

## 論文

## 민간항공 조종사의 비정상 운항 상황에 대한 위험 지각

손영우\*, 박수애\*\*, 김용석\*\*\*, 김찬\*\*\*\*

Commercial Airline Pilots' Risk Perception of  
Emergency Flight Situations

Young Woo Sohn\*, Su Ae Park\*\*, Yong-seok Kim\*\*\* and Chan Kim\*\*\*\*

## ABSTRACT

This research examined how pilots perceive risks when faced with emergency flight situations. We had 116 commercial airline pilots evaluate riskiness of 39 non-routine flight situations. The pilots' risk perception was analyzed as a function of their position (captain vs. first officer), expertise (expert vs. novice), and military flight experience (with vs. without military experience). Results showed that captains evaluated potential-risk situations and low-risk situations more dangerous than first officers. However, there were no differences between experts and novices, and between pilots having military flight experience and pilots not having military flight experience in risk perception. The analysis of multi-dimensional scaling revealed that the pilots used controllability as a key dimension for evaluating riskiness, though the other dimensions they used varied with their position, expertise, and military flight experience.

Key Words : Shared mental model(공유된 상황모델), Risk perception(위험지각),  
Emergency flight situation(비정상 운항 상황), Expert(전문가), Novice(초보자)

## I. 서론

인적오류가 항공기 사고의 주요 원인임이 밝혀진 이후, 인적오류를 막기 위한 주요 수단으로 팀워크가 강조되고 있다. 팀워크는 팀의 구성원들이 서로 상호작용하면서 공유된 목표를 향해 함께 작업하여 나가는 과정을 통해 달성된다. 따라서 팀워크는 단순히 한 집단에 의해 수행되는 작업이라기보다는 팀 구성원들 간의 복합적이고 역동적인 상호작용 그 자체를 의미한다고 볼 수

있다. 그리고 팀워크가 효과적으로 이루어지기 위해서는 팀 구성원들은 필요한 지식을 공유하여야 한다.

최근 많은 연구자들이 팀 구성원들 간의 공유된 지식이라는 주제에 대하여 관심을 기울이고 있다. 공유된 문제 모델(shared problem models [1]), 팀 상황인식(team situation awareness[2]), 공유된 정신모델(shared mental models[3,4], 혹은 공유된 이해(shared understanding[5]) 등, 연구자들마다 다양한 개념을 사용하고 있고 또한 구체적인 내용에서는 차이는 있으나 이들 개념 모두 팀 구성원들이 공유하고 있는 어떤 대상이나 절차, 상황에 대한 지식이나 인식, 이해 등을 지칭한다는 점에서는 동일하다.

지식의 공유는 실질적인 의사소통이 부족한 경우에도 암묵적으로 팀 구성원들이 서로 협조하는 것을 돕는 기능을 한다[3, 6, 7]. 공유된 정신모델은 팀이 협동하는 데 필요한 상호적인 기대를

2007년 7월27일 접수~2007년 9월12일 심사완료

\* 정희원, 연세대학교 심리학과 부교수

\*\* 정희원, 연세대학교 심리학과 인지및심리과학

전문인력 양성 및 실용화 사업단 연구교수

연락처, E-mail : psuae@chol.com

서울시 서대문구 신촌동 134

\*\*\* 정희원, 연세대학교 심리학과

\*\*\* 정희원, 을지대학교 의학과 부교수

제공하고 서로의 요구와 행동에 대한 예측을 할 수 있게 한다[3]. 항공기 운항처럼 여러 사람들의 유기적인 협조가 필요한 업무에서는 이 같은 정신모델의 공유가 문제해결에 필수적이다.

### 1.1 공유된 상황모델(shared situation model)

공유된 정신모델과 팀 상황인식, 팀 의사결정 등과 관련성을 연구하는 연구자들은 공유된 정신 모델에 대한 개념을 보다 정확하게 사용하기 위하여 관련 개념들을 세분화하려는 시도를 하고 있다. 팀 구성원들이 갖고 있는 기본적 지식을 통칭하는 정신모델과 당면한 구체적 상황에 대한 모델을 통칭하는 상황모델을 서로 구분하여 사용하여야 하며, 또한 팀 수준에서의 집합적 정신모델이나 상황모델과 팀 구성원들이 서로 공유하고 있는 정신모델이나 상황모델과 구분하여야 한다는 주장이 제기되고 있다(e.g., Cooke, Salas, Cannon-Bowers & Stout[8]; Endsley[9]).

개인이 아닌 팀 수준에서 목표를 달성하기 위한 수행에 수반되는 모든 인지적 활동을 지칭하는 가장 광범위한 개념이 팀 인지(team cognition)이다. 팀 인지에는 팀 지각(team perception), 팀 의사결정(team decision making), 팀 상황인식(team situation awareness), 팀 지식(team knowledge) 등 수행에 수반되는 모든 인지적 과정이 포함된다[8]. 이 중 팀 지식은 다시 팀 정신모델(team mental model)과 팀 상황모델(team situation model)로 구분된다.

팀 정신모델은 팀 구성원들이 갖고 있는 서술적, 절차적, 혹은 전략적 지식으로 구성된다. 즉, 전체 시스템이나 관련 기술, 지식, 팀 구성원들의 역할, 다른 구성원들의 지식이나 능력, 신념 등에

대한 지식, 관계에 대한 지식, 절차, 전략 등에 대한 집합적인 지식과 도식(schema)이 바로 팀 정신모델이다.

이에 비하여, 팀 상황모델은 특정 시점에서 존재하는 현 상황에 대한 이해를 말한다. 이러한 상황에 대한 이해는 상황에 따라 변하게 된다. 팀 상황모델은 팀 정신모델을 기반으로 현 상황에서 수집된 정보가 통합되어 만들어 진다. 그리고 팀 상황모델은 주어진 상황에 존재하는 단서들을 평가하여 목표 달성을 위해 전략을 수립하고 구성원들이 구체적으로 구성원들이 할 일을 결정하는 중요한 역할을 하게 된다. Table 1에서 볼 수 있듯이 이들 두 개념은 서로 유사하긴 하나 매우 다른 개념이다.

