

■ 論 文 ■

## 항공안전 위기관리 모형 구축에 관한 연구

Modeling the Aviation Safety Risk Management

**홍 석 진**

(인천대학교 동북아물류대학원 교수)

**김 연 명**

(한국교통연구원 항공교통연구실 실장)

### 목 차

- |   |  |
|---|--|
| <p>I. 서론</p> <p>II. 항공안전 위기관리에 관한 문헌 고찰</p> <p>III. 항공안전 위기관리를 위한 위험인자의 선정과 중요도 산정</p> <p>IV. 위험인자의 발생빈도 분류</p> | <p>V. 위험관리 모형의 제시</p> <p>VI. 위험관리모형의 활용방안</p> <p>VII. 결론</p> <p>참고문헌</p> |
|---|--|

Key Words : 위기관리, 항공안전, 공항, 관계, DEA CK, ANOVA

### 요 약

항공수요의 급속한 팽창으로 항공기 운항의 증가와 공역 및 활주로의 혼잡도 심화로 인해 운영상 위험 (Operational risk)이 급증하고 있어 체계적인 항공안전에 대한 위기관리시스템의 구축이 필요하다. 항공안전 분야의 선진국일수록 평상시 비상대응체계 및 여러 가지 위기관리기법을 가동함으로써 조직의 긴장감 유지 및 예방안전의 도구로 활용하고 있다. 따라서 항공운송산업의 안전에 대해 총괄적인 관리 감독의 의무가 있는 항공안전본부 차원에서 이와 같은 과학적인 위기관리 모형을 이용한 위기관리체계의 도입이 필요하다. 위험요인분석 기법들은 데이터베이스가 구축되어 있거나, 충분한 정보와 자료가 있는 경우에는 사용될 수 있으나 현재의 국내 여건 상 충분한 자료의 확보가 곤란하여 실용적으로 사용되기 어려운 것이 현실이다. 따라서 본 연구에서는 현재의 제한된 자료를 사용하여 실현가능한 위기관리모형을 제시하기 위해 위험인자를 선정하고 각 위험인자에 대한 중요도와 발생빈도를 계산한 후 위기관리 모형을 제시하였다. 이러한 위기관리 모형을 통해 항공운송분야에서 주기적 위기관리를 효과적으로 시행하기 위해서는 반드시 국가차원의 광범위한 자료의 수집이 선행되어야 한다.

To develop a crisis management for aviation safety, this study has defined crisis management includes risk management which is eliminates or lowers risks prior to accidents and emergency response after the accidents. This study takes a look at different kinds of crisis managements, risk managements and statistical methods of other nations and fields in order to develop a risk management model.

Through surveys which have 102 risk factors that include air traffic control, maintenance and airport sectors, the weight of each risk factor was calculated and the probability was divided to develop a model for risk management. The risk management model of this study is conducted using four steps (risk management plan, risk factor identification, weight and probability analysis, decision making) and 4 standards of weight along with 5 standards of probability. This study takes a look at predictions through a quantitative method using a risk index for the risk management model. An effective risk management model should have a wide and continuous collection of data and adopt various methods using this model.

The crisis management could not be very effective only using a pre-active risk management. So it should also be conducted by using a pro-active response system to protect additional damage and to prevent accidents of the same nature. From the results, the most important points were the establishment of command and control accountabilities, and cooperation of related organizations.

## I. 서론

항공수요의 급속한 팽창으로 항공기 운항의 증가와 공역 및 활주로의 혼잡도 심화로 인해 운영상 위험(Operational risk)이 급증하고 있어 국가차원의 체계적인 항공안전에 대한 위기관리시스템의 구축<sup>1)</sup>이 필요하다. 위기관리 시스템의 구축을 위해서는 위험과 관련한 자료에 대한 데이터베이스가 구축되어 있거나, 각 위험요인에 대한 충분한 자료가 있는 경우에는 사용될 수 있으나 현재의 국내 여건 상 충분한 자료의 확보가 곤란하여 실용적으로 사용되기가 어려운 것이 현실이다. 따라서 본 연구에서는 현재의 제한된 자료를 사용하여 실현가능한 사전적 위험관리모형을 제시하기 위해 위험인자를 선정하고 각 위험인자에 대한 중요도와 발생빈도를 계산한 후 위험관리 모형을 제시하였다.

본 연구에서는 항공운송산업을 영위하는데 관련된 제 분야(관제, 공항, 항공사-항공기 운영, 정비, 객실, 운송 등) 수집할 수 있는 위험인자들을 1차 전문가 설문 조사를 통해 부분별 위험인자를 선정<sup>2)</sup>하였고, 이렇게 구성된 각 위험인자별, 부분별 위험인자의 중요도를 산정하기 위해 2차 설문조사를 실시하였다. 2차 전문가 설문에 의해 수집된 자료를 자료포락분석(DEA) CK (Cook and Kress) 모형의 이용과 ANOVA분석을 통해 각 위험인자에 대한 중요도(가중치)를 산정하였으며, 수집가능한 위험인자의 발생 자료를 통해 발생빈도를 분류하여 위험관리모형을 제시하였다.

## II. 항공안전 위기관리에 관한 문헌 고찰

본 장에서는 항공안전 위기관리에서 사용되는 용어(안전, 위기, 위험, 사고, 준사고 등)들이 공통된 정의 없이 다양하게 활용되고 있어 관련 용어에 대한 문헌고찰을 통해 용어 정의를 하고, 항공안전 위기관리에 대한 문헌고찰을 하고자 한다.

### 1. 용어의 정의 대한 선행연구

접근하는 학문 분야에 따라 위기(Crisis), 위험(Risk), 안전(Safety)에 대한 용어가 다양하게 혼용되어 사용되

고 있다. 특히 이들의 용어가 국문으로 번역되는 과정에서 일부 혼용되어 번역되고 있다. 여기서는 다양한 학문 속에서 각각의 용어들이 어떻게 사용되고 있는지를 먼저 살펴보고 항공안전 분야에서의 정의를 내리고자 한다.

