

## 제주국제공항의 기상요인 항공기 결항 특성과 시사점



제주발전연구원 김 태 윤 선임연구위원



# JDI

## 정책이슈브리프

제주발전연구원

제주발전연구원 정책이슈브리프 2016년 11월 15일 Vol. 258

발행처 : 제주발전연구원 발행인 : 강기춘

주 소 : 63147 제주특별자치도 제주시 아연로 253 TEL. 064-726-0500 FAX. 064-751-2168

- 제주발전연구원은 지역사회가 안고 있는 현안 문제에 대해 해결방안을 모색하고자 다양한 정책 방안을 선제적으로 제시하고 있습니다.
- 본 연구를 토대로 보다 합리적이고 발전적 대안들이 도출되어 도민의 삶의 질적 향상과 제주발전에 디딤돌이 되기를 기원합니다.

## 제주국제공항의 기상요인 항공기 결항 특성과 시사점

### Contents

- I. 들어가며
- II. 제주국제공항의 일반 현황
- III. 제주국제공항의 기상요인 항공기 결항 특성
- IV. 정책적 시사점

## I. 들어가며

- 최근, 제주국제공항은 항공수요 증가에 따라 활주로 및 터미널 혼잡이 발생하고 있음
  - 2014년 제주국제공항은 2,320만 명(국내선 2,094만 명, 국제선 226만 명)이 이용하였으며, 항공기 운항횟수는 145,596회이며, 화물운송량은 275천 톤(국내선 252천 톤, 국제선 23천 톤)임
  - 2015년 제주국제공항은 2,624만 명(국내선 2,425만 명, 국제선 199만 명)이 이용하였으며, 항공기 운항횟수는 157,799회이며, 화물운송량은 279천 톤(국내선 258천 톤, 국제선 21천 톤)임
  - 제주국제공항의 최근 5년 동안에 처리한 국내선 여객, 화물, 항공기 운항횟수 증가율은 각각 10.12%, 3.80%, 8.02% 증가하는 등 여객 중심의 항공기 운항횟수가 크게 증가하고 있음
  - 제주국제공항의 최근 5년 동안에 처리한 국제선 여객, 항공기 운항횟수 증가율은 각각 25.68%, 24.36% 증가하는 등 국내선의 여객, 항공기 운항횟수에 비해 크게 증가하고 있음
- 제주국제공항은 항공기 1편 운항으로 2014년 여객 160명, 2015년 166명을 처리하고 있어, 항공기 1편의 결항은 여객 160~166명을 수송하지 못하기 때문에, 이로 인한 이용객의 시간적, 경제적 피해를 야기하게 됨
- 한국공항공사에 따르면 항공기는 기상, A/C 접속, A/C 정비, 여객처리, 복합원인, 기타 요인 등에 의해 결항되고 있음(〈표 1〉 참조)
  - 우리나라 전체 14개 공항의 평균 결항률은 2014년 0.81%<sup>1)</sup>, 2015년 0.53%<sup>2)</sup>임

〈표 1〉 공항별 항공기 운항 및 결항 실태(2014, 2015년)

공항명	2014년		2015년	
	운항횟수	결항횟수	운항횟수	결항횟수
인천	290,043	567	305,446	636
김포	138,706	1,843	142,863	1,176
김해	78,646	532	87,709	561
제주	145,533	1,681	158,691	1,062
대구	11,832	86	14,369	39
광주	11,574	213	12,258	114
무안	1,499	22	2,355	29
청주	11,633	104	14,153	46
양양	1,454	31	889	18
여수	5,667	98	5,476	72
울산	4,864	265	5,019	111
사천	1,802	84	1,814	72
포항	1,540	60	0	0
군산	1,205	65	1,432	30
원주	689	40	706	24
합 계	706,687	5,691	753,180	3,990

자료 : 한국공항공사 및 인천공항공사 홈페이지 - 운항횟수  
항공정보포털시스템 - 결항횟수

1) 2014년 전국 공항의 전체 항공기 운항횟수는 706,687회이며, 항공기 결항횟수는 5,691회임  
2) 2015년 전국 공항의 전체 항공기 운항횟수는 753,180회이며, 항공기 결항횟수는 3,990회임



- 제주국제공항의 결항률은 2014년 1.16%<sup>3)</sup>, 2015년 0.70%<sup>4)</sup>로 전국 평균보다 매우 높은 결항률을 보이고 있음

■ 특히, 2016년 1월 제주지역에 내린 폭설로 인해 23일 161편, 24일 270편, 25일 97편 등 총 528편의 결항으로 23일 2만 명, 24일 3만 8,736명, 25일 2만 8,224명 등 총 8만 6,960명의 여객이 항공기를 이용하지 못하였음(머니투데이, 2016. 1. 25 기사 참조)

■ 제주지역은 기상요인에 따른 항공기 결항으로 2014년 213,280명, 2015년 109,726명이 항공기를 제때에 이용하지 못함으로써 항공기 이용객의 시간적, 경제적 손실이 발생하였음<sup>5)</sup>

■ 제주특별자치도가 MICE 등을 중심으로 하는 국제관광지로 발전하기 위해서는 항공기 결항률을 완화할 수 있는 방안 마련이 시급한 실정임

■ 따라서 제주국제공항의 항공기 결항요인 중에 기상요인으로 인한 항공기 결항특성을 살펴보고, 이를 완화할 수 있는 방안을 모색하고자 함

## II. 제주국제공항의 일반 현황

### 1. 제주국제공항 시설 현황

■ 제주국제공항은 1942년 1월 육군비행장으로 설치되었고, 1946년 1월부터 민간항공기가 취항하였으며, 1968년 4월 국제공항으로 승격되었음

- 공항의 총면적은 3,561,679㎡이고, 활주로는 3,180×45m, 1,910×45m의 2개를 보유하고 있음
- 연간 수용능력은 172,000회/1,254만 명이고, 동시 주기능력은 35대이며, 주요 시설 현황은 다음과 같음

〈표 2〉 제주국제공항 시설 현황

구 분		시설규모	수용능력
활주로		3,180×45m 1,910×45m	172,000회/년
계류장		384,458㎡	35(32/3)대
여객터미널	국내선	68,562㎡	2,302만 명/년
	국제선	27,818㎡	245만 명/년
화물터미널	국내선	15,652㎡	31.3만 톤/년
	국제선	1,922㎡	1.7만 톤/년
주차장		103,911㎡	2,620대

자료 : 제주국제공항 홈페이지

3) 2014년 제주국제공항의 항공기 전체 운항횟수는 145,533회이며, 항공기 결항횟수는 1,681회임

4) 2015년 제주국제공항의 항공기 전체 운항횟수는 158,691회이며, 항공기 결항횟수는 1,062회임

5) 항공기 1회(편) 운항에 평균 163명이 이용하고 있으므로, 기상요인으로 인한 항공기 결항횟수(2014년 1,062회, 2015년 678회)를 곱하여 산출하였음

