

관제사의 운항 위험평가에 관한 인지과제분석*

박 수 애[†]

손 영 우

김 경 태

연세대학교 인간행동연구소

연세대학교 심리학과

본 연구는 경력, 관제경험, 성별, 그리고 관제업무에 중요하다고 생각하는 요소에 따른 관제사들의 위험지각을 조사하였다. 현업 관제사들에게 항공 준사고(incident) 기록 중 선정된 사건들에 대하여 사건의 위험도를 평가하게 하였다. 사건들에 대한 요인분석 결과, 업무지식과 경험이 필요한 숙련경험기반, 위험이 발생할 가능성이 높은 잠재요인기반, 관제 환경상의 어려움으로 발생한 상황인식기반 조치사건의 세 요인이 나타났다. 저경력 관제사들은 고경력자들보다 잠재요인기반 조치사건과 숙련경험기반 조치사건을 더 위험하다고 평가하였다. 위험지각 차원을 분석한 결과, 고경력자들은 업무로드를, 저경력자들은 대처의 즉시성을 주요 차원으로 사용하였다. 그리고 항로관제 경험만을 한 관제사보다 접근관제 경험만을 한 관제사가 잠재요인기반 조치사건에 대한 위험도를 더 낮게 평가하였다. 항로관제 경험만 있는 관제사는 수행의 방해도를, 접근경험만 있는 관제사는 업무로드를 주요 위험지각 차원으로 사용하였다. 또한 남성관제사들이 여성관제사들보다 숙련경험기반 조치사건의 위험도를 더 낮게 평가하였으며 남성관제사는 협조필요성을, 여성관제사들은 발생예측 가능성을 주요 위험지각 차원으로 사용하였다. 업무수행에 더 중요하다고 평가된 일차요소에 대한 중요도 평가가 높을수록 상황인식기반 조치사건에 대한 위험지각이 유의하게 높았다. 그리고 이차요소의 중요도와 상황인식기반 조치사건, 그리고 잠재요인기반 조치사건 간의 정적 상관관계가 유의하였다.

주요어 : 위험지각, 관제사, 전문가, 성차, 경험, 위험평가

* 이 논문은 2004년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음(KRF-2004-042-D00040)

† 교신저자 : 박수애, 연세대학교 인간행동연구소, psuae@chol.com

항공분야는 원자력 발전소이나 화학 플랜트 등과 함께 고도의 위험을 내포하고 있는 분야이다. 비행이라는 행위 자체가 위험을 내포하고 있을 뿐만 아니라 대형화, 복합화된 항공사업의 시스템 특성상 언제나 사고 발생의 가능성을 안고 있다. 또한 사고로 인한 피해의 규모나 심각성도 점점 더 커지고 있다. 이처럼 근본적으로 위험을 내포한 항공분야에서 사고를 예방하거나 발생한 사고의 피해를 최소화하는데 가장 결정적인 역할을 하는 것이 바로 조종사와 관제사이다. 그러나 바로 이들의 실수로 인하여 사고가 발생하기도 한다. 2006년에 보잉사에서 발간한 항공기 사고 통계에 따르면 1996년부터 2005년까지 전 세계에서 발생한 상업용 제트 항공기 전손사고를 일으킨 원인 중 조종사 실수가 전체 사고의 55%, 그리고 관제사 실수가 5%를 차지한다.

사고를 예방하고 피해를 최소화시키는 역할을 해야 하는 이들이 오히려 사고를 유발하게 되는 이유는 무엇일까? 관련 기술이 충분하다고 해도 필요한 조치를 취하지 못하거나 심지어 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, 오히려 사태를 악화시키는 조치를 선택하게 되기도 한다. 따라서 사고를 예방하고 피해를 최소화하기 위해서는 무엇보다도 발생한 사건이나 상황이 얼마나 위험한가를 정확하게 지각할 수 있어야 한다.

Pelz와 Krupat(1974)는 자동차 운전자들을 대상으로 상황에 대한 위험도 평가가 안전한 운전과 관련이 있는지를 조사하였다. 동일한 운전상황에 대해서 위험도 평가를 하게 한 결

과, 사고나 범규위반을 하지 않은 안전한 운전자가 사고나 범규위반을 한 위험한 운전자보다 상황의 위험도를 더 높게 평가하였다. 뿐만 아니라 상황의 위험도를 인식하는 반응 속도도 더 빠르게 나타났다. 이러한 결과는 상황의 위험도에 대한 지각이 위험상황에 효과적으로 대처하는 첫 단계로서 상황의 위험도를 높게 지각하는 운전자가 더 안전한 운전을 할 가능성이 높음을 시사한다. Hunter(2002)는 홈페이지를 방문한 조종사들을 대상으로 여러 가지 비행 상황에 대한 위험도를 평가하게 하였다. 총 642명의 자료를 분석한 결과, 제시된 상황의 위험도를 높게 평가하는 조종사일수록 과거 비행 중 위험한 사건을 경험한 빈도가 적다는 사실을 알아내었다. 이런 결과는 같은 방식으로 조사한 Hunter(2006)의 연구에서도 동일하게 나타났다. 이 연구에서는 추가로 위험에 대한 지각이 얼마나 정확한가의 여부도 측정하였는데 위험에 대한 지각이 정확한 조종사일수록 제시된 시나리오에 대한 위험도 평가가 낮았고, 또한 과거 위험한 사건을 경험한 빈도도 낮았다. 이러한 연구결과들은 비정상 상황에 내재되어 있는 위험도를 정확하게 지각하지 못하는 것이 비행이나 운전에서 사고를 일으키는 주요 요소라는 기존 연구자들(O'Hare, 1990; Trankle, Gelau, & Metker, 1990)의 주장을 지지해 준다.

이처럼 효과적인 상황 대처를 시작할 수 있는 첫 단계 역할을 해주는 위험지각은 단순히 위험한 대상의 존재를 알아차리는 것이 아니다. 즉, 태풍은 항공장면에서 매우 위험한 대상이지만 격납고에 안전하게 대피하여 있는 항공기에게는 전혀 위험하지 않다. 같은 태풍이라도 항공기가 비행 중인가 혹은 착륙하였는가에 따라 태풍이 갖는 위험도는 달라진다.

따라서 위험지각은 위험요소에 대한 지각 그리고 그 요소가 얼마나 위험한지의 정도를 평가하는 평가과정도 함께 수반한다. Orasanu (1994)는 상황에 대한 평가의 역할을 강조한 항공 의사결정 모델을 제안하였다. 즉, 특정 상황 하에서 제기된 문제의 속성을 이해하고, 문제 상황에 따라 가능한 반응옵션을 파악해야만 비로소 어떤 행동을, 어떻게 할 것인가를 결정할 수 있다는 것이다. 의사결정에 수반되는 위험(risk)과 시간압력은 상황변수로 의사결정 과정을 제한한다고 하였다. 현재 진행 중인 상황에 대한 인식과 평가의 기초가 되는 것이 바로 지식과 지식구조이며 전문가들은 이를 바탕으로 외부 상황을 인식하는 인식구조를 발달시키게 된다. 인식구조는 상황이나 대상을 파악하는데 사용되는 다양한 범주들로 구성된 일종의 절차적 지식구조라고 할 수 있다.

