

저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우 에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건 을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer





목 차

List of Tables ·····iiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiii
List of Figuresiv
Abstracts x
제1장 서 론
제2장 자료 및 분석방법4
제3장 국내 항공기의 결항 및 지연 분석5
제1절 우리나라의 공항 현황
제2절 지연 및 결항의 일반적 원인 분석14
제3절 지연 및 결항의 기상현상별 분석18
제4절 공항별 지연 및 결항의 원인 분석 22
제4장 항공기 지연 및 결항을 유발하는 기상현상 분석64
제1절 내륙 및 해안 비행장 항공기상64
제2절 광주비행장 항공기상67
제5장 결론 및 제언102
참고문헌10년
부록100

List of Tables

Table 1. The runway grade of airport ————————————————————————————————————
Table 2. The runway grade. 6
Table 3. The state of airports in Korea. — 7
Table 4. The state of delay by general origins of airports in Korea $\cdots 14$
Table 5. The state of cancel by general origins of airports in Korea16
Table 6. The state of delay by meteorological phenomena origins of airports in
Korea. ————————————————————————————————————
Table 7. The state of cancel by meteorological phenomena origins of airports in
Korea20
Table 8. The general origins of delay of Gwangju Airport22
Table 9. The analysis of cancel by general origins of $$ Gwangju Airport.
Table 10. The analysis of delay by meteorological phenomena origins of
Gwangju Airport26
Table 11. The analysis of cancel by meteorological phenomena origins of
Gwangju Airport28
Table 12. The analysis of delay by general origins of Gimpo International
Airport
Table 13. The analysis of cancel by general origins of Gimpo International
Airport. 32
Table 14. The analysis of delay by meteorological phenomena origins of Gimpo
International Airport
Table 15. The analysis of cancel by meteorological phenomena origins of Gimpo
International Airport36
Table 16. The analysis of delay by general origins of Gimhae International
Airport. ———————————————38
Table 17. The analysis of cancel by general origins of Gimhae International
Airport. —————————————40
Table 18. The analysis of delay by meteorological phenomena origins of Gimhae

International Airport. 42
Table 19. The analysis of cancel by meteorological phenomena origins of
Gimhae International Airport. 44
Table 20. The analysis of delay by general origins of Incheon International
Airport
Table 21. The analysis of cancel by general origins of Incheon International
Airport. 48
Table 22. The analysis of delay by meteorological phenomena origins of Incheon
International Airport. ————————————————50
Table 23. The analysis of cancel by meteorological phenomena origins of
Incheon International Airport52
Table 24. The analysis of delay by general origins of Jeju International Airport.
54
Table 25. The analysis of cancel by general origins of Jeju International
Airport 56
Table 26. The analysis of delay by meteorological phenomena origins of Jeju
International Airport. ————————————————————————————————————
Table 27. The analysis of cancel by meteorological phenomena origins of Jeju
International Airport. ———————————60
Table 28. The rate and frequency of delay and cancel by airports 62
Table 29. The rate of delay and cancel by meteorological phenomena origins of
airports. —————————————————————63
Table 30. The days of fog by month. ———————70
Table 31. The rate of Calm by month. —————————————76
Table 32. The monthly mean rainfall amounts
Table 33. The frequency of thunderstorm.
Table 34. The KI and SSI on 25. Jul. 200892

List of Figures

Fig. 1. The location of Airport in Korea.	4
Fig. 2. The analysis of delay by general origins of airports in Korea	• 15
Fig. 3. The annual variation of delay by general origins of airports in Korea.	••••
	• 15
Fig. 4. The analysis of cancel by general origins of airports in Korea	• 17
Fig. 5. The annual variation of cancel by general origins in airports in Korea	
	· 17
Fig. 6. The analysis of delay by meteorological phenomena origins of airports	in
Korea.	· 19
Fig. 7. The annual variation of delay by meteorological phenomena origins	of
airports in Korea.	· 19
Fig. 8. The analysis of cancel by meteorological phenomena origins of airpo	orts
in Korea.	·· 21
Fig. 9. The annual variation of cancel by meteorological phenomena origins	of
airports in Korea.	• 21
Fig. 10. The analysis of delay by general origins of Gwangju Airport.	• 23
Fig. 11. The annual variation of delay by general origins of Gwangju Airport	
	• 23
Fig. 12. The analysis of cancel by general origins of Gwangju Airport	· 25
Fig. 13. The annual variation of cancel by general origins of Gwangju Airpor	
	• 25
Fig. 14. The analysis of delay by meteorological phenomena origins	of
Gwangju Airport	· 27
Fig. 15. The annual variation of delay by meteorological phenomena origins	of
Gwangju Airport. ·····	· 27
Fig. 16. The analysis of cancel by meteorological phenomena origins	of
Gwangju Airport.	- 29
Fig. 17. The annual variation of cancel by meteorological phenomena origins	of

		Gwangju Airport. ————————————————————————————————————
Fig.	18.	The analysis of delay by general origins of Gimpo International Airport.
		31
Fig.	19.	The annual variation of delay by general origins of Gimpo International
		Airport. ————————————————————————————————————
Fig.	20.	The analysis of cancel by general origins of Gimpo International
		Airport. ————————————————————————————————————
Fig.	21	. The annual variation of cancel by general origins of Gimpo
		International Airport. ————————————————————————————————————
Fig.	22.	The analysis of delay by meteorological phenomena origins of Gimpo
		International Airport. ————————————————————————————————————
Fig.	23.	The annual variation of delay by meteorological phenomena origins of
		Gimpo International Airport. ————————————————————————————————————
Fig.	24.	The analysis of cancel by meteorological phenomena origins of Gimpo
		International Airport. ————————————————————————————————————
Fig.	25.	The annual variation of cancel by meteorological phenomena origins of
		Gimpo International Airport. ————————————————————————————————————
Fig.	26.	The analysis of delay by general origins of Gimhae International
		Airport. 39
Fig.	27	The annual variation of delay by general origins of Gimhae
		International Airport. ————————————————————————————————————
Fig.	28.	The analysis of cancel by general origins of Gimhae International
		Airport. ————————————————————————————————————
Fig.	29	. The annual variation of cancel by general origins of Gimhae
		International Airport. ————————————————————————————————————
Fig.	30.	The analysis of delay by meteorological phenomena origins of Gimhae
		International Airport. ————————————————————————————————————
Fig.	31.	The annual variation of delay by meteorological phenomena origins of
		Gimhae International Airport. ————————————————————————————————————
Fig.	32.	The analysis of cancel by meteorological phenomena origins of Gimhae
		International Airport. ————————————————————————————————————

Fig. 33. The annual variation of cancel by meteorological phenomena origins of
Gimhae International Airport. ————————————————————————————————————
Fig. 34. The analysis of delay by general origins of Incheon International
Airport. ————————————————————————————————————
Fig. 35. The annual variation of delay by general origins of Incheor
International Airport. 4
Fig. 36. The analysis of cancel by general origins of Incheon International
Airport. ————————————————————————————————————
Fig. 37. The annual variation of cancel by general origins of Incheor
International Airport. ————————————————————————————————————
Fig. 38. The analysis of delay by meteorological phenomena origins of Incheor
International Airport5
Fig. 39. The annual variation of delay by meteorological phenomena origins o
Incheon International Airport
Fig. 40. The analysis of cancel by meteorological phenomena origins of Incheor
International Airport
Fig. 41. The annual variation of cancel by meteorological phenomena origins of
Incheon International Airport. ————————————————————————————————————
Fig. 42. The analysis of delay by general origins of Jeju International Airport.
Fig. 43. The annual variation of delay by general origins of Jeju International
Airport. ————————————————————————————————————
Fig. 44. The analysis of cancel by general origins of Jeju International Airport.
5
Fig. 45. The annual variation of cancel by general origins of Jeju International
Airport5
Fig. 46. The analysis of delay by meteorological phenomena origins of Jeji
International Airport5
Fig. 47. The annual variation of delay by meteorological phenomena origins o
Jeju International Airport5
Fig. 48. The analysis of cancel by meteorological phenomena origins of Jejo
116. 10. The analysis of career by inclusioning an inclusioning premoting of Jeji

		International Airport. ————————————————————————————————————
Fig.	49.	The annual variation of cancel by meteorological phenomena origins of
		Jeju International Airport. ————————————————————————————————————
Fig.	50.	The rate of delay and cancel by airports (a criterion from 2008 to
		2010)
Fig.	51.	Surface chart of ground fog occurrence day at inland airport 65
Fig.	52.	Surface chart of ground fog occurrence day at inland airport 65
Fig.	53.	The windstorm of Jeju island caused by with Typhoon 66
Fig.	54.	The windstorm of Jeju island caused by with gradient force 66
Fig.	55.	The topography of Gwangju Airport. 67
Fig.	56.	The ground weather chart and satellite image of fog68
Fig.	57.	Surface temperture, Dew Point T
Fig.	58.	The pattern of atmospheric pressure when the fog accurred in the
		spring and fall. 69
Fig.	59.	The days of visibility by month. —————————70
Fig.	60.	The rate of aircraft accident by critical meteorological conditions 71
Fig.	61.	The time series of direction of the wind and wind velocity of Incheon
		International Airport. — 72
Fig.	62.	The ground weather chart.(2008. 4. 25, 06UTC, 09UTC, 12UTC, 15UTC)
		73
Fig.	63.	Weather chart at 850hPa. (2008. 4. 25, 00UTC, 12UTC)74
Fig.	64.	Weather chart at 500hPa. (2008. 4. 25, 00UTC, 12UTC)74
Fig.	65.	Weather chart at 300hPa. (2008. 4. 25, 00UTC, 12UTC)75
Fig.	66.	Streamline chart at 850hPa. (2008. 4. 25, 00UTC, 12UTC)75
Fig.	67.	Convergence chart at 850hPa. (2008. 4. 25, 00UTC, 12UTC) 76
Fig.	68	. Distribution chart of wind velocity aroumd Incheon International
		Airport. (2008. 4. 25, 11:30UTC)
Fig.	69.	Direction of the wind by month. (from Jan. to Mar.)77
		Direction of the wind by month. (from Apr. to Jun.)77
		Direction of the wind by month. (from Jul. to Sept.)77
		Direction of the wind by month. (from Oct. to Dec.)78

Fig.	73.	Direction of the wind by classes. (from Jan. to Mar.)78
Fig.	74.	Direction of the wind by classes. (from Apr. to Jun.) 79
Fig.	75.	Direction of the wind by classes. (from Jul. to Sept.)79
Fig.	76.	Direction of the wind by classes. (from Oct. to Dec.)80
Fig.	77.	Moisture flux and Streamline chart at 850hPa.(2009. 7. 18. 21KST) \cdots 81
Fig.	78.	. The rainfall system of Convection current band. (Lt.)Radar image,
		(Rt.)Satellite image of vapor. ************************************
Fig.	79.	Ground weather chart. (Lt.) 2009. 7. 18. 18UTC, (Rt.) 2009. 7. 19.
		00UTC83
Fig.	80.	The weather chart at 850hPa. (Lt.) 2009. 7. 18. 12UTC, (Rt.) 2009. 7.
		19. 00UTC
Fig.	81.	The weather chart at 500hPa. (Lt.) 2009. 7. 18. 12UTC, (Rt.) 2009. 7.
		19. 00UTC. ————————————————————————————————————
Fig.	82.	The weather chart at 200hPa. (Lt.) 2009. 7. 18. 12UTC, (Rt.) 2009. 7.
		19. 00UTC. ————————————————————————————————————
Fig.	83.	The streamline and windstrom area at 850hPa(>25kts). (Lt.) 2009. 7. 18.
		12UTC, (Rt.) 2009. 7. 19. 00UTC
Fig.	84.	The equivalent potential temperature at 850hPa (3K). (Lt.) 2009. 7. 18.
		12UTC, (Rt.) 2009. 7. 19. 00UTC
Fig.	85.	The moisture flux at 850hPa. (Lt.) 2009. 7. 18. 12UTC, (Rt.) 2009. 7.
		19. 00UTC
		The monthly mean rainfall amounts. ————————————————————————————————————
		The frequency of thunderstorm.(from 2005 to 2009)
Fig.	88.	The distribution of thunderstrom by times in summer.(from Jun. to
		Aug.)
		The thunderstorm duration by seasons. ————————————————————————————————————
Fig.	90.	Ground weather chart. (Lt.)2008. 7. 24. 21UTC, (Mid.)2008. 7. 25. 9UTC,
		(Rt.)2008. 7. 25. 21UTC
Fig.	91.	The weather chart at 850hPa. (Lt.) 2008. 7. 24. 21UTC, (Mid.) 2008. 7.
		25. 9UTC, (Rt.) 2008. 7. 25. 21UTC
Fig.	92.	The infrared image. (a)2008. 7. 25. 0UTC, (b)2008. 7. 25. 3UTC, (c)2008.

		7. 25. 6UTC, (d)2008. 7. 25. 9UTC. ————————————————————————————————————
Fig.	93.	The thunderstorm image. (a)2008. 7. 25. 0UTC, (b)2008. 7. 25. 3UTC,
		(c)2008. 7. 25. 6UTC, (d)2008. 7. 25. 9UTC
Fig.	94.	The KI and SSI on 25. Jul. 2008 92
Fig.	95.	(Lt.) Sea surface pressure, temperature and wind field at 850hPa, (Rt.)
		Weather chart at 500hPa. 95
Fig.	96.	Satellite image. (a)2007. 12. 29. 09UTC, (b)2007. 12. 30. 09UTC, (c)2007.
		12. 31. 09UTC, (d)2008. 01. 01. 00UTC96
Fig.	97.	Radar image. (a)2007. 12. 29. 09UTC, (b)2007. 12. 30. 09UTC, (c)2007.
		12. 31. 09UTC, (d)2008. 01. 01. 00UTC97
Fig.	98.	The convergence image at 925hPa and wind field. —————98
Fig.	99.	The monthly mean snowfall amount in Gwangju99
Fig.	100	. The ground weather chart and radar image at the beginning of the
		severe weather.(2010. 8. 10. 15UTC)
Fig.	101	. The ground weather chart and radar image at peak time of the
		severe weather.(2010. 8. 10. 18UTC)
Fig.	102	. The ground weather chart and radar image at the severe weather off.
		(2010. 8. 10. 21UTC)

Abstracts

An Analytical Study of Airplane Delays and Cancellations due to Meteorological Phenomena in Korea

Kang, In-Sook

Advisor: Prof. Ryu, Chan-Su Ph.D

Department of Atmospheric Science

Graduate School of Chosun University

The geographical location, export-centered industrial and economic structures, and increase in the national income of Korea are boosting demand for air transport, which is a global trend. The air transport records of 190 ICAO member countries increased by 11.7% in 2010. Korean Air Lines and Asiana Air Lines ranked 10th and 30th in global air transport volume, respectively. Particularly for air cargo, Korean Air Lines and Asiana Air Lines ranked 3rd and 10th, respectively.

In all airports in Korea, 9.98% of delays and 36.07% of cancellations were caused by meteorological phenomena. This shows that meteorological phenomena are major environmental factors of air traffic. In Korea, three large aircraft accidents caused by meteorological phenomena had occurred. In the USA, 33% of commercial aircraft accidents and 22% of general aircraft accidents were associated with meteorological phenomena. Most of these meteorological phenomena were related to winds and visibility (fog). The annual damages from these accidents amount to 3 billion dollars.

At Incheon International Airport, the total delay rate is 3.09%, the delay rate caused by meteorological phenomena is 0.11%, the total cancellation rate is 0.68%, and the cancellation rate caused by meteorological phenomena is only 0.03%. This is because it is the only F-class airport in Korea.

The facility class of an airport is the most important cause of delays and cancellations, but the importance of meteorological information can be seen from the percentages of the causes of delays and cancellations in all airports in

Korea.

All possible safety measures must be established to keep pace with the rapidly increasing demand for air traffic. More active safety measures are necessary especially for Korean airports that have poor environments.

Of the 19 airports in Korea, the environments and causes of delays and cancellations in 14 civilian airports were analyzed in accordance with the general causes and meteorological phenomena stipulated in the ICAO standards. The findings from this analysis are summarized below.

- 1. The average delay rate of all the airports was 2.13%. The main cause was A/C connection, followed by meteorological phenomena and A/C maintenance. The delays due to meteorological phenomena accounted for about 10% of all the delays.
- 2. The average cancellation rate of all the airports was 1.17%. The main cause was A/C connection, followed by A/C maintenance and meteorological phenomena. The percentage of cancellations due to meteorological phenomena was as high as 36.07%.
- 3. The meteorological phenomena that caused delays were fog, snowfall, windstorms, rainfall, typhoons, high clouds, and upper-level wind, in descending order.
- 4. The meteorological phenomena that caused cancellations were fog, windstorms, typhoons, snowfall, high clouds, rainfall, and upper-level wind, in descending order.
- 5. The analysis of the annual variation in the aircraft delays showed that the causes of meteorological phenomena appeared more frequently between October and February than between March and September. The A/C connection that caused delays and cancellations showed the same annual variation as the meteorological phenomena, which indicates a correlation between the two factors.

제1장 서 론

지구촌의 일일 생활권은 통신기술(IT)의 혁신과 항공교통의 발전이라는 두 가지 측면에서 가능성을 갖게 하였다. ICAO¹⁾가 발표한 "세계 항공수송 동향"에 따르면, 2010년 190개 ICAO 가입국의 항공 수송 실적은 톤킬로(ton-kilo)²⁾ 기준으로 전년보다 11.7% 증가하였고, 여객킬로³⁾ 실적은 전년대비 8.0% 증가하였으며, 화물톤 킬로⁴⁾ 수송 실적은 전년대비 19.8% 증가하였다(한국항공진흥협회, 2011). 또한 국내선 항공 수송은 최근 저비용 항공사의 공급 증가 및 공항 접근 교통의 개선, 제주 관광객 증가 등의 영향으로 2009년에 이어 2010년에 국내 여객수송 실적이 최근 10년 내 가장 높은 실적을 기록했다. 국제선의 경우 2010년 세계 금융위기의 영향을 크게 회복하면서 전년대비 여객은 19.5%, 화물은 15.8% 증가하였다(한국항공진흥협회, 2010).

이처럼 최근 항공기 운항과 관련한 환경의 변화속도와 그 폭은 상상을 초월하고 있다. 지난 1 세기 동안 항공기술의 발전은 실로 괄목할 만한 변화를 거듭해 왔으며, 신기술에 의한 항공기와 관제시스템에 대한 전자시스템의 도입은 놀라운 성장을 촉진하였다. 이러한 배경에도 불구하고, 자연환경에 의한 장애요소도 점점 커져왔다.

항공기 운항은 비행 이륙단계부터 착륙단계까지 매 단계마다 기상현상과 밀접하게 연관되어 있다. 비행장 환경조건에 따라 운고(雲高), 바람, 기온, 강수 등이 직· 간접적으로 관련되고, 시정, 착빙, 난류, 뇌우, 우박 등이 항공기 운항의 지연과 사고를 유발하거나 항행 중에 영향을 미치기도 한다(기상청, 2009). 특히 시정은 이· 착륙 단계와 항공운항에 결항, 지연과 사고의 주요한 원인이 되므로 신속한 감시와 정확한 예측이 필요하다.

항공기의 날개, 엔진부, 안테나 등에 얼음이 부착하여 일어나는 착빙은 양력의 저하, 심한 떨림 현상, 계기의 기능 저하를 유발하여 항공운항에 지장을 초래한다

¹⁾ International Civil Aviation Organization : 국제민간항공기구

²⁾ 운송 분야에 있어서 톤수와 킬로수의 곱으로 표시되는 값. 운송화물을 나타내거나 단위수송 원가를 산출할 때 사용하는 단위. 1톤의 화물을 1km 수송했을 경우 1톤킬로라고 함.

³⁾ 승객수와 운항거리를 곱한 값.

⁴⁾ 화물무게와 운항거리를 곱한 값.

(이승재와 김영철, 2005; Retallack, B. J., 1978; Schultz, P. & M. K., Politovich, 1992; Thompson G., R. T. Bruintjes, B. G. Brown & F. hage, 1997). 또한 대기 상태의 급변으로 인한 불규칙적 운동으로 발생하는 난류는 대체로 하층난류, 고층 난류, 산악파 난류와 뇌우 난류로 구분한다(김영철과 박상환, 2007; 홍교영 외 2009; Elrod, G. P., & D. I. Knapp, 1992). 이러한 현상들은 항공기체의 손상, 조종불능 등 치명적 사고의 원인이 되기도 하다.

이런 현상들에 대한 관측과 예측을 위한 기상관측시스템과 수치예보기술은 기상 위성과 원격탐사 기기의 활발한 활용과 슈퍼컴퓨터가 현저히 발달한 현재에도 정 확한 감시와 신속·정확한 예측은 매우 어렵고, 사고를 미연에 방지하는 기상정보 지원시스템은 아직도 불충분하다.

우리나라에서 기록된 민간 항공기 사고 분석(항공기상대, 2003; 항공기상청, 2010)에 따르면 1957년 7월 부산비행장에서 착륙 중 발생한 사고를 시작으로 2009년까지 228건의 크고 작은 항공사고가 발생하였고, 그 중 상당부분이 기상현상에 의한 사고였다.

지난 10년간 국내에서 발생했던 총 43건의 항공사고 중 기상현상에 의해 직·간 접적으로 발생했던 사고를 보면 다음과 같다.

2000년 11월 충북 청원에서 항공기가 착륙 시도 중 강한 난기류 발생에 의해 착륙지를 변경하여 이동 중 스키드가 언덕에 걸려 전복되었고, 2001년 6월 제주에서 헬리콥터가 자재 운반 중 탐라계곡 해발 1,160m 중턱에 추락하였으며, 2002년 4월 김해공항에서 악천후로 착륙하지 못하고 공항 선회 접근 중 돗대산에 추락 후 전소되었다. 2003년 2월 김포공항에서 시운전 비행 중 하강기류와 바람의 영향으로 프로펠러 및 날개가 파손되었으며, 2006년 6월 안양 상공에서 아시아나항공 여객기가 적란운 속에서 낙뢰 및 우박으로 레이돔과 유리창이 파손되었고, 2009년 5월 김포공항에서 과도한 측풍으로 항공기가 우축으로 전도되어 파손되는 사고가 발생하였다.

총 43건의 사고 중 기상현상과 직접적인 사고는 2건, 간접적인 사고는 4건이며, 소형항공기에 의한 사고는 37%, 헬리콥터에 의한 사고는 49%이었다(항공기상대, 2003; 항공기상청, 2010, 부록참조).

향후 저가 항공기와 경·소형 항공기의 운송비중이 커져가고 있는 추세에 따라 극한기상에 의한 사고 잠재성은 항공운항 안전을 취약하게 할 가능성이 농후하다 고 하였다(항공연감, 2010). 앞으로 지구온난화에 따른 기후변화로 극한기상현상이 증가하는 추세이므로, 기상 관련 정보를 실시간 감시하고 수집하여, 이를 정확하게 분석하고, 예측된 정보를 신속하게 관련 전문가들에게 전달하는 것이 필수적이다. 이것은 국내뿐만 아니라 국제적으로도 긴요한 사항으로, 이는 최근 동북아시아 지역 내에서 급속한 경제·사회·문화적 교류의 확대에 따라 항공수요가 폭발적으로 증가하고 있기 때문이다(한국항공진흥협회, 2011).

미국의 경우도 기상과 관련된 사고는 상업항공기의 33%를 차지하며, 일반적 사고의 22%에 해당한다. 또한, 기상과 관련한 원인에 의한 지연이 국가항공시스템5 지연의 70%에 달하며, 국가교통안전위원회6는 "23%는 기상현상이 기본적 원인이고, 직접사고의 원인은 인간의 오류가 대부분이며, 그 피해액도 연간 30억불에 달한다"고 하였다.

미국에서 지난 2003년부터 2007년까지 5년간 항공사고는 8,657건이었고, 그 중 기상현상에 의한 사고는 1,740건이었으며, 이사고의 원인이 되는 기상현상은 바람, 시정 등이라고 하였다.

본 연구에서는 이러한 항공교통의 증가에 수반되는 항공사고의 증가를 저감하기 위하여 우리나라에서 민간항공기가 정기적으로 취항하는 군 공항을 제외한 14개 공항을 대상으로 지연, 결항 현황을 분석하고, 그 중 기상현상에 의한 사례를 공항 별로 분석 제시하여 공항환경 기초자료로 제공하고, 공항환경의 이해 및 항공교통 안전을 제고하는데 기여하고자 한다.

⁵⁾ NAS, National Aviation System

⁶⁾ NTSB, National Transportation Safety Board

제2장 자료 및 분석 방법

일반적인 결항 및 지연을 분석하기 위하여 한국공항공사의 2008년부터 2010년까지 최근 3년간의 지연, 결항자료를 사용하였고, 분석 내용은 운항횟수, 기상원인, A/C접속7), A/C정비, 여객처리 및 기타의 원인으로 분류하여, 지속적이고 정기적으로 민간항공기가 운항하는 국내 14개 공항의 전체평균과 14개 공항별로 원인별 빈도, 백분율을 구하였으며(부록 참조), 분석의 신뢰도를 높게 하기 위하여 교통량이 많은 공항 중 지역을 고려하여 인천, 김포, 제주, 김해, 광주 등 5개 공항을 선정하여 상세분석을 실시하였다.

기상현상에 의한 지연과 결항을 분석하기 위하여 지난 2001년부터 2010년까지 10년간 한국공항공사의 지연, 결항 원인 중 안개, 강설, 강우, 태풍, 강풍, 상층풍, 운고 등의 기상현상별 빈도와 연변화를 공항별로 분석하였다.

또한 14개 공항의 지연 및 결항에 미치는 주요 기상현상에 대하여 전체적 설명을 하였고, 광주공항을 중심으로 사례분석을 실시하였다.



Fig. 1. The location of Airport in Korea.

⁷⁾ AIRCRAFT 접속 : 공항 혼잡 등에 따른 비행기 연결 지연

제3장 국내 항공기의 결항 및 지연 분석

제1절 우리나라의 공항 현황

1. 일반 현황

우리나라에는 총 19개의 공항이 Table 1과 같이 설치되어 있다. 그 중 8개 공항은 국제공항이고, 11개 공항은 국내공항이며, 순수 민간 공항은 인천 국제공항을 비롯한 7개이다. 공군, 해군, 미군 등 군 겸용 공항은 8개, 군 전용 공항은 4개로, 이 중 기상관측 및 기상서비스를 제공하는 공항은 민간 항공기가 운행하는 13개(군산공항 제외)이다.

비행장 및 공항은 기본적으로 활주로의 길이에 따라 분류를 하고 있는데, 우리나라의 항공법과 국제기준인 ICAO의 기준에 다소 차이가 있다.

항공법에서는 비행장의 착륙대 등급을 활주로의 길이에 따라 다음과 같이 분류하고 있다(항공법 시행규칙 221조).

Table 1. The runway grade of airport.

착륙대 등급	활주로 길이	항공기 주날개의 폭	항공기 주륜 외곽의 폭	
A	2,550m ~	~ 15m	~ 4.5m	
В	2,150 ~ 2,550m	15 ~ 24m	4.5 ~ 6m	
С	1,800 ~ 2,150m	24 ~ 36m	6 ~ 9m	
D	1,500 ~ 1,800m	36 ~ 52m	9 ~ 14m	
Е	1,280 ~ 1,500m	52 ~ 65m	9 ~ 14m	
F	1,080 ~ 1,280m	65 ~ 80m	14 ~ 16m	

주로 국내선 운항에 사용되는 B737급 항공기는 C급, A300이나 B767급 중형 항공기는 D급, 국제선 운항에 가장 많이 사용되는 B747-400은 E급 항공기라 하고있다. 이에 따라 김포, 김해, 제주공항과 같이 E급 항공기가 운항할 수 있는 공항을 통상 'E급 공항'이라고 부른다.

이러한 항공기 등급에 따라 활주로의 폭, 유도로의 폭, 주기장의 크기 등 공항의 주요시설 규모로 정해지는데, 항공기 등급에 따라 결정되는 활주로의 폭(최소 폭 기준)은 아래와 같이 정해진다.

즉, 인천공항과 같이 F급 항공기가 운항하는 공항의 주 활주로 폭은 최소 60m가 되어야 하고, A300 등 D급 이상의 항공기가 운항하고자 할 때는 반드시 활주로 폭이 45m 이상은 되어야 한다.

Table 2. The runway grade.

종 류	결심 고도	시정 또는 활주로 가시범위	
1종(CAT-I)	60m(200ft) 이상	시정 800m(1/2마일) 또는 RVR 550m(1,800ft) 이상	
2종(CAT-Ⅱ)	30m(100ft) 이상 60m(200ft) 미만	RVR 350m(1,200ft) 이상 550m(1,800ft) 미만	
3A좋(CAT-Ⅲa)	30m(100ft) 미만 또는 적용하지 아니함	RVR 200m(700ft) 이상 350m(1,200ft) 미만	
3B좋(CAT-Ⅲb)	15m(50ft) 미만 또는 적용하지 아니함	RVR 50m(150ft) 이상 200m(700ft) 미만	
3C좋(CAT-Ⅲc)	적용하지 아니함(NO DH)	적용하지 아니함(NO RVR)	

Table 3. The state of airports in Korea.

일련 번호	공 항 명	비행장 기준코드	활주로 운영등급	겸용여부	위 치	운영주체
1	인천국제공항	F	CAT-3b	민간항공	인천광역시 중구 공항로 272	기상청
2	김포국제공항	Е	САТ-3а	민간항공	서울특별시 강서구 공항동 150번지	기상청
3	무안국제공항	D	CAT- I	민간항공	전남 무안군 망운면 피서리 공항로 700	기상청
4	제주국제공항	Е	CAT- I	민간항공	제주특별자치도 제주시 공항2로	기상청
5	양양국제공항	D	CAT- I	민간항공	강원도양양군 손양 면 동호리 산281-1	기상청
6	김해국제공항	Е	CAT- I	군 겸용	부산광역시 강서구 대저2동 2350	기상청
7	대구국제공항	С	CAT- I	군 겸용	대구광역시 동구 지저동 400-1	기상청
8	청주국제공항	D	CAT- I	군 겸용	충북 청원군 내수읍 입상리 산5-1	기상청
9	여수공항	С	CAT- I	민간항공	전남 여수시 율촌면 신풍리 979	기상청
10	사천공항	С	CAT- I	군 겸용	경남 사천시 사천읍 구암리 1720-1	기상청
11	울산공항	С	CAT- I	민간항공	울산광역시 북구 송정동 522	기상청
12	포항공항	С	CAT- I	해군 겸용	경북 포항시 남구 동해면 도구리402-1	기상청
13	광주공항	D	CAT- I	군 겸용	광주광역시 광산구 신촌동 740-13	기상청
14	군산공항	С	CAT- I	미군 겸용	군산시 옥서면 선연리 385	무
15	원주공항	С	CAT- I	공군겸용	강원도 횡성군 횡성 읍 곡교리 111-1	무
16	강릉공항			군용		무
17	속초공항			군용		기상관서 폐쇄
18	목포공항			군용		기상관서 폐쇄
19	예천공항			군용		무

^{*} 본 Table의 공항등급은 ICAO 기준임

2. 우리나라의 공항 현황

가. 국제공항

1) 인천국제공항

우리나라 최대 공항인 인천국제공항은 인천광역시 중구 공항로의 인공섬에 위치하고 있으며, 1단계 건설은 1992년 11월~2001년 3월까지 8.4년을 소요하여 2001년 3월 개항하였으며, 총사업비는 미화 56억 달러였다. 2단계 건설은 2002~2008년까지 7년에 걸쳐 47억 달러를 투자하였다.

공항의 총면적은 21,292,000㎡이고, 활주로는 3,750×60m 2개, 4,000×60m 1개를 보유하고 있으며, 연간 처리능력은 480,000회/1억 명이고, 여객터미널 게이트는 44 개이다.

국제선으로서의 실적만 고려한다면 세계적으로 여객 8위, 화물 수송량 2위에 해당하며, 2010년 기준으로 여객 33,61만 명으로 세계 33위, 화물 2,684천톤으로 세계 8위, 운항횟수 217,000회로 세계 74위의 국제적 공항이다.

2) 김포국제공항

김포국제공항은 서울시 강서구 하늘길 100(공항동)에 위치해 있다. 1939년 당시경기도 김포군 양서면 방화리에 일본군이 활주로를 건설하면서 시작된 공항의 역사는 이 후 미공군이 사용하면서 민간 항공기 운항이 허용되었고, 1954년부터 우리나라도 일부를 사용할 수 있게 되었다. 그 후 1958년이 되어서야 대통령령으로 김포국제공항으로 지정되면서 1971년 본격적으로 공항의 모습을 갖추기 시작했다.

공항의 총면적은 8,635,937㎡이고, 활주로는 3,600×45m, 3,200×60m의 2개를 보유하고 있으며, 연간 처리능력은 226,000회/3,042만 명이고, 동시 주기능력은 73대이다. 2010년 기준으로 1,757만 명의 여객, 130천톤의 화물, 132,000회의 운항으로 우리나라 두 번째의 공항이며, 여객규모로 세계 81위의 국제공항이다.