Sassa(2001)에 의하면 국제관계 및 정치 분야에서는 “베를린 위기”나 “쿠바 위기”등을 주제로 국가적인 위기에 따른 국가 지도자의 정책결정 측면에 대해 이루어져 왔다. 조영갑(2000)은 위기관리를 행정학 측면에서는 재해를 중심으로 하여 집단적 긴장상태의 진전과 이의 관리를 중점적으로 다루고 있으며, 정치학에서는 사회적, 정치적 갈등을 중심으로 하고 있다.

위기, 위험 그리고 안전과 관련해서는 위험이라는 용어가 문헌 상 가장 먼저 활용되었고, 그 의미는 초기에 거대한 자연의 힘과 맞서 싸우는 의미로 17세기 스페인 항해사들은 “암초를 뚫고 나간다.”라는 의미로 쓰였다. 당시에는 위험은 부를 얻기 위해 또는 생존하기 위해 당연히 감수해야 하는 것으로 받아들였다. 그러나 최근에 들어서 위기 및 위험을 학문적 접근을 시도하면서 다르게 정의를 시도하고 있는데 Gardiner & Wood(2000)는 위험을 “발생 가능성과 피해(Damage)로 나타낼 수 있으며, 발생 가능성과 피해가 전혀 없을 경우(Zero, 0) 정의 상 위험이 없는 것”으로 정의하였다. 이는 위험에 대한 인식이 종전과는 달리 위험도 관리의 대상으로 보았으며, 위험은 조직의 목적 달성을 저해하는 요인으로만 보았던 관점에서 인간이 현대의 기기(器機)를 사용하는데 있어 항상 존재할 수 있다는 사고방식의 전환을 불러왔다. 이는 현대적 관점의 위험관리의 첫 단계로 위험은 인간 주위에 항상 존재 할 수 있다는 인식이 매우 중요하다.

〈표 1〉 Pauchant와 Mitroff의 위기 유형

	물질적	상징적
부분조직	준사고(Incident)	갈등(Conflict)
전체조직	사고(Accident)	위기(Crisis)

자료 : Pauchant and Mitroff, 1992

Pauchant and Mitroff(1992)는 〈표 1〉과 같이 위기의 유형을 네 가지로 나누었다. 여기에서 준사고(Incident)는 부분조직에 물질적인 영향을 미치는 경우, 사고(Accident)는 전체 조직에 물질적인 영향을

1) 항공운송산업을 영위하기 위해 관련된 제반이 분야를 포함하며, 항공 안전분야에 대한 정부 차원의 체계적인 접근을 의미함

2) 각 부분별 수집된 위험인자의 타 부분의 영향도 등을 조사

미치는 경우, 갈등(Conflict)은 부분 조직에 상징적인 영향을 미치는 경우 그리고 위기는 전체조직에 상징적인 영향을 미치는 경우로 정의하였다. Mitroff and Anagnos(2001)의 경우 위기는 주로 인간이 초래한 인재를 뜻하는 의미로 위험은 자연재난과 같이 인간의 힘으로는 어쩔 수 없는 것을 의미한다고 하였다.

그러나 본 연구에서는 위기는 항공운송분야의 전체에 미칠 수 있는 종사자의 실수에 의해서 발생하는 것으로 정의하고, 위험은 위기의 부분적인 의미로 항공운송의 각 분야에서 부분적인 장애를 초래하는 것으로 정의하고자 한다. 또한 안전 또는 안전관리는 위기와 위험이 초래하지 않도록 하는 제반의 활동으로 정의하고자 한다. 위험 인자(Factor)는 위험을 수집분석을 통한 계량화를 할 수 있도록 세분화 한 항목으로 본 논문에서는 102개의 위험인자를 대상으로 하였다.

## 2. 항공안전 위기관리에 대한 선행연구

항공안전 위기관리분야이 선행연구는 국내에서 진행된 바 없으나 일부 사회학 또는 공중관계학(Public Relations) 측면에서 진행된 연구가 있다. 따라서 본 연구에서는 타 분야의 국내의 기존 연구 자료와 해외의 사례를 중심으로 문헌 고찰을 하였다.

Schreckengast(2000)는 항공업계에서 수립해야 하는 비상대응 계획을 중심으로 기술하였고, 임현진(2003)은 사회체제의 위기를 거시적인 사회과학적 측면에서 접근하였다. 민승규·고현철(1996)은 기업이 직면하는 위험의 종류와 대처방안을 제시하였다. 그리고 홍석진(2003-b)에서는 사후관리체계에 대한 법적 현황 분석과 자료포락분석과 계층분석기법(AHP)을 이용해 계량적인 위험인자의 중요도 산정연구를 수행하였다. 홍석진(2002)와 홍석진(2003-a)은 항공안전의 위험요소를 제거하는 데 있어 조직문화 측면의 도입과 지식경영기법의 도입을 강조하였다.

이들 연구 외에 미국과 영국 등에서는 국가 차원에서 항공운송산업에서 안전성을 확보하기 위해 절차들을 수립하고 있는데 미국 연방항공청(FAA, 2000)은 업무에서 발생할 수 있는 위험요인을 판별하고 평가하여 업무의 시스템이나 절차를 개선하도록 사고의 발생가능성을 확률적 분석 방식을 기초로 하며, 일정한 수준의 위험이 항상 존재하고 있음을 인정하고 위험관리 업무를 일상적인 업무 절차에 편입시키고 있다. 미국 연방

항공청의 항공안전 위험관리절차는 기본적으로 계획, 위험확인, 분석, 평가 그리고 의사결정의 단계로 나눈다. 먼저 계획의 단계에서는 위험의 분석과 평가에 대한 정확한 의사결정과정에 대한 계획을 수립한다. 즉, 위험을 평가한 후 위험을 수용할 수 있는 기준을 정하는 것이다. 두 번째는 위험을 분석하기 전에 항공안전에 영향을 미칠 수 있는 인자들을 나열하고 각 인자들의 애매함을 제거하여 어떤 인자를 대상으로 위험을 분석하고 평가할 것인가를 정하는 단계이다. 세 번째는 분석의 단계로 위험의 중요도와 발생가능성에 대해 정의한다. <표 2>는 미국 연방항공청이 항공사들에게 권고하는 위험분석표이다. 네 번째는 평가 단계로 세 번째에서 정의된 분석의 틀을 이용하여 발생한 위험이 어떤 단계인지 평가하는 단계이다. 이 단계에서는 가급적 과학적인 방법을 이용하여 편향되지 않게(Unbiased) 결정해야 한다. 다섯 번째는 네 번째 단계를 근거로 의사결정을 내리는 단계이다. 의사결정이 이루어지게 되면 이에 따라 대응방법을 결정하여 시스템을 수정하거나 보완하게 된다.

