

CONTENTS

발간사

사진으로 보는 김포공항기상대 50년

제1장. 항공기상의 변천

제1절. 불안정한 출발

제2절. 항공기상의 발전사

제3절. 항공기상의 근대화

제4절. 항공기술의 발전

제2장. 우리나라 항공기상의 변천

제1절. 김포국제공항의 탄생

제2절. 김포공항의 지형 및 기후특성

제3절. 시대별 항공기상업무

제4절. 조직 및 인력의 변천

제3장. 항공기상업무의 분야별 발전사

제1절. 항공기상업무의 변천

제2절. 항공기상관측업무

제3절. 전산·통신장비의 변천

제4절. 항공기상 국제협력

제5절. 관측비행

부록

1. 항공기상 업무 일지
2. 연구 활동 보고서
3. 선배님과의 만남
4. 역대근무자 명단









1964... 2014



Gimpo Airport
Meteorological Office
50-year History



김포공항기상대 50년사'를 펴내면서...



김포공항기상대가 1959년 1월 항공 기상 업무를 시작, 어느덧 54년을 맞이하였습니다. 인천공항 개항 이전에 우리나라의 항공 역사와 함께한 김포공항기상대의 지금까지 항공기상 역사를 한 권의 책으로 묶어 발간함에 따라 남다른 감회를 느낍니다.

항공기의 안전운항과 기상지원은 불가분의 관계를 맺고 있습니다. 항공기의 안전운항을 위해서는 기상 실황을 중요시해야 하고, 경제적인 운항을 위해서는 기상 조건을 최대한 이용해야 합니다. 따라서 계속 증가하는 항공 수요에 부응한 항공기상의 발달과 함께 급속하게 확장되어 온 항공기상 활동을 한눈에 볼 수 있도록 했습니다.

이를 위해 1년여 동안 여기저기 흩어져 있는 자료들을 수집 발굴하고, 역대 김포공항기상대장들을 초대하여 인터뷰 및 세미나를 개최하는 등 많은 정보를 수집하였습니다.

이번 '김포공항기상대 50년사' 발간은 그동안 항공기상 업무 발전을 위하여 기울여 온 노력을 기록으로 남겼습니다. 이는 우리가 해 온 항공기상 업무를 되돌아보고 앞으로 나아가야 할 방향을 가늠하기 위한 이정표로서 큰 의미가 있다고 할 수 있습니다.

이 자리를 빌려 '김포공항기상대 50년사' 발간을 위하여 노력해 온 퇴직 선배들과 김포공항기상대 직원 여러분의 노고에 감사드립니다.

2014. 5.

김포공항기상대장 구 대 영

격려사

김포공항기상대가 어언 출범 50년이 되었습니다.



반세기를 헤아리는 세월 동안 항공기상 관련 장비와 업무는 상전벽해(桑田碧海)처럼 변화되었습니다. 그럼에도 대자연의 기상 변화를 예측하기는 여전히 쉽지 않은 일입니다.

거의 맨손으로 일켰다고도 할 수 있는 초창기의 우리 업무는 이제 명실공히 최첨단 장비를 갖추고 우수한 인재 등용으로 기상 현상의 최전선에서 구슬땀을 흘릴 수 있게 되었습니다.

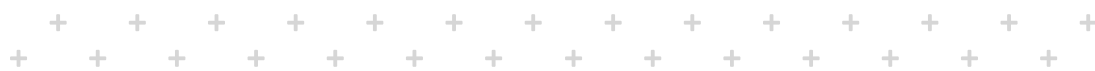
‘김포공항기상대 50년사’는 단순히 김포공항기상대만의 역사가 아니라 대한민국 항공기상 역사와 함께한다는 의미에서 매우 중요한 의의가 있다고 할 수 있습니다. 또한 ‘50년’이라는 세월을 떠나 우리 항공기상인들의 각고의 노력을 엿볼 수 있게 한다는 점에서 그 의의는 50년사 발간 이상의 가치가 있다고 할 수 있습니다.

이런 속에서 정확한 기상 예측을 위해 오늘도 불철주야 밤을 밝히는 우리 항공기상인 모두와 더불어 바쁜 업무를 무릅쓰고 ‘김포공항기상대 50년사’ 발간을 위해 구슬땀을 흘린 관계자 여러분께 이 자리를 빌려 노고를 치하합니다.

2014. 5.

항공기상청장 **최치영**

관측장비



김포공항기상대



대장실



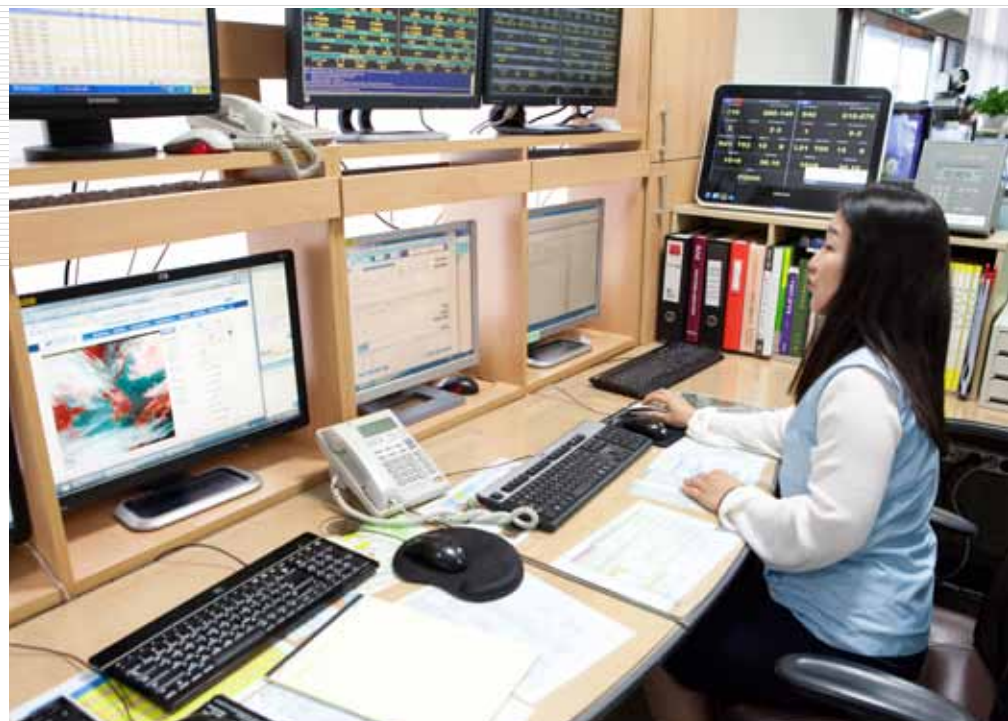
사무실

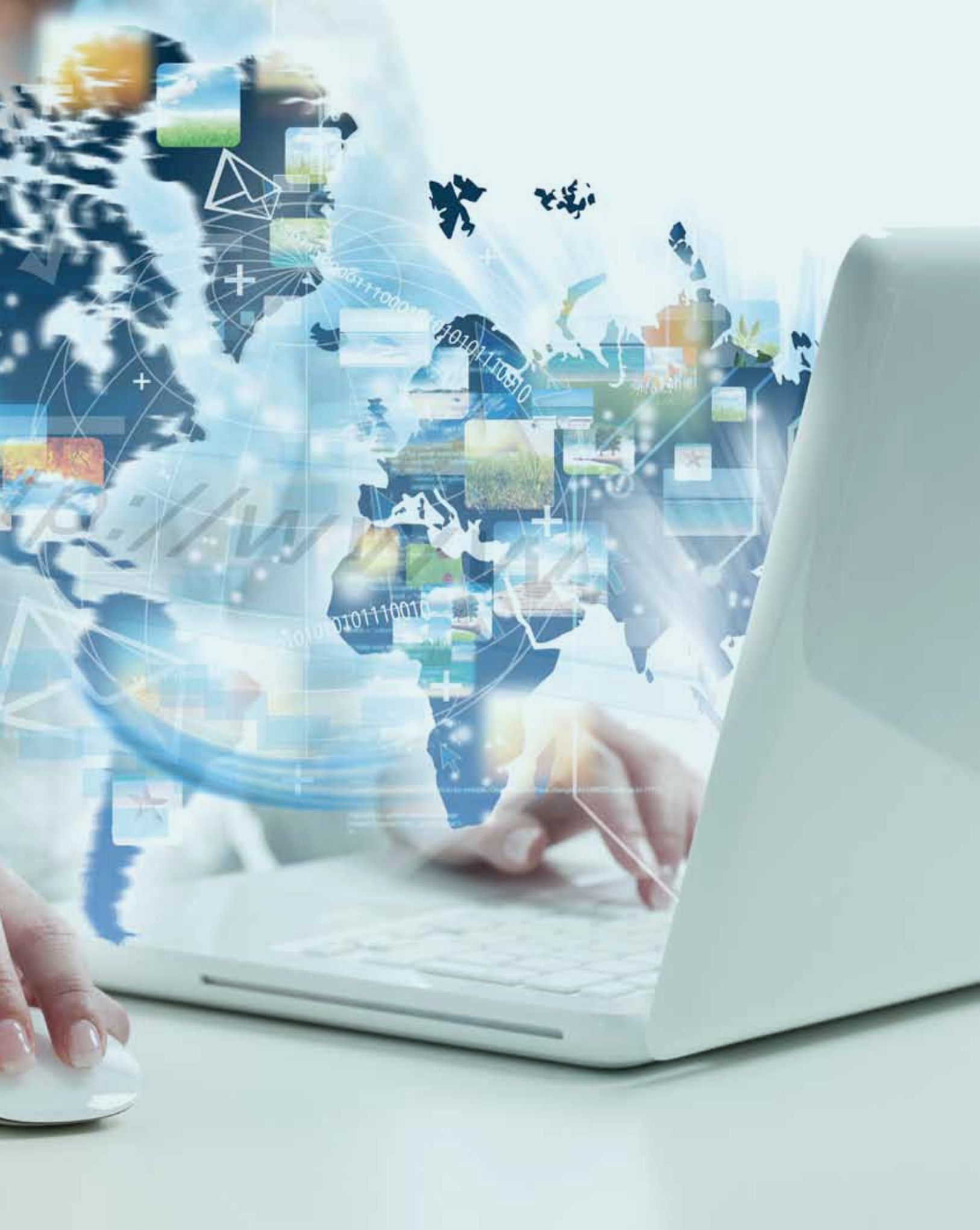


전산실



현업실







1

PART

항공기상의 변천

제1절 불안정한 출발

제2절 항공기상의 발전사

제3절 항공기상의 근대화

제4절 항공기술의 발전

Gimpo Airport
Meteorological Office
50-year History

01.

항공기상의 변천

지구를 둘러싸고 있는 대기층은 지구 전체 질량의 백만 분의 일에 불과하다. 질량으로 보서는 상대적으로 보잘 것 없지만 이 공기층은 모든 형태의 생물에게 없어서는 안 될 존재이며, 대기가 없으면 지구는 죽은 행성이 될 것이다.

전체 공기 질량의 95%는 대기 하층 20km 이내에 집중되어 있으며, 이 얇은 층이 비행영역일 뿐만 아니라 기상영역이다. 즉 이 얇은 층에서 모든 기상현상이 발생하고, 동시에 오늘날 우리가 알고 있는 바와 같이 항공기의 운항이 이루어진다. 대기 중에서 이 부분의 성질과 작용에 관한 상세한 지식은 기상 및 항공기 운항 두 분야에 필수 조건이다.

20세기 들어와 기상 및 항공 분야의 급속한 발전이 상호간에 이익을 가져왔다는 사실은



놀랄만한 일이 아니다. 과거 70여 년 동안 기상학은 항공기 운항의 안전성과 효율성 증진을 위해 노력, 상당한 공헌을 해 왔다. 그러나 기술 발전으로 거의 모든 대기 상태에서 항공기 운항이 가능하게 되었지만 항공 산업은 아직까지도 세계에서 가장 기상에 민감한 산업이다. 그 가운데 신속하고 신뢰성 있는 기상정보의 제공은 항공기의 안전운항과 경제적 운항에 필수 불가결하다.

항공기상학은 인류에게 서비스하기 위한 많은 응용기상학의 한 분야에 불과하지만 사회 및 경제 활동의 모든 영역에서 중요한 역할을 하고 있고, 민간 항공에는 필수 불가결하기 때문에 범세계적인 국가 및 국제 기상지원 체제로 발전하기에 이르렀다.

제1절

신화와 공상

불안정한 출발



이카루스(Icarus)

비행 현상은 항상 인간을 매료시켜왔다. 새가 중력을 극복하면서 큰 힘을 들이지 않고 공중을 날아다닐 수 있는 능력은 특히 여행의 속도가 느리고 지루하던 시대와 산, 강 등이 거의 통과할 수 없는 장애물이었던 시대에 인간의 상상력에 흥미를 끌게 되었다. 인간이나 초인간의 비행에 관한 주제는 많은 나라의 신화에서 발견 할 수 있다. 이와 같은 점만 보더라도 인간은 자연적인 제약에 굴복하도록 운명 지어져 있지 않다는 것이 분명한 사실이다.

이카루스(Icarus)의 전설적인 비행에서와 같이 역사는 종종 치명적인 결과를 초래하였지만 용감한 비행 개척자들은 언젠가는 인간이 비행의 꿈을 일상의 현실로 바꾸리라는 것을 결코 믿어 의심치 않았다.

01.

공중수송

비행이 실현되는 것을 알려준 따뜻한 공기를 넣은 풍선이 1783년에 이미 프랑스의 Joseph Moutgolfier와 Etienne Moutgolfier 형제에 의해서 발명되었지만 “기계적인 수단에 의해 공중 비행”이 가능하게 될 정도까지 과학과 기술이 발달된 것은 19세기 말이다.

실용적인 글라이더가 제작된 것은 1881년 독일의 Otto Lilitenthal에 의해서이며, 1903년 12월 17일 Wilbur Wright 와 Orville Wright 형제가 북미에서 최초로 엔진에 의한 항공기로 비행에 성공하였다. 오늘날의 범세계적인 공중수송을 향한 이 첫 시도는 사실 보잘 것 없는 것이었다. 최장 비행시간은 단지 59초에 불과하였으며 비행 기록 또한 255m 에 불과하였지만, 그 이후 눈부신 발전이 이루어져 이로부터 20년 내에 여러 나라에서 상업적인 항공회사가 설립되었다.

지원요청

Wright 형제의 비행 성공이 체계적인 공기역학연구에 근거한 것이었다는 것을 주목할 만하다. 비행실험장소(미국 노스캐롤라이나주 키티호트)는 강하고 지속적인 상층풍이 부는 기후학적 요건을 세심히 고려하여 선택된 곳이었다.

엔진장치에 의한 비행 첫날에 매우 중대한 사고가 발생하였다. 네 번째 비행을 한 후에 강한 돌풍이 비행기를 전복시켜 피해를 입혔던 것이다. 이 세계적인 날의 사고로 말미암아 보다 무거운 비행체의 비행 취약성뿐만 아니라 비행에 대한 기상지원의 필요성이 자명하게 되었다.

기상예측

인류는 예부터 극단적인 기상조건에 의한 인명손실과 고난을 종종 당해

왔다. 아마 약 10,000년전 이라고 추측되는 시기에 시작된 농업은 기후와 기상에 대한 인간사회의 의존성을 크게 증가시켰다. 기상의 중요성을 인식함에 따라 인간은 매일 매일의 바람, 운량 및 강수의 변화가 임의적으로 나타나는 현상이라고 거의 믿지 않았다.

대기 중에서 일어나는 일들이 초자연적인 힘에 의해서 지배된다는 신념에서 물리적 법칙에 의해서 결정된다는 인식으로 점차 바뀌게 되었다. 어떤 경우에 있어서나 장래의 기상상황은 상당한 정확도를 가지고 예측될 수 있을 것이라는 일반적인 강한 신념이 언제나 존재했음은 틀림없다. 어부, 농부, 사냥꾼 등 그들의 안전과 생계가 날씨에 가장 직접적으로 영향을 받았던 사람들은 선조의 경험에 담겨있는 일기속담의 도움을 받아서 하늘과 바다 상태를 세심히 관찰하고 바람, 기온, 습도의 변화를 감지함으로써 유용한 예보를 알아내는 방법을 터득했다. 유용하기는 하지만 이와 같은 경험적 예보는 한계성이 있었으며, 긴 세월의 예보에도 불구하고 예보기술은 개선되지 않았다.

최초의 관측



갈릴레오 갈릴레이, 온도계 발명

온도계(Galileo Galilei)와 기압계(Evangelista Torricelli와 Vincenzo Viviano)가 17세기 초에 이탈리아에서 발명되었지만, 기상학에서 이러한 온도계 및 기압계를 충분히 활용하기까지는 200년 이상이 걸렸다. 적절한 측기가 활용 가능하게 되기 이전에도 종종 기상상태가 장기간 연속적으로 기록 되었다.

기상요소 중 최초의 관측기록은 강수량 기록으로 이 기록의 기원은 B.C. 2000년전 까지 거슬러 올라간다. 동일지역에 대한 장기간의 관측기록은 오늘날 기후변화연구에 가치가 있다. 행을 한 후에 강한 돌풍이 비행기를 전복시켜 피해를 입혔던 것이다. 이 세기적인 날의 사고로 말미암아 보다 무거운 비행체의 비행 취약성뿐만 아니라 비행에 대한 기상지원의 필요성이 자명하게 되었다.

01.

기상탐구

기상 상태가 지역에 따라 현저한 변이를 보인다는 것은 상식이었지만 과학자들은 19세기가 되어서야 비로소 광범위한 지역에서 동시에, 정확하게 관측된 자료를 토대로 대기를 연구해야 한다는 사실을 인식하기 시작했다. 기상 관측망을 구축한 뛰어난 개척자는 토스카나 대공작인 페르디난도(Ferdinando) 2세였다. 그는 1653년에 자신의 지배를 받고 있는 많은 수도원에 온도계를 공급하였다.

최초의 일기도는 1816년에 독일의 하인리히 브란데스(Heinrich W. Brandes)가 30년간의 자료에 근거하여 작성하였으며, 네덜란드의 바위스 발롯(C. H. D. Buys Ballot)과 미국의 윌리엄 페렐(William Ferrel)은 1857년에 바람의 패턴과 기압의 패턴 간에 상호 관련이 있음을 발견하였다.

기상기관

기상학은 과학으로서 아직 초보 단계에 있기는 하지만 그때까지 잠재적으로 기상학의 중요성을 잘 인식하고 독일(1847), 오스트리아(1851), 영국과 포르투갈 및 네덜란드(1854), 프랑스(1855), 미국(1870) 등 많은 나라가 국립기상연구소 또는 기상대를 설립하였다.

국제협력

기상학의 국제 협력 필요성은 이미 초기 단계부터 인식되고 있었다. 1873년에 국립기상대가 설립되어 있던 당시의 20개국 정부 대표들은 오스트리아 빈(Wien)에서 회의를 개최하여 상설 국제기구 설립에 동의하고 국립기상대장들로 구성된 국제기상기구(IMO: International Meteorological Organization)를 비정부 기구로 발족시켰다.

그 이후 IMO는 기상 분야의 조기 발전에 중대한 공헌을 하면서 해양 및 농업기상전문위원회를 설립하였다. 이는 기상학의 중요한 응용 분야에 대한 관심을 지속시키기 위한 것이었다.

새로운 고객

20세기에 들어서면서 항공 산업이 기상대의 새로운 고객으로 등장하였다. 비행 초기 단계에서 항공기가 기상에 크게 영향을 받는다는 사실은 1918년 미국의 우편국이 시작한 '항공우편서비스' 기록으로도 잘 설명될 수 있다. 조직 체계 개선이 상당히 이루어졌음에도 여전히 평균 1300km 운항에 한 번씩의 비율로 비상착륙이 있었다. '항공우편' 조종사의 평균 수명은 약 4년이었다.

1920년과 1921년 사이에 89편 이상의 항공기가 추락하여 19명의 조종사가 사망하는 사고가 발생하였다. 이들 사고의 주원인은 악기상과 기계 결함이었다. 이러한 사고로 말미암아 기상 상태에 대한 신뢰성 있는 정보가 비행 및 착륙 중에 항공안전을 추구하는데 중요한 역할을 할 수 있다는 사실을 인식되게 되었다. 초기 비행에서 기상학이 어느 정도까지 기상에 대한 높은 수요를 충족할 수 있었을까?

고공지향

비행이 가능하기 오래전부터 대기를 좀 더 잘 이해하고자 하는 연구에 종사한 과학자들은 모든 가능한 수단을 동원하여 상층 대기의 관측 자료를 얻으려고 노력하였다. 이처럼 항공과 기상학에서 모두 더 높이 올라가려는 열망이 있었다는 사실은 흥미로운 일이었다.

기압계를 발명한지 불과 5년 후인 1648년에 플로랑 페리에(Florin Poirier)는 처남인 블레즈 파스칼(Blaise Pascal)의 요청으로 고도에 따른 기압의

01.

감소를 측정하기 위하여 해발 1465m의 뤼드돔(Puy-de-Dôme) 꼭대기에 올라갔다.

고공상승

가스를 충전한 기구는 상층 대기 탐구에 새로운 가능성을 열어 놓았다. 수소를 사용하여 유인 기구를 최초로 띄운 프랑스 물리학자 자크 샤를(Jacques Charles)은 고도를 표시하기 위하여 이미 기압계를 사용하였다. 대기 상층의 바람, 온도, 습도, 기압을 최초로 관측한 것은 1786년 기구를 타고 영국 런던 상공을 날면서 관측한 장피에르 블랑샤르(Jean-Pierre Blanchard)와 존 제프리스(John Jeffries)였다. 영국 과학자인 제임스 글레이셔(James Glaisher)는 1862~1866년 기구에 의한 전설적인 상층 상승 기록을 남겼다. 그는 고도 8700m까지 상승하였다. 이 정도 고도에서의 대기압은 해면 기압의 3분의 1밖에 되지 않아 생명을 유지하기가 어렵다. 이 때문에 글레이셔는 질식하면서 생명을 거의 잃을 뻔하였다.

놀이기구

고층 관측을 정기로 하기 위해서는 위험성이 적고 비용이 적게 드는 기술이 필요하였다. 이 때문에 연과 무인 기구가 이용되었다. 당시 기상학자들이 사용한 연이나 작은 풍선에 대한 선입견 때문에 그들은 어린 시절의 놀이를 추구하기 위하여 학술 연구를 구실로 이러한 기구를 이용한다는 투의 비평을 받았음에 틀림없었지만 대기 탐사는 지속 발전되어 왔다. 최초로 기상측기를 장착한 연을 날린 것은 1749년 영국의 알렉산더 윌슨(Alexander Wilson)이었다. 1847년에 윌리엄 버트(William Radcliff Birt)와 프랜시스 로널즈(Francis Ronalds)는 연을 가지고 좀 더 체계적인 관측을 시작, 계류기구를 이용하는 방법뿐만 아니라 이 방

법도 하층 대기의 정기적인 관측 자료를 얻는데 오래 동안 이용하였다.

1890년에는 광학기기인 경위의를 사용하여 기상관측용 기구의 표류를 측정하여 상층풍을 관측하는 방법이 빅토르 크렘저(Victor Kremser)에 의해 처음으로 도입되었다. 계류하지 않은 기상기기 역시 기온과 습도를 측정하기 위하여 이용하였으며, 작은 낙하산과 함께 기록기기를 기구에 부착하였다. 그러나 이것은 기구가 터져서 지상으로 떨어진 이후 기기들이(발견자 보상제도의 도움으로) 다시 회수될 수 있을 때에만 자료를 얻을 수 있었다. 그러한 관측 결과에 근거하여 독일의 리하르트 아슈만(Richard Assmann)과 프랑스의 레옹 테스랑 드 보르(Léon Teisserenc de Bort)는 각각 독자적으로 대략 고도 11km 이상에서는 대기가 상이한 열적 구조로 되어 있다는 사실을 발견하였다. 이들은 고도가 높아짐에 따라 온도가 더 이상 낮아지지 않는 이 층을 성층권이라고 명명하였다. 이것이 발견된 것은 엔진을 장착한 항공기가 등장하기 1년 전인 1902년의 일이다. 19세기 말까지 상층의 기상 요소를 측정하는 수단은 불완전한 것밖에 없었다. 그럼에도 관측이 가능한 도구를 현명하고 철저하게 이용하여 상층의 바람과 온도의 실제적인 지식이 괄목할 만하게 개선되었다.

기상보고 지연

기상관측소의 설치가 19세기 초에 순조롭게 이뤄졌지만 불행하게도 광범위한 지역의 기상 보고를 일주일이나 지나서야 수집할 수밖에 없는 실정 때문에 관측자들의 실제 활용에는 심각한 장애를 받았다. 이와 같은 상황은 1844년 전신기의 도입으로 전격 개선되었다.

전신

기상인들은 새뮤얼 모스(Samuel Morse)의 발명이 가져다 준 기회를 재빨

01.

리 포착하였다. 미국에 새로 설치한 많은 전신사무소에 기상서기를 체류시키면서 기상관측 전문을 만들어 전송하게 하였다. 1861년에는 500여 곳의 전신 사무소가 워싱턴의 스미소니언 연구소에 기상보고를 정기적으로 하였다. 1856년에는 프랑스가 유럽의 전신망, 특히 기상 정보를 위한 전신망 설치를 주도하였다. 전신에 의한 관측 자료의 신속한 수집은 실제 일기도에 근거한 예보를 가능하게 하였다. 당초 기상 실무자의 주된 임무는 적시에 돌풍 경보를 내는 것이었다.

해양에 관심이 커던 국가들에 국립기상대의 효용성을 입증해 준 것은 크림전쟁 중인 1856년에 돌풍으로 영국과 프랑스 함대의 일부가 파괴된 해상 재난 때문이었다. 20세기 초에는 드물게 배치되어 있는 기상관측소의 자료로부터 표출되는 바람 패턴과 기압 배치에 근거하여 돌풍경보와 기상예보를 생산하였으나 예보의 정확도는 이상적인 것과 거리가 있었다. 관측 지역의 고기압 또는 저기압의 생성, 이동, 소멸을 만족하게 설명해 줄 수 있는 이론이 아직 정립되지 못했기 때문이었다.

비행 초기의 연약한 비행기는 기상 상황에 극도로 취약하였다. 풍속, 풍향, 돌풍, 요란, 시정, 강수, 구름에 대한 신뢰성 있는 관측 및 예보가 시급하게 요구되었다. 과학으로서의 기상학은 이러한 요구를 충족시킬 준비가 되어 있지 못한 것이 분명했다. 하지만 당시 기상학자들은 하늘을 정복하기 위하여 용감한(때로는 무모한) 조종사들과 힘을 합치는데 주저하지 않았다. 머리가 정상인 사람이라면 아직 걸음마 단계에 있던 이러한 비행과 기상학의 불안정한 출발이 실 패하게끔 되어 있다는 것 이외에는 달리 결론을 내릴 수 없었을 것이었다. 그러나 세월은 이것과 다른 것을 보여 주었다.

제2절

항공기상의 발전사

때로는 예측할 수 없는 변덕스러운 대기 현상에 대한 이해가 우리의 일차 관심사가 되면서 항공과 기상 두 분야 모두에 국제 간 협력이 매우 중요한 사항이 되었다. 각국의 기상 업무 전담 부서의 설치와 발전은 항공기상 업무의 요구와 밀접한 관계를 맺고 있다. 항공은 기상 연구의 필요성을 인식 시켰고, 이와 동시에 항공기상관측법은 기상조사 및 연구의 새로운 지평을 열어 주었다.

대륙횡단



대륙횡단

1903년부터 항공 분야의 연구와 노력이 진행되었지만 대부분은 운송에 용이한 형태의 항공기 개발에 주력해 왔다. 항공기 구조는 점점 튼튼해졌으며, 엔진은 점점 더 높은 신뢰성을 갖추게 되었다. 1909년 6월 엔진에 의해 가동하는 첫 번째 항공기가 개발된 후 6년도 안 되어 루이 블레리오(Louis Blériot)는 자기가 제작한 단엽 항공기로 칼레(Calais)에서부터 도버(Dover)에 이르는 해협을 횡단했다. 그 비행거리는 35km이며, 비행 코스 대부분은 바다 위를 지나도록 되어 있었다.

최초의 무착륙 대서양 횡단은 블레리오의 도버해협 횡단 이후 10년이 좀 안 되어서 존 알콕(John Alcock)과 아서 휘튼 브라운(Arthur Whitten Brown)에 의해 이루어졌다. 그 횡단비행 거리는 3902km로, 뉴펀들랜드부터 아일랜드에 이르는 거리였다. 비행시간은 16시간 28분이었다. (1956년에 두 섬 사이의 횡단비행 횟수는 5500회에 이른다) 제1차 세계대전은 항공기 개발에 박차를 가하게 하였다. 엄청난 수의 항공기가 군사 목적으로 개발되었고, 그 가운데 상당수가 전후에도 존속되었다. 전시에 쓰고 남은 잔여분 항공기와 다수의 잘 훈련된 항공기 조종사가 상업 항공운송 발달의 기초가 되었다.

01.

산업분야

1919년과 그 이듬해에 많은 회사가 여행자, 우편물, 화물의 항공운송을 위해 설립되었다. 항공기 제조업체는 항공회사용으로 특별히 제작된 항공기를 생산하기 시작했다. 제1차 세계대전 중에 군사작전을 수행하면서 기상 지원의 필요성이 부각되고 기상정보를 다루기 위해 군부대가 설치되었는데 이것이 그 뒤에 생겨난 항공기상대의 시초였다.

항공기 계기

적절한 계기를 이용하기 전의 항공기 운항은 시정이 아주 좋은 때에만 가능하였다. 즉 조종사는 지평선을 보면서 항공기의 상태를 조절해야 했고, 지표면 시정은 항공기 조종과 방해물로부터의 안전거리 확보를 위해 좋아야만 했다. 항공기가 뜻하지 않게 구름 속으로 들어갔을 경우는 조종사가 금방 방향 감각을 잃을 우려가 있었고, 때로는 추락하기도 했다. 상대적으로 가볍고 느린 항공기에서는 적절한 지형 위에 불시착이나 비행착륙이 다소 용이했으나 일반 탑승객들은 이런 불안한 운항을 좋아하지 않았다. 항공노선 주변의 기상 상태, 특히 시정이 좋지 않은 경우에는 항공기의 이륙이 취소되었다. 특히 겨울철에는 많은 항공기 탑승객이 좀 더 느린 지상교통 수단을 선호하는 경향이 당분간 계속되었다.

1922년 미국의 로런스 스페리(Lawrence Sperry)가 회전식 turn-and-bank 지시기를 개발하였다. 이 지시기를 고성능 고도계와 결합하여 사용함으로써 지상 시정의 참조 없이도 똑바로 일정 고도를 유지하며 운항할 수 있게 되었다. 이 새로운 운항지시기의 가치는 찰스 린드버그(Charles Lindbergh)에 의해 입증되었다. 그는 1927년 이 임무를 수행할 수 있도록 '세인트루이스의 정신(the Spirit of St. Louis)'이라는 특별히 고안된 단일 엔진 항공기로 미국 뉴욕에서 프랑스 파리까지 33시간 29분 동안 운항했다.



대륙횡단

기술진보

린드버그는 당시 북대서양의 기상 자료가 매우 희박한 상황에서 운항했다. 그는 운항 중에 착빙현상과 마주쳤으나 다행스럽게도 그 위험을 해결할 수 있어서 추락하는 불운을 피했다. 후에 그가 운항한 항로의 바람장을 분석한 결과 그가 비교적 날씨가 좋은 날을 택해 운항했음이 밝혀졌다. 거의 같은 시기에 무선통신이 항공운항에 도입되었다.

1925년경에는 최초로 항공기에 무선통신기가 설치되었다. 무선통신항공운항 및 운항통제기법의 원시 형태는 방향탐지기와 무선 레인지비컨(range beacon)을 기초로 개발되었고, 이 장비는 미국에서 1939년 말경에 300여 대의 항공기에 설치되었다. 1930년대에는 항공기 공법이 급격히 변모하였다. 강력한 공랭 장치와 가변피치를 갖춘 금속 프로펠러를 장착한 금속 항공기들은 운항 성능의 발전에 이정표를 세웠다.

착륙기어, 바퀴브레이크 날개플랩을 도입함으로써 상대적으로 짧은 활주로에서 이륙할 수도, 고속으로 운항할 수도 있게 하였다. 더글러스 DC-3가 새로운 기술을 응용한 항공기의 대표 사례다. 1936년형 DC-5는 순항고도 3000m에서 시속 280km로 운항할 수 있고, 2000km이상의 거리에 걸쳐 21명의 탑승객을 수송할 수 있게 해 주었다.

착빙



착빙

무선 항공운항과 새로운 운항기기의 도입으로 구름 속에서도 운항할 수 있게 되었다. 그러나 운항하는 동안에 착빙이 발생하는 문제를 야기시켰다. 날개, 휴즈래그, 프로펠러의 착빙현상은 유체역학상 저항을 크게 하고 항공기의 무게를 가중시키고, 그와 동시에 양력과 추진력을 방해하게 된다. 그래서 날개 모서리의 형태가 변하지 않는 고무 조각을 부착시켜 착빙된 얼음을 부수는 역할을 할 수 있

01.

도록 해 주고, 착빙된 얼음을 녹이는 구실을 하는 기구를 설치하는 것이 기본 장비가 되었다. 피토티브(Pitot tube)의 전기가열 방식이 도입됨으로써 항속계기가 착빙되는 현상을 방지하게 되었다. 이처럼 개발되어 설치한 몇 가지 기구의 효과는 있었다. 그러나 여전히 착빙을 피하는 것이 최선의 대책이었고, 조종사는 여전히 항로 주위의 구름 정도와 온도 등 기상 정보에 의존하여 운항해야만 했다.

최초의 발간물

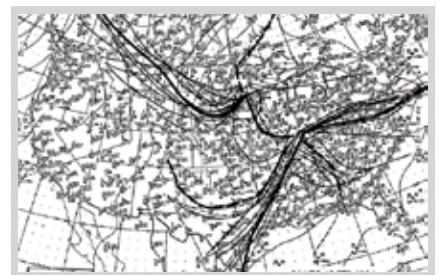
1911년 독일 프란츠 링케(Franz Linke)는 조종사, 비행선의 조종사, 계류 기구 조종사들을 위한 최초의 기상 서적인 '항공기상'이라는 책을 출판하였다.

이 책을 출판하게 된 목적은 두 가지다. 하나는 그동안 기상학이 이루어 놓은 업적을 항공 업무에 적용시키기 위한 것이고, 다른 하나는 조종사들로 하여금 항공운항을 통해 과학에 이용할 수 있는 중요한 관측 자료를 얻는 기회를 잃지 않기 위해 추구하는 기상학자들의 노력을 이해시키고 인식시키려고 한 것이었다.

이론 확립

20세기 동안 기상과 항공에 중요한 변화가 있었다. 대기역학에 관한 주요 이론 연구가 이 기간에 수행되었다. 20세기 초부터 시작된 상당량의 기상관측 자료의 국제 교환이 제1차 세계대전으로 중단되었다. 이와 같이 국가 간 자료 입수가 어려워지자 기상학자들은 국내 관측 통신망 개선에 주력하여 가능한 모든 관측 자료를 모을 수 있도록 힘을 모았다. 노르웨이에서는 이미 1914 이전부터 기상학의 중요한 이론 정립에 공헌해 오다가 밀집 관측망으로부터 기상 자료를 해석해 한랭전선과 온난전선을 발견하게 되었다(1919: Jacob Bjerknes).

입증되고 있는 이론 확립의 노력은 관측된 일기현상의 분석을 위한 매우 유익한 개념의 모델을 얻도록 해 주었을 뿐만 아니라 기상학에서의 물리수학 도



전선위치 분석 결과

입 및 연구를 자극시켰다. 결국 기상학자들은 처음으로 대기구조 및 현상과 기상의 전개 과정(기상 진화 과정)을 조절하는 요인, 즉 기상 요인의 전반에 관심을 기울이기 시작했다. 좀 더 나아가 이미 지나간 기상현상을 이해함으로써 이것을 기초로 미래의 기상현상 변화를 예측할 수 있게 되었다.

상층운



권적운/권층운

일기예보는 여전히 좀 더 세분화될 필요가 있었으며, 예보기법도 상당히 발전하였다. 노르웨이학파의 개념 모델 도입으로 향상된 실용기상은 특히 항공기상에서 중요했다. 좀 더 높은 운향 고도에서 비행할 수 있게 되면서 전선과 관련된 구름 체계가 상당한 고도까지도 항공기에 위협을 가중시킨 시기가 바로 이때부터이기 때문이었다.

라디오존데

대기과학자들은 동일 시간에 행한 3차원 분석만이 운동하는 대기 상태를 제대로 묘사할 수 있음을 알고 있었다. 1928년 토르 베르예론(Tor Harold Percival Bergeron)이 처음으로 소량의 고층기상 정보를 이용하여 이와 유사한 분석을 시도하였다. 그때부터 항공과 기상 분야는 모두 정규대기의 연직 구조에 대한 신뢰성 높은 정기 기상관측을 요구하였다. 1919년부터 많은 나라에서 휴대용 이동식, 기압기온, 습도 측정기록기인 메테오그래프(meteograph)를 항공기에 부착하여 관측에 사용하였다. 이런 목적의 일일계측 비행은 최저 조건 아래에서 산소가 없는 지상 5km 고도까지 도달하여 비행할 수 있는 공군 조종사에 의해 수행되었다. 고층기상 관측기구로 계류기구(Kites)를 사용하는 기술은 그동안 상당히 발전되어 왔다.

강철선을 이용함으로써 5000m까지 계류기구가 올라갈 수 있었으며, 이

01.

때 강철선의 무게를 지탱해 주는 보조 계측 기구를 함께 띄워야 했다.

1930년대 고층 관측을 위해 개발된 모든 방법은 치명적인 약점을 안고 있었다. 계류기구(Kites)는 바람이 불 때 띄울 수가 없었다. 즉 항공기의 사용은 비용이 너무 많이 들고 비행장 수도 제한되어 있었다. 게다가 메테오그래프의 관측 기록 결과는 계류기구가 비행기와 함께 되돌아와서 기상학자가 분석하기 전까지는 사용할 수 없었다.

카이트(Kite), 캡티브벌룬(captive balloon) 등 계류기구와 항공기가 도달 되는 고도는 관측고도로 너무 낮았다. 이런 문제 해결의 실마리는 단파 무선통신 기구가 개발된 1920년대에 발견되었다.

옛 소련, 프랑스, 독일에서 실험을 통해 벌룬에 무선 송신기를 부착하여 관측 자료를 얻게 되었다. 이것이 1929년에 이르러 일반화돼 통용되었다(Molchanov, Bureau & Duckert). 이런 원리를 이용한 관측기구로 현재 현업용 고층 관측을 실시하고 있으며, 전 세계적으로 매일 띄우고 있다.

유선형 제작

1930년대 초는 항공과 기상 분야 개발의 전환점으로 볼 수 있다. 제1차 세계대전 후 정기 항공수송 노선이 유럽과 북아메리카에서 개발되었다. 항공은 세계경제에 크게 기여하고 있음이 인식되었다. 시행착오에 의한 항공기 설계 방식은 풍동실험에 의한 수리공학 방법으로 대체되었다.

1932년에 일반 항공기는 더욱 유선형으로 제작되었고, 재질도 모두 금속이 이용되었으며, 기내로 회수할 수 있는 착륙 기어가 부착되었다. 조종사와 승객들은 보온 및 방음이 된 기내에서 이제 더 이상 시끄럽고 불안하고 추운 여행에서 해방되었다. 사고율도 처음에는 많았으나 제2차 세계대전 발발 직전에는 60만km마다 1인의 비율로 줄어들었다.

예측성

1920년대에 기상학의 이론이 확립되고 실무도 뿌리를 내리게 되자 초기 상태의 관측 자료만 충분히 입수하면 미래의 대기 상태를 상당히 정확하게 예측할 수 있다는 확신이 팽배해졌다.

항공운항 횟수가 늘어남에 따라 기상정보의 요구도 격증하게 되어 마침내 일기예보가 기상학의 주요 활동으로 자리를 굳혀졌고, 이 방향은 금세기 동안 바뀌지 않았다.

국제협력

라디오존데가 사용되면서부터 항공기 비행 고도에 대한 바람 및 기온예보를 지원할 수 있게 되었다. 분석기법의 발전과 지상 관측망이 강화됨으로써 비행장과 항로상의 기상 상태에 대한 예보가 점차 개선되었다.

아직 예보의 신뢰도가 만족할 만한 상태는 아니며, 특히 자료가 희박한 지역에서의 운항은 부족한 점이 많지만 조종사들은 기상 지원의 가치를 높이 인정하고 있었다. 또한 그들은 관측망의 불충분함과 정보전달 체계의 결함을 인식하고 있었다. 특별히 유럽에서 항공교통은 주된 국제 활동의 하나였고, 항공 탑승자들은 기상 관측 및 자료 교환에 국제 간 협력의 필요성을 많이 느꼈다.

IMO

국제기상기구(IMO: International Meteorological Organization)가 1873년에 설립되고, 기상학 분야에서 긴밀한 국제관계를 재계한 제1차 세계대전 이후 주의를 환기시키는 여러 주제가 IMO에서 검토되었다. 항공교통의 중요성

01.

은 46년 동안 유지해 온 이 조직에 의해 적절하게 인식되었다. 그리고 처음 엔진 비행기가 발명된 지 16년 후인 1919년에 IMO는 항공관련 사안을 처리하기 위한 새로운 기술위원회를 두게 되었다. 즉 항공운항 기상응용실무위원회(CAMNA: Commission for The Application of Meteorology to Aerial Navigation)다. (IMO는 정부 간 협력기구가 아니라는 점이 중요하다. 이는 처음 이 기구가 설립될 때 보다 비공식 절차로 현실에 맞게 협력하자는 의견이 지배했기 때문이었다)

1930년대의 급격한 기상학 발전은 기상 분야의 정부 간 협조가 핵심임을 인식시켜 주었다. IMO의 위상도 정부 간 협력기구로 격상되어야 한다는 여론이 압도했다. 그러나 제2차 세계대전 때문에 그러한 개혁은 연기되었다.

1951년에 비로소 비정부 성격의 IMO는 정부 차원의 세계기상기구(WMO)로 탈바꿈하였다. 같은 해에 국제연합(유엔)은 WMO를 전문기구로 승인할 것을 결의하였다. WMO는 기술분과 위원회들을 지속시켰고, 항공기상위원회(CAeM : Commission for Aeronautical Meteorology)를 항공운항의 지원에 응용될 국제기상협력 사업 취급을 위해 설립하였다.

1947년에는 국제민간항공기구(ICAO: International Civil Aviation Organization)가 출범하였다. 이 중요한 기구는 또 하나의 유엔 산하 전문기구로서 기상을 포함한 민간항공 분야의 모든 사안에 관한 국제 협력을 다루고 있다.

2개의 조직

항공기상에 관한 한 WMO와 ICAO는 공통의 이해관계에 있다. 전쟁 전에도 이미 기상 및 항공활동 조직 간에 어떤 이원(二元) 성격이 존재하였다. 그 당시에는 여러 어려움이 잇따랐으나 지금은 두 조직 간에서 유사한 문제를 탈피하려는 좋은 방안들이 모색되었다.

ICAO와 WMO 간에 공동보조 및 관련 활동 간의 분리에 관한 실무조정이 1951년에 있었다. ICAO는 기상 분야에서 항공에 요구되는 특수 분야와 여타 항

공지원 및 운영 관련 사항을 책임지고, WMO는 기상에 관한 모든 사항에 책임을 진다는 것이었다. 두 조직의 내부 조직 간 상이점은 때때로 복잡한 성격을 띠었지만 업무 조정은 항상 유효하게 이루어졌다.

기상 규정을 처리하는 ICAO 회의는 항상 WMO/CAeM 분과위원회와 공동으로 주최된다. 이는 두 조직 간에 완벽한 협력을 보장하기 위해서이다. 항공에 관한 기상지원규정에 대해 WMO와 ICAO의 모든 규정은 동일하게 작성되고, 또한 두 조직 내에서 동일한 효력을 지닌다.

새로운 진전

ICAO와 WMO의 설립으로 얻어진 국제협력 조직은 항공 및 기상 분야에서 경이로운 전후 발전과 때를 함께하여 개선되었다. 특히 상업용 터빈제트여객기의 발명과 일기예보 분야에서 기상위성 및 컴퓨터의 이용은 커다란 충격을 안겨 준 기술 발전들이다.

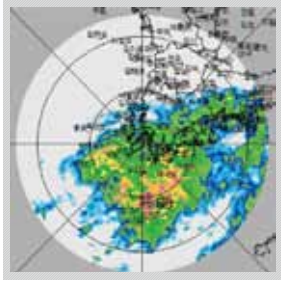
출력

항공기의 성능은 주로 신뢰도 높고 강력한 엔진의 존재 여부에 달려 있다. 1950년대 항공교통에 이용된 피스톤 엔진은 구시대 유물로 전락하였다. 엔진 성능에서 뚜렷한 진보가 있었음에도 그 대가로 그만큼 복잡성이 증대하고 사고의 위험도 높아졌다. 제트엔진 발명은 일대 전기를 마련하였다. 이전과 비교해 간단하고 신뢰할 만한 터빈엔진은 응용 가능한 힘에서 커다란 변혁을 가져왔고, 항상 구름보다 높이 날 수 있게 하였다.

레이더

제2차 세계대전 중에 개발된 레이더는 기상 분야에 중요한 도구라는 사실

01.



레이더 영상

이 증명되었고, 특히 지상관측이 되지 않는 지역에 유용하였다. 이 장비의 개발로 300km 범위 내의 강수 출현 및 이동을 관측할 수 있게 되었다. 또한 뇌우의 위치와 연직 규모를 측정할 수 있게 됨으로써 항공기상 분야에 일대 발전의 계기를 마련하였다. 기상레이더는 비록 완전하지 않지만 조종사에게 다른 구름 속에 들어 있는 뇌우까지도 위치를 알려 주는 값진 장비가 되었다.

위성

인공위성이 출현하게 되자 우주에서 지구를 관측할 수 있게 되었다. 처음으로 기상학자들은 전 지구 규모로 완전한 구름 체계를 볼 수 있게 되었다. 그 후 얼마 되지 않아서 위성에 의한 격측 관측은 전 세계 관측망의 핵심 요소가 되었다. 일정한 구름 영상 다발을 보내 오는 정지위성과 극궤도위성을 통해 열대 및 아열대 지역에서의 뇌우활동 지역, 전선대, 태풍(cyclone)의 형성 및 이동을 관측할 수 있게 되었다. 무엇보다도 값진 것은 때때로 육지에 상륙하여 수천 명의 인명을 해치기도 하는 열대성 저기압을 조기 탐지하고 이동 경로를 감시할 수 있게 됨으로써 많은 인명을 보호할 수 있게 되었다는 점이다.

위성에 의한 격측 관측으로 어느 정도 대양과 무인도의 자료 부족을 해소할 수 있게 되었다.

요즈음에는 정교한 위성관측 기능으로 지상 및 상층에서의 바람과 기온 자료를 구할 수 있게 되었다. 실제 날씨를 잘 기록하는 것은 기상학의 목표 가운데 하나이다. 그리고 다음 질문은 관측체계의 발전이 예보 능력에 어떠한 영향을 미쳤는가 하는 것이다.



인공위성

숫자놀음

19세기에 수리천문학이 성공을 거두자 적어도 이론상으로는 관련 물리법칙과 관측 자료로부터 앞으로의 대기 상태를 계산할 수 있다는 확신이 널리 퍼지게 되었다. 불운하게도 기상학의 예측 문제는 천문학의 경우보다 훨씬 복잡하다. 특별히 대기의 초기 상태를 기술하는데 막대한 자료가 요구되는 어려움이 따른다. 루이스 리처드슨(Lewis Fry Richardson)은 1910년 5월 20일의 자료로부터 6시간 후의 중부유럽 기압 분포를 예측하려고 했다. 몇 주일 간 각고의 계산 끝에 얻은 결과는 실패작이었다. 그럼에도 리처드슨은 (머나먼 미래에는) 기상의 전개 속도보다 빨리 예측 계산을 해 내고 더 유익한 결과를 구할 수 있기를 희망하였다. 그 후 40년도 채 못 되어 현대의 컴퓨터는 이 꿈을 실현시켰다.

MANIAC과 수치예보의 시작

1950년에 존 폰 노이먼(John von Neumann)은 몇몇 사람과 함께 1세대 컴퓨터 매니악(MANIAC)의 도움을 빌려 처음으로 수치예보를 실시하였다. 처음에 수리-물리적 모형과 수치예보 자료 산출에 이용된 컴퓨터는 매우 간단한 것이었다.

요즈음에는 많은 기상센터에서 슈퍼컴퓨터와 지난 수 십 년간 연구로 개발해 발전되어 온 수치 모형을 이용하여 수치예보를 시행하고 있다.

컴퓨터는 현업 기상 부서의 정보 처리에 커다란 변혁을 가져왔다. 정보 처리 외에도 컴퓨터는 관측 자료의 산출 및 송수신 역할도 수행하여 기상자료의 질과 양을 향상시킴으로써 마침내 예보의 정확도를 향상시키는데 기여하였다.

01.

제3절

항공운송의 발전

요즈음의 항공운송은 사회 및 경제 활동의 모든 영역에서 차지하고 있는 역할이 필수가 됐다. 농업 분야에서 종자 파종이나 농약 살포에 경비행기가 이용되고 있으며, 채소나 화훼 같은 썩기 쉬운 농산물의 운송은 새로운 항공시장으로 개척되었다. 환경보전 분야에서 야생동물 번식, 산불 진화, 육지 및 해양에서의 오염 감시에 항공기는 반드시 필요하다. 의료 분야를 말하면 고립된 지역이나 선박뿐만 아니라 인구가 밀집한 도시의 혼잡한 고속도로 상에서 교통사고가 발생했을 때 의약품을 옮기거나 환자를 이송하는데 경비행기나 헬리콥터가 이용되고 있다. (지난 40여 년 동안 헬리콥터는 100만여 명을 구조했으며, 매 건 평균 25명을 구조했다) 건설업 분야에서는 대형 운송 헬리콥터가 무거운 건축물을 들어 올리거나 세우는데 이용되었다. 가끔 육로로는 건축자재 운송이 불가능한 장소에 아예 집을 만들어 옮기는데 사용되기도 한다. 석유산업 분야에서 매우 광범위한 플랫폼을 설치하고 시추공을 뚫는 작업 등에는 헬리콥터 이용이 필수다. 기상정보는 이와 같은 일반 항공 활동에 필수가 됐음은 명백한 사실이며, 특히 어렵고 위험한 장소에서 진가를 발휘한다.

국가 경제에서 항공 산업이 가장 중요하게 기여한 것은 국내 및 국제간의 유효한 운송체계를 담당하는 것이다. 승객, 우편물, 화물의 빠른 운송이 상업 및 경제 발전에 아주 중요하다는 것은 명백한 사실이다. 특히 육상 운송로가 없는 지역에서는 더욱 중요하다. 대부분의 산업화된 국가에서는 국제 장거리 여행의 90% 이상이 항공기를 이용하고 있다. 또한 효율 높은 항공편이 있으므로 하여 많은 개발도상국에서 현대 관광 산업이 국가경제 발전에 중요한 기여를 할 수 있게 되었다.

항공운송

범세계적으로 볼 때 항공 업무는 매우 인상적이다. 통계에 따르면 1986

항공기상의 근대화

년 말 33만 4767대의 고정익 항공기가 민간용으로 운항되고 있었으며, 그 가운데 80% 이상이 50년 전의 구조와 크게 다르지 않은 프로펠러 추진 단일엔진 항공기가 차지했다. 헬리콥터 수는 크게 증가했으며, 현재 약 1만 3500대가 이용되고 있다. 대부분의 헬리콥터는 시정이 좋아야 운항이 가능하며, 착빙에 약하다는 결점을 안고 있다. 특히 기상정보에 의존하는 저공비행 횟수는 과거 어느 때보다 빈번하다는 것이 명백한 현실이다. 하지만 항공운송은 거대한 터보제트(turbo-jet)나 터보프롭(turbo-prop) 항공기에 의존하는데 모든 장거리 운송의 95%는 이러한 항공기가 담당하고 있으며, 현재 약 9000대가 운항되고 있다.

상업용 항공기의 평균 비행 고도는 10~30km(3만~4만 피트)이다. 국제 정기항로의 비행 평균 속도는 시속 약 675km이고, 평균 탑승 인원은 145명이다. 특히 몸체가 큰 신형 항공기의 운송 양 및 능력은 대단하다. 장거리 운항을 위하여 최근 엔진을 4개 장착한 항공기의 제작으로 운항이 잦은 서울-뉴욕, 런던-도쿄, LA-시드니 등 대륙 간 항로의 논스톱 운항이 가능하게 되고 한 번에 450명의 승객을 수송할 수 있게 됐다.

공항건설

현대의 항공 활동을 보장하는 복잡하고 거대한 지원 구조는 대충 이해하는 데에도 상당한 어려움이 있다. 공항건설은 천문학적 투자가 필요하다. 활주로, 유도로, 격납고, 앞 광장, 부수 조명시설, 공항청사, 격납고, 주요 간선도로, 철도와의 연결 등은 공항건설 이전에 반드시 고려하여야 한다. 보통 지역 및 국가경제에 미치는 공항의 긍정 효과가 이 엄청난 투자를 가능하게 한다.

항공사 간의 협력

회계, 발전, 판매, 홍보와 같은 상업 활동과 병행하여 항공사는 항공기의

01.

유지, 분해검사, 급유를 위한 기술 시설을 갖추어야 한다. 상업용 운항을 위한 연료 및 기름의 준비는 적어도 전 세계 규모로 하루에 6700만 달러가 소요된다. 예약, 매표, 승객 및 화물 관리, 항공기 운항을 위해 복잡한 컴퓨터 체계 및 전산망이 설치되어야 한다.

항공사의 협력은 승객과 화물의 연계 과정을 표준화하도록 이끌어 왔다. 항공 정보의 국제 간 전송을 위해 국제항공통신협회(SITA)의 지원 아래 아주 효과 높은 통신 체계가 수립되었으며, 덕분에 항공예약의 대륙 간 중계를 단 몇 분 만에 끝낼 수 있게 되었다.

국제협력 기구 조절

항공운항의 조정에 관한 책임은 각국에 있다. 정부 차원에서 항공 부문에 관한 국제협력은 국제 민간항공기구(ICAO)에서 수행하고 있다. 전 세계의 거의 모든 국가는 시카고협약에 조인함으로써 ICAO에 가입했다.

ICAO의 규정은 국제 간 항공 항로상 안전, 효율, 질서에 관한 각국의 책임을 명시하고 있다. 각 국가는 국내 항공 운항에도 거의 똑같은 규정을 적용한다. 이 분야에서 각국 활동이 가장 중요한 것은 비행정보센터, 지역통제센터, 계기착륙시스템이나 무선표지와 같은 안전운항 보조시설 등 항공교통 서비스를 제공하는 것이다.

항공교통 서비스는 비행계획과 운항 메시지, 신속한 교신을 위해 설치된 국제통신망인 항공고정통신망(AFTN)을 통해 국제적으로 연결되어 있다. 인근의 비행정보센터와 지역통제센터는 서로 직통전화로 연결되어 있다. 항공안전에 대한 정보 활동의 또 다른 중요한 부분은 바로 기상정보 지원이다. 항공기상에 관한 WMO와 ICAO의 규정은 거의 동일하며, 비행 전과 비행 기간에 필요한 심도 있고 상세한 기상 정보를 기술하고 있다.

기상 연관성

구름 위쪽에서 시간 대부분을 보내면서 시속 875km 이상 속도로 여행하는 동안 편안하게 의자에 앉아 있는 승객 대부분은 비행 중에 배풍이나 정풍으로 도착 시간이 어떻게 될까 하는 것을 제외하고는 어떤 기상 요소의 영향에 관한 생각은 전혀 하고 있지 않을 것이다. 강력한 엔진이 크고 무거운 항공기를 1분도 채 안 되어 정지 상태에서 이륙 속도로 가속 시키고, 활주로 끝이 아직도 멀었는데 이미 공중에 뜨는 것을 이륙이라고 쉽게 생각한다. 현재의 '점보'와 상업용 항공기의 시작인 초라한 복엽 비행기를 비교해 보면 승객들은 최신 비행기의 운항에 기상 상태는 거의 무관하다고 생각할 것이다. 그러나 이것은 사실과 너무나 다른 것이다.

기상의 영향

관측 또는 예보된 기상 자료는 비행의 각 단계에 필요하며, 종종 운항 자체를 결정하기도 한다. 항공사들은 안전 유지와 가능하다면 이를 증진시키기 위한 노력의 일환으로 기상정보의 이용에 관한 엄격한 과정을 개발하였다. 이러한 과정은 관측 및 예보 자료의 정보로서의 가치뿐만 아니라 제한성을 충분히 검토한 후에 이루어지고 있다. 비행계획과 실제 운항에 이용되는 기상 요소의 정확한 결정은 실제 경험과 이론 지식을 필요로 한다. 여행자가 기상 악화 상태를 거의 느끼지 못하는 것은 항공 전문가에 의해 세심한 계획이 수립되기 때문이다. 출발 시간, 이륙 하중, 항로, 고도, 예비연료, 착륙 공항 변경, 착륙 하중은 항공기상대에서 제공하는 기상 자료에 따라 조정된다.

돌풍

엔진을 장착한 최초의 비행 날인 1903년 12월 17일 라이트 형제의 비행기

01.

는 돌풍의 피해를 보았다. 근대 운송용 항공기는 80여 년 전의 구식 비행기에 비해 성능이 100만 배 이상이다. 하지만 여전히 비행장에서 나타나는 돌풍은 다른 많은 기상 현상과 마찬가지로 항공 부문에서 중요한 관심사로 남아 있다.

이륙

항공기상의 기본 요건은 공항 관측 자료의 신뢰성과 대표성이다. 이착륙을 위한 필수 자료는 풍향, 풍속, 시정, 날씨, 구름 높이, 기온, 기압이다. 바람 관측은 활주로 선택에 이용되며(착륙은 보통 측풍 시속 45km 이상일 때 불허), 이착륙이 가능한 최대 하중을 결정하는데도 이용된다. 기온은 엔진 성능 발휘와 이륙을 위한 필요한 속도 결정 관점에서 중요한 요소다. 고온은 대기 밀도가 낮음을 의미한다. 얇은 공기에서는 적재 능력이 감소하고, 이륙을 위해 빠른 속도가 필요하며, 활주로의 길이가 더 길어야 한다. 활주로의 길이가 부족하면 이륙 하중을 줄여야만 한다. 이는 더운 지역의 비행장일수록 대단히 중요한 문제다. 보잉 747기의 경우 온도가 섭씨 30도에서 31도로 변하면 최대 이륙 하중을 2000kg 줄여야 한다. 이는 상대적으로 중요하지 않을지 모르나 승객 40명 무게에 해당하고, 이 무게의 연료로 9000km를 비행할 수 있는 것이다. 최대 이륙 하중은 이륙하는 동안 역시 바람에도 영향을 받는다. 15도의 상온에서 시속 18km(10킬로노트)의 정풍이 불면 바람이 없는 고요한 상태보다도 이륙 하중이 5200kg 더 허용된다. 기술적 이유로 항공기가 바람과 같은 방향으로 이륙해야 한다면 시속 9km(5킬로노트)의 순풍에 대해 이륙 하중을 9000kg 줄여야 한다.

정지

기상 상태는 공항 운영에도 역시 영향을 미친다. 다행히 아주 흔한 일은 아니지만 어는 비(Freezing rain) 현상이 있으면 공항 내에서 항공기의 이동은 허

용되지 않는다. 모래바람은 건조지대에서 나타나는 현상으로, 비행에 상당한 영향을 미친다. 비행장에 모래폭풍이 일어나면 공항 운영이 일시 중단된다.

비와 눈

공항 주위 또는 공항 내에 뇌우가 있을 경우 항공기의 연료 주입은 금지되고 있다. 뇌우나 폭우가 내릴 때에는 활주로에 강한 돌풍 현상이나 바람의 방향이 갑자기 변하는 현상이 있어서 항공기의 이륙은 위험하다. 비록 눈이 조금 내리더라도 온도가 영상인 경우에는 상당한 위험이 내재한다. 이러한 기상 현상에서는 항공기 출발 이전에 동체에다 부동액을 즉각 뿌려야 한다. 그렇지 않으면 항공기 날개 위에 녹은 눈은 이륙하는 동안 얼 것이며, 눈과 얼음은 더 쌓여서 마침내 날개의 공기역학 특성으로 역작용하여 갑자기 양력을 잃어서 치명에 이르는 위험에 처할 수 있게 된다.

현재 강수는 비록 그쳤다 하더라도 항공기의 성능 발휘 및 제동력에 여전히 상당한 영향을 미친다. 젖은 활주로는 이륙 하중을 심하게 제한한다. 활주로 위에 1cm의 물이나 진창 눈이 쌓여 있으면 이륙 하중을 2만 5000kg, 5cm면 4만kg을 각각 줄여야 한다. 이륙 또는 이륙 직후에 착빙 현상이 예상되면 즉시 엔진의 더운 공기가 날개를 덥히는데 사용되는데 이른바 ‘에어블리드(Air bleed)’라는 이것은 엔진의 추진력을 감소시켜서 이륙 하중을 1000kg 이상 줄여야 하는 결과를 초래한다.



착빙(Icing) 현상

01.

손실

최대 이륙 하중의 증감은 항공기 운항 면에서 경제 효과와 밀착되어 있는 명백한 사실이다. 최대 이륙 하중이 너무 적어서 항공기가 운송하고자 하는 승객, 화물, 목적지까지 필요한 연료와 예비연료를 모두 감당할 수 없을 때 두 가지 방안을 생각할 수 있다. 즉 재급유를 위해 중간 기착지에 착륙하거나 유료화물 하중을 줄이는 경우다. 이 두 방법 모두 엄청난 추가 경비를 치르게 된다.

최소 시정

이륙이 허용될 수 있는 최소 시정은 항공기의 비행장비와 함께 활주로 규모, 활주로 조명, 비행에 필요한 보조물 등 공항 내에 있는 시설물로 결정된다. 비록 적당한 장비를 갖춘 최신 항공기들은 아주 짧은 시정 아래에서도 이착륙 능력이 있지만 아직도 실제 시정과 구름 높이 때문에 수많은 상업용 항공기의 이착륙이 연기되는 경우가 많다.