3) 무안국제공항

전남 무안군 망운면 피서리에 위치한 무안공항은 목포공항 국내선 및 광주공항

국제선의 대체공항으로 10여년간의 공사로 준공된 국제공항이다. 220km에 달하는 아름다운 해안선과 자연발생 유원지를 주변 경관으로 자리잡고 있어 F1 그랑프리대회와 서남해안 관광레저 도시, 무안기업도시 건설 및 대불자유무역 지역 지정 등에 서남권이 국제적 휴양, 관광 및 물류기지로 발돋움하는데 거점공항으로 역할을 수행하게 될 것이다.

공항의 총면적은 2,585,733㎡이고, 활주로는 2,800×45m의 1개를 보유하고 있으며, 연간처리능력은 140,000회/519만 명이고, 동시 주기능력은 9대이다.

4) 제주국제공항

제주국제공항은 1942년 1월 육군비행장으로 설치되었고, 1946년 1월부터 민간항 공기가 취항하였으며, 1968년 4월 국제공항으로 승격되었다. 공항의 총면적은 3,561,679㎡이고, 활주로는 3,090×45m, 1,910×45m의 2개를 보유하고 있는 E급 공항 이다. 연간 처리능력은 143,000회/1,254만 명이고, 동시 주기능력은 27대이다.

2010년 기준으로 제주국제공항의 여객은 1,573만 명, 화물 147,000톤, 운항횟수는 104,000회로, 국내 3위의 공항이며, 국제적으로도 여객수 규모로 94위, 화물규모로 는 112위의 국제공항이다.

6) 양양국제공항

강원도 양양군 손양면 동호리에 자리 잡은 양양국제공항은 영동지역에 하나밖에 없는 국제공항이다. 1986년 8월 영동, 호남권에 신국제공항 건설을 추진하면서 건설지를 내정하고, 1997년 1월 기공하여 2001년 12월 완공하여 2002년 4월 2일 양양국제공항을 개항하면서 기존 강릉공항과 속초공항의 기능을 통합하였다. 그러나 승객의 감소로 대부분의 정기노선이 운항을 중지하고 현재 양양과 김해공항을 매일 1회 운항하고 있는 실정이다.

그러나 시설 규모 면에서는 한국에서 인천국제공항, 김포국제공항, 김해국제공항에 이어 4번째로 크다. 활주로는 2,500×45m 1개가 설치되어 있으며 연간 항공기처리능력은 43,000회이다. 여객터미널은 연간 국내선 207만 명, 국제선 110만 명 등 317만 명의 여객을 처리할 수 있으며, 동시 주기능력은 4대이다.

6) 김해국제공항

김해국제공항은 부산광역시 강서구 대저 2동에 위치하고 있으며 1958년 8월 부산 수영비행장을 최초로 개설, 1963년 9월 부산국제공항으로 승격되었고, 공항시설확장을 위하여 1976년 8월 현 위치로 이전 김해국제공항으로 개칭했으며, 안전한공항을 만들기 위해 항공기 이,착륙에 필요한 첨단통신, 전자 장비들을 설치하여최상의 조건에서 운항이 가능하도록 하고 있다.

공항의 총면적은 6,518,572㎡이고, 활주로는 2,743×46m, 3,200×60m의 2개를 보유하고 있으며, 연간처리능력은 200.000회/1.732만 명이고, 동시 주기능력은 26대이다.

7) 대구국제공항

대구국제공항은 영남권 거점공항으로, 입지적으로나 기능적으로 전국을 쉽게 연계할 수 있어 대구, 경북의 유일한 국제교류 중심의 기능을 수행하고 있다. 1961년 4월 부산비행장 대구출장소로 출발하여, 1996년 2월 국제선이 취항하였다.

공항의 총면적은 6,617,283㎡이고, 활주로는 2,755×45m, 2,743×45m의 2개를 보유하고 있으며, 연간처리능력은 140,000회/373만 명이고, 동시 주기능력은 6대이다.

8) 청주국제공항

청주국제공항은 중부권 거점공항으로, 1978년 9월 공군비행장으로 개항하였고, 1984년 4월 수도권 신공항을 청주에 건설하기로 확정하였으나, 이듬해 영종도가 수도권 신공항 부지로 유력화되면서 1989년 5월 민,군 공용공항으로 계획을 바꿔 건설에 착수하였다. 1992년 3월 착공하였으며, 1,390억원을 투입하여 민항용 활주로신설, 계류장, 여객청사, 주차장 등을 건설하기로 하였다. 1995년 완공을 목표로 건설되었으나 2년 지연된 1997년 4월 28일 개항하였다.

국내선은 제주, 부산 노선과 국제선은 오사카, 나고야, 사이판, 괌 노선을 운항하여 중부권의 거점공항으로 기대를 받았다. 그러나 개항 직후 외환위기와 7~8%에 머무는 저조한 탑승율로 대부분의 국제노선과 부산 노선을 없애 "초미니 동네 공항"으로 전략했다. 1997년 37만743 명이던 이용객은 1998년 29만9,904 명으로 줄었으며, 1999년에는 35만3,728 명에 불과했으나, 충청북도와 한국공항공사의 노선 확충, 적극적인 홍보로 2000년부터 이용객이 꾸준히 늘었다.

2000년 9월 1일 충북선에 청주공항역을 신설하여 공항 접근성을 높였으며, 같은 해 9월에는 개항공항으로 지정되어 출입허가 절차 및 수수료가 폐지되어 공항활성 화에 기여하게 되었다. 2003년 12월 화물청사가 개관하였으며, 2004년에는 대한민국 내 첫 저가 항공사인 한성항공이 제주 노선을 만들어 힘을 보탰다.

최근에 국토해양부에서 정기 국제화물 노선 경유 허가를 받으면서 2011년 9월 23일부터 전국 14개 지방 공항 가운데 처음으로 화물기 운항을 시작하였다. 현재제주와 베이징, 청두, 창사, 방콕, 항저우행 노선이 운영 중이다. 2009년 3월 5일 적자구조를 탈피하지 못하여 한국공항공사가 민간매각대상으로 선정했다고 밝혔지만 공항 운영권 문제를 둘러싼 논란이 되고 있다.

공항의 총면적은 6,739,778㎡이고, 91,173㎡ 면적의 계류장에는 에어버스 A300 -600R급 항공기 11대가 동시에 주기할 수 있다. 활주로는 2,744×60m 1개와 2,744×45m 1개 등 2개가 설치되어 있으며 연간 항공기 처리능력은 19만6천대이다.

여객터미널은 연간 국내선 189만 명, 국제선 126만 명 등 315만 명의 여객을 처리할 수 있다.

나. 국내공항

1) 여수공항

남해안에 위치한 여수공항은 1971년 5월 활주로 및 계류장을 완성하였고, 1972년 5월 개항하였다. 2004년 11월 25일 신활주로 운영으로 항공기 운항 정시성 확보, 결항률 감소 및 중형기 취항으로 더욱 더 편리하게 항공교통서비스를 제공하게 되었으며, 2005년 공사완료로 광양만권 경제자유구역, 여수국가산업단지, 율촌산업단지 개발 등 전남 동부권 관문공항으로 중추적 역할을 수행하게 될 것이다.

공항의 총면적은 1,327,834㎡이고, 활주로는 2,100×45m 1개를 보유하고 있으며, 연간처리능력은 60,000회/272만 명이고, 동시 주기능력은 5대이다.

2) 사천(진주)공항

사천공항은 경상남도 사천시 사천읍 구암리에 위치해 있으며, 진주 시청과 약 20km 떨어진 곳에 있다. 인근에 지리산과 한려해상국립공원이 있으며 진주공항이라고도 한다. 1969년 11월 대한항공이 취항하였고, 1973년 8월 민항시설 공사로 인하여 휴항한 뒤 1975년 2월 대한항공이 재취항 했다. 1977년 8월 진주-제주 노선이마련되었고 1992년 4월에는 아시아나항공이 진주-서울 노선에 취항했다.

공항의 총면적은 4,039,465m²이고, 활주로는 2,743×45m 2개를 보유하고 있으며, 연간처리능력은 165.000회/101만 명이고, 동시 주기능력은 2대이다.

3) 울산공항

울산광역시 북구 송정동에 자리한 울산공항은 1970년 11월 울산비행장으로 개항하였으나 1973년 휴항, 1974년 폐쇄되었으나 1984년 대한항공에 의해 다시 울산-서울 정기노선이 개설되었다. 1992년 3월 아시아나항공(주)이 울산-서울 노선을 개설하였고, 1993년 2월 대한항공(주)이 울산-제주 노선을 개설하였으며, 1993년 5월에는 아시아나항공(주)이 울산-제주 노선이 취항하였다. 1997년 12월 여객터미널을 중축하였고 주차장은 533대를 수용할 수 있다.

공항의 총면적은 919,977㎡이고, 활주로는 2,000×45m 1개를 보유하고 있으며, 연 간처리능력은 60,000회/240만 명이고, 동시 주기능력은 4대이다.

4) 포항공항

포항시 남구 동해면 도구리 해안가에 위치한 포항공항은 1970년 2월 포항비행장으로 설치되어 3월 대한항공이 포항-서울 노선을 개설하였다. 1992년에는 아시아나항공이 4월 포항-서울, 10월 포항-제주 노선을 개설하였다.

공항의 총면적은 4,035,563㎡이고, 활주로는 2,133×45m 1개를 보유하고 있으며, 연간처리능력은 100.000회/385만 명이고, 동시 주기능력은 5대이다.

5) 광주공항

광주공항은 1948년 11월 16일 광주시 학동에 광주비행장이 개설되어 이듬해인 1949년 2월 10일 민항기(DC-3)가 처음으로 취항하였고, 1964년 1월 10일 현재의 위치로 이전하였으며 본격적인 여객수송을 위하여 여객청사, 유도로 및 계류장 등시설확장을 꾸준히 시행하여 공항으로서의 면모를 갖추어 나갔으며 1990년 6월 한국공항공사가 인수하여 운영하면서 1995년 6월 국제선 정기노선이 개통하였으나 2008년 5월 국제노선이 무안공항으로 이전하였다.

공사 인수 후 1994년도에는 연 14만회 운항과 293만명을 처리 할 수 있는 여객 청사, 3.3만톤을 처리 할 수 있는 화물터미널과 중형기 7대가 동시에 주기 할 수 있는 계류장, 933대 차량이 동시 주차가 가능한 주차장 등 현대화 및 확장으로 한 반도 서남부의 항공교통의 중추적 역할을 다하고 있다.

광주시청으로부터 서쪽으로 11km지점에 위치한 호남권의 주요 관문인 광주공항은 여객청사, 화물청사 등 2개의 터미널로 구성되어 있으며 1개의 활주로, 유도로, 주기장 및 945대가 동시주차 가능한 주차시설을 확보하여 쾌적하고 편리하게 이용할 수 있도록 하였다.

공항의 총면적은 5,854,564m²이고, 활주로는 2,835×45m 2개를 보유하고 있으며, 연간 처리능력은 140,000회/293만 명이고, 동시 주기능력은 5대이다.

6) 군산공항

군산공항은 군산시 옥서면 선연리에 위치한 군산공항은 1970년 8월 우리나라 산업발전과 함께 미군비행장에 개항해 서울편이 운항되다가 1974년 3월 오일쇼크 때석유 절감 차원에서 중단 되었었다. 1992년 12월 미군기지 옆에 현재의 군산공항이개항돼 서울-김포 노선 및 제주 노선을 운항하며, 연간 최고 45만 7천명의 이용객을 기록하기도 했다.

공항의 총면적은 142,803㎡이고, 2,743×45m, 2,454×23m의 2개 활주로에, 연간 처리능력은 140.000회/44만 명이고, 동시 주기능력은 2대이다.

7) 원주공항

원주공항은 강원도 횡성군 횡성읍 곡교리에 위치하고 있으며, 1975년 횡성 군비행장으로 개항하였고, 1993년부터 민간공항으로 개항을 추진하여 1995년 11월부터 공사를 시작하였다.

1997년 2월 개항하고, 대한항공이 원주-김해, 제주 노선에 취항을 시작하였다. 하지만 취항 1년 후 IMF체제로 승객이 급감해 원주-제주노선이 1999년 8월 2일 노선이 폐지되었고, 중앙고속도로 개통으로 수요가 감소한 2002년 5월 원주-부산노선이 폐지되면서 취항노선이 없었으나 이후 강원도와 재정지원협약을 맺었으며, 2002년 10월 29일부터 원주-제주노선이 재 운항되었다.

계류장에는 에어버스 A300-600R급 항공기 1기가 동시에 주기할 수 있으며, 공항의 총면적은 5,675,650㎡이고, 길이 2,743m, 넓이 46m의 활주로 1본이 설치되어 있으며 연간항공기 처리능력은 11만5천대이고, 여객터미널은 연간 25만 명의 여객을 처리할 수 있다.

제2절 지연 및 결항의 일반적 원인 분석

1. 지연원인 분석

14개 공항의 지연의 일반적 원인에 대하여 지난 2008~2010년까지 3년간의 공항 공사 자료를 분석하였다. 지연자료 중 타 공항의 환경에 의한 사례는 제거하였고, 공항공사의 분류기준인 기상, A/C접속, A/C정비, 여객처리, 기타의 원인으로 분류하여 분석하였다.

Table 4와 Fig. 16은 국내공항을 평균한 지연원인을 분석한 것이며, Fig. 17은 그 연변화를 나타낸 것이다. Table 4에서 전체평균 지연율은 2.13%이고, 원인별로는 A/C접속, 기상(0.22%), A/C정비 순으로 나타났으며, 기상원인에 의한 지연은 전체지연의 약 10%에 달한다. 기상원인의 지연은 10~2월 사이에 상대적으로 많이발생하였다. 특히, 가장 큰 비중을 차지하는 A/C접속이 기상현상과 관련이 있음을알 수 있어 기상현상이 중요한 원인이 됨을 알 수 있다.

Table 4. The state of delay by general origins of airports in Korea.

구분	운항횟수	기상	A/C접속	A/C정비	여객처리	복합원인	기타	합계
Jan	39439.7	152.7	824.7	27.0	4.0	0.3	159.0	1167.7
Feb	36541.3	105.3	528.3	22.7	3.3	0.0	114.3	774.0
Mar	40107.3	55.0	399.7	27.7	2.7	0.0	66.7	551.7
Apr	39564.7	53.7	551.0	29.0	4.3	0.7	77.0	715.7
May	41162.0	82.7	865.3	39.7	5.7	1.7	91.3	1086.3
Jun	39256.0	49.3	500.3	43.3	5.3	0.0	66.7	665.0
Jul	41416.7	84.3	785.0	38.0	5.3	0.3	73.3	986.3
Aug	42501.0	23.0	645.3	43.7	5.3	0.3	69.3	787.0
Sep	39810.7	61.3	474.3	40.3	6.0	0.0	46.3	628.3
Oct	41856.0	158.7	767.7	32.3	7.3	0.3	42.7	1009.0
Nov	40469.0	103.7	602.7	38.3	12.7	0.0	65.7	823.0
Dec	41498.3	99.0	792.3	37.7	3.3	0.0	181.7	1114.0
평균	40301.9	85.7	644.7	35.0	5.4	0.3	87.8	859.0
지연률 (%)		0.21	1.60	0.09	0.01	0.00	0.22	2.13
원인/지연		9.98	75.05	4.07	0.63	0.04	10.23	100.00

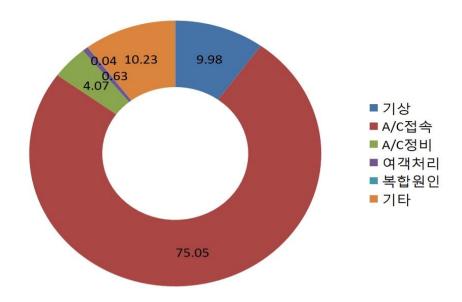


Fig. 2. The analysis of delay by general origins of airports in Korea.

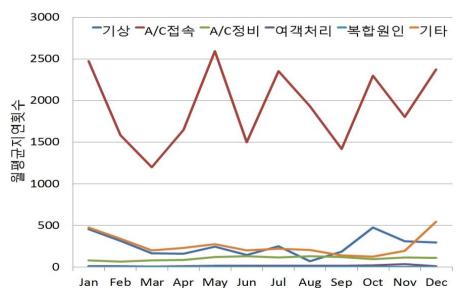


Fig. 3. The annual variation of delay by general origins of airports in Korea.

2. 국내평균 결항원인 분석

14개 공항의 지연의 일반적 원인에 대하여 지난 2008~2010년까지 3년간의 공항 자료를 분석하였다. 결항자료 중 타 공항(출발공항)의 환경에 의한 사례는 제거하 였고, 지연과 같은 방법으로 분류하여 분석하였다.

Table 5와 Fig. 4은 국내공항을 평균하여 결항원인을 분석한 것이며, Fig. 5는 그 연변화를 나타낸 것이다. Table 5에서 전체평균 결항률은 1.17%이고, 원인별로는 A/C접속, A/C정비, 기상 순으로 나타났으며, 기상원인에 의한 결항은 전체 결항의 36.07%가 됨을 알 수 있다. 또한, 그 연변화에서, 기상원인의 지연은 3월부터 9월까지 보다 10월부터 2월 사이에 상대적으로 자주 나타나는 것을 볼 수 있다.

Table 5. The state of cancel by general origins of airports in Korea.

구분	운항횟수	기상	A/C접속	A/C정비	여객처리	복합원인	기타	합계
Jan	39439.7	432.0	373.3	25.3	0.0	0.3	101.7	932.6
Feb	36541.3	246.7	215.3	15.3	0.0	0.3	84.0	561.6
Mar	40107.3	108.3	144.0	25.3	0.0	0.0	78.0	355.6
Apr	39564.7	172.3	223.7	18.7	0.0	0.0	75.7	490.4
May	41162.0	120.0	169.0	17.7	0.0	0.7	62.7	370.1
Jun	39256.0	135.7	188.7	22.3	0.3	0.3	65.3	412.6
Jul	41416.7	205.0	289.3	21.0	0.3	0.3	100.3	616.2
Aug	42501.0	109.0	141.7	15.3	0.3	0.0	44.3	310.6
Sep	39810.7	152.7	146.7	27.0	0.0	0.0	68.0	394.4
Oct	41856.0	91.3	121.0	15.7	0.0	0.0	69.3	297.3
Nov	40469.0	100.3	129.3	19.0	0.0	0.0	84.3	332.9
Dec	41498.3	164.7	207.7	16.3	0.0	0.0	187.7	576.4
평균	40301.9	169.8	195.8	19.9	0.1	0.2	85.1	470.9
결항률(%)		0.42	0.49	0.05	0.00	0.00	0.21	1.17
원인별(%)		36.07	41.58	4.23	0.02	0.04	18.07	100.00

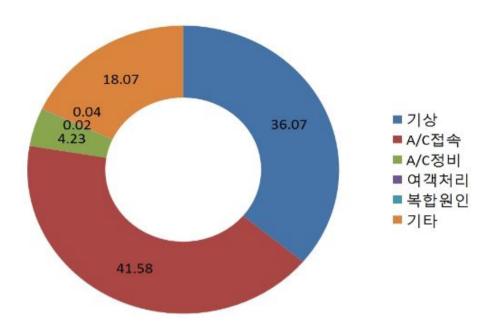


Fig. 4. The analysis of cancel by general origins of airports in Korea.

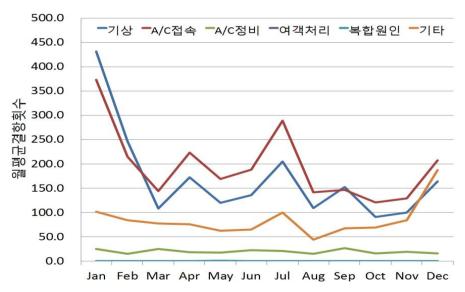


Fig. 5. The annual variation of cancel by general origins in airports in Korea.

제3절 지연 및 결항의 기상현상별 분석

1. 지연의 기상원인 분석

14개 공항을 평균한 지연의 일반적 원인분석에서 나타난 기상원인을 구체적 기상현상으로 해석하기 위하여 지난 2001~2010년까지 10년간의 한국공항공사 지연원인 자료를 분석하였다. 여기에서도 출발공항의 원인에 의한 지연사례는 제거하였고, 공항공사의 분류기준인 기상원인을 안개, 강설, 강우, 태풍, 강풍, 상층풍 및 운고로 분류하여 분석하였다. Table 6과 Fig. 6은 지연의 원인이 된 기상현상을 14개공항에 대하여 분석한 것이며, Fig. 7은 그 연변화를 나타낸 것이다. Table 6에서 기상원인의 지연율은 1.77%이고, 이를 원인별로 분석한 결과(Fig. 6), 안개(64.45%), 강설(13.32%), 강풍(9.43%), 강우, 태풍, 운고, 상층풍 순으로 나타났다. 연변화를 보면, 가장 큰 비중을 차지하는 안개는 10월부터 3월까지 뚜렷하게 높게 나타나고, 여름철에는 낮게 나타났다. 강설의 경우 1월과 2월에 높게 나타났으며, 기타요인은 연중 유사하게 나타났다(Fig. 7 참조).

Table 6. The state of delay by meteorological phenomena origins of airports in Korea.

구분	운항횟수	안개	강설	강우	태풍	강풍	상층풍	운고	합계
Jan	39439.7	669	663	7	1	107	14	4	1465
Feb	36541.3	802	286	2	0	48	14	3	1155
Mar	40107.3	448	57	9	1	97	11	9	632
Apr	39564.7	291	1	8	1	168	28	15	512
May	41162.0	319	1	17	0	124	16	23	500
Jun	39256.0	213	0	69	19	27	11	22	362
Jul	41416.7	316	0	100	91	48	7	81	648
Aug	42501.0	138	0	48	54	37	9	59	351
Sep	39810.7	202	0	33	93	15	10	23	376
Oct	41856.0	879	1	14	18	25	50	28	1017
Nov	40469.0	774	9	7	2	16	22	5	835
Dec	41498.3	462	121	2	0	95	19	2	701
평균	40301.9	459.4	94.9	26.3	23.3	67.3	17.6	22.8	712.8
비율		1.14	0.24	0.07	0.06	0.17	0.04	0.06	1.77
원인별		64.45	13.32	3.69	3.27	9.43	2.47	3.2	100

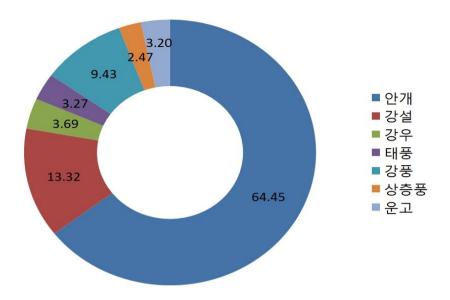


Fig. 6. The analysis of delay by meteorological phenomena origins of airports in Korea.

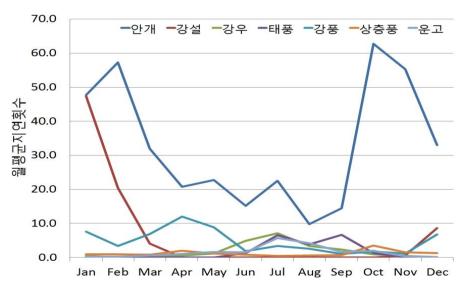


Fig. 7. The annual variation of delay by meteorological phenomena origins of airports in Korea.

2. 결항의 기상원인 분석

기상원인에 의한 지연분석과 동일한 방법으로 14개 공항을 평균한 결항의 기상원인을 분석하였다. Table 7과 Fig. 8은 그 결과를 나타낸 것이며, Fig. 9는 그 연변화를 나타낸 것이다. Table 7에서 기상원인의 결항률은 4.70%이고, 이를 원인별백분율로 표시하면(Fig. 22) 안개(38.03%), 강풍(15.33%), 태풍(12.84%), 강설(11.95%), 운고(11.47%), 강우, 상층풍 순으로 나타났다. 기상원인 지연에서와 동일하게 안개원인이 현저하게 높으나 다른 원인은 거의 비슷하게 나타나고, 상층풍의경우는 지연과 결항 모두에서 미미하게 나타났다. 그 연변화를 보면, 가장 큰 비중을 차지하는 안개는 5월부터 8월까지 높게 나타나고, 7월부터 9월까지 태풍의 영향, 4월~8월 사이에는 강우, 7월에 운고, 12월부터 4월까지 강풍의 영향이 상대적으로 높게 나타났다.

Table 7. The state of cancel by meteorological phenomena origins of airports in Korea.

구분	운항횟수	안개	강설	강우	태풍	강풍	상층풍	운고	합계
Jan	39439.7	736	1497	88	1	441	8	40	2811
Feb	36541.3	628	654	105	3	559	43	78	2070
Mar	40107.3	618	179	94	0	415	4	106	1416
Apr	39564.7	1206	2	175	3	492	113	160	2151
May	41162	972	0	226	0	213	8	319	1738
Jun	39256	995	0	331	97	86	64	263	1836
Jul	41416.7	1084	2	386	951	206	5	775	3409
Aug	42501	411	0	303	712	117	0	534	2077
Sep	39810.7	250	0	131	1,120	97	0	198	1,796
Oct	41856	726	0	122	21	91	5	58	1023
Nov	40469	616	7	70	0	62	5	46	806
Dec	41498.3	406	377	56	11	707	21	31	1609
평균	40301.9	720.7	226.5	173.9	243.3	290.5	23.0	217.3	1895.2
비율		1.79	0.56	0.43	0.60	0.72	0.06	0.54	4.70
원인별		38.03	11.95	9.18	12.84	15.33	1.21	11.47	`100.00

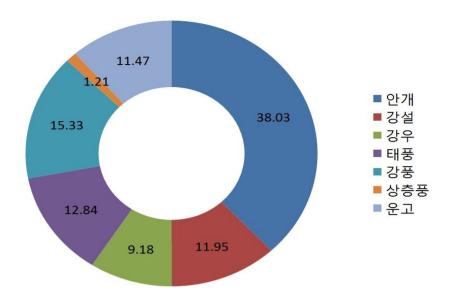


Fig. 8. The analysis of cancel by meteorological phenomena origins of airports in Korea.

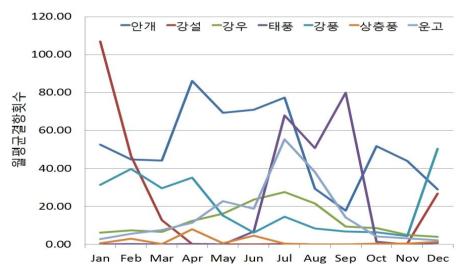


Fig. 9. The annual variation of cancel by meteorological phenomena origins of airports in Korea.

제4절 공항별 지연 및 결항의 원인 분석

1. 광주공항

가. 광주공항 지연의 일반적 원인 분석

광주공항의 일반적 지연원인 분석에 사용한 자료와 분석법은 국내공항 평균과 같다. Table 8과 Fig. 10은 지연원인을 분석한 결과이다. Table 8에서 평균지연율은 4.41%이고, 원인별로는 A/C접속, 기상(0.95%), A/C정비 순으로 나타났으며, 기상원인에 의한 결항은 전체 결항 21.43%로 나타났다. 그 연변화에서, 기상원인은 10월부터 1월까지 상대적으로 높게 나타났다(Fig. 11).

Table 8. The general origins of delay of Gwangju Airport.

구분	운항 횟수	기상 원인	A/C 접속	A/C 정비	여객 처리	복합 원인	기타	합계	총결 항률	기상 원인	기상/ 총결항
Jan	890.7	15.7	26.7	0.0	0.0	0.0	5.7	48.0	5.39	1.76	32.64
Feb	840.3	9.7	20.3	0.3	0.0	0.0	2.7	33.0	3.93	1.15	29.29
Mar	935.3	4.0	13.7	0.7	0.0	0.0	4.0	22.3	2.39	0.43	17.91
Apr	894.0	9.3	19.0	0.7	0.3	0.0	6.7	36.0	4.03	1.04	25.93
May	918.3	3.0	30.0	2.7	0.3	0.0	15.0	51.0	5.55	0.33	5.88
Jun	867.3	2.0	17.0	1.0	0.0	0.0	8.0	28.0	3.23	0.23	7.14
Jul	888.7	3.7	27.7	0.7	0.0	0.0	3.3	35.3	3.98	0.41	10.38
Aug	893.3	2.0	27.3	3.0	0.0	0.0	11.7	44.0	4.93	0.22	4.55
Sep	857.0	2.0	20.3	1.0	0.3	0.0	6.3	30.0	3.50	0.23	6.67
Oct	888.0	15.0	24.7	0.7	0.0	0.0	3.3	43.7	4.92	1.69	34.35
Nov	879.0	16.0	27.0	0.3	0.0	0.0	6.7	50.0	5.69	1.82	32.00
Dec	889.7	18.3	24.3	0.7	0.0	0.0	5.0	48.3	5.43	2.06	37.93
평균	886.80	8.39	23.17	0.98	0.07	0.00	6.53	39.13	4.41	0.95	20.39

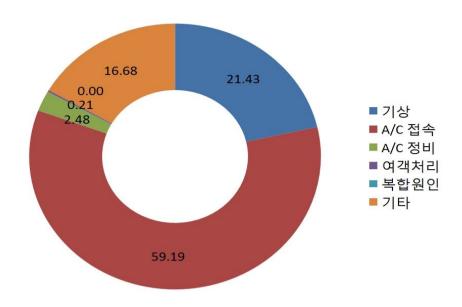


Fig. 10. The analysis of delay by general origins of Gwangju Airport.

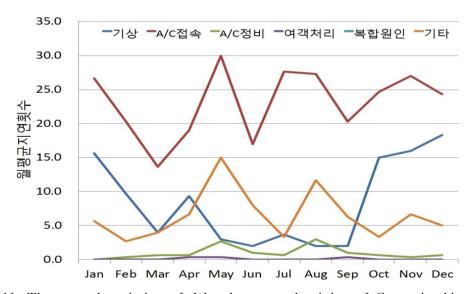


Fig. 11. The annual variation of delay by general origins of Gwangju Airport.

나. 광주공항 결항의 일반적 원인 분석

광주공항의 일반적 결항원인 분석에 사용한 자료와 분석법은 국내공항 평균과 같다. Table 9 및 Fig. 12에서, 광주공항의 평균결항률은 1.91%이고, 원인별로는 기상원인이 1.23%로 가장 높고, A/C접속, 기타 순으로 나타났다.

기상원인에 의한 결항은 전체 결항 63.94%를 차지하여 광주공항 결항의 대부분이 기상원인임을 확인할 수 있었다. 또한 연변화는 10월부터 2월까지의 기상원인이 높게 나타났고, 타 원인은 연중 비슷하게 낮게 나타나는 분포를 보였다.

Table 9. The analysis of cancel by general origins of Gwangju Airport.

구분	운항 횟수	기상 원인	A/C 접속	A/C 정비	여객 처리	복합 원인	기타	합계	총결 항률	기상 원인	기상/ 총결항
Jan	890.7	35.7	11.3	0.0	0.0	0.0	2.0	49.0	5.50	4.00	72.79
Feb	840.3	12.3	2.3	0.7	0.0	0.0	2.3	17.7	2.10	1.47	69.81
Mar	935.3	4.7	2.0	0.0	0.0	0.0	0.7	7.3	0.78	0.50	63.64
Apr	894.0	10.0	3.3	0.3	0.0	0.0	1.0	14.7	1.64	1.12	68.18
May	918.3	3.0	3.7	0.3	0.0	0.0	2.0	9.0	0.98	0.33	33.33
Jun	867.3	3.7	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	0.61	0.42	68.75
Jul	888.7	3.3	3.3	0.3	0.0	0.0	0.3	7.3	0.83	0.38	45.45
Aug	893.3	3.7	3.3	0.3	0.0	0.0	0.0	7.3	0.82	0.41	50.00
Sep	857.0	7.0	4.3	0.7	0.0	0.0	1.0	13.0	1.52	0.82	53.85
Oct	888.0	13.3	6.3	0.0	0.0	0.0	2.0	21.7	2.44	1.50	61.54
Nov	879.0	10.7	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.7	1.44	1.21	84.21
Dec	889.7	22.7	13.7	0.0	0.0	0.0	2.0	38.3	4.31	2.55	59.13
계	10641.6	130.0	57.3	2.7	0.0	0.0	13.3	203.3	1.91	1.22	63.93
평균	1,699.3 8	18.70	8.60	0.44	0.0	0.0	2.05	29.80	1.62	0.99	67.20

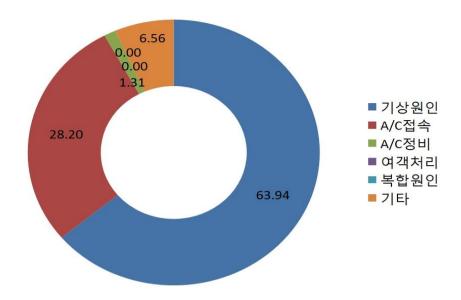


Fig. 12. The analysis of cancel by general origins of Gwangju Airport.