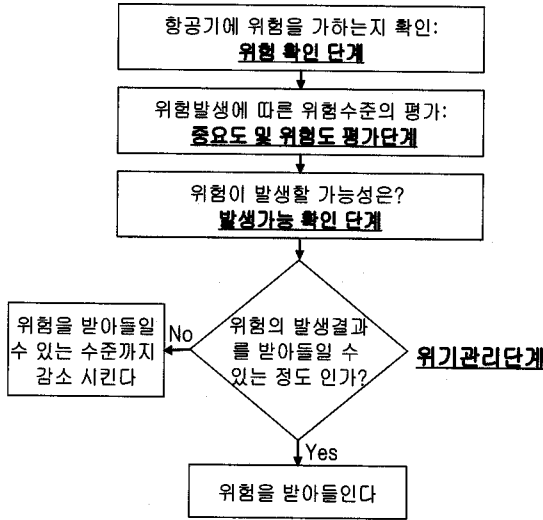
<표 2> FAA의 위험요인 상대적 비교표

구분		중요도(위험도)			
		매우 심각	심각	중요	경미
발생 빈도	자주 발생	1	2	3	4
	가끔 발생	2	3	4	5
	희박	3	4	5	6
	많이 희박	4	5	6	7
	극히 희박	5	6	7	8

자료 : 미국 연방항공청, 2000

영국 민간항공국(CAA: Civil Aviation Authority)의 안전관리체계는 특정한 조직(특히, 공항과 관계 부문)으로 하여금 조직 운영에 있어서 위험 요인을 스스로 평가하고, 평가 결과 안전 상 중요한 요인이 발견되면 내부의 자체 기능에 의해 위험 요인을 제거할 수 있는 체계를 추구한다. 이러한 조직 체계는 평상시 위험을 평가하고, 그 결과가 문서화 되어 모든 조직원에게 전파될 수 있는 체계를 포함하도록 하고 있다. <그림 1>은 공항 및 관계 부문에 대한 위험관리 모형이다.

영국은 조직운영에 대한 위험관리절차를 실행함에 있어 유럽연합항공법령(JAR: Joint Aviation Requirement)의 기준을 사용하도록 권고하고 있다. 이는 미국 연방항공청과 유사하게 위험의 중요도와 발생가능성을 예측하는



자료 : 영국 민간항공국, 1998

〈그림 1〉 영국 민간항공국의 공항 및 관제 부문의 위기관리 모형 면에서 거의 유사한 형태를 가지고 있다.

국제항공운송협회(IATA)는 안전관리체계의 구축에 대한 국제항공운송업계의 요구가 증대하자 산업에 적합한 안전관리체계를 제시하였다. 그것은 항공위험을 종합적이면서 포괄적인 시스템적 접근 방법을 지향한 것으로 영국 민간항공국의 CAP 712<sup>3)</sup>와 캐나다 민간항공국 TP 13739<sup>4)</sup>를 기반으로 하고 있다. (IATA, 2001, 2002, 2003)

항공사 간의 전략적 제휴에 있어서도 상호 안전에 대한 감사를 실시하는 절차가 관례화되어 가고 있다. 많은 항공사들이 국제적으로 표준화 되지 않은 절차로 상호 감사를 실시함에 따라 각 항공사는 본래의 안전업무보다도 행정적인 업무의 증가로 인해 비효율성을 초래해왔다. 이에 따라 항공사간 운항 안전 측면의 상호 감사 절차에 대한 전문화, 표준화, 감사 과정의 합리화가 요구되기에 이르렀다. 특히 9.11 테러사건 이후 항공보안 절차의 강화와 항공운송산업의 재정적 부담을 완화하기 위해 항공사 간의 안전감사의 표준화가 더욱 요구되고 있다.

이러한 시대적 요구에 따라 IATA는 운항안전감사

(IOSA: IATA Operational Safety Audit) 프로그램을 진행하였다. 운항안전감사는 편명공유 및 전략적 제휴를 할 때, 항공사 간에 실시하는 감사의 업무량을 줄일 뿐 아니라 각국의 기존 법과도 조화를 이루어 나가면서 전 세계 항공사들의 안전도를 향상시키는 프로그램이다. 운항안전감사 범위는 항공사의 안전관리 프로그램, 위험관리, 품질관리, 비상시 절차, 항공기 운영, 객실 안전관리, 운항관리, 지상조업 절차와 화물 및 위험물 처리 절차, 정비 그리고 보안 관리 등을 포함하고 있다. (IATA, 2001, 2002, 2003)

운항안전감사를 통해 전세계 항공사들은 통일된 안전에 대한 기준과 권고사항을 갖게 되었고, 항공안전 데이터베이스를 통해 상호 안전감사자료 뿐 아니라 항공안전에 대한 정보를 공유 할 수 있는 채널을 구축하게 되었다. 또한 항공사 간 체계화 된 항공안전 감사 프로그램의 안전관련 자료의 공유를 통한 안전도 향상과 비용절감의 효과를 얻게 되었다.

### III. 항공안전 위기관리를 위한 위험인자의 선정과 중요도 산정

위험인자의 선정은 기존의 항공법 제 50조 2항의 준수보고 내용과 아시아나 항공의 가장보고서 및 대한항공의 ASR/FOR<sup>5)</sup> 보고항목, 공항운영기준 제47조 '계류장내 지상안전사고의발생보고', ACI (Airport Council International)의 사고보고항목, 항공교통관제소훈령 제50호 비정상상황처리지침의 보고항목을 포함하여 전문가 설문서를 작성하였다.

