

## Original Article

<https://doi.org/10.12985/ksaa.2025.33.4.101>  
ISSN 1225-9705(print) ISSN 2466-1791(online)

## 김해국제공항 활주로 36 방향 배풍 15kt 적용에 따라 나타나는 운항특징 연구

조진호\*

### A Study on the Operational Effects of Implementing a 15kt Tailwind Limit on Runway 36 at Gimhae International Airport

Jinho Cho\*

#### ABSTRACT

Gimhae International Airport features runways oriented in a south-north direction. While precision approaches are available from the south, approaches from the north are limited to circling due to surrounding mountainous terrain. During adverse weather conditions with precipitation, low visibility, and low cloud ceilings accompanied by strong southerly winds, the southern approach exceeds tailwind limits, while the northern circling approach becomes impermissible due to meteorological minimums. These limitations frequently lead to operational disruptions, including cancellations, delays, go-arounds, airborne holdings, and diversions. Considering these operational constraints, the airport has implemented operational procedures allowing landings with tailwinds up to 15kt. This study empirically analyzed flight operations for civil aircraft at Gimhae International Airport in 2024 under strong southerly winds accompanied by such adverse weather conditions. The results demonstrate that the 15kt tailwind procedure effectively reduced operational disruptions. However, the findings also highlight that additional considerations are required for tailwind landings and Runway 18 departures from operational and safety management perspectives.

**Key Words** : Gimhae International Airport(김해국제공항), Runway 36/18(활주로 36/18), Strong Southerly Wind(강한 남풍), Circling Approach(선회접근), Tailwind 15kt(배풍 15kt)

#### 1. 서 론

김해국제공항은 공항 남쪽으로는 남해에 접해 있으며, 동쪽 및 북쪽은 대표적인 높이 각각 642m, 630m 산을 포함한 산악지형으로 둘러싸여 있다. 활주로는 남

북방향인 36L/18R 3,200m, 36R/18L 2,743m 2본이며, 민간 항공기는 일반적으로 활주로 36L/18R로 착륙하며, 36R/18L을 이륙으로 사용하고 있다. 활주로 36 방향으로 계기접근절차가 구성되어 있고, 18 방향으로는 산의 영향으로 선회접근(circling approach) 방식을 취하고 있다. 김해국제공항은 운항기술기준의 특수공항 지정기준에 따라 공항 북쪽과 동쪽 산악지형으로 운항에 유의가 필요한 특수공항으로 지정되어 있으며, 기장 자격 등 안전기준을 강화하여 운영 하는 곳이다.

주 활주로는 36이며, 남풍이 불 때 활주로 18을 사

Received: 19. Nov. 2025, Revised: 25. Nov. 2025,

Accepted: 2. Dec. 2025

\* 신라대학교 항공교통물류학부 초빙부교수

연락처 E-mail : jinchocho1017@naver.com

연락처 주소 : 부산광역시 사상구 백양대로 700번길 140

항공관 306호

용한다. 남풍이 부는 경우는 김해국제공항의 남쪽, 동쪽에 고기압이 위치하고, 반면에 저기압이 북쪽, 서쪽에 위치하는 기압 배치일 때다. 대표적인 사례로는, 저기압이 김해국제공항 북서쪽에 위치하거나, 장마 기간 김해국제공항이 전선의 남쪽에 위치할 때, 여름철 해륙풍에 따라 주간 시간에 남풍이 부는 때 등이다. 시정과 운고가 양호한 때에는 활주로 18 선회 접근으로 착륙에 별다른 어려움이 없으나, 활주로 정대(alignment)에 실패할 때 등 간헐적으로 복행(go-around)이 발생하기도 한다. 그러나 강수를 동반하거나 저시정 또는 저운고를 동반하는 남풍이 강하게 불 때 복행, 체공, 회항, 결항, 지연 등 비정상 운항이 발생한다.

2002년 4월 15일 중국국제항공공사 129편이 김해국제공항 활주로 18R로 착륙을 허가받고 선회접근 중 18R 시단(threshold)으로부터 북쪽 4.6km에 있는 돛대산 표고 204m 지점에 충돌 후 추락한 사고가 있었다. 활주로 18 접근 중 활주로가 보이지 않으면 관제탑에 보고하고 바로 복행하는 것이 절차로 이를 지키지 않는 경우 이와 같은 사고 위험성은 존재한다. 따라서 활주로 18 접근 시 시계비행에 따른 절차를 지키는 것이 매우 중요하다.

일반적으로 항공기는 정풍으로 이착륙하며, 배풍의 경우 10kt(5.1m/s)을 최대로 제한을 두고 있다. 김해국제공항은 활주로와 운항 여건을 고려해 2007년부터 활주로 36 방향으로는 배풍 15kt(7.7m/s)까지 착륙할 수 있도록 하고 있다. 항공사의 운영기준 또는 운항규정 등에 반영하여 적용할 수 있다. 물론 배풍 15kt 적용 대상의 기종, 운항절차, 활주로 노면상태, 항공기 상태 등 제한조건이 있지만, B737/A320/A321 등 김해국제공항에 운항하는 주요 기종은 정밀접근이 가능한 활주로 36으로 배풍 15kt까지 착륙할 수 있게 되어 운항의 안정성은 과거보다 좋아졌다고 할 수 있다. 그러나 특히 배풍이 15kt 가량 부는 때는 착륙 가능과 불가능이 공존하는 상황이기 때문에 정밀하게 예측하여 대응하는 것은 어려운 과제이기도 하다.

