

上大謝名局における航空機の低周波音調査 —2019 年度—

城間朝彰・安里将仁*・田崎盛也・友寄喜貴

Survey on the Low-Frequency Aircraft Noise at Ueojana, Okinawa (FY2019)

Tomoaki SHIROMA, Masahito ASATO*, Moriya TASAKI and Nobutaka TOMOYOSE

要旨: 普天間飛行場周辺の上大謝名局における 2019 年度の航空機低周波音測定結果について、機種別に 5 つ (固定翼機、戦闘機, AH1 等 (AH1 及び UH1), MV22 及び CH53) に区分し解析した。1-80 Hz における 1/3 オクターブバンド中心周波数分析では, AH1 等及び MV22 では 20 Hz と 40 Hz に, CH53 では 25 Hz と 50 Hz に卓越周波数がみられ, 沖縄防衛局が示した物的及び心理的影響基準値との比較結果や L_{AE} と L_{Gmax} の関係などにより機種別 (戦闘機を除く) の騒音に対する低周波音の影響の大きさは概ね, $MV22 > CH53 \geq AH1$ 等 $>$ 固定翼機と推測され, 既報の結果と類似していた。また, 上空飛行 (測定局真上付近を飛行したもの) や着陸ルート (固定翼機が着陸する高度付近) を飛行した機種に限定し解析した結果, 固定翼機では小型機 (C12 及び C35) と中大型機 (小型機以外) で特徴が分かれ, 中大型機では機種重量が重いほど L_{AE} と L_{Gmax} が大きくなる傾向を示した。戦闘機では L_{AE} と L_{Gmax} のデータの一部が固定翼機と同等レベルであった。AH1, UH1 及び CH53 では, 卓越周波数を除くと解析結果は類似しており, 騒音及び低周波音の影響の大きさは $AH1 \geq CH53 \geq UH1$ であった。MV22 では 1/3 オクターブバンド中心周波数分析における音圧レベルは, ヘリモードでは 40 Hz から 80 Hz で高く, 固定翼モードでは 12.5 Hz 及び 16 Hz でやや高くなる特徴がみられた。また, ヘリモードは固定翼モードに比べ, L_{AE} が高く, L_{Gmax} の暴露時間がやや長いことから, 騒音及び低周波音の影響が大きいことが示唆された。

Key words: 沖縄県, 航空機低周波音, 1/3 オクターブバンド中心周波数, 単発騒音暴露レベル (L_{AE}), G 特性音圧レベルの最大値 (L_{Gmax})

I はじめに

低周波音とは, 人間の耳では聞き取りにくい 100 Hz 以下の音波と定義されており, その中でも 20 Hz 以下は超低周波音と呼ばれ, 人間の耳ではほとんど聞き取れない。低周波音は室外機などの固定発生源のほか, 自動車や航空機などの移動発生源からも発生し, 音は聞こえにくい (又は聞こえない) が, 建具のがたつきや不快感・圧迫感などを感じるなど, 物的影響や心理的影響がある。

沖縄県では航空機から発生する低周波音の現状把握と基礎データの集積を目的とし, 主にヘリコプター等が配備されている普天間飛行場周辺地域において航空機の低周波音自動測定器による常時監視測定を行っている。同測定器は, 普天間飛行場周辺の 4 測定局 (野嵩局, 上大謝名局, 新城局及び宜野湾局 (図 1)) において, 既存の航空機騒音自動測定器に追加する形で 2016 年度に導入された。既報¹⁾では, 普天間飛行場周辺 4 測定局における 2017 年度の測定結果をとりまとめて報告したが, 今回は騒音の影響が最も大きい上大謝名局における測定結果に絞って報告する。上大謝名局は滑走路の南側延長直下に位置し, 離着陸する航空機がほぼ真上を通過すること

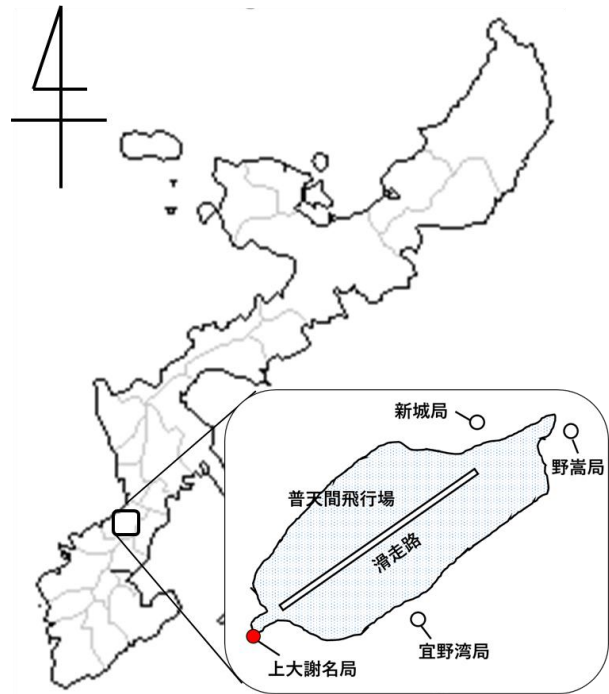


図 1. 普天間飛行場周辺における低周波音測定局。

* 沖縄県環境部環境保全課

が多く、同飛行場周辺における時間帯補正等価騒音レベル (L_{den}) が最も高く、毎年環境基準を超過している。2018年度の測定結果では、年平均 L_{den} は 67 (環境基準 57) であり、1日あたりの騒音発生回数は31.4回/日であった²⁾。

