

# 2006년 10월 서해대교 참사와 안개특성



장 재 동 >>

기상청 예보국 기상위성과 기상사무관  
jaedongjang@kma.go.kr



서 애 속 >>

기상청 예보국 기상위성과 기술서기관  
assuh@kma.go.kr

## 1. 서 론

안개는 시정을 악화시켜 자동차 사고의 원인이 되며 항공 및 해상 교통의 장애요소가 되기도 한다. 또한 농작물에 냉해를 초래하고, 일사량을 차단하여 농작물의 성장을 제한하기도 한다. 안개는 대기오염을 가중시키기도 하는 데, 최근에는 공업지역에서 대기오염 물질이 함유된 산성 안개가 발생하여 문화재를 비롯한 구조물의 부식을 가속시키고 있다(Kapoor et al., 1993).

지난 2006년 10월 3일 아침 서해안고속도로에 위치한 서해대교에 짙은 안개가 발생하였다. 이 안개로 인한 시정거리 단축으로 29중 추돌 사고가 발생하여 11명이 부상하고 46명이 부상을 당하는 대형 교통사고가 발생하였다(연합뉴스, 2006). 이 교통사고에서 초기에 추돌한 자동차 운전자의 미흡한 후속처리와 뒤를 따르던 운전자의 안전거리 미확보도 문제였으나, 만약 안개가 발생하지 않고 시정거리 1 km 이상이었다면 이와 같이 큰 교통사고는 발생하지 않았을 가능성이 높다.

본 연구에서는 안개의 정의와 종류를 서술하고, 기상청 기상자료를 이용하여 서해대교 교통사고 전후시기의 기상상태를 분석하여 사고당시 존재한 안개발생 원인을 분석하고자 한다.

## 2. 안개의 정의와 종류

안개는 비, 눈, 우박, 이슬, 서리 등과 같이 대기 중의 수증기가 모여 발생하는 기상 현상으로 매우 미세한 1~5 $\mu$ m 입자의 물방울이 대기 중에 부유하고 있어 수평시정이 1km 미만일 때를 말한다. 수평시정이

1km 이상인 그보다 농도가 얇은 것은 박무라고 한다. 안개가 위치하는 고도에 따라 하늘이 보일 정도로 얇고 낮으면 낮은 안개, 시정이 1km 이상이고 지표면에 접해 낮게 깔려 있으면 땅 안개(또는 얇은 안개)라고 부른다(기상청, 2006).

안개가 발생하기 위한 조건은 대기 중에 수증기가 다량으로 함유되어 있고, 수증기가 응결하기 위해서 공기가 이슬점 온도 이하로 냉각되어 있고, 대기 중에 미세한 물방울의 생성을 촉진시키는 흡습성의 미립자인 응결핵이 많이 떠 있어야 하며, 주변에 수증기 공급원이 충분해야 한다. 즉 하천이나 호수 또는 바다 부근이거나, 비가 많이 내린 후에도 안개가 잘 발생한다(이현영, 2000).

안개 발생은 크게 증발에 의해 발생하는 것과 냉각에 의해 발생하는 안개로 분류할 수 있다. 첫 번째, 증발에 의해 발생하는 안개는 수면으로부터 증발이 일어나거나, 낙하하는 빗방울로부터 일어난다. 공기의 온도가 물보다 낮고 물의 증발이 공기 포화상태 이상으로 발생할 때 안개가 발생한다. 따라서 찬공기가 따뜻한 수면상을 이용하는 경우는 증기안개, 따뜻한 비가 찬공기 속을 강하하는 경우는 전선안개로 다시 구분할 수 있다.