김해국제공항 항공기 운항에 영향을 미치는 기상특성에 관한 연구는 항공기상청 관계자들에 의해 남풍, 저시정 및 저운고, 급변풍을 중심으로 이루어지고 있다. 4~9월 김해국제공항에 항공기 운항 장애를 일으키는 남풍 기압계의 유형을 연구하여, 고기압, 저기압, 장마전선 및 태풍 유형으로 분류하였다(AWO, 2015). 또한 김해국제공항 남풍 유입에 따른 저시정 및 저운고의 예측을 통해서 저기압형, 정체전선형, 북태평양고기

압 경계형, 해풍 저시정형으로 분류하였다(AWO, 2024).

김해국제공항의 선회접근과 관련된 연구도 계속되고 있다. Kim(2006)은 2002년 중국 민항기 사고 사례를 중심으로, 김해국제공항 안전운항의 주된 저해요인은 계기접근절차 수립 자체를 불가능하게 하는 지형적인 원인과 기여요인으로 작용하는 기상의 영향 등을 설명하였다. Park et al.(2025)은 선회접근구역 반경 기준에 관해 규정 및 기술적 분석을 하고, 김해국제공항 활주로 18 착륙 편의 실제 항적을 통해 검증, 연구하였다. Ku & Chang(2025)은 미국 공항에서 적용하고 있는 ExVS(extended visual segment)와 VGF(visual guidance fix)를 김해국제공항 활주로 18R에 적용하여 연속적인 횡적 및 수직유도 조인 제공을 통해 항법 안전성을 높이고, 착륙기상 최저치의 운고를 기존 대비 낮추는 방안을 제시하였다.

김해국제공항은 특히 강한 남풍과 함께 시정과 운고가 저하된 상황에서는 결항, 지연, 복행, 체공, 회항 등 비정상 운항이 발생하는 공항으로 잘 알려져 있다. 그러나 실제 항공기 운항과 기상특성과의 관계를 실증적으로 연구한 논문은 부족한 실정이다. 본 연구는 민간 항공기에 대하여 2024년 1월 1일부터 12월 31일까지 총 1년간 김해국제공항 활주로 36과 18 방향으로 착륙접근 중 항공기의 복행이 발생하였던 시점의 운항상황을 중심으로 연구하였다. 복행, 체공, 회항, 사전 결항 등이 발생한 총 15일 중 특히 활주로 36 방향 7일, 복행 43회, 회항 33편의 사례를 통해 활주로 36 배풍 착륙 15kt 적용에 따른 운항특징을 연구하였다. 본 실증적 연구를 통해 현황을 구체적으로 알리고, 항공기 안전운항과 운항의 안정성을 도모하기 위한 시사점을 제시하고자 하였다.

## II. 활주로 36과 18 사용 특징

### 2.1 접근절차와 착륙기상 최저치

항공기가 활주로로 착륙하기 위해서는 항행안전시설과 항공기 시스템, 항행절차, 조종사와 항공교통관제사 간의 무선통신 등이 필요하다. 각 공항의 활주로 별 착륙을 위한 절차와 그때의 착륙을 위한 운고와 시정의 최저치가 각 공항의 항공정보간행물 또는 Jeppesen Airway Manual에 수록되어 있다. 운고는 하늘 전체의 5/8 이상을 차지하는 구름 밑면의 높이로, 시정은 활주로 가시거리(RVR, runway visual range) 또는 우세시정(prevaling visibility)을 적용한다. 착륙기상

Table 1. Key approach procedures and landing weather minima

활주로	접근절차	운고(ft)	시정(m)	비고
RWY 36R/36L	ILS RWY 36L CAT II	RA 102	350	RA(radio altimeter)
	ILS Y, Z RWY 36L	DH 200	550	DH(decision height)
	ILS Y, Z RWY 36R	DH 200	550	
RWY 18L/18R	VOR-A RWY 18L/18R	MDH 1700	4,800	MDH(minimum descent height)

최저치는 항공기의 안전한 착륙은 물론 기상예보와 비행계획, 운항 가능 여부, 복행, 체공, 회항 등의 결정에서 수치로 적용되기 때문에 중요한 기준이 된다.

Table 1은 김해국제공항 활주로 36과 18에 적용하는 대표적인 접근절차와 적용되는 운고 및 시정의 제한치를 보여준다. 활주로 36 방향은 정밀접근인 계기착륙시스템(ILS, instrument landing system)을 이용하는 절차 이외 Localizer, VOR(VHF omnidirectional range) 절차와 성능기반항행 절차 등도 있다. RWY 36L은 정밀접근절차 운영등급인 Category II까지 가능하며, 저시정이더라도 활주로가시거리 350m까지 착륙할 수 있기 때문에 안정적인 운항이 가능한 여건이다. 반면, 활주로 18 방향은 김해접근관제소의 레이다 벡터와 VOR-A 절차 등을 이용하여 공항으로 접근 후 활주로를 식별되면 선회접근 방식으로 착륙한다. 선회접근은 활주로에 착륙하는 항공기의 접근 방향이 활주로 방향과 15° 이상 차이 날 때 최종접근 단계에서 선회하여 착륙하는 방식이다(Park et al., 2025). 선회접근의 운고와 시정 제한치는 각각 1,700ft, 4,800m이다. 남풍이 강하게 불면서 비 또는 연무로 운고와 시정이 저하되면 운고 1,700ft, 시정 4,800m 확보가 쉽지 않기 때문에 이와 같은 기상 상황에서는 활주로 18로 접근이 제한된다.

