



파란 하늘 넓게 펼쳐진 구름에 도넛처럼 뿔 뿔 구름을 본 적이 있는가? 매우 드물게 나타나는 이 특이한 구름을 'Fallstreak hole cloud'라 부른다. 특이한 형태 때문에 미확인물체(UFO)로 또는 미확인물체가 만든 것으로 오해하기도 한다. 이 구름은 전 세계 어디서나 볼 수 있으며, 대기가 얼음 결정이 만들어질 정도로 추운 계절에 발생할 수 있다.

'Fallstreak hole cloud'는 기온이 0°C 이하이지만 액체상태('과냉각 상태')인 물방울로 구성된 구름(주로 권적운이나 고적운)의 한 부분에서 얼음 결정이 만들어지거나 외부에서 얼음 결정이 유입될 때 만들어진다. 이 얼음 결정은 주위 물방울의 습기를 흡수하여 점차 무거워지고, 결국 지상으로 떨어지면서 구름층에 구멍을 만든다. 떨어지는 얼음 결정은 승화(고체에서 바로 기체로 변화)하면서 구멍 중간에는 꼬리 모양의 구름(미류운)을 만들고, 구멍 가장자리의 물방울은 얼음 결정에 흡수되면서 원형 또는 타원형 모양의 구멍을 만든다.

이 구름은 비행기에 의해 만들어지기도 한다. 비행기가 과냉각 물방울로 구성된 구름을 지나 가면 얼음 결정이 만들어지고 얼음 결정이 땅으로 떨어지면서 자연적으로 발생한 원형 구멍 구름과 다르게 비행기 항적을 따라 길쭉한 모양의 구멍 구름이 만들어진다.

'Fallstreak hole cloud'는 아주 드물게 발생하지만, 그 모습은 누구나 쉽게 구분할 수 있는 재미난 모양의 구름이며 기온이 0°C 이하로 떨어지더라도 물방울이 얼지 않는 '과냉각된 물방울'의 존재를 알려주는 과학 선생님 구름이다.



(2023년 9월 12일)  
※ 출처: 기상청 트위터 (@kma\_skylove) ※ 출처: 국가기상위성센터



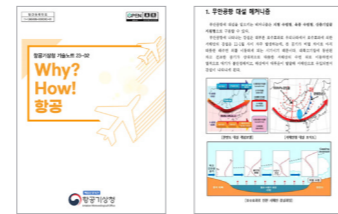
(2020년 2월 21일 미국 오클라호마주)  
※ 출처: WIKI Stephen Corfidi

## 항공기상 예보기술 집약서, 'WHY? HOW! 항공' 발간

항공기상청은 해무, 대설과 같은 위험기상에 대한 보다 체계적인 분석으로 예보기술을 더욱 향상시키고 주요 현상예보에 대한 이해를 높이기 위해 예보기술에 대한 지식과 경험을 담은 예보기술 집약서 'WHY? HOW! 항공'을 발간하였다.

'WHY? HOW! 항공'은 해무, 급변풍, 대설, 해륙풍을 주제로 공항별 예·경보 판단 기법과 가이던스를 기술하였다. 또한 공항별 특성에 따른 기상현상 발생 메커니즘과 특이사례를 분석하여 항공기 운항에 미치는 영향과 그에 따른 예보 착안점을 다루었다. 기존에는 공항별 예·경보 가이던스 자체 발간과 연구모임 등을 통한 개별적 공유로 활용도가 낮아 예보관의 지식 공유 활용체계가 미흡하였으나, 이번에 'WHY? HOW! 항공' 발간으로 분석 체계를 통합하고 객관화함으로써 지식 공유와 예보 활용성을 높이게 되었다.

특히, 기상으로 인한 항공기 결·회항이 빈번한 제주국제공항의 급변풍의 발생과 소멸 특성을 자세히 기술하고, 급변풍 경보의 발표와 해제 시점 판단에 도움이 되도록 흐름도 등을 구성하여, 예·경보 발표에 활용될 것으로 보인다. 2024년에는 해무, 급변풍, 대설, 해륙풍 등 공항별 발생빈도가 높거나 취약한 위험기상에 대하여 예보기술 사례검증 및 분석 기법을 지속해서 보완할 예정이다. 이 기술서는 공항예보관의 예·경보 판단 능력이 향상에 기여할 것이다.



< WHY? HOW! 발간본 >

## 국내 최초 공항기상레이더, 역사 속으로

인천공항 개항과 함께 운영을 시작한 인천공항 기상레이더(TDWR\*)가 23년간의 소임을 다하고 지난 2023년 11월 24일 최종 철거되어 역사 속으로 사라졌다.

