

# 청주공항 안개발생 · 소산시간 예측을 위한 정량적 지수개발

김홍래, 배양숙, 김지원, 연광호  
청주공항기상실

## 1. 서론

청주공항 개항 10주년을 맞이하여 안개발생 및 소산시간 예측을 위한 자료 분석 · 조 회 · 활용이 가능한 정량화된 독자적 안개지수 개발이 필요하다. 항공기상의 목적은 항공 기의 안전하고 효율적인 운항을 위해 반드시 필요한 기상정보 제공에 있으며, 그 기상정 보들 중 안개, 강수, 뇌우, 바람, 기온 등 항공기 운항에 영향을 미치는 기상요소에 대한 예보를 적시에 지원하여 안전을 도모하는데 있다.

이러한 기상정보 중 안개예보는 고객만족을 위한 국가 항공기상업무 역량 강화라는 목 표아래 항공기의 안전 및 정시운항 즉, 항공운항의 안정성, 경제성 제고를 위한 예보능력 향상을 필요로 한다.

따라서 본 연구에서는 항공 운항관리에 가장 직접적인 도움을 줄 수 있는 안개 발생 및 소산시간 예측을 위한 정량적 지수를 개발하여 악시정 소산 정보를 객관적으로 분석 하여 정보이용자에게 전달해주는데 주안점을 두었다.

## 2. 본론

### 2.1 지형분석 및 자료선정

#### 2.1.1 지형분석 및 AIRSIDE약도

##### 가) 지형 분석

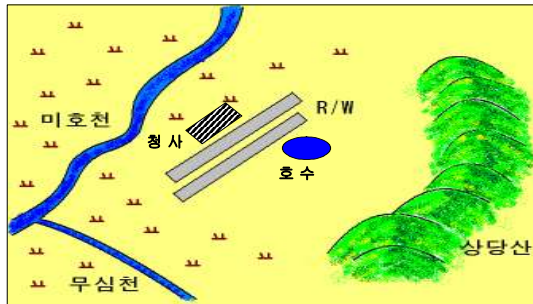
[그림 1]은 청주공항의 지형도를 모식화한 그림으로 좌표는 36°43'N 127°30'E 해발고 도 58.2m로 우리나라 중부내륙에 위치하며, 남서쪽에서 북동쪽을 향하는 차령산맥과 동쪽에 위치한 소백산맥 사이에 위치한다. 북동쪽으로 향하는 약 650m 차령산맥, 남동 쪽으로는 상당산 해발 419m로 활주로 방향과 같은 북동에서 남동쪽으로 작은 산들로 이어져 있다. 북북동쪽으로 10km지점에 초평 저수지, 남쪽으로 25km지점에 대청호가 위치하고 있으며, 공항주변으로는 무심천과 미호천이 1km이내에서 흐르고 공항 안에 는 호수가 있다. 공항 북쪽과 서쪽으로는 비교적 평탄한 저지대로 농경지를 이루고 있

다.

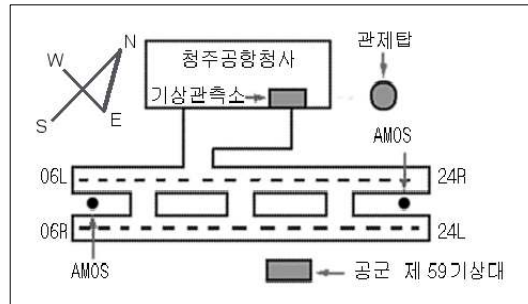
따라서 청주공항은 활주로 양단에서 불어오는 골바람의 형태가 많이 나타나며, 바람의 성질은 하천을 따라 불어오면서 많이 변질될 것으로 예상된다.

나) AIR SIDE 약도

[그림 2]는 청주공항의 AIR SIDE 약도로 청주공항에서는 2개의 활주로는 있으며, 활주로 방향은 240°방향과 60°방향이다. AMOS는 활주로 양단에 설치되어 있다.