II 方法

普天間飛行場周辺の上大謝名局 (図 1) における測定結果を用い、単発騒音暴露レベル (L_{AE}) が 80 dB 以上であり、単機で飛行し、かつ、他の発生源からの騒音や低周波音が含まれていない低周波音 (以下、「単機夾雑音なし」とする) について、実音や映像にて手動選別し機種毎に次の 5 つに区分した。①UC-12W, UC-35D, KC130, KC135, P3C, P8A, C17 及び E3 (以下、それぞれ「C12, C35, C130, C135, P3C, P8A, C17 及び E3」とする) を固定翼機、②戦闘機、③AH-1Z 及び UH-1Y (以下、「AH1 及び UH1」とする) を AH1 等、④MV-22B を MV22、⑤CH-53E を CH53 とした。既報¹⁾では戦闘機は固定翼機に含めたが、今回は分けて解析した。既報¹⁾と同様、普天間飛行場における常駐機³⁾及び外来機について、映像等で判別し、夜間など映像が不鮮明で上記 5 区分機種に判別できなかったものは解析対象から除いた。これら 5 区分の機種毎に周波数 1-80 Hz において 1/3 オクターブバンド中心周波数分析を行った。

また、可能な限り同一条件下 (飛行ルートがほぼ同じ) での機種別比較を行うため、固定翼機が着陸する際に多く通過するルート付近を飛行したもの (以下、「着陸ルート」とする) に限定し機種別に解析を実施した。しかし、機種によってはデータ数が少なかったことから、ある程度の飛行高度内で測定局真上付近を飛行したもの (以下、「上空飛行」とする) に限定範囲を広げ、同様の解析を行った。ある程度の高度とは、AH1 と UH1 の区別が可能な高度とし、他の機種についても同範囲内とした (飛行ルートを限定しない場合は AH1 と UH1 の区別が可能な

いものも AH1 等に含まれる)。ただし、映像視聴による手動判別であるため、飛行ルートの区分にはある程度の誤差があると思われる。

低周波音は環境基準や指針値等が設定されていないため、沖縄防衛局が『普天間代替施設建設事業に係る環境影響評価書』において環境保全のための目標値⁴⁾として設定した物的影響の評価基準及び心理的影響の評価基準 (以下、「物的影響基準値」及び「心理的影響基準値」とする (表 1)) との比較を行った。

表 1. 物的及び心理的影響基準値⁴⁾。

中心周波数 (Hz)	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
物的影響基準値 (dB)	70	71	72	73	75	77	80	83	87	92.5	99		
心理的影響基準値 (dB)	115	111	108	105	101	97	93	88	83	78	78	80	84

III 結果及び考察

1. 5 区分機種別比較

単機夾雑音なしの機種毎の騒音発生回数はそれぞれ、固定翼機では 1288 回、戦闘機では 26 回、AH1 等では 471 回、MV22 では 523 回、そして CH53 では 373 回計測された (表 2)。これら全ての騒音データについて、機種毎に 1-80Hz の低周波音における 1/3 オクターブバンド中心周波数分析を行った (図 2)。中央値でみると、固定翼機では 10-12.5 Hz 付近を谷としたグラフとなり卓越した周波数はみられず、物的影響基準値は 5-6.3 Hz で超過がみられた。同様に中央値でみると、戦闘機では 10-12.5 Hz 付近を谷としたグラフとなり卓越した周波数はみられず、物的影響基準値は 5-8 Hz で、心理的影響基準値は 31.5 Hz 以上で超過がみられた。AH1 等及び MV22 では 20 Hz と 40 Hz に、CH53 では 25 Hz と 50 Hz に卓越周波数がみられた。物的影響基準値は AH1 等では 16-25 Hz と 40 Hz で、MV22 では 16-25 Hz と 40-

表 2. 単機夾雑音なし (L_{AE} が 80 dB 以上であり、単機で飛行し、かつ、他の発生源からの騒音や低周波音が含まれていない) 及び飛行ルート (上空飛行及び着陸ルート) を限定した際の騒音発生回数。

機種区分	固定翼機									戦闘機			AH1 等			MV22			CH53
	C12	C35	C130	C135	P3C	P8A	E3	C17	小計	F15	F18	小計	AH1	UH1	小計	固定翼モード	ヘリモード	小計	CH53
単機夾雑音なし	1,288									26			471			523			373
上空飛行	197	442	135	107	13	115	1	1	1,011	6	2	8	95	93	188	67	330	397	269
着陸ルート	175	424	100	68	13	114	1	0	895	6	2	8	30	26	56	4	113	117	36