\*TDWR: Terminal Doppler Weather Radar

인천공항 기상레이더는 도플러 기능이 탑재되어 강수 현상뿐만 아니라 급변풍과 마이크로버스트까지도 관측이 가능한 우리나라 최초의 공항용 기상레이더로 인천국제공항의 하늘길을 최일선에서 지키며 본연의 업무를 수행해 왔다. 특히, 직경 7m 안테나에 5톤 규모의 레이돔으로 구성된 대규모 장비임에도 불구하고 최상의 유

지관리를 통해 23년간 단 3건의 장애와 중단시간 7시간이라는 기념비적 기록을 남겼다.

인천공항의 새로운 기상레이더는 지난 22년 11월에 구축되어 그 소임을 이어받아 임무를 수행하고 있다. 새롭게 거듭난 인천공항 기상레이더 또한 하늘길 최일선 지키이로서 해야 할 역할을 충실히 수행하면서 장애 없이 새로운 역사를 써 내려가기를 기대한다.



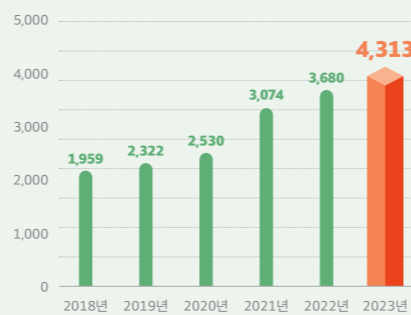
< 공항기상레이더 철거 후 >

## 재미로 보는 항공기상 통계

### 2023년 항공기상청 누리집·앱 접속 동향

- 누적 방문자 총 **431만명** (전년 368만명 대비 17.2% 증가)
- 일 최다 방문일 8.9(수) **4.8만명** ※ 태풍 카눈
- 앱 다운로드 총 **17,584건** (전년 9,311건 대비 88.9% 증가)
- 회원수 총 **10,218명** (전년 대비 8,313명 대비 22.9% 증가)
- 사용자 만족도 종합만족도 **84.8%** (전년 83.6% 대비 1.2% 증가)

### 누적 방문자 수



### 1. SPECIAL THEME

제주공항, 안심되는 공항으로  
제주공항 특화 수치예측모델 기상레이더로 급변풍을 잡는다

### 2. AMO NEWS

항공사 합동 예보분석 국제전문가 지정 및 운영  
항공기상청 외연 확대  
항공기상업무 법제화

### 3. AMO SERVICE

한파정보서비스  
관제용 기상정보  
저고도 항공기상서비스  
항공기상 모바일 앱

### 4. AMO NEWS

알쓸하미  
항공기상 예보기술 집약서 발간  
공항기상레이더 역사 속으로  
재미로 보는 항공기상 통계

### 항공기상타임즈

발간주기 연 2회(1월, 7월)  
발행기관 항공기상청  
(차세대항공기상팀)

# 항공기상타임즈

## 제주공항, 가장 위험한 공항에서 가장 안심되는 공항으로

제주공항은 한라산 등 지형적 영향으로 국내 공항 중 급변풍 경보 최다 발생 지역으로 항공 안전 위험도가 매우 높은 공항으로 알려져 있다.

이에 항공기상청은 국제민간항공기구 및 해외 연구기관 분석서, 해외 전문기관 협업을 통해 제주 공항 주변 11개소 주요 지점에 저층급변풍경고시스템(LLWAS)을 구축한바 있으며, 이후 정기적인 장비 점검과 교체 사업 등을 통해서 최적의 탐지 성능을 유지하고 있다. 그러나 한라산 영향으로 인한 활주로 양배풍 현상과 항공기 이착륙 경로상의 바람 변화를 입체적으로 관측하기에는 한계가 있어 이에 대한 보강이 절실해 왔다. 이에, 항공기상청은 지난 22년 '항공기상관측 중장기 발전발안'을 수립하였으며, 그 첫 번째 단계로 제주 공항 주변의 입체적 바람 관측망 확충을 추진 중에 있다.

