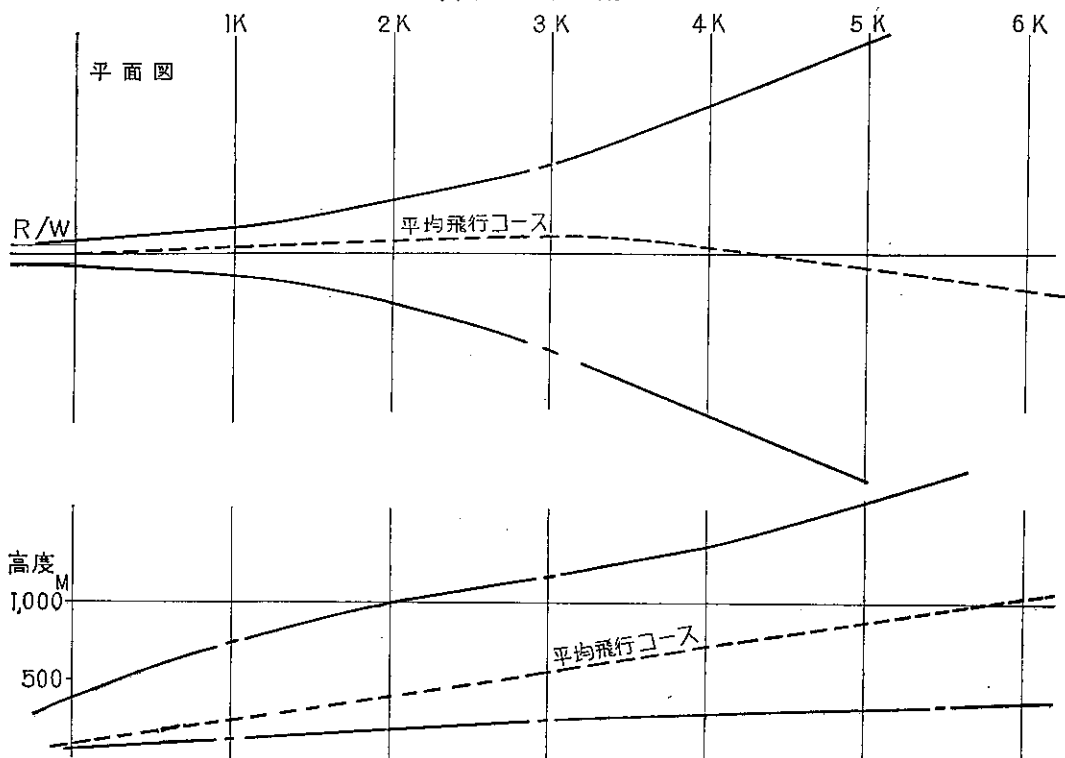


図29 F-4 飛行コース

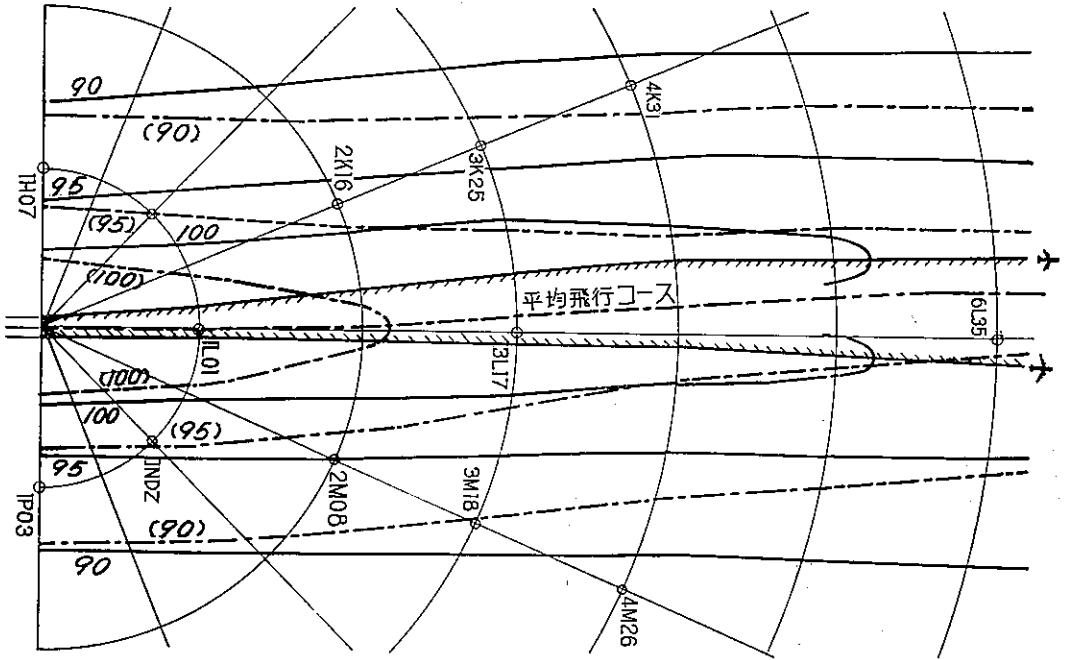


図30 C-141 コンター

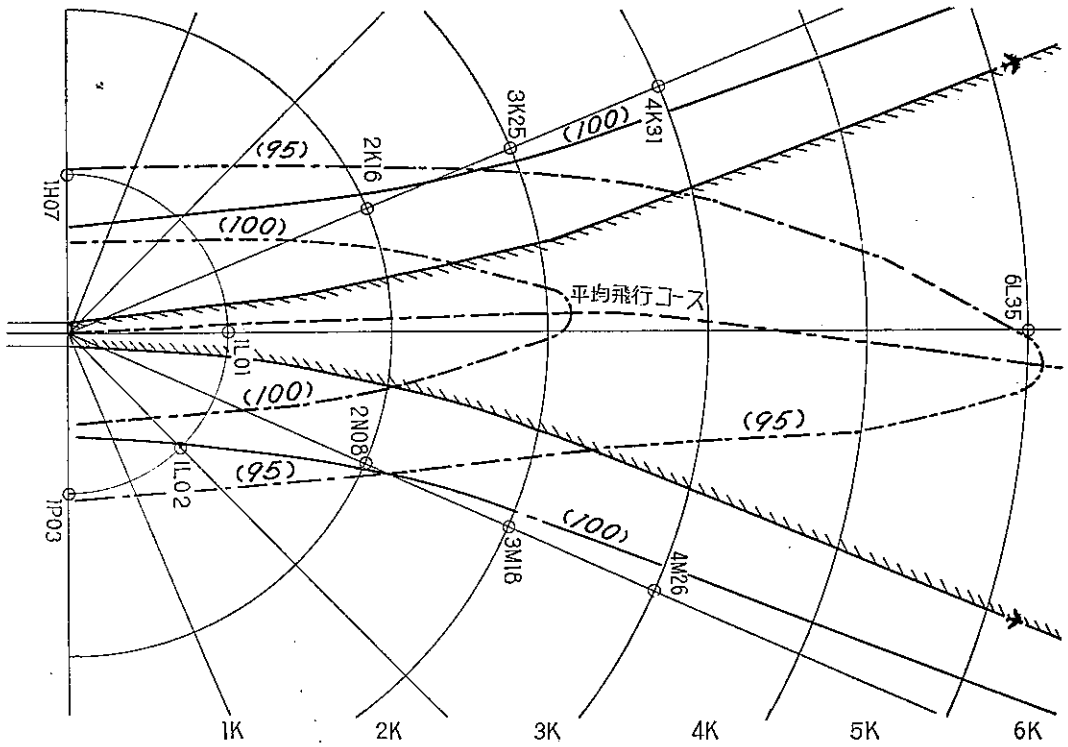


図31 F-4 コンター

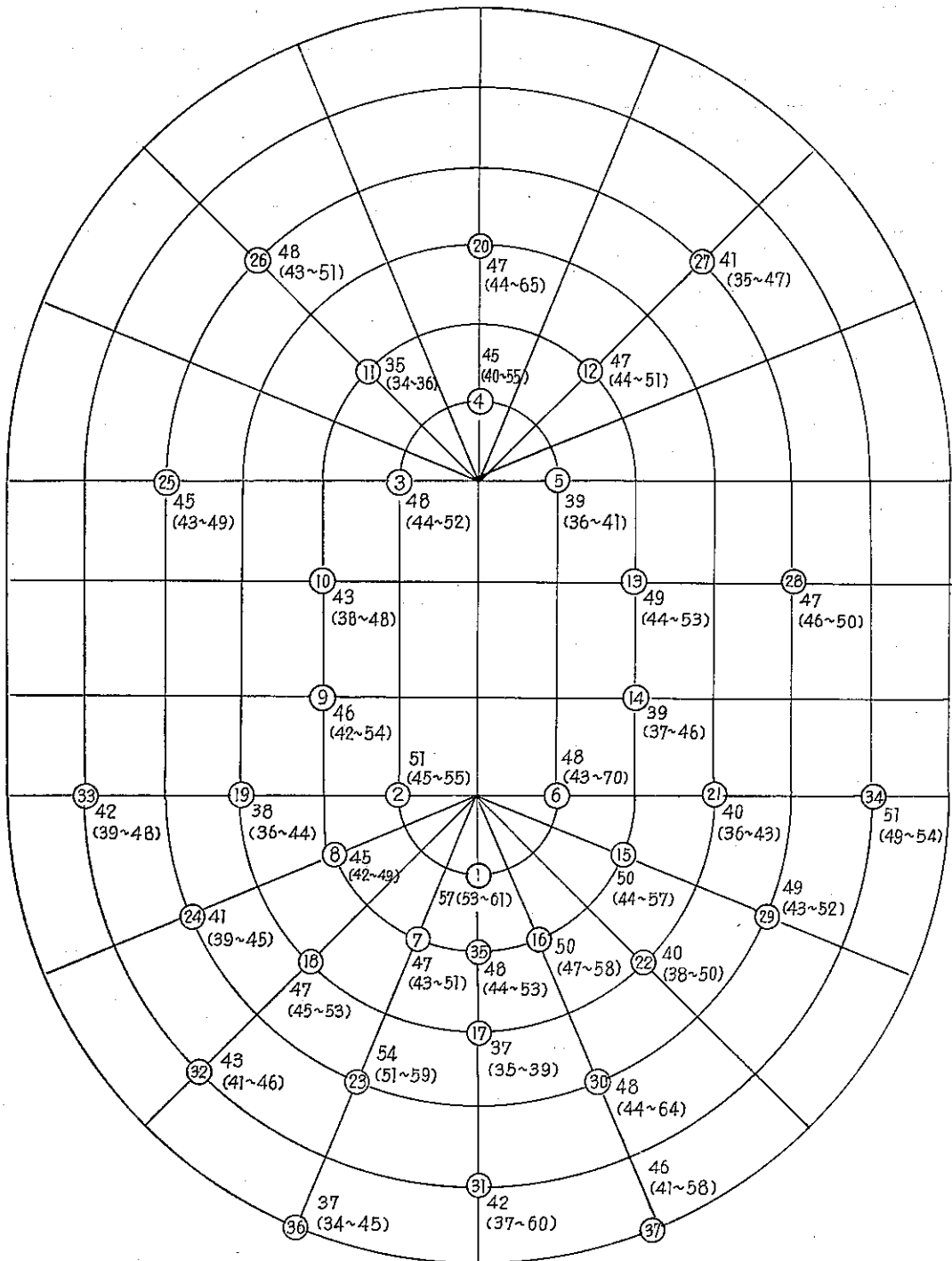


図32 横田基地周辺の暗騒音〔夏季調査〕

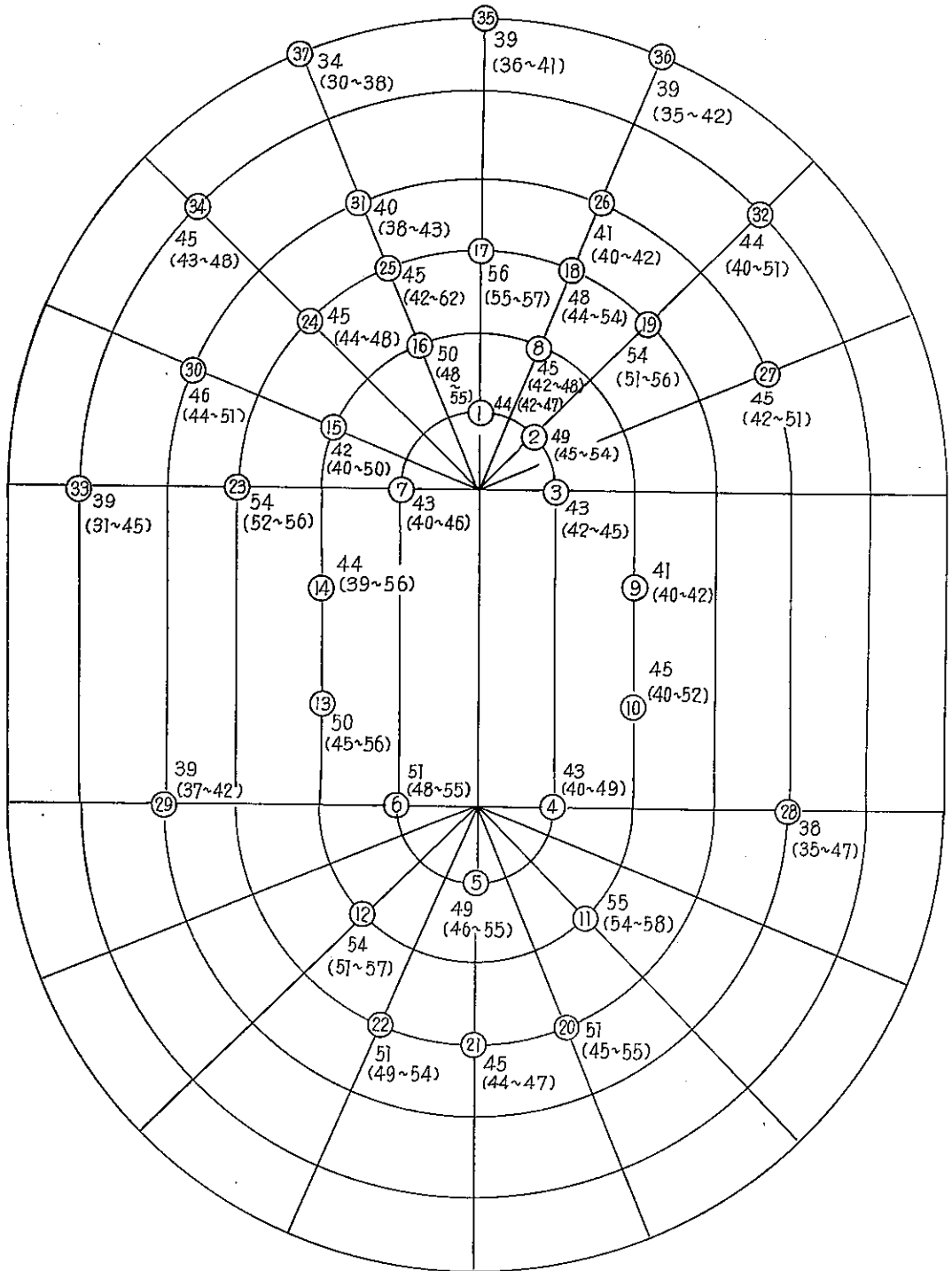


図33 横田基地周辺の暗騒音〔冬季調査〕

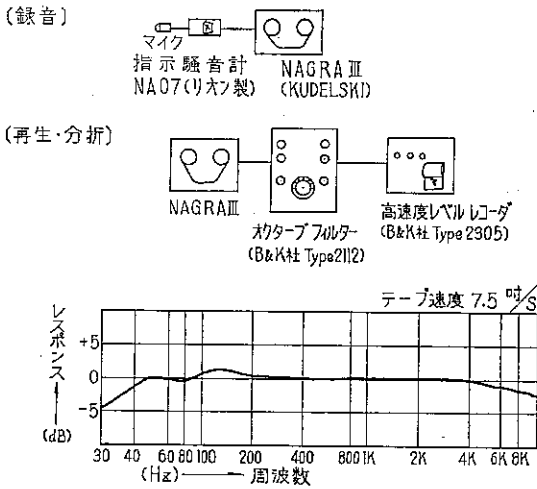


図34 録音、分析器の配置及び特性

音コンターはピークレベル上限値騒音分布線に相似している。