팀 정신모델과 팀 상황모델의 개념은 말 그대로 팀 구성원들이 갖고 있는 집합적인 지식과 상황에 대한 이해를 의미한다. 즉, 개개의 팀 구성원들이 갖고 있는 모든 지식과 이해의 총체를 의미한다. 이와 달리 공유된 정신모델과 공유된 상황모델은 이와 같은 팀 구성원들이 이런 모델들을 얼마나 유사하게 구성하여 갖고 있는가의 문제이다[9].

팀 구성원들이 얼마나 다양한 팀 정신모델과 팀 상황모델을 갖고 있는가는 팀의 효율적 수행에 중요한 요소이다. 그러나 팀 구성원 중 누군가 핵심적인 정보를 갖고 있음에도 불구하고 이 정보가 구성원들 간에 공유되지 않는다면 사고로 연결될 수 있다. 항공 장면에서 구성원들 간에 공유된 상황모델이 반드시 필요한 때가 바로 위험한 상황이다. 특히 비정상사건으로 발전할 가능성을 갖고 있는, 일상적이고 안전한 운항 절차에서 벗어난 사건들인 비정상 운항 사건이 이 발생했을 때, 이 사건이 얼마나 위험한지에 대한 위험지각은 이후의 의사결정과 대처행동의 선택에 결정적인 역할을 한다.

Table 1. 팀 정신모델과 팀 상황모델의 특성

팀 정신모델	팀 상황모델
오래 지속, 과제 수행 전에 존재 훈련, 경험 등을 통하여 획득 다양한 내용 다양한 형태 집합적 지식원(knowledge base)의 기능을 하여 공통의 기대를 이끌어 낸	유동적, 변화 팀 정신모델과 외부 단서에 근거하여 과제를 수행하는 도중에 형성 상황 특정적(situation specific) 상황을 공통적으로 해석하게 하여 줌

Cooke, Salas, Cannon-Bowers 와 Stout [8]

## 1.2 위험지각의 공유

위험(risk)을 연구하는 심리학자들은 이 개념을 두 가지 의미로 사용한다. 첫 번째 의미의 위험은 주로 경영학이나 경제학에서 언급되는 것으로 사람들이 여러 가지 경제적인 문제와 관련된 의사결정을 내릴 때 의사결정 대안들이 갖는 손실 가능성과 불확실성을 의미한다[10]. 이런 의미의 위험은 흔히 확률로 표현된다. 두 번째 의미의 위험은 우리 생활 속에 실재하는 위해 요소들, 즉 위험한 활동이나 사건들에 대한 심리적 반응을 의미하며[11], 원자력이나 자연재해에 대하여 사람들이 어떤 생각과 태도, 정서적 반응을 갖고 있는지를 연구하기 위해 사용되고 있다.

이상의 두 가지 의미의 위험은 그 적용 장면이나 구체적인 내용 면에서는 차이가 있을지라도 모두 대상에 대한 주관적인 평가를 의미하며 이러한 주관적 평가에 따라 이후 의사결정이나 행동이 달라진다는 것을 의미한다는 점에서는 동일하다. 그렇다면 만일 발생한 상황의 실질적인 위험을 제대로 인식하지 못한다면 어떻게 될까? 각종 항공기 사고의 원인을 조사한 사고보고서를 살펴보면, 관련 기술이 충분하다고 해도 필요한 조치를 취하지 못하거나 심지어 안전을 위해 마련된 규정마저 무시하여 사고의 예방과 축소에 실패하는 경우들이 있다. 이런 경우들은 대부분 그 상황을 그리 심각하게 생각하지 않았기 때문이다. 발생한 사건이나 상황의 위험 수준을 제대로 평가하지 못하면, 사고예방에 필요한 조치를 취하기는커녕 오히려 사태를 악화시키는 조치를 선택하기도 한다.

Rhoda와 Pawlak[12]는 위험에 대한 인식을 직접 측정하진 않았으나, 조종사들이 최종 목적지에 폭풍우(thunderstorm)를 뚫고 착륙할지의 여부는 그 폭풍우가 얼마나 심각한가에 따라 달라진다는 것을 발견하였다. 즉, 폭풍우가 얼마나 위험하다고 인식하느냐에 따라 폭풍우를 뚫고 착륙할지 결정한다고 해석할 수 있다. PC 기반의 비행 시뮬레이션을 사용하여 Goh와 Wiegmann[13]의 연구도 위험에 대한 인식이 실제로 위험한 결정을 내리는 데 중요한 요소임을 증명하였다. 이 연구에서는 목적지 공항의 날씨가 나쁜 상황에서 회항하거나 그대로 내리는 조종사 간에 어떤 차이가 있는지를 조사하였다. 그리고 일반적으로 날씨가 얼마나 비행에 위험한 요소라고 생각하는지 그리고 조종사의 실수도 얼마나 위험한 요소라고 생각하는지를 평가하게 하였다. 그 결과,

회항을 하지 않고 나쁜 날씨에도 불구하고 그대로 착륙할 것을 결정한 조종사들이 회항을 결정한 조종사들보다 날씨나 조종사의 실수가 덜 위험하다고 평가하였다.

상황을 위험하다고 인식하면 더 안전한 쪽으로 의사결정을 할 뿐만 아니라 사고가 발생하는 것을 막기 위해 조종사들은 상황을 더 적극적으로 모니터하게 된다. 동료 조종사가 실수를 할 때 이 실수를 얼마나 잘 알아차리고 또 이 실수를 얼마나 잘 효과적으로 수정하는지를 조사한 연구에 따르면, 덜 위험한 상황보다 더 위험한 상황에서 조종사들은 동료 조종사의 실수를 더 잘 알아차리고 더 효과적으로 수정하였다[14]. 이러한 연구결과는 위험인식이 상황을 모니터하는 것을 촉진시켜 더 정확하고 효율적으로 상황인식을 하게 만든다는 것을 시사한다.

