

봄철 서해안 해무의 종관 특성

The synoptic characteristics of sea fog at West sea in spring

김영철*, 한경근(한서대), 박상환(공군제73기상전대)

1. 서 론

안개는 아주 작은, 무수히 많은 물방울들이 대기 중에 떠있는 현상으로, 수평시정이 1km 이하일 때를 말한다. 수평 시정이 1km 이상이면 박무(mist)로 구분해야 하지만 항공기상 관측에서는 보통 시정 장애 현상의 원인으로 관측하는 까닭에 차폐 거리에 따른 세밀한 구분을 하지 않고 모두 안개로 관측하는 것이 일반적이다.

구름과 안개의 차이는 그 밑 부분이 지면과 접하고 있는가, 또는 떨어져 있는가에 따라 결정된다. 밑부분이 지면과 접하여 있으면 안개, 떨어져 있으면 구름으로 분류한다. 안개 속에서 대기는 습하고 차갑게 느껴지며 상대습도는 거의 100%에 가깝다(기상총감, 1994).

안개는 발생하는 원인에 따라 공기의 냉각으로 발생하는 안개와 수증기의 증발로 발생하는 안개로 나누어질 수 있다. 공기의 냉각으로 발생하는 안개는, 지표면의 야간 복사 냉각으로 발생하는 복사무(radiation fog), 한랭한 해수면 위를 온난 습윤한 공기가 이류하여 발생하는 이류무(advection fog), 그리고 습윤하고 안정한 공기가 경사진 지형을 따라 상승하면서 건조 단열적으로 냉각되어 형성되는 활승무(upslope fog)가 있다. 수증기의 증발로 발생하는 안개에는 한랭한 공기가 상대적으로 온난한 해수면 위를 이류할때 수면으로부터 수증기의 증발로 발생하는 증기무(steam fog), 전선이 통과할 때 따뜻한 빗방울이 차가운 공기 중에서 증발하여 발생하는 전선무(frontal fog)가 있다.

발생하는 원인이 무엇이든 간에 안개가 발생함에 따라서 일상생활에 여러가지 영향을 주게되는데, 그 중에서도 아주 복잡한 현대

교통 체계에 미치는 영향은 매우 심각한 것으로 나타나고 있다. 대도시나 고속도로의 자동차 운행에 미치는 어려움은 물론이고 항공기의 지연 발착의 대부분이 안개 때문이며, 심지어는 항공기 사고의 주요 원인의 하나로 분석되고 있다. FAA 산하, NASDAC(National Aviation Safety Data Analysis Center)의 분석에 의하면 1991-2001년 사이에 총 22,655 건의 항공기 사고중 기상현상이 사고의 직접 혹은 간접적인 원인이되어 발생된 사고는 4,771건으로서 21.1%에 달했다. 기상관련 사고 4,771건을 현상별로 분석하면 바람이 44.4%이고, 시정/시일링 관련 사고가 22.9%를 차지하여 두번째로 높은 빈도를 차지하고 있다(FAA, 2005).

우리나라는 삼면이 바다로 둘러싸인 지형 조건으로 인해 수증기의 수송이 유리하고, 낮은 구름지나 평야 지대인 서쪽 지방은 야간 복사 냉각이 잘 발생하여 복사무가 많이 형성되는데 특히 봄, 가을에 잦은 안개가 끼고있다. 그러나 복사무는 해가 뜨면 잘 소산하기 때문에 안개의 지속 시간 때문에 생기는 어려움은 비교적 작다. 이에 반해 보통 3월에서 8월까지 발생하는 해무는-우리나라의 해무는 온난 습윤한 남서 기류의 영향으로 발생되는 이류무가 대부분이다-그 지속시간이 길어서 겪게되는 어려움이 많다. 특히 여러날 지속되는 해무가 서해안 인근 비행장에 미치는 영향은 매우 크다고 할 수 있다. 따라서 항공기상대에서는 해무의 발생과 소산 예측에 많은 연구가 필요한 실정이다.

또한 서해에서 일어나는 해상 재난 중 해무에 의한 재해가 큰 비중을 차지하고 있어(김범영, 1985) 서해상 해무의 특성을 규명하고 예측하는 것은 해상 교통과 안전, 해양 생태계 변동 등과 관련하여 그 중요성이 커지고 있다.