현재 상황에 대한 인식과 평가의 기초가 되는 것이 지식구조라면, 효과적이고 안전하게 업무를 수행하기 위해서는 어떤 지식구조가 필요한가를 밝힐 필요가 있다. 이처럼 직무과제 수행에 필요한 각종 지식과 처리과정이 무엇인지를 조사하는 방법을 인지 과제 분석(cognitive task analysis)이라 한다. 인지 과제 분석은 직무과제수행에 필요한 인지적 구조나 내용(예, 지식 조직과 표상)과 인지적 처리과정(예, 주의, 문제해결, 의사결정)이 무엇인가를 알아내고 설명하는 것이다. 특히 최적의 인지적 구조와 과정을 찾아내고 결정하는 것을 목표로 다음과 같은 6가지 내용을 중심으로 분석한다(Seamster, Redding & Kaempf, 1997). 첫째, 여러 가지 개념, 원칙이나 규칙과 같은 지식(knowledge), 둘째, 핵심 개념, 원칙이나 규칙들 간의 상호 연관성에 대한 정신적 조직인 구조적 지식(structural knowledge), 셋째, 전문가

들은 힘 들이지 않고, 별 주의를 기울이지 않아도 빠르게 수행할 수 있는, 그렇기 때문에 다른 과제를 수행할 정신적 자원을 소모하지 않는 인지적 혹은 물리적 활동인 자동화된 기술(automated skills), 넷째, 업무 과제, 과정 혹은 시스템에 대한 정신적 표상(정신적 그림). 실행하기 전에 결과를 예측할 수 있게 함으로써 과제 수행을 향상시키며 상황인식을 유지하는데 핵심적인 역할을 하는 표상 기술(representational skills), 다섯째, 여러 대안들 가운데 한 가지를 결정하는 휴리스틱, 알고리즘, 그리고 일상적 규칙 인 의사결정과 문제해결 전략(Decision making and problem solving tactics), 그리고 마지막으로 계획, 모니터, 그리고 수행 수준을 조정하는 정신적 통제 전략인 상위 수준의 전략(high level strategies)을 분석한다. 이런 분석에는 다양한 통계적 분석방법이 동원된다. 즉, 인지 과제 분석은 구체적인 조사기법이나 통계적 분석방법의 의미한다기보다는 이런 방법들을 사용하여 과제수행에 필요한 지식이나 정보처리 과정을 밝히는 인지적 접근방법을 통칭한다. 본 연구에서는 관제사들이 갖고 있는 위험상황에 대한 구조적 지식을 알아보고자 한다.

항공분야에서 인지 과제 분석의 관점을 적용한 대표적인 연구인 Fisher, Orasanu와 Wich (1995)의 연구에서는 다차원 척도법(Multi-Dimensional Scale)을 사용하여 위험상황을 지각하는 조종사들의 인식구조를 연구하였다. 이들 연구에 따르면 기장은 상황이 얼마나 잠재적인 위험을 내포하고 있는가의 정도와 시간압력에 의해 위험인식이 달라지는 반면, 부기장과 엔지니어는 발생한 상황에서 자신이 선택할 수 있는 선택지가 얼마나 다양한가에 따라 위험도 평가가 달라졌다. 연구자들은 추가

적인 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 상황에 대한 위험인식이 달라진다는 것이다. 따라서 연구자들은 부기장이 기장으로 승격하는 과정에서 위험인식을 하는 인식구조를 새롭게 변화시키는 교육이 필요함을 강조하였다.

이처럼 위험도를 평가하는 과정은 객관적인 상황적 요소들에 의해서 좌우될 뿐만 아니라 그 상황을 지각하는 개인의 속성에 따라 달라지기도 한다. 나이(McFadden & Towell, 1999; Huntet, 2002; Hunter, 2006), 보유하고 있는 면허의 종류(Hunter, 2002), 비행경력(Hunter, 2002; Thomson, Önkal, Avcioglu, & Goodwin, 2004), 자기 확신감(Hunter, 2006) 등에 따라 상황에 대한 위험도 평가가 달라진다고 한다. 그러나 이들 연구들은 모두 조종사들을 대상으로 수행된 연구들로 아직 관제사들의 위험지각에 대한 연구는 이루어지지 않고 있다.

세계화로 인하여 항공기들은 점점 더 늘어나고 있는 반면에 그 항공기들이 사용할 수 있는 항로와 공항의 수는 한정되어 있는 현 상황에서, 안전한 항공수송에 기여하는 관제사들의 역할이 점점 더 커지고 있다. 따라서 관제사들을 대상으로 관제사들이 어떤 기준과 정보를 사용하여 상황의 위험도를 판단하는지에 관한 기초적인 연구가 필요하다. 본 연구에서는 관제사들이 경험하는 고유의 위험사건들을 대상으로 이 사건들의 위험성을 어떻게 평가하고 지각하는지를 알아보았다.

그리고 위험도 평가에 영향을 주는 변수로 관제경력과 성별, 그리고 관제경력, 관제업무 수행에 중요하다고 생각하는 요소를 선정하였

다. 조종사의 위험지각에 대한 연구에 따르면 (Hunter, 2002; Thomson, Önkal, Aveioğlu, & Goodwin, 2004) 경력, 즉 비행시간이 많아질수록 비정상사건에 대한 위험지각은 낮아진다고 한다. 그러므로 관제사들도 관제경력에 따라 위험을 내포하고 있는 비정상 관제 사건들에 대한 평가가 달라지는지를 조사하였다. 또한 최근 관제업무에 진출하는 여성의 수는 점점 많아지고 있다. 여성은 남성과 다른 신체적 특성과 성역할을 갖고 있기 때문에 여러 가지 측면에서 남성과 다른 차이점을 보인다. 기존 위험지각 연구에 따르면 구체적인 위험 장면(환경, 건강, 직업, 기술 등)에서 차이가 있기는 하나 전반적으로 여성들이 남성들보다 다양한 위험 요소들에 대한 위험정도를 더 높게 지각한다고 한다(Gustafson, 1998). 본 연구에서도 남성과 여성관제사들의 위험도 지각이 다른지 또한 위험을 지각하는 기준 자체가 다른지를 분석하였다.

관제업무는 특히 관제 대상이 항로인지 혹은 접근인지에 따라 특성이 달라진다. 따라서 주 관제업무를 어디서 했는가에 따라 경험이 달라지고 그에 따라 발생한 비정상 상황에 대한 위험평가가 달라질 가능성이 있으므로, 관제경력 종류에 따른 위험평가를 조사하였다. 마지막으로 관제 업무를 효과적으로 수행하는데 중요하다고 생각하는 요소에 따라 관련 비정상 사건의 위험도 평가가 달라질 가능성이 있다. 효과적이고 안전한 관제업무 수행을 위해서는 여러 가지 요소들이 필요하다. 성능이 좋은 관제장비나 다른 관제사들과의 협조, 혹은 조종사들과의 의사소통과 같은 직접적인 업무 수행과 관련된 요소들뿐만 아니라 관제사들이 일하는 관제소나 관제탑의 업무 환경(조명이나 소음), 외부를 관찰할 수 있는 시야

범위, 혹은 교대근무체제 등 전반적인 업무조건들이 영향을 미칠 수 있다. 이런 다양한 업무수행에 필요한 요소들 중 어느 것이 중요하다고 생각하는가에 따라 위험지각이 달라질 가능성이 있다. 예를 들어, 관제업무를 수행하는 데 관제장비의 성능이 중요하다고 생각하는 관제사는 관제장비의 오작동이 발생할 경우 그 위험을 높게 평가할 것이다. 본 연구에서는 관제업무에 영향을 미치는 요인들의 중요성을 평가하게 하여 그 중요성 평가에 따라 다양한 상황에 대한 위험도 평가가 달라지는 지도 분석하였다.

본 연구의 주요 관심사는 관제경력과 성별, 그리고 관제경험, 관제업무 수행에 중요하다고 생각하는 요소가 관제업무 수행 시 발생하는 다양한 위험 상황에 대한 위험도 평가에 미치는 영향을 분석하는 것이다. 이를 위해 먼저 이 요소들이 다양한 상황에 대하여 지각하는 위험도 정도에 영향을 미치는지 즉, 지각하는 위험 강도에 있어서 차이를 유발하는지를 분석하였다. 그리고 관제경력 등의 변수에 따라 상황에 대하여 평가하는 위험의 수준뿐만 아니라 위험 상황들에 대한 인지적 구조 자체가 다른지를 분석하였다. 다차원척도법(Multi-Dimensional Scale)을 사용하여 위험사건을 표상하는 인지적 구조가 관제경력, 성별, 관제경험에 따라 달라지는지를 분석하였다.