[그림 1] 청주공항의 지형도



[그림 2] 청주공항 AIR SIDE 약도

## 2.1.2 자료선정 및 조건

가) 기간

(1) 기간 : 2000. 01. 01~2006. 12. 31(7년간) 자료

나) 자료선정

- (1) 수증기 : 수증기일, 습도
- (2) 기온 : 온도골 위치, 일교차 등
- (3) 연직분포 : 하강운동, 하층발산유무, LapseRate, P-velocity 등
- (4) 대기선도 : 역전층(존재, 고도변화, 역전층위건조역유무 등), LCL고도
- (5) 바람 : 풍속, 하층 바람장 변화
- (6) 지형적 특징 : 강제상승 등
- (7) 기압배치 : 기압고도 상승, 온도하강, 지상풍속변화 등
- (8) 기타 : 솔레노이드, 와도이류, 온난/한랭이류, 안정도 등

## 2.2 조사 및 분석

### 2.2.1 특보발표 회수 및 시정 분석

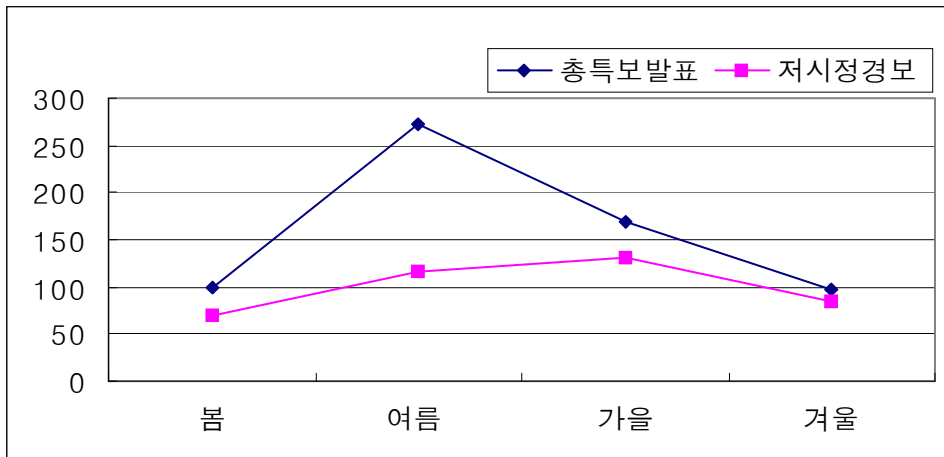
청주공항은 공군기상대에서 기상을 담당하고 있는 특수한 기관으로 군에서 발표하는 시정장애 현상 즉 저시정경보는 1마일(1,600m)을 기준으로 하고 있다.

청주공항의 특보발표 횟수를 분석하면 7년간 총 기상특보일수는 640회이며, 이중 시정장애로 의한 특보발표 횟수는 403회로 약 63%를 차지했다.

[그림 3]은 2000년부터 2006년까지 7년간 계절별 특보일수와 시정장애로 인한 특보발표일수를 비교한 그림으로 저시정 정보발표는 총 403건 중 가을철에 132회로 가장 많고, 여름철 117회, 겨울 84회, 봄 70회 순으로 나타났다.

여름철을 제외한 나머지 계절은 특보발표의 대부분이 저시정 정보였다. 여름철은 뇌우경보(134회)에 의한 특보발표일수가 저시정 정보발표일수보다 많았다.

겨울철은 주로 눈에 의해 여름철은 강수로 인한 시정장애현상이 많이 나타났으며, 800m미만으로 떨어지는 악시정 일수는 봄, 가을에 비해 적었다.



[그림 3] 계절별 특보 발표 및 시정장애 특보 발표 건수 비교(2000년~2006년)

