

沖縄県における軍用機から発生する低周波音について

田崎盛也・友寄喜貴・城間朝彰・比嘉良作・渡口輝・志賀俊介*

Low-frequency Noise radiated from Military Aircraft in Okinawa Prefecture

Moriya TAsAKI, Nobutaka TOMOYOSE, Tomoaki SHIROMA, Ryosaku HIGA,
Akira TOGUCHI and Syunsuke SHIGA

要旨：2012年度および2013年度に普天間飛行場および伊江島補助飛行場周辺において低周波音調査を行った。1-80 Hz までの1/3オクターブバンド周波数分析を行った結果、MV-22 オスプレイは20-25 Hz にかけて卓越周波数がみられた。1/3オクターブバンド音圧レベルの中央値を「普天間飛行場代替施設建設事業に係る環境影響評価書」で示された環境保全の目標値と比較すると、物的影響の保全目標値は測定対象とした全ての機種は全て超過し、心理的影響の保全目標値についてはMV-22 オスプレイで超過がみられた。MV-22 オスプレイについて、FFT分析を行った結果、20 Hzの卓越周波数はローターから発生する低周波音であると推定された。

Key words: 低周波音, MV-22 オスプレイ, 1/3 オクターブバンド周波数分析, 沖縄県

I はじめに

低周波音とは、およそ100 Hz以下の低周波数の可聴音と超低周波音を含む音波と定義されている。低周波音による影響は大きく分けて2種類あり、建具のがたつきを引き起こす物的影響と不快感・圧迫感を感じる心理的影響がある¹⁾。

2013年度現在において低周波音の基準値は定められていないが、低周波音に関する取り組みは、2000年10月に環境省によって「低周波音の測定方法に関するマニュアル」が作成され、低周波音の統一的な測定方法が示された¹⁾。また、2004年6月に「低周波音問題対応の手引書」をとりまとめており、固定発生源から発生する低周波音に対する評価指針となる参照値が示され、低周波音苦情について判断基準が定められた²⁾。ただし、参照値は低周波問題の原因が低周波音によるものかを判断するために用いるものであり、基準値としての使用を想定したものではない。また、参照値の適用対象は固定発生源のみであり、それ以外の発生源に用いるのは適切ではないとされている。

沖縄県における低周波音を対象とした調査は、主にヘリコプター等が配備されている普天間飛行場の周辺地域において、現状把握と基礎データの集積を目的として、継続調査を行っている。普天間飛行場では2012年10月から垂直離着陸機MV-22オスプレイ（以下、オスプレイとする）の配備が開始され、2013年9月までに24機のオスプレイが配備された。このことから、周辺地域への

低周波音による健康影響等が懸念されている。本報ではオスプレイ配備以降の2012年度および2013年度の低周波音測定調査結果について報告する。

II 方法

2012年度および2013年度に行った低周波音調査の調査地点を図1および図2に示した。2012年度の調査では普天間飛行場南側の上大謝名公民館で調査を行った。



図1. 普天間飛行場周辺調査地点。



図2. 伊江島補助飛行場周辺測定地点。

* 沖縄県環境部環境保全課

表 1. 各調査の騒音・低周波音測定結果.

調査地点	上大謝名公民館		普天間第二小学校		伊江島補助飛行場	
	騒音	低周波音	騒音	低周波音	騒音	低周波音
項目						
最大値(dB)	>110	110.6	89.0	106.8	77.5	97.3
機種	E-3	MV-22	MV-22	MV-22	MV-22	MV-22
騒音発生回数	128 回		3 回		27 回	

表 2. 上大謝名公民館の調査結果.

機種	AH-1W		CH-46E		KC-130		MV-22	
	騒音	低周波音	騒音	低周波音	騒音	低周波音	騒音	低周波音
項目								
最大値(dB)	92.6	>110	80.0	93.5	92.0	91.6	87.0	110.6
騒音発生回数	64 回		3 回		15 回		12 回	

2013 年度は普天間飛行場北側の普天間第二小学校と伊江島補助飛行場近隣の地点で調査を行った。

低周波音の測定は「低周波音の測定方法に関するマニュアル」¹⁾に準拠して行った。低周波音の測定には低周波音レベル計 NA-18A または低周波音測定機能付精密騒音計 NL-62 を使用し、風雑音の影響を低減するために防風スクリーンに加えて防風ネットを使用した。騒音測定には精密騒音計 NL-14 を使用した（測定器はいずれもリオン社製）。