Fig. 1은 김해국제공항 인근의 지형, 그리고 활주로 36과 18로 착륙한 항공기의 항적 사례를 보여준다. 활주로 36은 정밀접근 활주로로서 계기착륙시스템을 구성하는 방위각 정보(localizer), 활공각 정보(glide path), 거리를 알려주는 Marker beacon과 항공등화시설을 이용하여 저시정 및 저운고 상황에서도 안정적으로 착륙할 수 있다. 한편, 선회접근인 활주로 18은 활주로 말단에 있는 김해 VOR(ID: KMH)로부터 약 3 NM (nautical mile, 5.6km)인 지점에 도달한 후, 활주로를 육안으로 확인하면서 선회착륙을 해야 한다. 따라서 공항 전체의 기상보다도 이 선회구간의 운고와 시정이 관건이며, 또한 활주로 식별이 중요한 조건이 된다. 따라서 북쪽 활주로로 착륙해야 하는 경우는 시계비행, 운고와 시정의 확보, 활주로 정대 등 더욱 난이도가 높은 착륙절차이기 때문에 이때 운고와 시정이 악화되면 조종사의 부담감이 가중될 수밖에 없다.

### 2.2 연간 풍향 및 풍속과 활주로 사용

Fig. 2는 기상청 자료로 2024년 1년간의 김해국제공항 활주소에 대해 방위별 풍향, 풍속의 출현 빈도를 방사 모양의 그래프로 나타낸 바람장미(wind rose)를 보여준다. 연간 기준으로 북서풍, 북북동풍과 남남서풍



Fig. 1. Topography around Gimhae International Airport and landing trajectories for runways 36/18 (example case).

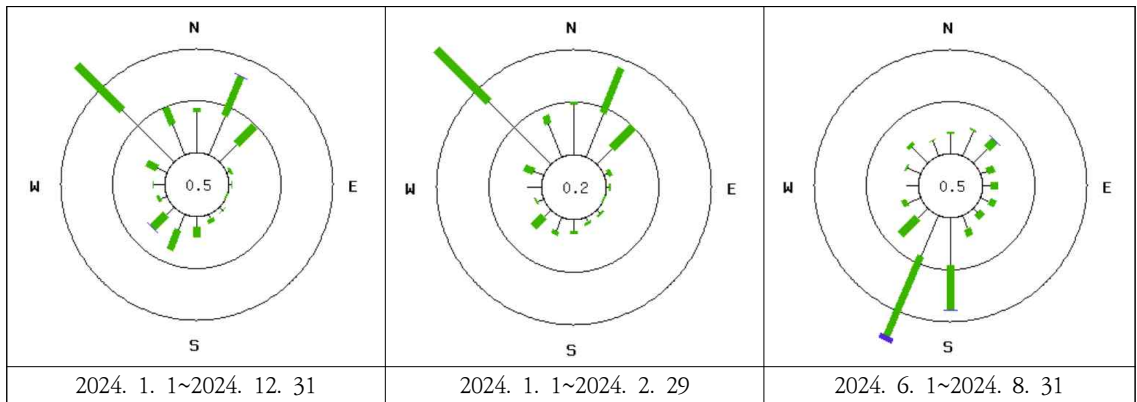


Fig. 2. Frequency distribution of wind direction and speed at Gimhae International Airport.

이 탁월하며, 겨울철(1~2월)과 여름철(6~8월)만 보면 각각 북서풍, 북북동풍과 남남서풍이 더욱 탁월하다.

Table 2는 연구자의 김해국제공항 운항편에 대한 비행계획과 통제업무 경험을 바탕으로 활주로 사용에 대해 기상 특징별로 요약한 것이다. 활주로의 사용은 연간을 걸쳐 주 활주로인 36 사용이 지배적이다. 특히 동계 북서풍에서는 항상 활주로 36을 사용한다. 한편, 저기압이 우리나라 중부에 위치하면서 통과하는 경우 또는 여름철 장마전선이 중부지방에 위치할 때 김해국제공항은 남풍 계열의 바람이 불기 때문에 활주로 18 사용 조건이 된다. 봄철에 나타나는 특징인 김해국제공항 남쪽에 고기압, 북쪽에 저기압이 위치하면 남서풍이 불어 활주로 18을 사용하게 된다. 또한 일사가 강한 여름철은 해륙풍이 우세한 시기로 활주로 18 사용이 지배적이다. 해륙풍은 일사가 강해지는 시점부터 발생하고 오후 늦은 시간에 약해지기 때문에 해륙풍에 의한 활주로 18 사용은 여름철 주간 시간에 주로 해당한다.

2.3 착륙제한 발생 사례와 특징

활주로 36, 18 각각의 방향으로 착륙기상 최저치에

큰 차이를 보이는 것은 김해국제공항의 큰 특징이다. 강수 또는 저시정을 동반하는 저기압이 우리나라 중부 지방에 위치하거나 통과할 때 김해국제공항은 강한 남풍과 함께 저시정, 저운고 현상이 발생한다. 이때 활주로 36은 배풍 초과 가능성이 높고, 활주로 18은 저시정 또는 저운고로 착륙이 불가하여 양쪽 활주로 모두 접근, 착륙이 불가한 상황에 노출된다.