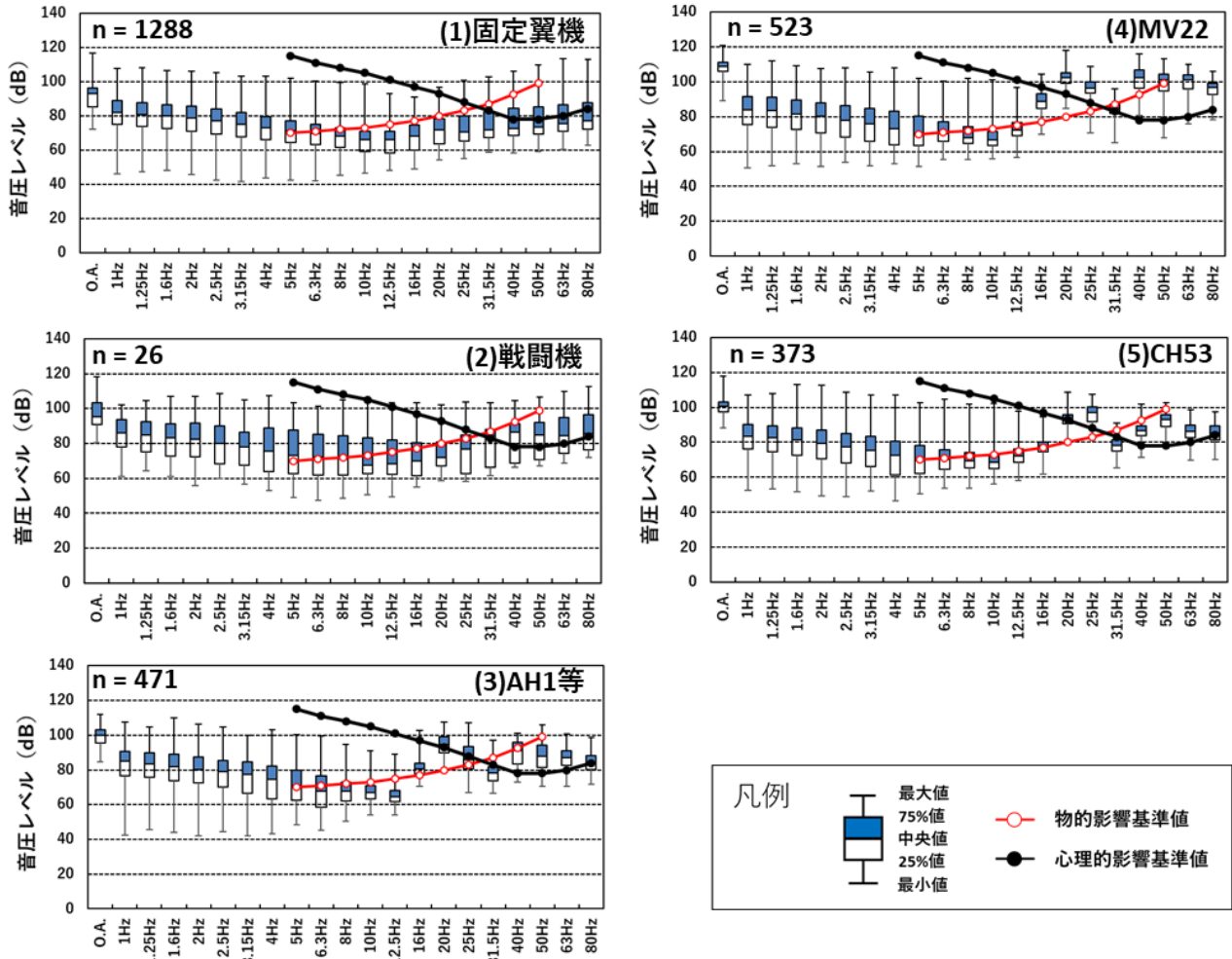


図2. (1)固定翼機、(2)戦闘機、(3)AH1等、(4)MV22及び(5)CH53の1/3オクターブバンド中心周波数分析結果。横軸は1/3オクターブバンド中心周波数を示し、O.A.は1~80 Hzにおける各周波数帯域の合成値を示す。

50 Hzで、CH53では16-25 Hzで超過がみられ、心理的影響基準値はAH1等では20 Hzと40 Hz以上で、MV22では20 Hz以上で、CH53では20-25 Hzと40 Hz以上で超過がみられた。

物的及び心理的影響基準値の超過率等を機種や周波数別に比較するため、 L_{AE} を5 dB毎に区分し、両基準値に対する超過回数及び超過率(基準値超過回数 / 騒音発生回数 \times 100)を求め、それぞれ表3及び表4に示した。機種毎の騒音発生回数は、固定翼機及びAH1等では L_{AE} が90-95 dBの範囲で、MV22及びCH53では95-100 dBの範囲で、戦闘機では100 dB以上の範囲で最多となっていた。

物的影響基準値の超過回数は、AH1等、MV22及びCH53ではそれぞれの卓越周波数付近で多く、超過率も高くなっていた。MV22では12.5Hzにおいて、 L_{AE} が90 dB以上の範囲では超過率が比較的低いのに対し、85-90 dBの範囲で高くなっている特徴がみられた。

心理的影響基準値の超過回数は、固定翼機では31.5-80 Hzで比較的多く、戦闘機では25-80 Hzで、AH1等、MV22及びCH53では20-80 Hzで多く超過率も高くなっており、特にそれぞれの卓越周波数付近で高くなっていた。

両基準値における同レベルの L_{AE} の超過回数や超過率などから、機種別の低周波音の影響の大きさは概ね、 $MV22 > CH53 \approx AH1等 > 固定翼機$ の順になると考えられた。戦闘機については騒音レベル(L_A)が高いものが多く比較が困難なため除いた。

機種別の騒音レベルに対する低周波音レベルを比較するため、機種毎の L_{AE} と L_{Gmax} (G特性音圧レベルの最大値)の関係を図3に示す。同レベルの L_{AE} に対する L_{Gmax} を比較すると、戦闘機以外では $MV22 > CH53 \approx AH1等 > 固定翼機$ となっており、物的及び心理的影響の大きさ順と概ね一致した。なお、戦闘機については L_{AE} が100 dB付近以下の部分のみで比較すると、 L_{Gmax} は固定翼

表3. 機種別における周波数毎の物的影響基準値超過回数と超過率（基準値超過回数 / 騒音発生回数 × 100）. 網掛けは基準値超過回数が多いほど、また基準値超過率が高くなるほど濃い.