このことから C-141 及び F-4 がコースに従って飛行する場合、その騒音ピークレベルは、全測定値から算出した中央値による騒音分布線より高いことが判り、上記 2 機種によって代表される基地騒音分布線はむしろデシベルの平均値による方が妥当と考えられる。

6・9 各測定点の暗騒音 (図32~33)

各測定点の昼間暗騒音は夏季、冬季調査ともに、ほとんどの地点が中央値 40dB(A) 台と低いレベルにあり、特に周囲が畑などで車の通行音などの影響を全くうけない地点では 30dB(A) 台の値となっており、冬季調査における青梅市今井の測定点の中央値 34dB(A)、90%レンジ 30~38dB(A) のように 90%レンジ変動幅も狭く、極めて静かな環境といえる。

6・10 航空機騒音の周波数特性

周波数分析は夏季調査においては例数が少なかったが、冬季調査では固定点及び移動点の中から飛行コースに近い地点で重点的に録音をおこない、機種別について収集することとした。

録音は特性の明確な携帯用磁気録音器 (NAGRA III) を指示騒音計 (リオン製 NAO7) に接続して、騒音計のマイクロホンを使って C 特性により録音した。

録音したテープ (スコッチ #175) は実験室で再生しオクターブフィルターで A P (全音域) 及び中心周波数

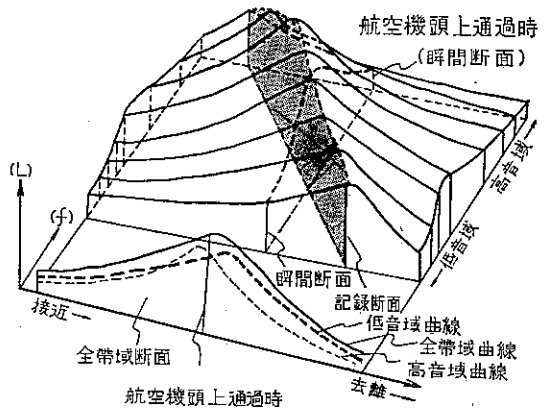


図35 航空機騒音スペクトルモデル

63Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1,000Hz, 2,000Hz, 4,000Hz, 8,000Hz の各バンドについて分析し、時間的に変動する各バンドの最大レベルの数値を測定した。