먼저 올해 6월까지 공항 주변 주요 지점 2개소에 연직바람관측장비를 설치하려 한다. 이를 통해 한라산을 돌아 활주로 양방향으로 불어 들어오는 양배풍 탐지에 우선 대응할 계획이다. 또한 올해 12월까지의 활주로 주요 지점 2개소에 윈드 라이더를 설치할 예정이며 이를 통해 항공기 이착륙 경로상의 바람 상황을 입체적으로 관측함으로써 급변풍 탐지에 무결성을 더할 계획이다. 제주공항 주변의 강수 현상 및 급변풍을 감시하는 공항기상레이더도 26년 초까지 설치할 예정이다. 이로써 제주공항에는 세계 최고 수준의 입체 바람 관측망이 구축되어, 국민이 안심하고 여행할 수 있는 가장 안심되는 공항이 될 것으로 기대한다.

## 제주공항에 특화된 수치예측모델 운영

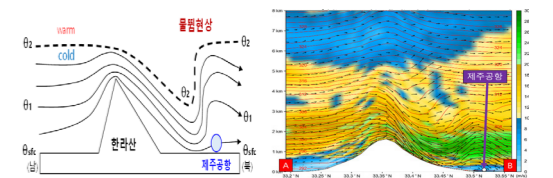
항공기상청은 제주공항의 특수한 기상환경에 맞춰 최적화된 항공기상서비스를 제공하기 위해 '제주공항 수치예측모델' 체계를 마련했다.

제주공항은 우리나라 국내선 교통량이 가장 많은 공항으로, 바다에 둘러싸인 '섬'이라는 지리적 특성 때문에 다양한 기상현상으로 인해 항공 운항이 지연되거나 결항되는 경우가 빈번히 발생한다. 특히, '급변풍'은 항공 운항의 안전을 위협하는 중요한 현상이다

'제주공항 수치예측모델'은 제주공항에서 자주 발생하는 '급변풍'을 더 정확하게 이해하고 예측하기 위해 '물뿔현상\*', '연직 급변풍', '급변풍 관측' 등을 분석할 수 있다. 한라산에 의해 발생하는 '물뿔 현상'은 제주공항 급변풍의 주요 원인으로 그 발생 위치를 정확히 파악하는 것이 중요하며, '물뿔 현상'에 따른 제주공항 급변풍 발생 원인을 이해하고 분석하기 위해 수치모델과 실험 관측 표출체계를 마련했다.

\* 물뿔현상: 바람이 한라산을 넘어 활강하여 발생하는 국지적인 상승기류

이번에 새롭게 마련한 '제주공항 수치예측모델'은 제주공항의 안전하고 효율적인 항공 운항을 지원하기 위해 더 정확한 급변풍 실험과 예측 정보를 제공할 것으로 기대한다.



< 물뿔현상 개념도 > < 제주도 물뿔현상 사례분석 >

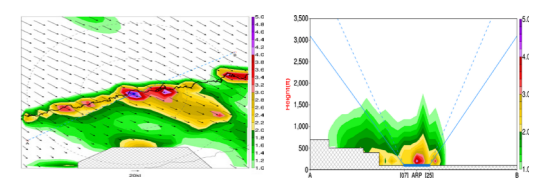
## 기상레이더로 급변풍을 잡는다

항공기상청은 기상레이더로 관측한 바람(도플러 시선 속도)과 고해상도 수치예보자료로 산출된 3차원 바람 자료를 활용하여 공항 지역의 급변풍을 입체적으로 탐지하는 기술을 개발하였다.

3차원 바람 자료는 수평은 1km 간격, 연직은 50m 간격으로 상세하게 구성되어 있어, 국제민간항공기구 등에서 권고하는 급변풍 공식에 적용하여 급변풍을 직접 산출할 수 있다. 특히 급변풍이 빈번한 제주공항 뿐만 아니라, 저층급변풍 관측장비가 없는 공항까지, 지역에 상관없이 급변풍을 탐지할 수 있다. 현재 급변풍 탐지 정보는 공항 표점 기준 주변 16km 내의 수평 분포도와 주활주

로의 이착륙 경로에 대하여 1시간 간격으로 생산하여 항공예보에 활용하고 있다.

2024년에는 상세한 수치예보자료를 이용하여 급변풍 예측정보를 산출하고, 개별 공항에서 한반도 영역 범위로 확장하여 비행경로의 급변풍 정보를 지원할 예정이다.



< 제주공항 수평 급변풍 > < 제주공항 이착륙 경로 단면도 >



## 항공운항 효율 향상 항공기상청-항공사 합동 예보분석

항공기상청은 항공기 운항 결정에 영향을 주는 기상 요소와 범위를 정확히 파악하여 정책에 반영하고 항공기상예보 수요자의 만족도를 향상시키고자 13개 국적항공사와 항공기상예보 합동 분석회의를 개최했다.