전문가(5년 이상 각 부문 종사자-정비사, 조종사, 관제사, 객실 승무원 등, 해당 공무원, 연구원 교수 등) 설문을 통하여 〈그림 2〉와 같이 총 102개 위험인자<sup>6)</sup>를 부분별로 선정하였다. 이는 선행연구(홍석진, 2003)의 26개에 비해 4배가량 증가한 것이며, 위험인자의 선정 과정에서 '낙뢰에 의한 항공기 손상'과 '공항 내에서 항공기 운항과 관계없는 인명손실'은 제외하였다.

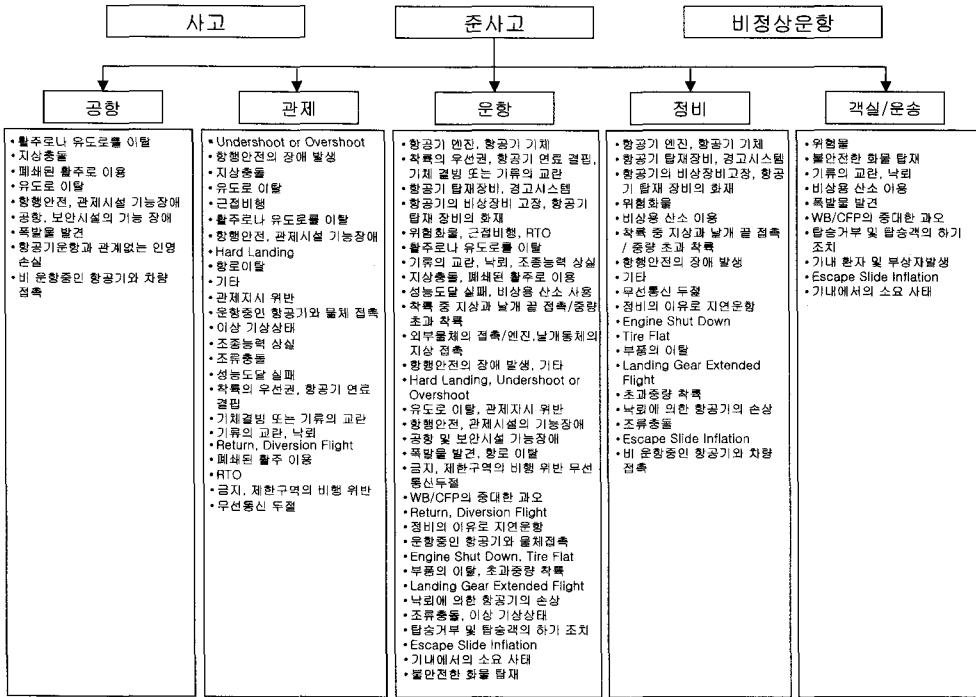
위험인자의 중요도 산정도 전문가 설문조사(1-매우

3) CAP 712 : Safety Management Systems for Commercial Air Transport Operations: A Guide to Implementation prepared by the Air Transport Operations-Safety Management Group

4) TP 13739 : Introducing a System Approach to Safety Management

5) 이 제도는 대한항공에서 운영하고 있는 보고체도로 ASR의 경우 42개 항목, FOR의 경우 9개 항목에 대해 보고를 의무화 하고 있음  
ASR : Air Safety Report,  
FOR : Flight Operation Report

6) 운항부분 : 42개, 관제부분 : 22개, 정비부분 : 19개, 객실/운송부분 : 10개, 공항부분 : 9개



〈그림 2〉 설문결과 후 선정된 위험인자

중요, ... , 9-아주중요하지 않음)를 통하여 산정하였다. 정량적 기법(DEA CK, ANOVA 분석)을 이용하여 설문결과의 유의성 여부와 부문별 가중치를 구한 후, 이에 따라 위험인자의 중요도를 산정하여 주요 위험인자를 선정하였다.

홍석진(2003-b)에서는 CK 모형(0과 1사이의 값을 가지며, 큰 값이 중요도가 큼을 의미)의 강순위와 약순위에 의한 방법과 계층분석기법(AHP)을 이용하여 각 위험인자의 중요도를 선정한 것으로 연구를 마무리하였다. 그러나 선행연구에서 실시하였던 계층분석기법은 설문자체가 갖는 복잡성으로 인해 응답률이 높지 않아 본 연구에서는 계층분석기법을 제외하여 분석을 실시하였다. 자료포락분석의 선호투표(CK) 기법은 많은 수의 위험인자(본 연구에서는 부문별로 최대 43개 항목이었다)에 대해 선호순위를 매길 경우 분석이 복잡하게 되어 적절치 않았다. 이 때문에 위험인자의 범주별 부문의 중요도에 대해서만 자료포락분석 CK 모형을 적용하고 각 위험인자의 중요도는 분산분석을 이용하였다. 위험인자의 중요도 산정을 위해 각 위험인자의 부문별 가중치를 선정하고, 각 부문의 위험인자별 가중치를 부여하였다. 설문결과의 유의성을 검증하기 위해서는 등

분산성 검정과 ANOVA 분석을 실시하였다. 등분산성 검정은 설문결과의 부문별 각 인자의 분산이 서로 유 의한 차이를 보이는지 알아보기 위해 사용되었으며, ANOVA 분석은 각 부문의 평균이 서로 유의한 차이를 보이는지 알아보기 위해 사용된다. 통계적으로 유의한 결과를 얻었다.

DEA CK 모형을 이용한 분야별 가중치 선정에 있어서 〈표 3〉과 같이 운항이 가장 높은 결과(1.0000)가 나왔으며, 다음으로 정비(0.8341), 관제(0.7903), 공항(0.6031), 운송/객실(0.4583) 그리고 기타(0.2422)의 순으로 나왔다. 이 결과는 선행연구의 연구결과 우선순위에 있어서는 동일하나 선행연구에서는 계층분석기법과 자료포락분석의 강순위에 의한 기법이 1순위와 2순위의 간격이 크도록 인위적으로 조정하는 기법으로 1순위 이하의 순위와 가중치 값의 차이가 매우 크게 나타났다.