録音、分析に使用した器材、録音器の特性は図34のとおりである。

録音した日時、対象とした航空機は、測定地点により異なるが、63~8,000Hz の幅広い帯域をもっており、大半のものが 0 から -50dB (相対レベル) の範囲で変動している。このデータから航空機騒音の周波数特性について結論づけるにはデータ不足ではあるが、今回の調査結果から概略次のようなことがいえる。

6・10・1 固定点における航空機頭上通過時前後の周波数特性

航空機は移動騒音源であるから、その特殊性として図35に L (レベル), f (周波数), t (秒) の関係を図示したように航空機の頭上通過時の数秒後に A P のピークがある。(騒音レベルも最大になる場合が多いと考えてよい)。

低周波音についてみると頭上通過時の後でピークになり、曲線は徐々に上昇してのち下降する。高周波音は頭上通過時前でピークを示し、曲線は低音よりも急激に変動する。これが各機種に共通する一般的傾向である。このことは航空機の前方では高周波音を、後方では低周波音をより感ずることを意味する。航空機のエンジン音、排気音、空気の渦などによる音が、それぞれ異なった周波数成分の分布をもっており、それが風の影響、空気の音響エネルギーの吸収、指向性、航空機の数などの影

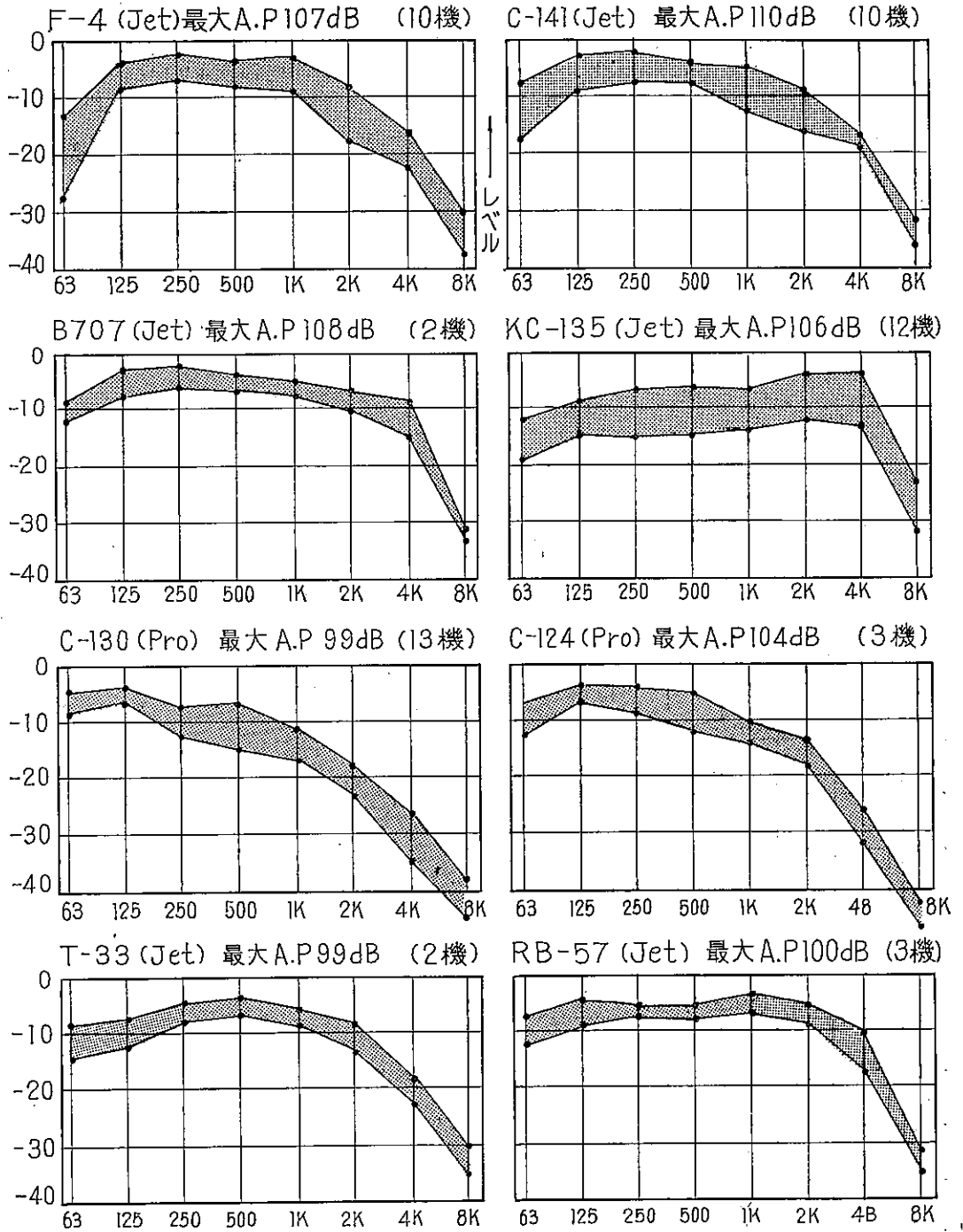


図36 固定点 (1L01) における機種別スペクトル (離陸)

響をうけて、地上の受音点では前述のような形であられるものと考えられる。

航空機の頭上通過時におけるスペクトル変化はジェット機、プロペラ機ともに飛行高度による影響は少ないようである。(100m程度の差は無視できる)ただ、飛行速度によって変化するように測定中に感じられた。今回の調査では飛行速度の正確な測定はできなかったのでこの問題は今後の調査で補充したい。

6・10・2 固定点における機種別騒音スペクトル

図36は、各機種のスペクトルの比較を容易にするために相対レベル (APを0 dBとする) を用いて機種毎にスペクトルを表わしたものである。各機種の測定例中からAPの値の最も大きいものを採用している。機種により測定例が非常に少ないものであるが、高音域でのジェット機とプロペラ機の差がはっきり表われている。いずれの航空機も幅広い帯域に

