

3. 航空機騒音に関する並行測定の結果について (第2報)

武市佳子・西 孝仁

Results of parallel measurement on the Aircraft noise (II)

Yoshiko Takechi · Takahito Nishi

【要旨】 航空機騒音に係る環境基準が一部改正され、評価指標が加重等価平均感覚騒音レベルWECPNLから時間帯補正等価騒音レベルLdenに変更されることとなった。新しい評価指標への取り組みとして、当所では2009年度から従来より使用している測定装置と、新基準に対応するため導入された新しい測定装置との並行測定を行っている。

2010年度の測定結果は、Ldenが45.5～53.5で新しい環境基準をみたしており、WECPNLとLdenの差は13.5～14.9であった。今後も、航空機騒音の自動識別機能の有用性を検討し、新たに対象となった地上音の測定技術の向上に努めたい。

Key words : 航空機騒音, 環境基準, 時間帯補正等価騒音レベルLden, 自動識別機能

1. はじめに

1.1 目的

2007年12月17日に、「航空機騒音に係る環境基準」が一部改正され、評価指標は現行の加重等価平均感覚騒音レベルWECPNLから時間帯補正等価騒音レベルLdenに変更されることとなった。また、環境省より2009年7月に「航空機騒音測定・評価マニュアル」が開示され、2012年11月にその内容を拡充した「航空機騒音測定・評価マニュアル」が作成された。

新しい評価指標への取り組みとして、当所では2009年に、従来より使用している測定装置（以下「旧機種」）と、新基準に対応するため導入された新しい測定装置（以下「新機種」）の並行試験を実施し、測定結果を報告した¹⁾。

その後も2013年4月1日の施行に向け、測定地点の状況に応じ並行試験または新機種単独で測定を行っており、今回は2010年の結果を報告する。

1.2 高知空港の概要

高知空港は、南国市物部にあり、1944年8月旧海軍高知航空隊基地として建設された。1954年10月高知～大阪線開設以降、路線は拡張整備され、2010年は4路線1日42～46便が定期的に運航して

いる。

滑走路は長さ2,500m、幅45mで、南東端は土佐湾に臨んでいる。

2. 測定方法

2.1 測定方法

環境庁告示第154号（昭和48年12月27日付け）および環境省告示第114号（平成19年12月17日付け）「航空機騒音に係る環境基準について」に基づいて測定した。

2.2 測定地点

高知空港周辺の、次の3地点で測定を行った（図1）。全ての地点が環境基準の地域の類型Ⅱにあてはめられている。

里組 南国市前浜

田村東部 南国市田村乙

片山 南国市片山字椿屋敷

里組と田村東部は、前報と同じ測定地点である。滑走路の側方で、新評価で対象となるタキシング音が観測される。片山は、滑走路の延長上約1kmの位置にあり、航空機が田畑の広がる上空を飛行する。