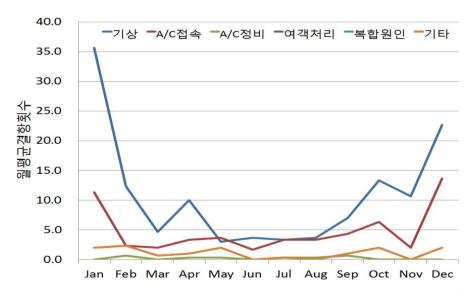


Fig. 13. The annual variation of cancel by general origins of Gwangju Airport.

다. 광주공항 지연의 기상원인 분석

광주공항에서 지연의 원인이 된 기상현상의 분석과정과 방법은 국내공항 평균지연분석과 같다. Table 10과 Fig. 14는 광주공항의 지연을 기상현상별로 분석한 것이며, Fig. 15는 그 연변화를 나타낸 것이다. 지연의 원인이 되는 기상현상은 안개가 압도적으로 많은 80.46%이고, 강설이 14.45%이며, 다른 현상의 영향은 미미하다.

기상원인의 연변화는 6-8월을 제외하고, 안개의 영향을 많이 받으며, 1월과 12월의 강설은 각각 4회와 3.7회의 지연을 초래하였다.

광주공항에서 안개에 의한 지연발생빈도가 월평균 4회로 높게 나타난 것은 광주 공항이 영산강과 황룡강 사이에 가까이 위치하기 때문으로 판단되며, 겨울철에 강 설에 의한 지연이 많은 것은 겨울철 호남지방의 강설 빈도가 높고, 강설량이 많기 때문으로 판단되다.

Table 10. The analysis of delay by meteorological phenomena origins of Gwangju Airport.

구분	안개	강설	강우	태풍	강풍	상층풍	운고	합계
Jan	5.0	4.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4
Feb	6.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7
Mar	2.7	0.4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	3.3
Apr	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	4.9
May	2.7	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	3.1
Jun	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
Jul	1.2	0.0	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	1.8
Aug	1.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
Sep	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	3.9
Oct	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	8.0
Nov	8.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.9
Dec	4.8	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	8.6
평균	4.08	0.73	0.11	0.01	0.01	0.00	0.13	5.08

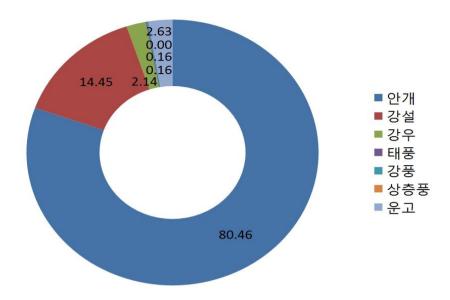


Fig. 14. The analysis of delay by meteorological phenomena origins of Gwangju Airport.

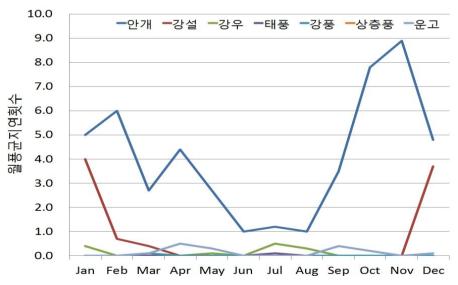


Fig. 15. The annual variation of delay by meteorological phenomena origins of Gwangju Airport.

라. 광주공항 결항의 기상원인 분석

광주공항에서 결항의 원인이 된 기상현상의 분석과정과 방법은 국내공항 평균결항분석과 같다. Table 11과 Fig. 16은 광주공항의 결항원인을 기상현상별로 분석한 것이며, Fig. 17은 그 연변화를 나타낸 것이다. 결항의 원인이 되는 기상현상은 지연에서와 마찬가지로 안개가 49.61%로 가장 많고, 강설(29.65%), 태풍(7.83%), 운고(6.16%) 순이다. 연변화를 살펴보면, 안개는 11월부터 2월가지가 결항의 큰원인이 되고, 강설은 지연에서와 마찬가지로 12월(14.7회)과 1월(10.4회)에 큰 영향을 주는 것으로 나타났다.

이와 같은 빈도와 분포는 지연에서와 같은 이유로 해석되며, 특별한 현상은 상층 풍 및 운고에 따른 결항이 각각 월 1.7회, 1.9회로 나타난 것으로, 이는 무등산이 인접하여 있고, 영산강 수계 및 서해안으로부터 수증기 공급이 원활하기 때문으로 판단된다.

Table 11. The analysis of cancel by meteorological phenomena origins of Gwangju Airport.

구분	안개	강설	강우	태풍	강풍	상층풍	운고	합계
Jan	8.9	10.4	0.4	0.0	0.3	3.7	4.1	27.8
Feb	8.8	4.0	0.0	0.0	0.4	2.5	2.8	18.5
Mar	2.4	1.2	0.0	0.0	0.0	0.9	1.0	5.5
Apr	4.1	0.0	0.0	0.0	1.6	1.4	1.6	8.6
May	2.3	0.0	0.4	0.0	0.1	0.8	0.9	4.4
Jun	1.3	0.0	0.9	0.0	0.0	0.4	0.5	3.1
Jul	1.7	0.0	1.1	3.7	0.0	1.0	1.2	8.7
Aug	1.0	0.0	1.4	1.6	0.0	0.7	0.7	5.4
Sep	1.6	0.0	0.0	2.6	0.1	1.1	1.2	6.6
Oct	5.9	0.0	0.0	0.1	0.0	1.8	2.0	9.8
Nov	7.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.3	11.6
Dec	5.4	14.7	0.0	0.0	0.2	3.6	4.1	28.0
평균	4.2	2.5	0.4	0.7	0.2	1.7	1.9	11.5

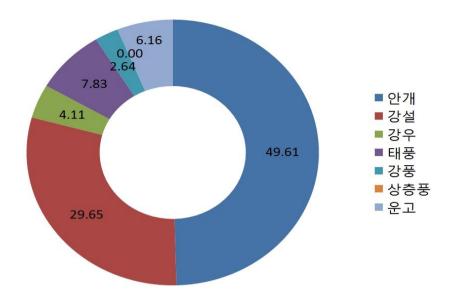


Fig. 16. The analysis of cancel by meteorological phenomena origins of Gwangju Airport.

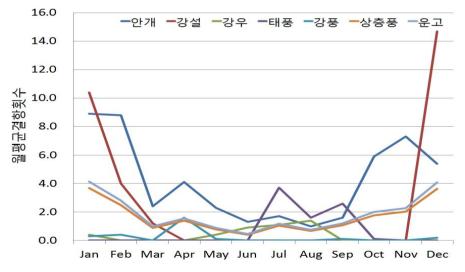


Fig. 17. The annual variation of cancel by meteorological phenomena origins of Gwangju Airport.

2. 김포국제공항

가. 김포국제공항 지연의 일반원인 분석

김포국제공항의 평균지연율은 3.0%로 우리나라 전체공항의 지연율과 비슷하고, 기상현상에 의한 지연율은 0.26%이다. 기상현상에 의한 지연을 전체 지연에 대한 백분율로 계산하면 8.7% 정도이다.

그 연변화는 1월과 10월에 기상현상이 각각 53.7회, 56.0회로 높게 나타나는 특징을 보였다(Fig. 19).

Table 12. The analysis of delay by general origins of Gimpo International Airport.

구분	운항 횟수	기상	A/C 접속	A/C 정비	여객 처리	복합 원인	기타	합계	지연 율	기상 지연	기상/ 전체
Jan	8704.7	53.7	288.3	9.7	1.3	0.0	64.7	417.7	4.80	0.62	12.85
Feb	8183.7	32.7	171.0	7.7	2.7	0.0	56.0	270.0	3.30	0.40	12.10
Mar	9095.7	13.0	134.0	9.3	1.0	0.0	26.0	183.3	2.02	0.14	7.09
Apr	8972.0	12.7	165.3	11.3	2.0	0.0	12.7	204.0	2.27	0.14	6.21
May	9328.7	23.7	268.3	14.3	2.3	0.0	16.7	325.3	3.49	0.25	7.27
Jun	8836.3	14.0	152.3	13.3	2.0	0.0	13.7	195.3	2.21	0.16	7.17
Jul	9232.3	19.7	249.7	12.3	3.0	0.0	15.0	299.7	3.25	0.21	6.56
Aug	9532.0	5.3	192.0	17.3	2.3	0.0	9.0	226.0	2.37	0.06	2.36
Sep	9229.3	18.7	177.7	16.3	3.3	0.0	9.0	225.0	2.44	0.20	8.30
Oct	9583.0	56.0	243.7	12.3	4.3	0.0	9.3	325.7	3.40	0.58	17.20
Nov	9317.7	23.0	174.0	13.7	6.0	0.0	10.0	226.7	2.43	0.25	10.15
Dec	9663.3	8.3	241.0	12.7	2.3	0.0	64.7	329.0	3.40	0.09	2.53
평균	9139.9	23.4	204.8	12.5	2.7	0.0	25.6	269.0	3.0	0.26	8.32

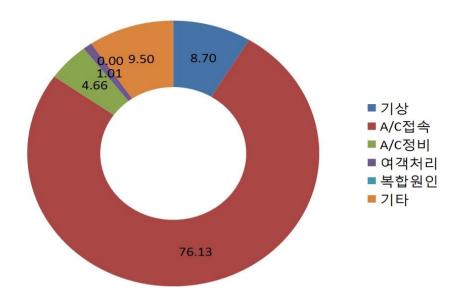


Fig. 18. The analysis of delay by general origins of Gimpo International Airport.

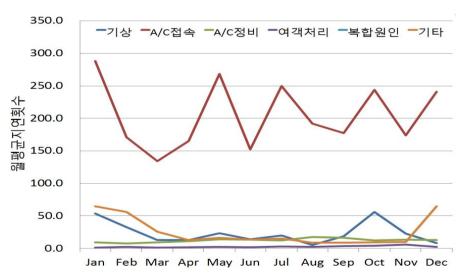


Fig. 19. The annual variation of delay by general origins of Gimpo International Airport.

나. 김포국제공항 결항의 일반원인 분석

김포국제공항의 결항은 평균결항률은 2.0%이고, 기상현상에 의한 결항률은 0.7% 이다(Table 13). 기상현상에 의한 결항을 전체결항에 대한 백분율로 계산하면 34.96%로 매우 높은 비중을 차지하고 있다.(Fig. 20).

특히 $1\sim2$ 월에 높은 빈도를 차지하고 있음은 강설에 의한 것임을 시사한다(Fig. 21).

Table 13. The analysis of cancel by general origins of Gimpo International Airport.

구분	운항 횟수	기상	A/C 접속	A/C 정비	여객 처리	복합 원인	기타	합계	결항 률	기상 결항	기상/ 전체
Jan	8704.7	151.0	153.0	7.0	0.0	0.0	40.3	351.3	4.04	1.73	42.98
Feb	8183.7	87.7	80.3	4.3	0.0	0.0	29.3	201.7	2.46	1.07	43.47
Mar	9095.7	41.7	54.3	10.0	0.0	0.0	35.0	141.0	1.55	0.46	29.55
Apr	8972.0	64.7	121.7	7.3	0.0	0.0	30.0	223.7	2.56	0.74	28.91
May	9328.7	45.3	63.3	5.7	0.0	0.0	22.3	136.7	1.47	0.49	33.17
Jun	8836.3	44.3	66.0	6.0	0.0	0.0	29.3	145.7	1.65	0.50	30.43
Jul	9232.3	79.7	110.0	7.3	0.0	0.0	40.7	237.7	2.57	0.86	33.52
Aug	9532.0	36.3	49.0	6.0	0.0	0.0	15.0	106.3	1.12	0.38	34.17
Sep	9229.3	53.0	57.0	9.0	0.0	0.0	26.7	145.7	1.61	0.59	36.38
Oct	9583.0	44.0	48.0	5.7	0.0	0.0	28.0	125.7	1.31	0.46	35.01
Nov	9317.7	42.3	47.7	5.3	0.0	0.0	25.0	120.3	1.29	0.45	35.18
Dec	9663.3	47.7	59.0	5.7	0.0	0.0	62.0	174.3	1.80	0.49	27.34
평균	9139.9	61.5	75.8	6.6	0.0	0.0	32.0	175.8	2.0	0.7	34.2

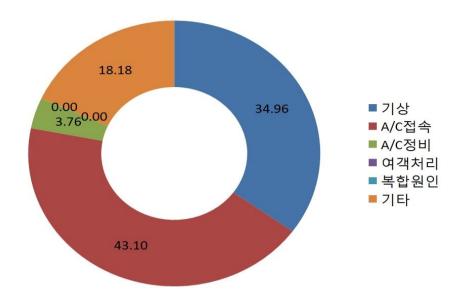


Fig. 20. The analysis of cancel by general origins of Gimpo International Airport.

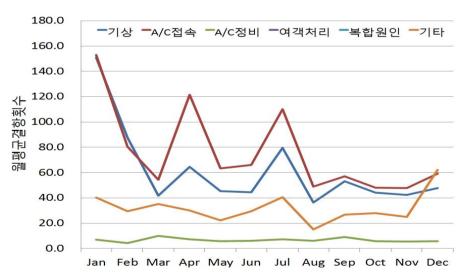


Fig. 21. The annual variation of cancel by general origins of Gimpo International Airport.

다. 김포국제공항 지연의 기상원인 분석

김포국제공항의 지연은 월평균 19.1회이며, 원인별로는 안개가 월평균 13회로 67.9%를 차지하고, 강설이 5.1회로 27.07%로 나타났고, 강우 및 강풍에 의한 지연이 발생하였다.

그 연변화에서, 1~3월의 기상현상별 지연율이 높은 것은 안개와 강설 때문이며, 7~9월이 약간 높은 분포를 보인 것은 강우, 태풍, 강풍 등에 의한 것으로 나타났다(Fig. 23).

Table 14. The analysis of delay by meteorological phenomena origins of Gimpo International Airport.

구분	안개	강설	강우	태풍	강풍	상층풍	운고	합계
Jan	14.9	34.9	0	0	0.1	0	0	49.9
Feb	25.9	24.4	0	0	0.4	0.1	0	50.8
Mar	18.9	2.4	0	0	1.3	0	0	22.6
Apr	5.2	0	0	0	0.8	0	0	6
May	2.4	0	0	0	0	0	0	2.4
Jun	0.3	0	0.4	0	0	0	0	0.7
Jul	0.8	0	1.5	0	1.4	0	0	3.7
Aug	2.7	0	0.9	0	0.5	0	0.1	4.2
Sep	2.7	0	1.8	0.2	0.6	0	0	5.3
Oct	40	0	0.7	0.2	0	0	0.3	41.2
Nov	36.6	0	0	0	0.2	0	0	36.8
Dec	5.1	0	0	0	0	0	0	5.1
평균	13.0	5.1	0.4	0.0	0.4	0.0	0.0	19.1

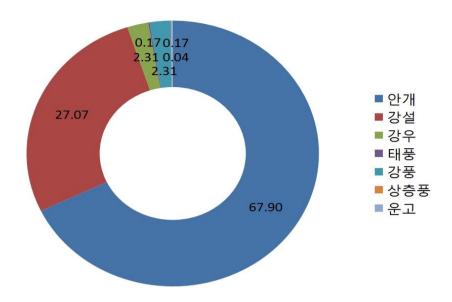


Fig. 22. The analysis of delay by meteorological phenomena origins of Gimpo International Airport.



Fig. 23. The annual variation of delay by meteorological phenomena origins of Gimpo International Airport.

라. 김포국제공항 결항의 기상원인 분석

김포국제공항에서 기상현상에 의한 결항은 월평균 26.5회이며, 그중 안개가 13.4 회로 51.7%를 차지하고, 강설이 11.2회로 42.35%를 차지하여, 일반적 결항의 원인 분류에서 1-2월에 기상현상에 의한 결항의 빈도가 높았던 현상을 설명하여 준다. 특히, 안개의 경우 1-2월과 10-11월에 30여회의 결항을 유발하는 중요한 요인이 되었다.

연변화에서는 일반적 분류에서와 마찬가지로, 안개는 1-3월과 10-11월에, 뚜렷하게 증가하였고, 강우, 태풍, 강풍 등은 하계에 약간의 증가가 있었으나 월 0.5회 정도로 큰 연항을 주지는 않았다(Fig. 25).

Table 15. The analysis of cancel by meteorological phenomena origins of Gimpo International Airport.

구분	안개	강설	강우	태풍	강풍	상층풍	운고	합계
Jan	32.4	77.1	0	0	0.2	0	0	109.7
Feb	25.6	55	0	0	3.4	0	0.3	84.3
Mar	18	0.4	0.1	0	0.5	0	0	19
Apr	3.7	0	0	0	0.6	0	0	4.3
May	3.4	0	0	0	0	0	0.2	3.6
Jun	1.3	0	0	0	0.2	0	0.1	1.6
Jul	1.6	0	0.9	0.1	2.3	0	0.7	5.6
Aug	1	0	0.1	0.4	0.2	0	0.9	2.6
Sep	2.7	0	0.3	5.5	0.6	0	0.2	9.3
Oct	33.3	0	0	0.1	0.5	0	0	33.9
Nov	30.2	0	0	0	0.1	0	0	30.3
Dec	11	2	0	0	0.4	0	0	13.4
평균	13.4	11.2	0.1	0.5	0.8	0.0	0.2	26.5

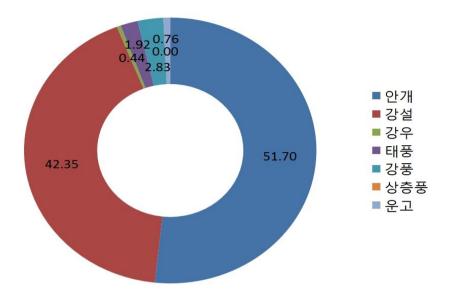


Fig. 24. The analysis of cancel by meteorological phenomena origins of Gimpo International Airport.

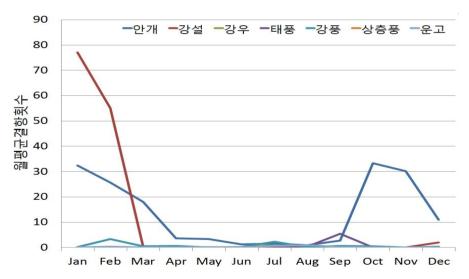


Fig. 25. The annual variation of cancel by meteorological phenomena origins of Gimpo International Airport.

3. 김해국제공항

가. 김해국제공항 지연의 일반원인 분석

김해국제공항의 월평균 지연빈도는 101.2회로 2.03%이고, 기상현상에 의한 지연은 11.2회로 0.23%이다(Table 16). 김해국제공항의 전체 지연에 대한 기상현상이원인이 되는 지연비율은 11.06%정도로 우리나라 전체공항의 평균에 비해 낮은 편이다.

연변화는, 1-2월과 7월에 기상현상에 의한 지연이 비교적 높은 약 20회 정도로나타났고, 그 변화 폭은 크지 않았다(Fig. 27).

Table 16. The analysis of delay by general origins of Gimhae International Airport.

구분	운항 횟수	기상	A/C 접속	A/C 정비	여객 처리	복합 원인	기타	합계	지연 율	기상 지연	기상/ 전체
Jan	4927.0	16.3	105.0	3.3	0.7	0.2	16.7	142.2	2.89	0.33	11.48
Feb	4535.3	22.3	68.0	3.3	0.7	0.2	6.0	100.6	2.22	0.49	22.21
Mar	4957.3	9.3	53.0	3.0	1.0	0.3	6.7	73.3	1.48	0.19	12.73
Apr	4946.7	5.7	63.3	4.0	0.0	0.0	6.7	79.7	1.61	0.11	7.11
May	5121.7	11.3	109.7	5.0	1.7	0.6	13.0	141.2	2.76	0.22	8.03
Jun	4908.3	8.7	65.0	6.0	0.3	0.1	12.7	92.8	1.89	0.18	9.34
Jul	5137.3	21.0	120.0	6.7	0.7	0.2	10.3	158.9	3.09	0.41	13.22
Aug	5219.7	6.3	73.7	5.3	0.7	0.2	6.3	92.6	1.77	0.12	6.84
Sep	4903.3	6.0	53.0	5.7	0.3	0.1	3.7	68.8	1.40	0.12	8.72
Oct	5166.0	7.7	66.0	4.0	1.7	0.6	5.3	85.2	1.65	0.15	9.00
Nov	4965.3	11.7	61.3	6.7	2.7	0.9	4.0	87.2	1.76	0.23	13.38
Dec	5102.3	8.0	66.0	6.0	0.3	0.1	11.3	91.8	1.80	0.16	8.72
평균	4990.9	11.2	75.3	4.9	0.9	0.3	8.6	101.2	2.03	0.23	10.90

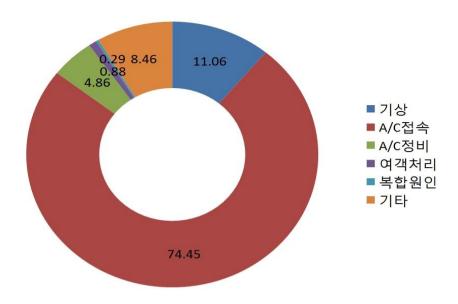


Fig. 26. The analysis of delay by general origins of Gimhae International Airport.

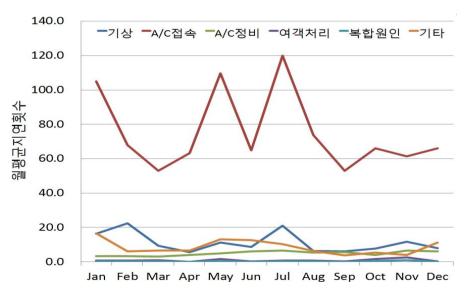


Fig. 27. The annual variation of delay by general origins of Gimhae International Airport.

나. 김해국제공항 결항의 일반원인 분석

김해국제공항의 결항은 월평균 56.6회로 평균결항률은 1.14%이고, 기상원인에 의한 결항은 월평균 20.3회로 결항률은 0.41%이다. 기상현상에 의한 결항의 비율은 전체결항의 35.82%로 매우 높은 비율을 차지하였다. 김해국제공항의 기상현상에 의한 결항은 기상현상에 의한 지연(월평균 11.2회)의 2배 정도로 나타나 지연보다 결항에 더 큰 영향을 준다는 것을 알 수 있다.

특히 기상현상이 원인이 되는 결항이 2월과 6-9월에 높은 빈도를 차지하고 있음은 지리적 위치와 관련한 기상현상 때문으로 판단된다(Fig. 29).

Table 17. The analysis of cancel by general origins of Gimhae International Airport.

구분	운항 횟수	기상	A/C 접속	A/C 정비	여객 처리	복합 원인	기타	합계	결항 률	기상 결항	기상/ 전체
Jan	4927.0	11.0	13.7	2.7	0.0	0.0	7.0	34.3	0.69	0.22	32.04
Feb	4535.3	47.3	31.3	1.0	0.0	0.0	9.3	89.0	1.96	1.04	53.18
Mar	4957.3	15.3	21.0	2.3	0.0	0.0	11.0	49.7	1.00	0.31	30.87
Apr	4946.7	22.7	26.0	4.0	0.0	0.0	10.7	63.3	1.28	0.46	35.79
May	5121.7	11.0	15.3	3.0	0.0	0.0	8.0	37.3	0.73	0.21	29.46
Jun	4908.3	26.0	31.0	2.7	0.0	0.3	10.3	70.3	1.43	0.53	36.97
Jul	5137.3	40.0	52.7	3.0	0.0	0.0	18.7	114.3	2.23	0.78	34.99
Aug	5219.7	28.0	28.3	2.0	0.0	0.0	4.7	63.0	1.21	0.54	44.44
Sep	4903.3	24.3	25.3	5.0	0.0	0.0	7.3	62.0	1.26	0.50	39.25
Oct	5166.0	8.0	16.7	2.0	0.0	0.0	8.3	35.0	0.68	0.15	22.86
Nov	4965.3	3.7	13.0	3.3	0.0	0.0	6.3	26.3	0.53	0.07	13.92
Dec	5102.3	6.0	13.3	1.3	0.0	0.0	14.0	34.7	0.68	0.12	17.31
평균	4990.9	20.3	24.0	2.7	0.0	0.0	9.6	56.6	1.14	0.41	32.59

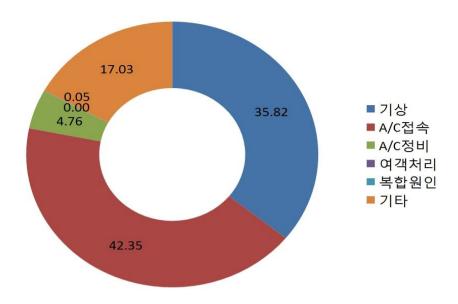


Fig. 28. The analysis of cancel by general origins of Gimhae International Airport.

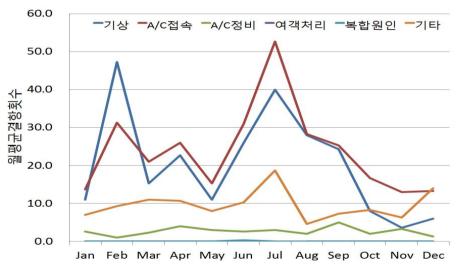


Fig. 29. The annual variation of cancel by general origins of Gimhae International Airport.

다. 김해국제공항 지연의 기상원인 분석

김해국제공항 월평균지연은 5.74회로 매우 적으며, 기상현상별로는, 안개에 의한 지연은 월평균 3.2회로 56.02%, 운고는 1.1회로 18.58%, 강풍은 0.7회로 11.47% 순으로 나타났다(Table 18).

빈도는 낮으나 강풍이 상대적으로 높게 나타난 것은 해풍이 산맥의 영향으로 돌 풍을 일으키기 때문으로 판단되며, 이는 김해국제공항에서 빈발하는 항공사고와도 관련이 있다고 판단된다.

참고로, 김해국제공항에서는 2011년 4월 22일 항공기 결항이 속출했는데, 제주항 공의 경우 '착륙 후 비행기 옆쪽에서 강한 바람이 불어 기장이 기수를 바람 부는 쪽으로 틀었으나 바람을 이기지 못하고 활주로 밖으로 벗어났다'는 보도가 있었 다(23:16LST, YTN).

Table 18. The analysis of delay by meteorological phenomena origins of Gimhae International Airport.

구분	안개	강설	강우	태풍	강풍	상층풍	운고	합계
Jan	0.2	2.7	0	0	0.3	0.1	0	3.3
Feb	1.6	0.3	0	0	1.7	0	0.2	3.8
Mar	2.4	1.1	0	0	0.9	0	0	4.4
Apr	7.8	0	0.1	0	2.5	0	0.5	10.9
May	3.8	0	0.1	0	0.3	0	1.4	5.6
Jun	3.6	0	0.1	0	0.3	0	1	5
Jul	5.4	0	1.4	0.5	0.4	0	4.9	12.6
Aug	2.6	0	0.5	1.5	0.7	0	4.8	10.1
Sep	1.2	0	0	0.7	0.4	0	0	2.3
Oct	7	0	0	0.1	0	0.1	0	7.2
Nov	2.9	0	0	0.1	0.3	0	0	3.3
Dec	0.1	0.2	0	0	0.1	0	0	0.4
평균	3.2	0.4	0.2	0.2	0.7	0.0	1.1	5.7

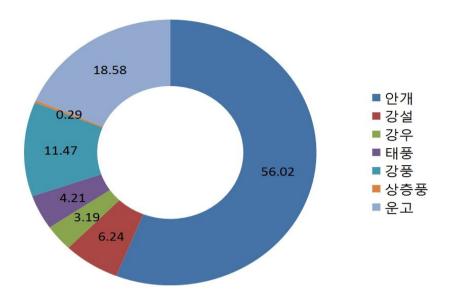


Fig. 30. The analysis of delay by meteorological phenomena origins of Gimhae International Airport.

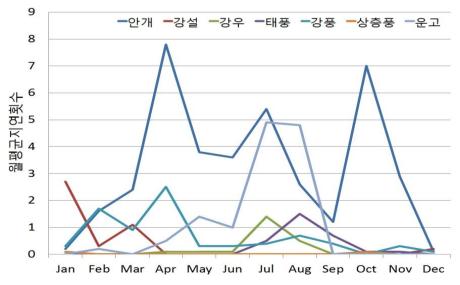


Fig. 31. The annual variation of delay by meteorological phenomena origins of Gimhae International Airport.

라. 김해국제공항 결항의 기상원인 분석

김해국제공항에서 기상원인에 의한 결항은 월평균 35.7회이며, 그중 안개가 15.8 회로 44.16%를 차지하고, 운고가 8.2회로 23.08%, 태풍이 7.63회로 21.38%를 차지하였다.

김해국제공항의 경우, 4-7월에 안개가 많은 현상, 운고와 태풍이 결항의 중요한 원인이 되는 것은 타 공항에 비해 특이한 현상으로, 이는 김해공항이 남해로 열려 있어 태풍의 영향을 많이 받고, 해풍의 유입과 주변 산맥과의 작용으로 안개와 구 름의 발생이 용이하기 때문이다(Fig. 33).

Table 19. The analysis of cancel by meteorological phenomena origins of Gimhae International Airport.

구분	안개	강설	강우	태풍	강풍	상층풍	운고	합계
Jan	0.9	15.6	0	0	1.1	0	0	17.6
Feb	4	0.4	0	0	3.8	0	0.9	9.1
Mar	9.1	3.5	0	0	1.3	0	0.1	14
Apr	66.8	0	0.7	0	8.2	0	3.1	78.8
May	25.7	0	0	0	0.8	0	13.5	40
Jun	31.1	0	1.6	3.4	1.5	0	12.7	50.3
Jul	31.6	0	2.1	39.4	5	0	37	115
Aug	8.1	0	0.2	25.5	0.6	0	26.3	60.7
Sep	2.4	0	0	23.1	0.2	0	5	30.7
Oct	5.4	0	0	0.1	0	0	0.2	5.7
Nov	1.7	0	0.2	0	1.7	0	0	3.6
Dec	2.2	0.2	0	0	0	0	0	2.4
합계	189	19.7	4.8	91.5	24.2	0	98.8	428
평균	15.8	1.64	0.4	7.63	2.02	0	8.23	35.7

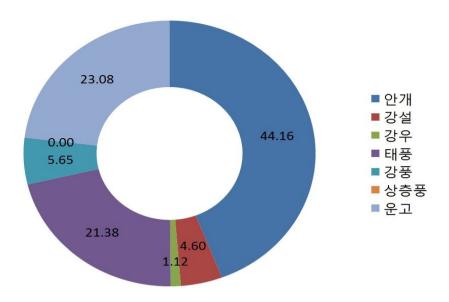


Fig. 32. The analysis of cancel by meteorological phenomena origins of Gimhae International Airport.

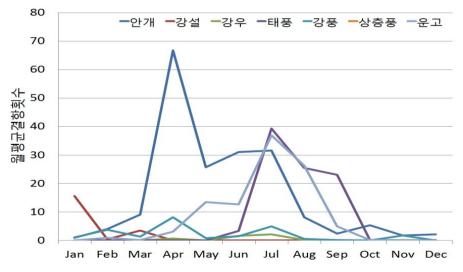


Fig. 33. The annual variation of cancel by meteorological phenomena origins of Gimhae International Airport.

4. 인천국제공항

가. 인천국제공항 지연의 일반원인 분석

인천국제공항은 여객규모 세계 8위, 수송량 기준 2위의 국제적 공항이다. 인천국제공항의 월평균 지연횟수는 440.6회이고, 지연율은 3.09%이다. 기상원인에 의한 월평균지연횟수는 15.5회이며, 그 비율은 0.11%정도로 전체지연에 대한 비율은 0.18%정도로 매우 미소하다(Table 20, Fig. 34).

그 연변화에서도 기상원인은 연중 비슷하게 낮은 분포를 보이나, 월평균 14,000회나 운항하는 중요한 공항이기 때문에 적은 횟수임에도 중요하게 취급되어야 할 것이다(Fig. 35).

Table 20. The analysis of delay by general origins of Incheon International Airport.