2023년 3월 항공사 담당자들과 회의를 통해 운고, 촉풍, 저시정 등 항공기 운항에 영향을 주는 기준치를 논의하였고, 6월에는 합동 항공기상예보 분석회의의 정례 운영 계획을 수립하였다. 8월에 제1차 합동 항공기상예보 분석회의를 개최하여 최근 5년간 기상원인 국내선 항공기의 회항 통계를 확정하였다.

항공기상청은 기상 원인의 항공기 결·회항 통계자료의 공신력을 확보하고 항공기상업무를 개선해 나가기 위해 항공사와 함께하는 분석회의를 정기적으로 개최할 예정이다. 이를 통해 항공사와 소통을 이어 나가고 항공운항의 안전과 효율성 향상에 이바지할 것이다.



< 합동분석회의 >

## 항공기상 글로벌 인재를 키운다, 국제전문가 지정 및 운영

항공기상청은 참가하는 국제민간항공기구(ICAO) 주관 국제회의의 활동 영역을 확대하기 위해 '항공기상 국제전문가'를 선정하였다.

매년 참가하는 국제민간항공기구(ICAO) 주관 국제회의의 의제와 주요 현안을 검토하여 3개의 직무로 구분하고 직무특성과 여학생력을 고려하여 직무별 전문가를 선정했다. 지정된 국제전문가는 향후 ICAO 국제회의의 참가, 의제 대응 및 관련자료 조사 등 임무를 수행하며, 항공기상청은 국제전문가 개인별 역량과 전문성 강화를 위해 외국어 교육과 국제업무를 지속할 수 있도록 지원할 예정이다.

국제직무	주요업무
항공안전 상시평가	· ICAO 안전평가 대응 범부처 협력 · ICAO 안전평가 현장평가 대응 준비
항공 위험기상 서비스	· 직무와 관련된 ICAO 국제회의의 대응 · 화산재·우주기상 등 항공위험기상 정책 · ICAO 아태지역 주변국과 위험기상 대응 협력 및 자문
기상전문 자료교환	· 직무와 관련된 ICAO 국제회의의 대응 · 항공기상전문 교환체계 관리 · IWXXM 관련 국제 정책 및 기술 조사

지정된 전문가들은 지속적으로 외국기관 또는 국제기구와 글로벌 파트너십을 구축하고 국제사회의 일원으로 참여할 것이다. 이를 통해 항공기상청은 국제무대에서 능동적으로 항공기상을 선도하는 기관으로 도약하고자 한다.

## 항공기상청 외연 확대, 3개 기관과 업무 협약 체결

2023년 항공기상청은 항공기상서비스의 확대와 기술 향상을 위해 민·관·군 여러 기관과 업무협약을 맺고 기관 간 협력체계를 강화하였다.

7월에는 인공지능 기술을 공공 기상서비스에 도입하는 첫 시도로서, (주)엔씨소프트와 협약을 체결하였다. 이 협약을 통해 항공기상청은 기상 자료를 제공하고 (주)엔씨소프트는 자연어 처리 등 관련 기술로 공항기상정보문 초안을 생성하며, 예보관은 이 자료를 활용하여 최종 통보문을 만들게 된다. 이렇듯 현재 날씨와 예보를 포함한 기본 자료가 자동으로 만들어짐에 따라, 예보관이 위험기상에 좀 더 주의를 기울일 수 있어 기상정보의 가치와 생산의 효율성이 크게 향상될 것으로 기대된다.

9월에는 경찰청 경비국과 헬기 안전운항을 위한 협약을 체결하였다. 항공기상청이 헬기운항 기관과 최초로 맺은 협약으로, 항공기상청은 저고도 전문 교육과 헬기 기상정보를 지원하고, 경찰청에서는 항로 정보와 운항 중 관측된 기상 정보를 공유한다. 특히, 항공기상청 직원이 직접 헬기 탑승관측을 실시하는 등 실제 운항과 기상자료의 중요성에 대해 습득할 수 있는 기회를 제공한다.

10월에는 공군 제8전투비행단과 업무협약을 맺음으로써 원주공항에 이·착륙하는 민간항공기를 위해 항공기상정보를 제공할 수 있는 기반을 마련하였다. 이를 통해 공군에서 생

산하는 기상관측, 비행장예보를 국제민간항공기구(ICAO) 형식으로 제공하고 있다. 특히 기존에는 제공되지 않던 군공항 기상특보를 추가로 제공하고, 공군에서 생산하지 않는 이륙예보와 급변풍경보를 항공기상청에서 생산하여 제공함으로써 군공항에 대한 민간항공기 지원을 확대하였다.