含まれる周波数成分を有するが、その主勢力はジェット機は中高音域にあり、特にKC-135などは4 KHzの高音域に主成分がある。ジェット機は8 KHzのバンドで最も低くなり-30dB位であるのに比べプロペラ機(C-124, C-130)は低音域(125Hz)に主成分があ

表5 機種別騒音スペクトル (離陸)

f 機種	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 K Hz	2 K Hz	4 K Hz	8 K Hz
F-4			○	◎	◎			
C-141		◎	○					
B-707		◎	○					
KC-135					○	◎	○	
RB-57		◎						
T-33				◎				
C-124		◎						
C-130	○	◎						

◎ 最も多かったもの ○ 次に多かったもの

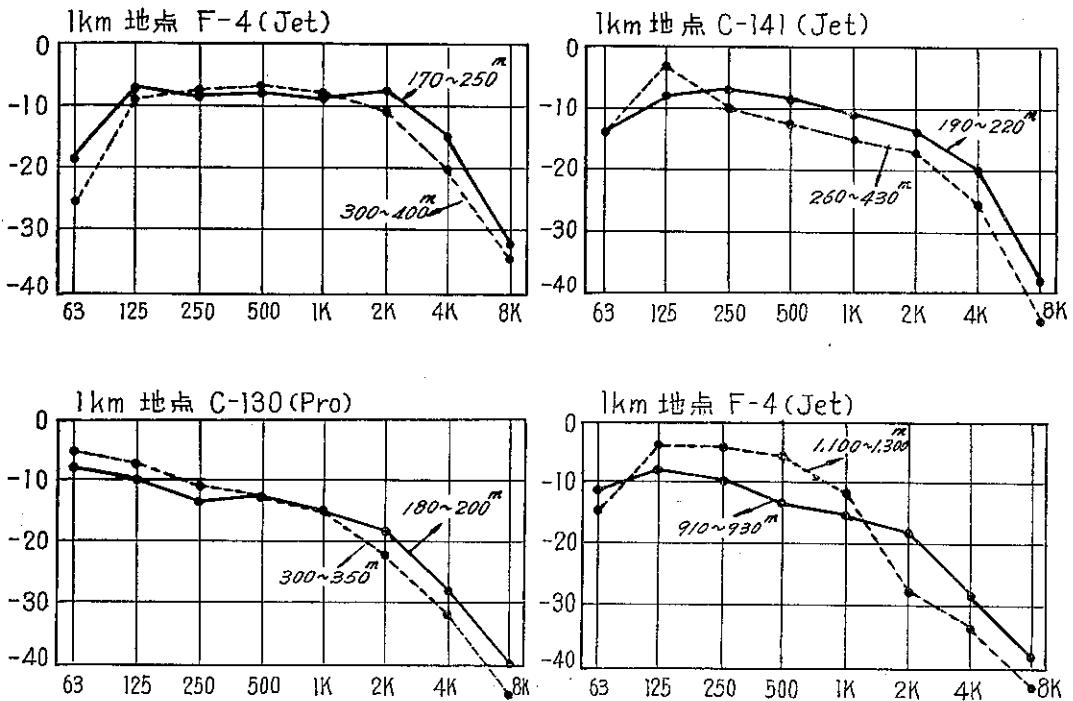


図37 固定点 1L01 と 6L35 における飛行高度 (m) 差による騒音スペクトルの比較 (離陸機)

り高音域になるに従ってレベルが次第にさがり 8 KHz
では -40dB 以下になる。

機種別にピークレベルを示したバンドを整理してみると表5のようになる。

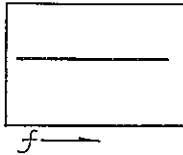
6・10・3 飛行高度によるスペクトル変化

スペクトルの比較を相対レベルで図示した図37をみると、1km地点（1L01）ではジェット機（F-4、C-141）、プロペラ機共に機種によるそれぞれの特長はあるが、飛行高度差については、高度の高い方が低い場合より減衰が大きい傾向を示している。1km地点では、高度の差が200~300m程度であるのでその差は小さいが、高度差の大きい6km地点（6L35）の高音域部分の減衰が1km地点より大きくなっている（F-4）。高度差による相違が低音域で小で高音域で大であるのは音響

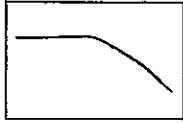
表6 飛行機との距離差による騒音スペクトル
(離陸)

機種	距離		
	700~1,400 m	1,500~3,000 m	3,000~5,000 m
F-4	E ₂	→ C ₁	→ C ₂
C-141	C ₁	→ C ₃	→ C ₂
KC-135	D ₃	→ E ₂	→ B ₁
B-707	C ₁	→ C ₁	→ C ₁
DC-8	B ₁	→ B ₁	→ B ₁
RB-57	E ₂	→ B ₁	→ B ₁
T-33	E ₂	→ C ₁	→ C ₂
C-124	B ₁	→ B ₂	→ B ₃
C-130	B ₁	→ C ₂	→ B ₃

Aタイプ°



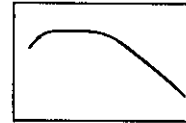
Bタイプ°



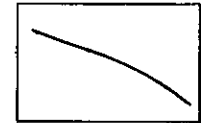
B-1



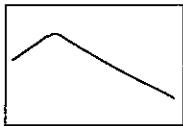
B-2



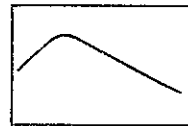
B-3



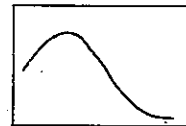
Cタイプ°



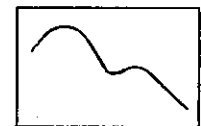
C-1



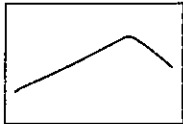
C-2



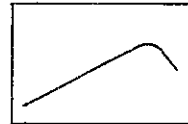
C-3



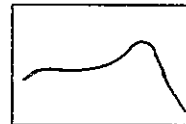
Dタイプ°



D-1



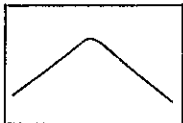
D-2



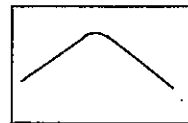
D-3



Eタイプ°



E-1



E-2

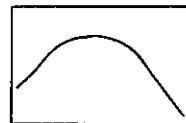


図38 周波数成分のタイプ

エネルギーの空気の吸収、温度、湿度の影響が高音域で大きいと思われる。

6・10・4 距離の差によるスペクトル変化

図38のような周波数分布のパターンを考え、航空機までの実距離との関係を、概略まとめてみると表6のようになる。

距離別にみても、高度差における場合の変化と同様に遠距離になるにしたがって、高音域の減衰が大きい傾向を示している。

6・10・5 固定点における離着陸別スペクトル変化

冬季調査において滑走路の北側で離陸が多く、したがって離陸機の記録はとれたが、着陸機の記録がないので、着陸音との比較のため夏季調査において南側1km地点の拜島第二小学校での測定結果との相違を図39に示した。

