

안중배, 이해진, 윤용훈¹, 서장원¹

부산대학교 대기과학과, 기상연구소 해양기상연구소¹

1. 서론

일반적으로 우리나라 근해에서 발생하는 해무는 4월에서 8월 사이에 집중적으로 발생하는데, 이 기간은 해양의 물리적인 특성으로 대기의 기온이 해면 온도보다 빠르게 상승하는 기간이다. 또한 우리나라 근해에서 발생하는 전체 해무 중 50%이상을 차지하는 저기압이나 전선에 동반되어 나타나는 전선무와 따뜻한 공기가 상대적으로 찬 해수면 위로 이류되면서 발생하는 이류무, 그리고 찬공기가 따뜻한 해수면위로 이동하면서 발생하는 증기무가 해상에서 발생하는 대표적인 해무의 종류라 할 수 있다(기상청 1997, 김문옥 등 1997).

대체적으로 해상에서 발생하는 해무는 비교적 관측이 용이하여 발생학적인 특성이 밝혀진 복사무에 비해서 발생학적인 특성이 모호한 상태이다. 해무는 해양의 큰 열적 관성 때문에 냉각만으로는 포화에 이르기 어려워 중관적인 상태나 지역적인 특성 그리고 외적인 요인들이 다양하게 고려되어야 명확한 발생 역학을 이해하기 용이하다. 그러나 지금까지의 선행연구들은 안개 발생시의 기상 요소들과의 단편적인 상관성으로부터 그 특성을 파악하고자 하였으나, 이와 같은 방법은 관측의 양적 질적 불확실성으로 한계가 있다.

따라서 본 연구에서는 우리나라 주변해역에서 발생하는 해무의 발생학적인 역학을 규명하고자 3차원적인 대기 운동이 종합적으로 다루어지는 모형을 이용하여 안개 발생시 대기 상태를 재현하고 그것으로부터 발생역학을 규명하고자 하였다.

2. 모형과 자료 및 사례선정

본 연구에서 사용한 중규모 대기 모형은 PSU/NCAR에서 개발한 MM5V3를 이용하였다. 모형의 수행 영역은 한반도를 포함한 동아시아 영역의 성긴격자 영역과 동해와 황해를 중심으로 한 두 개의 상세 격자 영역으로 이루어졌으며, 각각의 수평 격자 영역은 60km와 20km이다. 그리고 모형의 초기자료와 경계자료는 6시간 간격의 NCEP/NCAR 재분석 자료를 이용하였다. 또한 본 연구에는 발생학적인 역학이 서로 다른 사례 기간을 선정하고자 동해에서는 울릉도를 대표지점으로 선정하여 지난 1999년 한해동안 관측된 안개 발생일을 기준으로 사례를 선정하였으며, 황해지역에 대해서는 동해지역과 마찬가지로 해양학적 성격을 많이 가지는 인천을 중심으로 사례를 선정하였다.

3. 결과 및 결론

해상에서 발생하는 해무의 종류는 발생지의 특성이나 다른 외적인 요인에 의해 크게 증기무, 이류무, 전선무등으로 나눌 수 있다. 본 연구에서는 이와 같은 대표적인 안개 사례를 선정하여 수치 실험을 수행하였다. Table 1에 지난 1999년 우리나라 근해에서 발생한 안개중 세가지 종류에 대한 대표적인 사례를 표시하였다.

Fig. 1은 Case1A에 대한 수치 실험결과로 모형 최하층에서 모사된 온도, 열속과 잠열속, 난류 운동에너지 그리고 상대습도의 울릉도를 포함한 위도 35°에서 41°를 따르는 공간적 시간전개이다. 이 사례 기간에는 울릉도 지역에서 안개가 발생하였으며, 오후크고기압의 확장으로 오후크해상의 찬공기가 상대적으로 따뜻한 동해상으로의 이류가 있었다. Fig. 1에서 살펴보면 안개가 발

생한 7월12일 12Z에서 13일 20Z까지 16°C이하의 찬공기의 유입이 나타나는데(Fig.1(a)), 이와 동일한 시간대에서 150W/m² 이상의 열속과 잠열속의 증가가 나타난다(Fig.1(b)). 이것은 찬공기의 유입에 따라 해면에서 대기로의 상향 열속과 수증기속의 증가를 이끈 것으로 사료된다. 이처럼 열속의 증가는 대기 경계층내의 에너지 공급으로 난류의 운동을 증가시키고(Fig.1(c)), 난류운동은 대기하층에서의 혼합 작용을 이끌어 혼합에 의한 상대습도의 증가(Fig.1(d))를 이끈다. 따라서 대기중의 수증기가 응결하여 안개가 발생하는 것으로 사료된다.

