

第2章 航空機騒音曝露

2.1 特殊空港周辺の航空機騒音曝露の評価尺度

2.1.1 はじめに

我が国では、航空機騒音に係わる環境基準において、評価尺度として WECPNL(加重等価連続知覚騒音レベル)が採用されており、環境庁は、1日ごとの WECPNL の算出方法ならびに年間代表値を求める方法を告示している(環境庁;1973)。

一方、防衛施設庁では、民間空港と特殊空港周辺の騒音に対する住民反応(うるささ、生活妨害等)を比較した結果(木村ら;1980)に基づいて、環境庁の方法とは異なる WECPNL の算出方法を定めている(防衛施設庁;1980)。防衛施設庁の方法では、年間の標準総飛行回数の扱いが環境庁の定める方法と異なっており、騒音の継続時間の補正、ジェット機の着陸音の補正を行う。このため、同じ騒音曝露に対して、環境庁の方法で求めた WECPNL の値と防衛施設庁の方法で求めた WECPNL の値の間に差が生じることになる。本節では、環境庁の方法と防衛施設庁の方法を簡単に説明した上で、複数の特殊空港周辺での測定データに基づいて、両者の比較を試みる。

2.1.2 環境庁による算出方法

環境庁は航空機騒音の環境基準として、表 2-1 のような基準値を示している。

ただし、表 2-1 の WECPNL は測定地点の年間代表値であり、次式で表される 1 日ごとの WECPNL の測定値を、年間を通じてパワー平均することで算出する。

$$WECPNL = \overline{dB(A)} + 10 \log_{10} N - 27 \quad (2.1)$$

$$N = N_d + 3N_e + 10N_n \quad (2.2)$$

表 2-1 航空機騒音の環境基準

地域類型	WECPNL	備考
I	70	専ら住居の用に供される地域
II	75	I以外の地域であって通常の生活を保全する必要がある地域

ただし、 $\overline{dB(A)}$ は各飛行の際の A 特性騒音レベルのピーク値のパワー平均値、 N は時間帯補正をした 1 日の総飛行回数、 N_d は昼間(7~19時)の飛行回数、 N_e は夕方(19~22時)の飛行回数、 N_n は夜間(0~7, 22~24時)の飛行回数である。

(2.1) 式は、ICAO(国際民間航空機構)の提唱する WECPNL に対して、次のような仮定をおくことで導かれている。

1. ICAO では、1 回の飛行ごとに航空機騒音の PNLT (純音補正知覚騒音レベル)を求めることになっているが、これを当該航空機騒音のレベル変動の最大値 dBAM から換算するために、次式を仮定している。

$$PNLT = dBAM + 13 \quad (2.3)$$

2. ICAO 方式の計算に必要な等価知覚騒音レベル EPNL を算出するための継続時間の補正に関して、規準化時間を 10 秒と仮定している。
3. ICAO の方法では、昼間、夕方、夜間の各時間帯ごとの ECPNL に時間帯補正を行って WECPNL を計算する。それを、各時間帯の飛行回数に重みづけを行うことで求めている。
4. ICAO の方法では、窓の開閉の効果を考慮するために、気温に基づいて、1ヶ月の内 20 度以上の時間が 100 時間未満のとき -5、25.6 度以上が 100 時間以上のとき +5 を補正するが、この補正を行わない。
5. 最終的に得られた式の定数項の値(-26.365)を

危険側(-27)に丸めている。

2.1.3 防衛施設庁による算出方法

木村ら(木村ら; 1980)は民間空港と特殊空港周辺での航空機騒音に対する住民反応(うるささ, 生活妨害等)の調査結果に基づき, 民間空港と特殊空港の比較を行った。その結果, 飛行回数の日変動が大きい特殊空港については, 飛行回数の平均値を用いて WECPNL の年間代表値を求めるよりも, 飛行回数の年間変動(飛行のない日を除く)の 80%レンジの上端値を用いて WECPNL の年間代表値を求めることにより, 特殊空港と民間空港周辺における住民反応の整合性が高くなることを報告している。

この報告に基づき, 防衛施設庁は防衛施設周辺において騒音コンターを求める際の基準となる方法を以下のように定めている。

1. 上記(2.2)式で表される時間帯補正済みの1日の総飛行回数について, 飛行しない日も含め, 年間変動の 80%レンジの上端値(90パーセンタイル値)を求め, 標準総飛行回数(以下 N_{10} と記す)とする。標準総飛行回数に1年間の総飛行回数の機種別, 飛行態様別, 飛行経路別の割合を適用して, 機種, 飛行態様, 飛行経路別の1日の総飛行回数を決める。なお, 木村らの報告(木村ら; 1980)では, 飛行しない日を除いているのに対して, 防衛施設庁方式ではこれを含めて標準総飛行回数を求めており, その結果, 防衛施設庁方式では木村らが示した方法よりも標準総飛行回数を少なく評価することになる。
2. 次式で表される, 機種別, 飛行態様別, 飛行経路別の騒音曝露量 $TNEL_j$ を求める。

$$TNEL_j = dB(A)_j + 10 \log_{10} N_j + D_j + 23 \quad (2.4)$$

ここで, N_j , $dB(A)_j$ は機種別, 飛行態様別, 飛行経路別の総飛行回数およびピークレベルのパワー平均値であり, D_j は継続時間の補正項である。ただし, ジェット機の着陸音については, $dB(A)_j$ に 2dB を加算することで補正を行う。また, D_j の値は, (2.1)式が規準化時間 10s を仮定していることから, 機種別, 飛行態様別, 飛行経路別の継

表 2-2 環境庁と防衛施設庁の WECPNL の算出方法における相違点

項目	環境庁	防衛施設庁
標準総飛行回数	平均値	90パーセンタイル値
継続時間の補正	固定値	継続時間に応じて補正 (飛行中とエンジン調整 中で異なる)
着陸音の補正	補正なし	ジェット機のみ 2dB 加算

続時間の平均値を T_j (s) として, 次のように定められている。

- (a) 飛行中の場合(滑走中を含む)

$$D_j = 10 \log_{10}(T_j/20) \quad (2.5)$$

- (b) 地上でエンジン調整中の場合(飛行中でピークレベルがほぼ平坦に連続する場合を含む)

$$D_j = 10 \log_{10}(T_j/10) \quad (2.6)$$

3. 最終的な WECPNL の評価値は, 機種別, 飛行態様別, 飛行経路別の騒音曝露量 $TNEL_j$ をパワー加算し, 次式により求める。

$$WECPNL = \left(10 \log_{10} \sum 10^{(TNEL_j/10)} - 23 \right) - 27 \quad (2.7)$$

2.1.4 環境庁と防衛施設庁の算出方法の違い

環境庁と防衛施設庁の算出方法について, 基本的な考え方の相違点を表 2-2 にまとめた。

環境庁の方法は, 1日ごとの WECPNL を年間を通じてパワー平均して WECPNL の年間代表値を求める。これは, 標準総飛行回数として, ピーク騒音レベル $\overline{dB(A)}$ に応じた重み付けをしたうえで, 飛行回数の平均値を求めたことに相当する。一方, 防衛施設庁の方法は, 特殊空港と民間空港での住民反応を比較した木村ら(木村ら; 1980)の報告に基づいて, 標準総飛行回数として平均値ではなく 90パーセンタイル値を採用している。

騒音の継続時間の補正に関して, 環境庁の方法は実際の継続時間にかかわらず, 一定値を補正するが, 防衛施設庁の方法では, 継続時間に応じた補正値を加算しており, その補正値も飛行中とエンジン調整中によ

表 2-3 WECPNL の年間パワー平均値と WECPNL₁₀ , WECPNL_{N10}

空港	測定点	A	B	C	B-A	C-A	B-C	n
横田	瑞穂	80.4	83.3	83.2	2.9	2.8	0.1	1
	昭島	83.3	86.8	85.8	3.5	2.5	1.0	1
	平均 ±SD				3.2±0.3	2.7±0.2	0.6±0.5	
—	—	90.9	95.6	94.2	4.7	3.3	1.4	1
	—	84.2	89.2	87.3	5.0	3.1	1.9	1
	平均 ±SD				4.9±0.2	3.2±0.1	1.7±0.3	
小松	小島	79.4±1.7	84.2±1.8		4.8±0.6			10
	伊切	82.8±1.9	86.8±1.7		4.0±0.4			10
	その他	68.6±5.6	72.8±5.8		4.2±1.1			208
	平均 ±SD				4.2±0.6			
岩国	旭町	79.3	82.5	82.3	3.2	3.0	0.2	1
	尾津町	76.8	80.5	80.0	3.7	3.2	0.5	1
	平均 ±SD				3.5±0.3	3.1±0.1	0.4±0.2	
嘉手納	美原	82.6±1.2	85.7±1.0	85.3±1.0	3.1±0.3	2.7±0.4	0.4±0.3	5
	屋良	80.6±1.0	84.0±1.5	83.4±0.9	3.4±0.5	2.8±0.2	0.7±0.6	3
	砂辺	85.5±1.6	89.7±2.3	88.4±1.7	4.1±0.7	2.9±0.1	1.3±0.7	3
	役場	77.7	81.3	80.5	3.6	2.8	0.8	1
	平均 ±SD				3.6±0.4	2.8±0.1	0.8±0.3	
普天間	野嵩	77.8±1.6	80.5±1.3	81.3±1.7	2.7±0.4	3.5±0.5	-0.8±0.4	5
	真栄原	75.3±1.1	79.1±0.7	78.8±1.0	3.8±0.5	3.5±0.3	0.3±0.4	5
	浦添	73.0	77.4	76.4	4.4	3.4	1.0	1
	平均 ±SD				3.6±0.7	3.4±0.0	0.2±0.7	
全測定点					3.7±0.7	3.0±0.3	0.7±0.7	13

A : WECPNL の年間パワー平均値

B : WECPNL の 90 パーセンタイル値 (WECPNL₁₀)

C : 飛行回数の 90 パーセンタイル値 (N_{10}) から求めた WECPNL (WECPNL_{N10})

n : 測定年度の数 (全測定点の n は小松空港のデータを除いた測定点の数)

— : 測定機関の要望で名称を記載せず

て異なっている。このため、防衛施設庁の算出方法は環境庁の方法よりも ICAO が提唱した WECPNL の定義に近い。

着陸音の補正に関して、防衛施設庁の算出方法では、当時の測定結果に基づき、ジェット機の着陸音に対して 2 dB の補正を行うことになっている。

2.1.5 実測データによる相違の検討 (標準飛行回数)

国内のいくつかの特殊空港周辺においては、周辺自治体が航空機騒音の常時測定を行っている。各自自治体が測定した測定データを入手し、標準飛行回数の評価方法の違いにより、防衛施設庁方式と環境庁方式でどの程度の差が生じるかを比較検討した。

防衛施設庁の方法では、機種別、飛行態様別、飛行経路別に、騒音の継続時間の補正と、ジェット機の着陸音の補正を行うため、無人測定局の実測値から WECPNL を求めるのは困難である。しかし、これらの補正を行わないのであれば、実測値から N_{10} とピークレベルのパワー平均値を求め、(2.1) 式により WECPNL (以下 WECPNL_{N10} とする) を計算することができる。

また、防衛施設庁の方法が、WECPNL の変動を飛行回数の変動で代用していると考えれば、WECPNL の年間変動の 90 パーセンタイル値 (以下 WECPNL₁₀ とする) を防衛施設庁の方法による値と考えることもできる。

6 つの特殊空港周辺について、実測値に基づいて算出した WECPNL の年間パワー平均値と WECPNL₁₀ および WECPNL_{N10} を表 2-3 に示す。複数の年度にわたって測定値がある場合には、その平均値と標準偏