이것은 특히 외딴 비행장에서 이륙하는 경우에 많다. 이륙 후 엔진 기능에 이상이 있으면 항공기는 무조건 다시 돌아와 착륙해야만 하기 때문이다. 시정과 구름 높이는 비행장에서 항공기의 이착륙을 관제하는데 상당한 영향을 미친다. 아주 좋은 날씨에서는 나쁜 날씨보다도 같은 시간에 훨씬 많은 항공기의 이착륙을 유도할 수 있다. 항공기의 대기나 출발 연기는 날씨가 공항의 수용 능력을 감소시킬 때마다 주요 공항의 혼잡을 재현시킨다.

기압

공항에서 측정된 기압은 그 지역을 드나드는 항공기의 고도계 조정에 사용된다. 조종사는 착륙하고자 하는 공항기상관측소가 제공하는 기압 값에 절대로



안개

의존해야 함은 당연하다. 특히 착륙 항로에 높은 언덕이나 다른 장애물이 구름에 덮여 있는 경우 고도계의 올바른 조정은 생사와 관련된다.

관측소

바람, 시정, 기온, 기압의 조그마한 변화에도 항공 운항이 큰 영향을 받는다는 사실은 정확하고 믿을만한 장비가 올바른 위치에 갖추어진 항공기상관측소의 설치 당위성을 강변해 준다. 항공기상관측소는 두 가지 기능을 하고 있다. 즉 항공기의 운항에 필요한 모든 기상 요소를 감시하고 이 정보를 제공하는 동시에 전 기상 업무에 없어서는 안 될 WMO의 전 세계 기본 관측망(GOS)의 한 부분을 담당하고 있다. 항공 분야의 기상관측 수요 증가는 기상 업무 개발을 고무시키며, 세계적으로 완전한 일일관측 프로그램을 갖춘 정규 관측소의 3분의 1이 공항에 위치하고 있다는 사실로 그 기여도를 알 수 있다.

항로바람

운항 시간의 연료 소모는 항로의 바람과 기온에 좌우된다. 최신 항공기는 속도가 빠르기 때문에 기존의 항공기보다 바람의 영향을 덜 받게 되지만 이들의 비행고도(10~13km)에서 부는 바람은 피스톤 엔진을 갖춘 항공기가 운항하는 저고도에서의 바람보다 훨씬 강하다.

장거리 운항에서 매일 소모되는 연료는 바람에 따라, 특히 온대 중위도에서 서쪽으로 운항하는 경우와 동쪽으로 운항하는 경우에 큰 차이가 있음을 보여 준다. 예를 들면 보잉747 항공기가 5000km 거리를 시속 90km의 평균 배풍을 받고 운항할 때 바람이 없을 때보다 1만kg 이상의 연료를 소모한다. 장거리 비행에서 불필요하게 많은 예비연료를 준비하는 것은 비효율이다. 즉 초과 하중은 상당한 연료 소모를 초래하기 때문에 초과 연료 하중과 같은 무게의 유료 화물을 줄여

01.

야 한다. 제트기류라고 불리는 강풍 대는 현대식 항공기의 비행고도와 같은 곳에서 발견되며, 보통 수천 km 이상의 거리까지 확장되어 있다. 제트기류의 핵에서는 보통 시속 200km의 바람이 불 때도 있다. 기존 항로보다도 그렇게 멀지 않은 우회 항로를 이용해 운항할 수 있음에도 강풍을 받으며 비행하는 것은 아주 어리석은 일이다.

보통 풍향, 풍속은 고도에 따라 변하기 때문에 비행에 유리한 바람이 부는 고도를 선택하여 운항하면 비행시간을 단축하고 연료 소모를 줄일 수 있다. 운항항로를 따라 모든 적절한 비행고도에서의 확실한 바람과 온도 자료는 목적지에 도착하기 위해 너무 많은 연료를 준비하거나 연료를 부족하게 준비하는 아주 나쁜 경우를 피하기 위하여 비행계획을 수립하는 게 필요하다. 대륙 간 비행은 8~14시간 소요되며, 화물 적재량과 연료 준비 양을 결정하는 비행계획은 항공기가 예정된 비행 준비를 완료하기 이전에 완전히 끝마쳐야 한다. 이것은 비행 계획에 쓰이는 바람과 온도의 자료는 실제 예보를 위한 고층기상 관측이 실시되기 12~30시간 이후의 예측 값이어야 한다는 것을 의미한다. 수많은 항공사의 국제 항로가 전 지구 상에 분포되어 있으므로 어떤 경우의 항공바람 예보는 전 지구를 포함해야만 한다.

관측 시간으로부터 12, 18, 24, 30시간 앞서서 1.5km에서 14km까지 8층에서의 전 세계 상층 바람을 예측한 자료라면 그 양은 실로 막대한 것이다.

수치 예보

40년 전만 해도 수치 예보는 기상학 분야에서 불가능한 일이었다. 그 당시 바람 예측은 수작업이나 저성능 컴퓨터에 의해 제한된 영역에서만 이루어졌다. 요즘은 초대형 컴퓨터를 이용하여 복잡한 수치 방법으로 전 지구의 바람과 기온 분포를 정기로 생산하고 있다. 이렇게 얻은 자료를 고속의 통신 구간 내에서 비행 동안 비행계획과 요구연료 양을 빨리 계산하기 위해 역시 컴퓨터를 가지고

있다. 비록 예보가 아직은 완벽하지 못하지만 때때로 중·소규모 바람 예측 값은 아주 만족할 만하다. 평상시 장거리 운항의 경우 예보 오차에 대비한 예비연료로 5% 미만을 준비한다. 민간항공에서 정확한 바람 예측 정보가 있다는 것은 아주 중요하다.

바람 정보 없이 긴 해양항로를 비행한다면 승객이나 화물 대신 불필요하게 많은 연료를 수송하게 되어 적자를 볼 수도 있을 것이다. 바람 예보 정확도의 향상 덕분에 항공사들은 많은 돈을 절약하게 된 것이다.

세계 공역예보체제

매일 많은 항공기가 각 국가와 주요 기착지 사이의 똑같은 복잡한 항로를 따라 운항한다. 항공기가 운항하는 모든 국가에서 같은 항로와 지역의 항공 예보 자료를 매일 생산한다면 노력을 낭비하는 결과가 된다. 그래서 1970년에 처음으로 특정 국가센터에서 공역예보 자료를 생산하도록 하였다.

전 지구를 대상으로 하는 항공바람 예측 자료의 집중 생산이 가능해짐에 따라 국제 협력의 이득은 점점 커져 갔다. 1983년 ICAO와 WMO가 공동으로 세계공역예보체제(WAFS: World Area Forecast System)를 채택했다. 이 시스템 아래에서 두 곳의 예보센터(런던과 워싱턴)가 상호 독립 체제로 전 지구의 바람, 기온 예측 자료를 생산하는 책임을 맡았다. 두 센터는 자료 교환을 통해 한 센터에서의 운영이 일시 중단되었을 때 다른 센터로부터 지원을 받게 된다.

뇌우

운항 도중에 발생하는 특정 기상 현상 정보는 비행계획을 수립하거나 실제 운항에 없어서는 안 될 요소로 남아 있다. 대기 중의 수분(기체, 액체, 고체 상태)은 비행에 악영향을 미치는 기상 현상을 초래하는데 중대한 역할을 하고 있다.

01.

대기 중에 물이 없다면 대기의 모습은 아주 단순할 것이다. 공기 중의 수증기 양은 안개, 구름, 비를 형성하는데 결정 요인으로 작용한다. 더 나아가 수증기는 연직 상승운동의 증가와 강수에 의해 대기의 수직 안정도에 영향을 미친다. 이러한 과정에서 포함되어 있는 에너지는 깜짝 놀랄 만큼 많다. 중간 크기의 뇌운에서 방출되는 잠열은 400킬로톤의 원자탄을 폭발시킬 때 나오는 에너지와 같다.



낙뢰

뇌우는 항공운항에서 알려진 대부분의 위험한 사건과 관련이 있다. 가능하면 구름 속을 지나는 운항은 피해야 하며, 비록 민간항공기 대부분이 기체에 기상레이더를 갖추고 있지만 조종사에게는 항상 자신의 비행에 영향을 줄 수 있는 뇌우의 위치와 크기에 관한 최신

정보를 필요로 한다. 가끔 뇌우는 민간항공기의 비행 고도보다 더 높이까지 발달하는 경우도 있다. 뇌우를 통과할 때 나타나는 위험 요소는 심한 요란, 우박, 착빙과 덜 위험하지만 번개 등이 있다. 폭풍운 아래에서 발견되는 강한 하강기류, 즉 다운버스트(Down burst)는 지면 부근의 풍향 및 풍속의 급격한 변화를 초래한다. 이는 저고도 비행 항공기에 아주 위험한 요소이다. 가끔 강력한 뇌우는 지면으로부터 구름까지 확장된 강한 와류의 집합체인 토네이도 또는 물에서는 용오름이라 부르는 현상을 만든다. 토네이도는 지표면 부근에서 최대로 강한 바람으로 나타난다.(최대 풍속은 시속 460km 로 추정됨) 항공기가 토네이도의 와류 속으로 들어가면 거의 틀림없이 동체 피해를 보게 된다.

청천요란

구름과는 무관하게 넓게 퍼져 있는 요란은 짧은 거리에서 풍향 또는 풍속

의 차가 클 때 나타나는 현상이다. 이런 현상을 청천요란(CAT)이라 부르며, 특히 제트기류와 관련되어 상층 비행고도에서 종종 나타난다. 청천요란은 약한 흔들림에서 강한 요란까지 강도가 다양하게 나타나며, 정도에 따라 안전벨트를 하지 않은 승객은 모두 나동그러지기도 한다.

청천요란 현상을 예보하는 것은 매우 어렵기 때문에 청천요란 예보의 신뢰성은 제트기가 도입된 이래 계속 문제점으로 남아 왔다. 다행히 현재 청천요란 생성에 대한 수치 실험이 개발 단계에 있어서 앞으로 좋은 결과가 나올 것으로 기대를 모으고 있다.

지역공역예보센터

항공운항을 위한 항로 일기예보의 준비는 사람의 손이 필요하고, 시간이 소요되는 작업이다. 이러한 항로예보 업무에 종사하는 예보관들은 국지 기후 전반에 관한 지식을 갖추고 있을 필요가 있으며, 관련 지역 기상의 일반 특성을 알고 있어야 한다. 이러한 이유 때문에 이런 예보의 생산은 세계 공역예보센터에서 집중해 다룰 수 없었으며, 따라서 세계의 모든 항로에 대한 위험기상 예보를 각 지역공역예보센터(Regional Area Forecast Centers)가 서로 협력하여 생산해냄으로써 책임을 나누어 질 수 있도록 하고 있다.

착륙



착륙 후 활주로를 이탈한 항공기 모습

기상 상황이 착륙에 완벽하더라도 거대한 항공기를 안전하게 지상에 착륙시키는 데에는 아직도 몇 가지 특별한 작동이 필요하다. 몸체가 넓은 항공기가 착륙할 때 하중은 200톤이 이상이 되고, 활주로에 닿을 때의 속도는 시속 250km에 이른다. 착륙 후 항공기는 서서히 굴러가도록 속도를 낮추어야 하는데 이때 브레이크는 엄청난 힘의 에너지를 감당하고도 여유가 있어야 한다. 최대 착륙 하중은

01.

항공기가 건조하고 깨끗한 활주로 길이의 60% 거리 이내에서 안전한 상태로 되어야 한다는 기본 전제 아래 결정된다. 최대 착륙 하중은 공항의 고도, 활주로 주변의 바람, 활주로의 상태와 기온 등에 좌우된다.

활주로를 가로질러 강한 돌풍이 불 때는 착륙이 제한되며, 활주로의 물기가 있거나 눈이 있는 때에는 매우 약한 측풍에도 활주로의 이용이 제한된다.

계기착륙 장치의 개발은 안개 속에서도 작동을 계속할 수 있는 능력을 더욱 개선시켰다. 최근 들어 활주로 가시거리가 125m일 때에도 자동 착륙이 가능해지고 있다. 그러나 모든 항공기나 모든 공항이 규정 내의 정확한 착륙시스템을 갖추고 있지는 않다. 더욱이 측풍이 보통의 산들바람(시속 18km)보다 강할 때에는 안개 속에서의 자동 착륙이 불가능하다.

기상 상황은 특히 항공기가 공항에 접근할 때와 착륙할 때 중요하다. 따라서 착륙하는 항공기에 풍속, 풍향, 최대풍속, 활주로와 함께 유도해서 가시거리의 최근 관측 값을 전달하는 것은 필수다.

일반 운항

현대의 정기 여객기는 항공공학의 놀라운 위업을 보여 준다. 이러한 항공기의 놀랄만한 발전에도 기상 상황은 항공기의 운항에 큰 영향을 미친다. 따라서 정확한 기상 정보의 신속한 제공은 항공운항 사업의 안전과 경제성에 대단히 중요하다.

세계적으로 날개가 고정되어 있는 항공기의 80% 이상이 하나의 엔진과 피스톤 프로펠러 비행기로, 50년 전의 조그마한 항공기처럼 기상에게 쉽게 영향을 받는다.

일반 운항에 대한 기상 지원은 안전운항 그 자체를 암시해 주며, 항공기상학의 가장 주요한 과제다. 그러나 일반 운항 작동 사항의 다양성과 기상관측소가 설치되어 있지 않은 소형 공항의 이용이 이러한 과제를 더욱 어렵게 만든다. 많

은 나라에서는 일반 항공운항을 위하여 전화로 정조를 이용할 수 있는 기상정보 시스템(경우에 따라서는 자동화시스템)을 설치하고 있다. WMO에서는 이러한 소형 공항에서의 기상 지원 업무가 좀 더 개선될 수 있도록 적절한 기술 개발을 위해 노력하고 있다.

과제

세계 공역예보센터와 지역공역예보센터에서 상층풍, 기온, 특별항로 기상 등에 관한 예보를 제공하고 있지만 각국 기상대에서 담당해야 할 과제는 여전히 남아 있다. 전 지구 또는 지역 집중의 일기예보는 국제 간 통신 설비가 연결되어 있는 각 공항에서 더 신뢰할 수 있는 비행계획 데이터를 제공할 수 있게 한다. 그러나 안전운항에 직접 영향을 미치는 항공기상의 과제는 국가별로 수행되어야 한다. 앞에서 언급한 바와 같이 국제공항에서의 기상 상태를 관측하고 보고하는 것 외에 중요한 것은 공항예보를 생산하고 전달하는 것, 국내와 국제항공 지역에 대한 운항 조건과 관련된 기상학 관점을 제공하는 것이다. 국제공항에서는 브리핑이나 토론 또는 자동화 수단으로 비행승무원에게 특별기상 정보를 제공해야 한다. 이러한 활동에는 관측소, 공항기상대, 통신시스템과 같은 적절한 시설의 설치 및 운영뿐만 아니라 관련 기술 개발 및 직원 훈련까지도 요구된다.

세계기상감시

국제 협력은 항공운항에서의 협력과 같이 기상학에서도 필수다. 정기 시간 간격으로 실제 세계 기상 상황 분석과 여러 고도의 향후 범지구 순환을 계속 계산하는 것은 항공운항 응용에 매우 필요하다. 요즘 일기예보 대부분은 예보 결과가 농업, 교통, 산업 또는 일반 국민의 이익 등 어떤 분야에 이용되는지와 상관없이 수치예보 방법에 기초를 두고 있다. 전 지구 규모의 기상 업무는 모든 국

01.

가의 기상대가 관측 자료의 수집 및 교환 처리에 완전한 협력 체제를 갖추었을 때 가능해진다. 이러한 업무는 국내·국제 활동을 위해 요구되는 기상 정보를 모든 국가에 제공하기 위해 구성된 국제 시스템인 세계기상감시(WWW)를 통해 WMO가 수행하고 있다.

기본시스템

세계기상감시(WWW)는 세계관측망(GOS), 세계기상통신망(GTS), 세계자료처리체계(GDPS) 등 3개의 기본 시스템으로 구성되어 있다.

GOS는 9500개의 지상관측소, 600개의 레이더관측소, 770개의 상층관측소를 갖추고 있다. 또한 7000개의 선박, 200개의 부이(Buoy) 및 기상 정보를 제공하는 많은 항공기, 9개의 기상위성을 보유하고 있다. GOS로부터 수집되는 많은 양의 데이터는 현대의 통신장비와 처리장치 등을 통해서만 취급될 수 있다.

GTS(Global Telecommunication System)는 모든 국가의 기상대에 연결되어 있으며, 관측자료 및 처리된 각종 자료의 신속한 교환에 이용되고 있다. 대부분의 기상대에서 필요로 하고 있는 세계·지역의 대기 유형 수치 분석 및 예보를 생산하거나 막대한 양의 자료를 처리하는데 필요한 용량이 큰 컴퓨터 또는 현대 장비는 모든 나라가 갖추고 있지 못하다.

GDPS(Global Data Processing System)는 각국의 기상센터에 수치해석 결과를 기본으로 만들고, GTS를 이용해 배포하도록 할당하고 있다.

이러한 방법으로 각 국가는 기상학 분야에서 국제 협력을 통해 많은 이익을 얻을 수 있음을 알게 될 것이다.

규정

항공기상 업무에서 필수가 되는 WMO 활동 사항 두 가지는 다음과 같다.

① 세계기상 감시 지원

② 규정 항목 개발

세계기상감시(WWW)가 항공예보에 기본으로 필요한 관측 및 처리 정보 제공에 필수임은 앞에서 언급했다. 긴밀한 국제 협력을 위한 규정 및 과정과 관련된 WMO-ICAO 공동 작업은 또 하나의 중요한 활동이다. 항공기상에 대한 세계 표준화 작업의 중요성을 절대로 과소평가해서는 안 된다. 각국의 많은 일기예보 이용자는 자기가 필요로 하는 일기예보가 어떻게, 언제, 어디서 얻어질 수 있는가를 잘 알고 있어서 언어 문제로 크게 장애를 받지 않는 것으로 보인다. 그러나 항공 분야에서는 모든 일이 그렇게 쉽지 않다.

활주로 이착륙

어떤 조종사는 눈 쌓인 활주로를 이륙해서 몇 시간 후에 열대 지역 공항에 착륙할 것이다. 기후와 일기뿐만 아니라 문자 및 언어 또한 이 공항과 저 공항 모두 많이 다르다. 전 세계로부터 온 조종사들은 주요 공항에서 비행계획에 필요한 기상 정보를 제공받아야 한다. 기상 전문가와 승무원들은 비록 전문 어학자가 아니지만 대부분 만족할 만큼 의사소통을 할 수 있다. 잘못 알아듣는다면 이것은 대단히 위험하다. 이 위험은 정보를 제공하는 양식을 정확하게 표준화함으로써 제거될 수 있다. 비행장 보고와 예보들은 적절한 WMO의 항공코드에 따라 작성된다. 바람과 특별 항공기상 예보는 승인된 국제 기호에 따라 공인된 양식으로 발표된다. 대체로 50만 명 이상에 이르는 조종사 및 지상의 승무원들은 이러한 코드 및 양식에 익숙해져 있는 것으로 생각된다.

항공기상학 프로그램

앞에서 언급한 것 외에도 WMO는 항공기상학 프로그램으로 안전운항을

01.

위한 기상 서비스 개선에 노력하고 있다. 프로그램의 주요 요소는 업무 수행 자원, 교육과 훈련, 연구 증진이다.

항공운항을 위한 기상 서비스의 발전과 관련하여 볼 때 국가들 사이에는 중요한 차이가 있다. 세계기상감시와 세계공역예보체제로 만들어지는 국제 예보들은 대단히 유용하다. 그렇지만 각국은 정교한 방법, 고급 인력, 기상레이더, 위성자료수신소, 기상컴퓨터시스템과 같은 값비싼 인력과 장비를 통해서만이 성취할 수 있는 여러 과제를 수행해야 할 책임이 있다.

어느 특정 고도의 상세한 기상 지원을 하기 위한 기술 수단 및 경제성 문제 해결 방안이 아직까지 모든 국가에서 이루어지고 있지는 않다. WMO에서는 이러한 나라에 기술 지원 및 전문 교육 과정으로 돕고자 노력하고 있다. WMO는 또한 유엔의 활동을 돕는 의미로 고유한 기술협력 프로그램을 갖추고 있다. 바로 WMO 자원협력프로그램(VCP)이다. VCP를 통한 지원은 경제 측면을 포함해 장비 제공과 같은 실무 측면의 직접 지원을 망라한다.

현재까지 항공예보의 정확성이 아직 만족할 만큼이 아니라는 사실은 이미 언급했다. WMO는 기상 협업의 지원뿐만 아니라 대기 연구 증진에도 참여한다. 오늘날 이 분야에서 매우 넓은 범위의 과학 활동이 이루어지고 있다.

항공기상학에서 얻는 이익

경제·사회 활동의 다양함 속에서 항공운송의 중요성은 앞에서 언급했다. 항공운항에서 양질의 기상 정보를 이용하는 것은 항공운항의 효율성과 안전성을 위해 매우 중요하다.

기상 상황에 관한 부주의는 시간과 연료 낭비, 불필요한 항로 이탈, 항공기의 피해를 가져다주고 심지어 생명의 손실도 발생하게 한다. 거대한 투자자본과 현대 항공운항의 높은 유지비용을 생각할 때 항공사들은 비행 스케줄을 더욱 원활하게 수행할 수 있도록 어떠한 노력도 아끼지 않는다.

공항에 기상관측소와 기상대를 설치함으로써 항공 산업의 발전, 나아가 국가경제 발전에 커다란 기여를 하게 될 것이다. 항공운항에 대한 기상 서비스는 경제 측면에서도 효과가 매우 높다. 정기 여객기의 수평꼬리날개에 있을 수 있는 우박 피해의 경우 수리비용은 숙련된 기상대 직원의 연봉을 크게 초과한다. 세계 공역예보센터에서 발표되는 전 지구의 바람과 온도 예보가 정기 여객기의 운항에 미치는 값어치는 이미 언급했다. 경제 이익을 연간으로 보면 수백만 달러에 이를 것이며, 간접 이익도 있을 것이다.

기상대가 공항에 설치되면 그 지역의 농부와 상공업 종사자들에게도 중요한 기상 정보를 제공하는 근원지가 될 것이다. 하나의 공항기상대는 보통 그 지역에서 정기 운항을 하지 않는 고객을 100명 이상 보유하고 있다.

공항 사무소의 여분 공간을 기상대로 사용하는 것은 장려할 만하다. 통합된 기상대로부터 많은 이익을 얻을 수 있다는 점을 알 수 있게 될 것이기 때문이다. 어떤 국가의 항공기상 업무가 독립된 조직에서 따로 수행되고 있다면 낭비 요인이 많이 발생할 것이다. 최근 들어 자료 제공, 기본 기상업무 기능을 위한 조직 및 인력 확보에는 많은 비용이 들기 때문에 기관의 통합이 더욱 필요하다. 어느 국가의 기상대 설립 목적이 항공 업무 지원을 위한 것이었다 하더라도 농업, 해운, 교통, 산업 등 기타 분야의 기상 산업 활용도 함께 생각할 수 있게 함으로써 경제 측면에서 더욱 효과 있는 공헌을 할 수 있을 것이다.

제4절

항공기술의 발전

항공운항의 기술은 무한히 발전할 것이다. 새로운 물질의 출현은 더욱 튼튼하고 경제성 있는 엔진을 만들며, 금속의 약화 및 부식에 견딜 수 있는 개선된 가벼운 기체를 만들 수 있게 할 것이다. 항공기 기체의 전자시스템은 좀 더 높은 정확도로 자동 이착륙 및 자동운항을 가능케 할 것이다. 데이터 연동장치는 항공기와 지상 사이의 음성 교환을 일부분 대신할 수 있으며, 운항과 기상관계 정보를 더욱 신속하게 전달해 줄 수 있을 것이다. 위성

01.

이용은 항공기의 운항 및 감시와 항로관제를 개선시켰다. 상업 수송 항공기의 성능과 경제성을 더 향상시킬 수 있도록 항공기의 설계도 달라질 것이며, 새로운 세대의 항공기는 더 먼 장거리 수송을 가능케 할 것이다. 항공기처럼 이륙하여 로켓처럼 우주를 날 수 있는 우주 항공기나 우주 자동차의 개발이 이제 제2차 단계에 접어들고 있다.

항공기술의 발전은 항공운항 때 일기 조건의 영향을 덜 받을 수 있게 할 수 있다. 그러나 기상정보는 여전히 항공수송 업무에 필수 정보로 남아 있게 될 것이다. 예를 들어 첨단 항공기도 번개나 전자기 장애로부터 보호되어야 하며, 더욱 빠른 속도로 운항하는 첨단 날개 구조로 된 항공기도 폭우와 같은 일기 조건에 더운 민감해질 수밖에 없다.

천문학적 비용을 투자한 현대의 항공 회사들은 비행 이전이나 비행 도중에 기상 정보를 가장 적절히 이용할 수 있도록 해야 한다. 기상학의 과학·기술 발전은 현재와 미래의 항공 산업에서 필요로 하는 여러 요구 사항을 해결해 줄 수 있을 것이다. 지구 전체의 바람이나 온도의 예보를 위한 수치예보모형은 과학 진보와 다양한 기본 자료 생산으로 더 개선될 것이다. 또한 소규모 및 중규모 기상 현상에 관한 연구는 공항예보의 정확도를 지속 향상시킬 수 있을 것이다.

공항에 도플러레이더를 설치함으로써 그 부근의 요란이나 구름 상황의 초기 위치를 파악하고 있으며, 다음 세대의 기상위성은 악기상 감시에 가장 기여하는 도구가 될 수 있을 것이다.

해양 위에 떠 있는 위성의 관측 자료는 상층 대기의 흐름을 파악해 줄 것이며, 특히 제트기류나 청천요란 같은 현상의 위치 파악에 크게 기여할 것이다.

2

PART

우리나라 항공기상의 변천

제1절 김포국제공항의 탄생

제2절 김포공항의 지형 및 기후 특성

제3절 시대별 항공기상 업무

제4절 조직 및 인력의 변천

02.

제1절

여의도비행장과와 합류

여의도비행장은 일본 육군이 1916년 3월 서울 여의도에 간이 비행기 착륙장을 건설하여 그해 10월 개설하면서 개항된 우리나라 최초의 비행장이다. 1929년 4월 1일에는 서울 여의도 간이 비행장을 대구, 평양, 신의주, 울산, 함흥, 청진 간이 비행장 등과 함께 정식 비행장으로 개장됨으로써 일본 육군 항공기와 민간 항공기가 공동으로 사용하였다. 같은 날 여의도비행장에는 나침반 수정대, 풍향·풍속표지, 계량기, 전화 등 시설을 갖춘 사무실 및 대합실 212㎡(약 70평)가 신축되었다.

1938년부터 기상관서에서는 군용 및 민간의 항공기 운항에 필요한 자료로 활용하기 위하여 일출부터 일몰까지 풍향, 풍속, 일기, 운량, 운형, 운향, 시정 등 항공에 필요한 요소를 관측하여 각 비행장 소재 기상 기관에 통보하였다.

6·25전쟁 후 1954년 1월 13일에는 여의도비행장에 항공기상대를 설치하였고, 1954년 4월초에는 정부에서 미국 군 사령부의 승인을 얻어 여의도비행장을 임시 국제공항으로 지정하였다. 1956년 5월 24일에는 여의도국제공항 청사를 총 1120㎡(340평)로 증축하여 운영하였다. 1958년 1월 27일 여의도공항은 김포국제공항으로 합류되고, 군 전용 비행장으로 전환되었다. 이후 여의도 비행장은 개장 54년 만인 1971년 1월 31일 폐쇄되었다.

김포비행장에서 김포국제공항으로

김포비행장은 역사의 수레바퀴 속에서 수많은 애환을 간직하면서 성장을 거듭하였다. 김포국제공항은 1939년 당시 행정구역 상 경기도 김포군 양서면 방화리에 일본군이 1317m의 활주로를 건설하고 일본군 전용 비행장인 가미카제 특공대의 훈련장으로 사용되면서부터 역사가 시작되었다. 1949년 9월 한·미 간 김포비행장 운영 협정이 체결되어 미국 측이 김포비행장 시설을 확장하고 항공 요

김포국제공항의 탄생



1956년 여의도 비행장

원 양성을 전담하도록 하였으나 6·25전쟁 발발 이후 1951년 3월 주한 유엔군사령부에서 미 공군의 군사 목적으로 김포비행장을 징발함으로써 유엔군 관할 아래 운영되었다.



김포국제공항 전경

6·25전쟁이 끝난 후인 1954년 4월 5일부터는 우리나라 측에서 미 제5공군 전용의 김포비행장 활주로를 일부 사용하게 되었다. 그 후 1957년 9월 30일 김포비행장의 긴급 보수 공사가 완료되어 사실상 국제공항으로 사용되기 시작하였다. 그해 12월에는 우리 정부와 미 제5공군 간에 김포국제공항의 공동 사용 협정이 체결되었다. 1958년 1월에는 우리 정부와 미 제5공군 간에 김포국제공항 관리권의 단계 이양 협정이 체결되고, 이 시기에 김포국제공항의 활주로 확장 공사가 완공되었다.

1958년 1월 18일 교통부는 김포국제공항 확장 공사를 착공하였다. 교통부장관은 1월 27일 여의도공항의 기능을 김포국제공항으로 이전하고 여의도공항을 군 전용비행장으로 사용한다고 발표하였다. 사흘 뒤인 1월 30일에는 대통령령으로 김포국제공항을 정식 국제공항으로 지정하였고, 3월 10일 교통부는 여의도 공항에 이착륙하던 대한국민항공사(KNA)의 국제선을 김포국제공항으로 이전하도록 지시하였다.

02.

[표 4-1] 김포공항 현황

구 분		시설 규모	수용 능력	2010년 실적(이용률)
활주로		3,600×45m 3,200×60m	22.6만 회/년	11.8만 회/년(52%)
계류장		1,215,487㎡	73대	
여객터미널	국 내	77,776㎡	3,145만 명/년	1,458만 명/년(46%)
	국 제	49,698㎡	398만 명/년	311만 명/년(78%)
화물터미널	국 내	30,363㎡	60.7만 톤/년	12.6만 톤/년(21%)
	국 제	96,018㎡	82.6만 톤/년	1.8만 톤/년(2%)
항행안전시설		활주로14R : CAT.Ⅲa 활주로32L : CAT.Ⅰ 활주로14L : CAT. Ⅱ 활주로32R : CAT. Ⅱ	시정 RVR175m 시정 RVR550m 시정 RVR550m 시정 RVR550m	

제2절

1. 지형

김포공항은 해안에서 약 12km 내륙에 위치하고 있으며, 활주로 14R32L의 풍측탑 중심으로 동쪽 약 16km 떨어진 인왕산(해발 338m)을 시작으로 북동쪽 약 20km 지점의 북한산(837m), 도봉산(739.5m) 등 북한산국립공원으로 이어지는 등 동쪽에서 북쪽까지 산마루들로 이루어져 있다. 이들은 다시 북서쪽으로 약 28km 지점의 김포시 월곶면의 문수산(372m)으로 이어진다. 그 뒤로는 마니산(468m), 혈구산(466m), 별립산(340m) 등 산들로 형성된 강화도가 자리하고 있다. 또한 남동쪽 약 20km 지점의 관악산(632m)과 연결하면 반경 약 25km의 원형 산마루 장벽을 이루고 있음을 알 수 있다. 그 안쪽으로도 북동쪽 약 2.5km 지점의 개화산(128m), 북서쪽 약 5.5km 지점의 계양산(395m) 등 크고 작은 산들로 또 하나의 반경 약 5km 원 모양 장벽이 해발 17.7m에 있는 항공기상자동관측장비(AMOS)를 둘러싸고 있다. 공항으로 합류되고, 군 전용 비행장으로 전환되

김포공항의 지형 및
기후 특성

었다. 이후 여의도 비행장은 개장 54년 만인 1971년 1월 31일 폐쇄되었다.



김포공항 지형도

2. 기후 특성

김포공항은 해안에서 약 12km 내륙에 위치하고 있으며, 활주로 14R32L의 풍측탑 중심으로 동쪽 약 16km 떨어진 인왕산(해발 338m)을 시작으로 북동쪽 약 20km 지점의 북한산(837m), 도봉산(739.5m) 등 북한산국립공원으로 이어지는 등 동쪽에서 북쪽까지 산마루들로 이루어져 있다. 이들은 다시 북서쪽으로 약 28km 지점의 김포시 월곶면의 문수산(372m)으로 이어진다. 그 뒤로는 마니산(468m), 혈구산(466m), 별립산(340m) 등 산들로 형성된 강화도가 자리하고 있다. 또한 남동쪽 약 20km 지점의 관악산(632m)과 연결하면 반경 약 25km의 원형 산마루 장벽을 이루고 있음을 알 수 있다. 그 안쪽으로도 북동쪽 약 2.5km 지점의 개화산(128m), 북서쪽 약 5.5km 지점의 계양산(395m) 등 크고 작은 산들로 또 하나의 반경 약 5km 원 모양 장벽이 해발 17.7m에 있는 항공기상자동관측장비(AMOS)를 둘러싸고 있다. 공항으로 합류되고, 군 전용 비행장으로 전환되었다. 이후 여의도 비행장은 개장 54년 만인 1971년 1월 31일 폐쇄되었다.

02.

3. 요소별 기후 특징

»시정

활주로 북서 방향이 초지로 구성되어 있는 지형 특성상 맑은 날 일몰 후에 국지풍인 북서풍이 약하게 부는 사례가 많이 나타나 맑은 날씨, 특히 복사냉각 작용이 활발하게 나타난다. 또한 서해상에서 발생하는 이류안개와 내륙에서 발생하는 복사안개가 혼합되어 시정 600m 미만의 짙은 안개가 가을철에 특히 많이 발생한다. 안개 일수는 연평균 35일이며, 이 가운데 가을철이 14일로 가장 많이 발생한다.

»바람

바람은 연중 북서풍이 탁월하고, 여름철에는 남풍~남서풍 계열의 바람이 많이 분다. 연평균 풍속은 5.0kt로, 이 가운데 4~5월이 연중 가장 강하다. 또한 최대풍속 극값 1위는 360° 44kt(1985. 7. 19), 순간최대풍속 극값 1위는 190° 66kt(2010. 9. 2)로 여름철에 가장 강하다. 최대풍향은 북서풍이 탁월하고 활주로 방향과 비슷하게 불어 이착륙에 적합하다.

»강수량

연평균 강수량은 1216.9mm로, 장마전선의 활성화인 7월과 기온 상승으로 대기 불안정에 의한 적운형 구름에서 내리는 소낙성 강수가 많은 7~9월이 전체 강수의 60%를 차지한다.

적운형 구름에서 내리는 강수의 특징은 소낙성으로, 짧은 시간대에 국지로 많은 양의 비가 내린다. 1시간 최다강수량은 79.5mm(2010. 9. 21), 30분 최다강수량은 45.5mm(1998. 8. 8), 10분 최다강수량은 31.5mm(1984. 9. 19)로 극값 1순위가 7~9월에 연중 최대로 나타난다.

4. 계절별 기후 특징

»봄

겨울철 날씨를 지배하던 한랭 건조한 시베리아 고기압의 세력이 점차 약해지면서 북서계절풍에서 서쪽으로부터 다가오는 이동성 고기압의 영향을 주로 받아 맑고 건조한 날씨가 이어지고, 그 후면에 뒤따르는 기압골의 주기적인 통과로 흐리거나 비가 오는 날이 많다. 봄철 평균기온은 10.9도, 평균 최저기온은 5.2도, 평균 최고기온은 16.8도이다. 봄철에 발생하는 안개는 주로 이류안개와 전선안개이다. 바람은 겨울철 북서계절풍에서 점차 서풍에서 남서계열로 풍향이 바뀌는데 4월에는 서풍 계열, 5월에는 남서풍으로 풍향이 바뀐다. 평균 풍속도 연중 봄철이 6.0kt로 가장 높게 나타난다. 강수량은 평균 65.0mm로 겨울보다 많이 늘어나는데 이는 봄철 이동성 고기압 후면에서 따라 오는 기압골의 영향으로 비 오는 날이 증가하기 때문이다. 한편 봄철에는 중국 내륙에서 발생한 다량의 흙먼지 입자가 강한 상승 기류를 타고 공중으로 불어 올라가 다시 편서풍을 타고 동쪽으로 이동하여 한반도 전역에 걸쳐 영향을 준다. 황사는 주로 봄철에 발생하는데 그 가운데 4월에 가장 많이 나타난다.

[표 4-2] 봄철 월평균 기후 값(1981~2010. 9)

계절 \ 요소	평균풍속	평균기온	평균최고기온	평균최저기온	해면기압	평균강수량
봄	6.0kt	10.9℃	16.8℃	5.2℃	1015.9hPa	65.0mm

»여름

이동성 고기압이 점차 물러가고 여름 날씨를 지배하는 북태평양 고기압이 최성기를 이루면서 장마와 함께 습하고 무더운 날씨가 지속된다. 또한 발달한 태풍의 영향을 받는 시기로, 강한 바람과 함께 집중호우를 동반한 뇌전 등 위험기상으로 인하여 기상재해가 가장 많이 발생하는 계절이다. 여름철 평균기온

02.

은 23.7도, 평균 최저기온은 19.7도, 평균 최고기온은 28.3도이다. 일 최고기온 극값은 36.9도(1994. 8. 9)까지 올라가면서 극값 1위를 기록하였다. 기온이 상승할수록 기압은 낮아진다. 따라서 기온이 연중 가장 높은 여름철 평균 해면기압은 1008.0hPa로 연중 가장 낮다. 평균 풍속은 5.3kt로 봄철보다 조금 약하다. 풍향은 남서풍~서풍 계열에서 남풍~남서풍 계열로 바뀐다. 또한 여름철에는 장마전선과 태풍의 영향으로 강수량이 가장 많은 계절이기도 한데 평균 강수량이 6월 117.1mm, 7월 305.6mm, 8월 309.1mm로 7~8월이 연중 가장 많다. 여름철은 발달하는 적란운에서 강한 바람시어(Wind shear)와 함께 집중호우, 뇌전 등 현상이 가장 많은 계절이다.

[표 4-3] 여름철 월평균 기후 값(1981~2010. 9)

계절	요소	평균풍속	평균기온	평균최고기온	평균최저기온	해면기압	평균강수량
여름		5.3kt	23.7℃	28.3℃	19.7℃	1008.0hPa	257.1mm

»가을

여름철에 최성기를 보이던 고온 다습한 북태평양 고기압이 세력이 약해지면서 대륙에서 발달한 이동성 고기압 영향을 주로 받게 되어 쾌청한 가을 날씨가 이어진다. 가을철 평균기온은 13.1도, 평균 최저기온은 7.6도, 평균 최고기온은 18.9도이다. 가을에는 바람이 약하고 맑은 날 야간 복사냉각이 활발해져 아침 기온이 큰 폭으로 떨어지면서 일교차가 10도 이상 차이 나는 날이 많아진다. 가을은 복사안개가 주로 발생하며, 특히 10월은 연중 7.4일로 안개가 가장 많이 발생하는 계절이기도 하다. 평균풍속은 4.7kt로 연중 풍속이 가장 약하다. 풍향은 남풍~남서풍 계열에서 북서풍 계열로 풍계가 크게 바뀐다. 가을철 평균 강수량은 80.4mm로 여름철보다 적지만 1시간 최다강수량 극값 1위 79.5mm(2010. 9. 21)로 9월에는 여름철 못지않은 집중호우가 발생하기도 한다.

제1장. 항공기상의 변천 | 제2장. 우리나라 항공기상의 변천 | 제3장. 항공기상업무의 분야별 발전사

[표 4-4] 가을철 월평균 기후 값(1981~2010. 9)

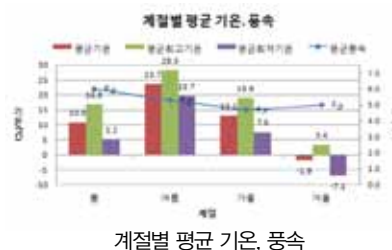
계절	요소	평균풍속	평균기온	평균최고기온	평균최저기온	해면기압	평균강수량
가을		4.7kt	13.1℃	16.8℃	5.2℃	1015.9hPa	65.0mm

»겨울

가을철에 주로 영향을 주던 이동성 고기압 세력이 물러나고 시베리아와 몽골 지역에서 발달한 차고 건조한 시베리아고기압이 최성기를 보이면서 강한 북서계절풍과 함께 한파와 폭설 등 한난의 기복이 다소 심하게 나타난다. 그러나 2월 하순께부터는 대륙고기압 세력이 약화되고 온난한 이동성 고기압이 점차 영향을 주기 시작한다. 겨울철 평균기온은 영하 1.9도, 평균 최저기온은 영하 7.1도, 평균 최고기온은 3.4도이다. 겨울철은 가을철 다음으로 안개가 많이 낀다. 기온이 낮아지면서 기압은 반대로 높아져서 12월과 1월 평균 해면기압이 1025.0hPa로 연중 가장 높다. 바람은 북서풍이 탁월하지만 2월에는 북풍 계열 바람이 일시 분다. 평균 풍속은 5.0kt로 약하지만 가을철보다 다소 강하게 분다. 겨울철 평균 강수량은 19.1mm로 다른 계절에 비해 가장 적다. 이는 우리나라에 영향을 주는 겨울철 기단이 주로 차고 건조한 대륙성 고기압이기 때문이다.

[표 4-5] 겨울철 월평균 기후 값(1981~2010. 9)

계절	요소	평균풍속	평균기온	평균최고기온	평균최저기온	해면기압	평균강수량
겨울		5.0kt	-1.9℃	3.4℃	-7.1℃	1025.0hPa	19.1mm



02.

5. 월별 기후 특징

»1월

차고 건조한 시베리아고기압이 최성기에 접어들면서 연중 가장 추운 날씨를 보인다. 그리고 습도가 낮아 4월 다음으로 건조한 달이다. 평균기온은 영하 3.8도, 평균 최저기온은 영하 9.1도, 평균 최고기온은 1.4도로 연중 가장 낮다. 또한 일 최저기온 극값 1위는 영하 23.5도(2001. 1. 15), 2위 영하 22.6도(2010. 1. 6), 3위 영하 22.5도(1985. 1. 30) 등으로 일 최저기온 극값이 1월에 1~10위를 기록할 만큼 최저기온이 많이 떨어지는 달이다. 기온이 낮아질수록 기압은 상승하는데 평균 해면기압은 1025.6hPa로 연중 가장 높다. 바람은 주로 북서풍이 탁월하지만 한순간 돌풍이 발생하여 측풍이 불거나 활주로 주변의 상승·하강 기류에 의해 난류 발생 가능성이 매우 높은 달이기도 하다. 평균풍속은 4.7kt로 다소 약하지만 최대풍속 극값 6위는 260° 32kt(1988. 1. 8), 7위 270° 32kt(1988. 1. 22)로 겨울철 가운데 1월 최대풍속이 가장 강하다. 최심신적설 극값 1위는 23.8cm(2010. 1. 4)로 주로 1~2월에 대설이 자주 발생하고, 강풍을 동반하는 경우도 가끔 있다.

»2월

차고 건조한 시베리아고기압 세력이 약화되고 하순계에는 날씨가 따뜻해진다. 평균 기온은 영하 1.0도, 평균 최저기온은 영하 6.4도, 평균 최고기온은 4.5도로 겨울의 매서운 추위에서 점차 벗어나 해빙이 시작된다. 바람은 북서풍이 탁월하지만 약간 북쪽으로 치우쳐서 북풍 계열의 바람이 불고, 평균 풍속은 5.4kt로 1월보다 다소 강하게 분다. 2월에는 일시로 북풍 계열 바람이 분다. 최심신적설 극값 2위는 15.0cm(2001. 2. 15), 3위 12.0cm(1998. 2. 9)로 2월에도 대설이 종종 발생한다.

»3월

겨울철 날씨를 지배하던 한랭 건조한 시베리아고기압의 세력이 점차 약해지면서 이동성 고기압의 영향을 주로 받아 낮에는 영상의 날씨를 유지하지만 밤에는 영하의 기온이 된다. 한편 대륙성 고기압이 서해상에서 크게 확장할 때가 있는데 이때에는 기온이 영하로 뚝 떨어져서 눈발과 함께 추운 날씨를 보이기도 한다. 월 평균기온은 4.5도, 평균 최저기온 영하 1.1도, 평균 최고기온 10.2도로 평균 최저기온이 영하로 떨어지면서 결빙으로 인한 항공기 운항 장애가 발생하기도 한다. 이와 같이 3월은 기온의 일교차가 크고 이동성 고기압 후면에는 기압골 영향으로 뇌전, 안개, 황사 현상 등이 나타나며 꽃샘추위가 한두 차례 찾아오는 등 날씨 변화가 매우 심하다. 3월 바람은 아직까지 북서풍이 탁월하게 분다. 평균 풍속은 6.0kt로 2월보다 다소 강하게 분다. 최심신적설 극값 8위는 9.7cm(2004. 3. 4)로 3월에 대설이 발생하기도 한다.

»4월

이동성 고기압이 자주 통과하고 고기압 후면에 기압골이 뒤따르면서 날씨는 주기적으로 변한다. 월 평균기온은 11.3도, 평균 최저기온 5.1도, 평균 최고기온 17.6도로 3월보다 평균 기온은 7도가량 더 올라가서 완연한 봄 날씨를 보인다. 또한 평균 최고기온과 평균 최저기온의 차이가 12.5도로 10월과 같고, 연중 가장 크다. 한편 하순계에는 발달한 저기압이 1~2회 통과하면서 바람도 강하다. 풍향은 북서풍에서 점차 서풍으로 바뀌고, 평균풍속은 6.1kt로 연중 가장 강하다. 최대풍속 극값 4위는 190° 36kt(1987. 4. 21.), 5위 230° 34kt(1983. 4. 26.), 최대순간풍속 극값 4위 190° 52kt(1983. 4. 26.)을 각각 기록하기도 하였다. 강수량은 월 평균 57.7mm로 3월 강수량 40.7mm의 약 1.5배에 달하고, 강수량이 점차 증가한다.

02.

»5월

이동성 고기압이 자주 통과하고, 고기압 후면에 기압골이 뒤따르면서 날씨의 주기적으로 변한다. 월 평균기온은 16.9도, 평균 최저기온 11.6도, 평균 최고기온 22.7도 분포를 보인다. 풍향은 4월과 같이 서풍 계열 바람이 주로 분다. 평균 풍속은 5.9kt로 3, 4월과 비슷하거나 조금 약하다. 강수량은 주기적인 기압골 통과로 4월보다 다소 많은 96.2mm의 분포를 보인다.

»6월

고온 다습한 북태평양 고기압 세력이 점차 발달하면서 후덥지근한 날씨와 함께 남서풍 계열의 바람이 불면서 덥고 습한 날씨가 지속된다. 월 평균기온은 21.5도, 평균 최저기온 16.8도, 평균 최고기온 26.6도로 한여름 기온을 보인다. 풍향은 서풍 계열 바람이 주로 불고, 남서풍이 강하게 불 때가 자주 있다. 평균 풍속은 5.2kt로 5월보다 약하게 분다. 하순께에는 북태평양 고기압의 발달로 제주도 남쪽 해상에 장마전선이 형성되면서 비가 오는 날이 많아져 강수량이 증가한다. 월평균 강수량은 119.4mm이고, 1시간 최다강수량 극값 11위는 53.0mm(2005. 6. 26)로 강수 현상이 짧은 시간에 집중해서 내리는 경우가 종종 발생한다. 일사가 강해지면서 최고기온이 많이 올라가 대기 불안정에 의한 소나기 및 뇌우 발생 가능성이 높아지고, 이로 인해 국지성 집중호우가 발생한다.

»7월

장마전선의 영향으로 장마철에 본격 접어들어 흐리고 비가 오는 날이 많고, 장마전선의 활동이 약화되거나 끝났을 때에는 높은 기온을 나타낸다. 월 평균기온은 24.4도, 평균 최저기온 21.1도, 평균 최고기온 28.5도로 6월보다 높은 기온 분포를 보인다. 낮 최고기온 극값은 2위 36.8도(1978. 7. 28), 4위 36.3도(1994. 7. 23), 5위 36.3도(1978. 7. 29)인 가운데 7~10위도 모두 7월로 기록되었

다. 평균 해면기압은 1007.0hPa로 연중 가장 낮다. 풍향은 서풍 계열이 주로 불고, 평균 풍속은 5.5kt를 나타낸다. 최대풍속 극값 1위는 360° 44kt(1985. 7. 19)로 연중 가장 강하게 나타난다. 이는 발달한 적란운에 동반된 강풍 및 돌풍이 나타나기 때문이다. 7월은 장마전선이 최성기를 이루어 집중 호우가 자주 발생하는데 월평균 강수량은 301.0mm, 1시간 최대강수량 극값 2위는 68.0mm(2001. 7. 15)를 각각 기록하였다. 장마전선으로 꾸준히 비가 많이 오지만 국지성으로 발달한 적란운에 의한 집중호우가 동반하는 경우도 있어 짧은 시간 내에 많은 비가 오는 경우도 발생한다.

»8월

북태평양 고기압이 최대로 발달하는 시기로, 고온 다습한 기단의 영향을 받아 무더위의 절정을 이룬다. 월 평균기온은 25.2도, 평균 최저기온 21.3도, 평균 최고기온 29.7도로 연중 가장 높은 기온 분포를 보인다. 낮 최고기온 극값은 1위 36.9도(1994. 8. 9), 3위 36.6도(2004. 8. 11), 6위 36.1도(1994. 8. 13)를 기록하였다. 풍향은 남서풍~서풍 계열이 주로 불고, 평균 풍속은 5.2kt으로 약한 편이나 평균 풍속 극값 3위 190° 40kt(1985. 8. 14), 최대순간풍속 극값 2위 190° 56kt(1985. 8. 14)으로 발달한 적란운에 동반되어 강풍 및 돌풍이 나타난다. 평균 강수량은 300.9mm이며, 7월과 8월에 연중 가장 많은 강수량을 보인다.

»9월

북태평양고기압 세력이 약해지면서 대륙에서 발달한 이동성 고기압 영향을 주로 받게 되어 쾌청한 초가를 날씨를 보인다. 월 평균기온은 20.1도, 평균 최저기온 15.1도, 평균 최고기온 25.6도다. 평균 일교차는 10도 이상 차이가 나면 맑은 날 새벽 아침에 복사안개 발생 빈도가 높아지는 원인이 되기도 한다. 풍향은 남서풍~서풍 계열이 북서풍 계열로 풍계가 크게 바뀌지만 평균 풍속은 4.6kt

02.

으로 연중 두 번째로 약한 달이다. 그러나 발달한 기압골이 통과하면서 남서풍~서풍 계열의 강한 바람이 불 때가 많아서 최대풍속이 대체로 강한 편으로, 최대풍속 극값 2위 180° 43kt(2010. 9. 2)가 9월에 기록되었다. 평균 강수량은 141.5mm로 8월 평균 강수량 300.9mm의 절반도 되지 않으나 1시간 최대강수량 극값 1위 79.50mm(2010. 9. 21)를 기록함으로써 집중호우 가능성이 여전히 높은 달이다.

»10월

서쪽에서 발달한 이동성 고기압이 4~5일 주기로 우리나라를 통과하기 때문에 맑은 날이 많고 온화한 가을 날씨가 지속된다. 그러나 한랭 고기압이 확장하는 하순계에는 기온이 급격히 내려가면서 초겨울 날씨를 보인다. 10월 평균기온 13.3도, 평균 최저기온 7.2도, 평균 최고기온 19.7도로 평균 일교차가 12.5도를 보이면서 연중 가장 크다. 따라서 바람이 약하고 맑은 날 새벽에서 아침 사이에 복사안개가 자주 발생한다.

안개 일수는 평균 6.1일이고, 연중 안개가 가장 많이 발생한다. 풍향은 북서풍 계열이 주로 불고, 평균 풍속은 4.5kt으로 연중 바람이 가장 약하게 분다. 평균 강수량은 50.7mm로 강수량이 급격히 줄어든다.

»11월

대륙성 고기압 세력이 점차 강화됨에 따라 서고동저형의 기압 배치를 이루면서 한랭한 북서계절풍이 불어오기 시작한다. 11월 평균기온은 5.9도, 평균 최저기온 0.4도, 평균 최고기온 11.4도로 평균 일교차가 11.0도를 보이면서 연중 두 번째로 크다.

안개 일수는 평균 4.5일로 연중 두 번째로 많은 달이다. 풍향은 북서풍 계열이 주로 불고, 평균 풍속은 5.1kt으로 10월에 비해 점차 강해진다. 평균 강수량은 49.0mm로 10월과 비슷한 분포를 보인다.

»12월

주로 시베리아와 몽골 지역에서 발생한 차고 건조한 대륙성 고기압의 영향을 받는다. 12월 평균기온은 영하 0.8도, 평균 최저기온 영하 5.8도, 평균 최고기온 4.2도 분포를 보인다. 평균 해면기압은 연중 가장 높은 1025.7hPa로 가장 낮은 7월의 1007.0hPa보다 18.7hPa 높다. 풍향은 북서계절풍이 주로 불고, 평균 풍속은 4.9kt이다. 평균 강수량은 19.2mm로 강수량이 급격히 줄어든다.

[표 4-6] 월평균 기후 값(1981~2010. 9)

계절	요소	평균풍속	평균기온	평균최고기온	평균최저기온	해면기압	평균강수량
1월		4.8kt	-3.8℃	1.4℃	-9.1℃	1,025.6hPa	18.1mm
2월		5.4kt	-1.0℃	4.5℃	-6.4℃	1,023.7hPa	20.0mm
3월		6.0kt	4.5℃	10.2℃	-1.0℃	1,020.3hPa	40.7mm
4월		6.1kt	11.3℃	17.6℃	5.1℃	1,015.8hPa	58.0mm
5월		5.9kt	16.9℃	22.7℃	11.6℃	1,011.7hPa	96.2mm
6월		5.2kt	21.5℃	26.6℃	16.8℃	1,008.3hPa	119.4mm
7월		5.5kt	24.5℃	28.6℃	21.1℃	1,007.0hPa	357.2mm
8월		5.2kt	25.2℃	29.7℃	21.4℃	1,008.8hPa	307.5mm
9월		4.6kt	20.1℃	25.6℃	15.1℃	1,014.3hPa	115.4mm
10월		4.5kt	13.3℃	19.7℃	7.2℃	1,019.8hPa	50.7mm
11월		5.1kt	5.9℃	11.4℃	0.4℃	1,023.4hPa	49.0mm
12월		4.9kt	-0.8℃	4.2℃	-5.8℃	1,025.7hPa	19.2mm



월별 평균 기온, 풍속



월별 해면기압, 강수량

02.

제3절

»항공운항 초기의 기상 업무

기상정보는 항공기의 안전운항에 필수 요소이다. 이에 따라 항공기상 업무는 항공기의 성능, 항로, 비행장 설치 등 항공운항 여건의 변화에 맞추어 발전되어 왔다.

우리나라에 처음 동력 비행기가 선보인 것은 1913년 일본 해군에 의해 서울 용산에 위치한 조선군 연병장에서 공개비행 행사를 가진 것이다. 그 후 1916년 3월 일본 육군이 서울 여의도에 비행기 착륙장을 건설하면서 우리나라의 항공 분야가 태동하게 되었다.

1900년대 초 서양의 기상 분야는 기압계, 온도계, 습도계, 풍속계가 발명된 가운데 관측망 구성, 일기도 작성, 일기예보 생산 등 기상업무 체계를 조직화한 상태였다. 또한 수소 기구에 의한 상층풍 관측도 행하여졌기 때문에 동력비행의 발전과 함께 항공기상 업무가 수행될 수 있는 여건이 마련되어 있었다.

우리나라에서도 1904년 부산, 목포, 인천, 용암포, 원산 등 5곳에 기상관측소가 설치되어 있었다. 이 때문에 최초의 비행이 있던 1913년부터 항공 분야에서 기상정보를 이용하였을 것이지만 이것을 항공기상 업무가 시작된 것으로 볼 수는 없다.

»일제강점기의 항공기상 업무

항공기 운항을 위해 최초로 행한 기상 업무는 시정연보와 조선총독부관측소 연보에 따르면 일본-한국-중국을 잇는 항공로의 상층기류 관측이었다.

수소가스를 채운 기구(氣球)와 경위의를 이용하여 지상으로부터 5000m까지 9개 층의 풍향·풍속을 측정한 당시의 상층기류 관측은 1927년 5월 1일부터 부산, 대구, 인천, 경성, 평양, 신의주 등 6곳에서 일 1회 정규로 행하여졌다.

이러한 상층기류 관측이 확대 시행된 것은 1929년 4월 1일 일본 도쿄-중국 다렌(大連) 항로 개설에 따른 사전 준비로 보인다. 이때 우리나라에는 기존의

시대별 항공기상 업무

여의도 비행기 착륙장과 함께 대구, 울산, 평양, 신의주, 청진, 함흥 등 7곳에 정식 비행장이 개장되어 있었다.

그 후 상층기류 관측은 1931년 7월 1일 울산비행장에 조선총독부관측소 울산지소를 신설하고 1935년에 총 12곳(부산, 울산, 대구, 추풍령, 인천, 경성, 강릉, 평양, 신의주, 성진, 중강진, 웅기)으로 확대·수행되었다. 그리고 1937년 11월 1일부로 조선총독부는 부령 169호에 따라 8개 출장소와 1개 지소를 신설하면서 경성에 측후소와 별도로 경성비행장 출장소를 설치하였다.

우리나라에서 항공운항이 시작된 1913년 이후 만주까지의 항공로 개설과 관련한 1927년부터의 상층기류 관측 정규 시행과 확대는 기상정보를 항공운항에 일부 이용하느 수준이었다. 그러나 1937년 7월 7일 베이징 교외에서 일본군의 군사 행동으로 야기된 중·일 전쟁 때문에 조선총독부관측소의 기상 업무가 대폭 정비·강화되면서 항공기상 업무가 본격 시작되었다.

[표 4-7] 1930년대 비행장 현황

비행장 명	소재지	항공기 활주 지대(m)	실기 시험
울산비행장	경남 울산군 삼산리	-3.8℃	육군 용지 포함
대구비행장	경북 달성군 입석동	-1.0℃	
경성비행장	경성부 여의도정	4.5℃	
청진비행장	함북 경성군 용성면	11.3℃	
광주비행장	전남 광산군 극낙면 세평리	16.9℃	
신의주비행장	평북 신의주군 광성명 풍서동	21.5℃	
함흥비행장	함남 함주군 윤남면 관정리	24.5℃	
이리불시착장	전북 익산군 상산면 남산리	25.2℃	
오산불시착장	경기도 수원군 성고면 오산리	20.1℃	
해주불시착장	황해도 해주군 영산면 공해리	13.3℃	
강릉불시착장	강원도 강릉군 감덕면	5.9℃	육군 용지 포함

02.

1938년 10월 1일(훈령 제57호) 사무분장 규정의 개정 내용은 소속 측후소와 출장소 사무에 '상층기류의 관측 및 보고에 관한 사항'과 '항공기상의 통보 및 조사에 관한 사항', 통보소 사무에 '항공기상의 통보에 관한 사항'을 각각 구체화해 포함시켜 모든 기상 관서에서 항공기상 업무를 수행토록 하였다.

조선총독부 시정연보(1940년)에 따르면 1938년부터 우리나라의 각 기상 관서에서는 일출부터 일몰까지 풍향·풍속, 천기, 운량, 운형, 시정 등 항공에 필요한 기상 관측을 행하고 각 비행장 소재 기상 관서에 통보하여 군용 및 민간항공기 운항에 활용토록 하였다. 그리고 그 당시 상층기류 관측이 21곳(제주, 목포, 부산, 광주, 울산, 전주, 대구, 추풍령, 울릉도, 인천, 경성, 강릉, 해주, 신막, 평양, 원산, 신의주, 성진, 중강진, 청진, 웅기)로 확대된 것은 조선상층기류월보 제6호(1939년 발간)에 나타나 있다.

1939년 기상대의 사무분장 규정을 제정하면서 관측계에 '고층기상의 관측 및 보고에 관한 사항'과 예보계에 '항공, 어업 및 철도의 기상통보에 관한 사항'을 분장계 함으로써 1938년의 소속 기관 사무분장에 이어 본부에서도 항공기상 업무를 정규 사무로 취급하게 하였다.

그 후 1940년 10월 1일부로 대구비행장 출장소와 신의주비행장 출장소를 신설하였다. 또한 1939년에 새로운 경성비행장을 경기도 김포군 양서면에 착공하고 1942년 완공함에 따라 같은 해 9월 28일 경성비행장 출장소를 서울 여의도에서 김포군으로 이전하게 되었다.

1940년 부산(수영)비행장과 1942년 제주비행장이 추가로 개설되면서 비행장은 총 14곳(제주, 부산, 울산, 대구, 광주, 이리, 오산, 경성/여의도, 경성/김포, 강릉, 해주, 함흥, 신의주, 청진)이 되었다. 이들 비행장 내의 출장소 또한 모두 인접 측후소로부터 항공기상 지원을 받은 것으로 보인다.

»항공기상 업무 침체기

미군정 기간(1945. 9~1948. 8)의 항공기상 업무는 1947년 4월 미국 민간

기상 전문가에 의해 김포공항에서 관측이 실시되었으나 1950년 한국전쟁으로 중단되었다.

한편 1946년 12월 과도정부가 수립된 이후 1948년 4월 육군항공부대가 창설되고 8월 15일 정부가 수립되었으며, 그 이듬해인 1949년 10월 1일 공군이 창설되는 과정에서 많은 중견 기상 전문가가 국립중앙관상대에서 공군으로 빠져나갔다.

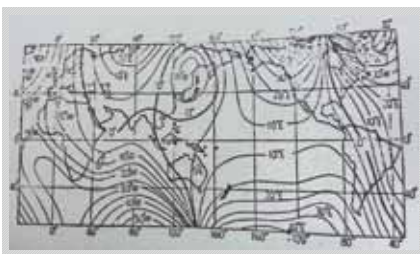


1958년 국내 첫 KNA 항공사 광고

이 기간의 항공 분야 주요 사건은 다음과 같다. 1948년 10월 대한국민항공사(KNA : Korea National Airlines)를 창설하여 서울-부산 간 5인승 항공기로 여객 수송을 시작함으로써 민간항공시대를 열었다. 1949년 6월에는 한·미 잠정 항공협정을 체결하고 그해 9월 1일부터 서울-도쿄-시애틀 간 노선에 미국 노스웨스트 항공기가 정기 취항하는 등 최초의 국제선 운항이 개시되었다.

1950년 7월 27일에는 공군기상전대가 창설됨으로써 군 기상 지원 위주로 우리나라 항공기상 업무가 본격 수행되는 계기를 마련하였다.

또한 1952년 12월 11일 우리나라는 국제민간항공기구(ICAO)에 가입하여 항공기상 서비스를 포함한 제반 민간항공운항에서 국제 표준과 권고를 따르게 되었다.