- 제주국제공항의 활주로는 주 활주로(방향 07-25, 길이 3,180m, 폭 45m) 1개와 보조 활주로(방향 13-31, 길이 1,900m, 폭 45m) 1개가 교차하고 있음
  - 보조 활주로(방향 13-31) 남측은 장애 구릉이 연속적으로 분포하며, 민가와 접해 있어 활주로의 이용률은 3% 이하로 매우 저조한 실정임(제주특별자치도, 2015)
- 유도로는 길이 3,180m, 폭 30m의 평행 유도로가 주 활주로(방향 07-25)와 연결되어 있으며, 이 평행 유도로 양단에는 이륙항공기가 활주로에 진입하기 위한 직각 연결유도로 2개가 있음
  - 고속탈출 유도로는 주 활주로 양 끝단으로부터 1,600m 지점에 각각 1개소씩 설치되어 운영되고 있으며, 2개소가 추가 건설 중임(제주특별자치도, 2015)
- 계류장 총면적은 384,458㎡이며, 주기장은 전체 35개가 설치되어 있음
- 공항 운영시간은 24시간이며, 세관, 검역, 급유 등은 운영서비스 필요시 제공하고 있음
- 제주국제공항은 특히 저층 윈드시어로 인한 항공기 결항률이 비교적 높게 나타나고 있는데, 제주국제공항기상대가 관리하는 저층 윈드시어 경보 장비(LLWAS: Low Level Windshear Alert System)가 설치되어 있음(홍근도, 2006)
  - LLWAS는 지상에서 약 30~40m 상공의 풍향·풍속을 측정된 후 가까이 있는 LLWAS 지점의 풍향·풍속의 차이 및 변화 경향을 파악해 윈드시어를 관측함
  - LLWAS는 아주 강한 윈드시어가 발생할 경우에는 한번 더 마이크로버스트 정보를 함으로써 윈드시어로 인한 사고를 사전에 예방하는 시스템임

## 2. 제주국제공항 국내·외 항공운송 실적

### 1) 국내선 항공운송 실적

- 제주국제공항의 국내선 항공기 운항 횟수는 2001년 57.7천 회, 2011년 107천 회, 2015년 144천 회로 그동안 큰 폭으로 증가하였으며, 여객 처리 실적도 2001년 8,968천 명, 2011년 16,483천 명, 2015년 24,244천 명을 처리하고 있어 국내선 이용객이 큰 폭으로 증가하고 있음을 알 수 있음(〈표 3〉 참조)

〈표 3〉 제주국제공항 국내선 항공운송 실적

연도	운항(천회)		여객(천명)		화물(톤)	
	실적	전년대비(%)	실적	전년대비(%)	실적	전년대비(%)
2001	57.7	8.4	8,968	2.0	322,580	3.1
2002	66.0	14.4	9,621	7.3	329,643	2.2
2003	74.2	12.6	10,506	9.2	333,227	1.1
2004	72.0	-3.0	10,644	1.3	319,945	-4.0
2005	68.5	-4.9	10,749	1.0	309,321	-3.3
2006	70.5	3.0	11,210	4.3	301,556	-2.5
2007	82.2	15.2	11,032	-1.6	269,468	-10.6



연도	운항(천회)		여객(천명)		화물(톤)	
	실적	전년대비(%)	실적	전년대비(%)	실적	전년대비(%)
2008	89.7	10.4	11,705	6.1	216,020	-19.8
2009	94.6	5.4	13,017	11.2	232,622	7.7
2010	98.1	3.7	15,011	15.3	222,910	-4.2
2011	107.0	9.1	16,483	9.8	243,542	9.3
2012	112.3	4.9	17,358	5.3	233,330	-4.2
2013	118.7	5.8	18,493	6.5	221,983	-4.9
2014	129.4	9.0	20,940	13.2	252,433	13.7
2015	144.0	11.3	24,244	15.8	257,614	2.1

자료 : 한국공항공사 통계자료

## 2) 국제선 항공운송 실적

- 제주국제공항의 국제선 항공기 운항 횟수는 2001년 2.9천 회, 2011년 5.7천 회, 2015년 14.7천 회로 큰 폭으로 증가하였으며, 여객 처리 실적도 2001년 352천 명, 2011년 718천 명, 2015년 1,994천 명을 처리하고 있어, 최근 국제선 이용객도 크게 증가하고 있음을 알 수 있음(〈표 4〉 참조)

〈표 4〉 제주국제공항 국제선 항공운송 실적

연도	운항(천회)				여객(천명)			
	정기편	부정기편	계	증가율	정기편	부정기편	계	증가율
2001	2.5	0.4	2.9	18.7	295	57	352	5.8
2002	2.1	0.5	2.6	-7.7	268	50	318	-9.7
2003	2.3	0.5	2.8	5.6	241	56	297	-6.6
2004	3.5	0.5	4.0	42.8	403	57	460	54.7
2005	3.6	1.4	5.1	25.8	479	127	606	31.7
2006	5.8	2.3	8.1	58.3	696	204	900	48.5
2007	11.0	0.8	11.8	46.7	1,196	69	1,265	40.5
2008	5.6	0.3	5.9	-49.8	712	31	743	-41.2
2009	3.7	1.0	4.7	-20.6	507	119	622	-15.8
2010	4.5	0.8	5.4	13.5	609	104	713	14.0
2011	4.9	0.8	5.7	7.0	604	11	718	0.7
2012	6.5	1.9	8.4	47.3	828	257	1,085	51.0
2013	7.9	3.8	11.7	38.8	994	568	1,562	43.9
2014	13.8	2.3	16.2	37.9	1,890	368	2,258	44.5
2015	13.7	1.0	14.7	-9.2	1,840	154	1,994	-11.7

자료 : 한국공항공사 통계자료

### III. 제주국제 공항의 기상요인 항공기 결항 특성

#### 1. 항공기 운항 및 결항 특성

##### 1) 항공기 운항 특성

■ 제주국제공항의 2014, 2015년 월별 항공기 운항편수는 <표 5>와 같음

- 2014년 항공기 운항편수는 145,533편이며, 월별 운항편수는 최소 9,297회(2월), 최대 13,492편(8월)이 운항하고 있으며, 월평균 12,128편이 운항하고 있음
- 2015년 항공기 운항편수는 158,691회이며, 월별 운항편수는 최소 11,330편(2월), 최대 14,556편(10월)이 운항하고 있으며, 월평균 13,224편이 운항하고 있음

<표 5> 제주국제공항의 월별 항공기 운항편수(2014, 2015년)

구분		출발			도착			총계
연도	월	국내	국제	소계	국내	국제	소계	
2014	1	4,493	403	4,896	4,508	409	4,917	9,813
	2	4,261	401	4,662	4,236	399	4,635	9,297
	3	4,990	443	5,433	4,990	445	5,435	10,868
	4	5,612	655	6,267	5,610	659	6,269	12,536
	5	5,750	789	6,539	5,731	786	6,517	13,056
	6	5,308	813	6,121	5,300	814	6,114	12,235
	7	5,599	886	6,485	5,603	885	6,488	12,973
	8	5,848	908	6,756	5,833	903	6,736	13,492
	9	5,795	808	6,603	5,795	809	6,604	13,207
	10	5,973	769	6,742	5,973	770	6,743	13,485
	11	5,589	599	6,188	5,587	598	6,185	12,373
	12	5,494	601	6,095	5,500	603	6,103	12,198
	소계	64,712	8,075	72,787	64,666	8,080	72,746	145,533
2015	1	5,501	624	6,125	5,502	624	6,126	12,251
	2	5,072	593	5,665	5,069	596	5,665	11,330
	3	5,761	651	6,412	5,762	649	6,411	12,823
	4	6,027	662	6,689	6,028	666	6,694	13,383
	5	6,394	840	7,234	6,397	839	7,236	14,470
	6	5,727	501	6,228	5,724	492	6,216	12,444
	7	6,009	182	6,191	5,996	183	6,179	12,370
	8	6,438	435	6,873	6,431	433	6,864	13,737
	9	6,204	700	6,904	6,213	702	6,915	13,819
	10	6,488	791	7,279	6,488	789	7,277	14,556
	11	6,217	680	6,897	6,218	679	6,897	13,794
	12	6,175	683	6,858	6,176	680	6,856	13,714
	소계	72,013	7,342	79,355	72,004	7,332	79,336	158,691