表 2-4 継続時間の補正による WECPNL の違い

測定点	平均継続 時間 (s)	WECPNL (環境庁)	WECPNL (防衛施設庁)		
			無補正	補正 A	補正 B
嘉手納町水釜	27.0	73.3	76.3	77.8 (4.5)	80.1 (6.8)
嘉手納町役場	29.6	77.7	80.7	83.5 (5.8)	85.9 (8.2)
嘉手納町屋良	20.2	81.1	84.1	84.0 (2.9)	85.4 (4.3)
北谷町砂辺	20.0	85.5	88.5	88.6 (3.1)	90.6 (5.1)

無補正：環境庁の方法による値に 3 を加算

補正 A：全ての騒音を飛行中として補正

補正 B：継続時間 30s 以上の騒音をエンジン調整音として補正

() 内の数値は環境庁の WECPNL との差

差を示しており、 n は測定年度の数である。各空港ごとの「平均 \pm SD」、および「全測定点」の項目には、各測定点の平均値から求めた平均と標準偏差 SD を示しており、 n は測定点の数である。なお、小松空港については、WECPNL_{N10} が得られていないため、表中に空欄がある。また、小松空港の「その他」の測定点には、隔月で測定を行っている 22 箇所の測定点（過去 10 年間分）をまとめて表示している。

年間パワー平均値と WECPNL_{N10} との差 (C-A) は、どの空港においても 3 程度の値となっている。また、WECPNL₁₀ との差 (B-A) は、空港や測定点によって若干の違いはあるものの、ほぼ 3~5 の範囲である。木村らの報告によれば、特殊空港周辺では標準総飛行回数として、90 パーセント値を用いる方が望ましいと考えられることから、環境庁の算出方法は WECPNL を 3~5 程度過小評価することになると考えられる。

2.1.6 実測データによる相違の検討(継続時間補正)

防衛施設庁が定める WECPNL の算出方法では、騒音の継続時間に応じて補正を行うことになっており、特にエンジン調整音が主となる測定点では、環境庁の方法による WECPNL の値との間に大きな差の生じる可能性がある。嘉手納飛行場周辺の複数の測定局について、1 週間の測定データに基づいて、継続時間の補正を行うことによる WECPNL の違いを試算した。

表 2-4 に試算した WECPNL の値を示す。防衛施設庁の方法では、機種や飛行形態ごとに平均継続時間

を求めて補正を行うが、得られた測定データでは機種等の情報が含まれていないため、個々の騒音のピークレベルに補正を施した(この方法は ICAO が示した WECPNL の定義に近い)。また、1 週間の測定データでは正確な N_{10} を得ることができないため、前節の結果から環境庁の方法で求めた WECPNL に 3 を加算している。継続時間の補正は飛行中の騒音とエンジン調整音とで異なるため、全てを飛行中の騒音として扱った場合を「補正 A」、継続時間が 30s 以上の騒音をエンジン調整音として扱った場合を「補正 B」とした。

防衛施設庁の方法の「無補正」と「補正 B」とを比較すると、嘉手納町役場では WECPNL で 5 程度の差が生じている。また、環境庁の算出方法と比較すると、「補正 B」は WECPNL で 8 程度高い値となっている。

2.1.7 結論

特殊空港周辺の航空機騒音の評価方法に関して、環境庁の算出方法と防衛施設庁の WECPNL の算出方法の比較を試みた。複数の特殊空港周辺での実測データから、以下のような知見を得た。

環境庁の方法では、WECPNL の年間代表値を算出する際に飛行回数の平均値(ピークレベルによる重み付け平均)を標準飛行回数として用いるが、防衛施設庁の方法では、飛行回数の年間 90 パーセント値を利用する。この違いにより、両者の間に WECPNL で 3~5 程度の差が生じることが明らかとなった。木村ら(木村ら; 1980)が行った民間空港と特殊空港周辺での住民反応の調査の結果から、民間空港と整合性のある騒音評価量を得るには、特殊空港での飛行回数とし

表 2-5 ベトナム戦争時の騒音測定資料一覧

Index	測定期間	測定場所	備考
1	1963/10/7 ~ 1963/10/16	嘉手納小学校	発生時刻, ピーク値, 継続時間, 機種, 授業中のみ
2	1963/10/21 ~ 1963/10/28	嘉手納中学校	発生時刻, ピーク値, 継続時間, 機種, 授業中のみ
3	1963/10/29 ~ 1963/11/8	宮前小学校	発生時刻, ピーク値, 継続時間, 機種, 授業中のみ
4	1963/11/13 ~ 1963/11/20	北美小学校	発生時刻, ピーク値, 継続時間, 機種, 授業中のみ
5	1965/7/2 ~ 1965/7/12	屋良小学校	回数のみ, 授業中のみ
6	1965/12/20 ~ 1965/12/27	読谷高校	発生時刻, ピーク値, 継続時間, 機種, 授業中のみ
7	1966/3/9 ~ 1966/3/15	嘉手納消防団	発生時刻, ピーク値, 継続時間, 機種
8	1966/3/24 ~ 1966/3/25	水釜 11 区 3 班	発生時刻, ピーク値, 継続時間, 機種
9	1966/3/26 ~ 1966/3/31	水釜 11 区 4 班	発生時刻, ピーク値, 継続時間, 機種
10	1967/11/1 ~ 1967/11/30	嘉手納役所 2 階	発生時刻, ピーク値, 継続時間, エンジン調整音区別
11	1967/12/1 ~ 1967/12/25	1 区嘉手川氏宅	発生時刻, ピーク値, 継続時間, エンジン調整音区別
12	1968/1/3 ~ 1968/1/16	役所	発生時刻, ピーク値, 継続時間, エンジン調整音区別
13	1968/2/1 ~ 1968/2/29	嘉手納消防庁舎	発生時刻, ピーク値, 継続時間, エンジン調整音区別
14	1968/3/1 ~ 1968/3/9	池原宅	発生時刻, ピーク値, 継続時間, エンジン調整音区別
15	1968/4/18 ~ 1968/4/25	屋良 584 (4 本松)	発生時刻, ピーク値, 継続時間, エンジン調整音区別
16	1968/5/24 ~ 1968/5/31	村役所	発生時刻, ピーク値, 継続時間, エンジン調整音区別
17	1968/6/18 ~ 1968/6/25	村役所	発生時刻, ピーク値, 継続時間, エンジン調整音区別
18	1972/11/1 ~ 1973/3/31	屋良, 砂辺	各騒音レベル帯域の累積時間のみ, 時間帯区別なし

て年間 90 パーセント値を利用することが望ましいとされる。この説に従うなら, 環境庁の方法では特殊空港周辺の騒音を過小評価することになる。

また, 環境庁の方法では, 騒音のピークレベルのみによって曝露量を評価するが, 防衛施設庁の方法では, 騒音の継続時間に応じた補正を行うことになっている。エンジン調整音が主となる測定点で試算したところ, 補正によって WECPNL が 5 程度高くなる場合のあることが明らかになった。航空機騒音をレベル変動のピーク値のみで評価する環境庁の方法では, エンジン調整音のような継続時間の長い騒音は相対的に過小評価されることになるため, 防衛施設庁の方法のように, 継続時間の補正を行うことが望ましい。また, 継続時間の補正を行うことは, 近年, 騒音評価尺度として広く利用されている等価騒音レベル L_{eq} の算出方法に近い考え方でもある。

この他, 防衛施設庁の方法では, ジェット機の着陸音に対して 2dB の補正を行うため, 環境庁の算出方法との間には差が生じることになる。また, ICAO が示した方法のように, 気温を考慮した補正値を加えると, 沖縄県における特殊空港については, さらに大きな差が生じることになる。

2.2 過去の航空機騒音曝露

2.2.1 はじめに

航空機騒音が空港周辺の住民の健康に及ぼす影響は, 過去から現在までの騒音曝露の積分値の結果として発現すると考えられる。特に, ベトナム戦争(1960~1975年)当時は, 現在よりも強大な騒音曝露があったと考えられ, この時期の騒音曝露を知ることは重要である。本節では, 過去の測定資料を可能な限り入手し, ベトナム戦争当時から現在に至るまでの騒音曝露量の推定を試みた。

2.2.2 ベトナム戦争時の測定資料について

表 2-5 に入手しえたベトナム戦争時の測定資料の一覧を示す。Index 1~6 の資料は測定時間が昼間に限られており, WECPNL などの 1 日の騒音指標を推定することは困難であるが, 嘉手納村(当時)が 1966~1968 年に測定した資料(Index 7~17)と, 防衛施設庁が 1972~1973 年に測定した資料(Index 18)については, 24 時間を通した測定が行われており, 資料から WECPNL などの騒音指標を推定することが可能である。この中から, 嘉手納村(当時)が嘉手納消防庁舎で 1968 年 2 月に測定した資料と, 防衛施設庁が北谷

表 2-6 1968 年の測定資料における時間帯別騒音発生回数 (嘉手納消防庁舎)

年月日	発生回数					計	時間帯補正 発生回数	WECPNL での差
	0-7	7-19	19-22	22-24				
1968/2/12	34	44	12	6	96	480	7.0	
1968/2/13	41	49	24	11	125	641	7.1	
1968/2/14	28	49	10	5	92	409	6.5	
1968/2/15	9	25	9	5	48	192	6.0	
1968/2/16	37	45	13	4	99	494	7.0	
1968/2/17	41	51	23	16	131	690	7.2	
平均	32	44	15	8	99	484	6.9	

表 2-7 1968 年の測定資料から求めた各種騒音指標 (嘉手納消防庁舎)

月日	L_{max} 別発生回数					L_{max} 最大値	WECPNL		$L_{eq,24h}$ (dB)
	-110	-100	-90	-80	-70		環境庁	施設庁	
1968/2/12	0	13	27	49	7	107	96	100~106	79~86
1968/2/13	0	19	33	64	9	107	97	101~110	80~89
1968/2/14	1	7	34	46	4	110	95	100~110	83~93
1968/2/15	0	1	12	26	9	100	85	88~92	68~73
1968/2/16	0	12	29	45	13	104	95	199~109	80~88
1968/2/17	3	20	49	54	5	110	99	99~107	79~87
平均	0.7	12	31	47	8		96	99~108	80~88

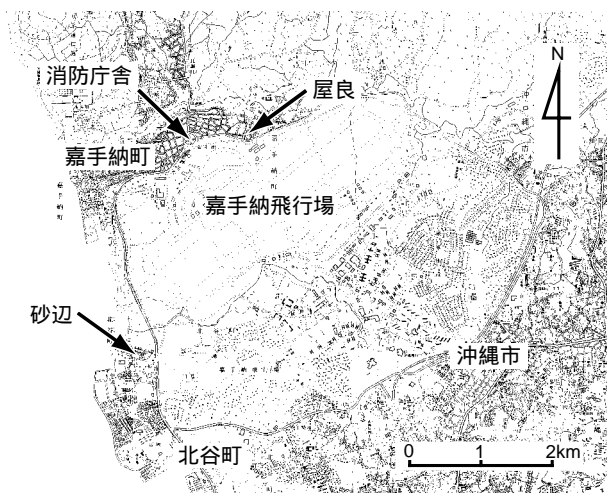


図 2-1 ベトナム戦争時の測定資料の測定点

町砂辺および嘉手納町屋良で 1972 年 11 月に測定した資料を利用して、WECPNL, L_{eq} 等の算出を行った。各測定点の位置を図 2-1 に示す。嘉手納消防庁舎および屋良は駐機場近傍に位置し、砂辺は離着陸のコース下にあたる。

2.2.3 ベトナム戦争時の騒音曝露 (1968 年)

1968 年 2 月に嘉手納消防庁舎で測定されたデータは、ベトナム戦争で北爆が行われていた時期の資料にあたる。測定は窓を開いた室内で行われており、測定資料には、騒音の発生時刻、ピーク騒音レベル、70dB 以上の騒音継続時間が記載されているほか、エンジン調整音と飛行中の騒音が区別して記載されている。この資料から環境庁の方法による 1 日ごとの WECPNL を算出することが可能であり、防衛施設庁の方法に準じた WECPNL も推定できる。ここでは、1ヶ月間の測定資料から、連続して測定が行なわれていた 2 月 12~17 日の 6 日間の測定データを用い、当時の WECPNL 等の騒音指標の推定を行った。