全体のスペクトルとしては着陸機も離陸機も類似の減衰傾向を示している。しかしその減衰勾配は離陸機に比べて着陸機の方が変動が小さく、着陸機は0dBから-

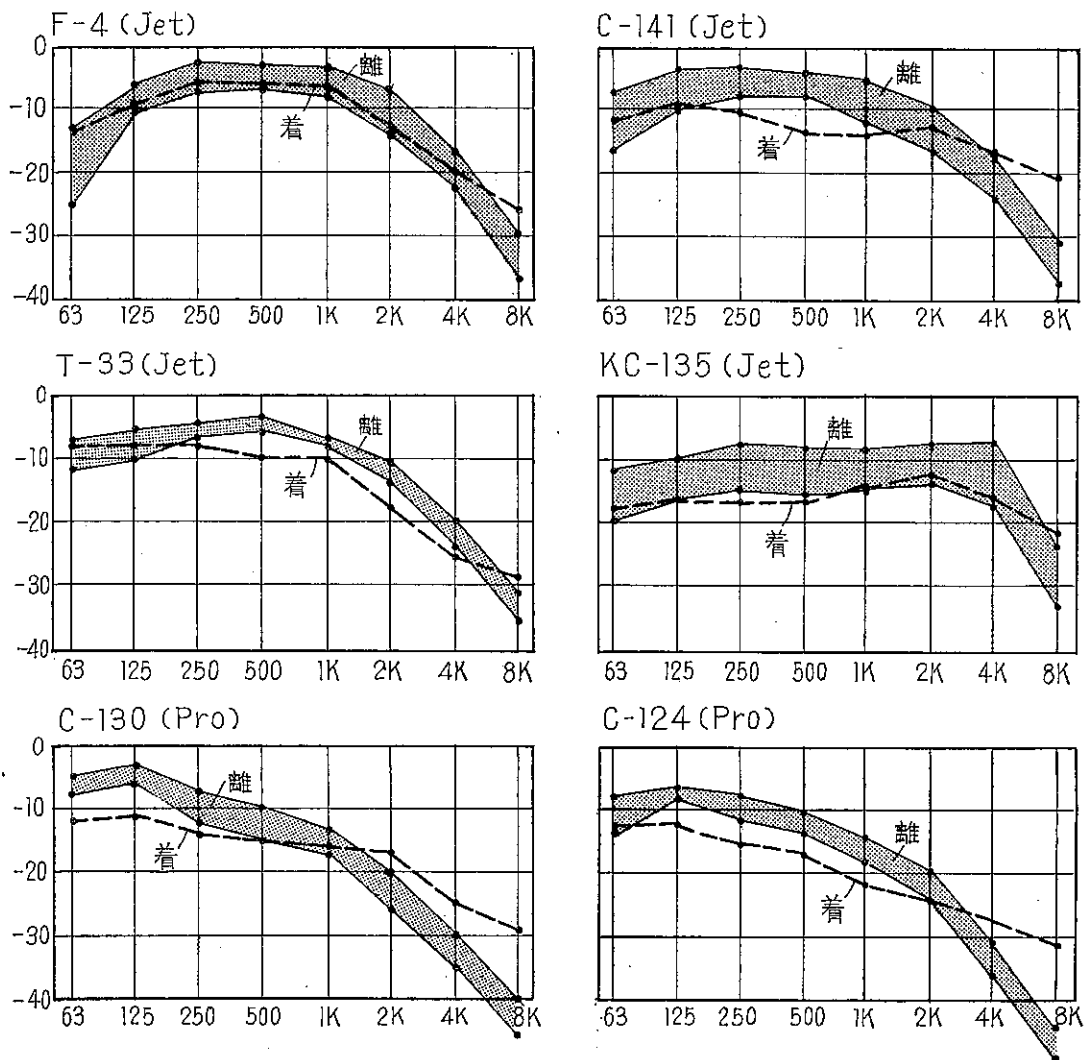


図39 離着陸別、機種別騒音スペクトル (離陸機は北側1km (1L01)
(冬季調査結果, 着陸機は南側1km拜島二小の屋上での夏季調査結果)