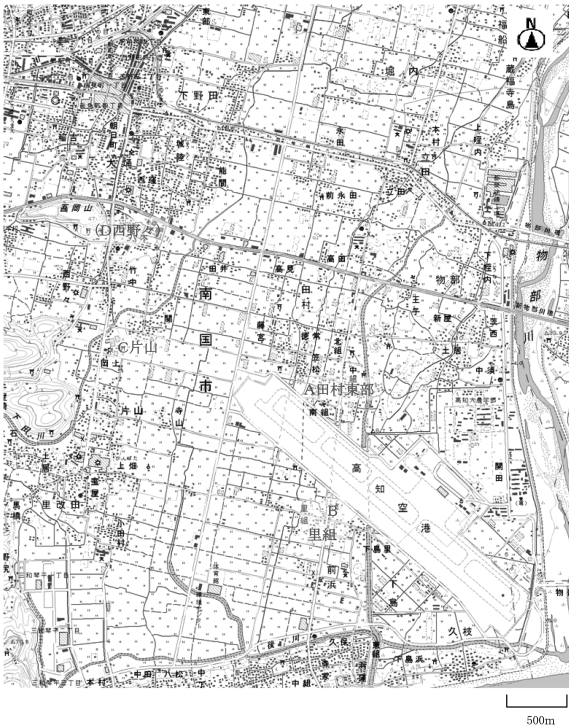


図1 測定地点位置図

（この背景地図データは、国土地理院の電子国土Webシステムから配信されたものである）

2.3 測定期間

表1 地点ごとの測定期間

| 測定地点 | 前 期 | 後 期 |
|------|--------------------------------------|-------------------------|
| 里 組 | 2010年 5月13日 ～ 5月19日 | 2010年11月 6日 ～ 11月12日 |
| 田村東部 | 2010年 5月24日 ～ 5月30日 | 2010年11月16日 ～ 11月22日 |
| 片 山 | 2010年 6月 1日 ～ 6月 8日 (6月 6日を除く) | 2010年11月25日 ～ 12月 1日 |

2.4 使用機器

2.4.1 旧機種

環境騒音観測装置NA-33

リオン株式会社製（以下「NA-33」）

普通騒音計NA-11

航空機騒音処理プログラムパックEF-21B

3地点で前期のみ使用した。

2.4.2 新機種

環境騒音観測装置NA-37

リオン株式会社製（以下「NA-37」）

精密騒音計NA-83

航空機騒音識別装置AN-37R

航空機騒音処理プログラムNX-37B

実音モニタプログラム NX-37WR

航空機騒音データ処理ソフトウェアAS-50PA1

3地点で前期と後期に使用した。

2.5 測定条件

表2 機種ごとの測定条件

| | NA-33 | NA-37 |
|----------|---|------------------|
| サンプリング周期 | 0.5秒 | 0.1秒 |
| 暗 騒 音 | 直前10分間のL90 | |
| 取り込むデータ | 最大騒音レベルが暗騒音より10dB以上高くかつ60dB以上が5秒以上継続する時 | |
| 実音録音時間 | 55dBを超えている間 (普通騒音計NL-22を使用) | 前期5秒間、 後期20秒間 |

3. 測定結果

得られた騒音データから航空機騒音を判別する方法は、次のとおりである。

NA-33では、記録された最大騒音レベルの時刻と運航管制記録の時刻を照合し、航空機騒音であるかどうかを判別した。また、録音記録（普通騒音計NL-22を使用）のある時間帯については、これを参考にした。

NA-37では、AS-50PA1により航空機騒音と自動判定されたデータ（以下「自動データ」）は、最大騒音レベルの時刻、音響式識別データと運航管制記録の照合および録音記録などから航空機騒音であることを確認した。さらに、自動データ以外のデータの中から、同じ方法で航空機騒音を追加して抽出した（以下「手動データ」）。

運航管制記録による離着陸機数と、判別した航空機騒音データの内訳を、地点ごと、騒音計の機種ごとに表3に示す。また、NA-37による航空機の自動識別数を、地点ごとに表4に示す。

表3 離着陸機数と観測機数

| 測定地点 測定期間 | | | | 里組 | | 田村東部 | | 片山 | |
|--------------|-------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----|
| | | | | 前期 | 後期 | 前期 | 後期 | 前期 | 後期 |
| 運航記録 | 離着陸機数 | 離陸 | 海側へ | 86 | 19 | 79 | 19 | 93 | 31 |
| | | | 陸側へ | 64 | 145 | 79 | 142 | 57 | 136 |
| | | | 計 | 150 | 164 | 158 | 161 | 150 | 167 |
| | | 着陸 | 海側から | 111 | 162 | 119 | 162 | 109 | 159 |
| | | | 陸側から | 39 | 1 | 35 | 0 | 38 | 5 |
| | | | 計 | 150 | 163 | 154 | 162 | 147 | 164 |
| 合計 | | 300 | 327 | 312 | 323 | 297 | 331 | | |
| NA-33 | 観測機数 | メインピーク | 離陸 | 140 | / | 149 | / | 32 | / |
| | | | 着陸 | 103 | | 61 | | 29 | |
| | | | 計 | 243 | | 210 | | 61 | |
| | | メインピーク以外 | 30 | 97 | 21 | | | | |
| | | 合計 | 273 | 307 | 82 | | | | |
| NA-37 | 観測機数 | メインピーク | 離陸 | 145 | 156 | 149 | 151 | 32 | 126 |
| | | | 着陸 | 120 | 85 | 68 | 19 | 29 | 15 |
| | | | 計 | 265 | 241 | 217 | 170 | 61 | 141 |
| | | メインピーク以外 | 44 | 93 | 121 | 87 | 25 | 37 | |
| | | 合計 | 309 | 334 | 338 | 257 | 86 | 178 | |