우리나라 근해에서 발생하는 해무에 관한 연구는 남해안(정성호, 1968), 동해안(변희룡 등, 1997), 서해 중부 연안(오귀영, 1995), 그리고 한국근해(김문옥과 고정석, 1996)에 대한 연구가 있다. 그러나 서해안 지역을 포함한 서해상의 해무 연구는 박원선과 신기윤(1997)의 연구가 있을 뿐 그 중요성에 비해 연구가 많지 않다.

본 연구는 특히 봄철 서해상에서 발생하는 해무의 종관 특성을 분석하기 위해 가장 전형적인 봄철 해무 사례 분석을 시도 하였다.

2. 사례 분석

2.1 종관장 분석

'03년 3월 24~26일 동안 3일간 지속된 사례일을 선정하였다. 이 사례는 우리 나라 북쪽으로 기압골이 통과하고 나서 3월 24일 오후부터 서해상에 해무가 발생하기 시작하여 3월 26일까지 지속되었고, 해안에 인접한 중서부 내륙 지방까지 안개와 낮은 층운이 유입되어 시정장애와 저고도 실링 현상이 나타났다.

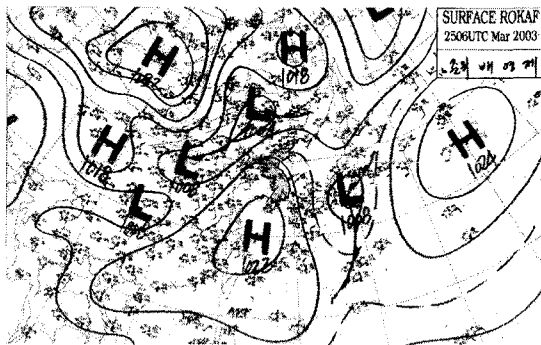


Fig. 1. Surface synoptic chart on '03. 3. 25 15:00(I).

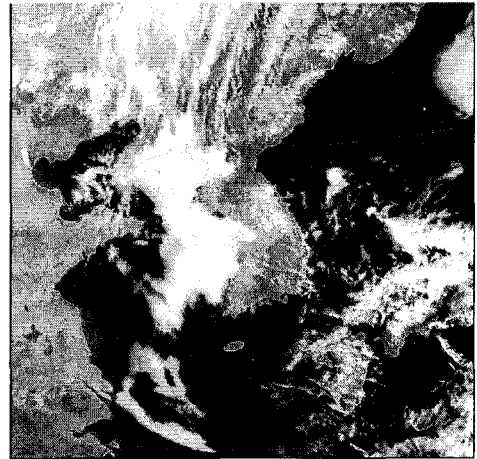


Fig. 2. Visible satellite image same time of the Fig. 1.

24일부터 우리나라 서해상으로 기압능이, 동한만으로 저기압 중심이 위치하여 우리 나라 북동쪽으로 기압골이 확장하는 전형적인 해무 발생의 기압배치가 나타나고 있다. 점차 기압골 중심은 남쪽으로 이동하면서 우리나라는 약한 기압골의 영향과, 동중국해에 중심을 둔 고기압의 영향을 동시에 받았다. 25일 들어 동중국해상에 위치한 고기압이 더욱 세력을 확장하고 있으며, 서해상에 지속적으로 서 내지 남서 기류가 유입되면서 해무의 강도는 서해안 전역에 영향을 주었다. 26일 들어 이동성 고기압이 점차 동진하여 한반도를 빠져 나가면서 서해상의 해무는 서서히 소멸되었다.

Fig. 1은 해무가 가장 발달했던 3월 25일 15시의 지상 일기도를 보인 것으로, 우리나라는 동중국 해상에 중심으로 둔 이동성 고기압의 영향을 받고 있으며, 서해상으로는 서 내지 남서 기류의 영향을 지속적으로 받고 있음을 알 수 있다. Fig. 2는 당시의 위성 가시영상을 보인 것으로, 우리나라 서해안 및 서해 연안 지역은 해무로 덮힌 모습을 볼 수 있다. 이때 서해 도서 지역은 완전 차폐 현상을 보였으며, 수원, 서산 등 서해안 인근 지역으로는 1mile 미만의 시정과 낮은 층운들이 형성되었다.

