

Original Article

<https://doi.org/10.12985/ksaa.2019.27.2.016>
ISSN 1225-9705(print) ISSN 2466-1791(online)

항공기 조류충돌 예방을 위한 조종사 비행중 결심 역량 증진방안 연구

이장룡*, 허강**

A Study on Measures Enhancing Pilots' Aeronautical Decision Making(ADM) Competence to Prevent Bird Strike Incidents

Jang Ryong Lee*, Gang Huh**

ABSTRACT

While various efforts are being made to ensure aviation safety, air accident rate induced by pilot human factors is still high worldwide. In particular, among pilot human factors, it would be the most important issue for pilots to anticipate and recognize flight environmental factors beyond their control and to make a positive decision making(ADM). In the Republic of Korea Air Force(ROKAF), there were many dizzying experiences induced by bird strike incidents and developed into dangerous moments such as damage to the aircraft and pilots' increased mental stress. It is a matter of serious concern in terms of safety management and human factors to dismiss bird strike incidents as inevitable misfortune due to environmental factors. In 2018, the ROKAF Aviation Safety Agency(ASA) conducted an experimental study to enhance pilots' ADM competence that can anticipate and avoid a bird strike. As the way of the study, 'Bird Strike Preventing Information' had been written and distributed every week by the ASA to flight units in the ROKAF during the period of the study. Through enhanced pilots' perceptual ADM competence, there was a noticeable number of reduction in bird strike incident compared to previous years of the experimental study.

Key Words : Aeronautical Decision Making(비행중 결심), Bird Strike(조류충돌), Safety Information(안전정보), Cognitive Decision(지각적 결심), Perceptual Decision(인지적 결심)

I. 서 론

안전관리학자 Jensen(1995)은 조종사들의 비행중 결심(Aeronautical Decision Making; ADM)을

설명하기 위해 지각적(Perceptual) 결심과 인지적(Cognitive) 결심 모델을 제안하였다. 이 모델에 따르면 조종사들의 비행중 결심은 지각적으로 느끼는 것들을 바탕으로 항공기 조작을 수행하는 결심과 추론을 통한 이성적 판단에 기초한 결심 두 가지가 복합적으로 작용한다고 한다.

Received : 31. May. 2019. Revised : 18. Jun. 2019.
Accepted : 25. Jun. 2019

* 한국항공대학교 항공운항학과 교수

** 공군항공안전단 안전관리실 연구과 조수퇴치연구원
연락처자 E-mail : jrherky@kau.ac.kr
연락처자 주소 : 경기도 고양시 덕양구 항공대학로 76,
본관 524호 우)10540

Jensen(1995)은 조종사들의 비행 중 결심에 영향을 미치는 요소로 지식과 경험을 들었고, 항공기 사고 또는 준사고에 관한 Case Study가 조종사들의 비행중 결심 역량 증진에 도움이 되는 한

가지 방법이라고 주장하였으며, Case Study를 위한 콘텐츠는 꼭 대형 사고사례가 아니더라도 준사고(Incident) 및 사고로 이어질 뻔했던 Near Miss 등이 포함될 수 있다고 하였다. 또한 ICAO(2008)는 효과적 Case Study 자료로써 현상 분석(Descriptive analysis), 의미분석(Inferential analysis), 예측분석(Predictive analysis) 등을 포함하는 안전정보(Safety Information)가 그 역할을 수행 할 수 있다고 했다.

대한민국 공군은 항공작전 수행중 연평균 약 58건('15년~'17년)의 항공기 조류충돌사례가 발생하였다. 이 중 약 1.5%(1건)는 항공기 엔진으로의 조류흡입이나 기체 손상과 같은 심각한 위험 상황으로 이어졌고, 약 18%(10건)는 캐노피(Canopy)/윈드실드(Windshield)에 충돌한 조류 사체 및 혈흔으로 인해 조종사들의 정신적 스트레스가 높아지는 상황이 발생하기도 하였다. 이는 공군 전투기 비행이 복잡하고 예측할 수 없는 상황 조우와 비상상황의 발생 가능성이 높으며 시간 제약 및 압박 하에서 신속한 의사결정을 해야 하는 특성을 가지고 있기 때문이다 (Kong et al. 2018).

이러한 항공기 조류충돌을 예방하고자 공군은 공군안전규정(2014)에 조류충돌 예방 활동을 정의하고 비행기지별 기동 BAT 운영, 총포류 사용, 음향 조류퇴치 장비 활용 등 다각적 노력을 기울이고 있으나, 항공기에 조류가 충돌하는 상황을 최종적으로 회피하는 것은 결국 비행 임무를 수행하는 조종사의 비행 중 결심 역량에 달려있다고 할 수 있다.