발생한 사건에 대하여 판단되는 위험이 각 사람들마다 다르고 또 사람들이 각자 주관적으로 판단된 위험에 따라 행동한다면, 한 팀으로서 효과적으로 상호작용하기 위해서는 구성원들이 각자 인식한 위험을 서로 공유하는 것이 필수적일 것이다. 그리고 이러한 위험에 대한 인식을 공유하는 첫 단계의 역할을 해주는 것이 바로 개인적인 위험에 대한 인식이다. 위험지각은 위험요소에 대한 지각 그리고 그 요소가 얼마나 위험한지의 정도를 평가하는 평가과정을 수반한다.

Hunter[15]는 FAA가 지원하는 홈페이지를 방문한 조종사들을 대상으로 여러 가지 비행 상황에 대한 위험도를 평가하게 하였다. 총 642명의 자료를 분석한 결과, 과거 비행 중 위험한 사건을 많이 경험한 사람일수록 제시된 사건에 대한 위험을 낮게 평가하였다. 이런 결과는 같은 방식으로 조사한 Hunter [16]의 연구에서도 동일하게 나타났다. 이 연구에서는 추가로 위험에 대한 지각의 정확도도 함께 측정하였는데 마찬가지로 과거 위험한 사건을 많이 경험한 조종사일수록 제시된 시나리오에 대한 위험도 평가가 낮았고, General aviation이 갖는 전반적인 위험에 대한 정확도도 낮았다. 이들 두 연구 모두 이런 결과들은 경험과 자격수준이 높을수록 위험한 상황에 대처할 수 있다는 자신감이 높아져 주관적인 위험도 평가는 점점 낮아진다는 Zero-risk 이론[17]을 지지하는 증거라고 해석하였다.

동일사건에 대한 위험도 평가가 개인마다 다른 원인을 다룬 연구들은 주로 위험도 평가에 영향을 미치는 요소들을 밝히려고 노력하여 왔다. 개인의 위험도 평가에 영향을 미치는 요소들에 대한 기존 연구들은 나이가 많을수록[15, 16, 18]

, 상위의 비행 면허증을 보유하고 있을수록[15], 비행경력이 많을수록[15, 19], 보다 위험한 비행 상황을 경험했을수록[16], 자기 확신감이 높을수록[16] 상황에 대한 위험도 평가가 낮아짐을 밝혔다. 이 연구결과들은 각종 개인적 변수들이 위험지각에 미치는 영향을 분석하였으나 실제 이런 변수들이 어떻게 위험지각을 다르게 만드는지 그 과정을 분석하지는 못하였다.

상황이 내포하고 있는 위험을 평가하기 위해서는 위험을 평가하는 기준이 필요하다. 이 평가의 기준이 다르다면 동일한 상황의 위험도 달리 평가될 수 있다. Fisher, Orasanu와 Wich[19]는 인지적 과제 분석 기법인 다차원 척도법을 사용하여 위험상황을 지각하는 조종사들의 인식구조를 연구하였다. 이들 연구에 따르면 기장과 부기장, 그리고 엔지니어 간에 위험을 인식하는 인식구조가 달랐다. 연구자들은 추가적인 연구를 통하여 이런 차이가 경험이나 지식에 의한 차이가 아니라 단지 역할의 차이에 의해 발생하는 것으로 결론을 내렸다. 즉, 지식이나 경험이 동일해도 최종 책임을 맡고 있는지 아닌지에 따라 위험을 평가하는 기준이 달라지고 결국, 상황에 대한 위험인식이 달라진다는 것이다.

Thomson, Önkül, Avcioglu과 Goodwin [20]은 헬리콥터 조종사들을 대상으로 초보자와 전문가의 위험상황에 대한 위험지각을 조사하였다. 전문가들이 초보자집단에 비해 13가지 위험상황을 더 위험하다고 평가하였다. 그리고 중다회귀 분석을 통하여 15가지 사건 특성 중 위험지각을 유의하게 설명하는 특성이 무엇인지를 분석한 결과, 초보자는 스트레스나 승무원 협동 등 사건의 인적 요인적인 측면에 의해 위험지각이 달라지는 반면, 전문가들은 통제가능성이나 고도, 야간비행 등 사건의 과제특성적인 측면에 따라 위험지각이 달라졌다. 이러한 결과는 앞서 논의했던 Fisher, Orasanu와 Wich[19]의 결과처럼 전문성이나 역할 등 개인적 특성에 따라 위험을 평가하는 기준, 즉 위험에 대한 인식구조가 달라짐을 의미한다.

이처럼 위험을 지각하는 인식구조 자체가 다르다면 발생한 상황에 대한 위험인식을 공유하기 위해서는 서로간의 인식구조에 대한 이해가 필요할 것이다. 항공기 운항에 대한 기본적 정신모델을 공유하고 있는지의 여부도 중요하나 위험한 상황이 발생했을 때 그 상황에 대한 정신모델을 어느 정도 공유하고 있는가도 중요하다. 민간항공기의 비정상 운항상황에 대한 상황모델을 조종사들이 얼마나 공유하고 있는지를 알아보기

위한 기초적인 연구로서 본 연구는 비정상 상황에 대한 위험도 지각을 조사하였다. 앞서 살펴본 대로 조종사들의 위험지각에 관한 연구들에 따르면 위험지각에 영향을 미치는 대표적인 변수가 지위(기장 혹은 부기장)와 비행경험으로 나타났다. 본 연구에서도 이 두 변수를 함께 조사하여 비정상 상황에 대한 위험을 다르게 평가하는지, 그리고 위험지각에 사용되는 지각 차원 자체도 다른지를 알아보았다.