低周波音は G 特性音圧レベルによる評価と 1-80 Hz までの 1/3 オクターブ周波数分析結果を沖縄防衛局が「普天間飛行場代替施設建設事業に係る環境影響評価書」で示した物的および心理的影響に係る環境保全の目標値³⁾（以下、物的保全目標値および心理的保全目標値とする）と比較した。また、本来は適切ではないが、参考として環境省が固定発生源に対して示した心身に係る苦情に関する参照値（以下、心身苦情参照値とする）との比較も行った。なお、環境省が示した物的苦情に関する参照値は沖縄防衛局が示した物的保全目標値と同じ値となっている。騒音は騒音レベルで評価した。

Ⅲ 結果および考察

各調査における低周波音および騒音の最大値を表 1 に示す。上大謝名公民館では飛来していた全ての米軍機に対して調査を行ったが、普天間第二小学校や伊江島補助飛行場周辺における調査では調査対象をオスプレイのみに絞った。各調査地点の結果を見ると、着陸経路の真下にあたる上大謝名公民館で騒音および低周波音が最も高く観測され、次に滑走路近傍にある普天間第二小学校で高くなった。伊江島補助飛行場周辺における調査では、調査地点上空をオスプレイが通過することはなかった。

そのため、他の調査地点と比べて騒音・低周波音共に低い値となった。

上大謝名公民館ではオスプレイ以外の機種も調査対象とした。機種ごとに集計した結果を表 2 に示す。集計の対象機種は AH-1W（ヘリコプター）、CH-46E（ヘリコプター）、KC-130（固定翼機）、オスプレイとした。騒音の大きさは AH-1W が最も大きく、次に KC-130、オスプレイそして CH-46E の順番となった。ただし、CH-46E については調査地点の真上を通過するルートがなかったため、他の機種と比べて騒音・低周波音共に低い値となったものと考えられる。低周波音については、

$$\text{オスプレイ} \approx \text{AH-1W} > \text{CH-46E} > \text{KC-130}$$

の順であった。

機種ごとの調査結果を 1/3 オクターブバンド周波数分析結果を箱ひげ図で示し、物的および心理的保全目標値と心身苦情参照値と比較したグラフを図 3～8 に示す。各機体の卓越周波数は AH-1W は 10-12.5 Hz、CH-46E は 16 Hz、オスプレイは 20-25 Hz に現れた。KC-130 では 1-80 Hz の範囲においては明確な卓越周波数は確認できなかった。

それぞれの機体の各周波数の中央値を目標値および参照値と比較すると、AH-1W において、物的保全目標値は 10, 12.5 Hz で超過、心理的保全目標値は超過なし、心身苦情参照値は 31.5-80 Hz で超過した。CH-46E において、物的保全目標値は 12.5, 16 Hz で超過、心理的保全目標値は超過なし、心身保全目標値は 25-80 Hz で超過した。KC-130 において、物的保全目標値は 8, 10 Hz で超過、心理的保全目標値は超過なし、心身保全目標値は 25-80 Hz で超過した。オスプレイ（上大謝名）において、物的保全目標値は 20, 25 Hz で超過、心理的保全目標値は 25, 40, 50 Hz で超過、心身保全目標値は 20-80 Hz で超過した。

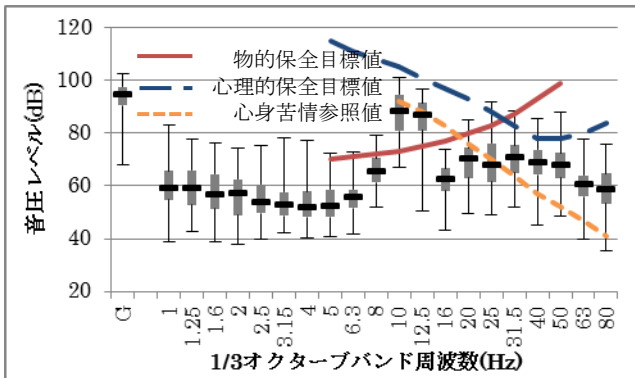


図3. AH-1Wの周波数分析結果.