機種名：固定翼機 (n = 1288)

L _{AE} (dB)	騒音発生 回数 割合		周波数ごとの物的影響基準値超過回数											周波数ごとの物的影響基準値超過率 (%)											
			周波数 (Hz)											周波数 (Hz)											
			5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	
80~85	6	0%	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	17	17	17	17	17	—	—	—	—	—	—
85~90	286	22%	116	75	44	24	11	5	2	1	0	0	0	0	41	26	15	8	4	2	1	0	—	—	—
90~95	522	41%	260	187	120	62	26	24	20	4	1	0	0	0	50	36	23	12	5	5	4	1	0	—	—
95~100	389	30%	279	233	163	76	40	99	143	63	29	0	0	0	72	60	42	20	10	25	37	16	7	—	—
100≤	85	7%	69	64	57	41	39	57	61	38	16	7	3	3	81	75	67	48	46	67	72	45	19	8	4
Total	1288	100%	725	560	385	204	117	185	226	106	46	7	3	3	56	43	30	16	9	14	18	8	4	1	0

機種名：戦闘機 (n = 26)

L _{AE} (dB)	騒音発生 回数 割合		周波数ごとの物的影響基準値超過回数											周波数ごとの物的影響基準値超過率 (%)											
			周波数 (Hz)											周波数 (Hz)											
			5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	
80~85	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
85~90	4	15%	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	50	50	50	50	50	—	—	—	—	—	—
90~95	6	23%	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	33	17	—	—	—	—	—	—	—	—
95~100	7	27%	3	2	2	1	0	0	0	0	1	1	0	0	43	29	29	14	—	—	—	—	14	14	—
100≤	9	35%	9	8	8	7	7	7	7	7	7	4	2	2	100	89	89	78	78	78	78	78	78	44	22
Total	26	100%	16	14	13	10	9	7	7	7	8	5	2	2	62	54	50	38	35	27	27	27	31	19	8

機種名：AH1等 (n = 471)

L _{AE} (dB)	騒音発生 回数 割合		周波数ごとの物的影響基準値超過回数											周波数ごとの物的影響基準値超過率 (%)											
			周波数 (Hz)											周波数 (Hz)											
			5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	
80~85	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
85~90	9	2%	7	6	4	1	0	2	9	2	0	0	0	0	78	67	44	11	—	22	100	22	—	—	—
90~95	260	55%	140	106	74	49	23	171	259	109	1	46	0	0	54	41	28	19	9	66	100	42	0	18	—
95~100	187	40%	97	77	52	27	16	186	187	172	12	151	24	24	52	41	28	14	9	99	100	92	6	81	13
100≤	15	3%	7	5	6	3	2	15	15	15	5	14	11	11	47	33	40	20	13	100	100	100	33	93	73
Total	471	100%	251	194	136	80	41	374	470	298	18	211	35	35	53	41	29	17	9	79	100	63	4	45	7

機種名：MV22 (n = 523)

L _{AE} (dB)	騒音発生 回数 割合		周波数ごとの物的影響基準値超過回数											周波数ごとの物的影響基準値超過率 (%)											
			周波数 (Hz)											周波数 (Hz)											
			5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	
80~85	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
85~90	73	14%	28	22	14	10	59	70	73	72	41	29	4	4	38	30	19	14	81	96	100	99	56	40	5
90~95	132	25%	63	56	45	31	39	129	132	131	24	110	57	57	48	42	34	23	30	98	100	99	18	83	43
95~100	169	32%	85	75	55	34	28	163	169	169	26	161	125	125	50	44	33	20	17	96	100	100	15	95	74
100≤	149	28%	84	85	49	37	31	149	149	149	40	149	128	128	56	57	33	25	21	100	100	100	27	100	86
Total	523	100%	260	238	163	112	157	511	523	521	131	449	314	314	50	46	31	21	30	98	100	100	25	86	60

機種名：CH53 (n = 373)

L _{AE} (dB)	騒音発生 回数 割合		周波数ごとの物的影響基準値超過回数											周波数ごとの物的影響基準値超過率 (%)											
			周波数 (Hz)											周波数 (Hz)											
			5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	
80~85	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
85~90	24	6%	13	12	5	4	3	2	24	24	0	0	0	0	54	50	21	17	13	8	100	100	—	—	—
90~95	111	30%	52	41	24	20	16	36	110	108	0	0	0	0	47	37	22	18	14	32	99	97	—	—	—
95~100	212	57%	108	105	87	54	76	146	212	212	5	27	9	9	51	50	41	25	36	69	100	100	2	13	4
100≤	26	7%	13	16	10	8	16	25	26	26	4	5	11	11	50	62	38	31	62	96	100	100	15	19	42
Total	373	100%	186	174	126	86	111	209	372	370	9	32	20	20	50	47	34	23	30	56	100	99	2	9	5

2. 飛行ルート (着陸ルートと上空飛行)

単機夾雑音なしの機種について、着陸ルートに限定すると機種によってはデータ数が少ないことから、5 区分機種毎で解析した。また、限定範囲を広げた上空飛行についても同様に解析し、飛行ルートを限定しないもの(以下、「全ルート」とする)と比較した。