두 번째, 냉각에 의해 발생하는 안개 중 가장 빈번히 발생하는 안개는 지면에 접한 공기의 냉각, 즉 복사냉각으로 인한 복사안개이다. 공기가 냉각되는 주요 원인으로는 복사, 차가운 지면과의 열교환, 찬공기와 혼합 등이 있다. 복사안개는 지면이 복사에 의해 냉각되고, 지면 부근의 공기도 냉각되어 생기는 안개로 맑은 날 밤, 바람이 없고(풍속 0.5m/s 이하) 상대습도가 95% 이상으로 높을 때 잘 생기며 비가 온 후 맑은 밤에도 잘 발생한다. 바람이 있으면 난류에 의하여 냉각되는 기층의 두께가 증가되어 냉각도가 작아지기 때문에 안개는 생기지 않는다. 따라서 내륙지방의 안개는 주로 복사안개이다. 일출 후 1시간 사이에 많이 발생하며, 보통 발생 후 1~2시간 내에 소산된다. 이류안개는 따뜻하고 습한 공기덩어리가 찬 해수면이나 지표면 위를 이동할 때 그 아래 부

분이 냉각되어 발생한다. 이류안개의 발생에는 복사안개와는 달리 적당한 풍속이 필요하며, 그 풍속은 대략 2~3m/sec이다. 해상에 생기는 안개는 대부분 이류안개이며, 이를 바다안개(해무)라고 한다. 육상안개보다 안개층이 두껍고, 발생시간은 야간에 국한하지 않고 일중에도 발생하며 안개 범위가 매우 넓고 지속성도 길다. 동해안의 안개는 주로 이류에 기인하며, 서해안의 안개는 복사안개와 이류안개가 혼합되어 발생한다(이현영, 2000). 활승안개는 따뜻하고 습한 공기덩어리가 비교적 매끄러운 경사면을 상승할 때, 단열 냉각으로 발생하며 상승하는 기류의 속도가 크면 안개대신 층운이 발생한다. 그러나 일반적으로 안개는 한 가지 이상의 원인이 복합적으로 작용하여 발생한다.

### 3. 서해대교의 지리적 위치

서해대교는 서해안 고속도로에 위치하여 경기도 평택시 포승면 내기리에서 시작하여 충청남도 당진군 송악면 복운리를 연결하는 다리이다(그림 1). 다리의 규모는 총길이 7,310m, 도로폭 31.4m이다. 한국도로공사가 서해권 교통망과 물류기반 확충을 위하여 1993년 11월에 착공하여 2000년 11월에 개통되었다.

서해대교는 서해 해수가 유입되는 해안가에 위치하

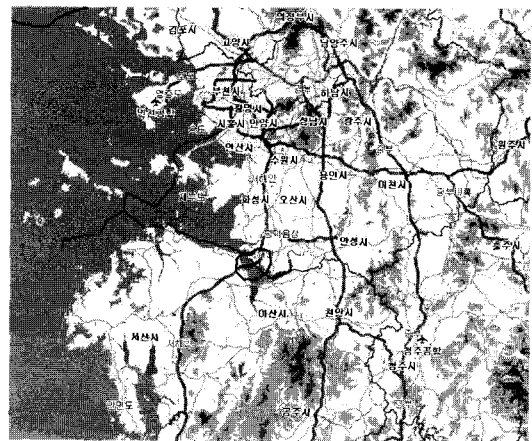


그림 1. 서해대교의 위치. 아산시 위쪽의 태원 내에 위치함 (네이버지도 인용)

고 있어 해수로부터 대기 중 수증기 공급이 아주 원활한 장소이다. 따라서 서해대교 지역은 해상에서 발생하는 바다안개의 영향과 육상에서 야간 지면 복사냉각이 되어 안개가 다수 발생할 가능성이 있는 곳이다.