일본에서 발표한 세계의 상층 분석도

김포공항에서 관측이 재개된 것은 1953년 6월 29일부로, 측풍기구 파이발(pibal)에 의한 상층풍 관측을 일 4회(2003. 9. 15 21시 현재) 실시하였다. 1955년 1월에는 항공기상 관측이 재개되고, 500hPa 고층일기도가 작성되었다.

1954년 4월에는 한국전쟁 중 임시 국제공항으로 지정된 부산 수영비행장의 기능을 서울 여의도비행장으로 이전하고, 1958년 1월 30일 김포공항을 국제공항으로 지정함으로써 이 해 3월 10일부터 국제선 항공기의 이착륙이 김포공항에서 이루어졌다.

이러한 여건에서 국립중앙관상대는 1959년 1월 1일부로 시행된 대통령령 1425호(1959. 1. 7)로 직제가 개정되면서 김포공항에 서울국제공항측후소가 신설됨으로써 민간항공기상 지원 시대가 본격 열리게 되었다.

02.

»김포공항 중심의 항공기상 업무

서울국제공항측후소가 김포공항에 설치된 1959년부터 1985년까지 26년간 우리나라의 민간항공기상 지원은 김포공항측후소를 중심으로 수행되었다.

김포공항에서의 항공기상 업무는 초기에 한·미 합동근무 형태로 시작하고, 1960년 1월 1일 미 공군으로부터 업무를 인수함으로써 김포공항측후소 주관으로 본격 개시되었다. 주한 미 공군으로부터 인수한 유선텔레타이프(LTT: Land-line Teletype)로 전 세계 비행장 예보 등 항공기상 자료 수신과 우리나라 항공기상 관측 자료를 송신하였다. 또한 7월에는 주한 미군으로부터 불하받은 무선텔레타이프(RTT: Radio Teletype) 1조를 국립중앙관상대에 최초로 설치하여 일본기상청에서 방송하는 외국의 기상 자료를 50보(분당 약 400자) 속도로 수집하였다.



경위의

당시 관측 장비는 프로펠러형 풍향·풍속계, 수은기압계, 백엽상 내 최고·최저온도계, 전동식 통풍 건습계, 수동식 우량계, 파이발용 경위의 등이었다. 이들 장비로 상층풍 관측이 24시간 매시관측 및 특별관측, 일 4회(2003. 9. 15 21시 현재) 수행되었다. 예보 업무에서는 종래의 500mb 일기도에 추가하여 300mb와 200mb 일기도를 작성하기 시작하였다.

중앙관상대는 1963년 1월 1일부터 부산측후소 직원을 국제공항인 부산공항에 파견하여 공군으로부터 항공기상 업무를 인수하였고, 같은 해 2월 12일부로 '서울국제공항측후소'를 '김포국제공항측후소'로 명칭을 바꾸고 9월 3일 이 측후소 위치를 관제탑 4층으로 이전하였다.

이 업무는 1964년 1월 김포공항에서의 상층풍 관측으로 일 4회에서 2회로 변경 실시하였으며, 1월 23일 최초로 김포공항에 시정계(A-198A)를 이용하여 계기에 의한 시정관측을 시작하였다. 또한 5월 27일 대통령령 1826호로 김포

국제공항측후소 부산출장소를 정식으로 신설하여 2곳의 항공기상 관서를 운영하게 되었다. 1965년 2월 13일부터 1965년에는 김포공항 착륙예보(관측전문 뒤에 붙는 단시간 경향예보)를 실시하는 업무발전이 있었다. 1965년 10월 15일 제주공항에 김포공항측후소 제주공항분실을 설치하고 김포국제공항측후소 직원을 제주공항에 파견시켰다. 제주공항분실은 제주시 용담2동 2036의 33°33'N 126°30'E에 위치하며, 활주로 고도 126ft, 기압계 높이 29.5m, 노장 높이 28.7m이다. 이러한 업무 확대는 1958년에 제주비행장이 한국전쟁 때 파손된 활주로와 건물의 보수공사를 마치고 정식 공항으로 운영되고, 1968년 4월 26일에는 세 번째 국제공항으로 승격하는 것을 배경을 하고 있다.

통신 업무는 모스부호를 CW로 수신하여 일기도를 기입·묘화하여 오던 것에서 1961년 9월에 무선텔레타이프(RTT)가 도입·설치됨으로써 전 세계 관측 자료를 자동 수신 기록하는 등 업무가 개선되었다. 그러나 야간에는 수신 감도가 약해서 자료를 수신하는데 어려움이 많았다.

1962년에는 기상 전문 수신율을 향상시키기 위해 김포와 미 공군 간에 3L19와 3L44 2회선의 유선 텔렉스통신망을 구성하여 50보드의 속도로 국내 및 국제 지상과 고층기상 관측전문, 기타 항공기상전문을 수신하여 일기도 작성 및 항공예보철 지원에 활용하였다. 또한 같은 해 8월 김포공항에 구름조명등, 경각계(傾角計, clinometer)를 도입하여 운저고도를 객관화한 방법으로 측정하게 되었다.

1967년 1월 1일부로 시정을 미터(m)와 킬로미터(km) 단위, 풍향을 각도(°) 단위, 정시관측(METAR)을 매 30분 단위인 일 48회 관측을 실시하였다. 그 외 규정에 따라 선택(Selected special) 및 특별관측(Special)도 수행하였다.

1969년 2월 12일 항공 당국 간의 전문 및 디지털 자료의 교환을 위하여 범세계적으로 동일하거나 호환성 있는 통신 체제로 항공 분야 전용 통신망인 항공 고정통신망(AFTN: Air Fixed Telecommunication Network)을 처음 개설하고

02.

국내 및 외국의 항공기 취항 공항과 항공기상정보를 교환하기 시작했다. 이어서 그해 7월 30일 지역공역예보센터(RAFC: Regional Area Forecast Center)인 일본 항공국에서 방송하는 항공기상 자료인 악기상예상도(SIGWX), 상층 바람(WINTEM Chart)·기온 분포도를 입수하여 항공 예보철을 작성, 지원하게 되었다. 그리고 1970년 6월 9일에 자동운고계 및 자동시정계 설치 등 중관 기상과는 특이한 항공기상 업무 장비가 구축되었다.

1970년 7월 18일 직제 개정(대통령령 5202호)에 따라 항공기상 분야의 '김포국제공항측후소'를 '김포공항측후소'로 개칭하고 기존의 '부산출장소'도 '부산공항분실'로 명칭을 바꾸는 것과 함께 제주공항분실, 전주공항분실, 삼척공항분실을 신설함으로써 1개 측후소 4개 분실 등 총 5곳의 항공기상 관서로 확충되는 발전이 있었다.



활주로가시거리(RVR) 측정 장비

1970년에는 대일청구권자금(PAO)으로 장비가 확충되어 김포공항과 부산공항에 자동운고계와 활주로가시거리(RVR : Runway Visual Range)를 측정하는 자동시정계가 6월 9일 도입되어 12월 31일 설치되는 등 괄목할 만한 관측 업무의 개선이 이루어졌다. 그러나 이들 장비는 구조가 복잡하고 잦은 고장으로 유지·관리에 어려움이 많아 1972년 9월 23일 김포공항측후소 소속 속초, 울산, 목포에 공항분실을 신설하는 등 총 8개 관서로 확대된 이후 1978년까지 국내 항공운항 여건에 따라 매우 잦은 변화가 있었다.

1974년 1월 28일부터 전주공항분실과 목포공항분실을 폐지하고 수색공항분실과 여수공항분실을 신설한 이후 같은 해 9월 13일 울산공항분실과 삼척공항분실을 폐지하였다. 1976년 9월 18일에는 다시 '김포공항측후소'를 '김포국제공항측후소'로 개칭함과 동시에 부산공항분실과 여수공항분실을 폐지하고 그 대신 김



항공고정통신망(AFTN)

해공항분실을 신설하는 변화가 있었다. 이는 1976년 8월 1일부로 부산국제공항 기능을 김해로 이전하여 김해국제공항으로 지정되는 항공운항 여건에 따라 항공 기상 업무도 부산 수영에서 김해로 이전하게 된 결과이다. 수영비행장에서의 관측은 8월 15일부로 중단된 것으로 기록되어 있다.

김포국제공항에서의 항공기상 업무는 공군기상대가 관측·생산하는 기상 정보를 받아 국제민간항공협약 부속서(항공기상에 관한 표준과 권고)가 정한 형식에 맞도록 가공하여 항공사 및 관련 기관에 제공하는 형태를 취해 왔다. 김해분실은 신설 초기에 관측을 자체 수행하였으나 이러한 중복되는 관측이 일시 중단·재개되는 과정을 거치다가 1990년에 완전히 폐지되었다.

그 후 1978년 4월 15일부 직제 개정(대통령령 8944호)에서 농업기상 지원을 목적으로 설립된 분실 30곳이 폐지되고 기상연구소 등이 신설되는 대폭 개편이 있었으나 항공기상 분야에서는 1976년 폐지된 여구공항분실이 다시 신설됨으로써 김포국제공항측후소와 그 소속 5개 분실(김해, 제주, 속초, 수색, 여수) 등 총 6개 항공기상 관서를 운영하게 되었다.

[표 4-8] 기상관서 일람표(1984.1. 항공측후소·분실)

지점 번호	관서명	위치	표준해발고	노장의 해발 높이 (m)	수은 기압계의 해발 높이(m)	풍속계의 지상 높이 (m)	활주로 최고고도 (ELEV)	비고
110	김포	37°33'N 126°48'E	활주로 중심 17.7M (58FT)	17.3	17.8	11.4	58FT	항공
121	수색	37°36'N 126°52'E	활주로14방향 13.7M (45FT)	13.7	14.4	11.3	64FT	항공
091	속초	38°08'N 128°36'E	활주로23 방향 9.1M (30FT)	9.1	10.6	12.3	90FT	항공
167	여수	34°50'N 127°37'E	활주로32 방향 17.1M (56FT)	17.1	18.2	12.0	68FT	항공

02.

182	제주	37°33'N 126°48'E	활주로06 방향 26.5M (87FT)	26.52	17.8	15.8	126FT	항공
	수영	35°10'N 129°08'E		9.2	9.7	17.8		폐쇄 (이전)
	삼척	37°30'N 129°08'E		2.4	3.0	8.5		폐쇄
	전주	35°53'N 127°07'E		37.5	36.2	17.4		폐쇄
	울산	35°35'N 129°21'E		10.1	11.6	9.7		폐쇄
	목포	34°45'N 126°23'E		3.4	4.9	8.0		폐쇄
	김해	35°11'N 128°56'E	활주로36 방향 4.0M (13FT)	14.20	14.96	17.5		폐쇄

1970년대 항공기상 업무의 중심인 김포국제공항측후소에서 운용한 관측 장비는 활주로가시거리(RVR) 측정용 투광식시정계, 운저고도 측정용 자동운고계, 수동식 야간 운저고도 측정용 구름조명등 및 경각계, 활주로 주변 바람 측정용 프로펠러식 풍향풍속계 및 3배 풍속계, 기압 측정을 위한 수은기압계·아네로이드기압계·자기기압계, 강수량측정용 원통형 우량계, 구 관제탑 건물 4층 옥상에 만든 잔디 노장의 백엽상 안에 설치된 기온과 노점온도 측정용 전동식 통풍건습계·유리제온도계(최고, 최저)·자기온도계·자기습도계 등이었다. 이 밖에 비행장 외곽에 설치된 수소가스 충전실에서 주로 500g 기구를 사용하여 비양하고 계산적으로 상층의 풍향풍속을 산출하는 경위기가 있었다.

한편 이 시기에 공항분실에서는 항공기상용 특수 장비 없이 일반 기상 관측에 이용되는 풍향풍속계(프로펠러식, 3배형), 소형백엽상 내의 통풍건습계, 최고최저온도계, 자기온도계, 자기습도계, 아네로이드기압계, 우량계 등이 사용되었다. 다만 제주국제공항과 부산국제공항(김해공항으로 이전한 초기까지)에는 자



김포공항에 설치된 백엽상

동운고계와 자동시정계가 설치되어 있었다.

통신 분야에서는 1973년 3월 김포-제주, 김포-부산(김해)간 유선 텔렉스 통신망을 구성하여 관측 자료와 예보를 전문으로 교환하는 발전이 있었다.

1978년 직제 개정 이후 1984년까지 김포공항을 중심으로 하는 6개 항공기상 관서가 그대로 유지되었으나 1981년 11월 1일 김포공항 사무실을 관제탑 건물 4층에서 새로운 터미널 1층 비행정보실 옆인 현재 위치로 이전하여 업무를 개시하는 큰 변화가 있었다.

■ 김포공항기상대 현황

- 창설 연월일 : 1959. 1. 7(대통령령 1425호)
- 관측개시 연월일 : 1960. 1. 1
- 위치(지리좌표) : 37°33'N, 126°48'E
(지점번호 110)
- 노장높이(해발) : 26.5m / 12.5m(신청사)
- 기압계 높이(해발) : 26.3m / 17.8m(신청사)
- 풍속계 높이(지상) : 11.4m / 11.4m(신청사)
- 노장면적 : 14.3m×14.3m
- 활주로 ELEV : 58FT / 58FT(신청사)
- 중력보정치 : 0.56mmHg



구 관제탑 3~4층 및 3층 옥상 노장(왼쪽 사진)과 구 파이발(PIBAL) 관측 장소 및 수전탑 아래 관측 장소

1980년대 전반부는 항공기상 업무가 안정 속에 내실을 다진 시기로 볼 수 있다. 사례를 들면 다음과 같다. 1982년 2월 김포공항에 투광식시정계 2조를 설치하여 활주로그시거리(RVR) 측정에 공식 운영하고 7월에 기온, 노점온도 센서를 김포공항 14방향 활주로에 설치하여 기온 및 노점온도를 원격으로 관측하기 시작하였다. 제주공항에서는 신 활주로(06-24방향) 준공을 계기로 같은 해 5월 시정계와 운고계를 구 활주로 31방향에서 신 활주로 06방향으로 이전·설치하였다. 제주공항에서도 이 해 10월 1일부로 착륙예보를 개시하였다.

1984년 2월에는 일본기상청의 항공기상 관측지침을 번역하여 참고하였다. 그리고 3월 제주분실에 항공고정통신망(AFTN: Aeronautical Fixed Telecommunication Network) 단말기 설치, 5월 수색분실 풍향풍속계 교체, 6

02.

월 김해분실 단파수신기 설치, 7월 울산공항에서 기관신설에 대비한 시험관측 개시와 각종 지침서를 보완하였다. 1985년에는 4월 기상통신망의 기본 장비인 TANDEM 단말기 3대를 김포, 김해, 제주에 설치하였다.

»항공기상 조직의 지방 분산

중앙기상대는 1985년 7월 2일 직제 개정(대통령령 11719호)으로 본부에 기상개발관을 신설하고 관리국을 기획국으로 개편하는 한편 산업기상과 등을 신설하는 것과 함께 기존의 분실을 모두 기상관측소, 김포국제공항측후소를 다시 김포공항측후소로 명칭을 각각 변경하였다.

이 과정에서 항공기상조직은 수색분실이 폐쇄되고 울산공항기상관측소가 신설됨과 동시에 각 공항기상관측소를 김포공항측후소에서 분리시켜 지방기상대에 소속시키는 변화가 있었다. 즉 김포공항과 제주공항은 본대 직할, 김해공항과 울산공항은 부산지방기상대 소속, 여수공항은 광주지방기상대 소속, 속초공항은 강릉지방기상대 소속으로 각각 하였다.

이러한 지방분산형 체계의 취약성을 보완하기 위하여 본대에 신설된 산업기상과에 농수산, 수문기상 이외에 교통기상에 관한 사무를 분장시켜 항공기상 업무의 총괄 조정 기능 부여와 교통·항공기상 업무의 전문성 보강을 위하여 항공기상과를 신설하였다.

항공기상과는 관측과에서 담당하던 항공기상과 교통안전, 구 기후과에서 처리하던 항공·고층기상 자료의 사열 및 통계 업무를 인수하여 고유 업무를 수행하였다. 또한 항공기상과에서는 OECF 차관 장비로 우리나라 최초로 도입된 김포공항측후소의 항공기상자동관측장비(AMOS: Automatic Meteorological Observation System, 1988. 6. 11 전국 공항 최초의 항공기상관측장비 운용 시작)와 최초의 저층난류경보장치(SODAR: Sounding Detection And Ranging, 1988. 3. 15 SODAR 설치 공사, 1988.12.31 발행일의 ICAO 부속서 3 번역 및 항



1984년 2월 일본기상청 '항공기상 관측지침' 번역본

공기상관측지침 1989년 발간), ICAO의 세계공역예보체제(WAFS)의 발전에 따라 1996년 3월 WAFS의 위성방송 수신 장비인 WAFS 터미널 독점 공급 업체로 지정된 미국 MCI사와 수신 승인 절차와 구매계약 및 설치를 주관하였다.

또한 항공기상과에서는 항공기상관측지침을 항공기상자동관측장비를 이용한 새로운 관측방법과 절차 등을 반영하여 개정하는 한편 항공예보지침, 자동관측장치의 운용과 정비보수지침, 고층기상관측 지침 등을 발간하였다. 항공·고층 업무의 표준화를 이루고 국제시대에 맞는 발전 계획을 수립·시행함으로써 2000년대 고도 산업사회에서 제기되는 항공 수요를 능동적으로 수렴할 수 있는 기반을 구축하였다.

1986년 9월에 아시안게임을 위하여 공군이 운영하는 서울공항(성남)에 AFTN을 이용한 국내 기상 정보 제공과 함께 유선 팩스 및 TTY 수신기를 지원하였다. 11월 26일에는 서울올림픽에 대비한 김포공항의 신 활주로 신설 및 청사 증축으로 김포공항 상층풍 관측 장소를 화물터미널 쪽 수전개폐소 옆으로 이전하였다. 12월부터는 김포공항 1, 2활주위에 최신 항공기상자동관측장비 AMOS를 설치하기 위하여 기초공사를 시작하였다.

1987년의 주요 사항은 7월 김포공항의 신 활주로 14R 복단 항공무선표지(middle marker) 부근에 저층난류경보장치(SODAR)를 도입·설치하여 시험운영에 들어간 것과 새로 도입된 AMOS를 설치한 것이다.

1988년 3월 15일부터는 SODAR를 정식 운영하여 신 활주로 14R 방향으로 이착륙하는 항공기에 바람시어(Wind shear) 및 순간돌풍(Micro Burst) 정보를 제공하고, 4월에는 AMOS를 설치해 시험운영 후 6월 11일 0시부터 이 장비를 이용한 김포공항의 항공기상관측 업무를 정식 수행하였다. 우리나라에서 자동기상관측의 시초가 된 이 시스템에는 AFTN 운영 기능까지 갖추어져 있어서 종전에 텔레타이프와 천공테이프를 이용하여 각종 전문을 모두 수동식으로 방송하던 것을 전산 처리 과정을 거쳐 자동으로 송·수신하는 등 업무가 혁신되었다.

02.

김포공항의 AMOS는 국제 표준에 맞추어 활주로 주변에 각종 수감부를 설치하고, 요소별 자료가 주처리장치(컴퓨터 2조)로 수집되어 목적 자료의 편집 과정을 거쳐 송신되는 체계로 구성되었다. 또한 관제탑, 접근관제소, 운항정보실 등 주요 수요처에 설치된 표출기에 실시간 자료를 제공하는 기능도 갖추었다. 수감부의 종류는 투광식 시정계(transmissometer) 6조, 저항식 온도·습도센서 각 2대, 전자식 기압계 2대, 풍향풍속계 각 2조, 자동운고계 2조, 전도형 강수량계 1대로 되어 있었다.

이 밖에 1988년에는 8월 최초의 해외 관숙비행(觀熟飛行, 홍콩·방콕), 9월 서울올림픽 기간에 38개 세계 주요 도시 공항예보 지원, 12월 31일 항공기상과에서 항공기상관측지침을 발간하였다.

1989년 5월 20일 신설된 관악산기상레이더관측소에 영상표출장치 설치, 8월 11일 훈령으로 항공기상 업무 규정 개정, 9월 1일 김포공항 AMOS의 정비보수 계약 체결, 11월 25일 서울발 강릉행 KAL 175편 항공기 추락사고 관련 조사보고와 후속 처리가 있었다.



저층난류경보장치(SODAR)

1990년 5월과 11월에는 김포공항 SODAR의 자료처리용 컴퓨터의 성능보강 작업이 있었다. 이 밖에 1월 18일 시베리아 항로의 주요기상정보 지원 및 4월 시드니 공항예보(TAF) 수집·지원에 이어서 일본 센다이 공항과 독일·스위스·프랑스·옛 소련 주요 공항의 TAF 지원, 사이판·괌 공항 TAF 지원 등 취항 공항 증가에 맞추어 서비스를 확대하였다.

1991년에는 관측 장비의 신설과 같은 큰 사업은 없었으나 다음과 같이 업무 수행에서 주요 개선 사항이 있었다. 김포공항은 활주로 남측에 계기착륙시스



울발 강릉행 KAL 175편 항공기 추락사고

제1장. 항공기상의 변천 | 제2장. 우리나라 항공기상의 변천 | 제3장. 항공기상업무의 분야별 발전사

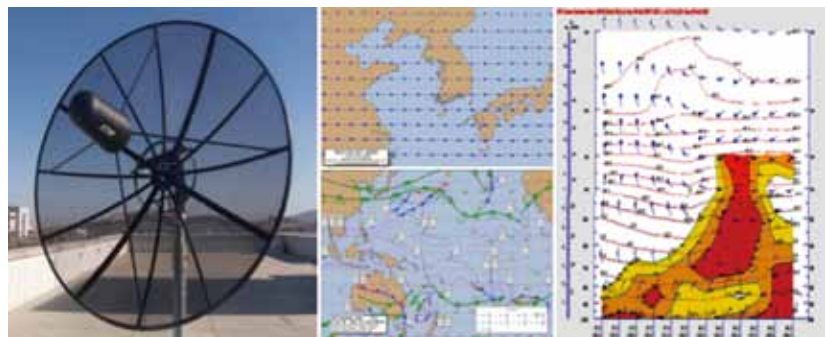
템(ILS)을 설치하여 6월 27일부터 32R 방향의 운영등급을 CAT-II로 상향조정하였으며, 대한항공(KAL)이 관리하는 외국 항공사의 운항에 기상 지원을 시작하였다. 그리고 8월 26일 김포공항측후소의 미 공군



김포공항기상대 현판식(1992. 3. 13)
임용한 임교순 이상덕 김유철 김학송 양해본
박진석 박준환 박홍하

통신망 폐쇄와 공군 기상자료 자체 기상통신망인 TENDEM으로 수신, 9월 11일 김포공항 주요 항공사(KAL, Asiana, JAL)에 AMOS 실시간 모니터 접속 승인, 12월 30일 네덜란드항공사(KLM)에 추가 접속을 승인하는 서비스 확대가 있었다.

1992년 3월 13일 ‘지방기상대’ 4곳을 ‘지방기상청’으로 승격시키고, 본부조직 보강 위주의 직제 개정 때 모든 측후소를 기상대로 명칭을 변경함에 따라 ‘김포공항측후소’가 ‘김포공항기상대’로 바뀌게 되었다.



구 관제탑 3~4층 및 3층 옥상 노장(왼쪽 사진)과 구 파이발(Pibal) 관측 장소 및 수전탑 아래 관측 장소

1996년 3월 국제민간항공기구(ICAO) 주관으로 미국 워싱턴의 세계공역 예보센터(WAFC: World Area Forecast Center)가 생산·제공하는 항공기상 정보를 위성으로 직접 수신하기 위하여 김포공항기상대에 위성수신안테나를 설

02.

치하고 이 해 9월 자료처리시스템을 설치하였다. 이에 따라 그동안 지역예보센터로부터 무선팩스로 수신하던 각종 기상도(악기상정보 및 상층온도·바람일기도 등)와 AFTN을 통해 수신하는 문자·숫자 자료를 세계공역예보시스템으로 직접 수신·활용하게 됨으로써 수요자에게 더욱 향상된 서비스를 제공하게 되었다.

우리나라는 1952년 12월 11일 ICAO에 가입하면서 항공기상 서비스의 국제 표준과 권고를 따르게 되었다. 그러나 일본 항공 당국의 기득권 주장으로 항공기상정보(METAR, SPECI, AIREP)의 국제 교환 때 일본 도쿄의 주수집센터(MMC) 소속 부수집센터(SCC)로 지정됨으로써 마치 항공기상 업무가 일본의 종속국인 것처럼 일본이 우리나라 각 국제공항의 항공기상 정보에 대해 국제교환 권한을 행사하며 운영해 왔다.

우리나라 항공기상 업무의 국제 무대 위상을 높이고 이 업무의 자존심을 세우기 위해 1997년 9월 3일부터 10일까지 태국 방콕에서 개최된 ICAO 아시아·태평양지역 소위원회에서 대한민국이 항공기상 정보의 MMC로 독립하기 위한 의제를 제출하게 되었다. 이에 일본을 제외한 모든 회원국의 지지를 얻음으로써 대한민국 항공기상정보 주수집센터를 김포항공기상대로 지정하는데 의결, 1998년 6월 1일부로 SCC에서 MCC로 격상하였다. 따라서 김포공항기상대가 도쿄 및 베이징과 같은 MCC로서 김포·제주·김해·청주 국제공항의 항공기상 정보를 전 세계 국제공항과 직접 교환하게 되었다.

1997년에는 1월 1일부터 WAFS에 의한 항공기상 서비스를 정식으로 시작한 것 이외에 12월 김포공항 AMOS 교체를 위한 기초 작업과 1992년 11월 착공된 새로운 인천국제공항 건설사업의 일환으로 제1활주로 기상관측장비 설치 작업에 착수하였다.

1998년 1월 1일 김포공항기상대는 기상청 홈페이지에 연동하여 항공기상 정보를 수록한 자체 홈페이지를 개설하였다. 그리고 남·북한 간 항공로 개방 합의(1997. 10. 27) 후속 조치로 AFTN을 이용한 기상정보 교환을 시도하였다. 통일부 장관으로부터 북한주민 접촉을 승인받아 3월 26일~4월 14일 4차례 김포공

항 기상 자료를 송신하고 평양 순안공항 기상 자료를 요청하는 등 남·북한 항공 기상 협력 업무의 기반 조성 기회를 마련하였다.

항공기상 업무 측면에서는 1998년 7월 31일 김포공항에 새로운 관측 장비를 설치하고 10월 31일까지 3개월 동안 시험 운영과 구 장비와 비교 관측해 11월 22일부터 정식으로 운영하기 시작하였다. 장비 가운데 주요 관측 요소인 시정계와 운고계는 독일 임폴스피지크(Impulsphysik)사 제품을 채택하여 국내 업체가 나머지 부분을 조합·개발한 것으로, 과거 업무 수행에서 불편한 점(관측, 통계, AFTN 운영 등)을 크게 보완한 이들 장비 구입에는 약 9억 3000만원이 투입되었다. 이 밖에 7월 12일에는 국내공항 예보(TAF)의 유효시간을 9시간에서 12시간으로 확대시키고 발표 시각도 05,08,11,14시에서 03,09,15,21시로 변경하는 등 서비스를 강화하였다.



남·북한기상대장 첫 교신 (1998. 4. 23)

1999년은 인천국제공항 신설과 관련된 기상시설의 설치 작업이 활발한 해였다. 공항용 도플러기상레이더(TDWR: Terminal Doppler Weather Radar) 구축 사업이 2월 9일 착수되어 5월 레이더 관측소 건물 외관공사, 7월 기상관서 본 청사의 외관공사를 각각 완료하였다. 그리고 장비 도입과 관련하여 제작사에 직원을 파견하여 교육·훈련을 실시하였다. 또한 6월 14일부터 7월 4일까지 AMOS 제작사(독일 임폴스피지사), 8월 8일부터 8월 22일까지 저고도바람시어경보장치(LLWAS: Low Level Wind shear Alert System), 9월 6일부터 11월 13일까지 TDWR 제작사의 교육·훈련이 있었다. 이 밖에 WMO 제11차 항공기상위원회(3. 1~13, 스위스 제네바)와 항공기상서비스 비용회수 관련 WMO 지역세미나(11. 21~28, 인도네시아 발리)에 참석하였다.

2000년에는 남북정상회담(6. 12~14)을 계기로 남·북 항공기상 정보 교환이 성사되고, 2001년 개항되는 인천국제공항에 본부를 두고 우리나라 민간항공기상 지원을 총괄하는 항공기상대의 발족과 그에 따른 각종 기상시설의 완공 등 획기할 만한 변화가 있었다.

남·북 항공기상 정보 교환은 남북정상회담 항공운항에 대비하여 6월 8

02.

일 평양 순안공항기상대장에게 요청하고 6월 9일 이를 수용하는 회신을 받아 11일 오전 9시부터 15일 오후 7시까지 AFTN을 통한 기상전문이 송·수신되면서 시작되었다. 그 후 8월의 남북이산가족 상호방문과 남북장관급회담 등 12월까지 총 10건의 교환이 이루어졌다.

제4절

조직 및 인력의 변천

정부는 1958년 1월 김포국제공항이 신설됨에 따라 1959년 1월 7일(대통령령 1425호) 인천에 둔 국립중앙관상대를 서울측후소로 이전하면서 서울측후소를 폐지하고 인천측후소를 신설하는 한편 항공기상 업무 보강을 위하여 서울국제공항측후소도 신설하였다. 서울국제공항측후소는 이듬해인 1960년 1월 1일부터 그동안 미 공군이 수행해 오던 항공기상 업무를 인수하여 항공기상 업무를 본격 수행하였다. 1963년 2월에 기관 명칭이 김포공항국제공항으로 변경되었으며, 바로 직전인 1963년 1월 1일부로 공군으로부터 수영비행장의 기상 업무를 인수하여 1963년 9월 3일 김포공항측후소 부산출장소(각령 1528)로 개칭하였다. 아울러 1964년 5월 57일 대통령령 1826호에 의해 수영비행장 기상분실로 개칭하고 초대 분실장으로 심경식을 발령했다. 1964년 5월에는 산하에 부산출장소를 신설하여 지방공항 항공기상 업무를 시작하였다.

1970년 7월에는 기관 명칭이 김포공항측후소로 변경되면서 산하 기관으로 제주, 삼척, 전주분실을 신설하고 부산출장소를 부산분실로 개편하여 4개 지방공항 항공기상 업무를 수행하였다.

1972년 2월 17일(대통령령 6083호) 공무원 정원감축 계획에 따라 기구 조정 없이 26명 감축되면서 정원이 516명에서 490명으로 축소되었다. 그 후 국내 민간항공 사업의 확장·발전에 따라 항공기 안전운항 지원을 위하여 정원 범위 내에서 속초, 울산, 목포 비행장에 항공분실을 신설하였다.

1972년 9월에는 기관 명칭이 김포국제공항측후소로 변경되면서 부산

과 여수 분실이 폐지되고 김해분실이 신설되었으며, 1978년 4월 15일(대통령령 8944호) 조직 개편이 대폭 단행되었다. 주요 개정 내용은 다음과 같다. 김포국

[표4-9] 항공기상분실 현황

관서명	연월일	구 분	주 소
수 영 (부산)	1963. 1. 1. 1973. 6. 30. 1976. 8. 1. 1976. 9. 30.	인 수 이 전 " " 폐 쇄	부산시 동래구 우동 부산시 동래구 재송동 6 김해국제공항
삼 척	1965. 3. 15 1974. 9.	설 립 폐 쇄	강원도 삼척군 북평읍 송정리
제주본실	1965. 10. 15. 1965. 10. 18. 1973. 5. 1. 1977. 1. 1.	창설년월일 관측개시 이 전 " "	제주시 용담 3동 2036
전 주	1971. 1. 1. 1974. 1. 1.	관측개시 폐 쇄	전북 전주시 덕진동
속 초	1972. 1. 1. 1972. 9. 1.	관측개시 이 전	강원도 영양군 물치리 강원도 양양군 강현면 장산리
울 산	1972. 9. 1. 1974. 9.	관측개시 폐 쇄	경남 울산시 송정동 930-1
목 포	1972. 9. 1. 1974. 1. 1.	관측개시 폐 쇄	전남 영암군 산호면 용단리
수 색	1974. 2. 1.	관측개시 폐 쇄 재 개	전남 여천군 율촌면 신평리 전남 여천군 율촌면 신평리
김 해	1976. 8. 1.	인 수	경남 김해군 대저읍 소덕리 (공군에서 인수 부산 수영에서 이전 현재 부산시 북구대저 2동)

제공항측후소에 여수분실을 신설하고, 1985년 7월 2일(대통령령 11719호) 기관 명칭이 김포공항측후소로 변경되었다. 산하 기관인 공항분실은 공항기상관측소로 개칭되어 관할지방기상대 및 측후소로 소속이 변경되면서 행정 업무를 관할지방기상대 및 측후소, 항공기상 업무를 김포공항측후소에서 각각 담당하는 이원 체제가 되어 업무 수행에 어려움이 따랐다. 1987년 12월 15일(대통령령 12318호) 단행된 조직 개편 내용은 기후국을 응용기상국으로 개편하면서 응용기상국에 기후자료과, 농업기상과, 항공기상과를 두었다. 1990년 8월 13일(대통령령 13074호) 광주지방기상대 소속으로 목포공항기상관측소를 신설하였다. 이후 1992년 3월 기상청 승격과 더불어 기관 명칭이 김포공항기상대로 변경되어 오늘에 이르고 있다.

1996년 12월 31일(대통령령
15250호) 청주공항 개항에 따른 항공기

상 정보 지원을 위하여 대전지방기상청 소속으로 청주공항기상관측소(5급)를 신설하였다. 2000년 7월 27일(대통령령 16916호) 인천국제공항 개항에 따른 항공

02.

기상 지원 업무 수행을 위하여 항공기상대를 신설하고 각 지방기상청 소속의 공항기상대와 공항기상관측소를 항공기상대 소속으로 이관하였다. 2000년 12월 30일(대통령령 17081호) 책임운영기관의 설치·운영에 관한 법률시행령이 개정(2000. 8. 28)됨에 따라 항공기상 업무의 일원화 정책에 의해 김포공항기상대도 항공기상청 소속으로 기관화 되면서 25명 안팎이던 인력도 12명으로 축소되어 오늘에 이르고 있다.

»인력 변천

[단위 : 명]

연도	1960년대	1970년대	1980년대	1990년대	2000년대	2010년대
부서						
김포공항기상대	—	—	25	26	12	13

»조직 변천

- 1959. 1. 1 서울국제공항측후소 신설(대통령령 1425호)
- 1963. 2. 12 서울국제공항측후소를 김포국제공항측후소로 명칭 변경
- 1970. 7. 18 김포국제공항측후소를 김포공항측후소로 명칭 변경
- 1976. 9. 18 김포공항측후소를 김포국제공항측후소로 명칭 변경
(대통령령 8247호)
- 1985. 7. 2 김포국제공항측후소를 김포공항측후소로 명칭 변경
- 1992. 3. 13 김포공항측후소를 김포공항기상대로 명칭 변경
- 2000. 7. 27 항공기상대 김포공항기상대로 소속 변경
- 2007. 3. 16 항공기상관리본부 김포공항기상대 명칭 변경
(대통령령 19931호)
- 2008. 2. 29 항공기상청 김포공항기상대 명칭 변경 (대통령령 20698호)

»조직 및 인원

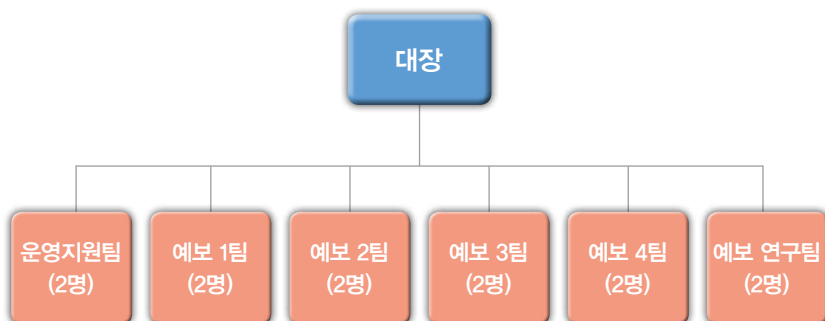
2001년 '책임운영기관의 설치·운영에 관한 법률 제3조'에 따라 기관의 경영 혁신을 위하여 필요한 조치를 하고, '항공기상대기본운영규정 제4조'에 따라 보조 기관 및 소속 기관 밑에 팀 등의 하부 조직을 둘 수 있게 되었다. 따라서 대장을 정점으로 운영지원팀과 예보연구팀을 비롯해 현업 업무의 예보1·2·3·4팀 등 6개의 팀제로 업무 능률의 향상 및 성과목표 달성을 위한 조직정비 효과, 체계를 갖춘 사무 분장으로 책임 소재 명확화, 목표관리제 확대 적용 등 기반을 구축하고 있다.

[단위: 명]

운영일	운영 근거	편성·운영 현황(소속 기관)			
		팀 명칭	팀장 직급	팀원 (명)	주요 기능
2001. 2. 28	항공기상대 기본운영 규정	김포 예보1, 2, 3팀	6급	6명	▶ 예보·특보 및 악기상 정보 생산 발표 ▶ 관측실무 ▶ 예보·특보 사후 분석

»운영 조직

[단위: 명]



부서 \ 연도	4급	6급	7급	8급	9급	계
정원	1	3	4	3	2	13

02.

»역대 기관장

순 번	성 명	재임기간
1대	박공삼	1959. 1. 7~1963. 8. 15
2대	박용대	1963. 8. 16~1970. 8. 6
3대	박태경	1970. 8. 7~1975. 6. 30
4대	문영진	1975. 7. 1~1978. 5. 14
5대	박태경	1978. 5. 15~1981. 7. 20
6대	홍성길	1981. 7. 21~1985. 7. 15
7대	박정환	1985. 7. 16~1989. 7. 11
8대	김화겸	1989. 7. 11~1993. 2. 12
9대	김윤교	1993. 2. 12~1995. 7. 5
10대	신봉희	1995. 7. 5~1996. 7. 23
11대	박병진	1996. 7. 24~1998. 6. 30
12대	서정갑	1998. 7. 1~2000. 7. 30
13대	김경식	2000. 7. 31~2004.11. 18
14대	허 은	2004.11. 19~2005. 8. 31
15대	정해순	2005. 9. 1~2011. 1. 5
16대	임용한	2011. 1. 6~2013. 5. 7
17대	구대영	2013. 5. 8~현재



3

PART

항공기상 업무의 분야별 발전사

제1절 항공기상 업무의 변천

제2절 항공기상 관측 업무

제3절 전산·통신 장비의 변천

제4절 항공기상 국제 협력

제5절 관속비행

03.

제1절

1. 항공 운항자 및 운항승무원을 위한 기상정보 지원

초창기 항공기상 업무는 미국 공군의 기준에 따라 수행해 왔으나 1967년부터 세계기상기구(WMO) 국제기술 규정과 국제민간항공기구(ICAO)의 운항 절차에 따라 기상 지원을 하게 되었으며, 그 후 거듭된 수정 과정을 거쳐 현재에 이르고 있다.

항공기상 업무 가운데 운항자 및 운항승무원을 위한 기상정보 제공 자료(1984년 기준)를 살펴보면 다음과 같다.

1. 항공특보 발표 기준(기상업무 규정 제2편 예보업무)
2. 착륙예보(ANNEX 36장)
3. 공항주의보 전문 예문
4. 위험기상정보(SIGMET) 전문 예문
5. 예보의 정확성 유효범위(ANNEX3 ATTACHMENT E.)
6. 태풍 명칭
7. 일기예보 용어
8. 해역 기상예보(일기예보 용어 설명문 순화- 중앙기상대(84.12)
9. 공항별 최저기상치(WX MIN; 교통부 AIP)
10. 난류(TURBULENCE) 예보, 안정도지수(Stability index)
11. 항공고정업무(AERONAUTICAL FIXED SERVICE; 교통부 AIP)
12. 김포공항의 복사무 발생 및 소산 예보(12차 기술 검토 회의- 1984)
13. 예보철 용어(ANNEX 3 제7장)
14. 특별관측 및 선포보고 기준(ANNEX 3 제3장, PANS-MET-Table 1)
15. 주요 국제공항과 국내 비행장의 위치부호(LOCATION INDICATORS ICAO 1984. 11)
16. 지상관측(SYNOP), 해상관측(SHIP) 전문 형식(MANUAL CODE Vol.

항공기상 업무의 변천



1956년 여의도 비행장

1 WMO NO. 306)

17. 고층관측(TEMP) 실황 전문 형식(MANUAL CODE Vol. 1 WMO NO. 306)

18. 항공기상정시관측(METAR), 공항예보(TAF) 실황 전문 형식(FM 15, FM16 & FM52)

19. 한국 및 북한 관측 지점 번호 해설(GTS WMO 발행- 1981.11)

20. 기상통신망 개통도(통신 내규철)

21. XH2S 수신 전문 내용(공군 기상자료)

22. K3U9 수신 전문 내용(미국 공군 기상자료)

이러한 업무의 국내외 자료 교환은 무선통신 방식인 모스부호(CW)로 이루어지다가 1961년 무선텔레타이프(RTT: Radio Teletype)를 도입하고, 1962년 미군통신망(K3U9)을 개설함으로써 유·무선에 의한 통신 업무로 전환하였다. 1969년에는 교통부에서 항공고정통신망(AFTN)을 개설함으로써 국내외 자료 교환뿐만 아니라 항공사 등 수요 기관에도 기상 정보를 직접 제공할 수 있게 되었고, 1985년부터는 기상통신 업무의 전산화에 따라 세계기상통신망(GTS)을 통한 기상통신 업무와 병행하여 각종 기상 자료를 교환하여 오다가 1990년 예보용컴퓨터(MASSCOMP)가 도입되고 1991년 일기도 자동기압장치인 플로터(Plotter)가 설치되면서 일기도 등이 자동화되었으며, 이에 따른 항공기상 예보 업무도 변화의 과정을 거치게 되었다.

따라서 초창기 항공기상 예보 업무는 CW나 RTT에 의해 수신된 기상 자료를 일기도 등에 기입하고 예보자가 직접 묘화하여 생산된 일기도를 토대로 분석 및 예측이 이루어져 왔다. 또 기타 항공기의 운항에 필요한 자료인 항공예보철은 항공사에서 개설된 노선, 항공기 운항시간, 필요한 자료 등이 적시된 내용을 문서로 기상대에 요구하면 기상대에서 요구한 형태로 가공하여 제공하였다.

03.

2. 항공기상 예보업무규정 제정

항공기상예보업무 규정은 1964년 12월 2일(부령 제8호) 제정되었다. 이는 그때까지 수행하던 업무 내용을 성문화한 것으로, 1965년 1월 1일부터 시행되었다. 이 규정은 4장(총칙, 예보, 기상보의 통보, 기상보의 내용 등) 71조로 구성되어 있으며, 1960년대 말까지는 큰 개정 없이 적용되었다.

공항예보는 국제항공기 운항을 위하여 발표된다. 정시공항예보는 그리니치평균시(GMT) 0시를 기준으로 하여 매 6시간 발표하였으며(제6조), 발표로부터 각각 24시간의 유효시간이 있었으나(제5조) 기상상황이 급변하면 ‘예보수정기준’에 의거해 수정할 수 있었다. 착륙예보는 항공기의 예상 착륙시간 약 1시간 전에 정시 또는 특별관측 보고에 부가된 개요 서식으로 하였으며, 2시간 이하의 유효시간을 두었다(제9조).

[표 5-1] 항공기상 예보종류 및 발표횟수

종 류	발표 횟수	비고
공항예보	국제 TAF : 김포 제주 김해(4회/일)	00, 06, 12, 18UTC
	국내 TAF : 속초 울산 여수 목포(4회/일)	20, 00, 03, 05UTC
이 · 착륙 예보	24회/일	
공역 악기상 정보 (1995. 3. 1 지원 시작)	예상 및 발생시(1~4회/일)	대구 FIR 악기상예상도(2회) : 20, 02UTC 상충풍 · 기온예상도(1회) : 20UTC

[표 5-1] 항공기상 예보종류 및 발표횟수

종 류	정시	특별/선평	수시	상충풍	저충난류	기상감시
회수	48회/일	기준치	발생시	2회/일	24시간	24시간

3. 기상보의 통보

기상보(氣象報)는 항공기 운항 개시 24시간 전의 사전 운항계획, 운항개시 3~24시간 전의 예비 운항계획, 운항개시 3시간 전 이내의 비행 전 운항계획을 지원하는 기상보와 공항주의보로 나뉘었다(제12조). 예보 운항계획을 위한 기상보에는 특정 항공로 또는 항공로 인접 지역에 중점을 둔 일반 종관기상 개황과 이에 수반된 기상 상태, 해당 비행장의 기상 상태, 항공로 부근의 상층풍 또는 평균 상층풍 성분, 항공로 부근 상층기온 등의 일부 또는 전부를 포함하였다(제15조). 형식은 구두, 도표, 단면도를 취하였으며, 국지별로 미리 정한 시간에 통보하였다.

비행 전 운항 계획을 위한 기상보 내용에는 예비 운항계획을 위한 기상보의 통보 내용과 중요한 차이가 있을 경우에 한하여 항공로 상의 일반 종관기상 개황과 예상되는 기상 상태, 그 전에 제공되지 않은 해당 비행장의 예보, 비행예보에 포함시키고자 하는 상층풍과 상층기온 내용을 기술한 사본, 출발 전에 수정된 비행 및 필요한 기상보 등의 일부 또는 전부를 포함시켰다(제19조).

비행 중 운항계획을 지원하기 위한 기상보는 해당 항공기의 비행 정도에 따라 정시 및 특별기상관측보고, 비행장예보, 착륙예보, 악천후 항공보고와 해당 특별 항공기의 보고, 상층풍 및 상층기온, 고도계 수정 절차에 필요한 사항의 일부 또는 전부를 포함하였다(제22조).

김포국제공항측후소와 예하 출장소는 자체 작성하였거나 타 측후소로부터 확보한 기상보뿐만 아니라 정비 및 특별관측보고, 비행장예보와 착륙예보 및 이의 수정예보, 항공기 기상관측 보고, 악천후 항공경보, 종관과 예상일기도, 기타 필요한 기상보를 제시해야 한다(제23조). 운항 종사자에게 상층 기상보를 제시할 때는 중요 표준기압면의 예상 등고선도 또는 기타 적절한 형식의 상층 일기도를 사용하도록 규정하였다(제25조).

03.

정규측후소는 운항 전에 기장에게 브리핑을 실시하고 예보철을 수교하는 것을 원칙으로 하되 기장이 지명한 대리자에게 수교할 수 있다(제29조). 특수한 경우에는 예보철을 수교하는 대신 예보 내용을 구두로 설명할 수도 있으며, 브리핑은 가능한 한 출발 직전에 실시하도록 규정하였다(제30조). 브리핑과 예보 내용이 다를 때에는 브리핑을 받은 기장이 차이점을 인식하도록 강조해야 했으며, 예보철 내용과 일부 상이한 내용을 브리핑할 때에는 이 점을 기록해 두었다가 운항 종사자가 이용할 수 있도록 하였다(제32조).

예보철에 포함되는 일기도는 보통 정기 예상 일기도인데 단거리 비행 때에는 최근 일기도를 포함하도록 규정하였다(제43조). 다만 400hPa 고도 이상의 항공로를 비행할 때는 해당 고도 이상에서 발생할 것으로 예상되는 중요 일기현상만 기입하도록 규정하였다(제49조).

기상간시소(看視所)는 대구 관제권에서 항공로에 따른 지역 상공의 기상 상태, 특히 악천후 항공경보 및 기타 필요한 기상 정보를 통보하였다. 국외로는 도쿄, 타이베이, 오키나와, 홍콩의 기상간시소와 기상전보를 교환하였다.(제62조) 입수한 기상보는 대구 관제권에서 출장소와 항공교통 관제기관에 제공하였다.

정찰 구조본부의 요구가 있을 때에는 긴급 연락망을 유지하여 필요한 기상보를 통보하였다(제68조).

공항특보의 대상은 강풍, 스콜, 뇌우, 풍진(風塵), 사진(沙塵), 취사(吹紗) 및 취진(吹塵), 우박, 서리(霜), 조빙(粗氷), 눈(雪), 동우(凍雨), 거친 해면상태(大波) 등이다(제69조). 비행장 예보 형식은 국지 규모로 사용할 때에는 약자 형식 또는 약자가 아닌 평이어로 통보하고, 국제 교환 때에는 세계기상기구(WMO)에서 제공한 TAFFOR(FM51.C)를 사용하였다. 기타 기상보의 형식도 이에 준하도록 하였다.

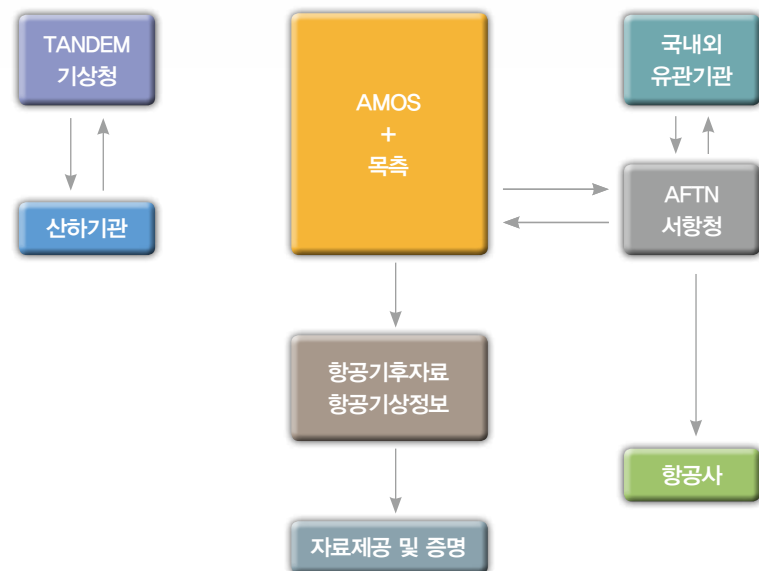
김포공항측후소에서는 공항예보(일 4회), 이착륙예보(일 24회), 공항주의보 및 악기상정보(발표 기준 해당 시)를 발표하고 있다. 이를 위하여 매일 작성하는 지상일기도, 고층일기도(850mb, 700mb, 500mb), 층후선도, 대기선도와 인



브리핑 장면

공위성 구름사진(GMS Photo), 인접국가의 기상자료, 중앙기상대 각종 생산자료 등으로 종합 분석하였다.

[항공기상 자료의 지원체계도]



[표 5-3] 일기도 작성 및 FAX 자료 수신

자료명	일기도 작성	FAX 수신	비고
지상 일기도	4회/일		제2호, 제4호
고층 일기도	3종/2회/일		850, 700, 500hPa
고층 일기도		2종/2회/일	300, 200hPa
단열선도	2회/일		00, 18UTC
수치 예상도		9종/2회/2개소	본청, 일본
지상 예상도		2개소	본청, 일본
악기상 예상도		5종/2회/일	아시아, 미주, 유럽, 호주, 아일랜드
상층풍 · 기온 예상도		9종/2회/일	아시아, 미주, 유럽
구름분석도		4회	22, 01, 04, 07UTC
레이더분석도		수시	

03.

[표 5-4] 항공기상지원 자료

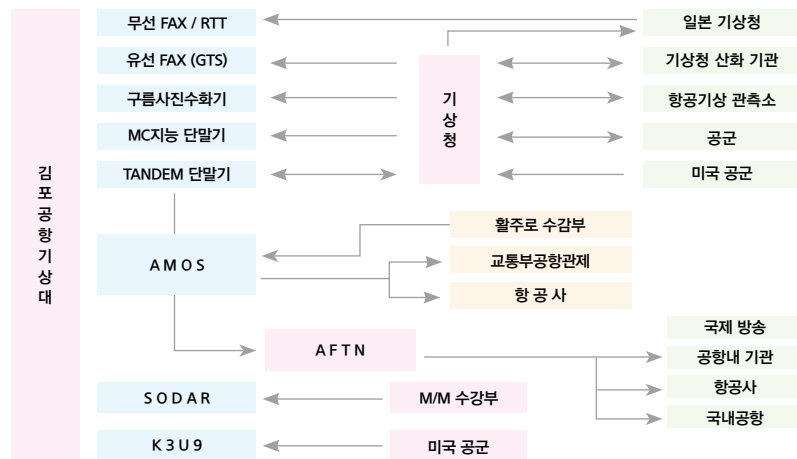
기상 자료	해당 노선 또는 공항	지원 횟수	지원 횟수공항	지원 수단
예보철	동남아, 유럽, 호주, 미주, 중동(5개 노선)	3회/일	· 국내 2개 항공사 · 외국 26개 항공사 · 특별 및 부정기 30여 개 항공사	FAX
국제공항 예보	김포, 김해, 제주	4회/일	국내 및 국외 항공 유관기관	AFTN
국내공항 예보	속초, 울산, 여수, 목포	4회/일	국내 항공 유관기관	AFTN
공항 특·경보	김포, 김해, 제주, 속초, 울산, 여수, 목포	필요시	국내 항공 유관기관	AFTN
공역 약기상 정보	대구FIR (1996년 상반기 항공교통 관계기상대에서 실시)	필요시	국내외 항공 유관기관	AFTN
이착륙 예보	김포	24회/일	국내외 항공 유관기관	AFTN
공항 실황	김포, 김해, 제주	48회/일	국내외 항공 유관기관	AFTN
국내공항 실황	속초, 울산, 여수, 목포	14회/일	국내외 항공 유관기관	AFTN
브리핑 및 정보		수시	요청 유관기관	AFTN
외국공항 실황	일본, 필리핀, 대만, 중국, 홍콩(5개국)	24회/일	국내외 항공 유관기관	AFTN
외국공항 예보	30여 개국	4회/일	국내외 항공 유관기관	AFTN
항공기관측 보고 (AIREP)	항공사	24회/일	국내외 항공 유관기관	AFTN
외국공역 약기상정보		접수시	국내외 항공 유관기관	AFTN

※ AFTN을 통한 국제방송: 항공기상실황, 비행거리 2시간 이내(5개국) 예보 및 정보, 취항 하는 30여 개국
AFTN을 통한 국내방송: TWR 및 ARTCC 등 항공 유관기관, 국적항공사, 국내 상주 외국항공사

4. 항공기상 통신

1960년 1월 처음으로 김포국제공항측후소에서 주한 미 공군으로부터 인
수한 유선텔레타이프(LTT; Land-line Teletype)로 전 세계 비행장예보 등 항공

기상자료 수신과 우리나라 항공기상관측자료를 송신하였다. 또한 7월에는 주한 미군으로부터 불하받은 무선텔레타이프(RTT; Radio Teletype) 1조를 국립중앙 관상대에 처음 설치하여 일본기상청에서 방송하는 외국의 기상 자료를 50보(분당 약 400자) 속도로 수집하였다.



[김포공항기상대 통신망도]

5. 항공예보철(Flight Documentation)

항공서류(Flight Documentation; Weather holder)는 항공사가 기상대에 요구한 자료를 토대로 자료를 생산하여 제공하는 항공로 상에 예상되는 악기상 및 상층바람 온도일기도, 기상변화도표, 목적지 공항 및 교체 공항의 기상실황과 예보 등을 항공기 운항 시 반드시 휴대해야 하는 기상정보를 담은 자료철이다.

CW나 RTT로 자료 교환이 이루어지던 시절에는 통신 담당자가 직접 자료를 수신하여 예보 담당자에게 전해 주면 세계공역예보센터(WAFC)와 지역공역예보센터(RAFC)에서 생산하여 제공하는 자료를 올덴팩스(ALDEN FAX) 등 그림이나 도표 형태의 자료를 수신할 수 있는 장비와 AFTN으로 수신한 METAR, TAF 등을 항공노선별 맞춤형 자료로 제공하였다

03.

[표-5] 항공노선별 맞춤형 자료

수신정보	수신 시각	제공 시간	예보철 작성	비고
FBAS	20:52	23:00	아시아, 미주, 호놀룰루	무선
FBPN	21:11	"	SIG-WX	"
E340	22:00	23:10	호주, 아시아 FL340	"
E390	22:19	"	호주, 아시아 FL390	"
E300	22:38	"	호주, 아시아 FL300	"
G340	22:57	00:00	유럽 FL340	"
G390	23:16	"	유럽 FL390	"
G300	23:35	"	유럽 FL300	"
I340	23:54	01:00	미주, 호놀룰루 FL340	"
I390	00:13	"	미주, 호놀룰루 FL390	"
I300	00:32	"	미주, 호놀룰루 FL300	"
FBAS	21:09	23:00	아시아, 미주, 호놀룰루	유선
FBPN	21:28	"	SIG-WX	"
G390	23:03	00:00	유럽 FL390	"
G300	23:22	"	유럽 FL300	"
I340	23:41	01:00	미주, 호놀룰루 FL340	"
I390	00:00	"	미주, 호놀룰루 FL390	"
I300	00:19	"	미주, 호놀룰루 FL300	"
SIG-WX PACIFIC AREA/KWBC	03:09	04:30	유럽 SIG-WX	"
SIG-WX AUSTRALIAN AREA/AMMC	03:29	"	호주 SIG-WX	"
SIG-WX TROPICAL AREA/DARWIN	03:48	"	호주 SIG-WX	"
SIG-WX SOUTHERN PACIFIC/AMMC	04:08	"	호주 SIG-WX	"
FBAS	08:52	13:00	아시아, 미주, 호놀룰루	무선
FBPN	09:11	"	SIG-WX	"
E340	10:00	"	호주, 아시아 FL340	"
E390	10:19	"	호주, 아시아 FL390	"
E300	10:38	"	호주, 아시아 FL300	"
G340	10:57	"	유럽 FL340	"
G390	11:16	"	유럽 FL390	"
G300	11:35	"	유럽 FL300	"
I340	11:54	15:00	미주, 호놀룰루 FL340	"
I390	12:13	"	미주, 호놀룰루 FL390	"
I300	12:32	"	미주, 호놀룰루 FL300	"
FBAS	09:25	13:00	아시아, 미주, 호놀룰루	유선
FBPN	09:44	"	SIG-WX	"
G390	11:55	"	유럽 FL390	"
G300	12:14	"	유럽 FL300	"
I340	12:33	16:00	미주, 호놀룰루 FL340	"
I390	12:52	"	미주, 호놀룰루 FL390	"
I300	13:11	"	미주, 호놀룰루 FL300	"
SIG-WX PACIFIC AREA/KWBC	14:28	"	유럽 SIG-WX	"

운항승무원이 항공기 운항 시 반드시 휴대하여야 하는 기상정보로서의 항공서류에는 다음과 같은 기상정보가 포함되어 있다.

- 출발 공항의 기상실황(METAR, SPECI) 및 예보(TAF)
- 도착 공항 및 대체 공항의 기상실황(METAR, SPECI) 및 예보(TAF)
- FL250 항로별 WINTEN Chart
- FL300 항로별 WINTEN Chart
- 지상에서 FL550 고도별 위험기상(SIGMET) 영역과 FL300 화산재 영역 및 예상 구역
- FL240~450 SIGWX 24시간 예상 Chart

항로별 SIGWX chart, WINTEN Chart, 화산재 영역 및 예상 구역 등은 WAFS 산하 WAFC 및 RAFC에서 생산한 동일한 기상 정보를 제공하여야 한다. 이러한 정보는 올덴팩스를 사용하여 일본의 도쿄 지역공역예보센터(Tokyo RAFC)에서 정해진 위 도표의 방송 스케줄에 따라 수신하였다.

그러나 1990년 4월 2일부터 대한항공(KAL)이 서울-시드니 간 직항 노선을 개설하였으나 당시의 RAFC 및 ROBEX Scheme 규정으로는 서울에서 시드니까지의 전 경로 상을 무착륙 비행할 때 전 항로 상에 현존하거나 예상되는 악기상(Significant Weather) 현상의 내용을 문자와 기호로 표시한 악기상예상도를 제공할 수 없었다. 종전까지는 대체로 북반구 내에서의 운항이었기 때문에 일기도 남단이 적도까지로 되어 있는 도쿄 RAFC에서 작성한 악천후 예상도만으로도 예보철을 충분히 작성할 수 있었다. 그러나 이번 직항로가 서울로부터 적도 이남 남위 30도까지 개설됨에 따라 도쿄의 예상도만으로는 전 항공로의 예상도 작성이 곤란하게 되었다.

그 당시 일본 도쿄의 RAFC로부터 악기상예보를 올덴팩스로 수신하고, 도쿄 주수집센터 산하 부수집센터로 있던 김포공항기상대에서는 서울-시드니 항로의 항공서류에 필요한 자료를 수신할 수가 없었다. 이에 따라 기상청(중앙기상대)이 호주 RAFC에서 작성하는 악기상예상도를 중계하여 주도로 일본기상청에

03.

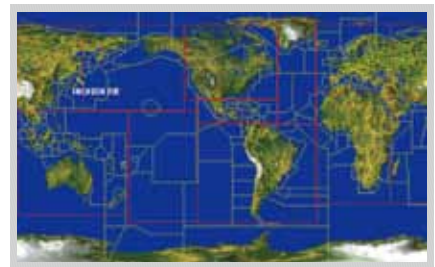
요청하였다. 그 결과 일본기상청 통보과는 1990년 6월 18일부터 매일 4회(0330, 0345, 1530, 1545UTC) 호주 RAFC가 작성한 유효시간 15시간 안팎의 악기상예상도를 시험 증계하였고, 항공고정통신망을 호주 시드니 공항의 METAR 및 TAF를 증계하여 항공기상 지원 업무를 수행할 수 있었다. 이처럼 WAFS의 발전으로 이러한 어려움이 해결될 수 있었다.

6. 세계공역예보체제(WAFS)의 발전

항공기 운항이 지역운항 개념에서 벗어나 대륙 간 논스톱 운항의 장거리화·대형화 추세로 항공기술이 발전함에 따라 그에 걸맞은 범지구 차원의 기상 지원이 필히 요구되었다. 따라서 각국 또는 지역 개념의 비행정보 구역을 책임지는 기상 당국이 개별로 기상 정보를 제공하는 개념에서 탈피하여 범지구 차원으로 표준화되고 통일된, 항로 상의 체계화한 기상 정보를 제공할 지원시스템 도입의 필요성이 대두되었다.

초기의 공역예보시스템은 비행고도 FL360 부근과 비행거리가 약 5000km가 되는 비행의 항로예보를 할 목적으로 ICAO가 1960년대에 지역 규모로 개발하였다. 1970년대 말에 이르러 비행고도가 더욱 높아지고 비행거리가 1만 km 이상이 됨으로써 시스템이 점점 항공운항에 부적합해지고 많은 항공사가 컴퓨터로 비행계획을 수립하게 됨에 따라 세계기상 자료 요구가 생기게 되었으며, EH 단거리와 저고도에서 이루어지는 일반 항공운송 양이 점차 증가하게 되면서 예보 수요가 광범위해졌다.