구분	운항 횟수	기상	A/C 접속	A/C 정비	여객 처리	복합 원인	기타	합계	지연 율	기상 지연	기상/ 전체
Jan	14419.3	37.7	479.7	37.3	15.3	1.0	343.3	914.3	6.34	0.26	4.12
Feb	13117.0	16.0	261.3	26.0	7.0	0.3	167.3	478.0	3.64	0.12	3.35
Mar	14163.7	4.3	162.0	28.3	4.3	1.0	117.0	317.0	2.24	0.03	1.37
Apr	13896.0	13.0	160.7	24.0	10.7	0.0	65.7	274.0	1.97	0.09	4.74
May	14523.3	7.0	165.7	25.7	14.7	0.3	70.0	283.3	1.95	0.05	2.47
Jun	14012.0	3.3	220.0	36.0	11.0	1.0	120.3	391.7	2.80	0.02	0.85
Jul	14892.3	10.0	250.0	33.0	14.7	0.3	167.0	475.0	3.19	0.07	2.11
Aug	15158.0	3.7	234.7	33.7	14.7	1.0	153.3	441.0	2.91	0.02	0.83
Sep	14066.0	15.3	167.3	32.7	9.7	0.0	104.3	329.3	2.34	0.11	0.00
Oct	14458.7	3.3	155.0	34.3	6.0	0.3	108.3	307.3	2.13	0.02	1.08
Nov	14018.0	15.7	185.0	28.7	5.7	0.0	113.0	348.0	2.48	0.11	4.50
Dec	14448.7	57.0	373.7	37.3	11.7	1.7	247.3	728.7	5.04	0.39	7.82
평균	14264.4	15.5	234.5	31.4	10.5	0.6	148.1	440.6	3.09	0.11	2.77

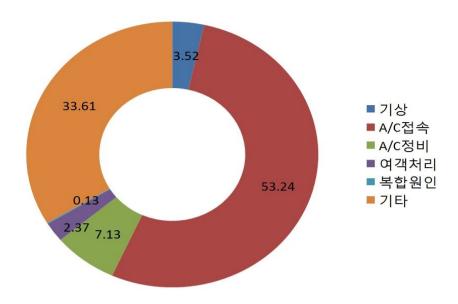


Fig. 34. The analysis of delay by general origins of Incheon International Airport.

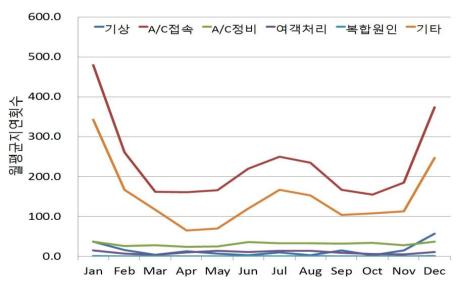


Fig. 35. The annual variation of delay by general origins of Incheon International Airport.

나. 인천국제공항 결항의 일반원인 분석

인천국제공항의 월평균 결항빈도는 43.6회로 결항률은 0.3%이고, 기상현상이 원인이 되는 월평균 결항횟수와 비율은 2.7회로 거의 0에 가깝다(Table 21, Fig. 36).

인천국제공항에서 나타난 전체 결항 중 기상현상에 의한 결항의 비율은 6.18%로 나타나 우리나라 전제 공항중 가장 기상의 영향을 적게 받는 좋은 환경의 공항이다(Fig. 50). 기상원인의 연변화는 1월과 9월에 2회의 피크가 있으나 뚜렷한 차이는 없다. 단 9월의 12.7회는 안개에 의한 경우로 해석되며(이충태, 2006; 정병옥, 2007), 12월과 1월의 5회와 8회는 강설에 의한 것으로 판단된다(Fig. 37).

Table 21. The analysis of cancel by general origins of Incheon International Airport.

그ㅂ	운항	기상	A/C	A/C	여객	복합	기타	합계	결항	기상	기상/
구분 	횟수	/l'ö	접속	정비	처리	원인	714	업계	륟	결항	전체
Jan	14419.3	8.0	34.7	4.7	0.0	0.3	22.0	69.7	0.48	0.06	11.48
Feb	13117.0	0.7	18.3	2.3	0.0	0.0	21.7	43.0	0.33	0.01	1.55
Mar	14163.7	0.3	14.7	4.0	0.0	0.0	9.7	28.7	0.20	0.00	1.16
Apr	13896.0	1.7	29.7	3.0	0.0	0.0	25.0	59.3	0.43	0.01	2.81
May	14523.3	0.7	10.0	1.7	0.0	0.3	8.7	21.3	0.15	0.00	3.13
Jun	14012.0	0.7	15.3	3.7	0.3	0.0	7.7	27.7	0.20	0.00	2.41
Jul	14892.3	1.0	18.7	2.3	0.3	0.3	13.3	36.0	0.24	0.01	2.78
Aug	15158.0	0.0	9.7	2.3	0.3	0.0	12.0	24.3	0.16	0.00	0.00
Sep	14066.0	12.7	11.3	3.3	0.0	0.0	10.7	38.0	0.27	0.09	0.00
Oct	14458.7	1.7	9.3	2.7	0.0	0.0	9.7	23.3	0.16	0.01	7.14
Nov	14018.0	0.0	22.0	3.7	0.0	0.0	27.3	53.0	0.38	0.00	0.00
Dec	14448.7	5.0	44.0	2.0	0.0	0.0	47.7	98.7	0.68	0.03	5.07
평균	14264.4	2.7	19.8	3.0	0.1	0.1	18.0	43.6	0.3	0.0	3.1

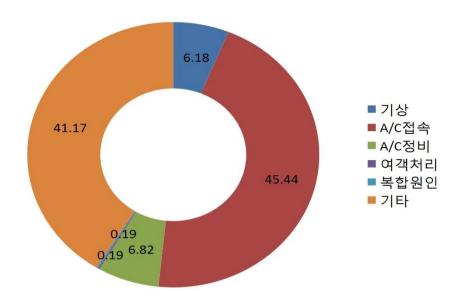


Fig. 36. The analysis of cancel by general origins of Incheon International Airport.

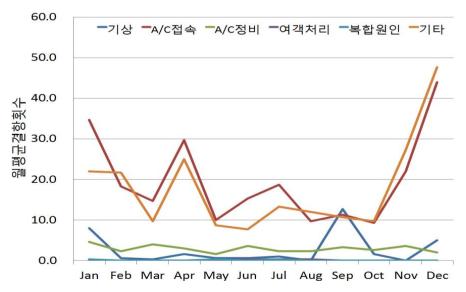


Fig. 37. The annual variation of cancel by general origins of Incheon International Airport.

다. 인천국제공항 지연의 기상원인 분석

인천국제공항 월평균지연은 22.9회로 운항횟수에 비하여 매우 적으며, 인천국제공항 전체지연에 대한 기상현상별 월평균 지연횟수와 그 비율은, 안개가 15.9회 68.45%로 현저하게 많고, 타 요인은 $0.2\sim1.5$ 회 $0.91\sim6.87\%$ 로 극히 낮아, 좋은 기상환경임을 알 수 있다.

월평균 14,000회의 운항횟수에 비교하면 월 22.9회는 매우 미소한 지연으로 평가된다. 가장 중요한 원인이 되는 안개에 의한 지연은 11월부터 3월 사이에 많고, 1월에 피크를 보인다(Fig. 39). 이는 찬 대륙기단이 진출과 서해로부터의 수증기 공급이 만들어 내는 이류 및 증기무이다(이충태, 2006).

Table 22. The analysis of delay by meteorological phenomena origins of Incheon International Airport.

구분	안개	강설	강우	태풍	강풍	상층풍	운고	합계
Jan	47	12	0.1	0.11	0.33	1.3	0	60.8
Feb	45.7	1.1	0.1	0	0.56	1.4	0	48.9
Mar	11.1	1.2	0.2	0.1	0.8	0.9	0.4	14.7
Apr	3.1	0.1	0.3	0.1	4.8	0.9	0	9.3
May	7.1	0	0.6	0	0.5	1.1	0	9.3
Jun	5	0	5.7	1.8	1	0.5	0.3	14.3
Jul	11.2	0	3.9	5	1.6	0.4	1	23.1
Aug	5.5	0	1.9	3.1	0.4	0.8	0.1	11.8
Sep	3.1	0	1.1	7.3	0.2	0.9	0.2	12.8
Oct	11	0.1	0.3	0.6	1.9	4.9	0.1	18.9
Nov	12.4	0.9	0.3	0.1	0.4	2.2	0.3	16.6
Dec	28.5	3.1	0.2	0	0.4	1.8	0	34
평균	15.9	1.5	1.2	1.5	1.1	1.4	0.2	22.9

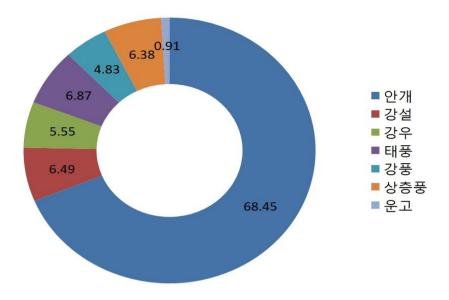


Fig. 38. The analysis of delay by meteorological phenomena origins of Incheon International Airport.

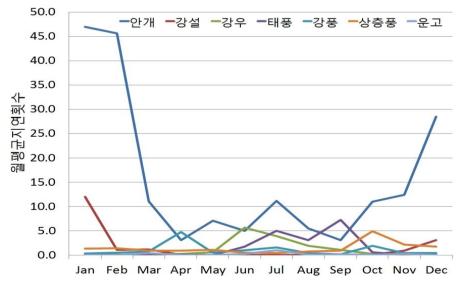


Fig. 39. The annual variation of delay by meteorological phenomena origins of Incheon International Airport.

라. 인천국제공항 결항의 기상원인 분석

인천국제공항에서 기상현상에 의한 결항은 월평균 4.7회이며, 그중 안개가 1.9회로 40.62%를 차지하고, 태풍이 1.7회로 38.07%를 차지하였고, 강설 0.4회(8.01%), 강우 0.3회(5.65%), 강풍 0.2회(4.37%) 순으로 나타났다.

기상현상 중 안개에 의한 결항은 $12\sim3$ 월 사이에 월평균 $2.1\sim7.1$ 회 나타났으며, 그박의 기간에는 1.7회 미만의 분포를 보였다. 태풍은 7월부터 9월 사이에 상대적으로 많은 결항을 초래하였으나 그 빈도는 월평균 $4\sim7$ 회에 불과하였다. 강설에 의한 결항은 11월부터 4월 사이에 월평균 $0.2\sim2.1$ 회로 나타났고, 1월에 가장 많이 나타났다.

따라서 기상현상이 원인이 된 결항의 분석결과 인천국제공항의 항공기상환경은 매우 우수하다고 판단된다.

Table 23. The analysis of cancel by meteorological phenomena origins of Incheon International Airport.

구분	안개	강설	강우	태풍	강풍	상층풍	운고	합계
Jan	7.1	2.1	0	0	0.4	0	0	9.6
Feb	2.1	0.4	0	0	0	0	0	2.5
Mar	2.4	0.5	0	0	0.5	0	0.2	3.6
Apr	1.7	0.2	0.3	0.1	0.4	0	0	2.7
May	1.5	0	0.4	0	0	0	0.1	2
Jun	0.7	0	0.5	0.5	0	0	0.2	1.9
Jul	1.3	0	0.6	5.7	0.6	0	0.5	8.7
Aug	0.8	0	0.4	4.7	0	0	0.2	6.1
Sep	0.1	0	0.1	7.5	0.1	0	0	7.8
Oct	0.5	0	0.4	1.3	0.1	0.1	0	2.4
Nov	0.6	0.2	0.2	0	0	0.4	0	1.4
Dec	4.4	1.2	0.2	1.1	0.3	0.1	0	7.3
평균	1.9	0.4	0.3	1.7	0.2	0.1	0.1	4.7

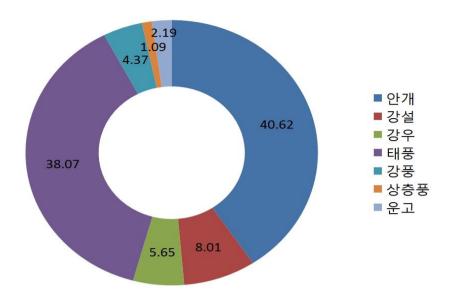


Fig. 40. The analysis of cancel by meteorological phenomena origins of Incheon International Airport.

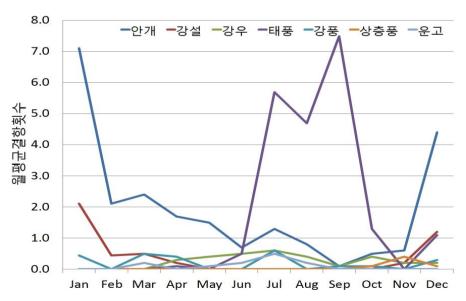


Fig. 41. The annual variation of cancel by meteorological phenomena origins of Incheon International Airport.

5. 제주국제공항

가. 제주국제공항 지연의 일반원인 분석

제주국제공항은 국제적으로도 여객 규모로 94위와 화물 112위의 국제공항이다. 제주국제공항의 월평균 지연횟수는 311.6회이고, 지연율은 4.03%로 국내에서 가장 열악한 공항이다(Table 24, Fig. 42). 기상현상에 의한 월평균 지연횟수는 25.7회이며, 그 비율은 0.34%정도로 제주국제공항 전체지연에 대한 기상현상에 의한 지연율은 8.26%이다. 기상현상이 원인이 된 지연은 연중 월평균 6~46회 정도로 비교적 진동이 적은편이나 12월과 1월, 5월, 7월 10월은 각각 32.7회, 31.3회 및 37.3회로 상대적으로 빈도가 높고, 전체 지연의 횟수가 월평균 311.6회이고, 기상에 의한 횟수가 월평균 25.7회인 점은 제주국제공항의 환경에 중요한 의미를 갖는다.

Table 24. The analysis of delay by general origins of Jeju International Airport.

구분	운항	기상	A/C	A/C	여객	복합	기타	합계	지연	기상	기상/
1 4	횟수	/10	접속 정비 처리 원인	ㅂ /기	율	지연	전체				
Jan	7170.3	41.3	296.7	7.0	2.0	0.0	31.0	378.0	5.27	0.58	10.93
Feb	6762.3	24.3	196.0	6.3	0.0	0.0	17.7	244.3	3.61	0.36	9.96
Mar	7512.3	18.3	136.0	6.3	0.7	0.0	14.3	175.7	2.34	0.24	10.44
Apr	7547.0	16.0	210.7	7.3	1.7	0.0	19.3	255.0	3.38	0.21	6.27
May	7904.3	32.7	362.3	10.7	1.3	0.0	31.0	438.0	5.54	0.41	7.46
Jun	7369.3	19.7	203.3	13.0	1.7	0.0	15.0	252.7	3.43	0.27	7.78
Jul	7889.0	31.3	289.0	12.0	1.3	0.0	20.0	353.7	4.48	0.40	8.86
Aug	8252.7	6.0	278.3	12.7	2.0	0.3	18.7	318.0	3.85	0.07	1.89
Sep	7675.3	8.7	182.0	10.7	2.0	0.0	12.7	216.0	2.81	0.11	0.00
Oct	8332.3	46.3	331.3	9.0	0.7	0.0	9.7	397.0	4.76	0.56	11.67
Nov	8039.3	27.0	244.3	9.7	3.3	0.0	11.3	295.7	3.68	0.34	9.13
Dec	8012.0	37.3	327.7	12.3	0.3	0.0	37.7	415.3	5.18	0.47	8.99
평균	7705.5	25.7	254.8	9.8	1.4	0.0	19.9	311.6	4.03	0.34	7.78

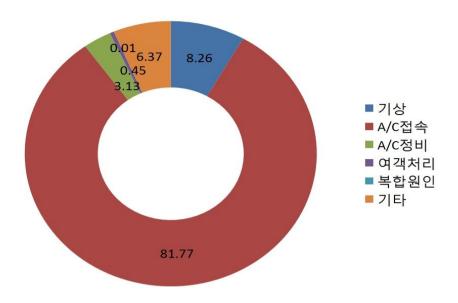


Fig. 42. The analysis of delay by general origins of Jeju International Airport.

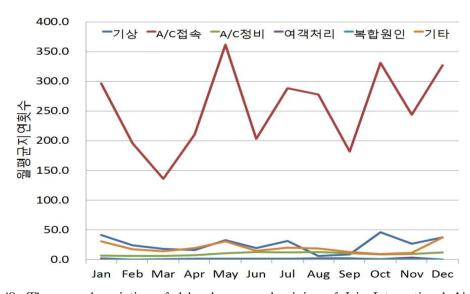


Fig. 43. The annual variation of delay by general origins of Jeju International Airport.

나. 제주국제공항 결항의 일반원인 분석

제주국제공항의 월평균 결항빈도는 97.9회로, 결항률은 1.29%이고, 기상현상에 의한 월평균 결항빈도는 38.5회와 0.51%이며, 제주국제공항의 전체 결항에 대한 기상현상에 의한 결항의 비율은 39.37%이다(Table 25, Fig. 44). 이는 운항횟수가 2배 이상인 인천(98.7회)과 비슷한 빈도이며, 제주국제공항 전체결항 중 기상원인의 결항비율은 인천의 6배(인천 6.18%)를 초과한다.

기상현상이 원인이 된 결항의 월별 빈도는 10월에 5.3회로 가장 낮고, 1월에 116회로 가장 높았다(Fig. 45). 연중 10월을 제외한 모든 원인의 달에 10회 이상의 기상현상에 의한 결항이 있음은 매우 유의하며, 1월에 현저하게 높은 116회를 기록하고 있음은 매우 특이한 현상으로 이는 제주의 지리적, 지형적 특성에 기인한 현상으로 판단된다(Fig. 45).

Table 25. The analysis of cancel by general origins of Jeju International Airport.

구분	운항 횟수	기 상	A/C 접속	A/C 정비	여객 처리	복합 원인	기타	합계	결항 률	기상 결항	기상/ 전체
Jan	7170.3	116. 0	75.0	4.7	0.0	0.0	16.7	212.3	2.96	1.62	54.63
Feb	6762.3	55.7	39.0	3.3	0.0	0.3	18.3	116.7	1.73	0.82	47.71
Mar	7512.3	16.7	23.7	7.3	0.0	0.0	13.0	60.7	0.81	0.22	27.47
Apr	7547.0	56.7	53.0	3.7	0.0	0.0	6.3	119.7	1.59	0.75	47.35
May	7904.3	37.3	44.7	4.7	0.0	0.0	14.0	100.7	1.27	0.47	37.09
Jun	7369.3	30.0	39.3	5.3	0.0	0.0	12.7	87.3	1.19	0.41	34.35
Jul	7889.0	23.7	41.0	5.3	0.0	0.0	18.7	88.7	1.12	0.30	26.69
Aug	8252.7	18.3	23.7	3.0	0.0	0.0	4.7	49.7	0.60	0.22	36.91
Sep	7675.3	33.3	33.3	7.0	0.0	0.0	17.3	91.0	1.19	0.43	0.00
Oct	8332.3	5.3	19.0	3.0	0.0	0.0	14.3	41.7	0.50	0.06	12.80
Nov	8039.3	21.7	16.7	3.7	0.0	0.0	16.0	58.0	0.72	0.27	37.36
Dec	8012.0	47.7	51.7	5.3	0.0	0.0	43.7	148.3	1.85	0.59	32.13
평균	7705.5	38.5	38.3	4.7	0.0	0.0	16.3	97.9	1.29	0.51	32.87

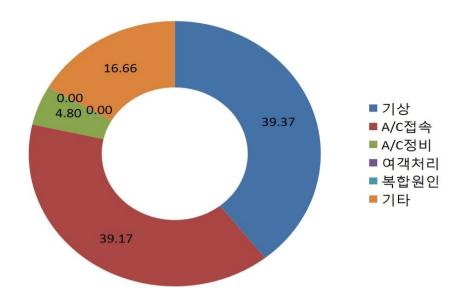


Fig. 44. The analysis of cancel by general origins of Jeju International Airport.

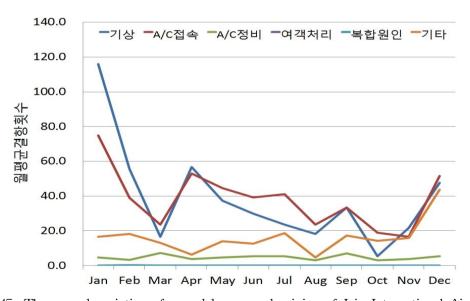


Fig. 45. The annual variation of cancel by general origins of Jeju International Airport.

다. 제주국제공항 지연의 기상원인 분석

제주국제공항에서 기상현상에 의한 결항을 현상별로 분석한 결과(Table 26, Fig. 46), 가장 빈도가 높은 강풍의 월평균 지연빈도 비율은 4.2회 42.58%이고, 안개는 3.6회 36.04%, 강설은 1.1회 10.90%이며, 태풍이 0.5회 4.53%였다. 기타 기상현상은 0.1~0.3회의 분포를 보였다.

제주국제공항의 경우 강풍의 비율이 가장 높게 나타나고, 태풍의 영향도 국내 타공에 비해 상대적으로 높게 나타나는 특징이 있었다. 이는 제주국제공항이 먼 바다의 해안가에 위치하고, 한라산의 영향으로 와도가 발생하여 강풍, 태풍, 강설의 영향을 받기 때문으로 판단된다(류찬수 등, 2008).

기상현상별 지연의 연변화는, 안개는 4-7월, 강풍은 1, 3-5, 12월에 많이 나타났으며, 이는 김해국제공항과 유사한 패턴이다(Fig. 47).

Table 26. The analysis of delay by meteorological phenomena origins of Jeju International Airport.

구분	안개	강설	강우	태풍	강풍	상층운	운고	합계
Jan	0.7	10	0	0	9.7	0.1	0	20.5
Feb	0.4	0.2	0	0	1.7	0	0	2.3
Mar	2.3	0	0	0	6	0.2	0	8.5
Apr	5.3	0	0.1	0	8.2	1.9	0.3	15.8
May	11.6	0.1	0.3	0	11.4	0.5	0.5	24.4
Jun	8.4	0	0.1	0	1.4	0.6	0.3	10.8
Jul	11.1	0	0.7	3.3	0.8	0.3	0.7	16.9
Aug	0.6	0	0.1	0.3	2	0.1	0	3.1
Sep	0.1	0	0.1	1	0.1	0.1	0	1.4
Oct	0.8	0	0	0.8	0.5	0	0	2.1
Nov	0.4	0	0.1	0	0.3	0	0	0.8
Dec	1.3	2.7	0	0	8.7	0	0	12.7
평균	3.6	1.1	0.1	0.5	4.2	0.3	0.2	9.9

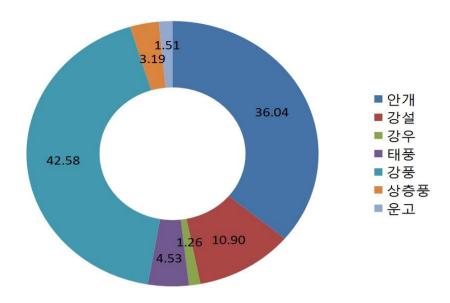


Fig. 46. The analysis of delay by meteorological phenomena origins of Jeju International Airport.

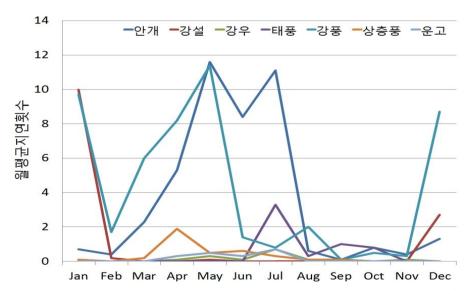


Fig. 47. The annual variation of delay by meteorological phenomena origins of Jeju International Airport.

라. 제주국제공항 결항의 기상원인 분석

제주국제공항에서 기상현상이 원인이 된 결항은 월평균 32.8회이며, 그중 강풍이 14.8회로 42.5%, 태풍이 8회로 24.23%, 안개가 6.2회로 18.84%를 차지하였다(Table 27, Fig. 48). 가장 큰 비중을 차지하는 강풍에 의한 월평균 결항의 빈도는 9월에는 0회로 나타났으나 12월에는 64.4회로 큰 폭의 변화를 하였고, 12월을 피크로 4월까지는 20회 이상의 결항의 원인이 되었다. 안개에 의한 월평균 결항의 빈도는 4-7월에, 강설은 12-1월, 7-9월, 피크를 이루며 나타났다(Fig. 49).

강풍에 의한 월평균 결항의 빈도가 12-4월에 나타나는 것은 대륙고기압의 확장으로 인한 경계에 존재하여 경압성이 커지며, 겨울철 한라산으로부터의 활강풍과그 와도에 영향을 받기 때문이다(류찬수 등, 2008).

Table 27. The analysis of cancel by meteorological phenomena origins of Jeju International Airport.

구분	안개	강설	강우	태풍	강풍	상층운	운고	계
Jan	4.5	18.2	0	0	29.9	0	0	52.6
Feb	1.8	0.5	0	0	36.4	0.1	0	38.8
Mar	0.7	0.4	0	0	17.1	0	0	18.2
Apr	7.6	0	0	0	20.9	10.1	0.4	39
May	20.5	0	0.3	0	5.3	0	0.2	26.3
Jun	23	0	0.1	0	0.7	5.6	0	29.4
Jul	12.7	0	0.5	26.9	1.9	0	0.9	42.9
Aug	0.1	0	0.3	23.5	0.5	0	0	24.4
Sep	0.5	0	0	44.6	0	0	0.1	45.2
Oct	0.4	0	0.2	0.4	0.3	0	0	1.3
Nov	1	0.1	0	0	0.6	0	0	1.7
Dec	1.4	8.1	0.1	0	64.4	0	0	74
평균	6.2	2.3	0.1	8.0	14.8	1.3	0.1	32.8

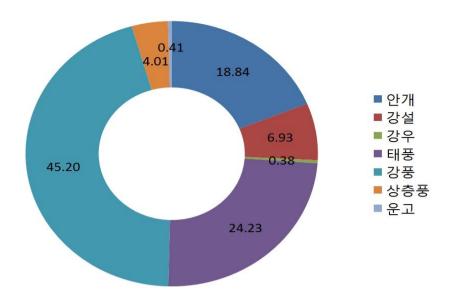


Fig. 48. The analysis of cancel by meteorological phenomena origins of Jeju International Airport.

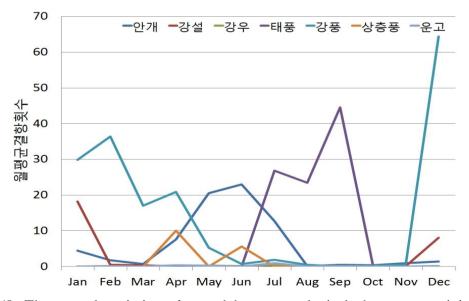


Fig. 49. The annual variation of cancel by meteorological phenomena origins of Jeju International Airport.

6. 소결론

전체 공항의 지연과 결항의 비율과 기상원인의 비율 및 빈도를 분석하여 Table 28과 Fig. 50으로 나타내었고, 전체 공항의 지연 및 결항에 대한 기상현상별 비율은 Table 29로 나타내었다.

Table 28. The rate and frequency of delay and cancel by airports.

	구분	광 주	군 산	김 포	김 해	대 구	무 안	사 천	여 주	울 산	원 주	인 천	제 주	청 주	포 항	평 균
	안개	4.1	0.2	13	3.2	1.2	0.1	1.2	0.1	0.4	0	15.9	3.6	3.2	0.6	3.3
	강설	0.7	0.0	5.1	0.4	0.1	0.1	0	0	0.1	0	1.5	1.1	0.3	0.1	0.7
	강우	0.1	0.0	0.4	0.2	0.1	0	0.1	0	0.2	0	1.2	0.1	0.1	0	0.2
	태풍	0	0.0	0.0	0.2	0	0	0	0	0	0	1.5	0.5	0	0	0.2
지 연	강풍	0	0.0	0.4	0.7	0	0	0	0.1	0.1	0	1.1	4.2	0.1	0	0.5
	상층풍	0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	1.4	0.3	0	0	0.1
	운고	0.1	0.0	0.0	1.1	0.6	0	0	0	0	0	0.2	0.2	0	0.1	0.2
	합계	5	0.2	18.9	5.8	2	0.2	1.3	0.2	0.8	0	22.8	10	3.7	0.8	5.1
	 기상 지연	0.95	0.4	0.26	0.22	0.31	0.77	0.67	0.15	0.28	0.91	0.02	0.33	0.82	0.24	0.45
총	지연율	4.41	5.3	2.94	2.03	3.37	2.74	2.21	2.27	1.83	2.06	0.31	4.04	4.45	1.89	2.85
	안개	4.2	0.6	14	15.6	1.8	1.8	3.0	11.9	3.1	0.7	1.9	6.2	1.3	7.4	5.3
	강설	2.5	0.7	11	1.6	0.5	0.6	0.3	0.7	0.6	0.5	0.4	2.3	0.4	0.3	1.6
	강우	0.4	0.0	0.1	0.4	0.3	2.4	0.9	6.5	4.8	0.1	0.3	0.1	0.1	1.2	1.3
	태풍	0.7	0.0	0.5	7.6	1.1	0.2	0.9	1.1	2.8	0	1.7	8	0.2	0.2	1.8
결 항	강풍	0.2	0.1	0.8	2.0	0.1	4.7	0.1	2.7	1.2	0	0.2	15	0.2	2.0	2.1
	상층풍	1.7	0.0	0.0	0.0	0	0.3	0	0	0	0	0.1	1.3	0	0.6	0.3
		1.9	0.1	0.2	8.2	2.3	0	0.3	0	0	0	0.1	0.1	0	9.3	1.6
	합계	11.5	1.4	25.5	35.7	6.1	10	5.4	22.9	12.6	1.3	4.7	33	2.2	20.9	13.8
	 기상 결항	1.22	3.27	0.68	0.41	0.31	0.62	2.14	0.88	1.05	2.96	0.02	0.5	0.61	2.98	1.26
총	결항률	4.31	4.80	1.93	1.13	0.79	4.76	4.71	2.19	2.80	4.84	0.31	1.27	1.16	6.38	2.96

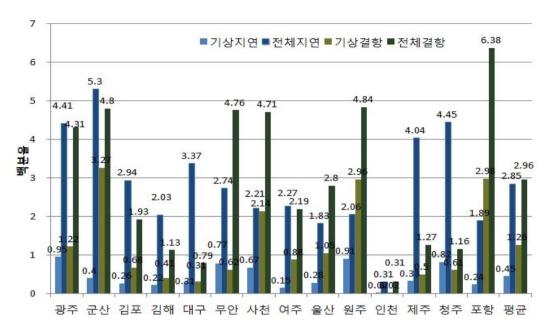


Fig. 50. The rate of delay and cancel by airports (a criterion from 2008 to 2010).

Table 29. The rate of delay and cancel by meteorological phenomena origins of airports.

				지연(%	5)	사		결항(%)								
구분	- 안 개	<i>장</i> 설	マ キ	태 풍	·····································	<u>상</u> 층 풍	훈 고	안 개	<i>장</i> 설	<i>장</i> 우	태 풍	· 공	- A S O 立 K O	운 고		
광주	80.46	14.45	2.14	0.16	0.16	0	2.63	49.61	29.65	4.11	7.83	2.64	0	6.16		
군산	88	4	0	0	8	0	0	38.95	47.09	2.91	1.74	5.81	0	3.49		
김포	67.9	27.07	2.31	0.17	2.31	0.04	0.17	51.7	42.35	0.44	1.92	2.83	0	0.76		
김해	56.02	6.24	3.19	4.21	11.47	0.29	18.58	44.16	4.6	1.12	21.38	5.65	0	23.08		
대구	58.4	6.4	3.6	0	0.2	0	30.4	29.49	7.96	4.94	18.11	2.06	0	37.45		
무안	50	26.67	13.33	0	10	0	0	11.67	5.7	24.89	2.25	48.66	3.2	3.63		
사천	89.8	1.27	7.64	0	1.27	0	0	62.2	6.19	17.7	6.53	1.37	0	6.01		
여주	36.84	0	5.26	0	57.89	0	0	51.69	3.15	28.42	4.57	11.78	0.04	0.36		
울산	50.56	6.74	29.21	5.62	7.87	0	0	24.14	5.01	37.8	21.83	9.76	0	1.45		
원주	50	50	0	0	0	0	0	50.65	35.71	10.39	0.65	1.95	0	0.65		
인천	68.45	6.49	5.55	6.87	4.83	6.38	0.91	40.62	8.01	5.65	38.07	4.37	1.09	2.19		
제주	36.04	10.9	1.26	4.53	42.58	3.09	1.51	18.84	6.93	0.38	24.23	45.2	4.01	0.41		
청주	86.06	8.19	3.32	1.11	1.33	0	0	58.43	19.85	3.37	8.99	9.36	0	0		
포항	75	12	0	0	4	1	8	35.23	1.55	5.58	0.76	9.57	2.95	44.36		
평균	63.82	12.89	5.49	1.62	10.85	0.77	4.44	40.53	15.98	10.55	11.35	11.50	0.81	9.29		

제4장 항공기 지연 및 결항을 유발하는 기상현상 분석

제1절 내륙 및 해안 비행장 항공기상

기상과 항공기 운항은 불가분의 관계에 있고 특히 항공기 지연 및 결항률에 영향을 주는 기상현상은 악시정, 강풍(태풍), 강수(강설), low CIG⁸⁾, 뇌우, 등이 가장크게 영향을 준다. 항공기 운항에 영향을 주는 기상현상은 우리나라 비행장별 지연및 결항률에서 볼 수 있듯이 비행장의 위치에 따라 특징적으로 나타나는 국지기상현상의 영향을 많이 받고 있음을 알 수 있다.