データは示していないが、全機種において、着陸ルート及び上空飛行では 1/3 オクターブバンド中心周波数分析における卓越周波数などの特徴は全ルートと同様であるが、音圧レベルの最小値がやや高くなっていった(底上げされた)。飛行ルートを限定したことで遠方を飛行した機種の比較的低い騒音及び低周波音を解析対象から除くことができ、比較的同一条件での機種別比較ができたと考えられる。また、物的及び心理的影響基準値に対する超過回数や超過率等も比較的低い L_{AE} で減少した。ただ、固定翼機及び戦闘機では、全ルート及び上空飛行に比べ着陸ルートにおける 75%値や中央値がやや低くなっていた。固定翼機及び戦闘機では、着陸する際には揚力を保持したまま速度を落とす必要があり、失速しない程度まで出力を抑えて飛行したため全ルートや上空飛行に比べ 75%値などがやや低かったと考えられる。

機種毎の L_{AE} と L_{Gmax} の関係について、飛行ルート別で図 4 に示す。上空飛行及び着陸ルートでは AH1 等と CH53 がほぼ同レベルとなっており、騒音に対する低周波音の影響の大きさは CH53 ≒ AH1 等である可能性を示唆した。全ルートでの結果 (CH53 ≧ AH1 等) とやや異なる結果となったのは、表 2 に示す通り、CH53 では全ルートにおける機数 373 機のうち 269 機 (72.1%) が上空飛行であるのに対し、AH1 等では同 471 機のうち 188 機 (39.9%) が上空飛行となっており、AH1 等における遠方飛行 (L_{AE} と L_{Gmax} が比較的低い) が多かったためと考えられる。

3. 機種別分析

上空飛行に限定し、機種別に同様の解析を行った。MV22 については固定翼モード及びヘリコプターモード(以下「ヘリモード」とする)別でも解析した。なお、固定翼モードとヘリモードの間である転換モードは固定翼機モードに含めた。

(1) 固定翼機

固定翼機における解析結果を図 5 及び図 6 に示す。1/3 オクターブバンド中心周波数分析の 75%値において、C12 及び C35 (以下、「小型機」とする)では 10 Hz 以上でやや低くなっていた。C17 及び E3 はデータ数が 1 つのみであるが、共に高い値を示し、特に E3 では 20Hz 以上

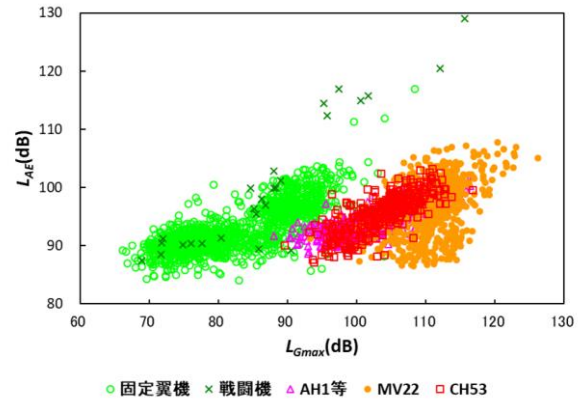


図 3. 機種別の L_{AE} と L_{Gmax} の関係.

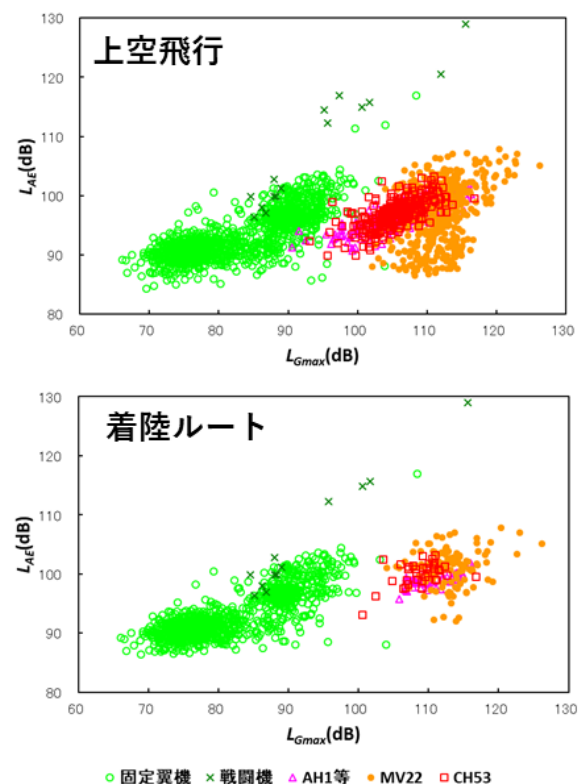


図 4. 上空飛行 (左) 及び着陸ルート (右) における機種別の L_{AE} と L_{Gmax} の関係.