자료 : 한국공항공사 통계자료

## 2) 항공기 결항 특성

### ■ 제주국제공항의 월별 항공기 결항 특성은 <표 6>과 같음

- 2014년 제주국제공항의 항공기 결항은 총 1,681편이며, 월평균 140편이 결항하였음
  - 월별 항공기 결항은 5월(257편), 6월(378편), 7월(262편), 8월(482편)에 집중발생하고 있으며, 이 기간(4개월) 중에 1,379편(전체 1,681편의 82.03%)이 결항하였음
- 2015년 제주국제공항의 항공기 결항은 총 1,062편이며, 월평균 88.5편이 결항하였음
  - 월별 항공기 결항은 4월(219편), 5월(181편), 6월(53편), 7월(263편)에 집중발생하고 있으며, 이 기간 중 716편(전체 1,062편의 67.41%)이 결항하였음

<표 6> 제주국제공항의 월별 항공기 결항 현황

구분		출발			도착			총계
연도	월	국내	국제	소계	국내	국제	소계	
2014	1	13	6	19	13	5	18	37
	2	15	0	15	15	0	15	30
	3	7	1	8	8	0	8	16
	4	8	1	9	6	1	7	16
	5	125	2	127	127	3	130	257
	6	182	4	186	187	5	192	378
	7	111	23	134	105	23	128	262
	8	219	21	240	219	23	242	482
	9	9	5	14	8	4	12	26
	10	3	2	5	3	2	5	10
	11	9	1	10	13	1	14	24
	12	73	0	73	70	0	70	143
	소계	774	66	840	774	67	841	1,681
2015	1	14	1	15	12	1	13	28
	2	18	1	19	15	1	16	35
	3	18	5	23	18	5	23	46
	4	99	13	112	95	12	107	219
	5	78	10	88	80	13	93	181
	6	16	13	29	11	13	24	53
	7	127	8	135	119	9	128	263
	8	14	2	16	16	3	19	35
	9	9	1	10	7	1	8	18
	10	11	5	16	14	4	18	34
	11	15	7	22	15	7	22	44
	12	50	4	54	49	3	52	106
	소계	469	70	539	451	72	523	1,062

자 료: 한국공항공사 통계자료 분석 후 연구자가 재작성



- 제주국제공항의 항공기 결항은 5, 6, 7, 8월에 집중 발생하는 특성을 보이고 있어 계절적 요인에 의해 항공기 결항률이 높음을 알 수 있음
  - 또한 2014년 1,681편, 2015년 1,062편의 항공기가 결항하고 있어, 제주국제공항의 항공기 결항은 기상요인 등 외부요인의 영향을 많이 받고 있음을 알 수 있음

## 2. 기상요인에 의한 항공기 결항

■ 국토교통부 서울지방항공청 내부자료에 따르면 기상요인에 의한 항공기 결항을 시정(가시거리), 눈, 바람, 비, 태풍, 뇌전, 운고, 기타요인으로 구분하고 있으며<sup>6)</sup>, 기상요인에 따른 항공기 결항 <그림 1> 및 기상요인에 따른 월별 항공기 결항 현황은 <표 7>, <그림 2>와 같음

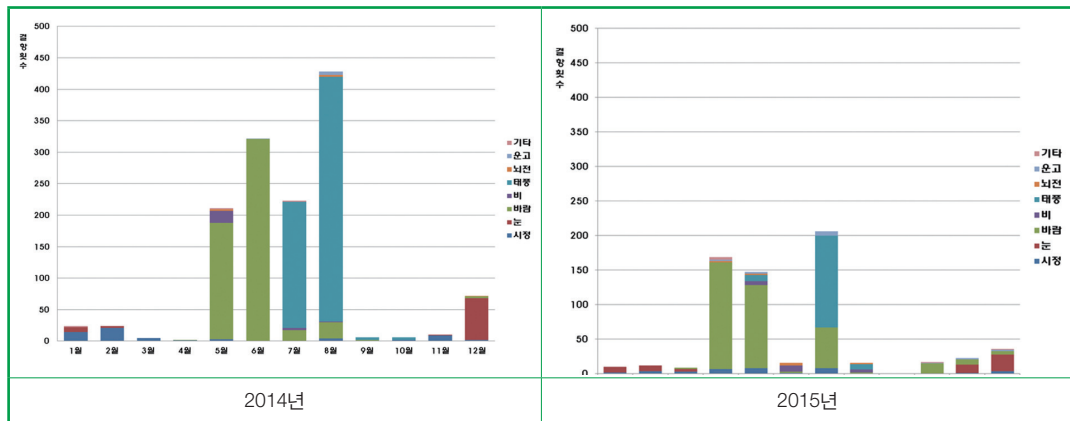
- 2014년 전체 1,681편의 항공기 결항 중에 기상요인으로 인한 항공기 결항은 1,333편임
  - 특히 바람과 태풍으로 인한 항공기 결항이 1,152편으로 전체 기상요인에 의한 항공기 결항의 86.42%를 차지하고 있음
  - 바람으로 인한 항공기 결항은 총 555편(기상요인 항공기 결항의 41.63%)이며, 6월(321편), 5월(185편), 8월(26편) 순으로 나타나고 있고, 1, 2, 3, 10, 11월에는 바람으로 인한 항공기 결항이 없는 것으로 나타남
  - 태풍으로 인한 항공기 결항은 총 597편(기상요인 항공기 결항의 44.8%)이며, 8월(389편), 7월(200편) 순으로 나타나고 있고, 9월과 10월에도 각각 4편이 결항되었음
  - 눈으로 인한 결항 78편, 시정으로 인한 결항 61편, 비로 인한 결항 24편, 뇌전·운고·기타 요인으로 인한 결항이 각각 6편으로 나타나고 있음
- 2015년 전체 1,062편의 항공기 결항 중에 기상요인으로 인한 항공기 결항은 661편임
  - 특히 바람과 태풍으로 인한 항공기 결항이 517편으로 전체 기상요인에 의한 항공기 결항의 78.21%를 차지하고 있음
  - 바람으로 인한 항공기 결항은 총 367편(기상요인 항공기 결항의 55.52%)이며, 4월(154편), 5월(120편), 8월(59편) 순으로 나타나고 있고, 1, 2, 3, 10, 11월에는 바람으로 인한 항공기 결항이 없는 것으로 나타남
  - 태풍으로 인한 항공기 결항은 총 150편(기상요인 항공기 결항의 22.69%)이며, 7월(133편), 5월(9편), 8월(8편) 순으로 나타나고 있음
  - 눈으로 인한 결항 56편, 시정으로 인한 결항 38편, 비로 인한 결항 19편, 뇌전·운고·기타 요인으로 인한 결항이 각각 10, 25, 6편임