表 2-6 に時間帯別の騒音発生回数を示す。昼夜の区別なく騒音が発生しており、夜間の騒音に対する重み付けにより、補正後の騒音発生回数は約 5 倍の値となる。これは、WECPNL で約 7 の上昇に相当する。

表 2-7 に、ピーク騒音レベルのレベル帯域別の発生回数、資料に記載されていた継続時間の平均値、資料に基づいて算出した WECPNL, $L_{eq,24h}$ などの各種集計結果を示す。WECPNL, $L_{eq,24h}$ の平均値は、いず

表 2-8 1972-73 年の月別測定結果 (北谷町砂辺)

測定月	月最大レベル (dB)	日平均累積曝露時間 (秒)			計
		100 dB 以上	95-99 dB	90-94 dB	
1972 年 11 月	124	345	595	990	1,930
1972 年 12 月	120	300	585	1,190	2,075
1973 年 1 月	120	325	595	990	1,910
1973 年 2 月	120	410	455	830	1,695
1973 年 3 月	122	450	525	850	1,825
平均		366	551	970	1,887

表 2-9 1972-73 年の月別測定結果 (嘉手納町屋良)

測定月	月最大レベル (dB)	日平均累積曝露時間 (秒)			計
		100 dB 以上	95-99 dB	90-94 dB	
1972 年 11 月	118	465	775	1,465	2,705
1972 年 12 月	123	575	950	1,575	3,100
1973 年 1 月	127	560	765	1,405	2,730
1973 年 2 月	126	320	795	1,565	2,680
1973 年 3 月	118	475	770	1,885	3,130
平均		479	811	1,579	2,869

れもパワー平均値である。

表中の防衛施設庁の WECPNL の計算は次のような方法で行っている。飛行中の騒音については、北谷町砂辺等で行った 24 時間連続測定の結果から、騒音レベルが直線的に上昇・下降するようなレベル変動を仮定した。また、エンジン調整音については矩形形状のレベル変動を仮定したが、その継続時間の扱いによって最終的な WECPNL の値に大きな違いが生じるため、2 種類の WECPNL の値を求めた。表に示した WECPNL の範囲において、下限値は、記載されている継続時間の 10% の時間だけピークレベルが持続したと仮定した場合、上限値は、記載されている継続時間をそのままピークレベルの継続時間とした場合である。実際の値はこの範囲内にあったと考えられる。

騒音のピークレベルが高いことや、0~7 時および 22~24 時の夜間の騒音発生回数が多いことなどにより、いずれの算出方法でも WECPNL は非常に高い値となっている。また、エンジン調整音が主であることから平均継続時間が約 120 秒となっており、環境庁と防衛施設庁との WECPNL の間に大きな差が生じている。

なお、表に示した $L_{eq,24h}$ の値についても、防衛施設庁の WECPNL と同様な仮定に基づいて推定した結果を示している。実際の値はこの範囲内にあったと考

えられる。

2.2.4 ベトナム戦争時の騒音曝露 (1972 年)

1972~1973 年に砂辺および屋良で防衛施設局が測定を行った時期も、ベトナム戦争が激しかった時期にあたる。この資料についても、WECPNL などの推定を行った。測定は民家の軒下などの屋外で行われており、日別の騒音レベルの最大値と各騒音レベル帯域ごとの累積時間が集計されているが、騒音発生回数や発生時刻等は記載されていない。

表 2-8, 2-9 は、1972 年 11 月から 1973 年 3 月までの測定資料の月別の集計結果である。砂辺で 100~124 dB、屋良で 100~127 dB という、非常に高レベルの騒音が観測されている。90 dB 以上の騒音の日平均累積曝露時間は、砂辺において 30 分、屋良では 45 分を超えており、100 dB 以上の騒音の累積曝露時間についても、砂辺、屋良それぞれ 6 分、8 分となっている。なお、日別の集計表においては、この測定期間中、全ての日で最大騒音レベルが 100 dB を超えており、騒音の累積曝露時間も含め、1 週間単位の周期的な変動は見られない。ベトナム戦争当時は、土・日曜などの休日などとは無関係に騒音が発生していたと考えられる。

表 2-10 1972 年の測定資料から求めた WECPNL (砂辺)

月日	最大 レベル	レベル帯域別累積曝露時間 (秒)						施設庁 WECPNL	$L_{eq,24h}$ (dB)
		-110	-100	-90	-80	-70	計		
1972/11/1	109	0	160	1,310	3,470	3,655	8,595	100	80
1972/11/2	123	25	700	1,565	2,910	1,980	7,180	105	85
1972/11/3	116	85	675	1,435	3,185	3,275	8,655	106	86
1972/11/4	106	0	80	1,660	6,105	6,985	14,830	100	80
1972/11/5	108	0	105	920	2,865	3,165	7,055	99	79
1972/11/6	117	15	25	735	3,970	4,220	8,965	99	79
1972/11/7	103	0	165	1,485	4,685	4,685	11,020	100	80
1972/11/8	106	0	150	1,410	4,200	3,220	8,980	100	80
1972/11/9	112	15	530	1,340	3,450	2,245	7,580	104	84
1972/11/10	118	60	1,015	1,830	3,550	2,970	9,425	107	87
1972/11/12	106	0	465	1,735	5,285	4,685	12,170	103	83
1972/11/13	119	10	300	1,585	4,900	4,895	11,690	102	82
1972/11/14	109	0	85	1,370	4,975	3,010	9,440	99	79
1972/11/15	118	40	1,115	1,960	2,890	1,590	7,595	107	87
1972/11/16	120	65	405	1,375	3,100	4,295	9,240	105	85
1972/11/17	107	0	130	1,565	6,155	4,605	12,455	100	80
1972/11/18	111	10	240	1,740	4,420	3,685	10,095	102	82
1972/11/19	113	35	300	2,125	5,485	3,945	11,890	104	84
1972/11/20	110	5	190	1,620	5,085	5,300	12,200	101	81
1972/11/21	124	50	285	1,530	6,610	6,480	14,955	104	84
1972/11/22	105	0	245	1,515	5,040	6,775	13,575	101	81
1972/11/23	110	5	130	1,025	3,460	4,145	8,765	99	79
1972/11/24	108	0	345	1,915	4,530	5,630	12,420	102	82
1972/11/25	108	0	265	1,990	5,505	4,965	12,725	101	81
1972/11/26	110	5	75	935	2,640	4,805	8,460	98	78
1972/11/27	113	5	320	1,520	6,385	9,500	17,730	102	82
1972/11/28	113	5	520	1,805	4,725	5,885	12,940	103	83
1972/11/29	109	0	325	1,340	4,695	5,085	11,445	102	82
平均		16	334	1,512	4,438	4,489	10,788	103	83

1972 年 11 月から 1973 年 3 月までの測定資料のうち、70 dB 以上の騒音が集計対象となっている 11 月の測定資料を利用して (その他の月は 90 dB 以上の騒音が集計対象)、当時の WECPNL などの騒音指標を推定した。ただし、欠測がある日は推定対象から除いた。

測定資料には各騒音レベル帯域ごとの累積時間が記載されており、24 時間の等価騒音レベル $L_{eq,24h}$ を計算することができる。また、昼夜の騒音発生回数の比率が分かれば、防衛施設庁の算出方法に基づいた WECPNL も推定できる。

表 2-10、2-11 に、測定資料および資料から求めた WECPNL、 $L_{eq,24h}$ の値を示す。WECPNL、 $L_{eq,24h}$ の平均値は 1ヶ月間のパワー平均値である。なお、WECPNL の推定は次のような仮定に基づいている。(2.3) 式と同じ仮定により、A 特性の騒音レベルに 13 を加算することで知覚騒音レベル PNL を得られるこ

とから、 $L_{eq,24h}$ に 13 を加算することで ECPNL が得られる。また、表 2-6 の 1968 年の嘉手納消防庁舎での時間帯別騒音発生比率を利用すれば、夜間の騒音に対する重み付けは ECPNL に 7 程度の値を加算することに相当し、最終的に $L_{eq,24h}$ に 20 を加算することで、WECPNL が推定できる。

防衛施設庁の WECPNL の算出方法では、標準総飛行回数を求める際に総飛行回数の 90 パーセント値を利用する。WECPNL の変動が主として飛行回数の変動に起因していると考えれば、防衛施設庁方式の WECPNL を WECPNL の 90 パーセント値で近似することができる。砂辺、屋良ともに WECPNL の 90 パーセント値は 105 程度となる。防衛施設庁が示している騒音コンターでは、砂辺は 95 以上、屋良は 90~95 の範囲であり、1972 年の測定値はこれよりもかなり高い値となっている。なお、屋良の測定点は

表 2-11 1972 年の測定資料から求めた WECPNL (屋良)

月日	最大 レベル	レベル帯域別累積曝露時間 (秒)						施設庁 WECPNL	$L_{eq,24h}$ (dB)
		-110	-100	-90	-80	-70	計		
1972/11/1	116	60	395	2,710	9,790	8,145	21,100	105	85
1972/11/2	116	220	1,115	2,690	9,660	16,960	30,645	109	89
1972/11/5	105	0	445	3,050	6,860	9,865	20,220	104	84
1972/11/6	106	0	230	2,995	6,545	7,880	17,650	102	82
1972/11/7	108	0	300	2,985	6,975	4,330	14,590	103	83
1972/11/8	108	5	545	2,090	7,490	3,045	13,175	104	84
1972/11/10	108	0	305	2,440	12,520	12,975	28,240	103	83
1972/11/11	107	0	400	5,450	8,890	3,155	17,895	105	85
1972/11/12	108	0	610	1,910	5,175	2,855	10,550	103	83
1972/11/13	110	5	530	2,680	11,765	7,500	22,480	104	84
1972/11/16	109	0	130	2,035	6,850	6,970	15,985	101	81
1972/11/17	109	0	200	1,690	5,075	6,275	13,240	101	81
1972/11/18	108	0	645	2,100	4,700	4,490	11,935	104	84
1972/11/19	111	15	1,545	3,625	7,595	7,035	19,815	108	88
1972/11/20	104	0	85	1,390	5,480	3,485	10,440	99	79
1972/11/21	105	0	55	995	5,020	1,870	7,940	98	78
1972/11/22	106	0	450	1,905	10,995	7,460	20,810	103	83
1972/11/23	106	0	140	970	3,660	3,465	8,235	98	78
1972/11/24	105	0	85	740	3,935	2,850	7,610	97	77
1972/11/25	111	50	770	1,365	5,395	3,355	10,935	107	87
1972/11/26	106	0	130	885	9,520	6,650	17,185	100	80
1972/11/27	103	0	75	815	6,245	3,905	11,040	98	78
1972/11/28	109	0	260	1,505	8,585	7,785	18,135	102	82
1972/11/29	109	0	695	2,625	9,270	10,010	22,600	105	85
平均		15	423	2,152	7,416	6,346	16,352	104	84

1968 年に測定が行われた嘉手納消防庁舎に比較的近い位置にあるが、表 2-7 の結果と比べると WECPNL は同程度の値となっている。

2.2.5 施設庁カウンター作成時の騒音曝露 (1977 年)

1977 年 12 月に防衛施設庁が嘉手納、普天間飛行場周辺において、大規模な航空機騒音の測定を行った (アコーテック ; 1978)。両飛行場周辺 127 箇所の測定点で、機種ならびに飛行コースを含めた観測が行なわれ、そのうち 4 箇所の基準地点では、8 日間にわたる連続測定が行なわれている。この資料では、防衛施設庁方式の算出方法に基づいて、各測定点での WECPNL が求められているが、騒音カウンターについては、WECPNL が 85、90、95 のカウンターが示されているのみである。そこで、WECPNL が 75 および 80 の場合を含め、同資料のデータに基づいて新たに騒音カウンターを作成した。