表4 NA-37による航空機自動識別数

| 測定地点 測定期間 | | | | 里組 | | 田村東部 | | 片山 | |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|
| | | | | 前期 | 後期 | 前期 | 後期 | 前期 | 後期 |
| NA-37 | 観測機数 | メインピーク | 離陸 | <u>68</u> | <u>123</u> | <u>96</u> | <u>147</u> | <u>32</u> | <u>121</u> |
| | | | | <i>77</i> | <i>33</i> | <i>53</i> | <i>4</i> | <i>0</i> | <i>4</i> |
| | | | 着陸 | <u>52</u> | <u>60</u> | <u>35</u> | <u>7</u> | <u>16</u> | <u>3</u> |
| | | | | <i>68</i> | <i>25</i> | <i>33</i> | <i>12</i> | <i>13</i> | <i>13</i> |
| | | | 計 | <u>120</u> | <u>183</u> | <u>131</u> | <u>154</u> | <u>48</u> | <u>124</u> |
| | | | 合計 | <u>265</u> | <u>241</u> | <u>217</u> | <u>170</u> | <u>61</u> | <u>141</u> |
| | | メインピーク以外 | サブピーク | <u>1</u> | <u>2</u> | <u>3</u> | <u>0</u> | <u>0</u> | <u>1</u> |
| | | | <i>0</i> | <i>7</i> | <i>5</i> | <i>2</i> | <i>0</i> | <i>0</i> | |
| | | | タキシング | <u>0</u> | <u>1</u> | <u>66</u> | <u>26</u> | <u>0</u> | <u>0</u> |
| | | | <i>7</i> | <i>20</i> | <i>22</i> | <i>10</i> | <i>0</i> | <i>0</i> | |
| | | | ログ外 | <u>4</u> | <u>43</u> | <u>12</u> | <u>38</u> | <u>23</u> | <u>20</u> |
| | | | <i>32</i> | <i>26</i> | <i>13</i> | <i>11</i> | <i>2</i> | <i>16</i> | |
| 計 | <u>5</u> | <u>46</u> | <u>81</u> | <u>64</u> | <u>23</u> | <u>21</u> | | | |
| 合計 | <u>39</u> | <u>47</u> | <u>40</u> | <u>23</u> | <u>2</u> | <u>16</u> | | | |
| 合計 | 309 | 334 | 338 | 257 | 86 | 178 | | | |

下線の数字はは自動データ数
斜体の数字はは手動データ数

3.1 航空機騒音の数

3.1.1 里組

滑走路側方のほぼ中央付近に位置するため、3地点の中で最も多く離着陸音を観測する。

NA-33とNA-37の観測機数の差が36で、3地点の中で最も大きかった。その内訳は、NA-37はメインピーク*1の離陸を5、着陸を17多く観測し、メ

インピーク以外*2でもNA-37の方が14多く観測した。

また、NA-37によりタキシング音を前期で7、後期で21観測した。離陸前、着陸後の両方のタキシング音を観測したが、機種はプロペラ機が多かった。

3.1.2 田村東部

観測機数はNA-37の方がメインピークで7、メインピーク以外で24多かった。

また、NA-37によりタキシング音を前期で88、後期で36観測した。海側へ離陸する場合、測定地点が使用する誘導路に近いため、その時のタキシング音をほとんどの割合で観測する。海側から着陸する場合も、着陸後駐機場へ向かうタキシング音を時に観測する。

3.1.3 片山

測定地点が滑走路の延長線上にあり、観測する航空機騒音のほとんどが上空音である。メインピークで、両機種の観測機数の差が3地点の中で最も小さかった。メインピーク以外でNA-37の方が4多く観測した。