연구방법

조사 대상자

현재 관제업무에 종사하고 있는 관제사들을 대상으로 조사를 실시하였다. 총 122명의 응

답자 중 불성실한 응답을 한 1명을 제외한 121명의 자료를 분석에 사용하였다. 응답자 중 남성이 93명(76.9%), 여성이 28명(23.1%)이었고, 항로관제 경험이 있는 사람은 28명(23.1%), 접근관제 경험이 있는 사람은 63명(52.1%), 그리고 둘 다 경험해본 사람이 20명(16.5%)이었다. 관제업무 경력은 최저 6개월부터 최고 30년까지 다양하였다. 응답자 전체 평균 경력은 10.5년이었다.

조사 도구

업무수행에 중요한 요소

관제경력이나 성별, 관제경험을 설문지 마지막에 조사 문항을 만들어 응답하도록 하였다. 관제업무수행에 중요하다고 생각하는 요소는 사전에 경험이 많은 관제사 2명과 사전 인터뷰를 통하여 선정하였다. 모두 19개의 요소를 선정하여 각 요인들이 관제업무를 안전하고 효율적으로 수행하는데 얼마나 중요한지의 중요도를 0점(전혀 중요/필요하지 않다)에서부터 10점(매우 중요/필요하다)의 11점 척도에 표시하도록 하였다. 관제실 업무환경이나 관제장비 성능, 구역 구조 및 운영의 안정성 등이 포함되었다. 자세한 내용은 부록 1에 제시하였다.

비정상 운항 사건

비정상 운항 사건이란 비상사건으로 발전할 가능성을 갖고 있는, 일상적이고 안전한 운항 절차에서 벗어난 사건들을 말한다. 실제로 발생하는 비정상 운항 사건들을 자극재료로 사용하기 위하여 먼저 항공 준사고 보고제도를 통하여 보고된 사건들을 중심으로 사건을 선정하였다. 연도별 특징을 반영하기 위하여

2000년과 2003년 보고서를 토대로 다양한 사건들을 선정하였다. 다음으로 선정된 사건들을 현직 관제사 2명에게 제시하고 서술 상의 문제나 혹은 흔히 발생하는 사건이나 제외된 사건이 없는 지를 평가하고 내용을 수정, 추가하였다.

총 26개의 사건이 선정되었고 사건 기술은 “다수의 항공기가 일정한 간격을 유지하며 서울로 진입하고 있다. 조종사들은 접근관제구역에 강한 CB가 발달하고 있다고 보고하면서 계속해서 Deviation을 요청하고 있다”와 같이 발생한 사건을 서술적으로 간단하게 묘사하여 제시하였다. 제시된 각 사건들에 대하여 각 사건이 얼마나 위험하다고 생각되는 지를 11점 척도 상에 표시하도록 하였다. 전혀 위험하지 않은 사건은 0점을, 그리고 매우 위험한 사건은 10점으로 표시하도록 하였다.

연구결과

표 1에서 볼 수 있듯이 제시된 사건들 자체가 비정상 사건들이기 때문에 가장 위험도가 낮게 평가된 사건도 평균 4.53 정도의 위험을 갖고 있는 것으로 나타났다. 가장 위험도가 낮게 평가된 사건은 항행안전시설의 미 작동으로 인한 다수 항공기의 Radar Vector 관제 상황이었으며, 두 번째로 위험도가 낮게 평가되었던 사건은 정상적으로 접근하고 있던 항공기가 갑자기 복행을 하는 상황이었다. 반면 가장 위험도가 높게 평가된 사건은 Data Block 말소로 인한 항공기의 항적 식별 불가 상황이었다. 그 다음으로 위험하다고 평가된 사건은 항공기 납치 사건이었다.

위험사건들이 어떤 공통적인 요인으로 묶이는 지를 주성분 분석방법을 사용하여 verimax

표 1. 각 사건들에 대한 위험도 평가 총 평균

	평균	표준편차		평균	표준편차
Data Block 소멸	9.07	1.45	MSAW경고 발생	6.30	2.27
항공기 납치	8.69	1.83	이륙중 조류충돌 예상	6.30	2.27
활주로 침입	8.63	1.71	항공기 항로 이탈	6.24	2.02
지시 오수신	7.69	2.12	피로시 야근	6.24	1.91
다수항적자료 식별곤란	7.39	1.96	항공기 고도기록 오류	6.16	2.48
레이다 고장	7.31	2.37	악기상 항로변경 요구	5.97	2.06
인근관제소 협조	7.26	2.25	surveillance approach	5.73	2.27
조종사 통신두절	6.99	2.22	다수 항공기 동시입출항	5.72	2.48
분리간격 접근	6.94	2.10	다수 교통량 집중	5.37	2.51
교통량 대비 공역복잡	6.93	2.08	저시정 절차 적용	5.13	2.29
항공기 엔진고장	6.83	2.15	요란으로 고도변경 요구	4.74	2.04
구조물 시야가림	6.72	3.08	착륙직전 복행	4.54	2.53
no-gyro 접근	6.55	2.45	레이다 벡터 관제	4.53	2.21

직교회전 요인분석을 하였다(부록 1참조). 전체적으로 세 요인으로 묶었는데 첫 번째 요인은 기상관련 사건들과 감독접근이나 벡터관제 등 발생한 사건을 잘 처리하기 위해서 업무에 대한 지식과 경험이 필요한 사건들로 묶여, 숙련경험기반 조치사건이라 이름 붙였다. 두 번째 요인은 분리간격 접근이나 활주로 접근, 지시오수신 등 긴급한 상황은 아니나 위험이 높은 사건들로 묶여 잠재요인기반 조치사건이라 명명하였다. 마지막 세 번째 요인은 항적 자료가 겹치거나 구조물로 인해 시야가 가리는 등 관제 환경상의 어려움이 발생한 사건들로서 전반적인 상황인식이 필요한 사건들이라 상황인식기반 조치사건이라 명명하였다.

경력에 따른 위험사건 요인별 차이와 위험도 지각차원

이들 세 유형의 사건들에 대한 위험도 지각이 경력에 따라 달라지는지를 MANOVA분석(경력: 집단간 변인 X 위험사건 요인: 집단내 변인)으로 비교하여 보았다. 경력집단을 5년 미만 집단과 5년-15년 집단, 그리고 15년 이상의 세 집단으로 구분하였다. 경력집단간 주효과는 통계적으로 유의하지 않았으나 위험사건 요인의 주효과($F(2, 218)=51.682, p<.001$)와 상호작용효과($F(4, 218)=2.529, p<.05$)는 유의하였다. 숙련경험기반 조치사건에 대한 위험도 평가가 평균 5.81(표준편차, 1.61)로 가장 낮았고 다음으로 잠재요인기반 조치사건의 평균이 6.86(표준편차, 1.44)이었으며 상황인식기반 조치사건에 대한 위험도 평가가 평균 7.33(표준편차 1.39)로 가장 높았다(그림 1).

잠재요인기반 조치사건에 대한 평가는 경력에 따른 큰 차이가 없었으나 관제경력 5년 미

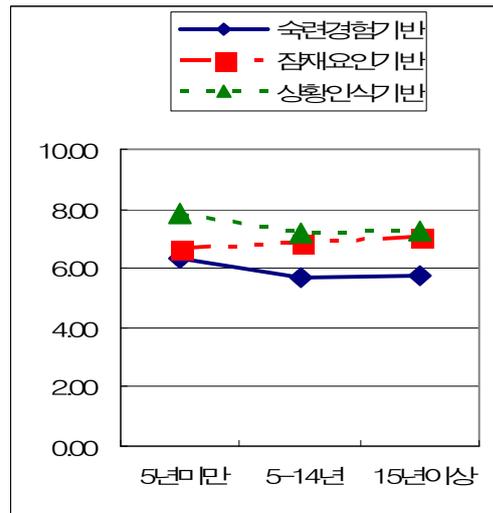


그림 1. 관제경력에 따른 위험사건 요인별 위험도 평가

만의 초보자들이 숙련경험기반 조치사건과 상황인식기반 조치사건들을 경력에 더 많은 사람들보다 더 위험하다고 평가하고 있었다. 또한 5년 이상의 고경력자들은 잠재요인기반 조치사건과 상황인식기반 조치사건을 유사한 정도로 위험하다고 평가하는 데 비하여 5년 미만의 저경력자들은 상황인식기반 조치사건과 숙련경험기반 조치사건의 위험도를 유사하게 평가하였다.