なお、資料では 1 週間の測定値に基づいて、年間の

標準総飛行機数が求められており、嘉手納、普天間飛行場それぞれ 507、175 (機 / 日) という値が示されている。しかし、その中でこの値を得るための累積度数曲線が 0.5 日ずれてプロットされており、得られた値は総飛行機数の 90 パーセンタイル値ではなく、約 83 パーセンタイル値に相当していた。このため、飛行機数を訂正した上で各測定点の WECPNL を再計算した。嘉手納、普天間飛行場それぞれの標準総飛行機数は、折れ線による累積度数曲線の近似では 537、311 (機 / 日)、階段状の関数を用いた場合は 546、349 (機 / 日) であった。ここでは折れ線による近似を採用し、資料中に記載されている飛行場別の WECPNL の測定値に、標準総飛行回数を修正することによる WECPNL の差として、嘉手納飛行場については 0.2、普天間飛行場については 2.5 を加算し、両飛行場を総合したときの WECPNL の値を求めた。

こうして作成した WECPNL の騒音カウンターを、図 2-2 に示す。今回作成した騒音カウンター (破線) と防衛施設庁による騒音カウンターは、嘉手納飛行場周辺

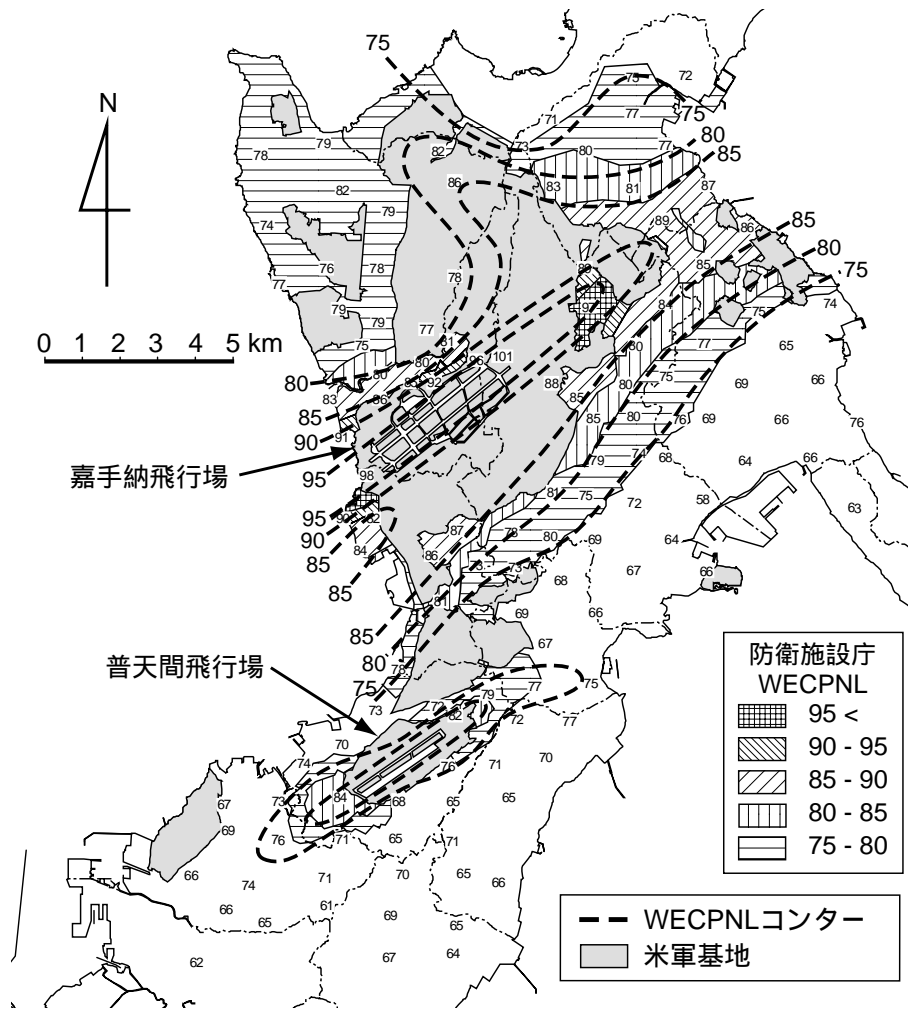


図 2-2 1977 年の測定資料に基づく嘉手納, 普天間飛行場周辺の騒音コンター

地図上の数値は実測値から求められた WECPNL (防衛施設庁方式), 破線は今回作成した騒音コンターである。

に関しては, 全ての WECPNL の値において非常に良く一致している。普天間飛行場周辺については, 今回求めた騒音コンターが浦添市, 北中城村にまで広がっており, 施設庁のコンターと差が見られるが, これは資料に示されていた WECPNL の値に 2.5 を加算して修正したことによる。以上のことから, 防衛施設庁の騒音コンターは, 普天間飛行場周辺の WECPNL を若干低く評価しているという点を除けば, 1977 年の実測値に基づいて忠実に求められていると考えられる。

2.2.6 固定測定点における航空機騒音曝露の経年変化 (1978 ~ 1997)

沖縄県および嘉手納, 普天間飛行場周辺の市町村は, いくつかの測定点で航空機騒音の常時測定を行ってきた。そのうち, 嘉手納町役場, 北谷町砂辺, 石川市美原の 3 カ所の測定点について, WECPNL (環境庁方式), 1 日の騒音発生回数, 夜間の騒音発生回数の経年変化を図 2-3 ~ 2-5 に示す。なお, 嘉手納町役場の 1981 ~ 1983 年の測定結果については, 観測された騒音発生回数が極端に少なかった。近隣の測定点 (嘉手納町屋良) において同様の傾向が認められないことから, この期間の測定値は信頼性が低いと判断し, 欠測扱いとしてその間を破線で結んでいる。

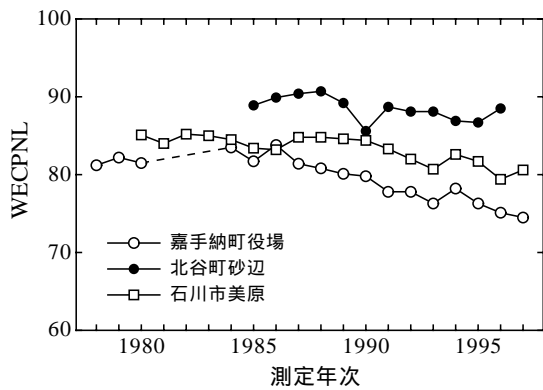


図 2-3 WECPNL の経年変化

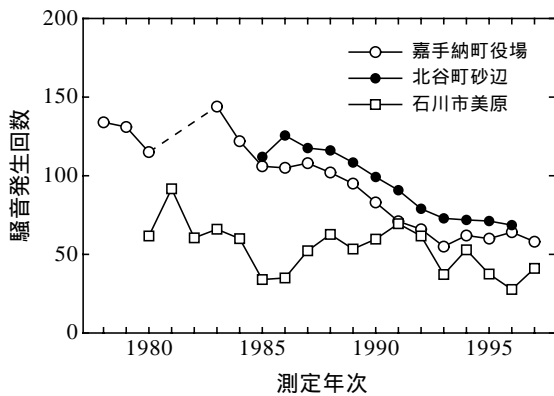


図 2-4 騒音発生回数の経年変化

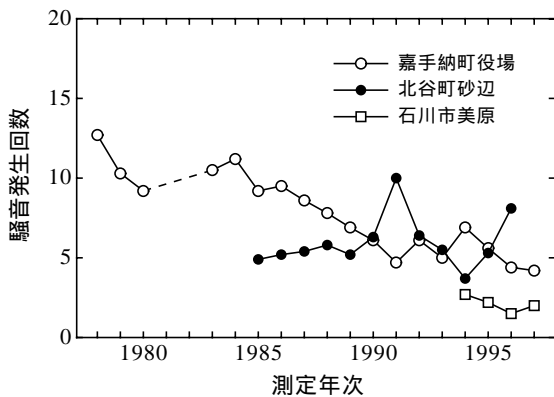


図 2-5 夜間の騒音発生回数の経年変化

嘉手納町役場では、1987 年以降、WECPNL、1 日の騒音発生回数、夜間の騒音発生回数、いずれの値も低下する傾向が認められる。この測定点ではエンジン調整音が卓越する騒音であったが、基地内での防音施設の設置やエンジン調整場所の移動などにより、騒音曝露量が低下してきていると推測される。また、夜間の騒音発生回数が減少していることも、WECPNL の

低下する傾向がみられる一因になっている。なお、この測定点においてエンジン調整音が卓越するということは、施設庁方式の WECPNL で評価した場合、この図に示した値とは傾向が異なる可能性があることを意味する。

嘉手納飛行場近傍の離発着経路下にあたる北谷町砂辺での測定結果では、WECPNL と夜間の騒音発生回数の値に大きな変化はみられない。1 日の騒音発生回数は少なくなっている傾向が見られるが、夜間の騒音発生回数に変化していないため、時間帯補正を行った騒音発生回数への影響は少なく、WECPNL の値には変化が現れていない。

離着陸経路下にあたる石川市美原においては、1990 年まで WECPNL の値に大きな変化は認められないが、1991 年以降において WECPNL が若干低下している年度がある。同様に、1 日の騒音発生回数も若干少なくなっている。

2.2.7 結論

過去の騒音測定資料を用い、嘉手納、普天間飛行場周辺の騒音曝露量の推定を試みた。1968 年および 1972 年の測定結果から、嘉手納消防庁舎、屋良、砂辺においては、WECPNL が 105 程度、 $L_{eq,24h}$ が 85 程度であったことが推定された。この値は防衛施設庁が示している騒音コンターよりも 5~15 程度高い。

1977 年に防衛施設庁が測定した資料を用い、WECPNL の騒音コンターを作成した。嘉手納飛行場周辺については、今回作成したコンターが防衛施設庁の示している WECPNL の地域区分とほぼ一致したことから、防衛施設庁の地域区分は、WECPNL の算出に若干の問題点を指摘することができるものの、当時の騒音曝露 (WECPNL) をほぼ正確に表しているものと考えられる。一方、普天間飛行場周辺については、防衛施設庁の地域区分は騒音曝露量を測定データによって推定される値より若干低く見積もっている可能性がある。

また、嘉手納飛行場周辺の騒音曝露に関して、1978 年以降の WECPNL の経年変化を調べた。その結果、エンジン調整音が主要な騒音である嘉手納町役場では、1986 年以降、環境庁方式による WECPNL については、

騒音曝露量が若干減少する傾向が認められた。しかし、滑走路近傍で離着陸経路下の北谷町砂辺では、夜間の騒音発生回数に変化がなく、曝露量には大きな変化は認められなかった。反対側の離着陸経路下にあたる石川市美原においては、1992年以降、WECPNLの値が若干低い年度も見られた。

2.3 航空機騒音曝露の現状

2.3.1 はじめに

沖縄県は1997年3月に、米軍が使用する嘉手納、普天間飛行場と、民間航空と自衛隊が共用する那覇国際空港を対象に、航空機騒音のリモートモニタリングシステムを設置した。1999年1月の時点における測定局の数は、周辺市町村が設置したものも含め23箇所である。モニタリングシステム設置以前も、各飛行場3~4箇所の固定測定点による常時測定と、移動測定点による1~2週間程度の測定が行われていたが、測定結果は記録紙による出力のみであり、測定機器が出力する環境庁方式のWECPNL、発生回数などの情報が得られるにとどまり、それ以外の立ち入った分析が困難であった。また、測定点によっては、航空機騒音以外の騒音が排除されずに解析されている可能性もあった(前節までの分析では、測定チャート紙をチェックすることで、暗騒音等の存在が推定値に及ぼす影響をできるだけ除外している)。モニタリングシステムが設置されたことにより、すべての測定データがオンラインで計算機に蓄積され、各種の分析を比較的容易に行うことができるようになった。航空機からの騒音であるかどうかの識別も行われており、同システムの導入によって得られた測定結果の信頼性は大きく向上していると考えられる。

本節においては、モニタリングシステムによる1年間の測定データを用い、嘉手納、普天間飛行場周辺の航空機騒音の曝露実態について分析を行った。また、本調査では、嘉手納、普天間飛行場近傍の4箇所において30時間の連続測定を行っている。この測定結果についても測定値を示す。