김해국제공항의 특수한 여건을 고려하여 활주로 36 방향 배풍 15kt까지 착륙할 수 있도록 하고 있으나, 제한조건이 필요하다. 기상 측면에서는 활주로 제동상태가 좋음(good)으로 확보되는 기준이다. 항공사에 따라 착륙한 조종사 보고, 정시관측보고(METAR, aerodrome routine meteorological report)의 현재일기인 강수의 강도를 나타내는 코드(-RA, RA), 그리고 강수의 지속 정도 등을 반영한다. 활주로 제동상태가 좋음으로 판단되지 않으면 배풍 15kt를 적용할 수 없다. 따라서 착륙시점에 가장 최신의 실시간 풍향과 풍속, 그리고 활주로 노면상태에 대한 정보 또는 실제 강수 정도를 반영하여 조종사가 착륙 여부를 결심해야 한다. 운항관리사는 최신 기상과 기상추세에 대한 정보를 음

Table 2. Meteorological characteristics during runway 36/18 operations

활주로	일기도, 기압 배치	시기	기상 특성
36	북서쪽에 고기압	동계, 11~3월	시정, 운고 양호
	북서~북동풍, 풍속 약한 기압 배치	연중	시정, 운고 운항 가능 여건
18	중부지방에 저기압 발달, 통과	봄~가을	시정, 운고 저하, 동-남-남서풍
	장마철 장마전선 북상	6~7월	시정, 운고 저하, 남풍류
	남쪽 고기압, 북쪽 저기압	주로 봄	시정, 운고 양호
	해륙풍	6~8월	시정, 운고 양호



Fig. 3. Example cases of irregular flight operations.

성 또는 데이터통신을 통해 제공하고, 항공교통관제사 역시 필요한 정보를 제공하고 있다.

Fig. 3은 2024년 김해국제공항 착륙 과정에서 복행, 체공, 회항 등이 발생했을 때의 사례 화면이다 (Flightradar24). 항공기 복행은 착륙에 어려움이 있거나 착륙기상 최저치 이하로 악화되는 경우 무리한 운항을 지양하는 안전운항의 한 방법이다.

Fig. 3의 각 화면은 좌로부터, 복행 후 착륙, 복행 후 체공 착륙, 2회 복행 후 회항, 체공 후 착륙, 체공 후 회항, 체공없이 바로 회항 등을 보여준다. 이처럼 김해국제공항에 저시정 및 저운고를 동반한 강한 남풍이 부는 경우, 배풍 15kt을 전후로 하여 체공, 복행, 회항 등 다양한 상황이 발생한다. 또한, 항공편 집중 시간대 체공 증가, 회항 발생 시 재운항 여부 또는 승객에 대한 육로 수송 등 복잡한 상황으로 전개되고, 출발 예정의 후속편에 지연 발생 등 비정상 운항의 여파는 이어지게 된다.

또한 활주로 36으로 배풍 착륙하는 시점에 이륙 항공기는 배풍 10kt을 초과하면 이륙이 불가하므로 활주로 18로 이륙해야 한다. 배풍 초과에 따른 것이며, 또한 배풍 이륙 시 이륙중량 감소가 발생하기 때문이다. 이처럼 착륙 36, 이륙 18로 착륙과 이륙활주로를 반대

로 사용하는 사례는 매우 드문 현상으로, 특히 항공기 안전을 위한 분리에 주의가 필요로 하는 공항이다.

### III. 비정상 발생 현황과 특징 분석

#### 3.1 비정상 통계와 특징

김해국제공항 착륙 접근 중 항공기 복행은 풍향과 풍속, 시정과 운고는 물론, 활주로 노면 상태, 항공기 기종과 중량, 조종사의 경험, 항공기 계기상태 등 다양한 변수가 작용하는 것이나, 여기에서는 해당 시점의 기상 중심으로 분석하였다.

복행과 회항은 봄에서 가을에 걸쳐 저기압 통과 시점에 강수를 동반한 강한 남풍으로 시정과 운고가 저하된 상태에서 활주로 36 접근 중 배풍 초과인 경우가 대표적이다. 장마철 장마전선의 남북 진동에 따라 남풍 유입 시점에도 발생한다. 또한 시정과 운고가 양호한 상태에서 활주로 18 선회접근 중 바람 또는 자세 불안정 등으로 복행이 발생하기도 한다.