내륙비행장의 경우 복사무에 의한 악시정과 열대성저기압의 북상에 따른 강풍그리고 대기불안정과 강수에 의해 발생하는 low CIG이 항공기의 지연 및 결항률에 영향을 주는 주 기상현상이었고, 해안비행장의 경우에는 해무의 이류와 복사무에 의한 악시정과 기압계에 동반된 강풍과 여름철 태풍 그리고 겨울철 강설현상에 따른 적설 현상이 주 기상현상이었다. 또, 제주도 비행장은 안개로 인한 악시정보다 강풍에 따른 난류와 태풍이 지연 및 결항률에 영향을 주는 기상현상으로 분석되었다.

기상으로 인한 비행장별 항공기 지연 및 결항일의 종관적인 분석을 지상일기도 패턴을 중심으로 살펴보면, 내륙비행장의 항공기 지연 및 결항은 악시정에 의한 것이었으며 악시정은 주로 복사무로 일교차가 크게 나타나는 봄·가을에 대부분 발생 하였다. Fig. 51은 광주비행장에서 악시정으로 인해 아침시간에 비행 결항이 발생한 날의 지상일기도이다.

해안비행장의 경우에는 해무의 이류와 복사무에 의한 악시정이 항공기 지연 및결항의 주 기상요인으로 작용하였다. 해무는 봄철부터 초여름 기간에 해수와 대기의 비열차에 의한 온도차로 인해 해상에서 생성되어 기류를 타고 연안내륙에 유입되어 발생하였다. 그러나 인천공항의 경우 예외적으로 동계에 알류산열도와 북태평양 상에서 블로킹 현상이 발생하여 시베리아 고기압이 변질된 정체고기압으로 우리나라 부근에서 기압경도가 약한 상태로 오래 머물 때 해무와 복사무가 동시에발생하여 결항사태가 발생하는 경우가 종종 있었는데 Fig. 52와 같은 지상 기압패턴에서 잘 발생하였다.

⁸⁾ Ceiling 조건부 운고, 운량이 5/8 이상일 때 운저의 고도.

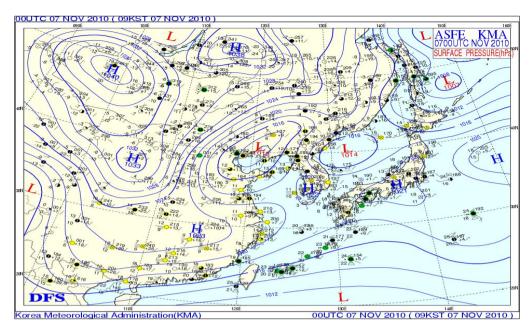


Fig. 51. Surface chart of ground fog occurrence day at inland airport.

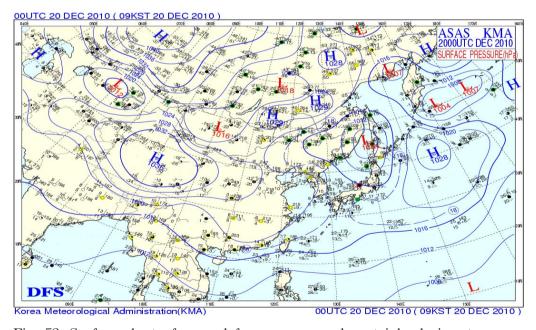


Fig. 52. Surface chart of ground fog occurrence day at inland airport.

제주비행장의 지연 및 결항률은 바람이 원인인 경우가 많았는데 여름철에 열대 저기압(태풍)의 북상으로 인한 경우(Fig. 53)와 기압골에 동반된 강풍 그리고 겨울 철에 중심시도가 높은 시베리아고기압이 우리나라 북서쪽에서 강하게 확장하고 동해상에 발달한 저기압이 위치할 때 즉, 서고동저형의 기압경도력이 큰 기압배치를 보일 경우(Fig. 54)에 주로 발생하였다.

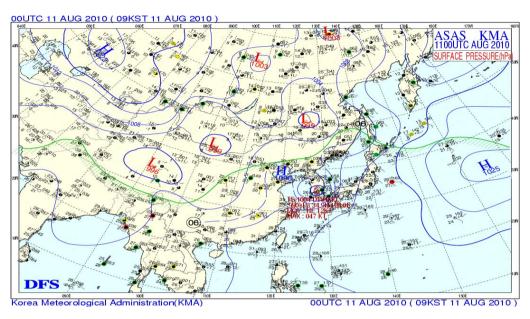


Fig. 53. The windstorm of Jeju island caused by with Typhoon.

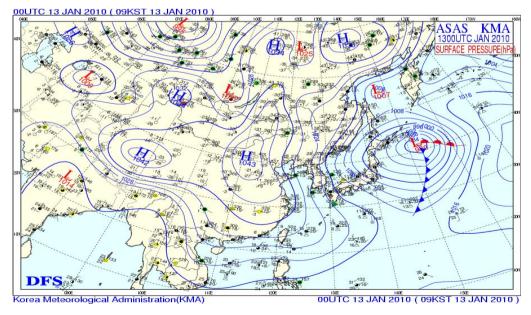


Fig. 54. The windstorm of Jeju island caused by with gradient force.

제2절 광주비행장 항공기상

1. 안개

안개는 지면 가까이에서 공기 중의 수증기가 응결하여 물방울의 형태로 대기에 부유하여 시야를 흐리게 하는 기상현상으로, 항공기의 원활한 운항에 있어 가장 높은 비중을 차지한다. 내륙성 기후를 띠는 광주공항은 지리적인 영향으로 복사안개의 형태가 대부분이다. 이러한 복사안개는 대기가 안정하고 바람이 약하며 상대습도가 높은 맑은 날 야간에 잘 발생한다. 보통 일출 후 지표면 가까이에서 안개입자의 증발로 서서히 소산되고 소산시간은 2~5시간 정도이다.

광주비행장은 우리나라 내륙의 남서쪽에 위치하여 서해와 남해로부터 약 50~80 km정도 떨어져 있다. 따라서 약간의 해양성 기후가 가미된, 대체로 내륙성 기후를 나타내고 있다. 같은 광주권내이면서 광주비행장은 나름대로의 지형적인 특성으로 시내와 또 다른 기상현상을 나타낸다. 특히 안개나 일교차, 소나기 등에서 그 현상을 찾아볼 수 있다. 광주공항은 북쪽을 제외한 삼면이 황룡강과 극락강 줄기에 의해 둘러싸여 있으며, 이들 강들에 의한 국지적인 안개 현상이 두드러지게 나타나고 있다. 북쪽에는 도심이, 남쪽은 평야와 강이 위치하고, 산으로 둘러싸인 분지지형의 형상을 이루고 있으며 해발고도는 14.5m이다. 이러한 광주공항의 지리적 특성으로 안개 발생빈도가 높으며 봄, 여름, 가을, 겨울 등 사계절 안개발생이 관측되고 있으나 주로 봄과 가을철에 가장 많이 발생하고 있다. 주로 발생하는 안개는 복사안개이며 복사안개는 지표면의 냉각에 의해 발생되는 안개이다. 광주공항(Fig. 55)은 남서쪽 평야지대로 삼면이 강으로 둘러싸여 안개발생이 빈번하고 북동쪽 도심은 도시 열섬효과로 새벽에 남서풍 유입을 유도하여 안개발생을 도운다.

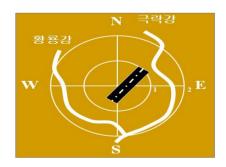


Fig. 55. The topography of Gwangju Airport.

가. 복사무 사례(2010, 9.14)

서해에 고기압중심을 두고 호남지방은 복사냉각에 의하여 호남과 강원 내륙지방을 중심으로 안개가 낀 사례이다. 서해안을 중심으로 고압권에 들어있고 상층의 건조역이 넓어 상층운이 거의 없는 침강역전 구조를 보이면서 지상에서 복사냉각 효과에 의하여 복사안개가 발생하기 좋은 조건이다.(Fig.56)

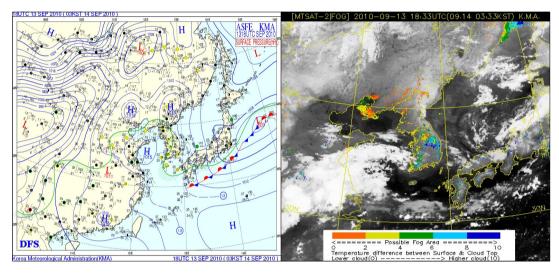


Fig. 56. The ground weather chart and satellite image of fog.

Fig. 57은 내륙지방 복사냉각 효과를 더 자세히 분석하기 위하여 이 날의 지상기 온과 노점온도를 시계열로 나타낸 그림이다. 광주와 전주의 기온 자료를 보면 전일 최고기온을 나타낸 06UTC 노점온도가 18.0~19.5℃ 내외로 일정하게 새벽까지 분포하였다. 지상기온이 복사냉각 효과를 얻어 급격히 떨어지면서 안개가 시작되는 시점부터 노점온도와 기온이 거의 같아지면서 포화상태가 되어 복사냉각에 의한 안개가 발생하였다. 안개가 발생하지 않은 흑산도와 목포의 시계열을 보면 두 지역모두 노점온도에 비하여 지상기온이 급하강 하지 못하여 복사냉각의 효과가 약했음을 알 수 있고 전일 최고기온과 다음날 최저기온이 나타나는 시점의 노점온도와의 차가 4~5℃ 이상으로 오히려 구름대가 있었던 낮보다 더 포화가 안 되어서 복사안개가 생성되기 어려움을 알 수 있다.

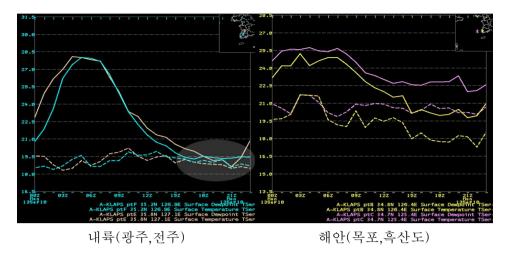


Fig. 57. Surface temperture, Dew Point T.

복사안개의 경우 전일 최고기온이 나타나는 06UTC 노점온도가 다음날 아침 최저기온과의 차이가 1℃ 이내이면 복사안개에 대한 예보를 고려해야 할 것이고, 이슬점온도가 새벽까지 보존되는 내륙지방에서 적용이 잘 될 것으로 판단된다. 이렇듯 광주의 안개는 이류보다는 복사의 성격이 강하여, 지표의 빠른 냉각에 따른 상하층간의 기온 분석이 예측에 중요한 지표가 될 수 있을 것으로 사료된다. Fig. 58은 봄, 가을철 복사무가 빈번히 발생하는 기압패턴을 모식화 한 것이다.

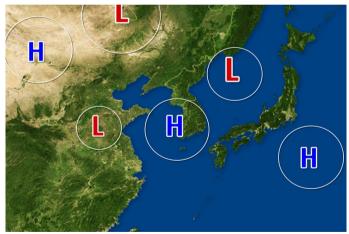


Fig. 58. The pattern of atmospheric pressure when the fog accurred in the spring and fall.

나. 광주공항 월별 안개 특성

월별 시정이 1km 미만인 안개발생일수를 살펴보면 7월이 가장 적었고, 10월이가장 많이 나타나고 있다(Fig. 59, Table 30). 1월과 12월에는 각 월의 시정단독 안개일수 보다 시정단독현상이 적은 것을 볼 수 있으며, 이는 1월과 12월에 강설현상으로 인한 시정감소가 일정부분 차지하고 있음을 알 수 있다. 봄철인 3~5월에 안개발생일수가 높아지다가 여름철은 6~8월 감소하고, 가을철인 9~11월에 최대 일수를 나타낸다. 일교차가 큰 봄철과 가을철에 주로 안개가 발생됨을 알 수 있다. 또한 가을철의 발생일수는 봄철에 비해 월등히 많게 나타나고 있는데 이는 광주지방이 대체적으로 내륙성 기후를 가지며 내륙지방에서는 가을철이 봄철보다 지표의복사냉각이 쉬워 복사무가 많이 발생되기 때문인 것으로 판단된다. 또한, 공항주변으로 황룡강 및 극락강의 두 물줄기가 감싸고 흐르는 형태의 지형에 위치해 있고,이 두 강 및 남서쪽의 평야지대에서 충분한 수증기 공급이 지속적으로 이루어지고 있어 복사안개가 잘 발달하여 안개일수가 증가하는 것으로 보인다.

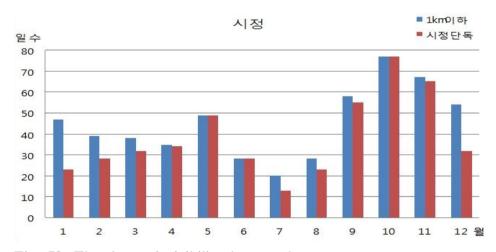


Fig. 59. The days of visibility by month.

Table 30. The days of fog by month.

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1km 이하	47	39	38	35	49	28	20	28	58	77	67	54
시정 단독	23	28	32	34	49	28	13	23	55	77	65	32

2. 강풍

항공기 이·착륙에 큰 영향을 미치는 바람은 항공기 사고에 직접적인 영향을 미치는 요소이다. 항공철도사고조사위원회에서 조사한 우리나라 항공기 사고현황을 살펴보면 1957년부터 2009년까지 총 387건이 발생하였고 이중 기상관련 항공기 사고는 29건으로 전체의 7.5%를 차지하였다. 기상관련 사고 중 기상관련요소별로 분류해 본 결과 난류가 21%, 돌풍 21%, 저시정 21%, 측풍 14%, 강수 10%, 기상악화가 각 요소별로 8%, 바람(하강기류) 4%, 뇌전·우박 3%로 나타났다. 이 중 바람에대한 요소가 전체의 58.6%를 차지하여 항공기 사고의 주된 원인으로 나타났다(Fig. 60).



Fig. 60. The rate of aircraft accident by critical meteorological conditions.(항공철도사고조사위원회, 1957~2009)

이 중 강풍은 마이크로버스트, 윈드시어와 같은 돌풍현상을 함께 동반함으로써 항공기 운항에 지대한 영향을 주고 있다. 인천공항의 강풍발생 빈도수를 계절별로 연구한 결과에 따르면 겨울철이 가장 높고 다음으로 봄철이 높게 나타났다. 겨울철 강풍의 경우 cP 확장에서 발생하는 경우가 대부분이며 강풍에 대해 어느 정도 예측이 가능한 반면 봄철 남고북저형에서 발생하는 강풍의 경우 풍속 변화가 심하고 지속시간이 다양하여 공항예보업무에 어려움을 겪고 있다.

항공기 사고를 사전에 예방하고 사고 발생 시 피해를 최소화하기 위해 강풍에 대한 예보 정확도를 높이고 특보 발표 시 선행시간을 충분히 확보해야 할 필요성 이 점차 증대되고 있다. 그러나 지금까지 악시정과 관련된 안개현상에 대해서는 많은 연구가 수행되었으나 항공기 이·착륙 시 항공기 사고와 직결되는 강풍예보에 대한 연구는 거의 이루어지고 있지 않다. 따라서 4계절이 뚜렷한 우리나라의 계절별 기압계 패턴에 따른 강풍 유형을 분리하고 각각의 유형별 특성을 분석할 필요성이 있다.

가. 강풍 사례

본 사례는 2008. 4. 25. 기압골에 동반된 강풍으로 심한 난류가 발생하여 인천공항을 비롯한 광주, 군산, 김해비행장에서 이·착륙하는 항공기에 위험을 초래한 사례이다. 인천공항 관측 자료에서 12시 30분(03:30UTC)부터 20kt 이상의 남서풍이강하게 유입되었으며, 점차 풍속이 강해지면서 20:30(11:30UTC)에는 37kt의 강풍이불었다. 22:30(13:30UTC)까지 20kt 이상의 강한 바람이 불다가 이후 점차 약해졌다. 이날 최대풍속(10분 평균)은 38kt였으며, 순간최대풍속(1분 평균)은 51kt였다.

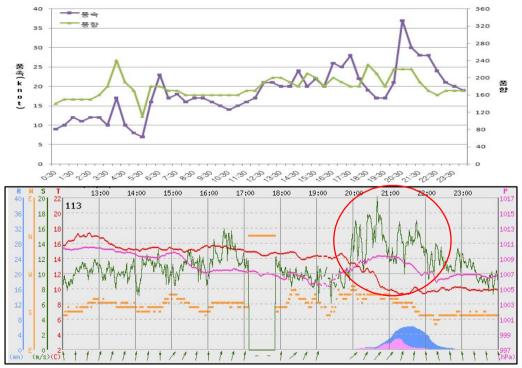


Fig. 61. The time series of direction of the wind and wind velocity of Incheon International Airport.(위: 30분, 아래: 매분자료)(2008. 4. 25)

Fig. 62의 지상일기도에서 발해만에 저기압이 위치해 있으며, 일본열도 남서쪽에서 북동쪽으로 길게 아열대 고기압이 위치해 있다. 저기압은 역회전하며 남동쪽으로 서서히 이동해 가고 기압골은 서해안 지방에서 내륙으로 이동하였다.

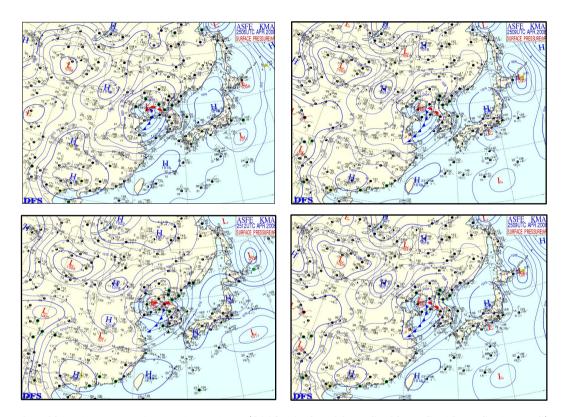


Fig. 62. The ground weather chart. (2008. 4. 25, 06UTC, 09UTC, 12UTC, 15UTC)

Fig. 63와 Fig. 64는 850hPa과 500hPa 일기도이다. 850hPa 일기도의 00UTC에는 화중지방에 온도골이 위치해 있으며 요동반도에 온도능이 위치해 있으나 12UTC에 산둥반도 남쪽으로 온도골이 남하하면서 서해안에 온도선이 조밀해지고 등온선과 등고선과의 각이 크게 나타났다.

500hPa 일기도에서 발해만 북동쪽에 위치한 한랭 저기압이 남동진하고 있으며, 산둥반도에 위치한 단파골이 점차 강화되면서 남쪽으로 이동하여 서해상으로 내려 오고 있다. 00UTC에 온도골은 화중에 위치해 있으나 12UTC에는 서해남부해상으로 로 이동하였으며, 등온선이 조밀해 지고 있다.

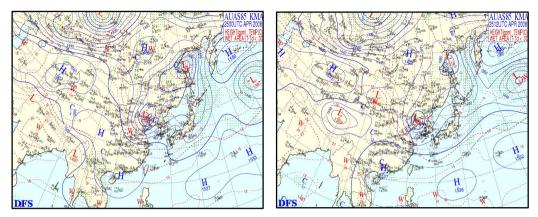


Fig. 63. Weather chart at 850hPa. (2008. 4. 25, 00UTC, 12UTC)

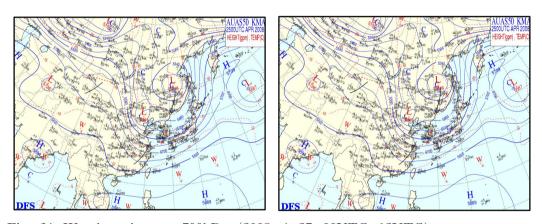


Fig. 64. Weather chart at 500hPa. (2008. 4. 25, 00UTC, 12UTC)

300hPa의 00UTC 일기도에서 북만주지역으로 키가 큰 저기압이 위치해 있으며, 저기압을 따라 바이칼호 서쪽부터 산둥반도까지 기압골을 따라 남북으로 길게 강 풍대가 형성되어 있고, 화중에서 제주도 남쪽 해상을 거쳐 일본열도를 따라 골의 형태로 강풍대가 형성되어 있다. 12UTC에는 강풍대가 점차 남동쪽으로 이동하여 산둥반도에서 우리나라 남해안으로 강풍대가 이동하고 있으며, 화남에서 일본열도 를 따라 강풍대가 형성되었다(Fig. 65).

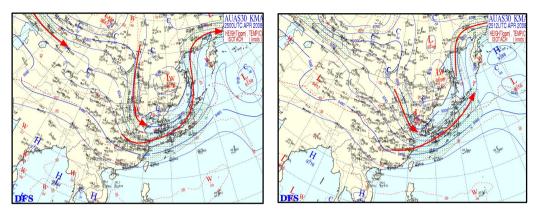


Fig. 65. Weather chart at 300hPa. (2008. 4. 25, 00UTC, 12UTC)

Fig. 66의 850hPa 유선도에서 발해만 북쪽의 저기압성 바람장의 영향으로 00UTC에 서해상 및 중북부지방에 강한 유선장이 나타나고 있으며, 12UTC에 저기 압성 바람장이 요동반도지역으로 점차 남동진하면서 서해안 지역에 강한 바람장이 형성되어 있다.

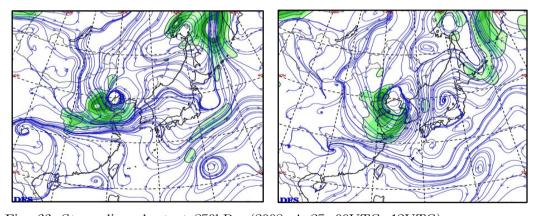


Fig. 66. Streamline chart at 850hPa. (2008. 4. 25, 00UTC, 12UTC)

850hPa 수렴도에서는 00UTC에 화중 및 산둥반도, 발해만 북동쪽에 양(+)의 수렴역이 위치해 있으나 남동쪽으로 점차 이동하여 12UTC에는 서해안지역으로 남북으로 길게 양의 수렴역이 이동하였다(Fig. 67).

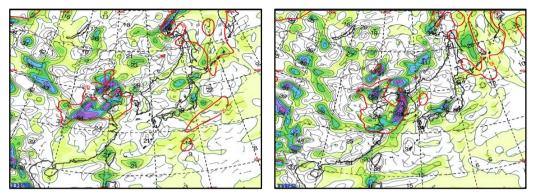


Fig. 67. Convergence chart at 850hPa. (2008. 4. 25, 00UTC, 12UTC)

11UTC의 AWS 분포도를 보면 서해안지역으로 강풍대가 형성되어 있으며, 특히 태안반도 및 인천공항 주변 지역으로 강한 강풍역이 위치하고 있다(Fig. 68).

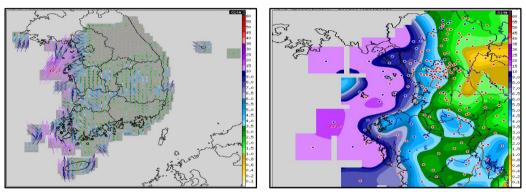


Fig. 68. Distribution chart of wind velocity around Incheon International Airport. (2008. 4. 25, 11:30UTC)

나. 광주비행장 월별 바람 특성

1) 월별 무풍빈도

월별 무풍빈도는 11월이 가장 많고, 6월이 가장 적었다. 10~12월이 무풍횟수가 많고 주로 새벽녘에 잘 나타나고 있으며 이 때 광주비행장의 주변 지형 특성 등이함께 작용하여 안개 발생빈도가 높게 나타나고 있다.(Table 31)

Table 31. The rate of Calm by month.

1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
179	161	189	124	77	71	102	204	112	233	455	361

2) 월별 풍향 특성

1월은 북동계열의 바람이 주로 불고 있으며, 2월은 북풍내지 북서풍이 주를 이룬다. 3월은 북서 및 남서계열의 바람이 주로 불고 있다. 차가운 대륙고기압(cP)의 영향을 주로 받고 있음을 알 수 있다(Fig. 69).

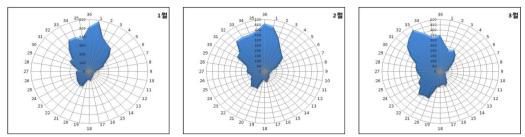


Fig. 69. Direction of the wind by month. (from Jan. to Mar.)

4월은 남서 내지 북서풍이 탁월하다. 5월은 남서~남풍, 북서풍 순으로 영향을 받고 있다. 6월은 남서풍 방향의 풍향이 확연하게 나타나고 있으며, 다음으로 남풍이 주로 불고 있다(Fig. 70).

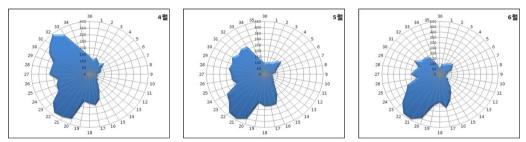


Fig. 70. Direction of the wind by month. (from Apr. to Jun.)

7월은 6월에 이어 주로 남서풍이 탁월하게 불고 있다. 8월은 남서풍, 북동풍 순으로 주로 나타나고 있다. 9월은 7~8월과 달리 북동풍이 주풍향을 이루고 있으며 다음으로 남서풍, 북서풍 순으로 주풍향 빈도가 나타나고 있다(Fig. 71).

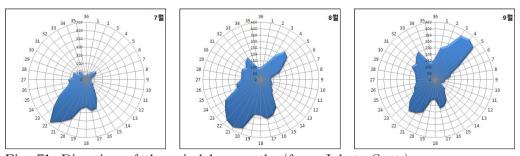


Fig. 71. Direction of the wind by month. (from Jul. to Sept.)

10월은 북풍계열이 주를 이루고 있으며 남서풍의 빈도도 다소 높다. 이는 새벽에 풍속이 약하면서 주변 지형의 특징으로 남서풍이 불면서 나타나는 현상으로 파악된다.

겨울철로 접어들면서 $11\sim12$ 월은 주로 북풍계열이 우세하게 나타나고 있다. 점차차가운 북서계절풍의 영향을 받는 시기로 광주공항은 지형적 특성으로 인해 주로북풍이 우세하게 나타나는 것으로 파악된다(Fig. 72).

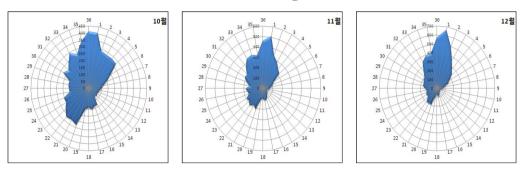


Fig. 72. Direction of the wind by month. (from Oct. to Dec.)

3) 계급별 풍향특성

각 월별로 풍속이 1~5kt, 6~10kt, 11~15kt, 16~20kt, 20~25kt, 25kt 이상인 계급별로 바람장미를 나타내었다.

1월의 경우 1~5kt 계급에서는 북동-북서-남서 계열의 바람이 우세하다. 하지만 6~10kt 및 11~15kt의 계급에서는 북풍계열이 탁월하게 나타난다. 그 이상의 계급에서는 거의 드물게 나타나고 있다.

2월의 경우도 계절풍의 영향으로 1월과 거의 비슷하다. 3월의 경우는 1~5kt의 계급에서 남서풍, 북서풍, 북동풍 순으로 우세하게 나타난다. 하지만 6~10kt, 11~15kt의 계급에서는 북풍계열이 탁월하다(Fig. 73).

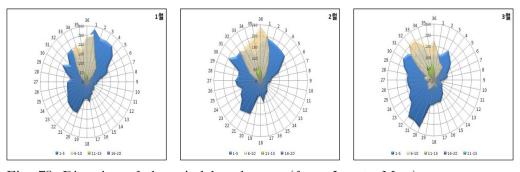


Fig. 73. Direction of the wind by classes. (from Jan. to Mar.)

4월에서는 1~5kt의 계급은 주로 남서, 북서 계열의 바람이 우세하게 나타나고 있으며, 6~10kt의 계급에서는 차가운 대륙성 기단의 영향으로 북서풍이 탁월하게 나타난다. 5월은 4월과 비슷한 경향을 보이나 남서풍의 빈도가 더 많이 출현하였고 6~10kt의 바람은 다소 적어졌음을 알 수 있다. 6월로 접어들면서 각 계급별로 작은 차이는 있으나 전체적 계급에서 남서풍의 빈도가 탁월하다(Fig. 74).

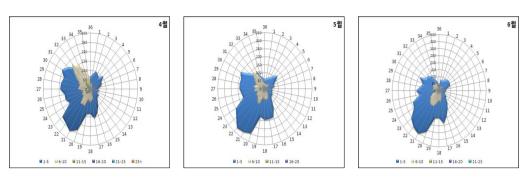


Fig. 74. Direction of the wind by classes. (from Apr. to Jun.)

7월은 1~5kt의 계급은 남서 내지 남풍의 빈도가 우세하고 6~10kt의 경우 주로 남서풍이 우세하다. 8월은 1~5kt의 계급은 남서, 남풍이 우세하나 북동풍도 다소 높게 나타나고 있다. 6~10kt의 계급 역시 비슷한 빈도를 보이고 있다. 8월에서는 25kt 이상의 바람도 나타나는데 이는 태풍의 영향으로 기인한 것이다. 9월의 경우 1~5kt의 계급에서 점차 남서계열과 북동계열풍이 비슷하게 나타나고 있다. 하지만 6~10kt의 계급에서는 북동풍이 우세하게 나타나고 있다. 10월의 경우 1~5kt의 계급은 북동풍, 남서풍 순으로 나타나고 있고, 6~10kt의 계급은 주로 북풍이 탁월하게 나타나고 있다(Fig. 75).

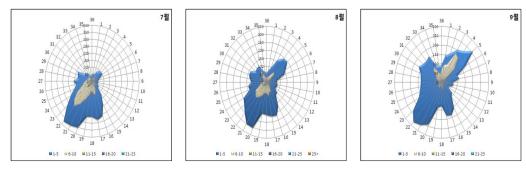
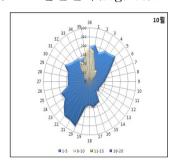
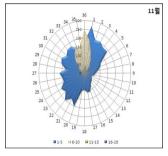


Fig. 75. Direction of the wind by classes. (from Jul. to Sept.)

10월의 경우 1~5kt의 계급은 북동, 남서 순으로 나타나고 있고, 6~10kt의 계급은 주로 북풍이 탁월하게 나타나고 있다. 11월은 1~5kt의 계급에서 북동, 북서, 남서풍 순으로 나타나고 있으며 6~10kt의 계급에서는 거의 북풍이 우세하게 나타난다. 이는 점차 북서계절풍의 영향을 주로 받기 때문이다. 12월의 경우 1~5kt의 계급은 주로 북풍, 북동, 남서풍 순으로 우세하게 나타난다. 북서계절풍의 영향에서 남서풍이 다소 높은 것은 바람이 약할 때 지형적인 영향으로 남서풍이 형성되는 것으로 판단된다(Fig. 76).





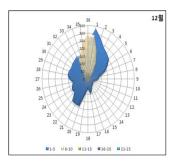


Fig. 76. Direction of the wind by classes. (from Oct. to Dec.)

3. 호우

항공기상에서 강수는 LOW CIG과 악시정을 동반하기 때문에 이착륙 항공기의 안전에 매우 중요하다. 광주공항에서는 대류밴드형 호우패턴에서 지연 및 결항이 발생하였는데 대류밴드형 호우는 북태평양고기압의 북서연변에서 기압골 또는 저기압의 발생과 관련하여 두 기압계 사이에서 기압경도와 풍계의 차이에 의해 수렴대가 형성되어 대류밴드가 발생하는 경우이다. 통상적으로 북태평양고기압은 고온다습한 공기로 이루어져 있으며, 여름철 내내 거의 안정적으로 유지되는 경향이 강하다. 이 고기압의 북서쪽 경계면을 따라 상대적으로 차가운 대륙에서 기압골이나저기압이 이동해 올 때, 대륙고기압 또는 차가운 오호츠크해 고기압과 북태평양 고기압 사이에 장마전선이 형성되어 있을 때, 동서방향 또는 북동에서 남서방향으로서로 다른 기단의 풍계가 존재할 때 등의 경우에 수렴대가 발생하게 된다.

대류밴드형 호우의 종관적 환경은 수치예보 모델의 분석자료인 850hPa 수분속이나, 유선도에서 쉽게 발견할 수 있고, 대규모 수렴대의 경우 지상 또는 850hPa 분석일기도만 보고도 숙련된 예보관의 경우 수렴대의 존재를 쉽게 판단할 수 있다.

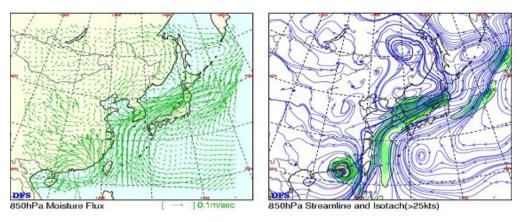


Fig. 77. Moisture flux and Streamline chart at 850hPa.(2009. 7. 18. 21KST)

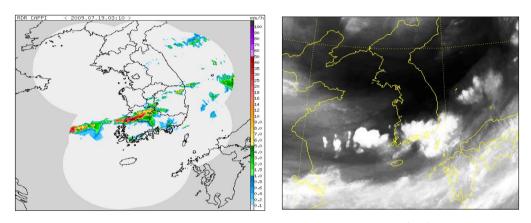


Fig. 78. The rainfall system of Convection current band. (Lt.)Radar image, (Rt.)Satellite image of vapor.