2.2 상층일기도 분석

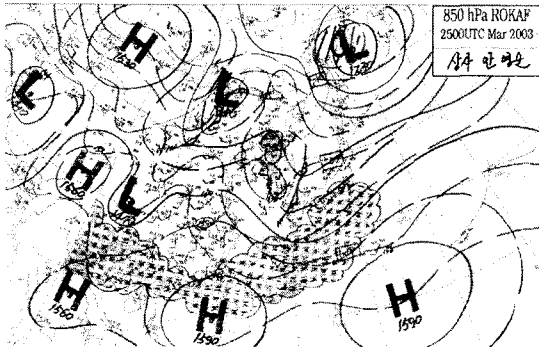


Fig. 3. 850hPa synoptic chart on '03. 3. 25 09:00(I).

상층 일기도(850hPa 선도)에서는 24일 서해상으로 기압골과 Thermal Trough가 형성되어 있다. 점차 기압골의 축이 동진하면서 동해상으로 이동했고, 우리나라는 고기압의 전면에 놓이게 되었다. 25일 우리나라는 고기압의 영향을 광범위하게 받으면서, 26일 들어 고기압의 영향권을 점차 벗어났다.

Fig. 3은 25일 09시의 850hPa 일기도를 보인 것으로 우리나라가 점차 고기압의 영향을 받음을 알 수 있다.

지 습윤층이 형성되어 있음을 알 수 있다.

2.3 해수면온도 분석

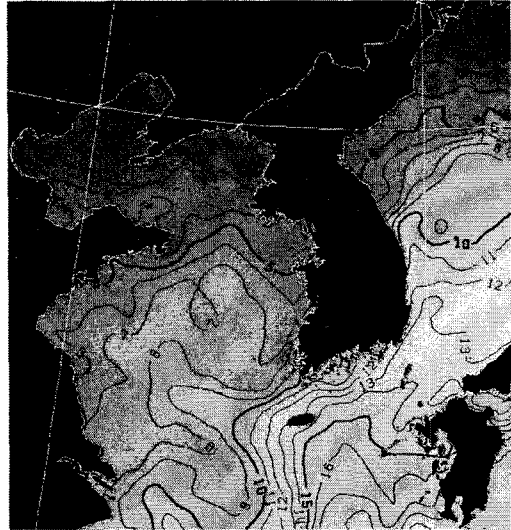


Fig. 5. Daily averaged Sea Surface Temperature on '03. 3. 25.

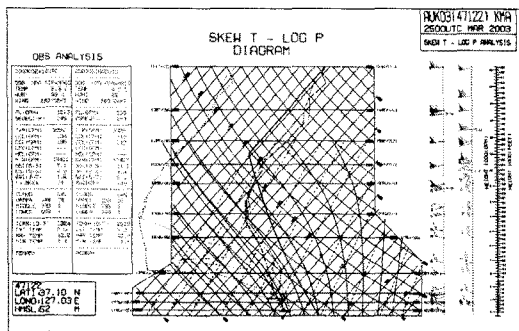


Fig. 4. Skew T - Log P diagram on '03. 3. 25 09:00(I).

Fig. 4 25일 09시 오산 단열선도를 보인 것으로 지상에서 상층까지 서 내지 남서 계열의 바람이 불고 있으며, 지상에서부터 약 3,000ft까

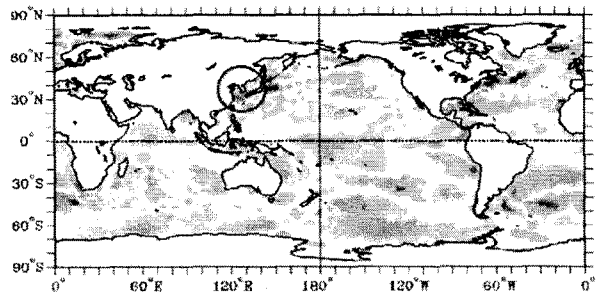


Fig. 6. Sea Surface Temperature anomaly on '03. 3. 25.

