

## 飛行場周辺域に着目した航空事故に関する確率論的考察

九州大学大学院 学生会員 ○白土 洋亮      九州大学大学院 フェロー 善 功 企  
九州大学大学院 正 会 員 陳 光 斉      九州大学大学院 正 会 員 平松 浩三

### 1. 背景および目的

航空機を運用していく上で事故は極力回避されることが好ましいが、一方でヒューマンエラーに起因して少数の航空事故が発生することは不可避であるとの考えが主流になりつつある。事故による被害を定量的に予測する手法の一つとして、過去に発生した事故を統計的に整理してその傾向を把握するというアプローチが考えられる。原因となった行動・操縦者などの観点により航空事故を分類・統計した資料としては、各年次についてNTSB(米国国家運輸安全委員会)より公表されている報告書<sup>1,2)</sup>などが存在する。

国内で発生した事故、および日本企業が作製・運行する機体に発生した事故については、国際航空条約に基づき鉄道航空事故調査委員会(旧 航空事故調査委員会を含む、以下「調査委員会」)による調査が行われている。だが、その主目的は事故原因解明による再発防止であり、一連の事故に対する総括的な分析は少ない。本研究では、空港周辺の抱えるリスク分析の序論として国内航空機事故の特性を把握することを目的とし、調査委員会により航空事故(重大インシデントを除く)として調査された事故の情報を収集した。そこより1994年～2003年に発生した全事故291件のうち外国・公海上空で発生した事故および機内での病死を除いた280件を対象として、その傾向について分析した。

### 2. 航空機事故発生の傾向

#### 2.1 発生日時に関する分析

期間中における $n$ 日無事故確率について、10年間の発生状況より集計した結果を図-1に示す。図中に示した期待値曲線は、集計結果における1日無事故確率： $P_1 = 0.9277$ より、 $n$ 日期待無事故確率： $P_n = (P_1)^n$ として求めた折線である。集計値と期待値とは比較的精度よく一致していることにより、航空機事故は発生間隔について独立性を持った、確率的に扱える問題であるといえる。

一方、事故発生数と1日平均事故発生数を、発生した月別に集計した結果について図-2に示す。これより、4月～7月の時期に事故が多く、11月～3月の時期には事故が少ないという季節特性が示された。

さらに、全事故について発生した曜日を集計したところ、図-3の結果を得た。土曜日・日曜日に発生した事故が、全体の45.4%と半数近くを占めている。これより、週末における1日平均事故発生数は0.122件となり、平日の平均0.060件の倍以上となった。これは、定期航空便や事業用航空のみならず、週末・祝祭日に利用が増大するレジャー目的の航空利用なども大きな事故要因の一つであることを示している。

#### 2.2 発生地点に関する分析

上で触れたレジャー航空などにおいては、飛行計画提出が不要になる等の理由から飛行場付近を周遊する飛行の割合が高い。また、それ以外の航空機用途においても、飛行場は交通の結節点であるために航空機が集中する、離着陸時の低空飛行などにおいて不可避な事故を招きやすい、航空路は空港の近くを通るように設定されることが多いなどの理由から、事故の発生は飛行場周辺に集中しやすいと考えられる。

ここで1999年～2003年の事故129件を、主要な空港・飛行場(空港数235、滑走路数300)の滑走路近傍で

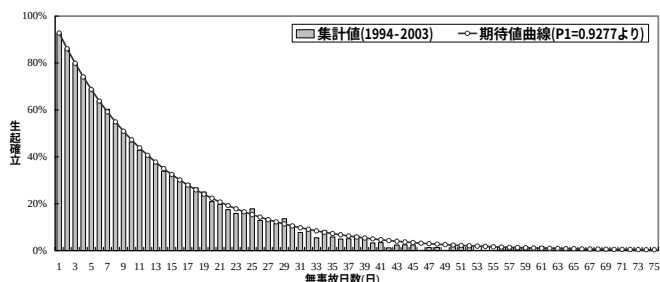


図-1 無事故日数の生起確率

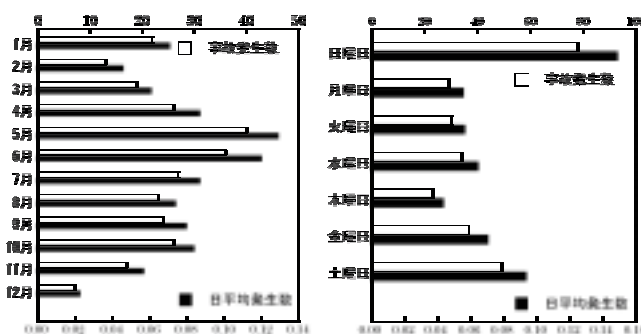


図-2 各月の事故発生確率

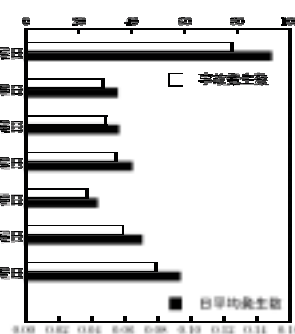


図-3 各曜日の事故発生確率

発生したものとそれ以外に分類した。ただし滑走路近傍を、飛行場の滑走路中心から半径 9km の円に含まれる領域として定義する。円の面積を単純に合計すると、日本の国土面積の 20.20%に相当する。ただしこの計算では、一部に海域を含む、複数の滑走路近傍が重複する領域が存在するなどの理由から、実際の飛行場近傍面積の合計値はより小さく、割合は数ポイント少ないと考えられる。