ICAO 항공운항이사회가 이러한 경향에 주목하여 더욱 효과 있고 정기적이며 경제적인 공역예보시스템을 개발할 임무를 띤 전문가위원회를 구성하여 1982년 4월 14일부터 5월 7일까지 캐나다 몬트리올에서 개최된 ICAO 통신/기상분과회의 및 WMO 제7차 항공기상위원회(CAeM) 합동회의에서 결과를 검토한 후 권고사항을 채택하고 그 후 1990년 ICAO 통신/기상/운영분과회의 및 WMO 제9차 항공기상



비행정보구역(FIR : Flight Information Region) ;
국가별 개념이 아님

위원회(CAeM) 합동회의에서 ICAO 및 WMO평의회에서 인가를 받았다.

ICAO 부속서(Annex)3에는 1984년 11월부터 적용되었고, WMO 기술규정(Technical Regulation) No 49에는 1992년 11월부터 적용되었다.

ICAO는 WMO와 협력하여 범세계적으로 항공 이용자에게 상층기류(기온, 바람)와 비행에 지장을 주는 악기상 예보를 좀 더 체계적이고 정확하게 지원하기 위하여 2곳(워싱턴, 런던)의 WAFC와 15곳의 RAFC로 구성된 세계구역예보시스템(WAFS: World Area forecast System)을 만들었다.

WAFS 초기에는 상층기류 예보(WINTEM Chart)의 경우 1일 2회 런던과 워싱턴에 위치한 2곳의 WAFC에서 이루어지며, 악기상예보는 그림에 표시된 15곳의 RAFC가 발표하였다.

»WAFS의 운영방법(초기 단계)

런던 및 워싱턴의 WAFC는 1일 2회 레윈존데, 항공기보고, 기상위성의 관측 자료를 수집하여 컴퓨터로 처리해 12, 18, 24, 30시간 후의 예보를 작성한다. 예보는 수평으로 2.5°와 5° 사이의 격자점들과 수직으로 10개의 기압 고도면으로 이루어진다. 즉, 850, 700, 500, 400, 300, 250, 200, 140, 100, 70hPa 면이다. 이는 가장 빈번하게 이용되는 비행고도인 FL50, 100, 180, 240, 300, 340, 390, 450, 530, 600에 해당한다.

이러한 정보는 컴퓨터 입력에 적합하도록 수치 형식으로 중속도회로(medium speed circuit)를 통해 RAFC와 항공사에 송신되며, RAFC는 항공예보철에 포함되는 일기도 형식으로 재처리한다. 각 RAFC 책임구역 내에 있는 해당 국가 기상대는 저속도 또는 중속도 회로를 사용한 수치형 FAX로 이를 수신한다.

초기 단계에서는 세계 규모로 악기상예보를 발표할 수 있는 모델이 없기 때문에 직접 사람이 작성해야 한다. 이는 RAFC가 시스템에서 맡고 있는 중요한 역할이다. 1일 4회 각 RAFC는 일기도 형식으로 해당 구역의 악기상예보를 발표

03.

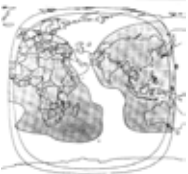
하며, 규정에 따라 인접 RAFC와 정보를 교환한 후 합성된 결과를 책임 구역 내 기상대로 송신한다.

»WAFS의 진화 단계

런던 및 워싱턴의 WAFC가 상층기류와 악기상예보를 모두 발표하고 이를 직접 위성을 통해 방송하는 것이 WAFS의 최종 단계이다. 초기 단계의 완전한 WAFS 운영은 악기상예보를 할 수 있는 모델이 개발되지 않았기 때문에 가능하지 않았다. 이 문제를 해결할 수 있는 한 가지 방법은 초기 단계에서 정한 15개보다 적은 수의 RAFC가 계속 악기상예보를 작성하되 각국에 바로 중계가 되도록 정해진 시간에 이를 직접 위성으로 송신하는 중간 단계의 설정이다.

RAFC가 전화선을 이용한 수직형 FAX 시스템으로 악기상예보를 WAFC로 송신하고, 이를 수신한 WAFC가 악기상예보와 자체의 상층예보를 위성으로 송신하는 것도 또 다른 방법이다. 이렇게 될 경우 각국은 간단한 고정접시형 안테나를 갖춘 마이크로터미널과 수신 자료를 해석하여 도면을 작성하는 플로터가 연결된 미니컴퓨터를 설치할 필요가 있었다. WAFS의 운영이 각국의 항공기상 책임의 중요한 부분을 경제적이고 효과적으로 수행할 수 있게 한다는 것은 거의 틀림없는 사실이다.

»WAFS의 최종 단계

SADIS : Satellite Distribution System		ISCS : International Satellite Communication System	
			
런던 WAFC : 유럽, 아프리카, 서아시아		워싱턴 WAFC : 미주, 대서양, 태평양, 동아시아	

1996년 통신, 전산 및 컴퓨터의 발전으로 초기 단계에서 RAFC가 생산 하던 악기상예보를 2곳의 WAFC에서 지구 전체 공역을 커버하는 악기상예보를 생산하여 위성방송을 통해 전 세계 기상 당국에 직접 제공하는 단계로 발전하면서 15곳의 RAFC는 더 이상 존치할 필요가 없었다. 태평양 및 대서양은 워싱턴 WAFC에서 생산한 정보를 ISCS로 수신할 수 있었고, 인도양의 런던 WAFC에서 생산한 정보를 수신할 수 있었으며, 2곳의 WAFCsms 장애에 대비하여 서로 백업 역할 기능도 수행했다.

따라서 각국의 기상 당국은 그동안 올턴팩스를 사용하여 해당 RAFC에서 제공받던 항로별 기상정보를 WAFC 터미널이라는 위성수신장비를 설치하여야만 했다.

현재 워싱턴의 WAFC 생산 정보는 ISCS를 통해 전송하던 방식에서 진화한 WIFS(WAFS Internet File Service) 방식으로 정보를 80여 개 국가 기상 당국에 제공하면서 기존의 ISCS 체제는 백업 기능으로 활용하고 있다.

7. 항공기상정보(WAFS Terminal) 위성수신 시스템

항공기상정보위성수신장비(WAFS Terminal)는 국제민간항공협약 부속서3(ICAO annex3) 및 기상업무규정 제59조에 따른 항공예보철(Flight documentation) 편집과 세계공역예보센터(WAFC:워싱턴)로부터의 항공기상 정보 수신·분석·가공 처리 등 목적으로 운영되었다.

항공예보철(Flight documentation) 편집용 항공기상정보자료는 WAFS 터미널에서 출력되는 기본자료 및 보조자료로 제공되었다.

우리나라는 1996년 12월 16일 협정세계시(UTC) 0시부터 김포공항기상대에서 기존의 GTS 수신 장비와 병행 운영하다가 1997년 1월 1일 UTC 0시를 기하여 GTS 수신 장비를 백업 장비로 활용하였다.

WAFS 터미널에서 생산되는 출력물은 기상청 종합정보시스템으로 지방 공항 관서가 필요로 하는 자료를 분배하였으며, 항공사 등 최종 사용자가 필요로

03.

하는 WAFS 터미널 출력 자료는 김포공항기상대에서 분기하는 종합정보시스템이나 동시통보장치로 제공하였다.

[표 5-6] 항공기상정보(WAFS) 수신 자료

구분	자료 종류	생산 · 수신	항공사 제공	
WAFS 수신 자료	그래픽 자료	· SIGWX Chart(구역별 19종) － 비행고도 : FL250~600 · WITEM Chart(24종) － 북반구(2종), 남반구(2종) － 비행고도별 : FL180, 240, 300, 340, 390, 450 · 화산재정보도: 발생시	전부수신	노선별로 항공예보철을 편집하여 제공
	문 · 숫자	· METAR, SPECI, TAF : 1200여 공항 · SIGMET · AIREP	전부수신	노선별 목적지 공항 및 대체 공항 자료 항공예보철에 편집
	GRIB	· 원시자료 － 구역 : 임의구역 선택 － 배행고도별 : FL050, 100, 180, 240, 390, 450, 560 － 권계면고도(최대풍향풍속 포함)	전부수신	WITEM, CROSS-SECTION Chart 작성

도착지 비행장과 교체비행장의 TAF, METAR, SPECI, SIGMET 등은 문자·숫자 또는 도면 형태로 출력하여 제공하였다. WAFS 터미널에서 출력되는 GRIB 자료를 제공할 경우에는 숫자, 깃털 또는 화살표, 등고선 형태로 출력하여 제공하였다.

또한 항로별 종단면도(Vertical cross-section chart) 요청이 있으면 WAFS 터미널에서 가공 처리하여 제공하였다. 이때 WAFS 터미널에서 항공예보철 편집용 기상정보를 출력하기 위하여 공항기상 관서는 항공사 또는 운항자로부터 다음의 사항을 사전에 통보받았다.

- 계획된 신규 노선 또는 새로운 종류의 운항

- 정기운항에 관한 변경 사항
- 기타 기상업무 규정에 영향을 주는 사항의 변경된 계획
- 비행예정표
- 부정기 항공편 운항
- 비행의 지연 또는 취소
- 출발 비행장 및 예정 시간
- 국적지 및 도착 예정 시간
- 비행항공로 및 중간 기착지의 도착 및 출발 예정 시간
- 교체 비행장
- 순항고도
- 비행 종류(계기비행, 시계비행)
- 항공예보철이 필요한 시간

또한 2시간 이상 비행용 항공예보철에는 다음의 기상 정보를 WAFS 터미널에서 가공·편집하였다.

- 상층바람 및 상층기온 예상도(WINTEM chart)
- 항공로 상의 중요 기상 현상, 권계면 높이, 제트기류(SIGWX chart)
- 비행장예보(TAF)
- 도착지 비행장과 교체 비행자의 정시 및 특별관측보고(METAR, SPECI)
- 위험기상정보(SIGMET), 특별항공기 보고, 화산재구름과 열대저기압의 SIGMET

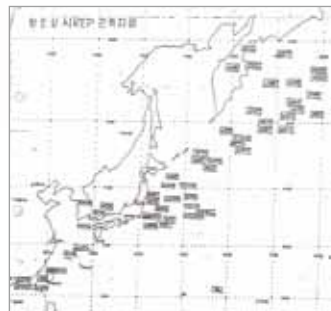
8. AIREP 자료 수신 및 제공

다음 그림은 항로 상의 AIREP 자료를 수신하기 위해 관측 지점을 표기한 것이다. 항로 상의 AIREP 자료를 수신하여 운항사에 제공하기 위해 작성되었다.

03.

오른쪽 그림은 AIREP 관측보고 지점과 위치를 나타낸 것으로, AIREP 자료가 당시에는 운항을 위해 중요했음을 짐작하게 한다.

1994년 10월 16일 홍콩공항기상대 AIREP 기록지



9. 위험기상정보(SIGMET) 및 태풍정보

우리나라 비행정보 구역을 중심으로 위험기상(SIGMET)에 표출하는 뇌전(TS)나 난류, 착빙 등의 요소를 수작업으로 표기하여 제공하는 한편 북한과 남한 지역의 항공기상 자료도 제공하였다. 아울러 태풍정보는 기상청에서 발표한 자료를 제공하였다.

현재와 다른 것은 북한 지역의 항공기상 자료를 제공하였다는 것인데 당시 북한 지역의 지상과 항공 관련 자료 입수가 잘 되지 않은 경우가 많아 항공사의 요청에 의해 자료를 제공하였다.



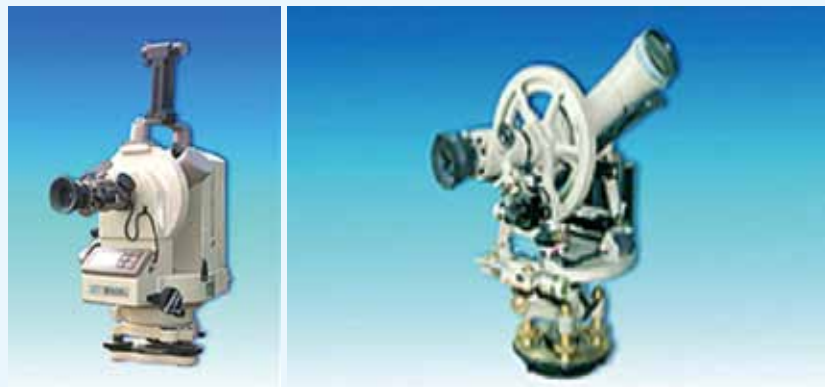
제2절

항공기상 업무의 변천

1. 파이발관측(Pilot Balloon Observation)

김포공항측후소에서 파이발(PIBAL)관측은 1953년 6월 29일부터 실시하였다. 항공기상 업무는 초기에 한·미 합동근무 형태로 시작하였으며, 1960년 1월 1일 미 공군으로부터 업무를 인수함으로써 김포공항측후소 주관으로 본격 시작되었다. 처음에는 일 4회(03, 09, 15, 21시) 상층풍 관측을 수행하다가 일 2회(09, 21시)로 수행되었다.

경위의(Theodolite 經緯儀) : 수평축과 연직축의 둘레를 자유롭게 회전할 수 있는 망원경과 그 회전을 정밀하게 읽을 수 있는 눈금 장치로 이루어진 광학기계다. 기상관측에서 경위의는 주로 파이발 관측에 사용되어 방위각과 고도각을 측정한다. 이들 값으로부터 고도별 풍향과 풍속을 추정한다. 전자 관측 경위의는 접안렌즈 바로 아래 각도를 나타내는 LCD 화면이 위치해 있어 측정된 수평·수직 각도가 나타나게 되어 있으며, RS-232C 출력단자가 있어서 PC에 연결하여 자료수집 및 저장 등을 할 수 있다. 일 2회(00UTC, 12UTC) 100g용 고무풍선에 수소가스를 주입하여 띄웠으며, 1분마다 방위각과 고도 값을 측정하여 상층의 풍향·풍속 값을 구하였다.



경위의

파이발관측이란 자유기구를 광학적으로 추적하여 상층풍을 관측하는 것을 말한다. 수소가스를 유입한 소형 기구를 비양시켜 측풍 경위의(Balloon Theodolite)로 유추하여 행하는 상층풍 관측의 일종이다.

자유기구의 상승 속도는 대기 상태 및 고도에 따라 어느 정도 변화하지만 기구의 중량, 현수물의 중량, 부력 등에 의하여 대체로 결정된다. 많은 실험에 의해 이들 함수로서의 상승 속도를 나타내는 실험 공식이 나왔다. 이 속도를 계획상승속도라고 부른다.

파이발관측은 소형 기구에 계획 상승 속도를 주기 위하여 수소가스를 넣고 경위의로 위치를 추적하여 규정된 시간 간격에 따라 방위각 고도각 측정, 항적

03.

도 작성 등을 하고 나서 이로부터 풍향풍속을 구하게 된다.

관측 목적은 연직 기상 상태를 측정하기 위함이다. 관측 순서로 먼저 경위의를 설치한다. 이때 경위의의 수평을 맞추고 북쪽을 향하게 하여 방위각을 맞춘다. 그 다음 풍선에 기체를 주입하고 풍선을 띄우는데 처음에는 왼쪽 사진과 같이 경위의 앞쪽에 동그란 점과 약간 뒤에 있는 원을 하늘에 있는 풍선과 겹치게 하여 따라가면서 측정한다. 처음 몇 분 동안 풍선의 움직임이 커서 경위의를 고정시키면 풍선을 따라가지 못하기 때문에 움직임이 적어질 때까지 눈으로 따라가면서 관측한다. 풍선이 높이 올라가고 움직임이 줄어들면 경위의를 고정시키고, 그때부터 렌즈로 관측한다. 시간은 1분 간격으로 보통 10~20분간 관측한다. 운입 풍선은 붉은 색, 기체는 수소가스를 이용하였다.



풍선에 수소가스를 주입한 모습

파이발관측은 풍선에 수소가스를 채워 넣고 그 풍선을 하늘로 날려 보내서 풍선이 움직이는 이동 경로를 위도와 경도가 기록되는 망원경으로 관측한다.

풍선 색깔은 구름에 따라 달라지기 때문에 망원경을 통해 눈으로 관측하면서 풍선을 놓치지 않고 얼마나 오래 관측했느냐에 따라 관측자의 실력이 평가되고, 오래 관측할수록 더 위쪽의 상층풍을 구할 수 있어서 이 때문에 오래 관측하면 할수록 우수 관측자로 인정받는다. 풍선은 구름 없는 파란 하늘에선 흰색, 상층운이 열게 깔렸을 땐 빨간색, 중층운이나 하층운일 땐 검은색을 이용하는 것이 좋다. 김포공항기상대에서는 대부분 빨간색 풍선을 이용하였다.

파이발관측은 두 명이 한 조로 이루어 관측을 행하였다. 수소 고무호스에 풍선을 넣은 후 수소를 주입하며, 그곳에 부력 추를 매달아 일정 기준 이상 부력이 유지되었을 때 풍선 끝을 끈으로 묶어 파이발 관측 장소로 이동하였다. 1명은 초시계로 1분마다 기록과 시간을 재고, 다른 1명은 경위의의 망원경으로 풍선을 추적하였다. 야간에는 건전지 두 개를 전기테이프로 묶고, 깜빡 깜빡 불이 들어오는 전구와 낙하산을 달고 관측하였다.

맑고 구름이 없을 때에는 30개(30분) 이상 관측도 하였으나 낮은 구름이 끼었을 때는 구름 속으로 풍선이 들어가면서 3개(3분) 남짓 관측하는 경우도 허

다하였다. 구름에 들어간 후 얼마 있다가 다시 구름 밖으로 나와 계속 잡는 경우도 있었다. 좁고 바람이 강한 날에는 구름 속으로 빨리 풍선이 들어가 운임 또는 구름이 1000ft 미만이 10분의 5 이상이면 관측 종료가 되기도 하였다.

실제로 풍선에 수소가스를 채워 넣기 때문에 폭발의 위험이 있어 안전수칙을 잘 지켜야 하며, 겨울에는 구름이 없는 날이 많기 때문에 풍선이 한없이 올라간다. 구름이 1만ft 상승에 대략 10분 걸리는데 그게 3만ft 올라가면 30여 분을 관측해야 하는 어려움이 있다.

»파이발관측 계산의 퍼스컴에 의한 전산화

1분마다 위도와 경도를 기록해서 그 기록으로 1분에 얼마만큼의 속도로 올라가는지 미리 나와 있는 데이터와 삼각법을 이용해 계산하여 100ft 단위로 상층의 풍향과 풍속을 구하는데 파이발관측 계산의 퍼스컴에 의한 전산화가 이루어졌다.

매일 2회 반복되는 파이발관측 업무를 퍼스컴으로 계산하는 프로그램도 개발하였다. 그 당시 트리젠크(TRIGEM)30의 컴퓨터로 베이직(BASIC)언어로 짠 프로그램은 매 분 관측된 기구의 고도각과 방위각을 입력시키면 중간 계산이 가능한 모든 유효숫자를 사용하고 최종 결과는 요구하는 오차의 범위 안에서 결과를 프린트하는 방식이었다. 구할 수 있는 기상 요소로는 매 분 관측소로부터 기구까지의 거리, 해당 고도의 풍향·풍속, 1000ft 단위 고도의 풍향·풍속, PPBB 전문 작성 등이었다.

당시로서는 매 분 고도각을 이용하여 관측소로부터 기구까지의 수평 거리를 상용표에서 구한 후 수평 거리와 방위각을 이용하여 항적도판에 점을 표시하고 계산자를 이용하여 풍향·풍속을 재어 매 분 풍향·풍속을 고층풍도표(CMO-103B)에 점으로 기입하였으며, 이 점들을 직선으로 연결한 후 구하고자 하는 고도의 풍향·풍속을 계산자로 재어 관측된 고도까지의 풍향·풍속을 전문으로 작성하는 복잡한 방식이었다. 그러나 이 프로그램으로 인해 신속성(30개 관측의 경

03.

우 20~30분 소요되는 것이 5분 이내 소요)과 정확성(수동 방법으로 오차 발생이던 것이 프로그램화되어 오차 요인 없음)이 크게 향상되었고, 2명이 하던 것을 1명이 퍼스컴만으로 전문을 완성하는 계기가 되었다.

2. 저층난류경보장비 (SODAR : Sound Detection And Ranging)

김포공항을 카테고리 I에서 II 또는 III으로 상향 조정하기 위하여 1984년 김포공항의 확장공사가 시작되고, 국내외 항공운항 일수도 대폭 증가되는 한편 중앙기상대에서는 기상장비 현대화 계획의 일환으로 항공기상 장비의 현대화를 추진하게 되었다.

이러한 계획에 따라 1987년 7월 SODAR 장비가 홍콩국제공항에 이어 김포국제공항이 세계에서 두 번째로 신활주로 14R 북단 항공무선표지(middle marker) 부근에 설치되어 시험 운영을 거쳐 1988년 3월 15일 정식으로 가동되었다. 이착륙하는 항공기에 바람시어(Wind shear) 및 순간돌풍(Micro Burst) 정보를 제공하였다.

SODAR는 Sonic Detection And Range의 약자로, 작은 스피커 모양의 트위터(tweeter-개수 52개, 크기 $0.65 \times 0.65\text{mm}$)를 통해 수직 상방 30도 방향으로 음파를 발산하여서 반사된 신호의 강도를 측정한다. 이 강도는 온도구조함수(CT^2)에 비례함에 따라 저층 대기에 존재하는 난류의 강도를 측정하게 된다. 이에 따라 변이된 진동수(도플러효과 이용) 및 수학적 좌표 변환에 의해 대기의 평균 풍향·풍속, 수직 속도를 측정할 수 있는 등 열적 성층 및 난류수의 수직적 윤곽을 검색하는데 유용한 장비다.

SODAR는 음파를 이용한 풍향풍속 측정 장비로서 1500m(4500feet) 타워에 30m 간격으로 50개의 풍속계를 설치하는 것과 같은 기능을 하고 있다. SODAR는 짧은 시간(2~60분, 선택 가능) 동안의 평균 풍향·풍속을 측정하는 원격조정(Remote sensing) 장비로서 남북(S/N)·동서(E/W) 수직안테나, 전자

패키지(Electronics package), 주자료처리장치(DBM XT)로 구성되어 있다.

트레일러에 설치된 안테나는 1497Hz의 펄스(pulse)를 발신한 뒤 저층(45~1500m) 고도의 대기에 존재하는 난류로부터 산란 반사된 에코(Echo)만을 다시 수신한다. 즉 대기 중에 온도차가 생기면 밀도 차이가 생겨나 음파의 산란 현상이 생기고, 산란된 음파 가운데 발사된 180도 방향의 에코만을 받아들여 빈도 변화(shift)와 반사에코(Return echo)의 강도 자료를 얻는다. 이 과정에서 진동수의 변화로부터 풍속을 구하고, 남북안테나와 동서안테나의 자료를 벡터 합성하여 실제 수평바람 크기 및 방향을 구한다. 이들 자료는 프린터, CRT에 출력되고 M/T에도 저장된다.

또한 이들 자료는 자체 내에서 처리와 검색이 되는데 일정 값 이상의 수직바람시어(Vertical Wind Shear)가 있으면 Caution, Warning, Alert 등의 경보음이 발생한다. 그러나 SODAR는 음파를 이용하기 때문에 주변에서 소음(항공기 엔진 소리, 새나 벌레의 울음소리 등)이 발생하거나 심한 폭우가 안테나에 부딪치면 수신기에 발생음이 생기기 때문에 관측할 때 이런 점을 주의해야 한다. 대체로 자료의 신뢰도는 우수한 것으로 나타나므로 상기 사항은 사전에 조사해 놓아야 한다.

IBM PC는 관측된 자료가 어느 정도의 바람시어를 나타내고 있는지를 자체 검색하여 정상모드에서

- 수직신뢰도가 4보다 작고 수직풍속이 2.5%보다 클 때
- 수평신뢰도가 4보다 작고 DELM 값이 5.0%보다 클 때
- 수직신뢰도가 4보다 작고 5분 직전과의 수직풍속 차가 2.5%보다 클 때
- 수평신뢰도가 4보다 작고 5분 직전과의 수평 DELM 차가 5.0%보다 클 때

이 네 가지 조건 가운데 한 가지라도 해당되면 비상모드로 전환되어 수직안테나만 작동하여 측정고도는 300m 이하, 수직풍속은 약 2분간 각각 평균한 값이 출력된다.

비상모드에서는 수직안테나(300m, 2분 간격)를 통해 얻은 자료가 어느 정도의 바람시어인지를 자체 내에서 구분하여 다음 경보음이 발생한다. 또한 수직풍

03.

속이 2.5%보다 작으면 4분 전 자료, 2분 전 자료 값과 비교하여 연속된 이들 3자료가 2.5%보다 작으면 정상모드로 돌아가고 그렇지 않으면 Caution에 머문다.

- 수직신뢰도가 4보다 작고 수직풍속이 2.5%보다 클 때(Caution)
- 수직신뢰도가 4보다 작고 수직풍속이 4.0%보다 클 때(Warning)
- 수직신뢰도가 4보다 작고 수직풍속이 5.5%보다 클 때(Alert)

저층난류 자료는 특히 수직풍속이 4.0% 이상 될 때(통보 기준)에는 항공기 운항에 매우 중요하므로 주의보 발표 전 기간에도 그 현상이 발생하였을 때 공항 내 주의보 수신처에 통보하고, METAR나 SPECI의 REMARK란에 포함시켜 장거리통신망을 통하여 송신한다.

저층난류 자료는 내용을 보아 이착륙 항공기를 대상으로 하고 있으므로 '수직풍속 4.0% 미만'이 되면 통보 기준에 미달한 경우라도 이착륙 항공기에 유용하다고 판단될 때 항공관제소에 통보한다. 저층난류관측 자료의 경우 높이는 10ft, 속도는 Kt 단위를 사용하되 아래와 같이 환산한다.

– 풍속(%) → 1.944KTS ≒ 2KT – 고도(m) → 3.2808 feet ≒ 3.3ft

저층난류경보 및 통보

- 저층난류경보

〈예시〉 특정 층의 수직풍속이 4.0%(8KTS)보다 강함.

14활주로의 고도 120m(390ft)에서의 수직풍속은 1%(2KTS)이고,

고도 150m(500ft)에서는 5.2%(10KTS)가 관측되었음.

WS WRNG ISSUED AT 031800Z VALID TO 040000Z

VER WS OBS AT 500FT 10KTS RWY 14

〈예시〉 특정 2개 층의 수직풍속이 각각 4.0%(8KTS) 이상임.

14활주로의 고도 180m(590ft)에서의 수직풍속은 4.0%(8KTS)

이고, 고도 210m(690ft)에서는 7.0%(14KTS)가 관측되었음.

WS WRNG ISSUED AT 031800Z VALID TO 032100Z

VER WS OBS AT 590FT 8KTS AT 690FT 14KTS RWY 14

- 저층난류관측자료 통보

저층난류 자료를 통보할 때에는 다음과 같이 METAR나 SPECI의 기사란에 포함시킨다. (장거리통신망으로 통보할 때에도 같다)

WS AT 490FT 6KTS RWY 14

WS REPORTED BY B727 IN DEP RWY 32

항공기사고의 대부분은 이착륙 동안에 발생하며, 기상으로 인한 치명의 사고는 난류(Wind Shear, Microburst)에 의해 발생한다. 1987년에 도입·설치된 SODAR 장비는 성능 저하 및 고장 발생 빈도가 잦고, 제작사(1989년)의 도산으로 부품 확보가 곤란하게 되었다. 또한 내구연수가 9년이 초과됨으로써 2006년 4월 불용 처분하였다.

서울지방항공청에서 1995년부터 조사하여 2000년 대체 장비에 관한 저층난류경보장치 종합보고서를 조사 보고한 바 있다. 조사 결과 김포공항에서 바람시어 탐지에 적합한 장비는 LLWAS임을 명시하였으며, 미국은 연방항공청에서 이 장비를 개발하여 전 공항에 설치·운영하고 있다.

따라서 바람시어탐지시스템 부재로 인해 관제사와 조종사 간 바람시어 등 난류에 관한 교신 내용을 통보받기 전까지는 바람시어 경보 발표에 한계성이 상존하고 있어 항공기 운항의 안전성 및 장비 운영의 편의성을 도모하고, 관측 자료의 신뢰도 향상 및 예보 정확도 향상에 기여하기 위하여 항공안전본부와의 지속된 협의로 김포공항에 바람시어정보시스템(Wind Profiler 또는 Lidar) 도입을 추진하고 있다.

» 항공기상관측장비(AMOS) 변천

항공기상자동관측장비(AMOS: Automatic Meteorological Observation

03.

System)는 1988년 우리나라 최초로 김포공항에 도입돼 설치되었다. 그 후 김포공항은 10년 주기로 3회에 걸쳐 교체되었다. 1988년 및 1998년의 공급사는 진양공업이며, 현재 사용되는 장비의 공급사는 웨더링크로 2008년부터 사용되고 있다.

김포공항에서의 기상관측 방법은 여러 기상 요소를 일정한 시간에 계기에 나타난 값을 관측자가 읽어서 그 값으로 공항에서 필요한 기상 전문을 생성하였다. 그러나 AMOS는 모든 기상 요소를 자료이력기록기(data logger)를 사용하여 아날로그 값으로 측정해서 실제 값으로 변환시키고, 이를 중앙컴퓨터에서 처리하여 필요한 여러 기상 전문을 자동으로 만듦으로써 업무에 크게 공헌하였다.

김포공항측후소에서 처음으로 설치된 AMOS는 88서울올림픽과 관련된 부정기 또는 전세항공기의 운항편수 증가, 항공기의 안전 및 경제적 운항을 유효하게 지원하기 위하여 시험 관측을 거쳐 1988년 6월 11일부터 정상 가동에 들어갔다.

AMOS의 운영과 함께 김포국제공항의 보안시설 등급이 국제민간항공기구(ICAO)에서 정한 카테고리 I(운항최저기상조건: 운고 60m, 활주로 가시범위 800m)에서 카테고리 II(운고 30m, 활주로 가시범위 400m)로 상향 조정되었다. 또 낮은 구름이나 안개 등이 끼어 있을 때 항공기 안전운항을 기하기 위하여 비교적 높게 책정된 항공운항의 최저기상 조건은 항공기상 자동관측 장치의 설치와 보안시설의 확충에 때맞추어 크게 완화되었다. 또한 카테고리 I의 운영으로 항공기 이착륙 지연 또는 결항이 잦았으나 카테고리 II로 상향 조정됨으로써 활주로 가시범위가 400m 이상이면 구름이나 날씨와 관계없이 항공기 운항이 가능하게 되었으며, 기상 악화로 인한 운항 지연 또는 결항 횟수가 크게 감소되었다.

[표 5-7] 김포국제공항의 최저기상 조건 발생 횟수(1971~1981년)

최저기상 조건	운고 60m 미만 활주로 가시범위 800m 미만	운고 60m 미만 활주로 가시범위 800m 미만
횟 수	80회	26회

항공기상 자동관측 장치는 기상장비 현대화 계획에 따라 약 83만 달러의 차관자금으로 도입되었다. AMOS는 수감부, 컴퓨터, LED와 CRT프린트, 아날로그 기록계 등으로 구성되어 있다. 김포공항은 평행활주로로 되어 있어서 정밀 접근 활주로인 14R와 32R에는 각각 시정계, 운고계, 풍향·풍속계, 기온, 노점온도계, 기압계가 설치되어 있다. 우량계는 14R에만 설치되어 있으며, 특히 항공기 운항에는 활주로그시거리(RVR) 범위가 중요한 요소로 작용하기 때문에 활주로 양단과 중간 위치에 모두 6조의 수감부가 설치되어 있다.

AMOS는 기본 기상 요소인 기온, 노점온도, 바람, 기압 등을 관측할 뿐만 아니라 활주로 시정, 운고와 RVR 수감부에 영향을 주는 배경 휘도까지도 측정하여 그 결과를 LED판이나 CRT 화면에 '/////'로 표시되므로 관측자가 그 값을 수동으로 입력하여 두면 정시에 관측 전문이 자동 송신된다. 또한 풍향·풍속, 기온, 노점온도, QNH, 운고는 자기지에 기록된다. 관측된 내용은 관측실, 소장실, 예보관석을 비롯해 관제탑, 운항실, 레이다실 등에 설치된 LED 디지털 판이나 CRT 화면에도 표시되었다. 특히 LED판에는 매 5초, CRT 화면에는 매 분 새로운 관측 내용이 표시되므로 관련 부서에서는 공항측후소의 통보 없이도 항상 새로운 관측 자료를 이용할 수 있게 되었다.

관측된 자료는 관측자 또는 입력된 프로그램에 따라 프린터로 인쇄될 뿐만 아니라 컴퓨터의 데이터베이스에 입력되고, 통계용 자기테이프에도 매 시간 수록되므로 언제든지 필요할 때 찾아볼 수 있다. AMOS는 자체 통신망인 TANDEM에 입력된 지방 소재 항공관측소의 관측보고와 예보를 자동검색 편집하여 TANDEM에 다시 입력하면 국제항공고정통신망(AFTN)을 통하여 세계 각 공항에 송신하고, 외국의 항공기상 자료를 수신해 분류하여 지방항공관측소에 자동 중계하였다.

AMOS 운영을 계기로 주로 목측이나 수동으로 이루어진 항공기상 관측과 기상 자료의 송수신이 자동화되면서 신속한 자료 처리와 기상정보의 조기 제공이

03.

가능해졌다.

항공기상 장비 현대화 계획에 따라 도입된 이 종합 장비는 자동으로 측정·수집·가공·처리할 수 있는 기능과 각 항공운영 관련 부서, 국제고정통신망(AFTN), 중앙기상대컴퓨터에 즉각 전송할 수 있는 기능을 갖춘 최신 장비다. 이 장비 운영으로 항공기상의 정확한 관측과 신속한 자료 통보는 물론 예보 적중률 향상과 방재 업무, 국내외 항공운항 사업에 효율 높은 지원을 할 수 있게 되었다.

AMOS는 각종 기상 요소의 값을 측정하는 센서, 각종 센서의 측정값을 1차 처리하는 RTU(Remote Terminal Unit), 사용자가 필요로 하는 기상 전문을 만들고 모든 시스템을 통제하는 Micro VAX II Computer, 이러한 기상 자료를 사람이 볼 수 있게 하여 주는 여러 형태의 기록 장치로 크게 나눌 수 있다.

RTU는 캠벨사(Campbell Corporation)에서 만든 CR10으로, 센서 측정값을 수집하는 자료이력기록기이다. 이 장치가 매 초 1번씩 각 센서의 값을 읽어 들인 후 10초 동안의 값을 평균하여 이를 중앙컴퓨터에 보낸다. 그리고 모든 필드(Field)의 센서 작동은 중앙컴퓨터의 명령에 따라 원격 온·오프가 가능하도록 되어 있다.

컴퓨터는 3개의 모뎀을 통하여 필드사이트(Field Site)를 통제하고 자료를 수정한다. 10초마다 들어오는 필드 자료는 즉시 처리되어 RVR, 평균풍속 등의 값을 계산한 뒤 이를 바로 디지털아날로그변환기(D/A Convert)를 통하여 자기지에 풍향, 풍속, 기압, 시정, 운고, 강수량, 노점온도, 기온 등 요소들로 기록된다.

또 디지털표시장치(Digital Display)에는 다음과 같은 정보가 CRT에 표현이 된다.

그리고 컴퓨터는 공항에 있는 여러 부서나 다른 공항에서 이용할 수 있는 표준 형식의 기상 전문을 만들어 내고, AFTN이나 KMS에 있는 컴퓨터와 여러 기상 전문을 송수신할 수 있다. 여기에서 송수신되는 기상 전문은 자기테이프에 저장하여 필요할 때 이용할 수 있다.

AMOS는 김포공항에 적합하게 이용할 수 있게 되었으며, 어느 한 부분이

고장이 나더라도 여러 가지 보완된 시스템을 통제하다가 이상이 생겼을 때 다른 일을 처리하는 다른 1대의 컴퓨터가 즉시 전환되어 전체 통제를 대신하므로 업무에 큰 지장을 주지 않게 되었다.

그리고 전체 시스템이 모듈로 구성되어 있기 때문에 어느 때라도 시스템을 동작시키면서 확장할 수 있고, 신뢰성과 안전성을 지닐 수 있다.

한편 이러한 시스템을 운영할 소프트웨어도 큰 비중을 차지한다. 이는 모든 시스템을 컴퓨터에서 통제와 검사를 하고, 상황에 맞는 대치를 즉시 즉각 해 나가야 하기 때문이다.

마이크로 바克斯(Micro VAX) II 컴퓨터의 운영체제(Operating System)는 유닉스(UNIX)를 기초로 한 ULTRIX-32이며, 응용 P/G C언어를 사용하여 구성되었다. ULTRIX-32는 유닉스 어셈블러, 포트란77, 파스칼을 지원할 수 있다.

AMOS로 만들 수 있는 전문 형식을 예로 들면 다음과 같은 것들이 있다.

METARSIGMET	SYNOPTAF
SYNOP	TAF
AIREP	SPECI
WARNING	VOICE
METREPPIBAL	

그리고 AFTN이나 KMS에서 보내지는 전문은 다음과 같다.

METAR	SPECI
TAF	PIREP
WARNING	TEMP
PIBAL	

2008년에 설치된 김포공항의 AMOS는 풍향·풍속계, RVR 측정계, 운고계, 온습도계, 우량계 등의 센서로부터 풍향, 풍속, 강수량, 온도, 습도(노점), 기

03.

압과 같은 기본 자료들을 수집한 후 등강도 및 배후조명 값을 이용해 활주로 가시 거리 및 기타 기상관측 자료를 생산한다.

기상관측 자료는 공항의 활주로와 시설물들의 운영 형태 및 비행 상태를 결정하는 자료로 사용하기 위하여 수집, 처리되어 표시된다. 기본 관측 자료는 풍향, 풍속, 온도, 습도, 기압, 강수량 등 기본 자료와 활주로 시정(RVR), 배후조명(휘도), 운고 등과 같은 더욱 상세한 관측 자료들을 취합하여 만들어진 다. AMOS의 기상자료분석기(컴퓨터)는 2개의 기상자료수집기(FS)에 신호를 각각 매 10초 한 번씩 보낸다. 따라서 10초마다 한 번씩 풍향, 풍속, 온도, 습도, 활주로 시정, 배후조명, 강우량, 기압, 온도 등 자료가 FS에 수집된다. 또한 기상자료 분석기는 운고계로부터 30초에 한 번씩 구름 관측 자료를 수집한다.

» AMOS 배치도

김포공항의 공항운영 등급은 CAT-IIIa로서 기온 및 습도센서 2조, 기압센서 2조, 풍향·풍속계 2조, RVR 6조(신·구 활주로 각각 3조), 운고계 2조, 강수량계 1조로 구성되어 있다.

» AMOS의 구성

AMOS는 크게 센서부, 데이터수집전송장치, 주처리장치, 데이터베이스로 나뉜다. 여기서는 센서부만 집중 다루기로 한다. 센서부는 풍향·풍속계(초음파식), 기온, 습도, 기압, 운고, 현천, 활주로가시거리(기선 방식), 강수량계로 구성된다.

항공기상 장비의 피해를 최소화하고 항공기상 관측 정보의 안정적이고 지속적인 제공을 위하여 1999년 7월부터 항공기상 자동관측 장비인 AMOS에 낙뢰방지 시스템을 설치·운영하여 낙뢰로 인한 피해를 줄일 수 있었다. 또한 객관적인 검증으로 시스템 성능 평가가 이루어 질 수 있도록 하였으며, 타 공항에 확



AMOS 배치도

제1장. 항공기상의 변천 | 제2장. 우리나라 항공기상의 변천 | 제3장. 항공기상업무의 분야별 발전사

대 · 설치하는데 많은 역할을 수행하였다.

» AMOS 센서의 변천

		
2008년 이전 풍향풍속계 모델명 : HMP45D	2008년~현재 풍향풍속계 모델명 : HMP45D	1998~2008년 온도계 모델명 : HMP45D
		
2008~현재 온도계	1998~2008년 습도계	2008~현재 습도계
		
2008~현재 기압계(PTB330)	1988~1998년 운고계	2008~현재 기압계(PTB330)
		
2008~현재 현천계(CL31)	1988~1998년 RVR	1998~1998년 RVR

03.



3. 낙뢰방지시스템

낙뢰방지시스템은 크게 정전기 분산장치, 과도전압 서지 억제, 화학적 접지봉 등 3가지로 구성된다.

정전기 분산장치는 특정 지역과 보호 장치 자체를 낙뢰로부터 보호하기 위해 개발된 낙뢰 방지 장치다. 이 장치는 뇌운에 의해 보호 대상 지역에 유도된 전하를 '점방전(Point Discharge)' 방식으로 주위의 대기로 분산시킨다. 보호 지역과 뇌운 사이에 발생하는 전위는 따라서 매우 감소되며, 그로 인해 직격뢰를 방지할 수 있다. 이와 상반되는 개념인 기존의 프랭클린 피뢰침은 낙뢰를 유인, 흡수하여 대지로 위회시키는 장치지만 건물 상부 측면으로 낙뢰가 친 다양한 예가 보고되는 등 고층 건물에 설치된 피뢰침이라 하더라도 효능이 제대로 발휘하지 못할 때가 종종 있다. 정전기 분산장치는 폭풍우 기간에 완전히 발달한 뇌운이 내습할 경우 0.5A의 전류를 지속 분산 또는 이동시킬 수 있는 능력이 있으며, 보호 지역에 내습하는 어떤 낙뢰 활동도 방지할 뿐만 아니라 보호 장치 그 자체 또한 낙뢰로부터 보호한다.

»원리

선단, 즉 뾰족한 부분이 방전 효과가 뛰어난 논리를 응용한 점방전 기능을 도입하여 정전유도 현상에 의한 대기상의 전류이동 현상을 이용한 것이다. 지

상에 설치된 건축물 전상에 이온화 장치를 하고, 지하의 전하를 접전하기 위해 대지전류 집전장치를 설치해 이들을 전기 작용으로 접속하여 이온 생성 능력을 대폭 증가시키면 대지에 구속된 양이온이 뇌운에 흡입되어 위쪽으로 진행되는 동시에 보호 대상 물체의 상공에 퍼져 뇌운 전하에 영향을 주게 된다. 즉 모아진 전하를 보호 대상 지역의 대기 중에 천천히 계속 방전시킴으로써 낙뢰 발생 수준의 전계 강도를 수준 이하로 낮춤으로써 낙뢰의 선행 조건인 초기 선도뇌격(leader stroke)의 현상을 방지하게 되는 것이다.

»구성

• 정전기 분산 장치: SBI(Spline Ball Lonizer)

- 원리 : 적운에 의해 대기 상에 대전된 전하(보통 양전하)를 집전하여 보호 지역 공간으로 방전
: 방전된 전하는 대기 중에 균등전하를 이룸
- 구성 : 각 포인트 박판은 스테인리스로 되어 있으며, 각 포인트 끝단은 45도 각도로 잘려져 있음.
: 각 박판은 1000mm 이상, 120개 이상으로 구성
- 역할 : 정전기 분산을 지속 수행하여 낙뢰 전위를 최소화함

• 서지

- 보호물 : SB(샌드위치블록)
- 원리 : 도체판 사이에 MOV Water를 장착시켜 서지 돌입 때 발생하는 에너지와 열을 자체 흡수, 방열하여 시스템 보호
- 역할 : 보호 대상 장비의 신뢰도 및 평균고장 간격을 감소시킬 수 있는 다양한 종류의 전압 이상으로 인한 장비 손상의 가능성 제거

03.

• 데이터라인 보호물

- 구성 : 두 개의 병렬 구조와 한 개의 직렬 구조를 이룸
 첫 번째 병렬 구조는 과도전류의 일부를 내부에서 분산시키고, 나머지는 대지로 방전시켜 과도전류 제거
 두 번째 병렬 구조는 전압 제어 기능 직렬 구조는 과도전류 발생 때 이 전류가 대지로 완전히 방전될 때까지 필요 없는 에너지를 저장시킴
- 역할 : 큰 에너지로 급격히 발생하는 과도전류와 속도는 느리지만 에너지가 큰 충격전류의 서지에 대한 데이터라인 보호

• 캠로드(Chem-Rod, 화학적 접지봉)

- 원리 : 전기적 또는 기계적인 장비와 대지 사이를 전기적으로 연결
 (보통 대지는 반도체, 접지봉 자체는 순수 도체 구실)
- 구성 : 동관 튜브, 캡, 접지도체, 액세스웰커버(Access Well Covers)

»설치 내역

설치 장소	SBI	데이터 선로보호기	파워 선로보호기	캠로드
14R 철탑(10M) RVR	$\frac{9}{6(3 \times 2)}$	3	1	-
32R 철탑(10M) RVR	$\frac{9}{6(3 \times 2)}$	3	1	-
RVR MID(RWY14)	12(4×3)	1	1	-
RVR 32L	12(4×3)	1	1	-
RVR MID(RWY32)	12(4×3)	1	1	1
RVR 14L	12(4×3)	1	1	1
자료수신기	-	1	1	-
계		12	7	2



정전기 분산장치 설치

과도전압 서지 억제는 전기시설에 발견될 수 있는 어떤 형태의 순간 이상 현상에 대하여 절대 보호를 제공하기 위해 필요한 것이다. 또한 다양한 종류의 순간 전압 이상으로 인한 장비 손상의 가능성도 제거하는 것이 목적이다.

화학적 접지봉 캠퍼드는 토양이나 시설 형태와 상관없이 뇌운에 의해 보호 대상 시설과 유도되는 어떤 전하도 수집할 수 있어야 하기 때문에 시설의 모든 구성 요소는 전기적으로 연결되어야 한다. 우리나라 토양 조건에서의 대지 저항은 매우 높으며, 이러한 대지 저항 목표를 달성하기 위해서는 적합한 접지봉의 연결이 중요하다.

제3절

1. 항공고정통신망 등 전산·통신 변천

전산·통신 장비의 변천

우리나라의 기상통신 업무는 기상 관측과 함께 시작되었다고 볼 수 있다. 1925년에는 단파수신기, 1942년에는 무선 FAX, 1960년에는 무선텔레타이프가 기상통신에 각각 이용되었다. 그리고 1964년에 SSB가 국내통신에 이용되었다. 1971년에는 서울과 일본 도쿄 간에 국제 유선통신망이 구성되고, 1985년에 국내 통신 전용 컴퓨터가 도입되면서 전산통신이 이루어졌다.

한편 기상 업무의 전산화는 1970년에 KIST에서 지상기상통계의 전산화를 시작으로 1972년부터 정부전자계산소(GCC)에서 기상통계의 전산 처리를 정규 업무로 하였다. 1980년에는 중앙기상대에 PDP 11/34를 도입하여 GCC의 UNIVAC-1106 단말기로 사용하게 되었고, 1985년에는 통신컴퓨터(TANDEM-TXP)가 도입됨으로써 통계 업무 전산화를 추진하였다.

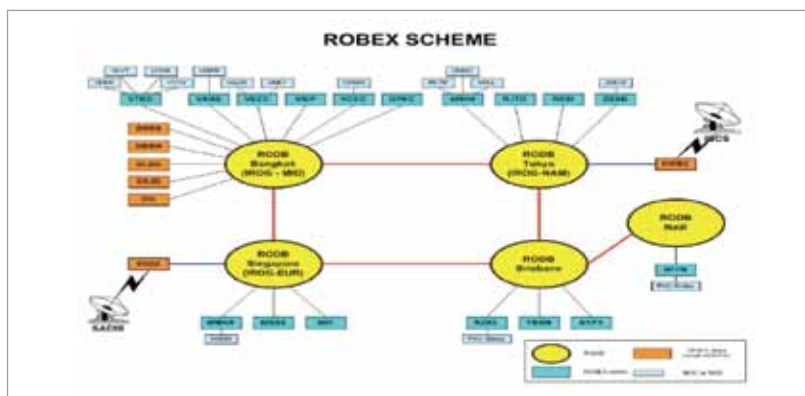
03.

그리고 정보화 사회에 능동으로 대처하기 위하여 기상정보를 신속·정확하고 상세·다양하게 생산 수집할 수 있도록 기상관측을 비롯한 정보의 생산에서 제공까지를 시스템화하는 종합기상정보망 구축을 완료하였다.

기상청의 전산·통신 업무와는 별개로 항공기상 정보의 교환에 사용되는 핵심 통신망은 항공고정통신망(AFTN)이다. 항공 당국 간의 전문 및 디지털 자료 교환을 위하여 법제계적으로 동일하거나 호환성 있는 통신 체제를 갖춘 항공 분야 전용 통신망인 AFTN에 우리나라는 1969년 2월 12일 가입하고 TTY를 개설, 항공기상 정보를 송수신하기 시작하였다.

AFTN에 의한 항공기상 정보의 교환은 국제 규정, 즉 ICAO 아시아태평양 지역 사무소에서 규정한 ROBEX Scheme에 의거하여 체계화해 분류하고 엄격하게 실행되었다. ICAO 아시아태평양 지역사무소는 1972년 7월 개최된 MID/SEA COM/MET Regional Planning Group에서 OPMET(Operational Meteorological) Bulletin Exchange(RBEX) Scheme(ROBEX Handbook)을 설정한 후 1974년부터 아시아태평양 지역과 중동 지역에 이 규정을 적용하여 OPMET 정보를 교환하기 시작하였다.

이 규정의 목적은 아시아·태평양 및 중동 지역뿐만 아니라 ICAO 다른 지역과 OPMET 정보를 유효하게 교환하고, ICAO 부속서 3에 있는 국제표준 및 권고사항(SARPs)에 관한 OPMET 정보의 실행을 확실하게 하기 위함이다.



ROBEX Scheme(2004)

RODB : Regional OPMET Data Banks 4소

- 도쿄, 브리즈번, 나디, 방콕, 싱가포르

ROBEX Center MCC : Main Collect Center 17소

- 인천, 베이징, 홍콩 등 WAFC : ISCS, SADIS 2소

- 워싱턴, 런던

ROBEX schemedml 체계는 주수집센터인 MCC(홍콩, 방콕, 도쿄, 브리즈번, 싱가포르 등 18곳) 및 TCC(TAF Collection Center), MCC 산하 부수집센터인 SCC(김포공항 등), SCC 산하 지소인 TO(제주공항, 김해공항, 울산공항 등)의 체제에 따라 정보를 교환했다.

김포공항은 제주·김해공항 등 우리나라 TO인 지방공항을 하부에 두는 SCC로, 도쿄의 MCC에 속해 있었다. 이 체계는 SCC 또는 TO에서 도쿄 MCC 산하에 있지 않는 외국의 공항과 직접 정보를 교환할 수 없으며, 반드시 이 체제에 의거하여 교환해야 했다.

도쿄 MCC 산하 SCC로 있던 우리나라는 1997년 9월 3~10일 태국 방콕에서 개최된 제1차 ICAO 아시아·태평양지역 항공항행 계획 및 실행그룹 통신·기상·항행·감시 소위원회에서 주수집센터로 격상시키기로 요구하였다. 그 결과 주수집센터로서 직접 도쿄, 베이징, 홍콩 등 다른 주수집센터와 자료를 교환하게 되었다.

그 후 주수집센터, 부수집센터 등을 폐지하는 새로운 ROBEX Scheme을 도입하였다. 5곳의 RODB(Regional OPMET Data Banks), 17곳의 ROBEX 센터 등 위 그림과 같이 재편 구축되어 운영되고 있으며, 우리나라는 인천공항이 ROBEX 등 센터 역할을 수행하고 있다.

Data type	Abbreviated name	WMO data type designator
Aerodrome reports	METAR	SA
	SPECI	SP
Aerodrome forecasts	TAF: 18 and 24-hour	FT
	9 and 12 hour	FC
SIGMET information	SIGMET	WS
	SIGMET for TC	WC
	SIGMET for VA	WV
Volcanic ash and tropical cyclone advisories	Volcanic Ash Advisory	FV
	Tropical Cyclone Advisory	FK
Air-reports	AIREP	UA
	AIREP SPECIAL (ARS)	
Administrative	ADMIN	NO

03.

2. 항공고정통신망을 이용한 남·북한 정보 교환

그동안 항공기상정보가 ROBEX Scheme에 의거하여 우리나라는 도쿄의 MCC 산하 SCC, 북한은 베이징 MCC의 TO(순안공항)로 각각 구성되어 있어서 남·북한 간 항공기상정보의 직접 교환이 없었다.

1997년 남·북한 유럽항로가 원산만을 통과하는 시베리아 항로를 개설하고자 하는 남·북한 간 항공로 개방협약(1997. 10. 27 남북한 양해각서 교환)에 따라 1998년 4월 23일부로 비행항공로 정식 개방에 대비하여 김포공항기상대는 비행항공로 정식 개방 일에 북한 순안공항(ZKPYYMYX)에 TAF와 METAR 교환을 요청하는 메시지를 1998년 3월 26일, 3월 27일, 3월 30일 및 4월 13일 총 4차례에 걸쳐 송신하였다. 내용은 “오늘부터 남·북한 간에 상호 비행정정보구역을 개방하여 비행항로를 개설하게 된 것으로 매우 기쁘게 생각하고, 향후 남·북한 간 실질적인 교류와 협력이 이루어질 수 있는 기반이 하루 속히 구축되기를 희망한다”였다. 그러나 북한 측으로부터의 응답은 없었다.

1998년 4월 23일 항공로 정식 개항일이 다가옴에 따라 4월 22일 오후 4시 20분에 김포공항기상대는 “김포공항의 예보를 송신하고 순안공항 예보를 보내줄 것을 요구”하는 메시지를 송신하였다. 그러자 그동안 수차례의 메시지 송신에 응답하지 않던 북한 측이 4월 23일 “운영 중인 신 활공로(B467)를 고려할 때 평양공항의 TAF는 필요치 않음. 많은 비행기가 이 루트를 사용하고 있으나 TAF 요구는 없었음. 향후 동 루트에 문제가 있으면 알려 주기 바란다”는 내용으로 첫 응신을 해 왔다.

이와 같은 접촉 과정에서 북한 민간인과는 접촉 승인을 받아 접촉해야 한다는 사실을 알지 못해서 혼선을 빚은 해프닝도 있었고, 과학기술부와 청와대에 보고하지 않은 상태에서 북한과의 첫 교신 성공이라는 보도가 밤 9시 KBS 보도에 메인 뉴스로 방송되고 신문에도 기사화되면서 그 과정에서 답신 내용 또한 ‘정기적으로 교환하자’는 뜻으로 직원이 기자들에게 잘못 전달하는 오류를 범하기도 했다.

03.

당시 상황을 자세히 살펴보면 정상회담과 관련, 김대중 대통령이 평양을 항공기로 방문하게 되어 이에 따른 기상 지원을 하고자 기상청은 김포공항기상대 AFTN을 통해 북한 기상당국과 접촉하여 “남북 정상회담에 대한 기상 지원을 위해 평양(순안) 공항의 기상실황(METAR)과 공항예보(TAF) 그리고 평양비행정보 구역의 악기상 정보 제공 및 회담 기간 동안 김포공항 기상정보를 송신하겠다”는 내용의 메시지를 6월 8일 오후 4시 42분에 송신하였다. 그 후 응답이 없어 6월 9일 오전 10시 20분에 재송신하였다.

마침내 이날 오후 7시 36분에 북한 측이 “2000년 6월 11일 09시에서 6월 15일 09시까지 평양(순안)공항 METAR, TAF를 제공하겠다”는 답신을 보내옴에 따라 10일 낮 12시 10분에 “회신에 대한 감사 및 동일 기간 동안 김포공항 METAR와 TAF를 제공하겠다”는 메시지를 송신한 후 11일(08:41 순안공항 TAF, 08:56 순안공항 METAR 수신, 08:44 김포공항 TAF, 09:02 김포공항 METAR 송신)의 첫 번째 남북한 간 공항기상 정보 상호 교환을 필두로 회담기간에 김포공항과 순안공항 간 METAR가 매 시간, TAF가 매 6시간 각각 교환되었다.

남북정상회담이 당초보다 하루 순연됨에 따라 13일 북측에 1~2일 연장하여 기상자료를 제공해 줄 것을 요청하고 14일 북측이 우리 요구대로 연장 제공하겠다는 통보해 옴에 따라 남북정상회담과 관련하여 11일 오전 9시부터 15일 오후 6시까지 아래와 같은 정보를 교환하였다.

[2000년 남북정상회담 관련 기상정보 교환 가능 송·수신 메시지]

<pre> TO: 15 FROM: 15 INFO: 15 SUBJECT: 15 REMARKS: 15 DATE: 15 TIME: 15 </pre>	<pre> TO: 15 FROM: 15 INFO: 15 SUBJECT: 15 REMARKS: 15 DATE: 15 TIME: 15 </pre>
---	---

북한 순안공항 수신 메시지

대북한 송신 메시지

제1장: 항공기상의 변천 | 제2장: 우리나라 항공기상의 변천 | 제3장: 항공기상업무의 분야별 발전사

구분	메시지	METAR (실황)	TAF (예보)	SIGMET (악기상정보)	REQUEST	계
송신	6	274	26	5	—	311
수신	2	106	20	—	4	132
계	8	380	46	5	4	443

순안공항 METAR AERODROME FORECAST 순안공항 TAF 수신

```

TRANSMIT ID: ZNA1011
TELEGRAM TYPE: METAR(RAW)
OBSERVATION TIME: 1000Z
OBSERVATION TIME: 1000Z
ORIGINATOR: ZKPY/VNXX
RECEIVED TIME: 1000Z Sat Jun 10 22:56:22 2000

ZNA1011
00 1000Z
10133 1000Z
10133 1000Z
10133 1000Z
METAR ZKPY 110000Z 00000MPS CAVOK 21/13 Q1011 NOSID*

ISSUED BY SEOUL/KRPO INTL MET. OFFICE 11:55 (UTC) 2000/06/10

<OH> ZNA1574
00 1000Z
10133 1000Z
10133 1000Z
10133 1000Z
TAF ZKPY 102110Z 110112 2000MPS 9999 SCT020 BKN040 TEMPO 0812
BKN010 SCT030 BKN05 0810 VRS01MPS*
  
```

순안공항 첫 METAR

순안공항 첫 TAF 수신

그 후 통일부에 접촉 승인을 받아 여러 번 시도한 끝에 답신을 받을 수 있었지만 ROBEX Scheme을 벗어나서 남·북한 간에 기상 정보 정기 교환 직통이 불가능하였고, 다만 사안이 발생할 때마다 통일부의 사전승인(북한주민접촉 승인 방법: 기상청→건설교통부→통일부→기상청)을 받아 AFTN 통신망으로 순안공항의 기상 자료를 교환하게 되었다.

교환하는 기상 정보는 평양순안공항과 필요에 따라 수시로 우리나라 해당 공항의 공항기상실황(METAR), 공항예보 및 특보 등을 정해진 기간에만 필요 때 다음과 같이 송수신하였다.

[표 5-8] 2000~2001년 송·수신 건수

연도	송신(김포)	수신(순안)	계
2000	1,976	313	2,289
2001	148	26	174
계	2,124	339	2,463

03.

[표 5-9] 일자별 기상정보 교환 추진 내용

연도	송신(김포)	수신(순안)	비고
2000	1,976	313	2,289
2001	148	26	174
계	2,124	339	2,463

[표 5-9] 일자별 기상정보 교환 추진 내용

일시	내용	비고
1998. 2.10	(김포 등⇒서울지방항공청) AFTN을 이용한 남·북한 간 주민 접촉 승인 요청. - 남·북한 간 항공로 개방 합의(1997. 10. 27 남북한양해각서 교환, 방콕)에 따라 상호 항공정보 교환 필요성이 대두되어 그 후속 조치의 일환임.	313
1998. 3. 6~27, 1998. 3.30, 4.13	(김포⇒순안) 김포공항의 예보를 송신하고 순안공항 예보를 보내 줄 것을 요구(4회)	북측 응답 없음
1998. 4.23	(김포⇒순안) 오늘부터 남·북한 간에 상호 비행정보구역을 개방하여 비행항로를 개설하게 된 것으로 매우 기쁘게 생각하고, 향후 남·북한 간 실질적인 교류와 협력이 이루어질 수 있는 기반이 하루 속히 구축되기를 희망	북측 첫 회신
1998. 4.23	(김포⇒순안) 1998년 11월 18일부터 강원도 동해항과 북한 장전항 간에 금강산 관광을 위해 북한 일부 지역의 기상 정보를 정기 수신하고 싶다는 의사를 송신	
1998. 12.10	(김포⇒순안) 1998년 11월 18일부터 강원도 동해항과 북한 장전항 간에 금강산 관광을 위해 북한 일부 지역의 기상 정보를 정기 수신하고 싶다는 의사를 송신	북측 응답 없음
2000. 6.8	(김포⇒순안) 남북정상회담(6.12~14) 지원을 위한 항공기상 정보 요청	
2000. 6.9	(순안⇒김포) 남북정상회담(6.12~14) 기간에 정보 제공할 것이라고 회신(6월 11일 오전 9시부터 15일까지)	

제1장. 항공기상의 변천 | 제2장. 우리나라 항공기상의 변천 | 제3장. 항공기상업무의 분야별 발전사

2000. 6.11~15	(김포⇄순안) 기상 정보 교환	송신 311건 수신 132건
2000. 7. 11	(순안⇒김포) 김포공항 기상 정보를 제공하여 줄 것을 요구해 와 오전 9시 19분부터 오후 6시 2분까지 기상정보 교환	송신 21건 수신 8건
2000. 7. 30	(김포⇒순안) 기상정보, 특히 태풍 및 집중호우 등 악기상 정보 를 교환하자는 우리 청 의사 통보 및 태풍 볼라벤에 관한 정보 송신	5차에 걸 려 송신하 였으나 응답 없음
2000. 8.10~18	(김포⇄순안) 남북이산가족 상호 방문 및 언론사 대표단 귀국 관련 메시지 송신 및 전문 송수신	송신 414건 수신 127건
2000. 8. 29~9. 2	(김포⇄순안) 남북장관급회담 관련 메시지 송신 및 전문 송수신	송신 237건 수신 47건
2000. 9. 10~11	(김포⇄순안) 김용순 방한 관련 전문 송수신	송신 64건 수신 9건
2000. 9. 21~28	(김포⇄순안) 백두산관광단 방북 관련 전문 송수신	송신 416건 수신 28건
2000. 10. 8~14	(김포⇄순안) 조선노동당 창당 행사 참관 관련 전문 송수신	송신 314건 수신 12건
2000. 10. 24~25	(김포⇄순안) 미국 국무장관 방한 관련 전문 송수신	송신 75건 수신 11건
2000. 11. 25~12. 2	(김포⇄순안) 미국 하원의원 일행 방북 및 2차 남북이산가족 상호 방문 관련 전문 송수신	송신 275건 수신 40건
2000. 12. 11~16	(김포⇄순안) 제4차 남북장관급회담 관련 전문 송수신	송신 284건 수신 37건
2001. 2. 26~28, 2001. 3. 3	(김포⇄순안) 제3차 남북이산가족 상호 방문 및 스웨덴 총리 특사 일행 방한 관련 전문 송수신	송신 133건 수신 23건
2001. 3. 24	(김포⇄순안) 현대그룹 정주영 전 회장 조문단 방한 관련 전문 송수신	송신 28건 수신 12건
2001. 3 이후	항공기상대 개청에 따라 관련 업무 항공기상대에서 수행	

03.