表 5. 固定翼機の大きさや重さ⁵⁾. 自重は乗員や燃料を除いた機体の重さで、総重量はその機体の最も重い状態の重さで、この重さ以上で離着陸してはならない。

	C130	C135	P3C	P8A	C17	E3
全長 (m)	29.8	41.5	35.6	39.5	53.0	46.6
全高 (m)	11.8	12.7	10.3	12.8	16.8	12.6
自重 (t)	34.3	54.1	27.9	—	126.1	83.7
総重量 (t)	70.3	146.1	64.4	83.5	265.4	152.0

のほとんどの周波数で最大であった。

L_{AE} と L_{Gmax} の関係では小型機とそれ以外の機種(以下、「中大型機」とする)の大きく2つの塊に分かれた。小型機であるC12とC35は同様の分布を示し、中大型機では L_{AE} と L_{Gmax} が概ね比例しており、機体重量(表5)が重いほど音圧レベルが高い傾向にあった。ただ、E3は機体重量(大きさ)がC135に近いにもかかわらず、 L_{AE} と L_{Gmax} が飛び抜けて高く、今回解析対象とした固定翼機の中では最も影響が大きいことが示唆された。

(2) 戦闘機

戦闘機における L_{AE} と L_{Gmax} の関係では、図4で示すようにデータ数は少ないが、両飛行ルートで比例関係を示した。観測データの一部が固定翼機と同等レベルに分布がみられ、出力を抑えた飛行であれば、騒音に対する低周波音は固定翼機と同等であることが示唆された。

(3) AH1, UH1 及び CH53

上空飛行におけるAH1, UH1及びCH53の解析結果を図7及び図8に示す。1/3オクターブバンド中心周波数分析における75%値では3機種とも類似しているが、卓越周波数付近においてAH1がUH1及びCH53よりやや高い値を示し、CH53はUH1よりやや高い値を示した。

L_{AE} と L_{Gmax} の関係でも3機種とも類似した分布であるが、AH1がUH1及びCH53よりやや高い値を示し、CH53はUH1よりやや高い値を示しており、騒音に対する低周波音の影響の大きさは $AH1 \geq CH53 \geq UH1$ である可能性を示した。

(4) MV22

上空飛行におけるMV22の解析結果を図9及び図10に示す。1/3オクターブバンド中心周波数分析では、ヘリモードでは固定翼モードに比べ最大値ではほとんどの周波数で、75%値では40Hz以上の周波数で高い値を示し、卓越周波数(20Hz及び40Hz)がヘリモードの特徴であることが示唆された。一方、12.5Hz及び16Hzでは固定翼モードがヘリモードよりやや高くなっていることから、前述した12.5Hzにおける特徴(L_{AE} が85-90dBの範囲で物的影響基準値超過率が高い)は固定翼モードによるものであると考えられる。なお、表2に示す通り、解析したデータの多くがヘリモード(74.8%)だったため、ヘリモードとMV22全体の解析結果はほぼ同様であった。

L_{AE} と L_{Gmax} の関係では、固定翼モードはヘリモードに比べて L_{Gmax} は同程度であるのに対し L_{AE} の値は比較的低い値を示した。データは示していないが、固定翼モードではヘリモードに比べ観測した騒音ピークレベル(L_A)が比較的低く、騒音継続時間が短かった(測定局を通過