설문을 통해 얻은 위험인자의 가중치 선정과 관련하여서는 위험인자 중요도 평균값( $M_{ij}$ ,  $i$ =위험분야: 1부터 5,  $j$ =위험인자: 1부터 최대 42)을 이용하여 각 항목의 가중치(중요도)를 산정하기 위해서 부문별 가중치를 고려한 위험인자별 중요도 산출식(1)에 의해 위험인자별 중요도 산정하였다.

〈표 3〉 설문 응답 결과에 대해 DEA CK 모형 적용 결과

Maximize	1	2	3	4	5	6	기하평균	순위
위험분야								
w <sub>1</sub>	0.00716	0.00722	0.00718	0.00716	0.00716	0.00716		
w <sub>2</sub>	0.00616	0.00605	0.00618	0.00616	0.00616	0.00616		
w <sub>3</sub>	0.00516	0.00518	0.00518	0.00516	0.00516	0.00516		
w <sub>4</sub>	0.00416	0.00416	0.00418	0.00416	0.00416	0.00416		
w <sub>5</sub>	0.00316	0.00316	0.00200	0.00316	0.00316	0.00316		
w <sub>6</sub>	0.00216	0.00216	0.00100	0.00216	0.00216	0.00216		
1. 관제(v <sub>1</sub> )	0.7970	0.7595	0.7958	0.7970	0.7962	0.7970	0.7903	3
2. 운항(v <sub>2</sub> )	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1
3. 정비(v <sub>3</sub> )	0.8390	0.8097	0.8402	0.8390	0.8382	0.8390	0.8341	2
4. 승/객실(v <sub>4</sub> )	0.5010	0.4020	0.3676	0.5010	0.4986	0.5010	0.4583	5
5. 공항(v <sub>5</sub> )	0.6210	0.5471	0.5915	0.6210	0.6210	0.6210	0.6031	4
6. 기타(v <sub>6</sub> )	0.3218	0.1858	0.1542	0.3218	0.2113	0.3218	0.2422	6

자료 : 미국 연방항공청, 2000

$$W_{ij} = V_i \times w_{ij} \quad (1)$$

W<sub>ij</sub> : 위험인자별 중요도

V<sub>i</sub> : DEA CK 모형에 의한 부문별 가중치, 〈표 2〉의 기하평균

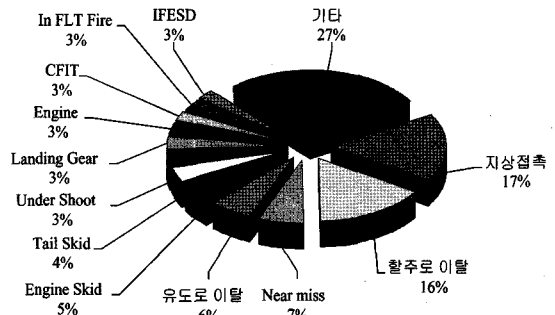
w<sub>ij</sub> : (=9 × M<sub>ij</sub>-1) 중요도가 높을수록 값이 커지도록 하기 위해 각 위험인자별 중요도 평균값을 역수로 환산 후 9를 곱한 값<sup>7)</sup>

M<sub>ij</sub> : 각 위험인자별 중요도 평균값

결과로서 전체 102개 항목 중 운항부문의 조종능력 상실이 6.00으로 가장 높게 나왔으며, 다음으로 정비 부분의 항공기 엔진 및 기체 고장이 4.45가 나왔다. 가장 중요도가 낮은 인자로서 객실/운송 부분의 탑승거부 및 탑승객의 하기 조치가 1.18로 가장 낮았다. 이들의 결과 값은 절대적인 의미는 없으나 상대적인 측면에서 위험인자간의 중요도를 의미하고 있다. 여기서 계산된 중요도 수치와 발생빈도의 분류 방식에 의해 위험관리 모형을 제시 할 수 있을 것이다.

#### N. 위험인자의 발생빈도 분류

위험관리모형을 수립하기 위해서는 위험인자에 대한 중요도와 함께 위험인자의 발생빈도에 대한 평가 기준을 수립하여야 한다. 본 연구에서는 위험인자의 발생빈도 분류를 위해 발생빈도 분류기준을 수립하고, 과거



〈그림 3〉 우리나라 항공사의 사고 및 준사고 발생 유형 (1969년부터 1999년까지)

발생한 사고 및 준사고 자료를 분석하여 분류기준에 따라 발생부문의 위험인자에 대한 빈도를 분류하였다.

그러나 위험인자의 중요도 분석에서와 마찬가지로 현재 수집가능한 자료의 한계성 때문에 모든 위험인자의 발생빈도를 분류할 수 없었으며, 자료수집이 어려운 위험인자의 경우에는 연구자의 경험에 의한 판단에 따라 분류하였다. 〈그림 3〉은 우리나라 항공사의 사고 및 준사고를 발생유형별로 나타내고 있다. 여기에서 기타가 27%를 차지 한 것은 항공사고의 다양성을 나타낸 것으로 30년 동안 단 한 건 만 발생 하였거나 적절한 분류가 불가능한 경우를 포함하고 있다.

이는 항공사, 공항 및 정부당국으로부터 일관되게 수집된 26가지 항목에 대해 발생빈도를 분류한 결과이다. 나머지 76개의 항목에 대해서는 일관된 자료가 수집되어 있지 않아 연구자 임의로 '희박, 많이 희박, 극

7) ANOVA 분석에서는 작은 수가 보다 중요한 의미를 갖도록 설계하였으며 DEA CK에서는 큰 수가 보다 중요한 의미를 갖도록 설계하여 이의 조정을 위한 것임

히 회박'으로 분류하였다.