3. 기상청 내부 전산·통신 업무

기상 업무의 전산화를 위하여 1980년에 PDP 11/34의 도입을 시작으로 1985년에 TANDEM-TXP가 도입되어 활용되었다. 이 밖에도 각 사무실에서 소량의 업무 처리를 위하여 PC 등이 도입되었다.

[표 5-10] TANDEM-TXP 설치 현황(1985년)

장비명	규격	수신(순안)
DUMMY CRT	K6525	김포, 김해, 울산, 여수, 속초, 제주공항
MODEM	2400bps	김포공항
MODEM	1200bps	김해, 울산, 여수, 속초, 제주공항
MULTIPLEXER	4ch	김포공항

1989년에 도입된 기상분석용전산기(CYBER 932-32)는 일기도, 레이더 자료 등의 종합 기상분석 처리와 수치예보 자료를 산출하여 예보 현업에 활용하고 있다. 특히 이 전산기는 막대한 연산 능력을 요구하는 수치예보 모델을 운영하기 위해 KIST의 슈퍼컴퓨터(CRAY-II S)와 연결·운영하고 있으며, 슈퍼컴퓨터를 더욱 효율 있게 이용하기 위하여 기상청과 KIST 간 통신 속도를 9600bps에서 56kbps로 고속화하는 작업을 완료하였다.

1993년에 도입된 CM1400 및 S300 기종으로는 향후 업무 증가에 능동적이고 발전적으로 대처할 수 있는 최적의 기상정보 시스템을 구축하기에 다소 부족하여 자료 처리 속도를 약 5~10배 향상시킨 상위 기능의 NR4436(본청), NR4412(지방청) 기종으로 교체 추진하였다.

당초 네트워크 방식은 본청-지방기상청-기상대까지 LAN망을 구성하고, 이에 필요한 네트워크 장비는 본청·지방청·제주기상대 등 6개 관서에 미국 스텔리컴사의 GS/X25게이트웨이 장비를 설치하여 TC/IP 방식으로 운영하도록 구성

하였다. 기상대-관측소 구간은 SLIP에 의한 Asyn(비동기) 방식으로 구성하였다. 한편 통신 속도는 본청-지방기상청 구간 19.2Kbps이하(V.35 방식), 지방기상청-기상대 구간 9.6bps(RS232 방식), 기상대-관측소 구간 2.4Kbps(RS232 방식)이다.

[표 5-11] 전산기 도입 현황

도입 연도	도입 기종	수행업무
1980	PDP 11/34	• 기본 통계 자료(지상, 항공, 고층, 북한 등) • 기타 기상연구 자료 처리 업무 등
1985	TANDEM-TXP	• 국내외 일기도 수집, 편집, 처리, 송수신 자동 처리 • 일기도 작성 자동화 • 유관 기관 및 방재 기관에 기상 정보 제공 • 유·무선 통신에 의한 수신 자료 및 영역기상방송의 자동화
1989	CYBER 932-32	• 수치예보 모델 운영 및 현업 지원 • 예보분석 업무 및 영상자료의 수치 분석 • 슈퍼컴퓨터와 연결 운영
	MC6600 MC5450	• 기상영상(위성, 레이다, 낙뢰) 자료와 일기도 자료의 수집 및 분배 • 지방 관서의 일기도 자동 기입 및 묘화 • 기상영상 자료의 처리, 표출, 출력
1990	전관서 PC (386/286/XT)	• 기상관측소 자료의 수집, 중계, 전송 • 기상관측소 기후 자료의 자체 처리 • AWS 등 자동 기상관측 장비 자료의 수집, 중계, 전송
1993	TANDEM - CM1400	• PDP 11/34 및 TANDEM-TXP보다 처리 능력이 3~10배 빠름

이와 같은 형태의 네트워크로는 다량의 문자·숫자 및 영상자료 교환에 필요한 고속의 통신망 지원이 곤란하고, 통신 계층이 본청-지방청-기상대-관측소 형태의 3단계 구조로서 매우 복잡한 통신 소프트웨어의 운영이 불가피하다. 더욱이 GS/X.25게이트웨이 장비의 생산 단종 등으로 네트워크의 재구성이 불가피한 실정이다.

03.

따라서 이를 최적의 네트워크 환경으로 개선하기 위해서는 관측소급까지 LAN망 확대 구성(전국 단일 WAN망 구축), 전국 18개 기상 관서에 T1 MUX 고속 다중화 장비 설치(본청, 지방기상청, 일부 대도시 기상대), 전 기상 관서에 라우터 장비를 설치해야 한다. 통신 속도는 본청-지방기상청 128Kbps, 지방기상청-기상대 56~64Kbps, 기상대-관측소 9.6Kbps로서 전국 통신회선망을 최단 거리 기준으로 구성하였다. 본청과 김포공항 구간 통신 속도는 256Kbps이다.

1995년 하반기부터 신기상정보통신시스템(NR4436)의 일부 기능이 정상화됨에 따라 그동안 운영해 오던 TANDEM-TXP 문자·숫자 통신시스템과 MSSCOMP 6600/5450 영상통신시스템의 운영 업무를 중단하게 되었다.

그동안 종합유선통신망은 개별로 운영해 오던 데이터통신, 전화, 팩스, 위성, 레이더, 지진 등을 하나의 고속통신 회선에 종합 수용하여 회선 관리를 용이하게 하고, 추가 시설 때 번잡한 절차를 개선하기 위해 1995~1996년 전 기상 관서를 대상으로 종합유선통신시스템(T1-MUX)을 구축하였다.

1996년부터 기상청 및 산하 기관에 광단국 장비가 설치되면서 초고속 국가정보통신망의 이용이 가능해짐에 따라 1997년 3~5월에 지방청-기상대 구간은 128~192Kbps를 1,544Mbps, 기상대-관측소 구간은 128Kbps를 1,544Mbps로 각각 초고속통신망 시설을 구축하였다.

또한 초고속통신망 구축에 따라 전국 기상 관서의 LAN 이용이 원활해지면서 인터넷 및 국지기상연속감시시스템의 그래픽자료 이용이 활발해지고, 전 직원을 대상으로 하는 이메일 체제가 구축되었다.

초고속통신망 공사 이전의 각 지방청은 동축케이블인 이더넷케이블(Ethernet Cable)을 주 통신 선로로 하여 송·수신기를 이용하여 각 단말기에 접속·사용하였다. 기상대 및 관측소는 역시 동축케이블인 RG-58 케이블을 주 통신 선로로 하여 각 단말기에 접속·사용하였다. 전국의 기상 관서는 전기식 접지가 미비된 관계로 전산장비에서 유도된 유도 전류가 통신선로에 인입되어 통신장비(라우터, 트랜시버 등)에 장애를 초래함으로써 잦은 통신 두절을 발생시켰고,

낙뢰가 유입할 때 통신 선로의 연결 작용에 의해 모든 전산장비가 파괴될 가능성이 있었다.

이번 초고속통신망 공사는 버스(BUS) 형태의 동축케이블 네트워크를 허브(HUB) UTP 케이블을 이용한 스타(Star) 형태의 네트워크로 변경하였다. UTP 케이블은 전산장비의 외부 베이스와 연결되는 접지선이 없어 전산 장비에 발생된 유도 전압에 의한 통신장비로 전류 인입이 없게 되고, 특정 단말기의 장애 발생 때 전 네트워크에 영향을 주지 않고 해당 단말기만 통신 두절 상태로 됨으로써 타 장비로 업무를 진행할 수 있게 하였다.

네트워크 관리시스템을 도입하여 각 지역의 네트워크를 본청에서 감시 및 관리할 수 있게 하고, 경보 기능을 이용하여 이상 징후 발생 때 사전에 감지하여 관리자가 예측되는 장애를 사전에 조치하여 업무가 원활히 진행될 수 있도록 전 기상관서 네트워크를 구축하였다.

1998년에 기상정보통신시스템은 기상청에서 생산되는 모든 관측 자료와 기상 정보를 수집하고 이를 각 부서에 분배하는 기본 시스템이다. 이는 기상청의 신경망이라 할 수 있는 T1~E1급 초고속 종합유선 통신망과 연동하여 정보의 흐름을 제어하고 관리하기 때문에 이 시스템에 장애가 발생할 경우 모든 시스템은 단독 처리만 가능하게 되고 기초 자료 수집이 곤란해져 사실상 운영이 중단되는 상태가 된다고 할 수 있다. 이에 따라 기상정보통신시스템의 안정화에 중점을 두고 주 전산기의 이중화로써 한쪽 시스템에 장애가 발생하면 다른 한쪽 주 전산기로 즉시 대체될 수 있도록 한 것이다. 이를 위해 주 전산기인 NR4636 2대를 신청사와 구청사에 병행 운영할 수 있도록 구성하였다.

1999년 기상청 청사를 지금의 신대방동으로 이전함과 동시에 내부네트워크(LAN)를 첨단 통신 방식인 비동조통신방식(ATM: Asynchronous Transfer Mode)으로 시설하여 운영을 시작하였다.

ATM네트워크는 IBM사 장비다. 스위칭 주 장비는 IBM-8265, 슬롯은 17슬롯, 백 플랜(Back Plan)은 75Gbps다. 전원 공급 장치와 컨트롤유니트는 이중

03.

화되어 있다. 통신 속도는 155Mbps로 622Mbps까지 증속이 가능하다. 주 장비의 다음 장치는 워크그룹스위치(Workgroup Switch) IBM-8277로서 10Mbps 또는 100Mbps를 자동 감지하여 동작하며, 각층의 EPS실에는 공유허브(Shared Hub)를 설치하여 각 사무실의 PC 등과 연결해 운영하도록 하였다.

이 네트워크는 주 장비에서 워크그룹 스위치까지 155Mbps의 광케이블, 워크그룹 스위치에서 공유허브까지 100Mbps로 각각 연결되어 있다. 공유허브는 10Mbps용으로 사용되고 있으나 100Mbps용 허브 연결도 가능하며, 모든 관리는 전산운영 현업실과 각층의 EPS실에서 하도록 하였다. 그리고 장애 발생에 대비하여 모든 망은 이중화와 예비망을 구성하는 등 만전을 기하였다.

1998년에는 주 간선망을 T1급에서 E1급으로 증속하고, 1999년에는 본청과 5개 지방청 간 주 간선망을 ATM에 의한 6Mbps의 광대역통신망(WAN: Wide Area Network)으로 구축하였다.

1999년에는 전국의 WAN을 초고속화로 구축하였으며, 고속다중화장비(T1-MUX)를 이용하여 T1(1,544Mbps)과 E1(2,048Mbps)급 고속통신망을 운영하였다.

2001년에는 전국의 WAN을 기상청-지방청 간 1045Mbps, 지방청-기상대 간 4Mbps급 이상으로 각각 구축하였다.

2010년에는 기상정보통신망 고도화 추진으로 전 관서 대상의 기상정보통신망을 업무전산망과 인터넷 전산망으로 구분하여 사용할 수 있는 통신망 인프라를 구성하였다. 업무 전용 기상정보통신망은 40Mbps~1Gbps 대역폭, 인터넷 전용 통신망은 10Mbps~300Mbps 대역폭으로 각각 구성하였다.

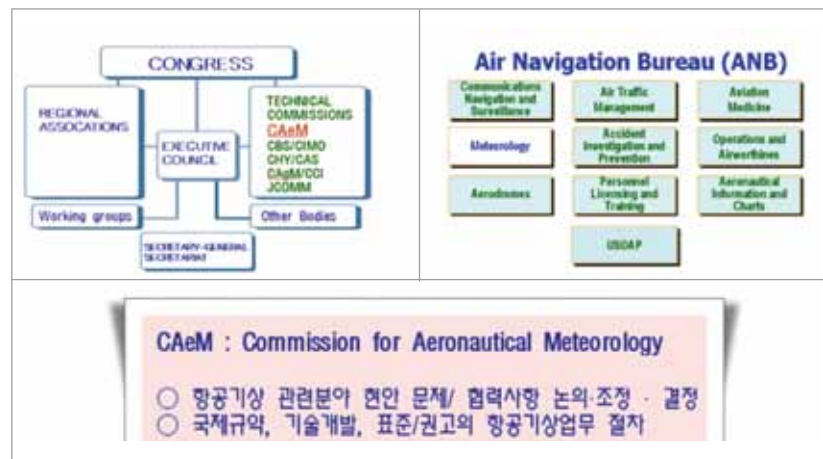
제4절

1. 항공기상 업무 관련 국제기구

항공기상 업무와 관련한 국제협력 기구로는 세계기상기구(WMO: 스위스 제네바)의 8개 기술분과위원회 가운데 하나인 항공기상위원회(CAeM;

항공기상 국제 협력

Commission for Aeronautical Meteorology)와 국제민간항공기구(ICAO : 본부 캐나다 몬트리올) 항공항행국(ANB: Air Navigation Bureau) 주관의 ICAO 통신·기상·운영분과회의가 있다. 지역 회의로는 ICAO의 6개 지역 사무소(태국 방콕 소재) 가운데 하나인 아시아태평양 지역사무소가 주관하는 아시아·태평양 지역 항공항행계획 및 실행그룹(APANPIRG) 통신·기상 소위원회가 있다.



항공기상위원회는 4년마다 개최되어 지난 4년간의 활동을 심의하고 계획 수립, 정책입안, 임무수행을 위한 결의안과 권고안을 채택해 인준한다. 또 이에 대한 국제협력 분담내용 등을 결의하는 등 항공기상분야 업무에 관한 국제규약, 기술개발, 세계표준의 항공기상업무 절차, 연구 및 협력방안 등을 논의·조정·결정한다.

WMO와 ICAO는 협력 및 교류를 통하여 항공기상 분야의 기술 노하우와 정보를 공유하여 항공 업무 발전을 도모하면서 12년마다 ICAO 통신·기상·운영 분과회의와 합동으로 회의를 개최하여 항공기상 관련 분야에 관한 현안 및 장기계획 등에 관하여 양 기구 간의 협력 사항 등을 심도 있게 논의하여 조정한다.

우리나라는 세계기상기구(WMO) 회원국 및 국제민간항공협약(ICAO) 체약국(1952. 12. 11 가입)으로서 WMO의 기본기술규정 제2권(WMO No.49

VOLUME II)과 국제민간항공협약 부속서3(ICAO ANNEX 3)에서 정한 표준과 권고에 따라 항공기상 업무를 수행하고 있다.

2. 우리나라 대표단의 항공기상위원회(CAeM) 참가

»WMO 항공기상위원회(CAeM)회의

초기의 국제협력 또는 해외연수 관련 자료는 한국전쟁 등 여러 원인으로 멸실되어 근거를 확인할 수 없으나 기상청에 보존된 자료에 따르면 1958년 1월 3일~7월 7일 김진면이 미국 워싱턴주립대에 유엔한국재건단(UNKRA; United Nations Korean Reconstruction Agency) 자금으로 항공기상학을 연수한 것이 최초의 해외연수로 기록되어 있다.

우리나라는 일제 강점 및 전쟁으로 인한 정치·사회·경제 여건 상 국제 기구의 파견 근무나 국제회의 참가 등이 거의 없었으며, 1967년 11월 4일~12월 13일 캐나다 몬트리올에서 개최된 제4차 WMO 항공기상위원회에 당시 중앙관상대 직원의 첫 참석이 항공기상과 관련하여 국제회의에 참가한 효시가 된다. 그 후 제5차 및 제6차 회의에는 참가하지 않았다. 그러다가 1982년에 WMO 제7차 항공기상위원회부터 매 회의 정부대표로 참석하여 항공기상 업무의 장기계획, 국제 추세 및 정책방향, 규정 등을 파악 분석한 후 우리나라 항공기상 업무에 적용해 오고 있다.

1994년 10월 10~21일 스위스 제네바에서 열린 WMO 항공기상위원회 제 10차 회의에 홍성길 기상연구소장이 참석하였다. 이 회의에서는 항공기상 부문 WMO 기술규정 개정, 세계지역예보시스템(WAFS) 수행 현황, 항공기상 코드 개발, 항공사에 기상 지원, 항공 기관 측 보고, 항공기상 서비스의 경제효과 및 상업화 문제, 항공과 환경문제, WMO 제4차 장기계획(1996~2005년) 등에 관하여 논의하였다. 이때 결의된 주요 사항은 다음과 같다.

- 1990년 이후 시작된 WARS의 자료를 1995년 후반기에는 전 지역으로 확대하여 위성중계를 시작할 예정
- 1993년 7월 1일 이후 도입된 새 항공기상 코드 METAR/SPECI/TAF 사용 권장 및 이를 대비한 교육훈련 장려
- 항공사에 기상훈련 권고안 채택
- WMO 장기계획 가운데 항공기상 부분은 WAFS위성방송 수행 훈련에 우선순위를 둬.

WMO 항공기상위원회(CAeM) 제12차 회의는 2002년 9월 8~21일 캐나다 몬트리올 ICAO 본부에서 열린 ICAO 통신·기상·운영 분과회의와 합동으로 개최되었다. 이 회의에는 김상조 항공기상대장과 박진석 기획팀장이 참석하였다.

이 회의에서는 우리나라가 제출한 항공기상정보 사용료 징수에 관한 방향, 아시아 지역 황사(Asian Dust)의 WMO 4678 코드 표기 문제 등 2건의 정식 의제(Working Paper)가 논의 되었다.

지정된 기상 당국, 비용회수, 품질관리, 대체서비스 제공자 및 면허를 비롯한 국제민간항공항행을 위한 기상서비스 제공 등 국제항공항행을 위한 기상 업무의 제도 변화 및 경향에서 야기되는 문제점을 검토·논의한 후 품질관리 및 품질보장에 관한 지침서 등을 개발하기로 하였다. 그리고 Annex3를 International Standards and Recommended Practices - subtitle:Core SARPs 부분과 Appendices and Attachments 부분으로 재구성하기로 하였다.

우리나라 대표단은 추진하고 있는 항공기상 서비스의 비용회수 진행 상황에 관한 발표와 함께 ICAO 및 WMO가 IATA와의 협의 때 필요한 문서 양식, 각국의 징수금액 및 징수방법 등에 관한 설문 결과 등을 포함한 항공기상 서비스 비용회수에 관한 전형 형태의 표준 절차를 마련해 줄 것을 제안하였다. 이에 대하여 사무국이 각국에서 진행 또는 추진하고 있는 구체적인 사례를 수집하여 각국에 지원하기로 하는 성과를 이루었다.

항공기상부호, 즉 바람시어 코드와 먼지 모래 수식어의 검토에 관한 우리나라

03.

라의 제안에 이러한 사항의 보고가 AFTN의 문자 제한으로 약간의 어려움이 있었으나 관련 연구그룹이 이 문제를 더 검토하도록 ICAO에 요청하기로 결정하였다.

2006년 11월 21일~12월 1일 스위스 제네바 WMO 본부에서 개최된 항공기상위원회 제12차 회의에 김상조 항공기상대장과 박진석 정보지원과장, 양일규 기상경영전략과장이 참석하였다. 제13차 회의에서는 세계공역예보체제, 항공기상 분야의 교육훈련, 항공기상 부호, 품질관리, 항공기 상장기 계획, 운항기상 정보의 위성 송·수신 착빙 및 난류에 관한 특별 WAFS 생산물, 국제항공로 화산 감시, ICAO 부속서 3의 재구성 및 국제항공항행을 위한 기상 업무 제공에 관한 제도 변화 경향 등을 검토·논의하였다. 이 회의에서는 우리나라 항공기상 업무의 ISO 품질인증 등 품질관리에 관한 포스터 2건을 제출하여 발표함과 동시에 회의 정식의제(Working Paper)인 항공기상정보 사용료 징수에 관한 우리나라 사례를 발표하였다.

»우리나라 대표단의 활동 및 성과

2건의 포스터 주제 ‘Managemental and Institutional Changes for Better Service’와 ‘Fully Web-based User-oriented Information Service Systems’

우리나라가 비용회수를 실현하기까지 지난 4년간 수행한 항공기상정보사용료 징수 실현 과정에서 기존의 ICAO 및 WMO에서 제시한 비용회수에 대한 지침 및 안내서가 현실과 괴리되어 있어 보완해야 할 사항이 있음을 지적하고 이와 같은 사항을 WMO Guide on cost recovery에 논리적이고 합리적으로 보완해야 할 필요성과 WMO가 수행하는 비용회수 설문조사는 각국의 비용회수체제의 총체적인 범주 및 세부적인 메커니즘을 충분히 이해할 수 있도록 좀 더 분석적이고 실질적인 개발을 제안하였다. 이에 프랑스와 캐나다가 공감을 표시하였다. 그 결과 2006년 말 발간 예정이던 ‘Guide on aeronautical meteorological service

cost recovery(WMO No. 904)’에 우리나라가 제안한 각국의 비용회수에 대한 구체적인 사례를 반영하기 위해 최종 발간을 2007년 하반기에 하기로 결정하였다.

WMO 항공기상위원회 제14차 회의는 2010년 2월 2~11일 홍콩에서 개최되었다. 이 자리에는 허은 항공기상청장(수석대표), 박정규 항공기상청 예보과장, 윤정빈 기상청 산업기상과 기상사무관이 우리나라 대표로 참석하였다. 이 회의에서는 항공기상 서비스의 지역 측면 보고, 항공기상 훈련과 자격, 항공기상에서의 새로운 발전, WMO 전략과 현업 계획, CAeM 업무 계획과 우선순위, CAeM의 구조 등에 대한 검토 및 논의, ICAO Annex3 수정, 품질관리시스템(QMS)과 관련된 변화의 이행, QMS 이행을 달성하기 위한 지역 차원의 회원국 간 협력에 관하여 논의하였다.

SIGMET 발표 문제를 해결하는 하나의 접근 방법으로서 지역의 SIGMET 주의보 능력을 더 개발하여야 하고 비용회수 문제와 고객 관계의 광범위한 문제를 지원하는 문서를 제공하는 일, 항공교통관리(Air Traffic Management)를 지원하는 새로운 산출물과 서비스의 개발 업무의 중요성 등에 관해 논의되었다.

3. ICAO 아시아·태평양 지역 항공·항행·통신회의



태국 방콕 소재 ICAO 아시아태평양 지역 사무소

- 1992년 9월 2~11일 ICAO 아시아태평양 지역 항공항행계획 및 실행지역그룹의 제1차 통신·기상·항행·감시 소위원회에 임용한이 참석하였다.
- 1993년 4월 19일~5월 2일 태국 방콕의 ICAO에서 개최된 제3차 아시아태평양 항공항행회의에 정순갑이 참석하였다. 이 회의에서는 WAFS, ROBEX, 화산주의보기상센터, 비행정보구역(FIR) 등에 관한 의제를 심의하였다. 또 1993년 7월 9일부터 적용되는 새로운 형식의 정시관측보고(METAR), 특별관측보고(SPECI), 공항예보(TAF) 등의 코드 숙달 촉진 권고안을 결정하였다.

03.

- 1993년 9월 11~18일 ICAO 아시아태평양지역 항공운항계획 및 실행지역 위원회 통신·기상소위원회 제3차 실무그룹 회의에 임용한이 참석하였다.
- 11994년 9월 12~17일 ICAO ASIA/PAC 지역 통신·기상소위원회에 임용한이 참석하였다.
- 11995년 7월 16~28일 아시아태평양지역 항공 관련 국제회의에 이현 사무관과 임용한이 참석하여 아·태지역 WAFS 위성방송, 운항용 기상정보(OPMET) 자료 교환, 화산정보 전파 등의 현안을 협의하였다.
- 11996년 9월 2~8일 ICAO 아시아·태평양 지역의 항공항행 계획 및 실행그룹(APANPIRG) 통신·기상소위원회가 뉴칼레도니아(프랑스령)에서 개최되어 임용한이 참석하였다. 이 회의에서는 항공통신 및 기상과 관련된 기상정보(OPMET)의 효율적인 교환, WAFS의 구현, 화산재 주의보 발표와 전파 등 항공기 안전 운항에서 중요한 현안들이 검토되었다. 또 우리나라는 볼멧(VOLMET)에 제주·김해공항을 포함시켜 줄것을 정식 요청하였다.
- 11996년 12월 4~9일 대만에서 개최된 아시아태평양 지역 항공기상 및 항공항행회의에 정석조, 박홍하가 참석하였다.
- 11997년 9월 3~10일 제1차 ICAO 아시아태평양 지역 항공항행 계획 및 실행그룹 통신·기상·항행·감시 소위원회가 태국의 방콕에서 개최되었다. 우리나라는 항공기상 정보(METAR, SPECI, AIREP)의 국제 교환 때 일본 도쿄의 주수집센터 소속 부수집센터의 하나인 김포공항기상대를 주수집센터로 격상시키기로 요구하였다. 그 결과 도쿄를 경유하지 않고도 직접 중국 베이징을 비롯한 18곳의 주수집센터와 항공기상 정보를 교환할 수 있게 되었다.
- 2008년 7월 20~26일 제12차 아시아태평양 지역 통신항행 감시·기상소위원회가 태국의 방콕에서 개최되어 정해순 김포공항기상대장이 참석하였다.

4. 국외 관련 기관 방문

- 1991. 9. 26~1992. 3. 8 공무 국외 출장-기상자료 처리를 위한 데이터 베이스 디자인그룹 훈련 참가(일본)
- 1991. 10. 23~11. 3 항공기상과 김성현 항공기 운항을 위협하는 악기상에 관한 세미나(베트남 하노이) 참가
- 1994. 11. 29~12. 7 김화겸 항공기상과장 일본 항공기상 관제업무 현황 조사차 일본기상청과 나리타공항에 있는 신도쿄 지방항공기상대 방문
- 1994. 5. 24~31 김포공항기상대 김용진 실무공무원 일본 국외훈련
- 1994. 11. 29~12. 7 김포공항기상대 고종환 영국 항공기상학 연수
- 1995. 9. 24~29 항공교통관제기상대 임용한, 항공기상과 장근일 항공 관제기상연수
- 1996. 3. 9~11 항공기상과 박진석, 관측과 홍성표 세계 기상장비에 대한 기술 정보 습득을 위한 '항공기상자동종합관측 장비 세미나'(말레이시아) 참가
- 1996. 12. 27~1997. 6. 23 김포공항기상대 권오웅 기상주사 해외 연수
- 1999. 11. 21~28 김상조 항공기상과장 항공기상서비스 비용회수 관련 WMO 지역 세미나(인도네시아 발리)

[표 5-13] 장비제작사 교육

국외훈련 내용	성명	연도	국가
AMOS 제작사 교육	이명환	1996. 3. 17~4. 7	독일(임폴스피지크사)
AMOS 제작사 교육	박준환	1999. 6. 12~7. 4	독일(임폴스피지크사)
LLWAS 제작사 교육 (인천 제1, 2활주로)	김완희 김동수	1999. 8. 8~22	미국
TDWR 제작사 교육	신대윤	1999. 8. 8~11.13	미국
AMOS 제작사 교육	이명환	2008. 12. 1~14	미국

03.

AMOS 제작사 교육 (인천 제1, 2활주로)	최정호	2009. 9. 14~27	핀란드
AMOS 제작사 교육	이승복 정용철	2008. 12. 1~14	미국

[표 5-14] 항공기상 관련 참가 현황

일자	출장명	출장지	출장 대상	비고
1947. 4	김포공항 항공기상 업무 시작 (미국 민간 전문가)			
1952. 12. 11	국제민간항공기구(ICAO) 가입			
1947. 4	유엔한국재건단(UNKRA) 자금으로 항공기상학 연수	미국 워싱턴 주립대	김진면	
1960. 1. 1	미국 공군으로부터 업무 인수인계			
1982. 4. 14~5. 7	제7차 세계기상기구(WMO) 항공기상위원회 회의	캐나다	박용대	
1983. 1. 9~30	아시아·태평양지역 항공운항 회의	싱가포르	홍성길	
1986. 11. 4~15	제8차 세계기상기구 항공기상위원 회 회의	스위스	최정부	
1987. 1. 30~3. 2	항공종합 관측장비 기술 연수 (장비연수)	미국	이영웅 임용한	
1988. 11. 25	신동경 항공지방기상대 통신과장 방문			김포공항 기상대 방문
1988. 12. 5~12	항공기상대의 업무 실태 파악	일본 필리핀	안승진 임용근	
1988. 12. 12~16	태국 바람시어 세미나	태국	임용한	
1989. 1. 13	대만 항공기상 대장과 타이베이 측후 소장 방문			김포공항 기상대 방문
1989. 7. 7	태국기상대 직원 2명 관측비행차 방소(MRS.K/MRS.S)			김포공항 기상대 방문
1989. 10. 20	미국 연방항공국 관제 담당 로버 콜 (ROBER.J.KOHL) 방소(KBDRYFYX)			김포공항 기상대 방문

제1장. 항공기상의 변천 | 제2장. 우리나라 항공기상의 변천 | 제3장. 항공기상업무의 분야별 발전사

1990. 3. 22	마나파국제공항 방문	스위스	NKAM-BULE	김포공항 기상대 방문
1990. 10. 5	독일 기상대 클라우스 위르겐 텐터 (KLAUS JURGEN TENTER) 관속 비행차 방문(KBDRYFYX)			김포공항 기상대 방문
1990. 9. 5~28	제9차 WMO 항공기상위원회 회의 및 ICAO 통신·기상·운항분과위 원회 회의(KBDRYFYX)	캐나다	류필선	
1991. 1. 10~18	대만기상센터 방문(예보 업무 및 장 비현황 파악)	대만	임국평	
1991. 10. 23~11. 3	항공기 운항을 위협하는 악기상에 관한 세미나	베트남	김성현	
1992. 11. 23~26	항공기상 국외여행	미국	오세윤 문재인	
1993. 1. 19	ICAO 전문위원 페르난도 올리버 (Fernado A.L Oliver) 기상시설 견학차 방문		Fernado A.L Oliver	
1993. 4. 19~5. 7	아시아·태평양 항공운항 제3차 회의	태국	정순갑	
1994. 9. 11~18	제3차 ICAO 아태지역 통신·기상 소위원회 회의	태국	임용한	
1994. 10. 10~1	제10차 WMO 항공기상위원회 회의	스위스	홍성길	
1994. 11. 29~12. 7	일본 항공기상 업무 현황조사	일본	김화겸	
1994. 12. 11~17	항공기상학 연수	영국	고종환	
1995. 7. 16~22	제4차 ICAO 아태지역 통신·기상 소위원회 회의	태국	임용한 이 현	
1995. 7. 24~28	WAFS 관계 세미나	태국	임용한 이 현	
1995. 9. 24~29	일본 항공관제 기상 연수	도쿄 항공기 상대	임용한 장근일	

03.

1996. 3. 17~4. 7	항공기상장동종합관측장비(AMOS) 운영 교육 훈련	독일	서정갑 임용한	
1996. 9. 2~6	제5차 ICAO 아시아·태평양 지역의 항공항행계획 및 실행그룹 (APANPIRG) 통신·기상 소위원회	호주		
1996. 12. 4~12. 9	아·태지역 항공기상 및 항공항행 회의	대만	정석조 박흥하	
1997. 9. 2~11	ICAO 아태 항공항행계획 및 실행지역그룹 제1차 통신·기상·항행·감시 소위원회	중국	임용한	
1997. 3. 19~ 3	기상장비에 대한 기술정보 습득을 위한 항공기상자동종합관측장비 세미나	말레이시아	박진석 홍성표	
1999. 3. 2~11	제11차 WMO 항공기상위원회 회의	스위스	최희승	
1999. 6. 12~7. 4	AMOS 장비 제작사(임폴스피지크사) 교육 훈련 파견	독일	박준환	
1999. 8. 8~22	저고도바람시어경보장치(LLWAS) 장비 교육 파견	미국	김완희 김동수	
1999. 9. 6~10. 24	TDWR 제작사의 교육·훈련			
1999. 11. 21~28	항공기상서비스 비용회수 관련 WMO 지역 세미나	인도네시아		

제4절

1 국외 관숙비행

관숙비행(Familization Flight)의 목적은 운항승무원 이외의 항공업계 각 분야의 관련 기관 종사자가 항공기 조종석에 탑승하여 운항 중에 조종사가 실제 경험하는 문제점 등을 공유, 각 분야의 종사자가 더 나은 지원을 하기 위하여 ICAO Documentation 7000 7001항의 규정에 의거하여 실시하고 있다.

관숙비행

(Familization Flight)

국내 관속비행(탑승관측)은 항공기상 업무 수행 종사자에게 꾸준히 수행되어 왔으나 국외 관속비행은 국외여행이 자유롭지 못한 1980년대 중반까지 이루어지지 않았다. 1988년 태국항공사를 이용하여 홍콩공항과 홍콩기상청 및 방콕공항과 태국기상청을 방문한 관속비행이 해외 관속비행의 효시였다. 이를 계기로 아래와 같이 여러 차례 국외 관속비행이 수행되었다.

- 1988. 8. 22~28 첫 번째로 시도된 해외 관속비행. 태국항공사를 이용하여 김포공항기상대 정태천, 박진석 홍콩 및 태국 기상청 방문
- 1988. 12. 5~12 김포공항기상대 임용근, 안승진 일본과 필리핀 기상청 방문
- 1988. 7. 7일 태국기상청 직원 2명 관속비행 차 내소
(Mrs. K Puranapun, Mr. S. Khamronyutha)
- 1991. 1. 10~18 타이베이 기상센터 린귀핑(대만 기상센터 예보관) 관속비행차 내소 → 예보 업무 및 장비현황 견학
- 1992. 11. 23~26 김해공항관측소 오세운, 제주공항기상대 문재윤 미국 관속비행

[표 5-15] 1996~2002년 국외 관측비행

1996년	인원(명)	기간	구 간	항공사	비행고도 (FT)	요란 (KST)	강도	지속 시간	위치
4/4분기	육명렬 허복행	11. 21~26 (4박5일)	서울 -시드니	KE673 (B747)	39,000	22일 03시	약	20분	적도 부근
			시드니 -서울	KE674 (B747)	37,000	25일 02시	약	10분	적도 부근
4/4분기	박병진 문용주	12. 11~15 (4박5일)	서울-빈						
1996년	인원(명)	기간	구 간	항공사	비행고도 (FT)	요란 (KST)	강도	지속 시간	위치
2/4분기	2	4박5일	서울 -홍콩	KAL					
3/4분기	1	4박5일	서울- 싱가포르	AAR					

03.

3/4분기	1	4박5일	서울-싱가포르	AAR					
1996년	인원(명)	기 간	구간	항공사	비행고도 (FT)	요란 (KST)	강도	지속 시간	위치
1/4분기	2	4박5일	서울-싱가포르	AAR					
3/4분기	2	4박5일	서울-일본	KAL					
2000년	인원(명)	기 간	구간	항공사	비행고도 (FT)	요란 (KST)	강도	지속 시간	위치
3/4분기	2	4박5일	서울-미국	KAL					
2002년	인원(명)	기 간	구간	항공사	비행고도 (FT)	요란 (KST)	강도	지속 시간	위치
-	2	4박5일	서울-홍콩	AAR					

2. 국내 관속비행

1996~1997년에는 관속비행이라 불리던 탑승관측이 연 1~3회 국외 탑승 관측을 포함하여 시행되었으나 2001년부터 국외 탑승관측이 없어지고 국내탑승 관측 수도 현격히 줄었다. 횡수를 확인할 수 있는 279건 가운데 1997년에 이뤄진 56건과 2002년~2005년 이뤄진 96건은 종이보고서가 남아 있지 않아 횡수만 나 열하였다. 2007년부터는 상업용 여객기 탑승관측이 일시 중단되었다. 2009년에는 상업용 여객기 대신 저고도 운항용 항공기 탑승관측을 실시하였다. 저고도 운항용 항공기는 대형 여객기보다 기상 조건에 더 취약한 특징이 있으나 이에 대한 연구 및 관측이 거의 이루어지지 않았다. 바람 및 시정, 구름과 난류에 민감한 이들 저고도 운항 항공기의 탑승관측은 늘어나는 저고도 기상예보 수요와 이에 맞춰 가는 항공청의 이해가 맞아떨어지면서 원활히 이루어지고 있으며, 상호간 이해도 넓어지는 계기가 되었다.

제1장. 항공기상의 변천 | 제2장. 우리나라 항공기상의 변천 | 제3장. 항공기상업무의 분야별 발전사

[표 5-16] 2006년 국내 탑승관측

날짜	성명	구간	편명	기종	비행고도 (FT)	요란 (KST)	강도	지속 시간	비고
2. 27	정동국	서울-사천	OZ901	B737	24,000	09:45	-	2분	
		사천-서울	OZ908	B737	24,000	없음	-		
2. 28	박창홍	제주-서울	OZ816		30,000	없음	-		
		서울-제주	OZ815		31,000	없음	-		
3. 12	배영주	부산-제주	KE265	K300	22,000	없음	-		
		제주-부산	KE274	K300	24,000	16:45	약	30초	제주 상공
3. 25	김종복	서울-속초	KE189	F100	21,000	없음	-		
		속초-서울	KE194	F100	21,000	-	약	30초	
3. 26	김학송	제주-서울	KE208	B737	29,000	11:52	중	1분	
		서울-제주	KE255	A300	29,000	20:15	약	10초	
3. 27	문용주	김포-제주	OZ817	B737	31,000	-	약	20초	SHRIP-TAEAN
		제주-김포	OZ817	B737	31,000	-	약	15초	SHRIP-TAEAN
3. 28	한상현	대구-제주	KE591	MD82	23,000	없음			
		제주-대구	KE596	MD82	23,000	18:25	약	2분	
3. 31	양장온	울산-서울	KE564	MD82	28,000	없음	-		
		서울-울산	KE573	MD82	25,000	없음	-		
4. 12	오세윤	김해-김포	OZ914	B767	27,000	없음	-		
		김포-김해	OZ939	B737	27,000	없음	-		
5. 11	강경운	제주-서울	OZ808	B737	30,000	10:30	약	30초	
		서울-제주	OZ823	B737	31,000	19:52	약	30초	
5. 28	정태균	김포-제주	KE203	B737	31,000	11:25	약	15초	SHRIP-TAEAN
		제주-김포	KE222	B737	31,000	15:03	약	20초	SHRIP-TAEAN
6. 2	김도우	서울-속초		F100	18,000	17:26	약	20초	
		속초-서울	KE182	F100	20,000	08:45	약	10초	
6. 7	정병석	제주-광주	KE322	A300	13,000	없음			
		광주-제주	KE325	A300	12,000	없음			

03.

18:15	노성길	서울-제주	KE213	A300	26,000	11:05			
		제주-서울	KE234	A300	26,000	없음			
12:02	김병곤	서울-여수	OZ783	A300	30,000	없음			
		여수-서울	OZ786	B737	31,000	없음			
18:41	서만수	대구-제주	KE591	B737	22,000	없음			
		제주-대구	KE596	MD82	24,000	16:45			
11:19	오영숙	김포-제주	OZ821	MD82	21,000	없음	중	2분	
		제주-김포	OZ821	B767	21,000	-	중	15초	SHRIP-TAEAN
없음	노정순	부산-제주	KE265	B767	29,000	11:52	약	1분18초	
		제주-부산	KE278	A300	29,000	20:15	약	1분5초	
14:35	박기원	제주-진주	KE532	A300	31,000	-	약	15초	
		진주-제주	KE531	MD82	31,000	-	약	20초	
없음	박준환	김포-속초	KE189	MD82	23,000	없음	약	3분	춘천 상공
		속초-김포	KE192	F100	23,000	18:25	약	5분	인제 상공
없음	전형일	속초-서울	KE190	F100	28,000	15:57	약	15초	
		서울-속초	KE193	F100	25,000	17:45	약	7초	
없음	이용갑	목포-서울	OZ732	B737	23,000	없음			
		서울-목포	OZ734	B737	24,000	16:03	-	4분	대전 상공
없음	공중웅	대구-서울	OZ952	B737	20,000	없음			
		서울-대구	OZ963	B737	19,000	없음			
없음	박종이	서울-여수	KE359	F100	26,000	15:10	-	5분	광주 상공
		여수-서울	KE360	F100	27,000	16:30	-	3분	대전 상공
08:45	우정호	부산-서울	OZ916	B737	25,000	없음			
		서울-부산	OZ931	B737	25,000	15:20	약	1분10초	
17:48	박윤희	김포-포항	KE545	MD82	21,000	12:43	약	5분	
		포항-김포	KE548	F100	22,000	없음			
8. 16	정병석	제주-군산	OZ766	B737	15,000	없음			
8. 17		군산-제주	OZ765	B737	16,000	없음			

제1장. 항공기상의 변천 | 제2장. 우리나라 항공기상의 변천 | 제3장. 항공기상업무의 분야별 발전사

9. 5	노석원	김포-김해	KE126	A300	21,000	12:46	약	3분	
		김해-김포	KE138	A300	21,000	없음			
9. 19	김용로	서울-제주	OZ807	B737	30,000	10:50	약	10초	
		제주-서울	OZ824	B737	31,000	20:10	약		
9. 19	이상문	대구-제주	KE591		22,000	10:50	중	2분40초	목포 상공
		제주-대구	KE596		22,000	18:55	중	1분30초	합천 상공
9. 19	이영미	서울-속초	KE185	F100	16,000	10:45	약	5초	
		속초-서울	KE194	F100	17,000				
9. 19	허택산	서울-제주	OZ807	B737	31,000	10:36	-	10초	
		제주-서울	OZ820	B737	31,000	16:25	-	8초	
9. 21	김완희	서울-제주	OZ803	B737	26,000	08:47	약	3분	
		제주-서울	OZ826	B737	26,000	20:15	약	1분	
9. 24	윤재관	속초-김포	KE182	F100	20,000	08:52	약	15초	
		김포-속초	KE193	F100	19,000	16:42	약	10초	
10. 16	문재윤	여수-서울	KE352	F100	25,000				
		서울-여수	KE359	F100	26,000	15:00	-	5분	광주 상공
10. 17	이종택	대구-서울	OZ952	F100	20,000				
		서울-대구	OZ961	B737	22,000				
10. 16	김학송	목포-서울	OZ804	B737	16,000	08:04	강	6분	남해안
		서울-제주	OZ823	B737	28,000	없음			
10. 16	윤영문	서울-김해	KE115	B737	19,000	10:40	약	1분	수원 상공
		김해-서울	KE139	A300	20,000	없음			
10. 16	김정근	서울-목포	KE381	A300	26,000	07:55	약	5초	
		목포-서울	KE384	F100	26,000	없음			
10. 16	김은숙	부산-서울	KE110	A300	26,000	없음			
		서울-부산	KE151	MD82	24,000	19:14	약	15초	
10. 16	최종업	목포-서울	KE382	F100	24,000				
		서울-목포	KE383	F100	25,000				

03.

11. 21	이은영	서울-속초	KE183		21,000				
		속초-서울	KE194		23,000				
11. 21	박기원	제주-서울	OZ806	B767	33,000	10:16	강	10분	남해안
		서울-제주	OZ827	B737	30,000	20:56	약	32분	군산
11. 21	김진상	서울-여수	KE355	F100	26,000	12:20	약		
		여수-서울	KE362	F100	29,000	없음			
12. 12	김종모	김포-제주	OZ807	B737	25,000	10:42	약	12초	
		제주-김포	OZ820	B737	25,000	16:50	약	5초	
12. 12	김유철	대구-제주	KE591	MD82	24,000	10:50	약	3분	합천 부근
		제주-대구	KE596	MD82	23,000	18:25	약	3분	광주 상공

[표 5-17] 1998년 국내 탑승관측

날짜	성명	구간	편명	기종	비행고도 (FT)	요란 (KST)	강도	지속 시간	비고
2. 20	박윤희	제주-예천	KE1812	F100	25,000	15:25	약	10분	
2. 21		예천-제주	KE1811	F100	26,000	17:25	약	6분	
2. 22	노석원	서울-대구	OZ958	B737	21,000	11:05	약	3분	대구공항 상공
		대구-서울	OZ953	B767	22,000	없음			
2. 27	문용주	서울-제주	KE1207	B747	25,000	08:40	약	15초	경기도 상공
		제주-서울	KE1226	B747	24,000	16:15	약	30초	전라도 해안
2. 27	김영호	속초-서울		F100	20,000	08:48	약	10초	대관령 부근
		서울-속초		F100	19,000	16:22	약	20초	
3. 11	배영주	부산-제주	OZ853	B737	25,000	09:47	보통	3분	
		제주-부산	OZ862	B737	23,000	18:37	약	4분	
3. 25	이봉수	여수-서울	KE1338	F100	21,000	14:20	약		
		서울-여수	KE1343	F100	22,000	18:15	보통		
3. 27	심영식	서울-울산	OZ979	B737	18,000	15:15	-	1분	
		울산-서울	OZ982	B737	17,000	없음			
3. 27	김성근	울산-제주	KE1823	MD82	20,000	없음			

제1장. 항공기상의 변천 | 제2장. 우리나라 항공기상의 변천 | 제3장. 항공기상업무의 분야별 발전사

		제주-울산	KE1824	MD82	23,000	없음			
3. 27	노정순	부산-서울	KE1108	A300	26,000	09:18	약	11분	
3. 27		서울-부산	KE1157	A300	23,000	18:34	약	3분	
3. 30	김학송	제주-광주	OZ752	B737	20,000	없음			
		광주-제주	OZ753	B737	18,000	18:15	약		
3. 31	서 석	서울-여수	KE1335	F100	22,800	12:02	약	5초	
		여수-서울	KE1342	F100	23,000	18:41	약	120초	
4. 17	권오웅	서울-속초	KE1707		19,000	11:19	-	5초	
		속초-서울	KE1714		21,000	없음			
4. 20	강경원	목포-제주	KE1921	F100	12,000	14:35	-	5초	
		제주-목포	KE1924	F100	13,000	없음			
4. 21	이상돈	청주-제주	KE1953	A300	24,000	없음			
		제주-청주	KE1956	A300	23,000	없음			
4. 29	김은석	서울-울산	KE1607	B737	23,000	없음			
		울산-서울	KE1608	B737	20,000	없음			
5. 15	전형일	속초-서울		F100	20,000	08:45	약	3초	대관령 부근
		서울-속초		F100	19,000	17:48	약	3초	이상기류
5. 20	이완수	울산-서울	OZ974	B737	24,000	없음			
		서울-울산	OZ983	B737	24,000	없음			
5. 22	윤영문	서울-광주	OZ713	B737	22,000	없음			
		광주-서울	OZ718	B737	19,000	17:50	-	3분	
5. 27	김영옥	서울-목포	OZ733		21,000	07:38	약	14초	
		목포-서울	OZ736		20,000	17:37	약	20초	
5. 27	송근호	제주-청주	KE1952	A300	23,000	없음			
		청주-제주	KE1953	A300	25,000	12:10	약	2분	서해안 부근
5. 28	김은숙	부산-강릉	OZ748	B737	25,000	없음			
5. 29		강릉-부산	OZ747	B737	26,000	없음			
6. 15	이흥영	서울-포항	KE153	MD82	19,000	없음			

03.

		포항-서울	KE1541	MD82	17,000	없음			
6. 16	조서환	제주-울산	KE1824	F100	23,000	16:15	약	10분	서해안 부근
6. 17		울산-제주	KE1823	F100	22,000	18:20	약	10분	제주도 해상
6. 23	정태균	서울-김해	OZ921	B737	20,000	없음			
		김해-서울	OZ938	B737	19,000	없음			
7. 24	문재윤	여수-서울	OZ782	B737	22,000	09:10	약		
		서울-여수	OZ789	B737	21,000	17:45	강		
9. 16	박준석	부산-서울	KE1112	-	22,000	10:30	-	1분	
		서울-부산	KE1149	-	21,000	18:02	-	1분	
9. 18	남영만	울산-제주	KE1823	F100	22,000	17:55	보통		
		제주-울산	KE1824	F100	21,000	16:32	보통	-	남해상 상공
9. 21	홍성훈	청주-제주	KE1951	A300	24,000	09:25	약	5분	
		제주-청주	KE1956	A300	23,000	없음			
9. 25	박종이	여수-서울	KE1334	F100	21,000	10:20	약		
		서울-여수	KE1341	F100	22,000	16:40	보통		
9. 25	장유달	서울-대구	OZ955	B737	21,000	14:05	약	5분	대구 상공
		대구-서울	OZ958	B737	20,000	17:23	약	6분	대전 상공
9. 28	최연숙	서울-목포	KE1355	F100	24,000	16:25	중	2분	오산 상공
		목포-서울	KE1356	F100	23,000	17:55	약	5분	목포 상공
10. 21	백현주	서울-속초	KE1705	F100	19,000	없음			
		속초-서울	KE1710	F100	19,000	없음			
10. 27	정병석	서울-진주	KE1633	MD82	24,000	14:18	약	4분	진주 서쪽
		진주-서울	KE1634	MD82	23,000	없음			
10. 27	김동수	서울-강릉	KE1733	F100	25,000	12:10	중	3분	대관령 상공
		강릉-서울	KE1735	F100	18,000	16:34	약	4분	강릉공항
11. 16	강경운	서울-제주	OZ805	B737	21,000	09:10	약	30초	김포 상공
		제주-서울	OZ830	B737	22,000	21:45	약	1분	광주 상공
11. 19	박근선	서울-예천	OZ791	B737	15,000	없음			

제1장. 항공기상의 변천 | 제2장. 우리나라 항공기상의 변천 | 제3장. 항공기상업무의 분야별 발전사

		예천-서울	OZ792	B737	16,000	없음			
11. 20	조진대	부산-제주	KE1015	-	22,500	없음			
11. 21		제주-부산	KE1004	-	21,000	10:15	약	35분	
11. 20	김정빈	울산-서울	OZ972	B737	28,000	없음			
11. 20		서울-울산	OZ983	B737	27,000	없음			
11. 23	박기원	제주-청주	KE1952	MD82	23,000	12:43	약	3분	
11. 24		청주-제주	KE1953	MD82	24,000	13:51	약	4분	
11. 25	김성근	서울-여수	OZ781	B737	28,000	없음			
		여수-서울	OZ790	B737	27,000	10:22	약	2분	
11. 26	김병곤	여수-서울	OZ784	B737	21,000	10:50	약		
		서울-여수	OZ787	B737	22,000	14:15	약		
12. 22	안재웅	속초-서울	KE1702	F100	18,000	08:52	약	3초	
		서울-속초	KE1713	F100	18,000	16:09	약	4초	

[표 5-18] 2000년 국내 탑승관측

날짜	성명	구간	편명	기종	비행고도 (FT)	요란 (KST)	강도	지속 시간	비고
2. 25	정성철	서울-부산	KE1103	A330	21,000	07:05	약	5초	
		부산-서울	KE1160	A300	22,000	없음			
2. 28	송현숙	서울-속초	KE1703	F100	25,000	없음			
		속초-서울	KE1703	F100	26,000	없음			
3. 24	정태균	서울-울산	KE1603	F100	24,000	09:06	약	30초	
		울산-서울	KE1614	MD82	23,000	없음			
3. 30	김홍철	서울-목포	OZ8751	F737	19,000	없음			
		목포-서울	OZ8752	F737	20,000	없음			
4. 19	박윤희	서울-제주	KE1215	A300	25,000	11:21	약	1분30초	
		제주-서울	KE1248	F100	21,000	없음			
4. 21	최연숙	서울-광주	OZ8705	B767	27,000	03:18	중	2분	광주 북쪽

03.

5. 22	김미경	서울-부산	OZ8817	B737	27,000	10:25	약	5분	
		부산-서울	OZ8846	B737	28,000	18:10	중	30초	
5. 23	강혜영	서울-목포	KE1355	F100	22,000	없음			
		목포-서울	KE1356	F100	21,000	없음			
5. 24	강용성	서울-강릉	OZ8213	B737	15,200	없음			
		강릉-서울	OZ8216	B737	15,000	없음			
6. 23	최성식	부산-제주	OZ8101	B767	24,000	08:30	약	2분	
		제주-부산	OZ8108	B767	23,000	19:10	약	2분	
9. 28	백은주	서울-울산	OZ8605	B737	27,000	11:30	매우강	10분	
		울산-서울	OZ8614	B737	28,000	18:50	중	30초	
10. 20	심영식	서울-포항	KE1533	F100	21,000	없음			
		포항-서울	KE1538	F100	28,000	없음			
10. 24	김미경	서울-제주	OZ8909	B737	31,000	10:53	중	2분30초	PATRO
		제주-서울	OZ8946	B737	29,500	없음			
11. 12	김병희	서울-대구	OZ8303	B737	21,000	없음			
		대구-서울	OZ8312	A321	18,000	16:32	약	3분	
11. 21	백은주	서울-여수	OZ8733	B737	24,000	09:40	약	5분	
		여수-서울	OZ8740	B737	23,000	없음			
11. 27	송현숙	서울-예천	KE1551	F100	15,000	없음			
		예천-서울	KE1552	F100	12,000	없음			

[표 5-19] 2001년 국내 탑승관측

날짜	성명	구간	편명	기종	비행고도 (FT)	요란 (KST)	강도	지속 시간	비고
5. 21	이흥영	서울-목포	OZ8755	B737	24,000	16:07	강	1분	
5. 22		목포-서울	OZ8756	B737	23,000	17:12	약	2분	
9. 7	강혜영	서울-대구	OZ8305	A321	30,000	없음			
9. 8		대구-서울	OZ8312	A321	18,000	없음			

[표 5-19] 2001년 국내 탑승관측

연도별	대한항공	아시아나항공
2002년	10	18
2003년	10	10
2004년	12	12
2005년	12	12

[표 5-19] 2001년 국내 탑승관측

날짜	성명	구간	편명	기종	비행고도 (FT)	요란 (KST)	강도	지속 시간	비고
2. 22	윤정식	김포-제주	OZ8913	B737	26,000	09:22	약	20분	
2. 23		제주-김포	OZ2944	A321	25,000	16:58	약	1분	광주
3. 27	박지은	김포-부산	OZ8809	B737	23,000	10:30	약	5분	오산 부근
3. 28		부산-김포	OZ8820	A320	24,000	20:04	약	12초	
10. 21	노경숙	김포-여수	KE1331	B737	24,000	없음			
10. 22		여수-김포	KE1336	B737	23,000	16:00	약	15초	

3. 헬리콥터 관속비행

헬리콥터에 의한 관광비행은 미국에서 1955년부터 시작되었으나 규모가 미미한 상태로 현재에 이르고 있다. 우리나라는 1987년 6월부터 (주)한국항공이 제주도의 관광객을 대상으로 서귀포를 일주하는 관광비행을 수행하여 왔다. 그러다가 1992년의 항공기 추락사고 이후 운항을 중단(8. 13)하였다. 그 후 시티항공에서 울릉도의 관광비행 면허를 받았다가 1997년 4월 말부터 사업을 하지 않고 있다.

03.