< (주)엔씨소프트와 업무협약 >



< 경찰청과 업무 협약 >

## 항공기상법 제정 첫 삽을 뜨다

항공기상청은 2023년에 연구용역을 통해 항공기상법(가칭) 초안을 마련하였고, 2024년부터 기상청과 협의를 시작하여 항공기상법 제정을 추진하고 있다.

현재 항공기상청은 기상법을 근거로 항공기상업무를 수행하고 있지만 기상법은 국민 전체를 대상으로 기상서비스를 규정하여 항공기상에 관한 조항은 제한적으로 담겨있다. 최근 저고도 소형항공기와 같은 다양화된 항공수요가 증가하고 도심형항공기 등 신비행체가 출현 등 현행 기상법의 항공기상 관련 조항만으로는 이들을 지원하는 데에 한계가 있다.

항공기상법에는 국제민간항공협약 및 부속서에서 따른 항공기상 관측·예보·특보 등의 항공기상 국제규정 뿐만 아니라 저고도항공기 및 도심형항공기 운항을 지원하는 항공기상서비스 제공 규정을 신설하는 내용이 포함될 것이다.

항공기상법이 제정되면 항공관계기관(국토부, 군 기관 등)과의 협력근거가 마련되고, 항공기상관련 법률로 의무와 절차를 항공업계 종사자들이 쉽게 알 수 있는 등 국민안전에 연관된 항공 전 분야를 지원하는 항공기상서비스의 법적 기반이 될 것이다.

## 안전한 겨울철 항공운항을 위한 '한파정보서비스'

항공기상청은 2023년 11월부터 '한파 영향 공항기상정보 서비스 제공'을 시작하였다.

'한파 영향 공항기상정보'는 국내 7개 공항(인천, 김포, 제주, 무안, 울산, 여수, 양양)에 대해 오늘과 내일 사이에 예상되는 '최저 체감온도', '아침 최저기온'에 따른 위험 수준과 대응 요령을 포함한 '한파영향예보'를 포함하고 있다.

이와 함께 겨울철 공항 운영에 큰 영향을 미치는 정확한 강설(눈)의 적설량 정보를 제공하기 위해 적설 관측판을 교체하였고, '항공기 서리착빙' 예측 기술을 향상하기 위해 항공기 기체와 같은 재질의 '서리착빙 관측판'을 설치하여 운영하기 시작했다.

항공기상청은 '한파정보서비스' 처럼 계절에 맞춘 맞춤형 기상서비스를 개발하고 발전시켜 항공운항 안전과 효율성 향상에 이바지할 것이다.

### 한파영향예보(안)

○(한파) : 오늘은(관심/주의/경고/위험), 내일은(관심/주의/경고/위험) 수준의 한파가 예상됩니다. 따뜻한 옷과 방한 장구를 착용하고, 추운 시간대(새벽)의 작업은 가급적 최소화 해야 합니다.

### 한파 대응요령(안)

위험수준	대응요령
	(한파 고려하여 작업계획 마련) 추운 시간대(새벽) 옥외 작업을 최소화 하도록 작업계획 마련
	(따뜻한 옷과 방한 장구 착용) 따뜻한 옷과 모자·두건·마스크와 보온·방수기능 있는 장갑·신발 착용하기
	(따뜻한 물 마시기) 따뜻하고 깨끗한 물 마시기
	(실 수 있는 따뜻한 장소 마련) 추위를 피해 실 수 있는 따뜻한 장소 마련
	(한랭질환에 취약한 사람 미리 확인) 고혈압·당뇨·고령자·신규배치 노동자 등 한랭질환에 취약한 사람 미리 확인하기
	(한랭질환 예방교육 실시) 작업자에게 한랭질환의 종류, 예방 방법, 증상, 응급조치 요령 등 예방 교육 실시
	(비상연락망 준비) 한파특보 전파, 건강이상자 보고 등을 위한 비상연락망 준비

## 현장의 수요에 부응하는 관제용 기상정보 제공

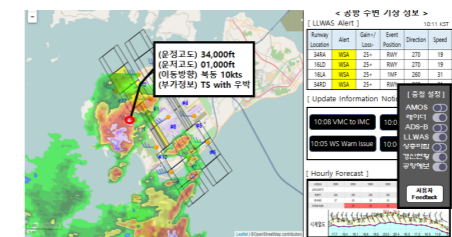
항공기상청은 항공교통관제사에게 최적화된 항공기상서비스를 제공하기 위해 '관제업무별 통합기상정보지원 개념'을 마련하였다.