航空機騒音に関する環境基準では、騒音評価指標としてWECPNLの年間パワー平均値が採用されている。このため、航空機騒音の曝露量を評価する際には、環

境庁方式のWECPNLのみが取り上げられることが多いと考えられる。しかし、特殊空港周辺と民間空港周辺を比較した調査結果(木村ら;1980)では、航空機騒音のうるささや、生活妨害などとの対応において、WECPNLの年間のパワー平均値は騒音を過小評価することが報告されており、防衛施設庁も、パワー平均値とは異なる評価指標を採用している。そこで、モニタリングシステムによる測定結果の分析では、WECPNL、 L_{dn} 、 L_{eq} 、ピーク騒音レベル、騒音発生回数などの指標に関して、年間の最大値、90パーセンタイル値、平均値等を求めることで、測定点ごとの曝露態様をより詳しく把握することを試みた。

なお、今回の集計では、欠測データの取り扱いや、航空機騒音とそれ以外の騒音との判別基準に関して、現時点のモニタリングシステムとは異なった基準を設けている。このため、同じ騒音指標であっても、沖縄県が集計した結果とは異なる場合がある。

2.3.2 30時間連続測定結果

嘉手納、普天間飛行場近傍において、30時間の連続測定を実施した。測定点は、嘉手納飛行場近傍3地点(北谷町砂辺、嘉手納町役場、沖縄市倉浜)と、普天間飛行場近傍1地点(宜野湾市上大謝名)の4箇所である。北谷町砂辺、沖縄市倉浜、宜野湾市上大謝名は離着陸コース下にあたり、嘉手納町役場は滑走路の側方にあたる。測定は、1995年12月12日の午前10時から翌日の午後7時までの範囲で約30時間行った。各測定点で同時測定を行い、DATレコーダーに収録した。

測定開始日の正午から翌日の正午までの24時間について、各測定点の10秒ごとの等価騒音レベルの変動を求めた結果を、付図2-1~2-4に示す。なお、これらの図に示した騒音レベルは10秒間の等価騒音レベルであり、各発生騒音の最大レベルはこれよりも高い値となる。

2.3.3 モニタリングシステムの概要

モニタリングシステムは、嘉手納飛行場、普天間飛行場、那覇国際空港周辺に設置された測定局と、県庁内に設置された中央局で構成されている。測定局と中央局の間は電話回線で接続されており、必要に応じて

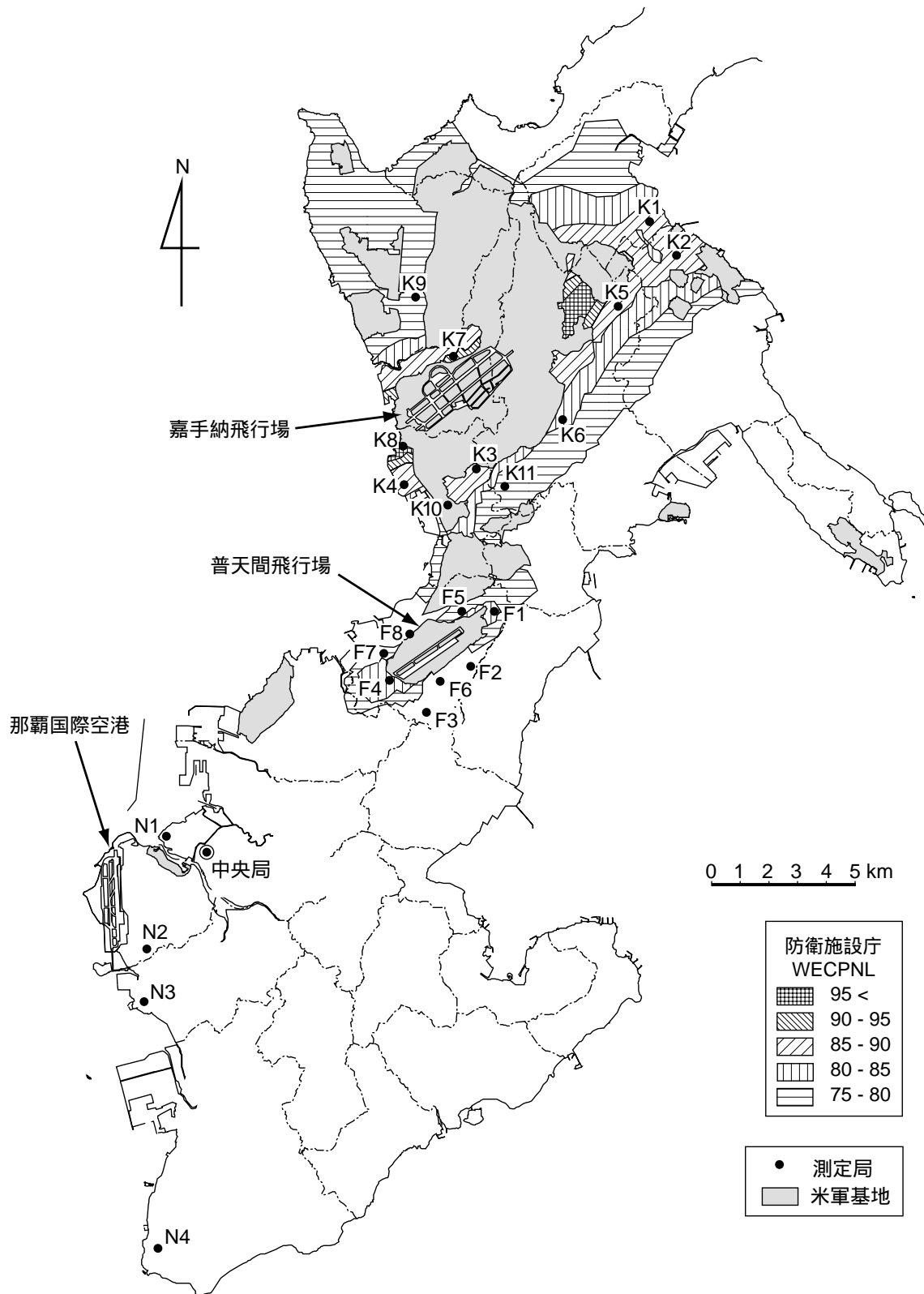


図 2-6 沖縄県航空機騒音モニタリングシステムの測定局設置点

接続が行われる。中央局では、毎日定時に1日の測定データを各測定局から収集し、集計を行う。周辺の自治体などからは、電話回線を経由して中央局にダイヤルアップ接続を行うことで、常時、測定データおよび集計結果を閲覧することが可能である。

1999年3月時点での測定局の数は、周辺市町村が設置したものも含め、嘉手納飛行場11箇所、普天間飛行場8箇所、那覇国際空港4箇所である。このうち、1997年3月から測定を行っている測定局は11地点であり、残りの測定局は1997年8月以降に順次設置された。

各空港と測定地点の位置関係を図2-6に示す。図中のWECPNLのコンターは防衛施設庁が定めたものであり、1977年に測定された実測値(防衛施設庁方式)に基づいている。

モニタリングシステムの測定項目は、騒音発生時刻、ピークレベル、各レベル帯域ごとの持続時間、 L_{eq} 、 L_{AE} などの騒音指標、航空機の出すトランスポンダ応答信号電波を利用した識別データ、および暗騒音の測定データである。中央局では、トランスポンダ応答信号としきい値以上の騒音が同時に観測された場合に、航空機騒音と見なして集計が行われている。

なお、嘉手納飛行場近傍の屋良測定局(K7)と砂辺測定局(K8)では、駐機場などからのエンジン調整音が観測されるが、現時点では、飛行中あるいは離着陸時の騒音の測定値のみが集計されている。これらの測定局においてエンジン調整音を含めて集計を行った場合、各種騒音指標の値は若干高くなると考えられる。

2.3.4 各種騒音指標の集計結果

上記モニタリングシステムの嘉手納飛行場および普天間飛行場周辺の測定局について、1997年9月から1998年8月末までの1年間の測定結果を集計した。ただし、読谷村伊良皆(K9)は1998年4月から正式な測定が開始されており、北谷町桑江(K10)、沖縄市山内(K11)、宜野湾市大山(F8)についても、1998年9月に測定が始まっている。このため、これらの測定局については、測定開始から1998年11月末までを集計した。

表2-12にはWECPNLと L_{dn} の1日値について、

1年間の変動の各種統計量を示している。表中の「最大」、「98%」、「90%」、「平均」は、それぞれ、最大値、98および90パーセンタイル値、エネルギー平均値である。98パーセンタイル値は、WECPNLの1日値が年間約1週間以上その値を超えることを意味する。また、90パーセンタイル値は、年間約1ヶ月以上その値を超えることを意味する。WECPNLの「施設庁」は、できる限り防衛施設庁方式に沿ってWECPNLを計算した結果であり、継続時間の補正、着陸音の補正を行い、飛行回数の年間の90パーセンタイル値を用いてWECPNLを算出している。残りのWECPNLは環境庁方式で求めた値である。

WECPNL、 L_{dn} のいずれの指標においても非常に大きな日変動があり、平均値と最大値との間には7~18の差がある。また、嘉手納飛行場近傍の砂辺(K8)では、WECPNLの最大値は100を超えており、普天間飛行場近傍の上大謝名(F4)でも、95を超える値が観測されている。

L_{eq} (昼夜別)の1日値について、1年間の変動の各種統計量を表2-13に示す。 $L_{eq,day}$ 、 $L_{eq,night}$ は、昼間(7~22時)及び夜間(0~7、22~24時)の L_{eq} である。WECPNL、 L_{dn} と同様、大きな変動があり、平均値と最大値との間には、昼間で7~15、夜間は14~21の差がある。砂辺(K8)の $L_{eq,day}$ の最大値は87dBとなっており、夜間においても最大値は80dBという値が観測されている。美原(K1)、野嵩(F1)、上大謝名(F4)などでも、75dB以上の $L_{eq,day}$ が観測されている。また、嘉手納飛行場周辺の測定局では、普天間飛行場周辺と比較して、夜間の L_{eq} が全体的に高い値を示している。

表2-14は、昼夜別の最大騒音レベルについて1年間の変動の各種統計量を示している。昼間の最大騒音レベルにおいては、砂辺(K8)、上大謝名(F4)など、離着陸経路の近傍においては、120dB近い騒音が記録されており、最大値が110dBを超える日が30日程度ある。美原(K1)、野嵩(F1)においても、最大値が100dBを超える日が30日以上あることになる。上勢(K3)、八重島(K6)のような、滑走路延長線上から2km以上離れた測定局でも、100dBを超える騒音が観測されており、これらの地域上空においても、低空での飛行が行われているものと考えられる。

表 2-12 WECPNL と L_{dn} に関する各種統計量

コード	測定局	騒音 コンター	測定日数	WECPNL					L_{dn}			
				最大	98%	90%	平均	施設庁	最大	98%	90%	平均
K1	美原	85-90	357	91	86	85	81	84	77	75	72	68
K2	昆布	85-90	337	88	83	81	77	80	74	71	68	64
K3	上勢	85-90	293	86	83	76	73	78	70	68	62	58
K4	宮城	85-90	342	84	82	79	75	79	71	69	65	61
K5	北美	85-90	346	84	80	77	73	77	70	67	64	60
K6	八重島	80-85	315	77	74	71	66	71	61	59	55	50
K7	屋良	90-95	281	85	83	81	77	81	74	70	68	64
K8	砂辺	95-	297	101	98	95	91	95	87	82	79	75
K9	伊良皆	75-80	177	82	76	68	67	70	69	60	53	51
K10	桑江	—	79	80	79	74	69	75	64	63	58	54
K11	山内	75-80	60	74	72	67	64	68	59	57	53	50
F1	野嵩	80-85	350	88	83	80	77	81	73	68	65	61
F2	愛知	70-75	331	76	73	70	66	71	61	58	55	51
F3	我如古	70-75	356	76	71	68	63	69	62	56	53	49
F4	上大謝名	80-85	279	96	91	87	83	88	78	74	69	66
F5	新城	75-80	296	88	80	76	73	77	71	66	62	58
F6	宜野湾	70-75	315	76	75	72	67	72	61	59	57	53
F7	真志喜	75-80	342	80	76	74	70	74	64	62	59	55
F8	大山	70-75	79	73	73	70	65	70	58	57	55	51