Table 3은 2024년도 김해국제공항에 접근, 착륙 시도 중 복행이 발생했던 날짜와 복행(회) 및 회항(편), 그리고 복행 시점의 활주로 풍향 및 풍속과 접근경로

Table 3. Key data from go-around events in 2024

날짜	시간대	복행(회)		회항(편)	AMOS		925hPa	
		R18	R36		평균풍향(°)	최대풍속(kt)	풍향	풍속(kt)
2월 19일	0600~1200	-	-	-	-	-	남서	50
3월 22일	2115~2145	3	-	-	207	16.8	남	30
3월 28일	1128~1721	-	3	15	167	14.1	남	30
5월 5일	1911~2014	-	5	2	190	16.8	남	50
5월 6일	1318~1541	3	-	-	230	20.8	서남서	25
5월 11일	0859~2047	5	-	-	198	17.4	남서	30
5월 26일	1830~2032	-	3	2	197	15.6	남남서	40
6월 29일	1554~2000	-	8	1	178	15.4	남서	40
6월 30일	0625~0740	-	3	-	210	16.5	남서	60
7월 5일	1148~2003	2	-	-	195	14.7	서남서	30
7월 8일	0948~1826	7	1	1	179	10.3	남서	30
7월 10일	0600~1829	2	1	8	180	9.5	남서	50
7월 19일	1400~1600	1	-	-	180	15.2	남서	25
9월 20일	1532~1602	-	3	1	180	18.8	남	30
10월 18일	1610~2053	-	18	12	197	20.4	남서	30

약 2,660ft에 해당하는 925hPa의 풍향과 풍속을 요약한 것이다. 활주로 36 접근 중에 발생한 복행은 배풍 초과가 가장 큰 사유가 된다. 또한 활주로는 미끄러운 상태나 다른 기상조건이 부가될 수 있다. 활주로 18 접근 중에 복행은 선회접근 중 활주로는 식별되지 않았거나, 활주로 정대에 어려움이 있을 때 주로 발생한 것으로 판단된다. 활주로 18 복행 중에서 시정과 운고가 양호한 기상상태에서 발생한 것은 본 연구 대상에서 제외하였다.

2024년도 김해국제공항에서 남풍류(풍향 160~230°)로, 활주로 36 배풍 초과 또는 활주로 18 사용 중 복행, 체공, 결항 등이 발생한 날은 총 15일을 보였다. 빈도로는 5월과 7월에 각각 4일, 3월과 6월에 각각 2일 발생하였다. 동계 기간인 11~2월의 북서풍이 지배적인 시기는 그 빈도가 현저히 낮으나, 저기압이 통과하는 상황에서는 발생할 수 있다. 사전 결항으로 복행이 없었던 2월 19일을 제외한 후, 활주로 18 사용 중 활주로 36 접근 중 복행이 발생했던 7월 8일과 10일은 제외하면 활주로 36 사용 중 복행이 발생한 날이 7일, 활주로 18 사용에 따른 복행 발생일이 7일이었다.

이륙과 착륙 모두 활주로 18 사용 조건에서 활주로

18은 METAR의 착륙기상 최저치인 운고 1,700ft, 시정 4,800m 이상인 경우 접근하며, 접근, 착륙 과정에서 실제 활주로는 보이지 않으면 복행하는 과정을 밟는다. 따라서 Table 3에서 18 복행은 METAR 기상조건은 충족되나, 실제의 시정 또는 운고는 그 미만을 보였거나, 접근 중 활주로를 식별하지 못하여 발생한 사례라고 할 수 있다.

복행 발생 시점의 실시간 기상자료인 공항기상관측장비(AMOS, aerodrome meteorological observation system)에 나타난 풍향은 167~230°, 평균 192°, 순간최대풍속은 9.5~20.8kt, 평균 15.9kt을 보였다. 한편, 접근경로의 바람을 대표하는 925hPa의 풍향은 남~서남서, 풍속은 25~60kt, 평균 37kt을 보였다.

항공기 복행 시점의 실시간 풍향 및 풍속과 접근경로의 925hPa 풍향 및 풍속을 통해 항공기 복행, 체공, 회항 등 비정상 운항의 가능성을 예측하는 데 활용할 수 있다.

### 3.2 활주로 36 배풍 15kt 적용 효과

정시관측보고인 METAR의 풍향과 풍속, 시정, 운고 등은 이착륙 항공기에 운항가능 여부를 판단할 수 있

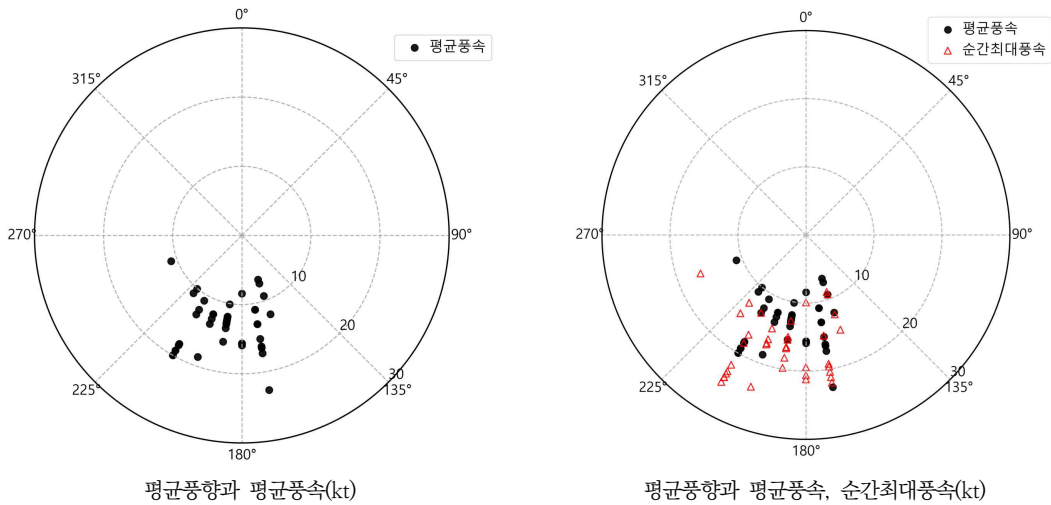


Fig. 4. Mean wind direction, mean wind speed, and maximum instantaneous wind speed at go-around initiation.