〈그림 3〉의 자료에서 발생횟수를 동 기간동안의 총 비행횟수로 나누게 되면, 우리나라의 사고 및 준사고의 발생비율이 약 10-4의 비율로 발생하고 있다. 가장 많이 발생하고 있는 지상접촉은  $1.9 \times 10^{-5}$ , 활주로 이탈은  $1.8 \times 10^{-5}$ , 근접비행은  $7.7 \times 10^{-6}$ , 유도로 이탈은  $6.6 \times 10^{-6}$ , 엔진의 지상접촉은  $5.6 \times 10^{-6}$ , 항공기 꼬리부분의 지상접촉은  $4.4 \times 10^{-6}$  그리고 Undershoot, 엔진에 의한 사고 및 준사고, 조종가능상태에서 지상충돌(CFIT: Controlled Flight Into Terrain), 비행 중 화재, 비행 중 엔진 꺼짐(IFESD: In Flight Engine Shut Down) 등은  $3.3 \times 10^{-6}$ 의 비율로 발생하였다. 이 자료를 통해 지상접촉과 활주로 이탈의 발생빈도는 가끔 발생(Probable)하고, 근접비행, 유도로 이탈, 엔진의 지상접촉, 항공기 꼬리부분의 지상접촉, Undershoot, 엔진에 의한 사고 및 준사고, 조종가능상태에서 지상충돌, 비행 중 화재, 비행 중 엔진 꺼짐(IFESD) 등은 회박(Occasional)하게 발생하는 것으로 분류하였다. 본 연구에서 사용된 위험인자의 발생빈도 분류기준은 자주발생(1,000회 비행에서 한번 발생할 확률), 가끔 발생(1,000회 이상 그리고 십만회 이내의 비행에서 한번 발생할 확률), 회박(십만회 이상 그리고 천만회 이내의 비행에서 한번 발생할 확률), 많이회박(천만회 이상 그리고 10억회 이내의 비행에서 한번 발생할 확률), 극히 회박(10억회 이상의 비행에서 한번 발생할 확률) 등으로 분류하였다.

〈그림 3〉의 위험인자 발생결과를 분류기준에 따라 발생빈도를 분류 한 결과 자주 발생(Frequent)하는 위험인자는 없었으며, 가끔 발생하는 위험인자로서 활주로이탈과 운항중인 항공기와의 물체접촉 등이 있었다. 회박으로 분류된 위험인자는 관제부문 4개, 운항부문 10개, 정비부문 5개, 공항부문 1개로 조사·분석되었다. 많이 회박(Improbable)으로 분류된 위험인자는 관제부문 1개, 운항부문 5개, 정비부문 1개, 객실·운송부문 1개로 조사·분석되었다. 대부분의 위험인자는 극히 회박 (Extremely Improbable)으로 분류되었다.

### V. 위험관리 모형의 제시

본 절에서는 앞에서 연구하였던 위험인자의 중요도 분석과 발생빈도의 분류를 이용해 위험도가 크거나 발생빈도가 큰 인자를 구분하여 의사결정을 할 수 있는 위험관리모형을 제시하고자 한다. 본 연구에서 제시한 위험관리모형은 위험관리를 위한 계획에서 시작하여 위

험인자 확인, 중요도와 발생빈도 분석, 위험도 평가, 의사결정, 보완 및 시스템 정비의 단계를 거치게 되며, 의사결정과 보완 및 정비 과정에서 미비된 문제점이나 개선사항을 계획이나 위험분석 과정에 추가해 보완함으로써 전체적인 절차가 이루어지게 된다.

또한 확인을 통해 도출한 위험인자를 평가·분석할 경우, 위험인자의 중요도와 발생빈도의 분류기준이 필요하다. 분류기준은 위험관리모형에 있어 중요한 기준으로 사용되게 된다. 앞서 연구한 위험인자별 중요도의 분류기준과 위험인자별 발생빈도 분류기준은 매우심각(중요도- $W_{ij}$  6.0 이상), 심각(중요도- $W_{ij}$  3.53에서 5.99 이하), 중요(중요도- $W_{ij}$  2.39에서 3.52 이하), 경미(중요도- $W_{ij}$  2.38 이하)로 분류하였다.

〈표 4〉는 단일 항목(위험인자)에 대한 위험평가표로서, 발생빈도와 중요도를 대조하여 위험성 수준을 평가한다. 위험성 평가는 각 위험인자에 대해서 중요도와 발생빈도를 조합하여 판정하게 되며, 〈표 5〉의 기준과 같이 발생빈도가 자주 발생하고 중요도가 높을(심각할) 수록 위험도는 높아진다. 예를 들면, 〈표 4〉의            표시는 위험성이 가장 심각한 것으로 이러한 중대한 위험에 대해서는 국가차원에서 접근하는 위험이라 수용여부 기준 〈표 5〉을 정하였다. 그러나 해당 항공사, 또는 관련 회사에서 이를 적용할 경우, '즉각 대처' 또는 '중대사안으로 지정, 정밀조사 필요' 등으로 각 조직의 특성에 맞는 기준을 지정하여 중대한 위험성으로 분석된 문제점에 대한 조치를 실행하여야 한다.

〈표 4〉 단일 위험에 대한 위험 평가표

구분	매우 심각	심각	중요	경미
자주 발생				
가끔 발생				
회박				
많이 회박				
극히 회박				

자료: 김연명·홍석진·안혁수, 2005

〈표 5〉 위험분류별 수용여부

중요도	위험 평가
	국가차원에서 접근하는 위험
	해당 조직기관의 최고 책임자의 책임 하에 위험 수용여부 결정
	해당 기관의 안전관리 부서 책임자의 책임 하에 위험 수용여부 결정
	수용할 수 있는 위험으로 특별한 조치를 취하지 않음

자료: 김연명·홍석진·안혁수, 2005

다음의 <표 6>은 <표 4>을 지표화한 것으로서, 단일 위험요인의 위험성을 정량화한 후, 향후 누적하여 위험 관리를 할 수 있는 근거를 마련하기 위해 작성한 평가표이다. 위험요인의 비교 평가표는 홍석진(2002)의 영국 항공의 예와 같이 객관적인 척도를 제시한 연구는 없다. 따라서 본 연구에서는 선행연구의 사례<sup>8)</sup>를 적용하여 중요도가 경미하고, 발생빈도가 극히 희박할 경우의 위험 지표를 5로 설정하였으며, 중요도가 매우 심각하고 발생 빈도도 자주 발생하는 가장 위험한 경우의 위험지표는 150으로 설정하였다. 이는 해당 위험인자의 위험성을 쉽고 빠르게 인식할 수 있도록 도우며, 정량화된 지표에 의해 체계적인 위험관리를 하는 기초로 사용될 수 있다.