공군항공안전단은 Jensen(1995)과 ICAO(2018)가 언급한 내용에 기초하여 조종사의 비행 중 결심 역량은 지식과 경험을 통해 증진되고, 이를 위해 안전정보를 이용한 Case Study가 효과적 대안이 될 수 있다는 것에 착안하여 2018년 2월부터 2018년 12월까지 11개월간 매 주 시기별 활동 조류의 특성, 과거 조류충돌 발생사례, 최근 조류충돌 발생 경향 등을 분석·정리한 'Bird Strike 예방 정보'를 공군 각 비행기지에 배포하여 비행준비에 활용토록 한 뒤 그 효과성을 실제 조류충돌 발생사례 건수의 감소 여부 및 조종사 설문을 통해 확인하고자 하였다.

그 결과 '18년 공군의 항공기 조류충돌 총 발생 건수는 이전 3년('15년~'17년) 평균 대비 17% 감소하였고, 기지 내 지역1)에서의 발생 건수는 10% 감소하였으며, 기지 내 지역 이외 공역에서는 22%가 감소하였다.

II. 이론적 고찰

2.1 학습과 교육

조종사들의 비행 관련 학습을 설명하는 이론으로는 교육적 목적과 성취를 대상으로 하는 행동학적 이론(Behavioral theory)과 장·단기 기억을 중심으로 하는 인지적 이론(Cognitive theory)을 들 수 있는데, 인지적 이론에 따르면 인간은 주변 환경으로부터 기억된 자극(Cue)이 작동되었을 때 무의식적 학습이 이루어진다 (Solso & Massaro, 1995).

인지는 이전에 학습했던 내용에 관한 기억과 재생산, 과거에 습득한 아이디어, 방법, 절차들을 합성하거나 문제의 핵심을 결정하는 지적 활동으로써 지식, 이해, 적용, 분석, 종합, 평가 등 6가지 분야로 구성된다(Krathwohl, Bloom, & Masis, 1964). 여기에서 지식은 정보를 조직하고 구성하는 관계 및 패턴을 강조한다. 적용은 주어진 내용에 대해 일반화 및 원칙을 부여하고 기억해 내는 것을 강조하고, 분석은 주어진 내용을 세분화하여 상관관계를 알아내는 것을 의미한다. 종합은 부분 부분을 조합하여 근본적 구조로의 합성을 강조하며, 평가는 내용의 가치, 의미, 해결책 등에 관한 결심(Decision making)을 강조한다(Bloom, Engelhart, Hill, Furst, & Krathwohl, 1956).

Pippin(1993)은 항공분야에서 조종 학생들이 배워야 할 가장 중요한 것은 비행기술 보다 그들의 비행기술이 전체적인 상황에서 어떻게 작동되고 다른 상황에 어떻게 적용하며, 비행환경 변화로 발생하는 문제점들을 인식할 수 있는 능력을 배양하는 것이라고 하였다.

1) 항공기가 이·착륙 하는 500ft 이하 고도 중 기지 외 콤팩트 이내 지역. 단, 통계분석 목적상 착륙 항공기 강하 및 Low Approach 경로는 End of Runway로부터 1.4NM 지점까지를 포함함(기지 외콤팩트 밖 이 포함될 수 있음)

2.2 정보처리(Information processing)

Gradler(2001)는 인간이 획득하고, 코드화하며, 기억하는 '정보처리 이론(Information processing theory)'이 인지적 측면의 가장 중심이 되는 설명이라고 했고, 정보처리 이론은 구성주의(Constructivism) 개념에 기초한다고 하였다. 이 이론에 따르면 사물 또는 주변 사람들과의 경험을 해석하는 인간의 인지 시스템은 두 가지 특징을 가진다. 첫째는 시간이 지날수록 인간의 인지 시스템은 점점 더 정밀화된다는 것으로써 인간이 성숙하고 배움을 더해감으로써 인지 과정이 개선된다는 것이고, 둘째는 이미 형성된 인지 시스템이 현재 환경에 맞는 의미를 부여한다는 것이다(De Lisi & Golbeck, 1999).

정보처리는 중요한 학습이론으로도 여겨진다. 학습의 중요요소로는 학습해야 할 정보들의 구성, 학습자의 사전지식, 인지 과정, 이해 및 정보 저장과정 등이 포함될 수 있다. 아울러 인간이 감각기관을 통해 경험하고 기억코드로 전환한 환경적 정보는 추후 사용을 위해 저장된다(Gredler, 2001).

정보처리는 지각(Perception), 인지(Cognition), 행동(Action) 등의 3단계 과정을 거친다(Proctor & Van Zandt, 1994). 지각은 자극의 발생, 감지, 식별의 과정이고 자극시간의 길이(Duration)와 명확도(Clarity)에 의해 영향을 받는다. 인지는 적절한 대응을 결정하고, 행동은 지각 및 인지 에 기초한 반응의 실행으로 정의할 수 있다(Gredler, 2001).

2.3 안전정보 분석(Safety Information Analysis)

Reason(1997)은 "안전성과는 incident나 near miss와 같은 실증적 데이터에 기초한 분석방법으로 평가되어야 한다; the safety target has to be assessed by analytical means based on empirical data from incidents and near misses."(p.218)고 했다. 아울러 ICAO(2018)는 Safety Data로부터 Safety Information을 추출해 내는 과정에서 아래와 같은 세 가지 방법을 활용할 수 있다고 했다.

