

上大謝名局における航空機の低周波音調査 —2020 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 (FY2020)

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 2020 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 (AH-1Z 及び UH-1Y), MV22 及び CH53) に区分し、1-80 Hz 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。固定翼機及び戦闘機では卓越した周波数はみられず、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。沖縄防衛局が示した物的及び心理的影響の評価基準と比較した結果、固定翼機では 5-6.3 Hz 付近で物的影響基準値の超過率 (基準値超過回数 / 騒音発生回数 × 100) が比較的高く、戦闘機ではほとんどの周波数で超過率が高く、AH1 等、MV22 及び CH53 では卓越周波数付近で特に超過率が高くなっていった。心理的影響基準値は、固定翼機では 31.5-80 Hz で超過率が比較的高く、戦闘機では 31.5-80 Hz で、AH1 等及び CH53 では卓越周波数付近で超過率が高く、MV22 では卓越周波数を含む広範囲の周波数で超過率が高くなっていった。物的及び心理的影響基準値の超過回数や超過率、 L_{AE} と L_{Gmax} の関係などから、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 $>$ 固定翼機であることが示唆され、既報と概ね同様の結果であった。

Key words: 沖縄県, 航空機騒音, 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。2017 年度の測定結果をとりまとめた既報¹⁾では普天間飛行場周辺 4 測定局における測定結果を報告したが、2018 年度以降の測定結果から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^{2,3)}しており、今回も上大謝名局の測定結果について報告する。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から、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。2020 年度の測定結果では、

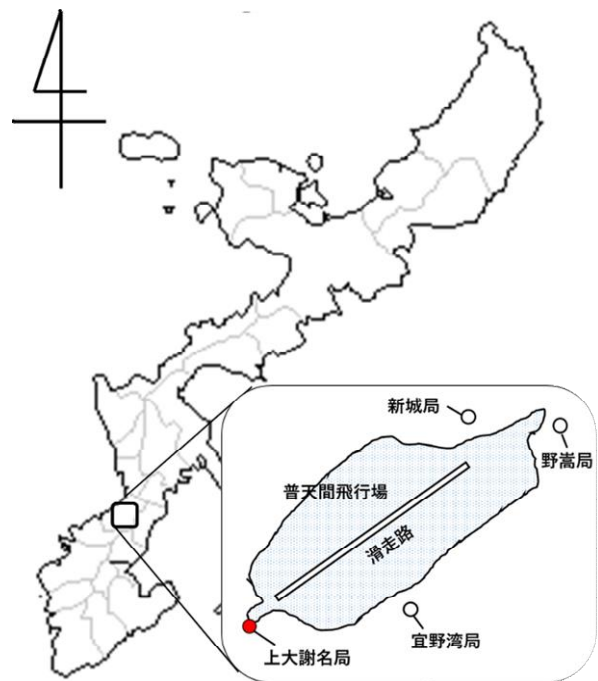


図 1. 普天間飛行場周辺における低周波音測定局。

* 沖縄県環境部環境保全課

年平均 L_{den} は 65 (環境基準 57) であり, 1 日あたりの騒音発生回数は 34.9 回/日であった⁴⁾。

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, L_{AE} (単発騒音暴露レベル) 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 (実音や映像にて手動選別) について, 機種毎に 5 つに区分 (①UC-12W, UC-35D 及び外来固定翼機 (以下, 「固定翼機」とする), ②戦闘機, ③AH-1Z 及び UH-1Y (以下, 「AH1 等」とする), ④MV-22B (以下, 「MV22」とする), ⑤CH-53E (以下, 「CH53」とする)) した。既報^{1,2,3)}と同様, 外来機も含め, 映像等で判別し, 夜間など映像が不鮮明で機種が特定できなかったものは除いた。これら機種毎に周波数 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。

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⁵⁾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⁵⁾。

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

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機種毎の騒音発生回数はそれぞれ, 固定翼機では 1,112 回, 戦闘機は 42 回, AH1 等では 293 回, MV22 では 819 回, そし