* 1 メインピーク

運航管制記録に記載されている航空機が、離着陸時または上空を飛行する時に観測される最大ピークレベルのデータ。

* 2 メインピーク以外

メインピークの前後に観測されるメインピークより小さいレベルのデータ、タキシング音などの地上音、または運航管制記録に記載されていない航空機（ログ外）による騒音。

3.2 NA-37による航空機騒音識別

NA-37には航空機騒音を識別する方法として、音響式識別と電波式識別の2つが備わっている。それらの設定は、表5のとおりである。自動識別率を上げるため、識別結果を元に測定期間中に設定を変更した。

3.2.1 里組

滑走路近傍のため仰角指定をしない、あるいは反射音も含めるようマイナスの仰角指定とすることでメインピークの自動識別が向上した。後期は、領域指定の方位角を滑走路の延びる方向にまで広げたことで、陸側への離陸とログ外の識別率が向

上した。

3.2.2 田村東部

前期の測定開始当初、識別率が0%だったため確認したところ、設置時に識別マイクロホンを180度反対方向に立てていることが分かった。途中修正してから向上した。

この地点も滑走路に近いので仰角指定をしない、あるいはマイナスの設定とした。得られたデータを元に、領域指定の方位角を時計回りにずらしたことで識別率が上がった。

3.2.3 片山

前期の途中、仰角指定を変更したことにより識別率が低下した。この地点はほとんど上空音なので、仰角指定だけで航空機騒音を識別できるが、木が茂った神社の境内で測定しており、鳥の鳴き声まで航空機騒音と識別してしまう。このため領域指定を追加し、除外できる場合が多くなった。

海側から着陸する場合、測定地点が反対側に位置するため、ほとんど着陸音を観測しない。まれに早朝、夜間に観測することがあるが、上空音に対する仰角指定は必須のため、ほぼ水平に侵入するこの着陸を自動識別することは難しい。

3.2.4 電波式識別について

SSRによる電波を受信した数（SSR機数）と、SSR識別により航空機と判定した数を表6に示す。SSR識別により航空機と識別する機能が、3地点とも低下傾向にあった。SSR機数はカウントされていることから、その原因として①飛行場側方では家や木などの障害物の影響を受け、音と電波が同期しない②アンテナケーブルの損傷または感度の低下③使用する信号のモードの違い④プログラム上の問題などが考えられた。この状況を改善するため、2011年リオン(株)によりプログラムおよびアンテナケーブル等の改良が行われた。

表5 NA-37の航空機識別に関する設定

| 測定地点 | 里組 | | | 田村東部 | | | 片山 | | | | | |
|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|
| | 前期 | | 後期 | 前期 | | 後期 | 前期 | | | 後期 | | |
| | 設置時 | 変更 | | 設置時 | 変更 | | 設置時 | 変更1 | 変更2 | 変更3 | 設置時 | 変更 |
| 仰角閾値 | 5° | 設定しない | -2° | 設定しない | 設定しない | -2° | 5° | 5° | 5° | 5° | 5° | 5° |
| 仰角割合 | 5% | | 20% | | | 20% | 5% | 30% | 5% | 5% | 5% | 5% |
| 通過領域方位角 | 0°~120° | 0°~120° | 315°~135° | 100°~220° | 130°~270° | 130°~270° | 設定しない | 設定しない | 設定しない | 350°~110° | 350°~110° | 350°~140° |
| 通過割合 | 70% | 70% | 70% | 70% | 70% | 70% | | | | 70% | 70% | 70% |
| 判定条件 | WV | WV | WVR | WV | WV | WVR | WV | WV | WV | WV | WVR | WVR |

※ WV 少なくとも音響式識別が航空機と判定した場合、航空機騒音と自動判定する。
WVR 音響式または電波式の少なくともどちらか一方が航空機と判定した場合、航空機騒音と自動判定する。

3.3 WECPNLの比較

NA-33とNA-37で測定した航空機騒音のデータから期間WECPNLを算出し、その値を表7に示す。

里組は、NA-37について手動データを加え修正することで、期間WECPNLが自動データのみの値より前期は2.2、後期で0.3増加し、NA-33による値との差は0.5であった。