- 가. Descriptive analysis(서술적 분석) : 수집된 데이터를 의미 있게 요약하고 표현하는 통계적 기법
- 나. Inferential analysis(추론적 분석) : 샘플 데이터를 활용하여 일반화된 결론을 유추하는 기법
- 다. Predictive analysis(예측적 분석) : 데이터로부터 추출한 자료로 경향성과 패턴을 예측하는 기법

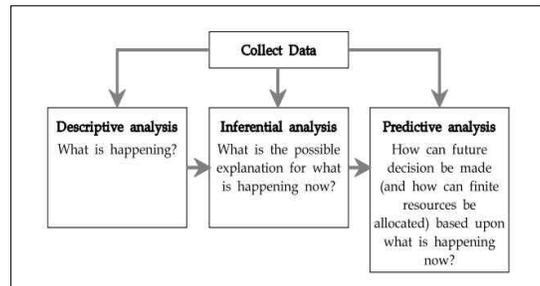


Fig 1. Common statistical analysis types

2.4 비행중 결심(Aeronautical Decision Making)

조종사의 비행중 결심(Aeronautical Decision Making; ADM)은 항공기의 안전한 운항을 위해 수행해야 할 핵심 절차로서 O'Hare(2003)는 항공분야에서 조종사들의 비행 중 결심만큼 중요한 문제를 생각하기 어렵다고 했다. 또한 FAA(1991)는 ADM을 "주어진 일련의 환경에서 최상의 결과물을 산출하도록 항공기 조종사가 정신적 조치를 수행하는 체계적 접근; a systematic approach to the mental process used by aircraft pilots to consistently determine the best course of action in response to a given set of circumstances."(p.11)라고 했다. Hunter(2003)는 이 정의가 진행 과정과 결과를 모두 포함하기 때문에 'Aeronautical Decision Making(ADM)'과 'Judgment'는 조종사의 비행중 결심을 의미하는 동일 용어로 사용된다고 하였고, Jensen(1995)은 ADM을 조종사가 결심에 사용하는 멘탈 프로세스(Mental process)라고도 하였다.

Dreyfus & Dreyfus(1986)는 숙련된 조종사와 초보 조종사를 구별하는 가장 큰 차이는 그들

의 현명한 비행중 결심(ADM) 능력 보유 여부라고 하였고, 초보자 또는 초급단계(Advanced beginner stage) 조종사들은 결심을 할 수 있는 역량이 거의 없다고 하였으며, 역으로 숙련된 조종사는 설명할 수 없는 그들만의 사전경험을 통해 나오는 결심을 내린다고 하였다. Inagaki, Takae & Moray(1999)는 조종사들의 많은 비행시간이 그들에게 다양한 정상 또는 비정상 상황과 조우하게 하여 바람직한 비행중 결심을 경험하지 않는 한 비행전문가를 만들어 주지는 않는다고 하였다.

2.5 지각적(Perceptual) 결심과 인지적(Cognitive) 결심 모델

Jensen(1995)은 조종사들의 비행중 결심(ADM)을 지각적(Perceptual) 결심과 인지적(Cognitive) 결심 모델로 설명하였다. 지각(Perception)에 기초하여 수행하는 결심 프로세스로는 거리와 고도, 속도, 접근율 판단 등이 포함된다. 이러한 지각적 판단은 조종사에게 매우 중요한 결심을 하도록 하지만 깊은 사고를 필요로 하지도 않고 지속 가능하다. 다른 하나의 모델은 좀더 복잡한 인지적 측면을 강조하는데 Jensen(1995)은 인지적 결심 특징을 지각적 결심과 비교하여 아래와 같이 정리하였다.

- 가. 제공되는 정보가 훨씬 불확실하다.
- 나. 조종사는 생각할 시간을 더 많이 필요로 한다.
- 다. 통상적으로 2개 이상의 조치를 생각할 수 있다.
- 라. 각각의 조치와 연관된 위험은 평가하기 어렵다.
- 마. 최종 결심에는 비 비행요소(Non-flight factor) 등이 영향을 줄 수 있다.

또한 조종사 적성연구 분야에서도 인지능력은 조종사의 지각 속도, 변화율 제어, 상황인식, 의사결정 등에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다 (Yoon & Park, 2018).

아래 그림은 조종사의 지각적 결심과 인지적 결심의 관계를 설명하고 있으며, 이 모델을 통해서 조종사들은 비행 중 2가지 종류의 결심을 하는 것으로 보여진다. 즉, 조종사들은 비행 중 지각에 기초한 결심을 할 뿐 아니라 인지적 방법의 결심도 하는 것이다.

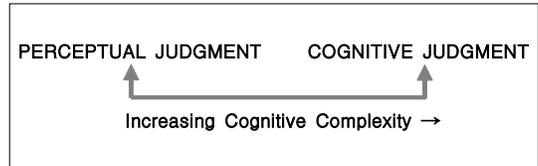


Fig 2. Judgment continuum(Jensen, 1995)

III. 연구설계

3.1 목적

본 연구는 대한민국 공군의 항공기 조류충돌 예방조치 일환으로 공군 조종사들에게 조류충돌 예방과 관련한 안전정보(Safety Information)를 제공하여 활용토록 한다면 Jensen(1995)이 주장한 조종사들의 비행중 결심(Aeronautical decision making; ADM) 역량을 증진 시켜 조류충돌을 피할 수 있는 선제적 조치가 가능한지를 확인하기 위해 추진되었다.