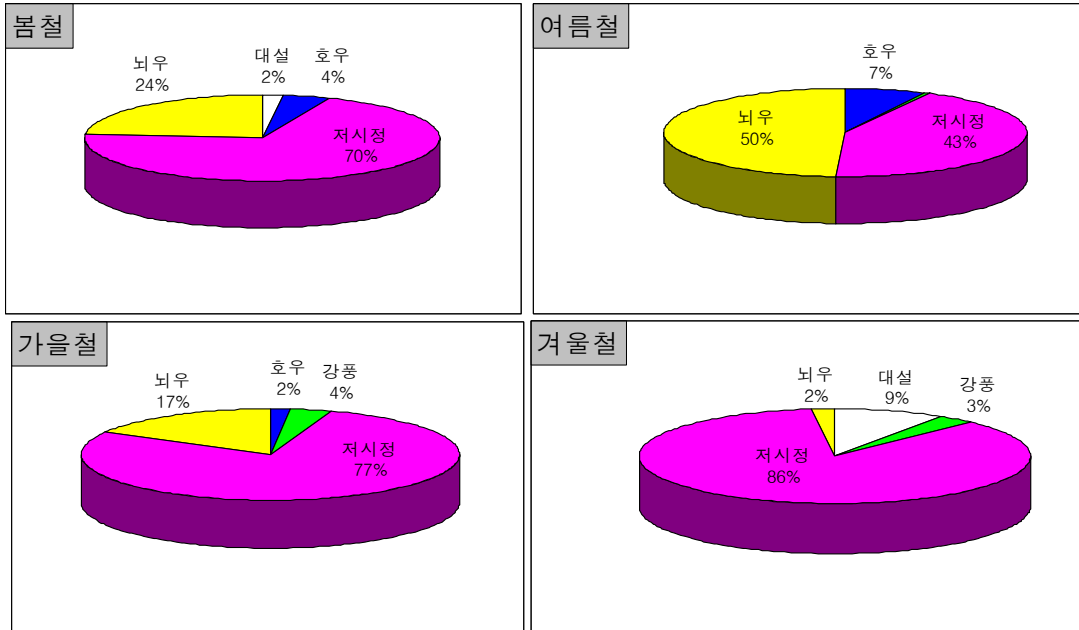
[그림 4]는 7년간 청주공항에서 발표된 특보발표 횟수를 계절별로 비교한 것이다. 여름을 제외한 봄, 가을, 겨울철에 저시정정보가 거의 대부분을 차지했다. 여름철엔 뇌우경보 횟수가 134회로 저시정정보에 비해 많았다.

청주공항은 지리적 위치상 야간의 복사냉각이 심하여 안개가 자주 발생하고 악화된 시정은 일출 후 안개가 소산되기까지의 시간도 상당히 오래 걸리는 것으로 조사되었다.

청주공항의 민항기는 비행기상최저치가 이륙시 RVR 500m, 착륙시 RVR 800m에서 제한을 받는다.

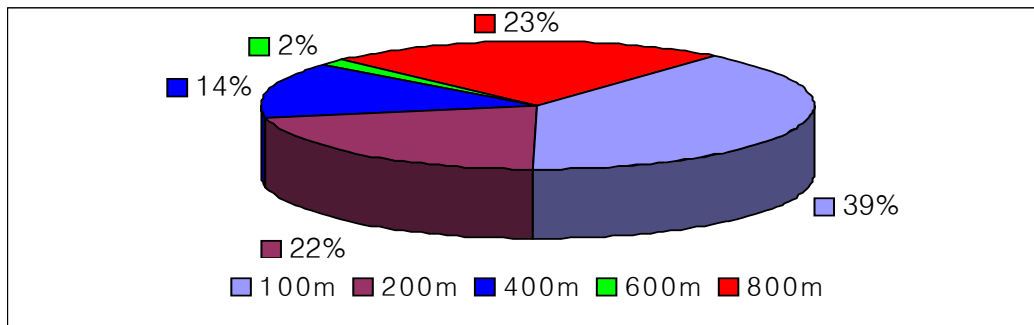
따라서 시정장애현상은 시정이 800m이하로 발생한 날을 선택하여 분류하였다.

자료선정결과 7년간 가을철 기상특보가 발표된 188회 중 시정이 800m이하로 기록한 일수를 분석하였다. 최소시정이 800m이하로 떨어진 횟수는 총 115회로 9월, 10월, 11월은 각각 29회, 58회, 28회로 나타났다.



[그림 4] 계절별 특보발표 건수비교(2000년~2006년)

[그림 5]는 시정이 800m이하로 떨어진 총 115회를 최소시정단위별로 분석한 결과 100m까지 떨어진 횟수는 45회, 200m 25회, 400m 16회, 600m 2회, 800m 27회로 나타났다.



[그림 5] 800m이하 시정 발생 횟수

<표 1>의 년·월별 800m이하 시정발생 횟수는 2001~2002년이 19회로 가장 많고, 2004년 18회, 2006년과 2003년 17회, 2005년 13회, 2003년 12회로 가장 적었다.

월별 800m이하 시정발생 횟수는 10월이 58회로 가장 많고, 다음으로 9월 29회, 11월에 28회로 가장 적었다.