특이한 결과는 5-15년의 중간경력자와 15년 이상의 고경력자가 위험사건 평가에 있어서 동일한 패턴을 보인다는 점이었다. 이러한 결과는 관제업무에 있어서 위험지각의 차이를 일으키는 경력수준이 5년 전후임을 시사해 준다.

특정 분야의 인지적 혹은 물리적인 기술을 습득하여 전문가가 되는 데는 통상적으로 10년 정도의 시간이 걸린다고 알려져 있다(Ericsson, Krampe, & Tesch-Romer, 1993). 본 연구에서는 고경력자와 중간경력자간의 위험도

평가가 달라지는 지를 알아보기 위하여 5-14년 경력자를 중간경력자 집단으로 분류하여 분석에 사용하였다. 따라서 경력이 5년-10년인 경력자들과 10-15년인 경력자들 간에 경력으로 인한 위험도 평가가 달라질 가능성이 있다. 이러한 가능성을 확인해 보기 위하여 이 두 집단만을 선정하여 위험사건 요인별 위험도 평가가 다른지를 t 검증을 실시하였다. 그 결과, 이들 두 집단 간의 차이는 유의하지 않아, 관제업무에 있어서 위험지각의 차이를 일으키는 경력 수준이 5년 전후일 것이라는 본 연구의 결과를 확인해 주었다.

다음으로 전문성이 발달함에 따라 사건의 위험도 평가 기준이 달라지는 지를 알아보기 위하여 5년 이하의 초보자 집단과 15년 이상의 전문가 집단을 대상으로 사건의 위험도를 평가하는 기준 차원을 PROXSCAL 방법을 사용하여 MDS분석을 하였다. 2차원의 유클리디안 거리(Euclidean Distance) 모델을 이용하여 분석한 결과, 초보자 집단의 stress는 .05549, D.A.F(Dispersion Accounted For)는 .94451이었고,

전문가 집단의 stress는 .06477, D.A.F(Dispersion Accounted For)는 .93523이었다. 경력집단을 5년 이하 집단과 15년 이상 집단의 두 집단으로 나누는 것은 경력에 따른 전문성의 효과를 분명하게 알아보기 위해서이다. 전체 경력 분포에서 5년 이하의 관제사는 26명(21.5%)이고, 15년 이상의 관제사는 33명(27.7%)이었다.

그림 2의 결과를 살펴보면 초보자와 전문가 집단 모두 위험상황을 파악하는 데 있어서 발생한 상황과 그에 대한 대처조치가 얼마나 복잡한가를 동일한 기준으로 사용하였다. X축 상의 좌측 극단에는 항공기 납치나 활주로 침입 등의 사건이 놓여 있다. 이들 사건은 발생했을 때, 이 사건들에 대한 대처가 매우 다양하고 복잡한 사건들이다. 우측 극단에 위치한 착륙 진전 불행이나 고도변경요구 등의 사건은 간단한 지시로 대처할 수 있는 사건들이다. 따라서 이 차원을 상황 및 대처의 복잡성을 나타냄을 알 수 있다.

그러나 Y축을 기준으로 배열된 사건들은 초보자와 전문가 집단에 있어 서로 다르게 나타

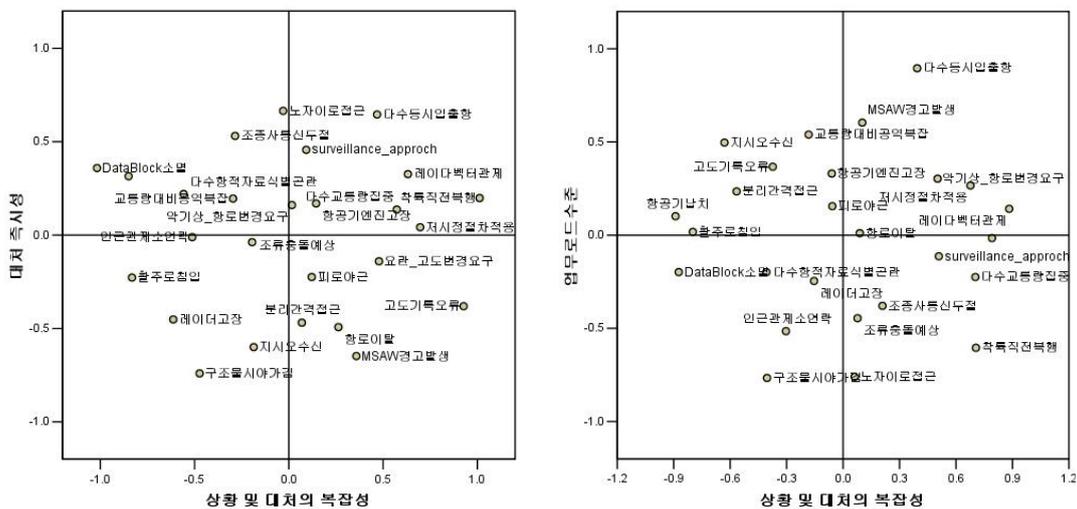


그림 2. 5년 이하(왼쪽)와 15년 이상(오른쪽) 경력자들의 사건 위험도 지각

났다. 초보자 집단에 있어서 Y축 상단에 위치한 사건들은 노자이로 접근이나 조종사 통신 두절과 같이 당장의 조치를 통하여 상황이 개선되지 않는 없는 사건들인데 비하여 하단에 위치한 사건들은 구조물 시야가림이나 지시오수신 등 당장 조치를 취함으로써 상황이 달라지는 사건들이다. 이에 비하여 전문가 집단에 있어서 Y축 상단에 위치한 사건들은 다수 항공기의 동시입출항이나 MSAW 경고 발생 등 업무로드가 많은 사건들인데 비하여 하단에 위치한 사건들은 구조물 시야 가림이나 노자이로 접근 등 해야 하는 업무가 간단한 사건들이다. 따라서 전문성 수준에 따라서 위험지각을 하는데 변하지 않은 기준은 상황 및 대처의 복잡성인데 비하여 전문성 수준이 낮은 초보자의 경우 사건에 대한 대처를 얼마나 즉시 해야 하는가의 여부가 위험지각의 중요차원인데 비하여 전문가들은 발생한 사건이 얼마나 업무로드를 부가하는가의 여부가 위험지각의 중요차원으로 나타났다.

관제경험에 따른 위험사건 요인별 차이와 위험도 지각차원

관제경험에 따라 위험도 평가가 달라지는지를 알아보기 위하여 동일한 MANOVA 분석을 관제경험집단에 대해서도 실시하였다. 관제경험 집단은 향로경험만 있는 관제사(28명)와 접근경험만 있는 관제사(63명)를 비교하였다. 관제경험의 주효과는 통계적으로 유의하여(F(1, 86)=9.566, p<.01), 향로경험에 따른 사건의 위험도 평가가 달랐다. 향로경험만 있는 관제사들이 전반적으로 사건들의 위험도를 높게 평가하였다(평균 184.04, 표준편차 28.04). 접근관제 경험만 있는 관제사들은 사건의 위

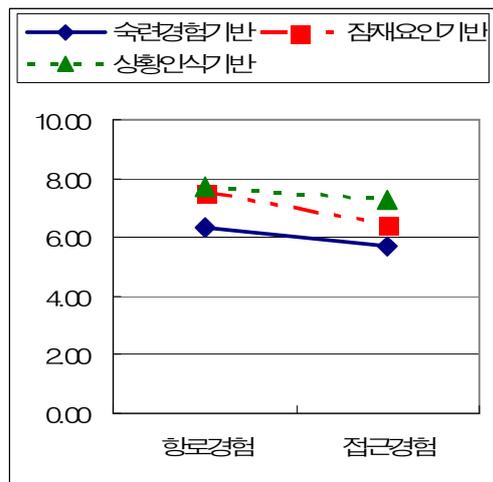


그림 3. 관제경험에 따른 위험사건 요인별 위험도 평가

험도를 가장 낮게 평가하였다(평균 164.53, 표준편차 31.46). 반면, 관제경험과 위험사건 요인간 상호작용효과(F(2, 172)=2.016 p=.125)는 유의하지 않았다.