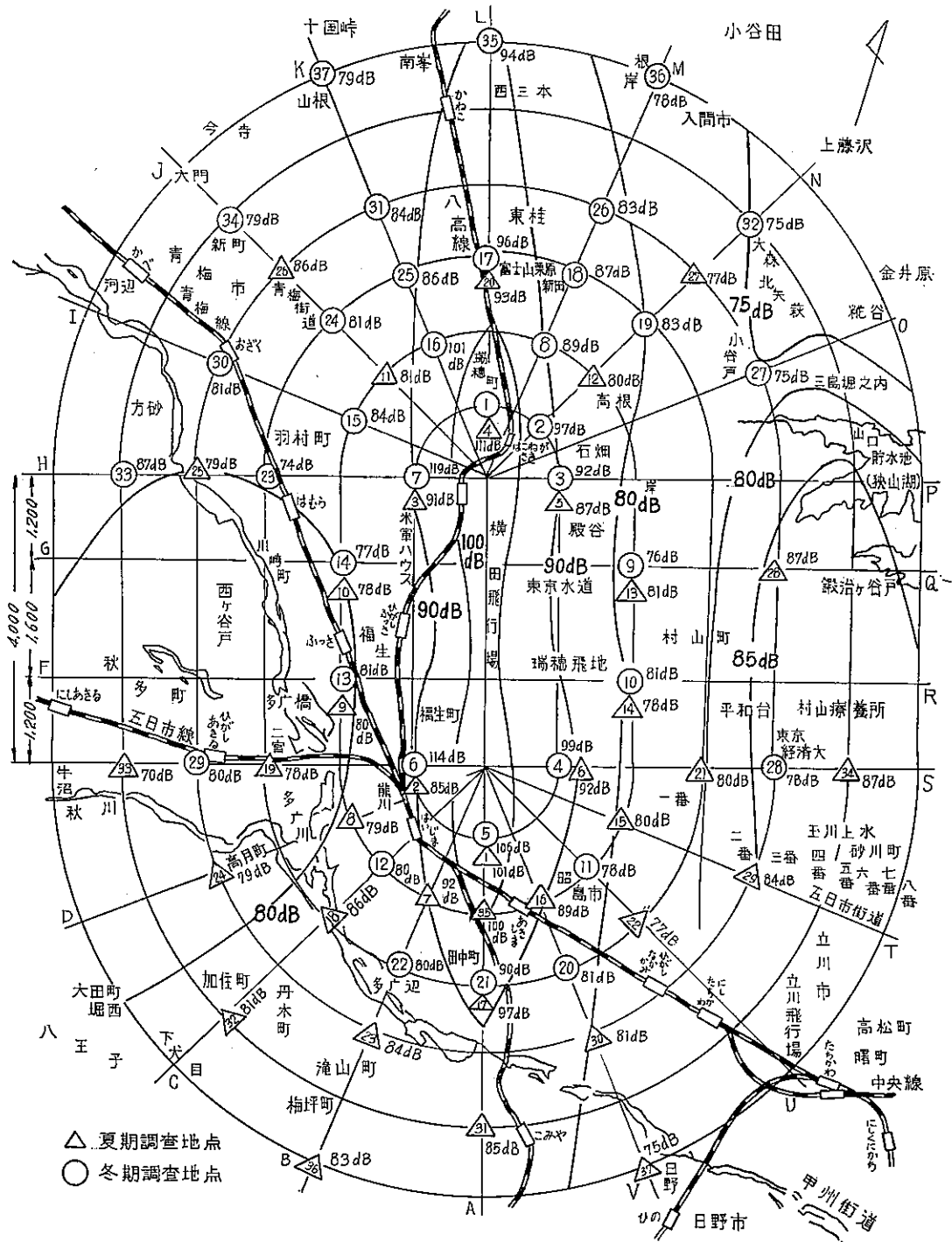


図40 横田基地周辺航空機騒音平均値の分布 (夏季, 冬季調査結果の総合 平均はdB的平均)

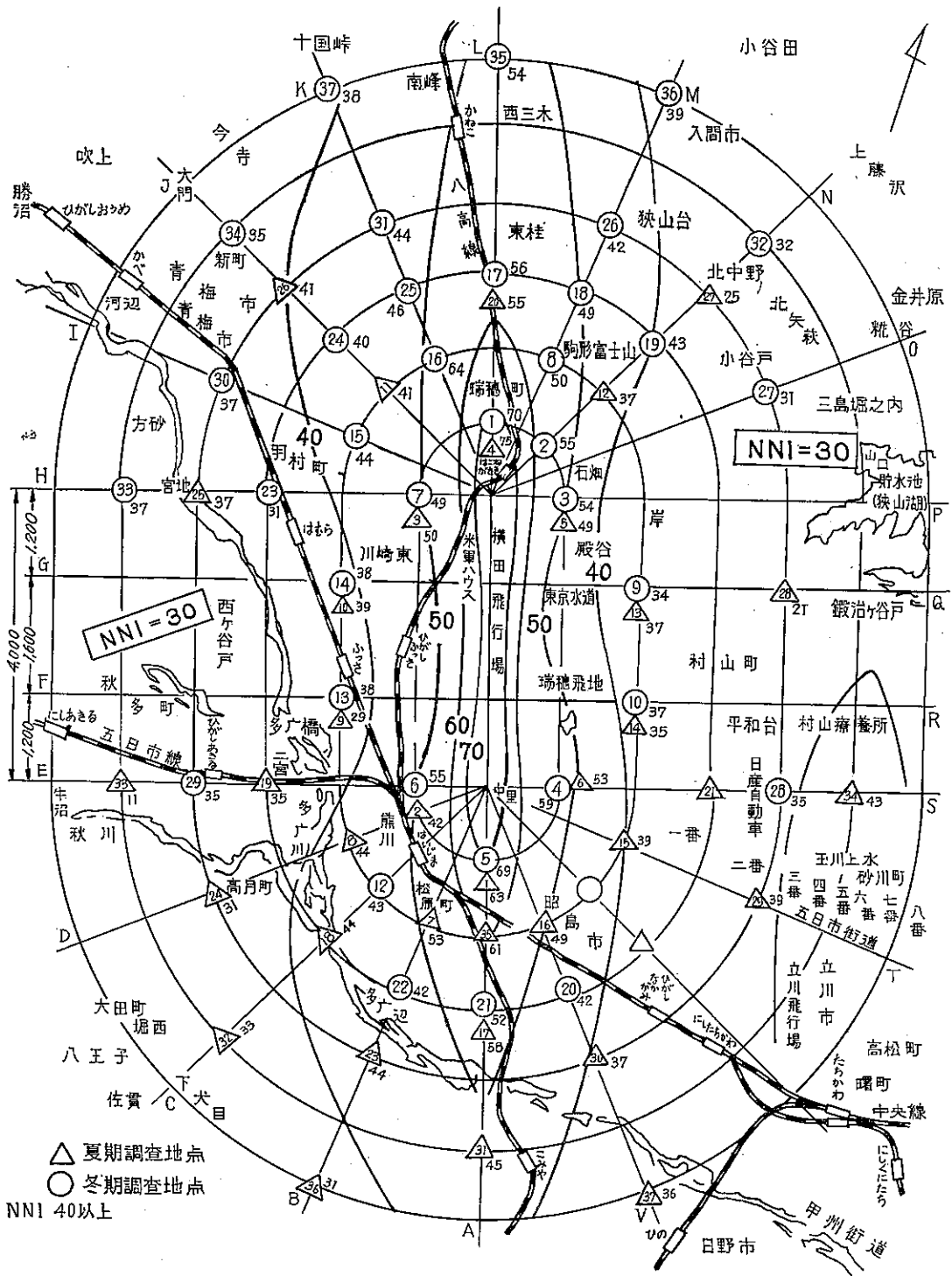


図41 横田基地周辺NNIの分布 (夏季, 冬季調査結果の総合)