6) 저층 윈드시어로 인한 항공기 결항은 한국공항공사 항공기 결항 통계자료에 포함되어 있지 않음



연도	월	시정	눈	바람	비	태풍	뇌전	운고	기타	합계
2015	10			15				1	1	17
	11	1	12	8				2		23
	12	4	24	5				2	1	36
	소계	38	56	367	19	150	10	15	6	661

자료 : 국토교통부 서울지방항공청 내부자료(제주국제공항 최근 2년간 비정상운항자료)



〈그림 2〉 기상요인별 월별 결항 현황(2014, 2015년)

### 3. 바람과 태풍에 의한 항공기 결항

■ 바람과 태풍에 의한 항공기 결항에 대해 해당 시점의 풍향과 풍속에 따른 특성을 살펴보았음(〈표 8〉, 〈그림 3〉 참조)

- 2014년의 경우 바람에 의한 항공기 결항 1,152편에 대해 풍향별 특성을 살펴보면 동북동풍, 남동풍 일 때 각각 207편(각각 18.0%), 그 다음으로 북동풍 187편(16.2%), 동풍 176편(15.3%), 남남동풍 138편(12.0%) 순으로 나타나고 있음
- 2015년의 경우 바람에 의한 항공기 결항 517편에 대해 풍향별 특성을 살펴보면 남풍 86편(16.6%), 그 다음으로 남남서풍 81편(15.7%), 남동풍 73편(14.1%), 남남동풍 63편(12.2%), 남서풍 58편 (11.2%) 순으로 나타나고 있음

〈표 8〉 제주국제공항의 월별 바람(태풍)에 의한 항공기 결항과 풍향과의 관계

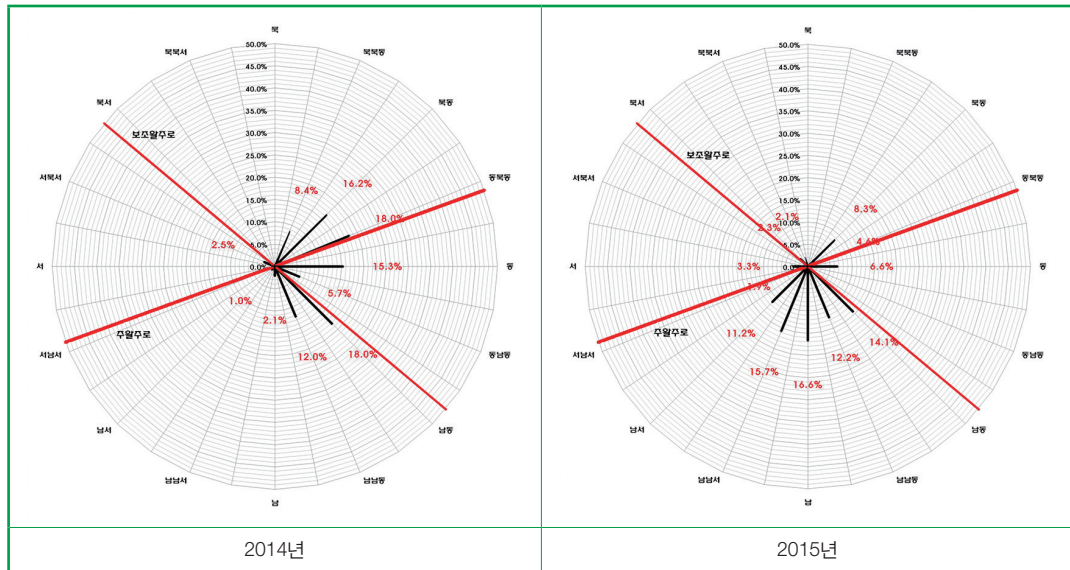
연도	월	정인	북	북북동	북동	동	동남동	남남동	남	남남서	서남서	서	서북서	북서	북북서	합계
2014	1															0
	2															0
	3															0
	4						1									1
	5				33		66	4	45	36		1				185



연도	월	정	부	북 동	북 동	북 동	동	동 남	남 동	남 동	남	남 서	남 서	서 남	서	서 북	북 서	북 북	합계
2014	6			63	25	29	25	29	101	28	21								321
	7			1	110	105					1								217
	8			33	15	72	84	31	61	73		2	11	6		26		1	415
	9				1		1	1		1	2								6
	10				3	1													4
	11																		0
	12															3			3
	소계	0	0	97	187	207	176	66	207	138	24	2	11	7	0	29	0	1	1,152
2015	1																		0
	2																		0
	3													1	1				2
	4			1	3					1	86	49	1	3	10				154
	5				19	23	24			18			44		1				129
	6				1										1				2
	7				20	1	10		73	44		31	13						192
	8		1									1			4	2	2		10
	9																		0
	10													6		1	4	4	15
	11																1	7	8
	12																5		5
	소계	0	1	1	43	24	34	0	73	63	86	81	58	10	17	3	12	11	517

\* 풍향은 기상요인별 결항 중 바람과 태풍에 대한 자료임

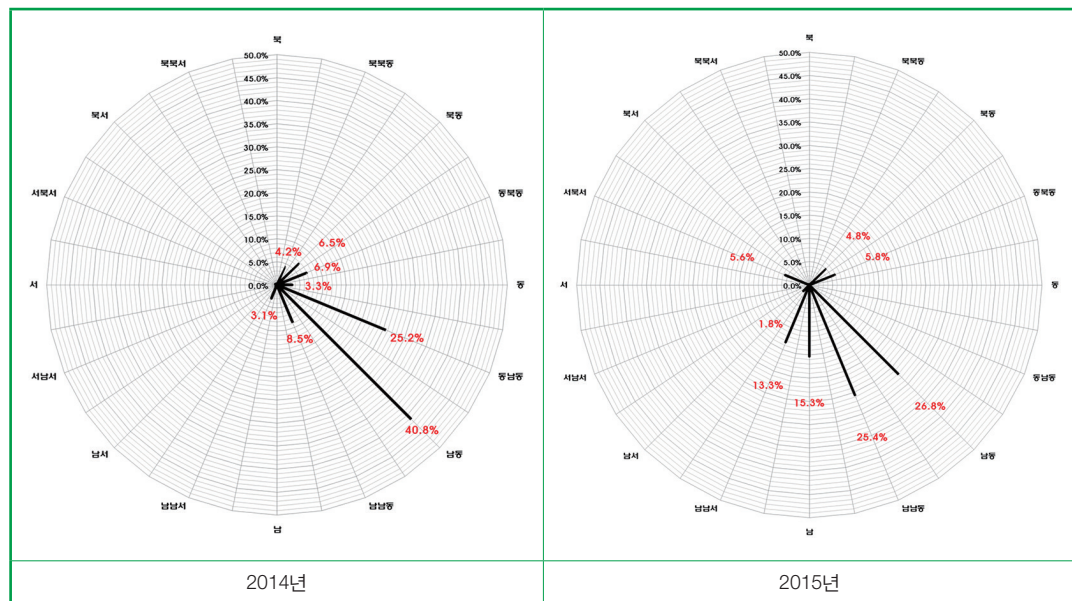
자료 : 에어포탈 홈페이지(<http://www.airportal.go.kr/index.jsp>) 비정상운항현황 자료 분석 후 재작성