[표 5-22] 2009년 저고도 항공기 탑승관측

날짜	성명	구간	편명	기종	비행고도 (FT)	요란 (KST)	강도	지속 시간	비고
9. 9	권현숙	김포-수원 - 구미-수 원-김포	삼성테 크윈 HL9273	EC 155B1	2,500	10:03	약	1분	충북 과산
						10:12	약	1분	속리산 인근
						10:40	약	1분	구미 상공
						10:50	약	1분	속리산 인근
						10:56	중	1분	속리산 인근



PART

4

부록

1964-2014

1. 항공기상업무 일지
2. 연구 활동 보고서
3. 선배님과의 만남
4. 역대근무자



부록 1. 항공기상업무 일지

년 월 일	내 용
1947. 4	김포공항 항공기상 관측 실시(미국 민간 기상인)
1950 초	김포공항 항공기상 관측 중단
1953. 6. 29	김포공항 상층기류 관측 실시(4회 관측 - 03, 09, 15, 21시)
1955. 1.	김포공항 항공기상 관측 재개. 500mb 고층 일기도 작성
1959. 1. 1	김포공항측후소 신설(대통령령 1425호)
1960. 1. 1	· 시정 : mile로 표시 · 풍향 : 화살표(→)로 표시 · 1966. 12. 31까지 사용 · 매시관측(24회) 및 SPECI(SS 및 S) 관측 실시 미국 공군으로부터 업무 인수. 300, 200mb 고층일기도 작성
1961. 9. 8	TTY 도입으로 항공기상 업무 수행 (이전에는 CW로 수신하여 항공기상 업무 수행)
1964. 1. 23	김포공항 시정계(A-198A) 이용 시정 측정
1964. 5. 27	수영비행장 분실 개칭(대통령령 1826호) 수영비행장 분실장(심경식) 발령
1964. 8. 17	로빈슨 풍속계 복엽 풍향계를 에어로번으로 교체(김포 및 수영 공항)
1965. 2. 13	착륙예보 발표(김포공항)
1970. 6. 9	자동운고계, 자동시정계 구입(김포 및 수영공항)
1970. 12. 31	자동운고계, 자동시정계 구입(김포 및 수영공항)
1971. 1. 1	전주분실 신설
1971. 2. 1	수색분실 설치(대통령령 7058호) - 주소 경기도 고양군 신도면 화전리 200-1 - 위치 37° 36'N 126° 52'E - 활주로 ELEV 64ft - 관측해발 45ft(14방향) - 기압계 높이 14.4m - 풍속계 높이 14.4m - 기압계 높이 11.3m - 노장높이 13.7m 수색분실장 기상기사 오병수 발령
1971. 2. 1	수색분실 설치(대통령령 7058호) - 주소 전남 여천군 울초면 신평리 979 - 위치 34° 5' N 127° 37' E - 활주로 ELEV 56ft(32방향) - 기압계 높이 18.2m - 풍속계 높이 10.0m - 노장높이 17.1m
1973. 3. 17	LTT 운용: 김포와 제주 1973. 3. 17~현재, 김포와 부산(수영) 1973. 3. 17~1976. 9. 30

제1장: 항공기상의 변천 | 제2장: 우리나라 항공기상의 변천 | 제3장: 항공기상업무의 분야별 발전사

1973. 5. 1	제주분실 동일건물에서 이전
1974. 1.	전주, 목포분실 폐쇄. 수색, 여수분실 신설(대통령령 7058호)
1974. 3. 15	김포공항 예보관 4급갑에서 3급을로 승격
1974. 3.	삼척, 울산분실 폐쇄(대통령령 7249호)
1975. 4. 1	수색분실장 이규근 발령, 김해분실장 이지용 발령
1981. 7. 21	신입소장(기정 홍성길) 부임(전임 소장 진급되어 예보분석관실장으로 부임)
1981. 8. 25	김포공항의 유선 FAX 강릉 이관
1981. 10. 6	김포공항의 시정계 공사 착량
1981. 10. 22	김포공항의 국제선 청사 난방용 Oil heater 수령 (관리공단으로부터)
1981. 10. 30	김포공항의 구청사(TWR 3, 4층)에서 신청사로 이전
1981. 10. 31	김포공항의 오후 4시부터 관측 이전 (TWR 4층 노장에서 활주로 14방향으로)
1981. 11. 1	수색분실 설치(대통령령 7058호) 주소 서울시 강서구 공항동 1번지 위치 37° 33' N 126° 48' E 활주로 ELEV 58FT(해발고도) 관측해발 45ft(14방향) 기압계 높이 17.8m 풍속계 높이 11.4m 노장높이 12.5m
1981. 12. 29	김포공항 휴대용 무전기 1대 구입
1982. 1. 9	김포공항 RVR 시험 운용, 관리공단 AFTN 송신 시작
1982. 1. 20	제주공항 신활주로 준공 (06, 14방향)
1982. 2. 1	김포공항 신RVR(CARDION) 공식 운용 개시
1982. 2. 17	김포공항 OZ58 미군장비 철수(대신 XH2S R/O 수신)
1982. 3. 1	김해공항 관측 및 통계 중지
1982. 3. 15	김포공항 FAX 정보 수신자료 정리용 수신
1982. 3. 21	김포공항 활주로 부근 수로 복개 공사 시작
1982. 4. 7	김포공항 RVR Background sensor 연결
1982. 4. 16	김해분실장 이종국 발령
1982. 4. 19	제주공항 6급 분실장을 5급 예보 능력자(이철형)로 상향 조정
1982. 5. 13	제주공항 자동 시정계, 운고계 31방향에서 06방향으로 이전
1982. 5. 25	김포공항의 공군 Line을 대한항공 운항부와 연결 사용 인정
1982. 6. 16	김해공항에서 RTT, 콘바타, 단파수신기를 제주공항으로 이전
1982. 6. 23	제주공항 RTT 설치 운용(김해공항에서 수령)

부록 1. 항공기상업무 일지

1982. 7. 1	김포공항 무선 FAX 수신 1대 증설, 노점온도계에 의한 관측시작 (14방향의 기온, 노점온도)
1982. 7.	제주공항 전도자금 출납업무 개시
1982. 8. 1	항공기상 통계에 CAVOK라도 시정, 구름 기입 시작
1982. 8. 23	김포공항 OZ58 철수 대신 XH2S R/O 배정
1982. 10. 1	제주공항 착륙예보 발표
1982. 10. 25	김포공항 14방향 활주로에 백엽상 설치(노점온도계 수감부)
1982. 11. 22	김해공항 분실장 박상준 발령
1982. 12. 27	김포공항 휴대용 무전기 1대 구입
1983. 1. 8	속초공항 사무실 이전
1983. 1. 9~30	아시아태평양 지역 항공운항 회의(싱가포르)에 당소 소장 홍성길 참가
1983. 2. 18	전반기 분실장 회의 개최
1983. 4. 4	김포공항 휴대용 무전기에 의한 무선국 설치 인가
1983. 4. 8	수색분실 운고계, 시정계 철거(폐기)
1983. 4. 18	수색분실 백엽상 교체
1983. 4. 19	신임대장 손형진 당소 초도 순시(10:00)
1983. 5. 3~4	예보관계관 회의(소장 홍성길, 예보관 신진용) 참석
1983. 5. 19	김해공항분실 관측 재개(대장 손형진 5. 17 순시 지시)
1983. 5. 26~6. 10	김포공항 운고계 수리 가동(공군 협조 받음)
1983. 6. 17	장비 수리용 자전거 구입(김포, 제주, 김해)
1983. 6. 21	여수분실 풍향풍속계 수감부 이설(관제탑에서 활주로로)
1983. 6. 23	김해공항분실 한글 타자기 구입
1983. 7. 18	수색분실 전도형 격측 우량계 설치
1983. 8. 17	김포공항 환등기 구입
1983. 9. 15	김포공항 개인용컴퓨터(PC) 구입
1983. 9. 22	제주공항 백엽상을 06방향으로 이전 (노점온도계 수감부 백엽상에 설치)
1983. 9. 24	김포공항에서 수신하고 있는 미군 K3U9 라인 본대 중개 개시
1983. 10. 1	김포공항 EXTEL TTY S/R 설치
1983. 10	ICAO ANNEX 3 번역(소장 홍성길) ZEROX 발행
1983. 10. 13	후반기 분실장 회의 개최
1983. 10. 15~17	김포공항 가습기, 침대, 라커 구입
1983. 10. 28	김포공항 운고계 수광기 이전 설치 완료(광명사)
1983. 11. 15	김포공항 전자 복사기 구입

제1장. 항공기상의 변천 | 제2장. 우리나라 항공기상의 변천 | 제3장. 항공기상업무의 분야별 발전사

1983. 11. 28	외자측기 자기온도계, 자기습도계 교체(당소 및 산하 분실)
1983. 12. 7	백엽상 교체(속초, 여수분실)
1983. 12. 9	김해공항 TTY(ASR) 구입
1983. 12. 12	김포공항 오실로스코프 구입
1983. 12. 13	김포공항 텔레비전(21") 구입 일기상 통계양식 개정 (24시간 통계, 기사통계) 1983. 1월분 소급 작성
1983. 12. 17	김해공항 부가기 구입, AFTN 단말 설치 제주공항 옥상에 FAX 수신용 안테나 설치 제주공항 신청사로 이전 주소 제주시 용담2동 2036 위치 33° 30' N 126° 30' E 활주로 ELEV 126ft 관측해발 87ft(06방향) 기압계 높이 27.5m 노장높이 26.5m 풍속계높이 10m
1984. 1. 4	EXTEL TTY S/R AFTN에 연결 운용
1984. 2. 29	항공기상 관측 지침 번역(일본 기상청) ZEROX 발행 (기상기사 박순태 번역)
1984. 3. 3	속초 분실장(최경석) 발령
1984. 3. 19	제주분실 AFTN 단말 설치
1984. 3. 27	공군기상전대장(서철수 대령) 예방
1984. 3. 28	ICAO PANS-MET 번역 ZEROX 발행
1984. 3. 30~31	중앙기상대 기관장 회의 참석(소장 홍성길, 제주분실장 이철형)
1984. 4. 25	전신기 인쇄(EXTEL 수신기 AH/P-11R) 래크, FS콘바타(1529/1), 단파수신기(1837/2) 수령
1984. 4. 26	전반기 분실장 회의 개최
1984. 4. 27	춘계 체육의 날 행사(강화 마니산)
1984. 5. 21	수색분실 프로펠러식 풍향 풍속계 교체 (ISUZU를 KOSHIN K-53183)
1984. 5. 23~24	기상측기 도장 공사(자동운고계, 자동시정계, 백엽상)
1984. 6. 8	ICAO ANNEX 3 개정 1 번역, ZEROX 발행
1984. 6. 11	Projection impulse Lamp (W1,517,150: 소모품 2개) 수령
1984. 6. 12	제주분실 여행자를 위한 항공기상 안내 방송 시작
1984. 6. 15	본대 직통 전화 개통 LASER FAX RECORDER 수령 김해분실 단파 수신기 설치 가동(1일 1회 일기도 기입)
1984. 6. 23	프로펠러식 풍향 풍속계(ISUZU V-5070 수색 사용분) 반납

부록 1. 항공기상업무 일지

1984. 7. 1	기압 관측 mb로 읽어 처리 개시(종전 mmHg로 읽음)
1984. 7. 4	수색분실 외자재 측기(자기 습도계, 자기 온도계) 교체
1984. 7. 7	직무 교재(실무를 위한 예보책, 박병진 예보관) 발행
1984. 7. 10~13	재물조사 실시(김포 및 공항 산하 분실 5곳)
1984. 7. 21	울산 분실 재개
1984. 8. 13	속초분실 프로펠러식 풍향풍속계 이설 완료(KOSHIN K-5732)
1984. 8. 29	프로펠러식 풍향풍속계(ISUZU V-5077 속초 사용분) 반납
1984. 8. 20~9. 8	중앙 공무원 교육원 고급 관리자 과정 교육(홍성길 소장)
1984. 9. 6	전두환 대통령 방일 출발(2박3일)
1984. 9.11	프로펠러식 풍향 풍속계(KOSHIN 30775, 30776, 30774-제주 불출 \$8.14617) 수령
1984. 10. 4	갑호야장 양식 변경 사용
1984. 10. 8~11	항공기상 관측 지침 정정2, ZEROX 발행
1984. 10. 16	(배포: 중앙기상대 6개과, 측후소 28곳, 공항 산하 분실 5곳)
1984. 10. 17	창고 이전: 상층풍 관측 창고에서 TWR 4층으로 (일기도류 및 자기지)
1984. 11. 13	후반기 분실장 회의 개최(관측국장 이지용 참석)
1984. 11. 17	김해분실 모사 전신기(FAX) 설치
1984. 11. 21	본대 기상 기술 검토회의 본소 기원 김성현 우수상 수상
1984. 11. 27	본대 프로그램 경진대회 본소 기원 이경현 최우수상 수상
1984. 11. 28	김해 분실 복사기(제록스 38070) 구입
1984. 12. 4~6	여수분실 사무실 보수 및 확장
1984. 12. 24	자기 온도계 반납(NO 230703)
1984. 12. 31	'김포국제공항안개' 책자 발간(209쪽)
1985. 1. 22	CRT용 탁자 및 의자, 회선보완기 수령(3개: 김포, 김해, 제주)
1985. 2. 22	우설량계 5개 구입(김포, 김해, 제주, 속초, 여수)
1985. 3. 4	노점온도계 수감부 2개 수령
1985. 3. 14	직통전화에 연결하여 오후 3시 30분부터 Point to Point 개통
1985. 3. 25	레이저 팩스 반납(제주 송부)
1985. 4. 1	TWR 4층에 설치된 백엽상 관측 철수(자기온도계, 습도계) TANDEM 단말기 3개 수령(김포, 김해, 제주)
1985. 4. 20	제18회 과학의 날 본소 기상기사보 조덕현 유공표창(김성진 장관)
1985. 4. 22	관리공단 직통전화 개설(김포-김해)
1985. 4. 26	강릉지방기상대 기술검토회의 본소 기원 임용한 우수상 수상
1985. 5. 1	AFTN 송신주소 RJTGYS를 RJTGYR로 0000Z부터 변경

제1장: 항공기상의 변천 | 제2장: 우리나라 항공기상의 변천 | 제3장: 항공기상업무의 분야별 발전사

1985. 5. 16	전반기 분실장 회의 개최
1985. 5. 17	춘계 체육의 날 행사(북한산성)
1985. 6. 30	본소 기상기사 방순태, 수색분실 기상기사 유민근→정년퇴직
1985. 7. 2	대통령령 11719호로 중앙기상대 직제 개정, 김포국제공항 측후소를 김포공항 측후소로 개칭 수색분실 폐쇄 김해, 제주, 속초, 여수분실 김포공항측후소로부터 분리되어 각 지대 및 본대 소속
1985. 7. 16	신임소장 기상기정 박정환 부임 (전임소장 기상기정 홍성길 산업기상과장으로 부임) 예보관 5급에서 6급으로 하향 조정
1985. 8. 1	행정FAX 설치(청주로부터 이관)
1985. 8. 17	직제 개정으로 관측 장비 및 통신장비를 본대 장비과로 반납 김포공항측후소의 관측 장비 및 통신장비를 본대 장비과로부터 재수령
1985. 8. 19	행정FAX용 전화기 연결 시험 가동(662-8413)
1985. 9. 5	현업용 전화(663-1151) 개설
1985. 9. 7	불용품 폐기(측초기, 원통형시계F형, 크리노메타, 실링라이트, 진공청소기, 우설량계)
1985. 10. 28	추계 체육의 날 행사(개화산)
1985. 11. 5	프로펠러식 풍향풍속계 2조 반납
1985. 11. 20	4층 TWR 백업상 철거 반납
1985. 12. 2	지상일기도(06Z, 18Z) 묘화 시작
1985. 12. 19	항공기후표(본대자료과 발간) 배포
1986. 1. 9	행정 직통전화 개설
1986. 1. 18	00Z부터 QNH 방송 시 INS 삭제
1986. 3. 1	일본 JMJ 방송시간표 조정 및 내용 변경
1986. 5. 8	00Z부터 PIBAL 전문 작성시 지상관측치 포함
1986. 5. 15	춘계 체육행사(소요산)
1986. 6. 18	전자복사기(FT 4050)설치 및 전자복사기(DT 5200) 본대 반납
1986. 7. 1	00Z부터 제주공항 TAF 00, 06Z를 제주공항기상관측소에서 발표 : 06Z부터 김해 TAF 유효시간 조정
1986. 7. 13	전화번호 일제 변경 현 업 : 664-0365 유선 FAX : 664-0366 사무실 : 664-0367 소장실 : 664-0368
1986. 9. 1	03Z부터 서울공항(RKSMYM)에 AFTN으로 국내 기상 지원
1986. 9. 12	서울공항에 아시안게임 지원용 유선 FAX 1대 및 수신용 EXTEL 1대 설치(유선 FAX: 본대 예보과에서 차용), 투시기 시정계(CMO TR-69) 불용 폐기
1986. 9. 30	추계 체육행사(아시안게임 참관)

부록 1. 항공기상업무 일지

1986. 10. 8	서울공항에서 유선 FAX 1대 및 수신용 EXTEL 1대 철수 (유선 FAX: 본대 예보과에 반납)
1986. 10. 20~21	과학기술처 업무 감사
1986. 11. 15	01Z부터 서울공항으로의 AFTN 방송 중단
1986. 11. 18	18Z부터 김해 TAF 18Z AFTN 으로 방송 시작
1986. 11. 26	PIBAL 관측장소를 항공통신소 옆에서 화물터미널 맞은편 수전 개폐소 옆으로 이전
1986. 12. 20	과학기술처 이태섭 장관 방문
1986. 12. 22	04Z부터 서울공항(RKSMYM)에 AFTN으로 국내 및 국제 기상 지원
1986. 12. 29	과학기술처 업무 감사
1987. 3. 23	RVR(32방향) 신활주로 14방향으로 이설
1986. 12. 8 ~1987. 1. 27	자동기상관측장치(AMOS) 장비 설치 기초 1차 공사
1987. 3. 27	신활주로 사용: 최저기상치 VIS 800에서 600으로 변경
1984. 4. 10	항공운항종사자를 위한 항공기상세미나 개최
1987. 7. 8~20	저층난류측정장치(SODAR) 설치 공사
1987.10.19 ~1988. 1.14	AMOS 장비 설치 공사
1988. 4. 1	AMOS RVR 장비 운용
1988. 4. 13	무선통신장치(위키토키) 1대 수령(장비과)
1988. 4. 14	중앙기상대장 박용대, 총무과장 김현중 방문
1988. 5. 3	낙뢰감지기 수령(장비과)
1988. 5. 26	AMOS 장비 정상 운용(시험가동)
1988. 6. 10	1988 항공기상관측소장회의 개최(참석 항공기상과장 외 1, 제주, 김해, 울산, 속초, 여수 공항관측소장)
1988. 6. 11	0시부터 AMOS장비 정식운영(항공 16511~1690: 1988. 6. 8)
1988. 6. 28	구 관측 장비 공급용 전원 중단됨(노점온도계 풍향풍속계 및 구 RVR 장비)
1988. 8. 10	항공기상 관계관회의(올림픽 기상 지원 관계) 참석 : 서울공항 항공기상관계관, 대한항공 운항과, 항공기상과 및 전산 담당자
1988. 8. 22~28	해외 관속비행 실시(홍콩, 방콕): 정태천, 박진석(태국항공사 이용)
1988. 9.17~10.2	제24회 서울올림픽: 세계 주요 도시(38개) TAF 올림픽 지원
1988. 10. 15~24	제4회 장애인올림픽
1988. 11. 21	전신기 인쇄기(AH/P-11R) 1대 수령(장비과)
1988. 11. 25	신동경 항공지방기상대 통신과장 방문
1988. 11 30	프로펠러식 풍향풍속계 1조 반납(장비과)

1988. 12. 5~12	일본, 필리핀 관속비행(안승진, 임용근: JAL 이용)
1988. 12. 12~16	태국 바람시어 세미나 참석(임용한)
1988. 12. 31	항공기상과, 항공기상관측지침 발간, 모범공무원 수상(기상기사보 조덕현)
1989. 1. 13	대만 항공기상대장, 타이베이 측후소장 방문
1989. 1. 18	기상업무법 시행규칙 개정령 공포(총리령 제347호) : 국내외 항로의 관속비행에 관한 근거 법령 신설
1989. 2. 15	행정전용통신망 전화 신설(222-0270)
1989. 3. 2	기상레이더 컬러디스플레이 프로세서 선로 확보 및 장비 인수
1989. 3. 15	일기도 자기지등 보존문서 창고 이전(국내선 TWR 301~801호)
1989. 3. 23	제29회 세계기상의 날 행사 참여(주제 : 항공 업무와 기상) - 항공기상 운영협의회 개최(3. 22 신청사 2층 회의실) 가. 홍보자료 제공 나. 서울항공통신소 감사패 및 부상 수여 다. 유공자 과기처장관 수상(김학송)
1989. 4. 6	아시아나 직통 전화 신설 개통
1989. 4. 18	유선 FAX 교체(신도FAX K-21S)
1989. 4. 26	춘계체육행사(영종도)
1989. 5. 3	전국예보관회의 참석(김유철)
1989. 5. 18	무선국 정기검사(육상이동국, 간이무선국)
1989. 5. 19	서울시 소방항공기상대 AFTN 통한 기상정보 지원(RKSSYGYX)
1989. 5. 20	기상레이더 영상표출장치 설치 및 운영
1989. 5. 24	1989 방재기상도상훈련 실시
1989. 6. 9	국방부 특검단 손영철 대령 외 2명 AMOS 장비 견학차 방소
1989. 7. 1	고용직→기능직(현명숙)
1989. 7. 1	당소와 항공사 간에 WX FOLDER 지원 방식 변경: 유선 FAX 순차 동보방식
1989. 7. 7	태국기상대 직원 2명 관속비행차 방소(MRS. K. PURANAPUN, MR. S. KHAMRONYUTHA)
1989. 7. 10~15	TOPEX 회의에 참가한 10개국 대표 14명의 입·출국 안내
1989. 7. 11	신임소장 기상기정 김화겸 부임(전임소장 기상기정 박정환 광주지방기상대장으로 부임 : 승진)
1989. 7. 14	항공기상 업무 규정 개정(훈령 제203호: 1989. 8. 11)
1989. 7. 27~8. 5	소장: 일본기상청 업무협의 관계로 해외 출장
1989. 8. 7	일기도묘화대, 관측대 제작 및 설치
1989. 9. 1	감사원 업무 감사 수감(감사관 이용식, 부감사관 유병채)

부록 1. 항공기상업무 일지

1989. 9. 1	AMOS장비 보수계약 체결(센서 및 콘솔 부문: 진양공업, 컴퓨터 부문: DEC)
1989. 9.7~12.12	임용한 해외 연수(수치예보 앞처리 뒤처리 과정 : 미국 national weather center, 3개월)
1989. 9. 20	무선전화기 구입, 설치 운용(MAXSON 7000)
1989. 9. 26	울산공항기상관측소장 관속비행차 방소(기상기사 김성곤)
1989. 9. 27	수치예보 보조자료 채색 실시(악기상 부문 선별)
1989. 10. 5	김해공항기상관측소장(기상기사 오세윤) 관속비행차 방소
1989. 10. 11	현업상황판 레버장식 교체
1989. 10. 13	추계체육행사(강화도 전등사 18명 참석)-기념물 제작
1989. 10. 19	H24 관측 보고(제주공항): 항공 16511~2793(9. 12)
1989. 10. 20	미국 연방항공국 관제담당 Robert. J. Kohl 방소(KBDRYFYX)
1989. 10. 23	광주지방기상대 윤태호 과장 AMOS 장비 견학차 방소
1989. 10. 30	기상레이더 보강(9600bps, 2선식 1회선-2선식 2회선)
1989. 11. 16	항공기상 지침 수정(근거: 지침수정 2, 1989. 6. 26)
1989. 11. 23	온풍난방기 설치(대우 캐리어)
1989. 11. 24	특별직장교육 실시 - 항공기상과 안전운항에 대해 KAL 운항부 제2소장 이완규 기장 강의 후 보잉 747 항공기 내부 견학
1989. 11. 25	KAL 175편(서울발 강릉행) 추락 사고에 따른 조사보고 및 후속 처리
1989. 11.28~12.2	기상기원 유종인, 기상기원보 강태진(제주공항) 국외 관속비행 실시: 홍콩, 타이베이
1989. 12. 7~8	전국기관장회의 및 기상업무발표회 참가(소장, 기상기원 윤정빈)
1989. 12. 12	1989 정기 재물조사(본대 행정주사보 이종하, 기상기원 심철우, 행정서기 조진현 방소)
1989. 12. 14~19	부소장 양해본, 통신사보 박한별 국외 관속비행(태국)
1990. 1. 1	항공 METAR 실태표 작성(업무 개선)
1990. 1. 5	항공기상 최고, 최저기온과 강수량 TANDEM 입력(08, 16시)
1990. 1. 5	기상정보전송장비 EW(electric write)에서 AWS(airport weather service)로 교체(1. 25 EW 철수)
1990. 1. 9	현업전화(공단, KAL, 행정전화 등) 다중방식으로 교체
1990. 1. 18	시베리아 항로 SIG-WX(FOLDER용) 제공
1990. 1. 30	복사기 설치(FT4620 신도리코)
1990. 2. 24	박용대 대장 방소(총무과장 수행)
1990. 3. 12	김포 항공기상장비 슬라이드 제작

1990. 3. 22	스와질란드 마나파국제공항장 'NKAMBULE' 방문
1990. 3. 22	TANDEM 프린터 소음방지기 설치(APEX)
1990. 3. 30	영국 TAF(EGLL, EGSS, EGKK, EGCC, EGPK) 수신 (ADDRESS: EGGYYBYB)- KAL항공 siberian 항로 사용(3. 25)
1990. 3. 31	사우디항공 폐쇄(WX-FOLDER 중지)-ADDRESS 삭제(4. 4)
1990. 4. 3	호주 시드니공항(ASSYPYX) TAF 지원(KAL 항공 취항, 4. 2)
1990. 4. 6	일본 센다이공항(RJSS) TAF방송 수신(00Z부터) (아시아나항공 취항, 4. 6)
1990. 4. 18	독일 TAF(EDDL, EDDK, EDDF), 스위스 TAF(LSZH), 프랑스 TAF (LFPO, LFPG), 소련 TAF(UJEE, UUWW, ULLI) 수신-RJAAPYX 중
1990. 4. 23	MASSCOMP 설치
1990. 4. 26	기상 RADAR COLOR MONITOR 장비 철수
1990. 4. 27	춘계체육행사(북한산성)
1990. 5. 16	사이판(PGSN), 괌(PGUM) TAF 수신-RJAAPYX 중계
1990. 12. 6	외래강사 초빙 당소 직무교육(강사:예보관실 정순갑, 내용:단열선도) 제9차 WMO 항공기상전문위원회 참가 귀국설명회(강사:항공기상과 류필선, 내용: 회의 참가 보고)
1990. 12. 8	전산업무발표회 참가(기상기사보 임용한, 기상기원 윤정빈)
1990. 12. 16~20	기상기사 김학송 해외 관숙비행(미국 로스앤젤레스)
1990. 12. 16~21	통신사 이상덕 해외 관숙비행(캐나다 토론토)
1990. 12. 18	지방기상대장회의 참가(소장)
1991. 1. 10	타이베이 기상센터 린귀핑 예보관 관숙비행차 내소(예보업무 및 장비현황 견학)
1991. 1. 11	관숙비행: 유종인, 린귀핑, 서울-제주(11~14일)
1991. 1. 18	린귀핑(대만기상센터) 출국, 오후 2시 50분 CAL.
1991. 1. 23	설날 기상 지원 특별대책 수립(2. 13~2. 17)
1991. 1. 25	지방기상대장회의 참석(소장님 본청)
1991. 1. 29	직장교육 : 지방기상대장회의 전달교육, 걸프만사태에 관한 교육(강사 : 소장, 부소장)
1991. 1. 31	인사발령 : 2월 1일자 전출자 : 박한별, 김정근, 남영만, 김봉진(승진 전출) 전입자 : 김한준, 김성호, 이창원, 김성현
1991. 2. 23	불시보안업무 실태 확인점검 및 1990 문서정리 관계 점검(기상청 총무과 이상근 내소)
1991. 3. 6	국방부특검단 AMOS장비 견학(부이사관 권기주, 대령 정현영, 중령 이후성)
1991. 3. 11	제22기 과장후보자과정 교육(부소장, 중앙공무원 교육원, 3. 11~4. 6)
1991. 3. 14	수신전용 행정 FAX 설치: 본청 예보관리과에서 1대 인수
1991. 3. 19	자기기업계 반납 : 본청 장비과로(1조)

부록 1. 항공기상업무 일지

1991. 3. 22	기상사진전 개막식 참석 : 소장 뽀랭땅백화점
1991. 3. 29	체육대회 참석: 본청에서 실시한 기상의 날 기념 체육대회
1991. 3. 30	무선국(육상이동국) 재허가 : 무선국(육상이동국-축후김포1, 2호)
1991. 4. 3	인사발령 : 기능직 김재욱
1991. 4. 3	휴직원 제출 : 기상기원보 정강아 군 입대
1991. 4. 11	청장 초도순시 : 항공기상과장 류필선, 비서관 오완탁
1991. 4. 16	관속비행 : 김해공항기상관측소장 오세윤 내소
1991. 4. 16	항공기상 업무협의 : KAL 운항관리부 이사 김상준, 차장 백경흠 내소
1991. 4. 18	무선국 검사 : 무선국 정기검사 육상이동국 축후김포1, 2호 간이무선국 기상김포 501, 502, 503호
1991. 4. 20	예보철 지원: 미하일 고르바초프 방한에 따른 시베리아항로 예보철 지원(제주공항)
1991. 4. 24	예보관계관회의 및 세미나 참석: 부소장, 본청 4. 24~25
1991. 4. 30	신공항건설공단 간담회 참석: 부소장, 공단회의실
1991. 5. 2	항공기상업무협의: 소장, 임용근(KAL 운항관리)
1991. 5. 3	춘계체육행사: 북한산 등산
1991. 5. 8	속초축후소장 천광인 관속비행차 방문
1991. 5. 9	기상장비 도색: 삼아도건에서 활주로에 있는 기상장비 도색(AM OS, SODAR 장비)
1991. 5. 10	측기검정: 유리제 온도계(102, 40614)
1991. 5. 20	성년의날 기념품 증정: 기상기원보 임교순에 전달
1991. 5. 23	기관장 회의 참석 : 본청 소장
1991. 5. 27	더블카세트레코드 구입: 강서구청 연금매장에서 1대
1991. 5. 28	직장교육 실시: 1991 기관장회의 참석 결과, 풍수해대책 슬라이드, 정신교육 에너지절약 등.
1991. 6. 1	신규발령 : 윤건희, 김현애 6. 1일자 기상기원보시보
1991. 6. 4	관속비행: 임용근(서울-속초, 6. 4~5)
1991. 6. 7	통신관계관회의 참석: 소장, 임용한(본청 개발관실)
1991. 6. 12	업무현황 파악: 본청에서 한기의 기획국장, 송준규 과장 방문
1991. 6. 13	모산전신기 수령: 예보관리과로부터 관리 전환
1991. 6. 27	활주로 32R ILS CAT 추가 운영 : 김포활주로 32R방향 ILS CAT 추가운영 1991. 6. 27 09:01 14R방향 1990. 10. 10 09:01 적용 실시
1991. 6. 29	청와대 기상 지원: 대통령 방미계획에 따른 샌프란시스코 기상 자료 지원 (청와대 상황실)
1991. 7. 1	기상기원보시보 김현애 사직원 수리

1991. 7. 2	무선국 허가장 반납: 허가기간 만료(김포측후 1, 2호)로 반납
1991. 7. 22	AO Plotter 설치: 기상개발관실 최흥현, 이희구 설치
1991. 7. 25	외항기예보철 지원: KAL 외항기지원 전담반이 담당하는 외항기에 예보철 지원
1991. 8. 1	AO 플로터 정식가동 전문기입
1991. 8. 26	XH-2S용 전용회선 해지 - 미국 공군통신망(XH-2S) 폐쇄에 따른 전용회선 (미 공군 제30기상 전대-김포공항측후소) 해지
1991. 8. 27	공군 기상 자료 수신: 공군 기상 자료 Meter Tendem으로 수신 개시(11:20)
1991. 9. 1	김포내규 개정 시행: 김포내규(업무 분담) 개정 시행
1991. 9. 4	올던팩스 수령: 올던팩스 신품(SERIAL NO3670) 수령 및 구 올던팩스와 매뉴얼 1권 반납
1991. 9. 9	레이저팩스 설치: 본청 위성과로부터 레이저팩스 설치 운용
1991. 9. 11	AMOS 접속 승인: KAL, JAL, ASIANA에 AMOS 모니터 접속 승인
1991. 9. 16	무선국(간이무선국) 허가: 무선국(기상김포 1, 2, 3호) 재허가
1991. 9. 26	국외 출장: 임용한(기상자료 처리 위한 데이터베이스 디자인그룹 훈련 참가(일본, 1991. 9. 26~1992. 3. 8))
1991. 10. 11	추계체육행사(소요산 등반)
1991. 10. 23	국외 세미나 참석: 김성현- 항공기 운항을 위협하는 악기상에 관한 세미나 (베트남 하노이 10. 23~11. 3)
1991. 10. 28	기상전산기술 발표회 참가: 윤정빈- 제2회 기상전산기술 발표회(본청, 10. 28~29)
1991. 10. 31	정부전자계산소에서 급여 프로그램 복사해 옴.
1991. 11. 10	기상특보(안개) 통보: 중앙재해대책본부에 기상통보(안개) 지원 개시
1991. 11. 20	해외 관속비행: 소장, 김유철- 캐나다 밴쿠버(11. 20~25)
1991. 11. 20	행정전화번호 변경: 번호 변경 없이 국번만 22 - 223으로 변경
1991. 12. 1	TAF 평가 전산화 실시: TAF 평가 전산처리 실시 시작
1991. 12. 26	김포안개자료 책자 발간: 김포안개자료 DB화에 따른 책자 (150부 인쇄)
1991. 12. 30	간이무선국 구허가장 반납: 기간 만료로 간이무선국 허가장 반납
1991. 12. 30	AMOS 접속 승인: KLM(네덜란드항공사)에 AMOS 모니터 접속 승인
1992. 1. 9	문서작성 프로그램 및 급여변동 프로그램 수령(정부전자계산소)
1992. 1. 10	92년도 정기재물조사(본청 장비과 심현우 외 1인 내방)
1992. 1. 11	AMOS 정비 보수 계약: 센서 및 콘솔 부문- 지양공업주, 컴퓨터 부문 - 디지털아퀴드먼트주
1992. 1. 14	AMOS VAX-11 A컴퓨터 수리- HD(RD53) 교환

부록 1. 항공기상업무 일지

1992. 1. 17	설날기상지원 특별대책 수립(92.2.1~6)
1992. 1. 23	92재물조사(총무과 조진현 내소)
1992. 1. 27	본청에서 디스크정비 작업을 위한 시스템 운영 일시 중단 (13:30~18:00)으로 부총신망 운영(RTT, K3U9, 무선FAX)
1992. 3. 5	승용차 불용 결정 및 반납이수증 송부
1992. 3. 11	JMH 스케줄 부분 변경(FAX)
1992. 3. 13	직제 개정으로 김포공항측후소를 김포공항기상대로 기관 명칭 개정
1992. 3. 17	승용차 폐기 처리
1992. 3. 18	신규 차량 자동차 등록필(서울 2수 8527)
1992. 3. 20	직제 개정에 따른 새 관인 사용 및 구 관인 폐기 조치
1992. 3. 27	세계기상의 날 기념 배구대회 참가(본청에서, 김포 우승)
1992. 3. 28	교육: 기상기원 김희수(기상전산과정 3. 30~4. 4)
1992. 3. 31	MODEM 1200BPS 1대 반납 및 인수증 송부
1992. 4. 1	목포공항 기상관측소 관측 업무 개시
1992. 4. 4	휴직: 기상기원 김두희
1992. 4. 15	AMOS 수리(14기경 낙뢰로 파손된 전산실 베이스 모뎀의 IC(AM791101 1개, LM224J 2개) 및 활주로 RTU1. 3의 IC(2803 2개), RTU3의 RVR60V 공급용 전원 FUSE(6.3V) 2개 교환
1992. 4. 23	춘계체육행사(남한산성 등산)
1992. 4. 30	본청 출장: 부소장 양해본(예보 및 관측관계관회의)
1992. 5. 4	휴직: 기상기원 임교순
1992. 5. 7	공직자특별경제교육(본청에서 실시, 경인지역 전부 참가)
1992. 5. 8	OPKCYIYX(카라치, 파키스탄)에 김포 TAF기 지원 개시
1992. 5. 12	건강진단 실시(김포세관에서, 건강관리협회)
1992. 5. 13	항공관리과장 임승학 업무협의차 방문
1992. 5. 25	PABAL 관측실 이전(물품이전 정리)
1992. 5. 29	대장 출장 : 지방기관장회의 참석(광주지청 29~30)
1992. 6. 4	시정계 복구 : 14L 구 RVR(cardion) 복구 설치 완료, 예비 장비 활용
1992. 6. 5	회의 참석: 92년 전산통신관계관회의 양해본, 박준환 참가
1992. 6. 10	의원면직: 기능직 10등급 현명숙
1992. 6. 10	AMOS 수리 : 오전 7시경 낙뢰로 고장 난 사무실의 RTU모뎀 및 RTU1의 인터페이스- 모뎀, 구 활주로 RTU2모뎀 수리 복구
1992. 6. 22	92을지연습 비상소집(전 직원 응소)

1992. 6. 30	전용회선 2회선 해지: 구 레이더선. 올던팩스 전용회선 해제
1992. 7. 2	목포공항 개소에 따른 RKSL METAR 전문군에 RKJM 추가 - 기상전문 AFTN으로 방송 개시
1992. 7. 13	METAR 전문을 기상청 통신용컴퓨터(TXP)에서 AFTN으로 방송 개시
1992. 8. 21	BACK UP용으로 휴대용 3배풍속계 및 온습도계 설치
1992. 8. 31	본청 수치예보과장 외 7명 내방: AWS 자료 분석 및 처리 소프트웨어 설치 및 사용 교육
1992. 9. 3	제2차 아·태지역 ICAO 화산공역회의 참석 - 장소 및 일자: 9. 3~19(태국) - 참석자: 기상서기관 임승학, 기상주사보 김성현
1992. 9. 17	행정전산망용 PC 1조 구입(286, AT)
1992. 10. 28	공항기상관측소장 회의 개최(응용기상국장, 항공기상과장 외 2명, 김포공항기상대장 외 6명, 공항기상관측소장 6명)
1992. 11. 12	항공기상장비 낙뢰방지기 설치: AMOS, SODAR 장비의 신호선, 전력선에 부착
1992. 11. 12	ICAO ANNEX3 부분 개정 시행: 1, 2, 3, 5장: 용어, 7장: SIGMET 형식
1992. 11. 23	RTU2, 3 및 SODAR 장비 낙뢰방지기 설치: SODAR Rear pannel부 IC 교환
1992. 11. 30	국외 관속비행 실시: 장소 및 일시: 홍콩(11.30 - 12.3), 기상사무관 최병목, 기상주사 김한준
1992. 12. 11	KAL 조종학생 13기 22명 견학: 기상대 업무 소개
1993. 1. 11	삼보컴퓨터 SX 386/25 1조 설치(본청에서 수령)
1993. 1. 13	바람장미(1965~1991) 산출 프로그램 보완 및 자료 출력 군산공항(RKLIKIPZX)에 전문 송신 - METAR, SPECI, TAF, SIGMET, WARNING 자료 송신
1993. 1. 19	ICAO 전문위원 페르난도 올리벨라(Fernando A.L. Oliveira) 기상시설 견학차 방문
1993. 1. 25	인사발령: 전출 기상주사보 김성현(기상청 항공기상과), 전입 기상주사보 고종환(남 극 파견근무)
1993. 2. 12	인사발령: 전출 기상서기관 김화겸(예보국 관측담당관), 전입 기상서기관 김윤교(응 용국 기후자료과장)
1993. 3. 2	인사발령: 전출 기상서기보 김종찬(강릉지방기상청)
1993. 3. 8	7월 1일부터 시행되는 전문 CODE 변경에 따른 공항기상 업무지침 교육자료 작성
1993. 3. 13	불용물품 결정 승인: TTY 등 10점
1993. 3. 18	연금취급 대행 금융기관 변경(국민은행 양평동지점에서 공평동지점으로 변경)
1993. 3. 23	기상의 날 행사 및 체육행사(김포통신소)
1993. 4. 21	춘계 체육행사: 강화도 함허동천
1993. 4. 28	금성사 키폰전화기(GK-33N) 1조 설치

부록 1. 항공기상업무 일지

1993. 5. 12	휴대용 무전기 교체 : 세성통신 CH-134K형으로 2대 교체(관제탑 교신용)		
1993. 5. 17	PC 및 AMOS 시스템 보안경 설치(7개)		
1993. 5. 21	항공기상관측소장 회의 개최(장소 : 김포공항기상대) - 참석자 : 응용기상국장, 항공기상과장 외 3명, 김포공항기상대장 외 9명, 공항기상관측소장 6명 - 내용 : METAR와 TAF CODE 공항예보 확대발표 토의		
1993. 5. 31	인사발령 - 전출 : 김유철(대전지방기상청), 박진석(강릉지방기상청) - 전입 : 이강휴(대전지방기상청), 강영범(제주고층레이더기상대)		
1993. 6. 2	예보관계관회의 참석 : 기상사무관 양해본(기상청)		
1993. 6. 3	한국공항공단 AMOS MONITOR 접속 - 한국공항공단의 요청으로 항공기상정보의 신속한 제공, 항무통제실에 설치		
1993. 6. 11	통신관계관회의 참석 : 대장		
1993. 6. 22	낙뢰보호기 추가 설치(9개) : AMOS 장비 보호 위해 활주로 RTU 3곳에 설치		
1993. 6. 23	카메라 NIKON CF-27 1대 구입		
1993. 6. 25	신규발령 : 한연선(기상서기보)		
1993. 6. 29	청장 방문 : 1993 방재기상업무 현지 점검차 방문		
1993. 6. 29	해외 관측비행 실시 : 일본 나리타공항, 기상주사 김정근(김포), 기상주사 이광주(제주)		
1993. 6. 30	명예퇴직 : 전무주사 이상덕, 전입 : 전무주사 박한별(부산지방기상청)		
1993. 7. 1	신 항공기상전보식(METAR, SPECI, TAF) 시행 - METAR 및 SPECI : 00UTC(09시)부터 적용 - TAF : 08시(유효시간 0024UTC부터 적용)		
1993. 8. 9	열대성저기압과 화산재에 대한 SIGMET의 WMO 자료지시부 분리 - GTS 및 AFTN 방송에 사용 중인 SIGMET 정보지시부에 열대성 저기압 정보 및 화산재 정보지시부를 분리하여 각각 사용하도록 개정		
	지시부	내 용	비고
	WSK031	SIGMET 정보	현행
	WCK031	열대성저기압 정보	개정
	WVK031	화산재 정보	개정
1993. 8. 20	국내공항에 대한 공항예보(TAF) 확대 발표에 따른 회의 - 참석자 : 김포 11명, 각 공항관측소장 6명, 항공기상과 1명		
1993. 9. 9	숙직실 온돌 패널공사 완공		
1993. 9. 23	W/S 프로그램 설치(삼보정보시스템)		

1993. 9. 25	인사발령 : 전출 기상사무관 양해본(강릉지방청 원주기상대장), 전입 기상사무관 정현권(강릉지방청)
1993. 9. 27	14L 구 시정계(Cardion; 81A-6194) 철거→제주로 이전 설치
1993. 9. 28	서항청 이동통신실에 AMOS 모니터 1대 설치
1993. 10. 7	추계체육행사: 관악산
1993. 11. 9	전출 기상주사 김영호(예보국 관측관실), 전입 기상주사 허복행 (신규 특채발령)
1993. 11. 20	전출 기능직 박영기(기상청 총무과), 전입 기능직 김용로 (기상청 총무과)
1993. 11. 23	국외 관속비행(호주 시드니 11. 23~27) 기상주사 이강휴, 기상주사보 박홍하
1993. 12. 6	행정전산망용 PC 386 설치(컴퓨터 테크놀로지)
1993. 12. 14	특별관측 실시기준 조정 - 항공기 이착륙 최저기상조건치 석특보고기준에 포함 - 김포공항 활주로가시범위(RVR)에서 550m 일때 선풍보고
1993. 12. 24	구 활주로 구 RVR 장비 및 백업상 철거
1993. 12. 27	풍향풍속계 철탑 설치 공사
1993. 12. 28	FAX용 가입전화 1회선 신설- 전화번호 : 666-4584
1994. 1. 18	항로기상 지원 회의(교통부): 대구 ARTCC 이관에 따른 항로기상 지원 (대장 김윤교 외 2명 참석)
1994. 1. 26	문서고 이전(국내선 8층에서 9층으로 이전)
1994. 2. 1	항공기상교육과정 개설검토회의(기상연수원)- 대장 김윤교 참석
1994. 3. 23	세계기상의 날 기념행사(직원교육 및 체육행사)
1994. 4. 2	교통부장관상 수상(기상지원 유공) 기상서기 김성현
1994. 4. 29	제32회 체육행사 실시 및 국토대청결 운동(경기 강화 외포리)
1994. 5. 13	서식 승인(국제공항예보 서식 외 4종)
1994. 5. 20	무정전전원공급장치(UPS) 설치: 15 KVA 1대, 계약일자: 4. 22, 설치일자: 5. 20
1994. 5. 24	실무공무원 국외훈련(일본): 기상주사보 김용진(5. 24~31)
1994. 5. 27	예보관계관회의 참석(예보국): 기상사무관 정현권
1994. 7. 1	우수공무원상(대통령): 기상사무관 정현권
1994. 7. 9	국토대청결 운동(우장산)
1994. 8. 9	삼성항공 국내전문 송신: 국내실황, 국내예보를 AFTN으로 삼성항공 송신 개시
1994. 8. 26	대한항공 비행훈련소 조종학생 견학 및 업무 소개(교관 3명, 조종학생 28명)
1994. 9. 5	국외 관속비행(대장 김윤교 및 1명, 미국 뉴욕, 9. 5~9)
1994. 10. 18	추계체육행사(우장산)
1994. 11. 11	항공기상관계관 회의(응용기상국 항공기상과): 응용기상국장 외 30명 참석

부록 1. 항공기상업무 일지

1994. 12. 1	호주 멜버른 SIGMET 송신 개시(화산 및 태풍 SIGMET을 AFTN으로 송신 개시 조치)
1994. 12. 26	케이블 인입시설 준공: AMOS의 예비용 신호선 설치(계약 및 착공: 12. 1, 검수 및 준공: 12. 26)
1994. 12. 26	PC-FAX 및 스캐너 설치(김포 증 327, 328호)
1994. 12. 28	저충난류측정장치 안테나 보수 및 PROGRAM 버전 업(운용 소프트웨어 버전 업)
1994. 12. 29	유선 FAX 및 RTT용 안테나 보수
1994. 12. 31	상층기류월보 정기보고 폐지(상층기류월표원보와 상층기류월보의 통 · 폐합)
1994. 12. 31	모범공무원상 수상(국무총리) 기상주사 김한준
1995. 1. 1~31	항공관제기상 지원요원 교육(김유철, 임용한, 서만수, 한상현, 박동춘)
1995. 1.11	박윤희 기상서기보 시보 해제
1995. 3. 1	퇴직 백미정 기상서기보, 전출(예보국 예보관리과) 홍종남 사무보조원, 전입(응용기상국) 이영미 사무보조원
1995. 3. 9	고속다중화 장비 WELLCOM 2000 설치
1995. 4. 15	신규 : 이진영 기상서기보 시보
1995. 5. 20	승진(전출 예보국 관측담당실) 정현권 기상서기관(부대장), 전입(응용기상국 응용기획과) 김병선 기상사무관(부대장)
1995. 6. 1	1차 AMOS 예비선 공사: 사무실-신활주로 구간(6. 21~7. 27)
1995. 7. 5	파견(공로연수) 김윤교 기상서기관(대장), 전입(춘천기상대) 신봉희 기상서기관(대장)
1995. 9. 27	기상위성사진수신기구 설치: KMA/SDUS 장비
1995. 10. 1	토요전일 근무제 실시: 대상인원 11명
1995. 10. 18	승진(전출 광주지방청) 이강후 기상서기관
1995. 10. 28	승진 전입(제주기상대): 전준모 기상주사 전입(제주기상대 성산포관측소): 노성길 기상주사보, 전입(응용기상국 기후자료과) 김완희 기상주사보 승진전입(제주기상대): 한경훈 기상서기
1995. 11. 9	전입(응용기상국 기후자료과) 김종복 기상주사보, 파견(남극세종 기지) 김용진 기상주사보
1995. 11. 15	항공기상 자동관측장비 도색(활주로 항공기상 자동관측장비 도색작업) 공사 11. 16~30
1995. 11. 28	항온항습기 수리(11. 24~28)
1995. 12. 1	저충난류 측정 장비 보수, 안테나 DISH, 히터 교체
1995. 12. 2	2차 AMOS 예비선 공사 및 전력선 보수(사무실-구 활주로) 12. 4~23
1995. 12. 2	활주로 예비장비용 신호선 및 전력선 보수(사무실, 활주로B) 12. 4~23.)
1995. 12. 11	사무실 전등보완 공사 : 안정기(전자식) 교체 12. 4~11
1995. 12. 12	모사전송기 도입(LF-2000I), 레이저프린터(FT 5350) 및 전자복사기(모델 SFLE) 구입

1995. 12. 18	전자복사기 교체 FT 5350 설치, 모사전송기 교체 LF-2000I 설치, 레이저프린터 구입 SFLE 설치
1995. 12. 22	전력량계 교체(사무실 외 6지역)
1996. 1. 12	전입(부산지방청 예보과) 육명렬 기상사무관(부대장), 전출(기상청 관측담당실) 김병선 기상사무관(부대장)
1996. 1. 18	전입 문용주 기상주사(예보국 예보관실) 전출 김한준 기상주사(항공교통관제), 박정훈 기상주사보(응용기상국 항공기상과) 승진 강영범 기상서기, 전출 신현철 기상서기(제주기상대), 오영숙 기상서기(광주지방청) 승진전입 김성현 기상주사보(제주기상대), 전입 윤종필 기상서기(예보국 예보관실) 전입 강상훈 기상서기(예보국 지진담당실), 전입 노석원 기상서기(강릉지방청 기후과) 전입 정태균 기상서기(예보국 예보관실)
1996. 3. 15	휴직 윤종필 기상서기, 전입 황영하 기상서기(응용기상국 항공기상과)
1996. 3. 28~4. 15	1차 항공기상정보 위성수신장비 설치, WAFS 위성방송 수신 장비 - VAST(2.4m), - PES(4000), - MEMOTE(FR970)
1996. 4. 5	퇴직(한연선 기상서기보)
1996. 5. 9	전출 전준모 기상주사(예보국 예보관실), 전입 김종모 기상주사(광주지방청 정읍관측소) 전출 김성현 기상주사보(부산지방청), 승진전입 허택산 기상주사보(제주기상대) 전출 한경훈 기상서기(제주기상대), 승진전입 윤영문 기상서기(예보국 예보관실) 신규 김진상 기상서기보시보
1996. 7. 24	전출(기상청 관측담당관) 신봉희 기상서기관(대장), 전입(춘천기상대)박병진 기상서기관(대장)
1996. 7. 25	승진전출 황영하 기상주사보(광주지방청), 승진전입 이은영 기상서기(예보국 예보관실) 전출 김은정 기상서기보(예보국 예보관실)
1996. 8. 6	퇴직 이진영 기상서기보
1996. 9. 16~24	2차 항공기상정보 위성수신장비 설치 : WAFS TERMINAL
1996. 11. 15	전출 허복행 기상주사(항공교통관제기상대) 전입 권오웅 기상주사(예보국 수치예보과), 이재신 기상서기보(춘천기상대), 김성근 기상서기보(영월기상대)
1996. 11. 25	국지기상연속감시 시스템(외자분 설치) 국지기상감시용장비: 워크스테이션, 라우터, 잉크젯플러터, LBP(레이저프린터)
1996. 12. 3	3차 항공기상정보 위성수신장비 설치 : 레이저 프린터(3167A)
1996. 12. 23	경위의 설치 : WARREN KNIGHT(TRIPOD, HASE FILTER, SOLAR SHAD, PROGRAM)
1996. 12. 27	국외훈련(1997. 6. 23까지) 권오웅 기상주사

부록 1. 항공기상업무 일지

제10차 기술검토회의

1982년 10월 29일 기상연구소 강당에서 제10차 기술검토회의를 개최하였다. 이 회의에서 김포공항기상대 김정근, 홍성길이 '김포국제공항의 가을철 복사안개의 객관적 예보'란 제목으로 수상했다.

신간서적 '기상분석과 일기예보'

기상학의 일반 지식을 피하고 일기분석과 예보에 역점을 두었다. 기상전문의 해석과 이용을 포함한 지상·상층일기도 작성과 이용법, 각종 보조일기도의 작성원리와 이용법, 그 밖의 수치예보의 개관과 기상요소의 객관적인 예보방법 등이 예시와 함께 수록되었다. 저자 홍성길, 출판 교학연구사, 발행일 1984년 1월 10일.

공항분실장회의 개최(1984. 4. 26)

김포국제공항측후소에서는 1984년 4월 26일 당 측후소 산하 5개 공항분실장이 자리를 함께하고 1984년 상반기 공항분실장회의를 가졌다. 이 회의에서는 지난 3월 30~31일 본대에서 개최된 전국기관장 회의 때 토의된 지시사항 등을 전달하고, 공항 업무특성에 따른 당 측후소 업무를 지시하기 위하여 열렸다. 이 자리에서는 각 공항분실에서 처리한 1983년도 실적보고와 1984년도 업무계획 등이 토의되었다.

토의된 내용으로는 제주·속초공항분실에서의 AFTN 및 공군통신망 이용의 가능성 등 4~5개의 과제가 토의되었다. 오후에는 KAL 문원식 차장을 외부강사로 특별히 초빙하여 '항공운항과 기상'을 주제로 한 세미나가 진행되었다. 이어 27일은 체육의 날 행사를 겸해 회의에 참석한 5개 분실장과 김포공항측후소 전 직원이 함께 강화 마니산을 등반, 그동안 수고로 쌓인 피로를 함께 풀면서 대화의 광장을 마련하는 한편 올해에는 더욱 힘을 합쳐 기상업무에 가일층 정진할 것을 다짐하였다. 한편 당 측후소에서는 올 11월 22일부터 발효되는 ICAO 국정 ANNEX3(9thed. 1983. 10)의 개정판을 번역하여 각 측후소에 보급할 예정이다. 지난해 말 ICAO 국정 ANNEX3(8thed.)와 PANS MET는 이미 번역 발간을 마쳐 각 측후소에 보급하였다.

공항분실장회의 개최(1984. 10. 16)

김포국제공항측후소에서는 1984년 10월 16일 산하 5개 항공분실장 및 울산분실장이 자리를 함께한 가운데 1984년 하반기 항공기상분실장 회의를 개최하였다.

이 회의에서는 전반기 회의토의사항 결과조치 등을 검토하는 한편 각 항공분실에서 실행한 연말까지의 업무추진 등을 토의하였다. 이에 앞서 각 분실에서는 분실 특성에 따른 연구 과제의 연구 결과 보고 등을 진행하였다. 이 자리에는 이지용 관측국장이 참석하였다. 17일에는 전날 회의에 참석한 전 분실장과 김포국제공항측후소 전 직원이 함께 송도유원지에서 화합과 대화의 광장을 마련하는 등 체육의 날 행사를 가졌다. 이 행사에서는 간이 야구게임 등을 통해 그동안 쌓인 심신의 피로도 풀고 내년에도 더욱 힘을 합쳐 항공기상 업무에 가일층 정진할 것도 다짐하였다.

공항분실장회의 개최(1984. 10. 16)

김포국제공항측후소에서는 1984년 10월 16일 산하 5개 항공분실장 및 울산분실장이 자리를 함께한 가운데 1984년 하반기 항공기상분실장 회의를 개최하였다.

이 회의에서는 전반기 회의토의사항 결과조치 등을 검토하는 한편 각 항공분실에서 실행한 연말까지의 업무추진 등을 토의하였다. 이에 앞서 각 분실에서는 분실 특성에 따른 연구 과제의 연구 결과 보고 등을 진행하였다. 이 자리에는 이지용 관측국장이 참석하였다. 17일에는 전날 회의에 참석한 전 분실장과 김포국제공항측후소 전 직원이 함께 송도유원지에서 화합과 대화의 광장을 마련하는 등 체육의 날 행사를 가졌다. 이 행사에서는 간이 야구게임 등을 통해 그동안 쌓인 심신의 피로도 풀고 내년에도 더욱 힘을 합쳐 항공기상 업무에 가일층 정진할 것도 다짐하였다.

항공분실장회의 개최(1985. 6. 12)

김포국제공항측후소에서는 1985년 5월 16일 당대 대장이 참석하고 산하 5개 항공분실장 및 울산분실장이 자리를 함께한 가운데 85년도 전반기 항공기상분실장회의를 개최하였다. 이 자리에서는 II급 기상 관서 업무의 효율성을 포함하여 직제가 개정된 이후의 항공기상 업무의 문제점과 해결방안 등을 심도 있게 논의하였다. 아울러 항공기 운항 증진방향, AFTN 통신망 이용 등 다양한 사항도 논의되었다.

부록 1. 항공기상업무 일지

이날 토의가 끝난 후 대장은 일선 분야에서 열심히 일하고 있는 항공기상 전 직원의 노고에 감사하는 한편 역사적인 현재의 전환점을 인식하고 항공 업무에 더욱 창의력을 발휘해 분발해 줄 것을 당부하였다.

이튿날에는 전날 회의에 참석한 분실장과 김포국제공항측후소 전 직원이 함께 북한산을 등반하여 심신의 피로를 풀면서 대화의 광장을 마련하는 한편 올해에도 더욱 힘을 합쳐 기상 업무에 가일층 정진할 것을 다짐하였다.

한편 김포국제공항측후소에서는 1984년 말에 김포안개누년통계 책자를 발간, 각 측후소에서도 활용하도록 배포하였다. 또 86아시안게임, 88서울올림픽에 대비하기 위하여 본대 관련 부서와 함께 항공기상 10년보를 발간하기 위한 업무를 추진하였다.

항공분실장회의 개최(1985. 6. 12)

기관별 기관업무발표회 과제접수 목록은 다음과 같다.

대구분	과·측후소별	과제명
직할측후소	김포공항측후소	장마 초기 김포지역의 호우 발생과 상층기류의 관련성 조사

기관업무발표회(1986. 12)

기관별 기관업무발표회 과제접수 목록은 다음과 같다.

대구분	과·측후소별	과제명
직할측후소	김포공항측후소	예보철 작성의 전산화

항공 및 고층기상 관련 기술도서 배부(1988. 7)

응용기상국에서는 항공 및 고층기상관측전문 작성에 필요한 WMO Manual on Codes(Volume I)와 WMO Technical Regulation 및 ICAO Technical Regulation의 발췌 분을 각각 원본대로 복사하여 새로운 개정 내용을 가제 삽입할 수 있도록 제본한 후 김포공항(측)의 5개 공항기상 관서와 포항(측)의 1개 고층(측)에 배부하여 현지에서 활용토록 하였다.

항공기상업무협의회 개최(1988. 8)

김포공항측후소에서는 1988년 8월 10일 88서울올림픽 기간 항공기상 지원을 원활히 수행하기 위한 일환으로 박정환 측후소장 주재로 중앙기상대 항공·통신 관계자, 서울공항기상관계자, 대한항공 운항관계자 등이 참석한 가운데 항공기상 관계관회의를 가졌다.

이날 회의에서는 올림픽 기간에 늘어나는 항공기의 안전운항 대책을 위한 상호 협력방안을 토의하였다. 한편 김포공항측후소에서는 올림픽 기간에 서울공항을 이용하는 여객기의 안전운항을 지원하기 위하여 서울공항에 WEATHER FOLDER, 외국TAF 자료, TAF 보조자료 등을 유선FAX를 이용하여 지원하기로 했다.

88서울올림픽 기상지원 전산화

세계의 대 체육제전인 올림픽을 맞이하여 김포공항측후소에서는 양질의 기상정보를 신속히 제공하고자 현행 MSS(MESSAGE SWITCHING SYSTEM) 특성에 맞추어 몇 가지 보완하고 개발하였다.

서울올림픽에서는 몇 나라를 제외한 전 세계의 선수, 임원들이 참석함으로써 교통량이 확대 증설되기 때문에 단순한 국내예보를 위한 자료뿐만 아니라 전 세계 기상자료가 필요하게 되었다. 그 가운데에서도 주요 지역의 날씨와 항공실황예보(TAF) 자료는 이를 지원하기 위한 필수 자료가 되기 때문에 이 자료의 이용을 위한 개발이 필요하게 되었다.

세계 주요 지역의 날씨와 항공실황예보 자료는 모두 GTS를 통해 일본에서 수집된 자료를 분류·편집, 이용자로 하여금 원하는 자료를 단말기 프린터를 통하여 출력하여 이용할 수 있도록 하였다.

세계 주요 지역의 날씨는 주요 도시 49곳을 정규 수집지역 32곳, 비정규 수집지역 17곳으로 구분하였다. 이에 따라 이용자는 필요한 시각을 GMT로 입력하면 풍향풍속, 날씨, 기온(섭씨 및 화씨), 지역표준시를 단말기 프린터를 통해 제공받을 수 있게 하였다.

항공실황예보는 TAF 전문을 지역별로 21개로 구분하였다. 우리나라는 별도로 METAR(실황), TAF(예보)로 구분하였다. 그러나 지역에 따라서는 많은 자료가 나오거나 장거리 항공노선의 경우 몇 개 지역을 필요로 하기 때문에 특정 공항을 직접 조회(10개 공항까지)하는 것도 가능하도록 하였다. 이들 항공 관련 자료는 한시성의 임시 자료이기 때문에 같은 지점의 자료가 다시 수집되면 이전의 자료들은 자동으로 지워지고 최근 수집된 자료만 남아 있도록 하였다. 특히 국내 자료는 공군

부록 1. 항공기상업무 일지

이나 미국 공군에서 발표한 실황예보여서 우리 기상대에서 발표한 예보가 비교되는 만큼 예보 업무에 만전을 기하였다.계관회의를 가졌다.

[세계 주요 도시의 기상(1)]

** 항공 관련 자료 조회 **

작업번호 : 30

| 작 | 업 | 번 | 호 |

1. METAR 국내

3. TAF 동부아시아

5. TAF 동남아, 인도네시아

7. TAF 말레이시아, 인도네시아

9. TAF 미국

11. TAF 소련

13. TAF 남유럽

15. TAF 호주

17. TAF 중앙아메리카

19. TAF 남아메리카

21. TAF 중아프리카

23. TAF 남아프리카
2. TAF 국내

4. TAF 북태평양, 알래스카

6. TAF 중국

8. TAF 캐나다

10. TAF 중동, 파키스탄

12. TAF 북유럽

14. TAF 그린란드, 아이슬란드

16. TAF 뉴질랜드

18. TAF 푸에르토리코

20. TAF 동아프리카

22. TAF 서아프리카

24. 공항별 TAF 선택

* - * F1 : 작업수행F15 : 분배F16 : 작업종료 * - *

그러나 이 자료는 일본에서 GTS망을 통하여 수집되므로 우리가 이용할 수 있을 때까지는 10~30분가량의 시간이 필요하고(공군의 경우 관측소→공군본부→AFTN→일본GTS→TANDEM) 누락 지역(아프리카 남미 등) 및 누락 지점이 발생되어 미국 공군 회선과 AFTN망을 직접 TANDEM에 연결하여 GTS에 빠지는 AFTN 자료(SIGMET, AIREP 등)를 비롯하여 미 공군의 분석 자료를 신속히 받아볼 수 있어 예보에 많은 도움이 될 뿐만 아니라 공항에서의 자료 제공(Weather Folder 등) 등이 훨씬 용이해졌다.

공항관측소의 방재기상자료 입력(1990. 2)

공항관측소에서 관측된 강수량과 최고기온을 예보자료로 활용되게 하기 위하여 김포공항측후소를 비롯한 김해, 제주, 울산, 속초공항기상관측소에서는 1990년 1월 11일부터 매 시간 강수량(동절기인 11월~2월에는 매 3시간 강수량)과 당일 최고·최저기온을 TXP 단말기의 국내실황 입력 메뉴 가운데 10번 METAR와 15번 관측소 기온·강수량란에 입력시키고 있다.

매시 강수량의 경우 김포공항(측), 제주공항(관), 김해공항(관)에서는 매시간, 속초·울산·여수공항(관)에서는 기본관측시간(07~19시: 오전 7시에 0~7시 강수량을 합산 입력)에 10번 METAR란을 이용하여 METAR와 함께 입력한다.

당일 최저기온과 강수량(0~8시) 및 전일강수량은 오전 8시 10분, 당일 최고기온과 강수량(0~16시) 및 전일 강수량은 오후 4시 10분까지 입력하여 오전 8시 20분과 오후 4시 20분에 자동으로 분배되고 있다.

스와질란드 공항장 김포공항측후소 방문(1990. 4)

남아프리카에 위치한 소왕국인 스와질란드의 마나파 국제공항장 응캄볼레(Nkambule)가 1990년 3월 22일 김포공항측후소를 방문하여 김포공항측후소의 항공기상 업무 수행 상황을 소개받고, AMOS 장비와 SODAR 장비 등 시설 장비를 둘러보았다.

서울-모스크바 간 신항로 예보 지원(1990. 12)

하바롭스크 예보자료를 무선 FAX로 수신하고 이를 지원하였다.

서울-시드니 신항로 예보 지원(1991. 6)

호주의 다윈과 멜버른에서 방송하는 악천후 예상도를 GTS 통신망을 이용하여 수신, 예보 지원으로 활용하였다.

제17차 군과의 기상업무협의회 개최(1993. 5)

군과 상호 긴밀한 협조체제를 유지하고 기상정보의 상호교환과 기술교류를 통해 기상 업무를

부록 1. 항공기상업무 일지

효율적으로 수행하기 위한 일환으로 제17차 군과의 기상업무협의회를 기상청, 공군, 해군 관계관이 참석한 가운데 1993년 5월 7일 기상청 회의실에서 개최하였다. 협의 내용은 다음과 같다.

- 항공기상업무 협조 강화
- 김포공항기상대의 신 항공기상 전보식 교육 시 공군 실무자 포함 교육 실시
- 공군에서 발간하는 항공기상 자료 및 간행물의 기상청 송부
- 기상청의 국제 기상 전보식 증보판 발간 시 공군 배부
- 기상통신망 운영체제 강화
- 공군의 고층 기상전문 매뉴 프로그램 개발 보완(TTAA-TTBB-CCDD 방식을 TTBB, TTCC로 입력)
- 상호 첨단 기상장비 운영에 따른 장비 관리 및 기술교류의 협력체계를 유지키로 협의

열기구비행기상 지원(1994. 2.)

세계적으로 열기구비행 레저 인구가 증가하고 있는 추세에 발맞추어 우리나라 열기구협회가 주관하는 국토 횡단 비행 지원의 일환으로 00 및 21UTC의 상층 고도별 풍향, 풍속 등 기상 상황을 상세하게 지원하였다.

[표] 열기구 비행 관련 기상 지원 현황

구분	비행일시	지원자료	지원일시
한반도 횡단 기록 비행 (서울→동해)	1994. 2. 5.	- 지상일기도 - 고층(850, 700, 500, 300, 200hPa)	1994. 2. 3~5.
서해안 횡단비행 (산둥반도→서산)	1994. 6. 3.	- 지상일기도 - 고층(850, 700, 500, 300, 200hPa) - 북반구일기도	1994. 2. 3~5.
동해안 횡단비행 (부산→일본)	1994. 9. 23.	- 지상일기도 - 고층(850, 700, 500, 300, 200hPa) - 북반구일기도	1994. 2. 3~5.
열기구 10,000km 수직 비행	1994. 11. 5	- 고층(850, 700, 500, 300, 200hPa)	1994. 2. 3~5.

부록 2. 연구 활동 보고서

김포공항에서는 항공기상 현업에서의 문제점을 발굴하여 이를 개선하고 항공예보기술을 향상하기 위해 2001년부터 매년 '현업연구과제'를 추진하고 있다. '현업연구과제'는 공항기상 특성 분석과 공항에 당면한 현안 해결을 위한 집중과제와 업무 및 제도개선 등 기상업무 혁신과 연계할 수 있도록 추진하고 있으며, 예보 업무에 활용할 수 있도록 하였다.

또한 중간발표 및 최종발표를 통해 연구 수행 결과의 개인별 성과관리에 반영하고 있으며, 우수 연구 과제를 선별하여 예보기술대회에 참여하고 있다. 다음은 해마다 수행해 온 연구 과제를 정리한 것이다.

김포공항 기후정보 분석 (연구자 : 김병희, 김봉진, 최연숙, 송현숙)

김포공항은 한강 하류의 평야지대에 위치하고 있어 안개와 도시 스모그 현상이 많이 발생하고, 연평균 기온이 섭씨 11.4도로 서울의 연평균 기온보다 조금 낮다. 바람은 연중 북서풍이 탁월하고, 여름에 남서풍 계열의 바람이 많으며, 연평균 풍속은 5.0knot 이다. 안개일수는 연평균 66일이며, 가을철이 21일로 가장 많고, 기간별로는 오전 3~10시가 전체의 70%를 차지하고 있다.

가) 봄

복사냉각에 의해 발생하는 복사무와 전선에서 발생하는 전선무가 발생하여 항공기 운항에 지장을 주기도 한다. 바람은 겨울동안 불던 북서계절풍이 4월에는 서풍 계열, 5월로 접어들면서는 남서풍 계열로 바뀌면서 평균풍속이 연중 가장 강하게 분다. 봄철에 발생하는 황사현상은 4월에 가장 많이 발생한다.