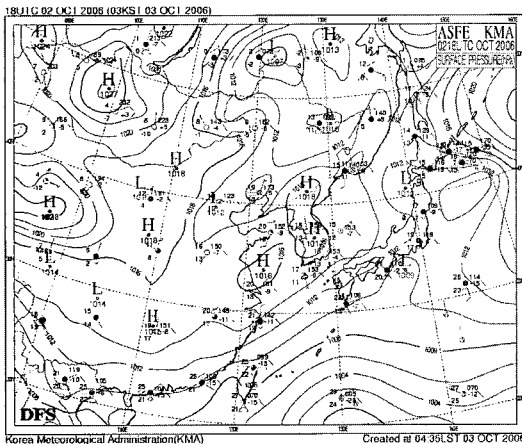
#### 4. 서해대교의 기상상태와 안개의 특성

본 논문에서는 서해안고속도로의 서해대교에서 2006년 10월 3일 아침에 발생한 안개의 특성을 기상 자료를 이용하여 분석하였다. 활용된 기상자료는 안개발생 전과 발생시간대의 지상일기도, 풍향, 풍속,

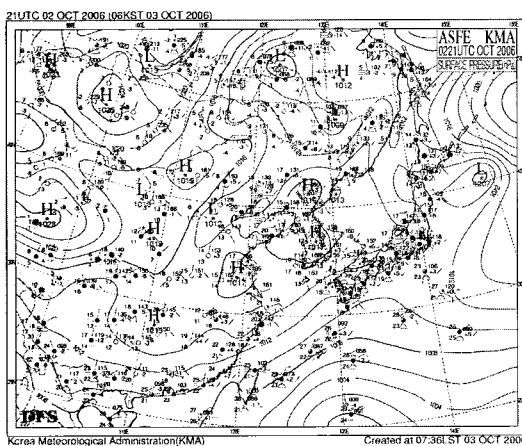
이슬점온도, 상대습도, 기온자료와 위성영상을 이용하였다.

서해대교 교통사고 발생시에 존재한 안개의 발생 원인에 대한 분석방법은 교통사고 전과 발생시의 기상 자료를 이용하였다. 우선 교통사고시의 일기상태를 조사하기위해 그림 2에 지상일기도를 제시하였다. 지상일기도에서 시간적으로 큰 이동이 없는 고기압의 중심이 한반도에 위치하고 있다. 고기압의 영향으로 맑은 날씨가 나타나며 야간에 기온의 하강이 강하게 나타날 수 있다. 또한 기상청은 2006년 10월 3일에 고기압의 영향으로 전국이 맑고 아침에 안개 끼는 곳이 많으며 일교차가 크겠다고 예보하였다. 이와 같은 기상상황으로 서해대교 지역 또한 공기 중에 충분한 수증기가 존재할 때 지면복사로 인하여 복사안개 형태의 안개가 발생할 수 있다. 다음은 지상관측 기상 자료를 이용하여 기상상황을 분석하였다.

그림 3은 2006년 10월 3일 새벽 6시의 전국 지상 기온 분포를 나타낸다. 기상청의 천안관측소가 거리상으로 서해대교에 가장 근접해 있다. 본 연구에서는 서해대교의 기상상태를 파악하기위해 천안관측소의 기상자료를 이용하여 분석하였다. 기상청 천안관측소 지상관측으로 얻어진 지상 기온, 지중 기온, 이슬점온도, 상대습도, 풍속, 일조시간, 운량을 2006년 10월 2일에서 3일까지 시계열 변화로 그림 4에 제시하



(a)



(a)

그림 2. 2006년 10월 3일 새벽 3시(a)와 새벽 6시(b) 지상일기도

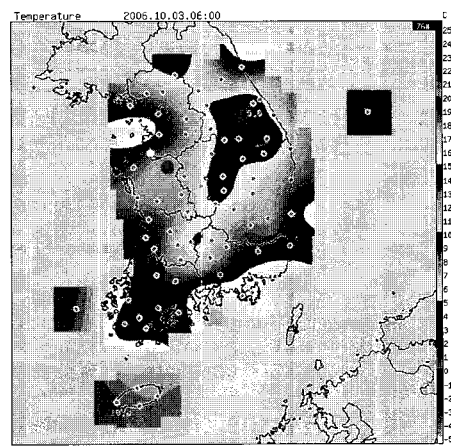


그림 3. 2006년 10월 3일 새벽 3시의 지상 기온분포. 흰색 점은 서해대교 위치이며 붉은색 큰 점은 천안관측소이다.