주) 빨간색으로 표시된 선은 제주국제공항의 주할주로와 보조할주로의 방향을 나타냄

〈그림 3〉 제주국제공항의 바람(태풍)에 의한 항공기 결항시점의 풍향 분포도

- 한편, 제주국제공항의 바람(태풍)에 의한 항공기 결항과 동일한 시점일 때 성산기상대에서 관측한 풍향을 살펴보면 <그림 4>와 같음
  - 성산기상대에서 관측한 풍향<sup>7)</sup>은 제주국제공항에서 관측한 기상 현상과는 다른 특성을 보이고 있으며, 2014년의 경우 남동풍(40.8%)이 탁월하며, 2015년에는 남동풍(26.8%)과 남남동풍(25.4%)이 탁월한 특징을 보이고 있음
- 제주국제공항의 바람(태풍)으로 인한 항공기 결항을 기준으로 볼 때 제주국제공항과 성산기상대에서 관측한 풍향이 다른 특징을 보이고 있음
  - 2014년 성산지역 풍향은 남풍과 동남동풍이 탁월함(전체의 66%)
  - 2015년 성산지역 풍향은 남동, 남남동풍, 남풍이 탁월(전체의 67.5%)함
- 공항의 활주로를 설계할 때 바람의 측풍 성분을 고려하여 활주로 이용율을 최소 95% 이상 수용할 수 있도록 활주로 방향을 정해야 하며, 한 개의 활주로로 바람 성분의 95%를 수용하지 못하는 경우에는 2개 이상의 활주로를 계획해야 함(신동진 · 김도현, 2009)
  - 따라서 제2공항을 건설할 때에는 풍향의 영향을 최소화 할 수 있도록 활주로 방향을 설정하여, 제주국제공항과 상호 보완적으로 활용할 수 있는 방안을 모색해야 함



〈그림 4〉 성산지역의 바람(태풍)에 의한 항공기 결항시점의 풍향(2014, 2015년)

- 제주국제공항에서 바람(태풍)에 의한 항공기 결항일 때 풍속의 특성을 살펴보면 <표 9>와 같음
  - 바람으로 인한 항공기 결항은 단순히 풍속에 의한 영향만을 고려하는 것이 아니라 항공기의 기종, 항공기 사용연한 및 조종사의 숙련도 등에 영향을 받기 때문에 풍속의 영향만으로 항공기 결항

7) 제주지방기상청 성산기상대 관측 자료를 분석한 것임.



유무를 판단할 수 없음

- 2014년의 경우 풍속 6~9㎞/h 이하일 때 547편(전체의 47.5%), 3~6㎞/h 이하일 때 443편(전체의 38.5%), 9~15㎞/h 이하일 때와 0~3㎞/h 이하일 때 각각 81편(각각 7.0%)으로 나타나고 있음
- 2015년의 경우 풍속 3~6㎞/h 이하일 때 176편(전체의 64.0%), 6~9㎞/h 이하일 때 165편(전체의 31.9%), 0~3㎞/h 이하일 때 100편(전체의 19.3%), 9~12㎞/h 이하일 때 76편(전체의 14.7%)으로 나타나고 있음

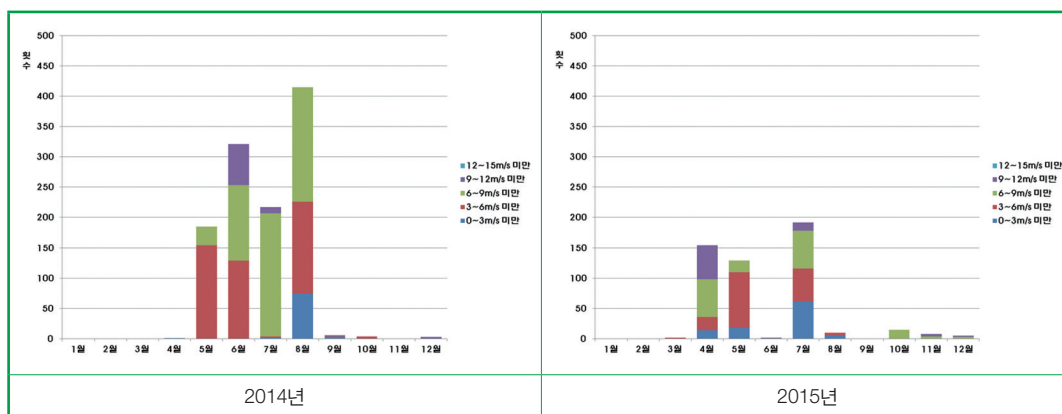
〈표 9〉 제주국제공항의 바람(태풍)에 의한 항공기 결항과 풍속과의 관계

(단위: 회)

연도	월	0~3㎞/h 미만	3~6㎞/h 미만	6~9㎞/h 미만	9~12㎞/h 미만	12~15㎞/h 미만	합계
2014	1						0
	2						0
	3						0
	4	1					1
	5		154	31			185
	6		129	124	68		321
	7	2	2	203	10		217
	8	74	152	189			415
	9	4	2				6
	10		4				4
	11						0
	12				3		3
	소계	81	443	547	81	0	1,152
2015	1						0
	2						0
	3		2				2
	4	14	22	62	56		154
	5	18	92	19			129
	6	1	1				2
	7	61	55	62	14		192
	8	6	4				10
	9						0
	10			15			15
	11			4	4		8
	12			3	2		5
	소계	100	176	165	76	0	517

\* 풍속은 기상요인별 결항 중 바람과 태풍에 대한 자료임

자료 : 에어포탈 홈페이지(<http://www.airportal.go.kr/index.jsp>) 비정상운항현황 자료 분석 후 재작성



〈그림 5〉 제주국제공항의 바람(태풍)에 의한 항공기 결항과 풍속과의 관계

- 한편, 제주국제공항의 바람(태풍)에 의한 항공기 결항시점의 성산기상대에서 관측한 풍속을 살펴 보면 〈표 10〉, 〈그림 6〉과 같음
- 2014년의 경우 풍속 6~9㎧ 이하일 때 594편(전체의 51.6%), 9~12㎧ 이하일 때 394편(전체의 34.2%), 3~6㎧ 이하일 때 94편(전체의 16.0%), 12~15㎧ 이하일 때 68편(5.9%), 0~3㎧ 이하일 때 2편(전체의 0.2%)으로 나타나고 있음
  - 2015년의 경우 풍속 6~9㎧ 이하일 때 284편(전체의 54.9%), 0~3㎧ 이하일 때 125편(전체의 24.2%), 9~12㎧ 이하일 때 86편(전체의 16.6%), 3~6㎧ 이하일 때 22편(전체의 4.3%)으로 나타나고 있음
  - 성산지역은 제주국제공항에 비해 풍속이 다소 높음을 알 수 있음

〈표 10〉 제주국제공항의 바람(태풍)에 의한 항공기 결항일 때 성산지역 풍속

(단위: 회)