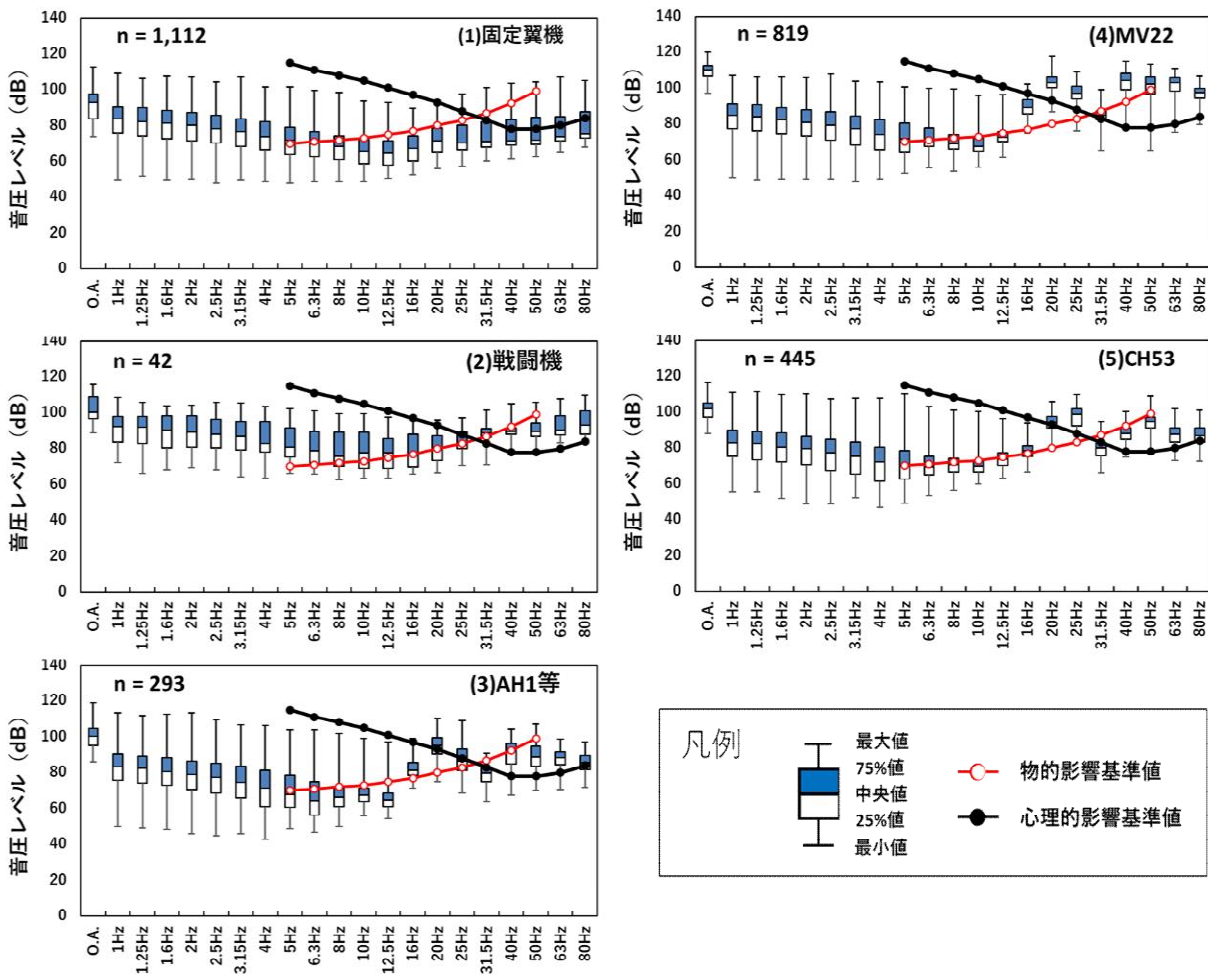


図 2. (1)固定翼機, (2)戦闘機, (3)AH1 等, (4)MV22 及び(5)CH53 の 1/3 オクターブバンド中心周波数分析結果。横軸は 1/3 オクターブバンド中心周波数を示し, O.A.は 1-80 Hz における各周波数帯域の合成値を示す。

表3. 機種別における周波数毎の心理的影響基準超過回数と超過率. 網掛けは表2と同様.