30dB 内での変動、離陸機は 0 dB から -40dB (ジェット機) または -50dB (プロペラ機) と変動レベルが大きく、低中音域でのレベルはほぼ同じか着陸機の方が低くなっている。これは航空機の推進力による関係と、離陸の場合の飛行高度が 300m 位であるのに比べ着陸機はもっと低い高度で測定点を通過しており、また南側の測定点は地上約 20m の小学校屋上だったことなどによるものと考えられる。

7 考察

7・1 騒音ピーク値の総合分布 (dBの平均による)

(図40)

夏季、冬季 2 回にわたる調査において、各測定点の騒音ピーク値は一機ごとに異なり、その分散の形も一定していない。そこで前述のようにピーク値全部の統計処理をおこなって、中央値、90%レンジ上限値を求めたが、いずれも耳で感ずるうるささの感覚とは開きがあるように思われる。そこで、各ピーク値の dB 的平均を求めこの値をとって周辺の騒音分布図を作成したのが図40である。

dB 的平均はパワー的な平均であり、主として各ピーク値の高い方の値によってきまるものであるから、レベルの高い音に対する人間の心理的な面からも、一つの方法と考えられる。この分布図では 90dB(A) をこえるのは北側 6 km 以上、南側 4 km 程度で、80dB(A) をこえるのは滑走路東側地域より西側地域が多くなっている。これは離陸後西へ旋回する飛行機のためと考えられる。

7・2 航空機騒音のうるささの評価 (騒音レベルとひん度の総合評価) (図41)

騒音分布のため選定した移動点延 36 地点の 3 日間の記録は夏季調査で最高が 1 km 北側地点の 293機、200機をこすものが 11 地点、100機をこすものが 12 地点、冬季調査では最高 I S 04 地点の 296機、200機をこすものが 18 地点、100機をこすものが 10 地点と相当量のデータを集めることができた。従って航空機騒音のうるささを考える場合騒音レベルの統計的処理を行なうだけでなく、これら機数の要素を加味する必要がある。

そこで航空機騒音のやかましさを判定方式として用いられる *NNI を使って各測定点の NNI 概算値を求め、その分布を考えてみることにした。

夏季、冬季調査とも北方離陸、南方着陸が主であり、ほぼ類似した傾向となっているので、これを一覧図にまとめると図41のようになる。

NNI と主観的やかましさを (annoyance rating) の関係は、NNI 10 以下が全くやかましくない (not at all), 31 位でうるさい (little), 43 位で相当うるさい (moderate), 60 以上ははなはだしくうるさい (very much) とされている。

これによると滑走路南北とも 1 km 地点は 69, 70 と最もうるさく、北側 3 km 地点; 56, 6 km 点; 54 とコース下は 6 km 離れても 50 以上の値となっている。NNI 40 以上の地域としては滑走路をはさんで幅 4 km 程度で、南側、北側へは 6 km 以上に及ぶ帯状地帯が考えられる。その他の地点でも少なくとも NNI 30 をこえ、ややうるさい段階にはあり、基地騒音の影響範囲の広いことが分る。

*NNI (Noise Number Index) の算出式

$$NNI = \overline{PN} + 15 \log N - 80$$

\overline{PN} : PN dB の平均

N: 機数

8 むすび

横田基地周辺の航空機騒音について、夏季に南側、冬季には北側を重点として騒音計と記録計による昼夜連続の調査をおこない、気象条件、軍事状況の変化によってたえず変動する騒音の実態をより適確には握するため限られた人員、器材を最大限に利用して概略以上の結果がえられたわけであるが、夏季及び冬季調査を通じて次のようにまとめられる。

1) 1 日の飛行ひん度は平均 130 機程度であり、冬季調査時は夏季調査時より全般にやや少なかった。そのうち最も多いのは C-141 輸送機、F-4 戦闘爆撃機である。

2) 時間別にみると近接地区では、70dB(A) をこえるものは時間当り昼間 6~7 機、夜間 3~4 機の飛行があり、特に 8 時~16 時の飛行が多い。

3) 騒音レベルは滑走路端 1 km 地点で最も大きいのは F-4 ファントム平均 110dB(A)、人員輸送用 DC-8, B-707 (4 発ジェット), 107dB(A)、他はいずれも 100dB(A) 以下、着陸機は 3~5 dB 低い。プロペラ機は

F-4ファントムより約20dB低い。

4) 騒音分布は滑走路延長上が最も高く、特に離陸音は滑走路端からの距離が遠くなってもレベル低下が少なく、冬季結果では中央値1km点100dB(A)、3km点92dB(A)、6km89dB(A)であり、上限値はこれより10dB程高い。斜方向への影響も離陸音の方が着陸音より大きい。

5) 70dB(A)以上騒音の持続時間はコースに近い地域は離陸時30~40秒、中には1分をこえるものもあるが、着陸時はこれより短かく急激なレベル上昇、低下となっている。

また滑走路端に近い程音は大きいですが、反対に持続時間は短い。距離が離れる程ピークレベルは低下し、持続時間は長くなる傾向が示される。

6) 固定点における音の変化として音が最も大きくなる時は、頭上通過後にあらわれ、近接時は高周波音(カン高い音)が強く、飛去るときは低周波音(ウナリ音)が強くなる。

7) 暗騒音(ground noise)は非常にレベルが低く、この周辺地帯は飛行音のないときは平均47dB(A)である。

8) うるささの評価をNNI(Noise Number Index) [騒音レベルと時間帯別飛行回数を加味した騒音評価指数]を用いて判定すると、NNI40以上(相当うるさく感ずる)の範囲は滑走路をはさみ幅約4km南北へ滑走路端からそれぞれ6km以上に及ぶ約50km²、約25,000世帯に及ぶものと推定される。