나) 여름

북태평양 고기압이 최성기를 이루면서 장마와 함께 습하고 무더운 날씨가 계속된다. 여름철 평균기온은 섭씨 21~25도를 기록하고, 일 최고기온은 36.9도(1994. 8. 9)까지 기록되었다. 장마전선과 태풍의 영향으로 많은 양의 비가 내린다. 7월에 연중 가장 많은 월평균 305.6mm로 6월의 117.1mm보다 약 3배 많다. 평균풍속은 봄철보다 조금 약하지만 최대풍속은 7월의 44.0knot로 연중 가장 강하다. 풍향은 서풍~남서풍 계열에서 남서풍~남풍 계열로 바뀐다. 남서풍은 활주로 방향에 측풍(cross wind)으로 작용한다.

다) 가을

바람은 여름철에 주로 불던 남서풍~남풍 계열에서 북풍~북서풍 계열로 풍계가 크게 변한다. 평

부록 2. 연구 활동 보고서

균풍속은 연중 가장 약하며, 평균기온은 섭씨 6~20도로 변화 폭이 크고, 일교차는 10도 이상으로 크다. 따라서 기온의 일변화가 가장 큰 가을철에는 바람이 없고, 맑은 날 야간에 복사냉각이 활발해지면서 복사안개가 4.4일로 연중 가장 많이 발생한다.

라) 겨울

시베리아와 몽골에서 발달한 차고 건조한 고기압이 최성기를 보이면서 강한 북서계절풍과 함께 한파와 폭설 등 한난의 기복이 심하게 나타난다. 평균기온은 모두 영하권에 머무르면서 섭씨 영하 1~4도의 분포를 보여 연중 가장 낮으며, 일 최저기온이 영하 23.5도(2001.1.15)까지 내려가기도 하였다. 바람은 북서계절풍이 탁월하고, 평균풍속은 가을철보다 조금 증가하고 겨울철 중 2월에 가장 강하다. 눈이 가장 많이 내린 달은 1월이며, 1974년 1월 21일에는 38.0cm를 기록하였다.

김포공항 안개예보에 관한 연구(연구자 : 유완규 외 3인)

가) 안개발생일인 1988년 10월 25~27일(3일간)의 하층대기를 연직으로 관측한 결과 습수(기온-이슬점온도)가 섭씨 2도 이하, 습도가 최소 70%였다. 안개가 더욱 발달하면 지표면 위의 공기가 응결하여 잠열 방출로 인하여 지표면의 온도가 상승함과 동시에 역전층 지면이 점차 상승하게 된다.

나) 이때 10m 높이의 풍속이 초속 1.5~2.0m(4kts) 이하로 관측되었고, 그 이상의 풍속에서는 안개가 소멸되었다.

다) 안개 형태는 복사무와 이류무가 복합된 복잡한 양상을 띠고 있었다. 시정, 풍속, 노점온도 자료를 분석한 결과 상관계수가 0.59~0.84로 나타났다.

라) 일기도 형태는 이동성 고기압형이 가장 많았고, 다음으로 대륙성 고기압형으로 나타났다.

마) 소멸 시기 예상은 해풍에서 육풍으로 바뀌는 시기와 대체로 일치한다.

바) 안개 발생 예보에서 특히 고려해야 할 것은 일몰 후 시정 감소, 습도 증가, 풍속 감소 등과 같은 국지성 기상 요소의 변화다.

회귀분석을 이용한 김포공항의 안개예보(연구자 : 정란희)

가) 안개발생일의 최단 시정을 예측하기 위해 5개의 독립변수를 사용하고 안개계속시간을 예측하기 위해 마지막 요소인 X5를 제외한 4개의 독립변수를 사용하는 등 다중회귀분석을 이용해 도출한 회귀식은 아래와 같다.

$$Y=848.314-14170X1-1.363X2-1.1522X3+0.3775X4-3.9514X5 \quad R^2=0.5871$$

- 안개계속시간의 회귀식도 마찬가지로 절대 값이 클수록 Y와 관련성이 크다

고 말한다. 따라서 X4를 제외한 X1, X2, X3은 값이 작을수록 Y의 값이 작게 나타났다는 것을 의미하는 것이기 때문에 X1, X2, X3의 값이 작게 나올수록 안개계속시간도 짧아짐을 의미한다.

- X4는 음의 부호를 가지기 때문에 X4의 값이 클수록 Y의 값은 작아진다.

다시 말해서 안개발생시간이 빠를수록 안개계속시간은 길어진다. 여기서 R²의 값은 0.6418로, 안개계속시간 예측을 위한 회귀모델은 약 64%의 적합도가 된다.

- 참고(위의 식에서 사용된 계수)

Y = 시정(m)

X1 = 안개 전날 최고기온-안개발생일 최저기온(°C)

X2 = 안개 발생 전일의 15시 이슬점 온도-안개발생일의 최저기온(°C)

X3 = 18시, 21시, 24시 평균풍속(knots)

X4 = 안개발생 시각(분)

X5 = 안개발생 전날 18시-24시 습수(°C)

R² = 결정계수

나) 회귀식 적용 조건

- 첫째, 복사무의 기압 패턴을 확인할 것

- 둘째, 안개발생일 전후의 일교차가 10도 이상 예상될 때

- 셋째, 안개 전날 18시 이후의 풍향이 서풍에서 북서풍으로 서해상의 습윤한 공기 유입이 예상될 때

- 넷째, 안개발생예상일 00시 이후의 풍속이 3kts 이하로 예상될 때

김포국제공항의 안개조사 분석(연구자 : 김유철)

가) 1989~1990년 중 안개발생일수는 148일 분석되었다. 그 가운데 1989년 12월은 19일로서 가

부록 2. 연구 활동 보고서

장 많이 발생하였고, 1990년 2월과 6월이 각각 15일로 다음 순이었다. 한편 9월은 5일로 가장 적은 일수를 보였다.

나) 유형별 월 안개 발생일수

- 안개 유형을 분류하면 복사무가 68%로 가장 많이 발생하고 다음으로 전선무가 21%, 강수에 의한 시정장애 현상이 11%로 각각 나타나는 등 복사무가 가장 많이 발생하였다.
- 기압계 형태를 보면 서해상, 남해상, 한반도에 각각 고기압이 위치하였다.
- 안개 예보를 할 때는 기압배치, 풍향·풍속, 기온의 일교차, 복사냉각에 의한 역전층, 전선, 강수 현상 등을 고려하여야 한다.
- 겨울철의 안개계속시간은 다른 계절보다 긴 경우가 있어 기온과 노점온도 변화를 잘 관찰해야 한다.

다) 김포공항의 안개 특성

- 김포공항의 안개는 지형 영향으로 복사무가 주를 이루고, 서해상에 안개가 발생할 때에는 이류무가 복합 발생하는 경우가 있다. 또한 강수로 인한 전선무 등이 나타날 때도 있다.
- 복사무는 일교차가 10~14도인 때 발생하며, 3월의 경우 일교차는 적정 수준이지만 건조한 영역에 속하여 10월보다 안개발생이 적다. 7월에는 일교차가 적고 12월에는 일교차가 큰 편이지만 풍속이 강하여 안개가 적게 발생하고 있다.
- 습수(기온-이슬점온도)는 안개 발생 전일의 24시에 가까울수록 급격히 감소하고, 22시에는 2도 이하인 경우가 빈번한 등 습수가 2도 이하인 때 안개가 발생한다.
- 안개 전날 18시 이후의 풍향이 서풍에서 북서풍으로 서해상의 습윤한 공기 유입이 예상될 때 안개가 발생한다.
- 풍속은 4kts 미만인 때 안개가 발생하지만 10월에는 5kts 미만인 때도 발생하였다.
- 풍향은 안개 발생에 큰 영향을 미치지 못하지만 봄철에는 북서풍 계열과 서풍 계열이 우세하였다. 여름에는 서풍 계열에서 북서풍 계열이 우세하고, 가을에는 북서풍 계열이 북풍으로 바뀌었으며, 겨울에는 북풍 내지 북서풍 계열이 우세하였다.

라) 안개발생 일기도 유형

- 안개가 많이 발생하는 기압계는 이동성 고기압형이 가장 많고, 다음으로 대륙성 고기압형이 많았다.
- 봄철인 3월은 중국 대륙에서 분리된 이동성 고기압의 영향권에 들 때, 4월에는 일본 남쪽 해

상의 고기압 영향, 5월은 한반도 남쪽으로부터 확장한 광범위한 고기압의 영향을 받을 때 안개가 발생하였다.

- 여름철에는 한반도 북서쪽의 저기압 전면에서 약한 이동성 고기압의 영향을 받을 때 안개가 나타났다.
- 가을철에는 한반도가 광범위한 이동성 고기압의 영향을 받아 동서 고압대가 형성되어 있을 때, 10월에는 시베리아 고기압 및 알류산 저기압이 발달할 때 각각 안개가 발생했다.
- 겨울철에는 중국에 중심을 둔 시베리아 고기압에서 분리되어 발달할 때 안개가 발생했다.
- 850hPa에서는 한반도 북서쪽에 남서에서 북동쪽을 향하는 따뜻한 온도능이 위치한다는 공통된 특징을 봄·여름·가을철에 찾을 수 있다. 겨울철에는 12월과 1월에 뚜렷한 특징을 찾을 수 없는데 반해 2월에는 약하게나마 한반도 북서쪽에 온도능이 위치하였다.

마) 발생시각

- 안개 발생시각은 03시에서 10시가 전체의 70%이며, 대부분이 오전 6~10시에 집중되고 있다.

바) 지속시간 및 소멸시간

- 안개지속시간은 복사무의 경우 2~4시간이 대부분이었고, 겨울철에는 이류무의 영향으로 10시간 이상 지속되는 경우도 있었다.
- 소산시간은 해륙풍 및 일사의 영향을 받아 일출 후 3시간 후인 오전 10~11시경이며, 계절별로는 가을이 오전 9~10시, 겨울이 오전 10~11시, 이른 봄이 오전 8~9시, 늦은 봄과 여름이 오전 7~8시경이었다.

사) 월·계절별 발생일수

- 안개발생일은 연평균 65.8일(1971~2000)이었다. 이 가운데 가을철이 20.7일로 가장 많았다. 그다음으로 겨울철이 17.7일, 봄철이 13.1일, 여름철이 14.3일이었다.
- 월별로는 10월 7.9일, 11월 6.9일, 1월 6.7일, 12월 6.3일, 9월 5.9일이었다. 기타 월은 3.7일(6월)에서 5.6일(7월) 순이었다.

김포공항 적설현상 분석(연구자 : 심철우, 박윤희)

김포공항에 대설이 발생하는 조건은 다음과 같다.

- 가) 925hPa의 풍향은 북서~서북서에서 서~남서로 전향되고, 6~12시간의 난기 이류 후 김포공

부록 2. 연구 활동 보고서

항의 등온선이 섭씨 3~4도 상승하면서 발해만 북서쪽으로부터의 기압골이 서한만에서 산둥반도에 이르는 시점

나) 925hPa 대륙고기압이 확장하여 김포공항의 등온선이 섭씨 3~6도 하강하고 T925~500hPa가 30도 이상이며, 서쪽 저기압으로부터의 흐름이 경기만으로 남하되는 시점

다) 500hPa의 한핵으로부터 온도골이 120° E 부근에 위치하고 섭씨 영하 35도 등온선의 남하에 따른 5도의 기온 하강과 5340gpm선의 60~180gpm 고도 하강이 예상되는 시점

라) 500hPa의 경기만으로 유입되는 서북서풍~북서풍이 20~40kt의 풍속 증가를 보이고, 경기만으로 100kt 이상의 풍속이 유입될 때

마) 남고북저형 850hPa의 남쪽 고기압 동서 규모가 30° E 정도로 크고, 중국 해안에서 서해로 형성된 온도골과 온도능의 상하폭이 8° N 이상이며, 김포공항의 등온선이 섭씨 3도가량 상승하고, 북쪽 저기압으로부터 기압골이 125° E에 이르는 시점

바) 김포공항의 기온과 월미도 해수온의 차이가 섭씨 6도, 김포공항의 850hPa 기온과 월미도 해수온의 차이가 15도 정도 나타날 때

사) 남서쪽으로부터의 난기 이류가 김포·경기만에서 북서쪽의 한기와 수렴대를 형성할 때

김포공항의 국지적인 바람 성분 고찰 (연구자 : 이흥렬, 김정빈, 심원보, 송현숙)

가) 봄

봄철의 바람은 낮 시간 동안에 서풍~남서풍이 주로 나타나 활주로에 측풍이 유입되고, 활주로는 낮 12시를 기준으로 32방향에서 14방향으로 전환된다. 일몰 후에는 북풍~북서풍이 일출 3~4시간 이후까지 계속 불게 되어 14방향의 활주로를 이용하게 된다. 일중 풍속은 16~17시에 9.5kt 정도로 많이 불었다. 봄철의 풍향은 남서풍~서풍이 주도하지만 관측 횡수 면에서는 동풍 계열(북동, 동, 남동)을 제외한 다른 5계 풍향이 13~18%로 나타났다. 풍속은 평균 5.7kt로 계절 중 바람이 가장 많이 부는 계절이며, 최대는 남서풍~서풍이 7kt 이상으로 강하게 불었다.

나) 여름

여름철 풍향은 남서에서 북서가 주류를 이룬다. 일출 전 시간에는 북풍이 주로 불어 활주로를 14 방향을 사용하다가 일출 후 풍향이 반전되어 남풍계가 우세하게 나타나면서 32방향을 사용하고, 14시를 지나면서 서풍~북서풍이 집중 나타나 다시 14방향을 이용하게 된다. 풍속은 14~17시에 강하게 분다. 여름철 풍향 빈도는 전 풍향에 걸쳐 비슷한 관측 횟수와 풍속을 나타내고 있으나 타 계절에 비해 남풍계가 많이 나타나고 있다. 남풍계 바람 관측 횟수는 여름(40.6%), 봄(33.8%), 가을(21.9%), 겨울(17.6%)이고 평균 풍속이 5.3kt 이다.

다) 가을

가을철은 차고 건조한 대륙성 고기압이 점차 강화됨에 따라 한랭한 북서 계열의 바람이 자주 분다. 풍향 변화는 자정에서 일출 전까지 33*34방향이 많았으나 일출 후 오전 9시부터는 북풍과 북서풍으로 나누어지고, 오후 2시 이후는 서풍계가 유입되기 시작하여 일몰까지 주를 이룬다. 일몰 이후에는 북풍과 북서풍이 많이 나타나지만 활주로 방향의 변화 없이 14방향이 이용된다. 가을철의 주 풍계는 북서풍(21%)과 북풍(24%)이다. 풍향별 풍속의 차는 최대가 서풍이 5.7kt이고, 최소로는 북동풍이 3.8kt로 적다. 평균 풍속은 4.8kt로, 겨울철 다음으로 낮게 분다.

라) 겨울

겨울철에는 대륙성 고기압이 크게 발달하여 서고동저형 기압계에서 북서계절풍이 강하게 분다. 김포공항은 주로 북서풍이 주류를 보이는데 낮 12시를 지나면서 서풍이 유입되면서 오후 5~7시에 북풍보다 많이 나타나고 있다. 이 시간대는 이동성 고기압 영향을 받아 해풍이 유입된 것으로 추정된다. 활주로는 주로 14방향을 이용하게 된다. 겨울철 주 풍계는 북서풍(27%)과 북풍(23%)으로, 가을철에 비해 북서풍이 많이 분다. 평균 풍속은 4.6kt로 가을과 비슷하며, 4계절 가운데 가장 낮다.

우리나라에 영향을 주는 황사 분석 (연구자: 강경운, 강혜영)

가) 우리나라에 영향을 주는 황사는 주로 텐켈사막과 고비사막에 발원지를 두고 있다.

나) 서울지역의 황사는 3~5월에 대부분 발생하나 겨울철에도 종종 발생한다.

다) 서울지역 10년간 황사 발생 추이는 불규칙하지만 증가 추세에 있으며, 지속시간도 길어지고 있다.

부록 2. 연구 활동 보고서

라) 황사 발생 시 일기도 유형은 황사 발원지에서 저기압에 의한 상승 기류가 있으며, 제트기류가 우리나라 남쪽으로 지나고 있었다.

마) 황사는 위성 영상을 통하여 유입 경로를 알 수 있으며, 강도를 예측할 수 있다.

바) 황사에 의한 시정 악화는 3~6km 되기 때문에 항공기 운항에 지장을 크게 초래하지 않는다.

사) 황사 발생 일에 바람은 서풍~남서풍이 초속 5m 미만인 경우가 80% 이상이었다.

연직시계열 자료의 습도와 시정 간 상관관계 조사 (연구자 : 김홍래, 권현숙)

가) 연직시계열 자료의 예상습도가 80% 이하인 경우 실험시정은 5000m 이상이 400회 (63%)로 가장 많이 나타났고, 다음으로는 3000~5000m 사이가 144회(22%) 나타났다. 따라서 예상 습도가 낮을수록 전반적으로 5000m 이상의 좋은 실험시정 상태를 보여 주었다.

나) 연직시계열 자료의 예상습도가 80~90%인 경우 실험시정은 5000m 이상이 예상습도 0% 이하인 경우보다 적게 나타났지만 230회(43%)로 제일 많으며, 그 다음이 3000~5000m로 169회(31%) 나타났다.

다) 연직시계열 자료의 예상습도가 90% 이상인 경우의 실험시정은 안개 발생 가능성이 높았으며, 일반적으로 0~3000m 시정이 234회(74%) 나타났다.

라) 연직시계열 자료의 예상습도가 낮았지만(80% 이하) 실험시정이 나쁜(0~3000m) 경우 풍향은 김포공항의 지역풍인 북풍~북서풍(63%)이 불 때와 남풍~서풍(25%)이 불 때 습도가 80% 이하로 낮았음에도 대체로 3000m 이하의 나쁜 시정을 보였다.

마) 연직시계열 자료의 예상습도는 높았지만(90% 이상, 80~90%) 실험시정이 좋은(5000m 이상) 경우의 풍향은 김포공항의 지역풍인 북서풍(37%)이 불 때와 남풍(18%)이 불 때 습도가 높음에도 대체로 5000m 이상의 좋은 시정을 보였다.

바) 여름철에 강수, 봄철에 황사와 서해상의 해무 등이 발생할 때 시정장애가 간혹 발생하기 때문에 우리나라 서쪽에 황사가 있는지, 해무가 있는지 등의 여부에 항상 주목할 필요가 있다.

사) 전날 강수가 있는 후에는 김포공항의 지역풍인 북서풍이 불 때 시정이 5000m 이하로 다소 좋지 않게 나타났고, 건조한 북동풍 또는 동풍이 불 때는 5000m 이상으로 좋은 시정을 보였다.

악기상 시 김포공항의 시정변화 연구(연구자: 심철우, 박윤희)

가) 악기상 시 최단시정은 강수 시 1~3km, 적설시 1~2km로 빈도가 높았다. 1000m 이하의 최단시정은 강수 시 5%, 적설시 20% 정도 발생한다.

나) 최단시정 시 풍향의 분포는 강수 시 남풍 또는 남서풍→북풍→서풍 순이다. 적설 시는 북풍과 남풍 및 남서풍, 황사 시는 서풍~북서풍의 빈도가 각각 높다.

다) 최단시정 발생 시 저기압의 중심은 경기만과 원산만에 위치하는 경우가 많다. 최단시정 발생 후 5000m 이상으로의 시정회복은 저기압의 중심이 120° E에서 20시간, 125° E에서 10시간, 130° E 부근에서 2시간 정도이지만 저기압의 동서 규모와 이동 속도 등을 고려하여 가감한다.

라) 1000m 이하 최단시정의 발생은 전선과 관련이 있으며, 이때 유입되는 풍향은 서풍이 주로 나타난다.

마) 한반도 남쪽과 북쪽으로 통과하면서 발달한 저기압은 주변의 고기압과 육상에서 기압경도가 강화되어 호시정이 나타난다. 특히 원산만에서 고기압이 발달해 위험기상이 될 때에도 5000m 이상의 호시정이 나타난다. 악기상시 위경도 10° 이내에 등압선이 2개 이하면 2000m 이하, 4개 이상이면 5000m 이상의 시정이 나타나는 경우가 많다.

바) 태풍 접근 시 최단시정은 3500m 이하로 나타나는 경우가 거의 없으며, 강한 바람으로 시정이 빠르게 회복된다.

사) 정체전선의w 시 최단시정은 전선이 36~38° N 부근에 위치할 때 2500m, 36~38° N 이남에 위치할 때 3500m 이상으로 호전되므로 예상도의 정체전선 위치를 고려하여 최단시정을 결정한다.

부록 2. 연구 활동 보고서

활주로 14R방향의 부분적인 안개발생 특성 고찰 (연구자 : 이흥열, 이명환, 송현숙)

가) 통계적 분석 요약

- 김포공항에 안개가 발생한 날 가운데 활주로 14R방향(NW쪽)이 32방향(SE쪽)보다 낮게 나타난 날은 총 255일에서 44일로 전체의 17%를 보이고 있어 부분안개가 자주 발생함을 알 수 있다.
- 복사냉각이 심한 가을철이 20회로 가장 많았으며, 여름이 12회로 다음 순으로 나타났다. 한편 시간대별 발생은 오전 5~7시가 전체 발생횟수 44회 중 35회로 일출 전에 집중되어 나타남을 알 수 있으며, 이는 전체 횟수의 약 80%를 차지하였다.
- 연도별 분포는 1999년이 13회로 가장 많이 나타났다. 2000년과 2001년을 제외하고는 연 10회 이상 나타난 것으로 조사되었다.

나) 요소별 분석 요약

(1) 풍향

- 김포공항의 안개 발생 시 풍향 변화는 주로 국지풍으로, 북서 또는 북북서에서 북풍 또는 북동풍의 풍향 변화 때 안개가 많이 발생하고 있다. 그러나 14R의 국지성 안개가 발생했을 때 국지 풍향의 변화 경향은 전반적으로 오후 3시의 풍향이 주로 남서풍에서 서풍 계열이 많이 나타났으며, 오후 9시의 풍향은 북서 계열 바람이 가장 많이 나타났다.
- 또한 오후 3시의 풍향과 오후 9시의 풍향 변화량은 전반적으로 50~80도의 풍향 변화가 있는 것으로 조사되었으나 이들 시간대의 풍향 변화가 작은 경우는 주로 50도 미만의 풍향 변화가 나타남을 알 수 있었다. 이 두 시간대의 풍향 변화가 큰 경우의 변화량은 50~100도 이상인 것으로 조사되었다.

(2) 풍속

- 풍속 변화는 주야간 관계없이 일정하지만 14방향의 부분적인 안개 발생 시의 풍속 변화를 보면 오후 3시의 풍속 분포는 주로 서풍에서 서북서풍이 5kt 이상 계속 부는 것으로 나타났으며, 오후 9시의 풍속은 북서풍이 5kt 이하로 감소하는 것으로 조사 되었다.

(3) 기온

- 전일 12UTC 850hPa 기온과 당일 지상 최저기온차 및 12UTC 운량 간 관계를 보면 기온변화

폭은 ± 3 도가 나타났다. 따라서 850hPa 기온을 기준으로 안개 발생 시의 예상 기온을 구할 수가 있다. 또한 온도차가 ± 3 도 이하에서의 12UTC 운량을 조사한 결과 주로 4okta(SCT) 이하의 구름양이 나타났다. 따라서 12UTC 구름양이 4okta 미만이고 12UTC 850hPa 상층기온과 최저기온의 차가 ± 3 도 이하인 경우 김포공항은 부분안개가 자주 나타남을 통계로 알 수 있다.

- 전일 12UTC 850hPa 기온과 당일 지상 최저기온차 및 18UTC 운량 간 관계에서도 온도차가 ± 3 도 이하에서의 운량을 보면 주로 4okta(SCT) 이하의 구름양이 나타났으며, 앞의 경우와 마찬가지로 비슷한 조건에서 부분안개가 자주 발생함을 알 수 있었다.

- 전일 오후 3시 기온과 안개 발생 당일 최저기온 간 상관관계를 보면 기온 차이는 전반적으로 섭씨 10~15도의 분포를 보이고 있으며, 전일에 강수가 있는 약 8회 정도의 경우에는 10도 이하의 기온 차이에서도 나타남을 알 수 있었다.

(4) 습도

- 전일 오후 3시의 습도, 당일 오후 3시 850hPa의 습도와 오후 9시 습도의 상관관계를 보면 습도의 변화량은 오후 3시 850hPa 습도를 기준으로 볼 때 오후 3시 지상의 습도선이 근접할수록 상·하층의 습도와 비슷하지만 대부분 상층의 습도가 높게 나타나면서 상층의 대기가 포화됨을 알 수 있었다. 또 오후 9시 지상의 습도와 오후 3시 상층의 습도는 대부분 오후 9시의 습도 간격이 오후 3시보다 넓게 나타남을 알 수 있었다. 따라서 오후 9시에서는 지상의 습도가 상당히 빠르게 포화됨을 알 수 있었다.

(5) 운량

- 운량을 오후 9시와 오후 3시 운량의 상관관계를 봤을 때 운량의 변화량은 대체로 시간이 변화하면서 점차 SCT 이하로 감소하고 있었으나 하층운이 BKN 또는 OVC에서도 간혹 안개가 발생하는 것으로 조사되었다.

다) 기압계 유형별 요약

(1) 기압계 유형별 발생 횟수

기압계 유형은 이동성 고기압형이 17회로 가장 많았고, 다음으로는 대륙성 고기압형으로 나타났다.

(2) 계절별 기압계 유형 분류

부록 2. 연구 활동 보고서

기압의 유사한 유형을 지상 및 850hPa 일기도를 찾아 계절별로 나타내어 보았다. 한편 850hPa 에서는 한반도 북서쪽에 남서에서 북동쪽을 향하는 따뜻한 온도능이 위치하는 공통된 특징을 봄·여름·가을철에 찾을 수 있는 반면에 겨울철에는 뚜렷한 특징을 찾을 수 없었으나 약하게나마 한반도 북서쪽에 온도능이 위치하였다. 이는 한반도 서해상에서 온난 다습한 공기가 공급될 수 있는 조건을 형성해 준다. 계절별로 유사한 기압 유형을 보면 대체로 이동성 고기압형으로 나타났다.

김포공항에 영향을 미치는 이류무의 특성 분석 (연구자 : 심철우, 박윤희, 윤정식)

가) 이류무 발생

이류무의 발생은 발생 전후 수온의 변화는 거의 없으며, 한기 영역에 난기가 4~5일 지속된 후 발생하였다. 발생 전 한기 이류시 해기 차는 섭씨 4.3도, 난기 이류시 해기 차는 영하 16도로, 한난의 교차가 6도 정도 나타난 상태에서 발생되었다. 바람은 안개 발생 전 난기 이류 시 남서류가 평균 초속 5~8m로 지속되며, 이때 안개가 생성된다. 또한 발달한 저기압에 의해 생성되기도 한다.

나) 이류무 소산

이류무의 소산은 해수온의 변화 없이 기온의 일시 상승과 바람에 의해 소산된다. 안개 발생 중에는 남서류가 평균 초속 2~4m 전후에서 북서풍 또는 남동풍이 평균 초속 5~8m로 강해지면 서 빠르게 소산된다.

다) 이류 여부 판단

- 인천공항에서 안개가 관측된 후 김포로 유입되는 경우는 인천 발생 안개의 10% 안팎으로 나타남.
- 인천공항 및 김포공항의 기온, 기압, 노점온도 등 기상 요소는 이류 여부 및 속도를 판단하는데 적절한 자료임.
- 이류 여부의 판단은 서해상 전체 이류무의 기압, 기온경도에 의해 판단이 가능함.
- 예상 풍향이 300~350도를 벗어난다면 김포로의 이류 확률은 0임.

라) 이류속도 판단

- 해상안개의 육상 이류가 결정되면 인천 안개 관측 시점에 평균 풍속을 고려하여 이류시간을

대략 예상함.

- 도달시간 = 인천공항~김포공항 거리/예상평균풍속

김포공항 혼합무 발생조건 고찰 (연구자: 김경록)

김포(공)와 관측환경이 유사한 문산(기)의 오후 9시 기온 차이는 안개 유무와 관계없이 섭씨 약 1도를 나타냈다. 김포(공)+문산(기)의 안개 발생일수는 50일로 조사되었다. 오후 9시의 상하층 기온 차이의 경우 지면-지상은 섭씨 1.6도, 지상-상층은 0.9도, 지면-상층은 영하 0.7도를 각각 보였다. 그리고 오전 3시의 상하층 기온은 지면-지상 섭씨 0.4도, 지상-상층 영하 1.5도, 지면-상층 영하 1.9도의 차이를 각각 보였다. 안개 발생 전인 오후 9~10시의 풍향의 경우 김포(공)는 주로 북서계열, 능곡 AWS는 북동 계열의 바람이 우세하게 나타났다. 또 오후 10~11시 김포(공)의 경우 점차 북서에서 북풍 계열로 풍향이 이동하고 있으나 능곡 AWS의 바람은 아직도 북동 계열의 바람이 우세하게 나타났다. 오전 1~2시 안개 발생 시 풍향의 경우 김포(공)는 북서계열의 바람이 안정되고 있으나 능곡의 AWS는 북북동의 풍향으로 변화되면서 김포(공)는 북서-북-북북서풍, 능곡 AWS는 북동-북북동풍이 불 경우 안개가 각각 형성됨을 알 수 있었다. 검증 결과 밤 9시의 기온은 주로 복사냉각에 영향을 미치고 있으며, 총 20회 가운데 9회가 31점 이상에서 발생하였다. 안개 종류는 전체 안개(코드: 46, 47)가 많이 포함되었으며, 오후 9시의 바람은 주로 이류에 의한 안개 이동을 알 수 있었다. 이는 전체의 도수 범위에서 골고루 나타났는데 100점 기준으로 볼 때 주로 도수의 범위가 51 이상인 때 안개가 많이 발생하였다. 김포(공)의 안개 발생은 주로 냉각, 즉 온도에 의한 안개 발생이 높게 조사되면서 전체 안개보다 활주로의 한 부분에만 안개가 끼는 경우가 많이 나타났다. 한편 안개의 발생은 기온과 풍속에 의해 많이 좌우되지만 실제 배점이 낮은 경우가 많이 발생하므로 조사 자료의 배점을 기준으로 하되 하늘 상태, 습도, 일교차, 기압 배치 등 다른 기상 요소를 응용하여 활용하면 좀 더 나은 국지 예보법이 될 것으로 보인다.

뇌우 발생 시 김포공항의 바람 분석 (연구자: 김홍래, 백현주)

가) 계절별로 강풍 일수는 봄철에 많았으나 뇌전 발생 시 일 최대풍속이 나타난 날은 여름이 많았음.

나) 일 최대풍속이 뇌전시간 내에 나타난 경우는 53%(63일/123일), 뇌전시간 범위를 벗어난 경우는 47%(58일/123일)로 각각 나타남.

부록 2. 연구 활동 보고서

다) 강풍(20kts 이상)이 불면서 뇌전현상이 나타난 경우는 전체 뇌전일의 12%로 낮은 비율을 보임. 25kts 이상인 날은 전체 뇌전일의 3%로 아주 낮은 비율을 보임.

라) 뇌전 발생 시 강풍(20kts 이상)이 나타나지 않을 때 평균 일 최대풍속은 14kt로 나타남.

마) 뇌전 발생 시 일 최대풍향은 남서풍이 43%로 압도하며 나타남.

최근 김포공항의 안개발생 경향 분석(연구자 : 김홍래, 이흥렬, 주순영)

김포공항의 안개발생일수는 1995~2004년 중 2000년을 기점으로 급격히 감소하여 예전에 비해 최근 5년 동안 감소하는 경향을 보이고, 주변 지역과도 비슷한 경향을 나타내고 있다. 그리고 안개가 많이 발생하는 봄철과 가을철을 대상으로 한 0시에서 오전 6시 사이 평균습도는 감소하는 경향을 보이고, 평균기온은 뚜렷한 경향을 찾기 어렵지만 최근 몇 2년 사이에는 높아지는 양상으로 나타나고 있다. 안개가 주로 발생하는 시간대의 습도 감소와 기온 상승이 안개가 발생되는데 불리한 조건으로 작용하고 있는 것으로 사료된다.

안개발생일 가운데 같은 날에 대해 10년 평균습도와 안개발생일의 평균습도 차가 -10~-5, 즉 안개발생일의 습도가 5~10% 높은 경우가 35.8%로 가장 많았다. 안개발생일의 급격한 변화가 있던 2000년을 기준으로 나누어 보면 1995~1999년에는 안개발생일이 모두 10년 평균습도에 비해 평균습도가 높은 경우에 포함되어 있으나 최근 5년에는 10년 평균습도와 같거나 못 미치는 경우에도 안개가 발생하는 경우가 늘고 있는 것으로 나타났다.

안개발생일에서 같은 날에 대해 10년 평균기온과 안개발생일 평균기온의 차이가 -2~0, 즉 안개발생일 기온이 0~2도 높은 경우가 45.8%로 가장 많았다. 또 1995~1999년에 비해 2000~2004년에는 안개발생일의 평균기온이 10년 평균기온에 비해 낮은 경우가 증가하는 경향을 보이고 있다. 여기서 안개 발생 시 기온이 최근 들어 다소 낮아지고 있음을 유추할 수 있다.

수평시정 1~3km의 박무현상일수는 최근 5년이 이전에 비해 104회 감소한 것으로 나타났으며, 이러한 안개발생일 감소는 안개 발생뿐만 아니라 전체적인 시정장애현상일수의 감소와 맥락을 함께하는 것으로 분석된다.

안개발생일수에 영향을 미칠 수 있는 주변 환경의 변화 요소로 습지 비율, 도로 및 주택 비율,

교통량 변화 등을 조사한 결과 활주로 14방향에서의 수증기 공급 요소가 감소하고 있는 것으로 조사되고, 도로 및 주택 비율은 7.3%가량 증가한 것으로 나타났다. 또한 교통량도 증가하는 경향을 보이고 있어 김포공항 부근 기온 전체가 상승되는데 하나의 요소로 작용하고 있는 것으로 보인다.

기압골 통과 후 시정회복 시간을 산출하기 위한 Omega 활용 방안 (연구자 : 홍성표, 윤정식)

김포공항의 안특정 변수에 따라 정량적으로 시정회복시간을 도출해 내는 것에는 무리가 있다. 하지만 시정 회복을 위해 필요한 요인들을 풍속 증가, 건조공기 유입, 연직대기에서 하층대기의 침강 등으로 나누어 살펴본 결과 아래와 같은 결과를 얻게 되었다.

첫째, 강수 종료 후 5km 미만의 저시정을 나타낸 경우는 전체 강수일수의 58%를 차지하고 있다. 그 가운데 회복시간은 3시간 이상이 61%를 차지하였다. 이는 강수가 종료되어도 시정 회복을 위해서는 비교적 긴 시간이 필요하다. 이를 예보하기 위해서는 풍속증가, 건조공기 유입, 하층대기의 침강류 강화로 나누어 자료를 분석할 필요가 있다.

둘째, 봄·가을과 같이 주로 대륙성 고압대가 이동하여 시정이 회복되는 경우는 하층대기의 한기 이류와 함께 연직대기의 하강기류가 주요한 역할을 한다. 기압경도력의 강화와 풍속의 증가는 시정 회복의 요소로 작용하지만 단시간 예보해야 하는 경우에는 바람에 실려 유입되는 대기의 습기 양에 따라 저시정이 유지되거나 악화되는 경우가 있기 때문에 세심한 주의가 필요하다.

셋째, 오메가(Omega)는 중·하층 대기의 연직 흐름을 알려주는 지표로 기압골의 발달 여부를 판단하는데 활용할 수 있다. 이 뿐만 아니라 기단이 바뀌어 시정이 회복되는 경우에는 시정 회복을 위해 필요한 침강기류와 한기이류의 유입 정도를 파악하는데 유용하게 활용할 수 있다.

회귀분석을 이용한 김포공항의 복사무예보 연구(연구자 : 정란희, 박지은)

다중회귀식의 가장 큰 목적은 경험적인 회귀식을 도출하여 종속변수에 대한 예측을 행하는 것이다. 따라서 앞의 분석 과정에서 도출한 각각의 회귀식으로 복사무발생일의 최단시정과 안개지속

부록 2. 연구 활동 보고서

시간을 예측하고자 하였다. 이 두 가지 회귀식을 안개 예보에 활용하겠다면 우선 다음의 몇 가지 복 사무 발생 조건을 만족하는 경우에 한하여야 한다.

첫째, 복사무 발생 기압 유형이 예상될 때

둘째, 안개 전일 최고기온과 안개발생일의 최저기온 차가 섭씨 10도 이상 될 것으로 예상될 때

셋째, 안개발생일의 풍속이 3kt 이하로 예상될 때

이 세 가지 조건을 만족하는 경우라면 다음과 같이 95% 신뢰도 수준에서 신뢰구간을 이용하여 최단시정과 안개지속시간을 산출, 안개 예보에 활용할 수 있다.

$Y \pm 2Se$, Se =표준오차

바람장을 이용한 뇌우이동 분석(연구자 : 노경숙, 박윤희)

뇌우를 유지시킬 수 있는 메커니즘으로써 하층의 시어가 얼마나 강한지가 중요한 요소로 작용한다. 따라서 호도그래프에서 시어가 강하게 나타나는 날, 특히 2006년 5월 27일 사례는 풍향 및 풍속시어가 크게 나타나 헬리시티 값이 300m²/s² 이상으로 크게 나타났고, 2006년 6월 10일과 7월 15일 사례에서도 150m²/s² 이상 나타나 미국 기준에 따르면 토네이도 가능성까지 예측하고 있지만 나머지 사례 일은 시어가 1000m²/s² 미만으로 강한 뇌우 가능성을 예측하고 있다. 호도그래프의 형태는 5월 27일은 전형적인 곡선 형태의 호도그래프 모양을 갖췄고, 나머지 날은 조직화되지 못한 모습 또는 직선 형태를 띠고 있었다. 특히 2006년 7월 15일 사례는 전형적으로 직선 형태를 띠는 다세포성 뇌우 형태로 나타나고 셀의 발생·성장·소멸이 10시간 정도 지속된 사례에 속한다.

뇌우 이동에서 스톰이동 벡터는 평균류에 의한 강수 셀의 이동 경로를 예측하기에 매우 유용하지만 각각의 셀 예측에는 유입류 벡터 이해가 있어야 한다.

따라서 스톰 이동벡터나 호도그래프 등과 같이 연직적인 바람 자료를 이용한 뇌우 이동에 관한 분석을 시도한 결과 스톰의 전체 이동은 호도그래프에서 생산되는 스톰이동벡터를 통해 예측하고, 각각의 셀 이해는 이후 스캔을 통해 다음 셀의 위치를 파악하여 지속 유지될 것인가를 분석해야 한다. 특히 다중세포인 경우 다음 셀의 발생 위치에 관심을 기울여서 대비해야 한다.

SCAN은 각각의 셀에 대한 dbz값이 나타나 해당 포인트를 통과할지에 대한 정보를 주고 알람까지 울려 주는 유용한 뇌우예보 툴이다. 따라서 강수예코가 나타나면 낮은 dbz값부터 서서히 문

터크 값을 조절해 가면서 경로에 관심을 쏟아야 한다.

2006년 김포공항 안개발생 예측을 위한 체크리스트 재구성 (연구자 : 이흥렬, 정현화, 주순영)

김포공항은 지형 특성으로 활주로 북서 방향은 초지, 북쪽은 한강, 서쪽 12km 떨어진 곳에는 서해안이 각각 위치하고 있다. 안개 특성으로는 복사안개 61%, 이류복사안개 27%로, 주로 복사안개가 발생하고 있다.

또한 김포공항은 국지풍으로 밤과 새벽에는 주로 북서풍이 약하게 불고 있으며, 활주로 북서 방향은 초지로 구성되어 있는 지형 특성상 지표는 봄철 가뭄과 한겨울을 제외하고 항시 습한 지표 구조로 되어 있다. 복사무 발생 조건은 맑은 날씨, 풍속은 초속 2~3m, 지표 부근은 높은 습도를 보인다. 따라서 김포공항은 지형 특성상 밤과 새벽에는 약한 풍속과 지표 부근의 높은 습도로 맑은 날씨, 즉 지표 부근에서 하강기류가 발생하게 되면 복사안개 발생에 유리한 조건이 된다.

이 연구에서 2005년 안개 체크리스트의 항목별 객관 기준을 검증한 결과 평균 적중률이 91% 이상으로 높은 항목이 1번(기압골 통과 후 이동성 고기압 중심이 김포 부근에 위치한 경우), 5번(예상 최고·최저 기온이 전일에 비해 5도 이상 상승 또는 하강하는 경우), 13번(김포시계열자료에서 18~23UTC 전후의 습도가 90% 이상이 예상되거나 습도예상도에서 내륙으로부터 김포 방향으로 90% 이상의 습도가 예상)이었다. 평균 적중률이 76% 미만인 항목은 7번(오후 7시 이후의 풍향이 서·북서로 불 경우), 8번(풍속이 22KST에서 이튿날 06KST 사이 Calm 또는 5KT 미만인 경우), 9~10번(습윤역으로부터 낮 동안 5KT 이상 남서풍이 지속 유입되는 경우), 15번(낮에 충분한 지면 가열이 있는 경우) 항목으로 안개 발생 적중률이 평균치에 미치지 못하여 안개 체크리스트 항목에서 조정하거나 삭제하고, 적중률이 높은 항목인 단열승온과 습기 관련 항목을 안개 체크리스트에 추가하였다. 김포공항 안개가 주로 복사안개 형태로 발생하기 때문에 고기압권 내에서 따뜻한 기류와 습기가 있는 경우 체크리스트에서 안개 발생을 가장 높은 확률로 예측할 수 있다는 것을 알 수 있었다.

따라서 적중률이 평균보다 낮아 조정이 필요한 항목은 삭제하고 높게 나타난 항목인 단열 승온과 습기 항목을 안개 체크리스트에 추가하여 실제로 안개발생일(2005년 10월 25일)을 개선된 체크리스트로 예측치를 구한 결과 기존의 체크리스트는 53%였으나 항목 조정으로 개선된 안개 체크리스트는 59%의 향상된 결과를 확인할 수 있었다.

부록 2. 연구 활동 보고서

기압계 유형별 분석을 통한 저시정 예측 체크리스트 재구성

(연구자 : 노경숙, 박윤희)

김포공항의 안개는 주로 복사무로, 고기압권에서 복사냉각에 의해 발생한다. 그러나 실제 안개 발생을 예측할 경우에는 모델의 습도예상도 및 일기도의 기압 배치에 의한 경험칙에 의해 안개 발생을 예측하고, 체크리스트를 점검하고 있지만 주로 고기압권에서 발생하는 복사무 위주의 내용이다. 그러나 이 연구는 여러 고기압 기단의 실질별로 세분화된 기압 배치를 고기압으로 묶고 그 외에 안장부, 골 후반 고기압 전면, 변질된 고기압 영향 후 북쪽으로 지상 저압부 등으로 좀 더 세분하여 기압 배치를 재분류하였다. 따라서 일기도 유형에 따른 안개 예측에 쉽게 접근하도록 할 수 있고, FAS의 분석장을 통해 각각의 유형에 따른 기상 요소별 조건 값을 제시하여 안개 분석이 용이하도록 하였다.

유형별 특징을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 고기압권의 특징은 850hPa 온도장에서 한반도 온도골, 북서쪽 온도능이 나타나 약한 난기이류가 나타나고, 21KST 접지역전이 나타난다. 침강은 $-3 \sim -12(-\text{ubar/s})$ 까지 매우 강하게 나타나는 특징이 있다.

둘째, 안장부는 낮 동안에 수증기속이 수렴되어 저녁에 해무가 나타나는 경향이 있다. 침강은 고기압권보다 약하게 나타나며, 수증기속 수렴은 고기압권과 비슷하게 나타난다. 지면에 서부터 단열승온은 고기압권보다 작다. 따라서 능도 골도 아닌 상태로 바람이 약하고 대기 확산이 잘 안 되는 가운데 새벽에 복사냉각이 최대화되는 시점에 안개로 이어지는 특징이 있다.

셋째, 저압부의 특징은 낮 동안 변질된 고기압의 영향을 받다가 저녁 이후부터 북서쪽 골의 골자락이 점차 접근하게 된다. 이 경우는 강수는 없지만 수증기속 수렴이 다른 유형에 비해 가장 크며, 차차 습해지다가 새벽에 복사냉각의 영향을 받게 되는 유형에 속한다. 따라서 낮 동안 수증기속 수렴역이 나타나고 저녁에 해무가 나타나는 특징이 있으며, 오메가(Omega)는 고기압권보다 작고 안장부보다 크다. 즉 낮 동안 서서히 시작되는 수증기 유입이 밤 동안 복사냉각의 작용으로 안개가 발생하게 된다.

넷째, 기압골 후면 고기압 전면은 골에 의해 낮 동안 비가 내려 지면이 매우 습한 상태에서 뒤따르는 한기가 약하거나 이동 속도가 느려 복사냉각 효과로 안개가 발생하는 경우에 해당된다. 즉 지면효과가 중요한 요인으로 작용하는데 이때의 하강 운동인 오메가 값이 강수 후 한기이류로 인해 다른 유형에 비해 가장 높게 나타난다.

수치모델 자료와 실황의 비교검증을 통한 예보기법 도출 (연구자 : 정현화, 홍종남)

김포공항은 지형 특성으로 활주로 서쪽에 계양산, 북서 방향에 초지와 도림천, 서쪽 12km 떨어진 곳에는 서해안이 각각 위치하고 있다. 또한 김포공항은 국지풍으로 밤과 새벽에 주로 북서풍이 약하게 불고 있으며, 활주로 북서 방향은 초지로 구성된 지형 특성상 지표는 봄철 가뭄과 한겨울을 제외하고 항상 습한 지표 구조를 하고 있다.

이와 같은 국지적인 지형 특성으로 연직시계열이 주로 북풍에서 북동풍 계열 바람을 예측하지만 실제 관측되는 풍향은 서쪽으로 30~40도 편향하여 북서풍에서 북풍의 바람이 불고, 남동풍을 예측할 때에는 새벽부터 아침까지 내륙의 복사냉각 정도에 따라 남동풍에서 동풍이 자주 불게 된다. 풍속 예측에서 연직시계열이 관측 값보다 약 2배 이상 세계 모의하는데 낮보다 해가 진 후 저녁부터 이튿날 아침까지 풍속이 약해지는 특성을 고려해 연직시계열 풍속 예측 값을 낮에는 예측 값의 60% 적용을 하고, 저녁부터 이튿날 아침(19~9KST)에는 예측 값의 40%로 낮게 조정하면 풍속의 예보 적중률을 높일 수 있다. 습도는 CALM 및 북서풍이 5노트 이하로 약하게 불면서 맑은 날씨와 서해상의 난기역이 위치하면 복사냉각 현상이 활발히 일어나 습도 증가가 급증하게 되어 수치모델이 예측한 습도보다 10% 이상 높은 습도 관측 값을 보이게 된다.

이는 수치모델이 김포공항의 지형 특성상 북서쪽은 항상 습하고 복사냉각에 유리한 지표 구조를 하고 있는 지형효과 표현을 하지 못하고 있음을 알 수 있다. 또한 국지풍으로 밤과 새벽에는 주로 북서풍이 약하게 부는 해륙풍 순환을 하고 있음을 알 수 있는데 이와 같은 국지풍은 중규모- β (20~200km)로 수치모델의 수평 공간 분해능이 30km인 점을 볼 때 모델 예측에 한계가 있음을 알 수 있다.

김포공항의 저층 바람시어 분석 (연구자 : 이흥영, 노경숙, 차민지)

기압계 유형별로 체크리스트를 작성하여 사항별로 특징을 살펴 본 결과 인천 바람시어경보가 나타나는 경우가 대부분이나 해륙풍인 경우 인천공항에 나타나지 않았다. 그것은 김포공항

부록 2. 연구 활동 보고서

을 중심으로 동서 지역의 풍향이 서로 반대로 나타나 김포공항 지역을 중심으로 바람이 수렴되기 때문에 인천공항보다 김포 지역이 더 뚜렷하게 나타났다. 그러나 문산의 윈드프로파일러 자료는 모든 유형에서 나타났다. 이것은 바람이 바뀌는 시점과 해풍이 10kts 이상 강하게 불 때를 중심으로 바람시어가 짧게 나타나고, 해풍전선이 AWS 바람장에서 뚜렷하게 나타났다. 또한 이 유형의 헬리시티는 국지성으로 2~3시간 바람이 불게 되기 때문에 시어 값 역시 낮게 나타났다.

할주로 말단에 설치된 AMOS 바람 값도 해풍이 불 경우에는 풍향이 많이 다른 것을 알 수 있었다. 이것은 해풍이 불 때 종관풍이 약할 때이므로 14R에서 계양산에 의한 북서 방향의 국지풍이 유입되므로 32R와 다른 것도 특징으로 나타났다. 또한 대기 하층의 온도차에 의한 돌풍성 바람을 위해 850hPa과 지상의 오산 고층전문의 온도차를 비교한 결과 섭씨 13도 이상의 온도 차이가 나는 경우가 대부분이나 대류 시스템은 8도 차로 크지 않았다. 이것은 당시 태풍으로 인한 매우 강한 바람이 봄으로써 대기 혼합이 잘 이루어진 것으로 판단된다.

전선이 나타나는 경우는 물론 전선형에서 뚜렷했지만 대류계와 하층제트 유형에도 나타나는 경우가 있었다. 시어 정도를 파악하기 위해 호도그래프 형태를 분석한 결과 풍향시어가 뚜렷한 경우는 곡선형 호도그래프, 풍속시어가 뚜렷한 경우는 직선형 호도그래프로 각각 나타났다. 헬리시티는 시어지수로, 150(m²/s²) 이상 나타나는 경우가 대부분이나 한기확장형은 풍속시어 유형이고 또한 역류 현상(Backing)이 나타나 시어(면적) 값이 낮게 나타나는 것을 알 수 있었다.

해상 안개 유입 시 김포공항의 저운고 특성 분석 (연구자 : 윤정식, 최정호)

경기만의 저운 고염의 저층냉수가 해안가를 만나 용승(upwelling)하면서 해수면은 주위보다 차갑고 높은 해염입자를 지니게 되고, 여기에 상대적으로 따뜻한 해양에서 차가운 내륙으로 하층대기의 흐름이 이루어지면 해수면은 포화되어 해상안개가 만들어진다. 이 안개는 하층대기의 기류에 의하여 김포공항으로 이동하게 되면서 안개 형태를 띠거나 저운고(Low ceiling) 형태를 띠게 된다.

가) 저운고의 발생빈도 및 진단요소 분석

- 2006~2008년 3~7월에 김포공항으로 유입된 해상안개는 총 41회 발생한 것으로 나타났다. 이 가운데 안개가 형성된 경우는 22회로 54%, 저운고가 형성된 경우는 19회로 46%의 비슷한 발생빈도를 나타냈다. 다시 말해서 인천공항에서 안개가 형성되어 김포공항으로 유입될 것으로 예상될 때 절반 정도는 안개가 아닌 저운고 형태를 띠게 된다는 것이다.

- 저운고 발생 원인은 김포공항 입장에서는 서해상에서 유입되는 이류안개(Advection Fog)의

발생을 저지시키기 때문이다. 그 원인을 나누어 생각해 보면 먼저 안정된 대기를 교란시키는 요소로 강한 상승류가 존재한다는 것이다. 다음으로는 높은 습도 및 역전층 형성을 저지시키는 요인으로 전일 T-max의 노점기온보다도 기온이 높게 형성되면서 포화가 이루어지지 않는다.

- 안정한 대기의 교란 요인 진단 요소로 KLAPS를 활용하여 수렴(Convergence)해 보면 강한 상승류를 보인 총 20회 가운데 16회가 저운고로 분석되어 80%의 상관성을 보인 반면에 p-벨로시티의 경우 수치 값들이 작아 판별하기에 어려웠다.

- 역전층 형성을 해소시키는 요인의 진단 요소로는 전일 T-max의 노점온도와 최저온도를 비교하였다. 최저온도가 노점보다 높게 기록한 경우는 총 21회 가운데 저운고가 17회로 81%의 높은 연관성을 보였다. 또한 최저온도가 노점보다 낮게 기록된 경우는 총 20회 가운데 18회를 보여 90%를 기록하였다.

- 높은 습도를 저해하는 요인의 진단 요소로 Skew-T 형태를 구분하여 하층대기에서 X형으로 표현되고 저운고를 Y형으로 나타나면 안개를 예보할 수 있을 것이다. 상대습도 또한 지표면의 습도를 표현하고는 있지만 41회 대상 가운데 32회가 95% 이상의 상대습도를 보여 78%를 기록하였다. 더욱이 저운고를 기록한 19회 가운데 13회가 95% 이상의 상대습도를 보임에 따라 현재의 상대습도로는 안개와 저운고를 구별하는데 어려움이 있다.

- 국지성의 영향으로 동풍의 유입은 안개 형성을 크게 저하할 것으로 보였으나 총 11회의 동풍 가운데 5회는 안개, 6회는 저운고로 각각 나타나 진단 요소로는 적절치 않은 것으로 나타났다. 또한 대부분이 습기량 이류가 이루어지고, 상당온위 수렴(Eq Pot Temp Conv) 역시 대부분 난기의 이류가 있는 것으로 분석되어 저운고를 구분하는데 주의해서 활용할 필요가 있다.

나) 저운고 예보 시 고려 사항

- 이상을 토대로 저운고를 예상하기 위하여 상관도가 높은 진단 자료로는 안정된 대기 판단을 위한 수렴(Convergence)과 오메가가 유용하게 사용될 수 있고, 역전층 약화 여부는 전일 T-max의 노점온도와 최저온도를 비교하고 단열선도의 X자형이 유지될 수 있는지를 살펴봐야 한다. 또 하층대기의 포화 여부는 현재 상대습도를 이용하되 상대습도가 95% 이상인 경우에도 강한 상승류가 존재하거나 전일 T-max 이상의 기온이 유지된다면 안개보다 저운고를 예보하여야 한다.

부록 2. 연구 활동 보고서

- 저운고를 진단하기에 비교적 상관도가 낮은 요소로는 습기량 이류와 상당온위 수렴을 들 수 있고, 지상의 동풍이 유입될 때에도 주의하여 분석하여야 한다. GDAPS 30KM 시계열의 경우도 안개와 저운고 모두 25% 미만의 적중률을 보이고 있어 꾸준한 실황 값 보정이 필요하다.

2008년 김포공항 국지풍의 특성조사(연구자: 신동기, 주순영)

김포국제공항의 국지풍은 종관 일기도에서 예상되는 바람과 풍향 및 풍속에서 편차가 발생한다. 그 원인은 지리 여건 영향에 따른 국지풍의 영향과 지형 효과가 중요한 요인으로 작용한다고 볼 수 있다. 따라서 지상의 국지풍은 기압계 시스템 등 복합 상황에 따른 여러 요인으로 나타나는 현상인 만큼 폭넓은 이해가 필요하다. 김포공항 지역 바람은 계절에 따라 풍향의 차이가 있으며, 주원인은 종관 기압계 배치와 관련이 높은 것으로 분석된다. 또한 김포공항의 국지풍 특성은 등압선의 배치 상태가 매우 중요하지만 고기압 위치에 따라 같은 등압선의 배치 상태에서 풍향의 편차가 발생한다. 대부분의 경우 고기압 중심이 김포공항보다 위쪽에 위치하면 기압계 패턴에서 예상되는 풍향에 20~30도를 더하여 주고, 아래쪽에 위치하면 20~30도를 빼 주면 대체로 일치한다. 한편 저기압의 영향을 받는 경우는 고기압에 비하여 국지성의 영향이 작고, 예측도 어렵다. 김포공항의 경우 국지풍은 북서풍이 대체로 많이 분다. 그 이유는 지형 조건으로 북서에서 남동 방향으로 바람의 통로가 형성되어 있으며, 국지풍의 원인이 되는 해풍과 전원풍 등이 북서풍으로 나타나는 경우가 많기 때문이다. 국지풍 예보는 낮에는 해륙 효과를 우선 고려하여야 하며, 밤에는 도심효과를 우선 고려하여 예보하면 잘 예측할 수 있다. 한편 수치 자료를 이용하여 김포공항의 바람 예측은 김포공항의 특성에서 기압 경도력이 강한 경우 종관 기압계의 패턴에 따라 바람이 관측되므로 수치 모델에서 예상한 풍속 값이 15노트 이상인 경우 풍향은 수치 자료에서 예상한 값을 이용하고, 풍향은 주간의 경우 0.6을 곱하고 야간의 경우 0.36을 곱하여 예상하면 된다. 그러나 기압 경도력이 약한 경우에는 지리 영향을 고려하여야 한다. 따라서 주간에는 해풍, 야간에는 전원풍 등을 각각 고려하여 풍향을 예상하여야 한다.

고층기상관측자료 분석을 통한 김포공항의 뇌우 발생 조건 분석 (연구자: 정현화, 홍종남)

뇌우의 발달을 결정하는 가장 중요한 기상 조건은 강한 조건부 불안정 대기와 연직 바람 구조이다. 연직 바람 시어가 강할수록 더 지속되는 뇌우가 발달하게 된다. 또한 수분의 연직 분포도 대류의 강도에 영향을 미치는 요소로 강한 대류가 있기 위해서는 하층 대기에 충분한 수분이 있어야

하고, 행성경계층 위의 공기가 건조한 경우 이 공기가 대류계 내에 하강 기류로 유입되어 더욱 강한 하강기류를 가져오게 함으로써 돌풍 전선에서의 수렴을 강화시켜 뇌우 발달에 기여하게 된다. 하지만 고층기상관측자료로 분석한 결과 건조한 중층 대기는 뇌우 및 뇌우에 필수 조건이 아니었다. 따라서 뇌우 발생 조건을 정리하면 다음과 같다.

1. 강한 조건부 불안정도는 SSI 지수가 4 미만인 경우
2. 대기 하층의 습윤 정도는 습도가 80% 이상인 경우
3. 중층의 건조 공기는 분석 결과 뇌우 발생에 있어 필수 조건이 아님
4. 연직 바람시어는 지상과 대기 하층인 850hPa 고도의 u 값에서 바람의 변화 경향이 음(-)인 경우

뇌우로 호우와 돌풍 피해를 볼 수 있는 다세포 뇌우 및 스콜선 발생 조건을 정리하면 다음과 같다.

1. 강한 조건부 불안정도는 SSI 지수가 4 미만인 경우
2. 대기 하층의 습윤 정도는 습도가 80% 이상인 경우,
3. 중층의 건조 공기는 분석 결과 뇌우 발생에 필수 조건이 아니지만 뇌우 발달에 기여함
4. 강한 연직 바람시어는 지상과 대기 하층인 850hPa 고도의 u 값에서 바람의 변화 경향이 -7.5노트 이하인 경우

하지만 뇌우 발생에서 무엇보다 중요한 것은 지상 및 대기 하층에서 강한 수렴이 무엇보다 중요하였다. 습윤한 하층 대기 및 강한 조건부 불안정 대기와 함께 강한 연직 바람시어 조건이 있더라도 대류가 일어나기 위해서는 초기에 상승을 유발할 수 있는 강한 수렴이 존재해야만 한다. 고층기상관측자료를 분석한 결과 중간 대류권의 건조한 기층은 뇌우 발생에 필수 조건이 아니었다. 다음은 통계 조사 결과 뇌우 및 뇌우 조건을 3가지 이상 만족한 경우 뇌우 및 호우와 돌풍을 동반한 뇌우 발생 빈도수가 높다는 것을 알 수 있다.

2009년 FAS IST(Interactive Skew-T) 활용 방안 (연구자 : 김진상, 윤정식, 최정호)

가) 시정예보를 위한 IST 활용 방안

동일 기단 내에서 복사냉각에 의한 시정의 변화를 알아보기 위해서는 기온예보법이 선행되어

부록 2. 연구 활동 보고서

야 한다. 이를 통하여 기존의 연구 결과를 종합해 보면 봄·가을 복사냉각이 본격 이루어지는 시기에는 RDAPS 시계열도에서 모의된 온도가 실제 온도보다 2~4도 낮게 모의되는 경우가 많았다.

따라서 이를 이륙예보(Take-Off Forecast)에 적용하고 IST 기온 요소에 적용하여 Skew-T의 형태를 분석할 필요가 있다. 기온을 높게 모의한 경우 복사냉각의 정도를 과소 모의하여 습도예상도 역시 과소 모의하는 경우가 많은데 이 경우 Skew-T 형태는 역전층을 모의하지 못한다. 따라서 이튿날 아침 시정예보를 하기 위해서는 보정된 기온 값을 IST에 대입·적용하여 역전층의 형성 여부를 확인하여야 한다.

나) 바람시어 예보를 위한 IST 활용 방안

이번 연구에서는 연직 바람장의 형태에 따라 S형과 Y형으로 나누었다.

- S형의 경우 하층에서는 해륙풍 영향으로 서풍이 유입되고, 다음 층에서는 종관장의 바람에 따라 동풍이 형성되고 상층에 다시 서풍이 불었다. 따라서 이착륙하는 항공기의 경우 정풍의 바람을 받다가 고도가 바뀌면서 상반된 측풍을 받을 수 있음을 알았다. 이에 S형의 경우 2년간 발생한 바람시어경보 가운데 11%를 차지하였지만 위험 요소는 더 크게 나타났다. 모델장과 실험값의 차이가 발생한 가장 큰 원인으로는 모델장에서 기온을 과소 모의하면서 해륙풍의 정도를 작게 모의하였기 때문이다. 호도그래프 형태는 지향성시어 모양이 있었으며, 모델장과의 차이는 동과 서를 오가는 정도의 차이로 표현되었다.

- Y형의 경우 하층에서 남서기류가 강하게 유입되고 상층에서 서풍기류가 놓이면서 중간층에서 수렴 구역이 형성되었다. 따라서 이착륙하는 항공기는 정풍의 바람을 받다가 고도가 바뀌면서 강한 측풍을 받을 수 있다. Y형도 S형과 동일하게 모델장에서 기온을 낮게 모의한 결과 해륙풍의 정도를 작게 표현하였다. Y형의 바람시어는 42% 발생하였으며, S형보다는 일정 고도에서 풍속이 강하게 수렴하여 측풍을 형성하기 때문에 항공기는 방향성시어와 함께 속도형시어도 함께 받을 수 있을 것이다.

다) 대류운 예보를 위한 IST 활용 방안

김포공항의 주변에서 강하게 발달하는 대류운의 경우 시간 순서대로 살펴보면 첫째 기온이 상승하면서 해륙풍의 영향으로 풍향이 서풍계열로 바뀌고, 이에 따라 하층에서는 상대적으로 차고 습한 공기덩어리가 이동하게 된다.