表 2-13 L_{eq} (昼夜別) に関する各種統計量

コード	測定局	騒音 コンター	測定日数	$L_{eq,day}$				$L_{eq,night}$			
				最大	98%	90%	平均	最大	98%	90%	平均
K1	美原	85-90	357	75	74	72	67	72	68	62	58
K2	昆布	85-90	337	72	71	68	64	68	63	56	53
K3	上勢	85-90	293	72	69	63	59	62	57	40	45
K4	宮城	85-90	342	72	69	67	62	64	58	51	48
K5	北美	85-90	346	69	68	65	60	64	58	50	48
K6	八重島	80-85	315	63	61	57	52	49	44	36	32
K7	屋良	90-95	281	72	70	68	64	68	62	54	52
K8	砂辺	95-	297	87	84	81	76	80	74	66	63
K9	伊良皆	75-80	177	65	60	52	50	64	49	37	43
K10	桑江	—	79	66	65	60	56	36	35	—	20
K11	山内	75-80	60	61	59	55	51	47	42	—	31
F1	野嵩	80-85	350	75	69	66	62	62	59	51	47
F2	愛知	70-75	331	61	60	57	52	53	48	36	37
F3	我如古	70-75	356	64	57	55	50	50	45	34	34
F4	上大謝名	80-85	279	80	75	71	67	69	58	44	49
F5	新城	75-80	296	73	68	63	60	61	53	46	43
F6	宜野湾	70-75	315	61	60	59	54	54	49	37	37
F7	真志喜	75-80	342	65	63	61	57	55	47	40	37
F8	大山	70-75	79	60	59	57	53	48	—	—	29

表 2-14 最大騒音レベル(昼夜別)に関する各種統計量

コード	測定局	騒音 コンター	測定日数	$L_{\max, \text{day}}$				$L_{\max, \text{night}}$			
				最大	98%	90%	平均	最大	98%	90%	平均
K1	美原	85-90	357	113	107	103	100	109	106	95	94
K2	昆布	85-90	337	111	103	99	96	107	94	89	86
K3	上勢	85-90	293	112	105	97	95	92	88	75	76
K4	宮城	85-90	342	108	103	98	95	97	90	85	80
K5	北美	85-90	346	107	99	94	91	92	88	83	79
K6	八重島	80-85	315	102	98	93	89	87	81	75	70
K7	屋良	90-95	281	104	102	99	95	100	95	86	85
K8	砂辺	95-	297	118	115	113	109	115	111	106	100
K9	伊良皆	75-80	177	102	96	91	87	96	85	75	77
K10	桑江	—	79	104	103	97	92	70	68	—	54
K11	山内	75-80	60	100	95	89	86	79	77	—	64
F1	野嵩	80-85	350	110	107	104	99	100	94	86	83
F2	愛知	70-75	331	98	93	90	87	91	85	71	73
F3	我如古	70-75	356	101	95	89	86	87	81	69	69
F4	上大謝名	80-85	279	119	115	109	106	109	97	79	88
F5	新城	75-80	296	109	103	98	95	98	88	78	78
F6	宜野湾	70-75	315	99	95	93	88	92	84	70	72
F7	真志喜	75-80	342	106	97	94	90	92	80	74	73
F8	大山	70-75	79	97	93	90	86	82	—	—	63

表 2-15 騒音発生回数(昼夜別)に関する各種統計量

コード	測定局	騒音 コンター	測定日数	騒音発生回数(昼間)				騒音発生回数(夜間)			
				最大	98%	90%	平均	最大	98%	90%	平均
K1	美原	85-90	357	211	143	103	51	23	13	6	2.4
K2	昆布	85-90	337	179	98	75	40	13	9	5	1.9
K3	上勢	85-90	293	191	133	90	36	20	6	2	0.6
K4	宮城	85-90	342	200	141	95	43	11	8	3	1.2
K5	北美	85-90	346	141	71	51	23	19	8	3	1.2
K6	八重島	80-85	315	69	62	29	11	10	1	1	0.2
K7	屋良	90-95	281	351	261	191	88	22	15	9	3.5
K8	砂辺	95-	297	545	463	343	128	58	30	10	4.7
K9	伊良皆	75-80	177	43	28	14	6	7	5	1	0.3
K10	桑江	—	79	82	75	48	15	1	1	0	0.0
K11	山内	75-80	60	80	70	45	18	3	2	0	0.1
F1	野嵩	80-85	350	124	88	66	30	18	5	2	0.5
F2	愛知	70-75	331	107	69	46	18	5	3	1	0.3
F3	我如古	70-75	356	79	65	39	16	8	3	1	0.3
F4	上大謝名	80-85	279	217	186	135	60	6	4	1	0.4
F5	新城	75-80	296	330	227	159	68	40	17	3	1.3
F6	宜野湾	70-75	315	184	122	79	31	7	2	1	0.3
F7	真志喜	75-80	342	330	180	115	53	16	3	2	0.5
F8	大山	70-75	79	70	61	36	14	1	0	0	0.0

夜間の最大騒音レベルをみると、特に、嘉手納飛行場周辺において 90 dB を超える騒音が頻繁に発生している。砂辺 (K8)、美原 (K1) では、夜間の最大騒音レベルの年平均値が 90 dB を超えており、110 dB 程度の騒音も観測されている。

昼夜別の騒音発生回数について、年間の変動の各種統計量を表 2-15 に示す。ただし、この表での「平均」は発生回数の算術平均値である。いずれの飛行場周辺においても、昼間、夜間ともに、騒音発生回数には大きな変動がある。最大値は平均値に対して、昼間で 4~7 倍、夜間では 6~77 倍にも上っている。嘉手納飛行場近傍の砂辺 (K8) では、昼間の騒音発生回数の最大値は 500 回を上回っている。

夜間においては、嘉手納飛行場周辺で普天間飛行場周辺よりも騒音発生回数の多い傾向がみられる。嘉手納飛行場近傍の砂辺 (K8) では、最大で 58 回の騒音が観測されており、年平均値も約 5 回となっている。美原 (K1)、昆布 (K2)、屋良 (K7) など、離着陸コースおよび滑走路近傍の測定局においても、比較的高い頻度で騒音が観測されている。

2.3.5 民間空港との比較

嘉手納および普天間飛行場は、米軍が利用する軍事空港であり、いずれの騒音指標を見ても毎日の測定値の変動が大きい。本節では、大阪国際空港周辺での騒音測定結果 (伊丹市空港部; 1998) を利用し、特に、WECPNL の変動について民間空港と嘉手納、普天間飛行場との比較を行った。

各飛行場近傍の測定局をそれぞれ 1 箇所選び、そこで観測された WECPNL (環境庁方式) の 1 日値のヒストグラムを図 2-7、2-8 に示す。図中の折れ線は、大阪国際空港近傍 (北村) での測定結果を、年間のパワー平均値が上記飛行場近傍の測定局での値と一致するように補正したものである。

いずれの図においても、WECPNL の分布は民間空港のそれとは大きく異なっている。パワー平均値を一致させた大阪国際空港の分布と比較すると、嘉手納、普天間飛行場周辺の WECPNL の最小値は民間空港のそれを大きく下回っており、普天間飛行場 (上大謝名) においては、WECPNL が 50 未満 (航空機騒音がほと

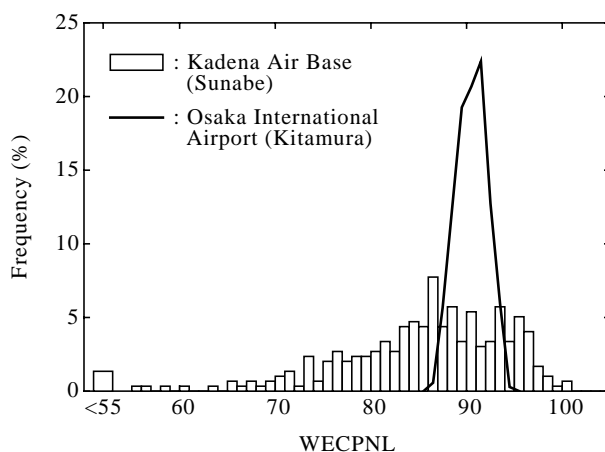


図 2-7 嘉手納飛行場周辺 (砂辺, K8) での WECPNL1 日値の分布

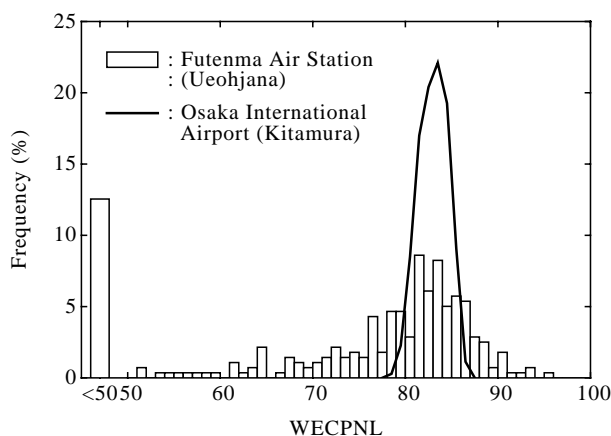


図 2-8 普天間飛行場周辺 (上大謝名, F4) での WECPNL1 日値の分布

んど観測されない) の日が 10% 以上ある。しかし、最大値は 5~10 程度、大阪国際空港よりも高い値となっている。

民間空港と特殊空港周辺の住民反応を比較した木村ら (木村ら; 1980) の報告では、飛行回数の 90 パーセンタイル値 (飛行のない日を除く) を利用して騒音を評価すれば、同じ WECPNL に対して、特殊空港周辺と民間空港周辺の住民反応が等しくなるとされている。しかし、この調査は、航空機の飛行しない日が 100 日以上ある自衛隊基地周辺で行われたものである。嘉手納、普天間飛行場周辺では、航空機の飛行しない日数のはるかに少なく、昼間と夜間の騒音発生回数の比率なども異なると考えられる。したがって、木村らが提案した騒音の評価方法を、嘉手納、普天間飛行場周

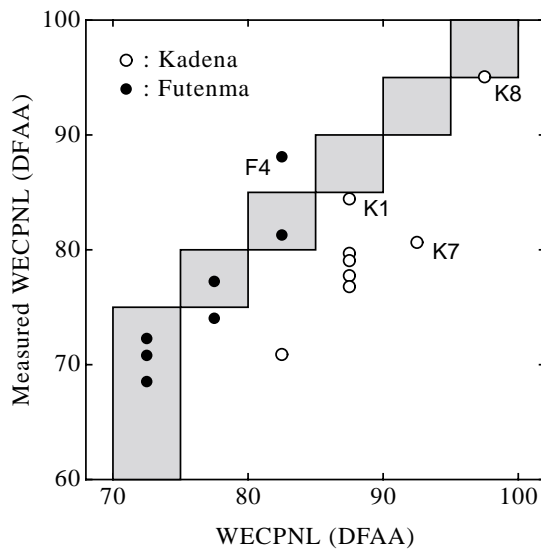


図 2-9 WECPNL コンターと WECPNL
の実測値の対応

辺の騒音に適用したとしても、各種住民反応が民間空港での結果と一致しない可能性がある。また、普天間飛行場周辺においては、ヘリコプタ騒音の発生頻度が高く、住民反応の面で、固定翼機からの騒音と違いがある可能性もある。