사건 위험도를 평가하는 기준 차원은 발생한 사건의 경험 여부에 의해 달라질 가능성이 있으므로 향로관제 경험만을 한 관제사들과 접근관제 경험만을 한 관제사들을 대상으로 위험사건에 대한 지각특성을 PROXSCAL방법을 사용하여 MDS분석을 실시하였다. 2차원의 유클리디안 거리(Euclidean Distance) 모델을 이용하여 분석한 결과, 향로관제 경험 집단의 stress는 .06733, D.A.F(Dispersion Accounted For)는 .93267이었고, 전문가 집단의 stress는 .06868, D.A.F(Dispersion Accounted For)는 .93132이었다.

앞서의 관제 경력에 따른 분석결과에서와 마찬가지로 두 집단 모두 상황 및 대처방안의 복잡성을 발생사건의 위험도를 평가하는 한 축으로 사용하고 있었다. 반면, 다른 한 축은 두 집단에 있어서 서로 다르게 나타났다. 향로관제 경험만 한 관제사들은 Y축 상단에 레

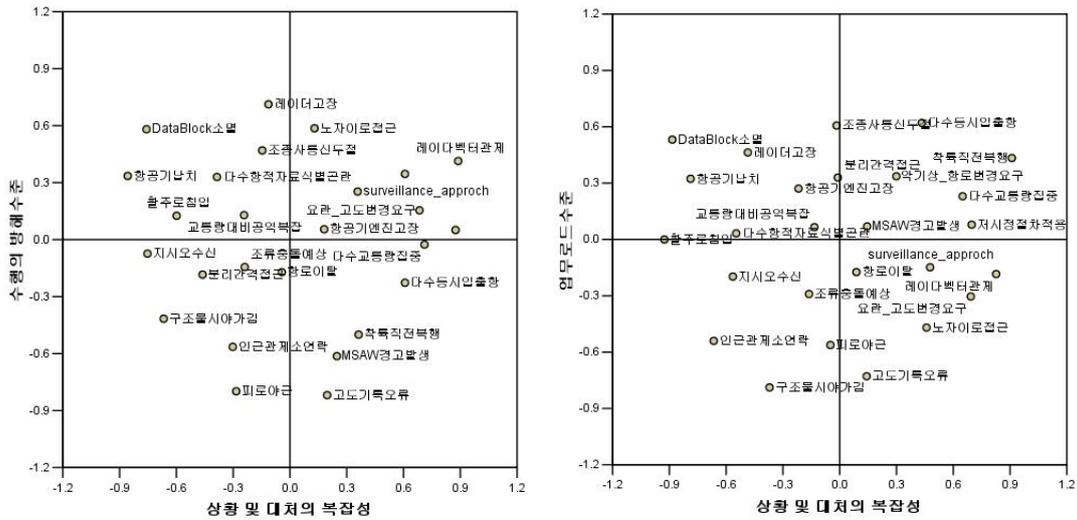


그림 4. 향로관계 경험(왼쪽)과 접근관계 경험(오른쪽) 집단의 사건 위험도 지각

이더 고장이나 데이터 블록 소멸 등 외부적 요소로 인해 관제업무가 방해 받는 사건들이 위치해 있었고, 하단에는 피로한 상태로 야근을 하거나 고도기록 상의 오류를 범하는 등의 외부 요소로 인한 업무방해나 실수보다는 자신의 문제나 행동으로 인한 위험한 사건들이 위치해 있다. 즉 외적인 요인으로 인한 관제업무 수행의 방해 여부를 기준으로 사건 위험도 판단의 기준으로 사용하고 있었다. 반면, 접근관계 경험만 있는 관제사들은 경력이 많은 관제사들처럼 업무로드를 위험도 평가의 한 기준으로 사용하고 있었다.

접근관계 경험자들의 위험사건에 대한 표상이 경력이 오래된 전문가 집단의 위험사건표상과 유사한 결과가 접근관계 경험자들이 향로관계 경험자들보다 경력이 더 많기 때문일 가능성이 있어서 접근관계 경험자들과 향로관계 경험자들 간의 경력을 추가로 비교하여 보았다. 두 집단간 경력기간에 대한 t검증 결과는 통계적으로 유의하지 않았다. 향로관계 경

험 관제사들의 평균 경력 개월수는 140.1개월(표준편차 86.11)이었고 접근관계 경험 관제사들의 평균 경력 개월수는 110.3개월(표준편차 82.08)이었다.

성별에 따른 위험사건 요인별 차이와 위험도 지각차원

성별에 따른 위험사건 요인들 간의 차이에 관한 분석을 하기에 앞서 먼저 남녀 집단간 관계 경력을 동일하게 조절하였다. 우리나라에서 여성이 관제 업무에 진출한지는 얼마 안 되었기 때문에 13년 이상의 관제경력을 가진 여성이 거의 없기 때문이다. 따라서 관제경력이 13년 이하인 남성(50명)과 여성(25명) 관제사들만들 대상으로 성별에 따른 사건의 위험도 지각도 차이를 분석하였다. 위험사건 요인들의 주 효과가 유의하였다($F(2, 154)=28.948, P<.001$). 앞서 분석에서처럼 세 요인들에 대한 위험도의 평가가 달랐다. 그러나 남성관제사

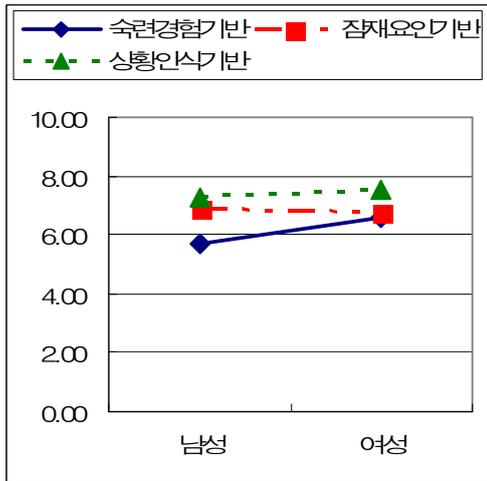


그림 5. 성별에 따른 위험사건 요인별 위험도 평가

와 여성관제사간에 전체적인 위험도 평가의 차이는 발생하지 않았다. 성별과 위험사건 요인들 간의 상호작용은 통계적으로 유의하지 않았으나 강한 경향성이 있었다($F(2, 154) = 2.835, p = .062$). 사후 대비로 어떤 요인과 성별 간의 상호작용이 유의한지 분석한 결과 그림에서 볼 수 있듯이 특히 숙련경험기반 사건에 대하여 여성들이 남성들보다 더 위험하다고 평가하였다(상황인식기반 사건 대 다른 사건, $F(1, 77) = 5.110, p < .05$). 이러한 결과는 남성관제사의 경우 군에서 관제를 해본 경험을 가진 관제사들이 많아 상대적으로 여성관제사들보다 같은 경력이라도 숙련경험기반 조치가 필요한 관제상황을 많이 경험해 보았기 때문에 위험도를 낮게 지각한 것으로 여겨진다.