田村東部は、NA-37について手動データを加え修正することで、期間WECPNLが自動データのみの値より前期は2.8増加したが、後期では変わらなかった。NA-33による値との差は0.4であった。

片山は、NA-37について手動データを加え修正することで、期間WECPNLが自動データのみの値より前期は2.2減少し、後期で0.7増加した。NA-33による値との差は0.8であった。

3.4 Ldenの算出

NA-37で得られた航空機騒音のデータから期間Ldenを算出し、表8に示す。

里組は、手動データを加え修正することで、期間Ldenが自動データのみの値より前期は1.7、後期で0.4増加し、田村東部は、前期は2.6、後期で

0.2増加した。片山は前期は0.3減少し、後期で0.5増加した。

これらのことから、里組と田村東部は自動データのみの値と手動データを加え修正した値との差が後期で縮小し、片山は前期と後期でほとんど差がなかった。

LdenとWECPNLとの相関は、前報のデータも加えて検討したところ、図2のように高かった。

3.5 WECPNLとLdenの差

3.3と3.4で得られたWECPNLとLdenの値から、両者の差を求め表9に示した。WECPNLとLdenの値は、NA-37により測定し、自動データに手動データを加えて修正した値を用いた。

里組の期間Ldenは、期間WECPNLとの差が前期は13.9、後期で14.9であった。田村東部では、その差が13.9と14.0、片山では、その差が13.5と13.8であった。

WECPNLとLdenの差とWECPNLとの相関は、前報のデータも加えて検討したところ、図3のようにWECPNLが高値になるほどその差が大きくなる傾向があった。

表6 SSR機数とSSR識別

| 測定地点 | 里組 | | | 田村東部 | | | 西野々 [※] | 片山 | |
|-----------------|-------|-----|-------|-------|-----|-------|------------------|-------|-----|
| | 2009年 | | 2010年 | 2009年 | | 2010年 | 2009年 | 2010年 | |
| | 後期 | 前期 | 後期 | 後期 | 前期 | 後期 | 後期 | 前期 | 後期 |
| SSRの電波を受信した数 | 304 | 192 | 366 | 328 | 220 | 262 | 231 | 137 | 123 |
| SSR識別で航空機と判定した数 | 111 | 54 | 16 | 111 | 62 | 11 | 52 | 11 | 1 |
| 航空機と判定した数 | 291 | 309 | 334 | 231 | 338 | 257 | 161 | 86 | 178 |

※片山は2009年に測定を実施していないため、条件の類似した西野々を参考に表示した。

表7 WECPNLの比較

| 測定地点 | 測定期間 | 里組 | | 田村東部 | | 片山 | |
|-------|--------------|------|------|------|------|------|------|
| | | 前期 | 後期 | 前期 | 後期 | 前期 | 後期 |
| NA-33 | (A) | 65.8 | 67.8 | 67.8 | 59.8 | 59.8 | 61.5 |
| NA-37 | 自動データのみのみ(B) | 64.1 | 66.9 | 64.6 | 66.9 | 61.2 | 61.5 |
| | 自+手動データ(C) | 66.3 | 67.2 | 67.4 | 66.9 | 59.0 | 62.2 |
| | (C)-(B) | 2.2 | 0.3 | 2.8 | 0.0 | -2.2 | 0.7 |
| 差 | (C)-(A) | 0.5 | -0.4 | -0.4 | -0.8 | -0.8 | 0.7 |

表8 Ldenの算出

| 測定地点 | 測定期間 | 里組 | | 田村東部 | | 片山 | |
|-------|--------------|------|------|------|------|------|------|
| | | 前期 | 後期 | 前期 | 後期 | 前期 | 後期 |
| NA-37 | 自動データのみのみ(A) | 50.7 | 51.9 | 50.9 | 52.7 | 45.8 | 47.9 |
| | 自+手動データ(B) | 52.4 | 52.3 | 53.5 | 52.9 | 45.5 | 48.4 |
| | (B)-(A) | 1.7 | 0.4 | 2.6 | 0.2 | -0.3 | 0.5 |