機種名：固定翼機 (n = 1112)

L _{AE} (dB)	騒音発生 回数 割合	周波数ごとの心理的影響基準超過回数											周波数ごとの心理的影響基準超過率 (%)												
		周波数 (Hz)											周波数 (Hz)												
		5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50
80~85	1	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
85~90	224	20%	0	0	0	0	0	0	0	0	5	11	7	14	-	-	-	-	-	-	-	2	5	3	6
90~95	529	48%	0	0	0	0	0	0	0	8	73	82	71	69	-	-	-	-	-	-	2	14	16	13	13
95~100	298	27%	0	0	0	0	0	0	1	187	291	290	293	288	-	-	-	-	0	63	98	97	98	97	
100≤	80	5%	0	0	0	0	0	2	14	48	60	60	60	59	-	-	-	3	23	80	100	100	100	98	
Total	1112	100%	0	0	0	0	0	2	15	243	429	443	431	430	-	-	-	0	1	22	39	40	39	39	

機種名：戦闘機 (n = 42)

L _{AE} (dB)	騒音発生 回数 割合	周波数ごとの心理的影響基準超過回数											周波数ごとの心理的影響基準超過率 (%)												
		周波数 (Hz)											周波数 (Hz)												
		5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	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	0	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
90~95	1	2%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	100
95~100	5	12%	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	5	5	-	-	-	-	-	-	100	100	100	100	100
100≤	36	86%	0	0	0	0	1	3	12	36	36	36	36	36	-	-	-	3	8	33	100	100	100	100	100
Total	42	100%	0	0	0	0	1	3	12	41	41	41	42	42	-	-	-	2	7	29	98	98	98	100	100

機種名：AH1等 (n = 293)

L _{AE} (dB)	騒音発生 回数 割合	周波数ごとの心理的影響基準超過回数											周波数ごとの心理的影響基準超過率 (%)												
		周波数 (Hz)											周波数 (Hz)												
		5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	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	13	4%	0	0	0	0	0	1	0	2	11	8	6	3	-	-	-	8	-	15	85	62	46	23	
90~95	146	50%	0	0	0	0	2	45	31	7	136	122	113	48	-	-	-	1	31	21	5	93	84	77	33
95~100	125	43%	0	0	0	0	2	117	85	60	125	124	124	114	-	-	-	2	94	68	48	100	99	99	91
100≤	9	3%	0	0	0	0	0	9	8	7	9	9	9	9	-	-	-	100	89	78	100	100	100	100	100
Total	293	100%	0	0	0	0	4	172	124	76	281	263	252	174	-	-	-	1	59	42	26	96	90	86	59

機種名：MV22 (n = 819)

L _{AE} (dB)	騒音発生 回数 割合	周波数ごとの心理的影響基準超過回数											周波数ごとの心理的影響基準超過率 (%)												
		周波数 (Hz)											周波数 (Hz)												
		5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50
80~85	1	0%	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	-	-	-	-	-	100	100	100	100	100	-
85~90	88	11%	0	0	0	0	40	86	72	68	88	88	88	57	-	-	-	45	98	82	77	100	100	100	65
90~95	165	20%	0	0	0	0	15	159	156	75	165	164	165	162	-	-	-	9	96	95	45	100	99	100	98
95~100	269	33%	0	0	0	0	2	265	266	188	268	268	268	268	-	-	-	1	99	99	70	100	100	100	100
100≤	296	36%	0	0	0	0	13	295	296	255	296	296	296	296	-	-	-	4	100	100	86	100	100	100	100
Total	819	100%	0	0	0	0	70	806	791	587	818	817	818	783	-	-	-	9	98	97	72	100	100	100	96

機種名：CH53 (n = 445)

L _{AE} (dB)	騒音発生 回数 割合	周波数ごとの心理的影響基準超過回数											周波数ごとの心理的影響基準超過率 (%)												
		周波数 (Hz)											周波数 (Hz)												
		5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	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	21	5%	0	0	0	0	0	2	9	0	15	21	5	0	-	-	-	10	43	-	71	100	24	-	
90~95	118	25%	0	0	0	0	0	25	91	0	107	113	79	24	-	-	-	22	81	-	95	100	70	21	
95~100	266	60%	0	0	0	0	0	208	264	59	266	266	263	232	-	-	-	78	99	22	100	100	99	87	
100≤	45	10%	0	0	0	0	0	42	45	39	45	45	45	45	-	-	-	93	100	87	100	100	100	100	
Total	445	100%	0	0	0	0	0	277	409	98	433	445	392	301	-	-	-	62	92	22	97	100	88	68	

てCH53では445回計測された。これら全ての騒音データについて、機種毎に1-80 Hz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