다음으로 성별에 따라 발생한 사건의 위험도 지각의 기준이 다른지를 알아보기 위해 PROXSCAL 방법을 사용하여 MDS 분석을 하였다. 2차원의 유클리디안 거리(Euclidean Distance) 모델을 이용하여 분석한 결과, 남성관제사 집단의 stress는 .06759, D.A.F(Dispersion Accounted

For)는 .93241이었고, 여성관제사 집단의 stress는 .06136, D.A.F(Dispersion Accounted For)는 .93864이었다. 그림 6을 보면, 여성과 남성 모두 앞서의 분석에서와 같이 상황 및 대처의 복잡성 차원을 위험지각의 차원으로 사용함을 알 수 있다. 그리고 여성 관제사들은 Y축 상단에 위치한 사건이 조류충돌예상이나 항공기 엔진고장 등의 사건이었고 하단에 위치한 사건은 구조물 시야 가림이나 교통량대비 구역 복잡이었다. 상단과 하단에 배열된 사건의 특성은 이 사건의 발생이 얼마나 예측가능한가로 특징 지워진다. 즉, 구조물 시야 가림이나 교통량대비구역 복잡은 관제환경의 구조적 요소로서 언제나 상존하고 있는 사건들로 사건의 발생을 일관되게 예측할 수 있다. 반면, 조류충돌예상이나 항공기엔진고장과 같은 사건들은 언제 발생할 지 예측할 수 없는 불안정한 사건이라 할 수 있다. 남성 관제사들에 있어서 Y축 상단에 위치한 사건은 조종사통신두절이나 분리간격접근 등 조종사와의 협조가 필요한 상황이다. 반면, Y축 하단의 사건들은 고도기록 오류라든가 구조물시야 가림 등과 같은 사건으로 개인적인 업무수행 상 문제들이었다. 따라서 Y축은 발생한 사건에 대하여 다른 사람과의 협조가 얼마나 필요한가의 정도를 나타낸다고 해석된다.

요약하여 보면, 여성과 남성 관제사 모두 상황 및 대처의 복잡성을 위험도를 인식하는 심리적 공간의 한 축으로 공통적으로 사용하고 있었고, 다른 한 축은 서로 달랐다. 남성 관제사들은 조종사나 다른 관제사 등 다른 사람들과의 협조가 얼마나 필요한가의 정도를 또 다른 차원으로 사용하는 반면, 여성관제사들은 사건발생의 예측가능성을 위험도 인식의 중요 차원으로 사용하고 있었다.

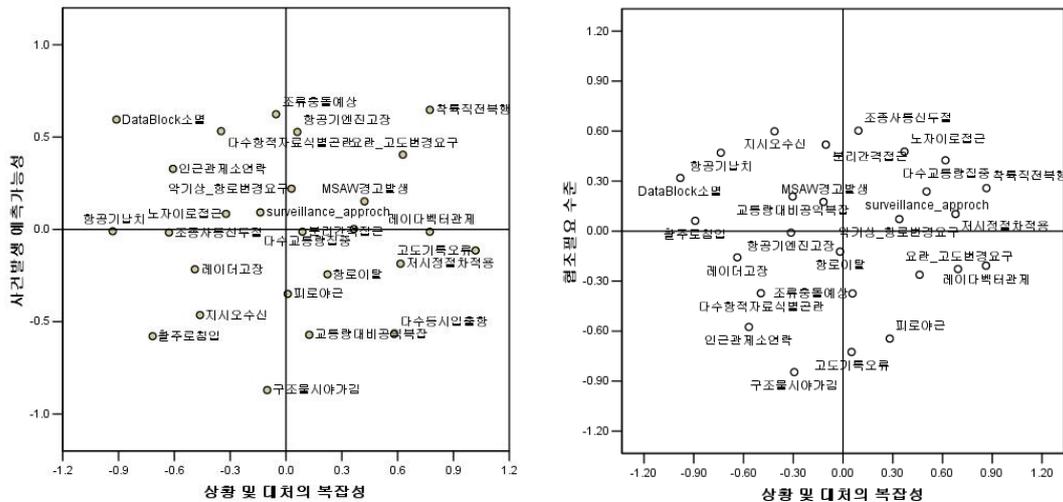


그림 6. 여성관제사(왼쪽)와 남성관제사(오른쪽)의 사건 위험도 지각 특성

관제업무수행에 중요 요소 평가에 따른 위험사건 요인별 차이

마지막으로 어떤 요소를 관제업무 수행에 중요하다고 생각하는 지에 따라 사건의 위험도 평가가 달라지는 지를 분석하였다. 먼저 조사한 19개 관제업무 수행 중요 요소들을 핵심 요인들로 분류하기 위하여 principle component 분석방법을 사용하여 verimax 직교회전 요인분석을 하였다(부록 2참조). 2개의 요인이 나타났는데 첫 번째 요인은 항행시설(ILS/VOR/DME 등)의 성능이나 Turbulence, Thunderstorm, CB, 안개, Icing 및 강풍 등 정확한 기상 정보의 제공, 제탑 시야 확보 수준 등 관제업무에 직접적으로 영향을 주는 요소들로 구성되어 일차적 요인이라고 이름을 붙였다. 반면 두 번째 요인은 비행 자료 관리(Computer/ Flight progress strip의 정확한 입력과 update 등), 피크 시간대 업무량(관제 항공기 수/상승/강하빈도, 항공기 이/착륙 횟수과다 등), 관제 기관간의 업무

협조 등, 간접적으로 영향을 주는 요소들로 구성되어 이차적 요인이라고 이름 붙였다. 이 두 요인에 대한 중요도 평가를 paired sample t 검증을 실시한 결과, 그 차이가 유의하였다 ($t=5.960, p<.000$). 이차요소(평균 8.32, 표준편차 1.11)보다 일차요소(평균 8.79, 표준편차 1.04)의 업무 중요도가 더 높게 평가되었다.

업무수행에 중요하다고 생각하는 요소에 따라 위험사건에 대한 위험도 평가가 달라지는 지를 알아보기 위하여 업무수행에 중요 요인과 위험사건 요인간 상관관계분석을 실시하였다. 표 2에 제시되어 있는 것처럼, 업무수행에 중요한 일차요소와 이차요소에 대한 중요도를 높게 평가할수록 상황인식기반 위험사건에 대한 위험도 평가가 증가하였다. 반면 잠재요인기반 위험사건에 대한 위험도 평가는 이차요소와의 상관관계가 유의하여 관제업무와 간접적으로 관련된 요소들이 관제업무수행에 중요하다고 생각할수록 잠재요인기반 위험사건에 대한 위험도 평가가 증가하였다. 반면 숙련경

표 2. 업무수행 중요 요소와 위험사건 요인간 상관관계

	일차요소	이차요소
상황인식기반	.245*	.347**
잠재요인기반	.140	.338**
숙련경험기반	-.034	.081

* p<.01, ** p<.001

험기반 위험사건은 업무수행에 어떤 요소가 중요하다고 생각하는 지와는 유의한 관련이 없었다.

논 의

본 연구에서는 관제 상황에서 발생할 수 있는 다양한 잠재적 위험 사건들에 대해 관제사들이 지각하는 위험도 수준을 조사하였다. 그리고 이러한 위험도 지각에 영향을 주는 선행변수로 관제경력과 관제경험, 성별, 그리고 관제업무에 중요하다고 생각하는 요소를 선정하여 이들 선행변수가 위험도 지각에 영향을 주는지 그리고 위험도를 지각하는 차원에도 영향을 주는지를 알아보고자 하였다.