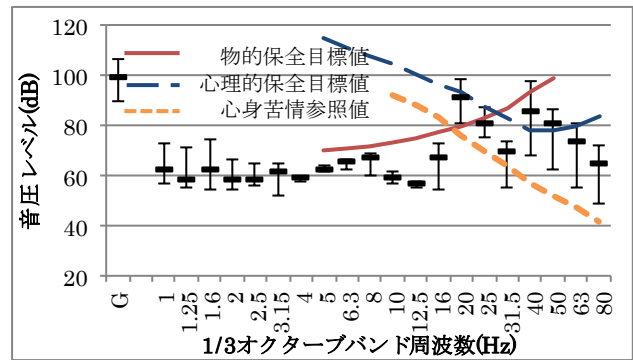


図7. オsprey (普天間第二小)の周波数分析結果.

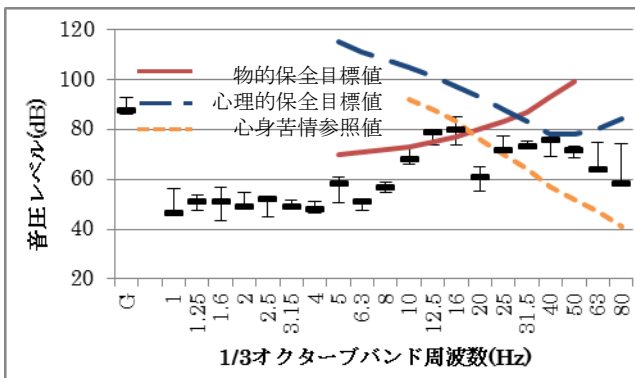


図4. CH-46Eの周波数分析結果.

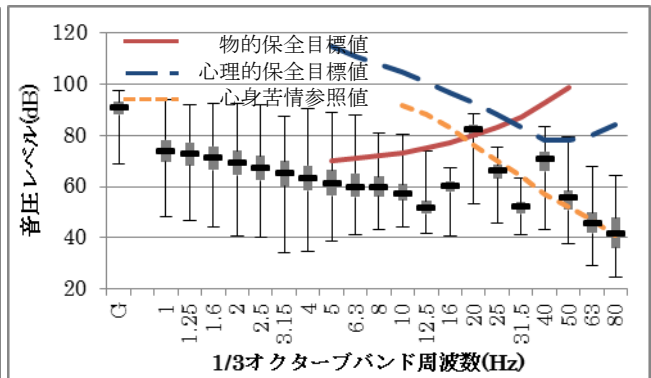


図8. オsprey (伊江島)の周波数分析結果.

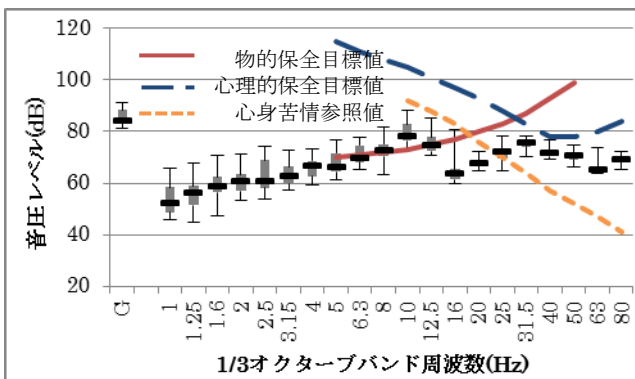


図5. KC-130の周波数分析結果.

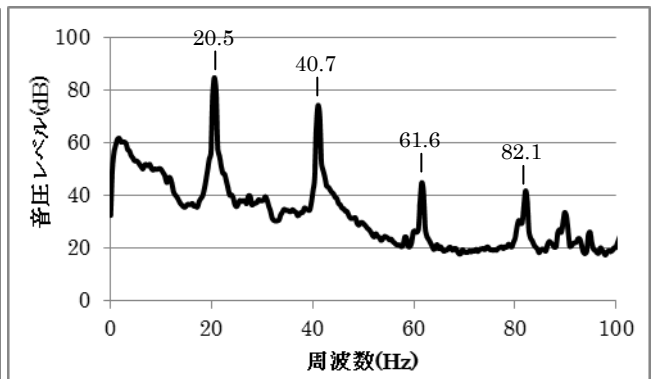


図9. オspreyのFFTによる周波数分析結果.