이러한 위험성의 지표화는 앞서 언급하였던 것과 같이 국가가 아닌 다른 조직(항공사, 관제기관, 공항 등)에서 응용할 경우, 각 조직의 특성에 맞는 의사결정기준으로 변형하여 사용할 수 있다. 예를 들면, 운영을 즉시 중지하여야 하는 위험, 최고경영자의 의사결정이 필요한 운영, 위험요소를 재고하여 일부 운영하는 위험 등으로 조직의 특성을 반영한 수용여부기준으로 변형하여 수립하고 이에 따라 신속한 의사결정을 하게 된다.

<표 6> 정량화된 위험의 평가표

구분	매우 심각	심각	중요	경미
자주 발생	150	125	100	75
가끔 발생	125	100	75	50
희박	100	75	50	25
많이 희박	75	50	25	10
극히 희박	50	25	10	5

자료 : 김연명 · 홍석진 · 안혁수, 2005

<표 8> 국내 항공사의 기장보고서 분석(1999년 1월부터 6월)

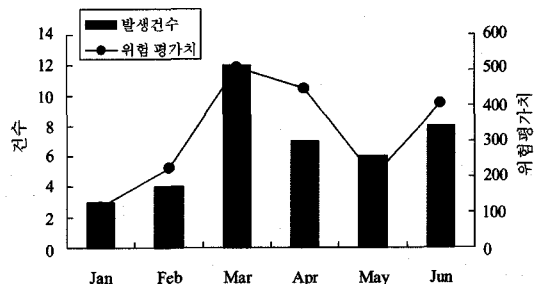
구분	매우 심각	심각	중요	경미
자주 발생				
가끔 발생		(운항)활주로 이탈-Jan, Mar		
희박	(운항) 조종능력 상실-Apr	(운항) 근접비행-Feb, Mar, Mar, Apr, Apr, Apr, May, May, Jun (운항)외부물체의 접촉/엔진, 날개동체의 지상접촉-Mar (관제)근접비행-Feb, Apr, Jun, Jun, Jun	(운항)착륙 중 지상과 접촉-Mar (운항)유도로 이탈-Feb, Jun	
많이 희박			(운항)조류충돌-Feb, Mar, Mar, Mar, Mar, Mar, Apr, Apr, May, Jun, Jun	
거의 희박			(운항)기류 교란-Jan, May (관제)관제지시 위반-May	(객실/운송)폭발물발견-Jun (정비)비 운항중인 항공기와 차량 접촉-Jan (공항)항행안전, 관제시설 기능 장애-Mar, Mar, May

<표 7>을 이용해 월별 발생건수와 누적위험평가표를 적용한 위험지표(Risk indicator)를 그래프로 나타내면 <그림 4>와 같이 나타나게 된다. 만약, 장기간에 걸쳐 충분히 자료가 확보되어 있다면, 장기간의 위험지표를 객관적으로 비교할 수 있으며, 사고발생건수와 분석된 위험평가치의 추세를 통해 좀 더 세부적인 명확한 정보를 얻을 수 있을 것이다.

또한 각 기준에 따라 세부적인 대응조치 절차를 마련하여 각 조직별로 체계적으로 위험에 대처할 수 있게 된다. 정량화를 위한 위험지표도 각 조직에서 분석하는데 용이하거나, 실제 위험을 경험할 수 있는 업무자나 경영자가 쉽게 인식할 수 있는 수치로 변형하여 사용할 수 있다. <표 8>은 1999년 1월부터 6월까지 국내 항

<표 7> 월별 위험요인 발생건수 및 위험평가치

구분	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Total
발생건수	3	4	12	7	6	8	40
위험지표	115	215	510	450	200	405	1,905



<그림 4> 위험평가표를 바탕으로 국내 한 항공사의 데이터를 이용한 월별 위험지표

8) 미국연방항공청(2000)(<표 2> 참조), 김연명 · 홍석진 · 안혁수(2005), 홍석진(2002)



공사의 기장 보고서를 근거로 위험인자의 발생빈도와 중요도를 정리한 것을 보여주고 있다. 6개월간 40건의 사고와 준사고 그리고 일부의 비정상운항이 발생하였으며, 이러한 사건들을 발생빈도와 중요성의 기준을 토대로 분류하였다.

### VI. 위험관리모형의 활용방안

실제상황에서 효과적으로 위험관리모형을 활용하기 위해서는 현재 항공법 제50조의 2에 의해 보고하도록 되어있는 17개 항목과 기타 항공기의 항행안전에 장애가 되는 준사고와 비정상운항 이외에 광범위한 영역에서의 다양한 데이터의 수집이 선행되어야 한다.

본 연구에서는 항공안전에 대한 자료획득의 어려움으로 한정된 기간 (1999년 1월~6월) 의 자료를 확보하여 분석하였다. 실제로 효과적인 위험관리를 실행하기 위해서는 다양한 자료의 분석방법이 필요하다. 또한 정량화된 위험지표(Risk Indicator)를 이용하여 사고의 발생 추이, 발생원인을 분석하고, 향후 발생할 수 있는 사고나 위험상황을 예측할 수 있도록 지속적인 연구가 필요하다.

〈그림 4〉와 같이 항공안전의 각종 위험 요인들은 계량화를 통해 과학적인 접근과 예측이 가능하다. 4월의 경우, 위험요인 발생건수는 7건으로 적었으나 위험 평가치는 높았다(상대적으로 위험도가 높은 조종능력 상실 1건, 근접비행 4건 발생). 우리나라 항공여객의 월별 탑승객 변화와 함께 분석해 보면 2월을 기점으로 5월까지, 6월에서 8월까지 여객이 증가하는 추세를 보였다. 항공편의 증가와 더불어 동절기에서 하절기로 바뀌면서 증가하는 공군의 전투기 훈련으로 인해 군용기와 민간여객기의 공중 조우현상(근접비행)이 증가하는 것을 발견할 수 있다.