관제경력이 위험도 지각에 미치는 영향을 분석해 본 결과, 관제경력에 따른 위험도 지각이 달랐다. 긴급한 상황은 아니나 위험이 발생할 가능성이 높은 사건들로 묶인 잠재요인기반 조치 사건은 경력에 따른 위험도 지각의 차이가 없었다. 반면에 그 사건들로 인해 유발되는 결과나 대처행동에 업무에 대한 지식과 경험, 그리고 관제 환경상의 어려움에 대한 이해가 필요한 사건들로 구성된 숙련경험기반 조치사건이나 상황인식기반 조치사건

의 경우 5년 미만 관제경력자들이 더 위험하다고 평가하였다. 이러한 결과는 잠재요인기반 조치사건들은 항공기 납치나 항공기의 활주로 침입, 착륙직전 복행, 항공기 항로이탈 등으로 사고자체가 다른 사건들에 비해 각 상황에 대처하는 표준적인 절차들이 잘 준비되어 있고 또 이에 관한 교육이나 정보들이 충분이 주어지는 사건들이기 때문에 경력의 영향이 나타나지 않는다고 해석할 수 있다. 혹은 이 사건들의 위험도 자체가 매우 높기 때문에 경력이 영향을 미치지 않았을 가능성도 있다. 그러나 잠재요인기반 조치사건(평균 6.90, 표준편차 1.43)보다 상황인식기반 조치사건들(평균 7.36, 표준편차 1.366)에 대한 위험도 평가가 더 높기 때문에 사건자체 위험도 때문에 경력에 따른 차이가 나타나지 않았을 가능성은 낮다.

초보자들이라도 그 사건에 대한 구체적인 정보와 대응절차를 잘 학습하게 되면 마치 위험사건을 경험한 것과 같은 효과를 주어 전문가와 동일한 수준으로 위험도를 지각하게 된다는 설명은 Ranney(1994)가 제안한 Zero risk 이론과 일치한다. 이 이론에 따르면 사람들은 위험이 발생할 확률뿐만 아니라 그로인해 얼마나 나쁜 결과가 발생할 것인가에 따라 위험 지각이 달라진다. 따라서 부정적인 결과가 발생하지 않을 것이라는 자신감, 혹은 확신도 수준이 상승할수록 위험지각은 낮아진다. 실제로 많은 연구자들이 다양한 장면에서 일반 사람보다 그 분야를 더 잘 아는 전문가들이 위험도를 낮게 평가한다는 사실을 밝혀내었다 (Kraus, Malmfors, & Slovic, 1992; McDaniels, Axelrod, Cavanagh, & Slovic, 1997; Lazo, Kinnell, & Fisher, 2000). 헬리콥터 조종사들을 대상으로 위험지각을 연구한 Thomson et al. (2004)의 연

구에서도 비행시간이 많은 전문가들이 비행시간이 적은 초보자들보다 다양한 비정상사건을 덜 위험하다고 평가하였다.

정보가 충분히 주어지고 대처행동이 잘 훈련될 경우, 그 사건에 대한 위험도 지각이 감소한다는 것은 관제경험의 영향을 분석한 결과에서도 드러난다. 잠재요인기반 조치사건들은 주로 접근관제사들에게 발생하는 사건들로 항로관제사들보다 접근관제사들에게 이 사건들에 대한 지식과 훈련, 그리고 절차숙지가 더 많이 강조된다. 따라서 접근관제사들이 항로관제사들보다 다른 사건들보다 이 사건들에 대한 위험지각을 더 낮게 평가하였는지를 알아보기 위하여 각 위험사건 요인별로 항로관제사들과 접근관제사들의 차이검증을 실시한 결과 잠재요인기반 조치사건들에 대해서만 그 차이가 유의한 것으로 나타났다($t=3.68, p<.01$).

그리고 성별에 따른 위험지각 분석결과도 Zero risk이론을 지지한다. 성별에 따른 위험지각 차이는 특히 숙련경험기반 조치사건에서 크게 났는데 추가적인 차이검증에서도 이 사건에서만 성별에 따른 차이가 유의하였다($t=-2.718, p<.01$). 숙련경험기반 조치사건은 특이군 관제 경험이 전혀 없는 여성 관제사들은 경험할 기회가 거의 없는 사건들로 이루어져 있다. 반면, 남성들의 경우, 군 관제 경험으로 인하여 이러한 사건들을 경험할 기회가 많았던 것으로 여겨진다. 따라서 경험의 차이로 인하여 여성관제사들이 숙련경험기반 조치사건의 위험을 높게 지각한 것으로 해석할 여지가 존재한다.

업무수행에 중요하다고 생각하는 요소들과 위험사건에 대한 위험지각 간의 관계를 분석한 결과에서 가장 흥미로웠던 것은 전체적으

로 업무수행에 더 중요하다고 평가된 일차요소에 해당하는 요소들이 위험사건에 대한 위험도 지각과 유의한 상관이 적게 나타났다는 사실이다. 일차요소에 대한 중요도 평가가 높을수록 상황인식기반 조치사건에 대한 위험지각이 유의하게 높았다. 이런 결과는 상황인식기반 조치사건이 항공기 Data Block의 소멸이나 레이다 고장, 다수항적자료 식별 곤란, 구조물 시야가림, 인근관제소 협조연락 등 일차요소에 포함된 시야확보나 시설성능, 통신성능, 장비성능 등의 장비나 구조적 문제와 관련이 높은 사건이기 때문으로 여겨진다. 그러나 일차요소에 대한 중요도 평가가 직접적인 장비나 구조적 문제 이외의 폭넓은 위험사건들을 포함하고 있는 숙련경험기반 조치사건이나 잠재요인기반 조치사건과 상관관계가 없다는 결과는 위험사건에 대한 적절한 대처가 업무수행에 필요한 장비나 구조적인 요소의 정비만으로는 보장될 수 없음을 시사한다.

본 연구의 주요한 두 번째 관심사는 위험지각에 영향을 줄 것으로 가정된 경력이나 경험, 그리고 성별에 따라 위험지각의 정도뿐만 아니라 위험을 지각하는 차원을 변화시킬 것인지의 여부였다. 위험사건에 대한 위험평가 점수를 근거로 위험지각의 차원을 알아내기 위하여 각 집단 별로 MDS 분석을 실시하였다. 그 결과 관제사들이 위험지각에 사용하는 가장 중요한 차원이 상황 및 대처방법의 복잡성이었다. 이 차원은 관제경력이나 경험, 성별 등 모든 변수 집단에서 공통적으로 사용되는 차원이었다.

경력에 따른 분석에서는 고 경력자들은 업무로드를 중요한 차원으로 사용하는 데 비하여 저 경력자들은 대처의 긴급성을 위험지각의 주요 차원으로 사용하고 있었다. 이러한

결과는 기존의 전문가 연구에서 나타난 결과와 일치한다. 전문가는 특히 과제가 진행되는 상황을 지속적으로 평가하는 초인지(Meta cognition)능력이 발달되어 있다고 한다(Proctor & Dutta, 1995). 즉, 초보자에 비해 전문가는 전체적인 업무로드를 관리하는 능력이 발달되어 있으므로 본 연구에서도 고경력자들이 업무로드를 위험을 지각하는 중요한 차원으로 사용하는 것으로 보인다.

관계경험에 따른 분석에서도 접근관계만을 경험한 관제사들은 업무로드를 주요 위험지각 차원으로 사용하였는데 비하여 항로접근만을 경험한 관제사들은 업무수행의 방해도를 주요 위험지각 차원으로 사용하였다. 이러한 결과는 업무로드의 관리가 전문성 이외에 업무수행에 필요한 주요 요소가 될 경우 그에 대한 인식구조가 발달될 수 있음을 시사한다. 왜냐하면 접근관계는 많은 항공기들이 최종적으로 목적지 공항으로 모이거나 혹은 출발하는 것을 관리해야하는 복잡하고 상황의 변화가 발생하기 쉬운 업무가 주요 업무인 반면, 항로관계는 항공기가 정해진 항로로 잘 비행하고 있는지를 관리하는 단순한 업무이기 때문이다.

성별의 효과에 대한 분석 결과는 매우 흥미롭다. 다른 분석에서와 마찬가지로 남성관제사 모두 상황 및 대처의 복잡성을 위험사건 지각의 주요 차원으로 사용하고 있었다. 그러나 여성관제사들은 사건의 발생 예측 가능성을 또 다른 지각 차원으로 사용하는데 비하여 남성 관제사들은 다른 사람과의 협조 필요성을 주요 차원으로 사용하고 있었다. 기본적으로 여성은 관계 지향적이고 남성은 과제 지향적인 성역할을 가지고 있다는 점을 고려하면 이러한 결과는 성역할과는 반대이다.