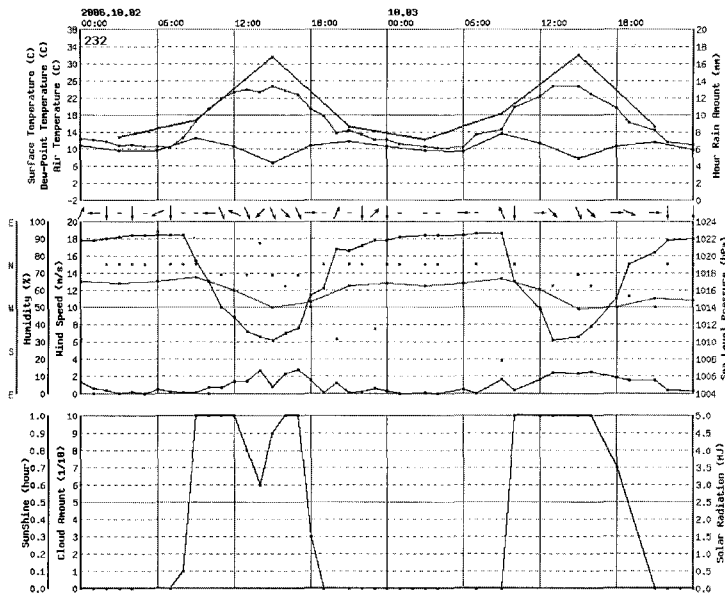


그림 4. 2006년 10월 2일에서 3일까지 천안관측소의 기상자료 시계열 분포

였다. 그림 4에서 지상기온은 2일 낮 시간에 최고 25℃까지 상승하고 3일 새벽 6시에 10℃까지 떨어졌다. 천안에서 15℃의 일교차를 보이고 서해대교도 이것에 유사하였을 것으로 판단된다.

이슬점온도는 2일 23시경부터 3일 6시까지 기온과 2℃ 내로 유지된다. 흑산도의 안개발생 연구(유근기와 김성우, 2002)에서는 이슬점온도와 최저기온과의 차이가 2℃내로 유지될 때 안개가 발생할 확률이 높다고 제시하였다. 천안관측소의 10월 3일 0시부터 상대습도는 90%에 달했으며, 풍속은 무풍에 가까운 값을 나타내고 있다. 또한 흑산도 안개발생 연구에서 상대습도가 85%의 이상이 될 때 안개발생 확률이 72%로 높다고 밝혔다.

그림 5는 2006년 10월 3일 새벽 6시의 정지위성 MTSAT-1R 열적외 영상을 보여준다. 그림 5에서 10월 3일 새벽에 서해대교지역뿐만 아니라 전국적으로 맑은 날씨를 나타내고 있다.

이 영상으로부터 지면복사냉각이 강하게 발생하여 기온의 하강을 유도하였음을 알 수 있다. 해상으로부터의 수증기 공급을 확인하기위해 사고당시의 위성자료 해수면 온도 영상을 그림 6에 제시하였다. 사고당

시에서 과거 일주일 평균 해수면온도가 서해대교부근의 해상에서 20℃를 나타내고 있다.

일반적으로 10월 3일 새벽에는 기온보다 해수면온도가 10℃ 정도 높아 해상으로부터 다량의 수증기 공급이 될 수 있었음을 알 수 있다. 따라서 본 장에서 제시된 기상자료의 분석 결과로 해상에서 다량의 수증기가 공급되고 무풍에 가까운 상황이며 지면 복사냉각이 강하게 발생하여 서해대교 사고당시 존재한 안개는 복사안개의 형태로 발생했음을 이해할 수 있다.