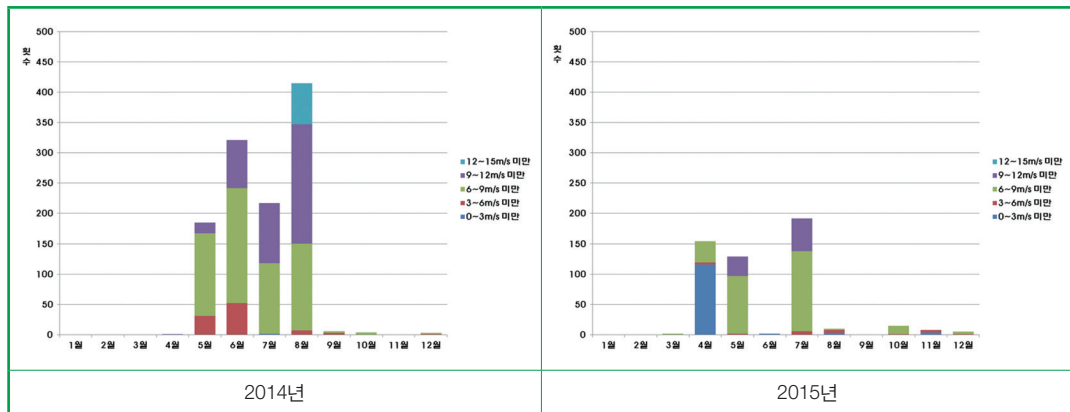
연도	월	0~3㎧ 미만	3~6㎧ 미만	6~9㎧ 미만	9~12㎧ 미만	12~15㎧ 미만	합계
2014	1						0
	2						0
	3						0
	4				1		1
	5		31	136	18		185
	6		52	190	79		321
	7	2		116	99		217
	8		7	143	197	68	415
	9		3	3			6
	10			4			4
	11						0
	12		1	2			3
	소계	2	94	594	394	68	1,152





연도	월	0~3㎞ 미만	3~6㎞ 미만	6~9㎞ 미만	9~12㎞ 미만	12~15㎞ 미만	합계
2015	1						0
	2						0
	3			2			2
	4	116	3	35			154
	5		2	95	32		129
	6	2					2
	7		6	132	54		192
	8	3	5	2			10
	9						0
	10		1	14			15
	11	4	4				8
	12		1	4			5
	소계	125	22	284	86	0	517

\* 풍속은 기상요인별 결항 중 바람과 태풍에 대한 자료임



〈그림 6〉 제주국제공항의 바람(태풍)에 의한 항공기 결항일 때 성상기상대 풍속

#### 4. 저층 윈드쉬어로 인한 항공기 결항

- 윈드쉬어는 다른 기상현상들과는 달리 아주 국지적으로 발생하며 지속시간이 짧기 때문에 그 발생 메커니즘을 명확히 밝히기 어려운 특징이 있음(홍근도, 2006)
  - 저층 윈드쉬어란 항공기의 최종 접근로나 이륙로 혹은 이륙 직후의 급상승로를 따라 지상 2,000ft 이하의 윈드쉬어를 말함
  - 항공기가 착륙 진입 시 윈드쉬어를 만나 갑작스런 맞바람(head wind)의 감소나 뒷바람(tail wind)의 증가로 항공기 조종을 실패하면 항공기의 대기속도가 감소하며, 항공기의 부력이 떨어져 활주로를 벗어나 불시착할 수 있음



- 항공기가 이륙 시 윈드시어를 만나 맞바람이 감소하거나 뒷바람이 증가하면 상승각이나 상승률은 더 낮아져 측풍(cross wind) 성분을 가진 강한 윈드시어가 발생하여 항공기가 활주로의 중심으로 부터 벗어나게 하는 원인으로 작용할 수 있음
- 윈드시어가 발생하는 요인은 강한 폭풍, 전선대<sup>8)</sup>, 마이크로버스트<sup>9)</sup>, 지형, 해륙풍 등이 영향을 미치는 것으로 알려져 있음

■ 제주국제공항에 발생하는 저층 윈드시어의 대부분은 기상적인 요인과 지형적인 요인이 결합되면서 발생하고 있으며, 지표면 가까이에서 발생하고 있음(홍근도, 2006)

■ 제주국제공항에서 관측한 월별 윈드시어 발생횟수는 <표 11>, <그림 7>과 같음

- 2014년 전체 윈드시어 경보 발생횟수는 152회이며, 겨울철(12, 1, 2월) 38회, 봄철(3, 4, 5월) 52회, 여름철(6, 7, 8) 27회, 가을철(9, 10, 11월) 35회로 봄철에 많이 발생하였음
  - 2014년 월별 윈드시어 발생 현황은 3월이 19회로 가장 많고, 그 다음 4월 17회, 5월과 12월에 각각 16회 순으로 발생하였음
  - 월평균 12.7회가 발생하였음
- 2015년 전체 윈드시어 발생횟수는 111회이며, 겨울철(12, 1, 2월) 31회, 봄철(3, 4, 5월) 27회, 여름철(6, 7, 8) 31회, 가을철(9, 10, 11월) 22회로 겨울과 여름철에 가장 많이 발생하였음
  - 2015년 월별 윈드시어 발생현황을 1, 2월이 각각 12회로 가장 많고, 그 다음 5, 6, 7월이 11회로 많이 발생하였음

<표 11> 제주국제공항의 월별 저층 윈드시어 경보 발생횟수

구분	2014년	2015년
1월	10	12
2월	12	12
3월	19	8
4월	17	8
5월	16	11
6월	7	11
7월	15	11
8월	13	9
9월	5	8
10월	9	7
11월	13	7
12월	16	7
합계	152	111

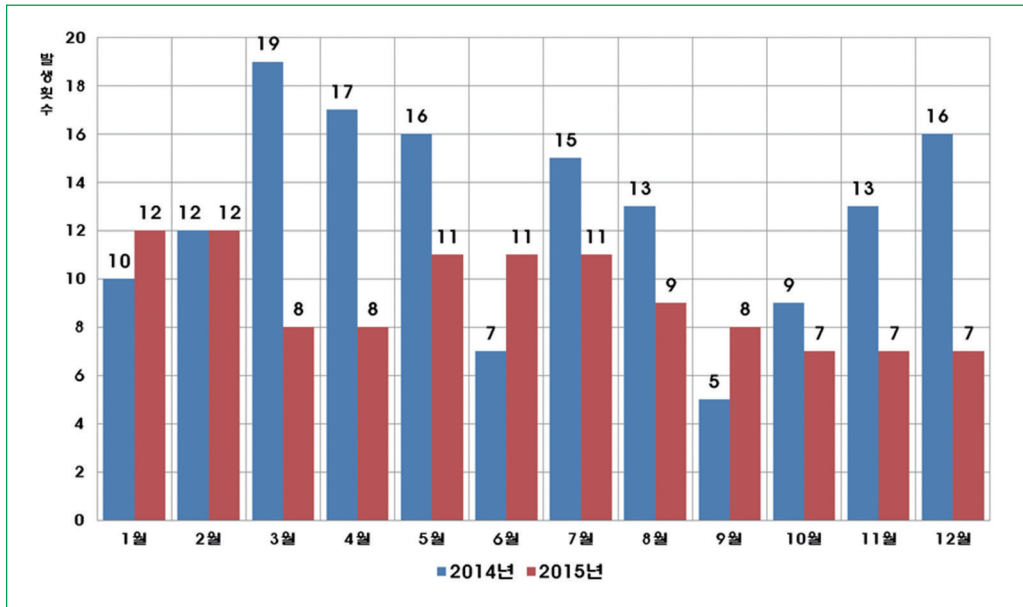
자료 : 국토교통부 제주지방항공청 내부자료

8) 전선역에는 수평 및 연직 윈드시어가 집중적으로 발생하며 특히 온난전선상에서 발생하는 윈드시어는 매우 강할 뿐 아니라 지속시간이 길고, 낮은 구름과 악 시정을 초래하기 때문에 항공기 운항에 큰 문제를 일으키기도 함. 해상에 인접한 공항에는 해풍과 육풍이 교차되는 해풍전선대(sea breeze front)에서도 윈드시어가 발생함