그러나 남성관제사들이 여성관제사에 비해 다른 사람들과의 협조에 더 어려움을 느껴 사건 지각의 주요 차원으로 협조 필요성이라는 차원을 사용하였을 가능성이 있다. 본 연구에서 조사한 여성관제사들의 관계경험과 관계경력이 다양하지 못하다. 따라서 본 연구의 결과를 확인하기 위해서는 여성관제사들의 위험지각에 관한 연구들은 여성관제사들이 관계 경험을 더 오래, 다양하게 경험하고 난 뒤에도 남성관제사들과 다른 특성이 있는지를 밝혀야 할 것이다.

본 연구의 결과는 직무에 필요한 전문적인 기술을 습득하게 됨에 따라 지식의 구조와 조직에서 질적인 변화가 발생하고 지식이 사용되는 효율성과 유연성이 증가한다(Royer, Cisero, & Carlo, 1993)는 연구결과들 중 지식의 구조와 조직의 질적인 변화가 발생한다는 것을 다시 한번 입증해 주는 결과이다. 그러나 본 연구에서는 관제사들의 위험사건에 대한 지식구조와 조직에서의 차이만을 초보적으로 밝혀내었다. 기존의 전문성 연구(Sternberg, 1998)에 따르면 전문가들은 지식 구조나 내용뿐만 아니라 문제해결 전략이나 투여하는 노력과 단계도 초보자와 다르다. 따라서 차후 연구에서는 경력이나 경험에 따라 위험상황에 대처하는 방식의 특징이 무엇인지를 알아내는 연구가 필요하다.

참고문헌

- Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesch-Romer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, 100, 363-406.

- Fisher, U., Orasanu, J., & Wich. M. (1995). Expert pilots' perceptions of problem situations. In R. Jensen (Ed.), *Proceedings of the 8th International Symposium on Aviation Psychology*, April 1995, Columbus, OH, 777-872.
- Gustafson, P. E. (1998). Gender differences in risk perception: theoretical and methodological perspectives. *Risk Analysis*, 18, 805-811.
- Hunter, D. R. (2002). *Risk perception and risk tolerance in aircraft pilots*. Technical report, Federal Aviation Administration, Office of Aerospace Medicine, Washington, DC.
- Hunter, D. R. (2006). Risk perception among general aviation pilots. *The International Journal of Aviation Psychology*, 16, 135-144.
- Kraus, N., Malmfors T., & Slovic P. (1992). Intuitive toxicology: Expert and lay judgements of chemical risks. *Risk Analysis*, 12, 215-232
- Lazo J. K., Kinnell J. C., Fisher A. (2000). Expert and layperson perceptions of ecosystem risk. *Risk Analysis*, 20, 179-193.
- McDaniels, T., Axelrod, L., Cavanagh, N., and P. Slovic, (1997). Characterizing. Perception of Ecological Risks to Water Environments. *Risk Analysis*, 17, 341 - 352.
- McFadden, K. L., & Towell, E. R., (1999), Aviation Human Factors: A Framework for the New Millennium. *Journal of Air Transport Management*, 5, 177-184.
- O'Hare, D. (1990). Pilot's perception of risks and hazards in general aviation. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 61, 599-603.
- Orasanu, J. M. (1994). Shared problem models and flight crew performance. *Aviation Psychology in Practice*. N. Johnston, N. McDonald and R. Fuller. Brookfield, Vermont, Ashgate Publishing Company. 255-285.
- Pelz, D. C., & Krupat, E. (1974). Caution profile and driving record of undergraduate males. *Accident Analysis and Prevention*, 6, 45-58.
- Proctor, R. W., & Dutta, A. (1995). *Skill acquisition and human performance*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Ranney, T. A. (1994) Models of driving behavior: A review of their evolution. *Accident Analysis and Prevention*, 26, 733-750.
- Royer, J. M., Cisero, C. A., & Carlo, M. S. (1993). Techniques and procedures for measuring cognitive skills. *Review of Educational Research*, 63, 201-243.
- Sternberg, R. J. (1998). Abilities are forms of developing expertise. *Educational Researcher*, 27, 11-20.
- Thomson, M.E., D. Önköl, A.Avcıođlu, and P. Goodwin (2004). "Aviation risk perception: A comparison between experts and novices". *Risk Analysis*, 24, 1585-1595.
- Trankle U., Gelau C., Metker T. (1990). Risk perception and age-specific accidents of young drivers. *Accident Analysis and Prevention*, 22, 119-125.
- 1차 원고접수 : 2007. 4. 10
 2차 원고접수 : 2007. 5. 21
 최종게재결정 : 2007. 5. 23

Cognitive Task Analysis of Air Traffic Controller's Flight Risk Assessment

Su Ae Park

Young Woo Sohn

Kyeongtae Kim

Research Institute for Human Behavior
Yonsei University

Department of Psychology
Yonsei University

This study carried out an exploratory investigation of the risk assessment of Air Traffic Controllers. Analysis of data showed that the risk assessment was different based on expertise, gender, work experience, and the perception of critical factors for job efficiency and safety. ATCs evaluated the flight situation less riskier when they had experience, knowledge, training, or procedures. the perception of critical factors for job correlated with risk assessment. The results of multi-dimensional scaling analysis indicated that the main dimension of risk assessment on flight situations was complexity of situation and coping strategy. This dimension appeared across all variables. However, the other dimensions differed based on expertise, gender, and work experience.

Key words : Risk Perception, Risk Assessment, Air Traffic Controller, Expert, Gender difference, Experience

부록 1. 관제업무 수행에 중요 요소에 대한 요인분석

	Component	
	1	2
팀원간 관제업무 협조의 원활성	.780	.267
관제탑 시야확보	.732	-.086
항행시설 성능	.720	.377
비상상황 대응절차의 확립	.697	.353
정확한 기상정보의 제공	.678	.469
통신장비 성능	.672	.381
조류활동의 예방	.670	.467
공역 구조 및 운영의 안정성	.626	.425
관계기관간의 업무협조	.600	.596
관제장비 성능	.459	.155
비행자료 관리	.180	.809
피크 시간대 업무량	.046	.780
조종사와 업무협조	.411	.745
전체적 항적감시 및 예측능력	.281	.732
조종사와의 의사소통	.230	.659
입출항 절차의 적합성	.385	.621
비상상황 대응절차의 숙지 상태	.521	.535
업무량에 따른 신체부담	.243	.454
관제실 업무환경(온도/조명 등)	.300	.439

부록 2. 위험사건에 대한 요인분석

	성분		
	숙련	잠재	상황인식
악기상 항로변경 요구	.844	.099	.057
지시정절차 적용	.802	.126	-.020
surveillance approach	.800	.111	.182
다수 교통량 집중	.782	.214	.047
노자이로 접근	.765	.099	.057
요란 고도변경 요구	.729	.184	.300
다수 항공기 레이더 벡터	.709	.104	.281
조종사 통신두절	.707	.086	.121
다수 항공기 동시입출항	.449	.333	-.170
항공기 엔진고장	.441	.416	.287
조류충돌	.410	.245	.378
분리간격접근	.168	.747	.040
활주로 침입	-.045	.734	.209
지시 오수신	.109	.720	-.018
MSAW경고 발생	.153	.711	.083
항공기 항로이탈	.200	.710	.318
항공기 납치	.385	.580	-.081
항공기 고도 기록오류	-.035	.521	.330
교통량대비 공역 복잡	.401	.520	.128
착륙직전 복행	.439	.453	.086
다수항적자료 식별곤란	.197	.024	.823
구조물 시야가림	.232	.124	.708
인근관제소 협조연락	-.074	.013	.648
레이더 고장	.325	.201	.512
Data Block 소멸	.253	.058	.423
피로야근	-.069	.102	.360