그리고 위험상황에 대한 경험 여부가 위험지각에 영향을 준다는 기존 연구 결과는 비행 상황에 대한 경험이 위험지각에 영향을 준다는 사실을 의미하므로 대형 민항기 조종사들의 군 비행경험 여부를 새로운 변수로 도입하였다. 현재 우리나라 대형 민항기 조종사들은 군에서 비행을 했던 경험이 있는 조종사들과 그렇지 못한 조종사들로 나뉜다. 군에서의 비행은 민간 항공기를 조종하는 것과 그 목적과 경험이 서로 다르다. 군 항공기 조종은 임무완수를 그 목적으로 하는 것에 비하여 민간 항공기 특히 상업용 항공기 조종은 안전을 최우선으로 한다. 또한 군 항공기 조종은 민간 상업용 항공기 조종에 비해 상대적으로 다양한 위험상황에 노출될 가능성이 많고 그러한 위험상황에 대비하는 훈련을 하게 된다. 따라서 본 연구에서는 군 비행 경험 여부에 따라 위험지각에 차이가 있는지도 조사하였다.

## II. 본 론

### 2.1 연구 방법

**조사대상** : 현재 조종업무에 종사하고 있는 조종사를 대상으로 설문조사를 하였다. 조사에 응답한 조종사들은 총 116명으로 A항공사 소속 조종사는 64명(55.2%), B항공사 소속 조종사는 52명(44.8%)이었으며 기장은 46명(39.7%), 부기장은 70명(60.2%)이었다. 총 민항기 비행시간의 평균은 4894.35시간(표준 편차 3640.06시간)이었다.

**조사사건** : 실제로 발생하는 비정상 운항 사건들을 자극재료로 사용하기 위하여 먼저 항공준사고 보고제도를 통하여 보고된 사건들을 중심으로 선정하였다.년도별 특징을 반영하기 위하여 2000년과 2003년 보고서를 토대로 다양한 사건들을 선정하였다. 다음으로 선정된 사건들을 현직 조종사 3명에게 제시하고 묘사의 기술적인 문제나 혹은 흔히 발생하는 사건이나 제외된 사건이

없는 지를 평가하고 내용을 수정, 추가하였다. 총 39개의 사건이 선정되었고 사건 기술은 "항공기가 3,000 feet를 통과하고 있다. 이때 항공기 여압장치에 문제가 있다는 경고가 발령되었다"와 같이 발생한 사건을 서술적으로 간단하게 묘사하여 제시하였다. 39개의 선정된 각 사건들에 대한 묘사를 설문지로 작성하여 각 사건이 얼마나 위험하다고 생각되는 지를 11점 척도 상에 표시하도록 하였다. 전혀 위험하지 않은 사건은 0점, 그리고 매우 위험한 사건은 10점으로 표시하도록 하였다.

## 2.2 결과 및 토론

전체 결과분석은 SPSS 12.0 프로그램을 이용하여 분석하였다. 아래 Table 2 에서 볼 수 있듯이 제시된 사건들 자체가 비정상적인 것들이기 때문에 가장 위험도가 낮은 사건도 평균 4.24 정도 위험하다고 평가되었다. 가장 위험도가 낮게 평가된 사건은 승객 난동이었고 가장 위험도가 높게 평가된 사건은 공중 납치로 평균 9.39의 위험치를 나타내었다.

### 1. 사건에 대한 위험도 평가의 차이

먼저 조사한 사건들이 어떤 하위 요소로 묶이는 지를 조사하기 위하여 요인분석을 하였다. Principle Component Analysis 방식으로 Verimax 회전을 통하여 전체 41%의 설명량을 갖는 요인 3개를 추출하였다(부록 1). 첫 번째 요인은 객실 출입문이 열렸다는 경고가 발생한 사건이나 주기장 진입시 기체의 요동을 경험한 상황 그리고 이륙 중 NO 2엔진의 추력이 상실된 사건 등의 사건들로 묶여 위험하기는 하나 적절한 대처만 하면 기체손상이나 승객의 인명이 최소한으로 줄일 수 있는 사건들로 여겨져 대처가능 위험사건이라 이름 하였다. 이 요인의 내적 신뢰도는 .927이었다. 두 번째 요인은 폭발물이 탑재된 상황이나 TCAS-RA가 발령된 상황, 그리고 공중납치 등 전손사고가 발생할 가능성과 승객의 인명이 손상될 가능성이 높은 상황들로 구성되어 치명적 위험사건이라 명명하였다. 이 요인의 내적 신뢰도인 Cronbach의  $\alpha$ 값은 .734였다. 그리고 마지막 세 번째 요인은 기장이 감기기운이 있는 상황, Hold Over, 승객이 초과 탑승한 상황 등 사고가 발생할 가능성이 있는 상황들이어서 잠재적 위험

Table 2. 조사사건들에 대한 위험도 평가 전체 평균

사건 유형	평균	표준편차	사건유형	평균	표준편차
공중납치	9.39	1.16	심한 난류	6.67	2
폭발물 탑재	9.00	1.42	항로 이탈	6.64	2.12
GPWS	8.93	1.46	강설혼돈	6.54	2.43
TCAS RA	8.82	1.40	지상기체요동	6.52	2.35
활주로 차량	8.74	1.60	비행중 환자발생	6.35	2.33
착빙속도 에러	8.36	1.61	통신장애	5.98	2.10
기장피로	8.05	1.54	기장 감기	5.79	2.3
SID위반	8.01	1.94	객실문 열림	5.77	2.53
활주로 오진입	7.91	1.96	MEL확인 미숙	5.21	2.67
조류목격	7.65	1.64	HOLD OVER	5.16	2.56
지상 엔진 화재	7.34	2.10	미허가 착륙	5.08	2.75
위험물탑재위반	7.29	2.22	저고도여압	5.06	2.56
화물화재	7.26	2.42	보딩브릿지 접촉	4.91	2.70
엔진추력 상실	7.12	2.26	낙뢰조우	4.85	2.28
연료부족	7.08	2.08	FMC BOTH	4.74	2.28
바람변화 하드랜딩	7.05	2.02	승객 초과탑승	4.44	2.74
유압상실	7.04	2.2	기상악화	4.36	2.31
정비규정 혼돈	6.95	2.25	전방기GA	4.26	2.47
NO GYRO	6.94	2.11	승객난동	4.24	2.07
뇌전 현상	6.84	2.26			

사건이라 하였다. 내적 신뢰도 Cronbach의  $\alpha$ 값은 .769였다.