'관제업무별 통합기상정보 지원 개념'은 관제업무별(관제탑, 접근, 지역) 관제사의 기상정보 사용 현황을 분석하고 설문조사를 거쳐 초안을 마련하고 한국항공대학교 교수, 항공교통관제사 등 관련 전문가와 실무자의 자문을 거쳤다.

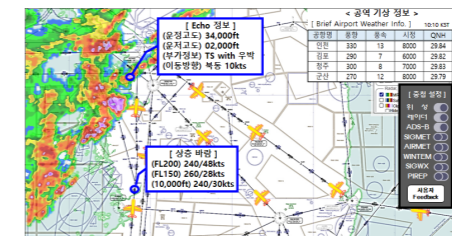
관제업무별 통합기상 정보 지원개념 설계 절차	
계획수립	설계 계획 수립
현황조사	업무별 대표 사전 면담(5명)
설문조사	관제사 대상 설문조사 (총 59명 참여)
자문	관제업무 학계 및 실무자(5명)
최종	개념(안)수립

이번 '지원 개념'은 업무별 사용 빈도가 높은 기상정보는 상시 제공하고 천둥번개와 같은 위험기상이 발생하면 선택적으로 제공하고, 다양한 필수 기상정보를 하나의 화면으로 통합하여 사용자가 직관적으로 확인할 수 있도록 설계되었다.

항공기상청은 이번 '지원 개념'을 바탕으로 항공기상서비스 사용자의 편의성과 활용성이 높아지도록 단계적으로 항공기상서비스에 반영하여 개선할 예정이다.



< 공항 상세 기상정보 지원 개념(안) >



< 구역 상세 기상정보 지원 개념(안) >

## 저고도 항공기상 서비스 강화!

항공기상청은 위험기상으로 인한 저고도 운항 항공기 사고를 예방하고 특히 국민 안전과 직결된 산불진화, 긴급의료, 수색구조 등에 투입되는 헬기 운항을 지원하기 위해 '저고도 항공기상서비스 3개년 계획'을 수립하였다.

저고도 항공기는 점차 증가하는 추세이며 2020년 항공운항학회 설문조사에 따르면 저고도 항공기가 비행 중 겪은 위험 상황 중 63%가 기상이 원인으로 늘어나는 기상서비스 수요에 빠르고 체계적으로 대응하기 위함이다.

이 계획에는 ① 운항 목적에 따른 기상서비스 구분과 수요자 친화적인 서비스 제공 ② 다양한 기관과 협력 및 저고도 기상서비스에 대한 교육·홍보 강화 ③ 저고도 기상정보를 위한 관측 인프라 확대 등 저고도 업무를 모두 포함한 개선 내용이 담겨있다.

2023년에는 운항 목적에 따른 수요자의 다양한 요구를 담아내기 위해 '저고도 통합 항공기상서비스 플랫폼'을 구축하였다. 플랫폼은 시정, 운고, 레이더, 난류 등 사용자가 원하는 기상정보는 무엇이든 한눈에 볼 수 있도록 중첩하여 표출하며, 반응형 서비스를 통해 PC와 모바일 환경에서 자유롭게 이용할 수 있다. 현재 이 플랫폼은 완성도를 높이기 위한 시험운영을 거쳐 2024년 상반기 중 정식 서비스될 예정이다.

## 누구나 빠르고 쉽게! 항공기상 모바일 앱 서비스 확대

항공기상청은 공항별 현재 날씨와 예보, 공항경보 발생 알림 등 유용한 항공기상정보를 쉽고 빠르게 이용할 수 있도록 스마트폰 앱 '항공날씨'를 운영하고 있다.

2023년 6월에는 수요자 의견을 반영하여, METAR·TAF 확대·축소 및 레이더 영상 가독성 향상 등 시스템을 전면 개편하였다. 2023년 11월에는 인천국제공항 등 13개 공항에 제공 중인 낙뢰 알림서비스를 원주공항으로 확대 제공하여 국민 안전 지원에 온 힘을 다하고 있다.

항공기상청은 앞으로도 국민에게 유용한 항공기상정보를 누구나 쉽고 빠르게 이용할 수 있도록 지속해서 서비스를 개선할 계획이다.

\* 구글 플레이스토어 또는 애플 앱스토어 무료 사용 가능