이러한 수렴대에서 발생한 호우시스템은 기상위성과 기상레이더의 관측자료에서 도 구체적으로 확인할 수 있는데, 특히 레이더자료에서 가늘고 길게 나타나기 때문 에 발견하기 어렵지 않다.

위의 종관자료에서도 보듯이 대류밴드형 호우시스템은 고온다습한 북태평양고기 압과 상대적으로 한랭건조한 북쪽의 기압골 사이에 수렴대가 형성되면서 주로 발 생한다. 또한 수렴대의 남쪽에 북태평양고기압 연변을 따라 하층에 강풍대가 존재 하여 그 강풍대 상에서 다른 대류밴드가 발생하거나, 또는 태풍 전면에 강한 수렴 대가 형성되어 다른 대류밴드가 발생하기도 한다. 한편으로 수렴대가 존재하지 않 거나 아주 약할 때, 북태평양고기압 연변을 따라 약한 남서기류만 존재할 때도 드 물게 발생하기도 하고, 고립형 뇌우, 클러스터 등 다른 형태의 대류계가 수렴대로 이동하면서 대류밴드형으로 변형되거나 강화되어 발생하기도 한다.

이와 같이 대류밴드형 호우시스템의 발생형태는 다양하게 분류할 수 있지만, 대부분의 사례에서 나타나듯이 북태평양고기압과 북서쪽 기압골 사이의 수렴대 형성고온다습한 불안정한 하층대기 안에서의 하층 강풍대가 존재 등이 중요한 발생원인으로 추정되고 있다. 하층 강풍대의 경우를 보면, 하층제트 안에서 항상 대류밴드가 발생하는 것은 아니고, 대기안정도가 충족될 때나, 상하층 제트기류 사이의상호작용에 의해서 발생하는 것으로 생각되고, 이 같은 조건들은 대류밴드형 호우시스템의 발달 및 진화에도 중요한 환경으로 작용함을 알 수 있었다.

이번 사례는 2009년 7월 19일 새벽부터 오전까지 이어진 북태평양고기압의 연변을 향해 저기압이 다가오면서 발달할 때, 그 전면에서 대류밴드형 호우시스템이 형성되는 경우이다. 기압골이 북태평양고기압을 향해 전진하기 때문에 두 기압계 사이의 기압경도가 점차 강화되는 형태를 보이고, 전선을 동반하면서 이동할 때는 전선면에서 스콜선을 형성하였다. 두 기압계간 힘의 균형이 유지될 때 저기압의 이동방향과 수평방향으로 길게 대류밴드형 호우시스템이 발생한다.

밴드형태는 북동-남서방향 또는 남북방향이 많고, 2~3시간 짧게 유지되다가 클러스터 등 다른 형태의 호우시스템으로 쉽게 변질되는 편이다. 한편 밴드의 서쪽 또는 북서쪽으로 상층골이 체계적으로 존재하는 경우가 많고, 다른 호우시스템에 비해 경압성이 강한 특징을 가지고 있다.

1) 실황 사례

이번 사례는 저기압과 관련된 한랭전선의 전면에서 강한 남서류로 하층 제트가 강화되고 남서 해상에서 난역이 위치하면서 동쪽 저지 고압대 영향으로 느리게 이동하였다. 또한 지속적으로 강한 남서류가 유입됨에 따라 서해안 및 호남 내륙 일부지방에 강한 밴드형 대류운을 형성하면서 단시간에 매우 강한 강수를 보였고, 지역적인 편차가 큰 사례이다. 이 때 광주비행장에서는 800feet의 LOW CIG과 600m의 악시정이 발생하였다.

지상 일기도 분석에서 북태평양고기압이 수축하는 경향으로 저기압의 중심이 북한 동해로 지나고 있고, 이 저기압과 연관된 한랭전선이 서해북부해상에서 서해남부해상과 호남지방으로 남동진하고 있다. 이 한랭전선이 남해상으로 남하하고 그

후면에서 서해먼바다에 고기압이 위치하면서 두 기압계 사이에서 강한 수렴역이 형성 될 조건이 되어있다(Fig. 79).

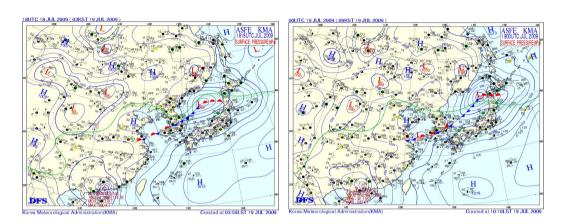


Fig. 79. Ground weather chart. (Lt.) 2009. 7. 18. 18UTC, (Rt.) 2009. 7. 19. 00UTC.

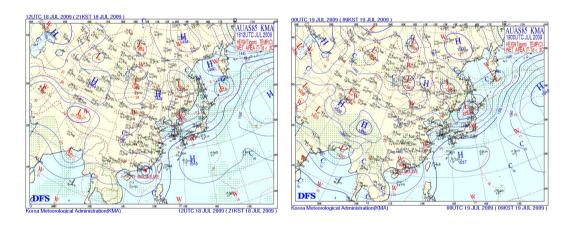


Fig. 80. The weather chart at 850hPa. (Lt.) 2009. 7. 18. 12UTC, (Rt.) 2009. 7. 19. 00UTC.

850hPa 일기도 분석에서도 서해안으로 남서류가 강하게 유입되고 한랭전선 북쪽으로 한기 골이 형성되어 있고 중국남부에서 남해상으로 난기이류가 유입되고 있다. 이 때 서해북부(Fig. 80).

500hPa 일기도 분석에서 북한지방에서 서해북부해안으로 걸쳐있는 trough축이다소 처지면서 서해해상으로 (+)와도역의 영향을 받고 있다(Fig. 81).

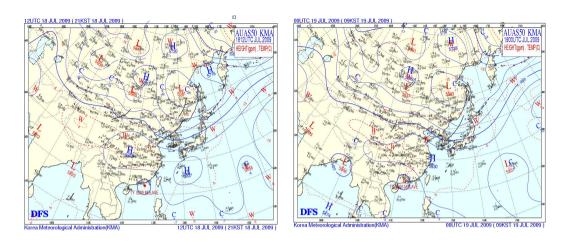


Fig. 81. The weather chart at 500hPa. (Lt.) 2009. 7. 18. 12UTC, (Rt.) 2009. 7. 19. 00UTC.

200hPa 일기도 분석에서는 한만국경 지역으로 상층제트가 지나고 있고, 00UTC 에는 중부지방까지만 남하하였다(Fig.82).

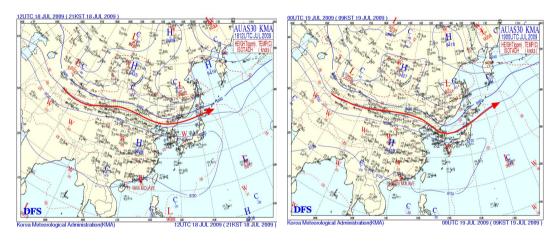


Fig. 82. The weather chart at 200hPa. (Lt.) 2009. 7. 18. 12UTC, (Rt.) 2009. 7. 19. 00UTC.

보조 분석도 분석에서 850hPa 유선과 강풍역은 서해남부해상으로 강한 남서류의 하층제트가 호남 서해안 및 내륙지방으로 유입되었다. 강수역도 역시 유선 조밀구역에서 집중되었고, 00UTC이후에는 점차 남하하였다(Fig. 83).

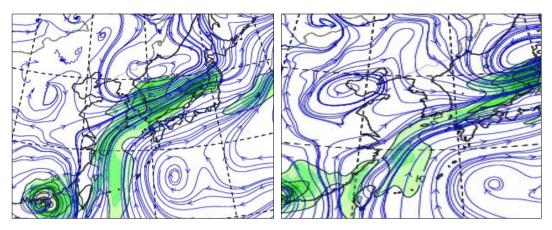


Fig. 83. The streamline and windstrom area at 850hPa(>25kts). (Lt.) 2009. 7. 18. 12UTC, (Rt.) 2009. 7. 19. 00UTC.

850hPa 상당온위에서 서해남부해상에서 호남 서해안 및 내륙으로 고 상당온위역이 위치하고 있어 강한 불안정 대기의 영향을 받고 있다. 고 상당온위역이 동서로 뻗어 있었고, 호남지역에 집중되어 상당온위의 편차는 남과 북으로 다소 큼을 알수 있다(Fig. 84).

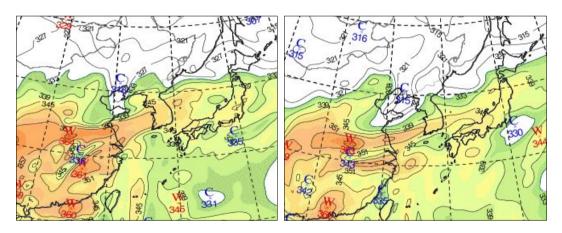


Fig. 84. The equivalent potential temperature at 850hPa (3K). (Lt.) 2009. 7. 18. 12UTC, (Rt.) 2009. 7. 19. 00UTC.

850hPa 수분속에서는 수증기는 서해남부해상에서 호남으로, 또 서해해상의 한랭 전선의 수분속과 관련하여 호남지방 국지성 호우 발생을 유도하였다. 또 mT언저리 에서 형성된 전선을 따라 강한 호우 셀이 전북 서해안 및 내륙으로 유입되면서 국 지적으로 강한 대류밴드형 호우현상이 있었다(Fig. 85).

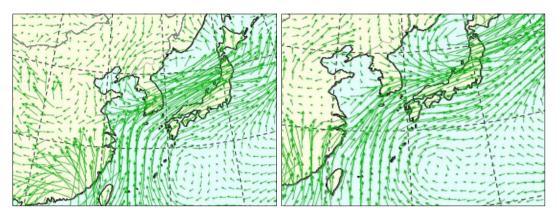


Fig. 85. The moisture flux at 850hPa. (Lt.) 2009. 7. 18. 12UTC, (Rt.) 2009. 7. 19. 00UTC.

2) 광주공항 월별 강수량 특성

연평균 강수량은 1427.1mm이고, 6~9월에 967.8mm로 연강수량의 67.8%가 여름철에 집중되어 있다(Table 32). 월별 강수량의 특징을 살펴보면 1~3월, 11~12월에 강수량이 적은 것을 알 수 있다. 이는 계절적인 요인으로 겨울과 이른 봄, 늦은 가을에 강수량이 적게 나타난다. 4월부터 점차 강수량이 증가하기 시작하여 6~7월은 장마전선의 영형으로, 8월에는 대류성호우등 집중호우로 인하여 최대로 나타나고, 10월 이후 다시 점차 낮아지고 있다(Fig. 86).

Table 32. The monthly mean rainfall amounts.

1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
55.7	50.8	52.8	82.4	96.2	181.5	276.4	321.1	188.8	44.2	27.0	50.2	1427.1

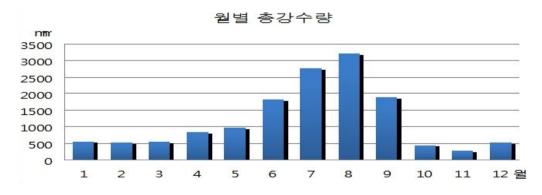


Fig. 86. The monthly mean rainfall amounts.

4. 뇌우

여름철 강한 소나기와 천둥, 번개를 동반하여 나타나는 뇌우는 항공기 조종사 및 기상 예보관들을 심한 곤경에 빠뜨리는 악기상 가운데 하나이다. 뇌우는 적운이나 적란운이 모여서 발달한 국지적인 폭풍으로서 그 규모가 시간적 종관적으로 매우작기 때문에 뇌우의 발생과 강도 또는 이동을 정확히 예보하기란 매우 어려운 일이며, 또한 뇌우는 번개, 강한 소나기, 심한 착빙현상 등 위험한 기상 요소를 많이 포함하고 있다. 또한 돌풍에 의한 농작물이나 현대 문명의 이기인 각종 필수적인 정밀기계와 전자기구에 큰 피해를 주는 등 우리 일상생활과 밀접한 관계가 있다.

보편적으로 뇌우를 예측할 수 있는 방법은 단열선도 상에서 안정도 지수를 산출해 내는 것이다. 안정도 지수는 대기의 안정도를 파악하는데 중요한 역할을 하며 뇌우 예보에 유용하게 이용되고 있다. 최근에는 기상레이더를 비롯한 첨단기상 장비를 사용하여 뇌우가 발생할 때부터 그 이동과 강도를 추적할 수 있어 뇌우를 예보하는데 유용하게 이용되고 있다. 광주공항의 전체 특보 발표건수 중 저시정 경보에 이어 두 번째로 많은 전체의 14%에 해당하는 뇌전경보는 주로 여름철(5월~8월)에 발표되었다.

광주공항은 서해안과 비교적 인접하여 있어(해제반도에서 약45km) 수증기의 공급이 용이하고 멀리 공항의 북동쪽에서 서쪽으로 뻗은 노령산맥과 북동쪽에서 남쪽으로 뻗은 소백산맥 그리고 동쪽으로 무등산 등의 산맥과 높고 낮은 산으로 둘러싸여 있는 비교적 강제상승이 용이한 지형이다. 해발고도 42ft의 저고도에 위치하고 있으며 영산강의 지류인 황룡강, 극락강등의 대소 하천과 논 등으로 구성되어 있는 습한 분지형태이다. 이러한 지형적 특성은 산맥과 산악에 강제상승이 용이하고 수증기의 충분한 공급과 낮은 분지에의 강한 가열로 인해 여름철 기단성 뇌우등이 빈번히 발생하는 곳이다.

가. 뇌우 통계

1) 월별 뇌우 분포

광주공항은 매년 약 19일 정도의 뇌우가 발생하고 이는 타공항과 비교해 볼 때 대체로 자주 발생하는 편에 속하고, 여름철만 따져 보았을 경우에는 중간정도의 빈 도수를 보인다. Table 33에서 알 수 있듯이 2005년부터 2009년까지 5년 동안 총 93회의 뇌우가 발생했으며 여름철(6~8월)에만 발생한 뇌우는 모두 65회로 총 발생횟수의 65%를 차지하여 다른 계절에 비해 그 발생비율이 월등히 높았다. 뇌우 발생횟수 중 봄철(3~5월)에는 17회로 발생비율 18%, 가을철(9~11월) 또한 15%, 겨울철(12~2월)에는 2% 비율로 나타나고 있다.

월별 뇌우 분포(Fig. 87)에서 보듯이 7, 8월에만 총 47회가 발생하고 있는데 이는 장마기간 동안 전선성 뇌우가 자주 발생하였고 장마가 끝난 이후 북태평양 고기압의 확장으로 인해 고온다습한 날씨가 계속되어 기단성 뇌우 출현이 잦아지기때문으로 분석된다.

Table 33. The frequency of	f thunderstorm.
----------------------------	-----------------

월	12월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	계
2005	0	0	0	0	1	2	3	4	6	2	0	0	18
2006	0	0	0	0	2	0	3	3	4	0	0	0	14
2007	0	0	0	0	1	3	2	2	8	4	1	0	21
2008	0	0	0	0	2	4	2	4	4	2	0	0	18
2009	1	0	1	0	1	1	3	7	5	0	2	1	22
계		2			17			60			14		93
비율(%)		2			18			65			15		100

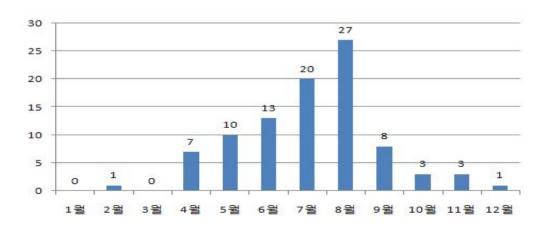


Fig. 87. The frequency of thunderstorm.(from 2005 to 2009)

2) 여름철 뇌우 발생 시간별 분포

여름철 뇌우 발생시간(Fig. 88)을 보면 전체적으로 골고루 분포하나 일출 직후부터 오전사이에는 타 시각에 비해 비교적 적게 나타났다. 이는 뇌우는 보통 강한 상승기류에 의해 발생하는데 낮 동안 일사로 인해 불안정도가 심해지는 오후 늦게 많이 발생하고, 또한 밤에 기온하강에 의한 응결이 활발하게 일어나면서 특히 새벽에 뇌우가 많이 발생하는 것으로 유추할 수 있다.

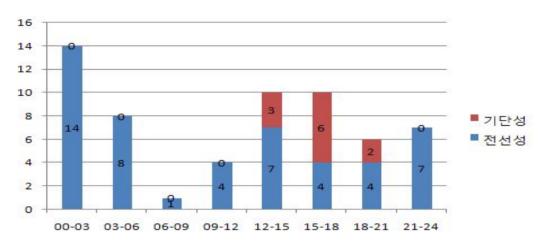


Fig. 88. The distribution of thunderstrom by times in summer. (from Jun. to Aug.)

3) 계절별 뇌우 지속시간

뇌우 지속시간(Fig. 89)은 평균 1시간 33분으로 계절별로 큰 차이는 없었으며, 여름철이 1시간 54분으로 가장 긴 지속시간을 보인다. 여름철 장마전선에 의한 뇌우발생시 지속시간이 5시간이 넘는 경우도 드물게 발생하는 것으로 나타났다

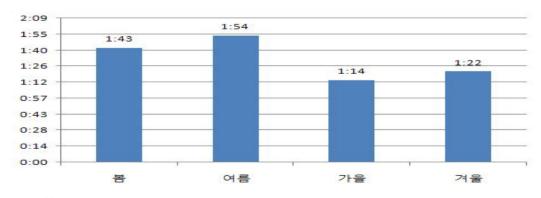


Fig. 89. The thunderstorm duration by seasons.

나. 뇌우 사례

지상 일기도에서 중국 중부지방에서 전선을 동반한 저기압이 서해상으로 접근하면서, 7월25일 9시경에는 저기압과 정체전선으로 분리되어, 정체전선(혹은 한랭전선으로 분석가능)이 광주지방을 통과하였다(Fig. 90).

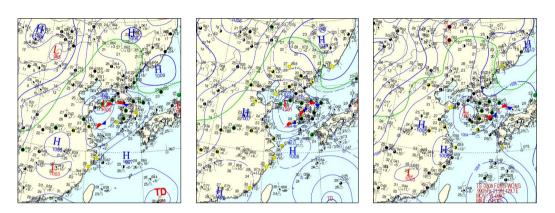


Fig. 90. Ground weather chart. (Lt.)2008. 7. 24. 21UTC, (Mid.)2008. 7. 25. 9UTC, (Rt.)2008. 7. 25. 21UTC.

850hPa일기도에서도 전선을 동반한 저기압이 서해상으로 접근하여, 지상 저기압보다 뒷쪽에 위치하고, 한랭전선 전면과 후면으로 난기와 한기가 뚜렷하여 발달한저기압임을 알 수 있다(Fig. 91).

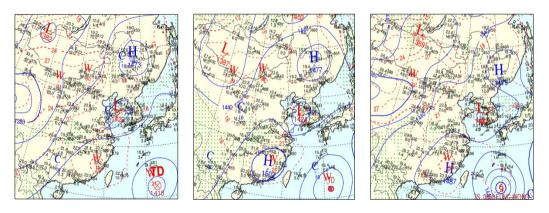


Fig. 91. The weather chart at 850hPa. (Lt.) 2008. 7. 24. 21UTC, (Mid.) 2008. 7. 25. 9UTC, (Rt.) 2008. 7. 25. 21UTC.

다음 그림(Fig. 92. 93)은 한반도의 적외 위성영상과 낙뇌영상이다.

25일 6시 경 호남지방에는 운정고도가 12km 이상으로 발달한 적란운이 통과하였다.

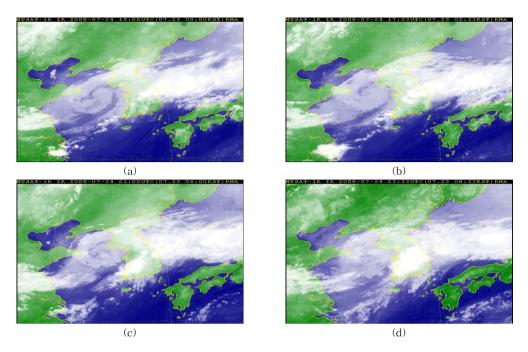


Fig. 92. The infrared image. (a)2008. 7. 25. 0UTC, (b)2008. 7. 25. 3UTC, (c)2008. 7. 25. 6UTC, (d)2008. 7. 25. 9UTC.

낙뢰영상에서 광주공항부근으로 뇌전이 7월25일 02시부터 9시까지 지속되었다.

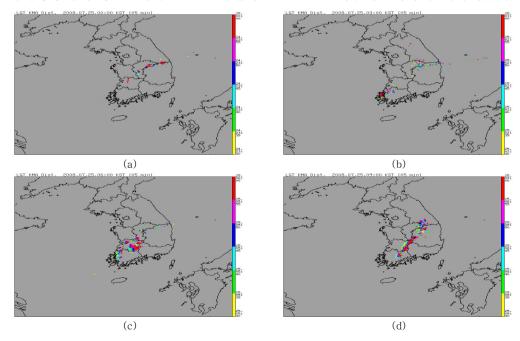


Fig. 93. The thunderstorm image. (a)2008. 7. 25. 0UTC, (b)2008. 7. 25. 3UTC, (c)2008. 7. 25. 6UTC, (d)2008. 7. 25. 9UTC.

뇌우 발생시각의 SSI 및 KI 지수는 Table 34과 Fig. 94에 잘 나타나 있다. 전선 성 뇌우는 특성상 저기압의 전선이 유입되는 시각에 발생한다. 이 사례일에는 저기압의 한랭전선이 유입되면서 2008년 7월 25일 2시부터 9시까지 지속되었으며, 이때 SSI지수는 2이하로 낮고, KI 지수도 30 이상으로 높아서 불안정지수와 잘 일치하였다. 하지만 2008년 5월 13일의 경우처럼, SSI지수는 불안정한 것으로 모의하나, KI지수는 안정한 것으로 모의하여 KI지수가 여름철 기단성 뇌우에 더 적합함을 알수 있었다

Table 34. The KI and SSI on 25. Jul. 2008.

₫ 시각	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
뇌우발생	0	0	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KI 지수				39						38						27						31			
SSI 지수				-0.9						-1						3.9						3.5			

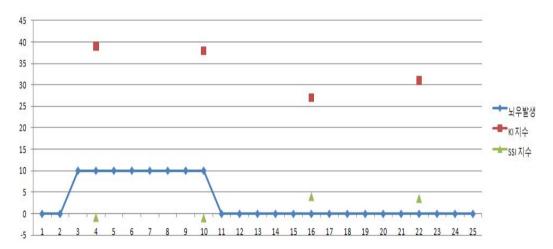


Fig. 94. The KI and SSI on 25. Jul. 2008.

결론적으로 광주공항은 매년 약 19일 정도의 뇌우가 발생하고 타 공항과 비교해 볼 때 대체로 자주 발생하는 편이다. 이중 여름철에만 전체의 65%에 해당하는 뇌 우가 발생하며, 여름철 장마기간 동안 전선성 뇌우가 자주 발생하였고 장마가 끝난 후 북태평양 고기압의 확장으로 고온다습한 날씨가 계속되어 기단성 뇌우의 출현 이 잦아진다.

여름철 뇌우 발생시간은 일출 직후부터 오전사이에 비교적 적게 나타나고 낮 동

안 일사로 인해 불안정도가 심해지는 오후 늦게 많이 발생하고, 또한 밤에 기온하 강에 의한 응결이 활발히 일어나면서 특히 새벽에 뇌우가 많이 발생하였다. 뇌우의 지속시간은 평균 1시간 33분으로 계절별로 큰 차이는 없으나 여름철이 1시간 54분으로 가장 길게 나타났다.

또 대기 불안정지수로 SSI 와 KI 지수를 계절별로 분석한 결과 뇌우 발생 빈도 순으로 여름, 가을, 봄, 겨울 순으로 불안정도가 높았다. 여름철의 경우 SSI 지수는 -3에서 0사이에 가장 많은 뇌우 발생 빈도를 보였고, KI 지수는 36 이상에서 가장 높은 빈도를 보였다.

2008년과 2009년도의 경우에 실제 발생한 뇌우시각과 SSI와 KI 지수를 동시에 비교해 보면, 2008과 2009년 총 53회 중 SSI 지수(SSI가 2이하인 경우)가 맞은 경우는 40회로 75%였고, KI지수(KI가 30이상인 경우)가 맞은 경우는 35회로 66%였다. 따라서 KI 지수가 여름철 기단성 뇌우를 잘 반영하는 특징이 말해주듯 4월, 5월과 6월 초순까지는 SSI는 모의하나 KI는 모의하지 못 할 때도 뇌우가 가끔 발생하였다. 또한 mT의 영향이 약한 2~4월, 10~12월에는 SSI와 KI가 모두 안정으로 모의하는 경우에도 뇌우가 가끔 발생하여, 이 계절에는 단순히 불안정지수로만 뇌우가능성을 판단해서는 안되며, 외부에서 뇌전이 발생하여 유입되는 경우는 기류의흐름을 더욱 잘 분석해야 함을 알 수 있었다.

5. 강설

강설은 시정을 급격히 떨어뜨리고 활주로에 쌓여 항공기의 이착륙을 불가능하게 한다. 우리나라의 강설은 지역적 편중이 매우 심하며, 강설 발생 메커니즘도 복잡하다. 전종갑 등(1994)은 강설 강도로 우리나라의 대설지역을 구분하여 대관령을 중심으로 한 영동지역, 울릉도 대설지역, 군산을 중심으로 한 서해안 등 3지역으로 구분하였다. 뚜렷하게 3지역으로 구분되는 이유는 종관적 특징과 발생기구가 다르기 때문임을 제시하였다.

광주비행장에서 자주 발생하는 서해안 형은 주로 기온과 해수온도 차에 의한 대설 사례연구가 주를 이루고 있다. 대표적인 것이 호수효과에 의한 사례분석이다. 우리나라에서는 대륙의 기단이 확장할 때 나타나는 Westerly(서풍류)에 의한 강설로 알려져 있다. Braham(1983), 박순웅과 정창희(1984), Ellenton and Danard(1979) 는 수면 위와 대기 온도와의 해기차이에 의해 강설운이 발생하며, 풍향, 취주거리, 지형적 특징에 의해 강설량이 결정됨을 제시하였다.

광주비행장에서의 강설은 지상의 저기압 및 한랭전선이 통과한 후 한랭 건조한 시베리아 고기압이 확장할 때 나타나는 유형이다. 주로, 850hPa 온도골이 지나가거나 500hPa 기압골이 완전히 통과할 때까지 대설이 나타난다. 이 요소를 기준으로 해수온도와 850hPa 기온이 20℃이상 차이가 나거나 925hPa 기온과 13℃이상 차이가 날 때 대설이 나타난다. 바람 방향과 풍속을 고려해야 하며, 850hPa 풍속은 40KTS 이상이어야 한다.

가. 강설 사례

2007년 12월 29일 오후부터 2008년 1월 1일 저녁까지 북쪽의 찬 대륙기단이 확장하여 상대적으로 따뜻한 서해상을 지나면서 해기차에 의해 눈 구름대가 만들어졌다. 이 눈 구름은 북서풍의 바람을 타고 호남지방으로 이동해오면서 전북 서해안인 군산을 시작으로 전라남북도 서해안·내륙지방을 중심으로 많은 눈이 내렸다.

특히, 광주비행장의 경우 2008년 1월 1일 41.9cm의 기록으로 기상관측 이래 최고의 적설을 보였으며, 신적설은 2007년 12월 30일 21.3cm로 5위 값을 기록하였다. 이로 인해 3일 동안 모든 비행이 금지되었다.

2007년 12월 29일 12UTC부터 2008년 1월 1일 12UTC에는 몽골부근에서 발달한 1050hPa의 찬 대륙고기압이 화남지방으로 확장하면서 서고동저의 기압배치가 이루어 졌다. 등압선이 남북으로 형성되면서 우리나라 부근으로 기압경도력이 강화되고 북서풍 계열의 바람이 강하게 유입되었다. 서해상을 통과하면서 해기차에 의한 대류운이 발생하여 2007년 12월 29일 오후에는 군산을 시작으로 적설이 관측되었고, 전라남북도 서해안과 내륙을 중심으로 강설이 나타났다. 이로 인해 광주광역시에는 41.9cm(2008년 1월 1일)로 관측 이래 최대 적설을 기록하였다.

호남서해안 지방의 대설 조건 중의 하나인 850hPa의 등온선은, -12℃선이 2007년 12월 29일 12UTC에 경기도를 지나고, 2007년 12월 30일 12UTC 이후에는 전라남도 남해안까지 위치한 것을 볼 수 있다. 풍속도 점차 강해져 2007년 12월 29일 12UTC 이후에는 30kt 이상의 북서풍 계열의 바람이 불었다.(Fig. 95)

500hPa 일기도에서는 한반도 북쪽에 중심을 둔 Cold Low는 동쪽 블로킹으로 인

하여 느리게 회전하여 통과하고 점차 곡률이 강화되어 남쪽으로 한기를 유입시키고 있으며, 한기 이류의 지속시간이 길었다. 또한, 2007년 12월 29일 이후에는 고도하강구역에 들어있으며 5,460gpm 선이 남해안을 지나 일본 큐슈까지 남하하였다.

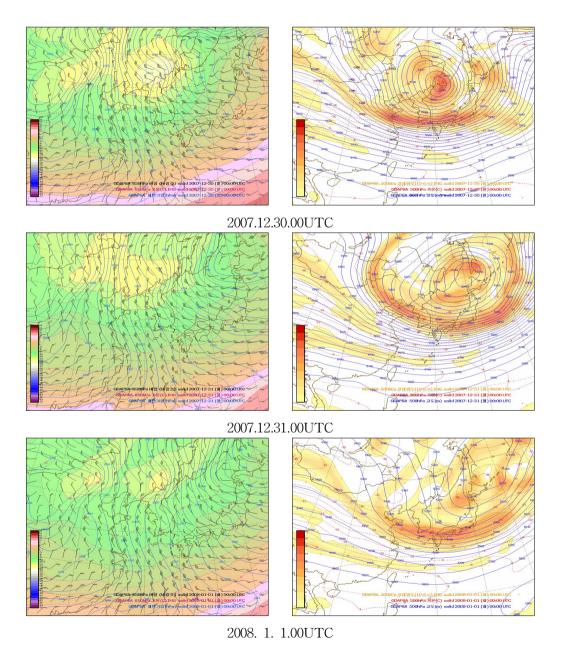


Fig. 95. (Lt.) Sea surface pressure, temperature and wind field at 850hPa, (Rt.) Weather chart at 500hPa.

Fig. 96의 위성영상을 보면 북서쪽으로부터 한기가 유입되어 따뜻한 서해상을 지나면서 적운 계열의 구름이 형성되었고, 점차 북서풍 계열의 바람을 타고 전라남북도 내륙까지 적운 계열의 구름이 형성된 것을 볼 수 있다. 특히, 광주를 비롯한 일부 내륙지역은 밤이 되면서 냉각효과에 지형효과가 가중되면서 밤 늦게부터 아침까지 강설이 나타났다.

레이더 영상에서는 2007년 12월 29일 오후에 전라북도 군산을 시작으로 강설현상이 나타났고, 12월 29일 밤에는 전라남북도 서해안 및 내륙까지 강설 에코가 나타났으며, 북서풍 계열의 바람을 타고 전라남북도 내륙으로 깊숙이 들어왔음을 알수 있다.(Fig. 97)

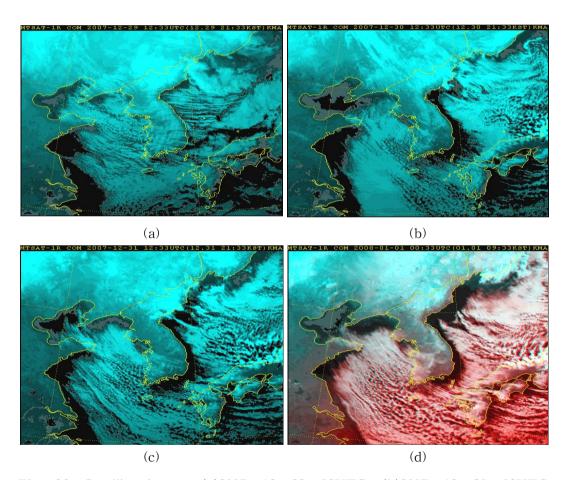


Fig. 96. Satellite image. (a)2007. 12. 29. 09UTC, (b)2007. 12. 30. 09UTC, (c)2007. 12. 31. 09UTC, (d)2008. 01. 01. 00UTC.