둘째 동풍 계열에 의한 서울 도심지의 따뜻하고 건조한 공기가 대기의 중간에 갇히게 된다 셋째 갇힌 공기는 대류온도(Convective Temperature) 이상이 되면 하층대기가 상승하여 구름이 만들어지고, 이 구름대는 중간에 위치한 건조한 공기와 만나 불안정도는 심화된다. 건조한

공기가 포화되면서 잠열을 방출하고, 밀도의 증가로 건조한 공기의 주변부로 이동하여 공기의 혼합이 활발해지면서 대류운은 더욱 성장하게 된다. 모델장에서 모의한 경우와 실황의 차이점은 모델장에서 중층대기의 동풍을 과소 모의하였고, 지상의 바람을 지속되는 서풍 계열로 예상하면서 강수 구역을 강원도를 중심으로 하는 경기도 동쪽으로 모의한 것이다. 또한 온도를 과소 모의하면서 대류온도 이하로 예상하여 김포공항의 대류운 발달을 예상하는데 실패한 것이다. 이에 IST를 통하여 기온 및 바람을 보정한다면 어느 정도 대기의 불안정한 형태를 예상할 수 있을 것이다. 다만 연직의 대기 상태에서 다른 층들을 제외하고 지상의 바람 및 기온만을 적용한 결과 모델에서 제시한 불안정지수의 수치는 IST에 적용한 보정 값과 큰 차이를 보이지 않았다.

김포공항 국지풍의 특성 분석 (연구자 : 신동기, 권현숙, 이화심)

김포공항 지역에 발생하는 바람시어는 대부분 저기압에 의해 유발된다. 저기압으로 유발되는 경우는 저기압의 이동 경로와 위성, 레이더, AWS 관측자료 분석 등을 이용하여 비교적 다양한 방법으로 바람시어를 예측할 수 있다. 그러나 비록 발생 가능성은 낮지만 고기압에 의해 바람시어가 유발되는 경우도 김포공항에서 관측된다. 이 경우는 저기압보다 예측이 어렵고, 관측 자료도 부족하다. 고기압에서 유발된 김포공항의 바람시어를 분석한 결과 크게 3가지 유형으로 구분할 수 있다. 이동성 고기압이 서해상에 위치하면서 남서풍이 강하게 유입될 경우(이동성 고기압형), 동해상에 고기압이 위치하면서 동풍이 유입되는 경우(해풍형), 대륙성 고기압이 강하게 확장하면서 강풍이 부는 경우(한기 확장형) 등이다. 그러나 고기압으로 유발되는 바람시어는 대부분 이동성 고기압형이다. 이동성 고기압형은 기압경도에 의해 발생하는 남서풍과 지형 효과로 바람시어가 발생한다. 이 경우 바람시어 예측은 기압계의 유형과 함께 남서풍의 강도를 분석하여야 한다. 따라서 기압경도력 및 지형 효과(해륙풍) 등을 중점 고려하여야 한다. 해풍형은 동쪽에 위치한 고기압의 영향으로 상층에 동풍이 유입되지만 하층에 해풍의 유입으로 상하층 간에 바람시어가 발생한다. 이 경우 바람시어 예측은 김포공항에 해풍의 유입 가능성을 우선 판단하여야 한다. 따라서 일사 및 주변 AWS 관측 자료를 이용하여 해풍 유입을 분석하고, 수직측풍 및 AMDAR 자료 등을 이용하여 상층의 동풍 유입도 분석하여야 한다. 한기 확장형은 북서쪽에서 대륙성 고기압이 확장할 때 강풍에 의해 바람시어가 발생한다. 이 경우 풍향이 활주로 방향과 평행으로 불기 때문에 정풍의 변화는 풍향보다 풍속에 의해 발생하고, 상층에는 강풍이 유지되지만 지상에는 강풍이 약해지는 시점에 발생하는 경우가 있다. 따라서 이 경우 바람시어 예측은 상하층 간의 풍속 차이를 분석하여야 한다. 상하층간의 풍속 변화는 오산 및 백령도의 고층 관측 자료와 문산—수직 측풍 자료를 활용하여 상층의 분석과 지상 실황을 통한 하층 자료 분석을 이용할 수 있다.

부록 2. 연구 활동 보고서

한편 김포공항 지역에서 발생하는 대부분의 바람시어는 풍향 및 풍속과 상관있다. 특히 남서 계열의 바람이 15kt 이상의 경우 약 40%가 조종사로부터 바람시어라는 보고가 있었다. 이 값은 비교적 큰 것으로 분석되었다. 그 이유는 조종사로부터 보고되는 바람시어는 항공기가 운항을 하지 않은 경우 보고되지 않기 때문에 상대적으로 작을 수 있기 때문이다. 김포공항 일대에 발생한 바람시어의 분석 결과 약 70%가 10kt(순간최대 20kt) 이상에서 발생하고, 해풍형과 뇌전 발생 경우를 제외하면 대부분 이 경우에 속한다.

김포공항의 뇌우발생 예측식 개발(연구자 : 심미정, 이명환, 홍종남)

대기 불안정으로 발달한 적란운에서 발생하는 뇌우는 항공기 안전을 위협하는 대표적인 위험 기상이다. 뇌우는 발생 원인에 따라 전선성, 저기압성, 기단성 뇌우로 분류할 수 있다. 최근 2년간 김포공항에서 발생한 뇌우를 분석한 결과 전선성과 저기압성 뇌우에서 강풍과 바람시어 호우가 동반되어 발생하는 횟수가 기단성 뇌우보다 더 많았다. 특히 2009년 10월 13일 사례처럼 한랭전선이 지날 때 스콜선이 생기는 경우 강풍과 바람시어가 발생할 수 있기 때문에 더욱 주의가 요구된다.

뇌우 발생을 예측할 수 있는 가장 좋은 척도는 SSI와 KI 등 대기 불안정도지수이다. 최근 3년간 김포공항에서 뇌우가 발생한 시각의 불안정도 지수를 분석한 결과 여름철의 경우 SSI 평균이 0.7, KI 평균이 31.8로 기존에 알려진 연구에서 뇌우 발생 가능성이 높은 지역에 들어갔다. 또한 대류강도에 영향을 미치는 요사인 하층대기의 수분도 여름철에는 상당히 높은 것으로 분석되었다. 따라서 여름철의 경우 모델에서 불안정도지수가 높게 모의된다면 뇌우발생을 예보할 수 있다. 하지만 여름철을 제외한 나머지 달의 경우에는 상대적으로 SSI나 KI가 훨씬 낮은 상태에서도 발생하는 것으로 분석되었다.

이번 연구를 진행하면서 뇌우는 발생 유무 외에 수치 상으로 관측하기 어려운 점이 있어 뇌우 발생 예측을 하나의 식으로 도출하는 데에는 어려움이 있었다. 다만 그동안 김포공항 지역에서 나타난 뇌전 자료를 바탕으로 뇌우를 예상할 때 고려해야 하는 조건들을 도출할 수 있었다.

- 대기안정도 : 수치예보 모델에서 중부지방으로 SSI가 1 이하, KI가 30 이상이 예상되면 뇌우 발생을 고려해야 한다.

- 상층 건조공기와 하층 습윤 대기의 충돌 여부: 수증기 영상에서 암역이 김포공항 쪽으로 확장

하고 있다면 암역의 선단에서 대류운의 발생 여부를 감시해야 하고, 오산 대기선도에서 전 시간보다 상층이 건조해지고 하층이 습윤해지고 있다면 대기불안정으로 인한 뇌우발생 가능성을 고려해야 한다.

- 스콜선의 발달 여부: 대기불안정으로 적란운이 발달할 때는 적란운 전면에서 스콜선이 발달하기 쉽고 강풍과 바람시어가 함께 발생할 수 있으니 뇌전경보와 함께 바람시어, 강풍경보를 함께 고려해야 한다.

적설로 인해 발생하는 복사안개(연구자 : 정현화, 임정아)

겨울철, 특히 대설이 발생하고 적설이 쌓여 있는 경우 종관 상으로 습기 유입이 없다 하더라도 한 낮에 눈이 덮여 있는 지면에서 눈이 녹아 자체로 습기를 공급하면서 증발 과정이 일어나 지면의 온도를 낮추게 되어 복사냉각에 유리한 지면 조건을 형성하게 된다. 이로 인한 활발한 복사냉각 작용으로 복사안개가 발생할 수 있는 유리한 조건이 형성된다. 적설 후 발생하는 복사안개의 주요 원인을 정리하면 다음과 같다.

- 1) 맑은 날씨는 복사냉각에 유리해 안개 발생에 좋은 조건이 된다.
- 2) 약한 바람(4노트)은 복사냉각에 유리한 조건이 된다.
- 3) 안개 발생 전일 대설로 인해 최심적설은 3cm 이상 되어야 한다.
- 4) 안개 발생 전 낮 기온은 영상이어야 한다. 즉 지표면의 많은 적설이 녹으면서 증발되어 대기 중으로 습기를 제공할 수 있어야 한다.
- 5) 빙점과 수적의 포화수증기압 차이가 크도록 아침 최저기온은 섭씨 영하 10도 이하로 떨어져야 한다.

부록 2. 연구 활동 보고서

[표] 현업연구과제 연도별 목록

연도	현업연구과제명	연구원
2001	김포공항 기후정보 분석	김경식 김병희 김봉진 최연숙 송현숙
	김포공항 낙뢰방지 시스템의 성능평가	김병희 심철우 심영식 김미경
	김포공항 AMOS의 MOR 및 RVR값 특성조사	정병석 김봉진 심영식 최연숙
2002	김포공항 안개예보 연구에 관한 종합분석	김경식 이흥렬 김정빈 송현숙
	김포공항 활주로 양단의 기온차 분석	이흥렬, 김정빈
	김포공항 안개 소산시각에 관한 연구	이흥영 권현숙
	겨울철 경기만의 강설특성 고찰	강경운 강혜영
	김포공항의 적설현상 분석	심철우 박윤희
	AMOS 장비 장애요인 분석	심영식
2003	김포공항의 국지적인 바람성분 고찰	김경식 이흥렬 김정빈 심원보 송현숙
	우리나라에 영향을 주는 황사분석	강경운 강혜영
	연직시계열자료의 습도와 시정과의 상관관계 조사	김흥래 권현숙
	악기상시 김포공항의 시정변화 연구	심철우 김윤희
2004	활주로 14R방향의 부분적인 안개발생 특성 고찰	김경식 이흥렬 이명환 송현숙
	김포공항에 영향을 미치는 이류무의 특성 분석	심철우 박윤희 윤정식
	김포공항 혼합무 발생조건 고찰	김경록
	뇌우 발생시 김포공항의 바람 분석	김흥래 백현주
	기온예보를 위한 통계적 의사결정 시스템 개발	이흥렬 강혜영
2005	최근 김포공항의 안개발생 경향 분석	김흥래 이흥렬 주순영
	김포공항의 뇌전현상 분석	전영일 윤정식
	김포공항의 안개와 지면온도와의 관계고찰	백현주
	시정예보를 위한 FAS 프로시저 구축	노경숙 홍종남
	김포공항의 항공기상장비 효율적 운영 방안	이명환
	실용적인 TAFs 작성 매뉴얼	박정훈 홍종남
	기압골 통과 후 시정회복 시간을 산출하기 위한 Omega 활용 방안	홍성표 윤정식

2005	회귀분석을 이용한 김포공항의 복사무예보 연구	정란희 박지은
	바람장을 이용한 뇌우이동 분석	노경숙 박윤희
	김포공항 안개발생 예측을 위한 Check-list 재구성	정해순 이흥렬 정현화 주순영
2007	김포공항의 시정회복 Check-list 도출 - WebFas를 활용하여	주순영 김보진 정해순
	김포국제공항의 국지풍 예보기법-지형효과에 따른 국지적 풍향을 중심으로	박정훈 윤정식
	기업계 유형별 분석을 통한 저시정 예측 Checklist 재구성	노경숙 박윤희
	중규모의 스콜선(squallline) 예측을 위한 한반도 WINTER 활용방안 연구	정란희 차민지
	수치모델 자료와 실험과의 비교검증을 통한 예보 기법 도출	정현화 홍종남
2008	김포공항 국지풍의 특성조사	신동기 주순영
	고층기상관측자료 분석을 통한 김포공항의 뇌우 발생 조건 분석	정현화 홍종남
	해상 안개 유입시 김포공항의 Low Ceiling 특성 분석	윤정식 최정호
	김포공항의 저층 Windshear 분석	이흥영 노경숙 차민지
2009	FAS IST(interactiveSkew-T) 활용 방안	김진상 윤정식 최정호
	김포공항 국지풍의 특성 분석	신동기 권현숙 이화심
	김포공항의 뇌우발생 예측식 개발	심미정 이명환 홍종남
	적설로 인해 발생하는 복사안개	정해순 정현화 임정아
2010	김포공항의 겨울철 일 최저기온 변화 특성연구	정태균 심미정 이명환 김인식 이효미 최정호
	대설 이후 발생하는 김포공항의 복사안개 분석	정현화 정해순 이유나 이민자 이화심 김윤정
2011	뇌전특보 선행시간 확보를 위한 기상변화 연구	정태균 김기봉 김윤정 이화심 백승록
	김포공항의 짙은 안개 (RVR 175m 미만) 발생조건 연구	임용한 김인식 이성출 백현주 이유나 홍종남
2012	소낙성 강수를 동반한 김포공항 대류성 바람시어 특성 연구	임용한 강경운 백현주 강혜영 박윤희 백승록 김혜수
	뇌전특보 선행시간 확보를 위한 내륙발생형 뇌전 특성 연구	임용한 김기봉 허혜숙 홍종남 선상목 정태균

부록 3. 선배님과의 만남

2013년 3월 21일 기상의 날 초청 세미나 - 서정갑

‘김포공항기상대 50년사 발간’ 겸 2013년 3월 21일 기상의 날 행사의 일환으로 외부 초청강사 세미나를 개최하였다. 이 자리에 전직 기상인 서정갑 선배를 초청하여 김포공항기상대의 주요 역사를 주제로 이야기를 나누는 좋은 기회가 되었다.

서정갑 선배 초청 이유의 하나는 우리 김포공항기상대의 흔적을 찾아보려 하니 자료가 턱없이 부족하였기 때문이었다. 옛 건물들은 점차 훼손돼 가고 있고, 자료는 제대로 챙기지 못해 사라져 가고 있었다. 김포공항기상대의 역사 자료를 수집하는 과정에서 ‘인간의 모든 지적 유산을 기록해 세상에 전한다’는 영국 BBC의 모토가 다시 한 번 기록의 소중함을 일깨워 준다. ‘기록과 보존’의 가치는 끊임없이 다음 세대에 전수되고 향유될 때 제 의미가 있음을 새삼스럽게 생각해 본다.

자, 이제부터 우리가 알지 못한 김포공항기상대의 르포르타주를 시작해 보자!!!

1970년대 초 김포공항기상대는 기상청 직원 가운데 엘리트 직원이 발령 받아 근무할 수 있었다. 또한 당시 상황에서는 드물게 미니버스를 이용하여 출퇴근하였으며, 기상청에서 입지 않은 관복(감색 양복과 넥타이)도 제공되었다.

이 관복을 착용하면 국제적으로 보임으로써 주위 사람들의 선망의 대상이 되기도 했다. 또한 야근 때는 간식으로 빵, 삶은 계란, 우유 등을 제공받았다. 당시에는 지금처럼 풍족한 삶이 아닌 시기여서 가족 생계에 먹지 않고 집으로 가져가기도 하였다.

일반인은 사용할 수 없는 미군부대 PX(Post of Exchange; 미국물품 구입할 수 있는 곳)에서 생필품을 시중보다 저렴한 가격으로 구입할 수 있는 특권도 누렸다.

1971년에는 지금은 이주하여 없어진 공군전투단이 김포공항 부근에 있었다. 그들은 김포공항 기상대에서 생산된 관측 및 예보자료를 받아 활용하였다. 어느 날 비행에서 돌아온 한 조종사가 기상 악화로 비행에 문제가 발생했다며 권총을 빼어들고 기상업무 담당자를 위협한 일도 있었다. 이 사건은 당시 청와대까지 보고되었으며, 이후 여러 상황을 감안해 그때부터 전투단에서 기상대로 사람을 파견해 함께 근무하게 되었다. 또한 전투단에서 파견 나온 사람이 기상청에 입사하는 계기가 되기도 하였다.

공항기상관측장비(AMOS)가 없던 1970년대에는 이착륙이 가능한 시정거리 800m를 오로지 목적으로 판정하였다. 따라서 시정거리 800m 부근에서 이착륙 가능 여부는 관측자 주관의 판단에 크게 좌우되었기 때문에 항공사에서는 관측에 지대한 관심을 기울일 수밖에 없어서 관측자의 파워가 예보관보다 더 컸다. 또한 구름을 관측할 때는 김포공항기상대의 관측 값이 기준이 되어 타 기상대에서 참고하였다.

항공예보철(Weather Chart Folder)을 항공사에 제공할 때 지금처럼 수치예보시스템이 갖춰져 있지 않아 현재 일기도를 바탕으로 각종 예상도를 예보관 자신의 지식과 직관으로 임의 작성하였다. 이렇게 만든 예보철은 항공사에 제공되었으며, 조종사는 비행을 마친 후 기상대에 와서 예상도의 적중률을 다시 브리핑하기도 하였다. 당시에는 국제공항으로서 많은 외국 항공사의 조종사와 소통하기 위해 어학은 필수였다. 이렇게 생산된 일기도는 감광지를 이용해 청사진 형태로 각 항공사에 제공되었다.

그리고 미국 공군에서 사용하던 유선 통신장비인 KS19 OZ58 등을 김포공항기상대가 인수하였다. 당시 기상청 본청에서 사용하던 무선 RTT는 주파수가 낮아 특히 야간 감도가 매우 약했다. 기상청 예보관 직원들은 RTT에서 수신한 전문으로 일기도를 기입하였는데 야간에는 전문이 이시리져서 잘 안 나왔다. 당시 FAX도 없고 오로지 무선 또는 구두로 전문을 받아야 하던 시절에 김포공항기상대는 미군 통신장비를 이용해 필요한 지점을 입력해 요청하면 미국 공군에서 지점번호대로 일목요연하게 작성한 전문을 받아 볼 수 있었다. 기상청 본부에서는 김포공항기상대에 전화해서 필요한 지점의 전문을 요구하여 받아 볼 정도였다. 그러나 매우 많은 요청 때문에 미군 통신망에 부하가 많이 걸려 미군 측에서 김포공항기상대에 항의하는 일도 있었다.

서울에서 개최되는 88올림픽을 계기로 공항기상관측장비(AMOS)가 설치되었다. 이것이 기상청 관측 장비 자동화의 시초가 되었다. 이와 더불어 통신의 자동화도 시도되었다. 전문을 수집해 자동으로 전파되는 시스템으로, 세계 최고의 첨단 장비였다. 당시 일본기상청 통신과장이 방문하여 자동화된 통신을 보며 매우 놀랐다고 한다. 일본에서는 자동화가 되면 인원 감축으로 인한 우려로 노조의 반대가 심해 시행하지 못하고 있었다는 이유에서였다.

공항기상관측장비 설치 이후 자동화가 되면서 안개는 더 빈번하게 관측되었다. 처음에는 장비 신뢰도를 이유로 항공사에서 항의가 빗발쳤다. 결국에는 자동화 관측이 객관성 있고 신뢰도가 높다는 것으로 판명나긴 하였지만 자동화 장비 설치 초기 약 1년간은 이처럼 많은 혼선과 해프닝이 예

부록 3. 선배님과의 만남

상치 않게 나타나기도 하였다.

1998년 대장으로 있을 당시 국가정책으로 환경문제가 대두되기 시작하였다. KBS 특집 '환경스페셜' 첫 방송으로 김포공항에서 목측관측에서 계기관측으로 전환된 후 10년 사이 안개일수가 크게 늘어났다는 내용이었다. 전체 40분에서 15분에 해당하는 방송 분량을 차지할 정도로 이 문제의 규명이 심각한 상황이었다. 이에 대해 공해 및 한강의 오염 증가로 한강이 잘 결빙되지 않으며, 또 정밀한 계기관측 등의 객관화한 결과라고 답한 기억이 아직도 생생하다.

1998년 김포공항에서는 점보기가 반 토막 나서 많은 사람이 부상하는 대형 항공기 사고가 발생하였다. 사고 당일 낙뢰 발생으로 AMOS가 모두 정지된 상태였는데 강서경찰서에 기상장비 고장으로 사고가 났다는 고발이 접수됐다는 일이 있었다. 이 때문에 강서경찰서가 기상대 압수를 시도해 강력 항의한 적이 있고, 그 이후 항공사고조사위원회가 구성되면서 불이익을 최소화하기 위해 기상대 직원이 합류함으로써 정당한 조사를 받을 수 있었다. 또한 운영 중인 SODAR 관측 자료를 이용해 해명한 기억이 난다. 그리고 당시 관제탑과 기상대 간에 운영한 최첨단 전문 전송 장치 electric writer에 약 1시간 이전 전문이 기록되어 있어 이를 해명하기 위해 노력하던 기억이 새롭다.

한편 1980년에도 김포공항에서 대형 항공기 사고가 발생하였다. 그때 자동운고계와 시정계에 새집이 있는 것이 발견되어 곤욕을 치렀다. 당시 관측 업무를 수행하던 김재호 선배가 관계기관에 불려가 큰 고초를 겪었다. 특히 당시 기관장으로 계신 박태경 선배, 문영진 선배가 이북 출신이어서 더 많은 조사를 받았다.

서귀포와 관악산을 거쳐 항공기상과에 부임한 후에는 수도권신공항건설사업과 관계된 항공기상 시설 설치가 큰 과제로 부여되었다. 기억을 떠올려 보면 청주에 허브공항을 건설하려고 했는데 당시 김영삼 대통령이 이를 백지화하고 대신 영종도에 건설하기로 결정되었다. 그때 요청한 인천공항 기상시설 관련 예산이 약 400억 원이었다. 당시 기상청 총예산이 640억 원임을 감안할 때 얼마나 비중이 큰 사업인지 짐작할 수 있다. 매주 기상청 정책토론회에서 이에 관해 논의하였고, 최종 300억 원 정도로 조정되었다가 김대중 대통령 때 IMF 위기로 다시 240억 원으로 줄었다. 지금의 항공기상청 청사 부지 선정 때는 바다에 말뚝을 꽂고 시작하기도 하였다.

지금 운영하고 있는 TDWR 레이더의 운영을 위해 레이더 관측소 기관장을 5급으로 구상하기도 하였다. 인천공항의 기상시설 설치의 매우 큰 사업이었다. 새로운 개념의 최고 기상시설 설치를

위해 한국계 미국인 스티브 김이 PI로 참여해 함께 일하였다. 그는 인천공항이 매립지로서 투광기와 수광기로 구성된 시정계는 바닥 침하의 우려가 있어 이를 전방산란(forward scatter) 방식을 주장하였다. 그러나 전방산란식 시정계는 샘플링 데이터가 작아 전송(transmitter) 방식을 설치하기로 최종 결정하였다. 그리고 모든 관측 장비를 한데 묶어 네트워킹하는 통신 자동화 기법인 IWHU를 만들 것을 요구하였다. 이에 대해서도 스티브 김이 반대해 관철하는 데 어려움을 겪었다. 이처럼 기술자와 전문가가 보는 시각은 달랐다. 그리고 공항에 근무하면 의전이 매우 중요하기 때문에 인천공항 대합실 부근에 기상정보실 사무실을 별도로 확보하기도 했다. 북측 방조제 부근에는 파이발(PIBAL) 창고도 확보했다.

2000년 8월 항공기상청 직제가 개편되었다. 당시 인천공항의 사업 진척도가 약 75%인 가운데 지방청 소속이던 공항의 모든 항공기상관서가 항공기상청 산하로 일원화되어 전체 정원이 약 100명이었다. 인천공항은 아직 준공되지 않은 상태에서 항공기상대 서정갑 초대 대장과 김포공항기상대 김경식 대장이 김포에 함께 있는 상태여서 준공되기 전인 8월에 42명의 항공기상대 정원 가운데 27명이 당초 계획보다 먼저 인천으로 들어갔다. 그곳에서 건설사업체의 컨테이너 박스 6개를 빌려 여직원이 2개, 남직원이 4개를 각각 6개월 정도 사용하는 등 초창기 선발대 직원들의 고생은 아주 심했다. 한편 군이 공역을 관제하던 것을 민간으로 이관할 때 우리나라 공역의 기상 업무를 담당하기 위해 항공교통관제기상대가 1995년 신설되었다. 이어 공역관제소가 대구에서 인천공항으로 이전할 때 항공기상청 본부에 '관제기상과' 신설을 위해 노력하였다. 하지만 끝내 실현되지 못해 지금도 가슴을 쓰리게 한다. 그리고 정부 방침에 의하여 항공기상청이 책임운영기관으로 지정되자 본청으로 다시 들어가 항공기상과와 산업기상과가 합친 응용기상과의 과장으로 자리를 옮겨 항공기상 관련 정책 업무를 계속했다.

김대중 정권 당시 햇볕정책의 일환으로 남-북한 유럽항로가 원산만을 통과하여 시베리아로 가는 항로를 개설하고자 하는 합의각서(MOU) 체결을 위한 해결 방안으로 북한과 접촉하기 위하여 AFTN 통신망으로 접촉하는 과정에서 문제가 발생하였다. 통일부에 북한 민간인과의 접촉 승인장을 받아 접촉해야 하는 사실을 알지 못해 간첩으로 오인 받아 조사를 받은 것이다. 결국 통일부에 접촉 승인장을 받아 여러 번 시도 끝에 답장을 받을 수 있었다. 하지만 과학기술부, 청와대에 보고하지 않은 상태에서 북한과의 첫 교신 성공이라는 보도가 나가고 광화문 사거리 전광판에까지 보도되었으며, 답장 또한 직원의 잘못된 해석으로 절차 및 행정력 무시라는 실책을 범하기도 했다. 결국 북한과의 계속된 접촉으로 남-북한 유럽항로가 원산만을 통과하여 시베리아로 가는 항로를 개설하게 되고, AFTN 통신망으로 순안공항의 기상자료를 교환하게 되었다.

부록 3. 선배님과의 만남

ICAO 회의가 방콕에서 개최될 당시에 볼멧(VOLMET) 방송을 찾아오려고 노력하였으나 관제통신위원회에서 해결해야 할 사안이며, 기상과 관련이 없다 하여 이를 당시 건설교통부가 추진토록 문서로 알려주기도 하였다.

안개가 (항공기상관측과 예보지원의 실제) 글/강호삼

지상 시스템 지원 없는 항공기의 운항과 이착륙은 생각할 수 없다. 한 치의 착오나 실수가 없는 지상의 시스템 지원이 있어야만 안전한 운항이 보장된다. 항공기 자체 정비에서부터 활주로의 조건, 관제에 이르기까지 지상의 완벽한 지원 시스템 없이는 첨단 과학의 정수인 항공기도 한낱 무식 덩어리에 불과할 뿐이다.

어느 하나도 소홀히 할 수 없는 이들 시스템 가운데 가장 중요한 비중을 차지하고 있는 것이 공항기상대의 기상 지원이다. 모든 분야가 그러하지만 특히 그 가운데에도 자칫 잘못하면 대형 인명사고와 막대한 물적 손실을 담보해야 하는 항공기의 운항은 전적으로 기상 조건을 전제로 이루어진다고 해도 지나친 말이 아니다.

근래 들어 악조건의 기상과 관계없이 비행이 가능한 각종 장비가 개발돼 항공기에 탑재되면서 이제 지상에서 기상 지원은 중요성을 잃고 있는 것처럼 착각할 수도 있게 되었다. 이를테면 대형 항공기의 경우 대부분 운항 중에도 뇌우나 난기류를 관측할 수 있는 레이더 장비가 장착되어 있는 것은 물론 항로상의 기상 상황을 표시한 일기도를 실시간 팩스로 받고 있다.

게다가 웬만한 공항에는 전천후로 항공기의 이착륙이 가능한 시설과 장비가 보강되어 있다. 이뿐만 아니라 비행기 운항에 필요한 각종 정보는 물론 글로벌화 되어 있어 세계의 관제시스템에 의해 항공기는 강보에 싸인 아기처럼 철저한 감시와 보호를 받는다.

이러한 조건들이 지상에서의 기상 지원은 필요 없는 것처럼, 중요하지 않은 것처럼 인식될 수도 있게 한다. 실제로 첨단 과학 장비를 과신한 몇몇 항공 종사자들의 경솔한 태도에서 그런 부분들이 감지되면서 씁쓸하게 하기도 한다.

필자는 속초공항에서 1년, 김포공항에서 2년, 제주공항에서 2년 정도 항공기상관측과 예보에 관한 실무를 수행한 바 있어 기상이 얼마나 항공기 운항에 중요한가를 직접 경험했다. 지금과 그때를 비교해 항공기지원 시스템도 획기적으로 향상되었고, 주위 환경도 확연히 달라졌다. 그러나 아

무리 항공운항 기술이 발달했다 해도 항공기 운항의 안전 변수 한가운데에는 기상 조건이 자리를 잡고 있다.

2007년 9월 태국의 푸껫에서 공항에 착륙하던 여객기가 활주로에서 두 동강이 나고 승객 100여 명이 사망했다는 뉴스가 전해졌다. 역시 악천후의 기상 상태에서 판단을 잘못된 조종사의 과실이 사고 원인이라는 쪽으로 결론이 났다.

김포국제공항을 두고 영종도 인천국제공항을 다시 건설한 첫 번째 이유도 안개로 유발되는 기상 조건 때문이었다. 기존의 김포공항이 잦은 안개로 번번이 이착륙이 제한되고 김해와 제주로 회항하는 일이 빈번해지자 지금의 인천공항을 건설하게 된 것이다.

그러나 새로 건설된 인천공항도 안개 때문에 이착륙에 제한을 받기는 마찬가지다. 인천 공항은 국제민간항공기구(ICAO)에서 정한 기준으로 운영 등급이 CAT-3B다. 가시거리가 50m만 넘어도 항공기의 이착륙이 가능한 등급이지만 바다에서 물려드는 짙은 안개 때문에 역시 항공기의 이착륙 제한을 받고 있다. 기상 조건의 변화는 첨단 운항 장비에도 한계가 있고, 급기야 무용지물로 만들 수도 있다는 것을 의미한다.

유럽이나 미주 등지의 먼 길을 날아오면서 연료가 거의 바닥 난 여객기가 다른 비행장으로 가지도 못하고 안개 때문에 공항 상공을 선회하고 있다고 가정해 보자. 이때 상황의 최고 관심사는 안개의 소산이 언제냐는 것이다. 그 판단은 전적으로 공항기상대 종사자와 예보관의 몫이다. 극단적으로 바꿔 말하면 항공기와 항공기 승객의 운명을 좌우하는 판단이 항공기상대 종사자들의 손에 달려 있는 셈이다.

실제로 필자가 근무한 김포공항에서 그런 일이 일어났다. 야간 근무조로 투입된 날이었다. 자정을 조금 넘긴 시간부터 안개가 끼기 시작했다. 바람 한 점 없는 맑은 날이었다. 상층에 기온 역전층이 형성되면서 순식간에 한 치 앞이 보이지 않을 정도로 짙은 안개가 밀려들더니 순식간에 공항을 뒤덮었다. 안개가 끼기 전에 졸음을 쫓느라 기상실 밖으로 나와 바라 본 공항은 낭만적이기도 했다. 낮 동안 뜨고 내리는 항공기의 귀를 찢을 듯한 굉음과 분주함에도 활주로에 계류하고 있는 수십기의 여객기들은 오랜 비행의 피로도 잊은 채 마치 단꿈을 꾸면서 조용히 잠들어 있는 것처럼 보였다. 갓난아이가 배냇짓하는 것처럼 자면서 저 혼자 뜻 모를 미소를 짓는 것 같은 착각을 일으키기도 하였다.

부록 3. 선배님과의 만남

잠든 듯이 웅크리고 있는 여객기들은 내일 다시 어떤 승객들을 싣고 어느 아름다운 나라로 비행할지 상상하는 꿈도 꾸리라. 한 밤의 공항은 마치 아늑한 여객기의 침실 같은 느낌을 주었다. 그런데 샅시간에 공항이 안개에 뒤덮였다.

10시간이나 14시간씩 미주나 유럽 쪽에서 비행해 온 국제선 여객기들이 안개 때문에 착륙을 못하고 관제탑의 지시에 따라 비행장 상공에서 고도별로 선회하는 상황이 벌어졌다. 관제탑에서는 안개가 언제 소산될지 공항기상대 예보관의 판단에 따라 공항 상공을 선회하고 있는 항공기를 대체 공항인 김해나 제주공항으로 보내야 할지 여부를 결정할 수밖에 없었다.

항공기상예보는 종관예보와 달리 기상대가 상주하고 있는 공항 활주로의 좁은 지역을 대상으로 항공기상 예보를 발표한다. 활주로의 기상 상황과 고층 기상관측 자료 등만으로 작성된 항공기상 예보는 종관예보와 어쩔 수 없는 제약을 안고 있다.

특히 공항의 이착륙 예보는 항공기 이착륙의 특성상 시간, 분 단위로 세분된 예보다. 따라서 기상 관측 장비와 관측 요소도 종관기상과는 차이가 있다. 활주로 상공의 구름을 관측하는 운고계라든가 시정관측 장비가 다른 기상장비보다 중요시되는 이유가 바로 그것이다.

인천공항이 건설되고 악기상 발생 때 이착륙을 돕는 각종 첨단 장비가 도입되어 김포공항과 비교해 사정이 나아지긴 했으나 지금도 안개나 기상 조건 때문에 항공기의 이착륙에 지장을 받고 있다. 국제선 여객기가 안개와 같은 기상 조건 때문에 인천공항에 착륙하지 못하고 김해공항이나 제주공항으로 가서 착륙했다는 뉴스가 심심치 않게 자주 보도되고 있는 게 그 방증이다.

항공기가 제 시간에 착륙을 못하고 공항 상공을 선회하거나 어쩔 수 없이 대체 공항에 착륙할 경우 시간과 경제적 손실은 일반적으로 생각하는 것보다 훨씬 심각하다. 승객과 화물을 목적지까지 운송해야 하는 것은 물론 항공기의 장시간 체공에 따른 연료 손실은 항공사의 경영을 어렵게 하기도 한다. 이미 기상 산업과 일상생활에 미치는 영향은 상식으로 되어 있지만 항공기 운항에서 기상의 영향은 더 직접적이고 사실적으로 나타난다.

기압의 높고 낮음과 풍속에 따라 운송화물의 적재량과 연료의 소모량이 달라진다. 따라서 원가를 줄이고 이윤 극대화를 추구하는 항공사 입장에서는 기상 조건이 초미의 관심사일 수밖에 없다. 가장 경제적이고 효율적인 항공기 운항을 위해 따로 기상 전문가인 운항관리사를 두는 이유가 이 때문이다. 항공사의 운항사는 기상 조건을 토대로 항로를 정하고, 화물과 연료의 적재량을 계산하

고, 항공기 운항에 관한 모든 타당성을 검토한다.

필자는 1980년대 말 김포공항기상대에서 예보관으로 근무했다. 24시간 3개조, 한 조는 6급 예보관을 포함한 직원 4명이었다. 항공기상 업무가 처음은 아니었다. 앞에서 언급한 것처럼 1970년대에 강원도 속초공항기상실에서 1년 남짓 항공기상 관측 업무를 수행하였다. 그때부터 항공기 운항에서 항공기상 관측의 중요성을 충분히 인식한 상태였으나 김포공항기상대에서는 항공기상 예보 업무는 처음 수행하였다.

이전까지 필자가 수행한 기상 업무는 종관의 기본 기상관측에서부터 시작하여 일기도에 기상요소를 기입하고 일기도를 묘화하거나 자료 출력 등 업무가 위주였다. 따라서 기상학 이론과 같은 해박한 지식을 필요로 하지 않는 단순 반복 업무에 지나지 않았다.

그러나 예보의 생산은 단순 반복 업무가 아니다. 기상학 전문 이론의 학습이나 숙련된 경험 없이는 전혀 불가능한 것이 예보 생산이다. 전문 이론이나 지식으로 무장한 뒤 다년간 숙련된 경험으로 자료를 취사선택하고, 일기도와 위성사진을 거시 관점으로 조감할 수 있어야 가능한 것이 적중률 높은 예보의 생산을 가능케 한다.

준비도 없이 갑자기 주어진 예보 업무가 당황스러운 상황이었으나 최선을 다할 수밖에 없었다. 예보생산 업무를 필자가 수행하게 될 것이라곤 미처 생각지 못했다. 그동안 방치한 기상학 관련 서적을 다시 들춰보고, 쓸모없이 머릿속에 담겨져 있던 기상학 이론과 학습된 지식을 실제 예보 업무에 응용하는 방법을 터득해 나가기 시작했다. 생산된 기상 자료를 종합 정리하고 해석하는 감각과 능력을 다시 길러야만 했다.

시간과 분 단위로 표현되는 항공기상 예보는 엄격하게 ICAO의 국제 규정에 따르도록 되어 있다. 우선 ICAO의 규정에 따른 항공기상 예보를 내기 위해 영어로 된 예보 용어의 정확한 의미를 파악하는 것이 급선무였다.

국어에서도 한 개 단어나 어휘의 의미가 문장의 전후 배열과 문장 작성자의 의도에 따라 달라진다. 더구나 항공기상 예보의 용어는 영어이기 때문에 항공기상에서 국제간에 통용되는 정확한 의미 파악이 필수였다. 예보 용어의 정확한 의미가 국제적으로 통일되지 않으면 기상 조건을 전제로 하는 각국의 관제사나 항공기 조종사의 판단에 심각한 혼란을 줄 수 있다. ICAO 규정집과 사전

부록 3. 선배님과의 만남

뒤지고 전임자들이 생산한 예보 문을 숙독하면서 예보 작성에 신중을 기했다.

항공기상 업무 수행, 특히 예보 업무에 어느 정도 익숙해질 무렵이었다. 날씨가 초겨울로 접어들면서 예보 문에 안개가 자주 포함되기 시작했다. 공항의 안개 예보는 고층기상관측에 의한 단열선도, 시정 관측 자료, 종관자료의 분석에 의존하게 된다. 말할 것도 없이 풍향과 풍속도 중요한 분석 대상이다.

말 그대로 한 치 앞이 보이지 않는 안개 세상이었다. 마치 모든 사물이 안개 속에 갇힌 듯 했다. 활주로는 말할 것도 없고 기상실 바로 앞 탑승교에 계류되어 있는 여객기도, 격납고도 모두 안개에 묻혀 보이지 않았다.

기상실에서 내다보는 창밖은 온통 뾰얀 우윳빛이었다. 영국 시인 T. S. 엘리엇의 '황무지'라는 시의 표현을 빌리지 않더라도 우윳빛의 안개는 살아 움직이는 생물처럼 창문의 벌어진 틈새를 찾으며 건물 안으로 들어오려고 안간힘을 쓰는 것처럼 보였다.

관제탑에서, 항공사에서 예보관을 찾는 전화가 빗발쳤다. 안개가 소산되는 시간을 정확히 알려 달라는 것이었다. 계속되는 전화에도 대답은 한결 같을 수밖에 없었다. 현재로선 오전 5시에 발표한 예보를 바꾸어야 할 아무런 변화가 없었다. 안개로 인한 악기상 발표도 이미 관제탑과 항공사, 세계 각국 공항과 항공사에 타전한 상태였다.

오전 5시에 발표한 예보에서 안개 소산을 오전 10시 반으로 예보했다. 통상 안개는 해가 떠서 햇빛이 두꺼워지는 오전 9시 전후에 소산되게 마련이지만 10시 반으로 안개 소산 시간을 늦게 잡은 것은 바람이 없었기 때문이었다. 바람이 없는 날은 안개가 하루 종일 계속되기도 한다. 지표면의 가열과 냉각에 의한 복사무는 바람의 영향을 받는다. 바람이 불면 안개가 그치는 전 단계이기도 하지만 곧바로 항공기 이착륙이 가능한 것은 아니다. 안개가 거대한 솜뭉치처럼 이쪽저쪽을 굴러다니면서 시야를 가리기 때문이다. 안개가 바람에 불려 나가 활주로 일부의 시야가 일부분 일시로 트이는 경우도 있다.

활주로를 내려다보고 있는 관제탑의 관제사들은 이러한 상황을 보면서 성급하게 기상실에 안개 소산의 정확한 시간을 요구한다. 항공기를 대체 공항인 김해나 제주로 보내야 하는 관제사의 결정은 시간을 다투는 일이기 때문이었다.

전적으로 공항기상대의 예보와 관측 자료로 판단할 수밖에 없는 관제사의 입장에서 보면 당연한 일일수도 있지만 안개 소산 시간을 예상하는 판단 또한 절대로 만만한 일이 아니다. 항공기를 안전하게 무사히 착륙시켜야 할 의무는 관제사나 공항기상대 예보관도 마찬가지다.

그날 오전 10시, 각 지역에서 김포공항 관제 구역으로 들어 온 여객기들이 김포공항 상공을 고도별로 선회하고 있었다. 해가 뜨고 10시가 되면서 예보대로 모든 기상 자료의 수치가 안개 소산 기미를 보이고 있었으나 아직까진 아니었다. 활주로에 설치된 시정계는 아직도 착륙 불가능 수치를 보여 주고 있었다.

김포공항의 경우 ICAO가 정한 공항의 운영 등급 기준에 따르면 CAT-3A 등급이다. 항공기의 기종에 따라 차이가 있지만 활주로 가시거리가 200m 이상 확보되어야만 착륙이 가능한 공항이다. 이 가시거리는 조종사가 착륙하면서 육안으로 활주로 상황을 인식하고 안전하게 착륙할 수 있는 거리다.

항공사 운항 담당자들이 기상실을 찾아와 발을 동동 굴렀다. 공항 상공을 선회하고 있는 여객기 가운데에는 연료가 바닥나 곧바로 김해나 제주공항으로 보내야 할 비행기 편도 있다고 안절부절못했다. 그대로 기상실에만 앉아 있을 상황이 아니었다.

사무실에서 풍향, 풍속, 현지 기압을 한 번 더 점검한 뒤 관제탑에서 안개가 소산될 기미가 보인다는 활주로 남단으로 직접 가서 풍향과 풍속을 관측하기로 했다. 활주로 기상관측용으로 배정된 포니 승용차를 타고 관제탑과 무전으로 교신하면서 엉금엉금 기듯 조심스럽게 안개를 뚫고 활주로 남단으로 갔다.

기상실에서 관측된 바람의 방향이 활주로 남단에서는 다르게 나타났다. 기상실에서는 거의 무풍 상태로 관측되었지만 활주로 남단에서는 약하지만 풍속이 감지되었다. 북서풍 계열이었다. 시정계는 물론 풍향·풍속계, 도플러 레이더 등 기상관측 장비가 활주로에 만족할 만큼 설치되지 못한 탓으로 관측 사각지대가 있어서 기상실에서 관측이 제대로 이루어지지 않은 것이었다. 풍속이 관측된다는 것은 상공의 역전층이 해소되고 안개가 곧 소산된다는 신호로 받아들일 수 있다.

기상실로 돌아와서 안개는 예보대로 10시 전후에 소산될 것이라는 예보를 관제탑에 다시 통보했다. 그러나 예보가 빗나갈 경우 야기될 혼란 때문에 마음을 졸여야만 하였다. 김포공항기상대 직

부록 3. 선배님과 만남

원 모두 조마조마한 마음으로 풍향·풍속계와 시정계(RVR)를 번갈아 주시하며 기다렸다. 시정계의 수치가 차츰 높아지고 있었다. 바람에 밀려다니는 안개 때문에 시정이 일시 떨어지기도 했으나 전반적으로 올라가고 있음이 분명했다.

다행히 안개는 예보대로 10시가 넘기면서 소산되기 시작했다. 거짓말처럼 안개가 삼시간에 개이자 제공하고 있던 비행기들이 벌통을 찾아드는 벌들처럼 차례차례 활주로에 사뿐히 내려앉았다.

공항이 갑자기 활기를 되찾으면서 일상으로 돌아갔음은 물론이다. 공항기상대의 예보가 경제적 실익을 따진다면 몇 십억의 손실을 보전한 셈이었다. 관련 부서나 각 항공사 어느 곳에서도 예보를 잘해 줘서 고맙다는 공치사 한 번 없었지만 누가 알아 주든 말든 공익을 위해 할 일을 제대로 했다는 뿌듯한 자부심만으로 보람을 느낀 하루였다.

뒤늦게 승진해서 강릉지방기상청 기후과에서 1년을 근무하다가 마침 선배 한 분의 정년으로 자리가 빈 제주공항관측소장으로 지원해 부임했다. 제주공항관측소장으로서의 발령은 속초와 김포 공항에서 근무한 경력이 참작된 것이었다.

제주도는 주지하다시피 배와 항공편으로만 접근이 가능한 섬이다. 제주도가 세계적인 관광지로 각광을 받으면서 항공 수요가 폭발적으로 증가하고 있었다. 항공 수요가 많은 만큼 공항관측소의 업무량도 따라서 많을 수밖에 없었다. 다행인 것은 제주공항관측소는 관제를 위한 관측 업무만 차질 없이 수행하면 별 문제가 없었다. 예보 업무는 김포공항에서 전담하고 있었기 때문이었다.

문제가 있다면 목적관측이 거의 없는 항공기상관측 업무의 특성상 정밀한 전자부품으로 이루어진 관측 장비의 유지 보수였다. 거의 모든 장비가 내구연한을 넘긴 구식 장비여서 오작동으로 결측이 되는 경우가 더러 있었다.

공항에서의 결측은 어떤 경우건 허용되지 않는다. 장비의 내구연한과 관계없이 문제가 발생하면 책임을 면할 수 없다. 예산 부족으로 이른 시일 내에 장비 교체를 바랄 수 없기 때문에 유지 보수에 촉각을 세울 수밖에 없다.

이런 가운데 서울 김포공항에서 이륙한 여객기가 제주공항에 착륙하다가 대형 착륙사고를 일으켰다. 낮 시간이었다. 기상은 비행기 이착륙에 최적의 조건이었다. 착륙하는 비행기의 엔진소리가 가까워지고 있다고 생각한 순간 여객기 한 대가 공항 기상관측소 앞쪽 활주로를 빠른 속도로 지

나쳤다. 다음 순간 여객기는 동쪽 활주로 끝을 벗어나 요란한 굉음과 함께 담장을 들이받고 멈추었다. 바로 눈앞에서 순식간에 일어난 일이었다. 믿기지가 않아서 근무자들은 서로 얼굴을 멍하니 쳐다보기만 하였다. 분명한 여객기 착륙 사고였다.

근무자에게 바로 ICAO 규정에 의한 사고특별관측을 실시하도록 지시하고 밖으로 뛰어나갔다. 여객기는 기수의 앞쪽이 뭉그러진 채 공항의 담장 밖으로 나가 있었다. 여객기의 비상구가 열리더니 승객들이 밖으로 나와서 빠르게 대피했다. 공항의 소방대 차량이 요란한 사이렌 소리를 울리면서 사고 여객기 쪽으로 내달았다. 근접한 거리에 도착한 소방차에서 소방대원들이 신속히 호스를 끌어내려 하얀 거품으로 된 화학 살포제를 사고기에 퍼부었다. 사고 여객기는 하얀 거품에 휩싸였다.

충돌에 따른 폭발이나 화재가 일어나면 희생자가 더욱 늘어날 것이 분명했다. 천우신조라고나 할까. 활주로를 벗어나 담장과 충돌한 여객기는 화재나 폭발 사고로 이어지지 않았다. 신속하게 대처한 소방관들의 덕분이기도 했지만 그나마 속력이 떨어진 비행기가 약한 담장을 뚫으면서 충격을 줄였기 때문이었을 것이다. 앰블런스가 달려와 환자를 이송하고 사고 여객기의 여객들을 안전하게 대피시키는 등 사고 수습이 신속하게 이루어졌다.

또 하나 다행인 것은 사고 여객기가 활주로를 벗어났기 때문에 다른 비행기의 이착륙에는 전혀 지장을 주지 않았다. 관광 수요가 폭주하는 시기여서 활주로가 폐쇄되는 경우 단번에 제주 경제에 먹구름 낄 가능성이 불을 보듯 뻔한 형편이었다. 공항경보가 발령되긴 했으나 곧바로 다른 비행기의 이착륙은 허용되었다.

문제는 사고기의 사고원인 조사였다. 비행기 사고는 사고 원인에 따라 보험 관계, 사고책임과 관련해 국제적으로 첨예하게 책임 소재와 이해관계가 엇갈린다. 이를테면 기체 결함이나, 조종사 과실이나, 관제 잘못이나에 따라 책임 소재가 달라진다.

근본적으로 기체의 결함이라면 항공기 제조회사, 정비 불량이라면 당해 항공사가 각각 책임을 져야 한다. 조종사의 과실이라면 조종사 개인은 물론 조종사가 속한 항공사가 책임을 면치 못한다. 관제사의 잘못이라면 교통 당국에 책임이 돌아가고, 기상관측에 문제가 있으면 기상청이 책임을 면할 수 없게 된다.

그 가운데에서도 기상 조건은 언제나 항공기 사고 원인 규명의 핵심 요소로 자리 잡고 있다. 모

부록 3. 선배님과의 만남

든 교통수단이 다 그러하지만 그 가운데에서도 기상 조건에 가장 민감한 교통수단이 항공기다. 따라서 사고 당시의 기상 조건을 파악하는 것이 사고 규명의 첫 단계가 된다.

항공기 운항 가운데 어느 경우나 마찬가지로 항공기 착륙사고의 경우 사고 순간의 기상 조건은 매우 중요하다. 비나 눈이 오고 있었다면 착륙 당시 시정과 활주로 상태가 문제일 것이다. 강한 바람이 불고 있었다면 비행기의 착륙 방향에 따라 풍향이 배풍이었는지 정풍이었는지 측풍이었는지, 풍속은 얼마였는지가 조사 대상이 된다.

다음으로 공항기상대가 이러한 기상 상황을 실시간 정확하게 관측하고 관측한 기상자료를 관제탑의 관제사에게 정확하게 제공하였으며, 관제사는 다시 이 자료를 토대로 이착륙하는 항공기를 제대로 관제했는지가 문제 될 것이다. 이러한 사실들을 규명하기 위해서는 항공기 조종사와 기상대, 관제사가 주고받은 대화의 녹음자료나 기록의 조사가 이루어지면 간단하게 해명될 수도 있다. 사고의 양상이 더 복잡한 경우 블랙박스 해독으로 정확한 원인 규명이 가능할 것이다.

그런데 한 가지 간과할 수 없는 것은 우리 주변에서 발생하는 크고 작은 재해를 모두 불순한 기상 탓으로 돌리고 있다는 사실이다. 천재지변으로 인한 불가항력이라고 강변하고 있다. 물론 불가항력의 천재지변도 있지만 자세히 그 내막을 들여다보면 사고와 재해가 거의 인재라는 사실을 알게 된다.

굳이 기상 탓이고 천재지변이라고 강변하는 것은 누구도 사고나 재해에 책임을 지지 않으려는 수단으로 기상을 이용하려는 심리 때문이다. 악천후의 기상 탓이라는 게 가장 편리한 책임 회피책이기 때문에 애꿎게도 기상 관련 종사자들이 동네북 신세가 된다.

제주공항의 착륙사고 또한 같은 범주를 벗어날 수 없었다. 사고 원인이 기체 결함이든 조종사 과실이든 관제사 잘못이든 일단은 기상 탓으로 돌리면 골치 아픈 책임을 면할 수 있다는 안이한 사고방식이 은연중에 작용했다는 사실이다. 사고가 일어나자 이튿날 사고 규명을 위한 참고인 자격으로 제주경찰서 수사계로 출두 명령을 받았다.

원칙대로 하면 당일 근무자가 출두해야 한다. 관서장이나 책임자가 출두를 하고 나면 뒷수습을 하는 사람이 없게 된다. 문제가 확대되는 경우에 대비해 책임자나 관서장은 최종 단계에 나서는 것이 정석이다.

사고 당시 당직 근무자에게 출두 사실을 알리자 불안스러운 표정이었다. 경찰서라는 곳은 아직도 좋은 일이든 아니든 일반인이 출입을 꺼려하는 곳이다. 곰곰이 생각한 끝에 관측소장인 필자가 직접 출두하기로 결정했다. 어쨌거나 최종 책임자는 기상관측 소장이기 때문이다.

불안해하는 당직 근무자를 보내느니 나이도 들고 나름대로 식견이 있다고 자부하는 필자가 가서 참고인 진술서를 받는 편이 낫겠다는 판단이 선 것이었다. 사고 발생 직후 항공기 착륙사고를 서울 본청에 보고했으나 별 다른 지시는 없었다. 직원들에게 사고 당일의 기상자료와 자기지를 모두 복사토록 하고 제주경찰서에 출두했다.

상식이지만 조종사는 항공기 착륙 때 관제사의 지시에 따라 착륙할 활주로를 지정받고, 자신이 조종하는 항공기의 기종과 비행장 조건에 따라 착륙 각도를 정한다. 그보다 먼저 조종사는 관제사로부터 비행장 활주로의 기상 자료를 제공받는다.

이 기상 자료 속에 현지 기압 자료도 포함되어 있다. 조종사에게 기상 자료가 모두 중요하지만 그 가운데에서도 공항에 착륙하려는 조종사가 꼭 알아야 할 가장 중요한 자료는 자신이 조종하는 항공기의 고도와 착륙 각도를 설정하기 위한 현지 기압이라는 기상 자료다.

조종사는 자신이 착륙할 비행장의 지상 현지 기압 자료를 제공받음으로써 자신이 조종하는 항공기의 정확한 고도를 다시 설정하고, 활주로에 내릴 항공기의 착륙 각도를 정할 수 있게 된다.

그런데 사고기의 조종사는 활주로의 통상 착륙 지점을 훨씬 벗어난 지점에 항공기의 바퀴를 갖다 뒀다. 이내 잘못을 깨달은 조종사가 급하게 조종간을 힘껏 앞으로 당겨 상승을 시도했지만 이미 늦은 것이었다. 남은 활주 거리가 짧아서 비행기는 그대로 활주로를 벗어났고, 담장을 들이받으면서 겨우 멈추었다. 대형 사고임에도 그나마 희생자가 적은 것은 천만다행이었다.

출두하라는 시간에 복사한 사고 당시의 기상 자료를 휴대하고 제주경찰서 수사과로 갔다. 수사관에게 출두 목적을 밝히자 앞자리에 있는 접이식 철제 의자를 가리켰다. 막 철제 의자에 엉덩이를 내려놓으려는 찰나였다. 갑자기 어디서 나타났는지 몇 대의 방송국 카메라와 조명이 한꺼번에 필자에게 달려들었다.

사고가 사고이니 만큼 뉴스거리는 분명하지만 필자가 뉴스의 초점이 될 줄은 짐작도 못했다. 분

부록 3. 선배님과의 만남

명히 참고인 진술을 받겠다는 출두 사유를 들었는데 경찰서에 오고 보니 완전히 피의자 신분이 되고 말았다. 어리둥절 하는 사이에 방송사 카메라 세례를 고스란히 받았다.

주객이 전도됐다는 느낌이 들었다. 경찰서의 처사가 아비하다는 생각과 함께 심한 모멸감을 느꼈으나 어쩔 수 없는 일이었다. 방송국 기자들은 수사 경찰에게 진술하는 필자의 모습까지 카메라에 담았다. 뒷날 알고 보니 사고 항공기 조종사의 연행과 조사 장면을 놓친 보도진이 뉴스의 그럴듯한 그림을 만들기 위해 만만한 기상관측소장 조사 장면을 촬영하려고 수사관들과 공모(?), 미리 출두하는 시간을 알고 기다리던 것이었다.

필요한 그림이 충족되었는지 방송기자들이 물러갔다. 이후 그 그림은 전국 방송망에 2.3초 짧게 한 번 방영되었고, 제주에서는 뉴스 시간마다 사흘 동안이나 방송되었다. 마치 공항관측소가 엄청난 잘못이라도 저지른 꼴이 되었다.

답변은 수사관이 묻는 대로 가져간 자료를 토대로 충실히 했다. 한 가지 딱한 것은 수사관들이 기상이나 항공 관련 기술 용어를 전혀 이해하지 못한다는 점이었다. 전문 분야이기 때문에 그 분야의 문외한인 수사 경찰의 입장을 이해 못할 바는 아니었지만 진술자가 하나하나 설명을 해 가면서 참고인 진술서를 작성하는 고역을 치러야만 했다.

이후 사고 원인의 공식 결과가 나왔겠지만 사고 후 1년 뒤 필자는 철원기상대로 전근되었다. 사고 원인이 무엇이고 누구에게 책임이 있는지 공식 기록은 아직 접하지 못했다. 비공식 견해이지만 당시의 사고는 조종사 과실에 의한 기상 사고라는 생각을 떨쳐 낼 수가 없다.

부연하면 사고 원인은 제주공항 관제 구역으로 들어 온 여객기가 관제탑으로부터 받은 기상 자료 가운데 현지 기압을 잘못 세팅한 결과가 아니었는지 하는 생각이다. 항공기에는 비행기마다 고도계를 장착하고 있다. 고도계라고 하면 어떤 계기를 말하는지 알지 못하는 사람도 있을 테지만 원리는 고도에 따라 공기의 질량 감소와 증가를 나타내는 기압계와 꼭 같다. 조종사는 항공기 운항 도중에 이 고도계로 자신이 조종하는 비행기의 고도를 대강 알게 된다.

운항 중인 비행기 고도는 약간의 오차가 크게 문제되지 않지만 착륙 때는 사정이 다르다. 자신이 조종하는 항공기의 정확한 고도를 알아야만 안전한 착륙이 가능하다. 그래서 조종사는 착륙하기 전에 공항기상관측소에 관측한 현지 기압 자료를 받아서 고도를 수정한다.

만약 항공기상관측소의 관측 잘못으로 현지 기압을 실제 기압보다 높게 관측한 기상 자료를 조종사가 받아서 고도계를 수정한 뒤 착륙한다면 그 항공기는 활주로 바닥을 그대로 들이박을 수밖에 없을 것이다. 이와 반대로 실제보다 낮은 현지 기압으로 고도계를 수정한 경우는 항공기의 바퀴가 활주로에 채 닿지도 못한 채 활주로를 벗어나게 된다. 두 경우 모두 심각한 착륙사고를 유발한다.

만약 항공기상대의 현지 기압 관측이 잘못되어 야기된 착륙사고라면 해당 항공기상대는 책임을 면하기 어렵게 된다. 이것은 항공기상에서 정확한 기상 관측이 얼마나 중요한지를 보여 주는 단적인 실례가 된다.

제주공항의 착륙사고 원인이 어떻게 밝혀지든 분명한 것은 공항 기상관측소의 업무 수행에 아무런 잘못이 없었다는 점이다. 착륙사고의 참고인 조사는 그 한 번으로 끝났다. 명백한 조종사 과실에 의한 착륙사고이기 때문이었다.

그러나 큰 교훈을 얻었다. 교훈이란 게 다른 것이 아니다. 우리가 일상 수행하는 기상예보와 관측 업무가 우리가 미처 알지 못하는 곳에서 얼마나 큰 영향을 미치는가를 절실하게 깨닫고 실감하는 계기가 되었다는 사실이다.

부록 4. 선배님과의 만남



강경운	강덕승	강상훈	강석승	강영범	강용성	강혜영	강호삼	경평옥	고종환	객선수	객선주	구대영	권오웅	권현숙	권희관	김경록	김경식	김경진
김기봉	김기영	김동수	김동휘	김두희	김문옥	김미경	김방길	김병선	김병희	김봉진	김부희	김성균	김성근	김성현	김성호	김순경	김식영	김연옥
김연주	김영신	김영언	김영옥	김영호	김영환	김옥미	김옥희	김완희	김용로	김용원	김용진	김용환	김원호	김유철	김윤교	김윤정	김은경	김은석
김은정	김인식	김재욱	김재호	김정근	김정빈	김종모	김종복	김종찬	김종현	김 주	김진상	김창열	김창현	김태수	김학송	김학수	김한준	김현애
김혜수	김호중	김홍철	김화겸	김홍래	김홍수	김희수	나경민	남영만	노경숙	노석원	노성길	노용준	노원은	두재오	명정식	문규만	문병주	문선경
문연수	문영진	문용주	문재윤	박공삼	박규완	박근선	박기원	박병석	박병진	박상준	박선주	박수희	박영기	박용대	박윤희	박정환	박정훈	박준환
박지은	박진석	박태경	박한나	박한별	박혜정	박홍하	방순태	백미정	백승록	백은주	백은주	백현주	서민우	서 석	서정갑	서태건	서효석	선상목



성백량	송기성	송문희	송현숙	신대윤	신봉희	신승익	신진용	신현철	심미정	심성보	심영식	심우성	심철우	안기창	안승진	안영생	양해본	엄기석
오대훈	오보경	오영숙	오희규	우준호	유금열	유민근	유완규	유인삼	유종인	육명렬	윤건희	윤여국	윤영문	윤정빈	윤정식	윤종필	윤학수	윤혜연
이강휴	이경현	이규근	이길찬	이명오	이명호	이명환	이민자	이상덕	이상출	이상훈	이수희	이영미	이영웅	이영호	이유나	이윤호	이은범	이은영
이재갑	이재신	이정호	이종국	이종택	이준현	이진경	이진영	이창원	이철규	이철중	이철형	이춘식	이충태	이한구	이혜진	이화신	이화심	이효미
이홍열	이홍영	이희춘	임교순	임승태	임용근	임용한	임장수	임정아	임해규	장원종	장유달	장익순	장인체	전영일	전준모	전창근	전형일	정강아
정광모	정남재	정덕진	정동국	정란희	정만규	정병석	정성철	정용석	정태균	정태천	정한규	정해순	정현권	정현화	조덕영	조덕현	조서환	조화형
주순영	차민지	최경석	최길수	최병묵	최병의	최부섭	최수희	최연숙	최인호	최주권	최정식	최정호	하삼용	한경훈	한기호	한연선	허복행	허 은
허택산	허혜숙	현명숙	홍성길	홍성표	홍성훈	홍종남	황영하	황종연	황창연	황호성								



편집 후기

어제도 김포공항 하늘을 날았습니다.

늘 하늘을 보면서 사는 기상대 사람들은 그렇게 매일매일 하늘을 날고 있습니다.

김포공항기상대 출범 50년 동안 우리 선배님들 또한 그렇게 하늘을 날았을 것입니다.

안기창, 김창현, 정태균, 백현주, 강혜영, 주순영, 허혜숙, 박윤희, 홍종남,

선상묵, 김혜수, 김동휘, 김기봉, 백승록이 한마음이 되어 이 책을 우리의 흔적으로

만들어 신명나게 김포공항 하늘에 띄웁니다.

언제나 맑디맑은 하늘로 남아 주길 소망하면서...

2014년 김포공항기상대 편집실에서