는 기준이 된다. 그러나 특히 풍향과 풍속은 시시각각 변하기 때문에 실제 착륙시점에는 항공교통관제사가 실시간의 풍향과 풍속을 제공하고, 조종사는 관제사로부터 받은 수치와 항공기에 나타나는 수치, 활주로 상태, 항공등화시설 확인 등을 종합하여 착륙 또는 복행을 결심하게 된다. 시정 또는 운고가 활주로 18 착륙 불가 조건에서, 활주로 36 배풍 착륙은 착륙시점의 배풍 정도가 가장 크게 좌우될 수 있다. 배풍은 최소, 평균, 최대값에 계속 변화가 있기 때문이다.

Fig. 4는 활주로 36 사용 중 복행이 발생했던 7일 총 43회의 복행 발생시점의 평균풍향과 평균풍속 및 순간최대풍속을 동심원에 표출한 것이다. 복행 발생 시 최저고도를 보인 시각 대비 1분 전의 실시간 기상자료

를 적용하였다. 최저고도는 Flightradar24, 실시간 기상자료는 방재기상정보시스템을 이용하였다.

43회는 평균풍향 190°, 평균풍속 14kt, 순간최대풍속 18kt을 보였다. 배풍 착륙 15kt 기준 전후에서 복행이 발생하는 특징을 보여주고 있다.

Table 4는 활주로 36 배풍 착륙 시점에 발생하는 다양한 유형에 대해 요약한 것이다. Table 4에서 활주로 36을 사용했던 날 복행 편이 발생하였지만, 착륙의 기회를 얻고 실제 착륙을 한 것은 배풍 15kt 적용 효과라고 할 수 있다. 배풍 10kt 적용 시 실제 운항 가능성은 대폭 감소할 수 있다.

Table 4의 1, 2, 3은 배풍 15kt 적용에 따른 직접적 효과라 할 수 있으며, 4~5는 비록 회항하였지만,

Table 4. Operational and meteorological characteristics by scenario

구분	운항 상황	상황 특징	기상 특징
1	정상착륙	복행, 체공 없이 착륙 착륙시점 배풍 15kt 이하	배풍 순간최대풍속 15kt 이하
2	복행 후 착륙	접근 시점 배풍 초과	재접근 시 착륙 가능 수치
3	체공 후 착륙	배풍 15kt 초과로 체공 또는 활주로 18 이륙에 따른 체공	15kt 이하 착륙
4	복행 후 회항	접근 시점 15kt 이하에서 접근 실제 착륙 시점 15kt 초과	순간최대풍속 15kt 내의 변동
5	체공 후 회항	배풍 감소 여부 점검하면서 체공	순간최대풍속 15kt 내의 변동
6	체공 없이 회항	현재 배풍 15kt 초과하고 이후도 초과 예상	15kt 초과 지속
7	결항, 지연	예보 단계에서 배풍 15kt 초과 예상	사전 결항, 지연 조치

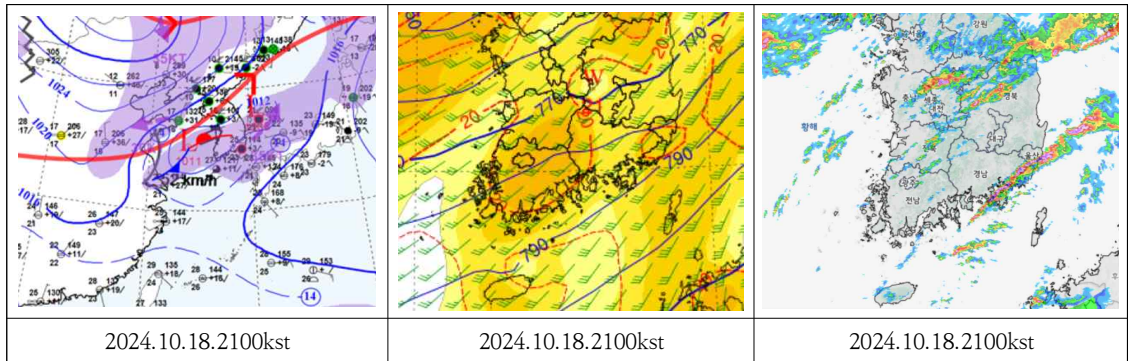


Fig. 5. Surface analysis chart, 925hPa wind field, and radar imagery (example case).

접근의 기회를 가졌거나 기회를 가질 수 있었다는 면에서 15kt 적용의 효과로 포함할 수 있다. 즉, 배풍 10kt 적용이었다면 위 1~5는 기회가 주어지지 않았을 가능성이 크다. 그러나 배풍이 15kt 초과가 현저한 6~7은 체공이나 접근을 하더라도 짧은 시간 내 호전되기 어렵기 때문에 발생한 것임을 알 수 있다.

김해국제공항 활주로 36 접근 중 비를 동반한 강한 남풍으로 발생하였던 43회의 복행시점의 평균풍속은 14kt, 순간최대풍속 18kt을 보였던 점을 고려할 때 배풍 착륙할 수 있는 제한치 15kt은 유효한 숫자라고 할 수 있다. 따라서, 배풍 착륙에 따른 안전확보에 유의한다면 배풍 착륙 15kt 적용은 안전운항을 확보하면서 비정상 최소화, 승객의 불편 최소화에 의미가 있다고 할 수 있다.