対象とした滑走路の近傍で発生した事故は、全体の 49.6%(64 件)に上った。すなわち、各領域の構成面積比を考慮すると、滑走路近傍ではそれ以外の約 4 倍事故が発生しやすいことが示された。滑走路近傍以外で発生した事故についても、過半数が調査対象以外の飛行場(場外離着陸場など)から半径 9km の範囲内で発生している。また、地上移動中および離着陸帯内において発生した事故を滑走路内事故と定義すると、これに該当する事故は全体の 17.8%であった。ここで、搭乗者の負傷のみ等の飛行に支障のない事故を抽出すると、滑走路近傍以外の事故では 9.2%、滑走路内事故では 17.4%含まれるのに対し、滑走路内事故を除く滑走路近傍の事故においては 2.4%であった。これより、滑走路内事故を除く滑走路近傍の事故は機体損傷などにより地上に影響を及ぼす恐れがより高いと考えられる。

さらに、各滑走路近傍の領域のうち滑走路・離着陸帯を除く部分を半径 3km・6km の同心円により 3 つの距離帯に分けた上で、各部分を離着陸路方向の左右に各 9° の幅を持った離着陸領域とそれ以外に分ける。離着陸領域を飛行場に近い側から P1/P2/P3、それ以外を同じく近い側から O1/O2/O3、そして滑走路・離着陸帯を LA とする。図-4 に、その概念図と滑走路近傍全体における面積構成比を示す。対象飛行場の近傍で発生した事故を、上記の 7 領域いずれにおいて発生したものかによって分類した結果を、表-1 に示す。表中には併せて、調査委員会の分類による航空機種別(ただし大型飛行機・小型飛行機・回転翼機以外を”その他”としてまとめた)ごとの集計値を記した。

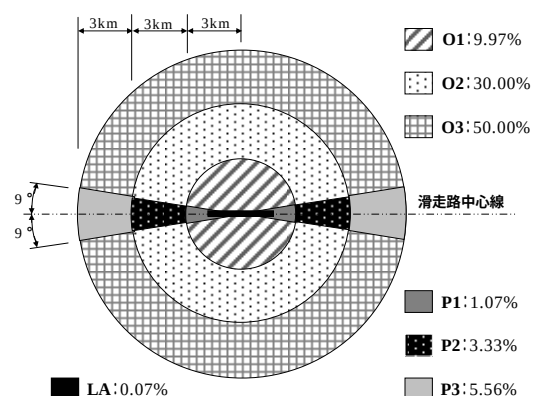


図-4 領域の区分と各領域面積の割合

表-1 各領域における事故発生状況

| 領域 | 発生事故数 | 大型飛行機  | 小型飛行機 | 回転翼機   | その他 |        |    |        |    |        |
|----|-------|--------|-------|--------|-----|--------|----|--------|----|--------|
| LA | 23    | 35.9%  | 5     | 100.0% | 10  | 50.0%  | 5  | 45.5%  | 3  | 10.7%  |
| P1 | 14    | 21.9%  | 0     | 0.0%   | 5   | 25.0%  | 0  | 0.0%   | 9  | 32.1%  |
| P2 | 1     | 1.6%   | 0     | 0.0%   | 0   | 0.0%   | 0  | 0.0%   | 1  | 3.6%   |
| P3 | 1     | 1.6%   | 0     | 0.0%   | 0   | 0.0%   | 1  | 9.1%   | 0  | 0.0%   |
| O1 | 13    | 20.3%  | 0     | 0.0%   | 3   | 15.0%  | 1  | 9.1%   | 9  | 32.1%  |
| O2 | 9     | 14.1%  | 0     | 0.0%   | 2   | 10.0%  | 3  | 27.3%  | 4  | 14.3%  |
| O3 | 3     | 4.7%   | 0     | 0.0%   | 0   | 0.0%   | 1  | 9.1%   | 2  | 7.1%   |
| 合計 | 64    | 100.0% | 5     | 100.0% | 20  | 100.0% | 11 | 100.0% | 28 | 100.0% |

表-2 各領域の危険度指数

| 離着陸領域   | 領域    | 危険度指数  |       |       |
|---------|-------|--------|-------|-------|
|         |       | ~3km   | 3~6km | 6~9km |
| 離着陸領域以外 | 領域    | P1     | P2    | P3    |
|         | 危険度指数 | 1308.4 | 30.0  | 18.0  |
| 離着陸領域以外 | 領域    | O1     | O2    | O3    |
|         | 危険度指数 | 130.4  | 30.0  | 6.0   |

### 3. まとめ

以上の調査・分析により、以下の結論を得た。

- 1) 航空機事故の発生は確率的に扱うことのできるランダムな事象であるが、曜日・季節などを要因とした発生率の周期的な変動も認められる。
- 2) 飛行場近傍では他領域に比べ、地上が事故影響を 4 倍以上頻繁に受け、また重大事故に繋がりやすい。
- 3) 近傍の事故では、小型の航空機による事故ほど飛行場から遠距離に拡散していく。危険度は離着陸領域でより高くなるが、その度合は距離区分によって一定しない。

<参考文献>

- 1) National Transportation Safety Board : Annual Review of Aircraft Accident Data: U.S. Air Carrier Operations Calendar Year 2000, 2004
- 2) National Transportation Safety Board : Annual Review of Aircraft Accident Data: U.S. General Aviation Calendar Year 2000, 2004