세 요인 간 위협도 평가 차이를 분석하였다. 세 요인은 피험자 내 변수이므로 반복측정 변량 분석을 실시하였다. 세 요인에 대한 위협도 평가의 차이는 통계적으로 유의하였다( $F(2, 226)=259.400, p<.001$ ). 치명적 위협사건에 대한 위협도 평가가 가장 높았다(평균 8.37, 표준편차 .90). 다음으로 잠재적 위협사건에 대한 위협도 평가가 높았으며(평균, 6.39, 표준편차 1.33), 가장 위협도가 낮게 평가된 사건이 대처가능 위협사건이었다(평균 5.84, 표준편차 1.50).

가. 직위별 위협도 평가 차이

직위별 위협도 평가에 차이가 있는 지를 알아보기 위하여 직위(집단간 변인)와 위협사건 요인(집단내 변인)의 두 가지 독립변인의 반복측정 변량분석을 실시하였다. 위협사건 요인은 제시된 위협사건에 대해 지각한 위협도라는 단일 구인에 대한 평가를 요인분석한 결과이며, 또한 동일 표본에 대한 반복적 검증으로 인한 일종오류의 증가를 막기 위하여 반복측정 변량분석을 실시하였다. 앞서와 같이 위협사건 요인별 주효과는 유의하였으나 직위의 주효과는 유의하지 않았다. 위협사건 요인과 직위간의 상호작용은 유의하였다( $F(2, 224)=4.317, p<.05$ ). <Fig. 1>을 보면, 치명적 위협사건에 대한 평가에서는 차이가 없었으나 잠재적 위협과 대처가능 위협 사건 모두 기장이 더 위험하다고 평가하였다. 특히 대처가능 위협사건에 대해서 부기장이 기장보다

책임을 지고 있는 기장이 사건에 좀 더 조심스럽게 대처하기 때문으로 여겨진다.

나. 비행시간별 위협도 평가 차이

비행시간에 따라 전문가와 초보자를 구분하기 위하여 비행시간이 2000시간 이하인 조종사를 초보자 집단으로 선정하였고, 비행시간이 7000시간 이상인 조종사 집단을 전문가 집단으로 선정하였다. 초보자집단은 24명 모두 부기장으로 평균비행시간이 764시간(표준편차 576.09)이었고 전문가 집단은 28명 모두 기장으로 평균 10000시간(표준편차 2966.48)의 비행시간을 갖고 있었다.

전문가 집단과 위협사건 요인별 반복측정 변량분석을 한 결과, 전문가 집단의 주효과와 전문가 집단과 위협사건 요인 간 상호작용 효과 모두 통계적으로 유의하지 않았다. 즉, 위협 사건에 대한 위협도를 평가하는 데 있어서 비행시간이 많은 조종사와 적은 조종사 간에 차이가 없었다.

다. 비행경험별 위협도 평가 차이

군에서의 비행경험이 있는가의 여부에 따라 위협 사건의 평가가 달라지는 지를 알아보기 위하여 군 비행경험이 있는 조종사와 없는 조종사간에 위협사건 요인별 위협도 평가의 차이를 분석하였다. 이 문항에 응답하지 않은 2명을 제외한 114명의 자료를 분석하였다. 반복측정 변량분석을 실시한 결과, 군에서의 비행경험여부의 주효과와 군 비행경험여부와 위협요소간의 상호작용 효과 모두 통계적으로 유의하지 않았다. 이러한 결과는 군 비행 경험에 상업용 항공기를 조종할 때 부딪치게 위협사건에 대한 평가를 변화시키지 않음을 의미한다.

2. 사건의 위협도 평가 기준 분석

직위나 비행경험 시간, 그리고 군 비행경험 여부에 따라 위협 지각의 차이가 존재하는 지를 알아보기 위하여 Multi-Dimensional Scaling 분석을 실시하였다. 이 방법은 서로 근접한 사건들을 2차원 상에 분포시켜 어떤 사건들을 비슷하게 지각하고 있는 지를 보여주는 분석방법이다. 사건 분포의 기준이 되는 X축과 Y축은 사건의 위협도를 평가하는 주요 기준이 무엇인지를 알 수 있게 하여 준다. 본 연구에서 조사한 사건들에 대해 조종사들이 상황모델을 공유하고 있다면 이 분석에서 사건들이 유사한 위치에 분포할 것이며 분포의 기준 축에 대한 분석은 사건분류의 기준에 대한 정보를 제시하여 줄 것이다.