3.2 방법

공군항공안전단 안전관리실에서는 Solso & Massaro(1995)가 강조한 학습이론 및 Gradler(2001)가 언급한 구성주의(Constructivism) 이론에 기초하여 항공기 조류충돌과 관련된 안전정보(Safety information)가 비행 중 조류활동에 관한 조종사들의 지식과 간접경험을 향상시켜서 예상되는 조류충돌 회피 관련 ADM 역량을 증진시킬 수 있다는 연구가설(Hypothesis)을 세우고 이를 확인하고자 하였다.

조류충돌 관련 안전정보(Safety Information)는 기타 안전정보와 구분될 수 있도록 공군항공안전단에서 'Bird strike 예방 정보'라는 Report로 요약 작성하였다.

5월 4주 (5.21.일~5.27.일) Birdstrike 예방 정보

작성 : 180521. 항공안전단(안전관리실 연구과) 조수연구팀 서유진 허 강, 923-7094, 010-5078-8072

□ 현 황

○ 5월 3주 (5.14.일~5.20.일, 2건)와 최근 4주 간 (4.16.일~5.13.일 : 2건) 조류충돌 발생사례

구분	일시	소속 기종	지역	고도	단계	중유부위	종류	피해
5월 3주	5.14.일(21:30)	00전대 C00D	00기지 Rwy04 Final	2,000ft 이하(추정)	착륙	엔진	해오라기	엔진 피해
	5.14.일(21:00)	00비 000	00기지 Rwy19 Final	2,000ft 이하(추정)	착륙	L/G	해오라기	없음
최근 4주 간	5.1.화 (20:39)	00전대 000	비행장주	800ft	착륙	동체	미상조류	없음
	4.25.수 (20:00)	00비 000	미상	미상	미상	Wing	미상조류	없음

□ 분 석

○ 최근 5주 간(4.16.일~5.20.일) 야간비행 시 4건 발생

- 하천 상공에서 먹이활동을 위해 국지 이동하던 해오라기(여름철새, 야행성 조류)와 2건 충돌
- 계절 이동(주로 야간에 이동) 중인 여름철새 또는 통과성 조류와 2건 충돌(추정)

○ 기지 내 지역 조류충돌은 발생하지 않았으나 시기적으로 점차 증가(추·야간) 예상

<p>해오라기 (여름철새, 중대형조류)</p> <p>· 백로과 야행성 조류로 물고기·개구리벌레를 주로 취식 · 2,000ft 이하 고도로 날며 17시경~새벽까지 1~2마리 단위로 활동 · 기지(주로 하천 등)에 수시로 들이오며 항공기와 조수 시 회피 능력이 둔함 · 충돌 시 주동성 조류인 왜가리·백로 등과 유사할 가능성 있음(야간에 위치) · 몸무게 : 0.7kg, 몸길이 : 60cm, 비행속도 : 20km/h(5.6m/s)</p>	
---	--

□ 대 책

- 조종사는 야간비행 중 조류충돌 지극 대비 철저
 - Rwy Cont'은 야간 IR-Camera 조류 정보에 따른 위험 예상 시 적극적 비상 조연
- BAT는 기지 인근 백로과 조류 서식지 정보를 참조하여 퇴지활동 전개
 - ↳ 관련 정보 : '통합안전사이트' → 예방활동 → 조수충돌예방체계 → 조수충돌예방/홍발 조수정보 → "하계 조수충돌 예방 세부대책 발지"

Fig 3. Example of Birdstrike Preventing Information

'Bird strike 예방 정보'는 공군 조류충돌보고 체계(의무보고) 보고자료, 연도별 공군 조류충돌 통계분석자료, 환경부 발간 대한민국 조류활동 분석 보고서 등을 참고하여 과년도 동일시기에 발생했던 항공기 조류충돌 사례, 시기별 조류활동 특성, 작성 이전 5주간의 조류충돌 발생 동향, 비행 전·중 조류활동 특성을 고려한 조종사 착안 중점 등을 요약한 1페이지 분량의 핵심 정보들을 포함하였으며 ICAO(2018)가 언급했던 서술적 분석(Descriptive analysis), 추론적 분석(Inferential analysis), 예측적 분석(Predictive analysis) 방법을 활용하여 작성하였다.

본 정보는 공군항공안전단에서 '18. 2. 5.부터 '18. 12. 31.까지 48주간 매주 월요일 공군 전 비행부대 조종사, 관리자 및 운항 관제 대대에 이메일로 전파하였고, 수신 여부를 확인하였다. 아울러, 공군 각 비행대대에서는 조종사들이 본 정보를 비행 전 브리핑 시 활용토록 하였다.

