滑走路の見え方と進入角度の判断について - 操縦者作業負担度測定装置を用いた実験結果 -

○宇津木成介、竹内由則、門尾孝是、西修二、水本清
垣本由紀子（航空医学実験隊）

Perception of approach angles in simulated landings

○Narisuke Utsuki, Yoshinori Takeuchi, Atsushi Kadoo, Shuji Nishi
Kiyoshi Mizumoto, Yukiko Kakimoto (Aeromedical Lab)

はじめに

航空機が有視界飛行で着陸する場合、自機から接地点までの距離と高度を正しく判断する必要がある。しかしこのような判断が何に基づいて行われているのかについては、よくわかっていない。従来の研究では、滑走路の縮小模型を用いたり、小型CRT上に滑走路の輪郭を表示したものが多い。この点、操縦者作業負担度測定装置（以下POWERS）では、滑走路は比較的広い視野（横116度縦25度）に光学的無限遠表示されるので、自機の進入経路についての知覚的判断を調べる道具として優れていると思われる。

本報では、POWERSにおいて飛行の訓練を受けた者を中心に、昼夜間において適正な降下進入経路の判断をさせた結果について報告する。

方 法

被験者はPOWERSで飛行操縦訓練を受けた男子4名（年齢29-45才）。入間飛行場滑走路（方位角約350度、幅45m、全長2000m）の接地点の手前4マイル、2マイル、1マイル、1/2マイル、及び1/4マイル（1マイルは1852m）の各地点において、トグルスイッチを用いて自機の高度のみを変化させ、自機を適正なグライドパス上にのせるように要求した。入間飛行場における規定の進入角度は3度である。ここではまず6度ないし1度の進入角度に相当する位置に航空機を設定し、その後3度のグ

ライドパスと思われる位置まで高度を変化させた。昼と夜間の2条件で、4日間連続して課題を実施させた。昼夜間の条件については4名の被験者の4日間の試行がバランスするように実施順序を変えた。初期高度は6度から高度を下げていく条件を常に先に行った。

この他、航空自衛隊の航空学生（T-3で約60時間の飛行時間を持つ者）1名、航空機の操縦についてほとんど経験のない女子2名について、各条件で1回ずつの試行をさせた。先に述べた4名の男子については、5日目に1度-9度のグライドパス上の位置をランダムに提示し、それが適正グライドパス上にあるかどうか（高いか低い）を判断させた。

結 果

4名の被験者の4日間の判断を条件ごとに平均した結果を図1に示す。被験者数が少ないため、特に統計的検定は行っていないが、6度から降下する条件では1度から上昇する条件に比べて設定された高度が高い。また設定値は3度よりも大きくなるが、接地点に近づくにつれ、適正值に近づく。これは概ね1マイルより近い場合であるが、夜間6度の場合、1/2マイルまで適正值より高いパスが設定されている。また、1日目-3日目までパスはやや高くなり、4日目には概ね安定すること、判断には個人差がみられるが、個人内では判断の傾向が一定していることが認められた。1マイル以遠では高めに、近くでは

低めにパスが設定される傾向はほとんど飛行経験のない女子でも、また実機での操縦経験のある航空学生でも同様に認められた。

4人の男子に対して、5日目に行わせた適正パスの判断結果を図2に示す(4名の平均値)この図から適正グライドパスを読みとると、昼間1マイル以遠では3度よりやや高いパスを適正としているが、1/2マイル及び1/4マイルではほぼ3度のパスを選んでいることがわかる。また夜間はパスの弁別が悪く(グラフが寝ている)、また、1/4マイルで3度より低いパスを適正としていることがわかる。これらの結果は、1-4日目に高度の調整を行わせた結果の傾向とよく整合していると考えられる。

考 察

POWERSを用いて適正グライドパスの評価をさせた今回の実験結果は、これまで報告されている結果とよく一致している。有視界飛行でははじめ設定パスより高く、その後はパスより低くなる傾向が強い(水本ら1977)が、今回の結果でもいづれの条件においても着地点に近づくほど進入角度は小さくなっていく。

また夜間の場合、1/4マイルの地点で急激に高度が低下する傾向があるが、これはいわゆるブラックホール・ランディング(夜間着陸で滑走路より手前に降着して事故となるケース)と関連があるかもしれない。ほとんど着陸の経験のない被験者の判断の傾向が経

図1 各距離ごとに設定された降下角度の平均値

験者とよく似ていたことは、グライドパスの判断が経験によるものではなく、人間の高さの知覚の特性によるものであることを示しているかもしれない。

参考文献

Bricton, C. A. et al. Operational measures of aircraft carrier landing system performance. Human Factors 11, 281-290, 1969.

水本ら「航空機の着陸と着陸時の高度及び距離判断に関する視覚的情報」医実報告 18, 71-82, 1977.

Schwirzke, M. F. J. & Bennett, C. T. A re-analysis of the cause of Boeing 727 "Black hole landing" crashes 6th Symposium on Aviation Psychology, pp. 572-576, 1991.

図2 降下角度の正しさの判断結果