Fig. 2는 Case2A에 대한 수치실험 결과이며, 적분기간동안의 주풍 방향으로 cross section한 혼합비, 바람, 온도 그리고 상대습도의 공간적 시간전개이다. 이 기간동안에는 우리나라 전역이 북태평양 고기압의 가장지리에 놓여 남서풍의 강한 영향으로 습윤하고 따뜻한 공기의 유입이 있었던 기간이다. Fig. 2에 나타나듯이 안개 발생기간인 7월 29일 06시부터 30일 09Z까지 14g/kg이상의 높은 혼합비를 가지는 수증기의 유입이 주풍방향으로 뚜렷하게 나타나며(Fig.2(a)), 동일한 시간대에 온도의 시간전개에서도(Fig.2(c)) 21°C이상의 따뜻한 공기의 이류가 보인다. 이와 같이 습윤한 공기의 이류로 대기 최하층에서 수증기의 공급에 의한 상대습도의 증가를 이끌어 안개가 발생하는 것으로 사료된다.

전선무의 경우인 Case3A의 경우는 저기압계가 황해에서 동해로 북동진하면서, 동해상에 한랭전선의 후면에 들었던 기간에는 찬공기의 유입이 온난전선의 전면에 들었던 기간동안에는 수증기의 공급이 활발하여 전선면 근처에서의 열속의 증가와 난류 운동에너지의 증가 이에 따른 혼합작용과 수증기의 공급으로 상대습도를 높여 안개가 발생한다. 이처럼 전선무의 경우 증기무와 이류무에서 보인 특성이 동시에 나타남을 알 수 있다.

이처럼 각 사례에 대한 안개 특성을 3차원적인 운동이 종합적으로 고려된 모형을 통해 살펴보고 이해함으로써 우리나라에 발생하는 해무를 예측하기 위한 객관적인 기준을 마련하기 용이하며, 이를 근간으로 안개 예측을 위한 모형 개발에 중요한 발판이 될 것으로 생각된다.

5. 참고 문헌

- 기상청, 1997 : 한반도 연안 해무 특성집.
 김문옥, 고정석, 1997 : 한국 근해의 해무 특성 조사. 광주 지방 기상청.

Case1A (00Z12JUL-12Z14JUL)

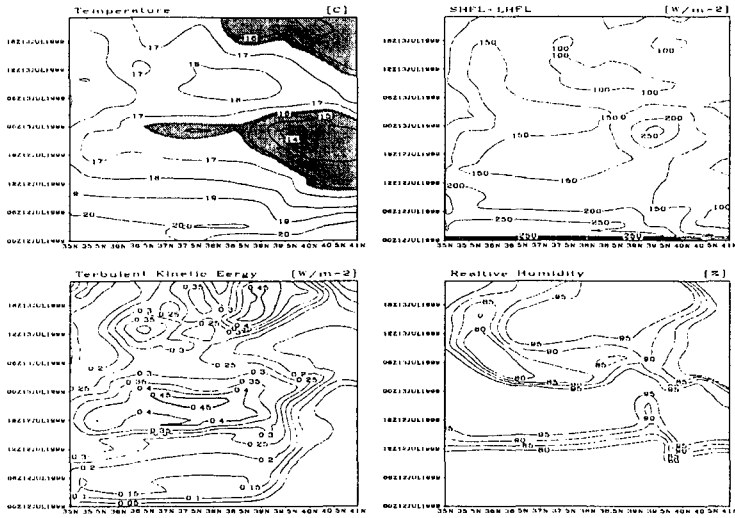


Fig. 1. Spatial evolution of simulated temperature(a), heat flux(b), turbulent kinetic energy(c) and relative humidity(d) at the lowest layer in the model for Case1A.

Case2A (12Z28JUL-12Z30JUL)

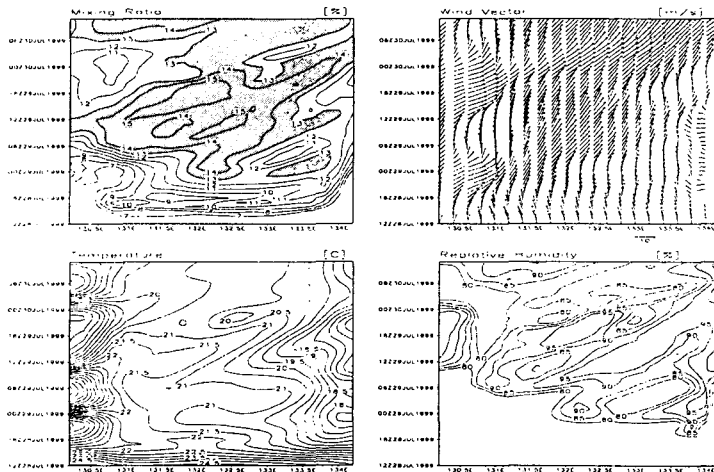


Fig. 2. Spatial evolution of simulated mixing ratio(a), wind vector(b), temperature(c) and relative humidity(d) at the lowest layer in the model for Case2A.