'Bird strike 예방 정보'가 조류충돌 예방에 관해 조종사의 비행 중 결심 역량 증진 효과성은 이전 3년간의 항공기 조류충돌 발생 통계와 실험 기간 중 발생한 사례 건수 비교와 조종사 설문조사를 통해 분석하였다.

3-3. 가정사항(Assumptions)

본 연구는 'Bird strike 예방 정보' 제공 및 확인이 공군 조종사들의 조류충돌 예방 관련 비행 중 결심(ADM) 역량 증진에 도움이 되었는지를 검증하는 것이기 때문에 아래의 변수들은 연구 진행 기간 중 예년과 변동이 없다고 가정하였다).

- 가. 한반도 내에서 활동하는 텃새와 계절별 이동 철새의 종류 및 개체 수는 예년과 큰 차이가 없다.
- 나. 공군에서 매년 조류충돌 사례를 통계적으로 관리해 왔던 비행기지를 만을 본 연구에 포함한다.
- 다. 연구에 포함된 비행기지의 연간 항공기 운항횟수 및 비행시간은 예년과 유사하다.
- 라. 기지별 보유 조류퇴치 장비 및 운영인력은 예년과동일하다.

IV. 결 과

4.1 전체 발생사례

'18년 2월부터 12월까지 공군에서 발생한 전체 항공기 조류충돌사례는 이전 3년 동일기간 발생했던 사례와 비교 시 3개월은 매월 1~2건 증가하였고, 동일한 경우는 1개월이었으며, 7개월은 매월 1~4건 감소하여 총 발생 건수는 10건이 감소하였다.

Table 1. Comparison between overall number of 2018 bird strike incidents & previous 3 years bird strike incidents

구분	이전 3년 평균 ('15년~'17년)		'18년 발생 건수	증감
	Raw Data	발생 건수 (소수점 이하 반올림)		
2월	2.67	3	2	-1
3월	3.67	4	0	-4
4월	4.00	4	2	-2
5월	3.33	3	4	+1
6월	4.00	4	1	-3

* 단위 : 건

2) 실제 '18년 1년간 가정사항들에 대한 특이 변화는 없었음

구분	이전 3년 평균 ('15년~'17년)		'18년 발생 건수	증감
	Raw Data	발생 건수 (소수점 이하 반올림)		
7월	2.67	3	3	0
8월	4.00	4	6	+2
9월	9.33	9	7	-2
10월	10.67	11	12	+1
11월	8.00	8	7	-1
12월	4.67	5	4	-1
계		58	48	-10 (-17%)

4.2 기지내 지역 발생사례

'18년 2월부터 12월까지 공군 전 비행기지에서 발생한 항공기 조류충돌사례 중 기지 내 지역에서 발생한 사례만을 발취하여 이전 3년 동일기간 발생했던 사례와 비교 시 2개월은 매월 1~2건 증가하였고, 동일했던 경우는 5개월이었으며, 4개월은 매월 1~2건 감소하여 기지 내 지역에서의 총 발생사례는 2건이 감소하였다.

Table 2. Comparison between number of 2018 bird strike incidents & previous 3 years bird strike incidents within airport boundary

* 단위 : 건

구분	이전 3년 평균 ('15년~'17년)		'18년 발생 건수	증감
	Raw Data	발생 건수 (소수점 이하 반올림)		
2월	1.33	1	1	0
3월	0.33	0	0	0
4월	0.67	1	0	-1
5월	0.67	1	0	-1
6월	2.00	2	0	-2
7월	0.67	1	3	+2
8월	2.67	3	3	0
9월	3.00	3	3	0
10월	3.00	3	4	+1
11월	4.33	4	3	-1
12월	2.00	2	2	0
계		21	19	-2 (-10%)

4.3 '18년 기지내 지역 이외 공역에서의 발생사례

'18년 2월부터 12월까지 공군 전체 항공기 조류충돌사례에서 기지 내 지역을 제외한 공역³⁾에서 발생한 항공기 조류충돌 사례는 총29건이었으며, 이는 '18년 공군 전체 발생사례 대비 약 60%에 해당하는 수치이다.

월별로는 7월 한달 기지 내 지역에서 항공기 조류충돌 사례가 3건 더 많았고, 기지 내 지역에서 발생한 사례와 동일한 기간은 4개월이었으며, 6개월 동안은 기지 내 지역 이외 공역에서 1~4건씩 더 많이 발생하였다.

Table 3. Comparison between number of 2018 bird strike incidents & previous 3 years bird strike incidents out of airport boundary

* 단위 : 건

구분	'18년 전체	'18년 기지내 지역 ^①	기지내 지역 이외 공역에서 발생 ^②	차이 (①-②)
2월	2	1	1	0
3월	0	0	0	0
4월	2	0	2	+2
5월	4	0	4	+4
6월	1	0	1	+1
7월	3	3	0	-3
8월	6	3	3	0
9월	7	3	4	+1
10월	12	4	8	+4
11월	7	3	4	+1
12월	4	2	2	0
계	48	19(40%)	29(60%)	10

아울러 이전 3년간 기지 내 지역 이외 공역에서 발생한 항공기 조류충돌사례와 '18년 동일 공역에서의 발생사례를 비교 시 '18년에는 2개월간 매월 2건씩 많이 발생하였고, 동일 했던 경우는 2개월이었으며, 7개월은 1~4건씩 감소하여 총 발생사례는 8건이 감소하였다.