<표 1> 년·월별 800m이하 시정발생 횟수

	2000년	2001년	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	계
9월	4	2	6	7	7	1	2	29
10월	10	10	11	3	4	7	13	58
11월	3	7	2	2	7	5	2	28
계	17	19	19	12	18	13	17	115

2.2.2 안개발생시 일반사항

가) 청주공항 안개 예보법은 새벽 고기압의 위치, 전일 15시 상대습도, 야간하늘상태 등으로 최소시정과 0800m의 회복시간 예보를 할 수 있다.

고기압 위치와 15시 상대습도는 대기의 안정도와 수증기량을 나타내는 중요한 지표이다. 그런데 이 자료는 너무 방대하고 여러 경우로 세분되어 있어 보다 일관성 있고 객관적인 지표가 필요하다. 국지예보에서 고기압의 위치는 아침에 바람이 어떻게 불 것인지 판단하는 기준이 될 수 있고 그 성질을 파악함으로써 안개 생성의 조건을 가름할 수 있다. 예를 들어 기압골의 영향을 받거나 대륙성 고기압이 장출하는 경우에는 아침에도 풍속이 강하나, 보통 안개가 발생할 경우에는 3~4kt 이내의 풍속일 것이다. 따라서 중요한 것은 습도와 운량인데 15시 습도는 15시 기온, 노점으로, 운량은 다음날 기온, 노점으로 대치할 수 있다. 구름의 양에 따라 다음날 복사냉각이 결정되므로 기온, 노점을 예측하는 것과 같다고 할 수 있다.

또한, 지형적으로 볼 때 청주공항주변으로 미호천 등 인근 소하천의 영향을 받아 복사야류무가 형성되는데 주로 청주시내를 관통하는 무심천의 영향이 가장 크며 이류무 발생시 국지적으로 북동풍이 불 경우 안개 시작시간은 새벽 5시를 전후하여 발생해서 오전 9시경 소산되는 것으로 분석되었다. 북동쪽에 위치한 미호천에서의 안개발생은 새벽 4시를 전후해서 오전 10시경에 소산되며 대부분 전일 강수가 있었던 것으로 집계되었다.

내수부근에서 발생하는 안개는 전형적인 복사무로 안개의 시작은 새벽 2시를 전후해서 발생하고 오전 11시까지 계속적으로 안개가 지속된다. 이 복사무패턴의 경우 시정이 회복된다하더라도 계속적으로 시정이 불량한상태가 유지된다.

청주공항 국지안개유형에 따른 중점 Check List 사항

- 새벽 고기압의 위치
- 15시 상대습도
- 새벽 하늘상태

## 2.3 새벽 고기압의 위치와 안개발생과의 관계

2.3.1 화중지방으로부터 점차 동진하는 이동성 고기압이 서해상에 접근해 올 경우

- 동서고압대 형성으로 기단 안정
- 남서기류의 유입으로 상대습도 증가
- 야간 복사 냉각에 따른 복사무형성(봄, 가을)

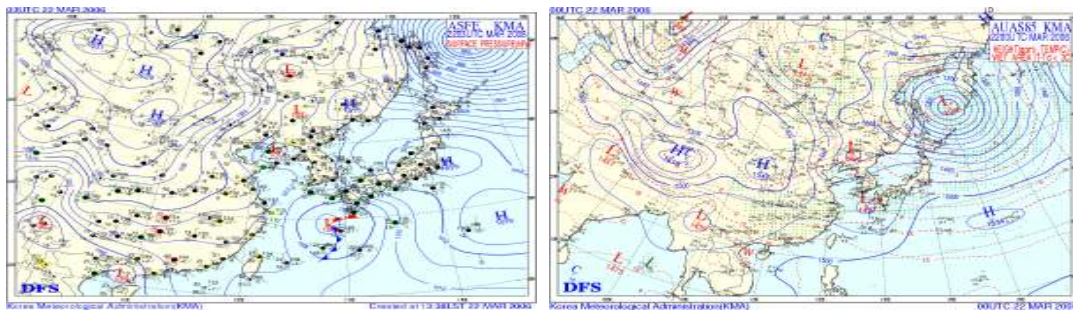
2.3.2 북서기류의 유입

- 고기압의 장출로 일차 고기압이 절리되는 가운데 변질
- 야간기단의 안정으로 풍속 5kt 이하 남서기류유입(늦가을, 겨울, 초봄)

2.3.3 안개발생에 따른 기압패턴

가) 저기압 패턴

주로 봄철(3~5월)에 나타나는 기압계로 이동성 고기압과 저기압이 주기적으로 발생하면서 나타나는 유형이다. 전선을 가진 저기압이 다가오면서 보통 강수를 동반하고 이로 인해 온도차에 의한 냉각 및 강수에 의한 수증기 공급에 의해 안개가 발생한다.