### 5. 결론

본 연구에서는 2006년 10월 3일 새벽에 발생한 서해대교 대형교통사고의 직·간접적인 원인이 될 수 있는 안개에 대해서 분석하였다. 서해대교가 위치한 곳은 황해와 직접 연결되는 만에 위치하여 해수에서 대기로 충분한 수증기가 공급될 수 있는 곳이다. 사고당시의 지상관측 기상자료에서 기온변화는 낮 최고와 새벽 최저의 일교차가 15℃에 달했고, 이슬점 온

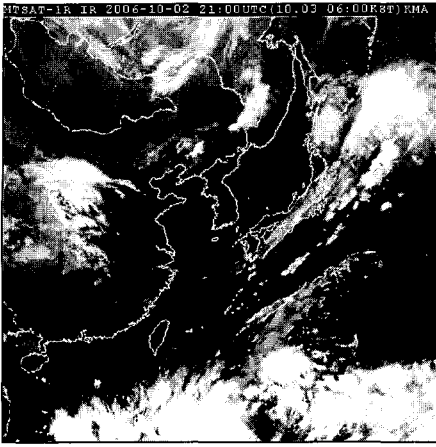


그림 5. 2006년 10월 3일 새벽 6시의 정지위성 MTSAT-1R의 열적외 영상

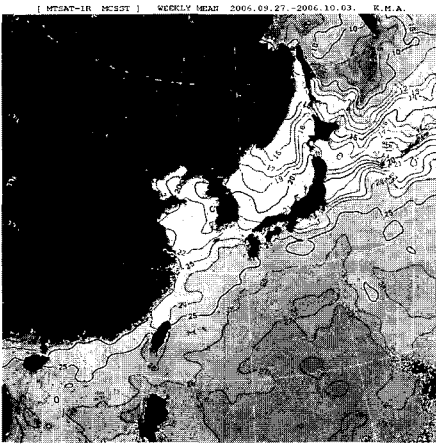


그림 6. 2006년 9월 27일부터 10월 3일까지의 평균 해수면 온도.

도는 2일 밤부터 3일 새벽까지 2℃ 내로 유지되었다. 또한 같은 시각 상대습도는 90% 이상이며 바람은 거의 불지 않았다. 위성영상에서는 3일 새벽에 전국이 맑은 상태를 보이고, 해수면 온도는 기온보다 높았다. 이러한 기상상황에서 지면에서 복사냉각이 강하게 발생하여 기온을 하강시켰고 해수는 공기 중으로

충분한 수증기를 공급함으로써 대기의 상대습도를 상승시켰다. 따라서 풍속은 거의 무풍에 가까워 복사안개의 형태로 교통사고 당시 서해대교 및 주변에 짙은 안개가 발생하였을 것으로 결론지을 수 있다.

현재 기상청은 전국 지상관측 망의 기상관측자료 분석, 수치예보모델의 결과, 위성영상을 이용하여 안개예보를 하고 있다. 안개예보를 하였더라도 지상의 다양한 환경영향 및 변화 등으로 인해 안개예보가 100% 정확하지는 않다. 따라서 고속화 도로에서 자동차 운전시 및 해상의 선박운행시 등에 안개예보를 활용할 필요가 있다. 또한 안개위험지역 특히 안개가 자주 발생하는 고속화 도로상에 시정계를 설치하여 시정정보를 제공함으로써 교통사고를 예방할 필요가 있다.

## 참고문헌

- 기상청, 2006 : 위성관측자료를 이용한 안개분석 기술, 기상청 예보국 기상위성과 기술노트, 2006-9.
- 김성우, 유근기, 2002 : 예보기술 : 흑산도 부근바다의 안개특성 분석, 2002년 한국기상학회 춘계학술대회, 298-312.
- 연합뉴스, 2006 : 서해대교 29중추돌 11명 사망(종합 3보).
- 이현영, 2000 : 한국의 기후, 법문사, p237
- Kapoor, R.K., S. Tiwari, K. Ali and G. Sinḥo, 1993 : Chemical analysis of fogwater at Delhi, North India, Atmos. Environ., 27A(15), 2453-2455.