3) 기지내 지역 이외 공역의 범위는 항공기의 임무지역 전개 경로, 임무/훈련 공역, 모기지로의 복귀 경로를 포함하며, 고도 1,500ft 이상 30,000ft의 공간임

Table 4. Comparison between number of previous 3 years bird strike incidents outside airport boundary & 2018 bird strike incidents outside airport boundary

* 단위 : 건

구분	이전 3년 평균 ('15년~'17년)			'18년 기지내 지역 이외 공역 발생②	증감 (①-②)
	전체 발생	기지내 지역 발생	기지내 지역 이외 공역 발생①		
2월	3	1	2	1	-1
3월	4	0	4	0	-4
4월	4	1	3	2	-1
5월	3	1	2	4	+2
6월	4	2	2	1	-1
7월	3	1	2	0	-2
8월	4	3	1	3	+2
9월	9	3	6	4	-2
10월	11	3	8	8	0
11월	8	4	4	4	0
12월	5	2	3	2	-1
계	58	21	37	29	-8 (-22%)

4.4 조종사 설문 결과

'18년 12월 7개 공군 비행대대 조종사 85명 대상 전화 설문을 통하여 'Bird strike 예방 정보'를 비행 전 브리핑 시 활용한 빈도와 조류활동을 고려한 비행계획 반영 여부를 확인하였다. 그 결과, 65명(75%)의 조종사가 비행 전 브리핑 시 'Bird strike 예방 정보'를 월 5회 이상(자주) 활용했다고 응답하였으며, 이 정보를 고려하여 월 5회 이상(자주) 비행계획을 수립했다고 응답한 조종사는 61명(72%) 이었다.

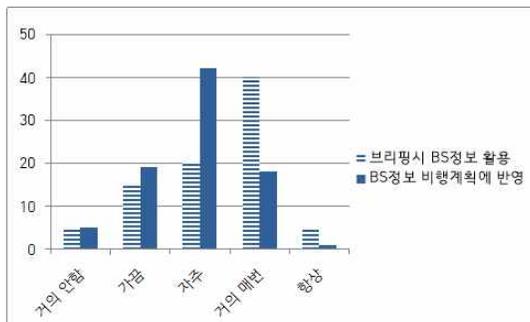


Fig 4. Frequency in usage of 'bird strike preventing information'

아울러, 'Bird strike 예방 정보'에 기초하여 조류충돌을 회피하기 위해 비행경로를 조정했거나 비행계획을 수정한 구간에 대하여 중복 선택을 허용한 설문조사 결과, 전개 경로(47명) 및 복귀 경로(87명)에 반영하였다는 응답이 높게 나타났다(전체 응답의 87%). 여기에는 비행계획을 사전에 조정하지는 않았지만 시계비행을 자주 하는 군용항공기 특성상 비행하는 과정에서 예상 조류회피를 위한 고도 변화 및 수평 기동 등이 포함되어 있다.

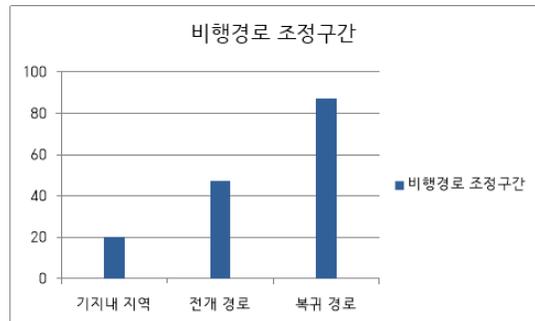


Fig 5. Deviated Flight legs based on 'bird strike preventing information'

V. 분 석

본 연구의 목적은 공군 내 항공기 조류충돌 사례를 감소시키는 방안으로 'Bird strike 예방 정보'와 같은 안전정보를 조종사들에게 일관되게 제공하여 활용하게 하는 것이 조종사들의 조류충돌 예방에 관한 비행중 결심(Aeronautical decision making; ADM) 역량을 증진 시킬 수 있는지를 확인하는 데 있었다.

Jensen(1995)은 조종사의 ADM에 지각적(Perceptual) 결심과 인지적(Cognitive) 결심 두 가지가 작용한다고 하였다. 따라서 본 연구는 실험 기간 중 'Bird strike 예방 정보'의 제공 및 활용 이외 다른 변수들이 변화가 없는 상태에서 발생한 조류충돌 건수를 과거 통계 수치와 조종사 대상 설문을 통해 비교 분석하였으며, 그 결과는 아래와 같다.