表9 WECPNLとLdenの差

| 測定地点 | 測定期間 | 里組 | | 田村東部 | | 片山 | |
|-------|-----------|------|------|------|------|------|------|
| | | 前期 | 後期 | 前期 | 後期 | 前期 | 後期 |
| NA-37 | WECPNL(A) | 66.3 | 67.2 | 67.4 | 66.9 | 59.0 | 62.2 |
| | Lden(B) | 52.4 | 52.3 | 53.5 | 52.9 | 45.5 | 48.4 |
| | (A)-(B) | 13.9 | 14.9 | 13.9 | 14.0 | 13.5 | 13.8 |

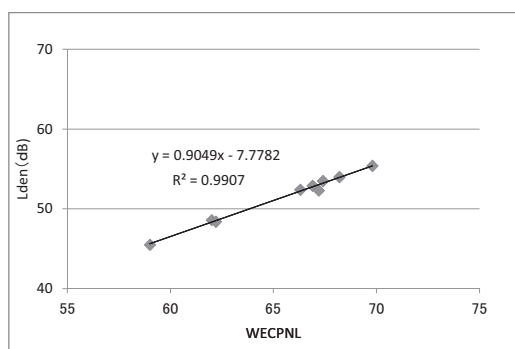


図2 WECPNLとLdenの関係

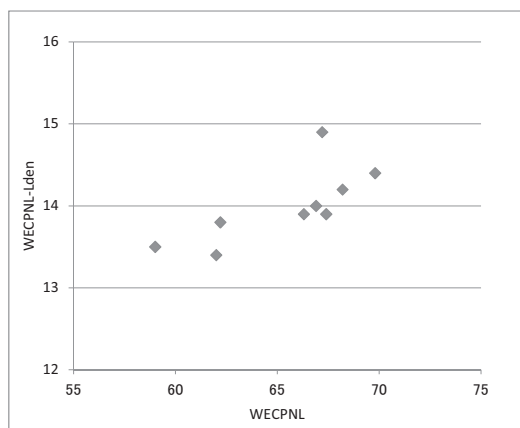


図3 WECPNLとWECPNL-Ldenの関係

4. 考察

4.1 航空機騒音の数

新機種の方が、旧機種より多く観測した。特に滑走路近傍の2地点で、その差が大きい。音響式識別など新機種独自の識別方法により、航空機騒音を抽出できる可能性が大きいこと、新機種の方がマイクロホンを高く設置していることなどが影響していると思われる。

4.2 航空機騒音の自動識別

地点により適切な設定をすることで、ある程度向上した。しかし、特に滑走路側方の地点で音響式識別の効率を上げるには、個々のデータの詳細な解析と地上音に対応したソフトの有効性の検討が必要と思われる。また、SSRの情報を有効に活用すれば、さらに改善すると考えられる。

4.3 WECPNLの比較

新機種と旧機種の差は、-0.8~0.5と小さかった。新機種は、自動データのみ値と手動データを加え修正した値との差が、前期に比べると後期ではほとんどなくなった。自動識別率の向上が、要因となっていると思われる。

4.4 Ldenの算出

4.3の項と同様に、後期では自動データのみ値と手動データを加えて修正した値との差が小さくなった。自動識別率が向上すれば、修正した値との差は自動データのみ確認で許容できる範囲となり、データ整理に要する時間が大きく削減できると考えられる。

4.5 WECPNLとLdenの差

WECPNLとLdenの差は理論上13になる、とされている²⁾。今回測定した結果、その差は13.5(片山)~14.9(里組)であり、前報の13.4(西野々)~14.4(里組)と類似した。

前報のデータも加えて、WECPNLとLdenの差と騒音の平均継続時間との相関をみた(図4)。各地点で、対象期間内に発生した航空機騒音の継続時間を平均し、平均継続時間とした。個々の騒音の継続時間が20秒を超えるデータが占める割合は、里組、田村東部より西野々、片山の方がやや大きかった(図5)。平均継続時間が20秒を超えた場合でも、WECPNLとLdenの差は13以上で、両者に相関はみられなかった。