2.3.6 WECPNL コンターと各種騒音指標との関係

航空機騒音の住民への影響を分析する際には、騒音曝露に関する量反応関係を推測する必要があるが、このとき、曝露量をいかに把握し表現するかが問題となる。健康影響のように長期間にわたる影響が積分されて発現すると考えられる場合には、現時点での曝露量だけでなく、過去の騒音曝露も含めて曝露量を評価する必要がある。嘉手納、普天間飛行場周辺における過去の騒音曝露については、防衛施設庁が行った1977年の測定値が目下最も信頼のおけるものであり、それに基づくWECPNLの地域区分(WECPNL コンター)は過去の騒音曝露を反映する騒音指標として利用できる。本節では、防衛施設庁によるWECPNL コンターと、モニタリングシステムで得られた現時点での騒音曝露量との関係を考察する。

防衛施設庁が定めているWECPNLの地域区分(WECPNL コンター)と、沖縄県が設置したモニタ

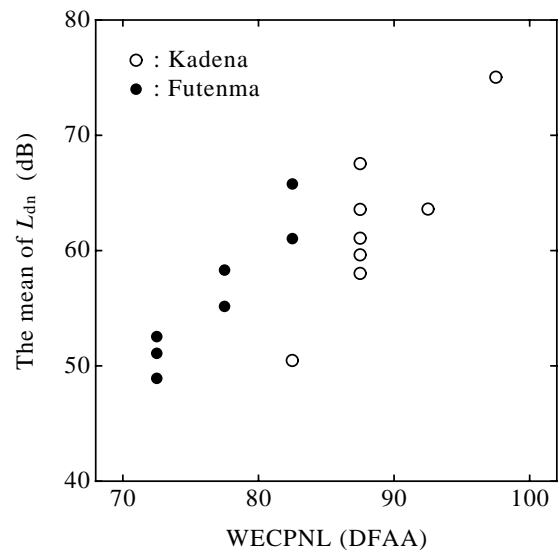


図 2-10 WECPNL コンターと L_{dn} の関係

リングシステムの測定結果から求めたWECPNLの実測値(出来る限り防衛施設庁方式に沿って計算した)との対応を、図2-9に示す。ここでは、1998年4月以降に測定が始まった4カ所の測定局を除いている。図中の○は嘉手納飛行場周辺、●は普天間飛行場周辺の測定結果を示す。網のかかった部分にプロットされている実測値は、防衛施設庁のWECPNL コンターと整合していることになる。この測定値による限り、嘉手納飛行場周辺では、滑走路の延長上で離着陸経路下にあたる砂辺(K8)、美原(K1)を除いて、実測値がWECPNL コンターよりも低い値となっている。ただし、屋良(K7)の実測値はエンジン調整音を含めて集計すれば、ここで示した値より若干高くなると考えられる。

普天間飛行場周辺では、今回の実測値とWECPNLのコンターは比較的よく一致している。ただし、上大謝名(F4)ではWECPNL コンターよりも実測値が高い値となっている。

図2-10に、WECPNL コンターと L_{dn} の年平均値との関係を示す。 L_{dn} は1日の騒音を評価する指標として国際的に広く利用されている。WECPNL コンターと比較すると、図2-9と同様、嘉手納飛行場周辺では普天間飛行場周辺よりも L_{dn} が低い傾向が認められる。

WECPNL や L_{dn} が騒音指標として最適であるとは限らないが、図2-9、2-10の結果は、防衛施設庁のWECPNL コンターで騒音曝露を評価した場合、嘉手

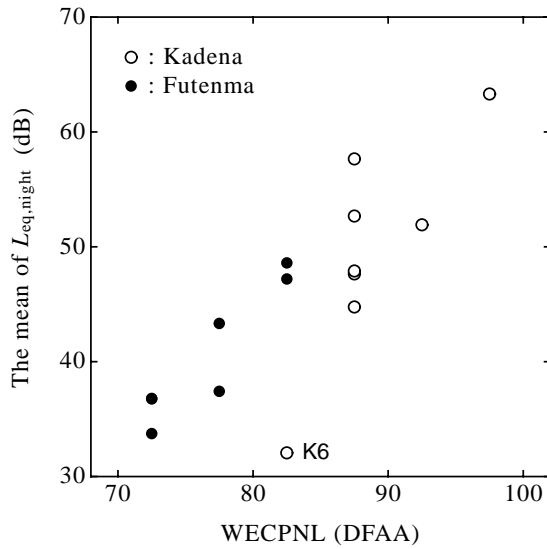


図 2-11 WECPNL コンターと $L_{eq,night}$ の関係

納飛行場周辺と普天間飛行場周辺とで、住民反応に差が生じる可能性のあることを示唆するものである。

図 2-11 に、WECPNL コンターと夜間の騒音曝露エネルギーの指標である $L_{eq,night}$ の年平均値との関係を示す。図 2-9、2-10 と比較すると、八重島 (K6) の測定値を除いて、普天間飛行場周辺の値が相対的に低くなっており、WECPNL コンターとの関係では 2 つの飛行場間の整合性が改善される。この事実は、睡眠妨害のように夜間の騒音との関連が強い住民反応に関しては、WECPNL コンターを利用して分析を行ったとしても、嘉手納飛行場周辺と普天間飛行場周辺で差がない可能性の高いことを示唆している。

2.3.7 L_{dn} と各種騒音指標との関係

航空機騒音や道路交通騒音の評価においては、近年、 L_{dn} が指標として広く利用されるようになってきている。既往の調査との比較を行う上で、嘉手納、普天間飛行場周辺における騒音曝露と住民反応との関連を分析する際にも、 L_{dn} を利用した分析の必要性を認める。本節では、 L_{dn} と各種騒音指標間の関連を調べることで、両飛行場周辺の騒音曝露特性の現状について、比較を試みた。

図 2-12 に、各測定局の L_{dn} の年平均値と夜間の L_{eq} の年平均値の関係を示す。また、図 2-13 に、 L_{dn} の年平均値と夜間の騒音発生回数の年平均値の関係を

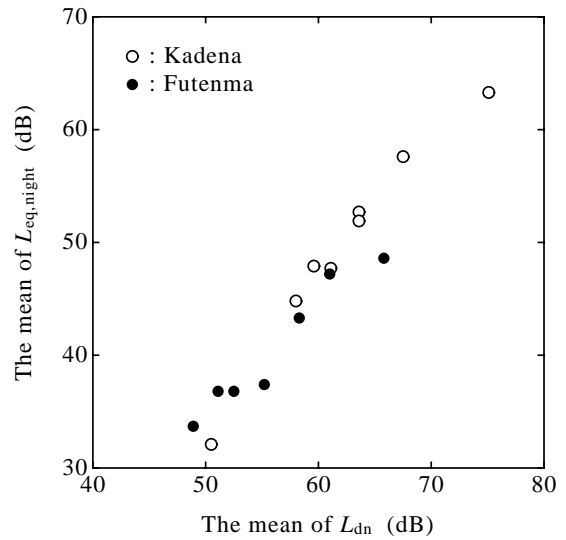


図 2-12 L_{dn} の年平均値と $L_{eq,night}$ の年平均値の関係

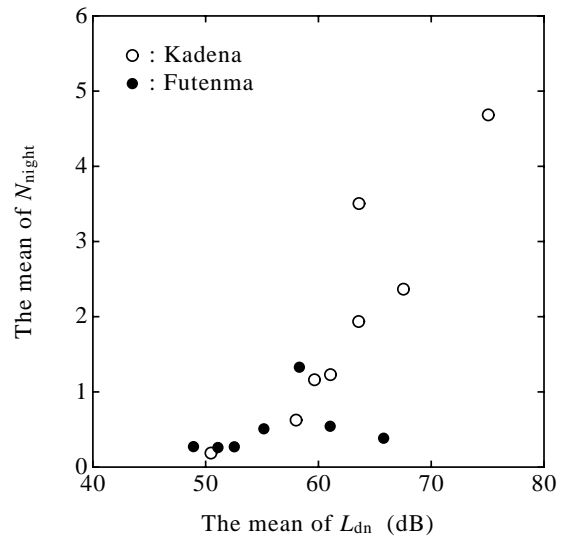


図 2-13 L_{dn} の年平均値と騒音発生回数 (夜間) の年平均値の関係

を示す。ここでは、1998 年 4 月以降に測定が始まった 4 力所の測定局を除いている。図中の は嘉手納飛行場周辺、 は普天間飛行場周辺の測定結果である。夜間の L_{eq} と騒音発生回数の値は、嘉手納飛行場周辺の方が、普天間飛行場周辺よりも高い傾向にある。このことは、睡眠妨害のように夜間の騒音との関連が強い住民反応については、 L_{dn} を指標として騒音を評価すると、嘉手納飛行場周辺と普天間飛行場周辺で差が生じる可能性のあることを示している。

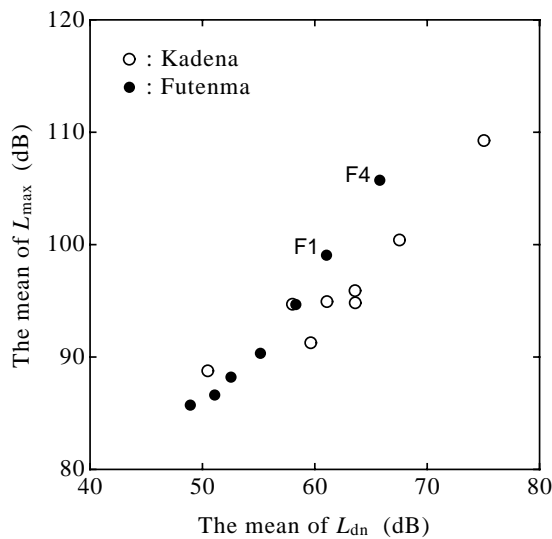


図 2-14 L_{dn} の年平均値と 1 日最大騒音レベル L_{max} の年平均値の関係

図 2-14 に、 L_{dn} の年平均値と 1 日最大騒音レベル L_{max} の年平均値(エネルギー平均)の関係を示す。上大謝名(F4)、野嵩(F1)など、普天間飛行場近傍の測定局においては、嘉手納飛行場周辺と比較すると、同じ L_{dn} の値でも、 L_{max} の値が高くなっており、高レベルの騒音が観測されている。 L_{dn} よりも L_{max} との関係が強い住民反応があった場合、 L_{dn} を指標として騒音を評価すると、嘉手納飛行場周辺と普天間飛行場周辺で差が生じる可能性のあることになる。

2.3.8 結論

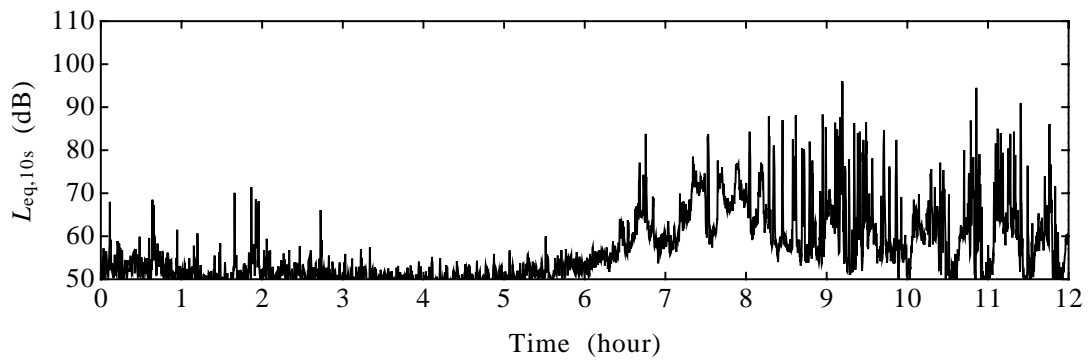
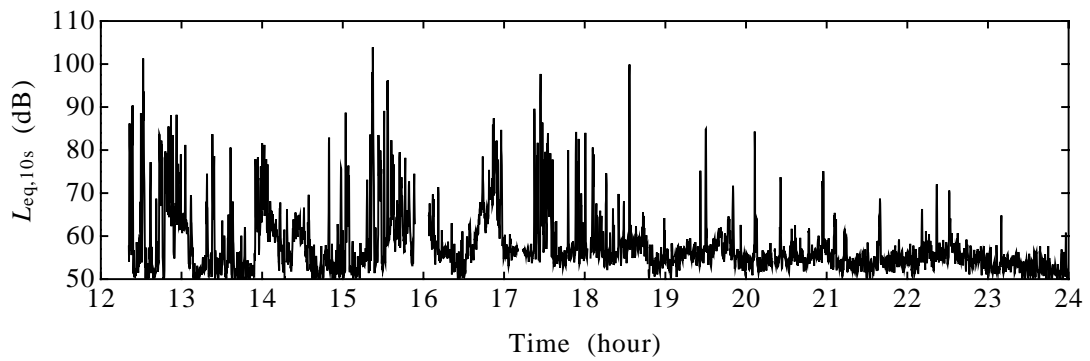
沖縄県が設置した航空機騒音のモニタリングシステムの測定結果のうち、嘉手納飛行場および普天間飛行場周辺の航空機騒音に関して分析を行った。航空機騒音曝露量としては WECPNL、 L_{dn} 、 L_{eq} 、 L_{max} を指標として選び、それに騒音発生回数を加えて、それぞれ年間の最大値、98 パーセンタイル値、90 パーセンタイル値、平均値などの統計量を求めた。その結果、いずれの指標においても大きな日間変動があり、最大値と平均値との間には差のあること、また嘉手納飛行場および普天間飛行場の近傍においては、ピーク値で 110 dB を超えるような高レベルの騒音が発生しており、嘉手納飛行場周辺では、夜間においても 90 dB を超える騒音が広範囲で発生していることが明らかとなった。