첫째, 'Bird strike 예방 정보'를 활용했던 기간 중 공군에서 발생한 항공기 조류충돌 사례는 이

전 3년 평균 발생사례 대비 약 17% 감소하였다. 이는 예년과 비교 시 조류의 종류 및 개체 수, 항공기 운항횟수 및 비행시간, 조류퇴치 장비 및 운영인력의 큰 변화가 없는 상태에서 조종사들에게 제공되었던 'Bird strike 예방 정보'가 유일한 변수이며 조종사가 조류충돌을 예방하도록 하는 결심, 즉 지각적 결심 또는 인지적 결심 역량 변화(증진)에 미치는 영향을 주었다고 판단된다.

둘째, 하지만 'Bird strike 예방 정보'는 Jensen(1995)이 제창했던 지각적(Perceptual) 결심 역량 증진에는 큰 영향을 미치지 못한 것으로 보인다. 본 연구를 시작하기 이전 3년간 기지 내 지역 연평균 조류충돌 사례와 '18년 기지 내 지역 발생사례 비교 시 항공기 조류충돌 사례는 2건(약 10%) 감소하였다. 이는 '기지 내 지역'이 항공기가 이·착륙하는 기지 외곽펜스 이내 500ft 이하 고도와 기지 외곽펜스 밖이더라도 항공기 착륙 및 Low Approach 경로이므로 이 영역에서 조종사들은 항공기 이·착륙 조작에 집중하기 때문에 지각에 기초한 회피기동을 수행해야겠다는 결심을 내리기는 쉽지 않았던 것으로 분석된다.

셋째, 'Bird strike 예방 정보'는 조종사의 인지적(Cognitive) 결심 역량 증진에는 효과성을 나타냈다. 본 연구를 시작하기 이전 3년간 기지 내 지역 이외 공역에서 발생한 사례와 '18년 동일 공역 발생사례를 비교하였을 때 항공기 조류충돌 사례는 8건이 감소하여 이전 3년 평균 대비 22%가 감소하였다. 기지 내 지역을 제외한 공역에는 조종사들이 임무/훈련지역으로 전개하는 공간 및 모기지로 귀환하는 경로가 포함되며, 기지 내 지역과 비교 시 상대적으로 조종사들이 시간적 여유를 가질 수 있는 구간이다. 아울러 '18. 12월 공군 비행대대 조종사 85명 대상 전화 설문조사 결과 61명(72%)이 월 5회 이상 'Bird strike 예방 정보'에 기초하여 임무 지역으로의 전개 및 복귀 비행 경로 조정 및 예상 조류활동에 대한 회피기동 등의 조치를 취했다고 답하였다.

이 결과는 Jensen(1995)이 언급한 5가지 인지적 결심 특성과 비교 시 '18년 기지 내 지역을 제외한 공역에서의 조류충돌 감소사례는 아래와 같은 시사점을 내포하고 있다.

기지 내 지역 이외 공역에서 비행 시 조종사들

은 항공기에 근접하는 조류를 육안 식별/인지 여부와 상관없이 확실한 상태에서도 조류충돌의 위험성에 대해 경각심을 가지고 조류활동 확률이 낮은 곳으로 비행경로를 조정하였고, 기지 내 지역보다 시간적 여유가 있는 공역에서 이러한 결정(Judgment)을 내릴 수 있었으며, 조류회피 기동을 실행에 옮기는 최종 결심을 긍정적으로 생각할 수 있는 동기적 비 비행요소(Non-flight factor) 영향이 있었던 것으로 보인다.

VI. 종합 및 결론

항공기 조류충돌 예방은 비행 안전을 보장하기 위한 중요한 고려 요소 중 하나이다. 조종사들이 조류를 회피하기 위한 조치들은 비행계획 단계부터 시작되고 비행 중에도 예상되는 조류활동에 대비하는 판단을 내려야 하며, 실제 육안으로 조류를 식별한다면 이를 회피하는 기동을 수행하도록 기존의 비행 경로/고도를 조정해야 한다.

조종사가 이러한 일련의 조치를 수행해야겠다고 판단하는 것을 비행중 결심(ADM)이라고 한다. Jensen(1995)은 조종사의 ADM 역량 증진을 위해 안전정보(Safety Information)와 같은 자료를 활용한 Case study가 중요하다고 하였고 ICAO(2018)는 의미있는 안전정보 추출 방법으로 서술적 분석(Descriptive analysis), 추론적 분석(Inferential analysis), 예측적 분석(Predictive analysis)을 언급하였다.

공군항공안전단은 Jensen(1995)과 ICAO(2018)의 언급 내용에 기초한 'Bird strike 예방 정보'를 작성하고 공군 비행부대에 배포하여 조류충돌 사례 감소 여부를 모니터링 하였다.

약 1년간의 연구 수행 결과, '18년 공군 내 전체 조류충돌 발생 건수는 연구를 시작하기 이전 3년간 연평균 조류충돌 총건수 대비 17%가 감소하였고, 기지 내 지역에서는 10%가 감소하였으며, 기지 내 지역을 제외한 공역에서는 22%가 감소하였다.