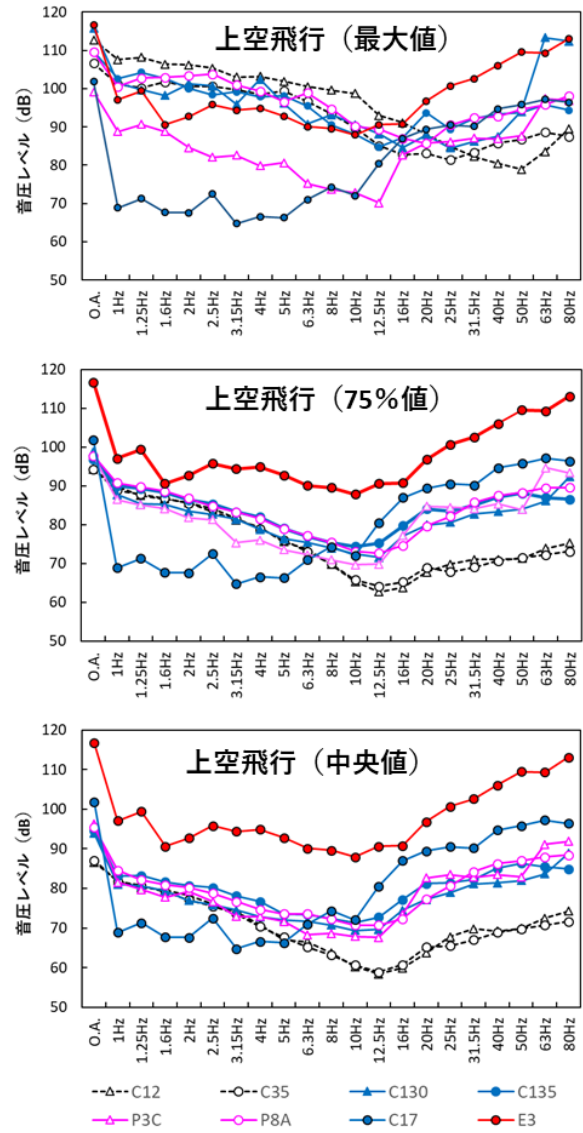


図5. 上空飛行した固定翼機機種別の1/3オクターブバンド中心周波数における最大値、75%値及び中央値。

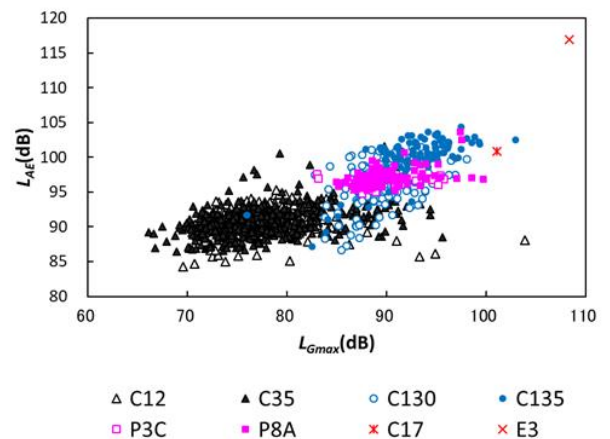


図6. 上空飛行した固定翼機機種別の L_{AE} と L_{Gmax} の関係。

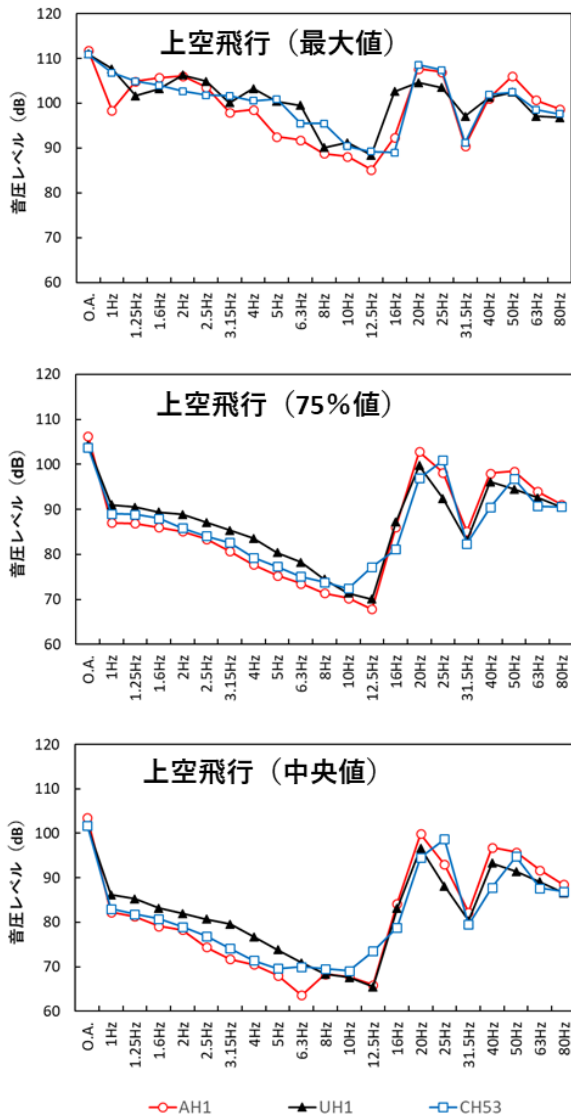


図7. 上空飛行したAH1等及びCH53の機種別の1/3オクターブバンド中心周波数における最大値, 75%値及び中央値.

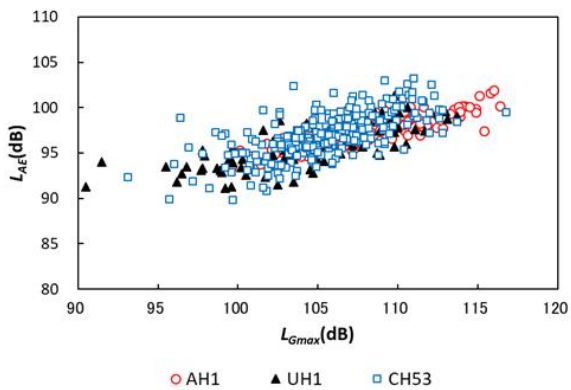


図8. 上空飛行したAH1等及びCH53の機種別の L_{AE} と L_{Gmax} の関係.

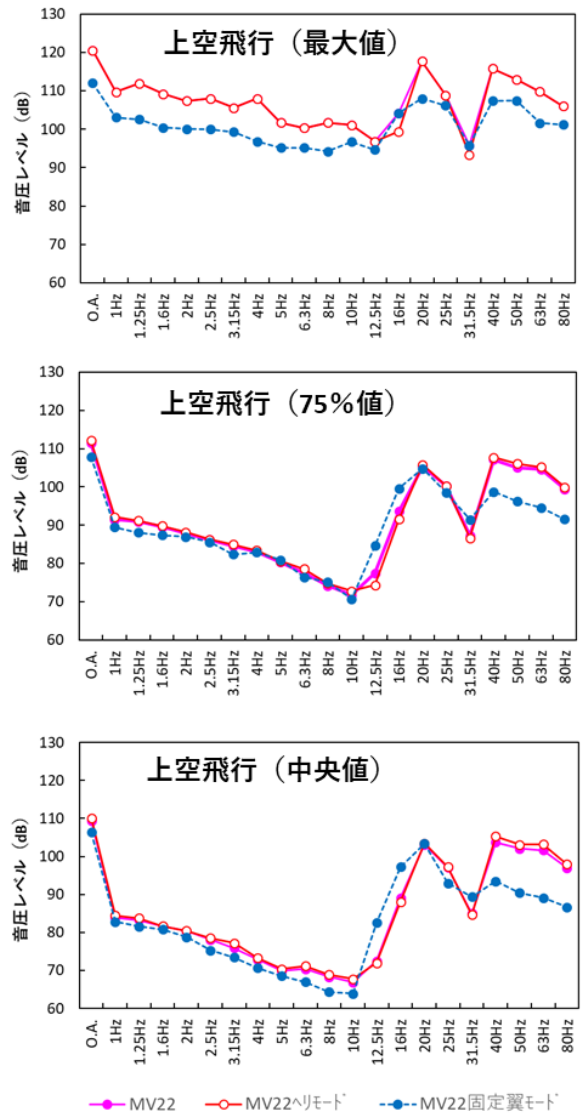


図9. 上空飛行したMV22の機種別の1/3オクターブバンド中心周波数における最大値, 75%値及び中央値.