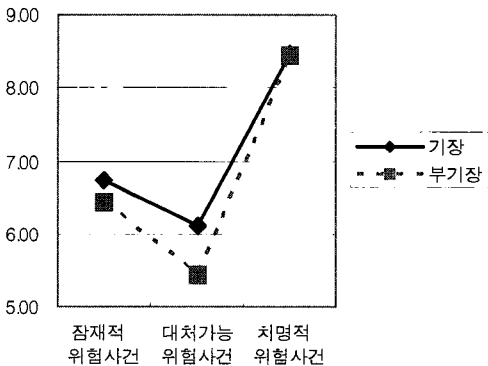


Fig. 1. 직위별 위협사건 요인에 대한 위협도 평가

사건의 위협도를 낮게 평가하였다. 이는 운항의

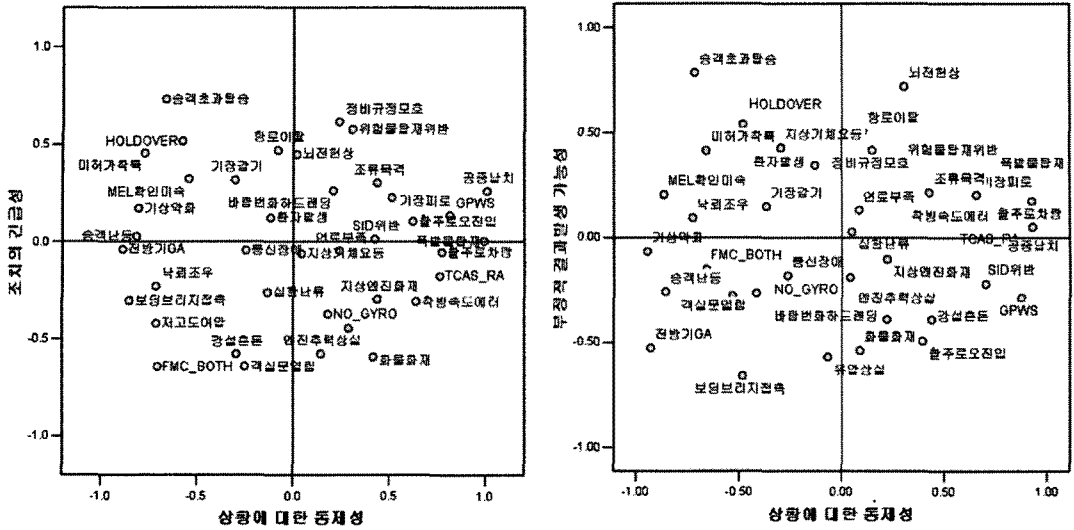


Fig. 2. 직위에 따른 위험사건 지각(좌측 기장, 우측 부기장)

가. 직위별 위험도 평가 기준

기장과 부기장의 집단을 대상으로 MDS 분석 방법을 사용하여 사건의 위험도를 평가하는 기준 차원을 분석하였다. <Fig. 2>의 왼쪽 기장 자료와 오른쪽의 부기장 자료를 비교하여 보면, X축을 기준으로 한 사건들의 위치는 비슷하나 Y축의 사건들 위치가 다름을 알 수 있다. 기장과 부기장 모두 Fig. 2의 X축 좌측 끝에는 MEL 확인미숙, 기상 악화, 승객 난동 등의 사건들이 위

치한 반면, 우측 끝에는 SID 위반, 활주로 차량, 공중납치, GPWS와 같은 사건들이 위치하였다. 우측은 조종사의 즉각적 조치가 필요하고 또 조치를 하면 위험을 줄일 수 있는 사건들인 반면 좌측은 기장의 의사와 관련없이 진행되는 주변 상황에 따른 위험 요소들로 분석할 수 있어 차원을 상황에 대한 통제성 차원이라고 이름 하였다.

부기장의 경우 Y축의 아래 부분에는 객실 문 열림이나 FMS가 모두 고장이난 상황, 추력상실,

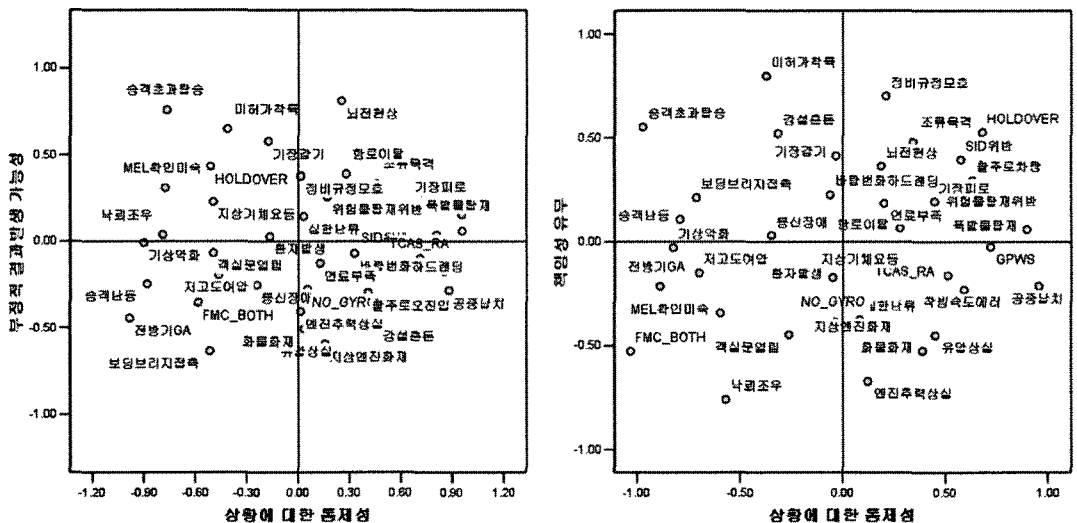


Fig. 3. 비행시간에 따른 위험사건 지각(좌측 전술가집단, 우측 초보자집단)





### III. 결 론

본 연구에서는 민간 상업용 항공기를 조종하는 조종사들을 대상으로 직위와 비행시간, 그리고 군에서의 비행경험 유무가 비행시 발생할 수 있는 여러 가지 위험한 상황이 얼마나 위험한가의 정도를 평가하는 데 영향을 주는지를 알아보았다. 그리고 조종사들 간에 위험상황에 대한 위험인식이 유사한지를 분석하여 위험에 대한 공유된 상황모형을 형성하고 있는 지를 평가하여 보았다.