이러한 접근방법은 우리나라 정부차원, 기관별, 공항, 항공사, 관제 등 부문별, 부서별로도 접근이 가능하여 보다 정교한 항공위험지표의 산출이 가능하다. 〈표 9〉와 같이 운항부문의 위험발생과 위험지표가 가장 높게 나타났다. 운항부문과 관제부문의 위험지표는 발생건수에 비해 높았지만, 공항부문에서는 사고발생 비율이 7.5%로서 위험지표의 비율 0.8%보다 높게 나타남으로써 공항에서 일어나는 위험발생은 발생건수에 비해 위험도가 그리 크지 않다는 것을 보여 주었다. 이러한 방식의 위험지표 분석은 감사와 함께 활용되어 조

〈표 9〉 부문별 위험지표 비교

구분	운항	관제	공항	객실/운송	정비	합계
발생건수	29	6	3	1	1	40
%	72.5	15	7.5	2.5	2.5	100
위험지표	1495	385	15	5	5	1905
%	78.5	20.2	0.8	0.25	0.25	100

직의 안전을 점검하고 관리하게 된다. 위험지표에서 나타난 위험의 원인은 감사를 통해 찾아내고 이를 관리·보완하게 되며, 반복적인 위험지표의 분석을 통해 보완 결과를 평가하게 된다.

### VII. 결론

일반적으로 안전관리의 주요한 활동으로는 관행적으로 이루어진 점검 및 사고/준사고 발생 후 조사에 집중되어 온 것이 우리나라 항공안전의 현실이다. 본 논문에서는 상시적인 항공안전 저해요인 자료의 수집을 통해 통계적인 방법의 평가를 통해 항공운송관련 조직의 위험도를 상시적으로 평가하고, 주기별 점검 외에도 과학적 차원의 항공안전 부문의 의사결정체계의 구축이 가능하도록 모형 구축 대안을 제시하였다.

자료를 이용 계량화 한 항공안전관리의 기대효과로는, 첫째 다양한 출처로부터 나온 모든 자료를 일반적인 형태로 저장하여 자료제시 및 검색도구를 통하여 취급하기 쉬운 형태로 구성되는 점이다. 둘째, 이를 통해서 서로 다른 자료 출처들 간의 연결고리를 만들어 줄 수 있는 점이다. 셋째, 연결된 자료를 통해 안전에 관한 문제점을 확인시켜줄 수 있는 점이다. 넷째, 안전 및 조직의 문제점 해결에 대하여 일반적인 자료집단을 이용할 수 있는 점이다. 그리고 이러한 데이터와 각 각의 점검 결과를 정량화하여 안전지수를 산출해 낼 경우 훨씬 수월한 안전에 대한 목표를 설정할 수 있을 것이며, 이를 통해 위기관리의 목표를 효과적으로 달성할 수 있을 것이다.

### 참고문헌

1. 김연명·홍석진·안혁수(2005), “국가차원의 항공 안전위기관리 방안”, 대한교통학회지, 제23권 제5호, 대한교통학회, pp27~34.
2. 임현진 외 7인(2003), 『한국사회의 위험과 안전』, 서울대학교 출판부.

3. 조영갑(2000), 『한국위기관리론』, 팔복.
4. 홍석진(2002), "항공안전 측면의 인적요인과 조직 문화에 대한 연구", 항공산업연구, 제62집.
5. 홍석진(2003-a), "항공안전 관리의 지식경영기법 적용에 관한 기초연구", 항공우주의학, 제13권 제2호.
6. 홍석진(2003-b), 『국가차원의 항공안전 사후관리 체계 구축방안 연구(1단계)』, 교통개발연구원.
7. Abeyratne R.(2004), Aviation in Crisis, Ashgate.
8. CAA(1998), CAP 728 The Management of Safety-Guidance to Aerodromes and Air Traffic Service Units on the Development of Safety Management Systems, Civil Aviation Authority.
9. FAA(1998), FAA Order 8040.4 Safety Risk Management.
10. FAA(2000), System Safety Handbook.
11. Foreman S. E.(1993), "An Application of Box-Jenkins ARIMA Techniques to Airline Safety Data", Logistics and Transportation Review Vol. 29 No. 3, pp.221~240.
12. Gardiner P. C. and Wood R. H.(2000), "Operational Risk Management", In Handbook of Airline Operations, Aviation Week.
13. IATA(2000), Safety Report.
14. IATA(2001), Safety Report.
15. IATA(2002), Safety Report.
16. IATA(2003), Safety Report.
17. Mitroff, I. I. and Anagnos, G.(2001), Managing Crises before they happen: What every executive and Manager needs to know about Crisis Management, AMACOM.
18. Oster C. V. and Strong J. S.(1992), "The Worldwide Aviation Safety Record", Logistics and Transportation Review Vol. 28 No. 1, pp.23~48.
19. Pauchant T. C. and Mitroff, I. I.(1992), Transforming the Crisis-prone Organization: Individual, Organizational, and environmental Tragedies, Jossey-Bass.
20. Pritchard C.(2001), Risk Management-Concepts and Guidance, ESI International.
21. Sassa, A.(2001), 『仕事の 实例 危机管理术』, 三笠书房.
22. Schreckengast. S.(2000), "Air Carrier/Airport Emergency Planning", In Handbook of Airline Operation, Aviation Week.
23. TC(1999), TP 13521 Flight 2005 A Civil Aviation Safety Framework for Canada, Transport Canada.

✉ 주 작 성 자 : 홍석진

✉ 교 신 저 자 : 홍석진

✉ 논문투고일 : 2004. 7. 24

✉ 논문심사일 : 2005. 9. 27 (1차)

2005. 10. 26 (2차)

2005. 11. 10 (3차)

2005. 11. 15 (4차)

✉ 심사판정일 : 2005. 11. 15

✉ 반론접수기한 : 2006. 6. 30