今回実施した航空機騒音による健康影響調査の成績を分析するにあたっては航空機騒音曝露量として防衛施設庁が指定している WECPNL を用いることとなる。この WECPNL は、1977 年当時の騒音測定成績に基づいて算出されたものであって、当時の WECPNL 値と現時点での WECPNL の実測値とでは、異同が存在する可能性があるため、両者の比較を行った。その結果、嘉手納飛行場周辺では、砂辺(K8)、美原(K1)といった離着陸コース直下の測定点を除いて、実測値が防衛施設庁の指定する WECPNL コンターよりも低い値になった。一方、普天間飛行場周辺では、実測値と WECPNL コンターが比較的よく一致した。このことは、防衛施設庁の WECPNL コンターで騒音を評価した場合、嘉手納飛行場周辺と普天間飛行場周辺とで差が生じる可能性のあることを示唆している。ただし、WECPNL コンターと夜間の L_{eq} との関係においては、両飛行場間に大きな違いは見られなかった。

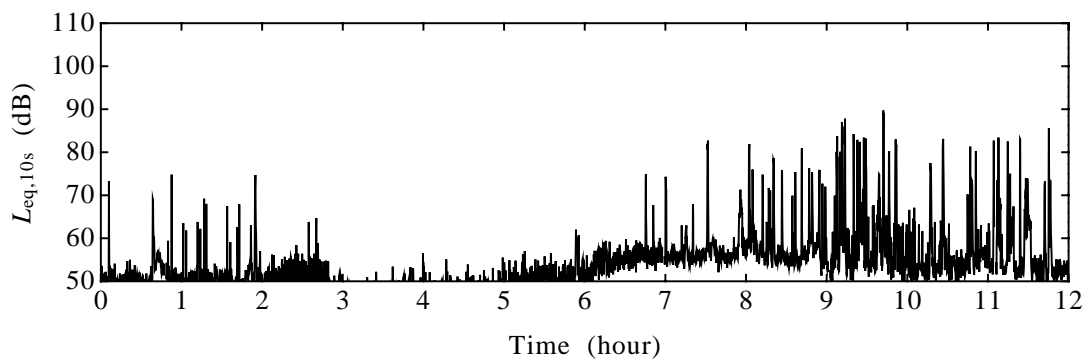
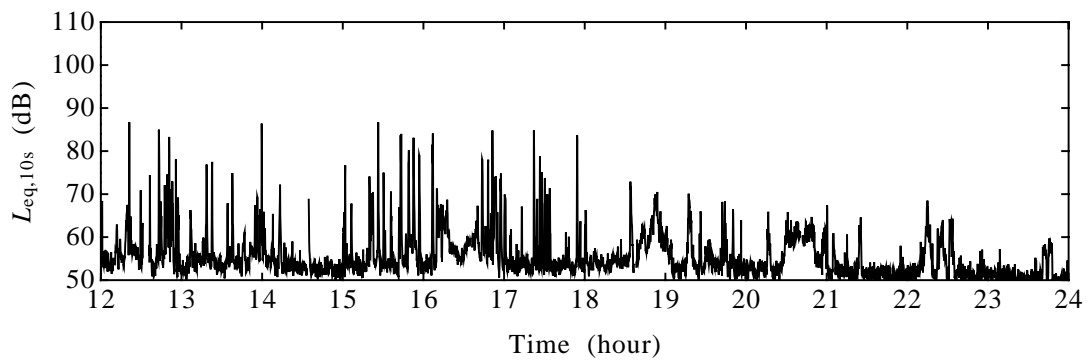
航空機騒音の評価尺度としては、国際的には L_{dn} が広く利用されている。嘉手納飛行場および普天間飛行場周辺において、 L_{dn} と各種騒音指標との関係を検討することで、両飛行場周辺の騒音曝露特性の比較を行った。その結果、嘉手納飛行場周辺は夜間の L_{eq} および騒音発生回数が、普天間飛行場と比較すると高い値であり、 L_{dn} を騒音指標とした場合、睡眠妨害など夜間の騒音との関係が強い住民反応において、両飛行場の間に差が生じる可能性のあることが明らかとなった。また、上大謝名(F4)、野嵩(F1)など、普天間飛行場近傍の測定点においては、嘉手納飛行場周辺と比較して、 L_{max} の値が高いことが知られた。

参考文献

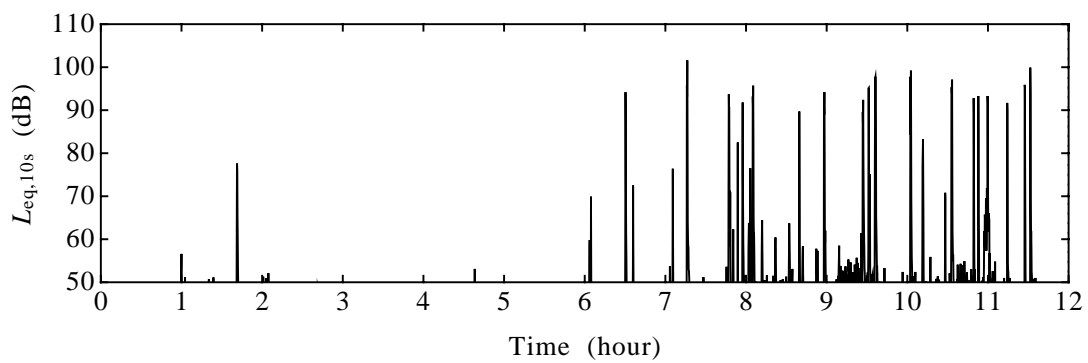
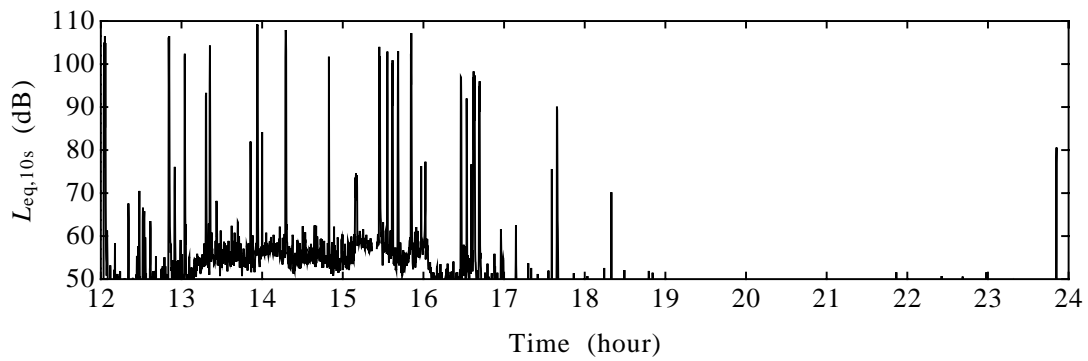
- アコーテック(1978)『嘉手納および普天間飛行場周辺における航空機の WECPNL に基づく騒音度調査報告書』。防衛施設庁(1980)、防衛施設周辺における航空機騒音コンターに関する基準、昭和 55 年 10 月 2 日付け施本第 2234 号別添。
- 伊丹市空港部(1998)『航空機騒音監視システム騒音調査年報』。
- 環境庁(1973)、航空機騒音に係わる環境基準、昭和 48 年 12 月 27 日環境庁告示第 154 号。
- 木村 翔、荘 美知子、井上勝夫(1980)、航空機騒音の住環境への影響と評価、日本建築学会論文報告集 287: 89-97。



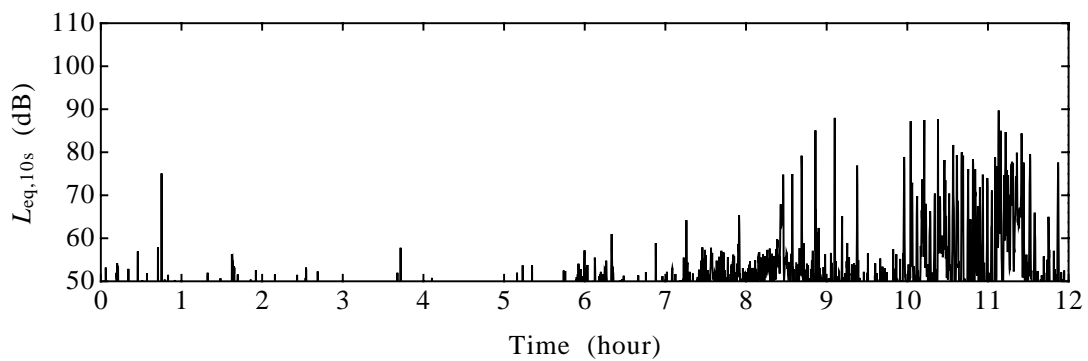
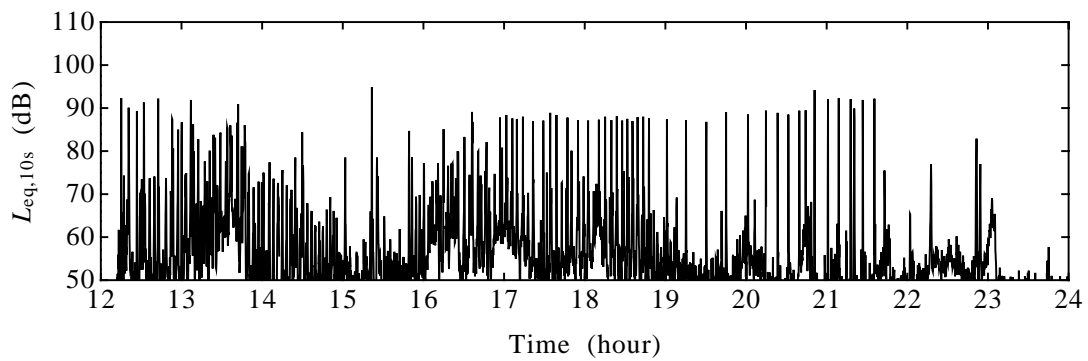
付図 2-1 北谷町砂辺における $L_{eq,10sec}$ の測定例 (1995/12/13 ~ 14)



付図 2-2 嘉手納町役場における $L_{eq,10sec}$ の測定例 (1995/12/13 ~ 14)



付図 2-3 沖縄市倉浜における $L_{eq,10sec}$ の測定例 (1995/12/13 ~ 14)



付図 2-4 宜野湾市上大謝名における $L_{eq,10sec}$ の測定例 (1995/12/13 ~ 14)