央値で見ると、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、物的影響基準値は低い周波数域で、心理的影響基準値は高い周波数

域で超過がみられた。戦闘機では8 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ないが全体的に音圧レベルが高いことから、物的影響基準値では全周波数域で、心理的影響基準値では20 Hz以上の周波数域で基準値超過がみられた。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、卓越周波数付近において物的及び心理的影響基準値超過が多くみられた。低周波音による「圧迫感、振動感」は40Hz 付近で強く感じられるという実験結果がある⁶⁾ことから、40 Hzに卓越周波数を持つMV22及びAH1等では、低周波音レベルが同じ場合でも、他の機種に比べ、圧迫感や振動感は強く感じられるかもしれない。

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×100)を求め、表2及び表3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} の値が90-95 dBの範囲で最多となっており、CH53では95-100 dBで、戦闘機及びMV22では100 dB以上の範囲で最多となっていた。特に戦闘機では多くが100 dB以上を占めていた。

物的影響基準値の超過回数及び超過率は、固定翼機では5-8 Hzで比較的多くなっていた。戦闘機では卓越周波数はないが音圧レベルが高いことから物的影響基準値のほとんどの周波数域で超過回数が多く、超過率が高くなっていた。AH1等では5-6.3 Hzと卓越周波数付近の16-25 Hz及び40 Hzで、MV22では10 Hzと31.5 Hzを除いた周波数域で、CH53では5-8 Hzと卓越周波数付近の12.5-25 Hzでそれぞれ超過回数が多く超過率も高くなっていた。MV22では L_{AE} の値が比較的低い範囲(85-90 dB)でも超過回数や超過率が高くなっており、騒音の大きさの割に低周波音の影響が大きいことが窺える。

心理的影響基準値の超過回数及び超過率は、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等及びCH53では卓越周波数付近の20-25 Hz及び40-80 Hzで、MV22では卓越周波数を含む広範囲の周波数(20-80 Hz)で超過回数が多く超過率も高くなっていた。MV22では物的影響基準値と同様、 L_{AE} の値が比較的低い範囲でも超過回数が多く、超過率も高くなっていた。

両基準値における同レベルの L_{AE} 値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 ≥ AH1等 > 固定翼機の順になると考えられる。なお、戦闘機については騒音レベルが高く

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。戦闘機では L_{AE} が突出して高くなっており、その他の機種ではほとんどが105 dB以下となっていた。同程度の L_{AE} に対する L_{Gmax} の値をみると、戦闘機以外では、MV22 > CH53 ≥ 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。これら調査結果は既報^{1,2,3)}と概ね同様であった。

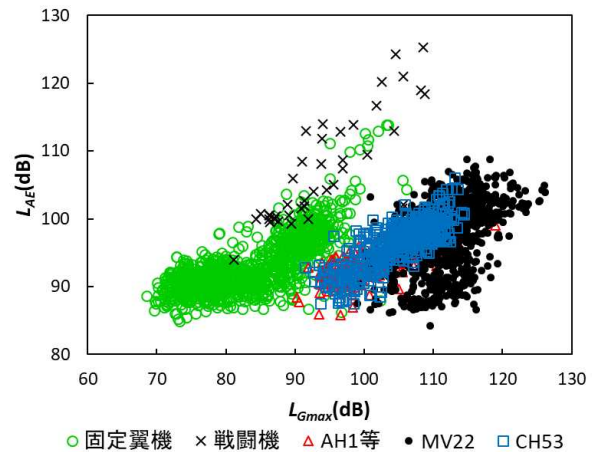


図3. 機種別の L_{AE} 及び L_{Gmax} の関係.

IV 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) 城間朝彰ら (2020) 上大謝名局における航空機の低周波音調査-2018年度-. 沖縄県衛生環境研究所報, 54 : 111-115.
- 3) 城間朝彰ら (2020) 上大謝名局における航空機の低周波音調査-2019年度-. 沖縄県衛生環境研究所報, 54 : 83-91.
- 4) 沖縄県環境部環境保全課 (2021) 令和2年度航空機騒音測定結果概要(嘉手納飛行場・普天間飛行場). p.10.
- 5) 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.
- 6) 福原博篤 (2011) 騒音の測定方法. 環境測定実務者のための騒音レベル測定マニュアル [第3版], 社団法人日本環境測定分析協会, p.418.