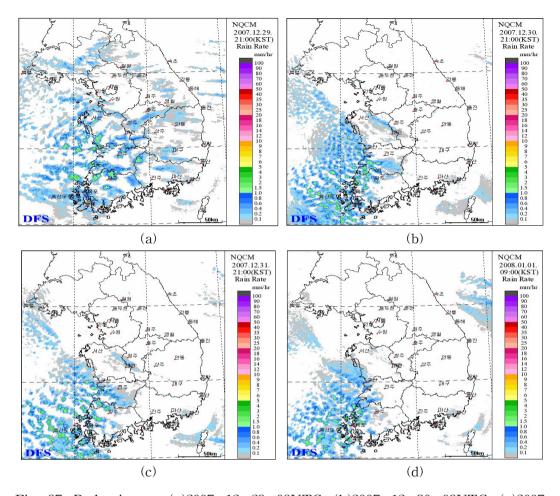


Fig. 97. Radar image. (a)2007. 12. 29. 09UTC, (b)2007. 12. 30. 09UTC, (c)2007. 12. 31. 09UTC, (d)2008. 01. 01. 00UTC.

Fig. 98은 925hPa 수렴역과 바람장을 중첩한 2차원 평면도이다. Fig. 98의 (a)는 눈이 시작되기 전의 모습으로 cP전면에 수렴이 형성되고, 전체적인 풍계가 북서계열이 보이면서, 내륙지방까지 많은 적설을 보였다. (b)는 첫 번째 피크를 나타나고 소강상태를 보일 때의 그림으로 수렴역은 충청지방으로 형성되고 전체적인 풍계는 북동계열로 바뀌면서 소강상태에 든 것을 볼 수 있다.

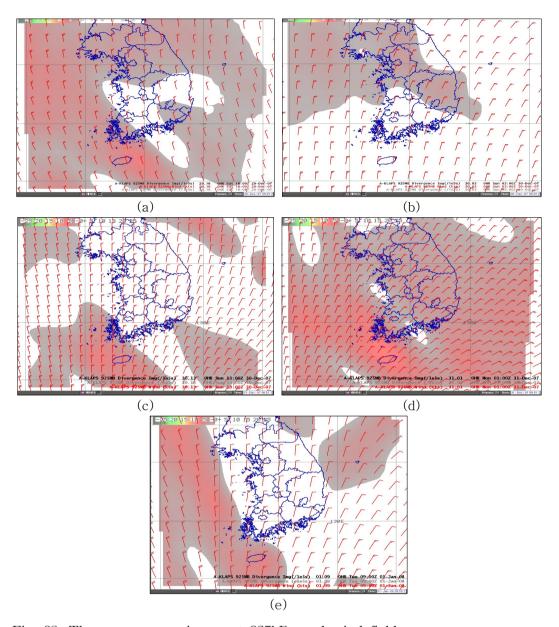


Fig. 98. The convergence image at 925hPa and wind field.

앞에서 언급한 바와 같은 강설 메커니즘에 의해 이번 강설도 중심기압이 1050hPa인 찬 대륙고기압이 화남지방으로 확장하면서 서고동저의 기압배치가 형성되었고, 북서풍 계열의 바람이 강하게 유입되었으며, 서해상을 통과하면서 해기차에 의한 대류운이 발생되어 대설이 나타남을 알 수 있었다.

850hPa의 온도 -12℃선이 남해상까지 남하하였으며, 북서풍 계열의 20kts이상의 바람이 불었다. 500hPa의 만주 부근의 Cold Low가 회전하면서 한기가 남하하였으며, 동쪽 블로킹 영향으로 느리게 빠져 나갔다. 또, 850hPa 이하의 층에서 상대습도 90%이상의 습윤한 영역이 존재하고, 하층에 강한 수렴대가 형성되어 있었다. 이러한 종관패턴이 강한 강설을 유발시킨 것으로 사료된다.

나. 광주공항 월별 강설량

월별 강설량은 Fig. 99과 같이 늦은 가을인 11월부터 이른 봄인 3월까지 나타나고 있다. 서해안 지역은 해기차에 의해 발생하는 대설의 영향을 많이 받는 시기인 12월과 1월에 최대 강설량을 보이며 이른 봄인 3월에서도 양은 적으나 강설현상이나타나고 있다.

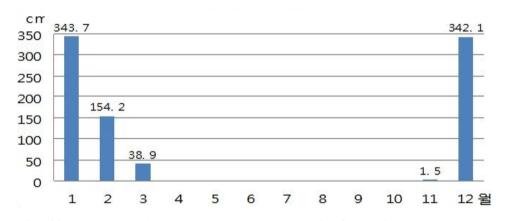


Fig. 99. The monthly mean snowfall amount in Gwangju.

6. 태풍

태풍은 열대성저기압으로 많은 비와 강한 바람을 동반하기 때문에 안전한 항공기의 운항은 물론이고 비행장에 주기되어 있는 항공기에도 위험을 초래하는 중요한 기상현상이다. 광주공항은 연 2~3회 태풍의 직·간접 영향을 받으며, 광주비행장에서 태풍으로 인해 항공기 지연 및 결항이 발생하는 경우는 $1\sim29(6\sim12\pi)$ 정도이다.

광주공항에서 최근에 태풍으로 인해 항공기 운항에 차질을 빚은 하나의 사례로는 2010년 8월 10일, 태풍이 북상함에 따라 출발 항공기 4편, 도착 4편, 총 8편이결항되고 8월 10일 17시부터 11일 13시 35분 까지 모든 항공기 운항이 전면 중단되었다.

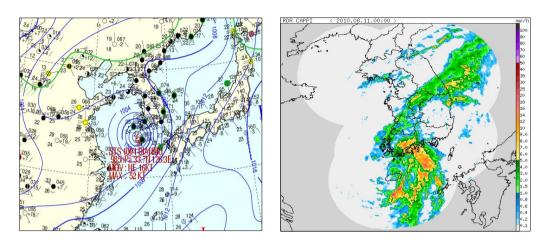


Fig. 100. The ground weather chart and radar image at the beginning of the severe weather.(2010. 8. 10. 15UTC).

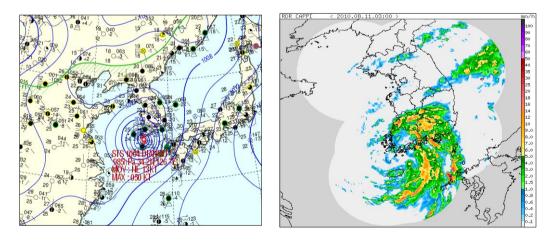


Fig. 101. The ground weather chart and radar image at peak time of the severe weather. (2010. 8. 10. 18UTC).

이 태풍의 영향으로 강수는 8월 09일 23:00시 이후부터 시작해 10일 누적강수량이 59.6mm이었고, 11일 00시부터 강한 비가 내리기 시작해 03시에 3시간 강수가

57mm를 기록하는 등 많은 비가 내렸다.

바람은 8월 10일 23시 09분에 13024G40KT, 11일 00시 32분에 12026G37KT로 강풍이 불다가 11일 02시 45분부터 바람이 점차 약해졌다. 종관분석 자료에서도 10일 자정에 태풍의 중심이 제주도 부근에 위치하고 여수공항이 태풍의 북동부에 위치하면서 여수공항에서 남동계열의 바람이 강해지기 시작하며, 여수공항 남서부로부터 강한 에코가 들어오고 있으며, 11일 03시에 태풍 중심이 남해서부에 위치하여 여수공항이 태풍의 왼쪽에 위치하면서 강수 수치가 peak를 나타냈다.(Fig. 101) 11일 06시 태풍의 중심이 여수공항을 지나가면서 풍속이 10kts 이하로 약해지고, 강수강도도 시간당 10mm 이하로 점차 약화되었으며, 강풍대 및 강수에코가 동쪽으로 이동했다(Fig. 102). 11일 12시 태풍의 중심이 여수공항을 통과 후 다시 풍향이 북서풍으로 바뀌고 풍속이 15kts 이상으로 다시 강해졌으며, 강수는 종료되었다.

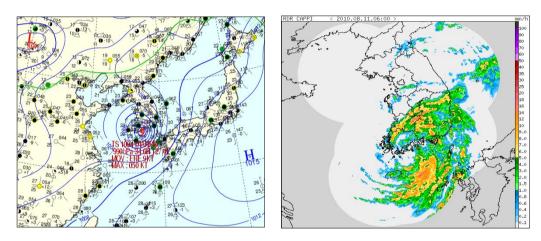


Fig. 102. The ground weather chart and radar image at the severe weather off. (2010. 8. 10. 21UTC).

제5장 결론 및 제언

우리나라의 지리적 위치, 수출 중심적인 산업·경제의 구조 및 국민소득의 증대는 항공수요의 증가를 필요로 하고 있으며, 이는 세계적 경향으로, 2010년 190개 ICAO 가입국 항공수송실적이 전년보다 11.7% 증가하였고, 그 중 우리나라는 대한 항공이 10위, 아시아나항공이 30위에 이르며, 특히, 항공화물의 경우 대한항공이 3위, 아시아나항공이 10위에 랭크된 것으로 알 수 있다.

우리나라 전체 공항에서 지연의 9.98%, 결항의 36.07%가 기상현상에 의한 것으로 나타났다. 이는 기상현상이 항공교통의 중요한 환경요소임을 대변하는 것이다. 우리나라의 경우 기상현상이 원인 된 세 차례의 대형 항공사고의 경험이 있으며, 미국의 경우도 상업항공기의 33%, 일반사고의 22%가 기상현상과 관련된 사고인데 그 대부분은 기상현상은 바람과 시정(안개)인 것으로 밝혀졌다. 한편 이로 인한 피해액도 연간 30억불에 달하고 있다.

인천국제공항의 경우 지연율 3.09%에 기상원인은 0.11%, 결항률은 0.68%에 기상원인 0.03%에 불과한데, 이는 우리나라의 유일한 F급 공항이기 때문으로 생각된다. 공항의 시설등급은 가장 중요한 요인이 되지만, 우리나라 전체 공항의 지연 및 결항의 원인이 되는 비중을 보면 기상정보의 중요성을 잘 알 수 있다.

항공교통의 수요가 급증하는 것과 발맞추어 그에 따른 가능한 모든 안전대책의 수립이 필요하다. 특히, 열악한 공항 환경을 갖고 있는 우리나라의 공항은 적극적 인 대책이 필요하다고 판단된다.

우리나라 19개소 공항 중 14개소 민강공항을 대상으로 그 환경, 지연 및 결항 원인을 ICAO기준의 일반원인과 기상원인으로 분류하여 분석한 결과는 다음과 같다.

- 1. 우리나라 항공사고는 지난 1957년부터 2009년까지 228회가 발생하였고, 4회의 대형 항공사고 중 3회가 기상현상과 관련한 사고였다.
- 2. 전체공항의 평균 지연율은 2.13%이며, 원인별로는 A/C접속, 기상, A/C정비 순으로 나타났는데, 기상현상의 원인에 의한 지연은 전체 지연의 약 10%에 달하고 있다.

- 3. 전체공항의 평균 결항율은 1.17%이며, 원인별로는 A/C접속, A/C정비, 기상 순으로 나타났는데, 기상현상의 원인에 의한 결항은 전체 결항의 36.07%나 되었다.
- 4. 항공기 지연의 연 변화를 분석한 결과 기상현상에 의한 원인은 3월부터 9월까지 보다 10월부터 2월 사이에 상대적으로 자주 나타났으며, 지연과 결항에서 A/C접속 의 연 변화는 기상요인과 동일한 진동을 하여 상호 관련이 있음을 알 수 있었다.
- 5. 전체 공항에서 지연과 결항의 가장 중요한 원인이 되는 기상현상은 안개, 강풍, 호우, 뇌우, 강설, 태풍 등이고, 인천국제공항은 안개, 태풍, 강설이, 제주국제공항은 강풍, 태풍, 안개, 강설이, 광주공항은 안개, 강설, 태풍이 중요 항공기상으로 분석되었다. 항공기의 지연 및 결항에 관련한 기상현상을 광주공항을 중심으로 사례를 들어 설명하였다.

위와 같은 결론에 따라 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

- 1. 인천국제공항의 경우, 지연율이 3.09%에 기상원인은 0.11%, 결항률은 0.68%에 기상원인은 0.03%에 불과하다. 이는 우리나라의 유일한 F등급 공항이기 때문으로 판단된다. 따라서 공항의 시설등급은 가장 중요한 요인이지만 항공기의 지연 및 결항의 원인 분석 결과 기상정보의 중요성을 인지하고 기상시설에 과감한투자가 뒤따라야 한다.
- 2. 저가항공기의 비중이 증가하고, 헬리콥터를 포함한 경·소형 항공기의 빈번한 운항, 기후변화에 따른 극한기상현상의 심화로 사고 잠재성은 항공운항 안전을 취약하게 할 가능성이 높기 때문에 이에 대한 안전대책을 수립하여야 한다.
- 3. IT기반의 종합적 안전관리프로세스를 구축하여 사고건수 관리 위주에서 실시간 모니터링과 잠재위험성 사전 분석제도를 통해 과학적·예방적 항공안전관리를 구현하기 위해서 항공안전보고시스템을 통한 잠재위험요소를 DB화하여야 한다.
- 4. 실시간으로 안전수준을 모니터링하며, 잠재 위험분석·대응체계를 구축하여 통합적·유기적 항공안전 관리체계를 운영하여야 한다.

참고문헌

- 공군, 1978; 항공기상 용어 해설집. 공군, 316pp.
- 기상청, 2009; 항공기상기술 선진화를 위한 발전 방안 연구. 한서대학교, 306pp.
- 김대영, 곽재혁, 이준호, 박광우, 정광영, 전성식, 2011; 항공기용 복합재료 다축 광학 구조의 진동해석에 관한 연구. 한국복합재료학회, 복합재료, 24(2), 14-21.
- 김미진, 이병찬, 2007; 군용항공기 소음예측시 오차저감에 관한 연구. 한국소음진 동공학회논문집, 17(3), 249-256.
- 김병종, 2000 ; 공항에서의 항공교통 지체현상 분석. 한국항공운항학회지, 8(1), 57-66
- 김봉석, 김득성, 장서일, 2006; 국내 항공기소음 평가방법과 외국 평가방법의 비교 연구. 한국소음진동고학회 학술대회 논문집(2006), p.1.
- 김영철, 2010 ; KWRF를 활용한 한반도 착빙 지수 특성 분석. 한국항공운영학회지, 18(3), 42-54.
- 김영철, 2010 ; 항공기상기술 선진화를 위한 발전 방안. 한국항공경영학회 춘계학술 대회 논문집(2010), 393-415.
- 김영철, 2010 ; KWRF를 활용한 한반도 항공기 난류지수 특성 분석. 한국항공운항 학회지, 18(1), 91-101.
- 김영철, 박상환, 2007; Radiosonde 자료를 이용한 항공기난류 특성 분석. 한국항공 운항학회지, 15(4), 94-99.
- 김요한, 김동현, 트란탄도안, 2011; 비즈니스 제트 항공기 날개의 천음속 공탄성 해석. 한국소음진동공학회 학술대회 논문집(2011), 299-299.
- 김주인, 김선태, 최현규, 홍성주, 2007; 항공기 소음 실측자료를 활용한 소음모델 (INM) 결과의 정합성 평가. 대한환경공학회 춘계학술대회논문집(2007), p.423.
- 김한택, 2009 ; 국제항공테러협약의 관할권 연구. 한국항공우주법학회지, 24(1), 59-89.
- 김형래, 박찬우, 2006; 혼합물 총량법과 유전자 알고리즘을 이용한 항공기 동체 최 적화에 관한 연구. 한국항공우주학회지, 34(7), 28-34.
- 김형철, 2007 ; 동해안 지역 군용항공기 소음피해에 관한 환경법적 검토. 한국환경

- 법학회, 환경법연구, 29(2), 69-113.
- 류민연, 유관의, 2009; 항공기 운항에 의한 공항의 공기오염. 한국항공경영학회 추계학술대회 논문집(2009), 361-371.
- 류찬수, 최기상, 이경호, 김남원, 2008; 제주도 지형효과에 의한 국지 악기상 발생 메카니즘 수치모의. 한국기상학회 학술대회 논문집, 282-283.
- 문재영, 이장우, 김지훈, 2011; 국내 저가항공사의 서비스 품질이 고객만족과 경영 성과에 미치는 영향에 관한 연구. 대한관광경영학회, 관광연구, 26(1), 169-182
- 박영환, 2008; 항공기소음 측정 및 평가방법에 대한 연구. 한국소음진동공학회, 학 술대회 논문집(2008), 421-422.
- 박원화, 2010 ; 구주연합 항공기 배출 규제 조치의 국제법적 고찰. 항공우주법학회 지, 25(1), 3-26.
- 박종길, 정우식, 이중우, 최효진, 권태순, 백종호, 2007; 인천국제공항 안개사례를 통한 경제적 재해 규모 분석. 한국항공운항학회지, 15(2), 40-47.
- 변순철, 송병흠, 임세훈, 2008 ; Controlled-Flight-Into-Terrain 항공 사고 예방에 관한 연구(괌 사고, 목포사고, 김해사고를 중심으로). 한국항공운항학회지, 16(1), 18-28.
- 송병흠, 김갑수, 1998 ; 전주권 신공항부지 선정의 타당성에 관한 조사연구. 한국항 공운항학회지, 6(1), 111-124.
- 송병흠, 최승희, 1999 ; 김포국제공항 지역의 시정변화에 대한 통계적 분석. 한국항 공운항학회지, 7, 91-99.
- 손정곤, 김연명, 2007 ; 김포공항 항공기 저소음 운항절차 수립을 위한 연구(2). 항 공소음진동공학회논문집, 17(9), 874-880.
- 손정곤, 김연명, 박진우, 김영일, 2007 ; 김포공항 항공기 저소음 운항절차 수립을 위한 연구(1). 한국소음진동공학회논문집, 17(5), 379-390.
- 손정곤, 정우홍, 황민기, 권현, 2008; 항공기 소음 자동측정국 감시효율에 대한 연구. 한국소음진동공학회, 학술대회 논문집(2008), 423-428.
- 신대원, 2005 ; 2월과 3월의 난류분포에 대한 연구. 한국항공운항학회지, 13(2), 27-34
- 신동진, 김도현, 2009 ; 활주로 방향설정을 위한 풍배도 프로그램의 개발 연구. 한 국항공운항학회지, 17(1), 39-45.
- 신명순, 김민주, 2011; 항공사 여승무원의 외형과 인상형성, 서비스 품질 지각 간

- 의 인간관계분석. 2011, 대한관광경영학회, 관광연구, 25(6), 199-220.
- 유광의, 김미경, 2008; 공항의 항공기 엔진에 의한 오염물질 배출량 측정. 한국항 공경영학회 추계학술대회 논문집(2008). 471-479
- 원완식, 이휘영, 윤문길, 2009 ; 출, 도착 항공편 비정상운항과 고객 불만사례 연구. 한국항공경영학회 추계학술대회 논문집(2009), 1-5.
- 윤승중, 한경근, 1993 ; 운항 환경 변화 요인에 관한 연구. 한국항공운항학회지, 1, 37-66.
- 윤한영, 2007 ; 대,소형 항공기 균형유치를 통한 인천국제공항의 성장전략. 한국항 공대학교경영연구소, 산업과 경영, 14(1), 47-63.
- 이강석, 설은숙, 2010 ; 국내외 항공사고 분류체계에 관한 연구. 한국항공경영학회 춘계학술대회 논문집(2010), 359-372.
- 이기한, 2006; 항공기 소음방지를 위한 규제법체계 연구. 2006, 한국환경법학회, 환 경법연구, 28(1), 437-457.
- 이승재, 김영철, 2005 ; 남한지역 상공에서 항공기착빙 발생과 예측에 관한 연구. 한국기상학회지, 41(4), 615-624.
- 이영곤, 최병철, 2003 ; 조종사보고(PIREP) 자료를 이용한 남한 지역에서 발생한 항공기 난류의 정량·정성적인 특성 분석. 한국기상학회지, 대기, 39(3), 321-335
- 이재민, 2011; 미국,유럽연합 대형 민간항공기 보조금 분쟁. 2011, 국제거래법학회, 국제거래법연구, 20(1), 207-240.
- 이주하, 유태억, 1995 ; 기압오차 보정에 관한 연구. 한국항공운항학회지, 3(1), 145-159.
- 이충대, 2006; 인천공항의 안개 유형별 분석 및 예측연구. 조선대학교 대학원 박사학위논문, 83. 104.
- 임재환, 1996; 화산재 지역에서의 항공기 운항. 한국항공운항학회지, 4(1), 131-147.
- 장임석, 성경희, 최진수, 반수진, 안준영, 서석준, 김수연, 2010, 항공관측 및 대기질 모델링을 통한 LTP 영향 산정. 한국환경관리학회지, 16(2), 73-80.
- 전상욱, 전용희, 김정화, 이동호, 2006; 항공기 날개 설계를 위한 강건성 및 신뢰성 최적 설계 기법의 적용. 한국항공우주학회지 34(8), 24-32.
- 정병옥, 2007 ; 서해 중부연안의 해무발생과 내륙유입에 관한 연구. 조선대학교 대학원 박사학위논문, 83.

- 정유인, 이태주, 장영환, 김상식, 2006; 항공기 피로수명 예측을 위한 파면해석. 대한금속재료학회지, 44(3), 155-162.
- 조동호, 유광의, 2009; 기후변화협약과 관련한 항공교통 분야 배출가스 저감을 위한 환경정책 방안에 관한 연구. 한국환경법학회, 환경법연구, 31(3), 315-347.
- 조영희, 장대성, 채규진, 2010; 항공사의 서비스 가치의 인간관계에 관한 연구. 한 국항공경영학회 추계학술대회 논문집(2010), 313-327.
- 한경근, 김영철, 박수복, 2009 ; 기상전용 항공기 도입 및 운영방안 연구. 한국항공 운항학회지, 17(4) 55-62
- 한국항공진흥협회, 1995 ; 세계 민강항공운송의 현황과 전망. 항공진흥 9권, 한국항 공진흥협회 조사연구부.
- 한국항공진흥협회, 2002; 안개에 의한 비행제한 요인 분석. 한국항공진흥협회 조 사연구부
- 한국항공진흥협회, 2007; 항공사례연구, 한국항공진흥협회 조사연구부
- 한국항공진흥협회, 2010; 항공연감.
- 한국항공진흥협회, 2011; 항공통계 국내편.
- 한국항공진흥협회, 2011; 항공통계 세계편.
- 항공기상대, 2003; 항공기사고사례 기상분석. 213pp.
- 항공기상청, 2010; 항공기 사고사례 기상분석. 166pp.
- 홍교영, 신동진, 박수복, 2009 ; 활주로 주변 건물을 지나는 측풍에 의한 이·착륙 항공기의 받음각 감소에 관한 연구. 한국항공운항학회, 17(2), 1-7.
- Arthur Shantz, 1998; WEATHER AVOIDANCE PLANNING AND COLLABO
 -RATIVE ROUTING DECISIONS. 2nd USA/EUROPE AIR TRAFFIC
 MANAGEMENT R&D SEMINAR Orlando,1st 4th December 1998, 1-16.
- Elrod, G. P., and D. I. Knapp, 1992; Forecasting Techniques An objective clear-air turbulence forecasting technique: verification and operational use, Wea. Forecasting, 7, 150–165.
- Fred H. Proctor and David A. Hinton., 2000; A Windshear Hazard Index. preprints of 9th Conference on Aviation, Range and Aerospace Meteorology 11–15 September 2000, 482–487.
- Gloria Kulesa(Team Leader for the FAA's Aviation Weather Research Program), 2002; Weather and Aviation: How Does Weather Affect the

- Safety and Operations of Airports and Aviation, and How Does FAA Work to Manage Weather-related Effects?, The Potential Impacts of Climate Change on ransportation. 1–10.
- H. Paul Stough, Daniel B. Shafer, Philip R. Schaffner, and Konstantinos S. Martzaklis, 2000; REDUCING AVIATION WEATHER-RELATED ACCIDENTS THROUGH HIGH-FIDELITY WEATHER INFORMATION DISTRIBUTION AND PRESENTATION. ICAS 2000 CONGRESS. 1–651.
- Kelsch, M., and L. Wharton, 1996; Comparing PIREPs with NAWAU Turbulence and icing forecasts; issues and. Wea. Forecasting, 11, 385-390.
- Lee, T.F., J.R.Clark, and S.D.Swadley, 1994; Potential applications of the SSM/I cloud liquid water parameter to the estimation of marine aircraft icing. Wea Forecasting, 9, 173–182.
- National Transportation Safety Board, 2005; Risk Factors Associated with Weather-Related General Aviation Accidents, Safety Study, NTSB /SS-05/01, PB2005-917004, Notation 7565A, Washington, D. 70 pp.
- Politovich, M. K., 1989; Aircraft icing caused by large supercooled droplets. Journal of Applied Meteorology, 28, 856–868.
- Retallack, B. J., 1978; Aeronautical Meteorology. Compendium of Meteorology, Vol. II, Part 2, WMO No. 364, 126pp.
- Schultz, P., and M. K. Politovich, 1992; Toward the improvement of aircraft icing forecasts for the continental United States. Wea. Forecasting, 7, 491–500.
- Thompson G., R. T. Bruintjes, B. G. Brown, and F. Hage, 1997; Intercomparison of in flight icing algorithms. Part I: WISP94 real-time icing prediction and evaluation program, Wea. Forecasting, 12, 878–889.

【부 록】

- 1. 민간 항공기 사고 현황
- 2. 공항별 기상현상에 의한 지연 및 결항 자료(2008~2010)

1. 민간 항공기 사고 현황

				항공기	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
순번	일 자	장 소	비행단계	기종	소속
1	' 57. 7.	부산비행장	착륙 중	DC-3	대한항공
2	' 57. 8.	전북 고창	비행 중	J-47	대한항공
3	'58. 2. 16.	부산비행장	비행 중	DC-3	대한항공
4	'62. 2. 18.	강원 횡성	비행 중	L-5	서울신문
5	'64. 4. 21.	전남 광주	이륙 중	L-16	전남일보
6	'64. 6. 30.	경기 의정부	착륙 중	L-5	경향신문
7	'64. 8. 21.	경북 경주	착륙 중	L-16	함상옥
8	ć65. 2. 1.	대구 동명	착륙 중	F-27	대한항공
9	ć65. 3. 26.	김포공항	지상	F-27	대한항공
10	ć65. 8. 16.	대구 동명	착륙 중	L-5	대한항공
11	´65. 9. 1.	전남 순천	지상	L-16	전남일보
12	´65. 9. 3.	부산공항	착륙 중	L-5	국제신문
13	´65. 9. 5.	타이페이공항	지상	F-27	대한항공
14	ć65. 12. 8.	김포공항	지상	F-27	대한항공
15	'66. 4. 16.	김포공항	착륙 중	F-27	대한항공
16	´67. 1. 5.	김포공항	지상	DC-3	대한항공
17	ć67. 2. 20.	김포공항	지상	F-27	대한항공
18	ć67. 4 . 27.	제주공항	착륙 중	F-27	대한항공
19	ć67. 5. 26.	제주공항	착륙 중	-	대한항공
20	ć67. 6. 28.	부산공항	착륙 중	DC-4	대한항공
21	<i>'</i> 67. 9. 1.	오사카 상공	비행 중	DC-9	대한항공
22	ć67. 10. 6.	수원 상공	비행 중	F-27	대한항공
23	′67. 11. 21.	수원 상공	비행 중	F/C	대한항공

	ما ما	1 ·	, 1) =1] =1 _1)	항공7	·]	
순번 	일 자	장 소	비행단계	기종	소속	
24	′67. 12. 8.	김포공항	지상	F/C	대한항공	
25	ć67. 12. 11.	부산공항	착륙 중	F/C	대한항공	
26	′68 .3. 5.	김포상공	비행 중	F/C	대한항공	
27	′68. 9. 6.	김포공항	지상	F/C	대한항공	
28	′68. 9. 8.	울상비행장	착륙 중	PA-30	아세아 항공	
29	′68. 11. 22.	수색비행장	이륙 중	C-45	항공대학	
30	′69. 1. 17.	김포공항	착륙 중	DC-30	극동항공	
31	´69. 3. 17.	대구 동명비행장	착륙 중	CESSNA 180	경향신문	
32	´69. 3. 17.	삼척비행장	착륙 중	F-27	대한항공	
33	´69. 5. 1.	삼척비행장	착륙 중	F-27	대한항공	
34	ć69. 7. 5.	청주비행장	착륙 중	PA-32	세기항공	
35	ć69. 8. 22.	안성 상공	비행 중	PA-32	세기항공	
36	ć69. 9. 15.	김포공항	지상	DC-9	대한항공	
37	'69. 10. 19.	삼척비행장	이륙 중	C-45	교통부	
38	´69. 10. 20.	수색비행장	착륙 중	C-45	항공대학	
39	′69. 11. 5.	김포공항	지상	F-27	대한항공	
40	'69. 11. 25.	김포공항	지상	DC-9	대한항공	
41	′69. 12. 11.	춘천비행장	착륙 중	CESSNA 185	동아일보	
42	′69. 12. 11.	강릉 상공	이륙 중	YS-11A	대한항공	
43	'71. 1. 23.	강원 고성	비행 중	F-27-500	대한항공	
44	<i>'</i> 71. 2. 7.	평택 상공	비행 중	F-27	대한항공	
45	'71. 4. 15.	춘천비행장	착륙 중	CESSNA 206	서울신문	
46	'71. 6. 6.	김포공항	이륙 중	F-27	대한항공	
47	<i>'</i> 71. 6. 10.	홍콩공항	착륙 중	착륙 중 B-720		
48	'71. 9. 9	김포공항	지상	YA-11A	대한항공	

*	ما ما	-1)	- 1 - 1 - 1 n	항공기	·]	
순번 	일 자	장 소	비행단계	기종	소속	
49	<i>'</i> 72. 3. 3.	김포공항	착륙 중	YA-11A	대한항공	
50	<i>'</i> 72. 3. 20.	일본 동경공항	착륙 중	CESSNA 337	대한항공	
51	′72. 9. 10.	김포공항	지상	B-707	대한항공	
52	<i>'</i> 73. 5. 3.	부상공항	비행 중	F-27-200	대한항공	
53	<i>'</i> 73. 6. 24.	김포공항	지상	B-727-022	대한항공	
54	<i>'</i> 73. 8. 24.	충남 서천	비행 중	B-707	대한항공	
55	<i>'</i> 73. 9. 7.	김포공항	지상	BELL 47G-5A	아세아 항업	
56	<i>'</i> 74. 3. 31.	김포공항	지상	YS-11-200	대한항공	
57	<i>'</i> 74. 5. 4.	호놀룰루공항	유도로	B-747	대한항공	
58	<i>'</i> 74. 5. 11.	호놀룰루공항	비행 중	B-747	대한항공	
59	<i>'</i> 74. 7. 24.	앵커리지공항	지공항 비행 중 DC-8-63F		대한항공	
60	′74. 8. 10.	김포공항	김포공항 지상 B		대한항공	
61	'74. 9. 13.	부천 오정면	비행 중	B-707	대한항공	
62	<i>'</i> 75. 3. 1.	안양 상공	·륚후상승중	류후상승중 A COMMANDER 681		
63	<i>'</i> 75. 3. 15.	ALASKA 상공	비행 중	B-747	대한항공	
64	′75. 4. 18.	김포공항	지상	DC-10	대한항공	
65	<i>'</i> 75. 5. 4.	김포공항	지상	B-747	대한항공	
66	<i>'</i> 75. 6. 18.	대구상공	·륚후상승중	F-27	대한항공	
67	<i>'</i> 75. 10. 7.	동경공항	착륙 중	F-27	대한항공	
68	<i>'7</i> 5. 11. 20.	부산공항	지상	B-720	대한항공	
69	<i>'75.</i> 12. 12.	마닐라공항	착륙 중	B-727	대한항공	
70	'76. 1. 4 .	김포공항	지상	B-720	대한항공	
71	'76. 6. 4 .	김포공항	지상	YS-11A	대한항공	
72	<i>'</i> 76. 6. 24.	양산 북방 5KM	비행 중	DC-10	대한항공	
73	<i>'</i> 76. 6. 29.	김포공항	지상	B-727	대한항공	