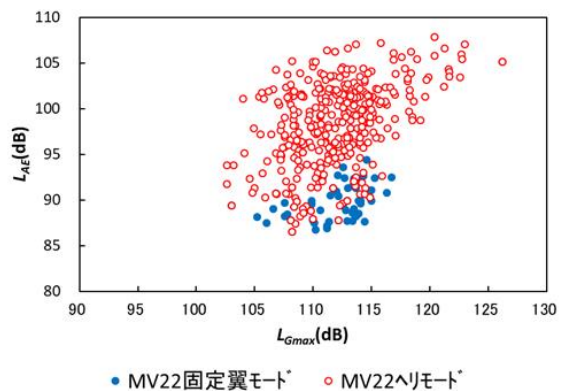


図10. 上空飛行したMV22の機種別の L_{AE} と L_{Gmax} の関係.

する速度が速い) ため、 L_{AE} が低かったと考えられる。 L_{Gmax} は両飛行モードで同程度であるが、暴露時間の長いヘリモードの方がやや影響が大きいと考えられる。よって、固定翼モードに比べ、ヘリモードの方が騒音及び低周波音の影響が大きいと考えられる。

IV まとめ

単機夾雑音なしの機種別の 1/3 オクターブバンド中心周波数分析結果は、AH1 等及び MV22 では 20 Hz と 40 Hz に、CH53 では 25 Hz と 50 Hz に卓越周波数がみられ、 L_{AE} と L_{Gmax} の関係などにより、騒音に対する低周波音の影響の大きさは $MV22 > CH53 \geq AH1$ 等 > 固定翼機となるなど、既報りと概ね同様であった。

飛行ルートを上空飛行や着陸ルートに限定した結果、遠方を飛行した機種の比較的低いレベルの騒音及び低周波音を解析対象から除外でき、比較的同一条件での機種別比較ができた。ただ、固定翼機及び戦闘機では、着陸ルートにおける 75% 値が全ルート及び上空飛行に比べてやや低くなっており、着陸する際に失速しない程度まで出力を抑えて飛行したと考えられた。

機種別比較について、固定翼機では 1/3 オクターブバンド中心周波数分析の結果や L_{AE} と L_{Gmax} の関係の結果が小型機と中大型機で大きく 2 つに分かれた。中大型機では L_{AE} と L_{Gmax} が概ね比例関係にあり、機体重量が重いほど値が高くなる傾向を示した。E3 はデータ数は少ないが、解析した固定翼機の中で最も騒音及び低周波音の影響が大きいことが示唆された。

戦闘機では L_{AE} と L_{Gmax} が比例関係にあり、出力を上げた状態では騒音及び低周波音による影響が飛び抜けて大きい。着陸時など出力を抑えた状態では同影響は固定翼機と同等となることが示唆された。

AH1, UH1 及び CH53 では、1/3 オクターブバンド中心周波数分析結果及び L_{AE} と L_{Gmax} の関係結果から、騒音

に対する低周波音の影響の大きさは $AH1 \geq CH53 \geq UH1$ であることが示唆された。ただ、卓越周波数の違い (AH1 及び UH1 は 20 Hz と 40 Hz, CH53 は 25 Hz と 50 Hz) により、人間の耳の特性上、感じ方 (聞こえ方) は異なると思われる。

MV22 では、多くがヘリモードでの飛行であるため、MV22 全体とヘリモードにおける 1/3 オクターブバンド中心周波数分析結果及び L_{AE} と L_{Gmax} の関係はほぼ同様であった。ヘリモードでは固定翼モードと比較し、1/3 オクターブバンド中心周波数分析における 40Hz から 80Hz の周波数で高く、12.5 Hz 及び 16 Hz でやや低くなっており、卓越周波数がヘリモードによる特徴であることを示唆した。また、ヘリモードは固定翼モードに比べ L_{AE} が高く (L_A も高い)、 L_{Gmax} の暴露時間が長い。騒音及び低周波音の影響が大きいと考えられる。

同一機種でも飛行形態 (着陸や離陸、飛行モード) によりやや異なる結果となることから、今後も継続して測定を行い、データを蓄積するとともに解析を実施する必要がある。

V 参考文献

- 1) 城間朝彰ら (2018) 沖縄県における航空機の低周波音調査, 沖縄県衛生環境研究所報, 52:53-57.
- 2) 沖縄県環境部環境保全課 (2019) 平成 30 年度航空機騒音測定結果, p.48.
- 3) 宜野湾市基地政策部基地渉外課 (2020) まちのど真ん中にある普天間飛行場, p.6.
- 4) 沖縄防衛局 (2011) 第 6 章 6.5 低周波音. 普天間飛行場代替施設建設事業に係る環境影響評価書, p.71.
- 5) 佐瀬亨 (2017) 航空情報 2017 年 3 月号増刊世界航空機年間 2016-2017. 株式会社せきれい社, 東京都, pp.30-137.