선정한 39개의 사건들에 대한 요인분석을 통하여 얻어진 3개의 위험사건 요인에 대하여 직위별, 비행시간, 군 비행경험 유무에 따라 평가의 정도가 다른 지를 분석하였다. 그 결과, 비행시간에 기초하여 분류한 전문가와 초보자 집단간, 그리고 군 비행경험 유무에 따른 잠재적 위험사건, 대처가능 위험사건, 치명적 위험사건 간의 위험도 평가의 차이가 없었다. 그러나 직위에 따른 차이는 통계적으로 유의하였다. 치명적 위험사건에 대한 평가에서는 기장과 부기장간의 차이가 없었으나 잠재적 위험사건과 대처가능 위험사건에 대해서는 부기장이 기장보다 위험도를 낮게 평가하였다.

제시된 사건들에 대한 위험도 평가를 하는 기준을 분석한 MDS결과는 모든 조사응답자 군이 일관적으로 상황에 대한 통제성을 위험도 평가의 한 기준으로 사용하고 있음을 보여준다. 이는 발생한 사건에 대한 통제성이 매우 중요한 요소임을 말해준다. 반면에 기장집단과 비행경력이 많은 전문가 집단, 그리고 군 비행경험 집단은 위험도 판단의 또 다른 기준으로 부정적 결과의 발생가능성의 차원을 사용하고 있었다. 이에 반하여 부기장 집단은 조치의 긴급성을, 초보자 집단은 책임성 유무를, 군 비행경험이 없는 집단은 항공기손상이나 성능의 이상 유무를 위험 판단의 한 차원으로 사용하고 있었다.

이상과 같은 본 연구의 결과는 기장과 부기장이 갖고 있는 구체적인 비정상 상황에 대한 상황모형이 다름을 시사한다. 기장과 부기장은 비정상 상황에 대한 전체적인 위험도 평가가 다를 뿐만 아니라 위험도를 평가하는 기준도 달랐다. 반면 전문성 수준이나 군비행 경험 유무는 전체적인 위험도 평가의 차이에는 영향을 주지 않았으나 위험도를 평가하는 기준에는 영향을 주었다. 이러한 결과는 단순한 정보가 아닌 상황에 대한

정신모형을 공유하는 것이 중요함을 강조한다. 단지 이 상황이 얼마나 위험한지의 평가를 공유하기 보다는 그 상황이 왜 그렇게 위험한 상황으로 평가되는지를 서로 이해해야 할 것이다. 그레야만 보다 근본적인 위험요소를, 효과적인 팀워크를 통하여 제거할 수 있기 때문이다. 운항안전의 최종적 역할을 맡고 있는 조종사들이 상황이 위험하다는 결론에는 서로 동의하나 그 원인에 대하여 서로 의견이 다르다면 효과적인 대처행동이나 조화로운 팀워크를 기대하기 어렵기 때문이다.

본 연구에서 흥미로운 점은 첫째, 조종사의 지위가 위험지각의 차이를 일으키는 가장 강력한 변수로 나타났다는 점과 둘째, 부기장은 기장에 비하여 전반적으로 사건의 위험도를 낮게 평가하였다는 사실이다. 조종사의 지위 변수가 가장 강력한 변수로 나타난 것은 상업용 항공기를 조종하는 데 있어 기장과 부기장은 그 역할과 책임이 매우 다르기 때문일 것이다. 기장은 항공기에서 발생하는 모든 사건의 최종 책임을 지는 막중한 역할을 맡게 되기 때문에, 사고로 이어질 가능성이 있는 위험 상황에 대한 멘탈모형을 부기장과 다르게 형성하는 것으로 추론된다. 역할의 중요성을 시사하는 본 연구의 결과는 Fisher, Orasanu와 Wich[20]의 결과와 일치한다.

역할이 정신모형 형성에 중요한 영향을 준다는 사실은 기장이 부기장에 비해 사건의 위험도를 높게 평가한다는 결과도 함께 설명해준다. 전반적으로 부기장이 기장에 비하여 나이, 비행경력이나 위험상황에 대한 경험이 적다는 것을 고려해 볼 때, 기장이 위험을 높게 평가하였다는 본 연구의 결과는 나이, 비행경력이나 위험상황에 대한 경험이 많을수록 위험수준을 낮게 지각한다는 이전 연구결과[15, 16]나 Zero-risk 이론[17]과는 상반되는 결과이다. 그러나 기장의 역할이라는 관점에서 보면 통제하고 책임을 져야 할 범위가 부기장보다 훨씬 넓어진다. 그 결과, 상황통제에 대한 자신감은 증가하였으나 사고예방에 대한 조심성이 더 많아져 부기장보다 사건에 대한 위험도를 높게 평가하는 결과가 나타났을 가능성이 있다.

이러한 결과는 조종사들의 경우 비행시간이나 다른 항공기의 조종여부 등 경험에 의한 차이보다는 기장과 부기장이라는 역할이 특히 사건의 위험도를 지각하는데 중요하다는 사실을 의미한다. 군 비행경험이 있는 집단이나 전문가 집단이 기장과 동일한 위험도 평가 기준을 보인 MDS 분석 결과도 이러한 결론을 지지해 준다.

유의할 점은 본 연구에서 조사한 군 비행경험이 있는 집단의 대다수가 기장이었기 때문에 기장과 군 비행 경험 집단의 특징이 동일하였을 수 있다. 이러한 가능성을 알아보기로 추가로 빈도 분석을 해본 결과, 군 비행경험이 있는 사람은 기장이 81.6%, 부기장이 18.4%이었던 반면, 군비행 경험이 없는 사람은 기장이 22.4%, 부기장이 77.6%였다. 따라서 직위에 따른 역할과 군 비행 경험의 효과가 같이 작용했을 가능성이 있다. 따라서 앞으로의 연구에서는 이러한 효과들을 분리해서 보다 정교하게 위험사건에 대한 표상에 영향을 미치는 요인을 연구할 필요가 있다.