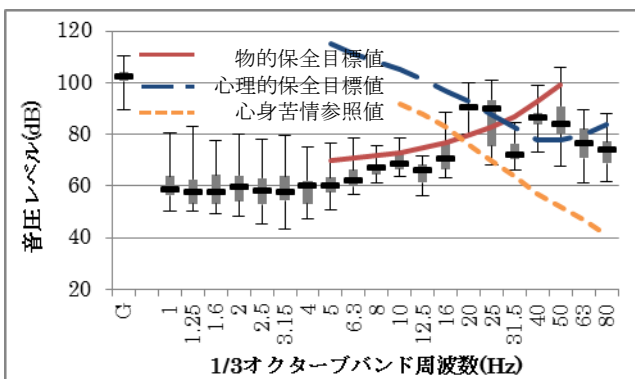


図6. オsprey (上大謝名)の周波数分析結果.

オsprey (普天間第二小)において、物的保全目標値は20, 25 Hzで超過、心理的保全目標値は25, 40, 50 Hzで超過、心身保全目標値は20-80 Hzで超過した。オsprey

イ(伊江島)において、物的保全目標値は20 Hzで超過、心理的保全目標値は超過なし、心身保全目標値は20, 40, 50, 80 Hzで超過した。

オspreyから発生する音は従来のヘリコプターとは違うという意見が聞かれることがあるが、その原因について考察する。今回の調査で得られた結果でオspreyと他の機種との違いは心理的保全目標値を超過したということである。心理的保全目標値は圧迫感・振動感の閾値であり、図から読み取れるように40-50 Hzの閾値が小さい傾向がある。オspreyは40-50 Hzに卓越成分を持つため、他の機種よりも圧迫感・振動感を感じやすく、その結果独特の音として感じられるのではないかと推測された。

オスプレイの卓越周波数について発生源を推定したので、これについても議論する。ヘリコプターのローターや送風機のファンから発生する音の基本周波数は低周波音の領域で卓越周波数として現れることがあり、回転数を N 、枚数を Z とすると基本周波数 f は次の式で表される⁴⁾。

$$f = NZ / 60$$

オスプレイのローターの回転数は $397 \text{ rpm}^5)$ 、ブレードの枚数は3枚なので上式から約 20 Hz に基本周波数の音が発生すると算出される。これは $1/3$ オクターブバンド周波数分析でも確認できた卓越周波数である。また、FFTによる周波数分析 (FFT 分析) を行うと 20.5 Hz に基本周波数が確認でき、基本周波数の整数倍ごとに倍音構造が存在することが確認できた (図9)。よって、オスプレイの 20 Hz の卓越周波数はローター由来の低周波音であると推定された。

IV まとめ

2012年度および2013年度における低周波音調査で大きな騒音および低周波音が観測されたのは上大謝名公民館であった。

$1/3$ オクターブバンド周波数分析を行った結果、オスプレイでは $20\text{-}25 \text{ Hz}$ に、AH-1W では $10\text{-}12.5 \text{ Hz}$ に、CH-46E

では 16 Hz に卓越周波数を確認した。

各周波数の $1/3$ オクターブバンド音圧レベルの中央値を沖縄防衛局が示した保全目標値および環境省が示した参照値と比較した。物的保全目標値と心身苦情参照値について、周波数に違いはあるものの全ての機種で超過があった。心理的保全目標値については上大謝名公民館と普天間第二小学校のオスプレイで超過があった。オスプレイについてはFFT分析を行った結果、 20 Hz の卓越周波数はローターから発生する低周波音であると推定された。

V 参考文献

- 1) 環境庁大気保全局 (2000) 低周波音の測定方法に関するマニュアル。63pp.
- 2) 環境省環境管理局 (2004) 低周波音問題対応の手引書。116pp.
- 3) 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。85pp.
- 4) 日本音響材料協会編 (1975年) 騒音対策ハンドブック。技報堂。758pp.
- 5) Acree, C. W. (2005) Effects of V-22 Blade Modifications on Whirl Flutter and Loads. *Journal of the American Helicopter Society* 50.3: 269-278.