### 3.3 항공사의 대응

#### 3.3.1 예상일기도를 통한 사전 예측

우리나라를 포함하여 일본, 중국, 미국, 유럽은 중위도에 위치하며 사계절의 변화와 함께 기상변화가 잦은 곳이다(Cho, 2024). 이들 지역의 기상변화를 일으키는 것은 저기압의 발생과 발달, 그리고 이동이라고 할 수 있다. 전선과 함께 강풍, 비 또는 눈, 저시정과 저운고를 동반하여 항공기 운항에 직간접 영향을 미친다. 특히, 김해국제공항은 저기압의 위치에 따라 풍향에 매우 민감하고 운항 가부에 큰 영향을 미치는 대표적인

공항이다.

공항예보(TAF, aerodrome forecast)는 30시간 예보, METAR는 매시간 발부하는 것으로 항공기의 결항, 지연 등을 결정하는 요소다. 더욱더 예측적으로 대응하기 위해서는 예상일기도를 활용할 필요가 있다. 일반적으로 슈퍼컴퓨터에 의해 제공되는 예상일기도 및 이에 수반되는 다양한 예측자료는 향후 10일까지 가능하다. 다양한 자료 중에서 지상예상일기도, 925hPa 바람장(wind field) 등을 활용할 필요가 있다.

김해국제공항에서 남풍이 10kt 내외, 또는 그 이상부는 경우는 지상예상일기도를 통해 찾을 수 있다. 강수를 동반하면서 평균 또는 최대 15kt의 배풍 초과를 유발할 수 있는 대표적인 기압 배치는 저기압이 김해국제공항 북서쪽에 위치하면서 북동 방향으로 이동하는 형태이다. 이 저기압의 세력과 위치, 그 이동속도 등이 김해국제공항에 미치는 시간대를 좌우한다.

또한 925hPa 바람장은 지상에서 810m(2,660ft) 고도의 풍향 및 풍속을 나타내기 때문에 활주로 36 시단으로부터 대략 8 NM(15km)의 지점을 통과할 때의 고도에 해당한다. 따라서, 착륙을 위한 접근 중 배풍의 정도를 보여주는 대표적인 기상 자료라고 할 수 있다.

Fig. 5는 2024년 10월 18일 1610kst에서 2053kst 사이 총 18회의 복행이 발생하였던 2100kst의 지상일기도, 925hPa 바람장 및 레이더 영상을 보여준다. Table 5는 사례 연구에 활용한 7일의 925hPa 바람장 자료로 풍향은 남 3회, 남서 3회, 남남서 1회를 보였

Table 5. Wind field at 925hPa level

구분	3월 28일	5월 5일	5월 26일	6월 29일	6월 30일	9월 20일	10월 18일
풍향	남	남	남남서	남서	남서	남	남서
풍속(kt)	30	50	40	40	60	30	30

다. 대체로 남풍~남남서풍을 보였다. 풍속은 저기압의 세력에 따라 다르지만, 최소 30kt에서 최대 60kt의 범위를 보였다.

이러한 일기도와 바람장은 향후 10일까지 예상도를 보여주기 때문에 유사한 일기도가 예측될 경우 김해국제공항 운항편의 비정상 대응을 위한 대책을 세울 수 있을 것이다. 따라서 기상청, 항공기상청 자료는 물론 이용할 수 있는 다양한 기상정보, 시뮬레이션이 가능한 기능 등 정보와 기능을 잘 활용하는 것이 중요하다.

### 3.3.2 통제센터의 실시간 대응

지상예상일기도, 925hPa 바람장을 통해 사전 예측적으로 대비를 하고, 또한 운항이 임박하면 TAF 및 기타 예보자료를 통해 풍향, 풍속, 강풍, 강수와 저시정 및 저운고 여부 등 예측을 통한 대응이 필요하다.

일반적으로 사전 예상한 것과 TAF, METAR가 일치하는 것이 아니고, 또한 TAF, METAR와 실제 착륙시점의 AMOS에 나타나는 풍향 및 풍속, 시정, 운고가 동일하지 않다. 예보와 실제 간에 차이가 발생하고 또한 다양한 변수가 발생하기 때문에 실제 운항단계에서는 더욱 각별한 대응이 필요하다.

강한 남풍과 함께 저시정 및 저운고가 예상되는 경우라도 예상되는 풍속에 따라 각 항공사의 통제적 대응에 차이가 있을 수 있다. 다음은 사례이다.

- ① 활주로 36 배풍 15kt 초과 충분히 예측 - 사전 결항, 지연 등 조치
- ② 배풍 10~15kt 내외로 착륙, 복행, 회항 가능성 - 예비연료 운영, 단거리 운항 편은 실시간 기상 추세 반영하여 출발 편 통제
- ③ 배풍 10kt 내외로 운항 가능 상태 - 간헐적으로 15kt 초과 가능성이 있지만 전반적으로 착륙 가능 유지, 복행, 체공 대비한 예비연료 운영

선행 편 착륙 시점의 바람이 동일하게 유지되지 않고, 또한 바람이 다소 약해진 시점이라 해도 착륙 36, 이륙 18 상황에서 출발 편과 도착 편 분리로 인해 실제 접근 시점이 유동적이기 때문에 원하는 시점에 착륙을 시도할 수 없는 점이 있다.