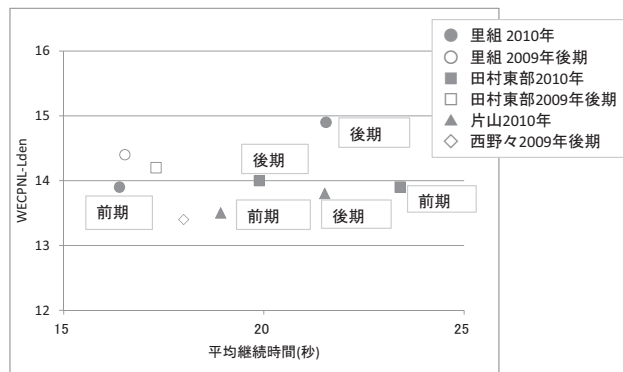


図4 WECPNL-Ldenと平均継続時間

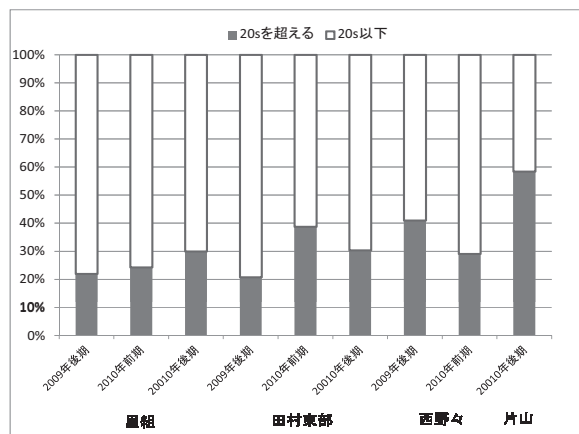


図5 継続時間が20秒を超える割合

4.6 田村東部のタキシング音について

田村東部で観測されたタキシング音の、平均最大騒音レベルと平均継続時間および平均単発騒音暴露レベルを、離着陸別にメインピークのそれぞれ平均値と比較して表10に示す。

タキシング音は、メインピークに比べると平均最大騒音レベルは小さかった。また、タキシング音の方が平均継続時間は長く、平均単発騒音暴露レベルは小さかった。

5.まとめ

2013年4月1日から施行される航空機騒音の新しい環境基準に対応するため、2009年から新機種による測定を開始した。

2010年の測定結果は、WECPNLが旧機種との差が-0.8~0.5と小さく、Ldenが45.5~53.5で新しい環境基準をみたした。WECPNLとLdenの差は13.5~

14.9で前報と類似した結果となり、航空機騒音の平均継続時間との相関はみられなかった。

今後、新機種による航空機騒音の自動識別機能について、継続して有用性を検討することで、新たな地点での測定を円滑に行うための資料となると思われる。また、今回新たに対象となった地上音の測定技術を向上させるよう努めたい。

最後に、運航管制記録を提供頂いた大阪航空局高知空港事務所に感謝いたします。

文献等

- 1) 武市佳子：航空機騒音に関する並行測定の結果について、高知県環境研究センター所報，26，49-60，2009
- 2) 「航空機騒音に係る環境基準の改正について」中央環境審議会騒音振動部会騒音評価手法等専門委員会報告（2007年）

表10 離着陸音とタキシング音の比較（田村東部）

| 期間 | 種類 | 平均最大騒音レベル(dB) | | 平均継続時間(s) | | 平均単発騒音暴露レベル(dB) | |
|----|----|---------------|-------|-----------|-------|-----------------|-------|
| | | メインピーク | タキシング | メインピーク | タキシング | メインピーク | タキシング |
| 前期 | 離陸 | 79.5 | 70.6 | 15.8 | 42.2 | 87.8 | 82.7 |
| | 着陸 | 74.5 | 69.8 | 18.8 | 30.0 | 82.3 | 79.3 |
| 後期 | 離陸 | 79.2 | 69.6 | 13.7 | 40.7 | 87.5 | 80.6 |
| | 着陸 | 76.4 | 64.0 | 24.6 | 37.9 | 84.7 | 75.2 |