———	일 자	7l &	비행단계	항공기	']		
순번 	일 자	장 소	미앵단계	기종	소속		
74	<i>'</i> 76. 8. 2.	테헤란 공항 서북방	비행 중	B-707-373C	대한항공		
75	'77. 6. 27.	김포공항	지상	B-707 A300	대한항공		
76	<i>'77. 7. 27.</i>	경남 밀양군	비행 중	BELL 47G-5A	아세아항업		
77	<i>'77.</i> 9. 13.	김포	착륙 중	B-707	대한항공		
78	['] 78. 4. 3.	제주공항	지상	F-27	대한항공		
79	[′] 78. 4. 21.	소련 무르만스크 호수	비행 중	B-707-32 0C	대한항공		
80	[′] 78. 4. 27.	김포공항	지상	B-747-28 5B	대한항공		
81	<i>'</i> 78. 8. 5.	전남 함평	비행 중	BELL 47G-3B -KH4	전남도청		
82	<i>'</i> 78. 8. 7.	김포공항	지상	DC-10	대한항공		
83	<i>'</i> 79. 3. 17.	김포공항	대한항공				
84	<i>'</i> 79. 5. 14.	김포공항	지상	F-27	대한항공		
85	'79. 7. 16.	봄베이공항	비행 중	DC-10-30	대한항공		
86	<i>'</i> 79. 7. 25.	김포공항	지상	B-707-338C	대한항공		
87	<i>'</i> 79. 8. 9.	경남 진양군	착륙 중	BELL 47G-5A	아세아항공		
88	<i>'</i> 79. 12. 3.	김포공항	지상	B-707-338C	대한항공		
89	′80. 2. 23.	사천비행장	착륙 중	F-27-500	대한항공		
90	′80. 6. 17.	수색비행장	지상	HUGHES 300	동아일보		
91	′80. 7. 27.	김해	이륙 중	HUGHES 369D	합동통신		
92	′80. 9. 27 .	괌도 북방해상	이륙 중	BELL 47G-5A	동원산업		
93	′80. 11. 19.	김포공항	착륙 중	B747-285B	대한항공		
94	'81. 4. 29.	김포공항		DC-10	대한항공		
95	'81. 6. 13.	사우디타이프공항	착륙 중	A-300	대한항공		
96	′81. 7. 2.	제주공항	착륙 중	B727-100	대한항공		
97	'81. 7. 15.	충북 청원	이륙 중	HUGHES 369D	(주) 합동		
98	'81. 9. 15.	마닐라공항	이륙 중	B747-230B	대한항공		

———— 人山	الم الم	۲ کا	મો સો મો ગો	항공기	·]	
순번 	일 자	장 소	비행단계	기종	소속	
99	′82. 3. 30.	김해공항	착륙 중	B707	대한항공	
100	′82. 7. 28.	김포공항	착륙 중	CESSNA 500	대한항공	
101	′82. 9. 30.	김해공항	착륙 중	DC-10	대한항공	
102	′82. 11. 15.	경주시	이륙 중	BELL 47G-5A	아세아 항업	
103	′83. 6. 28.	강원도 태백시	이륙 중	HUGHES 369D	두산개발	
104	′83. 7. 4 .	충남 청양군	이륙 중	HUGHES 369D	두산개발	
105	′83. 9. 1.	캄차카반도	비행 중	B747-230B	대한항공	
106	′83. 10. 1.	제주도 남제주군	이륙 중	BELL 47G-5A	아세아 항업	
107	′83. 12. 24.	앵커리지공항	지상 활주로	DC10-30 CF	대한항공	
108	′84. 3. 20.	충남 청원군	비행 중	BELL 222	삼성물산	
109	'84. 4. 12.	경기도 시흥시	경기도 시흥시 착륙 중 HUGHES 369E		두산개발	
110	′84. 4. 28.	김포공항	착륙 중	F-27-600	대한항공	
111	′84. 4. 28.	김포공항	착륙 중	DC-10-30	대한항공	
112	′84. 8. 13.	전남 고성군	이륙 중	BELL 47G-5	아세아 항업	
113	′84. 9. 20.	충북 제천군	이륙 중	BELL-206L	KBS	
114	′84. 10. 6.	파리 드골공항	유도로	B747	대한항공	
115	′84. 10. 8.	소로몬 근해	비행 중	HUGHES 369D	동원산업	
116	'84. 12. 27.	울산비행장	지상	F-28	대한항공	
117	′85. 8. 16.	김포공항	착륙 중	A-300	대한항공	
118	'85. 10. 12.	김포공항	착륙 중	MD-82	대한항공	
119	′85. 11. 11.	부산	비행 중	CESNNA 182J	한국일보	
120	′86. 1. 17.	삼성체육관 상공	비행 중	BELL-222	삼성물산	
121	'86. 5. 22.	사우디 제다공항	지상	B747	대한항공	
122	′ 86. 8. 3.	경북 문경	비행 중	BELL 47G-5	조선공사	
123	'86. 9. 30.	안양시 남동쪽	비행 중	BELL-222	삼성물산	

—————————————————————————————————————	الم الم	٠, ١	માં આ નો નો	항공기	·]		
순번 	일 자	장 소	비행단계	기종	소속		
124	′87. 1. 26.	제주공항	지상 유도로	SA-365N	대한항공		
125	′87. 1. 26.	김포공항	비행 중	-	대한항공		
126	′87. 2. 4.	브르셀공항	착륙 중	-	대한항공		
127	'87. 2. 7.	김포공항	지상	-	대한항공		
128	′87. 9. 2.	김포공항	착륙 중	B707	대한항공		
129	′87. 11. 29.	인도양 해상 상공	비행 중	B707	대한항공		
130	′88. 1. 23.	제주공항	착륙 중	A-300	대한항공		
131	′88. 2. 3.	앵커리지	착륙 중	B747	대한항공		
132	′88. 3. 21.	경기도 부천시	비행 중	HUGHES 369D	한국항공		
133	′88. 4 . 7.	충남 서산	착륙 중	SUPERG-164B	고려산업		
134	′88. 6. 21.	서산 현대농장	산 현대농장 비행 중 BELL 214B		현대건설		
135	′88. 7. 23.	경남 하동	착륙 중	BELL 47G			
136	′88. 8. 25.	충남 홍성	상승 중	S-2R	고려산업		
137	′88. 9. 20.	부산 오륙도	비행 중	BELL 206L	한국항공		
138	'89. 1. 10.	앵커리지	지상 유도로	B-747	대한항공		
139	′89. 5. 31.	제주도	지상	비행선 AS-105	대한항공		
140	′89. 6. 18.	충남 서산	지상 활주로	AT-502	현대건설		
141	′89. 6. 19.	대구 비행장	지상 유도로	MD-82	대한항공		
142	′89. 7. 25.	김해공항	착륙 중	A-300	대한항공		
143	′89. 7. 27.	울릉도 해상	비행 중	S-58JT	우주항공		
144	'89. 7. 27.	트리플리	비행 중	DC-10	대한항공		
145	′89. 8. 4.	인천시 북구	상승 중	CESSNA U-206	중앙항업		
146	′89. 8. 13.	김포공항	지상	SKYSHIP-600	체육진흥공단		
147	′89. 8. 21.	속초비행장	착륙 중	F-27	대한항공		
148	′89. 11. 25.	김포공항	이륙 중	F-28	대한항공		

———— 人미	الم الم	۶ کا	મો એ દો ગો	항공기	·]	
순번 	일 자	장 소	비행단계	기종	소속	
149	'89. 11. 26.	암스테르담 공항	착륙 중	B-747	대한항공	
150	′ 90. 1. 5.	제주도	착륙 중	PA34-220T	대한항공	
151	′90. 1. 8.	김포공항		CITATION-500	대한항공	
152	′90. 1. 12.	광주비행장	지상	B747-400	아시아나	
153	′90. 6. 26.	제주 KAL훈련원	착륙 중	ARROW III	대한항공	
154	′90. 8. 3.	충남 서산	비행 중	AT 502	현대건설	
155	' 90. 9. 5.	수색비행장	착륙 중	FA200-180	항공대학	
156	'90. 9. 6.	광주공항	지상	MD-82	대한항공	
157	'90. 9. 9.	서귀포 항	비행 중	PA34-220T	대한항공	
158	'90. 10. 10.	벤쿠버공항	지상	대한항공		
159	'91. 2. 4.	김포공항	착륙 중	B-727	대한항공	
160	'91. 3. 4 .	김해공항	착륙 중	B-727	대한항공	
161	'91. 3. 10.	김해공항	지상	MD-82	대한항공	
162	'91. 3. 20.	북제주군	착륙 중	PA42	대한항공	
163	'91. 3. 19.	홍콩공항		MD-11	대한항공	
164	′91. 4. 4.	홍콩공항		MD-11	대한항공	
165	'91. 4 . 9.	안양 상공	이륙 중	DC-10	대한항공	
166	'91. 4 . 15.	수색비행장	이륙 중	PA32-300	항공대학	
167	′91. 4 . 20.	김포공항	이륙 중	B-727	대한항공	
168	'91. 6. 3.	서산농장 담수호	비행 중	AT-502	현대건설	
169	'91. 6. 13.	대구공항	착륙 중	B-727	대한항공	
170	′91. 7. 30.	사천공항	착륙 중	MD-82	대한항공	
171	'91. 7. 25.	김포공항	착륙 중	MD-82		
172	'91. 8. 10.	여수공항	착륙 중	F-28	대한항공	
173	'91. 9. 3.	제주 KAL훈련원	착륙 중	PA-28R	대한항공	

—————————————————————————————————————	الم الم	٠, ١	પો ચો નો નો	항공7	·)	
순번 	일 자	장 소	비행단계	기종	소속	
174	'91. 9. 13.	오사카공항	착륙 중	B-747		
175	′91. 10. 1.	제주 KAL훈련원	착륙 중	PA-28R	대한항공	
176	'91. 10. 3.	부산 해운대	부산 해운대 이륙 중 MotorizedGlides			
177	′92. 1. 16.	제주공항	착륙 중	B-767		
178	′93. 7. 26.	전남 해남군	착륙 중	B737-500	대한항공	
179	′94. 8. 10.	제주공항	착륙 중	A300-600	대한항공	
180	'97. 1. 10.	의정부	착륙 중	W3A	시티항공	
181	<i>'</i> 97. 8. 5.	괌	착륙 중	B-747	대한항공	
182	<i>'</i> 98. 8. 5.	김포공항	착륙 중	B747-400	대한항공	
183	′00. 2. 28.	경남 진주	비행 중	B206-L3	홍익항공	
184	′00. 4. 25.	경기도 화성군	비행 중	드리프트 장치	비행클럽	
185	′00. 10. 19.	울릉도 현포동	착륙 중	W-3A	씨티항공	
186	'00. 11. 7.	충북 청원	착륙 중	R22B	현승항공	
187	′01. 3. 9.	제주 KAL훈련원	착륙 중	PA34-220T	대한항공	
188	′01. 6. 22.	제주도 한라산	비행 중	Bell 214B-1	통일항공	
189	′01. 7. 8.	진해시	비행 중	S-76B	대우항공	
190	'01. 7. 14.	용인	비행 중	패러글라이더	미래항공	
191	'01. 7. 16.	김포	비행 중	H369D	헬리 코리아	
192	'01. 8. 24.	문경 팔경랜드	비행 중	페러글라이더	활공협회	
193	'01. 9. 10.	충분단양	비행 중	B214	한벨 헬리콥터	
194	'02. 4. 15.	김해(공항주변)	비행 중	B767-200	국제항공	
195	'02. 7. 18.	경남 합천	비행 중	B369D	창운항공	
196	′02. 8. 5.	경기 이천	비행 중	H369D	홍익항공	
197	′03. 1. 18.	경남 합천	비행 중	소콜	대구소방	
198	′03. 2. 11	김포공항	시운전 중	CessnalP206E	중앙항업	

———	일 자	장 소	비행단계	항공 🤊	7		
순번 	일 자	경 소 	미앵던게	기종	소속		
199	<i>'</i> 03. <i>6</i> . 30	충북 청원 남일변	비행 중	H369D	헬리코리아		
200	' 03. 7. 24	부산 강서구 녹산	시운전 중	H369D	헬리코리아		
201	′03. 7. 26	충북 음성군	시운전 중	AS350	헬리코리아		
202	′03. 8. 22	경북 구미	시운전 중	AS350	홍익항공		
203	<i>'</i> 04. 8. 9	경북 포항	비행 중	H369D	통일항공		
204	'04. 8. 27	고양 한강고수부지	비행 중	보라호	항우연		
205	'04. 10. 15	김해공항	착륙 중	Cessna 206	삼아항업		
206	'05. 3. 19	경기 어섬	착륙 중	TL2000 Sting	자가용		
207	' 05. 4 . 2 9	경기 광주	비행 중	K-1200	럭키항공		
208	<i>'</i> 05. 6. 23	강원도 양양	비행 중	Bell214B	헬리코리아		
209	<i>'</i> 05. 7. 30	전남 해남군	비행 중	BELL206L	한벨헬리콥터		
210	ć05. 10. 23	시화호	비행 중	STORM	자가용		
211	′ 06. 5. 21	1 김포공항 착륙 중		Cessna	자가용		
212	<i>'</i> 06. 6. 9	안양상공	비행 중	A321-100	아시아나		
213	<i>'</i> 06. 7. 16	고창비행장	착륙 중	MAX-180	한양항공		
214	′ 06. 8. 31	김해국제공항	착륙 중	Q400	제주항공		
215	ć06. 11. 16	B576 항로상	비행 중	B757	원동항공		
216	ć06. 11. 28	제주항공	착륙 중	ATR72	한성항공		
217	'07. 8. 12	김해국제공항	착륙 중	Q400	제주항공		
218	<i>'</i> 07. 9. 8	아암도 이착륙장	이륙 중	Jabiru200	자가용		
219	′08. 7. 19	경기도 가평	착륙 중	S92	통일가정연합		
220	′08. 8. 5	김포국제공항	착륙 중	C404	삼아항업		
221	′08. 08. 10	경기도 안산시	비행 중	TL200 Sting	자가용		
222	'08. 12. 30	제주 정석비행장	착륙 중	CTN560	항공대학교		
223	'09. 05. 18	김포공항	착륙 중	C206	새한지오텍		

순번	일 자	장 소	비행단계	항공기				
<u> </u>	린 기	, Q T	미양단계	기종	소속			
224	' 09. 05. 19	경기도 안산시	비행 중	TL200 Sting	자가용			
225	'09. 07. 27	충남 연기군	비행 중	CH-601L	자가용			
226	′09. 10. 28	일본 간사이공항	착륙 중	A321	아시아나			
227	′09. 11. 06	강원도 인제군	비행 중	KL-32A	창운항공			
228	′09. 11. 23	전남영암군	착륙 중	KL-32T	산림청			

2. 공항별 기상현상에 의한 지연 및 결항 자료(2008~2010)

가. 인천국제공항

				지	연							결	항			
연 월 일	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계
2008-01-01	39	11	3	0	3	1	0	57	12	8	0	0	0	0	0	20
2008-01-07	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-01-11	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-02-01	10	17	0	0	2	1	0	30	2	11	0	0	1	0	0	14
2008-03-01	18	5	0	0	5	0	0	28	1	0	0	0	0	0	1	2
2008-04-01	10	0	0	4	36	1	0	51	3	0	0	1	4	0	0	8
2008-04-25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
2008-05-01	18	1	4	0	13	2	0	38	3	0	0	0	0	0	0	3
2008-05-27	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-06-01	13	0	19	6	7	1	1	47	1	0	0	1	0	0	1	3
2008-06-18	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	3
2008-07-01	12	0	18	2	4	0	1	37	9	0	2	0	0	0	4	15
2008-07-07	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-08-01	3	0	11	13	2	2	1	32	0	0	0	10	0	0	2	12
2008-08-18	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-08-22	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
2008-09-01	8	0	7	10	0	0	0	25	0	0	0	16	0	0	0	16
2008-09-30	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-10-01	25	0	0	1	4	2	1	33	1	0	1	0	0	0	0	2
2008-10-03	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-10-18	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-11-01	12	5	0	0	4	0	0	21	2	1	0	0	0	0	0	3
2008-11-06	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2008-11-25	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-11-26	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-12-01	20	19	0	0	2	5	0	46	1	13	0	0	0	0	0	14
2009-01-01	19	14	0	0	2	1	0	36	0	1	0	0	0	0	0	1
2009-02-01	19	17	2	0	8	0	0	46	0	0	0	0	2	0	0	2

				지	연							결	항			
연 월 일	안 개	강 설	강우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계
2009-02-04	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-02-12	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-02-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	3
2009-03-01	3	12	0	0	2	0	1	18	1	1	0	0	0	0	0	2
2009-03-13	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
2009-04-01	4	1	1	0	6	6	0	18	1	0	0	0	0	0	0	1
2009-04-05	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-04-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
2009-05-01	6	0	1	0	4	1	0	12	0	0	0	0	2	0	0	2
2009-06-01	7	0	12	1	3	0	3	26	4	0	0	0	1	0	0	5
2009-07-01	3	0	8	2	13	0	6	32	1	0	0	0	3	0	5	9
2009-07-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
2009-08-01	1	0	7	8	4	2	1	23	0	0	0	7	0	0	2	9
2009-09-01	4	0	0	4	6	1	0	15	1	0	0	2	0	0	0	3
2009-10-01	5	0	1	12	5	1	0	24	2	0	3	13	2	0	0	20
2009-11-01	24	13	2	1	2	0	0	42	1	9	0	0	0	0	0	10
2009-11-09	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-12-01	9	16	0	0	4	0	0	29	14	8	0	0	0	0	0	22
2010-01-01	99	21	0	0	2	0	0	122	14	18	0	0	0	0	0	32
2010-01-04	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-01-20	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
2010-01-27	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2010-02-01	53	9	1	0	3	0	0	66	0	3	0	0	0	0	0	3
2010-02-09	2	0	1	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	2
2010-02-10	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-02-22	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2010-02-25	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	1
2010-03-01	5	9	1	0	3	0	1	19	0	2	0	1	1	0	1	5
2010-03-10	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	3
2010-03-15	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-04-01	4	2	1	0	11	0	1	19	2	2	1	0	1	0	0	6
2010-05-01	2	0	4	0	6	0	0	12	3	0	0	0	3	0	1	7

				지	연							결	항			
연 월 일	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계
2010-06-01	6	0	13	0	4	1	0	24	2	0	4	0	0	0	0	6
2010-07-01	6	0	11	2	4	0	0	23	3	0	0	2	0	0	0	5
2010-07-07	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-07-18	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-08-01	2	0	11	0	3	0	1	17	0	0	0	1	0	0	0	1
2010-08-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
2010-08-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5
2010-08-27	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-09-01	7	0	11	55	2	1	0	76	0	0	1	32	0	0	0	33
2010-09-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	6
2010-09-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4
2010-10-01	10	0	0	2	1	3	0	16	0	0	0	1	0	0	0	1
2010-11-01	60	14	0	0	6	1	0	81	1	2	0	0	0	0	0	3
2010-11-05	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-11-30	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-12-01	187	23	0	0	9	3	0	222	24	7	0	0	1	0	0	32
2010-12-20	2	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	4
2010-12-28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1

나. 제주국제공항

				지	연							결	항			
연 월 일	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계
2008-01-01	0	1	0	0	5	0	0	6	0	9	0	0	1	0	0	10
2008-01-04	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-01-06	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2008-01-07	11	0	0	0	0	0	0	11	35	0	0	0	0	0	0	35
2008-01-08	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	13
2008-01-09	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0

				지	연							결	항			
연 월 일	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계	안 개	강 설	강 우	태 풍	강풍	상층풍	운 고	합 계
2008-01-10	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-01-11	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	3
2008-01-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
2008-01-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4
2008-01-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
2008-01-28	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-01-29	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-01-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
2008-02-02	0	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1
2008-02-03	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-02-20	8	0	0	0	0	0	0	8	9	0	0	0	0	0	0	9
2008-02-25	0	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
2008-03-05	4	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	1
2008-03-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
2008-03-12	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2008-03-13	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
2008-04-06	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-04-08	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-04-09	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	43	0	0	43
2008-04-14	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-04-25	0	0	0	0	9	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-04-27	5	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-04-30	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-05-03	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-05-04	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	3
2008-05-18	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-05-24	20	0	0	0	0	0	0	20	7	0	0	0	0	0	0	7
2008-05-25	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2008-05-26	1	0	0	0	0	0	0	1	24	0	0	0	0	0	0	24
2008-05-27	2	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1
2008-06-10	1	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	3

				지	연							결	항			
연 월 일	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계
2008-06-12	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-06-18	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	3	0	2	0	1	14
2008-07-02	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2008-07-03	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2008-07-04	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	2
2008-07-05	1	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-07-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
2008-07-28	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-08-01	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-08-08	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2008-08-15	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-08-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10
2008-08-29	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-09-12	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-09-13	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-09-16	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-09-21	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2008-10-01	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-10-04	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-10-06	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-10-14	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-10-16	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-10-17	13	0	0	0	0	0	0	13	1	0	0	0	0	0	0	1
2008-10-18	19	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-10-20	14	0	0	0	0	0	0	14	4	0	0	0	0	0	0	4
2008-10-26	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-10-31	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2008-11-01	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2008-11-03	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-11-07	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-11-10	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-11-11	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

				지	연							결	항			
연 월 일	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계
2008-11-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
2008-11-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
2008-11-21	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-11-23	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
2008-11-25	4	0	0	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	3
2008-11-26	8	0	0	0	0	0	0	8	7	0	0	0	0	0	0	7
2008-11-28	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-12-03	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-12-04	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-12-05	0	0	0	0	3	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	1
2008-12-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
2008-12-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
2008-12-08	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-12-10	5	0	0	0	0	0	0	5	12	0	0	0	0	0	0	12
2008-12-17	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-12-22	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	2
2008-12-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
2008-12-31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
2009-01-01	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-01-09	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	2
2009-01-10	0	5	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-01-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
2009-01-12	0	2	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	2
2009-01-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
2009-01-14	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-01-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
2009-01-17	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2009-01-18	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
2009-01-23	0	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1
2009-01-24	0	5	0	0	1	0	0	6	7	6	0	0	0	0	0	13
2009-01-26	2	0	0	0	0	0	0	2	6	0	0	0	0	0	0	6
2009-01-31	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0

				지	연							결	항			
연 월 일	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계	안 개	강 설	강 우	태 풍	강풍	상층풍	운 고	합 계
2009-02-04	5	0	0	0	0	0	0	5	6	0	0	0	0	0	0	6
2009-02-05	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-02-06	16	0	0	0	0	0	0	16	2	0	0	0	0	0	0	2
2009-02-07	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-02-08	2	0	0	0	0	0	0	2	8	0	0	0	0	0	0	8
2009-02-11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2009-02-12	7	0	0	0	0	0	0	7	7	0	0	0	7	1	0	15
2009-02-13	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	84	0	0	84
2009-02-15	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-02-19	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
2009-02-22	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-03-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
2009-03-04	12	0	0	0	0	0	0	12	2	0	0	0	0	0	0	2
2009-03-12	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
2009-03-13	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2009-03-17	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-03-19	2	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1
2009-03-26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
2009-04-09	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	1	26
2009-04-13	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-04-14	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
2009-04-20	0	0	0	0	5	0	0	5	0	0	0	0	96	0	1	97
2009-04-26	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-05-02	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-05-05	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-05-12	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-05-16	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-05-20	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	1
2009-05-21	0	0	0	0	5	0	1	6	0	0	0	0	6	0	0	6
2009-05-23	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-05-25	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-06-02	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

				지	연							결	항			
연 월 일	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계
2009-06-03	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-06-10	3	0	0	0	2	0	6	11	1	0	0	0	0	0	0	1
2009-06-13	25	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-06-16	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-06-19	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-06-23	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-06-29	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-06-30	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-07-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	4
2009-07-09	0	0	8	0	0	1	0	9	0	0	2	0	0	0	0	2
2009-07-12	1	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	1	1	2
2009-07-14	0	0	0	0	9	0	2	11	0	0	2	0	8	0	6	16
2009-07-15	0	0	1	0	3	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-07-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
2009-07-17	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2009-07-19	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-07-24	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-07-28	0	0	2	0	4	0	0	6	0	0	0	0	7	0	0	7
2009-08-11	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-08-20	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-08-27	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-09-16	1	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	0	0	6
2009-09-29	4	0	0	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	3
2009-10-02	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-10-06	15	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-10-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
2009-10-15	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-10-16	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-10-26	2	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1
2009-10-27	14	0	0	0	0	0	0	14	5	0	0	0	0	0	0	5
2009-10-28	8	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-11-01	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

				지	연							결	항			-
연 월 일	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계	안 개	강 설	강 우	태 풍	강풍	상층풍	운 고	합 계
2009-11-02	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-11-07	5	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-11-09	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-11-10	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5	0	0	7
2009-11-11	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-11-24	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-11-26	11	0	0	0	0	0	0	11	9	0	0	0	0	0	0	9
2009-11-29	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
2009-11-30	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-12-01	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-12-02	5	0	0	0	0	0	0	5	6	0	0	0	0	0	0	6
2009-12-04	4	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	2
2009-12-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
2009-12-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
2009-12-18	0	2	0	0	0	0	0	2	0	5	0	0	0	0	0	5
2009-12-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5
2009-12-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
2009-12-24	5	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-12-25	5	0	0	0	0	0	0	5	0	2	0	0	0	0	0	2
2009-12-27	0	12	0	0	0	0	0	12	0	2	0	0	0	0	0	2
2009-12-30	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
2009-12-31	0	2	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	2
2010-01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
2010-01-03	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-01-04	0	2	0	0	0	0	0	2	0	84	0	0	0	0	0	84
2010-01-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
2010-01-06	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
2010-01-07	13	0	0	0	0	0	0	13	15	2	0	0	0	0	0	17
2010-01-09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
2010-01-10	17	0	0	0	0	0	0	17	15	0	0	0	0	0	0	15
2010-01-11	11	0	0	0	0	0	0	11	14	0	0	0	0	0	0	14
2010-01-13	0	0	0	0	10	0	0	10	0	5	0	0	26	0	0	31

				지	연							결	항			
연 월 일	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계
2010-01-20	13	0	0	0	0	0	0	13	73	0	0	0	1	0	0	74
2010-01-27	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	7
2010-02-08	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
2010-02-09	1	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	0	0	6
2010-02-11	0	2	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1
2010-02-13	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-02-23	5	0	0	0	0	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	2
2010-02-25	0	0	0	0	9	0	0	9	4	0	0	0	20	0	2	26
2010-02-26	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2010-03-01	16	0	0	0	0	0	0	16	1	0	0	0	2	0	0	3
2010-03-09	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
2010-03-10	0	7	0	0	3	0	0	10	0	6	0	0	14	0	0	20
2010-03-14	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-03-15	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	10	0	0	10
2010-03-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
2010-03-31	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-04-01	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
2010-04-12	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-04-19	0	0	0	0	5	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-04-20	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2010-04-24	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-04-26	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-04-27	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-04-28	0	0	0	0	7	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-05-06	0	0	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-05-17	2	0	0	0	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-05-18	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-05-19	8	0	0	0	0	0	0	8	2	0	0	0	0	0	0	2
2010-05-20	23	0	0	0	0	0	0	23	67	0	0	0	0	0	0	67
2010-05-21	10	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-05-22	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-06-06	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

				지	연							결	항			
연 월 일	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계
2010-06-18	4	0	0	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	3
2010-06-20	8	0	0	0	0	0	0	8	64	0	0	0	0	0	0	64
2010-06-30	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
2010-07-01	23	0	0	0	0	0	0	23	3	0	0	0	0	0	0	3
2010-07-02	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	2
2010-07-03	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
2010-07-04	23	0	0	0	0	0	0	23	17	0	0	0	0	0	0	17
2010-07-11	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	3
2010-07-13	0	0	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	0	1	1
2010-07-16	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	2
2010-07-18	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-07-28	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2010-07-31	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2010-08-02	2	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-08-10	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0	31	0	0	0	31
2010-08-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	0	0	12
2010-08-15	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-08-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
2010-08-27	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-09-01	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	57	0	0	0	57
2010-09-02	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	1	17	0	0	0	18
2010-09-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	11
2010-09-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
2010-09-11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2010-09-21	0	0	9	0	0	0	0	9	0	0	1	0	0	0	0	1
2010-09-30	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-10-06	5	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-10-07	12	0	0	0	0	0	0	12	3	0	0	0	0	0	0	3
2010-10-10	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-10-11	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-10-12	5	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-10-17	6	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0

				지	연							결	항			
연 월 일	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계
2010-10-18	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-11-05	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-11-06	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-11-07	7	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-11-18	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-11-21	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-11-27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
2010-11-29	8	0	0	0	0	0	0	8	8	0	0	0	0	0	0	8
2010-11-30	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	21
2010-12-01	6	0	0	0	0	0	0	6	5	0	0	0	0	0	0	5
2010-12-02	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-12-08	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	2
2010-12-10	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-12-12	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-12-17	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
2010-12-20	7	0	0	0	0	0	0	7	2	0	0	0	0	0	0	2
2010-12-21	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-12-22	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-12-25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
2010-12-26	4	6	0	0	0	0	0	10	0	2	0	0	0	0	0	2
2010-12-27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
2010-12-28	2	0	0	0	0	0	0	2	1	7	0	0	0	0	0	8
2010-12-30	4	2	0	0	1	0	0	7	3	17	0	0	13	0	0	33
2010-12-31	0	7	0	0	11	0	0	18	0	17	0	0	17	0	0	34
합 계	654	84	29	5	129	3	22	926	609	231	17	129	373	2	26	1387

다. 광주공항

				지	<u>연</u>							<u></u> 결	항			
연 월 일	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계
2008-01-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4
2008-01-04	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	2
2008-01-05	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
2008-01-06	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
2008-01-07	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
2008-01-08	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	7
2008-01-09	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	2
2008-02-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-03-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-03-11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2008-03-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-03-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-04-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-04-03	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2008-04-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-04-08	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2008-04-09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
2008-04-14	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2008-04-25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
2008-04-27	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-05-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-05-25	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-05-26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-05-27	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2008-06-09	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2008-07-02	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2008-08-08	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
2008-08-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-08-22	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-08-29	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1

				지	연							결	항			
연 월 일	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계
2008-09-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-09-05	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-09-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-10-04	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-10-14	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-10-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-10-16	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2008-10-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-10-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-10-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-10-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-11-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-11-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-11-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-11-11	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-11-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-11-26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-12-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-12-10	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-12-16	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	2
2008-12-17	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2008-12-22	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-01-01	0	3	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	1
2009-01-10	0	3	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	1
2009-01-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
2009-01-12	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2009-01-13	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-01-17	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-01-18	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-01-23	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-01-24	0	2	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1
2009-01-25	1	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0

				지	연							결	항			
연 월 일	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계
2009-01-26	1	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	3
2009-01-31	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	2
2009-02-04	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
2009-02-05	6	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-02-06	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-02-07	3	0	0	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	4
2009-02-08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-02-12	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2
2009-02-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-02-15	1	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	3
2009-03-03	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
2009-03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-03-17	5	0	0	0	0	0	0	5	4	0	0	0	0	0	0	4
2009-04-06	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2009-04-08	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	2
2009-04-09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-04-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	7
2009-04-28	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-05-05	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
2009-05-18	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-05-20	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-05-28	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-06-01	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-06-05	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-06-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-07-06	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-07-09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-07-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-07-28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-09-01	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-09-10	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-09-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

				지	연							결	항			
연 월 일	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계
2009-09-29	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2009-10-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-10-12	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-10-13	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-10-14	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
2009-10-15	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2009-10-17	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-10-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-10-26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-10-27	6	0	0	0	0	0	0	6	2	0	0	0	0	0	0	2
2009-10-28	6	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-11-09	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-11-26	7	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-11-29	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-11-30	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2009-12-01	3	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	2
2009-12-02	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-12-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-12-17	0	3	0	0	0	0	0	3	1	4	0	0	0	0	0	5
2009-12-18	0	4	0	0	0	0	0	4	0	2	0	0	0	0	0	2
2009-12-19	0	3	0	0	0	0	0	3	0	4	0	0	0	0	0	4
2009-12-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-12-23	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2009-12-24	6	0	0	0	0	0	0	6	2	0	0	0	0	0	0	2
2009-12-27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-12-30	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2009-12-31	0	5	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-01-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5
2010-01-05	0	2	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1
2010-01-07	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2010-01-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-01-11	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2

				지	연							결	항			
연 월 일	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계
2010-01-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0	5
2010-01-20	2	0	0	0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	0	0	5
2010-01-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
2010-01-27	1	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	4
2010-02-09	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
2010-02-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-02-23	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-02-25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-03-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-03-10	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	3
2010-03-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-04-01	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4
2010-04-24	3	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	1
2010-04-28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-05-20	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
2010-06-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-06-16	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2010-06-17	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2010-06-20	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
2010-07-01	6	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-07-03	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
2010-07-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-07-11	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
2010-08-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
2010-08-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-09-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
2010-09-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
2010-09-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
2010-09-14	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
2010-09-17	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
2010-10-06	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	2
2010-10-07	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3

									I							
				지	연							결	항			
연 월 일	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층풍	운 고	합 계	안 개	강 설	강 우	태 풍	강 풍	상층땅	운 고	합 계
2010-10-09	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
2010-10-10	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4
2010-10-11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2010-10-12	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
2010-10-14	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2010-10-18	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4
2010-10-22	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
2010-11-04	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	2
2010-11-05	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	2
2010-11-06	3	0	0	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	4
2010-11-07	4	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	4
2010-11-10	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	2
2010-11-18	1	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	4
2010-11-19	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	2
2010-11-21	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
2010-11-29	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-12-01	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-12-21	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-12-22	4	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	4
2010-12-26	0	3	0	0	0	0	0	3	1	2	0	0	0	0	0	3
2010-12-30	0	1	0	0	0	0	0	1	0	5	0	0	0	0	0	5
2010-12-31	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	0	0	0	0	0	9
합계	134	38	1	0	0	0	0	173	163	43	0	5	16	0	2	229