따라서 더욱 예측적 대응을 통해 준비하고, 운항 시점은 TAF와 METAR는 물론 특히 실시간 풍향과 풍속 정보를 제공해주는 AMOS와 레이더 영상, 그리고 선행 편 착륙보고 등을 활용하여 의사결정을 해야 한다. 아울러 실시간 기상변화와 공역 내 항공교통 상황, 지상 출발 대상 항공기 상황 등 전반에 대한 종합적인 대응이 중요하다.

## IV. 결 론

김해국제공항 활주로 36 방향은 정밀접근으로 시정 350m(Category II)에서 착륙할 수 있지만, 활주로 18 방향은 선회접근 방식으로 착륙을 위한 운고와 시정 최저치가 각각 1,700ft, 4,800m로 꽤 높은 편이다. 이러한 활주로 여건 속에서 강한 남풍과 함께 강수, 저시정 및 저운고를 동반하는 저기압의 영향을 받게 되면 활주로 36은 배풍 초과, 활주로 18은 시정과 운고가 저하되고 착륙 불가로 이어진다.

2024년도 민간 항공기를 대상으로 실증적 연구를 통해 김해국제공항에서 발생하는 복행, 체공, 회항 등 비정상 운항의 특징과 배풍 15kt 적용의 효과를 파악할 수 있었다. 연구대상 15일 중 활주로 36 방향으로 복행이 있었던 7일, 43회의 복행 발생시점의 평균풍속은 14kt, 순간최대풍속은 18kt을 보였다. 일부 배풍이 강했던 날을 제외하고, 배풍 착륙에 따른 안전에 유의한다면 배풍 착륙 15kt 적용은 안전운항을 확보하면서 비정상 최소화에 의미 있음을 확인할 수 있었다.

그러나 여전히 안전에 대한 유의가 필요하다. 강수를 동반하면서 시정과 운고가 저하된 상태로 남풍이 불 때 활주로 36 배풍 착륙에 따른 착륙거리 증대에 유의해야 하고, 활주로 36 기준 배풍이 10kt 초과하여 이륙은 18, 착륙은 36을 사용하는 경우, 이착륙 항공기 간 안전분리, 공역의 혼잡 등이 가중되기 때문에 매우 유의가 필요한 상황이다.

활주로 36 배풍 착륙과 활주로 18 이륙이 발생하는 상황 속에서 조종사는 배풍 착륙에 필요한 점검, 접근 관제소나 관제탑은 착륙, 복행, 체공, 회항 등 공역 내 혼잡상황에 대한 안전분리가 중요하다. 한편, 항공사의 운항관리사, 통제센터는 사전 예측적 대응은 물론 기상 추세와 항공기 운항상황에 대한 실시간 감시와 통신으로 필요한 안전 정보 제공, 특히 조종사와 통제센터는 체공 가능시간과 착륙 불가 시 회항할 교체공항과 회항 시점에 대한 협의 등이 필요하다. 이러한 운항 상황에서는 조종사, 항공교통관제사, 통제센터의 운항관리사 간 상황에 대한 실시간 공유와 안전에 대한 협업 등이 필요하다 할 수 있다.

## References

1. Aviation Weather Office, "2015 Operational Research on Aviation Meteorology," 2016,

- pp.191-210.
2. Aviation Weather Office, "2021 Operational Research Report on Aviation Meteorology," 2022, pp.71-85.
  3. Aviation Weather Office, "2024 Operational Research Report on Aviation Meteorology," 2024, pp.45-69.
  4. Kim, J. K., "A Study on the problems of circling approach in Gimhae International Airport and method for the aviation safety: Focused on accidental Air China 129," M.S. Degree, Inha University, 2006.
  5. Park, G. H., Hwang, S. H., Hong, S. G., Kang, K. S., and Ku, S. K., "Methodology for reviewing appropriate circling approach shape and a case applied in Korea," *Journal of Advanced Navigation Technology*, 29(2), 2025, pp.177-186.
  6. Ku, E. J., and Chang, H. S., "Development straight-in instrument approach procedure at Gimhae Airport Runway 18R using FAA ExVS and VGF," *Journal of Advanced Navigation Technology*, 29(1), 2025, pp.45-51.
  7. Cho, J. H., "A research and case study on operating meteorological organization of an airline," *Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics*, 32(3), 2024, pp. 138-139.
  8. MOLIT, "Flight Safety Regulations for Aeroplanes," 2024, pp.127-128, & Attached file, p.130.
  9. Korea Aviation-accident Investigation Board, "Controlled Flight Into Terrain, Air China International Flight 129," Aircraft Accident Report, 2002, pp.1-3.
  10. Asiana Airlines, "Flight Operation Manual," 2023, p.159.
  11. Jeppesen, "Jeppesen Airway Manual," 2024, RKPK, pp.32-48.
  12. MOLIT, "Aeronautical Information Publication(E-AIP)," 2025, Available from: <https://aim.koca.go.kr/eaipPub/>
  13. KMA, "Meteorological Information Portal Service System\_Disaster Prevention," 2025, Available from: <https://afso.kma.go.kr/>
  14. Flightradar24, Available from: <https://Flightradar24.com>