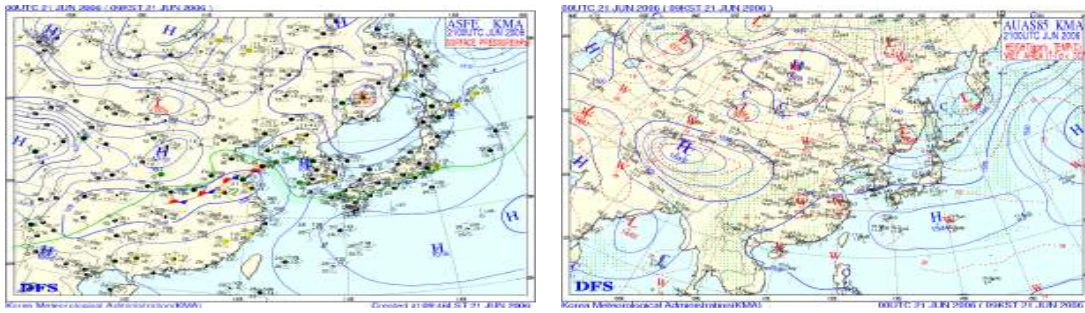
[그림 5] 지상일기도(좌), 850hPa일기도(우) (2006.05.22.09KST)

나) 장마전선형 패턴

보통 여름철(6~7월)에 걸쳐 나타나는 기압계로 북태평양 고기압과 오호츠크해 고기압이 만나면서 장마전선대를 형성시킨다. 북태평양 고기압은 고온다습한 성질을 가지고 있고 오호츠크해 고기압은 한랭다습한 성질을 가지고 있다.

이 장마전선대를 따라 저기압이 발생·이동하기도 하며, 이 두기단이 가진 성질로 인해 수증기의 공급과 냉각이 원활이 이루어지면서 안개가 자주 발생한다. 대부분 강수를 동반한 전선무의 형태로 나타난다.

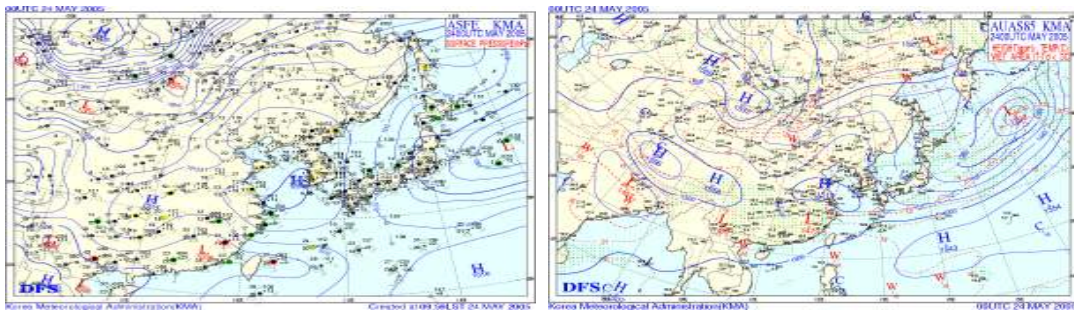




[그림 6] 지상일기도(좌), 850hPa일기도(우) (2006.06.21.09KST)

다) mT고기압 패턴

북태평양 고기압세력이 확장하면서 장마전선이 북상하고, 고온다습한 기단의 영향을 받게 된다. 해수면위를 고온다습한 공기가 지나게 되면서 안개가 자주 발생하게 된다.