9) 마이크로버스트(microburst)란 위험한 윈드시어 조건을 만들어내는 강수를 유발하는 하강기류로서, 2.2nm(4km) 이하의 수평거리를 가지는 다운버스트(downburst)를 말함

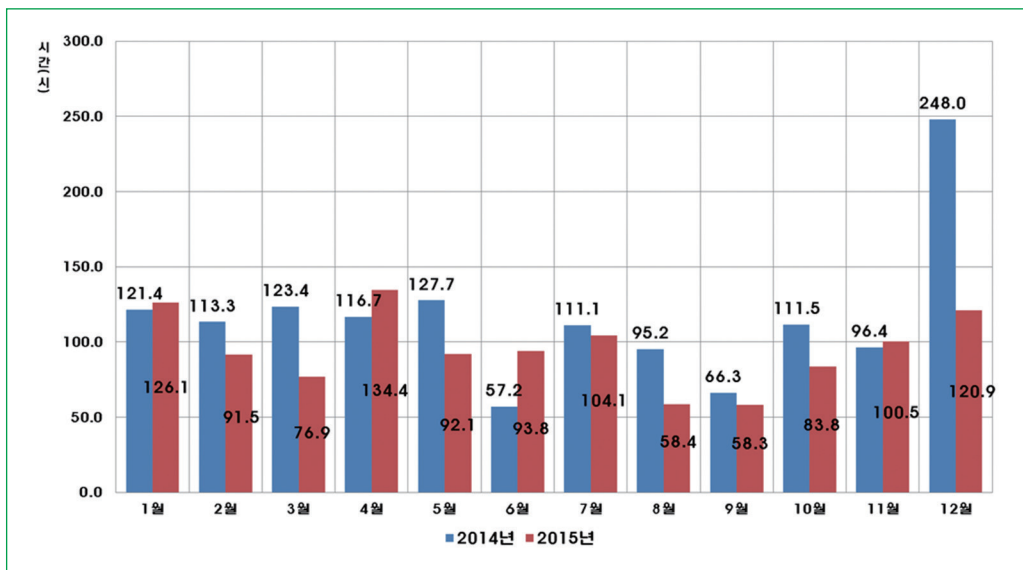


- 월평균 9.3회가 발생하였음
- <그림 7>에서 보는 바와 같이 윈드쉬어 경보 발생일은 월별로 다소의 차이는 있지만 연중 윈드쉬어 경보가 발생하고 있음



<그림 7> 제주국제공항의 월별 저층 윈드쉬어 경보 발생횟수

■ 제주국제공항의 저층 윈드쉬어 지속시간은 <그림 8>과 같음



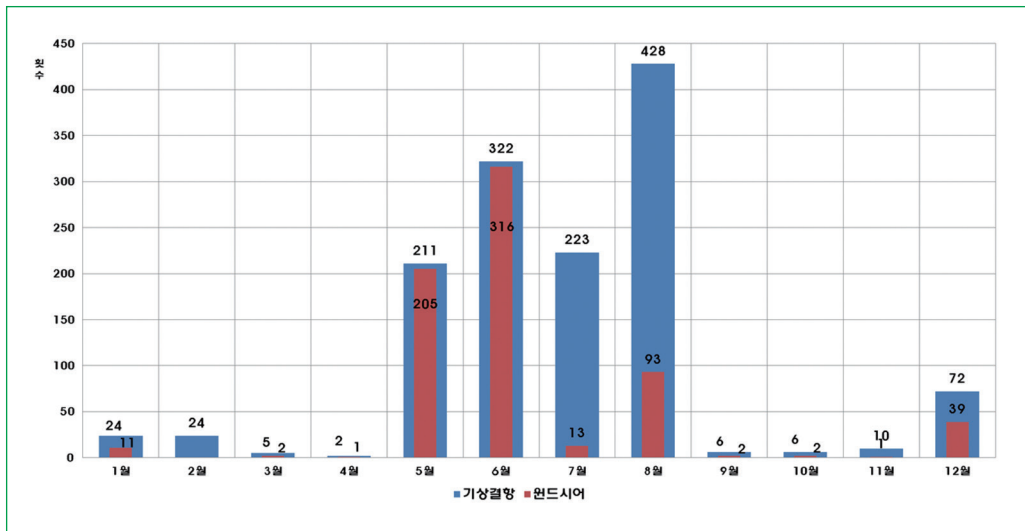
<그림 8> 제주국제공항의 월별 저층 윈드쉬어 지속시간

- 제주국제공항의 저층 윈드시어로 인한 항공기 결항현황은 <표 12>, <그림 9>, <그림 10>과 같음
- 2014년 저층 윈드시어로 인한 항공기 결항은 전체 685편으로 기상요인에 의한 결항 1,333편의 51.39%를 차지하고 있음
    - 바람에 의한 결항 555편, 태풍으로 인한 영향이 597편에 비해 저층 윈드시어로 인한 영향은 685편으로 나타나고 있음
  - 2015년 저층 윈드시어로 인한 항공기 결항은 전체 568편으로 기상요인에 의한 결항 661편의 85.93%를 차지하고 있음
    - 바람에 의한 결항 367편, 태풍으로 인한 영향이 150편 등 총 517편에 비해 저층 윈드시어로 인한 영향은 568편으로 나타나고 있음
  - 저층 윈드시어로 인한 항공기 결항(568회)은 기상에 의한 결항으로 볼 수 있지만, 2015년의 경우 바람과 태풍으로 인한 항공기 결항(517회)보다 많아 기상요인 외에 항공기 접촉 등 다른 요인 등에 의한 것으로 사료됨
    - 하지만 현재 제공되는 항공기 결항 자료로는 저층 윈드시어와 바람의 영향 또는 저층 윈드시어와 항공기 접촉으로 인한 결항 요인을 상세하게 파악할 수 없는 한계가 있음