Fig. 5는 사례 발생일 중 25일 우리나라 근해 해수온도를, Fig. 6은 해수면온도편차를 각각 나타내 것이다. 해무 발생기간 동안 서해상의 해수면온도 분포는 큰 변화 없이 태안반도 부근에 5°C선이 지나고 있고, 서해는 4~7°C의 분포를 보이고 있으며, 이러한 해수면 온도 분포는 평년보다 0.5~1°C 낮은 것이다 (Fig. 6). 이는 평년보다 낮은 해수면

위를 온난한 남서 기류가 통과할 때 더 큰 온도차가 발생하여 온난 이류성 해무 발생에 용이한 조건으로 작용하였다.

2.4 사례 분석 결과

3월 24일 우리 나라 북쪽으로 기압골이 통과하고 나서 남서 해상 쪽에 중심을 둔 고기압의 영향을 받기 시작하였다. 서해상에 기압능이, 동한만에 저기압 중심이 위치하였으며, 온난한 서 내지 남서 기류가 유입되면서 전형적인 해무 발생의 기압배치가 나타나면서, 서해 5도 및 서해 먼 바다에서부터 해무가 형성되었다.

25일 남서 해상의 고기압의 영향을 본격적으로 받으면서 온난 습윤한 서 내지 남서 기류가 유입되었다. 상대적으로 서해상은 평년에 비하여 낮은 해수면 온도 분포를 보이고 있었으며, 따뜻한 공기가 차가운 해수면을 지나면서 온난 이류성 해무가 생성되었다. 서해 전역에서 해무의 영향을 받았으며 서해 5도 지방은 완전 차폐, 서산, 수원 등 인근 지역은 1마일 이하의 시정을 나타내었다.

26일에는 이동성 고기압의 중심이 동진함에 따라 고기압의 영향권에서 벗어나면서 점차 해무 및 층운은 소멸하였다.

결론적으로 동중국해에 중심을 둔 이동성 고기압의 영향권에서, 온난한 서 내지 남서 기류가 평년에 비해 낮은 해수면 온도를 유지한 서해상으로 이류되면서 해무가 발생한 것으로 분석되었다.

3. 요약 및 결론

본 연구는 봄철 서해상에서 주로 발생하는 해무의 종관 패턴을 분석하기 위해서 해무가 발생한 '03년 3월 24~26일 3일간에 대한 종관 및 상층 일기도, 해수면 온도 자료 등을 사용하여 사례분석한 것이다.

그 결과를 종합하면 다음과 같다.

첫째, 우리나라는 남서해상에 중심을 둔 이동성 고기압의 영향으로 따뜻한 서 내지 남서 계열의 기류가 지속적으로 유입되었다.

둘째, 우리나라 주변 해수면 온도가 평년보다 0.5~1℃ 정도 낮은 4~7℃ 분포를 보여 대기와의 온도차가 더욱 증가하여 해수면 부근에서 수증기의 응결이 쉽게 이루어져 해무 발생

이 더욱 용이해졌다.

셋째, 고기압의 영향으로 상층 역전 현상이 나타나 층운 소산을 어렵게 하여 2~3일간 한반도는 해무 및 층운의 영향을 받았다.

결론적으로 이 사례는 온난 습윤한 공기가 상대적으로 차가운 서해상을 지나면서 해무가 생성되어 해안과 인접한 중서부 내륙까지 안개와 층운의 영향을 받게 되어 인근 비행장의 항공기 운항에 큰 영향을 초래하였다. 따라서, 이 연구를 바탕으로 해무의 특성과 예보칙에 대한 많은 연구가 이루어져야 할 것이다.

4. 참고 문헌

- 공군기상전대, "기상총감", 1994
 FAA, "NASDAC review of NTSB weather /related accident", 2005
 김범영, "남한 해무와 무중해난의 연관성에 관한 연구", 연세대학교 석사학위 논문, 1985, p.40.
 정성호, "다도해 안개에 관하여", 관상대보, 1968, pp.18-29.
 변희룡 등, "동해 및 그 주변에서 발생하는 해무의 특성과 예측 가능성 조사", 한국 기상학회지, 33, 1997, pp.41-62.
 오귀영, "황해 중부 연안 안개의 발생 특성과 예측 가능성 조사" 부산수산대학교 석사학위 논문, 1995, p.58
 김문옥, 고정석, "한국 근해의 해무 특성 조사", 광주기상청, 1996, p.52
 박원선, 신기운, "황해상의 해무에 관한 연구", 한국기상학회 추계발표회, 1997.