Table 3. 직위별 군비행 경험 유무

		직위		전체
		기장	부기장	
군비행 경험	있음	31(81.6%)	7(18.4%)	38(100%)
	없음	17(22.4%)	59(77.6%)	76(100%)
전체		48(42.1%)	66(57.9%)	114(100%)

외부 상황을 인식하고 평가하는 기준에 대한 연구는 매우 중요하다. 왜냐하면 교육이나 훈련으로 접하지 못한 낯선 상황에서 그 상황을 어떻게 평가하고 반응할 것인가는 그 상황을 판단하는 기준이 얼마나 잘 정립되어 있는가에 달려있기 때문이다. 따라서 조종사들이 비정상 상황을 판단하고 또 그에 대해 가장 적절하다고 여겨지는 행동반응을 선택하는 데 어떤 과정을 거치고 어떤 기준을 사용하는 지에 대한 연구가 활발히 이루어져야 할 것이다.

그리고 지각이나 평가, 판단과정에 대한 연구들을 기반으로 현재 수행되고 있는 CRM 교육과정을 향상시켜야 할 것이다. 단순히 의사소통이나 협동 등 팀워크를 증진시키는 행동강령 위주의 교육에서 벗어나 팀 구성원들이 갖고 있는 정신모델의 차이를 인식하고 모든 구성원들이 하나의, 보다 포괄적인 정신모델을 공유하도록 촉진하는 교육과정이 포함되어야 할 것이다.

## 후 기

이 논문은 2004년도 한국학술진흥재단의 지원(KRF-2004-042-D00040)에 의해 연구되었음.

## 참고문헌

- [1] Orasanu, J. M. . Shared problem models and flight crew performance. In N. Johnston, N. McDonald and R. Fuller (eds). *Aviation Psychology in Practice*. Brookfield, Vermont, Ashgate Publishing Company, 1994, pp. 255-285.
- [2] Jentsch, F., Barnett, J., Bowers, C.A. & Salas, E. Who is flying this plane anyway? What Mishaps tell us about crewmember role assignment and aircrew situation awareness. *Human Factors*, Vol. 41, 1999, pp. 1-14.
- [3] Cannon-Bowers, J.A., Salas, E., & Converse, S. Shared mental models in expert team decision making. In N.J. Jr. Castellan (Eds), *Individual and Group Decision Making*, Lawrence Erlbaums, Hillsdale, NJ. 1993, pp. 221-46.
- [4] Stout, R. J., Cannon-Bowers, J. A., Salas, E., & Milanovich, D. Planning, shared mental models, and coordinated performance: an empirical link is established, *Human Factors*, Vol. 41, 1999, pp. 61-88.
- [5] Sarter, N. B., & Woods, D. D. Teamplay with A Powerful and Independent Agent : A Corpus of Operational Experiences and Automation Surprises on the Airbus A-320. *Human Factors*, Vol. 39, 1997, pp. 553-569.
- [6] Kleinman, D. L. and Serfaty, D. Team Performance assessment in distributed decision-making. *Proceedings of the Symposium on Interactive Networked Simulation for Training*. Orlando, FL. 1989, pp. 22-27.
- [7] Stout, R. J., Cannon-Bowers, J. A., & Salas, E. The Role of Shared Mental Models in Developing Team Situational Awareness: Implications for Team Training. *Training Resource Journal*, Vol. 2, 1996, pp. 85-116.
- [8] Cooke, N. J., Salas, E., Cannon-Bowers, J. A., & Stout, R. Measuring team knowledge. *Human Factors*, Vol. 42, 2000, pp. 151-173.
- [9] Endsley, M. R. Direct measurement of situation awareness: Validity and use of SAGAT. In M.R. Endsley & D.J.Garland (Eds.), *Situation awareness analysis and measurement*.

- Mahwah, NJ, LEA, 2000, pp. 147-173.
- [10] Yates, J. F. Risk-taking behavior. Chichester: Wiley. 1992.
- [11] Slovic, P. The Perception of Risk, Earthscan, London, UK. 2000.
- [12] Rhoda, D. A., & Pawlak, M. L. An assessment of thunderstorm penetrations and deviations by commercial aircraft in the terminal area. eport No. NASA/A-2, Lincoln Laboratory, Massachusetts Institute of Technology. 1999.
- [13] Goh J, & Wiegmann D. Visual flight rules (VFR) flight in. to instrument meteorological conditions (IMC) : A review. of the accident data. Paper presented at the 11th. International Symposium of Aviation Psychology, Columbus, Ohio. 2001.
- [14] Orasanu, J. M., VanAken, C., McDonnell, L. K., & Fischer, U. Communication strategies for successful monitoring and challenging. Paper presented at the Eleventh International Symposium on Aviation Psychology. Columbus, OH, 2001.
- [15] Hunter, D. R. Risk perception and risk tolerance in aircraft pilots. Technical report, Federal Aviation Administration, Office of Aerospace Medicine, Washington, DC. 2002.
- [16] Hunter, D. R. Risk perception among general aviation pilots. The International Journal of Aviation Psychology, Vol. 16, 2006, pp. 135-144.
- [17] Summala, H. Risk control is not risk adjustment: The zero-risk theory of driver behaviour and its implications. Ergonomics, Vol. 31, 1988, pp. 491-506.
- [18] McFadden, K. L., & Towell, E. R., . Aviation Human Factors: A Framework for the New Millennium. Journal of Air Transport Management, Vol. 5, 1999, pp. 177-184.
- [19] Fisher, U., Orasanu, J., & Wich. M. . Expert pilots' perceptions of problem situations. In R. Jensen (Ed.), Proceedings of the 8th International Symposium on Aviation Psychology, Columbus, OH, 1995, pp. 777-872.
- [20] Thomson, M. E., Önköl, D., Avciöglu, A., & Goodwin, P. Aviation risk perception: A comparison between experts and novices. Risk Analysis, Vol. 37, 2004, pp. 175-186