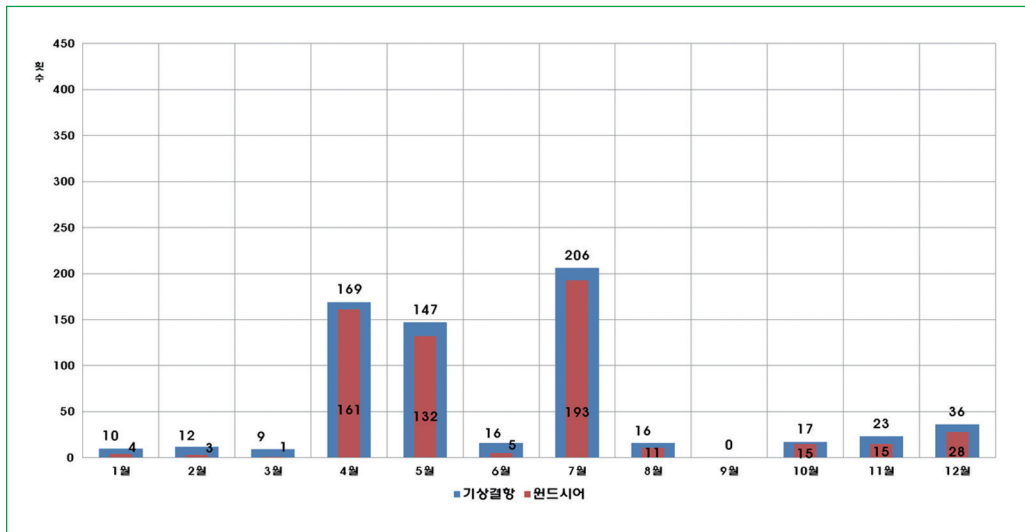
〈표 12〉 제주국제공항의 월별 기상요인 및 저층 윈드시어로 인한 항공기 결항

구분	2014년			2015년		
	기상결항	윈드시어	%	기상결항	윈드시어	%
1월	24	11	45.8	10	4	40.0
2월	24	0	0.0	12	3	25.0
3월	5	2	40.0	9(2)	1	11.1
4월	2(1)	1	50.0	169(154)	161	95.3
5월	211(185)	205	97.2	147(120)	132	89.8
6월	322(321)	316	98.1	16(2)	5	31.3
7월	223(17)	13	5.8	206(59)	193	93.7
8월	428(26)	93	21.7	16(2)	11	68.8
9월	6(2)	2	33.3	0	0	0.0
10월	6	2	33.3	17(15)	15	88.2
11월	10	1	10.0	23(8)	15	65.2
12월	72(3)	39	54.2	36(5)	28	77.8
합계	1,333	685	51.4	661	568	85.9

주: 지상으로 인한 결항편수에서 ( )의 숫자는 바람에 의한 결항편수를 의미함



〈그림 9〉 2014년 제주국제공항의 기상요인 및 저층 윈드시어로 인한 항공기 결항



〈그림 10〉 2015년 제주국제공항의 기상요인 및 저층 윈드시어로 인한 항공기 결항

## IV. 정책적 시사점

- 제주국제공항은 항공기 결항률(2014년 1.16%, 2015년 0.70%)이 전국 공항의 평균 결항률(2014년 0.76%, 2015년 0.50%)보다 훨씬 높음
- 제주국제공항에서 기상요인에 의한 항공기 결항(2014년 2,333편, 2015년 661편) 중 바람과 태풍에 의한 영향이 2014년 1,152편(기상에 의한 결항의 86.42%), 2015년 517편(기상에 의한 결항의 78.21%)으로 나타나고 있음
  - 태풍으로 인한 항공기 결항을 인위적으로 제어할 수 없으므로, 태풍이 아닌 바람에 의한 항공기 결항은 2014년 555편(기상에 의한 결항의 41.63%), 2015년 367편(기상에 의한 결항의 55.52%)으로 풍향과 풍속의 영향을 받고 있음
- 제주국제공항의 저층 윈드시어로 인한 항공기 결항은 2014년 685편, 2015년 568편으로 나타나고 있음
  - 저층 윈드시어의 경우 한라산 등의 영향을 가장 많이 받아 발생하는 것으로 바람에 의한 결항과 항공기 접속으로 인한 결항에 영향을 미치고 있는 것으로 사료되지만 이에 대한 상세한 내용은 밝혀지지 않고 있음
  - 향후, 저층 윈드시어로 인한 항공기 결항이 바람 등 기상요인에 의한 결항인지, 아니면 A/C 접속에 의한 영향인가에 대한 구체적인 분석이 필요함
- 제2공항을 건설할 때에는 다음과 같은 점에 유의하여 기상(바람)에 의한 결항률을 최소화할 수 있도록 활주로 방향을 선정하는 것이 바람직함
  - 제주국제공항의 활주로 방향은 07-25 방향으로, 항공기 결항은 주로 측풍의 영향을 받을 때 많이 발생하는 특성을 보이고 있음
  - 아울러 제2공항을 건설할 때에는 남-북 방향의 활주로 건설이 바람직하며, 측풍으로 인한 영향을 최소화할 수 있도록 배치되어야 함
- 제주국제공항의 경우 저층 윈드시어로 인한 영향으로 많은 항공기가 결항하는 특성을 보이고 있으므로, 바람으로 인한 측풍의 영향과 함께 제2공항 지역에서 발생할 수 있는 저층 윈드시어로 인한 영향을 최소화할 수 있도록 함
  - 제2공항 예정 부지를 중심으로 저층 윈드시어 발생 특성에 대한 보다 세밀한 연구가 필요함
- 공항의 활주로 방향 분석에 사용되는 데이터는 최소 5년 이상의 신뢰성을 가지는 기상통계 자료이어야 하며, 적어도 1일 8회 이상 동시간 간격으로 관측된 데이터를 사용해야 함<sup>10)</sup>
  - 제2공항의 활주로 방향을 선정할 때에는 공항이 입지하는 지역에서 기상관측과 저층 윈드시어를 관측하여 보다 정확한 기상정보를 활용할 수 있도록 해야 함
  - 저층 윈드시어의 영향은 한라산과 공항 주변지역의 고층 건물에 따라 달라질 수 있으므로, 공항 주변지역의 건축물의 높이와 방향 등에 대한 검토도 필요함

10) ICAO, "Annex. 14-Aerodrome", Vol. I, 2008,



## 참고자료

- 서울지방항공청(2016), 제주국제공항 최근 2년(2014년, 2015년)간 항공기 비정상운항자료
- 신동진 · 김도현(2009), 활주로 방향설정을 위한 풍배도 프로그램의 개발 연구, 한국항공운항학회 제17권 제1호.
- 인천공항공사 통계자료
- 제주국제공항 통계자료
- 제주특별자치도(2015), 제주 공항인프라 확충 사전타당성 검토 연구 보고서
- 한국공항공사 통계자료
- 항공정보시스템 통계자료
- 홍근도(2006), 제주국제공항에 발생하는 저층 위드쉬어에 관한 연구, 제주대학교 산업대학원 석사학위논문.

※ 본 내용은 연구자의 개인적 견해이며 제주발전연구원의 공식적인 견해와는 다를 수 있습니다.

※ 내용 문의 : 제주발전연구원 환경도시연구부 김 태 윤 선임연구위원 (T. 064-726-6141 /history@jdi.re.kr)



# JDI 정책이슈브리프

제주발전연구원

Jeju Development Institute

63147 제주특별자치도 제주시 아연로 253

Tel. 064-726-0500, Fax. 064-751-2168

[www.jdi.re.kr](http://www.jdi.re.kr)