[그림 7] 지상일기도(좌), 850hPa일기도(우) (2005.05.24.09KST)

라) 이동성고기압 패턴

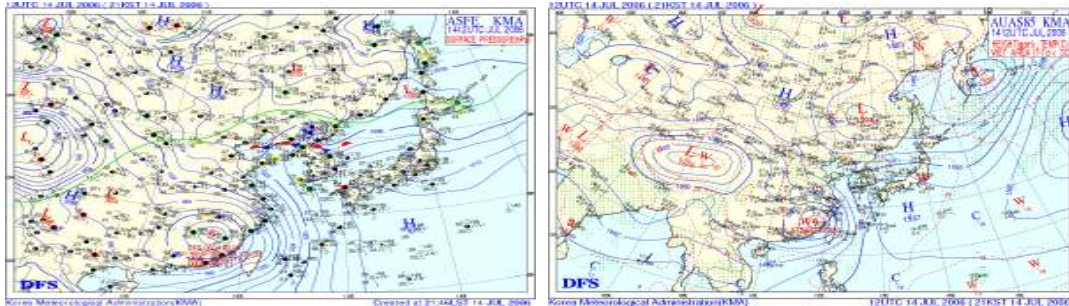
주로 봄(4~6월경)과 가을철(9~11월)에 많이 나타나며 고기압전면과 후면의 온도차에 의한 냉각에 의해 안개가 발생한다.



[그림 8] 지상일기도(좌), 850hPa일기도(우) (2005.07.21.09KST)

마) 열대저기압형

태풍은 보통 7월과 8월에 걸쳐 저위도에서 형성되어 고위도로 북상하며 주요 에너지원인 수증기를 다량으로 가지게 된다. 이 태풍이 북상하면서 고온의 수증기를 계속 공급하게 되어 안개가 발생한다.



[그림 9] 지상일기도(좌), 850hPa일기도(우) (2006.07.14.09KST)

<표 2> 안개발생시 기압패턴별 비율

기압계 유형	저기압	장마형	mT 고기압	이동성 고기압	열대저기압	계
발생비율(%)	36	22	20	13	9	100

2.4 15시 상대습도와 안개발생과의 관계

- 1) 전선동반 강수대가 중남부 지방 통과
  - 충분한 습기공급으로 인한 저시정 초래(여름, 초가을)
- 2) 고기압중심이 서해안 및 남해상에 위치
  - 전일 상대습도 60% 이상일 때 안개발생
- 3) 시정(100m)=3.2△e+24
  - △e : 15시 포화수증기압-내일아침 최저기온시 포화수증기압

2.5 새벽 하늘상태와 안개발생과의 관계

- 1) 야간 하늘상태가 CLR~SCT030 일때
  - 하층운 BKN일때 15%발생
  - 야간복사가 원활할 때 안개생성이 용이함을 의미



### 3. 결론

#### 3.1 상대습도와 하늘상태와의 시정과의 관계

- 1) 기압골의 영향을 받거나 대륙성 고기압이 장출하는 경우 :
  - 아침에도 풍속이 강하나, 보통 안개가 발생할 경우에는 풍속이 3~4kt 이내
  - 15시 습도는 15시 기온, 노점으로, 운량은 다음날 기온, 노점으로 대치
  - 구름의 양에 따라 다음날 복사냉각이 결정
- 2) 청주공항의 지형적 요인의 영향 :
  - 무심천의 영향으로 북동풍이 불 경우 새벽 5시를 전후하여 이류무가 발생하고 오전 9시경 소산
  - 미호천에서의 안개발생은 새벽 4시를 전후해서 오전 10시경에 소산되며 대부분 전일 강수가 있었음
  - 내수부근에서 발생하는 안개는 전형적인 복사무로 안개의 시작은 새벽 2시를 전후해서 발생하고 오전 11시까지 계속적으로 안개가 지속
- 3) 15시 상대습도와의 관계표

상대습도	하늘상태				회복시간(KST)
	BKN030	BKN100	BKN200	SKC~SCT	
61%이상	3,200m	1,600m	0800m	0100m	10:00
51% ~ 60%	-	-	0800m	0400m	09:30
41% ~ 50%	-	-	-	0800m	09:00
40%이하	-	-	-	-	-

항공기상관리본부 현업에서 가장 우선시되어야 할 저시정 예측을 가장 간단한 도구를 사용해 빨리 예측을 하고 현업을 통한 노하우를 수치화하여 객관성을 높이고자 한다.

### 4. 참고문헌

- 공군 제17전투비행단, 2006 : 청주시정 국지예보법 유형별 경향분석  
 항공기상대, 2003 : 항공기상 현업연구  
 홍성길, 1983 : 기상분석과 일기예보