연구가 진행되는 기간 중 'Bird strike 예방 정보' 이외 다른 외부 요인의 변화가 없었다는 것을 고려 시 '18년 공군의 조류충돌 사례 감소는 공군 조종사들이 임무 공역으로의 이동, 모기지로 복

귀 시 조류활동 경향 및 특성을 고려하여 비행경로를 조정하거나 예상 회피조작을 수행하는 등 Jensen(1995)과 Inagaki, Takae & Moray(1999)가 주장했던 것처럼 조류충돌 예방 관련 인지적(Cognitive) 결심에 기초한 비행조작 수행이 증가했기 때문이라고 판단된다.

Ⅶ. 연구의 한계점

본 연구는 공군내 항공기 조류충돌 예방 활동과 관련하여 'Bird strike 예방 정보' 제공 및 활용 외 기타 변수들이 변함없다는 가정하에 실험 전·후의 조류충돌 발생사례 감소 여부를 확인하고 조중사 설문문을 통해 수행되었다. 이 과정에서 기술 통계적 데이터만을 활용하여 비교 분석하였기 때문에 통계적 검증이 미흡한 부분이 있다. 향후 'Bird strike 예방 정보'와 같은 안전정보의 제공 및 활용이 비행중 결심 역량 증진에 효과성이 있는지를 확실히 검증하기 위해 조중사 집단 내에서 Control group과 Experimental group을 구분하여 실험을 진행하고 통계적 검증을 수행한다면 더욱 명확한 결과를 식별할 수 있을 것으로 기대된다.

후 기

본 논문은 2019 한국항공운항학회 춘계학술대회 발표 내용을 수정 보완하였음.

Reference

- [1] Jensen, R. S., "Pilot Judgment and Crew Resource Management", Ashgate, Burlington, VT, 1995.
- [2] International Civil Aviation Organization (ICAO), "ICAO Doc 9859 Safety Management Manual Fourth Edition", Montreal, Canada, 2018, pp.6.2-6.3.
- [3] Kong, M. S., Park, J. Y., Shin, Y. H., & Sohn, Y. W., "The Relationship between Empowering Leadership, Directive Leadership, Safety Communication, and Safety Behavior for Air Force Combat Pilots: The Moderated Mediating Effect of Safety Motivation," Journal of the Korea Society for Aviation and Aeronautics, 26(2), 2018, pp. 8-30.
- [4] Republic of Korea Air Force, "Air Force Doc. 6-7 Safety Manual", Gyeryong-Dae, 2014
- [5] Solso, R., & Massaro, D., "The Science of the Mind 2001 and beyond", Oxford University Press, New York, 1995.
- [6] Krathwohl, D., Bloom, B., and Masis, B., "Taxonomy of Educational Objectives Handbook II: Affective Domain", David McKay Co, New York, 1964.
- [7] Bloom, B., Engelhart, M., Hill, W., Furst, E., & Krathwohl, D., "Taxonomy of Educational Objectives Handbook I: Cognitive Domain", David McKay, New York, 1956.
- [8] Pippin, W. E., "Educating the Aviation Professional", In R. A. Telfer(Ed.). Aviation Instruction and Training, Ashgate, Brookfield, Vermont, 1993, pp.309-333.
- [9] Gredler, M. E., "Learning and Instruction: Theory into Practice", Merrill Prentice Hall, Columbus, OH, 2001.
- [10] De Lisi, R., & Golbeck, S. L., "Implications of Piagetian Theory for Peer Learning", In A. M. O' Donnell & A. King (Eds.), Cognitive Perspectives on Peer Learning, Erlbaum, Mahwah, NJ, 1999, pp.3-37.
- [11] Proctor, R., & Van Zandt, T., "Human Factors in Simple and Complex Systems", Allyn and Bacon, Boston, 1994.
- [12] Reason, J., "Managing the Risks of Organizational Accidents", Ashgate, Verlington, VT, 1997, p.218.
- [13] O'Hare, D., "Aeronautical Decision Making: Metaphors, Models, and Methods", In P.S. Tsang & M.A. Vidulich (Eds.), Principles and practices of aviation psychology, Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Mahwah, NJ, 2003, pp.201-237.

- [14] Federal Aviation Administration(FAA), "Accident Prevention Program: Introduction to Pilot Judgment (FAA-P-8740-53)", Washington DC, 1991. p.11.
- [15] Hunter, D. R., "Measuring General Aviation Pilot Judgment Using a Situational Judgment Technique", *International Journal of Aviation Psychology* 13(4), 2003, pp.373-386.
- [16] Dreyfus, H. L. & Dreyfus, S. E., "Mind over Machine: The Power of Human Intuition and Expertise in The Era of The Computer", The Free Press, New York, 1986.
- [17] Inagaki, T., Takae, Y., & Moray, N., "Automation and Human-interface for Takeoff Safety", In R. S. Jensen (Ed.), *Nineth International Symposium on Aviation Psychology*(pp. 891-915), The Ohio State University, Columbus, OH, 1999.
- [18] Yoon, Y. K., & Park, S. K., "Validity Study of Questionnaire Items of the Pilot Aptitude Personality Test," *Journal of the Korea Society for Aviation and Aeronautics*, 26(2), 2018, pp. 31-38.